

館內圖書

146526

基本館藏

M. A. 緬德林 著

橡皮压制



934

/2124

國防工業出版社

橡 皮 压 制

M. A. 經 德 林 著
遲 家 駿 譯



國防工業出版社

橡皮压制是飞机制造中所广泛采用的工艺方法之一，有20—40%以上的飞机零件是用这种方法制造的。

书中对用橡皮压制方法所能完成的工艺规程作了详细地阐述。本书系根据作者指导下的一组工作人员所作的大量研究结果及工厂实际经验的总结编写的。

本书适用于飞机制造工厂的工艺人员及设计人员，亦可以作为航空学院和中等航空技术学校的参考资料。

原书是1944年出版的，而最近文献中所引用的有关橡皮压制的资料，主要仍是根据该书的内容。惟因其时间较久，故在应用该书的数据时，并不排除各工厂在最近几年中所获得的新经验及数据的应用。

И. А. МЕНДИН
ШТАМПОВКА РЕЗИНОЙ
НКАП СССР
Оборонгиз 1944

本書系根據蘇聯國防工業出版社
一九四四年俄文版譯出

橡 皮 壓 制

(蘇) 緬德林 著

迟家駿 譯

國防工業出版社出版

北京市書刊出版業營業許可証出字第074号

北京新中印刷廠印刷 新华書店發行

850×1138 1/32 • 27 1/16 印張 • 53,000字

一九五八年三月第一版

一九五八年三月北京第一次印刷

印數 1—200冊 定價 (10) 0.40元

目 录

緒 論	3
1. 設備与工具	5
2. 外凸曲綫零件弯边的橡皮成形	10
3. 內凹曲綫零件弯边的橡皮成形	19
4. 橡皮弯边成形的最小高度	25
5. 側下陷的成形	27
6. 成形中材料的回跳	29
7. 提高零件剛度的結構元件的成形	31
8. 成形模	44
9. 鉸狀零件的橡皮下料	50
10. 孔的切制	56
11. 零件的成組下料	63
12. 下料模	64

緒 論

橡皮压制用于零件的下料和成形，这种下料和成形是与材料的弯曲和輕微的压延或“縮边”相結合的。这种冲压方式称为橡皮压制，以区别于其他用模具成形零件的方式。

远在十九世紀的九十年代就已采用橡皮来成形鋁状零件了。零件成形是采用所謂开敞式的方法，其程序如下。在压床的台面1上安置一个凸模5，凸模的尺寸和形状相当于鋁状零件的内尺寸。在凸模上放置毛料2，在毛料上再放上橡皮板4（图1）。当压床的冲头3下压时，橡皮承受了它的压力，迫使放在它下面的毛料变形，并包在凸模上，这样毛料就得到了零件的形状。在这种冲压方法中，毛料主要承受了垂直方向的压力，只承受极小的水平压力。

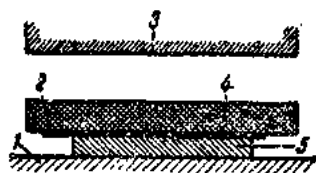


图1 开敞式压制法

1—压床台面；2—毛料；3—压床冲头；4—橡皮；5—凸模。

对于大多数零件的正确成形，不仅需要垂直压力，也要求有足够的水平压力。

为了对成形中的零件同时传递以垂直和水平的压力，可以采用更为完善的封闭式橡皮压制法。

在封闭式方法中，采用由几块橡皮板胶合的橡皮垫来代替凹模；橡皮垫系装在容框（框架）里。容框和压床的冲头是一个整体，即在冲头上做成凹穴形式，也可以做成单独的一部分，固定在冲头上。在垫板（或称垫板）上装上一个或几个凸模，垫板进入容框内应保持一定的間隙（图2）。当压床的冲头下压时，装在容框里的橡皮承受了超过其弹性极限的压力，就如同在封闭容器内的液体一样，将垂直和水平的压力传递给成形的零件。

这种橡皮压制方法称为“盖陵过程”（Процесс Гериана），

广泛地应用于飞机制造业，因为它的生产率高，零件的质量好，而且所需设备比较简单。

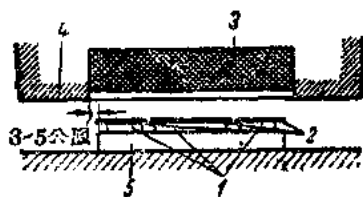


图2 封闭式压制方法

1—凸模；2—毛料；3—橡皮；4—压床冲头；5—垫板。

用橡皮也可以由钣金上剪切或者冲切零件的毛料。

为此要采用下料凸模（下料块）。下料凸模是由厚10~12公厘的钢板做成。凸模的外形相当于要剪切的毛料外形。在下料凸模的上面放上钣金；钣料的尺寸应该比凸模的尺寸每边大20~40公厘。这样大的工艺余量，对于橡皮下料过程是必要的。之后，这一部分的余量就成了废料。

当压床的冲头下压时，橡皮首先将多余的材料沿凸模边缘弯曲，然后橡皮将这些多余的材料压在垫板上，最后将材料沿凸模周缘拉断。

由于橡皮下料有比较多的废料产生，所以只能用它来制造大尺寸的毛料（整块翼肋，翼肋的一段，或者用于成组裁料等）。这种方法可以广泛地用在毛料上的内部切制（如减重孔）。为此在凸模上应装有切刃的装置。

目前，在美国的飞机制造工厂中，以橡皮成形制造钣金零件作为生产钣金状零件的主要方法。如“道格拉斯”工厂采用将近5600个成形模与复合模，因而将从事用手工加工零件的工人数目缩减到最低限度。

然而橡皮成形只能制造这样的零件，即这些零件的构造应该有利用这种方法成形的可能性。而这些可能性主要决定于容框内橡皮的工作条件。不了解这些条件将给生产带来很大的困难，因而使零件在成形以后还要用手工加工，或者根本不可能采用这种方法。

1. 設備与工具

压 床

橡皮压制多半采用具有很大压力（由 500 到 5500 吨或更大）的液压机，这种液压机根据容框面积的大小，能在容框内产生 40 ~ 135 公斤/公分² 或更大的单位压力。也可以采用摩擦压床。但是不宜采用曲轴及偏心压床，以免其损坏。

在强力的液压机上，于压床冲头的一个行程里，可以冲制 30 个或更多的零件。

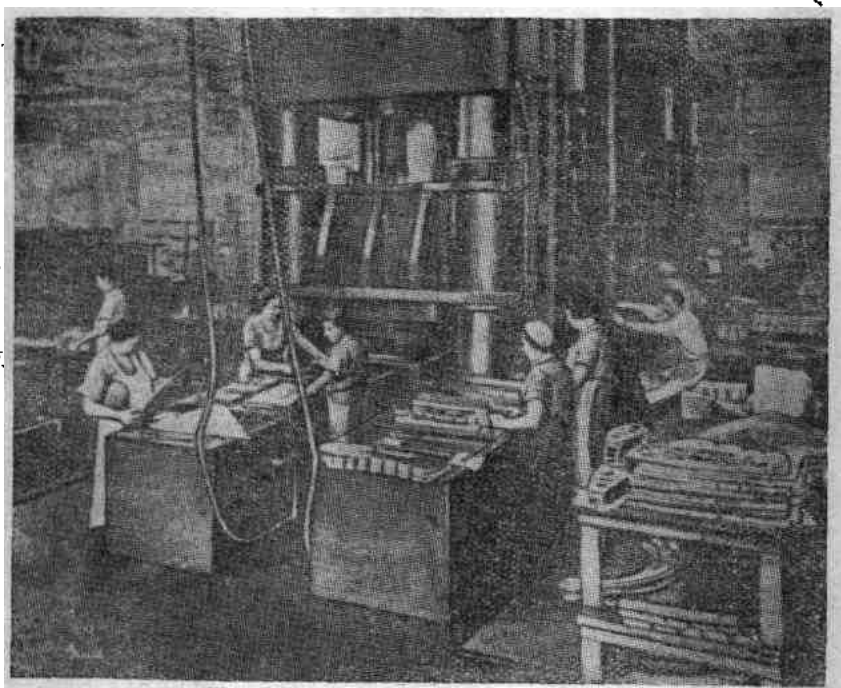


图 3 5000 吨的液压机

图 3 是功率为 5000 吨的液压机的外形图，图 4 是同一压床的

原理图。

压床的总重約 860 吨。它的高度包括地平面以下部分在内共为 11 公尺。

强大的立柱 3 作为活动横梁 2 的导向装置（参看图 4）；活动横梁由鋼鑄成，并开有安装橡皮垫的凹穴。

横梁的工作行程便于調节，在横梁途徑的任何一点，压床都可以发挥其最大的压力（5000 吨）。

压床由四个徑向的活塞泵 4 带动，活塞泵由两个功率各为 150 馬力的电动机 5 傳动。泵站的外形如图 5 所示。活塞泵在接近于 175 公斤/公分^2 的压力下以 1500 公升/分 的速度将油送到主油缸 5 内（图 6）。

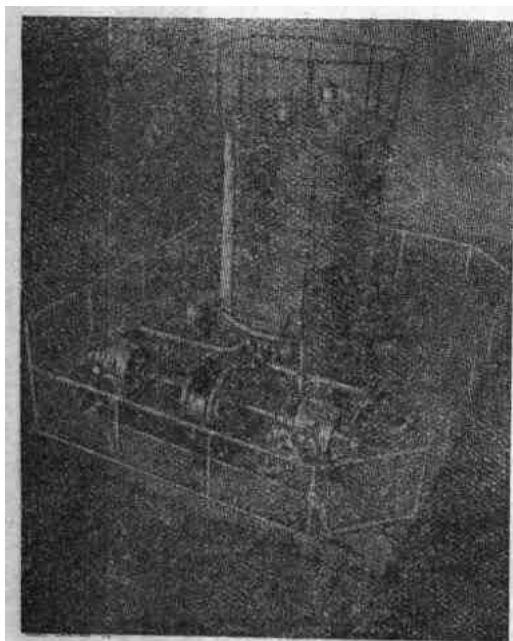


图 5 HPM 公司的 5000 吨液压机的泵站

压床以封閉导路的原理工作。这可以避免在高压下流出大量的油，并且可以利用所用油泵的回行性。在按动起动电扭以后，油液在 175 公斤/公厘^2 的压力下流到不大的輔助回程油缸 3 内，以增加工作杆 4 的移动速度。主油缸上部的两个活門自动打开，使由上油箱流出的油灌注到主油缸 5 内，作为預先充油。此时，横梁在本身的重量和在油箱内等于 7600 公斤的油液

重量的作用下向下降。

当下降的横梁刚一遇到阻力，預先充油的活門即关闭，从油泵来的油液也自动地流入油缸的上部，直到在油缸内达到所需的

压力为止。在回程中，过程以相反的次序进行，辅助油缸的两个杆4以同样的速度将横梁抬起。

压床有一个工作杆直径为1830公厘的主油缸和两个加快上升和下降速度用的辅助油缸。空行程的速度等于6350公厘/分；工作速度等于330公厘/分。

用手转动装在压床操纵台上的手轮，可以将压力从最小值改变至最大值，此时的油泵应转换到中间位置，并维持油缸里所需要的压力。

因压床的调整是这样的灵敏，故重60吨的横梁在一个连杆的作用下，上下运动时可以没有冲击或振动。

压床的工作循环（包括送进零件），在用手操纵时共需87秒钟。

为了减少装载垫铁时压床的停车时间，同时为了保证工作的安全，应在压床运动横梁范围以外的地区将凸模装到运送铁上去。在装载以后，以特殊的装置将运送铁送到压床台面上去。压床备有这样的装置，即在工作行程中，将运送铁的位置固定起来。

运送铁以整个面积支撑在压床的台面上，因而承受了它的压力。压床一般有兩块运送铁：一块安置在压床正面的右侧，另一

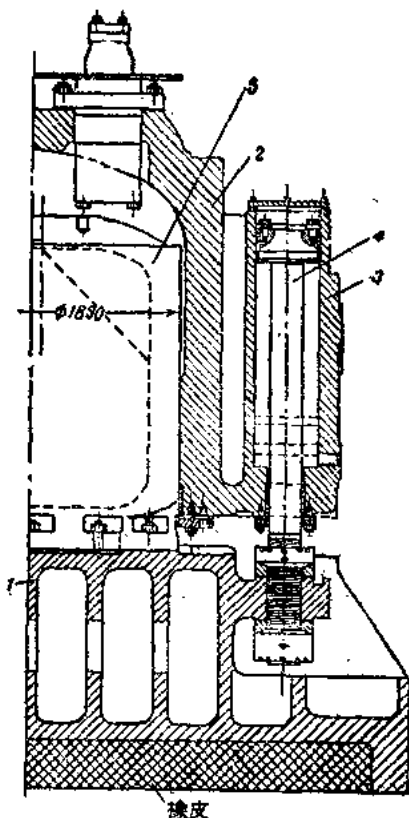


图6 回程油缸装置
1—活动横梁；2—装主油缸的固定上横梁；3—回程油缸；4—活塞与活塞杆；5—主油缸。

块在左侧。当左侧的板在工作行程中位于压床台面上时，即可将位于右侧板上的压制好的零件取下，并装上新的毛料。

工作行程结束以后，压床的横梁向上抬起，带着压制好的零件的左侧板即离开台面移到原来位置。同时，装载好的右侧板又移到压床台面上，之后，又开始了新的循环。

采用了活动的运送板以后，压床的停车时间降低到最小值，使其利用率提高了一、二倍。

容 框

HPM 公司的液压机构造与其它压床构造的区别，就在于在其冲头上有一深度为 350 公厘作为容框用的凹穴。

其它公司出产的液压机有一个装在冲头上的可卸去的容框。可卸的容框由钢铸成或者由钢板焊成。焊接容框的图形如图 7 所示。

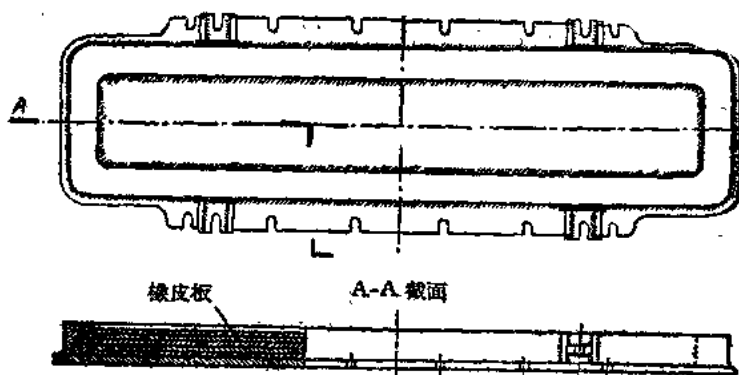


图 7 焊接容框

根据“道格拉斯”工厂的资料，在设计容框的框架时，框架的壁部截面最好比橡皮垫的厚度大 25 公厘；例如，如果橡皮垫的厚度为 150 公厘，容框的壁部截面应为 175×175 公厘。

焊接容框的框架系由个别几块厚 50~60 公厘的板彼此焊接在一起所组成。框架本身焊接在厚度为 30~50 公厘的钢底板上，底

鉋上開有孔槽，借以通過連接到壓床沖頭的螺釘。

橡 皮

根據暫行的技術條件（CMTY-B 186, 187），起着凹模作用的橡皮，應該滿足以下的要求：

橡皮的功用	抗拉強度 公斤/公分 ²	延伸率%	殘餘延伸率%	在100公斤/公分 ² 載荷下的壓縮量%	蕭氏硬度
下料用	30—35	300—400	15—20	40—55	80
成形用	50—55	600—700	25—30	50—70	70

橡皮墊是由幾塊橡皮板膠合在一起形成的，而且被膠接在容框的底鉋上。

在工作過程中，橡皮逐漸磨損，而且其表面往往被破壞到10—15公厘的深度。

在採用過分磨損的橡皮墊工作時，會大大地降低成形工作，特別是降低零件下料工作的效率，所以被磨損的一層橡皮必須去掉。為此，橡皮墊的工作表面應該在原地（即無需從容框里取出來）借助一個特殊夾具用鑲刀片的銑刀來銑削（圖8）。縱向走

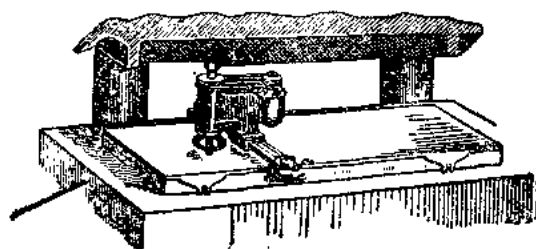


圖8 銑削橡皮墊的夾具

刀由運送鉋的運動來實現，夾具即裝在運送鉋上，橫向走刀由夾具滑鉋的絲杆運動來實現；切削深度可由夾具的主軸裝置來調節。

凸 模

零件下料用的凸模由厚10公厘的鋼鉋製成。鋼鉋是根據毛料

或者零件的外形加工的。

下料凸模常常称之为下料块 (Ширблок^①)。零件成形用的凸模多由鋼板或精制层板 (胶合板) 做成, 其形状与零件的内形尺寸相当。也采用“奇勒克薩依特” (Кирксайт)^② 合金的鑄造凸模。制造凸模的板料厚度比成形零件的弯边高度略大。成形凸模也称之为成形块。

2. 外凸曲綫零件弯边的橡皮成形

飞机的大多数板状零件上都有弯边, 用以固定各种构造元件, 铆接蒙皮, 以及借以提高零件的刚度。

有弯边的零件, 其平面外形是由不同曲綫与直綫相結合而成的。这些形形色色的曲綫使我們沒有可能研究沿复杂外形的弯边成形。所以在叙述沿曲綫外形的弯边成形时, 应分別考虑沿外凸和内凹曲綫 (圓周或其一部) 的弯边成形。应用相似的方法, 在必要的情形下, 也可以将所得出結論推广到其它型式的曲綫。

这对設計人員來說, 根据橡皮压制的可能性和压制材料的机械性能, 可正确地确定出一定曲率半徑的零件外形的弯边高度。

无切口的弯边

外形为外凸曲綫的零件如图 9 所示。属于这类零件的有: 翼肋, 隔框, 油箱的隔板等。

这类零件的外形与飞机的主要部件 (机翼, 机身等) 的空气动力性能相关連, 因此精确地完成給定的外形和弯边是有着极其重要的意义的。

同时, 在橡皮成形时, 如不加以附加的整修, 不一定都能形

① 由英文Chier (切割) 而来。

② 是一种以鋅为基的合金即Kirksite。——譯者

成有足够平整表面的弯边。这是因为在沿外凸曲线外形作弯边成形时，材料发生了收缩，因而在弯边的表面上即由于材料过剩起了皱折而形成不平度。这些皱折必须用手工加工的方法敲平。最好能够避免结成皱折，然而这并不是永远可能的。

沿外凸曲线以橡皮作弯边成形时的材料“收缩”可以用几个有特征性的条件来表明，这些条件之间的关系由实际来决定，并用公式或者图表的形式来表示。

零件的弯边外形半径用 R_1 表示，毛料的外形半径用 R_2 表示。表明以橡皮

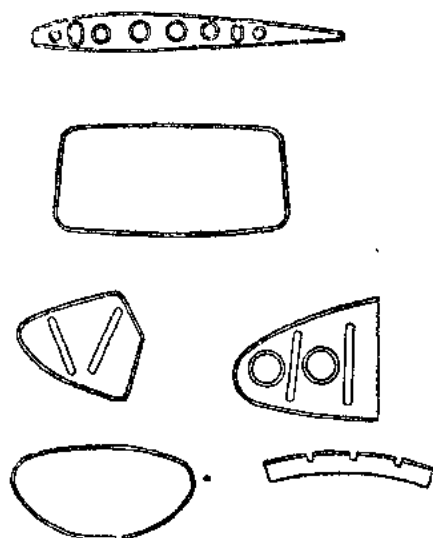


图 9 外凸曲线外形的零件

弯边成形而以后无需手工整修的可能性的比值 $\frac{R_1}{R_2}$ ，在材料厚度为0.5~1.2公厘时，用指数 $K=0.97$ 表示。此数值 K 对于任意状态（新淬火的或退火的）的压制材料都是正确的。

对于 $K=\frac{R_1}{R_2}=0.97$ 的指数作成图10所示的曲线，由图中可知，当零件外形的半径介于340~440公厘时，最常见到的弯边高度（12~15公厘），在成形以后无需手工整修。

实际上，这样高度的弯边，都是当零件外形半径很小时才成形的。

外形半径一定时，增加弯边高度将使毛料与成形弯边的周长之差数增大，也就是说增加了多余的材料（图11）。在这种情形下，多余的材料在弯边成形时，会结成皱折，或者形成不平整性。

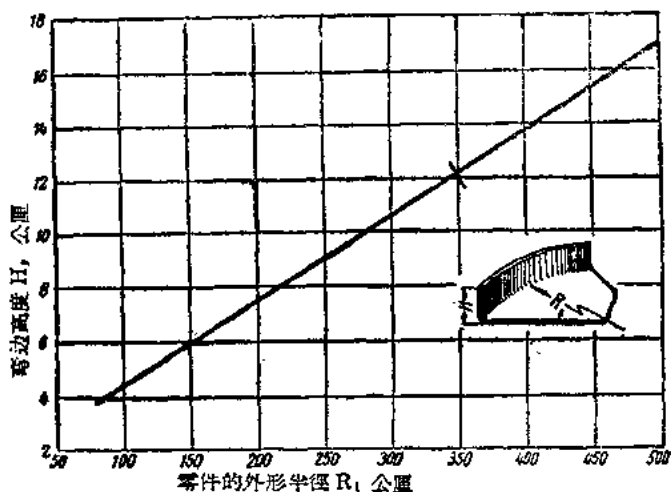


图 10 不需以后整修的零件的最大弯边高度
成形材料——退火的或新淬火的杜拉铝

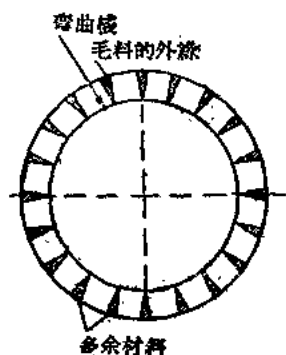


图 11 形成多余材料的原理图

2) 高度大的皱折, 此时皱折(或波纹)相互靠的很近, 单个皱折的顶峰半径很小, 因而在橡皮成形或者以后的手工

零件的手工加工或者整修(消除皱折, 退火, 最终缩边)的可能性与皱折形成的性质有关。

结成的皱折可分为两种形式:

1) 正常的皱折, 这种皱折在压制以后可以用手工整修的方法敲平(图12);

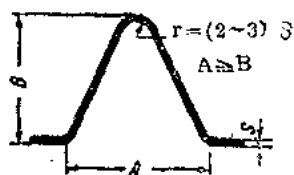


图 12 正常皱折的形状
B—皱折高度; A—底; S—材料厚度。

整修中，有造成裂紋的危險。可作为特征的高皺折如图13所示。

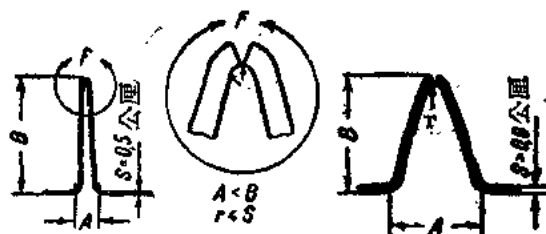


图 13 高皺折的形状

进行过研究表明，結成正常皺折的极限弯边高度在零件外形的曲率半径为一定时，仅与材料的厚度有关；至于材料的状态对以上因素并无影响。

对于不同厚度的材料，表明用橡皮弯边成形（附加以附加的手工整修）的可能性的比例指数 $\frac{R_1}{R_2}$ ，可由实验的方法确定之，如图14所示。根据这些K的数值作出如图15的曲线。

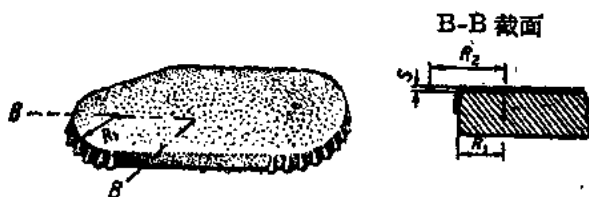


图 14 K与材料厚度S間的关系

結成正常皺折的弯边系数K的数值。

$$K = \frac{R_1}{R_2} \text{——常值系数;}$$

R_1 ——弯边的外形半径;

R_2 ——毛料的外形半径;

S——材料厚度，公厘。

K	S
0.90	0.5
0.84	0.6
0.80	0.8
0.77 {	1.0
	1.2

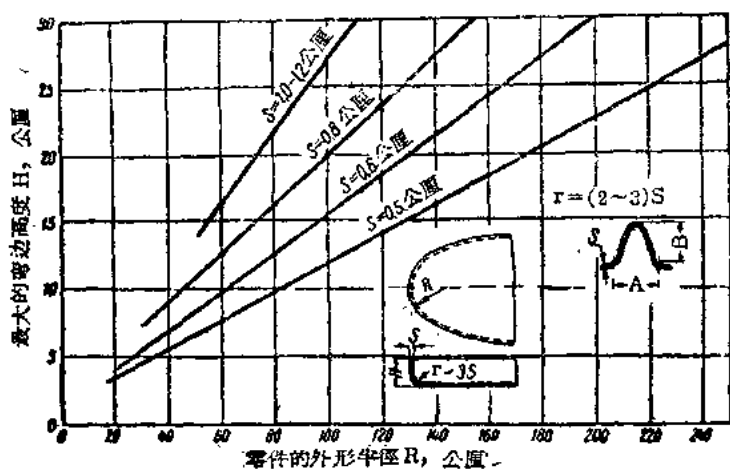


图 15 事后予以整修的零件的最大弯边高度
(成形材料——退火的或者新淬火的杜拉铝。)

有切口的弯边

为了免除零件的手工整修工作，可以采用有切口的弯边的构造，也就是在成形以前，采用在零件毛料上切口（切花边）的办法，将多余的材料预先去掉。这些切口一般是在特制的模具上完成的。

这种弯边构造的缺点，在于它与没有切口弯边的零件比较起来，刚度有某些降低。建议用的切口构造如图16所示。

为了避免这种弯边的手工整修工作，切口界限必须放在弯曲线的里面。

知道了多余材料的面积（即毛料变形部分的面积减去弯边的面积），可以计算出切口的数量。为此，多余材料的面积应该用所采取的切口宽度（11公厘）来除；这样就求出所必需的均匀分布的切口数量。