

# 高速公路大厚度高模量沥青混合料一次成型施工工艺

黄红占

(中国水利水电第五工程局有限公司,四川成都 610066)

**摘要:**高模量沥青路面是由以沥青材料作为结合料粘结矿料而修筑的面层与各类基层和垫层所组成的路面结构。研究表明:混合料模量的提高,增强了路面的高温抗车辙能力、低温抗裂性能、水稳定性、抗疲劳能力和抗老化性能。目前,高速公路高模量的沥青混合料层总厚度一般采用7~14 cm,传统高模量沥青施工一般采用分层施工。为加快施工进度,降低施工成本,提出了高模量沥青混合料一次性施工层厚14 cm的施工方法,可为今后同类工程提供技术参考。

**关键词:**高速公路;高模量沥青混合料;一次成型;施工工艺

**中图分类号:**U414;U415;U416

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2017)03-0096-05

## 1 工程概况

拜本高速公路工程位于摩洛哥拜莱希德市,全长38.6 km,双向四车道,为摩洛哥贯穿“东西大动脉”的重要组成部分。高速公路主线路面结构形式为:25 cm厚的级配碎石为底基层,14 cm厚的EME为基层,7 cm厚的沥青混凝土料为表面层,全线EME总工程量为28.5万t。设计要求采取7 cm+7 cm的结构组合进行施工。

## 2 工艺原理及采取的施工措施

高速公路高模量沥青混合料(英语简称HMAC,法语简称EME)施工方法是遵循法国规范与摩洛哥规范的EME施工方法。高模量沥青混凝土是一种高模量、高质量的沥青混凝土,其设计思路是通过提高沥青混凝土的模量,减少车辆荷载作用下沥青混凝土产生的应变,提高路面抗高温变形能力,改善沥青混凝土抗疲劳性能,延长维修周期,延长路面的使用寿命。高模量沥青混凝土是采用低标号硬质沥青和连续级配的集料组成的沥青混合料,其主要特点是模量高和抗疲劳性能好,因而可以减少路面结构层厚度。高模量沥青混凝土技术起源于法国,以其优越的高温稳定性、良好的抗疲劳性能,特别是较高的性价比在法国得到广泛、成功的应用,近年来在世界各地得到推广使用。

摩洛哥拜本高速公路主线路面结构形式为:25 cm厚的GNT为底基层,14 cm厚的EME为基

层,7 cm厚的BB为表面层,全线EME总工程量为26.5万t。高速公路主线全长39 km,为双向四车道。各结构层均为半幅全宽一次性施工。EME在目标配合比设计阶段,使用的骨料来自本标段PK31石料厂的硅质石灰岩,使用的粘结剂为摩洛哥最大的沥青供货商——SAMIR公司提供的20/30低标号硬质沥青。

拜本项目高模量沥青混合料降温速度快,且高模量沥青混合料粘度较大,压实较困难,碾压中有推移现象。针对施工中存在的困难,拜本项目开展了14 cm厚高模量沥青一次性摊铺施工的研究,解决了其降温快的不利因素,同时调整了胶轮碾、钢轮碾的次序,初压采用胶轮碾紧跟摊铺机静压,充分发挥其揉搓作用,达到了骨料的重排就位和深层压实,采用双光轮碾振动复压,振动碾压充分发挥双钢轮的振压作用,使沥青混合料碾压密实,最终的压实采用钢轮静压以消除轮迹,碾压中止温度不低于90℃,解决了传统分层施工中基层温度散失不易碾压、混合料不易压实、两层之间粘结性可能不良而导致的质量风险等诸多问题。

## 3 工艺流程及操作要点

### 3.1 大厚度高模量沥青混合料一次成型施工工艺流程

高速公路大厚度高模量沥青混合料一次成型施工工艺流程见图1。

### 3.2 施工技术要点

#### 3.2.1 原材料检验

收稿日期:2017-04-23

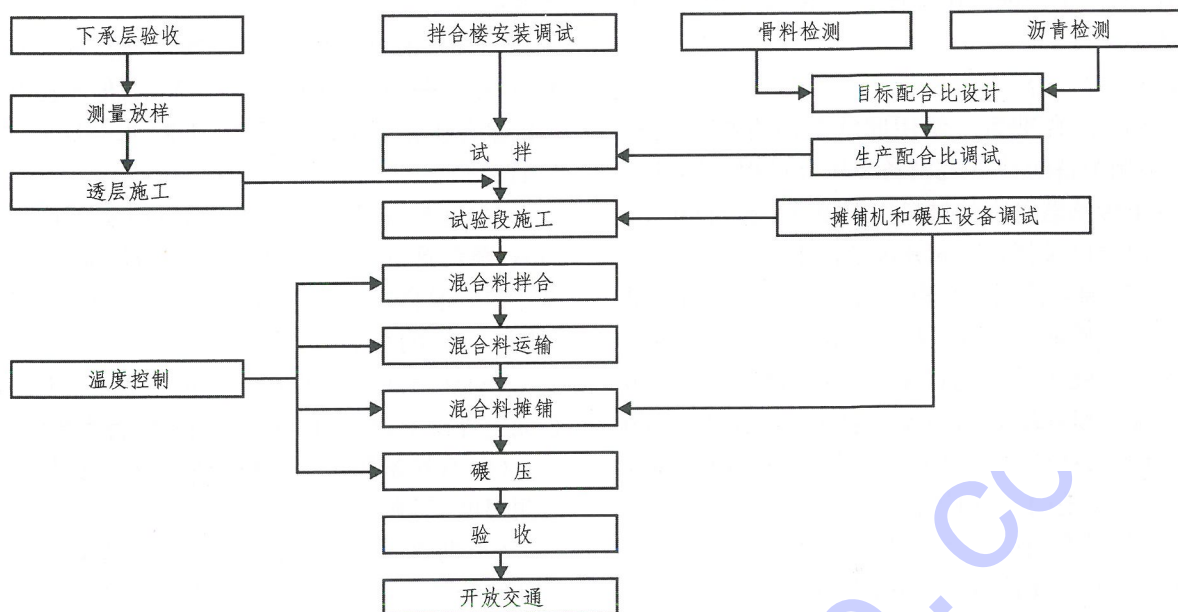


图1 高模量沥青混合料施工工艺流程图

对于整个工地来说,每个粒径级的骨料只能是来源于同一处取料场。

(1) 碎石。根据法国规范 XP P 18 - 545 和 NF EN 13043 的定义,对碎石最低性能的要求见表 1。

表 1 碎石的固有和生产特性表

特性	规定值
针片状(F1)	≤ 25(如果 D > 6.3 mm) ≤ 30(如果 D ≤ 6.3 mm)
洛杉矶磨耗试验(LA)	≤ 30
有水时的硬度试验(微德瓦尔试验 MDE)	≤ 25
表面清洁度(0.063 mm 过筛率)(P)	≤ 2
来自冲积层的碎石棱角:整体破碎或半破碎颗粒的百分比	90% ~ 100%
来自冲积层的碎石棱角:整体全部滚圆颗粒的百分比	0 ~ 1%

(2) 砂子。砂子的固有和生产特性见表 2。

表 2 砂子的固有和生产特性表

特性	规定值
砂子的清洁度	≤ 10
砂子的棱角:流动系数(针对来自冲击层的骨料)	≥ 35

同时,砂子的最大粒径需小于或等于 4 mm,且在砂子和碎石的来源不同时,必须检测其易碎性系数(FS):当砂子粒径为 0/4 mm 时,FS ≤ 40;当砂子粒径为 0/2 mm 时,FS ≤ 45。

(3) 填料。填料的性质必须是石灰岩。

(4) 沥青。沥青为 20/30 级,需满足摩洛哥规范 NM 03.4.002(表 3)。

表 3 沥青的性质和特性表

沥青等级	20/30
球-环软化温度 TBA(°C)(摩洛哥规范 NM 14.01.B.006)	52 ~ 68
25 °C 时的贯入度(1/10 mm)(摩洛哥规范 NM 14.01.B.003)	20 ~ 30
25 °C 时的相对密度(摩洛哥规范 NM 14.01.B.005)	1 ~ 1.1
开口容器中的闪点(°C)(摩洛哥规范 NM 14.01.B.010)	> 250
在四氯乙烯中的溶解度(摩洛哥规范 NM 03.4.018)	> 99.5
石蜡含量(%)(摩洛哥规范 NM 14.01.B.011)	< 4.5
以百分比表示的残余贯入度(%)(摩洛哥规范 NM 14.01.B.007)	≥ 60
沥青点的延展性(摩洛哥规范 NM 14.01.B.004)	> 25
确定受热时的质量损失(摩洛哥规范 NM 14.01.B.008)	< 1

对于所采购的每一批沥青,必须在取样检验合格后方可卸入沥青罐使用。每批次提取 3 份、各 1 L 的样品储存在防渗容器里;其中一份用于监理试验室进行分析测试;另一份用于承包商试验室做分析用;第 3 份封存,作为前 2 个分析结果发生争议时的留存。

### 3.2.2 配合比设计

高模量沥青混合料的配合比设计分为目标配

合比设计、生产配合比设计、生产配合比验证三个阶段。

### 3.2.3 拌合

(1) 拌合准备。使用间歇式沥青拌合楼拌制,采用配备的计算机设备在拌合过程中逐盘记录各个传感器测定的材料用量、沥青混合料用量、拌合温度以及拌合时间并配备打印设备。

(2) 温度控制。高模量沥青混合料采用的是低标号硬质沥青,所以,拌合中沥青的温度是否满足要求对施工质量起着至关重要的作用。20/30 沥青加入搅拌器时的温度一般介于 160 ℃ ~ 180 ℃。同时,拌合过程中需设专人负责拌合料温度的检测,发现问题及时沟通。

(3) 拌合时间控制。拌合时间需根据拌合楼的产量、天气及骨料含水状况以及集料与沥青的裹覆情况确定。高模量沥青混合料每盘(4 t/盘)的总拌合时间以 54 ~ 60 s 为宜。

(4) 拌合要求。混合料拌合要均匀,颜色一致,无结团、无花白料现象,使沥青均匀的裹覆在矿物颗粒表面。混合料整天生产时,每天至少取样 3 次,并且至少为每 600 t 沥青混合料取样一次。取样依据 NF P 98 - 150 规范中的第 4.16.5.1 条规定。当天所得取样试验结果的平均值必须同表 4 中的容差(容差是由监理批准的配合比设计确定的投配量)临界值进行比较。

表 4 混合料容差对照表

项 目	骨料粒度			粘 结 料
	6	2	0.08	
筛孔 /mm	±4	±3	±1	±0.25
容差值 /%	±4	±3	±1	±0.25

### 3.2.4 运 输

(1) 首先,应在沥青拌合站生产场区附近安装一个地磅,以方便每辆运输车辆的过秤。磅秤由一个带打印机的自动系统记录并进行合计。打印单上需显示每次过磅运输车号、过秤日期和时间、车皮自重、毛重、净重、去向(储存或送往施工工地)、每天的总净重。此外,地磅的检测每周进行一次,检测方法采用同一辆车装上至少 10 t 料在工地磅秤上过秤,随后再到附近一公用磅秤上过磅,误差需小于 1%。

(2) 沥青混合料的运输需结合拌合站的拌合能力、运输距离、道路状况和车辆吨位等因素确定自卸运输车数量,尽量使用大吨位运输车,但严禁

超载运输。

(3) 自卸车应保持车厢干净、严密,每次使用前,需在车厢内涂刷隔离剂或防黏剂,但不得有多余剂量存积在车中,一般采用机油:水 = 1:3 的防黏剂。

(4) 运输车应进行覆盖,用以保温、防雨、防污染,覆盖具有一定厚度的毡布或双层篷布,覆盖需严密。混合料出厂时需检测每车的温度,对于温度不合格的车辆严禁出厂。

(5) 运输车进入摊铺场地时,轮胎上不得沾有泥土等污染路面的脏物,否则需配备水车清洗。

(6) 现场试验人员需检查每车混合料状况并检测温度,不满足使用标准的混合料严禁铺筑。

(7) 沥青混合料运输车辆的数量需较拌合能力及摊铺速度有富余,并保证摊铺机前方有 4 ~ 6 辆运输车等候。

### 3.2.5 摊 铺

沥青混合料的摊铺由一台摊铺机全幅一次性摊铺完成,控制方式为钢绞线导引或至少 14 m 长的双水准梁控制。摊铺机必须配置连续供料装置,连续供料通过一个沥青转运车保证。

(1) 摊铺机参数的调整。

① 熨平板参数的调整应结合摊铺厚度进行,调整到合适的仰角。调整时应保持螺旋输料器尽可能靠近两侧挡板,保持熨平板左右对称,行走平衡。

② 螺旋输料器高度的调整应结合摊铺厚度进行。一般为保证输料螺旋器横向均匀布料,进入摊铺室内的沥青混合料高度应略高于螺旋输料器轴线。

③ 摊铺速度在保证连续供料的情况下,宜根据混合料拌合能力、摊铺厚度、宽度、温度及碾压工艺等确定。一般将其控制在 2 ~ 4 m/min,特殊情况除外。

(2) 摊铺作业程序。

① 摊铺前 0.5 ~ 1 h 预热熨平板,使温度不低于 100 ℃,向摊铺机料槽内布料,用热料将接头预热 2 ~ 3 min 后再起步摊铺。

② 摊铺可以在湿润的层面上进行,但禁止在有水洼的层面上摊铺。高模量沥青混合料摊铺的温度必须高于 140 ℃。如遇刮风和小雨天气,摊铺时的材料温度应较平时高 10 ℃,在征得业主同

意后可进行摊铺作业。若温度达不到要求将禁止使用,不合格料需运至永久弃渣场。如果早晨7点测得的温度低于 $5^{\circ}\text{C}$ ,那么,摊铺作业须征得监理的同意后方可进行;如遭遇暴雨、大雨和连续的中雨,摊铺作业必须停止。如果风速达到 $60\text{ km/h}$ ,则必需停止摊铺作业。夜间施工需保障足够的照明度(照明度不小于 $45\text{ Lx}$ )并安排一段试验段,经验证能满足质量要求时方可安排夜间施工。冬季遇大风降温天气且不能保障迅速压实时,不得进行沥青混合料摊铺;气温持续低于 $5^{\circ}\text{C}$ 时,不提倡摊铺。

③摊铺过程中技术人员应密切注意摊铺动向,对离析、拥包、波浪、边角缺料等均应及时清除找补,对一些机械作业有困难的地方需进行人工补料。

④技术人员要经常检查松铺厚度,每 $5\text{ m}$ 查一断面,每断面不少于3个点,如出现异常情况,及时反馈信息给操作手;每 $50\text{ m}$ 检查横坡一次,经常检查平整度;注意观察摊铺边线是否平顺,对异常区域及时检测摊铺宽度是否满足要求。

### 3.2.6 碾压

(1) 设备配置。机械设备配置情况见表5。

表5 机械设备配置表

序号	设备名称	型号及规格	单位	数量	用途
1	沥青拌合站	J4000	套	1	高模量沥青混合料拌制
2	沥青摊铺机	F141C	台	1	摊铺
3	沥青撒布车	Sx5250glq	台	1	粘层油撒布
4	胶轮碾子	Yzc26c	台	2	初压
5	双钢轮碾子	Yzc12c	台	3	碾压、静压收面
6	自卸汽车	MAN 车	台	10	高模量沥青混合料运输

①施工时至少配备三台钢轮压路机和两台胶轮压路机(例如:自重为 $26\text{ t}$ )联合作业。

②胶轮碾必须配置轮子防护围裙,用以限制因风雨作用导致冷却。根据施工需求,如有必要还须配置侧面移动碾压小轮,以确保对层面边缘的良好碾压。

(2) 碾压的技术要求。

①高模量沥青混合料对碾压的及时性要求非常高,承包商须采取必要的措施确保碾压车间的长度最短,一般摊铺机摊料台和最后一台压路机之间的距离不超过 $60\text{ m}$ 。需使用两台压路机同时碾压时,碾压区至少有 $50\text{ cm}$ 的搭接面。

②为了保证路面边线线形和碾压质量,采用胶轮碾压时,从路面两侧边缘预留 $30\text{ cm}$ 的位置开始进行碾压,预留部位采用钢轮静压。沥青材料的碾压由层面外侧向中间进行。

③碾压方式为先采用胶轮碾压,后采用钢轮碾压,终压采用钢轮静压收面。碾压过程以缓慢而均匀的速度进行,且在碾压线路及方向上不得突然发生改变。碾压区的长度需大体稳定(不大于 $60\text{ m}$ ),两端折返位置需随摊铺机的前进而向前推进,横向不得在同一断面上形成通缝。将胶轮压路机行走速度控制在 $3\text{ km/h}$ ,碾压遍数为

$\sim 10$ 遍;将钢轮压路机行走速度控制在 $3\sim 4\text{ km/h}$ ,碾压遍数为 $8\sim 10$ 遍,最终静压遍数为 $6\sim 8$ 遍。

④碾压时压路机慢起步、缓刹车,驱动轮面向摊铺机,由低到高,超高段由内侧到外侧依次连续均匀碾压。振动压路机倒车时先停止振动,在向另一方向正常运动后再开始振动,避免发生拥包。振动压路机应遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”的原则。

⑤高模量沥青混合料由于沥青含量较高、摊铺温度要求较高,因而胶轮碾碾压过程中容易发生粘附现象,需及时将轮胎涂刷防黏剂。对双钢轮振动压路机,则在其碾压时应启动自动喷水装置,喷水要形成雾状。

### 3.2.7 接缝的处理

(1) 接头的横向接缝切割时,两个连续层的横向接缝要求必须错开 $1\sim 2\text{ m}$ 左右,处理时要不断用 $3\text{ m}$ 尺检查其平整度,去除的材料应系统地清运到监理批准的弃渣场。

(2) 纵向接缝的位置应避免行车道,且两个连续层的纵向接缝要求必须错开至少 $30\text{ cm}$ 。

### 3.2.8 养护和开放交通

施工完毕,先封闭交通,待摊铺层自然冷却、

混合料表面温度低于80℃后方可开放交通。

#### 4 注意事项

(1) 高模量沥青混合料采用的是低标号硬质沥青,所以,在拌合过程中沥青的温度是否满足要求对施工质量起着至关重要的作用。20/30 沥青加入搅拌器时的温度需介于160℃~180℃之间。运输流程与摊铺流程应紧凑衔接,即配置连续供料装置沥青转运车至摊铺机前,与摊铺机紧凑衔接,以确保摊铺机上的沥青混合料的温度不低于140℃,确保材料均质性良好。同时,施工过程中需设专人负责拌合料温度的检测,对于温度不满足的产品严禁使用。

(2) 采用高模量沥青混合料碾压必须经试验段验证,试铺路段选在直线段,长度取1000m。试铺段的铺筑严格按交通部颁发的标准《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004)及摩洛哥 CCTP 要求的规定操作。在试铺段的铺筑过程中,监理工程师应一起参加,找出最佳的压实机械型号及组合。在碾压流程中,必须先采用胶轮碾压,后采用钢轮碾压,最终压采用钢轮静压收面。碾压过程需以缓慢而均匀的速度进行,碾压区的长度不大于60m。将所述的胶轮碾压行走速度控制在3km/h。碾压时,压路机慢起步、缓刹车,驱动轮面向摊铺机,由低到高,超高段由内侧到外

侧依次连续均匀碾压。振动压路机倒车时,先停止振动,在向另一方向正常运动后再开始振动,避免发生拥包。振动压路机应遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”的原则。

#### 5 结语

摩洛哥拜本高速公路于2010年4月开工,2015年8月18日竣工。在施工中采用高速公路高模量沥青混合料一次成型施工工艺技术。沥青混合料在碾压后空隙百分比测试数据的95%介于最高值4和最低值9之间,压实度、平整度检测等均符合现行的法国技术标准协会《沥青混合料路面面层及结合层:高模量沥青混凝土》NF P98-141, NF P98-150 的规范要求,解决了传统混合料 EME 施工中基层温度散失不易碾压、混合料不易压实、两层之间粘结性可能不良而导致的质量风险问题;加快了施工进度;减少了分层施工时粘结层施工和各项验收等环节,节约了成本。例如:该标段乳化沥青撒布配量为350g/m<sup>2</sup> 残留量,则单幅每km需撒布乳化沥青3.4t,成本约20万迪拉姆,经济和社会效益显著。

作者简介:

黄红占(1984-),男,山东郓城人,工程师,从事市政工程建设施工技术及管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

## 金沙江下游——三峡梯级水库联合调度研讨会在宜昌召开

为总结梯级水库联合调度经验、分析2017年防汛抗旱形势、持续推进梯级水库科学联合调度,4月14日,长江委防总办、国家电力调控中心和长江电力在宜昌召开了金沙江下游——三峡梯级水库联合调度研讨会。

长江委防总办副主任陈桂亚、国家电力调控中心水电与新能源处副处长马珂充分肯定了此次多方研讨会对促进水库科学调度的积极作用和意义,分别从流域梯级水库群联合调度管理、三峡水库科学调度、电网调度形势、节假日和丰枯期电力负荷变化需求、电网和电站检修安排配合、关键期综合调度协调等方面进行了交流。

长江电力副总经理李平诗、关杰林对长江委防总办和国家电力调控中心长期以来的正确指导和大力支持表示感谢,就配合电网要求进行的电站监控系统改造工作安排、调度和预报技术的发展和运用、电力市场形势、不同时期水库水位控制等方面进行了交流,表示将继续大力支持和配合防总、国网工作,深化沟通协调机制,优化流域梯级联合调度,高效利用流域水资源,为长江流域经济发展提供重要保障,为国家保增长做出积极贡献。

研讨会由长江电力总经理助理肖舸主持,长江委防总、长江委水文局、枢纽管理局、长江电力市场营销部和三峡梯调中心等单位和部门的专家和代表参加了交流。

三峡梯调中心主任赵云发就2016年积极配合防总科学应对98+洪水、配合电网精心做好G20峰会保电、充分运用水文气象预报会商成果和联合优化调度研究成果,做好梯级水库的防洪、发电、航运、补水、生态调度等重点工作进行了回顾,分析了2017年汛期降水来水形势,并就金沙江下游——三峡梯级水库开展生态调度试验等进行了交流。