

# 超高墩柱液压爬模施工技术在水利桥梁中的应用与风险控制

董润润

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450001

**摘要：**本文探讨了超高墩柱液压爬模施工技术在水利桥梁中的应用与风险控制。文章首先概述了超高墩柱的定义、特点及其结构形式与尺寸要求，详细阐述了液压爬模施工技术的原理及其与钢模施工的技术对比。通过山区跨河大桥和水库枢纽桥梁两个工程案例，介绍了液压爬模施工技术在水利桥梁中的实践应用。最后，分析了超高墩柱液压爬模施工过程中的风险，包括施工过程风险、设备故障风险以及环境因素风险，为施工提供风险识别和控制策略。

**关键词：**超高墩柱；液压爬模施工技术；水利桥梁；风险控制

## 1 超高墩柱施工概述

在桥梁工程中，超高墩柱作为一种重要的结构形式，因其独特的造型和强大的承载能力，在大型桥梁的建设中发挥着不可替代的作用。

### 1.1 超高墩柱的定义与特点

超高墩柱，顾名思义，是指墩柱的高度远超一般标准的特殊结构。在桥梁建设中，通常将墩柱顶的设计标高至底部系梁标高之差超过35米的墩柱称为超高墩柱。超高墩柱的特点主要体现在以下几个方面：首先，其结构稳定性要求高，必须确保在各种荷载作用下的安全稳定；其次，施工难度大，需要采用先进的施工技术和设备，以确保施工质量和进度；另外，超高墩柱对材料的选择也极为严格，要求材料具有良好的力学性能和耐久性；最后，超高墩柱的养护和维护工作也十分复杂，需要定期检查和维护，以确保其长期安全可靠地运行。在桥梁建设中，超高墩柱的应用范围广泛，特别是在跨越深谷、河流等复杂地形时，超高墩柱能够发挥其独特的优势，提供强大的支撑和稳定性。

### 1.2 超高墩柱的结构形式与尺寸要求

超高墩柱的结构形式多种多样，主要包括圆柱形、矩形、多边形等。在选择结构形式时，需要根据桥梁的总体设计、荷载要求、施工条件以及经济性等因素进行综合考虑。圆柱形墩柱具有受力均匀、施工方便等优点，是超高墩柱中较为常见的一种形式。矩形和多边形墩柱则可以根据实际需要进行定制，以满足特定的荷载和稳定性要求。在尺寸要求方面，超高墩柱的高度、直径或边长以及壁厚等参数都需要根据具体的工程条件和设计要求进行确定。一般来说，超高墩柱的高度会根据桥梁的跨度和地形条件来确定，而直径或边长则需要根

据荷载和稳定性要求来计算。壁厚则是影响墩柱承载能力和耐久性的关键因素之一，需要根据材料性能和设计要求进行精确计算。另外，超高墩柱的尺寸还需要考虑施工和运输的便利性。例如，在模板制作和混凝土浇筑过程中，需要确保墩柱的尺寸能够满足施工设备的要求，以便顺利进行施工<sup>[1]</sup>。同时，在运输过程中，也需要考虑超高墩柱的尺寸限制，以确保其能够顺利到达施工现场。

## 2 超高墩柱液压爬模施工技术原理

超高墩柱液压爬模施工技术原理是一种高效、安全的现代化施工方法，特别适用于大型桥梁和高层建筑中超高墩柱的施工。该技术主要利用液压系统的驱动力，通过一系列精密的机械装置，实现模板的自动爬升与定位，从而完成超高墩柱的逐段浇筑。在超高墩柱液压爬模施工技术中，模板系统被巧妙地设计为可沿墩柱表面爬升的结构。这套模板系统通常由面板、背楞、支架等部件组成，能够紧密贴合墩柱表面，确保混凝土浇筑的精度和质量。同时，模板系统还配备了液压顶升装置，通过液压油缸的伸缩运动，推动模板系统沿预设的导轨或爬架进行爬升。液压系统是超高墩柱液压爬模施工技术的核心。它主要由液压泵、液压油缸、控制阀等部件组成，能够提供稳定的驱动力，实现模板系统的平稳爬升。在爬升过程中，液压系统通过控制阀的精确调节，确保模板系统以恒定的速度沿墩柱表面上升，避免了因速度不均导致的施工误差，此外，超高墩柱液压爬模施工技术还配备了完善的安全防护装置和监控系统。这些装置能够实时监测模板系统的运行状态和墩柱的施工质量，确保施工过程中的安全稳定。同时，通过监控系统的数据分析，施工人员还能够及时调整施工方案，优化

施工效率。

### 3 超高墩柱液压爬模与钢模施工的技术对比

#### 3.1 施工效率与自动化程度的对比

在超高墩柱的施工中,施工效率和自动化程度是衡量施工方法优劣的关键指标。液压爬模施工以液压系统为动力,通过先进的控制技术实现模具的自动开启、锁模和提升。这一特点使得液压爬模在施工过程中能够大大提高效率。特别是在连续施工和高层施工中,液压爬模的整体爬升和单榧爬升能力,使其具有爬升稳定性好、操作简便的特点。据工程实践,液压爬模可以实现4-5天完成一层的施工速度,大大缩短了工期。此外,液压爬模的机械化程度高,大大减少了人工操作的复杂性,提高了施工过程的自动化水平。相比之下,钢模施工则更多地依赖于人工操作。钢模的安装、拆卸和提升都需要大量的人力参与,施工效率相对较低。同时,钢模在拼接和拆卸过程中容易损坏,增加了维修成本和时间。此外,钢模施工对工人的技术水平要求较高,需要熟练的工人进行操作,这也在一定程度上限制了施工效率的提升。然而,钢模施工也有其优点。例如,在模板尺寸和形状变化较大的情况下,钢模的灵活性和可变性更高,能够适应复杂多变的施工环境,在一些特殊施工条件下,如狭窄空间或高空作业,钢模的施工方法可能更加灵活和实用<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 经济性与可持续发展评估

在经济性与可持续发展方面,液压爬模与钢模展现出不同的特点与考量。液压爬模系统虽然初期投资较高,涵盖了先进液压设备与技术集成的成本,但其长远经济性显著。由于自动化程度高,减少了人工需求与作业时间,加之模板重复利用率高,使得整体施工周期缩短,成本在多个项目中分摊后更具经济性。此外,液压爬模系统对环境影响小,噪音和排放控制得当,符合绿色建筑与可持续发展理念。相比之下,钢模的初期投资较低,主要源于材料和制造过程的相对简单。然而,频繁的模板拆装、维修及更换导致长期成本累积上升。特别是在复杂多变或特殊条件下,钢模的灵活调整虽具优势,但伴随的额外加工与时间成本不可忽视。在可持续发展视角下,钢模施工可能伴随较高的资源消耗与环境影响,如材料回收利用率低、施工现场废弃物管理难度大等。

#### 3.3 安全性能与适用范围的考量

安全性能是超高墩柱施工中不可忽视的重要因素。液压爬模和钢模在安全性能方面各有特点。液压爬模在施工过程中具有较高的安全性;由于液压爬模的自动

化程度高、操作简便,减少了人工操作的复杂性和危险性。同时,液压爬模的施工平台稳定可靠,能够提供良好的工作环境和安全保障。这使得液压爬模在高层和超高层施工中具有更高的安全性和可靠性。相比之下,钢模施工则存在一定的安全隐患。由于钢模的安装、拆卸和提升都需要大量的人力参与,增加了施工过程中的风险,特别是在高空作业和狭窄空间作业中,钢模的施工方法容易导致安全事故的发生。在适用范围方面,液压爬模和钢模各有其适用场景。液压爬模适用于高层和超高层施工、连续施工和大规模施工等场景。其高效率、高稳定性和自动化程度使其成为大型和超大型工程的首选施工方法。而钢模则适用于模板尺寸和形状变化较大的场景、特殊施工条件和狭窄空间等场景。其灵活性和可变性使其能够适应复杂多变的施工环境<sup>[3]</sup>。

### 4 液压爬模施工技术在水利桥梁中的应用实践

#### 4.1 工程案例选取:山区跨河大桥与水库枢纽桥梁

在水利桥梁建设领域,液压爬模施工技术因其高效率、高精度和高安全性,在超高墩柱施工中得到了广泛应用。为了更具体地探讨液压爬模的应用实践,我们选取了两个典型的工程案例:山区跨河大桥和水库枢纽桥梁。山区跨河大桥通常位于地形复杂的山区,河流湍急,墩柱高度较高,施工难度极大。例如,某山区跨河大桥的墩柱高度达到了上百米,且地质条件复杂,包括岩石、土壤等多种地质结构。这种环境下,液压爬模技术凭借其稳定的爬升性能和高效的施工效率,成为了首选的施工方法,通过液压爬模技术,施工人员能够安全、快速地完成墩柱的施工,确保桥梁的稳定性和安全性。水库枢纽桥梁则通常位于水库附近,墩柱高度同样较高,但地质条件相对较好。然而,由于水库区域的风力较大,对液压爬模施工的安全性提出了更高的要求。在某水库枢纽桥梁的建设中,液压爬模技术同样发挥了重要作用。通过精细的调试和严格的施工控制,确保了液压爬模在强风环境下的稳定施工,同时也通过智能监测系统的应用,对墩柱的垂直度和变形进行实时监测,提高施工的安全性和质量。

#### 4.2 液压爬模施工流程

液压爬模施工技术的施工流程包括系统安装、爬升作业和混凝土施工三个主要阶段。在系统安装阶段,首先需要进行导轨的定位和模板的组装。导轨的定位需要确保其与墩柱的中心线保持一致,以保证后续施工的准确性。模板的组装则需要根据施工图纸进行精确拼接,确保模板的尺寸和形状满足设计要求。同时,还需要对液压系统进行调试,确保其能够正常工作并满足施工需求;在爬升作业

阶段,施工人员需要根据设计要求进行分层浇筑。每层浇筑完成后,通过液压系统的顶升功能,将模板提升至下一层位置。在提升过程中,需要严格控制垂直度,确保墩柱的垂直度满足设计要求,还需要对模板的变形进行实时监测,以便及时发现并处理问题;在混凝土施工阶段,需要优化混凝土的配合比,确保混凝土的强度和耐久性满足设计要求。同时,还需要注意振捣工艺的选择和控制,以确保混凝土的密实性和均匀性。此外,对于高墩柱的施工,还需要特别关注温度裂缝的控制。通过采取适当的降温措施和振捣工艺,可以有效地减少温度裂缝的产生,提高墩柱的整体质量。

### 5 水利桥梁中超高墩柱液压爬模施工的风险识别

#### 5.1 施工过程风险分析

在超高墩柱液压爬模施工过程中,存在多种潜在风险。首先,施工人员操作不当是一个常见风险点。由于液压爬模系统操作复杂,需要高度专业技能,如果施工人员未经充分培训或操作时疏忽大意,可能导致操作失误,进而影响施工进度和安全。例如,模板组装或拆卸时的不当操作可能导致模板损坏或人员伤亡。其次,施工过程中的质量控制也是一大风险。混凝土振捣不均、浇筑速度不当等都可能影响墩柱的质量。特别是随着墩柱高度的增加,质量控制难度也随之增大,任何小的失误都可能累积成大问题,最终导致墩柱垂直度偏差、表面缺陷等问题。另外,施工组织协调不当也可能带来风险。在超高墩柱施工中,涉及多个专业工种协同作业,如果施工计划不周密、沟通不畅或资源配置不合理,可能导致施工延误、成本超支或安全隐患<sup>[4]</sup>。

#### 5.2 设备故障风险分析

液压爬模系统作为施工的关键设备,其稳定性和可靠性至关重要。设备故障风险主要包括液压系统故障、模板损坏和爬升机构失效等。液压系统是液压爬模的核心部件,负责提供模板爬升所需的动力。如果液压系统出现故障,如漏油、压力不稳定或控制失灵,将直接影响模板的爬升速度和稳定性,严重时可能导致施工中断;模板作为直接承受混凝土浇筑压力的部分,其强度和耐久性至关重要。在长期使用和频繁拆装过程中,模

板可能出现变形、开裂或磨损等问题,影响墩柱的成形质量和安全性;爬升机构是液压爬模实现垂直爬升的关键部件,包括导轨、爬升架和附墙装置等。如果爬升机构出现故障,如导轨变形、爬升架卡滞或附墙装置松动,将直接影响模板的爬升安全和施工效率。

#### 5.3 环境因素风险分析

环境因素也是超高墩柱液压爬模施工中不可忽视的风险源。第一,气候条件对施工安全 and 质量有重要影响。如强风、暴雨、高温或低温等极端天气条件可能导致施工中断、模板变形或混凝土质量下降。特别是在山区或水库附近等复杂地形条件下,气候条件更加多变,需要特别关注。第二,地质条件也是一大风险因素。如果墩柱基础地质不稳定或存在软弱夹层等问题,可能导致墩柱沉降、倾斜或裂缝等安全隐患。在施工前,应对地质条件进行详细勘察和评估,并采取相应的地基加固措施。第三,施工现场的环境卫生和安全管理也是风险因素之一。如果施工现场管理不善、杂物堆积、安全标识缺失或违规操作等,将增加安全事故的风险。因此,应加强施工现场的安全管理和环境卫生整治工作,确保施工人员的个人安全和施工环境的整洁有序。

#### 结束语

综上所述,超高墩柱液压爬模施工技术在水利桥梁建设中具有显著优势,但同时也面临着多方面的风险。为了确保施工安全 and 质量,必须充分识别和控制各种风险因素。通过不断的技术创新和管理优化,进一步提高液压爬模施工技术的可靠性和安全性,为水利桥梁建设提供更加坚实的保障。

#### 参考文献

- [1]刘磊磊.高墩液压自爬升模板系统空间有限元分析[J].石家庄铁路职业技术学院学报,2023,22(4):48-52.
- [2]赵翔.山区高速公路桥梁空心薄壁高墩液压爬模施工技术[J].大科技,2024(31):100-102.
- [3]汤吉良.高速公路桥梁高墩柱液压爬模施工技术[J].数码精品世界,2023(2):349-351.
- [4]邓冲齐.特大桥高墩液压爬模施工技术应用要点研究[J].交通世界,2023(19):142-144.