

团 体 标 准

T/CCMI XXX—XXXX

商用车薄板冷冲压件结构工艺性规范

Design Guidelines for Commercial Vehicle Sheet Metal Parts

征求意见稿

2020年7月

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国锻压协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 商用车薄板冷冲压件结构工艺性规范	2
4.1 一般原则	2
4.2 拉延及胀形结构工艺性	3
4.3 修边及冲孔结构工艺性	11
4.4 弯曲及翻边结构工艺性	15

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2020给出的规则起草。

本标准用于提高商用车薄板冷冲压件结构工艺性、降低冲压件制造成本和材料成本。标准给出的结构尺寸限制是综合考虑零件质量和经济效益后确定的，超出规定数值将会增加生产成本。

本标准由中国锻压协会提出并归口。

本标准负责起草单位：一汽解放汽车有限公司技术发展部、格致汽车科技股份有限公司、江铃汽车股份有限公司、一汽解放汽车有限公司商用车开发院、一汽模具制造有限公司、北汽福田汽车股份有限公司。

本标准主要起草人：谢文才、富壮、刘继彦、叶泉生、李凤华、张文波、仲崇红、柏铁彬、张云山、赵建伟、寇兆阳、姜岩、马小喆。

本标准参加起草人：张凤君、高洪雷、王晓丽、潘四平。

本标准自xxxx年xx月xx日首次发布。

商用车薄板冷冲压件结构工艺性规范

1 范围

本标准规定了商用车板料厚度小于等于3mm的薄板冷冲压件的结构要素及常用工艺限制数据，板料厚度大于3mm的中板和厚板冷冲压件可参考使用本标准。

本标准适用于一般结构的钢板冷冲压件。

本标准不适用于热成形件、精密冲裁件、辊弯件、辊形件，不适用于铝板冷冲压件。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有修改单）适用于本文件。

GB/T 8541—2012 锻压术语

3 术语和定义

GB/T 8541—2012 规定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 冲裁 blanking

利用冲模将坯料或制件以封闭或不封闭轮廓进行分离的冲压方法。落料、修边、冲孔、切断等分离工序都属于冲裁。

3.2 修边 trimming

利用冲模于制件内外轮廓上冲裁掉少量材料，以获得规整边界和较高尺寸精度的冲压方法。

3.3 冲孔 piercing

利用冲模将坯料或制件内部按封闭轮廓进行冲裁，以获得孔形的冲压方法。

3.4 弯曲 bending

利用冲模将坯料沿直线或近似直线的轮廓弯成一定角度和曲率的冲压方法。

3.5 拉延 drawing

利用凹模和压边圈将坯料外周压住，通过凹模与凸模的相对运动将压边圈压住的坯料逐渐引入凹模以形成空间曲面的制件或零件的冲压方法称为压延或拉深。为提高成形质量，往往采用于坯料边缘施加一定拉力的拉伸压延方法，即拉延。通常用于施加拉力的方法是采用拉延筋或拉延槛。

3.6 胀形 bulging

冲压件内部的一些局部形状如凸台、凸包和凸筋等，因无法从外部进行材料补充，只能以局部减薄、面积增大的方式成形，其变形性质属于胀形。

3.7 翻边 flanging

利用冲模在制件的内外轮廓上沿直线或曲线翻起直边或一定角度形状的冲压方法。按翻边前坯料形状可分为平面翻边和曲面翻边，按翻边后边缘线长度变化情况可分为伸长类翻边和压缩类翻边。翻边后边缘线长度不变或变化很小时则为直线翻边，其变形性质与弯曲是一致的。

3.8 翻孔 plunging

利用冲模在预先冲孔的坯料或制件上对孔部位进行翻边，属于平面伸长类翻边的一种。

3.9 t

冲压件原始坯料的公称厚度尺寸。

4 商用车薄板冷冲压件结构工艺性规范

4.1 一般原则

4.1.1 外板件设计

外板件 A 面造型设计应遵循的一般原则：

- a) 表面曲率外凸，避免内凹，避免曲率过小从而对产品表面刚性产生不利影响。
- b) 零件避免窄长、局部刚性弱的造型，翻边整形部位的 A 面压料宽度需要保证。
- c) 表面棱线尽可能少，形状变化简单，多条棱线要有主有次，次要棱线圆角需要放大。
- d) 分缝尽量平行于车身坐标，分缝部位 A 面曲率平缓，车门分缝要考虑包边的可行性。
- e) 外板件尺寸应满足生产通过性要求。
- f) 零件避免深度过大，会有冲击线进入产品面的问题。
- g) 零件避免局部凸耳的结构，否则会影响材料利用率。
- h) 零件内部胀形结构的夹角、平面转角和侧壁斜度避免过小，否则会存在面品的问题。
- i) 零件伸长翻边结构的平面转角或夹角避免过小，否则会存在开裂或减薄过大的问题。零件压缩翻边结构的平面转角或夹角过小会导致起皱、叠料问题。

4.1.2 内板件和结构件设计

内板件和结构件设计应遵循的一般原则：

- a) 零件结构尽可能简单、规则、对称，避免急剧的形状改变，所有尖点应做球化处理。
- b) 零件轮廓尺寸和深度应满足生产线通过性要求。
- c) 尽可能降低零件的拉延深度。零件应避免平面转角小且对应部位深度大、侧壁陡的封闭轮廓设计。
- d) 零件应尽量采用带法兰设计，有利于提高结构刚性。零件侧壁上避免设计冲孔，尽量将孔移至法兰部位。
- e) 凸台、凸筋、台阶、侧壁筋、翻孔、翻边等局部形状有利于提高零件自身结构刚性。
- f) 覆盖件避免有局部尺寸过大的凸耳，梁类件避免深度变化过大，否则零件材料利用率将受到影响。
- g) 对于大型件窗口部位废料，设计时应考虑废料的二次利用。利用废料的小型件其材料牌号和厚度应与提供废料的大型件相统一。

- h) 钢板牌号及厚度、尺寸规格应当符合国家标准的规定，钢板牌号选择应避免机械性能和成形性能过剩或不足。钢板规格要尽可能少，否则增加材料采购成本和资金占用。
- i) 普通冲裁断面都会有毛刺和撕裂带，局部减薄或增厚、回弹变形及成形质量等问题都会影响零件性能和功用，设计时需要关注。

4.1.3 冲压方向确定

冲压方向确定时需要注意：

- a) 零件开口向下为冲压的位向。
- b) 零件内部特征如冲孔、翻孔、翻边、凸筋、凸台等是否为车身坐标，如不是车身坐标，是否存在统一的冲压方向。
- c) 按 4.1.3 b) 条确定的冲压方向，零件边缘的上翻边应避免负角，上翻边上应避免有冲孔。
- d) 零件去掉边缘翻边后，按沿周侧壁倾角相近来确定拉延方向，应避免零件在前后侧或左右侧存在过大落差的问题。
- e) 对于大型覆盖件，按 4.1.3 b) 和 4.1.3 d) 确定的方向，二者角度差应 $\leq 15^\circ$ 。

4.2 拉延及胀形结构工艺性

4.2.1 底部形状

零件底部形状变化应保持平缓，低碳钢应保证 $\theta \leq 45^\circ$ ，推荐 $\leq 30^\circ$ ；高强钢应保证 $\theta \leq 30^\circ$ ，推荐 $\leq 15^\circ$ ，如图1所示。

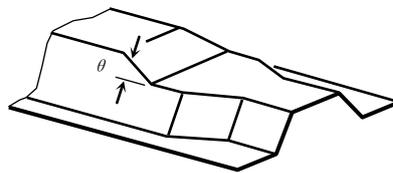


图1 底部形状变化

零件尽量避免局部的尖底形状，尤其拉延深度大时，容易引起先接触传力区开裂。如图2所示油底壳零件，放油口部位避免设计得过于凸出。

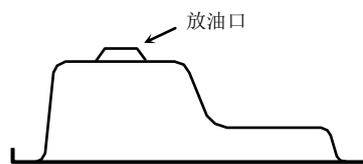


图2 避免尖底形状

4.2.2 侧壁形状

零件侧壁倾角沿拉延方向应保证 $\alpha \geq 5^\circ$ ，如图3所示，侧壁倾角推荐值按表1所示。

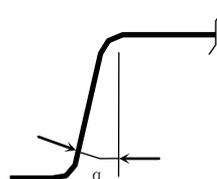


图3 侧壁倾角要求

表1 侧壁倾角推荐

板料厚度 t	α
0.6mm	$\geq 10^\circ$
0.7mm	$\geq 10^\circ$
0.8mm	$\geq 10^\circ$
0.9mm	$\geq 11^\circ$
1.0mm	$\geq 12^\circ$
1.2mm	$\geq 14^\circ$
1.4mm	$\geq 17^\circ$
1.6mm	$\geq 19^\circ$
1.8mm	$\geq 22^\circ$
2.0mm	$\geq 24^\circ$

对于梁类件侧壁倾角推荐 $\alpha \geq 15^\circ$ ；当梁类件端头有上翻边时，如图4所示，侧壁倾角应保证 $\alpha \geq 20^\circ$ 。

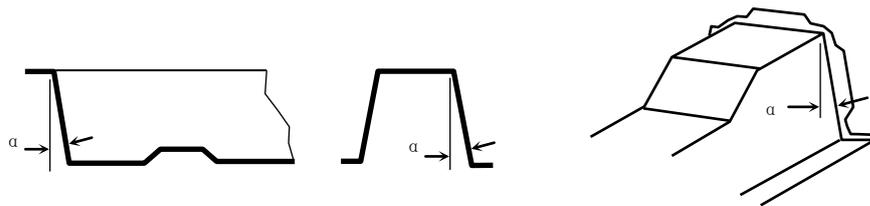


图4 梁件侧壁角度

对于侧壁斜度较大的零件，其口部可增加一段 5° 直壁，如图5所示，有利于提高零件刚性、消除侧壁皱纹并确保法兰面形状和尺寸的稳定性。

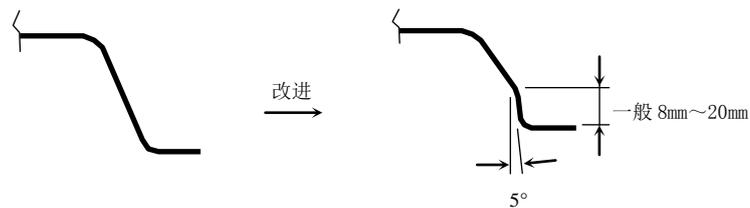


图5 侧壁台阶要求

4.2.3 法兰形状

零件法兰宽度在满足功能要求的前提下尽量减小，宽法兰产品设计将导致拉延成形及回弹控制难度大大提升，尤其是转角部位的法兰宽度，如图6所示应尽量减小法兰宽度。

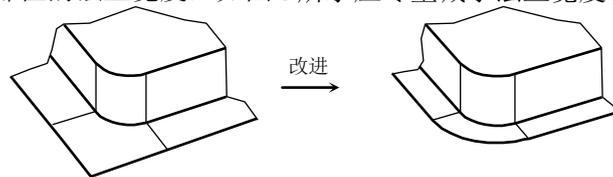


图6 减小法兰宽度

零件法兰宽度应满足修边模具强度要求，即 $S \geq 13\text{mm}$ ，如图7所示。



图7 法兰宽度要求

零件法兰角度应满足直修条件，如图8和表2所示。

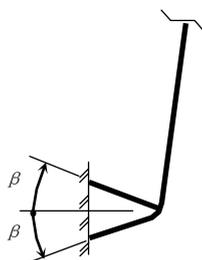


图8 法兰角度要求

表2 法兰直修条件

板料厚度 t		推荐值	
$>$	\leq	β_1	β_2
	1.4mm	20°	25°
1.4mm	2.0mm	15°	20°
2.0mm		10°	15°

零件法兰落差变化应避免过急，如图9所示。

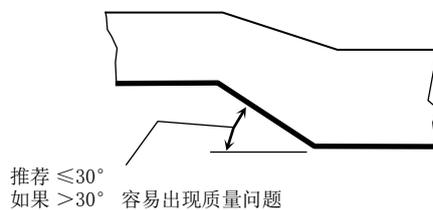


图9 法兰落差变化

零件法兰形状变化应平缓，尽量避免急剧的凸台、凸筋和凸包等形状设计，如图10所示。

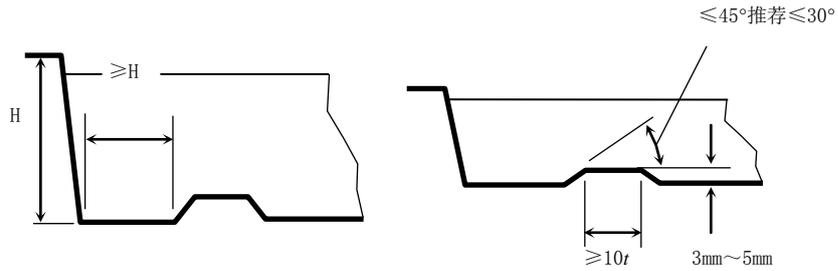


图10 法兰台阶形状

梁类件尽量避免两侧不等高法兰设计，推荐角度如图11所示。

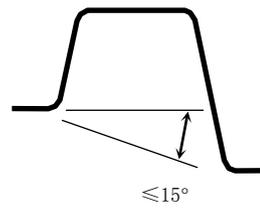


图11 法兰不等高度

4.2.4 深度变化

对于拉延深度急剧变化的零件，如整体中地板、油底壳等，应尽量减缓深度变化，如图12、图13所示。

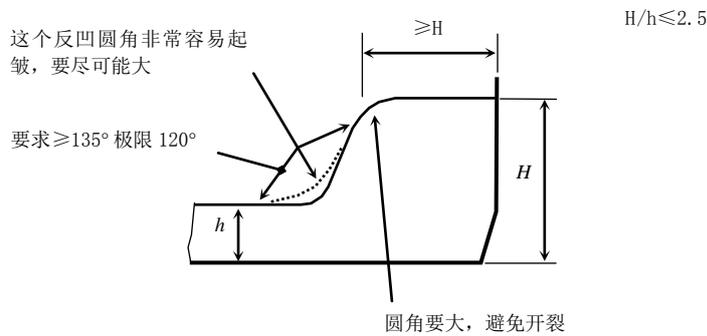


图12 避免深度急变

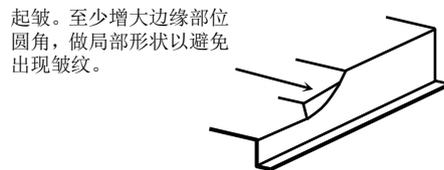


图13 避免反凹起皱

梁类件拉延深度变化应尽可能平缓，如图14所示，否则容易在拉延成形过程中出现开裂、起皱或质量问题。

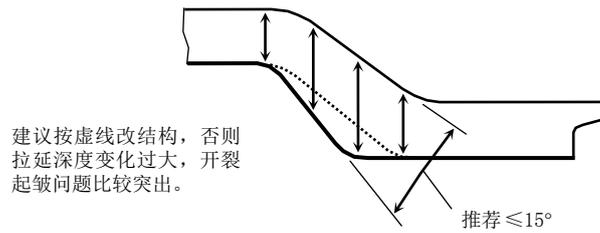


图14 梁件深度变化

4.2.5 轮廓变化

零件尽量设计成两端开口的结构形式，如图15所示。零件轮廓封闭时，边缘走料部位的侧壁转角半径一般 $R_c \geq H/3$ ，推荐 $\geq 2H/3$ 。

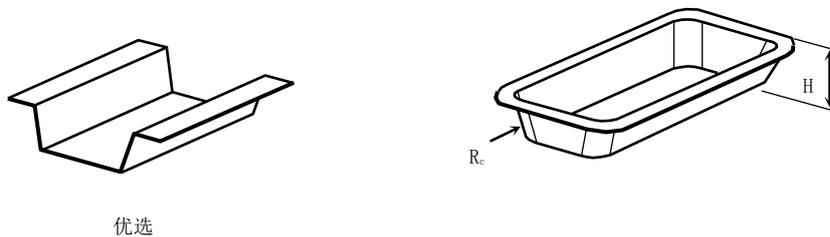


图15 轮廓转角半径

直边轮廓部位的转角尽量小，建议低碳钢 $\theta_2 \leq 30^\circ$ ，高强钢 $\theta_2 \leq 15^\circ$ ，如图16所示。

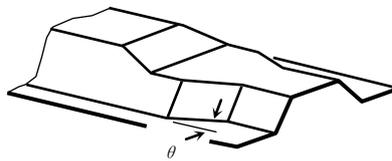


图16 直边轮廓变化

细长梁类件尽量避免外凸及内凹的转角结构，否则会出现较为严重的扭转回弹变形，成形质量很难保证，如图17所示。

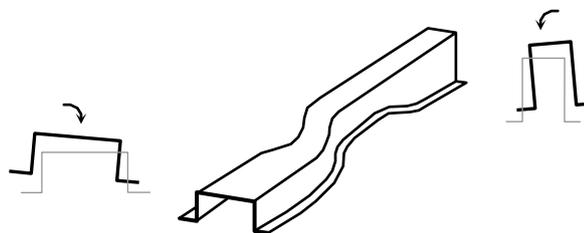


图17 扭转回弹变形

值得说明的是，上述S形梁类件如果是高强钢板建议长度 $\leq 1450\text{mm}$ 时，低碳钢板 $\leq 1800\text{mm}$ ，否则坯料可能无法按图18所示排样，只能采用矩形条料，轮廓变化过大会影响材料利用率。

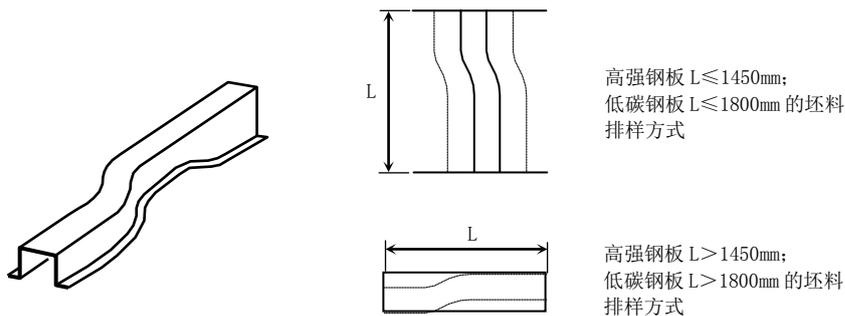


图18 梁件长度建议

4.2.6 圆角半径

零件法兰及底部圆角半径一般 $R \geq 5t$ ，如图19所示，其他圆角也尽量保证 $\geq 5t$ 。对于高强板梁类件，出于减小侧壁翘曲的考量，零件法兰圆角 R 可以减小至 $2t$ 。

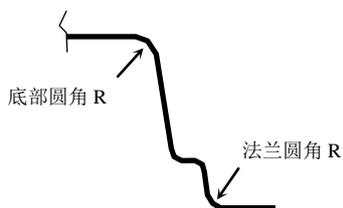


图19 拉延圆角半径

零件内部形状的胀形圆角半径应满足： $L \leq 0.6 \times (R_1 + R_2)$ ，如图20所示。

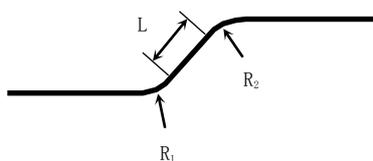


图20 胀形圆角半径

4.2.7 胀形结构

零件内部胀形结构的形状变化避免过大，伸长率推荐 $(Y-X)/X \leq 0.75A$ ，式中 A 为材料断后伸长率，如图21所示。

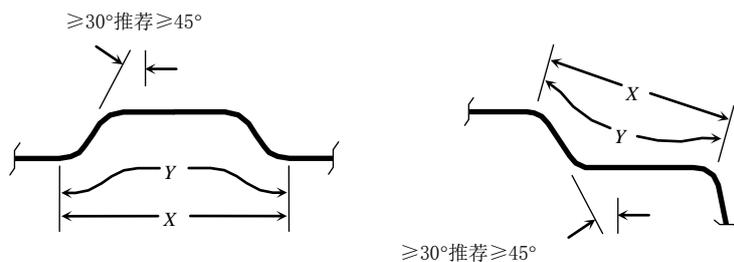


图21 胀形伸长控制

零件内部胀形结构侧壁斜度应保证 $\geq 30^\circ$ ，推荐 $\geq 45^\circ$ ，内板件转角应保证 $\geq H$ ，推荐 $\geq 2H$ ，外板件转角一般 $\geq 3H$ ，如图22所示。

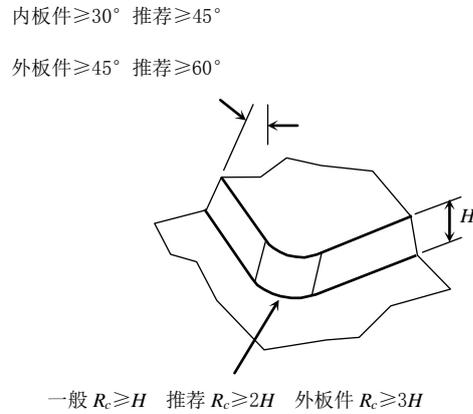


图22 内部胀形转角

4.2.8 凸筋形状

零件内部的凸筋主要作用是增大零件刚性和提高材料变形率、控制回弹、吸皱。常用梯形筋、圆筋和三角筋尺寸如图23所示，筋端头尺寸如图24所示。

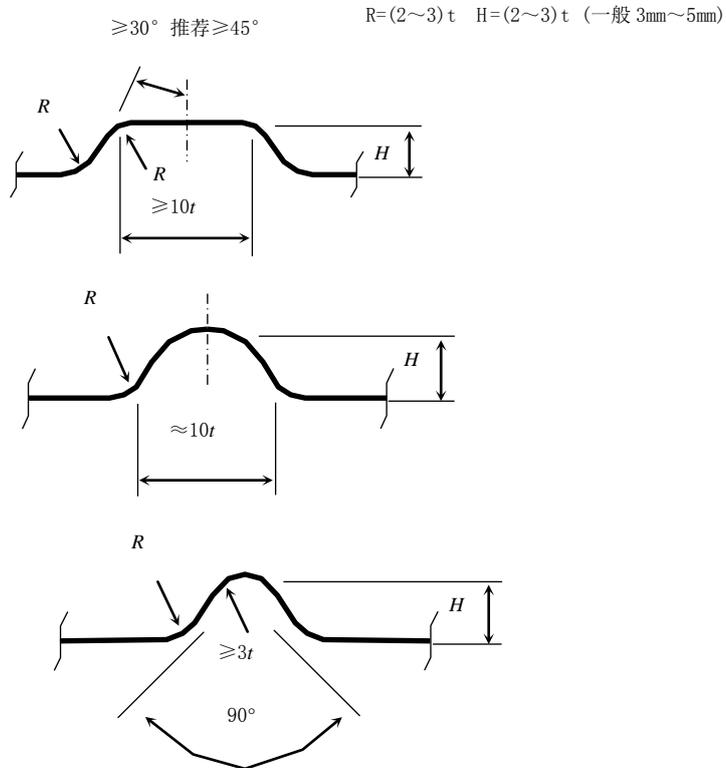


图23 常用凸筋形状

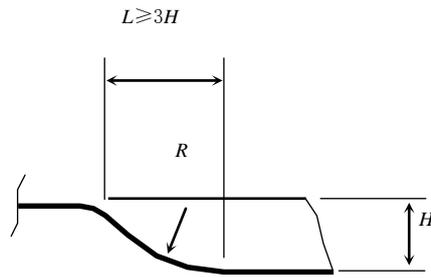


图24 凸筋端头尺寸

为了有效控制梁类件拉延侧壁回弹，可在侧壁上增加梯形筋，如图25所示。如图23所示，梯形筋倾角 $\geq 45^\circ$ 推荐 $\geq 60^\circ$ ，宽度 $\approx 20t$ ，圆角 $R \geq 5t$ 以减缓划痕的问题，尤其是高强钢板材料时 R 应尽量大一些。

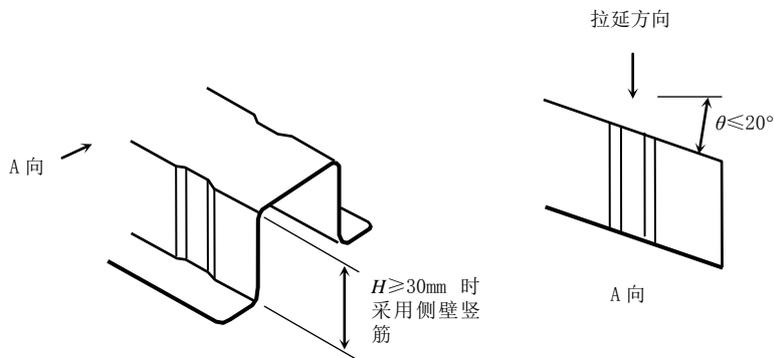


图25 侧壁梯形竖筋

4.2.9 凸台形状

凸台和凸包高度尺寸避免过大，具体参见图26尺寸。

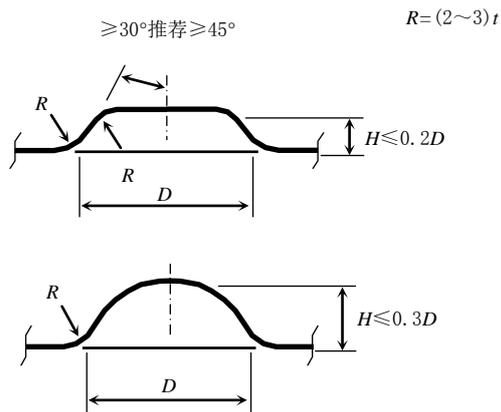


图26 凸台凸包高度

值得说明的是，零件孔位处的加强通常采用翻孔和凸台结构，翻孔结构一般需要冲孔和翻孔二道工序，凸台结构的形状可在拉延工序中实现，余下的只要一道冲孔工序，工艺成本低，推荐采用，如图27所示。

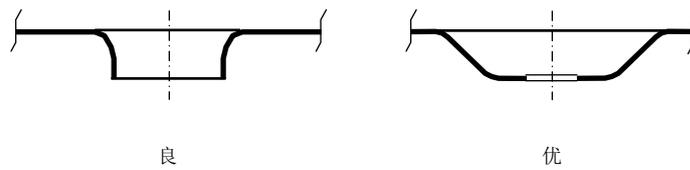


图27 孔位加强优选

4.3 修边及冲孔结构工艺性

4.3.1 冲孔尺寸

受凸模强度和稳定性限制，大型冲压件冲孔尺寸 D 、 W 推荐 $\geq 5\text{mm}$ ，如图28所示。

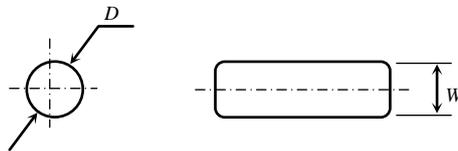


图28 冲孔尺寸要求

4.3.2 冲孔角度

零件内部的孔尽可能垂直冲出。垂直冲孔角度极限值见图29、表3，表中数值适用于间隙孔、工艺孔、减重孔。基准孔应垂直冲出。

零件上位置比较接近的孔，各孔轴线的夹角要小于表3给定数值的1/2以便一次冲出临近孔。

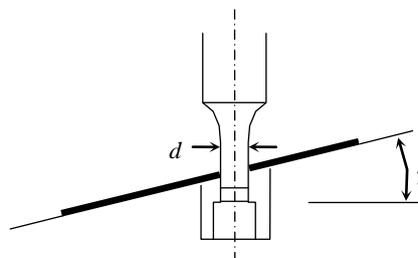


图29 冲孔角度说明

表3 垂直冲孔条件

材料厚度 t	冲孔直径 d	γ
$\leq 1.5\text{mm}$	$\leq 15\text{mm}$	$\leq d^\circ$
	$> 15\text{mm}$	$\leq 15^\circ$
$> 1.5\text{mm}$	$\leq 10t$	$\leq 1.5 \times (d/t)$
	$> 10t$	$\leq 15^\circ$

4.3.3 孔边距和孔间距

如图30所示，孔间距和孔边距最小应保证 $A, B=3\text{mm}$ ， $B=5\text{mm}$ （长孔）。

为了满足一序修边冲孔的模具强度，孔间距和孔边距最小值 $A, B=5\text{mm}$ ， $B=8\text{mm}$ （长孔）。当材料料厚 $\geq 1.5\text{mm}$ 或者抗拉强度 $\geq 440\text{MPa}$ 时，推荐 $A, B \geq 8\text{mm}$ 。

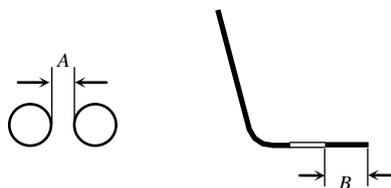


图30 孔间距和孔边距

4.3.4 冲孔与圆角距离

冲孔与零件圆角边线的最小距离 $L_1=3\text{mm}$ 。

冲孔与法兰圆角、底部圆角理论交点最小距离 $S_1=8\text{mm}$ ，推荐距离 $S_1 \geq 13\text{mm}$ ，如图31所示。

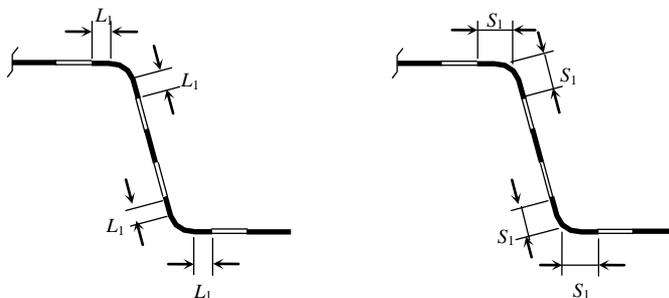


图31 冲孔与圆角距离

4.3.5 修边尺寸

零件边缘尽量避免有窄长的凸耳或凹槽，否则会影响模具强度。凸耳或凹槽小端宽度 W 最小值为 8mm ，推荐 $W \geq 13\text{mm}$ ，高度或深度推荐 $H \leq W$ ，并且单边留出开角以利于废料排除，如图32所示。

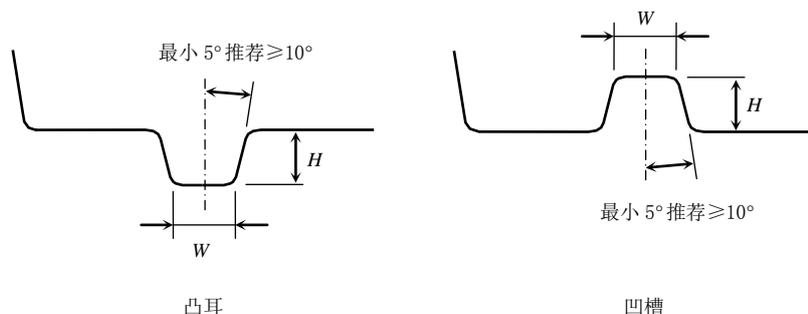


图32 凸耳凹槽尺寸

4.3.6 修边夹角

相邻修边线夹角应 $\geq 60^\circ$ ，如图33所示。

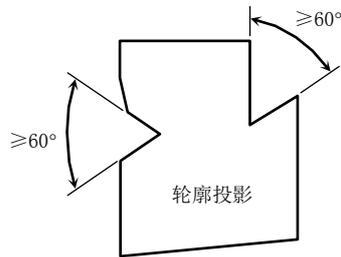


图33 修边夹角说明

4.3.7 修边圆角

修边圆角如图34所示。修边模具通常采用铣削方式加工，一般要求修边圆角 $R_c \geq 3\text{mm}$ ，推荐修边圆角 $R_c \geq 5\text{mm}$ 。

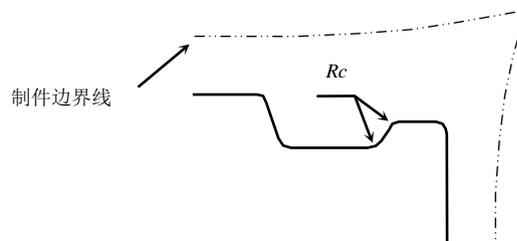


图34 修边圆角说明

对于两次修冲的交接部位或切断的边缘处不可避免的要保持尖角，如图35所示车门锁孔结构。冲裁部位与自由边的夹角应尽量大一些，否则容易造成模具磨损并产生较大的毛刺，而且可能带来安全隐患，如图36所示。

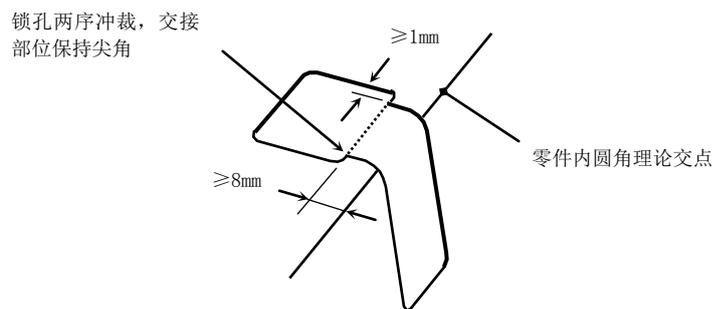
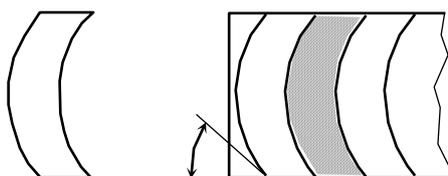


图35 车门锁孔说明



最小 30° 推荐 $\geq 45^\circ$

图36 冲裁尖角说明

4.3.8 修边轮廓

修边轮廓投影在侧壁上尽量垂直走向，避免倾斜和转角，如图37所示。

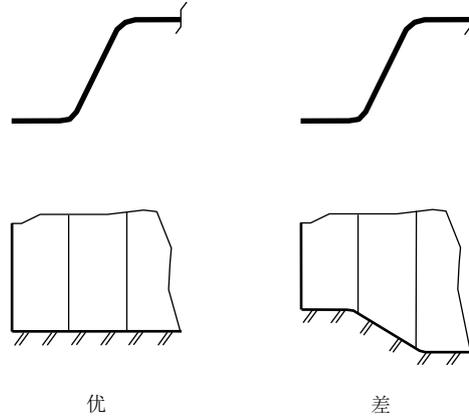


图37 修边轮廓走向

4.3.9 修边与圆角距离

修边与零件圆角边线的最小距离 $L_2=3\text{mm}$ ，推荐 $L_2 \geq 5\text{mm}$ 。

修边与法兰圆角、底部圆角理论交点最小距离 $S_2=13\text{mm}$ ，推荐距离 $S_2 \geq 20\text{mm}$ ，如图38所示。

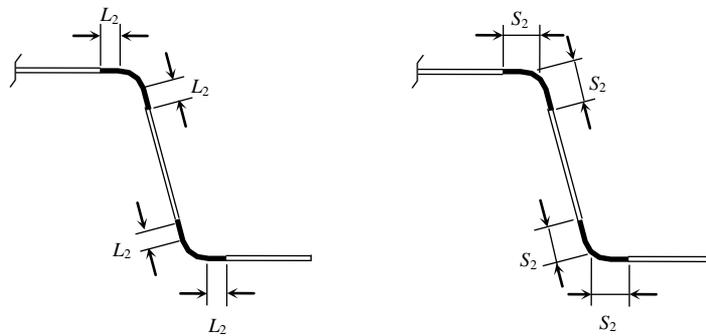


图38 修边与圆角距离

4.4 弯曲及翻边结构工艺性

4.4.1 避免负角弯曲或翻边

零件边缘尽量避免设计负角翻边结构，如图39所示，负角翻边结构应满足夹角 $\geq 60^\circ$ 的条件，极限为 45° 。



图39 避免负角翻边

4.4.2 弯曲或翻边圆角半径

弯曲或翻边内圆角半径 R 不具有重要意义时一般可取冷轧板 $1.3t$ ，热轧板 $2t$ ，如图40所示。圆角半径不宜过大，容易引起回弹。

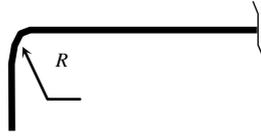


图40 弯曲圆角半径

4.4.3 最小弯边高度

为确保成形质量，弯曲直角边时弯边高度推荐 $H \geq 3t$ 且 $\leq 5\text{mm}$ ，如图41所示。

对于轮廓线近似为直线的翻边其变形性质与弯曲一致，最小翻边高度也要满足上述要求，尤其是外板件直线翻边部位。如对回弹及弯边形状准确性无要求，可以忽略上述限制。

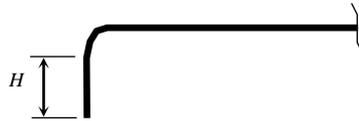


图41 最小弯边高度

4.4.4 最大翻边高度

伸长类和压缩类翻边基本形式见图42，转角部位翻边高度推荐值见表4。

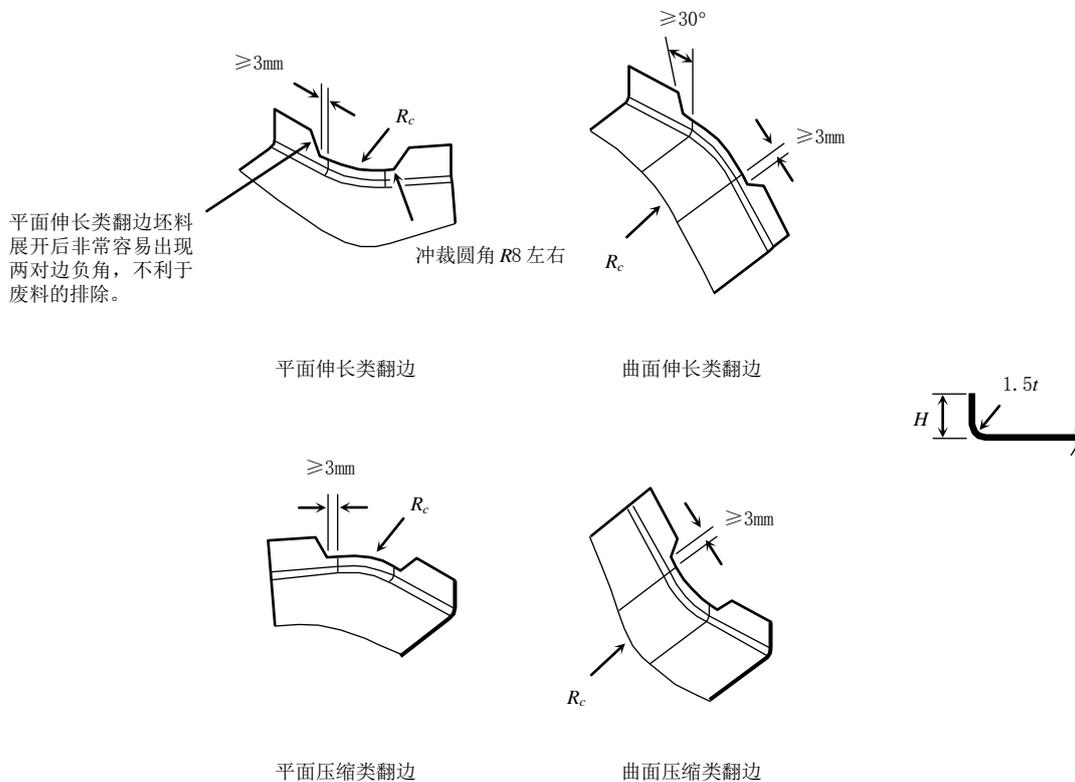


图42 伸长类和压缩类翻边

表4 最大翻边高度推荐值

伸长类翻边	压缩类翻边
$\leq 2t + R_c \times 0.75A / (1 + 0.75A)$	$\leq 3t + R_c \times 0.1$
注1: A 为材料断后伸长率。	
注2: 转角 R_c 和翻边高度 H 均为中心层尺寸。	

翻孔高度(如图43所示)应小于 $2t + D \times 0.75A / (2 + 1.5A)$, 其中: D 为中性层直径; A 为材料断后伸长率。

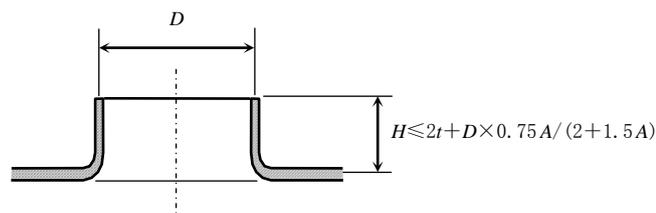


图43 翻孔高度说明

4.4.5 最小转角半径

平面伸长类翻边转角部位的高度尺寸超出表4规定时,通常要先拉延后修边冲孔再翻边的工艺方案,此时应注意翻边部位转角半径应 $\geq 13t$,如图44所示 R 为铁保险杠中段踩踏部位转角。

翻孔高度比较大时,用平板坯料不能直接翻出所要求的高度,应采用先预成形后冲孔再翻孔的工艺方案,此时建议如图43所示翻孔直径 D 要大于 $20t$ 。

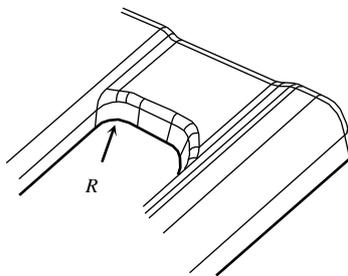


图44 最小转角半径

4.4.6 弯边或翻边上的孔

弯边或直线翻边上的孔通常采用先冲孔后弯曲或翻边的工艺方案,为保证孔径和孔位精度,孔边与圆角切线距离推荐 $H \geq 3t$ 且 $\leq 5\text{mm}$,如图45所示。尤其是向上的弯边或直线翻边,后序冲孔会存在调转冲压方向的问题,需注意。

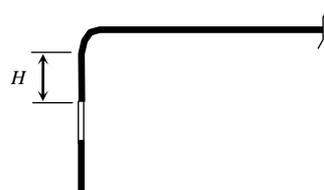


图45 弯边或翻边上的孔

伸长类翻边或压缩类翻边附近避免有孔，先冲后翻时无法保证孔径和孔位精度；先翻后冲有可能要增加工序，而且会存在模具强度弱的问题。

4.4.7 向上翻边

零件端部尽可能采用向下翻边形式，避免采用向上翻边。

如图46所示，梁类件向上翻边时要求侧壁倾角 $\geq 20^\circ$ 以保证向上直翻不出现质量问题，并且翻边宽度在满足焊装要求的前提下尽可能窄。

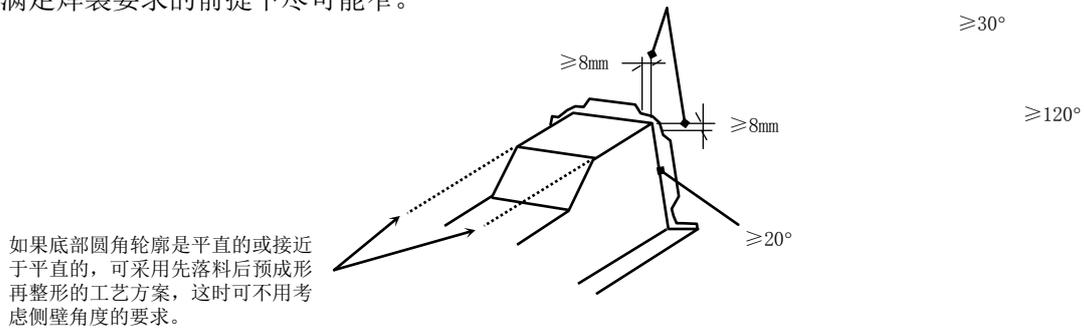


图46 向上翻边结构要求

4.4.8 压料宽度

弯边部位的压料宽度 $W \geq 13$ 或者 $\geq 1.5H$ ， W 局部最小宽度应保证8mm，如图47所示。

翻边部位的压料宽度 $W \geq 13$ 推荐 ≥ 20 mm，如图48所示。

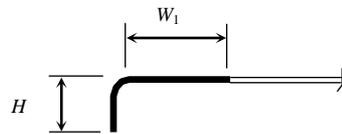


图47 弯边部位压料宽度

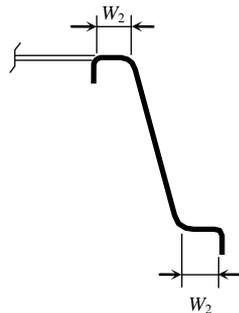


图48 翻边部位压料宽度

4.4.9 回弹控制

U形或几字形件要尽量避免两相对侧壁平行，通常要预留回弹角，见表5。有匹配或功能要求的翻边部位也要考虑预留回弹角。

表5 预留回弹角参考值

弯曲圆角与料厚之比 R/t	材料抗拉强度		
	300MPa	450MPa	600MPa
2	3.0°	6.0°	9.0°
3	3.4°	6.8°	10.2°
4	3.8°	7.6°	11.4°
5	4.2°	8.4°	12.6°

为有效控制弯曲或翻边回弹,可采用圆角或侧壁压筋的方案,如图49和50所示。当侧壁压梯形筋时,如图23所示,梯形筋倾角 $\geq 45^\circ$ 推荐 $\geq 60^\circ$,宽度 $\approx 20t$,圆角 $R \geq 5t$ 以减缓划痕的问题,尤其是高强钢板材料时 R 应尽量大一些。

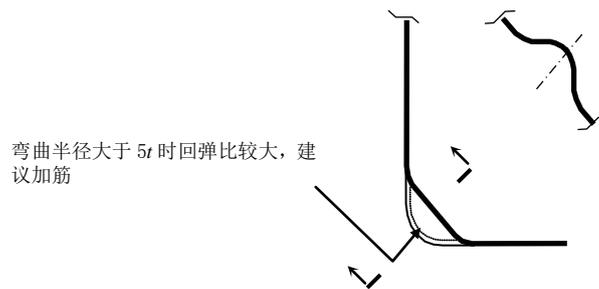


图49 压三角筋

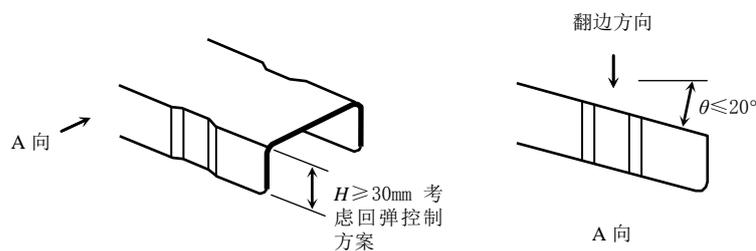


图50 压梯形筋