

# 道路工程水泥稳定碎石基层高质量施工技术分析

文 / 林楚滨 深圳市深勘建设工程有限公司

**摘要:**在现代道路工程广泛建设的过程中,为尽可能提升道路稳定性与承载性能,更好适配不断增长的交通荷载量需求,提出运用全新的水泥稳定碎石基层结构,其施工质量将对路面整体耐久性、结构强度、服务水平等起到直接影响作用。基于此,本文以深圳某道路改造工程为例对水泥稳定碎石基层施工工艺流程进行详细阐述,并提出了加强施工材料管控、重点工序跟踪监督、完善成品养护措施等具体的保障性举措,旨在为相关人员提供参考。

**关键词:**水泥稳定碎石基层; 高质量施工; 养护措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.24.050

## 引言

随着城市化进程不断加快,市政道路成了影响市民出行便利性、关乎城市经济与交通流畅度的重要存在。在现代道路交通建设快速发展进程中,水泥稳定碎石基层凭借其高强度、良好稳定性等特征成了各类交通建设中广泛应用的技术类型,有助于提升道路整体的使用寿命与质量。

### 一、项目概况

以深圳某工程为例,该项目位于深圳市宝安区,为提升道路品质,对其展开必要的改造建设。该道路改造项目为城市主干道,设计时速为60km/h,全程约为2.3km长,红线净宽度约为50m,由于原路面结构已经出现了不同程度的车辙、网裂等病害问题,本次改造工程选择将道路基层铣刨去除,随后在上层建设两层式水泥稳定碎石基层。按照上面层与下面层两部分进行设计,下面层为20cm厚度的水泥稳定碎石,水泥添加量控制在4.5%左右,上面层则设计为18cm的水泥稳定碎石层,水泥添加量控制在5%左右<sup>[1]</sup>。

该工程整个周期约为90d,施工期处于夏季6-8月,环境温度较高,且在午后多突发性降雨,空气相对湿度可达到80%以上,雨水侵袭且高温后水蒸发速度较快,导致水泥稳定碎石混合料的含水率控制以及成型后养护面临着一定的挑战。并且该工程场地原为滩涂,地下水水位平均埋深约为1.0-1.5m,水位较高,地质为淤泥质粘土,承载力较差,对于路基结构的均匀性以及稳定性等均提出了较高的要求。同时该工程当前位于城市核心区域,周边住宅、商业建筑等较为密集,交通疏导压力较大,因此要求施工速度快,控制施工周期并对现场噪音以及扬尘等进行严格管控。

### 二、水泥稳定碎石基层施工工艺流程

#### (一) 施工准备

作为保障后续施工环节顺利推进的重要基础,在本次项目中的施工准备阶段重点对材料、机械设备及现场作业条件进行了全面核查与优化配置。首先对下承层进行彻底清理与验收,保证表面平整、坚实且无松散颗

粒。验收路基时,由施工人员使用贝克曼梁法对路基顶面部分进行弯沉检测,共计设置120个检测点,最大弯沉值 $\leq 100$ ,约为0.01mm,验收证明路基合格率达到100%。随后使用3m直尺对路面平整度进行检查,间隙 $\leq 10$ mm,压实度 $\geq 95\%$ ,路基各项指标均符合设计标准。

水泥采用初凝时间不小于3小时的缓凝型P·O 42.5水泥,碎石级配严格控制在规范要求范围内,含泥量不大于1.5%。施工前完成混合料配合比设计并经监理审批,确保满足7天无侧限抗压强度不低于3.5MPa的技术要求<sup>[2]</sup>。同时,配置完整的设备,包括稳定土拌合站确保连续供料、2台摊铺机进行梯队摊铺作业、2台30T双钢轮压路机、3台30T单钢轮振动压路机与2台16T胶轮压路机。正式开展施工作业前,全体施工人员均要在要求期限内完成相关的技术交底工作,充分了解深圳地区的特殊气候对工程造成的影响以及质量通病防治措施,随后则可准备施工作业。

#### (二) 测量试验

作为实现精准施工并对施工质量加以控制的重要基础,在本次工程中施工人员选择高精度GPS装置与全站仪在施工现场展开测量放样。按照每10m一个断面恢复中、边桩并设置引导桩的方式,对摊铺层的高程、厚度以及横坡等进行精确控制。为对摊铺厚度加以控制,本次工程采用钢丝绳引导法的方式作为高程基准线。经过试验室根据目标配合比完成设计之后,选择在拌合站根据设计配合比展开试样制备与调整。

本次工程共计选择4种类型的碎石作为集料,包括19-31.5mm粒径的大石、9.5-19mm粒径的中石、4.75-9.5mm的小石以及0-4.75mm的石屑,比例按照30:25:20:25的标准加以设置。选用P·O42.5级普通硅酸盐水泥,确保在180min内完成初凝,并在360min内完成终凝,这样可支撑混合料的长距离运输以及摊铺作业需求。

#### (三) 分级备料

本次工程中所有选择的集料均来源于深圳市住建局备案的合格材料,并且在进场前对集料展开集中质量检验,确认质量符合标准之后,按照不同规格进行分仓堆放。

使用钢结构大棚全覆盖的料仓储存材料，这是为了在深圳多雨的情况下防止雨水浸泡，避免细集料流失，同时也能够对现场扬尘起到一定的抑制作用，充分满足环保要求。同时检测关键指标，每批次集料进场时均需要经过试验室系统化的筛分，并对针片含量、压碎值、含泥量等关键指标进行控制，确保针片含量不超过 15%，压碎值不超过 22%，这样能够保障集料本身强度良好<sup>[3]</sup>。

拌合作业中，选择使用 WCZ-800 型号间歇式拌合站，以精确计量系统对水泥、骨料以及水的配比进行精准设计。控制水泥含量，将误差控制在 ±0.5% 之间，动态调控含水量。本次工程经过试验确定最佳含水量约为 5.2%，但由于深圳夏季高温，大风天较多，运输距离较长，中途可能造成水分蒸发，因此在混合料出厂前，需调整含水量，不宜超过 5.7%-6.2%。拌合作业时，干拌时间不低于 5s，湿拌时间不少于 10s，总拌合时间控制在 15s 左右。充分搅拌均匀，促使水泥浆均匀覆盖在集料表面，颜色一致均匀，无明显离析现象，则能够保障基层结构强度。

#### （四）输送摊铺

由 25 辆大型自卸卡车装载混合料进行运输，装载前清理车厢并涂刷隔离剂，在装料时以“前-后-中”的移动方式进行装料，避免粒度离析。运输途中车厢上方覆盖双层篷布，避免水分蒸发的同时避免突然降雨。在摊铺机前等待料车总数约为 5 辆，从而实现连续摊铺，避免停机造成冷接缝影响整体平整度。两台摊铺机保持一前一后的梯队式连续摊铺作业，二者之间的距离控制在 5-10cm 左右，并且要求两幅摊铺层的搭接宽度为 30-50cm，保持 5-10cm 左右的高度重叠。

经过后一台摊铺机熨平板压实前一台摊铺机的摊铺边缘，从而避免单机摊铺时造成纵向离析问题。摊铺机以 1.5-2.0m/min 的速度匀速前进，确保适配拌合站 800t/h 的生产能力，单位面积内的摊铺料总量恒定。经试验段确定本次项目保持 1.25 的松铺系数，即表示在摊铺后 18cm 的松铺厚度。通过多次碾压，测量碾压后的实际摊铺厚度，确认是否在允许误差范围内，若未达到设计要求，应及时进行调整。施工中施工人员及时使用钢钎插入法对松铺厚度进行检测并调整，确保压实后的基层实际厚度符合标准。摊铺作业现场如图 1。



图 1 摊铺作业现场

#### （五）充分碾压

按照初压、复压、终压三个环节进行碾压。在混合料摊铺结束后处于高温状态时及时展开初压，施工人员驾驶 1 台 30t 双钢轮压路机静压 1 遍，速度控制为 1.5-2.0km/h，确保混合料初步获取一个平整的工作面。随后准备复压作业，施工人员驾驶 2 台单钢轮振动压路机以 2.0-2.5km/h 的速度碾压 3 遍，共计碾压 6 遍。复压以 35-50Hz 的高频率，1.0-1.2mm 的低振幅进行振动碾压，其目的是在强大冲击力下保持集料始终为稳定状态。

最后进行终压，施工人员驾驶 1 台 30t 双钢轮压路机静压 2 遍后观察路面无明显轮迹或裂纹，最后驾驶 1 台 16t 的轮胎压路机揉搓碾压 1-2 遍，确保压实度达到规定标准，能消除碾压作业中可能出现的裂缝。施工过程中严格限制在碾压路段上急刹车、随意停放车辆或掉头等现象，保持压路机水箱满水，并适量喷洒钢轮，避免粘连钢轮。碾压施工现场如图 2。



图 2 碾压施工现场

#### （六）养护处理

作为保障水泥稳定碎石强度不断提升的重要保障性措施，在施工结束后需要对水泥基层稳定碎石路面进行必要的养护处理。其核心在于通过一个恒温恒湿的条件满足道路结构的化学反应需求。在碾压结束后的 2h 内，以 400g/m<sup>2</sup> 的透水土工布覆盖在路面上方，土工布之间接缝不小于 20cm。借助洒水车，以喷雾式喷头展开高压喷水作业，避免水柱直接冲击表面。由于考虑到本次工程所处时间为深圳夏季，日均温较高，因此按照 4-6 次/日的标准进行洒水，确保 24h 全天候保持湿润，避免水分蒸发过快导致龟裂，养护时间达到 7d。养护期间封闭交通，在道路两端设置水马以及警示标志，严禁车辆与施工机械通行<sup>[4]</sup>。

#### （七）质量检验

分别对压实度、硬度与弯沉度进行质量检验。施工人员在各工序完成后，进行自检，以灌砂法检测压实度，养护前经过重型击实检测，设置 45 个检测点，平均压实度达到 98% 以上，合格率为 100%，证明本次碾压施工有效，符合水泥稳定碎石基层施工要求。经过 7d 的养护之

后,施工单位组织现场随机钻芯取样检测,要求芯样轮廓清晰、完整且密实,并清晰显示骨料颗粒。结合现场实际情况,经过芯样厚度测量可对摊铺与碾压后的控制水平加以验证。经过实验室7d无侧限抗压强度测试,证明本次施工中的上面层强度达到4MPa,下面层强度值为3.5MPa,均符合设计标准。最后则使用贝克曼梁法对路面回弹弯沉值进行检测,对基层整体承载力进行评价,确保测点弯沉值不超过0.01mm,表明该基层结构能够支撑面层并抵抗交通荷载。

### 三、保障基层施工质量的具体策略

#### (一) 加强施工材料管控

基于源头把控,强化质量过程抽检,并在进场前进行复核则能够通过强化施工材料管控为道路工程提供质量保障。通过与住建局备案的大型采石场签订战略合作,明确技术责任与违约标准,保障所获得的集料质量稳定,避免在施工期间频繁更换物料出现级配波动影响。采购时根据深圳当地气候环境特征,严格限制集料中的含泥量在1%以内,提升基层抗水损害能力,并要求针片状颗粒含量不超过15%,确保最终对集料的嵌挤形成有效的优化作用。现场检验测试施工材料质量,实验员按照每生产2000t混合料进行两次水泥含量测定与混合料级配筛分试验的标准,创建完整的检测-反馈-调整机制,确保在发现水泥含量偏差超过 $\pm 0.5\%$ 或4.75mm、0.075mm等关键筛孔的通过偏差率时,能及时通知控制室对配合比进行调整。最终混合料在出厂前的含水量始终略高于最佳含水量0.5%-1.0%,确保对运输与摊铺过程中造成的水分损失起到一定的补偿作用。创建完整台账详细记录每一批次材料的进场时间、车号、产地、数量以及质检报告等,确保出现质量问题时可全程追溯。

#### (二) 重点工序跟踪监督

针对施工中的重点工序实施定岗、定人、定责的旁站式监督管理,并将施工中的监督计划转化为现场执行活动。本次工程分别在拌合、摊铺与碾压三个环节设置重点跟踪监督工作。拌合站的质量监督员负责对混合料的制备全过程进行监督,以“手捏成团,落地即散”的标准对含水量进行检查,确认混合料色泽均匀且粗细集料无离析现象。对每车混合料的出场时间进行监督,确保从加水到碾压的总时间不超过水泥初凝时间。

随后等待进场后进行摊铺,由测量员对摊铺厚度与高程进行监督,在摊铺机前对钢丝基准线的高程进行核查校验,并在摊铺机后方按照10m一个断面的标准对松铺厚度进行检验,确保试验段具有1.25的松铺系数才能够获得良好质量。并且对本次摊铺作业时的离

析情况进行动态监控,保障摊铺机始终匀速运行并连续不间断作业,避免因速度突变导致平整度不足。在碾压施工环节配备专业的质检员,手持记录表检查记录每一台压路机的实时碾压速度、碾压遍数以及重叠宽度,并使用环保标记漆在路面上做出标记,避免漏压、过压。

#### (三) 完善成品养护措施

为保障水泥稳定碎石基层具有良好强度,结合深圳地区的气候环境,采取“防干、防水、防扰动”相结合的综合养护措施。在碾压施工结束之后,覆盖长效透水土工布,搭接宽度控制在20cm,并使用自动喷淋系统与洒水车相结合的方式洒水养护,核心高温区域每日洒水次数控制在5-6次。养护期间需做好气象防控,由专人对接气象站,及时掌握天气数据。在雨季中除了准备透水土工布之外,也准备了轻质防雨布,当预报中到大雨时,选择在土工布上覆盖防雨布,从而形成良好的防雨与保湿协同效果。并在基层顶面路肩外侧挖掘宽度为30cm,深度30cm的排水沟,连通市政排水系统及时排走雨水,避免积聚浸泡基层。

#### 结语

通过该道路工程中的实践表明,在深圳这类环境条件特殊的地区进行水泥稳定碎石基层施工,必须坚持“精细化、标准化、全过程”的管理理念。从严格的原材料控制入手,通过精准的配合比设计和拌合,依托先进的机械设备,并严格执行经过验证的摊铺与碾压工艺,最后辅以及及时、周密的养护措施,能够有效克服高温多雨、软土地基等不利影响,成功建造出高强度、高稳定性、低裂缝的高质量水泥稳定碎石基层。

#### 参考文献

- [1] 陶玉竹. 王家窑-土龙川道路建设中水泥稳定碎石技术[J]. 中国建筑金属结构, 2025, (17): 117-119.
  - [2] 陆晓杰. 道路工程水泥稳定碎石基层高质量施工技术[J]. 企业科技与发展, 2025, (07): 95-98.
  - [3] 卢信宏. 道路工程建设中水泥稳定碎石基层的高质量施工技术[J]. 企业科技与发展, 2025, (06): 114-118.
  - [4] 刘一凡. 市政道路水泥稳定碎石基层施工技术研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (18): 79-81.
  - [5] 李雯献. 市政道路水泥稳定碎石基层施工质量控制[J]. 交通建设与管理, 2025, (03): 109-111.
- 作者简介: 林楚滨, 1985年1月, 男, 汉族, 广东潮阳人, 大专, 主要从事工程项目管理工作。