



中华人民共和国国家标准

GB/T 16665—202×

代替GB/T 16665—2017

空气压缩机组及供气系统节能监测

Monitoring and testing for energy saving of air compressor unit

and air distribution system

(征求意见稿)

201×-××-××发布

201×-××-××实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

发布

目 次

前 言	2
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 监测要求	2
5 监测方法	3
6 计算方法	5
7 节能监测评价	9
附 录 A	11
表 1 测量仪表要求	4
表 2 压缩空气湿度等级换算系数 (n) 值表	7
表 3 节能监测评价指标	9
表 A.1 压缩空气站节能监测报告	11
表 A.2 空气压缩机组节能监测报告	12
表 A.3 压缩空气干燥器及过滤器节能监测报告	13

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 16665—2017《空气压缩机组及供气系统节能监测方法》，与 GB/T 16665—2017 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- a) 更改了范围（见第1章，2017版第1章）；
- b) 增加了部分术语和定义（见第3章，2017版第3章）；
- c) 增加了压缩空气站和压缩空气干燥器的监测项目（见第4章）；
- d) 删除了压缩空气站压缩空气泄漏率的监测项目（见2017版第5章）；
- e) 增加了压缩空气站和压缩空气干燥器的节能监测方法（见第5章）；
- f) 增加并调整了测量仪器的要求（见表1）；
- g) 增加了使用非电力能源折算为电量的方法（见低调章）；
- h) 增加了有热回收利用的压缩空气站综合输功效率计算方法（见第7章）；
- i) 增加了输出不同压缩空气品质的压缩空气站的综合输功效率计算方法（见第7章）；
- j) 增加了新建、改建站验收的监测方法（见第7章）；
- k) 增加了冷冻式压缩空气干燥器比功率的计算方法（见第7章）；

l) 更改了压缩空气站的节能监测评价指标（见第7章，2017版第7章）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国能源基础与管理标准化技术委员会（SAC/TC 20）提出并归口。

本文件起草单位： 。

本文件主要起草人： 。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1996年首次发布为 GB/T 16665—1996，2017年第一次修订；

——本次为第二次修订。

空气压缩机组及系统节能监测

1 范围

本文件界定了空气压缩机组及供气系统节能监测的术语及定义，规定了监测要求、监测方法、计算方法和节能监测评价。

本文件适用于电动机驱动的空气压缩机组，以及供气压力在0.2 MPa~1.6 MPa范围的在役运行压缩空气站以及新建、改建压缩空气站验收节能监测。

本文件不适用于设在井下、涵洞和舰船等特殊场所的压缩空气站。

蒸汽驱动空气压缩机组成的压缩空气站节能监测可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 3853 容积式压缩机验收试验
- GB/T 4975 容积式压缩机名词术语 总则
- GB/T 10893.1 压缩空气干燥器 规范与试验
- GB/T 13277.1 压缩空气 第1部分:污染物净化等级
- GB/T 13277.2 压缩空气 第2部分:悬浮油含量测量方法
- GB/T 13277.3 压缩空气 第3部分:湿度测量方法
- GB/T 13277.5 压缩空气 第5部分:油蒸气及有机溶剂测量方法
- GB/T 15487 容积式压缩机流量测量方法
- GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB 19153 容积式空气压缩机能效限定值及能效等级
- GB/T 25630 透平压缩机 性能试验规程
- GB/T 27883-2011 容积式空气压缩机系统经济运行
- GB 50029 压缩空气站设计规范
- GB/TXXXX 压缩空气站能源绩效评价
- JB/T 7662 容积式压缩机术语 回转压缩机
- JB/T 7664 压缩空气净化术语
- JB/T 9107 往复压缩机 术语

3 术语和定义

GB/T 3853、GB/T 4975、GB/T 13277.1、GB/T15487、GB19153、GB/T 25630、JB/T 7662、JB/T 7664 和 JB/T 9107 中确立的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

空气压缩机组 air compressor unit

由驱动电动机、电控或调速装置、传动机构、空气压缩机和功能组件所组成的总体。

3.2

供气系统 air distribution system

压缩空气站内输送压缩空气的管路、储气罐、管件及必需的辅助设备所组成的总体。

3.3

压缩空气站 compressed air station

所有空气压缩机组、压缩空气净化干燥设备及供配电系统、冷却系统、监控系统、供气系统及必需的辅助设备所组成的总体。

3.4

压缩空气站标准吸气位置 standard inlet point of compressed air station

压缩空气站的有代表性的吸气位置，该位置取决于压缩空气站的设计和布置。

注1：对于封闭房间内的压缩空气站，标准吸气位置应处于环境空气进入站房的位置，如外墙开口处等。

注2：对于敞开式站房或进气滤清器设在站房外的，其位置为能让空气首先进入空气滤清器这类附件的空间位置。

3.5

压缩空气站吸气温度 inlet temperature of compressed air station

压缩空气站在标准吸气位置的气体全温度。

3.6

压缩空气站吸气压力 inlet pressure of compressed air station

压缩空气站在标准吸气位置的气体全压力。

3.7

压缩空气站用电单耗 specific electrical power unit consumption of the compressed air station

压缩空气站每输出 1m^3 压缩空气（标准吸气位置状态）所消耗的电能。

3.8

热能回收利用率 heat recovery rate

压缩空气站回收的热量与所消耗的电能的比值，以百分比表示。

注：回收的热量不包括在压缩空气站系统内部利用的热量。

3.9

压缩空气站额定负荷气量

用户向压缩空气站设计提出的额定需求最大供气量。

3.10

压缩空气站输功效率 output efficiency of the compressed air station

压缩空气站输出压缩空气中具有的有效能与其生产压缩空气所消耗的电能百分比。

注：压缩空气有效能为相对实际环境大气状态为基准，压缩空气所具有的及潜在的做功能力。

3.11

压缩空气站综合输功效率 multiple work efficiency of the compressed air station

综合压缩空气站回收热能、压缩空气含油量和湿度(干燥程度)因素修正后的压缩空气站输功效率。

4 监测要求**4.1 节能监测检查项目**

4.1.1 空气压缩机组及供气系统运行状态正常、系统配置合理。检查包括以下内容：

a) 查看系统、设备配置是否合理，运行是否正常，使用是否合理。

- b) 查看空气压缩机组、干燥器设备、过滤器、水分离器及供气系统是否安装完好；是否是国家明令的淘汰产品。
- c) 空气压缩机组及压缩空气站应有完整的设备台账、运行记录、检修和改造记录等技术档案，保存时间应不少于五年。

4.1.2 压缩空气站房内通风良好，压缩机吸气口应安装在背阳、无热源的场所。供气系统不得有明显破损和泄漏。

4.1.3 空气压缩机组大修以后应按 GB/T 3853、GB/T 25630 进行测试。

4.1.4 压缩空气干燥器大修以后应按 GB/T 10893.1 进行测试。

4.1.5 空气输送管网应符合 GB/T 27883-2011 中 4.4 条的要求。

4.2 节能监测测试项目

4.2.1 压缩空气站节能监测测试包括：

- a) 压缩空气站输功效率；
- b) 压缩空气站用电单耗；
- c) 压缩空气站平均供气流量；
- d) 压缩空气站管网压降；
- e) 热能回收利用率（适用时）；
- f) 压缩空气站平均供气压力；
- g) 压缩空气压力露点；
- h) 压缩空气含油量（必要时）。

4.2.2 空气压缩机组节能监测测试包括：

- a) 空气压缩机组比功率；
- b) 空气压缩机组排气压力波动值。

4.2.3 压缩空气干燥器节能监测测试包括：

- a) 压缩空气压力露点；
- b) 压缩空气干燥器耗气量（适用于吸附式）；
- c) 压缩空气干燥器比功率（适用于冷干机）；
- d) 压缩空气干燥器耗电量；
- e) 压缩空气干燥器压降；

4.2.4 压缩空气过滤器节能监测测试包括：过滤器压降。

5 监测方法

5.1 基本要求

5.1.1 监测应在空气压缩机组及供气系统正常运行状态下进行。

5.1.2 压缩空气站能源计量器具配备应符合 GB 17167 和 GB 50029 的要求以及 5.4 的规定。

5.1.3 对压缩空气站监测时，应在压缩空气站正常运行状态下进行，应选择压缩空气站具有代表性典型运行工况和周期测量，测量时间一般应不小于连续 24h。对于负荷不稳定或需要更多监测数据的，可根据实际情况选择更长的监测周期。

5.1.4 对负荷稳定（压缩空气流量变化小于 5%）的空气压缩机组，以 2h 为一个监测周期；对负荷不稳定的空气压缩机组（或系统中干燥器切换周期较长时），以一个或几个负荷变化周期为一个监测周期，监测周期不小于 2h。

5.1.5 对于非循环式的冷冻式压缩空气干燥器，以 2h 为一个监测周期；对于循环式的冷冻式压缩空气干燥器，以 4 个循环周期为一个监测周期，最短不少于 4h。对于无热再生吸附式压缩空气干燥器，以 2h 为一个监测周期；其他吸附式压缩空气干燥器，以一个完整全流程周期为监测周期。

5.1.6 监测周期内应对各参数同时采样记录，记录间隔时间不大于 5min，以各组读数的算术平均值作为计算值。压力露点按 GB/T10893.1 进行计算。

5.2 试验方法

- 5.2.1 空气压缩机组容积流量及压缩空气站供气流量测量应按 GB/T 15487 或 GB/T 25630 规定。
- 5.2.2 空气压缩机机组比功率的测量应按 GB 19153 和 GB/T 3853 规定。
- 5.2.3 压缩空气干燥器的测试应按 GB/T 10893.1 的规定。
- 5.2.4 压缩空气压力露点的测量应按 GB/T 13277.3 的规定。
- 5.2.5 压缩空气总含油量的测量按 GB/T 13277.2 和 GB/T 13277.5 的规定。
- 5.2.6 新建、改建站节能监测及验收评价应在压缩空气站建设、调试完成后进行。测量工况为：
- 供气压力范围：额定值 \pm 5%；
 - 压缩空气站吸气温度范围：5~40℃；
 - 压缩空气站额定负荷气量和部分负荷气量的工况。部分负荷气量工况应按50%、60%、70%额定负荷气量顺序选择一个，但不应为全部压缩机均为满载运行工况。测量时气量偏差应不大于10%；
 - 每个工况测量时间应不小于2小时且不小于干燥器具有代表性典型运行工况半周期时间；
 - 热回收量不计入测试结果。

5.3 监测参数测点布置

5.3.1 压缩空气站监测参数

压缩空气站的监测参数应按以下规定的测试点测量。

- 压缩空气站吸气温度 (T_{zx})，测试点在压缩空气站标准吸气位置；
- 压缩空气站吸气压力 (p_{zx} ，绝压)，测试点在压缩空气站标准吸气位置；
- 压缩空气站平均供气流量 (Q_z)，测试点在压缩空气站供气出口位置；
- 压缩空气站用电总量 (E_z)，测试点在压缩空气站总电源进线处；
- 压缩空气站平均供气压力 (p_z)，测试点在压缩空气站供气出口位置；
- 压缩空气压力露点和总含油量，测试点在压缩空气站供气出口位置；
- 热能回收量 (E_R)，测试点在压缩空气站热能输出处。

5.3.2 空气压缩机组监测参数

空气压缩机组的监测参数应在以下规定的测试点测量：

- 空气压缩机吸气温度 (T_x)，测试点在空气压缩机组标准吸气位置；
- 空气压缩机组排气压力 (p_d)，测试点在空气压缩机组标准排气位置；
- 空气压缩机组功率 (P_k)，测试点在空气压缩机组的电源进线处；
- 空气压缩机组实际容积流量 (Q_k)，测试点在空气压缩机组出口处；

5.3.3 压缩空气干燥器监测参数

压缩空气干燥器的监测参数应在以下规定的测试点测量：

- 压缩空气压力露点，测试点在干燥器出口处；
- 压缩空气干燥器进、出口气量 (Q_{Gx} 、 Q_{Gd})，测试点在干燥器进、出口处；
- 压缩空气干燥器电量 (E_G)、功率 (P_G)，测试点在干燥器的电源进线处；
- 压缩空气干燥器进、出口压力 (p_{Gx} 、 p_{Gd})，压降 (Δp_G)，测试点在干燥器进、出口处。

5.3.4 压缩空气过滤器监测参数

压缩空气过滤器进、出口压力参数 (p_{Lx} 、 p_{Ld})、压降 (Δp_L)，测试点在过滤器进、出口处。

5.4 测量仪表

使用仪表的量程应满足电参数、温度、压力和流量测量等要求，仪表（含在线工作仪表）的准确度应不低于表1规定，仪表应在检定的有效期内。

表1 测量仪表要求

序号	仪表名称	最大允许误差/准确度等级
1	温度仪表	± 1 °C

2	大气压力表	±1hPa
3	压力/压差仪表	0.4 级
4	气体流量计	1.5 级
5	水流量计	1.5 级
6	计时仪表	0.5 级
7	电参数仪表	0.5 级
8	电流/电压互感器	0.5 级
9	露点仪	露点 ≥ -10℃: ±2℃; 露点 < -10℃: ±3℃

6 计算方法

6.1 压缩空气站参数计算

6.1.1 压缩空气站用电总量的计算

6.1.1.1 压缩空气站用电总量 (E_Z)，为在测量周期内，站房所属空气压缩机组、通风系统、冷却水系统、干燥器等消耗电量总和，应优先在站房总进线处测量获得。不具备测试条件时，可对所有用能设备分别测量，并按公式 (1) 进行计算：

$$E_Z = \Sigma E_K + \Sigma E_F + \Sigma E_X + \Sigma E_G + \Sigma E_O \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- E_K —— 空气压缩机组消耗的电量，单位为千瓦时 (kW·h)；
- E_F —— 站中通风系统消耗的电量，单位为千瓦时 (kW·h)；
- E_X —— 压缩空气站冷却水循环系统消耗的电量，单位为千瓦时 (kW·h)；
- E_G —— 压缩空气干燥器消耗的电量，单位为千瓦时 (kW·h)；
- E_O —— 用于压缩空气站的其他用能设备消耗的电量或以其他能源形式输入折算的电量，单位为千瓦时 (kW·h)。

6.1.1.2 当通风、冷却水等系统为公用系统时，应独立测试和计算公用系统用于压缩空气站部分的电量。无法独立测试时，通风系统消耗电量宜根据站房内主要用能设备的功率按比例划分，冷却水系统消耗电量宜根据冷却水用量按比例划分。

6.1.1.3 当压缩空气站采用蒸汽加热时，输入的能量应折算为电量计入用电总量，按公式(2)计算：

$$E_{st} = \frac{(h_{out} - h_{in}) \times Q_{st} \times t_{st}}{8824} \quad \dots\dots\dots (2)$$

- E_{st} —— 测量时间段蒸汽输入能量折算的用电总量，单位为千瓦时 (kW·h)；
- Q_{st} —— 蒸汽平均流量，单位为千克每小时 (kg/h)；
- t_{st} —— 蒸汽加热时间，单位为小时 (h)；
- h_{out} —— 换热器出口蒸汽的比焓，单位为千焦每千克 (kJ/kg)；
- h_{in} —— 换热器入口蒸汽的比焓，单位为千焦每千克 (kJ/kg)。

6.1.1.4 当压缩空气站采用冷冻水冷却时，其输入的冷量应折算为电量计入用电总量，按公式 (3) 计算：

$$E_c = \frac{q_{v,c} \times t_c \times \rho_c \times C_{c,x} \times (T_{c1} - T_{c2})}{3600 \times COP} \quad \dots\dots\dots (3)$$

- E_c —— 测量时间段冷冻水输入冷量折算的用电总量，单位为千瓦时 (kW·h)；
- COP —— 生产冷冻水的冷水机组制冷性能系数，单位为千瓦每千瓦 (kW/kW)；
- q_v —— 冷冻水平均流量，单位为立方米每小时 (m³/h)；

- t_c ——冷冻水冷却时间，单位为小时（h）；
 ρ_c ——冷冻水密度，单位为千克每立方米（ kg/m^3 ）；
 ρ_c ——冷冻水比热，单位为千焦每千克摄氏度 [$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$]；
 T_{c1} ——冷冻水回水平均温度，单位为摄氏度（ $^\circ\text{C}$ ）；
 T_{c2} ——冷冻水进水平均温度，单位为摄氏度（ $^\circ\text{C}$ ）。

6.1.2 压缩空气站供气总量的计算

压缩空气站供气总量（ G_z ，压缩空气站吸气状态），应按公式（4）计算：

$$G_z = \frac{p_c \times T_x}{p_x \times T_c} \times G_c \quad \dots\dots\dots (4)$$

- G_c ——测量时间段流量计设定状态的压缩空气站供气量总和，单位为立方米（ m^3 ）。
 p_c ——流量计设定状态的绝对压力，单位兆帕（MPa）；
 p_x ——压缩空气站吸气绝对压力，单位兆帕（MPa）；
 T_c ——流量计设定状态的绝对温度，单位开氏温度（K）；
 T_x ——压缩空气站吸气绝对温度，单位开氏温度（K）。

6.1.3 压缩空气站管网压降的计算

压缩空气站管网压降（ Δp_z ）应按公式（5）计算：

$$\Delta p_z = p_d - p_z \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- Δp_z ——压缩空气站管网压降，单位为兆帕（MPa）；
 p_d ——空气压缩机排气压力，单位为兆帕（MPa）；
 p_z ——压缩空气站供气压力，单位为兆帕（MPa）。

6.1.4 压缩空气站输功效率的计算

压缩空气站输功效率（ η_w ）应按公式（6）计算：

$$\eta_w = 16.67 \times \frac{p_x \times Q_z \times t \times \ln((p_z + p_x)/p_x)}{E_z} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- η_w ——压缩空气站输功效率（%）；
 t ——压缩空气站用电总量 E_z 测量周期时间，单位为小时（h）；
 p_z ——供气压力，单位为兆帕（MPa）。当需要评价压缩空气站运行效率时，供气压力应为实际平均供气压力；当需要对压缩空气站进行能源绩效评价时，供气压力应为用户需求压力。

6.1.5 热能回收利用率的计算

热能回收利用率（ η_R ）应按公式（8）计算：

$$\eta_R = \frac{E_R}{E_z} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- E_R ——压缩空气站回收热能，单位为千瓦小时（ $\text{kW}\cdot\text{h}$ ）；

6.1.6 压缩空气站综合输功效率

6.1.6.1 压缩空气站综合输功效率（ η ）应按公式（9）计算：

$$\eta = \eta_w + 0.1 \times \eta_R \quad \dots\dots\dots (9)$$

6.1.6.2 当压缩空气站的同一系统输出不同湿度等级、不同含油量品质的压缩空气时，应采用湿度等级换算系数和（或）含油换算系数，换算到一致的压缩空气品质（湿度等级为5、6级、含油量不低于 $0.01\text{mg}/\text{m}^3$ ）下的输功效率。按公式（10）计算：

$$\eta_w = \sum(\eta_{wi} \times \theta_i \times m_i/n_i) \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

- η_w ——压缩空气站输功效率, %;
- η_{wi} ——第 i 路输功效率, %, 按公式 (11) 计算;
- θ_i ——第 i 路压缩空气气量占比, %, 按公式 (13) 计算;
- m_i ——第 i 路压缩空气含油换算系数, 当输出压缩空气含油量低于 $0.01\text{mg}/\text{m}^3$ 时, 取 $m_i=1.05$, 否则取 $m_i=1$;
- n_i ——第 i 路压缩空气湿度等级换算系数, 数值选取按表 2 的规定。

$$\eta_{wi} = 16.67 \times \frac{p_x \times Q_i \times t \times \ln[(p_{zi} + p_x)/p_x]}{E_i} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

- η_{wi} ——第 i 路输功效率, %;
- P_x ——压缩空气站吸气压力, 绝对压力, 单位为兆帕 (MPa);
- P_{zi} ——第 i 路压缩空气站供气压力, 表压, 单位为兆帕 (MPa);
- E_i ——测量时间段内第 i 路的综合用电量, 单位为千瓦时 (kW·h)。第 i 路的综合用电量原则上按照压缩空气气量占比计算, 该路有独立的用能设备应单独测量并计入综合用电量。

$$\theta_i = \frac{Q_i}{Q_z} \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

- θ_i ——第 i 路压缩空气气量占比, %;
- Q_i ——测量时间段内第 i 路平均供气流量(压缩空气站吸气状态), 单位为立方米每分钟 (m^3/min);
- Q_z ——测量时间段内压缩空气站平均供气流量(压缩空气站吸气状态), 单位为立方米每分钟 (m^3/min), $Q_z = \sum Q_i$ 。

$$E_i = E_z \times \theta_i \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中:

- E_i ——测量时间段内第 i 路的综合用电量, 单位为千瓦时 (kW·h);
- E_z ——测量时间段内压缩空气站用电总量, 单位为千瓦时 (kW·h)。

表2 压缩空气湿度等级换算系数 (n) 值表

供气湿度等级	1 级	2 级	3 级	4 级	5级、6级	5级、6级以下
n值	0.95 ⁴	0.95 ³	0.95 ²	0.95	1	1.05

6.1.7 压缩空气站用电单耗的计算

压缩空气站用电单耗 (D) 应按公式 (14) 计算:

$$D = \frac{E_z}{G_z} \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中:

- D ——压缩空气站用电单耗, 单位为千瓦时每立方米 ($\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$);
- E_z ——测量时间段压缩空气站用电总量, 单位为千瓦时 (kW·h);
- G_z ——测量时间段压缩空气站供气总量, 为压缩空气站吸气状态, 单位为立方米 (m^3)。

6.2 空气压缩机组参数计算

6.2.1 空气压缩机机组比功率的计算

空气压缩机机组比功率 (e_v) 应按公式 (15) 计算:

$$e_v = K_1 \times K_2 \times K_3 \times \frac{P_K}{Q_K} \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中:

- e_v —— 空气压缩机机组比功率, 单位为千瓦分每立方米 (kW/(m³/min));
- P_K —— 空气压缩机组的输入功率, 单位为千瓦 (kW);
- Q_K —— 空气压缩机组实际容积流量, 单位为立方米每分钟 (m³/min);
- K_1 —— 排气压力修正系数, 无量纲;
- K_2 —— 吸气压力修正系数, 无量纲;
- K_3 —— 吸气温度修正系数, 无量纲。

排气压力修正系数 K_1 应按公式(16)计算:

$$K_1 = \frac{\ln(10 \times (p_E + 0.1))}{\ln((p_d + p_x)/p_x)} \quad \dots\dots\dots (16)$$

式中:

- p_E —— 空气压缩机组额定排气压力, 单位为兆帕 (MPa);
- p_x —— 空气压缩机组吸气压力, 绝压, 单位为兆帕 (MPa)。
- p_d —— 空气压缩机组排气压力, 单位为兆帕 (MPa)。

吸气压力修正系数 K_2 应按公式(17)计算:

$$K_2 = \frac{0.1}{p_x} \quad \dots\dots\dots (17)$$

吸气温度修正系数 K_3 应按公式(18)计算:

$$K_3 = \sqrt{\frac{T_x}{293.2}} \quad \dots\dots\dots (18)$$

式中:

- T_x —— 空气压缩机实测吸气温度, 单位为绝对温度 (K)。

6.2.2 空气压缩机组压力波动值的计算

空气压缩机组压力波动值 (Δp_K) 应按公式(19)计算:

$$\Delta p_K = p_{d(max)} - p_{d(min)} \quad \dots\dots\dots (19)$$

式中:

- Δp_K —— 空气压缩机组压力波动值, 单位为兆帕 (MPa);
- $p_{d(max)}$ —— 空气压缩机组排气压力最大值, 单位为兆帕 (MPa);
- $p_{d(min)}$ —— 空气压缩机组排气压力最小值, 单位为兆帕 (MPa)。

6.3 压缩空气干燥器参数计算

6.3.1 吸附式压缩空气干燥器耗气量的计算

吸附式压缩空气干燥器耗气量 (δ_G) 应按公式(20)计算:

$$\delta_G = \frac{Q_{Gx}t - (Q_{Gd} + Q_s)t + V_{BL}}{Q_{Gx}t} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (20)$$

式中:

- δ_G —— 压缩空气干燥器耗气量 (%) (全流程);
- Q_{Gx} —— 压缩空气干燥器全流程压缩空气平均进气流量, 单位为立方米每分钟 (m³/min);
- Q_{Gd} —— 压缩空气干燥器全流程压缩空气平均出气流量, 单位为立方米每分钟 (m³/min);
- Q_s —— 压缩空气干燥器全流程平均排出冷凝水折算水蒸气气量, 单位为立方米每分钟 (m³/min);
- V_{BL} —— 压缩空气干燥器排放空气损失, 单位为立方米 (m³)。
- t —— 压缩空气干燥器全流程时间, 单位为分钟 (min)。

6.3.2 冷冻式压缩空气干燥器比功率的计算

冷冻式压缩空气干燥器的比功率（ e_G ）应按公式（21）计算：

$$e_G = \frac{P_G}{Q_{Gx}} \dots\dots\dots (21)$$

式中：

- e_G ——压缩空气干燥器比功率，单位为千瓦分每立方米（kW/(m³/min)）；
- P_G ——压缩空气干燥器功率，单位为千瓦（kW）；
- Q_{Gx} ——压缩空气干燥器进气流量，单位为立方米每分钟（m³/min）。

7 节能监测评价

7.1 节能监测评价指标

空气压缩机组及供气系统的节能监测指标应满足表2的要求。

表3 节能监测评价指标

序号	监测项目		合格指标	备注
1	压缩空气站	综合输功效率	不低于 GB/T《压缩空气站能源绩效评价》5级能效	
2	空气压缩机机组	机组比功率	GB19153 能效限定值、产品标准或不大于明示值的 1.05 倍	不在 GB19153 范围内机组按明示值考核
3	压缩空气干燥器	出口露点	不高于标准要求或产品明示值	无标准规定时，按按明示值考核
4		压降	不大于标准要求或产品明示值	
5		耗电量	不大于标准要求或产品明示值	
6		耗气量（适用于吸附式）	不大于标准要求或产品明示值	
7		比功率（适用于冷冻式）	不大于标准要求或产品明示值	
8	过滤器	压降	不大于标准要求	
注：“产品明示值”为产品名牌、合同协议、使用说明书及技术文件中的相关标注或规定的值。				

7.2 节能监测合格评定

7.2.1 第4章规定的节能监测检查项目和监测项目评价指标应为监测合格的最低标准。监测项目压缩空气站综合输功效率、用电单耗、空气压缩机机组比功率为必测项目。监测机构应以此进行合格和不合格的评价。全部监测指标均合格方可视为节能监测结果合格。

7.2.2 压缩空气站现场监测条件具备时，依据本文件对全部评价指标监测评价；若监测条件受限，亦可按照单项附表，对部分监测项目评价。

7.2.3 必要时，对压缩空气站、空气压缩机组和压缩空气干燥器出现的性能衰减，进行能源消耗与设备维修、更新设备成本比较的评价。

7.3 节能监测报告

监测机构应给出节能监测报告并提出改进建议。《压缩空气站节能监测报告》的内容和样式见附录 A 的 A. 1, 《空气压缩机组节能监测报告》见 A. 2, 《压缩空气干燥器及过滤器节能监测报告》见 A. 3。

参考文献

- [1] GB/T 34060-2017 蒸汽热量计算方法
 - [2] GB 21258-2017 常规燃煤发电机组单位产品能源消耗限额
 - [3] GB 19577-2024 热泵和冷水机组能效限定值及能效等级
-