

HU JIXIE

路面施工与养护机械

LUMIAN SHIGONG YU YANGHU JIXIE

杨林江 朱文天◎主编



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

路面施工与养护机械

杨林江 朱文天 主编



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书共分 17 章,主要介绍了常用的路面施工机械、部分路面养护机械的结构特点、工作原理及总体设计等内容,有些机械的结构中还介绍了国外相关专利技术。此外,本书还介绍了路面施工机械化、公路养护机械化等相关内容。

本书可供从事路面施工及养护机械管理、使用、设计等工作的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

路面施工与养护机械 /杨林江,朱文天主编. — 北京:人民交通出版社股份有限公司,2015.3
ISBN 978-7-114-12084-8

I. ①路… II. ①杨…②朱… III. ①路面施工机械
②公路养护—养路机械 IV. ①U415.52 ②U418.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 037392 号

书 名:路面施工与养护机械

著 作 者:杨林江 朱文天

责任编辑:富砚博 郭红蕊

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

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)59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:23.5

字 数:566 千

版 次:2015 年 3 月 第 1 版

印 次:2015 年 3 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-12084-8

定 价:100.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

致 谢

本书在编写过程中得到了浙江兰亭沥青技术有限公司、浙江友工机械装备有限公司、浙江兰亭新材料有限公司、浙江中青建设有限公司、浙江中能建设有限公司、绍兴宝拯建材有限公司的大力协助,在此谨致谢意。

编 委 会

主 编：杨林江 朱文天

编 委：胡坚锋 蒋亚君 吴文军 李景轩 蒋明君

汤 薇 胡君明 裘伯钢 王增兴 傅红良

童志华 祝伟根 章根华 孙江潮 蒋海江



前 言

公路是国家经济生活和社会活动中必不可少的公共基础设施。公路运输具有机动灵活、周转速度快、可实现直达运输等优点,是陆上客货运输的主要方式,对国民经济和国家安全起着十分重要的作用。从 20 世纪 80 年代末期以来,我国公路建设进入快速发展期。至 2014 年底,我国公路总里程已达到 435.6 万公里,建成高速公路 10.44 万公里。我国公路事业的快速发展,为筑养路机械的发展提供了良好的条件,公路建设促进了筑路机械制造行业和公路施工机械化学科的发展,我国筑养路机械的技术水平在不断地提高。公路建设和养护的实践已证明,路面机械是公路施工和养护的重要保障条件,先进的路面施工和养护机械是公路施工和养护工程的质量保证。经过多年的发展,国产路面机械的技术水平不断提高,但与国外发达国家相比仍有一定的差距。国内公路养护机械处于起步阶段,公路养护用设备大都用汽车底盘进行改装,产品的品种和数量也很有限,公路养护用机械仍有很大的发展空间。公路养护的任务日趋繁重,如何提高养护效率、加快公路养护机械化已是当务之急,这也为公路养护机械的发展提供了极好的机遇。

根据我国的公路发展规划,高速公路的建设速度在未来的几年内将会有所下降,但总体的公路建设在相当一段时期内仍将快速发展,因此,路面施工和养路机械还将伴随着我国公路建设的发展而同步发展,路面施工和养路机械的市场需求也将不断增长。为了适应路面施工和养路机械发展的需要,并为从事路面施工和养路机械开发及使用人员提供一本较为详细的参考书,我们在搜集国内外相关资料的基础上编写了本书。希望本书的出版,能起到抛砖引玉的作用,并希望我国的路面施工和养路机械快速发展、走向世界。

本书共 17 章,主要介绍常用的路面施工机械、部分路面养护机械和路面施工、养护的机械化,并对各种机械的结构特点、工作原理及总体设计等进行详细介绍,有些机械的结构中还介绍了编者认为有参考价值的国外相关专利技术。本书中提供了相关机械的设计计算方法,可

供有关人员参考。在本书编写过程中,有很多企业及相关人员提供了宝贵的资料及帮助,在此特表示衷心的感谢。

由于本书内容较广,加之编者经验不足、水平所限,难免有错漏不足之处,欢迎读者批评指正。

编 者

2014 年 12 月 8 日

目 录

第 1 章 综述	1
1 概述	1
2 公路路面结构	1
3 路面各结构层常用材料、施工方法及施工机械	2
4 路面机械的分类	5
5 路面机械的发展趋势	5
6 公路养护	6
7 国内外养护机械的发展	9
8 沥青路面再生技术	12
第 2 章 沥青混合料搅拌设备	13
1 概述	13
2 分类、特点及适用范围	16
3 工艺流程及主要结构	16
4 总体设计及主要参数确定	40
第 3 章 沥青路面再生机械	56
1 概述	56
2 分类、特点和适用范围	58
3 沥青路面材料的破碎设备	59
4 厂拌热再生搅拌设备	60
5 厂拌冷再生搅拌设备	68
6 就地热再生机	69
7 就地冷再生机	73
第 4 章 改性沥青设备	76
1 概述	76
2 分类、特点和适用范围	77
3 改性沥青加工过程及生产工艺	78

4 主要结构与工作原理	84
第5章 乳化沥青设备	90
1 概述	90
2 国内外现状和发展趋势	90
3 分类、特点及适用范围	94
4 基本原理、工艺流程及主要结构	95
5 聚合物改性乳化沥青的生产	102
6 乳化沥青设备的使用与管理	103
7 主要生产厂商及其典型产品主要技术性能和参数	105
第6章 沥青混合料摊铺机(含转运料车)	107
1 概述	107
2 分类、特点及适用范围	109
3 总体结构及工作原理	111
4 总体设计及主要参数确定	129
5 沥青混合料转运车	136
第7章 石屑撒布机	143
1 概述	143
2 分类	144
3 主要结构与工作原理	145
4 总体设计及主要参数的确定	152
第8章 沥青洒布机	155
1 概述	155
2 分类、功能及用途	156
3 主要结构与工作原理	157
4 总体设计及主要参数的确定	163
第9章 粉料撒布机	169
1 概述	169
2 分类及特点	171
3 主要结构及工作原理	171
4 总体设计及主要参数确定	173
第10章 稳定土厂拌设备	177
1 概述	177
2 分类及用途	179
3 主要结构与工作原理	180
4 总体设计及主要参数的确定	185
第11章 稳定土拌和机	192
1 概述	192
2 分类、特点及适用范围	194

3 主要结构及工作原理	195
4 总体设计及主要参数的确定	203
第 12 章 稀浆封层机	218
1 概述	218
2 分类及用途	220
3 主要结构及工作原理	221
4 总体设计及主要参数的确定	227
第 13 章 水泥混凝土搅拌设备	231
1 概述	231
2 分类、特点及适用范围	232
3 主要结构与工作原理	235
4 总体设计及主要参数确定	248
第 14 章 水泥混凝土摊铺机	256
1 概述	256
2 分类、特点及适用范围	258
3 主要结构及工作原理	261
4 总体设计及主要参数确定	276
第 15 章 水泥路面维修机械	287
1 概述	287
2 分类	287
3 水泥路面破碎机	288
4 高压水泥混凝土切割机	294
5 多功能水泥路面维修机	297
第 16 章 公路沥青路面施工机械化	302
1 概述	302
2 沥青路面层施工机械的选型与配套	302
3 沥青混合料搅拌设备的运用与管理	307
4 沥青混凝土混合料摊铺技术	330
5 摊铺层接缝施工	340
6 改性 SMA 混合料的摊铺	342
7 沥青混凝土混合料的压实技术	343
8 沥青路面施工质量管理与检查验收	345
第 17 章 公路养护机械化	346
1 公路的病害类型及养护特点	346
2 养护工作的范围及分类	347
3 养护技术及设备	349
4 公路养护机械的组成形式	352
5 高速公路养护设备的合理配置	353

6 养护机械的装备通则及要求 355

7 养护机械化水平评价指标 357

8 公路养护机具配备 358

参考文献..... 361

第1章

综 述

1 概述

路面机械是指在公路建设中完成路面材料的生产与施工的机械设备。由于路面是用多种材料铺筑成的多层建筑物,以及公路等级及地理位置的不同造成采用的筑路材料种类繁多,加之施工方法多样,因此路面工程施工机械的品种多种多样,其范围涉及大多数工程建设机械、运输车辆、化工和发电设备,甚至农业机械等。本书所介绍的路面机械主要是公路路面工程专用机械,即主要用于修建路面的机械。

2 公路路面结构

一般来说,公路是由路基和路面两大部分组成的,而构成路面的各种铺筑层,按其所处的层位和作用,又主要分为面层、基层和垫层。面层是直接承受车辆荷载及自然因素的作用,并将荷载传递到基层的结构层,它除了满足强度要求外,还应有足够的平整度和防滑性能,以保证行车舒适和安全;基层是设在面层以下的结构层,主要承受由面层传递的载荷,并将荷载分布到垫层或土基上,它是路面的主要承重层,因此基层本身也应具有足够的强度,能抵抗行车载荷的各种应力;垫层是设于基层以下的结构层,主要作用是隔水、排水、防冻以及改善基层和

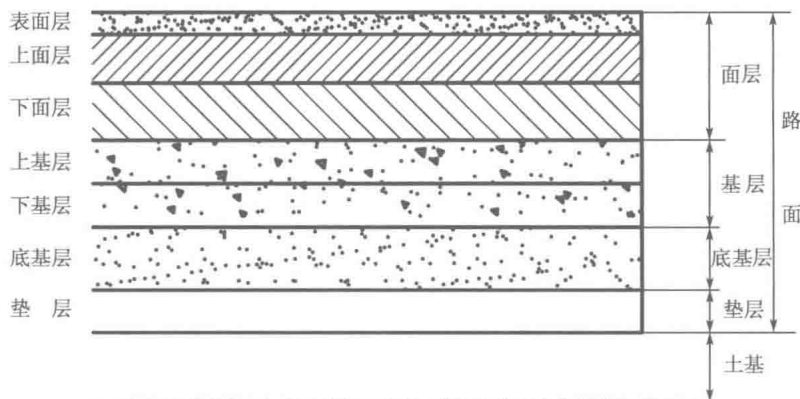


图 1-1 沥青路面结构层

土基的工作条件。

根据面层材料的构成,目前公路路面主要分为沥青路面和水泥混凝土路面两大类,其结构层示意图见图 1-1 及图 1-2。

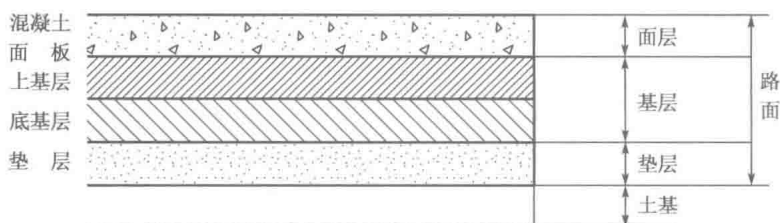


图 1-2 水泥混凝土路面结构层

3 路面各结构层常用材料、施工方法及施工机械

3.1 垫层

垫层是介于基层与土基之间的层次。并非所有的路面结构中都需要设置垫层,只有在土基处于不良状态,如潮湿地带、湿软土基、北方地区的冻胀土基等,才应该设置垫层,以排除路面、路基中滞留的自由水,确保路面结构处于干燥或中湿状态。当垫层起排水作用时采用透水性良好的材料,起隔水作用时采用不透水的材料,起防冻作用时采用导热性低的材料。垫层的常用材料有砂砾、炉渣、灰土等,且要求密实均匀。

垫层的施工方法和土基相同,所采用的施工机械多属于通用机械,如推土机、平地机、压路机等。当采用灰土材料作不透水层时,往往和底基层合并设计,其施工方法和机械同基层的相同。

3.2 基层

基层位于面层之下,垫层或路基之上。基层主要承受面层传递的车轮垂直力的作用,并把它扩散到垫层和土基,基层还可能受到面层渗水以及地下水的侵蚀。故需选择强度较高,刚度较大,并有足够水稳性的材料。

基层宽度较面层宽度每边宽 20~50cm。基层材料一般采用当地容易得到的廉价材料,要求密实性好,孔隙率小,水稳性好。基层可分两层铺筑,其上层称为基层或上基层,起主要承重作用,下层则称底基层,起次要承重作用。底基层材料的强度要求比基层略低些,可充分利用当地材料,以降低工程造价。一般可作基层的材料为水泥稳定土类、石灰稳定土类、石灰工业废渣、级配碎石、级配砾石、填隙碎石等。目前,我国采用较多的材料是水泥稳定土类、石灰稳定土类、石灰工业废渣、稳定砂砾等。

基层施工有许多方法,目前国内外采用最多而又有成效的方法可分成两种,一种是路拌法,一种是厂拌法。

路拌法的特点是将各种筑路材料分层摊铺在土基层或下承层上,用拌和机将各层材料就

地拌和均匀,然后压实成型。路拌法使用的主要机械设备有:粉料撒铺机、稳定土拌和机、洒水车、平地机、压路机等。在我国,许多地方采用人工撒布粉料,使用农用铧犁、圆盘耙或平地机拌和,在质量和效果方面存在一些问题。为此,应提倡使用专用的稳定土拌和机进行拌和。

厂拌法的特点是先将各种有关的筑路材料集中在拌和厂混合搅拌均匀,然后运送到现场摊铺、碾压成型。厂拌法对材料配比的精度,特别是对稳定剂和水分的控制精度,远比路拌法准确得多,在拌和均匀性和节省材料方面也比路拌法好。厂拌法使用的主要配套设备有:稳定土拌和设备、自卸汽车、稳定材料摊铺机(或借用沥青混凝土摊铺机)、压路机、平地机、装载机等。

填隙碎石基层施工时不需要拌和,而是先铺单一尺寸的粗碎石做为主集料层,再撒铺石屑填满碎石间的孔隙,适当洒水并碾压成型。使用的机械设备有:碎石摊铺机、石屑撒布机、压路机、洒水车、自卸汽车等。

3.3 面层

面层分沥青混凝土面层和水泥混凝土面层,由于材料的构成和特性均不相同,故所采用的施工方法和施工设备也不一样。

1) 沥青面层施工方法

沥青面层的施工方法可分为拌和法、贯入法、上拌下贯法 3 种。

(1)拌和法用于高等级路面,其特点是将各种沥青混合料所需原材料集中在拌和厂,用专用设备混合搅拌均匀,然后运送到施工现场摊铺、碾压、成型(见图 1-3),全过程都需要严格地控制温度。拌和法采用的主要配套设备有:沥青混凝土搅拌设备、沥青混凝土摊铺机、自卸汽车、压路机、装载机等。



图 1-3 沥青路面施工图

(2)贯入法用于次高级路面,其特点是将不同粒径的石料按规定分层铺撒在基层上,并在每层石料铺撒后碾压,使石料嵌挤紧密。每层碾压完成后再在上面浇洒沥青,最后封层料铺撒碾压后即成型。贯入法使用的主要配套设备有:碎石摊铺机、石屑撒布机、沥青洒布机、压路机,如图 1-4 所示。



图 1-4 贯入沥青路面施工工艺过程图

(3)上拌下贯法是拌和法与贯入法相结合的施工方法,采用的机械也是两者所用施工机械的组合。

2)水泥混凝土面层施工方法

水泥混凝土面层施工时都是先拌制水泥混凝土,然后运送到现场摊铺。根据摊铺方法不同可分为固定模板法、滑动模板法、碾压混凝土法 3 种。

(1)固定模板法是最早采用的施工方法(图 1-5),而且一直沿用到现在,其特点是根据路面厚度和宽度立好模板,将水泥混凝土倒入模板内摊铺成型,在混凝土基本固结后拆除模板。该法所用混凝土含水率较大,坍落度大,一般称作塑性混凝土。固定模板法使用的主要配套设备有:水泥混凝土搅拌设备、自卸汽车、水泥混凝土搅拌运输车、轨道式水泥混凝土摊铺机组(摊铺、捣实、整平、抹光、拉毛)、水泥混凝土切缝机、水泥混凝土清缝机、水泥混凝土填缝机等。



图 1-5 固定模板法水泥混凝土面层施工

(2)滑动模板法(简称滑模法)是当今世界上先进的施工方法,如图 1-6 所示,其特点是模板随摊铺机一起移动,所用混凝土含水率较低、坍落度小,一般称为半干性混凝土。滑模法适合于大面积摊铺,摊铺速度可达 $18\text{m}/\text{min}$,是固定模板法的数倍。该法主要配套设备有:强制式水泥混凝土搅拌设备、水泥混凝土搅拌运输车、自卸汽车、滑模式水泥混凝土摊铺机、水泥混凝土拉毛机、水泥混凝土切缝机、水泥混凝土清缝机、水泥混凝土填缝机等。

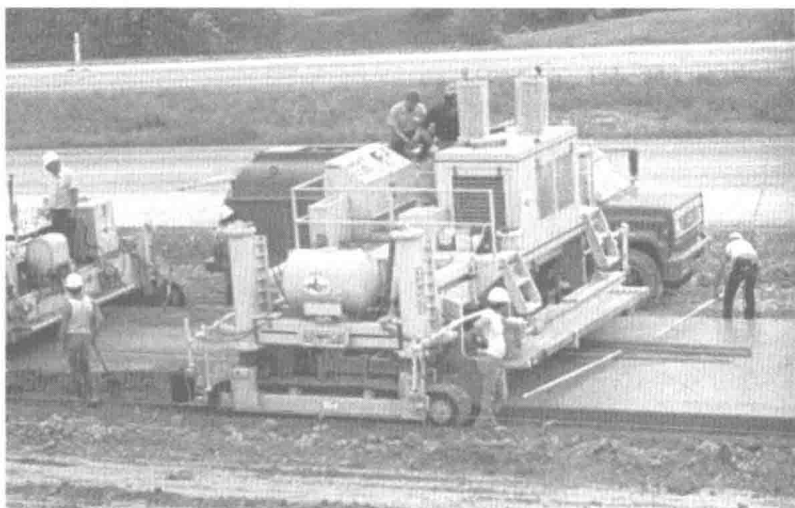


图 1-6 滑动模板法水泥混凝土面层施工

(3)碾压混凝土法是 20 世纪 70 年代复活并于近几年发展起来的一种施工方法。该方法首先被应用于路面的基层,并取得了非常好的效果。

近年来,世界各国都在大力研究直接用该法铺筑面层的技术。该方法所用混凝土含水率较低,坍落度几乎为零,一般称干性混凝土。施工特点是用沥青混凝土摊铺机摊铺,用振动压路机强力碾压成型。主要配套设备有:强制式水泥混凝土搅拌设备、自卸汽车、高密实度摊铺机和压路机等。

4 路面机械的分类

根据路面机械的结构、性能、用途可以有多种分类方法。本书是根据路面结构层,按照机械用途,将路面机械分成:面层施工机械、基层施工机械、沥青材料加工处理设备、石材集料加工处理设备等 4 类,如图 1-7 所示。

5 路面机械的发展趋势

路面机械的发展和路面施工新技术、新工艺、新材料的发展密切相关,两者相辅相成,均在不断地发展。20 世纪 60~70 年代,国外路面机械发展的主要特点是大型化。到 80 年代初期,各种路面机械都已形成规格齐全的系列化产品。之后,虽然新机种时有出现,但主要发展特点是对已有机械的局部构件进行不断的改进和提高。主要表现在广泛采用液压传动技术、

电子技术,实现机电液一体化,提高自动化控制程度,提高机械操作性能及舒适性,提高施工质量,减轻环境污染。

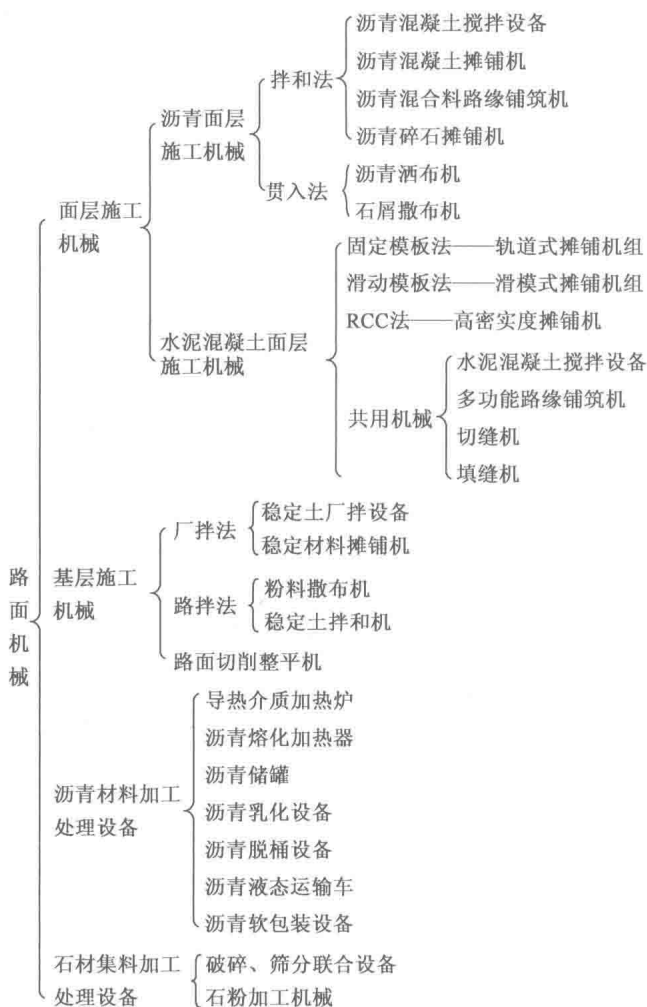


图 1-7 路面机械分类

公路建筑行业由于其工程的特殊性,具有艰苦、脏、危险等特点(国外称 3K 现象),逐渐变成不太吸引人的行业。加之原有筑路工人的老龄化、技术熟练工人的减少,使该行业发展出现了不少的困难。为改变这一境况,各国更加重视路面机械自动化和智能化。这主要表现在,普遍采用激光、超声等非接触传感技术和计算机技术,使操作更加省力、容易、舒适。不仅大型机械实现自动控制,小型机械也实现自动化,并且增加随机质量自动检测控制系统,既能保证工程的质量,又能提高施工效率。

6 公路养护

公路是国家经济生活和社会活动中必不可少的公共基础设施。公路运输具有机动灵活、周转速度快、可实现直达运输等优点,是陆上客货运输的主要方式,对国民经济和国家安全起