

公路工程桥涵施工工艺探讨

曹守泽 石高新

青岛方圆建筑设计有限公司 山东 青岛 266700

摘要：随着交通基础设施建设的不断推进，公路工程在现代交通运输体系中占据着核心地位。本文围绕公路工程桥涵施工工艺展开深入探讨。首先阐述了施工前的准备工作，涵盖技术、机具及材料等方面，为施工奠定基础。详细解析关键工艺，包括地基处理的多种方法、桥梁下部与上部结构的各类施工形式，以及预应力施工要点。同时深入剖析施工难点，如涵洞图纸设计可行性、防水及台背回填难题，并提出相应优化措施，如复核图纸、精准选材施工及工艺创新等。通过对公路工程桥涵施工全方位的论述，旨在提升施工工艺水平，保障桥涵工程质量与耐久性，推动公路建设事业发展。

关键词：公路工程；桥涵施工；工艺探讨

引言：公路工程桥涵作为道路体系的关键节点，其施工质量直接关乎整个公路的安全性及通行效能。随着交通需求的日益增长与建设标准的不断提升，桥涵施工面临着更高要求与更多挑战。在施工过程中，从前期准备的周全谋划，到关键工艺的精准实施，再到难点问题的有效攻克，每一个环节都对最终工程质量产生深远影响。深入研究公路工程桥涵施工工艺，有助于优化施工流程，提高施工效率，确保桥涵结构稳固耐用，为公路交通的顺畅运行提供坚实保障，也为公路工程领域的技术发展与实践积累提供有益参考。

1 公路工程桥涵施工的前期准备

1.1 技术准备

首先需组织施工技术人员深入研究施工图纸，领会设计意图，剖析结构特点与施工重难点，同时开展技术交底工作，确保一线人员明晰施工要求与技术标准。进行现场勘查，精准掌握地质、水文等实际情况，为施工方案制定提供可靠依据，例如依据地质状况确定基础形式与施工工艺。

1.2 机具准备

机具准备关乎公路工程桥涵施工的效率与质量。依据施工方案确定所需机具种类与数量，如挖掘机、装载机用于土方开挖与运输，起重机用于构件吊运，钻机用于桩基施工等。对各类机具进行全面检查与维护，确保性能良好、运行稳定，例如检查起重机的制动系统、钢丝绳磨损情况，调试钻机的钻进参数等。

1.3 材料准备

根据设计要求与施工进度计划，精确计算各类材料的用量，包括水泥、钢材、砂石料、防水材料等。严格筛选材料供应商，考察其资质、信誉与生产能力，确保

材料质量符合国家标准与设计规范，如对钢材的强度、韧性进行检验，对水泥的安定性、凝结时间进行测定。材料进场时，认真核对规格、型号、数量，并进行质量抽检，对不合格材料坚决予以退回，如发现砂石料含泥量超标则禁止入场^[1]。

2 公路工程桥涵施工的关键工艺

2.1 地基处理

2.1.1 换填法

首先精准确定软弱地基土层范围与深度，通过机械开挖将其挖除，注意控制开挖边界与深度的精准度，防止超挖或欠挖。挖除后清理基底，确保无杂物与松散土块残留。选用合适的砂、砾石等回填材料，其粒径、级配需符合设计要求，以保证回填后的密实度与稳定性。采用分层回填方式，每层厚度依据压实机具与要求压实度确定，一般控制在20-30厘米。回填过程中运用平板振动器、压路机等机具进行压实，压实度需达到规定标准，如高速公路桥涵地基换填压实度通常要求不低于95%，从而有效改善地基承载能力，为桥涵基础施工提供稳固基础。

2.1.2 加固法

加固法在桥涵地基处理中应用广泛。注浆加固时，先根据地基状况确定注浆孔位置、间距与深度，钻孔后将配置好的浆液（如水泥浆、化学浆液）通过注浆管注入地层，浆液在压力作用下渗透、填充地层孔隙与裂缝，提高地基强度与抗渗性，注浆压力与浆液浓度需严格控制，防止地层抬升或浆液流失。

2.1.3 排水固结法

首先在地基中设置竖向排水体，如塑料排水板或砂井，其间距、深度依地基情况与设计而定，目的是为地基水排出提供通道。然后在地基表面铺设水平排水

砂垫层,厚度一般为30-50厘米,便于将竖向排水体排出的水引出。通过加载系统对地基施加预压荷载,可采用堆载预压(如填土、堆石)或真空预压方式,预压荷载大小与持续时间根据地基土性质、排水条件等因素确定,促使地基孔隙水排出,土体逐渐固结,地基强度不断提高,为桥涵后续施工创造有利条件,确保桥涵基础在使用过程中不会因地基沉降而出现结构变形或破坏。

2.2 桥梁下部结构施工

2.2.1 基础施工

在确定基础形式时,需综合考量地质条件、桥梁设计荷载以及周边环境等多方面因素。若地质条件较好、上部荷载较小,扩大基础是较为经济合理的选择。施工时,先进行基坑开挖,严格控制开挖尺寸与深度,做好坑壁防护,防止坍塌。若地质复杂或荷载较大,则多采用桩基础。灌注桩施工需先钻孔,清孔后下放钢筋笼,再灌注混凝土,要确保钻孔垂直、钢筋笼定位准确以及混凝土浇筑质量。预制桩则需精确控制桩的吊运、锤击或静压入土过程,保证桩身完整性与入土深度符合设计要求,从而为整个桥梁结构提供坚实稳定的支撑。

2.2.2 桥墩施工

滑模施工通过千斤顶带动模板沿已浇筑混凝土表面滑动,连续浇筑混凝土形成桥墩,施工速度快,适用于高桥墩且截面形状相对规则的情况,但对混凝土供应与模板系统要求较高。翻模施工是利用已浇筑段的模板作为支撑,逐段向上翻升模板并浇筑混凝土,操作相对灵活,可根据桥墩截面变化调整模板,对施工场地与设备要求相对较低。爬模施工结合了滑模与翻模的特点,模板可自动爬升,在保证施工进度时能较好地控制混凝土外观质量,常用于高耸薄壁桥墩施工,在施工过程中需严格控制模板爬升速度、混凝土振捣以及钢筋安装等工序,确保桥墩的强度与垂直度。

2.2.3 桥台施工

重力式桥台依靠自身重量维持稳定,施工时先进行基础施工,然后砌筑或浇筑台身,注重台身的砌筑质量或混凝土浇筑质量,保证台身的密实度与强度,台背需按设计要求进行回填处理,防止出现不均匀沉降。轻型桥台如薄壁桥台、桩柱式桥台等,施工相对灵活。薄壁桥台多采用钢筋混凝土浇筑,施工过程中要控制好模板安装与钢筋绑扎,确保桥台结构的稳定性与耐久性。桩柱式桥台则先进行桩基础施工,再浇筑柱与台帽,需注意桩与柱的连接质量以及台帽的平整度与高程控制,使桥台能有效地与桥梁上部结构和路基衔接,共同承担桥梁荷载与交通功能。

2.3 桥梁上部结构施工

2.3.1 梁施工

梁是桥梁上部结构的重要承重构件。预制梁施工具有标准化程度高、质量可控等优点。先在预制场按照设计要求进行模板安装、钢筋绑扎与混凝土浇筑,精准控制梁的尺寸与强度。养护达到规定强度后,吊运至施工现场进行架设安装,安装过程需严格控制梁的位置与高程,确保梁体间的连接紧密,可采用架桥机、起重机等设备进行吊运安装作业。现浇梁则是在桥位处直接立模、绑扎钢筋、浇筑混凝土。

2.3.2 板施工

板的施工方法与梁类似且有其独特之处。预制板在工厂或预制场集中生产,能有效提高生产效率与质量控制水平。生产时,依据设计规格制作模具,准确放置钢筋骨架后浇筑混凝土,振捣密实并做好养护。运输至施工现场后,通过吊车等设备进行安装,安装时注意板与梁或其他构件的搁置长度与连接方式,保证结构整体性。现浇板则是在现场搭建模板,绑扎钢筋后浇筑混凝土。在浇筑过程中,要特别注意控制板厚均匀性与平整度,采用合适的振捣方式确保混凝土密实,防止出现蜂窝、麻面等缺陷,对于大面积现浇板还需考虑设置伸缩缝与后浇带,以应对混凝土收缩变形带来的影响,保障桥梁上部结构的稳定性与耐久性。

2.3.3 拱施工

拱结构在桥梁建设中独具特色。支架法施工拱结构时,先在桥位处搭设满堂支架或膺架,支架需有足够的强度、刚度与稳定性,依据拱的设计线形精确调整支架高程。然后在支架上安装拱架,进行拱圈钢筋绑扎与混凝土浇筑或拱肋安装,施工过程中严格控制拱轴线形与混凝土质量,待拱圈达到设计强度后拆除支架。悬臂法适用于大跨度拱桥施工,分为悬臂浇筑与悬臂拼装。悬臂浇筑是从桥墩向两侧逐段浇筑混凝土拱圈,利用挂篮等设备进行施工,需精确控制各段的浇筑顺序与线形;悬臂拼装则是先预制拱肋节段,再通过起重机或缆索吊等设备逐段拼装,拼装过程中要确保节段间的连接紧密与线形顺滑,两种悬臂方法都对施工技术与监控要求较高,以保障拱桥结构的安全与美观。

2.4 预应力施工技术

2.4.1 张拉施工

张拉施工是预应力施工的关键环节。需依据设计要求精确设定张拉力,通过张拉设备施加预应力,同时严格把控张拉时间,一般在混凝土强度达到设计规定值后进行,过早张拉易导致混凝土受损。张拉顺序也极为重要,应遵循对称、分批、分级的原则,避免构件受力不

均产生裂缝或变形。

2.4.2 锚具安装

锚具安装直接影响预应力的传递与保持。安装前要对锚具进行严格检查,确保其质量合格、规格匹配。安装时,将锚具牢固地固定在构件端部指定位置,保证其中心线与预应力筋轴线重合,偏差控制在允许范围内,一般不超过5毫米。锚具的锚固性能必须可靠,在张拉过程中能有效承受预应力筋的拉力并将其传递至混凝土构件,防止预应力筋滑移或失效,为预应力结构提供稳定的锚固作用,保障桥梁结构在使用过程中的安全性与耐久性。

2.4.3 混凝土浇筑

混凝土浇筑在预应力施工中不可或缺。采用分层浇筑方法,每层厚度通常控制在30-50厘米,便于振捣密实。振捣时选用合适的振捣器,如插入式振捣器用于钢筋密集部位和深层振捣,平板振捣器用于大面积混凝土表面振捣,确保混凝土内部无气泡、孔洞,达到密实状态。浇筑过程中要注意避免振捣器触碰预应力筋与锚具,防止其移位或损坏,严格控制混凝土的配合比与浇筑时间,保证混凝土的强度与工作性能满足预应力施工及结构设计要求^[2]。

3 公路工程桥涵施工的难点及优化措施

3.1 施工难点分析

3.1.1 涵洞施工图纸设计的可行性确定

涵洞施工图纸设计可行性确定存在难点。一方面,需精准考量现场复杂地形、地质条件以及周边既有建筑等因素对涵洞布局与结构的影响。不同地质状况如软土、岩石等,对涵洞基础设计要求各异,若前期勘察不细致,易使设计与实际脱节。另一方面,要准确预估涵洞在不同交通流量与荷载组合下的受力情况,设计参数稍有偏差,就可能导致涵洞在后续使用中出现裂缝、变形甚至坍塌等问题,影响其安全性与耐久性。

3.1.2 防水施工难题

防水施工难题显著。桥梁与涵洞结构复杂,存在众多阴阳角、伸缩缝等部位,防水材料在这些特殊部位的铺贴与密封难度大,易形成渗漏薄弱点。此外,防水施工受环境因素影响大,如在潮湿或低温环境下,部分防水材料难以正常施工,且其粘结性能与防水效果大打折扣,不同防水材料的兼容性也是问题,若搭配不当,可能在施工过程中或后期使用时出现分层、剥离等现象,导致防水体系失效。

3.1.3 台背回填施工难度

台背回填施工难度不容小觑。台背区域空间狭小,大型压实机具难以施展,只能采用小型机具,难以保证回填土压实度均匀性。回填材料的选择也颇为关键,若

材料透水性不佳,在雨水渗透后易积水,使台背土体含水量增加,引发不均匀沉降,进而造成桥头跳车现象。而且,台背与路基衔接处的施工工艺要求高,稍有不慎就会出现结合不紧密、分层等问题,影响整个公路桥涵结构的稳定性与行车舒适性

3.2 改善措施

3.2.1 施工图纸设计可行性复核

组织专业的地质勘查团队与结构设计专家深入现场,重新评估地形、地质条件,核对设计参数与实际情况的契合度。运用先进的勘查技术与模拟软件,精准分析涵洞在各种工况下的受力状态,及时发现并修正设计缺陷,结合周边环境与未来交通规划,对涵洞布局与尺寸进行优化,确保施工图纸切实可行,为后续施工奠定坚实基础。

3.2.2 防水施工选材与精确施工控制

依据桥梁涵洞结构特点与环境条件,精心挑选适配的防水材料,确保不同材料间兼容性良好。施工时,严格把控环境温湿度等条件,对特殊部位采用定制化施工工艺,如阴阳角处增设附加层,伸缩缝处采用柔性密封材料并加强固定。加强施工过程监管,规范涂抹、粘贴等操作流程,严格控制材料用量与厚度,确保每道工序质量达标,构建可靠防水体系。

3.2.3 涵背回填施工中工艺的优化创新

涵背回填施工中工艺的优化创新势在必行。选用透水性好、压实性能佳的回填材料,如级配碎石等。创新回填工艺,采用分层回填与小型压实机具结合,每层厚度精准控制,增加压实遍数并进行压实度实时检测。在台背与路基衔接处,设置过渡段,采用斜坡式回填并加强夯实,引入先进的压实监测技术,如智能压实系统,确保回填土压实度均匀达标,有效预防桥头跳车,提升公路桥涵整体稳定性^[3]。

结束语

公路工程桥涵施工工艺的不断探索与优化,对整个交通基础设施建设有着深远意义。通过对前期准备工作的精心谋划、关键工艺的严格把控以及难点问题的有效攻克,我们能够逐步提升桥涵工程的质量与耐久性。从地基处理到上部结构施工,从预应力技术到防水工艺,每一个环节都凝聚着技术与管理的智慧。

参考文献

- [1]孙长春.公路工程施工技术控制与管理分析[J].中国高新技术企业,2019,06:110-111.
- [2]韩建兴,张英.关于公路工程施工技术控制与管理的分析[J].内蒙古煤炭经济,2019,07:38-39.
- [3]田苗.对公路工程施工技术控制与管理的研究[J].甘肃科技纵横,2019,06:49-51.