

路桥施工中混凝土施工技术的应用分析

陈宜兵

湖北葛洲坝市政工程建设有限公司 湖北 宜昌 443000

摘要：本文聚焦路桥施工中混凝土施工技术的应用，从主要技术环节、特殊结构与工况应用、常见问题与质量控制三方面展开分析。阐述混凝土配制、拌和运输、浇筑振捣、养护温控的技术要点，探讨预应力结构、高耸结构等特殊场景及特殊环境下的施工技术，剖析裂缝、蜂窝麻面等问题成因与质量管控措施，介绍现代检测技术的应用。通过系统梳理技术细节与管控逻辑，为路桥混凝土施工质量提升与技术优化提供参考。

关键词：路桥施工；混凝土施工技术；特殊结构；质量控制；现代检测技术

引言：混凝土是路桥工程的核心材料，其施工技术直接影响路桥结构的强度、耐久性与使用寿命。传统混凝土施工易受材料选择、工艺操作、环境因素影响，出现裂缝、强度不足等问题，难以满足现代路桥对承载能力与长期稳定性的需求。在此背景下，深入分析混凝土施工的关键技术环节，研究特殊结构与工况下的适配技术，加强质量控制，对推动路桥工程建设质量提升具有重要意义。

1 路桥工程混凝土施工的主要技术环节分析

1.1 混凝土的配制与配合比设计技术

原材料选择与控制需重点关注各组份性能适配性。水泥需根据工程所处环境选择对应强度等级与品种，在潮湿或腐蚀性环境中优先选用抗渗性、抗蚀性更强的水泥类型；骨料需控制颗粒级配与含泥量，粗骨料选用质地坚硬、级配连续的碎石，细骨料优先选用洁净的中砂，避免杂质影响混凝土强度；外加剂需根据施工需求选择，如在高温环境中添加缓凝剂延长初凝时间，低温环境中添加早强剂加快强度发展；掺合料需选用符合要求的粉煤灰、矿渣粉等，改善混凝土和易性与耐久性^[1]。配合比设计需满足工作性、强度、耐久性的基本要求。工作性设计需确保混凝土具备良好的流动性与黏聚性，便于浇筑与振捣；强度设计需根据路桥结构承载需求确定目标强度，预留一定强度余量应对施工偏差；耐久性设计需结合环境因素，如在冻融频繁区域提升混凝土抗冻等级，沿海地区增强抗盐蚀能力。优化方法可通过调整胶凝材料用量、骨料级配比例或外加剂掺量，在满足各项性能指标的前提下，实现材料用量的合理配置，降低施工成本。

1.2 混凝土的拌和与运输技术

集中拌和需建立标准化拌和流程，确保原材料计量精准，通过自动计量系统控制水泥、骨料、外加剂等组

分的用量偏差，避免人工计量导致的误差。拌和过程中需控制搅拌时间，根据混凝土坍落度要求调整搅拌速度，确保各组分混合均匀，避免出现离析或拌和不充分的情况。质量控制需在拌和过程中抽样检测混凝土坍落度，实时调整配合比，确保混凝土性能符合施工要求。运输方式选择需结合施工场地与浇筑部位距离，短距离运输可选用混凝土搅拌运输车，保持罐体缓慢转动防止混凝土离析；长距离运输需在罐体内添加适量缓凝剂，延长混凝土初凝时间。途中质量控制需定期检查混凝土坍落度，若出现坍落度损失过大，可按规定添加适量外加剂进行调整；运输过程中需避免急停急转，减少混凝土分层离析，同时确保运输车辆清洁，防止残留杂质污染新拌混凝土。

1.3 混凝土的浇筑与振捣技术

浇筑方案需根据路桥结构特点制定，桥梁主梁浇筑可采用分段分层浇筑方式，从一端向另一端推进，每层浇筑厚度控制在合理范围，避免过厚导致振捣不密实；路基混凝土浇筑需按横断面分段施工，确保各段衔接紧密。施工缝设置需避开结构受力关键部位，如桥梁支座附近或路面荷载集中区域，设置位置需平整且做好界面处理，便于后续浇筑时混凝土结合紧密。振捣工艺选择需匹配混凝土类型与浇筑部位，对流动性较好的混凝土可选用插入式振捣器，振捣时需按一定顺序移动，确保振捣范围覆盖整个浇筑区域；对桥面铺装等薄层混凝土，可采用平板式振捣器，保证表面平整度。操作要点需控制振捣时间，以混凝土表面出现浮浆、不再下沉为宜，避免过振导致骨料下沉、表面泛浆，或漏振造成内部蜂窝麻面，影响混凝土结构强度。

1.4 混凝土的养护与温控技术

养护方法选择需结合环境温度与湿度条件，在常温湿润环境中可采用洒水养护，定期向混凝土表面洒水，

保持表面湿润；在高温或干燥环境中，需采用覆膜养护，覆盖塑料薄膜或土工布，减少水分蒸发^[2]。养护周期需根据混凝土强度发展规律确定，普通混凝土养护周期不少于规定时长，高强混凝土需适当延长养护时间，确保混凝土强度稳步增长，避免早期脱水导致裂缝。大体积混凝土的温度监测需在浇筑前布设温度传感器，实时监测混凝土内部与表面温度差值，当温差超过规定范围时，需采取温控措施。裂缝控制技术可在混凝土内部预埋冷却水管，通入循环水降低内部温度；表面可覆盖保温材料，减少表面热量散失，缩小内外温差。同时需优化浇筑方案，采用分层浇筑或跳仓浇筑方式，分散水化热释放，避免局部温度过高引发裂缝。

2 特殊结构与工况下的混凝土施工技术应用分析

2.1 预应力混凝土结构施工技术要点

预应力混凝土结构施工需先做好预应力筋的布设与定位，根据设计要求确定筋体走向与间距，采用专用定位支架固定，支架需适配筋体重量与受力情况，支架节点处加装防护垫避免筋体磨损，防止浇筑过程中移位或变形。混凝土浇筑需从预应力筋密集区域向周边推进，振捣时需避开筋体，选用小型振捣棒确保振捣到位，防止振捣棒触碰导致筋体变形或损坏。浇筑完成后需按规定时间进行养护，控制环境温湿度促进强度发展，确保混凝土强度达到张拉要求后再开展预应力张拉作业。张拉过程需控制张拉速度与应力值，分阶段匀速施加拉力，每阶段张拉后稳压观察状态。张拉完成后及时进行孔道压浆，压浆前需清除孔道内杂物和积水，采用专用设备从孔道最低处压入浆料，待最高处排出均匀浓浆后封闭出浆口并稳压，确保压浆饱满，增强结构整体性与耐久性。

2.2 桥梁墩柱、盖梁等高耸结构的施工技术

桥梁墩柱施工需采用分段浇筑方式，每段浇筑高度根据模板稳定性与混凝土初凝时间确定，一般控制在合理范围以防离析。浇筑时需从墩柱底部向上逐层推进，振捣时选用小型插入式振捣器，对墩柱边角与钢筋密集区域延长振捣时间，确保振捣密实。模板安装前需检查表面平整度，清除模板内残留杂质，安装后需保证垂直度与稳定性，采用全站仪实时监测模板位置，避免浇筑过程中出现偏移，模板接缝处粘贴密封胶条做好密封处理防止漏浆。盖梁施工需先搭建稳固的支撑体系，支撑结构需经过受力验算，立杆底部铺设垫板分散压力防止下沉。混凝土浇筑需从盖梁一端向另一端连续推进，避免中途停顿形成施工缝，若需停顿则按规范设置并凿毛处理，浇筑完成后及时覆盖土工布洒水养护，养护周期

满足要求防止表面开裂。

2.3 桥面铺装层混凝土施工技术及平整度控制

桥面铺装层施工前需清理桥面基层，先对基层进行凿毛处理，露出骨料增强粘结力，再去杂物与浮浆，采用高压水枪冲洗干净，晾干基层表面水分后再进行后续作业。铺设防水层并确保其完整性，防水层干燥后进行闭水试验排查渗漏点，修补合格再继续作业。混凝土浇筑可采用摊铺机配合整平设备联合作业，匀速推进确保铺装层厚度均匀。平整度控制需在浇筑前按间距测设标高带，过程中借助辅助设备实时校准标高与坡度，使用刮尺实时找平，初凝前采用抹光机进行表面提浆处理，消除表面气泡与平整度偏差^[3]。养护阶段需在浇筑后及时覆盖薄膜，再加盖土工布洒水保湿，保持表面持续湿润，避免水分快速蒸发导致表面收缩裂缝，同时设置警示标识，禁止人员与车辆过早通行，保障铺装层强度稳定增长。

2.4 低温、高温及雨季等特殊环境下的施工措施

低温环境施工需对原材料进行预热，如加热水或骨料，控制加热温度避免破坏水泥性能，确保混凝土拌和物入模温度符合要求，浇筑完成后需覆盖保温棉被，必要时搭建保温棚，棚内放置温湿度计实时监测，压浆后若温度过低也需采取保温措施。高温环境施工需调整拌和时间与浇筑时段，选择早晚低温时段作业，混凝土拌和时可添加缓凝剂延长初凝时间，运输车辆需覆盖遮阳布，减少水分蒸发，浇筑后及时覆膜并洒水养护，延长养护周期。雨季施工需提前关注天气预报，储备足够的防雨物资，搭建防雨棚，浇筑前检查排水系统确保无积水，浇筑过程中遇降雨需暂停作业并覆盖防雨布，雨后检查混凝土表面状况，若出现离析或冲刷痕迹，需剔除受损部分至密实层清理干净后再继续施工。

3 路桥混凝土施工中的常见问题与技术质量控制

3.1 常见质量问题分析及成因

裂缝是路桥混凝土施工中频发的问题，温度裂缝多因混凝土浇筑后内外温差过大引发，水泥水化释放大热量使内部温度升高，而表面散热较快形成温差，导致内部应力集中产生裂缝；收缩裂缝则源于养护不及时或保湿不足，混凝土表面水分快速蒸发，体积收缩受内部约束产生拉应力，最终形成细小裂缝。蜂窝麻面的成因与振捣工艺密切相关，振捣时间不足或漏振会使混凝土内部气泡无法排出，积聚在表面形成麻面；振捣过度则导致骨料下沉、砂浆上浮，局部骨料密集成蜂窝；此外，模板表面不光滑或脱模剂涂抹不均，也会使混凝土表面与模板粘连，拆模后留下麻面。强度不足问题多与

原材料质量和施工工艺相关,水泥过期或受潮会降低胶凝能力,骨料级配不合理或含泥量过高会影响混凝土密实度,外加剂掺量不当则可能抑制水化反应;施工中若养护不充分,水泥水化反应不彻底,或混凝土拌和时计量偏差导致配合比失衡,都会直接影响混凝土最终强度。

3.2 施工过程的关键质量控制点与检测方法

原材料控制是质量管控的基础,需检查水泥的生产日期、外观状态,确保无受潮结块;核查骨料的颗粒级配、洁净度,去除杂质与超径颗粒;检验外加剂的性能指标,确保与水泥适配。拌和阶段需监控各组分计量准确性,防止水泥、外加剂用量偏差;观察混凝土拌和物的和易性,判断是否出现离析、泌水或坍落度异常,若不符合要求需及时调整配合比。浇筑过程中重点控制振捣质量,检查振捣器型号是否适配施工部位,振捣顺序是否合理,避免漏振或过振;同时确保浇筑连续性,若因特殊情况需停顿,需按规范设置施工缝并做好界面处理。养护阶段需核查养护措施落实情况,检查覆盖物是否严密、洒水频率是否足够,确保混凝土表面始终处于湿润状态^[4]。检测方法可通过直观观察,查看混凝土表面是否存在蜂窝、麻面、裂缝等缺陷;采用坍落度筒检测拌和物流动性,判断是否符合施工要求;通过试块制作,在标准养护条件下测定混凝土强度,验证质量是否达标。

3.3 现代检测技术在混凝土质量评估中的应用

回弹法是常用的无损检测技术,通过回弹仪弹击混凝土表面,根据回弹值与混凝土强度的相关性,间接评估混凝土强度,操作简便且不损伤结构本体,适用于大面积快速筛查,尤其适合桥梁主梁、路面等结构的强度初步检测。超声波法利用超声波在混凝土内部的传播特性,通过发射探头向混凝土内发射声波,接收探头接收

透射波,根据声波传播速度、振幅等参数,判断混凝土内部是否存在空洞、裂缝等缺陷,能精准定位缺陷位置与范围,为后续修补提供依据。钻芯法属于半破损检测技术,通过专用钻机在混凝土结构上钻取芯样,将芯样加工后进行抗压强度试验,直接获取混凝土实际强度,结果更为可靠,多用于对回弹法、超声波法检测结果存疑的部位,或对重要结构的强度进行验证;检测完成后需对钻孔进行修补,确保结构完整性不受影响。这些现代检测技术相互配合,既能实现对混凝土质量的全面评估,又能减少对结构的损伤,为路桥混凝土施工质量管控提供有力支撑。

结束语

路桥混凝土施工技术的科学应用与质量管控,是保障路桥工程安全稳定运行的关键。本文梳理的主要技术环节要点,为常规施工提供规范指引;特殊结构与工况下的技术方案,解决了复杂场景的施工难题;质量控制措施与现代检测技术的应用,构建了全流程质量保障体系。未来需持续优化混凝土材料性能与施工工艺,结合工程实际创新技术应用,进一步提升路桥混凝土施工的精细化、智能化水平,为路桥工程高质量发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1]宋丹.路桥施工中混凝土施工技术的应用分析[J].建筑与装饰,2025(6):121-123.
- [2]盘先发.市政路桥施工中混凝土施工技术的应用分析[J].运输经理世界,2024(6):112-114.
- [3]冯浩.路桥施工中混凝土施工技术的应用分析[J].工程建设与发展,2025,4(8):199-201.
- [4]房凤保,随文婧.市政路桥施工中混凝土施工技术的应用分析[J].现代装饰,2025,613(14):115-117.