

技工院校理论与实训一体化系列教材

飞机钣金工理论与实训

汉锦丽◎主编 任丽荣◎副主编



西北工业大学出版社

技工院校理论与实训一体化系列教材

飞机钣金工理论与实训

主 编 汉锦丽

副主编 任丽荣

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书主要包括手工剪切、手工弯曲、收边、放边、拔缘、拱曲、卷边、咬缝、校正、雅高机成形、综合件练习等 11 个项目教学的相关专业知识与技能操作步骤、要点等。

本书可作为航空技工院校教材,也可供从事飞机制造的工人、技术人员,以及大、中专和技工院校的飞机制造专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

飞机钣金工理论与实训/汉锦丽主编. —西安:西北工业大学出版社,2014.8
ISBN 978-7-5612-4113-4

I. ①飞… II. ①汉… III. ①飞机—钣金工 IV. ①V261.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 202492 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:兴平市博闻印务有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:7.5

字 数:175 千字

版 次:2014 年 11 月第 1 版 2014 年 11 月第 1 次印刷

定 价:20.00 元

技工院校理论与实训一体化系列教材 编写委员会

主任:王海宇

编委:李 智 汉锦丽 司智渊 李世峰 万胜强 薛 莹
李善良 王晋涛 曹 峰 种永刚 孟庆海 贺 磊
高 岚 韩麦叶 陶森明 宋学博 余春林 李 林
韩世波

前 言

为推进我国技工教育教学体系改革,培养合格的现代化建设技能型人才,学院积极推进理论和实训一体化教学改革。这种教学模式的主体思想是把理论知识教学和实际操作训练融为一体,教师在实训现场讲完理论知识和操作工艺规程后,立即指导学生进行实际操作训练,加深对理论知识的理解并学会应用,避免过去理论教学 and 实际训练相互独立,甚至相互脱节的现象。编写与这种教学模式相配套的教材是这项教学改革的首要任务之一。西飞技师学院教师总结多年教学经验和成果,参考兄弟院校做法,编写了这套富有自身特色的理论与实训一体化系列教材。

本书介绍了飞机制造钣金工的基础知识和操作规程。主要包括:手工剪切、手工弯曲、收边、放边、拔缘、拱曲、卷边、咬缝、校正、雅高机成形、综合件练习等 11 个项目教学的相关专业知识与技能操作步骤、要点等。为了便于学生掌握每个项目课题所学专业知识与技能,加工出合格的零件,确保安全生产、文明生产,每个项目课题都设有明确的学习目标、任务引领、相关专业知识、任务实施(内含注意事项)、实施效果评价、课后思考与练习。

在教材编写过程中,笔者始终以学生就业为导向,以企业用人标准为依据,根据技工院校教学特点和学生的认知规律,坚持够用、实用的原则,力求使理论知识内容简明易懂,操作过程清晰、规范。

本书由汉锦丽任主编,任丽荣任副主编,参与编写的人员还有中航飞机西安飞机分公司钣金总厂高级技师李世峰。全书由汉锦丽统稿。

感谢西飞技师学院实习工厂对本书的编写进行了精心组织筹划和所做的大量协调工作。参加审稿的人员有王海宇、种永刚、李善良、曹峰、孟庆海、贺磊。

在编写本书的过程中,笔者参阅了部分国内外文献资料和高等院校的有关教材,在此谨对原作者深表感谢。

编写理论与实训一体化教材是笔者的初次尝试,经验不足,书中不妥和疏漏之处在所难免,恳请读者不吝赐教。

编 者

2014 年 8 月

目 录

项目课题 1	手工剪切	1
项目课题 2	手工弯曲	11
项目课题 3	收边	28
项目课题 4	放边	39
项目课题 5	拔缘	48
项目课题 6	拱曲	59
项目课题 7	卷边	68
项目课题 8	咬缝	76
项目课题 9	校正	84
项目课题 10	雅高机成形	97
项目课题 11	综合件练习	106
参考文献		112

项目课题 1 手工剪切

【学习目标】

1. 掌握按图划线的方法步骤。
2. 了解样板的作用及特征。
3. 掌握手工剪切的操作方法及要点。
4. 遵守安全操作规程,符合文明生产要求。
5. 掌握手工剪切常见质量故障、原因分析及排除方法。

【任务引领】

一、明确任务——安全文明生产和手工剪切

1. 安全文明生产。

- (1) 实习时必须穿好工作服,戴好工作帽(头发纳入帽子内),做到三紧,如图 1.1 所示。
- (2) 工作现场必须穿平跟鞋,全部包裹脚面。
- (3) 操作时集中精力,不允许听 MP3、吃东西、打闹等。

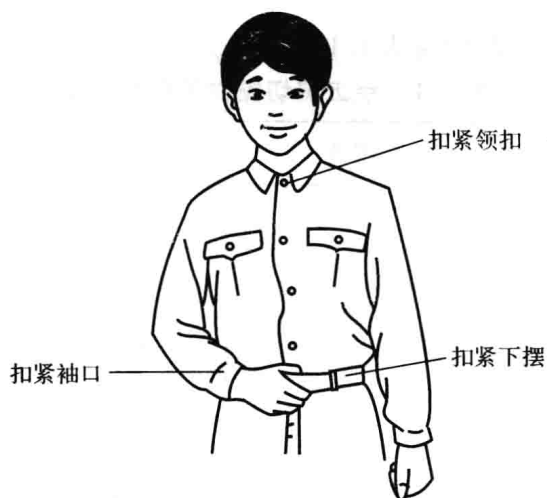


图 1.1 正确穿着工作服

2. 在 $\delta 1.0\text{ mm} \times 160\text{ mm} \times 160\text{ mm}$ 的铝合金材料上完成如图 1.2 所示的手工剪切零件。

3. 技术要求。

- (1) 剪切段面光滑、平直,边缘无明显毛刺。
- (2) 尺寸公差为 $\pm 0.5\text{ mm}$ 。
- (3) 零件平整,无明显扭曲。

(4)表面质量：表面不得有划痕、压伤、裂纹、锤痕等。

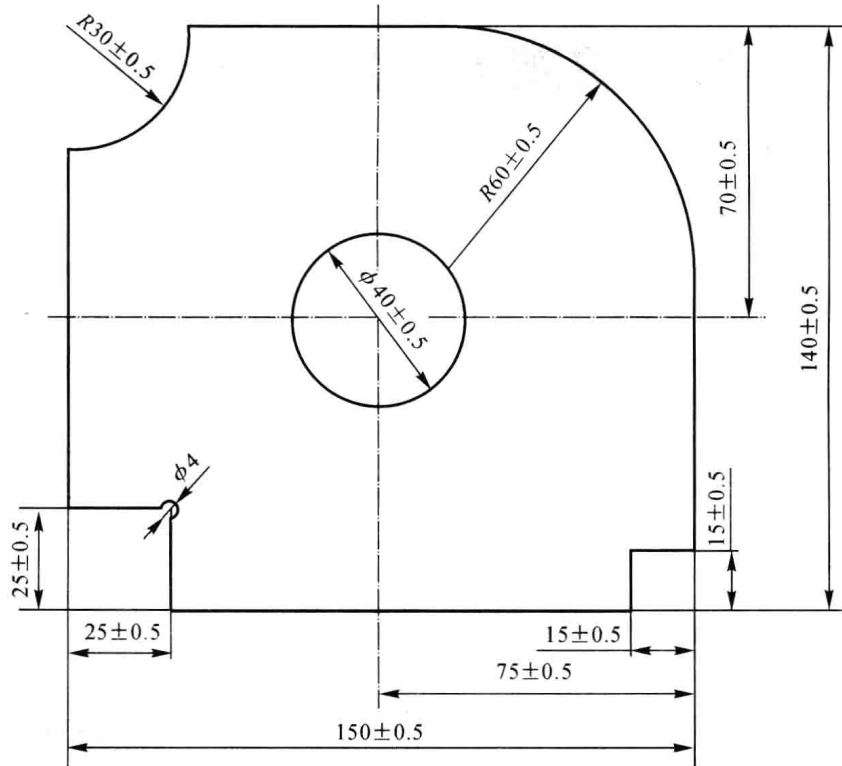


图 1.2 手工剪切零件

4. 手工剪切操作工量具清单(见表 1.1)。

表 1.1 手工剪切操作工量具清单

手工剪切操作工量具清单			图号		材料规格		
			BJ1-1		δ1.0 mm×160 mm×160 mm		
			数量	1	材料牌号	LY12M	
序号	名称	规格	数量	序号	名称	规格	数量
1	直口剪	10"	1	4	游标卡尺	0~150 mm	1
2	曲口剪	6"	1	5	划针	/	1
3	钢板尺	0~300 mm	1	6	划规	/	1

备注：钣金常用工具。

二、工艺分析

1. 按图划线时要量取尺寸，不能平移，中心线、成形线宜采用红、蓝铅笔划线，铅笔划线会对毛料造成腐蚀，而且不易擦拭。零件外形可采用划针划线。划线要求线条清晰、位置准确，

不能有重叠线。

2. 按样板划线时,划针锥面要沿着样板外缘向外倾斜 $15^{\circ} \sim 18^{\circ}$ 滑动,要求针尖刺入材料,划线痕迹要清楚,深度以不严重损坏(不刺穿)铝合金表面包铝层为宜。

3. 剪切时应对应材料厚度,调整好剪刀间隙,做到上剪刀压线连续剪切,这样才能保证剪切断面光滑,无断剪,边缘无毛刺,尺寸公差符合图纸工艺要求。

4. 根据剪切形状和要求,正确使用剪刀,掌握正确的操作方法,减少剪切变形。

【相关专业知识】

一、样板知识

1. 样板是按模线或数据制造,表示飞机零、组、部件真实形状的,刻有标记并钻有工艺孔的专用刚性量具,起着制造、检验、协调零件及工艺装备的作用,正确识别和使用样板是保证产品质量的前提。

2. 飞机制造中所用样板的主要特点:

(1) 样板可以看成是 1:1 的不注尺寸的刚性图纸,因为通过样板正面上的符号标记和说明文字,可以从一块平的样板想象出立体零件,特别是框、肋类平行钣金件的形状。

(2) 样板之间必须相互协调。这是因为,在这里样板起着制造、协调、检验零件及工艺装备的作用,要求样板之间有着相互协调的关系。

(3) 由于飞机结构中形状不规则的钣金件品种繁多,并且为了制造一种零件常常需要使用不止一块而是一套样板,样板的数量也就很多,往往多达数万块。

3. 样板的取制原则:样板正面按飞机从上向下(俯视)、从后向前(主视)、从左向右(侧视)的原则取制。

4. 飞机钣金常用生产样板的基本特征和基本用途。

(1) 外形样板:表示零件结构平面(一般为腹板面)的形状。

用途:①制造成套零件样板;②制造和检验零件及模具。

(2) 内形样板:表示有弯边零件结构平面的形状。

用途:制造零件的成形模具。

(3) 展开样板:表示零件的展开形状。

用途:①零件下料;②制造冲切模;③制造铣切样板。

(4) 切面样板:表示零件所取位置的切面形状。

用途:①制造和检验模具;②检验零件。

(5) 毛料样板:有余量的下料样板。

用途:用于零件下料。

(6) 钻孔样板:用于平面零件的钻孔或制孔。

用途:钻(或冲)零件上的孔。

二、划线

1. 在被加工材料上划出加工界限的线(含冲点)叫做划线。划线工具如图 1.3 所示。



图 1.3 划线工具

2. 划线的方法。

(1) 按图样划线的方法和步骤。

1) 仔细研究零件图并拟订划线计划。

2) 划线步骤如图 1.4 所示,最后检查划线。

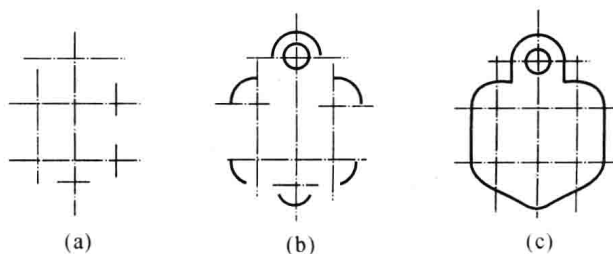


图 1.4 按图样划线的步骤

(a) 划中心线; (b) 划圆弧和圆周线; (c) 用直线将圆弧连接

3) 注意:铝合金用红、蓝铅笔划线(镁合金用红铅笔划线),仅外形用划针;按图样划线要量取尺寸,不能平移。

(2) 按样板划线的方法。

1) 磨尖划针,其角度为 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$,如图 1.5 所示。

2) 将样板放在材料上,用弓形夹或手夹固定。

3) 划线时,使划针锥面沿样板外缘滑动,用均匀的压力划出线来,如图 1.6 所示。

4) 按样板钻孔时,应按样板孔位冲点。

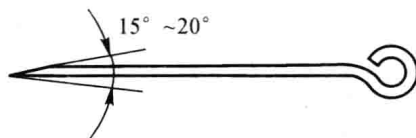


图 1.5 划针

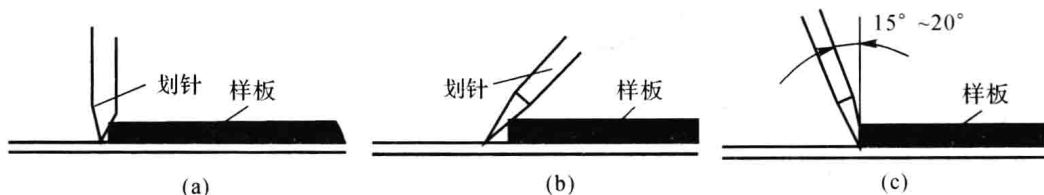


图 1.6 按划针划线

(a) 划针未磨正确; (b) 划针位置不正确; (c) 正确

三、手工剪切

剪切是将原材料按需要切成所需形状的材料,是飞机钣金零件制造的第一道工序。

手工剪切是飞机钣金工技能的重要组成部分,主要是利用手动剪切工具进行剪切操作。手工剪切机动灵活,下料、开孔、修剪余量等操作都离不开手工剪切。因此,手工剪切是飞机钣金工人的一项基本功。

1. 手工剪切工具。

(1)如图 1.7(a)所示,直口剪——剪切刃为直线,用于剪切直线轮廓的板料,可剪切铝板厚度为 1.5 mm 左右,钢板厚度为 1.0 mm 左右。

(2)如图 1.7(b)所示,曲口剪——剪切刃为曲线,用于剪切曲线轮廓板料零件,可剪切铝板厚度为 2.0 mm 左右,钢板厚度为 0.8 mm 左右。

(3)台剪。如图 1.8(a)所示为小型台剪。由于手柄较长,利用杠杆的作用可产生比手剪刀大的剪切力,可剪切 3~4 mm 厚的钢板。如图 1.8(b)所示为杠杆式大型台剪,它利用两级杠杆的作用,可剪切厚度达 10 mm 的钢板,为防止板料在剪切时移动,装有能调节的压紧机构。如图 1.8(c)所示为封闭式机架的手动剪切机,扳动手柄时,能使剪刀板在机架中作上下运动,刀板上制有圆形、方形及 T 形等形状的刀刃,与固定在机架上的刀刃形状一致,剪切时只要将被剪切材料置于相应的刀孔中,并用止动螺钉或压板压紧,扳动手柄即可完成剪切。

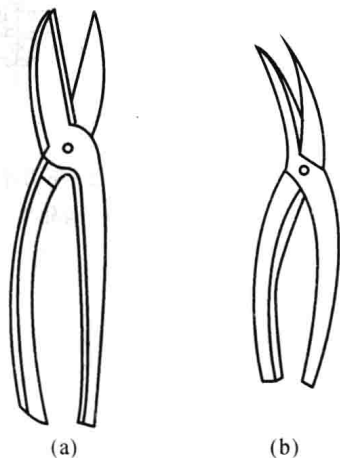


图 1.7 手剪刀
(a)直口剪; (b)曲口剪

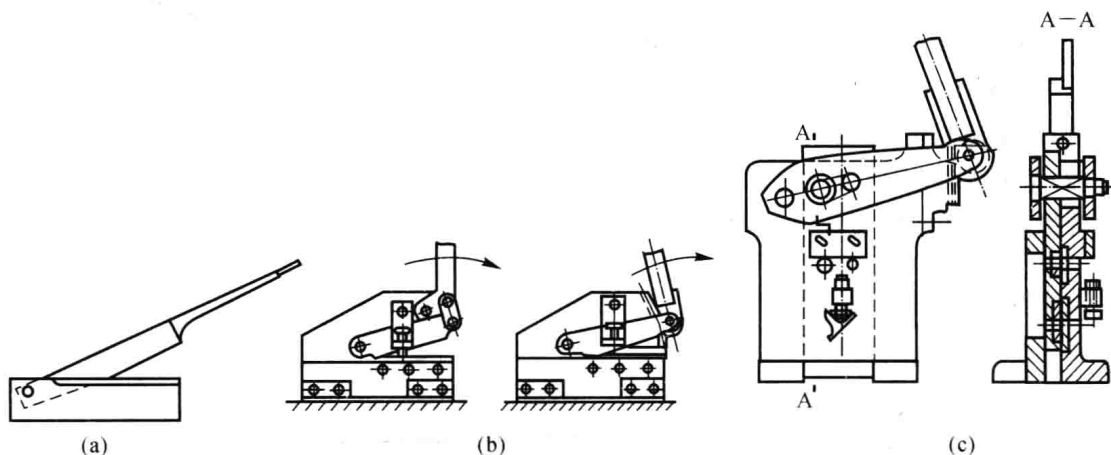


图 1.8 台剪
(a)小型台剪; (b)杠杆式大型台剪; (c)封闭式台剪

(4)手提式气动剪。手提式气动剪属于半机械化的手剪工具,构造原理和风钻相同,仅在头部将转动通过偏心轴变成刀刃的高速往复运行,与固定下刀刃配合进行剪切,剪切厚度可达 2.5 mm,如图 1.9 和图 1.10 所示。

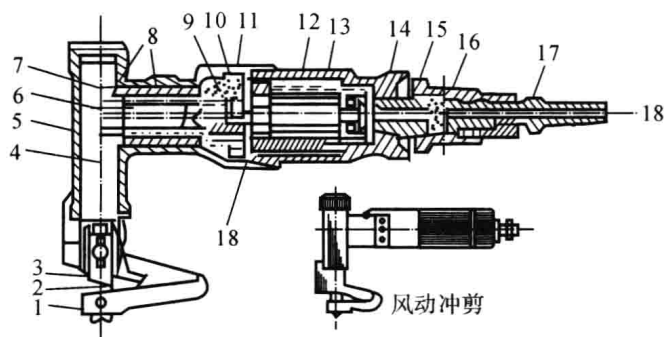


图 1.9 手提式气动(振动)剪(风动冲剪)

1—刀架；2—下刀片；3—上刀片；4—挺杆；5—前体；6—偏心轴；7—滚针外套；
8—滚针；9—齿轮架；10—中间齿轮；11—内齿轮；12—转子；13—滑片；14—柄体；
15—阀套；16—阀体；17—风管接头；18—压缩空气

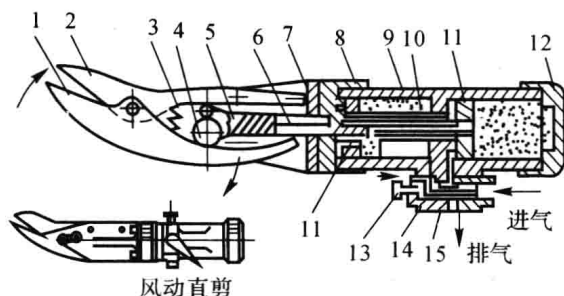


图 1.10 气动剪(风动直剪)

1—活动刀片；2—固定刀片；3—弹簧；4—滚轮；5—支架；6—活塞杆；7—叉耳；8—前盖；
9—气缸；10—活塞杆套；11—活塞；12—后盖；13—按钮；14—活门套；15—活门

2. 手工剪切操作及要点。

(1) 右手握剪把,如图 1.11 所示,剪把不能露出掌心过长,尾端不能握在手掌中。

(2) 左手持料,上剪刀与剪切线对正。剪切时,剪刀张开剪刀全长的 $\frac{3}{4}$,剪切中,剪刀不完全合拢,应留 $\frac{1}{4}$ 剪刀长,如图 1.12 所示。



图 1.11 正确握剪方法

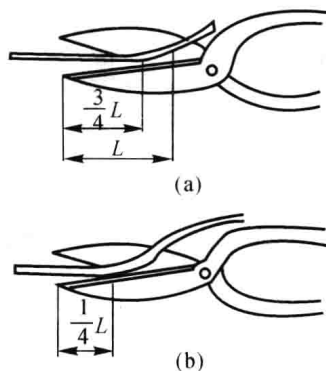


图 1.12 剪刀工作状态
(a)剪切开始；(b)剪切終了

(3)当剪切刃闭合时,压线连续剪切,剪口要重合,两刃之间保持 $0\sim 0.2\text{ mm}$ 间隙(料薄取最小值,料厚取最大值),如图1.13所示。

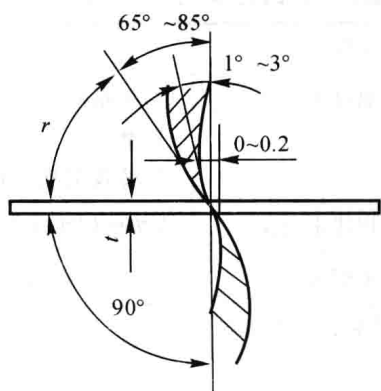


图 1.13 剪刀间隙

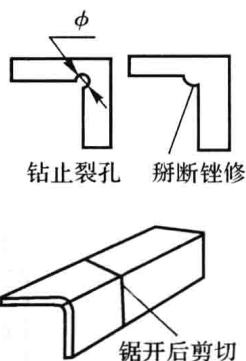
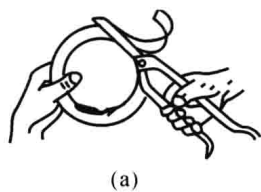


图 1.14 剪切凹角及角材

(4)剪切凹角应先钻止裂孔或在凹角处留一定距离不剪开,用手掰断连接处,再锉修到剪切尺寸;对于角形件,先锯开角根再剪开,如图1.14所示。

(5)剪切圆料时,当余料狭小时,可按逆时针剪切,如图1.15(a)所示;当余料较宽时,应按顺时针剪切,如图1.15(b)所示。



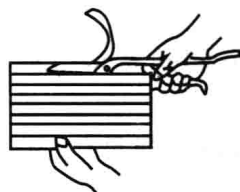
(a)



(b)

图 1.15 剪切圆料

(a)逆时针剪切; (b)顺时针剪切



(a)



(b)

图 1.16 剪切直料

(a)剪短料; (b)剪长料

(6)剪切短直料时,被剪切部分放在右边,如图1.16(a)所示。当剪切余料较宽,剪切长度较长时,被剪部分放在左边,如图1.16(b)所示。

(7)剪切较厚条料时,应把剪刀下柄用台虎钳夹住,上柄套一根管子,如图1.17所示。

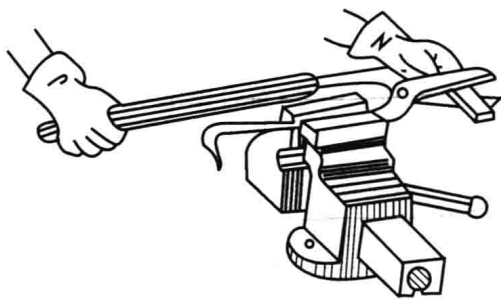


图 1.17 手剪较厚条料

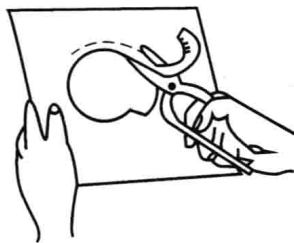


图 1.18 剪内圆

(8)剪切内孔的方法:先在板料上开一个大孔,再用弯剪采用螺旋线剪切,逐渐扩大,如图

1.18 所示。

3. 手工剪切常见质量故障、原因分析与排除方法(见表 1.2)。

表 1.2 手工剪切常见质量故障、原因分析与排除方法

序 号	故障内容	原因分析	排除方法
1	剪不断	(1)上、下刀刃间隙过大 (2)刀口钝 (3)料太厚	(1)调整间隙 (2)磨锐 (3)按规定范围剪切
2	尺寸超差	上剪刀与零件剪切线未对正	应按剪切线送进
3	剪切线间断不直	后一剪与前一剪未衔接好	压线连续剪切
4	剪裂	(1)凹角处未钻止裂孔或剪过线 (2)剪切时剪刀全部闭合咬伤零件	(1)钻止裂孔或留锉修余量 (2)剪刀不完全闭合,留 1/4 再切
5	毛刺	(1)剪切间隙不对 (2)剪刀变钝	(1)调整剪切间隙 (2)磨锐

【任务实施】

一、准备工作

1. 材料准备。

材料规格:δ1.0 mm×160 mm×160 mm;材料牌号:LY12M;数量:1 件。

2. 工艺装备。

游标卡尺 0~150 mm、钢板尺 0~300 mm、直口剪 10"、曲口剪 6"、划规、划针、木榔头、橡皮拍板等钣金常用工具。

3. 设备。

钻床 Z512A。

二、操作步骤

1. 检查。检查材料状态、规格、表面质量(要求:无划伤、压痕、裂纹等)。

2. 划线。依据图纸确定零件中心线,过中心划圆(φ40 mm)→以中心线为基准,对称量取 150 mm×140 mm 外形线,要求四边互相垂直→在边长 150 mm 和 140 mm 上分别量取 60 mm 做垂线,两线相交于一点,以这点为内切圆 R60 mm 的圆心,划内切圆弧 R60 mm→以边长 150 mm 和 140 mm 交点为圆心划圆 R30 mm→在边长 150 mm 和 140 mm 上分别量取直线 25 mm×25 mm,15 mm×15 mm→按图纸检查划线尺寸,符合图纸要求。

3. 手工剪切。

要求:所有剪切线段不允许用锉刀修整,保留剪切痕迹。

(1) 压线剪切外形轮廓线至 140 mm×150 mm 长度尺寸,四边互相垂直,满足公差要求。

(2) 钻止裂孔 φ4.0 mm,剪切 25 mm×25 mm 长度尺寸,符合图纸,满足公差要求。

(3) 剪切直线 15 mm×15 mm 至图纸尺寸(注意:剪切时在凹角处留一定距离不剪开,然后用手掰下连接处)。要求:凹角处不用锉刀修整,用于检测剪切技能。

(4) 开内孔 φ40 mm。方法是先用钻头在内孔中心钻制几个小孔,然后用曲口剪剪开小

孔,再采用螺旋线剪切方式逐渐扩大,直至剪切到线。

- 4. 校平。将零件平放在平台上,用橡皮拍板拍打,校修剪切变形,使零件无明显扭曲。
- 5. 按图纸检查尺寸。

(1)观察剪切断面痕迹是否光滑、均匀,剪切线是否平直,剪切边缘应无明显毛刺,剪切圆角区无明显变形。

- (2)用游标卡尺、样板检测长度及圆弧尺寸,确定符合图纸公差。
- (3)凹角处不能有过剪痕迹。
- (4)将零件平放在平台上,用手轻压,无明显翘曲。

三、安全操作技术及注意事项

- 1. 剪切操作时人站立姿势要稳定,在剪切过程中不允许出现身体摆动的现象。
- 2. 剪切时,剪刀尾端不能完全握在手掌中,以免用力不当夹伤手掌。
- 3. 拿剪刀的手臂要自然弯曲,手不能靠在身上,以免用力过大,使剪刀尾端错位,夹伤身体。
- 4. 使用钻床时要严格遵守设备操作规程,不得违规操作。
- 5. 工作现场工量具按要求定制摆放,量具轻拿轻放,使用完后要擦净放入量具盒内。
- 6. 工作现场保持干净、整洁,剪切废料要随时清理。
- 7. 加强质量意识,树立不断提高产品质量的思想。
- 8. 操作者要有认真、仔细的学习态度。

【实施效果评价】

一、自检与评价

每位学生完成课题后,按照图纸和评分标准认真测量是否符合要求,对不合格的尺寸做出自检标记。

二、质量分析

学生针对自己在加工中出现的质量问题做出原因分析及纠正措施,指导教师对全部学生的课件进行检测,并做好检测记录,对于学生普遍存在的操作方法、检测方法、技术安全等问题,分析产生的错误原因,提出纠正措施,避免类似的问题重复发生。

三、手工剪切评分表

手工剪切评分表见表 1.3。

表 1.3 手工剪切评分表 (单位:mm)

手工剪切技能操作评分表			图号		考号		总分		
			BJ1 - 1						
序号	考核要求	配分 T	评分标准			量具	检测结果	扣分	
			$\leq T$	$> T, \leq 2T$	$> 2T$				
1	150±0.5	10	10	0	0	卡尺			
2	140±0.5	10	10	0	0	卡尺			

续表

手工剪切技能操作评分表			图号		考号		总分		
			BJ1 - 1						
序号	考核要求	配分 T	评分标准			量具	检测结果	扣分	
			$\leq T$	$> T, \leq 2T$	$> 2T$				
3	25±0.5(2 处)	5×2	5	0	0	卡尺			
4	15±0.5(2 处)	5×2	5	0	0	卡尺			
5	70±0.5	10	10	0	0	卡尺			
6	75±0.5	10	10	0	0	卡尺			
7	φ40±0.5	15	15	0	0	卡尺			
8	R30±0.5	10	10	0	0	样板			
9	R60±0.5	15	15	0	0	样板			
10	剪切断面质量不符合技术要求每处扣 2 分					目测			
11	技术安全与文明生产	违反有关规定扣总分 5~10 分				现场记录			
合计		100							

检测： 年 月 日

【课后思考与练习】

1. 什么叫划线?
2. 简述手工剪切的操作过程及要点, 完成如图 1.19 所示零件的手工剪切操作。

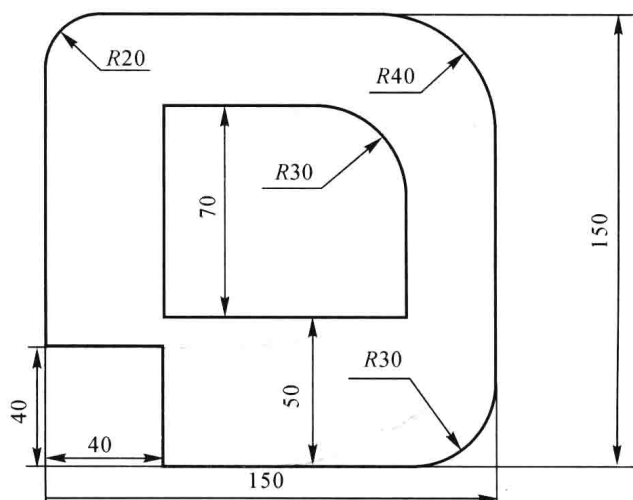


图 1.19 手工剪切

项目课题 2 手工弯曲

【学习目标】

1. 掌握手工弯曲展开料的计算方法。
2. 掌握手工弯曲件的基本操作方法及要点。
3. 掌握控制手工弯曲件质量的方法。
4. 掌握手工弯曲件的测量方法。
5. 遵守手工弯曲操作过程中的技术要求和安全操作规定。

【任务引领】

一、明确任务——手工弯曲

1. 在 $\delta 1.0 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$ 的铝合金材料上完成如图 2.1 所示的手工弯曲零件(a 为变动尺寸)。

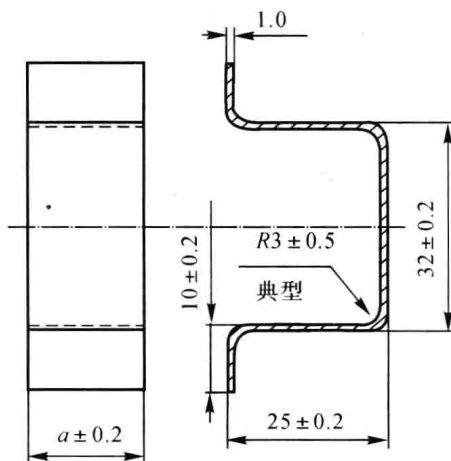


图 2.1 手工弯曲零件

2. 技术要求。

- (1) 尺寸公差为 $\pm 0.2 \text{ mm}$ 。
 - (2) 垂直度为 $\pm 30'$ 。
 - (3) 表面质量: 表面无划痕、压伤、裂纹、锤痕等。
3. 手工弯曲工量具清单(见表 2.1)。