

城市集中供热管网施工技术探究

● 陈文 潘奕霖



[摘要] 随着我国城市化进程的加速以及环境保护压力的不断增加,集中供热作为一种节能环保的能源利用方式,在大中型城市中得到了广泛应用。近年来,有关部门根据我国出台的法规,大力支持集中供热系统的建设,积极推动供热设施的现代化和管网的智能化。本研究主要针对城市集中供热管网的施工技术进行深入分析,探讨从设计规划到施工实施的全过程,尤其是在管道铺设、焊接技术、连接件安装、质量控制及试压验收等方面的关键技术,力求为相关领域的工程实践提供理论依据。

[关键词] 城市集中供热;管网施工;管道铺设;焊接技术;质量控制

随着我国城市化进程的不断推进,城市集中供热系统在提高能源利用效率、改善空气质量、促进节能等方面发挥着重要作用。城市集中供热管网作为热能传输的核心部分,其施工技术的科学性、规范性直接影响到供热系统的运行稳定性和安全性。本文针对城市集中供热管网施工中的关键技术问题进行探讨,涵盖了管网设计与规划、管道铺设技术、焊接与连接技术、质量控制及试压验收等方面。

城市集中供热管网的基本构成与特点

(一) 管网系统的组成

1. 热源

热源一般为锅炉房、热电厂或地热站等,负责产生热能。热源通过热媒(水或蒸汽)向城市输送热量。根据热源的不同,热媒的参数也有所不同,例如热水的温度一般在70~130℃之间,蒸汽的温度可达到150℃以上。

2. 热力站

热力站是连接热源与管网的中枢,负责热能的调节与分配。热力站内设有换热设备,一般采用热交换器将热源的热媒与城市供热管网中的水进行热交换,保证热能的有效输送。换热站的设计流量一般为100~500m³/h,换热器的功率可达到几千千瓦。

3. 输热管道

输热管道是集中供热系统的核心部分,负责将热水或蒸汽从热源输送到用户。管道根据使用场景的不同,可以选择不同材质,常见的有钢管、铜管及塑料管等。管道的直径一般从100mm~800mm不等,根据不同的供热需求和流

量进行设计。以钢管为例,其常见外径为219mm,壁厚为6mm。管道的输送压力一般在1.0~1.6MPa之间。

4. 末端换热设备

末端设备主要包括散热器、地暖管道、空调换热器等,用于将热量传递到用户端。末端换热器的功率从几千瓦到几百千瓦不等,具体功率根据用户需求的供热负荷来设计。

5. 用户侧设施

用户侧设施包括热计量设备、温控阀门和供热分配系统。热计量设备用于精确测量每户的热量消耗,一般采用热量表(如水表型、超声波型等),可以精确到0.1kW·h。

(二) 管网设计的要求

1. 管道布局与规划

管网布局应根据城市的功能分区、建筑密度以及区域热负荷进行科学规划。管道路径应尽量避免过多的交叉与曲折,以减少流体的压力损失。设计时还要考虑到施工的可行性,确保施工过程中的施工便捷性和对周围环境的最小干扰。

2. 管道尺寸的选择

管道尺寸的选择要综合考虑热负荷、流速、压力损失等因素。管道的流速一般控制在1~2m/s范围内,以避免水流过快导致出现水锤现象或管道内摩擦损失过大。管道的直径一般根据负荷需求从100~800mm不等,在设计时要确保管道具有足够的承载能力和流通能力。

3. 管网的可靠性与冗余设计

由于供热系统直接关系到居民生活的舒适度,因此管网设计要考虑冗余设计,即在关键节点和重要管段要设置备用管道或阀门,以确保系统出现故障时能够及时恢复。

4. 系统压力与流量控制

在设计过程中，需要充分考虑系统的压力和流量控制。热力管网系统的工作压力一般设定为 1.0~1.6MPa，过高的压力可能会导致管道的破裂或泄漏，而过低的压力则无法确保热媒的有效输送。合理的压力控制和流量调节设备应安装在管网关键部位，确保供热系统在高负荷和低负荷期间的稳定运行。

5. 热损失的控制与节能

在设计时应尽量选择保温性能优异的管道和保温材料，如使用厚度为 50~150mm 的保温层，以减少热损失。对于长距离输送的管道，应特别关注管道的热传导和保温设计，以减少能源浪费。

Q 城市集中供热管网施工技术

(一) 施工图纸准备

1. 管网布局图与管道布置

施工图纸首先需要明确管网的整体布局，包括管道的走向、管径、阀门设置及接入点等。管道布局图应标注各管段的起始点和终止点，管道的直径一般根据设计要求为 100mm~800mm。对于长距离管道，可能涉及不同类型的管材(如钢管、保温管、预制管道等)，因此施工图纸应清晰标注每种管道的材质和尺寸。

2. 管道交叉与转角设计

对于需要交叉、转弯的管道，施工图纸应标明管道的具体位置和转角的半径。例如，管道转弯半径一般不得小于管径的 3 倍(即对于直径为 150mm 的管道，转角半径应不小于 450mm)。同时，转角处需考虑压力损失的控制，避免水流阻力过大。

3. 管道保护与穿越结构设计

对于穿越道路、桥梁或其他建筑结构的管道，施工图纸需注明管道的防护措施及穿越深度。例如，埋设管道应距地面深度为 1.5~2.0 米，以避免受到外部干扰和物理损伤。对于穿越结构的管道，应预留防护套管或采取加固措施，保证管道的安全性和耐用性。

4. 阀门和控制设备布置图

施工图纸中还需要包括阀门、压力表、温度传感器等控制设备的具体位置。这些设备一般设置在管道的关键节点，以便在运行中进行监控和维护。阀门的口径选择需根据管道的尺寸及实际运行需求，常见的阀门口径为 DN100 至 DN500。

(二) 管道铺设技术

1. 管道选材与管道类型

对于供热管网的铺设，常用的管道材料有钢管、铸铁管、聚乙烯(PE)管和预制保温管等。其中，钢管一般用于

长距离、高压力的管道，具有较强的承压能力，适用于主干管道；预制保温管则用于提高供热效率，减少热能损失，适用于中小口径的供热管道；聚乙烯管一般用于低压的分支管道，因为其耐腐蚀、施工方便。

管道的尺寸应根据设计要求选择。主干管道的直径一般在 200mm~1000mm 之间，而支管的直径一般在 100mm~500mm 之间。管道的内外直径、壁厚等需要按照相关规范进行设计，并标明在施工图纸上，确保在施工过程中严格按照标准要求进行铺设。

2. 管道铺设工艺流程

在铺设管道之前，施工队伍应先对施工现场进行详细勘察，确认管道的实际铺设位置、坡度及周围环境情况。还需要检查地下管网的现状，避免与已有管线发生冲突。在此过程中，需确保所有管道材料、设备以及工具齐全，避免施工中断。

管道的沟槽应根据管道类型、管道直径和埋深要求进行开挖。一般来说，供热管道的埋设深度不应小于 1.5m，以确保管道不受地表活动的干扰。开挖时，沟槽底部应保持平整、坚实，避免管道受到沉降或变形。沟槽宽度应根据管道尺寸及后期施工需要来确定，一般比管道外径大出 0.5m 左右。

3. 管道安装与连接

钢管一般采用焊接、螺纹连接或法兰连接的方式。钢管焊接时需保证焊缝的质量，焊接完成后应进行 X 光检测，确保焊接接头无缺陷；预制保温管多采用插接连接，确保连接处密封良好，防止热损失；PE 管采用热熔连接技术，连接处要求严格控制温度和压力，确保连接牢固。

4. 管道埋设深度与坡度要求

根据设计规范，供热管道的埋设深度一般不应低于 1.5m，特别是在寒冷地区，埋设深度要足够深，以防止冬季低温下管道结冰或冻裂。对于穿越道路或桥梁的管道，应根据结构要求增加管道的埋深。

(三) 管道连接与焊接技术

1. 管道连接方式

焊接连接是最常用的技术之一，适用于大多数材料的管道，如钢管、合金管。焊接连接通过电弧加热两端管道的接触面，融化并熔合管材，通过冷却形成坚固的焊缝。钢管的焊接一般采用手工电弧焊、氩弧焊或埋弧焊等方法。焊接时应合理控制焊接温度、电流、电压等参数，避免出现气孔、裂纹等焊接缺陷。

手工电弧焊适用于现场施工，尤其在狭小空间或管道弯曲部分。电流一般设置在 100A~200A，焊接速度应根据管材厚度进行调整。

氩弧焊用于高强度要求的管道，特别是不锈钢管和高合

金管。氩气保护能够有效避免氧化，确保焊缝质量。氩弧焊适用于较薄管壁(例如6~25mm)管道的焊接。

埋弧焊适用于大口径管道，尤其在管道大直径(DN300及以上)或壁厚较大的情况下，埋弧焊能提供更稳定的焊接质量，焊缝强度高。

法兰连接广泛应用于需要定期检修、拆卸的管道或高压、温度波动大的区域。法兰连接通过两个法兰盘与密封垫片的配合，以及紧固螺栓实现管道连接。法兰接头需确保法兰面平整，密封垫片完好无损，并对螺栓进行均匀、对称的拧紧。

2.管道焊接技术

焊接前应对管道的接头部位进行清理，清除油污、锈迹、氧化物等杂质。对于钢管，常用的清洁方法是使用钢丝刷或砂纸打磨，确保焊接表面无污染。焊接时使用的焊条、焊丝或焊丝应与管道材料相匹配，确保接头的强度和耐腐蚀性。例如，碳钢管道应使用符合标准的E6010、E6011焊条，而不锈钢管道则选用不锈钢焊条。管道连接的焊接接头一般为V形或U形槽口，在焊接时要根据接头的形状确定合适的填充材料和焊接方式。

3.焊接工艺控制要点

焊接电流与电压调节需根据管材的不同厚度和材质、焊接时的电流和电压需要精确调节。对于薄壁管道(如6mm~15mm厚)，电流应相对较低，避免过热导致管道变形。厚壁管道(如20mm以上)的焊接则需要更高的电流和电压，以确保充足的焊接深度。焊接速度直接影响焊缝的质量，过快的焊接速度可能导致焊缝不完整，过慢则会导致热影响区过大，影响管道强度。一般情况下，焊接速度应根据管道规格和环境温度进行调节。对于较厚的管壁，常采用多层焊接，且每层焊接后需进行打磨。

Q 城市集中供热管网施工中的质量控制

(一)施工过程中的质量监控

1.管道铺设质量控制

在管道铺设过程中，监控的重点包括管道的埋设深度、坡度和对接精度。管道的埋设深度应符合设计要求，一般为0.8~2m，具体深度视土壤类型和环境条件而定。铺设时，还要确保管道的水平度和垂直度，避免管道出现弯曲、变形或不平整的现象。

2.焊接质量监控

施工现场应配置专门的焊接监督人员，负责监督焊接过程中的焊接参数(如电流、电压、焊接速度等)是否符合标准要求，焊接工艺是否符合设计规范。同时，要确保焊工具备相应的资质，并对焊接接头进行外观检查，必要时进行无损检测(如X射线检测、超声波检测)，以检查焊缝内部

质量。

3.连接件安装监控

连接件(如法兰、螺栓)的安装质量对供热管网的密封性和稳定性至关重要。施工时，应监控每一处连接部位，确保法兰面平整、垫片完好、螺栓紧固均匀。特别是在高温和高压环境下，连接的密封性更为关键，因此要对每一处连接件的安装精度进行严格检验。

4.管道保护与绝热层施工监控

管道保护层的施工质量对管道的使用寿命有重要影响。在管道铺设完成后，需对管道表面进行保护，防止外部腐蚀。保温层的施工也应符合设计要求，保证管道在输送热能时不出现热损失。此外，保温材料的厚度应符合设计标准，一般为50~100mm，视管道口径和输送温度而定。

(二)施工后的验收与试压

1.施工验收

施工验收是对管网系统各项施工工艺、设备安装、材料质量等进行全面检查的过程。主要的验收项目包括以下几点。

(1)管道安装位置与深度：检查管道的铺设位置是否与施工图纸一致，埋设深度是否符合设计要求(一般为0.8~2m，具体根据土壤类型和地面荷载情况调整)。同时检查管道走向、坡度等是否符合设计规范。

(2)连接件安装：检查所有法兰、螺栓、接头等连接部件的安装质量，确保法兰面平整、垫片完好、螺栓紧固到位，并检查是否有泄漏的隐患。

(3)管道外观检查：管道外表应无裂纹、变形、腐蚀等问题，并且需检验保温层、保护层的施工质量是否符合设计要求(保温厚度一般为50~100mm)，同时防腐层的施工应完整无缺。

(4)设备安装验收：包括供热系统中的各类阀门、泵站等设备的安装是否符合设计要求，操作是否正常。

2.试压检测

(1)试压前准备：确保所有连接部件(如法兰、阀门、管道接头等)均已安装完毕，并进行密封性检查。同时确保管道内部清理干净，避免残留杂物影响试压结果。此外，对试压设备进行检验，确保压力表、压力泵等设备的精确度和功能正常。

(2)试压过程：一般试压压力为管道设计压力的1.5倍。例如，设计工作压力为2.0MPa，则试压压力应为3.0MPa。试压过程中，要缓慢加压，逐步提高至预定试压值，并持续一定时间(一般为0.5~1h)，观察管道的压力变化。压力应稳定，且不得有下降现象。在试压过程中，要密切关注管道、连接部位和设备接口等地方的泄漏情况。如果出现压力下降，需立即查找漏点并进行修复。

(3)试压后检查:试压完成后,应对所有连接部位、阀门及管道进行再次检查,确保没有泄漏。同时记录试压数据,包括最大压力、试压时间、温度等,并生成试压报告。若试压合格,方可进行管网的正常投入运行。

Q 结束语

总之,在实际工程中,只有通过科学的设计、精确的施工技术以及严密的质量控制,才能确保供热管网的长期稳定运行。通过对管网施工技术的不断优化和创新,能够有效提高供热系统的效率,减少热能损失,降低运行成本,并为未来的城市供热发展奠定坚实基础。

📖 参考文献

[1]吴璐,熊丽敏.集中供热管网工程的施工质量管理策略研究[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2022(06):2305-2306.

[2]王子亚.城市集中供热管网的施工技术阐述与探讨[J].砖瓦世界,2021(11):109.

[3]霍冲霄.城市集中供热管网的设计施工及优化[J].建筑工程技术与设计,2021(08):409.

[4]袁志娟.关于市政供热管网标准化施工技术的分析[J].建筑·建材·装饰,2022(01):75-77.

[5]马德慧.供热管网无补偿冷安装直埋管道敷设施工技术[J].安装,2022(07):30-32.

[6]刁红斌.集中供热工程施工质量控制分析[J].建材发展导向(下),2021,19(01):66-67.

作者简介:

陈文(1992—),男,汉族,山东济南人,大学专科,助理工程师,济南热力集团有限公司,研究方向:供热管网施工技术。

潘奕霖(1994—),男,汉族,山东济南人,本科,助理工程师,济南热力集团有限公司,研究方向:供热管网施工技术。