免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

ICS 21. 120. 40
J 72

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 9101－1999

通风机转子平衡

Fan rotor balance

1999-07-12 发布 **2000-01-01** 实施

国 家 机 械 工 业 局 发 布

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

前　　言

本标准参考采用了 ISO 1940–1：1986《机械振动—刚性转子的平衡质量要求　第 1 部分　允许残余不平衡量的确定》。

本标准是对 ZB J72 042—90《通风机转子平衡》的修订。修订时只对原标准作了编辑性修改。

本标准自实施之日起代替 ZB J72 042—90。

本标准的附录 A 是提示的附录。

本标准由全国风机标准化技术委员会提出并归口。

本标准负责起草单位：沈阳鼓风机厂。

本标准主要起草人：林学民、陈明良、江季麟。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

中 华 人 民 共 和 国 机 械 行 业 标 准

JB/T 9101－1999

通风机转子平衡

代替 ZB J72 042—90

Fan rotor balance

1 范围

本标准规定了通风机转子的平衡方法、平衡品质等级、平衡设备精度要求、校正方法及复验的规定。

本标准适用于离心通风机、轴流通风机转子或叶轮的平衡。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 1184—1996 形状和位置公差 未注公差值

GB/T 4201—1984 通用卧式平衡机 校验法

GB/T 6444—1995 机械振动平衡 术语

3 术语及符号

本标准所涉及的有关平衡的术语及符号应符合 GB/T 6444 的规定。

4 转子型式

通风机转子按结构分为 8 种型式，见图 1。

5 转子平衡方法

通风机转子一般属于刚性转子，其平衡方法分为单面（静）平衡和双面（动）平衡。

5.1 单面（静）平衡

5.1.1 单面（静）平衡是基于旋转体的不平衡量近似地处于旋转体质心所在的平面上，用一个校正平面通过重力场内的摆动进行平衡的方法。

5.1.2 采用单面（静）平衡的条件

a）当最高工作转速 $n<1\ 500$ r/min、叶轮（或带轮）宽度 B 与叶轮（或带轮）直径 D 之比小于或等于 0.2 时；

b）当最高工作转速 $n\geqslant 1\ 500$ r/min、叶轮（或带轮）宽度 B 与叶轮（或带轮）直径 D 之比小于或等于 0.1 时；

c）静平衡设备可以满足所要求的转子平衡品质等级且只能进行单面（静）平衡时。

注

1 叶轮宽度 B 系指叶轮在轴线上投影的最大距离。

2 叶轮直径 D 系指叶轮的最大外圆直径。

国家机械工业局 **1999-07-12** 批准 **2000-01-01** 实施

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

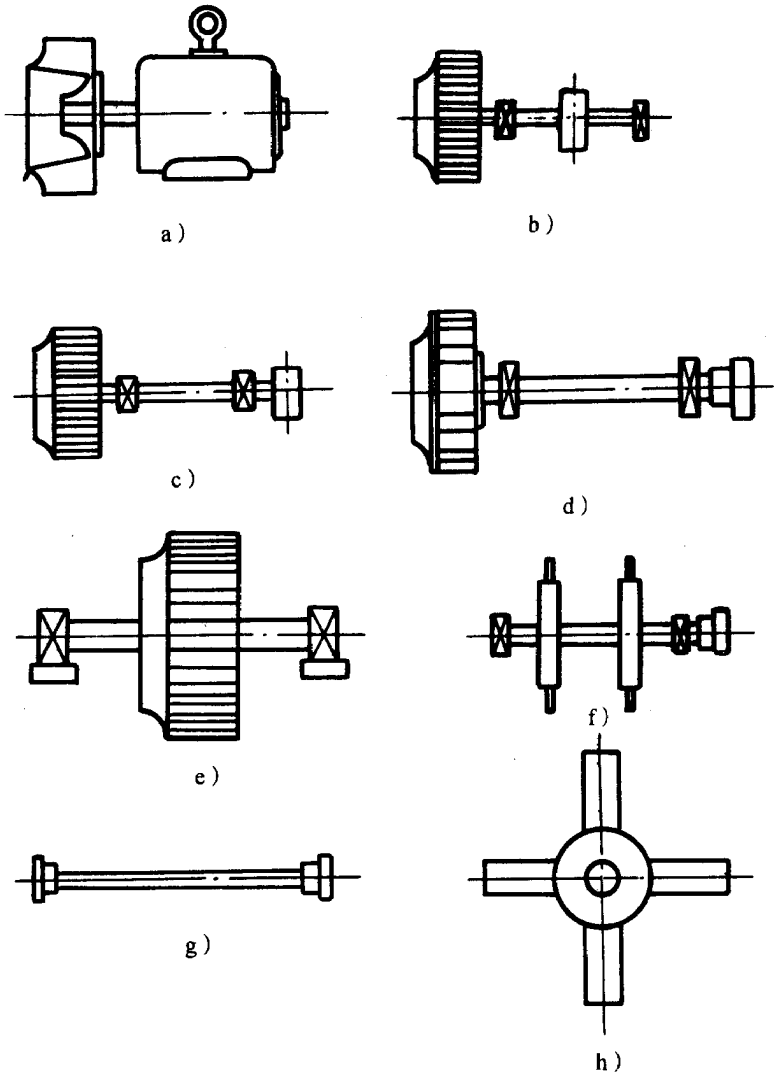


图 1

5.2 双面（动）平衡

5.2.1 双面（动）平衡是在转子旋转时，利用两个校正平面进行平衡的方法。

5.2.2 采用双面（动）平衡的条件

a）不符合 5.1 所述的条件者；

b）图样中明确规定须进行双面（动）平衡时；

c）机组运行中轴承的振动值超过允许值时。

5.3 转子的平衡品质等级

5.3.1 叶轮直接组装在电机轴头上的通风机[图 1a）]，其电机转子已在出厂前经过平衡，对此，允许按 5.1、5.2 的规定对叶轮单独进行平衡，其平衡品质等级为 5.6 mm/s。

5.3.2 叶轮装在传动组的一端[图 1d）]，转子质心在左支承或右支承外侧的悬臂支承的转子，可对叶轮单独进行平衡，且转子组装后不再进行整体平衡，当平衡轴按标准规定制造具有较高的尺寸精度及同轴度且平衡轴与叶轮孔保持无间隙配合的条件下一起平衡时，其平衡品质等级为 5.6 mm/s，转子质量按叶轮与平衡轴质量之和进行计算。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

5. 3. 3 叶轮装在传动组的一端，另一端装带轮[图 1c）]，转子质心在左支承或右支承外侧的悬臂支承的转子，可对叶轮、带轮分别单独进行平衡[全部表面都加工的带轮可不做双面（动）平衡]，且组装后不再进行平衡。当平衡轴按标准规定制造具有较高的尺寸精度及同轴度，且平衡轴与叶轮或带轮孔保持无间隙配合的条件下一起平衡时，其平衡品质等级为 5.6 mm/s，转子质量按叶轮与平衡轴质量之和进行计算。

5. 3. 4 叶轮装在传动组的一端，带轮装在两支承中间的转子[图 1b）]，其规定同 5.3.3。

5. 3. 5 支承分布在转子质心的两侧 [图 1 e）]，可对整个转子按平衡品质等级 6.3 mm/s 进行平衡。当质心位于两支承间距中间的 1/3 长度范围内（见图 2），且两校正平面与质心基本等距时，两侧质量按转子质量的 1/2 计算，如超出上述范围，两侧质量应按质心与两校正平面实际距离比例分配每侧实际质量。

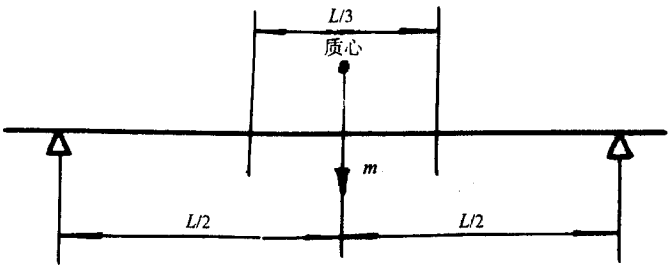


图 2

5. 3. 6 支承分布在转子质心的两侧[图 1f）]，其规定同 5.3.5。

5. 3. 7 传动轴（空心轴）的平衡[图 1g）]，两端应设有平衡支承的基准面，基准面应与轴颈表面和装联轴器处轴径保持同心，其同轴度公差不得大于 0.02 mm，传动轴应经双面（动）平衡，其平衡品质等级为 6.3 mm/s。

5. 3. 8 单级大型轴流或冷却塔（图 1 h）通风机叶轮的平衡，按 5.1 进行单面（静）平衡，且组装在变速器轴上后不再进行平衡。采用立式静平衡机进行静平衡时，叶轮平衡后的许用不平衡量应不大于表 1 规定值。

表 1

叶 轮 直 径 mm	许用不平衡量 g • mm	叶 轮 直 径 mm	许用不平衡量 g • mm
3 000	13 500	7 100	75 615
3 550	18 900	8 000	96 000
4 000	24 000	9 000	121 500
4 500	30 375	10 000	150 000
4 700[1)]	33 135	12 500	234 375
5 000	37 500	16 000	384 000
6 300	59 535	20 000	600 000
1）该机号不属于 R40 系列，根据使用要求，暂时保留。			

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

6 平衡设备和工艺装备的精度

6.1 根据平衡工件的质量和平衡品质等级选择相应的平衡设备。

6.2 平衡设备需定期按 GB/T 4201 的规定进行测定，其精度应等于或高于工件的平衡品质要求。

6.3 平衡轴本身应有足够的刚度，其质量力求最小，且应经过双面（动）平衡，其平衡品质等级为 2.5 mm/s。

6.4 平衡轴与叶轮的配合不得有间隙存在，平衡轴的平衡支承面及平衡轴驱动端轴径与工件配合部分的同轴度公差应不大于 0.02 mm。平衡支承面应硬化处理，其硬度不低于 40 HRC，支承面粗糙度 R_a 值不大于 1.60 μm；圆柱度公差应不低于 GB/T 1184 中 6 级公差的规定。

6.5 如果转子为单键结构，应在相应键槽处配装半键（键质量的一半，即键的长、宽不变，高度减半）进行平衡补偿。

7 校正方法及要求

7.1 焊接结构叶轮校正质量（配重）的材质应与被焊母材相同，其厚度不得超过被焊母材的厚度。采用与焊接叶片相同的方法满焊在叶轮轮盘（盖）外侧面上，校正质量（配重）四周应倒棱，外形整洁，焊缝不得有裂纹。校正质量（配重）的数量及位置与 7.5 的要求相同。

7.2 铆接结构叶轮校正质量（配重）一般采用铆接方法固定在叶轮轮盘（盖）外侧面上，铆钉的材质、直径及数量（数量不得少于 2 个，并留有一定间距），应通过强度计算加以确定。校正质量（配重）的数量、形状及位置与 7.1 及 7.5 的要求相同。

7.3 铸造结构的叶轮和带轮当校正质量（配重）是以螺钉固定钢板时，螺钉的材质、直径及数量（数量不得少于 2 个，并留有一定间距），应通过强度计算加以确定。螺钉紧固之后必须采取防松措施。校正质量（配重）的数量、形状及位置与 7.1 及 7.5 的要求相同。

7.4 当叶轮需要的校正质量（配重）很少时，允许在不平衡的偏重方向上用砂轮磨削去重量，并应避开焊缝及铆钉头部位置。磨削深度不得使轮盘（盖）厚度小于图样的允许值，被磨削表面不得出现局部退火现象，磨削表面与原始表面应光滑过渡，不应出现凸棱。

7.5 校正质量（配重）的数量在同一校正平面上不得超过两块，两块相互间的相位差不得大于 90°。校正质量块（配重）的外边缘与叶轮轮盘（盖）外边缘的最小距离不得小于 10 mm。

7.6 校正质量（配重）不得采用其它附着物（如涂厚油漆）进行补偿。

8 平衡品质等级的表示方法

8.1 平衡品质等级 G 由转子质量偏心距 e 与转子的最高工作角速度 ω 之积除以 1000 所得值来表示，见式（1）：

$$G=\frac{ew}{1000} \qquad (1)$$

式中：G——平衡品质等级，mm/s；

e——转子质量偏心距，μm；

ω——角转速，$\omega=\frac{2pn}{60}$，rad/s；

n——转子的最高工作转速，r/min。

如果 n 代替 ω，平衡品质等级 G 由式（2）表示：

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

$$G = \frac{en}{9550} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

8.2 当通风机转子的平衡品质等级规定为 6.3 mm/s（即 $6.3=\frac{ew}{1000}$），若已知转子的最高工作转速，即能按式（1）或式（2）求出转子允许质量偏心距 *e*（μm），也可由表 2 或图 3 得出。

表 2

转子最高工作转速 *n* r/min			300	375	500	600	750	1 000	1 500	3 000
平衡品质等级 *G* mm/s	6.3	允许质量偏心距 *e* μm	200	160	120	100	80	60	40	20
	5.6		178	143	107	89	71	53	36	18
	4.0		127	102	76	64	51	38	25	12.7
	2.3		80	64	48	40	32	24	16	8

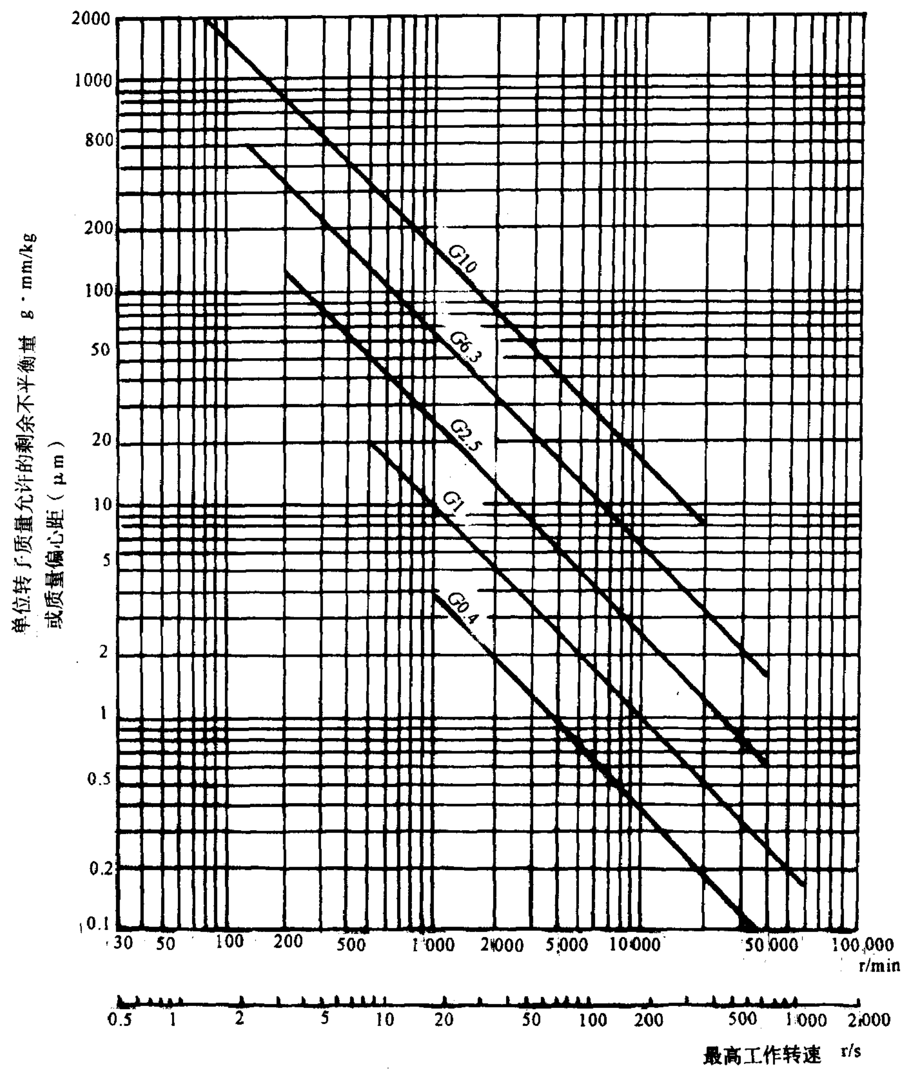


图 3

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

9 许用不平衡量的确定

9.1 对实际转子或叶轮，当平衡品质等级确定之后，可由已知的转子允许质量偏心距 e 乘以转子质量 m，按式（3）求出转子的许用不平衡量 U。

$$U=em \quad \cdots\cdots (3)$$

式中：U——转子的许用不平衡量，g·mm；

e——转子的许用质量偏心距，μm；

m——转子质量，kg。

9.2 用一个校正面进行单面（静）平衡时（圆盘形转子），其校正平面上的许用不平衡量等于 U。

9.3 用两个校正平面进行双面（动）平衡，当转子质心位于两支承间距中间的 1/3 长度范围内，且两校正平面与质心基本等距时，在每个校正平面上的许用不平衡量等于 U 的一半，即：

$$U_1=U_2=\frac{em}{2} \quad \cdots\cdots (4)$$

9.4 当转子质心位于两支承间距之内，但两校正平面与质心呈非对称配置时，需按转子质量的分布比例分配其校正平面Ⅰ及校正平面Ⅱ的许用不平衡 U_1 及 U_2（见图 4），由式（5）、式（6）得出：

$$U_1=em\frac{b}{(a+b)} \quad \cdots\cdots (5)$$

$$U_2=em\frac{a}{(a+b)} \quad \cdots\cdots (6)$$

式中：U_1——校正平面Ⅰ的许用不平衡量，g·mm；

U_2——校正平面Ⅱ的许用不平衡量，g·mm；

b——校正平面Ⅱ与质心的距离，mm；

a——校正平面Ⅰ与质心的距离，mm。

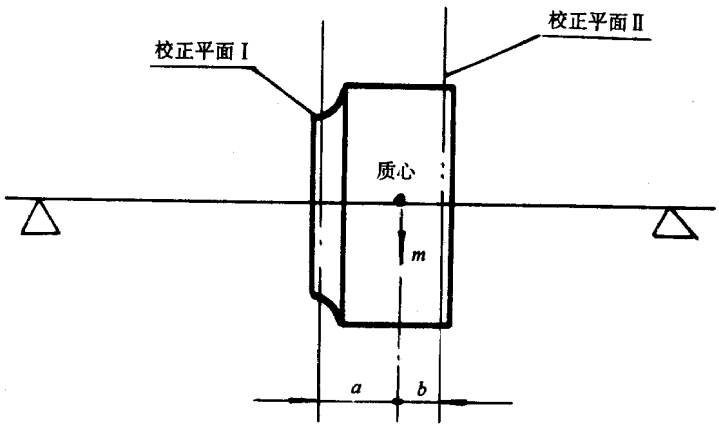


图 4

9.5 在某一校正平面按该校正平面内的剩余不平衡量 U_i、校正半径 r_i 可计算出校正质量（配重）m_i，其关系见式（7）：

$$m_i r_i=U_i \quad \cdots\cdots (7)$$

式中：U_i——平衡机显示出的某一校正平面的剩余不平衡量，g·mm。

r_i——在该校正平面上的校正半径，mm；

m_i——在该校正平面上的校正质量，kg。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

10 平衡品质的检验与复验

10. 1 平衡品质的检验分为制造厂正常生产中进行的检验和向用户交货验收或产品抽试对已完成平衡转子的复验。制造厂正常生产中进行的平衡，剩余不平衡量应低于许用不平衡量的规定值；在向用户交货验收或产品抽试的复验中，剩余不平衡量允许超过许用不平衡量的规定值，对两种检验的限定值应符合表 3 的规定。

表 3

平衡品质等级 G mm/s	正常生产检验限定值	交货验收或产品抽试复验限定值
2.5	≤90%规定值	≤115%规定值
4.0		
5.6		
6.3		

10. 2 双面（动）平衡部件在软支承动平衡机上的复验可采用下述两种方法。

10. 2. 1 加重法检验

在校正质量（配重）已固定在转子上，根据平衡机仪表所显示的两校正平面上剩余不平衡量的量表读数及相位，分别在各校正平面内偏重的相位上加一试验质量（试重），使其等于该校正平面的许用不平衡量，然后开动平衡机观察仪表读数，如果新读数是未加试验质量（试重）前读数的 1 倍以上，则在一般精度要求下即认为平衡合格。

10. 2. 2 作曲线图法检验

在校正质量（配重）已固定在转子上，并已知平衡机仪表显示的两校正平面上剩余不平衡量的量表读数及相位，分别在各校正平面上（两个校正平面的检验应分别进行）加一试验质量（约为该校正平面许用不平衡量的 2~5 倍），在该校正平面上等分移动数次（必须确定一致的校正半径，见图 5），每移动一个位置，由平衡机仪表获得一个量表读数及相位，按记录作出位置与量表读数及相位的正弦曲线图（图 6）。当未加试验质量（试重）时，量表读数为 A_0，当试验质量（试重）为 k 时，则在加试验质量（试重）的半径 r（校正半径）圆周上所剩余的不平衡质量按式（8）计算：

$$g=\frac{k}{1+\frac{A}{A_0}} \quad \cdots\cdots (8)$$

式中：g——剩余不平衡的质量，kg；

k——试验质量，kg；

A——在剩余不平衡量的反相位由试验质量（试重）产生的量表读数；

A_0——未加试验质量的量表读数。

然后用经计算得出的 g 乘以校正半径 r，即为该校正面实际剩余的不平衡量（相位可由图 6 确定），再与许用不平衡量比较，若小于或等于限定值为合格。这种方法作为平衡等级要求时使用。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

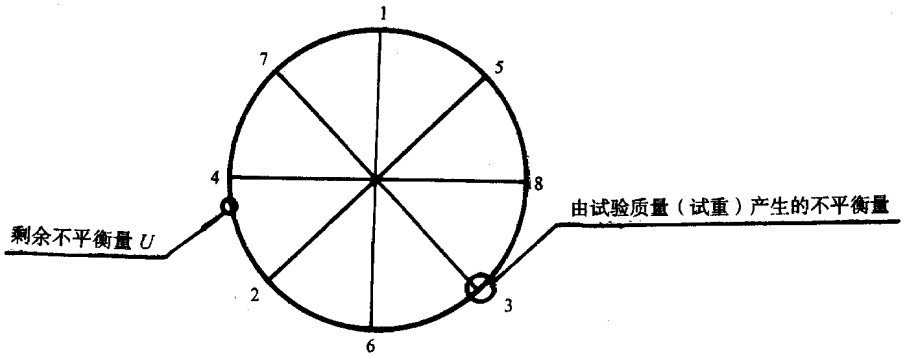


图 5

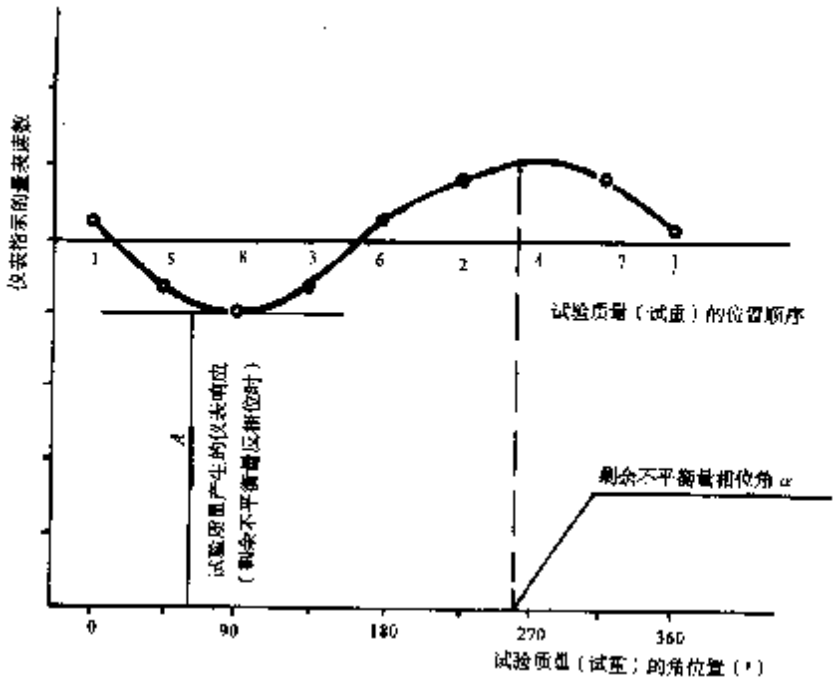


图 6

10. 3 双面（动）平衡部件在硬支承平衡机上可直接由仪表读出剩余不平衡量。

10. 4 在平衡品质检验时，必须消除万向联轴节的不平衡对转子平衡的影响。其方法是当转子经双面（动）平衡之后，在靠近万向联轴节侧的校正平面上，仪表显示其剩余不平衡量的量表读数为$|\vec{A}|$（格），相位角 α（°），将转子相对万向联轴节转过 180°，连接后再开一次车，得到新的量表读数为$|\vec{B}|$（格），新的相位角 β（°），则$\frac{\vec{A}-\vec{B}}{2}=\vec{U}$为转子剩余不平衡量。利用图解法（图 7）或式（9）~式（16）即可得出消除万向联轴节不平衡影响之后的转子剩余不平衡量$|\vec{U}|$（格）、相位角 θ（°）。

$$A_x=|\vec{A}|\cos\alpha \quad \cdots\cdots (9)$$

$$A_y=|\vec{A}|\sin\alpha \quad \cdots\cdots (10)$$

$$B_x=|\vec{B}|\cos\beta \quad \cdots\cdots (11)$$

$$B_y=|\vec{B}|\sin\beta \quad \cdots\cdots (12)$$

$$|\vec{U}|=\frac{\sqrt{(A_x-B_x)^2+(A_y-B_y)^2}}{2} \quad \cdots\cdots (13)$$

式中：A_x——矢量$\vec{A}$在横坐标 x 轴上的投影；

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

A_y——矢量 $\vec{A}$ 在纵坐标 y 轴上的投影；

B_x——矢量 $\vec{B}$ 在横坐标 x 轴上的投影；

B_y——矢量 $\vec{B}$ 在纵坐标 y 轴上的投影。

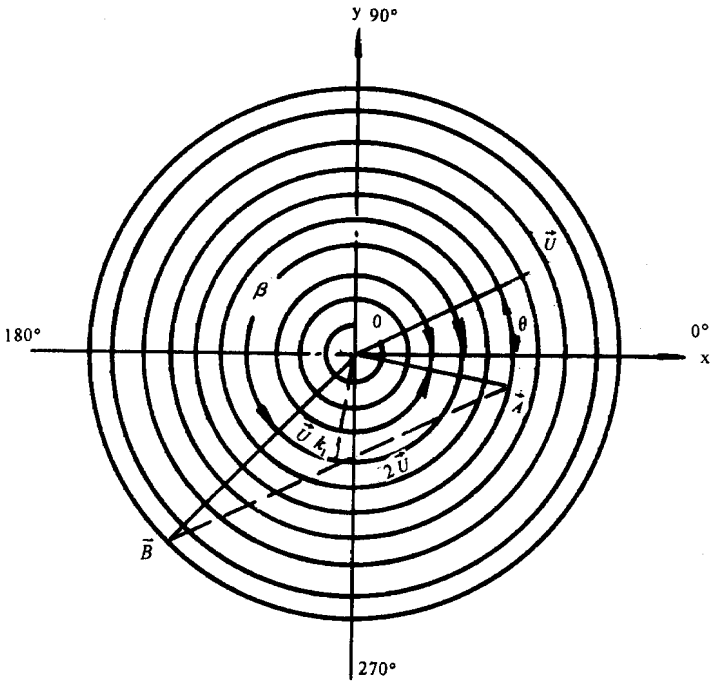
$$\left.\begin{array}{l}\text{当}A_x = B_x > 0\text{时}, q = 90^\circ \\ \text{当}A_x = B_x < 0\text{时}, q = -90^\circ\end{array}\right\} \quad \cdots\cdots (14)$$

当–90°＜ θ ＜90°时：

$$\theta = \arctan\frac{A_y - B_y}{A_x - B_x} \quad \cdots\cdots (15)$$

当 90°＜ θ ＜270°时：

$$\theta = \pi + \arctan\frac{A_y - B_y}{A_x - B_x} \quad \cdots\cdots (16)$$



$\vec{A}$—6 格 350°；$\vec{B}$—10 格 225°

图 7

10.5 按附录 A（提示的附录）格式，填写转子或叶轮的平衡检验记录卡。

11 设计图样中平衡要求的标注

11.1 设计图样中应指明校正平面的位置。

11.2 设计图样中应指明转子或叶轮最高工作转速、转子质量及要求的平衡品质等级。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

附　录　A
（提示的附录）
通风机转子（叶轮）平衡检验记录卡

产品型号、规格　　编号：

项　　目	单　位	位　　置	
		轮盖侧（校正平面Ⅰ）	轮盘侧（校正平面Ⅱ）
剩余不平衡角度（由驱动端看，角度记入图中）			
最高工作转速	r/min		
平衡品质等级 *G*	mm/s		
工件质量	kg		
平衡轴质量	kg		
平衡转速	r/min		
许用不平衡量	g·mm		
剩余不平衡量	g·mm		
工件最大直径	mm		
校正半径	mm		
校正质量（配重）	kg		
动平衡机规格型号			

操作者：　　检验员：

日　期：　　年　　月　　日　　日　期：　　年　　月　　日

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

JB/T 9101—1999

中 华 人 民 共 和 国
机 械 行 业 标 准
通风机转子平衡
JB/T 9101－1999
*
机械科学研究院出版发行
机械科学研究院印刷
（北京首体南路 2 号　　邮编 100044）
*
开本 880×1230　1/16　印张 1　字数 22,000
1999 年 12 月第一版　1999 年 12 月第一次印刷
印数 1－500　　定价 **10.00** 元
编号　**99－1032**

机械工业标准服务网：http://www.JB.ac.cn

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载