

# 市政箱涵施工工艺及质量控制要点

禄金银

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

**摘要:** 随着我国城市化进程的不断加速,市政基础设施建设规模日益扩大,对地下空间的利用也提出了更高要求。作为城市道路、铁路、河流等交叉口下方的关键性构筑物,箱涵因其结构稳定、过水断面大、施工便利等优势,在市政排水、交通疏导、管线穿越等工程中扮演着不可或缺的角色。然而,箱涵工程通常处于复杂的地质和水文环境中,且与既有城市设施紧密相邻,其施工质量直接关系到城市运行的安全与效率。本文旨在系统阐述市政箱涵的主流施工工艺流程,并深入剖析各关键工序中的质量控制要点,以期对相关工程实践提供理论参考与技术指导,确保箱涵工程的安全性、耐久性和功能性。

**关键词:** 市政工程;箱涵;施工工艺;质量控制;混凝土结构

## 引言

市政箱涵作为城市“生命线”工程的核心构成,其施工质量关乎城市安全与居民生活。现浇箱涵施工,从前期的周密策划到后续精细施工,各环节紧密相扣,质量控制需贯穿项目管理全程,依赖技术、管理与人员素质的协同配合。展望未来,市政箱涵建设将向绿色、智能、高效迈进。BIM技术助力施工可视化模拟与碰撞检查,提前规避风险;装配式技术提高施工效率,减少现场作业干扰;新型材料与智能传感器增强箱涵耐久性与自我感知力。但无论技术如何革新,对质量的敬畏、对细节的把控这一底层逻辑始终不变。唯有坚守“质量第一”理念,将之融入施工点滴,方能铸就精品,为城市繁荣发展奠定坚实基础。

## 1 市政箱涵概述

市政箱涵是横截面呈封闭矩形(或接近矩形)的涵洞结构,由底板、侧墙和顶板刚性连接成整体受力空间框架,能有效承受土压力、车辆荷载等。按不同标准有多种分类:施工方法上分现浇(整体性好、适应性强)和预制装配式(施工快、环境影响小,但运输吊装要求高);功能上分排水、交通和综合管廊箱涵等;还可按跨径分单孔、双孔或多孔箱涵。箱涵核心优势是整体框架效应,外部荷载下各部分协同维持稳定,但对地基不均匀沉降敏感,坚实均匀地基是长期服役前提。且其常处潮湿或有压水环境,对混凝土抗渗、耐久性要求高,裂缝控制关乎结构承载力和使用寿命,设计和施工中需同等重视抗裂与防渗。

## 2 现浇箱涵主要施工工艺流程

现浇法是目前市政箱涵施工中最常用的方法,尤其适用于尺寸较大、形状不规则或现场条件复杂的工程。

其典型工艺流程如下:

### 2.1 施工准备阶段

首先,必须组织设计、施工、监理等各方对施工图纸进行详细审查,明确设计意图、技术难点和质量标准,并向一线作业班组进行清晰、可操作的技术交底,确保所有参与者对工程目标有统一的认识。其次,针对深基坑、高大模板支撑、降水等危险性较大的分部分项工程,必须编制详尽的专项施工方案,并按规定进行专家论证,以科学指导施工。同时,依据业主提供的控制点,精确测放出箱涵的中心线、边线、基坑开挖线及高程控制点,并做好保护标记,为后续精准施工提供基准<sup>[1]</sup>。最后,还需完成场地清理、围挡设置、施工便道规划、材料堆场及加工区布置等一系列临时设施建设,为正式开工创造良好条件。

### 2.2 基坑开挖与支护

若地下水位高于基底,必须先行采取有效的降水措施,如明沟排水、轻型井点或管井降水等,并持续监测直至回填完成,以防止流沙、管涌等险情。基坑开挖应严格遵循“分层、分段、对称、平衡”的原则,严禁超挖。机械开挖至距基底20-30厘米时,应改用人工清底,以避免扰动原状土,确保地基的天然承载力不受破坏。开挖出的土方应及时外运,不得堆放在基坑边缘,以免增加额外荷载。根据基坑深度、土质、周边环境等因素,选择合适的支护形式至关重要,常见的有钢板桩、钻孔灌注桩加内支撑、地下连续墙或土钉墙等,其设计与施工必须确保基坑在施工期间的绝对安全,并最大限度地减少对邻近建(构)筑物的影响。

### 2.3 地基处理与基础施工

基坑开挖至设计标高后,应由勘察、设计、施工、

监理四方共同进行验槽, 确认土质、承载力是否符合设计要求。若发现地基承载力不足或存在软弱下卧层, 则需进行相应的地基处理, 如换填砂石、灰土或级配碎石, 乃至采用强夯、CFG桩等更深层的加固方法, 处理后的地基必须重新检测, 确保达到设计指标。在处理好的地基上, 需浇筑一层C15或C20素混凝土垫层, 其厚度通常为10至15厘米, 主要作用是找平基底、隔水防潮, 并为后续钢筋绑扎提供一个干净、平整的工作面。

#### 2.4 主体结构施工

底板施工时, 需严格按照图纸进行钢筋下料、加工和绑扎, 重点控制钢筋的规格、数量、间距以及保护层厚度, 通常使用定制的混凝土垫块或塑料卡来保证钢筋位置的准确性。底板通常只立侧模, 模板需有足够的强度、刚度和稳定性, 接缝严密, 防止漏浆。混凝土浇筑应分层、对称进行, 振捣密实, 并在初凝前进行二次抹面以减少塑性收缩裂缝, 浇筑完成后必须及时覆盖并保湿养护不少于7天。底板与侧墙之间需留设水平施工缝, 通常高出底板30厘米, 这是防渗的关键节点, 施工缝处应凿毛、清洗干净, 并设置止水钢板或遇水膨胀止水条。侧墙和顶板的钢筋绑扎需特别注意主筋的连接质量, 确保焊接或机械连接符合规范。内模通常采用满堂红碗扣式或盘扣式脚手架支撑体系, 外模则采用对拉螺栓固定, 整个模板及支架系统必须经过严格的承载力、刚度和稳定性验算, 防止在混凝土侧压力作用下发生胀模或跑模。侧墙混凝土应分层、对称浇筑, 每层厚度不超过50厘米, 以平衡侧压力; 顶板混凝土浇筑方向应与后续支架拆除顺序相协调, 同样需要精心振捣和养护, 以确保结构的整体性和耐久性。

#### 2.5 防水工程施工

防水体系通常采用“结构自防水”与“附加防水层”相结合的双重设防策略。结构自防水通过优化混凝土配合比, 掺加高效减水剂、抗裂纤维、膨胀剂等外加剂, 从根本上提高混凝土自身的密实度和抗裂性, 构成第一道防线。在此基础上, 在结构外侧(迎水面)铺设柔性防水卷材(如SBS改性沥青卷材、PVC、TPO等)或涂刷防水涂料(如聚氨酯、水泥基渗透结晶型涂料), 形成第二道可靠的屏障。施工前, 基层必须干燥、平整、洁净, 防水材料的搭接宽度、涂料涂刷遍数和厚度均需符合规范要求<sup>[2]</sup>。尤其值得注意的是, 阴阳角、施工缝、变形缝、穿墙管等细部节点是渗漏的高发区, 必须严格按照图集和规范要求进行加强处理。防水层施工完毕后, 其外侧还应设置保护层(如挤塑板、聚苯板或细石混凝土), 以防止回填土时被尖锐物刺破。

#### 2.6 基坑回填

回填作业必须在箱涵结构强度达到设计要求(通常为75%以上), 且防水层及保护层施工完毕并验收合格后方可进行。回填材料应优先选用透水性好、易于压实的级配砂石、砂砾或符合要求的素土, 严禁使用淤泥、腐殖土、冻土及有机物含量超标的劣质土。回填方法必须坚持对称、分层的原则, 每层虚铺厚度不超过30厘米。特别需要强调的是, 靠近箱涵胸腔部位(即两侧及顶部50厘米范围内)必须采用小型机具(如蛙式打夯机、平板振动夯)进行薄层夯实, 严禁重型压路机直接碾压, 以免对结构造成损伤。每一层回填土的压实度都需通过环刀法或灌砂法进行检测, 确保满足设计及规范要求。

#### 2.7 附属设施施工与竣工验收

在主体结构及回填完成后, 还需进行进出口八字墙、端墙、检查井、爬梯、路面恢复等附属设施的施工。所有工序全部结束后, 应系统整理完整的施工技术资料和质量控制记录, 进行精确的竣工测量, 并最终组织建设、勘察、设计、施工、监理等各方责任主体进行联合竣工验收, 确保工程全面符合设计意图和相关标准规范。

### 3 各关键工序质量控制要点

#### 3.1 基坑工程的质量控制

基坑工程的质量控制核心在于对变形和稳定性的实时监控。必须建立一套严密的监测体系, 对支护结构的顶部水平位移、深层土体的位移、周边地表及邻近建筑物的沉降、以及地下水位的变化进行不间断的实时监控。这些数据是判断基坑安全状态的直接依据。一旦监测数据出现异常或逼近预警值, 必须立即启动应急预案, 采取如回灌、卸载、加固等补救措施。同时, 降水系统的连续、有效运行是保证基坑干燥作业环境的前提, 任何中断都可能带来灾难性后果, 因此必须配备备用电源和设备。

#### 3.2 地基与基础的质量控制

地基承载力必须通过静载试验、动力触探等可靠的原位测试方法进行验证, 绝不能仅凭经验判断。基底在人工清槽后, 应尽快浇筑垫层, 以避免基底因长时间暴露而被雨水浸泡软化或被施工人员扰动, 从而降低其天然承载力。垫层混凝土虽为非结构性构件, 但其强度和厚度同样需要通过抽检来确认, 因为它为后续钢筋工程提供了必要的作业平台和隔水屏障。

#### 3.3 钢筋工程的质量控制

所有进场钢筋必须具备出厂合格证, 并按规定批次进行力学性能和重量偏差的复检, 杜绝不合格材料用于工程。钢筋的连接, 无论是焊接还是机械连接, 都必须

由持证的专业人员操作,并按规定比例进行见证取样送检,确保连接接头的强度不低于母材<sup>[3]</sup>。在整个钢筋绑扎过程中,保护层厚度的控制尤为关键,这直接关系到结构的耐久性。必须使用足够数量、强度达标且位置准确的混凝土垫块或塑料定位卡,确保钢筋在混凝土浇筑和振捣过程中不发生位移,始终处于设计所要求的正确位置。

### 3.4 模板工程的质量控制

模板及其支撑系统在安装完毕后,必须严格执行“三检制”,即班组自检、工序交接互检和专职质检员专检。重点检查模板的轴线位置、垂直度、平整度、拼缝的严密性以及对拉螺栓的紧固情况。对于高大模板支撑体系,其立杆间距、水平杆步距、扫地杆和剪刀撑的设置必须严格按照经审批的专项方案执行,确保其具有足够的承载力、刚度和整体稳定性,能够可靠地承受新浇混凝土的自重、侧压力以及施工荷载。在混凝土浇筑前,监理工程师必须对模板工程进行隐蔽验收,签字确认后方可进入下一道工序。

### 3.5 混凝土工程的质量控制

首先,水泥、骨料、外加剂等所有原材料都必须检验合格。其次,混凝土的配合比应由有资质的试验室根据工程要求和原材料性能精心设计,并在施工过程中根据现场砂石含水率的变化进行动态调整。在浇筑过程中,必须严格控制浇筑速度和分层厚度,尤其是在侧墙施工时,要确保对称浇筑以平衡侧压力。振捣是保证混凝土密实度的关键,应做到“快插慢拔”,以混凝土表面泛浆、无明显气泡冒出为准,既要防止漏振形成蜂窝麻面,也要避免过振导致离析。然而,比浇筑和振捣更为重要的是养护,这是防止早期塑性收缩和干缩裂缝的根本措施。夏季应覆盖土工布并持续洒水保湿,冬季则需采取覆盖保温材料或搭设暖棚等措施,确保混凝土在适宜的温湿度环境下完成水化反应,获得预期的强度和耐久性。

### 3.6 防水工程的质量控制

防水施工前,必须对结构基层进行彻底的清理、修补和干燥处理,任何灰尘、油污或尖锐凸起都可能成为防水层失效的隐患。所有防水材料进场时,不仅要查验合格证和出厂检测报告,还必须进行现场抽样复检,确保其物理力学性能和耐久性指标符合要求。施工过程中,阴阳角、施工缝、变形缝、穿墙管等细部节点的处理是重中

之重,必须严格按照标准图集和施工规范的要求,采用附加层、密封胶、金属压条等多重措施进行加强<sup>[4]</sup>。防水卷材的搭接宽度、涂料的涂刷遍数和成膜厚度都需专人检查,确保无遗漏、无薄弱环节。防水层施工完毕后,应进行闭水或淋水试验,以直观验证其防水效果。

### 3.7 回填工程的质量控制

回填前,必须对拟用土源进行取样检测,确保其物理力学性质满足设计要求。回填过程中,必须严格控制每层的虚铺厚度,并使用小型压实机具进行充分夯实,尤其是在箱涵两侧及顶部50厘米范围内的“胸腔”部位,这是最容易被忽视却又最关键的位置。必须坚决杜绝单侧回填或使用重型机械直接碾压的做法,以防箱涵结构因受力不均而发生位移、倾斜甚至开裂。每一层回填土的压实度都需通过标准的试验方法进行检测,并形成记录,只有当所有检测点均达到设计规定的压实度标准后,才能进行上一层的回填作业。

## 4 结语

市政箱涵是城市“生命线”工程关键部分,施工质量影响城市安全运行与居民生活品质。现浇箱涵施工从前期策划到后期施工,各环节紧密相连,质量控制贯穿项目管理全过程,需技术、管理、人员素质协同保障。未来市政箱涵建设将更绿色、智能、高效,BIM技术可实现施工可视化模拟与碰撞检查,提前避障;装配式技术能提升施工效率,减少现场干扰;新型材料和智能传感器将增强箱涵耐久性与自我感知能力。不过,无论技术怎样进步,对质量的敬畏和对细节的追求这一底层逻辑不变。只有秉持“百年大计,质量第一”理念,落实到施工细节,才能打造精品工程,为城市发展筑牢根基。

### 参考文献

- [1]曾令章.市政路桥工程项目中现浇箱涵施工技术探究[J].建筑与预算,2025,(08):52-54.
- [2]刘燕青.市政桥梁工程中的现浇箱涵施工探究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(05):124-126.
- [3]兰丽梅,修林岩.市政道路工程箱涵混凝土结构施工技术要点及控制措施[J].运输经理世界,2023,(19):115-117.
- [4]邱隆亮.市政道路工程箱涵砼结构施工技术要点及控制措施[J].城市建设理论研究(电子版),2022,(32):130-132.