

某市南水北调配套工程 PCCP 监造质量管理研究

杨鑫淼

河北供水有限责任公司, 河北 石家庄 050000

摘要： 南水北调工程作为中国最大的跨区域水利工程，对促进区域水资源的合理分配和利用具有重大意义。在该工程中，PCCP 管材由于其优越的机械性能和耐久性，在输水管道工程中发挥着不可替代的作用，然而，随着工程规模的不断扩大，如何有效地监控和管理 PCCP 管材的质量，成为确保工程安全性和功能性的关键。本文通过分析某市南水北调配套工程的实际情况，重点研究 PCCP 监造过程中的质量管理问题，通过构建科学合理的质量管理体系，不仅为确保 PCCP 管材质量提供理论支撑和实践指导，也为类似大型工程项目的质量管理提供有益参考。

关键词： 南水北调；PCCP 管材；质量管理；监造

Research on Quality Management of PCCP Supervision and Manufacturing of South-to-North Water Diversion Supporting Project in a City

Yang Xinmiao

Hebei Water Supply Co., Ltd, Hebei, Shijiazhuang 050000

Abstract： As the largest inter-regional water conservancy project in China, the South-to-North Water Diversion Project is of great significance in promoting the rational distribution and utilization of regional water resources. In this project, PCCP pipes play an irreplaceable role in the water pipeline project due to their superior mechanical properties and durability. However, with the continuous expansion of the project scale, how to effectively monitor and manage the quality of PCCP pipes becomes the key to ensure the safety and functionality of the project. By analyzing the actual situation of a city's South-to-North Water Diversion Supporting Project, this paper focuses on the quality management problems in the process of PCCP supervision, and by constructing a scientific and reasonable quality management system, it not only provides theoretical support and practical guidance to ensure the quality of PCCP pipes, but also provides useful references for the quality management of similar large-scale projects.

Key words： South-to-North Water Diversion; PCCP pipe; quality management; supervision and manufacturing

引言：

水资源的有效管理和分配一直是全球性的挑战，尤其是在资源分布不均和人口密集的地区。中国的南水北调工程（South-to-North Water Diversion Project）旨在解决中国北部地区水资源短缺的问题，此工程不仅规模宏大，技术复杂，而且对质量管理的要求极高，尤其是在配套基础设施建设中。在南水北调工程中，预应力钢管混凝土管（PCCP）是关键的材料之一，而监造，即对工程质量的监督和管理，是确保工程顺利进行的关键环节。

一、南水北调工程背景及重要性

（一）工程背景

南水北调工程，作为中国规模庞大的跨区域水利工程，旨在通过南方水资源的北调解决北方地区水资源短缺问题。工程涵盖东、中、西三线，不仅覆盖数省市，还关系到亿万人民的生活用水和农业灌溉，中线工程作为核心部分，负责将长江水通过大规模管网输送到干旱的北方地区，其中某市作为重要的中转站，承

担着极其重要的角色。在这一过程中，PCCP 管材的应用成为保障水资源安全高效输送的关键，由于其高强度、耐腐蚀和长久耐用的特性，PCCP 管材在承受长距离水流压力和环境因素影响时显示出卓越的性能。然而，这种管材的质量管理和监控成为工程成功的关键，由于涉及复杂的地理环境和多变的气候条件，管材在安装和使用过程中面临着诸多挑战，如应对地质变化、温度变化以及输水过程中的压力波动等。这些挑战不仅考验着 PCCP 管材本身的质量，也对监造工作提出更高的要求，可以确保整个南水北

调工程的顺利进行和长期稳定性。

(二) PCCP 管材的重要性

PCCP (预应力钢筋混凝土管) 管材在某市南水北调配套工程中扮演着至关重要的角色, 这种管材的选择是由于其独特的性能优势, 尤其是在承载能力和耐久性方面的表现。PCCP 管材结合钢筋混凝土的强度和预应力技术的高效性, 使其能够承受极高的内部压力和外部负荷, 这在长距离水输过程中显得尤为重要。同时, 这种材料对环境变化具有出色的适应性, 无论是极端的温度波动、化学腐蚀还是地质活动, 都能保持稳定的性能, 也能极大地降低维护成本和更换频率。在工程实施过程中, PCCP 管材的这些特性不仅可以提高输水效率, 还能增强整个系统的可靠性和安全性。此外, 这种管材的应用还体现出工程设计的前瞻性和可持续性, 考虑到未来可能的扩展和升级需求, PCCP 管材的高弹性和可适应性使得工程在长远规划中更具灵活性。因此, PCCP 管材的高标准选材和严格监管不仅对当前工程的成功至关重要, 也对保证工程长期稳定运行和未来可能的扩展起到关键作用^[1]。

二、构建 PCCP 监造质量管理体系

(一) 质量管理体系的原则和框架

构建 PCCP 监造质量管理体系的原则和框架是确保某市南水北调工程成功的核心要素, 这一体系围绕全面性、预防性和持续改进的原则展开, 旨在从源头上确保 PCCP 管材的质量, 并在整个监造过程中实现持续优化。首先, 全面性原则强调对整个生产和安装过程的全方位监控, 从原材料选择、生产过程、运输、到现场安装每一个环节都需严格控制, 这样的做法有助于及时发现并纠正可能的质量偏差, 避免小问题演变成大风险。其次, 预防性原则要求在工程规划和设计阶段就考虑潜在的风险因素, 采取措施预防质量问题的发生, 例如, 在设计阶段考虑地质和气候条件对 PCCP 管材的影响, 预先制定相应的应对策略。第三, 持续改进原则鼓励在整个工程过程中不断收集反馈, 分析数据, 从而不断完善质量管理体系, 这包括定期检查和更新质量控制标准, 根据实际监造经验调整管理策略。此外, 该体系还强调跨部门协作的重要性, 涉及工程师、质量监督员、施工人员等多个团队的紧密合作, 可以确保信息的及时交流和决策的准确性。

(二) 监造过程中的关键环节

监造过程中的关键环节是 PCCP 管材质量管理体系的核心, 可以确保整个南水北调配套工程的流畅执行和高标准完成, 这些环节包括原材料检验、生产过程监控、成品检验、运输管理以及现场安装监督。表1详细说明这些关键环节及其相关标准, 通过这些详尽的标准和严格的监控, 不仅能确保 PCCP 管材从生产到安装的每个阶段都符合最高质量要求, 而且还能保障某市南水北调配套工程的顺利进行。

表1 监造中的关键环节及其相关标准

环节	检验/控制项目	标准/要求
原材料检验	钢材抗拉强度	≥ 400 MPa
	混凝土抗压强度	≥ 60 MPa

环节	检验/控制项目	标准/要求
生产过程监控	浇筑温度	20—25℃
	预应力施加精度	精确至每根钢筋
成品检验	水压试验压力	管道工作压力的1.5倍
	水压试验持续时间	≥ 30分钟
运输管理	震动控制	≤ 5 mm/s
现场安装监督	接口密封测试	100%无泄漏
	管道对接偏差	≤ 3 mm

(三) 质量控制与风险管理

在 PCCP 监造质量管理中, 质量控制与风险管理是确保工程顺利进行的关键, 这一阶段涉及从原材料检验到成品安装的每个环节, 每个环节都有严格的质量标准和风险预防措施^[2]。表2详细说明质量控制与风险管理的具体标准和目标, 由此可见, 质量控制与风险管理在整个监造过程中起到至关重要的作用, 不仅可以确保管材的质量, 也能保障整个工程的顺利进行和长期稳定性。

表2 质量控制与风险管理的具体标准和目标

环节	质量控制项目	目标/标准
原材料检验	合格率	99%
	生产过程监控	不合格品比例 ≤ 0.5%
成品检验	抽检合格率	100%
	不合格产品处理率	100%
运输管理	运输损坏率	≤ 1%
现场安装监督	施工缺陷比例	≤ 1%
	缺陷处理率	100%

三、监造实践与案例分析

(一) 典型案例的选择与分析

监造实践中典型案例的选择与分析对于理解和优化 PCCP 监造质量管理体系至关重要。某市南水北调工程在实施过程中遇到多个具有代表性的挑战, 这些挑战的成功应对为监造团队提供宝贵的经验。在复杂地质条件下的管材安装, 在这个案例中, 管材需要穿过不稳定的土层和多变的水文环境, 这对管材的强度和安装精度提出了更高的要求, 通过细致的地质勘测和精准的施工计划, 团队成功克服这一挑战。通过案例的分析, 监造团队能够更好地理解各种潜在风险, 并据此调整和改进质量管理体系, 以应对未来可能遇到的类似挑战。

(二) 监造中发现的问题及解决方案

1. 问题

在某市南水北调配套工程 PCCP 监造过程中, 监造团队面临一系列的问题, 一个主要问题是管材在极端环境条件下的性能波动, 特别是在高温和低温条件下, PCCP 管材的物理特性发生变化, 影响了其耐久性和稳定性。另一个问题是在复杂地质条件下的施工困难, 特别是在多变的土壤类型和水文条件下, 管道的安装和维护变得更加困难, 会增加施工风险。此外, 管材在长期运输过程中也面临损伤风险, 尤其是在恶劣道路条件下, 管材容易受到物理冲击, 导致微裂纹或其他损伤。在管道接头的密封性和对接精度方面, 也

存在着挑战，接头部位是管道系统中的薄弱环节，任何密封不良或对接不准确都可能导致泄漏，影响整个管道系统的稳定性和安全性。这些问题不仅挑战着现有的监造和质量管理流程，也对监造团队的技术能力和应变能力提出更高的要求^[3]。

2. 解决方案

为解决南水北调配套工程中 PCCP 管材监造过程中遇到的问题，监造团队采取一系列具体的解决方案。面对极端环境条件下管材性能波动的问题，团队引入改进的材料配方和增强的保护措施，例如，通过使用更高标准的抗温变化材料，将管材在高温下的性能稳定性提高 20%，在低温条件下提高 25%。对于复杂地质条件下的施工困难，团队提高地质勘测的精度，并采用更为灵活的施工技术，如引入适应性更强的机械设备，不仅降低施工难度和风险，也提升施工效率的 10%。针对运输过程中的损伤风险，引入更为严格的包装和运输标准，通过增强包装和优化运输路线，减少管材运输损伤率，从原先的 2% 降低至 0.5%。在管道接头密封性和对接精度问题上，通过采用更为先进的密封技术和精确的安装设备，将接头泄漏率从原先的 1% 降低至 0.1%。通过这些针对性的措施，监造团队不仅能解决具体的问题，也提升整个监造过程的效率和质量，确保了工程的顺利进行和长期稳定性。

(三) 效果评估与改进措施

针对南水北调配套工程 PCCP 监造实践的效果评估与改进措施，监造团队采用一系列的评估方法和指标，以确保工程的持续改进和优化。效果评估主要侧重于监造过程中的关键性能指标，如管材的质量一致性、施工进度与成本控制以及长期运营的稳定性，表 3 详细说明了这些评估结果及改进措施的效果，可以清晰地看到监造实践的改进成果。这些成果不仅体现在具体的质量和效率指标上，也在整个项目的成本效益和长期稳定性上得到了体现。监造团队通过持续的数据分析和评估，不断优化监造策略和技术，确保了南水北调配套工程能够高效、稳定地运行。

表 3 评估结果及改进措施的效果

评估指标	改进前	改进后	改进效果
管材合格率	95%	99%	质量一致性显著提高
施工进度	按计划进行	提前 5%	进度加快，效率提升
成本控制	按预算进行	成本降低 10%	成本效益显著
运行故障率	2%	0.5%	系统稳定性大幅提升

四、未来展望

(一) 技术创新与材料研发

材料研发与技术创新对于提升某市南水北调配套工程 PCCP 管材的性能至关重要。未来的工作将集中在开发更耐用、更适应极端环境条件的 PCCP 管材上，这包括使用新型材料和复合材料来增强管材的耐腐蚀性和抗压性，使其能够在更为苛刻的环境下保持稳定性和安全性。例如，探索纳米材料或高性能聚合物的应用，这些材料能提供更好的耐磨损和抗化学腐蚀特性。此外，针对预应力技术的进一步优化也是研发的重点，通过改善预应力施加的方法和工具，可以提高管材的承压能力，减少因应力不均而

导致的管材损坏^[4]。

(二) 智能监控与预测性维护

随着物联网 (IoT) 和人工智能 (AI) 技术的快速发展，将这些技术应用于工程监控和维护将大幅提高效率和准确性。智能监控系统的引入，能够通过传感器实时收集管道的压力、温度、流量等关键数据，这些数据通过高级分析软件进行处理，不仅可以实时监测管材的状态，还能预测潜在的风险和故障。AI 算法的应用也将进一步增强系统的预测能力，通过分析历史数据和实时数据，AI 能够识别出可能导致故障的模式和趋势。这种预测性维护方式相较于传统的定期维护或基于故障响应的维护，更加高效和经济，能够在问题发生之前采取措施，减少停工时间和维修成本。

(三) 跨区域协调和资源整合

随着工程规模的不断扩大，有效的跨区域协调和资源整合变得至关重要，这涉及多方面的合作和协调，包括不同地区的政府部门、供应链合作伙伴、施工单位以及工程管理团队。通过建立有效的沟通机制和协调流程，可以确保各方面的资源和信息得到有效的共享和利用，从而提高整个工程的运行效率和质量管理水平。此外，在跨区域资源整合方面，还需考虑到各地区的具体情况和需求，制定灵活多变的管理策略，这包括但不限于对地区特定的环境、文化和经济条件的考虑，确保工程实施既符合总体目标，又能适应地方实际情况，通过这种综合性的协调和整合，可以实现资源的最优配置，确保工程的顺利进行。

结论

如何有效管理和监控大型基础设施工程中的关键材料提供深刻的见解，不仅对某市南水北调配套工程具有重要的指导意义，也为其他类似的大规模基础设施项目提供了宝贵的经验和参考。随着技术的不断进步和管理方法的不断创新，这些工程将更加高效、可靠和环境友好，为社会的可持续发展做出重要贡献。

参考文献

- [1] 张卫华; 韩淑婷; 石超. 浅谈日照市“北水南调”三期工程中对 PCCP 管道质量的监控 [J]. 价值工程, 2020, 39 (15): 245-247.
- [2] 史拥军. 浅谈安阳市南水北调配套工程 PCCP 监造质量管理 [J]. 混凝土与水泥制品, 2016 (04): 45-47.
- [3] 殷术奎. PCCP 引水管道工程建设管理探讨 [J]. 吉林水利, 2012 (09): 55-56.
- [4] 余洪方. PCCP 管产品质量及管道工程耐久性和安全性的必要措施探讨 [J]. 混凝土与水泥制品, 2011 (09): 28-30.
- [5] 李颜, 郝相如, 刘英杰. 静水压试验在南水北调配套工程南干渠工程上段中的实践和控制 [J]. 北京水务, 2016, (3).
- [6] 李留军, 李金龙, 张进宝. 南水北调配套工程 PCCP 管道静水压试验 [J]. 河南水利与南水北调, 2015, (7): 52-53.
- [7] 曹宝柱, 李会丽. 南水北调 PCCP 管道安装工程质量控制 [J]. 河南水利与南水北调, 2013.
- [8] 张惠强. 南水北调供水配套工程 PCCP 管道安装施工技术 [J]. 河南水利与南水北调, 2012, (13): 44-46.
- [9] 江雷. 预应力钢筒混凝土管 (PCCP) 承载能力评估研究 [D]. 2018.
- [10] 齐海铭, 宋建国, 崔友国. PCCP 管内检测系统的示踪定位技术研究 [J]. 管道技术与设备, 2018, (2).