

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 6427—XXXX

代替JB/T 6427-2015

变压吸附制氧、制氮设备

Pressure swing adsorption oxygen and nitrogen plants

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持文件一并附上。

（征求意见稿）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语 1

4 产品分类和规格 2

5 技术要求 2

6 检验和试验方法 6

7 检验规则 9

8 标志、包装、运输和贮存 10

表 1..... 2

表 2..... 2

表 3..... 2

表 4..... 3

表 5..... 3

表 6..... 3

表 7..... 4

表 8..... 6

表 9..... 7

表 10..... 7

表 11..... 10

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JB/T 6427-2015《变压吸附制氧、制氮设备》，与JB/T 6427-2015相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 增加了产品规格(见表 1，2015 版的表 1)；
- 更改了设计基准的大气条件(见 5.1，2015 版的 5.1)；
- 更改了产品基本性能参数(见 5.2，2015 版的 5.2)；
- 增加了变压吸附用吸附塔的补充疲劳分析和评定的要求(见 5.5)；
- 更改了常用吸附剂要求(见 5.10，2015 版的 5.10)；
- 更改了氧气、氮气产品用流量计的要求(见 6.3.2，2015 版的 6.3.2)。

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国气体分离与液化设备标准化技术委员会（SAC/TC504）归口。

本文件起草单位：杭氧集团股份有限公司、北京北大先锋科技有限公司、北京鑫南龙科技有限公司、西南化工研究设计院有限公司。

本文件主要起草人：李冬锋、朱程浩、姜贺、金翠兰、张宏宇、张成雄、沈昕悦、沈强、马国红、周宽章、袁士豪、夏雨涵。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1992年首次发布为JB/T 6427—1992，2001年第一次修订，2015年第二次修订；
- 本次为第三次修订。

变压吸附制氧、制氮设备

1 范围

本文件规定了变压吸附制氧、制氮设备的术语、产品分类和规格、技术要求、检验和试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于在常温下采用分子筛变压吸附法，从空气中分离制取氧气或氮气，制氧产量不大于15000 m³/h，制氮产量不大于5000 m³/h的设备的制造。

注1：本文件中氧、氮产量均为标准状态，即 0℃、0.101325 MPa（绝压）状态下的气体量，单位为立方米（m³）。

注2：本文件中的压力值除注明者外均为表压值。

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 150(所有部分) 压力容器
GB/T 2888 风机和罗茨鼓风机噪声测量方法
GB/T 3863 工业氧
GB/T 3864 工业氮
GB/T 4830 工业自动化仪表 气源压力范围和质量
GB/T 4980 容积式压缩机噪声的测定
GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差
GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
GB/T 13306 标牌
GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
GB/T 21271 真空技术 真空泵噪声测量
GB 50016 建筑设计防火规范
GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范
HG/T 2690 13X分子筛
HG/T 4364 碳分子筛
HG/T 5337 锂低硅X型分子筛
JB/T 5902 空气分离设备用氧气管道 技术条件
JB/T 6896 空气分离设备表面清洁度
JB/T 8058 空气分离设备用活性氧化铝 验收技术条件
NB/T 10558 压力容器涂敷与运输包装

3 术语

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

变压吸附法 pressure swing adsorption (PSA)

在等温条件下，工质增压时吸附、减压时解吸的气体分离方法。

3.2

变压吸附制氧、制氮 pressure swing adsorption for oxygen and nitrogen production

利用变压吸附法，从空气中分离制取氧气或氮气。

4 产品分类和规格

变压吸附制氧、制氮设备（以下简称制氧、制氮设备）产品分类和规格按表1的规定。

表1

产品分类	规格（产量） m ³ /h
制氧设备	5, 10, 25, 50, 80, 100, 120, 150, 180, 200, 250, 300, 350, 500, 600, 700, 800, 1000, 1100, 1200, 1500, 1600, 1800, 2000, 2200, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000, 5500, 6000, 6500, 7000, 7500, 8000, 8500, 9000, 10000, 12000, 15000
制氮设备	5, 10, 25, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1500, 1800, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000
注：表中的产品规格可根据用户要求增加。	

5 技术要求

5.1 设计条件如下：

- a) 设备设计基准大气条件按表 2 的规定。

表2

项目名称	要求
大气压力 MPa	0.101325（绝压）
温度 °C	20
相对湿度 %	75

- b) 原料空气按表 3 的规定。

表3

项目名称	允许极限含量
机械杂质 mg/m ³	30
二氧化碳 CO ₂ （体积分数，10 ⁻⁶ ）	400

乙炔 C_2H_2 (体积分数, 10^{-6})	0.5
总烃 C_nH_m (体积分数, 10^{-6})	30
含油量 (mg/m^3)	0.01
酸性物质 $\Sigma (NO_x+SO_2+HCl+Cl_2)$ (体积分数, 10^{-6})	8

- c) 冷却水按表 4 的规定。
- d) 仪表气应清洁干燥, 气源压力范围和质量应符合 GB/T 4830 的规定。
- e) 电源为交流电, 电源的电压、相位及频率应符合表 5 的规定, 其余相关技术条件应符合 GB/T 12325 的规定。

表4

项目名称	要求
进水压力 MPa	按合同规定
冷却水温度 $^{\circ}C$	≤ 32
酸碱度 pH 值	7~8
悬浮物含量 mg/L	≤ 100
总硬度 mg/L	≤ 3.2
氯离子 mg/L	≤ 500

表5

电压		电源相数	频率	
电压 V	极限偏差		频率 Hz	极限偏差
6000 或 10000	$\pm 7\%$	3	50	$\pm 1\%$
380				
220	+7%, -10%	1		

注: 表中数值与协议不同时, 按协议规定。

- f) 设计条件与 5.1 a)~e) 不相符合或需另加项目时, 由用户与供货单位在合同中予以规定。

5.2 产品基本参数性能如下:

- a) 制氧设备推荐采用的产品规格及其基本性能参数按表 6 的规定。

表6

规格（产量） m³/h	氧纯度 （摩尔分数）	产品氧压力 MPa	单位制氧电耗 ≤kW h/m³	启动时间 min
5	≥90×10 ⁻²	0.2	1.4	30
10			1.3	
25			1.2	
50			1.1	
80			1.1	
100			1.0	
120				

150				
180				
200		0.005	0.42	
250				
300				
350				
500				
600				
700				
800				
1000				
1100	≥90 ×10 ⁻²	0.005	0.36	30
1200				
1500				
1600				
1800				
2000				
2200				
2500				
3000				
3500				
4000				
4500				
5000			0.35	
5500				
6000				
6500				
7000				
7500				
8000				
8500				
9000				
10000				
12000				
15000				
注1：单位制氧电耗是指在标准状态下，氧气纯度折算为 100%。				
注2：启动时间是指成套设备开机到产品气达到纯度及产量所需的时间。				
注3：产品氧压力为0.2 MPa的设备通常采用PSA工艺设计，产品氧压力为0.005 MPa的设备通常采用VPSA工艺设计。				

b) 制氮设备推荐采用的产品规格及其基本性能参数按表 7 的规定。

表7

规格（产量） m³/h	氮纯度 （摩尔分数）	产品氮压力 MPa	单位制氮电耗 ≤kW h/m³	启动时间 min
5	≥99.5×10 ⁻²	≥0.6	0.42	30
10				
25				
50				
100				
150				
200				
300				
400				
500				
600				
800				
900				
1000				
1100				
1200				
1300				
1500				
1800				
2000				
2500				
3000				
3500				
4000				
4500				
5000				
注1：氮纯度是指除了氧组分以外的所有其它组分的总和，即：99.5×10 ⁻² 是指氮气中的氧含量为0.5×10 ⁻² 。 注2：启动时间是指成套设备从开机至产品气达到99.5%纯度及对应的产量所需的时间。随着装置纯度的升高，允许启动时间延长。				

c) 当用户有特殊要求时，制氧、制氮设备的产品规格及基本参数可按合同规定。

5.3 制氧、制氮设备应按制造单位规定程序批准的图样和技术文件制造。

5.4 配套用压缩机、鼓风机、真空泵、阀门等应符合合同技术文件的规定。

5.5 压力容器应符合 GB/T 150 的规定。

5.6 大于或等于 1000 m³/h 的制氧、制氮设备的工程设计和安装除符合产品设计要求外，应符合 GB 50275 的规定，制氧设备还应满足 GB 50016 标准的规定。

5.7 制氧设备进入分子筛吸附器的空气，其油蒸气含量应不大于 0.01mg/m³，而制氮设备进入分子筛吸附器的空气，其油蒸气含量一般应不大于 0.003mg/m³。原料空气中酸性物质总量一般应不大于 8×10⁻⁶（体积分数），其中 SO₂ 不大于 1×10⁻⁶（体积分数）。

5.8 制氧设备的氧气管道应符合 JB/T 5902 的规定。

- 5.9 与氧气接触的零件表面应清洁，并经脱脂处理，处理后的表面油脂残留量应符合 JB/T 6896 的规定。
- 5.10 制氮设备选用的碳分子筛应满足 HG/T 4364 的规定；制氧 PSA 设备选用的分子筛应满足 HG/T 2690 的规定；制氧 VPSA 设备选用的分子筛应满足 HG/T 5337 的规定；上述设备中选用的活性氧化铝验收技术条件按 JB/T 8058 的规定。
- 5.11 制氧、制氮设备的油漆表面应光亮、美观，漆膜经久耐用；压力容器涂装应符合 NB/T 10558 的规定，或者按合同要求执行。设备的整体涂装颜色根据合同规定执行，合同没有规定的按制造厂常规的涂装颜色执行。
- 5.12 制造厂应向用户提供一年以上的易损件或按合同规定。
- 5.13 在用户遵守产品使用说明书各项规定的条件下，制氧、制氮设备自制造厂发货之日起 18 个月内，或从设备调试验收后一年内，确因产品制造质量问题而发生损坏或不能正常工作时，制造厂应负责更换损坏部件（不包括易损件）或负责修复。
- 5.14 制氧、制氮设备出厂前应做防锈防潮处理。在按制造厂要求存放的条件下，设备的防锈有效期不得少于一年。如存放期超过规定防锈期时，制造厂应协助用户重新做防锈处理。
- 5.15 成套设备的操作工、机修工和仪表工应经培训考试合格后才能上岗操作，并熟悉设备的性能与结构。
- 5.16 用户应根据实际使用工艺的要求制定安全使用规程，建立定期记录、定期保养和巡视制度、备件管理制度以及故障处理报告制度。
- 5.17 制氧、制氮设备应符合 GB 12348 的规定。为防止厂界夜间噪声超标，设备安装地点宜远离居民区。如果无法避免，则应由用户方负责采取厂界隔音措施或设备安装厂房采取完善的消声措施。

6 检验和试验方法

6.1 最终产品的检验或试验方法

一般应在制造厂内试验合格后出厂或按合同规定。

6.2 试验的工况要求

试验必须在稳定工况下进行，由于受条件限制，试验工况偏离本标准规定的设计状态时，测试结果应予以换算。

6.3 测试用仪器、仪表

- 6.3.1 测试用的仪器、仪表需经计量部门检定合格，并在检定有效期内。
- 6.3.2 温度、压力、流量、转速测量仪表及其准确度要求按表 8 的规定。其中产品流量计应优先选用质量流量计，或带有温度、压力补偿的其它形式的流量计。

表8

仪表名称	分度或准确度
一般工业温度计	1.5 级
压力表	1.6 级
压力变送器	0.5 级
转子流量计	1.5 级
质量流量计	

涡街流量计	
孔板流量计	
气压计	± 66. 6Pa
U 形管液体压力计	1. 5 级
转速表	2 级
注：出厂检验时，压力表准确度为1. 6级。	

6. 3. 3 产品氧纯度分析仪及制氮装置用微量氧分析用仪器应符合表 9 的规定, 其中制氮装置的纯度在线分析仪采用测量微量氧的方式，按微量氧含量分析结果，直接显示微量氧含量值。

表9

仪器仪表	分度
制氧装置用氧分析仪	最小分度 0. 1%O ₂
制氮装置用微量氧分析仪	1%O ₂ 最小分度≤0. 05%O ₂
	0. 1%O ₂ 最小分度≤0. 005%O ₂ (50×10 ⁻⁶ 体积分数)
	0. 01%O ₂ 最小分度≤0. 0001%O ₂ (1×10 ⁻⁶ 体积分数)
	0. 001%O ₂ 最小分度≤0. 00005%O ₂ (0. 5×10 ⁻⁶ 体积分数)

6. 3. 4 功率测量用仪器、仪表应符合表 10 的规定。

表10

仪表名称	准确度
电流表	0. 5 级
电压表	
瓦特计	1. 0 级
电流互感器	0. 5 级
电度表	1. 0 级

6. 3. 5 噪声测量用声级计，其精度为±1dB(A)。

6. 4 测量方法和结果计算

6. 4. 1 流量测量

- 6. 4. 1. 1 流量测量前应检查所有计器管的管接头，不应有任何泄漏或堵塞。
- 6. 4. 1. 2 制氮设备如因需要对压缩空气消耗量进行检测时，压缩空气流量计应当设置在干燥空气缓冲罐的进口处。产品流量计应装在吸附系统产品缓冲罐的出口处。
- 6. 4. 1. 3 干燥产品的氧气、氮气流量按公式（1）修正。

$$Q = Q_1 \sqrt{\frac{PT_1}{P_1T}}$$

..... (1)

式中:

Q ——修正后在设计状态下的干燥气体流量, 单位为立方米每小时 (m^3/h);

Q_1 ——实际测得的气体流量, 单位为立方米每小时 (m^3/h);

P ——大气压力, 取 $p=0.101325 \text{ MPa}$ (绝压);

T ——流量计前气体实际温度, 单位为开 (K);

P_1 ——流量计前气体实际压力, 单位为兆帕 MPa (绝压);

T ——设计状态下的大气温度, 取 $T=273.15 \text{ K}$ 。

6.4.1.4 使用转子流量计时应对干燥产品的氧气、氮气流量进行密度修正, 修正方法按该转子流量计说明书的规定。

6.4.1.5 使用质量流量计 (热式或科里奥利式) 时, 只要气体种类与流量计标定时的气体种类相同, 无须进行流量修正。

6.4.1.6 当大气条件与设计条件不符时, 吸入空气的流量按公式 (2) 换算:

$$Q_0 = Q \frac{(P_0 - \Phi_0 P_{s0}) T_2}{(P_2 - \Phi_2 P_{s2}) T_0} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

Q_0 ——设计条件下的气体流量, 单位为立方米每小时 (m^3/h);

P_0 ——设计条件下的大气压力, 单位为兆帕 (MPa) (绝压);

P_2 ——实际条件下的大气压力, 单位为兆帕 (MPa) (绝压);

Φ_0 ——设计条件下的相对湿度, %;

Φ_2 ——实际条件下的相对湿度, %;

P_{s0} ——设计条件下的大气中饱和水蒸气压, 单位为兆帕 (MPa) (绝压);

P_{s2} ——实际条件下的大气中饱和水蒸气压, 单位为兆帕 (MPa) (绝压);

T_2 ——实际条件下的大气温度, 单位为开 (K);

T_0 ——实际条件下的大气温度, 单位为开 (K)。

6.4.2 纯度

6.4.2.1 纯度取样点应在气体出吸附系统产品缓冲罐出口处的管道上。

6.4.2.2 氧气纯度测量按 GB/T 3863 的规定和采用经标准气校验过的分析仪器测量。

6.4.2.3 氮气纯度测量按 GB/T 3864 的规定和采用经标准气校验过的分析仪器测量。

6.4.3 功率测量

6.4.3.1 动力设备 (包含压缩机、鼓风机、真空泵) 输入功率的测量

6.4.3.1.1 电动机输入功率在电动机入线端测量, 输入功率按公式 (3) 计算:

$$N = \sqrt{3}IU \cos \Phi / 1000 \dots\dots\dots (3)$$

式中:

N ——电动机输入功率, 单位为千瓦 (kW);

I ——输入电流, 单位为安 (A);

U ——输入电压, 单位为伏 (V);

$\cos \Phi$ ——功率因子 (由电动机制造厂提供)。

6.4.3.1.2 动力设备 (包含压缩机、鼓风机、真空泵) 输入功率按公式 (4) 计算:

$$N_c = N\eta_e \dots\dots\dots (4)$$

式中：

N_c ——动力设备（包含压缩机、鼓风机、真空泵）输入功率，单位为千瓦（kW）；

η_e ——电动机效率。

6.4.3.2 总功率（不包括压氧、压氮功率）的测量

总功率（不包括压氧、压氮功率）按公式（5）计算：

$$\sum N = N_c + N_j \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$\sum N$ ——总功率，单位为千瓦（kW）；

N_j ——辅机功率（包括预冷机组功率、仪表气压缩机功率），单位为千瓦（kW）。

6.4.4 单位产品气体电耗的测量

单位产品气体电耗按公式（6）计算：

$$N_0 = \frac{\sum N}{Q_0 Y} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

N_0 ——单位产品气体电耗，单位为千瓦时每立方米（kW h/m³）；

Y ——产品气体纯度，%。

6.4.5 噪声测量

6.4.5.1 噪声测量位置在制氧、制氮设备主要操作位置前水平距离 1m、离地面高 1.5m 处。

6.4.5.2 容积式压缩机的噪声测量方法按 GB/T 4980 的规定。

6.4.5.3 制氧、制氮设备排放气体的厂界噪声测量方法应符合 GB 12348 的规定。

6.4.5.4 透平压缩机、罗茨鼓风机的噪声测定方法按 GB/T 2888 的规定。

6.4.5.5 真空泵的噪声测定方法按 GB/T 21271 的规定。

6.4.6 测量数据的采集

6.4.6.1 功率、噪声 2 小时测一次，取连续 3 次的平均值为测量值。

6.4.6.2 流量的测量采用一定间隔时间段内的累积值与测试时间的比值，作为瞬时流量值。每个累积的时间段应不少于 30 分钟。取连续 3 个时间段的累积值与对应测试时间计算所得的瞬时流量的平均值作为测量值。当制氮设备需要获得产品回收率数值时，空气端的流量测量取值及产品端的流量测量取值，应在同一时刻读取流量累积的起始值及终点值。终点值与起始值之差，即为测量时间段内的总流量。

6.4.6.3 纯度的测量与流量测量的同一时间段进行。在装置运行性能稳定后，在每一个流量累积时间段内，每间隔 5 分钟读取 1 组纯度数据，该时间段内所读取的连续 3 次的平均值作为纯度测量值 1。相应地在流量测量的第 2、3 累积时间段内获得纯度测量值 2 及纯度测量值 3。取三次的平均值为测量值。

7 检验规则

7.1 经制造厂检验部门检验合格的制氧、制氮设备，应附有产品质量合格文件方可出厂。

- 7.2 有关压力容器应按 GB/T 150 的规定进行检验，并提供相应的质量证明文件。
- 7.3 重要的外购件（如分子筛、活性氧化铝、电动机、压缩机、真空泵、气体干燥设备、仪电控设备、一次仪表、阀门）等均应有制造单位的产品质量合格证书。
- 7.4 制氧、制氮设备检验分出厂检验与型式检验：
- a) 出厂检验一般应逐台进行，并达到表 6 或表 7 规定的性能指标，或根据合同规定的性能指标进行检验，试验时间为连续运转 6h；
 - b) 对于受限制不能在制造单位进行试验的情况，允许在用户处进行试验，但各配套机组均应检验合格后才能投入成套设备的性能试验或按合同规定执行；
 - c) 型式检验应达到表 6 或表 7 规定的性能指标及 5.6~5.11 的规定，试验所需时间为连续运转 24h；
 - d) 对于批量生产的制氧、制氮设备应按批抽检进行型式检验，抽检如果不合格，应加倍抽检，若仍有一台不合格，则应全检，抽检台数按表 11 的规定。

表11

批量	≤10	10~30	>30
抽检数	1	2	3

8 标志、包装、运输和贮存

- 8.1 制氧、制氮设备应在明显部位固定产品标牌，标牌应符合 GB/T 13306 的规定。产品标牌内容应包括：
- a) 产品型号；
 - b) 产品名称；
 - c) 主要性能参数；
 - d) 出厂编号；
 - e) 制造日期；
 - f) 制造厂名称。
- 8.2 制氧、制氮设备出厂时一般应附带下列文件：
- a) 产品合格证；
 - b) 产品使用说明书；
 - c) 流程图、总装图、基础图、电气控制原理图；
 - d) 压力容器质量证明书、竣工图；
 - e) 备件明细表；
 - f) 装箱单；
 - g) 合同规定提供的其他文件、图样。
- 8.3 制氧、制氮设备的包装、运输应符合 GB/T 13384 的规定。
- 8.4 制氧、制氮设备应存放在库房或有遮盖的场所内，场地应清洁、干燥、通风，设备不应与地面直接接触。