

铆工技术

铁道部中南六厂《铆工技术》编写小组

湖南科学技术出版社

铆工技术

铁道部中南六厂《铆工技术》编写小组

*

湖南科学技术出版社出版

(原由湖南人民出版社出版)

湖南省新华书店发行

湖南省新华印刷一厂印刷

*

1979年5月新1版第1次印刷

字数:53.2万 印数:1—15,000册 印张:23.125

统一书号:15204·6 定价:1.88元

内 容 简 介

本书着重介绍了铆工常用钢材、识图与下料、钢材的矫正方法、冲压成形（包括冲裁、弯曲、压延和手工成形）、钢结构的组装与连接以及展开下料等方面的技术要领和工艺操作。

全书内容密切结合生产实际，总结了现场的先进经验和新的工艺方法，同时吸收了有关技术资料，内容比较丰富，切合实用，插图也较多，文字通俗易懂。

本书可供从事钢结构生产的铆工自学，或作为业余技术教育的教材和技工学校铆工专业教材，也可供有关技术人员参考。

前 言

铆工是制造钢结构产品的主要工种。铆工和电焊工、氧气工等兄弟工种配合，制造出铁道机车车辆、钢结构桥梁、汽车、船舶、化工设备、矿山设备、冶金设备、起重机械、农业机械……中的钢结构件。因此，铆工在发展社会主义工业生产中是不可缺少的。随着我国社会主义建设事业的迅速发展，铆工技术的应用范围将越来越广泛。

一九七五年一月，在铁道部中南六厂职工技术教育工作会议上决定编写几本技术教材，其中《铆工技术》一书，委托铁道部田心机车车辆工厂和株洲车辆工厂负责组织编写。编写工作从一九七五年五月开始，到一九七七年初结束。在编写过程中，编写小组的同志深入工厂，广泛征求有关方面的意见，搜集有关技术资料，为编写工作作了充分准备。在初稿完成后，曾邀请经验丰富的老工人和技术人员进行了座谈和讨论，然后根据大家的意见又作了修改。在这一过程中，得到有关工厂党委、工人和技术人员的大力支持，梁棣基工程师等并为本书写了部分初稿，田心机车车辆厂工人大学也协助了我们的工作。在此，谨向他们致以衷心的感谢！

本书由铁道部田心机车车辆工厂和株洲车辆工厂的老工人赵德滋、王显宣、周秉文等同志执笔编写。由于我们思想和业务水平较低，经验缺乏，书中不免存在缺点和错误，恳请读者批评指正。

铁道部中南六厂《铆工技术》编写小组

目 录

第一章 钢材	(1)
第一节 钢的基本知识	(1)
一、钢的合金元素	(1)
二、钢的结构组织	(5)
三、钢的性能	(9)
四、钢的火花鉴别	(15)
第二节 钢材	(18)
一、钢的分类	(18)
二、钢材的品种	(32)
第三节 外界因素对钢材的影响	(39)
一、温度对钢材的影响	(39)
二、气体对钢材的影响	(40)
三、外力对钢材的影响	(41)
第四节 钢结构	(45)
第二章 识图与下料	(48)
第一节 识图	(48)
一、正投影图简介	(48)
二、识图的步骤和方法	(54)
三、图类	(58)
四、识图的基本知识	(65)
第二节 几何作图	(86)
一、画直角的方法	(86)
二、近似分度法及过任意三点作弧	(87)

三、各种相切的连接	(88)
四、正多边形的画法	(91)
五、椭圆的画法	(94)
第三节 下料	(98)
一、画线工具和画线符号	(99)
二、画料	(104)
三、放样	(106)
四、样板、样杆的制作	(108)
五、按实物下料的方法	(112)
六、合理用料	(114)
第四节 分离	(117)
一、机械分离	(117)
二、气割分离	(124)
三、等离子切割	(127)
四、手工分离	(129)
第五节 零件预加工	(132)
一、坡口的加工	(132)
二、型钢开缺口	(137)
三、钻孔攻丝	(138)
第三章 冲压成形	(142)
第一节 概述	(142)
第二节 冲裁	(148)
一、冲裁的变形过程	(149)
二、冲裁模	(150)
三、冲裁力的计算	(162)
四、降低冲裁力的方法	(166)
五、冲裁的排样法	(176)
六、有关冲裁模的一些常识	(179)

第三节 弯曲	(190)
一、计算下料	(191)
二、压弯	(198)
三、滚弯	(226)
四、拉弯	(236)
第四节 压延	(241)
一、压延的基本理论	(242)
二、压延系数	(246)
三、压延力的计算	(250)
四、设计压延模的有关计算公式	(256)
五、热压模的设计	(261)
六、压边圈的分类及性能	(269)
七、压延件毛料的计算	(277)
八、压延用的润滑剂	(284)
九、压延模充水新工艺	(286)
十、起伏压延	(288)
第五节 手工成形	(292)
一、板料的自由弯曲	(293)
二、折线弯曲件的压制方法	(298)
三、各种型钢的煨弯方法	(301)
四、型钢压台肩	(304)
五、板料的手工煨弯	(305)
六、薄板咬缝	(306)
七、人工煨制封头的方法	(308)
第四章 矫正	(312)
第一节 矫正的方法	(312)
一、机械矫正	(313)
二、火焰矫正	(315)

三、手工矫正	(320)
第二节 矫正的要领	(328)
一、分析工件变形的原因	(328)
二、分析钢结构的内在联系	(329)
三、找正确的弯曲点	(330)
四、按照实际情况采用冷矫正或热矫正	(331)
第三节 型钢的矫正	(333)
一、圆钢的矫正	(333)
二、角钢的矫正	(336)
三、槽钢的矫正	(339)
四、工字钢的矫正	(343)
第四节 板材的矫正	(348)
一、用滚板机滚平钢板	(348)
二、在压力机上矫平厚板	(351)
三、板材的手工矫正	(354)
四、板材的火焰矫正	(357)
第五节 钢结构的矫正	(360)
一、钢结构上薄板的矫正	(360)
二、梁柱的矫正	(361)
三、构架的矫正	(367)
四、圆筒形工件的矫正	(377)
五、其他工件的矫正	(381)
第五章 钢结构的连接	(385)
第一节 焊接	(385)
一、几种常用的电弧焊	(386)
二、电焊接头形式及其强度计算	(400)
三、焊接变形及其防止方法	(420)
四、钢结构产生裂纹的原因及其处理方法	(432)

五、气焊工艺	(438)
第二节 铆接	(441)
一、铆钉	(441)
二、铆接的形式	(445)
三、铆接的强度计算	(447)
四、铆接工艺	(453)
第三节 螺栓连接	(460)
一、螺栓的种类	(460)
二、螺栓连接的分类	(462)
三、螺帽的防松装置及其紧固工具	(463)
四、安装螺栓的方法	(465)
第六章 组装	(469)
第一节 组装的原理	(472)
一、组装的三要素	(472)
二、六点定位的规则	(473)
三、基准	(476)
第二节 组装的要领	(479)
一、中心线	(479)
二、对角线	(481)
三、水平度	(484)
四、垂直度	(488)
五、挠度	(490)
六、斜度	(494)
第三节 组装夹具	(495)
一、丝杆夹具	(496)
二、杠杆夹具	(502)
三、风动夹具	(504)
四、楔条夹具	(509)

五、偏心夹具	(513)
六、磁铁夹具	(515)
第四节 组装的方法	(517)
一、确定组装的步骤	(517)
二、选择合适的组装基准面	(520)
三、拟订组装夹具的类型	(523)
四、组装实例	(533)
第五节 组装胎的设计.....	(560)
一、设计原则	(560)
二、设计要求	(563)
三、设计的步骤	(566)
四、支承底座的设计	(568)
五、定位器的设计	(569)
六、压紧机构的设计	(574)
第六节 组装的准备工作	(591)
一、熟悉图纸	(591)
二、制订组装——焊接方案	(592)
三、合理布置工地	(594)
四、工具、量具、夹具、吊具的准备	(594)
五、检查零、部件	(603)
六、落实安全措施	(604)
第七节 组装工作的机械化和自动化.....	(605)
第七章 展开下料	(611)
第一节 几何形体分析.....	(612)
一、平面立体	(612)
二、曲面立体	(614)
第二节 作展开图的三种基本方法.....	(626)
一、平行线法	(626)

二、放射线法	(636)
三、三角形法	(640)
第三节 怎样求实长	(644)
一、旋转法	(644)
二、直角三角形法	(651)
三、直角梯形法	(658)
四、实例	(661)
第四节 怎样作交线	(669)
一、切线法	(671)
二、素线法	(677)
三、纬圆法	(681)
四、辅助平面法	(686)
五、辅助球面法	(689)
第五节 辅助投影面	(692)
一、利用辅助投影面求几何体截面的实形	(693)
二、利用辅助投影面作展开图	(698)
三、二次换面法	(700)
附录	(705)
附表1 普通碳素钢(甲类、特类)的机械性能	(705)
附表2 普通碳素钢(乙类、特类)的化学成分	(707)
附表3 优质碳素结构钢的化学成分	(709)
附表4 优质碳素结构钢的机械性能及硬度值	(711)
附表5 普通低合金结构钢	(713)
附表6 碳素工具钢的性能和应用	(715)
附表7 化学元素符号表	(716)
附表8 型钢理论重量的计算基本公式	(717)
附表9 钢材断面积的计算公式表	(717)
附表10 常用材料比重参考表	(718)

附表11	钢板每平方米面积的理论重量表	(718)
附表12	热轧圆钢、方钢及六角钢的尺寸及重量表	(719)
附表13	热轧扁钢的重量表	(721)
附表14	热轧等边角钢的尺寸及重量表	(722)
附表15	热轧工字钢的尺寸及重量表	(724)
附表16	热轧槽钢的尺寸及重量表	(726)
附表17	热轧不等边角钢的尺寸及重量表	(727)
附表18	结构钢焊条牌号及用途	(728)
附表19	高强度螺栓、螺帽、垫圈尺寸规格	(730)

第一章 钢 材

钢材在国民经济中的地位十分重要。钢材与其它金属相比，在数量上占有极大的比重，在用途方面，钢和铁遍及国民经济各个部门，是一切工业发展的基础。

第一节 钢的基本知识

铆工是专门从事钢构件制造和修理的工种，主要是对钢材进行下料、成型、组装、矫正等冷热加工。因此，铆工对于常用钢材的成分、结构及性能必须有所了解，只有这样，才能更好地发挥人的主观能动性，做到更合理地使用钢材。同时，也只有掌握了钢材的性能，才能采取相应的加工方法，以达到所要求的加工效果。

一、钢的合金元素

钢是铁和碳的合金，除含铁以外，还含有其他各种合金元素，现分述如下：

碳 它的含量多少对钢的机械性能影响很大。当含碳量不超过0.9%时，含碳量愈多，钢的硬度和抗拉强度也愈高。如果含碳量超过0.9%时，钢的硬度增高，脆性加大，强度降低；同时，延伸率、断面收缩率和冲击值也就降低，耐腐蚀也越差。

硅 钢中一般含有0.2~0.4%的硅。钢中加入0.5~0.6%以上的硅时，对机械性能有显著影响。例如中碳钢中加入1.0~1.2%的硅，经调质处理后，强度可提高15~20%，并能明显地提高钢的屈

服点和疲劳极限。

硅对提高钢的抗氧化性能和耐腐蚀性能均有良好的作用。此外，含硅2~4%的矽钢片，是重要的电工材料。

锰 它能溶解于钢中，并且能提高钢的硬度和强度，使钢耐磨。同时，锰容易与钢中的硫形成化合物，从而可以大大减少硫在钢中的危害。但是，如果钢中锰的含量过高，则会影响钢的可焊性。此外，锰存在于钢中还具有脱氧作用。钢中一般含锰量为0.3~0.5%。结构钢中加入一定量的锰能显著提高钢的淬透性。所以，含锰钢的机械性能比碳素钢好得多，已广泛用于机械制造中。

锰能扩大铁碳平衡图上的奥氏体区，是重要的奥氏体化元素，在钢中起稳定奥氏体的作用。

铬 能提高钢的淬透性，并且能显著提高钢的强度、硬度和耐磨性。在结构钢和工具钢中，铬是重要的强化元素。但是，铬会降低钢的塑性和韧性。

由于铬能提高钢的抗氧化和耐腐蚀性，因而也是耐热钢和不锈钢的重要合金元素。

镍 能提高淬透性，使钢具有很高的强度，同时又能保持良好的塑性和韧性。镍对提高钢的硬度不明显，几乎不影响钢的加工性能。

镍也能扩大奥氏体区，是重要的奥氏体化元素，被广泛应用于不锈钢和耐热钢中。另外，镍基合金具有更高的热强性能，是重要的耐热材料。

钼 它的主要作用是使钢具有热强性能，在高温下保持足够的强度和抗蠕变能力。结构钢中加入一定量的钼，对改善钢的淬透性和提高钢的机械性能十分显著。钼还可以减少钢的过热敏感性和抑制锰钢、铬钢、铬镍钢等由于回火而引起的脆性。此外，它还能与

钢中的碳生成钼的碳化物，具有很高的硬度和耐磨性，能提高工具钢的红硬性。

钨 对钢性能的影响和钼基本类似。但钨的硬度比钼高。钨和碳能生成特殊的碳化钨，具有很高的硬度和耐磨性。钨能显著提高工具钢的红硬性，成为工具钢的重要合金元素。在耐热钢中，钨是重要的热强元素。

钛 是钢中强脱氧剂和除气剂。它能细化晶粒，使钢的内部组织致密，起提高钢的硬度和韧性的作用。但对塑性有所降低。在钢中加入0.1~0.2%的钛，可以加强精炼作用，并且还可降低钢的过热敏感性，改善钢的性能。钛在钢中能生成碳化钛和氮化钛，起稳定碳和氮的作用。

铝 是作为强脱氧剂加入到钢中的。它可以细化晶粒，使钢的内部组织致密，起提高钢的韧性和改善冷脆的作用，并且还能降低钢的过热敏感性。铝还能提高钢的抗氧化能力。由于铝是富有元素且价格比较便宜，所以在耐热钢和耐热合金中常用它来代替铬。

钒 是钢中很好的脱氧剂和除气剂。在钢中加入少量的钒，能细化晶粒，可使钢的内部组织致密，起提高钢的韧性并降低其脆性的作用。铬钢中加入少量的钒，在保持钢的强度的情况下，能改善钢的塑性。此外，钒还能与钢中的碳形成碳化物，具有很高的硬度和耐磨性。

铌 对钢性能的影响和钒基本相似。它能细化晶粒，使钢的内部组织致密，并且还能降低钢的过热敏感性。铌对提高钢的抗蠕变性亦有作用。此外，铌对奥氏体型不锈钢抗晶间腐蚀很有效果，能够改善焊接性能。

铜 少量的铜能溶解于铁素体中，可以改善低合金钢的性能。但是，如果铜的含量超过限度，则会引起硬化作用，使钢的强度提

高，而塑性、韧性大大降低。铜有防锈抗酸作用，一般对钢的可焊性影响不大。

硼 微量的硼（约0.001%）能成倍地增加低、中碳钢的淬透性，因此在结构钢中硼被广泛用来作为辅助合金元素。在珠光体耐热钢中，微量的硼可以提高钢的高温强度。此外，硼吸收中子的能力很强，所以含硼0.1~4.5%的高硼低碳钢，可用于原子反应堆中。硼是富有元素，推广使用十分经济。

稀土^① 稀土元素是钢中很好的脱硫去气剂，可用以清除砷、锑、铋等有害杂质。钢中加入稀土元素后，可改变夹杂物的形状和分布，提高钢的质量。在高合金的不锈钢、耐热钢和电热合金中加入稀土元素，还能改善其铸态组织，从而改善其热加工性能，提高使用寿命。稀土元素和镁一样，也是铸铁中良好的球化剂，是生产球墨铸铁的重要原料。我国稀土元素资源丰富，有利于大力推广应用。

磷 是钢中有害元素。尽管它溶解于钢中能提高钢的强度和硬度，可是它会促使钢的晶粒粗大，并产生冷脆（尤其是低温下更为严重），剧烈地降低钢的塑性和韧性。因此，磷在钢中的含量一般不能超过0.05%。

但是，磷也有好的作用，它能增进铁的流动性，所以铸铁中允许有一定的磷含量。此外，磷能提高钢对海水的耐腐蚀能力和改善钢的切削性能。因而也发展了少数含磷的钢种。

硫 是钢中有害元素。硫不溶解于钢中，而是与铁化合成低熔

^①稀土元素是镧、铈等15个元素的总称，广义地讲，还包括有钇、铥共17个元素，它们的化学性质都很相似。

注：普通碳素钢、优质碳素钢、低合金结构钢所含合金元素可参看本书后面附表2、3、5。

点的硫化铁，引起钢的热脆性，使钢的热加工性和可焊性变坏，同时，硫化物会降低钢的机械性能。因此，硫在钢中的含量一般不超过0.05%，希望尽量减少含硫量。但是，有时为了改善钢的切削性能，也允许含硫量适当增加一些。

二、钢的结构组织

1. 钢的晶体结构

金属中的原子，都按一定的次序有规则地排列成结晶格子，所以绝大多数金属与合金都是晶体。这种原子有规则地排列，形成一定的空间几何形状，称为空间晶格，简称晶格。常见的有体心立方晶格和面心立方晶格等。

体心立方晶格如图1—1(a)所示，在立方体的中心和八个顶点各有一个原子。具有这种晶格类型的金属，有铬、钨、钼、钒和 α 铁（高于1390℃和低于910℃时）等。

面心立方晶格如图1—1(b)所示，在立方体的八个顶点和六个面的中心各有一个原子。具有这种晶格类型的金属，有铝、铜、镍、钴、铅、金、银和 γ 铁（910~1390℃之间时）等。

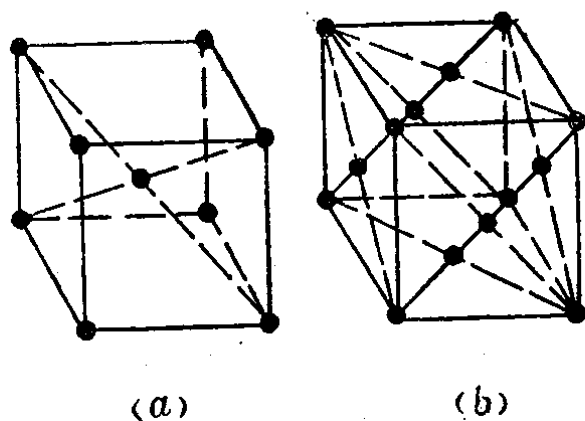


图1—1 常见的金属晶格

在金相显微镜下观察钢的结构时，能够看到钢的晶粒，它们之间有明显的晶界。晶粒内部则是由无数个原子按一定的晶格类型排列而组成的。晶格类型和晶粒的大小（或称粗细）都直接影响钢的性能。同一钢种，细晶粒比粗晶粒的强度和硬度要高，而塑性和韧性