

ICS 75.020

P 72

备案号: J1032-2020



# 中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3106—2019

代替 SH/T 3106—2009

## 石油化工氮氧系统设计规范

Design specification for nitrogen and oxygen system in petrochemical industry



2019-08-02 发布

2020-01-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 目 次

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 前言                                       | III |
| 1 范围                                     | 1   |
| 2 规范性引用文件                                | 1   |
| 3 术语和定义                                  | 1   |
| 4 空分装置的布置                                | 2   |
| 5 生产规模、产品规格和设备的确定                        | 3   |
| 5.1 生产规模和产品规格                            | 3   |
| 5.2 空气分离设备及配套空气压缩机的选择                    | 4   |
| 6 氮气和氧气的储存及输送                            | 5   |
| 6.1 氮气的储存和输送                             | 5   |
| 6.2 氧气的储存和输送                             | 6   |
| 7 工艺管道设计                                 | 6   |
| 7.1 压缩机管道设计                              | 6   |
| 7.2 氧气管道设计                               | 8   |
| 7.3 氮气管道设计                               | 8   |
| 7.4 紧急喷淋器设置                              | 8   |
| 8 冷箱基础技术要求                               | 8   |
| 9 自控系统设计原则                               | 10  |
| 附录 A (资料性附录) 空分设备主冷凝蒸发器液氧中乙炔及其他碳氢化合物控制指标 | 11  |
| 附录 B (资料性附录) 饱和液体性质                      | 12  |
| 参考文献                                     | 13  |
| 本规范用词说明                                  | 14  |
| 附：条文说明                                   | 15  |



## 前 言

根据中华人民共和国工业和信息化部《关于印发2015年第三批行业标准制修订计划的通知》（工信厅科[2015]115号）的要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订本规范。

本规范共分9章和2个附录。

本规范的主要技术内容是：空分装置的布置、规模、产品规格和设备的确定、氮气和氧气的储存及输送、工艺管道的设计、冷箱基础技术要求及自控系统设计原则等。

本规范是在SH/T 3106—2009《石油化工企业氮氧系统设计规范》的基础上修订而成，本规范修订的主要技术内容是：

- 更名为《石油化工氮氧系统设计规范》；
- 增加了对氮氧系统、空分装置等的定义；
- 增加了对纯化后原料空气二氧化碳含量要求；
- 修改了氮气用量、储存量和氧气储存量的计算方法；
- 增加了冷箱基础型式和构造的示意图；
- 明确了紧急冲淋器和防雷设计的要求。

本规范由中国石油化工集团公司负责管理，由中国石油化工集团公司工艺系统设计中心站负责日常管理，由中国石化工程建设有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送日常管理单位和主编单位。

本规范日常管理单位：中国石油化工集团公司工艺系统设计中心站

通讯地址：北京市朝阳区安慧北里安园21号

邮政编码：100101

电 话：010-84877092

传 真：010-84878842

本规范主编单位：中国石化工程建设有限公司

通讯地址：北京市朝阳区安慧北里安园21号

邮政编码：100101

本规范主要起草人员：王诗庆 汤晓东 韩 钧

本规范主要审查人员：范 斌 葛春玉 孟庆海 赵 勇 汪 红 谢东升 邓圣红 董志文  
户秋义 黄钟喜 王 昊 杨亚芝 于春玲 缪国庆 齐 青

本规范1982年首次发布，2009年为第1次修订，本次为第2次修订。

# 石油化工氮氧系统设计规范

## 1 范围

本规范规定了氮氧系统的空分装置的布置,生产规模、产品规格和设备的确定,氮气和氧气的储存及输送,工艺管道的设计,冷箱基础技术要求和自控系统的设计原则。

本规范适用于石油化工企业新建、改建或扩建的空分装置及使用变压吸附制氮或制氧的设计。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本规范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规范。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本规范。

GB 16912 深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程

GB 50030 氧气站设计规范

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB/T 50087 工业企业噪声控制设计规范

GB 50187 工业企业总平面设计规范

GB 50650 石油化工装置防雷设计规范

JB/T 5902 空气分离设备用氧气管道 技术条件

SH/T 3020 石油化工仪表供气设计规范

SH/T 3035 石油化工工艺装置管径选择导则

SH/T 3082 石油化工仪表供电设计规范

SH/T 3198 石油化工空分装置自动化系统设计规范

SH/T 3205 石油化工紧急冲淋系统设计规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

### 3.1

**氮氧系统 nitrogen and oxygen system**

采用低温法或变压吸附法生产氧气、氮气及其它稀有气体,包括生产、储存和输送等过程和相关设施。

### 3.2

**空分装置 air separation unit**

采用深冷法空气分离工艺生产氧气、氮气和稀有气体及其低温液体产品的生产装置。

### 3.3

**空气分离设备 air separation equipment package**

把空气分离成氧、氮、氩的成套设备。

### 3.4

**低温法空气分离 cryogenic air separation**

SH/T 3106—2019

空气在低温下进行精馏分离成氧、氮、氩等。也称为深冷法。

3.5

空分冷箱 air separation cold box

内含低于环境温度的换热设备、精馏设备、机器、管道和阀门，其间填充绝热材料的箱体。加工空气在其内进行传质传热，使各组分分离而获得产品统称空分冷箱。

3.6

氧气内压缩流程 internal oxygen compression process

在空分冷箱内制取的低压液氧产品经泵加压至所需压力后，又经与正流气体进行热交换，复热至常温气态的流程。

3.7

氧气外压缩流程 external oxygen compression process

在空分冷箱内制取的低压氧气产品出冷箱后经压缩机加压至所需压力的流程。

3.8

变压吸附制氮或制氧 pressure swing adsorption for nitrogen or oxygen separation

利用吸附剂和压力变化在常温条件下从空气中分离氮气或氧气。

4 空分装置的布置

4.1 总平面位置应符合下列规定：

- a) 应布置在空气洁净的地区，并在有害气体和固体尘粒散发源的全年最小频率风向的下风侧；
- b) 宜留有扩建的可能，并应考虑周围企业（或装置）改建或扩建对空分装置安全带来的影响；
- c) 与全厂的布置统一协调，宜靠近氧气、氮气最大用户处；
- d) 对空分装置的压缩机、冷却塔、消声器等设备产生的噪声、振动有防护要求的场所，应采取必要的措施，使其符合 GB 50187 和 GB/T 50087 的有关规定。

4.2 吸风口设置应符合下列规定：

- a) 吸风口应位于空气洁净场所，并位于乙炔站、电石渣场、散发其它烃类化合物以及其它危险物释放源的全年最小频率风向的下风侧；
- b) 原料空气预净化采用分子筛吸附净化流程时，吸风口与乙炔、碳氢化合物等发生源之间的最小水平间距应符合表 4.2 的规定；当不能满足表 4.2 的要求时，吸风口处空气中烃类等杂质的允许极限含量应符合表 4.3 的要求；
- c) 吸风口旁应设置风向标。

表 4.2 吸风口与乙炔、碳氢化合物等发生源之间的最小水平间距

| 乙炔、碳氢化合物等发生源                            | 最小水平间距<br>m |
|-----------------------------------------|-------------|
| 乙炔发生器（水入电石式、电石入水式）                      | 50          |
| 电石、炼焦、炼油、聚烯烃及其衍生物、液化石油气生产               | 100         |
| 乙烯、合成氨、硝酸、煤气、硫化物生产                      | 300         |
| 大批量金属切割、焊接场所（如金属结构车间）                   | 50          |
| 注：水平间距按吸风口与乙炔、碳氢化合物等发生源相邻面外壁或边缘的最近距离计算。 |             |

4.3 空分装置原料空气预净化采用分子筛吸附净化流程时,空分装置吸风口处空气中二氧化碳、烃类等杂质的允许极限含量应符合表 4.3 的规定。经过纯化后的原料空气中二氧化碳含量不应大于  $1 \times 10^{-6}$ 。

表 4.3 吸风口处空气中二氧化碳、烃类等杂质的允许极限含量

| 序号                                   | 杂质名称及分子式                  | 允许极限含量                |
|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 1                                    | 甲烷 $\text{CH}_4$          | $<3 \times 10^{-6}$   |
| 2                                    | 乙炔 $\text{C}_2\text{H}_2$ | $<0.5 \times 10^{-6}$ |
| 3                                    | 乙烯 $\text{C}_2\text{H}_4$ | $<1 \times 10^{-6}$   |
| 4                                    | 乙烷 $\text{C}_2\text{H}_6$ | $<0.1 \times 10^{-6}$ |
| 5                                    | 丙烯 $\text{C}_3\text{H}_6$ | $<0.1 \times 10^{-6}$ |
| 6                                    | 丙烷 $\text{C}_3\text{H}_8$ | $<0.1 \times 10^{-6}$ |
| 7                                    | $\text{C}_4$              | $<0.1 \times 10^{-6}$ |
| 8                                    | 总烃                        | $<8 \times 10^{-6}$   |
| 9                                    | 炔衍生物                      | $0.5\text{mg/m}^3$    |
| 10                                   | 硫化碳 $\text{CS}_2$         | $0.03\text{mg/m}^3$   |
| 11                                   | 氧化亚氮 $\text{N}_2\text{O}$ | $0.7\text{mg/m}^3$    |
| 12                                   | 氮氧化物                      | $<1 \times 10^{-6}$   |
| 13                                   | 二氧化碳 $\text{CO}_2$        | $700\text{mg/m}^3$    |
| 14                                   | 粉尘                        | $30\text{mg/m}^3$     |
| 注: 序号 10、11、13 的“允许极限含量”是指“允许极限碳含量”。 |                           |                       |

4.4 空分装置应设置下列安全生产措施:

- 大型和中型空分设备,应安装在线气相色谱分析仪连续监测液氧中的总烃及碳氢化合物单组分含量;
- 小型空分设备及纯氮空分设备,应采用手动分析液氧中乙炔及总烃含量;
- 空分设备应对液氧中的乙炔、碳氢化合物等有害杂质含量进行分析;
- 分子筛进出口、粗氩塔冷凝器和主冷凝蒸发器应安装在线二氧化碳分析仪。

注:大型是指产氧量(标准状态)大于或等于  $10000\text{m}^3/\text{h}$  的空分设备,中型是指产氧量(标准状态)大于或等于  $1000\text{m}^3/\text{h}$  至小于  $10000\text{m}^3/\text{h}$  的空分设备,小型是指产氧量(标准状态)小于  $1000\text{m}^3/\text{h}$  的空分设备。

4.5 采用氧气外压缩流程的空分装置,当液氧中乙炔和总烃含量超标时应能连续排放,排放能力不应低于氧产量的 1%,控制指标参见本规范附录 A。

## 5 生产规模、产品规格和设备的确定

### 5.1 生产规模和产品规格

5.1.1 仅生产氮气的空分装置,其规模宜按下列氮气用量之和确定:

- 全厂各生产装置及辅助设施的连续最大用量;

## SH/T 3106—2019

- b) 满足特殊工艺操作要求。
- 5.1.2 同时生产氧气和氮气的空分装置，其规模宜按下列要求确定：
  - a) 全厂各使用氧气的生产装置和辅助设施的连续最大用量；
  - b) 氮气用量的计算同本规范 5.1.1，并可增加一或两个氮气主要用户的最大间断用量与其正常生产最大用量的差值；
  - c) 为满足用户要求，对氮气、氧气用量比例失调的空分装置根据技术经济比较确定。
- 5.1.3 单独使用吸附设备的氮气或氧气设施宜按连续最大用量确定。
- 5.1.4 产品氮气（液氮）的纯度及压力，应符合下列规定：
  - a) 空分装置生产氮气（液氮）的纯度应符合用户要求。采用空气分离制取的氮气分为三级，工业氮：其氮含量（体积分数）大于或等于 99.2%；纯氮：其氮含量（体积分数）大于或等于 99.99%；高纯氮：其氮含量（体积分数）大于或等于 99.999%。
  - b) 氮气出空分装置界区的压力，应根据用户各压力等级的要求经过系统水力计算后分别确定。
  - c) 液氮的储存压力按本规范 6.1.6 确定。
- 5.1.5 产品氧气（液氧）的纯度及压力，应符合下列规定：
  - a) 空分装置生产氧气（液氧）的纯度应符合用户要求；
  - b) 氧气出空分装置界区的压力应根据用户各压力等级的要求经过系统水力计算后分别确定；
  - c) 液氧的储存压力按本规范 6.2.4 确定。

## 5.2 空气分离设备及配套空气压缩机的选择

- 5.2.1 空气分离设备能力的确定，应符合下列要求：
  - a) 只生产氮气的空分装置，空气分离设备能力应根据其规模确定。当连续用氮量与间断用氮量相差较大时，应通过设置储存设施解决。根据用氮特点，通过技术经济比较合理选择氮气产量和储存量，不宜按最大用氮量确定空气分离设备能力。
  - b) 同时生产氧气和氮气的空分装置，空气分离设备能力应按同时满足全厂氧气和氮气用量确定。
- 5.2.2 空分装置不宜设置备用空气分离设备，其配套设备（如压缩机、低温泵等部分转动设备）可设置备用。吸附制氮或制氧设备可根据用户对供气连续性的要求设置备用。
- 5.2.3 空气分离设备选型应符合下列规定：
  - a) 应进行技术经济分析；
  - b) 氮气纯度大于 99.9%且单机产量（标准状态）大于  $3500\text{m}^3/\text{h}$  或氧气纯度大于 95%的场合，应采用低温法空气分离；
  - c) 氮气纯度小于或等于 99.9%且单机产量（标准状态）小于或等于  $3500\text{m}^3/\text{h}$ ，或氧气纯度小于或等于 95%且单机产量（标准状态）小于或等于  $900\text{m}^3/\text{h}$  时，可采用变压吸附制氮或制氧；
  - d) 只生产氮气的低温法空分装置，应采用低压流程的纯氮型空气分离设备；
  - e) 同时生产氧气和氮气的低温法空分装置，宜采用氧气内压缩流程空分设备。氧气产量（标准状态）小于  $10000\text{m}^3/\text{h}$  时，宜采用外压缩流程的氧氮型空气分离设备；
  - f) 当采用多套空分设备时，空分设备型号应一致。
- 5.2.4 空气压缩机的选择应符合下列规定：
  - a) 当排气压力（表压）小于 1.0MPa，加工空气量（标准状态）小于  $6000\text{m}^3/\text{h}$  时，宜选用往复式（无油润滑）压缩机或无油螺杆压缩机；加工空气量（标准状态）大于或等于  $6000\text{m}^3/\text{h}$  时，应选用离心式压缩机。
  - b) 往复式压缩机和无油螺杆压缩机应设置备用机，且应采用相同型号；离心式压缩机设置备用机应与间断用量相结合综合考虑。



## 6 氮气和氧气的储存及输送

### 6.1 氮气的储存和输送

- 6.1.1 氮气的储存量宜按空分设备故障时满足全厂各生产装置及辅助设施连续正常用量 48h 设置。
- 6.1.2 氮气储存量除应满足本规范 6.1.1 要求外，还应满足特殊工艺操作要求。
- 6.1.3 氮气的储存应在技术经济比较的基础上选择低温液氮贮槽或压力气体储罐。
- 6.1.4 当选择压力气体储罐时，其容积应按式 (6.1.4) 计算：

$$V = \frac{Q \cdot \tau \cdot P_0}{P_1 - P_2} \dots\dots\dots (6.1.4)$$

式中：

- $V$  —— 储罐容积， $m^3$ ；
- $Q$  —— 氮气用量（标准状态）， $m^3/min$ ；
- $\tau$  —— 用气时间， $min$ 。
- $P_0$  —— 大气压（绝压）， $kPa$ ；
- $P_1$  —— 储存压力（绝压）， $kPa$ ；
- $P_2$  —— 使用压力（绝压）， $kPa$ 。

- 6.1.5 当选择低温液氮贮槽时，其容积应按式 (6.1.5) 计算：

$$V = \frac{Q \cdot \tau}{V_n \cdot K} \dots\dots\dots (6.1.5)$$

式中：

- $V$  —— 贮槽容积， $m^3$ ；
- $Q$  —— 氮气用量（标准状态）， $m^3/h$ ；
- $\tau$  —— 用气时间， $h$ ；
- $V_n$  —— 在操作条件下， $1m^3$  液氮汽化为标准状态下气氮的体积  $m^3/m^3$ ，按附录 B 确定；
- $K$  —— 贮槽充满率，小于或等于 95%。

- 6.1.6 低温液氮贮槽的型式应根据储量确定。单罐储量小于  $300m^3$  时，宜采用压力贮槽，大于或等于  $300m^3$  应采用常压贮槽。储存压力（表压）小于和等于  $1.0MPa$  的液氮贮槽宜由空温式自增压器保持液氮贮槽压力；储存压力（表压）大于  $1.0MPa$  的液氮贮槽宜由水浴式自增压器保持液氮贮槽压力。

- 6.1.7 当液氮采用常压储存时应设置液氮升压泵，泵出口压力应大于或等于用户的使用压力与管网压力降之和。液氮升压泵采用常温备用方式时，应设置备用压力罐在泵启动期间向用户供氮，备用量应按液氮泵启动所需的时间及非正常用气量确定。

- 6.1.8 液氮汽化器的设置应按下列规定：

- a) 汽化能力宜综合正常生产用量、事故用量和开停车用量等因素确定；
- b) 宜采用蒸汽加热的水浴式汽化器。当汽化量（标准状态）小于或等于  $500m^3/h$  时，也可选择空温式汽化器。

- 6.1.9 氮气管网压力等级应根据各用气点的用量、压力和用气特点设置。不同于管网压力的用气点应在支线上调节。

- 6.1.10 氮气压缩机的设置应符合下列规定：

- a) 排气压力（表压）为  $0.8MPa \sim 3.0MPa$  的氮气压缩机，当排气量（标准状态）大于或等于  $6000m^3/h$  时，应选用离心式压缩机；当排气量（标准状态）小于  $6000m^3/h$  时，宜选用往复式（无油润滑）压缩机或无油螺杆式压缩机；

## SH/T 3106—2019

- b) 应根据全厂用氮量确定压缩机台数,单台排气量不应低于全厂该压力等级氮气的正常生产最大用量。相同压力等级的压缩机台数不宜超过2台,且宜采用相同型号。

6.1.11 空分装置界区处宜根据压力波动的要求设置缓冲罐。

## 6.2 氧气的储存和输送

6.2.1 生产氧气的空分装置可设置氧气储存设施。

6.2.2 氧气储存量可根据空分设备故障排除时间确定。

6.2.3 氧气储存宜采用低温液体贮槽,容积可按式(6.2.3)计算:

$$V = \frac{Q \cdot \tau}{V_n \cdot K} \quad (6.2.3)$$

式中:

$V$ ——贮槽容积,  $\text{m}^3$ ;

$Q$ ——氧气用量(标准状态),  $\text{m}^3/\text{h}$ ;

$\tau$ ——用气时间,  $\text{h}$ ;

$V_n$ ——在操作条件下,  $1\text{m}^3$ 液氧汽化为标准状态下气氧的体积  $\text{m}^3/\text{m}^3$ , 由附录 B 给出;

$K$ ——贮槽充满率, 小于或等于 95%。

6.2.4 低温液氧贮槽的型式应根据储量和用户的使用压力确定。当液氧储量小于  $300\text{m}^3$  宜采用压力贮槽, 当液氧储量大于或等于  $300\text{m}^3$  应采用常压贮槽。

6.2.5 当液氧采用常压储存时, 应设置液氧升压泵, 泵出口压力应根据系统的压力降和用户的使用压力确定。液氧升压泵采用常温备用方式时应设置备用压力罐在液氧升压泵启动期间向用户供氧, 备用压力罐的容量应按液氧升压泵启动所需的时间及非正常用气量确定。

6.2.6 液氧汽化器的设置应符合下列要求:

- 汽化能力应按全厂氧气最大用量确定;
- 汽化器宜采用蒸汽加热的水浴式汽化器; 当汽化量(标准状态)小于或等于  $500\text{m}^3/\text{h}$  时, 也可选择空温式汽化器。

6.2.7 应根据使用压力分别设置氧气管压缩机或液氧升压泵及相应的输送管道, 支线上不再设置升压措施。

6.2.8 设置氧气管压缩机, 应符合下列规定:

- 排气压力(表压)  $0.8\text{MPa} \sim 3.5\text{MPa}$  的氧气管压缩机, 当排气量(标准状态)小于  $6000\text{m}^3/\text{h}$  时, 宜选用往复式(无油润滑)或往复式迷宫密封压缩机; 当排气量(标准状态)大于或等于  $6000\text{m}^3/\text{h}$  时, 宜选用离心式压缩机;
- 往复式(无油润滑)压缩机应设置备用机, 且型号应相同; 离心式和往复式迷宫密封压缩机不宜设置备用机。

6.2.9 空分装置界区处宜根据管网压力波动要求设置缓冲罐。

## 7 工艺管道设计

### 7.1 压缩机管道设计

7.1.1 离心式压缩机吸入管道的设计, 应符合下列规定:

- 管径应按 SH/T 3035 确定;
- 流速宜为  $10\text{m/s} \sim 20\text{m/s}$ ;
- 吸入管道最大压力降应符合表 7.1.1 的规定:

表 7.1.1 吸入管道最大压力降

| 工作条件 $P_1$ , kPa     | 百米管长的摩擦压力降, kPa |
|----------------------|-----------------|
| $101 < P_1 \leq 111$ | 1.96            |
| $111 < P_1 \leq 450$ | 4.50            |
| $P_1 > 450$          | $0.01P_1$       |

注:  $P_1$  为管道进口端流体的绝对压力。

- d) 氮气压缩机吸入管道上宜设置临时过滤器及短管;
- e) 离心式压缩机吸入管道产生噪声时, 应有隔声措施;
- f) 空气压缩机吸入管道应采用不锈钢材质;
- g) 氮气压缩机吸入管道上应设置切断阀;
- h) 直管段长度应满足设备要求, 且应大于 3 倍管径。

## 7.1.2 离心式压缩机排出管道设计, 应符合下列规定:

- a) 离心式压缩机排出管道流速可按表 7.1.2-1 确定;

表 7.1.2-1 离心式压缩机排出管道流速

| 工作条件 $P$ , kPa                            | 流速, m/s |
|-------------------------------------------|---------|
| $P$ (表压) $< 1$ MPa                        | 10~8    |
| $1 \text{ MPa} \leq P$ (表压) $\leq 10$ MPa | 10~20   |
| $P$ (表压) $> 10$ MPa                       | 8~12    |

- b) 离心式压缩机排出管道最大压力降可按表 7.1.2-2 确定;

表 7.1.2-2 离心式压缩机排出管道最大压力降

| 工作条件 $P_1$ , kPa   | 百米管长的摩擦压力降, kPa |
|--------------------|-----------------|
| $P_1 \leq 450$ kPa | 4.50            |
| $P_1 > 450$ kPa    | $0.01P_1$       |

注:  $P_1$  为管道进口端流体的绝对压力。

- c) 应设置止回阀和防喘振设施, 安装位置符合制造厂要求并应靠近压缩机出口;
- d) 应设置温度、压力指示和温度、压力高报警及联锁停车;
- e) 并联的离心式压缩机出口管道上宜设置切断阀;
- f) 离心式氧气和氮气压缩机的防喘振设施应设置回流管道。

## 7.1.3 往复式压缩机吸入管道的设计, 应符合下列要求:

- a) 除从大气中直接吸入的空气压缩机外, 应设置缓冲罐。互为备用的压缩机可共用缓冲罐;
- b) 缓冲罐应靠近压缩机吸入口, 且管道上宜少用或不用弯头;
- c) 流速宜为 10m/s~20m/s;
- d) 压力降应符合本规范表 7.1.1 的规定。

## 7.1.4 往复式压缩机排出管道的设计, 应符合下列要求:

- a) 流速可按本规范表 7.1.2-1 规定;
- b) 压力降应符合本规范表 7.1.2-2 规定;

## SH/T 3106—2019

- c) 应设止回阀和安全阀;
- d) 应设置温度、压力指示和温度、压力高报警及联锁停车;
- e) 管道上应设置放空管道;
- f) 往复式氧气和氮气压缩机的排出管道上应设置回流管道。

## 7.2 氧气管道设计

- 7.2.1 氧气管道设计应符合 GB 50030 和 GB 16912 的有关规定, 但材质不得使用碳钢。
- 7.2.2 空分设备氧气管道应符合 JB/T 5902 的规定。
- 7.2.3 汽化器出口管道应设置温度低报警和联锁。

## 7.3 氮气管道设计

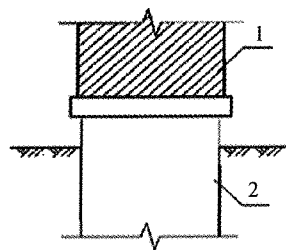
- 7.3.1 汽化器出口管道应设置温度低报警和联锁。
- 7.3.2 氮气放空和废液氮排放管道设计, 应符合下列规定:
  - a) 氮气放空管道应引至室外安全场所, 放空高度应高出地面或附近操作面 4.5m 以上;
  - b) 放空噪声应符合 GB/T 50087 规定, 超过噪声限值时安装消声器;
  - c) 冷箱内的废液宜集中加温汽化排放至安全位置或设置地下排液槽。排液槽应采用不锈钢等耐低温材料, 不能完全汽化时应设置加温措施。排液槽内不得有积水和积油。

## 7.4 紧急冲淋器设置

- 7.4.1 低温液体储存区域宜设置紧急冲淋器。
- 7.4.2 紧急冲淋器的设置应按 SH/T 3205 执行。

## 8 冷箱基础技术要求

- 8.1 空分装置室外冷箱基础的设计应满足防冻和通风要求。
- 8.2 当冷箱设备本身采取保冷措施使冷量不传入基础, 或基础表面温度高于 $-30^{\circ}\text{C}$ 时, 可按普通设备基础设计; 当冷箱设备冷量传入基础或基础表面温度低于 $-30^{\circ}\text{C}$ 时, 应根据空分装置规模, 根据不同地区的气候、地质条件及地下水深度等因素对基础采取防冻措施。
- 8.3 冷箱基础不应建在低洼积水场地; 不宜建在地下水位较高场地, 当无法避开时应采取隔水措施。
- 8.4 空分装置室外冷箱基础, 可根据具体情况分别采用以下几种型式:
  - a) 建在非冻胀性地基上且地下水位较低时, 可采用无通风措施的大块式实体基础 (见图 8.4-1);

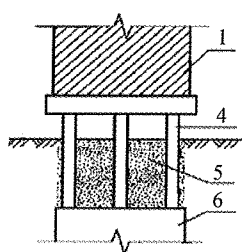


说明:

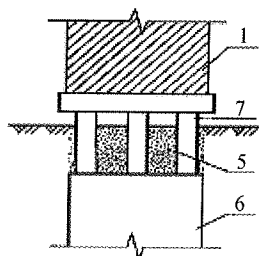
- 1——冷箱;
- 2——基础。

图 8.4-1 大块式实体基础

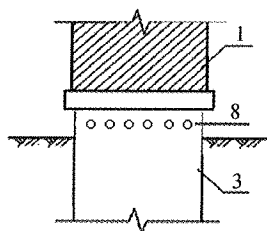
- b) 建在冻胀性地基上时,大、中型空分的冷箱应采用构架式[图 8.4-2a)]、柱墩式[图 8.4-2b)]或高台式[图 8.4-2c)]基础;小型空分可采用钢结构架空式基础[见图 8.4-2d)]。



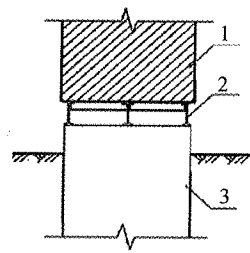
a) 构架式基础



b) 柱墩式基础



c) 高台式基础



d) 钢结构架空式基础

说明:

- |            |              |
|------------|--------------|
| 1——冷箱;     | 5——粗砂填实;     |
| 2——钢结构架空层; | 6——基础底板;     |
| 3——基础;     | 7——柱墩或混凝土墙体; |
| 4——构架柱;    | 8——通风孔。      |

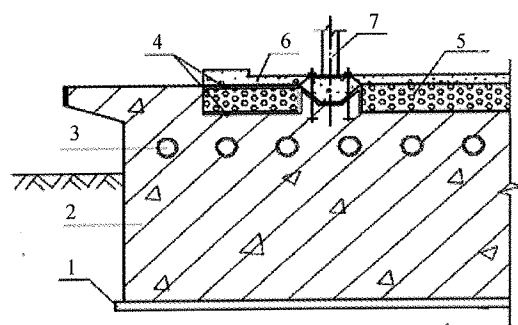
图 8.4-2 冻胀地基上的冷箱基础

8.5 冷箱基础顶面应高出地面 300mm 及以上。

8.6 大、中型空分装置室外冷箱基础（见图 8.6）设计应满足下列要求:

- 应设珠光砂混凝土基础隔冷层及通风设施（通风通道等）;
- 在低压塔和主换热器下方及低温液体泵处的基础顶面应设测温点;
- 地下基础部分应采取隔绝地下水措施;
- 冷箱基础周围应有排水措施;
- 应设置静电接地设施的预埋件;
- 基础混凝土强度等级不应低于 C40, 抗渗等级不应低于 P12, 抗冻等级不应低于 D100; 基础面层宜采用 50mm~100mm 厚强度等级不低于基础本体的细石混凝土或水泥基高强灌浆料, 抗冻等级不应低于 D100, 内配 100mm 间距的双向钢筋网; 基础隔冷层厚度不应小于 300mm;
- 冷箱基础底板低于地面时, 应用粗砂填至地面。

SH/T 3106—2019



说明：

1——混凝土垫层；

2——防渗抗冻配筋混凝土；

3——通风孔；

4——防水水泥砂浆；

5——隔冷层；

6——防渗抗冻配筋细石混凝土；

7——冷箱钢柱。

图 8.6 冷箱基础构造示意

## 9 自控系统设计原则

9.1 自控系统应监控空分装置的生产过程。宜采用中央集中监测控制与就地监测控制相结合的方式。

9.2 空分装置宜采用 DCS 控制并与全厂控制系统统一设置；小型空分装置也可采用 PLC 系统。

9.3 空分装置可单独设置控制室或与全厂控制室集中设置，生产操作、紧急停车和设备运行时的监测、控制以及重要参数的记录、报警、打印等应在控制室进行。压缩机不宜设置单独的操作间。

9.4 大型压缩机、透平、膨胀机等关键设备的控制和联锁宜使用 CCS/SIS 系统实现，远程操作功能宜由 DCS 实现。

9.5 压缩机宜设置就地控制盘，包括紧急停车按钮、主要工艺参数显示和操作信号。

9.6 在控制室内可设置辅助操作台，用于各机组的事故报警和紧急停车。

9.7 独立设置控制室的空分装置控制系统应设置 UPS 不间断电源，与全厂控制系统统一设置的空分装置控制系统由统一的 UPS 系统供电，供电应符合 SH/T 3082 的规定。

9.8 空分装置开、停车时，仪表空气应由系统管网供给，气源质量应符合 SH/T 3020 的规定。正常生产时宜使用自产仪表空气。

9.9 空分装置的仪表维修间宜与全厂统一设置。

9.10 空分装置的在线分析室应单独设置。

9.11 空分装置应按 GB 50057 和 GB 50650 进行防雷设计。

9.12 使用氮气的场所，应定期监测大气中的氧含量。

9.13 除上述规定外，还应符合 SH/T 3198 的有关规定。

附录 A  
(资料性附录)

空分设备主冷凝蒸发器液氧中乙炔及其他碳氢化合物控制指标

空分设备主冷凝蒸发器液氧中乙炔及其他碳氢化合物控制指标见表 A.1。

表 A.1 空分设备主冷凝蒸发器液氧中乙炔及其他碳氢化合物控制指标

| 控制项目                                                                                                                                                                                            |     | 控制指标, 10 <sup>-6</sup>               |                      |                                       |     | 纯氮空分设备 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|-----|--------|-----|
|                                                                                                                                                                                                 |     | 1000m <sup>3</sup> /h (标准状态) 及以上空分设备 |                      | 1000m <sup>3</sup> /h (标准状态) 以下小型空分设备 |     |        |     |
|                                                                                                                                                                                                 |     | 警戒值                                  | 停车值                  | 警戒值                                   | 停车值 | 警戒值    | 停车值 |
| 乙炔                                                                                                                                                                                              |     | 0.1                                  | 1                    | 0.25 <sup>a</sup>                     | 1   | 0.6    | 1   |
| 总烃 <sup>b</sup>                                                                                                                                                                                 |     | 100                                  | 250/500 <sup>c</sup> | 100                                   | 250 | 100    | 250 |
| 单组分含量                                                                                                                                                                                           | 甲烷  | —                                    | —                    | —                                     | —   | —      | —   |
|                                                                                                                                                                                                 | 乙烷  | 15                                   | 40                   | —                                     | —   | —      | —   |
|                                                                                                                                                                                                 | 乙烯  | 10                                   | 25                   | —                                     | —   | —      | —   |
|                                                                                                                                                                                                 | 丙烷  | 10                                   | 25                   | —                                     | —   | —      | —   |
|                                                                                                                                                                                                 | 丙烯  | 2                                    | 5                    | —                                     | —   | —      | —   |
|                                                                                                                                                                                                 | 正丁烷 | 合计                                   | 合计                   | —                                     | —   | —      | —   |
|                                                                                                                                                                                                 | 异丁烷 |                                      |                      | —                                     | —   | —      | —   |
|                                                                                                                                                                                                 | 丁烯  |                                      |                      | —                                     | —   | —      | —   |
|                                                                                                                                                                                                 | 丁二烯 |                                      |                      | —                                     | —   | —      | —   |
| 含油量, mg/L                                                                                                                                                                                       |     | 0.2                                  | —                    | 0.2                                   | —   | —      | —   |
| 含氮氧化物                                                                                                                                                                                           |     | 0.5                                  | —                    | 0.5                                   | —   | —      | —   |
| <sup>a</sup> 此值仅适用于管式主冷的小型空分设备, 板式主冷的小型空分设备执行 1000m <sup>3</sup> /h (标准状态) 及以上空分设备的规定。<br><sup>b</sup> 控制指标中总烃含量已折合为甲烷计。<br><sup>c</sup> 如果各单项碳氢化合物含量均在警戒值以下, 总烃停车值允许提高至 500×10 <sup>-6</sup> 。 |     |                                      |                      |                                       |     |        |     |

附 录 B  
(资料性附录)  
饱和液体性质

饱和液体性质见表 B.1 和表 B.2。

表 B.1 液氮

| 温度 $T$<br>K | 饱和压力<br>或蒸汽压<br>力 $P_{\text{sat}}$<br>kPa | 密度 $\rho_f$<br>kg/m <sup>3</sup> | 定压比热容 $C_p$<br>kJ/(kg·K) | 黏度 $\mu$<br>$\mu\text{Pa}\cdot\text{s}(=10^{-6}\text{Pa}\cdot\text{s})$ | 热导率 $K$<br>mW/(m·K)<br>[ $=10^{-3}\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ] | 蒸发潜热 $h_{\text{fg}}$<br>kJ/kg | 标准状态<br>下气体的<br>体积 $V_n$<br>m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> |
|-------------|-------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 65          | 17.4                                      | 860.9                            | 2.008                    | 278                                                                     | 158.7                                                                 | 214.0                         | 688.7                                                      |
| 70          | 38.5                                      | 840.0                            | 2.024                    | 220                                                                     | 149.9                                                                 | 208.3                         | 672                                                        |
| 75          | 76.0                                      | 818.1                            | 2.042                    | 173                                                                     | 143.9                                                                 | 202.3                         | 654.5                                                      |
| 77.36       | 101.3                                     | 807.3                            | 2.051                    | 158                                                                     | 139.6                                                                 | 199.3                         | 645.8                                                      |
| 80          | 136.7                                     | 795.1                            | 2.063                    | 141                                                                     | 136.2                                                                 | 195.8                         | 636.1                                                      |
| 85          | 228.4                                     | 771.0                            | 2.088                    | 119                                                                     | 129.3                                                                 | 188.7                         | 616.8                                                      |
| 90          | 359.8                                     | 745.6                            | 2.122                    | 104                                                                     | 122.4                                                                 | 180.9                         | 596.5                                                      |
| 95          | 539.8                                     | 718.6                            | 2.170                    | 93                                                                      | 115.5                                                                 | 172.0                         | 574.9                                                      |
| 100         | 777.8                                     | 689.6                            | 2.240                    | 85                                                                      | 108.5                                                                 | 161.6                         | 551.7                                                      |
| 105         | 1083.6                                    | 657.7                            | 2.350                    | 78                                                                      | 101.1                                                                 | 149.4                         | 526.2                                                      |
| 110         | 1467.2                                    | 621.7                            | 2.533                    | 73                                                                      | 93.6                                                                  | 135.0                         | 497.4                                                      |
| 115         | 1939.4                                    | 579.3                            | 2.723                    | 68                                                                      | 84.7                                                                  | 117.3                         | 463.4                                                      |
| 120         | 2512.9                                    | 524.9                            | 2.920                    | 65                                                                      | 74.6                                                                  | 94.3                          | 419.9                                                      |
| 125         | 3204.4                                    | 436.8                            | 3.124                    | 62                                                                      | 61.5                                                                  | 54.9                          | 349.4                                                      |

表 B.2 液氧

| 温度 $T$<br>K | 饱和压力或<br>蒸汽压力 $P_{\text{sat}}$<br>kPa | 密度 $\rho_f$<br>kg/m <sup>3</sup> | 定压比热容 $C_p$<br>kJ/(kg·K) | 黏度 $\mu$<br>$\mu\text{Pa}\cdot\text{s}$<br>( $=10^{-6}\text{Pa}\cdot\text{s}$ ) | 热导率 $K$<br>mW/(m·K)<br>[ $=10^{-3}\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ] | 蒸发潜热 $h_{\text{fg}}$<br>kJ/kg | 标准状态下气<br>体的体积 $V_n$<br>m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> |
|-------------|---------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 60          | 0.73                                  | 1281.7                           | 1.660                    | 580                                                                             | 187.2                                                                 | 238                           | 897.2                                                  |
| 70          | 6.22                                  | 1236.7                           | 1.666                    | 358                                                                             | 176.4                                                                 | 231                           | 865.7                                                  |
| 80          | 30.09                                 | 1190.3                           | 1.680                    | 248                                                                             | 164.5                                                                 | 223                           | 833.2                                                  |
| 90.18       | 101.3                                 | 1141.0                           | 1.695                    | 190                                                                             | 151.4                                                                 | 213                           | 798.7                                                  |
| 100         | 254.2                                 | 1090.7                           | 1.720                    | 152                                                                             | 138.0                                                                 | 203                           | 763.5                                                  |
| 110         | 543.4                                 | 1035.4                           | 1.749                    | 127                                                                             | 124.2                                                                 | 190.3                         | 724.8                                                  |
| 120         | 1021.6                                | 974.0                            | 1.810                    | 113                                                                             | 110.0                                                                 | 174.4                         | 681.8                                                  |
| 130         | 1747.8                                | 902.8                            | 1.932                    | 106                                                                             | 95.4                                                                  | 152.8                         | 632.0                                                  |
| 140         | 2786.5                                | 813.1                            | 2.170                    | 101                                                                             | 80.0                                                                  | 126.4                         | 569.2                                                  |
| 150         | 4219.0                                | 675.4                            | —                        | 95                                                                              | 63.8                                                                  | 79.8                          | 472.8                                                  |



### 参 考 文 献

- [1] 王如竹, 汪荣顺. 低温系统[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2000.
-

SH/T 3106—2019

## 本规范用词说明

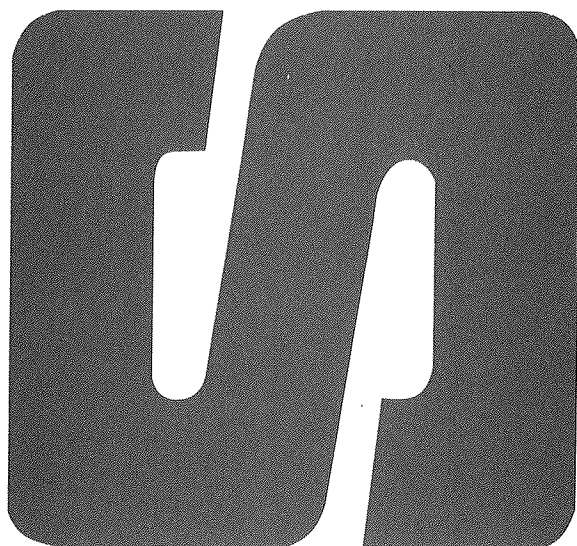
- 1 为便于在执行本标准（规范、规程）条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
  - 1) 表示很严格，非这样做不可的：  
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
  - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：  
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
  - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：  
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
  - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国石油化工行业标准

# 石油化工氮氧系统设计规范

SH/T 3106—2019

条文说明



2019 年 北 京

SH/T 3106—2019

## 修 订 说 明

根据中华人民共和国工业和信息化部《关于印发 2015 年第三批行业标准制修订计划的通知》（工信厅科[2015]115 号）的要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订本规范。《石油化工氮氧系统设计规范》（SH/T 3106—2019），经工业和信息化部 2019 年 8 月 2 日以第 29 号公告批准发布。

本规范是在《石油化工企业氮氧系统设计规范》（SH/T 3106—2009）的基础上修订而成，上一版的主编单位是中国石化工程建设公司，主要起草人员是王诗庆、李俊儒。

本规范修订过程中，编制组进行了广泛深入的调查研究，总结了我国石油化工工程建设中氮氧系统及空分装置的实践经验，同时参考了美国 APCI 和德国 LINDE 的技术标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《石油化工氮氧系统设计规范》编制组按章、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 范围 ..... 18

3 术语和定义 ..... 18

4 空分装置的布置 ..... 18

5 生产规模、产品规格和设备的确定 ..... 20

    5.2 空气分离设备及配套空气压缩机的选择 ..... 20

6 氮气和氧气的储存及输送 ..... 21

    6.1 氮气的储存和输送 ..... 21

    6.2 氧气的储存和输送 ..... 21

7 工艺管道设计 ..... 22

    7.1 压缩机管道的设计 ..... 22

    7.2 氧气管道设计 ..... 22

8 冷箱基础技术要求 ..... 22

9 自控系统设计原则 ..... 22

SH/T 3106—2019

# 石油化工氮氧系统设计规范

## 1 范围

膜分离制氮和制氧技术的主要特点是常温操作、流程简单、工艺设备少，但产品的纯度较低，且不能直接生产低温液体产品。石化生产装置多需要较高纯度的气体，因此很少采用，故本规范不适用。

## 3 术语和定义

### 3.5

空分冷箱旧称“分馏塔”。

## 4 空分装置的布置

4.1 空分装置的全厂总平面布置是根据现行 GB 50187—2012《工业企业总平面设计规范》和 GB 50160—2008《石油化工企业设计防火规范》的有关规定并结合石化企业工程设计的特点制定的。

目前石化装置向一体化、世界级规模发展，空分装置的规模也随之大型化。全厂氮、氧系统的空分设备应统一设置，生产的氮气、氧气应集中储存和输送，用集中布置的空分装置为全厂各生产装置统一提供氮气和氧气。

4.2 本条是根据石化企业实际生产运行经验和 GB 50160—2008《石油化工企业设计防火规范》、GB 50030—2013《氧气站设计规范》中的有关要求，经细化后制定的。

a) 空分装置要求吸入的空气应洁净，若吸入空气中含有的乙炔、碳氢类化合物太高，有可能引起空分设备的爆炸事故，因此吸风口应位于空气洁净场所，并位于乙炔站和电石渣场及散发其它碳氢化合物（烃类）以及其它危险物释放源的全年最小频率风向的下风侧。

4.3 本规范基于低温法空气分离已经普遍采用分子筛吸附空气预净化流程。表 4.3 规定的吸风口处空气中烃类等杂质的极限含量是 GB 50030—2013《氧气站设计规范》3.0.2（2）的强制性条文，对杂质项按石化行业的特点进行分类和细化，不一致的采纳较严格值。

国外空分设备制造厂标准，以美国 APCI 和德国 LINDE 的原料空气杂质含量为例见表 1、表 2。

表 1 APCI 公司原料空气质量

| 杂质名称                          | 杂质含量（体积）<br>10 <sup>-6</sup> | 杂质名称             | 杂质含量（体积）<br>10 <sup>-6</sup> |
|-------------------------------|------------------------------|------------------|------------------------------|
| H <sub>2</sub>                | 10                           | SO <sub>2</sub>  | 0.1                          |
| CO                            | 35                           | H <sub>2</sub> S | 0.05                         |
| CO <sub>2</sub>               | 400                          | 硫醇               | 0.1                          |
| C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> | 1.0                          | NH <sub>3</sub>  | 1.0                          |
| C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | 0.1                          | 总氯               | —                            |

表 1 (续)

| 杂质名称                          | 杂质含量 (体积)<br>$10^{-6}$ | 杂质名称 | 杂质含量 (体积)<br>$10^{-6}$ |
|-------------------------------|------------------------|------|------------------------|
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> | 5.0                    | 氮氧化物 | 0.5                    |
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> | 0.2                    | 氧化亚氮 | 0.2                    |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | —                      | 颗粒杂质 | 2.5mg/m <sup>3</sup>   |
| C <sub>4</sub> 和重烃            | 0.1                    |      |                        |

表 2 LINDE 公司原料空气质量

| 杂质名称                          | 杂质含量 (体积)<br>$10^{-6}$      | 杂质名称                                  | 杂质含量 (体积)<br>$10^{-6}$                        |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|
| CO <sub>2</sub>               | ≤450                        | H <sub>2</sub>                        | ≤1 (0.09mg/m <sup>3</sup> )                   |
| CH <sub>4</sub>               | ≤5                          | NH <sub>3</sub>                       | ≤0.1 (0.076mg/m <sup>3</sup> )                |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> | ≤0.1                        | N <sub>2</sub> O                      | ≤0.4 (0.79mg/m <sup>3</sup> )                 |
| C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | ≤0.1                        | H <sub>2</sub> S                      | ≤0.1 (0.15mg/m <sup>3</sup> )                 |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | ≤0.05                       | Cl <sub>2</sub>                       | ≤0.1 (0.32mg/m <sup>3</sup> )                 |
| C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> | ≤0.1                        | SO <sub>2</sub> +SO <sub>3</sub>      | ≤0.5 (1.43mgSO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ) |
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> | ≤0.1                        | HCl                                   | ≤0.1 (0.16mg/m <sup>3</sup> )                 |
| C <sub>4</sub> +烃类            | ≤0.1                        | NO <sub>2</sub> (NO+NO <sub>2</sub> ) | ≤1                                            |
| CO                            | ≤1 (1.25mg/m <sup>3</sup> ) |                                       |                                               |

4.4 空分装置的安全措施详见 GB 16912—2008《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》。乙炔和烃类等杂质在液氧中积聚是空分设备安全生产的最大危险,必须控制在允许范围内。本规范附录 B 给出了乙炔和总烃在空分设备主冷液氧中的控制指标和 1000m<sup>3</sup>/h (标准状态) 及以上空分设备主冷液氧中的部分单项组分含量控制指标,而烃类等杂质在空分设备液氧中的控制指标可参照供货商的规定。乙炔和烃类等杂质在液氧中的允许极限含量各国规定见表 3。

表 3 乙炔和烃类等杂质在液氧中的允许极限含量表

| 项 目           | 美国                   | 法国                    | 日本                 | 苏联                   |
|---------------|----------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|
| 乙炔在液氧中的允许极限含量 | $2 \times 10^{-6}$   | $2 \times 10^{-6}$    | $2 \times 10^{-6}$ | $0.2 \times 10^{-6}$ |
| 烃类在液氧中的允许极限含量 | $350 \times 10^{-6}$ | $1170 \times 10^{-6}$ | 100mg/L            | 430mg/L              |

4.5 当空分装置采用外压缩流程时液氧中烃类危险物容易积聚,排放液氧可使溶解在其中的碳氢化合物排出。所以主冷凝蒸发器液氧中乙炔及碳氢化合物超过允许范围时应能采用连续或间断排放,间断排放时要求每班排液氧一次,排放量等于或大于 1% 气氧产量。

当空分装置采用内压缩流程时,主冷凝蒸发器中的液氧用液氧泵直接排出,排放量为气氧产量,因此液氧中乙炔及碳氢化合物很难积累到允许值。

## SH/T 3106—2019

## 5 生产规模、产品规格和设备的确定

5.1 石化项目氮气和氧气的用户多、使用要求复杂，用量的统计方法对空分装置规模的确定非常重要。根据石化项目特点编制的氮气和氧气用量表易于理解并得到广泛应用，可参照表4进行用量分类和统计。对于间断用量还应根据使用特点在备注中提供持续时间、频率或总用量等说明。

表4 全厂氮气（氧气）用量表

| 序号 | 装置/单元名称 | 单元号 | 连续                |                                   |                                   | 间断                |                                   |                                       | 备注 |
|----|---------|-----|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|----|
|    |         |     | 压力<br>(表压)<br>MPa | 正常(标<br>准状态)<br>m <sup>3</sup> /h | 最大(标<br>准状态)<br>m <sup>3</sup> /h | 压力<br>(表压)<br>MPa | 事故(标<br>准状态)<br>m <sup>3</sup> /h | 开停车或检修<br>(标准状态)<br>m <sup>3</sup> /h |    |
|    |         |     |                   |                                   |                                   |                   |                                   |                                       |    |
|    |         |     |                   |                                   |                                   |                   |                                   |                                       |    |

5.1.1 只生产氮气的空分装置，适用于没有使用氧气的工艺装置或辅助设施的石化企业。氮气只作为公用物料，主要用于设备和管道的吹扫置换、催化剂再生、储罐密封和消防等。

b) 可选择2个氮气用量最大或最重要的生产装置，取其间断用量与连续用量差值作为确定空分装置规模的依据，以保证极端情况下的氮气用量。

5.1.2 同时生产氧气和氮气的空分装置，适用于有以氧气作为原料或燃料的生产装置和辅助设施的石化企业，氮气仍作为公用物料，用途同5.1.1。

c) 用改变空分设备的工艺流程和单元设备及增加储存设施等来满足用户的要求。

5.1.3 单独使用吸附设备的氮气或氧气设施一般用于独立建设的储运设施、天然气净化装置等对氮气纯度要求低于99%或氧气纯度要求低于95%的项目。其内部用户数量较少，最大用量不能错峰使用，按最大用量设计才能满足生产要求。

5.1.4 本条对产品氮气（液氮）的纯度及压力提出要求：

a) 石化企业要求的N<sub>2</sub>纯度一般在99.99%~99.999%（体积）、O<sub>2</sub>不大于10×10<sup>-6</sup>；

b) 各种压力等级的氮气出空分装置界区压力大于和等于用户使用压力与系统阻力降的和。

5.1.5 b) 各种压力等级的氧气出空分装置界区压力大于和等于用户使用压力与系统阻力降的和。

## 5.2 空气分离设备及配套空气压缩机的选择

5.2.1 a) 石化企业的某些生产装置，其开/停工用氮气的量是正常用量的几倍甚至十几倍，且使用时间短、间隔时间长，若按连续生产用量和间断用量叠加的最大用氮量确定空分设备的能力，则设备长期低负荷运行、利用率较低，在技术经济上是不合理的。

5.2.2 根据目前低温法空分设备的工艺水平，气体产量的调节范围可达到75%~105%，当全厂用量在此范围内波动时，可相应进行调节。空分设备从停车状态启动到生产出合格产品需24h~72h，从操作状态解冻复热至常温需12h~36h。因此采用多套空分设备间断运行、频繁启停是不合理的。

目前国外和国内深冷法空分设备的制造和操作水平，可以保证连续运行2年以上。采用低温液氧、液氮储存后，空分设备的小检修或临时停车也不影响向全厂正常供气。在没有特殊原因时，设置备用空分设备是不合理的。

单独设置的吸附制氮或制氧设施不能生产液体产品作为备用，且变压吸附工艺中阀门的切换操作频繁易导致损坏，故应设置备用。

5.2.3 e) 液氧内压缩流程空分设备的主要特点是在冷箱内由低温泵将液氧升压后再复热成气态，使



氧气出冷箱时的压力即达到用户的要求，不需再使用氧气压缩机增压。液氧内压缩流程空分设备运行安全，但综合考虑氧气压缩机成本和配套工程量的因素，当氧气产量（标准状态）大于和等于 10000m<sup>3</sup>/h 时，采用液氧内压缩流程较合理。当氧气产量（标准状态）小于 10000m<sup>3</sup>/h 时，宜采用外压缩流程空分设备。

5.2.4 a) 往复压缩机用于中、小流量的场合；离心式压缩机用于大流量的场合。

6 氮气和氧气的储存和输送

6.1 氮气的储存和输送

6.1.1 氮气是石化企业的全厂性公用物料，生产装置和公用工程及辅助设施在正常生产和开停工、检修期间都需使用，必须保证连续供给。空分设备不设备用，空分设备小修及故障时保证用户用氮可通过储存氮气解决。

6.1.5 1m<sup>3</sup> 液氮在 0.1013MPa 压力下达到饱和状态时的温度为-196℃，在该温度下 1m<sup>3</sup> 液氮可汽化为 647m<sup>3</sup>（标准状态）气态氮。

6.1.6 目前国内制造的低温液体贮槽的种类和主要参数见表 5。

表 5 低温液体贮槽的种类和主要参数

| 贮槽型式             | 贮槽有效容积<br>m <sup>3</sup> /台 | 工作压力  |
|------------------|-----------------------------|-------|
| 立式或卧式真空粉末绝热      | <300                        | 按储存压力 |
| 平底拱顶圆柱形珠光砂充氮普通绝热 | ≥300                        | 常压    |

6.1.7 当液氮采用常压储存而用户需要使用压力氮气时，需设置液氮升压泵向液氮汽化器供应压力液氮。低温泵的启动通常需要一定时间，带压液氮罐在液氮升压泵启动时向用户供氮。在液氮泵出口管道上应设置 1 台并联操作、出口压力高于用户使用压力和系统阻力降之和的液氮罐，在需要时立刻汽化成所需压力的氮气，使液氮泵的启动过程不影响液氮汽化。

6.1.8 b) 空温式汽化器不需设置水池、蒸汽和补充水管道等，由于换热面积较大，因此只适用于汽化量较小的情况。但应注意设备的可连续使用时间，防止低温冻结影响运行。

6.2 氧气的储存和输送

6.2.1 空分设备不设备用，可根据氧气用户对连续生产的要求设置氧气储存设施，保证空分设备小修及故障时用户用氧的需要。

6.2.3 氧气储存宜采用低温液体储存，是因氧气采用压力气态储存的危险性大，且氧气压缩机费用较高，因此氧气采用压力气态储存是不合理的。

1m<sup>3</sup> 液氧在 0.1013MPa 压力下达到饱和状态时的温度为-183℃，在该温度下 1m<sup>3</sup> 液氧可汽化为（标准状态）800m<sup>3</sup> 气态氧。

6.2.4 液氧贮槽型式的选择与储量和使用压力都有关系。根据液氧储量选择采用常压贮槽或压力贮槽的原则与液氮贮槽基本相同。

6.2.6 b) 空温式汽化器不需设置水池、蒸汽和补充水管道以及相应的仪表、阀门等，但换热面积较大，因此只适用于汽化量较小的情况。

6.2.7 氧气升压或减压设施有很高的危险性，由用户设置氧气升压或减压设施等于增加危险因素、扩大危险范围，因此在空分装置界区内统一设置后再供给用户所需压力的氧气是较合理的。

## SH/T 3106—2019

### 7 工艺管道设计

#### 7.1 压缩机管道的设计

7.1.1 本条对离心式压缩机吸入管道的设计提出规定：

- a) 离心式压缩机吸入管道没有脉冲现象，故管径按气相管道正常标准确定即可；
- e) 吸声材料可选用玻璃棉毡或矿渣棉毡 80mm~100mm，外加抹 10mm~15mm 石棉水泥砂浆；
- f) 离心式压缩机在工作时，叶轮处于高速旋转状态。固体颗粒的撞击会造成叶轮表面受损，进而导致工作效率下降，当累积到严重程度时压缩机将不能正常运转。离心式空气压缩机的吸入管道是直接与大气管通的，在潮湿环境中处于停车状态时水汽有可能凝结成液态水。采用不锈钢材质可避免管道锈蚀产生异物。

7.1.2 本条对离心式压缩机排出管道设计提出规定：

- c) 离心式压缩机有固定的喘振流量，当流量低于喘振流量时便发生喘振，因此离心式压缩机都需要设置防喘振设施。
- f) 为避免压缩机进行防喘振放空时的氧气和氮气损失。

7.1.4 f) 当用户的氧气和氮气用量降低时，为避免压缩机放空损失，故在压缩机出口管道至第一级进口管道设置带有调节阀组的回流管道。

#### 7.2 氧气管道设计

7.2.1 GB 50030—2013《氧气站设计规范》表 11.0.8“氧气管道内最高流速”和 GB 16912—2008《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》表 9“管道中最高允许流速  $v$ ”存在差异，经向《氧气站设计规范》国家标准管理组去函咨询，正式答复：“本规范与两个规范不同之处，均可执行 GB 16912 规定。”

国标中在设计压力不大于 0.6MPa 的一般场所氧气管道允许使用碳钢，考虑到石化装置对安全性的要求和目前建设水平的提高，管道材质不再允许使用碳钢。

### 8 冷箱基础技术要求

8.1 冷箱基础设计是以空分设备制造厂商提供的冷箱基础设计条件图为依据，其中包含防冻和通风要求。

8.4 本条对空分装置室外冷箱基础，提出了可采用的几种型式：

- a) 非冻胀性地基是指基岩或不含水的卵石、中粗砂等岩土地基，其余属冻胀性地基。
- b) 高台式冷箱基础一般高出地面 900mm~1200mm，根据制造厂要求在基础内埋设直径  $\phi$  为 150mm~200mm 的通风管若干根，同时通风管有 0.3%~0.5% 坡度，防止管内积水。

### 9 自控系统设计原则

9.3 重要工艺参数包括全部工艺设备及管道上的温度、压力、流量、分析和公用物料管道上的主要参数。

9.8 空分装置的压缩机在开车和运转时需要密封气及自动仪表气源，正常生产时可由本装置预净化后的原料空气供给。

9.11 本条是针对空分装置的建筑物和户外设备的防雷设计，仪表系统防雷设计按 9.13 条。

中 华 人 民 共 和 国  
石 油 化 工 行 业 标 准  
石油化工氮氧系统设计规范  
SH/T 3106—2019

\*

中国石化出版社出版发行  
地址：北京市东城区安定门外大街 58 号  
邮编：100011 电话：(010) 57512500  
石化标准编辑部电话：(010) 57512453  
发行部电话：(010) 57512575  
<http://www.sinopec-press.com>  
E-mail: [press@sinopec.com](mailto:press@sinopec.com)  
北京艾普海德印刷有限公司印刷  
版权专有 不得翻印

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 45 千字  
2020 年 5 月第 1 版 2020 年 5 月第 1 次印刷

\*

书号：155114·1687 定价：30.00 元  
(购买时请认准封面防伪标识)