

公路工程水泥混凝土原材料的试验检测及质量控制

张慧娟*

(中交二公局第三工程有限公司, 西安 710016)

摘要: 公路工程中水泥混凝土原材料的质量控制是确保工程质量和耐久性的关键因素。本文通过分析水泥混凝土原材料试验检测的重要性、检测内容以及存在的问题, 提出了一系列质量控制措施。这些措施包括制定科学合理的试验检测流程、加强对原材料使用及检测的管理、优化检测环境等。通过采取这些措施, 可以有效提高水泥混凝土工程的质量, 保障公路工程的顺利建设和长期使用。

关键字: 公路工程; 水泥混凝土; 原材料; 试验检测; 质量控制

Testing and quality control of cement concrete raw materials for highway engineering

ZHANG Hui-Juan *

(The Third Engineering Co., Ltd., Second Public Bureau of China Communications, Xi'an 710016, China)

ABSTRACT: Quality control of cement concrete raw materials in highway engineering is a key factor in ensuring engineering quality and durability. This paper analyzes the importance, content and existing problems of cement concrete raw material testing and inspection, and proposes a series of quality control measures. These measures include formulating scientific and reasonable testing and inspection processes, strengthening the management of raw material use and inspection, and optimizing the inspection environment. By taking these measures, the quality of cement concrete engineering can be effectively improved, and the smooth construction and long-term use of highway engineering can be guaranteed.

KEY WORDS: highway engineering; cement concrete; raw materials; testing and inspection; quality control

0 引言

原材料是构筑公路工程实体的关键“要素”, 其质量将对公路工程的施工效率、整体品质带来显著的影响, 为了提高工程质量、降低工程成本, 必须从原材料抓起, 文章以公路工程为背景, 将水泥混凝土原材料作为基本对象, 重点从试验检测内容、试验检测流程两个方面展开探讨, 为类似公路工程项目提供参考依据, 保障我国公路工程质量。

1 公路工程水泥混凝土原材料试验检测的重要性

1.1 对工程质量的直接影响

水泥混凝土的质量问题可能导致公路工程的结构不稳定, 出现裂缝和坍塌等安全隐患, 从而影响行车安全。此外, 质量低劣的水泥混凝土还可能导致公路路面不平整、起伏和变形, 加速路面磨损和损坏, 缩短公路使用寿命, 增加了后期的维护成本。优质的水泥混凝土可以确保公路路面具有足够的承载能

* 通信作者: 张慧娟, 中级工程师, 研究方向: 公路工程试验检测。E-mail: 24553132@qq.com

*Corresponding author: ZHANG Hui-Juan, Engineer, The Third Engineering Co., Ltd., Second Public Bureau of China Communications, Xi'an 710016, China. E-mail: 24553132@qq.com

力，能够承受车辆行驶带来的压力和冲击，保持路面平整和稳定。同时，质量过硬的水泥混凝土还能够提高公路路面的耐久性，延长其使用寿命，减少维护和修复的频率，降低维护成本，提升公路工程的整体质量和可持续发展水平。

1.2 经济效益与性能提升的关系

水泥混凝土的质量直接关系到公路工程的经济效益和性能提升。优质的水泥混凝土可以减少公路工程的维护和修复频率，延长公路的使用寿命，降低后期维护成本，从而提高公路工程的经济效益^[1]。相反，质量低劣的水泥混凝土容易出现裂缝、坍塌等问题，增加了维护和修复的成本，影响了公路工程的经济效益。此外，优质的水泥混凝土还可以降低公路工程的能耗和污染排放，提升公路工程的可持续发展水平，为社会经济的健康发展做出积极贡献。

2 公路工程中水泥混凝土原材料的检测内容

2.1 水

在公路工程中，水的质量直接影响着混凝土的性能和耐久性。因此，水的检测需满足 JGJ 63-2006《混凝土用水标准》，应对其氯化物含量、pH、不溶物、可溶物含量等指标进行严格检测^[2]。水的 pH 过高或过低都会影响混凝土的硬度和耐久性。

而水中的氯化物含量，直接影响混凝土的耐腐蚀性，影响结构物使用寿命。此外，水中的不溶物、可溶物含量会促进混凝土中金属材料的腐蚀，降低混凝土的耐久性。

2.2 水泥

水泥在水泥混凝土的配制中扮演着至关重要的角色。通过对水泥进行检测，我们可以准确地评估其强度，从而确保其符合项目施工的要求，并防止水泥强度不足对工程造成不利影响^[3]。水灰比是一个重要的计算指标，其计算公式如下：

$$\frac{C}{W} = f_{ce} \times 0.46 f_{co} + 0.07$$

f_{ce} 表示水泥的自身强度

f_{co} 表示混凝土的自身强度。这两者之间存在正比关系。

通过对 48 MPa 强度水泥与 C30 强度混凝土的实验检测，结果显示水灰比为 1.63。然而，如果采用 P.O 3.2.5 级、强度为 38 MPa 的水泥，在水灰比不变的情况下，水泥混凝土的强度会降至 27.3 MPa，无法满足所需的强度等级要求。因此，工作人员在水泥的选择上需要充分考虑其强度等级，以确保对水泥混凝土的强度和综合质量进行有效控制。水泥混凝土综合性能的检测报告如表 1 所示。

表 1 水泥性能检测报告

Table 1 Cement performance test report

试验项目	每公斤水泥中水的使用量(L)	水胶比	混凝土种类	坍落度(mm)
要求	540	1 : 0.33	普通混凝土	180~220
结果	适中	适中	良好	220
最终判定	良好	良好	良好	符合要求

2.3 粉煤灰、矿渣粉等其他掺合料

在公路工程中，除了水泥和骨料外，常常还会添加一些其他掺合料，如粉煤灰、矿渣粉等，以改善混凝土的性能和减少环境污染。这些掺合料的检测内容包括其烧失量、化学成分、颗粒大小分布、比表面积等参数的测试。粉煤灰的烧失量会影响混凝土的流动性，过高的烧失量可能导致混凝土黏性增加，降低其流动性和可泵性，影响施工性能。化学成分的检测主要是为了确定掺合料中各种元素的含量，以及其对混凝土性能的影响，在实际工程中大多采用氧化钙小于 10% 的低钙粉煤灰，其来源丰富，实用性较高^[4]。颗粒大小分布和比表面积检测则是为了评估掺合料的颗粒形态和表面积，从而确定其对混凝土流动性和强度的影响。

2.4 外加剂

外加剂是指用于改善混凝土性能或施工工艺的添加剂。外加剂的检测内容主要包括氯离子含量、pH、密度、减水率等参数，这些参数直接影响着外加剂的使用效果和混凝土的性能表现^[5]。此外，还需要对外加剂与水泥、骨料等原材料的相容性进行评价，以确保外加剂与其他原材料的配合性良好，不会对混凝土的性

能造成不良影响。

2.5 粗集料、细集料

在公路工程中，粗集料和细集料原材料的质量直接影响着混凝土的力学性能和耐久性。首先，对粗集料和细集料进行级配筛分、含泥量等参数的检测。粗集料最大工程粒径应控制在结构物截面最小尺寸的 25% 内，细集料细度模数在 3.7~1.6 且含泥量不大于 3%，以确保符合混凝土配合比设计要求^[6]。其次，需要检测粗集料和细集料的物理性能，如密度、吸水率、压碎值等，这些性能直接影响着混凝土的密实性和抗压性能。另外，还需要对粗集料和细集料的化学成分进行检测，以确保其不含有害成分，不会对混凝土的性能产生不良影响。

3 不足之处及问题分析

3.1 取样不合理的影响

取样不合理会直接影响到水泥混凝土原材料的试验检测结果的准确性和代表性。如果取样不合理，可能导致样品不具有代表性，不能真实反映原材料的整体质量状况。这会误导工程设计和施工人员对原材料的真实情况的认知，进而可能导致选

用不适合的材料或者不恰当的工艺参数，严重影响公路工程的质量和耐久性。

3.2 检测过程不规范的问题

检测过程中操作人员不按照相关规范要求进行操作，试验过程中缺乏标准化的步骤和流程，数据记录不详尽或不准确。这种情况下，试验结果可能会受到人为因素的影响，导致结果的准确性和可靠性受到质疑^[7]。此外，检测过程不规范还可能导致试验的重复性和可比性差，从而给后续的工程设计和材料选用带来困难。因此，规范的试验检测过程对于确保水泥混凝土原材料质量的准确评估和工程质量的保障至关重要。

3.3 设备性能偏低的挑战

设备性能偏低是公路工程水泥混凝土原材料试验检测中常见的挑战之一。低性能的设备可能导致试验过程中的不准确性和不可靠性，进而影响到对原材料质量的准确评估。一方面，性能不佳的设备可能无法提供所需的精确度和灵敏度，导致测试结果的误差增加。另一方面，设备的稳定性和可靠性不足可能导致试验过程中的不稳定性，使得试验结果不一致或不可信。此外，设备性能偏低还可能限制了试验的范围和灵活性，导致无法开展一些需要高性能设备支持的复杂试验或新技术的应用。

3.4 工作人员综合技能的不足

工作人员综合技能的不足在公路工程水泥混凝土原材料试验检测中是一个严重的问题。技能不足可能表现为缺乏对试验流程和操作规范的理解，导致试验过程中出现错误或偏差。此外，工作人员的技能水平也可能影响到对试验数据的准确记录和分析，从而降低了试验结果的可信度。此外，如果工作人员缺乏足够的专业知识和经验，可能无法识别和解决试验过程中出现的问题，进一步影响到试验的进行和结果的可靠性。

3.5 试验环境不满足要求

试验环境可能在包括试验室设施、仪器设备、温湿度控制等方面不满足相关规范要求。如果试验环境不符合标准要求，可能会影响试验结果的准确性和可靠性。例如，如果实验室设施不完备或者设备老化，可能会导致试验过程中出现设备故障或数据失真的问题^[8]。另外，如果试验环境的温湿度不能得到有效控制，可能会影响到试验样品的稳定性和试验结果的可比性。

4 水泥混凝土原材料质量控制措施

4.1 制定科学合理的试验检测流程

水泥混凝土原材料的质量控制需要根据国家标准和行业规范制定详细的试验检测流程，确保每个环节的操作都符合标准要求，如图1。其次，应该根据实际情况和项目需求，灵活调整试验检测流程，使其更加适合特定的工程条件和材料特性。在制定流程时，应充分考虑原材料的类型、数量、来源等因素，

合理确定取样点和检测频率，确保检测结果的可靠性和代表性。同时，应规定试验检测的具体方法和步骤，明确各项参数的测试要求和评定标准，确保试验过程的科学性和严谨性。

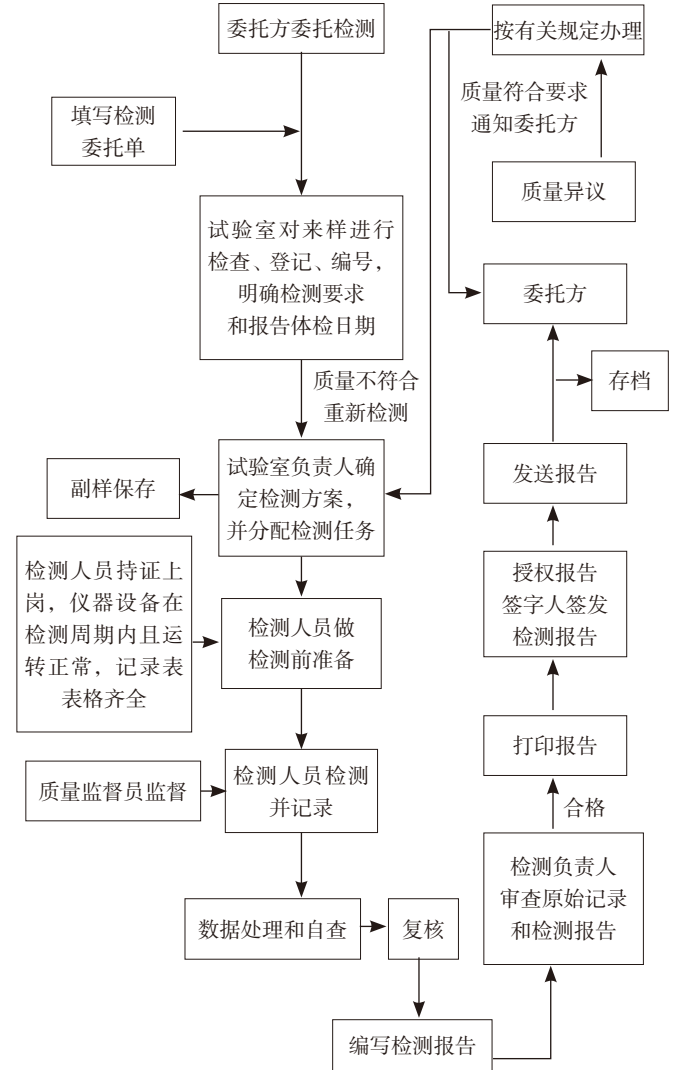


图1 试验检测流程

Fig.1 Test and detection process

4.2 加强对原材料的管理

在水泥混凝土原材料的采购阶段，采购人员应仔细审查供应商的资质和信誉，确保其具备合法的生产资质和良好的生产记录。同时，要对原材料的质量进行全面检测，包括水泥、骨料、外加剂等。水泥混凝土原材料进场后，需要进行严格的验收和登记工作。验收人员应根据相关标准和规范，对每批原材料进行抽样检测。对于不合格的原材料，必须及时予以退货或报废处理，以防止不合格原材料进入生产环节^[9]。最后，在水泥混凝土原材料的堆放管理方面，需要合理规划堆放区域，并按照要求对原材料进行分类、标识和堆放。不同类型的原材料应分开存放，避免混淆和交叉污染。

4.3 优化水泥混凝土配合比

在优化水泥混凝土配合比的过程中，首先，水泥混凝土的

配合比设计需要考虑各种原材料的使用强度和品质。水泥作为水泥混凝土的主要胶凝材料，其品质直接影响混凝土的强度和耐久性。因此，在配合比设计中，需要选择适当品种和合格的水泥，确保其化学成分符合要求，并具有良好的水化活性和强度发展潜力。同时，骨料作为混凝土的主要骨料，其强度和品质也对混凝土的性能起着重要作用。因此，在配合比设计中，需要选择质量良好、颗粒形状良好、强度高的骨料，并合理确定其用量和级配，如表 2。其次，砂的使用比例直接影响混凝土的流动性、工作性和强度特性。过多或过少的砂比都可能导致混凝土性能的下降。合适的砂率可以有效地填充骨料间的空隙，改善混凝土的工作性和流动性，同时确保混凝土的强度和耐久性。因此，在配合比设计中，需要根据具体工程要求和原材料性能，合理确定砂率，以实现混凝土性能的最佳组合。同时，也要考虑外加剂的用量和参配比例，因为它直接影响混凝土的流动性和强度。

表 2 材料称重允许误差范围
Table 2 Allowable error range of material weighing

序号	材料种类	允许误差范围
1	粗、细骨料	±3%
2	水泥	±2%
3	水外加剂	±2%

4.4 采用高效的人才培训机制

试验室要建立健全的人才培训制度和机制，制定详细的培训计划和方案。每个月应派专人对规范进行查新工作，对新出的规程规范进行组织学习工作，确保每名检测人员清晰培训内容和目标，比如混凝土配合比试验可通过问答、计算、实操等方法进行培训结果验收，通过混凝土配合比试拌比例的调整、强度的检测、最佳配合比的选定可以看出检测人员的综合能力。其次，要注重培训方法和手段的创新，采用多种形式和途径进行培训，如现场指导、技术交流、培训讲座等，增强培训效果和实效。

4.5 优化检测环境

混凝土试验检测工作对环境温度尤其严格，检测人员必须严格遵守检测规范规定的环境，选择适宜的检测场所和稳定的温湿度控制设备，确保检测条件的安全、稳定和可靠。同时也要加强对检测设备的维护和管理，定期进行设备检修和维护，确保设备的正常运行和准确性。在试验过程中要加强对检测过程的监控和评估，可通过参加各省监督部门或质量协会组织的能力认证或者三家试验室进行比对试验，并对检测结果进行分析，及时发现和纠正存在的问题，确保检测工作的准确性和可靠性^[10]。

5 结束语

水泥混凝土原材料的试验检测及质量控制在公路工程中具有重要意义。通过加强对原材料的检测和控制，可以有效提高工程质量、降低成本，并确保公路工程的长期稳定性和安全性。本文通过对水泥混凝土原材料检测内容分析，发现当前存在的一些问题和挑战，如取样不合理、检测过程不规范等，并采取了质量控制措施加以解决。因此，我们应该继续努力，不断改进水泥混凝土原材料的质量控制工作，为公路工程的发展贡献更大的力量，实现交通运输事业的可持续发展。

参考文献

- [1] 白鹤博.城市轨道交通智能维保解决方案分析[J].科学与信息化,2021,(07):136,138.
- [2] JGJ 63-2006 混凝土用水标准[S].北京:中华人民共和国建设部,2006:3,7
- [3] 胡楠.公路工程水泥试验检测中常见细节问题分析[J].新疆有色金属,2022,45(04):43-44.
- [4] 路燕青.城市轨道交通车辆智能化维保探析[J].汽车博览,2021,(08):144.
- [5] 宋鑫.公路工程水泥混凝土原材料的试验检测方法[J].江苏建材,2023,(05):30-31.
- [6] 张晓婷.高性能混凝土施工技术在公路工程中的应用[J].交通世界,2022,(01):207-208.
- [7] 王丽萍.公路水泥混凝土原材料的试验检测及质量控制[J].交通世界,2023,(08):100-102,105.
- [8] 黄光祥.公路工程水泥混凝土原材料的试验检测及质量控制[J].低碳世界,2023,13,(07):163-165.
- [9] 门林.公路工程水泥混凝土原材料的试验检测方法[J].设备管理与维修,2021,(06):151-152.
- [10] 王娜.公路工程水泥混凝土原材料的试验检测方法[J].数字化用户,2024,(28):169-170.

作者简介



张慧娟，中级工程师，研究方向：公路工程试验检测。