

工业管道安装过程中焊接质量检验方法研究

汪 征

四川经准特种设备检验有限公司 四川 广安 638000

【摘要】：工业管道作为能源、化工等领域的核心输送载体，其焊接质量直接决定系统运行安全与寿命。当前安装过程中，焊接缺陷易引发泄漏、爆裂等风险，而传统检验方法存在精度不足、效率偏低等问题，难以适配高要求的工业场景。本文围绕工业管道焊接质量检验展开研究，旨在分析现有方法的局限，探索更科学、高效的检验路径，从而提升管道安装质量、保障工业生产安全。

【关键词】：工业管道；安装过程；焊接质量；检验方法

DOI:10.12417/2811-0536.26.01.085

引言

工业管道安装过程中焊接质量检验是管道完整性管理中的重要环节。焊接过程中易因工艺、环境等因素产生裂纹、气孔等缺陷，若未及时检出将埋下安全隐患。因此，探索科学高效的焊接质量检验方法，优化检验流程与技术应用，对提升工业管道安装质量、降低运行风险具有重要现实意义，也为工业工程安全稳定发展提供关键保障。

1 工业管道安装过程中焊接质量检验方法

1.1 外观检验——焊接质量的基础筛查手段

外观检验是工业管道焊接质量检验的首要环节，通过肉眼观察结合量具测量，初步判定焊接接头表面质量。检验需重点核查焊缝成型是否规整，有无裂纹、气孔、咬边等缺陷，同时测量焊缝高度、宽度等尺寸是否符合设计标准。该方法操作简便、成本低，无需复杂设备，可在焊接后快速开展，第一时间剔除表面缺陷接头，但仅能覆盖管道表面，需与其他方法配合形成完整管控链条。

1.2 无损检测——内部缺陷的精准识别路径

无损检测是排查焊接内部缺陷的关键方法，凭借不破坏管道结构、精度高的优势，适配高要求工业场景。常用技术包括射线、超声波、磁粉与渗透检测：射线检测可呈现内部气孔、夹渣等缺陷，超声波检测适用于内部裂纹等，磁粉检测通过在焊接接头表面施加磁粉，利用磁场作用使表面及近表面微小裂纹处形成磁痕，直观呈现缺陷位置与形态。渗透检测则借助渗透剂渗入焊接表面微小裂纹，经清洗、显像后显现缺陷，尤其适用于检测非磁性材料管道的表面及近表面裂纹。需根据管道材质、壁厚选适配技术，严格遵循规范操作，规避内部缺陷引发的运行风险。

1.3 压力试验——系统密封与强度的综合验证

压力试验用于检验焊接接头密封性能与结构强

度，通过模拟实际或超压状态验证工况适配性，分为液压试验、气压试验和泄漏试验。液压试验以一般以洁净水为介质，升压至规定压力并保压，观察渗漏、压降；气压试验以干燥洁净的压缩空气为介质，适用于不宜充水场景，但需加强安全防护。试验需在外观与无损检测合格后开展，实时监测压力、温度及密封状态，保障系统试验安全。

1.4 第三方抽检——质量管控的客观监督保障

第三方抽检是检验的补充监督环节，引入独立专业机构提升结果客观性。机构需依标准制定抽检方案，明确比例、项目与判定标准，复核接头外观、内部缺陷及压力性能，严格执行流程并留存记录，对问题提出整改建议并跟踪。此举可弥补企业自检疏漏，提高安装单位作业质量，为焊接质量提供双重保障。

2 工业管道安装过程中焊接质量检验的局限

2.1 检验技术存在固有短板，难以实现全面覆盖

现有焊接质量检验技术存在明显局限性，无法完全排查所有潜在问题。外观检验仅能识别表面缺陷，对内部隐藏的裂纹、夹渣等无能为力。无损检测虽能探测内部问题，但受管道材质、壁厚及缺陷类型影响，部分微小缺陷易被遗漏，且不同检测技术存在适用盲区，单一技术难以全面覆盖。此外，压力试验仅能验证特定压力下的密封与强度，无法预判长期运行中的疲劳损伤，技术层面的固有短板导致质量风险无法完全规避。

2.2 外部实施条件制约，影响检验效果与效率

检验实施过程易受外部条件限制，降低检验质量与效率。一方面，现场安装环境复杂，空间狭窄、粉尘油污等因素会干扰外观观察与无损检测精度，导致检测结果偏差。另一方面，检验流程需配合安装进度，若工期紧张，易出现简化检验步骤、缩减抽检比例的情况，无法严格按照标准执行。同时，检验人员专业水

平差异较大，部分人员对技术标准理解不深，操作不规范，进一步影响检验结果的可靠性，难以充分发挥检验的质量管控作用。

3 工业管道安装过程中焊接质量检验方法的优化策略

3.1 推动检验技术融合升级，突破单一技术盲区

工业管道安装过程中焊接质量检验方法的优化，需针对单一检验技术覆盖不全面的问题，构建“多技术协同互补”的检验体系。根据管道焊接特点与缺陷类型，将不同无损检测技术组合应用，例如将射线检测与超声波检测结合，利用射线检测对体积型缺陷的高识别度，搭配超声波检测对平面型缺陷的敏感性，实现内部缺陷的全面排查。同时，引入新型检测技术，如相控阵超声检测、数字射线检测等，提升对微小缺陷的识别精度，减少因技术局限导致的漏检风险。另外，还要建立技术适配标准，明确不同管道材质、壁厚及工况下的最优技术组合方案，避免因技术选择不当影响检验效果，通过技术融合实现从“单一筛查”到“全面覆盖”的转变，最大限度降低质量风险。

3.2 规范检验流程管理，强化实施过程管控

为解决外部条件制约导致的检验不规范问题，需从流程设计与执行监督两方面优化。相关部门需制定标准化检验流程，明确各检验环节的操作规范、时间节点与质量要求，在外观检验环节细化缺陷判定标准，在压力试验环节明确升压速率、保压时间等参数，确保检验过程有章可循。同时，将检验流程与安装进度协同规划，预留充足检验时间，避免因工期紧张简化步骤，必要时设置“检验合格方可进入下一工序”的管控节点，杜绝流程缩水。另外，还要建立现场检验环境管控机制，针对空间狭窄、粉尘油污等问题，配备专用防护设备与清洁工具，改善检验操作环境，减少环境因素对检验精度的干扰，通过流程规范化与环境管控，保障检验效果与效率的稳定。

3.3 加强检验人员培养，提升专业能力水平

检验人员专业能力差异是影响检验可靠性的关

键，需构建系统化的人员培养与考核体系。一方面，设计分层培训方案，针对新入职人员开展基础理论与操作技能培训，涵盖检验标准、设备使用、缺陷识别等内容；对资深人员进行进阶培训，聚焦新型检测技术应用、复杂工况下的检验方案设计等，提升解决实际问题的能力。另一方面，建立严格的考核与认证机制，将理论考核、实操考核与现场检验绩效结合，实行“持证上岗”制度，定期开展技能比武与案例研讨，促进人员间的经验交流。并在建立人员能力跟踪档案的基础上，记录培训与考核结果，针对能力短板制定个性化提升计划，通过持续培养与考核，打造专业过硬的检验队伍，保障检验结果的可靠性。

3.4 引入数字化管理平台，实现检验全流程赋能

借助数字化技术可突破传统检验管理的局限，提升检验的智能化与精细化水平。相关部门需搭建焊接质量检验数字化平台，整合检验计划制定、数据采集、报告生成等功能，检验人员可通过移动端实时上传检验数据与缺陷图像，系统自动比对标准参数，生成初步判定结果，减少人工记录与分析的误差。同时，平台可存储历史检验数据，形成管道焊接质量数据库，为后续质量追溯与风险预判提供数据支持。另外，还要引入智能监测设备，如带图像识别功能的外观检验仪器、可远程操控的无损检测设备等，实现部分检验环节的自动化操作，提升检验效率与精度。通过利用大数据分析技术对检验数据进行挖掘，识别焊接质量薄弱环节与常见缺陷类型，为优化焊接工艺与检验方案提供决策依据，通过数字化赋能，推动检验管理从“人工主导”向“智能协同”转变，全面提升检验质量管控水平。

总而言之，工业管道焊接质量检验是保障系统安全运行的核心防线。未来，还需持续推动检验方法创新，强化技术与管理协同，以更精准高效的检验手段，为工业管道安装质量筑牢屏障，助力相关行业稳定发展。

参考文献：

- [1] 赵卫雄.影响压力管道安装焊接质量的原因及其控制措施[J].化工管理,2021,(21):30-31.
- [2] 尹广增.输气工艺管道焊接质量检验批管理探讨[J].石油工业技术监督,2021,37(06):1-3.
- [3] 张俊泰,刘红晓.工业管道施工过程中监督检验的几个注意要点[J].轻工科技,2021,28(11):119-120.