

高等学校轻工专业试用教材

制浆造纸机械制造工艺

华南工学院 编
天津轻工业学院

轻工业出版社

高等学校轻工专业试用教材

制浆造纸机械制造工艺

华南工学院 编
天津轻工业学院

轻工业出版社

内 容 提 要

本书共分三篇：第一篇制浆设备制造工艺；第二篇造纸机械典型零部件制造工艺；第三篇专用机床。

本书可作为高等院校制浆造纸机械专业试用教材。也可供制浆造纸工艺专业的师生，工厂业余大学有关专业以及造纸行业的技术人员参考。

高等学校轻工专业试用教材

制浆造纸机械制造工艺

华南工学院 编
天津轻工业学院

*

轻工业出版社出版

(北京阜成路3号)

北京印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092 毫米 1/16 印张：12 $\frac{8}{16}$ 字数：270 千字

1981年5月 第一版第一次印刷

印数：1—10,000 定价：1.30元

统一书号：15042·1600

前 言

本书是按照轻工业部组织的全国高等院校制浆造纸机械专业教材编审委员会通过的《制浆造纸机械制造工艺》课程的编写大纲，由华南工学院和天津轻工业学院联合编写，由华南工学院主编，并经编审委员会审定。

本书努力运用辩证唯物主义观点阐述问题，在编写过程中注意了系统性和科学性。在内容取材上立足于我国的生产实际，反映国内先进科学技术；在文字叙述上力求做到通俗易懂便于自学。全书教学时数为40学时，书中根据制浆造纸机械专业的学生学习机械制造工艺学的要求，对典型专业设备和专业机器中有代表性的零部件的制造工艺、专用机床等，作了比较系统的阐述，还介绍了国外的一些先进工艺技术。

本教材共分三篇：第一篇制浆设备制造工艺；第二篇造纸机械典型零部件制造工艺；第三篇专用机床。

本专业机械制造工艺学这门课程分为通用机械制造工艺学和制浆造纸机械制造工艺两个部分，本教材是后一部分。金属工艺学、互换性与技术测量、制浆造纸机械等课程与本课程互相衔接和配合。

本书第一篇由天津轻工业学院谭任适编写；第二篇第一章和第二章的第一节由华南工学院杨伟雄编写；第二篇第二章的第二、三、五、六节由天津轻工业学院朱仁霖编写；第二篇第二章的第四节和第三篇由华南工学院邓源芳编写。全书由杨伟雄和朱仁霖主编。上海造纸机械厂郭敬孙主审。

本书在编写过程中，曾得到上海造纸机械厂、西安造纸机械厂、兰州石油化工机器制造厂、天津轻工业机械厂、安阳轻工业机械设计研究所、上海东方造纸机械厂、旅大机械刀片厂、上海机械刀片厂以及有关单位的指导和帮助，在此表示衷心感谢。由于水平有限，书中难免出现一些不足之处，诚望广大读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

第一篇 制浆设备制造工艺

第一章 容器的制造工艺	1
第一节 准备工序	1
一、钢板.....	2
二、钢板的矫正.....	3
三、划线.....	5
四、切割及边缘加工.....	8
第二节 筒节与封头的制造及组装	14
一、筒节的制造.....	14
二、封头的制造.....	19
三、容器的组装.....	23
四、埋弧自动焊.....	25
第三节 容器的检验与技术要求的制订	34
一、容器质量检验的意义及内容.....	34
二、容器的无损探伤方法.....	35
三、各种探伤方法的比较及综合探伤.....	38
四、压力容器的整体检验.....	41
五、技术要求的制订.....	41
第二章 蒸球制造工艺	43
第一节 概述	43
第二节 蒸球制造的基本工序	44
第三章 蒸煮锅制造工艺	51
第一节 蒸煮锅的结构	51
第二节 蒸煮锅的不锈钢衬里	52
一、不锈钢衬里的方法.....	52
二、不锈钢的焊接问题.....	54
三、蒸煮锅不锈钢衬里的检验.....	57
第三节 复合钢板蒸煮锅的制造	57
一、复合钢的制造方法.....	58
二、复合钢的性能.....	59
三、复合钢板蒸煮锅的制造工艺.....	60
四、复合钢板蒸煮锅的检验、使用和维护.....	66
第四章 列管式换热器的制造工艺	69
第一节 管子的装配	70

第二节 管子与管板的固定.....	73
第三节 管板与壳体的连接及换热器的检验.....	75

第二篇 造纸机械典型零部件制造工艺

第一章 造纸机辊子制造工艺	78
第一节 管辊的制造工艺.....	78
一、管辊的结构和对管辊的要求.....	78
二、管辊毛坯的选用和校直.....	79
三、带有铸铁封头的管辊的加工工艺.....	80
第二节 辊子的平衡原理及其工艺.....	83
一、转动物体的平衡与不平衡.....	83
二、辊子的平衡条件及平衡工艺.....	86
三、辊子的静平衡原理和方法.....	87
四、辊子的动平衡原理和方法.....	89
五、动平衡试验机简介.....	91
六、关于刚性转子的平衡精度.....	92
第三节 普通铸铁压辊的机械加工工艺.....	98
一、加工过程.....	98
二、包胶压辊加工.....	99
第四节 石辊制造工艺.....	102
一、石辊的结构.....	102
二、石辊制造的工艺要求.....	102
三、石辊机械加工过程.....	103
四、天然花岗石辊的结构和制造工艺上的若干问题.....	107
第五节 真空伏辊制造工艺.....	109
一、概述.....	109
二、辊筒毛坯的制造过程.....	109
三、辊筒机械加工工艺.....	110
四、工序分析.....	112
第六节 冷铸轧辊的制造工艺.....	113
一、冷铸轧辊简介.....	113
二、关于冷铸轧辊毛坯制造的若干问题.....	113
三、冷铸轧辊的切削加工.....	118
第七节 纸粕辊制造工艺.....	121
一、纸粕辊的作用.....	121
二、纸粕辊辊筒的材料及其选择.....	122
三、纸粕辊的结构及其主要组成部分.....	122
四、纸粕辊制造工艺过程.....	124

五、纸粕辊在使用中常会产生的一些问题	126
第二章 其它零(部)件制造工艺	127
第一节 烘缸制造工艺	127
一、概述	127
二、缸体的机械加工工艺流程	127
三、缸体加工的工艺分析	130
四、传动侧缸盖(长柄缸盖)的机械加工	131
五、操作侧缸盖的机械加工	133
六、烘缸制造新工艺简介	135
第二节 机架制造工艺	138
一、机架的毛坯和时效处理	138
二、压光机机架加工	139
第三节 圆网笼制造工艺	143
一、圆网笼的构造和技术要求	143
二、外辐轮的加工	144
三、内辐轮和铜圈的加工	146
四、铣槽和缠绕紫铜丝	148
第四节 筛板的制造工艺	149
一、概述	149
二、平筛板的制造工艺	149
三、圆筛板的制造工艺	152
四、旋翼筛筛鼓的制造工艺	154
第五节 刀片制造工艺	155
一、造纸机械刀片的材料	155
二、刀片的镶钢	157
三、切料机飞刀加工	160
四、切纸下圆刀加工	163
第六节 磨盘制造工艺	165
一、磨盘材料和毛坯	166
二、双回转盘磨机磨盘加工	168

第三篇 专用机床

第一章 纸机辊筒磨床	171
第一节 磨床的技术规格及组成	171
一、技术规格	171
二、机床主要组成部分	171
第二节 传动链分析(图3-1-1a所示)	173
一、工件主轴的最大和最小转数	173

二、工作台纵向移动速度·····	173
三、砂轮架的横向进给·····	174
第三节 中高度(中凹度)的传动原理·····	175
一、中高度(中凹度)机构的传动原理·····	175
二、磨削实例·····	179
第四节 磨削中高线中凹辊筒时机床的调整·····	180
一、中高度调整原理·····	181
二、中高度调整操作·····	181
第二章 32 头钻床 ·····	183
第一节 机床的技术规格及特点·····	183
一、机床的技术规格·····	183
二、机床特点·····	183
第二节 真空伏辊排孔形式与小单元的划分·····	183
一、真空伏辊排孔形式·····	183
二、小单元的划分及图纸标注加工参数·····	184
第三节 机床的主要组成部分与典型结构·····	185
一、主要组成部分·····	185
二、典型结构·····	185
第四节 机床传动链分析·····	188
一、主体运动·····	188
二、分度运动·····	188
三、差动分度运动·····	189
四、钻头纵移运动(见图3-2-5) ·····	189
五、钻头进给运动·····	189
六、讯号盘的记数运动·····	189
第五节 机床的工作循环·····	190
一、概述·····	190
二、机床的工作循环·····	190
第六节 32 头钻床存在问题及改进措施 ·····	192
一、32 头钻床存在的问题 ·····	192
二、改进措施及效果·····	192

第一篇 制浆设备制造工艺

第一章 容器的制造工艺

在制浆造纸工业中，特别是化学浆的生产中，需要在高温及压力下用化学药剂对造纸纤维原料进行蒸煮。常用的蒸煮设备，有各种形式的蒸煮锅及蒸球等。而许多工艺过程又都需要在一定的温度下进行，所以需要采用换热器，如药液预热器等。这些设备虽然用途及构造不同，但其壳体我们都可以把它看作是一个容器。所以在研究如蒸煮锅、蒸球、换热器等制浆设备的制造工艺之前，有必要首先研究一般容器的制造工艺。

由于使用条件及用途的不同，容器的形状和结构也不同，且制造工艺也不完全相同，但都大同小异，而且具有共同的规律性。下面我们就以钢板弯卷焊接制成的受压容器为例，介绍其制造的基本工序：

筒节的制造工序

钢板矫正和净化→钢板划线→钢板切割→边缘、坡口加工→钢板的弯卷→纵向焊缝的装配和焊接→筒节的矫形→纵向焊缝的质量检查→环焊缝坡口加工。

封头的制造工序

钢板矫正和净化→钢板划线→钢板切割→毛坯加热→冲压成型→封头质量检查→封头边缘加工及开环向坡口。

整体的制造工序

筒节、封头或法兰环焊缝的装配→环焊缝的焊接→环焊缝质量检查→接口孔划线及加工→焊接管接头→清理及水压试验。

由上可见，一般受压容器的制造工艺过程主要包括钢板的矫正、壳体的展开、划线、切割、边缘加工、弯卷(冲压)、装配、焊接及最后质量检查。

本章的主要内容就是对这些工序作扼要的介绍，为掌握一般容器的制造工艺提供一定的基本知识。

第一节 准备工序

容器制造前的准备工序对于整个容器的制造质量影响很大，决不能草率马虎。准备工序主要包括钢板的选用、钢板的矫正、划线下料等。

一、钢 板

钢板是制造容器的基本原材料。根据国家标准，4毫米以下的钢板称为薄钢板，4毫米以上的称为厚钢板。钢板尺寸规格可按GB 709-65选用。在GB 709-65中规定钢板厚度在4~6毫米的，其厚度间隔为0.5毫米；厚度在6~30毫米的，其厚度间隔为1毫米；厚度在30~60毫米的，其厚度间隔为2毫米。钢板的宽度从600毫米开始，宽度间隔为50毫米。钢板的长度从1200毫米开始，长度间隔为100毫米的倍数。

钢板厚度所允许的偏差范围不得超过表1-1-1的规定。

根据用途的不同，钢板的品种很多，有普通碳素钢板、优质碳素钢板、普通低合金钢板、不锈钢耐酸钢板等。在制浆设备制造中常用的钢板牌号有：A3R、16MnR、15G、20G、1Cr18Ni9Ti等。

表 1-1-1 钢 板 厚 度 偏 差 (毫米)

厚 度	宽 度										
	600~ 1000	1001~ 1200	1201~ 1500	1501~ 1700	1701~ 1800	1801~ 2000	2001~ 2300	2301~ 2500	2501~ 2600	2601~ 2800	2801~ 3000
	偏 差										
6~7	+0.3	+0.4	+0.4	+0.5	+0.7	+0.9					
	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6					
11~25	+0.2	+0.3	+0.3	+0.4	+0.6	±0.8	+0.9	+1.0	+1.2	+1.3	+1.4
	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8		-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
36~40	+0.4	+0.4	+0.5	+0.6	+0.7	+0.9	+1.0	+1.2	+1.3	+1.4	+1.5
	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1
52~60	+0.7	+0.8	+0.9	+1.0	+1.1	±1.3	+1.4	+1.5	+1.6	+1.7	+1.8
	-1.3	-1.3	-1.3	-1.3	-1.3		-1.3	-1.3	-1.3	-1.3	-1.3

几种常用钢板的化学成分和机械性能列于表1-1-2。

在钢号后面加上“R”表示属于压力容器用热轧厚钢板，如A3R、16MnR。那么，压力容器用热轧厚钢板与普通的一般用途的热轧钢板有那些区别呢？以A3R为例，它规定钢中含硫、磷量较一般A3低一些（但较优质碳素钢要求又宽一些），机械性能指标中要增加试验常温冲击韧性 α_K 值和180°冷弯，而这两项对一般A3钢板是非必验的项目。至于其它主要机械性能指标如 σ_s 、 σ_b 等则A3R与A3相同。

16Mn是结合我国资源生产的屈服强度为35公斤/毫米²级的锰硅系普通低合金钢，使用温度可在-40°~+450°C范围。由于16Mn强度较高，回弹力较大，因此在冷卷成型时较A3钢困难。

1Cr18Ni9Ti是不锈钢耐酸钢，它在某些腐蚀性介质作用下耐腐蚀，所以在亚硫酸盐法制浆中，可用1Cr18Ni9Ti作为蒸煮锅的衬里材料，以防蒸煮液的腐蚀。

表 1-1-2

常用钢板的化学成分和机械性能

钢 号	化 学 成 分 %								机 械 性 能					
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Ti	σ_s	σ_b	δ_5	α_K	冷弯180° (d =弯心直径 s =试样厚度)	
													厚度 $\leq$ 30毫米	厚度 $>$ 30毫米
A 3 R	0.22	0.12~ 0.30	0.40~ 0.65	0.045	0.040				24	38	26	7.0	$d=1.5s$	
16 MnR	0.20	0.20~ 0.60	1.20~ 1.60	0.045	0.040				35	52	21	7.0	$d=2s$	
15G	0.12~ 0.20	0.15~ 0.30	0.35~ 0.65	0.040	0.045				23	36~46	27	7.5	$d=0$	$d=s$
20G	0.16~ 0.24	0.15~ 0.30	0.35~ 0.65	0.040	0.045				25	41~50	25	6.5	$d=s$	$d=2s$
1Cr18 Ni9Ti	0.12	0.80	2.0	0.030	0.035	17.0~ 19.0	8.0~ 11.0	≤ 0.8	20	55	40	22		

二、钢板的矫正

钢板在运输及存放时,由于受外界因素的影响,或者由于钢板本身的自重,有时会产生弯曲、波浪形变形等。这对容器制造、装配质量都有影响。

根据容器结构的技术要求和加工工序的工艺要求,钢板的不平度不得超过表 1-1-3 中的数值。

表 1-1-3

钢板允许的弯曲度和波浪度 (毫米)

钢 板 厚 度	钢 板 宽 度						
	1200 以下	1200~1500	1500~1800	1800~2100	2100~2700	2700~3000	3000 以上
6~10	16	20	24	28	32	36	—
10~12	12	14	16	20	24	28	32
12~20	12	14	16	18	22	25	28
20~25	12	14	16	18	20	22	24
25~50	12	14	14	14	16	18	20
50~100	6	8	10	11	12	14	16

当然,并不是说所有钢板在制造过程中,都必须要通过矫正,因为这一工序取决于设备的要求和原板料的具体情况。如果要制造一个不很重要的设备,例如它不承受压力和温度的影响,那末也可以不用矫正。或者钢板的弯曲不平度不致影响到划线、切割和加工的精确度,也可以不通过矫正而直接应用。

矫正的方法有机械矫正、手工矫正、火焰矫正。

(一) 机械矫正

机械矫正是在钢板矫正机上进行。常用的钢板矫正机有 5~11 个辊子,辊子的数目与直径视被矫正钢板厚度而定,钢板愈薄,辊子的数目应愈多,而辊子的直径愈小。图

1-1-1 是七辊钢板矫正机的工作示意图。钢板矫正机有上、下两排辊子，其中三个下辊及上排中间的两个辊子是工作辊(矫正辊)。一般下辊子是主动辊，由电动机经减速器带动旋转。上排辊子是从动辊，上排中间的两个辊子可根据被矫正钢板的厚度而上下调节。上排两边的辊子是导向辊，它可以独立进行上下的调节，以便将钢板正确的引入和导出钢板矫正机。钢板通过钢板矫正机，由于受到上、下辊子的作用而反复的弯曲变形，这样钢板的不平部分经过几次正反方向拉伸后，便被拉平而达到矫平的目的。钢板的厚度愈厚，矫平的效果愈

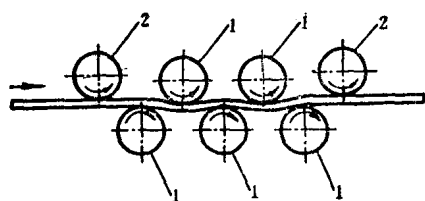


图 1-1-1 七辊钢板矫正机工作示意图
1—工作辊 2—导向辊

好，因此常常可以将几块较薄的钢板迭在一起进行矫平。

(二) 手工矫正

当钢板厚度不大，而又没有钢板矫正机的情况下，可以用手工来矫正钢板的不平度。

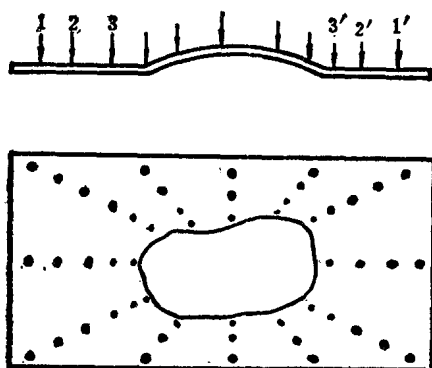


图 1-1-2 手工矫正法

手工矫正的方法是：将需矫平的钢板放在矫正平台上，然后用大锤锤打钢板，以达到矫平的目的。这里需要注意的是，不能首先直接锤打在钢板的凸起部分，否则会此落彼起，不容易达到矫平的目的。当钢板的中间凸出变形时，应该首先锤打钢板的四周，逐渐向凸出部分锤打，如图 1-1-2 中所示的顺序。这样使钢板所引起的塑性变形会把凸出部分拉平。可见手工矫正和操作者的经验有关，通常厚度在 2~8 毫米之间效果比较理想。

(三) 火焰矫平

我们知道，对金属进行不均匀加热则会引起金属的变形。因此，火焰矫形的实质就是利用不均匀加热引起的变形去矫正钢板已经发生的变形。火焰矫形所用的工具和材料是气焊炬、氧-乙炔气。矫形的方法是：先把钢板放在平台上，然后用夹具将钢板的四周压紧。如图 1-1-3 所示是利用圆钢制成的羊角铁来压紧钢板。需要压紧时，用锤从上向下打羊角铁；需要松开时，就沿水平方向打羊角铁。钢板夹紧后，在中间凸出部分的两侧平的地方进行线状加热，依次向凸起处围拢加热，如图所示。如果第一次还不平，再进行第二次，直到矫平为止。

当钢板较厚，且有均匀的弯曲时，可将钢板放在平台上，然后用大号气焊咀在最高处进行线状加热(图 1-1-4)，加热温度一般为 500~600℃(呈暗红色)即可；但应注意加热的深度不要超过钢板厚度的 2/3，目的是使加热的温度在钢板厚度的方向上不均匀，

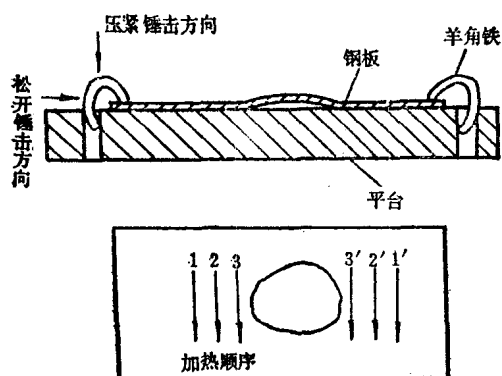


图 1-1-3 火焰矫平示意图

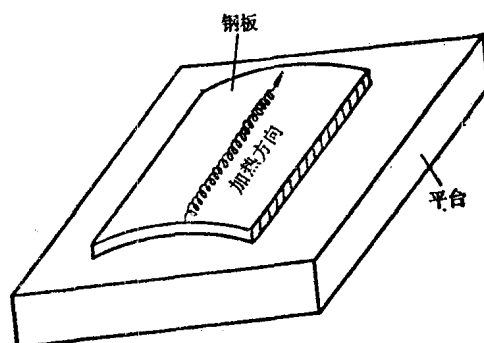


图 1-1-4 较厚钢板的火焰矫平

才能使钢板变形。如果温度沿钢板厚度方向上分布均匀了，就收不到矫平的效果。当第一次加热未能全部矫平时，可再进行加热，直到矫平为止。

从上面所述的三种钢板矫正方法可以看出，机械矫正法的劳动强度低、质量高，但在没有钢板矫正机的情况下，则手工矫形和火焰矫形也是行之有效的办法。

三、划 线

把空间立体图形在钢板上展开成平面图形的方法，称为划线。划线是一件复杂而细致的工作，在划线时不仅要有平面几何、立体几何以及画法几何的知识，而且还要会分析图纸和明瞭实际加工中发生的问题。

空间曲面分为可展的和不可展的两种。圆柱、圆锥等是属可展的曲面，而球面、椭圆形封头等是不可展的，而且在压制成型中，材料还产生不均匀的塑性变形，所以这类不可展的几何体只能用近似的方法展开。

(一) 几种常用几何体的展开

1. 圆筒的展开

圆筒是由钢板以一定的半径弯曲而成。这时，钢板的横断面围绕着圆筒的中心轴线转动。当把钢板弯卷成圆筒时，钢板的内侧受压而收缩，外侧受拉而伸长，而钢板厚度中间层的周长是不变的，这一层在弯卷后即是筒体内外直径的平均值，即 $D_{\text{中}} = D_{\text{内}} + S$ (S 为钢板厚度)，因此圆筒的展开长度为：

$$B = \pi D_{\text{中}} = \pi (D_{\text{内}} + S)$$

2. 椭圆形封头的展开

受压容器的封头中，用得较多的是椭圆形封头。决定封头坯料尺寸的原则、方法和要求，与其它零件相似，既要保证有足够的加工余量，又不能使坯料过大，造成材料的浪费，同时计算坯料尺寸的方法也应力求简单。由于椭圆形封头的立体形状是不可直接展开的，且封头在压制过程中，钢板的变形量较大，用纯几何的展开法就得不到正确的坯料尺寸。这些都与圆筒的展开有所不同。椭圆形封头的展开方法有等弧长法、等面积法、经验法等。由于椭圆的弧长计算比较困难，因此在实际应用时，并不进行精确的计

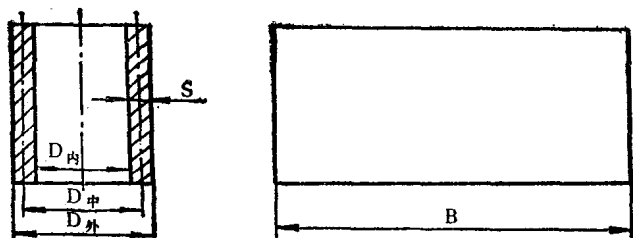


图 1-1-5 圆筒的展开

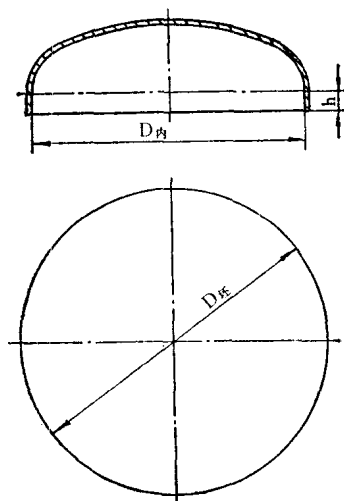


图 1-1-6 椭圆形封头的展开

算,而是按经验公式算出毛坯的直径(图 1-1-6)。椭圆形封头展开的经验公式各制造厂互不相同,下面仅举一例:

$$D_{\text{坯}} = 1.2D_{\text{内}} + 2h + (20 \sim 30) \text{毫米}$$

这里毛坯的直径 $D_{\text{坯}}$ 略大于封头的展开直径。这样,当封头压制成型后就可以有足够的余量进行封头的切割修边,以去掉压制过程中出现的毛边、折皱等。

3. 圆锥形的展开

与圆筒展开时一样,圆锥形展开时,上底与下底的直径均取中径计算(图1-1-7)。

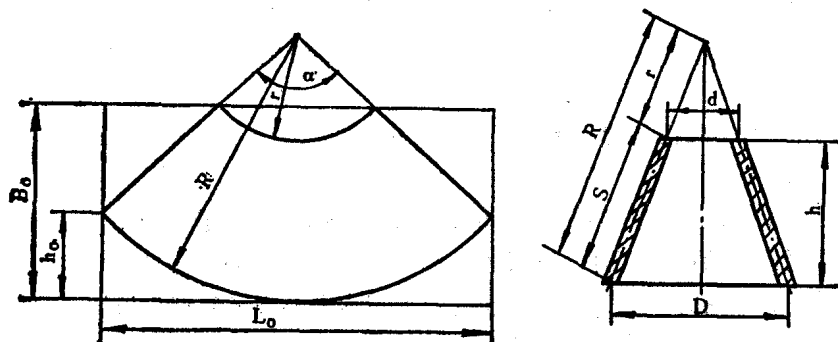


图 1-1-7 圆锥形的展开

当已知上下底直径与截锥高度时,就可以求出展开半径 R 及 r 、母线长 S 、展开角 α 等。

母线长:

$$S = \sqrt{h^2 + \left(\frac{D-d}{2}\right)^2}$$

展开半径:

$$r = S \frac{d}{D-d}$$

$$R = r + S$$

展开角:

$$\alpha = 180^\circ \cdot \frac{D}{R}$$

钢板的理论长度:

$$L_0 = 2 R \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

展开面外弧之高:

$$h_0 = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$$

钢板之理论宽度:

$$B_0 = S \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + h_0$$

(二) 在钢板上划线的方法

将空间立体的展开图划在钢板上的过程, 称为划线。在这一过程中, 我们要求形状和尺寸力求准确。首先, 必须检查钢板的两直角边是否保证垂直, 否则将给筒节的装配带来困难, 并影响整个容器的制造质量。在钢板上划互相垂直的线时, 应该用作图法, 而不要用直角尺来划, 因为后者的误差较大, 不易划得准确。划直角的方法如图 1-1-8 所示。以直线 MN 为基准直线, 在基准直线上以 O 为圆心任意长为半径划弧, 与 MN 相交于点 A , 以 A 为圆心 OA 长为半径划弧则得交点 B 。延长 AB 并截取 $BC=AB$, 则 OC 为与 MN 直线互相垂直的另一直角边。

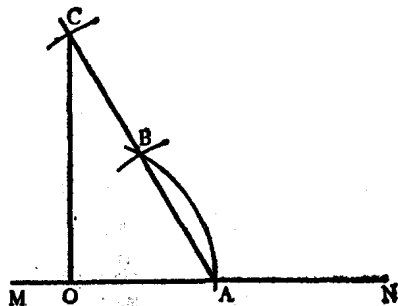


图 1-1-8 划垂线方法

一般容器的筒身可由若干节筒节组成, 而每一筒节根据其直径的大小可用一块钢板或几块钢板拼成。总的原则是希望容器的焊缝数尽量少。因此, 根据钢板的规格, 如果容器的直径不大, 可以用一块钢板弯卷而成的就不要用两块钢板来拼接。例如, 直径小于 1800 毫米的筒节, 其展开长度不超过 6000 毫米, 则应尽量用一块钢板, 使每一个筒节只有一条纵向焊缝。如果必须用二块钢板拼成的, 则希望两条纵向焊缝的距离大些, 一般不小于 800 毫米。

如果是单件生产的零件, 而形状又不很复杂时, 可以在钢板上直接用作图法划线。但对于成批生产的零件, 则可预先在硬纸板或薄铁皮上划线, 并按零件的形状剪下来, 然后再以此为样板划在钢板上, 这样可以省去成批生产零件的划线时间。

在钢板上划线时, 我们要节约钢板, 也就是应该考虑经济合理的使用钢板。例如, 在制造直径较大的法兰时, 采用拼接法较为省料。所制造的法兰直径愈大, 效果愈显著。

在钢板上划好线后, 应在轮廓线上每隔 40~60 毫米打上样冲眼, 作为标记。

四、切割及边缘加工

坯料的切割加工，是将原材料加工成适于进行各个部件基本制造工序的毛坯。所用的切割方法既要适应原材料的特点，同时又要满足以后几道制造工序对毛坯的要求。

目前，一般常用的切割方法有：机械切割、氧气切割、电弧切割、等离子切割等。下面分别介绍这几种切割方法。

（一）机械切割

所谓机械切割，通常是在剪板机上进行。即用强大的剪切力克服钢板的抵抗而使钢板分离。钢板剪切时，把钢板放在两把剪刀之间，如图 1-1-9 所示。由于外力的作用，

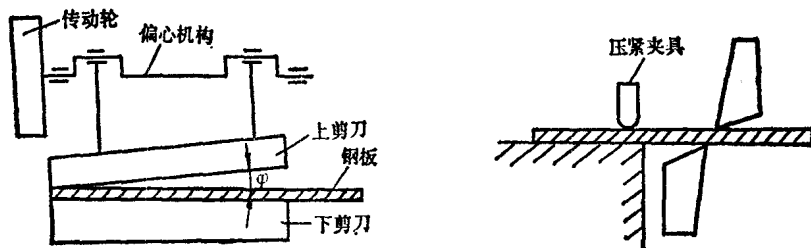


图 1-1-9 剪板机示意图

使上下两剪刀压入金属内。当达到某一压入量，即剪刀的压力由零增加到超过材料的抗剪应力时，钢板就被剪断。从钢板切断面观察可知，钢板总的被压入量约为板厚的 $\frac{1}{8}$ 。由于压入过程中金属的组织被挤压而发生流动，因而在切断面的上边缘的金属形成向下弯曲，而下边缘的金属则向下凸出，形成所谓毛刺，同时金属发生硬化现象。所以在制造重要结构时，这些剪切边缘 2~3 毫米的金属必须去除。另外，为了防止剪切时钢板发生翻转现象，必须用压紧工具将钢板压住。

剪切时所需的力与两剪刀刀刃之间的交角 φ 有关。当 $\varphi=0$ 即两刀刃平行时，上下两刀刃全部同时参加工作。但当具有某一角度时，剪刀刃并非全部同时参加工作，钢板被剪切的整个长度的切割，是逐渐进行的，所以剪切所需的力较小。为了减少剪切的功率，通常将上剪刀按一定的角度 φ 进行安装，而下剪刀则为水平位置。一般 φ 为 $6^\circ \sim 9^\circ$ 。

在剪板机上只能剪切直线。被剪板材的宽度、厚度受剪板机的规格所限制。我国生产的剪板机的主要规格如表 1-1-4 所示。

（二）氧气切割

氧气切割过程的实质就是金属的燃烧。铁在高温（ 1050°C ）与纯氧（纯度不低于 99%）接触，即发生剧烈的氧化和燃烧，并放出大量的燃烧热 $[3\text{Fe} + 2\text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 266.9 \text{ 千卡/克分子} (1.1 \times 10^6 \text{ 焦耳/克分子})]$ 。切割钢板时，先用氧与乙炔混合气体燃烧的火焰将被切处预热到高温（ 1300°C 左右），然后由割枪咀的中心放出高压（一般 4 大气压以上，视被切板厚而定）纯氧。纯氧将烧红的铁燃烧成氧化铁，氧化铁被燃烧热熔化后，迅速被高压的氧气流吹走（图 1-1-10）。随着割炬的向前移动，氧气不断将金属氧化并吹走，最后将金属割断。

表 1-1-4

剪 板 机 规 格

名 称	剪 板 尺 寸 (可剪最大板厚)× (可剪最大板宽)(毫米)	板 料 强 度 (公斤/毫米 ²)	功 率 (千瓦)
6×2500 剪板机	6×2500	50	7.5
13×2500 剪板机	13×2500	50	15
20×2000 剪板机	20×2000	50	28
25×4000 剪板机	25×4000	50	30

注：表中的剪板能力均以板料强度为 50 公斤/毫米²为准，如果材料的强度高于或低于 50 公斤/毫米²时，则剪切厚度要另行计算确定。

由此可见，对工件某点而言，氧气切割可归纳为三个过程：对被切割金属进行预热；预热了的金属在氧中燃烧并放出燃烧热；高压的氧气流将熔化后的氧化金属吹走。

氧气切割过程简单，设备简便，可以切割出复杂形状的零件，因此氧气切割在机器制造业中得到广泛的应用。

然而，并不是所有的金属都能用氧气切割的，只有那些满足下面几个主要条件的金属才能进行氧气切割。

(1) 金属的燃点应低于其熔点，否则金属被切割时还未氧化燃烧，就已先行无规则的熔化了，切口将凹凸不平。

在铁碳合金中，含碳量对燃点的高低有很大的影响。含碳量愈高，则金属的熔点降低，而燃点反而提高（表 1-1-5），不利于氧气切割的进行。

表 1-1-5

金 属 种 类	熔 点	燃 点
纯铁	1530°C	1050°C
碳钢(0.4~0.7%C)	1490°C	1300°C
高碳钢(1.55%C)	1370°C	1400°C

(2) 金属氧化燃烧生成的金属氧化物的熔点，应低于金属本身的熔点，否则在氧气流作用下切割金属的表面会形成氧化物，将阻碍金属的继续氧化，使切割过程无法进行。表 1-1-6 列出几种金属及其氧化物的熔化温度。

由表 1-1-6 可看出，低碳钢很容易切割，而生铁、铜、铝、高铬钢和铬镍钢则由于会在表面形成高熔点的氧化物，因而它们都不能用一般的方法进行氧气切割。

(3) 金属燃烧时应能放出足够的热量，以维持切割过程的不断连续进行。低碳钢的

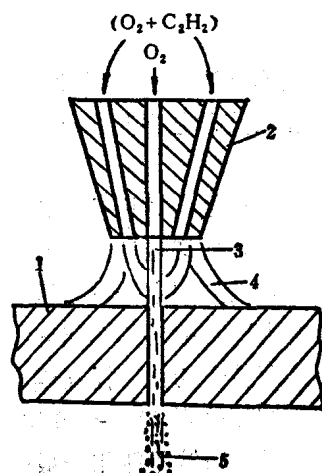


图 1-1-10 氧气切割过程示意图
1—被切金属 2—切割炬 3—切割氧
4—预热火焰 5—熔渣