

水利工程中闸门自动化监控系统研究

李宏聚

宁夏回族自治区固海扬水管理处 宁夏 中卫 755000

摘要: 本文对水利工程中闸门自动化监控系统进行了深入研究。阐述了该系统的重要性,包括提高水利工程运行效率、保障设施安全及实现水资源科学管理。详细分析了系统组成部分,涵盖传感器、控制、监控和电源系统。探讨了工作原理及设计应用,从人机交互获取信息下达指令,到设备采集状态信号、通信信道传输、基于PLC远程控制及系统状态监测与自我诊断。

关键词: 水利工程; 闸门自动化; 监控系统

引言: 随着科技的不断进步,水利工程在防洪、灌溉、发电等方面的作用日益凸显。闸门作为水利工程的关键控制设施,其传统控制方式已难以满足现代需求。闸门自动化监控系统应运而生,它融合了先进的传感器技术、通信技术和控制技术。本文旨在深入研究该系统,探讨其在水利工程中的重要性、组成、工作原理及设计应用,为提升水利工程管理水平提供理论支持和实践指导。

1 闸门自动化监控系统的重要性

闸门作为水利工程中的关键设施,其控制和管理至关重要。闸门自动化监控系统具有多方面的重要性。

(1) 提高水利工程运行效率。传统人工操作闸门响应速度慢,难以精准控制开度。而自动化监控系统能够根据实时水情数据和工程需求,迅速、精确地调整闸门开度,实现高效的输水、泄洪等功能,极大地提升了水利工程在不同工况下的运行效率。(2) 保障水利设施安全。该系统可实时监测闸门的运行状态以及水工建筑物的受力情况。一旦出现异常,如闸门卡阻、位移异常或建筑物承受过大压力等,能及时发出警报并采取相应措施,有效防止事故发生,确保水利设施的稳定运行和周边地区的安全。(3) 实现水资源科学管理。通过与水文监测系统等集成,自动化监控系统可以准确掌握水资源的动态变化,为水资源的合理调配提供依据。能够在满足防洪、灌溉、发电等不同需求的同时,最大程度地提高水资源利用效率,实现科学管理和优化配置。(4) 降低人力成本。传统的闸门操作需要大量人力,且劳动强度大。自动化监控系统减少了对人工的依赖,降低了人力成本,同时也减少了人为操作失误带来的风险。

2 闸门自动化监控系统的组成部分

2.1 传感器系统

在闸门自动化监控系统中,传感器系统起着至关重要

的作用。水位传感器实时监测水利工程中的水位变化,为闸门的开启和关闭提供关键依据。流量传感器能够准确测量水流的流量,帮助管理人员掌握水流量的大小,以便合理调整闸门开度,实现对水流的有效控制。压力传感器则用于监测水工建筑物所承受的压力,确保其在安全范围内运行^[1]。位移传感器可以精确测量闸门的位移情况,及时发现闸门是否存在异常位移,保障闸门的正常运行。这些传感器通过先进的技术手段,将采集到的各种参数信息转化为电信号,并传输给控制系统。它们具有高精度、高可靠性和快速响应的特点,能够在复杂的水利工程环境中稳定工作。例如,一些水位传感器采用超声波或雷达技术,不受水质和水流状态的影响,能够准确测量水位高度。流量传感器则采用电磁、超声波等多种测量原理,适应不同的水流条件。

2.2 控制系统

控制系统作为闸门自动化监控系统的核心部分,承担着对闸门进行精确控制的重任。控制器是控制系统的大脑,它接收来自传感器系统的数据,并根据预设的控制策略进行分析和处理。控制策略通常是根据水利工程的具体需求和运行要求制定的,例如根据水位变化自动调整闸门开度,以实现防洪、灌溉、发电等不同功能。执行机构是控制系统的执行部分,它根据控制器发出的控制指令,对闸门进行操作。常见的执行机构有电动推杆、液压油缸等。这些执行机构具有强大的动力和精确的控制能力,能够快速、准确地调整闸门的位置。通信模块则负责控制系统与其他部分之间的数据传输。它可以采用有线或无线通信方式,确保控制器能够及时接收传感器数据,并将控制指令发送给执行机构。通信模块还可以与监控系统进行数据交互,实现远程监控和控制。

2.3 监控系统

监控系统是闸门自动化监控系统的重要组成部分,

它为管理人员提供了对闸门运行状态进行实时监控和远程控制的手段。监控中心是监控系统的核心，通常配备有高性能的计算机和显示设备，能够接收来自现场传感器和控制系统的数 据，并进行处理和显示。通信网络是监控系统的数据传输通道，它将监控中心与现场的传感器和控制系统连接起来。通信网络可以采用光纤、以太网、无线等多种通信方式，确保数据传输的稳定和可靠。监控软件是监控系统的关键部分，它具有丰富的功能，为管理人员提供了直观、便捷的操作界面。监控软件可以实时显示闸门的运行状态、水位、流量等参数信息，并能够对这些数据进行分析 和处理。当出现异常情况时，监控软件会及时发出报警信号，提醒管理人员采取相应措施。

2.4 电源系统

电源系统是闸门自动化监控系统正常运行的关键保障，为系统各部分提供稳定可靠的电力。市电供电作为主要方式，一般能满足系统正常运行。然而，在特殊情况如市电故障或停电时，备用电源至关重要^[2]。太阳能光伏板发电成为一种新型备用电源。它利用太阳能转化为电能，在有光照时为系统提供电力支持。相比蓄电池，太阳能光伏板发电具有环保、无需更换且可持续的优势。在阳光充足时，可储存部分电能供阴天或夜间使用。柴油发电机仍是大功率备用电源，当市电长时间中断且太阳能光伏板无法满足需求时启动。电源管理模块负责电源系统的管理控制，可实现市电与太阳能光伏板发电及柴油发电机之间的自动切换，确保系统在任何情况下正常运行。

3 闸门自动化监控系统的工作原理

闸门自动化监控系统的工作原理主要是通过多个部分的协同作用来实现对闸门的精准控制和实时监测。传感器系统中的各种传感器持续不断地采集水利工程中的关键参数信息。水位传感器时刻监测着水位的变化，流量传感器精准测量水流的流量，压力传感器感应水工建筑物承受的压力，位移传感器密切关注着闸门的位置变化。这些传感器将采集到的信息转化为电信号并传输给控制系统。控制系统的核心是控制器，它接收来自传感器的数据后，依据预设的控制策略进行分析处理。例如，当水位超过一定限度时，控制器会发出开启闸门的指令以调节水位；当需要蓄水时，则发出关闭闸门的指令。控制指令通过通信模块传递给执行机构。执行机构根据指令对闸门进行操作，如通过电动推杆推动闸门开启或关闭，或者利用液压油缸调整闸门的开度。与此同时，监控系统中的监控中心通过通信网络与传感器和控

制系统进行数据交互，实时显示闸门的运行状态和各种参数信息。监控软件对数据进行处理，一旦发现异常情况就会发出警报，以便管理人员及时采取措施。管理人员可以通过监控软件实现远程控制和管理，确保闸门始终处于安全、高效的运行状态^[3]。

4 水利工程中闸门自动化监控系统的设计及应用

4.1 借助人机交互系统获取信息，下达操控指令

人机交互系统是闸门自动化监控系统中连接操作人员与系统的重要桥梁。通过直观、友好的界面设计，操作人员可以方便地获取各种信息，包括水位、流量、闸门开度等实时参数，以及设备运行状态、报警信息等。操作人员能够利用人机交互系统快速下达操控指令，实现对闸门的精确控制。在设计人机交互系统时，需要考虑界面的简洁性和易用性。采用清晰的图表、数字显示，使操作人员能够一目了然地掌握关键信息。设置便捷的操作按钮和菜单，方便操作人员进行各种操作，如开启、关闭闸门，调整开度等。此外，还可以加入一些辅助功能，如历史数据查询、趋势分析等，帮助操作人员更好地了解系统运行情况，做出更准确的决策。例如，在某大型水利枢纽工程中，人机交互系统采用了大屏幕触摸显示屏，操作人员可以通过触摸操作轻松获取信息和下达指令。系统界面清晰地展示了各个闸门的位置、开度以及水位、流量等参数，同时还提供了实时视频监控画面，让操作人员能够直观地了解现场情况。当需要进行操作时，操作人员只需在屏幕上点击相应的按钮或滑动滑块即可完成指令下达，大大提高了操作的便捷性和效率。

4.2 闸门监控设备采集状态信号

闸门监控设备是闸门自动化监控系统的“眼睛”和“耳朵”，负责采集闸门的各种状态信号。这些状态信号包括闸门的位置、开度、运行速度、受力情况等，以及水工建筑物的水位、流量、压力等参数。通过对这些状态信号的采集和分析，系统可以实时了解闸门的运行状态，为控制决策提供依据。在选择闸门监控设备时，需要考虑设备的精度、可靠性和稳定性。例如，采用高精度的位移传感器来测量闸门的开度，确保测量结果的准确性；选用具有良好防水、防尘性能 的传感器，以适应水利工程的恶劣环境。还可以采用冗余设计，即安装多个相同类型的传感器，当其中一个传感器出现故障时，系统可以自动切换到其他传感器，保证数据采集的连续性。闸门监控设备还需要具备良好的通信能力，能够将采集到的状态信号及时、准确地传输给控制系统。可以采用有线通信和无线通信相结合的方式，确保信号

传输的可靠性和稳定性^[4]。例如, 在一些重要的水利工程中, 可以采用光纤通信作为主要的通信方式, 同时配备无线通信模块作为备用通信手段, 以应对可能出现的通信故障。

4.3 借助通信信道完成信号传输

通信信道是闸门自动化监控系统中数据传输的关键环节。它负责将闸门监控设备采集到的状态信号传输给控制系统, 以及将控制系统发出的操控指令传输给执行机构。通信信道的性能直接影响到系统的实时性、可靠性和稳定性。在设计通信信道时, 需要考虑通信距离、通信速率、抗干扰能力等因素。对于通信距离较远的水利工程, 可以采用光纤通信、无线通信等方式, 以确保信号能够稳定传输。还要根据系统的数据传输量和实时性要求, 选择合适的通信速率。为了提高通信信道的抗干扰能力, 可以采用多种技术手段。例如, 采用屏蔽电缆、光纤等抗干扰性能较好的通信介质; 采用数据加密、校验等技术, 确保数据传输的准确性和完整性; 在通信设备中加入滤波器、防雷器等装置, 减少外界干扰对通信系统的影响。

4.4 基于PLC实现远程控制

可编程逻辑控制器(PLC)是闸门自动化监控系统中实现远程控制的核心设备。它接收来自通信信道的状态信号和操控指令, 根据预设的控制逻辑进行处理, 然后发出控制信号给执行机构, 实现对闸门的远程控制。在设计基于PLC的远程控制系统时, 需要考虑控制逻辑的合理性和可靠性。根据水利工程的实际需求, 制定科学合理的控制策略, 确保闸门的控制精度和响应速度。同时要对PLC进行冗余设计, 提高系统的可靠性。例如, 可以采用双PLC热备冗余系统, 当主PLC出现故障时, 备用PLC能够自动切换, 保证系统的正常运行。还可以利用PLC的通信功能, 实现与其他系统的集成和联动控制。例如, 将闸门自动化监控系统与水文监测系统、水资源调度系统等进行集成, 实现对水利工程的全方位、智能化管理。通过与其他系统的联动控制, 可以根据水位、流量等参数的变化自动调整闸门的开度, 实现水资源的科学管理和优化配置。

4.5 系统的状态监测以及自我诊断

为了确保闸门自动化监控系统的稳定运行, 需要对系统进行状态监测和自我诊断。状态监测主要是对系统的各个组成部分进行实时监测, 包括传感器、通信信道、PLC、执行机构等, 及时发现系统中的异常情况。自我诊断则是系统对自身的运行状态进行分析和判断, 自动识别故障类型和位置, 并采取相应的措施进行处理。在设计状态监测和自我诊断功能时, 可以采用多种技术手段。例如, 利用传感器的自检功能, 实时监测传感器的工作状态, 当传感器出现故障时, 系统能够自动发出报警信号; 通过对通信信道的信号强度、误码率等参数进行监测, 及时发现通信故障; 利用PLC的诊断功能, 对自身的硬件和软件进行检测, 发现故障并进行报警。当系统检测到故障时, 需要采取相应的措施进行处理^[5]。例如, 对于一些轻微的故障, 可以通过自动复位、重新启动等方式进行修复; 对于严重的故障, 则需要及时通知管理人员进行维修。系统还可以记录故障发生的时间、类型、位置等信息, 为故障分析和维修提供依据。

结束语: 综上所述, 水利工程中闸门自动化监控系统具有重大意义。其组成部分相互协作, 工作原理科学合理, 设计应用先进高效。通过人机交互、状态信号采集、通信传输、PLC控制及状态监测诊断等功能, 实现了对闸门的精准控制和实时监测。该系统的应用提高了水利工程运行效率, 保障了设施安全, 促进了水资源科学管理。未来, 应不断优化和完善该系统, 进一步推动水利工程智能化发展, 为经济社会可持续发展做出更大贡献。

参考文献

- [1]葛新.水利工程闸门自动化监控系统研究[J].黑龙江科学,2021(12):102-103.
- [2]王岩,尚振兰,周威.闸门自动化监控系统在水利工程中的实际应用[J].智能城市,2020(03):187-188.
- [3]崔高麓.闸门自动化监控系统在水利工程中的应用[J].黑龙江水利科技,2020,(11)
- [4]延秀杰.闸门监控系统在水利工程中的研究与应用[J].科技创新与应用,2020,(8)
- [5]王织,陈崇涛.闸门自动化远程监控方式设计研究[J].中国宽带,2020,(3)