

ICS 73.120
J 77
备案号: 23019—2008

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 8051—2008
代替 JB/T 8051—1996

离心机转鼓强度计算规范

Standard of strength calculation for centrifugal drum



2008-02-01 发布

2008-07-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 符号.....	1
4 转鼓旋转时鼓壁内的环向应力.....	2
4.1 空转鼓旋转时鼓壁内的环向应力.....	2
4.2 圆筒形转鼓内由物料等载荷离心压力产生的鼓壁环向应力.....	2
4.3 圆锥形转鼓内由物料等载荷离心压力产生的鼓壁环向应力.....	3
5 各种系数的选取.....	4
5.1 加强箍系数.....	4
5.2 焊接接头系数.....	4
5.3 开孔系数.....	4
5.4 焊接接头及开孔系数.....	5
5.5 鼓壁开孔引起的表观密度减小系数.....	5
6 转鼓强度验算.....	5
6.1 圆筒形转鼓的环向总应力.....	5
6.2 圆锥形转鼓的环向总应力.....	6
6.3 材料的许用应力.....	6
7 有限元分析方法应用的指导性原则.....	6
7.1 分析模型.....	6
7.2 分析软件.....	6
7.3 静强度校核.....	6
8 疲劳强度校核.....	6
附录 A (资料性附录) 转鼓强度计算公式汇总表.....	8
A.1 环向总应力 σ_r	8
A.2 鼓壁厚度 δ	8
附录 B (资料性附录) 离心机转鼓强度计算实例.....	10
B.1 圆筒形转鼓强度计算.....	10
B.2 圆锥形转鼓强度计算.....	11
图 1 离心机转鼓结构示意图.....	3
图 2 开孔位置关系图.....	5
表 1 焊接接头系数.....	4
表 2 数值 V 与夹角 α 的对照表.....	4

前 言

本标准代替 JB/T 8051—1996《离心机转强度计算规范》。

本标准与 JB/T 8051—1996 相比，主要变化如下：

- 修改了规范性引用文件；
- 将“焊接系数”修改为“焊接接头系数”；
- 修改了焊接接头系数的取值，改由按照检测方法、无损检测长度的比例确定；
- 增加了奥氏体钢测定残余伸长量的实验方法；
- 将原标准中“应用有限元法对离心机转鼓应力分布状态的计算”部分，修订为“有限元分析方法应用的指导性原则”；
- 将原标准中“循环载荷下疲劳强度的测定与校核”，修订为“疲劳强度校核”，增加了对疲劳强度校核的离心机转鼓的要求；
- 增加了建议基于有限寿命设计原则的疲劳强度校核的方法。

本标准的附录 A、附录 B 是资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国分离机械标准化技术委员会（SAC/TC 92）归口。

本标准负责起草单位：天津大学、合肥通用机械研究院。

本标准主要起草人：谭蔚、朱企新、赵扬。

本标准所代替标准的历次版本发布情况：

- JB/T 8051—1996。

离心机转鼓强度计算规范

1 范围

本标准规定了离心机转鼓旋转时鼓壁环向应力的计算、各种系数的选取、转鼓的强度验算方法、应用有限元法计算离心机转鼓应力的原则以及疲劳强度的校核方法。

本标准适用于壁厚均匀的离心机转鼓（主轴为水平或垂直布置）。该转鼓壁可开孔或不开孔，转鼓可带衬里、筛网或不带衬里、筛网；转鼓的材料必须是韧性金属材料，并在选材时已考虑到了操作温度、介质对材料的影响。

本标准不适用于下列条件的离心机转鼓：

- a) 转鼓壁厚度与半径之比 $\delta/r_1 > 0.1$ ；
- b) 负荷转鼓的动能小于 750J；
- c) 用电动机驱动的家用水脱水机；
- d) 转鼓圆周速度大于 300m/s；
- e) 专用于核工业领域的高速离心机。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 228—2002 金属材料 室温拉伸试验方法 [eqv ISO 6892: 1998 (E)]

GB/T 3075—1982 金属轴向疲劳试验方法

JB 4732—1995 钢制压力容器 应力分析法设计标准

JB/T 9095—1999 离心机、分离机锻焊件常规无损探伤技术规范

3 符号

本标准采用下列符号。

- A: 转鼓加强箍的横截面积，单位为 mm^2 ；
 a: 转鼓加强箍的高度，单位为 mm；
 b_1, b_2 : 转鼓壁上相邻两孔的中心距，单位为 mm；
 d: 开孔直径，单位为 mm；
 e: 加强箍的厚度（径向），单位为 mm；
 G: 最大允许装料量（质量），单位为 kg；
 h: 转鼓有效高度，单位为 mm；
 H: 圆锥形转鼓素线长度，单位为 mm；
 K: 焊接接头及开孔系数；
 K_1 : 焊接接头系数；
 K_2, K_3, K_4 : 与开孔位置有关的转鼓壁开孔系数；
 m: 筛网总质量，单位为 kg；
 N: 转鼓素线上的孔数；
 N_1 : 加强箍个数；

- n_{-1} : 转鼓材料的疲劳强度极限安全系数;
- q : 鼓壁开孔引起的表观密度减小系数;
- r : 圆锥形转鼓小端内半径, 单位为 mm;
- r_1 : 转鼓内半径或圆锥形转鼓大端内半径, 单位为 mm;
- r_2 : 转鼓壁平均半径或圆锥形转鼓大端平均半径, 单位为 mm;
- r_3 : 物料环的内半径, 单位为 mm;
- Z : 加强箍系数;
- α : 鼓壁交错孔连线间的夹角 (见图 2), 单位为 ($^{\circ}$);
- β : 圆锥形转鼓的半锥角, 单位为 ($^{\circ}$);
- δ : 转鼓壁厚度, 单位为 mm;
- δ_s : 筛网当量厚度, 单位为 mm;
- ρ_1 : 转鼓材料的密度, 单位为 g/cm^3 ;
- ρ_2 : 物料或湿滤饼的密度 (最大值), 单位为 g/cm^3 ;
- ρ_3 : 筛网或衬里材料的密度, 单位为 g/cm^3 ;
- σ_1 : 空转鼓旋转时转鼓壁的环向应力, 单位为 MPa;
- σ_2 : 由均匀分布物料离心压力所引起的鼓壁的环向应力, 单位为 MPa;
- σ_3 : 由非均匀分布物料离心压力所引起的鼓壁的环向应力, 单位为 MPa;
- σ_4 : 筛网或衬里的质量对转鼓壁产生的环向应力, 单位为 MPa;
- σ_b : 转鼓材料的抗拉强度, 单位为 MPa;
- σ_s : 转鼓材料的屈服点, 单位为 MPa;
- σ_{-1} : 转鼓材料的持久极限, 单位为 MPa;
- σ_t : 转鼓壁内总的环向应力, 单位为 MPa;
- ω : 角速度, 单位为 rad/s 。

4 转鼓旋转时鼓壁内的环向应力

转鼓旋转时鼓壁内的环向应力可分为空转鼓旋转时鼓壁内的环向应力、圆锥形转鼓内由物料等载荷离心压力产生的鼓壁环向应力、圆锥形转鼓内由物料等载荷离心压力产生的鼓壁环向应力三种情况。

离心机转鼓结构示意图见图 1。

4.1 空转鼓旋转时鼓壁内的环向应力

空转鼓旋转时鼓壁内的环向应力应按式 (1) 计算:

$$\sigma_1 = 10^{-9} q \rho_1 r_2^2 \omega^2 \dots\dots\dots (1)$$

式中:

q ——按公式(16)选取。对于不开孔转鼓, $q=1$ 。

4.2 圆锥形转鼓内由物料等载荷离心压力产生的鼓壁环向应力

圆锥形转鼓内由物料等载荷离心压力产生的鼓壁环向应力应按物料载荷质量均布和质量非均布两种情况分别进行计算。

4.2.1 对质量均布的物料载荷 (如液体、能流动的浓浆等) 产生的鼓壁环向应力应按式 (2) 或式 (3) 计算。

4.2.1.1 当物料密度 ρ_2 已知时:

$$\sigma_2 = 10^{-9} \omega^2 [\rho_2 (r_1^2 - r_3^2) r_1 / (2\delta)] \dots\dots\dots (2)$$

4.2.1.2 当物料总质量已知时:

$$\sigma_2 = 10^{-3} \omega^2 (G r_1 / 2\pi h \delta) \dots\dots\dots (3)$$

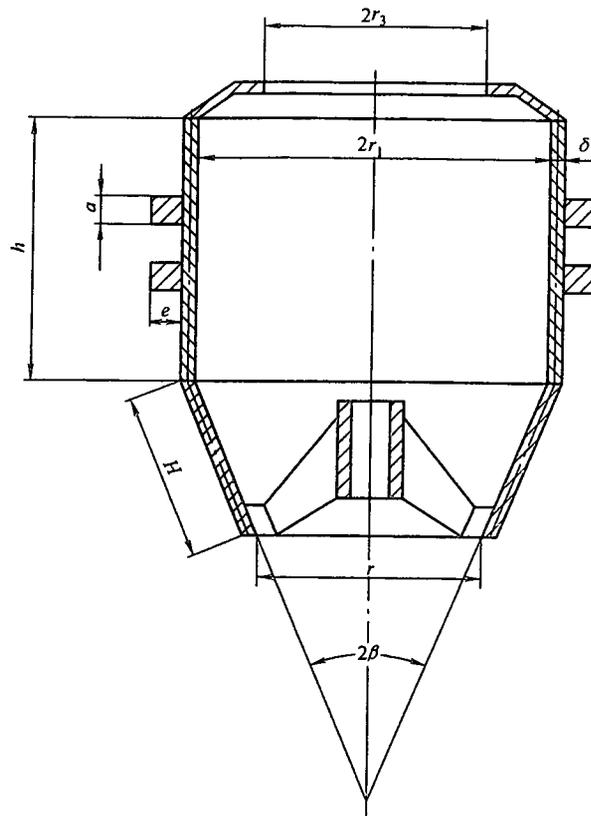


图 1 离心机转鼓结构示意图

4.2.2 对质量非均布的物料载荷（如纺织品、毛皮等）产生的鼓壁环向应力应按式（4）计算。

$$\sigma_3 = 10^{-3} \omega^2 G (r_1^3 - r_3^3) / [3\pi h \delta (r_1^2 - r_3^2)] \dots\dots\dots (4)$$

4.2.3 如果转鼓带衬里或装有筛网，必须计算出衬里或筛网的质量离心压力产生的鼓壁环向应力。
圆筒形转鼓内筛网的当量厚度应按式（5）近似计算：

$$\delta_s = \frac{m}{2\pi r_1 \rho_3} \times 10^6 \dots\dots\dots (5)$$

4.2.3.1 当筛网材料密度已知时：

$$\sigma_4 = 10^{-9} \omega^2 (\rho_3 r_1^2 \delta_s / \delta) \dots\dots\dots (6)$$

4.2.3.2 当筛网材料的总质量已知时：

$$\sigma_4 = 10^{-3} \omega^2 [m r_1 / (2\pi h \delta)] \dots\dots\dots (7)$$

4.3 圆锥形转鼓内由物料等载荷离心压力产生的鼓壁环向应力

4.3.1 对质量均布的物料载荷（如液体、能流动的物料等）产生的鼓壁环向应力应按式（8）计算。

$$\sigma_2 = 10^{-9} \omega^2 [\rho_2 (r_1^2 - r_3^2) r_1 / (2\delta \cos \beta)] \dots\dots\dots (8)$$

4.3.2 如果转鼓带衬里或装有筛网，必须计算出衬里或筛网的质量离心压力产生的鼓壁环向应力。
圆锥形转鼓内筛网的当量厚度应按式（9）近似计算：

$$\delta_s = \frac{m}{\pi (r_1 + r) H \rho_3} \times 10^6 \dots\dots\dots (9)$$

4.3.2.1 当筛网材料密度已知时：

$$\sigma_4 = 10^{-9} \omega^2 (\rho_3 r_1^2 \delta_s / \delta) \dots\dots\dots (10)$$

4.3.2.2 当筛网材料的总质量已知时:

$$\sigma_4 = 10^{-3} \omega^2 m r_1^2 / [\pi(r_1 + r)H\delta] \dots\dots\dots (11)$$

5 各种系数的选取

5.1 加强箍系数

- 5.1.1 转鼓可以装加强箍。当装有加强箍时，其间距应对称。
- 5.1.2 加强箍对转鼓壁有补增强度的作用。可用加强箍系数 Z 来加以修正。
- 5.1.3 当不用加强箍时，加强箍系数取为：Z=1。
- 5.1.4 装有加强箍时，加强箍系数按式（12）计算。

$$Z = 1 + N_1 A / (\delta h) \dots\dots\dots (12)$$

5.2 焊接接头系数

- 5.2.1 考虑焊接对转鼓壁焊缝处强度的削弱，引入焊接接头系数 K₁。
- 5.2.2 焊接接头系数根据 JB/T 9095—1999 中 5.1 规定的转鼓焊缝检查及验收要求，按照检测方法、无损检测长度的比例确定，见表 1。

表 1 焊接接头系数

检测方法	射线检测		超声波检测
	100%检测	局部检测	100%检测
焊接接头系数 K ₁	0.95	0.8	0.8

5.3 开孔系数

- 5.3.1 转鼓上开孔一方面使得鼓壁强度受到削弱，另一方面使得鼓壁表观密度减小。应用开孔系数和表观密度减小系数来考虑开孔对转鼓强度的影响。
- 5.3.2 孔在鼓壁上均匀分布时，开孔系数 K₂、K₃ 与开孔位置有关，见图 2。其值由式（13）、式（14）确定，使用时应采用下列 K₂、K₃、K₄ 值中的较小值。

$$K_2 = (b_1 - d) / b_1 \dots\dots\dots (13)$$

$$K_3 = V(b_2 - d) / b_2 \dots\dots\dots (14)$$

式中:

V——夹角 α 的函数，V = (1 + tan² α) / (1 + 3tan² α)^{1/2}，V 可从表 2 中查出。

表 2 数值 V 与夹角 α 的对照表

α (°)	0	2.5	5.0	7.5	10	12.5	15	17.5	20
V	1	0.999	0.996	0.992	0.986	0.979	0.972	0.965	0.958
α (°)	22.5	25	27.5	30	32.5	35	37.5	40	42.5
V	0.952	0.947	0.944	0.943	0.944	0.948	0.955	0.966	0.981
α (°)	45	47.5	5.0	52.5	55	57.5	60	62.5	65
V	1.000	1.014	1.055	1.093	1.139	1.196	1.265	1.350	1.456
α (°)	67.5	70	72.5	75	77.5	80	82.5	85	90
V	1.588	1.758	1.981	2.282	2.710	3.359	4.499	6.641	∞

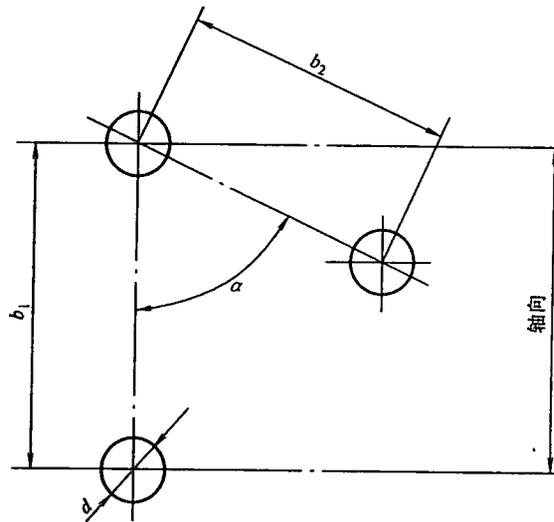


图2 开孔位置关系图

5.3.3 对单排孔和对一排靠近转鼓底部的孔和(或)一排靠近上环边的孔,其开孔系数由式(15)确定。

$$K_4 = (h - Nd) / h \dots\dots\dots (15)$$

5.3.4 当转鼓壁不开孔时, K_2 、 K_3 、 K_4 均为 1。

5.4 焊接接头及开孔系数

5.4.1 在转鼓开孔系数中,未考虑孔边缘的应力集中。焊缝区不应开孔。

5.4.2 焊缝区不开孔时, K 值应取 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 中的较小值。

5.4.3 焊缝区开孔不可避免时, K 值则应取 K_2 、 K_3 、 K_4 中的较小值与焊接接头系数 K_1 相乘。

5.5 鼓壁开孔引起的表观密度减小系数

鼓壁开孔引起的表观密度减小系数按式(16)计算。

$$q = \frac{b_1 b_2 \sin \alpha - \pi d^2 / 4}{b_1 b_2 \sin \alpha} = 1 - \pi d^2 / (4 b_1 b_2 \sin \alpha) \dots\dots\dots (16)$$

6 转鼓强度验算

6.1 圆筒形转鼓的环向总应力

圆筒形开孔转鼓的环向总应力应按物料载荷质量均布和质量非均布两种情况分别计算。

6.1.1 对于质量均布的物料载荷(如液体、能流动的浓浆等):

$$\sigma_t = (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_4) / K \leq [\sigma] \dots\dots\dots (17)$$

6.1.1.1 当物料密度已知时,按式(18)计算:

$$\sigma_t = \frac{\omega^2}{K \times 10^9} \left[q \rho_1 r_2^2 + \rho_2 \frac{(r_1^2 - r_3^2) r_1}{2 \delta Z} + \rho_3 \frac{\delta_s r_1^2}{\delta Z} \right] \leq [\sigma] \dots\dots\dots (18)$$

6.1.1.2 当物料总质量已知时,按式(19)计算:

$$\sigma_t = \frac{\omega^2}{K \times 10^9} \left[q \rho_1 r_2^2 + \frac{G r_1 \times 10^6}{2 \pi h \delta Z} + \frac{m r_1 \times 10^6}{2 \pi h \delta Z} \right] \leq [\sigma] \dots\dots\dots (19)$$

6.1.2 对于质量非均布的物料载荷(如纺织品、毛皮等):

$$\sigma_t = (\sigma_1 + \sigma_3 + \sigma_4) / K \leq [\sigma] \dots\dots\dots (20)$$

当物料总质量已知时,按式(21)计算:

$$\sigma_t = \frac{\omega^2}{K \times 10^9} \left[q \rho_1 r_2^2 + \frac{G(r_1^3 - r_3^3) \times 10^6}{3\pi h \delta Z (r_1^2 - r_3^2)} + \frac{m r_1 \times 10^6}{2\pi h \delta Z} \right] \leq [\sigma] \dots\dots\dots (21)$$

对圆筒形无孔转鼓，环向总应力可按式(17)~式(21)计算，式中的 $q=1$ ， $K=K_1$ 。

6.2 圆锥形转鼓的环向总应力

6.2.1 圆锥形开孔转鼓的环向总应力按式(22)计算：

$$\sigma_t = (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_4) / K \leq [\sigma] \dots\dots\dots (22)$$

当物料密度已知时，按式(23)计算：

$$\sigma_t = \frac{\omega^2}{K \times 10^9} \left[q \rho_1 r_2^2 + \rho_2 \frac{(r_1^2 - r_3^2) r_1}{2\delta \cdot \cos \beta} + \rho_3 \frac{\delta_0 r_1^2}{\delta} \right] \leq [\sigma] \dots\dots\dots (23)$$

6.2.2 对圆锥形无孔转鼓，环向总应力可按式(22)、式(23)计算，式中的 $q=1$ ， $K=K_1$ 。

6.3 材料的许用应力

由于本标准未考虑到的因素，故计算出的环向应力不得超过下列两个许用应力值中较小的一个。

$$[\sigma] = \begin{cases} 0.50\sigma_s & \dots\dots\dots (24) \\ 0.33\sigma_b \end{cases}$$

即： $\sigma_t \leq 0.50\sigma_s$ ； $\sigma_t \leq 0.33\sigma_b$ 。

式中 σ_s 是有明显屈服现象的钢材的屈服点；对屈服点不明显的钢材， σ_s 用产生0.2%残余伸长时的应力 $\sigma_{0.2}$ 代替；对于奥氏体钢， σ_s 用产生1.0%残余伸长时的应力代替，可以按照GB/T 228规定的方法由试样实测确定。

7 有限元分析方法应用的指导性原则

最适宜的方法是采用有限元分析方法来预测转鼓（或转鼓组件）的应力和变形，在此基础上进行强度评定。

7.1 分析模型

7.1.1 分析模型应当考虑鼓内物料对转鼓组件的离心压力以及随转鼓半径的变化。对带加强箍的转鼓，需要考虑在过盈量下的套合力。

7.1.2 一般转鼓组件由多件组成，可直接建立包含转鼓壁、转鼓底和拦液板等零件的计算模型，并应当充分考虑各部件之间的相互影响。

7.1.3 当采用轴对称模型时，结构、载荷以及约束条件均应当是轴对称的；采用经过简化的轴对称模型时，应当分析各种简化对分析结果造成的影响；当这种影响不可忽略时，应采用三维分析模型。

7.1.4 一般情况下，沿壁厚方向的单元数量应当不少于三个。在应力变化较大的位置、应力水平较高的位置或进行重点考核的位置应当使用更密的网格，使计算得到的结果是收敛的。

7.2 分析软件

应当优先选择成熟的大型商业有限元分析软件。

7.3 静强度校核

静强度校核可以在线弹性分析的基础上，采用应力分类评价原则进行。应力分类方法可以参考JB 4732中的规定，但分析人员应当充分考虑到本标准对材料许用应力的取法与JB 4732的区别，以避免得到过于保守的结果。

8 疲劳强度校核

当转鼓（或转鼓组件）承受交变载荷作用时，应当考虑进行疲劳强度校核。

8.1 在疲劳分析之前，应当首先确认结构的静强度能够得到保证。

8.2 当实际应力变化幅度非恒定时，可以采用折算方法。

8.3 转鼓疲劳强度校核，可以按照 GB/T 3705 的规定实际测定材料的疲劳曲线，按式 (25) 进行强度校核或参考采用 JB 4732 中给出的疲劳设计曲线。

$$n_{-1} = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_1} \geq 1.2 \dots\dots\dots (25)$$

其中安全系数 $n \geq 1.2$ 。

附 录 A
(资料性附录)
转鼓强度计算公式汇总表

A.1 环向总应力 σ_t

A.1.1 圆筒形转鼓

A.1.1.1 圆筒形无孔转鼓

物料按密度计:

$$\sigma_t = \frac{\omega^2}{K_1 \times 10^9} \left[\rho_1 r_2^2 + \rho_2 \frac{(r_1^2 - r_3^2) r_1}{2\delta Z} + \rho_3 \frac{\delta_s r_1^2}{\delta Z} \right] \dots\dots\dots (A.1)$$

物料按质量计:

$$\sigma_t = \frac{\omega^2}{K_1 \times 10^9} \left[\rho_1 r_2^2 + \frac{G r_1 \times 10^6}{2\pi h \delta Z} + \frac{m r_1 \times 10^6}{2\pi h \delta Z} \right] \dots\dots\dots (A.2)$$

A.1.1.2 圆筒形开孔转鼓

物料按密度计:

$$\sigma_t = \frac{\omega^2}{K \times 10^9} \left[q \rho_1 r_2^2 + \rho_2 \frac{(r_1^2 - r_3^2) r_1}{2\delta Z} + \rho_3 \frac{\delta_s r_1^2}{\delta Z} \right] \dots\dots\dots (A.3)$$

物料按质量计:

$$\sigma_t = \frac{\omega^2}{K \times 10^9} \left[q \rho_1 r_2^2 + \frac{G r_1 \times 10^6}{2\pi h \delta Z} + \frac{m r_1 \times 10^6}{2\pi h \delta Z} \right] \dots\dots\dots (A.4)$$

A.1.2 圆锥形转鼓

A.1.2.1 圆锥形无孔转鼓

物料按密度计:

$$\sigma_t = \frac{\omega^2}{K_1 \times 10^9} \left[\rho_1 r_2^2 + \rho_2 \frac{(r_1^2 - r_3^2) r_1}{2\delta \cos \beta} + \rho_3 \frac{\delta_s r_1^2}{\delta} \right] \dots\dots\dots (A.5)$$

A.1.2.2 圆锥形开孔转鼓

物料按密度计:

$$\sigma_t = \frac{\omega^2}{K \times 10^9} \left[q \rho_1 r_2^2 + \rho_2 \frac{(r_1^2 - r_3^2) r_1}{2\delta \cos \beta} + \rho_3 \frac{\delta_s r_1^2}{\delta} \right] \dots\dots\dots (A.6)$$

A.2 鼓壁厚度 δ

A.2.1 圆筒形转鼓

A.2.1.1 圆筒形无孔转鼓

物料按密度计:

$$\delta = \frac{\rho_2 (r_1^2 - r_3^2) r_1 + 2Z \rho_3 \delta_s r_1^2}{2Z([\sigma] K_1 \omega^2 \times 10^9 - \rho_1 r_2^2)} \dots\dots\dots (A.7)$$

物料按质量计:

$$\delta = \frac{(G_{r_1} + m_{r_1}Z) \times 10^6}{2\pi hZ([\sigma]K_1\omega^{-2} \times 10^9 - \rho_1 r_2^2)} \dots\dots\dots (A.8)$$

A.2.1.2 圆筒形开孔转鼓

物料按密度计:

$$\delta = \frac{\rho_2(r_1^2 - r_3^2)r_1 + 2Z\rho_3\delta_s r_1^2}{2Z([\sigma]K\omega^{-2} \times 10^9 - q\rho_1 r_2^2)} \dots\dots\dots (A.9)$$

物料按质量计:

$$\delta = \frac{(G_{r_1} + m_{r_1}Z) \times 10^6}{2\pi hZ([\sigma]K\omega^{-2} \times 10^9 - q\rho_1 r_2^2)} \dots\dots\dots (A.10)$$

A.2.2 圆锥形转鼓

A.2.2.1 圆锥形无孔转鼓

物料按密度计:

$$\delta = \frac{\rho_2(r_1^2 - r_3^2)r_1 + 2\rho_3\delta_s r_1^2 \cos \beta}{2([\sigma]K_1\omega^{-2} \times 10^9 - \rho_1 r_2^2) \cos \beta} \dots\dots\dots (A.11)$$

A.2.2.2 圆锥形开孔转鼓

物料按密度计:

$$\delta = \frac{\rho_2(r_1^2 - r_3^2)r_1 + 2\rho_3\delta_s r_1^2 \cos \beta}{2([\sigma]K\omega^{-2} \times 10^9 - q\rho_1 r_2^2) \cos \beta} \dots\dots\dots (A.12)$$

附录 B
(资料性附录)
离心机转鼓强度计算实例

B.1 圆筒形转鼓强度计算

B.1.1 设计条件

- 转鼓内半径 $r_1 = 400\text{mm}$;
- 转鼓平均半径 $r_2 = 404\text{mm}$;
- 物料环内半径 $r_3 = 285\text{mm}$;
- 转鼓有效高度 $h = 400\text{mm}$;
- 转鼓壁厚 $\delta = 8\text{mm}$;
- 加强箍数目 $N_1 = 2$;
- 加强箍截面积 $A = ae = 20 \times 18 = 360\text{mm}^2$;
- 转鼓开孔数/开孔直径 $1020/\phi 8$;
- 两相邻孔的中心距 $b_1 = 40\text{mm}$, $b_2 = 32\text{mm}$;
- 转鼓壁上交错孔连线的夹角 $\alpha = 51.32^\circ$;
- 转鼓转速 $n = 1500\text{r/min}$;
- 转鼓材料 0Cr19Ni9, 密度 $\rho_1 = 7.85\text{g/cm}^3$;
- 筛网材料的质量 $m = 7.9\text{kg}$, 密度 $\rho_3 = 7.85\text{g/cm}^3$;
- 处理物料的密度 $\rho_2 = 1.36\text{g/cm}^3$ (最大装料量 135kg);
- 转鼓结构图见图 B.1。

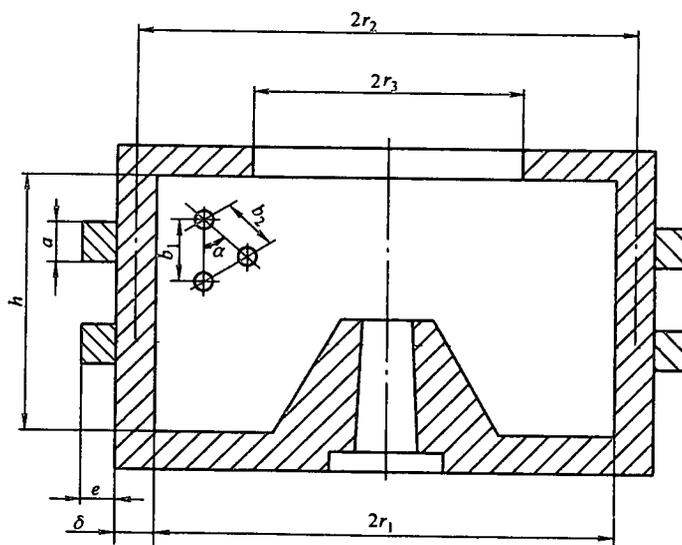


图 B.1

B.1.2 转鼓旋转时鼓壁内的环向应力
B.1.2.1 空转鼓旋转时鼓壁内的环向应力

$$\sigma_1 = 10^{-9} q \rho_1 r_2^2 \omega^2 \dots\dots\dots (B.1)$$

$$q = 1 - \pi d^2 / (4b_1 b_2 \sin \alpha) = 1 - \pi \times 8^2 / (4 \times 40 \times 32 \times \sin 51.32^\circ) = 0.9497$$

式中:

ω ——角速度, $\omega = \pi n / 30 = 1500\pi / 30 = 157 \text{ rad/s}$ 。

将有关各值代入式 (B.1):

$$\sigma_1 = 10^{-9} \times 0.9497 \times 7.85 \times 404^2 \times 157^2 \text{ MPa} = 29.993 \text{ MPa}$$

B.1.2.2 圆筒形转鼓内由物料载荷离心压力产生的鼓壁环向应力

对物料质量均布, 且密度已知时:

$$\sigma_2 = 10^{-9} \omega^2 [\rho_2 (r_1^2 - r_3^2) r_1 / (2\delta Z)] \dots\dots\dots (B.2)$$

$$Z = 1 + (N_1 A / \delta h) = 1 + 2 \times 360 / (8 \times 400) = 1.25$$

将有关各值代入式 (B.2):

$$\sigma_2 = 10^{-9} \times 157^2 \times 7.85 \times (400^2 - 285^2) \times 400 / (2 \times 8 \times 1.25) \text{ MPa} = 53.893 \text{ MPa}$$

B.1.2.3 转鼓内筛网引起的环向应力

$$\sigma_4 = 10^{-9} \omega^2 [\rho_3 r_1^2 \delta_s / (\delta Z)] \dots\dots\dots (B.3)$$

式 (B.3) 中筛网的当量厚度 δ_s 按式 (B.4) 近似计算:

$$\delta_s = \frac{m}{2\pi r_1 h \rho_3} \times 10^6 = \frac{7.9}{2\pi \times 400 \times 400 \times 7.85} \times 10^6 \text{ mm} = 1.0 \text{ mm} \dots\dots\dots (B.4)$$

$$\sigma_4 = 10^{-9} \omega^2 [\rho_3 r_1^2 \delta_s / (\delta Z)] = 10^{-9} \times 157^2 \times [400^2 \times 1 / (8 \times 1.25)] \text{ MPa} = 3.159 \text{ MPa}$$

B.1.3 转鼓强度验算

圆筒形转鼓的环向总应力

$$\sigma_t = (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_4) / K \dots\dots\dots (B.5)$$

式中:

K ——焊接接头及开孔系数, K 为 K_1 、 K_2 、 K_3 中的最小值, 或 K 为 K_2 、 K_3 中的最小值与 K_1 的乘积。

K_1 ——焊接接头系数, 经 100% 射线探伤检验的转鼓焊接接头系数 $K_1 = 0.95$;

K_2 ——转鼓壁开孔系数, $K_2 = (b_1 - d) / b_1 = (40 - 8) / 40 = 0.8$

K_3 ——转鼓壁开孔系数, $K_3 = V(b_2 - d) / b_2$

V 与 α 的有关系数, 由表 2 查得: $\alpha = 51.32^\circ$ 时, $V = 1.075$

$$K_3 = V(b_2 - d) / b_2 = 1.075 \times (32 - 8) / 32 = 0.806$$

最后取 $K = 0.8$ 。

将有关各值代入式 (B.5):

$$\sigma_t = (29.993 + 53.893 + 3.159) / 0.8 \text{ MPa} = 108.806 \text{ MPa}$$

对奥氏体不锈钢 0Cr19Ni9 的 σ_s , 应取产生 1% 残余伸长时的应力, 此值由试验测取, 然后按 6.3 求出 $[\sigma]$, 要求 σ_t 满足以下强度条件, 即

$$\sigma_t = (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_4) / K \leq [\sigma]$$

B.2 圆锥形转鼓强度计算

B.2.1 设计条件 (见图 B.2)

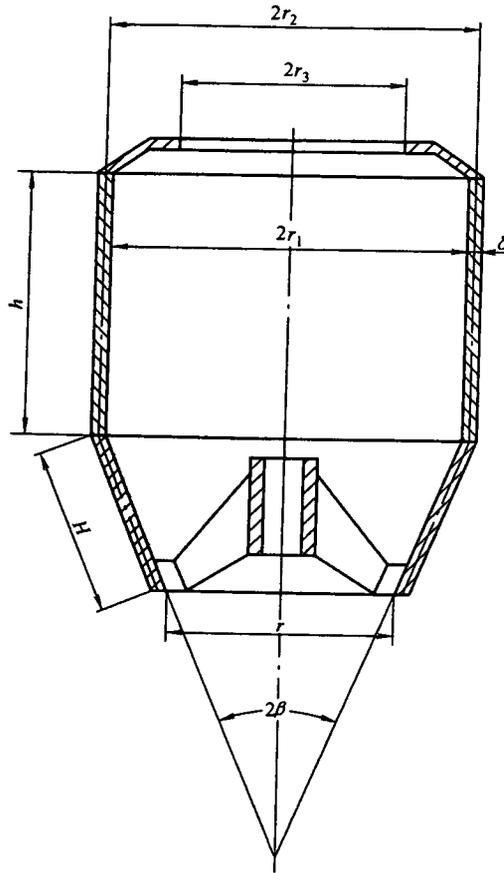


图 B.2

- 转鼓内半径（圆锥大端） $r_1=600\text{mm}$ ；
- 转鼓平均半径（圆锥大端） $r_2=612\text{mm}$ ；
- 物料环的内半径（圆锥大端） $r_3=440\text{mm}$ ；
- 转鼓壁厚 $\delta=12\text{mm}$ ；
- 圆锥部分的半锥角 $\beta=23^\circ$ ；
- 转鼓转速 $n=975\text{r/min}$ ；
- 转鼓材料20g, $\sigma_b=410\text{MPa}$, $\sigma_s=245\text{MPa}$ ；
- 转鼓材料密度 $\rho_1=7.85\text{g/cm}^3$ ；
- 被处理物料的密度 $\rho_2=1.5\text{g/cm}^3$ 。

B.2.2 转鼓旋转时鼓壁内的环向应力

B.2.2.1 空转鼓旋转时鼓壁内的环向应力

$$\sigma_1 = 10^{-9} q \rho_1 r_2^2 \omega^2 \dots\dots\dots (B.6)$$

式中：

q ——鼓壁开孔引起的表观密度减小系数，此处圆锥形部分不开滤孔， $q=1$ ；

ω ——角速度， $\omega=2\pi n/60=2\pi \times 975/60\text{rad/s}=102.1\text{rad/s}$ 。

将有关各值代入式（B.6），即：

$$\sigma_1 = 10^{-9} \times 1 \times 7.85 \times 612^2 \times 102.1^2 \text{MPa} = 30.649 \text{MPa}$$

B.2.2.2 圆锥形部分由物料载荷离心压力产生的鼓壁环向应力

$$\begin{aligned}\sigma_2 &= 10^{-9} \omega^2 \rho_2 (r_1^2 - r_3^2) r_1 / (2\delta \cos \beta) \\ &= 10^{-9} \times 102.1^2 \times 1.5 \times (600^2 - 440^2) \times 600 / (2 \times 12 \times \cos 23^\circ) \text{ MPa} \\ &= 70.666 \text{ MPa}\end{aligned}$$

B.2.3 转鼓强度验算

圆锥形部分的环向总应力

$$\sigma_t = (\sigma_1 + \sigma_2) / K \leq [\sigma]$$

式中:

K ——焊接接头系数, 100%射线检验, 取 $K_1=0.95$;

$[\sigma]$ ——材料的许用应力, 取 $0.33\sigma_t$ 、 $0.50\sigma_s$ 两值中的小者。

$$0.33\sigma_t = 0.33 \times 410 = 135.30$$

$$0.50\sigma_s = 0.50 \times 245 = 122.50$$

取 $[\sigma] = 122.50 \text{ MPa}$ 。

$$\sigma_t = (30.649 + 70.666) / 0.95 \text{ MPa} = 101.315 \text{ MPa} \leq [\sigma]$$

本例题转鼓内无筛网。若转鼓内有筛网, 则筛网的当量厚度应按式 (B.7) 近似计算:

$$\delta_s = \frac{m}{\pi(r_1 + r)H\rho_3} \times 10^6 \dots\dots\dots (B.7)$$

中华人民共和国
机械行业标准
离心机转鼓强度计算规范
JB/T 8051—2008

*

机械工业出版社出版发行
北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037

*

210mm×297mm·1印张·32千字

2008年7月第1版第1次印刷

定价：14.00元

*

书号：15111·8944

网址：<http://www.cmpbook.com>

编辑部电话：(010) 88379778

直销中心电话：(010) 88379693

封面无防伪标均为盗版

版权专有 侵权必究