

公路桥梁高墩施工中翻模技术的应用与垂直度控制措施研究

陈言

四川坤誉风华建设有限公司 四川 成都 610041

【摘要】：公路桥梁高墩施工过程中，翻模技术凭借施工效能高、结构整体性佳、成本可控的突出优势，成为高墩施工的核心技术之一，其施工精度尤其是垂直度管控效果，直接关系到桥梁结构的稳固性与耐久性。本文聚焦翻模技术在公路桥梁高墩施工中的现场应用，明确翻模施工的核心流程与关键技术要点，针对高墩施工中垂直度易出现偏差的核心痛点，结合施工实践梳理形成精准管控策略，通过优化模板设计、规范安装操作、强化过程监测等手段，有效破解翻模施工中垂直度偏差超标的难题，切实提升高墩施工品质与安全可靠性，为同类公路桥梁高墩翻模施工及垂直度管控提供实用的实践借鉴与技术支持。

【关键词】：公路桥梁；高墩施工；翻模技术；垂直度控制

DOI:10.12417/2811-0722.26.06.081

引言

随着我国公路交通网络不断完善，跨越山区、丘陵等复杂地形的公路桥梁项目持续增多，高墩结构作为桥梁的主要承重部件，其施工质量直接关系到桥梁整体安全与长期使用性能。翻模技术能够适应高墩高空作业条件，兼具经济性与实用性，在高墩施工中得到广泛应用。但高空施工环境、墩身高度较大等条件，使翻模施工的垂直度控制难度显著提高，垂直度偏差易造成结构受力不均、混凝土开裂等安全风险。立足上述工程实际，本文结合翻模技术在公路桥梁高墩施工中的应用情况，重点研究垂直度控制的有效措施，在前人研究基础上进一步展开分析，为后续技术方案与实践探讨提供支撑，推动高墩施工技术水平不断提升。

1 公路桥梁高墩施工及翻模技术应用背景

我国公路建设正持续向山区、丘陵等复杂地形推进，这类区域的桥梁工程为适配地形高差、达成通行标准，高墩结构的采用日渐广泛，墩身高度持续攀升，施工难度亦同步增加。高墩作为桥梁上部结构的关键支撑构件，施工质量直接关联桥梁的承载效能、抗震水准及长期运营稳定性，对施工技术的专业性、稳定性与精准度有着严苛要求。在高墩施工技术体系内，翻模技术依托自身特有优势，逐步替代传统模板施工工艺，成为当下高墩施工的核心技术。该技术以分层浇筑、分段翻升为核心要点，无需大型起重设备配合作业，施工流程简洁高效，既能有效缩减施工工期，又能保障高墩混凝土的整体性与外观质感，契合高墩高空作业的复杂工况。伴随公路桥梁工程对施工效率与质量标准的持续提升，翻模技术的应用场景不断拓展，然而实际应用阶段，受施工环境、操作规范等多重因素制约，其施工精度控制特别是垂直度控制遭遇不少难题，为确保高墩施工质量，深入探析翻模技术的应用路径及垂直度控制方法，具备重要的工程实践价值。

2 公路桥梁高墩翻模施工中垂直度控制存在的问题及成因分析

在公路桥梁高墩翻模施工过程中，垂直度控制直接关系到墩身结构成型质量、受力合理性与长期运营安全，是施工全过程中需要重点把控的关键技术指标。实际作业时，受多重因素综合影响，墩身容易出现垂直度偏差超标、整体线形不顺畅、上下节段衔接错台、局部偏斜扭曲等质量问题，这些问题若不能在施工中及时监测识别并采取纠偏措施，会逐步造成墩身结构受力偏离设计状态，进而引发混凝土开裂、保护层厚度不均、墩身局部应力集中等问题，不仅影响外观质量，更会降低结构整体稳定性，对桥梁成桥线形、受力安全及长期使用性能构成明显隐患。究其原因，首先是模板体系自身质量存在缺陷，部分模板面板平整度不达标、加工制作精度偏低、拼接缝隙控制不严，再加上支撑体系刚度不足、型钢背楞布置不合理或加固不到位，在混凝土浇筑产生的侧向压力作用下极易出现胀模、翘曲、局部变形等情况，直接导致墩身垂直度出现偏差^[1]。其次高空施工环境的干扰作用十分突出，施工现场风力变化、温度波动等外部条件，不仅会影响模板安装后的固定效果，还会降低测量仪器的监测精度，容易造成模板定位偏移。此外施工工序管控不到位也会加剧偏差累积，比如测量定位基准布设不精准、现场复核频次不足、全过程监测体系不完善，使得早期微小偏差难以及时发现，加上混凝土浇筑时下料不均、单侧集中布料、振捣位置与力度不规范，使模板承受不对称荷载而产生侧向位移，再加上现场作业人员操作规范性不足、全过程质量管控松散，各类不利因素相互叠加放大，最终造成垂直度控制效果不佳，成为制约高墩翻模施工质量提升的突出问题。

3 公路桥梁高墩翻模施工中垂直度精准控制措施

3.1 优化模板设计与加工质量管控

3.1.1 精准设计模板参数

模板参数设计需结合高墩结构尺寸、墩身高度及混凝土分层浇筑工艺要求，综合考虑施工过程中的侧向压力、施工荷载

及高空风荷载等多重影响，对面板厚度、分块规格、拼接节点及内外支撑体系进行精细化计算与优化。通过合理布置型钢背楞与竖向加劲肋，增强模板整体刚度与抗变形能力，从结构设计上避免胀模、翘曲等问题引发垂直度偏差。面板选用高强度、高平整度的专用建材，拼接部位采用密封胶封堵，有效控制缝隙宽度，防止混凝土漏浆与表面错台。同时严格限定模板制作与拼装的尺寸偏差，确保拼装后整体平顺、线条顺直，为墩身垂直度控制提供稳定可靠的结构条件，为后续安装与浇筑施工奠定坚实基础。

3.1.2 强化模板加工与验收流程

模板加工须严格依照设计图纸及公路桥梁施工相关规范组织实施，对板材下料、型钢加固、焊缝处理及整体拼装实行全过程质量管控，重点保障面板表面平整度、棱角规整度与拼接缝隙精度，防止出现翘曲、扭曲、尺寸偏差过大等影响成型质量的问题。模板加工完成后执行严格的进场验收制度，逐件核查几何尺寸、板面完好性、支撑刚度及焊接质量，对不符合要求的模板坚决予以返修或清退，杜绝不合格模板投入使用^[2]。通过加工过程管控与成品验收双重把关，从源头规避模板自身缺陷带来的施工风险，避免因模板变形、拼接错位等问题造成墩身垂直度超标，为翻模施工精度与高墩结构成型质量提供可靠保障。

3.2 规范模板安装与定位操作

3.2.1 精准设定定位基准

施工前期需严格按照高墩整体轴线与高程控制要求，在施工现场建立多级测量控制体系，规范布设平面控制网与高程控制点，以此确定模板安装的轴线位置、边线位置及标高基准。采用全站仪、经纬仪等精密仪器对基准点进行多回合复核与闭合校验，消除仪器、人为及环境带来的测量误差，保证基准数据精准可靠。基准点确定后及时采取加固、围护等防护措施，防止施工踩踏、碰撞及机械扰动造成点位偏移。通过构建统一、稳定、高精度的定位基准体系，使模板安装全过程均有明确参照，从源头控制定位偏差，避免墩身轴线偏位、垂直度超标等问题，为后续模板安装、线形控制及整体结构精度奠定坚实基础。

3.2.2 规范模板安装流程

模板安装应严格依据前期确定的测量定位基准有序推进，采取自下而上逐节拼接、逐级就位的方式开展作业，每一节模板拼装完成后均及时核对轴线位置，确保与墩身设计轴线保持一致，避免偏差逐层叠加。安装全过程使用专业测量仪器实时监测模板垂直度，发现偏移立即校正，并通过可调式斜撑、对拉螺杆等构件进行均匀加固，合理控制加固间距与受力程度，保证模板体系在混凝土浇筑过程中不发生位移、变形^[3]。拼接环节重点管控上下节模板的错台量与拼接缝隙，做到接缝紧

密、顺直规整，减少因衔接错位对墩身线形与垂直度的影响。通过标准化安装流程与精细化工序管控，有效降低人为操作误差，从施工环节筑牢垂直度控制基础，为墩身混凝土成型质量提供有力保障。

3.3 加强施工过程监测与动态调整

3.3.1 建立全方位监测体系

结合高墩墩身设计高度、节段分段浇筑工艺及现场实际施工进度，在模板顶部、中部及底部等关键受力部位分层布设垂直度监测点，构建覆盖墩身全高度、全过程的立体式监测网络。施工过程中采用经纬仪、全站仪等精密测量设备，对模板安装就位状态、墩身线形及垂直度进行定时检测并完整记录数据，监测频率随浇筑工序、高空风力及温度变化合理调整，尤其在混凝土浇筑前后进行重点复核。通过连续采集垂直度数据，实时掌握墩身姿态变化，及早发现微小偏差与异常波动，防止误差逐层累积。该全过程、可追溯的监测体系，能够真实反映施工状态变化，为后续及时开展动态纠偏提供可靠数据支撑，使垂直度控制始终处于稳定可控状态。见图1所示：

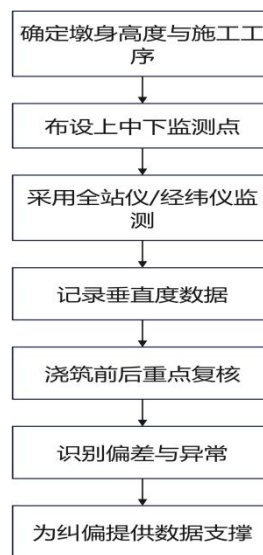


图1 高墩翻模施工垂直度监测流程图

3.3.2 实施动态调整与纠偏

在高墩翻模全过程监测中，若检测发现垂直度偏差超出规范允许限值，须立即暂停混凝土浇筑及模板施工工序，结合现场施工状态、环境条件与监测数据综合研判偏差成因，快速制定专项纠偏方案。对于混凝土侧压力导致的模板变形偏移，及时优化加固方案，均匀调整斜撑受力并紧固拉杆，逐步校正模板位置，消除结构偏移趋势；若偏差源于测量基准漂移或仪器精度不足，则重新校核控制网、校验测量设备，对模板轴线与垂直度进行精细微调。纠偏作业完成后，再次开展全面复测，确认垂直度指标满足要求后方可恢复施工。通过实时监测、快速响应、精准纠偏的闭环管控，有效遏制偏差累积，确

保墩身成型精度，为高墩结构稳定与施工质量提供可靠保障。

4 翻模技术应用及垂直度控制措施的实践成效

4.1 有效提升高墩施工质量与结构稳定性

翻模技术的规范运用搭配精准的垂直度控制手段，从根源上破解了高墩施工中垂直度偏差超标、墩身表面凹凸不平、节段衔接错位等突出难题，切实提升了高墩施工品质。经实践应用检验，采用优化后的翻模施工工艺与垂直度控制方案，高墩墩身混凝土外观质感优良，表面平整光滑、线条规整顺直，无明显裂缝、蜂窝、麻面等质量瑕疵，拼接缝隙均匀合规，完全契合公路桥梁高墩施工质量标准^[4]。与此同时，精准的垂直度管控将高墩结构轴线偏差严控在允许区间内，切实规避了因垂直度偏差引发的结构受力失衡问题，提升了高墩的承载效能与抗震水准，保障了高墩结构的长期稳固性，为桥梁上部结构施工筑牢根基，从源头减少了桥梁运营阶段的安全隐患。

4.2 显著优化高墩施工效率与施工成本管控

翻模工艺具备工序简洁、对大型起重设备依赖度较低的特点，配合完善的垂直度控制措施后，可进一步优化施工组织与工序衔接，有效减少因垂直度超标引发的返工整改、模板调校等冗余作业，从而缩短高墩整体施工工期。相较于传统模板施工方式，优化后的翻模施工体系可大幅减少模板反复拆装、高空吊装等作业环节，简化工序衔接流程，降低高空作业风险与操作强度，显著提升现场施工效率。与此同时，精细化的模板设计与全过程质量控制，能够有效降低模板变形、损坏及材料浪费，减少返工带来的额外费用，加之施工周期压缩，人工投入、机械使用及现场管理等成本也相应降低，实现了施工成本的合理管控，在保障高墩结构质量与施工安全的同时，兼顾经

济性与实用性，全面提升公路桥梁高墩施工的综合效益。

4.3 完善高墩翻模施工技术体系与实践参考

通过对翻模技术应用及垂直度控制措施的深入实践与探索，结合公路桥梁高墩现场施工的实际工况，系统梳理并形成了一套适配高墩施工的完整技术流程，明确了模板精准设计、规范安装、全方位监测、动态纠偏等各环节的核心技术要点与操作标准，有效弥补了传统翻模施工中垂直度控制缺乏系统性、针对性的短板，进一步健全和完善了公路桥梁高墩翻模施工技术体系^[5]。施工过程中积累的丰富实践经验、精准技术参数及各类问题的科学处置方法，为同类公路桥梁高墩翻模施工提供了切实可行的实践借鉴，尤其针对复杂地形、高空作业环境下的垂直度管控难题，提供了可复制、可推广的技术路径，助力推动公路桥梁高墩施工技术向规范化、标准化、精细化方向发展，不断提升行业整体施工技术水准，为后续更多高墩桥梁工程的安全、高效、高质量推进提供坚实的技术支撑。

5 结语

本文围绕公路桥梁高墩施工中翻模技术应用与垂直度控制方法展开系统探究，梳理了高墩施工及翻模技术的应用背景，剖析了翻模施工中垂直度控制的现存问题及根源，提出了涵盖模板设计加工、安装定位、过程监测的全方位精准管控方案，并结合实践检验了各技术方案的应用效果。研究证实，优化后的翻模技术及垂直度控制措施，可有效破解高墩垂直度偏差等质量隐患，提升施工品质与结构稳固性，同时优化施工效能、合理调控成本，健全了高墩翻模施工技术体系。本文研究成果可为同类工程提供实践借鉴与技术支撑，助力规范施工流程、推动高墩施工技术持续优化，为公路桥梁工程安全高效推进提供保障。

参考文献：

- [1] 牛明宣.翻模施工技术在桥梁高墩施工中的应用[J].工程建设与设计,2025,(20):173-175.
- [2] 赵影.高速公路桥梁高墩翻模施工技术[J].交通世界,2025,(26):173-175.
- [3] 解恒立.滑模与翻模技术在高速公路桥梁高墩施工中的应用[J].四川水泥,2025,(07):202-204.
- [4] 张宏林.翻模施工技术在高速公路桥梁高墩施工中的应用策略研究[J].工程技术研究,2024,9(21):43-45.
- [5] 卢化秀.公路桥梁高墩施工翻模技术应用分析[J].运输经理世界,2023,(21):99-101.