

高墩柱桥梁施工模板与支护技术研究

鲁海婷

新疆北新路桥集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：高墩柱作为山区、跨峡谷桥梁的核心结构，其施工质量与安全直接取决于模板与支护技术的应用水平。本文系统研究高墩柱桥梁施工相关理论基础，重点分析模板材料选型、加工安装及支护体系选型、施工加固等关键技术，阐述模板与支护体系施工质量控制要点及监测整改措施。通过理论结合实际的研究方式，梳理施工中的核心技术难点与控制重点，为高墩柱桥梁模板与支护施工提供技术参考，保障施工安全与工程质量，推动高墩柱施工技术的规范化应用。

关键词：高墩柱桥梁；模板技术；支护技术；质量控制

引言：随着我国交通建设向山区、复杂地形延伸，高墩柱桥梁的应用日益广泛。高墩柱具有高度大、刚度低、施工难度大等特点，模板与支护体系作为其施工的核心环节，直接影响工程质量、施工安全及进度。当前，高墩柱施工中仍存在模板变形、支护失稳等问题，制约施工质量提升。基于此，本文聚焦高墩柱桥梁施工模板与支护关键技术，结合施工实际，深入研究相关理论与质量控制措施，旨在解决施工中的技术难题，为同类工程施工提供实践指导，具有重要的工程应用价值。

1 高墩柱桥梁施工相关理论基础

1.1 高墩柱桥梁结构特点与施工要求

高墩柱桥梁作为山区、跨峡谷等复杂地形桥梁建设的核心结构形式，其结构特点与施工要求直接决定施工工艺选择与安全质量控制重点。高墩柱通常指高度 $\geq 20\text{m}$ 的桥墩，多采用圆形、矩形、空心薄壁等截面形式，具有高度大、截面相对较小、刚度较低的结构特性，在施工过程中易受风力、施工荷载等因素影响，产生侧向变形、振动等问题。施工过程中需严格遵循精度、安全、效率三大核心要求，精度方面需控制墩柱垂直度、截面尺寸偏差在规范允许范围内，避免因精度不足影响桥梁整体受力；安全方面需防范高空作业风险、结构失稳等隐患；效率方面需结合模板与支护技术，优化施工流程，兼顾施工进度与工程质量。

1.2 模板与支护技术核心理论

模板与支护技术是高墩柱施工的关键支撑，其核心理论围绕受力机理与稳定性展开。模板作为混凝土成型的载体，需满足足够的强度、刚度和稳定性，其受力机理主要包括混凝土浇筑时产生的侧压力、振捣力，以及施工荷载的作用，需通过合理的材料选型与构造设计，确保模板不发生变形、漏浆等问题。支护体系作为模板

的支撑结构，核心是保证整体稳定性，需抵抗模板传递的侧压力、墩柱自重及施工荷载，重点防控倾覆、沉降、侧移等风险，其稳定性理论主要涉及结构力学中的受力分析、抗倾覆验算、地基承载力验算等，通过科学设计立杆、横杆、斜撑的布置与连接方式，确保支护体系在整个施工周期内处于稳定状态，为高墩柱施工提供安全可靠的作业环境^[1]。

2 高墩柱桥梁施工模板关键技术

2.1 模板材料选型与质量控制关键技术

高墩柱施工模板材料的选型直接决定模板的承载力、周转效率及施工精度，材料选型需兼顾实用性、经济性和安全性，核心控制要点如下：（1）材料选型原则。优先选用高强度、高刚度、易加工且周转次数多的材料，主流选用Q235B型钢板制作钢模板，其厚度控制在6-10mm，面板平整度偏差不得超过2mm/m；对于异形墩柱或临时施工段，可选用覆膜胶合板，厚度不低于18mm，且需经过防腐、防水处理，避免浇筑过程中出现翘曲、漏浆。严禁选用强度不足、表面破损的废旧材料，杜绝因材料问题导致模板变形、坍塌隐患。（2）材料质量验收技术。模板材料进场前需进行严格检验，钢模板需检查钢材材质证明、外观质量，重点核查面板平整度、焊缝质量，对变形、锈蚀的构件进行校正或更换；胶合板需检查含水率、胶合强度，确保无脱胶、开裂现象。进场后需按规范要求进行抽样检测，检测合格后方可投入加工使用，同时做好材料堆放管理，钢模板需涂刷防锈漆，胶合板需防潮、防晒，避免材料性能衰减。

2.2 模板加工与构造设计关键技术

模板加工精度和构造合理性是保证高墩柱成型质量的核心，需结合墩柱截面形式、高度等参数，采用标准化加工、精细化构造设计，技术要点如下：（1）加

工精度控制。采用数控切割、折弯工艺加工钢模板面板及龙骨,确保面板尺寸偏差不超过 $\pm 3\text{mm}$,龙骨间距控制在 $300\text{--}500\text{mm}$,且与面板焊接牢固,焊缝高度不低于 8mm ,焊后需进行打磨处理,保证面板表面光滑。对于空心薄壁墩模板,需设置内支撑体系,内支撑采用型钢制作,间距根据墩柱壁厚确定,一般不超过 1.5m ,确保模板在浇筑过程中不发生内鼓变形。(2)构造节点设计。模板拼接节点采用企口式设计,拼接间隙控制在 $1\text{--}2\text{mm}$,缝隙处粘贴密封胶条,杜绝漏浆;模板加固节点采用双螺母螺栓连接,螺栓间距不超过 600mm ,且每道加固层设置不少于2道对拉螺栓,对拉螺栓采用高强度螺杆,直径不小于 16mm ,确保拼接处牢固可靠。同时,模板顶部设置防护栏杆,底部设置扫地杆,兼顾施工安全与模板稳定性^[2]。

2.3 模板安装与拆除关键技术

模板安装与拆除的规范性直接影响施工安全和墩柱成型质量,要严格遵循施工流程,控制关键工序,技术要点如下:(1)安装施工技术。安装前需清理模板表面杂物、涂刷脱模剂,脱模剂选用专用油性脱模剂,涂刷均匀,避免漏涂、多涂导致墩柱表面出现麻面、粘模。安装时采用塔吊配合人工吊装,先安装底部模板,调整垂直度偏差不超过 $3\text{mm}/\text{m}$,固定牢固后再依次安装上部模板,每安装一节模板需进行一次垂直度、截面尺寸复核,及时调整偏差。模板安装完成后,需对加固体系进行全面检查,确保螺栓紧固、支撑到位,无松动、变形现象。(2)拆除施工技术。拆除时机需根据混凝土强度确定,侧模拆除需满足混凝土强度达到设计强度的 50% 以上,底模拆除需达到设计强度的 75% 以上,且需经现场检测确认后方可拆除。拆除顺序遵循“先支后拆、后支先拆”的原则,先拆除对拉螺栓、加固龙骨,再拆除面板,拆除过程中采用人工缓慢拆卸,严禁暴力拆除,避免损坏墩柱表面及模板。拆除后的模板需及时清理、修复,分类堆放,为后续周转使用做好准备^[3]。

3 高墩柱桥梁施工支护关键技术

3.1 支护体系选型与适配关键技术

高墩柱支护体系选型要结合墩柱高度、截面形式、施工地形及荷载条件,遵循“安全可靠、经济合理、施工便捷”的原则,核心技术要点如下:(1)选型核心依据。根据高墩柱高度划分选型标准,高度 $20\text{--}40\text{m}$ 的中高墩,优先选用扣件式钢管支架,立杆纵向间距控制在 $1.2\text{--}1.5\text{m}$;高度 40m 以上的高墩,采用碗扣式或盘扣式支架,其立杆间距可扩大至 $1.5\text{--}1.8\text{m}$,且需增设加强层。对于地形复杂、无法搭设满堂支架的区域,选用附着式支

护体系,依托墩柱本身作为支撑载体,避免地基沉降影响。(2)适配性控制技术。支护体系选型需匹配墩柱截面形式,圆形墩柱采用环形支护,矩形墩柱采用框架式支护,空心薄壁墩需同步设置内、外双重支护,内支护采用型钢支撑,间距不超过 1.5m 。结合施工荷载进行选型验算,确保支护体系承载力满足混凝土浇筑、振捣及人员设备作业的荷载要求,验算系数不小于 1.2 。

3.2 支护体系施工与加固关键技术

支护体系施工质量直接决定施工安全,要严格把控基础处理、立杆搭设、节点加固等关键工序,要点如下:(1)基础处理技术。支护基础需采用硬化处理,选用 $\text{C}20$ 混凝土浇筑,厚度不低于 10cm ,基础承载力需进行验算,确保不小于 150kPa 。对于软土地基,需先铺设 $10\text{--}15\text{cm}$ 厚级配砂石垫层,再浇筑混凝土基础,同时设置排水沟槽,避免雨水浸泡导致地基沉降。基础周边需设置防护围挡,防止杂物坠落损坏基础。(2)搭设与加固技术。立杆搭设前需弹出定位线,确保立杆垂直,垂直度偏差不超过 $3\text{mm}/\text{m}$,立杆底部设置可调底座,底座下铺设垫板,垫板尺寸不小于 $150\text{mm}\times 150\text{mm}\times 10\text{mm}$ 。横杆搭设需与立杆同步进行,步距控制在 1.8m ,扫地杆距地面不超过 20cm ,顶部横杆需与墩柱紧密贴合。斜撑设置需呈 $45^\circ\text{--}60^\circ$ 夹角,每 $4\text{--}6\text{m}$ 设置一道水平加强层,斜撑与立杆、横杆采用扣件牢固连接,扣件拧紧力矩控制在 $40\text{--}65\text{N}\cdot\text{m}$ 。

3.3 支护体系监测与维护关键技术

高墩柱施工周期长,支护体系需全程进行监测与维护,及时发现隐患并处置,具体技术要点如下:(1)监测技术要求。监测内容包括支护体系沉降、立杆垂直度、横杆挠度及节点位移,采用水准仪、经纬仪进行实时监测。监测频率为混凝土浇筑期间每 30 分钟 1 次,浇筑完成后每 2 小时 1 次,当监测数据超过预警值(沉降 $\geq 5\text{mm}$ 、垂直度偏差 $\geq 5\text{mm}/\text{m}$)时,立即停止施工,采取加固措施。监测数据需详细记录,形成监测报告,作为支护体系安全评估的依据。(2)日常维护技术。安排专人每日对支护体系进行巡查,重点检查扣件紧固情况、立杆及横杆有无变形、斜撑是否松动,发现问题及时处理。雨天后需对基础进行复查,检查是否存在沉降、积水,对松动的扣件重新拧紧;高温天气需检查钢材变形情况,避免因热胀冷缩影响支护稳定性^[4]。

4 模板与支护体系施工质量控制技术

4.1 模板施工质量控制关键技术

模板施工质量控制核心是把控精度、密封及牢固性,结合实际施工流程,重点控制以下技术要点:(1)

安装精度控制。模板安装前需核对墩柱轴线、标高控制点，弹出模板安装定位线，确保模板中心线与墩柱轴线偏差不得超过5mm。采用经纬仪全程监测模板垂直度，每安装一节模板复核一次，垂直度偏差控制在3mm/m以内，累计偏差不得超过20mm。截面尺寸采用卷尺实测，偏差控制在±5mm，发现偏差立即调整，避免后续无法整改。（2）拼接与密封控制。模板拼接处采用企口对接，拼接间隙控制在1-2mm，间隙处粘贴耐油密封胶条，胶条铺设平整、无破损，杜绝混凝土浇筑时漏浆。模板面板需清理干净，涂刷专用脱模剂，涂刷均匀且无堆积，避免脱模剂污染钢筋及混凝土，防止墩柱表面出现麻面、粘模等缺陷。

4.2 支护体系施工质量控制关键技术

支护体系质量控制重点是基础承载力、立杆搭设及节点加固，确保支护稳定性，要点如下：（1）基础质量控制。支护基础需进行硬化处理，C20混凝土硬化层厚度不低于10cm，基础平整度偏差不得超过3mm/m。软土地基需铺设10-15cm级配砂石垫层，压实系数不低于0.95，同时设置排水设施，防止雨水浸泡导致地基沉降。基础承载力需抽样检测，确保满足支护荷载要求，检测不合格不得搭设立杆。（2）搭设与加固控制。立杆搭设需按定位线施工，立杆垂直偏差不得超过3mm/m，底部设置可调底座及垫板，垫板尺寸不小于150mm×150mm×10mm。横杆步距控制在1.8m，扫地杆距地面不超过20cm，斜撑呈45°-60°夹角布置，每4-6m设置一道水平加强层。节点连接采用双扣件紧固，扣件拧紧力矩控制在40-65N·m，搭设完成后逐点检查，确保无松动、漏拧现象。

4.3 施工过程质量监测与整改技术

施工全过程需进行质量监测，及时发现问题并整改，确保施工质量符合规范要求，技术要点如下：（1）实时监测技术。混凝土浇筑期间，每30分钟监测一次模

板垂直度、截面尺寸及支护体系沉降、位移。采用水准仪监测沉降，经纬仪监测位移，监测数据记录完整，当沉降 $\geq 5\text{mm}$ 、位移 $\geq 3\text{mm}$ 时，立即停止浇筑，排查隐患。模板拆除前，需检测混凝土强度，满足设计要求后方可拆除。（2）隐患整改技术。发现模板变形、拼接松动时，立即停止施工，调整模板位置、紧固螺栓，必要时增设临时支撑。支护体系出现立杆弯曲、扣件松动时，及时更换受损构件、重新拧紧扣件，对沉降超标区域，调整可调底座标高，加固基础^[5]。

结束语：本文围绕高墩柱桥梁施工模板与支护技术展开全面研究，从理论基础、关键技术到质量控制，系统梳理了模板材料、加工安装及支护体系选型、施工、监测等核心内容，明确了各环节的技术要点与控制标准。研究结合实际施工场景，提出的技术措施具有较强的实用性和可操作性，可有效解决模板变形、支护失稳等常见问题。后续可深入探索智能化技术在模板与支护施工中的应用，推动高墩柱施工技术向更高效、更安全的方向发展。

参考文献

- [1]马海申.公路桥梁施工中的高墩施工技术研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(3):020-023.
- [2]陶虹宇.桥梁高墩柱及系梁模板施工技术研究[J].交通世界,2022(20):135-137.
- [3]董远江.桥梁空心薄壁高墩柱爬模施工技术研究[J].建筑与装饰,2025(2):168-170.
- [4]陈浩贤.公路桥梁空心薄壁墩翻模施工技术分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2026(1):083-086.
- [5]刘海瑞.模板工程施工中关键节点支护技术的优化分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(2):001-004.