

高速铁路桥梁施工关键技术及工程实践

孙光远

天津宏建工程设计咨询有限公司 天津 300143

摘要: 高速铁路桥梁施工涵盖基础、墩台、梁体等关键环节。本文详细阐述了桩基础、沉井基础、扩大基础等施工技术要点;介绍了桥墩、桥台施工的模板、混凝土浇筑及衔接处理;说明了预制梁、现浇梁的施工流程与梁体架设技术;还探讨了施工测量、变形及质量控制技术。通过严格把控各环节技术要点,可保障高速铁路桥梁施工质量,提升其安全性与耐久性,为高速铁路建设提供坚实支撑。

关键词: 高速铁路桥梁;基础施工;墩台施工;梁体施工;施工控制技术

引言:高速铁路作为现代化交通的重要标志,对桥梁建设质量要求极高。桥梁施工涉及众多复杂技术环节,从基础施工到梁体架设,每一环节都关乎整体结构的安全与稳定。基础施工需适应不同地质条件,确保承载能力;墩台施工要保证结构尺寸精准、外观质量良好;梁体施工则注重预制与现浇工艺的把控以及架设的精准度。同时,施工过程中的测量、变形和质量控制技术也至关重要。深入探讨这些关键技术及实践,对推动高速铁路桥梁建设发展具有重要意义。

1 基础施工关键技术及实践

1.1 桩基础施工技术及实践

钻孔施工工艺实践操作需依托地质勘察资料选用适配成孔方式,施工前完成试成孔以确定合理施工参数,作业中严控孔位偏差、孔径尺寸及成孔深度,做好孔壁防护与清孔处理,保障孔壁稳定性与孔底洁净度,为后续工序开展奠定坚实基础^[1]。钢筋笼制作需严格按照设计参数把控钢筋规格、间距及连接质量,钢筋加工需满足力学性能要求,焊接或机械连接接头需经抽样检测合格,安装过程中精准定位,确保保护层厚度达标,避免安装过程中出现钢筋笼变形、偏移等问题,保障桩体受力性能。混凝土浇筑需选用适配强度等级的混凝土,浇筑过程中控制浇筑速度与导管埋深,保障混凝土密实度,浇筑完成后及时开展养护作业,根据环境温度调整养护方式与养护周期,防止混凝土出现裂缝,保障桩体结构强度与耐久性。

1.2 沉井基础施工技术及实践

沉井制作需先完成施工平面布置与地基处理,确保地基承载力满足制作荷载要求,刃脚垫层铺设均匀规范,模板安装需保证垂直度与密封性,混凝土浇筑对称均匀分层进行,严格控制施工缝处理质量,分节制作时需待前节混凝土达到规定强度后再进行后续施工。沉井

下沉控制需根据地质与水文条件确定下沉方式,施工中分层均匀对称挖土,实时监测下沉标高与轴线位移,及时调整开挖顺序实现动态纠偏,合理采用减阻措施,严控下沉速率,避免出现突沉、超沉或倾斜等现象,保障沉井下沉精度。沉井封底需在沉井下沉至设计标高且稳定后进行,封底前清理井底浮土与杂物,确保井底平整干燥,采用适配材料分层浇筑封底混凝土,控制浇筑厚度与密实度,做好封底后的养护工作,保障封底结构防水性与承载能力。

1.3 扩大基础施工技术及实践

基坑开挖与支护需先核查现场地质水文情况,编制专项施工方案并按规定报批,根据开挖深度与土层稳定性确定支护方式,开挖过程中实时监测边坡稳定性,及时处理边坡渗水、坍塌隐患,挖至设计标高后尽快修整基底,避免基底浸水或长期暴露导致承载力下降。基础模板安装需遵循操作标准,确保模板尺寸、标高与设计一致,模板拼接紧密无缝隙,支撑体系牢固可靠,安装完成后进行复核验收,避免模板变形、移位影响基础结构尺寸精度,保障基础外观与结构质量。基础混凝土施工需严控原材料质量与配合比,浇筑过程中分层振捣密实,浇筑完成后及时覆盖保湿,根据环境条件调整养护措施,延长养护周期,确保混凝土强度达到设计要求,提升基础结构的整体性与耐久性^[2]。

2 墩台施工关键技术及实践

2.1 桥墩施工技术及实践

桥墩模板设计与安装需结合桥墩结构形式与施工荷载,选用强度和刚度适配的材质,加工过程中控制表面平整度与接缝精度,安装时精准把控轴线与标高,拼接紧密牢固,避免浇筑过程中出现漏浆、变形,安装完毕后全面校验确保符合施工要求。桥墩混凝土浇筑需控制下料速度与均匀性,采用分层浇筑方式推进,振捣过程

中把控振捣频率与深度,确保混凝土密实度,浇筑过程中关注混凝土和易性,及时调整操作节奏,避免出现离析、蜂窝、麻面等质量缺陷。桥墩预应力施工需合理布设预应力筋,精准控制预应力筋下料长度与安装位置,确保布设平整无破损,施加预应力时把控应力值与施加速度,结合混凝土强度进展安排施工时机,保障预应力施加效果与桥墩结构承载性能。桥墩外观质量控制需从施工各环节入手,优化模板拼接工艺减少接缝痕迹,控制混凝土浇筑工艺避免表面缺陷,浇筑完成后及时进行表面修整与养护,提升表面平整度与光洁度,保障桥墩外观质量达标。

2.2 桥台施工技术及实践

桥台模板施工需根据桥台结构形式与尺寸,进行针对性模板设计与加工,模板选材需兼顾强度与经济性,加工精度需符合施工规范要求。施工工序需遵循模板安装、定位、固定、检验的流程,安装过程中注重模板与基础、模板之间的衔接,确保模板定位准确、固定牢固,避免施工过程中发生位移。桥台混凝土浇筑与养护需结合桥台受力特点,合理安排浇筑顺序,控制浇筑速度与振捣质量,确保混凝土浇筑均匀、密实。养护工作需在浇筑完成后及时开展,根据环境温度与湿度选择合适的养护方式,控制养护时间与养护湿度,防止混凝土表面出现收缩裂缝,保障桥台结构强度与耐久性。桥台与路基衔接施工需遵循高速铁路桥梁与路基过渡段施工技术要求,合理设置过渡结构,衔接部位需进行分层碾压作业,控制碾压厚度与碾压遍数,确保衔接部位密实度达标。施工过程中需加强衔接部位的高程与坡度控制,确保桥台与路基衔接平顺,减少后期沉降差异,避免因衔接不当导致的结构病害,保障高速铁路行车平顺性与安全性。

3 梁体施工关键技术及实践

3.1 预制梁施工技术及实践

梁体模板制作与安装需保障尺寸精度与结构稳定性,模板加工需控制表面平整度与接缝间隙,选用强度适配的材质加工成型,安装过程中精准把控轴线与标高,确保拼接紧密,避免浇筑过程中出现漏浆、变形等问题,安装完毕后需全面校验^[3]。梁体钢筋加工与安装需严格把控加工精度,钢筋切割、弯折需符合设计尺寸要求,接头处理需保证连接强度,安装时合理布置钢筋间距与层距,精准固定钢筋位置,确保钢筋与模板间距达标,安装完成后进行全面检查校验。梁体混凝土浇筑需控制下料均匀性,采用分层浇筑方式推进,振捣过程中把控振捣频率与深度,确保混凝土密实度,浇筑过程

中关注混凝土和易性,及时调整浇筑速度,避免出现离析、蜂窝等质量缺陷。梁体预应力施工需结合梁体结构特性合理布设预应力筋,精准控制预应力筋的下料长度与安装位置,确保预应力筋布设平整、无破损,施工过程中严格把控预应力施加时机,保障预应力施加效果。梁体张拉与压浆需有序推进,张拉过程中缓慢施加拉力,精准控制张拉应力与伸长量,张拉完成后及时进行压浆作业,选用适配的压浆材料,控制压浆压力与速度,确保压浆密实,杜绝孔道堵塞、漏浆等问题。

3.2 现浇梁施工技术及实践

支架设计与搭设需结合梁体荷载与施工环境,合理选取支架材质与搭设间距,确保支架整体刚度与强度满足施工要求,搭设过程中精准控制支架标高与平整度,搭设完成后检查支架牢固性,防范搭设隐患。支架预压需选取适配的预压材料,按照施工流程逐步施加荷载,实时监测支架沉降量与变形情况,根据监测数据调整预压方案,预压完成后卸载并校验支架稳定性,确保后续施工安全。现浇梁混凝土施工需提前做好浇筑准备,控制混凝土拌制质量,采用连续浇筑方式推进,分层振捣确保混凝土密实,浇筑过程中关注模板与支架变形情况,及时采取调整措施,浇筑完成后及时覆盖保湿。现浇梁预应力施工需结合现浇施工特点,合理安排预应力施加流程,精准控制预应力筋安装精度,施加预应力时把控应力值与施加速度,确保预应力与梁体结构适配,保障梁体承载性能。

3.3 梁体架设技术及实践

架桥机选型与调试需结合梁体重量、跨度及施工场地条件,选取适配型号的架桥机,调试过程中全面检查架桥机各部件性能,校准运行精度,确保架桥机运行平稳、操作可靠,满足架设施工要求。梁体运输与吊装需选用适配的运输设备与吊装机械,运输过程中固定梁体位置,控制运输速度,避免梁体晃动、碰撞,吊装过程中精准把控吊装角度与速度,平稳提升梁体,防止梁体受损。梁体对位与固定需精准控制梁体位置,调整梁体轴线与标高,确保梁体对位偏差符合施工要求,对位完成后及时采取固定措施,加强固定部位的稳定性,防范梁体移位,保障架设质量。

4 施工过程控制技术及实践

4.1 施工测量控制技术及实践

平面控制测量需结合施工现场地形条件布设控制网点,点位选择兼顾视野开阔性与稳定性,减少外界环境对测量精度的干扰。测量作业采用精度匹配的仪器设备,作业前完成仪器校准与校验,确保数据采集精准可

靠^[4]。现场布设的控制网点需做好防护与标识,避免施工扰动造成点位偏移,为后续各分项施工提供稳定可靠的平面定位依据。高程控制测量依照施工区域高程基准点开展布设,逐级引测形成完整高程控制体系。引测过程中严格把控测量路线与观测条件,减少温度风力等环境因素带来的误差累积。高程数据记录需完整详实,多次观测取均值保障数据稳定性,为基础墩台及梁体施工提供精准的高程参照,保障各结构物竖向位置符合设计要求。施工过程动态测量调整贯穿主体施工全流程,针对结构物施工中的位置变化开展实时监测。根据监测数据及时修正施工偏差,保障结构物平面位置与竖向高程始终处于合理可控范围。测量调整结合施工进度分段实施,针对不同施工阶段制定对应的监测频次与调整方案,让结构物施工始终贴合设计定位要求。

4.2 施工变形控制技术及实践

基础变形控制从施工前期着手优化施工工艺,通过合理安排施工顺序降低外部荷载对基础形态的影响。施工中严控基底处理质量,减少不均匀受力引发的变形问题,结合场地地质条件采取针对性加固措施,维持基础形态稳定。施工全过程持续监测基础沉降与位移变化,依据监测结果优化后续施工参数,从源头控制基础变形幅度。墩台变形控制聚焦墩身施工精度与受力均衡性,模板安装阶段严格控制垂直度与平整度,避免浇筑过程中产生侧向变形。混凝土浇筑采用分层对称方式推进,减少单侧受力过大造成的墩身偏移。墩台施工完成后持续开展变形监测,掌握墩身沉降与倾斜变化规律,及时采取调整措施保障墩台形态与受力状态符合施工需求。梁体变形控制重点关注施工荷载与自身受力分布,预制与现浇环节均合理规划支撑体系布设,降低外力作用下的变形风险。混凝土养护阶段严控温湿度变化,减少温度应力引发的开裂与变形。梁体架设与存放阶段采用均衡支撑方式,避免局部受力过大导致形变,通过全过程精细化管控维持梁体线形与结构稳定。

4.3 施工质量控制技术及实践

原材料质量控制覆盖进场验收与存放管理全流程,各类材料进场前核查性能指标,确保材质性能满足施工

需求。材料存放依照特性分类管理,做好防潮防晒与防护措施,避免存放过程中性能衰减。原材料使用前再次抽检核验,杜绝不合格材料投入施工环节,从源头保障整体施工质量基础。施工工序质量控制依照施工流程逐层落实管控要求,每道工序完成后开展内部核验,确认合格后方可进入下一环节。工序施工严格遵循既定工艺标准,细化操作要点减少人为因素造成的质量偏差。针对关键工序强化现场管控力度,规范作业流程与操作标准,保障各工序施工质量稳定可控^[5]。施工质量检测依托专业设备与科学方法开展,检测内容覆盖结构尺寸强度及外观形态等多个方面。检测作业依照既定方案有序推进,数据采集与分析做到客观准确。检测结果作为施工质量判定的重要依据,针对检测发现的问题及时制定整改方案,通过闭环管理持续提升施工整体质量水平。

结束语

高速铁路桥梁施工关键技术贯穿于建设的全过程,从基础到墩台再到梁体,每个步骤都紧密相连、相互影响。施工测量、变形和质量控制技术为工程建设提供了有力保障,确保桥梁结构符合设计要求,具备足够的强度和稳定性。在实际施工中,需严格按照技术规范操作,加强各环节的管控,及时解决出现的问题。只有如此,才能打造出高质量的高速铁路桥梁,为高速铁路的安全、高效运行奠定坚实基础,满足社会经济发展对交通运输的需求。

参考文献

- [1]张猛.高速铁路桥梁施工关键技术分析[J].高铁速递,2023(22):130-132.
- [2]解凌岩.高速铁路桥梁关键施工技术及管理研究[J].工程机械与维修,2023(6):147-149.
- [3]宋娅婷.高速铁路跨既有铁路桥梁基坑防护施工关键技术分析[J].水泥,2024(7):89-93.
- [4]何冰.高速铁路路基与桥梁过渡段施工技术应用[J].智能建筑与工程机械,2025,7(10):34-36.
- [5]罗长维,翁方文,周成穗.跨海高速铁路斜拉桥塔梁临时约束装置施工控制关键技术[J].铁道建筑,2023,63(1):72-77.