

水利施工质检：新型技术筑牢质量防线

王广林

河南水建集团有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i5.8029

[摘要] 本文聚焦水利施工质检，探讨无损检测、智能监测、GIS等新技术在水闸、泵站等常见水利工程中的应用，分析其相较传统手段的优势，并结合案例展示成效。研究表明，新技术的应用能有效筑牢质量防线，确保水利工程安全稳定运行，为水利事业可持续发展提供支撑。

[关键词] 水利施工；质检；新型技术；水闸；泵站；河道治理；输水管道

Water conservancy construction quality inspection: new technology to build a solid quality defense line

Wang Guanglin

Henan Water Construction Group Co., LTD.

[Abstract] This paper focuses on quality inspection in water conservancy construction, exploring the application of new technologies such as non-destructive testing, intelligent monitoring, and GIS in common water projects like sluices and pumping stations. It analyzes their advantages over traditional methods and demonstrates effectiveness through case studies. The research indicates that the application of these new technologies can effectively strengthen quality control, ensuring the safe and stable operation of water conservancy projects, thus providing support for the sustainable development of the water sector.

[Key words] water conservancy construction; quality inspection; new technology; sluice gate; pumping station; river management; water transmission pipeline

一、引言

水利工程关乎防洪、灌溉、供水、发电，施工质量是发挥其功能、保障安全的关键。随着建设规模扩大与技术要求提升，传统质检手段难以满足需求。新型技术能精准、高效检测质量问题，筑牢质量防线，研究其应用对提升水利工程质量、推动行业发展意义重大。

二、水利施工质检的重要性

（一）保障工程安全运行

水利工程大多处于复杂的自然环境中，承受着水压力、地质变化等多种因素的影响。如果施工质量存在缺陷，在长期运行过程中，可能引发渗漏、坍塌等安全事故，严重威胁人民生命财产安全。例如，水闸工程若存在基础不牢固、止水设施不完善等质量问题，在洪水来临时，可能无法正常挡水，导致洪水泛滥，淹没周边农田和村庄。因此，严格的施工质检能够及时发现并消除潜在的质量隐患，确保水利工程的安全运行。

（二）确保工程功能实现

水利工程具有防洪、灌溉、供水等特定功能，这些功能的实现依赖于高质量的施工。以泵站工程为例，其主要功能是提升水位、输送水量。若泵站的机电设备安装质量不达标，可能导致设备运行不稳定、能耗增加，无法满足灌溉或供水的需求。

通过施工质检，对工程的各个环节进行严格把控，保证工程按照设计要求施工，从而确保工程功能的有效实现。

（三）提高工程经济效益

高质量的水利工程可以减少后期的维修和改造费用，提高工程的使用寿命，从而提高工程的经济效益。相反，若施工质量不过关，工程在运行过程中频繁出现故障，需要投入大量的人力、物力进行维修，不仅增加了运营成本，还可能影响工程的正常使用，造成更大的经济损失。例如，输水管道若因施工质量问题出现漏水现象，不仅会浪费水资源，还可能导致周边土壤侵蚀，影响农业生产，增加修复成本。因此，加强施工质检，提高工程质量，对于提高水利工程的经济效益至关重要。

三、水利施工中常见工程类型及新型质检技术应用

（一）水闸施工质检与新型技术应用

水闸施工特点与质量关键环节：水闸施工涉及基础处理、闸室浇筑、闸门安装等多个环节。基础的稳定性是水闸安全运行的基础，若基础处理不当，可能导致闸室沉降、倾斜。闸室的混凝土浇筑质量直接影响水闸的结构强度和防渗性能，闸门安装的精度则关系到水闸的启闭功能。

新型质检技术应用

无损检测技术：在水闸混凝土质量检测中，常用的无损检

测技术有超声回弹综合法、探地雷达法等。超声回弹综合法通过测量混凝土的超声声速和表面回弹值，综合评定混凝土的强度。探地雷达则利用电磁波在不同介质中的传播特性，检测混凝土内部的缺陷，如空洞、裂缝等。例如，在某水闸工程中，采用探地雷达对闸室底板混凝土进行检测，发现了一处隐藏的空洞，及时进行了修复，避免了潜在的质量风险。

智能监测系统：在水闸运行过程中，可安装智能监测系统对水闸的位移、沉降、应力等参数进行实时监测。该系统通过传感器采集数据，并将数据传输至监控中心进行分析处理。一旦参数出现异常，系统能够及时发出预警，便于管理人员采取措施。例如，某大型水闸安装了智能监测系统，在一次强降雨过程中，系统监测到闸室的位移变化超过预警值，管理人员迅速组织人员进行检查，发现是由于周边土体受雨水冲刷导致局部地基松动，及时进行了加固处理，保障了水闸的安全。

（二）泵站施工质检与新型技术应用

泵站施工特点与质量关键环节：泵站施工包括泵房建设、机电设备安装等。泵房的结构质量要能承受机电设备运行产生的振动和荷载，机电设备的安装精度和调试效果直接影响泵站的运行效率和可靠性。

新型质检技术应用

激光测量技术：在机电设备安装过程中，激光测量技术可用于精确测量设备的安装位置和垂直度。通过发射激光束，利用激光的直线传播特性，能够快速、准确地确定设备的安装基准，提高安装精度。例如，在某泵站的水泵安装中，采用激光测量技术，将水泵的安装误差控制在极小范围内，确保了水泵运行的稳定性和高效性。

电气设备在线监测技术：对于泵站的电气设备，如电机、变压器等，采用在线监测技术能够实时监测设备的运行参数，如温度、电流、电压等。通过分析这些参数的变化，可及时发现设备的潜在故障。例如，某泵站的变压器安装了在线监测系统，系统监测到变压器油温异常升高，经检查发现是由于散热风扇故障导致散热不良，及时更换风扇后，避免了变压器因过热而损坏。

（三）河道治理施工质检与新型技术应用

河道治理施工特点与质量关键环节：河道治理工程包括河道清淤、护岸建设、河道拓宽等。河道清淤的质量直接影响河道的行洪能力和水质，护岸的稳定性关系到河道边坡的安全。

新型质检技术应用

地理信息系统（GIS）技术：GIS 技术可用于河道治理工程的规划设计和施工质检。通过采集河道的地形、地貌、水文等数据，建立河道的地理信息模型。在施工过程中，利用 GIS 技术可以实时监测河道清淤的深度、范围，以及护岸建设的位置和坡度等。例如，在某河道治理工程中，利用 GIS 技术对河道清淤工程量进行核算，发现实际清淤量与设计要求存在偏差，及时调整了施工方案，保证了清淤质量。

水下机器人检测技术：对于河道水下部分的工程质量检

测，水下机器人发挥着重要作用。水下机器人可携带摄像头、声呐等检测设备，对河道护岸的基础、水下构筑物等进行检测。例如，在某河道护岸工程中，水下机器人检测发现部分护岸基础存在冲刷掏空现象，为及时采取加固措施提供了依据。

（四）输水管道施工质检与新型技术应用

输水管道施工特点与质量关键环节：输水管道施工包括管道铺设、接口处理、压力测试等。管道的铺设深度、坡度以及接口的密封性是影响输水管道质量的关键因素。

新型质检技术应用

管道内窥检测技术：管道内窥检测技术利用管道机器人搭载高清摄像头，对管道内部进行检测。通过实时传输的图像，可清晰观察管道内壁的腐蚀、裂缝、变形等情况。例如，在某输水管道工程验收时，采用管道内窥检测技术，发现部分管道接口处存在轻微渗漏，及时进行了修复，确保了管道的输水安全。

压力波检测技术：在输水管道压力测试中，压力波检测技术可用于检测管道的密封性和泄漏位置。通过在管道内施加压力波，根据压力波的传播和反射情况，判断管道是否存在泄漏以及泄漏点的位置。例如，某输水管道在进行压力测试时，利用压力波检测技术快速定位了一处泄漏点，避免了大规模开挖查找泄漏点带来的时间和成本浪费。

四、新型技术在水利施工质检中的优势

（一）提高质检精度

传统的质检手段往往存在一定的误差，而新型技术能够利用先进的传感器、检测设备和数据分析方法，实现对水利工程质量参数的精确测量和分析。例如，无损检测技术可以准确检测混凝土内部的缺陷位置和大小，激光测量技术能够将设备安装精度控制在毫米级，大大提高了质检的精度。

（二）增强质检效率

新型技术的应用实现了质检过程的自动化和智能化，能够快速采集、处理和分析大量的数据。相比传统的人工检测方式，大大缩短了质检时间。例如，智能监测系统可以实时采集水利工程的运行数据，并通过数据分析软件快速生成监测报告，及时发现质量问题。水下机器人检测技术可以在短时间内完成大面积的水下检测任务，提高了检测效率。

（三）实现实时监测与预警

新型技术中的智能监测系统、在线监测技术等能够对水利工程进行实时监测，一旦发现质量参数异常，能够及时发出预警信息。管理人员可以根据预警信息迅速采取措施，避免质量问题的恶化。例如，在水闸和泵站运行过程中，智能监测系统可以实时监测结构的位移、应力等参数，当参数超出正常范围时，系统立即发出预警，为保障工程安全赢得时间。

（四）降低质检成本

虽然新型技术的初期投入相对较高，但从长远来看，能够降低质检成本。一方面，新型技术提高了质检的准确性和效率，减少了因质量问题导致的返工和维修成本。另一方面，实时监

测和预警功能可以提前发现质量隐患，避免出现重大质量事故，从而降低了事故处理成本。例如，通过管道内窥检测技术及时发现管道的微小缺陷并进行修复，避免了管道泄漏引发的大规模抢修成本。

五、新型技术在水利施工质检中的应用案例分析

（一）案例一：某水闸除险加固工程

项目背景：某水闸建于上世纪80年代，由于运行时间较长，存在混凝土老化、结构裂缝、闸门漏水等质量问题。为保障水闸的安全运行，对其进行除险加固。

新型技术应用措施

无损检测评估混凝土质量：采用超声回弹综合法和钻芯法相结合的方式，对水闸混凝土结构进行全面检测。通过超声回弹综合法对大面积混凝土进行快速检测，初步评估混凝土强度；对于关键部位和存在疑问的区域，采用钻芯法进行验证，准确掌握混凝土的实际强度和内部缺陷情况。

智能监测系统实时监控：在水闸加固过程中及加固后，安装智能监测系统，对水闸的位移、沉降、应力以及水位、流量等参数进行实时监控。系统将采集到的数据通过无线传输方式发送至监控中心，利用数据分析软件对数据进行处理和分析。

实施效果：通过无损检测，准确评估了混凝土的质量状况，为加固方案的制定提供了科学依据。在加固后的运行过程中，智能监测系统及时发现了一次因上游水位骤升导致的闸室位移异常情况，管理人员迅速采取了应对措施，保障了水闸的安全。该水闸经过除险加固后，运行稳定，有效发挥了防洪、灌溉等功能。

（二）案例二：某泵站更新改造工程

项目背景：某泵站由于设备老化、效率低下，无法满足当地农业灌溉和排水需求，对其进行更新改造。

新型技术应用措施

激光测量确保设备安装精度：在新设备安装过程中，采用激光测量技术对水泵、电机等设备的安装位置和垂直度进行精确测量和调整。利用激光经纬仪、激光水准仪等设备，确保设备安装误差控制在设计要求范围内。

电气设备在线监测保障运行安全：对泵站的电气设备安装在线监测系统，实时监测电机、变压器等设备的运行参数，如温度、电流、电压、功率因数等。通过数据分析软件对监测数据进行实时分析，及时发现设备的潜在故障。

实施效果：激光测量技术保证了设备的安装精度，新泵站运行后，设备振动小、运行稳定，效率较改造前提高了20%左右。电气设备在线监测系统有效保障了设备的运行安全，在运行过程中，及时发现并处理了一次电机轴承过热故障，避免了设备损坏，确保了泵站的正常运行，满足了当地农业生产的需求。

（三）案例三：某河道综合治理工程

项目背景：某河道由于长期淤积、护岸损坏，行洪能力下

降，且水质恶化，对其进行综合治理。

新型技术应用措施

GIS技术辅助工程规划与质检：利用GIS技术建立河道地理信息模型，对河道的地形、地貌、水文等数据进行整合和分析。在工程规划阶段，通过GIS模型模拟不同治理方案的效果，优化治理方案。在施工过程中，利用GIS技术实时监测河道清淤、护岸建设等工程的进度和质量。

水下机器人检测水下工程质量：采用水下机器人对河道水下部分的护岸基础、水下构筑物等进行检测。水下机器人携带高清摄像头和声呐设备，对水下工程进行全方位检测，并将检测数据实时传输至岸上的监控平台。

实施效果：GIS技术的应用使得工程规划更加科学合理，施工质量得到有效控制。通过水下机器人检测，及时发现并处理了多处护岸基础冲刷和水下构筑物损坏问题。河道综合治理工程完成后，河道行洪能力显著提高，水质得到明显改善，周边生态环境得到有效修复。

（四）案例四：某输水管道工程

项目背景：某输水管道工程负责为城市提供生活用水，为确保供水安全，对管道施工质量要求严格。

新型技术应用措施

管道内窥检测确保管道质量：在管道铺设完成后，采用管道内窥检测技术对管道内部进行全面检测。管道机器人携带高清摄像头，在管道内缓慢行进，对管道内壁进行细致观察，检测管道是否存在裂缝、变形、接口渗漏等问题。

压力波检测技术排查泄漏隐患：在管道进行压力测试时，利用压力波检测技术对管道的密封性进行检测。通过在管道内施加压力波，根据压力波的传播和反射情况，准确判断管道是否存在泄漏以及泄漏点的位置。

实施效果：管道内窥检测技术发现了几处管道接口处的轻微渗漏和一处管道内壁的小裂缝，及时进行了修复。压力波检测技术准确排查出一处潜在的泄漏隐患，避免了供水后可能出现的泄漏事故。该输水管道工程投入使用后，运行稳定，保障了城市的供水安全。

六、结论

新型技术为水利施工质检注入活力，无损检测、智能监测、激光测量等技术应用于水闸、泵站等工程，有效提升质检精度与效率，实现实时预警，降低成本。实际案例显示，新技术对保障工程质量、安全及经济效益成效显著。未来水利建设，应加大技术研发推广，完善质检体系，紧跟科技步伐，挖掘新技术潜力，满足工程质量提升需求，推动水利事业可持续发展。

【参考文献】

[1]李新.水利工程施工质量检测技术[M].北京:中国水利水电出版社,2019.

[2]王强.无损检测技术在水利工程中的应用[J].水利建设与管理,2020(5):45-48.