

锻 工 手 册

第 九 分 册

锻模的使用与制造要求

锻 工 手 册 编 写 组 编

锻工手册共分十篇。第一篇，锻造用原材料及其准备；第二篇，金属加热及其设备；第三篇，锻压设备；第四篇，自由锻造；第五篇，胎模锻、锤上模锻和高速锤上模锻；第六篇，各种压力机上模锻；第七篇，辊轧与旋转锻造；第八篇，锻件精整和热处理；第九篇，锻模的使用与制造要求；第十篇，锻工车间机械化装置与锻工安全技术。前五篇为上册，后五篇为下册，同时按篇出分册。

本分册为第九篇，内容包括锻模的使用和维修、锻模材料的选择、锻模制造方法，以及锻模制造中的技术要求。

本手册供从事锻压生产方面的工人及技术人员使用，也可供锻压专业教学及科研人员参考。

本分册是由第一汽车制造厂、哈尔滨工业大学，以及上海交通大学等单位共同编写的。

锻 工 手 册

第 九 分 册

锻模的使用与制造要求

锻工手册编写组编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可登记证出字第 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 850×1168 $\frac{1}{32}$ ·印张 2 $\frac{3}{4}$ ·字数 67 千字
1975 年 8 月北京第一版·1975 年 8 月北京第一次印刷
印数 00,001—31,000 ·定价 0.25 元

*

统一书号：15033·42934

目 次

第九篇 锻模的使用与制造要求

第一章 锻模使用和维修	9-1
1 锻模使用中的技术规定	9-1
一 使用中技术检查	9-1
二 装卡	9-1
三 预热	9-2
四 终锻温度	9-4
五 冷却	9-4
六 润滑	9-5
七 消除氧化皮	9-6
2 锻模寿命	9-7
一 裂纹	9-7
二 磨损	9-8
三 变形	9-8
四 焊合	9-8
3 锻模修理	9-12
一 焊条的选择	9-12
二 焊前的准备	9-14
三 焊接	9-15
四 焊后处理	9-15
第二章 锻模材料	9-16
1 锻模钢的性能要求	9-16
2 锻模钢的性能	9-17
3 锻模钢的选用	9-20
第三章 锻模制造方法	9-27
1 机械加工方法制模	9-27
2 压力加工方法制模	9-27

一 热反印法	9-28
二 模腔冷挤压法	9-28
3 电解加工制模	9-29
4 电脉冲加工制模	9-33
5 陶磁型精密铸造锻模	9-34
第四章 锻模制造技术要求	9-36
1 锤锻模制造技术要求	9-36
一 模块轮廓的技术要求	9-36
二 锻模的平面加工技术要求	9-36
三 锻模模腔加工技术要求	9-38
四 锻模的翻新和缺陷的修整	2-41
五 锻模的检验	9-43
2 平锻模制造技术要求	9-44
一 凹模的表面加工	9-44
二 凹模模腔加工	9-46
三 凸模及其零件的加工	9-51
四 平锻模翻新及缺陷的修整	9-54
五 平锻模的检验	9-55
3 切边模制造技术要求	9-55
一 用楔固定式切边模	9-55
二 用螺栓固定式切边模	9-60
三 带有导柱式切边模	9-64
四 复合模	9-65
五 带有导柱式冲孔模	9-75
六 联合模	9-77
七 切边模的光洁度	9-77
4 机锻模制造技术要求	9-79

第九篇 锻模的使用与制造要求

第一章 锻模使用和维修

锻模是生产模锻件的重要工具之一。在生产中应注意按照技术规定使用锻模，以延长其使用寿命。影响锻模寿命的因素很多，除模体材料、模体和模膛设计，以及制造质量等方面的因素外，对锻模的使用和维护是否得当，也直接影响锻模的寿命和产品的质量、成本、生产效率。

1 锻模使用中的技术规定

为了保护锻模，在使用时必须注意以下几方面的问题，

一、使用中技术检查

模具在使用前需检查其制造质量。一般用锻铅法或直接用锻件检查模膛制造是否合格以及上下模之错移量(允许错移量0.2~0.4毫米)。在模具使用期间需要抽查锻件是否超差。在模具用完后，需对模具作最后检查，检查锻件是否超差，模具是否损坏，以备收回再用。

二、装卡

模具在装卡时必须注意装正和装紧。模具上的装卡面尺寸及水平度应符合规定的允许偏差。上下模燕尾基面应互相平行并与运动方向垂直，燕尾支承面应与锻模分模面互相平行。上下模分模面应互相平行。燕尾斜面与锤头支承斜面间的不平行度及楔子两面的不平行度，均不得大于0.06毫米/300毫米。燕尾基面与燕尾支承面间(图9-1a中A处)不允许有间隙，即燕尾高度必须大于燕尾槽的深度(见图9-1b)，间隙 $\Delta = 0.3 \sim 0.5$ 毫米。否则，如A

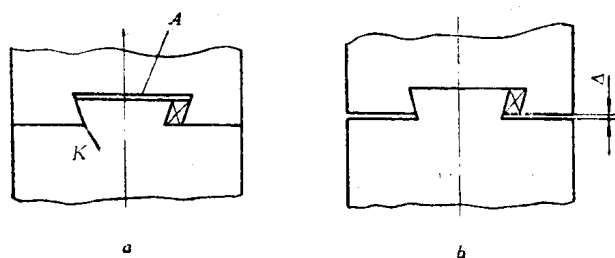


图9-1 锻模装卡

a — 不正确； b — 正确

处留有间隙（见图 9-1 a），则在打击时锻模易在 K 处断裂。

每次更换模具时，对设备上的装卡面都应仔细地观察并及时进行修理，特别是对锤头的燕尾支承面和砧座上的夹持器窝座更要及时修理。

锤头（或滑块）与导轨间的间隙，在保证正常作业情况下，应取最小值。如该间隙过大，在锻打时容易打坏模具。

模具装卡完毕，需进行锻打试验。试打出的锻件必须符合锻件图的要求。

三、预热

为保证模具的正常使用，延长模具寿命，锻打前模具必须预热，模具预热有助于坯料保温。模具预热温度通常在 $150 \sim 350^{\circ}\text{C}$

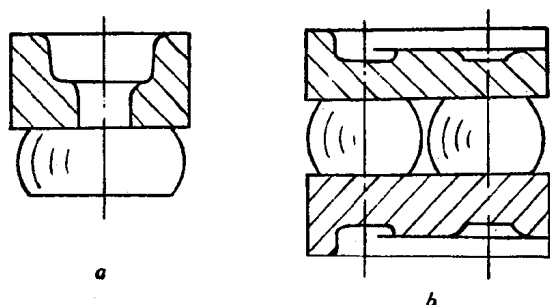


图9-2 红铁预热锻模

a — 开式筒模； b — 合模

(对于高合金钢预热温度应偏高, 对于南方地区的工厂, 模具预热温度可偏低)。常用的预热方法有:

1. 红铁预热法。即将预先加热至 1000°C 左右的烤铁放在锻模非工作面上, 为的是不直接烘烤模膛 (图 9-2)。对于锤上锻模, 为了避免红铁直接接触模膛, 可用圆钢或铁板隔开 (图 9-3)。预热模具时务必使模具热透, 里外温度一致。预热温度不得过高, 预热时间不得过长, 以免造成退火, 硬度降低。

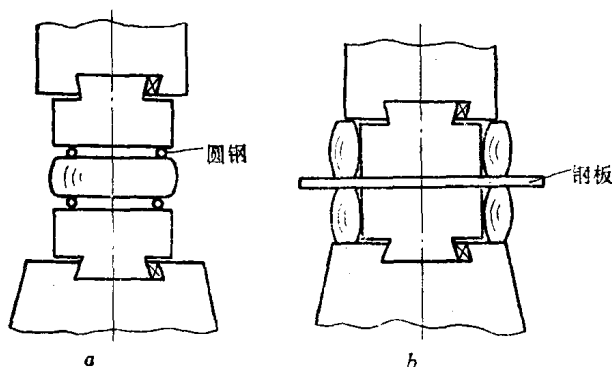


图9-3 固定在锤上的锻模预热方法

a—用圆钢; b—用钢板

2. 用煤气喷嘴预热模具。一般用移动式煤气喷嘴。喷嘴用胶管与煤气管路相接。此法可减少预热时间, 模具表面不被弄坏, 操作方便, 并可节约钢材, 在生产中已广泛采用。

3. 在生产中还采用移动或工频加热装置预热模具。例如, 被预热模块尺寸为 $300 \times 300 \times 300$ 或 $400 \times 300 \times 200$ 时, 其所采用的感应加热器的外形尺寸为高 360 毫米, 宽 345 毫米, 长 600 毫米; 功率为 76 千瓦, 电压 220 伏, 电流 340 安培。用这种感应加热器加热模具到 $250 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 只需 25~30 分, 比用红铁预热快 1.5~2 倍。

模具在工作中需要中停时 (如午休), 则需对模具进行保温加热, 可采用煤气喷嘴或用热铁夹在上下模中间。

检查预热温度的方法见表 9-1，有时也用手指伸到模具起重孔内检查其温度，达到烫手时即可。有时也直接用热电偶测温。

表9-1 检查锻模预热温度的方法

检查预热方法	特 征	温 度	工具及材料
模具涂油	油蒸发强烈并冒青烟	160~200℃	40*机油
查回火色	磨光金属面显黄色	200~220℃	砂布、细锉刀
用测温笔	笔画上一秒钟内变色	150~400℃	测温笔
用温度计	温度计接触模膛待水银升到不能上升	表 温	300℃水银温度计
用测温合金	小块合金放在模具上逐渐溶化	216℃	50%Pb + 50%Sn

四、终锻温度

坯料的终锻温度不得低于锻造工艺的要求。终锻温度过低时模具磨损增大，直接影响模具寿命。

五、冷却

在锻打过程中，模具温度很快升高，为防止模具过热以致产生退火，模具工作温度不允许超过 400℃。为此，在锻打过程中必须进行冷却。冷却方法可用外冷法和内冷法，一般多采用外冷法。图 9-4 为外冷装置，该装置也可用于润滑。

模具进行外冷时，常容易引起拉应力，在冷却过程中，应注意使模具内的应力均匀。如在冷却开始时模具降温不应太快，可喷较少量的冷却液或者稍提高冷却液的温度。

采用内冷法冷却模具多用循环水连续地在模体内流过，其冷却效果较外冷时显著，但模具结构较复杂，常用于加热挤压等变形过程长，模膛较深的模具。

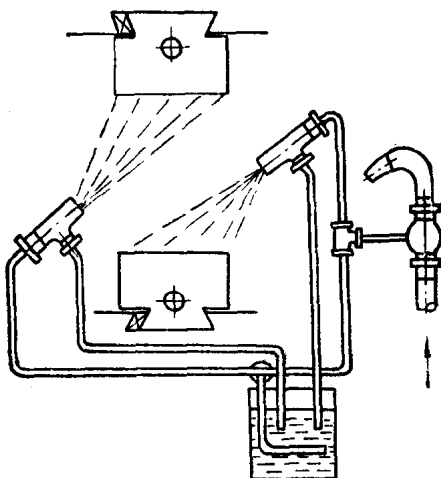


图9-4 锻模外冷装置

六、润滑

锻模在工作中坯料与模膛发生摩擦力阻碍金属流动从而使模膛表面损伤，同时由于摩擦力，锻件不易脱模而使模膛温度上升，造成模膛表面硬度下降而容易变形。因此，必须及时地润滑锻模以减少摩擦力，有些润滑剂对锻模也兼起冷却锻模的作用。常用的润滑、冷却剂见表 9-2。

表9-2 润滑、冷却剂的配方及优缺点

润 滑 剂	配 方	使用范围及优缺点
重 油	全部用重油或加入石墨3%	用于形状复杂难于起模的黑色金属坯上模锻件。润滑均匀，资源丰富。但烟气大，不卫生，且易使分模面微裂纹扩散
锯 末	湿锯末	用于难于起模的大型锻件。使用方便价格便宜

(续)

润 滑 剂	配 方	使用范围及优缺点
盐 水	1. NaCl 15% + 水 85% 2. NaCl 15% + NaNO ₃ 5% + 水 80% 3. CaCl ₂ 70% + NaCl 30% 饱和水溶液 4. CaCl ₂ 75% + KCl 25% 饱和水溶液	冷却模膛效果好, 同时起润滑作用, 卫生条件好, 使用方便, 但对设备腐蚀性大。使用盐水润滑冷却锻模可采用机械喷雾方法
玻璃粉	低熔点玻璃粉●30% + 硅脂●70%	润滑效果好, 但成本高, 多用于不锈钢及高温合金的挤压与精密模锻●
胶体石墨 (油剂)	石墨2~3% + 废机油	用于中小型锻件, 润滑性能好, 使用方便, 但烟气大不卫生
胶体石墨 (水剂)	一份石墨加15~30份水	较卫生, 冷却、润滑效果好, 轻合金模锻用的较多
二硫化钼等 混合润滑剂	二硫化钼10% 钼粉15% 石墨20% 油余量	润滑效果好, 但成本高

● 某厂使用的低熔点玻璃粉的成分是: SiO₂20.5%, B₂O₃24%, Na₂O8%, BaO14%, CaF₂8.3%, ZnO10%, K₂O13.2%, ZrO6%, 软化温度约为300~400℃。

● 硅脂较贵, 有的用炮油代替。

● 有时不仅在锻模上涂低熔点玻璃粉, 在工件上也涂熔点较高的玻璃粉, 喷涂前先要将毛坯预热至100~250℃, 喷后待润滑剂干燥即可放入炉内加热, 这种玻璃粉涂层既防止加热时氧化, 又能在锻造时起润滑作用。润滑剂成分很多, 某厂使用的化学成分如下: 玻璃粉60%, 水35%, 外加水玻璃5%作粘结剂。当锻造温度为1100~1150℃时, 所用的玻璃粉的成分为SiO₂43.2%, Al₂O₃6.90%, CaO3.9%, BaO43.8%, ZnO5.1%和MoO₃3.1%。

七、清除氧化皮

氧化皮对锻件质量和模具寿命都有很大影响。氧化皮落到模膛深处使模膛充不满造成废品; 金属流动时, 表面上的氧化皮与

模膛剧烈摩擦，破坏模膛表面，在锻打时它使锻件甚至分模面产生凹印，因此生产时必须严格清除氧化皮。在当前精密模锻工艺中如何少氧化、无氧化是生产中需要解决的主要矛盾。在一般模锻生产中，多采用压缩空气吹除氧化皮的方法。压缩空气喷嘴的方向应根据模膛形状进行设计。

2 锻模寿命

锻模寿命取决于一系列因素，包括模具材料及硬度，锻造金属组成部分，锻造温度，所采用的设备类型，锻件的设计以及前一节所述锻模预热、冷却、润滑、去除氧化皮等诸因素，都直接影响锻模的寿命。表 9-3 中列出某厂不同类型的 5CrNiMo 锤锻模使用寿命。

表 9-3 锤锻模使用寿命

锻模类型	锻锤吨位 (吨)	翻新次数 (次)	锻打定额 (件)
连杆盖	1	4	20000
连杆类	1.5	3	5000
齿轮类	2	3	8000
长轴类	3	3	15000
拖曳钩	5	3	9500
曲轴类	10	3	3000

在正常的工作条件下，锻模损坏的原因有以下几种：

一、裂纹

锻模在反复受热和冷却的条件下工作，使模具表层产生复杂的热应力，从而产生细小的网状裂纹（龟裂），在热应力和机械应力的共同作用下，在锻模受力较大的部位，尤其是在尖角、沟槽部位，可能在该处引起裂纹并扩展从而导致整个锻模的开裂。

二、磨损

坯料在模膛内流动与模膛壁产生激烈的摩擦,造成模膛表面的磨损及尺寸的变化。如模膛采用挤压方式充满则比用镦粗方式充满磨损要大,尤其是在飞边槽部分磨损更快。在坯料变形困难的部位,则往往不产生磨损。当模膛表面出现网状热裂纹以后,则模具磨损得更快。

三、变形

由于外界高压和局部高温而使模具局部压塌或压堆而造成模具的塑性变形。图9-5所示为模具局部变形的几种情况。

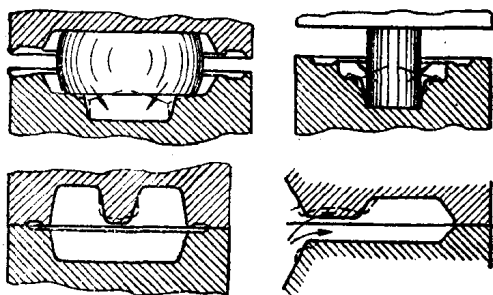


图9-5 锻模的局部变形

四、焊合

在锻打过程中,由于模具表面的损坏,在模具表层会出现非氧化非润滑表面,这种表面容易和坯料表面粘在一起,在进一步锤击时,即可能与坯料全部焊合在一起。这种情况与模具磨损情况相反,可导致模膛的变小。

锻模磨损过程可分为三个阶段,如图9-6所示

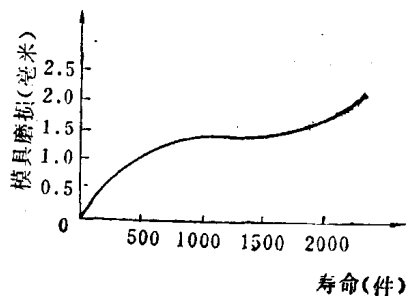


图9-6 锻模磨损过程

第一阶段为模膛相对较快的磨损；第二阶段模具磨损相对稳定；第三阶段磨损进行得更快，以至锻件很快地达到公差上限。在第一阶段中一般锻打几十个到几百个锻件，为了保证模具以后的锻打质量，在此阶段中必须严格按确定的技术要求来使用模具。如加强润滑，合适的冷却液，不准打冷铁等。如在第一阶段中对模具保护的好，则第二阶段中锻打锻件的数量将占模具总寿命的80~90%。模具磨损到第三阶段往往出现沟痕，较大块的金属剥落，裂纹也逐渐加深加宽，为了防止废品出现，应立即停止工作。

锻模损坏的原因及应采取的措施见表9-4。

表9-4 锻模损坏的原因及应采取的措施

模具损坏类型	原因	延长锻模寿命的措施
锻模破裂	锻模钢组织不均匀有内部缺陷	1. 使用质量好的坯料。使用前对坯料进行检查 2. 采用合适的切头率(锻钢锭时)、锻造温度和锻造比 3. 进行正确的退火处理
	模块的冲击值低	1. 选用适当的模具钢牌号 2. 热处理硬度不应过高
	模膛相对于模块的流线位置安排不当	1. 由供应模块的厂方标明流线方向 2. 使金属的流动方向与模块的流线方向尽可能一致
	锻模预热不够	锻前预热模具，预热应尽量均匀，预热温度应为150~350℃
	模块高度不裕，相对于深的模膛来说强度过低	不应使用规定厚度以下的模块
	锻模的燕尾与锤头或模座的燕尾槽接触不良	1. 锤头或模座的燕尾基面应定时维修，使之与模具燕尾保持平面接触 2. 锻模燕尾部分高度应大于模座燕尾槽的高度，以保证锻模的燕尾基面与锤或模座良好接触

(续)

模具损坏类型	原因	延长锻模寿命的措施
锻模破裂	设备精度不良	按设备修理技术规定经常保持锤的精度，如锤头与底座的平行度以及导轨的间隙
	模具燕尾根部圆角太小	注意按规定的圆角制造与维修
	模膛的内圆角过小	按设计标准取足够的圆角
	模膛具有窄而深的槽	产品设计或锻件图制订时应尽量避免这种形状
	锻模加工不良，使模膛角部残留有刀痕，随着打击产生裂纹，继而损坏模具	按技术要求精细加工锻模
	锻造温度过低	应尽量采用高温锻造，锻件温度低于终锻温度时应停止打击
	模具面互相强烈打击	注意不要空打
锻模压塌变形	锻模承载面积不足	设计锻模时应有足够的打击面积
	锻模的硬度不够或在模具使用中因锻件粘模而造成退火	使用具有足够高温强度的模具材料，按规定的热处理规范进行热处理，使用时及时冷却，以防止模具退火
	锻件变形抗力过大	控制终锻温度，选用合适的润滑剂
	分模面上有氧化皮	注意彻底清除氧化皮

(续)

模具损坏类型	原因	延长锻模寿命的措施
锻模磨损	锻模耐磨性不好	1. 在锻模不破坏的情况下提高热处理硬度 2. 小型锻模可进行氮化等表面处理 3. 采用质量好硬度高的模具材料
	锻模材料淬透性较差	选用适当化学成分的模具材料, 进行适当的淬火使模具硬度均匀一致
	锻件毛坯变形抗力过大	1. 尽可能提高加热温度材料的流动性 2. 快速操作保持较高的终锻温度 3. 采用合理的制坯工序 4. 选用良好的润滑剂 5. 合理的选用锻锤吨位
	锻件形状设计得不好	1. 尽可能增加拔模斜度 2. 尽可能增加圆角半径 3. 尽可能降低筋高和增加厚度
	模膛设计公差偏高, 制造偏大	由于模膛磨损, 锻件尺寸增大, 因此在设计时, 应尽可能使模膛小一些
	飞边桥部的宽度过大、高度过小	考虑充满情况, 飞边桥部应具有适当的高度和宽度
	氧化皮清除不完全热锻件表面有渣子	1. 采用少氧化的加热方法 2. 及时清理加热炉炉底 3. 有效地清除氧化皮
	模膛表面过于粗糙	提高模膛表面光洁度
模膛热裂	润滑和脱模不当	1. 所用的润滑剂应具有耐高温性能, 应没有燃烧残渣, 并能减少模具与锻件的摩擦力 2. 设计模膛时应注意使之容易脱模
	模具使用温度范围不当	1. 模具预热温度应接近模具的使用温度 2. 使用中适当冷却, 使模具温度不发生激烈变化, 避免模具急热和急冷

(续)

模具损坏类型	原因	延长锻模寿命的措施
模膛热裂	采用润滑冷却剂不当	尽量少用油类润滑剂, 以免使裂纹扩大
	模块材料性能不佳	选用抗热裂性能强的模具材料
	模膛形状设计不佳	应避免尖角和薄的凸起部分

3 锻模修理

锻模在使用中出现局部损伤时, 应及时进行维修以防其扩大。如毛刺、表面裂纹、圆角处隆起、凸起部塌陷、局部裂开、模膛变形以及磨损等种种情况, 一般均可在锻工车间进行维修。所用工具为电动或气动的砂轮机 (设有软轴及磨头)。对细微的裂纹可用扁铲铲掉。一般小型的损伤可直接在工位上进行研磨。

锻模发生局部断裂时可用补焊方法进行修复。锻模补焊示例见表 9-5。下面介绍用手工电弧堆焊方法修理或翻新锻模的工艺。

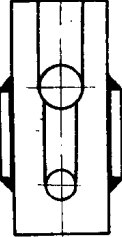
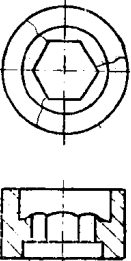
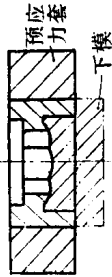
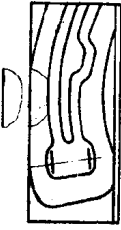
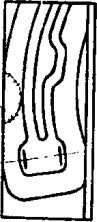
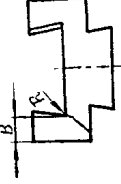
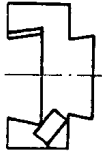
一、焊条的选择

当缺陷发生在模膛部位时, 应采用与模膛部位金属成分相近的焊条。对于电渣堆焊锻模焊后允许退火时应采用 $4\text{Cr}2\text{MnMo}$ 焊条, 而焊后不允许退火时采用 3CrWSi 焊条。

当缺陷发生在非模膛部位 (导面、燕尾、毛边槽仓部) 时, 一般采用低氢型焊条, 如缺陷面积较大需保持一定强度时, 应采用 $45\text{Mn}2$ 焊条。

平锻模夹紧槽进行修焊时, 可采用低氢焊条, 平锻模块修焊时应采用 3CrWSi 焊条。

表9-5 锻模损坏原因及修复方法示例

损坏情况	主要原因	修复方法
	1. 模具比较长, 由于铁砧不平从中间打断 2. 预热温度不够	 两侧加夹板, 然后焊接
	1. 由于六角形, 在尖角处产生应力集中 2. 热处理硬度偏高	 加预应力套圈
	1. 模具模膛边缘尺寸太小, 强度不够 2. 预热温度不够	 堆焊修复
	1. 楔子与燕尾角度不合, 强打入楔子撑裂燕尾 2. 圆角半径 R 小 3. 宽度 B 偏小	 侧面加板, 然后焊接