

城市燃气 PE 管道电熔连接技术应用

王筱娜（中石油昆仑燃气有限公司，浙江 杭州 310000）

摘要：本文研究嵊州市碧桂园兰樾府小区管道燃气工程中城市燃气 PE 管道的电熔连接技术。分析了 PE 管道电熔连接施工前准备与管材处理，同时从参数设定与控制、施工操作及质量检测等关键技术对连接效果的影响分析，且提出了涵盖各环节技术要点的综合应用方案。工程实践表明，通过现场实施与验证，证明该技术方案能有效提升施工效率，保障连接质量，具有良好的经济效益。

关键词：城市燃气；PE 管道；电熔连接技术；工程应用；质量控制

中图分类号：TU996.7 文献标识码：A 文章编号：1674-5167(2025)029-0116-04

Application of electric fusion connection technology in urban gas PE pipeline

Wang Xiaona(Petrochina Kunlun Gas Co., LTD Hangzhou Zhejiang 310000, China)

Abstract: This study investigates the electrofusion connection technology for urban gas PE pipes in the pipeline gas project of Country Garden Lanyue Mansion residential complex in Shengzhou City. The research analyzes pre-construction preparations and pipe material treatment for PE pipe electrofusion connections, while evaluating key factors affecting connection effectiveness including parameter configuration and control, construction operations, and quality inspection. A comprehensive implementation plan covering technical aspects of each phase is proposed. Field implementation and validation demonstrate that this technical solution significantly enhances construction efficiency, ensures connection quality, and delivers substantial economic benefits.

Keywords: urban gas; PE pipeline; Electric fusion connection technology; Engineering applications; quality control

城市燃气选择 PE 管道有极为明显优势，其具备柔韧性好、耐腐蚀性强、施工便捷的优势，其能够满足燃气管道运行需求且符合城市化发展需求。城市燃气 PE 管道采用电熔连接技术能够提高连接位置强度、施工质量，并对于城市燃气管道运行安全和使用寿命提升产生积极作用。嵊州市碧桂园兰樾府小区管道燃气工程建设规模较大，它需要进行多种 PE 管道的铺设施工，所以，需选择使用电熔连接技术提高城市燃气管道建设水平，进而符合城市燃气管道运营需求。

1 工程概况

嵊州市碧桂园兰樾府小区管道燃气工程位于碧桂园兰樾府小区，涵盖多种类型居民用户，包括高层 434 户、多层 42 户、别墅 102 户，总计 578 户。该工程的主要工程量丰富多样，中压部分包含 DN90PE 管 20 m、DN63PE 管 2 m、DN90PE 球阀 1 个以及 300Nm³/h 调压柜 1 套；低压部分则涉及 DN160PE 管 180 m、DN110PE 管 40 m、DN90PE 管 250 m、DN63PE 管 1120 m、DN32PE 管 340 m，还有多种规格的无缝钢管，如 D89 无缝钢管 15 m、D57 无缝钢管 50 m、D48 无缝钢管 750 m、D34 无缝钢管 380 m、D22 无缝钢管 11 m，以及镀锌钢管，如 DN25 镀锌钢管 261 m、DN15 镀锌钢管 835m。

根据本工程燃气管道设计方案，其涉及到的管道尺寸较多，所以，在电熔技术应用过程中需分析 PE 管道的连接情况以确定适宜连接工艺方案。同时，PE

管道热熔连接还要分析道路两侧绿化带等区域实际情况，进而实现精准对接和施工质量的提升。

2 城市燃气 PE 管道电熔连接关键技术分析

2.1 施工前准备与管材处理技术

本项目施工开始之前需落实管材处理、准备等工作，这样，能够保证城市燃气管道电熔连接到应有的效果。

2.1.1 管材与管件质量检验技术

本项目所选择的 PE 管材包含 DN160、DN110、DN90 等多种规格，还要使用各种不同尺寸、规格型号的电熔管件，这就需要进行质量监督检测。PE 管道及管件在运输到作业现场之后，应由生产厂家提供质量保证书、出厂合格证明以及检测报告且各项指标满足设计标准，再开展现场施工作业。若 PE 管道规格在 DN90 及以上则需要重点检测外观，确保无划痕、凹陷、气泡等缺陷且管道壁厚满足均匀性要求。电熔管件的表面达到光滑性要求，电极引脚完好且无破损、变形等情况，内部电阻丝分布均匀、没有松动、断裂等情况。同时现场施工选择使用专用工具进行管材和管件尺寸的检测，如 DN63 的 PE 管件尺寸偏差在合理范围内，再由第三方检测机构测定静液压强度、熔体流动速率等指标合格后再开展现场施工^[1]。

2.1.2 管材切割与坡口加工技术

PE 管道安装开始之前需明确工艺方案和技术标准，进而确定适宜切割策略。PE 管道切割应严格控

制切割尺寸精度，并选择使用手动割刀或电动切割机精准切割，确保 PE 管道切口位置达到平整、垂直于管材轴线的要求以避免存在斜口与毛边的缺陷。针对 DN160、DN110 等直径较大的 PE 管道切割以电动切割机为主，切割刀具锋利、切割速度均匀以防止发生变形。

PE 管道切割结束后需按照工艺方案进行坡口的加工处理，坡口加工角度一般为 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ，其长度应为管道壁厚的 $1/2 \sim 2/3$ 。PE 管道坡口加工需将表面的碎屑、毛刺清理干净，确保端口位置的平整度、光滑性达到技术标准。例如，本项目 DN32 的 PE 管道直径相对较小，需选择使用自动坡口加工工具使得坡口尺寸合格、表面质量达到技术标准。PE 管道接口位置加工结束且质量检测合格即可进行现场清洁处理，确保 PE 管道接口位置无油污、灰尘等杂质而给电熔连接施工效果造成不利影响。

2.2 电熔连接参数设定与控制技术

城市燃气 PE 管道电熔连接需选择适宜工艺技术参数以及控制技术，这样，能够保证 PE 管道连接效果合格，从而规避现场环境和操作不当引发的质量缺陷。

2.2.1 电压与电流参数控制

PE 管道电熔连接要按照厂家说明书进行，并考虑到现场实际情况做出调整，使得 PE 管道电熔连接电压、电流参数处于合理范围内。例如，本项目中 DN90 的 PE 管道在连接时电压设定为 $39.5V \pm 0.5V$ ，并结合管件连接实际情况确定适宜的电流参数以免因为电流控制不当而给 PE 管道造成损坏。PE 管道连接选择电熔焊机作为主要连接设备，需在连接过程中严格控制电压、电流参数，并保证参数稳定防止因为操作控制不当而给 PE 管道连接造成影响^[2]。

电熔焊机在开展 PE 管道连接过程中，需进行校准确保其技术参数达到准确性、可靠性的要求。PE 管道电熔焊接连接需监测设备的电压、电流等参数变化情况，使其和规定工艺方案偏差控制在 $\pm 5\%$ 以内。若现场施工作业阶段监测发现数据偏差超出技术标准则立即停止焊接作业，并由技术人员分析原因，待整改后再继续开展施工。

由于本项目施工环境温度在 5°C 以内，所以在 PE 管道电熔连接过程中需施加必要的补偿温度以应对低温天气条件影响；然而，高温环境下 PE 管道电熔连接需在现场设置遮阳措施，防止环境温度升高或太阳直射给 PE 管道连接效果造成不影。

2.2.2 焊接时间控制

PE 管道电熔连接需严格控制焊接时间，这就要

考虑到管件类型、管材规格、环境温度等确定保证电熔连接的效果达到标准。由于本城市燃气项目的 PE 管道规格尺寸差异较大，所以在电熔连接过程中需考虑到实际情况，进而确定适宜电熔焊接时间。例如，DN63 的 PE 管道和电熔套筒焊接时间一般为几分钟，而 DN160 的 PE 管道则要适当延长时间且保证各项参数符合厂家说明书中的标注要求。

PE 管道电熔焊接时间在确定时应做好试验检测工作，并在管件上精准标注焊接时间，再按照实际情况做出适当调整。电熔焊机应具备一定计时功能，使电熔焊接时间达到精准性要求，预防因为焊接时间过短导致电熔连接不合格、电熔焊接时间过长而给管道造成损坏。例如，本项目某区域在 PE 管道连接过程中，其复杂性相对较高，有个别位置的作业空间相对狭小，并且其管间的间距相对较小。为保证该位置焊接效果合格需严格控制焊接时间，防止因为电熔焊接时间过长而给周边的管线以及管道造成危害。此外，PE 管道电熔焊接应在开始后保持连续进行，禁止存在施工中断等情况而给后续施工作业效果造成不利影响。

2.3 电熔连接施工操作技术

城市燃气 PE 管道电熔连接需制定规范化操作流程，并对各环节进行全面监督检测，使其按照规定流程顺利完成以满足 PE 管道施工要求。

2.3.1 管材插入与定位

城市燃气 PE 管道电熔焊接之前需落实管道监测工作，尤其要保证管道接口位置没有任何杂物，且坡口尺寸加工精度合格。本项目 PE 管道在连接开始之前需将表面浮尘、杂质清理干净，使用干净的无尘布擦拭，再使用 95% 以上的工业酒精二次擦拭消除管道表面的油污、水渍、氧化层。而对于某些 PE 管道关键位置或者核心部位，特别是临近绿化带位置需使用专用除垢剂将管道表面附着的泥土清理干净，再使用酒精擦拭完成后，经过 5min 以上时间挥发再开展后续施工^[3]。

PE 管要插入管件环节需做好插入深度标记工作，以免因为插入深度不足而给管道连接的质量造成影响。本项目所使用 DN63 的 PE 管道承口插入深度应超过设计标准的 95%，并在现场使用记号笔进行标记且保证接口位置达到平齐度要求。PE 管道插入环节需对管道进行保护，防止插入环节造成管道内壁损伤或变形等情况给城市燃气管道运行安全性造成影响。

PE 管道插入管件后需使用专用夹具连接固定，并根据现场管当尺寸和安装环境需求选择适宜的夹具。例如，本项目在绿化带的 DN160 PE 管道使用重型双卡箍夹具，间距控制在 30cm 以内，并使用膨胀螺栓

和预制混凝土支墩稳定连接，确保管道运行达到稳定性、可靠性要求；而别墅沿墙所铺设的 DN32PE 管道使用带橡胶垫的轻型管卡，确保管道固定性良好且防止磨损造成管道泄漏。PE 管道安装结束后检测其垂直度、水平度，通过水准仪检测偏差在 3mm/m 以内。而对于中压管道的 DN90PE 管道和调压柜连接位置保证水平度偏差在 1mm/m 以内，使得各位置连接效果良好。

2.3.2 焊接过程监测与控制

城市燃气 PE 管道电熔焊接过程中先将电熔焊机安装到位，并确保焊机电极和电熔管道引脚连接牢固且两者紧密接触以避免发生虚接现象。电熔焊接开始后将其参数调整到工艺方案范围内，并时刻监测管件变化情况。若焊接时存在冒烟、异味等情况，及时采取修正措施。

中压 DN90 的 PE 管道连接应组织专人进行现场监测，由工作人员时刻监控焊机技术参数并形成完善的焊接质量记录。焊接作业阶段故障问题需及时采取排除处理措施，确保 PE 管道和管件焊接连接达到强度标准，防止因为两者接触性不足而燃气管道运行安全性产生不利影响^[4]。

2.4 电熔连接质量检测技术

城市燃气 PE 管道电熔焊接结束后，其重点工作是进行质量监督检测，这样，能够保证 PE 燃气管道的安全性、可靠性满足技术标准。

2.4.1 外观检测

PE 管道电熔焊接结束之后先进行外观质量检查，确保管道无变形、开裂、烧焦等现象，管件上部观察孔突出且高度在合理范围内。同时对管道与管件连接位置展开检测，确保其两者插入深度符合技术标准，焊接强度满足要求且没有任何焊接缺陷。

本工程 DN63 的 PE 管道连接位置逐一进行外观检查，各位置的熔融物料溢出量均匀且适度。同时，PE 管道的电机引脚处于完好状态，焊接结束后未出现过热、损坏等情况。而在 PE 管道连接位置检测时应保证焊接没有任何缺陷，各部位的性能达到工程技术标准。

2.4.2 压力试验检测

城市燃气 PE 管道在外观质量检测后，立即按照工艺方案进行压力试验检测。按本项目 PE 管道压力试验技术标准，将低压管道试验压力确定为 0.1MPa，中压管道试验压力确定为 0.6MPa。PE 管道在压力试验作业开始前需先进行内部吹扫，确保管道内部无任何杂物，且将其缓慢升到试验压力保持 24h 以上。通常情况下，低压管道只需保持 1h 即可观察出管道是否存

在焊接质量问题^[5]。

若 PE 管道压力上升到试验压力范围内，应保证中压管道每小时压力下降在 0.01MPa 以内，低压管道压力下降在 0.02MPa 以内，各管道位置并未出现泄漏问题则说明 PE 管道压力试验合格。而在 PE 管道压力试验阶段若发现存在的连接强度不足问题，需由技术人员进行焊接修改调整。并且，使用肥皂水涂抹在该位置上检测是否出现泄漏问题以保证 PE 管道运行状态良好。

3 工程应用效果分析

在嵊州市碧桂园兰樾府小区管道燃气工程中，执行城市燃气 PE 管道电熔连接技术，这样，保证管道连接的强度和稳定性达到技术标准。

3.1 施工效率

本项目在施工开始之前针对 PE 管道展开全面质量检测以及材质测试，防止在现场施工作业阶段因为质量不足而给燃气工程运行效果造成不利影响；PE 管道切割使用专用设备进行，确保管道切口达到平齐、无杂物要求，且坡口加工尺寸符合精确性标准。PE 管道电熔连接需落实各项技术参数控制工作，特别是进行电熔焊接时间严格控制保证连接效果达到技术标准。本项目在 DN63 的 PE 管道电熔焊接过程中，采用该方法较之传统施工方式能够有效节约施工时间，确保 578 户居民能够顺利使用燃气。

3.2 连接质量

PE 管道采用电熔焊接连接结束后表面完好、无开裂、无变形，并且各观察孔位置突出状态达到技术标准；PE 管道压力测试环节发现多种管道规格未出现压力下降、超出标准的情况，管道各位置完好且未发生渗漏问题。PE 管道在运行过程中经过持续性监测发现其运行安全性合格，管道运行未出现事故保障居民的用气安全性。

3.3 经济效益

PE 管道电熔连接所需设备技术要求相对较高，这使得城市燃气工程施工初期阶段投入成本相对较高，但能够降低返工率、减少维修成本实现综合效益的提升。同时，PE 管道电熔焊接能够保证其运行具备稳定性、降低后续维护费用，也能延长使用寿命。本工程采用电熔连接方式使得 PE 管道连接强度达到要求，防止在运行过程中存在维修成本升高、燃气浪费等现象以实现经济效益的提升。

4 结语

城市燃气 PE 管道电熔焊接技术具备较高先进性，其能够实现城市燃气管道施工效率、连接质量、经济效益的提升，进而满足多种条件下施工需求。本文选

择实际工程案例进行分析，在 PE 管道电熔连接过程中通过技术参数控制、管材处理、焊接操作检测、质量控制多个环节出发提高 PE 管道电熔连接的整体水平。城市燃气 PE 管道电熔连接技术应用后，使 PE 管道运行稳定性达到技术标准，促进城市燃气输送体系建设和运营。而在今后工程技术不断发展的背景之下，使得电熔连接技术水平日益提升，能够满足城市燃气 PE 管道的连接安全性、稳定性、可靠性要求，防止燃气管理运行产生安全事故，为现代城市化建设发展做出贡献。

参考文献：

- [1] 孔令辉,王立凯.钢丝网骨架聚乙烯复合管中高压连接技术的研究与应用[J].中国塑料,2017,31(04):70-74.

- [2] 欧国强,门峰敏,于永刚,等.室外 HDPE 缠绕增强结构壁管(B型)电熔连接技术应用[J].建筑施工,2019,41(10):1899-1900.
- [3] 黄宝元,陶岳杰,冯济斌,等.增强热塑性塑料复合管道研究进展及其应用现状[J].新型建筑材料,2017,44(01):71-76.
- [4] 刘永涛,卜祥菊.给水管道内插 PE 管修复技术的应用[J].净水技术,2021,40(S1):240-243.
- [5] 严文雄,詹宇凡,汤玉强,等.HDPE-B 型管连接技术对比分析[J].科学技术创新,2021,(05):106-108.

作者简介：

王筱娜(1998-)，女，汉族，福建南平人，本科，助理工程师，研究方向：电熔。

广告

得到的不是永恒的拥有，失去的将永不再来
—保护环境人人有责