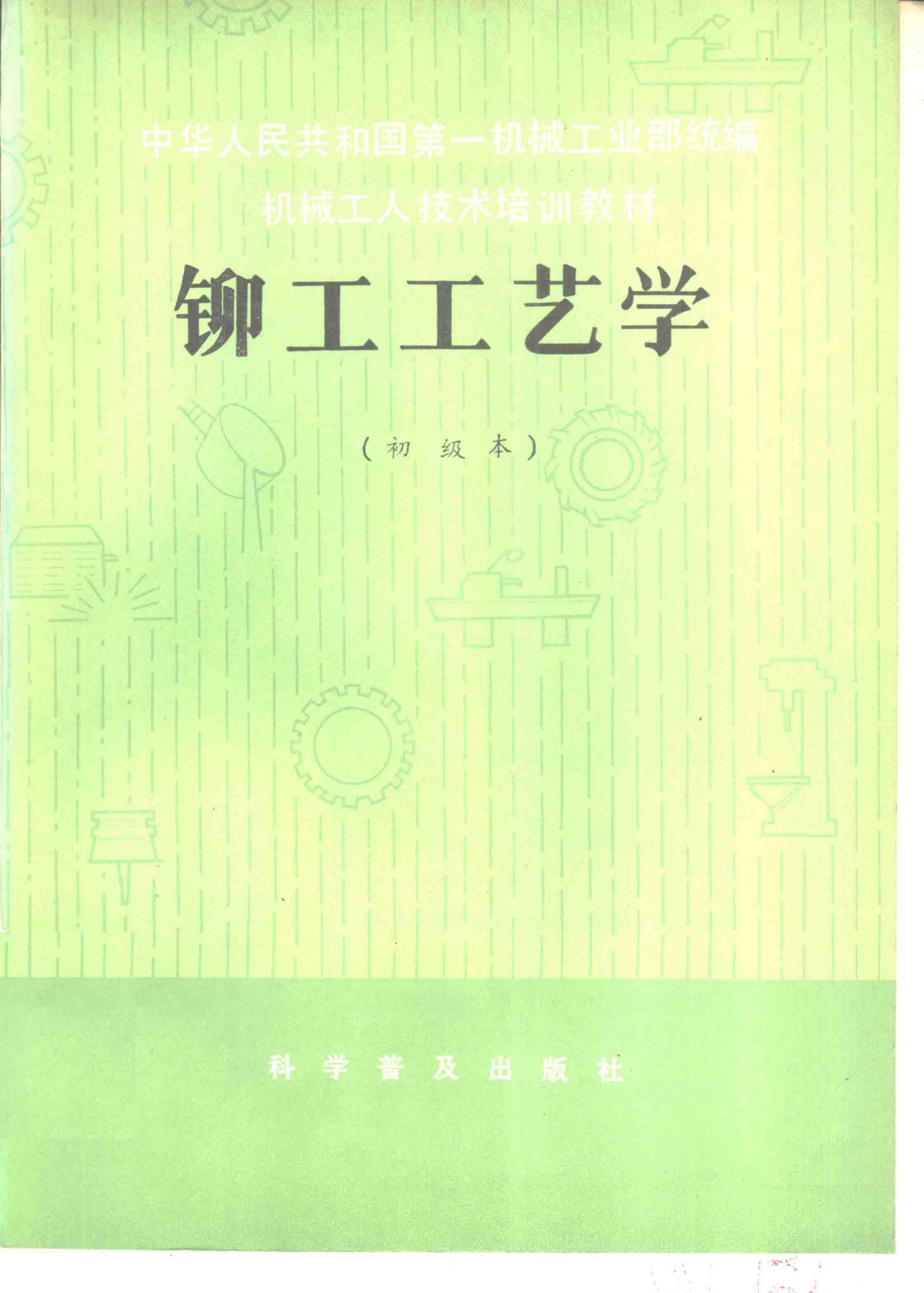


The background of the cover is a light green color with a pattern of vertical lines. Scattered throughout the background are several faint, stylized line drawings of mechanical components and industrial equipment, including gears, a ship, a pump, and a valve.

中华人民共和国第一机械工业部统编

机械工人技术培训教材

铆工工艺学

(初级本)

科学普及出版社

中华人民共和国第一机械工业部统编
机械工人技术培训教材

铆 工 工 艺 学

(初 级 本)

科学普及出版社

本书由第一机械工业部统编的机械工人技术培训教材。它是根据《工人技术等级标准》和一机部审定的工人技术培训教学大纲编写的。书中内容包括：金属材料的一般知识，钣金展开法和放样与号料，金属材料矫正的基本方法，下料和零件预加工，零件的弯曲与压延成形，金属结构的部件装配，焊接知识，铆接与铆缝，用电与吊运安全常识等。

本书是铆工技术培训的初级教材，也可供有关工人和技术人员学习参考。

本书由张柱林、温玉荆、华东同志编写，经易健、乐庚熙、吴慰慈、李宏波同志审查。

中华人民共和国第一机械工业部统编
机械工人技术培训教材
铆 工 工 艺 学
(初级本)
责任编辑 戴平川

科学普及出版社出版(北京白石桥紫竹院公园内)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北 京 印 刷 一 厂 印 刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：22 插页：1 字数：526 千字

1982年12月第1版 1982年12月第1次印刷

印数：1—80,000册 定价：2.00元

统一书号：15051·1057 本社书号：0542

对广大工人进行比较系统的技术培训教育，是智力开发方面的一件大事，是一项战略性的任务。有计划地展开这项工作，教材是个关键。有了教材才能统一培训目标，统一教学内容，才能逐步建立起比较正规的工人技术教育制度。

教材既是关键，编写教材就是一件功德无量的事。在教材行将出版之际，谨向为编写这套教材付出辛勤劳动的同志们致以敬意！

第一机械工业部第一副部长 **杨 铎**

一九八二年元月

前 言

为了更好地落实中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，对工人特别是青壮年工人进行系统的文化技术培训，以适应四化建设的需要，现确定按初级、中级、高级三个培训阶段，逐步地建立工人培训体系，使工人培训走向制度化、正规化的轨道，以期进一步改善和提高机械工人队伍的素质。为此，我们组织了四川省、江苏省、上海市机械厅(局)和第一汽车厂、太原重型机器厂、沈阳鼓风机厂、湘潭电机厂，编写了三十个通用工种的初级、中级的工人技术培训教学计划、教学大纲及其教材，作为这些工种工人技术理论培训的统一教学内容。

编写教学计划、教学大纲及其教材的依据，是一机部颁发的《工人技术等级标准》和当前机械工人队伍的构成、文化状况及培训的重点。初级技术理论以二、三级工“应知”部分为依据，是建立在初中文化基础上的。它的任务是为在职的初级工人提供必备的基础技术知识，指导他们正确地使用设备、工夹具、量具，按图纸和工艺要求进行正常生产。中级以四、五、六级工“应知”部分为依据，并开设相应的高中文化课，在学完了初级技术理论并具有一定实践经验的工人中进行。它的任务是加强基础理论教学，使学员在设备、工夹具、结构原理、工艺理论、解决实际问题 and 从事技术革新的能力上有所提高（高级以七、八级工“应知”部分为依据，这次未编）。编写的教材计有：车工、铣工、刨工、磨工、齿轮工、镗工、钳工、工具钳工、修理钳工、造型工、化铁工、热处理工、锻工、模锻工、木模工、内外线电工、维修电工、电机修理工、电焊工、气焊工、起重工、煤气工、工业化学分析工、热工仪表工、锅炉工、电镀工、油漆工、冲压工、天车工、铆工等工艺学教材和热加工的六门基础理论教材：数学、化学、金属材料及其加工工艺、机械制图、机械基础、电工基础。

在编写过程中，注意了工人培训的特点，坚持了“少而精”的原则。既要理论联系生产实际，学以致用，又要有理论的高度和深度；既要少而精，又要注意知识的科学性、系统性、完整性；既要短期速成，又要循序渐进，在教学计划中对每个工种的培养目标，各门课程的授课目的，都提出了明确的要求，贯彻了以技术培训为主的原则。文化课和技术基础课的安排，从专业需要出发，适当地考虑到今后发展和提高的要求，相近工种的基础课尽量统一。

这套教材的出版，得到了有关省、市机械厅(局)、企业、学校、研究单位和科学普及出版社的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

编写在职工人培训的统一教材，是建国三十年来第一次。由于时间仓促，加上编写经验不足，教材中还难免存在缺点和错误，我们恳切地希望同志们试行中提出批评和指正，以便进一步修改、完善。

第一机械工业部工人技术培训教材编审领导小组

一九八一年十二月

目 录

第一章 铆工概述	1
第一节 铆工工作内容	1
第二节 金属结构的分类	1
第三节 金属结构的特点	2
第四节 钢结构的应用	3
第五节 金属结构的生产工艺流程	3
第二章 常用金属材料的基础知识	5
第一节 金属材料的性能	5
第二节 热处理的基本知识	11
第三节 钢的分类	15
第四节 钢材的品种	29
第五节 有色金属及其合金	31
复习题	33
第三章 钣金展开法	35
第一节 基本几何作图法	35
第二节 形体分析	48
第三节 求倾斜线的实长	51
第四节 画展开图	58
第五节 板厚处理	78
复习题	83
第四章 放样和号料	85
第一节 放样	85
第二节 号料	96
第三节 型钢弯曲件的号料	98
复习题	109
第五章 钢材矫正的基本方法	111
第一节 矫正的基本方法	111
第二节 矫正的工具与设备	113
第三节 板材的矫正	114
第四节 型材的矫正	119
复习题	131
第六章 下料	133
第一节 剪切下料	133
第二节 冲切下料	141
第三节 锯切	149
第四节 氧炔焰切割	153
第五节 等离子切割及其它切割	161
复习题	163

第七章 零件的预加工	165
第一节 孔的加工	165
第二节 攻丝与套丝	181
第三节 铰削	186
第四节 开坡口	189
第五节 钢材的拼接	192
复习题	195
第八章 零件的煨曲与压延成形	197
第一节 钢板、型钢的煨曲	197
第二节 压延	215
第三节 热煨	219
第四节 弯管与胀管	223
第五节 手工成形	228
第六节 有色金属材料的弯曲与压延	235
第七节 爆炸成形与冷缩成形	236
第八节 弯曲、压延成形后的修形	239
复习题	243
第九章 金属结构的部件装配	246
第一节 装配的技术基础	246
第二节 装配用夹具	251
第三节 装配的准备工作	258
第四节 焊接结构的装配	260
第五节 螺栓联接、铆接结构的装配方法	269
复习题	272
第十章 焊接知识	274
第一节 电弧焊	274
第二节 等离子弧焊接	284
第三节 气焊	285
第四节 焊接变形的预防	286
第五节 锡焊的基本知识	290
复习题	294
第十一章 铆接与钎缝	296
第一节 铆钉的种类与用途	296
第二节 铆接的种类与形式	297
第三节 铆铆钉的方法	301
第四节 钎缝	311
第五节 铆接质量缺陷及处理方法	313
复习题	315
第十二章 用电与吊运常识	317
第一节 用电安全常识	317
第二节 吊运常识	320
复习题	334
附录	335

第一章 铆工概述

第一节 铆工工作内容

铆工是金属材料结构制造中从事放样、号料、下料、煨曲、装配、铆接等主要工作的工种，是机器制造中的主要专业工种之一。在一些大批生产金属材料结构的工厂里，由于流水作业和机械化程度较高，从事铆作业的工人较多，往往对铆工作业过程中的全部工序进行不同的专业分工，有的是单工序独立作业，有的则是两三个工序合并作业。但在单件小批生产的工厂，则对整个作业不再进行较细的分段或按工序的分工，而是一包到底。

金属材料结构，简称“金属结构”。在金属结构中，钢结构为数较多，有色金属结构较少，而混合材料结构则更少。所谓钢结构，就是由钢板和型钢等钢材，用铆、焊、螺栓或胶等联接而成的结构；有色金属结构就是由有色金属采用上述方法联结而成的结构；混合材料结构就是由钢材、有色金属、铸锻件或其它少量的非金属材料混合制成的结构。

金属结构的采用起始于几千年前。随着科学技术的发展，特别是金属冶炼和轧制金属材料的生产技术不断改进、生产量的扩大和品种规格的增多，因此金属结构的生产技术也相应地日益提高。随着金属结构品种规格的增多，质量的提高，用途不断的扩大，使金属结构件不仅取代了大量的木结构和石结构，而且代替了许多铸锻件，它已经广泛应用于采矿、冶炼、石油化工、交通运输、房屋建筑、机器制造、国防、科研、轻工业等各个经济建设领域。

随着工业生产和技术的不断发展，在铆工操作方法上已由笨重的手工操作逐渐向机械化和自动化发展。如电子计算机放样，数控切割，自动钻铆机铆接，爆炸和电磁成型等等新技术已在铆工作业中逐步采用。

尽管铆工是一个独立工种，但在作业过程中又必须与其它工种密切协作，才能进行金属结构的生产。铆工和电焊工、气焊工在金属结构的生产中是相互关系最为密切的三个工种。因此，作为一个技术熟练的铆工，生产技术知识要比较广泛，不但要熟练地掌握识图知识，本工种各工序的技术基本理论知识和操作方法，还必须一般地掌握金属材料知识和焊接、电气、钳工、起重等操作方法和安全生产知识。

第二节 金属结构的分类

金属结构的用途不同，它的结构型式、使用原料和制造方法亦各不相同。因此金属结构的分类方法很多。由于分类的方法不同，所得出的类别也不一样。现简单地介绍如下。

按金属结构的用途可分为采矿设备结构、冶金设备结构、石油化工设备结构、机械设备结构、吊运起重设备结构、交通运输设备结构、电力设备结构、建筑结构、军工器械结

构、轻工和民用器具结构等。

按金属结构的所用材料可分为由钢材制成的钢结构，有色金属材料制成的有色金属结构，由钢材、有色金属和铸锻件混合制成的混合材料结构等。在以上各类中，又分为板材结构，即以板材构件为主体制造的结构，如机座、箱形梁、油罐等；型材结构，即以型材构件为主体制造的结构，如电塔、电架、桥梁、屋架等；板架结构，即以板材、型材混合制造的混合结构，如各种船舰、飞机、车辆等。

按金属结构的结构形式可分为桁架结构、容器结构、机器构件结构和一般构件结构等。桁架结构类似于型材结构，如屋架、桥架、铁塔等；容器结构类似于板材结构，如锅炉、油罐、箱等；机器构件结构随着机器的不同而多种多样，有整机是金属结构的，如除尘器，有部分是金属结构的，如机车、汽车等；一般构件结构，如门窗、床架、烟筒等。这种分类在计算强度上很有作用，而在实际生产中这种叫法较少。

按金属结构的联接方法主要可分为铆接结构、焊接结构、铆焊混合结构和螺栓联接结构四类。此外，还有胶联接结构、咬口联接结构、胀管联接结构等。本书以后各章节所涉及到的金属结构有关名称，主要是按这种方法分类的。

目前，由于科学技术的发展和国民经济建设的需要，特别是近几十年来，由于焊接技术的高度发展，使焊接结构和铆焊混合结构的采用越来越广，因而采用铆接方式的金属结构渐渐减少了。

第三节 金属结构的特点

金属结构的主要特点有如下几点：

(1) 材料选用方便、机械性能稳定、使用可靠。由于金属结构是以采用轧制材料为主，并且板材和型材的品种规格甚多，机械性能又稳定，因此，设计时容易选取所需要的材料。其构件具有重量轻、制造方便、成本低、强度好、质量可靠等优点。

(2) 可以适应多种工艺进行生产。根据工厂作业条件、生产规模的不同，可以组织流水作业或机械化、自动化生产，也可以采取手工操作和机械化相结合的生产方式，对单件小批生产而作业条件又差的工厂，亦可采取手工操作。

(3) 可以代替大型铸件或锻件，节省工时、材料和专用的大型设备，产品生产周期短，成本低。由于所使用的材料和制造工艺上的特点，一般来说，任何几何形状复杂的机器零件，凡能够铸造或锻造的，均可用铆焊工艺制造出来，有些难以铸造或锻造的大型零件，亦可采用金属结构代替之。如江南造船厂制造的一万二千吨水压机的立柱、横梁和底座等主要大件都是焊接的钢结构。又如大型水轮发电机底架也是钢板与铸钢焊接的混合结构。

(4) 可以代替木结构、石结构和混凝土结构，如屋架、桥架等，其强度高、使用期长。

(5) 金属结构的构件便于维护、拆换和修理。

金属结构除了以上优点外，它也存在着焊接结构内应力较大，构件易锈蚀等缺点。因此，需要分别采取消除内应力和防锈防蚀等措施。

第四节 钢 结 构 的 应 用

钢结构是金属结构中最主要而使用又最广的一类结构。这里分别将钢结构中的铆接结构、焊接结构、铆焊混合结构、螺栓联接结构的应用简述如下。

铆接结构指用铆钉联接的金属结构。这种结构是钢结构生产最早所采用的联接方式。在焊接技术还没有在钢结构制造中得到广泛的应用时，桥梁、厂房建筑、船舶、锅炉、化工设备、冶炼设备、汽车及矿车结构等制造中大都采用铆接结构。如我国南京长江大桥的桥架就是闻名中外的典型例子。

目前，焊接技术日趋完善并得到了广泛的应用，虽然铆接结构的应用在越来越多的被焊接结构所代替，然而仍有大量的构件须用铆钉来联接，如桥架、飞机上构件。同时，铆接技术随着科学技术的发展也在不断地革新、提高和完善。因此，铆接结构在实际应用中仍然具有一定的意义。

焊接结构是指用焊接方法联接的金属结构。这种结构是目前应用最为广泛的一种结构。在焊接技术发展的初期，人们对它的认识还是肤浅的，甚至在某种程度上还抱有怀疑。再加上沿用铆接习惯的影响，当时它的应用只限于一些小型和不太重要的结构上。但是随着焊接技术的不断发展和完善，人们在实践中发现它比铆接有许多优点，如省钢材、质量高、密封性好、作业程序简化、劳动强度低、生产效率高，在工业生产上才得到了广泛的利用。

焊接的主要缺点是容易产生焊接变形及内应力，因而会影响构件的质量。

铆焊混合结构就是大部分采用焊接方式而特殊部用铆接方式的金属结构。

由于工业的发展，目前，完全采用铆接方式制造的结构，已经逐步减少了，但在生产实践中，往往用铆焊混合结构来弥补焊接结构中存在内应力及焊接变形的缺点，同时也方便了在工地上安装找正工作。

螺栓联接结构就是用螺栓将构件与构件紧固成为一体的联接方式。它属于机械联接的一种。螺栓联接与铆接和焊接比较，其特点是安装、拆卸方便，但易松动，要经常维护。其用途也比较广泛。

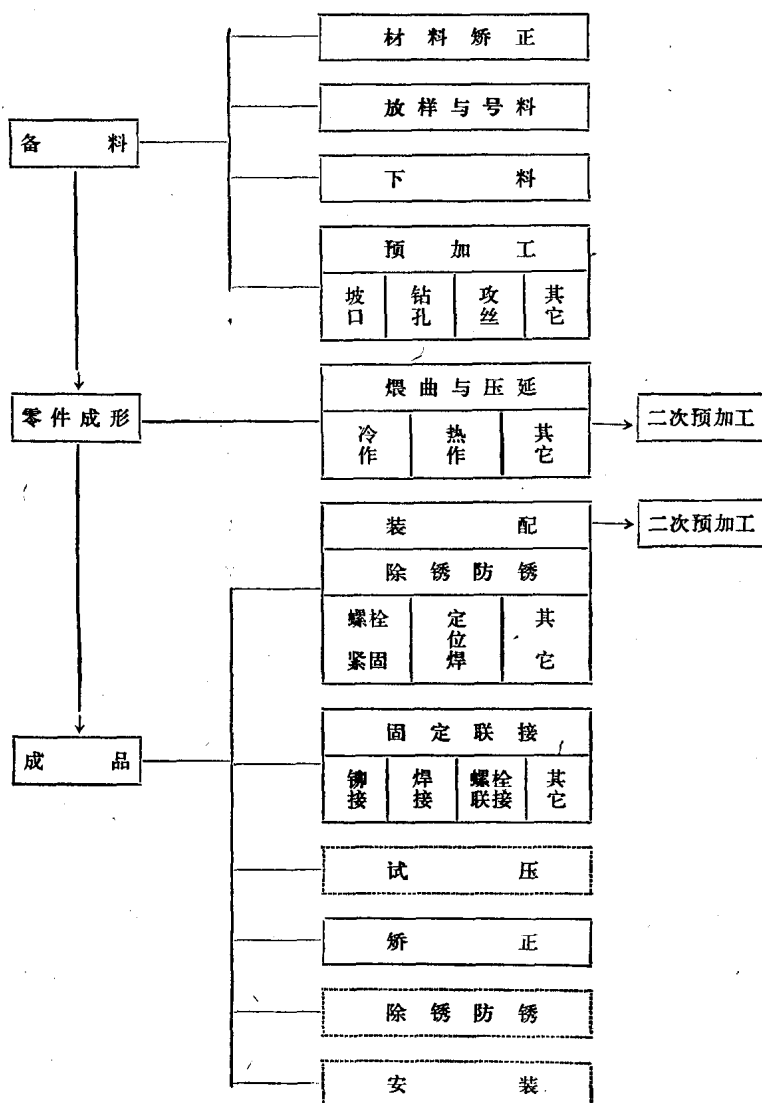
第五节 金属结构的生产工艺流程

制成一个机械产品或构件要经过很多道工序和较多工种的配合，甚至许多工厂的配套与协作。在一个单位内的制造产品过程中，由于工序多，所以对加工顺序要周密安排，编制工序卡片，尽可能的避免或减少工件倒流，以减少往返运输和周转时间，加速生产进度。这种以制造产品的加工顺序来组织工艺路线的作业方法，叫做流水作业。

金属结构的生产，有全厂性协作的，有分车间、工段或小组生产的。不论产品品种的多少、结构的繁简、生产规模的大小，但金属结构的制造程序却基本相同，它的生产工艺流程如表 1-1 所示。

金属结构的生产工艺流程简表
主 要 工 序

表 1-1



第二章 常用金属材料的基础知识

铸工的工作主要是制造各种金属材料的构件，因此必须了解与掌握金属材料的基础知识。

第一节 金属材料的性能

一、金属材料的机械性能

金属材料制成的构件，在使用过程中，都要承受不同形式的外力作用，如拉力、压力、剪切力等。金属材料所承受的外力称为载荷（负荷、负载），载荷因其作用性质不同可以分为静载荷、动载荷、交变载荷等。当外力大小不变或变动很慢地施加于构件时称为静载荷；当外力突然很快地施加于构件时称为冲击载荷；有的外力的大小或方向作周期性变化的称为交变载荷。

金属材料在外力作用下所表现出的各种物理特性，称为机械性能，它是金属抵抗外力的能力，如强度、塑性、硬度、冲击韧性和疲劳强度等。

金属材料在外力的作用下，引起尺寸和形状的改变称为变形。这种变形可分为压缩（收缩）、拉伸（伸长）、剪切（切断）、扭转和弯曲等。

图 2-1 是金属材料在不同载荷作用下的变形情况。

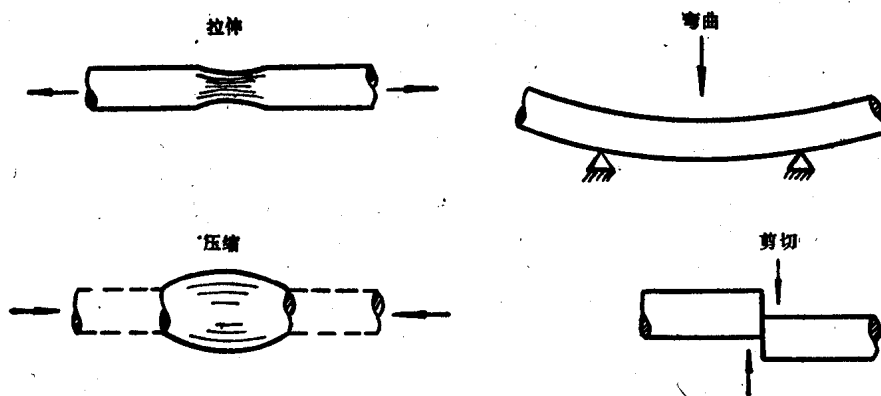


图 2-1 材料受力的形式

（一）强度

强度是材料在外力作用下抵抗变形和破坏的能力。为了便于比较各种材料的强度，常用单位面积上材料的抗力来表示材料的强度（或称应力）。根据材料所受的外力形式不同，材料的强度又分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度和剪切强度等。材料的强度可通过按规

定尺寸的试样在拉伸试验机上求得。

进行拉伸试验时,采用如图 2-2 的拉伸试样。试样可分为长、短两种,长试样 $L_0:d_0=10$,短试样 $L_0:d_0=5$ 。

拉伸试验是将拉伸试样装夹在拉伸试验机上,在拉伸试验过程中随着载荷的均匀增加使试样不断地由弹性伸长过渡到塑性伸长直至断裂。一般试验机上装有自动记录装置,可把作用在试样上的力和所引起的伸长,描绘出负荷的伸长曲线,即拉伸图,见图 2-2 和图 2-3。

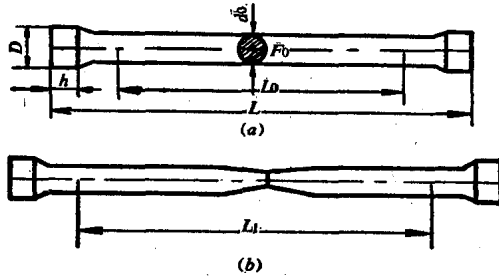


图 2-2 钢的标准拉伸试样
(a) 拉伸前; (b) 拉伸后

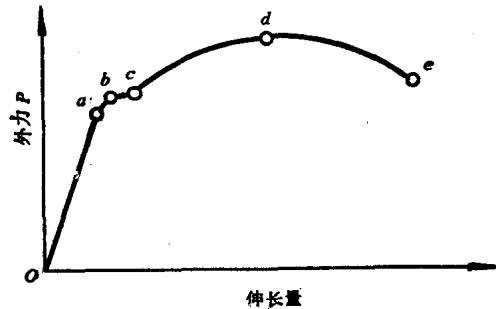


图 2-3 低碳钢的拉伸曲线图

图 2-3 是低碳钢的拉伸图,图中纵坐标是载荷 P (公斤力),横坐标是伸长量(毫米)。从图中可看出,金属试样在载荷作用下要发生变形。

当载荷较小 (Oa 阶段) 时,试样的伸长量与载荷成正比例增加。卸除载荷后,试样就立即恢复原来的形状和尺寸,这叫弹性变形阶段。此阶段的载荷与伸长量保持直线关系。

当载荷增加至 b 点,此时若卸除载荷,试样也将恢复原有尺寸,此阶段中载荷与伸长不再成正比例的直线关系,但是还属于弹性变形阶段。

当载荷自 b 点增加到 c 点时,在载荷不变的情况下,试样继续伸长,变形仍在增加,即材料丧失了抵抗塑性变形的能力,这种现象叫做材料的屈服。此时开始产生明显的塑性变形。若载荷继续增加到 d 点,变形仍不断增加,这种现象叫做加工硬化。当变形到 d 点后,试样的某一部分截面开始急剧缩小,出现了“颈缩”。出现颈缩以后,变形主要集中在颈部上,其它部分不再伸长,即试样由均匀变形过渡到集中变形,由于颈部附近试样面积急剧缩小,致使载荷下降。当达到 e 点时,试样发生断裂,此时的载荷叫做断裂载荷。

工业上使用的金属材料中有些是没有屈服现象的,如退火的合金钢等。对脆性材料的灰铸铁不仅没有屈服现象,也不产生“颈缩”。

1. 抗拉强度 金属材料抵抗外力破坏作用的最大能力叫做抗拉强度,也称强度极限。用符号 σ_b 表示,单位是公斤力/毫米²。

机械零件在选用金属材料时,要注意它的强度极限,材料的强度极限越高,它能承受的应力越大。

2. 屈服强度 金属材料所受外力到某一程度时,虽外力不再增加而仍继续发生塑性变形的现象叫“屈服”。开始发生屈服现象的应力叫做屈服强度或称屈服极限,用符号 σ_s 表示,单位是公斤力/毫米²。

屈服极限是选用金属材料重要的机械性能。机械零件所受的应力,一般都应小于屈服

极限，否则就会产生明显的塑性变形。

(二) 塑性

金属材料在受力后产生永久的变形而不破裂的性能叫做塑性。金属材料塑性变形除形状或尺寸改变外，其内部组织和结构也发生变化，从而引起性能的变化。这种塑性变形常以伸长和收缩量来衡量。

1. 延伸率 材料受拉力作用被拉断时，延伸的长度与原始长度的百分比叫做延伸率，用符号 δ 表示。试样长度等于 $5d$ 、 $10d$ 时分别用符号 δ_5 、 δ_{10} 表示。

2. 断面收缩率 材料受拉力作用被拉断后，断面缩小的面积与原断面的面积的百分比叫做收缩率，用符号 ψ 表示。

延伸率和收缩率其数值越大，表示塑性越好。良好的塑性材料有利于进行锻压、冷冲和冷拔等成形工艺。

(三) 冲击韧性

金属材料抵抗冲击载荷的能力，称为冲击韧性，简称韧性。

试样被冲断时，其断面上单位面积所消耗的功，叫冲击值，或称冲击强度，用符号 a_k 表示，单位是公斤力·米/厘米²（功的单位是公斤力·米）。冲击值是材料主要性能指标之一。冲击韧性的大小与温度有关，因此，除在常温下检验冲击韧性外，对低温条件下使用钢结构和重要的焊接接头等还要作低温冲击试验。

(四) 硬度

金属材料抵抗硬的物体压入表面的能力，叫做硬度。根据硬度试验的方法不同，可分为布氏硬度（符号是 HB）、洛氏硬度（HR）、维氏硬度（HV）及肖氏硬度（HS）等。常用的是布氏硬度；而测定淬火的较硬钢材，则常用洛氏硬度。

(五) 疲劳

有很多机械零件，虽然工作载荷在屈服极限以内，但经过相当时间的使用也会发生断裂，这种现象叫做疲劳。金属在无数次交变载荷作用下而不致引起断裂的最大应力，叫做疲劳强度或叫疲劳极限。

实际上不可能作无限次数交变载荷试验，试验时一般规定，钢在经受 $10^6 \sim 10^7$ 次，有色金属经受 $10^7 \sim 10^8$ 次交变载荷作用时不产生断裂的最大应力叫做疲劳强度，用符号 σ_{-1} 表示。

金属材料的疲劳强度，与它的化学成分、表面状态、组织结构、夹杂物含量和分布情况以及应力分布等有一定关系。若零件表面进行热处理、强化处理等则能提高疲劳强度。一般钢铁的弯曲疲劳强度值只有抗拉强度的一半左右。

二、金属材料的物理性能和化学性能

金属的物理性能包括密度、熔点、导热性、导电性、热膨胀性和磁性等。金属的化学性能包括抗腐蚀、抗氧化和热安性等。

(一) 密度

物体质量与其体积的比值，叫做密度。如钢的密度一般为 7.85 公斤/分米³，铝的比重一般为 2.7 公斤/分米³ 等。

金属材料熔点及导热系数

表 2-1

名 称	熔 点(°C)	导 热 系 数 (千卡/米·时·°C)	名 称	熔 点(°C)	导 热 系 数 (千卡/米·时·°C)
灰口铁	1200	40~80	铝	658	175
铸 钢	1425		铅	327	30
软 钢	1400~1500	40	锡	232	54
黄 铜	950	80	锌	419	95
青 铜	995	55	镍	1452	51
紫 铜	1083	338			

注：表中的导热系数数值指 0~100°C 的范围内

材料线膨胀系数 $d(1/°C)$

表 2-2

材 料	温 度 范 围 (°C)			
	20~100	20~200	20~300	20~400
工程用铜	$(16.6\sim17.1)\times10^{-6}$	$(17.1\sim17.2)\times10^{-6}$	17.6×10^{-6}	$(18\sim18.1)\times10^{-6}$
红 铜	17.2×10^{-6}	17.5×10^{-6}	17.9×10^{-6}	
黄 铜	17.8×10^{-6}	18.8×10^{-6}	20.9×10^{-6}	
锡 青 铜	17.6×10^{-6}	17.9×10^{-6}	18.2×10^{-6}	
铝 青 铜	17.6×10^{-6}	17.9×10^{-6}	19.2×10^{-6}	
碳 钢	$(10.6\sim12.2)\times10^{-6}$	$(11.3\sim13)\times10^{-6}$	$(12.1\sim13.5)\times10^{-6}$	$(12.9\sim13.9)\times10^{-6}$
铬 钢	11.2×10^{-6}	11.8×10^{-6}	12.4×10^{-6}	13×10^{-6}
40 CrSi	11.7×10^{-6}			
30 CrMnSiA	11×10^{-6}			
3 Cr13	10.2×10^{-6}	11.1×10^{-6}	11.6×10^{-6}	11.9×10^{-6}
1 Cr 18 Ni 9 Ti	16.6×10^{-6}	17.0×10^{-6}	17.2×10^{-6}	17.5×10^{-6}
铸 铁	$(8.7\sim11.1)\times10^{-6}$	$(8.5\sim11.6)\times10^{-6}$	$(10.1\sim12.2)\times10^{-6}$	$(11.5\sim12.7)\times10^{-6}$
镍铬合金	14.5×10^{-6}			

材 料	温 度 范 围 (°C)			
	20~600	20~700	20~900	20~1000
工程用铜	18.6×10^{-6}			
红 铜				
黄 铜				
锡 青 铜				
铝 青 铜				
碳 钢	$(13.5\sim14.3)\times10^{-6}$	$(14.7\sim15)\times10^{-6}$		
铬 钢	13.6×10^{-6}			
40 Cr Si				
30CrMnSiA				
3 Cr 13	12.3×10^{-6}	12.8×10^{-6}		
1 Cr 18 Ni 9 Ti	17.9×10^{-6}	18.6×10^{-6}	19.3×10^{-6}	
铸 铁	$(12.9\sim13.2)\times10^{-6}$			
镍铬合金				17.6×10^{-6}

知道各种金属材料的比重就能计算出它的重量。金属材料的重量计算是铆工应掌握的基本知识。可以根据工作图计算每个构件和整个结构重量,以便进行备料、施工、起重、运输等工作。

(二) 熔点

金属或合金的熔化温度,叫做熔点。各种金属都有各自的熔点。

熔点高的金属有钨、钼、铬、钒等;属于易熔的金属有锡、铅、锌等。金属材料熔点,见表 2-1。

(三) 热膨胀

金属和合金受热时体积会胀大,冷却时则收缩,这种性能叫做热膨胀性。热膨胀的大小是用线膨胀系数或体膨胀系数来表示。各种金属的膨胀系数不同。铆工在进行金属材料加热制造、装配和安装时要考虑热膨胀性,以预防变形和开裂。体膨胀系数是线膨胀系数的 3 倍。钢的线膨胀系数一般按平均值 0.000012 计算。为了便于记忆,可以认为 1 米长的钢材升温 100°C 即伸长 1.2 毫米。材料线膨胀系数,见表 2-2。

(四) 导热性

金属在加热或冷却时传导热能的性质叫做导热性,用导热系数来表示,见表 2-1。

导热性好的金属散热也快,因此它多用于制造热交换器等需要散热的零件。

(五) 导电性

金属传导电流的性能,叫做导电性。导电性最好的金属是银,其次是铜和铝。工业上常用铜、铝或它们的合金做导电结构材料。

(六) 磁性

金属导磁的性能叫做磁性。具有导磁能力的金属都能被磁铁吸引。铁、镍、钴等都具有较好的导磁性,也叫做磁性金属,它们是制造电动机和电讯器材的主要材料。但对于某些金属来说,磁性随着它的温度变化而发生变化,如铁在 768°C 以上就没有磁性。

(七) 耐腐蚀性

金属材料在常温下抵抗氧、水汽、酸、碱、盐等物质腐蚀的能力,叫做耐腐蚀性。

(八) 热安定性

金属在高温状况对氧化的抵抗能力,叫做热安定性。如各种工业锅炉、加热设备、汽轮机、喷气发动机、火箭、导弹等产品中,有许多零件处于高温状态下工作,制造这些零件的材料,要求有良好的热安定性,故必须采用耐热材料。

三、金属材料的工艺性能

金属材料的工艺性能是指它是否易于加工成形的性能,包括铸造性、锻压性、可焊性、热处理和切削加工性等。材料的工艺性能好坏对零件质量有着直接影响。

(一) 铸造性

铸造性就是金属材料能否用铸造方法制成优良铸件的性能,包括金属的液态流动性,冷却时收缩率,偏析倾向和吸气性等。

(二) 锻压性

锻压性就是金属材料能否用锻压方法制成锻压件的性能。锻压性一般与材料的塑性及

其塑性变形抗力有关。锻压性包括金属抗氧化、冷镦、锻后冷却等性能。

(三) 可焊性

可焊性就是金属是否可以采用一定的焊接方法的性能。可焊性好的金属焊接接头不致产生冷裂或热裂等缺陷,并能获得一定的机械性能。

(四) 热处理工艺性能

热处理工艺性能包括材料的淬透性、变形开裂、回火脆裂、氧化脱碳等倾向和过热敏感、冷脆等性能。

(五) 切削加工性能

切削加工性能就是金属材料是否易于被刀具切削的性能。切削加工性能好的金属材料,对所使用的刀具磨损小,切削效率高。

四、合金元素对钢性能的影响

随着科学技术和国防工业的发展,对钢铁材料的性能提出越来越高的不同要求。如要求有优良的综合机械性能、较高的淬透性、耐腐蚀性、抗氧化性、耐磨性和红硬性等。为了满足这些不同要求,就必须采用合金钢。所谓合金钢,就是在碳钢的基础上,为了达到某些特定性能的要求,在冶炼时有目的地加入一些化学元素的钢。加入的元素叫做合金元素。

钢是铁和碳的合金,在钢中常用的合金元素及其作用分别简述如下。

锰(Mn) 锰能提高钢的强度和硬度以及淬透性和耐磨性。锰容易与钢中的硫化合,从而减少硫在钢中的危害程度。缺点是含锰较多时对过热较为敏感,有明显的回火脆性,影响钢的可焊性。

硅(Si) 硅能提高钢的强度、疲劳极限、耐蚀性及抗氧化性。硅与锰配合使用性能较好。此外,含硅量较高的硅钢片是重要的电工材料。

铬(Cr) 铬能提高钢的淬透性和强度,并具有良好的抗氧化性和耐腐蚀能力,是不锈钢的主要成分。

镍(Ni) 镍能提高钢的渗透性,使钢获得较高的强度,同时又能保持良好的塑性和韧性。镍与铬配合使用时,能提高钢的强度、韧性及耐热性。

钨(W) 钨能提高钢的硬度和耐磨性,有较良好的热强性和红硬性。在耐热钢中,钨是重要的强热元素。

钼(Mo) 钼能增加钢的淬透性与热强性。它还可以减少钢的过热敏感性和抑制锰钢、铬钢等由于回火所引起的脆性。

钒(V) 钒是钢中较好的脱氧剂,它有较好的细化晶粒的作用,使钢的强度和韧性同时得到改善,还能提高钢的耐磨性和回火稳定性。

硼(B) 硼能显著地提高钢的淬透性。

铝(Al) 铝可以细化晶粒,提高钢的抗氧化性能。它可使钢的组织细密,提高钢的韧性和减少冷脆,并能降低钢的过热敏感性。

钛(Ti) 钛能细化晶粒,使钢的组织致密,提高钢的硬度和韧性。它还可以降低钢的过热敏感性,改善钢的性能,但它对钢的塑性有所降低。