

# 大坝电梯的结构设计与大坝建筑物的运行安全评估研究

郑开发 彭少明

安徽省梅山水库管理处 中誉设计有限公司

**摘要：**本研究致力于探讨梅山水库大坝电梯的结构设计及其对大坝建筑物运行安全的影响。通过综合运用结构分析、风险评估等方法，本文对大坝电梯的设计、安装及运行进行了全面评估，旨在识别和管理电梯安装运行可能对大坝结构安全带来的风险。研究结果表明，虽然电梯安装对大坝结构安全有一定的影响，但通过采取合理的设计调整和安全措施，可以有效减轻这些影响，保证大坝的安全稳定运行。因此，本研究不仅为梅山水库大坝电梯的设计与安装提供了科学依据，也为其他类似大型水利工程设施的安全管理提供了参考。

**关键词：**大坝电梯；结构设计；安全评估；风险管理；梅山水库

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.15.110

## 引言

随着大型水利设施管理需求的增加，大坝电梯成了重要的辅助设施。梅山水库大坝内部的电梯安装，不仅提高了大坝的运行效率，也为大坝的维护和管理提供了便利。然而，电梯的安装和运行对大坝结构的安全性有着直接和间接的影响。因此，本文从结构设计与安全评估的角度，对梅山水库大坝电梯的安装运行进行研究，旨在为大坝电梯的合理设计和安全运行提供参考。

## 一、大坝电梯的结构设计

### （一）井道及疏散楼梯的设计

梅山水库大坝电梯井道设计采用的是混凝土连拱坝内井道加钢结构框架结构，针对原先电梯始发层的站台进行了适当的调整，以适应电梯井道的需求。这种设计考虑到了电梯的出入口和疏散急救通道的转角入口最大通过性的衔接，保证了使用的便捷性与安全性。电梯井道高54米，每隔十米高程设置一个疏散急救门通道，确保在紧急情况下能够迅速有效地进行人员疏散。疏散通道楼梯的设计同样考虑到了安全性，设置了1.2米高的护栏，确保在疏散过程中的人员安全。

疏散急救通道的设计充分考虑了实际使用需求，与井道内部的坝体混凝土结构设计紧密相连，形成了一个安全、有效的急救疏散系统。这不仅体现了在紧急情况下对人员安全的高度重视，也展示了电梯设计中对于功能性与实用性的综合考量。

### （二）电梯安装与大坝结构的兼容性

电梯安装过程中，其与大坝结构的兼容性受到了特

别关注。通过对电梯井道多点进行垂直检测，确保了电梯轿厢荷载及有效站人面积的最大化，同时保持了电梯最大的负荷承载力和最大的轿厢面积。这种设计采用了电梯井架的框架柱梁轨道式结构，充分利用了现有的大坝结构特点，保证了电梯的安装不会对大坝的结构稳定性产生不利影响。

为了进一步保障电梯与大坝结构的兼容性，电梯的设计和安装严格按照相关规范进行，确保了电梯系统的稳定性和可靠性。通过综合利用现代工程技术和专业设计，使得电梯系统与大坝的复杂结构能够完美融合，既满足了电梯运行的安全要求，也保障了大坝结构的长期稳定性。

### （三）安全设施与紧急响应措施

在电梯的设计中，安全设施和紧急响应措施是不可或缺的一部分。通过设置应急疏散救援门和紧急停止按钮，确保在电梯发生故障或其他紧急情况时，乘客能够迅速安全地离开电梯。电梯内部安装了现代化的监控系统，能够实时监控电梯运行状态，及时发现并处理可能出现的问题，大大提高了电梯的安全性。电梯的安全性也体现在其设计上的多重安全保障措施，例如使用防坠落，断电时就近返回站层系统和超载保护装置，保证电梯在运行过程中的稳定性和安全性。这些设计和措施的综合应用，不仅保障了电梯乘客的安全，也为大坝的安全管理提供了有力的技术支持。

## 二、大坝建筑物的结构特点

### （一）大坝的结构组成与特性

梅山水库大坝作为一个重要的水利工程，其结构组成复杂，具有多样的功能和特性。梅山水库始建于1954年3月，1956年4月主体工程建成，是一座以防洪、灌溉为主，结合发电等综合利用大（1）型水库，总库容22.63亿 $m^3$ ，大坝、溢洪道、泄洪隧洞等主要建筑物均为1级水工建筑物。大坝由钢筋混凝土连拱坝、两岸连拱坝及空心连拱坝组成，坝长443.5m，最大坝高88.24m。连拱坝由15个墩、16个拱组成。

梅山水库大坝坝体结构型式特殊，是将水压力通过拱墩传到两岸坝肩，并通过墩（支墩）将大坝承受的外荷载传递给坝基的结构体。墩采用空腹双支墩式。

电梯设在水库大坝4号墩内。

### （二）电梯安装对大坝结构的潜在影响

电梯的安装在为大坝提供了快速通道的同时，也可

能对大坝结构产生一定的潜在影响。首先，电梯井道的建设需要在大坝4号垛内预留空间用来安装铰接预埋板，这可能会影响大坝结构的稳定性和安全性。为此，电梯井道的设计和施工必须精确计算，通过铰接方式消减电梯运行过程中钢架结构与坝体之间产生的横向及竖向移位及共振，确保不会对大坝的结构安全造成负面影响。其次，电梯运行产生的振动也需要考虑，尤其是在紧急情况下的使用可能会对大坝结构造成额外的负荷。

针对这些潜在影响，采取了一系列的设计和施工措施，如使用特殊的建材和加强板式铰接与梁柱结构设计，以减少电梯安装和运行对大坝结构的影响。还通过技术监控系统实时监测电梯运行状态和大坝结构的稳定性，确保电梯的安全使用不会对大坝造成不良影响。

### （三）预防和减轻电梯安装的不利因素

为了预防和减轻电梯安装可能对大坝结构带来的不利影响，工程团队采取了多项措施。（1）在设计阶段就充分考虑电梯安装的位置和方式，选择在大坝结构中相对稳定的4号垛区域进行施工，以减少对大坝主体结构的干扰。同时，采用高强度的建筑材料和先进的施工技术，确保电梯井道和相关设施的建造不会削弱大坝的整体稳定性。（2）通过对大坝结构进行详细的力学分析，评估电梯安装和运行对大坝结构的具体影响，采取相应的加固、钢结构链接措施，如设置缓冲区域和加强连接部位，以保证大坝的安全运行。设置完善的监测系统，对大坝结构和电梯运行进行实时监控，及时发现和处理潜在的安全隐患。通过这些综合措施，确保了电梯的安装和使用不仅提高了大坝的运行效率，也保证了大坝结构的安全稳定，展现了现代工程技术在复杂水利工程中的应用成果。

## 三、电梯安装运行的安全评估

### （一）评估方法与指标

电梯安装运行的安全评估采用了一系列科学的评估方法和指标，确保电梯系统的安全可靠。采用结构分析法来评估电梯安装对大坝结构稳定性的影响，通过计算电梯运行引起的振动对大坝结构应力的影响，确保电梯的安装位置和方式不会对大坝的安全稳定性产生负面影响；风险评估方法被用来识别电梯运行可能遇到的各种风险因素，包括电梯故障、紧急情况下的疏散能力等，并对这些风险进行量化分析，确定风险等级。<sup>[2]</sup>

安全评估指标包括电梯运行的可靠性、电梯紧急响应系统的有效性，以及电梯对大坝结构稳定性的影响等。通过这些指标，可以全面评估电梯安装和运行的安全状况，为采取相应的安全措施提供科学依据。

### （二）影响程度的逐一分析

在进行电梯安装运行的安全评估时，对电梯安装和

运行可能产生的影响进行了逐一分析。（1）分析了电梯安装过程中对大坝结构的直接影响，包括电梯井道立柱焊接面的开挖对大坝结构完整性的影响、施工过程中可能产生的结构应力等。针对这些潜在的影响，采取了加强结构设计、使用高强度材料等措施，确保电梯安装不会对大坝的结构安全产生不利影响。（2）对电梯运行过程中可能出现的问题进行了分析，包括电梯故障、电源中断等紧急情况，以及这些问题对人员安全的影响。<sup>[3]</sup>通过设置应急响应措施、安装备用电源系统等方法，提高了电梯运行的安全性。

### （三）安全性改善措施

针对电梯安装运行的安全评估，采取了一系列安全性改善措施，以确保电梯系统的高安全性。在设计和施工阶段，通过采用先进的工程技术和高质量材料，确保电梯井道和相关结构的稳定性和耐用性。同时，对电梯控制系统进行优化，安装现代化的监控系统，实现电梯运行状态的实时监控，及时发现并处理潜在的安全隐患；制定了详细的电梯运行管理和维护计划，定期对电梯进行检查和维护，确保电梯系统处于良好的运行状态。加强了对电梯使用人员的培训，提高了人员对电梯紧急情况下操作的熟练度，确保在紧急情况下能够迅速有效地进行人员疏散。

## 四、风险管理与预防措施

### （一）风险识别与评估

在梅山水库大坝电梯的风险管理中，风险识别与评估是首要步骤。通过细致的分析和研究，识别出电梯安装与运行过程中可能遇到的风险，包括电梯故障、自然灾害影响、电梯使用过程中的人为操作错误等。这些风险因素一旦发生，可能会对大坝安全、电梯乘员安全以及电梯设备本身造成影响。

风险评估则通过定性和定量的方法进行，考虑到各种风险发生的可能性及其对大坝及电梯运行安全可能造成的影响程度。利用风险矩阵等工具，将风险按照严重程度和发生概率进行分类，以确定哪些风险需要优先管理和应对。这一过程不仅依赖于历史数据和经验判断，还需要利用现代技术进行模拟和预测，以更准确地评估风险。

### （二）风险应对策略

基于对梅山水库大坝电梯风险的识别和评估，制定了具体的风险应对策略。对于可预见的风险，采取预防措施，例如通过改进电梯设计、加强施工质量控制、提高电梯的抗震性能等方式，来减少风险发生的概率；<sup>[4]</sup>对于不可避免的风险，制定应急计划和响应措施，包括设置电梯紧急停止系统、紧急疏散指示标志和路线、备用电源系统等，以确保在风险发生时能够迅速采取行

动,最大限度地减少损失和伤害;还包括对电梯操作人员和坝管理人员的定期培训,提高他们对风险的认识和应对紧急情况的能力。通过制定明确的职责分配和通讯协议,确保在风险事件发生时,能够有效地进行信息共享和协调行动。

### (三) 持续监测与评价

持续监测与评价是确保风险管理有效性的关键。通过安装先进的监控设备,实时监控电梯的运行状态和大坝的结构健康,及时发现问题并进行调整。利用数据分析和人工智能技术,可以对收集到的数据进行深入分析,预测潜在的风险点,从而提前采取措施。

定期对风险管理措施的有效性进行评价也是必不可少的。通过回顾风险事件的处理过程和结果,分析存在的不足和改进点,不断优化风险管理策略和应对措施。随着电梯技术的发展和坝运营环境的变化,风险管理体系也需要不断更新,以适应新的风险和挑战。通过这些持续的监测与评价措施,不仅可以保障电梯和坝的安全运行,也可以提高风险管理的灵活性和有效性,确保能够及时应对各种不确定性和变化。

## 五、大坝电梯的运行效率与改进

### (一) 运行效率分析

在梅山水库大坝电梯的运行效率分析中,综合考虑了电梯的载容量、运行速度,以及响应时间等关键指标。电梯设计采用的是定制超高非标准有机房乘客电梯,其额定载重1050公斤,停层2站,轿厢面积为1.6米\*1.5米,额定速度为1.75米/秒,这些参数确保了电梯在高效率运输人员的同时,也保障了乘客的舒适性和安全性。电梯的高效运行对于提升坝运维人员的工作效率、加快紧急状况下的响应速度有着至关重要的作用。

电梯运行效率的优化不仅仅依赖于电梯本身的性能参数,还需要考虑电梯使用频率、维护保养计划的合理安排以及紧急情况下的应对策略等多方面因素。通过对这些因素的综合分析,可以更全面地评估电梯的运行效率,并针对性地提出改进措施。

### (二) 潜在问题与解决方案

在电梯运行过程中,可能会遇到的潜在问题包括电梯故障、电力供应不稳定,以及高使用频率导致的设备磨损等。针对这些问题,提出了相应的解决方案。建立完善的电梯维护和检修体系,定期对电梯进行全面检查和必要的维护保养,可以有效减少因设备老化或磨损引起的故障;配置备用电源系统,确保在主电源出现问题时,电梯仍能安全运行,从而提高电梯的可靠性。<sup>[5]</sup>根据电梯的实际使用情况,优化电梯的调度策略,合理安排电梯的运行计划,以减少等待时间和提高运行效率。

对于电梯运行效率的进一步提升,还可考虑引入智

能化管理系统,通过实时数据分析和机器学习算法,对电梯运行状态进行监控和预测,实现更加精细化的运行控制和故障预警,进而提高电梯的运行效率和安全性。

### (三) 对坝运行的长远影响

电梯的高效运行不仅直接提升了坝维护和管理的工作效率,还对坝运行的长远稳定性和安全性产生了积极影响。一方面,电梯的快速响应和高效运输能力,使得坝检修和紧急维护工作能够迅速进行,从而最大程度减少了因维护延误可能引起的风险。另一方面,电梯的引入也提高了坝工作人员的工作满意度,有利于保持一支高效稳定的运维团队,这对于坝长期运行的稳定性和安全性至关重要。

长远来看,随着电梯技术的不断进步和管理策略的持续优化,坝电梯的运行效率和可靠性将得到进一步提升。这不仅有利于提高坝的运营效率和经济效益,还能够增强坝在应对突发自然灾害等紧急情况时的快速响应能力,为坝的长期稳定运行提供坚实的保障。

## 结论

本研究明确了坝电梯结构设计对于维持和提升坝整体运行安全性的重要性。通过具体分析梅山水库大坝的结构特点和电梯安装运行对坝安全的潜在影响,研究揭示了优化结构设计、实施有效的风险管理措施以及持续监测评估是确保坝安全运行不可或缺的环节。进一步地,研究提出了针对电梯安装与运行过程中可能遇到的具体风险和挑战的应对策略,包括但不限于加强设计初期的风险识别、采取灵活的设计方案以适应坝结构的特性,以及实施长期的监测和维护计划。研究强调了跨学科合作在解决坝电梯设计与安全评估中的重要作用,建议在未来的工作中加强工程技术、环境科学和安全管理等领域专家之间的协作,以全面提升坝电梯项目的成功率和安全性。总之,本研究为坝电梯的结构设计与安全评估提供了一套综合方法论框架,对于指导实践和促进相关领域的科学研究具有重要价值。

## 参考文献

- [1] 杨晓丽. 某水库坝安全评价及整治措施研究[J]. 水利科技与经济, 2020, 26(05): 51-53+66.
- [2] 吴创善. 坝电梯的安全问题及改进措施[J]. 水利电力劳动保护, 1999, (03): 40-44.
- [3] 高云飞, 邓琛婷. 坝加高电梯井建筑装修施工技术[J]. 四川水力发电, 2016, 35(04): 81-82+103.
- [4] 龚刚, 王坤. 某水利工程中的坝加固设计技术[J]. 中国高新科技, 2019, (24): 75-77.
- [5] 朱军田, 刘立君, 曲少平. 加强坝安全监测确保坝安全[J]. 黑龙江科技信息, 2008, (14): 36.