

建筑机械基础知识丛书

建筑机械概论

高 衡 弘学友



建筑机械基础知识丛书

建筑机械概论

高 衡 弘学友

中国建筑工业出版社

本书按照我国传统的分类方法,全面介绍土方施工、工程起重、桩工、压实、钢筋与混凝土加工等各类建筑机械的结构原理和主要用途,对建筑机械的发展和日常技术管理也作了深入浅出的论述。

可供建筑施工部门工人、工程技术人员及有关管理干部了解各类机械概况、合理使用与维修时参考,亦可作为建筑机械工人培训教材。

建筑机械基础知识丛书

建筑机械概论

高衡弘学著

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
西安新华印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 9½ 插页: 1 字数: 211千字

1983年10月第一版 1983年10月第一次印刷

印数: 1—21,100册 定价: 0.72元

统一书号: 15040·4499

出版说明

现代化建筑工程的施工，要求广泛采用各种类型建筑机械（包括机械化手工具）。施工机械化水平直接影响到工程质量和施工速度，对克服公害、扩大施工范围、降低工程成本和减轻劳动强度也有重要作用。为此，国内外建筑部门都在不断提高机械装备率，加强建筑机械的使用与管理工作。

为了适应建筑部门广大职工学习建筑机械基础知识的需要，我们组织编写这套《建筑机械基础知识丛书》。主要读者对象是具有初中以上文化水平的建筑机械工人、工程技术人员及有关管理干部。

这套丛书以建筑机械中使用最广泛、结构较复杂的挖掘机械、建筑用起重机械、铲土运输机械等为重点，介绍其工作原理、结构特征和简要的设计计算方法。

丛书计划先出以下九册

1. 建筑机械概论
2. 建筑机械设计
3. 建筑机械底盘
4. 建筑机械工作装置
5. 建筑机械液压传动
6. 建筑机械液力传动
7. 建筑机械动力装置
8. 建筑机械常用电气设备
9. 建筑机械的现代化

每分册重点突出，既有一定的系统性，又有相对独立性。深度介于《建筑机械工人技术学习丛书》和中等专业学校有关教材之间，是前者理论上的提高和系统化，是后者内容的浓缩和简化，与施工实际结合得更紧密。文字力求通俗易懂，适于自学。目的在于让读者通过自学本丛书，掌握建筑机械基础知识，以适应机械化施工的需要。

这套丛书由天津工程机械研究所、北京建筑工程学院和太原重型机械学院等单位的部分同志参加编写。全套丛书由天津工程机械研究所高衡、张全根同志主编。

由于我们缺乏经验，丛书在编辑和内容上的错误和不当之处在所难免，欢迎广大读者批评、指正。

中国建筑工业出版社

1982年11月

目 录

第一章 概述	1
第一节 建筑机械的含义	1
第二节 建筑机械的分类	5
第三节 与建筑机械发展有关的几个重要因素	7
第四节 建筑机械发展概况	10
第二章 土方工程机械	13
第一节 土方工程施工特点	13
第二节 土壤的性质与分类	17
第三节 准备工程机械	20
第四节 悬挂式建筑机械组	24
第五节 单斗挖掘机	33
第六节 多斗挖掘机	59
第七节 推土机	66
第八节 铲运机	75
第九节 装载机	84
第十节 平地机	92
第十一节 基础工程用钻土机械	98
第三章 建筑用起重机械	101
第一节 起重机械的主要零件	101
第二节 自行式动臂起重机	113
第三节 塔式起重机	125
第四节 建筑卷扬机	152
第五节 其它起重机	155
第六节 起重机械安全使用要点	159

第四章 桩工与压实机械	161
第一节 桩工机械	161
第二节 压实机械	184
第三节 路面机械	196
第五章 钢筋与混凝土加工机械	209
第一节 钢筋加工机械	209
第二节 混凝土配料机械	214
第三节 混凝土搅拌机械	217
第四节 混凝土输送机械	228
第五节 混凝土振实机械	241
第六章 建筑施工配套机具	250
第一节 破碎、筛分与洗涤机械	250
第二节 建筑用机械化手工工具	257
第三节 装修机械	267
第四节 建筑机械的动力装置	281
第七章 建筑机械的技术管理	286
第一节 合理使用要领	286
第二节 维护与保养	287
第三节 定期调整	289
第四节 正确存放与运输	290
第五节 修理	291

第一章 概 述

第一节 建筑机械的含义

一、机械化施工的意义

在我国实现四个现代化的进程中，努力使各种建设工程的施工过程达到基本机械化或完全机械化，这是有着十分重要的现实意义的。

施工机械化就是要在整个施工过程中，使用机械来代替手工劳动，达到节省人力，减轻劳动强度。在人力达不到的地方，使用机械施工，有利于克服公害，扩大施工范围，加快建设速度，提高施工质量，降低材料消耗和施工成本等目的。

施工机械化的根本问题是解决速度问题。施工速度是反映建筑行业水平的重要标志之一。

解决施工速度的根本出路在于机械化。这是世界上工业发达国家多年来实践经验总结。由表 1-1 可以看出国外若干典型工程施工周期的大概情况。

国外在水利、矿山、能源、铁路、公路、城市建设等各类工程中，采用机械施工已有一百多年的历史。特别是近20年来，随着建设项目的不断增加以及新技术、新工艺、新型施工机械的日益发展，由单机逐步走向成组机械配套施工，因而大大加快了建设速度，提高了劳动生产率，降低了工程造价。

表 1-1

国 别	建 设 项 目	施工周期 (年)
日 本	兴建年产380~500万吨炼钢厂	2.3~2.15
	建设年产900万吨炼油厂	2.5
	建设240万千瓦火电厂	4.5
美 国	建设日产原煤14000吨的矿井	1.8
	建设年产500万吨炼油厂	2.5
	建设年产200万吨炼钢厂	2.8
	建设130万千瓦火电厂	4.0
法 国	预应力混凝土装配式工业建筑 (跨度40米, 面积1万平米 ²)	0.33
苏 联	建一栋9000米 ² 的九层大楼	0.063
丹 麦	每平方米大板住宅建筑	8.2(工时)

衡量施工机械化水平的主要标志是:

1. 机械化程度。计算方法有货币和工程量两种。由于货币往往有变化, 故以工程量计算比较真实。

2. 装备率。建筑机械拥有量和装备率直接影响施工机械化程度, 对基本建设起着重要作用。装备率一般以每千(或每个)施工人员所占有的机械台数、马力数、重量或投资额来计算。如, 美国建筑部门装备率为4.7吨/人, 西德为2.7吨/人。

3. 设备完好率。完好率是指机械设备的完好台数与总台数之比。完好率反映机械本身的可靠性、寿命和维修保养、管理与操作水平的一项指标。

4.设备利用率。指实际运转的台班数与全年应出勤的总台班数的比率。设备利用率与施工任务的饱满程度、调度水平及设备完好率等都有密切关系。

实际上,施工机械化水平与施工条件、施工方法、机械性能、容量、可靠性、管理、维修保养、操作熟练程度等许多因素有关。一般只能从实际效果上来衡量机械化水平的高低,即从节约劳动力或施工高峰人数、工期或年度竣工量、劳动生产率或工种工程的单位耗工量等方面去评价。

提高施工机械化水平的主要措施是:

根据具体工程的自然条件、气候、地质、工程量、工程特点、工期等制订出最佳施工方案;

根据不同施工方案,选用先进的施工机械与辅助机械,力求在品种、容量、性能和数量上配套成龙,在作出技术经济分析后,采用最好的机械配套方案进行施工;

设立专门的研究机构(如日本、波兰等国),专门对大规模工程和特殊工程的施工机械化进行调查研究,并与有关部门配合,对建筑机械化发展中可能出现的各种问题进行研究;

简化施工工艺,合并工序,变单机作业为联合机械作业,进一步提高机械化程度和水平。如沥青混凝土摊铺机、空心楼板挤压机等都是合并工序,一次成型,效率高、质量好;

广泛采用新技术,推广高效能的建筑机械。主导工序与相互衔接的工序都配备机械,对服务性的辅助机械也给予重视,实现全面机械化作业,不断地提高机械化水平。在水下、高空以及有污染的地方,采用遥控技术操纵机械,并在生产管理上也采用无线电控制的电子计算机调度系统,大大

提高施工机械化水平；

采用承包施工项目与租赁建筑机械相结合的办法，同时重视维修业务、实行严格的维修制度和电子计算机控制的通讯系统，努力提高机械的完好率与利用率。

二、建筑机械的定义

建筑机械，顾名思义就是建筑施工用机械，是主要用于各种建设工程的机械设备。

建筑机械在各国有着不同的含义，包括不同的产品范围。美国称建筑机械的产品包括：碎石机械、空气压缩机和自卸卡车等；日本称建设机械，把挖泥船、钻坑机、凿孔机、自卸卡车和空气压缩机等也都包括进去；苏联称建筑与筑路机械，还包括石料加工机械、水泥制品和钢筋混凝土结构工艺设备和机械工具等；我国生产规划的习惯，通常把建筑机械和筑路机械以及其它工程建设用机械统称为工程机械。包含的主要产品有：挖掘机械（包括单斗与多斗挖掘机、挖沟机、掘进机等）、铲土运输机械（包括土方准备工作机械及推土、装载、铲运机等）、工程起重机械（包括汽车式与轮胎式起重机、塔式起重机、自升塔式起重机和建筑卷扬机等）、压实机械、桩工机械、钢筋混凝土机械（包括各种钢筋加工机械、混凝土搅拌与输送设备等）、路面机械、凿岩机械与风动工具等八大类。

建筑施工部门仍将上述八类产品统称为建筑机械。

三、建筑机械的服务对象

建筑机械主要是为工业民用建筑、铁路与公路建设以及水利、电力、矿山、海空港口、军事工程等各种建设工程机械化施工服务的。任何一个国家，能够生产的建筑机械产品品种和数量愈多、技术水平和产品质量愈高，则其国民经济

发展的速度也愈快，国家也愈强盛。

国民经济的所有部门几乎都要使用建筑机械。凡过去用人力进行施工的各种大小工程，如今都需要采用建筑机械。工业发达国家，建筑机械的拥有量与装备率都很高。美国全员技术装备率达7000美元/人；西德每千名职工就拥有主要建筑机械近500台（大约平均每两人一台）。建筑机械的配套使用，可以发挥其最大效益。无论在小型土方施工部门或大型建筑工地，建筑机械对于提高效率，保证工期，减轻劳动强度都愈来愈发挥着极其重要的作用，成为国民经济各部门不可缺少的一种机械装备。

第二节 建筑机械的分类

建筑机械按其用途与工作原理可以分成以下几类：

准备工程机械 这类机械是用来为大型建筑机械施工前准备必要的工作条件。主要有：除根机、拖运卷扬机、灌木清除机、树根挖集机、松土机等。

土方工程机械 主要用来进行土方与石方施工。如：单斗挖掘机、多斗挖掘机、推土机、铲运机、平地机、犁扬机、装载机、拖式与自行式压路机、夯实机、振动压实机械等。

桩工机械 专门用来进行打桩并完成打桩工程的各种机械。如：柴油打桩机、蒸汽打桩机、振动沉桩机、拔桩机和打桩架等。

建筑用起重机械 用来完成各种起重、吊装等作业。如：建筑卷扬机、升降机（电梯）、轮胎式与汽车式起重机、塔式起重机、自升塔式起重机等。

路面机械 除路基的土石方施工外，还有沥青混凝土拌合与摊铺机械。如：沥青泵、道碴木屑摊铺机、沥青拌合机、土壤拌合机、筑路用混凝土拌合机、沥青混凝土摊铺机和路面修筑机械等。

钢筋与混凝土加工机械 钢筋加工机械如：钢筋矫直机、钢筋弯曲机等；混凝土加工机械如：混凝土搅拌机、搅拌楼、拌合机、输送车、输送泵、振捣器等。

破碎与筛洗机械 建筑用破碎与筛洗机械包括：颚式破碎机、锥式破碎机、辊式破碎机、锤式破碎机，振动筛、砾石清洗和洗砂机等。

装修机械 主要指室内装修机械，如：涂料研磨机、喷漆枪、射钉枪、涂粉机、镶嵌精细研磨机、嵌木地板研磨机等。

机械化手工具 这是指用原动机驱动的手工具。包括电动工具和风动工具两大类。电动工具有：电锯、电刨、电铰、电钻、电剪、电动刻槽机、电动修正机、电动研磨机、电动扳手等；风动工具有：风钻、风镐、风动扳手、风动凿岩机、风动捣固机、风动钻孔机等。除此之外，近代还发展了内燃式和液压式机械化手工具（可根据作业需要，换装不同用途的工作头）。

空气压缩机与水泵 空压机是作为建筑工程中广泛使用的风动建筑机械的动力源；水泵是用来排出建筑物及基坑内积水或提取生活用水。这也是建筑工地常见的不可缺少的设备。

第三节 与建筑机械发展有关的 几个重要因素

影响建筑机械发展的因素很多，主要有以下几个方面：

1. 建筑机械生产中必须坚持标准化

国外对建筑机械的标准化、系列化、通用化都很重视。通常都是从制造和使用两方面的经济利益作全面考虑，以最少的规格品种满足最广泛的需要。我国建筑机械的标准化水平还很低。有时一个制造厂生产3~4种同类产品，易损零件都不能通用。这就给使用和维修带来很多麻烦。如果能做到产品有系列、零件有标准、专业分工、定点生产，我们就很容易做到高产、优质。

国内外经验证明，零部件最广泛地实现通用化后，既便于制造，又便于维修保养，使用操作也大大简化，而且还能降低制造成本和销售价格，既减少了零部件的种类、数量，又便于保证备件供应。

2. 及时采用和推广新工艺

建筑机械零部件的加工制造采用什么方式是与产量和质量密切相关的。必须经常革新，改造工艺装备和加工设备，改革工艺。例如，下料用数控等离子切割机、电子计算机磁带控制钢板切割机和光电跟踪火焰切割机；钢板装卸系统和切割装置联在一起，主机生产按流水线安排；加工设备多用数控机床；加工前进行酸洗、喷丸处理；加工线上配机械手和传送带；装卸工件应用气动液力增压夹具等装置。

3. 材料革新

建筑机械的发展对所用钢材强度也不断提出更高的要求

求。为此，国内外的学者都在研究如何提高钢材的屈服极限，改善疲劳性能。应用低合金高强度钢，改善机器性能。挖掘机卷筒用镍钢、离合器摩擦片用冷轧锰钢、履带行走机构采用特殊合金钢，既耐磨，磨损又均匀，在污水中抗腐蚀，在极恶劣的工作条件下也能保证有15000小时以上的工作寿命。

4. 发展新型轮胎

轮胎的发展与自行式建筑机械相互促进，又相互制约。轮胎帘线材料最初用棉线与人造丝。五十年代出现了尼龙线，由于其强度高，因而可用以制造大型耐热轮胎，提高了载荷容量。同样强度的胎壳，帘线层可减少30%；在同样载荷下运行，其温度比用其它帘线的低，综合性能好，价格便宜。后来用钢丝作帘线，胎壳就可显著减薄，散热性好，耐穿刺，适用于矿山、采石场作业。七十年代发现凯夫拉化学纤维强度为钢的五倍，刚度为钢的十倍。

胎壳帘线结构由最初的斜交结构发展到子午线结构和带束斜交结构。

轮胎一直用空气作为介质，为了防爆，发展了泡沫塑料代替空气。由于它内压不能调整行驶时轮胎发热，故只能用于低速行驶，于是又有人采用聚氨胎橡胶代替泡沫塑料，使发热与散热问题有所改善。为了解决穿刺问题，出现了无内胎轮胎。

装有筒式轮圈的耐磨损轮胎通常由胎身装配带、保护链板和轮辋等组成。轮圈与充气部位分开，易散热，保护板可防磨损。使用寿命是普通轮胎的五倍。

5. 必须提供合理的动力装置

建筑机械的动力源主要是柴油机。对柴油机的主要要求

是：

(1) 作业时，常受冲击振动，要求机体及附件有较高的刚度；

(2) 扭矩要大，扭矩储备系数一般为 $1.25 \sim 1.4$ ，不得低于 $1.15 \sim 1.20$ ；

(3) 为适应工作装置或辅助设备的需要，要求有侧向动力输出装置；

(4) 建筑机械常在速度、负荷急剧变化的情况下工作，要求柴油机必须备有良好的调速机构；

(5) 需能在环境温度为 $\pm 40 \sim \pm 50^{\circ}\text{C}$ 的多种情况下工作。对燃油、润滑油、冷却系统和起动方式都应作特殊考虑；

(6) 由于常在空气含尘量达 $1.5 \sim 2$ 克/米³ 的工地上工作，需有高效燃油、机油和空气滤清器；

(7) 建筑机械常在倾斜地面工作，柴油机需保证能在前后左右倾斜 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 的坡地上可靠运转；

(8) 由于有时在地下或坑道工作，所以要有废气净化装置。在水下工作时，还要有防水密封结构；

(9) 为适应军工需要，要求有较小的比重量和较高的比功率^①，以满足行走机动性和空运的要求；

(10) 要能调整功率输出，使与工地的海拔高度相适应，能稳定运转；

(11) 要求维护方便，大修间隔期长，额定油耗低、寿命长。

基于上述要求，建筑机械用柴油机的额定油耗应低于 170 克/马力·小时；寿命应在 10000 小时以上，平均单位马力

① 比功率——指发动机的比功率：发动机额定功率与其某一参数（如活塞总面积、气缸工作总容积、重量等）之比。

重量要降到3公斤以下，平均热效率也要不断提高。

6. 应用液压技术，改善机器性能

应用液压泵、马达、阀等组成相当完善的液压系统，使各种建筑机械具有多功能。既可传递大功率、大扭矩，又可使工作装置动作平稳；既可在整机设计上提供灵活性（油缸可推、拉，液压马达可正、反转），又可为建筑机械提供机动性和可靠性。利用变量元件的压力和流量关系能瞬时调节，可控制建筑机械对扭矩、负荷和速度变化的要求。变量元件用到闭路液压系统，可提供瞬时可逆性和布置上灵活性相结合的动力制动。结构紧凑的轴向柱塞式液压元件，使用压力高，可提高建筑机械的生产能力，有效地利用动力。不断研制各种惯性小、强度高、反应迅速、控制灵敏的液压元件，对取得好的功率调整，保护发动机，推动建筑机械的发展，都是很有积极意义的。

7. 电子计算机的应用推动建筑机械的发展

电子计算机在设计、制造、试验和生产作业等各方面的全面应用，大大促进了建筑机械的发展。

利用电子计算机辅助设计、辅助制造、指挥生产作业，不仅可以保证达到产品的最优设计，而且可以准确控制质量，大大提高产量。电子计算机用于现场处理试验数据，可以“即时”分析结果，试验人员在现场即可编写出大部分试验报告，大大加快试验进程。

第四节 建筑机械发展概况

建筑机械从发明问世到大量使用，大约已有100多年的历史。十九世纪末，英、美、法、德等国首先制造出了蒸汽驱