

自来水管道带压作业施工技术

文 / 周庆慧 山东省济南市平阴县自来水公司

摘要：在自来水管道工程施工过程中，为减少对市民日常生活用水的影响，提高自来水管道施工效率。本文依据自来水管道工程项目的实际实施工程情况，以带压作业施工技术开展进行研究，围绕自来水管道安装施工要求，从管道带压施工前期准备、管道沟槽开挖、三通卡具安装、管道开孔施工等多个方面，针对管道带压作业施工的关键技术进行了深入研究，同时分析自来水管道带压作业施工质量与安全控制方法，以期为自来水管道带压作业提供技术参考。

关键词：自来水；管道安装；带压作业；管道焊接；管道试压

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.08.102

引言

自来水作为人们日常生活中必不可少的资源，加强自来水管道建设满足人们用水需求，对城市的稳定建设和发展存在积极作用。而在自来水管道工程建设过程中管道带压作业施工技术作为先进的施工措施，它能保证管道带压作业具备较高的安全性和稳定性。因此，自来水管道带压作业施工时，需根据工况选择针对性施工设备与技术看方案，明确带压作业施工技术关键点，才能提取自来水管道安装工程的效率。

一、工程概况

某城市自来水管道带压作业项目位于城市东大街地带，该工程管道长度2000m，使用高性能球墨铸铁管作为自来水管道，保证管道具备较高的耐久性和承压能力。本项目施工的主要任务是在现有自来水管道开展带压开孔作业，满足新增供水点的需求，确保周边居民的生活用水供应充足、稳定。

二、自来水管道带压作业施工方案

本工程项目需要在带压条件下开展自来水管道的开孔作业，所以现场施工人员应保证管道正常使用的条件下进行管线碰头。在施工开始前，施工单位之间保持沟通交流，确定最为适宜的带压开孔施工方式。开孔作业施工使用机动液压工具完成，施工前与检测单位进行沟通，确定具体的开孔位置，并加强厚度检测工作，确定是否满足开孔以及焊接条件。如果没有进行现场测试和分析，或者测试结果不达标，禁止进行开孔以及焊接作业。此外，施工前加强人员技术培训，获得岗位从业证书再开展现场施工。

三、自来水管道带压作业施工技术

(一) 施工准备

自来水管道带压作业施工前做好各项准备工作，具体内容如下：组建高水平施工团队，并加强人员技术培训，再组织全体人员进入现场勘察，并制定切实可行的施工方案；施工方案制定后上报上级管理部门进行审批并加强技术交底，使各级人员掌握施工技术，落实各项施工措施；人员、设备、工具准备齐全，并加强检验检测，使其处于良好运行状态。未经检测或检测不合格的机械

设备禁止开展现场施工作业，避免造成质量和安全事故；施工前做好现场的交通管制，并设置警示带，且各施工手续办理完成获取施工许可^[1]。

(二) 管沟开挖

根据施工方案选择小型挖掘机进入到作业现场，确定开挖位置，并确保挖掘机具备稳定性，防止作业阶段出现移动、倾覆情况。按照设计方案确定开挖线、启动挖掘机，使用铲斗逐步挖掘到规定深度。开挖过程中保证铲斗的角度、力度适宜，开挖宽度、深度符合设计方案，禁止存在超挖或者损坏周边基础设施的情况。管沟开挖施工时随时监测周边环境状况，尤其是地下管线、电缆设施应采取必要的防护和监控措施，以免产生结构损坏。如果地下管线、其他障碍物无法避免应立即停止挖掘作业，并在现场设置防护性措施。

(三) 三通卡具安装

经过对本项目实际情况进行分析，并且遵循业主方的要求，在主管道上增加支管为临时应急作业，在生产厂年度进行大修时，集中停水在本段管道上增加阀门作为永久部件使用；根据本项目施工需求，考虑到现场实际情况，再保证施工顺利完成以及安全性的基础上，选择使用三通卡具“上半瓦”和“下半瓦”螺栓紧固方式。连接方式选择时考虑到焊接时极易出现电弧烧穿引发的泄漏问题，最终采用螺栓连接方式进行固定连接；装三通卡具前先确定开孔主管位置，最好选择使用主管光滑性的位置，防止安装后出现凹凸不平引发渗水问题。此外，对管道条件展开检测，如果现场条件允许，采取主管外表面处理方式，具体见图1。

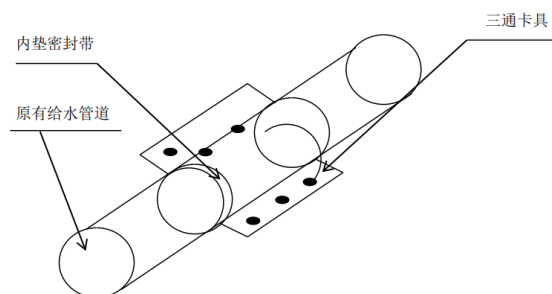


图1 三通卡具与原有管道连接

(四) 管道开孔

自来水管带压施工过程中管道开孔作为核心环节，加强施工工艺控制，提高开孔施工质量。在管道开孔作业阶段，遵循如下流程进行：

(1) 安装三通卡具。三通卡具安装结束后，应按设计标准进行球阀组装作业。而球阀安装作业开始前开启球阀开关 2 次以上，主要目的是保证球阀安装后能够正常启闭，防止因为内部零件出现卡顿、损坏影响操作的灵敏性。此外，由技术人员展开现场检验测试，并将球阀安装在三通卡具法兰上，从而提高连接的强度和稳定性。

(2) 开孔检测。为确保现场开孔作业达到精度标准，需在开孔作业阶段加强中心钻、刀具检查。该环节工作中对中心钻、刀具的开孔连箱位置展开检测，防止因为安装精度不合格出现偏心情况，确保开孔位置精度合格。开孔施工时液压机作为主要的动力源，其状态、强度指标合格以确保开孔作业顺利进行，且具备较高的安全性。同时，开孔前对液压装置展开全面检验检测，查看其运行状态时，各部件运转灵活，避免存在异常情况影响开孔作业效果。

(3) 水密性检测。水密性试验检测阶段使用三通卡具、法兰球阀作为辅助装置，对连接位置密封效果展开检测，使整个管道连接的密封性达到技术标准。

(4) 开孔作业。开孔作业开始后执行工艺方案，并加强钻机转速、压力控制。钻机转速保持在规定范围内，

压力不超过 0.5MPa，防止压力过大造成管道结构损坏。开孔作业结束后，需将中心钻和刀具提入开孔连箱内，关闭球阀并排放连箱内积水，将液压开孔设备拆除，开孔作业顺利完成^[2]。

(五) 焊接施工

自来水管带压作业施工时，焊接作为重点环节，按照焊接工艺方案逐步完成作业，具体遵循如下焊接工艺如下：

(1) 管道焊接参数确定。自来水管带压施工时焊接作为核心工序，其焊接质量对管道运行的安全性、稳定性、耐久性存在直接影响。管道焊接施工时，为保证焊缝效果合格，加强焊缝温度控制，防止管线温度升高而造成结构损坏。同时，严格控制焊接电流，并采取断续焊方式完成焊接施工。经过对本项目施工需求分析，焊接时将电流设置为 80~130A 之间，电压 24~28V 内。断续焊接时通常焊接 30mm 左右长度，停止焊接作业时，母材冷却到规定条件下再开展后续焊接作业。通过该方式焊接施工避免出现焊接热量过大，产生热应力而造成管线开裂、损坏问题，具体工况参数如表 1 所示。焊接过程中冷却时间的控制极为关键，通常考虑到焊接作业环境、母材材质方面确定，从而确保焊接温度合格再继续焊接施工。通过断续焊的方式能够提高焊接质量，保证管道强度不受影响。

表 1 管道焊接标准

序号	项目	参数范围
1	焊接电流 (A)	80~120
2	焊接电压 (V)	24~26
3	焊接方式	断续焊，每次焊接长度约 30mm，间隔冷却
4	单次焊接长度 (mm)	30
5	冷却方式	不超过 60℃
6	焊接材料	ERW70S-6 焊丝
7	保护气体 (如适用)	氩气，流量 15~20L/min
8	焊接速度 (cm/min)	10~15
9	层间温度 (℃)	不高于 200℃
10	预热温度 (℃) (如适用)	管道或低温环境，预热至 50~100℃

(2) 焊接质量检测。焊接作业结束后预留足够时间使其自然冷却，再进行焊接质量检测。焊接质量检测采用无损检测方法，能够精准测定焊接缺陷。本项目使用渗透法展开焊缝质量检测，渗透方法检测不会给管道结构表面造成任何影响，采用涂抹渗透剂、去除多余渗透剂、干燥、显像的步骤，能够及时发现焊缝表面缺陷，尤其是裂缝缺陷能够及时检测确定。渗透检测结束后判定焊缝没有裂缝且达到 I 级的最高质量标准，则认为焊接质量合格。如果检测结束后发现存在裂缝问题需及时进行打磨处理，将缺陷位置打磨掉，重新焊接并进行检测。

(3) 焊缝处理。焊接检测结束后，且焊缝质量判定合格，即可进行短接与补强圈的焊接作业。短接焊

接完成后将补强圈套在需要开孔的管线上，并保证和管线贴合紧密。补强圈焊接和短节焊接作业基本相同，选用断续焊接，电压、电流控制在合理范围内，并有充足时间冷却以提高焊接强度，避免存在焊接缺陷。断续焊方法比较普遍，能够减小焊接过程中产生的热量，降低热影响区热量，避免出现热应力过大造成管道结构开裂问题。

(4) 管道无损检测。补强圈焊接完成后，按照无损检测标准选用渗透检测方法确定焊缝位置是否存在缺陷问题。该步骤是保证补强圈和管道焊接质量合格的关键，也是保证管道系统运行安全性的核心。焊缝检测达到技术标准后即可开展后续施工，并落实各项

防护性措施,采用遮盖焊缝、现场清理的方式避免后续施工给焊缝结构造成不利影响。与此同时,现场准备垫片装置,并且组织专业技术人员开展阀门安装。而在阀门安装阶段严格执行工艺方案标准并落实各项检测措施,确保阀门安装位置精准、固定牢固,使阀门在后续施工过程中能够满足其截断、调节的功能,切实提高系统运行水平^[3]。

(六) 压力测试

自来水管带压施工结束后进行压力测试,检测其性能是否合格,确定是否出现渗漏问题。压力测试前保证管道已经完成安装作业,并且初步检查确定没有任何渗漏问题。压力测试中采用升压设备,主要选用升压泵进行试验检测,使管道内部压力缓慢提升到试验压力。按照当前我国国家标准开展试验检测作业,执行《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242-2002进行测试。试验压力为管道工作压力的1.5倍,且控制在0.6MPa以上。假设管道工作压力为0.4MPa,则试验压力为0.6MPa,即工作压力的1.5倍。假设工作压力为0.8MPa以上,则试验压力按照管道正常运行压力的1.5倍进行设计。

压力测试阶段,当压力达到标准后进行稳压观测,针对金属复合管道系统在检测时,试验压力达到要求后保持10min,记录压力下降参数,保证压力下降不超过0.02MPa即为合格。随着压力试验逐步进行,再将压力下降到工作压力后进行管道各位置检测,避免存在渗漏问题。针对塑料给水管来说,试验的过程中保持1h时间,并保证规定时间范围内压力下降在0.05MPa内。之后试验力达到工作压力的1.15倍,后保持2h稳压,压力下降在0.03MPa内即为合格,且各位置管道没有出现渗漏问题。如果稳压阶段发现压力下降明显超出规定范围,及时进行泄漏点位置检测并采取修复措施,然后再继续试验作业,直到最终合格为止。

四、自来水管带压作业施工控制要点

(一) 质量控制

自来水管带压作业开始前组建高水平施工团队,落实人员专业技能培训。同时,加强技术交底,使施工人员对设计方案和技术标准有所掌握,并积极参与到各项施工任务和质量控制中;由专业技术人员进入现场全面勘察,根据施工目标制定详细施工方案,并落实技术交底作业,有完善的安全监督管理措施,确保现场施工质量、安全合格;由物资采购部门按照设计方案和技术标准进行物资采购,并组织质检人员加强物资质量检验工作,尤其是进入到作业现场的材料必须保证各项指标完全合格再投入使用;卡具焊接时采用手工电弧焊的方式进行,执行焊接工艺方案,按照规定流程完成焊接作业;现场施工中所需的机械设备进行全面检查,保证规格、数量符合现场施工需求。如果检查环节发现存在故障或者性能不达标,立即组织人员进行检修处理,防止因为故障导致施工质量不

达标;加强现场施工团队管理,合理分配各级人员工作任务,并加强临时设施的监督检查,确保防雨、防风措施有序应用。此外,由施工人员落实现场清洁处理工作,及时进行废料、垃圾的回收,防止造成环境污染或引发安全事故;施工作业阶段各单位紧密配合,每道工序按照标准进行交接检测,确保施工质量达标。同时,每道工序施工完成后由监督单位进行检查验收,确认合格再开展后续工序施工。如果经过检测发现存在质量问题,督促相关责任单位进行整改处理并处罚责任人,杜绝类似事件发生^[4]。

(二) 安全措施

自来水管带压作业阶段,需加大力度展开现场施工人员的教育培训,加强安全知识和意识的培训使其具备较高的安全技术水平。同时,落实安全技术交底,使全体人员具备较高的安全意识水平;现场施工过程中落实安全监督检查制度,确保现场施工作业具备较高安全性,及时解决安全问题和事故;由建设单位安全部门进行实时监督并组建安全监察,和消防队进行联合检查,一旦发现违章操作立即进行解决处理;现场施工过程中加强环境监测,落实各项防火措施。动火开始前做好现场检查工作,一旦存在防火措施不到位或者安全隐患,禁止开展动火作业。动火操作过程中存在异味或其他异常情况立即停止施工,禁止发生火灾事故,提高全体人员的防护安全意识^[5]。

结语

自来水管带压作业施工技术应用范围广泛,在施工过程中对技术、人员、设备、工艺方面要求较高,需全面落实各项施工技术措施才能提高施工作业效果和安全性。为确保自来水管带压作业施工效果合格,每个环节加强监督检查,尤其是焊接补漏水的安全措施全面应用,防止发生意外烫伤现象,保证人员安全不会受到影响,且防止高温、静电产生伤害。自来水管带压作业施工技术不断发展,向着高效、环保、节能、低排放、低污染、机械化、自动化方向不断发展,尤其是焊接技术水平日益提升,选择合理焊接工艺方案,确定最为适宜的焊接工艺措施,确保自来水管带压焊接效果合格,为自来水管带压焊接水平提升奠定基础。

参考文献

- [1] 苏德强,李佑军.压力管道带压密封技术常用卡具的设计[J].设备管理与维修 2021,(21):76-77.
- [2] 时振兴,丁永海.大口径市政管线带压开孔技术[J].建筑技术开发 2022,49(24):145-148.
- [3] 柳彦从.不停输带压开孔封堵技术在钢制燃气管道上的应用[J].居业 2022,(03):21-23.
- [4] 韦永金,吴文林.长输管道与公用管道改造修理相关问题研究[J].上海煤气 2022,(01):32-34.
- [5] 宁博.在役管道塞堵三通质量缺陷原因分析与对策[J].石油工程建设 2020,46(04):73-78.