

马文星 邓洪超 编著

筑路与养护路机械

—— 原理、结构与设计



Chemical Industry Press



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

筑路与养护路机械 ——原理、结构与设计

马文星 邓洪超 编著



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

筑路与养护路机械: 原理、结构与设计/马文星, 邓洪超编著. —北京: 化学工业出版社, 2005. 3

ISBN 7-5025-6750-X

I. 筑… II. ①马…②邓… III. ①筑路机械②养路机械 IV. ①U415.5②U418.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 018991 号

筑路与养护路机械

——原理、结构与设计

马文星 邓洪超 编著

责任编辑: 任文斗

文字编辑: 张燕文

责任校对: 陈 静

封面设计: 于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 14½ 字数 352 千字

2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6750-X/TH·297

定 价: 31.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

机械化作业具有高质量、高效率的特点,因此筑路与养护路机械在道路建设和道路养护作业过程中得以广泛应用。作者根据道路建设与道路养护机械的部分科研成果,并参考国内外相关资料,编著《筑路与养护路机械》一书,希望对道路建设机械、道路养护机械的教学、科研及实际应用有所帮助。

本书结合我国道路建设与道路养护机械生产、科研实际,分别介绍压路机、推土机、装载机、摊铺机、挖掘机、铣刨机、清扫车、除雪车、养护车的类型、结构及其设计计算方法、设计理论,注重理论联系实际,力求理论严谨、结构合理、语言精练,便于读者理解掌握。

本书由吉林大学马文星、邓洪超编著。吉林大学李雪松、穆英姿、张伟、刘春宝、张建国分别参加本书第1章和第3章、第2章、第4章和第5章、第6章和第9章、第7章和第8章的资料搜集、整理、插图绘制以及编著工作。全书由吉林大学左春怪教授主审。

由于时间和水平所限,疏漏和错误在所难免,敬请读者批评指正。

作者

于吉林大学

2005年1月28日

内 容 提 要

本书结合我国道路建设与道路养护机械生产、科研实际,分别介绍压路机、推土机、装载机、摊铺机、挖掘机、铣刨机、清扫车、除雪车、养护车的类型、结构及其设计计算方法、设计理论,是作者根据道路建设与道路养护机械的部分科研成果,并参考国内外相关资料编著而成,注重理论联系实际。

本书可作为从事筑路与养护路机械研究、设计、制造、应用等技术人员参考书及高等院校机械类本科生、研究生筑路与养护路机械课程教材。

目 录

绪论	1
0.1 筑路与养护路机械的定义	1
0.2 筑路与养护路机械的分类	1
0.2.1 筑路机械分类	1
0.2.2 养护路机械分类	1
0.3 筑路与养护路机械发展简史	1
0.4 筑路与养护路机械在我国的发展与应用	2
0.5 筑路与养护路机械研究现状与发展趋势	3
第1章 压路机	4
1.1 压路机的分类及其原理	4
1.1.1 压路机的分类	4
1.1.2 压路机的工作原理	5
1.2 压路机的结构	8
1.2.1 压路机动力装置	9
1.2.2 压路机电气系统	9
1.2.3 压路机传动系统	9
1.2.4 压路机的制动机构	14
1.2.5 压路机机身机架及附属装置	16
1.2.6 压路机的碾压轮	17
1.2.7 压路机液压转向系统	20
1.3 压路机的设计计算	21
1.3.1 发动机功率计算	21
1.3.2 生产率计算	23
1.3.3 振动压路机的振动频率和振幅	24
第2章 履带推土机	27
2.1 履带推土机结构	27
2.1.1 动力装置	27
2.1.2 传动系统	28
2.1.3 行走装置	33
2.1.4 工作装置	35
2.2 推土机工况和动载荷分析	36
2.2.1 外载荷测定与结果	36
2.2.2 测定分析与结论	39
2.2.3 推土机动载荷分析的意义	40

2.3	接地比压与转向阻力矩	40
2.3.1	接地比压	40
2.3.2	转向阻力矩	43
2.4	推土机行驶理论与履带行走机构	45
2.4.1	推土机行驶理论	45
2.4.2	履带行走系统	52
2.5	推土机总体设计	53
2.5.1	总体参数选择	53
2.5.2	推土机的重心布置和稳定性	53
2.5.3	推土铲在主机上的布置和运动学分析	56
2.5.4	驾驶室布置	57
2.5.5	性能匹配	59
2.5.6	履带推土机模块化设计	62
第3章	装载机	66
3.1	装载机的分类	66
3.2	轮式装载机的基本结构	67
3.2.1	工作装置	67
3.2.2	传动系统	68
3.2.3	转向系统	70
3.2.4	制动系统	71
3.2.5	液压系统	71
3.3	装载机的设计计算	73
3.3.1	装载机行走装置的确定	73
3.3.2	装载机各总成部件结构形式的确定	73
3.3.3	装载机的生产率	81
3.3.4	装载机性能参数的设计计算	82
第4章	摊铺机	89
4.1	沥青混凝土摊铺机	89
4.1.1	分类	89
4.1.2	构造	91
4.1.3	液压系统	95
4.1.4	电控系统	99
4.2	水泥混凝土摊铺机	104
4.2.1	分类	104
4.2.2	结构	107
4.2.3	动力系统	114
4.3	总体设计	116
4.3.1	摊铺机主要技术参数	116
4.3.2	摊铺机生产率计算	116
4.3.3	摊铺机牵引阻力计算	117

4.3.4	保证摊铺机无打滑现象的工作条件	118
4.3.5	摊铺机发动机功率设计计算	118
第5章	挖掘机	119
5.1	挖掘机的分类、特点及适用范围	119
5.1.1	分类	119
5.1.2	特点及适用范围	120
5.2	一般构造	121
5.2.1	工作装置	121
5.2.2	回转装置	123
5.2.3	行走装置	124
5.3	挖掘机总体设计	129
5.3.1	理论生产率	129
5.3.2	实际生产率	129
5.3.3	技术生产率	130
5.3.4	机体主要尺寸	130
5.3.5	整机质量	130
5.3.6	力和速度参数	130
5.4	挖掘机液压系统设计	131
5.4.1	工况分析和负荷确定	131
5.4.2	系统主要参数的确定	132
5.4.3	系统方案的拟定	133
5.4.4	系统初步计算和液压元件的选择	134
5.4.5	液压系统的验算	135
5.4.6	绘制液压系统图和装配图	137
第6章	路面铣刨机	138
6.1	路面铣刨机的基本概况	138
6.1.1	分类	138
6.1.2	工作特点	139
6.1.3	主要结构及工作原理	139
6.1.4	发展水平及发展趋势	140
6.1.5	路面铣刨机的选型和铣刨刀具的选择	142
6.2	典型路面铣刨机的结构、性能及特点	143
6.2.1	1900DC 型沥青路面铣刨机	143
6.2.2	LLX-1000 型铣刨机	148
6.2.3	LX-50 型铣刨机	149
6.2.4	LXZYH1300 型沥青路面铣刨机	149
6.3	铣刨装置的设计分析	150
6.3.1	铣削对象分析	150
6.3.2	滚动铣削刀具分析	151
6.3.3	分析结论	153

第7章 路面清扫车	154
7.1 路面清扫车的分类	154
7.2 路面清扫车的结构及工作原理	155
7.2.1 开放吸扫式清扫机	155
7.2.2 循环吸扫式清扫机	156
7.2.3 纯扫式清扫机	156
7.2.4 牵引拖挂式清扫机	157
7.2.5 清扫机除尘原理	158
7.3 清扫装置主要结构	159
7.3.1 扫地刷	159
7.3.2 清扫机吸口性能与结构	163
7.3.3 垃圾箱	163
7.3.4 液压系统	164
7.3.5 气动系统	164
7.3.6 喷水系统	165
7.4 典型路面清扫车设计	166
7.4.1 发动机功率计算	166
7.4.2 工作装置主要参数计算	168
7.4.3 清扫机的生产率和清扫质量评价指标	170
7.4.4 国外主要厂家清扫车技术性能指标	171
第8章 除雪车	177
8.1 除雪的方法及原理	177
8.1.1 概述	177
8.1.2 冰雪的物理力学性质	178
8.1.3 除雪的各种方法原理	182
8.2 除雪车的分类	183
8.2.1 按工作装置的特点分类	183
8.2.2 按整车特点分类	185
8.3 典型除雪装置的结构与设计	186
8.3.1 犁板式除雪装置	186
8.3.2 旋切式除雪装置	193
8.4 除雪车整车设计举例	196
8.5 除雪车设计计算	198
8.5.1 犁板式除雪车设计计算	198
8.5.2 旋切式除雪车设计计算	201
第9章 多功能路面养护车	205
9.1 简述	205
9.1.1 分类及功用	205
9.1.2 多功能路面养护车国内外概况及发展趋势	206
9.2 基本结构和主要工作装置	207

9.2.1 基本结构	207
9.2.2 主要工作装置	208
9.3 ZYZ-92 型沥青路面综合养护车的结构特点.....	212
9.3.1 主要结构及原理	212
9.3.2 主要技术参数	214
9.4 沥青路面修补设备	214
9.4.1 沥青路面修补设备的分类	214
9.4.2 热再生加热板的几种形式	215
9.4.3 综合养护车沥青混合料加热计算	216
参考文献.....	220

绪 论

0.1 筑路与养护路机械的定义

用于修建道路的机械设备称为筑路机械,用于养护道路的机械设备称为养护路机械。道路的修建与养护通常分为两个领域:轨道式道路的修建与养护,如铁路的修建与养护;非轨道式道路的修建与养护,如公路、城市街道等道路的修建与养护。轨道式道路的修建与养护机械专业性强,除部分土石工程机械外,大部分机械设备与非轨道式道路的修建与养护机械不具有通用性,轨道式道路的修建与养护机械已成为独立的专用机械。筑路与养护路机械通常泛指非轨道式道路的修建与养护机械。

0.2 筑路与养护路机械的分类

0.2.1 筑路机械分类

按照不同的分类方法,筑路机械可以划分为不同种类。

按照道路建设的顺序性与整体性,筑路机械划分为:道路基础施工机械,如推土机、挖掘机、装载机等工程机械;道路路面施工机械,如摊铺机、压路机等机械设备。

按照机械行走动力来源,筑路机械划分为:自行式机械,如装载机;拖挂式机械,如拖挂式沥青混凝土摊铺机。

按照机械行走方式,筑路机械划分为:履带式机械,如履带推土机;轮胎式机械,如装载机。

按照作业特点、燃料类型、传动方式等诸多分类方法,筑路机械可划分为汽油机械、柴油机械、机械传动机械及液力传动机械等很多类型。

0.2.2 养护路机械分类

按照道路养护作业类型,养护路机械划分为:日常养护机械,如清扫车;特别养护机械,如沥青路面铣刨机、除雪车。

按照机械作业功能,养护路机械划分为:单一功能型养护路机械,如洒水车;多功能型养护路机械,如多功能除雪车。

按照机械行走方式、燃料类型、行走动力来源、传动方式等分类方法,养护路机械可以划分为诸多类型。

0.3 筑路与养护路机械发展简史

筑路与养护路机械的发展与自然科学及应用技术的发展密切相关。1860年工业革命之后,社会化大生产的需求,极大地促进了科学技术的发展;科学技术的快速发展,为筑路与养护路机械的发展奠定了坚实的基础。1862年,第一台自行式蒸汽机驱动压路机的诞生,

成为筑路与养护路机械发展的里程碑。

1880 年出现以拖拉机为底盘的半回转式蒸汽单斗挖掘机；1904 年，美国人 B. 霍尔特制造出第一台推土机；1920 年出现自带动力装载机；1930 年出现沥青混凝土摊铺机；1943 年出现道路除雪机；1950 年出现沥青路面铣刨机；1960 年出现扫路车和水泥混凝土摊铺机。

从 1860 年至今，筑路与养护路机械近 150 年的发展历程，大体划分为三个阶段。

① 20 世纪 50 年代以前，筑路与养护路机械相继出现，以机械传动、手动控制为基本特征，是筑路与养护路机械稳定发展阶段。如 1906 年出现把推土装置安装在以汽油机为动力的拖拉机上的推土机，1930 年出现步行式行走装置挖掘机，1939 年出现轮胎式装载机。

② 20 世纪 50 年代至 90 年代，现代科学技术在筑路与养护路机械领域得到全面应用，新型筑路与养护路机械出现，以液力液压传动、自动控制为特征，是筑路与养护路机械完善发展阶段。如 20 世纪 50 年代中期原联邦德国和法国研制成功全回转式液压挖掘机，1974 年原联邦德国研制成功全液压推土机，20 世纪 60 年代出现的扫路车和水泥混凝土摊铺机。

③ 20 世纪 90 年代至今，高新技术在筑路与养护路机械领域得以应用，筑路与养护路机械向专业化、多功能化方向发展，以机电液一体化、计算机控制为发展趋势，是筑路与养护路机械快速发展阶段。如 1998 年德国研制成功的第一台无人驾驶压路机，2004 年吉林大学研制的多功能除雪车。

0.4 筑路与养护路机械在我国的发展与应用

我国从 20 世纪 50 年代开始筑路机械的研究与生产，主要集中于推土机、装载机、挖掘机等机型的研制开发，但发展缓慢。20 世纪 80 年代初期，改革开放政策的逐步实施，使国家经济建设与科学研究快速发展，筑路与养护路机械的研究与开发进入全面、快速发展时期。同时，国外筑路与养护路机械技术的相继引进，在一定程度上促进了我国筑路与养护路机械技术领域的进步。如沥青路面铣刨机的研究，1985 年湖北襄樊公路机械厂以铁牛 55 型拖拉机为底盘，研制成功 1m 简易铣刨机；1987 年江苏镇江路面机械厂参照国外机型研制成功 LX50 型铣刨机；1990 年天津市道桥处机修厂研制成功 LX-1000 型铣刨机。

在筑路与养护路机械的某些技术领域，我国的研究成果已经达到国外先进技术水平，如国防科技大学与江麓机械厂在 2000 年研制成功的 12.6T 无人驾驶振动压路机，但总体技术水平仍落后于国际先进技术。研制开发高科技含量并具有自主知识产权的多品种系列化筑路与养护路机械，是我国筑路与养护路机械技术领域发展的必然。

20 世纪 80 年代以前，我国筑路与养护路机械的使用数量及种类相对较少，使用范围相对狭小。自 80 年代以后，公路建设速度加快，公路建设等级提高，全国公路里程提高迅速。因此，筑路与养护路机械被广泛使用，使用数量、种类增加非常快，国外先进设备相继被引进并投入使用。虽然国外先进的筑路与养护路机械技术水平高，但高昂的价格与维修费用使其使用范围受到很大限制。国内筑路与养护路机械技术的迅速发展，使国产筑路与养护路机械与国外同类产品的差距缩短，具有性价比优势。因此，国产筑路与养护路机械在国内使用广泛，种类和数量远远超过购入的筑路与养护路机械。

0.5 筑路与养护路机械研究现状与发展趋势

现代科学技术的发展,促进了筑路与养护路机械的快速发展。现代机械设计理论、计算机辅助设计与仿真技术、现代机械加工技术、现代传感技术、计算机与数字控制技术等现代科学理论与技术在筑路与养护路机械技术领域得到成功应用,道路基础施工机械、路面施工机械以及道路养护机械的科技水平进展迅速。针对不同等级道路建设与养护要求,不同类型、不同作业功能的专业型、多功能型筑路与养护路机械相继研制成功,已形成种类繁多、规格系列化的发展趋势。

保障交通工具安全、顺畅通行是道路交通的首要任务。道路交通工具数量的快速增加及其通行速度的快速提高,要求道路建设速度、建设等级以及道路养护质量与交通运输业的发展协调一致。因此,现代道路建设和养护对筑路与养护路机械的发展提出了更高的要求。筑路与养护路机械的发展必适于社会总体发展,使之具有如下发展趋势。

① 智能化发展方向 生产效率与作业质量是筑路与养护路机械的重要参数,控制系统智能化是提高生产效率及作业质量的有效途径。智能化控制系统不但能够根据作业程序控制作业过程,且能够根据实际作业情况对作业程序进行实时修订,最大限度地保证施工质量、提高生产效率。现代传感、计算机与数字控制等技术的应用,为筑路与养护路机械智能化发展方向奠定了良好的基础。

② 环保型发展方向 社会对环境保护的越发重视,要求筑路与养护路机械对环境的危害越小越好,噪声、粉尘、尾气等环保指标必须达到规定标准。环保指标不能达到标准要求的机械设备必然被限制使用,并被淘汰。

③ 节能型发展方向 节约能源,最大限度地提高能源利用率,降低筑路与养护路机械的使用成本,是其发展的必然趋势。

④ 专业化、多功能化发展趋势 针对道路建设与养护作业程序,研制开发专业化筑路与养护路机械,以专业化机械取代替代机械,不但可以有效地提高道路建设与道路养护作业的效率,且能够有效地保证作业质量。具备一机多能,一次完成道路建设或道路养护的多程序作业,或一机具有多程序作业的能力,实现机械作业多功能化,提高机械设备的利用率,降低成本投入。

第 1 章 压 路 机

压路机主要用于对土石坝、河堤、围堰、建筑物基础和路基的土壤、堆石、砂砾石、石渣等进行压实，并用于碾压干硬性混凝土坝（RCCD）、干硬性混凝土道路（RCCP）和道路的沥青铺装层，以提高建筑物的强度、水密性和稳定性，防止因受雨水风雪侵蚀引起软化和膨胀，产生沉陷破坏。

1.1 压路机的分类及其原理

1.1.1 压路机的分类

(1) 按压实力分类

压路机按压实力原理的不同，分为静作用压路机、振动压路机、振荡压路机和组合式压路机，如图 1-1 所示。

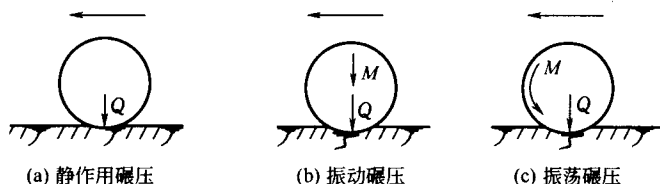


图 1-1 压实作用原理示意

Q—静作用力；M—振动力

① 静作用压路机 滚轮沿被压实材料表面作往复滚动，靠压路机的自重产生静压力作用，使被压层产生永久变形而达到压实目的 [见图 1-1(a)]。

② 振动压路机（振动碾） 滚轮沿被压实材料表面作往复滚动，同时以一定频率、振幅振动，使被压层同时受到滚轮的静压力和振动力的综合作用，提高压实效果 [见图 1-1(b)]。

③ 振荡压路机（振荡碾） 滚轮在被压实材料表面既作往复滚动，又以一定的振荡力作用于被压层，在振荡轮自重及交变力矩作用下，产生并加速振荡滚轮下被压材料的交变剪切，同时振荡轮前、后部的土壤也受到不同程度的挤压而被密实，压实效果更好 [见图 1-1(c)]。

④ 组合式压路机 是图 1-1 中静作用碾压和振动碾压组合、静作用碾压和振荡碾压组合或振动碾压与振荡碾压组合的情况。

(2) 按行走方式分类

按照行走方式不同，静作用压路机分为拖式和自行式两种；振动压路机分为手扶式、拖式和自行式三种。目前自行式压路机可按图 1-2 所示进行分类。

拖式压路机一般由履带式拖拉机牵引，结构质量大、爬坡能力强、生产能力高，适合大中型土石方填筑碾压作业。

自行式压路机结构质量较小，机动性好，主要用于道路建筑和碾压干硬性混凝土工程。自行式压路机的动力传递方式有机械式、液力机械式和静液压力式三种。机械传动的压路机在

启动、制动、换向时，因惯性所产生的冲击力，在压实面上产生轮辙，影响压实质量。目前新型压路机均采用液力机械式和静液压式传动方式。

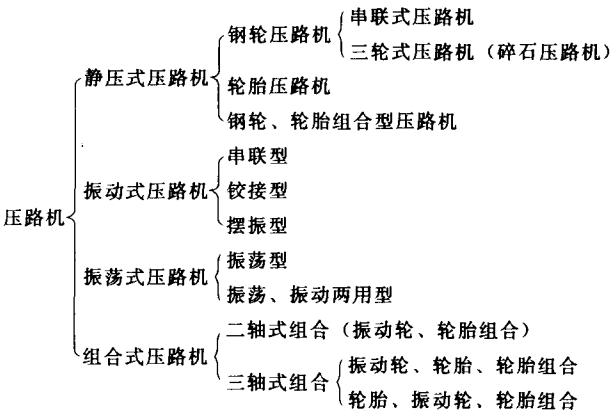


图 1-2 自行式压路机分类

振荡碾除与振动碾分类相同外，按其功能分为振荡和振荡振动两用碾；按振荡碾的传动方式分机械振荡碾和液压式振荡碾两种。

(3) 按滚轮材料和表面形状分类

按照滚轮的材料和表面形状不同，静作用压路机、振动压路机、振荡压路机都可分为钢制光轮和钢制带羊足碾两种。静作用压路机还采用充气轮胎滚轮。

1.1.2 压路机的工作原理

(1) 静作用压路机

① 光轮压路机 可分为自行式（简称压路机）和拖式（简称平碾）两种。目前使用的光轮压路机分三轮压路机（碎石压路机）、二轴串联压路机和三轴串联压路机。它依靠滚轮的静压力来压实土壤，单位直线压力较小。由于土壤存在内摩擦力，因此静作用的压实作用和压实深度都受到限制，且压实不均匀。光轮压路机不适用于水工建筑物，如干硬性混凝土坝、土坝、河堤、围堰的碾压，主要用于筑路工程。压路机可通过增减配重物在一定范围内调整单位直线压力。影响静作用压路机压实效果的因素除质量外，还有与这种质量如何转化为有效压实能量有关，因此增大滚轮直径成为光轮压路机发展的必然趋势。

平碾由于结构简单，便于制造，一般仍用于压实干密度设计要求较低的黏性土、高含水量黏土、砂砾料、风化料、冲积砾质土等。

② 羊脚压路机（羊脚碾） 适用于黏性土壤和碎石、砾石土壤的压实。由于滚轮上突出部分与土壤接触时单位压力较大，且具有很大的剪切土壤力，能不断翻松表层土，使黏土内的气泡或水泡受到破坏，增大土壤的密实度，具有很好的压实效果。尤其在黏土成分超过50%的场合，是比较有效的压实机械，被广泛地用于黏性土料的分层碾压。对碎石、砾石土壤压实时，能挤碎石块，将细小颗粒填充到大块的碎石和砾石之间，使之得到更密实的结构。同时还可通过增减配重调整羊脚的单位压力，在土坝施工中常用来碾压密水性的黏性土料。羊脚碾对于非黏性土料和高含水量黏土的压实效果不佳，不宜采用。

③ 轮胎压路机（轮胎碾） 除用于沥青铺装层的整平作用外，几乎适用于所有的压实工作，使用范围广泛。轮胎碾的接触压力主要取决于轮胎内的充气压力，荷重增加时仅增加轮

胎的变形,使其接触面积增大,而在这个面上的接触压力改变不大,可近似看作接触压力不变。在轮胎碾碾压时,因轮胎具有弹性,与被压材料同时变形,使土壤受全应力作用时间较长。对于土壤,尤其是黏结性土壤,密实过程需要一定时间,轮胎碾全应力作用时间长,具有较好的压实效果。由于轮胎压缩变形,因而使被压材料表面接触面积增大,且应力分布均匀,压实深度增加。刚性的滚轮因受到被压材料极限强度的限制,机重不能太大,而轮胎碾则可调节轮胎气压以限制最大压强。降低轮胎气压,可相应降低接触应力,所以它适用于压实黏结性土壤和非黏结性土壤,如砂壤土、砂土、砂砾料等。

(2) 振动压路机(振动碾)

振动碾是将振动和静力碾压相结合的压实机械。在静作用压路机的滚轮上,安装激振机构,当振动碾工作时,振动能以压力波方式向被压层内传播,使被压层既受到静压力又受到振动力的综合作用,从而达到密实效果。振动碾的激振机构,一般是将偏心块置于滚轮轴上或轮架上,由偏心块的高速旋转产生振动力,通过滚轮传到被压层上。

振动碾分为光轮和羊脚轮两类,适用于不同的土质条件。与静作用压路机相比具有以下优点:单位直线压力大,压实深度比同类型、同质量等级的静作用压路机大1.5~2.5倍,因此碾压厚度增加,碾压遍数减少;结构质量轻,外形尺寸小。与静作用压路机相比,在相同的压实效果条件下,振动碾的质量只有静作用碾压机械的1/5~1/3。

① 光轮振动碾 适于压实无坍落度混凝土(干硬性混凝土)坝、土石坝的非黏性土壤(砂土、砂砾石)、碎石、块石、堆石和沥青混凝土,效果远非其他的压路机所能相比。但对黏性土壤和黏性较强的土壤压实效果不好。摆振式振动碾还可用于大体积干硬性混凝土的捣实作业。

② 羊脚振动碾 是一种新型压路机。在20世纪60年代前羊脚碾大多为拖式,当羊脚碾和铰接式振动碾结合后,羊脚滚轮作为牵引部的拖动部分,利用牵引部的动力源驱动滚轮内的振动机构、运行机构而成为自行羊脚振动碾。既可压实非黏性土壤,又可压实含水量不大的黏性土壤和细颗粒砂砾石以及碎石与土壤的混合料。

振动碾最大缺点是它的高频振动易使操作人员过度疲劳。目前振动碾采用橡胶块实现振动滚轮与框架连接,框架通过二级橡胶块与机架连接的二级减振系统,并采用铰接式机架,使操作人员远离振动源;采用静液压传动等新型结构,对非振零部件免受振动影响等隔振问题已基本得到解决。在国内外干硬性混凝土坝、土石坝施工中,多采用5~15t振动碾进行压实。

振动碾的振动频率和振幅对压实效果影响很大。压实表层土时用高频和小振幅,压实底层时宜用低频大振幅。对不同的被压层,应选择适当的频率和振幅。通常在压实非黏结性土和半黏结性土所用的振频为20~40Hz。粒状的底层材料采用25~30Hz,振幅为1.5~2mm。对于沥青、混凝土料振频为33~50Hz,振幅为0.4~0.8mm。在使用振动碾的过程中,应采取相应措施保持边坡稳定。

振动碾已由单频、单幅、单振动轮发展到调频、调幅、全振动、全转向,且双轮可横向移动、方向盘左右移动,并配置土壤密实度测试仪、振幅计等较完善的振动碾。

振动压实的效果,取决于压实机械的技术参数和特性。在调频、调幅振动碾的实际使用中,应参照被压材质的自振频率,使振动碾的振频与土壤的自振频率大致相近,迫使被压材料发生共振,以获得最佳的压实效果,若频率增长超过共振界限,压实效果会降低。最佳性能的压实,是碾的振动频率与所压实土壤的自振频率相一致。但土壤的自振频率随密实度加大而有少量增长,滚轮的初始振动频率应设置为稍高于土壤的自振频率。

(3) 振荡压路机 (振荡碾)

振荡碾是 20 世纪 80 年代中期国外出现的一种新型压路机。它基本综合了振动、静力压路机各自的优点,适用于工程施工从底层至面层的压实作业。振荡碾把能量以水平振动方式传给被压层,与常规振动碾把垂直振动传给被压层具有显著区别。另外,振荡碾能与压实计相结合,针对地基形状变化,自动地控制运行参数。

振荡碾与常规振动碾相比,最大的优点如下。

① 振荡碾在压实过程中振轮不离开碾压面,这样设备就没有共振或不稳定等缺点,使设备本身的减振、隔振、操作人员的乘坐舒适性都易得到解决。

② 过大的垂直振动冲击地面可造成松动,也易引起敏感性土壤液化或破坏脆性骨料。振荡碾用水平方式传递振动,就不易发生上述现象,在 RCCD 施工中可在近模板处压实。

③ 振荡碾采用大量的反复剪切变形原理,使更多类型土壤得到最佳压实;且由于能量都集中在压实层上(周边区域的振动减少),所以能量消耗大幅度下降。

振荡碾启振的方法:由液压马达带动中心轴回转,通过齿轮或传动带传动上下轴,并使上下轴上的偏心块保持反相位,两偏心块在高速旋转中反复产生一交变力矩,圆筒形碾压碾受到交变扭矩的作用。当碾子在地面上时,在地面反作用力的推动下,引起碾子转动,并产生一个附加的平移运动。这样,在反复的交变切应变及压路机静荷的持续作用下,地面被压实。

滚轮前后方向的振动或滚轮左右方向的振动使滚轮产生水平方向剪切力。

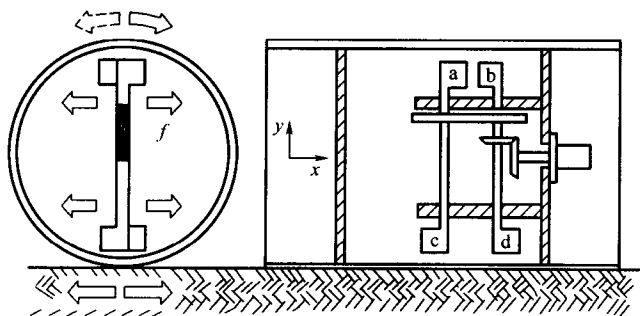


图 1-3 振荡压路机工作原理

N3 型振荡轮如图 1-3 所示。在振荡轮上与镶板平行安装一对在两端具有偏心块的旋转轴,通过齿轮传动,两根旋转轴能作反方向旋转,上下偏心块分别在相对方向(c 和 d)上配置。两轴回转时产生的离心力在滚轮轴线方向上相互抵消,在前后方向(z 轴方向)上保留下来,如图 1-3 中的 f 所示。此离心力在上下相对方向上发生,使振轮的轴系有一周期性的扭矩,使振轮接地部位发生周期性的切向力,对被压层给予水平剪切力。

YDZ-10 型振荡碾的振荡轮在总体上仍采用振动轮的结构(见图 1-4)。滚轮内装有一根中心轴和两根偏心轴,由液压马达驱动中心轴旋转,再通过机械传动带动偏心轴同步旋转,两根偏心轴产生激振力,使滚轮受交变扭矩作用。

YDZ-10 型振荡碾的激振机构[见图 1-5(a)]由轮体 1 和激振轴 6 等组成。激振马达 4 带动传

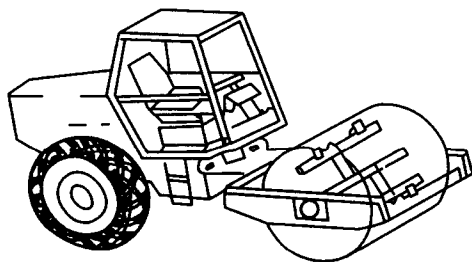


图 1-4 YDZ-10 型振荡碾