

中华人民共和国国家标准

金属薄板成形性能与试验方法 成形性能和指标

GB/T 15825.1—1995

Sheet metal formability and test methods
- Formability and indexes

1 主题内容与适用范围

本标准规定了金属薄板冲压成形性能的评定指标以及相应的试验方法。
本标准适用于指导金属薄板冲压成形性能试验。

2 引用标准

- GB 4156 金属杯突试验方法(厚度 0.2~2 mm)
GB 5027 金属薄板塑性应变比(γ 值)试验方法
GB 5028 金属薄板拉伸应变硬化指数(n 值)试验方法
GB/T 15825.2 金属薄板成形性能与试验方法 通用试验规程
GB/T 15825.3 金属薄板成形性能与试验方法 拉深与拉深载荷试验
GB/T 15825.4 金属薄板成形性能与试验方法 扩孔试验
GB/T 15825.5 金属薄板成形性能与试验方法 弯曲试验
GB/T 15825.6 金属薄板成形性能与试验方法 锥杯试验
GB/T 15825.7 金属薄板成形性能与试验方法 凸耳试验
GB/T 15825.8 金属薄板成形性能与试验方法 成形极限图(FLD)试验

3 符号、名称和单位

本标准所用的符号、名称和单位见表1。

表 1

符 号	名 称	单 位
F_c	压边力	N
F_p	凸模力	N
σ_θ	周向应力	Pa
σ_r	径向应力	Pa
d_0	扩孔前坯料上的预制圆孔直径	mm
d_f	扩孔后预制圆孔胀裂时的直径	mm
F_w	弯曲力	N

续表 1

符 号	名 称	单 位
R	弯曲半径	mm
γ	塑性应变比	
$\bar{\gamma}$	平均塑性应变比	
$\Delta\gamma$	塑性应变比平面各向异性度	
e	凸耳率	%
n	应变硬化指数	
FLC	成形极限曲线	
FLD	成形极限图	
e_1, e_2	表面工程主应变	%
E	弹性模量	Pa
σ_s	屈服点	Pa
σ_b	抗拉强度	Pa
σ_s/σ_b	屈强比	
δ_s	屈服点伸长	mm
δ_g	最大力下的总伸长率	%
δ	断后伸长率	%
ψ	断面收缩率	%
IE	杯突值	mm
LDR	极限拉深比	
$LDR(T)$	载荷极限拉深比	
λ	扩孔率	%
R_{min}	最小弯曲半径	mm
t	试样厚度	mm
R_{min}/t	最小相对弯曲半径	
CCV	锥杯值	mm

4 术语

4.1 金属薄板成形性能 sheet metal formability

金属薄板对于冲压成形的适应能力,简称成形性能。

4.2 狭义成形性能 formability in a narrow sense

金属薄板在冲压成形过程中抵抗破裂的能力。

根据基本冲压成形方式,狭义成形性能分为以下 5 种。

4.2.1 胀形性能 stretchability

胀形成形时,金属薄板在双向拉应力作用下抵抗其厚度减薄而引起局部缩颈或破裂(图 1)的能力。

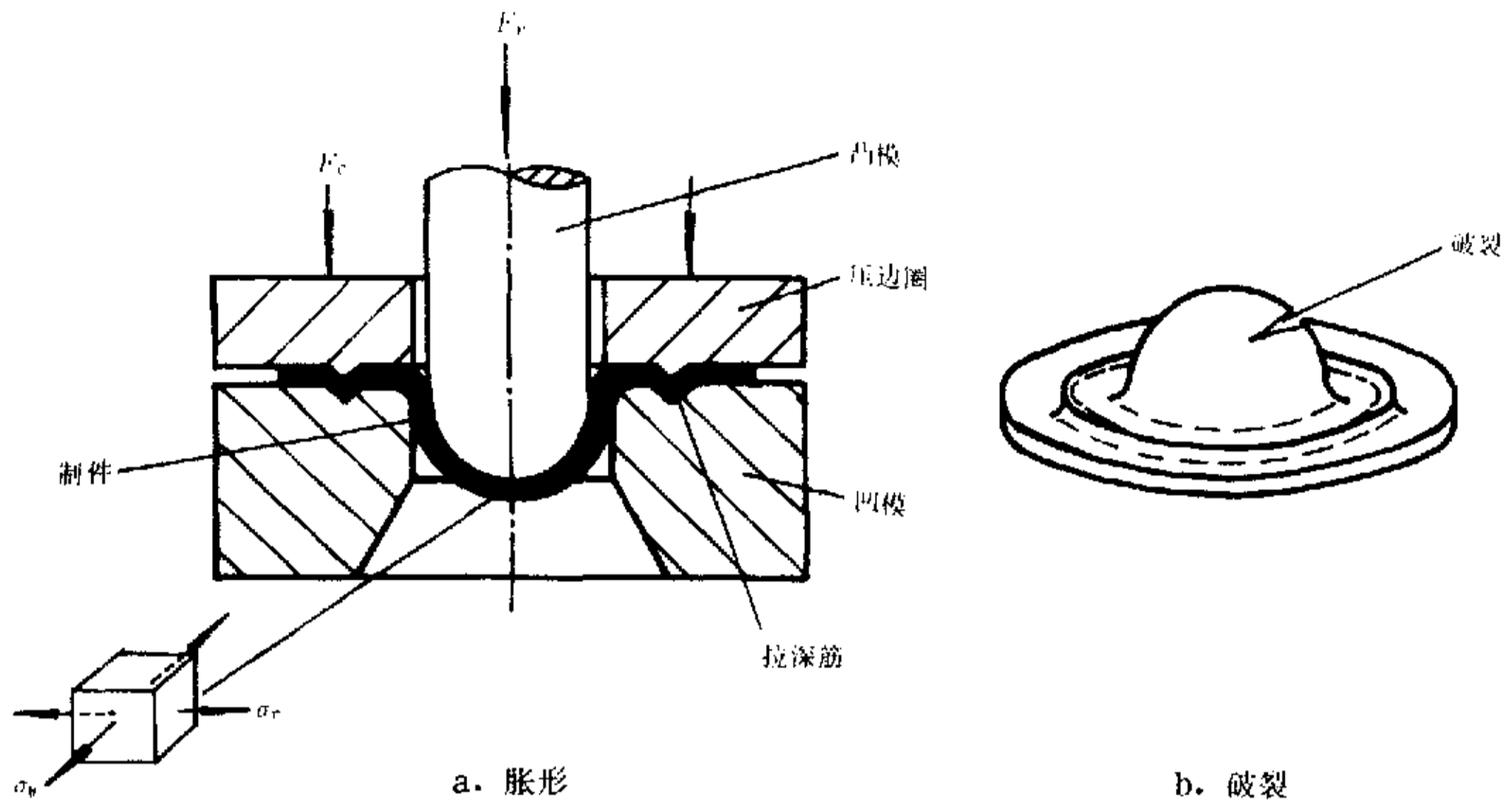


图1 球头凸模轴对称胀形

4.2.2 拉深性能 drawability

拉深成形时,在法兰变形区不起皱条件下,金属薄板在凸模圆角附近抵抗破裂(图2)的能力。

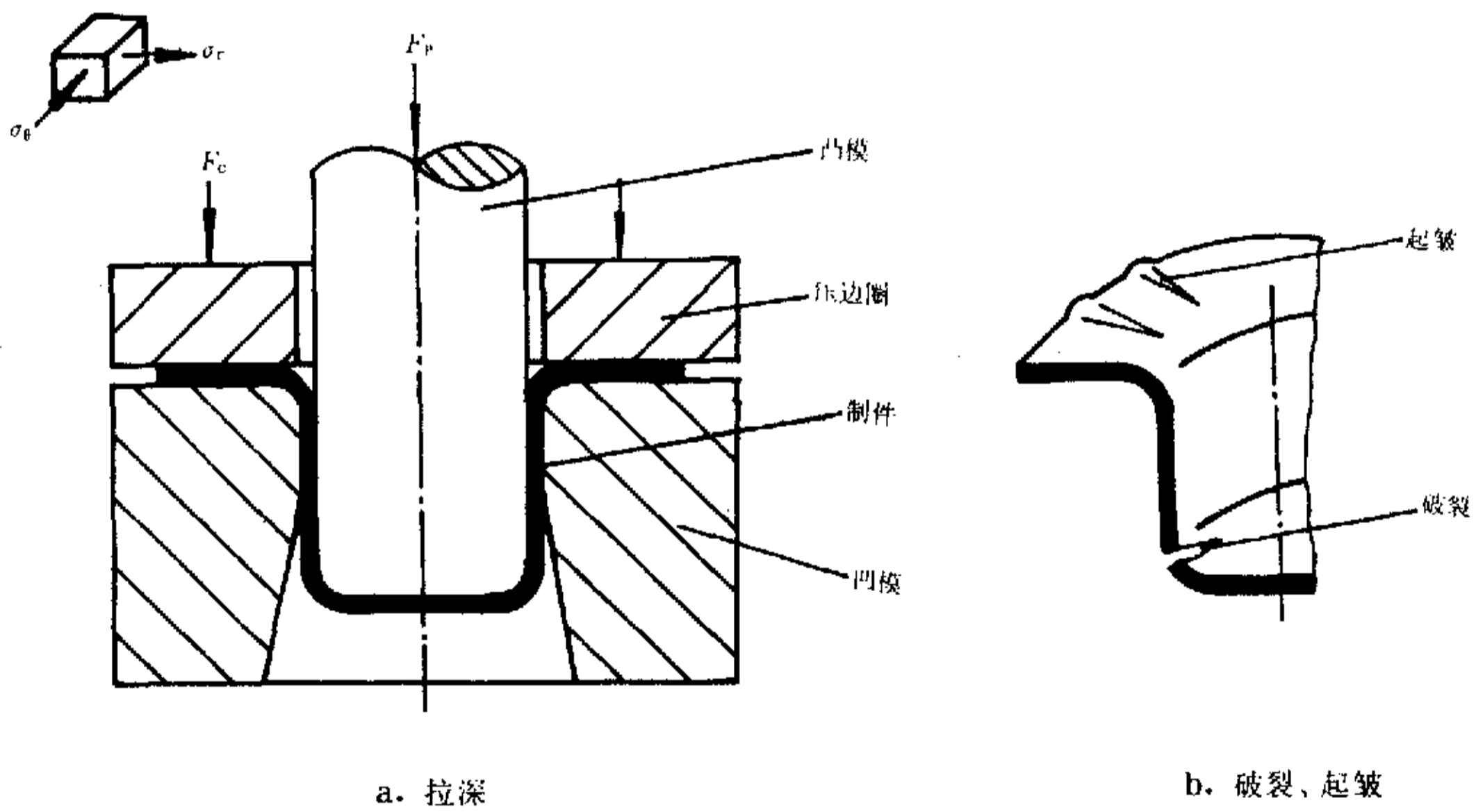


图2 平底圆柱凸模轴对称拉深

4.2.3 扩孔性能 hole expansibility, hole flangability

扩孔过程中,金属薄板抵抗因孔缘局部伸长变形过大而在垂直于孔缘方向上引起局部开裂(图3)的能力。

注:扩孔是翻孔成形的中间过程。

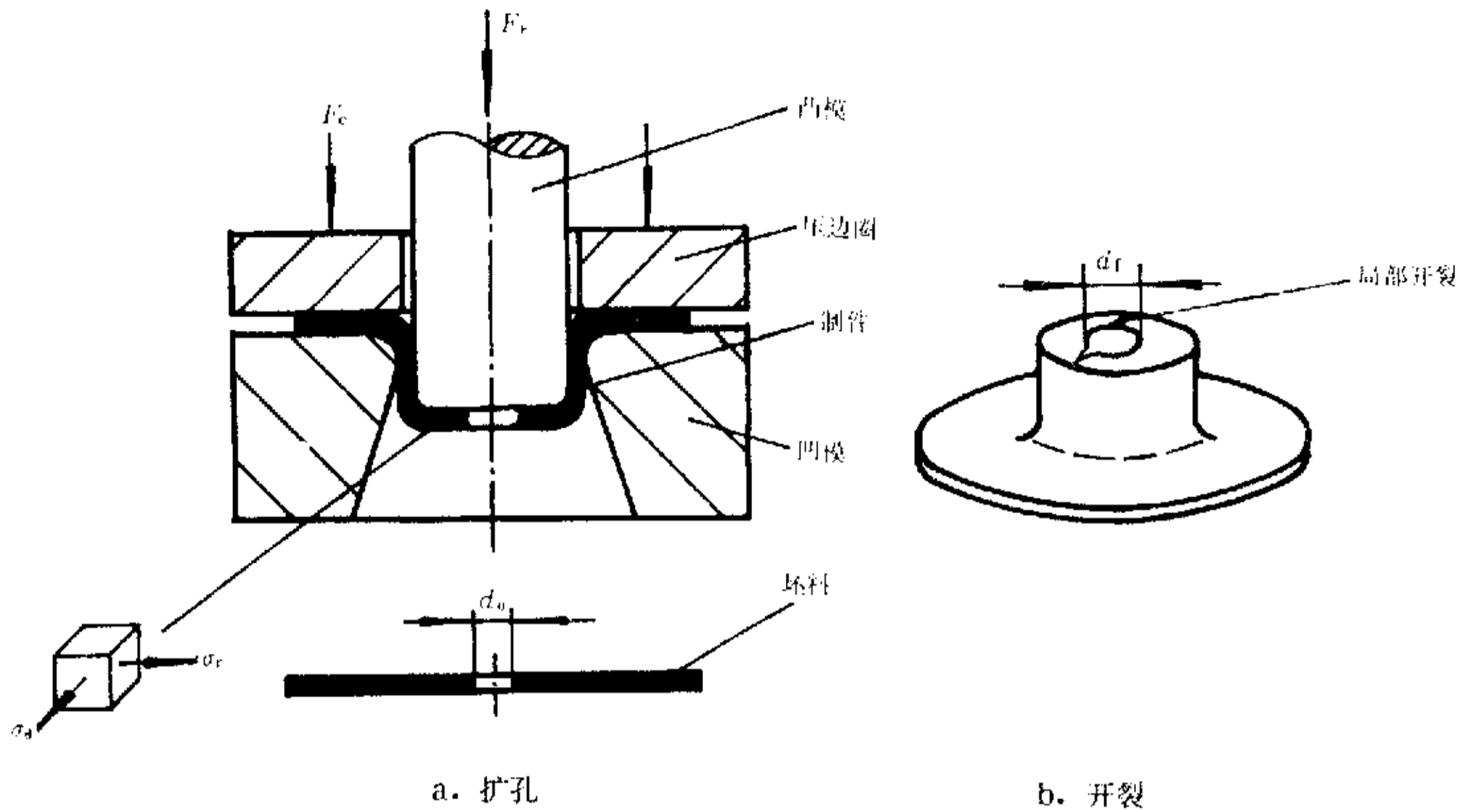


图3 圆柱凸模扩孔

4.2.4 弯曲性能 bendability

弯曲成形时,金属薄板抵抗变形区外层拉应力引起破裂(图4)的能力。

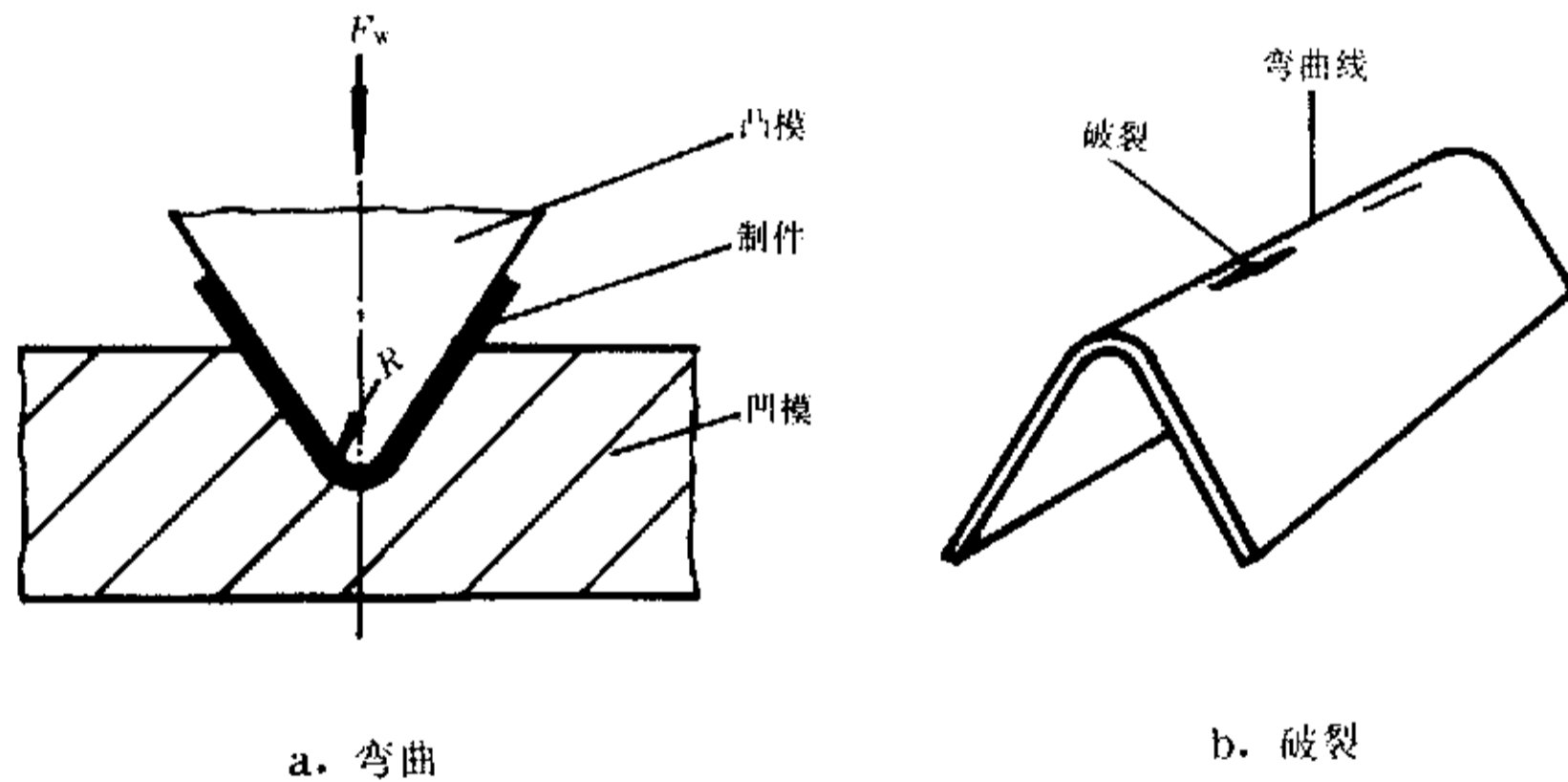


图4 V形弯曲、弯曲半径、弯曲破裂

4.2.5 复合成形性能 complex formability

金属薄板在两种或两种以上基本冲压成形方式作用下抵抗破裂的能力,如金属薄板在“拉深+胀形”复合成形方式下抵抗破裂的能力。

4.3 广义成形性能 formability in a broad sense

综合考虑金属薄板在冲压成形过程中不产生板面缺陷以及获得制件形状和尺寸精度时的成形性能。制件的形状和尺寸精度主要受金属薄板的贴模性和定形性影响。

4.3.1 贴模性 fittability

冲压成形时,金属薄板在加载过程中获得模具形状和尺寸并不产生板面缺陷的能力。

4.3.2 定形性 fixability

制件脱模后保持其既得形状和尺寸的能力。

4.4 模拟成形性能指标 simulated index of formability

利用模拟试验方法测定出的成形性能量值。

注:在金属薄板成形性能试验中,模拟内容包括冲压成形方式、冲压工艺条件、制件的几何形状与尺寸,以及冲压或

形过程中的变形方式或应力应变状态等。

5 塑性各向异性与成形性能的关系

5.1 塑性各向异性

金属薄板塑性性能的方向性,通常可分为塑性厚向异性与塑性平面各向异性两种类型。

5.2 塑性厚向异性与成形性能的关系

5.2.1 金属薄板厚度方向与其平面内任一方向的塑性性能之差异称为塑性厚向异性,可以用拉伸试验时的塑性应变比(r 值)或平均塑性应变比(\bar{r})值表示。

5.2.2 r 值或 \bar{r} 值大的金属薄板,拉深性能好。

5.3 塑性平面各向异性与成形性能的关系

5.3.1 金属薄板平面内不同方向的塑性性能之差异称为塑性平面各向异性。塑性平面各向异性经常会使拉深成形制件的口部边沿凸凹不齐,其中突出部分称为凸耳。

5.3.2 塑性平面各向异性通常用拉伸试验时的塑性应变比平面各向异性度(Δr)表示。 Δr 的绝对值大,拉深成形时凸耳问题严重。

5.3.3 塑性平面各向异性也可以用模拟拉深试验获得的凸耳率(e)表示。 e 值大,塑性平面各向异性显著,拉深成形时凸耳问题严重。

6 应变硬化指数与成形性能的关系

金属薄板的应变硬化指数(n 值)反应其硬化能力, n 值大的金属薄板抵抗缩颈能力强,应变分布趋于均匀,胀形性能好。

7 金属薄板的成形极限图

7.1 冲压成形时,金属薄板上缩颈区或破裂区的表面应变变量称为表面极限应变变量,在二维应变坐标系中,用不同应变路径下的表面极限应变变量连成的曲线或构画出的条带形区域称为成形极限曲线(Forming Limit Curve,缩写 FLC),表面极限应变变量与成形极限曲线共同构成成形极限图(Forming Limit Diagram,缩写 FLD),如图 5。

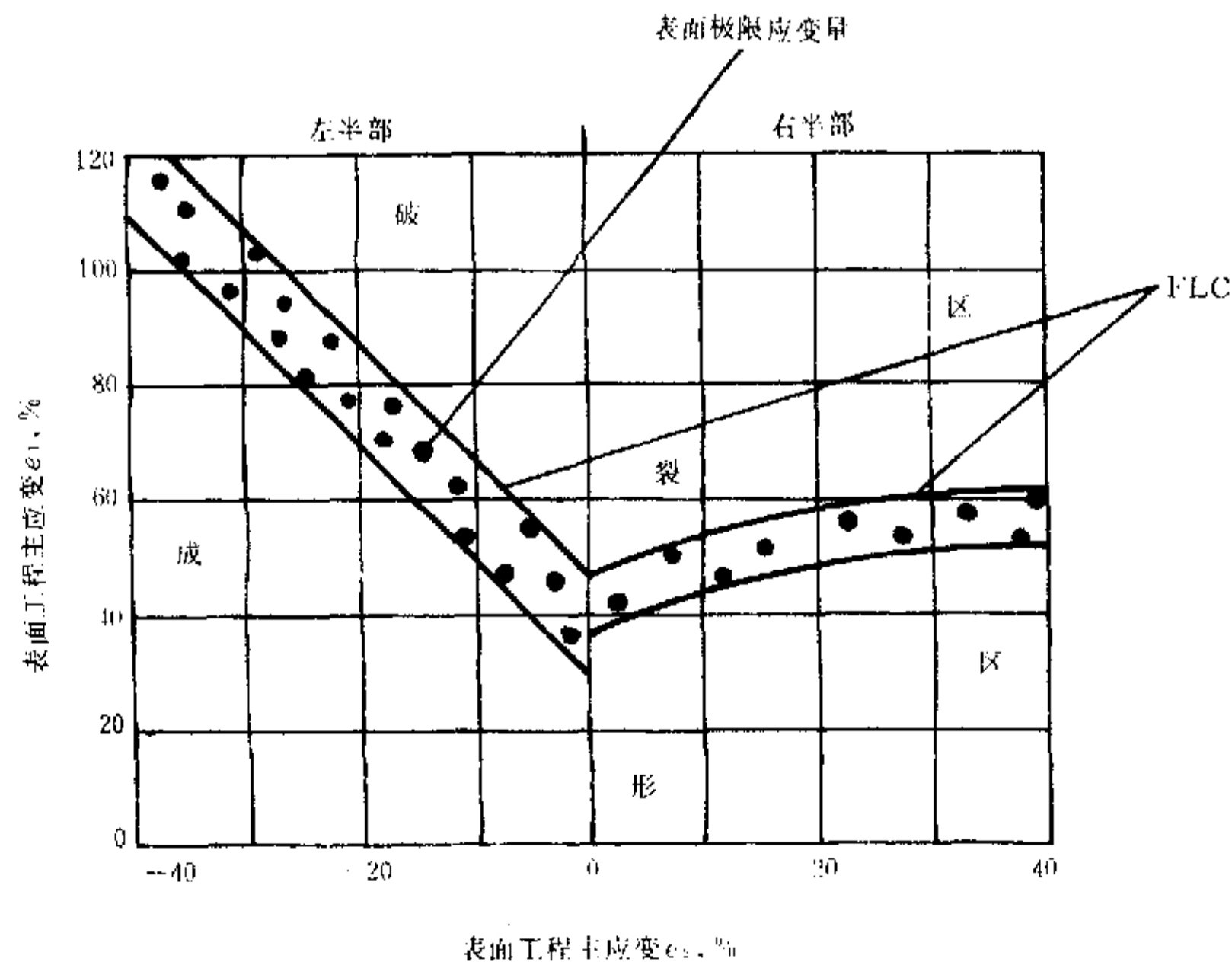


图 5 成形极限图(FLD)

7.2 成形极限图表征金属薄板在冲压成形过程中抵抗局部缩颈或断裂的能力(即局部成形性能)。

7.3 成形极限图可由实际生产中积累的经验数据确定,亦可用实验室方法确定。

8 金属薄板的成形性能参数和指标

8.1 金属薄板的基本性能参数和指标

设计金属薄板制件,以及对制件进行冲压成形时,需要对金属薄板的基本性能提出要求,这些性能和指标分为下述5项。

- a. 强度性能:弹性模量 E ,屈服点 σ_s ,抗拉强度 σ_b ,屈强比 σ_s/σ_b ;
- b. 变形性能:屈服点伸长 δ_s ,最大力下的总伸长率 δ_{gt} ,断后伸长率 δ ,断面收缩率 ψ ;
- c. 晶粒度;
- d. 硬度;
- e. 表面粗糙度。

8.2 模拟成形性能指标

评定金属薄板的冲压成形等级时,可对某种模拟的成形性能指标提出要求,这类指标目前分为下述5种。

- a. 胀形性能指标:杯突值 IE ;
- b. 拉深性能指标:极限拉深比 LDR 或载荷极限拉深比 $LDR(T)$;
- c. 扩孔性能指标:扩孔率 λ ;
- d. 弯曲性能指标:最小相对弯曲半径 R_{min}/t ;
- e. “拉深+胀形”复合成形性能:锥杯值 CCV 。

8.3 特定成形性能指标

对金属薄板冲压成形时,可对某些材料特性或工艺参数提出要求,它们统称为特定成形性能指标,这类指标目前分为下述4种。

- a. 塑性应变比(γ 值)或平均塑性应变比($\bar{\gamma}$ 值);
- b. 应变硬化指数(n 值);
- c. 塑性应变比平面各向异性度($\Delta\gamma$);
- d. 凸耳率(e)。

8.4 成形极限图(FLD)

评定、估测金属薄板的局部成形能力,或分析解决冲压成形生产中的断裂问题时,可以使用金属薄板成形极限图。

9 金属薄板成形性能试验方法

9.1 金属薄板成形性能通用试验规程按 GB/T 15825.2 规定。

9.2 测定胀形性能指标杯突值 IE 时,按 GB 4156 规定。

9.3 测定拉深性能指标极限拉深比 LDR 或载荷极限拉深比 $LDR(T)$ 时,按 GB/T 15825.3 规定。

9.4 测定扩孔性能指标扩孔率 λ 时,按 GB/T 15825.4 规定。

9.5 测定弯曲性能指标最小相对弯曲半径 R_{min}/t 时,按 GB/T 15825.5 规定。

9.6 测定“拉深+胀形”复合成形性能指标锥杯值 CCV 时,按 GB/T 15825.6 规定。

9.7 测定特定成形性能指标塑性应变比 γ 值(或平均塑性应变比 $\bar{\gamma}$ 值)和塑性应变比平面各向异性度 $\Delta\gamma$ 时,按 GB 5027 规定。

9.8 测定特定成形性能指标应变硬化指数 n 值时,按 GB 5028 规定。

9.9 测定特定成形性能指标凸耳率 e 时,按 GB/T 15825.7 规定。

9.10 在实验室条件下测定成形极限图(FLD)时,按 GB/T 15825.8 规定。

附加说明:

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国锻压标准化技术委员会归口。

本标准由武汉工学院负责起草。

本标准主要起草人曹宏琛、姜奎华。

本系列标准自实施之日起,原部标 JB 4409—88《薄钢板的成形性能和试验方法》标准作废。