

公路工程机械化施工与管理

郭小宏 郭嘉银 杜真德 编著

Construction and manage
of highway engineering machanize

成都科技大学出版社

公路工程机械化施工与机械管理

郭小宏 郭嘉银 杜真德 编著

成都科技大学出版社

〔川〕新登字 015 号

责任编辑 周树琴

封面设计 龚 颖

内容简介

随着高等级公路建设的不断发展,以现代化生产方式修建公路是当今公路建设的发展方向,而机械化施工则是实现公路建设向现代化大生产模式转变的最主要的方法。本书作者结合近年来我国高等级公路的施工实践及一系列的理論研究成果,参考国外公路的施工经验,系统地介绍了公路工程机械化施工的原理、方法、施工组织及相应的机械管理理论与方法。重点论述了铲土运输机械、挖掘机械、压实机械、稳定土拌合机械、黑色路面机械、及水泥混凝土路面机械的基本作业方法、施工作业方法、施工组织方法等。针对目前公路施工部门的情况,特别介绍了适用于公路施工部门机械管理的一整套方法,包括机械的选择、预购置、购置、更新、使用、经济核算、维修、统计直到报废等机械后半生的管理理论与方法,以及机械化施工中机械互相之间技术性能匹配、台数配套机械与工程任务之间配套的关系及解决方法。

本书可供从事公路、铁路、建筑安装、市政、水电施工等专业的技术人员及管理人员阅读,也可作为高等院校师生的教学参考书。

公路工程机械化施工与机械管理

郭小宏 郭嘉银 杜真德 编著

成都科技大学出版社出版、发行

新华书店经销

中国科学院光电所印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:15.375

1994 年 11 月第 1 版 1994 年 11 月第 1 次印刷

字数:413 千字 印数:1000 册

ISBN7-5616-2645-2/U.16

定价:14.50 元

前 言

随着高等级公路建设的不断发展,以现代化生产方式修建公路是当今公路建设的发展方向,而机械化施工则是实现公路建设向现代化大生产模式转变的最主要的方式。本书作者结合近年来我国高等级公路的施工实践及一系列的理论研究成果,参考国外公路施工经验,系统地介绍了公路工程机械化施工的原理,施工方法、施工组织及相应的机械管理理论与方法。重点论述了铲土运输机械、挖掘机械、压实机械、稳定土路面机械、黑色路面机械基本作业方法、施工作业方法、施工组织方法等。针对我国目前公路施工机械的管理情况,特别介绍了适用于公路施工部门机械管理的一整套方法,它包括机械选型、预购置、购置、更新、使用、经济核算、维修、统计直到报废等机械后半生的管理理论与方法。以及机械化施工中机械互相之间技术的性能匹配机械与工程任务之间配置的关系及解决方法。

本书写作分工为:第八章由重庆市渝通公路工程公司郭嘉银高级经济师负责,第四章由重庆市渝通公路工程公司杜真德经济师负责,其余其他各章由重庆交通学院郭小宏副教授负责,全书由郭小宏统稿。

本书可供从事公路、铁路、建筑、市政、水电施工的技术人员及管理人员阅读,也可作为上述专业大专院校师生的教学参考书。

作者:1993,11 于重庆

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1-1 公路工程机械化施工的意义	(1)
§ 1-2 公路工程机械化施工的特点和要求	(2)
§ 1-3 施工机械与其装备	(2)
§ 1-4 施工机械与管理	(3)
第二章 施工机械的选择	(6)
§ 2-1 施工机械的使用性能	(6)
§ 2-2 施工机械的生产率	(7)
§ 2-3 施工机械的产量定额	(8)
§ 2-4 施工机械的合理选择与组合	(8)
第三章 路基工程施工	(14)
§ 3-1 推土机施工	(14)
§ 3-2 铲运机施工	(21)
§ 3-3 平地机施工	(29)
§ 3-4 挖掘机施工	(36)
§ 3-5 装载机施工	(42)
§ 3-6 路基石方爆破施工	(44)
§ 3-7 路基压实	(50)
§ 3-8 线性规划方法在公路土石方工程中的应用	(52)
§ 3-9 公路填方机械化施工系统机械运行状态与机械配置	(55)
第四章 路面工程施工	(69)
§ 4-1 稳定土拌合机施工	(69)
§ 4-2 有机结合料概述	(70)
§ 4-3 沥青表面处理与贯入法路面机械化施工	(72)
§ 4-4 沥青混凝土路面机械化施工	(75)
§ 4-5 路面压实机械化	(89)
§ 4-6 沥青混凝土铺筑机械化施工的机械配置	(94)
第五章 桥梁工程施工	(103)
§ 5-1 桥梁工程施工概述	(103)
§ 5-2 桥梁工程机械化施工方法	(104)
§ 5-3 桥梁基础工程施工组织要点	(112)
第六章 施工机械管理概述	(114)
§ 6-1 机械管理的实质	(114)
§ 6-2 机械管理机构与体制	(116)
§ 6-3 机械的运输安装	(117)
§ 6-4 机械的试运转	(118)
§ 6-5 公路施工机械的施工生产组织	(118)
§ 6-6 机械油料的使用	(120)

§ 6-7 机械的安全管理	(126)
第七章 技术经济分析基础	(129)
§ 7-1 概述	(129)
§ 7-2 复利等值换算	(131)
§ 7-3 设备投资方案的经济比较法	(137)
第八章 施工机械装备管理	(141)
§ 8-1 概述	(141)
§ 8-2 技术装备规划	(143)
§ 8-3 新增设备的装备管理程序	(145)
§ 8-4 更新设备的装备管理程序	(153)
§ 8-5 改造、改装及自制设备的装备管理程序	(159)
第九章 施工机械使用管理	(161)
§ 9-1 概述	(161)
§ 9-2 施工组织设计与合理使用间的关系	(162)
§ 9-3 机械设备大检查与红旗设备竞赛	(164)
§ 9-4 定机、定人、定岗位责任的三定制度	(165)
§ 9-5 全员技术业务培训	(168)
§ 9-6 运行工况与机械设备的合理使用	(170)
§ 9-7 技术服务措施与机械设备的合理使用	(170)
§ 9-8 利用盈亏平衡分析法确定使用机械的类型	(171)
第十章 施工机械维修管理	(173)
§ 10-1 概述	(173)
§ 10-2 设备维修的经济分析	(175)
§ 10-3 典型磨损曲线与设备故障曲线	(179)
§ 10-4 我国现行的维修制度—计划预期检修制	(182)
§ 10-5 计划预期检修制的实施	(183)
§ 10-6 配件的供应	(186)
第十一章 施工机械经济管理	(191)
§ 11-1 机械台班费与使用费的计算	(191)
§ 11-2 单机核算与班组核算	(193)
§ 11-3 专业化与集中化施工	(195)
§ 11-4 施工机械有效使用寿命	(195)
§ 11-5 施工机械折旧与大修理基金的提取	(207)
第十二章 施工机械统计的性质与要求	(216)
§ 12-1 施工机械统计的性质与要求	(216)
§ 12-2 施工机械的统计工作	(217)
附录 I 怎样做好机械设备固定资产的管理工作	(221)
附录 II 复利系数表	(223)
参考文献	(240)

第一章 绪 论

随着我国现代化建设事业的不断发展,我国公路建设事业有了长足的进步,公路交通以其自身所独有的优势,在国家“大交通”体系中占有十分重要的地位。

随着高等级公路建设的不断增加。使公路建设的基本特点越来越被人们所认识。当前公路建设的特点是工程量浩大,工程质量要求高,施工工艺复杂,建设周期要求短,而且随着招投标制在我国的实行,要求施工企业注重施工的经济效益。以现代化生产方式修建公路是当今公路建设的发展方向,而机械化施工则是实现公路建设向现代化大生产模式转变的重要措施,是今后公路建设事业发展的必然趋势。

§ 1—1 公路工程机械化施工的意义

公路机械化施工,是指通过合理地选用施工机械,科学地组织施工以完成工程作业的全过程。公路机械化施工的度量用机械化程度表示:

$$\text{机械化程度} = \frac{\text{利用机械完成的实物工程量(或工作量)}}{\text{全部工程量(或工作量)}} \times 100\%$$

由机械完成的实物工程量在总工程量中所占的比例愈大,我们就说工程施工的机械化程度愈高。但是,机械化施工程度高也并不完全说明采用机械施工的优越性所在,因为,即使机械化程度一定时,往往由于管理水平,施工技术和施工组织上的原因,完成相同工作量,在节约劳动力,施工进度和技术经济效果等方面可能会出现较大的差别。当然没有一定的机械化程度,某些施工内容是难以完成的,但我们推行机械化施工是不能停留在这样一个仅仅是为了代替人的劳动或完成人工无法完成的施工作业水平上。应当说,机械化施工有着更为广泛的内涵,不仅体现于机械化程度,而且要更侧重于机械化的水平上,应当理解为涉及施工机械、施工技术、施工组织及施工管理等多学科的现代施工技术。

首先,在工程的机械化施工中,提高机械化装备水准是不言而喻的,没有机械,机械化施工就无从谈起。对可以采用机械作业的,应尽可能地采用机械以代替或减轻人的繁重的体力劳动,达到节省劳动力,改善劳动条件的目的。在人力不及的场合使用机械,有利于克服和减少公害,扩大施工范围。不仅如此,更要注意根据不同的施工对象和要求,选择最适宜的机种和机型,进行各种不同机械的合理组合,充分发挥机械的效能,以加快施工进度,降低消耗和施工成本,保证工程质量,最终取得明显的经济效益。

其次,要有科学的施工组织计划,指导工程的施工,公路工程不仅受各种自然因素的影响很大,而且战线长,工程量大,运用机械数量多,种类繁多。如没有周密计划,合理组织和科学管理,必将会产生各项分部工程,各道作业工序之间相互矛盾,机械和劳动力调配紊乱,势必导致各种消耗增加;工

期迟缓,甚至出现重复搬运的无效劳动,造成质量和安全难以保证。所以,运用先进的管理科学技术,对施工组织计划进行优化,以最佳的方案组织施工,才能更好地发挥机械化施工的作用,体现其优越性。

此外,不断采用先进的机械设备,取代使用中低效、高耗的落后机械,加强使用维修等的科学管理,也是提高机械化施工水平的重要内容。随着技术水平不断发展,高质量、高效率的施工机械将不断出现,以满足公路建设高速度、高标准、高等级的需要。结合实际条件,用现代化的施工机械装备施工队伍,是提高施工机械化水平的重要途径。

由此可见,只有做好上述各方面的工作,采用机械化施工,才能取得良好的技术经济效果。目前,我国的机械化施工水平在不断提高,但是,与其它工业发达国家相比,我们的机械化施工水平特别是综合机械化施工水平还不够高,施工机械装备率偏低,尤其是大量的地方公路施工队伍,技术素质质量较差,管理水平不高,设备利用率、完好率都不够高,成为今后一段时期内必须解决的问题,应当引起足够重视。

§ 1—2 公路工程机械化施工的特点和要求

公路工程的机械化施工是减轻劳动强度、提高工效、加快建设速度、保证工程质量、节约资金和降低成本的重要手段,与人力施工相比,具有其特殊性,因而,在施工的技术、组织和管理上有更高的要求。

一、机械化施工的特点

1. 能完成独特的施工任务:有些工程或工序是人力所无法做到的,或者具有一定的危险性,必须借助于机械才能按一定的设计要求完成;

2. 能改善劳动条件:使用操作灵活,威力巨大的机械可以代替大量的体力劳动,并能在一定工期内和有限的工作面上完成大量作业;

3. 大幅度地提高劳动生产率:一台斗容 0.5m^3 的挖掘机可以代替 $80\sim 90$ 个工人的体力劳动;一台中型推土机约等于 $100\sim 200$ 人的工作量。由此可见,机械施工与人力劳动相比,其效率可提高几十倍甚至百倍以上;

4. 机动灵活:对于如公路工程施工战线长的工程,随着工程的进展,施工队伍转移是经常不断的,相对而言,机械的调转比起大批的人员转移方便的多,适用于流动性大的工程施工。

二、机械化施工的要求

1. 需要有严密的科学的施工组织与管理,需要有充足的燃料能源,要有附属设施和维修设备,良好的零配件供应及相适应的运输条件,更需要具有一定业务专长的技术干部和技术工人。

2. 为了在整个施工过程中,各个作业,各道工序均衡协调,需要有足够数量、种类及规格的机械设备、投资巨大。

§ 1—3 施工机械与其装备

公路工程施工范围广泛,作业条件复杂,使用的施工机械种类、型号很多。按照我国机械制造业通常的分类,包括挖掘机械、铲土运输机械、压实机械、桩工机械、钢筋混凝土机械、路面机械和风动

工具等八大类别。施工队伍所拥有设备的数量、适应性、先进性和配套性等因素决定着综合机械化施工的水平。随着科学技术的发展,为适应各种工程建设的需要,施工机械正向着高速、大功率、高效的方向发展,出现了专用大型化、多能小型化、液压化、组装化、机电液一体化的发展趋势,机械的质量也不断提高。

专用大型化是指发展大功率、大容量、大能力专门用途的新机种,以提高生产率和适应大型工程的需要,有的采用多台发动机或多机联合使用,有的研制新型大功率发动机。

多能小型化是为了适应不同的工程对象、不同的作业要求而发展起来的多功能、利用率高、机动轻便的小型施工机械,如挖掘机通过更换正铲、反铲、拉铲、装载、起重、打桩、钻孔等工作装置,可完成多种作业。

液压化就是在各种施工机械上广泛采用液压与液力传动技术,由于运用液压与液力传动,可简化传动机构,减轻机械重量,便于实现标准化、系列化和通用化,使机械的设计制造和操纵维修较为方便,机械作业平顺可靠,因而发展较为迅速。

组装化是某些具有一定性能的独立存在的组件,在施工现场按作业需要进行组合安装,成为所需工作性能的机械。各组件相互联合,结构简单,拆换方便,有利于组织专业化、系列化生产,满足多种机械需要,扩大作业范围。

机电液一体化是指采用现代电子与液压技术,发展无线电遥控、自动控制、自动测量计量,保安控制等,以提高机械的自动化程度,是今后施工机械发展的趋势。

对于一个施工队伍,具备有与每一项工程任务完全相适应的机械装备是比较困难的,而且也没有必要如此,机械的拥有量和机种机型配备应根据既有利于施工生产需要,又要使机械设备充分得到利用,发挥最大效益的原则出发,结合长远的发展规划进行装备,以期达到最佳的技术经济效益。因此,在确定装备标准或进行装备规划时,应考虑以下几点:

1. 要按专业化和生产协作制定装备的标准,从全局出发,不要片面求全,不断提高专业化程度;
2. 要形成一定机械联合作业能力,以保证完成一般的施工任务,机械的种类、规格、数量要适当,比例要协调,以达到经济合理;
3. 要有与施工机械装备情况相适应的维修能力,保证机械经常保持良好的技术状况,以使机械能安全高效的发挥作用;
4. 装备规划,要从实际情况出发,逐步改变机种短缺、数量不足、设备老旧等状况,要依据实际情况,切实可行地逐渐提高机械装备水平。

§ 1—4 施工机械与管理

随着科学技术的进步和生产的不断发展,机械设备在工程施工中的地位和作用日益显得重要。从某种意义上讲,施工机械对公路工程施工起着决定性的作用。因此,加强施工机械的管理工作,已成为施工企业机械管理各级职能部门的一项重要任务。要把企业的机械用好,使之在使用过程中达到高产、耐用、优质、低成本的效果,必须依靠科学的管理工作。

施工机械管理的目的,就在于按照机械固有的规律,同时也按照客观的经济规律,使其经常处在完好状态,提高其生产率和利用率,延长机械使用寿命,不断降低使用成本,力求最大限度地发挥每一台机械设备的效能,从而高速度、高质量地为各项建设服务。这就是我们为什么要狠抓机械设备管理工作的重大意义所在。

施工机械管理,从工作内容来说,应该包括设备运动全过程的管理,即从选购、投入生产领域以及在生产领域内使用,维修保养及其补偿,直至报废退出施工生产领域为止的全过程。按物质的运动形态要进行技术管理,按价值运动形态要进行经济管理。过去那种技术管理由机械部门承担,经济部门由财务部门承担的办法已经不能适应了,必须按自然和经济两大规律办事,因此不论哪个部门,都要树立起两种观点,既要尊重科学,又要讲究经济效益,各部门的分工只是在职能上各有侧重罢了。

应该强调的是,选用设备是管理工作中重要的一环,其可靠性、经济性、可维修性等,对设备的运行、维修,以及使用费用的影响很大。若设备本身在设计与制造中存在先天不足,那么即使后天通过维护、修理、甚至改造也难以解决问题。因此,应从选型开始管起,才能保证设备的管理费用最低。有人说:技术和管理是发展经济的两个轮子;也有人说:三分技术、七分管理等,足见管理的重要性。因此,只有加强设备管理,不断提高设备管理水平,才能把大量的、先进的施工机械管理好,发挥其应有作用。

另一方面施工机械是企业固定资产的重要组成部分,一般占施工企业固定资产投资总额的70%~80%;同时,随着机械化施工的发展,施工机械费用在工程成本中所占的比重也愈来愈大。可见施工机械设备在施工企业管理中占有很重要的地位。对它们管理的好坏,不仅会影响施工企业的技术经济指标,而且会直接影响到施工进度和工期,严重时会影响建设投资的效益能否尽早发挥经济效益的问题。

要做好施工机械的全面管理工作,首先应明确机械管理工作的任务和目的。一般说主要任务是管理、使用、保养、修理好机械设备。目的是充分发挥机械效能,为机械化施工提供性能好、效率高、经济合理、操作安全的机械设备,其具体内容有:

1. 合理选用机械,发挥设备效能,这是机械管理中重要的一环

以往由于设备部门无权过问机械的选用问题,以致常有选入的机械性能不好,或不符合使用单位现场的要求。造成设备的大量积压,或者大量增加使用费用的支出。

2. 正确使用,保证安全生产,提高生产率

设备就其价值而论,主要在使用阶段,这是设备寿命周期中最长的一段时间,也是决定寿命周期长短的主要环节。任何施工机械都有一定的使用范围和特定的使用条件,如土方机械的经济运距、限制坡度、超载等等,只有按照一定的标准和规定,正确使用才能保证安全生产,并取得经济效益。

3. 做好维修保养,提高机械完好率

施工机械在使用过程中,由于设备的物质运动,必然会产生技术状况的不断变化,以及某些不可避免的不正常现象,如松动、干摩擦、声响异常等,这些设备的隐患如不及时处理,会造成设备过早磨损,甚至导致严重事故。做好设备的维修保养工作,及时处理发生的问题,随时改善设备的技术状况,防患于未然,把事故消灭在发生之前,就能稳操主动权。实践证明,机械的寿命在很大程度上决定于维修保养的好坏。

4. 加强配件管理,需设立专门的配件仓库由专人负责管理,对配件进行合理储备。配件管理人员要深入调查,用概率法统计所属机型易磨损、易损坏的配件,并向技术人员要求提供这方面的资料,以便做到合理储备。

5. 更新改造,满足生产发展需要

更新改造,就是把机型老、生产效率低、能源消耗高的机械淘汰,代之以结构先进、技术完善、效率高、性能好、能源消耗低的机械设备。这也是以往不够重视的一项工作。机械设备陈旧,不但生产

效率低,而且也会使企业背着沉重的固定资产包袱,影响企业的经济效益。

要做好上述工作,必须制定相应的管理制度,使之有据可循。同时还应按现行的经济核算规定抓好。此外还必须培养一批现代管理干部和工程技术管理人员,才能把施工机械管理提高到一个新的水平。

第二章 施工机械的选择

§ 2-1 施工机械的使用性能

施工机械的施工对象是各种公路工程,也就是利用施工机械对各种工程进行机械化施工,以取得实物成果和经济成果。因此,了解施工机械的使用性能,对正确地使用机械是非常重要的。

施工机械的使用性能主要有:牵引性、动力性、机动性、稳定性和经济性等。

1. 牵引性

对土方工程机械来说,牵引性是一个重要的指标。它反映的是在各种作业速度下能够发出的最大牵引力。它直接影响着这些机械的作业性能与作业效率。牵引性是用牵引功率和牵引效率来评价的,后者表明土方工程机械在工作时发动机功率利用的有效程度。

牵引性反映在土方工程机械的牵引特性上,无论在机械设计中还是机械的使用中都是十分重要的。在使用过程中,牵引特性有助于合理地使用机械,有效地发挥它们的生产率。例如,推土机工作中突然遇到阻力增大时,往往由于驾驶员来不及调整铲土深度,而不得不脱开主离合器,否则会导致发动机熄火。这样不但损失机械的有效工作时间,而且频繁地操纵也会增加驾驶员的劳动强度和紧张状态,最终导致机械的生产率下降。所以正确地掌握各种机械的牵引性,就便于掌握一定的切土深度,使机械尽可能地在接近额定有效牵引力的范围内作业。

2. 动力性

动力性是反映施工机械在不同档位行驶时所具有的加速性能,以及所能达到的最大行驶速度和爬坡能力。动力性的指标用动力因素来评价。动力性直接影响着机械的生产效率。

动力因素在土方工程机械上通常用 D 来表示:

$$D = \frac{F_k - F_w}{m_s}$$

式中: F_k ——切线牵引力; F_w ——风阻力; m_s ——机械总质量。

它反映了在除去风阻力、坡度阻力、惯性阻力的切线牵引力。因此在机械使用中应注意利用低档起步、中档作业、高档行驶。在机械设计规定的最大坡度角内工作,才能充分发挥机械的效能,保证机械稳定、安全生产。

3. 机动性

机动性是反映施工机械在直线行驶时的稳定性和狭窄场地转向和通过的能力。机动性与操纵性有很大关系。操纵性是以最小转弯半径来评价的。机动性影响施工机械的适用程度。

4. 稳定性

稳定性是表明施工机械作业时,在坡道上行驶时抵抗纵向和横向倾翻和滑稳的能力。

5. 经济性

经济性主要表示施工机械在作业过程中燃料消耗是否经济合理的性能。它通常用两个指标来评价:

一个是发动机额定比油耗,即每千瓦小时所消耗的燃料克数。这一指标可以用来比较相同机种

不同型号机械经济性的好坏;另一个指标是发动机额定小时油耗率,即发动机每小时所消耗燃料的千克数。这一指标可以用来比较相同机种不同型号机械经济性的好坏;另一个指标是发动机额定小时油耗率,即发动机每小时所消耗燃料的千克数。这一指标可以用来核算作业成本。

§ 2-2 施工机械的生产率

一台施工机械一小时或一个台班(以八小时计)完成的工作量称为生产率。它是编制施工计划、估算施工费用以及进行机械组合配套的依据。

1. 生产率的基本公式

一般在施工场所配备的施工机械,由于作业情况和生产故障,所以并不是所有的机械都是在运行中,即使运行中的机械,其实际作业时间也不尽相同,作业效率也不一样。假定运行效率为 K_n 、作业时间利用率为 K_B 、作业效率为 K_s 、机械工作装置的容量为 V_q ,则一台施工机械在单位时内完成的工作量其计算公式为: $Q = V_q K_n K_B K_s$

假定运行效率 $K_n=1$ 则: $Q = V_q K_s K_B$

如以台班计算则: $Q_B = \left(\frac{8 \times 60}{t_r} \right) V_q K_s K_B$

式中 Q_B —机械一个台班的生产率, $[Q_B]$ 为 m/d;

t_r —机械每工作一个循环的时间, $[t_r]$ 为 min。

作为施工计划基础的生产率有三种:

(1)最大生产率 是指在良好的工作条件下,施工机械在单位时间内所能完成的最大工程量,此时机械的时间利用率 $K_B=1$,则最大生产率为: $Q_p = V_q K_B$

它相当于制造厂标明的公称能力,也称理论生产率。

(2)正常生产率 在一个台班的作业时间内,由于机械需要补充燃料、保养、小修、待工,以及天气不良等,施工机械实际上不可能完全不停地运行。如补充燃料、保养和小修等是作业中无法排除的时间损失。如在一个星期或一个月里测定某一期间的正常损失的时间为 t_R ,实际作业时间为 t_N ,则正常作业时间效率 K_w 可用下式表示: $K_w = \frac{t_N}{t_N + t_R}$

用正常损失时间效率修正后的施工机械的最大生产率称为正常生产率。它与最大生产率之间的关系如下式: $Q_n = K_w Q_p$, K_w :一般取 0.8。

(3)平均生产率 在良好的条件下,按照正常生产率进行施工,可以持续若干天,但是这样的施工速度不能作为估价和编制工程计划的标准。实际工程由开工到竣工的整个施工期间,常常会出现不可避免的拖延工期。如施工准备不足,机械故障等引起的停机待命;设计变更机械事故、气候变化以及其他偶发故障而引起的时间损失。这种损失时间称为偶发损失时间。

如偶发损失时间为 t_0 ,正常损失时间为 t_R ,实际作业时间为 t_N ,则偶发作业时间效率 K_c 为

$$K_c = \frac{t_N + t_0}{t_N + t_R + t_0}$$

考虑正常损失时间和偶发时间的生产率称为平均生产率,其公式为

$$Q_a = K_w K_c Q_p$$

式中 Q_a —平均生产率; Q_p —最大生产率;

K_w —正常作业时间效率; K_c —偶发作业时间效率;

K_s —平均作业时间效率; $K_s = K_w K_c$,一般情况下 K_s 为 0.6~0.8。

如上所述,施工机械的生产率有最大的,正常和平均的三种,在编制施工计划时应选用那生产率较为合适呢?通常在编制施工机械组合计划和平衡各项工程的施工机械作业能力时,应使用最大的和正常的生产率。而平均生产率可作为工程计划和估价的基础。

§ 2—3 施工机械的产量定额

机械产量定额也称定额生产率,是国家或某一基建部门按同类型平均水平而制定的统一标准。它是施工预算和竣工决算的依据,也是衡量施工生产率高低的尺度。

定额生产率,它分单项和综合两种,前者多用在对具体施工点选择机型和确定使用数量时的依据,后者多用于施工预算和竣工决算。

常用的土方机械产量定额如表 2—1 所列。

表 2—1 常用土方机械的单项产量定额(单位为 100m³/台班)

项 目		松 土	普通土	硬 土
推土机(59kw)		0.62	0.67	0.75
铲运机(6m ³)	单独作业	0.75	0.82	0.98
	有助铲	—	0.75	0.88
挖掘机(0.5m ³)	单独作业	0.23	0.25	0.27
	装 车	0.45	0.50	0.56
装载机(1.2m ³)	单独作业	0.57	0.61	0.88
	装 车	0.41	0.45	0.50
倾卸车(3.5t)	配合挖掘机	2.76	3.06	3.38
	配合装载机	2.53	2.91	3.28

注: 1. 本定额采用远距: 推土机 40m, 铲运机 400m, 挖掘机、装载机与倾卸车配合为 2km。

2. 远距增减计算: 推土机每增减 10m—松土 0.14 台班, 普通土 0.15 台班, 硬土 0.16 台班, 硬土 0.18 台班, 倾卸车每增减 1km—配合挖掘机时, 松土 1.21 台班, 普通土 1.42 台班, 硬土 1.57 台班, 配合装载机时, 松土 1.14 台班, 普通土 1.36 台班, 硬土 1.35 班。

§ 2—4 施工机械的合理选择与组合

施工机械种类、规格繁多,各种机械又有着自身独特的技术性能和作业范围,一种机械可能有多种用途,而某一施工内容往往可以采用不同机械去完成,或者需要若干机种联合工作。为了获得最佳的技术经济效益,根据具体的施工条件,对施工机械的合理选择和组合,使其发挥尽可能大的效能,是机械化施工中的一个非常重要的环节。

一、选择施工机械的原则

工程量和施工进度是合理选择机械的重要依据,一般地,为了保证施工进度和提高经济效益,施工量大时应采用大型机械,而施工量小时则采用中、小型机械,但这不是绝对的,因为影响机械施工的因素是多方面的。比如,一项大型工程,由于受道路、桥梁等条件的限制,大型机械不易通过,如

果为了运输问题而再修道路,这是很不经济的,因此,考虑使用较小型的机械进行施工,更为合理。总而言之,选择施工机械应遵循下述原则:

1. 施工机械与工程的具体实际相适应。

在路基工程中,施工范围非常广泛,施工条件千变万化,选用的施工机械一方面其类型应适合于工地的气候、地形、土质、施工场地大小、运输距离、施工断面形状尺寸、工程质量要求等等;另一方面,机械的容量要与工程进度及工程量任务相符合,尽量避免因机械工作能力不足和剩余造成延缓工期或机械利用率太低的现象,在条件允许的情况下,尽量选择最能满足施工内容的机种和机型。

2. 使用机械应有较好的经济性

施工机械经济性选择的基础是施工单价,主要和机械固定资产消耗及运行费等因素有关。固定资产消耗与施工机械的投资成正比,包括折旧费、大修费和投资的利息等费用;而机械的运行费用则是与完成施工量成正比的费用,包括劳动工资、直接材料费、燃料料费、劳保设施费等等。采用大型机械进行施工,虽然一次性投资大,但它可以分摊到较大的工程量当中,对工程成本影响较小。因此在选择机械时,必须权衡工程量与机械费用的关系,同时要考虑机械的先进性和可靠性,这是影响经济效益的重要因素。采用先进的机械设备,其技术性能优良,构造简单,易于操纵,故障费大大降低,最终可取得较好的经济效益。

3. 应能保证工程质量要求和施工安全

这是与上述两点密切相关的,根据工程的技术要求,选择合适的施工机械是保证工程质量的重要因素之一。对于技术要求高的作业项目,应考虑采用性能优良或专用的机械,以保证工程质量和较高的生产率。但应注意不可片面追求高性能专用化机械,应在满足工程质量要求的前提下,与机械的通用性相结合。同时,机械应具有可靠的安全性能,如行驶稳定,有翻车或落体保护装置、防尘隔音、危险施工项目遥控作业等。此外,在保证施工人员、设备安全的同时,应注意保护自然环境,施工现场及其附近已有的其它建筑设施不因所采用机械而受到破坏或质量降低。

4. 机械的合理组合

合理地进行机械组合是发挥机械设备效能的重要因素,也是机械化施工的一个基本要求,包括技术性能和机械类型及其数量两个方面配置。

1) 主要机械和配套的机械,其工作容量、数量及生产率应稍有储备,机械的工作能力应配合适宜,以充分发挥主导机械的生产率。例如,挖掘机与运输车辆配合作业,挖掘机的铲土容量与运输车辆车厢容量应协调,一般以 3~5 斗能装满运土车车厢为宜,以保证作业的连续性。

2) 牵引车与配套机具的组合 路基施工中,经常会有一些辅助性机具或拖式机械没有独立的动力行走装置,需要配以另外的牵引车牵引工作,这时,两者组合要协调和平衡,避免动力剩余过大,造成浪费,或动力不够不能完成要求的作业。

3) 配合作业机械组合数尽量少 组合数越多,其总的效率就越低,例如,两台效率均为 0.9 的机械组合时,其总效率只有: $0.9 \times 0.9 = 0.81$,而且每一组合中,当其中一台发生故障停车时,组合中的其它机械便无法正常工作。因此,在能完成作业内容的前提下,应尽量减少机械组合的数量。

为了避免上面所述的不利情况,可尽可能地组织多个系列的组合,并列进行施工,从而减少因组合中一台机械停驶而造成全面停工的现象,减少配合机械工作能力的损失。

4) 尽量选用系列产品 整个机械化施工中,应减少同一功能机械的品种类型、力求统一,尽可能使用标准化、系列化产品,以便于维修和管理。

除此之外,施工单位要结合机械装备情况情况及完好率,新购机械的可能性等具体实际,选择

和组合,因地制宜,机械化、半机械化相结合,确实做到技术上合理和经济上有利,达到两方面的有机统一。

二、施工机械的选择方法

在公路工程施工中,选择机械时有各种各样的考虑,根据机械的技术性能,针对各项作业的具体情况,可由下述几个方面出发,进行机械的合理选择:

1. 根据作业内容选择

路基工程施工作业内容包括土石方挖掘、装载、运输、填筑、压实、修整及挖沟等基本内容,以及伐树除根、松土、爆破、表层清理和处置等辅助性作业,每种作业都由相应的施工机械完成。表 2-2 列出各项作业内容选择机械的种类,可供参考。

表 2-2 根据作业内容选择施工机械

工程类别	作业内容	选择的机械与设备
准备工作	1. 清基(树丛、草皮、淤泥、黑土、岩基、废墟、冰雪等清除)和料场准备 2. 松土、破冻土(<0.2m)	伐木机、履带式拖拉机和推土机、挖掘机、装载机、水泵、高压水泵、松土器、大型、平地机
土方开挖	1. 底宽>2.5m 的河渠、基坑、池塘、港口、码头、采土场等 2. 小型沟渠和基坑	推土机、铲运机、挖掘机、装载机、冲泥机、吸泥机、开沟机、清淤机
石方开挖	1. 砾石开采 2. 岩石开采 3. 石料破碎	挖掘机、推土机 移动式空气压缩机、凿岩机、挖掘机、推土机、爆破设备等等 破碎机、筛分机
冻土开挖	河渠、基坑、池塘、港口、码头	推土机、冻土犁、冻土锯、冻土拍 冻土钻、冻土铲
土石填筑	1. 大中型堤坝、高质量路基、场地、台阶等 2. 小型堤坝、路基、梯田 台阶	推土机、铲运机、羊足碾、压路机 夯板碾压机、洒水车、平地机 推土机、平地机、铲运机、大型
运输	1. 机械设备 调运 2. 土石运输	火车、轮船、装货汽车、卡车、起重机 推土机、铲运机、装载机、载货汽车、卡车
整型	1. 削坡 2. 平整	平地机、大型、推土机、铲运机、挖掘机 平地机、推土机、铲运机、大型

实践表明,对于中小型工程,选择通用性机械较为经济合理,而大型的工程,应当更注重根据作业内容进行选择,才能获得最佳的技术经济指标,具体选择时,首先选定作业的主要机械,根据其生产能力、工作参数及施工条件选择辅助机械,以保证工程连续均衡地开展。

2. 根据土质条件选择

土石是机械施工的主要对象,其性质和状态直接影响施工机械作业的质量、工效及成本等,因此土质条件是选择机械的一个重要的依据。

1) 根据机械通行性决定 所谓通行性是用以表示车辆,特别是工程车辆在土质等条件限制下,

在工地行驶的可能程度，与土壤的揉搓现象，土壤的强度将逐渐降低，承载车辆能力也随之降低，最终将不能行驶。相反地，在干燥状态下的砂土上，行驶初期虽然比较困难，但一旦稳定，以后便很容易能反复行驶，一定土质地面的车辆通行性，可通过对土壤性质变化的测定确定。

2) 根据土质的工程特性选择 土质条件不仅对机械的通用性有影响，而且也左右着进行各种作业的机械施工可能性和难易程度；各种工程性质不同，施工时应选择不同的机械。

为了便于选择施工机械，我们称较为干燥的粘土、砂土、砂砾石、软岩、块石和岩石等为硬土；称淤泥、流沙、沼泽土和湿陷性大的黄土、黑土及软弱粘土（含水量较大）等为软土。硬土的开挖、运输、压实时机械选择见表 2-3。软土开挖机械的选择见表 2-4。各种土壤的压实机械选择可参考表 2-5

3) 根据远距选择 根据远距选择机械，主要针对铲土运输机械而言，考虑上述土的状态、性质及工程规模，结合现场和条件，可参考表 2-6 和图 2-1 选用。

表 2-3 硬土开挖和运输机械的选择

施工机械 土 质	推土机	铲运机	正铲挖掘机	反铲挖掘机	装载机	压土器	开沟机	平地机	自卸汽车	底卸汽车	钻孔机	凿岩机
粘土和壤土	✓	△	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
砂 土	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
砂 砾 石	✓	×	✓	✓	✓	×	△	△	✓	△		
软岩和块岩	△	×	✓	△	△	×	×	×	✓	×	✓	✓
岩 石	×	×	×	×	△	×	×	×	✓		✓	✓

注： V—适用； △—尚可用； x—不适用。

表 2-4 软土开挖机械选择

水份状况 机 械	通用推土机	低比压推土机接地比压 (KPa)			水路两用挖掘机	挖泥船
		19. 6~29. 4	11. 8~19. 6	<11. 8		
湿 地	△	✓	✓	✓	✓	×
轻沼泽地	×	✓	✓	✓	✓	×
重沼泽地	×	×	△	✓	✓	△
水水泥地	×	×	×	✓	✓	✓

注： ✓—适用； △—尚可用； ×—不适用。