

高等学校试用教材

工程机械运用与管理

西安公路学院 王清涇 主编

GAO DENG XUE
XIAO JIAO CAI

机械工业出版社

高等学校试用教材

工程机械运用与管理

西安公路学院 王清泾 主编

江苏工业学院图书馆
藏书章



机械工业出版社

9009878

1415.5

本书内容包括工程机械运用和管理的基本知识,路基工程、路面工程、桥梁工程与隧道工程的机械化施工步骤和方法,机械化施工的管理等。在路基工程施工这一部分主要介绍各机种的特点和选用以及施工方法等。在路面工程施工中主要根据路面材料性质分类叙述。

本书是高等工业学校工程机械专业教材,也可供中专学校有关专业师生和公路、铁路、市政工程等从事施工与管理的工程技术人员参考。

工程机械运用与管理

西安公路学院 王清澄 主编

责任编辑:孙祥根、林松 责任校对:张 佳
责任印制:张俊民 版式设计:胡金瑛

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

中国农业机械出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×10921/16·印张 11·字数 265 千字

1989年10月北京第一版·1989年10月北京第一次印刷

印数 0,001—1,660·定价:2.25元

ISBN 7-111-01687-4/TH·289 (课)

前 言

本教材是根据1985年工程机械专业教材编审委员会长春会议精神 and 1984年3月西安工程机械专业教材会议制定的《工程机械运用与管理》教材编写大纲编写的。它是一门涉及面非常广泛而且和生产实际联系较密切的一门课程。

在教材编写中,力求理论联系实际,并结合我国施工企业的实际情况,介绍工程机械运用方面的知识,并按照筑路工程流程对各种工程机械的运用加以阐述。在运用工程机械方面既反映了我国当前施工现场机械化施工的工艺技术水平,也适当地介绍了国外一些先进的工程机械、新技术和新工艺,特别是加强了施工管理方面的内容,并注意强调经济效益。

本教材主要介绍工程机械运用的基本原理、机械化施工和施工组织与管理等方面的基本知识。全书共分六章,首先在概论一章中,说明工程机械运用与管理的意义和重要性,然后分章节论述路基,路面,桥梁,隧道工程机械化施工的主要施工方法、施工过程、施工组织要点,以及机械组织管理方面的知识。为了更好地理解各类工程的施工,对土、石和有机结合料等的主要性质和性能也加以必要的阐述。力求通过上述内容的学习,使学生对工程机械所服务的施工对象有一个比较全面的了解,以便在工程施工中能正确地选择和运用机械,经济合理地组织施工和科学地经营管理。同时也为从事工程机械设计和研究人员提供有利条件。

本教材由西安公路学院王清泾主编,其中第一、四、五章由石家庄铁道学院庞昀编写;第二、三章由西安公路学院王清泾编写;第六章由长沙交通学院王琪编写。全书由西南交通大学倪志镛教授主审。

本教材在编写过程中,得到了有关工厂、施工单位和兄弟院校的大力支持与帮助,在此一并致谢。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中一定存在缺点和错误,望读者批评指正。

编者 1988年

目 录

第一章 概论	1
§ 1-1 施工机械运用与管理的意义和要求	1
§ 1-2 机械化施工在基本建设中的作用	2
§ 1-3 加强施工机械管理的重要性	5
§ 1-4 施工机械运用的基本原理	7
第二章 路基工程施工机械化	12
§ 2-1 路基与路基工程概述	12
§ 2-2 推土机施工	22
§ 2-3 铲运机施工	30
§ 2-4 平地机施工	38
§ 2-5 挖掘機施工	46
§ 2-6 装载机施工	52
§ 2-7 路基石方爆破施工	55
§ 2-8 路基压实	62
第三章 路面工程施工机械化	65
§ 3-1 公路路面概述	65
§ 3-2 有机结合料概述	68
§ 3-3 沥青表面处治与贯入法路面机械化施工	71
§ 3-4 沥青混凝土路面机械化施工	74
§ 3-5 路面压实机械化	80
§ 3-6 水泥混凝土路面机械化施工	83
第四章 桥梁工程施工机械化	93
§ 4-1 桥梁工程施工概述	93
§ 4-2 桥梁工程机械化施工方法	94
§ 4-3 桥梁基础工程施工组织要点	106
第五章 隧道工程施工机械化	107
§ 5-1 隧道工程概述	107
§ 5-2 隧道工程机械化施工方法	110
§ 5-3 隧道工程施工组织要点	128
第六章 机械化施工管理	130
§ 6-1 施工计划管理	130
§ 6-2 用统筹法编制施工进度计划	135
§ 6-3 施工生产管理	146
§ 6-4 施工技术管理	153
§ 6-5 施工经营管理	157
参考文献	172

第一章 概 论

§1-1 施工机械运用与管理的意义和要求

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，它们包括铲土运输机械、挖掘机械、工程起重机、压实机械、桩工机械、钢筋混凝土机械、路面机械、凿岩机械与风动工具等八大类。随着我国社会主义建设的蓬勃发展，工程机械制造业为工程施工提供了大批性能优良的施工机械新品种，如 $0.6\sim 1\text{m}^3$ 的全液压挖掘机， $1\sim 5\text{m}^3$ 的铰接式液力机械传动轮胎装载机， $130\sim 240\text{kW}$ 的推土机， $12\sim 15\text{t}$ 静力式压路机，蟹爪立爪联合装碴机、四臂全液压钻车以及沥青混凝土拌合机和摊铺机等。

近年来，由国外引进了不少新型和大型土方工程机械，桥梁基础与隧道施工机械，高级道路路面施工机械以及各种新技术，为加快我国各项建设事业的步伐增添了力量。

公路、铁路交通建设以及其他工程建设都离不开工程机械。机械设备是生产工具，是生产力的重要组成要素之一。生产力是人们改造自然、征服自然，创造物质财富的能力，而生产工具的先进与否，又是衡量社会生产力发展水平的尺度，是人类改造自然能力的物质标志。

一项大型工程的施工，是一个错综复杂的过程。如修建一条铁路或公路，其路基工程的土石方量多达几千万甚至几亿立方米，有时一个工地的集中土石方就达几千万立方米，因此要使用众多的大型土石方施工机械。如我国建设的葛洲坝水利枢纽，其土石方开挖量多达 500万m^3 ，灌筑混凝土量近 1000万m^3 。当大江截流时，在流量为 $4720\text{m}^3/\text{s}$ ；最终落差为 3.23m ，最大流速为 7m/s 的情况下合拢时，日抛投石方量达 7.2万m^3 ，平均每小时要抛投 0.3万m^3 ，其数量和速度都是十分惊人的。但是由于配备了载重量为 $20\sim 40\text{t}$ 的自卸汽车和大型推土机，以及斗容 6.9m^3 的装载机等大型高效率的施工机械，使这一艰巨工程，只用了 $35\text{h}35\text{min}$ 就胜利完成。如果没有这些足够的大型技术装备和高度的机械化施工组织，要在如此短的时间内完成这样巨大的工程量是不可想象的。

根据调查统计，在相同时间内：一台斗容一立方米的挖掘机的工作量，约等于 $120\sim 140$ 个工人的劳动量；一台 60kW 的推土机的工作量，约等于 $100\sim 120$ 个工人的劳动量；一台 $10\text{m}^3/\text{h}$ 的碎石机的工作量，约等于 $70\sim 75$ 个工人的劳动量；一台 15m^3 的自行式铲运机，可以代替300个工人的劳动。

应当指出的是，有了众多和优良的施工机械，还必须采用先进的施工方法，合理的施工组织，科学的核算经济成本，以及正确地使用机械，才能充分地发挥机械的效率，提高工程质量和降低工程成本。否则，机械虽然众多但不能正确使用，就等于浪费资金。为此，必须加强机械设备的科学管理。

现代工程机械的特点是大型化、液压化、高速化、连续化和自动化，结构复杂，是现代科学技术的高度集中，又是资金密集的装备。因此对于现代化的机械设备，必须采用现代化的技术管理，才能保证工程建设的顺利进行，并取得良好的效果。

现代设备管理，按设备综合工程学的观点，是对设备运动的全过程实行全面管理。即从科学研究、设计、制造、到设备的购置、安装、投产，以及设备在生产过程中的使用、维修、更新改造、直到设备报废的全部过程实行管理。在这个过程中，存在着两种运动形态：一是设备的实物运动形态，它包括设备的选购、验收、安装、调试、使用、维修和更新改造等。二是价值的运动形态，包括设备的最初投资、运行费用、维修费用、折旧、更新改造资金的筹措支出等。对于前者要实施技术管理，对于后者应进行经济管理。最终要取得两个成果，即技术成果与经济成果。也就是说，一方面要求设备经常保持良好技术状态，另一方面要求节约设备维修与管理费用的支出。我国现行的传统管理，只重视设备全过程中的使用与维修两个环节，而且在设备的技术管理与经济管理中又往往忽视经济管理，这就难以提高设备的经济效益。

我国的四化建设，要求工程建设者优质、高效、低消耗地去完成各项施工任务。因此要求各级工程技术人员，都必须了解国家的工程基本建设程序，掌握各种机械化施工方法和组织，以及科学的管理方法。只有这样，才能为加速社会主义建设做出应有的贡献。

§1-2 机械化施工在基本建设中的作用

一、基本建设的特点与程序

基本建设原则上是指国民经济各部门中固定资产的扩大再生产。也就是说基本建设是一种取得新增固定资产的活动。例如：修建工厂、修筑水利设施、铁路和公路的新建和续建工程等。它包括建筑安装、机械设备的购置及其有关的工作，这都属于基本建设的范围。

基本建设对于发展国民经济，实现四化建设，满足人民的物质和文化生活需要有着十分重要的作用。

1. 基本建设的特点

基本建设是形成固定资产、新增社会生产能力的经济活动。它是一个特殊的物质生产过程，因而具有和其他生产部门不同的特殊性。具体表现有以下几方面：

1) 基本建设涉及面广，各部联系复杂，是一个独立的综合性很强的部门。例如一个建设项目，从确定建设投资开始，要经过勘察、设计、征地拆迁、材料的分配供应、施工机械的选用与购置、工程施工、竣工验收到投产使用等一系列过程，要由许多部门来协同完成。这一特点要求我们必须按一定程序来办。

2) 基本建设产品生产周期长，消耗的人力、物力、财力多。一般需要一年以上，多至几年，甚至几十年才能实现。

3) 基本建设产品具有整体性、固定性和单件性的特点。

4) 基本建设产品的生产过程具有不可间断性，它有一个完整的周期性经济过程。

5) 基本建设产品的生产是流动的。

这些特点反映了固定资产建设的全过程，只有深刻认识这些特点，才能更好的按照客观规律的要求进行基本建设。

2. 基本建设程序

1978年国家对基本建设程序作了明确规定，全过程分四个步骤，八个环节。

四个步骤是：

1) 根据国家长远规划、区域规划和资源情况,编制建设项目计划任务书,选择建设地点;

2) 根据计划任务书的要求,进一步进行工程地质和水文地质的勘察工作,落实外部建设条件,进行初步设计、编制项目的总概算;

3) 初步设计和总概算批准后,建设项目才能列入国家年度基本建设计划,根据初步设计和施工图进行设备订货和开展施工;

4) 工程竣工后,进行验收交接,交付生产单位使用,形成新的生产能力。

八个环节是:

1) 编制计划任务书;

2) 选择建设地点;

3) 确定设计文件;

4) 建设准备工作;

5) 计划安排;

6) 组织施工;

7) 生产准备;

8) 竣工验收交付生产。

国家各主管部门可根据本部门的情况和特点,对国家基本建设程序做更具体的规定,一般规定如下:

建设规划:根据国家经济建设的方针,国民经济的长远规划,行业地区规划,自然资源的分布和开发利用情况等,进行全面调查研究,编制可行性规划,报国家批准。

计划任务书:根据建设规划和国民经济发展需要,权衡轻重缓急,组织有关部门对建设项目进行方案研究,并写出报告,推选最优方案,编制出任务书。其内容主要包括:建设目的、建设根据、主要技术原则、建设进度、投资估算、占地面积、劳动定员控制数额等。

设计文件:一般分初步设计与施工图设计两阶段。初步设计是根据批准的任务书进行的,在对水文、地质、地形进行勘测、钻探、调查研究后,进行方案研究对比,选出最佳方案。初步设计的文件内容有:初步设计的总说明、方案选择与比较、最佳方案的总体设计与设计总概算。初步设计经批准后,建设项目才能列入国家年度计划。施工图设计是在初步设计的基础上,按批准的方案进行更详细的调查和有关资料的收集,编制出供施工需要的全套图纸和文件,并与施工单位一起,共同制定施工方案。施工图设计文件包括有:设计总说明书,供施工用的全套设计图表,各项定型图,各种参考图。如工程数量与初步设计出入较大,应修正概算。

组织施工:按国家下达的任务,作好施工准备工作。根据设计文件,编制施工组织设计和施工预算,严格控制在批准的投资计划内,不得突破。如有突破,必须报原审批单位审批。施工前要认真做好设计文件的审核工作,明确设计要求和各项技术标准,领会设计意图,在施工中如需要改变设计,要报请原设计部门批准。未经批准,不得擅自变更。要按照施工顺序合理组织施工,并严格按施工技术规范进行,确保工程质量,并按规定工期如期完成。

生产准备:项目建设基本完工前,要作好试生产工作,发现问题要及时采取补救措施。

竣工验收交付生产:建设已达到验收交付生产时。施工单位要提出验收、交付生产,申请报告,说明准备的情况和办理验收的具体日期,报上级审定组织验收。验收合格后,办理交

接手续，移交全部竣工文件，同时提出竣工决算。

二、机械化施工的意义与目的

机械化施工，或称施工机械化是提高劳动生产率最有效的手段之一。机械化施工在大型土、石方工程，混凝土浇注工程，铁道与公路桥梁基础及隧道工程中都有着较大的发展，在缩短工期，降低工程成本和提高工程质量等方面都取得了显著的效果。

采用机械施工，首先应了解什么是施工机械化。施工机械化是一门综合性的学科，它是介于施工机械、施工技术和施工组织之间的一门边缘科学。它大致包括以下五个方面的内容：

(1) 凡是在工程施工中可以使用机械和机具的工作，都用机械和机具来代替手工劳动，一方面可以节省人力，另一方面可以减轻劳动强度。在人力达不到的地方，使用机械施工，以利于克服公害，扩大施工范围。同时根据不同的施工对象和要求，选择最适宜的机械，并以较少的机械完成尽可能多的任务，达到提高劳动生产率，节省劳动力，加快建设速度，提高工程质量，降低材料消耗和成本，最终取得明显的经济效益。这方面有三个内容：

1) 以机械代替手工劳动。

2) 要选择合适的机械。如土方工程是选用推土机、铲运机呢？还是挖掘机或装载机。是选用大型的还是中、小型的等等。这就需要进行经济比较，才能决定取舍（详见以后章节）。选择不当，不但不能发挥机械的正常效率，影响工程进度，而且会大大增加使用费用，经济效益甚微，远达不到机械化施工的目的。

3) 要合理配备机械。一个工地根据具体情况，应配备多少台施工机械较合适，是多好，还是少好，主辅机械配合比例的多少等，如匹配不合理，都直接影响到能否发挥机械化施工的作用。

(2) 优化的施工组织计划。施工机械化并不只是简单地将体力劳动改变为机械作业。因为采用机械化施工并不会自动地降低成本。成本的降低取决于稳妥的施工计划和科学的施工组织。如采用现代管理技术，以定量化的方法，制定各种施工方案，然后以最优的方案组织施工。

(3) 不断地采用先进的机械取代使用中的机械。随着工程技术的发展和建设速度的要求，要不断开发新的机械。

(4) 确保机械正常运转，要做到科学管理，正确使用，定期保养和及时维修。

(5) 要有良好的技术经济效益。采用机械化施工，要能够节省人力，减轻劳动强度，降低工程造价，加快施工速度，提高工程质量。

以上五个方面必须做到有机的结合，才能实现施工机械化。

其次是如何评定施工机械化水平。

施工机械化水平代表一种技术水平，它与机械化程度不同。机械化程度是机械完成的实物工程量与总工程量之比。它反映在施工中使用机械代替劳力的程度。评定施工机械化水平的高低，不能以机械化程度高低为标准，它反映不出“化”的水平有多高。往往有这样的情况，机械化程度这个指标虽然很高，但施工人数却省得不多，速度不快，技术经济效果不显著。评定施工机械化水平的高低应以工程项目为对象。如对规模相当的同类工程，在施工条件相同的情况下，劳动生产率的高低，往往就能标志其施工机械化水平的高低。

由于施工机械化水平与施工条件，施工组织设计、管理、维护保养、操作技术的熟练程度等许多因素有着密切的关系。此外，还可以从一些实际效果上来衡量“化”的水平高低。例

如,从节约劳动力或施工高峰人数、工期或年度竣工量以及工种工程的单位耗工量来衡量。国外在水电工程施工方面,修建大型水电站的工期:美国和加拿大约5~7年,苏联8~10年。高土石坝的工期:美国3~4年,日本2.5~3年,苏联5年以上。修建100m以上大坝高峰人数:美国、加拿大和日本约2~5千人,瑞士和瑞典数百人,苏联和我国一般均超过万人。由此可见,美国、加拿大、瑞士和日本等国施工的机械化水平均比我国高。

我国的四化建设要求以尽可能高的速度完成各项基本建设任务,而基本建设中一项大型工程往往是非常复杂而艰巨的。如铁路和公路的修筑要通过崇山峻岭,跨越深谷河流。不仅有大量的土石方作业,而且气候、水文地质、地形和其他各种条件都会给人工施工带来许多困难。因此必须采用机械施工,实现高度的施工机械化,才能适应四化建设发展的要求。

三、机械化施工在铁路、公路建设中的作用

铁路和公路在国民经济发展中起着极为重要的作用。随着四化建设的发展,要求新建和改建的铁路和公路的任务将会更加繁重,建设的速度和质量要求也会更高,要完成这些任务,必将对机械化施工提出更高的要求。

建国以来,机械化施工在铁路和公路的建设中从无到有,由半机械化发展到机械化,在各项工程中发挥出越来越大的作用。已修建铁路三万多公里,公路95万多公里。这些工程的建成,都反映出我国在建筑施工机械化方面已取得很大的成就。

解放初期,新建工程的土方施工,绝大多数是靠人工肩挑人抬,虽有某些土方机械,但数量很少,质量也很差,最大的为89kW,在土方施工中形不成机械化施工。1957年以后,随着国民经济的发展,机械工业为建筑业提供了大量的施工机械,使铁路、公路土方工程集中的工点,最早实现了施工机械化,减少了大量的劳动力,从而加速了路基的施工进度。特别是近几年由于实行了对外开放政策,从国外引进许多先进的铲土运输机械,如日本的D80A-18推土机、美国的D8L、D9H大型推土机、966D装载机和斗容量为16~24m³的铲运机等。结合国外的先进施工经验,使土石方施工的效率比60年代提高约一倍,这是人力施工很难做到的。在隧道施工方面,引进了瑞典生产的三、四臂液压钻孔台车,以及其它大型设备组成隧道施工作业线,使大瑶山隧道月成洞高达217双线米,进入了世界隧道开挖先进行列。在桥梁基础工程施工中,使用冲抓式加藤钻机、沉拔桩锤和高频振动锤等,可以在我国任何大江、河上进行施工。由此可见,机械化施工在铁路、公路建设中的作用将会越来越大,必将为国民经济的发展做出更大的贡献。

§1-3 加强施工机械管理的重要性

施工机械是施工机械化的基础,是重要的生产手段。随着建筑工业化、机械化的发展,施工机械的数量、类型和型号不仅会逐渐增多,而且大型的、技术密集型的机械必将在机械化施工中占居越来越重要的地位。因此,加强施工机械管理,不断地提高施工机械的完好率和作业率,防止事故的发生,保持机械设备的最佳状态,对完成各项工程的施工任务和提高经济效益都有着重大的意义。

一、现有的技术装备能力及效率

根据1982年施工企业统计,全国国营企业的技术装备率按每个工人计算,已达到3287元/人,动力装备率为5.7kW/人。就铁道系统而言,技术装备率为2595元/人,动力装备率为

5kW/人,比60年代初约提高一倍。但是我们的劳动生产率却没有相应地成倍增加。全国施工企业的全员劳动生产率1982年较1960年增长不到50%。

从技术装备的效率来看,以每元的技术装备费每年完成的建成工作量(元)做指标来衡量,我国目前的水平为1:2.5,而联邦德国、奥地利等一般都在1:20~1:30。日本的某公司也达到1:30。同这些国家相比,我国的技术装备效率是很低的。

在机械设备的使用效率方面,虽然尚难进行确切的比较,但就1m³挖掘装载设备完成的年挖掘量来看:罗马尼亚1971年完成土石方量为12万m³,苏联为14万m³,我国同期建工系统平均为1.25万m³,为罗马尼亚的1/9,苏联的1/10。

从以上施工机械化几个方面的具体数字看,我国施工机械的装备水平与国外相比并不很低,但完成的建筑安装工作量和机械设备的使用效率却相当低。这表明机械设备的生产能力远没有得到充分发挥。基本原因是重使用、轻管理。由于管理工作跟不上,致使相当数量的机械设备闲置、损坏,不能发挥应有的作用。要扭转这种局面是施工机械管理的一项重要而紧迫的任务。

二、加强施工机械管理工作的重要性

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,机械设备对基本建设工程起着决定性的作用。因此,加强机械设备的管理工作,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。

机械设备管理的目的,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。

机械设备管理,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,经济管理由财务部门承担的办法已经不能适应了,必须一切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、先进的机械设备管理好,发挥其应有的作用。

另一方面机械设备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,严重时会影响基本建设投资能否尽早发挥经济效益的问题。

三、怎样做好设备管理工作

要做好施工机械设备的全面管理工作，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，这是设备管理中重要的一环

以往由于设备部门无权过问或不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。形成“机到地头死”的现象，造成设备的大量积压，或者大大增加使用费用的支出。

2. 正确使用，保证安全生产和提高生产率

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。任何机械设备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

设备在使用过程中，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，设备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，保证使用需要

要加强配件管理，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，使之有章可循。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。

§1-4 施工机械运用的基本原理

一、工程机械的使用性能

工程机械的施工对象是各种建筑工程，也就是利用工程机械对各种建筑工程进行机械化施工，以取得实物成果和经济成果。因此，了解工程机械的使用性能，对正确地使用机械是非常重要的。

工程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

动力性是反映土方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后,单位机质量所能获得的用来克服滚动阻力、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

机动性是反映土方机械在直线行驶时的稳定性和在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。机动性影响土方机械的适用程度。

4. 稳定性

稳定性是表明土方工程机械作业时,在坡道上行驶时抵抗纵向和横向倾翻和滑移的能力。

5. 经济性

经济性主要表示土方工程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。这一指标可以用来核算作业成本。

二、施工机械生产率的计算

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,由于作业情况和产生故障,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_e 、机械工作装置的容量为 V_e ,则一台施工机械在单位时间内完成的工作量其计算公式为:

$$Q = V_e K_n K_b K_e$$

假定运行效率 $K_n = 1$ 则

$$Q = V_e K_e K_b$$

如以台班计算则

$$Q_b = \left(\frac{8 \times 60}{t_r} \right) V_e K_e K_b$$

式中 Q_b ——机械一个台班的生产率, $[Q_b]$ 为 m^3/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:

$$Q_p = V_e K_e$$

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_n ,实际作业时间为 t_s ,则正常作业时间效率 K_w 可用下式表示:

$$K_w = \frac{t_s}{t_n + t_s}$$

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_o ,正常损失时间为 t_n ,实际作业时间为 t_s ,则偶发作业时间效率 K_o 为:

$$K_o = \frac{t_s + t_o}{t_n + t_s + t_o}$$

考虑正常损失时间和偶发损失时间的生产率称为平均生产率,其公式为:

$$Q_a = K_w K_o Q_p$$

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_o ——偶发作业时间效率；

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

如上所述，施工机械的生产率有最大的、正常的和平均的三种，在编制施工计划时应选用那一种生产率较为合适呢？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. 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，根据基建中的机械施工资料，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，前者多用在在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1-1所列。

表1-1 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	0.61	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	0.26	0.27
	装 车	0.46	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 (3.5 t)	配合挖掘机	3.76	3.06	3.38
	配合装载机	2.53	2.91	3.26

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

2. 运距增减计算：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；铲运机每增减100m—松土0.15台班，普通土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1.35台班，硬土1.35台班。

3. 定额均为施工方（紧方）。

三、施工机械运用原则

1. 按施工组织设计合理选择、调配和组合机械

施工组织设计是指导工程施工的主要文件。要根据文件中的工程量、工期等具体施工条件，合理选择和调配及组合机械以便进行有效的施工。工程施工的范围非常广泛，作业条件也千差万别，施工单位要具备与每项工程任务完全相适应的机械是非常困难的，而且也没有必要这样做。因此，通常只确保有最常用的通用机械即可。对一些特殊工程，施工单位除了要认真选择、调配和组合应用现有的施工机械外，必要时还应准备和设计一些特殊的施工机械，才能有效地进行施工。

根据施工组织设计，首先要考虑选择的机械类型和容量是否符合施工条件，其次是选用的机械其固定资产损耗费与运行费用是否经济；其三是施工机械的合理组合。

工程量和施工进度是合理选择机械的依据。一般说,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,而施工量小时则应采用中、小型机械,但也不是绝对的。如一项大型工程,由于受到道路、桥梁等狭窄区域的影响,大型机械不易通过,如果为了运输问题而再修路桥,这样并不经济。因此应考虑选用中型机械施工。此外在机械运用过程中,还要注意施工机械的调度,这是执行施工计划的补充措施。当施工现场由于某种原因使机械出现拥挤和不足时,施工调度人员应立即进行调配,以适应施工现场的需要,充分发挥机械的效率。

固定资产消耗费与施工机械的投资成正比。它包括:折旧费、大修费、投资的利息等费用。而机械的运行费可视为与完成的施工量成正比的费用。它又分直接费与间接费。直接费包括劳动工资与直接材料费;间接费包括燃料费、劳保设施费、保养小修费和其他管理费用等。这些费用,在机械运用中是应当重点考虑的因素。采用大型机械施工,虽然投资大,但它可以分摊到较大的工程量中去,所以对工程成本影响较小。因此,大型工程选用大型机械是经济的。施工机械的经济选择基础是施工单价,因此,必须权衡机械费(折旧费、大修费、管理费、燃料费以及驾驶员工资)与工程量的关系。通常施工机械的容量越大,其施工单价越便宜。如有各种规格的施工机械可以选用时,也必须进行施工单价的比较,以便选择最经济的机械。此外要使固定资产损耗费与运行费用最少,在选购机械时应注意机械的可靠性,否则即便购置费很便宜,但在使用中的维修费很大,仍然得不到最优的经济效果。

合理组合机械是发挥机械设备效能的重要因素。在机械化施工中,施工单位很少选用单台机械独立施工,多组合两种以上机械进行一项作业。所以机械的组合是关系到能否发挥机械效率的重要问题。机械的组合原则是:

(1) 尽量减少机械的组合数,机械的组合数越多,作业效率越低。如组合甲、乙两台机械时,当作业效率均为0.9时,则甲、乙两台机械的总作业效率为 $0.9 \times 0.9 = 0.81$ 。如组合中的一台机械发生故障,组合作业就要停止,因此,组合数越多,停止的概率也会增加。所以,机械的组合数越少越好。

(2) 在整个作业线中使用组合机械作业时,应对组合的各种机械作业能力进行平衡。

(3) 在组织机械化施工时,要注意分成几个系列的机械组合,同时并列进行施工,这样可减少当组合中某一台机械发生故障时,造成全面停工的现象。

(4) 在组合机械时,力求选用的机型统一,以便于维修和管理。

2. 按照机械设备出厂说明书的要求和操作规程使用机械

(1) 机械设备各有不同的使用要求,甚至同一类型机械,因制造厂家、选用的材料、加工工艺等不同,使用要求也不尽相同。因此,应严格按照出厂说明书的规定和要求使用机械设备。

(2) 严格遵守操作规程。操作规程是根据机械的技术特性、使用性能和运行规律来制定的,它是技术科学和客观规律。因此,必须严格遵守才能保证机械设备的安全生产、经济运行。

第二章 路基工程施工机械化

§2-1 路基与路基工程概述

路基是路面的基础，它与路面共同承受着运行车辆的荷载。行车的条件，一方面决定于路面的好坏，另一方面取决于路基是否坚固稳定、可靠耐久。因此，坚实的路基是保证道路使用寿命的基本条件。所以在选择路线时必须考虑路基的地质是否稳定；在路基设计时应根据地形考虑路基的断面形状和尺寸，并采取防护和加固措施；施工中应采用合理工艺，保证路基填土的密实度，并做好路基的排水设施，防止地表水和地下水对路基稳定性的不良影响，使路基具有足够的强度，以保证车辆运行安全。

路基由路基本体、路基排水设施和路基防护及加固等部分组成。

一、路基的构造

(一) 路基的横断面

路基的横断面根据地形不同有：路堤、路堑和半堤半堑三种型式。路堤是用土或其他材料堆填起来高于原地面的路基，如图2-1所示；路堑是把原地面挖低而形成的路基，如图2-2所示；半堤半堑是根据地形半填半挖而形成的路基，如图2-3所示。

(二) 路基的有关规定

1. 路基的宽度和高度

路基的宽度包括路面宽度和两侧路肩的宽度，而路面的宽度是根据行车道数和每条道的宽度来定的。车道的宽度

主要与车辆的外形尺寸和行驶速度有关。车速越高，汽车的横向摆动幅度越宽，行车道也应越宽。考虑到行车安全间隙，单车道路面宽度一般为3.5m，双车道路面宽度为6~7m。

路肩是用来保护路面的，又可做停车和错车用。路肩的宽度与道路的等级有关，一般为0.75~2m。

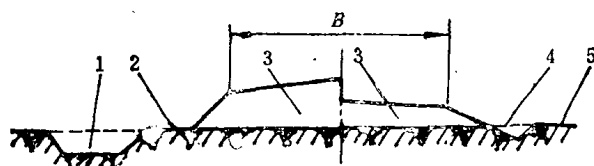


图2-1 路堤横断面图

1—取土坑 2—护坡道 3—路基 4—边沟 5—原地面
B—路基宽度

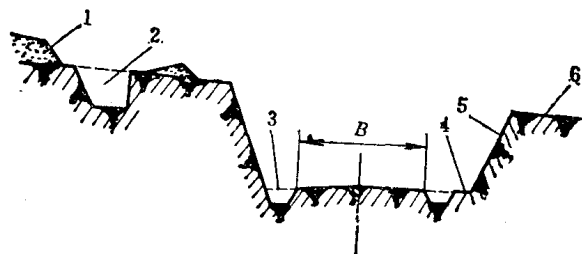


图2-2 路堑横断面

1—弃土堆 2—截水沟 3—边沟 4—护台
5—边坡 6—原地面 B—路基宽度

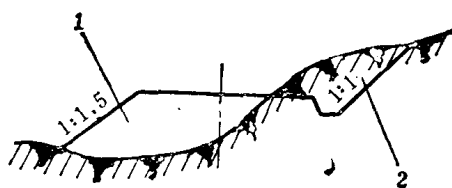


图2-3 半堤半堑路基横断面

1—填方部分 2—挖方部分