

公路工程材料性能检测方法及评价标准

杨帅帅

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830011

摘要: 公路工程作为交通运输的关键基础设施,其质量直接关系到行车安全与道路使用寿命。本文聚焦公路工程材料性能,强调检测工作对保障工程质量的重要性。系统阐述水泥、沥青、钢材、集料等主要材料的性能检测方法,例如水泥强度、沥青针入度等指标的检测流程。同时,全面梳理各类材料的性能评价标准,包括水泥安定性、钢材力学性能等标准。还对未来发展趋势进行探讨,涵盖智能化与自动化检测技术的广泛应用、数据信息化与共享化及综合评价体系的构建,为公路工程材料性能研究提供理论支撑与实践指导。

关键词: 公路工程;材料性能;检测方法;评价标准

引言:公路工程材料性能直接关乎公路的质量与使用寿命。随着交通事业的蓬勃发展,对公路工程的质量要求日益提高,准确检测和科学评价材料性能显得尤为关键。合适的检测方法能精准获取材料性能数据,合理的评价标准可判定材料是否符合工程需求。深入研究公路工程材料性能检测方法及评价标准,对保障公路工程质量、降低工程成本、推动行业技术进步具有重要意义。

1 公路工程材料性能检测的重要性

公路工程作为交通运输体系的关键组成部分,其质量优劣直接关乎公众出行安全与社会经济发展。在公路工程建设中,材料性能检测发挥着不可替代的重要作用。(1)材料性能检测是保障公路工程质量的基础。公路建设涉及多种材料,如水泥、沥青、钢材、集料等,这些材料的性能直接影响公路的强度、耐久性、稳定性等指标。通过严格检测,确保材料各项性能符合设计要求,才能保证公路在长期使用过程中承受车辆荷载和自然环境侵蚀,维持良好的使用状态。(2)检测能有效降低安全隐患。不合格的材料可能导致公路路面过早出现裂缝、坑槽,桥梁结构强度不足等问题,严重威胁行车安全。准确的材料性能检测能够提前发现潜在风险,及时采取措施更换或改进材料,避免因材料问题引发的安全事故。(3)检测有助于节约成本。尽管检测工作需要投入一定的人力、物力和时间,但相较于因材料质量问题导致的工程返工、维修成本,其花费微不足道。通过检测选择合适材料,可延长公路使用寿命,减少后期维护费用,实现经济效益最大化^[1]。

2 公路工程主要材料性能检测方法

2.1 水泥性能检测

水泥作为公路工程中不可或缺的胶凝材料,其性能直接影响工程质量。水泥性能检测主要包括以下几个关

键方面。首先是强度检测,通过制作水泥胶砂试件,在标准养护条件下养护至规定龄期,利用压力试验机测定其抗压和抗折强度,以此判断水泥强度是否达标。凝结时间检测同样重要,使用维卡仪测定水泥净浆从加水搅拌到开始失去塑性所需的初凝时间,以及完全失去塑性并开始产生强度的终凝时间,确保其在施工过程中有合适的操作时间。

2.2 沥青性能检测

针入度是沥青的重要指标之一,使用针入度仪,在规定温度、时间和荷重条件下,测定标准针垂直贯入沥青试样的深度,反映沥青的软硬程度,不同用途的沥青对针入度有不同要求。软化点检测利用环球法,将沥青试样装入规定尺寸的铜环中,放置在加热介质中,测定沥青受热软化下坠至规定距离时的温度,体现沥青的耐热性能。延度检测是将沥青制成8字形标准试件,在规定温度和拉伸速度下进行拉伸,测量试件拉断时的伸长长度,衡量沥青的塑性和抗变形能力。

2.3 钢材性能检测

公路工程中钢材常用于桥梁、防护栏等结构,其性能检测关乎工程结构安全。力学性能检测是重点,拉伸试验通过拉伸试验机测定钢材的屈服强度、抗拉强度和伸长率,屈服强度反映钢材开始产生明显塑性变形时的应力,抗拉强度体现钢材抵抗破坏的最大能力,伸长率则表示钢材的塑性变形能力。弯曲试验将钢材按规定弯曲角度和弯心直径进行弯曲,检查其弯曲部位是否出现裂纹、起层等缺陷,评估钢材的冷弯性能。冲击试验则测定钢材在冲击载荷下的冲击吸收功,衡量钢材抵抗冲击破坏的能力。

2.4 集料性能检测

集料是公路工程主要材料,性能检测关乎工程质

量。级配检测用筛分法，让集料过不同孔径筛，测筛余量算筛余，判断颗粒分布是否符合要求，合适级配能形成紧密骨架，提升混合料性能。含泥量检测用水洗法，冲洗集料，收集泥土烘干称重计算，含泥量过高会削弱集料与水泥、沥青的粘结力。压碎值检测把集料装模，在压力机施压，测定被压碎颗粒占比，反映集料抗压能力，是评估强度的关键指标^[2]。

3 公路工程材料性能评价标准

3.1 水泥性能评价标准

3.1.1 强度

水泥强度依据不同龄期的抗压与抗折强度来评定。普通硅酸盐水泥常见强度等级有42.5、52.5等，对应规定龄期（3天、28天），其抗压强度需达到相应标准数值，如42.5等级水泥，3天抗压强度不低于17.0MPa，28天不低于42.5MPa；抗折强度3天不低于3.5MPa，28天不低于6.5MPa。强度达标，水泥才能为公路工程提供足够的粘结与承载能力，若强度不足，会导致路面、桥梁等结构的强度和耐久性下降。

3.1.2 凝结时间

水泥的初凝时间不得早于45分钟，终凝时间不得迟于600分钟（对于硅酸盐水泥终凝时间不得迟于390分钟）。初凝时间过短，施工时可能来不及搅拌、运输和浇筑；终凝时间过长，则会影响工程进度和下一道工序开展。适宜的凝结时间能保证水泥在施工过程中有良好的工作性，同时确保水泥制品或结构及时硬化，满足工程建设的时间要求。

3.1.3 安定性

安定性必须合格。通过煮沸法检验，煮沸后水泥试件无裂缝、弯曲等外观异常，体积变化均匀，表明水泥中游离氧化钙等成分在合理范围，安定性良好。若安定性不合格，水泥硬化后会因内部体积膨胀不均而产生裂缝、疏松甚至崩溃，严重威胁公路工程结构安全，所以安定性是水泥使用的关键前提。

3.1.4 细度

硅酸盐水泥细度以比表面积表示，应不低于300m²/kg、且不高于400m²/kg。普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥的细度以45μm方孔筛筛余表示，应不低于5%。较细的水泥颗粒水化反应快，早期强度发展好，但过细则会导致水泥需水量增加、干缩性增大；较粗的水泥颗粒早期强度低，不过后期强度有增长潜力。

3.2 沥青性能评价标准

3.2.1 针入度

针入度反映沥青的软硬程度，是衡量沥青稠度的关键指标。以25℃、100g荷重、5s贯入时间为标准试验条件，不同类型公路工程对沥青针入度要求不同。用于高等级公路的重交通道路石油沥青，其针入度一般在60-80（0.1mm）之间。针入度值较小，沥青偏硬，低温下抗开裂性能可能不足；针入度过大，沥青偏软，高温下易出现车辙等病害。合适的针入度能保证沥青在不同温度条件下，满足公路路面的使用性能要求。

3.2.2 软化点

软化点是沥青由固态转变为具有一定流动性的膏体时的温度，表征沥青的耐热性能。通常采用环球法测定，对于普通道路沥青，软化点一般要求在45-55℃。软化点过低，在夏季高温时，沥青易软化流淌，致使路面泛油、拥包；软化点过高，沥青在低温时柔韧性变差，易脆裂。因此，符合标准的软化点能确保沥青在高温环境下维持路面结构稳定，保证公路的正常使用。

3.2.3 延度

延度用于衡量沥青的塑性和抗变形能力。以规定温度（一般为15℃或25℃）和拉伸速度（5cm/min）拉伸沥青试件，直至拉断时的伸长长度即为延度。道路沥青延度要求一般不小于100cm。延度越大，沥青的塑性越好，在受到车辆荷载反复作用或温度变化引起的伸缩变形时，能更好地适应，避免路面出现裂缝。足够的延度是保证沥青路面耐久性和使用性能的重要指标。

3.3 钢材性能评价标准

3.3.1 热轧光圆钢筋

热轧光圆钢筋在公路工程中常用于一般混凝土结构的配筋。其性能评价遵循《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》(GB/T 1499.1)。在化学成分上，碳、硅、锰等元素含量有明确限制，确保钢筋性能稳定。力学性能方面，以HPB300为例，屈服强度标准值不小于300MPa，抗拉强度标准值不小于420MPa，断后伸长率不小于25%。工艺性能要求也很严格，进行弯曲试验时，弯芯直径与钢筋公称直径相等，弯曲180°后，钢筋受弯部位表面不得出现裂纹，以此保证钢筋在加工过程中的可靠性。

3.3.2 热轧带肋钢筋

热轧带肋钢筋凭借出色的握裹力，广泛用于公路桥梁、道路基础等关键部位。依据《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》(GB/T 1499.2)评价其性能。力学性能是关键，像HRB400钢筋，屈服强度标准值为400MPa，抗拉强度标准值为540MPa。对于有抗震要求的HRB400E钢筋，额外规定抗拉强度实测值与屈服强

度实测值的比值不小于 1.25, 屈服强度实测值与标准值的比值不大于 1.3, 最大拉力下总伸长率实测值不小于 9%。外观上, 钢筋表面不允许存在裂纹、结疤和折叠等影响使用的缺陷。

3.4 集料性能评价标准

3.4.1 级配

集料级配是指不同粒径集料的分布比例, 它对公路工程质量起着举足轻重的作用。优质的级配能使集料相互填充, 形成紧密稳定的结构。评价时, 依据筛分试验结果, 将集料通过一系列不同孔径的标准筛, 计算各筛上的筛余量、分计筛余和累计筛余。对于不同用途的公路工程, 有着相应的级配范围要求。若级配不合理, 集料间的空隙率增大, 会导致水泥用量增加, 还可能使混凝土出现离析现象, 影响路面的整体质量和使用寿命; 对于沥青混合料, 合适的级配能保证沥青与集料良好的粘结, 提高路面的抗滑性、稳定性和抗疲劳性能。

3.4.2 含泥量

含泥量是衡量集料中泥土杂质含量的重要指标。采用水洗法测定, 将集料用清水冲洗, 收集冲洗液中的泥土, 烘干称重后计算含泥量。在公路工程中, 对集料含泥量有着严格限制。一般来说, 用于高等级公路路面的粗集料, 含泥量不得超过 1%, 细集料含泥量不得超过 3%。含泥量过高, 泥土会包裹在集料表面, 降低集料与水泥或沥青的粘结力, 削弱混合料的整体强度。在水泥混凝土中, 可能导致混凝土的耐久性下降, 易出现裂缝、剥落等病害; 在沥青混合料中, 会使沥青膜与集料的粘附性变差, 在车辆荷载和雨水冲刷作用下, 沥青容易从集料表面剥离, 进而引发路面坑槽、松散等问题, 严重影响公路的使用性能和使用寿命^[3]。

4 公路工程材料性能检测与评价的发展趋势

4.1 智能化与自动化检测技术的广泛应用

随着科技的飞速发展, 智能传感技术、自动化控制技术以及人工智能技术在公路工程材料性能检测领域的应用愈发深入。智能传感器能够实时、精准地采集材料的各种物理和力学性能数据, 如温度、应力、应变、湿度等。在沥青路面施工过程中, 通过在摊铺机和压路机上安装智能传感器, 可实时监测沥青混合料的摊铺温度、压实度等关键参数, 并依据预设的标准和模型自动调整施工设备的运行参数, 确保路面施工质量的稳定性和一致性。同时, 自动化检测设备的不断涌现, 如全自动混凝土强度检测设备、智能化沥青含量测定仪等, 大

幅减少了人工操作环节, 不仅提高了检测效率, 还降低了人为因素对检测结果的影响, 使得检测数据更加准确可靠。

4.2 数据信息化与共享化

在大数据时代, 公路工程材料性能检测数据的信息化管理和共享变得至关重要。通过建立检测数据管理系统, 可将大量的检测数据进行数字化存储、分类整理和分析挖掘, 实现数据的高效利用。同时, 借助互联网技术, 实现检测数据在不同部门、不同项目之间的共享, 促进信息交流与协同工作。例如, 建设单位、施工单位和检测机构之间可实时共享材料检测数据, 各方能够及时了解工程材料的性能状况, 便于做出科学决策。此外, 对历史检测数据的分析还能为新材料研发、施工工艺改进以及工程质量追溯提供有力支持, 推动公路工程行业的整体发展。

4.3 综合评价体系的完善

传统的公路工程材料性能评价往往侧重于单一指标或某几个方面的性能。而如今, 随着对公路工程质量要求的不断提高, 综合评价体系的完善成为必然趋势。综合评价体系将考虑材料的多种性能指标, 如力学性能、物理性能、化学性能等, 同时结合材料在实际工程中的应用效果、环境影响等因素, 对材料性能进行全面、系统的评价。通过建立科学合理的综合评价模型, 运用层次分析法、模糊综合评价法等方法, 能够更准确地评估材料的适用性和质量水平, 为公路工程材料的选择和应用提供更科学的依据, 促进公路工程建设质量的整体提升^[4]。

结束语

公路工程材料性能检测方法与评价标准, 是公路建设品质的有力保障。精准的检测方法让材料性能得以清晰呈现, 科学的评价标准则为材料的选用和质量把控提供了依据。智能化、无损检测技术的兴起, 以及综合评价体系的完善, 正推动着公路工程材料检测迈向新高度。

参考文献

- [1]徐磊.试论路桥工程试验检测的现状与提高检测质量的措施[J].中国住宅设施,2021(9):43-44,58.
- [2]刘涛.高速公路工程高性能混凝土试验检测相关问题思考[J].运输经理世界,2023(03):152-154.
- [3]王建伟.高性能混凝土在桥梁施工中的性能评价与应用[J].建筑材料学报,2022(4):120-125.
- [4]刘海燕.改性沥青混合料的路用性能与长期耐久性研究[J].交通运输工程学报,2022(2):78-84.