

# 高速公路桥梁高墩施工及安全措施研究

王先军

成都华川公路建设集团有限公司

**摘要：**高墩是指高度大于或等于40m的桥墩。桥墩是桥梁整体结构中最关键的部分之一，承载桥梁上部构造及其上面附属工程、车辆等的全部重量。如果桥梁高墩质量发生问题，将会影响到整座桥梁的安全性能。为此，本文章主要以高速公路桥梁高墩的施工质量及安全措施为背景，从高墩的施工特征入手，对高墩施工常见问题、技术要点、应用现状、安全控制技术、安全控制措施等进行详细研究，通过对高墩结构设计、施工等方面进行分析，以期为后续开展桥梁高墩施工与安全控制工作提供参考。

**关键词：**高速公路；桥梁工程；高墩台施工；安全措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.17.069

在我国高速公路桥梁建设中，往往会遇到许多江河、峡谷等地形地貌，若在此区域内开展路桥工程施工，往往需要修建桥梁高墩，高墩作为桥梁工程的重要组成部分，可以有效应对复杂的地形地貌问题。由于高墩施工难度大、风险高，并且建设周期长，需要相关人员对其安全与质量进行严格控制，以此来确保高墩安全顺利施工的。

## 一、高速公路桥梁高墩施工的主要特征

### （一）组织复杂

高速公路桥梁高墩施工需要涉及桥梁工程学、工程力学、工程地质学、工程测量学等多个专业，施工难度较大，对施工技术要求相对较高，施工人员在正式施工前，需要根据工程施工设计图、现场地质、地貌等实际情况，编制完善合理的施工组织，这也是导致公路桥梁高墩施工复杂的主要原因<sup>[1]</sup>。

### （二）技术特殊

高速公路桥梁高墩施工因其自身独有特点，在实际施工中需要根据施工场地的具体条件，开展多角度的综合分析。按照国家的现行的相关技术规范、规定和工地现场的工程地质和水文、地貌、气候条件等，编制合理的施工技术专项方案。

### （三）工期长

高速公路桥梁高墩施工工作量大，建设速度难以加快，建设周期长。为切实满足实际施工中模板的主要受力要求，就需要将每一次混凝土浇筑的高度控制在4.5-6米，每座高墩的施工循环均在10次以上，部分桥梁高墩的施工次数可能需要超过30次，且每循环施工工序有平台施工、钢筋安装（含预埋件安装）、支模、混凝土浇筑、养护所需的时间，因此整体工程周期长。

### （四）成本大

为了加快施工进度，缩短施工建设时间，就需要施工团队在规定时间内完成所有施工建设流程，通常采取平行流水作业的方式，将所有高墩作为主要对象，建立独立的施工体系。然而由于高速公路桥梁高墩自身的独特性，通常需要使用大模板（高度一般控制在4.5-6米），操作平台、安全防护设施、垂直运输设备等资源合理组织施工，以上要求使得施工单位在模板、机械设备投入增加，成本增大。<sup>[2]</sup>

## 二、高速公路桥梁高墩施工中遇到的问题

### （一）对质量管理的认识不足

高墩作为桥梁的主要构造，承受其上部构造的全部重量，在高墩施工时，其施工技术与其他技术相比，需要拥有更高的工艺水准，使得相关人员在对其进行质量控制时存在困难。要想保证桥梁高墩施工的整体质量，就需要加强对高墩质量控制与管理力度，提高施工人员与管理人員的质量控制意识，是实现路桥高墩施工顺利施工的前提基础。工程管理人员要在实际施工过程中把握好施工质量与施工进度之间的关系，不能一味追求高效率而忽视对施工质量的管理，对已有的高墩施工设备与技术也要及时创新，跟上市场与时代发展的脚步，采用更适合今后发展方向、更高质量的机械设备与专业技术，同时招募更多优秀的专业人才。然而，在实际现场施工中，许多施工人员都没有按照工程标准、规程、规范要求进行操作，而是依靠自身实际施工经验，擅自改变施工程序，这样做法虽然可以提高高墩的实际施工效率，但出现意外的可能性也会增加，对施工人员的生命与工程质量造成不利影响。

### （二）工程施工制度不完善

桥梁高墩施工制度不完善主要有以下两点原因构成：第一，施工制度缺少专业性，在技术应用、设备调整、人员安排等方面，都是根据以往传统的施工经验进行分配，并没有对具体的施工数据进行科学分析，缺少专业的工程施工制度，不但会影响高墩的实际施工质量，还会影响工程进度，不能最大限度地资源充分利用<sup>[3]</sup>。第二，施工制度缺少自主创新能力，高墩施工易受外界和内部多种因素影响，相关人员需要针对施工中出现的突发状况，及时采取科学的处理方法，以免影响桥梁高墩施工质量，然而在实际施工中，由于施工制度过于僵化，无法对各种突发状况做出及时调整，导致质量与安全隐患出现频率增多，进而对桥梁高墩施工造成影响。

### 三、高墩施工技术要点

### （一）测量放样

高墩作为公路桥梁工程中的重要内容，对其施工进度进行控制十分重要。要想在确保工程施工质量与安全的同时加强进度管理，就需要做好前期测量放样工作，这样才能为桥梁建设提供参考，一旦放样数据出错，势必会对后面的施工造成巨大影响。在开展测量放样工作时，要有专业的测量人员来确保测量放样的精度，防止人为错误的出现，将误差控制在规范允许的范围之内。

### （二）操作平台

施工人员在操作平台搭设之前，根据现场情况进行操作平台设计，对操作平台进行结构稳定性、承载能力计算，满足设计规范要求，确保操作平台结构的安全性能。操作平台施工时，强化操作平台施工尺寸、施工质量控制，并对施工完的平台进行验收，符合平台设计、规范要求后方可投入使用。

### （三）钢筋施工

在钢筋施工中，施工人员要严格按照设计图纸，操作规程要求进行钢筋加工，安装，保证钢筋安装质量符合设计图纸和技术规范的要求。在钢筋加工过程中，一定要对细节多加注意，选用与设计相应尺寸、强度等级的钢筋，确保高墩工程的实际施工质量。比如，在钢筋的采购、储存和加工、安装等各个环节，都需要采取适当的防护措施，以降低外界环境对钢筋的影响，对预先施工的钢筋采取措施保护，确保钢筋可靠连接。

### （四）混凝土施工

在桥梁高墩混凝土浇筑前，要确定施工缝的留设位置，并对施工缝进行凿毛处理；在混凝土拌和过程中，要有专门的人员在现场进行监督，保证混凝土的配比和搅拌符合工程施工要求，严格控制混凝土拌合物相关指标，确保混凝土质量。在浇筑混凝土时，施工人员需要先清洁模板，保证模板内无积水、无渣；采用分层浇筑，每层浇筑厚度控制30cm以内，插入式振动器的移位间距应不超过振动器作用半径的1.5倍，且插入下层混凝土中的深度宜为50~100mm。若在浇筑混凝土之前，模板与上次砼边缘出现间隙，则要及时采取措施进行修复，以防止在浇筑时发生漏浆造成麻面等缺陷。

## 四、桥梁高墩施工技术的应用现状

### （一）在钢筋工程施工中的应用

高墩施工由于其高度和垂直操作的特殊性，在钢筋工程的安装绑扎过程中，需对其上、下两部分钢筋连接。首先，施工人员需要对钢筋实际需求进行计算，保证钢筋数量和支架数量能够与整座桥梁高墩台的施工需要相匹配，以免造成资源的过度浪费。其次，高墩施工技术要根据已有钢筋来控制其规格尺寸，截掉超出的部分，长度不够的采用机械连接（或焊接）接长或者截取剩下的钢筋进行编号，放入仓库保存以便后续二次利用。最后，对竖向主筋进行机械连接，以保证钢筋混凝土结构的整体设计达到相应规范要求。

### （二）在混凝土浇筑中的应用

混凝土浇筑对搅拌设备、搅拌技术都有较高要求，高墩的混凝土浇筑主要使用强力搅拌机进行拌合，施工人员需要对搅拌时间进行严格控制，同时对质量颜色也有高要求、高标准。在实际浇筑过程中，施工人员需要采取分段分层浇筑的方法，遇到需长距离运输的时候，就需要使用多级泵站进行输送，保证混凝土的强度达到工程设计要求，同时要对支架、钢筋、模板等进行检查，保证浇筑工作不会引起模板变形、露筋等外观缺陷，拆除模板后做好墩身的后期养护管理工作。

## 五、桥梁整体施工过程中的安全控制要点

### （一）从人员角度出发加强安全控制

工程施工参与人员包括工程管理人员、技术人员、施工现场作业人员及其他人员。在桥梁建设过程中，项目参与人员的不规范行为是导致安全事故发生的关键因素之一，必须在实际施工中采取相应的应对措施，确保安全生产的正常进行。首先，对施工人员的心理特点进行研究，提高施工人员的安全意识水平，在桥梁施工过程中，由于受人与环境的制约，不安全心态会呈现交织状态，与环境条件制约形成复合效应，使得不安全心理变得更加复杂。也要充分发挥群体心理学的实际价值，在建设团队中培养安全骨干，提高企业安全管理意识，为其他参与人员树立正确的安全行为意识，将遵守安全规则、开展班前安全教育、安全警示教育培训等安全管理工作作为日常习惯行为。其次，要合理分配劳动强度，防止施工人员过度劳动，建筑及其他行业均有大量疲劳作业，这些现象在劳动密集型行业中尤为突出。虽然我国建筑行业已取得不错进展，但与其他发达国家建筑行业相比，其机械化、自动化程度仍有较大差距，许多工程仍然过于依靠人力施工，许多项目更是盲目追求进度，有的甚至采用三班倒制度，导致施工人员的劳动强度高，在这样的情况下出现安全事故的可能性也将大幅提升。为有效防止桥梁建设施工人员出现过度疲劳现象，应主动提高施工操作的自动化、机械化程度，减少对人工操作的依赖，加强施工组织建设，合理安排施工工作，保证施工人员拥有正常的休息，杜绝盲目赶工现象，如果遇到特殊情况需加快建设时，可多招聘施工人员，减少施工人员出现加班或倒班，同时提高施工人员的操作技能掌握程度。最后，要加强对施工人员的培训力度，确保特种施工人员持证上岗。据调查显示，在许多施工项目中，由于不按规定操作而导致的人员伤亡和机械事故，占整体事故的80%以上，在危急时刻操作人员所采取的应急处理措施是否恰当，将直接影响到财产损失与人员生命健康，因此必须加强对施工人员的安全培训，这样才能最大限度地减少安全事故的发生。同时对工作进行有针对性地检查与评估，在特种操作人员参加培训并经考试合格后，获得相关部门颁发的从业资格证书后方可上岗。

## （二）从机械设备角度出发加强安全控制

在桥梁高墩施工中，往往会采用大量机械设备，且在施工过程中，由于存在一定的特殊性与复杂性，若处理不当则会导致安全事故发生，因此在实际施工过程中，相关人员应主动采取安全控制手段来确保施工安全。首先，相关人员需要对机械设备进行定期检查、维护管理，机械设备管理部门要提前做好准备工作，及时了解建设项目的进度，以及使用机械设备的状况，并在后续使用开始前做好检查养护等管理工作。也要主动利用计算机进行辅助管理，对特种设备的例行维修、紧急维修、大修进行管理控制，特种设备维修人员以及使用人员、设备使用地址，都必须按照流程规范来维护与操作，在现场的操作人员要与管理人员做好密切配合，加强对设备的监督管理。其次，对陈旧设备要进行适时淘汰，随着施工任务的逐渐增多，机械设备的使用时间随之延长，这会大大降低机械设备的使用寿命，因此老旧设备必须及时被淘汰，并适时引入先进的新设备。若由于意外事件等因素导致设备性能受到严重损害，其维修成本将会超过购新设备价格的60%，再对其进行维修时，不仅成本过高，且高能耗、污染严重，因此需要将老旧设备进行及时淘汰。最后，要对特种设备（塔吊、施工电梯等）进行安全检测，特种设备只有在经过检测并取得合格证、备案后才能正式投入使用，如果发现没有取检测合格证的应立即暂停使用，避免发生安全事故，对不合格的特种设备要进行处理，对超出使用年限的设备，也要做到强制报废。

## （三）从施工环境角度出发加强安全控制

施工环境是确保工程顺利进行的重要基础，不安全环境是导致工程事故出现的直接因素，桥梁高墩施工的安全会受以下两方面影响，一，自然环境异常，即气象、水文发生剧烈变化，二，不良生产环境，即空气质量、震动、噪声、照明、温湿度等方面，要想确保工程的安全施工，就需要对上述多种方面进行控制。首先，施工人员在项目施工时，需要根据相关的法律法规，施工技术规范等要求在施工方案中编制完善安全措施，在施工中，当发现有有害因素时，则立即启动相应的安全措施；比如遇到风力达到四级以上时不得进行顶升、安装、拆卸作业等。其次，要定期对环境影响因数与措施进行复查，根据现场实际情况确定是否需要对其进行补充与完善。比如照明方面，要注意确保工地灯光方向和亮度可以满足生产正常进行，同时要尽可能地减少对周围居民造成的不适和疲劳感，当光线强度发生较大改变时，要重视视觉的亮度或暗度适应。当在工地较暗的地方，要加强人工照明补充，施工人员在强烈光线下开展作业时，需采取适当的遮光措施，以减少意外事件的发生。从工地环境来看，大多工地布局都较为混乱，容易遮挡视野，堵塞道路，机器在没有任何保护措施的情况下，会出现灰尘飞扬，漏电，噪音刺耳等现象，这些都

会使施工人员的身心负担变得更加沉重，增加安全事故发生的概率。

## 六、桥梁高墩施工质量控制主要方法

### （一）提高对质量控制的重视

提高对质量控制的重视程度是提升桥梁高墩施工质量的基础，可以有效解决实际施工中出现的质量问题。要想切实提高对质量控制的重视程度，除要加强对施工管理人员、基层施工人员的质量控制意识的培训之外，还应在具体质量控制管理中加以改进，例如，在桥梁高墩施工前期，相关人员需要加强对项目的内部、外部调查，尽可能搜集工程资料，制订具体的施工计划，对可能发生的问题进行预判，及早提出预防对策。在具体施工过程中，要严格遵守相关技术规范，不得为方便施工而擅自改变参数。比如，桥墩的壁厚偏差应控制在10mm以内，混凝土中的碎石、砂、外加剂、水泥、水的规格及参量和混凝土拌合物的和易性各项指标应符合配合比要求，对这些直接影响到桥梁质量的参数要严格控制，不要抱着碰运气的心态，避免质量安全事故出现。

### （二）健全工程质量管理制

对项目的各个环节进行全面的资料搜集与分析，结合国内外的桥梁高墩施工现状及施工质量管理标准，建立科学、完善且与本项目相适应的综合质量管理体系。桥墩的质量管理制度不仅要求一线的施工人员落实三检制度，还要要求施工管理人员严格落实技术交底制度、材料进场验收制度、质量例会制度、分部分项验收制度等。

### （三）对高墩施工进行质量检测

质量检测是确保桥梁高墩质量安全性能的主要工作，质检（试验）人员需要从材料性能、结构混凝土强度、断面尺寸、竖直度、轴线偏位、预埋件位置节段间错台、钢筋制作安装等指标进行检验，对分批、分项分部验收不符合规范指标要求的要及时纠偏或返工，保证桥梁高墩施工的质量。

## 结束语

在新的形势发展背景下，我国高速公路建设迅猛发展，桥梁工程的不断增加，使高墩施工技术在实际运用中取得明显成绩，同时也暴露出许多问题，这就要求施工企业采取切实可行的措施，将高墩施工的安全与质量控制好，以此促进公路交通事业的长期发展。

## 参考文献

- [1] 吕高军. 高墩施工技术在高速公路桥梁工程施工中的运用[J]. 四川建材, 2023, 49(10): 109-110+113.
- [2] 黄智. 高速公路桥梁施工中高墩施工技术的应用实践分析[J]. 运输经理世界, 2022, (32): 98-100.
- [3] 陈常春. 关于高速公路桥梁高墩台施工技术及安全控制分析[J]. 东方企业文化, 2021, (09): 273.