

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 7676—95

能量回收透平膨胀机

代替 ZB J99 003—88

1 主题内容与适用范围

本标准规定了轴流式能量回收透平膨胀机及其辅助设备设计的基本要求,检验与试验,标志、包装运输及贮存等。

本标准适用于介质为高炉煤气、硝酸尾气、裂解烟气等灰尘含量不大于 $5\text{mg}/\text{Nm}^3$ 的轴流式能量回收透平膨胀机(以下简称膨胀机)。

当本标准提出的要求与订货合同相抵触时,应以订货合同的规定为准。

2 引用标准

- GB 150 钢制压力容器
- GB 191 包装储运图示标志
- GB 196 普通螺纹 基本尺寸(直径 1~600mm)
- GB 8542 透平齿轮传动装置 技术条件
- GB/T 2888 风机和罗茨鼓风机噪声测量方法
- GB/T 13306 标牌

3 术语

3.1 标准进口截面

快速切断阀进口法兰处或机壳进口法兰处。

3.2 标准出口截面

排气、抽气用的机壳出口法兰处。

3.3 全压

滞止状态的压力。气流在滞止点处被滞止,气体介质从流动状态被等熵地压缩至滞止状态,其动能转换成压力能。

3.4 进口压力

标准进口截面处总的平均绝对压力。

3.5 出口压力

标准出口截面处总的平均绝对压力。

3.6 总温

总温是在滞止状态测得的温度。气流在滞止状态下,由于气体介质从流动状态被等熵地压缩至滞止状态,其动能转换为压力能。

3.7 进口流量

在各种不同的工作点上膨胀机(包括由膨胀机轴驱动的辅助装置在内)为了产生指定的功率所必须的气体介质流量。

3.8 排空或抽气流量

中华人民共和国机械工业部 1995-06-16 批准

1996-07-01 实施

在压力低于进口压力但高于出口压力的情况下,自膨胀机中所获得的气体介质流量。

3.9 气耗率

对应膨胀机的输出轴功率每单位千瓦功率的气体介质流量。

3.10 转速 n_{100}

膨胀机转子在工作点上的转速。

3.11 最低连续运行转速 $n_{\min}$

膨胀机在指定转速范围内可连续运行的最低转速。

3.12 最高连续运行转速 $n_{\max}$

膨胀机在指定转速范围内可连续运行的最高转速。

3.13 跳闸转速 n_t

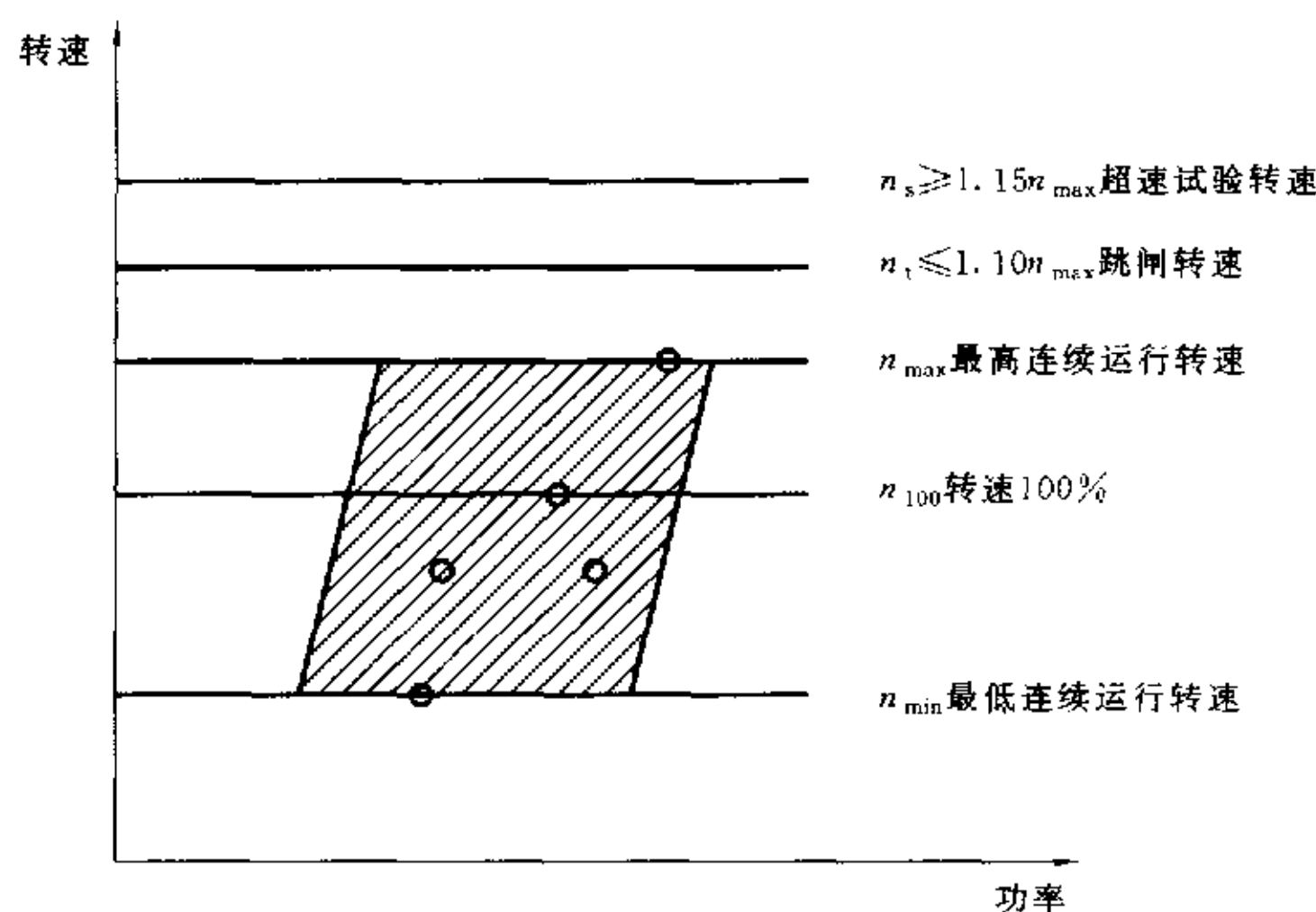
膨胀机自动切断气源时的转速,最高值为 $1.10n_{\max}$ 。

3.14 超速试验转速 n_s

对膨胀机的转子进行强度考核试验时的转速,其值为大于或等于最高连续运行转速的 1.15 倍。

3.15 空载转速 n_l

膨胀机脱开工作机空转的转速。



○—指定工作点; //—正常工作范围

3.16 比例度 x_p

空载转速 n_l 与最高连续运行转速 $n_{\max}$ 的差值与最高连续运行转速 $n_{\max}$ 之间的比值的百分数。即:

$$x_p = \frac{n_l - n_{\max}}{n_{\max}} \times 100\%$$

3.17 转速偏差

在所有其他条件保持不变的情况下,与所调节转速额定值不吻合的差。

3.18 超振荡幅度

当最大负荷突然卸载时暂时出现升高的转速与最高连续运行转速相比较,以百分数表示。

4 膨胀机

4.1 通则

4.1.1 基本设计

4.1.1.1 膨胀机及辅助设备的设计应考虑在启动、停机及本标准规定的瞬时超载的情况下,保证在所

有规定的工况点上至少能连续运行三年。

4.1.1.2 供需双方协商,在与设计工况有偏差的运行状态下膨胀机应该提供多大的功率,制造厂要列出根据膨胀机的强度所确定的最大允许功率;在有偏差的运行状态下,膨胀机的功率应低于最大允许功率。

4.1.1.3 膨胀机和辅助设备的布置及结构应便于操作及维护方便,并留有足够的空间。

4.1.1.4 供方应随机提供各种安装部件所需的专用工具及设备。主要部件(如机壳及轴承箱),应具有定位销钉、定位键等,以确保部件重新装配时在机器内的准确定位。

为便于装配和拆卸,应提供起吊环、吊环螺钉、顶起螺钉或类似装置及导杆。凡需提供顶起螺钉之处,应采取措施以防损坏密封表面。

4.1.1.5 调节装置、轴承布置、轴密封及油系统应设计成在膨胀机及辅助设备中运行和停车时防止湿气、灰尘及杂质的侵入。

4.1.1.6 膨胀机及其辅助设备必须适合于由买方在协议书上指明的本地及现场的气候条件。

4.1.1.7 机壳管路部件中积水的地方,必须有排水装置。

4.1.1.8 所有可能因环境温度低而会失灵或受损伤的部件和装置,应有相应的保护措施。

4.1.1.9 对润滑油系统和调节油系统以及这些系统的部件,在必要时应规定有加热装置。

4.1.1.10 若可能发生逆转,买方应予以指明。对于各种易于出现事故的情况都应说明,并在买卖双方之间协商出相应的措施。

4.1.2 焊接

所有的机壳焊接、承压铸件和管道的焊接,都应按照下述条件进行:

- a. 材料必须适宜于焊接,焊接辅料必须与母材相溶;
- b. 焊接工艺应按材料的特征、工件厚度和焊接点处的应力情况来选择;
- c. 所有对安全和运行可靠性有影响的焊缝均应由合格焊工焊接;
- d. 除非另有规定,否则各种焊接应按卖方的工艺方法进行。

4.1.3 修复工作

合同应确定哪些部件在买方同意时才可加以修复。

4.1.4 卖方应向买方说明哪些必要的防护由用户自备(如敷设隔热层)。

4.1.5 静止状态的防腐蚀保护

卖方应向买方说明,在膨胀机静止状态时间较长时,对静态腐蚀加以防护的方法。

4.1.6 噪声控制

噪声测量按 GB/T 2888 规定。对于膨胀机及其配套设备的噪声要求买方应在询价时提出来,卖方在报价时应说明自己供货范围内预计的噪声级。需要卖方提供消声器隔声措施应在合同中规定。

4.2 机壳

4.2.1 一般计算

4.2.1.1 机壳和机壳接管在压力和温度同时作用的运行条件下,应该进行计算。对机壳除进行强度计算还应水压试验。为便于设计计算及试验,机壳可以分成几个室。

4.2.1.2 若机壳不是用耐腐蚀材料制成,则需计算合适的耐腐蚀层的附加余量。

4.2.1.3 连接机壳部件的结构焊接应消除应力(对焊接到机壳上的管路见 4.5 条)。

4.2.2 材料

除非供需双方另有协议,否则机壳材质将根据下述考虑进行选择:

a. 当进口压力大于 2.5MPa(绝),或进口温度大于 350℃时进口段应采用钢件,当进口压力温度较低时可选用灰口铸铁或球墨铸铁。

b. 当出口压力小于或等于 0.5MPa(绝)且出口温度小于或等于 260℃时,出口段可采用灰铸铁件或钢板焊接结构。

c. 对温度在 -40°C 以下,经供、需双方同意,应采用冲击韧性较好的材料。

4.3 外力及外力矩

卖方应说明由于膨胀机受热引起机壳接管的位移量,以及允许买方施加到机壳接管上的力及力矩。这些力与力矩应在任何规定的运行条件下不影响膨胀机的安全运行(包括停机期间破坏对中,内间隙,机壳厚法兰的应力等)。

4.4 螺栓连接

4.4.1 螺纹应符合 GB 196 的规定。

4.4.2 应尽量减少螺栓用通孔,应优先选用双头螺柱而不用螺栓。螺孔不应穿透压力腔而且剩余母材应有足够厚度以防泄漏。

4.4.3 选定机壳螺栓材料时,要考虑到机壳的温度。买方选择螺栓接合的结构时,除了考虑安装简单,螺栓和法兰的允许应力,还要考虑法兰与螺栓之间的温度平衡。

4.5 机壳连接件

绝压不小于 1MPa 的流体管道的连接应符合下述要求:

- a. 机壳上接管尽可能采用法兰连接,不宜用法兰连接时,允许管子与机壳体用螺纹连接或焊接;
- b. 法兰及其密封方式应按有关标准规定执行;
- c. 如果机壳与管路用法兰连接时,法兰与管路应采取两面满焊;
- d. 没有连接管道的螺纹孔,应用螺塞将其封闭;
- e. 连接孔、管子、附件、法兰等应不小于 DN15mm。如果由于结构上的原因不能执行这一规定时,

卖方应向买方指明这种情况。

4.6 膨胀机转子

膨胀机转子的设计应能满足:在最高允许工作温度时,能够短时加速到超过跳闸转速的 5%。

4.6.1 膨胀机转子的轴一般应为实心轴,可以是锻造或轧制而成。当轴较大或因为启动上的原因,也可以使用焊接轴。

4.6.2 轴盘可同轴做成一个整体,也可以是分开制作最后套装在轴上,或通过销或拉杆与主轴联接为一体。

4.6.3 每个轴盘安装之前应进行单独平衡。组装后的转子应进行动平衡。

4.6.4 膨胀机的轴和叶片材料的选取,应根据其承受的静载荷、动载荷、温度、振动、腐蚀等各种不同的要求,综合考虑后确定。

膨胀机所驱动的机组性能(例如压缩机的喘振)应该由买方作出技术规定。

4.7 轴承和轴承箱

4.7.1 一般情况下,在水平剖分型膨胀机不拆卸上半机壳,垂直剖分型膨胀机不拆卸端盖情况下,仍能更换轴承。

4.7.2 轴承箱可与膨胀机机壳铸成一体或为单独部分联接到膨胀机机壳上。但应确保轴承对中的可靠性和重复性。

4.7.3 径向轴承的设计,应保证在任何运行条件(包括跳闸转速)下保持油膜的稳定性。

4.7.4 止推轴承一般应为双向作用形式,对主负荷方向,轴承最好为可倾瓦式。止推轴承的规格应能承受联轴器传递的外部附加负荷。止推环可与轴制成一体或者是可更换的;如果是可更换式的,应采用过盈配合装到轴上。

4.7.5 轴承箱的设计应能安装测振仪。另外,至少能在每个轴承近处提供非接触测振探头。如采用两个探头,应将其按圆周 80° 至 100° 之间隔开。

4.7.6 对所有膨胀机轴承应提供强制润滑,并使润滑油泡沫最少,回油管路的截面应足够大。

4.8 轴密封

轴密封的作用是阻止转子和机壳之间的气体泄漏。应该根据运行状态或停车时轴封应起的作用不

同,来确定合适的密封形式。可选择以下几种密封:

- a. 迷宫式密封;
- b. 组合式密封;
- c. 机械(接触)密封;
- d. 浮环密封。

买方应给卖方讲清楚使用各种轴密封的一切不利条件,严禁有毒气体、可燃性气体以及有爆炸危险的气体泄漏到大气中。

4.9 振动

4.9.1 弯曲振动

4.9.1.1 概述

每个转子都有残余不平衡量。在转子旋转时,它产生出离心力,而引起转子的径向振动和动力负荷。

应该采取一切措施,保证在稳定运行情况下有一种稳定的动能质量(例如:通过选择合适的齿式联轴节)。确定机壳导向装置的尺寸大小,应使膨胀机运转不至于因为热膨胀和所允许的脉冲而对转子的弯曲振动性能产生负作用。

在该标准规定的整个工作转速范围内,转子振动的振幅和动载负荷完全要由设计者算出。在机器结构的几何形状相同时,可以用现有的计算结果,并用这些结果与所允许的极限值进行比较。

4.9.1.2 计算的基本原理

不平衡量按照式(1)计算:

$$U = 9\,550 \frac{Gm}{n} \dots\dots\dots (1)$$

式中: U ——不平衡量, $g \cdot mm$;

G ——平衡品质等级, mm/s ;

m ——转子质量, kg ;

n ——最大工作转数, r/min 。

计算不平衡量 U 时, G 取值为 $2.5mm/s$ 。

4.9.1.3 计算结果分析

在整个工作转数范围内,对于所有的不平衡分布必须满足:

振动位移的振幅:

$$\hat{S} \leq 1\,400 / \sqrt{n} \dots\dots\dots (2)$$

式中: $\hat{S}$ ——振动位移的振幅, μm ;

n ——最大工作转数, r/min 。

并且轴承比压 $\hat{p} \leq 0.6N/mm^2$ 。

支承平面内轴心椭圆状运动轨迹的长轴半径可以看作是轴振动位移的振幅 $\hat{S}$ 。轴承比压 $\hat{P}$ 等于:旋转轴承力振动椭圆的长轴半径除以承压的轴承宽度与轴承直径的乘积。

4.9.2 扭曲振动

如果没有其他商议,当工作机只是发电设备时,膨胀机的卖方负责进行整个轴系的扭曲振动分析,若配有其他设备时,工作机的卖方负责进行整个轴系的扭曲振动分析,膨胀机和发电机卖方应按照使用要求提出必要的说明及轴系扭曲振动分析的数据。

4.10 振动监控

4.10.1 测量方法

可采用下述方法确定膨胀机的径向振动级。

- a. 在径向轴承附近,用非接触式传感器测量轴振动;
- b. 用装在轴承箱处的接触式传感器测量轴承箱振动。

4.10.1.1 如果采用非接触式探头,应在每一个轴承上沿圆周相隔 80° 至 100° 位置用两个传感器进行测量。

4.10.1.2 如果采用非接触式传感器时,则应允许在两个垂直面内测量。

4.10.2 允许振动

轴振动允许最大振幅极值按式(2)。轴承箱最大允许有效振动速度为 4.5m/s 。

要注意转速相同情况下振幅的改变,在连续工作期间,所保持的变化大于绝对极限的 25%,这表明不规律性与通常的基准点高低没有联系。那些因为热平衡过程,在起动之后随着负荷和温度的迅速改变,经过一定时间又消失的振幅升高,却是正常的。

4.11 平衡

通过转子装配及平衡应使转子无内部力偶。

a. 至少在两个平衡校正平面上进行的低转速平衡;

b. 工作转速平衡;

按膨胀机的工作转速进行高速平衡校正,需要买方和卖方协商。

带有联轴器联接采用这两种方法时,应该首先单独平衡转子,再带上联轴器进行平衡。

c. 不能用焊接方法达到平衡。

4.12 底座

膨胀机的底座可以采用整体结构或是多块结构。多块式底座的配合面应经机械加工,并以销钉定位,以保证现场准确重装。

4.12.1 为调整底座或基础上的垂直位置,应提供起升螺栓和垫板。

4.12.2 如有必要,在底座或底板中应设置直径不小于 100mm 的灌浆孔。这些孔应布置成使油不能积存在裸露的水泥上。

4.13 喷射装置

4.13.1 如果膨胀机要求有喷射装置,应在合同中说明,以便在膨胀机机壳上铸出所需的凸台。

4.13.2 为了喷射液体应提供喷嘴,并应使喷射出去的液体获得均匀细微的分布。

4.13.3 装有喷射装置的膨胀机必须有相应的排放液体设施。

4.13.4 除非另有协议,供货应含有:

a. 装在截止阀和调节阀前的喷嘴;

b. 带截止阀的排泄管;管端在底座或整体底座附近。

4.13.5 为避免损坏膨胀机,供方应提供喷射系统操作及允许最大喷射液量的说明书。

4.14 标牌及旋转方向箭头

4.14.1 旋转方向箭头应铸在膨胀机壳体上,或用耐腐蚀材料制成的转向箭头标志固定在膨胀机上。

4.14.2 膨胀机上应有用耐腐蚀材料制成的标牌,其内容至少有:

a. 产品名称;

b. 产品编号;

c. 产品型号;

d. 出厂年月;

e. 进口容积流量, m^3/min ;

f. 最大功率, kW ;

g. 最高连续转速, r/min ;

h. 允许最大进口压力, MPa ;

i. 允许最高进口温度, $^{\circ}\text{C}$;

j. 最高/最低出口压力, MPa ;

k. 制造厂名称。

JB/T 7676—95

4.14.3 膨胀机标牌应按 GB/T 13306 规定制造。

5 工作机、变速器、联轴器

5.1 工作机

卖方应指出工作机的种类和工作机对膨胀机的要求。工作机可以是：透平压缩机、离心鼓风机、同步发电机等。

5.2 变速器

5.2.1 平行轴大齿轮及小齿轮应为斜齿或人字齿。齿形由制造厂确定。

5.2.2 齿轮传动装置设计、制造和订货可按有关标准或 GB 8542 规定执行。

5.3 联轴器

5.3.1 在膨胀机与工作机(包括变速器)间可采用刚性或挠性联轴器,对转速超过 2 000r/min 的联轴器,应用钢材制作。

5.3.2 联轴器应设计成在不小于联轴器额定转速乘以使用系数 1.0~1.2 情况下,至少应连续运行 100 000h。联轴器的额定转矩应按式(3)计算:

$$M_r \geq 9\,550 \times \frac{P_r}{N_r} \dots\dots\dots (3)$$

式中: M_r ——联轴器额定转矩, N·m;

P_r ——联轴器额定功率, kW;

N_r ——额定转速, r/min。

5.3.3 联轴器应设计成可以脱开主动轴转动。

5.3.4 在设计连续喷油润滑齿式联轴器中,应避免在联轴器内形成油泥。润滑油过滤精度应得到联轴器制造厂的同意。

5.3.5 在不拆卸膨胀机、工作机(包括变速器)时,为能观察两个半联轴器、轴承及轴密封,联轴器套筒或中间轴应便于拆卸。

5.3.6 联轴器的平衡应按 4.11 条进行。

5.3.7 应按重量选用联轴器螺栓以便于互换而不改变平衡状态。

5.3.8 半联轴器应以圆柱形孔或锥形孔的过盈配合安装。准许用轴键,当采用双键时,为了平衡及易于更换,应设置在径向对称位置。

5.3.9 每个联轴器应在满足易于检查及拆卸的条件下设置护罩,也适用于辅助驱动装置的联轴器。如果联轴器具有润滑油进口及出口管路,这些管路应符合辅助管路的技术要求。

5.3.10 是否需要限制联轴器的端部位移,应在技术协议中说明。

5.3.11 为了确定齿式联轴器上产生的轴向推力,计算时所用的摩擦系数应取 $\mu=0.15$ 。

5.4 转子盘车装置

如果技术协议有规定,或者卖方认为有必要,可以给膨胀机配备转子盘车装置,以防转子在启动或停机期间发生变形。

6 辅助设备

6.1 管道

下面各项所用的管道均属于辅助管道:

- a. 润滑油管;
- b. 控制油管;
- c. 密封液体和泄漏液体管;
- d. 排水管;

- e. 排气管;
- f. 控制管路。

6.1.1 管子、阀和附件的规格应不小于 DN15mm, 其中控制管线例外。管子和管接头应用钢制成。阀包括调节阀和安全阀额定压力至少 PN10MPa。

6.1.2 在可燃性流体系统中(例如油系统), 当工作压力大于 1.6MPa, 规格大于 DN25mm 时, 不应采用卡套式管接头。

6.2 进气筛

在膨胀机快速关闭阀前应配置有耐腐蚀、有过滤能力、不用拆卸管道就可以更换的进气筛。

6.3 电气设备

供需双方共同商定并列明电气设备和操作器材的供货范围。

7 供油装置、润滑油和控制油系统

7.1 通则

如果没有商定, 卖方应配备膨胀机的油系统。

7.1.1 油系统设计参数

卖方应向油系统的供货者提供设计参数, 包括:

- a. 润滑油流量(最小、正常和最大);
- b. 润滑油压力(最小、正常和最大);
- c. 冷油器后的起始温度;
- d. 散热量;
- e. 润滑油温度;
- f. 润滑油特性;
- g. 过滤精度。

7.1.2 供油范围

若供油系统由膨胀机卖方提供, 则供给润滑油的范围应包括:

- a. 膨胀机的轴承及其他有关润滑点;
- b. 变速箱、联轴器(用压力油润滑);
- c. 膨胀机调节件及快速关闭阀和调节阀;
- d. 被驱动的机器及附件(由买方在询价中作技术规定)。

7.1.3 压力容器

油系统中的压力容器应按 GB 150 规定。

7.1.4 加热装置

- a. 保证油箱中的润滑油能在 12h 内由规定的现场最低温度加热到供方指定的最低温度;
- b. 油加热装置的表面温度不得超过 120℃。

7.2 油的种类

7.2.1 在供油装置中作为调节油和润滑油的品种质量应一致。

7.2.2 润滑油的品种选择, 应按国家有关标准选取。

7.3 润滑油箱

7.3.1 润滑油箱最好与膨胀机分开, 油箱应进行内部除锈, 建议使用除油漆外所采取的防锈措施。顶盖装有设备的油箱应有足够的刚度以防止凹陷和振动。

7.3.2 顶盖上的开孔应加密封垫并应高出平面 25mm, 以免进入固体颗粒物或水。

7.3.3 油箱应有最小直径 500mm 的开孔, 以备清扫和检查油箱内部。油箱底部应倾斜, 排出口应位于最低点以确保能完全排空。应采用导流片以防止润滑油回油夹带气泡和杂质。

7.3.4 应配备能连续指示润滑剂液位的油位计,其上应刻有最大注油量、最大工作和最小工作油位标志,油位计应适于现场安装并带有护罩。应设有带滤网的注油口。油箱应适当通风,并注意防止杂质侵入。

7.3.5 润滑油箱尺寸按下列要求确定:

a. 为脱气和将杂质沉淀:在最低工作油位以下,油箱保证有 8min 的滞留时间,这个时间是以膨胀机在正常运行点时润滑油从机器流回到油箱所需时间为基础计算的;

b. 在发生损坏或漏油时,为了安全:油箱油量应保证从最低工作油位至泵开始抽空之间能维持足够 5min 的运行时间。这个时间是以膨胀机在正常运行点时全部润滑油从机器流回到油箱所需时间为基础计算的。

c. 特殊情况下:确定油箱的规格应由供方和需方商定。

油箱的结构和相关尺寸的确定应考虑到脱气。

7.4 泵和驱动装置

7.4.1 主油泵可以单独用一个驱动装置(透平或电动机)驱动,也可以用膨胀机轴或变速器轴驱动。

7.4.2 辅助油泵流量应与主轴泵相同,应适于连续运行。主油泵和辅助油泵的驱动能源应彼此独立。

7.4.3 油泵的额定流量应是膨胀机在正常运行点时系统所需油量的 115%。

密封油泵的额定流量至少在最不利条件下为总密封油量的 120%,或比总额定流量大 0.6L/s,取两者中较大值。

7.4.4 如果用户指定或供方认为必要,应配备高位油箱或提供备用油泵,以备在膨胀机紧急停车时供给润滑和密封油,以及在停车后冷却膨胀机轴承。

7.4.5 备用润滑油泵的能源供应应与主油泵和辅助油泵分开。

7.4.6 当油压下降至安全值以下,辅助油泵应能自动启动,以保证油维持膨胀机工作。经买卖双方达成协议,应提供蓄能器或高位油箱,以便在辅助油泵高速运转期间保持油压。应该设置带有一个截止阀和一个节流圈的压力开关(压力断电器),以便在正常工作期间能够检验备用油泵的正常功能。

7.4.7 容积式泵应配备有安装在外部的针对全流量的安全阀和通向油箱的回油管道。安全阀开启压力应调节到超过最高工作压力 10% 的位置上,其中应考虑到改变转速泵的驱动以及压力调节器的参数等因素。

7.4.8 压力调节器工作时不得摆动或颤动。压力调节阀的规格应在下列工作限值之间能够保证正常的油压:

a. 一个泵工作时的最大油量;

b. 两个泵工作时的最大油量。

7.4.9 顶升油泵

为了降低重型膨胀机转子或工作机转子的启动转矩,可以另外配备一台附加顶升油泵。安全阀可按 7.4.7 条规定设置。如果制泵厂认为需要,应给吸入侧设置一个吸入筛网。

7.5 过滤器

7.5.1 应该提供主流双过滤器。过滤器应配有连锁换向阀,以保证转换过程中流量连续。在正常工作温度下,过滤器芯干净时的压力降不应超过 35kPa。如果经过买卖双方协商,允许采用旁通安全阀。

7.5.2 一般要求过滤器最低限度应能挡住直径大于 25 μ m 的颗粒的 90%,要求较高时应当安装上其他相当的过滤器。

7.5.3 过滤器应设在冷却器的后面。

7.5.4 过滤器外壳和盖应用钢制造,并且必须按照最大工作压力来设计。过滤器外壳的试验压力必须相当于最大工作压力的 1.5 倍。过滤器芯子的材料必须对油中的水具有抗腐蚀性。过滤器的滤芯至少应能承受 0.3MPa 的压差。

每一个过滤器外壳应该装备一个持续排气接头和一个带截止阀的排空接头,此外过滤器还应设计

有一个带截止阀的填充管接头,以便在进入运行之前给过滤器充油。

7.6 冷油器

7.6.1 可以使用管式冷却器,也可以使用空气冷却的冷却器,如果买方要求,应该采用双联冷却器。双联冷却器应配备保持持续流动的联锁换向阀。冷却器的能力应满足整个膨胀机运行时卖方所允许的进口油温和出口油温。如果用水冷却,水应在管内流过。润滑油侧的压力应高于水侧压力。

7.6.2 冷却器的工作压力应按不低于油系统泵安全阀开启压力来考虑。

7.6.3 如果没有其他规定,冷却器应选用下列材料:

壳体端盖和水室:钢;

管板:铜锌合金或者是带防腐衬层的钢;

冷却管:铜锌合金;

如果买方要求,则应采用不锈钢管。

7.6.4 水侧的污垢热阻应由买卖双方商定。否则,水侧可用下列污垢热阻值:

封闭循环水(处理过的水) $0.85 \times 10^{-4} \text{m}^2 \cdot \text{K/W}$

普通冷却水 $1.7 \times 10^{-4} \text{m}^2 \cdot \text{K/W}$

微咸水 $3.4 \times 10^{-4} \text{m}^2 \cdot \text{K/W}$

7.6.5 冷却管子内径不应小于 10mm。如果材质为钢,则管子壁厚不小于 2mm,如果材质为铜锌合金,则管子壁厚不小于 1mm;如果材质为不锈钢或钛合金,壁厚不小于 0.5mm。

7.6.6 在正常工作条件下,管中冷却水的流速不应低于 1m/s,并应保持适于轴承和密封的油温。

7.7 高位油箱

7.7.1 如果用户要求,应配备高位油箱。

7.7.2 高位油箱的作用是停机时的应急油箱,以保证膨胀机惯性停机的安全。高位油箱的容量应确保在所有的润滑油泵停止供油后,向设备提供足够的油量。其供油时间不得少于停机后 2min。

7.7.3 高位油箱应配备:

a. 一个底部接口,管口应高出油箱底部 25mm,以阻挡外来杂质;

b. 一个内径为 150mm 的开孔用于调整 and 检查;

c. 一个排气接头,一个带有排放阀的接头和一个溢流接头,其内径均不得小于 20mm。

7.7.4 为了适合惯性停机的最低油压要求,并考虑设备的各供油点需要,高位油箱的底部应保持足够的高度,油箱顶部的位置应低于产生跳闸油压的高度。

7.7.5 如用户要求,应配备加热装置。

8 控制和仪表

8.1 设计数据

买方在询价时应说明哪些仪表的设计须遵守买方的要求。

8.2 膨胀机控制系统

买方应该在询价中提出有关工作机种类及其运转性能的相应说明。卖方应为用户提供适当的控制系统。

8.2.1 转速控制

根据应用情况可分为三级,转速控制必须符合下述要求:

第 1 级

时间特性:PI;

比例度:(0~0.5)%;

转速偏差:±0.25%;

超振荡幅度: n_1 以下至 1%;

适用范围:负荷变动而转速保持恒定不变的各种工作机:如单机运行的发电机、纸加工机。

第2级

时间特性:P;

比例度:(4~6)%;

转速偏差:±0.25%;

超振荡幅度: n_i 以下至1%;

适用范围:调节精度要求较高的机器,比如并联运行的发电机、引风机。

第3级

时间特性:P;

比例度:(6~10)%;

转速偏差:±0.75%;

超振荡幅度: n_i 以下至1%;

适用范围:调节精度要求一般的机器,如锅炉给水泵、循环泵、压缩机。

最终确定所需要的级别时,应由卖方和买方进行协商,其中必须注意到工作机的形式及其使用情况。

8.2.2 持续运行最大转速的限制

通过安装一个限制件加以保证,不要超过持续运行最大转速。为了进行快速切断气试验,限制件必须能够取下来。

8.2.3 转速调节

转速必须能够调节。若转速调节要求经过一个控制信号(电气的、气动的、液压的)来实现,则应另外装备一个调节机构(额定值调节器)。此机构的作用是接收控制信号和调节控制器的额定值,调节机构安装时应满足:

- a. 一般情况下膨胀机受调节器控制;
- b. 膨胀机转速模拟控制信号,要考虑到比例度的情况进行改变;
- c. 信号范围±2%以内的变化能造成膨胀机转速的改变;
- d. 如果没有其他规定,控制信号的增高能提高膨胀机转速;
- e. 必要的转速范围应在控制信号的全范围内;
- f. 当信号中断或额定值调节器失灵时,也能做到继续用手调节。

8.2.4 结构设计

信号传递系统和阀的控制(包括其连接件在内)的结构设计应能保证在4.1.1条的运行状况。

8.3 安全和保护装置

8.3.1 快速关闭阀

膨胀机要有一个或两个并联而在调节阀处分开的快速关闭阀。在动作时,快速关闭阀和调节阀同时关闭,按照买卖双方的约定允许使用快速关闭与调节结合的阀。快速关闭机构必须在进气压力最大时能够打开。快速关闭阀动作以及由此而阻断介质流入膨胀机的作用过程应该是通过下述保护装置而达到的:

- a. 超转速时的转速监控器;
- b. 轴承油压过低时的压力监控器;
- c. 局部可以直接用手操作;
- d. 遥控停机电磁阀;
- e. 其他卖方认为需要的或者买方规定的保护装置(如防止出口压力过低)。

安装在有爆炸危险环境中的膨胀机,脱扣机构必须在工作时无火花。脱扣及快速关闭装置,快速关闭阀、阀杆、主轴、轴封以及所有连接件(连杆、手柄、连接头、棘爪)必须由合适的材料制造,并且装置功

能完好正常。如果有技术协议规定,快速关闭阀应设操作试验装置。在膨胀机试运行期间须能进行这一试验。要指出在试验中快速关闭阀可能达到的最大功率。

8.3.2 转速监控器

为了防止超过最大允许转速,每台膨胀机必须装备一个与转速调节器保持独立的保护装置(机械的或电气的),当达到快速关闭转速时保护装置就阻断介质流入膨胀机。要是膨胀机上没有转速调节器,就必须设置第二个与转速变化无关的转速监控器。假使转速监控器的功能试验规定是在工作转速时进行,则膨胀机必须保持有防止超过最大允许转速的保险装置,试验方法应在操作规程中说明。

8.3.3 轴位移监控器

要是技术协议,膨胀机应装备一个轴位移监控器,当转子出现不允许的轴向位移时保护装置就阻断介质流入膨胀机。

8.3.4 安全阀

如果有必要的话,膨胀机应配备安全阀,以防止出现抽气压力或排气压力过高。

8.3.5 冷凝液处理

膨胀机应该设有防止冷凝液的处理装置,这些冷凝液有:

- a. 由供给管道流入的冷凝液;
- b. 由排出管道中流回的冷凝液;
- c. 膨胀机内沉积下的冷凝液。

整个流体输送管道件和机壳件应该配备尺寸大小足够的排出口,并使冷凝液排出时无倒灌现象。可以采用下述结构:

- a. 外部轴封:带有水封的开放式排出管。
- b. 工作压力大于 0.1(绝)MPa,工作温度大于 50℃ 的管道和机壳:则在膨胀机热相脱水时,排放管道带有截止阀。
- c. 工作压力大于 0.1(绝)MPa,工作温度在饱和温度之上并不大于 50℃ 的管道和机壳:则在排放管道带有截止阀,而支路带冷凝水排放器。

一般来说,排泄管道带有截止阀,旁通管带有冷凝水排放器,冷凝水排入冷凝器。

不许通过膨胀机来给输入管道和输出管道排水,应在膨胀机前将冷凝水排出,供货范围应由买卖双方商定。

8.4 仪表

8.4.1 买方在询价时应说明哪些仪表的设计须遵守买方的要求。

8.4.2 安装仪表时应避免有害的振动。

8.4.3 压力测量仪器,应适合于膨胀机的工作介质。压力表表盘直径不应小于 100mm。

8.4.4 温度测量仪表可以使用杆式温度计或指针式温度计。圆形温度表表盘直径至少应为 100mm。对于在负压中工作的温度计应装有不锈制作的温度计套管,油侧和水侧可以使用黄铜套管。如果没有其他规定时,可以使用热电偶。

8.4.5 转速显示仪表可以附加远控读数装置,如果要求可连续记录转速。

8.4.6 压力监控器的温度监控器

如果没有其他规定时,所有的压力监控器和温度监控器都要规定有连接接点。如果要求安装的话,应按照在工作期间根据它的性能可以对它进行检查的原则来布置和安装压力监控器和温度监控器。

8.4.7 膨胀机的仪表安装一般应由供需双方商定,在无规定时,可以按照表 1 所列为控制目标安装合适的仪表。

JB/T 7676—95

表 1

项 目	仪表显示	报 警	紧急切断气源
8.4.7.1 工作介质			
进口压力	T	—	—
进口温度	T	(L)	(H),(L)
喷嘴前压力	T	—	—
出口温度	(T)	—	—
出口压力	T	(H),(L)	(H),(L)
密封介质压力	T	—	—
8.4.7.2 润滑油与控制系统			
主油箱油位	T	(L),(H)	—
主油箱油温	(T)	—	—
冷却器前润滑油压	(T)	—	—
滤油器压差	T	(H)	—
进油管润滑油压	T	L	L
膨胀机每个轴承温度	T	(H)	—
变速器每个轴承温度	T	(H)	—
冷却器进口油温	T	—	—
冷却器出口油温	T	(H)	—
回油管窥视镜	(T)	—	—
8.4.7.3 轴位移和轴振动			
轴向位移	(T)	(H)	(H)
主轴或轴承箱振动	(T)	(H)	(H)
主轴转速	T	—	—

注：“H”、“L”、“T”为必须设置；“—”表示不必设置；“(H)”、“(L)”、“(T)”可以根据供需双方协商来设置。H 表示上限控制；L 表示下限控制；T 表示仪表显示。

9 检验

9.1 通则

9.1.1 买方接到卖方预先通知后，买方的代表可以进入该设备正在制造和检验的所有卖方及承包商的工厂。

9.1.2 买方应通知卖方在哪些项目的检验中买方的代表将在场，卖方应提前有足够的时间通知买方。

9.1.3 卖方须就合同规定的所有检验项目提供书面检验证明材料。

9.1.4 买方代表应针对它所参加过的检验项目，签署卖方为此而提供的检验证书，但这种签署并不免除卖方按照合同所应该承担的义务。

9.1.5 检验用的设备应由卖方提供。

9.2 材料和部件的检验

9.2.1 材料及零部件检验项目列于表 2 中。

JB/T 7676—95

表 2

零 部 件		力学性能	化学分析	超声波探伤	X 射线透视检验	磁粉或着色检验
锻造或轧制的零部件	轮 盘 轴	要	熔炼分析	按买方规定		要
	平衡盘 叶片承缸 机 壳	要		按买方规定		
	动 叶 静 叶	抽 查		按买方规定	—	按买方规定
	轴 套	按买方规定			—	按买方规定
	焊接的零部件	轮 盘 机 壳 叶片承缸	要	要	按买方规定	
浇铸的零部件	轮 盘 铸钢机壳 叶片承缸 球墨铸铁机壳	要	熔炼分析	按买方规定		
	片状石墨机壳	按买方规定				
	动 叶	抽查	按买方规定		—	按买方规定

9.2.2 加工和组装后的机壳须进行 1.5 倍于机壳设计压力的水压试验。若机壳因结构或试验上的原因是分段的,各部分应同时以相应的试验压力做试验。

如果最高工作温度有损于机壳材料的机械性能,则须相应提高试验压力。

压力试验至少须保持 30min,如果无泄漏出现,则试验合格。

9.2.3 其他辅助设备的承压部件应用最高工作压力 1.5 倍的压力来进行水压试验。油冷却器水侧至少要用 0.7MPa 的压力来进行检验。

9.2.4 压力容器及辅助设备的检验按有关规定执行。

9.2.5 备件的质量检验与原始件的质量检验相同。

10 膨胀机试验

10.1 概述

膨胀机须进行下列试验:

- 机械运转试验(必须试验);
- 性能试验(由买卖双方协定);
- 控制系统性能试验(由买卖双方协定)。

10.2 机械运转试验

10.2.1 为了检验膨胀机的机械性能,应进行机械运转试验。根据买卖双方的协议,机械运转试验可以在生产厂进行,也可以在安装现场进行。

试验时整个轴系应在不加载荷的情况下进行,并在最高连续工作转速下及润滑油温度达到稳定后运行 2h 进行测量。应该进行振动测量。应在工作转速范围内并在到达快速关闭阀动作转速前以及在通过临界转速时进行取值和记录。

运行期间应对膨胀机的密封性进行检查,在有可能的条件下,消除泄漏现象。必须调节好超速监控器,并根据规定至少连续三次断开监控器。如果有规定或可能应检查转速调节系统在整个工作转速范围内的工作完好状况。

机械运转试验后,须检查主轴承,并记录所有测量值。

10.2.2 机械运转试验后,如果膨胀机不符合要求需要拆卸修整时,修整后应重新进行试验。

10.2.3 如果膨胀机备用转子同时进行制造时,买方应说明是否备用转子也进行机械运转试验。

10.3 性能试验

性能试验应在机械运转试验完成后进行,目的是检验膨胀机的工作性能。

性能试验一般在安装现场进行,试验方式和细节由供需双方商定。

10.4 其他试验

成套供应的膨胀机装置除要进行上述试验外,需方若要求进行其他试验,应由供需双方商定。

10.5 保证

10.5.1 所有设备、部件和备件在正当使用情况下,由于设计、制造原因和材料缺陷等所引起的问题供方在保证期内应予以保证。

10.5.2 保证期从膨胀机投入运行之日起为12个月,但不超过从制造厂发货日期18个月。

10.5.3 随机备件保证期同10.5.2条。

11 发运准备

11.1 防护

11.1.1 膨胀机零、部件的所有容易锈蚀的外表面,卖方均须采取防锈措施。

11.1.2 发货前应封闭一切通道和管道口,对于螺纹孔不许使用木塞。

11.1.3 在运输及贮存期间,为了防止锈蚀损坏,如果需要卖方采取保护措施时,买方在签订协议时应详细说明运输方式、贮存地点、时间和方式。

11.1.4 须在试车前拆除的运输保险装置应有明显标志。

11.2 标记

对于拆开发运的零部件,为了能够识别应使用标签或作上标记。

11.3 运输

11.3.1 对于运输方式、安装现场上的设备,包括库房条件、装卸工具,买卖双方均应进行协商。询价时买方应说明空间尺寸界限和重量界限。

11.3.2 包装箱上应明显地标出重量、重心点位置和起吊点。重心点位置、起吊点等指示标志应符合GB 191的规定。

附加说明:

本标准由全国风机标准化技术委员会提出。

本标准由沈阳鼓风机研究所归口。

本标准由陕西鼓风机厂负责起草。

本标准主要起草人梁淑雯、李宝厚、宋里里。

本标准等效采用了德国工业标准DIN 4312—1983《蒸汽与气体透平式膨胀机》。