

中国石化工程建设管理标准

中国石化防腐绝热质量提升工程规定

SPMP-STD-EM2019-2021



2021-12-31 发布

2022-01-01 实施

中国石油化工集团有限公司 发布

目 次

前 言	3
1 总则	4
2 防腐工程规定	4
3 绝热工程规定	16
4 其他要求	29
5 附则	30
6 附录	30
附录A（资料性）引用标准规范名录	33
附录B（规范性）防腐涂层配套方案设计及要求	36
附录C（规范性）涂料的主要技术要求	48
附录D（资料性）施工过程记录参考用表	61
附录E（资料性）涂层交工验收	76
附录F（资料性）仓库及作业场所空气中有害气体最高允许浓度	78
附录G（规范性）防腐绝热工程技术档案	79
附录H（资料性）绝热材料及其制品的主要性能	81
附录I（资料性）绝热材料及保护层材料选用说明	84
附录J（资料性）保温层厚度计算方法	86
附录K（规范性）绝热材料的可溶性离子含量	88
附录L（资料性）绝热工程施工技术要求	89
附录M（资料性）施工质量控制关键环节及检查参考用表	90
附录N（资料性）绝热工程验收参考用表	96
附录O（资料性）能效评价参考用表	99
附录P（资料性）保温材料厚度选用参考表	101
本规范用词说明	10169

前 言

本规定按GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则编写。

本规定共分为6章和16个附录，主要技术内容是石油化工设备、管道和钢结构的防腐绝热工程设计、采购、检验、施工、验收与考核等过程的总体要求。

本规定由中国石油化工集团有限公司工程部提出。

本规定由中国石油化工集团有限公司工程部归口。

本规定主编单位：中石化炼化工程（集团）股份有限公司洛阳技术研发中心。

本规定参编单位：中石化宁波工程有限公司、中石化广州工程有限公司、中石化第四建设有限公司。

本规定主要起草人：段永锋、郜建松、李晓炜、李文盛、姜万军、胡伟、贾楠、陈新军、吕伟、沈美菊、王娟、柯松林、樊志帅、王恒博、王宁、李玖重、李晓睿、张猛、苏耀伦

本规定主要审查人：吴文信、赵金洲、周家祥、聂爱杰、韩海波、李俊龙、张立胜、刘国帅、邓斌、王扶卷、杨宏泉、赵现明、孙春雷、余锋、胡庆均、张交辉、胡江驰、高小伍、张宏伟、范生昭、李友磊、张闪、欧莉、周航兵、肖丁铭、蔡品雷、佟海松、董国强、徐安峰、袁军、陈海林、黄夏林、朱卫军、朱华平、翟磊、赖江强、税斌、蓝庆友、张林、陈翔、丁少军、郭小波、夏家银、马亚锋、纪鑫、丁明生、刘艳、谢丝莉、周雪明、孙志钦、李朝法、周天宇、张婧帆

本规定于2021年首次发布。

中国石化防腐绝热质量提升工程规定

1 总则

- 1.1 为规范中国石油化工股份有限公司（简称中国石化）工程项目中防腐及绝热工程的管理，提升中国石化工程建设感官质量品牌建设，确保装置安全可靠运行，实现全生命周期降本增效，依据国家现行有关法规、标准（见附录 A），制定本规定。
- 1.2 本规定适用于中国石化各企事业单位、股份公司各分（子）公司所属新建、扩建、改建、检维修石化工程项目，其他工程项目参照执行。
- 1.3 本规定涵盖了设备、管道和钢结构防腐涂层设计、采购、检验、施工、验收与考核等过程的总体要求。
- 1.4 本规定涵盖了设备和管道绝热工程设计、采购、检验、施工、验收与考核等过程的总体要求。
- 1.5 本规定中所称的防腐涂层，主要是指为防护大气环境对石化工程项目中各类设备、管道、钢结构等外表面的腐蚀所采用的涂层，以及绝热层下设备和管道表面所采用的涂层。
- 1.6 本规定中所称的设备和管道绝热，是保温与保冷的统称。保温是指为减少设备、管道及其附件向周围环境无效散热，在其外表面采取的包覆措施；保冷是指为减少周围环境中的热量传入低温设备和管道内部，防止低温设备和管道外壁表面凝露，在其外表面采取的包覆措施。
- 1.7 本规定旨在统筹总部、事业部、生产企业（建设单位）、设计、施工等有关单位建立防腐绝热工程质量管理体系架构，以便有效落实各级责任、完善防腐绝热工程质量管理体系、充实专业技术管理人员，建立健全石化工程项目防腐绝热管理机制。

2 防腐工程规定

2.1 设计一般原则

- 2.1.1 防腐工程应做到与主体工程同时设计、同时施工、同时投用。
- 2.1.2 新建、扩建、改建项目中设备、管道和钢结构外防腐涂层的设计使用年限不低于 15 年；检维修工程项目涂层的设计使用年限不低于 10 年，且宜与装置检修周期相适应。
- 2.1.3 防腐涂层体系的底漆、中间漆、面漆应配套使用，宜为同一涂料供应商的配套产品，涂料供应商应对产品的配套性负责。
- 2.1.4 应涂漆的表面

- 2.1.4.1 碳钢和低合金钢的设备、管道及钢结构表面。
- 2.1.4.2 沿海地区操作温度低于 175℃且包覆绝热结构的不锈钢设备和管道，沿海地区操作温度低于 120℃不保温的不锈钢设备和管道。
- 2.1.4.3 镀锌格栅与钢结构的焊缝及附近区域，鉴于该区域表面处理及涂装难度较大，镀锌格栅与其相连的钢结构宜采用圆盘射钉冷连接紧固系统或卡扣等方式连接，避免焊接操作。
- 2.1.4.4 其他规定要求应涂漆的设备和管道表面。
- 2.1.5 新建防腐工程项目应在正式施工前，在建设单位、涂料供应商、施工承包商、监理单位等各方的见证下，选择典型区域制作防腐工程项目涂层参照面，具体实施方案见附录 B.1。
- 2.1.6 设计单位应在设计技术文件中逐条（台）明确涂料从选型、采购到施工、验收的技术要求。
- 2.2 涂层的选用及其配套方案
- 2.2.1 涂层选用一般要求
- 2.2.1.1 涂层的选用应与被涂物的材质、运行工况、使用环境等相适应。
- 2.2.1.2 防腐涂层体系的选择应根据环境腐蚀程度、底材状况、设计工况，结合安全、设计使用年限、经济性等方面进行综合考虑。
- 2.2.1.3 应根据最高操作温度选择对应的管道和设备涂层体系，如热交换器以进出口操作温度较高者为准。
- 2.2.1.4 局部保温、防烫保温的设备和管道的涂漆应按保温设备和管道的防腐涂层体系选用。
- 2.2.1.5 有温度交替变化的绝热设备和管道应选用大于温度波动范围，且耐温变循环性能好、不易开裂的涂层。
- 2.2.1.6 用于奥氏体不锈钢的涂料应无铅、无硫和不含氯化物。
- 2.2.2 大气腐蚀等级
- 2.2.2.1 大气腐蚀等级分为 C1（很低）、C2（低）、C3（中等）、C4（高）、C5（很高）、CX（极高）六个等级，详细内容见附录 B.2。
- 2.2.2.2 为确定各企业不同区域的大气腐蚀等级，宜进行标准试样的长期暴露试验。以钢和锌试样的质量或厚度损失划分腐蚀性等级时，可能得出不同的结果，应以其最高腐蚀等级为准。
- 2.2.2.3 新建、扩建、改建项目所在区域的大气腐蚀等级宜由设计单位和建设单位协商确定。
- 2.2.3 应按照新建、扩建、改建项目中装置和储罐外防腐涂层的设计使用年限不低于 15 年，检维修工程项目涂层的设计使用年限不低于 10 年，进行涂层配套体系及干膜厚度的选择。新建项目具体应参照附表 B.3-1 执行，检维修项目应具体参照附表 B.3-2。

2.2.4 选用水性涂料时应结合使用工况、腐蚀环境和施工环境的要求，经耐蚀性及耐久性评价，并满足本规定要求方可进行施工。

2.2.5 涂层配套技术指标应满足附录 B.4 中的要求。

2.2.6 涂料使用量应参照附录 B.5 计算。

2.2.7 设备、管道和钢结构表面色和标志应按行业标准 SH/T 3043 和 SY/T 0043 执行。

2.2.8 鉴于涂料体系提供的有效保护期通常比设备、管道、钢结构的预期使用期限短，因而在规划和设计阶段就应考虑涂料体系维护或更新的可能性，以及开展维护工作所需的安全附件设施（例如，吊钩、脚手架固定栓和锚定件、喷射清理和涂料施工工具的导轨等）。

2.2.9 钢结构防腐蚀能力提高的结构设计准则宜参照附录 B.6 执行，详见标准 GB/T 30790.3。

2.2.10 在制造厂完成的设备、管道和钢结构，在采购合同或技术协议中要明确其防腐涂漆应符合本规定的要求。

2.3 涂料

2.3.1 涂料的采购

2.3.1.1 涂料应有标明产品名称、执行标准、型号、批号、净含量、生产单位及地址、生产日期、有效期等的产品质量证明文件和通过计量认证的第三方检验机构出具的质量检验报告，不应使用超过存放期限的涂料。

2.3.1.2 涂料产品质量证明文件应包括产品合格证及材料检测报告、技术性能指标及检测方法。

2.3.1.3 产品说明书内容应包括涂料的技术性能指标、各组分配比、密度、涂料配制后的适用期、施工方式、参考用量、贮存条件、贮存期、适用温度、安全技术说明书（MSDS），以及涂料的基体表面处理和施工工艺要求。

2.3.1.4 涂料的基本技术指标应满足附录 C.1 中的要求。涂料供应商还应提供其他任何未在产品说明书中说明，但会影响施工条件或工程最终质量的有关细节信息。

2.3.1.5 涂料的挥发性有机化合物（VOC）、有害溶剂和有害重金属限量应满足附录 C.2 中的要求。

2.3.2 涂料的检验

2.3.2.1 涂料到货后物资采购部门应组织进行验收，验收依据为采购时提出的产品标准要求或产品依据的相关标准。

2.3.2.2 针对首次使用或单个项目每个批次号的涂料由建设单位送样至具备检验资质（CMA、CNAS）的第三方检测单位进行指纹检查，指纹检查的目的是确保供应的涂料产品与经合格认证产品的一致性，指纹检查内容应参照附录 C.3。

2.3.2.3 对涂料产品质量有质疑时，应在建设单位或监理单位的见证下，由材料采购单位现场取样，送至具备检验资质（CMA、CNAS）的第三方检测单位检验。进行抽样检查、检测时，若有一件不合格，可按原要求数量的两倍进行检查、检测，若仍不合格，则该检验批不合格，不得使用。

2.3.2.4 涂料进场后施工单位应进行自检，并填写自检记录表，见附录 D.1。

2.3.3 涂料的储存

2.3.3.1 涂料和其他使用的材料（例如溶剂、稀释剂等）应存放在专用仓库内。涂料使用前应处于制造商原始的、未开封的、标识清楚的特定容器中。涂料开封后应尽快使用。

2.3.3.2 除非厂家产品说明书或在其他地方规定了存储条件，涂料存放场所应具有良好的通风条件，并防止日光直射、隔离火源、远离热源。

2.3.3.3 稀释剂和清洗剂由涂料供应商统一供应，如果单独购买，其成分应经过涂料制造商的认可。

2.3.3.4 溶剂在使用前应密封严密，以防止潮湿空气进入。

2.3.3.5 涂料使用前应开桶检查，不得有结皮、结块或凝胶等现象，水性涂料发生冻结后不得使用。

2.4 涂装施工过程控制

2.4.1 施工前准备

2.4.1.1 防腐工程施工承包商应具备相应的施工资质（如国家住建部颁发的防水防腐保温工程专业承包乙级及以上等级资质）。

2.4.1.2 施工前，施工承包商应编制施工技术方案。施工技术方案应包括工程概况、工作范围、编制依据、涂层配套方案、表面处理、涂料的检验与混合、涂装施工、施工质量控制点、竣工验收、施工安全技术要求、应急预案等内容。

2.4.1.3 涂装施工设备及工具、检验检测仪器应在检定或校准有效期内使用，并满足安全要求。

2.4.1.4 施工人员应获得人力资源和社会保障部颁发的防腐蚀工职业资格证书或同等级资格证书。若无以上资格证书，建设单位应组织对施工人员进行笔试或现场实操考核，合格后发放上岗证，方可施工。施工人员考核结果可在中国石化企业中通用。

2.4.1.5 建设单位应组织施工承包商、涂料供应商和监理单位等所有与工程有关的各方参加施工前工作会议，确保施工承包商对施工方案的要求、监理的职责和工作内容等有充分的认知和了解；共同审查施工技术方案，讨论其中可能存在的错误或模糊之处，并做好施工前会议记录。施工前工作会议上对施工方案的所有变更均应在会议记录中体现，且在所有与会者签名后作为施工管理档案留存，施工前工作会议记录表见附录 D.2。

- 2.4.1.6 施工技术方案应经建设单位或监理单位的审批，并对施工人员进行技术交底，施工技术方案审批表可按照相关企业及监理的有关规定，如无上述规定可参照附录 D.3 和 D.4 执行。
- 2.4.1.7 当施工单位使用新型涂料时，应要求涂料供应商提供详细的施工说明及注意事项，或者到现场指导。
- 2.4.1.8 涂料供应商的技术服务人员和质量检验人员应持有 NACE CIP 2 级或 SSPC PCI 2 级证书或国内同等级证书，并列入采购或施工招标文件。
- 2.4.1.9 施工作业场所应满足 HSE 相关要求，施工人员应遵守 HSE 相关规定。
- 2.4.2 工厂化预制
- 2.4.2.1 管道、管件、钢结构及现场制作设备宜在预制厂进行表面处理及涂刷底漆、中间漆。
- 2.4.2.2 工厂制作的静设备、泵/鼓风机/压缩机等动设备、阀门及电气设备等应在工厂进行表面处理和涂覆完成。
- 2.4.2.3 如果涂装构件需要现场焊接，应将全部焊道留出，并将焊道两侧的涂层做成阶梯状接头，在焊接、焊后热处理和强度试验后应逐步完成每道涂层的涂覆。涂底漆前应对标识、螺纹等特殊部位加以保护。
- 2.4.3 表面处理
- 2.4.3.1 表面处理的方法和等级要求应从环境因素、涂层设计使用年限、防腐涂料、施工可行性等方面考虑。应选择能够满足使用要求、施工效率高且经济环保的处理方法，如高压/超高压水喷射、水汽磨料混合型喷砂等，储罐表面处理可结合机器人进行除锈。
- 2.4.3.2 表面在进行喷射或动力工具打磨处理之前，应清除焊渣、飞溅等附着物，清洗表面可见的油脂和其他污物，并满足附录 D.5 中的要求。
- 2.4.3.3 磨料控制：表面喷砂处理用的磨料应干燥，无油污，无杂物；磨料的大小应能够满足规定的粗糙度要求。钢丸和钢砂的颗粒直径一般为 0.6~1.0mm，非金属磨料的颗粒直径一般为 0.8~1.2mm；磨料的硬度应大于莫氏六级；磨料所含可溶性盐污染物应低于 250 μ s/cm，其他指标也应符合 GB/T 18838、GB/T 17850 及 GB/T 19816、GB/T 17849 的规定。
- 2.4.3.4 工具控制：喷砂操作时，喷砂前应检查压力容器的生产许可证、喷砂工佩戴的防护工具和供氧装置是否安全可靠，以及喷嘴磨损情况，当孔口直径增大时应更换喷嘴。
- 2.4.3.5 环境控制：表面处理环境应满足空气相对湿度低于 85%，钢材表面温度至少高于露点温度 3℃，遇雨、雾、雪、风沙天气及风力超过 4 级（7.9m/s）应停止露天施工。
- 2.4.3.6 工艺控制
- （1）喷砂除锈喷嘴到底材表面距离以 100~300mm 为宜。

(2) 喷砂除锈时应根据钢材表面的锈蚀程度确定喷砂速度，既保证除锈彻底的同时，又不致损坏金属本体。

(3) 喷砂时喷嘴不要长时间停留在某处，喷砂作业应避免零星作业，但也不能一次喷射面积过大，要考虑涂装工序与表面预处理工序间的时间间隔要求。

(4) 对喷枪无法喷射的部位应采取动力工具或手工除锈。

(5) 除锈后，涂装前，应用干净的刷子或用清洁的压缩空气吹扫等方法除掉管道表面的灰土、碎屑和其他残留物。

2.4.3.7 底材喷（抛）射除锈后的表面粗糙度 R_z 应符合设计文件或产品技术文件的规定，当设计文件或产品技术文件无规定时，钢材喷（抛）射除锈后的表面粗糙度 R_z 宜为 $40 \sim 75\mu\text{m}$ ，且不大于涂层总干膜厚度的 $1/3$ 。

2.4.3.8 表面处理完成后应按照 GB/T 18570.3 对待涂钢板表面进行灰尘评定，灰尘数量等级和灰尘尺寸应满足 2 级及以上要求。

2.4.3.9 所有焊接部位、油漆破损部位、不适合用或不能用喷砂方法除锈的表面，采用动力工具清理表面至 St3 级。

2.4.3.10 不锈钢材料表面防腐处理前，如表面涂覆标识性色漆等，应采用不含有氯等卤素离子以及铁元素/离子的磨料，并对不锈钢底材进行表面处理并达到 Sa1 级，粗糙度宜为 $25 \sim 50\mu\text{m}$ ，或使用涂料供应商推荐的粗糙度。

2.4.3.11 如果用选定的表面处理方法没能达到要求的处理等级，或者处理过的表面状况已经在涂覆涂层体系之前发生了变化（如受到污染或返锈），则应重复相关的工艺操作，以达到要求的处理等级。

2.4.3.12 涂层维护表面处理要求

(1) 当涂层小面积出现失效或锈蚀时，应针对失效或锈蚀部位采用动力工具清理表面至 St3 级。

(2) 当涂层大面积或多处出现失效或锈蚀时，应针对涂层进行整体维护前的表面处理。

(3) 针对仅面漆出现粉化或失效的部位，宜采用高压水冲洗清理至完好的涂层，之后用粗砂纸进行拉毛处理。

(4) 针对失效已贯穿整个涂层体系或底材发生锈蚀的部位，应采用动力工具清理表面至 St3 级。

2.4.3.13 表面处理 after 涂装施工前，应进行隐蔽工程验收，合格后方可进行涂装。

2.4.4 涂装施工

2.4.4.1 环境要求

（1）涂装施工前，应进行环境温度、环境湿度、底材表面温度、风力等级等检测，施工环境检测记录表见附录 D.6。当底材表面温度高出空气露点不足 3℃或者空气相对湿度高于 85% 时，不应进行露天涂装施工（除非涂料供应商另有说明）。

（2）涂装施工环境宜为温度 5~30℃、相对湿度低于 85%。表面除锈后应在 4 小时内进行涂装。

（3）除特殊要求并满足相关技术性能外，底材温度高于 40℃，不应涂装；烈日暴晒下不应涂装。

（4）气温在 5℃以下，一般不应涂装，如因特殊需要必须涂装时应符合下列要求：天气晴朗，底材温度高于露点 3℃以上，气温不低于涂料干燥规定的最低温度。

（5）下雨、有雾或者钢材表面蒙有水汽及霜雪时，不应涂装；大风天气、灰尘较多时不应露天涂装。

2.4.4.2 涂料的混合与使用

（1）涂料在使用前应完全混合均匀。如果颜料沉淀，应采用动力搅拌器重新分散以形成均匀的混合物；对于含重质颜料的涂料，如富锌底漆，在使用过程中应持续搅拌以防止沉淀。

（2）在混合新的涂料前，搅拌器和容器应彻底清洗。混合过程中记录混合涂料的批号，并严格遵守混合后熟化时间和使用寿命。

（3）对双组份涂料，固化剂（催化剂）组分应用动力搅拌器进行混合，多组份涂料配置搅拌后，宜选用与产品特点相适应的过滤网过滤后使用。

（4）由于施工温度低或施工方法的不同而需要对黏度进行的任何调整，都应该按照涂料供应商的说明来进行。除非涂料制造商明确说明可以采用稀释剂，否则不应使用。如果采用，稀释剂的型号和数量应按照制造商的要求。

（5）水性涂料不得自行添加水和其他助剂，且不得在现场用树脂等自行配制。配制好的水性涂料应按说明书的规定进行熟化，并在规定的适用期内进行涂覆。

2.4.4.3 施工方法

（1）施工方法应依涂料类型、底材表面、被涂物件的类型和大小及施工现场条件而定。与环境保护有关的法律法规和要求可能会影响施工方法的选择。除非另有规定，施工方法应得到各相关方的认可。涂装作业产生缺陷的原因及其防止措施见附录 D.7。

（2）油漆的涂装施工宜采用高压无气喷涂法和空气喷涂法，现场修补施工可采用刷涂法、辊涂法。

2.4.4.4 施工过程要求

- (1) 在正式涂刷之前应进行试涂刷。
- (2) 涂刷每道漆之前，应针对所有边缘处、角落、缝隙处和焊缝处等部位进行预涂，并进行现场验证、记录，预涂检查记录表见附录 D.8。
- (3) 应严格遵守涂料供应商在产品说明书中给出或技术规格书中要求的各道涂层之间的涂装时间间隔以及最后一道涂层涂装完成后到投入使用的时间要求。超过最大间隔时间，应将前一道涂层用适当目数的砂纸拉毛后再进行涂装，以保证涂层间的附着力。
- (4) 若对涂料供应商规定的涂装间隔时间进行调整，应记录留档。
- (5) 当使用同一涂料进行多层涂刷时，应做好标记，以防止漏涂。
- (6) 防腐涂装施工过程应做好设备铭牌保护和电器仪表标识保护，防止污染覆盖设备铭牌和电器仪表标识。
- (7) 涂层维护的施工要求：
 - (a) 当涂层出现小面积失效或锈蚀需进行局部维护时，应采用机械除锈，等级为 St3 级，并涂装相应的涂层配套体系。
 - (b) 当涂层进行整体维护时，应先使用高压压缩空气等措施彻底清除被涂面的粉尘，之后采用毛刷对打磨至底材的部位进行预涂，预涂完成后再进行统一涂装，并确保干膜厚度达到设计要求，最终形成连续、均匀、平滑的保护层。

2.4.5 成品保护

- 2.4.5.1 完成涂装后，防止碰撞损伤；如在 4h 内如遇大风或雨淋，应加以覆盖，防止沾染灰尘或水汽。
- 2.4.5.2 涂料涂装完毕后，应根据产品说明书对刚涂覆的涂层进行干燥或固化，涂层的常温养护时间不应少于 7 天，在养护期内应对涂层采取防护措施。
- 2.4.5.3 涂层完全固化前严禁叠层堆放。堆放时要使用不小于 150mm 宽度的垫木或者软质材料支撑隔离，支撑间距宜为 4m，堆放高度不超过 10 层（具体根据管径决定），高温露天堆放时要采取遮盖措施。

2.4.6 施工过程的检查

- 2.4.6.1 防腐工程项目施工过程中的检查及交工验收执行 A、B、C 三级质量检查控制点制度，其中 C 级为施工单位自检；B 级为施工单位自检合格后，报监理单位检查；A 级为施工单位自检合格，报监理单位检查合格后，再报建设单位确认。施工过程中的检查点、检查内容及检查等级见附录 D.9。

2.4.6.2 施工方案应经过建设单位和监理单位的认可和审批后，方可实施，施工方案审批表见附录 D.3。

2.4.6.3 涂料进场后施工单位应进行报验，合格后填写自检记录。涂料出厂合格证、进场检验记录表见附录 D.1。

2.4.6.4 表面处理检查

(1) 完成表面处理，应对表面处理效果进行检查，检查记录表见附录 D.10。

(2) 总体检查主要指检查除锈后的表面是否有遗漏部分（锈、油脂性污垢）并重点检查角落处的除锈质量以及油脂性污垢和灰尘的处理状况。

(3) 逐一检查每台设备，每台抽查 5 处，且检查区域不少于 100cm²。

(4) 根据相同管径和除锈等级的总延长米来检查管线。对长度小于等于 500m 的，取五个检查点；对长度大于 500m 的，每 100m 就增加一个点。每个检查点的面积不应小于 100cm²。

(5) 检查钢结构：现场检查每批构件数量的 10%，同种构件不少于 3 个。

(6) 在对表面处理的检查期间，如发现不符合除锈等级要求的地方应重新处理直至合格为止。

2.4.6.5 施工人员涂装施工前应进行施工环境检测，环境检测记录表见附录 D.6。

2.4.6.6 正式涂装施工前，在焊缝、角落、自由边及喷涂不能很好进行的地方都应用刷子进行预涂，达到要求的漆膜厚度，预涂检查记录表见附录 D.8。

2.4.6.7 底漆和中间漆每一道工序的质量检验合格后方可进行下一道工序的施工，不得有起泡、分离起皮、皱皮、漏涂等现象。中间检查记录表见附录 D.11。

2.5 工程监理

2.5.1 工程监理单位应具备相应的监理资质，并编制防腐工程监理技术细则。

2.5.2 从材料进场检查验收开始，到防腐工程施工验收，按照监理工作流程进行全过程的质量控制，通过检查、检验、测量、试验、巡视、旁站等手段，对工程质量进行控制，使防腐工程各个施工过程质量均在国家现行的相关标准、规范及设计文件、技术资料的规定范围之内，确保工程质量目标的实现，并提供完整的监理资料。

2.5.3 施工前监理的控制要点包括参加施工前工作会议，指出施工技术方案中可能的错误或模糊之处，参与施工技术方案的审批，审查施工单位人员、材料、设备进场情况等。

2.5.4 施工过程中监理的控制要点包括涂料的到场检查、涂料混合熟化见证、表面处理效果检查、施工环境监测、预涂检查、涂装间隔和道间质量检查等。

2.5.5 交工验收监理的控制要点包括外观检查、干膜厚度和附着力测定等。

2.6 质量验收

2.6.1 防腐工程未经质量验收，不得投入生产使用。防腐工程的寿命可依据设计要求进行承诺，也可以合同、协议方式进行约定。

2.6.2 质量验收时不允许采用与防腐施工同条件的试块作为验收的样品进行验收。

2.6.3 采用目视检查的方法进行涂层外观检查，检查内容主要包括涂层的均匀性、颜色、刷纹及分色界限，且不得有漏涂、皱皮、针孔、起泡、剥落和裂纹等缺陷。

2.6.4 涂层厚度检查

2.6.4.1 涂层厚度检测点应随机抽检，每个检测点面积宜为 100cm^2 ，该检测点面积范围内任意测量 5 个数据，测量结果去除一个最大值和一个最小值后取平均值作为该测点的厚度值。

2.6.4.2 涂层厚度的检查数量：

（1）设备防腐蚀涂层厚度的检查应逐台进行，每台抽 3 个检测点，如果三个当中有两个没有通过检查就表示不合格，如果三个当中有一个没有通过检验应另取两个点进行测试，如果这两个当中有一个没有通过检查就表示全部不合格。

（2）管道防腐蚀涂层厚度的检查应按管道总延长米进行，每 300m 抽查 3 点（不足 300m 时，按 300m 计），如果三个当中有两个没有通过检查就表示不合格，如果三个当中有一个没有通过检查应另取两个点进行测试，如果这两个当中有一个没有通过检查就表示全部不合格。

（3）钢结构的现场检查是抽检每批构件的 10%，同种构件不少于三个。每个构件检查五处，每处的测量值为间隔 50mm 的三个检测点的干膜厚度的平均值。

2.6.4.3 涂层厚度测量应遵循“90/10”原则，即 90% 的测量点应达到规定干膜厚度，余下的 10% 测量点应达到规定干膜厚度的 90%。为了达到规定干膜厚度且避免局部过厚，应进行仔细的施工。

2.6.5 附着力检查

2.6.5.1 设备和钢结构附着力检查应按照涂装施工的面积进行，随机取样的原则见表 2.6-1。每个测试点进行 1 次测量。

表 2.6-1 检查区域内进行有效测量的最低次数

检查区域/ m^2	有效测量点
≤ 1000	每满 250m^2 的面积或剩下不足 250m^2 的面积各进行 2 个点测量
> 1000	测量 8 点，另外超出 1000m^2 面积的每增加 1000m^2 或增加不足 1000m^2 ，则增加 1 个测量点；所有的测量点应在检查区域内随机且平均进行选择

- 2.6.5.2 管道附着力检查按照每 20 根抽检 1 根，超过 100 根的部分每增加 100 根增加 1 根抽检，每根管道进行 1 次测量。
- 2.6.5.3 宜采用拉开法进行附着力测试，具体实施方法应参照 GB/T 5210 执行。
- 2.6.5.4 涂层的附着力应满足设计要求，当选用无机富锌底漆、环氧玻璃鳞片漆和有机硅铝粉耐热漆的涂层，附着力要求不低于 3MPa（拉开法）。其他类型涂层配套体系附着力不低于 5MPa（拉开法）。
- 2.6.5.5 不锈钢表面涂层附着力可采用划格法（GB/T 9286）进行检查，检测结果应小于或等于 2 级。
- 2.6.5.6 附着力测试结束后应立即对测试部位进行修补。
- 2.6.6 漏涂点检查
- 2.6.6.1 漏涂点检查方式包括宏观检查（5~10 倍放大镜）和低压湿海绵法检测，富锌类的涂层配套不需要进行低压湿海绵法检测。
- 2.6.6.2 设备、管道和钢结构应进行 5% 的低压湿海绵法检测，检测电压为 5~90V。
- 2.6.6.3 检查结果为无漏涂点，即为合格。
- 2.6.7 光泽度测定
- 2.6.7.1 应根据涂膜的光泽选择适当的光泽计，对涂膜光泽度进行测量。
- 2.6.7.2 涂层光泽度应满足设计值要求。
- 2.6.7.3 涂层的光泽度测试数据应留存，并作为后期涂层失光程度评价的基础数据。
- 2.6.7.4 面漆应有良好的保光性，一般要求面漆涂膜 3 年后失光率不大于 30%。
- 2.6.8 颜色检查
- 2.6.8.1 采用目视和便携式色差仪进行涂层的颜色检查。
- 2.6.8.2 涂层的颜色应满足设计要求。
- 2.6.8.3 涂层的颜色测试数据应留存，并作为后期涂层变色程度评价的基础数据。
- 2.6.8.4 面漆应有良好的保色性，一般要求面漆涂膜 3 年后色差 ΔE^* 不大于 2.0。
- 2.6.9 涂层检查后应填写质量验收记录表，见附录 E。
- 2.6.10 不合格处理流程
- 2.6.10.1 当防腐蚀工程施工质量不符合规范要求和设计要求时，必须修补或返工，返修记录应纳入交工验收文件中。
- 2.6.10.2 补伤、补口
- （1）补口、补伤不低于原防腐等级。

(2) 经补口、补伤的防腐蚀涂层应按原检测方法进行检查。

2.6.10.3 不合格项完成整改后，方可验收。

2.7 HSE 要求

2.7.1 涂装作业前，应检查所用工具、机械及高处作业设施，确保符合安全要求。

2.7.2 作业人员必须按工作性质穿戴好防护用品，必要时，应佩戴防毒面具或面罩。

2.7.3 仓库及作业场所空气中所含有害气体的最高允许浓度，不得超过附录 F 的规定。

2.7.4 严禁在涂装作业的同时进行电火花检测及针孔检测。

2.7.5 作业场所应保持清洁，作业结束，应将残存的可燃、有毒物料及杂物清理干净。

2.7.6 作业人员应定期进行健康检查，不适合从事防腐工作的人员，应调离该工作岗位。

2.7.7 喷砂作业时，严禁喷嘴与工件垂直，喷嘴堵塞时，应关闭气源，不得带压或用弯折胶管的方法处理。

2.7.8 喷砂作业和喷涂作业应使用导电性良好的胶管，并进行静电接地。

2.7.9 涂装作业场所操作人员每天连续接触噪声不超过 8 小时，噪声声级超过卫生限值 85dB 时，作业人员应采取防护措施。

2.7.10 高处涂装作业应符合下列规定：

2.7.10.1 在高空进行涂装作业时，应搭设脚手架、吊架或使用自升式平台。

2.7.10.2 涂料桶应拿牢放稳，不得将涂料洒在脚手架上。

2.7.11 涂装防火应符合下列规定：

2.7.11.1 涂料作业场所严禁烟火。

2.7.11.2 油漆类涂料应专库贮存，挥发性油漆应密封保管，库房严禁烟火，并设置消防器材。

2.7.12 防止涂料中毒，应符合下列规定：

2.7.12.1 作业中不得用手触碰眼睛和皮肤。

2.7.12.2 作业环境保持通风良好。

2.7.12.3 接触生漆等易引起皮肤过敏的涂装作业人员，作业前应做过敏试验，有严重过敏反应者不得参与作业。

2.7.12.4 当生漆洒到皮肤上时，应用肥皂水擦洗，严禁使用汽油、香蕉水擦洗。

2.7.13 预制厂喷涂前，对喷涂区域的地面、设备、材料等采取隔离保护，避免对环境造成二次污染。

2.7.14 作业完毕后，应及时清理现场施工垃圾，对污染的器具、地面进行清扫恢复，妥善保管、存放余料，并及时更衣。

2.7.15 涂装废料及废弃包装物应做好收集，并依法合规办理相关手续。

2.8 防腐工程档案

2.8.1 防腐工程交工文件应包括设计文件，施工技术方案和技术交底记录，涂料的出厂合格证、质量证明文件、复验报告，涂料的配比及主要技术性能的试验报告，隐蔽工程（表面处理检查）记录表、防腐工程质量验收记录，监理资料等内容，详见附表 G.1。

2.8.2 防腐工程归档资料由文档管理员负责存档并建立台账，保持防腐工程技术资料的完好状态。

3 绝热工程规定

3.1 设计一般原则

3.1.1 新建、扩建、改建、检维修项目中设备和管道绝热工程设计使用年限不低于 10 年。

3.1.2 设备和管道绝热工程的设计、选材、施工及验收应符合 GB/T 4272、GB/T 8175、GB 50264、SH/T 3010、SH/T 3522、GB/T 8174 的要求，并应符合本规定。

3.1.3 合理安排施工周期和施工工序，为绝热工程施工提供时间保障。

3.1.4 保温材料及其制品的选择应以被保温设备和管道的设计温度为依据，保温材料及其制品的允许使用温度不低于设备和管道的设计温度。

3.1.5 保温材料选用原则

3.1.5.1 保温材料及其制品性能应符合 GB 50264 和 SH/T 3010 的规定，各项技术性能应由有资质的检测机构按国家有关标准进行测定。常用保温材料及其制品的主要性能应符合附表 H-1 的规定。

3.1.5.2 严禁使用石棉及其制品。

3.1.5.3 岩棉、硅酸铝棉、硅酸钙及其制品在使用温度范围内具有价格低廉、腐蚀性低等优点，在设计施工时宜优先选用。

3.1.5.4 保温材料的管壳制品具有较好的结构稳定性，宜优先选用；一般管径大于或等于 DN350 可選用毡、毡制品。

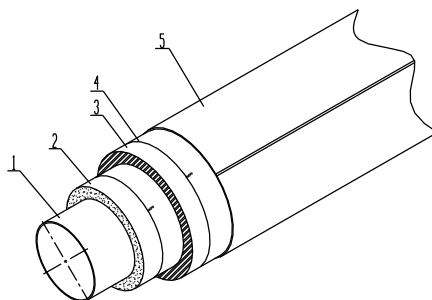
3.1.5.5 设计温度 $t \leq 250^{\circ}\text{C}$ 时，宜采用岩棉制品，选用说明见附表 I.1-1。

3.1.5.6 设计温度 $250^{\circ}\text{C} < t \leq 400^{\circ}\text{C}$ 时，宜采用“硅酸铝制品”、“硅酸铝+岩棉”或“硅酸钙+岩棉”双层异材结构，选用说明见附表 I.1-1。

3.1.5.7 设计温度 $t > 400^{\circ}\text{C}$ 时，宜采用“硅酸铝制品”、“纳米气凝胶毡+硅酸铝”或“纳米气凝胶毡+硅酸钙”双层异材结构，选用说明见附表 I.1-1

3.1.5.8 当使用纳米微孔保温毡时，600℃以内采用纳米微孔保温毡，600℃以上采用高温型纳米微孔保温毡内层+纳米微孔保温毡复合结构。

3.1.5.9 为减少散热和投资、有效延长保温使用寿命，可采用复合保温结构。复合保温结构采用软质材料、硬质材料、不等厚结构和覆铝箔结构的合理组合，通过传热计算确定各层厚度和组合形式。使用温度较高时，宜优先选用双层异材保温结构，如图 3.1-1 所示。



1-管道；2-材料A；3-材料B；4-捆扎件；5-保护层

图3.1-1 双层异材保温结构示意图

3.1.6 保温厚度计算

3.1.6.1 保温层经济厚度一方面考虑了传热的基本原理，另一方面还考虑了材料价格、气象条件，同时考虑了热能价格、贷款利率等对保温厚度的影响。因此，为减少散热损失的保温计算，应采用经济厚度计算方法确定。

3.1.6.2 保温层经济厚度计算中，保温层外径 D_0 应按附录 J.1-式（J-1）计算。

3.1.6.3 双层异材保温结构的厚度计算应符合附录 J.2 的规定：内层保温层厚度按附录 J.2-式（J-3）和附录 J.2-式（J-4）计算，保温结构的总厚度按附录 J.2-式（J-5）和附录 J.2-式（J-6）计算。

3.1.7 保温厚度选用表

3.1.7.1 将设计温度在 100~650℃，公称直径在 DN15~DN1000 的范围内的管道，依据全国七个地理分区，分别计算并编制不同管径和不同设计温度的保温结构及厚度，作为设计选用参考。为保证使用效果，蒸汽管道保温宜优先选用，其他管道保温根据支撑结构、占地面积等因素综合考虑选用。

3.1.7.2 室外典型地区的划分以我国各个地区不同的室外气候特征为依据，力求做到覆盖面广，并在每个典型区域中选出有代表性的城市，列于附录 P.1 中，便于使用者查找。对于上表中未涉及的地方，使用者可根据具体情况，按条件相近似的城市选取。不同地区不同保温材料厚度选用参考表见附录 P.2。

3.1.8 保冷工程设计

- 3.1.8.1 保冷材料制品的允许使用温度应低于设备和管道的设计温度，常用保冷材料的主要性能应符合附表 H-2 的规定。
- 3.1.8.2 设计温度 t 在 $-196^{\circ}\text{C} \leq t < -65^{\circ}\text{C}$ 时，宜采用聚异氰脲酸酯泡沫塑料或泡沫玻璃制品，选用说明见附表 I.1-2。
- 3.1.8.3 设计温度 t 在 $-65^{\circ}\text{C} \leq t < \text{常温}$ 时，宜采用硬质聚氨酯泡沫塑料或泡沫玻璃制品，选用说明见附表 I.1-2。
- 3.1.8.4 双温度工况（ $-196^{\circ}\text{C} \leq t < \text{常温}$ ）下宜采用泡沫玻璃，选用说明见附表 I.1-2。
- 3.1.8.5 为减少冷量损失的保冷层厚度应采用经济厚度法计算。
- 3.1.8.6 为防止外表面结露的保冷层厚度应采用表面温度法计算。
- 3.1.8.7 工艺上允许一定量冷损失的保冷层厚度应采用热平衡法计算，并校核外表面温度，外表面温度应高于露点温度 $1\sim 3^{\circ}\text{C}$ 。
- 3.1.8.8 采用经济厚度法和热平衡法计算时，同时应防止表面结露。
- 3.1.9 保护层材料
- 3.1.9.1 保护层应选用机械强度高，且在使用环境下不软化、不脆裂和抗老化的材料；保护层材料应具有防水、防潮、不燃、抗大气腐蚀的性能，且化学性能稳定，不腐蚀绝热层或防潮层。
- 3.1.9.2 保护层材料的选择应符合下列要求：
- （1）CX 腐蚀等级地区宜采用不锈钢薄板；除另有规定外，金属保护层应采用铝合金薄板作为保护层，不宜采用镀锌铁皮及易腐蚀材料。
 - （2）工艺有要求的设备和管道应采用不锈钢薄板作为保护层。
 - （3）绝热结构中捆扎材料宜采用镀锌钢丝、镀锌钢带，当保护层材料为不锈钢薄板时，捆扎材料应采用不锈钢丝或不锈钢带。
- 3.1.9.3 保护层厚度及选用应符合下列要求：
- （1）当选用铝合金薄板作为保护层时，材料选用应符合附表 I.2-1 的规定。
 - （2）当选用不锈钢薄板作为保护层时，材料选用应符合附表 I.2-2 的规定。
- 3.1.9.4 沿海有台风地区，设备和管道绝热结构的保护层应加装捆扎钢带等防台风措施。
- 3.2 绝热材料
- 3.2.1 建设单位应建立健全绝热材料验证制度，把好质量关，并对绝热材料进行监督检查，凡是不符合要求的不予使用。绝热材料质量检查表参考附录 M 表 M-2 执行。

- 3.2.2 绝热材料及其制品应具有安全使用温度和耐燃烧性能数据，应提供防潮性能、线膨胀率或收缩率、抗压强度、腐蚀或抗腐蚀性、化学稳定性、热稳定性、渣球含量、纤维直径等的测试报告。
- 3.2.3 绝热材料及其制品，应具有产品质量证明文件，其规格、性能等技术要求应符合附录 H 的规定。
- 3.2.4 对绝热材料的质量有疑问时，可取样检验，检验方法按照 GB/T 4272 的要求执行。
- 3.2.5 用于覆盖钢材、铝、铜等的保温材料，应满足 GB/T 11835 附录 F 中规定的腐蚀性试验要求。
- 3.2.6 用于覆盖奥氏体不锈钢的保温材料
- 3.2.6.1 应满足 GB/T 25996 中规定的应力腐蚀试验。产品在批量生产前应完成并通过应力腐蚀试验，以后批量生产的绝热材料应与批量生产前具有相同的配方，用相同种类、形式和质量的原料以相同的工艺生产。
- 3.2.6.2 绝热材料浸出液的 pH 值应在 7.1~11.7 范围内（25℃）。
- 3.2.6.3 绝热材料的可溶出氯离子、氟离子、硅酸盐和钠离子含量应符合附录 K 的要求。
- 3.3 施工过程控制
- 3.3.1 绝热工程施工应严格执行现行国家和行业标准、施工技术规范，应符合 GB 50126、SH/T 3522 规定，当本规定的要求高于上述两个标准时，应按本规定执行。
- 3.3.2 施工准备
- 3.3.2.1 绝热工程施工承包商应具备相应的施工资质（如国家住建部颁发的防水防腐保温工程专业承包乙级及以上等级资质）。
- 3.3.2.2 从事绝热工程施工的作业人员应由建设单位进行专业技术培训，并经考试合格后方可上岗作业；采用四新技术时，施工作业人员应由新材料、新工艺、新设备或新技术提供方进行技术培训。
- 3.3.2.3 绝热工程施工前应进行施工图会审，并参加设计交底；应编制专业施工方案，方案应经施工单位、监理或建设单位批准；施工作业前施工单位应对所有施工作业人员进行技术与安全交底。施工技术方案审批表应按照相关企业及监理有关规定，如无上述规定参考附录 D.3 执行，技术交底记录表参考附录 M 表 M-1 执行。
- 3.3.2.4 绝热工程施工时，应设置专用的预制及储存场地，绝热材料的存放应采取必要的防雨防潮措施，废旧材料应统一分类堆放。
- 3.3.3 绝热固定件和支承件的安装

3.3.3.1 固定件和支承件直接与设备或管道焊接时，应在设备或管道的防腐、衬里、热处理和强度试验前完成。否则应采用粘接、管卡或抱箍等非焊接方式。当采用管卡或抱箍结构时应加设隔热垫板。

3.3.3.2 绝热支承件的宽度应比绝热层厚度小 10~20mm，所形成的缝隙应用同质绝热材料填塞，保冷时还应用保冷专用粘结剂密封；绝热固定件用于保温时长度不宜超过保温层厚度，超出部分应进行折弯处理，用于保冷时长度应小于保冷层厚度 10~20mm。

3.3.3.3 振动部位支承件与固定件应采取防振动措施。

3.3.4 绝热层施工

3.3.4.1 当绝热层为硬质和半硬质材料时，材料选型应符合下列规定：

（1）选用硬质绝热材料及其制品时，其外形应与设备或管道一致。

（2）选用半硬质绝热材料时，外径 1200mm 以下的设备和管道，宜选用弧形成型绝热制品；外径大于或等于 1200mm 的设备和管道宜选用板式绝热材料及制品或用软质绝热材料代替。

（3）球形设备选用硬质绝热制品时，其弧度应与球面弧度一致；球形设备选用半硬质绝热制品时，可选用由板式绝热材料及制品加工成的扇形块。

（4）封头、管帽、弯头、异径管等不规则部位宜选用与其表面弧度一致或接近的绝热制品或用块状材料加工制作。

3.3.4.2 绝热层施工应符合下列规定：

（1）当采用一种绝热制品，绝热层厚度大于 80mm 时应分层施工，各层厚度应接近。

（2）当采用两种或多种绝热材料复合结构时，每种材料的厚度应符合设计文件的规定。

（3）当采用软质或半硬质可压缩性的绝热制品时，安装厚度应符合设计文件的规定。

（4）硬质或半硬质绝热制品的拼缝宽度，当作为保温层时，不应大于 5mm，当作为保冷层时，不应大于 2mm；硬质制品拼缝不符合规定时应进行严缝处理，软质或半硬质绝热材料的接缝应进行塞缝处理。

（5）绝热层施工时，同层应错缝，上下层应压缝，其搭接的长度不应小于 100mm。

（6）水平管道、卧式设备绝热层的纵向接缝位置，不得设置在垂直中心线两侧 45°范围内；多块绝热制品拼砌时绝热层的纵向接缝应偏离垂直中心线位置，见图 3.3-1。

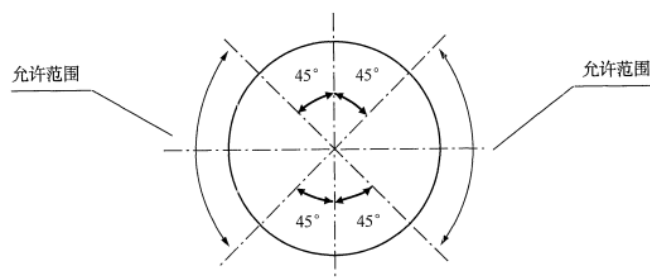


图 3.3-1 绝热层纵向允许接缝位置示意

- 3.3.4.3 多层保冷施工时，在法兰或阀门断开处，绝热层应留设阶梯状接茬，间距应不小于 100mm 或一个绝热层厚度。
- 3.3.4.4 法兰或法兰连接的阀门应在便于拆卸侧留出螺柱长度加 25mm 的拆卸距离，另一侧应留出 3 倍螺母厚度的距离。
- 3.3.4.5 绝热层施工应在强度试验和泄漏性试验后进行；螺栓需冷紧或热紧的部位，绝热层应在热紧或冷紧后进行施工。
- 3.3.4.6 设备和管道采用硬质绝热制品时，应留设伸缩缝。伸缩缝的留设应符合下列要求：
- （1）管道或设备直段每隔 3.5~5m 距离应设一道伸缩缝，中低温宜靠上限，高温及深冷宜靠下限。
 - （2）立式设备及垂直管道，应在支承件、法兰下面留设伸缩缝。
 - （3）弯头两端的直管段上，可各留一道伸缩缝；当两弯头之间间距较小时，可仅留设一道或不留设。
 - （4）伸缩缝可采用软质绝热材料填充密实，填充材料的性能应与硬质绝热材料相近并能满足设计温度的要求。
 - （5）伸缩缝留设的宽度，应符合下列规定：
 - （a）设计温度大于或等于 350℃时，保温伸缩缝的宽度宜为 25mm；设计温度小于 350℃时，保温伸缩缝的宽度宜为 20mm。
 - （b）保冷层及高温保温层的各层伸缩缝，必须错开，错开距离应大于或等于 100mm。
 - （c）设计温度大于或等于 350℃的设备和管道的保温以及设备和管道的保冷应在伸缩缝外增设绝热层，其厚度应与设备和管道本体的绝热厚度相同，且与伸缩缝的搭接长度不得小于 50mm。
 - （d）保冷层的伸缩缝外侧应采用密封带密封。
- 3.3.4.7 设备上的裙座、鞍座、支座以及设备附属结构的支架以及管道上的支吊架和仪表管座等附件的保冷施工，应符合下列规定：

(1) 保冷长度不得小于设备和管道本体保冷层厚度的 4 倍或应敷设至非金属隔离垫块处。

(2) 保冷层的厚度宜为相连设备或管道保冷层厚度的 1/2。

3.3.4.8 立式设备加强圈、抗风圈部位绝热施工应符合下列规定：

(1) 保温施工时，当加强圈、抗风圈宽度未超过保温层厚度时，缝隙部位应用同质或软质保温材料填塞；当加强圈宽度超过保温层厚度时，超出部位应设置增厚层，并应做成绝热盒形式，增厚层最低厚度不应低于本体保温层厚度的 1/2，且不应小于 40mm；当抗风圈宽度超过保温层厚度时，可不设增厚层，保温层宜在此处断开敷设，并在保护施工完成后进行防水处理。

(2) 保冷施工时，加强圈、抗风圈部位均应设置增厚层，增厚层宜为保冷层厚度，且最低不得低于主体保冷层厚度的 1/2，并不应小于 40mm。

(3) 当设计有特殊规定时，应按设计规定执行。

3.3.4.9 设备和管道保冷时，其支承件外应再进行保冷施工，保冷层的厚度应为主体保冷层的厚度，长度宜不小于 100mm。

3.3.4.10 当使用泡沫玻璃作为保冷层时，应在设备和管道的表面或紧贴设备与管道表面的绝热材料内表面涂刷耐磨剂，耐磨剂的厚度应符合设计要求或产品说明书的要求。深冷保冷时，宜在层间增加一层隔气层。

3.3.4.11 公称直径小于或等于 DN25 的管道和阀门、法兰的绝热层施工应符合下列规定：

(1) 单根管道应选用管壳式绝热制品；成排管道当间距小于 2 倍绝热厚度时，可将管道包覆在一起，但应形成规整的圆形或矩形。

(2) 焊接阀门可随管道一同绝热，焊接阀门应制作为绝热盒。

(3) 伴热管道形成的胀力弯、回转弯等不规整部位可采用绝热绳、绝热带等材料缠绕，缠绕后的外形应规整。

3.3.4.12 带有伴热的设备和管道采用软质或半硬质保温层施工时，宜采用金属网罩包裹后再进行保温层的施工。

3.3.4.13 绝热施工不得覆盖设备上的铭牌。绝热层厚度高于铭牌时，绝热层施工应符合下列规定：

(1) 保温时，可将铭牌周围的保温层切割成喇叭形开口。

(2) 保冷时，设备铭牌移至保护层外表面。

3.3.4.14 硬质保冷材料及制品不得出现贯通式裂缝，破损的硬质绝热制品应经修复后方可使用；保冷时最小修复块应不小于 50mm×50mm。

3.3.4.15 绝热层粘贴时，粘结剂或密封胶的选择应满足介质温度及环境使用温度的要求，并与绝热材料的性能相匹配，粘贴前应进行试粘，粘贴时应挤紧、压实，并应将从缝隙中挤出的粘结剂或密封胶刮平。

3.3.4.16 保温层捆扎宜采用镀锌铁丝或镀锌钢带，多层时应逐层捆扎；当保护层为不锈钢或铝合金薄板时，应采用不锈钢丝或不锈钢带，外层应采用不锈钢带。

3.3.4.17 保冷层捆扎材料的选用应以不损伤保冷层为原则，捆扎材料宜选用带状材料，不宜选用铁丝类材料。

3.3.4.18 绝热层捆扎应分层捆扎、捆扎时应松紧适度，捆扎间距应符合下列规定：

（1）硬质绝热制品捆扎间距应不大于 400mm，半硬质绝热制品捆扎间距应不大于 300mm，软质绝热制品捆扎间距不应大于 200mm。

（2）每块绝热制品上的捆扎道数不得少于 2 道；半硬质制品长度大于 800mm 时应至少捆扎 3 道；软质绝热制品两端 50mm 范围内应各捆扎 1 道。

（3）捆扎方式不得采用螺旋式缠绕。

（4）对有振动的设备和管道，捆扎应加密。

3.3.4.19 绝热层捆扎不得损坏绝热层，硬质绝热层捆扎接头应紧贴绝热层；软质、半硬质绝热层捆扎接头应紧贴或嵌入绝热层内。半硬质材料捆扎部位的压缩率不得大于 5%，软质绝热材料捆扎部位的压缩率宜为 10%~20%。

3.3.4.20 小管径的管道宜采用绝热带或绝热绳施工。绝热带缠绕时压带宽度宜为绝热带宽度的 1/2，且应不小于 20mm；绝热绳缠绕时相邻绝热绳应并行靠紧排列；多层缠绕时，上层与下层应反向缠绕。端部和尾部捆扎牢固、外形规整。

3.3.5 防潮层施工

3.3.5.1 需进行防潮层施工的绝热层外表面应清洁、干燥、平整，不得有突角、凹坑或起鼓现象。

3.3.5.2 防潮层应紧贴绝热层，无翘口、脱层、开裂，表面应平整、无空鼓和褶皱。

3.3.5.3 设备和管道的阀门、法兰断开处的保冷层及成型保冷支座两侧的保冷层应按施工规范的要求设置防潮隔汽层。

3.3.6 保护层施工

3.3.6.1 金属保护层的制作与加工应符合下列规定：

（1）保护层下料尺寸应根据现场实测方式确定。

（2）保护层外露环缝和纵缝应压凸筋。

（3）方形设备的金属保护层宜压菱形棱线。

(4) 方形管道、公称直径小于等于 DN25 的不宜单独绝热的成排管道、伴热管排及阀组的金属保护层，宜制作成方形结构。

(5) 当宽度等于大于 500mm 时，保护层应压棱线，直径大于或等于 5m 的储罐外立面保护和立式设备直壁部位保护层宜采用压型板。

(6) 弯头保护层应采用冲压成型结构或分片组装的虾米腰结构。绝热后外径小于 100mm 的弯头应优先采用冲压成型结构。振动部位的弯头采用虾米腰结构时应按咬合方式进行制作加工。虾米腰结构弯头最少分片数量及每片宽度应符合附表 L-1 规定。

(7) 绝热后外径大于或等于 800mm 的封头或管帽应按桔瓣式分片制作加工；绝热后外径小于 800mm 的封头或管帽按平盖式结构分片制作加工；振动部位按咬合方式进行制作加工。分片数量及每片宽度应符合附表 L-2 规定。

(8) 阀门或法兰等处的保护盒按锁扣连接的两瓣式制作加工；经常拆卸部位的阀门、法兰绝热保护盒应制作成可拆卸形式。

(9) 伸缩缝、加强圈、抗风圈等绝热保护盒应分段进行制作加工。

3.3.6.2 保护层分片分节安装时，接缝应采用顺水连接方式，不得呛水。特殊部位或障碍开口部位应采用密封胶密封。保护层接缝的连接方法应符合下列规定：

(1) 当立式设备、储罐或管径大于或等于 500mm 的垂直管道保护层无法与本体可靠连接时，应加设“S”型挂钩。

(2) 弯头、大小头、设备封头、管帽等优先采用咬接。

(3) 阀门、法兰等保护盒优先采用锁扣或插条连接。

3.3.6.3 卧式设备和水平管道保护层纵向接缝应布置在水平中心线两侧下方 15°~45° 的范围内，且缝口应朝下；相邻纵缝应错开形成相互交错平行的直线；多条纵缝时，纵缝应偏离垂直中心线位置；当纵向接缝区域有障碍时可避开障碍，但不得形成朝天或朝地接缝。

3.3.6.4 所有设备及管道的纵向接缝位置应避开当地主风向。

3.3.6.5 保护层采用搭接或插接时，搭接或插接尺寸应符合下列规定：

(1) 保护层纵缝应为 30~50mm。

(2) 设备与管道保护层环缝不应小于 50mm、插接时不应小于 30mm；温度超过 350℃ 及温度低于 -65℃ 的设备与管道环缝不应小于 70mm、插接时不应小于 50mm。

(3) 弯头、设备封头、管帽等与设备或管道主体连接处的搭接应在本条 (1) 和 (2) 条款的基础上至少再增加 10mm 的搭接或插接量。

(4) 保护层伸缩缝与设备或管道本体搭接部位搭接量不应小于 100mm。

(5) 阀门、法兰等保护盒与设备或管道连接处的搭接不应小于 20mm。

3.3.6.6 分节分片保护层的固定方式应符合下列规定：

(1) 保温时保护层可采用自攻螺钉或抽芯铆钉固定。

(2) 保冷时设备与管道的主体部位的保护层应采用不锈钢带捆扎；障碍开口部位、补强或补口等局部固定部位、三通或异径管接口部位、异形或不能使用钢带捆扎的部位可采用自攻螺钉或抽芯铆钉固定。

(3) 阀门、法兰等保护盒优先采用锁扣或插条固定。

(4) 保护层伸缩缝的搭接部位应采用钢带捆扎。

3.3.6.7 保护层采用自攻螺钉或抽芯铆钉固定时应符合下列规定：

(1) 分节安装的保护层，纵缝间距应为 150~180mm；绝热后直径大于或等于 500mm 的管道和设备保护层，增加环缝固定，间距应为 200~300mm；储罐、球罐等分片安装的保护层的环、纵缝间距应为 150~200mm。

(2) 分节安装的保护层，纵缝的两个端头应固定，且每节保护层的纵缝固定应不少于两处。

(3) 封头、管帽、弯头等采用分片安装的保护层，每片纵向搭接口固定螺丝不宜少于 2 个；沿圆周或径向环向，当接缝长度大于或等于 500mm 时，环向间距应为 300~400mm。

(4) 具有防潮结构的保护层采用钉接或铆接固定时，不得破坏防潮层。防潮层与保护层之间应设置隔垫，螺钉或铆钉的长度不应超过 5mm。采用螺钉时，应优先选用平头螺钉。

(5) 补强或补口部位的保护层，螺钉或铆钉的数量应加密设置，以确保补强或补口层与原保护层紧贴。

3.3.6.8 保护层采用钢带捆扎固定时应符合下列规定：

(1) 采用钢带捆扎固定时，间距应为 250~300mm。

(2) 分节安装的保护层，纵缝的两个端头应固定，且每节保护层的纵缝固定应不少于两道。

(3) 封头、管帽、弯头等采用分片安装的保护层，每片保护层捆扎应不少于一道。

(4) 阀门、法兰等保护盒与设备或管道本体搭接部位每处至少捆扎一道。

(5) 伸缩缝与设备或管道本体搭接部位每处至少捆扎一道。

3.3.6.9 球形容器保护层进行钢带捆扎时应符合下列规定：

(1) 保护层宽度小于或等于 400mm 时，钢带数与赤道带处的保护层块数相同；大于 400mm 时，在径向方向上应增加 1 道钢带。

(2) 在长度方向内加设自攻螺钉紧固，防止钢带位移。

3.3.6.10 振动区域的设备及管道保护层当采用螺钉、铆钉和捆扎带等非咬接方式固定时，应加密设置。

3.3.6.11 沿海台风影响区域以及内陆多风区域，设备或管道保护层应采取加强固定措施，并应符合下列规定：

（1）设备或管道保温后直径大于或等于 500mm 时，在采用螺钉或铆钉固定后，应再进行钢带捆扎，捆扎间距不应大于 450mm。

（2）温度超过 350℃ 及温度低于 -65℃ 的设备与管道保护层伸缩缝与本体搭接处的钢带应增加一道捆扎带。

（3）设备或管道保冷时，弯头、封头保护层宜采用咬口连接；设备或管道保温时，弯头部位绝热后直径大于或等于 500mm 时，每片保护层应加设一道捆扎带。

（4）阀门、法兰等保护盒本体锁扣或插条固定后应再增设不少于两道的不锈钢捆扎带。

（5）保护层伸缩缝与管道本体搭接部位应用不少于 2 道的捆扎带固定。

（6）加强圈、抗风圈以及硬质绝热层伸缩缝处的绝热层保护盒与设备或管道本体搭接部位应至少 1 道捆扎带。

3.3.6.12 设备和管道保护层伸缩缝的留设位置应符合下列规定：

（1）绝热层为硬质材料时，保护层伸缩缝应与绝热层设置的伸缩缝位置相一致。

（2）绝热层为半硬质和软质绝热材料时，保护层伸缩缝的间距应符合附表 L-3 规定。

（3）弯头一侧的直段处宜设置一道保护层伸缩缝。

3.3.6.13 保护层有下列情况之一时，其障碍开口缝隙应涂防水胶泥、密封剂或加设密封带：

（1）保温时，露天或潮湿环境中设备或管道易呛水部位。

（2）保冷时，所有室内、外设备或管道障碍开口部位和接缝处。

3.3.6.14 遇障碍处金属保护层开口缝隙不应大于 3mm。设计温度室外大于或等于 350℃ 时、室内大于或等于 100℃ 时，金属保护层不得直接和金属表面接触，保护层与金属表面之间的间隙应用耐高温密封剂密封。

3.3.6.15 法兰或阀门断开处的保温层应进行防水保护处理，防水保护应符合下列规定：

（1）立式设备、法兰或阀门上方及下方断开处保温层可采用防水密封胶泥涂抹形成坡度为 10°~20° 锥形封闭层；上方断开处保温也可采用与保护层相同的材料加工成圆环片覆盖，圆环片与保护层及金属表面的接缝用防水密封剂密封。

（2）卧式设备和水平管道法兰或阀门断开处保温层可用与保护层相同的材料加工成圆环片，圆环片与保护层及金属表面的接缝用密封胶密封。

3.3.6.16 毡、箔或布类保护层铺贴或缠绕应紧密，表面应平整、无松脱、无空鼓、无翻边、无褶皱，搭接均匀，外观整齐、美观。

3.3.7 文明施工

3.3.7.1 施工现场临时存放的绝热材料不得存放超过当天使用量，当天未使用的剩余材料应在作业结束后回收，现场临时放置的绝热材料应采取防雨防潮措施。

3.3.7.2 施工作业现场应边施工边清理，做到文明施工。

3.3.7.3 已完成绝热施工的设备与管道，严禁人员踩踏、不得放置任何杂物；需要跨越已绝热的设备与管道时，必须设置通道。

3.3.8 施工质量控制

3.3.8.1 当施工质量不符合要求时，必须修补或返工，返修记录应纳入交工验收文件中。不合格项完成整改后，方可验收。

3.3.8.2 施工质量关键点包括固定件和支撑件施工、绝热层施工、防潮层施工、保护层施工等环节。

3.4 工程监理

3.4.1 工程监理单位应具备相应的监理资质，并编制绝热工程监理实施细则。

3.4.2 监理单位负责工程项目中的质量、安全、进度、环保控制，并提供完整的监理资料。

3.4.3 从绝热材料进场检查验收开始，到绝热工程施工验收，按照监理工作流程进行全过程的质量控制，通过检查、检验、测量、试验、巡视、旁站等手段，使绝热工程各个施工过程质量均在国家现行的相关标准、规范及设计文件、技术资料规定的范围之内，确保工程质量目标的实现。

3.4.4 绝热工程施工监理的控制要点包括绝热材料质量验收、固定件和支撑件施工质量、绝热层施工质量、防潮层施工质量、保护层施工质量等。各关键环节质量控制检查记录表见附录 M。

3.5 质量验收

3.5.1 绝热工程质量应符合 GB/T 50185、GB 50645 的规定。

3.5.2 绝热工程的施工应进行中间检查，填写记录，须得到现场施工管理人员质量确认后方可进入下道工序，施工完成进行交工验收，达到标准才能移交生产。绝热工程各关键环节质量控制检查记录表见附录 M 表 M-3~M-6，绝热工程验收记录表见附录 N。

3.5.3 绝热工程正常投用 60 天后，主管部门应组织有绝热性能测试资质的单位，按照 GB/T 8174 规定对交工设备和管道进行绝热性能的测评。

3.5.4 对绝热完工工程由建设单位委托第三方测评机构开展定量评估工作，评估着重能效评价，结合施工质量和过程资料共三方面进行综合评价。对照标准，根据综合评价得分将保温工程质量进行能效水平定级，从应用效果上保证保温工程各环节质量提升。对于新建保温工程，经济厚度散热损失应不超过附录 O.1 规定的经济允许热损失量；对于新建保冷工程，表面温度或冷量损失应满足项目设计要求。

3.5.5 能效评价通过热流计、点温计和风速仪等仪器按照国家标准对交工项目进行散热量测试计算，判断保温散热是否达到附录 O.1 规定的经济允许热损失量，保冷表面温度或冷量损失是否满足项目设计要求。

3.5.5.1 对于管道测试分区及测试截面的选择，在主干管道上选择若干个具有代表性的管段作为测试区，每个测试区根据其长度及管道走向选择 2~3 个测试截面。设备的测试截面和测点宜参照管道选取。

3.5.5.2 管道选定测试截面后，每个测试面上以 120°为间隔选定三个测点（如图 3.5-1 所示），用仪器测出每个点表面热流密度，填入附录 O.2 中，最后计算出整根管道所有截面所有测点的热流密度平均值。

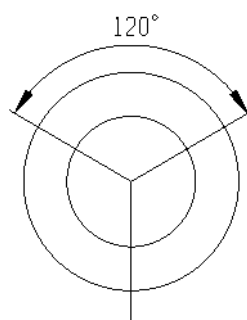


图3.5-1 管道截面测点

3.5.5.3 环境温度测点选择在被测设备及管道附近，应在距离被测点位置 1m 处测定。

3.5.5.4 风速测量应与环境温度测量同步进行。对于每个测试截面，在距离测试点位置 1m 处进行风速的测量。

3.5.5.5 施工质量评价包括施工厚度、绝热层结构、保护层结构和异形件结构四部分内容。施工厚度检查内容为完工厚度是否达到设计要求；绝热层结构检查内容为下沉变形幅度、异形件平整程度；保护层结构检查内容为开裂状况、搭接状况、密封状况、固定件牢固程度；异形件结构检查内容为弯头、阀门、三通等异形件绝热安装是否符合标准要求。

3.5.5.6 过程资料评价包括施工方案、中间检查记录和验收记录三部分内容。

3.6 运行期间能效管理

3.6.1 为了取得长期绝热效果，对绝热设施应注意监测、日常维修和定期检修，符合 SHS 01033 规定。

3.6.2 各企业设备及管道绝热的主管部门和绝热归属单位要定期检查管辖区域内的绝热情况，每个检修周期前开展一次绝热能效测评。

3.6.3 按照绝热能效测评结果，确定需要检修或改造的设备和管道绝热，避免“欠修”和“过修”。

3.6.4 安装、检修施工吊装设备严禁利用绝热管线作起吊支点，尽量防止人为造成的机械损伤。

3.6.5 各车间操作人员在维护设备时，禁止随意敲打、乱涂、乱划绝热设施，尤其严禁在管线上行走和跨越管线时任意踩踏。

3.6.6 如发现因温度变化和腐蚀造成绝热层破坏时，应及时报告绝热主管部门，及时更换或修复绝热材料，并分析原因和记录存档。

3.6.7 由于设备及管道检修、抢修所拆除的绝热设施，待检修完毕后立即修复。

3.6.8 未经绝热主管部门审核批准，使用单位不能随便更改原绝热设计确定的绝热结构。

3.7 HSE 要求

3.7.1 绝热材料及其制品在装卸时不得抛掷；在运输过程中不应受到挤压，硬质材料应减少震动；运输应采取防雨防潮措施。

3.7.2 绝热材料应存放在仓库或棚库内。

3.7.3 绝热材料应按品种规格分类存放，并设置防潮、防水、防冻、防挤压变形等措施。软质及半硬质绝热材料的堆放高度不应超过 2m，露天堆放时必须采取防护措施。因保管不善而引起性能下降的绝热材料，应禁止使用。

3.7.4 有毒、易燃、易爆及沸点低的材料应存放在通风良好的专用库房内，并应有防火和防毒措施。

3.7.5 施工前确保整个施工现场均已配备了一整套安全设施、防火器材以及劳动保护用品。

3.7.6 在施工前对施工人员进行安全教育、培训。

3.7.7 在施工过程中产生的有毒和有害的材料及制品，应交由有资质的单位处置。

3.8 绝热工程档案

3.8.1 绝热工程交工档案应包括设计文件，施工技术方案和技术交底记录，绝热材料的出厂合格证、质量证明文件、复验报告，隐蔽工程检查记录，交工验收检查记录，监理资料等内容，具体内容详见附录 G.2。

3.8.2 绝热工程技术资料由文档管理员负责存档并建立台账，保持绝热工程技术资料的完好状态。

4 其他要求

- 4.1 防腐绝热工程项目应明确原料供应商和施工承包方的质量责任，并签署质量保证协议。
- 4.2 质量保证协议中包含但不限于原料供应商、施工单位、施工日期、质保年限、质保内容、维修承诺等内容。
- 4.3 生产企业应加强在装置停工检修或临时停车期间对防腐绝热的保护，因装置停工检修或临时停车导致的防腐绝热损坏，发生的维护费用由企业承担。
- 4.4 若生产企业引进新型防腐涂料，如涂料供应商不具备施工资质，建议可由其指导具备施工资质的承包商负责整个涂装施工并签署质量保证协议，探索实践“涂料+施工+保运”三位一体的防腐涂层管理模式。
- 4.5 若生产企业引进新型绝热材料，建议先由具备检测能力的单位对新型绝热材料的性能进行验证，合格后可由材料供应商联合具备施工资质的承包商负责整个绝热工程施工并签署质量保证协议。
- 4.6 生产企业应建立防腐绝热工程质量追踪制度，防腐绝热施工的装置、储罐等工程应在现场设立标识牌，记录防腐绝热工程的项目名称、施工单位、施工时间、使用材料名称及供应商、质保期限。
- 4.7 生产企业应将防腐、绝热施工质量的验收提升为石化工程项目建设的 A 级控制点。

5 附则

- 5.1 各建设单位应根据本规定意见结合实际情况，制定本企业的防腐绝热工程实施及考核细则。
- 5.2 本规定自印发之日起施行。

6 附录

附录 A 引用标准规范名录

附录 B 防腐涂层配套方案设计及要求

附录 B.1 防腐工程参照面实施方法及要求

附录 B.2 大气腐蚀性等级划分

附录 B.3 常用外防腐涂料配套方案

附录 B.4 涂层配套技术要求

附录 B.5 涂料使用量的计算

附录 B.6 结构设计要求

附录 C 涂料的主要技术要求

附录 C.1 常用涂料的技术要求

附录 C.2 工业防护涂料有害物质限量

附录 C.3 涂料指纹检查表

附录 D 施工过程记录参考用表

附录 D.1 涂料出厂合格证、进场检验记录表

附录 D.2 施工前会议记录表

附录 D.3 技术方案审批表

附录 D.4 技术交底记录表

附录 D.5 表面预清理要求

附录 D.6 施工环境检测记录表

附录 D.7 涂装作业产生缺陷的原因及其防止措施

附录 D.8 预涂检查记录表

附录 D.9 防腐工程质量检查控制点明细

附录 D.10 表面处理检查记录表

附录 D.11 涂层道间检查记录表

附录 D.12 施工过程的检测仪器

附录 E 涂层交工验收

附录 E.1 涂层交工验收检查记录表

附录 E.2 涂层验收的检测仪器

附录 F 仓库及作业场所空气中有害气体最高允许浓度

附录 G 防腐绝热工程技术档案

附录 G.1 防腐工程技术档案

附录 G.2 绝热工程技术档案

附录 H 绝热材料及其制品的主要性能

附录 I 保温材料及保护层材料选用说明

附录 I.1 保温材料及其结构选用说明

附录 I.2 保护层材料及其结构选用说明

附录 J 保温层厚度计算方法

附录 K 绝热材料的可溶性离子含量

附录 L 绝热工程施工技术要求

附录 M 施工质量控制关键环节及检查参考用表

附录 N 绝热工程验收记录参考用表

附录 O 能效评价相关参考用表

附录 O.1 经济允许热损失量

附录 O.2 管道保温散热测试表

附录 P 保温材料厚度选用参考表

附录 P.1 室外典型地区的划分

附录 P.2 不同地区的各种保温材料厚度选用参考表

附录 A

(资料性)

引用标准规范名录

- 1 GB/T 13452.2 《色漆和清漆 漆膜厚度的测定》
- 2 GB/T 18570.3 《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第 3 部分：涂覆涂料前钢材表面的灰尘评定(压敏粘带法)》
- 3 GB/T 15957 大气环境腐蚀性分类
- 4 GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- 5 GB/T 30790.1~8 《色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护第 1~8 部分》
- 6 GB/T 38597 《低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求》
- 7 GB/T 4272 《设备及管道绝热技术通则》
- 8 GB/T 50046 《工业建筑防腐蚀设计标准》
- 9 GB 50126 《工业设备及管道绝热工程施工规范》
- 10 GB/T 50185 《工业设备及管道绝热工程施工质量验收标准》
- 11 GB 50205 《钢结构工程施工质量验收标准》
- 12 GB 50264 《工业设备及管道绝热工程设计规范》
- 13 GB/T 50393 《钢质石油储罐防腐蚀工程技术标准》
- 14 GB 50645 《石油化工绝热工程施工质量验收规范》
- 15 GB 50726 《工业设备及管道防腐蚀工程施工规范》
- 16 GB 6514 《涂装作业安全规程-涂漆工艺安全及其通风净化》
- 17 GB 7231 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》
- 18 GB 7691 《涂装作业安全规程-安全管理通则》
- 19 GB/T 8174 《设备及管道绝热效果的测试与评价》
- 20 GB/T 8175 《设备及管道绝热设计导则》
- 21 GB 8624 《建筑材料及制品燃烧性能分级》
- 22 GB/T 8923.1 《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》
- 23 GB/T 8923.2 《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 2 部分：已涂覆过的钢材表面局部清除原有涂层后的处理等级》
- 24 GB/T 8923.3 《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 3 部分：焊缝、边缘和其他区域的表面缺陷的处理等级》

- 25 GB/T 9286 《色漆和清漆 划格试验》
- 26 SH/T 3010 《石油化工设备和管道绝热工程设计规范》
- 27 SH/T 3022 《石油化工设备和管道涂料防腐蚀设计标准》
- 28 SH/T 3043 《石油化工设备管道钢结构表面色和标志规定》
- 29 SH /T 3503 《石油化工建设工程项目交工技术文件规定》
- 30 SH/T 3507 《石油化工钢结构工程施工质量验收规范》
- 31 SH/T 3522 《石油化工绝热工程施工技术规程》
- 32 SH/T 3548 《石油化工涂料防腐蚀工程施工质量验收规范》
- 33 SH/T 3603 《石油化工钢结构防腐蚀涂料应用技术规程》
- 34 SH/T 3606 《石油化工涂料防腐蚀工程施工技术规程》
- 35 SY/T 0043 《石油天然气管道和设备涂色规范》
- 36 SY/T 0320 《钢质储罐外防腐层技术标准》
- 37 HG/T 20679 《化工设备、管道外防腐设计规范》
- 38 HG/T 4077 《防腐蚀涂层涂装技术规范》
- 39 Q/SH 0705 《石油化工工程抗台风导则》（试行）
- 40 SHS 01033 《设备及管道保温、保冷维护检修规程》
- 41 SHS 01034 《设备及管道涂层检修规程》
- 42 NB/T 10558 《压力容器涂敷与运输包装》
- 43 石化股份炼 [2017]397 号 《石油化工蒸汽管道保温结构及其厚度选用技术指南》

附录 B

（规范性）

防腐涂层配套方案设计及要求

附录 B.1 防腐工程参照面实施方法及要求

B.1.1 参照面的实施目的

防腐工程参照面的实施是为了随时可以对涂层的性能进行评价，当发生涂层失效时，便于划分涂料供应商、施工单位等各方之间的责任。

B.1.2 参照面的实施要求

正式施工前施工单位应采用施工方案中要求的表面处理方式和等级要求，以及涂层配套体系，施涂面积大于 10m² 的参考表面。整个施工过程的表面清理、涂料混合与熟化、施工环境监测、道间时间间隔和质量验收等整个施工过程均应在涂料供应商的技术人员现场指导和见证下完成。

参照面的选择应包括焊接或其他连接部位、边缘、拐角以及其他发生腐蚀概率较高的部位。参照面完成后作为永久的参考面，也可作为工程验收的参考标准。参照面应进行标识（如漆字等），并确保不会损坏。

B.1.3 涂层的评估

涂层产生缺陷的情况可能有以下三种：①在结构上，但不在参照面上；②既在结构上，也在参照面上；③只在参照面上。当涂层发生上述缺陷时，专业人员通过对比参照面和其他区域涂层缺陷的情况，进行失效原因的分析和认定，从而有助于质量担保中的责任划分。

附录 B.2 大气腐蚀性等级划分

表 B.2-1 不同腐蚀性等级标准金属暴晒第一年的腐蚀速率 r_{cor} 表

腐蚀性等级	金属腐蚀速率 r_{corr}				
	单位	碳钢	锌	铜	铝
C1	$\text{g}/(\text{m}^2 \text{ a})$ $\mu\text{m}/\text{a}$	$r_{\text{corr}} \leq 10$ $r_{\text{corr}} \leq 1.3$	$r_{\text{corr}} \leq 0.7$ $r_{\text{corr}} \leq 0.1$	$r_{\text{corr}} \leq 0.9$ $r_{\text{corr}} \leq 0.1$	忽略 —
C2	$\text{g}/(\text{m}^2 \text{ a})$ $\mu\text{m}/\text{a}$	$10 < r_{\text{corr}} \leq 200$ $1.3 < r_{\text{corr}} \leq 25$	$0.7 < r_{\text{corr}} \leq 5$ $0.1 < r_{\text{corr}} \leq 0.7$	$0.9 < r_{\text{corr}} \leq 5$ $0.1 < r_{\text{corr}} \leq 0.6$	$r_{\text{corr}} \leq 0.6$ —
C3	$\text{g}/(\text{m}^2 \text{ a})$ $\mu\text{m}/\text{a}$	$200 < r_{\text{corr}} \leq 400$ $25 < r_{\text{corr}} \leq 50$	$5 < r_{\text{corr}} \leq 15$ $0.7 < r_{\text{corr}} \leq 2.1$	$5 < r_{\text{corr}} \leq 12$ $0.6 < r_{\text{corr}} \leq 1.3$	$0.6 < r_{\text{corr}} \leq 2$ —
C4	$\text{g}/(\text{m}^2 \text{ a})$ $\mu\text{m}/\text{a}$	$400 < r_{\text{corr}} \leq 650$ $50 < r_{\text{corr}} \leq 80$	$15 < r_{\text{corr}} \leq 30$ $2.1 < r_{\text{corr}} \leq 4.2$	$12 < r_{\text{corr}} \leq 25$ $1.3 < r_{\text{corr}} \leq 2.8$	$2 < r_{\text{corr}} \leq 5$ —
C5	$\text{g}/(\text{m}^2 \text{ a})$ $\mu\text{m}/\text{a}$	$650 < r_{\text{corr}} \leq 1500$ $80 < r_{\text{corr}} \leq 200$	$30 < r_{\text{corr}} \leq 60$ $4.2 < r_{\text{corr}} \leq 8.4$	$25 < r_{\text{corr}} \leq 50$ $2.8 < r_{\text{corr}} \leq 5.6$	$5 < r_{\text{corr}} \leq 10$ —
CX	$\text{g}/(\text{m}^2 \text{ a})$ $\mu\text{m}/\text{a}$	$1500 < r_{\text{corr}} \leq 5500$ $200 < r_{\text{corr}} \leq 700$	$60 < r_{\text{corr}} \leq 180$ $8.4 < r_{\text{corr}} \leq 25$	$50 < r_{\text{corr}} \leq 90$ $5.6 < r_{\text{corr}} \leq 10$	$r_{\text{corr}} > 10$ —

注1：分类标准是基于用于腐蚀性评估的标准试样腐蚀速率的测定方法（见ISO 9226）。

注2：以克每平方米年 $[\text{g}/(\text{m}^2 \text{ a})]$ 表达的腐蚀速率被换算为微米每年（ $\mu\text{m}/\text{a}$ ），并且进行四舍五入。

注3：标准金属材料表征见ISO 9226。

注4：铝经受不均匀腐蚀和局部腐蚀。表中所列腐蚀速率是按均匀腐蚀计算得到的。最大点蚀坑深度和点蚀坑数量是潜在破坏性的最好指示，这取决于最终的应用。鉴于钝化作用和逐渐降低的腐蚀速率，不均匀腐蚀和局部腐蚀不能在暴晒的第一年后就用于评估。

注5：腐蚀速率超过C5等级上限是极端情况。腐蚀性等级CX是指特定的海洋和海洋工业环境（见附表B.2-2）。

表 B.2-2 有关腐蚀性等级评估的典型大气环境类型

腐蚀性等级 ^a	腐蚀性	典型环境—举例 ^b	
		室内	室外
C1	很低	低湿度和无污染的加热空间，如办公室、学校、博物馆	干冷地区，污染非常低且潮湿时间非常短的大气环境，如某些沙漠、北极中央/南极
C2	低	温度和相对湿度变化的不加热空间。低频率冷凝和低污染，如储藏室、体育馆	温带地区，低污染（ $\text{SO}_2 \leq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）大气环境，如乡村、小镇。 干冷地区，潮湿时间短的大气环境，如沙漠，亚北极地区
C3	中等	中度频率冷凝和中度污染的生产空间，例如食品加工厂，洗衣店，啤酒厂，乳品厂	温带地区，中度污染（ $5 \mu\text{g}/\text{m}^3 < \text{SO}_2 \leq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）或氯化物有些作用的大气环境，如城市地区、低氯化物沉积的沿海地区。亚热带和热带地区，低污染大气
C4	高	高频率冷凝和高污染的生产空间，如工业加工厂，游泳池	温带地区，重度污染（ $30 \mu\text{g}/\text{m}^3 < \text{SO}_2 \leq 90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）或氯化物有重大作用的大气环境，如污染的城市地区、工业地区、没有盐雾或没有暴露于融冰盐强烈作用下的沿海地区
C5	很高	非常高频率冷凝和/或高污染的生产空间，如矿山、工业用洞穴、亚热带和热带地区的不通风工作间	温带和亚热带地区，超重污染（ $90 \mu\text{g}/\text{m}^3 < \text{SO}_2 \leq 250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）和/或氯化物有重大作用的大气环境，如工业地区、沿海地区、海岸线遮蔽位置
CX	极值	几乎永久性冷凝或长时间暴露于极端潮湿和/或高污染的生产空间，如湿热地区有室外污染物（包括空气中氯化物和促进腐蚀物质）渗透的不通风工作间	亚热带和热带地区（潮湿时间非常长），极重污染（ $\text{SO}_2 > 250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）包括间接和直接因素和/或氯化物有强烈作用的大气环境，如极端工业地区、海岸与近海地区及偶尔与盐雾接触的地区
注1：沿海地区氯化物沉积受风向、风速、当地地貌、海岸外避风岛、地点距海洋的距离等影响。 注2：氯化物的极端影响，如海水飞或重盐雾，是超出本部分范围的。 注3：特定服役大气环境的腐蚀性分类，如化学工业，是超出本部分范围的。 注4：有氯化物沉积和积累的海洋大气环境中，由于吸湿性盐的存在，被遮蔽的表面和没有雨水冲刷的表面具有更高的腐蚀性等级。 注5：腐蚀性等级C1和C2的室内环境类型的详细描述见ISO 11844-1.对室内腐蚀性等级IC1到IC5进行了定义和分类。			
a预期为CX等级的大气环境，建议根据一年腐蚀失重来确定大气腐蚀性分类。			
b二氧化硫浓度的测定至少要经过一年，并且表达为年平均值。			

附录 B.3 常用防腐涂料配套方案

表 B.3-1 新建装置常用防腐蚀涂料配套方案

表面处理等级	适用温度℃	被涂表面材质	涂层构成	涂料名称	设计寿命			用途	备注		
					Y ≤15 年						
					推荐道数 ^a	涂层最小干膜厚度/μm	涂层最小总干膜厚度/μm				
Sa2.5	-20~120	碳钢、 低合金 钢	底漆	环氧底漆	1	80	280	C4 环境下防腐			
			中间漆	环氧云铁漆/厚浆型环氧漆	1~2	120					
			面漆	脂肪族聚氨酯漆	2	80					
Sa2.5	-20~120		底漆	环氧富锌漆/无机富锌漆 ^c	1	80/60	280/260			C5 环境下防腐	亚热带和热带地区室外宜选用聚硅氧烷面漆或氟碳面漆 ^d
			中间漆	环氧云铁漆/厚浆型环氧漆	1~2	120					
			面漆	脂肪族聚氨酯漆	2	80					
Sa2.5	-20~120		底漆	环氧富锌漆/无机富锌漆 ^c	1	80	320	干湿交替部位防腐	不适用长期露天的防腐		
			中间漆	环氧云铁漆/厚浆型环氧漆	2~3	160					
			面漆	脂肪族聚氨酯漆 ^d	2	80					
Sa2.5	-20~120		底漆	耐磨环氧漆	1~2	300	600				
			面漆	耐磨环氧漆	1~2	300					
Sa2.5	-20~120		底漆	环氧玻璃鳞片漆	1~2	300	600				
			面漆	环氧玻璃鳞片漆	1~2	300					

Sa2.5	-20~120		底漆	环氧酚醛漆	1~2	150	300	保温设备和管道的防腐	
			面漆	环氧酚醛漆 ^e	1~2	150			
Sa2.5			底漆	厚浆型环氧漆	1~2	175	350		
			面漆	厚浆型环氧漆	1~2	175			
Sa2.5	101~200	碳钢、 低合金 钢	底漆	环氧酚醛漆	1	150	300	保温、保冷或 冷热循环工况 设备和管道的 防腐	保温、保冷层下 防腐可仅涂底漆
			面漆	环氧酚醛漆 ^e	1	150			
Sa2.5			底漆	环氧烷基胺漆	1	150	300		
			面漆	环氧烷基胺漆 ^e	1	150			
Sa2.5	200~400		底漆	无机富锌漆 ^c	1	70	130	保温或不保温 设备和管道的 防腐	保温层下防腐可 仅涂底漆
			面漆	有机硅耐热漆	3	60			
Sa2.5	400~600	低合金	底漆	有机硅铝粉耐热漆	2	40	60		
			面漆	有机硅铝粉耐热漆	1	20			
Sa2.5	101~650	钢	底漆	惰性无机共聚物	1	150	300	冷热循环工况 设备和管道的 防腐	国外品牌为主， 供参考
			面漆	惰性无机共聚物	1	150			
Sa1	-20~120	不锈钢 ^b	底漆	环氧树脂底漆	1	60	120	C5 环境下的防腐	
			面漆	脂肪族聚氨酯面漆	1	60			
Sa1	-20~120		底漆	厚浆型环氧漆	1	100	200	保温、保冷工 况设备和管道 的防腐	
			面漆	厚浆型环氧漆	1	100			
Sa1	-196~200		底漆	环氧酚醛漆	1	100	200		
			面漆	环氧酚醛漆	1	100			

注：a 推荐道数是基于采用无气喷涂施工方式确定的，现场应根据涂装方式确定涂刷道数。

b 不锈钢应采用不含有氯等卤素离子以及不含有铁元素和离子的磨料进行表面处理等级为Sa1，粗糙度宜为25~50μm。

c 若采用无机富锌底漆，应采用中间漆进行雾喷。

d 亚热带和热带地区，室外防腐面漆宜采用聚硅氧烷面漆或氟碳面漆。

e 如果是不带保温的设备或管道不推荐使用环氧类漆作为面漆。

(1) 设备管道的温度按操作温度考虑，带有衬里设备管道的温度值按外壁温度考虑。

(2) 对于局部环境腐蚀较严重或维修困难的部位，可在本规定的厚度基础上适当增加涂装道数1~2遍，提高漆膜总厚度。

(3) 若一道达不到规定干膜厚度需增加一道。

表 B.3-2 防腐蚀涂料维修配套方案（≤10 年）

表面处理等级 ^a	适用温度/℃	被涂表面材质	涂层构成	涂料名称	推荐道数	最小干膜厚度/μm	最小总干膜厚度/μm	用途	
St3	-20~120	不保温	底漆	环氧改性漆或低表面处理环氧漆	2~3	100	260	C4 环境下防腐 ^b	
			中间漆	环氧云铁漆或厚浆型环氧漆	2~3	100			
			面漆	脂肪族聚氨酯面漆	1~2	60			
	-20~120	碳钢、低合金钢	底漆	环氧改性漆或低表面处理环氧	2~3	100	300	C5 环境下防腐 ^b	
			中间漆	环氧云铁漆或厚浆型环氧漆	2~3	120			
			面漆	脂肪族聚氨酯面漆	2	80			
St3	-101~200	保温	底漆	环氧酚醛漆	2~3	150	300	保温设备和管道的防腐	
	面漆		环氧酚醛漆	2~3	150				
St3	200~600		碳钢、低合金钢 ^c	底漆	有机硅铝粉耐热漆	2	40	60	保温或不保温设备和管道的防腐
				面漆	有机硅铝粉耐热漆	1	20		
				底漆	惰性无机共聚物	1	150	300	
				面漆	惰性无机共聚物	1	150		

注：a 针对防腐涂层的维修，若采用喷砂表面处理方式且表面处理等级达到Sa 2.5以上时，可选用新建涂层配套体系。

b 对外观及保色保光性要求高时，建议面漆采用聚硅氧烷面漆或氟碳面漆。

c 不锈钢的配套方案应参照表B.3-1执行。

(1) 设备管道的温度按操作温度考虑，带有衬里设备管道的温度值按外壁温度考虑。

(2) 对于局部环境腐蚀较严重或维修困难的部位，可在本规定的厚度基础上适当增加涂装道数1~2遍，提高漆膜总厚度。

(3) 若一道达不到规定干膜厚度需增加一道。

附录 B.4 涂层配套技术要求

表 B.4-1 涂层配套体系的技术要求

项目	腐蚀性等级/耐久性等级		
	C3及以下	C4	C5
	不低于15年	不低于15年	不低于15年
附着力（拉开法）/MPa	≥3（使用锌粉底漆、环氧玻璃鳞片漆和有机硅铝粉耐热漆等体系适用）； ≥5（使用其他双组分交联型底漆的体系适用）		
耐冷热循环性 ^{a,d} /次	3	3	3
耐酸性 ^{b,d} /h (50g/L 硫酸溶液)	240	360	480
耐碱性 ^{c,d} /h (50g/L氢氧化钠溶液)	240	360	480
耐湿性 ^d /h	240	480	720
耐中性盐雾 ^d /h	480	720	1500
耐循环老化性 ^{e,f} /h	700	1500	2000
附着力（拉开法）/MPa≥（循环老化试验后）	2且不小于初始测试结果的50%		
a 当使用在有温度的管道设备上时测试。 b 在酸性环境条件下使用时测试。 c 在碱性环境条件下使用时测试。 d 耐冷热循环性、耐酸性、耐碱性、耐湿性、耐中性盐雾试验后不生锈、不起泡、不开裂、不剥落。 e 在户外条件下使用时测试。 f 耐循环老化试验后性能不低于GB/T 1766中保护性涂膜综合评定1级的要求。			

附录 B.5 涂料使用量的计算

以重量计的涂料使用量可按公式B.5-（1）计算，以体积计及的涂料使用量可按公式B.5-（2）计算：

$$G = \frac{GF\delta A\alpha}{10VS} \quad (1)$$

$$L = \frac{GF\alpha\delta}{10VS} \quad (2)$$

式中：

G ——以重量计涂料的计算使用量，g

CF ——损耗系数；

δ ——漆膜厚度， μm ；

A ——涂料的密度，g/L；

α ——涂敷面积， m^2 ；

VS ——涂料中固体的体积分数，%；

L ——按体积计涂料的计算使用量，L。

在涂装施工过程中，涂料的实际使用量应及及施工环境、涂装方法、被涂物表面的粗糙度及涂装损失等因素。涂料的损耗系数可取1.5~1.8，如刷涂损耗系数为1.5，喷涂损耗系数为1.8。

涂料中固体的体积分数为100%时，每升涂料所涂刷的面积和漆膜厚度对照表可参见表B.5-1。涂料中固体的体积分数为80%时，每升涂料所涂刷的面积和漆膜厚度对照表可参见表B.5-2。

表 B.5-1 VS 为 100%的涂料涂刷面积和漆膜厚度对照

涂膜厚度/ μm	200	175	150	125	100	90	80	75	60	50	40	30	25	20
涂刷面积/ m^2	5	5.7	6.7	8	10	11.1	12.5	13.3	16.7	20	25	33.3	40	50

表 B.5-2 VS 为 80%的涂料涂刷面积和漆膜厚度对照

涂膜厚度/ μm	200	175	150	125	100	90	80	75	60	50	40	30	25	20
涂刷面积/ m^2	4	4.6	5.3	6.4	8	8.9	10	10.7	13.3	16	20	26.7	32	40

附录 B.6 结构设计要求

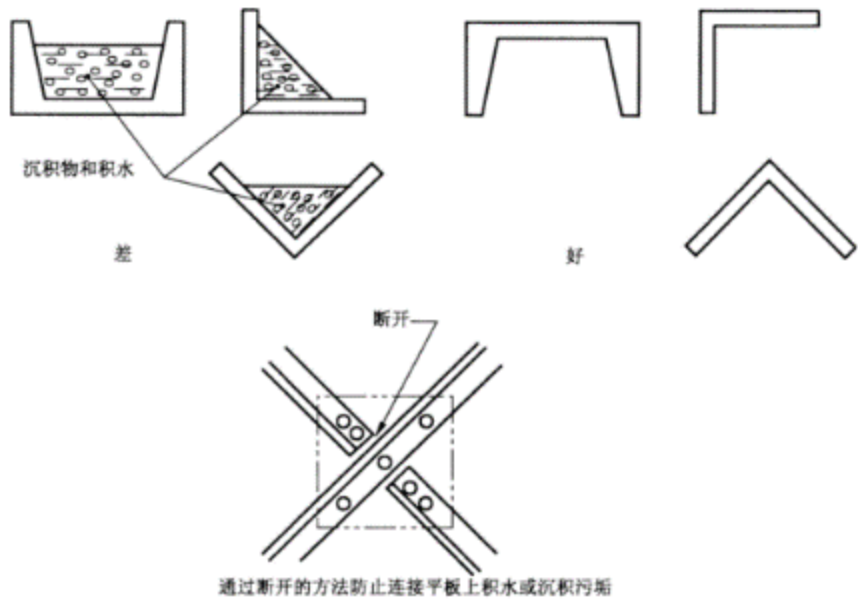
结构的整体设计要有利于进行表面处理、涂装、检查和维护。

B.6.1 缝隙处理

狭缝、盲缝和搭接处都会因潮气和污垢（也包括表面处理时使用的任何磨料）的积存，而成为腐蚀发生的潜在部位。这种潜在的腐蚀一般通过密封来避免。在腐蚀最严重的环境中，应采用部件上突出的夹钢来填补空隙，并在其四周焊接密封。接合表面应用连续焊接法封闭，以避免磨料残留和潮气进入。

B.6.2 防止沉积物和水积存的措施

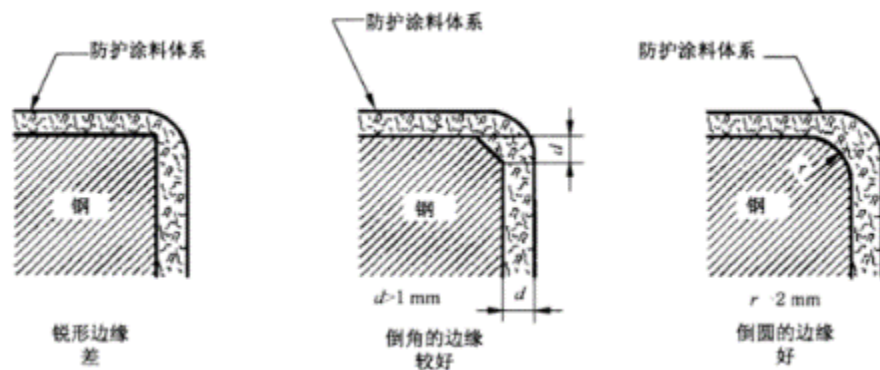
应该避免因结构原因导致表面上积水，它在有外来杂质存在时会导致腐蚀应力的增加。设计人员应意识到积水流出时可能产生的影响，例如，带有铁锈的积水从低碳钢流到奥氏体或铁素体不锈钢上就会造成不锈钢的腐蚀。解决这些问题的适宜预防措施有：1）带有倾斜面或倒角面的设计；2）避免开口位于顶部，尽量把它们设计在倾斜坡面上；3）避免出现水和污垢可以积存的凹坑和凹槽；4）水和腐蚀性液体的排放装置应远离设备、管道或钢结构；可用于避免污垢或水积存的适宜设计特征见下图B.6.2-1。



图B.6-1 避免沉积污垢和积水

B.6.3 边缘

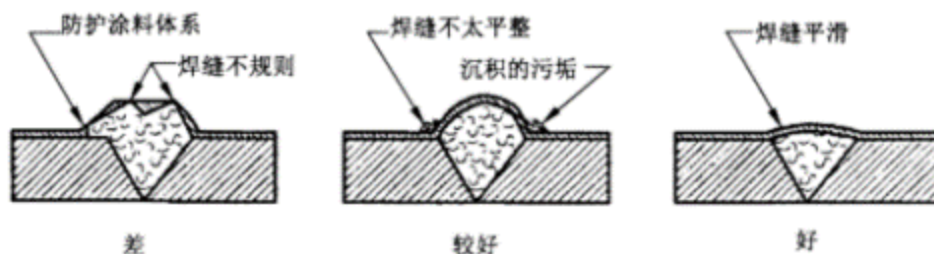
锐形边缘倒圆有助于得到均匀的防腐涂层，并可获得足够的涂层厚度。由于锐形边缘的涂层还容易破损，因此在制作过程中，所有的锐形边缘需要倒圆或倒角，并且孔周边和切割边缘的毛刺应该去除。



图B.6-2 避免锐形边缘

B.6.4 焊接表面缺陷

焊缝质量等级其焊缝外观质量应无明显缺陷（例如：凹凸不平、过度切割、气孔、凹陷、飞溅），因为在这些缺陷处很难有效地涂覆防护涂料体系。



图B.6-3 避免焊接表面缺陷

B.6.5 螺栓连接

B.6.5.1 采用高强螺栓的防滑移连接

防滑连接的摩擦面应在装配前进行喷砂清理，最低处理等级要达到GB/T 8923.1中定义的Sa2.5级，并达到要求的粗糙度。在摩擦面上应使用具有合适摩擦系数的涂料。

B.6.5.2 预紧螺栓的连接

应特别注意采用预紧螺栓连接时对漆膜的技术要求，现场安装完成后，应按照技术规格书堆所有损伤处进行修补。

B.6.5.3 螺栓、螺母和垫圈

螺栓、螺母和垫圈应该采用与结构具有相同耐久性的防腐蚀保护措施。

B.6.5.4 箱式构件和中空部件

就防腐而言，为了减少箱式构件和中空部件暴露在大气腐蚀下的表面积，箱式构件（可进入）和中空部件（不可进入）在形状上应有一个特别合适的横截面，下面列出了一些设计要求。

暴露在表面潮气下的开口箱式构件和中空部件应设计排水口，并采取有效的防腐蚀措施。

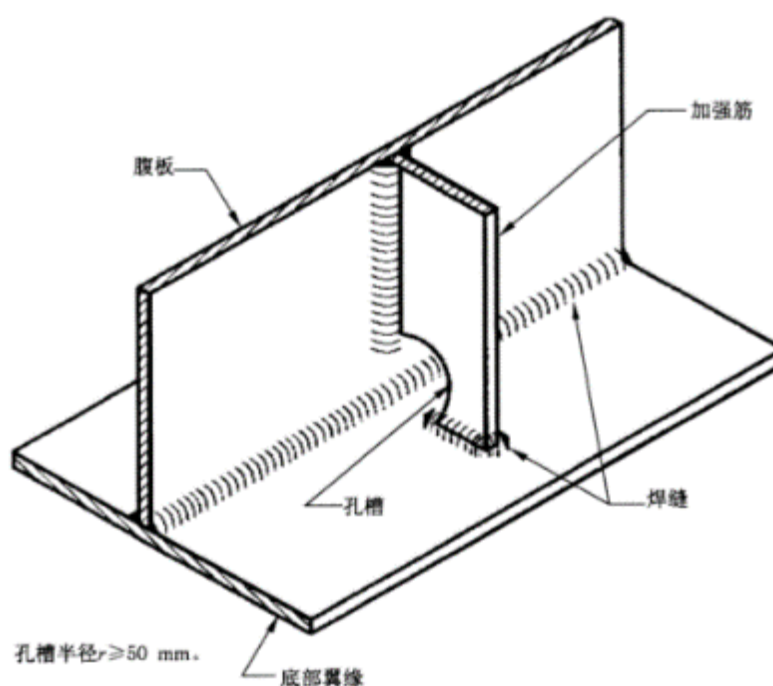
封闭的箱式构件和中空部件应不透空气和潮气。为了这一目的，它们的边缘要用连续

焊接方式完全封闭起来，并且任何开口都要有封闭盖。在这些部件的组装过程中，应特别注意确保没有水滞留在里面。

B.6.5.5 加强筋和孔槽

加强筋、腹板或其他类似的部件上的孔槽半径应不小于50mm（如图B.6.5-1），以满足表面处理和防护涂料体系施工的要求。如果开孔槽的钢板较厚（例如：大于10mm时其周围钢板的厚度要降低，以利于进行表面处理和涂装施工）。

当需要加强筋时，例如，在腹板和翼缘之间，加强筋和毗邻的构件之间必须全面焊接密封，避免形成缝隙。设计加强筋时应避免沉积物积存和积水，并应该能进入进行表面处理和防护涂料体系的施工。



图B.6-4 具有防腐保护的推荐加强筋设计

附录 C

(规范性)

涂料的主要技术要求

附录 C.1 常用涂料的技术要求

表 C.1-1 富锌底漆技术要求和测试方法

序号	项目		技术指标		测试方法
			无机富锌涂料	环氧富锌涂料	
1	容器中状态		搅拌均匀后无硬块，呈均匀状态； 粉料呈微小均匀粉末状态		目测
2	不挥发分含量，%		≥75	≥70	GB/T 1725
3	不挥发分中的金属 锌含量，%		≥80	≥70	HG/T 3668
4	附着力（拉开 法），MPa		≥3	≥6	GB/T 5210
5	干燥时 间，h	表干	≤0.5	≤1	GB/T 1728
		实干	≤5	≤24	
6	柔韧性mm		≤2	≤2	GB/T 1731
7	冲击性cm		≥50	≥50	GB/T 1732
8	耐盐雾性		1500h	1200h	GB/T 1771
			划痕处单向扩蚀≤2mm，未划痕区无起泡、 生锈、开裂、剥落等现象		
9	VOC，g/L		≤420	≤420	GB/T 38597

表 C.1-2 防腐底漆的技术要求和测试方法

序号	项目		技术指标		测试方法
			环氧树脂底漆	环氧磷酸锌底漆	
1	容器中状态		搅拌均匀后无硬块，呈均匀状态		目测
2	不挥发分含量，%		≥60	≥60	GB/T 1725
3	附着力（拉开法），MPa		≥5	≥5	GB/T 5210
4	干燥时间，h	表干	≤2	≤2	GB/T 1728
		实干	≤24	≤24	
5	柔韧性mm		≤2	≤2	GB/T 1731
6	冲击性cm		≥50	≥50	GB/T 1732
7	耐盐雾性		1000h	1000h	GB/T 1771
			划痕处单向扩蚀≤2mm，未划痕区无起泡、生锈、开裂、剥落等现象		
8	VOC，g/L		≤420	≤420	GB/T 38597

表 C.1-3 低表面处理环氧底漆的技术要求和测试方法

序号	项目	技术指标	测试方法
1	容器中状态	搅拌均匀后无硬块，呈均匀状态	目测
2	不挥发分含量% (m/m)	≥ 80	GB/T 1725
3	干燥时间	表干时间h	GB/T 1728
		实干时间h	
4	附着力（拉开法） MPa	≥ 5	GB/T 5210
5	柔韧性mm	≤ 2	GB/T 1731
6	冲击性cm	≥ 50	GB/T 1732
7	耐盐雾性1000h	划痕处单向扩蚀 $\leq 2\text{mm}$ ，未划痕区无起泡、生锈、开裂、剥落等现象	GB/T 1771
8	耐水性240h	无起泡、无生锈、无变色、无开裂	GB/T 1733
9	VOC， g/L	≤ 420	GB/T 38597

表 C.1-4 水性富锌底漆的技术要求

序号	项目		技术指标		测试方法
			水性无机富锌底漆	水性有机富锌底漆	
1	在容器中状态		液体：搅拌混合后无硬块，呈均匀状态； 粉料：呈微小的均匀粉末状态		目测
2	冻融稳定性（3次循环）		不变质		GB/T 9268
3	不挥发分含量/%		≥70		GB/T 1725
4	密度/（g/mL）		商定值±0.1		GB/T 6750
5	不挥发分中的金属锌含量，%		≥80	≥70	HG/T 3668
6	施工性		施涂无障碍		HG/T 3668
7	涂膜外观		正常		GB/T 37356
8	闪锈抑制性		正常		HG/T 3668
9	干燥时间/h	表干	0.5	≤4	GB/T 1728
10		实干	5	≤24	
11	耐冲击性/cm		/	50	GB/T 1732
11	早期耐水性		无异常		HG/T 3668
12	附着力（拉开法）MPa		≥3	≥6	GB/T 5210
13	耐盐雾性		1500h	1200h	GB/T 1771
14			划痕处单向扩蚀≤2mm，未划痕区无起泡、生锈、开裂、剥落等现象		
15	VOC， g/L		≤250		GB/T 38597

表 C.1-5 其他水性防腐涂料底漆的技术要求

序号	项目		技术指标	测试方法
1	在容器中状态		液体：搅拌混合后无硬块，呈均匀状态； 粉料：呈微小的均匀粉末状态	目测
2	冻融稳定性（3次循环）		不变质	GB/T 9268
3	不挥发分含量/%		商定	GB/T 1725
4	密度/（g/mL）		商定值 ± 0.05	GB/T 6750
6	附着力（拉开法）MPa		≥ 3	GB/T 5210
7	施工性		施涂无障碍	HG/T 5176
8	涂膜外观		正常	HG/T 5176
9	闪锈抑制性		正常	HG/T 5176
10	干燥时间/h	表干	≤ 4	GB/T 1728
		实干	≤ 24	
11	早期耐水性		无异常	HG/T 5176
12	耐盐雾性1000h		划痕处单向扩蚀 $\leq 2\text{mm}$ ，未划痕区无起泡、生锈、开裂、剥落等现象	GB/T 1771
13	VOC，g/L		≤ 250	GB/T 38597

表 C.1-6 环氧云铁中间漆技术要求和测试方法

序号	项目		技术指标	测试方法
			环氧云铁漆	
1	在容器中的状态		搅拌后无硬块，呈均匀状态	目测
2	不挥发分含量，%		≥ 80	GB/T 1725
3	干燥时间，h	表干	≤ 3	GB/T 1728
		实干	≤ 24	
4	弯曲性，mm		≤ 2	GB/T 6742
5	耐冲击性，cm		≥ 50	GB/T 1732
6	附着力，MPa		≥ 5	GB/T 5210
7	VOC，g/L		≤ 420	GB/T 38597

表 C.1-7 厚浆型环氧漆和环氧玻璃鳞片漆技术指标

序号	项目		技术指标		测试方法
			厚浆型环氧漆	环氧玻璃鳞片漆	
1	容器中状态		搅拌均匀后无硬块，呈均匀状态：粉料呈微小均匀粉末状态		目测
2	不挥发分含量，%		≥80	≥80	GB/T 1725
3	干燥时间，h	表干	≤4	≤4	GB/T 1728
		实干	≤24	≤24	
4	冲击强度，cm		≥50	—	GB/T 1732
5	弯曲性，mm		≤2	—	GB/T 6742
6	附着力，MPa		≥5	≥8	GB/T 5210
7	耐磨性（500r、1kg），g		—	≤0.06	GB/T 1768
8	VOC，g/L		≤420	≤420	GB/T 38597

表 C.1-8 水性防腐涂料中间漆的技术要求

序号	项目		技术指标	测试方法
1	在容器中状态		搅拌混合后无硬块，呈均匀状态	目测
2	冻融稳定性（3次循环）		不变质	GB/T 9268
3	施工性		施涂无障碍	HG/T 5176
4	涂膜外观		正常	HG/T 5176
5	干燥时间/h	表干	≤4	GB/T 1728
6		实干	≤24	
7	耐冲击性/cm		≥40	GB/T 1732
8	附着力，MPa		≥5	GB/T 5210
9	附着力（拉开法）/MPa		≥3	GB/T 5210
10	早期耐水性		无异常	HG/T 5176
11	VOC，g/L		≤200	GB/T 38597

表 C.1-9 脂肪族聚氨酯面漆技术要求和测试方法

序号	项目		技术指标	测试方法
1	在容器中的状态		搅拌后无硬块，呈均匀状态	目测
2	不挥发分含量，%		≥ 70	GB/T 1725
3	干燥时间，h	表干	≤ 2	GB/T 1728
		实干	≤ 24	
4	弯曲性，mm		≤ 2	GB/T 6742
5	耐冲击性，cm		≥ 50	GB/T 1732
6	耐磨性（500r/500g），g		≤ 0.05	GB/T 1768
7	硬度		≥ 0.5	GB/T 1730（B法）
8	附着力，MPa		≥ 5	GB/T 5210
9	耐候性（人工加速老化试验，配套涂层），h		1500，1级	GB/T 1865
10	耐化学介质（常温168h）	5%H ₂ SO ₄	漆膜完好，无起泡、生锈、开裂、脱落	GB/T 9274
		5%NaOH		
		3%NaCl		
11	VOC，g/L		≤ 450	GB/T 38597

表 C.1-10 水性防腐涂料面漆的技术要求

序号	项目		技术指标	测试方法
1	在容器中状态		搅拌混合后无硬块，呈均匀状态	目测
2	冻融稳定性（3次循环）		不变质	GB/T 9268
3	施工性		施涂无障碍	HG/T 5176
4	涂膜外观		正常	HG/T 5176
5	干燥时间/h	表干	≤ 4	GB/T 1728
6		实干	≤ 24	
7	弯曲试验/mm		≤ 3	GB/T 6742
7	耐冲击性/cm		≥ 40	GB/T 1732
8	附着力，MPa		≥ 5	GB/T 5210
9	早期耐水性		无异常	HG/T 5176
10	耐化学介质（常温168h）	5%H ₂ SO ₄	漆膜完好，无起泡、生锈、开裂、脱落	GB/T 9274
		5%NaOH		
		3%NaCl		
11	耐候性（人工加速老化试验，配套涂层），h		1500，1级	GB/T 1865
12	VOC，g/L		≤ 250	GB/T 38597

表 C.1-11 无溶剂液体涂料的技术要求和测试方法

序号	项目		技术指标		测试方法
			无溶剂环氧漆	无溶剂聚氨酯漆	
1	涂层外观		平整光滑		目测
2	不挥发份含量 (混合液)，%		≥98	≥98	GB/T 1725
3	干燥时 (25℃)，h	表干	≤4	≤4	GB/T 1728
		实干	≤24	≤24	
4	附着力(拉开法)，MPa		≥8	≥6	GB/T 5210
5	耐冲击性，cm		≥50	≥50	GB/T 1732
6	耐弯曲性，mm		2	2	GB/T 6742
7	耐磨性 (1000r/1000g)，g		≤0.1	≤0.1	GB/T 1768
8	耐水性（7天）		涂层完好		GB/T 1733
9	耐热盐水性（40℃， 3%NaCl，7天）		涂层完好		GB/T 9274
10	耐酸性 (5%H ₂ SO ₄ ，30天)		涂层完好		GB/T 9274
11	耐碱性 (5%NaOH，30天)				
12	耐盐雾性（1000h）		涂层完好		GB/T 1771
13	耐阴极剥离性（1.5V， 65±2℃/48h），mm		≤8	≤8	SY/T 0315
14	VOC，g/L		≤60	≤60	GB/T 38597
注：序号1项～8项和14为抽检项目，9项～13项为型式试验项目。					

表 C.1-12 耐热涂料技术要求和测试方法

序号	项目		技术指标					测试方法
			环氧酚 醛漆	环氧烷 基胺漆	丙烯酸 有机硅 耐热漆	有机硅耐 热漆	惰性无 机共聚 物漆	
1	容器中状态		搅拌均匀后无硬块，呈均匀状态					目测
2	体积固体分，%		≥60	≥60	≥35	≥40	≥60	GB/T 9272
3	划叉附着力，级		—	—	—	—	4A	ASTM D3359 — Method A
4	附着力（拉开法），MPa		≥5	≥5	≥3	≥3	—	GB/T 5210
5	弯曲性，mm		≤2	≤2	≤2	≤2	--	GB/T 6742
6	干燥时 间，h	表干	≤4	≤4	≤2	≤2	≤2	GB/T 1728
7		实干	≤10	≤6	≤4	≤6	≤8	
8	耐热性（168h， 无皱皮、起泡、 开裂等现象）		205±5℃	205±5℃	200±5℃	600±5℃ （铝粉） 400±5℃	650±5℃	GB/T 1735
8	耐温变循环性 （5个循环）		通过	通过	—	—	通过	JG/T 25
9	耐盐雾性，h		1500	1500	24	24	1500	GB/T 1771
10	耐冷凝水，h		720	720	120	120	480	GB/T 13893
11	耐湿热，h		1500	1500	24	24	1500	GB/T 1740
12	循环腐蚀试验， 4200h		通过	通过	—	—	通过	GB/T 31415
13	VOC，g/L		≤300	≤420	≤450	≤450	≤420	GB/T 38597 SH/T 3022

表 C.1-13 交联型氟树脂涂料的技术要求

序号	项目		技术指标	测试方法
1	在容器中状态		搅拌后均匀无硬块	目测
2	细度/ μm (含铝粉、珠光颜料的涂料除外)		≤ 35	GB/T 1724
3	不挥发物含量/% (含铝粉、珠光颜料的涂料除外)	白色和浅色	≥ 50	GB/T 1725
		清漆和其他色	≥ 40	
4	基料中氟含量/%	双组份	≥ 20	HG/T 3792
		单组分	≥ 10	
5	干燥时间/h	表干 (自干漆)	≤ 2	GB/T 1728
		实干 (自干漆)	≤ 24	
		烘干 (烘干型漆) ($140^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 或温度商定)	0.5	
6	遮盖率 (烘干型、清漆、含铝粉、珠光颜料的涂料除外)	白色和浅色	≥ 0.90	GB/T 23981
		其他色	商定	
7	涂膜外观		正常	HG/T 5176
8	光泽 (60°) /单位值		商定	GB/T 9754
9	铅笔硬度 (擦伤)		$\geq \text{F}$	GB/T 6739
10	耐冲击性		50	GB/T 1732
11	划格试验/级	双组份	≤ 1	GB/T 9286
		单组分	≤ 1	
12	附着力 (拉开法) /MPa (双组份)		≥ 5	GB/T 5210
13	弯曲试验/mm		2	GB/T 6742
14	耐酸性 (50g/L, H_2SO_4)		168h无异常	GB/T 9274
15	耐酸性 (50g/L, NaOH)		168h无异常	
16	耐碱性[饱和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液]		240h无异常	
17	耐水性		168h无异常	GB/T 1733
18	耐湿冷热循环性 (10次)		无异常	—
19	耐沾污性 (白色和浅色 ^a) /%(含铝粉、珠光颜料的涂料除外)		10	GB/T 9780
20	耐湿热性 (1000h)		不起泡、不生锈、不脱落	GB/T 13893
21	耐盐雾性 (1000h)		不起泡、不生锈、不脱落	GB/T 1771
22	耐人工气候老化性 ^{b,c} (3000h)	白色	不起泡、不脱落、不开裂、不粉化, $\Delta E \leq 3.0$, 保光率 $\geq 80\%$	GB/T 1865
		其他色	不起泡、不脱落、不开裂、不粉化, $\Delta E \leq 6.0$ 或商定, 保光率 $\geq 50\%$	
23	自然气候暴露 ^{b,c} (3年)	白色	不起泡、不脱落、不开裂、不粉化, $\Delta E \leq 3.0$, 保光率 $\geq 70\%$	GB/T 9276
		其他色	不起泡、不脱落、不开裂、不粉化,	

			$\Delta E \leq 6.0$ 或商定，保 光率 $\geq 50\%$	
		涂层损失/%	≤ 15	
24	VOC, g/L	≤ 450		GB/T 38597
a 浅色是指以白色涂料为主要成分，添加适量色浆后配制成的浅色涂料形成的涂膜所呈现的浅颜色，按GB/T15608规定明度值为6~9之间（三刺激值中的$Y_{D65} \geq 31.26$）。 b 耐人工期后老化性及天然暴晒试验两者可选一种，鼓励进行更长时间的自然气候暴晒试验。 c 试板的原始光泽≤ 50单位值时，不进行保光率评定。				

表 C.1-14 聚硅氧烷涂料技术要求和测试方法

序号	项目		技术指标	测试方法
1	在容器中的状态		搅拌后无硬块，呈均匀状态	目测
2	不挥发分含量，%		≥ 75	GB/T 1725
3	干燥时间，h	表干	≤ 2	GB/T 1728
		实干	≤ 24	
4	基料中硅氧键含量（全漆），%		≥ 15	HG/T 4755
5	重金属含量	铅（Pb）	1000	GB 24408
		镉（Cd）	100	
		6价铬（Cr ⁶⁺ ）	1000	
		汞（Hg）	1000	
6	铅笔硬度（擦伤）		$\geq F$	GB/T 6739
7	弯曲试验，mm		≤ 3	GB/T 6742
8	耐冲击性，cm		≥ 50	GB/T 1732
9	耐磨性（500r/500g），g		≤ 0.04	GB/T 1768
10	附着力，MPa		≥ 5	GB/T 5210
11	耐冷热循环性（10次）		无异常	JG/T 25
12	耐湿热性（3000h）		漆膜完好，无起泡、生锈、开裂、脱落	GB/T 1740
13	耐盐雾性（3000h）		漆膜完好，无起泡、生锈、开裂、脱落	GB/T 1771
14	耐化学介质（常温240h）	50g/L H ₂ SO ₄	漆膜完好，无起泡、生锈、开裂、脱落	GB/T 9274
		50g/L NaOH		
15	耐人工气候老化性（3000h）		变色 ≤ 2 级，失光 ≤ 2 级，粉化 ≤ 2 级，不起泡、不脱落、不开裂	GB/T 1865
16	循环老化试验（25次）		粉化 ≤ 2 级，不起泡、不脱落、不开裂	ISO 20340
17	VOC，g/L		≤ 450	GB/T 38597

附录 C.2 工业防护涂料有害物质限量

表 C.2-1 不同类型涂料中 VOC 限量值要求

产品类别	主要产品类型		限量值/（g/L）	
水性涂料	化工机械涂料 （含零部件涂 料）	车间底漆	≤250	
		底漆	≤250	
		中间漆	≤200	
		面漆	≤250	
		清漆	≤250	
溶剂型涂料	化工机械涂料 （含零部件涂 料）	车间底漆	≤580	
		底漆	无机	≤420
			其他	≤420
		中间漆	≤420	
		面漆	≤450	
		清漆	≤480	
特种涂料（耐高温涂料等）		≤650		
无溶剂涂料			≤60	
辐射固化涂料	喷涂		≤350	
	其他		≤100	

表 C.2-2 其他有害物质含量的限量值要求

项目		限量值
苯含量（限溶剂型涂料、非水性辐射固化涂料）/%		≤0.3
甲苯与二甲苯（含乙苯）总和含量（限溶剂型涂料、非水性辐射固化涂料）/%		≤35
卤代烃总和含量（限溶剂型涂料、非水性辐射固化涂料）/%（限二氯甲烷、三氯甲烷、四氯化碳、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2-二氯丙烷、1,2,3-三氯丙烷、三氯乙烯、四氯乙烯）		≤1
多环芳烃总和含量（限溶型涂料、非水性辐射固化涂料）/（mg/kg）（限萘、蒽）		≤500
甲醇含量（限无机类涂料）/%		≤1
乙二醇醚及醚酯总和含量（限水性涂料、溶剂型涂料、辐射固化涂料）/%（限乙二醇甲醚、乙二醇甲醚醋酸酯、乙二醇乙醚、乙二醇乙醚醋酸酯、乙二醇二甲醚、乙二醇二乙醚、二乙二醇二甲醚、三乙二醇二甲醚）		≤1
重金属含量（限色漆、粉末涂料、醇酸清漆）/（mg/kg）	铅（Pb）含量	≤1000
	镉（Cd）含量	≤100
	六价铬（Cr ⁶⁺ ）含量	≤1000
	汞（Hg）含量	≤1000
备注：（1）产品明示的施工状态下的施工配比混合后测定，如多组分的某组分的使用量为—范围时，应按照产品施工状态下的施工配比规定的最大比例混合后进行测定，水性涂料和水性辐射固化涂料所有项目均不考虑水的稀释比例。 （2）指含有颜料、体质颜料、染料的一类涂料。		

附录 C.3 涂料指纹检查表

表 C.3-1 涂料指纹检查表

签发日期:		基料		固化剂
涂料名称				
生产商名称				
批号				
生产日期				
		试验方法	试验结果范围	试验结果范围
主要参数				
红外光谱				
不挥发分（质量分数）		GB/T 1725	(± 2) %	(± 2) %
密度		GB/T 6750	(± 0.05) g/cm ³	(± 0.05) g/cm ³
附着力		GB/T 5210	(± 0.1) MPa	(± 0.1) MPa
冲击强度		GB/T 1732	(± 1) cm	(± 1) cm
弯曲		GB/T 6742	(± 0.1) mm	(± 0.1) mm
可选参数				
原料含量 (质量分数)	金属锌/全锌	HG/T 3668	(± 1) %	(± 1) %
官能团定性	环氧基 羟基 酸性基团 氨基 异氰酸酯基		—	—
得到的结果依据色调的不同而有所差异。				

附录 D

(资料性)

施工过程记录参考用表

附录 D.1 涂料出厂合格证、进场检验记录表

表 D.1-1 涂料出厂合格证、进场检验记录表

企业名称			工程名称		
材料名称			供应商		
进场时间及数量			检查人		
质量验收要求				检查记录	检查结果
检测项目	资料检查	产品合格证、质量证明文件等			
	外包装检查	品牌、规格、型号与要求的一致			
	外观检查	无结块现象			
施工单位代表（签字）			监理工程师（签字）		

附录 D.2 施工前会议记录表

表D.2-1 _____防腐工程项目施工前会议记录表

[illegible]

附录 D.3 技术方案审批表

表D.3-1 施工技术方案审批表

企业名称		项目名称	
施工单位名称			
施工方案名称			
编制人		日期	
施工单位审核意见： 签署： 日期：			
监理单位审核意见： 签署： 日期：			
建设单位审核意见： 签署： 日期：			

附录 D.4 技术交底记录表

表D.4-1 技术交底记录表

SH/T 3543—G111	技术交底记录		工程名称： 单位工程名称：
技术文件名称		交底日期	年 月 日
主持人		交底人	
参加交底人员 签字			
交底主要内容：（格式及内容供参考） 施工准备 1.1 材料：建筑钢结构工程防腐材料的选用应符合设计要求。各种防腐材料应符合国家有关技术指标的规定，还应有产品出厂合格证。 1.2 主要机具：喷砂枪、气泵、回收装置、喷漆枪、喷漆气泵、胶管、铲刀、手砂轮、砂布、钢丝刷、棉丝、小压缩机、油漆小桶、刷子、酸洗槽和附件等。 1.3 作业条件： 1.3.1 涂装作业人员资质要求。 1.3.2 防腐涂装作业场地应有安全防护措施，有防火和通风措施，防止发生火灾和人员中毒事故。 1.3.3 露天防腐施工作业应选择适当的天气，大风、遇雨、严寒等均不应作业。 操作工艺 2.1 基本流程： 表面清理 → 底漆涂装 → 中间漆涂装 → 面漆涂装 → 检查验收 2.2 表面清理 2.2.1 建筑钢结构工程的油漆涂装应在钢结构安装验收合格后进行。油漆涂刷前应将需涂装部位的铁锈、焊缝药皮、焊接飞溅物、油污、尘土等杂物清理干净。 2.2.2 为了保证涂装质量，根据不同需要可以分别选用以下除锈工艺。 2.2.2.1 喷砂除锈：利用压缩空气的压力，连续不断地用石英砂或铁砂冲击钢构件的表面，把钢材表面的铁锈、油污等杂物清理干净，露出金属钢材本色的一种除锈方法。这种方法效率高，除锈彻底，是比较先进的除锈工艺。 2.2.2.2 人工除锈，是由人工用一些比较简单的工具，如刮刀、砂轮、砂布、钢丝刷等工具，清除钢构件上的铁锈。这种方法工作效率低，劳动条件差，除锈也不彻底。 2.3 涂装： 2.3.1 油漆的混合：应采用电动工具充分的搅拌，使油漆色泽、粘度均匀一致。 2.3.2 刷第一层底漆时刮涂方向应该一致，搭接处整齐。			

2.3.3 刷漆时应采用勤沾、短刷的原则，防止刷子带漆太多而流坠。

2.3.4 待第一遍刷完后，按施工技术方案要求确保一定的时间间隔，防止第一遍未干就上第二遍，这样会使漆液流坠，质量下降。

2.3.5 待第一遍干燥后，再刷第二遍，第二遍涂刷方向应与第一遍涂刷方向垂直，这样会使漆膜厚度均匀一致。

2.3.6 涂装间隔时间不得低于涂料供应商或技术文件中提供的最小间隔时间。

2.3.7 中间漆和面漆在使用过程中应不断搅，涂刷的方法和方向与上述工艺相同。

2.3.8 涂装工艺采用喷涂施工时，应调整好喷嘴口径、喷涂压力，喷枪胶管能自由拉伸到作业区域，空气压缩机气压应在 $0.4\sim 0.7\text{N/mm}^2$ 。

2.3.9 喷涂时应保持好喷嘴与涂层的距离，一般喷枪与作业面距离应在100mm左右，喷枪与钢结构基面角度应该保持垂直，或喷嘴略为上倾为宜。

2.3.10 涂时喷嘴应该平行移动，移动时应平稳，速度一致，保持涂层均匀。但是采用喷涂时，一般涂层厚度较薄，故应多喷几遍，每层喷涂时应待上层漆膜已经干燥时进行。

2.4 涂层检查与验收

2.4.1 表面涂装施工时和施工后，应对涂装过的工件进行保护，防止飞扬尘土和其他杂物。

2.4.2 涂装后的处理检查，应该是涂层颜色一致，色泽鲜明光亮，不起皱皮，不起疙瘩。

2.4.3 涂装漆膜厚度的测定，用触点式漆膜测厚仪测定漆膜厚度，漆膜测厚仪一般测定5个点厚度，取其平均值。

质量检查

3.1 保证项目应符合下列规定：

3.1.1 涂料、稀释剂和固化剂等品种、型号和质量，应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。

检验方法：检查质量证明书或复验报告。

3.1.2 涂装前钢材表面除锈应符合设计要求和国家现行有关标准的规定：经化学除锈的钢材表面应露出金属色泽。处理后的钢材表面应无焊渣、焊疤、灰尘、油污、水和毛刺等。

检验方法：用铲刀检查和用现行国家标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》规定的图片对照观察检查。

3.1.3 不得误涂、漏涂，涂层应无脱皮和返锈。

检验方法：观察检查。

3.2 基本项目应符合下列规定

3.2.1 涂装工程的外观质量：

合格：涂刷应均匀，无明显皱皮、气泡，附着良好。

优良：涂刷应均匀，色泽一致，无皱皮、流坠和气泡，附着良好，分色线清楚、整齐。

检查方法：观察检查。

3.2.2 构件补刷漆的质量：

合格：补刷漆漆膜应完整。

优良：按涂装工艺分层补刷，漆膜完整，附着良好。

检验方法：观察检查。

3.3 涂装工程的膜厚度应满足设计要求，检测规则和方法参照防腐工程施工技术方案执行。

3.4 涂装工程的涂层附着力应满足设计要求，检测规则和方法参照防腐工程施工技术方案执行。

成品保护

4.1 涂装后应加以临时围护隔离，防止踩踏，损伤涂层。

4.2 涂装后，在4h之内如遇有大风或下雨时，应加以覆盖，防止沾染尘土和水气、影响涂层的附着力。

4.3 涂装后的钢构件勿接触酸类液体，防止咬伤涂层。

记录人：

审核人：

日期： 年 月 日

日期： 年 月 日

附录 D.5 表面预清理要求

表D.5-1 表面预清理要求

编号	部位	要求	备注
1	锐边	用砂轮打磨至半径为2mm的圆角	
2	切割边	切割边的谷峰差超过1mm时，打磨到1mm以下，对坚硬的熔渣表面要进行打磨处理	
3	咬边	焊缝上深为0.8mm以上的咬口，进行补焊处理	
4	飞溅	焊接产生的飞溅要打磨光顺	
5	剥落	钢材表面的剥落，用砂轮修整	
6	凹坑	深度在0.8mm以上的要进行补焊处理	
7	焊缝	焊接接头以及表面有2mm以上的凸出或有锋利凸出时，砂轮打磨光顺	
8	火焰切割面	打磨掉坚硬层	
9	缝隙	封闭某区域最佳的方法就是连续焊接、清理并磨光，如无法进行连续焊接，组在重叠或缝隙处使用填缝剂密封。	

附录 D.6 施工环境检测记录表

表D.6-1 施工环境检测记录表

企业名称		工程名称	
检测日期		检测人	
环境温度/℃		环境湿度/%	
底材温度/℃		风力	级
施工单位代表（签字）			

附录 D.7 涂装作业产生缺陷的原因及其防止措施

表D.7-1 涂装作业产生缺陷的原因及其防止措施

问题	产生原因	防治措施
流挂	溶剂挥发过慢或与涂料不配套；涂层一次涂装太厚；环境温度过低或周围空气中溶剂蒸气含量过高；涂料粘度偏低；涂料中含有密度大的颜料；底部面太光滑。	正确选用溶剂；提高操作技术；现场加强通风、换气，严格控制环境温度；调整涂料配方，增加涂料粘度；进行适当的表面处理。
颗粒	环境条件差，施工人员操作时有灰尘等粗颗粒附上；涂料搅拌不匀或漆皮搅碎后混杂在涂料中而未除去；涂料变质，颜填料析出，产生返粗现象	强化环境要求，提高施工人员操作要求；充分搅拌并进行过滤；换用合格涂料产品。
露底、遮盖不良	涂料搅拌不匀导致部份地方颜料过低，遮盖力下降；施工不当，导致涂层太薄或漏涂；涂料配方不当，遮盖力差。	充分搅拌均匀后再涂装；提高涂装技术；改进涂料配方。
起皱	底层不干就涂面层或涂料调制粘度过大且涂层过厚；涂膜烘干升温过急导致表里干燥不一致；涂料中加入的油料（如桐油过量）或催干剂不合适（过量的钴和锰催干剂）导致表里干燥不一致。	底层干透后再涂面层，按规定要求调制涂料施工粘度且控制好膜厚；严格按照烘干工艺规范控制好温度和时间；合理搭配催干剂（可加入锌或铅催干剂），油料加入要适当。
咬底	底层不干就涂面层；涂料不配套。面层涂料为强溶剂类型，底层涂料为弱溶剂，导致底层软化、溶解、咬起。	严格遵循涂料供应商或技术文件中要求的最小涂装间隔时间，或按产品规定要求涂装；选择合理的涂料配套体系。
起泡	涂装后，立即高温烘烤，表面溶剂挥发并干燥，内部溶剂来不及挥发而将涂层顶出小泡；涂料中混合油和导致出现不同的表面张力而出现气泡；涂层过厚或涂料粘度过大；搅拌时混入涂料中的气体在干燥过程中逸出导致出现气泡。	严格执行干燥工艺要求，升温不能过急；保证被涂面清洁，严格控制喷涂用的压缩空气中不能混合油、水等物；施工粘度和涂层厚度按要求控制好；可在涂料中添加适当的消泡剂或在搅拌后静置适当时间，待气泡消失后再涂装。也可加入一些挥发性慢的醇类溶剂带走气体。
白化、发白	涂装场所相对湿度较高，被涂物的温度低于环境温度；所用的有机溶剂沸点低，而且挥发太快；溶剂与稀释剂的选用和比例不当，或混入了水分。	相对湿度最好不超过70%，涂装件应预热，使其高于环境温度10℃左右；合理搭配高沸点和低沸点的溶剂；选用匹配的溶剂和稀释剂，并调整好比例，防止溶剂和压缩空气中带入水分。
发花	涂料中的颜料分散不均匀，或两种以上色漆混合时混合不好；所用溶剂的溶解力不足或施工粘度不当；涂层过厚，使涂膜中的颜料产生里表对流。	选用分散性和互溶性好的涂料，色漆混合时要充分混合均匀，最好选用同一类型、同一厂家、同一批次的涂料进行混合；选用适当的溶剂，严格按照工艺要求控制好施工粘度；严格控制好涂层厚度。

问题	产生原因	防治措施
浮色	复合涂层的含沙射影料的稀释剂不配套，溶剂挥发性不同；颜料密度不同，密度大的下沉，密度小的浮面，干燥时形成浮色。	改进涂料配方及生产工艺，选择相容性好的树脂和稀释剂；选用适当的表面助剂来调整颜料的表面状况，同时添加合适的流变助剂防止颜料的分层从而减小浮色。
渗色	底层涂料未干就涂面层涂料，或面漆中含有溶解性强的溶剂；底漆色深，面漆色浅，面漆遮盖力差；底漆中的有机颜料在面漆溶剂的溶解作用下渗入面漆。	底漆在涂料供应商或技术文件中提供的最小涂装时间间隔后再涂面漆。选用挥发快，对底漆溶解力差的与面漆相匹配的溶剂；选择适当的配套体系，特别是选用遮盖力强的面漆；在含有有机颜料的涂层上不宜涂异种颜料的涂料。
失光	被涂物表面粗糙或涂装前表面处理不干净，对涂料吸收不均匀；涂装现场湿度过高或在极高、极低的温度下涂装；涂料本身的颜料选择、分散和混合不适当或溶剂不配套。	表面处理要均匀，且做到无油、无锈、无水或其他杂质和灰尘；选择合适的施工环境；调整涂料配方。对用户来说要选择合格的涂料产品。
不干或干燥不良	施工中双组份涂料配比不当；涂装现场湿度过大、温度过低、通风不良导致干燥不良。	严格按照产品说明进行配比使用；选择合适的施工环境。
针孔	涂料施工粘度过大，流平性差，释放气泡性差；涂料中混入油、水，造成干燥时涂膜表面出现针孔；涂料干燥不当，表层快速干燥成膜底层溶剂蒸发时冲破表层涂膜出现针孔；涂装环境湿度过大或被涂物表面有污物和小孔。	选择合适的涂料，施工时调整合适的粘度；注意涂装工具的清洁，防止杂物混入；严格按照干燥工艺进行涂装；改善涂装环境，湿度过大不宜涂装。注意被涂物表面的清洁度，消除其表面的小孔。

附录 D.8 预涂检查记录表

表D.8-1 预涂检查记录表

企业名称		工程名称	
施工区域		施工人员	
检查人员		检查日期	
边角预涂 情况记录		焊缝预涂 情况记录	
施工单位代表（签字）		监理工程师（签字）	

附录 D.9 防腐工程施工质量检查控制点明细

表D.9-1 防腐工程项目质量检查控制点明细

序号	控制点名称	控制内容	控制等级
1	施工方案审查	施工进度、施工机具、施工技术措施、质量保证措施等	A
2	材料检验	检查材料质量证明文件、抽检记录、材料规格材质是否符合设计，人员资质、施工器具是否符合要求	B
3	表面处理	（表面等级、粗糙度）喷砂处理	A
		（表面等级、粗糙度）动力工具处理	A
4	施工环境	温度、相对湿度和风力等级等	C
5	表面预涂	焊缝、边角等部位的预涂	B
6	隐蔽工程	底漆、中间漆的外观、厚度检查	A
7	面漆	外观、厚度和附着力检查	A
8	交工资料	交工技术文件数据准确、会签齐全、资料完整	A

附录 D.10 表面处理检查记录表

表D.10-1 表面处理检查记录表

表面处理检查记录表			工程名称:
			单位工程名称:
隐蔽项目		施工图号	
检查时间		表面处理等级	
表面处理内容及简图			
	外观检查	油污浮尘清除	
		转角或局部除锈	
		漏除锈	
	表面粗糙度		
检查意见			
建设/监理单位		总承包单位	施工单位
专业工程师:		专业工程师:	施工班组长:
			质量检查员:
			专业工程师:
日期: 年 月 日		日期: 年 月 日	日期: 年 月 日

附录 D.11 涂层道间检查记录表

表D.11-1 涂层道间检查记录表

企业		施工单位	
项目名称			
隐蔽项目	底漆/中间漆		
间隔时间			
干膜厚度：			
检查内容描述（流挂、皱皮、针孔、漏涂等）：			
附图：			
检查意见：			
施工单位	监理单位	作业部	

附录 D.12 施工过程的检测仪器

表D.12-1 施工过程的检测仪器

序号	检测项目	检测仪器	技术参数
1	粗糙度	粗糙度仪	1. 测量范围: 0-500 μm ; 2. 操作温度: -10~50 $^{\circ}\text{C}$; 3. 精确度: $\pm 5\mu\text{m}$; 4. 分辨率: 1 μm 。
2	环境温度/相对湿度	温度/湿度计	1. 空气温度/表面温度: -20~+80 $^{\circ}\text{C}$; 2. 精确度: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$; 3. 分辨率: 0.1 $^{\circ}\text{C}$; 4. 相对湿度: 0~100%。
3	钢材表面温度	点温计	1. 测量范围: -50~600 $^{\circ}\text{C}$; 2. 精度: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$; 3. 分辨率: 0.1 $^{\circ}\text{C}$ 。
4	湿膜厚度	高精度不锈钢六角湿膜梳齿仪	1. 测量范围25-3000 μm ; 2. 不锈钢材质。

附录 E
(资料性)
涂层交工验收

附录 E.1 涂层交工验收检查

表E-1 涂层交工验收检查记录表

工程名称		承包商名称	
工作时间			
施工条件	环境温度		
	相对湿度		
涂料名称			
检查项目	质量状况		
脱皮、漏涂、返锈、起 泡、透底			
针孔			
流挂、皱皮			
光亮与光滑			
分色界限			
颜色和刷痕			
涂层道数和干膜厚度			
附着力			
施工单位	监理单位	作业部	作业部主管部门

附录 E.2 涂层验收的检测仪器

表E-2 涂层验收的检测仪器

序号	检测项目	检测仪器	技术参数
1	干膜厚度	涂层测厚仪	1. 探头：插拔式连线或一体化探头； 2. 测量范围：0~1.5mm； 3. 分辨率：0.1μm； 4. 精度：1μm； 5. 最高测量温度：300℃； 6. 包含标准试样。
2	附着力	附着力测试仪	1. 测试范围：0~215MPa； 2. 分辨率：±0.01MPa； 3. 胶柱块尺寸：20mm； 4. 铝制测试胶柱块的切割工具。
3	光泽度	光泽度检测仪	1. 检测角度：20°、60°、85°； 2. 测量范围：0~100Gu，重复性±0.2Gu； 100~2000Gu，重复性±0.2%； 3. 测量时间：0.5秒/角度。
4	漏涂检测	电火花测试仪	1. 电压：0.5~30kV； 2. 高压输出精度：±5%； 3. 测量电流精度：±5%； 4. 工作温度：0~50℃； 5. 检测涂层厚度：0.1~1.5mm； 6. 功能：具有缺陷声光报警和欠压指示功能。

附录 F

(资料性)

仓库及作业场所空气中有害气体最高允许浓度

表F-1 仓库及作业场所空气中有害气体最高允许浓度

有害物质名称	最高允许浓度mg/m ³	有害物质名称	最高允许浓度mg/m ³
二甲苯	100	溶剂汽油	350
甲苯	100	苯	40
丙酮	400	乙醇	1500
煤油	300	--	--

注：苯除通过呼吸道吸收外，还易通过皮肤吸收。

附录 G

(规范性)

防腐绝热工程技术档案

附录 G.1 防腐工程技术档案

表G.1-1 防腐工程技术档案内容

序号	项目	具体内容	备注
1	设计文件	① 项目设计资料或维保方案； ② 设计资料中涉及的相关标准及规范。	
2	涂料产品文件	① 产品使用说明书和安全技术说明书（MSDS）； ② 产品合格证； ③ 产品检测报告； ④ 批次产品检测报告； ⑤ 有害物质限量检测报告； ⑥ 产品入库记录文件。	
3	涂层施工	① 涂装规格书（施工方案）； ② 施工过程资料； ③ 监理资料（如果有监理公司）； ④ 验收资料； ⑤ 返工记录资料。	

附录 G.2 绝热工程技术档案

表G.2-1 绝热工程技术档案内容

序号	项目	具体内容	备注
1	设计文件	① 项目设计资料或维保方案； ② 设计资料中涉及的相关标准及规范。	
2	绝热产品文件	① 产品合格证； ② 产品检测报告； ③ 产品抽检报告； ④ 产品入库记录文件； ⑤ 产品使用说明书。	
3	绝热施工	① 施工前会议记录； ② 施工方案和技术交底书； ③ 设计变更单、材料代用单； ④ 隐蔽工程检查记录； ⑤ 验收资料； ⑥ 返工记录资料； ⑦ 监理资料。	

附录 H

(资料性)

绝热材料及其制品的主要性能

表H-1 保温材料及其制品的主要性能

序号	材料名称	使用密度 (ρ) kg/m ³		最高使用温度 ℃	推荐使用温度 ℃	常用导热系数 λ_0 W / (m K)	导热系数参考方程 W / (m K)	抗压强度 MPa	要求						
1	硅酸铝棉及其制品	1#毯	96	1000	≤800	≤0.044 (70℃时)	$t_m \leq 400^\circ\text{C}$: $\lambda_L = \lambda_0 + 0.0002(t_m - 70)$ $t_m > 400^\circ\text{C}$: $\lambda_H = \lambda_L + 0.00036(t_m - 400)$ (下式中 λ_L 取上式 $t_m = 400^\circ\text{C}$ 时的计算结果)	-	应能提供 500℃时的导热系数和加热永久线变化, 并应符合 GB/T 16400 的规定; 其质量吸湿率不应大于 4.0%。						
			128												
		2#毯	96	1200	≤1000										
			128												
		1#毡	≤200	1000	≤800										
		2#毡	≤200	1200	≤1000										
2	岩棉制品	毡	60 ~ 100	500	≤400	≤0.044 (70℃时)	$-20^\circ\text{C} \leq t_m \leq 100^\circ\text{C}$: $0.0337 + 0.000151t_m$ $100^\circ\text{C} < t_m \leq 600^\circ\text{C}$: $0.0395 + 4.71 \times 10^{-5} \times t_m + 5.03 \times 10^{-7} \times t_m^2$	-	质量吸湿率不应大于 1.0%。 岩棉制品的酸度系数不应低于 1.6; 并提供高于工况使用温度至少 100℃的最高使用温度评估报告, 满足 GB/T 11835 的规定。 岩棉制品的加热线收缩率 (试验温度为最高使用温度, 保温 24h), 不应超过 4%。						
										缝毡	80 ~ 130	650	≤550	≤0.043 (70 时) , ≤0.09 ($t_m = 350^\circ\text{C}$)	$20^\circ\text{C} \leq t_m \leq 100^\circ\text{C}$: $0.0337 + 0.000128t_m$ $100^\circ\text{C} < t_m \leq 600^\circ\text{C}$: $0.0407 + 2.52 \times 10^{-5} \times t_m + 3.34 \times 10^{-7} \times t_m^2$

			101 ~ 160	550	≤450	≤0.043 (70 时) , ≤0.09 (<i>t_m</i> =350℃)	-20℃≤ <i>t_m</i> ≤100℃ : 0.0337+0.000128 <i>t_m</i> 100℃ < <i>t_m</i> ≤600℃ : 0.0407+2.52×10 ⁻⁵ × <i>t_m</i> +3.34×10 ⁻⁷ × <i>t_m</i> ²		缝毡、贴面制 品的最高使用 温度均指基 材。
		管 壳	100 ~ 150	450	≤350	≤0.044 (70℃时) , ≤0.10 (<i>t_m</i> =350℃)	-20℃≤ <i>t_m</i> ≤100℃ : 0.0314+0.000174 <i>t_m</i> 100℃ < <i>t_m</i> ≤600℃ : 0.0384+7.13×10 ⁻⁵ × <i>t_m</i> +3.51×10 ⁻⁷ × <i>t_m</i> ²		
3	硅 酸 钙 制 品	170	650 (I 型)	≤550	0.055 (70℃时)	<i>t_m</i> <800℃ : 0.0479+0.00010185 <i>t_m</i> + 9.65015×10 ⁻¹¹ × <i>t_m</i> ³	≥0.5	主要性能应符 合 GB/T 10699 有关最高使用 温度的规定； 其质量含湿率 不应大于 7.5%。	
			1000 (II 型)	≤900					
		220	650 (I 型)	≤550	0.062 (70℃时)	<i>t_m</i> <500℃ : 0.0564+0.00007786 <i>t_m</i> + 7.8571×10 ⁻⁸ × <i>t_m</i> ² 500℃≤ <i>t_m</i> ≤800℃ : 0.0937+1.67397×10 ⁻ ¹⁰ × <i>t_m</i> ³	≥0.6		
			1000 (II 型)	≤900					
4	纳 米 气 凝 胶	200±10	650	≤550	0.025 (25℃时)	λ=0.02996-6.13554×10 ⁻⁵ × <i>t_m</i> +6.7226×10 ⁻⁷ × <i>t_m</i> ²	-	满足 GB/T 34336 的规定	
5	纳 米 微 孔 保 温 毡	120±10	750	< 700	0.032 (平均 25℃)	1.5×10 ⁻⁷ × <i>t_m</i> ² +5×10 ⁻⁵ × <i>t_m</i> +0.032	-	沸水浸泡 96 小时后烘干测 试导热系数增 加率小于 1%；施工时无 粉尘飞扬，不 影响施工现场 环境及工人身 体健康；抗拉 强度高，可反 复 180 度折叠 超过 20 次， 管道和设备保 温应用时不下 坠；材料使用 后，可回收循 环应用。	
			650	< 600	0.030 (平均 25℃)	1.5×10 ⁻⁷ × <i>t_m</i> ² +5×10 ⁻⁵ × <i>t_m</i> +0.030			
			450	≤400	0.030 (平均 25℃)	1.5×10 ⁻⁷ × <i>t_m</i> ² +5×10 ⁻⁵ × <i>t_m</i> +0.030			

表H-2 保冷材料及其制品的主要性能

序号	材料名称	使用密度 (ρ) kg/m ³		推荐使用温度 ℃	常温导热系数 λ_0 W / (m K)	导热系数参考方程 W / (m K)	抗压强度 MPa
1	泡沫玻璃 (INS5)	I类	120±8	-196~ 400	≤0.045(2 5℃时)	$\lambda_0+0.000150\times(t_m-25)+3.21\times10^{-7}\times(t_m-25)^2$	≥0.8
		II类	160±10		≤0.064(2 5℃时)	$\lambda_0+0.000155\times(t_m-25)+1.60\times10^{-7}\times(t_m-25)^2$	
2	硬质聚氨酯泡沫塑料制品 (INS4)	45~55		-65~ 80	≤0.023(2 5℃时)	$\lambda_0+0.000122\times(t_m-25)+3.51\times10^{-7}\times(t_m-25)^2$	≥0.2
3	聚异氰脲酸酯	40~50		-170~ 100	≤0.029(2 5℃时)	$\lambda_0+0.000118\times(t_m-25)+3.39\times10^{-7}\times(t_m-25)^2$	≥0.22
4	高密度聚异氰脲酸酯	160±16		-196~ 100	≤0.038(2 5℃时)	$\lambda_0+0.000219\times(t_m-25)+0.43\times10^{-7}\times(t_m-25)^2$	≥1.6 (常温)
							≥2.0 (-196℃)
		240±24			≤0.045(2 5℃时)	$\lambda_0+0.000235\times(t_m-25)+1.41\times10^{-7}\times(t_m-25)^2$	≥2.5 (常温)
							≥3.5 (-196℃)
		320±32			≤0.050(2 5℃时)	$\lambda_0+0.000341\times(t_m-25)+8.1\times10^{-7}\times(t_m-25)^2$	≥5 (常温)
							≥7.0 (-196℃)
		450±45			≤0.080(2 5℃时)	$\lambda_0+0.000309\times(t_m-25)+1.51\times10^{-7}\times(t_m-25)^2$	≥10.0 (常温)
							≥14.0 (-196℃)
		550±55			≤0.090(2 5℃时)	$\lambda_0+0.000338\times(t_m-25)+5.21\times10^{-7}\times(t_m-25)^2$	≥15.0 (常温)
							≥20.0 (-196℃)

附录 I

(资料性)

绝热材料及保护层材料选用说明

附录 I.1 绝热材料及其结构选用说明

表I.1-1 保温材料及其结构选用说明

温度区间	推荐材料	腐蚀性	推荐结构
$t \leq 250^{\circ}\text{C}$	岩棉制品	弱	岩棉管壳
$250^{\circ}\text{C} < t \leq 400^{\circ}\text{C}$	硅酸铝制品、 硅酸钙	弱	硅酸铝制品、 “硅酸铝管壳+岩棉管壳”、 “硅酸钙+岩棉管壳”
$t > 400^{\circ}\text{C}$	硅酸铝制品、 纳米气凝胶毡	弱	硅酸铝制品、 “纳米气凝胶毡+硅酸铝管壳”、 “纳米气凝胶毡+硅酸钙”

表I.1-2 保冷材料及其结构选用说明

温度区间	推荐材料
$-196^{\circ}\text{C} \leq t < -65^{\circ}\text{C}$	聚异氰脲酸酯泡沫塑料、泡沫玻璃
$-65^{\circ}\text{C} \leq t < \text{常温}$	硬质聚氨酯泡沫塑料制品、泡沫玻璃
双温度工况	泡沫玻璃

附录 I.2 保护层材料及其结构选用说明

表I.2-1 铝合金薄板保护层选用说明

类别	绝热层外径Do		管道可拆卸结构、不规则表面
	Do<760	Do≥760	
保护层材料	铝合金薄板(3003H24)GB/T 3880		
保护层厚度	0.6mm	0.8mm	0.8mm

表I.2-2 不锈钢薄板保护层选用说明

类别	绝热层外径 $D_o < 760$	绝热层外径 $2000 > D_o \geq 760$ 设备、管道和不规则表面	绝热层外径 $D_o \geq 2000$ 设 备、管道和不规则表面
保护层材料	不锈钢薄板(12Cr18Ni9)GB/T 3280		
保护层厚度	0.3mm	0.4mm	0.6mm

附录 J

(资料性)

保温层厚度计算方法

附录 J.1 保温层经济厚度计算方法

保温层经济厚度计算中，应使保温层外径 D_o 满足的要求如式(J-1)所示：

$$D_o \ln \frac{D_o}{D_i} = 3.795 \times 10^{-3} \sqrt{\frac{f_n \lambda \tau |t - t_a|}{P_i S}} - \frac{2\lambda}{\alpha} \dots\dots\dots (J-1)$$

$$\delta_1 = \frac{D_o - D_i}{2} \dots\dots\dots (J-2)$$

- 式中：
- D_o — 保温层的外直径，m；
 - D_i — 管道外直径，m；
 - δ_1 — 保温层厚度，m；
 - f_n — 热能价格，元/（ 10^6 kJ）；
 - λ — 保温材料及其制品的导热系数，W/（m K）；
 - τ — 年运行时间，h；
 - t — 设备或管道的外表面温度，℃；
 - t_a — 环境温度，℃；
 - P_i — 保温结构的单位造价，（元/m³）；
 - S — 按复利计算的保温工程投资偿还年分摊率，%；
 - α — 保温层外表面向大气的换热系数，W/（m K）。

附录 J.2 双层异材保温层经济厚度计算方法

双层异材保温层的厚度计算应符合下列规定：内层保温层厚度按式（J-3）和式（J-4）计算，保温层的总厚度按式（J-5）和式（J-6）计算。

$$\ln \frac{D_o}{D_i} = \frac{2\lambda_1}{D_{mo}} \left(\frac{t-t_0}{[Q]} \right) \dots\dots\dots (J-3)$$

$$\delta_1 = \frac{D_o - D_i}{2} \dots\dots\dots (J-4)$$

$$D_{mo} \ln \frac{D_{mo}}{D_i} = 2 \left[\frac{\lambda_1(t-t_0) + \lambda_2(t_0-t_a)}{[Q]} - \frac{\lambda_2}{\alpha} \right] \dots\dots\dots (J-5)$$

$$\delta = \frac{1}{2}(D_{mo} - D_i) \dots\dots\dots (J-6)$$

- 式中：
- δ_1 — 内层保温层厚度，m；
 - δ_2 — 外层保温层厚度，m；
 - δ — 保温层总厚度，m；
 - D_o — 保温内层的外直径，m；
 - D_i — 设备或管道外直径，m；
 - D_{mo} — 复合保温外层的外直径，m；
 - λ_1 — 复合保温结构的内层绝热材料制品导热系数，W/（m K）；
 - λ_2 — 复合保温结构的外层绝热材料制品导热系数，W/（m K）；
 - t — 设备或管道的外表面温度，℃；
 - t_a — 环境温度，℃；
 - t_0 — 复合保温结构中的内保温层外表面温度，℃；
 - $[Q]$ — 以每平方米保温层外表面表示的经济厚度散热损失量，W/m²；
 - α — 保温层外表面向大气的换热系数，W/（m K）。

附录 K
(规范性)
绝热材料的可溶性离子含量

表K-1 覆盖不锈钢用保温材料可溶性氯离子和氟离子含量的要求

项目	$\omega(\text{SiO}_3^{2-})+\omega(\text{Na}^+)/\%$	$\omega(\text{Cl}^-)+\omega(\text{F}^-)/\%$
类型 A	0.0050	≤ 0.0010
类型 B	$>0.0050 \sim <0.90$	$\leq 10^{(-1.192+0.655\lg x)}$
类型 C	≥ 0.90	≤ 0.060

注1：保温材料可溶性离子含量的测定方法按照JC/T 618执行；

注2：表中x表示 $\omega(\text{SiO}_3^{2-})+\omega(\text{Na}^+)$ 的测定值；

注3：计算结果取两位有效数字。

注4：矿物人造纤维绝热材料（如硅酸铝棉、岩棉）氯离子含量不应超过 $25\mu\text{g/g}$ 。

附录 L
(资料性)
绝热工程施工技术要求

表L-1 弯头保护层虾米腰结构要求

序号	绝热后外径D (mm)	保护层弯头最少分片数		每片最大宽度 (mm)	弯头弯曲半径R
		中节（片）	边节（片）		
1	$D<200$	2	2	<80	R=1.5DN
2	$200\leq D<300$	3	2	<100	
3	$301\leq D<400$	5	2	<120	
4	$401\leq D<500$	7	2	<140	
5	$D\geq 500$	11	2	<160	
注：DN为管子公称直径，其他弯曲半径应视具体情况增加分片数或减少分片数。					

表L-2 封头或管帽分片数量及每片宽度要求

序号	绝热后外径 D (mm)	封头分片数 (片)	每片宽度 (mm)
1	$800 < D \leq 1000$	< 30	< 105
2	$1000 < D \leq 1200$	$30 \sim 34$	$105 \sim 110$
3	$1200 < D \leq 1500$	$35 \sim 40$	$112 \sim 120$
4	$1500 < D \leq 2000$	$40 \sim 45$	$122 \sim 140$
5	$2000 < D \leq 2500$	$45 \sim 50$	$142 \sim 160$
6	$2500 < D \leq 3000$	$50 \sim 60$	$162 \sim 180$
7	$D > 3000$	> 60	< 200
注: 大口径管道绝热后外径符合本表条件时, 参照本表规定执行。			

表L-3 保温层伸缩缝间距要求

设计温度 t ($^{\circ}\text{C}$)	间距 (m)
$t \leq 350$	$4 \sim 6$
$t > 350$	$3 \sim 4$

(资料性)

表M-1 技术交底记录表

90

表M-2 绝热材料质量控制检查表

单位工程名称					
分部工程名称					
分项工程名称				验收部位	
总包单位		项目技术负责人		项目负责人	
施工单位		项目技术负责人		项目负责人	
分包单位		项目技术负责人		项目负责人	
施工执行标准名称及编号					
验收执行标准名称及编号					
施工质量验收标准规定		施工单位检查记录		总包单位检查记录	监理（建设）单位验收记录
主控项目	1	绝热材料材质、规格和性能			
	2	有机材料燃烧性能			
	3	覆盖奥氏体不锈钢绝热材料			
	4	粘结剂、耐磨剂和密封剂			
	5	防潮层材料材质、规格和性能			
	6	保护层材料材质、规格和性能			
一般项目	1	绝热材料不得挤压和抛掷			
	2	按材质存放在仓库内			
	3	设置防潮、防水、防冻等措施			
	4	材料的堆放高度			
	5	钢带和螺钉等辅助材料			
施工单位检查结果		项目专业质量检查员： 项目专业技术负责人： 年 月 日			
总包单位检查结果		项目专业技术负责人： 年 月 日			
监理（建设）单位验收结论		监理工程师： （建设单位项目专业技术负责人） 年 月 日			

表M-3 固定件和支撑件施工质量控制检查表

单位工程名称					
分部工程名称					
分项工程名称				验收部位	
总包单位		项目技术负责人		项目负责人	
施工单位		项目技术负责人		项目负责人	
分包单位		项目技术负责人		项目负责人	
施工执行标准名称及编号					
验收执行标准名称及编号					
施工质量验收标准规定		施工单位检查记录		总包单位检查记录	监理（建设）单位验收记录
主控项目	1	材质、品种和规格			
	2	热处理后的部位			
	3	固定件和支撑件的位置			
	4	不锈钢固定件和支撑件			
	5	抱箍式支承件应设置隔垫			
一般项目	1	固定件的安装			
	2	支承件的安装			
	3				
	4				
	5				
施工单位检查结果		项目专业质量检查员： 项目专业技术负责人： 年 月 日			
总包单位检查结果		项目专业技术负责人： 年 月 日			
监理（建设）单位验收结论		监理工程师： （建设单位项目专业技术负责人） 年 月 日			

表M-4 绝热层施工质量控制检查表

单位工程名称					
分部工程名称					
分项工程名称				验收部位	
总包单位		项目技术负责人		项目负责人	
施工单位		项目技术负责人		项目负责人	
分包单位		项目技术负责人		项目负责人	
施工执行标准名称及编号					
验收执行标准名称及编号					
施工质量验收标准规定		施工单位检查记录		总包单位检查记录	监理（建设）单位验收记录
主控项目	1	厚度大于80mm应分层			
	2	复合结构安装			
	3	捆扎法施工质量			
	4	硬质绝热材料伸缩缝			
一般项目	1	硬质材料捆扎间距 $\leq 400\text{mm}$			
	2	半硬质材料捆扎间距			
	3	软质材料捆扎间距 $\leq 200\text{mm}$			
	4	软质材料捆扎件位置			
	5	每块绝热材料捆扎件数量			
	6	可拆卸式绝热层质量			
	7	绝热层安装厚度允许偏差			
施工单位检查结果		项目专业质量检查员： 项目专业技术负责人： 年 月 日			
总包单位检查结果		项目专业技术负责人： 年 月 日			
监理（建设）单位验收结论		监理工程师： （建设单位项目专业技术负责人） 年 月 日			

表M-5 防潮层施工质量控制检查表

单位工程名称					
分部工程名称					
分项工程名称				验收部位	
总包单位		项目技术负责人		项目负责人	
施工单位		项目技术负责人		项目负责人	
分包单位		项目技术负责人		项目负责人	
施工执行标准名称及编号					
验收执行标准名称及编号					
施工质量验收标准规定		施工单位检查记录		总包单位检查记录	监理（建设）单位验收记录
主控项目	1	防潮层结构			
	2	防潮层厚度			
	3				
	4				
一般项目	1	防潮层表面平整度			
	2	卷材类防潮层厚度偏差			
	3	卷材类防潮层搭接 $\geq 50\text{mm}$			
	4	防潮层端部、接头及尾部安			
	5	异形件防潮层安装			
	6				
	7				
施工单位检查结果			项目专业质量检查员： 项目专业技术负责人： 年 月 日		
总包单位检查结果			项目专业技术负责人： 年 月 日		
监理（建设）单位验收结论			监理工程师： （建设单位项目专业技术负责人） 年 月 日		

表M-6 保护层施工质量控制检查表

单位工程名称					
分部工程名称					
分项工程名称				验收部位	
总包单位		项目技术负责人		项目负责人	
施工单位		项目技术负责人		项目负责人	
分包单位		项目技术负责人		项目负责人	
施工执行标准 名称及编号					
验收执行标准 名称及编号					
施工质量验收标准规定		施工单位检查记录		总包单位 检查记录	监理（建 设）单位验 收记录
主控 项目	1	特殊部位保护层安装			
	2	接缝应顺水搭接			
	3	保护层施工后防潮层须完整			
	4	易进水部位搭接密封严密			
一 般 项 目	1	金属保护层外观			
	2	金属保护层搭接纵缝 $\geq 30\text{mm}$			
	3	金属保护层搭接环缝 $\geq 50\text{mm}$			
	4	金属保护层直管段间距			
	5	金属保护层纵向接缝位置			
	6	金属保护层膨胀缝			
	7	金属保护层椭圆度和平整度			
施工单位检查结果		项目专业质量检查员： 项目专业技术负责人： 年 月 日			
总包单位检查结果		项目专业技术负责人： 年 月 日			
监理（建设）单位 验收结论		监理工程师： （建设单位项目专业技术负责人） 年 月 日			

附录 N
(资料性)
绝热工程验收参考用表

表N-1 隐蔽工程质量验收记录表

SH/T 3503—J112		隐蔽工程验收记录		工程名称： 单位工程名称：	
隐蔽项目				施工图号	
隐 蔽 内 容 及 简 图					
检 查 结 果					
建设/监理单位		总承包单位		施工单位	
专业工程师： 日期： 年 月 日		专业工程师： 日期： 年 月 日		施工班组长： 质量检查员： 专业工程师： 日期： 年 月 日	

表N-2 隔热工程质量验收记录表

SH/T 3503—J119		隔热工程质量验收记录		工程名称： 单位工程名称：
隔热部位				
隔热结构				
检查项目与要求				检查结果
原材料符合设计及有关规范要求，具有出厂质量证明文件及复验报告				
设备、管道按规定进行了压力试验，防腐涂层完毕				
具有工序交接记录				
管支、托架处的隔热层结构不影响活动面的自由伸缩				
隔热层	成型制品同层错缝、内外层压缝，伸缩缝留置正确，嵌缝充填或粘贴紧密、厚度偏差符合规范规定			
	缠裹材料同层靠紧，内外层缠裹方向相反，接缝错开，厚度偏差符合规范规定			
	散状材料和浇注材料，填充密实、均匀，厚度偏差符合规范规定			
防潮层	粘贴于隔热层上，无脱落和鼓包现象，表面平整，厚度符合规范规定			
保护层	金属保护层应压边，搭接缝、表面平整度符合规范规定，无脱壳和凹凸不平			
	卷材保护层应紧贴表面，无褶皱和开裂			
	抹面保护层应平整、光滑，端部棱角整齐，无显著裂纹，表面平整度符合规范规定			
验收结论：				
建设/监理单位		总承包单位		施工单位
专业工程师：		专业工程师：		施工班组长：
日期： 年 月 日		日期： 年 月 日		质量检验员：
				专业工程师：
				日期： 年 月 日

表N-3 质量控制资料核查记录

[illegible]

注1: 有特殊要求的可据实增加核查项目。

注2：质量证明书、性能检测报告和记录内容应齐全、准确、真实；复印件应注明原件存放单位，并有复印件单位的签字和盖章。

附录 O
能效评价参考用表

附录 O.1 经济允许热损失量

表O.1-1 经济允许热损失量

设备和管道外表面温度 (℃)	绝热层表面经济允许热损失量 (W/m ²)	
	常年运行	季节运行
50	25	49
100	38	66
150	52	91
200	64	112
250	74	126
300	85	138
350	121	—
400	139	—
450	148	—
500	165	—
550	173	—
600	190	—
650	207	—
700	212	—
750	229	—
800	243	—
850	268	—

附录 O.2 管道保温散热测试表

表O.2-1 管道保温散热测试表

管线名称		环境温度（℃）			周长(mm)				
测点		热流W/m²	温度℃	风速m/s	测点		热流W/m²	温度℃	风速m/s
截面1	1				截面2	1			
	2					2			
	3					3			
截面3	1				截面4	1			
	2					2			
	3					3			

附录 P

(资料性)

保温材料厚度选用参考表

附录 P.1 室外典型地区的划分

表P.1-1 室外典型地区的划分

序号	名称	环境温度 (℃)	环境风速 (m/s)	典型地区的代表城市
1	东北地区	7.2	3.1	沈阳、抚顺、锦州、长春、吉林、哈尔滨
2	西北地区	8.2	2.2	克拉玛依、乌鲁木齐、玉门、宁夏、兰州、延长
3	华北地区	11.8	2.5	北京、天津、塘沽、石家庄、呼和浩特、沧州、大连
4	华东地区	15.3	2.9	上海、南京、扬州、宁波、安庆、九江、济南、青岛、淄博
5	西南地区	16.2	1.5	彭州、重庆、昆明
6	华中地区	16.2	2.4	洛阳、荆门、武汉、岳阳
7	华南地区	22.8	2.4	茂名、广州、湛江、惠州、北海、海口

附录 P.2 不同地区的各种保温材料厚度选用参考表

附 P.2.1 保温材料厚度选用-东北地区

附 P.2.1.1 岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：东北地区

敷设种类：室外

保温层种类：岩棉管壳

热传导率：-20℃≤t_m≤100℃：λ=0.0314+0.000174t_m； 100℃<t_m≤600℃：λ=0.0384+7.13×10⁻⁵×t_m+3.51×10⁻⁷×t_m²

公称直 径 DN (mm)	管道外 径 D _o (mm)	管道表面温度 (℃)																						
		130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
		保温层的厚度 (mm)																						
15	22	60	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110	110
20	27	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110	110	110	120
25	32	70	70	80	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110	110	110	120	120	120
32	38	70	80	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	110	120	120	120	120	130
40	45	80	80	80	80	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130
50	57	80	80	90	90	90	90	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	130	140	140
65	73	80	90	90	90	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	140	140	140	140	150
80	89	90	90	100	100	100	100	110	110	110	120	120	120	130	130	130	130	140	140	140	140	150	150	150
100	108	90	100	100	100	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	140	140	140	140	150	150	150	160	160
125	133	100	100	100	110	110	110	120	120	120	130	130	130	140	140	140	150	150	150	150	160	160	160	170
150	159	100	100	110	110	110	120	120	130	130	130	140	140	140	140	150	150	150	160	160	160	170	170	170
200	219	110	110	110	120	120	130	130	130	140	140	140	150	150	150	160	160	160	170	170	170	180	180	180
250	273	110	110	120	120	130	130	140	140	140	150	150	150	160	160	170	170	170	180	180	180	190	190	190

公称直径 DN (mm)	管道外径 D ₀ (mm)	管道表面温度 (℃)																						
		130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
		保温层的厚度 (mm)																						
300	325	110	120	120	130	130	140	140	140	150	150	160	160	160	170	170	170	180	180	190	190	190	200	200
350	377	110	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	160	170	170	180	180	180	190	190	190	200	200	210
400	426	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160	160	170	170	170	180	180	190	190	190	200	200	210	210
450	478	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	170	180	180	190	190	190	200	200	210	210	210
500	529	120	130	130	140	140	150	150	160	160	160	170	170	180	180	190	190	190	200	200	210	210	210	220
600	630	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	190	200	200	210	210	220	220	220
700	730	120	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	190	200	200	210	210	220	220	230	230
800	830	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	220	220	230	230	230
900	930	130	130	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	210	220	220	230	230	240
1000	1030	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	220	220	230	230	240	240

附 P.2.1.2 硅酸铝针刺毯保温层经济厚度选用表

地理区域：东北地区

敷设种类：室外

保温层种类：硅酸铝针刺毯

热传导率： $t_m \leq 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.044 + 0.0002(t_m - 70)$ ； $t_m > 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.11 + 0.00036(t_m - 400)$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D ₀ (mm)	管道表面温度 (℃)																						
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		保温层的厚度 (mm)																						
15	22	50	50	60	60	70	70	80	80	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	130	130	130	140	140
20	27	50	60	60	70	70	80	80	90	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	130	140	140	150
25	32	50	60	60	70	70	80	80	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	140	150	150
32	38	50	60	70	70	80	80	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)																						
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		保温层的厚度 (mm)																						
40	45	60	60	70	70	80	90	90	100	100	110	110	120	120	130	130	130	140	140	150	150	160	160	160
50	57	60	70	70	80	80	90	100	100	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	160	170	170
65	73	60	70	80	80	90	100	100	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180
80	89	60	70	80	90	90	100	110	110	120	120	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190
100	108	70	80	80	90	100	100	110	120	120	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200
125	133	70	80	90	90	100	110	120	120	130	140	140	150	150	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210
150	159	70	80	90	100	110	110	120	130	130	140	150	150	160	170	170	180	180	190	200	200	210	210	220
200	219	80	90	90	100	110	120	130	140	140	150	160	160	170	180	180	190	200	200	210	220	220	230	230
250	273	80	90	100	110	120	120	130	140	150	160	160	170	180	190	190	200	210	210	220	230	230	240	250
300	325	80	90	100	110	120	130	140	150	150	160	170	180	180	190	200	210	210	220	230	230	240	250	250
350	377	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	170	180	190	200	200	210	220	230	230	240	250	250	260
400	426	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	190	200	210	220	220	230	240	250	250	260	270
450	478	80	100	110	120	130	140	150	150	160	170	180	190	200	210	210	220	230	240	240	250	260	270	270
500	529	80	100	110	120	130	140	150	160	170	180	180	190	200	210	220	230	230	240	250	260	260	270	280
600	630	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	220	230	240	250	260	260	270	280	290
700	730	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	250	260	270	280	290	300
800	830	90	100	110	120	140	150	160	170	180	190	200	210	210	220	230	240	250	260	270	280	290	290	300
900	930	90	100	110	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	260	270	280	290	300	310
1000	1030	90	100	110	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	290	300	310

附 P.2.1.3 硅酸铝管壳+岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：东北地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层硅酸铝管壳+外层岩棉管壳

热传导率：硅酸铝管壳： $t_m \leq 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.044 + 0.0002(t_m - 70)$ ； $t_m > 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.11 + 0.00036(t_m - 400)$

岩棉管壳： $-20^\circ\text{C} \leq t_m \leq 100^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.0314 + 0.000174t_m$ ； $100^\circ\text{C} < t_m \leq 600^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.0384 + 7.13 \times 10^{-5} \times t_m + 3.51 \times 10^{-7} \times t_m^2$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 ($^\circ\text{C}$)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 ，外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$
15	22	10+80	20+80	20+80	30+70	30+80	40+70	40+80	40+80	50+70	60+70	60+80	70+70	80+60
20	27	10+90	20+80	20+80	30+80	30+80	40+80	40+80	50+80	60+70	60+80	70+70	70+80	80+70
25	32	10+90	20+80	20+90	30+80	30+90	40+80	40+90	50+80	60+80	70+70	70+80	80+70	80+80
32	38	20+80	20+90	30+80	30+90	40+80	40+90	50+80	50+90	60+80	70+80	80+70	80+80	100+60
40	45	20+90	20+90	30+90	40+80	40+90	50+80	50+90	60+80	60+90	80+70	80+80	90+70	100+70
50	57	20+90	30+90	30+90	40+90	50+80	50+90	60+80	60+90	80+70	80+80	90+80	100+70	100+80
65	73	20+100	30+100	40+90	40+100	50+90	60+90	70+80	70+90	80+80	90+80	90+90	110+70	110+80
80	89	20+110	30+100	40+100	50+90	50+100	60+90	70+90	80+80	90+80	90+90	100+90	110+80	120+80
100	108	30+100	30+110	40+100	50+100	60+90	70+90	70+100	80+90	90+90	100+90	110+80	120+80	130+80
125	133	30+110	40+100	50+100	60+100	70+90	70+100	80+90	90+90	100+90	110+80	120+80	130+80	140+80
150	159	30+110	40+110	50+110	60+100	70+100	80+100	90+90	90+100	100+100	120+80	130+80	140+80	140+90
200	219	40+110	50+110	60+110	70+100	80+100	90+100	100+90	110+90	120+90	130+90	140+90	150+80	160+80
250	273	40+120	50+120	60+110	70+110	80+110	90+110	110+90	110+100	130+90	140+90	150+90	160+90	170+90
300	325	40+120	50+120	70+110	80+110	90+110	100+100	110+100	120+100	130+100	140+100	150+100	170+90	180+80
350	377	40+130	60+120	70+120	80+110	90+110	100+110	110+110	130+90	140+90	150+90	170+80	180+80	190+80
400	426	40+130	60+120	70+120	80+120	90+120	110+100	120+100	130+100	140+100	160+90	170+90	180+90	190+90
450	478	50+130	60+120	70+120	90+110	100+110	110+110	120+110	140+90	150+90	160+90	180+80	190+80	200+90
500	529	50+130	60+130	70+130	90+110	100+110	110+110	130+100	140+100	150+100	160+100	180+90	190+90	210+80
600	630	50+130	70+120	80+120	90+120	110+110	120+110	130+110	140+110	160+100	170+100	190+90	200+90	210+90
700	730	50+140	70+130	80+130	100+120	110+110	120+110	140+100	150+100	160+100	180+90	190+90	210+90	220+90
800	830	50+140	70+130	80+130	100+120	110+120	130+110	140+110	150+110	170+100	180+100	200+90	210+90	230+80
900	930	50+140	70+130	90+120	100+120	120+110	130+110	140+110	160+100	170+100	190+90	200+100	220+90	230+90
1000	1030	60+140	70+140	90+130	100+130	120+120	130+110	150+100	160+100	170+110	190+100	210+90	220+90	240+90

附 P.2.1.4 硅酸钙+岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：东北地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层硅酸钙+外层岩棉管壳

热传导率：硅酸钙： $t_m < 500^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.0564 + 0.00007786 t_m + 7.8571 \times 10^{-8} \times t_m^2$ ； $500^{\circ}\text{C} \leq t_m \leq 800^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.0937 + 1.67397 \times 10^{-10} \times t_m^3$

岩棉管壳： $-20^{\circ}\text{C} \leq t_m \leq 100^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.0314 + 0.000174 t_m$ ； $100^{\circ}\text{C} < t_m \leq 600^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.0384 + 7.13 \times 10^{-5} \times t_m + 3.51 \times 10^{-7} \times t_m^2$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)													
		350	365	380	395	410	425	440	455	470	485	500	515	530	545
		内层保温厚度 δ_1 ，外层保温厚度 δ_2 (mm)													
		$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$
15	22	10+80	10+80	20+70	20+80	20+80	20+80	30+70	30+80	30+80	30+80	40+70	40+80	40+80	50+70
20	27	10+80	10+90	20+80	20+80	20+80	20+90	30+80	30+80	40+70	40+80	40+80	40+80	50+70	50+80
25	32	10+90	20+80	20+80	20+90	20+90	30+80	30+80	30+90	40+80	40+80	50+70	40+90	50+80	50+80
32	38	20+80	20+80	20+90	20+90	30+80	30+90	30+90	40+80	40+80	40+90	50+80	50+80	60+70	50+90
40	45	20+90	20+90	20+90	30+80	30+90	30+90	40+80	40+90	40+90	50+80	50+80	50+90	60+80	60+80
50	57	20+90	20+90	30+90	30+90	30+90	40+90	40+90	50+80	50+90	50+90	60+80	60+80	60+90	70+80
65	73	20+100	30+90	30+90	30+100	40+90	40+90	40+100	50+90	50+90	60+90	60+90	70+80	70+90	70+90
80	89	20+100	30+100	30+100	40+90	40+100	40+100	50+90	50+100	60+90	60+90	60+100	70+90	80+80	80+90
100	108	20+110	30+100	30+110	40+100	40+100	50+100	50+100	60+90	60+100	70+90	70+90	70+100	80+90	90+80
125	133	30+100	30+110	40+100	40+110	50+100	50+100	60+100	60+100	70+90	70+100	80+90	80+90	80+100	90+90
150	159	30+110	40+100	40+110	50+100	50+110	60+100	60+100	70+100	70+100	80+90	80+100	90+90	90+100	100+90
200	219	30+120	40+110	50+110	50+110	60+110	60+110	70+100	70+110	80+100	90+100	90+100	100+90	100+100	110+90
250	273	40+120	40+120	50+110	60+110	60+110	70+110	80+100	80+110	90+100	90+110	100+100	110+90	110+100	120+90
300	325	40+120	50+120	50+120	60+120	70+110	70+110	80+110	90+100	90+110	100+100	100+110	110+100	120+90	120+100
350	377	40+120	50+120	60+110	60+120	70+110	80+110	80+110	90+110	100+100	100+110	110+100	110+110	120+100	120+110
400	426	40+130	50+120	60+120	70+110	70+120	80+110	90+110	90+110	100+110	110+100	110+110	120+100	120+110	130+100

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)													
		350	365	380	395	410	425	440	455	470	485	500	515	530	545
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)													
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
450	478	40+130	50+130	60+120	70+120	70+120	80+120	90+110	100+110	100+110	110+110	120+100	120+110	130+100	130+110
500	529	50+120	50+130	60+120	70+120	80+120	80+120	90+120	100+110	100+120	110+110	120+110	130+100	130+110	140+100
600	630	50+130	60+120	60+130	70+130	80+120	90+120	100+110	100+120	110+110	120+110	120+110	130+110	140+100	140+110
700	730	50+130	60+130	70+120	70+130	80+130	90+120	100+120	110+110	110+120	120+110	130+110	140+100	140+110	150+100
800	830	50+140	60+130	70+130	80+120	90+120	90+120	100+120	110+120	120+110	120+120	130+110	140+110	150+100	150+110
900	930	50+140	60+130	70+130	80+130	90+120	100+120	100+120	110+120	120+120	130+110	130+120	140+110	150+110	160+100
1000	1030	50+140	60+140	70+130	80+130	90+120	100+120	110+120	110+120	120+120	130+110	140+110	140+120	150+110	160+110

附 P.2.1.5 气凝胶毡+硅酸铝针刺毯保温层经济厚度选用表

地理区域：东北地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层气凝胶毡+外层硅酸铝针刺毯

热传导率：气凝胶毡： $\lambda=0.02996-6.13554 \times 10^{-5} t_m+6.7226 \times 10^{-7} t_m^2$

硅酸铝针刺毯： $t_m \leq 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda=0.044+0.0002(t_m-70)$ ； $t_m > 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda=0.11+0.00036(t_m-400)$

公称直 径DN (mm)	管道外 径 D_o (mm)	管道表面温度（℃）													
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	
		内层保温厚度 δ_1 ，外层保温厚度 δ_2 （mm）													
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	
15	22	10+60	10+70	10+70	20+60	10+80	10+80	10+90	10+90	10+100	10+100	10+110	10+110	10+110	
20	27	10+70	10+70	20+60	20+70	20+70	10+90	20+80	10+100	20+90	10+110	10+110	10+110	10+120	
25	32	10+70	10+70	20+70	20+70	20+80	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	20+120	10+120	20+110	
32	38	10+70	10+80	20+70	20+80	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+110	20+120	

公称直径DN (mm)	管道外径D _o (mm)	管道表面温度(℃)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
40	45	10+80	20+70	20+70	20+80	20+90	20+90	20+90	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+120
50	57	10+80	20+70	20+80	30+70	20+90	20+100	20+100	20+110	20+120	20+120	20+120	20+130	20+130
65	73	20+80	20+80	30+70	30+80	30+90	30+90	30+100	20+120	30+110	20+130	20+130	20+140	20+140
80	89	20+80	20+80	30+80	30+90	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+130	30+140
100	108	20+90	20+90	30+80	30+90	30+100	30+110	30+110	30+120	30+130	30+130	30+140	30+140	30+140
125	133	20+90	30+80	30+90	30+100	30+110	30+110	30+120	30+130	30+130	30+140	30+140	30+150	30+150
150	159	20+90	30+90	40+80	40+90	40+100	30+120	40+110	40+120	40+130	40+150	40+140	40+160	40+150
200	219	20+100	30+100	40+90	40+100	40+110	40+120	40+120	40+130	40+140	40+150	40+150	40+160	40+160
250	273	30+100	40+90	50+80	50+110	40+120	40+120	40+130	40+140	40+150	40+160	40+160	40+170	40+170
300	325	30+100	40+90	50+90	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+150	50+160	50+170	50+170
350	377	30+100	40+100	50+90	50+100	50+120	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+170	50+180
400	426	30+110	40+100	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+160	50+170	50+180	50+180
450	478	30+110	40+100	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180	50+190
500	529	30+110	40+110	50+100	50+110	50+130	50+130	50+140	50+150	50+160	40+180	40+190	50+190	40+200
600	630	30+110	40+110	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180	50+190	50+200
700	730	30+120	50+100	50+110	50+120	50+140	50+140	50+150	50+160	50+180	50+180	50+190	50+190	50+200
800	830	40+110	50+100	50+110	50+130	50+140	50+150	50+150	50+170	50+180	50+190	50+190	50+200	50+210
900	930	40+110	50+110	50+110	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+200	50+200	50+210
1000	1030	40+110	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+190	50+190	50+200	50+210	50+210

附 P.2.1.6 气凝胶毡+硅酸钙保温层经济厚度选用表

地理区域：东北地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层气凝胶毡+外层硅酸钙

热传导率：气凝胶毡： $\lambda=0.02996-6.13554\times10^{-5}\times t_m+6.7226\times10^{-7}\times t_m^2$

硅酸钙: $t_m < 500^\circ\text{C}$: $\lambda = 0.0564 + 0.00007786 t_m + 7.8571 \times 10^{-8} \times t_m^2$; $500^\circ\text{C} \leq t_m \leq 800^\circ\text{C}$: $\lambda = 0.0937 + 1.67397 \times 10^{-10} \times t_m^3$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (℃)													
		300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)													
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	
15	22	10+80	10+80	10+70	10+70	10+80	10+80	10+90	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100	10+100	
20	27	10+90	10+80	10+80	10+80	10+80	10+80	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100	10+110	10+110	
25	32	10+90	10+80	10+80	10+80	20+70	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100	10+110	10+110	10+110	
32	38	10+90	10+90	10+80	10+80	20+80	20+80	10+100	10+100	10+100	10+110	10+110	10+120	10+120	
40	45	10+100	10+90	10+90	10+90	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	20+100	10+120	10+120	10+120	
50	57	10+100	10+100	10+90	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	20+100	20+110	20+120	20+120	20+120	
65	73	10+110	10+100	10+100	20+90	20+90	20+100	20+110	20+110	20+110	20+120	20+120	20+130	20+130	
80	89	10+120	10+110	20+90	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+130	20+130	20+140	
100	108	10+120	10+110	20+100	20+100	30+90	30+100	20+120	20+120	20+120	20+130	20+140	20+140	20+140	
125	133	10+130	10+120	20+100	30+90	30+100	30+110	30+110	30+120	30+120	30+130	30+130	20+150	30+140	
150	159	10+130	10+120	20+110	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+130	30+140	30+140	30+150	
200	219	20+130	20+120	20+120	30+110	40+100	30+120	30+130	30+130	30+140	30+150	30+150	30+160	30+160	
250	273	20+140	20+130	30+110	30+110	40+110	40+120	30+140	40+130	40+140	40+140	40+150	30+170	40+160	
300	325	20+140	20+130	30+120	30+120	40+110	40+120	40+130	40+140	40+140	40+150	40+160	40+160	40+170	
350	377	20+150	20+140	30+120	40+110	40+120	40+130	40+140	40+140	40+150	40+160	40+160	40+170	40+170	
400	426	20+150	20+140	30+120	40+120	40+120	40+130	40+140	40+150	40+150	40+160	40+170	40+170	40+180	
450	478	20+160	20+140	30+120	40+120	50+110	40+130	40+140	40+150	40+150	40+160	40+170	40+180	40+180	
500	529	20+160	20+150	30+130	40+120	50+120	50+130	40+150	50+140	50+150	40+170	40+180	40+180	40+190	
600	630	20+160	20+150	30+130	40+120	50+120	50+130	50+140	50+150	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180	
700	730	30+160	20+150	30+130	40+130	50+120	50+140	50+150	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180	50+190	
800	830	30+160	20+160	30+140	40+130	50+130	50+140	50+150	50+160	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190	
900	930	30+160	30+150	40+130	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190	50+200	
1000	1030	30+160	30+150	40+130	50+130	50+130	50+140	50+160	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190	50+200	

附 P.2.1.7 纳米微孔保温毡保温层经济厚度选用表

地理区域：东北地区

敷设种类：室外

保温层种类：600℃以内采用纳米微孔保温毡，600℃以上采用高温型纳米微孔保温毡内层+纳米微孔保温毡复合结构

热传导率： $\lambda=1.5\times10^{-7}\times t_m^2+5\times10^{-5}\times t_m+0.030$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D _o (mm)	管道表面温度 (℃)																							
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	
		保温层的厚度 (mm)																							
15	22	30	40	40	50	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	70	80	80	20+60	30+60	
20	27	30	40	40	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	70	80	80	80	20+60	30+60	
25	32	40	40	40	50	50	50	60	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	80	80	80	80	20+70	30+70	
32	38	40	50	50	50	50	60	60	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	20+70	30+70	
40	45	40	50	50	50	60	60	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	20+70	30+70	
50	57	50	50	50	60	60	60	70	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	20+80	30+80	
65	73	50	50	60	60	60	70	70	70	70	70	70	70	80	80	80	90	90	90	100	100	100	20+80	30+80	
80	89	50	50	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	20+90	30+90	
100	108	50	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	100	100	110	110	20+90	30+90	
125	133	60	60	60	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	100	110	110	110	110	20+100	30+100	
150	159	60	60	60	70	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	110	120	20+100	30+100	
200	219	60	60	70	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	120	20+110	30+110	
250	273	60	70	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	120	130	20+110	30+110	
300	325	60	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	120	120	130	130	130	20+120	30+120	
350	377	60	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	110	120	120	130	130	140	20+120	30+120	
400	426	70	70	70	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	120	120	130	130	130	140	20+120	30+120	
450	478	70	70	70	80	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	120	120	130	130	140	140	20+130	30+130	

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)																						
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		保温层的厚度 (mm)																						
500	529	70	70	80	80	90	90	90	100	100	100	100	100	100	110	120	120	120	130	140	140	140	20+130	30+130
600	630	70	70	80	80	90	90	100	100	100	100	100	100	110	110	120	120	120	130	140	140	150	20+130	30+130
700	730	70	70	80	90	90	100	100	100	100	100	100	100	110	120	120	120	130	130	140	140	150	20+130	30+130
800	830	70	70	80	90	90	100	100	100	100	100	100	100	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140
900	930	70	70	80	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140
1000	1030	70	80	80	90	90	100	100	100	110	110	110	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140

附 P.2.2 保温材料厚度选用-西北地区

附 P.2.2.1 岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：西北地区

敷设种类：室外

保温层种类：岩棉管壳

热传导率：-20℃≤ t_m ≤100℃： $\lambda=0.0314+0.000174t_m$ ；100℃< t_m ≤600℃： $\lambda=0.0384+7.13\times10^{-5}\times t_m+3.51\times10^{-7}\times t_m^2$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)																						
		130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
		保温层的厚度 (mm)																						
15	22	60	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110
20	27	70	70	70	80	80	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110	110	110	120
25	32	70	70	80	80	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	110	120	120	120
32	38	70	80	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	110	120	120	120	120	130

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)																						
		130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
		保温层的厚度 (mm)																						
40	45	80	80	80	80	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130
50	57	80	80	90	90	90	90	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	130	130	140
65	73	80	90	90	90	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	140	140	140	140	150
80	89	90	90	90	100	100	100	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	140	140	140	140	150	150	150
100	108	90	100	100	100	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	140	140	140	140	150	150	150	160	160
125	133	100	100	100	110	110	110	120	120	120	130	130	130	140	140	140	150	150	150	150	160	160	160	170
150	159	100	100	110	110	110	120	120	130	130	130	140	140	140	140	150	150	150	160	160	160	170	170	170
200	219	110	110	110	120	120	130	130	130	140	140	140	150	150	150	160	160	160	170	170	170	180	180	180
250	273	110	110	120	120	130	130	140	140	140	150	150	150	160	160	160	170	170	180	180	180	190	190	190
300	325	110	120	120	130	130	130	140	140	150	150	160	160	160	170	170	170	180	180	190	190	190	200	200
350	377	110	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	160	170	170	180	180	180	190	190	190	200	200	210
400	426	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160	160	170	170	170	180	180	190	190	190	200	200	210	210
450	478	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	170	180	180	190	190	190	200	200	210	210	210
500	529	120	130	130	140	140	150	150	160	160	160	170	170	180	180	190	190	190	200	200	210	210	210	220
600	630	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	190	200	200	210	210	220	220	220
700	730	120	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	190	200	200	210	210	220	220	230	230
800	830	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	220	220	220	230	230
900	930	130	130	140	140	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	210	220	220	230	230	240
1000	1030	130	130	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	220	220	230	230	240	240

附 P.2.2.2 硅酸铝针刺毯保温层经济厚度选用表

地理区域：西北地区

敷设种类：室外

保温层种类：硅酸铝针刺毯

热传导率： $t_m \leq 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.044 + 0.0002 (t_m - 70)$ ； $t_m > 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.11 + 0.00036 (t_m - 400)$

公称直 径 DN (mm)	管道外 径 D _o (mm)	管道表面温度（℃）																						
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		保温层的厚度（mm）																						
15	22	50	50	60	60	70	70	80	80	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	130	130	130	140	140
20	27	50	60	60	70	70	80	80	90	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	130	140	140	150
25	32	50	60	60	70	70	80	80	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	140	150	150
32	38	50	60	70	70	80	80	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160
40	45	60	60	70	70	80	90	90	100	100	110	110	120	120	130	130	130	140	140	150	150	160	160	160
50	57	60	70	70	80	80	90	100	100	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	160	170	170
65	73	60	70	80	80	90	100	100	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180
80	89	60	70	80	90	90	100	110	110	120	120	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190
100	108	70	70	80	90	100	100	110	120	120	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200
125	133	70	80	90	90	100	110	120	120	130	140	140	150	150	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210
150	159	70	80	90	100	110	110	120	130	130	140	150	150	160	170	170	180	180	190	200	200	210	210	220
200	219	70	90	90	100	110	120	130	140	140	150	160	160	170	180	180	190	200	200	210	220	220	230	230
250	273	80	90	100	110	120	120	130	140	150	160	160	170	180	190	190	200	210	210	220	230	230	240	250
300	325	80	90	100	110	120	130	140	150	150	160	170	180	180	190	200	210	210	220	230	230	240	250	250
350	377	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	170	180	190	200	200	210	220	230	230	240	250	250	260
400	426	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	190	200	210	220	220	230	240	250	250	260	270
450	478	80	90	110	120	130	140	150	150	160	170	180	190	200	210	210	220	230	240	240	250	260	270	270
500	529	80	100	110	120	130	140	150	160	170	180	180	190	200	210	220	230	230	240	250	260	260	270	280
600	630	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	220	230	240	250	260	260	270	280	290
700	730	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	250	260	270	280	290	300
800	830	90	100	110	120	140	150	160	170	180	190	200	210	210	220	230	240	250	260	270	280	290	290	300
900	930	90	100	110	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	250	260	270	280	290	300	310
1000	1030	90	100	110	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	290	300	310

附 P.2.2.3 硅酸铝管壳+岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：西北地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层硅酸铝管壳+外层岩棉管壳

热传导率：硅酸铝管壳： $t_m \leq 400^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.044+0.0002(t_m-70)$ ； $t_m > 400^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.11+0.00036(t_m-400)$

岩棉管壳： $-20^{\circ}\text{C} \leq t_m \leq 100^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0314+0.000174t_m$ ； $100^{\circ}\text{C} < t_m \leq 600^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0384+7.13 \times 10^{-5} \times t_m+3.51 \times 10^{-7} \times t_m^2$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 ($^{\circ}\text{C}$)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 ，外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
15	22	10+80	20+80	20+80	30+70	30+80	40+70	40+80	40+80	50+70	60+70	70+60	70+70	80+60
20	27	10+90	20+80	20+80	30+80	30+80	40+80	40+80	50+80	50+80	60+80	70+70	70+80	80+70
25	32	10+90	20+80	20+90	30+80	30+90	40+80	40+90	50+80	60+80	70+70	70+80	80+70	80+80
32	38	20+80	20+90	30+80	30+90	40+80	40+90	50+80	50+90	60+80	70+80	80+70	80+80	90+70
40	45	20+90	20+90	30+90	40+80	40+90	50+80	50+90	60+80	60+90	80+70	80+80	90+70	100+70
50	57	20+90	30+90	30+90	40+90	50+80	50+90	60+80	60+90	80+70	80+80	90+80	100+70	100+80
65	73	20+100	30+100	40+90	40+100	50+90	60+90	70+80	70+90	80+80	90+80	90+90	110+70	110+80
80	89	20+110	30+100	40+100	50+90	50+100	60+90	70+90	80+80	90+80	90+90	110+70	110+80	120+80
100	108	30+100	30+110	40+100	50+100	60+90	70+90	70+100	80+90	90+90	100+90	110+80	120+80	130+80
125	133	30+110	40+100	50+100	60+100	70+90	70+100	80+90	90+90	100+90	110+80	120+80	130+80	140+80
150	159	30+110	40+110	50+110	60+100	70+100	80+90	90+90	90+100	110+80	120+80	130+80	130+90	140+90
200	219	40+110	50+110	60+110	70+100	80+100	90+100	100+90	110+90	120+90	130+90	140+90	150+80	160+80
250	273	40+120	50+120	60+110	70+110	80+110	90+110	110+90	110+100	130+90	140+90	150+90	160+90	180+70
300	325	40+120	50+120	70+110	80+110	90+110	100+100	110+100	120+100	130+100	140+100	150+100	170+80	180+80
350	377	40+130	60+120	70+120	80+110	90+110	100+110	110+110	130+90	140+90	150+90	170+80	180+80	190+80

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
400	426	40+130	60+120	70+120	80+120	90+120	110+100	120+100	130+100	140+100	160+90	170+90	180+90	190+90
450	478	50+130	60+120	70+120	90+110	100+110	110+110	120+110	140+90	150+90	160+90	180+80	190+80	200+90
500	529	50+130	60+130	70+130	90+110	100+110	110+110	130+100	140+100	150+100	160+100	180+90	190+90	210+80
600	630	50+130	70+120	80+120	90+120	110+110	120+110	130+110	150+90	160+100	170+100	190+90	200+90	210+90
700	730	50+140	70+130	80+130	100+120	110+110	120+110	140+100	150+100	160+100	180+90	190+90	210+90	220+90
800	830	50+140	70+130	80+130	100+120	110+120	130+110	140+110	150+110	170+100	180+100	200+90	210+90	230+80
900	930	50+140	70+130	90+120	100+120	120+110	130+110	140+110	160+100	170+100	190+90	200+100	220+90	230+90
1000	1030	60+130	70+130	90+130	100+130	120+120	130+110	150+100	160+100	170+110	190+100	210+90	220+90	240+90

附 P.2.2.4 硅酸钙+岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：西北地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层硅酸钙+外层岩棉管壳

热传导率：硅酸钙： $t_m<500^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0564+0.00007786\ t_m+7.8571\times10^{-8}\times t_m^2$ ； $500^{\circ}\text{C}\leq t_m\leq800^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0937+1.67397\times10^{-10}\times t_m^3$

岩棉管壳： $-20^{\circ}\text{C}\leq t_m\leq100^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0314+0.000174t_m$ ； $100^{\circ}\text{C}< t_m\leq600^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0384+7.13\times10^{-5}\times t_m+3.51\times10^{-7}\times t_m^2$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)													
		350	365	380	395	410	425	440	455	470	485	500	515	530	545
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)													
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
15	22	10+80	10+80	20+70	20+80	20+80	20+80	30+70	30+80	30+80	30+80	40+70	40+80	40+80	50+70
20	27	10+80	10+90	20+80	20+80	20+80	30+80	30+80	30+80	40+70	40+80	40+80	40+80	50+70	50+80
25	32	10+90	20+80	20+80	20+90	20+90	30+80	30+80	30+90	40+80	40+80	50+70	40+90	50+80	50+80

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)													
		350	365	380	395	410	425	440	455	470	485	500	515	530	545
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)													
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
32	38	20+80	20+80	20+90	20+90	30+80	30+90	30+90	40+80	40+80	40+90	50+80	50+80	60+70	50+90
40	45	20+90	20+90	20+90	30+80	30+90	30+90	40+80	40+90	40+90	50+80	50+80	50+90	60+80	60+80
50	57	20+90	20+90	30+90	30+90	30+90	40+90	40+90	50+80	50+90	50+90	60+80	60+80	60+90	70+80
65	73	20+100	30+90	30+90	30+100	40+90	40+90	40+100	50+90	50+90	60+90	60+90	70+80	70+90	70+90
80	89	20+100	30+100	30+100	40+90	40+100	50+90	50+90	50+100	60+90	60+90	60+100	70+90	80+80	80+90
100	108	20+110	30+100	30+110	40+100	40+100	50+100	50+100	60+90	60+100	70+90	70+90	70+100	80+90	90+80
125	133	30+100	30+110	40+100	40+110	50+100	50+100	60+100	60+100	70+90	70+100	80+90	80+90	90+90	90+90
150	159	30+110	40+100	40+110	50+100	50+110	60+100	60+100	70+100	70+100	80+90	80+100	90+90	90+100	100+90
200	219	30+120	40+110	50+110	50+110	60+110	60+110	70+100	70+110	80+100	80+110	90+100	100+90	100+100	110+90
250	273	40+120	40+120	50+110	60+110	60+110	70+110	80+100	80+110	90+100	90+110	100+100	110+90	110+100	120+90
300	325	40+120	40+130	50+120	60+110	70+110	70+110	80+110	90+100	90+110	100+100	100+110	110+100	120+90	120+100
350	377	40+120	50+120	60+110	60+120	70+110	80+110	80+110	90+110	100+100	100+110	110+100	110+110	120+100	120+110
400	426	40+130	50+120	60+120	70+110	70+120	80+110	90+110	90+110	100+110	110+100	110+110	120+100	120+110	130+100
450	478	40+130	50+130	60+120	70+120	70+120	80+120	90+110	100+110	100+110	110+110	120+100	120+110	130+100	130+110
500	529	50+120	50+130	60+120	70+120	80+120	80+120	90+120	100+110	100+120	110+110	120+110	130+100	130+110	140+100
600	630	50+130	60+120	60+130	70+130	80+120	90+120	100+110	100+120	110+110	120+110	120+110	130+110	140+100	140+110
700	730	50+130	60+130	70+120	70+130	80+130	90+120	100+120	110+110	110+120	120+110	130+110	140+100	140+110	150+100
800	830	50+130	60+130	70+130	80+120	80+130	90+120	100+120	110+120	120+110	120+120	130+110	140+110	150+100	150+110
900	930	50+140	60+130	70+130	80+130	90+120	100+120	100+120	110+120	120+120	130+110	130+120	140+110	150+110	160+100
1000	1030	50+140	60+140	70+130	80+130	90+120	100+120	110+120	110+120	120+120	130+110	140+110	140+120	150+110	160+110

附 P.2.2.5 气凝胶毡+硅酸铝针刺毯保温层经济厚度选用表

地理区域：西北地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层气凝胶毡+外层硅酸铝针刺毯

热传导率：气凝胶毡： $\lambda=0.02996-6.13554\times10^{-5}\times t_m+6.7226\times10^{-7}\times t_m^2$

硅酸铝针刺毯： $t_m\leq 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda=0.044+0.0002(t_m-70)$ ； $t_m>400^\circ\text{C}$ ： $\lambda=0.11+0.00036(t_m-400)$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 ($^\circ\text{C}$)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 ，外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
15	22	10+60	10+70	10+70	20+60	10+80	10+80	10+90	10+90	10+100	10+100	10+110	10+110	10+110
20	27	10+70	10+70	20+60	20+70	20+70	10+90	20+80	10+100	20+90	10+110	10+110	10+110	10+120
25	32	10+70	10+70	20+60	20+70	20+80	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	10+120	10+120	20+110
32	38	10+70	10+80	20+70	20+80	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+110	20+120
40	45	10+80	20+70	20+70	20+80	20+90	20+90	20+90	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+120
50	57	10+80	20+70	20+80	30+70	20+90	20+100	20+100	20+110	20+120	20+120	20+120	20+130	20+130
65	73	20+80	20+80	30+70	30+80	30+90	30+90	30+100	20+120	30+110	20+130	20+130	20+140	20+140
80	89	20+80	20+80	30+80	30+90	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+130	30+140
100	108	20+90	20+90	30+80	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+130	30+130	30+140	30+140	30+140
125	133	20+90	30+80	30+90	30+100	30+110	30+110	30+120	30+130	30+130	30+140	30+140	30+150	30+150
150	159	20+90	30+90	40+80	40+90	40+100	30+120	40+110	40+120	40+130	30+150	40+140	30+160	40+150
200	219	20+100	30+100	40+90	40+100	40+110	40+120	40+120	40+130	40+140	40+150	40+150	40+160	40+160
250	273	30+100	40+90	50+80	40+110	40+120	40+120	40+130	40+140	40+150	40+160	40+160	40+170	40+170
300	325	30+100	40+90	50+90	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+150	50+160	50+170	50+170
350	377	30+100	40+100	50+90	50+100	50+120	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+170	50+180
400	426	30+110	40+100	50+100	50+110	50+120	50+130	50+130	50+150	50+160	50+160	50+170	50+180	50+180
450	478	30+110	40+100	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180	50+190
500	529	30+110	40+100	50+100	50+110	50+130	50+130	50+140	50+150	50+160	40+180	40+190	50+190	40+200
600	630	30+110	40+110	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180	50+190	50+200
700	730	30+120	50+100	50+110	50+120	50+140	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190	50+200
800	830	40+110	50+100	50+110	50+120	50+140	50+150	50+150	50+170	50+180	50+190	50+190	50+200	50+210

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
900	930	40+110	50+110	50+110	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+200	50+200	50+210
1000	1030	40+110	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+190	50+190	50+200	50+210	50+210

附 P.2.2.6 气凝胶毡+硅酸钙保温层经济厚度选用表

地理区域：西北地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层气凝胶毡+外层硅酸钙

热传导率：气凝胶毡： $\lambda=0.02996-6.13554\times10^{-5}\times t_m+6.7226\times10^{-7}\times t_m^2$

硅酸钙： $t_m<500^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0564+0.00007786\ t_m+7.8571\times10^{-8}\times t_m^2$ ； $500^{\circ}\text{C}\leq t_m\leq800^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0937+1.67397\times10^{-10}\times t_m^3$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)												
		300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
15	22	10+80	10+80	10+70	10+70	10+80	10+80	10+90	10+90	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100
20	27	10+90	10+80	10+80	10+80	10+80	10+80	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100	10+110	10+110
25	32	10+90	10+80	10+80	10+80	20+70	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100	10+110	10+110	10+110
32	38	10+90	10+90	10+80	10+80	20+80	20+80	10+100	10+100	10+100	10+110	10+110	10+120	10+120
40	45	10+100	10+90	10+90	10+90	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	20+100	10+120	10+120	10+120
50	57	10+100	10+100	10+90	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	20+100	20+110	20+120	20+120	20+120
65	73	10+110	10+100	10+100	20+90	20+90	20+100	20+110	20+110	20+110	20+120	20+120	20+130	20+130
80	89	10+120	10+110	20+90	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+130	20+130	20+140

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)												
		300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
100	108	10+120	10+110	20+100	20+100	30+90	30+100	20+120	20+120	20+120	20+130	20+140	20+140	20+140
125	133	10+130	10+120	20+100	30+90	30+100	30+110	30+110	30+120	30+120	30+130	30+130	20+150	30+140
150	159	10+130	10+120	20+110	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+130	30+140	30+140	30+150
200	219	20+130	20+120	20+110	30+110	40+100	30+120	30+130	30+130	30+140	30+150	30+150	30+160	30+160
250	273	20+140	20+130	30+110	30+110	40+110	40+120	30+140	40+130	40+140	40+140	40+150	30+160	40+160
300	325	20+140	20+130	30+110	30+120	40+110	40+120	40+130	40+140	40+140	40+150	40+160	40+160	40+170
350	377	20+150	20+140	30+120	40+110	40+120	40+130	40+140	40+140	40+150	40+160	40+160	40+170	40+170
400	426	20+150	20+140	30+120	40+110	40+120	40+130	40+140	40+150	40+150	40+160	40+170	40+170	40+180
450	478	20+150	20+140	30+120	40+120	50+110	40+130	40+140	40+150	40+150	40+160	40+170	40+180	40+180
500	529	20+160	20+150	30+130	40+120	50+110	50+130	40+150	50+140	50+150	40+170	40+180	40+180	50+170
600	630	20+160	20+150	30+130	40+120	50+120	50+130	50+140	50+150	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180
700	730	30+160	20+150	30+130	40+130	50+120	50+130	50+150	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180	50+190
800	830	30+160	20+160	30+140	40+130	50+130	50+140	50+150	50+160	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190
900	930	30+160	30+150	40+130	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+160	50+180	50+190	50+190	50+200
1000	1030	30+160	30+150	40+130	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190	50+200

附 P.2.2.7 纳米微孔保温毡保温层经济厚度选用表

地理区域：西北地区

敷设种类：室外

保温层种类：600℃以内采用纳米微孔保温毡，600℃以上采用高温型纳米微孔保温毡内层+纳米微孔保温毡复合结构

热传导率： $\lambda=1.5\times10^{-7}\times t_m^2+5\times10^{-5}\times t_m+0.030$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (℃)																						
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		保温层的厚度 (mm)																						
15	22	30	40	40	50	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	70	80	80	20+60	30+60
20	27	30	40	40	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	70	80	80	80	20+60	30+60
25	32	40	40	40	50	50	50	60	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	80	80	80	80	20+70	30+70
32	38	40	50	50	50	50	60	60	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	20+70	30+70
40	45	40	50	50	50	60	60	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	20+70	30+70
50	57	50	50	50	60	60	60	70	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	20+80	30+80
65	73	50	50	60	60	60	70	70	70	70	70	70	70	80	80	80	90	90	90	100	100	100	20+80	30+80
80	89	50	50	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	20+90	30+90
100	108	50	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	100	100	110	110	20+90	30+90
125	133	60	60	60	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	100	110	110	110	110	20+100	30+100
150	159	60	60	60	70	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	110	120	20+100	30+100
200	219	60	60	70	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	120	20+110	30+110
250	273	60	70	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	120	130	20+110	30+110
300	325	60	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	120	120	130	130	130	20+120	30+120
350	377	60	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	110	120	120	130	130	140	20+120	30+120
400	426	70	70	70	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	120	120	130	130	130	140	20+120	30+120
450	478	70	70	70	80	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	120	120	130	130	140	140	20+130	30+130
500	529	70	70	80	80	90	90	90	100	100	100	100	100	100	110	120	120	120	130	140	140	140	20+130	30+130
600	630	70	70	80	80	90	90	100	100	100	100	100	100	110	110	120	120	120	130	140	140	150	20+130	30+130
700	730	70	70	80	90	90	100	100	100	100	100	100	100	110	120	120	120	130	130	140	140	150	20+130	30+130
800	830	70	70	80	90	90	100	100	100	100	100	100	100	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140
900	930	70	70	80	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140
1000	1030	70	80	80	90	90	100	100	100	110	110	110	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140

附 P.2.3 保温材料厚度选用-华北地区

附 P.2.3.1 岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：华北地区

敷设种类：室外

保温层种类：岩棉管壳

热传导率：-20℃≤t_m≤100℃：λ=0.0314+0.000174t_m； 100℃<t_m≤600℃：λ=0.0384+7.13×10⁻⁵×t_m+3.51×10⁻⁷×t_m²

公称直 径 DN (mm)	管道外 径 D _o (mm)	管道表面温度 (℃)																						
		130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
		保温层的厚度 (mm)																						
15	22	60	70	70	70	70	80	80	80	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110
20	27	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110	110	110	120
25	32	70	70	80	80	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	110	120	120	120
32	38	70	80	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	120
40	45	80	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130
50	57	80	80	90	90	90	90	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	120	130	130	130	130	140
65	73	80	90	90	90	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	130	140	140	140	140
80	89	90	90	90	100	100	100	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	140	140	140	140	150	150	150
100	108	90	90	100	100	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	140	140	140	140	150	150	150	160	160
125	133	90	100	100	110	110	110	120	120	120	130	130	130	140	140	140	150	150	150	150	160	160	160	170
150	159	100	100	110	110	110	120	120	120	130	130	130	140	140	140	150	150	150	160	160	160	170	170	170
200	219	100	110	110	120	120	130	130	130	140	140	140	150	150	150	160	160	160	170	170	170	180	180	180
250	273	110	110	120	120	130	130	130	140	140	150	150	150	160	160	160	170	170	180	180	180	190	190	190
300	325	110	120	120	130	130	130	140	140	150	150	150	160	160	170	170	170	180	180	180	190	190	200	200
350	377	110	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160	160	170	170	170	180	180	190	190	190	200	200	210
400	426	120	120	130	130	140	140	140	150	150	160	160	170	170	170	180	180	190	190	190	200	200	210	210

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)																						
		130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
		保温层的厚度 (mm)																						
450	478	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	160	170	170	180	180	190	190	190	200	200	210	210	210
500	529	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	180	190	190	200	200	210	210	210	220
600	630	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	190	200	200	210	210	220	220	220
700	730	120	130	130	140	150	150	160	160	170	170	180	180	180	190	190	200	200	210	210	220	220	220	230
800	830	120	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	220	220	220	230	230
900	930	130	130	140	140	150	150	160	170	170	180	180	190	190	190	200	200	210	210	220	220	230	230	240
1000	1030	130	130	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	220	220	230	230	240	240

附 P.2.3.2 硅酸铝针刺毯保温层经济厚度选用表

地理区域：华北地区

敷设种类：室外

保温层种类：硅酸铝针刺毯

热传导率： $t_m \leq 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.044 + 0.0002(t_m - 70)$ ； $t_m > 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.11 + 0.00036(t_m - 400)$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)																						
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		保温层的厚度 (mm)																						
15	22	50	50	60	60	70	70	80	80	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	130	130	130	140	140
20	27	50	60	60	70	70	80	80	90	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	130	140	140	150
25	32	50	60	60	70	70	80	80	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	140	150	150
32	38	50	60	70	70	80	80	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160
40	45	50	60	70	70	80	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	160
50	57	60	60	70	80	80	90	100	100	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160	160	170	170
65	73	60	70	80	80	90	100	100	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (℃)																						
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		保温层的厚度 (mm)																						
80	89	60	70	80	90	90	100	110	110	120	120	130	130	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190
100	108	70	70	80	90	100	100	110	120	120	130	130	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200
125	133	70	80	90	90	100	110	120	120	130	130	140	150	150	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210
150	159	70	80	90	100	100	110	120	130	130	140	150	150	160	170	170	180	180	190	200	200	210	210	220
200	219	70	80	90	100	110	120	130	130	140	150	160	160	170	180	180	190	200	200	210	220	220	230	230
250	273	80	90	100	110	120	120	130	140	150	160	160	170	180	190	190	200	210	210	220	230	230	240	240
300	325	80	90	100	110	120	130	140	140	150	160	170	180	180	190	200	210	210	220	230	230	240	250	250
350	377	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	170	180	190	200	200	210	220	230	230	240	250	250	260
400	426	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	190	200	210	220	220	230	240	250	250	260	270
450	478	80	90	110	120	130	140	150	150	160	170	180	190	200	210	210	220	230	240	240	250	260	270	270
500	529	80	90	110	120	130	140	150	160	170	170	180	190	200	210	220	220	230	240	250	260	260	270	280
600	630	80	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	210	220	230	240	250	260	260	270	280	290
700	730	80	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	250	260	270	280	290	300
800	830	90	100	110	120	130	150	160	170	180	190	200	200	210	220	230	240	250	260	270	280	280	290	300
900	930	90	100	110	120	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	250	260	270	280	290	300	310
1000	1030	90	100	110	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	290	300	310

附 P.2.3.3 硅酸铝管壳+岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：华北地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层硅酸铝管壳+外层岩棉管壳

热传导率：硅酸铝管壳： $t_m \leq 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.044 + 0.0002(t_m - 70)$ ； $t_m > 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.11 + 0.00036(t_m - 400)$

岩棉管壳： $-20^\circ\text{C} \leq t_m \leq 100^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.0314 + 0.000174t_m$ ； $100^\circ\text{C} < t_m \leq 600^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.0384 + 7.13 \times 10^{-5} \times t_m + 3.51 \times 10^{-7} \times t_m^2$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
15	22	10+80	20+80	20+80	30+70	30+80	40+70	40+80	40+80	50+70	60+70	70+60	70+70	80+60
20	27	10+90	20+80	20+80	30+80	30+80	40+80	40+80	50+80	60+70	60+80	70+70	70+80	80+70
25	32	10+90	20+80	20+90	30+80	30+90	40+80	40+90	50+80	60+80	70+70	70+80	80+70	80+80
32	38	20+80	20+90	30+80	30+90	40+80	40+90	50+80	50+90	60+80	70+80	80+70	80+80	90+70
40	45	20+90	20+90	30+90	40+80	40+90	50+80	50+90	60+80	60+90	80+70	80+80	90+70	100+70
50	57	20+90	30+90	30+90	40+90	50+80	50+90	60+80	60+90	80+70	80+80	90+80	100+70	100+80
65	73	20+100	30+100	40+90	40+100	50+90	60+90	70+80	70+90	80+80	90+80	90+90	110+70	110+80
80	89	20+110	30+100	40+100	50+90	50+100	70+80	70+90	80+80	90+80	90+90	110+70	110+80	120+80
100	108	30+100	30+110	40+100	50+100	60+90	70+90	70+100	80+90	90+90	100+90	110+80	120+80	130+80
125	133	30+110	40+100	50+100	60+100	70+90	70+100	80+90	90+90	100+90	110+80	120+80	130+80	140+80
150	159	30+110	40+110	50+110	60+100	70+100	80+90	90+90	90+100	110+80	120+80	130+80	140+80	140+90
200	219	40+110	50+110	60+110	70+100	80+100	90+100	100+90	110+90	120+90	130+90	140+90	150+80	160+80
250	273	40+120	50+120	60+110	70+110	80+110	90+110	110+90	110+100	130+90	140+90	150+90	160+90	180+70
300	325	40+120	50+120	70+110	80+110	90+110	100+100	110+100	120+100	130+100	140+100	160+80	170+80	180+80
350	377	40+130	60+120	70+110	80+110	90+110	100+110	110+110	130+90	140+90	150+90	170+80	180+80	190+80
400	426	50+120	60+120	70+120	80+120	100+100	110+100	120+100	130+100	140+100	160+90	170+90	180+90	190+90
450	478	50+120	60+120	70+120	90+110	100+110	110+110	120+110	140+90	150+90	160+90	180+80	190+80	200+90
500	529	50+130	60+130	80+120	90+110	100+110	110+110	130+100	140+100	150+100	160+100	180+90	190+90	210+80
600	630	50+130	70+120	80+120	90+120	110+110	120+110	130+110	150+90	160+100	170+100	190+90	200+90	210+90
700	730	50+140	70+130	80+130	100+110	110+110	120+110	140+100	150+100	160+100	180+90	190+90	210+90	220+90
800	830	50+140	70+130	80+130	100+120	110+120	130+110	140+110	150+110	170+100	180+100	200+90	210+90	230+80
900	930	50+140	70+130	90+120	100+120	120+110	130+110	140+110	160+100	170+100	190+90	200+100	220+90	230+90
1000	1030	60+130	70+130	90+120	100+120	120+110	130+110	150+100	160+100	170+110	190+100	210+90	220+90	240+90

附 P.2.3.4 硅酸钙+岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：华北地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层硅酸钙+外层岩棉管壳

热传导率：硅酸钙： $t_m < 500^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.0564 + 0.00007786 t_m + 7.8571 \times 10^{-8} \times t_m^2$ ； $500^{\circ}\text{C} \leq t_m \leq 800^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.0937 + 1.67397 \times 10^{-10} \times t_m^3$

岩棉管壳： $-20^{\circ}\text{C} \leq t_m \leq 100^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.0314 + 0.000174 t_m$ ； $100^{\circ}\text{C} < t_m \leq 600^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.0384 + 7.13 \times 10^{-5} \times t_m + 3.51 \times 10^{-7} \times t_m^2$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)													
		350	365	380	395	410	425	440	455	470	485	500	515	530	545
		内层保温厚度 δ_1 ，外层保温厚度 δ_2 (mm)													
		$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$
15	22	10+80	10+80	20+70	20+80	20+80	20+80	30+70	30+80	30+80	40+70	40+70	40+80	40+80	50+70
20	27	10+80	10+90	20+80	20+80	20+80	30+80	30+80	30+80	40+70	40+80	40+80	40+80	50+70	50+80
25	32	10+90	20+80	20+80	20+90	30+80	30+80	30+80	30+90	40+80	40+80	50+70	40+90	50+80	50+80
32	38	20+80	20+80	20+90	20+90	30+80	30+90	30+90	40+80	40+80	40+90	50+80	50+80	60+70	50+90
40	45	20+90	20+90	20+90	30+80	30+90	30+90	40+80	40+90	40+90	50+80	50+80	50+90	60+80	60+80
50	57	20+90	20+90	30+90	30+90	30+90	40+90	40+90	50+80	50+90	50+90	60+80	60+80	60+90	70+80
65	73	20+100	30+90	30+90	30+100	40+90	40+90	40+100	50+90	50+90	60+90	60+90	70+80	70+90	70+90
80	89	20+100	30+100	30+100	40+90	40+100	50+90	50+90	50+100	60+90	60+90	60+100	70+90	80+80	80+90
100	108	20+110	30+100	30+110	40+100	50+90	50+100	50+100	60+90	60+100	70+90	70+90	70+100	80+90	90+80
125	133	30+100	30+110	40+100	40+110	50+100	50+100	60+100	60+100	70+90	70+100	80+90	80+90	90+90	90+90
150	159	30+110	40+100	40+110	50+100	50+110	60+100	60+100	70+100	70+100	80+90	80+100	90+90	90+90	100+90
200	219	30+120	40+110	50+110	50+110	60+110	60+110	70+100	80+100	80+100	90+100	90+100	100+90	100+100	110+90
250	273	40+110	40+120	50+110	60+110	60+110	70+110	80+100	80+110	90+100	90+110	100+100	110+90	110+100	120+90
300	325	40+120	50+110	50+120	60+110	70+110	70+110	80+110	90+100	90+110	100+100	100+110	110+100	120+90	120+100
350	377	40+120	50+120	60+110	60+120	70+110	80+110	80+110	90+110	100+100	100+110	110+100	110+110	120+100	130+100
400	426	40+130	50+120	60+120	70+110	70+120	80+110	90+110	90+110	100+110	110+100	110+110	120+100	120+110	130+100

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)													
		350	365	380	395	410	425	440	455	470	485	500	515	530	545
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)													
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
450	478	40+130	50+130	60+120	70+120	80+110	80+120	90+110	100+110	100+110	110+110	120+100	120+110	130+100	130+110
500	529	50+120	50+130	60+120	70+120	80+120	80+120	90+120	100+110	100+120	110+110	120+110	130+100	130+100	140+100
600	630	50+130	60+120	60+130	70+130	80+120	90+120	100+110	100+120	110+110	120+110	130+100	130+110	140+100	140+110
700	730	50+130	60+130	70+120	80+120	80+120	90+120	100+120	110+110	110+120	120+110	130+110	140+100	140+110	150+100
800	830	50+130	60+130	70+130	80+120	90+120	90+120	100+120	110+120	120+110	120+120	130+110	140+110	150+100	150+110
900	930	50+140	60+130	70+130	80+130	90+120	100+120	110+110	110+120	120+110	130+110	140+110	140+110	150+110	160+100
1000	1030	50+140	60+140	70+130	80+130	90+120	100+120	110+120	120+110	120+120	130+110	140+110	150+100	150+110	160+110

附 P.2.3.5 气凝胶毡+硅酸铝针刺毯保温层经济厚度选用表

地理区域：华北地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层气凝胶毡+外层硅酸铝针刺毯

热传导率：气凝胶毡： $\lambda=0.02996-6.13554 \times 10^{-5} \times t_m+6.7226 \times 10^{-7} \times t_m^2$

硅酸铝针刺毯： $t_m \leq 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda=0.044+0.0002(t_m-70)$ ； $t_m > 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda=0.11+0.00036(t_m-400)$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (℃)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
15	22	10+60	10+70	10+70	20+60	10+80	10+80	10+90	10+90	10+100	10+100	10+110	10+110	10+110
20	27	10+70	10+70	20+60	20+70	20+70	10+90	20+80	10+100	20+90	10+110	10+110	10+110	10+120
25	32	10+70	10+70	20+60	20+70	20+80	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	10+120	10+120	20+110
32	38	10+70	10+80	20+70	20+70	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+110	20+120

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
40	45	10+80	20+70	20+70	20+80	20+90	20+90	20+90	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+120
50	57	10+80	20+70	20+80	30+70	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+130	20+130
65	73	20+80	20+80	30+70	30+80	30+90	30+90	30+100	20+120	30+110	20+130	20+130	20+140	20+140
80	89	20+80	20+80	30+80	30+90	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+130	30+140
100	108	20+90	20+90	30+80	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+130	30+130	30+140	30+140	30+140
125	133	20+90	30+80	30+90	30+100	30+110	30+110	30+120	30+130	30+130	30+140	30+140	30+150	30+150
150	159	20+90	30+90	40+80	40+90	40+100	30+120	40+110	40+120	40+130	30+150	40+140	40+140	40+150
200	219	20+100	30+90	40+90	40+100	40+110	40+120	40+120	40+130	40+140	40+150	40+150	40+160	40+160
250	273	30+100	40+90	50+80	40+110	40+120	40+120	40+130	40+140	40+150	40+160	40+160	40+170	40+170
300	325	30+100	40+90	50+90	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+150	50+160	50+160	50+170
350	377	30+100	40+100	50+90	50+100	50+120	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+170	50+180
400	426	30+110	40+100	50+90	50+110	50+120	50+130	50+130	50+150	50+160	50+160	50+170	50+180	50+180
450	478	30+110	40+100	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	60+160	50+180	50+190
500	529	30+110	40+100	50+100	50+110	50+130	50+130	50+140	50+150	50+160	40+180	40+190	50+190	40+200
600	630	30+110	40+110	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180	50+190	50+190
700	730	30+120	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190	50+200
800	830	40+110	50+100	50+110	50+120	50+140	50+150	50+150	50+170	50+180	50+190	50+190	50+200	50+210
900	930	40+110	50+100	50+110	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+200	50+200	50+210
1000	1030	40+110	50+110	50+110	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+190	50+190	50+200	50+210	50+210

附 P.2.3.6 气凝胶毡+硅酸钙保温层经济厚度选用表

地理区域：华北地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层气凝胶毡+外层硅酸钙

热传导率：气凝胶毡： $\lambda=0.02996-6.13554 \times 10^{-5} \times t_m+6.7226 \times 10^{-7} \times t_m^2$

硅酸钙： $t_m < 500^\circ\text{C}$ ： $\lambda=0.0564+0.00007786 t_m+7.8571 \times 10^{-8} \times t_m^2$ ； $500^\circ\text{C} \leq t_m \leq 800^\circ\text{C}$ ： $\lambda=0.0937+1.67397 \times 10^{-10} \times t_m^3$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 ($^\circ\text{C}$)												
		300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
		内层保温厚度 δ_1 ，外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
15	22	10+80	10+80	10+70	10+70	10+70	10+80	10+80	10+90	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100
20	27	10+80	10+80	10+70	10+80	10+80	10+80	10+90	10+90	10+90	10+100	10+100	10+110	10+110
25	32	10+90	10+80	10+80	10+80	20+70	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100	10+110	10+110	10+110
32	38	10+90	10+90	10+80	10+80	20+80	20+80	10+100	10+100	10+100	10+110	10+110	10+120	10+120
40	45	10+100	10+90	10+90	10+90	20+80	20+90	20+90	20+90	20+100	20+100	10+120	10+120	10+120
50	57	10+100	10+100	10+90	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	20+100	20+110	20+120	20+120	20+120
65	73	10+110	10+100	10+100	20+90	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+130	20+130
80	89	10+110	10+110	20+90	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+130	20+130	20+140
100	108	10+120	10+110	20+100	20+100	30+90	30+100	20+120	20+120	20+120	20+130	20+140	20+140	20+140
125	133	10+130	10+120	20+100	30+90	30+100	30+110	30+110	30+120	30+120	30+130	30+130	20+150	30+140
150	159	10+130	10+120	20+110	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+130	30+140	30+140	30+150
200	219	20+130	20+120	20+110	30+110	40+100	30+120	30+130	30+130	30+140	30+150	30+150	30+160	30+160
250	273	20+140	20+130	30+110	30+110	40+110	40+120	30+140	40+130	40+130	40+140	40+150	30+160	40+160
300	325	20+140	20+130	30+110	30+120	40+110	40+120	40+130	40+140	40+140	40+150	40+160	40+160	40+170
350	377	20+150	20+140	30+120	40+110	40+120	40+130	40+140	40+140	40+150	40+150	40+160	40+170	40+170
400	426	20+150	20+140	30+120	40+110	40+120	40+130	40+140	40+140	40+150	40+160	40+170	40+170	40+180
450	478	20+150	20+140	30+120	40+120	50+110	40+130	40+140	40+150	40+150	40+160	40+170	40+180	40+180
500	529	20+160	20+150	30+130	40+120	50+110	50+130	40+150	50+140	50+150	40+170	40+180	40+180	50+170
600	630	20+160	20+150	30+130	40+120	50+120	50+130	50+140	50+150	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180
700	730	30+150	20+150	30+130	40+130	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180	50+190
800	830	30+160	20+160	30+140	40+130	50+120	50+140	50+150	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190
900	930	30+160	30+150	40+130	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190
1000	1030	30+160	30+150	40+130	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190	50+200

附 P.2.3.7 纳米微孔保温毡保温层经济厚度选用表

地理区域：华北地区

敷设种类：室外

保温层种类：600℃以内采用纳米微孔保温毡，600℃以上采用高温型纳米微孔保温毡内层+纳米微孔保温毡复合结构

热传导率： $\lambda=1.5\times10^{-7}\times t_m^2+5\times10^{-5}\times t_m+0.030$

公称直 径 DN (mm)	管道外 径 D _o (mm)	管道表面温度 (℃)																						
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		保温层的厚度 (mm)																						
15	22	30	40	40	50	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	70	80	80	20+60	30+60
20	27	30	40	40	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	70	80	80	80	20+60	30+60
25	32	40	40	40	50	50	50	60	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	80	80	80	80	20+70	30+70
32	38	40	50	50	50	50	60	60	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	20+70	30+70
40	45	40	50	50	50	60	60	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	20+70	30+70
50	57	50	50	50	60	60	60	70	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	20+80	30+80
65	73	50	50	60	60	60	70	70	70	70	70	70	70	80	80	80	90	90	90	100	100	100	20+80	30+80
80	89	50	50	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	20+90	30+90
100	108	50	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	100	100	110	110	20+90	30+90
125	133	60	60	60	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	100	110	110	110	110	20+100	30+100
150	159	60	60	60	70	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	110	120	20+100	30+100
200	219	60	60	70	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	120	20+110	30+110
250	273	60	70	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	120	130	20+110	30+110
300	325	60	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	120	120	130	130	130	20+120	30+120
350	377	60	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	110	120	120	130	130	140	20+120	30+120
400	426	70	70	70	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	120	120	130	130	130	140	20+120	30+120
450	478	70	70	70	80	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	120	120	130	130	140	140	20+130	30+130
500	529	70	70	80	80	90	90	90	100	100	100	100	100	100	110	120	120	120	130	140	140	140	20+130	30+130

公称直径 DN (mm)	管道外径 D _o (mm)	管道表面温度 (℃)																						
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		保温层的厚度 (mm)																						
600	630	70	70	80	80	90	90	100	100	100	100	100	100	110	110	120	120	120	130	140	140	150	20+130	30+130
700	730	70	70	80	90	90	100	100	100	100	100	100	100	110	120	120	120	130	130	140	140	150	20+130	30+130
800	830	70	70	80	90	90	100	100	100	100	100	100	100	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140
900	930	70	70	80	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140
1000	1030	70	80	80	90	90	100	100	100	110	110	110	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140

附 P.2.4 保温材料厚度选用-华东地区

附 P.2.4.1 岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：华东地区

敷设种类：室外

保温层种类：岩棉管壳

热传导率：-20℃≤t_m≤100℃：λ=0.0314+0.000174t_m；100℃<t_m≤600℃：λ=0.0384+7.13×10⁻⁵×t_m+3.51×10⁻⁷×t_m²

公称直径 DN (mm)	管道外径 D _o (mm)	管道表面温度 (℃)																						
		130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
		保温层的厚度 (mm)																						
15	22	60	70	70	70	70	80	80	80	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110
20	27	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	110	120
25	32	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	110	120	120	120
32	38	70	70	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	120

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (℃)																						
		130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
		保温层的厚度 (mm)																						
40	45	70	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130
50	57	80	80	80	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	130	140
65	73	80	90	90	90	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	130	140	140	140	140
80	89	90	90	90	100	100	100	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	140	140	140	140	150	150	150
100	108	90	90	100	100	100	110	110	110	120	120	120	130	130	130	140	140	140	140	150	150	150	160	160
125	133	90	100	100	110	110	110	120	120	120	130	130	130	140	140	140	140	150	150	150	160	160	160	170
150	159	100	100	110	110	110	120	120	120	130	130	130	140	140	140	150	150	150	160	160	160	170	170	170
200	219	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	140	150	150	150	160	160	160	170	170	170	180	180	180
250	273	110	110	120	120	130	130	130	140	140	150	150	150	160	160	160	170	170	170	180	180	190	190	190
300	325	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160	160	170	170	170	180	180	180	190	190	200	200
350	377	110	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160	160	170	170	170	180	180	190	190	190	200	200	200
400	426	110	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	170	180	180	190	190	190	200	200	210	210
450	478	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	160	170	170	180	180	190	190	190	200	200	210	210	210
500	529	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	180	190	190	200	200	200	210	210	220
600	630	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	180	190	190	200	200	210	210	220	220	220
700	730	120	130	130	140	140	150	160	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	220	220	220	230
800	830	120	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	210	220	220	230	230
900	930	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	220	220	230	230	240
1000	1030	130	130	140	140	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	220	220	230	230	240	240

附 P.2.4.2 硅酸铝针刺毯保温层经济厚度选用表

地理区域：华东地区

敷设种类：室外

保温层种类：硅酸铝针刺毯

热传导率： $t_m \leq 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.044 + 0.0002 (t_m - 70)$ ； $t_m > 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.11 + 0.00036 (t_m - 400)$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 ($^\circ\text{C}$)																						
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		保温层的厚度 (mm)																						
15	22	50	50	60	60	70	70	80	80	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	130	130	130	140	140
20	27	50	50	60	70	70	80	80	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	130	130	130	140	140	150
25	32	50	60	60	70	70	80	80	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	140	150	150
32	38	50	60	70	70	80	80	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160
40	45	50	60	70	70	80	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	160
50	57	60	60	70	80	80	90	100	100	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160	160	170	170
65	73	60	70	80	80	90	90	100	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180
80	89	60	70	80	90	90	100	110	110	120	120	130	130	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190
100	108	60	70	80	90	100	100	110	120	120	130	130	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200
125	133	70	80	90	90	100	110	110	120	130	130	140	150	150	160	160	170	180	180	190	190	200	200	210
150	159	70	80	90	100	100	110	120	130	130	140	150	150	160	170	170	180	180	190	200	200	210	210	220
200	219	70	80	90	100	110	120	130	130	140	150	160	160	170	180	180	190	200	200	210	220	220	230	230
250	273	80	90	100	110	120	120	130	140	150	160	160	170	180	180	190	200	210	210	220	230	230	240	240
300	325	80	90	100	110	120	130	140	140	150	160	170	180	180	190	200	210	210	220	230	230	240	250	250
350	377	80	90	100	110	120	130	140	150	160	160	170	180	190	200	200	210	220	230	230	240	250	250	260
400	426	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	180	190	200	210	220	220	230	240	250	250	260	270
450	478	80	90	100	120	130	140	140	150	160	170	180	190	200	210	210	220	230	240	240	250	260	270	270
500	529	80	90	110	120	130	140	150	160	170	170	180	190	200	210	220	220	230	240	250	260	260	270	280
600	630	80	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	210	220	230	240	250	260	260	270	280	290
700	730	80	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	250	260	270	280	290	300
800	830	80	100	110	120	130	140	160	170	180	190	200	200	210	220	230	240	250	260	270	280	280	290	300
900	930	90	100	110	120	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	250	260	270	280	290	300	310
1000	1030	90	100	110	120	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	290	300	310

附 P.2.4.3 硅酸铝管壳+岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：华东地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层硅酸铝管壳+外层岩棉管壳

热传导率：硅酸铝管壳： $t_m \leq 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.044 + 0.0002(t_m - 70)$ ； $t_m > 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.11 + 0.00036(t_m - 400)$

岩棉管壳： $-20^\circ\text{C} \leq t_m \leq 100^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.0314 + 0.000174t_m$ ； $100^\circ\text{C} < t_m \leq 600^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.0384 + 7.13 \times 10^{-5} \times t_m + 3.51 \times 10^{-7} \times t_m^2$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 ($^\circ\text{C}$)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 ，外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$
15	22	10+80	20+80	20+80	30+70	30+80	40+70	40+80	40+80	60+60	60+70	70+60	70+70	80+60
20	27	10+90	20+80	20+80	30+80	30+80	40+80	40+80	50+70	60+70	60+80	70+70	70+80	80+70
25	32	10+90	20+80	20+90	30+80	30+90	40+80	40+90	50+80	60+80	70+70	70+80	80+70	80+80
32	38	20+80	20+90	30+80	30+90	40+80	40+90	50+80	50+90	60+80	70+80	80+70	80+80	90+70
40	45	20+90	20+90	30+90	40+80	40+90	50+80	50+90	60+80	60+90	80+70	80+80	90+70	100+70
50	57	20+90	30+90	30+90	40+90	50+80	50+90	60+80	70+80	80+70	80+80	90+80	100+70	100+80
65	73	20+100	30+100	40+90	40+100	50+90	60+90	70+80	70+90	80+80	90+80	90+90	110+70	110+80
80	89	20+110	30+100	40+100	50+90	60+90	70+80	70+90	80+80	90+80	90+90	110+70	110+80	120+80
100	108	30+100	30+110	40+100	50+100	60+90	70+90	70+100	90+80	90+90	100+90	110+80	120+80	130+80
125	133	30+110	40+100	50+100	60+100	70+90	70+100	80+90	90+90	100+90	110+80	120+80	130+80	140+80
150	159	30+110	40+110	50+110	60+100	70+100	80+90	90+90	90+100	110+80	120+80	130+80	140+80	140+90
200	219	40+110	50+110	60+110	70+100	80+100	90+100	100+90	110+90	120+90	130+90	140+90	150+80	160+80
250	273	40+120	50+120	60+110	70+110	80+110	90+110	110+90	110+100	130+90	140+90	150+90	160+90	180+70
300	325	40+120	50+120	70+110	80+110	90+100	100+100	110+100	120+100	130+100	140+100	160+80	170+80	180+80
350	377	40+130	60+120	70+110	80+110	90+110	100+110	110+110	130+90	140+90	150+90	170+80	180+80	190+80
400	426	50+120	60+120	70+120	80+120	100+100	110+100	120+100	130+100	140+100	160+90	170+90	180+90	190+90

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
450	478	50+120	60+120	70+120	90+110	100+110	110+110	120+110	140+90	150+90	160+90	180+80	190+80	200+80
500	529	50+130	60+130	80+120	90+110	100+110	120+100	130+100	140+100	150+100	170+90	180+90	190+90	210+80
600	630	50+130	70+120	80+120	90+120	110+110	120+110	130+110	150+90	160+100	170+100	190+90	200+90	210+90
700	730	50+140	70+130	80+130	100+110	110+110	120+110	140+100	150+100	160+100	180+90	190+90	210+90	220+90
800	830	50+140	70+130	90+120	100+120	110+120	130+110	140+110	150+100	170+100	180+100	200+90	210+90	230+80
900	930	60+130	70+130	90+120	100+120	120+110	130+110	140+110	160+100	170+100	190+90	200+100	220+90	230+90
1000	1030	60+130	70+130	90+120	110+110	120+110	130+110	150+100	160+100	170+110	190+100	210+90	220+90	240+90

附 P.2.4.4 硅酸钙+岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：华东地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层硅酸钙+外层岩棉管壳

热传导率：硅酸钙： $t_m < 500^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.0564 + 0.00007786 t_m + 7.8571 \times 10^{-8} \times t_m^2$ ； $500^\circ\text{C} \leq t_m \leq 800^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.0937 + 1.67397 \times 10^{-10} \times t_m^3$

岩棉管壳： $-20^\circ\text{C} \leq t_m \leq 100^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.0314 + 0.000174 t_m$ ； $100^\circ\text{C} < t_m \leq 600^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.0384 + 7.13 \times 10^{-5} \times t_m + 3.51 \times 10^{-7} \times t_m^2$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)													
		350	365	380	395	410	425	440	455	470	485	500	515	530	545
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)													
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
15	22	10+80	10+80	20+70	20+80	20+80	20+80	30+70	30+80	30+80	40+70	40+70	40+80	40+80	50+70
20	27	10+80	10+90	20+80	20+80	20+80	30+80	30+80	30+80	40+70	40+80	40+80	40+80	50+70	50+80
25	32	10+90	20+80	20+80	20+90	20+90	30+80	30+80	30+90	40+80	40+80	50+70	40+90	50+80	50+80
32	38	20+80	20+80	20+90	20+90	30+80	30+90	30+90	40+80	40+80	40+90	50+80	50+80	60+70	50+90

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (℃)													
		350	365	380	395	410	425	440	455	470	485	500	515	530	545
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)													
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
40	45	20+80	20+90	20+90	30+80	30+90	30+90	40+80	40+90	40+90	50+80	50+80	50+90	60+80	60+80
50	57	20+90	20+90	30+90	30+90	30+90	40+90	40+90	50+80	50+90	50+90	60+80	60+80	60+90	70+80
65	73	20+100	30+90	30+90	30+100	40+90	40+90	40+100	50+90	60+80	60+90	60+90	70+80	70+90	70+90
80	89	20+100	30+100	30+100	40+90	40+100	50+90	50+90	50+100	60+90	60+90	60+100	70+90	80+80	80+90
100	108	20+110	30+100	30+110	40+100	50+90	50+100	50+100	60+90	60+100	70+90	70+90	70+100	80+90	90+80
125	133	30+100	30+110	40+100	40+110	50+100	50+100	60+100	60+100	70+90	70+100	80+90	80+90	90+90	90+90
150	159	30+110	40+100	40+110	50+100	50+110	60+100	60+100	70+100	70+100	80+90	80+100	90+90	90+90	100+90
200	219	30+120	40+110	50+110	50+110	60+110	60+110	70+100	80+100	80+100	90+100	90+100	100+90	100+100	110+90
250	273	40+110	40+120	50+110	60+110	60+110	70+110	80+100	80+110	90+100	100+90	100+100	110+90	110+100	120+90
300	325	40+120	50+110	50+120	60+110	70+110	70+110	80+110	90+100	90+110	100+100	100+110	110+100	120+90	120+100
350	377	40+120	50+120	60+110	60+120	70+110	80+110	80+110	90+110	100+100	100+110	110+100	110+110	120+100	130+90
400	426	40+130	50+120	60+120	70+110	70+120	80+110	90+110	90+110	100+110	110+100	110+110	120+100	120+110	130+100
450	478	40+130	50+130	60+120	70+120	80+110	80+120	90+110	100+110	100+110	110+110	120+100	120+110	130+100	130+110
500	529	50+120	50+130	60+120	70+120	80+110	80+120	90+120	100+110	110+110	110+110	120+100	130+100	130+100	140+100
600	630	50+130	60+120	60+130	70+120	80+120	90+120	100+110	100+120	110+110	120+110	130+100	130+110	140+100	140+110
700	730	50+130	60+130	70+120	80+120	80+120	90+120	100+120	110+110	110+120	120+110	130+110	140+100	140+110	150+100
800	830	50+130	60+130	70+130	80+120	90+120	100+110	100+120	110+120	120+110	120+120	130+110	140+110	150+100	150+110
900	930	50+140	60+130	70+130	80+130	90+120	100+120	110+110	110+120	120+110	130+110	140+110	140+110	150+110	160+100
1000	1030	50+140	60+140	70+130	80+130	90+120	100+120	110+120	120+110	120+120	130+110	140+110	150+100	150+110	160+110

附 P.2.4.5 气凝胶毡+硅酸铝针刺毯保温层经济厚度选用表

地理区域：华东地区
敷设种类：室外
保温层种类：内层气凝胶毡+外层硅酸铝针刺毯

热传导率：气凝胶毡： $\lambda=0.02996-6.13554\times 10^{-5}\times t_m+6.7226\times 10^{-7}\times t_m^2$

硅酸铝针刺毯： $t_m\leq 400^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.044+0.0002(t_m-70)$ ； $t_m>400^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.11+0.00036(t_m-400)$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 ($^{\circ}\text{C}$)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 ，外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
15	22	10+60	10+70	10+70	20+60	10+80	10+80	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100	10+110	10+110
20	27	10+70	10+70	20+60	20+70	20+70	10+90	20+80	10+100	20+90	10+110	10+110	10+110	10+120
25	32	10+70	10+70	20+60	20+70	20+80	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	10+120	10+120	20+110
32	38	10+70	10+80	20+70	20+70	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+110	20+120
40	45	10+80	20+70	20+70	20+80	20+90	20+90	20+90	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+120
50	57	10+80	20+70	20+80	30+70	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+130	20+130
65	73	20+80	20+80	30+70	30+80	30+90	30+90	30+100	20+120	30+110	20+130	20+130	20+130	20+140
80	89	20+80	20+80	30+80	30+80	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+130	30+140
100	108	20+80	20+90	30+80	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+130	30+130	30+140	30+140	30+140
125	133	20+90	30+80	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+140	30+140	30+150	30+150
150	159	20+90	30+90	40+80	40+90	40+100	30+120	40+110	40+120	40+130	40+130	40+140	40+140	40+150
200	219	20+100	30+90	40+90	40+100	40+110	40+120	40+120	40+130	40+140	40+150	40+150	40+160	40+160
250	273	30+100	40+90	50+80	50+90	40+120	40+120	40+130	40+140	40+150	40+160	40+160	40+170	40+170
300	325	30+100	40+90	50+90	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+150	50+160	50+160	50+170
350	377	30+100	40+100	50+90	50+100	50+120	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+170	50+180
400	426	30+110	40+100	50+90	50+110	50+120	50+130	50+130	50+150	50+160	50+160	50+170	50+180	50+180
450	478	30+110	40+100	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	60+160	50+180	50+190
500	529	30+110	40+100	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	40+180	40+190	40+190	40+200
600	630	30+110	40+110	50+100	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180	50+190	50+190
700	730	30+120	40+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190	50+200
800	830	30+110	50+100	50+110	50+120	50+140	50+150	50+150	50+170	50+180	50+190	50+190	50+200	50+210
900	930	40+110	50+100	50+110	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+200	50+200	50+210
1000	1030	40+110	50+110	50+110	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+190	50+190	50+200	50+210	50+210

附 P.2.4.6 气凝胶毡+硅酸钙保温层经济厚度选用表

地理区域：华东地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层气凝胶毡+外层硅酸钙

热传导率：气凝胶毡： $\lambda=0.02996-6.13554\times10^{-5}\times t_m+6.7226\times10^{-7}\times t_m^2$

硅酸钙： $t_m<500^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0564+0.00007786\ t_m+7.8571\times10^{-8}\times t_m^2$ ； $500^{\circ}\text{C}\leq t_m\leq800^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0937+1.67397\times10^{-10}\times t_m^3$

公称直 径 DN (mm)	管道外 径 D_o (mm)	管道表面温度 ($^{\circ}\text{C}$)												
		300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
		内层保温厚度 δ_1 ，外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
15	22	10+80	10+70	10+70	10+70	10+70	10+80	10+80	10+90	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100
20	27	10+80	10+80	10+70	10+80	10+80	10+80	10+90	10+90	10+90	10+100	10+100	10+110	10+110
25	32	10+90	10+80	10+80	10+80	20+70	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100	10+110	10+110	10+110
32	38	10+90	10+90	10+80	10+80	20+80	20+80	10+100	10+100	10+100	10+110	10+110	10+110	10+120
40	45	10+100	10+90	10+80	10+90	20+80	20+90	20+90	20+90	20+100	20+100	10+120	10+120	10+120
50	57	10+100	10+100	10+90	20+80	20+80	20+90	20+100	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120
65	73	10+110	10+100	10+100	20+90	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+130	20+130
80	89	10+110	10+110	20+90	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+130	20+130	20+140
100	108	10+120	10+110	20+90	20+100	30+90	30+100	20+120	20+120	20+120	20+130	20+140	20+140	20+140
125	133	10+120	10+120	20+100	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+130	20+150	30+140
150	159	10+130	10+120	20+100	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+130	30+140	30+140	30+150
200	219	20+130	20+120	20+110	30+110	40+100	30+120	30+130	30+130	30+140	30+140	30+150	30+160	30+160
250	273	20+140	20+130	30+110	30+110	40+110	40+120	40+120	40+130	40+130	40+140	40+150	30+160	40+160
300	325	20+140	20+130	30+110	30+120	40+110	40+120	40+130	40+140	40+140	40+150	40+160	40+160	40+160
350	377	20+150	20+140	30+120	40+110	40+110	40+130	40+130	40+140	40+150	40+150	40+160	40+170	40+170
400	426	20+150	20+140	30+120	40+110	40+120	40+130	40+140	40+140	40+150	40+160	40+170	40+170	40+180
450	478	20+150	20+140	30+120	40+120	50+110	40+130	40+140	40+150	40+150	40+160	40+170	40+180	40+180

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)												
		300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
500	529	20+150	20+140	30+120	40+120	50+110	50+120	40+150	50+140	50+150	40+170	40+180	40+180	50+170
600	630	20+160	20+150	30+130	40+120	50+120	50+130	50+140	50+150	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180
700	730	30+150	20+150	30+130	40+130	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180	50+190
800	830	30+160	30+140	40+120	40+130	50+120	50+140	50+150	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190
900	930	30+160	30+150	40+130	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190
1000	1030	30+160	30+150	40+130	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190	50+200

附 P.2.4.7 纳米微孔保温毡保温层经济厚度选用表

地理区域：华东地区

敷设种类：室外

保温层种类：600℃以内采用纳米微孔保温毡，600℃以上采用高温型纳米微孔保温毡内层+纳米微孔保温毡复合结构

热传导率： $\lambda=1.5\times10^{-7}\times t_m^2+5\times10^{-5}\times t_m+0.030$

公称直 径 DN (mm)	管道外 径 D_o (mm)	管道表面温度 (℃)																							
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	
		保温层的厚度 (mm)																							
15	22	30	40	40	50	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	70	80	80	20+60	30+60	
20	27	30	40	40	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	70	80	80	80	20+60	30+60	
25	32	40	40	40	50	50	50	60	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	80	80	80	80	20+70	30+70	
32	38	40	50	50	50	50	60	60	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	20+70	30+70	
40	45	40	50	50	50	60	60	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	20+70	30+70	
50	57	50	50	50	60	60	60	70	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	20+80	30+80	

公称直径 DN (mm)	管道外径 D _o (mm)	管道表面温度 (℃)																						
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		保温层的厚度 (mm)																						
65	73	50	50	60	60	60	70	70	70	70	70	70	70	80	80	80	90	90	90	100	100	100	20+80	30+80
80	89	50	50	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	20+90	30+90
100	108	50	50	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	100	100	110	110	20+90	30+90
125	133	50	50	60	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	100	110	110	110	110	20+100	30+100
150	159	50	60	60	70	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	110	120	20+100	30+100
200	219	60	60	70	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	120	20+110	30+110
250	273	60	60	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	120	130	20+110	30+110
300	325	60	60	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	120	120	130	130	130	20+120	30+120
350	377	60	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	110	120	120	130	130	140	20+120	30+120
400	426	60	70	70	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	120	120	130	130	130	140	20+120	30+120
450	478	60	70	70	80	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	120	120	130	130	140	140	20+130	30+130
500	529	60	70	80	80	90	90	90	100	100	100	100	100	100	110	120	120	120	130	140	140	140	20+130	30+130
600	630	60	70	80	80	90	90	100	100	100	100	100	100	110	110	120	120	120	130	140	140	150	20+130	30+130
700	730	60	70	80	90	90	100	100	100	100	100	100	100	110	120	120	120	130	130	140	140	150	20+130	30+130
800	830	70	70	80	90	90	100	100	100	100	100	100	100	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140
900	930	70	70	80	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140
1000	1030	70	70	80	90	90	100	100	100	110	110	110	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140

附 P.2.5 保温材料厚度选用-西南地区

附 P.2.5.1 岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：西南地区

敷设种类：室外

保温层种类：岩棉管壳

热传导率：-20℃≤t_m≤100℃：λ=0.0314+0.000174t_m；100℃<t_m≤600℃：λ=0.0384+7.13×10⁻⁵×t_m+3.51×10⁻⁷×t_m²

公称直径 DN (mm)	管道外径 D _o (mm)	管道表面温度 (℃)																						
		130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
		保温层的厚度 (mm)																						
15	22	60	70	70	70	70	80	80	80	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110
20	27	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	110	120
25	32	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120
32	38	70	70	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	120
40	45	70	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	120	130	130
50	57	80	80	80	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	130	140
65	73	80	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	130	140	140	140	140
80	89	90	90	90	100	100	100	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	130	140	140	140	150	150	150
100	108	90	90	100	100	100	110	110	110	120	120	120	130	130	130	130	140	140	140	150	150	150	150	160
125	133	90	100	100	110	110	110	120	120	120	130	130	130	140	140	140	140	150	150	150	160	160	160	170
150	159	100	100	100	110	110	120	120	120	130	130	130	140	140	140	150	150	150	160	160	160	170	170	170
200	219	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	140	150	150	150	160	160	160	170	170	170	180	180	180
250	273	110	110	120	120	120	130	130	140	140	140	150	150	160	160	160	170	170	170	180	180	190	190	190
300	325	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160	160	170	170	170	180	180	180	190	190	200	200
350	377	110	120	120	130	130	140	140	140	150	150	160	160	170	170	170	180	180	190	190	190	200	200	200
400	426	110	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	160	170	170	180	180	190	190	190	200	200	210	210
450	478	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160	160	170	170	180	180	180	190	190	200	200	210	210	210
500	529	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	170	180	180	190	190	200	200	200	210	210	220
600	630	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	210	220	220
700	730	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	210	220	220	230
800	830	120	130	130	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	200	210	210	220	220	230	230
900	930	120	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	220	220	230	230	240
1000	1030	130	130	140	140	150	150	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	220	220	230	230	230	240

附 P.2.5.2 硅酸铝针刺毯保温层经济厚度选用表

地理区域：西南地区

敷设种类：室外

保温层种类：硅酸铝针刺毯

热传导率： $t_m \leq 400^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.044 + 0.0002(t_m - 70)$ ； $t_m > 400^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.11 + 0.00036(t_m - 400)$

公称直 径 DN (mm)	管道外 径 D_o (mm)	管道表面温度 ($^{\circ}\text{C}$)																						
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		保温层的厚度 (mm)																						
15	22	50	50	60	60	70	70	80	80	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	120	130	130	140	140
20	27	50	50	60	70	70	80	80	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	130	130	130	140	140	150
25	32	50	60	60	70	70	80	80	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	140	150	150
32	38	50	60	60	70	80	80	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	140	150	150	160
40	45	50	60	70	70	80	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160	160
50	57	60	60	70	80	80	90	100	100	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160	160	170	170
65	73	60	70	70	80	90	90	100	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180
80	89	60	70	80	90	90	100	110	110	120	120	130	130	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190
100	108	60	70	80	90	100	100	110	120	120	130	130	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200
125	133	70	80	80	90	100	110	110	120	130	130	140	150	150	160	160	170	180	180	190	190	200	200	210
150	159	70	80	90	100	100	110	120	130	130	140	150	150	160	170	170	180	180	190	190	200	210	210	220
200	219	70	80	90	100	110	120	130	130	140	150	160	160	170	180	180	190	200	200	210	210	220	230	230
250	273	70	90	100	110	110	120	130	140	150	160	160	170	180	180	190	200	210	210	220	230	230	240	240
300	325	80	90	100	110	120	130	140	140	150	160	170	180	180	190	200	210	210	220	230	230	240	250	250
350	377	80	90	100	110	120	130	140	150	160	160	170	180	190	200	200	210	220	230	230	240	250	250	260
400	426	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	180	190	200	210	220	220	230	240	250	250	260	270

公称直 径 DN (mm)	管道外 径 D_o (mm)	管道表面温度 (℃)																							
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	
		保温层的厚度 (mm)																							
450	478	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	200	210	220	230	240	240	250	260	270	270	
500	529	80	90	110	120	130	140	150	160	160	170	180	190	200	210	220	220	230	240	250	260	260	270	280	
600	630	80	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	210	220	230	240	250	260	260	270	280	290	
700	730	80	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	240	250	260	270	280	290	290	
800	830	80	100	110	120	130	140	150	170	180	190	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	280	290	300	
900	930	80	100	110	120	130	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	240	250	260	270	280	290	300	310	
1000	1030	90	100	110	120	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	280	290	300	310	

附 P.2.5.3 硅酸铝管壳+岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：西南地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层硅酸铝管壳+外层岩棉管壳

热传导率：硅酸铝管壳： $t_m \leq 400^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.044+0.0002\left(t_m-70\right)$ ； $t_m > 400^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.11+0.00036\left(t_m-400\right)$

岩棉管壳： $-20^{\circ}\text{C} \leq t_m \leq 100^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0314+0.000174 t_m$ ； $100^{\circ}\text{C} < t_m \leq 600^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0384+7.13 \times 10^{-5} \times t_m+3.51 \times 10^{-7} \times t_m^2$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (℃)													
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)													
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	
15	22	10+80	20+80	20+80	30+70	30+80	40+70	40+80	40+80	50+70	60+70	70+60	70+70	80+60	
20	27	10+90	20+80	20+80	30+80	30+80	40+80	40+80	50+70	60+70	60+80	70+70	70+80	80+70	
25	32	10+90	20+80	20+90	30+80	30+90	40+80	40+90	50+80	60+70	70+70	70+80	80+70	80+80	
32	38	20+80	20+90	30+80	30+90	40+80	40+90	50+80	60+70	60+80	70+80	80+70	80+80	100+60	

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (℃)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
40	45	20+90	20+90	30+90	40+80	40+90	50+80	50+90	60+80	70+80	80+70	80+80	90+70	100+70
50	57	20+90	30+90	30+90	40+90	50+80	50+90	60+80	60+90	80+70	80+80	90+80	100+70	100+80
65	73	20+100	30+100	40+90	40+100	50+90	60+90	70+80	70+90	80+80	90+80	90+90	110+70	110+80
80	89	30+90	30+100	40+100	50+90	60+90	70+80	70+90	80+80	90+80	90+90	110+70	110+80	120+80
100	108	30+100	30+110	40+100	50+100	60+90	70+90	70+100	80+90	90+90	100+90	110+80	120+80	130+80
125	133	30+110	40+100	50+100	60+100	70+90	70+100	80+90	90+90	100+90	110+80	120+80	130+80	140+80
150	159	30+110	40+110	50+110	60+100	70+100	80+90	90+90	100+90	110+80	120+80	130+80	140+80	140+90
200	219	40+110	50+110	60+110	70+100	80+100	90+100	100+90	110+90	120+90	130+90	140+90	150+80	160+80
250	273	40+120	50+120	60+110	70+110	80+110	100+90	110+90	110+100	130+90	140+90	150+90	160+90	180+70
300	325	40+120	50+120	70+110	80+110	90+100	100+100	110+100	120+100	130+100	140+100	160+80	170+80	180+80
350	377	40+130	60+120	70+110	80+110	90+110	100+110	110+110	130+90	140+90	150+90	170+80	180+80	190+80
400	426	50+120	60+120	70+120	80+120	100+100	110+100	120+100	130+100	140+100	160+90	170+90	180+90	190+90
450	478	50+120	60+120	70+120	90+110	100+110	110+110	130+90	140+90	150+90	160+90	180+80	190+80	200+80
500	529	50+130	60+130	80+110	90+110	100+110	120+100	130+100	140+100	150+100	170+90	180+90	190+90	210+80
600	630	50+130	70+120	80+120	90+120	110+110	120+110	130+110	150+90	160+90	170+100	190+90	200+90	210+90
700	730	50+140	70+130	80+120	100+110	110+110	120+110	140+100	150+100	160+100	180+90	190+90	210+90	220+90
800	830	50+140	70+130	90+120	100+120	110+120	130+110	140+110	160+90	170+100	180+100	200+90	210+90	230+80
900	930	60+130	70+130	90+120	100+120	120+110	130+110	140+110	160+100	170+100	190+90	200+100	220+90	230+90
1000	1030	60+130	70+130	90+120	110+110	120+110	130+110	150+100	160+100	180+90	190+100	210+90	220+90	240+80

附 P.2.5.4 硅酸钙+岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：西南地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层硅酸钙+外层岩棉管壳

热传导率：硅酸钙： $t_m < 500^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.0564 + 0.00007786 t_m + 7.8571 \times 10^{-8} \times t_m^2$ ； $500^{\circ}\text{C} \leq t_m \leq 800^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.0937 + 1.67397 \times 10^{-10} \times t_m^3$

岩棉管壳： $-20^{\circ}\text{C} \leq t_m \leq 100^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.0314 + 0.000174 t_m$ ； $100^{\circ}\text{C} < t_m \leq 600^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.0384 + 7.13 \times 10^{-5} \times t_m + 3.51 \times 10^{-7} \times t_m^2$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 ($^{\circ}\text{C}$)													
		350	365	380	395	410	425	440	455	470	485	500	515	530	545
		内层保温厚度 δ_1 ，外层保温厚度 δ_2 (mm)													
		$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$
15	22	10+80	10+80	20+70	20+80	20+80	20+80	30+70	30+80	30+80	40+70	40+70	40+80	40+80	50+70
20	27	10+80	10+90	20+80	20+80	20+80	30+80	30+80	30+80	40+70	40+80	40+80	40+80	50+70	50+80
25	32	10+90	20+80	20+80	20+90	30+80	30+80	30+80	30+90	40+80	40+80	50+70	40+90	50+80	50+80
32	38	20+80	20+80	20+90	20+90	30+80	30+90	30+90	40+80	40+80	40+90	50+80	50+80	60+70	50+90
40	45	20+80	20+90	20+90	30+80	30+90	30+90	40+80	40+90	40+90	50+80	50+80	50+90	60+80	60+80
50	57	20+90	20+90	30+90	30+90	30+90	40+90	40+90	50+80	50+90	50+90	60+80	60+80	60+90	70+80
65	73	20+100	30+90	30+90	30+100	40+90	40+90	40+100	50+90	60+80	60+90	60+90	70+80	70+80	70+90
80	89	20+100	30+100	30+100	40+90	40+100	50+90	50+90	50+100	60+90	60+90	60+100	70+90	80+80	80+80
100	108	20+110	30+100	30+110	40+100	50+90	50+100	50+100	60+90	60+100	70+90	70+90	70+100	80+90	90+80
125	133	30+100	30+110	40+100	40+110	50+100	50+100	60+100	60+100	70+90	70+100	80+90	80+90	90+90	90+90
150	159	30+110	40+100	40+110	50+100	50+100	60+100	60+100	70+100	70+100	80+90	80+100	90+90	90+90	100+90
200	219	30+120	40+110	50+110	50+110	60+110	60+110	70+100	80+100	80+100	90+100	90+100	100+90	100+100	110+90
250	273	40+110	40+120	50+110	60+110	60+110	70+110	80+100	80+110	90+100	100+90	100+100	110+90	110+100	120+90
300	325	40+120	50+110	50+120	60+110	70+110	70+110	80+110	90+100	90+110	100+100	100+110	110+100	120+90	120+100
350	377	40+120	50+120	60+110	60+120	70+110	80+110	80+110	90+110	100+100	100+110	110+100	110+110	120+100	130+90
400	426	40+130	50+120	60+120	70+110	70+120	80+110	90+110	90+110	100+110	110+100	110+110	120+100	120+110	130+100
450	478	40+130	50+130	60+120	70+120	80+110	80+120	90+110	100+110	100+110	110+110	120+100	120+110	130+100	140+90
500	529	50+120	50+130	60+120	70+120	80+110	80+120	90+120	100+110	100+120	110+110	120+100	130+100	130+100	140+100
600	630	50+130	60+120	60+130	70+120	80+120	90+120	100+110	100+120	110+110	120+110	130+100	130+110	140+100	140+110
700	730	50+130	60+130	70+120	70+130	80+120	90+120	100+120	110+110	110+120	120+110	130+110	140+100	140+110	150+100
800	830	50+130	60+130	70+130	80+120	90+120	90+120	100+120	110+120	120+110	120+120	130+110	140+110	150+100	150+110

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)													
		350	365	380	395	410	425	440	455	470	485	500	515	530	545
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)													
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
900	930	50+140	60+130	70+130	80+130	90+120	100+120	100+120	110+120	120+110	130+110	130+120	140+110	150+110	160+100
1000	1030	50+140	60+130	70+130	80+130	90+120	100+120	110+120	110+120	120+120	130+110	140+110	150+100	150+110	160+110

附 P.2.5.5 气凝胶毡+硅酸铝针刺毯保温层经济厚度选用表

地理区域：西南地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层气凝胶毡+外层硅酸铝针刺毯

热传导率：气凝胶毡： $\lambda=0.02996-6.13554\times10^{-5}\times t_m+6.7226\times10^{-7}\times t_m^2$

硅酸铝针刺毯： $t_m\leq400^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.044+0.0002\left(t_m-70\right)$ ； $t_m>400^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.11+0.00036\left(t_m-400\right)$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (℃)													
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)													
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	
15	22	10+60	10+60	10+70	20+60	10+80	10+80	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100	10+110	10+110	
20	27	10+70	10+70	20+60	20+70	20+70	10+90	20+80	10+100	20+90	10+110	10+110	10+110	10+120	
25	32	10+70	10+70	20+60	20+70	20+80	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	20+100	10+120	20+110	
32	38	10+70	20+60	20+70	20+70	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+110	20+120	
40	45	10+80	20+70	20+70	20+80	20+90	20+90	20+90	20+100	20+110	20+110	20+110	20+120	20+120	
50	57	10+80	20+70	20+80	30+70	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+130	20+130	
65	73	20+80	20+80	30+70	30+80	30+90	30+90	30+100	30+100	30+110	20+130	20+130	20+130	20+140	
80	89	20+80	20+80	30+80	30+80	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+130	30+140	

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
100	108	20+80	20+90	30+80	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+130	30+130	30+130	30+140	30+140
125	133	20+90	30+80	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+140	30+140	30+150	30+150
150	159	20+90	30+90	40+80	40+90	40+100	30+120	40+110	40+120	40+130	40+130	40+140	40+140	40+150
200	219	20+100	30+90	40+90	40+100	40+110	40+120	40+120	40+130	40+140	40+150	40+150	40+160	40+160
250	273	30+100	40+90	50+80	50+90	40+120	40+120	40+130	40+140	40+150	40+160	40+160	40+170	40+170
300	325	30+100	40+90	50+90	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+150	50+160	50+160	50+170
350	377	30+100	40+100	50+90	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+160	50+170	50+180
400	426	30+100	40+100	50+90	50+110	50+120	50+130	50+130	50+150	50+160	50+160	50+170	50+180	50+180
450	478	30+110	40+100	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	60+160	50+180	50+190
500	529	30+110	40+100	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	40+180	40+190	40+190	40+200
600	630	30+110	40+110	50+100	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180	50+190	50+190
700	730	40+100	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190	50+200
800	830	40+110	50+100	50+110	50+120	50+140	50+150	50+150	50+170	50+180	50+180	50+190	50+200	50+200
900	930	40+110	50+100	50+110	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+200	50+200	50+210
1000	1030	40+110	50+110	50+110	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+200	50+210	50+210

附 P.2.5.6 气凝胶毡+硅酸钙保温层经济厚度选用表

地理区域：西南地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层气凝胶毡+外层硅酸钙

热传导率：气凝胶毡： $\lambda=0.02996-6.13554 \times 10^{-5} \times t_m+6.7226 \times 10^{-7} \times t_m^2$

硅酸钙： $t_m<500^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0564+0.00007786 t_m+7.8571 \times 10^{-8} \times t_m^2$ ； $500^{\circ}\text{C} \leq t_m \leq 800^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0937+1.67397 \times 10^{-10} \times t_m^3$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)												
		300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
15	22	10+80	10+70	10+70	10+70	10+70	10+80	10+80	10+90	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100
20	27	10+80	10+80	10+70	10+80	10+80	10+80	10+90	10+90	10+90	10+100	10+100	10+110	10+110
25	32	10+90	10+80	10+80	10+80	20+70	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100	10+110	10+110	10+110
32	38	10+90	10+90	10+80	10+80	20+80	20+80	10+100	10+100	10+100	10+110	10+110	10+110	10+120
40	45	10+100	10+90	10+80	10+90	20+80	20+90	20+90	20+90	20+100	20+100	10+120	10+120	10+120
50	57	10+100	10+90	10+90	20+80	20+80	20+90	20+100	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120
65	73	10+110	10+100	10+100	20+90	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+120	20+130
80	89	10+110	10+110	20+90	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+130	20+130	20+130
100	108	10+120	10+110	20+90	20+100	30+90	30+100	20+120	20+120	20+120	20+130	20+140	20+140	20+140
125	133	10+120	10+120	20+100	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+130	20+150	30+140
150	159	10+130	10+120	20+100	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+130	30+140	30+140	30+150
200	219	20+130	20+120	20+110	30+110	40+100	30+120	30+130	30+130	30+140	30+140	30+150	30+150	30+160
250	273	20+140	20+130	30+110	30+110	40+110	40+120	40+120	40+130	40+130	40+140	40+150	30+160	40+160
300	325	20+140	20+130	30+110	30+120	40+110	40+120	40+130	40+130	40+140	40+150	40+160	40+160	40+160
350	377	20+140	20+130	30+120	40+110	40+110	40+120	40+130	40+140	40+140	40+150	40+160	40+170	40+170
400	426	20+150	20+140	30+120	40+110	40+120	40+130	40+140	40+140	40+150	40+160	40+170	40+170	40+180
450	478	20+150	20+140	30+120	40+120	50+110	40+130	40+140	40+150	40+150	40+160	40+170	40+170	40+180
500	529	20+150	20+140	30+120	40+120	50+110	50+120	40+140	50+140	50+150	40+170	50+160	40+180	50+170
600	630	20+160	20+150	30+130	40+120	50+120	50+130	50+140	50+150	50+150	50+160	50+170	50+170	50+180
700	730	30+150	20+150	30+130	40+120	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180	50+190
800	830	30+160	30+140	40+120	40+130	50+120	50+140	50+150	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180	50+190
900	930	30+160	30+150	40+130	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190
1000	1030	30+160	30+150	40+130	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190	50+200

附 P.2.5.7 纳米微孔保温毡保温层经济厚度选用表

地理区域：西南地区

敷设种类：室外

保温层种类：600℃以内采用纳米微孔保温毡，600℃以上采用高温型纳米微孔保温毡内层+纳米微孔保温毡复合结构

热传导率： $\lambda=1.5\times10^{-7}\times t_m^2+5\times10^{-5}\times t_m+0.030$

公称直 径 DN (mm)	管道外 径 D _o (mm)	管道表面温度 (℃)																						
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		保温层的厚度 (mm)																						
15	22	30	40	40	50	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	70	80	80	20+60	30+60
20	27	30	40	40	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	70	80	80	80	20+60	30+60
25	32	40	40	40	50	50	50	60	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	80	80	80	80	20+70	30+70
32	38	40	50	50	50	50	60	60	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	20+70	30+70
40	45	40	50	50	50	60	60	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	20+70	30+70
50	57	50	50	50	60	60	60	70	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	20+80	30+80
65	73	50	50	60	60	60	70	70	70	70	70	70	70	80	80	80	90	90	90	100	100	100	20+80	30+80
80	89	50	50	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	20+90	30+90
100	108	50	50	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	100	100	110	110	20+90	30+90
125	133	50	50	60	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	100	110	110	110	110	20+100	30+100
150	159	50	60	60	70	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	110	120	20+100	30+100
200	219	60	60	70	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	120	20+110	30+110
250	273	60	60	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	120	130	20+110	30+110
300	325	60	60	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	120	120	130	130	130	20+120	30+120
350	377	60	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	110	120	120	130	130	140	20+120	30+120
400	426	60	70	70	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	120	120	130	130	130	140	20+120	30+120
450	478	60	70	70	80	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	120	120	130	130	140	140	20+130	30+130
500	529	60	70	80	80	90	90	90	100	100	100	100	100	100	110	120	120	120	130	140	140	140	20+130	30+130

公称直径 DN (mm)	管道外径 D _o (mm)	管道表面温度（℃）																							
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	
		保温层的厚度（mm）																							
600	630	60	70	80	80	90	90	100	100	100	100	100	100	110	110	120	120	120	130	140	140	150	20+130	30+130	
700	730	60	70	80	90	90	100	100	100	100	100	100	100	110	120	120	120	130	130	140	140	150	20+130	30+130	
800	830	70	70	80	90	90	100	100	100	100	100	100	100	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140	
900	930	70	70	80	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140	
1000	1030	70	70	80	90	90	100	100	100	110	110	110	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140	

附 P.2.6 保温材料厚度选用-华中地区

附 P.2.6.1 岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：华中地区

敷设种类：室外

保温层种类：岩棉管壳

热传导率：-20°C ≤ t_m ≤ 100°C： $\lambda = 0.0314 + 0.000174t_m$ ；100°C < t_m ≤ 600°C： $\lambda = 0.0384 + 7.13 \times 10^{-5} \times t_m + 3.51 \times 10^{-7} \times t_m^2$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度（℃）																							
		130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	
		保温层的厚度（mm）																							
15	22	60	70	70	70	70	80	80	80	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110	
20	27	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	110	120	
25	32	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	
32	38	70	70	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	120	
40	45	70	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	120	130	130	
50	57	80	80	80	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	130	140	

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)																						
		130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
		保温层的厚度 (mm)																						
65	73	80	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	130	140	140	140	140
80	89	90	90	90	100	100	100	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	130	140	140	140	150	150	150
100	108	90	90	100	100	100	110	110	110	120	120	120	130	130	130	140	140	140	140	150	150	150	150	160
125	133	90	100	100	110	110	110	120	120	120	130	130	130	140	140	140	140	150	150	150	160	160	160	170
150	159	100	100	110	110	110	120	120	120	130	130	130	140	140	140	150	150	150	160	160	160	170	170	170
200	219	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	140	150	150	150	160	160	160	170	170	170	180	180	180
250	273	110	110	120	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160	160	160	170	170	170	180	180	190	190	190
300	325	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160	160	170	170	170	180	180	180	190	190	200	200
350	377	110	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160	160	170	170	170	180	180	190	190	190	200	200	200
400	426	110	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	160	170	170	180	180	190	190	190	200	200	210	210
450	478	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	160	170	170	180	180	180	190	190	200	200	210	210	210
500	529	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	170	180	180	190	190	200	200	200	210	210	220
600	630	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	180	190	190	200	200	210	210	210	220	220
700	730	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	220	220	220	230
800	830	120	130	130	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	210	220	220	230	230
900	930	120	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	220	220	230	230	240
1000	1030	130	130	140	140	150	150	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	220	220	230	230	230	240

附 P.2.6.2 硅酸铝针刺毯保温层经济厚度选用表

地理区域：华中地区

敷设种类：室外

保温层种类：硅酸铝针刺毯

热传导率： $t_m \leq 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.044 + 0.0002 (t_m - 70)$ ； $t_m > 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.11 + 0.00036 (t_m - 400)$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)																						
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		保温层的厚度 (mm)																						
15	22	50	60	60	60	70	70	80	80	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	120	130	130	140	140
20	27	50	60	60	70	70	80	80	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	130	130	130	140	140	150
25	32	50	60	60	70	70	80	80	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	140	150	150
32	38	50	60	70	70	80	80	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160
40	45	50	70	70	70	80	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	160
50	57	60	70	70	80	80	90	100	100	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160	160	170	170
65	73	60	70	80	80	90	90	100	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180
80	89	60	80	80	90	90	100	110	110	120	120	130	130	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190
100	108	60	80	80	90	100	100	110	120	120	130	130	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200
125	133	70	80	80	90	100	110	110	120	130	130	140	150	150	160	160	170	180	180	190	190	200	200	210
150	159	70	80	90	100	100	110	120	130	130	140	150	150	160	170	170	180	180	190	200	200	210	210	220
200	219	70	90	90	100	110	120	130	130	140	150	160	160	170	180	180	190	200	200	210	220	220	230	230
250	273	70	90	100	110	110	120	130	140	150	160	160	170	180	180	190	200	210	210	220	230	230	240	240
300	325	80	90	100	110	120	130	140	140	150	160	170	180	180	190	200	210	210	220	230	230	240	250	250
350	377	80	100	100	110	120	130	140	150	160	160	170	180	190	200	200	210	220	230	230	240	250	250	260
400	426	80	100	100	110	120	130	140	150	160	170	180	180	190	200	210	220	220	230	240	250	250	260	270
450	478	80	100	100	110	130	140	140	150	160	170	180	190	200	200	210	220	230	240	240	250	260	270	270
500	529	80	100	110	120	130	140	150	160	170	170	180	190	200	210	220	220	230	240	250	260	260	270	280
600	630	80	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	210	220	230	240	250	260	260	270	280	290
700	730	80	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	250	260	270	280	290	300
800	830	80	110	110	120	130	140	160	170	180	190	200	200	210	220	230	240	250	260	270	280	280	290	300
900	930	80	110	110	120	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	250	260	270	280	290	300	310
1000	1030	90	110	110	120	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	290	300	310

附 P.2.6.3 硅酸铝管壳+岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：华中地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层硅酸铝管壳+外层岩棉管壳

热传导率：硅酸铝管壳： $t_m \leq 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.044 + 0.0002(t_m - 70)$ ； $t_m > 400^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.11 + 0.00036(t_m - 400)$

岩棉管壳： $-20^\circ\text{C} \leq t_m \leq 100^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.0314 + 0.000174t_m$ ； $100^\circ\text{C} < t_m \leq 600^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.0384 + 7.13 \times 10^{-5} \times t_m + 3.51 \times 10^{-7} \times t_m^2$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 ($^\circ\text{C}$)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 ，外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$
15	22	10+80	20+80	20+80	30+70	30+80	40+70	40+80	40+80	50+70	60+70	70+60	70+70	80+60
20	27	10+90	20+80	20+80	30+80	30+80	40+80	40+80	50+80	60+70	70+60	70+70	70+80	80+70
25	32	10+90	20+80	20+90	30+80	30+90	40+80	40+90	50+80	60+80	70+70	70+80	80+70	80+80
32	38	20+80	20+90	30+80	30+90	40+80	40+90	50+80	50+90	60+80	70+80	80+70	80+80	90+70
40	45	20+90	20+90	30+90	40+80	40+90	50+80	50+90	60+80	60+90	80+70	80+80	90+70	100+70
50	57	20+90	30+90	30+90	40+90	50+80	50+90	60+80	60+90	80+70	80+80	90+80	100+70	100+80
65	73	20+100	30+100	40+90	40+100	50+90	60+90	70+80	70+90	80+80	90+80	90+90	110+70	110+80
80	89	20+110	30+100	40+100	50+90	60+90	70+80	70+90	80+80	90+80	90+90	110+70	110+80	120+80
100	108	30+100	30+110	40+100	50+100	60+90	70+90	70+100	90+80	90+90	100+90	110+80	120+80	130+80
125	133	30+110	40+100	50+100	60+100	70+90	70+100	80+90	90+90	100+90	110+80	120+80	130+80	140+80
150	159	30+110	40+110	50+110	60+100	70+100	80+90	90+90	90+100	110+80	120+80	130+80	140+80	140+90
200	219	40+110	50+110	60+110	70+100	80+100	90+100	100+90	110+90	120+90	130+90	140+90	150+80	160+80
250	273	40+120	50+120	60+110	70+110	80+110	90+110	110+90	110+100	130+90	140+90	150+90	160+80	180+70
300	325	40+120	50+120	70+110	80+110	90+100	100+100	110+100	120+100	130+100	140+100	160+80	170+80	180+80
350	377	40+130	60+120	70+110	80+110	90+110	100+110	110+110	130+90	140+90	150+90	170+80	180+80	190+80
400	426	50+120	60+120	70+120	80+120	100+100	110+100	120+100	130+100	140+100	160+90	170+90	180+90	190+90
450	478	50+120	60+120	70+120	90+110	100+110	110+110	130+90	140+90	150+90	160+90	180+80	190+80	200+80
500	529	50+130	60+130	80+120	90+110	100+110	120+100	130+100	140+100	150+100	170+90	180+90	190+90	210+80
600	630	50+130	70+120	80+120	90+120	110+110	120+110	130+110	150+90	160+100	170+100	190+90	200+90	210+90
700	730	50+140	70+130	80+120	100+110	110+110	120+110	140+100	150+100	160+100	180+90	190+90	210+90	220+90

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
800	830	50+140	70+130	80+130	100+120	110+120	130+110	140+110	150+100	170+100	180+100	200+90	210+90	230+80
900	930	60+130	70+130	90+120	100+120	120+110	130+110	140+110	160+100	170+100	190+90	200+100	220+90	230+90
1000	1030	60+130	70+130	90+120	100+120	120+110	130+110	150+100	160+100	180+90	190+100	210+90	220+90	240+80

附 P.2.6.4 硅酸钙+岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：华中地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层硅酸钙+外层岩棉管壳

热传导率：硅酸钙： $t_m<500^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0564+0.00007786\ t_m+7.8571\times10^{-8}\times t_m^2$ ； $500^{\circ}\text{C}\leq t_m\leq800^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0937+1.67397\times10^{-10}\times t_m^3$

岩棉管壳： $-20^{\circ}\text{C}\leq t_m\leq100^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0314+0.000174t_m$ ； $100^{\circ}\text{C}<t_m\leq600^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0384+7.13\times10^{-5}\times t_m+3.51\times10^{-7}\times t_m^2$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)													
		350	365	380	395	410	425	440	455	470	485	500	515	530	545
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)													
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
15	22	10+80	10+80	20+70	20+80	20+80	20+80	30+70	30+80	30+80	40+70	40+70	40+80	40+80	50+70
20	27	10+80	10+90	20+80	20+80	20+80	30+80	30+80	30+80	40+70	40+80	40+80	40+80	50+70	50+80
25	32	10+90	20+80	20+80	20+90	30+80	30+80	30+80	30+90	40+80	40+80	50+70	40+90	50+80	50+80
32	38	20+80	20+80	20+90	20+90	30+80	30+90	30+90	40+80	40+80	40+90	50+80	50+80	60+70	50+90
40	45	20+90	20+90	20+90	30+80	30+90	30+90	40+80	40+90	40+90	50+80	50+80	50+90	60+80	60+80
50	57	20+90	20+90	30+90	30+90	30+90	40+90	40+90	50+80	50+90	50+90	60+80	60+80	60+90	70+80
65	73	20+100	30+90	30+90	30+100	40+90	40+90	40+100	50+90	60+80	60+90	60+90	70+80	70+90	70+90

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)													
		350	365	380	395	410	425	440	455	470	485	500	515	530	545
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)													
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
80	89	20+100	30+100	30+100	40+90	40+100	50+90	50+90	50+100	60+90	60+90	70+90	70+90	80+80	80+90
100	108	20+110	30+100	30+110	40+100	50+90	50+100	50+100	60+90	60+100	70+90	70+90	70+100	80+90	90+80
125	133	30+100	30+110	40+100	40+110	50+100	50+100	60+100	60+100	70+90	70+100	80+90	80+90	90+90	90+90
150	159	30+110	40+100	40+110	50+100	50+110	60+100	60+100	70+100	70+100	80+90	80+100	90+90	90+100	100+90
200	219	30+120	40+110	50+110	50+110	60+110	60+110	70+100	80+100	80+100	90+100	90+100	100+90	100+100	110+90
250	273	40+110	40+120	50+110	60+110	60+110	70+110	80+100	80+110	90+100	100+90	100+100	110+90	110+100	120+90
300	325	40+120	50+110	50+120	60+110	70+110	70+110	80+110	90+100	90+110	100+100	100+110	110+100	120+90	120+100
350	377	40+120	50+120	60+110	60+120	70+110	80+110	80+110	90+110	100+100	100+110	110+100	110+110	120+100	130+100
400	426	40+130	50+120	60+120	70+110	70+120	80+110	90+110	90+110	100+110	110+100	110+110	120+100	120+110	130+100
450	478	40+130	50+130	60+120	70+120	80+110	80+120	90+110	100+110	100+110	110+110	120+100	120+110	130+100	130+110
500	529	50+120	50+130	60+120	70+120	80+110	80+120	90+120	100+110	110+110	110+110	120+110	130+100	130+100	140+100
600	630	50+130	60+120	60+130	70+120	80+120	90+120	100+110	100+120	110+110	120+110	130+100	130+110	140+100	140+110
700	730	50+130	60+130	70+120	80+120	80+120	90+120	100+120	110+110	110+120	120+110	130+110	140+100	140+110	150+100
800	830	50+130	60+130	70+130	80+120	90+120	100+110	100+120	110+120	120+110	120+120	130+110	140+110	150+100	150+110
900	930	50+140	60+130	70+130	80+130	90+120	100+120	110+110	110+120	120+110	130+110	140+110	140+110	150+110	160+100
1000	1030	50+140	60+140	70+130	80+130	90+120	100+120	110+120	120+110	120+120	130+110	140+110	150+100	150+110	160+110

附 P.2.6.5 气凝胶毡+硅酸铝针刺毯保温层经济厚度选用表

地理区域：华中地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层气凝胶毡+外层硅酸铝针刺毯

热传导率：气凝胶毡： $\lambda=0.02996-6.13554\times10^{-5}\times t_m+6.7226\times10^{-7}\times t_m^2$

硅酸铝针刺毯： $t_m\leq400^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.044+0.0002\left(t_m-70\right)$ ； $t_m>400^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.11+0.00036\left(t_m-400\right)$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
15	22	10+60	10+70	10+70	20+60	10+80	10+80	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100	10+110	10+110
20	27	10+70	10+70	20+60	20+70	20+70	10+90	20+80	10+100	20+90	10+110	10+110	10+110	10+120
25	32	10+70	10+70	20+60	20+70	20+80	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	20+100	10+120	20+110
32	38	10+70	10+80	20+70	20+70	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+110	20+120
40	45	10+80	20+70	20+70	20+80	20+90	20+90	20+90	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+120
50	57	10+80	20+70	20+80	30+70	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+130	20+130
65	73	20+80	20+80	30+70	30+80	30+90	30+90	30+100	20+120	30+110	20+130	20+130	20+130	20+140
80	89	20+80	20+80	30+80	30+80	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+130	30+140
100	108	20+80	20+90	30+80	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+130	30+130	30+140	30+140	30+140
125	133	20+90	30+80	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+140	30+140	30+150	30+150
150	159	20+90	30+90	40+80	40+90	40+100	30+120	40+110	40+120	40+130	40+130	40+140	40+140	40+150
200	219	20+100	30+90	40+90	40+100	40+110	40+120	40+120	40+130	40+140	40+150	40+150	40+160	40+160
250	273	30+100	40+90	50+80	50+90	40+120	40+120	40+130	40+140	40+150	40+160	40+160	40+170	40+170
300	325	30+100	40+90	50+90	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+150	50+160	50+160	50+170
350	377	30+100	40+100	50+90	50+100	50+120	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+160	50+170	50+180
400	426	30+100	40+100	50+90	50+110	50+120	50+130	50+130	50+150	50+160	50+160	50+170	50+180	50+180
450	478	30+110	40+100	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	40+180	50+180	50+190
500	529	30+110	40+100	50+100	50+110	50+120	40+140	50+140	50+150	50+160	40+180	40+190	40+190	40+200
600	630	30+110	40+110	50+100	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180	50+190	50+190
700	730	30+120	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190	50+200
800	830	40+110	50+100	50+110	50+120	50+140	50+150	50+150	50+170	50+180	50+180	50+190	50+200	50+210
900	930	40+110	50+100	50+110	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+200	50+200	50+210
1000	1030	40+110	50+110	50+110	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+200	50+210	50+210

附 P.2.6.6 气凝胶毡+硅酸钙保温层经济厚度选用表

地理区域：华中地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层气凝胶毡+外层硅酸钙

热传导率：气凝胶毡： $\lambda=0.02996-6.13554\times10^{-5}\times t_m+6.7226\times10^{-7}\times t_m^2$

硅酸钙： $t_m<500^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0564+0.00007786\ t_m+7.8571\times10^{-8}\times t_m^2$ ； $500^{\circ}\text{C}\leq t_m\leq800^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.0937+1.67397\times10^{-10}\times t_m^3$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D ₀ (mm)	管道表面温度 (℃)												
		300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
		内层保温厚度 δ ₁ ，外层保温厚度 δ ₂ (mm)												
		δ ₁ +δ ₂	δ ₁ +δ ₂	δ ₁ +δ ₂	δ ₁ +δ ₂	δ ₁ +δ ₂	δ ₁ +δ ₂	δ ₁ +δ ₂	δ ₁ +δ ₂	δ ₁ +δ ₂	δ ₁ +δ ₂	δ ₁ +δ ₂	δ ₁ +δ ₂	δ ₁ +δ ₂
15	22	10+80	10+70	10+70	10+70	10+70	10+80	10+80	10+90	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100
20	27	10+80	10+80	10+70	10+80	10+80	10+80	10+90	10+90	10+90	10+100	10+100	10+110	10+110
25	32	10+90	10+80	10+80	10+80	20+70	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100	10+110	10+110	10+110
32	38	10+90	10+80	10+80	10+80	20+80	20+80	10+100	10+100	10+100	10+110	10+110	10+110	10+120
40	45	10+100	10+90	20+70	10+90	20+80	20+90	20+90	20+90	20+100	20+100	10+120	10+120	10+120
50	57	10+100	10+90	20+80	20+80	20+80	20+90	20+100	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120
65	73	10+110	10+100	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+130	20+130
80	89	10+110	20+90	20+90	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+130	20+130	20+130
100	108	10+120	20+100	20+90	20+100	30+90	30+100	20+120	20+120	20+120	20+130	20+140	20+140	20+140
125	133	10+120	20+100	20+100	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+130	20+150	30+140
150	159	10+130	20+110	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+130	30+140	30+140	30+150
200	219	20+130	20+120	30+100	30+110	40+100	30+120	30+130	30+130	30+140	30+140	30+150	30+150	30+160
250	273	20+140	30+110	30+110	30+110	40+110	40+120	40+120	40+130	40+130	40+140	40+150	30+160	40+160
300	325	20+140	30+120	40+100	40+110	40+110	40+120	40+130	40+140	40+140	40+150	40+160	40+160	40+160
350	377	20+140	30+120	40+100	40+110	40+110	40+120	40+130	40+140	40+150	40+150	40+160	40+170	40+170

公称直径 DN (mm)	管道外径 D _o (mm)	管道表面温度 (℃)												
		300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
400	426	20+150	30+120	40+110	40+110	40+120	40+130	40+140	40+140	40+150	40+160	40+170	40+170	40+180
450	478	20+150	30+130	40+110	40+120	50+110	40+130	40+140	40+150	40+150	40+160	40+170	40+170	40+180
500	529	20+150	30+130	40+110	40+120	50+110	50+120	40+140	50+140	50+150	40+170	50+160	40+180	50+170
600	630	20+160	30+130	40+110	40+120	50+120	50+130	50+140	50+150	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180
700	730	30+150	30+140	40+120	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180	50+190
800	830	30+160	40+130	40+120	50+120	50+120	50+140	50+150	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180	50+190
900	930	30+160	40+130	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190
1000	1030	30+160	40+130	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190	50+200

附 P.2.6.7 纳米微孔保温毡保温层经济厚度选用表

地理区域：华中地区

敷设种类：室外

保温层种类：600℃ 以内采用纳米微孔保温毡，600℃ 以上采用高温型纳米微孔保温毡内层+纳米微孔保温毡复合结构

热传导率： $\lambda=1.5\times10^{-7}\times t_m^2+5\times10^{-5}\times t_m+0.030$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D _o (mm)	管道表面温度 (℃)																							
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	
		保温层的厚度 (mm)																							
15	22	30	40	40	50	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	70	80	80	20+60	30+60	
20	27	30	40	40	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	70	80	80	80	20+60	30+60	
25	32	40	40	40	50	50	50	60	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	80	80	80	80	20+70	30+70	
32	38	40	50	50	50	50	60	60	60	60	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	20+70	30+70	
40	45	40	50	50	50	60	60	60	60	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	90	20+70	30+70	

公称直径 DN (mm)	管道外径 D _o (mm)	管道表面温度 (℃)																						
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		保温层的厚度 (mm)																						
50	57	50	50	50	60	60	60	70	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	20+80	30+80
65	73	50	50	60	60	60	70	70	70	70	70	70	70	80	80	80	90	90	90	100	100	100	20+80	30+80
80	89	50	50	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	20+90	30+90
100	108	50	50	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	100	100	110	110	20+90	30+90
125	133	50	50	60	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	100	110	110	110	110	20+100	30+100
150	159	50	60	60	70	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	110	120	20+100	30+100
200	219	60	60	70	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	120	20+110	30+110
250	273	60	60	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	120	130	20+110	30+110
300	325	60	60	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	120	120	130	130	130	20+120	30+120
350	377	60	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	110	120	120	130	130	140	20+120	30+120
400	426	60	70	70	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	120	120	130	130	130	140	20+120	30+120
450	478	60	70	70	80	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	120	120	130	130	140	140	20+130	30+130
500	529	60	70	80	80	90	90	90	100	100	100	100	100	100	110	120	120	120	130	140	140	140	20+130	30+130
600	630	60	70	80	80	90	90	100	100	100	100	100	100	110	110	120	120	120	130	140	140	150	20+130	30+130
700	730	60	70	80	90	90	100	100	100	100	100	100	100	110	120	120	120	130	130	140	140	150	20+130	30+130
800	830	70	70	80	90	90	100	100	100	100	100	100	100	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140
900	930	70	70	80	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140
1000	1030	70	70	80	90	90	100	100	100	110	110	110	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140

附 P.2.7 保温材料厚度选用-华南地区

附 P.2.7.1 岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：华南地区

敷设种类：室外

保温层种类：岩棉管壳

热传导率：-20℃≤ t_m ≤100℃： $\lambda=0.0314+0.000174t_m$ ；100℃< t_m ≤600℃： $\lambda=0.0384+7.13\times 10^{-5}\times t_m+3.51\times 10^{-7}\times t_m^2$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (℃)																						
		130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
		保温层的厚度 (mm)																						
15	22	60	60	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110
20	27	60	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110	110	110
25	32	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120
32	38	70	70	80	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	120
40	45	70	80	80	80	80	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	120	130	130
50	57	80	80	80	90	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	120	130	130	130	130	140
65	73	80	80	90	90	90	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	130	130	130	130	140	140	140	140
80	89	80	90	90	100	100	100	110	110	110	110	120	120	120	130	130	130	130	140	140	140	150	150	150
100	108	90	90	100	100	100	110	110	110	120	120	120	130	130	130	130	140	140	140	150	150	150	150	160
125	133	90	100	100	100	110	110	110	120	120	120	130	130	130	140	140	140	150	150	150	160	160	160	160
150	159	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	130	140	140	140	150	150	150	160	160	160	160	170	170
200	219	100	110	110	110	120	120	130	130	130	140	140	150	150	150	160	160	160	170	170	170	180	180	180
250	273	100	110	110	120	120	130	130	140	140	140	150	150	160	160	160	170	170	170	180	180	180	190	190
300	325	110	110	120	120	130	130	140	140	140	150	150	160	160	160	170	170	180	180	180	190	190	190	200
350	377	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	160	170	170	180	180	180	190	190	200	200	200
400	426	110	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160	160	170	170	180	180	180	190	190	200	200	200	210
450	478	110	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	180	190	190	200	200	200	210	210
500	529	110	120	130	130	140	140	150	150	160	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	200	210	210	220
600	630	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	200	210	210	220	220
700	730	120	120	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	200	210	210	220	220	230
800	830	120	130	130	140	140	150	150	160	170	170	180	180	180	190	190	200	200	210	210	220	220	230	230
900	930	120	130	130	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	220	220	230	230	240

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)																						
		130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
		保温层的厚度 (mm)																						
1000	1030	120	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200	200	210	210	220	220	230	230	240

附 P.2.7.2 硅酸铝针刺毯保温层经济厚度选用表

地理区域：华南地区

敷设种类：室外

保温层种类：硅酸铝针刺毯

热传导率： $t_m \leq 400^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.044+0.0002\left(t_m-70\right)$ ； $t_m > 400^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.11+0.00036\left(t_m-400\right)$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)																						
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		保温层的厚度 (mm)																						
15	22	40	50	60	60	70	70	80	80	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	120	130	130	140	140
20	27	50	50	60	70	70	80	80	80	90	90	100	100	110	110	110	120	120	130	130	130	140	140	150
25	32	50	60	60	70	70	80	80	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	140	150	150
32	38	50	60	60	70	80	80	90	90	100	100	110	110	120	120	120	130	130	140	140	140	150	150	160
40	45	50	60	70	70	80	80	90	100	100	110	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160	160
50	57	60	60	70	80	80	90	90	100	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	150	160	160	170	170
65	73	60	70	70	80	90	90	100	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	160	160	170	170	180	180
80	89	60	70	80	80	90	100	100	110	120	120	130	130	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190
100	108	60	70	80	90	100	100	110	120	120	130	130	140	150	150	160	160	170	170	180	180	190	190	200
125	133	70	70	80	90	100	110	110	120	130	130	140	150	150	160	160	170	180	180	190	190	200	200	210
150	159	70	80	90	100	100	110	120	130	130	140	150	150	160	160	170	180	180	190	190	200	210	210	220
200	219	70	80	90	100	110	120	130	130	140	150	160	160	170	180	180	190	200	200	210	210	220	230	230
250	273	70	80	90	100	110	120	130	140	150	150	160	170	180	180	190	200	210	210	220	230	230	240	240

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)																						
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		保温层的厚度 (mm)																						
300	325	70	90	100	110	120	130	140	140	150	160	170	180	180	190	200	210	210	220	230	230	240	250	250
350	377	80	90	100	110	120	130	140	150	160	160	170	180	190	200	200	210	220	230	230	240	250	250	260
400	426	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	180	190	200	210	220	220	230	240	250	250	260	270
450	478	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	200	210	220	230	240	240	250	260	270	270
500	529	80	90	100	110	130	140	150	160	160	170	180	190	200	210	220	220	230	240	250	260	260	270	280
600	630	80	90	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	210	220	230	240	250	260	260	270	280	290
700	730	80	90	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	240	250	260	270	280	290	290
800	830	80	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	280	290	300
900	930	80	100	110	120	130	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	240	250	260	270	280	290	300	310
1000	1030	80	100	110	120	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	280	290	300	310

附 P.2.7.3 硅酸铝管壳+岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：华南地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层硅酸铝管壳+外层岩棉管壳

热传导率：硅酸铝管壳： $t_m \leq 400^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.044 + 0.0002(t_m - 70)$ ； $t_m > 400^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.11 + 0.00036(t_m - 400)$

岩棉管壳： $-20^{\circ}\text{C} \leq t_m \leq 100^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.0314 + 0.000174t_m$ ； $100^{\circ}\text{C} < t_m \leq 600^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.0384 + 7.13 \times 10^{-5} \times t_m + 3.51 \times 10^{-7} \times t_m^2$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 ，外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$
15	22	10+80	20+70	20+80	30+70	30+80	40+70	40+80	40+80	50+70	60+70	70+60	70+70	80+60

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
20	27	10+90	20+80	20+80	30+80	30+80	40+80	40+80	50+70	60+70	70+60	70+70	70+80	80+70
25	32	10+90	20+80	20+90	30+80	40+80	40+80	40+90	50+80	60+70	70+70	70+80	80+70	80+80
32	38	20+80	20+90	30+80	30+90	40+80	40+90	50+80	60+70	60+80	70+80	80+70	80+80	90+70
40	45	20+90	20+90	30+90	40+80	40+90	50+80	50+90	60+80	60+90	80+70	80+80	90+70	100+70
50	57	20+90	30+90	30+90	40+90	50+80	50+90	60+80	70+80	80+70	80+80	90+80	100+70	100+80
65	73	20+100	30+90	40+90	40+100	50+90	60+90	70+80	70+90	80+80	90+80	90+90	110+70	110+80
80	89	30+90	30+100	40+100	50+90	60+90	70+80	70+90	80+80	90+80	90+90	110+70	110+80	120+80
100	108	30+100	30+110	40+100	50+100	60+90	70+90	70+100	90+80	90+90	110+70	110+80	120+80	130+80
125	133	30+110	40+100	50+100	60+100	70+90	70+100	90+80	90+90	100+90	110+80	120+80	130+80	140+80
150	159	30+110	40+110	50+100	60+100	70+100	80+90	90+90	100+90	110+80	120+80	130+80	140+80	140+90
200	219	40+110	50+110	60+110	70+100	80+100	90+100	100+90	110+90	120+90	130+90	140+90	150+80	160+80
250	273	40+120	50+110	60+110	70+110	80+110	100+90	110+90	120+90	130+90	140+90	150+90	160+80	180+70
300	325	40+120	50+120	70+110	80+110	90+100	100+100	110+100	120+100	130+100	150+80	160+80	170+80	180+80
350	377	40+130	60+120	70+110	80+110	90+110	100+110	120+90	130+90	140+90	150+90	170+80	180+80	190+80
400	426	50+120	60+120	70+120	80+120	100+100	110+100	120+100	130+100	140+100	160+90	170+90	180+90	190+90
450	478	50+120	60+120	70+120	90+110	100+110	110+110	130+90	140+90	150+90	160+90	180+80	190+80	200+80
500	529	50+130	60+130	80+110	90+110	100+110	120+100	130+100	140+100	150+100	170+90	180+90	190+90	210+80
600	630	50+130	70+120	80+120	90+120	110+110	120+110	130+110	150+90	160+90	170+100	190+90	200+90	210+90
700	730	50+130	70+120	80+120	100+110	110+110	130+100	140+100	150+100	160+100	180+90	200+80	210+90	220+90
800	830	50+140	70+130	90+120	100+120	110+120	130+110	140+110	160+90	170+100	180+100	200+90	210+90	230+80
900	930	60+130	70+130	90+120	100+120	120+110	130+110	140+110	160+100	170+100	190+90	210+80	220+90	230+90
1000	1030	60+130	70+130	90+120	110+110	120+110	130+110	150+100	160+100	180+90	190+100	210+90	220+90	240+80

附 P.2.7.4 硅酸钙+岩棉管壳保温层经济厚度选用表

地理区域：华南地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层硅酸钙+外层岩棉管壳

热传导率：硅酸钙： $t_m < 500^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.0564 + 0.00007786 t_m + 7.8571 \times 10^{-8} \times t_m^2$ ； $500^\circ\text{C} \leq t_m \leq 800^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.0937 + 1.67397 \times 10^{-10} \times t_m^3$

岩棉管壳： $-20^\circ\text{C} \leq t_m \leq 100^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.0314 + 0.000174 t_m$ ； $100^\circ\text{C} < t_m \leq 600^\circ\text{C}$ ： $\lambda = 0.0384 + 7.13 \times 10^{-5} \times t_m + 3.51 \times 10^{-7} \times t_m^2$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 ($^\circ\text{C}$)													
		350	365	380	395	410	425	440	455	470	485	500	515	530	545
		内层保温厚度 δ_1 ，外层保温厚度 δ_2 (mm)													
		$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$
15	22	10+80	10+80	20+70	20+80	20+80	20+80	30+70	30+80	30+80	40+70	40+70	40+80	40+80	50+70
20	27	10+80	10+90	20+80	20+80	30+70	30+80	30+80	30+80	40+70	40+80	40+80	50+70	50+70	50+80
25	32	10+90	20+80	20+80	20+90	30+80	30+80	30+80	30+90	40+80	40+80	50+70	40+90	50+80	50+80
32	38	20+80	20+80	20+90	20+90	30+80	30+90	30+90	40+80	40+80	40+90	50+80	50+80	60+70	50+90
40	45	20+80	20+90	20+90	30+80	30+90	30+90	40+80	40+90	40+90	50+80	50+80	50+90	60+80	60+80
50	57	20+90	20+90	30+90	30+90	30+90	40+90	40+90	50+80	50+90	50+90	60+80	60+80	60+90	70+80
65	73	20+100	30+90	30+90	30+100	40+90	40+90	50+90	50+90	60+80	60+90	60+90	70+80	70+90	70+90
80	89	20+100	30+100	30+100	40+90	40+100	50+90	50+90	50+100	60+90	60+90	70+90	70+90	80+80	80+90
100	108	30+100	30+100	30+110	40+100	50+90	50+100	50+100	60+90	60+100	70+90	70+90	70+100	80+90	90+80
125	133	30+100	30+110	40+100	40+110	50+100	50+100	60+100	60+100	70+90	70+100	80+90	80+90	90+90	90+90
150	159	30+110	40+100	40+110	50+100	50+110	60+100	60+100	70+100	70+100	80+90	80+100	90+90	100+80	100+90
200	219	30+120	40+110	50+110	50+110	60+110	60+110	70+100	80+100	80+100	90+100	90+100	100+90	100+100	110+90
250	273	40+110	40+120	50+110	60+110	60+110	70+110	80+100	80+110	90+100	100+90	100+100	110+90	110+100	120+90
300	325	40+120	50+110	50+120	60+110	70+110	70+110	80+110	90+100	90+110	100+100	100+110	110+100	120+90	120+100
350	377	40+120	50+120	60+110	60+120	70+110	80+110	90+100	90+110	100+100	100+110	110+100	110+110	120+100	130+90
400	426	40+130	50+120	60+120	70+110	70+120	80+110	90+110	90+110	100+110	110+100	110+110	120+100	120+110	130+100
450	478	40+130	50+130	60+120	70+120	80+110	80+120	90+110	100+110	100+110	110+110	120+100	120+110	130+100	140+90
500	529	50+120	50+130	60+120	70+120	80+110	90+110	90+120	100+110	110+110	110+110	120+100	130+100	130+100	140+100
600	630	50+130	60+120	60+130	70+120	80+120	90+120	100+110	100+120	110+110	120+110	130+100	130+110	140+100	140+110
700	730	50+130	60+130	70+120	80+120	80+120	90+120	100+120	110+110	110+120	120+110	130+110	140+100	140+110	150+100

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)													
		350	365	380	395	410	425	440	455	470	485	500	515	530	545
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)													
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
800	830	50+130	60+130	70+130	80+120	90+120	100+110	100+120	110+110	120+110	130+110	130+110	140+110	150+100	150+110
900	930	50+140	60+130	70+130	80+130	90+120	100+120	110+110	110+120	120+110	130+110	140+110	140+110	150+110	160+100
1000	1030	50+140	60+140	70+130	80+130	90+120	100+120	110+120	120+110	120+120	130+110	140+110	150+100	150+110	160+110

附 P.2.7.5 气凝胶毡+硅酸铝针刺毯保温层经济厚度选用表

地理区域：华南地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层气凝胶毡+外层硅酸铝针刺毯

热传导率：气凝胶毡： $\lambda=0.02996-6.13554\times10^{-5}\times t_m+6.7226\times10^{-7}\times t_m^2$

硅酸铝针刺毯： $t_m\leq400^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.044+0.0002\left(t_m-70\right)$ ； $t_m>400^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda=0.11+0.00036\left(t_m-400\right)$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (℃)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
15	22	10+60	10+60	10+70	20+60	10+80	10+80	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100	10+110	10+110
20	27	10+70	10+70	20+60	20+70	20+70	10+90	20+80	10+100	20+90	10+110	10+110	10+110	10+120
25	32	10+70	10+70	20+60	20+70	20+80	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	20+100	10+120	20+110
32	38	10+70	20+60	20+70	20+70	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+110	20+120
40	45	10+80	20+70	20+70	20+80	20+80	20+90	20+90	20+100	20+110	20+110	20+110	20+120	20+120
50	57	10+80	20+70	20+80	30+70	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+130	20+130
65	73	20+80	20+80	30+70	30+80	30+90	30+90	30+100	30+100	30+110	20+130	20+130	20+130	20+140

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 (°C)												
		350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		内层保温厚度 δ_1 , 外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$	$\delta_1+\delta_2$
80	89	20+80	20+80	30+80	30+80	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+130	30+140
100	108	20+80	20+90	30+80	30+90	30+100	30+100	30+110	30+120	30+130	30+130	30+130	30+140	30+140
125	133	20+90	30+80	30+90	40+80	30+100	30+110	30+120	30+120	30+130	30+140	30+140	30+150	30+150
150	159	20+90	30+90	40+80	40+90	40+100	30+120	40+110	40+120	40+130	40+130	40+140	40+140	40+150
200	219	20+100	30+90	40+90	40+100	40+110	40+120	40+120	40+130	40+140	40+150	40+150	40+160	40+160
250	273	30+90	40+90	50+80	50+90	50+100	40+120	40+130	40+140	40+150	40+160	40+160	40+170	40+170
300	325	30+100	40+90	50+90	50+100	50+110	50+120	50+120	50+140	50+150	50+150	50+160	50+160	50+170
350	377	30+100	40+100	50+90	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+160	50+170	50+180
400	426	30+100	40+100	50+90	50+110	50+120	50+130	50+130	50+140	50+160	50+160	50+170	50+180	50+180
450	478	30+110	40+100	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	40+180	50+180	50+190
500	529	30+110	40+100	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	40+180	50+170	40+190	40+200
600	630	30+110	40+110	50+100	50+120	50+130	50+140	50+140	50+160	50+170	50+170	50+180	50+190	50+190
700	730	40+100	50+100	50+110	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190	50+200
800	830	40+110	50+100	50+110	50+120	50+140	50+140	50+150	50+160	50+180	50+180	50+190	50+200	50+200
900	930	40+110	50+100	50+110	50+120	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+200	50+200	50+210
1000	1030	40+110	50+100	50+110	50+130	50+140	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+200	50+210	50+210

附 P.2.7.6 气凝胶毡+硅酸钙保温层经济厚度选用表

地理区域：华南地区

敷设种类：室外

保温层种类：内层气凝胶毡+外层硅酸钙

热传导率：气凝胶毡： $\lambda=0.02996-6.13554\times10^{-5}\times t_m+6.7226\times10^{-7}\times t_m^2$

硅酸钙： $t_m < 500^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.0564 + 0.00007786 t_m + 7.8571 \times 10^{-8} \times t_m^2$ ； $500^{\circ}\text{C} \leq t_m \leq 800^{\circ}\text{C}$ ： $\lambda = 0.0937 + 1.67397 \times 10^{-10} \times t_m^3$

公称直径 DN (mm)	管道外径 D_o (mm)	管道表面温度 ($^{\circ}\text{C}$)												
		300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
		内层保温厚度 δ_1 ，外层保温厚度 δ_2 (mm)												
		$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$	$\delta_1 + \delta_2$
15	22	10+80	10+70	10+70	10+70	10+70	10+80	10+80	10+90	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100
20	27	10+80	10+80	10+70	10+70	10+80	10+80	10+90	10+90	10+90	10+100	10+100	10+100	10+110
25	32	10+90	10+80	10+80	10+80	20+70	10+90	10+90	10+90	10+100	10+100	10+110	10+110	10+110
32	38	10+90	10+80	10+80	10+80	20+70	20+80	10+100	10+100	10+100	10+110	10+110	10+110	10+120
40	45	10+90	10+90	10+80	10+90	20+80	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	10+120	10+120	10+120
50	57	10+100	10+90	10+90	20+80	20+80	20+90	20+100	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120
65	73	10+110	10+100	20+80	20+90	20+90	20+100	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+120	20+130
80	89	10+110	10+100	20+90	20+90	30+80	20+100	20+110	20+110	20+120	20+120	20+130	20+130	20+130
100	108	10+120	10+110	20+90	20+100	30+90	30+100	20+110	20+120	20+120	20+130	20+130	20+140	20+140
125	133	10+120	10+110	20+100	30+90	30+90	30+100	30+110	30+110	30+120	30+130	30+130	20+150	30+140
150	159	10+130	10+120	20+100	30+100	30+100	30+110	30+120	30+120	30+120	30+130	30+140	30+140	30+150
200	219	20+130	20+120	20+110	30+100	40+100	30+120	30+130	30+130	30+140	30+140	30+150	30+150	30+160
250	273	20+130	20+120	30+110	30+110	40+100	40+110	40+120	40+130	40+130	40+140	40+150	30+160	40+160
300	325	20+140	20+130	30+110	40+100	40+110	40+120	40+130	40+130	40+140	40+150	40+160	40+160	40+160
350	377	20+140	20+130	30+110	40+110	40+110	40+120	40+130	40+140	40+140	40+150	40+160	40+160	40+170
400	426	20+150	20+140	30+120	40+110	40+120	40+130	40+140	40+140	40+150	40+160	40+170	40+170	40+170
450	478	20+150	20+140	30+120	40+110	50+110	40+130	40+140	40+150	40+150	40+160	40+170	40+170	40+180
500	529	20+150	20+140	30+120	40+120	50+110	50+120	40+140	50+140	50+140	50+150	50+160	40+180	50+170
600	630	20+160	20+150	30+130	40+120	50+120	50+130	50+140	50+140	50+150	50+160	50+170	50+170	50+180
700	730	30+150	20+150	30+130	40+120	50+120	50+130	50+140	50+150	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180
800	830	30+150	30+140	40+120	40+130	50+120	50+130	50+150	50+150	50+160	50+170	50+180	50+180	50+190
900	930	30+150	30+140	40+120	50+120	50+120	50+140	50+150	50+150	50+160	50+170	50+180	50+190	50+190
1000	1030	30+160	30+150	40+130	50+120	50+130	50+140	50+150	50+160	50+160	50+170	50+190	50+190	50+200

附 P.2.7.7 纳米微孔保温毡保温层经济厚度选用表

地理区域：华南地区

敷设种类：室外

保温层种类：600℃以内采用纳米微孔保温毡，600℃以上采用高温型纳米微孔保温毡内层+纳米微孔保温毡复合结构

热传导率： $\lambda=1.5\times10^{-7}\times t_m^2+5\times10^{-5}\times t_m+0.030$

公称直 径 DN (mm)	管道外 径 D _o (mm)	管道表面温度 (℃)																						
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		保温层的厚度 (mm)																						
15	22	30	40	40	50	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	70	80	80	20+60	30+60
20	27	30	40	40	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	70	80	80	80	20+60	30+60
25	32	40	40	40	50	50	50	60	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	80	80	80	80	20+70	30+70
32	38	40	50	50	50	50	60	60	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	20+70	30+70
40	45	40	50	50	50	60	60	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	20+70	30+70
50	57	40	50	50	60	60	60	70	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	20+80	30+80
65	73	50	50	60	60	60	70	70	70	70	70	70	70	80	80	80	90	90	90	100	100	100	20+80	30+80
80	89	50	50	60	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	90	90	90	90	100	100	100	100	20+90	30+90
100	108	50	50	60	70	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	100	100	110	110	20+90	30+90
125	133	50	50	60	70	70	70	70	70	80	80	80	80	90	90	90	100	100	110	110	110	110	20+100	30+100
150	159	50	60	60	70	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	110	120	20+100	30+100
200	219	50	60	70	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	120	20+110	30+110
250	273	60	60	70	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	110	110	110	120	120	120	130	20+110	30+110
300	325	60	60	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	120	120	130	130	130	20+120	30+120
350	377	60	70	70	80	80	90	90	90	90	90	100	100	100	110	110	110	120	120	130	130	140	20+120	30+120
400	426	60	70	70	80	90	90	90	90	90	100	100	100	100	110	110	120	120	130	130	130	140	20+120	30+120
450	478	60	70	70	80	90	90	90	90	100	100	100	100	100	110	110	120	120	130	130	140	140	20+130	30+130
500	529	60	70	80	80	90	90	90	100	100	100	100	100	100	110	120	120	120	130	140	140	140	20+130	30+130

公称直径 DN (mm)	管道外径 D _o (mm)	管道表面温度 (℃)																						
		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650
		保温层的厚度 (mm)																						
600	630	60	70	80	80	90	90	100	100	100	100	100	100	110	110	120	120	120	130	140	140	150	20+130	30+130
700	730	60	70	80	90	90	100	100	100	100	100	100	100	110	120	120	120	130	130	140	140	150	20+130	30+130
800	830	60	70	80	90	90	100	100	100	100	100	100	100	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140
900	930	60	70	80	90	90	100	100	100	100	110	110	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140
1000	1030	60	70	80	90	90	100	100	100	110	110	110	110	110	120	120	130	130	140	140	150	150	20+140	30+140

本规范用词说明

- 1 为了便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的：正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。