

UDC 534.141 : 001.4
J 04



中华人民共和国国家标准

GB/T 6444—1995
eqv ISO 1925:1990

机械振动 平衡术语

Mechanical vibration—Balancing vocabulary

1995-04-02发布

1996-02-01实施

国家技术监督局 发布

目 次

1 主题内容与适用范围	(1)
2 引用标准	(1)
3 力学	(1)
4 转子系统	(2)
5 不平衡	(3)
6 平衡	(5)
7 平衡机和平衡设备	(7)
8 挠性转子	(10)
9 旋转刚性自由体	(13)
10 平衡机工艺装备	(13)
附录 A 平衡机术语图解指南(参考件)	(15)
汉语拼音索引	(24)
英文索引	(27)

中华人民共和国国家标准

机械振动 平衡术语

Mechanical vibration—Balancing vocabulary

GB/T 6444—1995
eqv ISO 1925:1990
代替 GB 6444—86

本标准等效采用国际标准 ISO 1925:1990《机械振动 平衡术语》。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了包括平衡机在内的平衡技术领域中常用的术语及其定义。

本标准适用于平衡技术与平衡机,供制定相关标准、编译出版各种有关书籍和文献以及国内、外各种形式的技术交流使用。

2 引用标准

GB/T 2298 机械振动与冲击 术语

3 力学 Mechanics

3.1 重心 centre of gravity

在重力场中,物体处于任何方位时,所有各组成质点重力的合力通过的那一点。

注:如果重力场是均匀的,则重心与质心重合。

3.2 主惯性轴 principal inertia axes

相应于主惯性矩 $I_{x_i x_j}$ ($i=j$) 的坐标方向。

对于每组笛卡儿坐标,在某一给定点上物体的六个惯性矩 $I_{x_i x_j}$ ($i, j=1, 2, 3$) 通常是不相等的;对于某一特定的坐标系,惯性矩 $I_{x_i x_j}$ ($i \neq j$) 为零,则 $I_{x_i x_j}$ ($i=j$) 的值称为主惯性矩 (principal moments of inertia), 所对应的坐标方向称为主惯性轴。

注: ① $I_{x_i x_j} = \int_m x_i x_j dm$ ($i \neq j$)

$$I_{x_i x_j} = \int_m (r^2 - x_i^2) dm \quad (i=j)$$

式中: $r^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2$;

x_i, x_j 是笛卡儿坐标。

② 如果该点为物体的质心,则该轴和矩分别称为中心主惯性轴 (central principal axes) 和中心主惯性矩 (central principal moments of inertia)。

③ 在平衡中,术语“主惯性轴”通常用于表示在三条这样的轴中与转子轴线最接近重合的中心主惯性轴,有时称为平衡轴 (balance axis) 或质量轴 (mass axis)。

3.3 临界转速 critical speed

系统发生共振的特征转速。

注:由于支承刚度和质量与转子刚度和质量相对比值的不同,临界转速时表现明显的可以是轴颈的运动,也可以是转子的挠曲变形 (见 8.1 挠曲临界转速和 8.2 刚性转子振型临界转速)。

同义词:共振转速 resonant speed

3.4 旋转轴 axis of rotation

国家技术监督局 1995-04-02 批准

1996-02-01 实施

物体围绕其旋转的瞬时线。

注：① 如果轴承是各向异性的，则没有固定的旋转轴。

② 在刚性轴承的情况下，旋转轴就是轴线；但如果轴承不是刚性的，旋转轴就不一定是轴线。

4 转子系统 Rotor systems

4.1 转子 rotor

通常指轴颈由轴承支承的旋转体。

注：术语“转子”有时用于没有轴颈的盘状质量(如飞轮)。在本定义下，这种盘状质量只有当它装在具有轴颈(见4.4)的轴上时，才成为用于平衡目的的转子。

4.2 刚性转子 rigid rotor

可以在任意选定的两个校正平面上进行平衡校正，并且校正之后，在直至最高工作转速的任何转速以及接近实际工作运转的支承条件下，其剩余不平衡量(相对轴线)无明显改变的转子。

4.3 挠性转子 flexible rotor

由于弹性挠曲而不能满足刚性转子定义的转子。

4.4 轴颈 journal

转子上与轴承接触或由轴承支承着在其中旋转的部分。

4.5 轴颈中心线 journal axis

连接轴颈两端横截面中心的直线。

4.6 轴颈中心 journal centre

轴颈中心线与轴承横向合成力作用的轴颈径向平面的交点。

4.7 轴线 shaft axis

连接轴颈中心的直线。

4.8 内质心转子 inboard rotor

质心在两轴颈之间的双轴颈转子。

注：为精确描述转子，可能有必要标明质心位置和校正平面的位置。

4.9 外质心转子 outboard rotor

质心不在支承之间的双轴颈转子。

4.9.1 外悬 overhung

指位置在支承跨度以外，如外悬质量，外悬校正平面。

4.10 完全平衡的转子 perfectly balanced rotor

不平衡量为零的理想转子。

4.11 质量偏心距 mass eccentricity

刚性转子的质心与转子轴线间的距离。

4.12 局部质量偏心距(对于分布质量的转子) local mass eccentricity(for distributed mass rotors)

垂直于转子轴线切出小的轴向单元，其质心与转子轴线间的距离。

4.13 轴承支架 bearing support

将负荷由轴承传递给结构主体的部件或组合件。

4.14 基础 foundation

支承机械系统的结构。

注：在旋转机械的振动和平衡范畴内，术语“基础”通常指其上安装整台机器的重型基础结构。

4.15 准刚性转子 quasi-rigid rotor

能在低于转子发生显著挠曲的转速下进行良好平衡的挠性转子。

4.16 平衡转速 balancing speed

平衡转子时的转速。

4.17 工作转速 service speed

转子在最终装配后或现场状态下工作的转速。

4.18 慢转速偏差 slow speed run-out

在不平衡未产生较大振动的低转速时,由转子表面测得的总偏差示值中与转速同频的分量。

注:通常测量慢转速偏差是为了以后在较高转速时,由同一表面测量值中将其减去,使之从不平衡产生的分量中分离。

4.19 电测偏差 electrical run-out

当采用接近式传感器时,测量分量中由剩磁力或电不均匀性产生的,或者由影响传感器校准的其他因素产生的某些误差。

4.20 总偏差示值 total indicated run-out

当从垂直于被测平面的固定旋转轴线测量时,平面轮廓半径最大值与最小值之间的差值。

4.21 装配件 fitment

本身无轴而在平衡前必须安装在某转轴或心轴上的工件。装配件可包括联轴器、滑轮、泵转轮、风扇、砂轮等。

4.22 各向同性的轴承支架 isotropic bearing support

在任何半径方向上具有相等刚度的轴承支架。

4.23 定心接口 spigot

为保持同心的转子部件联轴器的接口。

同义词:定位接口,同心接口 rabbet, pilot

5 不平衡 Unbalance

注:本章术语的定义用于刚性转子的不平衡。它们也可以用于挠性转子。但是由于挠性转子的不平衡随转速而改变,所以对挠性转子给出的任何一不平衡值都必须与某一特定的转速相联系。

5.1 不平衡 unbalance

转子旋转产生离心力所引起的振动力或运动作用于轴承时,该转子所处的状态(见5的注)。

注:① 术语“不平衡”有时用作“不平衡量”或“不平衡矢量”的同义词。

② 不平衡一般沿转子轴向分布,但可分解为:

a. 静不平衡和偶不平衡,在三个指定的平面上以三个不平衡矢量表示;

b. 动不平衡,在两个指定的平面上以两个不平衡矢量表示。

5.2 不平衡矢量 unbalance vector

大小为不平衡量值,方向为不平衡相角的矢量。

5.3 不平衡量 amount of unbalance

转子某平面上不平衡的量值大小,不涉及不平衡的相角位置。它等于不平衡质量与其质心至轴线距离的乘积。不平衡量的单位例如:g·mm等。

5.4 不平衡相角 angle of unbalance

在垂直于转子轴线的平面内并随转子一起旋转的极坐标系中,不平衡质量位于该坐标系中的极角为不平衡相角。

同义词:不平衡相位 phase of unbalance

5.5 不平衡质量 unbalance mass

位于转子特定半径处的质量。该质量与向心加速度的乘积等于不平衡离心力。而向心加速度等于转子轴线和不平衡质量之间的距离与转子角速度(rad/s)平方的乘积。

5.6 静不平衡 static unbalance

中心主惯性轴平行偏离于轴线的不平衡状态。静不平衡可由两个动不平衡矢量的合成给出。

- 5.7 准静不平衡 quasi-static unbalance
中心主惯性轴与转子轴线在质心以外的某一点相交的不平衡状态。
- 5.8 偶不平衡 couple unbalance
中心主惯性轴与转子轴线在质心相交的不平衡状态。
注：① 偶不平衡可由两个动不平衡矢量对于包含转子质心与轴线的平面上某一参考点的力矩矢量和给出。
② 如果转子上的静不平衡在参考点所在平面以外的任何平面上进行校正，则偶不平衡将会改变。
- 5.9 动不平衡 dynamic unbalance
中心主惯性轴与转子轴线既不平行又不相交的不平衡状态。动不平衡可由两个等效的不平衡矢量给出，这两个等效的不平衡矢量分别在两个垂直于轴线的指定平面上并能完全表示转子总的不平衡。
- 5.10 剩余不平衡 residual unbalance
平衡后转子上剩余的不平衡量。
同义词：最终不平衡 final unbalance
- 5.11 初始不平衡 initial unbalance
平衡前转子上存在的不平衡量。
- 5.12 不平衡力 unbalance force
在给定转速下，由转子某校正平面上的不平衡引起的在该平面的离心力（相对于转子轴线）。
- 5.13 合成不平衡力 resultant unbalance force
当转子围绕其轴线旋转时，相对于轴线上任意一点，转子所有质量单元的离心力系的合力。该力总是位于包含转子质心和轴线的平面上。
- 5.14 不平衡力矩 unbalance moment
在包含转子质心和轴线的平面上，转子某质量单元的离心力对于某参考点的力矩。
- 5.15 合成不平衡力矩 resultant unbalance moment
在包含转子质心和轴线的平面上，转子所有质量单元的离心力系对于某参考点的合成力矩。
注：① 合成力矩的角度和大小一般取决于参考点位置。
② 当参考点取在某一位置时，合成力矩的值达到最小值，该参考点称为不平衡中心（centre of unbalance）。
③ 在合成不平衡力为零的情况下，合成力矩与参考点的位置无关。
同义词：不平衡力的合成力矩 resultant moment of unbalance forces
- 5.16 不平衡力偶 unbalance couple
在合成不平衡力为零的情况下，转子所有质量单元的离心力系的合成力偶。
- 5.17 不平衡度(ϵ) specific unbalance
转子单位质量的不平衡量。
在静不平衡时，不平衡度的值等于转子的质量偏心距（见 4.11）。
- 5.18 平衡品质等级 balance quality grade
对于刚性转子以转子不平衡度与转子最大工作角速度的乘积作为分级的量值。
其单位用 mm/s 表示。
- 5.19 受节制的初始不平衡 controlled initial unbalance
通过对转子各部件的单件平衡以及（或者）对转子进行仔细的设计、制造和装配使初始不平衡减至最小，该初始不平衡称为受节制的初始不平衡。
- 5.20 内力矩（由剩余不平衡引起） internal moment (caused by residual unbalance)
除初始不平衡量所在平面的离心力之外，由多平面不平衡校正引起的离心力所产生的弯矩。
注：在直至工作转速的任何转速，刚性转子的内力矩不会明显影响转子平衡。

6 平衡 Balancing

6.1 平衡 balancing

检验并在必要时调整转子质量分布,以保证在相应于工作转速的频率下,剩余不平衡或者轴颈振动和(或)作用于轴承的力在规定范围之内的工艺过程。

6.2 单面(静)平衡 single-plane (static) balancing

调整刚性转子的质量分布,保证剩余的静不平衡量在规定范围之内的工艺过程。

6.3 双面(动)平衡 two-plane (dynamic) balancing

调整刚性转子的质量分布,保证剩余的动不平衡量在规定范围之内的工艺过程。

6.4 平衡允差(U_{per}) balance tolerance U_{per}

刚性转子,对于某径向平面(测量平面或校正平面)规定的不平衡量的最大值,低于该值时,转子不平衡的状态认为合格。

同义词:最大许用剩余不平衡 maximum permissible residual unbalance

6.5 现场平衡 field balancing

转子在原机组轴承和支承结构上而不是在平衡机上进行的平衡过程。

在这种情况下,进行平衡所需要的数据是由测量支承结构的振动力或运动以及(或)测量转子的其他不平衡响应而得到。

6.6 逐步平衡 progressive balancing

将一个或两个部件加于平衡轴上,然后在这些部件上校正组装件的不平衡;之后,再加上另一组部件,在后加的一组部件上校正整个组装件;直至完成该组装件的平衡。这种平衡方法叫逐步平衡。

6.7 精细平衡 trim balancing

通常在现场,校正转子小的剩余不平衡的工艺过程。

6.8 校正方法 method of correction

调整转子的质量分布,把不平衡或由于不平衡引起的振动减少到某一允差值的方法。通常是在转子上增加或减少质量来进行校正。

6.9 分量校正 component correction

在其一校正平面的两个或更多预先确定的角度位置上,增加或减少质量,对不平衡的校正。

6.10 极坐标校正 polar correction

在其一校正平面的某一角度位置上,增加或减少质量,对不平衡量的校正。

6.11 校正平面 correction plane

垂直于转子轴线,在其上校正不平衡的平面。

同义词:平衡平面 balancing plane

6.12 测量平面 measuring plane

垂直于转子轴线,在其上测量不平衡矢量的平面。

6.13 参考平面 reference plane

垂直于转子轴线,在其上不平衡量作为参考的任何平面。

6.14 试验平面 test plane

垂直于转子轴线,在其上可附加试验质量的平面。

6.15 合格界限 acceptability limit

规定的不平衡量的最大值,低于该值时转子不平衡状态认为合格。

6.16 质量定心 mass centring

确定转子主惯性轴的过程。对轴颈、中心或其他有关表面进行机械加工,使由这些表面确定的旋转轴线尽量接近主惯性轴。

- 6.17 校正质量 correction mass
在给定的校正平面上,为把不平衡减小到所要求的范围,附加于转子的质量(或从转子相反位置除去的质量)。
- 6.18 标定质量 calibration mass
某已知质量,用于:
a. 与校验转子一起,以标定平衡机;
b. 在某种类型的第一个转子上,标定软支承平衡机以校正该转子以及同类型的转子。
- 6.19 试加质量 trial mass
任意(或由先前对同样转子的经验)选择并加在转子上以确定转子响应的质量。试加质量通常在试加法平衡或现场平衡中使用。在这种场合,状态不能准确控制或者没有精确的测量设备。
- 6.20 试验质量 test mass
配合校验转子用于测试平衡机的严格规定的质量。
对试验质量的规定应包括其质量和质心位置,这些值的误差的总作用不对试验结果有明显影响。
- 6.21 差分试验质量 differential test masses
在同一横截面上的直径相反位置处,加在转子上的不平衡量不同的两个质量。
注:① 在单一试验质量不适用的情况下,使用差分试验质量。
② 实践中,试验质量顶部高度和螺纹部分保持不变,而改变其顶部直径以获得不同的试验质量。
- 6.22 差分不平衡 differential unbalance
两个差分试验质量之间不平衡的差值。
- 6.23 转位 indexing
为达到所要求的位置,将转子或转子组件转动某一角度。
- 6.24 转位不平衡 indexing unbalance
一个不平衡转子组件的两个部件相对转位之后不平衡量的变化。这种不平衡量的变化通常是由于单个部件的不平衡、配合面的偏差与(或)配合松动引起的。
注:若连结面的配合有可重复性,当一个部件转位 180° 之后,所测得的不平衡量的变化是联结部件所引起的误差的两倍。
- 6.25 转位平衡(应用于多部件的转子组件) index balancing (as applied to multipart rotor assemblies)
对多部件转子组件的每个部件相对于其余部件转位,对之进行校正,消除由其引进的不平衡误差,该过程称为转位平衡。
注:① 转位平衡一般通过平衡某一多部件转子至所要求的范围之内来进行,某部件相对其余部件转位 180° ,校正每一部件转位不平衡的一半。
② 如果不可能转位 180° ,可使用其他角度,不过在这种情况下可能要求矢量计算。
- 6.26 振动传感器平面 vibration transducer plane
垂直于轴线安装振动传感器的平面。
- 6.27 平面转换 plane transposition
在不是初始测量平面的其他平面上确定不平衡量的过程。
- 6.28 四分之一点(用于准刚性转子的平衡) quarter points (as applied to balancing of quasi-rigid rotors)
位于2d类准刚性转子两个校正平面的最优位置处。它距离两端轴承约在轴承跨度的四分之一处。

7 平衡机和平衡设备 Balancing machines and equipment

7.1 平衡机 balancing machine

用于测量转子不平衡的机器。如需要可用于调整被平衡转子的质量分布,使与转速同频的轴颈振动或作用于轴承的力减小。

7.2 重力式平衡机 gravitational balancing machine

用于在非旋转情况下支承刚性转子并提供静不平衡量值和相角数据的平衡机。

同义词:非旋转平衡机 non-rotating balancing machine

7.3 离心力式平衡机 centrifugal balancing machine

用于支承转子,使其旋转,并且提供由转子不平衡引起的与转速同频的振动力或振动数据的平衡机。

同义词:旋转平衡机 rotational balancing machine

7.4 单面(静)平衡机 single-plane (static) balancing machine

为完成单面平衡提供数据的重力式或离心力式平衡机。

注:单面平衡可在两刀口上进行,无需转子旋转,但是,现在更经常地是在离心力式平衡机上进行。

7.5 动(双面)平衡机 dynamic (two-plane) balancing machine

为完成双面平衡提供数据的离心力式平衡机。动平衡机有时也用于完成单面平衡。

7.6 硬支承(测力,低于共振)平衡机 hard bearing (force-measuring, below resonance) balancing machine

平衡转速低于转子-支承系统固有频率的平衡机。

7.7 谐振式平衡机 resonance balancing machine

平衡转速等于转子-支承系统固有频率的平衡机。

7.8 软支承(高于共振)平衡机 soft bearing (above-resonance) balancing machine

平衡转速高于转子-支承系统固有频率的平衡机

7.9 补偿式(零力)平衡机 compensating (null-force) balancing machine

带有机内校正力系统以消除转子中不平衡力的平衡机。

7.10 直读式平衡机 direct reading balancing machine

能直接指示两个测量平面上不平衡相角位置和不平衡质量单位数(例如 g)的平衡机。其校正平面干扰较小,对于某种类的第一个转子不需要单独校正。

7.11 回转直径 swing diameter

平衡机能容纳的最大转子直径。

7.12 现场平衡设备 field balancing equipment

为在装配好的机器上而不是安装在平衡机上进行平衡操作提供数据的测量仪器的组合。

7.13 量值指示器 amount indicator

在平衡机上,用以指示不平衡量值或不平衡效应的刻度盘、量具或仪表等。

7.14 实用校正单位 practical correction unit

与平衡机所指示的不平衡量值单位相应的单位。为了方便起见,它和特定的半径以及校正平面有关,通常表示为任意选定的数量单位,如给定直径的钻孔深度、重量、焊丝长度等。

7.15 配重 counterweight

加在旋转体上的重量块,用以减少在某一所要求的位置上计算出的不平衡。这种重量块可用于使不对称旋转体成为平衡状态或减少该体内的弯矩,例如用于曲轴。

7.16 补偿器 compensator

安装在平衡机内可使转子的初始不平衡为零(通常以电气方式),以加快平面的校正和标定过程

的装置。

- 7.17 相角指示器 angle indicator
用于指示不平衡相角的仪器。
- 7.18 灵敏度开关 sensitivity switch
用于改变不平衡量最大值的控制器,标明量程或比例,通常以 10 : 1 或更小分档。
- 7.19 相角参考发生器 angle reference generator
在平衡中用于产生确定转子相角位置信号的装置。
- 7.20 相角参考标志 angle reference marks
用来表示固定于转子上的相角基准系的标志,它可以是光学的、磁的、机械的或放射性的。
- 7.21 矢量测量装置 vector measuring device
用不平衡矢量来测量和显示不平衡量值和相角的装置,通常用点或线表示。
- 7.22 分量测量装置 component measuring device
用不平衡矢量的选定分量来测量和显示不平衡量值和相角的装置。
- 7.23 平衡机最小响应 balancing machine minimum response
在规定条件下,平衡机检测和指示最小不平衡量能力的量度。
- 7.24 平衡机精度 balancing machine accuracy
平衡机在规定条件下对不平衡量值和相角的测定精度。
- 7.25 校正平面干扰 correction plane interference
在给定转子的某一校正平面上不平衡量的变化所引起的另一校正平面上平衡机指示值的改变。
同义词:校正平面相互影响 correction plane cross-effect
- 7.26 校正平面干扰比 correction plane interference ratios
给定转子的两个校正平面 A 和 B 的干扰比 I_{AB}, I_{BA} 用以下关系式定义:

$$I_{AB} = U_{AB}/U_{BB} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中 U_{AB} 和 U_{BB} 分别表示在平面 B 上加规定的的不平衡量所引起 A 面和 B 面的不平衡量;同样

$$I_{BA} = U_{BA}/U_{AA} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中 I_{BA} 和 U_{AA} 分别表示在平面 A 上加规定的的不平衡量所引起 B 面和 A 面的不平衡量。

- 7.27 不平衡力偶干扰比 couple unbalance interference ratio
不平衡力偶干扰比 I_{sc} 由以下关系式确定:

$$I_{sc} = U_s/U_c \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中: U_s ——当给定的不平衡力偶 U_c 引入转子时,平衡机静不平衡量指示值的改变量。

注:该比率通常用在单面平衡机的测试中,可以用校验转子上试验平面间最大距离与其乘积的百分比表示。

- 7.28 平面分离 plane separation
对于特定转子所进行的减少校正平面干扰比的平衡机操作。
- 7.29 平衡机灵敏度 balancing machine sensitivity
在规定条件下,不平衡指示器的读数增量与不平衡量的增量之比值。
- 7.30 平面分离电路 plane separation (nodal) network
置于传感器和不平衡指示器之间的电路,它不需要特殊放置传感器而是用电气方法完成平面分

离的功能。

7.31 寄生质量 parasitic mass

除被平衡转子质量以外,在转子中由于不平衡力引起运动的任何其他质量。

7.32 永久性标定 permanent calibration

硬支承平衡机的特点,允许平衡机仅进行一次永久性标定,对平衡机能力和转速范围内的任何转子,其标定保持不变。

注:平衡机使用前必须按转子不同的尺寸进行设定(见 7.35)。

7.33 不平衡量减少率(URR) unbalance reduction ratio

经过一次平衡校正减少的不平衡量与初始不平衡量之比,它是不平衡校正总效率的量度,通常以百分数表示。

$$URR = (U_1 - U_2)/U_1 = 1 - U_2/U_1 \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中: U_1 ——初始不平衡量;

U_2 ——一次平衡校正后剩余的不平衡量。

7.34 标定 calibration

对于给定转子及其他基本相同的转子,使规定的校正平面上的不平衡量指示器读数用选定的校正单位来表示的平衡机调整过程;必要时,可包括相角位置的调整。

7.35 设定 setting

对于硬支承平衡机,记入平衡机有关数据的操作,这些数据是:校正平面的位置、轴承位置、校正半径以及适用的转速等。

7.36 机械调整 mechanical adjustment

为平衡转子对平衡机所进行的机械准备的实施。

7.37 自平衡装置 self-balancing device

在正常运转过程中,对于不平衡量的变化能自动进行补偿的装置。

7.38 最小可达剩余不平衡量(U_{mar}) minimum achievable residual unbalance

平衡机能使转子达到的剩余不平衡量的最小值。

7.39 最小可达剩余不平衡度(e_{mar}) minimum achievable residual specific unbalance

在给定的条件下,平衡机能够达到的剩余不平衡度的最小值。

7.40 标称的最小可达剩余不平衡量(U_{mar}) claimed minimum achievable residual unbalance

制造厂对其平衡机规定的并按规定程序测定过的最小可达剩余不平衡的值。

7.41 测量操作(在平衡机上) measuring run (in a balancing machine)

由以下步骤构成的操作:

- a. 平衡机的机械调整,包括驱动装置、工艺装备和专用平衡夹具;
- b. 指示系统的设定;
- c. 为进行平衡操作的转子的准备;
- d. 转子的加速;
- e. 不平衡的测量;
- f. 转子的减速;
- g. 为获得被平衡的转子有关读数所需的任何进一步的操作;
- h. 任何其他所需的操作,例如安全措施等。

注:① 在大批量产品进行平衡的情况下,通常从最初一次测量操作后步骤 a, b 就可省略。在任何情况下的相继测量操作,步骤 a, b, c 均可省略。

② 测量操作有时被称作检验操作(check run)。

- 7.42 平衡操作(在平衡机上) balancing run (on a balancing machine)
包括一次测量操作和相应校正过程的操作。
- 7.43 工序时间 floor-to-floor time
包括平衡操作、检验操作以及装卸所需的全部时间。工序时间通常以 min 表示。
- 7.44 周期率 cycle rate
当平衡转子时,在规定的转速对给定惯性矩的转子进行平衡,平衡机可实施的每小时起停次数(平衡机无损坏)。
- 7.45 生产率 production rate
工序时间的倒数。通常以每小时件数表示。
- 7.46 测定试验 traverse test
通过测定试验,能够确定转子的剩余不平衡量,或者能够校验平衡机的性能与标称的最小可达剩余不平衡量 U_{mar} 是否一致。
- 7.47 垂直轴线自由度 vertical axis freedom
卧式平衡机轴承架或轴承座围绕通过支承中心的垂直轴线以微小角度转动的自由度。
- 7.48 摆重 bob weight
平衡时,装于曲轴销上的附重,以模拟活塞-连杆组件的旋转和往复质量部分。
- 7.49 虚假不平衡示值 phantom unbalance indication
在某些状态下,由不平衡以外与转速同频的信号所导致的不平衡示值。
注:① 虚假不平衡示值可能由以下状态引起:在滑动或滚动轴承上平衡由于垂直轴线自由度(见 7.47)不足;万向轴的方向接头受约束;由转子的轴弯曲引起的交变支承力;旋转磁场或其他类似状态。
② 对于刚性转子,虚假不平衡示值可通过观察在不同平衡转速下的示值的变化,从不平衡示值中分开。
- 7.50 二次补偿器 double compensator
安装在平衡机内的装置,它可消除由工艺装备引起的系统误差对不平衡示值的影响。
- 7.51 辅助轴承 slave bearings
专用的滚动轴承,通常已减小间隙,用在低速平衡机上支承转子。
注:辅助轴承有时也叫平衡轴承,主要用于喷气机的转子平衡,因为在冷态下轴承中的大间隙(适应于工作温度时的膨胀)会引起明显的随机平衡误差。

8 挠性转子 Flexible rotors

- 8.1 (转子)挠曲临界转速 (rotor) flexural critical speed
转子出现最大挠曲时的转子转速,并且转子的这种挠曲远比轴颈的振动显著。
- 8.2 刚性转子振型临界转速 rigid-rotor-mode critical speed
轴颈出现最大振动时的转子转速并且转颈的这种振动远比转子的挠曲显著。
- 8.3 (转子)挠曲主振型 (rotor) flexural principal mode
对于无阻尼的转子-支承系统,转子在某一挠曲临界转速时出现的振型。
- 8.4 多面平衡 multiplane balancing
用于挠性转子平衡,需要在两个以上校正平面上进行不平衡校正的任何平衡过程。
- 8.5 影响系数法 influence coefficient method
根据线性振动理论求得影响系数,以进行平衡的一种挠性转子平衡方法。
- 8.6 振型平衡 modal balancing
平衡挠性转子的一种方法,分别在有影响的各阶挠曲主振型下进行不平衡校正把振幅减小到规定范围之内。
- 8.7 第 n 阶振型不平衡量 n th modal unbalance

只对转子-支承系统挠曲曲线的第 n 阶主振型起作用的不平衡量。

注：① 这一不平衡分量可用 U_n 量度。

$$U_n = \int_0^L \mu(z)e(z)\phi_n(z) dz = e_n m_n$$

式中： $e(z)$ ——沿转子轴向在点 z 处局部质量中心的偏心距；

L ——转子长度；

$\phi_n(z)$ ——第 n 阶振型函数；

$\mu(z)$ ——转子单位长度上的质量；

e_n ——第 n 阶振型偏心距；

m_n ——第 n 阶模态质量。

② 第 n 阶振型不平衡量不是一个单一的不平衡量，而是一个按第 n 阶振型分布的分布量。

$$u_n(z) = e_n \mu(z) \phi_n(z) = \frac{U_n}{m_n} \mu(z) \phi_n(z)$$

单一的不平衡矢量 U_n 对第 n 阶主振型的作用可表示为：

$$U_n = e_n m_n = e_n \int_0^L \mu(z) \phi_n^2(z) dz = \int_0^L [e_n \mu(z) \phi_n(z)] \phi_n(z) dz$$

8.8 等效第 n 阶振型不平衡量 equivalent n th modal unbalance

对挠曲曲线的第 n 阶主振型的作用效果相当于第 n 阶振型不平衡量的最小单一不平衡量 U_{ne} 。

注：① 有关系式 $U_n = U_{ne} \phi_n(z_c)$

式中： $\phi_n(z_c)$ —— $z = z_c$ 时的振型函数值；

z_c ——施加 U_{ne} 处的横截面轴向坐标。

② 在适当数目的校正平面上，按一定比例分布，以影响所考虑的第 n 阶振型的一组分布不平衡量，称为等效第 n 阶振型不平衡量组。

③ 等效第 n 阶不平衡量除影响第 n 阶振型外，还影响其他某些振型。

8.9 振型不平衡允差 modal unbalance tolerance

对应于某一振型所规定的等效振型不平衡量的最大值，在该振型下，低于该值的不平衡状态认为合格。

8.10 倍频振动 multiple-frequency vibration

频率相当于转速相应频率整数倍的振动。

8.11 热致不平衡 thermally induced unbalance

由于温度变化而引起的转子不平衡状态的明显改变。这种状态变化可以是永久的或暂时性的。

8.12 低速平衡(对于挠性转子) low speed balancing (relating to flexible rotors)

在被平衡转子能视为刚性转子的转速下进行的平衡过程。

8.13 高速平衡(对于挠性转子) high speed balancing (relating to flexible rotors)

在被平衡转子不能视为刚性转子的转速下进行的平衡过程。

8.14 不平衡敏感度 susceptibility to unbalance

在某工作期限内，以机器本身发生不平衡变化的概率表示。

8.15 不平衡灵敏度 sensitivity to unbalance

机器本身对不平衡变化反应的量度，在数值上以振动矢量变化对不平衡矢量变化的比值表示。

8.16 局部灵敏度 local sensitivity

转子在规定转速下,在指定测量平面上位移或速度矢量变化对某一平面上不平衡矢量变化的比值。是一有量纲的量。

同义词:影响系数 influence coefficient

8.17 振型函数 $[\phi_n(z)]$ mode function

描述相应振型中转子挠曲形状的函数。

8.18 模态质量 (m_n) modal mass

是一具有质量量纲的系数,表示为:

$$m_n = \int_0^L \mu(z) \phi_n^2(z) dz \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中: $\mu(z)$ ——转子单位长度的质量;

L ——转子长度。

8.19 振型放大系数 modal amplification factor

振型振动位移矢量与振型偏心距的比值,是一无量纲的量,对于第 n 阶振型表示为:

$$M_n = \frac{\left(\frac{\Omega}{\omega_n}\right)^2}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\Omega}{\omega_n}\right)^2\right]^2 + 4\zeta_n^2\left(\frac{\Omega}{\omega_n}\right)^2}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中: Ω ——旋转速度;

ω_n ——第 n 阶临界(共振)转速;

ζ_n ——模态阻尼比。

8.20 振型灵敏度 modal sensitivity

振型位移矢量变化对振型偏心距(振型不平衡量除以模态质量)变化的比值,是一无量纲的量。在实际确定振型灵敏度时,应注意选取有关的振型分量。对于第 n 阶振型,振型灵敏度等于振型放大系数 M_n 的值。

8.21 无量纲转速(第 n 阶振型) non-dimensional speed (n th mode)

轴的转速除以相应临界转速(共振转速)的值,即 Ω/ω_n 。

8.22 模态阻尼比 (ζ_n) (第 n 阶振型) modal damping ratio (n th mode)

对第 n 阶模态阻尼作用的量度。有时以 Q_n 因子表示,它为 $\Omega/\omega_n=1$ 时,振型放大系数的值,表示为:

$$Q_n = \frac{1}{2\zeta_n} \quad \dots\dots\dots (7)$$

8.23 振型偏心距(第 n 阶振型) modal eccentricity (n th mode)

第 n 阶振型不平衡量除以第 n 阶模态质量的值。

$$e_n = U_n/m_n \quad \dots\dots\dots (8)$$

同义词:振型不平衡度(第 n 阶振型) specific modal unbalance (n th mode)

9 旋转刚性自由体 Rotating rigid free-bodies

本章的定义适用于旋转刚性自由体,但是,当这种物体安装在平衡机上时,它可以视为一个转子,在这种情况下,3~7章的定义均能适用。

9.1 刚性自由体 rigid free-body

具有刚性的内部连接而无外部约束的质点系。

9.2 旋转刚性自由体 rotating rigid free-body

围绕某轴线旋转的刚性自由体。如果旋转轴线不是中心主轴则旋转轴线是不固定的。

9.3 质心 centre of mass

与物体(质点系)质量分布有关的一点,该点的位置由以下公式确定。位于 r_i 处的点质量 m_i ($i=1, 2, \dots, N$)组成的物质系的质心位置 r_c 为:

$$r_c = \frac{\sum_{i=1}^N m_i r_i}{\sum_{i=1}^N m_i} \dots\dots\dots (9)$$

注:质心也可定义为物体(质点系)作加速移动时的惯性力中心。

9.4 主轴位置 principal axis location

由质心对设计轴的偏离以及主轴与设计轴的倾角定义的主轴位置。

9.5 设计轴 design axis

围绕其进行平衡的部件和组件的设计轴线。在理想情况下,设计轴同旋转轴。

9.6 刚性自由体不平衡 rigid free-body unbalance

在平衡机上,当围绕旋转轴产生旋转运动时,由于离心力的作用,存在于任一旋转刚性自由体中的状态。

注:① 主轴的旋转运动,可以是圆柱形或圆锥形的,或者是两者的合成。

② 刚性自由体静不平衡,刚性自由体偶不平衡和刚性自由体动不平衡的定义,除了用旋转轴而不是用转子轴线作为基准轴线外,与5.6,5.8和5.9的定义相同。

9.7 刚性自由体平衡 rigid free-body balancing

检验并在必要时调整刚性自由体质量分布,以保证主轴位于规定范围之内内的工艺过程。

10 平衡机工艺装备 Balancing machine tooling

10.1 仿真转子 dummy rotor

在平衡过程中,代替转子或转子部件有相当刚性及同样动态特性(质心位置、质量和惯性矩)的装置。

10.2 心轴 mandrel

在其上装工件,供平衡用的机加工过的轴。

同义词:平衡心轴 balancing arbor

10.3 心轴不平衡偏置 unbalance bias of a mandrel

加于平衡心轴的某已知不平衡量。

注:通常用于在采用单一的平衡心轴平衡一批有同样质量的转子时,将平衡心轴偏置,补偿由平衡心轴的转子配合表面偏差引起的剩余不平衡,或者在特定的角度位置引入一个规定的的不平衡量,用于平衡工件在从平衡心轴取出后具有所规定的的不平衡量。

同义词:平衡心轴不平衡偏置 unbalance bias of a balancing arbor

- 10.4 偏置质量 bias mass
加于心轴(平衡心轴)以产生所要求的不平衡偏置的质量。
- 10.5 主转子 master rotor
可在已知位置上添加校验质量并用于定期检验平衡机的标定转子。
- 10.6 节杆 nodal bar
通过轴承与挠性支承着的刚性转子连接的刚性杆,其运动基本与转子轴线的运动平行。
注:① 其作用是把传感器放置在相应于校正平面撞击中心的转动中心处,以达到校正平面分离的目的。
② 置于上述位置的传感器具有最小的校正平面干扰比。
- 10.7 标定转子 calibration rotor
用于标定平衡机的转子(通常是一批转子中的第一个)。
- 10.8 校验转子 proving rotor
为检验平衡机而设计的适当质量的刚性转子,这种转子已平衡到足以能用加重方法引入准确的不平衡量,其量值和相角位置具有高度的重复性。
同义词:试验转子 test rotor .

附录 A
平衡机术语图解指南
(参考件)

A1 概述

本附录以图解方式提供了平衡机术语,它们适用于各种场合,例如技术文件,说明书和产品样本等。

A2 术语图解

本标准的平衡机术语在图 A1 至图 A20 中分别做出图解说明。

A3 术语编目

在图 A1 至图 A20 的图注中给出了平衡机术语及相应的数字编目。

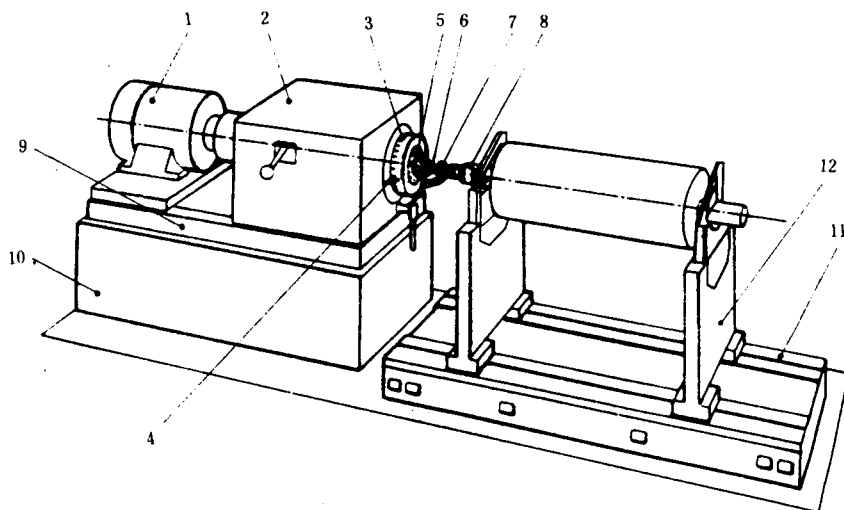


图 A1 轴端传动的平衡机

1—驱动马达	1 Drive motor
2—主轴箱	2 Headstock
3—分度器(刻度盘)	3 Protractor/angle scale
4—转位标记	4 Index mark
5—面板	5 Face plate
6—万向节传动轴	6 Universal joint drive shaft
7—传动轴安全防护器	7 Drive shaft safety guard
8—联轴器	8 Drive adaptor
9—底板	9 Sub-base
10—底座	10 Plinth
11—床身	11 Bed
12—摆架	12 Support