

近接上跨地铁隧道的箱涵技术控制要点及应对措施

文 / 黄平志 金中天水利建设有限公司

摘要: 本文探讨近接上跨地铁隧道的箱涵技术控制要点及应对措施。文章通过分析箱涵技术在地铁隧道工程中的重要性,提出了关键的技术控制要点和有效的应对措施,以确保施工安全和工程质量。

关键词: 近接上跨; 地铁隧道; 箱涵技术; 控制要点

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.02.042

引言

随着城市地铁建设的不断推进,近接上跨地铁隧道的箱涵技术在地铁工程中扮演着重要的角色。该技术涉及复杂的工程施工和安全控制,需要严谨的技术要点和应对措施来确保工程的顺利进行和安全性。本文旨在探讨近接上跨地铁隧道的箱涵技术控制要点及应对措施,为相关工程实践提供参考和指导。

一、近接上跨地铁隧道的箱涵技术控制要点

以佛山某工程为例,该工程为佛山市顺德区裕和路与规划北滘环镇北路连接线道路工程及综合管沟工程位于佛山市新城北片区东侧,规划红线宽度为50m(考虑交叉口渠化,本路段红线宽度为57m),城市主干路,呈东西走向。

1. 箱涵技术在近接上跨地铁隧道中的关键控制要点

(1) 设计合理性

箱涵技术在近接上跨地铁隧道中的设计应考虑地质条件、地下水情况、地铁线路布置等因素,确保结构稳定性和施工安全性。技术人员设计应充分考虑地铁隧道和箱涵结构之间的相互影响,合理确定箱涵的尺寸、形式和材料,以满足承载要求和地铁线路的运行需求。

(2) 施工工艺控制

在施工过程中,需严格控制箱涵的沉降和变形,避免对地铁隧道结构和运行产生不利影响。技术人员需合理安排施工顺序和工艺流程,确保施工质量和进度,同时采取有效的支护措施和监测手段,保障施工安全^[1]。

(3) 材料选用与质量控制

箱涵的材料选用应符合相关标准和规范,保证结构的强度和耐久性。在施工过程中,工作人员需严格控制材料的质量和施工工艺,确保箱涵结构的稳定性和安全性。(如图1所示)

(4) 地下水控制

该工程排水采取雨、污水分流制形式,雨水干管埋深为2~4.5m,倒虹段最大埋深为9.0m;污水管道埋深为1.9~3.5m,倒虹段最大埋深为7.9m。

地下水是近接上跨地铁隧道施工中的重要影响因素,需采取有效的地下水控制措施,防止地下水对箱涵结构和地铁隧道的影响。技术人员可采用降水井、隔水墙等方式控制地下水位,确保施工现场的干燥和稳定,避免地下水对施工的干扰和危害。(如图2、图3所示)

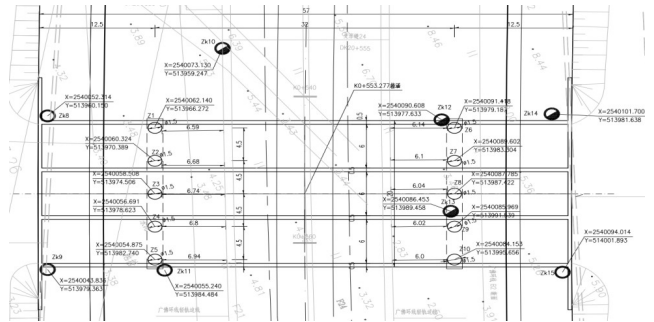


图1 箱涵平面图

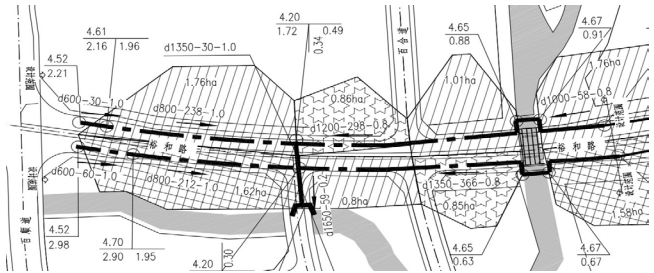


图2 雨水总平面图

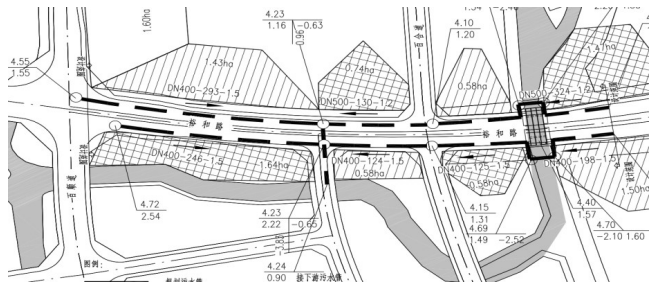


图3 污水总平面图

2. 桩基施工的技术保障

在箱涵施工过程中,桩基施工是其中一个至关重要的环节,尤其是当箱涵位置恰好位于地铁隧道的上方时,桩基的设计和施工要采取特别的措施来确保地铁隧道的安全。首先,在桩基设计阶段,必须对下方的地铁隧道进行详细的受力分析,以确定适宜的桩基数量、类型、尺寸及埋深。这些参数的合理确定能有效分散箱涵施加在地铁隧道上的荷载,减少对其结构的影响。其次,在桩基施工过程中,建议采用静压桩或液压桩与

统打桩方式相结合的施工方法，减少对周围土体的扰动和振动。在工时，应严格控制桩基的施工顺序和施工速率，监测施工过程中的振动状况，确保不会因桩基施工而导致地铁隧道产生不必要的变形。最后，在桩基施工完成后，及时对周边土体进行回填，有助于进一步提高土体的承载力，从而更好地保障下方地铁的安全和稳定。

3. 基坑分段开挖措施

基坑的开挖是箱涵施工中一个关键环节，尤其是在上跨地铁隧道的情况下，需要制定合理的分段开挖方案，以降低对下方隧道的影响。分段开挖方法可以有效控制开挖过程中对周边土体的扰动，减少隧道的沉降和变形。在实施分段开挖时，需将基坑分为多个小段，逐步向下开挖，保证每一段开挖的高度和宽度都在控制范围之内。开挖后，可以使用支护结构（如钢支撑、桁架等）进行加固，确保临时支护对周围结构的保护。同时，在每一段开挖后，及时进行监测，以观察地铁隧道的变化情况。监测时应设置多个监测点，实时关注位移、沉降等数据，确保所有指标处于安全范围内。此外，要求在分段开挖中生成的土方应根据实际情况，及时进行回填或加固处理，尽量减少土体的松散状态对地铁隧道的影响。

4. 分段浇筑与堆载反压技术

在箱涵的施工过程中，采用分段浇筑的方式，为保障地铁隧道的安全，同样是一个行之有效的技术措施。分段浇筑意味着不必一次性灌注整个涵体，而是将其分为若干个段落分别进行浇筑。这种方式不仅方便控制混凝土的质量和强度，还能够有效缓解整个结构的应力集中，从而降低对地铁隧道下方的影响。

在分段浇筑的过程中，需要特别注意浇筑顺序的安排。应从承载力较大的部分开始，逐步向外施工，以控制每一段浇筑过程中的应力分布。此外，浇筑过程中要及时进行的堆载反压措施，可以通过在浇筑后期，施加一定的荷载于涵体上，降低车体自重引发的沉降。在及时土回填方面，建议在每一段浇筑完成后，立即对周边土体进行回填，防止地面沉降和不均匀变形。

5. 实时监测与应急处置措施

在整个箱涵施工过程中，实时监测与应急处置措施是确保地铁隧道安全的重要环节。首先，在箱涵施工的各个阶段，必须设立多点位的监测系统，包括沉降监测、应变监测以及振动监测等。这些监测系统应选择高精度、实时传输的数据采集设备，以便于及时获取地下结构的状态。实际监测中应注意监测数据的分析与评估，将实时监测数据与施工进度相结合，确保每个施工阶段的状态符合设计要求。一旦发现监测数据异常，应立即实施预警和应急计划，如迅速停止作业、进行局部加固、调整施工方案等，以降低潜在风险。此外，确保施工人员在现场具备应急处置能力，特别是在监测到地铁隧道出现变形或沉降超标时，以能够迅速做出反应，

及时采取措施进行补救。

二、近接上跨地铁隧道的箱涵技术难点分析

1. 施工过程中的沉降监测与控制

在箱涵施工过程中，由于其位置位于已建好的地铁隧道上方，施工产生的沉降是一个不容忽视的问题。沉降可能会影响到下方地铁隧道的结构安全，造成隧道变形甚至损坏。因此，必须通过科学合理的沉降监测与控制措施来降低施工对地铁的影响。首先，在施工前，需要对地铁隧道进行详细的调查与评估，获取隧道的结构特征、材料性质和受力情况等数据。这些数据将为后续的监测与控制工作提供重要的参考依据。其次，在施工过程中应设立专门的沉降监测点，这些监测点应布置在地铁隧道的关键位置，并通过高精度的监测设备实时监测隧道的沉降情况。同时，必须制定健全的监测计划，定期对监测数据进行分析，及时发现潜在的问题。另外，为了控制施工过程中的沉降，需要采用一系列的施工手段，如采用小型机械进行挖掘、分步施工等方式，减少大规模土方作业对周边环境的影响。此外，还可以考虑在现场设置临时支撑，确保地铁隧道在施工期间的稳定性。通过这些综合措施，可以有效降低施工过程中的沉降风险，确保下方地铁的安全运行。

2. 施工对地铁隧道受力状况的影响评估

地铁隧道的受力状况与箱涵的施工密切相关，尤其是在上跨的情况下，箱涵施工时的施力会对地铁隧道造成额外的压力与振动。因此，在进行箱涵施工前，必须对地铁隧道受力状况进行全面评估，以确保施工不会导致隧道结构的性能下降。评估步骤包括对隧道的静态和动态受力分析，利用有限元分析等数值计算方法，对隧道在施工过程中的受力情况进行模拟和预测。这个过程中，要考虑到多个因素，如土壤的性质、地下水位的变化、外部荷载以及施工设备的作业情况等，以全面反映出地铁隧道在施工期间的受力变化。仅有评估是不够的，还必须在施工过程中不断地进行实际监测，通过传感器安装和实时数据采集，对地铁隧道的应力、变形情况进行动态跟踪。这不仅能及时发现施工中可能出现的异常情况，确保下方地铁的安全运作，还能为后续的施工调整提供数据支撑。采取这样的措施，可以有效维护地铁隧道的安全性，防止因箱涵施工引发的二次损害。

3. 施工工艺与材料的选择对安全的影响

在进行箱涵的施工时，选用合适的施工工艺和材料至关重要，尤其是在上跨地铁隧道的情况下。施工工艺的合理性将直接影响到施工过程中的安全性和效率，因此需要进行深入的技术分析和方案优化。在工艺选择上，可考虑采用非开挖施工技术，如顶管法、暗挖法等。这些技术能够减少对地铁隧道及周围环境的直接影响，相对来说具有更高的安全性和施工效率。例如，在实施顶管法时，通过预先建立管道的交流通道，可以在不破坏地面和下方隧道的情况下，完成箱涵的安装。同

时,这类技术对周围土体扰动较小,有助于控制沉降与应力变化。在选择箱涵材料时,需要考虑其强度、刚度以及耐久性。优质的混凝土及钢筋可以提供更好的承载能力,减少因箱涵自身重力带来的压力。此外,对于地铁隧道的保护层,可以采取相应的隔离措施,避免施工带来的振动产生的负面影响,确保地下结构的持久稳定。

三、解决方案

1. 定位和测量技术的改进

(1) 引入高精度定位技术

使用全站仪、GPS等高精度定位设备,实现施工现场的精确定位,确保箱涵结构的准确布置和定位,配合建筑信息模型(BIM)技术,实现施工过程的数字化管理和监控,提高施工效率和质量。

(2) 应用先进测量技术

使用激光扫描仪等先进测量设备,对箱涵结构进行三维扫描和测量,实时监测结构变形和偏差,及时发现问题并进行调整^[5]。结合无人机技术,进行航测和影像测量,获取施工现场的全景数据,为施工规划和监测提供更全面的信息支持。

(3) 实施自动化测量和监控系统

建立自动化测量和监控系统,实现对箱涵施工过程的实时监测和数据采集,提高施工过程的可视化和自动化水平。结合物联网技术,实现各种传感器数据的实时传输和分析,为施工过程的精细化管理提供支持。

2. 地铁隧道施工与箱涵施工的协调

(1) 制定统一施工计划

地铁隧道施工和箱涵施工应制定统一的施工计划,合理安排施工进度和工序,避免施工冲突和交叉影响。确定施工时间节点和关键工序,协调施工进度,确保各项工程有序推进。

(2) 加强沟通与协作

建立定期沟通机制,地铁隧道施工方和箱涵施工方之间保持密切联系,及时沟通工程进展和问题解决方案。设立联合协调小组,共同研究解决方案,协调施工计划和资源调配,确保施工的协调进行。

(3) 共享资源和设施

合理规划施工场地和设施资源的共享,避免资源浪费和重复建设,提高资源利用效率。协调施工现场的交通、物料运输等,确保施工现场秩序井然,减少施工过程中的混乱和安全隐患。

3. 地下水位监测与控制措施

(1) 实施地下水位监测系统

部署地下水位监测设备,实时监测地下水位的变化情况,及时掌握地下水位的波动趋势和范围。建立监测报警机制,设定合理的警戒值,一旦地下水位超过安全范围,及时发出预警并采取应急措施。

(2) 采取有效的排水措施

根据地下水位监测数据,制定合理的排水方案,采

取抽水、排水等措施,降低地下水位,确保施工现场的干燥和稳定。设立合理的排水井和管道系统,保障排水效率和排水安全,避免地下水对施工造成不利影响。

(3) 加强地基加固和支护

针对地下水位变化可能引发的地基涌水、软化等问题,采取有效的地基加固和支护措施,提高地基的稳定性和承载能力。使用加固桩、搅拌桩等技术,加固地基土体,确保地基在地下水位变化下的稳定性和安全性。

四、预期结果

1. 提高施工效率和质量

在地铁隧道与箱涵的连接工程中,提高施工效率和质量是至关重要的目标,通过采用先进的施工技术和设备,可以有效地缩短工期,减少人力资源的浪费,提高工程进度的可控性。严格的质量管理体系和监督机制也能确保工程质量达到标准要求,减少后期维护成本,提升工程可持续性。

2. 减少施工风险和安全隐患

根据工程实际情况,合理规划施工流程,确保施工过程中各项工作有序进行,避免因为施工失误或疏忽导致的安全事故发生,通过全面的风险评估和应急预案制定,可以有效减少施工风险,保障施工人员和周边居民的安全。

3. 实现地铁隧道与箱涵的顺利连接和运行

在施工过程中,严格按照设计要求进行施工,确保隧道与箱涵的连接部位符合规范要求,保证结构的稳固和密封性。同时,还需要进行严格的验收和测试,确保连接部位的质量和安全性达到标准。

结束语

近接上跨地铁隧道的箱涵技术在地铁工程中具有重要意义,其施工过程需要严格控制和有效应对各种风险和挑战。通过本文对技术控制要点和应对措施探讨,希望能够为相关工程实践提供有益的指导,确保地铁隧道工程的顺利进行和安全完成。

参考文献

- [1] 李建华. 上部河道开挖对既有地铁隧道的扰动影响规律及控制研究[D]. 山东建筑大学, 2023.
- [2] 郭院成, 李腾飞, 李振, 等. 箱涵顶进施工对地铁隧道变形的影响分析[J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版), 2022, 38(06): 1038-1045.
- [3] 张晓涛. 地铁隧道下穿既有铁路箱涵影响分析[J]. 重庆建筑, 2022, 21(05): 30-33.
- [4] 杜攀嵘. 成都地铁区间隧道下穿机场施工控制技术[D]. 西南交通大学, 2021.
- [5] 徐世达. 深圳地铁10号线短距离连续上跨下穿对既有构筑物的影响及控制技术研究[D]. 西南交通大学, 2021.

作者简介: 黄平志(1977.8-), 男, 广东化州人, 本科, 高级工程师, 研究方向: 市政路桥专业施工与管理。