

ICS 23.140
J 72



中华人民共和国国家标准

GB/T 3853—1998
eqv ISO 1217:1996

容积式压缩机验收试验

Displacement compressor—Acceptance tests

1998-08-10 发布

1999-07-01 实施

国家质量技术监督局 发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
容 积 式 压 缩 机 验 收 试 验
GB/T 3853—1998

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045
电 话:68522112

无锡富瓷快速印务有限公司印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 3 $\frac{1}{4}$ 字数 98 千字
1999年2月第一版 1999年2月第一次印刷
印数 1—1 000

*

书号: 155066·1-15470 定价 25.00 元

*

标 目 362—37

目 次

前言	I
ISO 前言	II
1 范围	1
2 引用标准	1
3 定义	1
4 符号	3
5 测量设备、方法和精度	6
6 试验程序	8
7 测量的不确定度	12
8 试验结果与规定值的比较	13
9 试验报告	17
附录 A(标准的附录) 一般用容积式空气压缩机性能试验	18
附录 B(标准的附录) 裸装容积式空气压缩机简化验收试验	28
附录 C(标准的附录) 电动机驱动的箱装容积式空气压缩机简化验收试验	32
附录 D(标准的附录) 内燃机驱动的箱装容积式空气压缩机简化验收试验	35
附录 E(提示的附录) 参考工况	39
附录 F(提示的附录) 测量的不确定度	39
附录 G(提示的附录) 参考标准	46

中华人民共和国国家标准

GB/T 3853—1998
eqv ISO 1217:1996

容积式压缩机验收试验

代替 GB 3853—83

Displacement compressor—Acceptance tests

1 范围

本标准规定了容积式压缩机容积流量和功率的验收试验方法。在附录 A 中,本标准还规定了一般用容积式空气压缩机的性能试验方法。

对于批量制造或连续生产并按制造厂销售文件中公布的相应性能参数进行销售的空气压缩机,其简化性能试验可按附录 B、附录 C 和附录 D 的规定进行。

本标准对全性能试验给出了详细的说明,包括容积流量及功率的测定、将测量值修正至规定工况下的值以及将修正过的值与保证工况下的值相比较。

按本标准进行的所有验收试验,其流量、功率、比功率等测量的允许偏差应在合同签订阶段或验收试验前得到制造厂和用户双方的同意。本标准规定了确定这种允许偏差的方法。

附录 E 规定了参考的工况。

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 1029—93 三相同步电机 试验方法
- GB 1032—85 三相异步电动机 试验方法
- GB 1105.1~1105.3—87 内燃机台架性能试验方法
- GB 1311—89 直流电机试验方法
- GB 4974—89 压缩机、凿岩机械与气动工具优先压力
- GB/T 13279—91 一般用固定式往复式空气压缩机技术条件
- GB/T 15487—1995 容积式压缩机流量测量方法

3 定义

3.1 一般定义

3.1.1 验收试验:按本标准进行的性能试验。

3.1.2 容积式压缩机:通过运动件的位移,使一定容积的气体顺序地吸入和排出封闭空间以提高静压力的机器。

注 1:液环压缩机的定义见其他相关标准。

3.1.3 容积式压缩机的扫气容积:压缩机第一级压缩元件在一转内所扫过的容积。

3.1.4 容积式压缩机(理想)容积流量:压缩机第一级压缩元件在单位时间内所扫过的容积。

3.1.5 轴驱动的往复压缩机:由于轴的旋转运动使运动件在压缩腔内作往复直线运动来实现气体的吸入和压缩的容积式压缩机。

AA137/02

3.1.6 回转压缩机:一种容积式压缩机,其运动件是在气缸中运动的一个或几个转子。位移容积是通过滑片、啮合部件或转子本身的运动来实现。

3.1.7 喷液回转压缩机:向气缸内喷入液体以冷却气体、气缸壁、密封装置而降低温度的一种回转压缩机。

3.1.8 箱装压缩机:带有原动机、传动装置并完成全部配管和接线的一种压缩机,它可能还包括一些辅助和附属的设备,它可以是固定的或是移动的机组。

3.1.9 余隙容积:压缩循环终了时,残留气体所占的压缩腔容积。

3.1.10 相对余隙容积:某级的余隙容积与该级压缩元件扫气容积的比值。

3.1.11 标准吸气位置:压缩机上认为有代表性的吸气位置,此位置随压缩机的结构和安装方式而变化。

注2:无罩压缩机的标准吸气位置一般是在进气法兰处。

注3:如制造厂无规定,箱装空气压缩机的标准吸气位置应处于环境空气进入箱体的位置,或者,对非全封闭箱体,其位置为能让空气首先进入空气进气滤清器这类附件的空间位置。

3.1.12 标准吸气状态:吸入气体在压缩机标准吸气位置的状态。

3.1.13 标准排气位置:压缩机上认为有代表性的排气位置,该位置随压缩机的结构和安装方式而变化。

注4:无罩压缩机的标准排气位置一般是在排气法兰处。

注5:箱装空气压缩机的标准排气位置是在终端出口处。

3.1.14 标准排气状态:排出气体在压缩机标准排气位置的状态。

3.1.15 中间冷却:冷却级间的气体。

3.1.16 后冷却:冷却压缩终了后的气体。

3.1.17 外部冷却剂:用来冷却压缩机所产生热量的外部介质,通常是环境空气或冷却水。

3.1.18 多变过程:理想气体的压缩或膨胀过程,其压力和容积关系遵循下式:

$$pV^n = \text{常数}$$

多变指数 n 可以有多种值,例如:

$$pV = \text{常数}$$

称为等温过程,即温度保持恒定。

$$pV^\kappa = \text{常数}$$

称为等熵过程,即气体的熵保持恒定。

注6:有时称这种过程为绝热过程。但为了避免绝热(与环境没有热交换)过程和可逆绝热(等熵)过程之间的混淆,表示为等熵更好。

3.1.19 理想多级压缩:各级吸气温度和功耗相等的理想气体的等熵压缩。

3.1.20 转速:压缩机主动轴单位时间内的回转数。

3.1.21 转速不均匀度:在一周内瞬时最大和最小转速之差除以这二者算术平均值所得的无量纲数。

$$\text{转速不均匀度} = 2 \frac{n_{\max} - n_{\min}}{n_{\max} + n_{\min}}$$

3.2 压力

3.2.1 全压力:流体动能被无损耗地转变为压力能后的压力。

3.2.2 静压力:在不受流体速度影响的条件下所测得的流体压力。在静止状态下,流体的静压力和全压力在数值上相等。

3.2.3 动(速度)压力:全压力和静压力之差。

3.2.4 大气压力:试验所在地测得的大气绝对压力。

3.2.5 环境压力:在压缩机附近测得的大气绝对压力。

3.2.6 有效(表)压力:以大气压力为零点所测得的压力。

3.2.7 绝对压力:以绝对真空为零点所测得的压力,它等于大气压力和有效(表)压力的代数和。

3.2.8 吸气压力:气体在标准吸气位置的平均绝对全压力。

3.2.9 排气压力:气体在标准排气位置的平均绝对全压力。

注7:如果动压力小于静压力的0.5%,则可以绝对静压力代替绝对全压力。

3.3 温度

3.3.1 全温度:表示流体动能无损耗地转变为热能后的流体状态。

3.3.2 吸气温度:气体在压缩机标准吸气位置的全温度。

3.3.3 排气温度:气体在压缩机标准排气位置的全温度。

3.3.4 环境温度:压缩机附近但又不受压缩机影响的空气全温度。

3.4 流量

3.4.1 压缩机实际容积流量:经压缩机压缩并排出的气体,在标准排气位置的实际容积流量,该流量应换算到标准吸气位置的全温度、全压力及组份(例如湿度)的状态。

注8:应避免“实际排气量”的称呼,因为易于混淆。

3.4.2 标准容积流量:经压缩机压缩并排出的气体,在标准排气位置的实际容积流量,该流量应换算到标准吸气状态(温度、压力和组份)。

注9:应避免“标准排气量”的称呼,因为易于混淆。

3.4.3 自由空气:压缩机周围且不受压缩机影响的大气状态空气。

3.5 功率

3.5.1 等温功率:将理想气体在恒温条件下,从给定的吸气压力在压缩机中无损耗地压缩到给定的排气压力理论上所需要的功率。

3.5.2 等熵功率:将理想气体在恒熵条件下,从给定的吸气压力压缩到给定的排气压力理论上所需要的功率。在多级压缩机中,所需要的理论等熵功率是所有各级所需等熵功率之和。

3.5.3 轴功率:压缩机主轴所需要的功率,等于内功率和机械损失功率之和。除非另有规定,外部传动(例如齿轮和皮带传动)损失的功率不包括在内。

3.5.4 箱装压缩机输入功率(仅涉及电驱动机器):主电机以及由压缩机轴或单独电机驱动的辅助或附属设备(如油泵、冷却风扇、完整的压缩空气干燥器等),在额定供电条件下(如相数、电压、频率和电流)输入功率之和。输入功率中应计入箱内所有装置的影响。

3.6 效率

3.6.1 等温效率:所需等温功率与轴功率之比。

3.6.2 等熵效率:所需等熵功率与轴功率之比。

3.6.3 容积效率:压缩机实际容积流量与理想容积流量之比。

3.7 所需比能

3.7.1 无罩压缩机所需比能(比功率):每单位实际容积流量所需的轴功率。

3.7.2 箱装压缩机组所需比能(比功率):每单位实际容积流量所需的箱装压缩机组输入功率。

3.7.3 比燃料(或比蒸汽)耗:每单位实际容积流量所需要的燃料(或蒸汽)质量流量。

3.8 气体特性

3.8.1 压缩性系数:表示实际气体与理想气体差异的系数。

3.8.2 相对蒸汽压:蒸汽分压与其同温度下饱和蒸汽压之比。

3.8.3 绝对湿度:气体所含水份质量与干气体质量之比。

4 符号

4.1 符号和单位如表1所示。

表 1

符号	量 名	SI 单位	其他实用单位
<i>A</i>	面积	m ²	mm ²
<i>b</i>	比燃料耗	kg/m ³	—
<i>c</i>	速度	m/s	—
<i>e</i>	相对余隙容积	1	—
<i>f</i>	不确定度计算参数	原参数单位	—
<i>F</i>	燃料耗	kg/s	kg/h, g/s
<i>G</i>	精度级	%	—
<i>h</i>	液柱高度	m	mm
<i>K</i>	修正系数	1	—
<i>M</i>	扭矩	N·m	—
<i>n</i>	<i>pV</i> 图多变过程指数	1	—
<i>N, n</i>	转速	s ⁻¹	min ⁻¹ , r/min
<i>p</i>	压力	Pa	MPa, bar, mbar
<i>P</i>	功率	W	MW, kW
<i>q_m</i>	质量流量	kg/s	kg/h
<i>Q, q_v</i>	容积流量	m ³ /s	m ³ /h, m ³ /min, L/s
<i>r</i>	压力比	1	—
<i>R</i>	气体常数	J/(kg·K)	—
<i>t</i>	摄氏温度	°C	—
<i>T</i>	热力学温度	K	—
<i>V</i>	容积	m ³	L
<i>V̄</i>	绝对不确定度	原参数单位	—
<i>W</i>	功	J	MJ, kJ, kW·h
<i>w_m</i>	所需质量比能	J/kg	kJ/kg
<i>w_{v, w}</i>	所需容积比能 (比功率)	J/m ³	J/L, kW·h/m ³ , kW/(m ³ ·min ⁻¹)
<i>x</i>	绝对湿度	kg/kg	g/kg
<i>z</i>	级数	1	—
<i>Z</i>	压缩性系数	1	—
<i>Δ</i>	量差	—	—
<i>η</i>	效率	1	—
<i>κ</i>	等熵指数	1	—
<i>μ</i>	动力粘度	Pa·s	kg/(m·s)
<i>ρ</i>	质量密度	kg/m ³	kg/L
<i>τ</i>	相对不确定度	1	—
<i>φ</i>	相对蒸汽压	1	—
<i>ω</i>	角速度	rad/s	—

4.2 下标如表 2 所示。

表 2

下标	含 意	说 明
0	环境状态	
1	吸入	表示在压缩机标准吸气位置所测得的量
2	排出	表示在压缩机标准排气位置所测得的量
a	绝对的	
ab	吸收的	
ap	近似的	
av	平均的	
air	干空气	
b	大气的	表征大气压和大气温度
C	合同的	表示在合同中规定的量
cd	冷凝的	
co	联轴节的	
comb	组合的	
corr	修正的	
corr,C	修正到合同要求的状态	
cr	临界的	表征临界压力和温度
d	动力的	表征动压力和特性
e	有效的	
E	满刻度值	
el	电的	
f	流量测量装置	无冷凝
g	气体	
i	在 n 次测量中的第 i 个单独测量	
in	内部的	
L	工作液体	
m	质量	表征质量流量、质量比能和质量比容
me	机械的	
M	马达	
n	系列测量数	
N	标准的、公称的	
P	箱装的	
pol	多变的	表征多变过程
r	减少的	表征减少的压力和温度
R	读取的	表示试验中读取的量或预定为试验工况下的量
res	结果	

表 2(完)

下标	含 意	说 明
s	饱和的	
S	等熵的	表征等熵过程
t	总的	
T	等温的	表征等温过程
th	理论的	
v	蒸汽的	
V	容积的	表征容积流量和容积比能
w	冷却剂	

5 测量设备、方法和精度

5.1 总则

本标准规定的设备和各种测量方法并不排斥使用其他同等精度或更高精度的设备及测量方法。在涉及一项特定的测量或一种特定的仪器,如有相应的标准,则所进行的测量和所使用的仪器应符合该相应标准的规定。

所有会影响试验的检验、测量、试验设备及装置,均应定期或在使用前对照已检定的符合相应国家标准的设备进行校验。

5.2 压力测量

5.2.1 总则

5.2.1.1 管道和储气罐的测压接头应垂直于内壁并与其平齐。

注 10: 对于低压或高流速,应注意象毛刺这样的细微不规则处会引起很大的误差。

5.2.1.2 压力表接管应尽可能短,应检验其密封性并排除所有的泄漏。

5.2.1.3 接管应是密封的且尽可能短;它应有足够的直径且布置合理,能避免因污物或冷凝造成的堵塞。测量液体或液气混合物压力的仪表应安装在与测压点相同高度的位置,其接管的布置不应使管内液柱高度产生影响,否则应考虑取不同高度的影响。应做密封性试验,排除所有的泄漏。

5.2.1.4 仪表应妥善安装,使其不致感受有害的振动。

5.2.1.5 测量仪器(模拟量或数字量)的精度应为 $\pm 1\%$ 。

5.2.1.6 全压力是静压力和动压力之和,应用皮托管来测量,皮托管的轴线应与流体流向平行。当动压力小于全压力的 5% 时,可以通过计算平均速度来计算全压力。

5.2.1.7 如果吸气管或排气管内低频(< 1 Hz)压力波波幅超过主体绝对平均压力的 10%,则试验前应改善管路的安装。

5.2.1.8 传感器和压力表应在与试验期间主体压力和主体温度相近的条件下,用砝码压力计或具有同等精度的电子压力计进行校验。

5.2.1.9 液柱读数和砝码压力计压力值应按仪表所处位置进行重力加速度的修正。

5.2.1.10 液柱读数应按环境温度进行修正。

5.2.1.11 在低频(< 1 Hz)脉动流情况下,压力计和测压接头之间应设置一个带有入口节流装置的缓冲罐。

5.2.1.12 不应在压力计前用阀门节流来减少压力计的振荡,但可以使用节流孔。

5.2.2 大气压力

大气压力应用精度高于 $\pm 0.15\%$ 的气压计测量。

5.2.3 中冷器压力

中冷器压力应在紧接中冷器之后处测量。

5.3 温度测量

5.3.1 应将经认证或标定过的、精度不低于 $\pm 1\text{ K}$ 的仪器,如温度计、热电偶、电阻温度计或热敏电阻插入管中或套管内来测量温度。

5.3.2 温度计套管应尽量薄,其直径应尽量小,同时其外表面应防腐蚀和抗氧化。套内应充灌适当的液体。

5.3.3 温度计或套管应插入管内 100 mm 或 $1/3$ 管直径;对于小直径管,应采用局部放大或其他方法来保证测量的准确性。

5.3.4 读数时,不应将温度计从被测介质中取出;采用套管时,则不应将其从套管中取出。

5.3.5 应采取措​​施以保证:

a) 紧靠插入点附近和连接件的突起部分有良好的隔热,使套管和所测介质实际处于相同的温度;

b) 各种测温仪的传感器和温度计套管能让介质很好地扫过(传感器和温度计套管应逆流斜插,极端情况下可采用垂直于气流的位置);

c) 温度计套管不应扰动正常的介质流动。

5.3.6 热电偶应有一焊接的热端,同时应与其导线一起按预定的使用范围进行校验。热电偶应用适合于被测温度及气体的材料制造,如果采用温度计套管则应尽可能将热电偶的热端焊接在套管的底部。

5.4 湿度测量

如果气体含有水份,则应在试验时检测湿度。应在标准吸气位置用精度为 $\pm 3\%$ 或更高精度的湿度仪测量湿度。

5.5 转速测量

转速测量方法应具有 $\pm 0.5\%$ 或更高的精度。

5.6 流量测量

5.6.1 压缩机实际排出的容积流量应按 GB/T 15487 测量。

吸入容积流量的测量可用于:

——测量排出的容积流量是不切实际时;

——如果泄漏的气体量可单独测出,并且随后可以从吸入容积流量中扣除时;

——当吸入气体的冷凝作用将导致可能的排出容积流量测量不精确时。

注 11: 当容积流量不在 GB/T 15487 规定的范围之内时,经制造厂和用户双方同意后,可采用某种替代的流量测量方法。

5.6.2 外部冷却剂的流量应用精度为 $\pm 5\%$ 或更好的测量方法来确定。

5.7 功率和能量测量

5.7.1 应通过测功机或扭矩仪直接测量压缩机的输入功率,或者,通过测量经标定过的驱动电机的输入电功率或由经认定的驱动原动机的性能特性来间接确定压缩机的输入功率。

5.7.2 应按公认的试验规范来测量原动机的轴功率。

5.7.3 精密扭矩仪不应在其额定扭矩的三分之一以下使用。试验后,应在与试验温度相同的条件下,将扭矩仪连同扭力元件一起进行校验。读取一组增载荷读数,同时注意,读数期间载荷不得减少。同样,读取一组减载荷读数时,载荷也不得增加。应以校验确定的增、减载荷读数的平均值为基础来计算输出功率。如果增减载荷的扭矩差超过 1% ,则扭矩仪不合格。

5.7.4 电动机驱动的压缩机轴功率应通过测量输入电功率再乘以电动机效率来确定,而电动机效率则可从经认证校验过的电动机获得。应采用精密仪器来测量功率、电压和电流。

仪表的电压线圈应就地接在电动机接线柱前,以使电缆的电压降不致影响测量。如采用遥控仪表,则应另行确定电缆压降并对其加以考虑。

5.7.5 机器的电功率的计算点是电输入接线柱,应考虑供电电缆或测量系统中电压降对测量结果的影响。

5.7.6 对于三相电动机,应采用二瓦特计法或其他具有相似精度的方法测量功率。

5.7.7 电流及电压互感器应尽可能选择在靠近其额定负荷处运行,以减小其变比误差。

试验时,在电路中接入一个近期调校过的电度表作查对之用,可能也是很方便的。

5.8 其他测量

5.8.1 燃料耗

如果压缩机由内燃机或燃气轮机驱动,燃料耗的测量应按 GB 1105 或其他相应标准的规定。

5.8.2 蒸汽消耗

如果压缩机由蒸汽机或蒸汽透平驱动,则蒸汽流量应按公认规范来测定。

5.8.3 气体组份

当性能试验用空气以外的气体进行时,应确定试验期间进入压缩机气体的化学成分和物理性能。如有必要,还应有规律地对其进行定期检查。

5.8.4 冷凝水量

后冷器、储气罐以及排气法兰与流量测量装置之间的其他各处所收集的冷凝液应予以测量。

每次试验的前后,应将中冷器及其分离器中的冷凝液排放掉,但这种排放不得干扰压缩机的稳定工况。所分离出的冷凝液量应按各个冷却器分别称重,同时除以距上次排液操作的间隔时间。

注 12: 在测量冷凝液质量前,应分离掉随冷凝液带出的油。

5.9 仪表的校验

试验前应有仪表校验的原始记录。

对于那些主要的仪表,在试验使用时其校验值容易发生变化,因此,试验后应再次对其校验。

仪表校验时,如果其变化值超出仪表等级范围时,则该试验不予认可。

6 试验程序

6.1 总则

6.1.1 验收试验开始前应检查压缩机,以确定其是否处于适宜进行验收试验的状态。应尽可能地消除外泄漏,特别注意检查管路系统的泄漏。

6.1.2 所有可能积垢的部件,特别是冷却器均应将其气侧和冷却剂侧清理干净。

6.2 试验安排

6.2.1 进行预试验,以便

——检查仪表;

——训练操作人员。

如果双方同意,只要满足验收试验的全部要求,可以将预试验作为验收试验。

6.2.2 试验期间,所有与性能有关的项目都应进行测量,以下的章节将详细说明如何确定压缩机的流量及所吸收的功率。

6.2.3 试验工况应尽可能而又合理地接近保证工况,与保证工况的偏差不应超过表 3 规定的限度。如果未对试验工况作出认可,则可按附录 E(提示的附录)的规定。

6.2.4 当不能按用户所规定的气体,或不能控制在表 3 所规定的限度内试验机器时,特殊的试验工况和特别的修正须经用户和制造厂双方同意。

6.2.5 控制机构应保持在其正常运行的状态。

6.2.6 试验期间润滑剂及其供给量应符合操作说明的规定。

6.2.7 除使用说明书规定的正常操作和稳定工况的操作外,试验期间不应进行其他调整。

6.2.8 读数前,压缩机应运行足够长的时间以保证工况的稳定,同时使得试验期间在仪表读数时,不致

发生系统的变化。

然而,如果试验工况使得系统的变化不可避免,或者个别读数出现过大偏差,则应增加读数数目。

6.2.9 每种负荷下应读取足够数目的读数以表明已达到了稳定的工况。读数的数目和间隔时间应适当选定,以保证获得所要求的精度。

6.2.10 试验后检查压缩机和测试设备。如果发现有可能影响试验结果的故障,则应在排除这些故障后再次进行试验。

表3 与规定值的最大偏差和相对于平均值的最大波动范围

测量参数	最大允许偏差	一组读数与其平均值间所允许的最大波动范围
吸气压力 p_1	±10%	±1%
排气压力 p_2	不规定	±1%
压力比 r	见 8.3.1	—
吸气温度 T_1	不规定	±2 K
绝对吸气湿度 x_1	不规定	±5%
等熵指数 κ	±3%	不规定
气体常数×压缩性系数 RZ	±5%	不规定
转速 N	±4%	±1%
喷液温度 ¹⁾	±5 K	不规定
外部冷却剂进口温度与气体进气温度之间的差	风冷: ±10 K 水冷: ±5 K	±2 K ±2 K
外部冷却剂流量	±10%	±10%
喷嘴或孔板的温度	不规定	±2 K
喷嘴或孔板的压差	不规定	2%
注 1 如果与规定工况的偏差小于或等于偏差限值,则试验可以进行。 2 如果由于试验工况偏差引起吸收功率的偏差高于 10%,则试验无效。 3 见 5.2.1.7。 4 如果发生了不允许的压力脉动共振,则转速与规定值不同的试验不予验收。 5 对于气体压缩机,用不同于实际气体的气体进行试验时,气体特性往往有较大变化。这时应征得用户和制造厂双方的同意。 1)适用于内冷却液回转压缩机。		

6.3 读数审查

6.3.1 进行最后计算之前,应仔细核查记录的数据是否与运行工况一致,在一次试验中读数的波动不得超过表3规定的限值。

6.3.2 任一试验所采用的全部读数应该是连续的。

6.3.3 可以舍弃出现过波动的一组读数,但只能舍弃试验开始和结束的读数。一次读数时的所有数据应尽可能同时读取。

6.3.4 按 5.4 要求确定标准吸气位置的含湿量,对于不同的压缩级和流量测量装置,含湿量应按所测得的冷凝水量确定。

6.4 试验结果的计算

- 6.4.1 除流量测量外,应该用所认可读数的算术平均值来计算试验结果。
- 6.4.2 应按 5.6 确定质量流量。
- 6.4.3 如果所压缩的气体不是干燥的,则功率修正应考虑水份的影响。
- 6.4.4 将由测量装置处测得的该处状态的气体流量转化为标准吸气状态,同时考虑到所分离出的水份,则得到进口处的实际容积流量。
- 6.4.5 部分负荷工况时,有些卸载系统将热气体排回到吸气处。这样部分负荷时的吸气温度变得比全负荷时高,容积流量表面上似乎达到一个较高的值。因此,在这种情况下,要求按全负荷时真正的吸气温度来计算部分负荷下的流量。
- 6.4.6 试验工况和规定工况不会完全一致。因此,在将试验结果与规定值作比较之前,应对容积流量和吸收功率进行修正。
- 6.4.7 当试验工况与规定工况的偏差不超过表 3 规定的限值时,本标准给出了容积流量和吸收功率的修正方法。容积流量应按转速、等熵或多变指数、冷却剂温度和排放的冷凝液等方面的偏差来进行修正,吸收功率应按转速、吸气压力、等熵或多变指数、湿度以及冷却剂温度等方面的偏差来进行修正。

注 13: 可能还必须进行其他诸如气体成份和压缩性系数之类的修正。

- 6.4.8 当试验工况与规定工况的偏差超过表 3 规定的限值时,实际运行工况对实际压缩机性能的影响可以通过变分法确定。这样,如果制造厂和用户双方同意,可以通过内插,或者在极个别情况下通过外插,来确定将各个参数修正到规定工况下的修正幅度。
- 6.4.9 对于级间存在注气或抽气的工艺压缩机,比能的概念是无意义的,应用压缩机的轴功率来替换。
- 6.4.10 如果进行试验的气体与规定的不同,应对其进行修正。因为气体常数的改变要影响到泄漏,从而影响到容积流量,但这种修正应经有关各方的同意。

6.5 容积流量的修正

6.5.1 转速修正系数 K_1

$$K_1 = N_c / N_R$$

6.5.2 规定的多方指数与试验工况值不一致时对试验的修正系数 K_2

除了试验单级往复压缩机外,这种修正系数通常可以忽略。在往复压缩机中,由于封闭在余隙容积中气体的膨胀受到影响,所以多变指数和压力比的变化就会影响到容积流量。这种影响程度有多大并不完全知道,所以试验人员应尽可能地将压力比控制得接近规定值。对于偏差不超过表 3 规定时,应用以下修正公式:

$$K_2 = \frac{1 - e(r_R^{1/n_c} - 1)}{1 - e(r_R^{1/n_R} - 1)}$$

式中: e ——相对余隙容积;

n ——取 0.9κ 。

对于其余压缩机,当与规定工况的偏差及读数平均值的波动不超过表 3 时, $K_2 = 1.0$ 。

6.5.3 外部冷却剂温度修正系数 K_3

在进口处,冷却剂和气体的温差会影响压缩机气缸及中冷器的气体温度。由于这种影响随压缩机型式、规格及转速而变化,因此无法给出通用的容积流量修正公式。假如规定的气体和冷却剂温度以及它们之间的温差能保持在表 3 给出的范围内,则建议不做修正,即:

$$K_3 = 1.0$$

对于喷液回转压缩机,喷入压缩机内液体的温度高低会影响容积流量,并且因可能安装有恒温控制阀,使其能在液体达到规定温度之前将液体从冷却器旁通。所以,任何恒温阀的动作也会影响容积流量。

对于一给定的吸入空气温度,喷入较冷的液体,通常因对吸入空气预热较少,同时压缩过程中冷却和密封效果较好,因此会有较大的容积流量。其影响的大小取决于压缩机的设计、内间隙、转子的圆周速度,同时也取决于液体的流量和粘度等。

对于用风冷换热器来冷却喷入液体的喷液回转压缩机,靠近换热器的冷却空气温度与压缩机的吸入空气温度通常是相近的。在这种情况下,如果吸入空气的温度能保持在表3规定值的 $\pm 10\text{ K}$ 以内,则无须对容积流量进行修正,即:

$$K_3 = 1.0$$

对于用水冷换热器冷却喷入液体的喷液回转压缩机,通常能够对水流量进行调节,使得大致上能维持规定的喷液温度。假如试验中喷液温度维持在表3规定的限值内,则无须对容积流量进行修正,即:

$$K_3 = 1.0$$

如不满足上述工况以及对其他类型的喷液回转压缩机,修正系数 K_3 必须单独确定(见6.4.8)。

6.5.4 考虑吸入气体中冷凝液的排放而对容积流量的修正

吸入气体中存有的蒸汽可能会冷凝,并且当气体通过压缩机时,在吸气口与流量测量点之间的任何部位(如中冷器、后冷器等)都会收集到冷凝液。所以,对试验中有冷凝液从压缩机中排出这种情况,在计算吸入气体流量时,可按式修正:

$$q_{\text{ved}} = \frac{q_{\text{mcd}} \times R_v \times T_1}{p_1}$$

式中: q_{ved} ——压缩机吸入状态下冷凝水蒸气的容积流量;

q_{mcd} ——所收集的冷凝液总质量流量;

R_v ——水蒸气的气体常数。

任何由喷入气体的冷却水而凝析的冷凝液在计算中不得计入在内。

6.5.5 气体常数和压缩性系数偏离的修正

气体常数或压缩性系数的改变可能会影响到泄漏,从而影响到所测的容积流量。假如气体常数 R 和压缩性系数 Z 的乘积 RZ 维持在表3给出的允许偏差范围内,则这种影响可忽略不计。

6.6 修正后的容积流量

当吸入气体中含有的蒸汽成分在压缩机试验过程中所处的温度和压力状态下不会冷凝时,则修正后的容积流量为:

$$q_{\text{v,corr}} = K_1 \times K_2 \times K_3 \times q_{\text{VR}}$$

式中: q_{VR} ——由试验测试结果计算而得到的实际容积流量。

$$q_{\text{VR}} = q_{\text{mR}} \times R_f \times T_1 / p_1$$

其中:

$$R_f = R_r \left[1 + \frac{x_i}{x_i + 1} \times \left(\frac{R_v}{R_g} - 1 \right) \right]$$

当试验中从压缩机任何一处收集并测得排出的蒸汽冷凝液时,则允许确定等效的吸入流量并按下式计算修正后的容积流量:

$$q_{\text{v,corr}} = K_1 \times K_2 \times K_3 \times (q_{\text{VR}} + q_{\text{ved}})$$

式中: q_{ved} ——等效于试验中由压缩机排出的冷凝水蒸气的吸入容积流量,按6.5.4计算。

6.7 功率修正

6.7.1 转速修正系数 K_1 (= K_1)

吸收功率受转速的影响。可以假定,当试验转速与规定转速的偏差在表3给出的限值以内时,压缩机的效率保持不变。

这样,修正系数 K_1 为:

$$K_1 = N_c / N_R$$

6.7.2 吸气压力的修正系数 K_5

对吸气压力偏差的修正为:

$$K_5 = \frac{p_{1C}}{p_{1R}}$$

6.7.3 等熵指数的修正系数 K_5

如果等熵指数与合同规定的有偏差,则对于通过活塞的泄漏损失可忽略不计的单级冷却或不冷却的往复压缩机应采用下述公式修正。

注 14: 实际上,压缩过程中多方指数是变化的。如果没有试验结果可用,则应采用等熵指数(对于空气 $\kappa=1.40$)。

$$K_6 = \frac{[n/(n-1)]_C}{[n/(n-1)]_R} \times \frac{r_R^{(n-1)/n} - 1}{r_R^{(n-1)/n} - 1} \times K_2$$

6.7.4 多级压缩机的湿度修正系数 K_7

如果多级压缩机中的蒸汽在中冷器中冷凝并排出,则在随后的级中所压缩的蒸汽就会减少,修正系数为:

$$K_7 = 1 + \frac{R_v}{R_g} \times \frac{z-1}{z} \times \left[\frac{T_{1wR}}{T_{1R}} \left(x_{1R} - \frac{1}{z-1} \sum_{i=2}^z x_{iR} \right) - \frac{T_{1wC}}{T_{1C}} \left(x_{1C} - \frac{1}{z-1} \sum_{i=2}^z x_{iC} \right) \right]$$

式中: x ——任意级吸入气体的绝对湿度(绝对湿度可由蒸汽分压计算而得)。

如果冷凝是在压缩过程完成以后出现,并且当它必须被考虑作为规定的质量流量一部分时(见 6.6),这种修正不得采用。

6.7.5 冷却剂进口温度的修正系数 K_8

在进口处,冷却剂和气体的温差会影响压缩机气缸及中冷器内的气体温度。由于这种影响随压缩机型式、规格及转速而变化,因此无法给出通用的功率修正公式。假如规定的气体和冷却剂温度以及它们之间的温差能保持在表 3 给出的范围内,则建议不做修正。

对于喷液回转压缩机,吸入空气温度、喷液温度以及它们之间的温差都会影响吸收功率。特别是喷液温度对粘度有显著影响,从而也影响到内泄漏和液力损失。

对于用风冷换热器来冷却喷入液体的喷液回转空气压缩机,靠近换热器的冷却空气温度与压缩机的吸入空气温度通常是相近的,在这种情况下,如果吸入空气的温度能保持在规定值的 $\pm 10 \text{ K}$ 以内,则无须对功率进行修正,即:

$$K_8 = 1.0$$

对于用水冷换热器冷却喷入液体的喷液回转空气压缩机,通常能够对水流量进行调节,使得大致上能维持规定的喷液温度。假如试验中喷液温度维持在表 3 规定的限值内,则无须对功率进行修正,即:

$$K_8 = 1.0$$

如不满足上述工况以及对其他类型的喷液回转式压缩机,修正系数 K_8 必须单独确定(见 6.4.8)。

6.8 修正后的功率

修正后的功率为:

$$P_{\text{corr}} = K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7 \times K_8 \times P_R$$

如使用试验电动机,则电动机的特性应在报告中说明。

注 15: 对于箱装压缩机,仅电动机的输入功率是以这种方式修正,然后加上总功耗中的其他部分,便获得总的修正后的输入功率值。

6.9 修正后的所需容积比能(比功率)

将修正后的吸收功率除以修正后的容积流量(见 6.6 和 6.8),则获得修正后的所需容积比能(比功率)。

7 测量的不确定度

各测量的不确定度可按附录 F(提示的附录)估算,同时应与有关不确定度计算的通用规范或标准协调一致。

8 试验结果与规定值的比较

8.1 总则

按第6章的要求将试验结果修正到规定的运行工况后,将其与保证值或规定值进行比较。

这种比较应包括:

——修正后的功率消耗(比功率、燃料耗或效率,项目按保证书而定)与保证的功率消耗(比功率、燃料耗或效率)的比较;

——修正后的容积流量与保证的容积流量在规定的压力升值(或压力比)条件下的比较。

进行比较时应考虑以下因素:

——测量的不确定度(见附录F);

——由于所用气体热动力特性的置信限引起的误差;

——由于将试验结果修正到保证的运行工况所用方法的不精确度引起的误差;

——由于试验中不稳定的工况引起的误差;

——保证条款所允许的压缩机性能偏差。

上述各种误差应予以综合从而确定总的试验不确定度。此内容以及制造公差应在对比说明中单独而清楚地阐明或用图示说明。

在对比说明中应包含一个结论,用以指出试验结果,表明压缩机满足或不满足保证的要求。

本标准约定制造厂和用户对下述的性能对比方法已达成一致,且没有其他可替换的对比方法。

8.2 所测的性能曲线与保证点的比较

8.2.1 不能进行性能调整的压缩机

如果压缩机的转速或几何尺寸无法调整,则容积流量(q_v)和比能(P/q_v)与保证点的比较按图1所示进行。

8.2.2 能进行性能曲线调整的压缩机

在这种情况下,对于容积流量,其与保证点的比较可使用经过保证点的性能曲线来直接进行。而该条性能曲线可以直接记录或在所允许的范围内从邻近的各性能曲线内插得到。对于比能(P/q_v),其与保证点的比较按图2所示进行。

8.3 单独的各测量点与单独的各保证点的比较

8.3.1 不能进行性能调整的压缩机

下面给出的方法提供了一种将试验压力比(r_R)下确定的比能修正值与规定压力比(r_C)下合同要求值的比较方式。这里假定在 $0.95r_C \leq r_R \leq 1.05r_C$ 的范围内,压缩机的效率保持不变。

$$\left(\frac{P}{q_v}\right)_{\text{corr,C}} = \left(\frac{P}{q_v}\right)_{\text{corr}} \times K_9$$

式中:对于单级不冷却容积式压缩机和多级无中间冷却的压缩机:

$$K_9 = \frac{r_C^{(\frac{\kappa-1}{\kappa})_C} - 1}{r_R^{(\frac{\kappa-1}{\kappa})_C} - 1}$$

对于多级带中间冷却的容积式压缩机:

$$K_9 = \frac{\ln r_C}{\ln r_R}$$

式中: r_R ——测得的压力比;

r_C ——合同规定的压力比。

见图3。

也可将在试验压力比(r_R)下确定的吸入容积流量的修正值与规定压力比(r_C)下合同要求值(q_{vc})做相类似的比较。

a) 对于单级活塞压缩机(有余隙容积):

$$q_{v,corr,C} = q_{v,corr} \times \frac{1 - e(r_R^{1/n_C} - 1)}{1 - e(r_R^{1/n_R} - 1)}$$

式中: e ——相对余隙容积。

b) 对于有膨胀过程的多级压缩机(活塞压缩机)和没有膨胀过程的容积式压缩机(回转压缩机),假定容积效率恒定和流通截面不变,则容积流量的比较可适用下式:

$$q_{v,corr,C} = q_{v,corr}$$

8.3.2 能进行性能曲线调整的压缩机

在这种情况下,改变转速或压缩机的几何尺寸(如内部容积比或扫气容积的调整),可以提供一种在规定的压力比下将 q_v 调整到 $q_{v,C}$ 的方法,见图 4。

假如在表 3 规定的限值内,效率保持恒定,就容积流量 $q_{v,C}$ 而言,可按式(1)将比能修正值 $(P/q_{v,corr})$ 调整到规定压力比 (r_C) 下的值。

$$\left(\frac{P}{q_v}\right)_{corr,C} = \left(\frac{P}{q_v}\right)_{corr} \times K_9$$

8.4 不确定度和测量误差

不确定度和测量误差见附录 F 中的 F6。

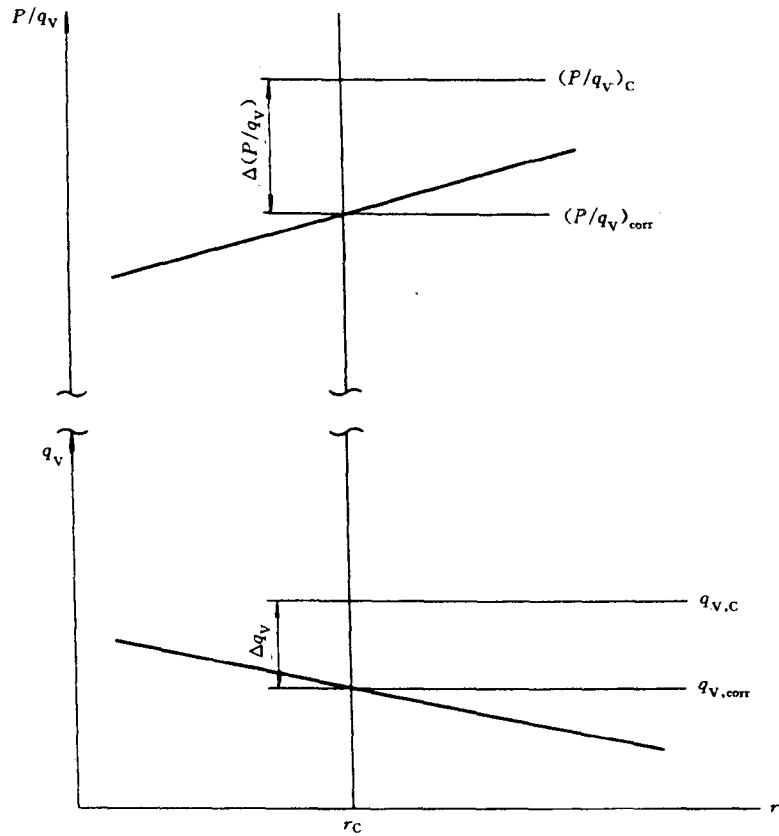


图 1 对于不能进行性能调整的压缩机,测得的性能曲线与保证点的比较