



中华人民共和国国家标准

GB/T 36227—2018

特大型空气分离设备

Super-scale air separation plants

2018-05-14 发布

2018-12-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 基本流程和型号	2
4 设计	3
5 出厂检验	10
6 标志、包装、运输及储存	10
7 安装	11
8 现场性能检验	12

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国气体分离与液化设备标准化技术委员会(SAC/TC 504)归口。

本标准起草单位：杭州杭氧股份有限公司、开封空分集团有限公司、四川空分设备(集团)有限责任公司。

本标准主要起草人：周智勇、王忠建、高云、韩一松、彭旭东、马国红、赵问银、黄科、毛央平、周芬芳、周宽章、徐星、王庆波、江蓉、马恒高、李吉南、孙健、郑达海、寿惠卿。

特大型空气分离设备

1 范围

本标准规定了特大型空气分离设备(以下简称空分设备)的基本流程和型号,设计,出厂检验,标志、包装、运输及储存,安装,现场性能检验。

本标准适用于以低温法分离空气且氧产量不小于 60 000 m³/h[本标准中氧、氮产量均为标准状态 [0 ℃, 101.325 kPa(A)]下的气体量;压力单位加上(A)为绝压,未注明者为表压。]、氧纯度(体积分数)不小于 99.6%的空分设备。

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 156 标准电压
- GB/T 2624(所有部分) 用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量
- GB/T 2888 风机和罗茨鼓风机噪声测量方法
- GB/T 3863 工业氧
- GB 4053.2 固定式钢梯及平台安全要求 第2部分:钢斜梯
- GB 4053.3 固定式钢梯及平台安全要求 第3部分:工业防护栏杆及钢平台
- GB/T 5831 气体中微量氧的测定 比色法
- 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 15945 电能质量 电力系统频率偏差
- GB/T 18442(所有部分) 固定式真空绝热深冷压力容器
- GB/T 20801(所有部分) 压力管道规范 工业管道
- GB/T 28574 石油、石化和天然气工业 特种用途汽轮机
- GB 50009 建筑结构荷载规范
- GB 50011—2010 建筑抗震设计规范
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50017 钢结构设计规范
- GB 50030 氧气站设计规范
- GB 50055 通用用电设备配电设计规范
- GB/T 50062 电力装置的继电保护和自动装置设计规范
- GB/T 50063 电力装置电测量仪表装置设计规范
- GB 50184 工业金属管道工程施工质量验收规范

- GB 50235 工业金属管道工程施工规范
- GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范
- GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范
- GB 50677 空分制氧设备安装工程施工与质量验收规范
- HG/T 21556.3 聚丙烯鲍尔环填料
- HG/T 21556.4 玻纤增强聚丙烯鲍尔环填料
- HG/T 21557.2 不锈钢阶梯环填料
- HG/T 20512 仪表配管配线设计规范
- HG/T 2690 13X 分子筛
- JB/T 4711 压力容器涂敷与运输包装
- JB/T 4732 钢制压力容器-分析设计标准
- JB/T 4734 铝制焊接容器
- JB/T 5902 空气分离设备用氧气管道 技术条件
- JB/T 6443(所有部分) 石油、化学和气体工业用轴流、离心压缩机及膨胀机-压缩机
- JB/T 8058 空气分离设备用活性氧化铝 验收技术条件
- JB/T 8693—2015 大中型空气分离设备
- JB/T 9073 空气分离设备用离心式低温液体泵
- JB/T 9076 往复式低温液体泵 技术条件
- JB/T 9081 空气分离设备用低温截止阀和节流阀 技术条件
- JB/T 11006 空气分离设备 产品型号编制方法
- JB/T 11848 空气分离设备用离心式氧气压缩机
- JB/T 12343 空气分离设备用金属孔板波纹填料 技术条件
- JC/T 1020 低温装置绝热用膨胀珍珠岩
- NB/T 47006 铝制板翅式热交换器
- NB/T 47041 塔式容器
- NB/T 47042 卧式容器
- TSG D0001 压力管道安全技术监察规程-工业管道
- TSG D2001 压力管道元件制造许可规则
- TSG D3001 压力管道安装许可规则
- TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

3 基本流程和型号

3.1 产品按基本流程分为两类：

- 外压缩流程：空气过滤压缩，空气预冷纯化，增压空气膨胀进上塔，气体产品出冷箱经压缩机加压到用户所需压力；
- 内压缩流程：空气过滤压缩，空气预冷纯化，空气增压(或氮气循环增压)，空气(氮气)膨胀，液氧内压缩并复热出冷箱。

注：本标准定义了两类常见的流程，每类流程均可根据需要确定是否带全精馏制氩系统以及氦氖氩提取设备。

3.2 产品型号按 JB/T 11006 规定。

4 设计

4.1 设计条件

4.1.1 总则

空分设备设计中需要的常规设计条件见 4.1.2~4.1.9,合同技术协议另有规定的,以合同技术协议为准。

4.1.2 原料空气

空分设备的吸风口与散发碳氢化合物(特别是乙炔)等有害气体发生源之间的最小水平间距应符合 GB 50030 的规定。吸风口空气中痕量污染物(特别是碳氢化合物)的含量应现场检测或模拟分析,并提供所有数据给空分设备设计制造单位。吸风口空气中二氧化碳含量宜实时监控。表 1 为典型的空气质量设计基础条件。当吸风口空气中污染物含量超过表 1 中设计基础条件时,应采取针对性的分子筛吸附或其他有效措施。

表 1 典型的空气质量设计基础条件

项目名称	允许极限含量
机械杂质/(mg/m ³)	30
二氧化碳 CO ₂ 含量(体积分数)/10 ⁻⁶	450
甲烷 CH ₄ 含量(体积分数)/10 ⁻⁶	5
乙烯 C ₂ H ₄ 含量(体积分数)/10 ⁻⁶	0.1
乙烷 C ₂ H ₆ 含量(体积分数)/10 ⁻⁶	0.1
乙炔 C ₂ H ₂ 含量(体积分数)/10 ⁻⁶	0.3
丙烷 C ₃ H ₈ 含量(体积分数)/10 ⁻⁶	0.05
总烃 C _n H _m 含量(体积分数)/10 ⁻⁶	8
氧化亚氮 N ₂ O 含量(体积分数)/10 ⁻⁶	0.35

4.1.3 大气条件

大气条件设计点按表 2 的规定。

表 2 大气条件

项目名称	要求
压力	当地年平均大气压
温度	当地最热月平均气温
相对湿度	当地年平均相对湿度

4.1.4 循环冷却水

循环冷却水按表 3 的规定。循环冷却水系统阻力应尽可能小,以节省能耗。与空气直接接触的循环冷却水宜采用独立循环冷却水系统。

表3 循环冷却水

项目名称	要求
进水压力/MPa	≥ 0.4
回水压力/MPa	≥ 0.25
最高进水温度/℃	≤ 32
酸碱度 pH	7~8
悬浮物含量/(mg/L)	≤ 20
总硬度/(mmol/L)	≤ 3.2
Cl ⁻ /(mg/L)	≤ 300
Ca ²⁺ /(mg/L)	30~200
石油类/(mg/L)	< 5
水侧污垢热阻值/(m ² ·K/W)	$1.72 \times 10^{-4} \sim 3.44 \times 10^{-4}$

4.1.5 驱动汽轮机蒸汽

驱动汽轮机蒸汽按表4的规定。

表4 驱动汽轮机蒸汽

机组蒸汽类别	汽轮机进口压力/MPa(A)	汽轮机进口温度/℃
中压蒸汽	3.43±0.2	435(420~445)
次高压蒸汽	4.9±0.3	435(420~445)
		470(455~480)
高压蒸汽	8.8±0.5	535(525~540)
超高压蒸汽	12.7±0.5	535(525~540)

注：括号内数据为汽轮机进口温度允许波动范围。

4.1.6 外供仪表气源

空分设备启动用外供仪表气源按表5的规定，其常压露点应比空分设备所在地极端最低温度至少低15℃。

表5 外供仪表气源

项目名称	要求
常压露点/℃	≤ -40
气源压力/MPa	0.6~0.8
含油量/(mg/m ³)	≤ 10
含尘粒径/ μm	≤ 3
含尘量/(mg/m ³)	≤ 1

4.1.7 密封气源

透平膨胀机、低温液体泵密封气源按表 6 的规定。

表 6 密封气源

项目名称	要求
常压露点/℃	≤ -65
密封气进气压力/MPa	≥ 0.7
含油量/(mg/m ³)	≤ 1
含尘粒径/ μm	≤ 3
含尘量/(mg/m ³)	≤ 1

4.1.8 电源

电源为交流电,电源的电压、相位及频率应符合表 7 的规定,其余相关技术条件应符合 GB/T 156、GB/T 12325 和 GB/T 15945 的规定。

表 7 电源

电压		相位	频率	
系统标称电压/V	偏差		频率/Hz	偏差/Hz
6 000 或 10 000	$\pm 7\%$	3	50	± 0.5
660				
380				
220	$+7\%, -10\%$	1		

注:事故电源宜采用 380 V 交流电源。

4.1.9 其他条件

- 4.1.9.1 雨量:当地历年平均降雨量和日最高降雨量。
- 4.1.9.2 风速/基本风压:当地历年平均风速/最大风速/基本风压。
- 4.1.9.3 雪:当地雪的最大厚度或最大荷重。
- 4.1.9.4 气温:当地的极端最高/最低气温及历年月平均最低气温的最低值。
- 4.1.9.5 地震设防烈度:按 GB 50011—2010 附录 A 确定。
- 4.1.9.6 地下水位:当地地下水最高水位。

4.2 通用要求

- 4.2.1 压力容器的设计应符合 TSG 21、GB/T 150、GB/T 151、JB/T 4734、NB/T 47006、NB/T 47041 和 NB/T 47042 的规定。
- 4.2.2 压力管道和压力管件的设计应符合 GB/T 20801、TSG D0001、TSG D2001、TSG D3001 的规定。
- 4.2.3 机组应适应所在地的安装环境及自然气候条件,并能安全、稳定、连续、全负荷运行,机组日常操作和维修应有足够的安全空间。

4.2.4 轴流、离心压缩机及膨胀机应符合 JB/T 6443 的规定,汽轮机应符合 GB/T 28574 的规定,离心式氧气压缩机应符合 JB/T 11848 的规定。

4.2.5 低温液体泵应符合 JB/T 9073 或 JB/T 9076 的规定。

4.2.6 低温截止阀、节流阀应符合 JB/T 9081 的规定,氧气阀门应符合 GB 50030 的规定。

4.2.7 合同技术协议另有规定的,以合同技术协议为准。

4.3 产品基本性能要求

4.3.1 空分设备连续运行时间不少于 2 年。

4.3.2 空分设备氧产品纯度(体积分数)不小于 99.6%。

4.3.3 空分设备在考核设计工况下的运行能耗应不大于考核设计值的 104%。

4.3.4 空分设备从透平膨胀机启动到氧产品纯度合格的启动时间不大于 72 h。

4.3.5 空分设备的解冻(不包括排液)时间不少于 48 h,解冻后分馏塔各部位温度不低于 0℃。

4.3.6 空分设备的噪声排放限值应符合 GB 12348 的规定。

4.3.7 上述性能要求在合同技术协议另有规定时,按合同规定执行。

4.4 空分设备的组成

4.4.1 主要组成

空分设备通常由原料空气过滤器、原料空气压缩机组、空气(氮气)增压机组、汽轮机组、空气预冷系统、空气纯化系统、增压透平膨胀机组、分馏塔系统、液体贮存气化系统、氧气透平压缩机组、氮气压缩机组、仪表控制系统、电气控制系统等组成。

4.4.2 原料空气过滤器

原料空气过滤器的主要作用是除去原料空气中的灰尘及其他固体粒子,应满足以下要求:

- a) 粒度 $\geq 2\ \mu\text{m}$ 的颗粒过滤效率应 $\geq 99.98\%$,阻力在 200 Pa~700 Pa 下的处理能力宜不小于加工空气量的 2 倍;
- b) 宜具备自动反吹功能,滤芯可在线更换;
- c) 对于沙尘暴多发地区应设置防范措施。

4.4.3 原料空气压缩机组

原料空气压缩机组的主要作用是提供带压空气,应满足以下要求:

- a) 压缩机采用离心式或轴流+离心式,由汽轮机或电机驱动;
- b) 应设置轴振动、轴位移、油压、油温、轴承温度等报警联锁装置;
- c) 应带防喘振系统;
- d) 应带安全放散系统;
- e) 应带入口导叶调节系统;
- f) 宜设置叶轮水冲洗系统;
- g) 油系统的技术要求:
 - 1) 应设置双油过滤器、主油泵、辅助油泵和高位油箱,宜设置双油冷却器;
 - 2) 主油泵和辅助油泵应能持续并联工作,在正常工作时应单独供油,两台油泵应有相同的供油量和供油压力;
 - 3) 油过滤器后管道、管件、阀门内件等应使用不锈钢材质,油过滤器前油箱、高位油箱、管道、管件、阀门内件等宜使用不锈钢材质。

4.4.4 空气(氮气)增压机组

空气(氮气)增压机组的主要作用是提供中压膨胀气源、中高压液氧汽化气源,应满足以下要求:

- a) 入口应设置临时过滤器;
- b) 应满足 4.4.3 中 b)、c)、d)、e)、g) 的要求。

4.4.5 汽轮机组

汽轮机组的主要作用是驱动原料空气压缩机和空气(氮气)增压机,应满足以下要求:

- a) 汽轮机宜同时驱动空压机和增压机,与空压机、增压机共用供油系统;
- b) 汽轮机配备空冷式凝汽器或水冷式凝汽器,缺水地区推荐使用空冷式凝汽器;
- c) 应保证汽轮机输出功率、转速以及各项性能指标在规定的工况下满足压缩机的要求;
- d) 应满足 4.4.3 中 b)、g) 的要求。

4.4.6 空气预冷系统

空气预冷系统的主要作用是冷却和洗涤原料空气,应满足以下要求:

- a) 塔内件材质应按水质条件进行设计;
- b) 塔内填料宜采用散堆填料,如采用聚丙烯鲍尔环、玻纤增强聚丙烯鲍尔环和不锈钢阶梯环,应分别符合 HG/T 21556.3、HG/T 21556.4 和 HG/T 21557.2 的规定;
- c) 空冷塔顶部宜设置捕雾器压差测点;
- d) 空冷塔顶部空气出口应设压力报警及联锁,联锁宜采用三选二逻辑控制;
- e) 空冷塔底部应设液位报警及联锁,联锁宜采用三选二逻辑控制;
- f) 空冷塔底部宜设置紧急排水阀;
- g) 空冷塔上段、水冷塔、空气出空冷塔管道、冷冻水管道、纯(污)氮气进水冷塔管道应采取保冷措施,空气进空冷塔管道应采取防倒吸、人身保护(防烫)措施;
- h) 水冷塔应具有冬季防冻措施,液位计、液位变送器及取压管道应采取冬季保温措施,对于历年最冷月平均气温在零度以下的地区,空冷塔下段、水冷塔下段、水泵宜室内布置。

4.4.7 空气纯化系统

空气纯化系统的主要作用是脱除空气中的水分、乙炔、二氧化碳、氧化亚氮(部分吸附)等,应满足以下要求:

- a) 活性氧化铝应符合 JB/T 8058 的规定;
- b) 分子筛应符合 HG/T 2690 的规定;
- c) 吸附器容器应进行疲劳分析,并符合 JB/T 4732 的规定;
- d) 吸附器出口空气中二氧化碳含量应在线连续监测,其体积分数应不大于 1×10^{-6} ;
- e) 单台吸附器吸附时间不宜低于 3.5 h;
- f) 应有防冲床措施;
- g) 电加热器污氮气出口应设置温度联锁;
- h) 蒸汽加热器污氮气出口应设置微量水分析仪,其体积分数应不大于 10×10^{-6} ;
- i) 吸附器进出管道、再生加热器及其管道应分别包扎保温层。

4.4.8 增压透平膨胀机组

增压透平膨胀机组的主要作用是膨胀制冷,应满足以下要求:

- a) 增压端、膨胀端入口应分别设置过滤器;

- b) 增压后冷却器出厂前宜做氦质谱检漏,氦检漏等级应达到 $10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$;
- c) 增压后冷却器气侧出口应设置微量水分析检测点;
- d) 应设防喘保护系统;
- e) 油系统的技术要求:
 - 1) 应设置双油泵、双油过滤器、油冷却器、蓄能器等;
 - 2) 油箱、管道、管件、阀门内件等宜使用不锈钢材质。

4.4.9 分馏塔系统

分馏塔系统是空分设备的核心部分,其主要作用是利用低温精馏来分离空气中的氧、氮,应满足以下要求:

- a) 冷凝蒸发器、液氧蒸发器宜采用全浸浴式结构,并设置总碳分析仪或色谱分析仪,液氧中乙炔及其他碳氢化合物等有害物质含量限值应符合表 8 的规定;
- b) 浴式冷凝蒸发器的液氧液位低于板式单元高度 90%时应报警,不得在板式单元高度 90%以下长时间运行;
- c) 浴式冷凝蒸发器、液氧蒸发器底部应连续抽取不低于 1%氧气产量的液氧;
- d) 精馏塔宜采用规整填料塔,填料应符合 JB/T 12343 的规定;
- e) 冷箱基础应有必要的防水措施,并考虑漏液情况下极端温度($-196 \text{ }^\circ\text{C}$)时的安全,以及相应的安全可靠的加温措施;
- f) 冷箱钢结构设计应符合 GB 50017 的规定,并进行地震作用、风荷载等计算,且抗震设计应符合 GB 50011 的规定,风荷载等计算应符合 GB 50009 的规定;
- g) 冷箱内管道设计应符合 TSG D0001 的规定,并进行管道应力计算,确保管系具有足够自补偿能力;
- h) 冷箱内支架(含设备、管道、阀门及仪表支架等)材质应采用奥氏体不锈钢或铝合金;
- i) 冷箱平台梯子宜采用斜梯结构,并符合 GB 4053.2、GB 4053.3 的规定;
- j) 排放液氧、液氮或其他低温液体时,应气化后排放;
- k) 运行时宜往冷箱夹层充入含氧量不高于 5%的干燥(污)氮气保持正压($50 \text{ Pa} \sim 300 \text{ Pa}$),冷箱上应分层设置压力测点、安全泄放装置、分析取样点等,且冷箱顶部压力测点宜进中控室显示;
- l) 冷箱保冷珠光砂应符合 JC/T 1020 的规定。

表 8 浴式冷凝蒸发器中有害物质含量

控制指标	报警值 (体积分数)/ 10^{-6}	最大允许值 (体积分数)/ 10^{-6}
甲烷(CH_4)	250	500
乙炔(C_2H_2)	0.05	0.1
乙烯(C_2H_4)	100	200
乙烷(C_2H_6)	125	250
丙烯(C_3H_6)	17.5	35
丙烷(C_3H_8)	50	100
碳四碳氢化合物	2.5	5
总烃(折合甲烷计)	250	500
氧化亚氮(N_2O)	40	60

4.4.10 液体贮存气化系统

液体贮存气化系统的主要作用是贮存空分设备产出的液氧、液氮、液氩产品,并通过低温液体泵、自增压器、汽化器等设备提供备用的氧气、氮气、氩气,应满足以下要求:

- a) 低温液体贮槽的设计应符合 GB/T 18442 的规定;
- b) 氧后备系统的建筑防火设计应符合 GB 50016 的规定;
- c) 低温液体贮槽液体排出口应设置紧急切断装置;
- d) 低温液体排放宜汇集排放至安全区域;
- e) 应设置安全阀、爆破片等必要的安全泄放装置。

4.4.11 氧气透平压缩机组

氧气透平压缩机组是为空分设备生产的产品氧气提高压力所设置的机器,应满足以下要求:

- a) 配套氧气管道应符合 JB/T 5902 的规定;
- b) 压缩机内部除转子外的部件若采用碳钢或铸铁材料,与氧气接触表面应进行表面安全处理;
- c) 所有与氧气接触的表面在投运前须经过严格清理和脱脂处理,并经严格检查,确保流道表面干净、无焊渣、焊瘤、翻边、尖角和油脂存在;
- d) 压缩机宜布置在无顶棚的防火墙内,防火墙采用耐火材料(钢筋混凝土、砖块等)制作;
- e) 压缩机应在线配备足量灭火氮气,能快速置换压缩机及相应部件内的氧气;
- f) 压缩机和相关部件(氧气管道、冷却器、阀门、过滤器等)应有可靠的防静电接地措施;
- g) 应设置可靠的仪表控制和保护系统;
- h) 入口管道和出口管道上应设置可靠的隔断措施;
- i) 压缩机周围设施布局应通风良好;
- j) 压缩机运行及相关部件维修时,应对运行及维修环境的氧气浓度进行安全监控。

4.4.12 氮气压缩机组

氮气压缩机组是为空分设备生产的产品氮气提高压力所设置的机器,应满足以下要求:

- a) 入口管道和出口管道上应设置可靠的隔断措施;
- b) 压缩机周围设施布局应通风良好;
- c) 压缩机运行及相关部件维修时,应对运行及维修环境的氮气浓度进行安全监控。

4.4.13 仪表控制系统

仪表控制系统的主要作用是完成空分设备的检测、监视、操作、自动调节和连锁保护,以保证成套设备的长期、稳定安全运行,应满足以下要求:

- a) 室外安装的仪表和调节阀门应能在当地的极端恶劣室外环境下稳定使用;
- b) 中控室应设置集散控制系统(DCS),并根据需要设置机组综合控制系统;
- c) 转动设备应设置就地停车按钮,重要转动设备应设置中控室紧急停车按钮;
- d) 仪表信号电缆应采用屏蔽电缆,与动力电缆布设距离较近时应采取隔离措施,并符合 HG/T 20512 的规定;
- e) 控制系统的设备、带微机处理的分析仪表以及机柜工作环境温度应在 18℃~30℃,且机柜工作环境湿度应在 40%~65%;
- f) 控制系统应采用在线式不间断电源(UPS);
- g) 分析仪表的标准气瓶宜与分析仪表室隔开;
- h) 投产前仪表控制系统应根据工艺要求进行模拟试验,确保各种连锁控制达到要求。

4.4.14 电气控制系统

电气控制系统的主要作用是通过优化供配电方案和对用电设备的控制、保护、计量、通信等功能合理配置,在满足工艺要求的条件下,确保空分设备能安全、可靠、经济运行,应满足以下要求:

- a) 用电设备应满足现场条件(海拔高度、地震烈度、湿热带、户内户外、防爆区域等)的相应要求;
- b) 电动机等用电设备控制及信号装置的设置应符合 GB 50055 的规定,保护装置的设置应符合 GB/T 50062 的规定,计量表计的设置应符合 GB/T 50063 的规定;
- c) 主要用电设备宜采用两回线路供电,地区供电条件困难时可采用一回专用线路供电;
- d) 主要用电设备宜在就地控制箱上进行操作,其上设置必要的电气表计、信号和操作元件,也可根据工艺要求通过集散控制系统(DCS)实现;
- e) 一类负荷的供电电源应设电源自动切换装置,允许中断供电时间不小于 15 s 的宜采用快速自启动柴油发电机组供电,允许中断供电时间为毫秒级的宜采用 UPS 电源装置(或 EPS 电源装置)供电,不能由交流电源供电的宜设置直流蓄电池供电;
- f) 所有用电设备均应可靠接地,其外露可导电部分宜采用单独的保护支线与保护干线相连或单独的接地线与接地体相连,保护接地干线在爆炸和火灾危险区域不同方向且不少于两处与接地体连接,并与全厂接地网连接;
- g) 在母线短路容量不满足起动要求且母线电压不低于 85%(特殊情况不低于 80%)时,电机应采用降压起动或软起动。

5 出厂检验

5.1 压力容器、压力管道应提供有效的质量证明文件。

5.2 机组应按合同技术协议中明确规定的设备设计制造检验试验标准和规范在制造厂内检验或试车合格,并提供合格证书。受条件限制需在现场检验或试车时,应在合同技术协议中注明。

5.3 空气预冷系统填料、分子筛、活性氧化铝经制造厂检验合格后,提供有效的合格证书及材质证明书。

5.4 珠光砂应在出厂前检验合格,出厂时提供有效的合格证书,现场膨化的珠光砂经检验合格后方可装入冷箱。

5.5 焊丝经制造厂检验合格后,提供有效合格证书及材质证明书。

5.6 润滑油、润滑脂经制造厂检验合格后,提供有效的合格证书。

6 标志、包装、运输及储存

6.1 空分设备应在明显位置设置铭牌,其尺寸应符合 GB/T 13306 的规定。

6.2 空分设备的铭牌内容至少应包括:

- a) 产品型号;
- b) 产品名称;
- c) 制造日期;
- d) 制造厂名。

6.3 空分设备的出厂技术文件应包括:

- a) 合格证;
- b) 管道及仪表流程图;
- c) 所有机组、设备的外形图、基础图;

- d) 装箱清单;
- e) 成套交货范围;
- f) 安装技术要求;
- g) 使用说明书;
- h) 其他随机技术文件及图纸(按合同技术协议规定的清单提供)。

6.4 空分设备的运输包装应符合 GB/T 13384 和 JB/T 4711 的规定。

6.5 空分设备的储存:

- a) 设计制造单位应提供合同供货范围内设备、零部件、材料等的储存技术要求资料,负责货物保管的单位应按照要求对接收到的货物进行存放。
- b) 保管单位应制定设备及材料的保管、领用以及出库后至安装就位之前的搬运、防护工作等的管理制度,确保安装前设备及材料完好、安全。货物入库前应检查产品质量合格文件或质量证明文件,并妥善保管。
- c) 所有到现场的设备、零部件、材料等应有固定的料场和库房进行存放。料场地势开阔平坦、排水系统通畅,对超长设备有足够的承载能力。库房内存物高度宜垫高离地 300 mm。料场和库房应具有足够空间,便于存放、取出和调拨,并具有消防措施。
- d) 大型裸装塔器设备(包括现场组装的大型设备散件,如冷箱面板和平底贮槽散件等,空冷塔和水冷塔除外)露天放置在料场时,如储存时间超过 2 个月应采取防雨措施保护,雨水较多地区可视情况加强防雨措施。
- e) 动设备、电器设备及大型的安装在室外的仪器仪表原则上应进库保管,但开箱前因现场实际情况只能存放料场的,应采取下垫上盖、防雨防潮等防护措施,开箱后其仪表、电器安装零部件应存放在室内。
- f) 精密仪器仪表、计算机等应存放在能控制温度、湿度的库房内。电子元件和开关柜存放环境的温度应在 5 ℃~40 ℃,相对湿度应低于 30%。焊接材料要专库专用,库内温度应保持在 5 ℃以上,湿度应保持在 60%以下。
- g) 对于材质有清洁度要求的管道、管件,应采取相应措施来满足存放要求。防止与氧介质接触的设备和部件在库存期间受到油脂污染。阀门应按制造单位要求进行存放,不得将阀门露天随意放置。
- h) 不同种类的材料应分开存放,有色金属、不锈钢应与碳钢材料隔离存放,并放在道木等软材质上。管材应按材质、尺寸和种类分别有序堆放。
- i) 机组设备应妥善保管,并符合制造单位有关规定,超过规定油封期的机组应重新油封。
- j) 分子筛、活性氧化铝等吸附干燥剂应密封包装,宜存放在库房内,垫高离地 300 mm。

7 安装

7.1 空分设备的安装及质量验收应符合 GB 50184、GB 50235、GB 50236、GB 50275、GB 50677 的规定。

7.2 安装单位应按照设计制造单位提供的安装技术资料和要求实施安装。

7.3 安装单位应根据管道、管件、阀门、仪表、单元设备和冷箱内的清洁度要求制定清洗方案和防止二次污染方案,由空分设备设计制造单位会签后实施,清洁度检验报告作为竣工资料的重要组成部分存档。

7.4 安装技术要求中要求记录的技术内容应由安装单位、监理单位和设计制造单位的现场授权代表联合检查,并记录、签字、存档。

7.5 冷箱内的管道和管件在安装前应进行抽检复验,材质证明、焊接质量评定报告、产品合格证和其他检测报告应齐备。

- 7.6 冷箱内管道或容器在焊接前应根据现场环境条件制定焊接工艺。
- 7.7 机器、冷箱外设备的就位与安装应按照设计制造单位的技术要求进行。
- 7.8 安装过程中涉及到的试验应按技术文件或相关标准进行,单体设备的耐压试验和气密性试验应采用专用试验封头或盲板,不得使用设备氮封平板。试验用气体应干燥、清洁、无油,不得使用氧气做试验介质。
- 7.9 冷箱外管道系统应单独吹扫干净,且经安装单位、监理单位、空分设备设计制造单位三方会签后方可实施冷箱内外管道的对接。
- 7.10 珠光砂填充前,不得将冷箱内脚手架和临时支架留在冷箱内,冷箱内应保证干燥、无杂物。珠光砂不得含有油污等易燃物。珠光砂填充应避免损坏冷箱内部设备和管道。

8 现场性能检验

8.1 现场性能检验条件

现场性能检验条件如下:

- a) 性能检验须在工况稳定后进行。连续测定时间为 72 h,每小时记录一次,取其平均值;
- b) 性能检验期内所测数据在下列波动范围内可不进行修正:压差在 98%~102%、转速在 97%~103%、电压在 95%~105%、频率在 99%~101% 范围内;
- c) 由于客观条件限制,测试工况偏离本标准规定波动范围或偏离设计工况时,测试结果应换算;
- d) 检验用仪器仪表应利于性能检验的开展,对检验结果有显著影响的仪器仪表在投入使用前应该经鉴定或校准,以确认其是否满足检验要求。

8.2 测量仪表及精度

测量仪表及精度按表 9 的规定。

8.3 流量测定

8.3.1 气体流量测量装置宜采用标准孔板,安装应符合 GB/T 2624 的规定。测定前应检查所有管接头,不得有泄漏或堵塞。

8.3.2 氧气、氮气产品流量测量装置应安装在产品出冷箱管道上。

8.3.3 氧气、氮气产品的流量可按式(1)进行修正:

$$V = V_1 \sqrt{\frac{PT_1}{P_1T}} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- V ——修正后的气体流量,单位为立方米每小时(m³/h);
- V₁ ——测定的气体流量,单位为立方米每小时(m³/h);
- P、P₁ ——工作条件下和设计条件下流量测量装置前气体压力,单位为兆帕(MPa);
- T、T₁ ——工作条件下和设计条件下流量测量装置前气体温度,单位为开尔文(K)。

注:流量如已经过仪表(温度、压力)自动修正,则无需经式(1)再进行修正。

8.3.4 进分馏塔空气流量宜在分子筛吸附器后进冷箱前的空气管道总管上测定。当工作条件与设计条件不符时,气体流量按式(1)进行修正。

8.3.5 液体产品流量测定宜采用贮槽体积计量,也可采用低温液体流量计测量。通过贮槽体积计量参考 JB/T 8693—2015 附录 A。

表9 测量仪表和精度要求

测量项目	仪表名称	精度
温度	铂电阻温度计 Pt100	分度值不大于 0.5 °C ($\pm 0.15 + 0.002\ 4t$)
压力	压力计	1.6 级
	压力变送器	0.5 级
流量	流量计	1.5 级
电量	电流表	0.5 级
	电压表	0.5 级
	电度表	0.5 s 级
纯度	纯氧分析仪	分度值 0.05% O ₂
	微量氧分析仪	分度值 0.2×10^{-6} O ₂
振动	测振仪	$\pm 0.5\%$
噪声	声级仪	最小分度 1 dB(A)

注：t 为感温元件实测温度绝对值。

8.4 纯度测定

8.4.1 纯度测定应与流量测定同步进行。

8.4.2 氧气、氮气纯度分析取样点应设置在产品出冷箱总管上。

8.4.3 氧气纯度分析采用经标准气校验过的分析仪表测定,或按 GB/T 3863 的规定。

8.4.4 氮气中微量氧含量分析采用经标准气校验过的分析仪表测定,或按 GB/T 5831 的规定。

8.5 能耗

8.5.1 电动机功率计算

电动机输入有功功率按式(2)计算:

$$N = \sqrt{3} IU \cos\varphi / 1\ 000 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

N ——输入有功功率,单位为千瓦(kW);

I ——输入电流,单位为安培(A);

U ——输入电压,单位为伏特(V);

$\cos\varphi$ ——功率因数。

电动机轴功率按式(3)计算:

$$N_k = N\eta_e \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

N_k ——轴功率,单位为千瓦(kW);

η_e ——效率(由电动机制造单位提供),%。

8.5.2 汽轮机功率计算

汽轮机轴输出功率按式(4)计算:

$$N = \frac{G \times \Delta h_s \times \eta}{3\ 600} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

N ——轴输出功率,单位为千瓦(kW);

G ——蒸汽消耗量,单位为千克每小时(kg/h);

Δh_s ——蒸汽等熵焓降(从汽轮机入口到乏汽出口),单位为千焦每千克(kJ/kg);

η ——内效率(由汽轮机制造单位提供),%。

汽轮机蒸汽消耗量按式(5)进行修正：

$$G_{\text{corr}} = G_{\text{meas}} \times (1 + C_{\text{pIN}} + C_{\text{tIN}} + C_{\text{pExh}} + C_{\text{n}}) \dots\dots\dots(5)$$

式中：

G_{corr} ——工作条件下的蒸汽消耗量,单位为千克每小时(kg/h);

G_{meas} ——设计条件下的蒸汽消耗量,单位为千克每小时(kg/h);

C_{pIN} ——压力修正系数(由汽轮机制造单位提供);

C_{tIN} ——温度修正系数(由汽轮机制造单位提供);

C_{pExh} ——排汽压力修正系数(由汽轮机制造单位提供);

C_{n} ——转速修正系数(由汽轮机制造单位提供)。

8.5.3 当量单位制氧能耗

当量单位制氧能耗按式(6)计算：

$$N_{\text{O}_2} = \frac{\sum N}{\sum V_{\text{O}_2}} \dots\dots\dots(6)$$

式中：

N_{O_2} ——当量单位制氧能耗,单位为千瓦小时每立方米(kW·h/m³);

$\sum N$ ——原料空气过滤器、原料空气压缩机组、空气(氮气)增压机组、汽轮机组、空气预冷系统、空气纯化系统、增压透平膨胀机组和分馏塔系统等能耗的总和,单位为千瓦(kW);

$\sum V_{\text{O}_2}$ ——每小时生产的各种产品折算成氧气后的体积总和,单位为立方米每小时(m³/h)。

注1: 空气预冷系统能耗包括常温水泵、低温水泵和冷水机组的能耗。

注2: 空气纯化系统再生加热器能耗需折算到每小时的平均能耗。

注3: $\sum V_{\text{O}_2}$ 的计算方法参考 JB/T 8693—2015 附录 B。

8.6 噪声测定

8.6.1 透平压缩机噪声测定方法按 GB/T 2888 的规定。

8.6.2 放空消声的噪声测定方法可参照 GB/T 2888 的规定。

8.6.3 测定噪声包括辅机噪声。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
特大型空气分离设备
GB/T 36227—2018

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 32 千字
2018年5月第一版 2018年5月第一次印刷

*

书号: 155066·1-60607 定价 21.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 36227-2018