
三辊轴机组与小型机具铺筑 水泥混凝土路面施工作业指南

李成才 路学敏 师延强
王海俐 李文军 李 敏 编 著



人民交通出版社

China Communications Press

Sangunzhou Jizu yu Xiaoxing Jiju Puzhu
三辊轴机组与小型机具铺筑
Shuini Hunningtu Lumiau Shigong Zuoye Zhinan
水泥混凝土路面施工作业指南

李成才 路学敏 师延强
王海俐 李文军 李 敏 编 著

人民交通出版社

内 容 提 要

三辊轴机组与小型机具法是铺筑水泥混凝土路面常用的施工方法,在二级及其以下等级的公路建设中有着十分广泛的应用。本指南详细叙述了采用三辊轴机组与小型机具进行水泥混凝土路面铺筑的原理和施工要点,对保证和提高低等级公路尤其是农村公路水泥混凝土路面施工质量,具有十分重要的现实意义。

书 名:三辊轴机组与小型机具铺筑水泥混凝土路面施工作业指南

著 作 者:李成才 路学敏 师延强 王海刚 李义军 李 敏

责任编辑:曲 乐 岑 瑜

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)85285838,85285995

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京凯通印刷厂

开 本:850×1168 1/32

印 张:2.375

字 数:46千

版 次:2008年2月 第1版

印 次:2008年2月 第1次印刷

书 号:15114·1154

印 数:0001—2000册

定 价:15.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

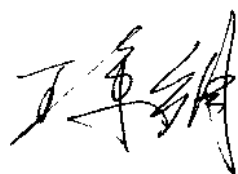
序

水泥混凝土路面和沥青混凝土路面是我国两种主要的路面结构形式。水泥混凝土路面具有良好的力学性能,抗压和弯拉强度高,抗水破坏能力也强。同时,水泥混凝土路面还具有使用年限长,路面轻微破损后尚能维持轻长期通车、便于养护的优点。由于这些性能和特点,不仅适用于高等级公路,而且在二级及其以下公路和农村公路中得到了广泛应用。

陕西省铜川公路管理局从1988年开始修筑水泥路面,迄今已不间断地施工了19年,对陕西公路交通系统产生了很大影响。19年来,铜川公路管理局使用三辊轴整平机和小型机具,先后修筑了包括普通水泥混凝土路面、碾压水泥混凝土路面、连续配筋水泥混凝土路面、露石水泥混凝土路面、超薄水泥混凝土路面和粉煤灰水泥混凝土路面等多种类型的水泥路面,积累了较为丰富的修筑经验。在修筑水泥路面过程中,铜川公路管理局开展了多方面的相关技术研究,其中有5项成果获得陕西省和中国公路学会科学技术奖。应用这些研究成果,该局断建水泥路面的断板年控制在1‰以下,路面平整度合格年达93%以上,1990年前后修筑的水泥路面至今还保持着良好的使用状态,十分难能可贵。

本书编著者均是铜川公路管理局修筑水泥混凝土路

面的主要管理人员和现场技术人员。他们积极探索、不断创新,经过长期不懈地努力,取得了许多施工经验和研究成果。本书正是这些来之不易的成果的总结与提高,具有重大的工程实用价值。本书的出版,可为公路工程技术人员提供借鉴和参考,对促进水泥混凝土路面的发展也具有重要的指导作用。

A stylized handwritten signature in black ink, appearing to read '王健明' (Wang Jianming).

2007 年 9 月

前 言

水泥混凝土路面俗称白色路面,它和被称为黑色路面的沥青路面是现代公路路面的两种主要结构形式。其中,水泥混凝土路面具有力学性能好、抗水破坏能力强、养护工作量小等优点,因此近年来得到迅速发展。

三辊轴机组与小型机具法是铺筑水泥混凝土路面常用的施工方法,在二级及其以下等级的公路建设中得到十分广泛的应用。深入研究和探讨采用三辊轴机组与小型机具铺筑水泥混凝土路面技术,对保证和提高水泥混凝土路面施工质量,有着十分重要的现实意义。

本书编著者所在的陕西省铜川公路管理局从1988年开始铺筑水泥混凝土路面以来,迄今已不间断地施工近20年,修建公路里程300多公里。其辖养的长110km的210国道已全部改造为水泥混凝土路面。铜川公路局修筑的水泥混凝土路面类型有:普通水泥混凝土路面、碾压水泥混凝土路面、连续配筋水泥混凝土路面、露石水泥混凝土路面、超薄水泥混凝土路面和粉煤灰水泥混凝土路面,由于类型多而被交通部权威专家称为“水泥混凝土路面博物馆”。这些路面都是应用三辊轴机组和小型机具铺筑的,其新建路面的断板年在1‰以下,路面平整度合格率達93%以上。铜川公路管理局关于水泥混凝土路面修筑养护技术方面的科研项目有10项,其中5项获得陕西省和中国公路学会科

学技术奖。

本书编著者为铜川公路管理局混凝土路面施工的主要管理人员和现场技术人员。编写本书的目的在于总结施工经验,与同行交流,共同提高,并为初始施工者提供作业参考。

本书编写过程中得到交通部专家委员会要员王秉纲教授的精心指导与校正,我们在此表示衷心的感谢!

由于水平有限,编写中的缺陷和不足在所难免,切望专家与同仁予以指正。

编著者
2007 年 9 月

目 录

1	概述	1
2	施工工艺流程	3
3	准备工作	4
3.1	下承层准备	4
3.2	材料准备	6
3.3	设备准备	12
3.4	配合比设计	14
3.5	其他准备	21
4	模板制作与安装	22
4.1	模板制作与安装的基本要求	22
4.2	模板制作	22
4.3	模板安装	23
4.4	安装模板的注意事项	25
5	钢筋加工与安装	28
5.1	钢筋加工	28
5.2	钢筋安装	29
6	混凝土的拌制与运输	32
6.1	混凝土拌制	32
6.2	混凝土运输	33
7	混凝土铺筑	35
7.1	混凝土铺筑方法	35

7.2	拌和物卸料	36
7.3	混凝土振捣作业	36
7.4	混凝土的振捣控制	36
7.5	收浆抹面(饰面)	38
7.6	拉毛	39
7.7	接缝设置	40
8	切缝、填缝与刻槽	42
8.1	切缝	42
8.2	填缝	43
8.3	刻槽	44
9	养生	45
9.1	养生方法	45
9.2	养生时间	45
10	缺陷成因及预防修复	46
10.1	缺陷类型	46
10.2	断板	46
10.3	表面裂缝	58
10.4	起皮(亦称脱皮)	60
10.5	坑洞	61
11	施工质量控制与检查验收	62
11.1	施工质量控制	62
11.2	水泥混凝土路面的质量检验	62
12	其他	64
附录	采用三辊轴机组与小型机具铺筑水泥 混凝土路面的参考配合比	67

1 概述

(1)水泥混凝土路面俗称白色路面。截至 2006 年底,我国建成的水泥混凝土路面已达 64.64 万 km,是我国的主要路面结构形式之一。

(2)水泥混凝土路面,设计周期长,一般设计周期为 30 年;路面抗剪能力强,不易受刹车破坏;其路面病害比较集中,易于养护;路面轻微破损后尚能维持较长期通车。这些是水泥混凝土路面的优势所在。同时,水泥混凝土路面又有着行车,特别是高速行车欠舒适和施工平整度不易控制的弱点,因而使用范围受到一定限制。一般说来,水泥混凝土路面适用于高速公路收费广场和二级及以下等级的公路。近几年快速发展的农村公路,水泥混凝土路面因其造价低、刚度大、强度高、使用耐久和养护工作量小,成为农村道路路面结构的首要选择。

(3)《公路水泥混凝土路面施工抗术规范》(JTG F30—2003)对水泥混凝土路面施工作业除碾压混凝土路面方法外,提出了采用 4 种设备的水泥混凝土路面铺筑方法,即分别采用滑模摊铺机、轨道摊铺机、三辊轴机组和小型机具的铺筑方法。在二级以下等级公路的水泥混凝土路面施工中,目前绝大多数是使用三辊轴机组和小型机具铺筑的。这是因为这两类设备机动灵活,价格低,而且总造价

比较经济,适用于一般等级公路和小路段的水泥混凝土路面作业。

(4)对于路面宽度不大于9m的路段,水泥混凝土路面宜半幅铺筑,路线中线宜作为施工纵缝。有时为了避免中标线在中缝处“骑线”,也有采用偏心作为纵缝的划分方法。此时,路拱相应地偏心 $1/2$ 标线宽(75mm),这对路容和行车并无大碍,是值得提倡的划分方法。路面宽度大于9m时,原则上应等分划幅,宽幅不宜大于4.5m。路面宽度小于4.5m的农村公路,也可以单幅单面拱划块。

(5)本书所述的混凝土路面系指普通水泥混凝土路面。

(6)采用三辊轴机组和小型机具铺筑水泥混凝土路面,占水泥混凝土路面铺筑总里程的绝大部分,作业内容多有相似之处,只是水泥混凝土振捣和整平工艺采用的机具不同面有所差异,故而本作业指南以三辊轴机组施工为主线进行叙述。

(7)本作业指南依据交通部相关技术规范,并结合三辊轴机组和小型机具的施工特点编写,阐述了使用这两种设备的作业方法、关键技术和基本要求,并在阐述中进行了必要的简略说明,可供施工和监理单位参考使用。本书未涉内容,应按现行的相关规范、规程和规定执行。

2 施工工艺流程

(1) 采用三辊轴机组和小型机具铺筑水泥混凝土路面的工艺流程如图 2-1 所示。

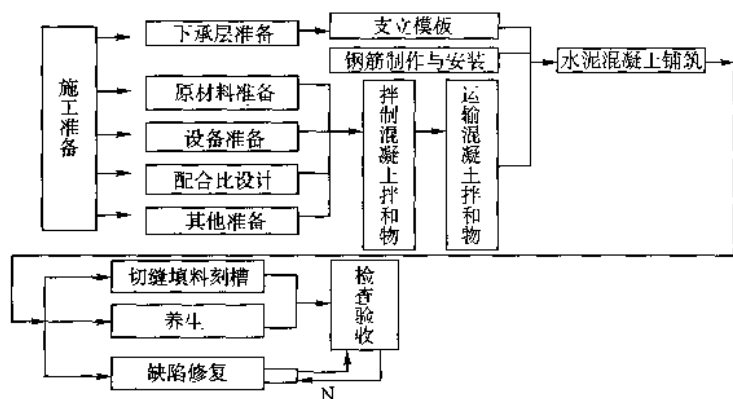


图 2-1 三辊轴机组和小型机具铺筑水泥混凝土路面工艺流程图

(2) 图 2-1 中的水泥混凝土铺筑工序是施工作业的关键工序,而水泥混凝土的配合比设计及水泥混凝土铺筑工序控制是确保水泥混凝土路面质量的重要环节。

水泥混凝土的铺筑工序可分解为如图 2-2 作业工序。

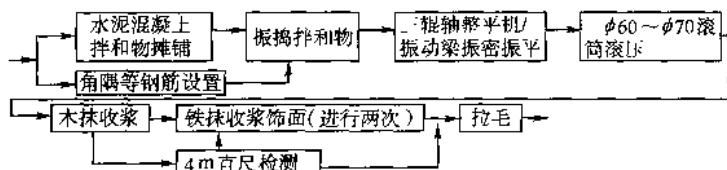


图 2-2 水泥混凝土铺筑分解工序

3 准备工作

3.1 下承层准备

(1)下承层的结构选择。水泥混凝土路面的下承层(基层)宜采用具有足够强度和抗冲刷能力的结构层。如采用石灰或二灰(石灰和粉煤灰)稳定集料基层时,宜采用骨架密实结构,尽可能地减少细集料,以减少水泥混凝土路面使用中因渗水引起的唧泥病害。

(2)在旧沥青路面上铺筑水泥混凝土路面时,应按照规定进行找平和补强。

找平厚度小于 15cm 时,可采用 C10 贫水泥混凝土作找平层。

如果沥青路面破损率低(即沥青路面完好)时,找平层和补强层与旧沥青路面可采用“斑马槽”连接。“斑马槽”是在原沥青路面上由切割机切割边界,用人工或装载机间隔地挖除沥青层部分,采用与找平层和补强层同样的材料填补,或在找平层和补强层铺筑前用贫水泥混凝土修补(如图3-1)。“斑马槽”的作用有二:一是加强下承层和面层的层间连接,二是预防施工期间沥青层表面的降雨集水。当沥青路面破损率高(破损率 $>30\%$),网裂、龟裂和坑槽较多时,可直接铺筑找平层和补强层。当破损率处于一般

状态(破损率 $< 30\%$) 时,可适当多保留沥青路面的长度,视沥青路面破损状况每隔 $5 \sim 15\text{m}$ 挖一处斑马槽。

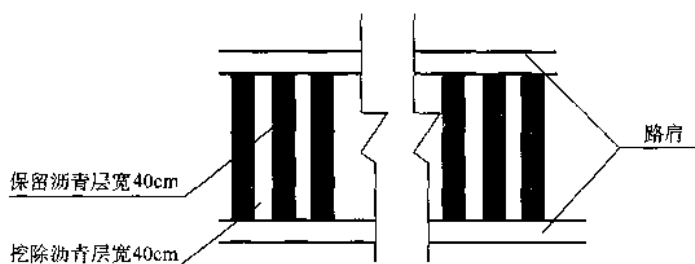


图 3-1 “斑马槽”示意图

根据以往的施工实践,在较为完好的沥青路面上铺筑水泥混凝土路面时,如果不挖除部分面层“打通水路”而直接铺筑,经过雨季往往会形成层间积水,埋下水破坏的隐患。

(3) 无论新铺下承层还是在旧沥青路面上加铺找平层或补强层,都应使表面平整,不应采用“深坑”或“凸尖”的形式“加强”层间连接。下承层顶面不应存在突变点或突变面,以避免应力集中而引起水泥混凝土路面破坏。

(4) 水泥混凝土路面不宜直接铺筑在石方路基上,面宜采用如 C10 贫水泥混凝土找平,平整顶面后再铺筑水泥混凝土面层。

(5) 下承层的检测与验收主要内容如下:

下承层必须进行检测与验收,检测和验收应按现行的有关规范、规程和建设单位的规定执行。

下承层检测与验收至少应包括如下内容:中线偏位、中点和路肩边缘点高程、宽度、平整度(重点检查有无突变点、面)和强度(下承层设计弯沉偏)。《公路水泥混凝土路

面施工技术规范》(JTG F30—2003)(以下简称《施工规范》(JTG F30—2003))提出了面板“宜厚不宜薄”的严格要求,因此下承层的顶面高程允许误差范围应为(0 ~ -10mm),才能保证水泥混凝土路面满足设计厚度而又不产生突变点。

下承层检测合格并经过验收后,方能支立模板,铺筑水泥混凝土路面。

在旧沥青路面上铺筑水泥混凝土路面时,不允许找平贫水泥混凝土与面层同时铺筑,应在找平水泥混凝土抗压强度达到 5MPa 以上时,才能在找平层上支立模板。

3.2 材料准备

3.2.1 水泥

(1)水泥混凝土路面所用水泥以旋窑道路硅酸盐水泥为最佳;在缺乏此种水泥时,应优先选购旋窑生产的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。在三、四级中、轻交通公路上,也可以采用矿渣硅酸盐水泥。

水泥等级宜选用 42.5 及以上强度等级的水泥;中、轻交通的三、四级公路也可以选用 32.5 强度等级的水泥。

(2)水泥的各项技术指标应符合《施工规范》(JTG F30—2003)的规定。

(3)采用三辊轴机组和小型机具施工速度慢,不宜采用 R 型水泥。

(4)新生产的散装水泥,必须经过必要的停放时间才能使用。在水泥紧缺、采购困难时,应有专人测定水泥出厂

温度,并根据试验决定水泥最短停放时间。水泥温度高于50℃时不宜使用。

(5)水泥储存必须有可靠的防潮措施。散装水泥应以储存罐储存,其上口应有防降雨进入的遮盖物;袋装水泥码放时,应储存在有顶盖的临时建筑内,其底部应与地面保持不小于10cm的通风空间。

(6)水泥进场超过90d或长期阴雨天使空气湿度较大时,应重新进行强度等级试验,以确定按原等级使用或降等级使用或废弃。

(7)同一作业班的同一路段不得使用不同厂家或不同品牌或不同型号的水泥。

水泥强度采用抗折强度与抗压强度双控。《施工规范》(JTG F30—2003)的强度规定如表3-1。

表3-1 各交通等级路面水泥各龄期的抗折强度、抗压强度

交通等级	特重交通		重交通		中、轻交通	
龄期(d)	3	28	3	28	3	28
抗压强度(MPa), ≥	25.5	57.5	22.0	52.5	16.0	42.5
抗折强度(MPa), ≥	4.5	7.5	4.0	7.0	3.5	6.5

3.2.2 粗集料

(1)粗集料可采用碎石、卵石或碎卵石(有的规范和教科书称卵石为砾石,称碎卵石为破碎砾石。此处为《施工规范》(JTG F30—2003)称谓),其强度不宜小于水泥混凝土路面设计抗折强度所对应的抗压强度的2倍。

(2)粗集料规格必须满足两方面的基本要求:①严格限制粗集料的最大粒径;②粗集料级配密实。

钢纤维水泥混凝土路面用的粗集料最大粒径(方孔筛,下同)不宜大于 19mm,其他类型水泥混凝土路面粗集料的最大粒径不宜大于 31.5mm。

粗集料的合成级配应满足密实要求,并尽可能形成骨架结构。现场宜采用 2~4 种粒级材料掺配,尽可能使掺配曲线接近合成级配的中值。在缺乏试验数据时,合成级配范围应参照现行规范(表 3-2)执行。

表 3-2 粗集料合成级配范围

类型 级配		方筛孔尺寸(mm)							
		2.36	4.75	9.50	16.0	19.0	26.5	31.5	37.5
		累计筛余(以质量计)(%)							
合成级配	4.75~16	95~100	85~100	40~60	0~10				
	4.75~19	95~100	85~95	60~75	30~45	0~5	0		
	4.75~26.5	95~100	90~100	70~90	50~70	25~40	0~5	0	
	4.75~31.5	95~100	95~100	75~90	60~75	40~60	20~35	0~5	0

(3)粗集料的各项技术指标应符合《施工规范》(JTG F30—2003)的规定。

3.2.3 细集料

(1)细集料可采用天然砂或机制砂,也可以采用混合砂。

(2)细集料宜采用中、粗砂,其级配应满足《施工规范》(JTG F30—2003)的要求,如表 3-3 所示。