

第十章 参考标准

为了方便现场诊断查找使用，我们把收集到的各类有代表性的诊断标准，按照国际标准化组织、国际电工委员会、相关国家标准和诊断对象分类列出，同时把属于同类设备的有关标准排列在一起，它们在数值上可能有些差异，我们可以根据诊断对象的具体情况参照选用。在每个标准后面，以“注”的形式简要说明了该标准的主要特点、约束条件及应用范围。

第一节 国际标准化组织（ISO）的相关标准文件

一、可予采用的国际标准

ISO 1925 机械振动——平衡——名词术语

ISO 1940（全部）机械振动——刚性转子的平衡品质要求

ISO 2017-1 机械振动与冲击——弹性安装系统——第一部分：主动与被动隔离的应用

ISO 2041 振动与冲击——名词术语

ISO 2954 旋转与往复机器的机械振动——对振动烈度测量仪的要求

ISO 5348 机械振动与冲击——加速度计的机械安装

ISO 7919（全部），非往复机械的振动——在转轴上的测量及评价准则

ISO 8528-9 由往复式内燃机驱动的交流发电机组——第九部分：机械振动的测量与评定

ISO 8569 机械振动与冲击——振动与冲击对室内敏感设备影响的测量与评价

ISO 10816（全部），机械振动——在非旋转部件上测量和评价机器的机械振动

ISO 11342: 1998, 机械振动——挠性转子机械平衡的方法与准则

ISO 13372, 机器的状态监测及诊断——名词术语

ISO 13373-1, 机器的状态监测及诊断——振动状态监测与诊断——第一部分：总则

ISO 13379, 机器的状态监测及诊断——数据解释及诊断技术的一般指南

ISO 14694, 工业风机——平衡品质与振动水平技术要求

ISO 14695, 工业风机——风机振动的测量方法

ISO 17359, 机器的状态监测与诊断——一般指南

ISO 18436, 机器的状态监测及诊断——个人培训及认证的必要条件——部分 1: 对认证机构及认证过程的要求。

二、旋转机械振动诊断标准

表 10-1 机械振动诊断标准 (ISO 2372 和 ISO 3945)

振动强度		ISO 2372				ISO 3945	
分级范围 速度有效值 mm/s		I 级	II 级	III 级	IV 级	刚性 基础	柔性 基础
0.28	0.28	A	A	A	A	优	优
0.45	0.45						
0.71	0.71						
1.12	1.12	B	B	B	A	良	良
1.80	1.80						
2.80	2.80	C	C	C	B	可	可
4.50	4.50						
7.10	7.10	D	D	D	D	不可	不可
11.20	11.20						
18	18						
28	28						
45	45						
71	71						

- 注: 1. ISO2372振动标准中, 把诊断对象分为4个等级: I级: 小型机械, 15kW 以下电动机等; II级: 中型机械, 15~75kW 电动机等; III级: 刚性安装的大型机械(600~12000 r/min); IV级: 柔性安装的大型机械(600~12000 r/min)。
2. A、B、C、D及“优”、“良”、“可”、“不可”代表对设备状态的评价等级: A—良好, B—允许, C—较差、D—不允许。
3. 采用 ISO 2372 标准时, 要考虑被诊断设备的功率大小, 基础型式, 转速范围等约束条件; 采用 ISO 3945 标准时, 要考虑基础特性。

4. 标准 ISO 2372 和 ISO 3945 所采用的诊断参数均为速度有效值(V_{rms})。

支承基础分刚性与柔性两类,我国原机械工业部的相关标准中规定,当支承系统的一阶固有频率低于机组的主激振频率(指轴的转频)时属于柔性基础,反之则属于刚性基础。

三、电动机振动标准

电动机也属于旋转机械。它是一种原动机,为它制定了专用标准后,便于单机检测,也有利于加强对电动机的维护管理。国际标准化组织制订的 ISO 2373 标准和德国标准 DIN45665,在内容上是相同的,故合并列于表 10—2。

表 10-2 电动机振动标准 (ISO 2373 和 DIN45665)

质量等级	转速 r/min	电动机中心高 $H=80\sim 400\text{mm}$, 允许最大 $V_{rms}(\text{mm/s})$		
		$H\leq 132$	$132\leq 225$	$225\leq 400$
N (正常值)	600~3600	1.8	2.8	4.5
H (良好级)	600~1800	0.71	1.12	1.8
	1800~3600	1.12	1.8	2.8
S (特佳级)	600~1800	0.45	0.71	1.12
	1800~3600	0.71	1.12	1.8

注: 1. 本标准把电动机按其中心高度(H)分为三个类型,中心高度越大,振动阈值越大。

2. 电动机状态判别分为三个等级: 正常、良好、特佳。

3. 本标准是指电动机在空转(不带负荷)条件下的阈值。

4. 诊断参数为速度有效值(V_{rms})。

第二节 国际电工委员会 (IEC) 的相关标准

表 10-3 国际电工委员会(IEC)推荐的汽轮机振动标准

测量方式	振动位移 $D_{p-p}/\mu\text{m}$				
	转速 (r/min)				
	≤ 1000	1500	3000	3600	≥ 6000
轴承上	75	50	25	21	12
轴上(靠近轴承)	150	100	50	44	20

注: 1. 本标准按转速将汽轮机分为五种类型,随转速增大: 汽轮机允许振幅减小。

2. 表中分别列出两种测量方式的标准值，即：测量轴承与测量轴，轴振动允许值约为轴承振动的2倍。
3. 诊断参数为位移峰峰值。

第三节 相关的国家、行业标准

一、我国国家标准、行业标准

1、大型旋转机械振动烈度现场评定标准（GB 11347—1989）

表 10-4 大型旋转机械振动烈度现场评定标准（GB 11347—1989）

振动烈度 Vrms(mm/s)	支承类别	
	刚性支承	挠性支承
0.12	A	A
0.46		
0.71		
1.8		
2.8	B	B
4.6		
7.1	C	C
11.2	D	D
18.0		
28.0		
46.0		
71.0		

注：1. GB 11347-1989 国家标准将诊断对象按其基础特性分为两类：刚性支承与挠性支承。

2. 本标准适用于转速为10~200 r/s的大型旋转机械。
3. 对机械的状态评价分为A、B、C、D 4个等级：
 - A：新支付使用的机器；
 - B：机器可以长期运行；
 - C：机器尚可短期运行；
 - D：停机，不允许运行。
4. 本标准诊断参数为速度有效值(Vrms)。

2、往复机械振动标准（GB/T7777—2003）

表 10-5 往复式活塞压缩机机械振动测量与评价（GB/T7777—2003）

压缩机 类别	压缩机结构型式	振动烈度 Vrms(mm/s)≤

I	对称平衡型	18.0
II	角度式 (L形、V形、W形、扇形)、对置、立式	28.0
III	其他卧式	45.0
IV	微型、无基础	45.0
V	移动式、直联便携式	71.0

注：本标准按压缩机的结构型式把往复式压缩机分为5种类型，规定了各类压缩机振动烈度的允许最大值。诊断参数为速度有效值(Vrms)。

3、通风机振动检测及其限值标准（中华人民共和国机械行业标准 JB/T8689-1998

表 10-6 通风机振动检测及其限值 (JB/T8689-1998)

支承类型	振动速度 (峰值) V	振动位移 (峰-峰值) X	近似对应的振动速度有效值 Vrms
	mm/s	μm	mm/s
刚性支承	≤ 6.5	≤ 1.24 × 10 ⁵ /n	≤ 4.6
挠性支承	≤ 10	≤ 1.9 × 10 ⁵ /n	≤ 7.1

注：n 为工作转速 (r/min)

注：支承系统的一阶固有频率低于机组的主激振频率(指轴的转频)时属于柔性支承，反之则属于刚性支承。

二、德国工程师协会标准VDI 2056

表 10-7 VDI 2056机械振动诊断标准

振动烈度 Vrms(mm/s)	机械类型			
	K类	M类	G类	T类
0.28	良好	良好	良好	良好
0.45				
0.71				
1.12	可用			

1.8				
2.8		还允许	可用	
4.5	还允许			可用
7.1		不允许	还允许	
11.2	不允许			还允许
18.0		不允许	不允许	
28.0				不允许
45.0				不允许

注：1. VDI 2056 振动标准把机器类型分为4类：

K类——小型电动机，原动机与工艺机单独传动，功率不超过15kW；

M类——中型电动机功率为15~75kW，如用专门底座，功率可达300kW；

G类——大型电动机，原动机和工作机，安装在刚性和重型基础上；

T类——大型原动机，大型涡轮发电机组等，安装在刚性很小的结构底座上。

2. 对设备状态评价分为4个等级：“良好”、可用”、“还允许”、“不允许”。

3. 采用本标准主要考虑机器的功率大小及基础、底座特性等因素。

4. 诊断参数为速度有效值(Vrms)。

三、英国标准BS4675

表 10-8 BS4675机械振动诊断标准

振动烈度 Vrms(mm/s)	机械类型			
	K组	M组	G组	T组
45	不允许	不允许	不允许	不允许
28				
18				

11.2				还可以
7.1			还可以	
4.5		还可以		可以
2.8	还可以		可以	
1.8		可以		好
11.2	可以			
0.71		好	好	
0.45	好			
0.28				
0.18				

- 注：1. BS4675振动标准把诊断对象分为K、M、G、T 4组，其意义与VDI2056振动标准中的字母意义相同。
2. 对设备状态的评价分为4个等级：“好”、“可以”、“还可以”、“不允许”。
3. 采用本标准时，先要根据机器的功率大小，基础型式将其归入某一组，再将测值与标准对照判别其状态。
4. BS4675振动标准的诊断参数为速度有效值(V_{rms})。

四、摘自加拿大政府文件CDA/MS/NVSH107 “维护振动极限”

表 10-9 轴承振动测量值的机器状态判据 (10~10000Hz)

用于下列机器的 振动烈度允许值	新机器				旧机器 (全速、全功率)			
	长寿命①		短寿命②		检查限③		修理限④	
	Vdb⑤	mm/s⑥	Vdb	mm/s	Vdb	mm/s	Vdb	mm/s
燃气轮机: (>20 000 hp)	138	7.9	145	18	145	18	150	32

(6~20 000 hp)	128	2.5	135	5.6	140	10	145	18
(≤ 5 000 hp)	118	0.79	130	3.2	135	5.6	140	10
汽轮机: (>20 000 hp)	125	1.8	145	18	145	18	150	32
(6~20 000 hp)	120	1.0	135	5.6	145	18	150	32
(≤ 5 000 hp)	115	0.56	130	3.2	140	10	145	18
空气压缩机:								
自由活塞	140	10	150	3.2	150	32	155	56
高压空气、空调	133	4.5	140	10	140	10	145	18
低压空气	123	1.4	135	5.6	140	10	145	18
电冰箱	115	0.56	135	5.6	140	10	145	18
柴油发电机组	123	1.4	140	10	145	18	150	32
离心机: 油分离器	123	1.4	140	10	145	18	150	32
齿轮箱: (>10 000 hp)	120	1.0	140	10	145	18	150	32
(10~10 000 hp)	115	0.56	135	5.6	145	18	150	32
(≤ 10 hp)	110	0.32	130	3.2	140	10	145	18
锅炉辅机	120	1.0	130	3.2	135	5.6	140	10
发电机组	120	1.0	130	3.2	135	5.6	140	10
泵: (>5 hp)	123	1.4	135	5.6	140	10	145	18
(≤ 5 hp)	118	0.79	130	3.2	135	5.6	140	10
风扇: (< 1800 r/min)	120	1.4	135	3.2	135	5.6	140	10
(> 1800 r/min)	115	0.79	130	3.2	135	5.6	140	10
电动机:								
(>5 hp 或 1200 r/min)	108	0.25	125	1.8	130	3.2	135	5.6
(≤ 5 hp 或 1200 r/min)	103	0.14	125	1.8	130	3.2	135	5.6
变流机: (>1 KVA)	103	0.14			115	0.56	120	1.0
(≤ 1 KVA)	100	0.10			110	0.32	115	0.56

注: 1. 本标准确定的频率范围较宽, 所包括的机器类型较多, 因此适用范围较广。

2. 标准除着重考虑功率 (hp—马力) 因素外, 还考虑了转速、工作寿命、机器的新旧程度等多种因素, 准确性较大, 可作为制定相对标准的参考。

① 长寿命为 1 000~10 000 hp

② 短寿命约为 100—1 000 hp

③ 达到此值时, 应进行检查, 同时要要进行倍频分析并与下一行的数据进行比较。

④ 任何一个倍频程分量达到此值时应立即进行修理。

⑤ 速度参考值 $V_0=10^{-6}$ mm/s, V 为实际速度, $V_{db} = 20 \log(V/V_0)$

⑥ 以振动速度有效值为准的振动烈度允许值 mm/s

五、部分引进设备振动标准

改革开放以来，许多企业从国外引进了大批设备，设备制造厂家一般都提供了这些设备的振动标准，表 10-10、表 10-11 介绍部分引进设备的诊断标准供参考。

表 10-10 部分从日本引进设备振动标准

序号	设备类别	转速 r/min	允许位移全振幅 Dp-p/mm	标准代号
1	单列式往复压缩机		0.15	JISB8341—1976
2	多列式往复压缩机		0.03	JISB8341—1976
3	对称平衡往复压缩机		0.02	JISB8341—1976
4	离心泵	1500 3000	0.04 0.03	
5	离心压缩机	4000 6000 8000 10000 12000 14000	0.022 0.018 0.0155 0.014 0.0125 0.012	

注：1、这些设备的振动标准主要考虑了转速这个因素。

2、诊断参数为峰—峰值(Dp-p)。

3、检测应遵循的条件：测点在轴承或其附近位置。

表 10-11 日本制造厂为宝钢引进设备提供的部分振动标准

序号	设备名称	测定位置	功率 KW	转速 r/min	振动标准 Dp-p μm
1	高炉引风机	轴	4800	3000	50
2	烧结机主排风机	轴承	9300	1000	28
3	转炉 OG 风机	轴承	3100	600~1450	80
4	初轧均热炉风机	轴承	370	1426	80
5	焦化煤气排送机	轴承	830	7308	30
6	烧结合热回收风机	轴承		570~1440	33
7	烧结冷却机送风机	轴承		750	53
8	除尘风机	轴承			1.68 mm/s

注：1. 本表所列全部是风机的振动标准。考虑的相关因素有：转速、功率、测点位置及设备的作业场地等，这也是参考使用表中数据时应当考虑的。

2. 判断参数为位移峰—峰值(Dp-p)。

六、管道振动速度判断标准

1984年加拿大梅特矿业公司提出了管道和机器的振动速度现场判断标准。

表 10-12 管道和机器振动速度现场判据 V_{rms} 单位: mm/s

管道 在管道两支架的中心测量	机器 在轴承壳体上测量	现场评估
<15.3	<5.1	基本可以接受
15.3~38	5.1~12.7	恶化、应进行应急修理
38.1~76.2	12.7~25.4	危险、考虑停机修理

注: 1. 本标准着重考虑了测点位置选择, 可作为现场初步评估。

2. 本标准把管道和机器的振动状态分为三个等级:“可接受”、“恶化”和“危险”。

3. 诊断参数为速度有效值(V_{rms})。

七、金属切削机床振动标准

表 10-13 部分金属切削机床振动标准 (美国)

机床类型	位移允许值 $D_{p-p}/\mu m$
螺纹磨床	0.25~1.3
仿形磨床	0.76~2.0
外圆磨床	0.76~2.5
平面磨床	0.76~3.0
无心磨床	1.00~2.5
镗床	1.52~2.5
普通车床	5.00~25.4

注: 1. 本标准规定: 测量位置在轴承的垂直和水平方向; 测定转速以规定的验收转速或加工使用转速条件下测量。

2. 不同的机床类型其判别阈值不同。

3. 诊断参数为振动位移(峰—峰值 D_{p-p})。