



公路施工机械化与管理

Gonglu Shigong
Jixiehua Yu Guanli

郑忠敏

主编

人民交通出版社

China Communications Press



公路施工机械化与管理

公路施工机械化与管理

郑忠敏 主编

人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书对公路施工机械化与管理进行了全面深入的探讨,介绍各种公路路基、路面基层与面层施工机械化的方法与理论,详细阐述施工机械的组织、使用、维护及管理方法。书中涉及的内容与生产实践密切结合,对公路施工有较强的指导意义。

本书可供高等学校机械工程类、土木(公路)类及公路工程管理类等专业的本、专科学生作教学用书,也可供公路建设部门从事施工机械化管理人员、技术人员和机械设备使用人员的工作参考书。

图书在版编目 (C I P) 数据

公路施工机械化与管理 / 郑忠敏主编. —北京: 人民交通出版社, 2002

ISBN 7-114-04441-0

I.公... II.郑... III.道路工程—机械化施工—施工管理 IV.U415

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 067673 号

公路施工机械化与管理

郑忠敏 主编

正文设计: 彭小秋 责任校对: 尹 静 责任印制: 杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

各地新华书店经销

北京凯通印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 15.5 字数: 384 千

2002 年 9 月 第 1 版

2002 年 9 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001-4000 册 定价: 26.00 元

ISBN 7-114-04441-0

U·03278

前 言

编者集多年教学研究成果和公路建设实践经验,吸纳近年来国内同仁的宝贵经验编撰此书,对公路施工机械化与管理进行全面深入地探讨,介绍各种公路路基、路面基层与面层施工机械化的方法和理论,详细阐述施工机械的组织、使用、维护及管理方法。编写风格上除注意到系统性外,语言表达力求简明生动,深入浅出且不乏理论深度。书中涉及内容与生产实践密切结合,对公路施工具有较强的指导意义。

此书可供高等学校机械工程类、土木(公路)类及公路工程管理类等专业的本、专科学生作“施工机械化与管理”和“工程机械运用与管理”课程教学用书,也可作为公路建设部门从事施工机械化管理人员、技术人员和机械设备使用人员的工作参考书。

全书共十一章,参加编写的有郑忠敏、任征、贾长海、姚丽娜四人。其中郑忠敏编写绪论、第一章、第二章、第三章、第七章和第八章;任征编写第四章、第五章、第六章;贾长海编写第九章、第十章;姚丽娜编写第十一章。全书由郑忠敏主持编写并最后定稿。书中部分插图由唐小江协助制作。

编者水平有限,时间也较仓促,未及广泛征求专家们的意见,因此书中不周、疏漏甚至错误之处在所难免,恳请使用本书的诸君不吝赐教。

编 者

2002年6月于长安大学

目 录

绪论	1
第一章 施工机械的组织	4
§ 1-1 施工机械及其分类	4
§ 1-2 施工机械选型通则及考虑的若干问题	9
§ 1-3 土方机械选型	12
§ 1-4 土方施工机械机群规模和石方机械选型	16
§ 1-5 机械配套组合原则	20
§ 1-6 施工机械配置的合理性	21
§ 1-7 机械设备的置办	26
§ 1-8 机械设备验收	28
第二章 土方路基施工机械化	30
§ 2-1 公路路基的概念	30
§ 2-2 路堤填筑材料的类型与性质	34
§ 2-3 路基施工准备	39
§ 2-4 路基压实机理与路堤填筑作业规划	43
§ 2-5 压路机选型、压实作业参数及作业要点	46
第三章 石方爆破施工运用	55
§ 3-1 爆破应用场所与设备	55
§ 3-2 爆破技术	56
§ 3-3 爆破工程	61
§ 3-4 爆破施工组织管理	65
第四章 稳定层施工机械化	68
§ 4-1 概述	68
§ 4-2 各种稳定土的特点及混合料组成	69
§ 4-3 稳定土路拌法施工工艺及设备配套	74
§ 4-4 稳定土厂拌法施工	79
第五章 沥青混凝土路面施工机械化	82
§ 5-1 沥青混凝土路面	82
§ 5-2 混合料的拌制与运输	82
§ 5-3 沥青混凝土摊铺机械化	89
§ 5-4 沥青摊铺的找平系统	92
§ 5-5 沥青铺层的压实技术	94
§ 5-6 改性沥青 SMA 路面施工技术	96
第六章 水泥混凝土路面施工机械化	99
§ 6-1 概述	99

§ 6-2	水泥混合料的拌和与运输	99
§ 6-3	水泥混凝土路面摊铺工艺与设备	100
§ 6-4	水泥混凝土路面养生技术	104
§ 6-5	RCC 路面机械化施工	105
第七章	施工机械运转准备	108
§ 7-1	技术准备——技术文件的建立与普及	108
§ 7-2	机械设备的场地转移	111
§ 7-3	机械设备运转的电源及电力供应	115
§ 7-4	施工机械燃料用油准备	119
§ 7-5	施工机械润滑材料准备	122
§ 7-6	施工机械液压油和液力传动油的准备	127
第八章	土方机械施工运用	130
§ 8-1	推土机路基施工运用	130
§ 8-2	铲运机路基施工运用	138
§ 8-3	挖掘机路基施工运用	146
§ 8-4	平地机施工运用	156
§ 8-5	装载机施工运用	163
第九章	施工机械使用技术	168
§ 9-1	动力设备使用技术	168
§ 9-2	蓄电池与交流发电机使用技术	171
§ 9-3	施工机械车辆复杂路况行驶技术	174
§ 9-4	施工机械困境解救	178
§ 9-5	特殊环境条件下的使用技术	180
§ 9-6	液压系统使用技术	185
§ 9-7	导热油加温系统使用技术	188
第十章	施工机械技术保养	191
§ 10-1	概述	191
§ 10-2	技术保养的作业内容	193
§ 10-3	技术保养的实施	195
§ 10-4	技术保养的基本设备	198
第十一章	施工机械的管理	200
§ 11-1	施工机械现代管理的特点与内容	200
§ 11-2	现代设备管理理论	205
§ 11-3	施工机械管理模式	215
§ 11-4	施工机械租赁管理	220
§ 11-5	施工机械备件管理	224
§ 11-6	机械设备安全管理	229
§ 11-7	自行式机械轮胎管理	234
§ 11-8	机械的暂存和长期保管	238
参考文献		240

绪 论

公路建设对国民经济发展所起的重要作用,人们已有共识。为适应新时期国民经济快速增长,推动社会主义现代化建设的进程,国家加强了对各种基础设施的投资力度,公路交通设施便是其中之一。公路作为连系各地区之间的交通纽带,将带动其辐射地区经济的全面发展。发达的交通网络通常与该地区的经济增长速度成正比,这在我国经济发展较快的东部几个省市已经得到证实。国家提出西部大开发的战略部署,作为基础设施的公路建设在这些地区正在呈蓬勃发展之势。进入 20 世纪 90 年代以后,以大城市为起点的高等级公路逐段地修筑起来,我国高速公路平均增长速度位居世界前列。与此同时,对低等级公路改建投资力度也在逐年增长。国家拟于 2010 年以前修筑贯通全国“五纵七横”12 条国道主干线组成的 3.5 万 km 的高等级公路网络。公路建设事业任重道远。

公路是宽阔平坦的,可供各种轮式车辆通行的线形构筑物。公路由主体工程和辅助交通设施两大部分构成。公路主体除桥隧外,就其断面构成而言,包括下层的路基和上层的路面。现代高等级公路路面又可再分为路面面层和路面基层。层次的排列决定了公路施工工序为:路基→路面基层→路面面层。

根据工程性质、工程量、施工期限及可能获得的人力和机械设备等条件,公路施工方法概括起来有下列五种:

1. 人工施工

施工方法是使用手工工具。它效率低,劳动强度大,进度缓慢,工程施工质量不易控制。特别是高等级公路施工,例如高等级公路的沥青混凝土路面施工,人工施工方法根本无法进行。

2. 简易机械化施工

这是以人力为主,使用简易机械的一种施工方法,可减轻劳动强度,提高工效,但对工程质量的控制仍存在不少困难。

3. 水力机械化施工

使用水泵、水枪等水力机械施工,在有充足水源和电源情况下,土方工程集中时常使用。

4. 综合机械化施工

使用配套施工机械,可极大地减轻劳动强度和提高劳动生产率,保证工程质量。这种施工方法是目前公路建设施工的主流。

5. 爆破法施工

爆破法施工是一般公路,特别是山区公路不可缺少的施工方法。

公路综合机械化施工,也称公路施工机械化。“机械化”一词的含义是:主要用机械完成工程项目。例如用机械完成公路路基的建造任务,就称路基施工机械化,余此类推。与机械化有关的两个概念,由于受汉语词意丰富的影响常被人们混淆。这两个概念分别是“机械化程度”和“机械化水平”。机械化程度:指用机械完成的工作量与工程总量之比,用百分比来表示,计算式为“ $A/B \times 100\%$ ”,该数值无量纲,为了保证可比性, A 、 B 通常以货币作计量单位。机械

化程度的高低,依赖于一个国家或地区的机械发展状况,但它不能确切表明机械化水平的高低。机械化水平是指同样自然条件下,用机械完成施工作业,最后所得的经济效果,通常用单位工程造价(元/km 或元/m³)来表述。机械化程度仅仅是提高机械化水平的物质基础,具备同样基础的两家施工企业,由于施工工艺和管理上的差异,往往表现出的机械化水平是不同的。

公路施工机械化学科是在道路建设实践中逐步发展起来的一门新兴的边缘学科。它包括了机械工程学科、土木工程学科和经营管理学科的部分内容。其任务是研究如何改善施工工艺和施工机械组配及合理运用施工机械,从而提高公路施工的机械化程度和机械化水平。即研究如何使机械完成更广泛的作业内容,以及如何使机械作业的生产率提高,机械运转费用降低,机械服役年限(使用寿命)延长等问题。目前研究的方法有两种:一是在施工实践中不断进行探索和总结,去寻求最佳的施工机械化规律,指导新情况下公路机械化的施工实践;二是借助电子计算机,利用现代网络技术进行施工机械化仿真的研究。相信通过公路建设部门广大职工(包括技术、管理人员和机械操作者)、科研、教学部门科技人员的不懈努力,公路施工机械化学科一定会得到迅速地发展和完善。

公路施工机械化的目的是为加快工程进度,保证施工质量,代替人力繁重劳作,降低工程造价。尽管如此,如果施工机械选配或机械使用不当,或与工程的施工特点不能相适应,机械化的优越性就难以体现。我们通过下面的工程实例分析,谈谈机械化的上述优越性是怎样得到体现的。

作业内容如图 0-1 所示的土方挖运。其土壤等级为开挖方便的 I、II 级土壤,平均运距 1km。这是常见的路基施工中从取土场取土填筑路堤施工方案,我们从施工作业内容与条件出发,研究对比机械化施工与人力施工。

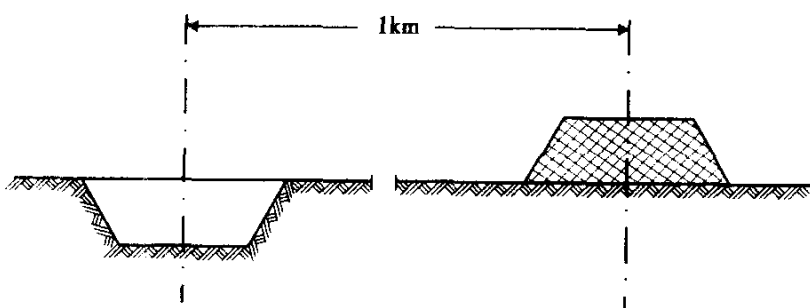


图 0-1 从土场取土填筑路堤示意图

1. 机械化施工

(1) 机械选型

从土壤条件和运距条件(易于开挖,中等运输距离)选自行式铲运机为施工机械较适宜。为了能从分析中得出定量的结果,假定选用 9m³ 铲运机(CL7 型)。

(2) 作业过程分析

铲运机的工作循环由铲装、运输、铺卸、空回四个过程组成。根据对铲运机工作过程的要求(详见第八章 § 2),设铲装过程用时 1min;铺卸过程用 0.5min;运输的平均速度 22km/h;空回平均速度 30km/h,推算出完成一个工作循环所耗工时 T 。

$$T = 1 + 0.5 + \frac{1}{22} \times 60 + \frac{1}{30} \times 0.6 = 1 + 0.5 + 2.8 + 2 = 6.3 \text{min}$$

每小时的循环数为 9.5,即平均每小时完成 9.5 斗的挖运任务。每台班 8h,设时间利用系数为 0.8,完成 61 斗的挖运,铲运机铲装时至少必须做到“斗平”,每日挖运量(松方)即为 $9 \times 61 = 549 \text{m}^3$,折合自然方 $\frac{549}{1.33} = 413 \text{m}^3$ 。

(3) 单位作业量费用

根据公路工程机械台班费用定额,该机台班总费用 764.52 元,计算出单位土方挖运费用为 $764.52/413 = 1.85 \text{元/m}^3$ 自然方。

2. 人力施工

(1) 人员数量计算

用简单生产工具(人力车与铁锹)完成挖装任务。施工组织为专人挖, 专人运, 每人拉一车。我们看一看, 一台 9m^3 铲运机一天完成的工作量, 需要多少人力才可完成。人力车拉运往返行程为 2km , 设速度 4km/h (行人速度), 往返一次需 30min , 每人每小时拉运 2 车, 每天 8h , 定额为 15 车(考虑自然必需时间为 30min)。每车土(松方)为 0.25m^3 。铲运机每日完成的松方量 549m^3 , 则需要 $549/0.25 = 2196$ 车, 需要拉车的人工数 $2196/15 = 146$ 人。

设挖土装车每人每天挖装的自然方为 3.5m^3 , 铲运机每台班的作业量 413m^3 自然方, 则需要挖装的人工数为 $413/3.5 = 118$ 人。

由于卸土处需要平整, 另外人力拉车到路基上坡处也需要有人协助。为了完成这些工作, 需设辅助工 6 人。

三种工种(运、挖、辅助)所需人力数总和为 $146 + 118 + 6 = 270$ 人。以上分析表明: 270 名人力的工作量等效于一台 9m^3 自行式铲运机的作业量。

(2) 人力施工费用计算

工资 = $15\text{元/d} \cdot \text{人} \times 270\text{人} = 4050\text{元/d}$, 伙食 = $7\text{元/d} \cdot \text{人} \times 270\text{人} = 1890\text{元/d}$, 合计 5940元/d 。由此算出单位土方挖运费为 $5940/413 = 14.38\text{元/m}^3$ 自然方。

通过以上工程实例的分析对比, 我们看到了机械化施工的优越性。然而施工机械化的优越性能否得到充分发挥, 或者说机械化水平到底会有多高, 在极大程度上受到管理水平和机械技术状况、机械运用水平的影响。

何谓“管理”呢? 管理属于人文学科的范畴, 可以这样来描述: 为了使某工作能够顺利进行, 依据科学的理论和成功经验, 甚至借鉴失败的教训, 所采取的策划、指挥、协调、调度、监督等措施的总括。可见管理应具备三个要素: 目的、依据和措施。公路施工机械化的管理, 其目的是提高机械化程度和机械化水平; 让尽可能多的作业内容用机械来代替人力劳作; 在保证工程质量前提下, 加快工程进度, 从而保证工期不延误; 通过改善工艺和提高机械作业效率, 降低工程造价, 为施工企业获取经济利益。然而施工工艺如何改善, 机械作业效率怎样才能提高? 这不但牵涉到土木方面的知识, 也牵涉施工机械方面的知识, 因此做好公路施工机械化的管理工作, 应当依据什么理论或经验, 制订或采取什么切实可行的有效措施, 这便是我们所要研究的课题。

合理运用施工机械是提高机械化水平的主要手段。那么“运用”的含义又是什么呢? 现代汉语词典称“运用——根据事物的特性加以利用”。这就意味着, 我们要合理运用施工机械, 必须了解它们的特性。这里包括两个方面的特性: 作用对象和施工机械本身的特性。参与机械化施工, 或者操作施工机械, 怎样才可做到“合理”, 这是我们要研究的另一方面。

公路施工机械化与管理的内容繁杂, 涉及的知识领域很宽; 施工机械化管理的完善程度与时代环境相关, 在很大程度上更依赖管理者的素质。机械化施工工地管理人员在知识结构上, 应具有土木(公路)知识的扎实基础, 同时应有机械构造、性能、使用、维护的全面知识; 工地管理人员在思想品质和道德情操等主观意识上应表现出吃苦耐劳、积极进取、办事公道。即将走向施工机械化管理岗位和正在从事此项工作的人们, 应在上述诸方面自觉加强学习、修养和锻炼, 成为符合要求的优秀管理人才, 在实际工作中为公路施工机械化学科及我国公路建设事业的发展做出贡献。

第一章 施工机械的组织

§ 1-1 施工机械及其分类

施工机械是公路施工机械化的物质基础。施工机械是指为交通、建筑、矿山、水利、海空港口等建筑施工服务的各种工程机械。各国对这些机械的称谓不尽相同。例如在美国称之为工程机械；俄罗斯和前苏联(及各加盟共和国)称筑路机械；日本则称建设机械。尽管如此,这些机械的结构、原理、性能、特征、作用对象及应用场合却非常相似或相同。施工机械包括铲土运输机械、工程起重机械、挖掘机械、压实机械、桩工机械、钢筋混凝土机械、路面机械、凿岩机械及风动工具、工程运输车辆等类型。下面简要介绍各类机械的典型机种、结构特点及类型区分方法。

一、铲土运输机械

铲土运输机械包括公路施工中常见的推土机、铲土机、平地机、装载机四种机械。这些机械的作用对象是土壤、砂砾和其他松散物料,作用方式是“铲削”。它们有结构外型不同的作业装置:推土机有推土铲刀;铲运机有铲斗;平地机有刮刀;装载机装载铲斗。虽然作业装置结构外形各异,却也有共同之处,即都有对作用对象铲削较为合理的“工具”——都安装有刀刃或斗齿;再则,作业时都是借助机械自身的移动将土壤(及其他作用对象)从“母体”剥离下来并将其移运一定路程。这也就是铲土运输机械名称的由来。

二、挖掘机械

挖掘机械包括单斗挖掘机和多斗(轮斗式)挖掘机。单斗挖掘机又可再细分成正铲挖掘机、反铲挖掘机、抓铲(抓斗)挖掘机和捞铲(拉斗)挖掘机四种。各种挖掘机械都安装有挖斗,挖斗上又安装着利于刺入土壤或其他作业对象的斗齿(又称斗刺)。挖掘机械特别是正铲挖掘机和反铲挖掘机,有强劲的开挖能力,像硬土、软石之类,通常推土机都难以铲削的作业面,挖掘机却可以自如地完成挖装工作。土壤从“母体”被挖下之后,还需移位方可完成“弃土”或“装车”工序,但这不是靠挖掘机本身整体的平面移动实现的,而是靠挖掘机自身的某些组成部分发生相互位置的变动(例如单斗正、反铲挖掘机大臂的提升、下降、回转台的回转等动作)来实现。换言之,挖掘机虽然是自行式机械(本身有行走装置和行驶动力),但在实施挖掘作业时,机械并不在作业现场移动,仅在需要调整挖掘点时才作短距离移动。这是挖掘机械与铲土运输机械作业的动作区分特征。

三、工程起重机械

顾名思义,它是在工程建设中,以起吊重物为作业内容的机械。工程起重机械有自行式、移动式 and 固定安装式三种。起重机械起吊重物使之移动位置(平面位置和空间高度的变化)也

仅仅依靠起重机械自身的某些组成部分发生相互位置的变动来实现,与挖掘机械的挖掘作业颇有相似之处。

四、压实机械

公路施工机械化中,压实机械是被广泛采用的一种机械类型,在其他工程建设中压实机械也广为应用。压实机械包括各种类型的压路机、夯具、水泥混凝土振捣棒。压实机械的作用是使土壤或其他物料,在机械的重力、冲击力或振动作用下,改变整体的结构排布,使之变成更加密实的状态,从而提高其强度和耐久性。压实机械有的有行驶动力和行走装置,这便是自行式压实机械,压路机是典型代表;还有的压实机械没有行走装置或没有行驶动力,例如蛙式打夯机、拖式羊足碾、拖式凸块式振动压实滚、手持式简单的木夯、水泥振捣棒等。压实机械给作业对象的作用力来源于自身质量或作业时产生的冲击力,或作业时产生的振动作用(击振力)。

五、桩工机械

桩工机械是以打桩为目的专用机械。房屋建筑行业中,为了建造符合承载能力的基础,应用桩工机械将桩打入地下,借助沉桩与所接触土壤的摩擦力,承托地上建筑物。公路、铁路的桥涵工程,有时为了建造水泥混凝土基础也需用桩工机械。

六、钢筋混凝土机械

钢筋混凝土机械包括钢筋加工及安装机械,水泥混凝土拌制、运送和灌注机械。这类机械与设备,在房屋建筑行业应用较为普遍;在公路施工机械化中也会采用,例如修建水泥混凝土路面时,用于拌制和运输水泥混合料、架设传力杆等。但是,从机械分类的观点看,水泥混凝土路面施工机械化中所用的水泥混凝土摊铺机(滑模摊铺机和轨道式摊铺机)并未列入钢筋混凝土机械的范围,而划入到路面机械。

七、路面机械

路面机械是公路路面施工机械化的主导机械。所谓主导机械,是指完成施工作业必备的、不可替代的机械。由于公路路面的结构层次不同、构筑材料不同,施工机械化的各个工序所用的主导机械也不同,简述如下:

1. 路面基层(稳定层)施工机械

稳定层施工机械有自行式稳定土拌和机(它是稳定层路拌法施工的主导机械)、稳定土厂拌设备、稳定土摊铺机(它们是稳定层厂拌法施工的主导机械)。稳定土摊铺机又有自行式螺旋分料原理的摊铺机和推移式“V”形分料板——犁形分料原理的摊铺机。除此之外,如果路面基层采用碎、砾石结构时,其施工机械化中所用的主导机械则为碎砾石摊铺机。

2. 沥青路面施工机械

路面面层如若采用沥青混凝土结构,其施工机械化中所用的主导机械有两类:第一主导机械是沥青混凝土搅拌设备(通常为大型的固定安装的厂拌设备,也称沥青拌和站或沥青拌和楼);第二主导机械是沥青混凝土摊铺机,它是将拌制好的沥青混合料,在路面基层上摊铺成型的机械。如上所述,这两类机械是沥青混凝土路面施工机械化中不可或缺的两类主导机械。

3. 水泥混凝土路面施工机械

在水泥路面施工机械化中,如前所述,混合料的拌制和运输及传力杆的制作、安装所需的机械已划归钢筋混凝土机械;而水泥混凝土摊铺作业,则是由滑模式水泥混凝土摊铺机或由轨道式水泥混凝土摊铺机完成的,它们是水泥路面机械化施工的主导机械。

八、凿岩机械及风动工具

凿岩机械及风动工具是通常所称的石方机械(也包括石料破碎及筛分设备),主要用于石方工程,其中有采石作业、石方路堑开凿,傍山半挖半填石方路基、隧道建造等公路、铁路工程。在国民经济其他部门,例如地下固体资源开采,城建改造工程中旧建筑物的拆除等爆破工程中也需配备这类机械。凿岩机械有凿岩机和钻孔机械;风动工具有空气压缩机、风动凿岩机(风镐、风钻、射钉枪)和风动搬手等。

九、工程运输车辆

工程运输车辆是以运送工程材料和工程设备为服务对象的运输车辆。这类车辆常为轮式车辆,有较强的道路通过能力(机动性、越野性和运动速度)。工程运输车辆有如下几种:

①大型平板拖拉机

主要运送大型或大宗工程材料和工程机械设备。

②倾翻式运输车

主要运送工程建筑材料,这种车辆有自卸能力,靠车斗的倾翻(后倾或侧倾)可将车厢的物料自行卸出。

③粉料运输车

粉料运输车以运送粉状物料(水泥粉或粉石灰)为服务对象。这种运输车辆本身配备粉料抽送泵,能将粉料抽入料箱或从料箱将粉料泵送出去。

④沥青和水泥混合料运输车

沥青作为公路建筑材料,其运量是很大的,而沥青的流动性又是直接受温度影响的。因此沥青运输罐车通常有良好的保温能力,且罐内设有加温装置。沥青运输罐车自身配备沥青泵。水泥混合料运输车又称水泥运输拌和车。这种车的装料罐呈纺锤状,安装在汽车底盘上。由于运送的是水泥混合料,为了防止混合料在运送过程中发生离析,运输途中料罐不停地低速转动。该种运输车也配有自动卸料机构。

⑤洒水车和沥青洒布车

这两种车辆是液体运输、洒布车辆,都有贮罐和喷洒装置。不同之处在于:沥青洒布车的罐内安装了加热装置,而洒水车则不需要;另外它们都安装有液体泵送装置,沥青洒布车安装的是沥青泵,而洒水车安装的则是普通的水泵。

施工机械除按上述分类方法分类型之外,还按其他方法分类。习惯上常按机械变更作业场所的难易程度,将施工机械分为固定式机械、移动式机械和自行式机械。

①固定式机械

这类机械被安装在固定的、预制的地基基础上。如需变更作业场所,机械必须经拆卸、运输、重新安装等程序,甚至还需安装后的调试程序,方能恢复其工作性能。固定式机械,通常也称之为“设备”。

②移动式机械

移动式机械除了作业装置外,机械本身具有行走装置(车桥和机架),但无行驶动力。这类机械变更作业位置或场所,需靠其他机械车辆的牵引或推动。

③自行式机械

自行式机械除了具有作业装置外,还兼有行走装置和行驶动力。自行式机械变更作业位置或场所非常方便,完全靠自身的行驶。只有作业场所变更需机械自身行走很长距离,在经济、技术方面认为用自驶方式不够合理时,才借助其他运输方式。自行式机械按行走方式的不同,还可再细分为履带式机械和轮式机械。

(1)轮式机械

轮式机械行驶系通常由车架 1、车桥 2、悬架 3 和车轮 4 等组成,车架通过悬架与前后轮相连,车桥两端则安装车轮(图 1-1)。

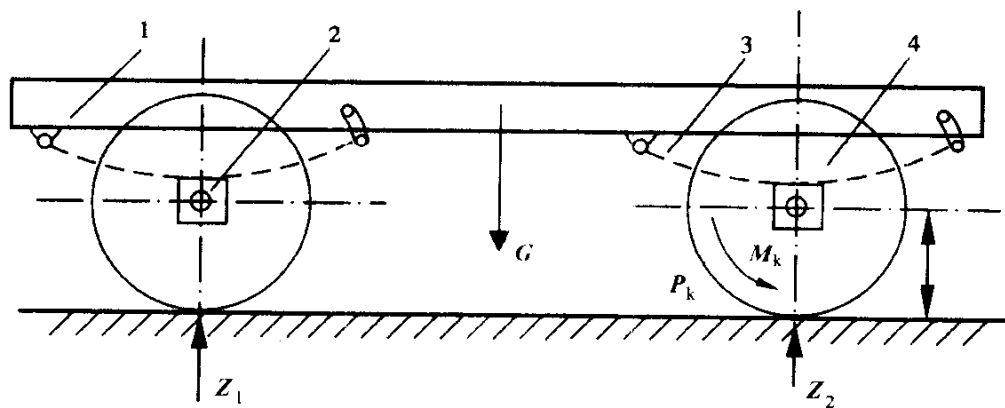


图 1-1 轮式行驶系的组成示意图

1-车架;2-车桥;3-悬架;4-车轮

对于运行速度较低的轮式铲土运输机械,为了保证其作业时的稳定性,一般都不装悬架,而将车架与车桥直接刚性相连。对于行驶速度较高的轮式机械(如轮胎式起重机),为了缓和行驶中的各种冲击和振动,则装有弹性悬架。

(2)履带式机械

履带式机械的行走系通常由台车架 6、悬架 12、履带 13、驱动链轮 8、支重轮 5、托轮 3、张紧轮 1(或称导向轮)和张紧机构 4 等零部件组成(图 1-2)。

履带式行驶系与轮式行驶系相比有如下特点:

①支承面积大,接地压力小。例如,履带推土机的接地压力为 $2 \sim 8 \text{ N/cm}^2$,而轮式推土机的接地压力一般为 20 N/cm^2 。因此,履带式机械适合在松软或泥泞场地进行作业,下陷度小,滚动阻力也小,通过性能较好。

②履带支承面上有履齿,不易打滑,牵引附着性能好,有利于发挥较大的牵引力。

③结构复杂,质量大,运动惯性大,减振功能差,使零件易损坏。因此,行驶速度不能太高,机动性差。

有时从管理角度看,在公路施工企业也能见到下列三种分类方法,它们分别是:

1.按照施工工艺对施工机械分类可分为:

(1)土方路基施工机械:常使用推土机、铲运机、挖掘机、装载机和平地机等;

(2)路基、路面压实施工机械:常使用静力压路机、振动压路机和轮胎压路机等;

(3)稳定层(基层)施工机械:其中,路拌法施工使用平地机、运料车、稳定土拌和机;厂拌法施工使用稳定土厂拌设备、混合料运输车和稳定土摊铺机等;

(4)公路路面施工机械:其中,沥青混凝土路面使用沥青混凝土搅拌设备、成品料运输车和

沥青混凝土摊铺机;水泥混凝土路面使用水泥混凝土搅拌设备、水泥混凝土输送车和水泥混凝土摊铺机。

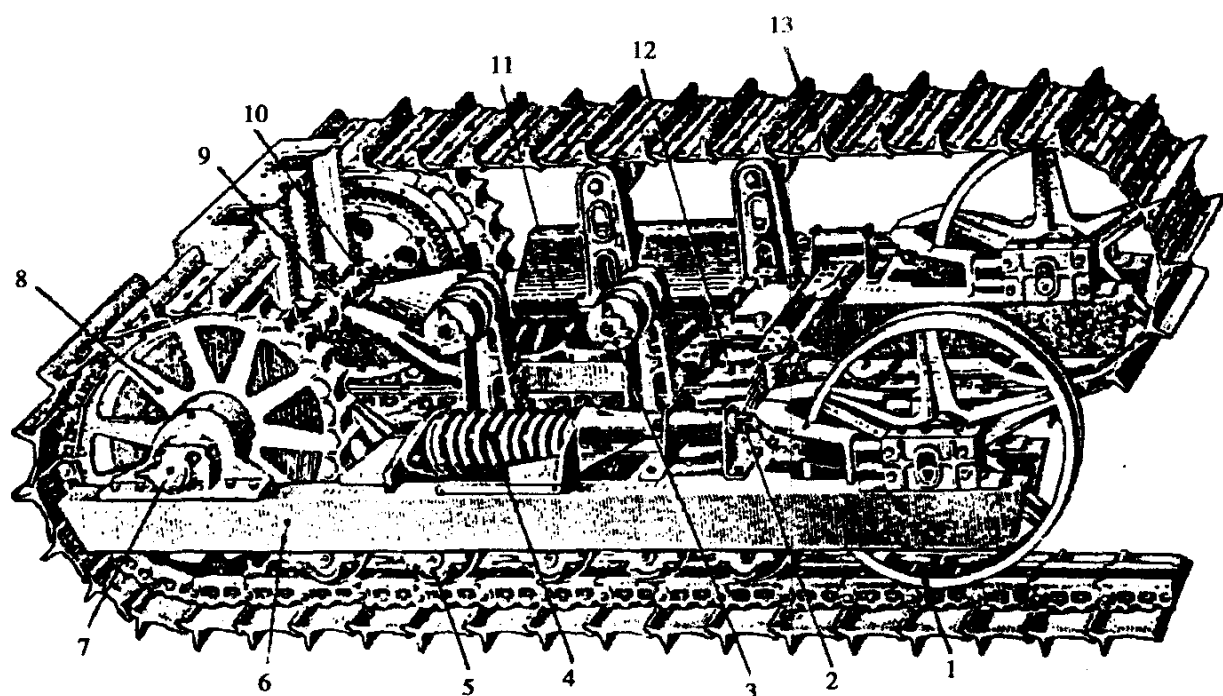


图 1-2 履带式行驶系

1-张紧轮;2-调整螺杆;3-托轮;4-张紧机构;5-支重轮;6-台车架;7-横轴外轴承;8-驱动链轮;9-轴承;10-横轴;11-斜撑架;12-悬架;13-履带

对于公路施工企业来说,主要是根据施工工艺组织和使用施工机械,所以这种方法应用最普遍,也最专业。

2. 按照施工机械在生产中的重要程度分类,可以分为:

(1) 关键设备

指在生产过程中起主导关键作用设备。这类设备一时发生故障,会严重影响施工质量、施工进度、人身安全、环境保护,造成重大的经济损失和严重的社会后果。关键设备也可称重点设备。如挖掘机、沥青加热装置、沥青或水泥混凝土搅拌设备及其摊铺机等。

(2) 主要设备

指在施工过程中起主导关键作用的设备。这类设备出现故障,会影响施工生产的质量、产量或进度,但一般不会危及人身安全,不破坏环境保护,如装载机、平地机、压路机等。

(3) 一般设备

指结构简单、维修方便、数量众多、价格便宜的设备。这类设备若在生产中出现故障,对施工的质量、进度和企业的影响较小。

这种分类方法可以帮助管理者分清主次,明确设备管理的主要对象,以便集中力量抓住重点,确保施工企业生产经营目标的顺利实现。

3. 按照机械设备的购置价值分类,可以分为:

①小型设备:一般购置价值在 5 万元或 10 万元以下的设备;

②中型设备:购置价值在 5 万元或 10 ~ 50 万元以内的设备;

③大型设备:购置价值在 50 万以上的设备;

④特大型设备:购置价格在 100 万元以上的设备。

这种分类方法适用于施工企业集团化模式或总公司模式的大型企业单位。它有利于进行现代化管理,最大限度地用好、管好施工机械,发挥出各类机械的最大效能。

§ 1-2 施工机械选型通则及考虑的若干问题

一、施工机械选型通则

公路施工机械化的组织者或管理者,应当合理地选择各个工序的施工机械,以提高机械化程度——让机械在更广的范围内代替人力劳作;在保证作业质量的前提下,提高机械的作业效率,降低机械的运转耗费,从而提高机械化水平。选型的目的在于挑选技术上先进,经济上合理和使用安全可靠的最好装备,以形成专业的或综合的机械化施工队伍,保证如期完成工程任务。合理选择施工机械的依据是:工程量、施工进度计划、施工质量要求、施工条件、现有机械的技术状况和新机械的供应情况等。在进行施工机械选型时,通常遵循下列规则:

1. 能作业

机械本身不应受到大的伤害。所谓能作业,指的是该类机械可以完成施工中的相应工序。是否可以?应当考查作业对象的物理、化学性能和施工作业场所,是否适宜于施工机械的正常运转。否则,不应当认为“能”作业。能作业,被认为是施工机械选型的最起码的要求。笔者曾在某公路的沥青混凝土路面摊铺施工现场目睹了施工机械受到伤害的状况。该施工现场,沥青混凝土摊铺机突然出现故障,当时正值夜间,一时难以找出故障所在并予排除,摊铺机暂不能作业,而现场已拥有十多辆 12t 载质量的混合料运输车等待卸料摊铺。施工现场指挥者为避免车内混合料因冷却而酿成材料浪费,而又认为当时所需摊铺的层次是四层沥青层的最下一层,对平整度和层厚误差要求较宽,于是决定调用平地机代替摊铺机完成沥青混合料的摊铺作业。其结果是:平地机在摊铺平整过程,很快造成一轮胎的爆裂,由于一轮胎爆裂,摊铺机不能行走而停在原地已经摊开的热沥青混合料上,其他轮胎继续受到加热,相继又有一、两个轮胎爆裂。上述事故证明:施工机械能否作业,应当考察或考虑到,施工现场及机械的作用对象是否会对机械产生大的事故性的伤害。当然,施工机械在进行作业时,发生的正常磨损或小的损伤,则另当别论。

2. 有较高的生产率

公路施工机械化进程中,有些工序只能是惟一类型的机械完成,例如沥青混凝土面层摊铺的工序,只能由沥青混凝土摊铺机完成。然而不少工序,甲类机械、乙类机械都可以完成,这就存在选型问题。例如,稳定土摊铺工序,从稳定土拌和厂运往竣工土路基后,需要摊铺成设计要求的厚度和断面横坡度或供度,能够完成此工序的机械有三类:a. 平地机;b. 沥青混凝土摊铺机或以沥青摊铺机工作原理相同的稳定土摊铺机;c. 推式稳定土摊铺机。这三类机械中哪一种为优呢?应首先考查它们各自的作业速度(即生产率),然后再结合各类机械的台班使用费,考查其经济性。

所选机械的生产率高低,常常受到工作环境条件等诸多限制。例如“移运土方填筑路堤”工序,显然至少可以选择以下机械:a. 推土机;b. 铲运机;c. 挖掘机与自卸车配合。这三类机械中哪一种生产率高呢?这就受到了“远距条件”的限制。施工实践证明:短距离土方挖运,推土机较适宜;中等距离铲运机为宜;长距离挖掘机与自卸车配合为宜;超短距离挖掘机单独作业为宜。距离长短大小的具体标准,以后章节述及。

3. 作业质量能得到保证

这是更重要的方面。因为所选择的机械,虽然作业时不会受到伤害,作业速度也不低,但是如果作业的质量达不到工程设计要求标准,这种“速度”是无意义的,是徒劳无功的,甚至是有过的。笔者曾遇见如下情节:某单位承包了一段路基工程,但缺少压路机,于是派员外出寻求出租压路机的部门,千辛万苦终于寻到。出租方仅有2台可供选择的压路机:一台12~15t三轮静力作用式压路机,台班租赁费用较低;另一台10~12t轮胎—钢轮铰接式振动压路机,台班租赁费用较高。承租方派员不假思索,断然决定租赁低价位的三轮静力作用式压路机。该压路机进入工地实施路基压实作业,压实若干遍后,现场取样检测,路基压实度达不到设计要求,再增加遍数,仍达不到压实度要求。最后只得将此压路机退回,换租价位较高的另一台压路机。后一台压路机能够达到设计压实度的要求。当然承租方额外付出了选取前一台压路机进出工地和在工地作业期间的费用。此事说明:选择施工机械应把“作业质量”问题放在首位考虑。上述事例中,为什么第一台反复增加压实遍数仍达不到压实度要求?为什么后一台重量较轻的振动压路机反而能够达到压实度要求?其中的道理,将在以后的章节论述。

4. 花费少——能使单位工程造价最低

单位工程造价,指每单位工程量(例如1km, 1m^2 , 1m^3 等)所耗费的工程投资,常用元/km, 元/ m^2 或元/ m^3 表示。单位工程造价直接地表达了施工机械化水平。

提高施工机械的台班作业效率或降低施工机械台班运转费用都是降低单位工程造价的直接的、有效的途径。然而机械的选型(选择哪一类施工机械)和配备方案,通常是与施工工艺方案密切相关的。施工工艺方案常采用“预算一对比一筛选方法”来确定。例如一段2m高的路堤填方工程,其取土方案有两种:一是分散的在路边取土坑取土,二是集中在取土场取土。我们必须对这两方案分别进行较精确的预算,选择其中一种花费(机械费用和土地占用费之和)较少者作为实施方案。然后再根据实施方案,确定机种。第一方案远距较短,可能配备的机种有铲运机、推土机(后期用推土机联合送土方法施工)、挖掘机(不配自卸车,用挖掘机直接弃土填堤方法施工)。第二方案远距较长,可能配备的机种是铲运机和挖掘机(或装载机)与自卸车配合。两种方案中所需机械的台班费用逐一算出,从中取最经济者为实施方案,即确定了所选的机种。

二、选择机械应考虑的具体问题

所选机械都是在具体的、特定的环境条件下进行作业的。只有适应各自的环境,机械才可能安全、可靠和高效地运转,否则,机械将难以发挥它们各自的技术性能。这些环境条件包括地理气候条件、作业现场条件、作业对象的土质条件等等。

1. 我国幅原辽阔,地区间的气候条件千差万别,有高湿、干旱、高温、高寒等不同的地区。选择机械时必须审视具体条件予以区别对待。下面以高原施工中机械选配应注意的问题为例详加说明,其他地区应注意的有关问题,读者可根据自己的实践经验和已掌握的机械、土木等方面的基础知识加以总结和完善。

(1) 用于高原、高山地区作业的、以柴油机为动力的施工机械应注意的具体问题

第一,缺氧和寒冷是高原地区的环境特点。缺氧势必造成发动机吸气不足,燃烧不充分,功率下降,燃油经济性差,易形成积炭,严重影响柴油机的寿命。因此对柴油机的匹配问题提出一些特殊要求:高原地区应配用带增压装置的柴油机,配上增压装置能够有效解决高原地区空气稀薄而引起的柴油机充气效率下降和功率不足等问题。特别是带中冷的进气增压系统,

能更有效地提高柴油机气缸内的进气终了时的空气密度,从而保证了柴油机的正常功率输出,在海拔 2 500m 以下均能保证正常运转。若施工机械需长期服务于海拔 2 500m 以上地区,为了确保其作业效率、燃油经济性 & 发动机的使用寿命,最好要求制造厂家在可行的情况下提高配置的发动机的额定功率 10% ~ 20%,以抵消高原作业时的不利影响。第二,施工机械在高原、高山作业时,受地形限制较大。当坡度大时,作业对象的物理机械指标变化引起的作业阻力变化大,因此,应选转矩适应系数(转矩储备系数)大的柴油机,以适应这种变化,配用的柴油机的这一指标一般应在 1.20 以上。第三,柴油机应配备必要的辅助装置:高山高原必有高寒,如果可能,发动机应配润滑油和冷却液加热装置,至少冷却系的恒温节温器必须配装,且应作用可靠,以保证作业时冷却液温度维持在 60℃ 以上,从而保证柴油机有较高的热效率。此外,为方便起动,还应增加进气预热装置及特殊寒冷地带所使用的蓄电池等。

(2)高原、高山地区使用的自行式施工机械必须配有牢固的防翻滚保护架

高原、高山地区作业的自行式施工机械的实际稳定性,虽然与机械的结构参数密切相关,但驾驶员的操作水平对机械的安全稳定性也有重要影响。在高原、高山地区施工,纵、横坡度较大,易发生机械失稳。为了防止翻车后,机械滚转酿成重大人身事故和设备损失,机械上安装防翻滚保护架是至关重要的。防翻滚保护架不能仅图外观漂亮,它必须有足够的强度,且与机械的大架有可靠的联接。

(3)用于高原、高山地区的以电力驱动的施工设备应注意的问题

工作于高原、高山地区的以电力驱动的施工设备,同样会面临这些地区的特殊地理气候条件所带来的问题,其功率及其他工作条件与低海拔地区有较大差别。电动机运行过程的能量损耗可分为固定损耗和可变损耗,损耗的最终结果是导致电机发热。当冷却不足时将会使电机温度上升超过允许值而导致损坏。冷却的效果,取决于环境温度和单位时间内通过电机散热表面的空气质量。高原、高山地区的空气密度大幅下降,将导致流经电机表面的空气质量减小,造成温度升高,容易烧坏电机。电机的发热主要是与负载有关的可变损耗部分造成的,它与电流密度的二次方成正比。因此,用于这些地区施工的电气驱动设备,都应在电机的驱动功率上作出调整,增大驱动能力,从而减小电机工作时绕组中的电流密度,达到电机安全运转的目的。

此外,高原、高山地区以电力驱动的施工设备上所用的低压电器,诸如接触器,断路器等电器元件,其标称使用参数一般是按海拔 1 000m 以下设计的。在高山、高原环境条件下,这些电器元件中的吸合电磁铁的散热同样存在问题。另一方面,由于空气稀薄,在这些电器元件的通断瞬间也容易造成空气电离引弧,从而烧损触点,降低电器元件的使用寿命和安全生产工作可靠性。为了加大这些电器元件的热容量,降低触点部位的电流密度,因此元件的选用时,其工作参数应略高些。

2.施工区域土地的旱、涝、干、湿,除地理因素决定之外,也受雨季、旱季的影响。土地的干、湿程度不同,对施工机械,特别是铲土运输机械的通行是有影响的。因为铲土运输机械基本上是在无“路”的情况下作业的,一旦土地承受机械通过的能力不足,机械将无法进行施工作业。这种能力通常用圆锥指数这个指标来衡量。土壤的圆锥指数由圆锥贯入仪测定。圆锥指数的单位是 N/cm^2 ,其物理意义是表示土壤的抗剪强度。我们从机械行驶理论知道,地面的附着性能,直接影响着牵引力(地面给机械的水平方向的作用力)的发挥。因此,圆锥指数高的土壤、允许机械通过的能力也高。同一种土质的干湿程度不同,其圆锥指数不同。表 1-1 给出容许土方机械通过的圆锥指数。