

城市综合管廊区箱涵施工技术研究

程国庆

中国十七冶集团有限公司 安徽马鞍山 243000

摘要: 随着城市化进程的加速,城市基础设施建设日益重要。城市综合管廊作为一种新兴的城市基础设施形式,在城市发展中起到了关键的作用。而箱涵作为综合管廊的重要组成部分,其施工技术对于保证工程质量和安全性具有重要意义。本文通过对城市综合管廊区箱涵施工技术进行研究,对其选择与优化、常见问题与解决措施进行了探讨,并结合实地案例进行了分析。

关键词: 城市综合管廊;箱涵;施工技术

引言

城市综合管廊是将各类地下管线集中在一个管廊内,以提高资源利用效率、减少环境干扰、便于管理和维护等方面具有显著优势。在综合管廊的建设过程中,箱涵作为其中重要的构筑物之一,承担着道路交通、排水等功能,对于综合管廊的工程质量和安全性具有重要影响。因此,对城市综合管廊区箱涵施工技术的研究与探索具有重要意义。

1. 小型城市综合管廊区箱涵的详尽定义与功能内涵

小型城市综合管廊区箱涵,作为一种特定规模的城市基础设施建设创新形式,特指为适应小城市或城市特定区域的特殊需求而精心设计和施工的地下隧道式结构单元。此类箱涵以其相对较小的断面尺寸和灵活的长度规格为特点,主要采用预制混凝土技术制造,其核心功能在于整合、容纳并有效保护城市中各类至关重要的市政管线设施,如供水系统、排水系统、电力电缆、通信光缆以及燃气管道等。

小型箱涵的设计理念旨在通过空间资源的高度集约化利用,解决传统分散敷设管线带来的诸多问题,比如土地浪费、道路反复开挖及修复导致的交通拥堵和环境破坏等。同时,它还具备良好的可维护性和扩展性,能为各类管线提供安全稳定的运行环境,便于进行定期检修、更换作业,并确保在发生故障时能够迅速定位和修复,显著提高了城市基础设施的整体运行效能和可靠性。此外,小型箱涵在城市景观优化、市容改善方面亦发挥着重要作用,它有助于减少地面“马路拉链”现象,提升城市形象和居民生活质量。而且,通过前瞻性规划和科学布局,小型箱涵还能为城市的持续发展预留出充足的地下空间资源,增强城市的韧性和应对未来

挑战的能力。

2. 小型箱涵结构设计与材料选择

2.1 结构形式分析及适应场景

在小型城市综合管廊区箱涵的设计中,常见的结构形式主要有矩形和圆形两种。这两种形式各自具有独特的特点与适用场景。其内部空间布局灵活多变,能高效利用地下空间,方便各种类型和尺寸管线的安装、排列和维护。尤其在城市道路狭窄区域或管网密集的城市中心地带,矩形箱涵的优势更为显著,它能有效契合既有道路下部空间,并与其他地下构筑物如地铁隧道、排水设施等实现无缝对接。由于其周身受力均匀,具备良好的抗压性能和稳定性,特别适用于地质条件复杂或者需要承受较大外部压力的情况,如流沙地层、高地下水位区域以及地震活动频繁地带。此外,圆形结构对于水流的影响较小,有利于排水系统的顺畅运行,减少了因水体冲刷带来的安全隐患。

2.2 材料性能研究

在小型箱涵结构选材方面,钢筋混凝土和预应力混凝土因其优异的力学性能、施工便捷性和经济性而成为主流选择。由高强度钢材与硬化混凝土紧密结合而成,能够有效地承载并分散各类荷载,包括自重、管线重量、土壤压力以及可能的偶然荷载等。同时,通过合理配比和防腐措施,可提高其耐久性和抵抗环境侵蚀的能力。在此基础上进一步强化了结构强度和稳定性,通过预先施加的预应力来抵消使用过程中可能出现的大部分拉应力,从而降低裂缝出现的可能性,延长箱涵的使用寿命,允许设计更薄壁厚和更大跨度,节约材料成本的同时提升了结构的整体性和美观度。科技的

进步和环保要求的提升,新型复合材料(如玻璃纤维增强塑料 GFRP、碳纤维增强复合材料 CFRP)开始崭露头角,在特定的小型箱涵工程中得以尝试和应用。这些新型材料不仅具有轻质、高强、耐腐蚀等特点,而且有助于减少施工对周边环境的影响,降低后期维护成本,符合可持续发展的理念。

2.3 设计原则与关键技术指标

确保箱涵能够在正常运营条件下安全稳定地承受来自各个方向的荷载,包括但不限于自重、土压力、管线荷载、交通荷载以及其他突发荷载等。设计师需根据实际工况精确计算并预留足够的安全系数。

选用耐久性强且具有良好的耐腐蚀性能的材料,结合精细的结构细节设计,如设置合理的防水层、加强接缝处理、采用优质密封材料等手段,最大限度地减少水分渗透对箱涵结构造成的影响,以延长设施的使用寿命。除了结构本身的设计外,还应考虑采取全面的防水防渗系统,确保箱涵内外壁无渗漏现象发生,保障管线运行不受影响,同时也避免对周围土壤环境产生不利影响^[1]。在设计阶段充分考虑未来管线的检修和更换需求,提供足够的检查口和通道,并简化内部结构,使日常维护和紧急抢修工作更加便捷高效。

3. 小型箱涵预制工艺与质量控制

3.1 预制过程

在小型箱涵预制阶段,首先需要精密设计并精心制作模板。选用优质材料制造模板,确保其尺寸精确度和结构刚度,以满足箱涵形状和尺寸的要求。模板表面处理至关重要,通过涂覆隔离剂以确保脱模后箱涵表面平滑整洁,同时降低混凝土与模板间的粘结力,便于拆模操作。

遵循设计图纸进行严谨细致的钢筋下料、弯曲、焊接和绑扎工作,确保钢筋网片的位置、间距以及保护层厚度严格符合规范标准。利用先进的定位装置和技术手段,将钢筋骨架精准地固定在模板内,形成稳固而高效的受力系统,为后续混凝土浇筑提供坚实的基础支撑。

采用科学合理的配合比调配高品质混凝土,并确保搅拌均匀且坍落度适中,易于施工操作。在浇筑过程中,遵循“分层浇筑、连续振捣”的原则,每层浇筑完毕后充分振动排除气泡,确保混凝土与钢筋之间实现良好的粘结,形成坚固的整体结构。此外,需密切关注混凝土养护措施,确保其强度发展符合预期要求。

3.2 预制件的质量检测与控制方法

在整个预制过程中,采取高精度测量仪器定期对箱涵各部位尺寸进行严格的检测校核,确保实际尺寸与设计图纸完全吻合。结合现代化三维扫描技术,在浇筑前后对预制箱涵进行全面扫描对比分析,及时发现并纠正潜在的尺寸偏差问题。

在混凝土硬化后的养护期结束后,提取代表性试块进行抗压强度试验,以验证预制箱涵的实际承载能力是否达到设计要求。对于预应力混凝土箱涵,还需进行预应力张拉有效性验证和灌浆密实度检查,保证预应力的有效施加与传递。

注重预制箱涵内外表面的品质管理,脱模后立即检查是否存在裂缝、蜂窝、麻面等质量问题,并根据实际情况采取必要的修复措施。同时严格执行混凝土养护制度,包括保湿、保温等环节,确保箱涵外观质量和内在力学性能均能达到验收标准^[2]。

3.3 预制件的运输与存放要求

在预制箱涵吊装及运输环节,选择专用设备和工具,避免因起吊、装卸过程中产生不必要的碰撞和磨损。合理选取吊点位置和使用适当的吊具,确保整个吊运过程平稳、安全。必要时,可采用柔性包裹材料对易损区域进行额外保护,减少由于运输震动等因素造成的损伤风险。

选择地基坚实、排水条件良好且不易受到极端气候影响的场地作为预制箱涵的临时存储区。堆放时,应按照规定的时间和高度堆叠,防止箱涵间相互挤压变形或损坏。针对预留孔洞、接缝等关键部位,应采取针对性的防护措施。另外,还要加强防潮防晒等维护管理工作,以确保预制箱涵在长时间存放期间保持稳定的物理性能和耐久性。

4. 小型箱涵现场安装技术的深度解析

4.1 安装方式的选择

适用于地质条件允许且对周边环境影响较小的情况,通过预先在地面或地下挖掘导向槽,将预制好的箱涵单元按照设计要求逐步向前推进。该方法施工速度快,对交通和居民生活干扰小,但需要精确控制推进速度和方向,以避免对周围结构造成损害。

当工程条件复杂或者箱涵尺寸较大时,通常采用开挖法进行安装。首先挖掘基坑,然后将预制好的箱涵部件吊装至预定位置,并进行拼接固定。尽管开挖法可能对周边环境产生较大影响,但它能够适应各种复杂的地质条件和施工需

求,灵活性较高^[3]。

4.2 安装流程与关键步骤

直接推进法操作流程,根据设计图纸准确挖掘导向槽并确保其直线度和平整度。在指定区域预装好箱涵各部分,并完成内部管线安装及外部防水处理。使用专用设备推动箱涵进入导向槽,并实时监控推进速度和方向,必要时进行微调校正。确保相邻箱涵段对接严密无渗漏,并实施必要的连接部位加固措施。

开挖法操作流程,按设计要求挖掘基坑,同时采取有效的临时支护措施如人字架支撑、螺旋桩支撑或预制混凝土支撑等。利用起重机或其他起重设备将预制箱涵逐段吊入基坑内,精确就位并临时固定。完成箱涵间接口的焊接或栓接,以及内外防水处理。待箱涵全部安装完毕并通过验收后,进行基坑回填作业,并做好地基承载力恢复和稳定性保障工作^[4]。

4.3 安装过程中的支护技术

人字架支撑法,此法采用钢结构的人字形支架作为临时支撑结构,简单易用,成本相对较低。优点在于施工速度快、灵活调整方便。缺点是对基坑深度有一定限制,且对地质条件有较高要求,不适用于土质较软或地下水位较高的场地。

螺旋桩支撑法,利用螺旋钻机打入土层中形成螺旋桩,提供稳定可靠的临时支撑。该方法适合于多种土质条件,尤其对于砂土地层有良好效果。优点是支护效果显著,施工效率高,但成本相对较高且对设备依赖性强。

预制混凝土支撑法,预制混凝土支撑件如工字梁、H型钢梁等,具有强度高、刚性大等特点,可有效防止基坑变形和坍塌。优点是稳定性强,耐用可靠。然而,运输和安装相对复杂,施工周期较长,且一次性投资较大。

5. 小型箱涵内部管线布局与连接技术

5.1 管线布置

在小型箱涵内进行管线布局时,首要遵循的原则是空间利用最大化和维护便利性。设计者需根据各类管线的不同特性(如直径大小、运行压力、维修频率等)以及预期的扩容需求,合理规划并优化排列顺序,确保管线之间保持安全距离,便于日常检查与维护。同时,应采用模块化设计思路,通过科学分区、分层布设,既避免了相互干扰,又利于后期调整和扩展。

5.2 管线连接技术

对接缝处理方面,采取高标准的密封和防腐措施至关

重要。例如,在管口及接头处应用专用密封材料,并结合机械式或焊接方式进行稳固连接,以防止渗漏现象发生。此外,对于可能出现腐蚀风险的部分,可采用防腐涂料涂装,或者选择耐腐蚀性能良好的管道材料^[5]。

5.3 管线敷设后的质量检查与验收标准

完成管线敷设后,要严格按照相关行业规范和技术标准,对管线的位置准确性、连接紧密度、防腐效果、密封完整性等方面进行全面的质量检测。验收标准通常包括所有管线无明显变形、损伤、接头部位无渗漏现象、防腐涂层均匀完整、各类标识清晰可见、符合设计图纸要求且满足实际运行需求。

6. 小型箱涵施工过程中的防护措施

6.1 施工噪声、振动、扬尘的控制手段

对于噪声控制,采用低噪音施工设备,限制夜间施工时间,设置临时隔音屏障,并对临近居民区采取额外的降噪措施。

对于振动控制,采用合理安排施工工艺流程,减少大型机械设备连续作业带来的振动影响,必要时采用减振垫、阻尼器等设备。

对于扬尘控制,实施洒水抑尘,覆盖裸露土方,设立围挡,配备高效的除尘设施,确保施工现场周边空气质量达到环保要求。

6.2 地下水控制与地基保护技术

预先进行地下水位监测与地质勘查,适时采用降水井、止水帷幕等技术降低地下水位,防止涌水对箱涵结构造成损害^[6]。合理选用支护技术和施工方法,保证地基稳定性,避免因施工导致的地基沉降问题,确保周围建筑物的安全。

7. 结束语

城市综合管廊区小型箱涵施工技术研究的深化,对于提升城市地下空间资源利用效率、优化市政设施布局、保障城市功能正常运行具有深远意义。未来,在持续的技术创新和实践经验积累下,小型箱涵施工技术将朝着更加绿色、智能、高效的可持续发展方向迈进,进一步推动我国城市现代化建设和高质量发展。

参考文献

- [1] 赵世伟. 城市地下综合管廊高分子组合模板应用研究[J]. 价值工程, 2023, 42(36): 124-126.
- [2] 赵菊梅, 何畏, 李国庆等. 基于虚实结合的城市地

下综合管廊智慧运维实践教学模式探讨[J]. 中国建设教育,2023,(02):16-20.

[3] 赵志楠,王莉,李云飘等.《城市地下综合管廊安全防控技术研究及示范》项目成果综述[J]. 中国勘察设计,2023,(11):94-97.

[4] 刘钊,陈伟利.城市综合管廊火灾监测与报警系统设

计研究[J]. 电器工业,2023,(11):40-43.

[5] 周文欢.城市地下综合管廊超大断面圆形顶管施工过程中质量控制策略分析[J]. 运输经理世界,2023,(31):50-52.

[6] 曹鹏.城市综合管廊区箱涵施工技术研究[J]. 水利技术监督,2022,(10):276-278.