

ICS 23.120  
J72

团 体 标 准

T/CGMA XXXXXX—XXXX

## 一般用离心空气压缩机

Centrifugal air compressor for general purposes  
(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国通用机械工业协会 发布

## 目次

前	言 .....	2
1	范围 .....	3
2	规范性引用文件.....	3
3	术语和定义.....	4
4	型号和基本参数.....	5
5	要求 .....	5
5.1	总则 .....	5
5.2	安全 .....	7
5.3	主机和机组.....	8
5.5	润滑系统.....	9
5.6	控制系统.....	9
6	试验方法.....	9
6.1	性能试验.....	10
6.2	噪声试验.....	11
6.3	振动试验.....	11
6.4	叶轮超速试验.....	11
6.5	水压试验.....	11
6.6	机械运转试验.....	11
7	检验规则.....	11
7.1	检验类型.....	11
7.2	型式检验.....	11
7.3	出厂检验.....	12
8	标志、包装及贮存.....	12
附录 A	(资料型附录) 试验数据换算至规定工况下性能的方法 .....	13

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国通用机械工业协会提出并归口。

本标准由中国通用机械工业协会压缩机分会和风机分会牵头组织制订。

本标准负责起草单位：合肥通用机械研究院有限公司、XXX、XXX

本标准参与起草单位：XXX、XXX、XXX

本标准主要起草人：

本标准为首次发布。

本标准由中国通用机械工业协会压缩机分会和风机分会负责解释。

# 一般用离心空气压缩机

## 1 范围

本标准规定了一般用离心空气压缩机（以下简称“压缩机”）的术语和定义、型号和基本参数、要求、试验方法、检验规则、标志、包装和贮存。

本标准适用于一般空气动力站配套使用的电动机拖动多轴整体齿轮增速压缩机，驱动功率在 132kW 以上，额定排气压力为 0.5MPa~1.0MPa(G)。其它用于压缩空气站电力驱动的压缩机可参考使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 150（所有部分） 压力容器

GB/T 151 热交换器

GB/T 2624.1 用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量 第 1 部分：一般原理和要求

GB/T 2624.2 用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量 第 2 部分：孔板

GB/T 2624.3 用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量 第 3 部分：喷嘴和文丘里喷嘴

GB/T 2888 风机和罗茨风机噪声测量方法

GB/T 3480.5 直齿轮和斜齿轮承载能力计算 第 5 部分：材料的强度和质量

GB/T 4975-2018 容积式压缩机术语 总则

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T 10095.2-2008 圆柱齿轮 精度制 第 2 部分：径向综合偏差与径向跳动的定义和允许值

GB/T 11348.1 旋转机械转轴径向振动的测量和评定 第 1 部分：总则

GB/T 11348.4 旋转机械转轴径向振动的测量和评定 第 4 部分：燃气轮机

GB/T 13306 标牌

GB/T 14295 空气过滤器

GB/T 15487 容积式压缩机流量测量方法

GB 22207-2008 容积式空气压缩机 安全要求

JB/T 3165 离心和轴流式鼓风机和压缩机热力性能试验

JB/T 4385.1 锤上自由锻件 通用技术条件

JB/T 6443.1-2006 石油、化学和气体工业用轴流、离心压缩机及膨胀机-压缩机 第 1 部分：一般要求

JB/T 6444 风机包装 通用技术条件

JB/T 6887 风机用铸铁件 技术条件

JB/T 6888 风机用铸钢件 技术条件

JB/T 7663.2-2007 容积式压缩机 涂装技术条件

TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

NB/T 47006 铝制板翅式热交换器

NB/T 47013.2 承压设备无损检测-射线检测

- NB/T 47013.3 承压设备无损检测-超声检测  
 NB/T 47013.4 承压设备无损检测-磁粉检测  
 NB/T 47013.5 承压设备无损检测-渗透检测

### 3 术语和定义

GB/T 4975-2018、JB/T 6443.1-2006 中界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

##### **标准状态 standard condition**

是指压力为 0.1013MPa (A)，温度为 0℃，相对湿度为 0%时的空气状态。

#### 3.2

##### **额定运行工况 rated operating condition**

压缩机设计或约定的运行工况。

#### 3.3

##### **额定性能 rating performance**

对应于额定运行工况下的压缩机性能（压缩机铭牌上所示性能或买卖合同中所要求的性能）。

#### 3.4

##### **容积流量 inlet volume flow**

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，换算到标准吸气位置的滞止温度、滞止压力及组份的值。

#### 3.5

##### **标准状态容积流量 standard volume flow**

压缩机容积流量换算至标准状态下的流量值。

#### 3.6

##### **主机 a bare centrifugal air compressor**

包含叶轮、蜗壳、驱动叶轮齿轮箱和必要的中间冷却器的压缩机。

#### 3.7

##### **压缩机机组 packaged centrifugal air compressor**

包含主机与电动机等主要部件，传动装置、辅助和附属设备及完成全部管线和接线的压缩机。

#### 3.8

##### **标准排气位置 standard discharge point**

压缩机上认为有代表性的排气位置，此位置随压缩机结构和安装方式而变化。

[GB/T 4975-2018，总论 2.6]

注 1：主机的标准排气位置在排气法兰处。

注 2：机组的标准排气位置在终端出口处。

#### 3.9

##### **标准吸气位置 standard inlet point**

压缩机上认为有代表性的吸气位置，此位置随压缩机结构和安装方式而变化。

[GB/T 4975-2018，总论 2.5]

注 1：主机的标准吸气位置在一级进气排气法兰处。

注 2：机组的标准吸气位置在空气首先进入空气滤清器的入口处。

#### 3.10

##### **机组容积流量 volume flow rate of packaged compressor**

在压缩机机组标准排气位置的实际容积流量，换算到标准吸气位置的滞止温度、滞止压力及组份的

值。

### 3.11

**机组功率** input power of packaged compressor

压缩机机组完成压缩空气输出而需总的输入功率。

### 3.12

**主机比功率** specific energy requirements of a bare compressor

压缩机主机产出单位容积流量压缩空气所需的功率。

### 3.14

**机组比功率** specific energy requirements of a packaged compressor

压缩机机组产出单位容积流量压缩空气所需的功率。

### 3.15

**远程** remote

是指相对就地装置，位于远离该压缩机或控制台，一般在控制室内。

[JB/T 6443.1-2006，术语和定义 1.5.38]

### 3.16

**喘振** surge

是指低于此容积流量时，压缩机在气动性能上变得不稳定。

[JB/T 6443.1-2006，术语和定义 1.5.46]

## 4 型号和基本参数

压缩机规定工况为：

吸气压力：0.1 MPa（绝压）；

吸气温度：20 ℃；

吸气相对湿度：0%；

压缩机机冷却水进水温度：20 ℃；

排气压力：额定排气压力（G），单位为 MPa；

注：只有当此工况与产品订货合同所要求的工况一致时，该工况才能作为验收依据，否则不作为用户验收产品时的考核工况。

## 5 要求

### 5.1 总则

5.1.1 压缩机应符合本标准的规定，并按照经过规定程序批准的图样及技术文件制造。

5.1.2 压缩机的基本制造质量由制造厂保证，并应有相应的检验记录。压缩机制造商应提供压缩机特性数据（曲线）。压缩机总压头（或压比）曲线应通过测量压缩机进口法兰与末级出口法兰的压差计算得到。买方和卖方应对进口过滤器、后冷却器、止回阀和附属管路压降达成一致。

5.1.3 压缩机其设计和构成确保使用寿命至少为 20 年。

5.1.4 压缩机机组额定排气压力、公称容积流量及配用电动机功率应符合表 1 的规定。

5.1.5 压缩机机组在规定工况下的比功率应不大于表 2 的规定。

表 1 性能参数（一）

驱动电动机功率 kW	额定排气压力 MPa			
	0.5	0.7	0.8	1.0
	公称容积流量 $\text{m}^3/\text{min}$			
280	52	52	/	/
315	60	55	52	52
355	75	60	60	60
400	80	75	70	65
450	95	85	80	70
500	105	95	95	80
560	115	100	105	90
630	125	120	115	105
710	155	135	125	118
800	175	155	150	135
900	200	175	165	150
1000	220	185	185	165
1120	250	220	210	185
1250	260	245	235	210
1400	310	275	260	235
1600	350	315	310	265
1800	400	360	340	300
2000	450	400	380	335
2250	500	450	430	380
2550	550	505	460	430
2850	650	565	540	480
3150	750	600	570	535

注：表中驱动电动机的功率为电动机服务系数为 1.0 时的功率值。

表 2 性能参数（二）

驱动电动机功率 kW	额定排气压力 MPa			
	0.5	0.7	0.8	1.0
	机组比功率 $\text{kW}/(\text{m}^3/\text{min})$			
280~315	5.31	6.10	6.40	6.83
355~630	4.87	5.63	5.96	6.41
710~1000	4.67	5.20	5.47	6.20
1120~1800	4.57	5.17	5.43	6.14
2000~2850	4.55	5.13	5.40	6.10
~3150	4.35	5.11	5.37	6.00

当额定压力值不在表 2 中，应取表 2 中最接近的压力档的比功率，机组比功率规定值按公式（1）计算。

$$q \quad e_v = e_{v0} \times \frac{\ln(10 \times p + 1)}{\ln(10 \times p_0 + 1)} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$e_v$ ——待计算实际额定压力的机组比功率，单位为千瓦分每立方米[kW·min/m<sup>3</sup>];

$e_{v0}$ ——表中规定额定压力的机组比功率，单位为千瓦分每立方米[kW·min/m<sup>3</sup>];

$p$ ——待计算的额定压力，单位为兆帕[MPa];

$p_0$ ——表中的规定额定压力，单位为兆帕[MPa]。

- 5.1.6 当买方对环境噪声有要求时，应在买卖双方的技术协议中予以规定。
- 5.1.7 压缩机整体布置应合理，应提供适当的空间和安全通道，以便操作和维护，运行应平稳可靠。
- 5.1.8 压缩机应配备手动的人工操作装置，以便能手动操作进口节流装置和排气阀。
- 5.1.9 压缩机的排气管上应装设止回阀，压缩机与止回阀之间，必须设置放空阀。
- 5.1.10 压缩机外表不准有尖棱或凸出的危险部位存在，或应有明显的警示标识，其外露运动元件应有安全防护装置。
- 5.1.11 压缩机的外表面，应按图纸和相关技术文件的要求进行涂装，且应符合 JB/T 7663.2-2007 中第 3 条规定。

5.1.12 成套供给用户的压缩机应包括：

- 主机、驱动机、启动设备、防喘系统、排气消声器、其他保护装置及空气滤清器和后冷却器等；
- 随机备件；
- 专用工具；
- 随机文件（包括产品合格证、产品使用说明书、装箱单及压力容器的有关文件）。

制造厂对按产品使用说明书正常使用的压缩机保用一年，但从发货之日起计，不超过十八个月。在此期间，产品确因设计或制造不良而损坏或不能正常运转时，制造厂应负责免费修理或更换。

## 5.2 安全

- 5.2.1 压缩机应配备防喘振控制系统，确保机组运行安全。
- 5.2.2 压缩机应在易于操作的显著部位设置红色的紧急停车按钮。
- 5.2.3 压缩机的防护装置的要求按 GB 22207-2008 标准 4.9 的规定。
- 5.2.4 压缩机至少应设有下列自动保护装置，且当发生其中任一情况时，机组应能报警或自动停机，并给出相应的指示：
  - a) 轴承部位振动超限；
  - b) 轴承部位温度超限；
  - c) 电动机过载。
- 5.2.5 压力容器应符合 TSG 21 的规定。
- 5.2.6 压缩机中间冷却器和后冷却器等独立安装的管壳式换热器的设计、制造和检验应符合 GB/T 151 的规定。但与压缩机组成一体的非独立安装的换热器，当设计及制造者能保证其安全使用时，可不受此限制。
- 5.2.7 压缩机的辅助设备中涉及的压力容器的设计、制造和检验应符合 GB/T 150 的规定。



- 5.2.8 压缩机的吸气系统应能防止对压缩机造成损坏的异物被吸入压缩机内部。
- 5.2.9 在全负压情况下,吸气系统应能保证不会引起变形和不会将吸气系统里的任何材料吸入压缩机。允许用压差控制器来保护吸气系统。
- 5.2.10 配套电动机应具有良好的绝缘性能,且其绕组的常态绝缘电阻应不低于  $5M\Omega$ 。
- 5.2.11 压缩机裸露金属壳体和保护电路之间应有效的连接,防止金属壳体带电对人体造成伤害。金属壳体与保护电路间的电阻不应超过  $0.1\Omega$ 。

### 5.3 主机和机组

- 5.3.1 在排气压力-流量特性曲线上从额定点至预计的喘振点之间应连续上升。当流量大于预定喘振流量 10%以上的任何流量下,在不开启旁通路时,压缩机应能连续工作。
- 5.3.2 压缩机在规定工况下的实际容积流量的偏差应小于等于  $\pm 3\%$ ,在规定排气压力下功率应不超过设计值的 104%。
- 5.3.3 压缩机应进行工厂出厂试验,在以最高连续工作转速或额定转速范围内的任何其他转速运转时,在靠近每个径向轴承的任意平面内所测得的未滤波的峰-峰振幅不应超过式(2)的计算值。

$$A = 25.4 \sqrt{\frac{12000}{n_{mc}}} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

A-未滤波的峰-峰振幅,单位为微米 ( $\mu m$ );

$n_{mc}$ -最高连续转速,单位为转每分 (r/min)。

- 5.3.4 压缩机的吸气口应设置符合 GB/T 14295 规定的空气滤清(过滤)器。
- 5.3.5 压缩机应设有流量自动调节装置,以满足用户对流量变化的要求。
- 5.3.6 压缩机的气路、油路和水路系统应联接可靠、密封性好,不应有任何相互渗漏和外泄现象。各种管路、电缆应布置整齐。
- 5.3.7 承压零部件,应以不小于最高允许工作压力 1.5 倍的压力进行水压试验,历时 30min 不得渗漏。
- 5.3.8 压缩机变速箱的箱体应用煤油作渗漏试验,历时 2h,不得有渗漏现象。
- 5.3.9 压缩机的压力容器应符合 GB/T 150 和 TSG 21 的规定,其中钢制管壳式换热器还应符合 GB/T 151 的规定,铝制板翅式换热器还应符合 NB/T 47006 的规定。
- 5.3.10 压缩机所选用的材料应符合国家或有关行业标准的规定,铸铁件应符合 JB/T 6887 的规定;铸钢件应符合 JB/T 6888 的规定;锻件应符合 JB/T 4385.1 的规定。如有特殊要求,须在买卖双方的技术协议中规定。
- 5.3.11 当有要求或有规定时,焊接或材料的射线、超声波、磁粉或着色检验程序和验收准则,采用 5.3.13 至 5.3.16 中的方法。
- 5.3.12 射线探伤应符合 NB/T 47013.2 的规定。
- 5.3.13 超声波探伤应符合 NB/T 47013.3 的规定。
- 5.3.14 磁粉探伤应符合 NB/T 47013.4 的规定。
- 5.3.15 着色探伤应符合 NB/T 47013.5 的规定。
- 5.3.16 铸造叶轮应按照 NB/T 47013.2 进行 100%的射线检验。铸钢机壳应按照 NB/T 47013.4 进行磁粉探伤检验。
- 5.3.17 齿轮材料及热处理质量检验应符合 GB/T 3480.5 的规定。其齿轮精度应不低于 GB/T

10095.2-2008 规定的 5 级要求。

5.3.18 所有转子应做动平衡试验，每个平面上许用最大剩余不平衡量应按照式(3)进行计算，且叶轮在进行平衡校正时，仅允许采用去重法进行平衡配重。

$$U = 6350 \frac{W}{n} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

W-轴颈静载荷，或者最大偏心出现在轴端的弯曲振型的悬臂质量（即轴承外侧的转子质量），单位千克（kg）。

n-最接近关注的临界转速的工作转速，单位为转每分（r/min）。

5.3.19 首次设计制造的压缩机叶轮应按照本标准 6.4 进行超速试验。

5.3.20 压缩机组装前应对零部件进行清洁度检查，其表面不得有肉眼可见异物，保证机组内部清洁。

#### 5.4 冷却系统

5.4.1 压缩机冷却水最高进水温度为 30℃。

5.4.2 压缩机设有中间或后冷却器时，应设置冷凝液排放装置。

#### 5.5 润滑系统

5.5.1 润滑油系统中，应设置全流量过滤器，其过滤精度不低于 10 μm。

5.5.2 压缩机应设置高位油箱或其他能够保证机器运转时供油的设施。

5.5.3 润滑油系统应包括主油泵和备用油泵。主油泵和备用油泵应相同，且适用于连续运行。

5.5.4 防止油由齿轮箱漏到大气中。

5.5.5 压力润滑的压缩机应有油压保护装置。当压缩机实际运行油压低于规定值时应报警或停车。

#### 5.6 控制系统

5.6.1 压缩机应配备远程控制与显示功能，允许采用在线和移动端监视压缩机运行状况。

5.6.2 应提供压缩机喘振识别和保护系统。

注：通常提供一个可开/关的放空阀，它通过监视电动机额定电流或排气压力的波动进行控制。

5.6.3 应提供可以完成启动和停车的控制盘并应包括下列部件：

- a) 控制方式选择器键盘
- b) 使用键盘（或开关）的控制阀手动跨接和调节装置
- c) 数字读出压力测量装置
- d) 数字读出温度测量装置
- e) 报警显示器
- f) 报警和停车的控制装置
- g) 灯光报警和复位试验按钮
- h) 由控制盘上启动和停止该机组的功能
- i) 振动测量与读出仪表
- j) 自动诊断检查该微处理机和所有仪表是否正常发挥功能的装置
- k) 压缩机的累计运行时间的记录装置
- l) 压缩机启动的总次数的记录装置
- m) 油系统的油已得到适当冷却之后，辅助油泵的自动关闭设备

5.6.4 控制盘中应设置防止无线电频率（RF）干扰的屏蔽。

## 6 试验方法

## 6.1 性能试验

6.1.1 压缩机机组热力性能（容积流量、功率、多变效率、绝热效率）试验，按 JB/T 3165 的规定进行，机组比功率的计算按照式（4）。

$$e_{vo} = \frac{N_{input}}{\dot{V}} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$N_{input}$ -机组输入功率，单位 kW；

$\dot{V}$ -容积流量，单位  $m^3/min$ 。

6.1.2 机组热力性能试验，应采用原配电动机驱动。

6.1.3 主机热力性能试验，可以采用原配或非原配电动机驱动，所使用的电动机额定功率不准大于压缩机轴功率的 2 倍，且电动机应有明确的电动机效率曲线或各种损失数值。

6.1.4 压缩机特定转速下的热力性能试验应按 JB/T 3165 的规定进行，试验至少取 5 个工况点其中应包括最小流量（近喘振）、额定和最大流量。

6.1.5 在进行 6.1.2、6.1.3 和 6.1.4 试验时，测量仪表的安装位置应符合 JB/T 3165 的规定。

6.1.6 容积流量所采用的节流元件应按照 GB/T 2624 选用，测量方法可参照 GB/T 15487 的规定。

下列情况时，可采用吸入容积流量的测量方法：

- a) 测量排出的容积流量是不切实际时；
- b) 如果泄漏的气体可单独测出，并且随后可以从吸入容积流量中扣除时；
- c) 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；
- d) 当采用吸入式空气测量时，测量装置不会影响测量。

外部冷却剂的流量应采用精度不低于  $\pm 0.5\%$  仪器来测量。

6.1.7 符合相似条件和近似相似的试验工况向规定工况的性能换算，按附录 A 方法。

6.1.8 试验用仪器仪表的精度应符合表 3 的规定，并应定期校定。

表 3 测量仪器仪表精度

名称	最小刻度	精度不低于
水银玻璃温度计	$\leq 0.2 \text{ } ^\circ\text{C}$	$\pm 1\text{K}$
电阻温度计	$0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$	$\pm 1\text{K}$
热电偶	$0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$	$\pm 1\text{K}$
电流表	最大量程的 0.5%	$\pm 0.5\%$
电压表	最大量程的 0.5%	$\pm 0.5\%$
功率表	最大量程的 0.5%	$\pm 1.0\%$
转速表	$1 \text{ r/min}$	$\pm 0.5\%$
压力传感器和二次仪表	最大量程的 0.5%	$\pm 0.5\%$
微压计	$0.1 \text{ Pa}$	$\pm 0.1\%$
大气压力计		$\pm 0.15\%$
湿度计		$\pm 3\%$
U 形管压差计	$1 \text{ mm}$	$\pm 0.4\%$

6.1.9 压缩机的热力性能试验应在轴承温度、机组振动以及排气压力稳定条件下进行数据采集。

6.1.10 性能试验时，测量参数与允许的工况参数偏差应符合表 4 的规定。

表 4 与规定值的最大偏差和相对平均值的最大波动范围

测量参数	最大允许偏差	单组读数与其平均值间所允许的最大波动范围
吸气压力 $p_1$	$\pm 10\%$	$\pm 1\%$
排气压力 $p_2$	不规定	$\pm 1\%$
压力比	/	/
吸气温度 $T_1$	不规定	$\pm 2K$
绝对吸气湿度 $H_1$	不规定	$\pm 5\%$
等熵指数 $k$	$\pm 3\%$	不规定
气体常数 $\times$ 压缩性系数	$\pm 5\%$	不规定
转速 $n$	$\pm 4\%$	$\pm 1\%$
喷嘴或孔板的温度	不规定	$\pm 2K$
喷嘴或孔板的压差	不规定	$\pm 2\%$

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。

注 2: 如果由于试验工况偏差引起消耗功率的偏差超过  $\pm 10\%$ , 则试验无效。

注 3: 如果压力脉动引起的共振超过规定等级, 则转速与规定值不同的试验不予验收。

## 6.2 噪声试验

买卖双方的技术协议中如有压缩机噪声限值的规定, 应在机组热力性能试验时或在出厂机械运转试验时, 在额定功率下对压缩机噪声进行测量, 测定方法按 GB/T 2888 的规定进行。

## 6.3 振动试验

在进行压缩机机械运转试验时, 应同时进行压缩机振动试验, 振动的测量方法按 GB/T 11348.1 和 GB/T 11348.4 的规定进行。

## 6.4 叶轮超速试验

叶轮静、动平衡合格后应以额定转速的 115% 做超速试验, 时间为 1min。超速试验之后, 各叶轮应通过磁粉或着色渗透方法检验, 叶轮应无不断增长的缺陷或新缺陷。叶轮的关键尺寸应在超速试验前后测量, 超速试验后即刻检查叶轮的变形量必须小于直径的 0.04%, 12h 后检查直径变形量必须小于直径的 0.025%。

## 6.5 水压试验

承压部件 (包括辅机) 应进行水压试验, 并符合 5.3.7 的规定。

## 6.6 机械运转试验

6.6.1 机械运转试验转速从零开始按 10% 增速到额定转速, 直到轴承温度、润滑油温度和轴的振动稳定为止。并在额定转速下至少不间断地运转 2h 以检查机组的振动和轴承的性能。在机械运转试验中, 压缩机运转情况应良好, 不应有不正常的冲击声响。

6.6.2 在运转期间应对振动大小和轴承温升作出记录, 在前后轴承径向瓦块处监测转子轴径双面振幅, 振动值应符合 5.3.3 的规定, 润滑系统进口和出口油温之间的温差, 不应超过 30℃。

## 7 检验规则

### 7.1 检验类型

检验类型有:

型式检验;

出厂检验。

### 7.2 型式检验

7.2.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品试制定型鉴定或老产品转厂生产时；
- b) 结构和工艺或材料变更，有可能影响产品性能时；
- c) 停产一年以上恢复生产时；
- d) 国家质量监督部门或用户提出要求时。

7.2.2 型式检验项目包括 6.1、6.2、6.3、6.4 和 6.6 中规定的内容。

7.2.3 型式检验结果符合 5.1.5、5.3.2、5.3.3 和 6.4 中的规定，则判定型式检验为合格，若有一项不符合要求时，则判型式检验不合格。

### 7.3 出厂检验

7.3.1 压缩机必须经检查部门检测合格后方可出厂，出厂时应附有产品质量合格证明的文件。

7.3.2 每台压缩机均应由制造厂进行出厂检验。出厂检验时，在压缩机轴承温度、机组振动稳定条件下，满负荷连续运转时间不少于 2h。

7.3.3 出厂检验的内容及其要求应符合下列规定：

- a) 检查各零、部件的装配质量，工作情况以及外观质量；
- b) 在额定排气压力和额定转速下测量压缩机的容积流量、输入功率、振动及噪声，并按照公式(4)计算机组比功率。
- c) 振动和机组比功率应符合 5.3.3 和表 2 的要求。

## 8 标志、包装及贮存

8.1 每台压缩机均应在明显的位置上固定铭牌和在动力输入侧应设有旋向标志，铭牌的尺寸和要求按 GB/T 13306 的规定。

8.2 铭牌上至少应包括以下内容：

- a) 产品型号；
- b) 产品名称；
- c) 容积流量，单位  $\text{m}^3/\text{min}$ ；
- d) 额定排气压力，单位 MPa；
- e) 轴功率或驱动电动机功率，单位 kW；
- f) 外形尺寸（长×宽×高），单位 mm；
- g) 净重，单位 kg；
- h) 出厂编号；
- i) 出厂日期；
- j) 制造厂名称和制造厂所在地。

8.3 压缩机的包装和收发货标志应分别符合 JB/T 6444 和 GB/T 6388 的规定。

8.4 压缩机应贮存于干燥通风的库房或有遮盖的场所内。

8.5 制造厂自发货之日起，在正常储运条件下，应保证产品一年内不致因包装不良而引起锈蚀、霉损等。特殊要求按供需双方协议执行。

8.6 压缩机如暂不安装使用，时间超过一年时，在存放期间应定期拆箱检查，并重新对零部件进行防锈处理。

## 附录 A

## (资料型附录)

## 试验数据换算至规定工况下性能的方法

## A.1 概述

如果确保压缩机内的流动符合相似条件,则能量头系数及流量系数相同,试验结果从试验条件向规定工况的换算一般都是可行的。

当相似条件不能完全保证时,试验结果从试验条件向规定工况的换算一般采用近似换算的方法。这时选择对压缩机性能影响较大的一些参数,使它们彼此之间符合相似要求,而对影响较小的一些参数,可不予考虑,必要时可进行修正。

换算的目的是为了获得规定工况下机组的比功率,以便进行不同类型压缩机比功率数值的对比。

## A.2 符号和定义

## A.2.1 拉丁字母

符 号	术 语	单 位
b	第一叶轮的出口宽度	m
D	叶轮直径	m
k	等熵指数	-
m	多变指数	-
Ma	马赫数	-
n	转速	r/min
N	功率	kW
p	压力	MPa (bar)
R	气体常数	J/(kg·K)
Re	雷诺数	-
T	热力学温度	K
u	叶轮叶顶速度	mm/s
$\dot{V}$	容积流量	m <sup>3</sup> /s
Y	压缩性函数	-
y	基准比压缩功	kJ/kg
Z	压缩性系数	-

## A.2.2 希腊字母

符 号	术 语	单 位
$\varepsilon$	压比	—
$\eta$	效率	—
$\varphi$	流量系数	—
$\psi$	能量头系数	—
$\lambda$	管道摩擦系数	—
$\nu$	运动粘度	$\text{m}^2/\text{s}$
$\rho$	气体密度	$\text{kg}/\text{m}^3$
$\tau$	相对测量误差	

### A.2.3 下标

标 记	术 语
1	进口（吸气侧）
2	出口（排气侧）
co	换算为规定工况
dev	偏差
g	规定工况
Pr	参考过程或标准过程
Res	结果
te	试验工况
tot	总的
$\infty$	在无限大下

### A.2.4 定义

#### A.2.4.1 流量系数

$$\varphi = \frac{\dot{V}_1}{\frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot u} \quad (\text{A.1})$$

#### A.2.4.2 能量头系数

$$\psi_{\text{Pr}} = \frac{y_{\text{Pr}}}{u^2/2} \quad (\text{A.2})$$

#### A.2.4.3 RZ<sub>1</sub>T<sub>1</sub> 比

$$\vartheta_j = \frac{(RZ_1 T_1)_j}{(RZ_1 T_1)_1} \quad (\text{A.3})$$

A.2.4.4 叶顶雷诺数  $R_{eu} = \frac{ub}{v_1} \quad (\text{A.4})$

A.2.4.5 容积流量比的比值  $\Phi = \frac{(\dot{V}_1/\dot{V}_2)_{te}}{(\dot{V}_1/\dot{V}_2)_g} \quad (\text{A.5})$

### A.3 完全相似时的换算

为了确保完全相似，压缩机的试验转速必须按照式 (A.6) 选择：

$$n_{te} = n_g \sqrt{\frac{R_{te} Z_{1, te} T_{1, te}}{R_g Z_{1, g} T_{1, g}}} \quad (\text{A.6})$$

完全相似是在压比和效率相等的情况下进行的，其他条件如下：

- a) 能量头系数和流量系数相同
- b) 等熵指数  $k$  相同
- c) 马赫数  $Ma$  相同
- d) 各级的比值  $\vartheta_i$  相同
- e) 雷诺数  $Re$  相同
- f) 热交换特性相同

换算方法在附表 A1 中给出。

### A.4 近似相似时的换算

#### A.4.1 可忽略影响的特性变量

对于无冷却的压缩机，由于热交换一般只对级内压缩过程有轻微影响，所以，有关热传递的特性变量只有在试验条件下，对极限偏差才起作用。本标准没有考虑有中间冷却器的热传递影响。

#### A.4.2 不可忽略影响的特性变量的允许偏差

##### A.4.2.1 雷诺数的影响

必须检查试验条件下的雷诺数与保证条件下的雷诺数的偏差。并采取适当的措施将该偏差对压缩机运行所造成的影响进行修正。对于离心压缩机，应使用已被验证的雷诺数修正方法如表 A2，其应用范围如图 A.1 示。



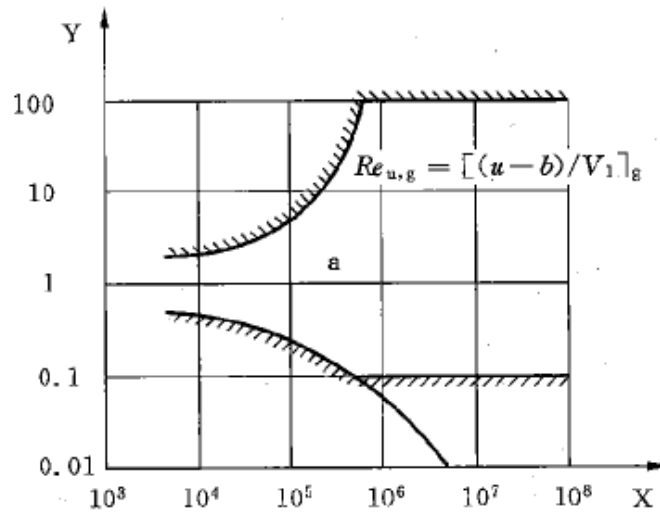


图 A.1 换算允许的应用范围

$Re_{u,g}$  -X 为保证雷诺数

$\frac{Re_{u,g}}{Re_{u,te}}$  -Y 为雷诺数比值

雷诺数比值在图中 a 区域，表示允许的范围，无需进行修正。

#### A. 4. 2. 2 容积流量比 $\phi$ 的允许偏差

容积流量比 $\phi$ 的比值极限偏差应控制合适的范围，才能保证近似相似条件。

$\Delta\Phi_{tol} = \pm 0.01$ 为内极限偏差， $\Delta\Phi_{tol} = \pm 0.05$ 为外极限偏差。该偏差可以通过调整 $n_{te}$ 、 $R_{te}$ 、 $Z_{1, te}$

或 $T_{1, te}$ 试验值控制其在一定的范围。试验期间如果不能满足内极限偏差时，应该按照下述方法确定功

率和比压缩功的补偿公差：

如果 $|\Delta\Phi_{tol}| < 0.01$ ，则 $\tau_{dev} = 0$

如果 $0.01 < |\Delta\Phi_{tol}| < 0.05$ ，则 $\tau_{dev} = 25 \times (|\Delta\Phi_{tol}| - 0.01)\%$

如果 $0.05 < |\Delta\Phi_{tol}|$ ，则 $\tau_{dev} = 1.0\%$

功率和比压缩功的总相对误差为： $\tau_{tot} = \pm(|\tau_{res}| + |\tau_{dev}|)$

#### A. 4. 2. 3 叶顶马赫数的允许偏差

容积流量比的允许偏差包括叶顶马赫数的允许偏极限偏差。

对于试验工况和换算的工况，如果在保证或试验条件下达到了相应的临界马赫数，应考虑马赫数效应。

## A.5 换算公式

表 A1 性能换算公式

换算项目	符合相似条件	近似相似 <sup>a)</sup>	
容积流量	$\dot{V}_{1, co} = \dot{V}_{1, te} \sqrt{\frac{R_{(g)} T_{1, g}}{R_{(te)} T_{1, te}}}$	$\dot{V}_{1, co} = \dot{V}_{1, te} \frac{n_g}{n_{te}}$	
压 比	$\varepsilon_g = \varepsilon_{te}$	无冷却	$\varepsilon_{co} = \left[ 1 + \left( \frac{m}{m-1} \right)_{co} \frac{Y_{p,co}}{(RZ_1 T_1)_g} \right]^{\left( \frac{m}{m-1} \right)_{co}}$ 其中: $Y_{p,co} = Y_{p,te} \left( \frac{n_g}{n_{te}} \right)^2 \left( \frac{\psi_{p,co}}{\psi_{p,te}} \right)_{Re}$ ; $\left( \frac{m}{m-1} \right)_{co} = \eta_{p,co} \left( \frac{k}{k-1} \right)_g$
		有冷却	$\varepsilon_{co} = \varepsilon_{te} \frac{(RZ_1 T_1)_{te}}{(RZ_1 T_1)_g} \left( \frac{n_g}{n_{te}} \right)^2$
功 率	$N_{co} = N_{te} \frac{p_{1, g}}{p_{1, te}} \sqrt{\frac{R_g T_{1, g}}{R_{te} T_{1, te}}}$	$N_{co} = N_{te} \left( \frac{n_g}{n_{te}} \right)^3 \frac{\rho_{1, g}}{\rho_{1, te}}$	
机械损失		$N_{mech, co} = N_{mech} \left( \frac{n_g}{n_{te}} \right)^b$ , 式中 b=1.5 至 2.0	

注: a) 等熵指数 k 值相等而 M 数不等的近似相似。

A2 雷诺数修正

修正对象	修正公式
容积流量	$\frac{\varphi_{co}}{\varphi_{te}} = \sqrt{\frac{\psi_{p, co}}{\psi_{p, te}}}$
比压缩功	$\frac{\psi_{p, co}}{\psi_{p, te}} = 0.5 + 0.5 \frac{\eta_{p, co}}{\eta_{p, te}}$
效 率	$\frac{1-\eta_{p, co}}{1-\eta_{p, te}} = \frac{0.3+0.7 \frac{\lambda_g}{\lambda_\infty}}{0.3+0.7 \frac{\lambda_{te}}{\lambda_\infty}}$ , 其中 $\frac{1}{\sqrt{\lambda_\infty}} = 1.74 - 2 \log_{10} \left( 2 \times \frac{R_d}{b} \right)$