

# 水稳基层单机宽幅一次摊铺成型施工技术

Construction Technology of Molding Method of Single Machine Paving of Water-Stabilized Base

姚引娣 (安徽省路桥工程集团有限责任公司, 安徽 合肥 230001)

**摘要:**半刚性水稳基层长久以来采用双机分层分幅摊铺工艺,并且伴随着并机接缝带的纵向离析问题。随着大厚度大宽度摊铺机和超重吨位压路机的研制,实现了水稳结构层大宽度大厚度一次摊铺成型施工技术,该技术是一种先进的摊铺施工工艺和设备的突破,具有良好的社会效益。

**关键词:**水稳;单机宽幅;一次;摊铺;成型

中图分类号:U415.52\*1

文献标识码:B

文章编号:1007-7359(2015)03-0120-03

## 0 前言

我国高等级公路建设中,沥青路面的水稳层施工中摊铺、碾压是很重要的环节。长久以来,一直采用传统摊铺机双机分层分幅摊铺工艺,螺旋分料采用半埋螺旋(或物料埋螺旋三分之二)输料,此工艺随着摊铺宽度越宽,厚度越大,离析也就越严重。同时并机分层摊铺时,虽减少了横向离析,但又产生了并机接缝带的纵向离析等问题。因此,解决沥青路面基层分层并机施工中存在的离析问题,已成为目前高等级公路施工的一大课题。从施工机械设备改进入手,研制出了大厚度大宽度摊铺机(DT1600型摊铺机最大宽度为16m、最大摊铺厚度可达60cm)和超重吨位压路机(YZ-32型静压力为32t,最大激振力可达81t),全新的摊铺、压实新设备实现了水稳结构层大厚度大宽度一次摊铺成型施工和沥青面层的宽幅一次摊铺施工。本文是在笔者公司承建的奉铜高速公路路面工程BP4标项目,经过现场水稳基层的工程应用,对半刚性水稳基层单机宽幅路面一次摊铺成型施工工艺进行了总结。

## 1 工程概况

奉新至铜鼓高速公路BP4标,起迄桩号为K134+862.117~K161+600,路线全长26.7km。本项目路面主要结构层工程量:项目20cm厚低剂量水泥碎石处治层519990m<sup>2</sup>,17cm厚水泥稳定碎石基层100675m<sup>2</sup>,19cm厚水泥稳定碎石基层403696m<sup>2</sup>,20cm厚水泥稳定碎石基层509390m<sup>2</sup>,32cm厚水泥稳定碎石基层10028m<sup>2</sup>,沥青结构层工程量为115180.14m<sup>3</sup>。项目采用陕西中大DT1600型摊铺机进行热铺、中大32T重型压路机碾压,有效消除了纵向施工缝。经检测,路面厚度、压实度等各项关键性指标均符合设计规范要求,采用此工艺,大大节省了施工工期。

## 2 工艺原理

作者简介:姚引娣(1987-),女,陕西宝鸡人,毕业于河北理工大学,学士;工程师,主要从事路桥施工方面的工作。



图1 YZ-32中大压路机碾压



图2 水稳全幅一次摊铺

本工艺原理是在传统路面施工工艺的基础上,在摊铺、碾压工序中运用新的施工机械(DT1600型大厚度大宽度摊铺机、YZ32型超重吨位压路机)而产生的新的施工工艺,将传统并机分层摊铺碾压施工工艺发展为单机超宽幅路面一次摊铺成型施工工艺。而原材料质量控制、配合比设计、混合料拌和、运输、养生工序施工机具及工艺同传统施工工艺要求。

摊铺和碾压设备是基于一个全新的设计理念,DT1600型摊铺机功率大,不同于传统螺旋分料采用半埋螺旋(或物料埋螺旋三分之二)输料,而新设备让物料满埋螺旋输送,输料槽高度和宽度都较传统摊铺机高。物料满埋螺旋可以提高螺旋输料率,降低螺旋工作转速,极大地减少了布料螺旋高速旋转抛扬造成的横向离析,螺旋的多级调整,对摊铺层表层的料起到再次连续搅拌作用,使摊铺层厚度方向上料均匀,极大地改善了摊铺过程中的竖向离析问题。

YZ32型大吨位振动压路机激振力大,提高了压实功效,并且行驶平稳,无机械冲击,往复作业换向平稳。

## 3 施工操作要点

### 3.1 施工工艺流程

半刚性水稳基层单机宽幅一次摊铺成型施工主要工序为：施工准备→测量放样→拌合→运输→摊铺→碾压→养生→检测验收。

### 3.2 操作要点

鉴于大宽度大厚度施工与传统并机分层摊铺碾压施工工艺相比较,不同之处在于摊铺、碾压工序施工机具及工艺不同,而原材料质量控制、配合比设计、混合料拌和、运输、养生工序施工机具及工艺同传统施工工艺要求,因此本文仅介绍水稳基层大宽度大厚度施工中摊铺及碾压工序。

#### 3.2.1 混合料的摊铺

铺筑底基层前应严格检查路基的质量。当路基质量不符合弯沉等质量要求时,应采取有效措施使之满足质量要求标准。

②摊铺时,摊铺机应采用一侧钢丝绳引导的高程控制方式自动找平,松铺系数一般在1.3左右,但必须通过试验段最终确定。

③应预先标定摊铺机行走速度与螺旋布料器转速的传动关系,使拌和与摊铺能力基本匹配,调整好夯锤振级并保持稳定。摊铺过程中,应保持螺旋布料器全范围内物料分布均匀,保证在摊铺机全宽度断面上不发生离析。螺旋布料器端部距物料挡板间距应在10cm~30cm,此间距超过30cm时必须加装叶片,螺旋布料器应有物料料位控制装置,以保证螺旋布料器布料均匀。

④摊铺开始后用拉线、钢尺、钢钎检查摊铺顶面高程及松铺厚度,若有误差立即缓慢调整,当摊铺顶面高程在容许误差范围内时则不再随意调整。

⑤摊铺过程中应保持摊铺速度、摊铺厚度、松铺系数、顶面横坡、平整度、振动频率等稳定,不得视其来料多少随意改变摊铺速度及振夯大小,如因摊铺需要改变厚度或高程时,可以缓慢调节厚度旋钮,电脑将在一定时间内自动完成。

⑥严禁空仓收斗。水稳底基层施工时,应避免每车料收斗一次的做法,当料斗内沾附较多混合料时方需收斗。收斗应在运料车离去、料斗内尚存较多混合料时进行,收斗后应立即连接满载的运料车向摊铺机内喂料。

⑦摊铺过程中,安排专人清除卸料时散落在履带前的混合料,在摊铺机后面设专人消除少量的粗细集料离析现象,如发现粗集料“窝”,应立即将其铲除,并用新拌混合料填补或安排专人采用细料将其均匀洒布覆盖,再进行碾压。

#### 3.2.2 混合料的碾压

碾压原则:先轻后重、静-振-静的碾压机械成型。按照以下工序进行碾压:光轮压路机碾压→振动压路机碾压→胶轮压路机碾压,碾压时应重叠1/2~1/3轮宽,压完路面全宽时,即为1遍。压实遍数通过试验段铺筑确定,一般32t以上振动压路机碾压不少于3~4遍,胶轮压路机静压一般不少于2~3遍。

②碾压时间:碾压工序应在混合料初凝前完成,从拌和、运输、摊铺到碾压终了的时间一般不应超过3h,否则应予以废弃。

③碾压工艺:一般碾压方式采用双光轮YZ18压路机静压1遍→单钢轮YZ20弱振2遍→单钢轮YZ32振压2遍→XP302胶轮压路机碾压1~2遍,直至无轮迹为止。具体碾压遍数、碾压速度要根据试验段数据确定。

④振动压路机的振动频率和振幅应经试验段检验确定。振动压路机倒车时应先停止振动,并在向另一方向运动后再开始振动,以避免混合料形成鼓包。

⑤为减少废料并保证边缘碾压,边缘纵向宜设挡板并支撑牢固不变形,防止跑模而影响线形。

⑥碾压过程中严禁压路机在已完成的或正在碾压的路段上“调头”和急刹车。

⑦碾压过程中,应设专人铲除少量离析粗集料,并填补新材料摊平,先用钢轮压路机补压,再用胶轮压路机碾压收光。

⑧碾压完毕后及时进行压实度检测,若压实度不合格,应及时补压直至压实度合格为止。

⑨正常路段施工时应连续进行,尽量减少施工接缝,桥头施工应一次成型。

## 4 质量控制要点

在整个摊铺过程中,摊铺作业速度应以“恒定连续”为工作准则,平稳、连续进行,中途不得停机。物料应满埋摊铺机螺旋送料器,提高螺旋输料率,降低螺旋工作转速,减小不同容重物料颗粒之间的惯性差异,同时使整个摊铺层均在螺旋搅拌挤压下进行作业,可以减少摊铺层的密实度差异,使之在碾压后表面平整。

②摊铺机中途不许收斗以防止离析,斗内剩余混合料每天摊铺结束前应清除干净,摊铺机履带下不得有杂物,防止行走不平衡对平整度造成影响。

③严格控制摊铺温度,防止产生温度离析,控制夯锤的功率,使摊铺出的松铺料具有一定的压实度。

## 5 与传统并机分层工艺的比较

随着大宽度大厚度施工机械及施工工艺的出现,则可单机整幅全厚一次摊铺碾压完成,大宽度大厚度施工与传统并机分层施工工艺相比较具有如下优越性。

提高基层整体性。采用大宽度大厚度施工,因其是全厚整层一次性施工,有效地解决了层间分离、结合不紧密的问题,提高了整体性。

②提高生产效率。传统并机联铺施工2台摊铺机需要熟练配合,1台摊铺机在卸料车上料时势必对另1台摊铺机产生影响;1台摊铺机发生故障整个摊铺就要停止,而2台摊铺机的故障概率要高于1台,一般大宽度全厚式摊铺生产率要比双机联铺高30%~40%。

③提高基层平整度。并机联铺2台摊铺机的松铺系数不可能完全一致,极易产生中间接缝处一边高一边低,在施工中接缝处平整度也难以控制,由此造成路面平整度差,影响了路面质量、平整度和外观,而单机全幅摊铺完全避免了此问题。

④避免传统摊铺机设计上产生的离析和并机联铺拼缝离析。大宽度大厚度超级摊铺机避免或减少传统摊铺机施工时产生的离析,传统并机摊铺作业时,双机并幅摊铺中间接缝的带状离析和高度向离析难以克服。

⑤降低工程造价。双机联铺同时需2台摊铺机及2组施工人员,而大宽度大厚度单机摊铺仅需1台摊铺机及1组配套施

工人员,单机大厚度摊铺施工总时间仅为双机分层摊铺时的40%,设备和施工人员大大减少,减少设备租赁费及人工费,提高了施工效率,经济效益明显。

### 6 总结

采用单机大宽幅摊铺工艺,提高了传统路面摊铺工艺的综合指标,尤其是在解决混合料离析及路面阶梯摊铺施工时的纵向裂缝问题、大吨位的压路机压实功效高且减少碾压变数及节省了资源消耗方面取得了进步。该技术摊铺施工总时间仅为双机分层摊铺时的40%,设备和施工人员大大减少,减少设备租赁费及人工费,提高了施工效率,经济效益明显,是一种先进的摊铺施工工艺和设备突破,具有良好的社会效益,值得推广和

### 2 工程应用实例

某隧道工程为一双线隧道,根据铁建设[2001]47号《新建时速300-350公里客运专线铁路暂行规定(上、下)》,隧道断面为10m×10m矩形隧道。该隧道地质围岩为Ⅱ级,设计二次衬砌混凝土强度等级为C30。衬砌厚度60cm。采用带斜撑杆支撑结构,模板支撑间距1m。假定隧道在初期支护中围岩压力已趋于稳定,二次衬砌忽略围岩压力和变形。只考虑混凝土自重压力,则:

$$q_1=1m \times 1m \times 0.6m \times 25kN/m^3=15kN$$
$$q_2=1m \times 1m \times 0.6m \times 25kN/m^3 \times 0.9=13.5kN$$

综合考虑有关受力与变形的安全规定,选用φ10cm外径、壁厚3mm钢管。其安全荷载[P]=164kN,挠度变形[w]≤1/300m=33mm, q1、q2在支撑结构上的分布如图1所示,支撑结构内力计算示意图如图2所示。

#### 2.1 计算内力

由式(4)计算

$$P_{AM} = \frac{3}{a} (-M_{AE} - M_{EA}) + \frac{q_1 a}{6} = \frac{16q_1 a^3 + 16q_2 a^2 b + 9q_2 b^3}{24a(4a+5b)}$$
$$= \frac{(16 \times 15 + 16 \times 15 + 9 \times 13.5) kN/m \times 10^3 m^3}{24 \times 10(4 \times 10 + 5 \times 10) m^2}$$
$$= 28.59 kN < [164kN], \text{安全。}$$
$$P_{EM} = \frac{1}{2 \sin \alpha} (2P_{AM} + q_2 b) = \frac{4q_1 a^2 - 45q_2 a b^3 - 45q_2 b^3}{36b(4a+5b) \sin \alpha}$$
$$= \frac{(4 \times 15 - 45 \times 13.5 - 45 \times 13.5) kN/m \times 10^3 m^3}{36 \times 10(4 \times 10 + 5 \times 10) m^2 \sin \alpha}$$
$$= -64.23 kN < [164kN], \text{安全。}$$
$$P_{EF} = \frac{27q_1 a^3 b + 44q_1 a^2 b^2 + 45q_2 a b^3 + 36q_2 b^4}{16a(a+b)}$$
$$= \frac{(27 \times 15 + 44 \times 15 + 45 \times 13.5 + 36 \times 13.5) \times kN/m \times 10^4 m^4}{24 \times 10^3 \times (40 + 50) m^3}$$
$$= 99.93 kN < [164kN], \text{安全。}$$

内力由式(5)计算 P<sub>AE</sub> 内力

$$P_{AE} = \frac{4q_1 a^3 + 27q_2 a b^2 + 45q_2 b^3}{36b(4a+5b)}$$
$$= \frac{(4 \times 15 + 27 \times 13.5 + 45 \times 13.5) kN/m \times m^3}{36 \times 10(40 + 50) m^2}$$
$$= 31.85 kN < [164kN], \text{安全。}$$

普及。

### 参考文献

[1] JTJ034-2000,公路路面基层施工技术规范[S].北京:人民交通出版社,2000.  
[2] JTGF80/1-2004,公路工程质量检验评定标准[S].北京:人民交通出版社,2004.  
[3] 谈海斌,陈超平.浅谈水泥稳定碎石大厚度基层施工技术[J].湖南交通科技,2012(3).  
[4] 梅向东,樊辉.浅析半刚性基层大厚度摊铺在工程中的应用[J].湖南交通科技,2012(4).  
[5] 唐迎春,张继营.浅谈高速公路半刚性基层单幅、大厚度一次性摊铺施工技术[J].安徽建筑,2008(3).

#### 2.2 计算变形

如图4所示,计算 k1、k2 处挠度 w<sub>k1</sub>、w<sub>k2</sub>,由式(8)、式(9)分别计算。

$$w_{k1} = \frac{a^2 b (9q_2 b^2 - 4q_1 a^2)}{432 \times 72EI(4a+5b)}$$
$$= \frac{(9 \times 13.5 - 4 \times 15) \times 10^5 \times kN/m \times m^5}{432 \times 72 \times 2.1 \times 10^8 kN/m^2 \times 107 \times 10^{-8} m^4 \times 90m}$$
$$= 8.63 mm$$
$$w_{k2} = \frac{a^2 b (9q_2 b^2 - 4q_1 a^2)}{432 \times 32EI(4a+5b)}$$
$$= \frac{(9 \times 13.5 - 4 \times 15) \times 10^5 \times kN/m \times m^5}{432 \times 32 \times 2.1 \times 10^8 kN/m^2 \times 107 \times 10^{-8} m^4 \times 90m}$$
$$= 21.99 mm$$

均小于[33mm],安全。

式中: E=210GPa, I=πD<sup>4</sup>/64(1-a<sup>4</sup>)=107×10<sup>-8</sup>m<sup>4</sup>, a=d/D=0.925

计算转角 θ<sub>A</sub>、θ<sub>E</sub>

$$\theta_A = \frac{ab(9q_2 b^2 - 4q_1 a^2)}{432 \times 2 \times EI(4a+5b)} = 3.52 \times 10^{-2} \text{ 弧度} = 2^\circ$$

$$\theta_E = \frac{-ab(9q_2 b^2 - 4q_1 a^2)}{432 \times 6 \times EI(4a+5b)} = -1.17 \times 10^{-2} \text{ 弧度} = -0.67^\circ$$

均满足安全要求。

### 3 结论

对于处于稳定围岩压力作用下的二次衬砌模板支撑体系采用带斜杆支撑结构,利用结构力学方法推导计算支撑杆系受力变形公式,可作为设计施工人员参考。为隧道衬砌支撑结构计算提供了一种新途径。

### 参考文献

[1] 宋非非,姜维成,胡晓光.结构力学[M].北京:清华大学出版社,2007.  
[2] JTG D70-2004,公路隧道设计规范[S].北京:人民交通出版社,2004.  
[3] 铁建设[2007]47号,新建时速300-350公里客运专线铁路设计暂行规定(上、下)[S].北京:中国铁道出版社,2007.  
[4] TB10003-2005,铁路隧道设计规范[S].北京:中国铁道出版社,2005.  
[5] 董承全,陈辉,李晋平.隧道衬砌模板支撑结构受力分析[J].山西建筑,2014(13).  
[6] 陈坤.大体积混凝土的模板支撑[J].安徽建筑,2011(6).  
[7] 涂刚要.谈谈高大模板支撑工程施工技术[J].安徽建筑,2009(5).  
[8] 高秋利.碗扣式钢管脚手架施工现场实用手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2012.