

## 中华人民共和国安全生产行业标准

AQ 1013—2005

### 煤矿在用空气压缩机安全检测检验规范

Safety inspecting-testing specification of in-service  
air compressor for coal mine



2005-03-07 发布

2005-08-01 实施

国家安全生产监督管理局 发布

## 目 次

|                    |    |
|--------------------|----|
| 前言 .....           | II |
| 1 范围 .....         | 1  |
| 2 规范性引用文件 .....    | 1  |
| 3 术语和定义 .....      | 1  |
| 4 基本参数及符号 .....    | 1  |
| 5 技术要求 .....       | 2  |
| 6 检验方法、设备和精度 ..... | 3  |
| 7 检测结果的计算 .....    | 6  |
| 8 检测报告和检测记录 .....  | 6  |
| 9 检测周期 .....       | 6  |

## 前 言

为了保证空气压缩机的安全运行,通过检验得到空气压缩机的相关性能,从而了解空气压缩机运行中存在的问题,以便采取措施,保证安全、经济运转,制定本标准。本标准的编制,参考了 GB/T 3853—1998《容积式压缩机验收检验》等标准和《煤矿安全规程》(2004 版)的相关部分。

本标准由矿用产品安全标志办公室提出。

本标准由国家安全生产监督管理局归口。

本标准的主要起草单位:矿用产品安全标志办公室、国家安全生产抚顺矿用设备检测检验中心、河南煤矿安全监察局等。

本标准的主要起草人:陈在学、韩正菊、臧梦、金小汉、胡继红。

本标准首次发布。

# 煤矿在用空气压缩机安全检测检验规范

## 1 范围

本标准规定了煤矿在用空气压缩机性能检验方法和检验用仪器设备。

本标准适用于煤矿在用固定式和移动式空气压缩机的安全技术性能检验。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而构成本标准的条款。凡是注明日期的引用文件,其随后的所有修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 3853—1998 容积式压缩机验收试验

GB 4980—85 容积式压缩机噪声功率级的测定——工程法

GB/T 6075.4—2001 在非旋转部件上测量和评价机器的机械振动

GB/T 15487—1995 容积式压缩机流量测量方法

MT 687—1997 煤矿井下移动式空气压缩机

《煤矿安全规程》2004 版

## 3 术语和定义

以下术语和定义适用于本标准。

3.1 流量——单位时间内空气压缩机最末一级气缸排出的气体,折算到第一级进口状态的压力和温度时的气体容积值。

3.2 额定容积流量——特定进口状态(进气压力为  $1.013\ 3\times 10^5$  Pa,  $20^\circ\text{C}$ )时的排气量。它标注在空气压缩机铭牌上。

3.3 排气效率——空压机的实际排气量与额定排气量之比。

3.4 排气压力——最末一级气缸排出的气体压力。

3.5 比功率——一定的排气压力下,单位排气量所消耗的轴功率。

3.6 标准状态——压力为  $1.013\ 3\times 10^5$  Pa 和温度为  $20^\circ\text{C}$  时的空气状态。

## 4 基本参数及符号

4.1 基本参数及符号见表 1。

4.2 在用的空气压缩机应是符合 GB/T 3853、MT 687 等相关标准的正式产品。

表 1 基本参数及符号

| 符 号 | 量的名称 | 单 位                     |       |
|-----|------|-------------------------|-------|
|     |      | 符 号                     | 中文名称  |
| $Q$ | 容积流量 | $\text{m}^3/\text{min}$ | 立方米每分 |
| $n$ | 转速   | $\text{r}/\text{min}$   | 转每分   |
| $p$ | 压力   | Pa                      | 帕     |
| $P$ | 功率   | kW                      | 千瓦    |

表 1(续)

| 符 号    | 量的名称  | 单 位              |         |
|--------|-------|------------------|---------|
|        |       | 符 号              | 中文名称    |
| $V$    | 容积    | $m^3$            | 立方米     |
| $t$    | 时间    | $s$              | 秒       |
| $T$    | 热力学温度 | $K$              | 开       |
| $\eta$ | 效率    | —                | —       |
| $\rho$ | 质量密度  | $kg/m^3$         | 千克每立方米  |
| $R$    | 气体常数  | $J/(kg \cdot K)$ | 焦每千克开尔文 |

## 5 技术要求

### 5.1 外观

目测检验,要求各部分连接合理,各种管路、电缆应布置整齐。

### 5.2 证件

井下用压缩机应有安全准用标志,地面用压缩机应有相关证件(如贮气罐检验证书、安全阀检定证书、油的闪点等)。

### 5.3 安全保护装置

有下列情况之一时能报警并自动停车:

- a) 压力循环油压低于设计规定值;
- b) 冷却水中断;
- c) 排气温度超限:

——压缩机排气温度单缸超过  $190^{\circ}C$ 、双缸超过  $160^{\circ}C$ 。

——井下移动式空气压缩机:往复活塞式排气温度超过  $180^{\circ}C$ ;喷油回转式排气温度超过  $120^{\circ}C$ (采用金属滑片的超过  $130^{\circ}C$ )。

——往复活塞式曲轴箱内润滑油温度超过  $80^{\circ}C$ 。

- d) 风包内的温度超过  $120^{\circ}C$ 时。

### 5.4 温度

5.4.1 风包在地面应设在室外阴凉处,在井下应设在空气流畅的地方。在井下,固定式压缩机和风包应分别设在 2 个硐室内。

5.4.2 风包出口管路上应加装释加阀,其口径不应小于出口管路的直径,释放压力应为空气压缩机最高工作压力的 1.25~1.4 倍。

### 5.5 压缩机油

使用的压缩机油的闪点不低于  $215^{\circ}C$ 。

### 5.6 容积流量

容积流量应大于  $0.85Q$ ,  $Q$  为压缩机铭牌容积流量。

### 5.7 排气压力

排气压力不低于额定排气压力  $p_r$ 。

### 5.8 转速

转速测量值与额定值间允许的最大偏差  $\pm 3\%$ 。

### 5.9 比功率

比功率应符合表 2 要求。

表 2 比功率要求

| 铭牌排气量/(m³/min)    |    | 3    | 6 | 10    | 20 | 40    | 60 | 100   |
|-------------------|----|------|---|-------|----|-------|----|-------|
| 比功率/(kW/(m³·min)) | 水冷 | ≤5.8 |   | ≤5.15 |    | ≤5.10 |    | ≤5.05 |
|                   | 风冷 | ≤6.3 |   |       |    |       |    |       |

## 5.10 噪声

按 GB 4980 方法,测得的机房内噪声不得超过 90 dB。

## 5.11 振动

应符合 GB/T 6075.4 的规定。

## 6 检验方法、设备和精度

## 6.1 总则

6.1.1 规定的检测设备和各种测量方法所涉及的测量仪器仪表的精度应符合本标准的规定,并经计量部门检定合格。测试过程中测量参数的允许波动范围见表 3。

表 3 空气压缩机运转参数的允许波动范围

| 运转参数                 | 测试值与规定值间允许的<br>最大相对偏差(或偏差) | 任一参数的一组读数相对于<br>其平均值的最大允许波动范围 |
|----------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 空气压缩机吸气压力            | —                          | ±0.5%                         |
| 总压力比                 | ±1.0%                      | ±0.5%                         |
| 空气压缩机吸气温度            | —                          | ±1.0℃                         |
| 主轴转速                 | ±3.0%                      | ±1.0%                         |
| 空气压缩机吸气温度与进口冷却水温度的差值 | ±8.0℃                      | ±1.0℃                         |
| 冷却水流量                | ±10%                       | ±3.0%                         |
| 电压                   | ±5.0%                      | ±2.0%                         |
| 电源频率                 | ±1.0%                      | ±0.5%                         |

6.1.2 检测前应对压风系统中的全部设备、连接管路、测压点、测温点作密封性检查,不应泄漏。

6.1.3 检测负责人应由在测试技术方面有丰富经验的技术人员担任,一般检测人员应由具有一定的检测专业知识并能够对矿用空气压缩机检测进行熟练操作的人员担任,所有检测人员都应有经过主管部门考核合格后颁发的检测员证,并做到持证上岗。

## 6.2 压力测量

## 6.2.1 总则

6.2.1.1 管道和储气罐的测压接头应垂直于内壁并与其平齐。

6.2.1.2 压力表接管应尽可能短,应检验其密封性并排除所有泄漏。

6.2.1.3 仪表应妥善安装,使其不致感受有害的振动。

## 6.2.2 大气压力测定

大气压力用气压计测量。

## 6.2.3 压力表的选用

应按试验压力选择压力表的量程,指示的压力值应处于(1/3~2/3)满量程之间。并满足表 3 的要求。

## 6.2.4 测压点布置

测压点布置见表 4。

表 4 测压仪表及测点布置

| 测压项目   | 符号       | 测压部位              | 测点数 | 测压仪表      | 精度等级                  |
|--------|----------|-------------------|-----|-----------|-----------------------|
| 大气压力   | $p_0$    | 吸气口附近阴凉处          | —   | 气压计       | $< \pm 67 \text{ Pa}$ |
| 一级吸气压力 | $p_{s1}$ | 距吸气法兰 1 倍管径处的吸气管上 | 2   | U 形压差计    | 间隔 1 mm 标尺            |
| 一级排气压力 | $p_{p1}$ | 中间冷却器出口处          | 1   | 空压机上一级压力表 | 0.4 级                 |
| 二级排气压力 | $p_{p2}$ | 距排气法兰 1 倍管径的排气管上  | 2   | 空压机上二级压力表 | 0.4 级                 |
| 风包压力   | $p_b$    | 风包上测压孔            | 1   | 风包上压力表    | 1.5 级                 |
| 润滑油压力  | $p_o$    | 齿轮油泵出口            | 1   | 油泵上压力表    | 1.5 级                 |

### 6.3 温度测量

6.3.1 应将经过检定过的、精度符合要求的测温仪器,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测量温度。

6.3.2 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。

6.3.3 温度计或套管应插入管内 100 mm 或 1/3 管直径。

6.3.4 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。

6.3.5 测点布置、测温仪表及精度要求,见表 5。

表 5 测点布置、测温仪表及精度要求

| 测温项目     | 符号         | 测温部位              | 测点数 | 测温仪表 | 精度等级                |
|----------|------------|-------------------|-----|------|---------------------|
| 大气温度     | $T_0$      | 机房外阴凉处            | —   | 温度计  | $< \pm 1 \text{ K}$ |
| 一级吸气温度   | $T_{s1}$   | 距吸气法兰 2 倍直径处的吸气管上 | 2   | 温度计  | $< \pm 1 \text{ K}$ |
| 一级排气温度   | $T_{p1}$   | 中间冷却器进口处          | 2   | 温度计  | $< \pm 1 \text{ K}$ |
| 二级吸气温度   | $T_{s2}$   | 中间冷却器出口处          | 2   | 温度计  | $< \pm 1 \text{ K}$ |
| 二级排气温度   | $T_{p2}$   | 距排气法兰 2 倍直径处的排气管上 | 2   | 温度计  | $< \pm 1 \text{ K}$ |
| 风包温度     | $T_b$      | 风包测温孔             | 1   | 点温计  | $< \pm 1 \text{ K}$ |
| 冷却水进出口温度 | $T_1, T_2$ | 冷却水进、出口处          | 1   | 温度计  | $< \pm 1 \text{ K}$ |
| 润滑油温度    | $T_o$      | 齿轮油泵处             | 1   | 温度计  | $< \pm 1 \text{ K}$ |

### 6.4 转速测量

转速测量时,在压缩机检测期间应以大约相等的时间间隔读出不少于三次的转速值,计算出平均转速,转速的波动和偏差应不超过表 3 的规定。

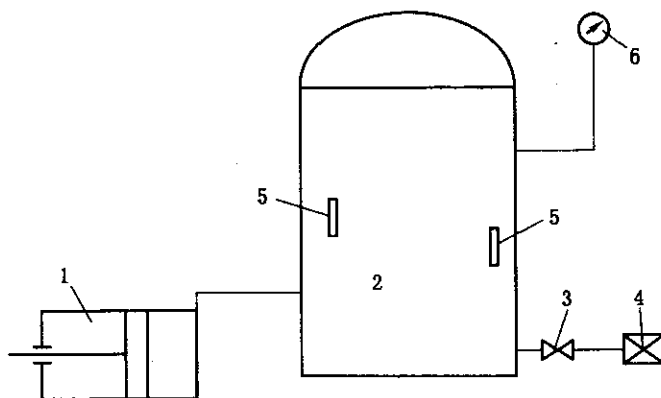
### 6.5 流量测量

流量的测量按 GB/T 15487 进行。流量的测量有两种方法:风包法和流量计法。

#### 6.5.1 风包法

风包法流量系统如图 1 所示。

##### 6.5.1.1 首先测量风包及相连管路的容积 $V$ 。



- 1——空气压缩机;  
2——风包;  
3——闸门;  
4——旋塞;  
5——温度计;  
6——压力表。

图 1 风包法测量布置示意图

6.5.1.2 切断所有用气设备,在风包上安装压力计及两支温度计,测量风包内气体压力和温度。测试前要检查安全阀的工作情况,同时检查管道和容器是否漏气。

6.5.1.3 测试时,把风包内的剩余气体及油、水放净,然后关闭闸门 3,开动压缩机。当风包中空气压力升至 0.2 MPa~0.3 MPa 时,开始用秒表计时,同时记录风包中气体的压力  $p_1$  和温度  $T_1$ 。当风包中气体达到测试压力  $p_2$  时,立即停止秒表和空气压缩机,并迅速记下压力由  $p_1$  升至  $p_2$  的时间  $t$  和温度  $T_2$ 。

6.5.1.4 压缩机排气量的计算。

a) 吸气状态下的排气量  $Q_0$

$$Q_0 = \frac{60T_0V}{tp_0} \left( \frac{p_2}{T_2} - \frac{p_1}{T_1} \right) \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$Q_0$ ——吸气状态下空气压缩机的排气量,  $\text{m}^3/\text{min}$ ;

$V$ ——风包容积(包括闸门 3 以前排气管内的容积),  $\text{m}^3$ ;

$p_1, T_1$ ——测试开始时,风包内的绝对压力, Pa 和绝对温度, K;

$p_2, T_2$ ——测试结束时,风包内的绝对压力, Pa 和绝对温度, K;

$p_0, T_0$ ——空气压缩机吸气状态下空气的压力, Pa 和绝对温度, K;

$t$ ——测试开始到测试结束时的充气时间, s。

b) 标准状态下的排气量  $Q$

本方法以标准大气压力和 20℃ 作为标准状态。其排气量

$$Q = Q_0 \frac{p_0 T_{20}}{p T_0} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$T_0, T_{20}$ ——标准状态下的绝对温度 ( $T_0 = 273 \text{ K}, T_{20} = 293 \text{ K}$ );

$p$ ——标准大气压,  $p = 1.0133 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。

## 6.5.2 流量法测量容积流量

6.5.2.1 测点位置应选在离进气管口 5 倍管径以上的直线段。

6.5.2.2 测速仪测杆插入深度在 2/3 半径左右。

6.5.2.3 测得的数据应按校正曲线进行修正。

## 6.6 功率测量

### 6.6.1 压缩机轴功率按下列方法测定：

- a) 用损耗分析法间接测定电动机输出功率,然后乘以传动效率;
- b) 按电动机铭牌上的效率计算电动机输出功率,然后乘以传动效率。

6.6.2 电动机输入功率应在电动机入线端测量,交流电动机用综合电参数测试仪或二瓦特表法,直流电动机用电压—电流表法测量。仪表精度应不低于表 6 规定。

表 6 测电仪表精度

| 名称     | 精度等级/级 | 说 明                                                                    |
|--------|--------|------------------------------------------------------------------------|
| 电参数测定仪 | 0.5    |                                                                        |
| 电 流 表  | 0.5    | 测试时仪表的指示值应在全量程的 1/3 以上。用二瓦特表测量三相功率时可以例外,但其指示的电流、电压值不应低于瓦特表额定电流电压值的 60% |
| 电 压 表  | 0.5    |                                                                        |
| 瓦 特 表  | 0.5    |                                                                        |
| 互 感 器  | 0.2    |                                                                        |

6.6.3 为了统一测定压缩机轴功率,保证不同状况下使用的压缩机的测定参数具有可比性,传动效率作出如下规定:

- a) 电动机与压缩机直联时,传动效率  $\eta_k = 1$ ;
- b) 电动机与压缩机用精密齿轮传动(每一级),传动效率  $\eta_k = 0.98$ ;
- c) 电动机与压缩机用皮带传动,传动效率  $\eta_k = 0.97$ 。

## 7 检测结果的计算

### 7.1 比功率 $P_b$ 的计算

$$P_b = \frac{P \cdot \eta_d \cdot \eta_k}{Q} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$P$ ——电动机输入功率,kW;

$\eta_d$ ——电动机效率,%。

### 7.2 排气效率 $\eta_p$ 的计算

$$\eta_p = \frac{Q}{Q_c} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$Q_c$ ——压缩机铭牌容积流量, $\text{m}^3/\text{min}$ 。

## 8 检测报告和检测记录

### 8.1 检测记录

检测记录由检测人员填写并签名,确保现场记录的真实、准确。

### 8.2 检验报告

本着科学、公正、客观的原则出具检验报告,检验项目要准确清晰、明确和客观。报告格式、内容应满足检验方法中规定的要求,应提供足够的信息。

## 9 检测周期

检测周期为每三年至少一次。