

技工学校机械类通用教材

(第二版)



冷作工艺学

LENGZUOGONGYIXUE

机械工业出版社

本书是根据1982年版修订的。修订本除了保持原来的各章节外,在各章内容上作了一些必要的调整和增删,并尽量采用新的国家标准和法定单位制。书中比较系统地介绍冷作和钣金的基本理论知识和操作方法。全书共分五篇。第一篇备料,主要叙述钢材的基本知识和钢材的矫正;第二篇放样,着重介绍划线和下料、展开放样;第三篇加工成形,介绍钢材的切割、零件的预加工、弯曲成形、压制成形和特种成形等;第四篇钢材的联接,扼要地叙述焊接、铆接与胀接的原理与方法;第五篇产品的装配和制造,除了介绍装配知识外,并结合生产实际介绍典型产品的制造工艺等。本书还编写了《冷作工艺学习题集》与本教材配套使用。

原参加本书编写的有:梅启钟、陈华杰、朱长儒同志,黄世麟、李维杭、赵秉华、李金龙同志审稿。参加本书修订的有:梅启钟、李金龙、陈华杰同志,朱克昌、奚林根同志审稿。

冷 作 工 艺 学

(第二版)

技工学校机械类通用教材编审委员会 编

*

责任编辑:俞逢英

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16·印张 21 1/2·字数 523 千字

1982年5月北京第一版

1987年6月北京第二版·1987年6月北京第六次印刷

印数 113,501—129,900·定价:3.40元

*

统一书号:15033·5347

前 言

建国以来，我国的技工教育事业曾得到很大发展。技工学校的广大干部、教师辛勤劳动，努力工作，积累了不少教学经验，并编写过一套比较完整的技工学校教材，对保证教学质量、培训合格的技术工人，支援祖国的社会主义建设，发挥过积极的作用。

为了满足教学需要，不断提高技工学校的培训质量，加速实现我国的四个现代化，国家劳动总局和第一机械工业部委托上海市劳动局、上海市第一机电工业局负责全国机械类技工学校教材的编写工作。这次编写的教材共二十二种。计有：语文、数学、物理、化学、工程力学、机械基础、金属工艺学、电工与电子基础、机械制图、车工工艺学、钳工工艺学、铣工工艺学、磨工工艺学、刨工工艺学、铸工工艺学、锻工工艺学、木模工艺学、焊工工艺学、热处理工艺学、电工工艺学、冷作工艺学和工业企业管理基本常识。这套教学计划、教学大纲和教材，分别适用于二年制（招收高中毕业生）和三年制（招收初中毕业生）技工学校（其中数学，语文，物理，化学主要是供招收初中毕业生的学校使用的）。

在教学计划、教学大纲和教材的编写中，我们在坚持以生产实习教学为主的原则的同时，还强调了基本理论和基本技能的训练，注意了新技术、新工艺的吸收。在教学计划说明中，对各门课程的授课目的，提出了明确的要求，以便使这套教学文件能够更好地适应四个现代化的需要。

由于编写时间仓促，加之编写经验不足，这套教材可能尚存在不少缺点和错误，我们恳切地希望同志们提出批评指正，以便作进一步的修改。

技工学校机械类通用教材编审委员会

一九七九年五月

第二版说明

技工学校机械类通用教材，自一九八〇年出版发行后，在技工学校的教学、工矿企业工人技术培训等方面，发挥了很大作用，取得了较好的社会效益。但也存在一些问题。按照培养目标的教学要求，主要是部分教材内容偏多偏深，其中个别章节还有一些差错，各课程之间的协调配合不够紧密。同时，近年来随着国家新的技术标准和法定计量单位制的颁布，原教材中采用的技术标准、计量单位制已不再适用，亟需对这套教材进行修订再版。为此，我们组织了这套教材第二版编审委员会，聘请各门课程的大多数原编者，并适当吸收了在教学第一线的教师担任编审工作，对技工学校机械类通用教材的文化、技术、专门工艺学等课进行了修订，以满足当前技工培训的需要。另外，我们还新编了《机械制图习题集》、《机械制图习题集解答》与《机械制图》配套使用，并将《电工与电子基础》改名为《电工基础》。

由于修订时间仓促，调查研究不够深入，收集意见不够全面，仍有可能存在不当之处，我们恳切地希望大家批评指正，以供再次修订时参考。

《技工学校机械类通用教材》

第二版编审委员会

一九八六年三月

目 录

前言

第二版说明

绪论..... 1

第一篇 备 料

第一章 钢材的基本知识..... 3

§ 1-1 钢材的分类..... 3

§ 1-2 钢板..... 4

§ 1-3 钢管..... 8

§ 1-4 型钢..... 8

§ 1-5 钢丝.....12

§ 1-6 钢材的重量计算.....12

§ 1-7 钢材的验收、堆放和保管.....14

§ 1-8 钢材的预处理.....16

复习题.....19

第二章 钢材的矫正..... 20

§ 2-1 矫正原理.....20

§ 2-2 手工矫正.....21

§ 2-3 机械矫正.....27

§ 2-4 火焰矫正.....34

复习题.....38

第二篇 放 样

第三章 划线和下料..... 39

§ 3-1 划线的工具和使用.....39

§ 3-2 基本的划线方法.....42

§ 3-3 划线的基本规则和常用符号.....51

§ 3-4 放样.....52

§ 3-5 下料.....57

§ 3-6 合理用料.....58

复习题.....61

第四章 展开放样..... 62

§ 4-1 可展表面和不可展表面.....62

§ 4-2 平行线展开法.....63

§ 4-3 放射线展开法.....70

§ 4-4 三角形展开法.....75

§ 4-5 相贯体的展开.....81

§ 4-6 不可展曲面的近似展开	87
§ 4-7 板厚处理	92
§ 4-8 钢材展开长度的计算	94
复习题	103

第三篇 加 工 成 形

第五章 钢材的切割	107
§ 5-1 锯割	107
§ 5-2 砂轮切割	110
§ 5-3 剪切	111
§ 5-4 冲裁	125
§ 5-5 气割	131
§ 5-6 光电跟踪自动气割	145
§ 5-7 数控气割	146
§ 5-8 等离子弧切割	147
复习题	148
第六章 零件的预加工	150
§ 6-1 边缘加工	150
§ 6-2 钻孔	157
§ 6-3 攻丝和套丝	162
§ 6-4 零件的修整	165
复习题	167
第七章 弯曲成形	168
§ 7-1 卷板	168
§ 7-2 水火弯板	179
§ 7-3 型钢弯曲	181
§ 7-4 管子弯曲	184
§ 7-5 薄板手工成形	192
复习题	200
第八章 压制成形	202
§ 8-1 压弯	202
§ 8-2 压延	210
§ 8-3 旋压	220
§ 8-4 压制设备	223
复习题	228
第九章 特种成形	229
§ 9-1 爆炸成形	229
§ 9-2 橡皮成形	230
§ 9-3 液压——橡皮模成形	231
复习题	232

第四篇 钢材的联接

第十章 焊接	233
§ 10-1 气焊	233
§ 10-2 电弧焊接的基本原理	235
§ 10-3 手工电弧焊设备及工具	237
§ 10-4 焊条	239
§ 10-5 手工电弧焊工艺	242
§ 10-6 焊缝的缺陷分析及防止措施	248
§ 10-7 焊接应力与变形	250
§ 10-8 焊接件变形的矫正	254
复习题	256
第十一章 铆接与胀接	257
§ 11-1 铆接	257
§ 11-2 胀接	267
复习题	273

第五篇 产品的装配和制造

第十二章 装配	275
§ 12-1 装配的原理	275
§ 12-2 装配用的工夹具	277
§ 12-3 装配方法	285
§ 12-4 典型结构的装配	291
§ 12-5 装配的质量检验	300
复习题	301
第十三章 典型产品的制造工艺	302
§ 13-1 工艺规程的基本知识	302
§ 13-2 离心通风机的制造工艺	305
§ 13-3 桥式起重机的制造工艺	310
§ 13-4 压力容器的制造工艺	320
复习题	324
附录	325
附录一 常用法定计量单位的名称和符号	325
附录二 用于构成十进倍数和分数单位的国际词头	326
附录三 常用单位换算	327
附录四	327
表 1 热轧厚钢板品种(GB709—65)	327
表 2 热轧等边角钢(YB166—65)	328
表 3 热轧不等边角钢(YB167—65)	328
表 4 热轧轻型槽钢规格及锁口尺寸	329
表 5 热轧轻型工字钢规格及锁口尺寸	330

表 6	常用焊接方法字母	331
表 7	焊缝图形基本符号(GB324—80)	331
表 8	焊缝图形辅助符号	332
表 9	焊缝基本符号在横线上的位置(GB324—80)	333
表10	焊缝尺寸符号及标注方法	333
表11	焊缝基本符号与辅助符号结合应用示例	334

绪 论

将金属板材、管材及型材，在基本不改变其断面特征的情况下加工成各种制品的综合工艺称为冷作（统称金属制作）。从事冷作工作的工人叫冷作工，又名铆工。冷作工工作包括铆、放样、板金、冲压、煨曲、装配等。冷作常与焊接、金属切削、热处理、检验等工艺结合，以形成完整的产品制造过程。

产品的制造过程一般是由设计、毛坯制造、机械加工、热处理、装配和检验等工序组成，而毛坯的制造方法有：铸造、锻造和冷作焊接三种。

冷作加工的板料，既有厚板，又有薄板。厚度在2毫米以下的薄板加工，通常称为板金工作。冷作加工用的金属板材、管材和型材统称为成型材料。

用成型材料作为坯料，经加工后装焊而成的构件，通常称为冷作件。冷作件可以全部用成型材料组成，也可以成型材料为主和铸件或锻件结合装焊而成。

冷作件与铸锻件相比，具有如下的特点：

产品具有较高的强度、较低的结构重量；加工简便，所用设备简单；坯料允许以小拼大，可以制成各种复杂的结构；材料的利用率高，废品率低；结构设计的灵活性大，壁厚可以相差很大，这与铸锻件相比，具有很大的优越性；可按受力和工作情况，在不同的部位选用不同强度和不同的耐磨、耐腐蚀、耐高温等性能的材料；冷作件外形平整，加工余量少，可简化铸锻件的结构，从而可以减轻重量、缩短生产周期、降低成本。例如，12000吨[⊖]水压机的下横梁，采用冷作件的重量为260吨，而用铸钢件的话，则重达470吨。又如1250吨的单臂油压机的机架采用冷作件重135.2吨，而用铸钢件则重达195.5吨，可见冷作件比铸锻件可大大地减轻重量。随着国民经济的发展，轧制板料的比重迅速增长，薄板冲压件和中厚板结构件大量增加，铸、锻件将越来越多地被冷作件所代替。

冷作产品遍及国民经济的各个部门，例如电力工业中的锅炉、冷凝器、加热器等；机械工业中的制氧机、起重机、大型压力机机架；冶金工业中的高炉炉壳、轧机、炼焦设备；交通运输业中的飞机、机车、汽车、船体；建筑业中的屋架、桥梁，石化工业中的塔、器、球罐等。冷作工艺在海洋工程、核能装置及宇宙航行装置的制造中也得到广泛的应用。

冷作加工的基本工序有矫正、放样、下料、切割、弯曲、冲压、装配和铆接焊接等。按其性质可分为备料、放样、加工成形和装配联接四大部分。

备料主要指原材料和零件坯料的准备，其中包括材料的矫正，试验和验收等。如果零件的毛坯尺寸比原材料的规格大，还需要进行拼接，此时备料工作还包括划线、切割、装焊等内容。

放样是根据产品的零件图画放样图。根据放样图，可以确定产品或零件的实际形状和尺寸，以此制作样板。利用样板在原材料上划出加工线、各种位置线等。

加工成形就是将原材料上划得的零件轮廓用气割、冲、剪或等离子切割等方法，从原材料上割下，成为坯料，然后将坯料用手工方法或在模具中用机械方法加工成一定的形状。按

[⊖] 1吨=10千牛，下同。

零件成形的性质分弯曲、压制和特种成形等。按成形时坯料的温度情况分冷加工和热加工两种。冷加工就是金属在常温下加工成形，其优点是不需加热，操作方便。热加工就是金属经加热后在高温下加工成形，其优点是金属的塑性好、容易变形。

装配联接是将成形的零件组装成部件或产品，并用焊接、铆接、胀接或螺纹联接等方法连成整体。

由上可知，冷作并非全部是冷加工，实际上还包括热弯、热压、热矫正和气割等热加工工作。因此，在机械制造厂中，冷作工仍然属于热加工工种。

冷作产品在制造过程中的主要工艺顺序基本上是固定的，其大致顺序是从钢板的矫正、放样、下料、切割、坡口加工、成形、组装焊接到总装、检验。不论是何种产品、相同工序的基本原理、所有的工夹具和设备也大都相同。另外，冷作产品的制造性质大多属于单件或小批生产，这是冷作产品制造工艺中的两大特点。

冷作工艺学是一门研究冷作产品制造过程的综合工艺学科，它是在总结生产实践经验的基础上丰富和发展起来的。过去，冷作加工的机械化程度很低，主要依靠手工操作，劳动强度大，生产效率低，产品的质量和精度都受到限制。随着工业和科学技术的发展，冷作的机械化和自动化程度不断提高。在下料、切割方面，出现了如光学放样和自动下料，实现了划线的自动化；数控切割可使切割过程自动化；高速气割可使切割速度提高1~3倍；精密切割的误差不大于0.20毫米。在成形方面已出现了许多新工艺和新设备，如大型的剪板机，剪切厚度可达40毫米；大型的卷板机和压力机，其冷卷钢板厚度可达190毫米，热卷厚度可达380毫米，热冲压封头直径达4.5米，壁厚达300毫米。冷作的制造工艺已从手工操作逐步向机械化、自动化方向发展。

学习冷作工艺学必须理论联系实际，牢固掌握本工种的基础理论知识，并应用到生产实践中去，解决生产中的实际问题，只有这样，才能学好冷作工艺学，为社会主义现代化建设作出应有的贡献。

第一篇 备 料

备料是指在制造冷作产品前原材料的准备工作，它包括钢材的选择、验收、矫正和钢材预处理。要做好备料工作，必须了解钢材的牌号、性能和用途，以掌握其鉴别、矫正的方法等。

第一章 钢材的基本知识

为了适应工农业生产和科学技术发展的需要，迫切要求机械工业迅速增加产品品种和数量，提高产品的质量。当前，我国机械工业产品正朝着体积小、容量大、结构简单、重量轻、效率高、经久耐用的方向发展。因此，对于产品的设计、材料的选用都提出了更高的要求。

要正确、合理地选择和使用材料，首先要了解冷作所用材料的基本知识。

冷作用的材料有金属材料和非金属材料两大类。在金属材料中应用最多的是钢。

§ 1-1 钢 材 的 分 类

一、钢

含碳量低于 2.11% 的铁碳合金称为钢。钢中除含有铁、碳外，还含有硅、锰、硫、磷等元素。钢具有高的强度和韧性，同时具有良好的工艺性能，可以进行各种加工，因而在机械制造和钢结构中获得广泛应用。

二、钢材的分类

钢材是由钢锭经轧制、挤压和拉制等加工而成。

钢材按其横断面的形状特征来分，可分为板材（钢板）、管材（钢管）、型材（型钢）和线材（钢丝）四大类。它们分别由钢板轧机、钢管轧机、型钢轧机或拉丝机轧制或拉制而成，如图 1-1 所示。

钢材轧制分热轧和冷轧两种。钢锭用热轧，轧制前加热至高温，以提高其塑性，减少其变形抗力，经热轧后，钢的致密性得到提高，同时还可细化晶粒，减少钢中化学成分的不均匀程度，因而使钢的机械性能得到提高。但在轧制的同时，钢锭中的夹杂物沿金属变形方向被拉长，形成纤维组织。使钢材纵、横向的机械性能不同，例如在顺纤维方向的抗拉强度高，而在垂直于纤维方向的抗拉强度低；垂直于纤维方向的剪切强度高，而顺纤维方向的剪切强度低。冷轧是在常温下进行的，它以热轧半成品作为坯料，冷轧可得到表面光洁，尺寸精确、机械性能好的成品，如冷轧钢板、冷轧型钢等。

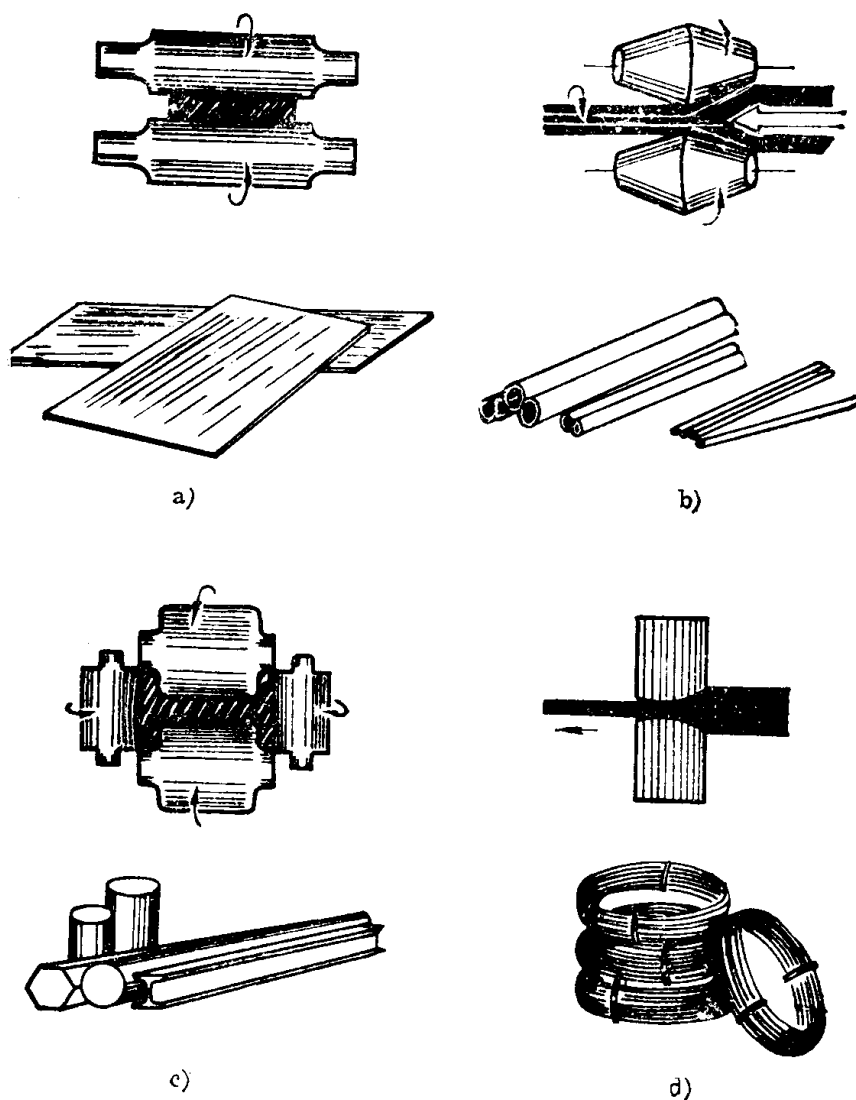


图1-1 轧制钢材示意图

a) 板材 b) 管材 c) 型材 d) 线材

§ 1-2 钢 板

钢板是冷作件制造中广泛应用的原材料之一，常用于制造压力容器、机身、壳体和钢结构等。钢板按其厚度分薄钢板和厚钢板两大类。

一、薄钢板

用热轧和冷轧方法生产的、厚度在4毫米以下的钢板，称为薄钢板。按国家标准规定供应的薄钢板，其厚度由0.2~4毫米，宽度由500~1500毫米，长度由1000~4000毫米。

根据不同的用途，薄钢板材料有普通碳素钢、优质碳素钢，合金结构钢、不锈钢、弹簧钢等。薄钢板有轧制后直接使用的，也有经过酸洗的（酸洗的薄钢板）、镀锌或镀锡后使用。薄钢板也有成卷供应的，称带钢。将轧制带钢切成规定的长度，就是钢板，因此带钢的生产率要比钢板高。

薄钢板的尺寸表示方法是：厚度×宽度×长度。如热轧厚度为1毫米，宽度为750毫米，

长度为 1500 毫米的薄钢板的尺寸标记为：“—— $1.0 \times 750 \times 1500$ ”；如果是冷轧薄板则应标记为：“冷—— $1.0 \times 750 \times 1500$ ”。如果是酸洗薄钢板，则应在尺寸前用文字写明，如：“酸洗薄钢板 $0.35 \times 1000 \times 2000$ ”。

薄钢板主要用于汽车工业、航空工业、电气工业和机械工业等部门。用来制造机壳、水箱、油箱、风机外壳等。酸洗薄钢板用于冲制器皿、器具等，镀锌薄钢板常用于制造器皿、屋面瓦板等。

二、厚钢板

厚度在 4 毫米以上的钢板统称厚钢板。通常把厚 4.5~25 毫米钢板称中板；25 毫米以上的钢板称厚板。根据厚板轧机所能轧制的最大厚度，厚板的界限常在 60 毫米以内，超过 60 毫米的必须在专门的特厚板轧机上轧制，所以叫特厚板。常用厚钢板的厚度 4.5~60 毫米，宽度 600~3000 毫米或更大、长度 4000~12000 毫米。

厚钢板尺寸标记方法与薄钢板相同。测量钢板的厚度时，应距板边不小于 40 毫米，板角不小于 100 毫米才会正确。

使用钢板时，应先检查钢板表面有无裂纹、斑痕、层化、折皱等缺陷。有这些缺陷的存在，都将减弱钢板的强度，所以不能应用。

厚钢板按其用途分锅炉钢板、压力容器钢板、造船钢板、桥梁钢板和特殊钢板等。

1. 锅炉钢板 锅炉是使水转变为高温高压蒸汽的设备。用于制造锅炉的钢板处于中温（350℃以下）高压状态下工作，它除承受较高的压力外，还受到冲击、水和蒸汽介质的腐蚀等，同时在制造过程中还要经受各种冷热加工工序，如卷板、焊接、热处理等。因此，对锅炉钢板的性能要求主要是：有良好的焊接性能，一定的高温强度和耐碱性腐蚀、抗氧化等。常用的锅炉钢板有平炉冶炼的低碳镇静钢或电炉冶炼的低碳钢（含碳量在 0.16~0.26% 范围内），制造中压锅炉时则应用耐热钢，也有采用普通低合金钢，如 12 锰、15 锰钒、18 锰钼铌等。

锅炉钢板也常用来制造承受压力和温度的容器，如汽包、火箱、管板等。

锅炉钢板的牌号后加注“锅”字，其代号为“g”。例如 20 锅（20g）为优质平炉 20 号锅炉钢板。锅炉钢板的厚度尺寸为 6~115 毫米。

2. 压力容器钢板 压力容器钢板用于制造各种受压容器。按 YB536—69 规定在钢号后面需加注“容”字，其代号为“R”。如：甲 3 容（A3R），16 锰容（16MnR），18 锰钼铌容（18MnMoNbR）等。多层高压容器用钢板按 YB363—69 规定在钢号后加注“高层”两字，其代号为“gc”，品种有 19 高层（19gc），16 锰高层（16Mngc）和 15 锰钒高层（15MnVgc）。

3. 造船钢板 由于船体结构一般是用焊接方法焊成的，所以要求船用钢板有较好的焊接性能，一定的强度、韧性和一定的耐低温及耐腐蚀性能。过去主要采用低碳钢作为造船用钢。目前，已大量采用普通低合金钢，有：12 锰船、16 锰船、15 锰钒船等。这些钢种有强度高、韧性好、容易加工和焊接、耐海水腐蚀等综合特性，所以已成功地用来制造万吨远洋巨轮。

船用钢板的牌号有 1 船~4 船（1C~4C）、12 锰船（12MnC）、16 锰船（16MnC）、15 锰钒船（15MnVC）等，牌号后面的“船”字代表船用钢板，代号为“C”。

船用薄钢板的厚度为 1~4 毫米，厚钢板的厚度为 4.5~120 毫米。

4. 桥梁钢板 桥梁要承受车辆的冲击，所以要求桥梁钢板有一定的强度、韧性和良好

的抗疲劳性能, 并对钢材的表面质量有较高的要求。桥梁钢板的牌号后面加注“桥”字, 代号为“q”, 如 16 桥 (16q)、12 锰桥 (12Mnq)、15 锰钒桥 (15MnVq) 等。

5. 特殊钢板 特殊钢板作特殊用途, 如镀锌钢板、不锈钢耐酸钢板、金属复合钢板和花纹钢板等。

(1) 镀锌钢板 镀锌钢板是将钢板经喷砂磨光处理后镀锌而成, 能起防锈蚀的作用, 用于制造水槽、热水锅炉的炉壳和封头等。一般采用的材料有 A2、A3、B2、B3、BJ2、BJ3。

(2) 不锈钢耐酸钢板 不锈钢耐酸钢板 (简称不锈钢板) 常用于化工设备中耐酸碱腐蚀的容器。为了起防蚀的作用, 钢中常含有抗腐蚀的合金元素, 如 Cr、Mo、Ti 等, 其钢号为 0Cr13、1Cr13、2Cr13、0Cr17Ti、Cr25Mo3Ti 等。

不锈钢耐酸钢板分两种: 一种按 YB541—70 规定的薄钢板, 板厚为 0.5~4 毫米。其品种按 GB708—65 规定; 另一种按 YB542—70 规定的厚钢板, 板厚为 4 毫米以上。

(3) 金属复合钢板 金属复合钢板是在基体钢板上再复一层作特殊用途的钢板, 一般称双金属板。

双金属板用于制造各种容器及防锈、防腐蚀的槽、管中和有害气体的防护罩、通风管道等。如钢—铜双金属用于电工技术及高压热交换器; 铜与铂复合, 镍与铂复合, 硬铝与铝复合, 作为耐蚀、耐磨材料, 用于化工设备及仪表零件等。

(4) 花纹钢板 花纹钢板的表面有一定图案形的高低不平的花纹, 一般为菱形和扁豆形两种 (图 1-2), 常用于制造走台、扶梯踏板等。花纹钢板按 YB184—65 规定厚度由 2.5~8 毫米, 宽度由 600~1800 毫米, 长度由 600~12000 毫米。

上述的厚钢板是按用途分类的, 如按钢板的化学成分可分为: 碳素钢钢板、低合金钢钢板和高合金钢钢板三种。锅炉钢板、压力容器钢板及桥梁钢板等一般均为碳素钢钢板或低合金钢钢板。

不锈钢耐酸及不起皮钢的钢板其合金元素总量超过 10%, 属于高合金钢板, 如 0Cr18Ni19、0Cr18Ni9Ti 等。

现将几种常用钢板的机械性能及使用温度范围列于表 1-1 中。

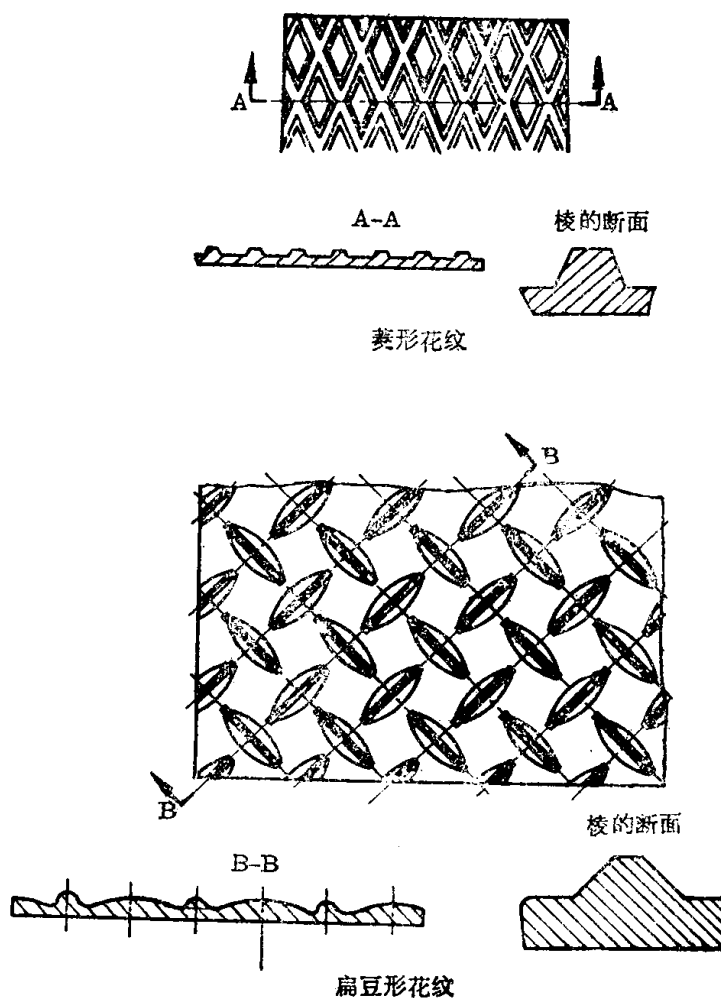


图1-2 花纹钢板

a) 菱形花纹 b) 扁豆花纹

表1-1 钢板的机械性能及使用温度范围

序 号	牌 号	材料标准	板厚(毫米)	机 械 性 能		使用温度范围 (℃)
				σ_b (牛/毫米 ²)	σ_s (牛/毫米 ²)	
碳 素 钢 板						
1	A 3 F	GB700—65	≤ 20 21~26	380 380	240 220	0~250
2	A 3	GB700—65	≤ 20 21~40 42~60	380 380 380	240 230 220	0~400
3	A 4	GB700—65	≤ 20 21~40 42~60	420 420 420	260 250 240	0~400
4	A 3 R	YB536—69	6~16 17~36 38~60	380 380 380	240 230 220	-20~475
低 合 金 钢 板						
5	16Mn	YB13—69	≤ 16 17~25 26~36 38~50	520 500 480 480	350 330 310 290	-20~475
6	16MnR	YB536—69	6~16 17~26 27~36 38~60	520 500 500 480	350 330 310 290	-40~475
7	15MnVR	YB536—69	6~16 17~26 27~36 38~60	540 520 520 500	400 380 360 340	-20~500
8	09Mn2VR	YB536—69	6~20	500	350	下限 -70
9	18MnMoNbR	YB536—69	16~38 40~95 100~115	650 650 600	520 500 450	-20~520
高 合 金 钢 板						
10	0Cr18Ni9	YB541—70	≤ 25	540	200	-196~700
11	0Cr18Ni9Ti	YB541—70	≤ 25	550	210	-196~700
12	1Cr18Ni9Ti	YB541—70	≤ 25	550	210	-196~700
13	0Cr17Ni13Mo2Ti	YB541—70	≤ 25	540	210	—
14	0Cr17Ni13Mo3Ti	YB541—70	≤ 25	540	210	—
15	00Cr19Ni10	YB541—70	≤ 25	500	180	上限 450
16	Cr23Ni18	YB541—70	≤ 25	560	210	上限 900

§ 1-3 钢 管

钢管分无缝和有缝两种。

一、无缝钢管

无缝钢管由整块金属轧制而成，断面上无接缝。根据生产方法，无缝钢管又分热轧管、冷拔管、挤压管等；按断面形状分圆形和异形两种。异型钢管有方形、椭圆形、三角形、星形和带翅管等各种复杂形状；根据用途不同，有厚壁（枪）管和薄壁管。

无缝钢管主要用做石油化工用的裂化管，锅炉管及汽车，拖拉机，航空用的高精度结构钢管。材料有普通碳素钢，优质碳素钢和合金结构钢。热轧无缝钢管的外径自 32~630 毫米，壁厚自 2.5~75 毫米，长度 3~12.5 米。冷拔无缝钢管的外径自 5~200 毫米，壁厚 0.25~14 毫米，长度 1.5~9 米。

对于锅炉上承受一定压力和温度的管子，常用锅炉无缝钢管，其成分有碳素无缝钢管和合金无缝钢管。

二、有缝钢管

有缝钢管又称焊接钢管，用钢带焊成，有镀锌与不镀锌两种，前者称为白铁管，后者称为黑铁管。

镀锌的有缝钢管常作水管用，因其外表面镀上一层锌，可以防止生锈。不镀锌的有缝钢管用于普通低压或无压力的管道系统中。

管子的规格在米制中用外径和壁厚表示，在英制中以内径（英寸）表示。

钢管的尺寸标记方法是：外径×壁厚×长度。如外径为 60 毫米，壁厚 10 毫米，长度 6000 毫米的热轧无缝钢管，则应标记为：“管 $\phi 60 \times 10 \times 6000$ ”。如果是冷拔无缝钢管，则应标记为：“冷管 $\phi 60 \times 10 \times 6000$ ”。对水、煤气输送管应在尺寸前用文字说明，如：“煤气管 $\phi 20 \times 2.75 \times 1500$ ”。

§ 1-4 型 钢

型钢是钢材四大品种（板、管、型、丝）之一。型钢的种类很多，根据断面形状分简单断面型钢和复杂断面型钢两种。简单断面的型钢有圆钢、方钢、六角钢、扁钢和角钢，复杂断面型钢有槽钢、工字钢、钢轨及其它异型钢材等。

一、圆钢、方钢和六角钢

圆钢是断面为圆形的钢材，分热轧、锻制和冷拉三种。热轧圆钢的直径为 5~250 毫米，其中 5~9 毫米的常用做拉拔钢丝的原料，叫做线材。线材由于是成盘状供应，所以又名热轧盘料。锻制圆钢直径较粗，其直径为 50~250 毫米，常用于制造轴的毛坯。冷拉圆钢直径为 3~100 毫米，其尺寸精度较高。

方钢是断面为方形的钢材，分热轧和冷拉两种。热轧方钢的边长为 5~250 毫米，冷拉方钢的边长为 3~100 毫米。

六角钢是断面为六角形钢材。热轧六角钢内切圆直径自 8~70 毫米，冷拉六角钢尺寸自 3~75 毫米。

2

1-1

1

又

圆钢、方钢和六角钢的长度通常为2~6米。

圆钢、方钢和六角钢在冷作中一般用作撑条、箍、轴、螺栓等，也可作锻造毛坯之用。

热轧圆钢尺寸的标记方法是：直径×长度。如“圆钢 50×4000”，表示热轧圆钢的直径为50毫米，长度为4000毫米。

热轧方钢尺寸的表示方法是“边长×长度”。如“方钢 50×4000”，则表示方钢的边长为50毫米，长度为4000毫米。如“六角钢 50×4000”表示六角钢的对边距离为50毫米，长度为4000毫米。

二、扁钢

扁钢是断面为长方形的钢材，在冷作中应用很广，可以弯成扁钢圈，也可制作框架、拉条等。

扁钢的规格用厚度和宽度来表示。按国家标准规定，热轧扁钢的宽度由10~200毫米，厚度由3~60毫米，长度由3~9米。扁钢的尺寸表示方法是：厚度×宽度×长度，如“扁钢 10×30×5000”，表示扁钢的厚为10毫米，宽30毫米，长5米。扁钢一般采用的材料有A2、A3、A5、B2、B3、35、45、55和14Mn、16MnTi、14Mn2Si等。

三、角钢

角钢分等边和不等边角钢两大类，其断面形状如图1-3所示。

角钢在冷作件中，常用于制造圈、框架、梁、柱和其它轻型的钢结构。

角钢的规格用边长和边厚的尺寸表示，其标记方法为 $L\ b \times b \times d$ ——或 $L\ B \times b \times d$ ——。 b 或 B 为角钢的边长， d 为角钢的边厚， L 为角钢的长度。如边宽为50毫米、边厚5毫米，长3000毫米的热轧等边角钢，标记为 $L\ 50 \times 50 \times 5$ ——3000。如边宽为80与50毫米，边厚6毫米，长3000毫米的热轧不等边角钢，其标记为 $L\ 80 \times 50 \times 6$ ——3000。

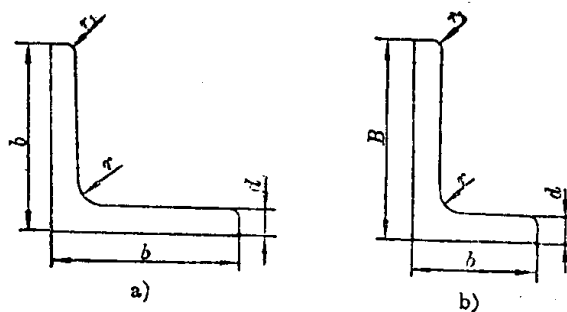


图1-3 角钢

a) 等边角钢 b) 不等边角钢

角钢的大小也可用号数表示，号数表示边长的厘米数，例如4号角钢，即边长为40毫米的等边角钢。角钢规格从2~25号，长度为3~19米，同一号角钢常有2~7种不同边厚。

角钢一般采用的材料为：A3、A3F、B3F等普通碳素结构钢，也有用普通低合金钢的，如16Mn、16MnCu、08Mn2Si等。

四、槽钢

槽钢分热轧普通槽钢、热轧轻型槽钢和普通低合金钢轻型槽钢三大类。其断面形状如图1-4所示： h 为槽钢的高度， b 为腿宽， d 为腰厚， t 为平均腿厚， r 为内面圆角半径， r_1 为边端圆角半径。

槽钢在钢结构中常用作柱、框架或轻型的梁，车辆制造中用作底盘。

槽钢的大小用型号表示，其型号代表槽钢的高度，以厘米计算，如10号槽钢，其高度为100毫米。目前生产的槽钢规格从5~40号，即相应的高度为5~40厘米，号数后的 a 、 b 、