

# 中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 41595—2022

---

## 木工刀具安全 柄铣刀柄部的要求

Safety requirements for woodworking tools—  
Requirements for the shank of shank mounted milling tools

2022-10-12 发布

2022-10-12 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 危险一览表 .....	1
5 安全要求 .....	2
5.1 圆柱柄铣刀柄部的夹紧长度 .....	2
5.2 柄铣刀柄部的稳定性 .....	2
5.3 带铣刀的空心锥形刀柄(HSK)的稳定性 .....	7
6 刀具标记.....	10
附录 A (资料性) 计算示例 .....	11
附录 B (资料性) 测量夹紧装置偏心距的方法 .....	13
附录 C (资料性) 最小夹紧力推荐数值 .....	14

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—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》的规定起草。

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国木工机床与刀具标准化技术委员会(SAC/TC 84)归口。

本文件起草单位：福州木工机床研究所、福建农林大学、顺德职业技术学院、金丰利刀具(深圳)有限公司、广东产品质量监督检验研究院、南兴装备股份有限公司。

本文件主要起草人：肖晓晖、曾钦志、王荣发、李德军、成绵龙、林旺南。

## 木工刀具安全 柄铣刀柄部的要求

### 1 范围

本文件规定了柄铣刀在夹紧装置上给定偏心距时最大转速的确定方法,并给出刀具标记内容。  
本文件适用于圆柱柄铣刀、锥形柄铣刀、安装在芯轴上的孔铣刀或圆锯片。

### 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 1800.2—2020 产品几何技术规范(GPS) 线性尺寸公差 ISO 代号体系 第2部分:标准公差带代号和孔、轴的极限偏差表

GB/T 18955—2003 木工刀具安全 铣刀、圆锯片

### 3 术语和定义

GB/T 18955—2003 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**7/24 刀柄 7/24 shank; SK**

带有 7/24 锥度比的刀柄。

#### 3.2

**空心锥形刀柄 hollow taper shank; HSK**

锥度为 1/10,与主轴两面接触,具有高定位精度和高刚性的空心短锥形刀柄。

#### 3.3

**芯轴 arbor**

安装在机床主轴上的刀杆,用于组合和驱动孔形切削刀具。

### 4 危险一览表

危险一览表见表 1。

表 1 危险一览表

危险	与刀具相关的危险原因或状况	本文件中相应条款
由机械强度不足导致的机械危险	刀具断裂	第 5 章
振动	刀具动态不平衡	第 5 章
刀具转速的改变	刀具断裂	第 5 章

## 5 安全要求

## 5.1 圆柱柄铣刀柄部的夹紧长度

圆柱柄铣刀柄部直径与最小夹紧长度  $l_{c\min}$  的对照关系见表 2。

表 2 最小夹紧长度

单位为毫米

$d_2^a \leq 10$	$10 < d_2 < 25$	$d_2 \geq 25$
$l_{c\min} = 20$	$l_{c\min} = 2d_2$	$l_{c\min} = 1.8d_2$
<sup>a</sup> $d_2$ 为柄部直径。		

当柄部直径  $d_2 \geq 12$  mm, 公差应为 GB/T 1800.2—2020 的 h6; 当柄部直径  $d_2 < 12$  mm, 公差应为 GB/T 1800.2—2020 的 h8。

## 5.2 柄铣刀柄部的稳定性

## 5.2.1 一般要求

## 5.2.1.1 稳定性参数

柄铣刀柄部的稳定性参数见表 3。

表 3 柄铣刀柄部的稳定性参数

符号	定义	单位
$d$	直径 a) 柄部直径 $d_2$ b) 芯轴直径 $d_3$ c) 带轴向力时主轴直径 $d_4$ 取计算值; 不带轴向力时为 $d_{arbor}$	mm
$d_{cut}$	刀削部分的最大直径	mm
$d_2$	柄部直径, 见图 2	mm
$d_3$	芯轴直径, 见图 3	mm
$d_4$	计算直径, 见图 4	mm
$d_{arbor}$	芯轴的柄部直径, 见图 4	mm
$E$	弹性模量	N/mm <sup>2</sup>
$e_{sp}$	夹紧装置的最大许用偏心距	mm
$f$	形状系数	—
$f_s$	安全系数 ( $f_s = 4$ )	—
$F_a$	轴向夹紧力, 见图 4	N

表 3 柄铣刀柄部的稳定性参数 (续)

符号	定义	单位
$G$	按 GB/T 18955—2003 给定的平衡品质级别	mm/s
$I$	截面惯性矩	mm <sup>4</sup>
$l_{\text{cut}}$	刀具切削部分的高度	mm
$l_0$	柄部空置长度	mm
$l_1, l_2, l_3, \dots$	部件质量 $m_1, m_2, m_3, \dots$ 到重心的轴向距离	mm
$l_s$	重心到夹紧装置末端的距离, 见图 1	mm
$l_c$	夹紧长度	mm
$l_g$	柄部总长	mm
$m_1, m_2, m_3, \dots$	刀具各部分的质量, 见图 1	g
$m_{\text{cut}}$	在 $l_{\text{cut}}$ 区域内, 切削部分的质量, 见图 2	g
$m^*$	在 $(l_0 + l_{\text{cut}})$ 区域内, 刀具的质量, 见图 2	g
$m_{\text{cut}}^*$	切削部分刀具的折算质量, 见图 2	g
$n$	实际转速	r/min
$n_{\text{shank}}$	考虑柄部强度的柄部最大许用转速	r/min
$S$	重心	—
$W$	截面模量	mm <sup>3</sup>
$\sigma_w$	抗弯强度	N/mm <sup>2</sup>
$\rho$	刀柄材料的密度	g/mm <sup>3</sup>

5.2.1.2 柄铣刀柄部的最大转速( $n_{\text{max}}$ )的确定

应采用下列值中的较小值来确定柄铣刀柄部的最大转速( $n_{\text{max}}$ ):

—— $n_{\text{shank}}$  (刀柄强度的最大许用转速);

——按 GB/T 18955—2003 中 6.1.1 确定的最大转速。

柄铣刀的最大许用转速( $n_{\text{shank}}$ )取决于柄部的强度, 采用公式(1)~公式(3)确定。

对于给定夹紧装置的最大许用偏心距( $e_{\text{sp}}$ ),  $n_{\text{shank}}$ 按公式(1)计算。

$$n_{\text{shank}} = \frac{30}{\sqrt{f_s} \cdot \pi} \cdot \frac{-G + \sqrt{G^2 + \frac{W \cdot \sigma_w}{m^* \cdot l_s} \left( e_{\text{sp}} + \frac{W \cdot \sigma_w \cdot l_s^2}{3EI} \right) \cdot 10^6}}{e_{\text{sp}} + \frac{W \cdot \sigma_w \cdot l_s^2}{3EI}} \dots\dots\dots (1)$$

其中:

$$I = \pi \cdot \frac{d^4}{64} \dots\dots\dots (2)$$

$$W = \pi \cdot \frac{d^3}{32} \dots\dots\dots(3)$$

平衡等级应符合 GB/T 18955—2003 的规定。为使刀具或刀具部件持续保持设计要求,可采用更高的平衡等级。

注 1: 当使用的刀具尺寸和材料、刀具的柄部空置长度( $l_0$ ),刀具的许用剩余不平衡度( $e_{per}$ )和夹紧装置的最大许用偏心距( $e_{sp}$ )均符合标准要求,且切削时,切削速度不超过刀柄的最大允许转速,则满足了柄部强度的安全要求。与离心力相比,切削力影响不大时,可以忽略切削力。

注 2: 如果重心(S)到夹紧装置末端的距离( $l_s$ )未知,则可以按图 1 和公式(4)所示近似地确定  $l_s$ 。

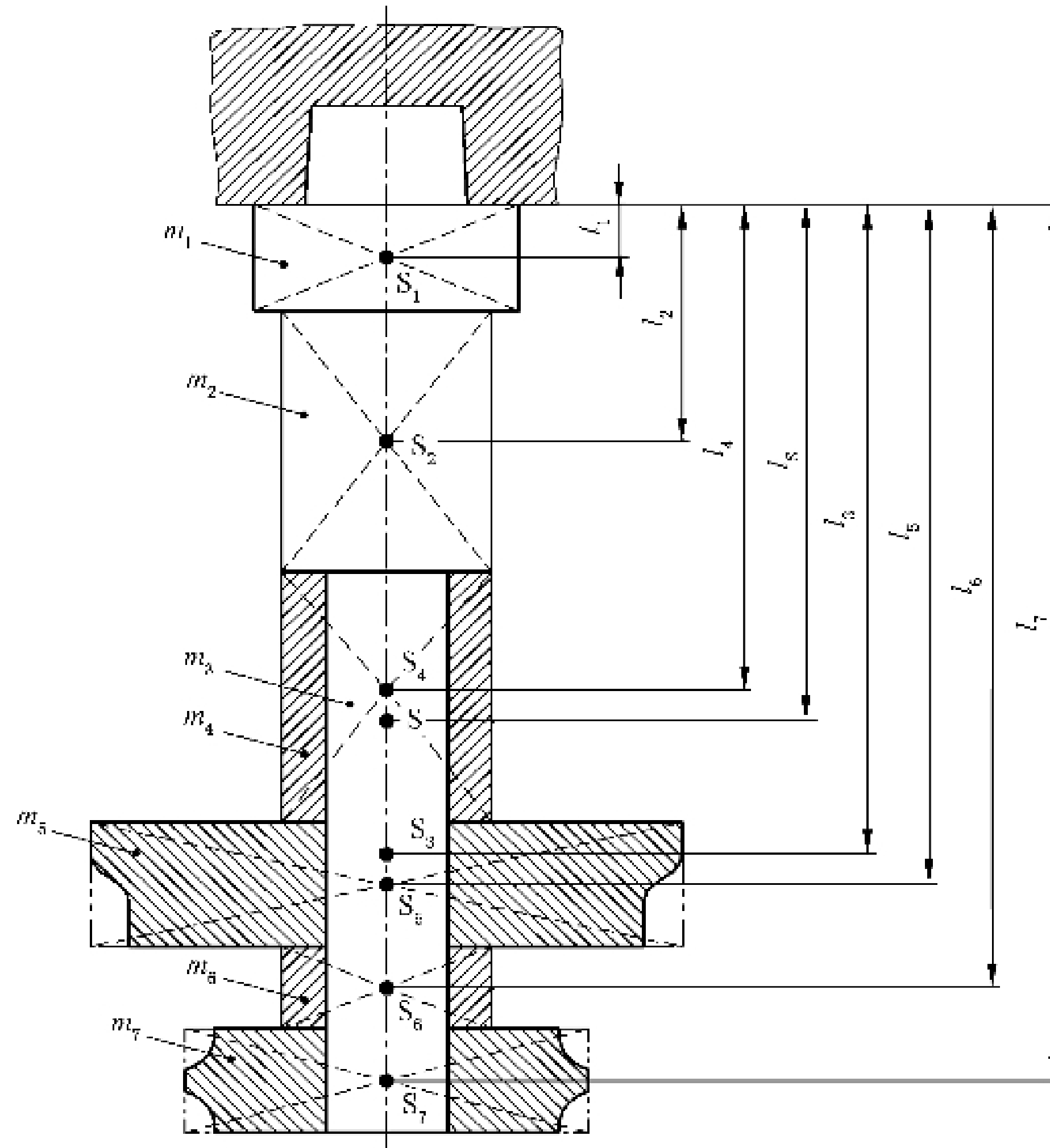
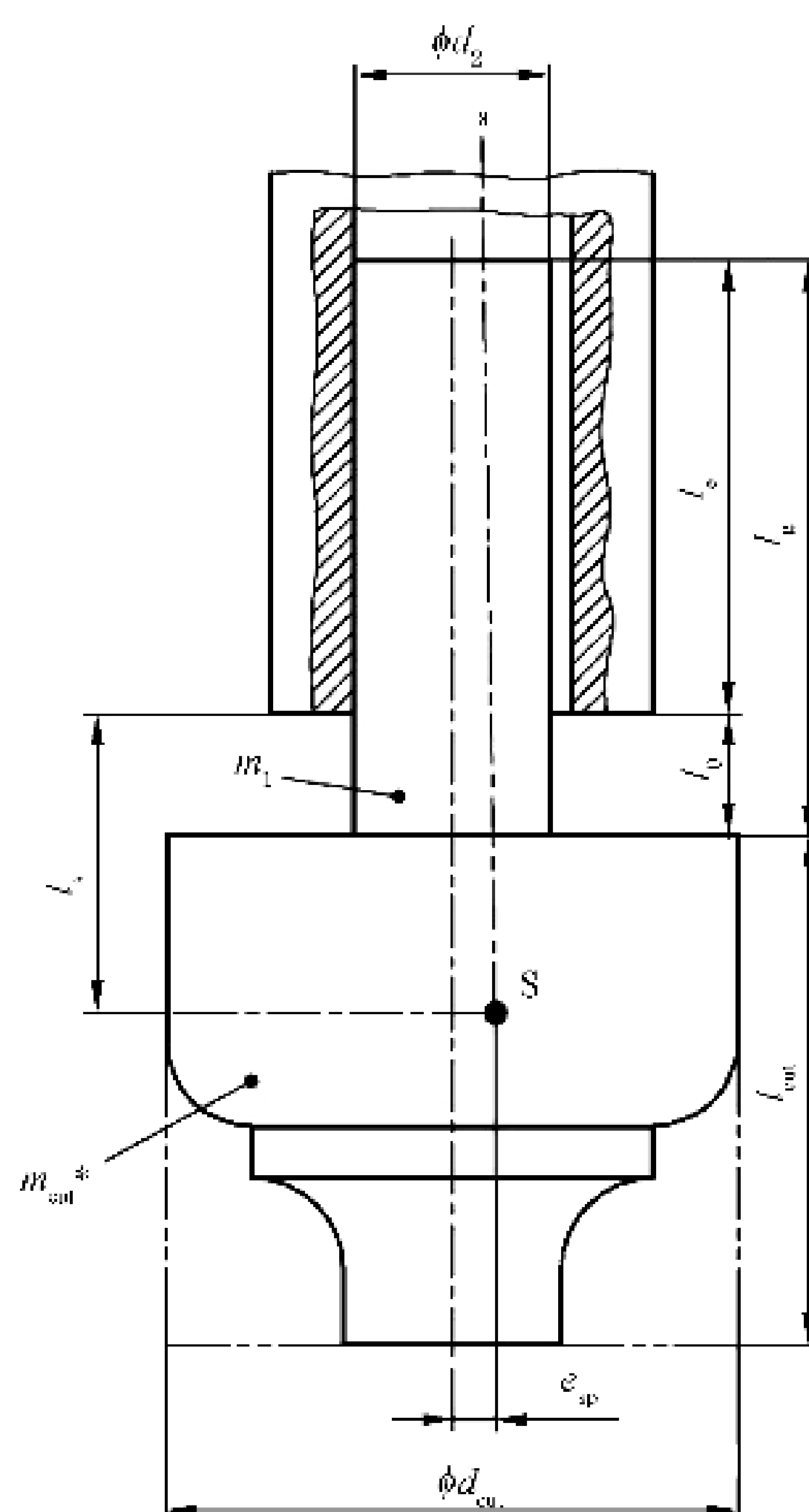


图 1 刀具部件到重心的距离标注

$$l_s = \frac{m_1 \cdot l_1 + m_2 \cdot l_2 + m_3 \cdot l_3 + m_4 \cdot l_4 + m_5 \cdot l_5 + m_6 \cdot l_6 + m_7 \cdot l_7}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6 + m_7} \dots\dots\dots(4)$$

### 5.2.2 圆柱柄铣刀

圆柱柄铣刀计算  $n_{shank}$  的参数见图 2。计算实例见附录 A 中 A.1。



标引序号说明：

a—— 铣刀回转轴线。

注：  $d = d_2$  [见公式(2)和公式(3)]。

图 2 圆柱柄铣刀计算  $n_{\text{shank}}$  的参数示意图

$e_{\text{sp}} = 0.06 \text{ mm}$  (对于 CNC 机床上的夹紧装置)。

$e_{\text{sp}} = 0.1 \text{ mm}$  (对于手持式电动工具上的夹紧装置)。

若夹紧装置偏心距的计算值(计算见附录 B)在夹紧装置的整个使用寿命内保持不变,则  $e_{\text{sp}}$  的值可以小于 0.06 mm。

如果公式(1)中  $m^*$  的值未知,对于那些使用相同密度材料的刀柄和刀体切削部分,  $m^*$  可根据公式(5)~公式(9)近似确定。

$$m^* = m_{\text{cut}}^* + m_1 \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$m_{\text{cut}}^* = f \cdot m_{\text{cut}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$m_{\text{cut}} = \frac{1}{4} \cdot d_{\text{cut}}^2 \cdot \pi \cdot l_{\text{cut}} \cdot \rho \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$f = 0.04 + 0.17 \cdot \ln(m_{\text{cut}}) \quad \dots\dots\dots (8)$$

注：公式(8)中  $\ln(m_{\text{cut}})$  是不包括柄部铣刀质量的自然对数。

$$m_1 = \frac{1}{4} \cdot d_2^2 \cdot \pi \cdot l_0 \cdot \rho \quad \dots\dots\dots (9)$$

公式(8)为经验公式,其有效值为 0.6~0.9。当计算结果小于 0.6 时,  $f$  取 0.6;当计算结果大于 0.9 时,  $f$  取 0.9。形状系数应考虑不带柄时铣刀的实际形状(如开槽、修平)。

$l_0$  和  $l_s$  的值按公式(10) 和公式(11)计算：

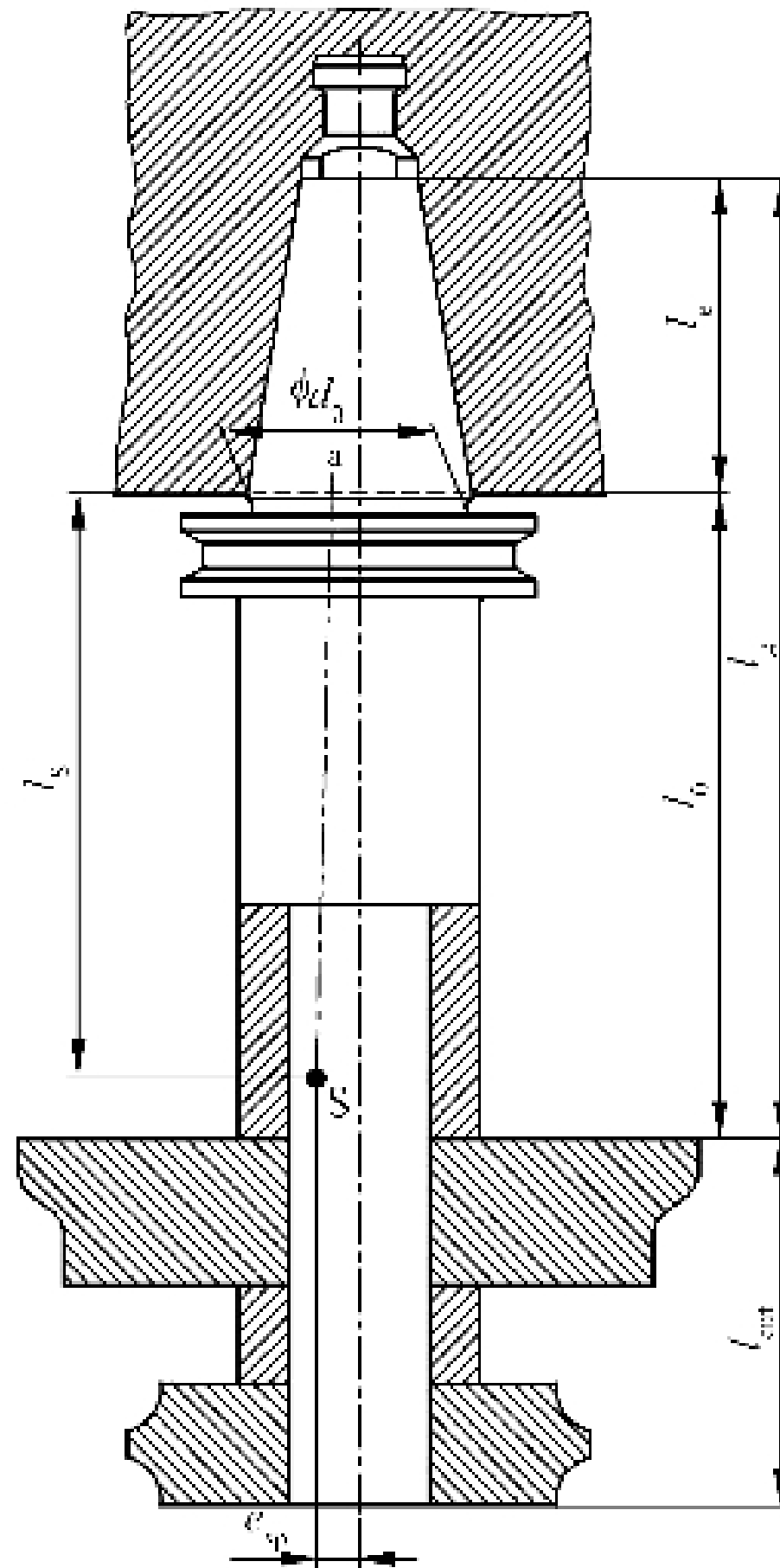
$$l_0 = l_g - l_s \quad \dots\dots\dots (10)$$



$$l_s = \frac{m_1 \cdot \frac{l_0}{2} + m_{\text{cut}}^* \cdot (l_0 + \frac{l_{\text{cut}}}{2})}{m_1 + m_{\text{cut}}^*} \dots\dots\dots(11)$$

5.2.3 7/24 刀柄(SK)铣刀

7/24 刀柄(SK)计算  $n_{\text{shank}}$  的参数见图 3。



标引序号说明：

a——铣刀回转轴线。

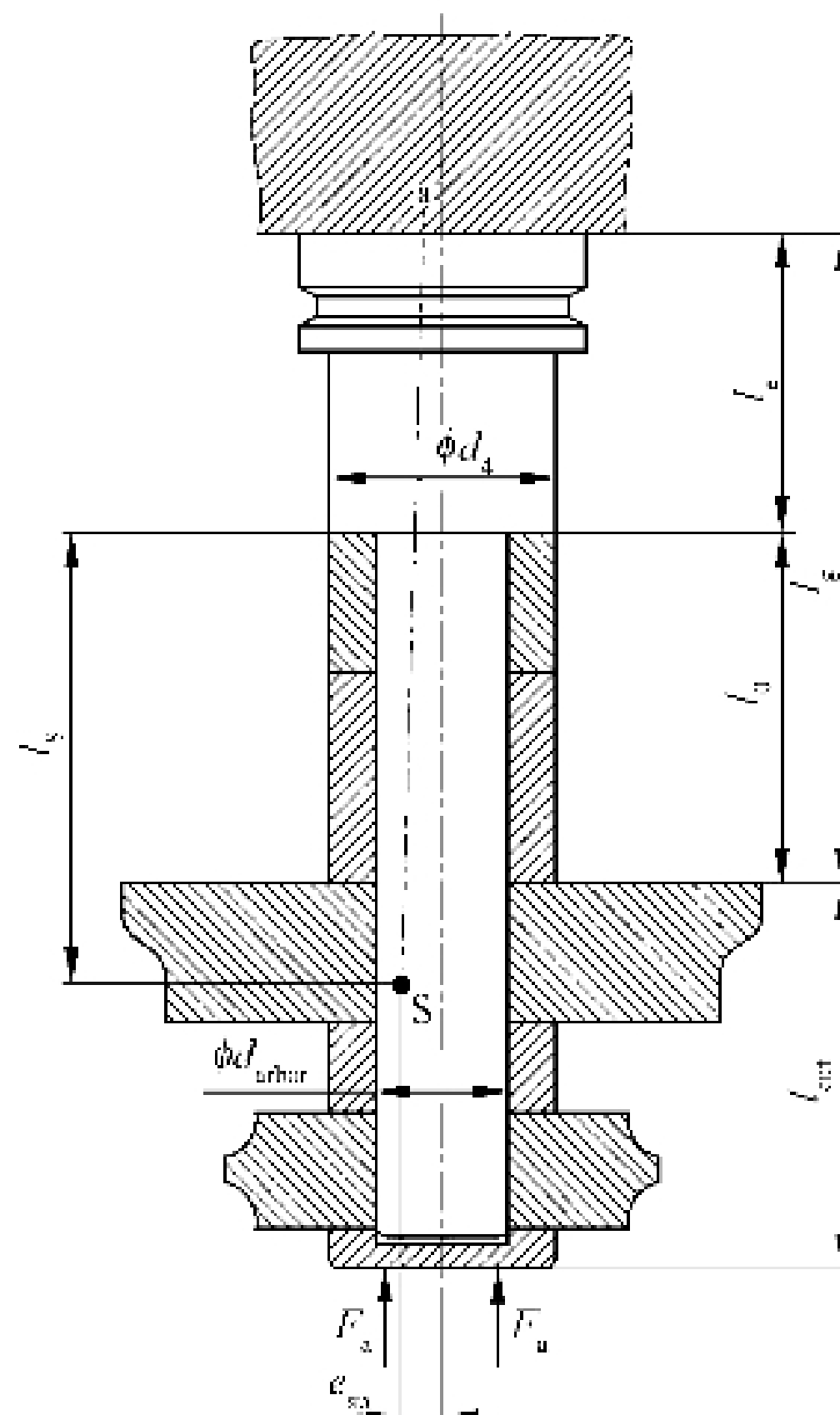
$e_{\text{sp}} = 0.06 \text{ mm}$

注： $d = d_3$  [见公式(2)和公式(3)]。

图 3 SK 铣刀计算  $n_{\text{shank}}$  的参数示意图

5.2.4 安装在芯轴上的孔铣刀或圆锯片

安装在芯轴上的铣刀计算  $n_{\text{shank}}$  的参数见图 4。



标引序号说明：

a—— 铣刀回转轴线。

$e_{sp} = 0.06 \text{ mm}$

图 4 安装在芯轴上的铣刀计算  $n_{\text{shank}}$  的参数示意图

$$d_4 = 1.4d_{\text{arbor}} \text{ (当 } d_{\text{arbor}} \leq 50 \text{ mm)}$$

$$d_4 = 20 + d_{\text{arbor}} \text{ (当 } d_{\text{arbor}} > 50 \text{ mm)}$$

注 1：安装在芯轴上的孔铣刀或圆锯片也视为柄铣刀。

注 2：对于夹紧系统：

——有轴向夹紧力  $F_a$  时， $d = d_4$  [见公式(2)和公式(3)]；

——无轴向夹紧力  $F_a$  时， $d = d_{\text{arbor}}$  [见公式(2)和公式(3)]。

### 5.3 带铣刀的空心锥形刀柄(HSK)的稳定性

#### 5.3.1 HSK 的稳定性参数

带铣刀的空心锥形刀柄(HSK)的稳定性参数见图 5 和表 4。计算示例见 A.2。

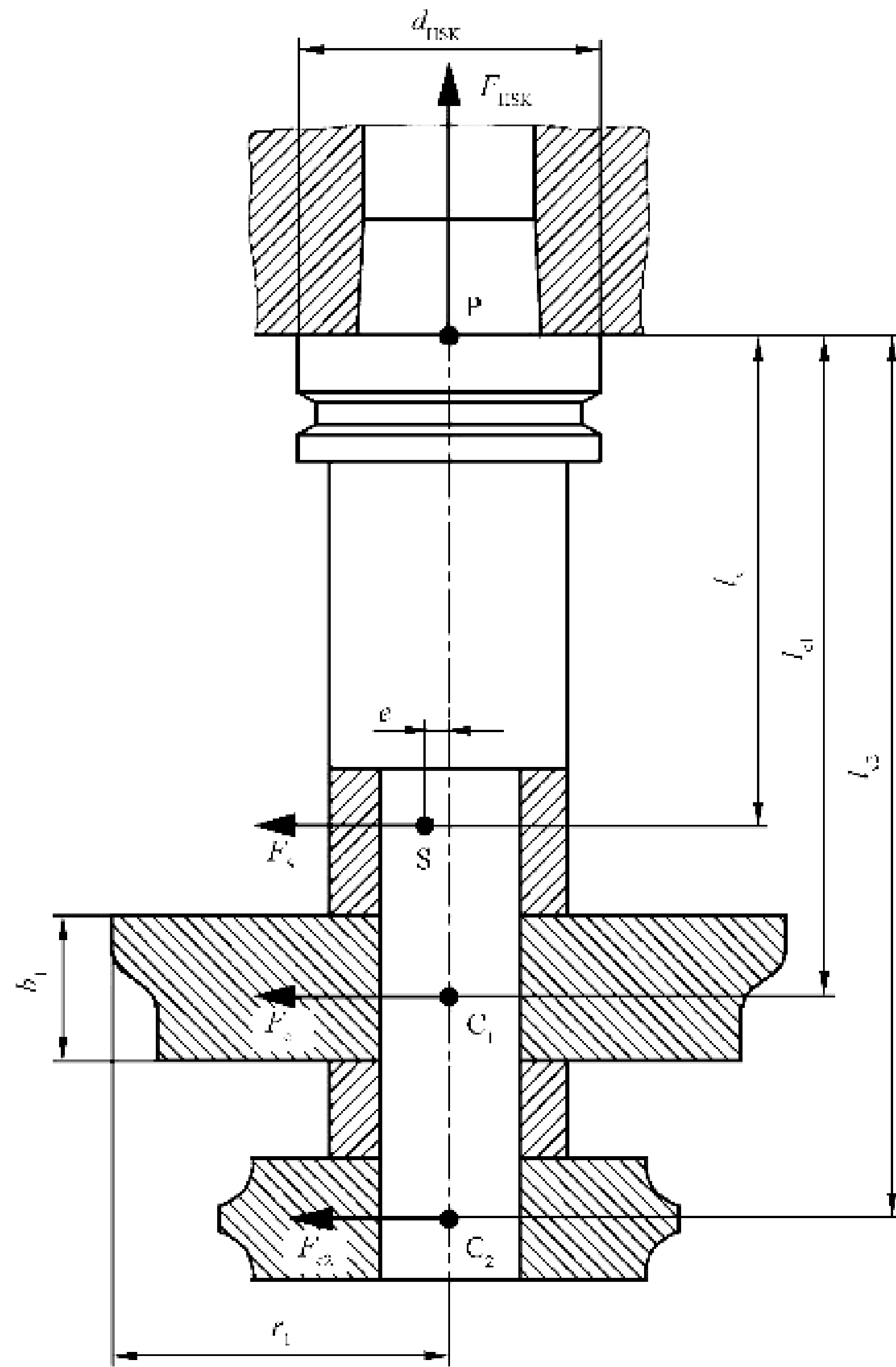


图 5 计算  $n_{\text{HSK}}$  的参数示意图

表 4 带铣刀的空心锥形刀柄(HSK)的稳定性参数

符号	定义	单位
$C_1, C_2, \dots$	切削力在刀轴上的作用点	—
$b_1$	切削宽度	mm
$d_{\text{HSK}}$	HSK 的公称直径(例如, HSK-F63: $d_{\text{HSK}} = 63 \text{ mm}$ )	mm
$e$	刀具的偏心距	mm
$e_{\text{HSK}}$	由 HSK 公差引起的刀具偏心距	mm
$e_{\text{TS}}$	由刀具部件的不平衡引起的偏心距	mm
$F_{c1}, F_{c2}, \dots$	切削力	N
$F_m$	单位切削力	N/mm
$F_{\text{HSK}}$	HSK 的夹紧力 <sup>a</sup>	N
$F_s$	不平衡引起的离心力	N

表 4 带铣刀的空心锥形刀柄(HSK)的稳定性参数(续)

符号	定义	单位
$f_G$	平衡等级的寿命退化系数( $f_G=2.5$ )	—
$f_r$	摩擦系数( $f_r=0.7$ )	—
$f_s$	安全系数( $f_s=4$ )	—
$G$	按 GB/T 18955—2003 给定的平衡品质级别	mm/s
$l_{cl}, l_{cl}, \dots$	切削力作用点与 HSK 端面的轴向距离	mm
$l_s$	HSK 端面到重心的距离	mm
$m$	刀具的总质量	g
$n_{\text{HSK}}$	HSK 截面的最大允许转速	r/min
$n_{\text{max}}$	刀具的最大转速	r/min
$r_1$	切削半径	mm
S	重心	—
$t_p$	HSK 端面的平面度	mm
$t_r$	HSK 的端面圆跳动	mm
P	HSK 截面的作用点	—
$P_c$	切削功率	kW
$P_{\text{Mot}}$	主轴的切削功率	kW
$\omega$	角速度	rad/s

<sup>a</sup> HSK 的最小夹紧力推荐值见附录 C。

### 5.3.2 HSK 截面的最大许用转速( $n_{\text{HSK}}$ )的计算

HSK 截面的最大许用转速( $n_{\text{HSK}}$ )是以点 P 的力矩平衡为基础来计算,见公式(12)。

$$F_{\text{HSK}} \cdot \frac{d_{\text{HSK}}}{2} = F_c \cdot l_c + F_s \cdot l_s \quad \dots\dots\dots(12)$$

其中:

$$F_s = m \cdot e \cdot \omega^2$$

当一个 HSK 夹紧装置上安装有两把以上的柄铣刀,则应采用  $F_c \cdot l_s$  的最大值计算  $n_{\text{HSK}}$ ,计算式见公式(13)。

$$n_{\text{HSK}} = \frac{30}{\sqrt{f_s} \cdot \pi} \cdot 10^3 \cdot \sqrt{\frac{f_r \cdot F_{\text{HSK}} \cdot \frac{d_{\text{HSK}}}{2} - F_c \cdot l_c}{m \cdot e \cdot l_s}} \quad \dots\dots\dots(13)$$

其中:

$$e = e_{\text{HSK}} + e_{\text{TS}}$$

$$e_{\text{HSK}} = \frac{2 \cdot (l_s \cdot t_p)}{d_{\text{HSK}}} + t_r$$

$$e_{\text{TS}} = \frac{f_G \cdot G}{\omega} = \frac{f_G \cdot G \cdot 30}{\pi \cdot n_{\text{max}}}$$

若  $F_c$  未知,可按  $F_c = F_m \cdot b$  计算:

当刀具的切削半径  $r \leq 20$  mm 时,  $F_m = 50$  N/mm。

当刀具的切削半径  $r > 20$  mm 时,见公式(14)。

$$F_m = \frac{30 \cdot P_{\text{Mot}}}{r_1 \cdot b_1 \cdot n_{\text{max}} \cdot \pi} \times 10^6 \quad \dots\dots\dots(14)$$

也可按主轴切削功率作为已知量计算  $F_c$ ,见公式(15)。

$$F_c = \frac{p_c}{v_c} \approx \frac{30 \cdot P_{\text{Mot}}}{\pi \cdot r_1 \cdot n_{\text{max}}} \times 10^6 \quad \dots\dots\dots(15)$$

## 6 刀具标记

刀具标记应包括以下内容:

- a) 柄铣刀的转速按 GB/T 18955—2003 中 6.1.1 的  $n_{\text{max}}$  或  $n_{\text{shank}}$ ,用其中较小的值来标示;
- b) 许用偏心距  $e$ ,例如,  $n_{\text{max}} 12\ 000\ e\ 0.06$  ;
- c) 柄部空置部分的长度( $l_0$ )或最小夹紧长度( $l_{e\ \text{min}}$ )的标示如图 6 所示:
  - 1) 若  $n_{\text{shank}} < n_{\text{max}}$ :标注空置长度( $l_0$ )[(见图 6a)];
  - 2) 如果  $n_{\text{shank}} \geq n_{\text{max}}$ :标注最小夹紧长度( $l_{e\ \text{min}}$ )[见图 6b)和表 2]。



a)  $n_{\text{shank}} < n_{\text{max}}$  实例

b)  $n_{\text{shank}} \geq n_{\text{max}}$  实例

标引序号说明:

- 1 —— 卡盘;
- 2 —— 刀具;
- $l_0$  —— 柄部空置长度;
- $l_{e\ \text{min}}$  —— 最小夹紧长度。

图 6 标记

附录 A  
(资料性)  
计算示例

### A.1 圆柱柄铣刀的 $n_{\text{shank}}$ 计算示例

圆柱柄铣刀的  $n_{\text{shank}}$  (见 5.2.2) 的计算示例见表 A.1。

表 A.1 圆柱柄铣刀的  $n_{\text{shank}}$  计算示例

定义	符号	数值	单位
柄部直径	$d$	25	mm
柄部全长	$l_g$	80	mm
柄部空置长度	$l_0$	25	mm
刀具空置部分的质量	$m_1$	96	g
刀具直径	$d_{\text{cut}}$	125	mm
刀具部件的高度	$l_1$	40	mm
形状系数	$f$	0.9	—
切削部分的质量	$m_{\text{cut}}$	3 853	g
切削部分的折算质量	$m_{\text{cut}}^*$	3 468	g
刀具的折算质量	$m^*$	3 564	g
重心与夹紧面的轴向距离	$l_s$	44.1	mm
平衡品质级别	$G$	40	mm/s
抗弯强度	$\sigma_w$	340	N/mm <sup>2</sup>
夹紧装置的偏心距	$e_{\text{sp}}$	0.1	mm
弹性模量	$E$	$2.1 \times 10^5$	N/mm <sup>2</sup>
密度(钢)	$\rho$	$7.85 \times 10^{-3}$	g/mm <sup>3</sup>
安全系数	$f_s$	4	—
最大许用转速	$n_{\text{shank}}$	$1.925\ 6 \times 10^4$	r/min

### A.2 HSK 的 $n_{\text{HSK}}$ 计算示例

HSK 的  $n_{\text{shank}}$  (见 5.3) 的计算示例见表 A.2。

表 A.2 HSK 的  $n_{\text{shank}}$  计算示例

定义	符号	数值 1	数值 2	数值 3	单位
平衡等级的寿命退化系数	$f_G$	2.5	2.5	2.5	—
安全系数	$f_s$	4	4	4	—
摩擦系数	$f_r$	0.7	0.7	0.7	—
HSK 的夹紧力	$F_{\text{HSK}}$	11 000	11 000	11 000	N
HSK 的公称直径	$d_{\text{HSK}}$	6 300	6 300	6 300	mm
切削力	$F_c$	255	255	255	N
切削力作用点的轴向距离	$l_c$	200	200	200	mm
刀具的全部质量	$m$	8 000	8 000	8 000	g
平衡品质级别	$G$	16 <sup>a</sup>	6.3 <sup>b</sup>	2.5 <sup>c</sup>	mm/s
GB/T 18955规定的刀具最大转速	$n_{\text{max}}$	8 100	8 100	8 100	r/min
HSK 端面的平面度	$t_p$	0.002	0.002	0.002	mm
HSK 的端面圆跳动	$t_r$	0.003	0.003	0.003	mm
刀具的偏心距	$e$	0.060 6	0.032 0	0.020 8	mm
到重心的距离	$l_s$	165	165	165	mm
HSK 的最大转速	$n_{\text{HSK}}$	7 387	10 161	12 598	r/min
刀具部件的最大转速	$n_{\text{max}}$	7 387	8 100	8 100	r/min
<sup>a</sup> 刀具部件:尽可能由使用者重新装配。 <sup>b</sup> 刀具部件:无间隙安装,例如,液压芯轴。 <sup>c</sup> 刀具部件:固定安装,用户无法更改。					

附录 B

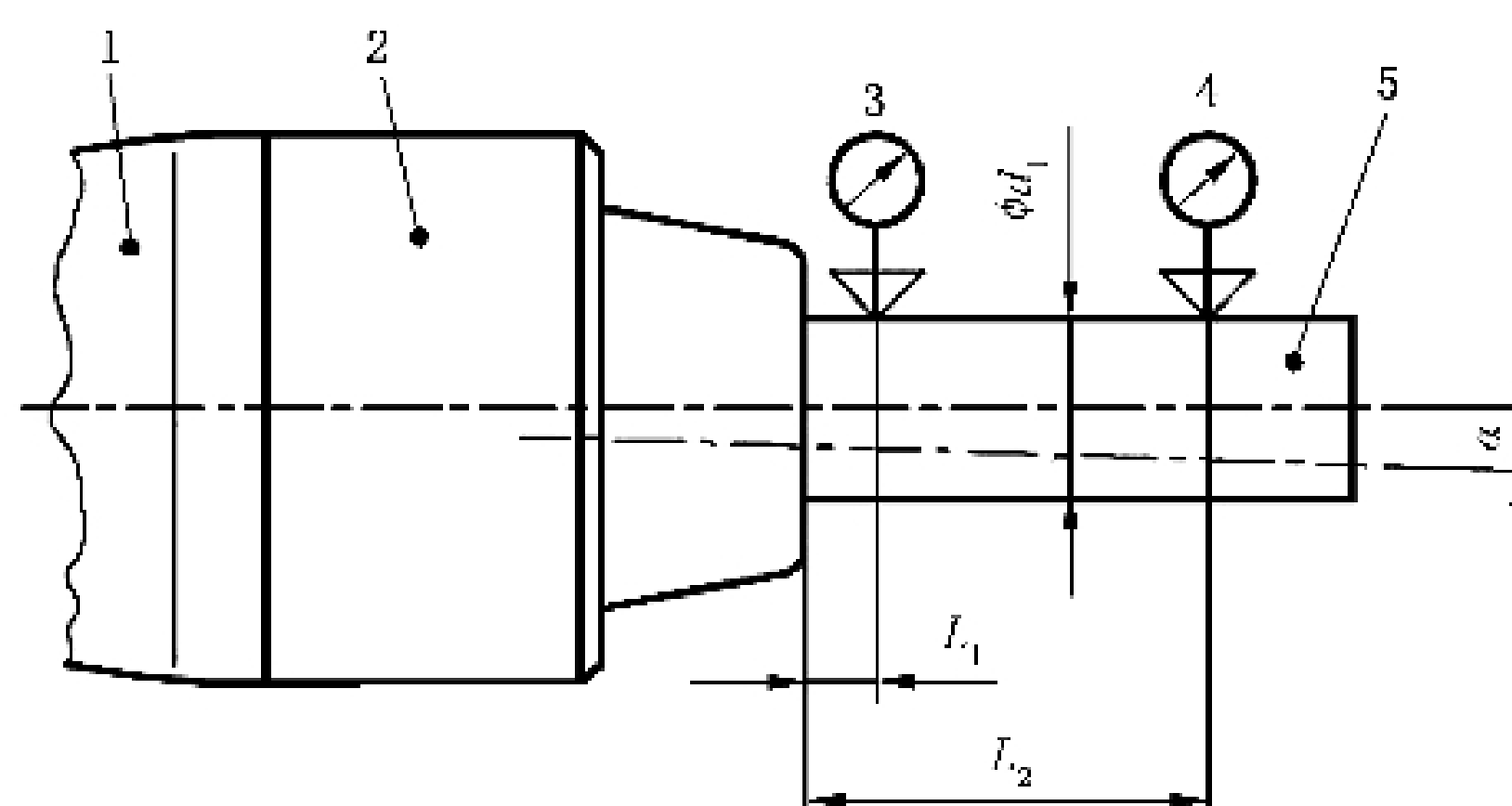
(资料性)

测量夹紧装置偏心距的方法

检验芯轴的直径为夹紧装置的公称直径。

检验芯轴满足下列要求,并按图 B.1 测量:

- a) 按 5.1 要求检验芯轴的直径公差:h6/h8;
- b) 检验芯轴的圆柱度:0.002 mm;
- c) 检验芯轴的直线度:0.002 mm;
- d) 检验芯轴的圆度:0.002 mm;
- e) 表面无纵向划痕;
- f) 表面粗糙度应小于  $R_z = 4 \mu\text{m}$ ;
- g) 表面硬度:(58+3)HRC。



标引序号说明:

- 1 —— 驱动轴/夹紧装置柄部;
- 2 —— 驱动轴/夹紧装置柄部;
- 3 —— 测试点 A;
- 4 —— 测试点 B;
- 5 —— 检验芯轴;
- $L_1$  —— 10 mm;
- $L_2$  ——  $(l_g + l_1) - l_c$  (见图 2);
- $t_1$  —— 测试点 1 的端面圆跳动;
- $t_2$  —— 测试点 2 的端面圆跳动;
- $\alpha$  —— 偏心角。

图 B.1 检验方法示意图

测量偏心距( $e$ )要满足公式(B.1)的要求:

$$e = \frac{t_1 + t_2}{4} \leq e_{sp} \dots\dots\dots (B.1)$$



附 录 C  
(资料性)  
最小夹紧力推荐数值

最小夹紧力推荐数值见表 C.1 和表 C.2。

表 C.1 A 型,C 型或 E 型 HSK 的最小夹紧力数值推荐

HSK 的尺寸 mm	40	50	63	80	100
夹紧力( $F_{\text{HSK}}$ ) kN	6.8	11	18	28	45

表 C.2 B 型或 F 型的 HSK 的最小夹紧力数值推荐

HSK 的尺寸 mm	40	50	63	80	100
夹紧力( $F_{\text{HSK}}$ ) kN	5	6.8	11	18	28