

# 科特迪瓦共和国精选红土粒料底基层的施工技术应用

## Application of Construction Technology for Selected Laterite Granular Sub-base in the Republic of Côte d'Ivoire

王鹏

Peng Wang

中交第三公路工程局国际工程分公司 中国·北京 101300

CCCC Third Highway Engineering Co., Ltd., International, Beijing, 101300, China

**摘要:** 底基层作为基层结构,起着承上启下的作用,既要有足够的承载能力,也要有良好的水稳定性。而精选红土粒料底基层是科特特有面层结构层。科特当地料源丰富,经济性能极好,精选红土粒料摊铺碾压成型后板体性好、透水性小、干缩温缩小、耐久性好、安全性好,完全可以满足当地交通需求。

**Abstract:** The sub-base plays a connecting role as a fundamental structure, it must have sufficient load-bearing capacity as well as good water stability. The selected laterite granular sub-base is a unique surface layer structure in Côte d'Ivoire. There is rich local material resources in Côte d'Ivoire, with excellent economic performance, after being laid and pressed into shape, the selected laterite granular sub-base have good plate body performance, small water permeability, small shrinkage and temperature shrinkage, good durability and good safety performance, which can fully meet the local traffic requirements.

**关键词:** 底基层; 施工; 试验

**Keywords:** sub-base; construction; testing

**DOI:** 10.12346/etr.v5i12.8913

## 1 引言

精选红土粒料底基层作为基层结构的一种,其板体性好,强度高,承载能力强,不透水的性能好,反射裂缝少,科特迪瓦广泛分布,经济性好,施工简单,机械要求不高,施工质量容易控制。红土粒料中有机物质含量不超过 0.5%,塑性指数 IP 小于 20,含粘土量小于或等于 20, CBR 大于或等于 30。施工成型后,表面平整光滑,压实度可以达到 95% 以上,整体板结后强度很高,主控检测项均能达到当地规范要求。

本课题主要阐述精选红土粒料底基层施工工艺、施工具体方法以及质量控制事项,通过论述并结合实践,为在科特迪瓦施工的中方企业提供参考。

## 2 精选红土粒料底基层施工方法

### 2.1 施工工艺

底基层施工与一般路基施工大同小异,唯一点不同之

处是取料,科特迪瓦精选红土粒料分布广泛,但精选红土粒料的分布厚度很小,一般为 50~80cm,普遍为 50cm,而且科特迪瓦位于非洲西部紧邻海洋又处在赤道旁边,当地植被茂密且根系发达,这就造成精选红土粒料不能像一般填方路基那样深挖取料。

精选红土粒料底基层具体工艺流程如下:土场备料及试验→准备下承层→施工放样→运输和摊铺→洒水湿润翻拌捡树根→精平整形→碾压→封闭交通养生。

### 2.2 机械配置

科特迪瓦道路多为双向两车道,路面宽度一般为 10m,结构层厚度一般为 43cm,而底基层作为基层的一种又处在经济不是特别发达,交通量不大的地方,注定底基层结构层厚度不大,根据科特迪瓦施工经验底基层厚度多为 20cm,宽度一般为 11.29m。在科特迪瓦共和国,精选红土粒料底基层施工选用机械多为平地机、推土机、压路机、装载机、

【作者简介】王鹏(1985-),男,中国河南开封人,本科,工程师,从事路桥施工研究。

水车、自卸车等其他辅助设备，主要是因为以上机械普遍而且维修人员丰富配件丰富，操作手丰富。也有因层厚薄，宽度小采用摊铺机施工。

但是从整体效果及经济性看，在科特不流行，原因有二：一是为土场表层起土树根多不容易清除；二是摊铺机宽度多为10m。施工中为了边部能达到理想的压实效果一般要求额外每侧加宽50cm，底基层的实际宽度变为12.29m，这就要求摊铺机施工应为两台前后同时施工，摊铺机价格贵不容易转场运输，操作手在科特迪瓦贫乏，当地市场无摊铺机配件市场，施工维修麻烦。

## 2.3 具体施工方法

### 2.3.1 土场备料及试验

精选红土粒料在科特迪瓦共和国分布广泛，但也不是遍地均是，底基层施工前3个月就要开始寻找料场，根据施工经验及调查，精选红土粒料多分布在地势较高处而且周围植被茂盛高大，在科特迪瓦当地有腰果树的地方就有精选红土粒料，因为当地村民根据长久的生活经验所得。料场选定后不是立马开展清表清灌工作，而是联合监理工程师深挖探坑查看料场料源分布情况，同时分层取样做室内试验，编制试验报告注明精选红土粒料分布层，试验报告由总监签字后方可进行土场施工。土场施工应派专人负责料源质量，安排充足的力工捡出树根、超标石块。

### 2.3.2 准备下承层

料源备足后，根据施工需求，现场实际情况，及时报检下承层，底基层施工前，下承层最少要报检通过5km，下承层要求表面平整无裂缝、主控检测项满足规范要求，下承层报检距离短将直接影响底基层施工进度。

### 2.3.3 施工放样

下承层报检完，现场应根据施工需求或者图纸要求，由专门的测量技术人员，放出底基层中线、边线，放线时需注意，无论直线段还是曲线段，纵向间距一律定为10m，横向间距依据图纸而定，多为12.3m，村镇段每次多加80cm，点位用木桩钉好并精确测出桩顶标高，依据松铺系数精确计算填筑方量。

### 2.3.4 运输和摊铺

根据计算好的用料方量，安排专人计算好自卸车载量，根据实验室提供密度数据精确计算每车土的运量及摊开后每车的卸土面积，用白灰线打出方格控制卸土范围，并安排专人后场指挥装料，精确计算不同装料机械的装料方式和装料数量，确保自卸车载量一致，同时前场也安排专人指挥倒料，每格内倒土一车，严禁超卸漏卸或者重车在卸料前内小半径掉头。

现场上料距离达到100m应立即调派设备进行摊铺，避

免料长时间暴露在阳光下造成水分流失。摊料采用推土机进行初平，施工时一定要交代司机，依据标高桩及刻画好的边线进行施工，摊铺完成后由测量人员及时找出定位桩并复核测量各个点位顶面高程，并根据测量结果进行高铲低补，以达到规定的松铺厚度。

### 2.3.5 洒水湿润翻拌捡树根

精选红土粒料底基层室内最佳含水量多为8%~10%，非洲旱季几个月不下一滴雨，料场备的料含水量均不高，现场运输加摊铺也会损失一部分含水量，同时底基层料里存在很多树根，这就不得不采用平地机后犁来回翻拌人工捡出树根，这期间底基层料的含水量会大大损失减少，而精选红土粒料底基层只有在最佳含水量范围内碾压才能达到或者接近室内试验成果。因此精选红土粒料含水量控制已成为底基层施工能否成功的关键因素之一。

一般情况现场施工中采取平地机来回翻拌时多洒水湿润的方法保持土料含水量均匀，此种方法既可以保证含水量也可以捡出树根石头等杂物，但是此种方法耗时人工需求量大，根据经验一个班组一套设备每100m施工成型，需要2d的时间外加15个力工，面对工期限定，要想缩短工期，此种方法除了增加设备、人员别无他法，但是增加设备和人员会大大提高施工成本，不是紧急关头，此种方法不是项目上必选的方法。

依据料源含水量少、树根多的状况，在科特还可以采取土场闷料，推土机起堆拌和，装运前采取筛沙机过滤树根石头的方法。具体操作为试验人员提前取样烧含水，计算出实际土料含水量，根据起堆地方的面积厚度计算出土的方量，再结合室内试验得出的最佳含水量计算出理论需补水方量，考虑各流程均有水分流失，实际补水量要乘以1.2的系数。准备工作做好后，土场推土机用后犁翻土，人工辅助清除大的树根，同时依据计算结果，利用洒水车取水闷罐，闷罐后的底基层料不能立即起堆，因为底基层料里含有20%以内的细粒土，立即施工会大量泥团，对后期过筛不利，一般18~20h后起堆备料可以达到粒料含水量充足且松散无泥团。过筛机可以根据现场实际需求调整筛网，过滤后的精选红土粒料无任何杂物。

### 2.3.6 精平整形

推土机初平后，测量人员立即找出标高定位桩，及时复测标高，同时加密定位桩，一般要求底基层精平桩横向5个，纵向间距10m，每个桩位用白色石灰或者其他明亮颜色的涂料撒在桩周围，让人远远看着就醒目，采用平地机刮平，人工辅助找桩，平地机前后各安排一个工人，前方的是提醒平地机司机桩位及桩高，后边的是及时找出被土埋的桩，精平段落不宜过长，一般为150~200m，过长会导致精平时间

过长,底基层料内部含水会快速损失,造成成型后碾压效果不佳,段落过短不利于提高机械利用率,最好是根据机械功率确定长度后除以2,这样既能保证机械满负荷运转又能保证成型段落能得到及时碾压。施工中洒水车要定时洒水保证底基层表面湿润,确保避免底基层表层下因高温造成的水分蒸发。

### 2.3.7 碾压

压路机选用单钢轮振动压路机,自重18t以上,碾压前应先观察精平成型面是否湿润,目测含水量是否合适,含水量大则晾晒片刻,含水量少则适当洒水,原则是只要底基层表面不粘轮就可以进行碾压,压路机紧跟精平机械后按从低到高、快振慢振/先静后振的原则碾压。具体为先用压路机静压一遍,碾压速度不超过2km/h,压路机轨迹至少重叠0.3m。压路机碾压应注意缓慢启动、匀速行驶、缓慢刹车;静压后压路机再开到强振挡碾压4~6遍,碾压速度2~3km/h。整个压实宽度不小于设计宽度,压实面无漏压、无死角。碾压后若有鼓包起皮的地方应立即调查分析原因,采取措施处理并及时总结。

### 2.3.8 封闭交通养生

精选红土粒料底基层成型后未板结前,应立即安排人员封闭交通,因为底基层里80%的为细小砾石,未板结前表面颗粒与粘土咬合强度未达到顶峰,容易剥离脱落,若长时间开放交通,经过车辆来回碾压摩擦,底基层表面粒石脱落,时间长了会形成坑洞。

精选红土粒料底基层里有20%的土,经过太阳暴晒,土的含水减少后土会收缩胶结,表面会出现龟裂,成型后的底基层应定时洒水养生减少干湿裂缝<sup>[1]</sup>。

## 3 试验检测事项

精选红土粒料底基层室内试验成果是现场施工控制的依据,试验结果的好坏、数据是否精确将直接影响底基层施工质量。红土粒料室内试验主要分为筛分、击实、CBR。

### 3.1 筛分试验

精选红土粒料筛分试验是运用不同粒径的圆孔筛,把不同粒径的粒料分离出来,通过通过率、残留值来计算粒料的级配等相关参数,科特迪瓦精选红土粒料底基层没有过多的筛分要求,除了小于0.08筛孔的通过率,其他无要求,小于0.08孔径的筛分通过率不超过20%视为合格,科特迪瓦精选红土粒料是天然的粒料,通过多次试验及大范围调查,均能满足规范要求。

### 3.2 击实试验

科特迪瓦阳光充足,日照充足,现场取回的精选红土粒料先暴晒1~2d,蒸发99%的水分。取部分土样前先放入烘

箱中烘干12h,把剩余1%的含水烘掉。随后把烘干的精选红土粒料碾碎过筛后掺入一定量的水搅拌成需要的扰动土样。将含水量为一定值的扰动土样分层装入击实筒内,每一层都按规定的落距和击数锤击土样,直到土样充满击实筒。依据经验及其他调查,科特迪瓦精选红土粒料最大干密度为2.0~2.2g/cm<sup>3</sup>,最佳含水量为8%~10%。

### 3.3 CBR 试验

科特迪瓦CBR试验要求严格,试验结果误差大小将直接影响报检进度、质检质量。CBR取样一定要综合化,不能一位取好的,也不能一位取次的,现场料堆取样时一定要用装载机或者挖机拌和几分钟,拉到室内的土样筛分去杂质烘干后,用料盆加入规定的水均匀翻拌,随后加入规定的试桶内,用电动击实仪夯实,再用整平刀修整端部,架好百分表放入备好的盒子内,往盒中注入水并漫过试桶2cm,记录百分表数据,浸泡4d后取出开始做贯入试验,试验时荷载加压以1mm/min的速度施加,时间为5min。

科特迪瓦通用规范规定精选红土粒料CBR值不小于30,每400m做一个点<sup>[2]</sup>。

## 4 精选红土粒料底基层成型后检测及施工控制措施

### 4.1 检测内容

科特迪瓦精选红土粒料底基层成型后检测为四项,分别是现场、标高、压实度、弯沉,分别有不同的监理检验,检验周期一般为4d,检测频率低。外观检测主要是看宽度是否满足设计要求,表面是否有鼓包、裂缝、松散的地方,边坡是否平顺,两边临时排水沟是否畅通,监理会逐一检测,时间基本是1d。现场检测完成监理内部会互相通知传递报验单,测量监理接到报验单会通知施工项目部检测时间,测量为联测,一般一个横断面最少测5个点,超高的地方会增加到7个,纵向间距为20m,底基层规范要求标高为设计标高的±1cm,标高要求严格,检测合格率为100%,检测时间根据段落长度而定,基本上是1km/d时间。测量合格后进行压实度试验,通用规范要求200m一个点,压实度要求不低于95%,检测时间基本也是1km/d时间。最后一项进行的是弯沉检测,科特迪瓦对弯沉要求很高,一般一个二级路,底基层弯沉要求是不大于110(0.01mm),但监理会进一步提高要求,标准会提高到100(0.01mm),这一点望来科的中方企业注意。

### 4.2 施工控制措施

#### 4.2.1 技术控制措施

- ①含水率一定要从源头土场控制。
- ②严格控制施工标高,碾压遍数,确保施工质量。

③成型路段封闭交通,保护底基层。

④做好临时排水,确保流水畅通,防止成型后的底基层边坡被冲刷。

⑤做好自检,不放过任何漏洞,记好记录。

#### 4.2.2 质量控制措施

①在工程施工中,严格按照ISO9001质量体系通用标准或者当地监理要求的其他标准和项目部建立的质量保证体系进行施工和管理标准。

②严格按照路基技术规范和设计图纸进行施工

③在施工前对各班组进行书面技术交底,严格落实技术交底制度,在施工中严格按照技术交底进行施工。

④加强岗前培训,强化各部门人员的质量意识,以确保施工过程中各项工作的有序开展,各项数据的真实有效。

⑤确保机械设备性能完好及各岗位人员准时到位<sup>[3]</sup>。

## 5 结论

论文还有其他不足之处,如机械设备的配置及含水率的控制。随着社会的不断进步,高科技产品层出不穷,大型施工设备会越来越自动化、精细化、普遍化、高效化,传统的施工方法施工技术会落伍淘汰,希望同行能激流勇进、开拓创新,发掘更好的施工方法,控制措施,提高施工质量,施工速度,为中国人增光添彩。

## 参考文献

- [1] JTG/T 3610—2019 公路路基施工技术规范[S].
- [2] JTG/T F20—2015 公路路面基层施工技术细则[S].
- [3] CJJ 1—2008 城镇道路工程施工与质量验收规范[S].