



中华人民共和国国家标准

GB/T 9239.21—2019/ISO 21940-21 :2012
代替 GB/T 4201—2006

机械振动 转子平衡 第 21 部分：平衡机的描述与评定

**Mechanical vibration—Rotor balancing—
Part 21: Description and evaluation of balancing machines**

(ISO 21940-21:2012, IDT)

2019-10-18 发布

2020-05-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

| | |
|-----------------------|-----|
| 前言 | III |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 平衡机的容量和性能数据 | 1 |
| 4.1 一般要求 | 1 |
| 4.2 卧式平衡机数据 | 1 |
| 4.3 立式平衡机数据 | 5 |
| 5 平衡机性能 | 8 |
| 5.1 工作原理 | 8 |
| 5.2 平衡机的结构 | 8 |
| 5.3 指示系统 | 9 |
| 5.4 平面分离系统 | 9 |
| 5.5 指示的设定与校准 | 10 |
| 5.6 其他装置 | 10 |
| 6 最小可达剩余不平衡量 | 10 |
| 7 生产效率 | 11 |
| 7.1 概述 | 11 |
| 7.2 每次测量运行时间 | 11 |
| 7.3 不平衡量减少率 | 11 |
| 8 性能限定条件 | 11 |
| 9 安装要求 | 12 |
| 9.1 总则 | 12 |
| 9.2 电源和动力要求 | 12 |
| 9.3 基础 | 12 |
| 10 校验转子和试验质量 | 12 |
| 10.1 概述 | 12 |
| 10.2 校验转子 | 12 |
| 10.3 试验质量 | 14 |
| 11 验证检测 | 22 |
| 11.1 性能和参数验证的要求 | 22 |
| 11.2 制造商和用户的要求 | 23 |
| 11.3 称量天平的要求 | 23 |
| 11.4 检测与重新检查 | 23 |
| 11.5 试验转速 | 23 |

| | | |
|--------------|--------------------------------------|----|
| 11.6 | 最小可达剩余不平衡量检测, U_{mar} | 23 |
| 11.7 | 不平衡量减少率检测, URR | 29 |
| 11.8 | 单面平衡机偶不平衡干扰检测 | 32 |
| 11.9 | 补偿器检测 | 32 |
| 11.10 | 简化检测 | 33 |
| 附录 A (资料性附录) | 用户向平衡机制造商提供的相关资料 | 37 |
| 附录 B (资料性附录) | URR 极限图 | 41 |
| 附录 C (资料性附录) | 组成 C 型外质心校验转子的支承轴 | 44 |
| 附录 D (资料性附录) | 按本部分改制原国家标准规定的老式校验转子 | 46 |
| 参考文献 | ..... | 47 |

前 言

GB/T 9239《机械振动 转子平衡》计划分为以下部分：

- 第 1 部分：引言¹⁾；
- 第 2 部分：词汇²⁾；
- 第 11 部分：刚性转子的平衡方法和允差³⁾；
- 第 12 部分：挠性转子的平衡方法和允差⁴⁾；
- 第 13 部分：中型和大型转子现场平衡准则和安全防护⁵⁾；
- 第 14 部分：评估平衡误差的方法⁶⁾；
- 第 21 部分：平衡机的描述与评定⁷⁾；
- 第 23 部分：平衡机防护罩和测量工位的其他保护措施⁸⁾；
- 第 31 部分：机器不平衡敏感度和不平衡灵敏度⁹⁾；
- 第 32 部分：轴与配合件的平衡的键准则¹⁰⁾。

本部分为 GB/T 9239 的第 21 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 4201—2006《平衡机的描述检验与评定》。

本部分与 GB/T 4201—2006 相比，主要技术变化如下：

- 修改了标准名称和标准编号；
- 修改了卧式平衡机 C 型外质心校验转子部分参数(见表 5, 2006 年版的表 5)；
- 修改了卧式平衡机 C 型外质心校验转子的支承轴部分参数(见表 C.1, 2006 年版的表 C.1)。

本部分使用翻译法等同采用 ISO 21940-21:2012《机械振动 转子平衡 第 21 部分：平衡机的描述与评定》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 6444—2008 机械振动 平衡 词汇(ISO 1925:2001, IDT)。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国试验机标准化技术委员会(SAC/TC 122)归口。

本部分起草单位：上海申克机械有限公司、中机试验装备股份有限公司、孝感松林国际计测器有限公司、上海衡望智能科技有限公司、深圳市华测检测有限公司、上海申联试验机有限公司、郑州机械研究所。

-
- 1) 修订 GB/T 29714—2013《机械振动 平衡 平衡标准的用法和应用指南》。
 - 2) 修订 GB/T 6444—2008《机械振动 平衡词汇》。
 - 3) 修订 GB/T 9239.1—2006《机械振动 恒态(刚性)转子平衡品质要求 第 1 部分：规范与平衡允差的检验》。
 - 4) 修订 GB/T 6557—2009《机械振动 挠性转子机械平衡方法和准则》。
 - 5) 修订 GB/T 28785—2012《机械振动 大中型转子现场平衡的准则和防护》。
 - 6) 修订 GB/T 9239.2—2006《机械振动 刚性转子的平衡品质要求 第 2 部分：平衡误差》。
 - 7) 修订 GB/T 4201—2006《平衡机的描述检验与评定》。
 - 8) 修订 GB/T 12977—2008《平衡机 防护罩和测量工位的其他保护措施》。
 - 9) 修订 GB/T 19874—2005《机械振动 机器不平衡敏感度和不平衡灵敏度》。
 - 10) 修订 GB/T 16908—1997《机械振动 轴与配合件平衡的键准则》。

GB/T 9239.21—2019/ISO 21940-21 :2012

本部分主要起草人：孙华刚、张金伟、张世民、郭强、舒宗昊、李鹏、黄润华。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 4201—1984、GB/T 4201—2006；

——GB/T 7662—1987。

机械振动 转子平衡

第 21 部分:平衡机的描述与评定

1 范围

GB/T 9239 的本部分规定了通过下列试验对平衡旋转零部件用的平衡机性能的评定要求:

- a) 最小可达剩余不平衡量试验, U_{mar} 试验;
- b) 不平衡量减少率试验, URR 试验;
- c) 单面平衡机偶不平衡干扰试验;
- d) 补偿器试验。

这些试验是在验收平衡机过程中和以后定期检查中进行的,以确保平衡机能够运用于实际的平衡作业。对于定期试验规定了简化试验程序。本部分未规定对平衡机其他能力和性能参数的试验。

这些试验中规定了三种型式的专用校验转子,适用于绝大多数立式和卧式平衡机的应用范围。附件中描述了按照原国家标准规定的老式校验转子的推荐改制方法。

此外,本部分还强调了制造商制定平衡机特性格式的重要性。采用此指定格式,使用户能够对不同制造商的产品进行比较。另外在附录中,给出了由用户向制造商提供数据和要求的指南。

本部分适用于支承转子并使转子旋转在平衡转速下处于刚性状态的平衡机,并能在一个或多个平面上能指示出需要不平衡校正的量值和所在相角。因此,它适用于刚性转子以及带有弹性轴的转子按照低速平衡程序平衡。它涵盖了软支承平衡机和硬支承平衡机。本部分还包括对上述平衡机的技术要求,但不包括诸如与自动校正有关的那些特殊性能。

本部分未规定平衡准则,该准则在 ISO 1940-1 和 ISO 11342(只有低速平衡程序适用)中予以规定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

ISO 1925 机械振动 平衡 词汇(Mechanical vibration—Balancing—Vocabulary)

3 术语和定义

ISO 1925 界定的术语和定义适用于本文件。

4 平衡机的容量和性能数据

4.1 一般要求

制造者应按 4.2 或 4.3 的规定,分别给出适合于卧式平衡机或立式平衡机的数据。

注:用户向平衡机制造商提供的信息汇总参见附录 A。

4.2 卧式平衡机数据

4.2.1 转子质量和不平衡量限值

4.2.1.1 能够平衡的转子最大质量 m ,应在平衡机的平衡转速(n_1 、 n_2 、……)范围内规定。

应给出对应平衡转速(n_1, n_2, \dots)范围在规定加速时间内平衡机能够完成加速的转子相对于轴线的最大转动惯量 mr^2 , m 为转子质量, r 为回转半径, 并同时给出相应的周期率(见表 1)。

表 1 卧式平衡机数据

| | | | | | | |
|---|---|------------------------------|-------|-------|-------|-----|
| 制造者: | | 型号: | | | | |
| 平衡转速或转速范围(见 4.2.3.1) | | n_1 | n_2 | n_3 | n_4 | ... |
| 转子质量 (见注 1) | kg | 最大 | | | | |
| | | 最小 | | | | |
| 每个支承架偶然过载力 (见注 1) | | N | | | | |
| 每个支承架的最大支承反力 (见注 1) | | N | | | | |
| 转子于轴线的最大转动惯量 (见注 2) | | $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ | | | | |
| 周期率(见注 2) | | | | | | |
| 最大不平衡度(或量) (见注 3) | $\text{g} \cdot \text{mm}/\text{kg}$ 或 $\text{g} \cdot \text{mm}$ | 测量值 | | | | |
| | | 允许值 | | | | |
| a) 内质心转子 最小可达剩余不平衡度, e_{mar} (见注 4 和第 6 章) | $\text{g} \cdot \text{mm}/\text{kg}$ | 最大质量 | | | | |
| | | $0.2 \times$ 最大质量 | | | | |
| | | 最小质量 | | | | |
| 模拟式不平衡量指示器的相应偏转量, mm 或 数字式指示装置显示的字数 (见注 4) | | 最大质量 | | | | |
| | | $0.2 \times$ 最大质量 | | | | |
| | | 最小质量 | | | | |
| b) 外质心转子 最小可达剩余不平衡度, e_{mar} (见注 4 和第 6 章) | $\text{g} \cdot \text{mm}/\text{kg}$ | 最大质量 | | | | |
| | | $0.2 \times$ 最大质量 | | | | |
| | | 最小质量 | | | | |
| 模拟式不平衡量指示器的相应偏转量, mm 或 数字式指示装置显示的字数 (见注 4) | | 最大质量 | | | | |
| | | $0.2 \times$ 最大质量 | | | | |
| | | 最小质量 | | | | |
| <p>注 1: 偶然过载力仅需对应最低平衡转速标出。该力是在不直接损坏平衡机的情况下每个支承架能够承受的最大作用力。 支承反力是由质心位于轴承支架以外的转子所产生的方向向上的静态力。</p> <p>注 2: 对于某一给定平衡转速的周期率是指在不损坏平衡机的情况下平衡最大转动惯量的转子时, 平衡机每小时能进行启动和停机的次数。</p> <p>注 3: 对于具有两个校正平面的刚性转子, 通常是将该给定值的一半分配给每个平面; 对于盘类转子, 则该给定值的全部属于一个平面。</p> <p>注 4: 软支承平衡机的限值通常以克毫米每千克(不平衡度, $\text{g} \cdot \text{mm}/\text{kg}$)表示, 该值代表转子位移, 亦即平衡机支承移动的量度。对于硬支承平衡机, 该限值通常以克毫米($\text{g} \cdot \text{mm}$)表示, 因为此类平衡机通常就以这样的单位对指示的不平衡量进行出厂校准的(见第 6 章)。对于双面平衡机, 该值是最小可达剩余不平衡量分配到两个平面上所得到的结果。</p> | | | | | | |

4.2.1.2 关于生产效率(见第7章)应标明的内容如下。

4.2.1.2.1 每次测量运行时间:

- a) 机械调整时间: s
- b) 指示系统设定时间: s
- c) 转子的准备时间: s
- d) 平均加速时间: s
- e) 读数时间(包括数值稳定时间): s
- f) 平均减速时间: s
- g) 将测量读数对应到转子上的时间: s
- h) 其他必要的时间: s
- i) 每次测量操作[上述 a)~h)]总时间: s

4.2.1.2.2 内质心转子不平衡量减少率 URR: %

4.2.1.2.3 外质心转子不平衡量减少率: %

4.2.2 转子尺寸

4.2.2.1 应提供摆架和诸如圈带驱动装置、护罩安装底座、止推臂、连接杆等其他妨碍物件的足够详细的外形尺寸图,以供使用者确定能够容纳的最大转子空间及所需要的工装或接头。

大的轴颈直径的和高平衡转速的组合可以导致过高的轴颈圆周线速度,故应标明最高的轴颈圆周线速度。

当采用圈带驱动时,对圈带能够驱动的最大和最小直径或其他合适的直径应标明平衡转速。

如果驱动装置的轴向位置能够调节,制造者应予以说明。

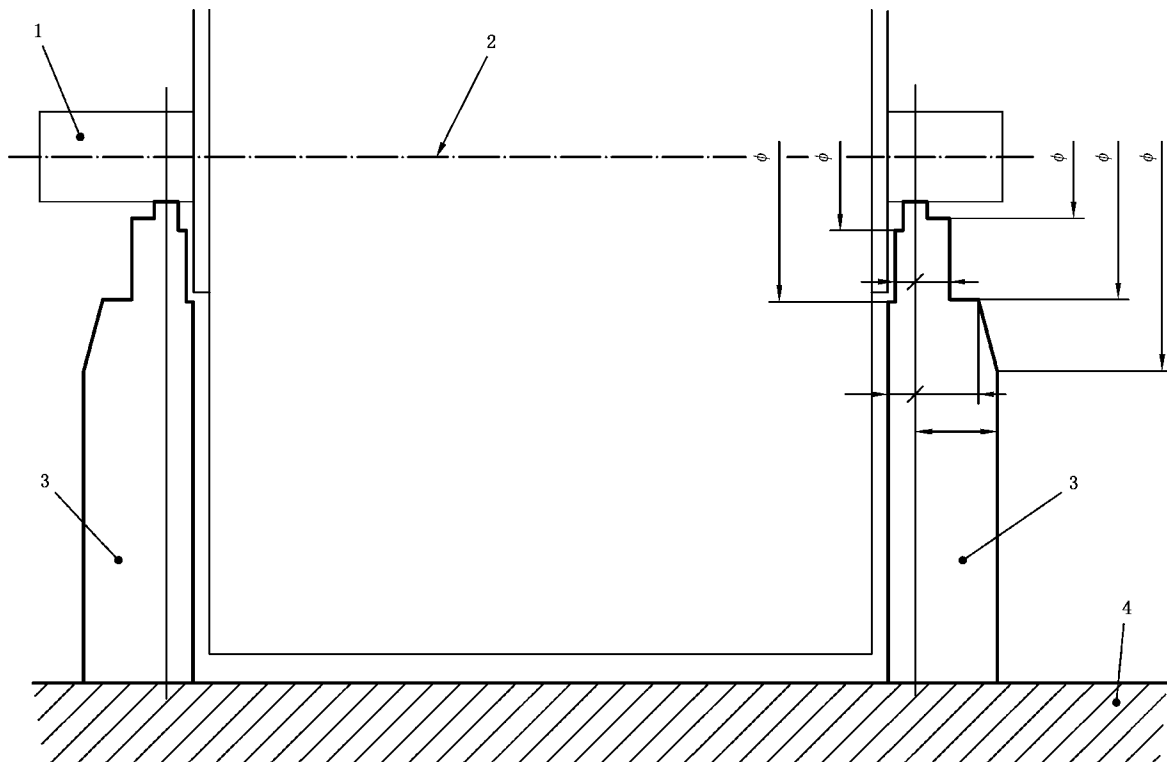
4.2.2.2 应标明转子外形的极限尺寸(见图1)。

4.2.2.3 转子直径:

- a) 机座上可放置的最大直径: mm
- b) 可用圈带驱动的最大直径: mm
- c) 可用圈带驱动的最小直径: mm

4.2.2.4 轴颈中心线间的距离:

- a) 最大距离: mm
- b) 最小距离: mm
- c) 从连接法兰到最远端支承中心线的最大距离: mm
- d) 从连接法兰到最近端支承中心线的最小距离: mm



说明：

- 1——转子轴；
- 2——转子；
- 3——支承架；
- 4——机座。

如果左侧支承架与右侧支承架不是镜像对称的，应分别标示出其尺寸。

如果采用圈带驱动，应标示出圈带驱动装置的轮廓图。

图 1 标明转子极限尺寸的平衡机支承架外形图示例

4.2.2.5 轴颈直径：

a) 最大直径：..... mm

b) 最小直径：..... mm

最大允许轴颈外圆线速度：..... m/s

4.2.2.6 对校正平面的限定(按 5.4 的规定)应予以说明。

4.2.2.7 应标明校正平面干扰比(按 5.4 的规定和基于的校验转子)。

4.2.3 驱动

4.2.3.1 平衡转速 施加到转子上的额定扭矩
 r/min N·m

| | |
|-------------|-------|
| n_1 ..... | ..... |
| n_2 ..... | ..... |
| n_3 ..... | ..... |
| n_4 ..... | ..... |
| n_5 ..... | ..... |
| n_6 ..... | ..... |
| n_7 ..... | ..... |

n_8
 或无级变速 或无级变化
 从 从
 到 到

4.2.3.2 施加到转子上的扭矩:

- a) 零转速扭矩:额定扭矩的 %
- b) 启动扭矩可调:从额定扭矩的 %,到 %
- c) 峰值扭矩:额定扭矩的 %

注:在绝大多数情况下,加速转子需要最大扭矩。但是在转子有高风阻或摩擦阻力大的情况时,平衡转速需要最大的扭矩。当存在轴向推力时,要考虑相关措施。

4.2.3.3 驱动转子的类型:

示例:万向节轴端驱动,轴端带动驱动,圈带驱动,磁场驱动,驱动滚轮,吹气驱动。

4.2.3.4 主动力源(电动机的类型):

- a) 额定功率: kW
- b) 电动机转速: r/min
- c) 电源:电压/频率/相数: / /

4.2.3.5 制动:

- a) 制动类型:
- b) 制动扭矩可调:从额定扭矩的 %到 %
- c) 制动装置能否用作夹持装置? 能/否

4.2.3.6 电动机和控制系统符合下述标准:

4.2.3.7 转速调整水平:

准确到或稳定在 r/min 的 %,或 r/min 以内

4.2.4 偶不平衡干扰比: $g \cdot mm / (g \cdot mm^2)$

注:这个数值仅适用于单面平衡机。它描述了转子的偶不平衡对不平衡结果指示的影响。

4.2.5 压缩空气要求: Pa, m^3/s

4.3 立式平衡机数据

4.3.1 转子质量和不平衡量限值

4.3.1.1 能够平衡的转子最大质量 m ,应在平衡机的平衡转速(n_1, n_2, \dots)范围内规定。

应给出对应平衡转速(n_1, n_2, \dots)范围在规定的加速时间内平衡机能够完成加速的转子相对于轴线的最大转动惯量 mr^2 , m 为转子质量, r 为回转半径,并同时给出相应的周期率(见表 2)。

表 2 立式平衡机数据

| | | | | | | |
|------------------------|----|----------------|-------|-------|-------|-----|
| 制造者: | | 型号: | | | | |
| 平衡转速或转速范围(也见 4.2.3.1) | | n_1 | n_2 | n_3 | n_4 | ... |
| 转子质量 (见注 1) | kg | 最大 | | | | |
| | | | | | | |
| 偶然过载力可达 (见注 1) | | N | | | | |
| 转子对轴线的最大转动惯量 (见注 2) | | $kg \cdot m^2$ | | | | |

表 2 (续)

| | | | | | | |
|--|--------------------------------|-------------------|--|--|--|--|
| 制造者: | | 型号: | | | | |
| 周期率(见注 2) | | | | | | |
| 最大不平衡度(或量) (见注 3) | $g \cdot mm/kg$ 或 $g \cdot mm$ | 测量值 | | | | |
| | | 允许值 | | | | |
| 最小可达剩余不平衡度, e_{mar} (见注 4 和第 6 章) | $g \cdot mm/kg$ | 最大质量 | | | | |
| | | $0.2 \times$ 最大质量 | | | | |
| | | 最小质量 | | | | |
| 模拟式不平衡量指示器的相应偏转量, mm 或 数字式指示装置显示的字数 (见注 4) | | 最大质量 | | | | |
| | | $0.2 \times$ 最大质量 | | | | |
| | | 最小质量 | | | | |
| <p>注 1: 偶然过载力仅需对应最低平衡转速标出。该力是在不直接损坏平衡机的情况下每个支承架能够承受的最大作用力。</p> <p>注 2: 对于某一给定平衡转速的周期率是指在不损坏平衡机的情况下平衡最大转动惯量的转子时, 平衡机每小时能进行启动和停机的次数。</p> <p>注 3: 对于具有两个校正平面的刚性转子, 通常是将该给定值的一半分配给每个平面; 对于盘类转子, 则该给定值的全部属于一个平面。</p> <p>注 4: 软支承平衡机的限值通常以克毫米每千克(不平衡度, $g \cdot mm/kg$)表示, 该值代表转子位移, 亦即平衡机支承移动的量度。对于硬支承平衡机, 该限值通常以克毫米($g \cdot mm$)表示, 因为此类平衡机通常就以这样的单位对指示的不平衡量进行出厂校准的(见第 6 章)。对于双面平衡机, 该值是最小可达剩余不平衡量分配到两个平面上所得到的结果。</p> | | | | | | |

4.3.1.2 关于生产效率(见第 7 章)应标明下列内容。

4.3.1.2.1 每次测量运行的时间:

- a) 机械调整时间: s
- b) 指示系统设定时间: s
- c) 转子的准备时间: s
- d) 平均加速时间: s
- e) 读数时间(包括数值稳定时间): s
- f) 平均减速时间: s
- g) 将测量读数对应到转子上的时间: s
- h) 其他必要的时间: s
- i) 每次测量操作[上述 a)~h)]总时间: s

4.3.1.2.2 不平衡量减少率 URR: %

4.3.2 转子尺寸

4.3.2.1 如果平衡机具有两种或多种转速, 对应每种转速应给出此参数。如果平衡机的平衡转速可无级变速, 则此参数应以表格、公式或图表的格式给出。

应提供主轴承截面或安装平面和诸如钻削动力头、电控箱等障碍物件在其安装平面的以上部分的足够详细的外形尺寸图, 以供使用者确定能够容纳的最大转子的空间及所需要的工装和(或)接头。

4.3.2.2 最大直径: mm

4.3.2.3 转子高度:

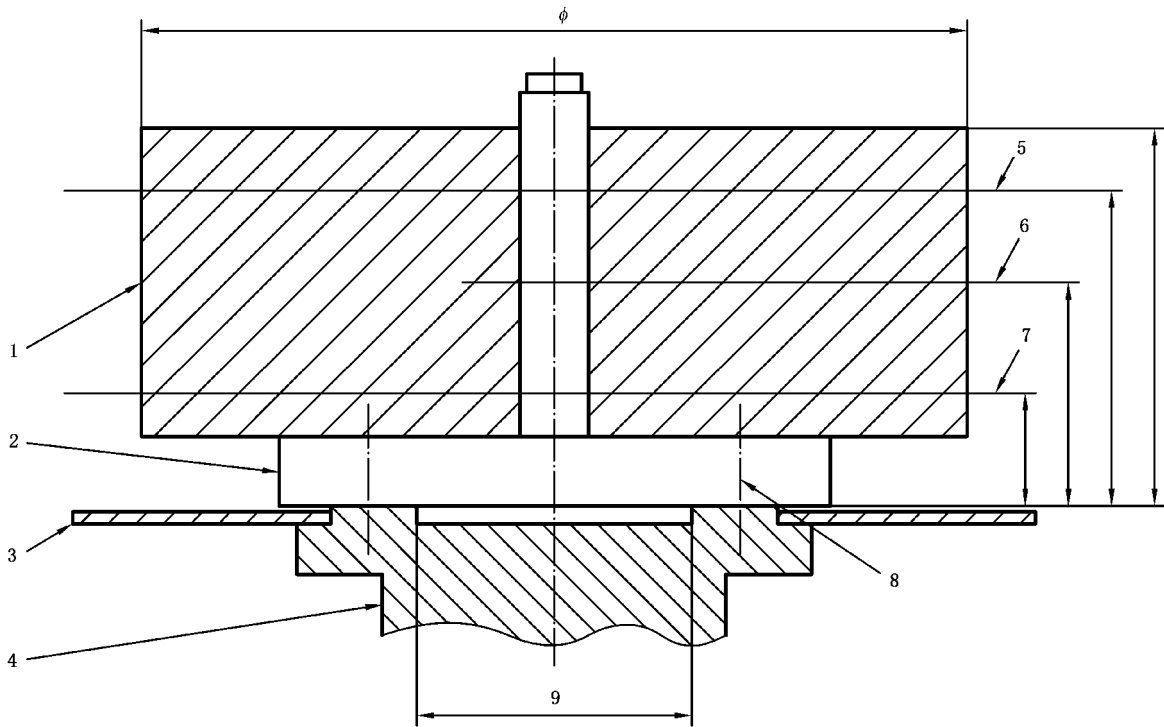
- a) 最大总高度: mm
- b) 最大重心高度: mm
 - 100%最大质量时的高度: mm
 - 50%最大质量时的高度: mm
 - 25%最大质量时的高度: mm

4.3.2.4 应标明转子外形的极限尺寸,包括平衡机轴端或安装平面的接口尺寸(见图2)。

4.3.2.5 对校正平面的限定(按5.4的规定)应予以说明。

4.3.3 驱动

| 4.3.3.1 | 平衡转速 r/min | 施加到转子上的额定扭矩 N·m |
|---------|---------------|--------------------|
| | n_1 ..... | ..... |
| | n_2 ..... | ..... |
| | n_3 ..... | ..... |
| | n_4 ..... | ..... |
| | n_5 ..... | ..... |
| | n_6 ..... | ..... |
| | n_7 ..... | ..... |
| | n_8 ..... | ..... |



说明:

- 1——转子;
- 2——连接器;
- 3——角度盘;
- 4——主轴;
- 5——上校正平面;
- 6——质心平面;
- 7——下校正平面;
- 8——连接器安装孔;
- 9——柱塞直径。

图2 标明转子外形极限尺寸和与立式平衡机安装连接关系的示例

4.3.3.2 施加到转子上的扭矩:

- a) 零转速扭矩:额定扭矩的 %
- b) 启动扭矩可调:从额定扭矩的 %到 %
- c) 峰值扭矩:额定扭矩的 %

注:在绝大多数情况下,加速转子需要最大扭矩。但是在转子有高风阻或摩擦阻力大的情况时,平衡转速需要最大的扭矩。

4.3.3.3 主动力源(电动机类型):

- a) 额定功率: kW
- b) 电动机转速: r/min
- c) 电源:电压/频率/相数: / /

4.3.3.4 制动:

- a) 制动类型:
- b) 制动扭矩可调:从额定扭矩的 %到 %
- c) 制动装置能否用作夹持装置? 能/否

4.3.3.5 电动机和控制系统符合下述标准:

4.3.3.6 转速调整水平:

准确到或稳定在 r/min 的 %,或 r/min 以内。

4.3.4 偶不平衡干扰比: $g \cdot mm / (g \cdot mm^2)$

注:这个数值仅适用于单面平衡机。它描述了转子的偶不平衡对不平衡指示的影响。

4.3.5 压缩空气要求: Pa, m^3/s

5 平衡机性能

5.1 工作原理

应给出位移测量、力测量、谐振、补偿等平衡机工作原理的详细说明。

5.2 平衡机的结构

5.2.1 制造商应说明平衡机的一般结构型式和主要设计特点,例如:

- 水平或垂直的旋转轴;
- 软支承系统或硬支承系统;
- 带机械补偿器的谐振式平衡机。

5.2.2 为方便使用,制造商应尽可能提供下列详情。

5.2.2.1 为支承转子而设计的部件,如:

- V型块;
- 开式滚轮;
- 半开滑动轴承;
- 闭式滚珠、滚柱或滑动轴承;
- 转子的调心轴承;
- 调整总成的装置。

用到轴承时,应给出轴承润滑要求的细节。

5.2.2.2 承受转子轴向推力装置的机械调整和功能(仅对卧式平衡机而言)。

5.2.2.3 用于检测不平衡效应的传感器的类型。

5.2.2.4 驱动及其控制。

5.3 指示系统

5.3.1 一般要求

平衡机应具有测定不平衡量值及其相角位置的装置,对该装置应予以描述,示例如下:

- 光点矢量瓦特计指示系统;
- 带有相敏检波器的电压表指示系统(包括频率转换系统);
- 带有频闪仪和滤波器的电压表指示系统;
- 转子本身带有相角位置标志的电压表指示系统;
- 带有机械和电气指示的补偿器。

5.3.2 量值指示器

制造商应对平衡机上的量值指示装置予以说明,示例如下:

- 瓦特计或电压表分量指示器;
- 瓦特计或电压表量值指示器;
- 瓦特计或电压表矢量指示器;
- 机械式或光学式指示器;
- 模拟式或数字式指示器。

5.3.3 相角指示器

制造商应对平衡机上的相角指示装置予以说明,示例如下:

- 瓦特计和电压表分量指示器;
- 瓦特计和电压表矢量指示器;
- 在以度为单位标度的仪表上直接指示相角;
- 示波器、频闪指示器;
- 机械式或光学式指示器;
- 模拟式或数字式指示器。

5.3.4 指示系统的操作

制造商应描述获取读数的步骤,至少应考虑以下几点:

- a) 需要多少次测量运行可获取:
 - 单面平衡过程中的两个读数;
 - 双面平衡过程中的四个读数。
- b) 是否一个指示器能显示每个读数,或对于每个读数是否需要切换。
- c) 测量运行结束后能否保留读数。
- d) 是否为每个平面提供一个独立的可指示轻位或重位的加—减切换开关。

5.4 平面分离系统

5.4.1 本条不适用于单面平衡机,见 5.4.2。

制造商应说明平衡机是否具有平面分离功能,如果有此功能,至少应给出下列细节:

- a) 对于以前未曾平衡的某类型的单个转子如何操作。
- b) 对成批的具有相同尺寸和质量的单种转子如何操作。
- c) 能有效进行平面分离的转子几何尺寸的限值应根据校正平面干扰比表明而确定,并

做下列说明：

- 能有效进行平面分离的支承间距与平面间距之比；
- 一个或两个校正平面能否位于支承之内或之外；
- 质心能否位于两个选定的校正平面或支承之内或之外。

d) 指示系统能否也可用于直接测量静不平衡和偶不平衡。

5.4.2 对单面卧式或立式平衡机,制造商应说明平衡机能抑制偶不平衡影响的能力(见 11.8)。

5.5 指示的设定与校准

5.5.1 一般要求

制造商应描述设定和校准的方法并提供对其进行检查的方法。

制造商应说明指示是否能以所需的单位设定,是否能表示为实际的校正单位或不平衡量单位。

制造商应说明：

- 单面平衡时,校准平衡机所需的运行次数；
- 双面平衡时,校准平衡机所需的运行次数。

制造商应说明在校准和操作过程中转速重复性的最大允许变化量,以百分数表示。

5.5.2 软支承平衡机

制造商应说明第一个具有特定质量和结构的转子如何完成校准,例如:转子是否要用试凑法平衡或是否提供了补偿器以及是否需要校准质量等等,并应说明当改变平衡转速时是否需要全部或部分进行重新校准。

如果配置了补偿装置,应说明可进行有效补偿的初始不平衡量限值、转子几何尺寸限值和平衡转速限值。

5.5.3 硬支承平衡机

制造商应说明平衡机是否已永久地校准,是否能按转子设定或应由使用者根据不同的平衡转速、转子质量和尺寸进行校准。

5.6 其他装置

应详细描述对平衡机功效有影响的专用装置,例如：

- 任选坐标系的分量指示装置；
- 在两个以上的校正平面把不平衡量分解成一些限定扇区上的分量的指示装置；
- 校正装置；
- 使测得的不平衡量相角或量值与转子相关的装置；
- 相匹配的输出,用于连接计算机,打印机或其他外围设备。

6 最小可达剩余不平衡量

平衡机可获得的最小可达剩余不平衡量,应以克毫米每千克($g \cdot mm/kg$)为单位,并和相应的不平衡量指示在不平衡的条款中指明。

该最小可达剩余不平衡度 e_{mar} ,应是对转子质量的全范围和平衡机的全范围平衡转速进行标明。

为达到标称的可达到的剩余不平衡量,制造商应考虑下列各项的精度是否满足要求：

- 量值指示；

- 相角指示；
- 平面分离；
- 倍率转换器；
- 驱动、轴承等。

所标称的最小可达剩余不平衡量的值适用于交货时的平衡机,如果使用者使用了不圆的轴颈、过重或过松的接头或其他工装,则最小可达剩余不平衡量均可受到影响。

7 生产效率

7.1 概述

生产效率是平衡机帮助操作者在可能的最短时间内将转子平衡到规定的剩余不平衡量的能力。生产效率应使用校验转子或由使用者指定的试验转子进行评定。

为了找出某一特定转子的生产率(每单位时间平衡的转子数或从安装到平衡完成卸下转子整个工序时间的倒数),每次测量运行的时间、所需的运行次数、安装转子时间、不平衡校正和卸下转子时间均应考虑在内。所需测量运行次数取决于平均初始不平衡量、平衡允差和不平衡量减少率(URR)。

7.2 每次测量运行时间

对于校验转子或使用者指定的转子,制造商应详细描述工序并应说明下列从 a)~h)每一次操作的平均时间:

- a) 平衡机的机械调整,包括驱动装置、工装或接头;
- b) 指示系统的设定;
- c) 为测量运转而进行的转子准备;
- d) 平均加速时间;
- e) 读数时间,即正常的加速运行结束到减速运行开始所需的总时间;
- f) 平均减速时间;
- g) 将获取的读数与实际被平衡转子关联所需的任何操作时间;
- h) 所有要求的其他操作需要的时间,如安全措施。

对于单个转子的平衡 a)和 b)项是影响效率的主要工序。

第一次测量运行的时间是从 a)~h)项所需的总时间,但对于同一转子接下来的测量运行仅需从 d)~h)项的步骤。在批量平衡转子的情况下仅需从 c)~h)项的步骤。

若需要专用工装调整转子,而这些工装又不作为设备的标准配件而提供,这种情况应予以说明,如:滚轮架、驱动轴的联轴器、护罩等。

7.3 不平衡量减少率

制造商应标明不平衡量减少率 URR。此不平衡量减少率是应在假定增加和去除质量无误差,操作平衡机具有正常技能并细心的情况下得出。

在采用诸如频闪仪、机械式指示器等,在平衡过程中需依靠操作者参与判断的指示系统时,应给出与被平衡转子有关的经验值。

8 性能限定条件

制造商应说明下列条件的范围,在规定的范围内平衡机能够达到所保证的性能。如:

- 温度;

- 湿度；
- 平衡转速变化；
- 电源电压和频率波动。

制造商还应说明在转子轴颈上使用滚珠轴承是否会引起平衡机性能的明显改变。

此外,制造商应说明若转子轴承的止推面不垂直于轴线,转子的不平衡示值是否会受到较大的影响。

9 安装要求

9.1 总则

在考虑平衡机的安装位置时,制造商应说明在下列环境条件下应采用什么样的防护措施以使平衡机获得令人满意的性能:

- 外界振动；
- 电磁辐射；
- 冷凝、霉菌及其他因素,如第 8 章提到的那些条件。

9.2 电源和动力要求

平衡机应提供标准的输入连接件,其上应清晰地标明所要求的电源电压和频率、气源压力、液压源压力等。

9.3 基础

制造商应说明平衡机的外形尺寸和质量,以及保证平衡机规定性能所要求的基础的类型和尺寸,如:混凝土构件、工作平台等。

10 校验转子和试验质量

10.1 概述

本章规定了检测平衡机使用的各类校验转子的技术要求:规定了转子质量、材料、尺寸、限值、螺孔尺寸、转子平衡要求和试验质量的细节。试验的范围和费用以及转子大小也可由制造商和使用者协商确定。

如果制造商和用户双方同意,产品转子可以按标准校验转子的规则改制好,并且其平衡误差足够小,可以用产品转子替代校验转子。

注:平衡误差,参见 ISO 21940-14。

10.2 校验转子

10.2.1 本条定义了三种型式的校验转子,称为 A 型、B 型和 C 型(见图 3)。旨在用这些校验转子来代表各种典型的转子,其特征如下:

- A 型:无轴颈转子,在一个或两个校正平面上用立式平衡机进行平衡(或在带有完整主轴的卧式平衡机上平衡)。

工作支承平面可以位于任意位置,即在整个转子主体的每一端上一个,或两个平面均位于转子主体的一端上。试验时假设转子的每一端上各有一个支承平面。

- B 型:带轴颈的内质心转子,大多数在支承之间的两个校正平面上用卧式平衡机进行平衡。

工作支承分别位于转子的两侧。

——C型:带轴颈的外质心转子,在两个外悬校正平面上用卧式平衡机进行平衡。

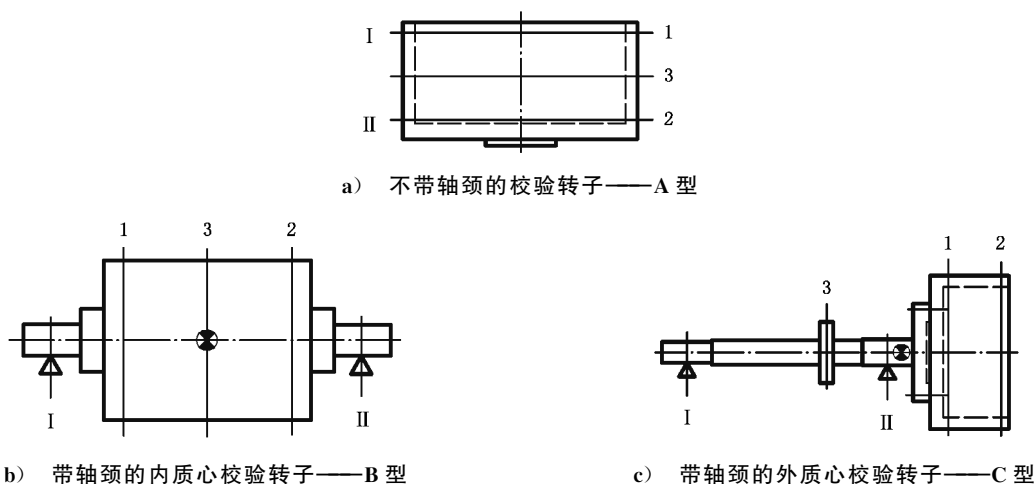
工作支承位置与校验转子的位置相同。

注1: C型校验转子是由一根支承轴和一个A型校验转子组合而成。

注2: C型校验转子依据总质量(支承轴和A型校验转子)计算 U_{mar} 。

每一型式的校验转子有三个用于附加试验质量的平面。

相同的校验转子和试验质量用于在一个或两个平面上进行试验。



说明:

1、2、3——试验平面;

I、II——假设的支承平面。

注: A型和B型转子质心位于支承平面内,而C型转子(支承轴与A型转子组成)质心位于支承平面外。

图3 A、B、C型校验转子

10.2.2 制造商应说明是否随平衡机提供校验转子。

注: 提供给使用者的校验转子的装运可个别协商。

10.2.3 校验转子应是钢制的,并且,对于立式平衡机其校验转子应相似于表3和图4规定的那些转子,对于卧式平衡机其校验转子应相似于表4和图5规定的那些转子(内质心转子),其外质心转子(见10.2.5)应相似于表5和图6规定的那些转子。

注: 每平面仅带有八孔的老式转子可按本部分进行改制(参见附录D)。

10.2.4 对于本部分所述及的平衡机,制造商应备有一些符合要求的校验转子用以在出厂装运前确认每一台平衡机的性能。

10.2.5 若要用卧式平衡机平衡外质心转子(或在一侧带有外悬校正平面的内质心转子),则应商定进行附加试验(见11.1)。附加试验需要C型校验转子。

10.2.6 在每个校验转子上每隔 10° 应清晰地刻出永久性的角度刻线,并且每隔 30° 应刻有角度的数字标度。可以按顺时针和逆时针计数顺序刻出两组这样的角度标尺。

为了检测闪光式平衡机,校验转子应配备随机提供的刻有数字标度的基带,基带上第一个数字的中心点应与一组螺孔对准。试验过程中角度值应从数字带上读取并在 360° 圆周内换算。

10.2.7 对于通用平衡机,应选用一个质量在平衡机质量容量范围下三分之一以内的标准校验转子。

10.2.8 对于打算在接近机器质量容量范围下限值使用的平衡机,宜选用一个其质量接近机器质量容量下限值的校验转子进行附加试验。

10.2.9 对于专用平衡机,如果引入的平衡误差可以忽略不计,经制造商和用户双方协商可以使用用户自己的转子。

10.3 试验质量

10.3.1 一般要求

试验质量用于在校验转子的试验平面上产生规定的不平衡量。

由于试验位置上具有螺孔,所以试验质量可以是螺栓、螺钉等形式。推荐采用下述连接方法:把双头螺栓一端永久固定在所有试验位置内并突出转子表面一定高度,在其上拧上试验质量。这种情况下,试验质量是环状的并且能够容易地找到它们质心(半径)的精确位置。

试验质量的不平衡量值总是以 U_{mar} 的单位表示,即最小可达剩余不平衡量的倍数。

如果规定了每个平面标称的最小可达剩余不平衡量 U_{mar} 按式(1)计算:

$$U_{\text{mar}} = 2U_{\text{mar per plane}} \dots\dots\dots (1)$$

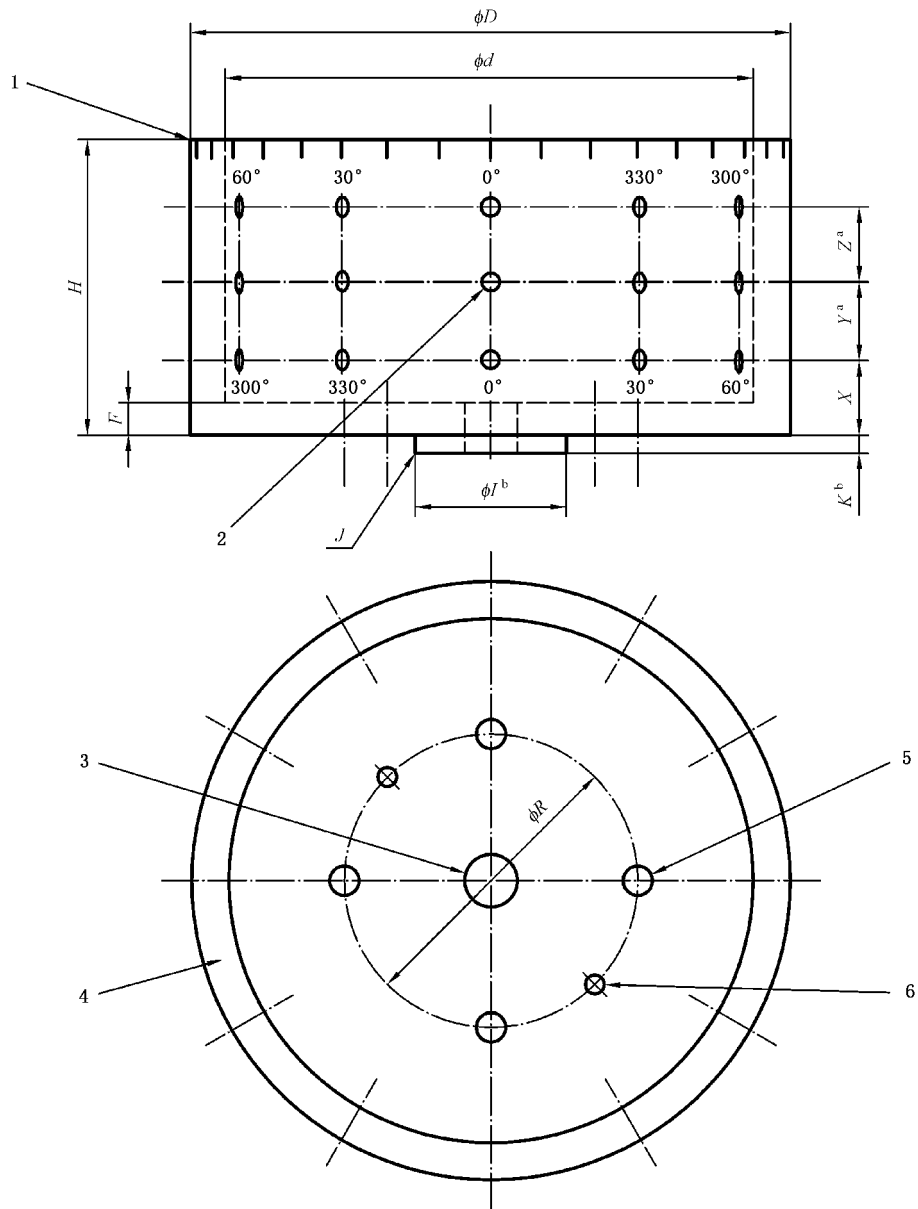
如果标明了标称的最小可达剩余不平衡度 e_{mar} ,则 U_{mar} 可通过 e_{mar} 乘以校验转子的总质量 m 求得,见式(2):

$$U_{\text{mar}} = e_{\text{mar}} m \dots\dots\dots (2)$$

注:特定试验质量所需要的质量值可从要求的不平衡量以及附加在校验转子上试验质量质心所在的半径导出。

表 3 推荐的立式平衡机检测用 A 型校验转子(见图 4)的尺寸、质量和最高转速

| 转子 序号 | 转子 质量 m | 外径 D | 内径 d | 高度 H | X $\approx 0.075D$ | Y^a $\approx 0.175D$ | Z^a $\approx 0.175D$ | F $\approx 0.06D$ | G | I^b | J^b | K^b | R^b | T | 最高试验 转速 ^c |
|---|-----------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|----------|-------|-------------------------|-------|--------|-------|-------------------------|
| 公制值 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | kg | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | | mm | mm | mm | mm | mm | r/min |
| 1 | 1.1 | 110 | 99 | 55 | 8 | 20 | 20 | 6.5 | M3 | 50.8 | $0.4 \times 45^\circ$ | 4.2 | 76.2 | 6.6 | 20 000 |
| 2 | 3.5 | 160 | 144 | 80 | 12 | 30 | 30 | 9.5 | M4 | 50.8 | $0.4 \times 45^\circ$ | 4.2 | 76.2 | 6.6 | 14 000 |
| 3 | 11 | 230 | 206 | 127 | 19 | 45 | 45 | 13 | M5 | 114.3 | $0.4 \times 45^\circ$ | 4.2 | 133.35 | 10.3 | 10 000 |
| 4 | 35 | 345 | 310 | 170 | 25 | 60 | 60 | 20 | M6 | 114.3 | $0.4 \times 45^\circ$ | 4.2 | 133.35 | 10.3 | 6 000 |
| 5 | 110 | 510 | 460 | 255 | 38 | 90 | 90 | 30 | M8 | 114.3 | $0.4 \times 45^\circ$ | 4.2 | 133.35 | 10.3 | 4 000 |
| 英制值 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | lb | in | in | in | in | in | in | in | | in | in | in | in | in | r/min |
| 1 | 2.5 | 4.3 | 3.875 | 2.2 | 0.375 | 0.75 | 0.75 | 0.250 | No.5UNF | 2 | $0.015 \times 45^\circ$ | 0.165 | 3 | 0.266 | 20 000 |
| 2 | 8 | 6.3 | 5.650 | 3.2 | 0.5 | 1.125 | 1.125 | 0.375 | No.8UNF | 2 | $0.015 \times 45^\circ$ | 0.165 | 3 | 0.266 | 14 000 |
| 3 | 25 | 9 | 8.125 | 5 | 0.75 | 1.75 | 1.75 | 0.510 | No.10UNF | 4.5 | $0.015 \times 45^\circ$ | 0.165 | 5.25 | 0.406 | 10 000 |
| 4 | 80 | 13.5 | 12.125 | 7 | 1 | 2.375 | 2.375 | 0.800 | 1/4UNC | 4.5 | $0.015 \times 45^\circ$ | 0.165 | 5.25 | 0.406 | 6 000 |
| 5 | 250 | 20 | 18 | 10 | 1.5 | 3.5 | 3.5 | 1.186 | 5/16UNC | 4.5 | $0.015 \times 45^\circ$ | 0.165 | 5.25 | 0.406 | 4 000 |
| 所有尺寸公差和剩余不平衡量应满足检测目的的要求。 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 符合 SAE ARP 4162A 校验转子可以代用,但试验质量应加以改制以适合本部分的试验要求。 | | | | | | | | | | | | | | | |
| ^a 除 Y 和 Z 外,其余尺寸均为可变的参数。 | | | | | | | | | | | | | | | |
| ^b 符合 SAE ARP 4162A 的校验转子(第 2 号至第 5 号转子)的连接端接口尺寸。 | | | | | | | | | | | | | | | |
| ^c 对于转子而言,试验质量的设计可能会限制最高转速。 | | | | | | | | | | | | | | | |



说明：

1——每隔 10° 进行等间隔分度刻出 36 条刻线，顺时针或逆时针每隔 30° 用数字标上度数；

2——在三个试验平面的每一平面上均布的 12 个螺孔 G；

3——吊装用螺孔；

4——为平衡转子可在此面钻校正孔(可选)；

5——四个均布的通孔 T；

6——两个螺孔 G。

所有的尺寸公差和剩余不平衡量应满足检测目的的要求。

符合 SAE ARP 4162A 的校验转子可以代用，但试验质量应加以改制以适合本部分的试验要求。

注：图中所有尺寸见表 3。

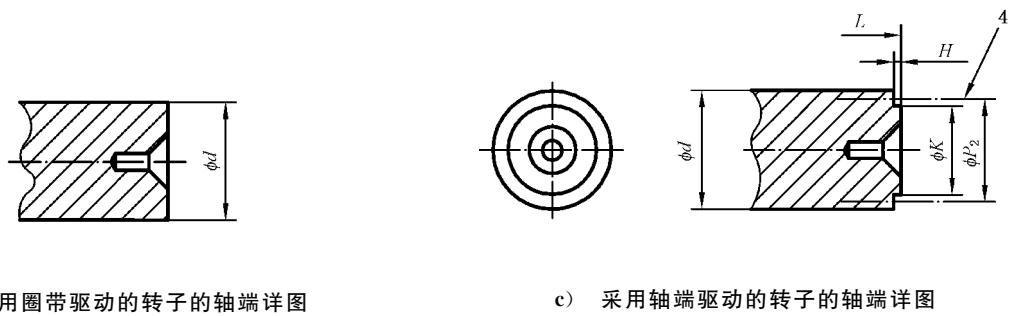
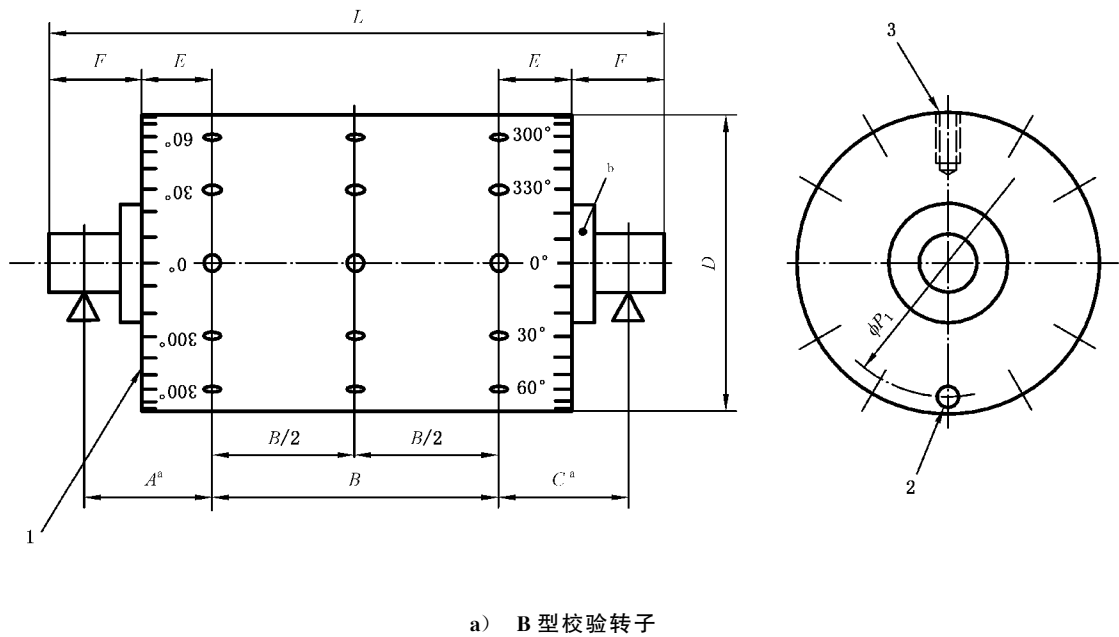
^a 除 Y 和 Z 外，其余尺寸均为可变的参数。

^b 符合 SAE ARP 4162A 现有的校验转子的连接端接口尺寸。

图 4 用于立式平衡机检测的 A 型校验转子

表 4 推荐的卧式平衡机检测用 B 型内质心校验转子(见图 5)的尺寸、质量和最高转速

| 转子 序号 | 转子 质量 <i>m</i> | 主直径 <i>D</i> | 总长度 <i>L</i> ≈ 2.5 <i>D</i> | 轴颈 直径 <i>d</i> ≈ 0.3 <i>D</i> ^b | 支承间距 <i>A+B+C</i> ≈ 2 <i>D</i> | <i>A</i> ^a , <i>C</i> ^a ≈ 0.5 <i>D</i> | <i>B</i> ^a ≈ 1 <i>D</i> | <i>E</i> ≈ 0.25 <i>D</i> | <i>F</i> ≈ 0.5 <i>D</i> | <i>P</i> ₁ | <i>H</i> ^b | <i>K</i> ^b | <i>P</i> ₂ ^b | <i>N</i> | 临界转速 ^c ≈ 7 600 000/ <i>D</i> | 最高试验 转速 ^d ≈ 760 000/ <i>D</i> |
|--|----------------------|-----------------|--------------------------------|--|--------------------------------------|---|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|----------|--|--|
| 公制值 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | kg | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | r/min | r/min |
| 1 | 0.5 | 38 | 95 | 11 | 76 | 19 | 38 | 9.5 | 19 | 31 | — | — | — | M2 | 200 000 | 20 000 |
| 2 | 1.6 | 56 | 140 | 17 | 112 | 28 | 56 | 14 | 28 | 46 | — | — | — | M3 | 140 000 | 14 000 |
| 3 | 5 | 82 | 205 | 25 | 164 | 41 | 82 | 20.5 | 41 | 72 | — | — | — | M4 | 95 000 | 9 500 |
| 4 | 16 | 120 | 300 | 36 | 240 | 60 | 120 | 30 | 60 | 108 | 4 | 7 | 30 | M5 | 65 000 | 6 500 |
| 5 | 50 | 176 | 440 | 58 | 352 | 88 | 176 | 44 | 88 | 160 | 1.4 | 30 | 47 | M6 | 45 000 | 4 500 |
| 6 | 160 | 260 | 650 | 78 | 520 | 130 | 260 | 65 | 130 | 240 | 1.8 | 42 | 62 | M8 | 30 000 | 3 000 |
| 7 | 500 | 380 | 950 | 114 | 760 | 190 | 380 | 95 | 190 | 350 | 2.2 | 57 | 84 | M10 | 20 000 | 2 000 |
| 英制值 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | lb | in | in | in | in | in | in | in | in | in | in | in | in | in | r/min | r/min |
| 1 | 1.1 | 1.5 | 3.75 | 0.433 | 3 | 0.75 | 1.5 | 0.375 | 0.75 | 1.25 | — | — | — | No.2UNF | 200 000 | 20 000 |
| 2 | 3.5 | 2.2 | 5.5 | 0.669 | 4.4 | 1.1 | 2.2 | 0.55 | 1.1 | 1.8 | — | — | — | No.5UNF | 140 000 | 14 000 |
| 3 | 11 | 3.2 | 8 | 0.984 | 6.4 | 1.6 | 3.2 | 0.8 | 1.6 | 2.8 | — | — | — | No.8UNF | 95 000 | 9 500 |
| 4 | 35 | 4.8 | 12 | 1.417 | 9.6 | 2.4 | 4.8 | 1.2 | 2.4 | 4.25 | 0.157 | 0.276 | 1.181 | No.10UNF | 65 000 | 6 500 |
| 5 | 110 | 7 | 17.5 | 2.283 | 14 | 3.5 | 7 | 1.75 | 3.5 | 6.25 | 0.05 | 1.181 | 1.850 | 1/4UNC | 45 000 | 4 500 |
| 6 | 350 | 10.2 | 25.5 | 3.071 | 20.4 | 5.1 | 10.2 | 2.55 | 5.1 | 9.25 | 0.071 | 1.654 | 2.441 | 5/16UNC | 30 000 | 3 000 |
| 7 | 1 100 | 15 | 37.5 | 4.488 | 30 | 7.5 | 15 | 3.75 | 7.5 | 13.75 | 0.087 | 2.244 | 3.307 | 3/8UNC | 20 000 | 2 000 |
| 所有尺寸公差和剩余不平衡量应满足检测目的要求。 符合 SAE ARP 4162A 的校验转子可以代用,但试验质量应加以改制以适合本部分的试验要求。 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ^a 在满足 $A \approx B/2; C \approx B/2$ 的条件下,尺寸 <i>A</i> 、 <i>B</i> 和 <i>C</i> 是可以改变的。 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ^b 轴端驱动接口尺寸应适合于常规的驱动轴。 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ^c 临界转速是基于转子在刚性支承上运转的条件下计算出来的。 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ^d 对于转子而言,试验质量的设计可能会限制最高转速。 | | | | | | | | | | | | | | | | |



说明:

1——每隔 10°进行等间隔分度刻出 36 条刻线,顺时针或逆时针每隔 30°用数字标上度数;

2——用于调整平衡的在两端的一端面上均布的 12 个螺孔 N;

3——在三个试验平面的每个平面上均布的 12 个螺孔 N;

4——螺孔的数量和大小视需要而定。

轴端驱动接口尺寸应适合于常规的驱动轴。

所有尺寸公差和剩余不平衡量应满足检测目的的要求。

符合 SAE ARP 4162A 的校验转子可以代用,但试验质量应加以改制以适合本部分的试验要求。

每个平面仅有 8 孔的老式转子可改制成本部分要求的转子(参见附录 D)。

注: 图中所有尺寸见表 4。

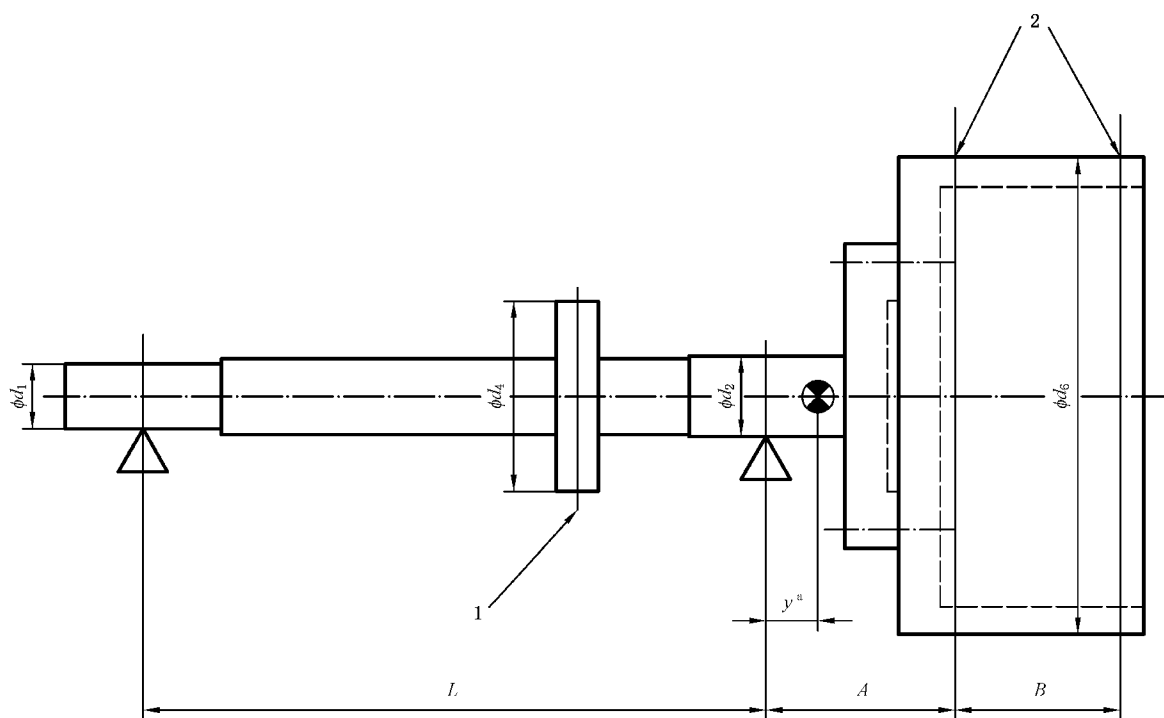
^a 在满足 $A \approx B/2; C \approx B/2$ 的条件下,尺寸 A、B 和 C 是可以改变的。

^b 若轴颈安装滚珠轴承,宜制备轴肩以使轴承垂直于主轴轴线并使其中心处在规定的轴线位置上。

图 5 用于卧式平衡机内质心检测的 B 型校验转子

表 5 推荐的卧式平衡机 C 型外质心校验转子(见图 6)的尺寸、质量和最高转速

| A 型校验转子 | | 转子组件 | | | | | | | | | | 最高试验转速 ^e | | | |
|--|----|-------------|------------------------|------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|---------------|---------------------|------|-------------------|-------|
| 支承轴序号 | 序号 | 质量 <i>m</i> | 支承对转子的作用力 ^a | | <i>y</i> ^b | <i>d</i> ₁ ^c | <i>d</i> ₂ | <i>d</i> ₄ | <i>N</i> ^b | 外径 <i>d</i> ₆ | 支承间距 <i>L</i> | A | B | 临界转速 ^d | |
| | | | A | B | | | | | | | | | | | |
| 公制值 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | kg | N | N | mm | mm | mm | mm | r/min | mm | mm | mm | mm | r/min | r/min |
| 1 | 1 | 2.2 | -3 | 24 | 20 | 17 | 21 | 50 | M3 | 110 | 164 | 41 | 40 | 25 000 | 4 000 |
| 2 | 2 | 6.2 | -8 | 70 | 30 | 25 | 30 | 72 | M4 | 160 | 240 | 62 ^f | 60 | 17 000 | 2 800 |
| 3 | 3 | 19.5 | -25 | 220 | 45 | 36 | 45 | 106 | M5 | 230 | 252 | 93 ^f | 90 | 14 500 | 1 900 |
| 4 | 4 | 60 | -75 | 670 ^f | 65 | 58 | 65 | 156 | M6 | 345 | 520 | 140 | 120 | 8 000 | 1 300 |
| 5 | 5 | 190 | -230 | 2 100 | 95 | 78 | 95 | 230 | M8 | 510 | 760 | 203 | 180 | 5 500 | 900 |
| 英制值 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | lb | lbf | lbf | in | in | in | in | r/min | in | in | in | in | r/min | r/min |
| 1 | 1 | 5 | -0.6 | 5.6 | 0.8 | 0.67 | 0.83 | 2 | No.5UNF | 4.3 | 6.4 | 1.68 | 1.5 | 25 000 | 4 000 |
| 2 | 2 | 14 | -1.8 | 16 | 1.2 | 0.98 | 1.2 | 2.8 | No.8UNF | 6.3 | 9.6 | 2.45 | 2.25 | 17 000 | 2 800 |
| 3 | 3 | 45 | -6 | 51 | 1.75 | 1.42 | 1.8 | 4.2 | No.10UNF | 9 | 14 | 3.68 ^f | 3.5 | 14 500 | 1 900 |
| 4 | 4 | 135 | -17 | 150 | 2.55 | 2.28 | 2.55 | 6.2 | 1/4UNC | 13.5 | 20.4 | 5.55 | 4.75 | 8 000 | 1 300 |
| 5 | 5 | 430 | -54 | 480 | 3.75 | 3.07 | 3.7 | 9 | 5/16UNC | 20 | 30 | 8 | 7 | 5 500 | 900 |
| 所有尺寸公差和剩余不平衡量应满足检测目的的要求。 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 符合 SAE ARP 4162A 的校验转子可以代替 A 型校验转子,但试验质量应加以改制以适合本部分的试验要求。 | | | | | | | | | | | | | | | |
| ^a 见图 A.1。 ^b 当质心处于同一外悬端的支承之外且 N 孔的位置保持在两支承之间,该 <i>y</i> 尺寸可以改变。 ^c 第 3 号至第 5 号校验转子轴端驱动力的接口尺寸与第 4 号至第 6 号 B 型校验转子的尺寸一致。 ^d 临界转速是基于转子在刚性支承上运转的条件下计算出来的。 ^e 对于转子而言,试验质量的设计可能会限制最高转速。 ^f 数值调整。 | | | | | | | | | | | | | | | |



说明:

1——均布的 12 个螺孔 N;

2——均布的 12 个螺孔 N。

第 3 号至第 5 号校验转子轴端驱动的尺寸与第 4 号至第 6 号 B 型校验转子的尺寸一致。

所有尺寸公差和剩余不平衡量应满足检测目的的要求。

符合 SAE ARP 4162A 的校验转子可以代用,但试验质量应加以改制以适合本部分的试验要求。

注 1: 尺寸见表 5。

注 2: C 型校验转子是由支承轴(见图 C.1 与表 C.1)和 A 型校验转子组成。

注 3: 附录 C 给出了用于安装 A 型校验转子的支承轴的推荐尺寸(轴端驱动)图例。

注 4: 连接端接口尺寸与 A 型校验转子一致。

^a 可以改变该尺寸,以使外悬转子的质心在外悬端的同侧且 N 孔的位置保持在两支承之间。

图 6 用于卧式平衡机外质心检测的 C 型校验转子

10.3.2 U_{mar} 检测用试验质量

10.3.2.1 对于 U_{mar} 检测(见 11.6),需要产生一个 $10U_{mar}$ 的试验质量在平面 3(见表 7)上。

注: 对于 A 型或 B 型校验转子,能用 2 个 $5U_{mar}$ 的试验质量(平面 1 和平面 2 上各一个)来代替。对于 C 型校验转子宜不做这样的替换。

10.3.2.2 对于 A 型和 B 型校验转子,对平衡机做 U_{mar} 检测应使用按照 10.3.1 给出的值来计算:

——表 3 为在立式平衡机和在带有集成一体主轴头的卧式平衡机用转子(A 型);

——表 4 为在卧式平衡机上用于内质心转子(B 型)。

示例:卧式平衡机,表 4 中 B 型校验转子第 5 号; $m = 50 \text{ kg}$ 。

表 1 中标明: $e_{mar} = 0.5 \text{ g} \cdot \text{mm}/\text{kg}$ 。

根据 10.3.1 计算: $U_{mar} = 0.5 \text{ g} \cdot \text{mm}/\text{kg} \times 50 \text{ kg} = 25 \text{ g} \cdot \text{mm}$ 。

U_{mar} 试验质量产生的不平衡量值: $10U_{mar} = 250 \text{ g} \cdot \text{mm}$ 。

10.3.2.3 用于 C 型校验转子对卧式平衡机进行外质心检测,用上述相同的计算(原则),在表 5 中取值。

注：由此导出的试验质量将不同于内质心检测的质量，原因是：

- C 型转子的质量不同于 B 型的；
- 表 1 中标明的内质心转子 e_{mar} 的值可能不同于外质心转子的值；
- 质量被附加到不同的转子直径上，因此具有不同的有效半径。

示例：卧式平衡机，表 5 中 C 型外质心校验转子第 3 号： $m = 19.5 \text{ kg}$ 。

表 1 中标明： $e_{\text{mar}} = 2 \text{ g} \cdot \text{mm}/\text{kg}$ 。

按 10.3.1 中式(1)计算： $U_{\text{mar}} = 2 \text{ g} \cdot \text{mm}/\text{kg} \times 19.5 \text{ kg} = 39 \text{ g} \cdot \text{mm}$ 。

U_{mar} 试验质量产生的不平衡量值： $10U_{\text{mar}} = 390 \text{ g} \cdot \text{mm}$ 。

10.3.3 URR 检测用试验质量

10.3.3.1 URR 检测(见 11.7)，每个试验面需要用两个试验质量(一个固定试验质量和一个移动试验质量)。

10.3.3.2 用于 A 型和 B 型校验转子的试验质量是：

——一个固定试验质量(用于单面检测)或两个固定试验质量(用于双面检测)，每个固定质量产生 $20U_{\text{mar}} \sim 60U_{\text{mar}}$ ：

$$U_{\text{station}} = 20U_{\text{mar}} \sim 60U_{\text{mar}}；$$

——一个移动试验质量(用于单面检测)或两个移动试验质量(用于双面检测)，每个移动质量产生五倍的固定质量的不平衡量：

$$U_{\text{travel}} = 5U_{\text{station}}。$$

示例：使用 10.3.2.2 中所述的同一校验转子和标明的 e_{mar} 值，并使固定质量和移动质量分别产生 30 倍的最小可达剩余不平衡量值，求得：

URR 固定试验质量 $U_{\text{station}} = 30U_{\text{mar}} = 30 \times 25 \text{ g} \cdot \text{mm} = 750 \text{ g} \cdot \text{mm}$ 。

URR 移动试验质量 $U_{\text{travel}} = 5U_{\text{station}} = 3\ 750 \text{ g} \cdot \text{mm}$ 。

10.3.3.3 对于 C 型校验转子如上述进行同样的计算(方法)，然而，为了使用相同的 URR 评定图， U_{station} 宜为：

$$U_{\text{station}} = 60U_{\text{mar}} \sim 100U_{\text{mar}}。$$

注：这些试验质量不同于 A 型校验转子使用的那些试验质量。

关于 C 型校验转子(外质心)，作为一种替换的方法，用合成不平衡或偶不平衡试验质量进行 URR 检测。按 ISO 1940-1 的原理和规则，宜如下：

a) 对于合成不平衡，用：

——一个固定试验质量，生成的 $U_{\text{res station}} = 20U_{\text{mar}} \sim 60U_{\text{mar}}$ ；

——一个移动试验质量，生成的 $U_{\text{res travel}} = 5U_{\text{res station}}$ 。

b) 对于偶不平衡，用：

——两个固定试验质量，每个生成的 $U_{\text{c station}} = 4U_{\text{res station}}$ ；

——两个移动试验质量，每个生成的 $U_{\text{c travel}} = 5U_{\text{c station}}$ 。

10.3.4 试验质量的允许误差

10.3.4.1 质量

试验质量的允许误差直接与检测要求有关，其对试验结果的影响不宜超过 10%：

a) 对于 U_{mar} 检测，质量允许误差为 $\pm 1\%$ ；

b) 对于 URR 检测，其质量允许误差(以百分数表示)直接与标称的不平衡量减少率 URR 有关，其百分比误差等于：

$\pm 0.1(100\% - \text{URR})$ 。

示例:当标称的 URR 为 95% 进行检测时,其质量允许误差为:

$\pm 0.1(100 - 95)\% = \pm 0.5\%$ 。

10.3.4.2 位置

在每个平面上每隔 30° 应为试验质量的安装位置。

注:每个平面仅带有八孔的老式转子可以改制成本部分的校验转子(参见附录 D)。

每个试验平面上的零位标记应位于通过旋转轴的另一平面上角度相同的位置。

试验质量的安装位置相对其正确位置在下述三个方向的每个方向上的位置允许误差如下:

- 轴向位置:取与 10.3.4.1 所确定的 URR 检测用质量允差相同的百分比(例如: $\pm 0.5\%$),与校正平面的间距之积;
- 径向位置:取与 a) 相同的百分比(例如: $\pm 0.5\%$)与半径之积;
- 角度位置:取与 a) 相同的百分比与一个弧度所代表的角度($1 \text{ rad} = 57.3^\circ$)之积,例如:当百分比取 0.5% 时其允差为 $\pm 0.3^\circ$ 。

为了便于用 B 型和 C 型校验转子进行检测,宜将轴端传动的基线标志对准校验转子的 0° 位置。

10.3.5 材料

对于中、小型校验转子,一些试验质量由于它们的几何尺寸小,因此设计与制备可能比较困难且不利于装取,在这种情况下,最好是用轻质材料(铝或塑料)来制作试验质量。

11 验证检测

11.1 性能和参数验证的要求

为验证平衡机的标称性能,通常需要进行下述两项至四项独立的检测:

- U_{mar} 检测(对最小可达剩余不平衡量的检测);
- URR 检测(对不平衡量减少率的检测);
- ISC 检测(偶不平衡对静不平衡指示干扰的检测),仅要求单面平衡机进行此项检测;
- 补偿器的检测,适用于转位平衡。

11.6~11.9 描述了这些检测方法,制造商应在其工厂或现场将平衡机安装后进行上述检测;检测地点由制造商和用户协商确定。

检测需在验收平衡机时进行,为保证平衡机能用来完成实际平衡作业也宜在后续定期进行检测。

A 型和 B 型校验转子根据平衡机的类型选用(见 10.2)。C 型校验转子只有在卧式平衡机上欲平衡外质心转子时才应使用,并且应依据制造商和用户事先的协议。

注:表 6 和表 7 对使用 A、B 和 C 型校验转子的 U_{mar} 检测和 URR 检测进行了综述。

这些检测代表了用来证实符合下列要求必不可少的最简化试验程序:

- 最小可达剩余不平衡量(U_{mar});
- 不平衡量指示、相角指示和平面分离的综合准确度(URR);
- 偶不平衡的抑制(ISC);
- 补偿器的准确度。

这些试验程序不能证明符合整个可变范围的所有要求,也不能确定平衡机不符合时的确切原因。

此外,还应验证机器的参数,此验证包括对各个几何尺寸、性能、仪器仪表、工装和附件的实际检查。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/057062040043006126>