

ICS 13.040.40

CCS Z 63

团 标 准

T/CCMI 12—2021

商用车驾驶室冷冲压件结构工艺性规范

Design guidelines for cold stamping parts of commercial vehicle cab

2021-05-20 发布

2021-07-01 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 产品结构工艺性准则	3
4.1 设计原则	3
4.2 拉延及胀形结构工艺性	4
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
4.5 特殊情况处理	19

前 言

本文件按照GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由一汽解放汽车有限公司提出。

本文件由中国锻压协会归口。

本文件负责起草单位：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、安徽江淮汽车集团股份有限公司、一汽解放汽车有限公司商用车开发院、北汽福田汽车股份有限公司、一汽模具制造有限公司、江铃汽车股份有限公司。

本文件主要起草人：谢文才、富壮、刘继彦、李凤华、杨雪、陈馨、张文波、马小皓、仲崇红、柏铁彬、张云山、赵建伟、叶泉生、寇兆阳、姜岩。

本文件参加起草人：张凤君、高洪雷、王晓丽、潘四平。

本文件首次发布。

商用车驾驶室冷冲压件结构工艺性规范

1 范围

本文件规定了商用车驾驶室板料厚度小于等于3mm的冷冲压件的常用工艺要求，板料厚度大于3mm的冷冲压件可参考使用本文件。

本文件适用于抗拉强度不大于700MPa的钢板材料。

本文件不适用于热成形件、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（包括所有的修改单）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文件。

3.1

高强钢 high strength steels

屈服强度在210MPa至550MPa之间、抗拉强度在270MPa至700MPa之间的钢板材料。

3.2

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。

[来源：GB/T 8541—2012，6.1，有修改]

3.3

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。

[来源：GB/T 8541—2012，6.1.17.1，有修改]

3.4

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。

[来源：GB/T 8541—2012，6.1.11，有修改]

3. 5

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成形方法。

[来源: GB/T 8541—2012, 6. 2, 有修改]

3. 6

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成形方法称为拉延。

[来源: GB/T 8541—2012, 6. 3, 有修改]

3. 7

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。

[来源: GB/T 8541—2012, 6. 4. 7, 有修改]

3. 8

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的变化可分为伸长类翻边、压缩类翻边和线长度无变化的直线翻边,直线翻边的变形性质与弯曲是一致的。

[来源: GB/T 8541—2012, 6. 4. 5, 有修改]

3. 9

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。

[来源: GB/T 8541—2012, 6. 4. 5. 3, 有修改]

3. 10 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

3. 10. 1

t thickness

冲压件原始坯料的公称厚度尺寸。

3. 10. 2

CAS concept A surface

在汽车造型A面发布之前,用于初步展示汽车内、外部造型的数字模型。

4 产品结构工艺性准则

4.1 设计原则

4.1.1 CAS 造型设计

外板件CAS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 CAS 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。零件边缘造型棱线是否存在拉延开裂的风险;
- d) 分缝尽量平行于车身坐标, 分缝部位 CAS 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 覆盖件和结构件设计

覆盖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。零件侧壁上避免进行修边冲孔, 尽可能将修边和冲孔移至法兰部位;
- 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) 优选车身坐标系为零件的冲压方向。对于复杂零件, 建议产品设计师与冲压工艺人员尽早沟通, 以确定零件的冲压方向;
- c) 零件内部特征如冲孔、翻孔、翻边、凸筋、凸台等应尽可能与零件冲压方向保持一致, 零件边缘的上翻边不允许负角, 上翻边上应避免有冲孔;

d) 对于大型覆盖件，各工序冲压方向角度差应 $\leq 15^\circ$ 。

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 $\theta_1 \leq 45^\circ$ ，推荐 $\leq 30^\circ$ ；高强钢应保证 $\theta_1 \leq 30^\circ$ ，推荐 $\leq 15^\circ$ ，如图1所示：

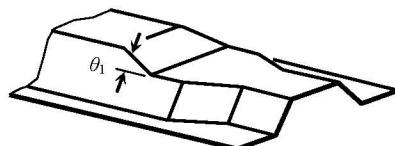


图1 底部形状变化

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。

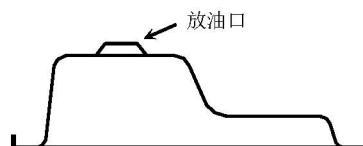


图2 避免尖底形状

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。

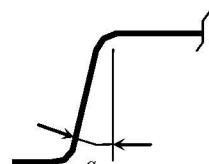


图3 侧壁倾角要求

表1 侧壁倾角推荐

板料厚度 t	α	板料厚度 t	α
0.6mm	$\geq 10^\circ$	1.2mm	$\geq 14^\circ$
0.7mm	$\geq 10^\circ$	1.4mm	$\geq 17^\circ$
0.8mm	$\geq 10^\circ$	1.6mm	$\geq 19^\circ$
0.9mm	$\geq 11^\circ$	1.8mm	$\geq 22^\circ$
1.0mm	$\geq 12^\circ$	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 $\alpha' \geq 20^\circ$ 。

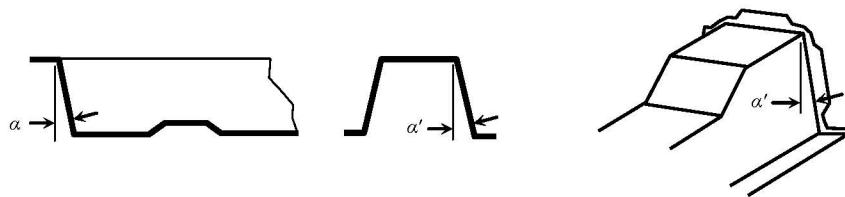


图4 梁件侧壁角度

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。

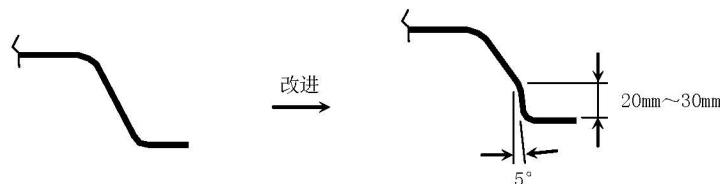


图5 侧壁台阶要求

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

零件法兰落差变化应避免过急, 如图7所示。

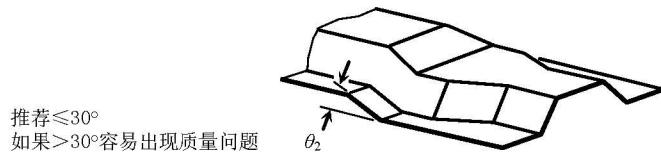


图7 法兰落差变化

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8所示。

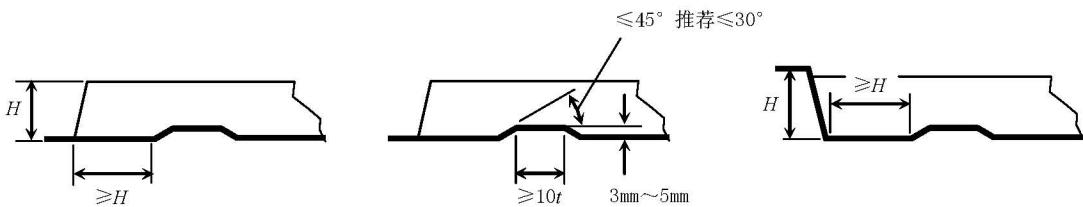


图8 法兰台阶形状

梁类件尽量避免两侧不等高法兰设计，推荐落差角度如图9所示。

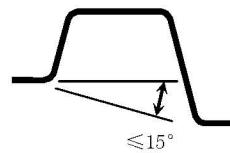


图9 法兰不等高度

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10、图11所示。

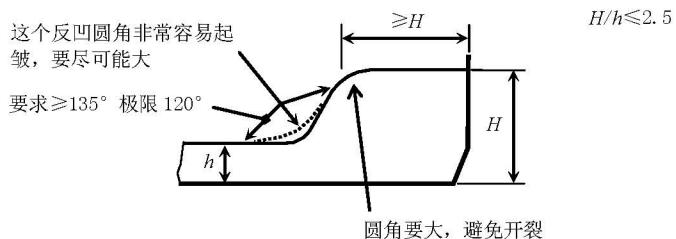


图10 避免深度急变

起皱。至少增大边缘部位圆角，做局部形状以避免出现皱纹

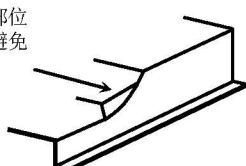


图11 避免反凹起皱

梁类件拉延深度变化应尽可能平缓，如图12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。

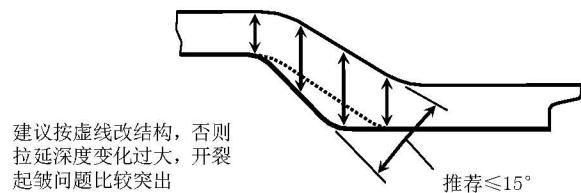


图12 梁件深度变化

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13所示。零件轮廓封闭时，边缘走料部位的侧壁转角半径应保证 $R_c \geq H/3$ ，推荐 $R_c \geq 2H/3$ 。

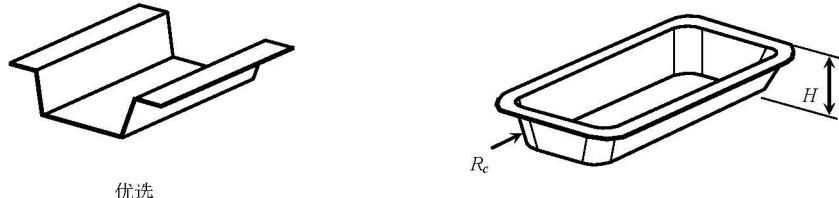


图13 轮廓转角半径

直边轮廓部位的转角尽量小，建议低碳钢 $\theta_3 \leq 30^\circ$ ，高强钢 $\theta_3 \leq 15^\circ$ ，如图14所示。

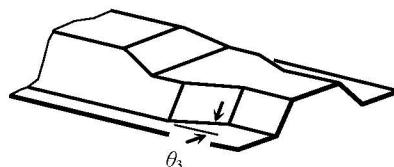


图14 直边轮廓变化

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15所示。

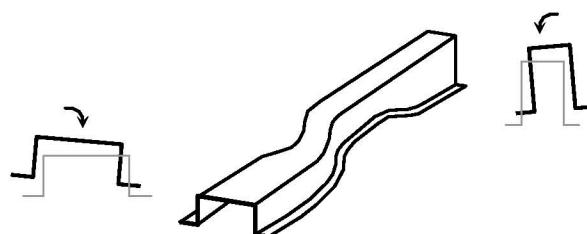


图15 扭转回弹变形

S形梁类件如果是高强钢板建议长度≤1450mm，如果是低碳钢板建议长度≤1800mm，否则坯料无法按图16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。

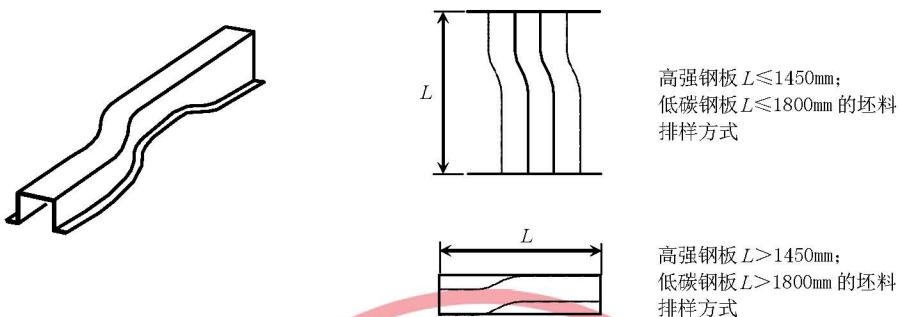


图16 梁件长度建议

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17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 $3t \geq R \geq 2t$ 。



图17 拉延圆角半径

4.2.7 胀形结构

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18所示。

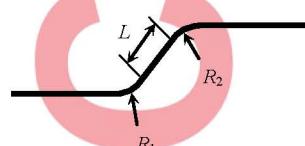


图18 胀形圆角半径

零件内部胀形结构的形状变化避免过大, 伸长率推荐 $(Y-X)/X \leq 0.67A$, 式中: A 为材料断后伸长率, 如图19所示。

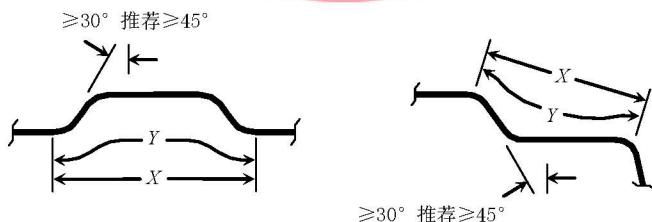


图19 胀形伸长控制

零件内部胀形结构侧壁斜度应保证 $\geq 30^\circ$, 推荐 $\geq 45^\circ$, 内板件转角半径应保证 $\geq H$, 推荐 $\geq 2H$, 外板件转角半径推荐 $\geq 3H$, 如图20所示。

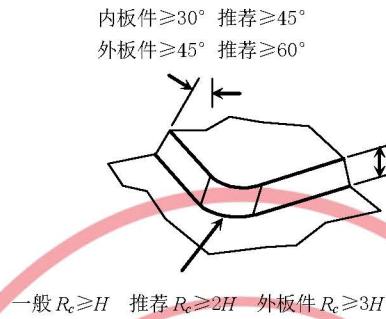


图20 内部胀形转角

4.2.8 凸筋设计

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21所示，筋端头尺寸如图22所示。

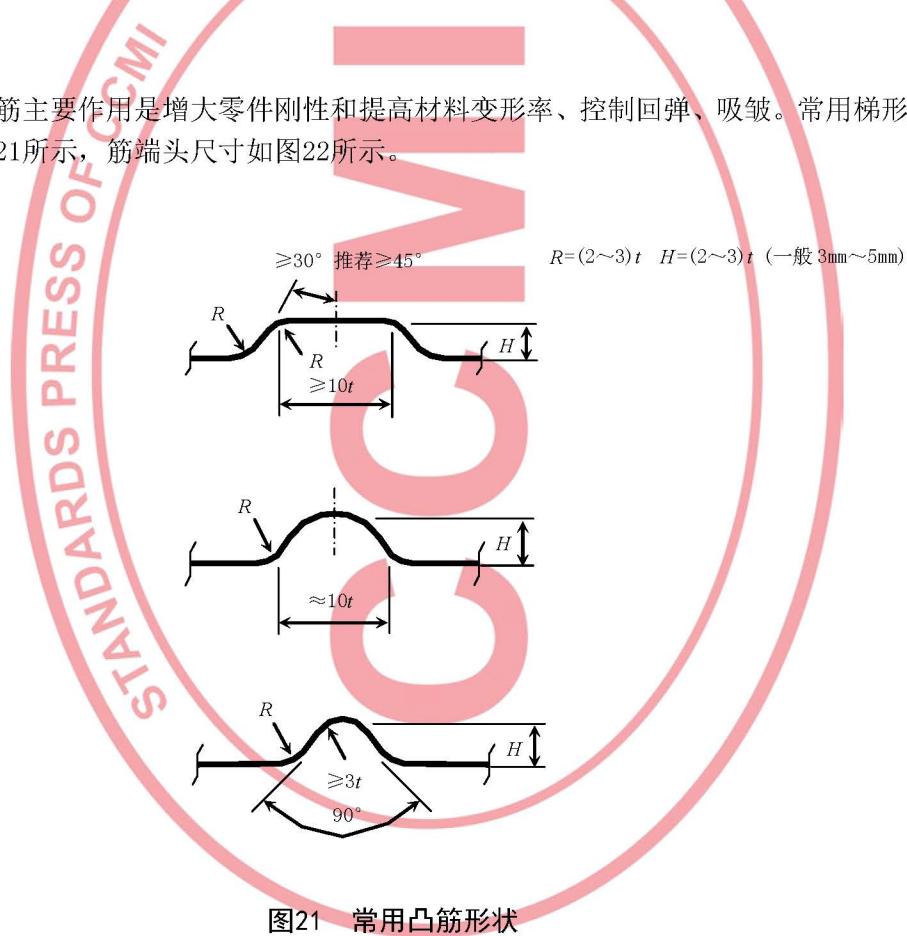


图21 常用凸筋形状

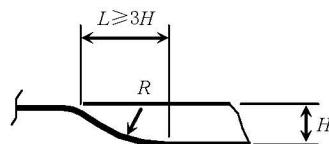


图22 凸筋端头尺寸

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23所示。

如图21所示，梯形筋倾角应 $\geq 45^\circ$ 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。

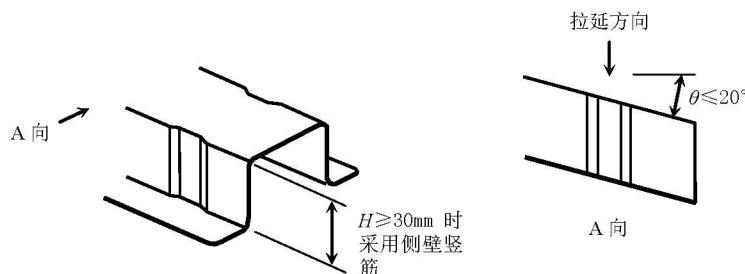


图23 侧壁梯形竖筋

4.2.9 凸台设计

凸台和凸包高度尺寸避免过大，具体参见图24尺寸。

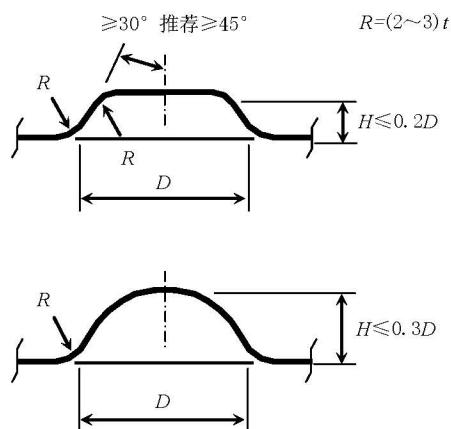


图24 凸台凸包高度

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25所示。

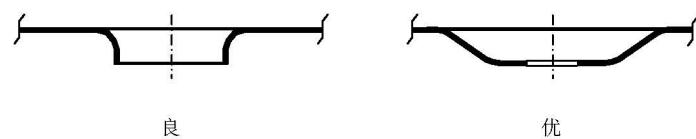


图25 孔位加强优选

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26所示。

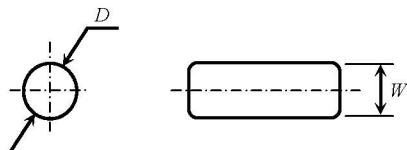


图26 冲孔尺寸要求

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27、表2。当材料的抗拉强度 $\geq 450\text{MPa}$ 时，垂直冲孔角度极限值按表2给定数值的 $1/2$ 。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斜楔冲孔，各孔轴线的夹角推荐小于表2给定数值的 $1/2$ 以便一次冲出。

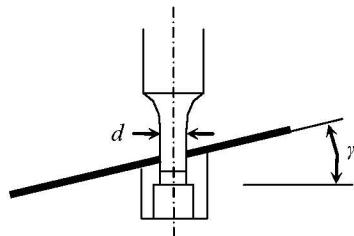


图27 冲孔角度说明

表2 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 孔间距和孔边距

如图28所示，孔间距和孔边距最小应保证 $A=3\text{mm}$ ， $B=3\text{mm}$ (圆孔)， $B=5\text{mm}$ (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 $A=5\text{mm}$ ， $B=5\text{mm}$ (圆孔)， $B=8\text{mm}$ (长孔)。当材料料厚 $\geq 1.5\text{mm}$ 或者抗拉强度 $\geq 450\text{MPa}$ 时，推荐最小值 $A=8\text{mm}$ ， $B=8\text{mm}$ 。

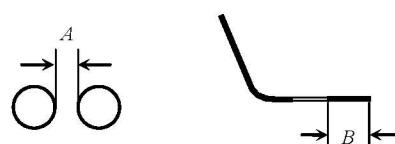


图28 孔间距和孔边距

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29所示。

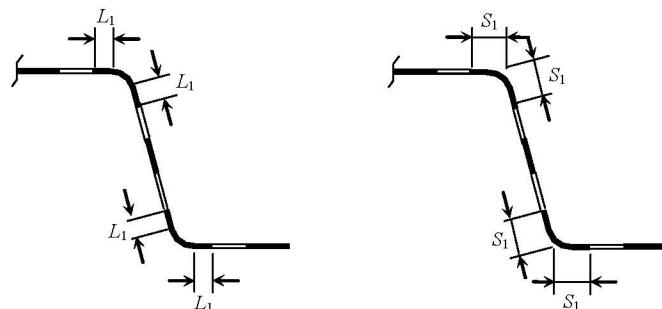


图29 冲孔与圆角距离

4.3.5 修边尺寸

零件边缘形状应简化，避免有狭长的凸耳或凹槽。

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30所示。

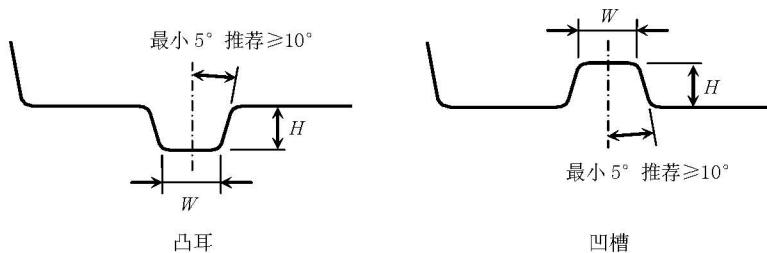


图30 凸耳凹槽尺寸

零件法兰修边应满足模具强度要求，即 $S \geq 13\text{mm}$ ，如图31所示。

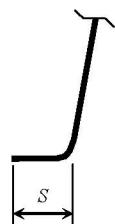


图31 法兰宽度要求

4.3.6 修边夹角

相邻修边线夹角应 $\geq 60^\circ$ ，如图32所示。

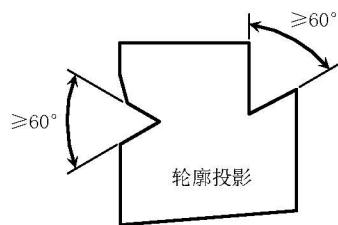


图32 修边夹角说明

4.3.7 修边圆角

修边圆角如图33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 $R_c \geq 5\text{mm}$ 。

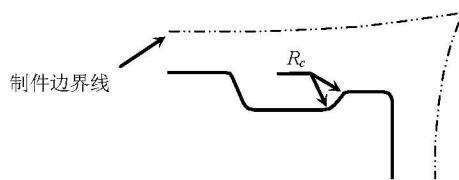


图33 修边圆角说明

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，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34、35所示。

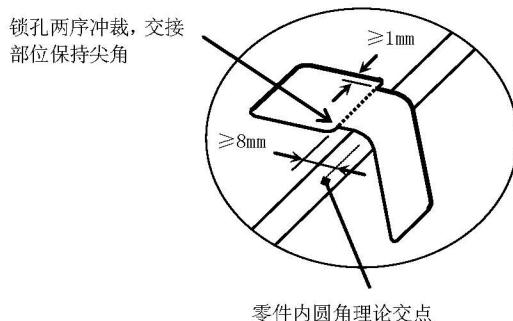


图34 车门锁孔说明

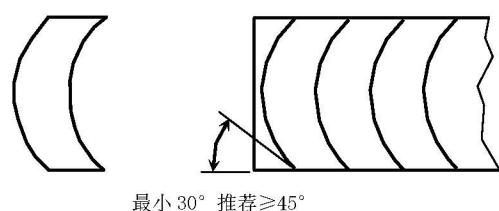


图35 冲裁尖角说明

4.3.8 垂直修边的条件

零件法兰角度应满足垂直修边条件，如图36和表3所示。

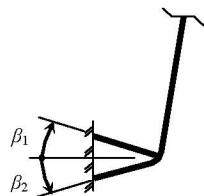


图36 法兰角度要求

表3 法兰直修条件

板料厚度 t	推荐值	
	β_1	β_2
$t \leq 1.4\text{mm}$	$\leq 20^\circ$	$\leq 25^\circ$
$1.4\text{mm} < t \leq 2.0\text{mm}$	$\leq 15^\circ$	$\leq 20^\circ$
$t > 2.0\text{mm}$	$\leq 10^\circ$	$\leq 15^\circ$

侧壁上的修边轮廓在俯视图的投影宜垂直于法兰和底部圆角，避免出现倾斜和转角，如图37a)所示。如无法避免出现倾斜和转角，如图37b)所示，需要与冲压工艺人员确认。

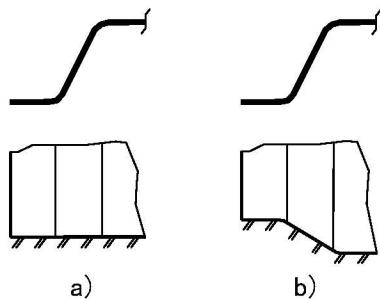


图37 修边轮廓走向

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。

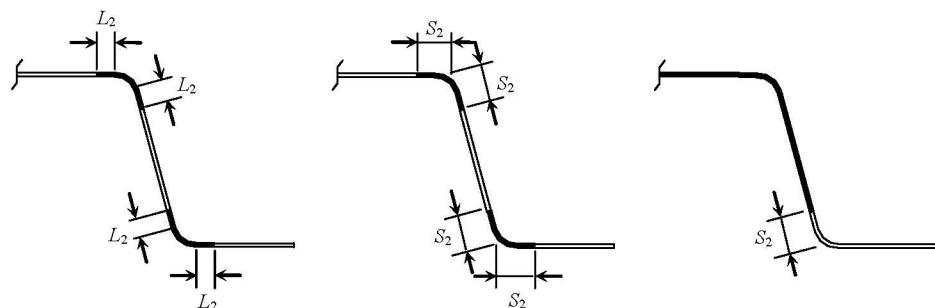


图38 修边与圆角距离

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° 。

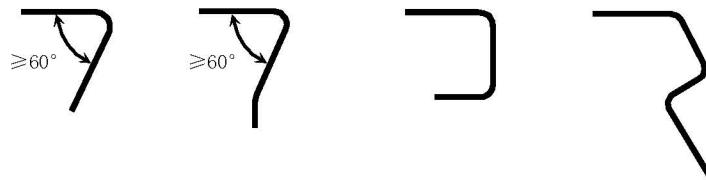


图39 避免负角翻边

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 $2t$ ，如图40所示。圆角半径不宜过大，否则容易引起回弹。

对于不采用压边圈压料的深度较浅的成形类零件，圆角同样按上述原则进行设计。



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 $< 5\text{mm}$ ，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时，可以忽略上述限制。

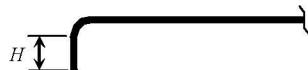


图41 最小弯边高度

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。

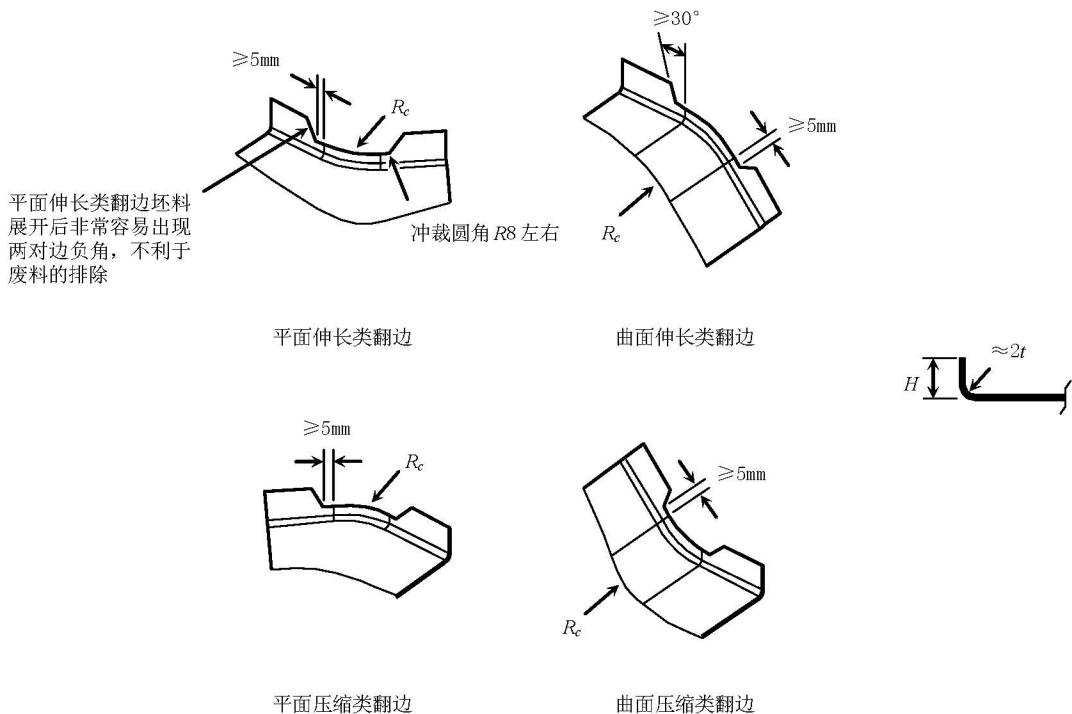


图42 伸长类和压缩类翻边

表4 最大翻边高度推荐值

伸长类翻边	压缩类翻边
$\leq 2t + R_c \times 0.67A / (1+0.67A)$	$\leq 2t + R_c \times 0.15$

注1: A 为材料断后伸长率。
注2: 转角 R_c 和翻边高度 H 均为中性层尺寸。

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

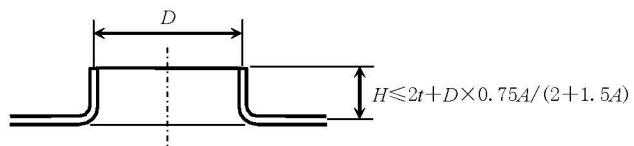


图43 翻孔高度说明

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 $20t$ 。

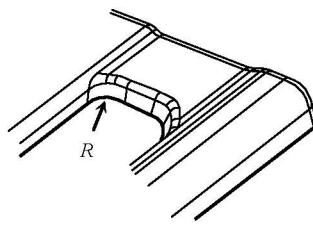


图44 最小转角半径

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 $< 5\text{mm}$ ，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。

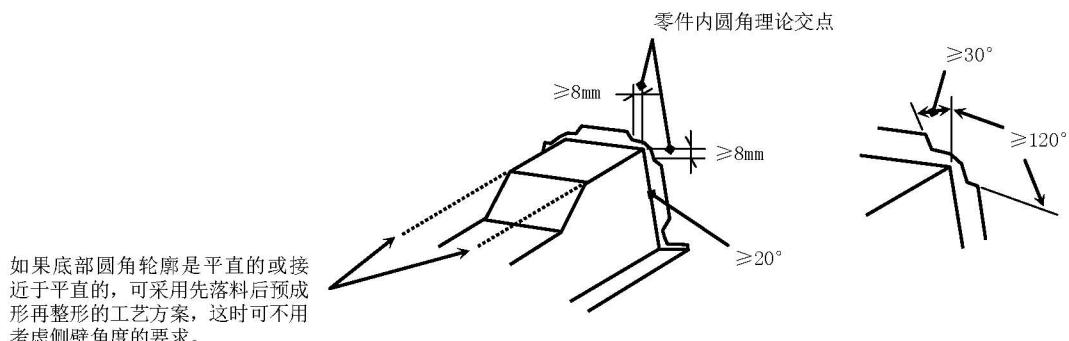


图46 向上翻边结构要求

4.4.8 压料宽度

弯边部位的压料宽度 $W_1 \geq 13\text{mm}$ 或者 $\geq 1.5H$ ， W_1 局部最小宽度应保证 8mm ，如图47所示。

翻边部位的压料宽度 $W_2 \geq 13\text{mm}$ 推荐 $\geq 20\text{mm}$ ，如图48所示。

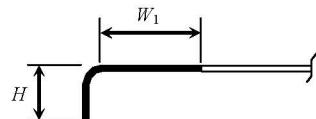


图47 弯边部位压料宽度

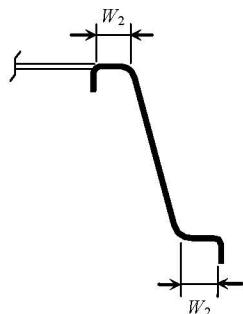


图48 翻边部位压料宽度

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

材料抗拉强度	板料厚度 t	弯曲圆角半径		
		$\approx t$	$t \sim 5t$	$> 5t$
300MPa	$t \leq 0.8\text{mm}$	$> 4^\circ$	$> 5^\circ$	$> 6^\circ$
	$0.8\text{mm} < t \leq 2.0\text{mm}$	$> 2^\circ$	$> 3^\circ$	$> 4^\circ$
	$t > 2.0\text{mm}$	$> 0^\circ$	$> 1^\circ$	$> 2^\circ$
450MPa	$t \leq 0.8\text{mm}$	$> 5^\circ$	$> 6^\circ$	$> 8^\circ$
	$0.8\text{mm} < t \leq 2.0\text{mm}$	$> 2^\circ$	$> 3^\circ$	$> 5^\circ$
	$t > 2.0\text{mm}$	$> 0^\circ$	$> 1^\circ$	$> 3^\circ$
600MPa	$t \leq 0.8\text{mm}$	$> 7^\circ$	$> 9^\circ$	$> 12^\circ$
	$0.8\text{mm} < t \leq 2.0\text{mm}$	$> 4^\circ$	$> 5^\circ$	$> 7^\circ$
	$t > 2.0\text{mm}$	$> 2^\circ$	$> 3^\circ$	$> 5^\circ$

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，梯形筋推荐尺寸可以按 4.2.8 中的规定。

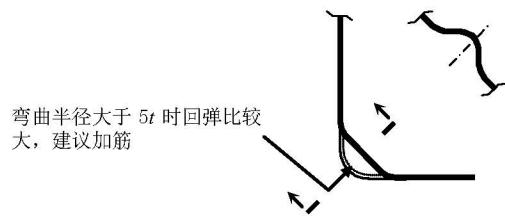


图49 压三角筋

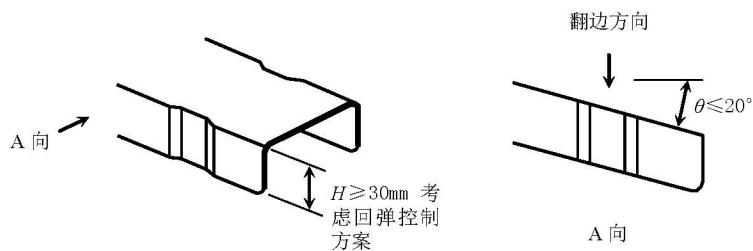


图50 压梯形筋

4.5 特殊情况处理

上面列举的商用车驾驶室冷冲压件工艺要求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。当产品功能结构无法满足冲压工艺要求时,产品设计师应与冲压工艺人员进行沟通和协商,量化风险和代价以支撑最终产品方案决策。