

供水管网 PE 管热熔对接施工技术应用

张小飞

(巢湖市水务局, 安徽 合肥 238000)

摘要 铸铁管网随着服役年限增长, 会产生腐蚀、渗漏等问题, 已无法满足现代农村对供水安全的实际需求。聚乙烯 (PE) 管凭借其优异的耐化学腐蚀性、良好的柔韧性、长使用寿命及便捷的热熔连接特性, 在供水管网新建与改造工程中得到广泛应用。本文以实际工程项目为例, 通过分析 PE 管热熔对接技术原理, 针对该技术在供水管网中的技术实施重点进行研究, 以期同类供水管网工程提供技术参考。

关键词 供水管网; PE 管; 热熔对接; 对接工艺

中图分类号: TU990.3

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.05.002

0 引言

随着农村基础设施建设的持续推进, 供水管网已成为保障农村正常运转的核心水源供应链条, 其中 PE 管的施工质量, 更是深刻影响着居民生活质量与农村发展效能。PE 管具有耐腐蚀、柔韧性强、使用寿命长、施工便捷等特点, 在供水管网建设及改造工程中得到广泛应用。热熔对接作为 PE 管连接重点技术, 其施工工艺的规范性与精准性直接决定了管道系统的密封性和结构稳定性。因此, 针对 PE 管热熔对接施工关键工艺技术展开研究, 以期供水管网工程的质量保障提供技术参考。

1 PE 管热熔对接技术原理

PE 管热熔对接技术是根据热塑性塑料的热熔特性所研发的技术, 其利用加热板进行两根 PE 管端面的均匀加热, 确保 PE 管端面达到熔融状态后快速移开, 在压力作用下使两根 PE 管道熔融端面紧密贴合, 在保持一定压力后使接口冷却固化形成整体密封连接结构。该技术在应用中需要落实加热温度、加热时间、对接压力、冷却时间的全面控制, 使 PE 管热熔对接时分子充分扩散融合提高对接强度^[1]。

PE 管热熔对接力学性能和施工参数存在直接关联, 针对不同规格、等级的 PE 管热熔对接参数有明显不同。本工程中所用 PE100 级管材的密度为 $0.941 \sim 0.965 \text{ g/cm}^3$, 其在熔融对接时将温度设定为 $130 \sim 180^\circ\text{C}$, 并且 PE 管热熔对接时结合管材直径、壁厚等参数进行工艺参数调整, 确保热熔对接后连接达到质量要求, 禁止存在管道虚焊、未焊透或过度熔融等缺陷。

2 工程案例概况

某农村核心区域的老旧供水管网改造工程, 其改造管道总长为 3 800 m, 管径 DN200 ~ DN300, 设计供水压力 0.6 MPa。因为该管道位于农村核心地带, 其现场的供水管网主要为铸铁管, 并且使用年限超过 30 年, 管道存在腐蚀、渗漏等问题, 这造成水资源浪费严重, 且对于供水的安全性、稳定性造成危害。为有效解决上述问题, 本工程采用 PE100 级给水管材整体更换, 并选择热熔对接技术进行 PE 管材的连接, 其施工周期为 90 天, 要求施工过程中尽量降低对周边农村居民以及交通的影响。通过技术人员现场地质勘测确定为粉质黏土, 地下水埋深 2.5 m、土壤含水率 18% ~ 22%。同时, 本项目施工所在农村区域地下管线虽分布相对分散, 但涵盖农用灌溉管、电力线、通信线缆等类型, 需在施工前对既有管线开展全面勘查与标识, 避免供水管网施工与既有管线发生冲突, 保障施工质量与安全。

3 供水管网 PE 管热熔对接施工技术的具体应用

3.1 施工准备

3.1.1 管材与设备准备

本工程设计方案确定采用 PE100 级给水管材及配套管件, 管材进场前需进行严格检验: 确保管材外观无划痕、裂纹、凹陷等缺陷, 尺寸偏差符合《给水用聚乙烯 (PE) 管道系统第 2 部分: 管材》(GB/T 13663.2-2018) 标准要求; 管材公称压力、壁厚等参数与设计方

案一致, 且具备产品合格证、检测报告等完整质量证明文件。据本次供水管网 PE 管 (DN200 ~ DN300) 热熔对

作者简介: 张小飞 (1988-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 水利工程建设管理、农村自来水供水管理。

接施工需求,现场选用 HDPE-355 型全自动热熔对接焊机,该设备适配管径范围为 DN110 ~ DN355,具备温度自动控制、压力显示、时间记录等功能,可完全满足本项目管径的热熔对接施工需求。焊机使用前需进行调试:确保加热板温度均匀,温度偏差控制在 $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内;液压系统运行平稳、无泄漏。此外,根据现场施工需求,配置管材切割机、刮刀、记号笔、卷尺、水平仪等辅助工具,所有工具经检测合格后方可投入施工作业。

3.1.2 现场准备

本工程施工前按照设计方案进行测量放线,明确供水管网敷设位置、坡度以及接口位置,并且使用彩旗或石灰标记。鉴于本工程管材管径统一为 DN200 ~ DN300,沟槽开挖尺寸按对应管径精准控制:沟槽底宽统一设定为 1.2 ~ 1.5 m,既满足管材敷设操作空间需求,又可避免开挖量过大造成资源浪费;管道沟槽开挖深度结合管道埋设深度确定,一般需要在当地冰冻线以下 0.3 m 深度。而管道沟槽开挖环节采用机械开挖与人工修整组合的方式,确保在沟槽开挖环节不会出现超挖现象。如果沟槽开挖因为管控不严格引发超挖问题,需在现场使用级配砂石回填夯实且压实度超过 95%。供水管网沟槽开挖结束后进行平整夯实处理,并在沟槽底部铺设 10 ~ 15 cm 厚度粗砂垫层,使槽体承载力均匀,且供水管道铺设结束后不会出现地基不均匀沉降问题。同时,供水管网沟槽两侧设置排水沟以及集水井,将槽内积水排出达到干燥性要求^[2]。

3.2 PE 管热熔对接关键施工工序

3.2.1 管材切割与端面处理

供水管网 PE 管在切割时选用专用切割机,并且由技术人员按照设计方案测量管材长度,需要预留足够切口余量以保证管材长度达到要求。在 PE 管切割时确保切割面和管材轴线垂直,其垂直度偏差在 1° 以内。PE 管切割结束后使用刮刀将管材端面氧化层、杂质等清理干净,确保管材端面平整、光滑、无毛刺、无飞边。而对于 PE 管材厚度超过 10 mm 时进行坡口加工,坡口角度为 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$,坡口深度为管材壁厚的 $1/3 \sim 1/2$,确保 PE 管在加热时达到均匀的要求^[3]。

3.2.2 管材固定与对齐

PE 管端部处理结束后将其安装在热熔对接焊机夹具上,按照工艺方案调整夹具位置,确保管材中心轴线对齐,两端管材同轴度偏差为管材外径的 1% 以内。PE 管安装后使用水平仪检测管材水平度,确保两根管材在同一轴线上,防止管材对接时发生偏心情况。PE 管固定完成后使用记号笔在管材上标记加热长度以及对接位置,通常加热长度为 PE 管材壁厚的 10 ~ 15 倍。

3.2.3 加热过程控制

在 PE 管热熔对接施工过程中,加热板预热到规定温度后放入两根管材之间,并开启焊机液压系统时使管材端面和加热板紧密贴合。再施加一定的预热压力,使管材端面和加热板接触,其预热时间需结合 PE 管规格确定。如果 PE 管材端面存在均匀的熔融环时开始计时加热,加热时间执行工艺方案,禁止存在加热不足或过度加热影响 PE 管的热熔对接效果。在 PE 管加热过程中观察熔融环形成情况,保证 PE 管熔融环均匀、连续、无气泡、无裂纹。

3.2.4 对接与冷却

PE 管端部加热时间达到设定值后迅速移开加热板,并且开启焊机的液压系统,使两根管材以规定对接压力快速贴合,其对接压力需要大于预热压力,从而使 PE 管熔融界面充分融合。PE 管对接结束后保持对接压力不变进入冷却阶段,其冷却时间需要根据 PE 管材规格和环境温度确定。自然冷却时禁止移动 PE 管材或施加外力,防止造成 PE 管接口位置变形。PE 管冷却结束后拆除焊机夹具,并对 PE 管接口位置进行外观检查^[4]。

3.2.5 施工参数优化

PE 管热熔对接时工艺参数对于连接质量有直接影响,本项目施工时结合不同管径 PE 管进行多次试验和调整,最终确定适宜参数见表 1。该参数根据 PE100 级管材的特点,考虑到本项目施工地质条件、环境温度 $15 \sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 制定,从而保证 PE 管热熔对接的质量达到工程要求。

由表 1 可知,随着管材管径和壁厚的增加,加热时间、冷却时间相应延长,对接压力和预热压力也需适当提高。这是因为管径和壁厚越大,管材端面的散热速度越快,需要更长的加热时间确保端面充分熔融,同时需要更大的对接压力使熔融界面紧密结合、更长的冷却时间保证接口固化成型。

3.3 PE 管热熔对接施工质量控制措施

3.3.1 接口外观质量控制

供水管网 PE 管热熔对接施工结束后,当管道对接部位冷却结束后进行外观检查。在该环节需要保证 PE 管对接接口处熔融环均匀、连续,宽度 2 ~ 4 mm、高度 1 ~ 2 mm;PE 管接口位置没有明显错位,并且错边量控制在 PE 管材厚度 10% 以内;PE 管接口表面无气泡、裂纹、凹陷、虚焊等缺陷。如果 PE 管热熔对接外观质量未达到要求,需要将其切除后重新焊接。

3.3.2 接口力学性能检测

本项目施工中按照国家标准抽取规定比例的 PE 管热熔对接接口进行力学性能检测,主要检测项目为拉

表1 PE管热熔对接最优施工参数表

管材管径(DN)	壁厚(mm)	加热温度(℃)	加热时间(s)	预热压力(MPa)	对接压力(MPa)	冷却时间(min)
110	10.0	210	60	0.3~0.4	0.6~0.8	15
160	14.6	210	90	0.3~0.4	0.6~0.8	22
200	19.1	210	120	0.3~0.4	0.6~0.8	30
250	23.8	210	150	0.3~0.4	0.6~0.8	38
300	28.5	210	170	0.3~0.4	0.6~0.8	45

伸强度和爆破压力试验。本项目总计抽取30个PE管接口进行检测,测定拉伸强度超过20 MPa、爆破压力超过1.2 MPa,符合《塑料管材热塑性塑料管材耐内压试验方法》(GB/T 19809-2005)标准要求,这说明PE管热熔对接质量满足供水管网的运行需求^[5]。

3.3.3 施工过程质量控制

供水管网PE管热熔对接施工需要建设质量管理体系,在现场配置专职质量检查员对每道工序进行质量监督。在施工前落实人员技术培训,保证现场施工人员熟悉施工工艺和操作要点,并严格按照工艺参数开展各项施工作业。同时,本项目在PE管热熔对接施工中做好每道接口施工时间、加热温度、加热时间、对接压力、冷却时间的记录工作,并形成完善的质量追溯体系。此外,现场施工时落实安全管理,在现场设置安全警示标志以防发生安全事故。

4 PE管热熔对接施工过程中常见问题及解决措施

4.1 接口虚焊

供水管网PE管热熔对接施工中接口虚焊普遍,其主要表现形式为熔融环不连续、无光泽、接口强度不足,都容易引发供水管网渗漏。该问题的原因是加热温度不足、加热时间过短或对接压力不够,需要在现场施工中严格按照工艺参数落实加热温度与加热时间控制,保证PE管材端面充分熔融。同时,PE管对接时施加足够对接压力确保熔融界面紧密贴合。

4.2 接口错位

PE管热熔对接时接口错位表现形式为两端管材轴线不重合、错边量超出标准,其形成原因是管材固定不牢固、夹具调整不当或管材切割面不垂直。根据该问题表现,在PE管热熔对接时加强管材固定,确保设备夹具夹紧力达到标准;按照PE管热熔对接要求调整夹具位置,确保管材中心轴线对齐;PE管材切割时确保切割面和管材轴线垂直,切割后检查切割面垂直度。

4.3 熔融过度

供水管网PE管热熔对接中熔融过度表现形式为熔融环过宽、过高,管道接口存在鼓包、裂纹等缺陷,

其形成原因是PE管加热温度过高、加热时间过长或对接压力过大。根据该问题的原因,需要严格落实加热温度控制,防止PE管材热熔对接时温度超出上限;根据PE管材规格合理确定加热时间,禁止随意延长加热时间;PE管热熔对接时严格控制对接压力,防止对接压力过大导致熔融材料挤出过多。

4.4 接口冷却不良

供水管网PE管热熔对接时,接口冷却不良表现形式为接口固化不充分,其强度无法达到要求且容易发生变形现象。该问题形成原因是冷却时间不足、冷却过程移动管材、环境温度过低。根据该问题,在PE管热熔对接时考虑到管材规格、环境温度留有足够冷却时间,禁止提前拆除夹具;PE管热熔对接后冷却时禁止移动管材或支架;环境温度5℃以下时采取保温措施并延长冷却时间。

5 结束语

在供水管网建设工程中,PE管热熔对接是实现供水管网稳定运行的重要基础。本研究结合某农村老旧供水管网改造工程案例,针对PE管热熔对接施工关键技术展开探究,通过在工程施工中实施合理的技术方案,确保了PE管热熔对接的稳定,能减少接口虚焊、错位、熔融过度等问题,供水压力满足设计要求,取得了良好的应用效果。

参考文献:

- [1] 赵小虎.房建给排水PE管热熔工艺研究[J].长春大学学报,2019,29(12):14-17.
- [2] 游小鹭.市政供水PE管道热熔连接关键技术及质量控制[J].四川水泥,2022(11):59-61.
- [3] 王仕杰.PPR给水管热熔操作技术探讨[J].中国设备工程,2024(06):224-226.
- [4] 方伟恒,李忠星,赵乐宁.供水用PE管热熔对接工艺研究[J].四川化工,2023,26(04):40-43,56.
- [5] 汤园.武冈市乡镇11个供水工程PE供水管道施工质量提升对策研究[J].湖南水利水电,2024(04):8-10,14.