

大口径球墨铸铁管水压试验工艺优化与实施要点研究

陈驰¹ 郭爽宇²

1 湖北都江建设工程有限公司

2 湖北禹龙水利水电工程有限公司

DOI:10.32629/hwr.v10i3.6872

[摘要] 本文聚焦于大口径球墨铸铁管水压试验工艺,深入剖析其现存问题,如设备选型不合理、压力控制不精准、操作流程不规范等,分析这些对试验结果准确性与可靠性的影响。从试验前准备、试验过程控制、试验后处理等关键环节提出全面且细致的工艺优化策略,涵盖设备精准选型、压力分级控制、人员专业培训等方面。同时,详细阐述实施要点,包括设备安装调试、压力监测调整、人员操作规范等。通过系统研究,为大口径球墨铸铁管水压试验提供科学、严谨、可行的工艺方案,切实保障管道工程的质量与安全。

[关键词] 大口径球墨铸铁管; 水压试验; 工艺优化; 实施要点

中图分类号: TU821.5 **文献标识码:** A

Research on Optimization and Implementation Points of Hydraulic Testing Process for Large Diameter Ductile Iron Pipes

Chi Chen¹ Shuangyu Guo²

1 Hubei Dujiang Construction Engineering Co., Ltd

2 Hubei Yulong Water Conservancy and Hydropower Engineering Co., Ltd

[Abstract] This article focuses on the hydraulic testing process of large-diameter ductile iron pipes, and deeply analyzes its existing problems, such as unreasonable equipment selection, inaccurate pressure control, and non-standard operating procedures. The impact of these on the accuracy and reliability of test results is analyzed. Propose comprehensive and detailed process optimization strategies from key aspects such as pre test preparation, test process control, and post test processing, covering precise equipment selection, pressure grading control, and professional personnel training. At the same time, elaborate on the key implementation points, including equipment installation and debugging, pressure monitoring and adjustment, personnel operation standards, etc. Through systematic research, provide a scientific, rigorous, and feasible process plan for hydraulic testing of large-diameter ductile iron pipes, effectively ensuring the quality and safety of pipeline engineering.

[Key words] Large caliber ductile iron pipe; Water pressure test; Process optimization; Key points of implementation

引言

大口径球墨铸铁管凭借高强度、良好韧性以及出色耐腐蚀性等显著优势,在市政供水、排水、燃气输送等众多工程领域获得极为广泛的应用。水压试验作为检验管道安装质量与性能的关键环节,其工艺合理性与实施有效性直接关乎管道系统能否安全稳定运行。当前大口径球墨铸铁管水压试验在实际操作中显现出诸多问题,例如试验设备选型缺乏科学性致使测量数据不准确,压力控制过程不够精细无法真实反映管道在不同压力下的性能表现,操作人员对试验流程不熟悉且操作不规范增加了试验过程中的安全风险等。这些问题严重影响水压试验的质

量和可靠性,进而对管道工程的质量与安全构成潜在威胁。因此,对大口径球墨铸铁管水压试验工艺进行深入优化并明确具体实施要点,具有重要现实意义和紧迫性。

1 大口径球墨铸铁管水压试验工艺现存问题剖析

1.1 试验设备选型与配置问题

在大口径球墨铸铁管水压试验当中,试验设备的选型与配置属于影响试验结果准确性的关键因素之一。部分试验所选用的压力表精度等级相对较低,难以精确捕捉管道内部压力的细微变化,进而致使试验数据存在较大误差。举例而言,一些压力表精度仅为2.5级,在测量较高压力的时候,其读数误差有可能

达到允许误差的数倍,严重影响对管道实际承压能力的准确判断。后背及堵板的设计与制作同样存在诸多不合理的地方。后背的强度设计不够充足,在试验压力的作用之下,后背墙面容易出现位移情况,这不但会改变管道接口的受力状态,而且还可能造成管道局部应力集中,增加管道破裂的风险。堵板材质选择不恰当或者制作工艺较为粗糙,密封性能较差,在试验过程中容易出现渗漏现象,对试验的正常开展造成影响。加压泵的选型不合理,其流量和扬程无法满足试验要求,也会造成升压速度不稳定,难以精准控制试验压力。

1.2 试验过程控制问题

试验过程控制作为水压试验的核心环节,其控制精度直接决定试验结果是否有效。在注水阶段,部分操作人员为加快试验进度而使注水速度过快,这会导致管道内产生水锤现象,进而对管道造成冲击损伤。若排气不彻底使得管道内残留空气,在升压过程中空气被压缩,就会造成压力测量不准确,影响试验结果的可靠性。升压过程中,若未严格按照规范要求分级升压,使升压速度过快,会让管道承受突然的压力冲击,增加管道破裂的风险。稳压时间控制不准确也是常见问题,稳压时间过短则无法充分观察管道在稳定压力下的性能表现,稳压时间过长则可能对管道造成不必要的疲劳损伤。另外,试验过程中对压力表读数监测不及时且不准确,未能及时发现压力异常变化,也是影响试验质量的重要因素。

1.3 操作人员专业素质问题

操作人员专业素质对水压试验质量与安全至关重要,部分试验人员对水压试验流程和规范不熟悉,缺乏必要专业知识与技能培训,在试验过程中操作不规范易出现失误,例如安装压力表时未按正确方法安装导致读数不准确。升压过程中未严格控制升压速度使压力上升过快或过慢,稳压期间未及时记录压力数据导致数据缺失或不完整。此外,操作人员安全意识淡薄,对试验过程安全风险认识不足,缺乏必要应急处理能力,一旦发生突发情况无法及时采取有效措施处理,可能导致事故扩大和蔓延。

2 水压试验工艺优化策略

2.1 试验前准备工艺优化

2.1.1 试验设备精准选型与配置。在试验设备选型环节,需依据管道的具体规格、试验压力以及试验要求,挑选精度高且性能稳定的压力表,压力表的精度等级不应低于1.6级,其量程需为试验压力的1.5-2倍,以此确保能够精准测量管道内的压力变化,要定期对压力表开展校准工作,保证其测量准确性。对于后背及堵板的制作,应当进行详尽的设计计算,依据管道的规格和试验压力来确定后背的强度与尺寸,后背应采用高强度材料,例如钢筋混凝土,并且要确保后背墙面平整且和管道轴线保持垂直。堵板应选用适宜的钢板,依照管道法兰尺寸进行加工制作,并在一侧加焊型钢予以加强,从而提高其强度和密封性能。加压泵的选型要依据试验所需的流量和扬程来进行,确保其能够满足试验需求,且运行稳定可靠。

2.1.2 管道安装与检查。进行管道安装作业时,必须严格依据设计要求和施工规范开展操作,以确保所有管道及相关附件都安装完成并通过验收,达到合格标准。管道连接应牢固可靠,接口处要保证密封良好,不得有任何渗漏。管道两侧以及管顶以上的回填土需要进行分层夯实处理,回填土的压实度应符合设计要求,以提供充足的支撑力,避免管道在试验过程中出现位移。在开展试验之前,要对管道进行全面检查,清除管道内如砂石、泥土之类的杂物,确保管道畅通。此外,要查看管道的排气阀和排水阀是否安装准确,是否能正常开启和关闭。

2.1.3 人员培训与安全交底。针对参与水压试验的操作人员开展专业培训,使其熟悉水压试验的具体流程、操作规范以及安全注意事项。培训内容涵盖压力表的正确使用方法、升压和稳压的操作要点以及应急处理措施等。通过此次培训,提升操作人员的专业素质和安全意识,以此确保试验过程能够顺利进行。试验开始前,需对操作人员进行安全技术交底,明确各人员职责和任务,重点强调试验中的安全风险及防范措施。要求操作人员严格遵循操作规程,禁止擅自更改试验流程和参数。

2.2 试验过程控制工艺优化

2.2.1 注水与排气控制。在注水阶段,应缓慢向管道内注水,控制注水速度,避免产生水锤现象。打开各高处的排气阀,使管道内的空气能够顺利排出。当排气阀有水连续流出时,表明管道内的空气已基本排尽,此时可关闭排气阀。注水过程中,要密切观察管道的情况,如有异常应及时停止注水,查明原因并处理后方可继续注水。

2.2.2 升压与稳压控制。升压过程需严格依照分级升压的要求开展操作,每一级的升压数值不宜设置过大,通常以0.2MPa作为一个升压等级,每完成一级升压之后,应当进行稳压检查,仔细观察管道是否存在异常现象,若无问题则继续升压,在整个升压过程中,要密切观察压力表读数以及管道、后壁、堵板的变化,若发现异常声响、变形、渗漏等情况,应立即停止升压,进行降压检查,待问题处理完毕后再重新升压,当试验压力上升至强度试验压力时,停止升压并开始计时,强度试验的稳压时间应符合相关规范要求,在稳压期间需保持试验压力恒定不变,检查管道接口、管件、堵板等部位是否存在渗漏情况,以及管道是否出现明显变形,强度试验合格之后,缓慢将压力降至严密性试验压力,进而开展严密性试验,严密性试验的稳压时间同样应满足规范要求,详细记录压力表的初始读数、稳压时间、环境温度、压力降等相关数据。

2.2.3 压力监测与调整。在试验过程中,要安排专人负责压力监测,定时记录压力表读数。压力监测人员应具备敏锐的观察力和高度的责任心,能够及时发现压力异常变化。当压力下降超过允许范围时,应立即停止试验,查找原因。如果是由于渗漏压力下降,应排除渗漏点后重新进行试验;如果是由于其他原因引起的压力下降,应根据具体情况采取相应的措施进行调整。

2.3 试验后处理工艺优化

2.3.1排水降压控制。试验合格后,应缓慢打开排水阀进行排水降压,控制排水流速,避免形成负压损坏管道或引起水锤。排水应排入指定地点,不得随意排放,以免对环境造成污染。在排水过程中,要密切观察管道的情况,如有异常应及时停止排水,查明原因并处理后方可继续排水。

2.3.2设施拆除与管道恢复。排水完成后,应拆除所有临时堵板、压力表、水泵等试验设施,使管道系统恢复至正常状态。在拆除设施时,要注意操作安全,避免损坏管道和附件。拆除后的设施应妥善保管,以便下次使用。

2.3.3问题修复与重新试验。对试验过程中发现的渗漏点或其他问题,应及时组织修复。修复过程中,要严格按照相关规范和要求进行操作,确保修复质量。修复完成后,应重新进行水压试验,直至合格为止。

2.3.4管道保护与水质处理。若管道暂时不投入使用,应采取适当措施保护管道,防止杂物进入或管道损坏。可以在管道两端安装盲板,对管道进行封闭。对于生活饮用水管道,试验合格后还需进行冲洗和消毒处理,确保水质符合相关标准。冲洗过程中,要控制冲洗流速和时间,保证冲洗效果。消毒处理应采用符合卫生要求的消毒剂,按照规定的浓度和方法进行消毒。

3 水压试验实施要点

3.1设备选型与安装要点

3.1.1设备选型依据。设备的选型需依据管道的规格、试验压力、试验要求以及现场实际状况进行综合考量。压力表的选型要将其精度等级、量程和量程比等因素纳入考虑范围,以此确保能够精准测量管道内的压力变化。加压泵的选型要按照试验所需的流量和扬程来进行挑选,同时要对其运行稳定性和可靠性予以考虑。后背及堵板的制作材料和尺寸应根据管道的规格和试验压力开展设计计算,从而保证其强度和密封性能达到要求。

3.1.2设备安装要求。压力表需安装在试验段下游的端部位置,且要与管道轴线保持垂直,以此准确测量压力。安装前应对压力表进行检查,保证其指针能够灵活转动且无卡滞。加压泵应安装在适宜的位置,便于操作与维护。加压泵和管道的连接应当牢固可靠,采用恰当的连接方式,如法兰连接或螺纹连接,并安装止回阀,防止水倒流。后背应安装在坚实的基础上,确保其稳定。堵板需与管道法兰紧密连接,采用合适的密封材料,如橡胶垫片,保证密封效果良好。

3.2压力控制要点

3.2.1压力控制原则。压力控制应遵循分级升压、稳压观察的原则。在升压过程中,要严格控制升压速度,避免压力上升过快对管道造成冲击。每升一级压力后,应进行稳压检查,观察管道的反应情况。稳压期间要保持试验压力不变,确保能够准确观

察管道在稳定压力下的性能表现。

3.2.2压力调整方法。当压力下降超过允许范围时,应根据具体情况采取相应的措施进行调整。如果是由于渗漏压力下降,应先停止试验,查找渗漏点并进行修复。修复完成后,重新进行升压和稳压试验。如果是由于其他原因压力下降,如管道变形、后背位移等,应分析原因,采取加固管道、调整后背等措施进行处理,然后再重新进行试验。

3.3人员操作规范要点

3.3.1操作流程规范。操作人员应严格按照水压试验的操作流程进行操作,不得擅自更改试验步骤和参数。在试验前,要认真检查设备是否安装正确、运行正常,管道是否畅通、密封良好。在注水、升压、稳压、排水等各个阶段,要按照规定的要求进行操作,控制好注水速度、升压速度、稳压时间等参数。

3.3.2安全注意事项。操作人员要增强安全意识,严格遵守安全操作规程。在试验过程中,要佩戴好个人防护用品,如安全帽、防护手套等。试验区域应设置明显的警示标志,严禁非试验人员进入。在升压和稳压期间,操作人员不得离开现场,要密切观察压力表读数和管道的情况,如有异常应及时采取措施进行处理。

4 结语

大口径球墨铸铁管水压试验作为保障管道工程质量与安全的关键环节,通过对水压试验工艺进行全面优化,涵盖试验前准备、试验过程控制以及试验后处理等各个环节的细致改进,能够显著提升试验的准确性与可靠性。明确实施要点,包含设备选型与安装、压力控制、人员操作规范等方面的具体要求,有助于规范试验操作流程,确保试验工作科学、严谨且有序地开展。只有严格依照优化后的工艺和实施要点开展水压试验,才能真正且准确地反映大口径球墨铸铁管的性能,为管道工程的安全运行提供坚实的保障,切实维护人民群众的生命财产安全以及社会的稳定发展。

[参考文献]

- [1]王东红,李文惠.球墨铸铁供热管道应用及实验平台研究[J/OL].暖通空调,1-5[2026-02-20].
- [2]龙阳.球墨铸铁管球化处理工艺安全技术安全研究[J].冶金与材料,2026,46(01):166-168.
- [3]杨云彭,李槌,李晓辉.球墨铸铁管道锈蚀状态现场监测与剩余寿命研究[J].中国水能及电气化,2026,(01):55-61.

作者简介:

陈驰(1992—),男,湖北省荆州市人,水利水电中级工程师,本科,研究方向或从事工作:水利水电工程,农田水利工程。

郭爽宇(1994—),男,武汉市人,硕士,从事工作:隧道工程,水利工程,市政工程,房建工程。