



高职高专制造大类系列规划教材
机电一体化技术系列



机电设备原理与构造

■ 张新民 主编



科学出版社
www.sciencep.com

高职高专制造大类系列规划教材

机电一体化技术系列

机电设备原理与构造

张新民 主 编
王海港 高洪芬 副主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书共 10 章,以广泛使用的机电加工设备为主,介绍了各类机床的作用、工作原理、典型部件与机构,还对与人们生活密切相关的其他机电设备,如汽车发动机、电梯与自动扶梯、空调、洗衣机等的工作原理、结构特点作了较为详细的介绍。

本书可作为高职高专院校机械类各专业的教材,也可供机械工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机电设备原理与构造/张新民主编. —北京:科学出版社,2010.2
高等职业教育制造大类系列规划教材·机电一体化技术系列
ISBN 978-7-03-026787-0

I. ①机… II. ①张… III. ①机电设备-理论-高等学校:技术学校-教材
②机电设备-构造-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 022597 号

责任编辑:庞海龙/责任校对:赵 燕
责任印制:吕春珉/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 2 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2010 年 2 月第一次印刷 印张:21 1/4

印数:1—3 000 字数:500 000

定价:32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135319-8999 (VT03)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

高职高专制造大类系列规划教材

编写委员会

顾 问 姚和芳 马庆渭

主 任 陈红康

副主任 肖 龙 赵国增

委 员 (按姓氏笔画排列)

王广勇	王培林	田幼勤	任 军	刘赛堂
孙慧娟	苏志超	李兰忖	李永敏	李宏兵
李景龙	李新德	吴春城	时会美	何舒民
张水利	张永智	张祥军	张湘洁	张新民
陈相志	陈德林	庞海龙	庞继伟	赵松杰
胡浩江	侯肖霞	姜韶华	徐起贺	高士忠
高中军	高建新	高贵宝	郭忠相	郭建庄
曹金娟	鹿洪荣	梁克华	彭 伟	谢旭华

秘书长 李新华 庞海龙

前 言

本书从高职高专学生实际需求出发，以应用为目的，以培养学生掌握相关机电设备工作原理、具备结构分析和故障判断处理能力为重点。

本书共分10章，以广泛使用的机电加工设备为主，重点介绍了典型的CA6140车床、X6132万能铣床和Y3150E滚齿机的工作原理、传动系统、典型部件与机构，还对生产中常用的其他机床的作用、工艺范围、工作原理作了介绍。本教材还对与人们生活密切相关的其他机电设备，如汽车发动机、电梯与自动扶梯、空调、洗衣机等的工作原理、结构特点作了较为详细的介绍。

与以往的教材相比，本书除介绍常用的产业类机电设备外，还增加了对民用类机电设备的介绍，扩大了学生对机电设备了解的范围。在介绍各类设备的结构、工作原理时，配备了较多的插图，特别是实物图片，增强了学生对设备的直观认识。课后的习题和适量的实训内容，更增强了对各类机电设备的了解、使用、维护调整等知识的掌握和操作技能的提高。本书内容丰富，所讲设备的部件、机构典型全面，在教学的同时，有利于培养学生自主学习的良好习惯。

本书绪论，第3、4、8、9、10章和第6章的第6.2、6.3、6.4节由济南铁道职业技术学院张新民编写，第1章由济南铁道职业技术学院高洪芬编写；第2章由商丘职业技术学院王海港编写；第5章和第6章的第6.1节由山东水利职业技术学院李宗玉编写；第7章由济南铁道职业技术学院郭忠相编写，本章实训由济南铁道职业技术学院张新国编写。全书由张新民统稿。

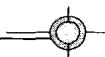
本书在编写过程中参阅了因特网和机电行业同仁们公开发表及出版的相关文献资料，在此对他们表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中的疏漏和不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

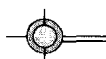
目 录

前言

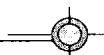
绪论	1
0.1 机电设备及其作用	2
0.2 机电设备的发展概况	2
0.3 机电设备的分类与型号	4
0.3.1 机电设备的分类	4
0.3.2 机床型号的编制方法	5
0.4 机床的技术性能	8
小结	10
习题	10
第1章 机床传动基础	11
1.1 机床的运动	12
1.1.1 表面成形运动	12
1.1.2 辅助运动	12
1.2 机床的基本传动方法	13
1.2.1 常用的传动元件	13
1.2.2 常用离合器	14
1.2.3 机床的传动形式	16
1.2.4 机械传动装置中的机构	17
1.3 机床的传动系统	20
1.3.1 传动链和传动系统	20
1.3.2 传动系统图	20
1.3.3 传动原理图	22
1.3.4 转速分布图	23
1.3.5 机床传动系统的调整计算	23
本章实训	24
小结	25
习题	25
第2章 车床	26
2.1 概述	27
2.1.1 车床的分类	27
2.1.2 CA6140 通用车床的用途及主要技术参数	27



2.1.3 CA6140 车床总体布局	28
2.1.4 其他车床的简介	30
2.2 CA6140 普通车床传动系统分析	31
2.2.1 主运动传动链	31
2.2.2 进给运动传动链	34
2.2.3 刀架的快速移动	41
2.3 CA6140 普通车床主要部件与结构	41
2.3.1 主轴箱	41
2.3.2 进给箱	48
2.3.3 溜板箱	50
2.3.4 溜板与刀架	55
本章实训	57
小结	60
习题	60
第3章 铣床	61
3.1 铣床的用途与分类	62
3.1.1 铣床的用途与分类	62
3.1.2 X6132 万能升降台铣床的技术参数及组成部件	64
3.2 X6132 万能升降台铣床的传动系统	66
3.2.1 主运动传动链	66
3.2.2 进给运动传动链	67
3.2.3 工作台的快速移动	68
3.3 X6132 万能升降台铣床的主要部件	68
3.3.1 主轴部件	68
3.3.2 主运动变速操纵机构	69
3.3.3 工作台	71
3.3.4 进给运动的操纵机构	73
3.4 万能分度头	76
3.4.1 万能分度头的用途和传动系统	76
3.4.2 分度方法	77
3.4.3 铣削螺旋槽的调整计算	80
3.4.4 挂轮架结构及挂轮齿数的配换方法	81
本章实训	84
小结	86
习题	86
第4章 齿轮加工机床	87
4.1 概述	88
4.1.1 齿轮加工机床的工作方法	88



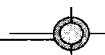
4.1.2 齿轮加工机床的分类	89
4.1.3 滚齿机加工时机床的运动	91
4.2 Y3150E 型滚齿机	93
4.2.1 主要组成部件及技术规格	93
4.2.2 机床的传动系统	94
4.3 Y3150E 型滚齿机的调整	95
4.3.1 机床传动链的调整	95
4.3.2 主要部件的结构及调整	99
4.3.3 加工大质数齿轮、蜗轮的调整计算	104
本章实训	106
小结	107
习题	107
第 5 章 其他类型机床	108
5.1 磨床	109
5.1.1 外圆磨床	109
5.1.2 内圆磨床	118
5.1.3 平面磨床	120
5.2 钻床	121
5.2.1 台式钻床	122
5.2.2 立式钻床	122
5.2.3 摇臂钻床	123
5.3 镗床	125
5.3.1 卧式镗床	125
5.3.2 坐标镗床	127
5.3.3 精镗床	128
5.3.4 落地镗床	129
5.4 刨床、插床	129
5.4.1 牛头刨床	129
5.4.2 龙门刨床	131
5.4.3 插床	131
5.5 拉床	132
本章实训	133
小结	134
习题	134
第 6 章 数控机床	136
6.1 概述	137
6.1.1 数控机床的组成	137
6.1.2 数控机床的分类	138



6.1.3 数控机床的特点	142
6.1.4 数控机床的发展阶段与发展方向	143
6.2 数控车床	144
6.2.1 数控车床的分类与布局	144
6.2.2 MJ-50 数控车床	146
6.3 数控铣床	152
6.3.1 数控铣床的分类与加工对象	152
6.3.2 XK5032 立式数控铣床	152
6.4 数控加工中心	156
6.4.1 加工中心的分类和加工对象	156
6.4.2 XH714 数控加工中心	157
本章实训	161
小结	161
习题	162
第 7 章 发动机构造原理	163
7.1 概述	164
7.1.1 发动机的定义	164
7.1.2 发动机的分类	164
7.1.3 发动机的型号	164
7.2 发动机基本知识与工作原理	165
7.2.1 发动机基本知识	165
7.2.2 四行程柴油机的工作原理	166
7.2.3 曲轴旋转平稳性的平衡	167
7.2.4 发动机的总体构造	168
7.3 机体组件	171
7.3.1 机体组件的功用与组成	171
7.3.2 机体组件的主要机件	171
7.4 曲柄连杆机构	173
7.4.1 活塞连杆组	174
7.4.2 曲轴飞轮组	181
7.5 配气机构	184
7.5.1 配气机构的布置形式及传动方式	184
7.5.2 配气机构的构造	186
7.5.3 气门间隙的调整	191
7.6 柴油机燃油供给系统	192
7.6.1 燃油供给系统的组成	192
7.6.2 燃油喷射装置	192
7.6.3 柴油供给系统辅助装置	197



7.6.4 柴油机电控系统简介	200
7.7 润滑系统	202
7.7.1 润滑系统的作用与润滑方式	202
7.7.2 润滑系统的组成及润滑部位	202
7.7.3 润滑系统的主要部件	204
7.8 冷却系统	205
7.8.1 强制循环水冷系统的组成	205
7.8.2 强制循环水冷系统的工作循环	206
7.8.3 水冷系统的主要部件	207
7.9 起动装置	208
7.9.1 发动机的起动	208
7.9.2 电动机起动	208
本章实训	210
小结	213
习题	213
第 8 章 电梯与自动扶梯	214
8.1 电梯	215
8.1.1 简述	215
8.1.2 电梯的机械系统	219
8.1.3 安全保护装置	231
8.1.4 电梯的拖动系统	236
8.1.5 电梯的控制系统	237
8.2 自动扶梯	239
8.2.1 自动扶梯的机械结构	240
8.2.2 自动扶梯的保护装置	247
8.2.3 自动扶梯的控制系统	249
本章实训	250
小结	251
习题	251
第 9 章 全自动洗衣机	252
9.1 概述	253
9.2 波轮式全自动洗衣机	253
9.2.1 波轮式全自动洗衣机结构及工作过程	253
9.2.2 波轮式全自动洗衣机的主要部件	254
9.3 滚筒式全自动洗衣机	262
9.3.1 滚筒式全自动洗衣机的结构与工作原理	262
9.3.2 滚筒式全自动洗衣机的主要部件	263
9.4 全自动洗衣机的控制系统	267



9.4.1 机械电动式控制系统	267
9.4.2 单片机控制系统	268
9.5 电脑模糊控制的全自动洗衣机	269
9.5.1 电脑模糊全自动洗衣机的控制系统	269
9.5.2 全自动洗衣机的物理量检测	270
9.5.3 全自动洗衣机的模糊推理	271
本章实训	272
小结	273
习题	273
第 10 章 空调器	274
10.1 概述	275
10.1.1 空调器的作用	275
10.1.2 空调器的分类	275
10.1.3 空调器的型号	276
10.2 空调器的制冷原理和制冷部件	277
10.2.1 空调器的制冷原理	277
10.2.2 制冷部件	278
10.3 分体式空调器的结构和工作原理	284
10.3.1 分体式空调器的特点	284
10.3.2 分体壁挂式空调器	285
10.3.3 变频式壁挂空调器简介	288
本章实训	290
小结	290
习题	290
附录 A 金属切削机床型号的类型划分及主参数和折算系数 (摘自 GB/T 15375—2008)	292
附录 B 机构运动简图(摘自 GB4460—1984)	322
主要参考文献	326

绪 论

本章概述

机电设备是衡量一个国家科技水平和综合国力的重要标志之一。本章将简要介绍机电设备发展概况，机械加工设备的分类与型号编制，机床的技术性能，为合理选用机床奠定基础。

知识目标

1. 了解什么是机电设备，机电设备的作用和机电设备的发展概况。
2. 熟悉机电加工设备技术性能指标的内容。
3. 掌握机电加工设备的分类与型号编制方法。

能力目标

1. 能根据型号了解机床性能。
2. 会编制机床型号。



0.1 机电设备及其作用

设备通常是人们在生产和生活中所需要的机械、装置和设施等物质资料的总称,机电设备则是应用了机械、电子技术的设备,而通常所说的机械设备又是机电设备最重要的组成部分。

随着人民生活水平的不断提高,人们在日常生活中对机电设备的需求越来越多,从交通工具到各种家用电器、计算机、打印机等已成为人们生活中不可缺少的机电产品。先进的机电设备不仅能大大提高劳动生产率,减轻劳动强度,改善生产环境,完成人力无法完成的工作,而且作为国家工业基础之一,对整个国民经济的发展,以及科技、国防实力的提高有着直接的、重要的影响,还是衡量一个国家科技水平和综合国力的重要标志。社会的发展要求机电设备有与之相适应的发展,而机电设备的发展和完善又促进了科学技术的发展。

0.2 机电设备的发展概况

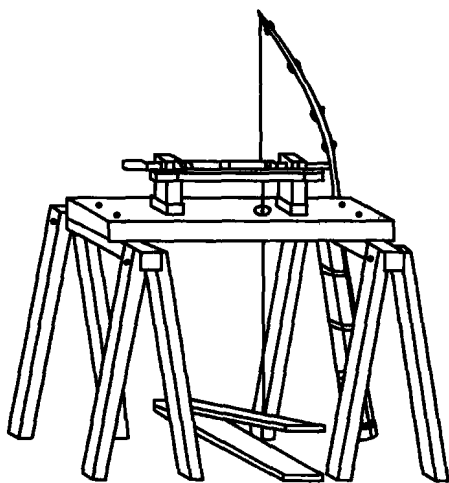


图 0-1 脚踏木制车床

机电设备的发展与制造业的进步密切相关。早在石器时代,人类就开始利用天然石料制作工具,用其猎取自然资源。大约六千年前,出现了一些手工操作的原始机械,如木制车床(图 0-1)和钻床等。在以后漫长的社会发展中,人们开始用水力、风力、畜力驱动简单机械(图 0-2),但由于需要大量的手工操作,这些古老的机械并不能成为一种完整的机器。直至 18 世纪 70 年代,以瓦特改进蒸汽机为代表,引发了第一次工业革命,产生了近代工业化的生产方式,手工劳动逐渐被机器生产所代替(图 0-3)。19 世纪中期到 20 世纪初,电磁场理论的建立为发电机和电动机的产生奠定了基础,从而迎来了电气化时代。以电力作为动力源,

机械结构发生了重大的变化,电动机成为驱动各种机械的动力。随着技术的不断改进,传统的机械设备进入了机、电结合的新阶段,并不断扩大其应用范围。20 世纪 60 年代开始,计算机逐渐在机械工业的科研、设计、生产及管理中普及,为机械制造业向更复杂、更精密方向发展创造了条件。机电设备也开始向数字化、自动化、智能化和柔性化发展,并进入现代设备的新阶段。

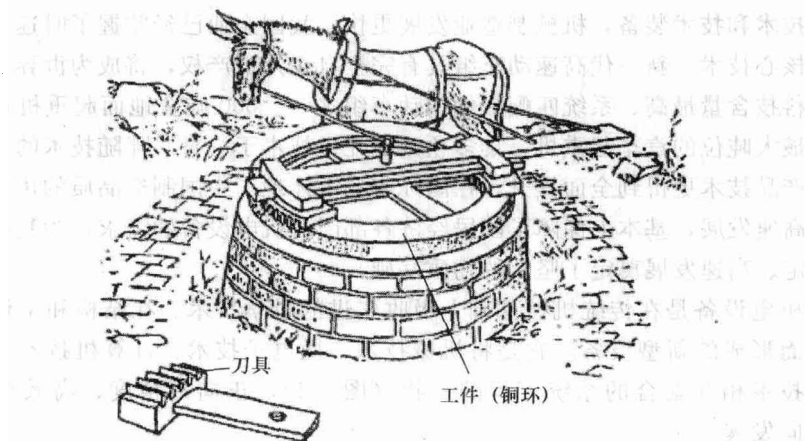


图 0-2 畜力驱动的铣削

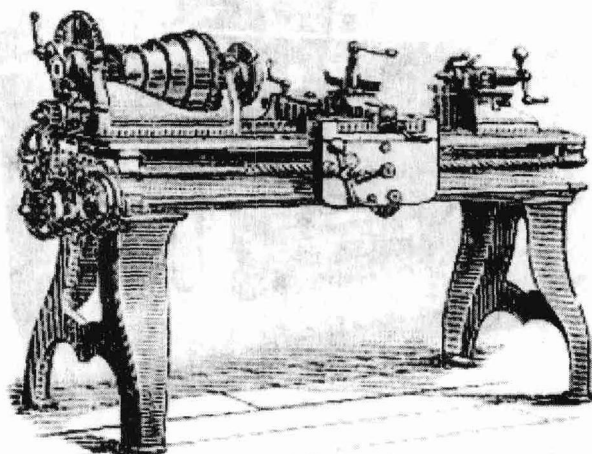


图 0-3 早期的车床

由于中国历史上的长期封建统治和 19 世纪中期以后帝国主义的侵略和掠夺，以至于解放前，我国的机械工业十分落后，可以说基本没有形成机械制造业，少数的几个机械修配厂只能装备一些结构简单、数量不多的机械设备，生产效率低、劳动强度大、工作环境差、生产极端落后。建国后，我国机械工业发展迅速，各种机械设备的制造业从无到有、从小到大、从仿制到自行设计飞跃发展起来。例如，1958 年 9 月，中国第一台自行设计、完全国产化的 6135G 柴油机诞生，开创了我国中等功率高速柴油机制造的先河。1961 年 12 月成功制造了国内第一台 12 000 吨水压机，为中国重型机械工业填补了一项空白。这些在当时都属于国际先进水平。目前，我国已经形成了门类齐全，能独立配套的机械工业体系，主要包括通用机械、矿山机械、农业机械、纺织机械、轻工机械及机械加工设备等。另外，航天工业、核工业，以及飞机、轮船、汽车、拖拉机、电机电器、电力等制造业也都取得了迅猛发展，一些门类已达到国际先进水平。尤其是改革开放以来，大量引进



国外先进技术和技术装备,机械制造业发展更快。我国企业已经掌握了时速 350 公里以上动车组的核心技术。新一代高速动车组具有完全自主知识产权,将成为世界上商业运营速度最快、科技含量最高、系统匹配最优的动车组之一。500 吨全地面起重机是目前我国自主研发的最大吨位的汽车起重机,集多项国际先进技术于一身。伴随技术的全新突破,汽车起重机产品技术更得到全面提升,在国际市场上体现了中国制造品质的优越性。我国机械工业的高速发展,基本上保障了国民经济各部门对机电设备的需求,为我国经济建设的持续、稳定、高速发展奠定了坚实的物质基础。

现代机电设备是在传统机械基础上吸收先进的科学技术、在结构和工作原理上产生质的飞跃而形成的新型设备。它是将机械技术、微电子技术、计算机技术、信息处理技术和软件技术相互融合的系统工程的产物(图 0-4),正向高精度、高效率、高性能和高智能方向发展。

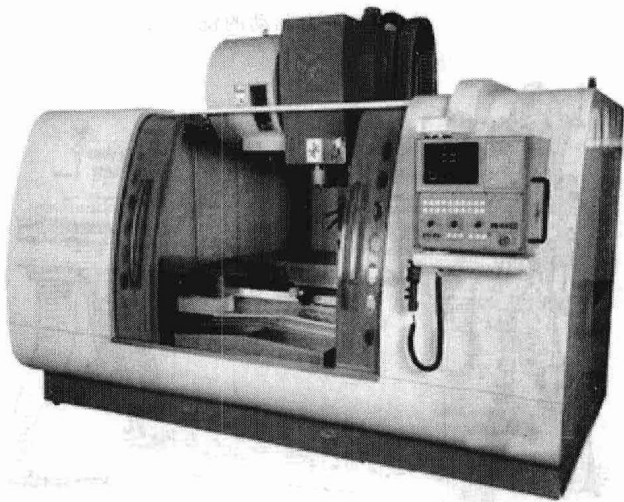


图 0-4 数控加工中心

0.3 机电设备的分类与型号

0.3.1 机电设备的分类

1. 机电设备分类

机电设备种类繁多,分类方法也多种多样。《国民经济行业分类与代码》(GB/T 4754—2002)中对机电设备有细致的分类,这种分类方法常用于行业设备资产管理、机电产品目录资料手册的编目等。另外,机电设备按用途可分为三大类,即产业类机电设备、信息类机电设备和民生类机电设备。

产业类机电设备是指用于生产企业的设备,例如机械制造行业使用的各类机械加工设备、自动化生产线、工业机器人,还有其他行业使用的机械设备,如纺织机械、矿山



机械等都属于产业类机电设备。

信息类机电设备是指用于信息采集、传输和存储处理的电子机械产品。例如，计算机、打印机、复印机、传真机、通讯设备等其他办公自动化设备都属于信息类机电设备。

民生类机电设备是指用于人民生活领域的电子机械产品。例如，各种家用电器、家用加工机械、汽车电子化产品、健身运动机械等都属于民生类机电设备。

2. 机械加工设备的分类

机械制造行业使用的机械加工设备种类很多，通用机械加工设备的分类方法有以下几种。

(1) 按机床的加工方式和用途分类

根据国家标准《金属切削机床型号编制方法》(GB/T 15375—2008)，把机床分为 11 大类，必要时，每类又可分为若干分类，见表 0-1。

表 0-1 机床的类和分类代号

类 别	车 床	钻 床	镗 床	磨 床			齿 轮 加 工 机 床	螺 纹 加 工 机 床	铣 床	刨 插 床	拉 床	锯 床	其 他 机 床
代 号	C	Z	T	M	2M	3M	Y	S	X	B	L	G	Q
参 考 读 音	车	钻	镗	磨	二磨	三磨	牙	丝	铣	刨	拉	割	其

(2) 按机床的万能性分类

按机床的万能性可分为 3 类：通用机床、专门化机床、专用机床。

(3) 按机床的精度分类

按机床的精度可分为 3 类：普通机床、精密机床、高精度机床。

(4) 按机床的重量分类

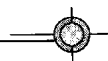
按机床的重量可分为 4 类：一般机床、大型机床、重型机床、超重型机床。

3. 数控机床的分类

数控机床是一种技术密集度及自动化程度很高的机电一体化加工设备。目前数控机床的品种繁多，其分类方法可见 6.1.2 节。

0.3.2 机床型号的编制方法

机床的型号是用以表示机床的类型、主要技术参数、使用及结构特性的代号。我国的机床型号编制方法自 1957 年 1 月第一次颁布以来，随着机床工业的发展，做过多次修订和补充。于 2009 年 2 月实施的新标准《金属切削机床型号编制方法》(GB/T 15375—2008) 替代了《金属切削机床型号编制方法》(GB/T 15375—94)。新标准中取消了型号中企业代号的表达，增加了具有两类特性机床的说明，并修订、增加了多类机床的组、系内容。在国家标准《金属切削机床型号编制方法》(GB/T 15375—2008)



中,通用机床的型号由基本部分和辅助部分组成,中间用“/”隔开,前者需统一管理,后者是否纳入型号由企业自定。型号的构成如图 0-5 所示。

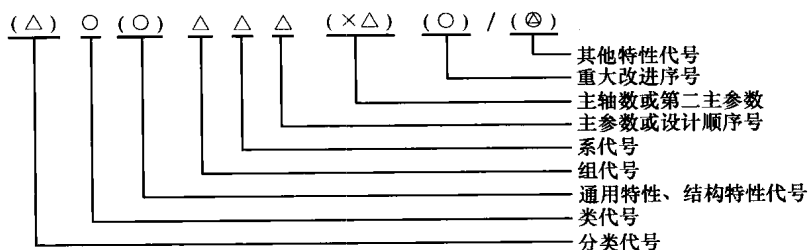


图 0-5 通用机床型号构成

有“()”的代号或数字,无内容时则不表示,有内容时则不带括号;

有“○”符号的,为大写的汉语拼音字母;

有“△”符号的,为阿拉伯数字;

有“⊗”符号的,为大写的汉语拼音字母,或阿拉伯数字,或两者兼有之

1. 机床的类代号

机床分 11 类,类代号用大写的汉语拼音字母表示。若有分类代号,则分类代号在类代号之前,并用阿拉伯数字表示。对于有两类特性的机床编制时,主要特性应放在后边,次要特性放在前面。例如,铣镗床是以镗为主、铣为辅。机床的类代号见表 0-1。

2. 机床的通用特性、结构特性代号

(1) 通用特性代号

通用特性代号有统一的规定含义,在各类机床中,表示的意义相同。当在一个型号中需要同时使用两至三个通用特性代号时,一般按重要程度排列顺序。机床的通用特性代号见表 0-2。

表 0-2 机床的通用特性代号

通用特性	高精度	精密	自动	半自动	数控	加工中心 (自动换刀)	仿形	轻型	加重型	柔性加工单元	数显	高速
代号	G	M	Z	B	K	H	F	Q	C	R	X	S
读音	高	密	自	半	控	换	仿	轻	重	柔	显	速

(2) 结构特性代号

对主参数值相同而结构、性能不同的同一类机床,在型号中加结构特性代号予以区分。它在型号中没有统一的含义,当型号中有通用特性代号时,结构特性代号应排在通用特性代号之后。通用特性代号使用的字母,以及 I 和 O 两个字母不能再用于结构特性代号中。

3. 机床的组、系代号

每一类机床分为 10 组,每一组又分为 10 系。其划分原则是:在同一类机床中,主