

高等学校教材

水利工程施工机械

武汉水利电力学院施工教研室編

K106



中国工业出版社

PDG

高等学校教材



水利工程施工机械

15.1
07

武汉水利电力学院施工教研室編

中国工业出版社

本书主要讲述水利工程施工中常用的机械，共分七篇二十五章。书中对常用机械设备的构造、工作原理、性能参数和一般运用计算，进行了较详细的阐述，并对施工机械的安装和管理维修知识作了一般的介绍。书末还附有常用机械的技术性能表，供参考取用。

本书除作为高等工业院校水利工程施工专业的教科书外，可供水利水电工程技术人员参考。

水利工程施工机械

武汉水利电力学院施工教研室编

*

水利电力部办公厅图书编辑部编辑(北京阜外月坛南营房)

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $19^{1/2}$ ·字数424,000

1965年12月北京第一版·1965年12月北京第一次印刷

印数0001—1,590·定价(科五)2.00元

*

统一书号: K15165·4198(水电-570)

前 言

本教科书是根据武汉水利电力学院施工教研室编写的“水利工程施工机械”讲义修订而成，作为水利工程施工专业的教材。原讲义曾试用过六次，并根据教学改革的要求和教材使用经验，前后修改过四次。

在这次修订过程中，力求贯彻党的有关方针政策和教学上少而精的原则，结合我国当前水利水电建设的生产实践，和学生实际情况，运用辩证唯物主义的認識論进行阐述，使学生易于掌握和深入。

本书在内容上，尽量反映我国当前水利施工实际情况，对常用主要施工机械设备的构造、工作原理、性能参数和一般运用计算等进行了较详细的阐述，并对施工机械的安装和管理维修知识，作了一般的介绍。通过理论教学和参加专业生产劳动、实习等实践性教学环节，使学生能合理地选择、使用和管理施工机械。为了便于学生复习和深入，每章均编有复习思考题。在书末还附有主要机械的技术性能表，以供参考取用。

在内容叙述方式上，尽量贯彻重点突出和照顾一般的原则。以一种常用的典型机械为主，进行较详细的阐述和分析，并在此基础上介绍同类型的其他机械，使学生学到既深入又广泛的知識。为了使学学生学得比较透彻，对基本概念、基本理论和难点的解释，力求交代清楚、正确。为了使学学生易于根据机械的构造图了解其动作原理和构造特点，书中还尽量采用了构造简图和工作原理图。

本书根据施工机械的用途和类型，分成七篇共二十五章。各篇均可根据教学需要作出适当安排，独立地进行讲授。某些篇章内容还可在学生参加生产劳动和实习中自学。

本书除作为水利工程施工专业的教材外，也适合水利类其他专业以及从事水利水电建设的人员参考。

参加本书修订工作的有侯文理、蔡汉芝、楊达夫、董光源和余恒睦等同志，最后由余恒睦和蔡汉芝加以整理。在修订过程中，还由李維弟总工程师和郭暄教授詳加审查。由于编者水平有限，修订时间匆促，錯誤与不妥之处难免，希望讀者指出，以便再版时改正。

編 者

一九六四年十二月

目 录

前 言

緒 論	1
-----------	---

第一篇 运 輸 机 械

第一章 汽車与拖拉机	6
§ 1-1 汽車与拖拉机的应用和使用性能	6
§ 1-2 載重汽車	7
§ 1-3 履帶式拖拉机	14
§ 1-4 輪胎式拖拉机	18
§ 1-5 超重型運輸車	20
§ 1-6 輪胎	21
§ 1-7 汽車、拖拉机的牵引計算	23
第二章 連續運輸机械	28
§ 2-1 帶式運輸机	28
§ 2-2 斗式提升机	41
§ 2-3 螺旋運輸机	43
第三章 水泵	44
§ 3-1 离心式水泵	44
§ 3-2 吸泥泵	52
§ 3-3 活塞式水泵	53

第二篇 起 重 机

第四章 起重机概論	55
§ 4-1 起重机的类型和应用	55
§ 4-2 起重机的工作机构和工作类型	58
§ 4-3 起重机的主要工作部件	62
§ 4-4 起升机构計算原理	68
第五章 門式起重机	71
§ 5-1 門式起重机的类型和应用	71
§ 5-2 刚性拉杆臂架系統的門式起重机	72
§ 5-3 挠性拉索臂架系統的門式起重机	77
§ 5-4 补偿滑輪組臂架系統的門式起重机	80
§ 5-5 起重机的生产率計算	81
第六章 塔式起重机	83

§ 6-1 塔式起重机的类型和应用	83
§ 6-2 水电站施工用塔式起重机	85
§ 6-3 塔式起重机的稳定计算	88
第七章 缆式起重机	91
§ 7-1 缆式起重机的构造和类型	91
§ 7-2 缆式起重机承载索的计算	94
§ 7-3 缆式起重机的工作参数	95

第三篇 土 方 机 械

第八章 土方机械概论	97
§ 8-1 土方机械的应用和类型	97
§ 8-2 挖掘机械工作构件的型式	97
§ 8-3 切土理论基础	98
第九章 土方挖运机械	101
§ 9-1 推土机	101
§ 9-2 链运机	107
§ 9-3 松土机	116
第十章 单斗挖掘机	117
§ 10-1 单斗挖掘机的应用和类型	117
§ 10-2 单斗挖掘机的工作原理和工作尺寸	119
§ 10-3 单斗挖掘机的工作装置	123
§ 10-4 单斗挖掘机的动力装置	129
§ 10-5 单斗挖掘机的传动机构	131
§ 10-6 单斗挖掘机的回转装置	134
§ 10-7 单斗挖掘机的行走装置	135
§ 10-8 单斗挖掘机的操纵装置	138
§ 10-9 单斗挖掘机的生产率计算	140
第十一章 多斗挖掘机	143
§ 11-1 多斗挖掘机的应用和类型	143
§ 11-2 链式多斗挖掘机的构造	146
§ 11-3 多斗挖掘机的运用计算	148
第十二章 水下挖掘机械	150
§ 12-1 吸扬式挖泥船	150
§ 12-2 链斗式挖泥船和单斗式挖泥船	154
第十三章 土料压实机械	156
§ 13-1 压实机械的应用和类型	156
§ 13-2 碾压机械	156
§ 13-3 夯实机械	161
§ 13-4 振动压实机械	162

第四篇 石方开采和石料加工机械

第十四章 钻孔机械	165
§ 14-1 概述	165
§ 14-2 风动凿岩机	166
§ 14-3 冲击凿岩的基本理论	174
§ 14-4 钢索冲击式钻机	178
§ 14-5 旋转式钻机	182
§ 14-6 旋转冲击式钻机	184
第十五章 装岩机械	185
§ 15-1 概述	185
§ 15-2 装岩机的构造和工作原理	186
§ 15-3 装岩机生产率的计算	190
第十六章 破碎机械	192
§ 16-1 概述	192
§ 16-2 颚式破碎机	194
§ 16-3 圆锥破碎机	201
第十七章 筛分机械	204
§ 17-1 概述	204
§ 17-2 筛分机械的类型	208
§ 17-3 振动筛的构造	210
§ 17-4 振动筛的工作参数和生产率计算	216

第五篇 混凝土工程机械

第十八章 混凝土配料器	219
§ 18-1 配料器的类型与基本要求	219
§ 18-2 水泥配料器	220
§ 18-3 骨料配料器	225
§ 18-4 配水器	226
§ 18-5 连续式重量配料器	228
第十九章 混凝土拌和机	230
§ 19-1 混凝土拌和机的类型和应用	230
§ 19-2 柱形鼓筒拌和机	230
§ 19-3 双锥形鼓筒拌和机	231
§ 19-4 拌和机的工作参数	234
§ 19-5 其他型式的混凝土拌和机	236
第二十章 混凝土拌和厂	238
§ 20-1 混凝土拌和厂的类型	239
§ 20-2 混凝土拌和厂的主要设备	240

§ 20-3 混凝土拌和厂的自动化操纵·····	245
第二十一章 混凝土振动器·····	247
§ 21-1 混凝土振动器的类型和应用·····	247
§ 21-2 混凝土振动器的构造·····	250
§ 21-3 混凝土振动器的生产率计算·····	253
第二十二章 水泥风动运输设备及混凝土泵·····	255
§ 22-1 水泥风动运输设备·····	255
§ 22-2 混凝土泵·····	258

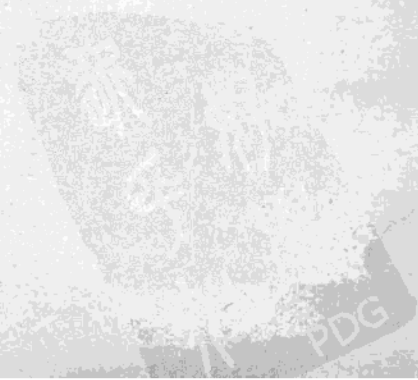
第六篇 施工机械的安装

第二十三章 安装准备工作和工具设备·····	263
§ 23-1 准备工作·····	263
§ 23-2 起重架设工具·····	264
第二十四章 施工机械的安装·····	274
§ 24-1 单斗挖掘机的安装·····	274
§ 24-2 门式起重机的安装·····	276

第七篇 施工机械的管理

第二十五章 施工机械的管理·····	280
§ 25-1 施工机械的验收与建档·····	281
§ 25-2 施工机械的操作运行·····	281
§ 25-3 施工机械的技术保养·····	284
§ 25-4 施工机械的保管和运送·····	287
§ 25-5 施工机械的检修·····	288
附录 主要施工机械技术性能表·····	292
附表1 载重汽车技术性能表·····	292
附表2 履带式拖拉机技术性能表·····	292
附表3 带式运输机技术性能表·····	293
附表4 水泵技术性能表·····	293
附表5 起重机技术性能表·····	295
附表6 推土机技术性能表·····	296
附表7 正向铲单斗挖掘机技术性能表·····	296
附表8 链式多斗挖掘机技术性能表·····	297
附表9 链斗式挖泥船技术性能表·····	298
附表10 绞吸式挖泥船技术性能表·····	298
附表11 土料压实机械技术性能表·····	299
附表12 凿岩机技术性能表·····	300
附表13 装岩机技术性能表·····	300
附表14 颚式破碎机技术性能表·····	301

附表15 圆锥破碎机技术性能表.....	302
附表16 振动筛技术性能表.....	302
附表17 倾翻式双锥形鼓筒拌和机技术性能表.....	303
附表18 混凝土振动器技术性能表.....	303
附表19 混凝土泵技术性能表.....	304
主要参考书	304



緒 論

一、本門課程的內容和任務

水利水电工程施工中所采用的机械設備类型很多，它包括：运输机械、起重机械、土方和石方机械、混凝土工程机械等。本門課程在內容上主要是闡述这些机械設備的构造、工作原理、性能参数、使用条件和方法，有关运用計算以及机械設備的安装和管理維修基本知識等。通过本課程的学习和参加有关的专业生产劳动与实践性教学环节，使学生熟悉施工机械和設備，能合理地选择和使用机械，并能从事一般的有关机械化施工組織工作和机械技术管理工作。

本課程与力学、机械零件机械原理、热机和电工等課程有密切联系，为了切实掌握本門課程的內容，必須学习上述各种課程。然后在本課程的基础上，进一步学习水利工程施工技术和施工組織与計劃等課程。

必須指出，本課程是一門实践性很强的課程。在学习过程中，除課堂教学外，还应通过参观机械实物和模型，参加有关机械的操作維修等专业生产劳动以及机械化施工的实习，尽可能做到理論联系实际地学习，扩大实际知識并取得一定的生产經驗。

二、水利水电建設施工机械化的意义

水利水电建設是改造大自然的伟大斗争。其特点是：工程量大、技术复杂、施工季节性強、要求的施工强度很大等。特别是随着我国社会主义建設事业的发展，大型水利枢纽的建筑，大型隧洞和地下厂房的开挖，河道的疏浚以及机电設備的安装等工程将日益增多。而这些工程有的采用人力施工很困难，有的則不可能采用人力施工，因此必須逐步实现施工机械化。

施工机械化的主要目的是：提高劳动生产率以节约劳动力，加快施工速度以縮短建筑工期，保证工程质量，扩大工程規模和施工可能性，降低工程造价和保证施工安全等，为贯彻“高速、优质、安全、低耗”的施工方針創造条件。

机械化施工方法可以大量减少施工人数，提高劳动生产率。例如在土方工程中，一台斗容量为 1 米^3 的挖掘机，其理論生产率为 $180 \text{ 米}^3/\text{小时}$ 。它代替了約 250 个劳动力，而机械运转人員仅需 5 人，生产效率提高約 50 倍。采用斗容量为 14 米^3 的索鏟挖掘机，它的年生产能力高达 $250 \sim 300 \text{ 万米}^3$ ，每个生产工人每班的劳动生产率高达 170 余米^3 。

由于水利水电工程的施工規模迅速扩大，施工技术的复杂程度也日益提高，只有采用机械化施工方法，集中使用大容量、高效率的新型施工机械和設備，才能保证高速度施工和良好的工程质量。另一方面，也正因为高效率的施工机械得到发展，使工程的規模能够扩大，工期可以縮短，使过去难以实现的工程也变成可能了。例如在我国新安江水电站混凝土坝施工中，大体积混凝土的制备、运输和浇捣等工作极为繁重，然而，由于采用了自动化的混凝土工厂和各种起重运输設備，順利地完成了施工任务。又如在长江大桥的施工中，因为制成了高效能的振动沉桩設備，使深水管柱桥墩的建造成为可能。

实践表明，当所选用的机械的性能与工作条件相适应时，机械施工的效率远比人工施工为高。机械施工的技术越是提高，机械设备越是得到改进和发展，动力、燃料越是便宜，则机械施工的工程成本也就愈益降低，从而能够大量节约建设资金。

此外，由于不断采用现代科学技术的新成就，施工机械的构造和使用方法日趋精密复杂，也要求操作工人有较高的文化技术水平。因之，施工机械化是使劳动人民知识化的物质条件之一。

三、我国水利水电建设施工机械化的发展

我国建国十五年以来，水利水电建设事业和机械制造业，在党的正确领导下均得到蓬勃发展，机械化施工逐渐代替了人工施工。施工机械的设计和制造力量日益壮大，施工机械的数量逐年增多，施工机械化水平也不断提高，这就从根本上改变了解放前反动统治时期的落后面貌。

在一些大型水利水电枢纽（如三门峡、新安江等）工程中，土石方的开挖、运输、填筑，混凝土骨料的开采、加工以及混凝土拌和、运送、浇捣等一系列生产过程，都曾部分地或全部地采用了综合机械化的施工方法，施工机械化程度都达到了相当高的水平。例如在三门峡工程施工中，采用了几千台机械，设备的总功率近10万马力。其中有起重量为20吨的缆式起重机，10/25吨的塔式起重机，有 3×1500 和 $2 \times 4 \times 2400$ 升的自动化混凝土拌和楼，还有生产能力很高的挖掘机和采砂船等大型机械，使土石方工程施工机械化水平达到86.1%，混凝土工程达到90.5%。其他如新安江等大型混凝土坝工程，也采用了较多的大型机械设备，浇筑工作的基本环节都是机械作业。土坝施工方面，最早采用机械化联合作业施工时，砂料的开采与运输曾采用过挖掘机—汽车和采砂船—机车、带式运输机等方式。在河道疏浚方面，目前也正在大力发展机械化施工。

在解放后十五年来水利水电建设实践中，还培养了大批工人和干部，壮大了技术力量，同时取得了相当丰富的机械化施工经验。例如新安江水电站的建成，完全是我国自行设计和施工的，这说明我国完全可以依靠自己的力量，进行大型水利水电工程的建设。

近几年来，我国机械设计和制造部门的广大工人和技术人员，发扬了自力更生的革命精神，现在已能制造许多大型复杂的施工机械设备。例如红旗-100型拖拉机，载重8吨的黄河牌汽车，CA-30型三轴越野汽车，斗容量4米³的W-4型挖掘机，120米³/时绞吸式挖泥船和起重25吨的自行式起重机等等。这些现代化的技术装备，武装了我国各建筑业和施工部门，也为今后更大规模的进行水利水电建设奠定了物质技术基础。

但是，我国施工机械化队伍还很年轻，技术工人和干部的理论水平和实际经验都还不足，因而在机械的选择和运用管理上还存在一些问题。如机械的装备容量小，规格类型不够齐全、配套，操作和管理水平不高，修配力量薄弱，技术队伍也不够稳定，以致机械的生产能力未能得到充分发挥，施工费用还不理想，成本还较高。因此，随着今后施工机械化程度日益提高，迫切要求水利水电施工技术人员更好地掌握施工机械的运用和管理知识。

从国内外水利水电施工机械化发展的过程来看，机械装备的趋向是：大容量、高效率、综合化、通用化、标准化和工厂化。经验证明，在可能的条件下，合理选用大容量、高效率的施工机械和运输机械，并适当配备一些轻便灵活的小型机械和工具，是提高综合

机械化水平和劳动生产率的主要环节。在施工过程中，簡化工序是綜合化和通用化的主要要求，尽可能以一种机械代替一系列机械（一机多用），以减少作业环节，扩大机械使用范围。統一規格，注意机械产品的标准化和系列化，既便于提高劳动生产率，也便于管理和維修。近年来，为了簡化輔助工程，汽車運輸有日益代替有軌運輸的趋势。为了提高机械的工作速度和便利机械的运送，輪胎式的拖拉机、推土机、鏟运机和装料机等快速运行机械不断得到发展，而且还在增大容量和功率，生产效率也有显著提高。

近代科学技术的发展和应用，使施工机械的面貌日新月异，新产品不断增加，机械的构造和性能不断得到改进。例如大型低压輪胎的出現，就能制造超重型的運輸車輛和土方机械（如載重量为 165 吨的半拖式自卸車和 75 吨的自卸汽車）；由于采用了优质輕合金来制造机械，降低了机械的自重而增大了載重量；在拖拉机、汽車和挖掘机上应用了液力离合器和变矩器，使机械的动力性能大为改善，并簡化了机械的操作过程；在动力方面，新的电力拖动技术、調速和控制技术的应用，燃气渦輪內燃机的应用，使机械工作性能愈益完善，从而提高了机械的生产率。此外，研究机械的工作理論—机械工作装置的工作参数与工作对象間的关系，是施工机械这門学科繼續发展的基础。例如切土和土料压实理論，凿岩和破碎理論，砂砾石的水力分級，混凝土拌和和振搗密实理論，以及振動理論在各方面的应用等的研究，目前都是国内外科学研究工作的主要課題。

四、組織机械化施工的要點

組織机械化施工的主要任务是：合理地选型，严密的組織和科学地管理机械，最大限度地發揮机械的效率，提高設備的利用率，多快好省地进行施工。組織机械化施工的要點如下：

1. 加强党的領導，貫徹群众路线，实行領導、工人、技术人員三結合的方法，充分調动广大群众的积极性和創造性，不断提高政治覚悟和技术熟练程度，是有效地进行机械化施工的首要条件。

2. 根据工程性质、規模和机械供应的可能性，尽量选用大容量、高效率、高速度、机动灵活、通用性高、安装維護簡便、運轉費用低的机械設備，并适当配备一些小型机具，使所选用的机械設備与施工条件相适应，以便充分發揮机械效率，力求降低成本。

3. 注意机械的配套，主要机械和輔助装置应完整无缺；組織綜合机械化作业，使連續作业中各个工序的机械的生产能力相互适应并均得以發揮，特别是应保証發揮主要机械的生产能力，以期获得最大的經濟效果。

4. 做好施工組織設計，进行合理的施工布置，規定机械的工作位置和开行路线，制定机械的运行图表和作业計劃；加强施工現場的組織管理工作，使机械在良好的条件下进行生产，实行机械的快速保养，保証动力、燃料、潤滑料、零配件等的及时供应；采用先进的操作方法，并切实注意生产的安全。

5. 严格执行有关机械保养、检查和修理制度，使机械处于良好的技术状态，提高設備的利用率，延长机械使用期限；配备足够的机械修配技术力量和設備，保持机械的工作能力。

五、施工机械的分类和組織

水利水电工程中采用机械的类型很多，如按机械的用途和在施工过程中所起的作用，

施工机械可分为以下几大类（大分类）：

1. 运输机械；
2. 起重机械；
3. 土方机械；
4. 石方开采和骨料加工机械；
5. 混凝土工程机械。

每一类机械用以完成一种施工过程。在类以下，可分为若干组（中分类）。例如土方机械可分为：准备作业机械，挖土运土机械，挖掘机械，压实机械等几组。每一组机械能独立完成施工过程中的一种作业或一道主要工序。

在一组机械中，又可分为若干式（小分类）。例如土方挖掘机械可分为单斗式挖掘机，多斗式挖掘机，水下挖掘机械等。它们同为挖掘土料的机械，但其工作原理和构造是不同的。

每一式机械之下，可再分为若干型（机种）。例如单斗式挖掘机可分为正向铲、反向铲、拉铲、抓铲等不同型式。它们的基本构造相同，但工作装置的构造则有区别。

在每一型机械中，其工作原理和工作装置的构造虽然基本相同，但它们的技术参数（生产率、工作装置的尺寸、重量、功率等）又有不同。因之，在型以下可再分为若干号（型号）。例如正向铲挖掘机有W-501、W-1001、W-3等若干型号。在施工组织设计中选择机械设备时，往往要具体到机械的型号。

按照机械的工作情况，施工机械又可分为循环作用的和连续作用的两类。循环作用的机械，其工作装置的操作按一定的顺序重复断（或周期性）地进行，每完成一次工作循环，就生产一份产品（如单斗挖掘机和起重机等）。而连续作用的机械，它是连续性的进行生产，产品也是连续的（如带式运输机和多斗挖掘机等）。

施工机械是为了完成某一种特定的工作而设计制造的。由于工作的要求和工艺的繁简程度不同，因此机械在构造上是千差万别的，有些比较简单，有些十分复杂。但任何一种施工机械一般都具有下列四大组成部分：

1. 工作装置——用以直接进行工作的部分；
2. 传动机构——将动力传给工作装置的部分；
3. 动力装置——机械完成工作运动的能源；
4. 操纵机构——用以控制机械工作运动的部分。

对于能够移动的机械，除具备上述四大部分外，还有行走移动装置。一般情况下，机械的各个组成部分都是装在机架或底座之上，合成为一整体。

六、施工机械的工作参数和指标

施工机械的技术性能是用机械的工作参数来表示的。施工机械的主要工作参数如下：

1. 工作容量 机械的工作容量可用机械工作装置的尺寸、作用力和工作速度来表示。例如挖掘机的斗容量，带式运输机的带宽，起重机的起重量，汽车的载重量等。机械的工作容量常标明在机械的型号上。

2. 生产率 机械的生产率是指在单位时间内（小时、班、月、年）机械完成的产品数量（以产品实物计）。机械的生产率与许多因素有关，这些因素可概括为四类：（1）机

械本身的工作容量；（2）工作对象的性质和状态；（3）机械工作能力发挥的程度；（4）施工组织完善的程度。

根据计算的目的和用途不同，机械的生产率可分为以下三种：

（1）理论生产率——是指机械在设计所规定的标准条件下计算所得的生产率，它只与机械本身的工作容量有关，没有考虑具体施工条件。

（2）技术生产率——是指机械在具体施工条件下的生产率，它考虑了工作对象的性质和状态以及机械能力发挥的程度等因素。

（3）实用生产率——是指机械在具体施工条件下，并考虑了施工组织和生产时间的损失等因素后的生产率。

3. 机械的尺寸 机械的尺寸指机械的外形大小，它有构造尺寸和工作尺寸之分。工作尺寸指机械工作装置运动所达到的范围。

4. 机械的重量 机械的重量有构造重量（自重）、工作性重量（有荷载时的重量）和运输性重量（整体或拆散运输时的重量）的分别。

5. 机械的移动速度 行走型施工机械（如多斗挖掘机等）的移动速度有工作性速度和运输性速度的分别。

6. 动力 指机械动力装置的类型和功率大小。

此外，根据机械的专门性，还有表示本身某些特殊性能的其他工作参数。施工机械的主要工作参数，一般均系统地罗列在机械的性能表中，在选择、计算和运用机械时可参照查用。

组织机械化施工时，鉴定机械化程度的主要指标有以下几种：

1. 机械化水平 机械化水平 Y_M 一般指机械完成的工程量 Q_M 与总工程量 Q 之比，即

$$Y_M = \frac{Q_M}{Q} \times 100\%。$$

机械化水平的高低，说明工程中使用劳动力的情况，机械化水平愈高，使用人工的劳动量愈少。

2. 机械装备率 机械装备率用来衡量施工中机械装备的程度。机械装备率 M 一般指工地机械设各费用 C 与工程总费用 O 之比，即

$$M = \frac{C}{O} \times 100\%。$$

由于工程总费用中包括的项目较复杂，对机械生产率的提高也考虑不够，故指标所代表的含义不够确切。

3. 动力装备率 动力装备率 P 指工地机械设各动力的总功率 N 与该工程中生产工人的平均人数 R 之比，即

$$P = \frac{N}{R}，\text{馬力/人。}$$

机械化施工中，机械的效率是用以下几个技术经济指标来衡量：（1）机械的生产率；（2）单位产品的劳动力消耗量；（3）单位产品的物资消耗量和费用。

第一篇 运输机械

第一章 汽车与拖拉机

§ 1-1 汽车与拖拉机的应用和使用性能

在水利水电建设工地上，广泛采用载重汽车和拖拉机牵引拖车来运输建筑材料和设备，以及与挖掘机械配合运输土石方。

使用载重汽车运输具有以下优点：

(1) 行驶速度高，载重量较大，故生产率高而运输成本较低。

(2) 大功率发动机的载重汽车，其爬坡和加速的能力强，越野性好，能在坡度较陡和路面不好的道路上行驶，适应性好。

(3) 转弯半径小，操纵灵活，出入狭窄的场地方便。

(4) 具有自卸车厢的汽车能缩短卸载时间，因而提高了生产率。

(5) 调度方便，可根据工作需要来增减车辆的数目。

在我国工地上所使用的载重汽车，其载重量一般在4~10吨之间，行驶速度最高每小时可达70公里。在工地运输作业中，还使用专门运送液体燃料和水泥的特种汽车，以及运送重型机械设备的平台拖车等。

近年来为了配合挖掘机械的发展，满足大量土石方运输作业和特殊施工条件的需要，已出产了各种型式的超重型运输车。它包括载重量为10~40吨或更大的超重型载重汽车，以及用履带式和轮胎式拖拉机与各种型式的拖车组成的牵引列车。拖车的载重量由10~50吨或更大些。

拖拉机是一种用来推移或拖曳的牵引机械。拖拉机按其行走装置不同，可分为履带式拖拉机和轮胎式拖拉机（轮胎式牵引车）两种。

履带式拖拉机具有宽大的履带板，能在软土上和沼泽地区上行驶；本身的重量较大，履带与地面有很好的附着力，因此它有良好的牵引性能；机身重心低，在崎岖地带行驶比较安全；此外，履带式拖拉机尚有良好的机动性，本身转弯半径小，甚至能原地调头转向，并能爬越40°左右的坡道。

履带式拖拉机的缺点是行驶速度低，时速很少超过12公里，当运距较大时不适于作牵引机械。

近年来逐渐使用轮胎式拖拉机，它利用充气轮胎行驶，具有较高的运行速度（约达每小时50公里）。在较大的运距下，这一优点特别显著。装有大断面低压轮胎的牵引车，在通过性和牵引性能方面并不比履带式差。因此，轮胎式拖拉机的应用范围日益扩大。

在水利水电和建筑工程中，拖拉机是一种最基本的和多用途的机械。它不仅可用来牵引拖车进行一般运输；而且在土方工程中更广泛的用来牵引各种拖式机械，如铧运机、碾

压机等；如在拖拉机上装配各种悬挂装置，便成为特种用途的施工机械，能用以完成各种施工过程，如推土机和装料机等；在某些情况下，拖拉机还可充作工地上的动力装置。

目前工地上常用的履带式拖拉机，有我国出产的红旗-80型、红旗-100型和东方红-54型，苏联的C-80型、C-100型和MT-54型，此外尚有少数美制的D₈、D₉和HD₁₄等型号，但大型的轮胎式拖拉机目前使用甚少。

载重汽车和拖拉机，是水利水电工程施工中使用最为普遍而且数量也是最多的施工机械。因此，应深入了解它们的使用条件和使用性能，以便恰当地选型，合理地组织运输作业和土方作业，充分发挥机械的效率。

载重汽车和拖拉机的使用条件包括许多因素，如作业的性质，工程量的大小，运距远近，机械化综合作业中主要机械（如挖掘机）的生产率和尺寸，道路条件（如路面性质、坡度、弯度等），自然条件（如雨量、气温、海拔高程、空气中的含尘量等），调运机械的方法，燃料、油料、零件的供应以及机械保养和修理的组织等等。对于拖拉机而言，还须考虑拖带机械和悬挂装置的性能及其所完成的工作性质。

汽车和拖拉机的主要使用性能如下：

（1）生产率 汽车和拖拉机（当拖带车辆进行运输作业时）的生产率，指在单位时间内完成的运输量，以吨公里/小时或米³/小时表示。运输生产率的高低取决于载重量、平均运行速度以及其他因素。

（2）通过性 通过性是指汽车、拖拉机在各种道路上和在松软、泥泞或高低不平的地面条件下的通行能力。它包括越野性和机动性。越野性取决于行走设备与地面接触面间的单位压力大小，机械本身的结构型式和参数，以及行走设备与地面间的附着性质。因为汽车、拖拉机最大可能的牵引力要受到附着条件的限制。机动性是指在最小面积内转向的能力，它取决于机组的外形尺寸、机组的转弯半径以及司机视野范围的大小。

（3）动力性 它亦称速度性，即汽车、拖拉机加快速度的能力和克服道路的阻力与爬坡的能力。它取决于发动机的功率和汽车或拖拉机机组的重量二者之间的关系。

（4）燃料经济性 汽车用每行驶100公里的燃料消耗量表示；拖拉机以每马力小时燃料消耗量表示。

此外，汽车、拖拉机的使用性能尚包括操纵可靠性、行驶平顺性、稳定性和耐久性等。

§1-2 载 重 汽 车

一、汽车的行驶原理

要使静止的车辆开始行驶，并在行驶中保持一定的速度，必须对车辆施加一个其方向与行驶方向相同的外力，以克服各种阻力。这个拖动车辆行驶的外力称为牵引力。

汽车由于具备了发动机，发动机曲轴所发出的扭矩通过传动系作用在驱动车轮上，使驱动轮转动，因而成为自动车。

驱动轮（一般是后轮）上扭矩 M_k 的方向如图1-1中所示。在扭矩 M_k 的作用下，驱动轮的边缘对路面作用一个圆周力 P ，其方向与汽车行驶方向相反，而其数值可由下式求

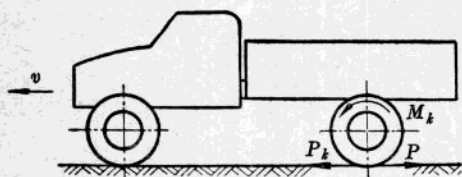


图 1-1 汽車行駛原理图

得:

$$P = \frac{M_k}{r_k} \quad (1-1)$$

式中 r_k ——車輪的工作半径。

由于路面与車輪之間的附着作用，路面同时对車輪施加一个反作用力 P_k ，其方向与汽車行駛方向相同，而其数值則与圓周力 P 相等，即

$$P_k = P = \frac{M_k}{r_k} \quad (1-2)$$

反作用力 P_k 就是推动汽車行駛的外力，称为輪緣牽引力。輪緣牽引力依次通过驅動車輪的軸和悬架而作用在車架上，其中一部分传递到前軸上，推动前面的从動輪轉动。

驅動輪上的扭矩 M_k 愈大，則圓周力 P 和輪緣牽引力 P_k 亦愈大。当輪緣牽引力 P_k 增大到足以克服汽車在靜止时所受的阻力时，汽車乃开始起動前进。此后，汽車在行駛中还会遇到各种不同的阻力。假定汽車作等速行駛，它将遇到的阻力有滚动阻力、空气阻力和上坡阻力。这些阻力将在本章末有关汽車牽引計算中討論。

前面已經指出，驅動輪上的牽引力是由于車輪与路面間的附着作用而产生的，因此牽引力的最大值便受到附着力数值的限制。

由試驗得知，車輪与路面間附着力 R 与作用在驅動車輪上的地面反力 Y_k （附着重量）成正比，即

$$R = \varphi Y_k \quad (1-3)$$

式中 φ ——附着系数，它取决于車輪的結構和路面的性质。

当牽引力 P_k 約略超过附着力 R 的数值时，車輪将滑轉，也就是說，这时車輪只繞其軸旋轉而不产生位移，发动机的扭矩也就不可能再增加，所以附着力 R 便成为牽引力 P_k 的极限值，即

$$P_k \leq R = \varphi Y_k \quad (1-4)$$

由上式可知，欲使发动机的功率和扭矩能充分发挥，获得較大的牽引力，必須設法增大附着力，亦即提高 φ 和 Y_k 值。但是提高 φ 值受到路面性质的限制，特别是在泥濘道路上 φ 值很小。所以增加 Y_k 值是增加 R 值的重要途径。

一般汽車仅用后輪驅動，其附着重量 Y_k 只是汽車总重量分配在后輪上的一部分（当汽車停在平地上时， Y_k 約为汽車总重量的 66~75%）。但是，在全部車輪均为驅動輪的越野汽車上，它的附着重量則是汽車的总重量。显然，这时就可以产生更大的牽引力。

二、載重汽車的构造

1. 載重汽車的总体构造 汽車（图 1-2）的构造比較复杂。它主要由五部分组成：

（1）发动机 汽車的发动机主要有汽油发动机和柴油发动机两种。一般中型載重汽車多采用汽油发动机；重型載重汽車則用柴油发动机，它在使用經濟性方面比汽油发动机优越。

（2）传动系 发动机曲軸的扭矩是通过传动系传递給驅動輪的，从而驅動汽車行