

高等学校试用教材

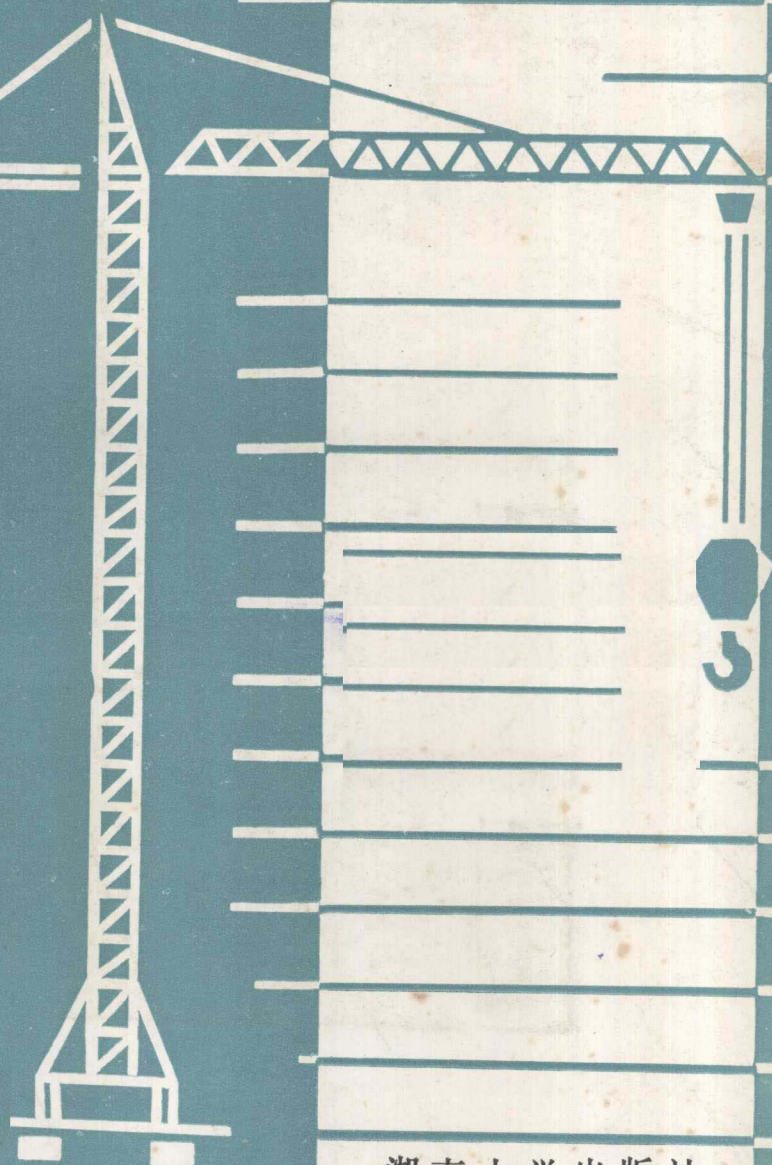
(86·13)

79.71

ZSM

常用建筑机械及基础

周淑美 主编



湖南大学出版社

(86·13)

高等学校试用教材

常用建筑

四

湖南大学

周淑美 主编

江苏工业学院图书馆
藏书章

湖南大学出版社

内 容 提 要

本书分上下两篇，上篇为机械传动和液压传动，主要内容有：总论、带传动、齿轮传动、轴及轴系零部件、液压与液力传动。下篇为常用建筑机械，主要内容有：土方机械、钢筋机械、混凝土机械、起重运输机械、装修机械、建筑机械的使用与管理共七章。

本书作为高等学校工业与民用建筑、公路与桥梁专业本科的试用教材，也可作为同专业的大专、~~本科~~、夜大、专业培训、函授及中专的自学教材。对于从事建筑工程的技术人员，管理人员，也无疑是一本理想的参考书籍。

高等学校试用教材
常用建筑机械及基础
湖南大学
周淑美 主编

*

湖南大学出版社出版发行
(长沙市岳麓山)

湖南省新华书店经销 湖南师范大学印刷厂印刷

*

787×1092毫米 1/16 12.5 印张 316 千字
1989年2月第一版 1989年2月第一次印刷
印数：0001—5000册
ISBN7—314—00373—4/TH·13

定价：3.60元

前 言

本书是按照1982年制订的工业及民用建筑专业《机械零件及建筑机械》课程教学大纲的要求、结合我校近年来教学改革和教材编写的实践经验、本着理论与实践相结合,力求少而精的原则、适应当今现代化建设事业的发展,从方便教与学的角度来编写的。

为了尝试突破部分原有传统的编写体系,更新部分繁琐的陈旧内容,吸收国内外有关的科技新成就,着重加强专业的针对性。本书是以建筑机械为主体来进行论述与传动装置相关的典型的零、部件的基本知识、基本理论、基本的分析和计算方法。它们构成本书上篇的主要内容;下篇着重于介绍常用建筑机械及其主要组成部分的技术性能、选用原则、使用维修、及其管理方法等。上篇是下篇的理论基础,下篇是上篇的综合应用。使机械零件与建筑机械两者内容紧密结合,理论与应用并举。本书还特别增写了《装修工程机械》、《建筑机械的使用与管理》等新篇章,以适应当前现代化建筑工业发展的需要。

本书在编写过程中力求重点突出、简明扼要、深入浅出、通俗易懂以适应多层次、多类型办学的教学要求。本书按50学时编写,建议上篇授课22学时,下篇授课16学时,现场教学10学时,机动2学时。为了给教与学留有适当余地,以利引伸、探讨、拓宽知识面,每章内容增加了10%的编写量,并附有适量的思考题。

本书中的物理量采用中华人民共和国法定计量单位。

本书由湖南大学周淑美主编,参加编写的有:廖幕侨(第一章)、王非平(第六章)、蒋世明(第十一章)、周淑美(除一、六、十一章外的其余篇章)。全书插图由周岳云、张玲婕描绘。

在本书编写过程中,曾得到湖南大学土木工程系施工教研室全体同志的热忱支持和关心。并由长沙铁道学院杨承恕教授主审。在此一并致以衷心的感谢。

由于水平有限,时间仓促,书中的缺点和错误在所难免,殷切盼望广大读者批评指正。

编者

1988年10月

目 录

上 篇 机械传动与液压传动

第一章 总论

§ 1—1	绪论	(1)
§ 1—2	建筑机械的分类及其组成部分	(4)
§ 1—3	建筑机械常用金属材料及热处理	(6)
§ 1—4	建筑机械的动力装置	(12)
§ 1—5	建筑机械的传动装置	(14)
思考题		(21)

第二章 带传动和链传动

§ 2—1	带传动的类型、特点及应用	(22)
§ 2—2	带传动的工作情况分析	(24)
§ 2—3	带传动的失效和设计准则	(26)
§ 2—4	三角胶带传动参数的选择计算	(27)
§ 2—5	三角带轮	(32)
§ 2—6	带传动的使用和维护	(33)
§ 2—7	链传动的类型、特点和应用	(35)
思考题		(35)

第三章 齿轮传动和蜗杆传动

§ 3—1	齿轮传动的应用及分类	(36)
§ 3—2	渐开线的形成及其特性	(37)
§ 3—3	渐开线标准直齿圆柱齿轮各部分名称和尺寸	(38)
§ 3—4	渐开线齿轮的正确啮合条件和连续传动条件	(40)
§ 3—5	渐开线齿轮加工方法简介	(41)
§ 3—6	齿轮的失效及常用材料	(42)
§ 3—7	标准直齿圆柱齿轮的强度计算	(43)
§ 3—8	斜齿圆柱齿轮和直齿圆锥齿轮传动	(47)
§ 3—9	蜗杆传动	(49)
§ 3—10	轮系	(51)
思考题		(55)

第四章 轴、轴承、联轴器

§ 4—1	轴的类型及功用	(57)
-------	---------	--------

§ 4—2	轴的材料及热处理	(58)
§ 4—3	轴的计算	(59)
§ 4—4	对轴的结构要求与轴上零件定位	(59)
§ 4—5	滑动轴承的类型、特点及用途	(61)
§ 4—6	滚动轴承的基本类型、特点及代号	(63)
§ 4—7	联轴器和离合器	(67)
思考题		(70)

第五章 液压与液力传动

§ 5—1	概述	(71)
§ 5—2	液压元件	(73)
§ 5—3	液压传动的的基本回路	(81)
§ 5—4	几种建筑机械上的液压系统	(83)
§ 5—5	液压系统的维护及故障排除	(85)
§ 5—6	液力传动概述	(89)
思考题		(90)

下 篇 常用建筑机械

第六章 土方机械及压实机械

§ 6—1	推土机	(91)
§ 6—2	铲运机	(95)
§ 6—3	装载机	(98)
§ 6—4	挖掘机	(100)
§ 6—5	压实机械	(106)
思考题		(110)

第七章 钢筋工程机械

§ 7—1	钢筋强化机械	(112)
§ 7—2	钢筋加工机械	(116)
§ 7—3	钢筋焊接机械	(121)
思考题		(124)

第八章 混凝土工程机械

§ 8—1	混凝土搅拌机类型、特点及组成	(125)
§ 8—2	混凝土输送机械	(132)
§ 8—3	混凝土密实机械	(135)
思考题		(140)

第九章 起重运输机械

§ 9—1	起重机械中的通用零件·····	(141)
§ 9—2	起重机的类型、特点及用途·····	(147)
§ 9—3	卷扬机与井式升降机·····	(148)
§ 9—4	塔式起重机·····	(151)
§ 9—5	自行式起重机简介·····	(164)
§ 9—6	机动翻斗车和带式运输机简介·····	(165)
思考题	·····	(167)

第十章 装修工程机械

§ 10—1	抹灰机械·····	(168)
§ 10—2	喷射与喷涂机械·····	(173)
§ 10—3	地面装修机械·····	(179)
思考题	·····	(180)

第十一章 建筑机械的使用与管理

§ 11—1	使用管理建筑机械的任务和要求·····	(181)
§ 11—2	使用建筑机械设备的 technical 规定·····	(182)
§ 11—3	对建筑机械设备的使用责任制·····	(183)
§ 11—4	机械的运输与保管·····	(184)
思考题	·····	(185)
附录	·····	(186)
主要参考文献	·····	(192)

上 篇 机械传动与液压传动

第一章 总 论

§ 1—1 绪 论

建筑业是基本建设的先行、基础工业，必须适应国民经济发展的需要。发展建筑业在于实现建筑工业机械化。建筑工业机械化是指建筑工程施工机械化和建筑工程材料、制品的生产机械化。建筑工业的机械化程度和机械化水平是衡量一个国家的建筑工业水平的重要标志。因而，工业及民用建筑、道路与桥梁、铁路建筑等工程专业的教学计划均设置有机械零件、建筑机械或筑路机械等课程，以便对建筑（筑路）机械及其组成的零件、部件、机构、装置等具有必要的基本知识和基础理论。

一、课程的性质和内容

本课程是一门重要的技术基础课。在学习过程中将涉及到数学、物理、化学、力学、制图等先修课程有关知识的综合应用，以解决建筑机械中通用零件、部件及机构的设计、计算及标准零件、部件、建筑机械的选用等实际工程问题。因此，本课程可以说是对金属工艺学、机械原理、机械零件及建筑机械等学科的有关知识、理论进行综合性研究的实践性突出的应用技术学科。根据课程的性质，本书的主要内容如下：

第一部分是包含通用零件、部件的机械传动和液压传动的基本知识、基础理论、计算与设计的基本方法。即本书的上篇内容。

第二部分是常用建筑机械及其主要机构、装置、专用零件的类型、技术性能、选用原则、使用维修、管理方法等。即本书的下篇内容。

上篇是下篇的理论基础；下篇是上篇的综合运用。

本书与当前的同类教材相比，有以下特点：

1 以建筑机械为主体来讲述与机械传动有关的通用零、部件的计算、设计、选用等的基本知识、基础理论及其基本方法。使机械零件内容与建筑机械紧密结合，有的放矢，避免过去按机械工程来书写所造成的脱节、难学等问题。

2 以适应当前的现代化建筑的建设工程之需要，增写了过去教材上未反映的新内容《装修工程机械》一章。

3 以适应当前建筑工业中建筑机械现代化的发展，特别增写了《建筑机械的使用与管理》一章。

4 全书各篇、章内容紧密结合，承前启后，结构紧凑，简明扼要。理论与应用并举也是本书特色之一。

二、课程的特点和要求

本课程的特点所涉及的理论范围和实际知识广泛，所讲述的零、部件的类型较多，还进行各种分析与计算、设计方法的探讨，加之在实践中所遇到的各种问题又较复杂。所以，本课程与基础课程的性质、学习方法都有着较大的差别。在学习过程中要着重于建立系

统概念，了解计算的出发点及其理论根据，各种系数的物理概念，掌握分析问题的方法，学会运用各种有关规范和设计手册等。由于影响零件功能、建筑机械性能的因素均十分复杂，有的不能单纯由理论计算而得，不少系数、数据是来自实验，有的甚至用到经验或半经验公式。因而，对公式、系数应该了解其应用的条件和范围。

课程的要求如下：

1 通过学习和课程作业初步掌握一般机械工程的基本知识、基础理论、基本方法，从而能对一般机械的通用零、部件的强度、工作能力的计算进行校核，对简单的机械传动装置的计算、设计、初选原则等有所了解。

2 初步了解液压传动的原理、特点及其传动元件的作用，具有阅读简单的液压传动系统图的能力。

3 了解常用建筑机械及其各组成部分的特点、工作原理、基本构造、主要技术性能和使用维护的知识，能合理选择、正确使用、科学管理、维护维修建筑机械，以使之充分发挥其工作效能。

三、机械化施工的意义和作用

基本建设对国民经济的发展有着举足轻重的特殊地位和作用。基本建设的重要问题在于建设速度，解决建设速度的根本出路在于实现机械化施工，即努力使各种建筑工程的施工过程机械化，也就是在各工种施工时最大限度地采用各种类型的建筑机械装备。这对多快好省地完成基本建设任务提供了最有效的施工手段。

建筑机械从发明问世到大量使用于建筑业不过百余年的历史。但是，近廿年来，随着新技术、新工艺、新材料、新型施工机械的日益发展，现已由单机逐步走向成组的联合机械配套施工，加之液压技术、电子技术及遥控、激光等新技术在建筑机械上的广泛应用，使建筑机械日趋现代化，促使建筑业飞速发展。从表1—1所列资料即可纵览世界先进工业国家采用机械化施工手段后所获得的惊人的建设速度 and 建设水平。

表1—1

国 名	建 设 项 目	施 工 周 期
日 本	建设38.4公里预应力钢筋混凝土大桥	1.15 年
	建设年产量380~500万吨炼钢厂	2.3~3.15 年
	建设年产量900万吨炼油厂	2.5 年
	建设年产量240万千瓦火电厂	4.5 年
美 国	建设日产量 14000吨的原煤矿井	1.8 年
	建设年产量 500万吨炼油厂	2.5 年
	建设年产量 200万吨炼钢厂	2.8 年
	建设年产量 130万千瓦火电厂	4.0 年
法 国	预应力钢筋混凝土装配式工业建筑 (跨度40米，面积10000米 ²)	0.33 年
苏 联	建设一栋9000米 ² 的九层大楼	0.068 年
丹 麦	建设每平方米大板住宅	8.2 工时
瑞 士	建设每平方米大板住宅	6.9 工时

解放后,我国的建筑机械从无到有,迅速发展,现已初具规模。采用新技术生产的大批新型建筑机械已形成新的系列,为我国建筑业实现机械化施工提供各种先进的机械装备,更快地推进四化建设的进程。

可以说,一个国家生产的建筑机械产品的品种、数量愈多,技术水平和产品质量愈好,则反映其建筑业的现代化、机械化程度愈高。国民经济欣欣向荣,国家发达富强。

机械化施工的作用如下:

1. 减轻劳动强度

建筑施工的生产环境最差、劳动强度最大、施工期限最长。只有实现机械化施工才有可能把大量的劳动力从繁重的体力劳动中解放出来。例如,一台斗容量为 1米^3 的挖掘机,每班机可挖土 $500\sim 700\text{米}^3$,相当于400人的重体力劳动。一台日产 20万米^3 土方的斗轮挖掘机可代替 $5\sim 6$ 万人的劳动。单斗挖掘机的斗容量最大可达 168米^3 ,一个铲斗就相当于高4米,面积为 40米^2 的房间。又如联邦德国的MK1250型起重机,工作幅度竟达81米,额定起重力矩1575吨米,最大起重量为63吨。

2. 保证工程施工质量

某些特殊工程或大、中型工程远非人力手工劳动或简单的机具器械能满足其施工质量的要求。例如,钢筋混凝土结构工程的施工,无论是钢筋的剪切、调直、弯曲、焊接及予应力,还是混凝土中的备料、筛洗、运输、搅拌、浇筑、捣实等等工序均需要采用各种机械设备进行施工才有可能使混凝土的质地均匀、密实,钢筋与混凝土的结合力强,以保证工程质量。又例如,道路工程采用自动控制的压路机、沥青混凝土摊铺机施工,建筑楼层采用空心楼板挤压机施工则可一次成型,质量好,效率高,既经济又美观。

3. 提高生产率

大工业厂房构件或设备的重量竟达十几吨甚至上百吨;水电站建设中仅坝身的混凝土就有上 万米^3 浇筑量;某些公共建筑物高达几十层甚至上百层。这些工程均已远非人力所及,不采用大型的、成套的、自动控制的建筑机械进行施工是难以实现的,或者漫长的工期也会妨碍国民经济的发展。基本建设投资巨大,以机械化施工手段提高生产率,即可提前建成投产,回收投资,有利于国民经济的发展。

4. 降低工程造价

再以一台斗容量 1米^3 的液压单斗挖掘机为例,每班机可挖土方 $500\sim 700\text{米}^3$,相当于400人的劳动。而该机挖土方 1米^3 的施工成本仅0.2元与人力相比是多快好省,工程造价低廉。更何况全面机械化施工大量地节省了人力和建筑材料,从而降低了工程的造价。

5. 有利于广泛采用新技术

采用机械化施工手段,有利于新技术广泛应用于建筑机械。例如,采用液压技术的液压凿岩机与风动凿岩机相比,能量利用率提高了三倍,工作速度提高了一倍,动力消耗却降低了一半。推土机、平地机、摊铺机以及隧道掘进机等应用激光自动导向、找平、找直、找准、放线,大大地提高了测量精度和工作准确度。如用激光导向定坡度,其误差小于 0.01% 。轮式建筑机械的转向和制动机构普遍采用液压伺服系统,大大降低了操作力,改善了转向和制动性能。特别是电子计算机技术应用于建筑业后,自动控制、无人操纵或无线电遥控的建筑机械逐步问世,才使在低温、高原、水中、地下、空中以及公害、污染等困难严重的环境中进行机械化施工成为可能。

§ 1—2 建筑机械的分类及其组成部分

机械化施工是进行现代化建筑工程建设的基础。机械化施工就是在整个施工过程中,使用各种类型的机械来代替手工劳动,达到节省人力、减轻劳动强度,加快建设速度,提高施工质量,降低材料消耗及造价等。

一、建筑机械的分类

建筑机械按其用途及工种可分类如下:

1. 准备工程机械 是用来为大型建筑机械施工前准备必要的工作条件 和环境。主要有:除根机、拖运卷扬机、灌木清除机、松土机等。

2. 土方工程机械 是进行土方、石方施工的机械。主要有:单斗、多斗挖掘机、推土机、凿岩机、铲运机、装载机、平地机、夯实机、振动压实机以及拖行或自行式压路机等。

3. 桩工机械 是专用于打桩、拔桩的机械。主要有:各种打桩机、拔桩机、沉桩机等。

4. 起重运输机械 是用来起吊、运输材料、构件、机具、机器等的机械。

起重机械主要有:建筑电梯、卷扬机、自行式起重机、塔式起重机等。

运输机械主要有:装载机、平板车、翻斗车、斗式提升机及带式、螺旋式输送机等。

5. 路面机械 是进行铺设道路、广场等路面工程的施工机械。主要有:沥青拌合机、沥青混凝土摊铺机、道渣木屑摊铺机、路面修筑机械、铺轨机、筑路土壤和混凝土拌合机等。

6. 钢筋与混凝土加工机械 是进行予制、浇筑钢筋混凝土构件、构筑物的各种机械。

钢筋加工机械主要有:钢筋的冷拔、冷拉、剪切、调直、弯曲、点焊、对焊以及予应力等各种机械。

混凝土施工机械主要有:混凝土搅拌机、拌合机、输送泵、输送机、振捣器等。

7. 破碎及筛洗机械 是用于石块、砾石的破碎,砾石及砂子的筛洗,为混凝土结构、道路,基础等工程备料的机械设备。主要有:颚式、锥式、辊式、锤式破碎机,振动筛分机、砾石清洗机、洗砂机等。

8. 装修工程机械 是用于室内、外装修工程的机械。主要有:抹灰机械、喷射与喷涂机械、镶嵌精细研磨机、嵌木地板研磨机等墙面、地面装修机械。

9. 机械化工具 是使用动力装置驱动的手控工具。又分电动工具和风动工具两大类。

电动工具主要有:电锯、电锤、电钻、电动修正机、电动刻槽机、电动研磨机、电动扳手等。

风动工具主要有:风钻、风镐、风动扳手、风动凿岩机、风动捣实机等。

除此两类外,目前还发展内燃式,液压式机械化工具。

10. 空气压缩机及水泵 均属二次动力机。

空气压缩机是作为建筑工程中广泛使用的风动机械的动力装置。

水泵是排出建筑物或基坑内积水、供给工程和生活用水的机械设备。

二、建筑机械的组成部分及其作用

建筑机械与其他工程机械一样,也是由若干相关的零件按其要求装配成机构或部件。例如,建筑机械中常用的电动机、减速器等。再由相关的机构或部件按其相关的位置组装成机器。建筑机械则是由相关的机器、机构按其工作原理组合成一整体的总称。一台完整的建筑机械,一般情况由下列五部分组成。

1. 动力装置 是建筑机械动力的来源。

建筑机械常用的动力装置有：电动机、内燃机等。建筑机械所用的电动机、内燃机都是由专门工厂进行专业生产的标准系列化产品。勿需自行设计。根据建筑机械的设计要求或生产需要从有关设计手册选择适用的标准型号，外购即可。

2. 传动装置 是将动力装置产生的功率和运动传递给工作装置的中间机构。传动装置又分为机械传动、液压传动及电力传动等。

1) 机械传动 又分为摩擦传动和啮合传动。建筑机械常用的机械传动有摩擦传动中的带传动，啮合传动中的齿轮、蜗杆等传动。装配成传动装置（部件）的零件分为标准零件、通用零件及专用零件三类。

标准零件是按国家对其结构形状、尺寸大小、材料规格、加工技术、检验标准、图样画法所作的统一规定的标准，由专门工厂进行大批量生产而具有互换性的零件。例如，键、销、螺钉、螺母、胶带等。标准零件勿需自行设计，应根据部件的设计要求，计算数据从有关国家标准中选用标准号、型号等。

通用零件系指各类机械中常用而具有同一功能和性能要求的零件。例如，轴、齿轮、蜗杆蜗轮、带轮、链轮等。通用零件应根据设计要求进行计算，设计并绘制零件工作图，以作为指导加工制造的技术文件。本书上篇侧重介绍机械传动装置中的常用的通用零件。

专用零件系指仅适用于一定类型机械的零件。例如，内燃机中的曲轴、起重机的吊钩、挖掘机的挖斗、铲运机的铲斗等。这类零件在下篇建筑机械中分别介绍。

2) 液压传动 近廿年来，液压技术广泛应用于建筑机械。例如，在挖掘机、起重机、铲运机、打桩机、凿岩机、压实机以及路面机械等上都已广泛地采用液压传动。液压传动能传递大功率、大扭矩，还具有动作灵活、平稳、可逆、结构紧凑等突出优点。例如，挖掘机采用液压传动后，挖掘力可提高30%，整机重量可降低40%左右，而工作装置的种类却大大增多，使用性能也有显著地改善。

3. 工作装置 是建筑机械中直接完成生产任务的部分。例如，卷扬机的卷筒、起重机的吊钩、铲运机的铲斗、混凝土搅拌机的滚筒等各自组成的工作装置。

建筑施工要求建筑机械的工作装置高效、多能，适用于各种作业条件。例如，挖掘机已发展到可换装数十种工作装置，除正、反铲外，尚可换装能进行起重、铲运、平地、推土、装载、钻孔、振捣、松土等作业的工作装置以及电磁吸盘、高空作业架、集材叉、冲击机具等。

以上三类装置是建筑机械的主要组成部分。

4. 操纵、控制装置 是操纵、控制机械运转的部分。例如，操纵、控制机械进行变速、变向、启动、制动、停车等作业。操纵、控制装置的选择要求：机械操作省力、方便、灵敏、平稳、安全、可靠等。

操纵、控制装置的类型有人力式、液压式、气动式、电动式以及几种形式联合式多种。目前，电子计算机特别是微型电子计算机已逐步应用于建筑机械，手控液压伺服系统、自动控制、无人操作或无线电遥控等先进的操纵、控制装置的问世，促使建筑机械日趋现代化。

5. 机架部分 是通过机架把以上各种装置连接为一整体，使之相互保持确定的相对位置，以便各自从事有关的工作和运转。

进行建筑机械设计时，一般首先确定工作装置，随之是动力装置、传动装置、操纵与控制装置，最后设计机架。这几种装置既相互影响，但又有所侧重。

§ 1—3 建筑机械常用金属材料及热处理

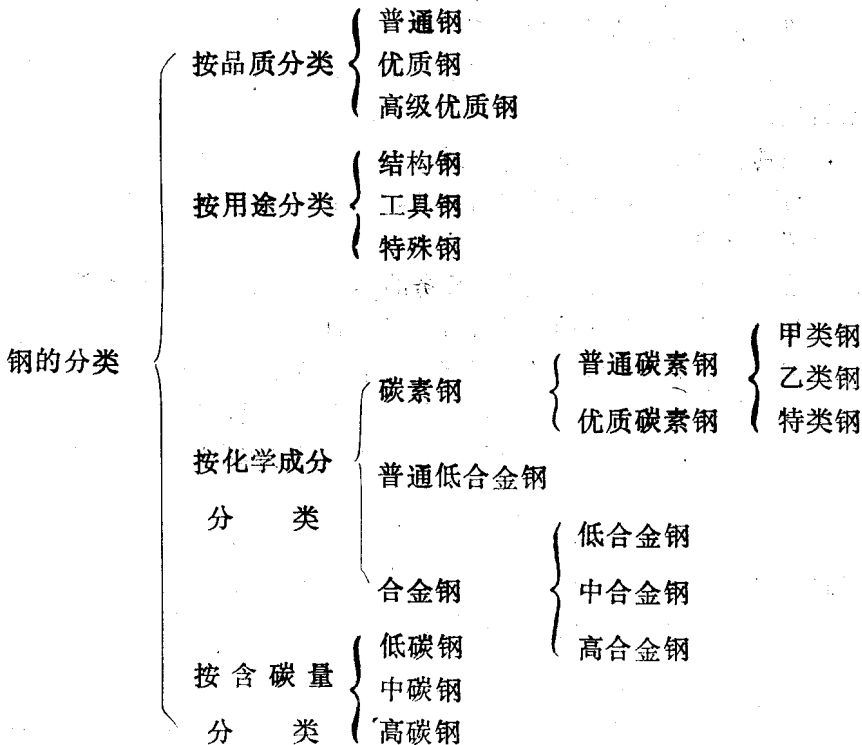
机械零件的工作可靠性、经济性与材料选择恰当与否密切相关。在建筑机械的设计、制造、维修过程中都涉及到零件、构件的材料选用问题。在零件工作图、部件装配图以及机械的总装图上的零件表中均需注明零件所选用的标准材料的牌号等。所用材料分为金属材料 and 非金属材料两大类。有些金属零件尚须进行热处理加工来满足其工作性能、机械性能以及工艺性能等的要求。本节仅简要介绍建筑机械零件的常用金属材料及其选择原则、常用的热处理方法。至于材料名称、牌号、标准号以及主要的机械性能、应用举例可从机械零件设计手册中查阅。

一、常用金属材料

建筑机械零件、构件常用金属材料主要是黑色金属：钢和铸铁。它们是铁、碳合金，含碳量小于 2 % 者为钢；含碳量大于 2 % 者为铸铁。黑色金属以外的金属统称为有色金属。

1. 钢

钢具有良好的机械性能（即强度、硬度、塑性、韧性、抗疲劳性等），还可以经热处理进一步改善其机械性能和工艺性能（即铸造、锻造、焊接、切削及热处理等）。工业用钢品种繁多，常按其品质、用途、化学成分等特点归纳分类。



钢的品质优劣是按残存于钢中的有害杂质元素硫、磷的含量高低来鉴定。

按用途分类中的结构钢主要用于制造各种工程（如房屋建筑、桥梁、船舶等）的构件和机械零件。这类钢又分为碳素结构钢、普通低合金结构钢、合金结构钢等。建筑工程多采用其中的低、中碳钢。

按其化学成分分类有碳素钢与合金钢两种。在碳素钢中适量地加入某些合金元素而构成合金钢。

碳是钢中的主要元素之一。钢的机械性能与其含碳量高低相关。一般来说, 钢中含碳量愈高, 钢的硬度、强度上升, 塑性、韧性下降。按钢中含碳量高低又分为低碳钢(含碳量 $<0.25\%$)、中碳钢(含碳量在 $0.25\% \sim 0.6\%$)、高碳钢(含碳量 $>0.6\%$)。低碳钢塑性、可焊性好, 含碳量在 $0.1 \sim 0.2\%$ 的低碳钢还可以进行表面渗碳淬火等热处理, 使其表面硬而耐磨, 心部韧而耐冲击, 又称之为渗碳钢。中碳钢的综合机械性能好, 常用作受力较大的零件。高碳钢具有较高强度和弹性, 多用于制造耐磨而又要求强度、硬度高的零件、弹簧等。

以下仅介绍建筑机械的零、构件常用的钢材。

1) 普通碳素结构钢 简称普通碳素钢。分为甲(A)、乙(B)、特(C)三类钢。

甲类钢按机械性能供应。按其含量高低分为7级。1级含碳量最低, 逐级升高。其A₁~A₇塑性、可焊性好。建筑工程用钢在施工中常需要进行焊接, 故多选用这类钢的标准型材, 如钢筋及各种型钢等。也常选用来制造一些受力不大的零件, 如螺纹联接件等。

乙类钢按化学成分供应。特类钢按用户要求供应。

2) 优质碳素结构钢 简称为优质碳素钢。这类钢同时保证其机械性能和化学成分, 有害杂质元素含量较低。主要用于经热处理后达到一定的强度和硬度要求的重要零件, 应用极为广泛。平均含碳量为 0.45% 的“45”号优质碳素钢, 常选作轴、键、活塞销等重要零件的材料。

3) 普通低合金结构钢 简称普通低合金钢。即在普通碳素结构钢中加入少量(除铁、碳元素外, 其它元素的总量 $<3\%$)合金元素(如Al、B、Cr、Mn、Mo、Ni、Nb、Re、Si、Sn、Ti、V、W、Zn等)以改善钢的综合性能, 或使钢具有某种特殊性能。其强度比同等碳量的普通碳素钢要高得多。它常代替普通碳素钢用作诸如大型厂房、公共建筑、桥梁、船舶、车辆等大型钢结构以及大型建筑机械的构件、零件的材料。

4) 合金结构钢 随着现代化工业的发展, 要求机械设备效率高、体积小、重量轻、能适应各种恶劣工作环境, 这就对所用材料的物理性能、化学性能、机械性能以及工艺性能的要求也愈来愈高。碳钢已不能完全满足其要求, 从而发展了合金钢。合金元素的加入不仅改善了原碳素钢的机械性能, 还可使其具有耐磨、不锈、耐酸、耐碱、耐油脂、耐热、耐腐蚀等特殊性能。合金钢的特殊性能不仅取决于化学成分, 更大程度上取决于适当的热处理加工。

按其合金元素的总含量分为低合金钢(合金元素总含量 $<5\%$)、中合金钢(合金元素总含量为 $5 \sim 10\%$)、高合金钢(合金元素总含量 $>10\%$)。按其含碳量高低又分为低碳合金钢、中碳合金钢及高碳合金钢。合金钢用于制造重要的机械零件及重要的结构构件等。

5) 铸钢 用于制造一些结构复杂、体积不大, 难于进行锻造或切削加工而又要求强度、塑性较高的零件。铸钢的铸造性能并不太理想, 较铸铁的流动性差, 容易产生缩孔、化学成分欠均匀, 迅速冷却的铸件内应力大, 但组织上的这些缺陷可以通过热处理方法消除, 故铸钢在铸造后必须进行热处理加工。

2. 铸铁

与钢相比, 铸铁的机械性能较差, 性脆不能辗压或锻造, 但铸造、切削性能好, 可铸成形状复杂的零件。此外, 其抗压强度较高, 减震性、耐磨性好, 成本低廉, 因而在建筑机械制造中应用甚广。常用的铸铁有:

1) 灰铸铁 断口呈灰色, 应用极其广泛。与铸钢相比具有更佳的铸造、切削性能, 可铸成形状复杂, 薄壁的各型零件。

2) 球墨铸铁 以铸铁中的石墨球状化而得名。与铸钢相比具有更高的强度,其塑性、耐磨性、减震性也优于铸钢且价廉。广泛用于制造受磨损和冲击的零件。常作为铸钢的代用品。

3、有色金属及其合金

有色金属的产量和用量都远不及黑色金属,但由于它们各具有某些特殊的性质,也是现代工业不可缺少的金属材料。种类甚多,例如,铜、铝、镁、锡、铅、锌等等。在机械制造中多采用有色金属的合金材料。常用的有铜合金、铝合金、铸造轴承合金等。

1) 铜合金 有黄铜和青铜两种。

铸造黄铜 是铜与锌的合金。机械性能好,具有较高的耐腐蚀能力。纯铜与锌的合金称为简单黄铜;加入其他化学元素称为特殊黄铜。例如,镍黄铜、硅黄铜、铝黄铜等。它们都具有极佳的塑性和流动性。可进行辗压、铸造加工,常用来制造各种管子、管接头、衬套等。

铸造青铜 是铜与锡的合金。由于锡较稀少而价昂,常以其它元素代替,故青铜又分为含锡青铜和无锡青铜两种。其强度、耐磨性、抗腐蚀性均高于黄铜。常用来制造抗腐蚀而耐磨的零件。例如,轴瓦、轴套、齿圈或与酸、碱、蒸汽接触较多的零件。

2) 铸造轴承合金 又称为巴氏合金。是多种有色金属的合金。具有特高的耐磨性。主要用于制造滑动轴承的轴瓦及各种轴承等。

4. 复合材料 是由两种或两种以上性质不同的金属材料或非金属材料,按设计要求进行定向处理或复合而得的一种新型材料。复合材料有纤维复合材料、层叠复合材料、细粒复合材料、骨架复合材料等。现已普遍地用于各种容器和汽车外壳的制造上,它也可以用来制造其它的零件。随着科学技术的发展,复合材料将会得到更广泛的应用。

二、材料选择的基本原则

在建筑机械的设计、制造、维修过程中,合理地选用金属材料是一项重要的课题。

建筑机械所用材料90%以上是金属材料。材料选择的首要问题是考虑材料的机械性能,以能满足零、构件的工作性能要求、可靠耐用。其次,还要考虑所选材料应具备良好的工艺性能和经济性。对建筑机械的零、构件的材料选择的基本原则简述如后。

1. 使用要求

零、构件设计时,应首先根据其工作条件、损坏形式确定零、构件用材的机械性能指标,使零、构件具有足够的强度、硬度、刚度以及韧性等。这是满足其使用要求,保证零、构件寿命的先决条件。对建筑机械材料选择要求如下:

1) 耐磨性 建筑机械以土砂、岩石为作业对象。其工作装置与行走部件受到强烈的砂土石磨损,易损零件量大、更换拆装费工费时。故要求这类零、构件选用耐磨性良好的材料。

2) 耐疲劳性 建筑机械的轴、齿轮、机架、轮胎之类零、构件因常受变荷载、动荷载而产生低频率高应力的疲劳破坏,所选材料要求具备良好的低频、高频疲劳强度。

3) 耐冲击性 建筑机械的外荷载变化复杂,工作装置与行走部件常承受强烈的冲击荷载,要求所选材料在具备良好的耐磨性的同时还应具备耐冲击的韧性。

4) 可焊性 建筑机械焊接结构件较多,选用材料要求具有良好的可焊性。

5) 低温韧性 建筑机械的结构件(如机架、工作装置等)在低温下工作时,材料的冲击韧性和断裂韧性显著降低,可能出现脆性破坏,要求所选材料具备良好的低温韧性。

6) 耐蚀性 建筑机械在湿气较大的腐蚀环境中作业,工况恶劣,所选材料具有耐蚀性。对建筑机械选用材料的上述使用要求,在设计和制造中应予综合考虑。选择材料时还应

注意零、构件的失效分析,把现场使用中出现的問題作为改选材料的根据。

2. 工艺要求

金属零件的加工是机器制造的主要过程。零件的基本加工方法有铸造、锻造、冲压、焊接、热处理及切削加工等。材料工艺性能的好坏对加工制造有着直接的影响。在选用材料时,应考虑材料的工艺性能和零件的加工方法等,使之易于加工制造、生产工期短。例如,对于形状复杂的薄壁零件,应选用铸造性能好的材料,如铸铁、铸钢;需要焊接的零、构件则应选用焊接性能好的材料,如低碳钢、低碳合金钢等;对于锻造加工的零件,应选用塑性好的材料,如碳素钢等;需要热处理加工的零件,应选用保证化学成分的材料,如优质碳素钢、合金钢,应优先选用淬透性高的材料,如硼钢等。需要切削加工的零件,应选用切削加工性能好,即易切削,加工后表面光洁的材料,如铸铁、碳素钢,应优先选用易切削钢,如低硫易切削钢($S_{43}CS$)等。

3. 经济要求

零、构件选用材料在满足使用要求的前提下,考虑工艺要求的同时,尚应注意经济合理性。一般说来,建筑机械的单位重量价格是比较低廉的。从经济方面考虑,为降低成本,不宜用昂贵的材料。除特别重要的零部件采用高强度合金钢外,大部分零部件均应采用廉价的含合金元素极少的合金钢及普通碳钢。特别应注意优先选用我国资源丰富的硅、锰、硼、钒等类合金钢。例如,齿轮减速器,现已用 $35SiMnTi$ 、 $ZG35SiMn$ 等材料代替原用的 $35Cr$ 、 $40CrNi$ 等昂贵材料。选用合金钢时还必须考虑热处理加工,合金元素加入碳素钢中,仅使钢具备了提高机械性能的内在根据,必须通过适当的热处理这一外因条件才能充分发挥合金元素的作用,否则把昂贵的合金钢当作廉价的普通碳素钢来使用,极不经济。

图1-1所示的轮箍式蜗轮是根据轮缘和轮毂两部分的不同工作条件分别选用不同材料的例子。即以价昂、耐磨性好的锡磷青铜($ZQSn10-1$)制作的齿圈(轮缘)与以价廉、韧性好而耐冲击的灰铸铁($HT20-40$)制造的轮毂(轮心)装配成一体一蜗轮,使两种材料各发挥其特性来满足工作性能要求,既经济又合理。

4. 选用新型材料要求

在建筑机械设计与制造中,应充分注意优先选用各种高强度、耐磨、耐疲劳、耐冲击、耐低温、易切削加工的新型材料,可以大大提高建筑机械的工作性能和使用寿命,并适应建筑机械发展的需要。例如,六十年代因受钢材强度的限制,液压汽车式起重机的起重量一直停留在40~60吨左右。七十年代应用低合金钢使起重量大大提高。1978年起重量突破竟达200吨,这是由于采用了屈服极限达700兆帕(70公斤/毫米^2)的调质合金钢板新型材料。又例如,推土机、平地机、铲运机等使用的刀片在工作时,受到强烈磨损和剧烈冲击,极易损坏,寿命极短。过去所用的刀片大多采用中碳钢或高碳钢进行表面热处理,但却不能用于发展的大型建筑机械上,常因其强度不足而产生裂纹。现采用淬透性好的中碳低锰钢和硼钢,再通过水淬和回火热处理,它与前者相比,强度提高了65%。随着热处理技术的发展和制造工艺的进步,机械性能高又经济的这类新型钢材、合金以及工程塑料等已获得广泛应用。

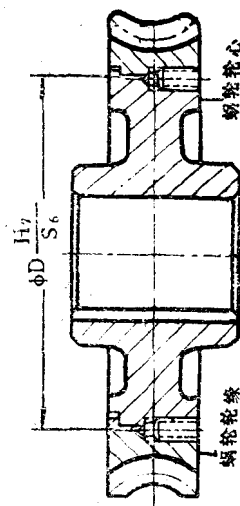


图1-1

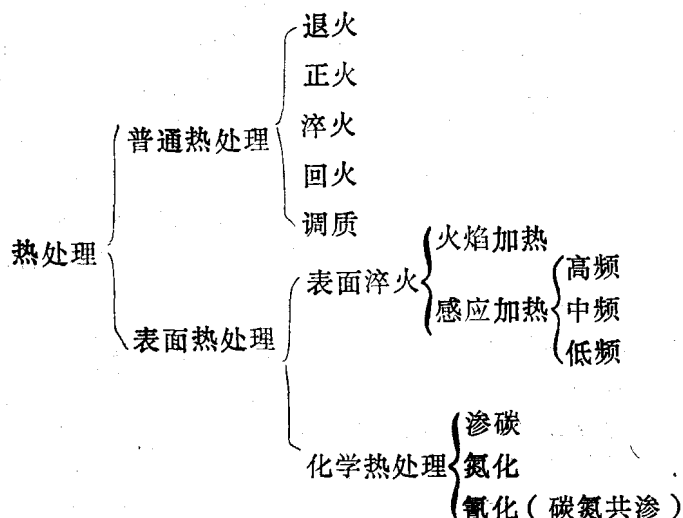
三、 热处理简介

钢的热处理就是通过加热、保温、冷却等外因条件，促使钢在固态下内部组织结构发生变化，从而改善其机械性能和工艺性能的一种工艺方法。

在实际生产中，不同零件对机械性能要求各不相同；即使同一零件，在加工、使用中要求也往往大不相同。例如，齿轮在加工时，要求钢的硬度低，质软易切削，便于加工；加工成零件后，工作时则要求轮齿表面硬度高，强度大，坚硬耐磨，轮齿芯部则要求韧性好能承受冲击力。目前尚无何种材料能同时满足以上使用性能和工艺性能的要求。这只能利用钢材的不同的热处理方法来加以解决。对于合金钢则必须经热处理才能充分发挥其合金元素的特性作用，以达到合理使用。

一般来说，将钢加热到一定的温度后，冷却愈快，则强度、硬度愈高，性愈脆；冷却愈缓慢，则强度愈低，质软而韧性愈大。这是钢的热处理的基本特性。

根据加热和冷却的方法不同，热处理的方法多种多样，归纳如下：



1. 生产中常用的热处理方法

1) 退火 是将钢加热到一定的温度，保温一段时间，随炉温缓慢冷却的热处理方法。退火的目的是降低硬度，提高塑性，改善切削加工性能，消除前道工序所产生的内应力，为下道淬火工序作好准备。

2) 正火 是退火的一种特殊形式。不同点是保温后放在空气中冷却。由于冷却速度较快，因而正火钢比退火钢具有较高的强度和硬度，并缩短了生产周期而较经济。

3) 淬火 就是将钢加热到一定（临界点以上）的温度，保温后放入水中（称为水淬）或油中（称为油淬），以极快的速度冷却下来的热处理方法。由于快速冷却，淬火后能使钢获得较高的硬度、强度和耐磨性。

4) 回火 淬火后一般都要回火。回火就是在淬火后将钢加热到比淬火低的温度，保温后放在空气或油中冷却的热处理方法。其目的是为了消除钢的内应力、降低脆性，以提高塑性、韧性，获得满意的综合机械性能。

5) 调质 是在淬火后进行高温回火的热处理方法。对于建筑机械的重要零件，例如轴、齿轮等常进行调质热处理。其目的是为了获得较高的韧性和足够的强度、硬度。