

# 水泥混凝土路桥试验检测技术与方法研究

张改清

内蒙古路桥工程技术检测有限责任公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i12.7472

**[摘要]** 水泥混凝土路桥在现代交通基础设施中占据重要地位。其试验检测技术与方法关乎路桥的质量、安全性与耐久性。本摘要阐述水泥混凝土路桥试验检测技术的重要性，包括对原材料、配合比、施工过程及成品检测等方面技术与方法的概述，强调多种检测技术综合运用意义，以及这些技术对保障路桥工程质量的关键价值。

**[关键词]** 水泥混凝土；路桥；试验检测技术；方法

## Research on Testing Technology and Methods for Cement Concrete Road and Bridge

Zhang Gaiqing

Inner Mongolia Road and Bridge Engineering Technology Testing Co., Ltd.

**[Abstract]** Cement concrete roads and bridges play an important role in modern transportation infrastructure. The testing technology and methods are related to the quality, safety, and durability of roads and bridges. This abstract elaborates on the importance of cement concrete road and bridge testing technology, including an overview of techniques and methods for raw materials, mix proportions, construction processes, and finished product testing. It emphasizes the significance of the comprehensive application of multiple testing technologies and their key value in ensuring the quality of road and bridge engineering.

**[Key words]** cement concrete; Road and bridge; Experimental testing technology; method

### 引言：

随着交通建设的蓬勃发展，水泥混凝土路桥的数量不断增加。水泥混凝土路桥的质量直接关系到交通运输的安全与顺畅。试验检测技术与方法是确保其质量的关键环节。从原材料的把控到施工过程的监控，再到成品的质量评估，每一步都离不开科学有效的试验检测技术与方法，这也是保障路桥长期稳定运行的必要手段。

### 1. 水泥混凝土路桥试验检测技术概述

#### 1.1 检测技术的目的与意义

水泥混凝土路桥试验检测技术的目的与意义是多方面且至关重要的。首先，从安全角度来看，路桥作为交通基础设施，承载着大量的车辆和行人通行。准确的检测能够确保其结构强度足以承受设计荷载，避免因结构缺陷而引发的坍塌事故，保障人民生命财产安全。其次，在质量控制方面，通过检测可以对水泥混凝土的原材料、配合比、施工过程等各个环节进行严格把控，保证路桥建设符合相关的质量标准。再者，从经济层面考虑，合理的检测有助于避免因质量问题导致的返工和维修，从而节约建设成本。而且，随着交通流量的不断增长和车辆载重的增加，检测技术能够及时发现路桥的潜在问题，为其合理的维护和改造提供依据，延长路桥的使用寿命，提高其使用效率，对促进地区间的经济交流和发展有着不可忽视的作用。

#### 1.2 检测技术的发展历程

水泥混凝土路桥试验检测技术的发展历程经历了多个阶段。早期，检测手段较为简单粗糙，主要依赖于人工的外观检查和一些基本的物理测量。例如，通过肉眼观察混凝土表面是

否有裂缝、蜂窝麻面等缺陷，用简单的工具测量路桥的尺寸等。随着工程建设规模的扩大和对质量要求的提高，力学性能检测逐渐兴起，开始采用压力试验机对混凝土试块进行抗压强度测试，这是检测技术的一个重要进步。随后，无损检测技术开始发展，如超声检测技术的应用，它能够在不破坏混凝土结构的前提下，检测内部的缺陷和均匀性。进入现代，随着计算机技术和传感器技术的飞速发展，检测技术朝着智能化、自动化方向发展。

### 2. 主要的试验检测技术与方法

#### 2.1 原材料检测技术与方法

在水泥混凝土路桥建设中，原材料的检测至关重要。对于水泥的检测，首先要查看其品种、强度等级是否符合工程设计要求。检测其细度，因为细度会影响水泥的水化速度和强度发展。通过负压筛析法准确测定水泥的细度，若细度不符合标准，可能导致混凝土的强度不均匀。安定性检测也是关键环节，采用雷氏夹法或者试饼法，安定性不良的水泥会使混凝土构件产生膨胀性裂缝。水泥的凝结时间同样需要精确测定，初凝时间过短不利于施工操作，终凝时间过长则会影响到工程进度。

对于集料，包括粗集料和细集料。粗集料的颗粒形状、级配以及最大粒径等对混凝土的性能有着显著影响。采用筛分试验确定其级配，确保粗集料的级配良好，这样能使混凝土达到较高的密实度。针片状颗粒含量也需要严格控制，过多的针片状颗粒会降低混凝土的和易性和强度。对于细集料，检测其含泥量是重点，含泥量过高会增加混凝土的用水量，降低混凝土的强度和耐久性。通过水洗法准确测定细集料的含泥量，同时还要检测其细度模数，细度模数反映了细集料的粗细程度，合

适的细度模数有助于配制出性能良好的混凝土。

水作为水泥混凝土的重要组成部分，其质量也不容忽视。检测水的酸碱度、不溶物、可溶物、氯化物、硫酸盐等指标。如果水中含有过多的有害物质，如过量的氯化物会加速钢筋的锈蚀，从而影响混凝土路桥结构的耐久性。外加剂在现代混凝土中应用广泛，检测其减水率、泌水率比、含气量等性能指标。例如高效减水剂，准确测定其减水率，确保其能够在减少用水量的同时提高混凝土的强度。通过全面细致的原材料检测技术与方法，为水泥混凝土路桥的质量奠定坚实的基础。

### 2.2 配合比设计检测技术与方法

水泥混凝土的配合比设计直接关系到混凝土的性能和工程质量。首先是初步配合比的计算，根据工程要求的混凝土强度等级、耐久性要求以及原材料的性能来确定。在计算水灰比时，要依据混凝土的强度理论公式，同时考虑水泥的实际强度、集料的种类等因素。水灰比过大，混凝土的强度会降低，耐久性也会受到影响；水灰比过小，则混凝土的工作性变差，难以施工。确定砂率也是配合比设计中的重要环节。砂率的大小影响着混凝土的和易性，通过试验确定合理的砂率，使混凝土既具有良好的流动性，又能保证其密实性。在进行配合比设计时，还要考虑外加剂的使用。例如，当使用引气剂时，要根据引气剂的特性和混凝土的要求确定合适的掺量，引气剂可以改善混凝土的抗冻性，但掺量过多会降低混凝土的强度。

然后进行试配调整。按照初步计算的配合比制备混凝土试件，检测其坍落度、扩展度等工作性指标。如果坍落度不符合要求，需要调整用水量或者外加剂的掺量。同时，还要检测混凝土的强度，若强度不满足设计要求，要对水灰比、水泥用量等进行调整。通过多次试配调整，最终确定满足工程要求的配合比。

### 2.3 施工过程中的检测技术与方法

在水泥混凝土路桥施工过程中，检测工作是保证工程质量的关键。首先是混凝土搅拌过程的检测，要确保搅拌机的搅拌时间符合要求。搅拌时间过短，混凝土的各种原材料不能充分混合均匀，会影响混凝土的性能。通过计时器准确控制搅拌时间，同时检测混凝土的坍落度在搅拌过程中的变化情况。如果坍落度损失过快，可能是由于水泥的水化速度过快或者外加剂的适应性不好，需要及时调整。混凝土的运输过程也需要检测。要保证运输车辆的密封性良好，防止混凝土在运输过程中水分蒸发或者漏浆。检测混凝土到达施工现场时的温度，如果温度过高或者过低，都会对混凝土的性能产生影响。在夏季高温时，要采取降温措施，如在运输罐上覆盖遮阳布；在冬季低温时，要采取保温措施，如包裹保温材料。

混凝土的浇筑过程检测同样重要。在浇筑前，要检查模板的安装是否牢固、尺寸是否准确。模板如果存在变形或者缝隙过大，会导致混凝土浇筑成型后出现外观缺陷。在浇筑过程中，检测混凝土的振捣情况，振捣要密实均匀，避免出现漏振或者过振现象。漏振会使混凝土内部存在蜂窝、麻面等缺陷，过振则会导致混凝土离析。

### 2.4 成品检测技术与方法

对于水泥混凝土路桥的成品检测是评估工程质量的最终环节。外观检测是最直观的方法，检查混凝土表面是否存在裂缝、蜂窝、麻面、孔洞等缺陷。裂缝的检测尤为重要，要区分裂缝的类型，如干缩裂缝、温度裂缝等，测量裂缝的宽度、长

度和深度。对于宽度较小的裂缝，可以采用裂缝观测仪进行精确测量。强度检测是成品检测的核心内容。采用回弹法、钻芯法等检测混凝土的强度。回弹法操作简便，通过回弹仪在混凝土表面测得回弹值，再结合混凝土的碳化深度计算出混凝土的强度推定值。但回弹法存在一定的局限性，对于表面质量较差或者内部结构不均匀的混凝土，其检测结果可能存在偏差。钻芯法是一种直接检测方法，从混凝土构件中钻取芯样，在实验室中测定芯样的抗压强度，其结果比较准确，但对构件会造成一定的损伤。

结构尺寸检测也是成品检测的重要部分。使用钢尺、全站仪等测量工具检测路桥的长度、宽度、厚度等结构尺寸是否符合设计要求。如果结构尺寸偏差过大，会影响路桥的承载能力和使用功能。此外，还要检测混凝土路桥的平整度，采用平整度仪进行测量，平整度不符合要求会影响行车的舒适性和安全性。

## 3. 试验检测技术与方法的应用要点

### 3.1 准确性与可靠性的保障

要保障水泥混凝土路桥试验检测技术与方法的准确性与可靠性，需要从多个方面着手。首先，检测设备的精度和校准至关重要。必须定期对检测设备进行校准，如压力试验机、超声检测仪等，确保其测量结果的准确性。其次，检测人员的专业素质和操作规范影响巨大。检测人员应具备相关的专业知识和丰富的实践经验，严格按照检测标准和操作规程进行检测。例如，在进行混凝土试块抗压强度检测时，试块的制作、养护和加载过程都必须符合标准要求。再者，检测环境的控制也不容忽视。例如，在进行一些对温度、湿度敏感的检测时，如水泥的凝结时间检测，要保证检测环境的温湿度在规定范围内。

### 3.2 多种检测技术的综合运用

在水泥混凝土路桥试验检测中，多种检测技术的综合运用具有重要意义。不同的检测技术具有各自的优势和局限性。例如，无损检测技术如超声检测可以快速检测混凝土内部的缺陷，但对于缺陷的具体性质判断可能不够准确；而钻芯取样检测虽然能够直观地观察混凝土内部的结构和性能，但属于有损检测，且检测成本较高。综合运用这两种技术，可以先利用超声检测对路桥进行大面积的初步筛查，确定可能存在问题的区域，然后在这些区域采用钻芯取样检测进行深入分析，这样既能提高检测效率，又能保证检测结果的准确性。

### 3.3 检测数据的分析与处理

对于水泥混凝土路桥试验检测数据的分析与处理是检测工作中的重要环节。首先，要保证数据的真实性和完整性。在检测过程中，应准确记录每一个检测数据，避免数据遗漏或篡改。然后，要采用科学的数据分析方法。例如，对于大量的混凝土抗压强度检测数据，可以采用统计分析方法，计算平均值、标准差等统计参数，以评估混凝土的质量稳定性。对于相关性较强的数据，如混凝土的水灰比与抗压强度之间的关系，可以通过回归分析建立数学模型，以便更好地预测和控制混凝土的性能。此外，还需要对异常数据进行识别和处理，分析其产生的原因，如是否是检测设备故障、操作失误等导致的，确保最终的分析结果能够准确反映路桥的实际情况。

## 4. 试验检测技术与方法对路桥工程的影响

### 4.1 对路桥质量的影响

试验检测技术与方法对水泥混凝土路桥质量有着深远的

影响。准确的检测能够在路桥建设的各个阶段发现质量问题并及时纠正。在原材料检测阶段,不合格的原材料能够被筛选出来,避免其用于工程建设,从而从源头上保证了路桥质量。在施工过程中的检测,能够确保每一道工序符合质量要求,如混凝土的浇筑、振捣和养护等环节。成品检测则是对整个路桥工程质量的最终把关,只有通过严格的检测,确保路桥的结构性能、外观质量等都符合标准,才能保证其在投入使用后能够安全可靠地承载交通荷载,为社会提供高质量的交通基础设施。

#### 4.2 对路桥使用寿命的影响

试验检测技术与方法对路桥使用寿命有着不可忽视的影响。通过对原材料和配合比的检测,可以确保混凝土具有良好的耐久性。例如,检测水泥的抗硫酸盐侵蚀能力、集料的坚固性等,能够避免因原材料质量问题导致的混凝土过早劣化。在施工过程中的检测能够保证混凝土的密实性、均匀性等性能,减少内部缺陷,从而提高其抵抗外界环境因素侵蚀的能力。成品检测可以发现潜在的结构缺陷并及时修复,延长路桥的使用寿命。例如,通过定期的结构检测,能够及时发现并处理混凝土中的微小裂缝,防止其进一步扩展,从而使路桥能够在更长的时间内保持良好的使用状态。

#### 4.3 对路桥维护成本的影响

试验检测技术与方法对路桥维护成本有着显著的影响。有

效的检测能够提前发现路桥的潜在问题,使得维护工作能够在问题较小的时候进行。例如,在早期检测到混凝土表面的微小裂缝时,只需进行简单的修补措施,成本较低。如果没有及时检测到这些问题,裂缝可能会不断扩展,导致更严重的结构损坏,那时可能需要进行大规模的加固或重建,维护成本将大幅增加。此外,通过对原材料和施工过程的严格检测,可以提高路桥的质量,减少因质量问题导致的频繁维修,从而降低长期的维护成本,提高路桥工程的经济效益。

#### 结语:

水泥混凝土路桥试验检测技术与方法贯穿于路桥工程的各个环节。从工程的初始建设到后续的使用维护,这些技术和方法发挥着不可替代的作用。重视并不断完善试验检测技术与方法,有助于提高水泥混凝土路桥的整体质量,降低维护成本,延长使用寿命,保障交通运输的高效与安全。

#### [参考文献]

- [1]任俊达,赵金成,王岳伟,李永瑞.水泥混凝土路面加铺沥青层反射开裂评价[J].北方交通,2023,(04):31-34.
- [2]张志霞.水泥混凝土路面芯样劈裂强度试验影响因素分析[J].交通世界,2023,(Z1):185-187.
- [3]熊爱玲.水泥混凝土路面试验检测技术[J].中国高新技术,2020,(12):55-56.

#### 上接第55页

提供更多的选择和可能性。例如,高性能混凝土、智能材料和纳米技术的应用,将提高支护结构的强度和耐久性,同时降低其自重和施工难度。新型支护结构的设计也将更加注重其与周围环境的和谐共生,减少对周边建筑和基础设施的影响。

智能化升级是基坑支护施工发展的另一个重要方向。随着人工智能、物联网、大数据等技术的发展,基坑工程的监测和控制将更加自动化和智能化。实时监测系统将能够自动收集和分析数据,预测潜在风险,并及时调整施工方案。智能化施工设备的应用也将提高施工效率和安全性,减少人为因素的干扰。环境友好性提升是基坑支护施工未来发展的重要考量。随着环保意识的增强,基坑工程将更加注重减少施工过程中的噪音、粉尘和废弃物排放,采用绿色施工技术和材料。例如,使用可再生能源和循环材料,以及开发低影响施工技术,将有助于实现基坑工程的可持续发展。

安全标准的提高也是基坑支护施工发展的关键。随着工程规模的扩大和施工技术的复杂化,安全标准将不断提高,以确保工程的安全性和可靠性。这包括对施工人员的安全培训、施工设备的定期检查和维修,以及对施工方案的严格审查和评估。基坑支护施工的未来发展还将更加注重跨学科的融合和国际合作。通过整合土木工程、地质学、环境科学等多个学科的知识经验,可以为基坑工程提供更全面、更深入的解决方案。同时,国际合作将促进先进技术和经验交流,提高基坑工程的整体水平。

#### 结语

基坑支护施工作为城市地下空间开发的关键环节,其技术进步和创新不仅关乎工程安全,也是推动城市可持续发展的重要因素。随着现代信息技术的融合应用,围护结构变形控制的

智能化、精准化水平不断提升,为工程质量和效率提供了坚实保障。未来,基坑支护施工将更加注重技术创新、智能化升级、环境友好性以及安全标准的提高,以适应日益增长的地下空间开发需求。通过跨学科融合和国际合作,基坑工程的安全性、可靠性和可持续性将得到进一步增强,为城市的繁荣发展奠定坚实基础。

#### [参考文献]

- [1]张岩,王海.基坑工程监测与控制技术研究[J].工程地质学报,2015,23(2):155-160.
- [2]李星,赵刚.基坑支护结构变形控制方法研究[J].建筑结构,2017,47(5):57-62.
- [3]陈浩,刘洋.基坑支护技术发展及其应用[J].土木工程与管理,2016,33(2):98-103.
- [4]郑东,王峰.基坑支护施工中变形控制的技术分析[J].工程勘察,2018,46(3):74-79.
- [5]王建,张立.城市基坑支护施工安全控制策略研究[J].现代城市研究,2019,34(6):82-88.

课题1:本论文系北京物美置地房地产开发有限公司2017年投资开发、北京城建十建设工程有限公司总承包施工的“北京雕塑园地下文化娱乐中心项目”工程,基于建筑幕墙结构连接节点受力分析的实践与研究(项目施工许可证编号:【2017】施【石】建字0009号)的阶段性研究成果;

课题2:本论文系北京物美天马投资有限公司2019年投资开发、北京城建十建设工程有限公司总承包施工的“北京华力国际大厦项目”工程,基于基坑支护施工过程中围护结构变形控制分析的实践与研究(项目施工许可证编号:【2019】施【朝】建字0677号)的阶段性研究成果。