

市政工程施工中水稳基层施工技术研究

康尊琦

沧州市市政工程股份有限公司 河北 沧州 061000

摘要: 本文围绕市政工程水稳基层施工技术展开研究, 阐述其概念特性、技术原理及在市政工程中的应用价值。详细解析施工流程, 包括准备、拌和运输、摊铺碾压与养护环节, 提出原材料、配合比、施工过程的质量控制要点, 分析常见问题并给出针对性解决措施, 为市政工程水稳基层施工提供理论与实践参考。

关键词: 市政工程; 水稳基层; 施工技术; 质量控制; 应对策略

引言: 随着市政工程建设规模扩大, 对道路基层质量要求不断提高。水稳基层凭借高强度、高稳定性等优势, 成为市政道路基层常用结构。深入研究其施工技术, 解决施工中的质量问题, 对提升市政工程建设质量、保障城市交通运行具有重要意义。

1 水稳基层施工技术基础理论

1.1 水稳基层概念与特性

水稳基层是以水泥作为结合料, 与集料、水按照特定比例混合, 经搅拌、摊铺、碾压等工序形成的路面基层结构。其中, 水泥作为关键胶凝材料, 在与水发生水化反应后, 产生具有胶结作用的物质; 集料则构成基层骨架, 常见的集料包括级配碎石、砂砾等, 其颗粒大小与级配情况直接影响基层密实度; 水参与水泥水化反应, 确保混合料具备适宜的工作性能。水稳基层具备高强度特性, 在硬化成型后, 能够承受较大的车辆荷载压力, 不易出现变形破坏。这种高强度源于水泥水化产物对集料颗粒的有效胶结, 将集料紧密连接成一个整体。高稳定性体现在其受环境因素影响较小, 无论是高温酷暑还是低温严寒, 水稳基层的物理力学性能波动幅度有限, 能够保持结构稳定^[1]。良好整体性使得水稳基层在受力时, 可将荷载均匀分散传递, 避免局部应力集中, 有效减少裂缝、坑洼等病害产生, 为路面面层提供坚实稳定支撑。

1.2 技术原理

水泥水化反应是水稳基层强度形成的核心机制。水泥遇水后, 其矿物成分与水发生一系列复杂化学反应, 生成水化硅酸钙、水化铝酸钙等凝胶状物质。这些凝胶物质逐渐包裹集料颗粒, 并在颗粒间形成连接桥, 随着反应持续进行, 凝胶不断增多、硬化, 使混合料逐渐失去可塑性, 强度不断增长。集料级配直接影响水稳基层密实度与稳定性。合理级配的集料, 大小颗粒相互填充, 能够形成紧密的骨架结构, 减少空隙率, 提高基层

承载能力。若集料级配不佳, 空隙过大或过小, 都会影响基层性能。水泥用量对基层性能影响显著, 适量水泥可保证足够胶结强度, 但用量过高会增加基层收缩开裂风险, 造成材料浪费; 用量不足则无法有效胶结集料, 导致基层强度不达标。因此, 需精确控制集料级配与水泥用量, 使水稳基层达到最佳性能。

1.3 在市政工程中的应用价值

与其他基层材料相比, 水稳基层优势明显。相较于石灰稳定土基层, 水稳基层早期强度增长快, 更适合工期紧张的市政工程, 且水稳基层耐水性更强, 在潮湿环境下仍能保持良好性能。对比沥青稳定碎石基层, 水稳基层成本较低, 经济性突出, 同时具备良好的抗疲劳性能, 能够承受频繁交通荷载。市政工程环境复杂, 交通流量大且车辆类型多样。水稳基层凭借高强度与高稳定性, 能够适应复杂交通荷载, 有效分散车辆行驶产生的压力, 减少路面变形。其良好整体性使其在面对市政工程中常见的地下管线交叉、地质条件差异等问题时, 仍能保持结构稳定, 降低因环境因素导致的基层损坏风险, 保障市政道路长期稳定使用, 为城市交通顺畅运行提供可靠基础。

2 水稳基层施工流程详解

2.1 施工准备阶段

原材料质量直接影响水稳基层性能。水泥需选用强度等级符合设计、安定性良好且无结块的产品, 其初凝与终凝时间要满足施工时长, 避免过早凝结影响操作。集料要求质地坚硬、洁净, 级配符合设计标准, 严格控制细集料含泥量、针片状颗粒含量, 防止杂质降低基层强度。施工前全面检验原材料, 从水泥强度、凝结时间检测, 到集料颗粒分析、压碎值试验, 确保质量达标。施工场地清理是基础工作。清除杂草、垃圾等杂物, 处理松软地基, 保证场地坚实平整。测量放样采用全站仪、水准仪, 精确测设道路中心线、边线及高程控制

桩,依图纸标记摊铺参数,为施工提供准确参照^[2]。机械选型配置依工程规模与工艺确定。拌和设备需精确计量,保证材料配比准确;运输车辆依拌和能力、运距配置,确保混合料及时运输。选择适配路面宽度的摊铺机保证摊铺质量,配备不同吨位压路机满足各压实阶段需求。人员组织明确材料检验、机械操作等岗位分工,协同保障施工有序开展。

2.2 混合料拌和与运输

拌和工艺参数控制是关键。严格按照设计配合比设定材料计量系统,控制水泥、集料、水的用量精度。调整拌和设备搅拌叶片转速、搅拌时间,确保混合料均匀一致,避免出现花白料、离析现象。设备操作过程中,定期检查计量装置准确性,观察搅拌情况,发现异常及时调整。运输过程采取措施保持混合料性能稳定。运输车辆车厢需清洁、干燥,防止混合料与车厢粘连或受污染。在车厢顶部覆盖帆布或棉被,减少水分蒸发与热量散失,避免混合料在运输途中失水变干或温度降低影响施工和易性。控制运输时间,避免因时间过长导致水泥初凝,影响摊铺与碾压效果。合理规划运输路线,减少颠簸,防止混合料发生离析。

2.3 摊铺与碾压作业

摊铺机摊铺时保持匀速前进,速度稳定在合适范围,避免忽快忽慢造成摊铺厚度不均。通过安装在摊铺机上的找平装置与高程控制桩配合,精确控制摊铺厚度与平整度。摊铺过程中安排专人检查,及时处理局部不平整或离析区域。碾压作业遵循先轻后重、先慢后快原则。初压采用轻型压路机静压,稳定混合料结构,碾压速度较慢,使混合料初步密实。复压使用振动压路机,利用振动作用提高压实度,根据基层厚度与材料特性控制振动频率与振幅,碾压遍数依据压实度检测结果确定。终压采用胶轮压路机消除轮迹,使表面平整光滑。施工接缝处理关乎基层整体性。横缝处理时,在已压实末端垂直设置挡板,下次摊铺前拆除挡板,清理松散混合料,新料与旧料充分搭接,保证接缝处压实度。纵缝处理尽量避免,若无法避免,采用搭接摊铺方式,搭接宽度符合规范要求,碾压时重点碾压接缝区域,确保连接紧密。

2.4 养护与成品保护

养护方式依据环境条件选择。在干燥气候下,采用洒水养护,保持基层表面湿润,洒水频率根据天气情况调整;或覆盖土工布、塑料薄膜等材料,减少水分蒸发。养护周期根据水泥类型与强度增长情况确定,一般不少于规定天数,确保基层强度充分发展。养护期间严

格进行交通管制,设置警示标志,禁止车辆通行,防止车辆碾压破坏基层结构。若因特殊情况需通行小型车辆,需在基层表面铺设木板等保护材料,避免车辆轮胎对基层造成损伤。防止施工机械、物料在养护期间随意堆放于基层表面,保护基层不受外力破坏,保证养护效果。

3 水稳基层施工质量控制要点

3.1 原材料质量管控

水泥作为水稳基层关键胶凝材料,其品种、强度等级与凝结时间直接影响基层质量。应选用符合标准的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥,强度等级需与设计要求匹配,过高或过低的强度等级都会对基层性能产生不利影响。凝结时间方面,初凝时间不得过短,确保混合料在搅拌、运输、摊铺过程中有足够操作时间;终凝时间也需满足施工进度与强度增长需求,防止因凝结时间不当导致基层强度不足或施工中中断^[3]。集料质量同样重要,其颗粒级配需严格符合设计规范。合理的级配使大小颗粒相互填充,形成紧密骨架结构,提升基层密实度与承载能力。若级配不良,空隙率过大易导致基层强度降低,过小则影响混合料和易性与压实效果。含泥量是集料质量控制关键指标,过多泥土会削弱水泥与集料间粘结力,降低基层强度与耐久性,必须将其控制在标准范围内。集料的压碎值、针片状颗粒含量等指标也需严格检测,保证集料质地坚硬、形状规则,为基层质量奠定基础。

3.2 配合比设计优化

水泥剂量对水稳基层强度影响显著。适量增加水泥剂量可提高基层强度,因水泥水化产物增多,对集料的胶结作用增强。但水泥剂量过高会增加基层收缩开裂风险,造成材料浪费、成本上升。需通过试验确定合适水泥剂量,在满足强度要求前提下,尽量降低水泥用量,实现质量与成本的平衡。最佳含水量与最大干密度是配合比设计核心参数。最佳含水量状态下,混合料能达到最佳压实效果,此时水泥水化充分,集料间摩擦力减小,便于压实成型。确定最佳含水量需进行击实试验,通过对不同含水量混合料进行击实,绘制含水量-干密度曲线,曲线峰值对应的含水量即为最佳含水量。最大干密度是衡量基层压实程度的重要指标,在最佳含水量条件下,经充分压实得到的干密度即为最大干密度。施工中需严格控制含水量接近最佳值,确保压实后基层干密度达到或接近最大干密度,保证基层强度与稳定性。

3.3 施工过程质量把控

拌和环节是保证混合料质量的关键。需确保材料计

量准确,严格按配合比控制水泥、集料、水的用量。需控制拌和时间与设备转速,保证混合料均匀一致,无花白料、离析现象。含水量控制至关重要,含水量过高,碾压时易出现弹簧现象,基层成型后强度降低;含水量过低,混合料难以压实,影响密实度与强度。需实时监测含水量,根据天气、集料含水量变化及时调整加水量。摊铺过程中,平整度、高程与横坡控制影响基层外观与使用性能。通过摊铺机找平装置与高程控制桩配合,精确控制摊铺厚度与平整度。摊铺速度保持均匀,避免因速度变化导致摊铺厚度不均。施工中安排专人检查,及时处理局部不平整区域。高程与横坡控制需符合设计要求,确保基层排水顺畅,避免积水影响使用寿命。碾压密实度是衡量水稳基层质量的关键指标。采用灌砂法、环刀法等检测方法,在碾压完成后及时对基层进行密实度检测。检测点按规范要求布置,覆盖整个施工区域。达标准依据设计与规范确定,只有密实度达到或超过规定值,才能保证基层强度与稳定性,满足市政工程使用要求。对密实度不达标的区域,需分析原因,采取补压或返工等措施,直至达到合格标准。

4 水稳基层施工常见问题与应对策略

4.1 常见质量问题

在市政工程水稳基层施工过程中,常常会出现一些影响工程质量的常见问题。其中,基层裂缝是最为普遍且影响较大的质量缺陷之一。裂缝的产生主要源于干缩和温缩两个方面。干缩裂缝是由于混合料中的水分蒸发过快,导致材料体积收缩而形成;温缩裂缝则是在温度变化较大时,材料因热胀冷缩产生应力集中,进而引发开裂。这类裂缝不仅会影响结构的整体性,还可能引发后续路面结构的反射裂缝,降低道路使用寿命^[4]。除此之外,平整度不达标也是施工中较为常见的问题。摊铺过程中若操作不当或机械设备调整不到位,容易造成表面高低不平,影响后续面层施工的质量。压实度不足同样不容忽视,如果碾压工艺不合理、含水量控制不当或碾压遍数不够,都会导致基层密实度达不到设计要求,从而影响整体承载能力和稳定性。这些问题如未及时发现和处理,将对整个市政工程的使用性能和耐久性造成不利影响。

4.2 针对性解决措施

针对基层裂缝问题,应从材料配比和施工工艺两个方面入手进行预防和治理。在材料选择上,应合理控制水泥用量,避免过高导致收缩增大;同时优化集料级配,提高混合料的密实度和抗裂性能。在施工环节,应严格控制混合料的含水量,确保其处于最佳范围,避免因水分蒸发过快而加剧干缩现象。此外,可在混合料中掺入适量的纤维材料,以增强其抗裂能力。施工完成后,应及时覆盖保湿养护,减小温度变化带来的应力影响,有效减少裂缝的发生。对于平整度不达标的问题,应在摊铺阶段加强施工控制。采用自动找平装置的摊铺机械有助于提升摊铺精度,施工人员应根据测量放样结果准确调整摊铺厚度与高程。在摊铺过程中保持连续、均匀作业,避免中途停顿造成的接缝不平。碾压前应进行初步整平,消除局部凸起或凹陷,确保基层表面平整顺滑。提升压实度的关键在于科学安排碾压顺序与控制含水量。应按照“先轻后重、先慢后快、先边后中”的原则进行分段碾压,确保每一段落达到规定的压实标准。在混合料含水量接近最佳含水量时进行碾压效果最佳,需在现场实时监测并适时调整。对于已出现压实不足的区域,可采取补压或返工处理,确保整体压实质量满足设计要求。

结束语

水稳基层施工技术是确保市政道路工程质量的关键环节。通过优化材料配比、规范工艺流程、强化质量控制,可显著提升基层强度与耐久性。未来应进一步研究新型材料应用与智能化施工技术,持续改进水稳基层施工工艺。建议加强施工人员技术培训,完善质量监管体系,推动水稳基层施工技术标准化发展,为城市道路建设提供更可靠的技术支撑。

参考文献

- [1] 陕志强. 市政工程施工中水稳基层施工技术研究[J]. 建筑·建材·装饰, 2025(3): 100-102.
- [2] 武吉宝. 市政道路工程中的水泥稳定碎石基层施工技术[J]. 建材发展导向, 2024, 22(11): 13-15.
- [3] 刘臻臻. 水泥稳定碎石基层施工技术在市政道路施工中运用研究[J]. 建材与装饰, 2023, 19(14): 129-131.
- [4] 周光元. 市政道路工程中水稳层施工关键技术研究[J]. 中州建设, 2024(4): 48-49.