

高等专科学校试用教材

机械工程学基础

吴一江 主编

机械工业出版社

GAOZHUANJIAOCAI

高等专科学校试用教材

机械工程学基础

吴一江 主编



机械工业出版社



B120017

机械工程学基础

吴一江 主编

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $21 \frac{1}{2}$ · 字数 526 千字

1984 年 6 月北京第一版 · 1984 年 6 月北京第一次印刷

印数 00,001-17,000 · 定价 2.70 元

*

统一书号: 15033 · 5643

前 言

本书是高等专科学校财务会计专业的试用教材。是机械工业部教育局初步审定的招收高中毕业生，学制为三年的教学大纲组织编写的。

本书系统地介绍了机械产品制造过程及工厂常用设备的基本知识。编写时力求联系生产技术实际与企业管理的实际。尽量避免不必要的理论计算和公式推导。目的是使财务会计专业的学生及企业管理人员了解和掌握机械工程技术的基本知识，以培养他们具有组织生产技术和经营管理的工作能力，提高经济效益。

全书共分五篇。第一篇工程材料，以金属材料为主，介绍各种材料的性能、用途和规格以及金属热处理的基本知识等；第二篇毛坯生产，介绍铸造、锻压、焊接的工艺方法，生产特点，使用场合以及毛坯生产的经济性；第三篇机械加工及装配，介绍公差与配合、量具、机械加工知识、加工设备、工艺装备、装配、工艺规程和各种机械加工的经济性；第四篇机械产品概论，介绍机械产品分类、产品目录及使用、标准化和常用标准件；第五篇工厂通用设备，介绍起重输送设备、泵、风机的类别、特点和使用场合，动力系统等。

本书共分二十八章。第1~9、14、15、19章由范崇洛编写。第21、25~28章由胡鄂生编写。绪论、第10、11~13、16~18、20、22~24章由吴一江编写。本书主审冯轩。责任编辑为机械工业部教材编辑室刘同桥。

本书也适用于职工大学、业余大学。中等专业学校也可选用。并可供企业经营管理类专业用教材和工业企业的管理人员参考。

本书在编写过程中得到有关兄弟学校的热忱帮助和大力支持。关乃文同志、臧大和同志、袁文荣同志、丁家镛同志和张泽萍同志参加了审稿会，对本书的编写提供了许多宝贵意见，在此表示衷心地感谢。

由于本书内容较为广泛，编者水平有限，难免有不妥之处，恳请读者给予指正。

编者 1983年3月

目 录

绪论	1	§ 5-5 铸钢	60
第一篇 机械工程材料		§ 5-6 合金元素对钢性能的影响	60
第一章 钢铁生产概述	4	§ 5-7 合金钢的分类及牌号	62
§ 1-1 生铁的冶炼	4	§ 5-8 合金结构钢	63
§ 1-2 钢的冶炼	7	§ 5-9 合金工具钢	67
§ 1-3 常用钢的型材	8	§ 5-10 高速钢	69
§ 1-4 型材重量计算	10	§ 5-11 特殊性能钢	70
第二章 金属材料的机械性能	13	§ 5-12 钢铁的火花鉴别法	71
§ 2-1 强度	13	§ 5-13 碳素钢的火花特征	73
§ 2-2 塑性	14	§ 5-14 合金钢及铸铁的火花特征	74
§ 2-3 硬度	15	§ 5-15 钢材的涂色标志	75
§ 2-4 冲击韧性	19	第六章 铸铁	76
§ 2-5 金属疲劳的概念	20	§ 6-1 铸铁的石墨化及其影响因素	76
第三章 铁碳合金的结构	22	§ 6-2 灰口铸铁	77
§ 3-1 金属的晶体结构	22	§ 6-3 可锻铸铁	80
§ 3-2 金属的结晶过程和同素异晶转变	23	§ 6-4 球墨铸铁	81
§ 3-3 合金的结构	25	§ 6-5 合金铸铁	82
§ 3-4 铁碳合金的基本组织	26	第七章 有色金属及其合金	84
§ 3-5 铁碳合金状态图	27	§ 7-1 铜及铜合金	84
第四章 钢的热处理	36	§ 7-2 铝及铝合金	87
§ 4-1 钢在加热时的组织转变	36	§ 7-3 轴承合金	89
§ 4-2 钢在冷却时的组织转变	37	§ 7-4 粉末冶金及其材料	92
§ 4-3 钢的退火与正火	41	第八章 非金属材料	94
§ 4-4 钢的淬火	43	§ 8-1 工程塑料	94
§ 4-5 钢的回火	46	§ 8-2 橡胶	97
§ 4-6 钢的表面淬火	47	§ 8-3 陶瓷	98
§ 4-7 钢的化学热处理	48	第九章 涂料及润滑材料	99
§ 4-8 热处理设备	50	§ 9-1 涂料	99
§ 4-9 钢的表面处理	52	§ 9-2 润滑油	104
第五章 碳素钢及合金钢	54	§ 9-3 润滑脂	105
§ 5-1 碳及杂质对钢性能的影响	54	第二篇 毛坯生产	
§ 5-2 碳钢的分类、编号和用途	55	第十章 铸造	106
§ 5-3 碳素结构钢	56	§ 10-1 概述	106
§ 5-4 碳素工具钢	59	§ 10-2 砂型制造	107

§ 10-3 铸铁的熔炼、浇注和铸件的清理	113
§ 10-4 常见的铸件缺陷及产生原因	117
§ 10-5 特种铸造	118
§ 10-6 一般铸件和复杂铸件的划分	120
§ 10-7 降低铸件成本的主要途径	122
§ 10-8 铸造车间技术经济指标	123

第十一章 锻压

§ 11-1 概述	125
§ 11-2 压力加工原理	126
§ 11-3 锻造工艺	127
§ 11-4 锻造用设备	134
§ 11-5 锻件按复杂程度的分类	136
§ 11-6 锻压生产技术经济指标	138
§ 11-7 板料冲压	139

第十二章 焊接

§ 12-1 概述	143
§ 12-2 手工电弧焊	143
§ 12-3 埋弧焊、电渣焊和气体保护焊	148
§ 12-4 气焊与气割	151
§ 12-5 接触焊与摩擦焊	152
§ 12-6 钎焊	154

第十三章 材料及毛坯的经济性

§ 13-1 概述	156
§ 13-2 毛坯对零件成本的影响	156
§ 13-3 材料及毛坯对零件质量的影响	158
§ 13-4 毛坯的功能、成本与经济效益	159

第三篇 机械加工及装配

第十四章 公差与配合

§ 14-1 互换性的基本概念	160
§ 14-2 公差配合的基本概念	161
§ 14-3 公差与配合的国家标准	164
§ 14-4 公差与配合的旧国家标准概述	166
§ 14-5 配合种类的应用	168
§ 14-6 公差表及其使用	170
§ 14-7 表面光洁度	170

§ 14-8 形状和位置的公差	172
-----------------------	-----

第十五章 量具及其测量

§ 15-1 游标卡尺	183
§ 15-2 千分尺	186
§ 15-3 百分表	189
§ 15-4 界限量规	191
§ 15-5 块规	193
§ 15-6 厚薄规	194
§ 15-7 万能游标量角器	195
§ 15-8 正弦规	196
§ 15-9 水平仪	197
§ 15-10 万能工具显微镜	198

第十六章 机械加工基础

§ 16-1 金属的切削	201
§ 16-2 刀具及刀具材料	204
§ 16-3 金属切削加工	207

第十七章 机械加工设备

§ 17-1 机床的编号	221
§ 17-2 机床的传动部件	223
§ 17-3 常用机床	225
§ 17-4 组合机床及自动线介绍	236

第十八章 机械加工的工艺装备

——机床夹具	238
--------------	-----

§ 18-1 概述	238
§ 18-2 机床夹具的功用与分类	238
§ 18-3 机床夹具的结构	240
§ 18-4 组合夹具	243

第十九章 装配

§ 19-1 装配时连接种类和装配方法	245
§ 19-2 装配工艺过程	246
§ 19-3 装配单元系统图	247
§ 19-4 减速器的装配工艺	248

第二十章 工艺过程、工艺文件

及加工的经济性	253
---------------	-----

§ 20-1 概述	253
§ 20-2 生产类型	253
§ 20-3 工艺过程的组成	254
§ 20-4 工艺文件	256
§ 20-5 机械加工的经济性	260
§ 20-6 车间技术经济指标	262

第四篇 机械产品概论

第二十一章 机械产品分类与产

品目录265

§ 21-1 机械产品的分类265

§ 21-2 机械产品目录及使用267

第二十二章 机械产品及其零件

标 准 化271

§ 22-1 标准化基本概念271

§ 22-2 标准化的代号与编号273

第二十三章 常用标准零件276

§ 23-1 螺纹联接件276

§ 23-2 滚动轴承280

§ 23-3 键284

§ 23-4 销285

第二十四章 液压传动及其元件289

§ 24-1 液压传动的基本原理及液压 系统的组成290

§ 24-2 液压泵293

§ 24-3 液压缸和液压马达295

§ 24-4 控制阀297

§ 24-5 辅助部分299

§ 24-6 液压系统图的图形符号简介300

第五篇 工厂通用设备及其他

第二十五章 起重输送设备304

§ 25-1 起重设备304

§ 25-2 输送设备311

第二十六章 泵315

§ 26-1 离心泵315

§ 26-2 轴流泵317

§ 26-3 活塞泵319

§ 26-4 隔膜(离)泵321

§ 26-5 喷射泵323

第二十七章 风机324

§ 27-1 概述324

§ 27-2 风机的分类324

§ 27-3 风机的主要参数325

§ 27-4 离心式通风机325

§ 27-5 轴流式通风机326

§ 27-6 离心式鼓风机和压缩机327

§ 27-7 往复式空气压缩机328

§ 27-8 罗茨式鼓风机329

§ 27-9 提高通用设备利用率的主要 途径330

第二十八章 工厂动力系统(水、 电、风、气)简介331

§ 28-1 工厂动力系统的种类331

§ 28-2 工厂动力系统管理的主要任 务334

§ 28-3 动力系统运行管理334

§ 28-4 动力的供耗管理336

绪 论

在机械工业企业中，从事经营管理的专业人员，对机械产品、常用的原材料、生产过程、工艺方法和一般的生产设备等，应该具有一定的基本知识。这样，才能把经营管理工作与生产技术实际更好地结合起来，才能有效地贯彻党的方针政策和执行国家的财经制度，更好地调动各方面的积极性，做到人尽其才，物尽其用，为社会主义“四化”建设服务。

《机械工程学基础》是一门有关机器制造和工厂通用设备的综合性技术基础课。它系统地介绍机械工程材料、金属热处理、铸造、锻压、焊接、金属切削加工、机器的装配、常用的工艺装备和一般生产设备以及机械产品等方面的基础知识。

在开始系统地叙述上述机械工程方面的基础知识之前，首先阐述下面几个问题：

一、机械的性质以及它在国民经济建设中的重要作用

机械与工具是人们从事社会物质生产的重要手段，是在生产实践中逐步形成和发展起来的。人们很早就利用了斜面、杠杆、滑动与滚动、惯性和撞击、弹性与弹力、液体浮力、摩擦生热等原理制造了简单工具与原始机械。这些工具与机械，在最初发展时期是很难区分的。在生产不断发展中才逐步有了明显地区别。一般说来，机械较之工具要复杂，其功能是多方面的，使用寿命也长。在生产活动中，工具和机械相辅相成地不断得到发展。工具和机械已成为社会生产力飞速发展的重要因素之一。

十八世纪英国的工业革命是工场手工业发展到大机器生产的一个飞跃。当今，由于利用了电气、电子、原子能、激光、电子计算机等，使机械工业又进入了一个崭新的发展时期。机械不仅广泛地应用在生产中，而且还在科学研究、文化教育、医疗卫生、国防建设等各方面以及人们的日常生活中，起着重要的作用。所以机械工业发展的技术水平及其生产能力，是衡量一个国家的现代化程度的重要标志之一。

建国以来，我国的机械工业有了巨大的发展，已经建设成具有相当规模、产品门类基本齐全的机械工业体系。机械工业为国民经济建设提供了大量的技术装备。今后，还要努力提高机械工业的技术水平，增加产品品种，提高产品质量，加强企业管理，提高经济效益。为工农业的发展和为国防现代化建设更好地服务。

二、机械的分类、特征及其组成部分

按其服务的行业不同，机械可以分为建筑机械、运输机械、起重机械、采掘机械、冶金机械、金属加工机械、石油机械、化工机械、纺织机械、印刷机械、塑料机械、橡胶机械、造纸机械、电工机械、邮电机械、粮食机械、食品机械以及仪器仪表机械等类别。这些机械在各个行业的生产过程中，进行各种机械化和自动化的生产作业，大大丰富了社会的物质生产，减轻了劳动强度，降低了生产成本。

按其使用的目的不同，机械又可以分为动力机械和工作机械两大类。动力机械将自然能（燃料的热能、水力的位能、风力的动能以及太阳能和原子能等）、电能转化为机械能，以驱动其它机械工作。如内燃机、蒸汽机、燃气轮机、电动机等。工作机械则是将机械能作出有用的功或完成一定的能量转换，以达到作业的目的。如发电机将获得的机械能转化为电能，以

达到照明或加热等目的；起重机将重物举起以达到搬运和安装的目的。工作机械种类很多，又如泵、空气压缩机、轧钢机、织布机、金属切削机床等。也有些机械是动力机械和工作机械的统一体，如汽车，既是动力机械，又是工作机械。

各类机械的用途、性能和构造虽然不同，但都存在着以下三个共同的特征：

1. 各类机械都是由各种零件所组合的实体；
2. 机械的各部分之间存在着确定的、互相协调的相对运动；
3. 各种机械能代替人们的劳动，以完成一定的能量转换或作出有用的功。

同时具有上述三个特征的称为机器；只具有上述前两个特征的称为机构。机械则是机器和机构的总称。

通常，各种机器由四个部分组成：

1. 原动部分——是机器的动力发生装置，以驱动机器的其余部分工作，如机床中的电动机，汽车上的发动机等；
2. 执行部分——是机器实现某项作业所需的机械动作的工作装置，以完成一定的能量转换和作出有用的功，如车床的床头箱及刀架；
3. 传动部分——是机械中把动力由原动部分传递给执行部分的中间环节，如皮带、链条、齿轮、螺杆—螺母及液压等传动系统；
4. 操作和控制部分——是机器中由操作者根据需要启动和停止机器的运行，以及调节和改变机器工作部分的动作范围、速度、方向和防止意外事故等装置，通常由机械的、电气的或液压的一系列元件构成操作和控制的系统。

这四个部分可用右示框图表示其关系：

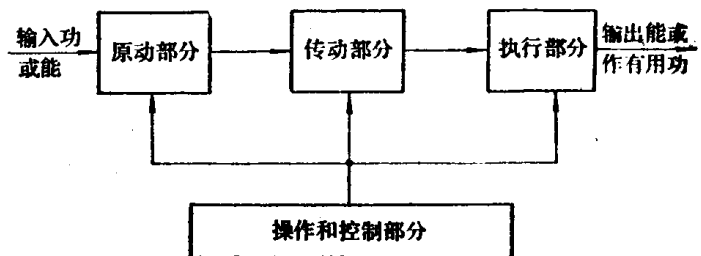


图 0-1

现以汽车为例，说明上述机器的三大特征和四个组成部分。汽车是一种典型的运输机械，它是一种人们按预定作业目的制造的各种零件组合的实体；它

的各部分之间具有确定的相对运动；它用于货运和客运，以作出有用的功。它的原动部分是发动机，用来产生驱动汽车工作的动力；执行部分是载重的车厢和驱动汽车前进、后退和转向的前、后桥及车轮；传动部分是变速箱、传动轴和差速器等中间环节，其作用是把发动机的动力传递给后桥及车轮；操作和控制部分是驾驶室中各种开关旋钮、操作手把、方向盘、脚踏控制板、各种监控仪表以及点火系统、供油量控制系统，还有离合、变速和转向系统，制动系统等。

在现代的机械中，操作和控制部分已发展成一种独立的自动控制系统，它用来代替人工操作，按照预先编制的程序自动控制机器的运行和完成作业所需的各种动作。当机械配备电脑以后，还能进行自动反馈和调节，有判断地自动完成各种编码动作，达到了“活化”程度。机械手和机器人在科学研究和生产实践中的广泛应用，展示着机械在未来社会发展中具有无穷的创造力。

三、机械制造的基本过程

任何一种机械产品都有着自己特定的生产过程。生产过程是生产者按设计图纸在工艺文

件的指导下，由材料到产品之间劳动的全过程。这一过程还可以划分成生产准备、毛坯制造、零件的机械加工、装配试车和油漆包装等阶段。大体上可以用图 0-2 的过程图来表示。

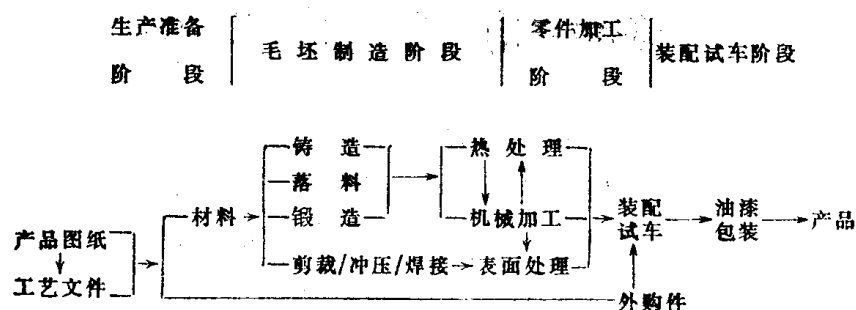


图0-2 机械产品生产过程示意图

一般说来，在生产准备阶段的工作包括：根据产品图纸和生产计划制订工艺文件；设计和制造专用工艺装备；组织材料及外购件等生产物资的供应；编制生产方案、组织车间生产。

在毛坯制造阶段，将铸锭、钢料、板材等材料通过铸造、锻造、冲压等方法制造出零件的毛坯。

在零件加工阶段，将毛坯进行机械加工，制成符合图纸要求的零件；有的零件还要经过热处理或表面处理等工序，才能成为合格的零件。

在装配试车阶段，将各种零件和外购件有顺序地装配成各个组件、部件，再总装成整台产品。通过调试合格后，油漆、包装、入库、出厂。

同一种机械产品，可以有这样或那样的生产过程。选定生产过程，一方面受客观生产条件的限制，另一方面则是由于生产技术水平及生产组织水平所造成的。一个好的生产过程，应该是在保证产品品种、产量和质量的同时，降低消耗获得最好的经济效益。所以，不仅要做好大量的技术工作，还要做好一系列的组织和管理工作。

第一篇 机械工程材料

机械工程材料是机器制造工业中所应用的材料的统称，其中应用最广的是金属材料，也有一部分是非金属材料（如塑料、橡胶等）。金属材料在现代工业、农业、国防、科学技术以及日常生活中都占有十分重要的地位。它之所以能获得如此广泛应用，是由于它有良好的机械性能、物理性能、化学性能及工艺性能，能采用较简便的工艺方法将其加工成所需的机器零件。

机器制造中所用的金属材料以合金为主，因为合金比纯金属具有更好的机械性能和工艺性能，而且成本较低。为了合理地选用材料，充分发挥材料的作用，以及为了正确制订铸造、压力加工、焊接、热处理和切削加工的工艺，都必须熟悉金属材料的有关知识。

非金属材料在机器制造工业中也占有一定的地位，特别是新兴的工程塑料，它的应用正因显示其优越而日益发展。

第一章 钢铁生产概述

钢铁生产包括从铁矿石炼成生铁，再由生铁熔炼成钢。所炼成的钢，除少数直接铸造成各种形状的铸件外，绝大多数是先铸成钢锭，再经过辗轧或锻压制成各种钢材（棒、带、板、管以及各种型材），钢材可直接使用或经机械加工后制成机器零件。钢铁的生产过程如图 1-1 所示。

§ 1-1 生铁的冶炼

冶炼生铁是用铁矿石、石灰石和焦炭作为原料，按一定比例投入炼铁高炉，经过冶炼得到各种生铁（铸造生铁、炼钢生铁、铁合金等）。

一、炼铁的原料

炼铁原料有铁矿石、石灰石和焦炭。铁矿石分：磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿和菱铁矿。铁矿石中铁以氧化铁形式存在。含氧化铁多，非铁氧化物少，易于被还原成铁的矿石是优质的铁矿石。铁矿石的分类和成分见表 1-1。石灰石作为熔剂，能与难熔的非铁氧化物，焦炭中的灰分结合成易熔化合物，形成流动性良好的熔渣。焦炭是冶炼生铁的燃料，它是将煤放在炼焦炉内经过干馏而成的。焦炭在高炉冶炼中，除供给热能外，还起还原剂和渗碳剂的作用。

二、高炉构造和工作原理

高炉的构造如图 1-2 所示。可分为五个部分：炉喉、炉身、炉腰、炉腹、炉缸。炉料以焦炭、铁矿石、熔剂分批地从炉喉处加入。在炉腹风口处不断地供给热的高压空气帮助焦炭燃烧，产生大量的热和二氧化碳。

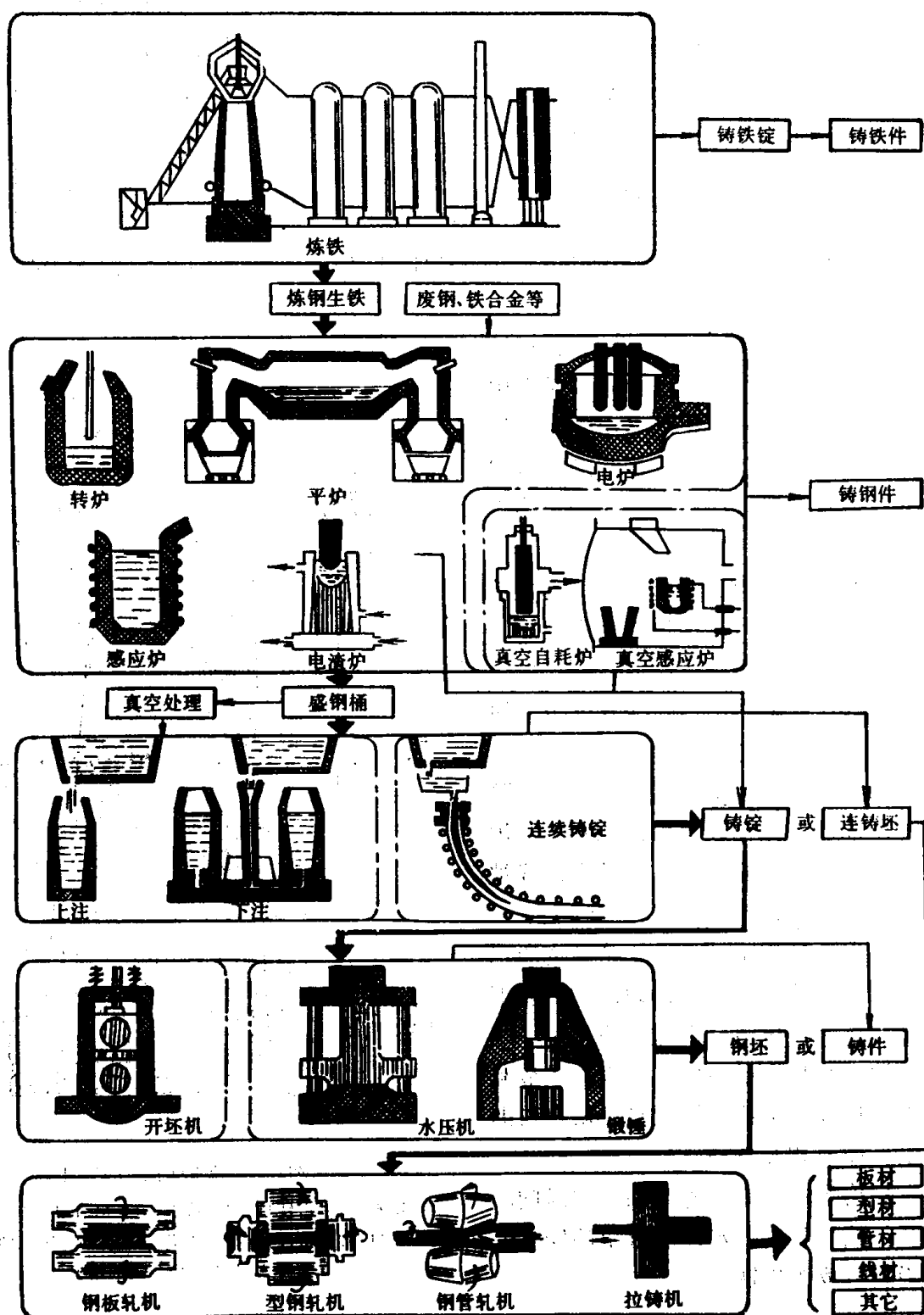


图1-1 钢铁生产过程示意图

表1-1 铁矿石的分类和成分

名 称	化 学 成 分	颜 色	冶 炼 性 能		
			含铁量%	有害杂质	还原性
磁 铁 矿	Fe_3O_4 + 非铁氧化物	黑 色	45~70	多	不好
赤 铁 矿	Fe_2O_3 + 非铁氧化物	红 色	55~60	少	好
褐 铁 矿	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{NH}_2\text{O}$ + 非铁氧化物	褐 色	35~55	磷多	好
菱 铁 矿	FeCO_3 + 非铁氧化物	灰 色	30~40	少	最好 (焙烧后)

炉气在上升过程中氧渐渐被用尽。于 1100°C 以上的温度时，二氧化碳被赤热的固体碳还原生成一氧化碳气体。

炉气上升的过程中不断预热炉料和还原矿石，随着炉料下降，铁不断地从铁矿石中被还原出来。开始被还原出的是海绵状的纯铁，然后不断与赤热焦炭中的碳接触进行渗碳并降低其熔点，最后熔化成铁水滴，滴入炉缸部分。

同时存在于炉料中的杂质元素，如锰是以二氧化锰的形式存在，因炉中温度很高，它能被一氧化碳和固体碳还原成锰；硅以二氧化硅形式存在于炉料中，在 1450°C 以上的温度被一部分固体碳还原成硅。

炉料中的有害杂质磷在高炉中无法除去，几乎全部被还原在铁水中；硫则可被炉渣吸收一部分，随炉渣的放出而带走，或被蒸发随炉气而逸出。

铁矿石中所含的杂质，主要是难熔的二氧化硅。二氧化硅是酸性氧化物，在高温下与碱性氧化物（氧化钙，由加入的熔剂——石灰石在炉内受热分解而成）作用，生成易熔化的中性炉渣。炉渣比铁水轻，熔化后即浮在铁水上面而相互分离。

在高炉冶炼过程中，每间隔一定时间，先行放渣，然后放出铁水，所放出的铁水，经冷却凝固后成为生铁。

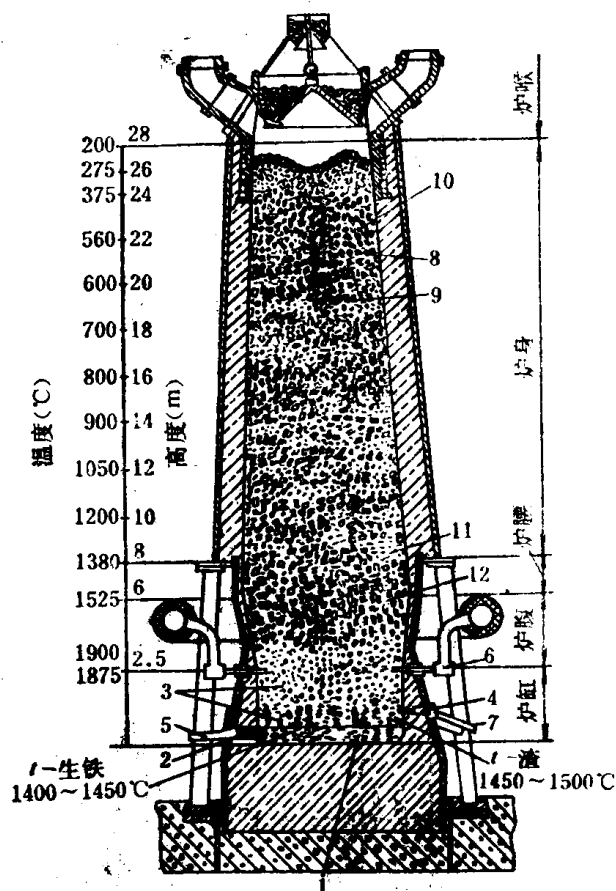


图1-2 高炉构造示意图

- 1—铁水 2—出铁口 3—熔渣 4—出渣口 5—出铁槽
6—风口 7—出渣槽 8—焦炭 9—铁矿石 10—熔剂
11—铁水滴 12—渣的熔滴

§ 1-2 钢 的 冶 炼

一、炼钢的基本原理

钢和生铁的主要区别是含碳量不同。钢的含碳量在 2% 以下，常用碳钢的含碳量都在 1.3% 以下，而生铁的含碳量可达 3.5~4.5%。而且生铁中的硅、锰、磷、硫等杂质与钢中的含量相比也高得多，所以炼钢的过程就是将生铁进行精炼，降低其含碳量，并除去其他多余杂质的过程。炼钢过程主要是一个氧化过程，在 1500~1700℃ 的高温下，通过氧化使生铁中的杂质进入熔渣，使过剩的碳氧化成一氧化碳气体而排出，最后得到所需成分的钢。由于钢的熔点比生铁高，所以炼钢过程，必须是升温过程。下面简要介绍炼钢过程。

通入炼钢炉中的氧，首先与铁生成氧化亚铁。氧化亚铁再与金属中的碳、硅、锰等元素化合成为一氧化碳、二氧化硅和氧化锰等，而铁则被还原出来。反应产物中的一氧化碳是气体，在逸出熔液时，使熔液沸腾，造成强烈搅拌，因而加速了各种反应的进行，并有利于除去钢中的气体和其他杂质。二氧化硅、氧化锰、氧化铁和熔剂石灰等相互作用生成炉渣，浮在钢水表面，在排渣时被除掉。

磷和硫在钢中通常是有害的，在炼钢过程中应该尽量除去。磷和硫在铁中分别以磷化二铁和硫化铁的形式存在。磷化二铁与氧化铁作用，生成五氧化二磷，而后再与所加入的石灰化合成稳定的磷酸钙，成为炉渣被排除。硫化铁先从铁水中转入炉渣，然后再与渣中的石灰反应，生成硫化钙成为炉渣也被排除。

在炼钢的后期，碳和其它杂质已被调整到规定的范围，但是由于向铁水中加入了大量的氧以除去杂质，因而当杂质氧化至所需程度时，钢中却溶入了过多的氧，而氧也是有害的杂质，所以必须经过脱氧，才能获得适合要求的钢。脱氧要向钢水中加入脱氧剂，如锰铁、硅铁和铝等。脱氧剂使溶解于钢水中的氧化铁还原，生成不溶于钢水的氧化物熔渣，然后上浮排除。

二、炼钢方法

根据炼钢设备的不同，目前主要有转炉、平炉、电炉等三种炼钢方法。

1. 转炉炼钢法 转炉炼钢是利用氧气或空气中的氧吹入温度为 1200~1300℃ 的铁水中，使其中的碳、硅、锰、磷等元素迅速氧化，并靠这些元素氧化时所放出的大量热量来升高铁水温度的一种炼钢方法。

最初的转炉靠鼓入的空气进行吹炼，分为底吹和侧吹两种。后来出现氧气顶吹转炉，迄今已成为主要的转炉炼钢方法。图 1-3 中 a、b 为底吹和氧气顶吹转炉示意图。按炉衬材料的性质，转炉又分为酸性（炉衬主要成分为二氧化硅）和碱性（炉衬主要成分为白云石或镁砂）两种。我国主要采用碱性炉衬。

氧气顶吹转炉炼钢从装料到出钢，周期很短，一般在 25~45 分钟左右。同时，因氮含量的显著降低，钢的质量也有显著提高。用这种方法还有可能生产优质碳素钢和合金钢，再加上成本低、投资少，所以应用很广。

2. 平炉炼钢法 平炉炼钢用煤气或重油作为燃料，喷入熔炼室进行燃烧，产生大量的

热使炉料熔化和升温, 保证熔炼过程的顺利进行。所用的主要原料是铁水和废钢, 靠炉气中的氧和加入的铁矿石使铁水中的杂质氧化, 其氧化过程是在熔渣与钢液的接触面上进行。

平炉也分酸性和碱性两种, 一般多用碱性平炉。平炉钢比较容易控制, 能用劣质原料炼出多种优质钢。但是它的缺点是炉子构造复杂、投资费用大、燃料热效率不高, 冶炼时间长(约8小时左右)。为了缩短冶炼时间, 目前已广泛采用各种吹氧工艺来强化平炉的冶炼过程, 效果非常显著。图1-3c为平炉示意图。

3. 电炉炼钢法 电炉炼钢法是利用电能作热源的炼钢方法。常用的电炉有电弧炉和感应炉两种。这种炼钢法主要用于生产各种优质合金钢, 如不锈钢、高速钢、耐热合金钢等。

电弧炉炉盖上开有圆孔, 供插入石墨电极用(图1-3d)。加入的炉料主要是废钢, 当通电时, 电极与炉料之间产生电弧, 造成很高的温度, 使之进行熔炼。在熔炼过程中所造成的熔渣是氧化性的。这种氧化性的熔渣使钢液中的碳、锰、磷、硫等大量降低, 特别是使硫降到0.3%以下, 所以电炉炼钢的质量最高。

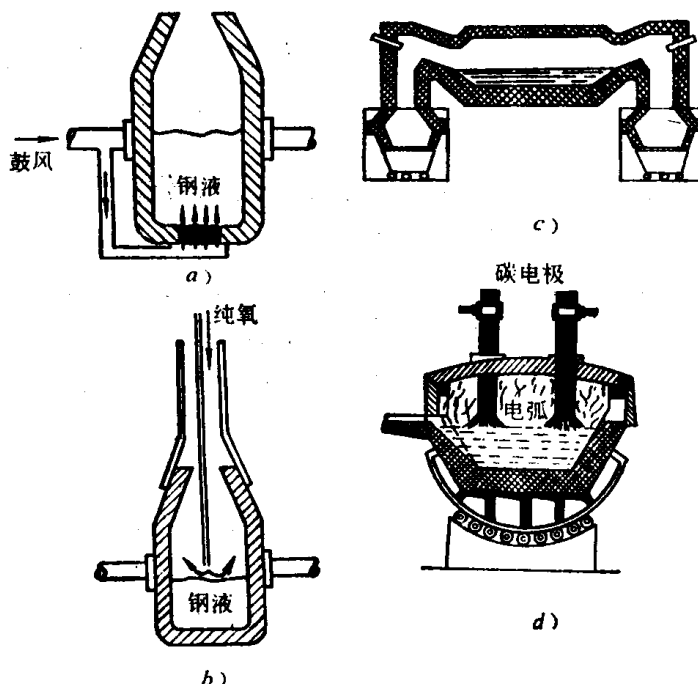


图1-3 各种炼钢方法示意图

a) 底吹转炉 b) 氧气顶吹转炉 c) 平炉 d) 电炉

§ 1-3 常用钢的型材

炼钢炉冶炼成的钢锭, 除一部分用于大型锻件外, 大部分通过压力加工的方法制成型材、板材、管材、线材等钢材。金属压力加工的主要生产方式有轧制、挤压、拉丝、自由锻造、模型锻造和薄板冲压等, 如图1-4所示。

钢锭大约有85~90%是经过轧制成材的。在轧制过程中, 钢材在转动的轧辊间通过, 逐步轧制成所需形状。轧制可以生产型钢、钢板、钢管和钢丝等。

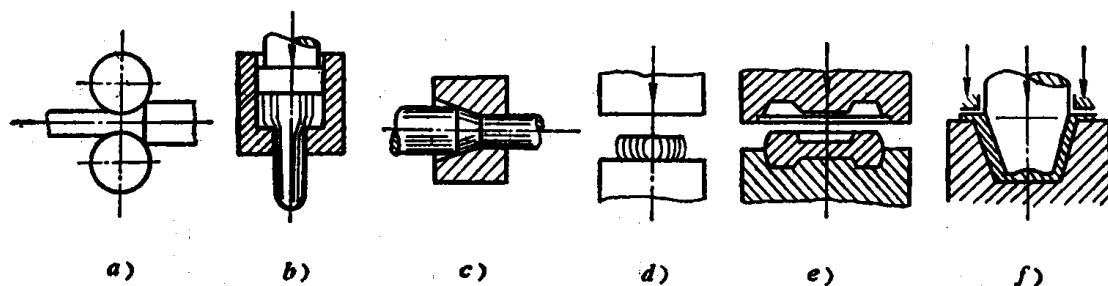


图1-4 金属压力加工生产方式示意图

a) 轧制 b) 挤压 c) 拉丝 d) 自由锻造 e) 模型锻造 f) 薄板冲压

一、型钢

型钢的品种很多，每个品种都有具体的规格，型钢的规格，通常用其断面形状的主要尺寸来表示。例如：圆钢的规格用直径(mm)表示；六角钢的规格用对边距离表示；工字钢的规格用高×腿宽×腰厚来表示等。常用型钢的规格表示方法见图1-5。

工字钢、槽钢和角钢还可以用号数表示规格的主要尺寸，工字钢和槽钢的号数表示其高度(cm)。例如，18号工字钢，表示高为18cm的工字钢。若工字钢或槽钢高度相同而腿宽和腰厚不同时，则在号数后面加a、b或c予以区别，如36a*、36b*、36c*等。角钢的号数表示其边宽(cm)，如5*、2.5/1.6*分别表示边宽为5cm×5cm的等边角钢和长边为2.5cm、短边为1.6cm的不等边角钢。异型钢（如窗框钢等）没有统一的规格表示，有的用型号表示，有的以断面面积表示。另外，直径5~9mm的圆钢单独分为一类，叫做线材。

二、钢板

钢板按厚度可分为薄板（厚度≤4mm）和厚板（厚度>4mm）。习惯上把20mm以下的厚钢板称为中板。

钢板以成张或成卷供应。成张钢板的规格用厚度×宽度×长度表示。成卷供应的规格用厚度×宽度表示。

厚板系热轧制成，薄板有热轧和冷轧两种。薄板还可经镀锌、镀锡处理，以防生锈。实际使用的薄钢板品种很多，如普通碳素钢薄板（黑铁皮）、普通低合金钢薄板、碳素结构钢薄板、合金结构钢薄板、镀锌薄钢板（白铁皮）、镀锡薄钢板（马口铁）、塑料复合薄钢板等。

厚度较薄、宽度较窄、长度很长的钢板常称为钢带。钢带亦可分为热轧和冷轧两种。热轧钢带厚2~6mm，冷轧钢带一般为0.05~3.6mm。

钢带可用普通碳素钢、碳素结构钢、弹簧钢、工具钢、不锈钢等制造，大多成卷供应，广泛用于制造焊管、垫圈、弹簧片、锯条、刀片等。

三、钢管

分为无缝钢管和焊接钢管两类，一般多为圆形断面，也有扁、方或其他异型断面的钢管。

1. 无缝钢管 无缝钢管是用钢锭或钢坯经过穿孔，热轧或冷轧等工序制成。无缝钢管圆周上没有接缝，比有缝钢管（焊接钢管）强度高。主要用途是用作输送水、煤气、蒸汽的管道和各种机械零件等。由于各种机器的不同，要求管子所能承受的压力不同，管壁厚度有

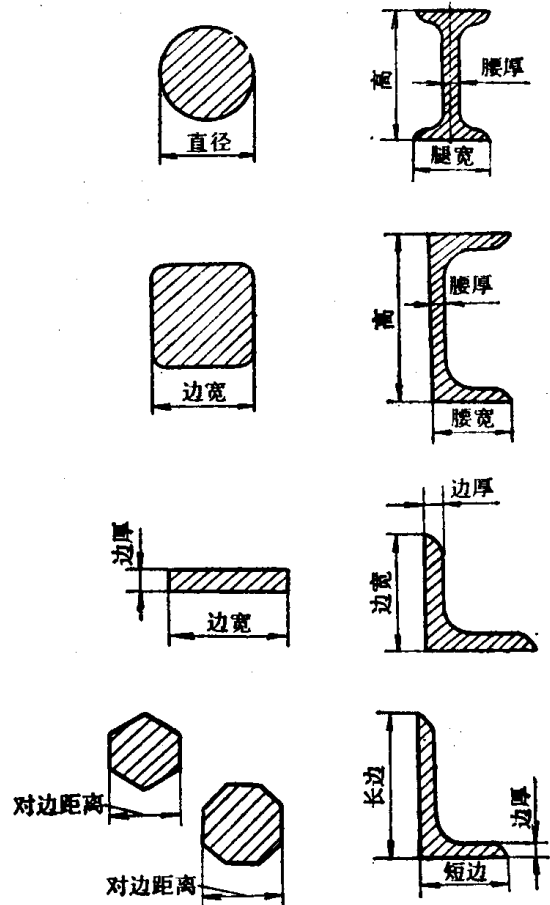


图1-5 型钢的规格表示方法

很大的差别。因此无缝钢管的规格以外径×壁厚表示。目前国产热轧无缝钢管的外径为32~630mm,壁厚为2.5~75mm。冷拔钢管的外径由2~150mm,壁厚为0.25~14mm。此外,还有外径小于5mm的叫毛细管,用于医疗方面用的注射针头。

2. 焊接钢管 焊接钢管是将坯料(钢带或钢板),经过卷压成型、焊接、精整等工序制造而成。

焊接钢管主要用于输送水、煤气、石油、电气敷线等。其规格用“公称口径”(英寸)表示。公称口径是内径的近似值,通常略小于实际内径。目前一般焊管有1/8"~6"共14种口径,镀锌钢管有1/2"~2 1/2"共七种口径。

四、钢丝

钢丝的种类很多,常用的有一般用途钢丝、弹簧钢丝、钢绳、钢丝等。其规格以直径的mm数表示,如直径1.20mm、7mm等。在实际工作中也常用线规号来表示钢丝的规格,号数愈大,直径愈小。部分线规号的直径见表1-2。

表1-2 钢丝的线规号和直径对照表

线 规 号	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
直径(mm)	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.2	2.9	2.6	2.3	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7

1. 一般用途的低碳钢丝 是用普通低碳钢热轧圆盘条拉制而成。分为冷拉钢丝和退火钢丝。冷拉钢丝表面光洁,退火钢丝允许有氧化皮。为了延长钢丝的使用寿命,经镀锌制成镀锌钢丝,由于镀锌钢丝的表面很象铅,故又俗称为“铅丝”。

2. 弹簧钢丝 用于绕制圆弹簧,分为碳素弹簧钢丝和合金弹簧钢丝两类。碳素弹簧钢丝经冷拉而成,用于制造在冷态下绕制成形且不经淬火的弹簧。合金弹簧钢丝绕制成弹簧后一般须经热处理。

§ 1-4 型材重量计算

一、型材重量计算方法

金属材料的理论换算重量,通常可以查阅金属材料重量计算手册中有关表格,得到各种形状型材的每米长度的重量,根据材料的总长度,即可计算出总重量。

此外也可根据材料截面形状,算出材料断面积,该面积乘以材料的比重和长度,即可计算出材料的重量。计算公式表示如下:

$$\text{重量} = \text{材料断面积} \times \text{比重} \times \text{长度}$$

常用钢材断面积的计算公式见表1-3。

二、型材重量计算图

在精确性要求不太高的情况下,可以利用金属材料重量计算手册中型材重量计算图求出一定大小材料的重量,使用这种计算图十分方便,而且计算较快。

例 已知圆截面钢棒,直径为10cm,长度为4cm,求其重量G?

解 使用计算图(图1-6)查出L为4cm, D为10cm两点。用直线连接这两点,与中间G尺相交,所得交点为2.3kg,即为该钢棒的重量。

例 已知六角形截面钢棒,内切圆直径为24.5mm,长度为24mm,求其重量G?