

水利供水工程中大口径PCCP管道施工与运行维护新技术

葛立福

天津市滨海水业集团有限公司 天津 300250

摘要：水利供水工程中，大口径预应力钢筒混凝土管（PCCP）作为关键输送介质，其施工与运行维护技术的革新对于提升供水效率、保障水质安全具有重要意义。本文探讨了PCCP管道施工中的新型吊装技术、智能定位系统及环保材料应用，以及运行维护中的远程监控、大数据分析预测故障、非开挖修复等新技术。这些技术的应用不仅提高施工精度与效率，还实现管道运行状态的实时监测与预防性维护，为水利供水工程的智能化、绿色化发展提供有力支撑。

关键词：水利供水工程；大口径PCCP管道；运行维护新技术

1 水利供水工程与 PCCP 管道概述

1.1 水利供水工程简介

水利供水工程是为了解决生活和工业用水需求而修建的工程项目。这类工程主要通过一系列的水利设施，如水库、水坝、取水口、输水管网等，将水资源从源头输送到需求地。水利供水工程的主要目的是确保稳定、安全、高质量的供水服务，满足人们日常生活和工业生产的需求。在水利供水工程中，水资源的管理和调配至关重要。这包括水资源的开发、利用、保护和节约等多个方面。通过科学规划、合理布局和先进技术的应用，水利供水工程能够实现水资源的优化配置和高效利用，从而保障社会经济的可持续发展。

1.2 PCCP管道特性

PCCP（Prestressed Concrete Cylinder Pipe）管道，即预应力钢筒混凝土管，是一种新型的复合结构管道。它由带有钢筒的高强度混凝土管芯、环向预应力钢丝以及水泥砂浆保护层组成。这种管道结构充分发挥了钢材的抗拉性能和混凝土的抗压性能，具有一系列独特的优点。第一、适用范围广：PCCP管道适用于跨区域水源地之间的大型输水工程，以及自来水、工业和农业灌溉系统的供配水管网。第二、经济寿命长：由于其独特的复合结构，PCCP管道具有较长的使用寿命，能够长期保持稳定的输水性能^[1]。第三、抗震性能好：预应力钢丝的缠绕使得PCCP管道在地震等自然灾害面前具有较高的抗震能力。第四、安装方便：PCCP管道采用柔性接头，施工方便快捷，能够缩短工期，降低安装成本。第五、运行费用低：由于管道的高密封性和抗渗性，PCCP管道在运行过程中能够减少水资源的浪费，降低运行费用。第六、基本不漏水：PCCP管道采用先进的密封技术，确保了管道在长期使用过程中不易发生漏水现象。

2 水利供水工程中大口径 PCCP 管道施工新技术

2.1 施工前准备新技术

在水利供水工程中，大口径PCCP（预应力钢筒混凝土管）管道的施工前准备工作是整个工程顺利进行的基础。施工前，首先需要对工程进行详细的设计和规划。这包括确定管道的走向、埋设深度、施工方法和所需材料等。随着信息技术的发展，三维建模和仿真技术被广泛应用于设计阶段，以模拟施工过程和预测潜在问题。通过精细化设计，可以优化管道布局，减少施工难度，提高工程的安全性。大口径PCCP管道的质量直接关系到工程的成败，在施工前，必须对管道材料进行严格的质量控制。这包括检查管道的强度、密封性、抗渗性等关键性能指标。利用现代检测技术，如超声波检测、射线检测等，对管道进行无损检测，确保管道内部无缺陷。施工设备的准备和调试也是施工前准备的重要环节。大口径PCCP管道的施工需要使用起重机、挖掘机、推土机等大型机械设备。在施工前，应对这些设备进行全面的检查和调试，确保其性能良好，能够满足施工需求。还应准备足够的备用设备和维修工具，以应对施工过程中的突发情况。施工队伍的专业素质和技术水平直接影响到工程的施工质量，在施工前，应对施工队伍进行全面的培训。培训内容应包括PCCP管道的施工规范、安全操作规程、应急处理措施等。通过培训，提高施工队伍的专业素质和技术水平，确保施工过程中的安全和质量。

2.2 管道铺设新技术

管道铺设是水利供水工程中大口径PCCP管道施工的核心环节。在管道铺设前，需要将PCCP管道从生产厂家运输到施工现场。为了确保管道在运输过程中的安全，应采用专用的运输车辆和固定装置。在施工现场，应合理规划管道的堆放区域，确保管道堆放整齐、稳固。对

于长期堆放的管道，还应采取保湿措施，防止管道开裂。在管道铺设过程中，应采用先进的铺设技术和设备。例如，使用履带式起重机进行管道的吊装和铺设，可以大大提高铺设效率。在管道对接时，应采用专用的对接设备和工艺，确保管道对接的准确性和密封性。在对接过程中，还应进行水压试验，以验证管道连接的可靠性。为了确保管道在铺设过程中的稳定性和安全性，应采取有效的固定和保护措施。例如，在管道铺设完成后，应及时进行管道固定工作，使用支架或固定器等辅助工具将管道固定在基础上。同时，在管道周围设置警示标志和围挡，防止其他施工活动对管道造成损坏^[2]。

2.3 混凝土浇筑与养护新技术

混凝土浇筑与养护是水利供水工程中大口径PCCP管道施工的关键环节。这一阶段的新技术应用，旨在提高混凝土的浇筑质量和养护效果，确保管道的强度和耐久性。在混凝土浇筑前，应根据工程要求和材料性能进行混凝土配合比的优化。通过调整混凝土的成分和比例，可以提高混凝土的强度、抗渗性和耐久性。还应根据施工环境和气候条件进行混凝土配合比的调整，以确保混凝土的浇筑质量。在混凝土浇筑过程中，应采用先进的浇筑技术和设备。在浇筑过程中，应严格控制混凝土的浇筑速度和振捣频率，以确保混凝土的密实性和均匀性。在混凝土浇筑完成后，应进行及时的养护工作。养护的目的是保持混凝土的湿润状态，促进混凝土的硬化和强度的提高。养护方法包括喷水养护、覆盖养护等。在养护过程中，应根据混凝土的强度和环境条件进行养护时间和养护方式的调整。同时还应定期对混凝土进行检查和测试，以确保其满足设计要求。

3 大口径 PCCP 管道运行维护新技术

3.1 实时监测技术

在水利供水系统中，大口径PCCP（预应力钢筒混凝土管）管道的运行状态直接关系到整个系统的稳定性和安全性。为了确保管道的长期稳定运行，实时监测技术的应用显得尤为重要。实时监测技术的核心在于智能传感器网络的应用。这些传感器被精心布置在管道的关键位置，能够实时监测管道内部的压力、流量、温度以及外部环境的湿度、温度等参数。通过无线通信技术，这些传感器将实时数据传输至中央控制系统，实现对管道运行状态的全面监控。中央控制系统接收到传感器数据后，会利用先进的数据分析算法对数据进行处理和分析。这些算法能够识别出数据中的异常变化，并预测可能发生的故障或问题。一旦系统检测到潜在风险，会立即触发预警机制，向管理人员发送警报信息，以便及时

采取措施进行干预。实时监测技术还具备远程监控和应急响应能力，管理人员可以通过手机、电脑等终端设备，随时随地查看管道的运行状态。在紧急情况下，系统能够自动启动应急响应程序，如关闭阀门、启动备用管道等，以最大程度地减少故障对供水系统的影响。

3.2 预防性维护技术

预防性维护技术旨在通过定期的检查和维护，及时发现并处理潜在问题，从而延长管道的使用寿命，降低维修成本。管道内部检测技术是预防性维护的重要手段之一，利用先进的检测设备，如管道机器人、内窥镜等，可以对管道内部进行详细的检查。这些设备能够捕捉到管道内部的裂纹、腐蚀、沉积物等问题，并生成详细的检测报告。除了内部检测外，对管道外部环境的评估同样重要。这包括检查管道周围的土壤稳定性、地下水位变化、地面沉降等情况。通过定期的环境监测和评估，可以及时发现并处理可能影响管道安全的外部因素。基于内部检测和外部环境评估的结果，可以制定出详细的维护计划。这些计划包括维护的时间、地点、内容以及所需的材料和设备等。通过执行这些计划，可以确保管道得到及时、有效的维护，从而保持其良好的运行状态。

3.3 快速修复技术

3.3.1 非开挖修复技术

尽管预防性维护技术能够降低故障发生的概率，但在实际运行中，仍有可能出现突发故障。此时，快速修复技术的应用就显得尤为重要。非开挖修复技术是一种先进的管道修复方法^[3]。它不需要挖掘地面，而是利用专业的修复设备和材料，在管道内部进行修复。这种方法具有施工速度快、对周围环境影响小等优点。常见的非开挖修复技术包括内衬法、缠绕法等。

3.3.2 应急抢修队伍

为了应对突发故障，应建立专业的应急抢修队伍。这些队伍应具备丰富的抢修经验和专业的技能，能够在短时间内迅速定位故障点，并采取相应的修复措施。应急抢修队伍还应配备齐全的抢修设备和材料，以确保抢修工作的顺利进行。

3.3.3 修复效果评估

在修复完成后，还应修复效果进行评估。这包括检查修复部位的密封性、强度以及整体稳定性等。通过评估，可以确保修复工作达到预期的效果，从而保障管道的安全运行。

4 大口径 PCCP 管道施工与运行维护对策

4.1 加强技术创新与研发投入

在水利供水系统中，大口径预应力钢筒混凝土管（PCCP）作为关键组件，其施工与运行维护的高效性、安全性直接关系到整个系统的稳定性和供水质量。面对日益增长的供水需求和复杂多变的运行环境，加强技术创新与研发投入成为提升PCCP管道施工与运行维护水平的关键策略。技术创新是推动PCCP管道施工技术进步的核心动力。应加大对新型施工设备、智能化施工系统的研发力度，如自动化吊装设备、智能监控系统等，以提高施工效率，减少人力成本，同时确保施工精度和安全。此外，探索环保型施工材料和工艺，减少施工过程中的环境污染，符合绿色可持续发展的理念。在运行维护方面，应关注远程监控、大数据分析、人工智能等先进技术的应用。通过部署智能传感器网络，实时监测管道运行状态，利用大数据分析预测潜在故障，实现预防性维护。研发高效、非开挖的管道修复技术，缩短修复时间，减少对交通和居民生活的影响。加强高校、科研机构与企业的合作，建立产学研用紧密结合的创新体系。通过共享资源、协同研发，加速科技成果向实际应用转化，推动PCCP管道施工与运行维护技术的持续创新。

4.2 提升施工人员的技术水平与培训

人员是施工与运行维护工作的直接执行者，其技术水平的高低直接影响工程质量和服务质量。定期组织施工人员参加专业技能培训，涵盖PCCP管道的基础知识、施工技术规范、安全操作规程等内容。通过理论讲解与实操演练相结合的方式，提升施工人员的专业技能和安全意识。建立施工人员继续教育机制，鼓励并支持员工参加行业研讨会、技术交流会等，了解行业动态，学习新技术、新方法。通过内部培训、在线学习平台等多种途径，持续更新员工的知识结构，保持技术竞争力。将施工人员的技能水平、培训参与度与绩效考核挂钩，设立技能提升奖励，激发员工自我提升的积极性。选拔优秀人员作为技术骨干，发挥示范引领作用，带动整个团队的技术水平提升。

4.3 完善管道运行维护的管理制度与流程

科学的管理制度与流程在保障预应力钢筒混凝土管（PCCP）管道高效、安全运行方面扮演着至关重要的角

色。鉴于PCCP管道独特的结构特性和复杂的使用环境，必须结合其特点，精心制定详尽的施工与运行维护标准化作业流程。这一流程需清晰界定每个施工阶段和运行维护环节的具体任务、明确责任人以及设定合理的时间节点，从而确保每一步操作都能精准无误，有效减少人为因素可能引入的误差，显著提升工作效率^[4]。为了全面覆盖管道的运行维护需求，还需要建立健全一套完善的管理制度。这包括但不限于日常巡查制度，确保管道状态得到持续监控；定期检测制度，以科学的数据支撑管道的维护决策；以及应急响应制度，为突发情况提供迅速有效的应对方案。每一项制度都应制定明确、具体的操作要求，为管道维护工作提供坚实的制度保障。另外还应构建一套行之有效的监督机制，定期对施工与运行维护工作进行全面检查与评估。这一机制旨在及时发现并纠正工作中存在的问题，确保各项制度得以严格执行。通过将监督结果与绩效考核相挂钩，不仅能激励员工积极履行职责，还能形成闭环管理，确保管道运行维护工作的持续改进与优化。

结束语

综上所述，水利供水工程中大口径PCCP管道施工与运行维护新技术的应用，不仅提升了工程建设的科技含量，也为管道的长期稳定运行提供了坚实保障。随着技术的不断进步与创新，未来PCCP管道的施工将更加高效、环保，运行维护也将更加智能化、精细化。有理由相信，这些新技术的广泛应用将推动水利供水工程迈向更高水平，为经济社会发展提供更加坚实的水资源支撑。

参考文献

- [1]潘铭坚.水利供水工程中大口径PCCP管道的应用探讨[J].住宅与房地产,2019(16):123-124.
- [2]张佳正,隋毅.水利供水工程中大口径PCCP管道的安装施工要点分析[J].四川水泥,2023,(05):52-54.
- [3]韦寒雨.市政供水工程大口径PE管道安装施工技术研究[J].企业科技与发展,2024(2):121-124.
- [4]杨永镇.水利供水工程中大口径PCCP管道施工技术[J].中国新技术新产品,2022(08):132-134.