

燃气工程施工中 PE 管焊接质量控制研究

孙 逊 (山西国新气体能源研究院有限公司, 山西 太原 030006)

摘要: 聚乙烯 (PE) 燃气管道焊接 (包括热熔焊接、电熔焊接) 是燃气工程施工过程中非常重要的操作工序, 近年来因为 PE 管的普及使用, 专业施工人员配备不足等, 导致焊接质量问题的出现比例大大增加。而焊接质量直接关系到燃气管网的安全和使用寿命。通过研究利用云端服务器精确采集焊接数据, 从而实现有效控制管理 PE 管焊接质量。

关键词: 燃气; PE 管; 焊接质量; 数据采集

0 引言

聚乙烯 PE 管以其耐腐蚀、延展性好、施工方便等显著优势, 在城市燃气管网建设中被大规模应用。但是由于 PE 管焊缝的无损检测技术尚未完全成熟, 因此施工过程中对影响焊接质量的数据进行实时采集、动态分析、过程控制和压力试验, 是保证 PE 管焊接质量的有效手段。对焊缝位置进行精确测绘定位, 是促进 PE 燃气管网智慧管理的重要途径。

1 PE 燃气管特点

自 20 世纪 60 年代英国首次采用 PE 燃气管以来, PE 燃气管在欧美已经达到 90% 的铺设率, 尤其是第三代 PE100 级燃气管的出现更是加速推动了 PE 燃气管的使用, 目前 PE 燃气管已经成为《城镇燃气设计规范》(GB50028-2006) 的首选材料。从国内外较长时间的使用情况可以看出, PE 燃气管相对传统金属管材具有独特的优势:

1.1 投入资金少

PE 管较钢管便宜, 施工过程中所需人员少, 能降低工程造价, PE 管道安装费用低于钢管管道费用 30%~50%。

1.2 耐蚀性能强, 使用年限长

PE 燃气管具有优异的耐蚀性, 铺设管道时无须进行防腐, 埋地管道在 -20~40℃ 范围内可以良好运行 50 年, 实践中其寿命为钢管的 2~3 倍, 产生更高经济效益。

1.3 适应能力强, 流通能力大

PE 燃气管具有较强的柔韧性, 可以在包含较多障碍管道的工况下进行弯曲, 降低了施工难度。

1.4 具有良好的焊接性

PE 燃气管道具有可熔性, 便于电熔、热熔焊接, 且实现了接头和管材的一体化, 具有较好的气密性。

2 PE 管焊缝数据管理易出现的问题

开工前, 施工单位应按要求进行开工报验, 对人、材、机等进行报审。施工中, 应对焊接质量执行工序自检和报验。竣工后, 竣工资料应收集焊工证书、焊机校验报告、材料质量证明文件、焊接数据、试压记录等数据, 以及专业测绘单位的测绘定位成果。但城市燃气工程具有量多、地点分散、差异性大、施工时间灵活多变

等特点, 各参与方的人员素质、能力和管理投入力度也有差异, 难以进行全程跟踪旁站, 数据记录无法及时汇总上报, 质量管理容易存在盲区。竣工资料很多也不是真实的过程记录, 缺乏真实性和可追溯性, 影响管网的安全运营。细化对施工过程的数据采集和过程控制, 是保障城市燃气 PE 管网安全运营的重要途径。

3 PE 燃气管的焊接

热熔焊接因其操作简单、经济可靠成为 PE 燃气管工程中使用最为广泛的一种连接方式。热熔焊接是通过外界提供热能, 使得被加热的 PE 管内分子运动起来并能相互渗透, 使同一区间分子量的聚乙烯材料接口表面发生黏流、熔化, 再控制一定条件从而达到焊合。过程中需要控制三个参数: 待焊端面熔融温度、对接压力和各阶段时间。

除热熔焊接外, 电熔焊接因其自动化程度较高、适用于各种管材、操作设备轻便、工艺简单。作业空间要求较低, 在 PE 燃气管焊接施工中也得到广泛应用。PE 燃气管电熔焊接采用配套的管件, 通过管件内的发热金属丝通入电流发热, 管材和管件接触部分的 PE 被加热至熔化, 相互流动扩散, 利用 PE 发热膨胀和冷却收缩产生压力, 凝固后形成牢固接头。

两种焊接方法都具有操作简单, 便于施工的优点, 但又有各自的优缺点。热熔焊机结构简单, 便于维修, 焊接时无须采用价格昂贵的管件, 相对成本较低, 但因设备较大, 对施焊场地有较大的要求, 另外, 公称直径小于 63mm 的 PE 管材, 因为直径小, 管壁较薄, 截面较小, 采用对接不易保证质量, 因此热熔焊接多用于管径大于 63mm 或壁厚大于 6mm 的管材。电熔焊接设备简单, 体积小, 能够更好地适应热熔焊接无法工作的场地, 但因管件成本较高, 主要用于焊接直径小于 63mm 的管材。实践证明, 采用两种焊接方法相结合的焊接方案不仅能降低施工成本、提高施工效率, 同时可以保证更好的工程质量。

4 燃气 PE 管焊接质量控制

4.1 焊接质量管理

为了确保焊缝质量, 平板电脑 (PDA) 用于制作紧固件、焊缝和重要工艺流程节点的记录, 以可视化关键工艺并使设计质量可跟踪。熔接接合的重要作业: 线处

理厚度检查、粗细管使用状态、角色对称和方位检查、熔接数目和方位旗标、角色路径检查等。电焊的关键准备方法：管道和连接配件的插入和插入长度标记、填充层划痕、特殊检验状态、电气管道配件，以检查孔熔体中的溢流情况。从事 PE 管焊接的人员需要具备相关资质，对焊接施工的各种设备和材料进行详细的检验，最大程度上避免焊接质量问题的发生。对焊接的环境需要进行系统的评估分析，如焊接的温度以及风力数值不符合焊接的基本要求，需要采取防护措施或直接停止焊接作业。在完成 PE 管焊接后，需要对焊缝位置进行详细的外观检验，同时需要检修翻边切除检验，及时发现焊接过程中存在的各类安全隐患，确保焊接质量符合要求。PE 管圆周位置需要具备对称平滑的翻边，错边量不得超过 10%。检查翻边的过程中需要保证其圆滑和实心，根部位置可略宽，翻边下侧位置不得存在扭曲、孔隙、杂质，PE 管每间隔 50mm 需要进行系统的背弯实验，重点检查是否存在裂缝或开裂的问题，熔合先不得在接缝位置漏出。

4.2 完成破坏性实验的抽样项目

PE 燃气管道焊缝缺乏成熟可靠的无损检测方法，破坏性检测仍是焊缝质量检测中最常用的方法。

4.2.1 常规抽检

对于新的焊机、新焊机及新校准焊机，对焊接接头的前五个焊接切口、电焊接头的前五个焊接切口（任何规范）进行破坏性检查。定期提取。固定端口：每个季度工厂都将通过试运行（任何规格）进行随机测试。电焊焊接件：每季度的每个焊接件都随机包含一个试验部分（任何规范），以执行破坏性测试。对于较大的物料（定期发放除外），将执行以下测试方案。固定连接：如果管道长度大于或等于 1.5km，则随机抽取一个探测片（任何规范）进行破坏性检查。电焊接头：如果管道长度大于 1km 或焊接件数超过 150 件，则为每个焊接件随机抽取一个接头（最大厚度）进行破坏性测试。

4.2.2 非常规抽检

对于外观质量存疑及 PDA 中焊接记录异常的焊口，应送第三方检测机构进行破坏性试验（包括弯曲剥离试验）。

4.3 热熔连接的质量控制

在热熔连接的前期需要检查 PE 管外观，重点查看是否存在划伤，如划伤的深度达到管壁厚度的 10% 以上则需要更换 PE 管，同时需要检查 PE 管的生产日期，保证其处于使用期限之内。在焊接过程中需要对焊机进行妥善的处理，确保焊机在完全预热后达到理想的效果，在第一焊口完成焊接后需要第一时间将焊机拉开，在焊接位置冷却后继续焊接。

5 数据采集系统方案设计

5.1 硬件系统方案

首先是数据服务器。租用云端服务器进行数据的计算和储存，可实现快速部署。其优点是建设周期短，成

本大大降低；而且能有效防护 DDoS（Distributed Denial of Service 分布式拒绝服务攻击）攻击和阻止 ARP 攻击，数据安全性非常高；同时也有利于数据的弹性计算，后续的扩容非常方便。其次是焊机控制模块。这是施工现场控制焊机、输入和采集数据、实行数据存储和交互的重要设备。应有可视化界面和语音输入功能，具备 WiFi、4G/5G、蓝牙 4.0 以上的通信功能，并且可进行指纹识别和图像扫描。采用具备上述功能的 I3（2.6GHz）以上处理器、8GB 以上内存的平板电脑（PAD）即可满足需求，可以节省设计开发成本，缩短建设周期。

5.2 软件系统设计

①数据库采用分布式数据库，可整合和分析不同来源的数据。兼容性强，计算效率高，可动态扩充；数据读取方便，解析容易，系统流畅；②开发工具采用 Delphi 语言开发业务系统（边缘计算架构），以图形用户界面为开发环境，可视化的编程环境，编程过程非常方便快捷高效。服务器开发工具采用 Eclipse 平台，是基于 Java 语言的可扩展集成开发平台。采用 PowerDesigner 设计数据库模块，可直观地进行数据库建模和分析设计，实现业务和信息技术的结合，可以保证数据库的高效快捷生成。采用 Java 和 Tomcat 开发服务端和后台管理端（J2EE 架构），简单易用，信息延续性、可扩展性都比较好，是主流的开发环境。

6 结束语

本文通过对 PE 管焊接中的应用研究，建立了工程设备的物联网模型，实现对 PE 管焊接数据的实时采集和对焊接质量的过程动态控制。利用卫星导航系统和 RTK 技术对焊缝位置进行精确定位，可有效解决 PE 管理地位置难以探测的问题。通过采集和分析压力试验数据，控制试压过程，验证焊缝的可靠性。可追溯性的数据有力保证了 PE 管的施工质量，保证竣工资料的真实性。实现城市燃气管网智能化管理的重要支撑。

参考文献：

- [1] 陈前. 燃气 PE 管焊接质量控制与数据采集系统方案设计 [J]. 上海煤气, 2021(02):30-34.
- [2] 崔海涛. PE 管焊接质量检测技术的应用研究 [D]. 北京: 北京建筑大学, 2019.
- [3] 乔涛, 席丹. 提高 PE 燃气管焊接质量的途径 [J]. 煤气与热力, 2019, 39(08):30-33+46.
- [4] 黄利军. 关于燃气管网施工中 PE 管焊接质量控制的研究 [J]. 化工管理, 2018(21):110-111.
- [5] 赵振东. PE 管焊接接头质量检查及检测方法 [C]// 2017 中国燃气运营与安全研讨会论文集, 2017.
- [6] 池娟. PE 管焊缝抗冲击性能实验对焊缝检测的指导作用 [J]. 广东建材, 2017, 33(11):48-52.
- [7] 汪建国. PE 管热熔对接接头的主要缺陷形式和质量检测 [J]. 上海煤气, 2014(03):17-18+32.
- [8] 张传勇. 浅谈燃气工程施工中 PE 管焊接质量的控制 [J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2013(19):1-6.