



技工学校机械类通用教材

冷作工艺学

LENGZUO GONGYIXUE

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。

十年内乱中,由于林彪、“四人帮”对我国教育事业的严重破坏,技工学校的教学文件和设备几乎损失殆尽,教师队伍备受摧残。

粉碎“四人帮”以后,技工学校迅速得到恢复和发展,对教学计划、教学大纲和教材的需要均甚感迫切。

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。这次编写的教材共二十一种。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、电工工艺学和冷作工艺学。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,这套教材还存在不少缺点和错误,我们恳切地希望同志们试行中提出批评指正,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

目 录

前言

绪论	1
----------	---

第一篇 备 料

第一章 钢材的基本知识	3
§ 1-1 钢和钢材的分类	3
§ 1-2 钢板	5
§ 1-3 钢管	9
§ 1-4 型钢	9
§ 1-5 钢丝	14
§ 1-6 钢材的重量计算	14
§ 1-7 钢材的试验和验收	16
§ 1-8 钢材的堆放和保管	19
复习题	20
第二章 钢材的矫正	21
§ 2-1 矫正原理	21
§ 2-2 手工矫正	22
§ 2-3 机械矫正	29
§ 2-4 火焰矫正	42
§ 2-5 高频热点矫正	45
复习题	45

第二篇 放 样

第三章 划线和下料	47
§ 3-1 划线的工具和使用	47
§ 3-2 基本的划线方法	50
§ 3-3 划线的基本规则和常用符号	67
§ 3-4 放样	67
§ 3-5 下料	74
§ 3-6 合理用料	76
复习题	80
第四章 展开放样	81
§ 4-1 可展表面和不可展表面	81
§ 4-2 平行线展开法	82
§ 4-3 放射线展开法	90
§ 4-4 三角形展开法	95
§ 4-5 相贯体的展开	103
§ 4-6 不可展曲面的近似展开	113

§ 4-7 板厚处理	130
§ 4-8 钢材展开长度的计算	132
§ 4-9 管子展开的计算	133
复习题	143

第三篇 加工成形

第五章 钢材的切割	149
§ 5-1 锯割	149
§ 5-2 砂轮切割	153
§ 5-3 剪切	154
§ 5-4 冲裁	172
§ 5-5 氧气切割	185
§ 5-6 光电跟踪自动气割	204
§ 5-7 数控气割	206
§ 5-8 等离子弧切割	206
复习题	208
第六章 零件的预加工	210
§ 6-1 边缘加工	210
§ 6-2 钻孔	220
§ 6-3 攻丝和套丝	228
§ 6-4 零件的修整	231
复习题	237
第七章 弯曲成形	238
§ 7-1 卷板	238
§ 7-2 水火弯板	253
§ 7-3 型钢弯曲	256
§ 7-4 管子弯曲	259
§ 7-5 薄板手工成形	271
§ 7-6 拉型成形	281
复习题	283
第八章 压制成形	284
§ 8-1 压弯	284
§ 8-2 压延	296
§ 8-3 旋压	314
§ 8-4 压制设备	317
复习题	324
第九章 特种成形	325
§ 9-1 爆炸成形	325
§ 9-2 电水成形和电爆成形	331
§ 9-3 橡皮成形	331
§ 9-4 液压——橡皮模成形	334
复习题	335

第四篇 钢材的联接

第十章 焊接	336
§ 10-1 气焊	336
§ 10-2 电弧焊接的基本原理	341
§ 10-3 手工电弧焊设备及工具	345
§ 10-4 电焊条	348
§ 10-5 手工电弧焊工艺	351
§ 10-6 埋弧自动焊和埋弧半自动焊	360
§ 10-7 气体保护电弧焊	362
§ 10-8 钎焊	364
§ 10-9 焊缝的缺陷及分析	369
§ 10-10 焊接应力与变形	370
§ 10-11 焊接件变形的矫正	379
复习题	381
第十一章 铆接与螺纹联接	383
§ 11-1 铆接	383
§ 11-2 螺纹联接	394
复习题	402
第十二章 胀接	403
§ 12-1 胀接的结构形式	403
§ 12-2 胀管器	405
§ 12-3 胀管的方法	411
§ 12-4 胀接接头的质量和缺陷	415
§ 12-5 其它胀接方法	419
复习题	422

第五篇 产品的装配和制造

第十三章 装配	424
§ 13-1 装配的原理	424
§ 13-2 装配用的工夹具	426
§ 13-3 装配方法	440
§ 13-4 典型结构的装配	446
§ 13-5 装配的质量检验	455
复习题	456
第十四章 典型产品的制造工艺	457
§ 14-1 工艺规程的基本知识	457
§ 14-2 离心通风机的制造工艺	459
§ 14-3 桥式起重机的制造工艺	463
§ 14-4 压力容器的制造工艺	475
§ 14-5 球罐的制造工艺	481
§ 14-6 冷作结构的合理性	487

复习题	495
附录	497
表 1 热轧厚钢板品种(GB 709-65)	497
表 2 热轧等边角钢(YB 166-65)	497
表 3 热轧不等边角钢(YB 167-65)	498
表 4 热轧普通槽钢(GB 707-65)	498
表 5 热轧普通工字钢(GB 706-65)	499
表 6 型材最小弯曲半径计算公式	499
表 7 常用焊接方法字母	501
表 8 焊缝图形基本符号	501
表 9 焊缝图形辅助符号	503
表 10 焊缝符号的引出线	503
表 11 焊缝基本符号在横线上的位置	503
表 12 焊缝尺寸符号及标注方法	504
表 13 焊缝基本符号与辅助符号结合应用示例	505

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)。冷作与焊接、金属切削、热处理、检验等工艺结合,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。加工厚度在2毫米以下的薄板,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和刚度、较低的结构重量;加工简便,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;可接受力和工作情况,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,轧制板材的比重迅速增长,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;建筑工业中的屋架、桥梁;石化工业中的塔、器、球罐等。冷作在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出放样图。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,把零件从原材料上割下,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,冷作工虽名冷作,但实际上还包括热弯、热压、热矫正和气割等热加工工作。因此,在机械制造厂中,冷作工仍然是属于热加工工种。

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,出现了如光学放样、自动下料、数控切割、高速精密切割、数控弯管及大型的剪板机、卷板机和压力机等新技术、新工艺、新设备。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、试验、验收和矫正。要做好备料工作,必须了解钢材的牌号、性能和用途,以掌握钢材的鉴别、试验、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。

要正确地、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 钢和钢材的分类

一、钢的分类

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,因而获得广泛应用。

钢的分类方法很多,常用的分类方法有:

1. 按化学成分分类

(1) 碳素钢 按含碳量的高低分:

低碳钢——含碳量小于 0.25% 的钢;

中碳钢——含碳量在 0.25~0.6% 之间的钢;

高碳钢——含碳量大于 0.6% 的钢。

一般碳素钢中含碳量越高,则硬度越高,强度也越高,但塑性降低。

碳素钢按含硫磷量的多少,分普通碳素钢和优质碳素结构钢。

普通碳素钢中含硫量不超过 0.055%, 含磷量不超过 0.045%; 优质碳素钢中含硫量不超过 0.030~0.040%, 含磷量不超过 0.035~0.040%。

(2) 合金钢 钢中含有一种或多种合金元素的钢称合金钢。按合金元素的总含量多少又分:

低合金钢——合金元素的总含量小于 5%;

中合金钢——合金元素的总含量在 5~10%;

高合金钢——合金元素的总含量大于 10%。

在低合金钢中应用较广的是普通低合金钢(简称普低钢), 普通低合金钢是在普通低碳碳素钢的基础上适当加入少量的硅、锰、钒、钛、铌、硼和稀土等元素。这种钢的强度比较高,综合

机械性能比较好,并且有耐腐蚀、耐磨、耐低温和良好的加工性能和焊接性能。用它代替普通碳素钢,可以大大地节约钢材。

合金钢也按硫磷元素的含量分质量钢(优质钢)、高级质量钢(高级优质钢)和特级质量钢。一般来说,质量钢硫磷含量各不超过0.040%;高级质量钢含硫量不超过0.030%,含磷量不超过0.035%;特级质量钢的硫、磷含量各不超过0.025%。

2. 按用途分类

(1) 结构钢 按用途不同,又分建造用结构钢(用于建造锅炉、船舶、桥梁、厂房等)和机械用结构钢(用于制造各种机器和机械零件)两类。对这类钢主要要求具有较好的强度和塑性。结构钢一般为含低、中碳量的碳素钢或合金钢。

(2) 工具钢 用于制造各种工具、如切削刀具、量具、模具等。工具钢多数是高、中碳钢或合金钢,如碳素工具钢、合金工具钢,高速工具钢等。工具钢还可以按具体用途分为刀具用钢、量具用钢和模具用钢。

(3) 特殊钢 具有特殊的物理和化学性能的钢,如不锈钢、耐酸钢、耐热不起皮钢、电热合金、磁性材料等。

3. 按冶炼方法分类

(1) 平炉钢 按炉衬材料又分酸性平炉钢和碱性平炉钢。一般用于冶炼碳素钢和普通低合金钢。

(2) 转炉钢 转炉钢又分底吹转炉钢、侧吹转炉钢和氧气顶吹转炉钢三种。一般用于冶炼碳素钢和普通低合金钢。

(3) 电炉钢 电炉钢又分电弧炉钢、感应电炉钢、真空感应电炉钢和电渣炉钢。其中应用最广泛的是电弧炉钢。电炉钢主要用于冶炼合金钢。

(4) 按脱氧程度的不同,碳素钢又可分为沸腾钢、镇静钢和半镇静钢。

沸腾钢的脱氧不完全,脱氧后钢水中还剩下相当量的氧(FeO), FeO 和C起作用放出一氧化碳气体,因此钢水在钢锭模内呈沸腾现象,称为沸腾钢。这种钢表面质量好,加工性能良好,因此常用来轧制成各种不同厚度的钢板。另外,没有缩孔,用的脱氧剂少,所以成本低。它的缺点是:化学成分不均匀,抗腐蚀性和机械强度较差。

镇静钢的脱氧完全,由于钢中的氧已很少,因此当钢水浇铸在钢锭模内时呈静止状态,即没有C和 FeO 作用而产生一氧化碳的沸腾现象,所以称为镇静钢。镇静钢的优点是化学成分均匀,因此各部分的机械性能也均匀,焊接性和塑性都比较好,抗腐蚀性较强,一般用来制造重要机件。但这种钢的表面质量一般,有缩孔,同时成本也高。

半镇静钢是介乎镇静钢与沸腾钢之间的钢,它兼有两者的优缺点,它的生产较难控制,故目前在钢的生产中所占比重不大。

二、钢材的分类

钢在冶炼后,除少数直接浇铸成铸件外,绝大部分都将钢水浇入钢锭模内铸成钢锭。所铸成的钢锭,除一部分用于锻打成大型锻件外,大部分经过轧制而成各种钢材供应使用。图1-1所示为轧制钢材的示意图。在轧制过程中,金属在转动的轧辊间借摩擦力的作用,使坯料连续地进入轧辊而使截面积减少,长度增加,经数次轧制后成为各种钢材。

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、型钢轧机和拉丝机轧制和拉制而成。

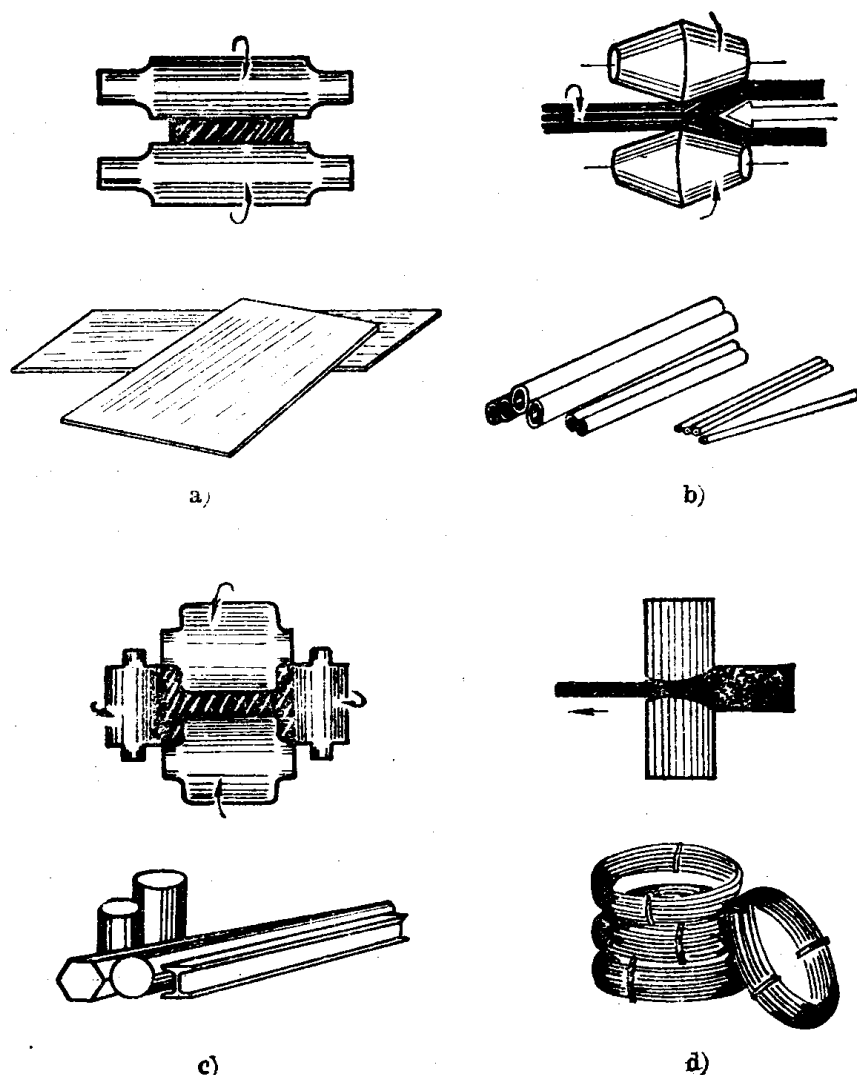


图 1-1 轧制钢材示意图

a) 板材 b) 管材 c) 型材 d) 线材

在轧制前,必须对钢锭表面进行精整,即用火焰加热、砂轮打磨、风凿凿削等方法清除钢锭表面的气泡、裂纹、粘砂、结疤等缺陷,以免在轧制时扩大,影响材质。

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。

§ 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、优质碳素结构钢、合金结构钢、不锈钢、弹簧钢等。薄钢板有轧制后直接使用,也有经过酸洗的(酸洗薄钢板)、镀锌或镀锡后使用。薄板也有成卷供应的,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:“——1.0×750×1500”;如果是冷轧薄板则应标记为:“冷——1.0×750×1500”。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 0.35×1000×2000”。

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。酸性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 4~25 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 YB 536-69 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 YB 363-69 规定在钢号后加注“高层”两字,其代号为“go”,品种有 19 高层(19go),16 锰高层(16Mngo)和 15 锰钒高层(15MnVgo)。

3. 造船钢板 由于船体结构一般是用焊接法焊成的,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 (12 MnC)、16 锰船 (16 MnC)、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 (12 Mnq)、15 锰钒桥 (15 MnVq) 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。为了起防锈的作用, 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、防腐的槽、管子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 YB 184-65 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%, 属于高合金钢钢板, 如 0Cr18Ni9、

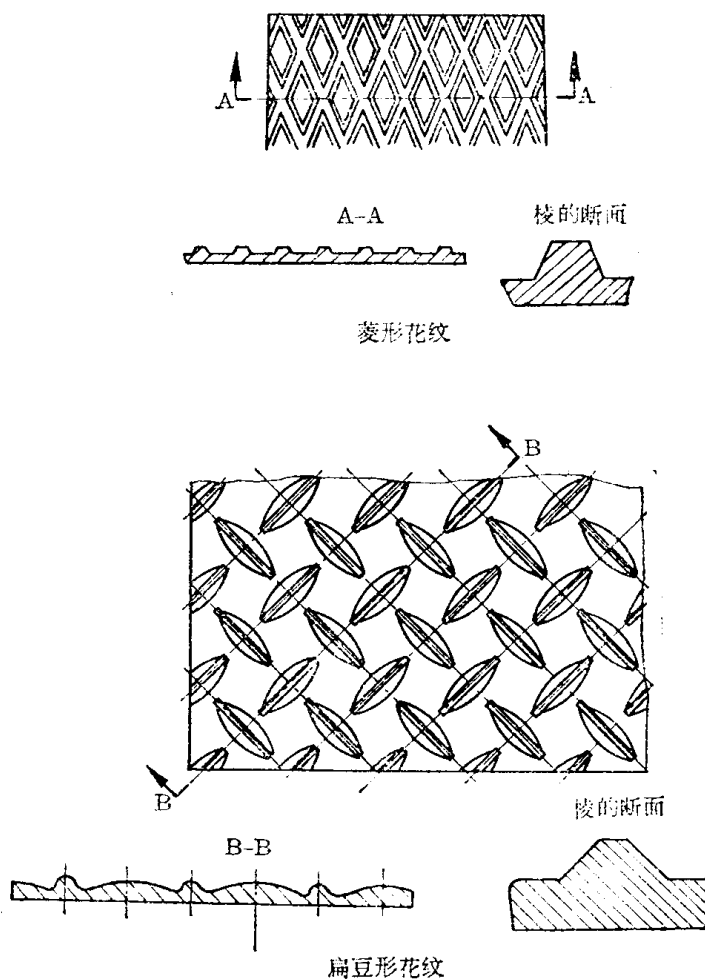


图 1-2 花纹钢板

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 (°C)
				σ_b (公斤力/毫米 ²)	σ_s (公斤力/毫米 ²)	
碳 素 钢 板						
1	A3F	GB700-65	≤ 20 21~26	38 38	24 22	0~250
2	A3	GB700-65	≤ 20 21~40 42~60	38 38 38	24 23 22	0~400
3	A4	GB700-65	≤ 20 21~40 42~60	42 42 42	26 25 24	0~400
4	A3R	YB536-69	6~16 17~36 38~60	38 38 38	24 23 22	-20~475
低 合 金 钢 板						
5	16Mn	YB13-69	≤ 16 17~25 26~36 38~50	52 50 48 48	35 33 31 29	-20~475
6	16MnR	YB536-69	6~16 17~26 27~36 38~60	52 50 50 48	35 33 31 29	-40~475
7	15MnVR	YB536-69	6~16 17~26 27~36 38~60	54 52 52 50	40 38 36 34	-20~500
8	09Mn2VR	YB536-69	6~20	50	35	下限 -70
9	18MnMoNbR	YB536-69	16~38 40~95 100~115	65 65 60	52 50 45	-20~520
高 合 金 钢 板						
10	0Cr18Ni9	YB541-70	≤ 25	54	20	-196~700
11	0Cr18Ni9Ti	YB541-70	≤ 25	55	21	-196~700
12	1Cr18Ni9Ti	YB541-70	≤ 25	55	21	-196~700
13	0Cr17Ni13Mo2Ti	YB541-70	≤ 25	54	21	—
14	0Cr17Ni13Mo3Ti	YB541-70	≤ 25	54	21	—
15	00Cr19Ni10	YB541-70	≤ 25	50	18	上限 450
16	Cr23Ni18	YB541-70	≤ 25	56	21	上限 900

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。

§ 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、优质碳素结构钢和合金结构钢。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，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。

管子的规格在公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。

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件中一般用作撑条、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，在冷作件中应用很广，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、16Mn、15MnTi、14Mn2Si 等。

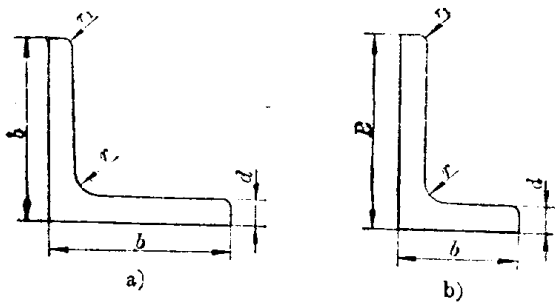


图 1-3 角钢

a) 等边角钢 b) 不等边角钢

三、角钢

角钢分等边角钢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。图 1-4 所示是将角钢组合成各种不同的断面形状，用于受载较大的场合。

角钢的规格用边长和边厚的尺寸表示，其标记方法为 $\angle b \times b \times d$ ——L 或 $\angle B \times b \times d$ ——L。 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

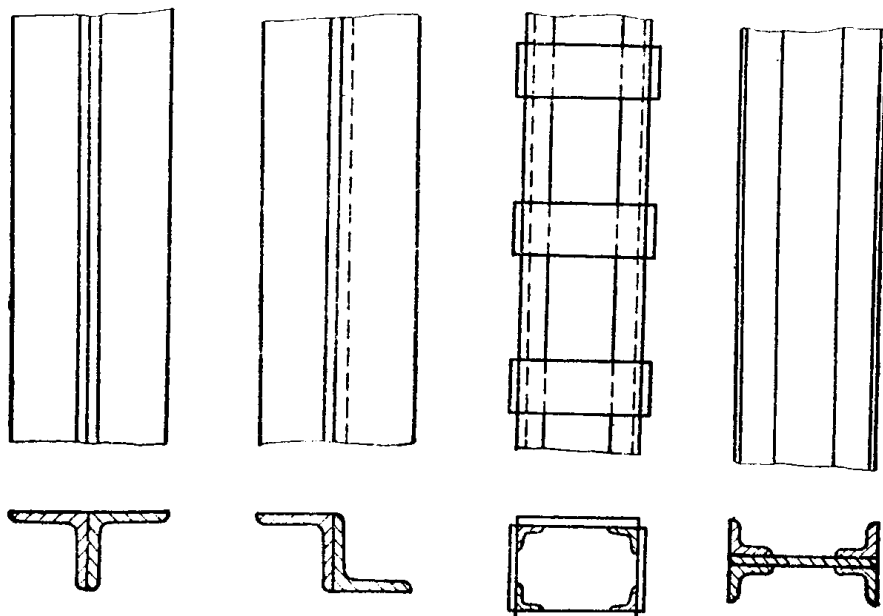


图 1-4 角钢组合断面的型式

5 毫米, 长 3000 毫米的热轧等边角钢, 标记为 $\angle 50 \times 50 \times 5$ —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 $\angle 80 \times 50 \times 6$ —3000。

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 1-5 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。

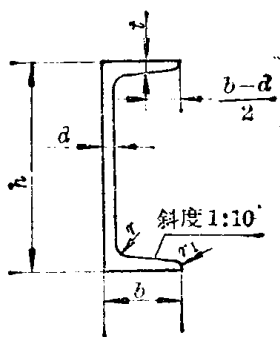


图 1-5 槽钢的断面图

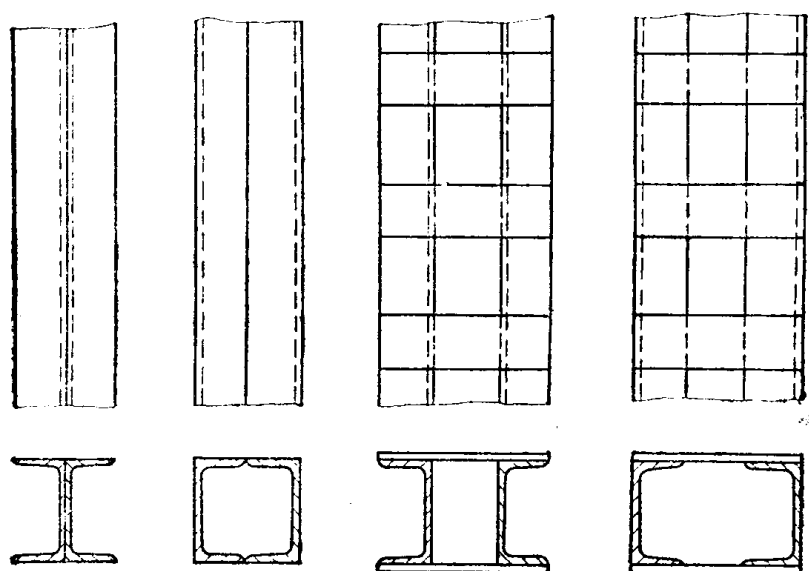


图 1-6 槽钢组合断面的型式

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。和角钢一样, 在受力较大的结构中, 可将槽钢成对地组合使用, 如图 1-6 所示。

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、长度为 5~19 米。热轧轻型槽钢与普通槽钢相比, 在相同高度的尺寸下, 轻型槽钢的腿窄、腰薄、重量轻。

槽钢的材料一般有 A3、A3F、B3F 等。普通低合金钢槽钢的钢号为 16Mn、16MnCu 等。

槽钢尺寸的标记方法: 若槽钢的高为 400 毫米, 腿宽 102 毫米, 腿厚 12.5 毫米, 长度 10000 毫米的热轧普通槽钢, 其标记为: 槽钢 40b—10000 或 $[40b-10000]$ 。

热轧轻型槽钢应在号数前用文字标明。例如, 热轧轻型槽钢 $[40-10000]$ 。普通低合金钢热轧轻型槽钢在其型号边上加“Q”以示区别。如 10 号低合金热轧轻型槽钢, 长 9 米, 则标记为: $[10Q-9000]$ 。

五、工字钢

工字钢分热轧普通工字钢、热轧轻型工字钢和普通低合金热轧工字钢三大类。其断面形状如图 1-7 所示: h 为工字钢的高度, 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。