

# 公路改建工程水稳基层施工技术研究

王亚威

临泉县重点工程建设服务中心

**摘要：**在公路工程施工建设过程中，需切实有效地落实相关技术要点，进而为公路工程质量提升提供必要的前提。为更加有效地发挥水泥稳定碎石基层的作用，一定要重视施工准备、施工放样、原料拌合、下层准备、运输摊铺、铺筑实验、施工碾压和养护、质量检测等环节的工作，力求控制要点，保证质量，为市政道路的高质量建设提供基础支持。本文对水稳基层施工技术进行研究，主要讲述了水稳基层的施工准备工作以及施工要点，最后提出施工质量控制措施，旨在进一步确保该工程水稳基层高质量完工。

**关键词：**公路改建工程；水稳基层；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.08.050

## 引言

现如今，公路建设质量要求不断提高，路面荷载能力要求不断提升，以保证人们安全出行。公路工程施工中水稳层施工非常关键，施工不合理会造成结构受损，因此加强水稳层施工研究非常必要。水稳层是采用胶凝材料填充骨料空隙，具有较高的抗渗度。公路工程施工中多采用单层水泥稳定碎石层施工技术，因项目路槽交验滞后压缩施工工期，按照传统分层施工，严重制约路面施工进度。项目部采用水稳两层连铺的施工工艺，为上面结构连续施工创造工作面。

### 一、水泥稳定基层施工原理

水泥稳定碎石主要包括级配碎石、胶凝材料，施工原理是将胶凝材料填补在骨料空隙中，利用摊铺、嵌挤的方式，利用碎石之间嵌挤锁结的原理将两种材料充分压实在一起。其凝结时间与强度成正比，在凝结中还会出现板体现象，提升道路的稳定性和承载力，保证道路的使用年限。大部分情况下，水泥稳定碎石基层施工中，都是利用碎石材料、灰浆材料和凝胶材料，如果施工过程中存在特殊要求或者标准，可以适当增加材料保证道路的整体性能。道路施工中的透水性基层主要是指基层施工完成后，现场空隙率一般在15%左右，透水性比较好的基层。道路基层必须要具备较好的透水性，可以在高强度作用下避免出现横向裂缝。一般情况下，市政道路使用的水泥稳定碎石基层的混合材料，要满足《公路路面基层施工技术规范》（JTJ034-2000）中的要求，如在透水性基层小于9.5mm大于4.75mm以上时，使用粗集料，4.75mm以下则使用细集料。

### 二、水稳基层施工优势

（1）施工结束后，水泥充分凝固，会产生比较突出的板块效应，这也促使工程的受力性能和强度不断提升。同时，在工程中应用了灰浆后，也在一定程度上保证了其具备优越抗渗性，加上不容易出现化学反应的固态材料，非常有效地保障了抗冻能力以及稳定性。

（2）工艺简单：该技术重点施工环节只有三部分，即搅拌、摊铺和压实环节，大部分工作能够机械化完成，节约施工时间，提升施工效率。同时，简单工艺对施工人员的专业性要求降低，降低了施工难度。（3）取材便利：该项技术所用水、水泥和粗细集料都是比较常见的材料，非常容易获得。同时，对主要材料水泥的标准要求比较低，基本上所有水泥都能够满足施工要求，而粗细集料也可以通过机械加工获得，在来源上非常广泛。（4）灵活度高：施工材料和工艺都比较简单，施工中的灵活度也比较高，能够按照施工要求、环境变化等随时进行调整，确保工程能够达到对应标准。（5）成本较低：所需材料价格比较低，工艺也不复杂，并且大部分工程都能够采用机械化完成，减少了工程的整体成本。虽然施工中需要采用一定的机械设备，但是与人工成本、材料成本相比，依然能够将成本控制在较低的范围内，这对于保证工程效益，有着非常重要的作用。

## 三、影响水稳基层施工质量的因素

### （一）级料影响

如果原材料性能质量不达标，则极易引发水热化、胀裂问题，因此需确保原材料性能与质量，科学控制水泥水热化。降低不良影响，以低水化热水泥为主，比如矿渣水泥、硅酸盐水泥。混凝土施工中，按照工程实况选择水泥品种，计算混凝土骨料水泥、粉煤灰、清水材料的用量，优化配合比实验，加强混凝土骨料密实度、强度。大体积混凝土施工需合理控制粉煤灰添加量，约为20%，同时控制水泥使用量，降低水热化反应。

### （二）温度

外部环境温度对水泥稳定碎石基层质量影响大。碎石、骨料固化，产生水化反应，将加剧内外温度差。温度持续升高，会加快基层内部反应速率。当平均温度升高10℃时，基层结构内部水化反应速率将上升70%。在秋冬季节，外部环境温度较低，能有效减缓结构内部水化反应速率。

### （三）水泥的用量标准

在施工的时候，如果水泥的用量较大，可能会造成基层产生干缩裂缝，导致基层强度大幅度下降。通常条

件下，以8天无侧限抗压强度检测以及现场试验适配的结果为准，通常而言水泥的使用量需要保证在2.9%~5%左右。如果在实际应用的过程中，水泥的使用量超过5%，然而水稳强度依然无法达到要求，就说明集料级配无法达到设计的需要，需要调整集配料。分析其具体原因，主要有以下几点：①水泥在使用的过程中量过低，没有较高的安定性；②集料级配无法达到相关标准；③如果混合料在运输的过程中时间比较长，可能会造成混合料出现初凝的情况；④碾压的次数无法达到要求，或者在操作的过程中使用的机械设备不符，吨位不达标；⑤没有及时进行保养。

#### 四、水稳基层施工技术要点

##### （一）工程概况

某公路A标段（K0+402—K9+844）设计速度为80km/h，其中K0+402—K5+350段为双向六车道，K5+350—K9+844段为双向四车道。施工总长度为17.180km，选用水泥稳定碎石基层施工。

##### （二）施工前准备

水泥稳定碎石基层施工对设备机械依赖度较高，按照标准化要求准备好洒水车、压路机、装载机，具体可选择购买或租赁的方式，同时要科学调试和养护机械设备，确保施工能顺利进行。采购时要控制设备数量，增加设备效益，降低成本支出，提高设备运行质量。合理选择原材料，确保水泥初凝、终凝时间，使满足路面施工要求。遵循工程实际，合理选择碎石材料的规格与型号。通过塑限试验、液塑试验，维护碎石材料质量。优化配合比设计，不仅要确保强度，减少水泥用量，还要控制粉料、细集料，使集料粒径达到0.085mm标准，使用量控制在4%以内。当环境温度不同时，应合理控制含水量。

##### （三）试验段施工

基层正式施工前要选取长度为200m的路段开展试验段施工，试验段的施工由监理单位全程监督，其施工方案与正式施工基本一致，试验段施工过程中采用混合料级配、含水量、水泥剂量；摊铺时的铺筑厚度、摊铺速度；碾压时的碾压遍数、碾压方式、每遍碾压后的压实度变化等参数均要详细观察并记录，试验段施工完成后其施工质量须满足规范质量验收标准，检查合格后编写《试验段总结报告》并由监理单位确认无误后，方可正式施工。

##### （四）原料拌合

（1）混合料中的水泥用量需要严格控制，水泥用量过多会造成材料强度太大，造成道路出现裂缝，用量过少则会达不到要求的土体强度。因此，在材料配比中要控制好水泥用量，做好拌合之前的抽样检测工作，

在检测结果满足国家质量要求的基础上，合理调整用量再应用于施工中。（2）拌合与配比直接关系到结构稳定性，配比中需要重点考量水泥、水的关系。拌合过程中，要合理选择设备，按照该工程的工程量，可以先准备好3~4个料斗，并且配备立式水泥贮藏罐和拌合设备，然后在现场开展摊铺施工。（3）拌合过程中需要对材料数量进行把控，保证配比的科学性，并且合理选择集料，在满足级配要求的基础上，利用筛子将大颗粒石块剔除。（4）拌合结束后要做好材料的检测工作，一般拌合物的含水量不能够超过1%~2%。（5）一旦在拌合中发现任何异常情况，要及时停止设备运行，重新对水泥剂量、含水量进行检测，并且配备至少2名技术人员做好料斗的管理工作，避免出现一些异常情况造成施工无法顺利进行，如料斗堵塞等。

##### （五）运输

混合料运输以不小于40t的大型自卸运输车为主，使用前保证车辆性能状况良好，车厢清理干净不留余土。运输车数量应满足拌和出料、摊铺数量及运输距离的要求，并稍有富余，保证连续施工的同时尽量加快运输速度。运输车装料应按照“前-后-中”的顺序，这样可以减少装料时发生离析。每个标段需设置覆盖台，选择合适的帆布或彩条布进行覆盖，并保证覆盖严密，减少运输过程中水分的散失。在卸料过程中，需将混合料分两次倒入摊铺机料斗，每次倒料应一次到位，避免混合料溢出且防止在倒料过程中出现混合料离析。

##### （六）摊铺

水泥材料的性质特征会影响水稳层最终的强度，施工时注意时间限制，拌和完成后及时运输至现场进行摊铺，否则会让水泥丧失活性，降低结构强度。水稳层摊铺的过程中采用单边、全断面形式，2台摊铺机并联，前后距离大概5~10m，但是摊铺的过程中需要保持有4台自卸车等待卸料。该工程的道路主线水稳层设计厚度为320mm，摊铺分2层进行，每一次摊铺的厚度按照160mm控制，松铺系数按照1.3预设，底基层的顶部标高采用钢丝线控制，摊铺机上采用横坡仪进行控制，2台摊铺机并联施工时，前面的摊铺机靠钢丝的一遍，使用纵坡传感器，沿着钢丝进行滑动，配合摊铺机上的横坡仪控制摊铺的高程，后面1台摊铺机两边都伸出纵坡传感器，一侧以钢丝高程为准，另外一侧以铺筑完成基准面进行控制。摊铺前和摊铺过程中进行挂线高程复核，确保摊铺厚度和设计高程。

##### （七）碾压

（1）水稳基层混合料摊铺成型后，立即开展碾压作业，碾压施工由低处向高处碾压，碾压时先稳压，再振压，最后静压，直至基层表面平整无轮迹。碾压施

工由振动压路机与轮胎压路机组合完成，碾压时第1遍和第2遍碾压速度控制在1.6km/h，之后碾压速度控制在2.0km/h，碾压方式、遍数、要求均与试验段保持一致，每段基层碾压长度控制在80m，压路机的重叠宽度为1/2的轮宽。（2）碾压时水稳基层的表面要始终保持湿润，整个碾压作业在1h之内完成，碾压过程中压路机不得在已完成碾压的基层表面掉头、急转弯、急刹车，如碾压时发现基层表面出现弹簧、松软问题，要及时上报至技术负责人，视情况制定处理方案，碾压后的基层表面要保持平整，无轮迹、隆起问题，每段基层碾压后要及时检测其压实度，压实度不满足施工要求的需要采取补压措施。

### （八）接缝处理

水稳施工时采用双机并联全断面施工，纵缝采用骑缝碾压方式。每日施工最后摊铺机从摊铺的末端离开，并且要安排工人对末端进行横缝整理。碾压结束后，用3m直尺纵向靠量末端，人工沿横断面方向挖除不合格部分。

### （九）养生

基层每一作业段碾压完成并经检验压实度合格后，应及时采用透水土工布覆盖，并洒水覆盖养生，洒水方式选用雾化效果好的喷雾式水车进行喷洒，严禁高压喷水。根据试验路段水稳基层顶面弯沉值和回弹模量的变化趋势，在结束碾压后强度较低，且碾压当天和碾压7d后均会出现较大程度的弯沉与回弹，因此在面层铺筑之前须进行不短于7d的养护。养护期间，应封闭交通，除洒水车外，禁止其他车辆通行。达到养生期后进行钻芯取样，芯样应密实完整；如不能取出完整芯样，应适当延长养生时间或返工。

## 五、水稳基层施工质量控制

### （一）配合比设计

①选用同一个石场的碎石样品，按照不同胶凝材料去制作水泥稳定碎石混合料，通过试验确定最佳材料的含水量和最大干密度；②按照项目设计要求和规范计算不同的水泥掺量时，材料的最佳干密度；③按照步骤②确定的最佳含水量、最大干密度，制备测试样品，进行强度抗压测试。平行制作9组样品用于测试，试验结果的偏差系数按照10%~15%控制；④测试的试件，在标准实验室按照规范要求的湿度和温度进行养生，浸泡1d之后，再等待7d，进行无侧限抗压强度试验，根据7d的无侧限抗压强度进行平均值和偏差系数计算，验证配合比设计的合理性；⑤结构的设计要求强度已知，根据试验得出最合适的胶凝材料用量后，报监理书面审批。后续项目实施过程中，若胶凝材料或者骨料有来源变更、产品质量波动，需重新制作样品进行试验，然后报监理书

面审批，以最新的测试结果作为依据进行现场的施工生产。

### （二）控制温度

首先，对于骨料配置与拌和，要根据气候环境因素、温度因素，合理控制原料、骨料、出料温度以及拌和时间。其次，在原材料运输中，要对车厢内部进行保温处理，合理控制原料温度差，避免出现离析现象。摊铺施工中，对摊铺机进行加热处理，控制沥青骨料摊铺温度，且保证摊铺施工的连续性。最后，控制基层结构稳定性，保证碎石原材料合格，维护骨料配置比例的科学性。当比例参数不佳时，尽管原材料性能达标，也不能确保结构性能质量。基于科学角度分析，碎石骨料的选用与配置，应按照原料粒径进行筛分与计算，使符合各项标准要求。

### （三）裂缝控制

水泥稳定碎石基层施工过程中容易发生裂缝问题，因此施工过程中要做好裂缝控制措施。首先可以控制原材料中细集料的用量，减少细集料的含泥量并严格控制基层混合料的含水量；其次应合理安排施工工序，基层施工完成后要开展养护作业，养护期间基层表面应始终处于湿润状态；最后要确保底基层表面不存在裂缝问题，底基层出现裂缝，可向上反射至基层，所以基层施工前针对底基层存在的裂缝可利用乳化沥青灌入处理，处理后在底基层表面铺设2m宽的纤维网，再开展基层施工。

## 六、结束语

水泥稳定碎石作为一种有着半刚性特点的材料，整体结构上体现出了非常多的优势，包括水稳性高、稳定性强、承载力强等特性。因此，在施工过程中，需要整合和优化具体的工艺流程，对要点环节严格做好质量把控，了解在实际施工中需要注意的事项，通过总结更多的应用经验，不断进行技术完善，逐渐拓展水泥稳定碎石基层施工技术的应用范围和应用质量，为城市建设的有序开展提供基础支持。

### 参考文献

- [1] 陈伟, 黄林. 公路路面水稳基层施工技术[J]. 交通世界, 2020(35): 37-38.
- [2] 高峰. 公路交通改建工程水稳基层施工技术应用[J]. 交通世界, 2020(34): 74-75.
- [3] 肖如华, 邬红生. 水泥稳定碎石基层施工技术在公路施工中的应用[J]. 黑龙江交通科技, 2020, 43(11): 54+56.
- [4] 刘洋. 公路改造项目水稳碎石基层施工质量控制要点研究[J]. 运输经理世界, 2020(13): 100-101.
- [5] 符启前. 公路施工的中水稳碎石基层施工质量控制措施研究[J]. 交通世界, 2020(27): 58-59+61.