

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 51316 – 2018

烟气二氧化碳捕集纯化工程 设计标准

Standard for design of carbon dioxide capture and
purification engineering for flue gas

2018 – 09 – 11 发布

2019 – 03 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
国家市场监督管理总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

**烟气二氧化碳捕集纯化工程
设计标准**

**Standard for design of carbon dioxide capture and
purification engineering for flue gas**

GB/T 51316 - 2018

主编部门:中国石油化工集团公司

批准部门:中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期:2019年3月1日

中国计划出版社

2018 北 京

中华人民共和国国家标准
烟气二氧化碳捕集纯化工程
设计标准

GB/T 51316-2018

☆

中国计划出版社出版发行

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

北京市科星印刷有限责任公司印刷

850mm×1168mm 1/32 2.25 印张 54 千字

2019 年 2 月第 1 版 2019 年 2 月第 1 次印刷

☆

统一书号: 155182·0421

定价: 14.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

2018 年 第 208 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《烟气二氧化碳捕集纯化工程设计标准》的公告

现批准《烟气二氧化碳捕集纯化工程设计标准》为国家标准，编号为 GB/T 51316—2018，自 2019 年 3 月 1 日起实施。

本标准在住房和城乡建设部门户网站([www. mohurd. gov. cn](http://www.mohurd.gov.cn))公开，并由住房和城乡建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2018 年 9 月 11 日

前 言

本标准是根据住房城乡建设部《关于印发〈2014 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2013〕169 号)的要求,由中石化石油工程设计有限公司会同有关单位共同编制完成的。

本标准在编制过程中,编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考了国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,最后经审查定稿。

本标准共分为 11 章和 1 个附录,主要内容包括总则、术语、基本规定、工艺系统、设备与材料、总图布置、装置布置与管道设计、仪表与控制系统、公用工程、节能与环保、安全与职业卫生等。

本标准由住房城乡建设部负责管理,由中国石化集团公司负责日常管理,由中国石化石油工程设计有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送给中石化石油工程设计有限公司(地址:山东省东营市济南路 49 号,邮政编码:257026),以供今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中石化石油工程设计有限公司

参 编 单 位:中石化南化集团研究院

中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司

中石化宁波工程有限公司

中电投远达环保工程有限公司

主要起草人:王 翀 林名桢 刘建武 孙晓春 王 智

张 建 许世森 陈 昕 毛松柏 喻江涛

仝 明 邵时旺 牛红伟 秦福初 闫广宏

杜善波 孙启昌 汪 东 万克栋 周兴辉

宋荣英	伍 灵	李景芳	魏子云	张敏芳	
周双艳	陈宏福	黄钟斌	柳 亭	狄 彦	
李 敬	田京山				
主要审查人:	陈幼军	何龙辉	葛春玉	王之茵	刘国勍
	杨良瑾	沈海啸	尹继东	俞国梅	刘杨龙
	张 津	吴宝祥	韩 涛		

目 次

1 总 则	(1)
2 术 语	(2)
3 基本规定	(4)
4 工艺系统	(5)
4.1 一般规定	(5)
4.2 烟气预处理	(6)
4.3 二氧化碳吸收与解吸	(6)
4.4 二氧化碳压缩与脱水	(7)
4.5 二氧化碳液化与储存	(8)
5 设备与材料	(10)
5.1 静设备	(10)
5.2 动设备	(11)
6 总图布置	(12)
6.1 场址选择	(12)
6.2 总平面布置	(12)
7 装置布置与管道设计	(13)
7.1 装置及设备布置	(13)
7.2 管道布置与设计	(13)
8 仪表与控制系统	(16)
8.1 一般规定	(16)
8.2 仪表选型	(16)
8.3 控制系统	(17)
9 公用工程	(18)
9.1 供配电	(18)

9.2	消防与给排水	(19)
9.3	建(构)筑物	(19)
9.4	供暖通风和空气调节	(21)
10	节能与环保	(23)
10.1	节能	(23)
10.2	环保	(23)
11	安全与职业卫生	(25)
11.1	安全	(25)
11.2	职业卫生	(25)
附录 A	二氧化碳能耗计算方法	(27)
	本标准用词说明	(28)
	引用标准名录	(29)
	附:条文说明	(33)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(4)
4	Processes systems	(5)
4.1	General requirements	(5)
4.2	Flue gas pretreatment	(6)
4.3	Absorption and desorption of carbon dioxide	(6)
4.4	Compression and dehydration of carbon dioxide	(7)
4.5	Liquefaction and storage of carbon dioxide	(8)
5	Equipment and materials	(10)
5.1	Static equipment	(10)
5.2	Rotary equipment	(11)
6	General layout	(12)
6.1	Siting of selection	(12)
6.2	Plane layout	(12)
7	Equipment layout and piping design	(13)
7.1	Equipment layout	(13)
7.2	Piping layout and design	(13)
8	Instrumentation and control systems	(16)
8.1	General requirements	(16)
8.2	Instrument selection	(16)
8.3	Control systems	(17)
9	Utility	(18)
9.1	Power supply and distribution	(18)

9.2	Fire-fighting and water supply	(19)
9.3	Building structures	(19)
9.4	Heating and ventilation systems	(21)
10	Energy saving and environmental protection	(23)
10.1	Energy saving	(23)
10.2	Environmental protection	(23)
11	Safety and occupational health	(25)
11.1	Safety	(25)
11.2	Occupational health	(25)
Appendix A Calculation method of energy		
	consumption	(27)
Explanation of wording in this standard		(28)
List of quoted standards		(29)
Addition; Explanation of provisions		(33)

1 总 则

- 1.0.1** 为了使烟气二氧化碳捕集纯化工程技术先进、经济合理、安全适用、节能环保,制定本标准。
- 1.0.2** 本标准适用于新建、扩建或改建的烟气二氧化碳捕集纯化工程设计。
- 1.0.3** 烟气二氧化碳捕集纯化工程设计除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 烟气 flue gas

化石燃料燃烧产物,经脱硫、脱硝及除尘处理后形成的气体和烟尘的混合物。

2.0.2 捕集纯化 capture and purification

利用化学方法和物理方法将烟气中的二氧化碳分离、提纯使之达到一定性能指标要求的过程。主要包括烟气预处理、二氧化碳吸收与解吸、二氧化碳压缩、二氧化碳脱水、二氧化碳液化等工序。

2.0.3 烟气预处理 flue gas pretreatment

进入捕集装置前,将烟气中携带的粉尘、 SO_x 、 NO_x 等杂质分离出去,并将烟气冷却,使烟气中杂质含量及物性指标满足捕集装置的进料要求。

2.0.4 化学吸收法 chemical absorption method

化学吸收剂在吸收塔内与烟气中的二氧化碳进行化学反应,生成化合物,并在解吸塔内经升温后释放出吸收的二氧化碳,完成二氧化碳与其他气体分离的方法。

2.0.5 固体吸附法 solid adsorption method

利用多孔性固体吸附剂将二氧化碳气体中的水分吸附于其表面,随后通过再生气加热及冷吹等工序对吸附组分解吸,达到二氧化碳与水分离的目的,从而满足二氧化碳气体的水露点要求。

2.0.6 洗涤塔 scrubber

利用水或碱液脱除烟气中含有的硫化物以及烟尘等杂质的塔器设备。

2.0.7 碳捕集率 carbon capture rate

二氧化碳捕集装置捕集前后烟气中二氧化碳质量的差值与捕集前烟气中二氧化碳质量的百分比。

3 基本规定

- 3.0.1 烟气二氧化碳捕集纯化工艺技术应先进成熟、安全可靠、节能环保。
- 3.0.2 烟气二氧化碳捕集纯化工艺技术方案应根据烟气组成及性质、产品方案、自然条件等,经技术经济比选后确定。
- 3.0.3 工艺流程应满足正常生产、装置试压、吹扫、试车及事故处理的要求。
- 3.0.4 二氧化碳捕集纯化工程宜与产生烟气的装置同步建设。
- 3.0.5 操作温度低于 -20°C 的管道阀门应选用长颈型阀盖。
- 3.0.6 非金属密封材料应满足介质温度、压力和腐蚀性要求。

4 工艺系统

4.1 一般规定

- 4.1.1 二氧化碳捕集宜采用化学吸收法。
- 4.1.2 捕集纯化装置的操作弹性宜取设计能力的 50%~110%。
- 4.1.3 捕集纯化装置的年设计开工时数宜取 8000h。
- 4.1.4 进出捕集纯化装置的烟气管道应设切断阀。切断阀应设置在操作方便的地方。
- 4.1.5 进入吸收装置的烟气指标宜符合下列规定：
- 1 温度不宜高于 45℃；
 - 2 粉尘含量不宜大于 5mg/Nm³；
 - 3 SO₂ 含量不宜大于 10mg/Nm³；
 - 4 NO_x 含量不宜大于 50mg/Nm³。
- 4.1.6 捕集纯化装置的碳捕集率不宜低于 80%，碳捕集率可按下列下式计算：

$$\eta_{\text{CO}_2} = \frac{F_1 C_1 - F_2 C_2}{F_1 C_1} \times 100\% \quad (4.1.6)$$

式中： η_{CO_2} ——碳捕集率；

F_1 ——吸收塔烟气进口流量，kg/h；

F_2 ——吸收塔烟气出口流量，kg/h；

C_1 ——吸收塔进口烟气中二氧化碳浓度，kg/kg；

C_2 ——吸收塔出口烟气中二氧化碳浓度，kg/kg。

- 4.1.7 二氧化碳捕集装置的能耗不宜高于 4.2GJ/t CO₂，二氧化碳捕集能耗可按本标准附录 A 的方法计算。
- 4.1.8 二氧化碳产品指标应符合下列规定：
- 1 工业用二氧化碳应符合现行国家标准《工业液体二氧化碳

碳》GB/T 6052 的有关规定；

2 灭火用二氧化碳应符合现行国家标准《二氧化碳灭火剂》GB 4396 的有关规定；

3 其他用途的二氧化碳应符合设计委托书或设计合同的要求。

4.2 烟气预处理

4.2.1 进入吸收装置的烟气指标不符合本标准第 4.1.5 条规定时,宜对烟气进行预处理。

4.2.2 烟气预处理工艺应采用直接喷淋冷却方式,洗涤液应根据烟气中 SO_x 、 NO_x 含量选用工业水或碱液。

4.2.3 预处理系统的烟气进出口管道上应设取样口。

4.2.4 洗涤塔洗涤液出口管道上宜设 pH 计,洗涤液的 pH 值宜为 6~8。

4.3 二氧化碳吸收与解吸

4.3.1 吸收剂应选用吸收二氧化碳的能力强、再生性能好、腐蚀性小、不易降解的溶剂。

4.3.2 二氧化碳吸收与解吸系统应保持水平衡。

4.3.3 二氧化碳吸收与解吸系统的能量应回收利用。

4.3.4 吸收剂应定期再生回用。

4.3.5 吸收塔、解吸塔宜采用填料塔,吸收塔的填料高度不宜高于 20m,解吸塔的填料高度不宜高于 15m。

4.3.6 吸收塔、解吸塔的设计空塔气速宜取泛点气速的 50%~70%。

4.3.7 进入吸收塔的贫液温度宜为 40℃~50℃,解吸塔底的温度宜为 100℃~125℃。

4.3.8 吸收塔洗涤系统补充用水应采用脱盐水。

4.3.9 吸收塔烟气进口管道应设温度和流量监测,烟气出口管道

上应设取样口,贫液进口管道应设旁路过滤器,旁路过滤器宜包括预过滤器、活性炭过滤器和后过滤器。

4.3.10 解吸塔塔顶出口管道宜设温度检测及高低温报警,并宜与塔底再沸器蒸汽流量联锁调节。

4.3.11 贫液、富液管道上应设取样口。

4.3.12 设置增压风机时,应符合下列规定:

- 1 增压风机宜选用离心式风机;
- 2 增压风机可采用进口节流或变速调节,电机直联驱动的增压风机宜采用进口节流调节;
- 3 增压风机的最小流量不应小于喘振流量的 105%;
- 4 增压风机的出口压力宜取系统通过最大气量时压力降的 1.2 倍。

4.3.13 热交换器的选择应符合下列规定:

- 1 板式热交换器的冷端温差不宜小于 3℃,管壳式热交换器的冷端温差不宜小于 8℃;
- 2 贫富液换热器、贫液冷却器宜选用板式换热器;
- 3 再沸器宜选用热虹吸式或釜式再沸器。

4.4 二氧化碳压缩与脱水

4.4.1 二氧化碳压缩系统应能适应气体组成、进气压力、进气温度和进气量的波动。

4.4.2 二氧化碳压缩机的选型,应符合下列要求:

- 1 气量较大时,宜选用离心式压缩机;
 - 2 压比较大、气量较小时,宜选用往复式压缩机;
 - 3 压比较小、气量较小时,宜选用螺杆式压缩机。
- 4.4.3** 往复式压缩机应设置备用机组,螺杆压缩机宜设置备用机组,离心式压缩机可不设备用机组。
- 4.4.4** 往复式压缩机宜设减振沟。
- 4.4.5** 二氧化碳脱水系统应设在压缩机级间或末级之后,脱水方

法宜采用固体吸附法。

4.4.6 二氧化碳脱水后的露点温度应满足下列要求：

1 若产品要求为气态，水露点应低于输送条件下最低环境温度 5℃；

2 若产品要求为液态，水露点应低于液化温度 5℃。

4.4.7 二氧化碳脱水系统出口管道上应设在线水露点分析仪。

4.5 二氧化碳液化与储存

4.5.1 二氧化碳液化工艺可采用高压液化法或低温液化法，应根据产品用途、输送方式及储存方式经综合比选后确定。

4.5.2 二氧化碳液化采用高压液化法时，应采用管道直接外输。

4.5.3 二氧化碳液化采用低温液化法时，制冷剂宜选用氨。

4.5.4 二氧化碳储存可选用立式、卧式或球形储罐，储罐型式应根据工艺要求及储存规模并经综合比选后确定。

4.5.5 二氧化碳储罐不宜少于 2 座。

4.5.6 二氧化碳储罐的设计，应符合下列规定：

1 储罐的充装系数宜取 0.9；

2 储罐的设计压力宜取 2.3MPa；

3 储罐应采取保冷措施，保冷层的厚度计算应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264 的有关规定；

4 单罐容积小于或等于 200m³ 的小型储罐宜采用真空粉末绝热罐。

4.5.7 二氧化碳储罐附属设备的设置应符合下列规定：

1 储罐应设置全启封闭式安全阀及备用安全阀，备用安全阀的泄放能力不应小于主安全阀的泄放能力；

2 安全阀与储罐之间应设切断阀，切断阀在正常操作时应处于铅封开启状态；

3 储罐进出口管道应设置可远程操作的切断阀；

4 单罐容积大于 200m³ 储罐的气相排放管道上应设置可远

程控制的释放阀；

5 储罐应分别设置就地和远传温度仪表。温度检测应设置高位报警；

6 储罐的气相部位应分别设置就地和远传压力仪表，压力检测应设置高压报警、高高压报警并自动联锁释放阀开启措施；

7 储罐应分别设置就地和远传液位计。液位检测应设置高低液位报警、高高液位报警并联锁关闭储罐进口切断阀、低液位报警可联锁储罐出口切断阀或停泵。

4.5.8 二氧化碳泵宜选用屏蔽泵。

4.5.9 二氧化碳储罐底部可设自增压用汽化器，汽化器的设计应符合下列规定：

- 1 汽化器的设计压力不应低于储罐的设计压力；
- 2 汽化器的汽化能力应满足泵的正常运行要求；
- 3 汽化器出口应设调压阀。

5 设备与材料

5.1 静 设 备

5.1.1 压力容器的设计应符合现行国家标准《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG 21、《压力容器 第1部分:通用要求》GB 150.1及《压力容器 第3部分:设计》GB 150.3的有关规定。

5.1.2 塔式容器的设计应符合现行行业标准《塔式容器》NB/T 47041的有关规定。

5.1.3 管壳式换热器的设计应符合现行国家标准《热交换器》GB/T 151的有关规定。

5.1.4 板式换热器的设计应符合现行行业标准《板式热交换器 第1部分:可拆卸板式热交换器》NB/T 47004.1的有关规定。

5.1.5 球形储罐的设计应符合现行国家标准《钢制球形储罐》GB 12337的有关规定。

5.1.6 设备材料的选择应符合下列规定:

1 压力容器受压元件所用材料应符合现行国家标准《压力容器 第2部分:材料》GB 150.2的有关规定;

2 洗涤塔壳体材质宜选用奥氏体不锈钢—钢复合板,与壳体焊接的内构件应采用奥氏体不锈钢材质。不锈钢—钢复合板的技术要求应符合现行行业标准《压力容器用爆炸焊接复合板 第1部分:不锈钢—钢复合板》NB/T 47002.1的有关规定;

3 解吸塔壳体材质宜选用奥氏体不锈钢板,不锈钢板的技术要求应符合现行国家标准《承压设备用不锈钢和耐热钢板和钢带》GB/T 24511的有关规定;

4 富液或含游离水的二氧化碳气体换热器材质宜选用奥氏体不锈钢。

5.1.7 洗涤塔、吸收塔和解吸塔的设计除应满足强度和稳定性要求外,还应满足吊装和运输的刚度要求。

5.2 动 设 备

5.2.1 压缩机组系统的设置,应符合下列规定:

- 1 进、出口管道宜设置自动切断阀和自动放空阀;
- 2 压缩机进出口应设置压力限值报警并连锁停机;
- 3 压缩机组润滑油及冷却系统应设置压力及温度监测报警,润滑油系统应设低低压力报警并连锁停机;
- 4 压缩机组内空冷器风机应设置振动开关;
- 5 往复式压缩机组及管道应进行气流脉动和管道机械振动分析;
- 6 离心式压缩机应设置喘振检测及控制设施;
- 7 离心式压缩机的干气密封系统应设置泄放报警;
- 8 往复式和螺杆式压缩机入口及各级出口管道上应设置安全阀。

5.2.2 制冷机组的配置应符合下列规定:

- 1 压缩机轴密封宜设置迷宫和抛油环或节流环;
- 2 制冷压缩机出口应设置安全阀;
- 3 制冷机组宜设置经济器;
- 4 螺杆式制冷压缩机应设置滑阀。

5.2.3 泵的设计应符合下列规定:

- 1 离心泵及转子泵的轴密封宜选用机械密封;
- 2 离心泵宜采用自排气型;
- 3 容积式泵出口应设置安全阀,安全阀的泄放能力不应小于泵的最大排量。

5.2.4 动设备的材质选择应符合下列规定:

- 1 增压风机过流部件宜选用奥氏体不锈钢;
- 2 贫液泵和富液泵过流部件宜选用奥氏体不锈钢;
- 3 与含有游离水的二氧化碳接触的压缩机组过流部件宜选用奥氏体不锈钢。

6 总图布置

6.1 场址选择

- 6.1.1 场址应与产生烟气的装置相协调,场址用地应满足后期扩建的需求。
- 6.1.2 场址宜靠近公路,并宜具备可靠的供水、排水、供电及通信条件。
- 6.1.3 场址宜位于城镇、相邻工业企业和居住区全年最小频率风向的上风侧。
- 6.1.4 液氨储罐与相邻工厂或装置的防火间距应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 的有关规定。

6.2 总平面布置

- 6.2.1 二氧化碳捕集纯化工程总平面布置与产生烟气的装置平面布置所执行的标准应一致。
- 6.2.2 平面布置应与工艺流程相适应,做到物料流向合理。
- 6.2.3 可能散发二氧化碳的工艺装置、罐组及装卸区等设施宜布置在人员集中场所的全年最小频率风向上风侧。
- 6.2.4 氨压缩机、液氨储罐与其他建(构)筑物的防火间距应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 的有关规定。
- 6.2.5 液体二氧化碳储罐的布置应符合现行国家标准《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》GB 16912 中液氮储罐、低温液体储罐的有关规定。
- 6.2.6 液氨场所宜布置在厂区边缘,并宜位于工厂最小频率风向的上风侧。
- 6.2.7 值班室、控制室等人员聚集的建筑物应布置在站内地势较高处。
- 6.2.8 场区围墙宜采用高度大于或等于 2.2m 的通透式围墙。

7 装置布置与管道设计

7.1 装置及设备布置

7.1.1 装置设备布置应符合工厂总体布置、工艺流程、安全生产、环境保护的要求。

7.1.2 同类设备宜集中布置。

7.1.3 设备宜露天布置,二氧化碳压缩机、氨压缩机宜布置在敞开或半敞开式厂房内,在严寒或多风沙地区的压缩机可布置在封闭式厂房内。

7.1.4 吸收塔、解吸塔宜临道路布置,机泵的电机宜布置在通道侧。

7.1.5 吸收及解吸冷换设备、脱水干燥及液化冷凝设备宜布置在敞开式框架结构内。

7.1.6 对有抽芯要求的换热器应留出检修和吊装空间。

7.1.7 捕集纯化装置的建构筑物、管廊、通道、梯子平台的设置应符合现行行业标准《石油化工工艺装置布置设计规范》SH 3011 的有关规定。

7.2 管道布置与设计

7.2.1 管道布置应根据总平面布置、管内介质、施工及维护检修等因素确定。

7.2.2 管道布置设计应符合工艺管道及仪表流程图的要求,并应符合下列规定:

1 管道布置应整齐有序,宜集中成排,满足施工、操作和检修等方面的要求;

2 管道应与建筑物及道路平行布置;

- 3 干管宜靠近主要用户或支管多的一侧布置；
 - 4 现有厂区的二氧化碳捕集装置边界管道宜利用原有管廊敷设；
 - 5 地下水位较高、土壤有腐蚀性的地区，管道不宜埋地敷设。
- 7.2.3 管道布置设计应符合国家现行标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 和《石油化工金属管道布置设计规范》SH 3012 的有关规定。
- 7.2.4 管道设计应符合现行国家标准《工业金属管道设计规范》GB 50316 的有关规定。
- 7.2.5 管道的选材应符合下列规定：
- 1 管道及管道组成件的选用应根据流体的性质、各种可能出现的操作工况以及外部环境的要求，并经技术经济比选后确定；
 - 2 管道及管道组成件的选用应符合现行行业标准《石油化工管道设计器材选用规范》SH/T 3059 的有关规定。
- 7.2.6 进吸收塔的烟气管道选择应保证负压工况的稳定性。
- 7.2.7 烟气洗涤管道及阀门应选用耐腐蚀材料。
- 7.2.8 阀门的选择应符合下列规定：
- 1 阀门的类型、结构及其各部件材料的选择，应根据流体的特性、设计温度和设计压力综合后确定；
 - 2 阀门不宜使用润滑脂或密封脂；
 - 3 低温介质管道上的阀门宜安装在水平管道上，阀杆方向宜垂直向上；
 - 4 具有密闭中腔结构的阀门应具备超压泄放功能；
 - 5 氨管道上的阀门应选用氨专用截止阀，不应选用闸阀，不得采用铜及合金部件。
- 7.2.9 对于易于产生应力腐蚀的碱液、氨液管道，在选材、制造和施工技术要求中应采取防止应力腐蚀开裂的措施。
- 7.2.10 低温管道应设置保冷层，保冷材料宜选用聚氨酯泡沫。

7.2.11 两端可能封闭的液体二氧化碳管道和液氨管道应设置微启式安全阀。

7.2.12 二氧化碳放空管的高度应符合现行行业标准《石油化工金属管道布置设计规范》SH 3012 的有关规定。

8 仪表与控制系统

8.1 一般规定

- 8.1.1 二氧化碳捕集纯化工程应设置自动检测及控制系统。
- 8.1.2 仪表及控制系统的供电及接地设计,应符合现行行业标准《仪表供电设计规范》HG/T 20509 和《仪表系统接地设计规范》HG/T 20513 的有关规定。
- 8.1.3 有毒气体探测器的设置应符合现行国家标准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB 50493 的有关规定。

8.2 仪表选型

- 8.2.1 仪表选型应符合现行行业标准《自动化仪表选型设计规范》HG/T 20507 的有关规定。
- 8.2.2 二氧化碳储罐液位的测量宜选择差压式液位计。
- 8.2.3 二氧化碳流量的测量,宜选择差压式流量计或科氏力质量流量计。
- 8.2.4 烟气原料气组分的测量应选用工业气相色谱仪。
- 8.2.5 地势低洼且二氧化碳气体易于聚集处,应设置二氧化碳气体探测器,一级报警设定值宜小于或等于体积百分比浓度 0.5%,二级报警值宜小于或等于体积百分比浓度 1%。探测器的安装高度应高出地面 0.3m~0.6m。
- 8.2.6 封闭或局部通风不良的半敞开厂房内,除设置二氧化碳气体探测器外,还应设置氧气探测器。
- 8.2.7 氨制冷装置区应设置固定式氨气探测器,安装高度应高出释放源 0.5m~2.0m。氨气探测器的一级报警值宜小于或等于 20mg/m³,二级报警值宜小于或等于 30mg/m³。

8.3 控制系统

8.3.1 控制系统宜选用集散控制系统,系统的设计应符合国家现行标准《石油化工安全仪表系统设计规范》GB/T 50770 和《石油化工分散控制系统设计规范》SH/T 3092 的有关规定。

8.3.2 服务器宜采用冗余配置,双机热备运行。

8.3.3 控制器、通信接口及电源宜 1:1 冗余配置。

8.3.4 控制系统应配置不间断电源,其后备时间不宜小于 0.5h。

9 公用工程

9.1 供 配 电

9.1.1 供配电方案应做到供电可靠、节约能源、便于维护。

9.1.2 供配电的设计应符合下列规定：

1 电力负荷分级及供配电应根据工艺要求，按现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052 的有关规定执行；氨制冷系统的供配电设计还应符合现行行业标准《石油化工企业生产装置电力设计技术规范》SH 3038 的有关规定；

2 高低压配电设备应布置在专用的配电室内。不设专用配电室的配电设备宜设置在便于观察和操作的位置；

3 配电变压器的台数及容量宜按负荷状况配置，并应满足电动机的启动条件。配电线路宜采用放射式布置；

4 低压配线宜采用桥架或钢管敷设，其与管道的净距应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054 的有关规定；

5 机泵宜设置就地控制按钮；

6 机泵采用变频调速时，应符合现行国家标准《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549 对谐波的有关规定；

7 电气设备和控制设备的防护等级应适应所在场所的环境条件；

8 爆炸危险场所的电气设备选型应符合国家现行标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 和《危险场所电气防爆安全规范》AQ 3009 的有关规定。

9.1.3 照明设计除应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 的有关规定外，还应满足下列要求：

1 生产区的照明宜选用高效光源灯具；

2 路灯宜选用高压钠灯和金属卤化物灯,并应采用光电或时钟集中控制;

3 大面积使用气体放电灯的场所,应安装补偿电容器,功率因数应达到 0.9 以上。

9.1.4 防雷、防雷击电磁脉冲、防静电及接地设计应分别符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057、《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064 及《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 的有关规定。氨制冷系统防雷、防静电设计还应满足现行国家标准《石油化工装置防雷设计规范》GB 50650 的有关规定。

9.2 消防与给排水

9.2.1 二氧化碳捕集纯化工程的消防设计与产生烟气装置的消防设计所执行的标准应一致。

9.2.2 给水系统应利用已有的系统工程设施。当已有的系统工程设施无法满足要求,应就近选用城镇自来水、地下水或地表水,水源的水质应符合生活、生产用水和消防用水的水质标准。

9.2.3 排水设计应符合下列规定:

1 排水系统应利用已有的系统工程设施;

2 生产与生活污水,应采用分流制排放。生产污水应处理后达标排放。

9.2.4 循环冷却水设计应符合现行国家标准《工业循环水冷却设计规范》GB/T 50102 的有关规定。

9.2.5 冷却水的水质要求及处理应符合现行国家标准《工业循环冷却水处理设计规范》GB/T 50050 的有关规定。

9.3 建(构)筑物

9.3.1 建(构)筑物的安全等级应符合下列规定:

1 控制室、氨压缩机房、二氧化碳压缩机房、消防泵房(消防

站)、给水泵房及升压泵房宜为一级;

2 储罐基础、压缩机基础宜为一级;

3 围墙可为三级;

4 除 1、2、3 款规定的建(构)筑物外,其余建(构)筑物应为二级。

9.3.2 主要建筑物最低耐火等级的确定应符合表 9.3.2 的规定。

表 9.3.2 主要建筑物最低耐火等级

建筑物名称	生产的火灾危险性分类	建筑物最低耐火等级
消防泵房	戊类	二级
氨压缩机房	乙类	二级
二氧化碳压缩机房	戊类	三级
控制室	丙类	二级
溶剂回收厂房	戊类	三级
给水泵房及升压泵房	戊类	三级

9.3.3 建筑(构)物的燃烧性能要求及耐火极限应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。液氨储罐的基础、防火堤均应采用非燃烧材料,耐火极限不应低于 3h。

9.3.4 位于抗震设防区域的建(构)筑物的设计应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的有关规定。

9.3.5 建(构)筑物抗震设防类别应符合下列规定:

1 控制室、氨压缩机房、二氧化碳压缩机房、消防泵房(消防站)、给水泵房及升压泵房、变电站(所)、发电机房的抗震设防类别应为乙类;

2 储罐基础、压缩机基础的抗震设防类别应为乙类;

3 围墙等次要建筑的抗震设防类别可为丁类;

4 其余建构筑物的抗震设防类别宜为丙类。

9.3.6 氨压缩机房宜独立设置,并宜采用敞开或半敞开式。封闭式氨压缩机房应进行防爆、泄爆设计。

9.3.7 氨压缩机房承重结构宜采用钢筋混凝土或钢框架、排架结构。

9.3.8 压缩机基础设计应符合国家现行标准《动力机器基础设计规范》GB 50040 和《石油化工压缩机基础设计规范》SH/T 3091 的有关规定。

9.3.9 塔类结构地基基础的设计宜符合现行行业标准《石油化工塔形设备基础设计规范》SH/T 3030 的有关规定。吸收塔、再生塔等塔类基础的设计,在正常操作或充水试压情况下不应出现零应力区,在停产检修时允许部分零应力区,但零应力区范围不应超过相应方向基础尺寸的 15%。

9.3.10 防火堤及隔堤的设计应符合现行国家标准《储罐区防火堤设计规范》GB 50351 的有关规定。

9.4 供暖通风和空气调节

9.4.1 设置集中供暖或其他供暖设施时,室内供暖计算温度宜符合表 9.4.1 的规定。

表 9.4.1 室内供暖计算温度

序号	房间名称	室内供暖计算温度(℃)
1	循环冷却水泵房、消防泵房、药剂库房、二氧化碳压缩机房、给水泵房、升压泵房	5~8
2	加药间、氨压缩机房、溶剂回收厂房	14~16
3	化验室、办公室、值班室、控制室	18~20

9.4.2 循环冷却水泵房、消防泵房、给水泵房、升压泵房宜采用自然通风。当自然通风不能满足要求时,可采用机械通风,换气次数不宜少于 8 次/h。

9.4.3 加药间、药剂库房、化验室应设置机械通风,换气次数不应少于 8 次/h。

9.4.4 溶剂回收厂房应设置机械通风,换气次数不应少于 12 次/h。

9.4.5 二氧化碳压缩机房应设置正常通风与事故通风装置,正常通风换气次数不应少于 6 次/h,事故通风换气次数不应少于 12 次/h。事故通风装置应与二氧化碳气体监测及报警装置连锁。

9.4.6 氨压缩机房应设置正常通风与事故通风装置,正常通风换气次数不应少于 8 次/h,事故通风换气次数不应少于 16 次/h。事故通风装置应与氨气监测及报警装置连锁。

9.4.7 氨压缩机房的排风机和电动机应选用防爆型。当氨压缩机房的送风机和电动机安装在爆炸危险区域内时,应选用防爆型;当安装在爆炸危险区域外且送风干管上设有止回阀时,可选用非防爆型。

9.4.8 当采用常规供暖通风设施不能满足生产过程、工艺设备或仪表对室内温度、湿度的要求时,可按实际需要设置空气调节、加湿(除湿)装置。

10 节能与环保

10.1 节 能

- 10.1.1 工艺设计应合理利用能源和节能降耗。
- 10.1.2 机泵应选用高效节能型。
- 10.1.3 管道内介质流速宜选用经济流速。
- 10.1.4 设备与管道的绝热层厚度宜选用经济厚度。
- 10.1.5 蒸汽凝结水宜回收利用。

10.2 环 保

- 10.2.1 工艺流程设计应采取清洁生产工艺,减少废水、废气、废渣排放。在满足环保排放达标要求的前提下,应采用低能耗的“三废”处理工艺。产生的“三废”宜综合利用。
- 10.2.2 废水排放应符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 的有关规定,与石化企业污水混合排放时,还应执行现行国家标准《石油炼制工业污染物排放标准》GB 31570 和《石油化学工业污染物排放标准》GB 31571 的有关规定。
- 10.2.3 废气排放应满足现行国家标准《大气污染物综合排放标准》GB 16297、《火电厂大气污染物排放标准》GB 13223、《煤炭工业污染物排放标准》GB 20426、《恶臭污染物排放标准》GB 14554 的有关规定。
- 10.2.4 固体废物处置应满足现行国家标准《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》GB 18599 的有关规定。
- 10.2.5 溶液净化回收过程中产生的降解产物应进行无害化处理。
- 10.2.6 工厂厂界噪声应符合现行国家标准《工业企业厂界环境

噪声排放标准》GB 12348 的有关规定,敏感点噪声控制应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 的有关规定。

10.2.7 动设备的噪声应符合现行国家标准《工作场所物理因素测量 第 8 部分:噪声》GBZ/T 189.8 的有关规定。

11 安全与职业卫生

1.1 安 全

11.1.1 爆炸危险区域的划分范围应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

11.1.2 可能发生液氨或氨气泄漏的区域应设置检测设备和水喷雾系统,液氨储罐宜设置水喷淋降温系统。

11.1.3 氨的安全阀排放气应引至事故水池进行处理。

11.1.4 事故废水应排入事故废水收集池,并经处理达标后排放。

11.1.5 吸收用胺液、碱液等腐蚀性物料的储存区,应设置围堰。

11.1.6 巡检人员应配置便携式二氧化碳和氧气浓度检测仪。

11.1.7 危险化学品应分类储存,其分类应符合国家危险化学品名录。

11.1.8 危险化学品堆放和使用场所应设置明显的安全标志与安全告知牌,安全标志的设置与使用应符合现行国家标准《安全标志及其使用导则》GB 2894 的有关规定,安全告知牌应注明危险化学品特性、危害防护、处置措施、报警电话等内容。

11.1.9 危险化学品装卸运输时,应根据不同特点采用专用装卸运输工具。

11.2 职 业 卫 生

11.2.1 粉尘、噪声、静电、辐射、酸、碱、有毒介质的防护措施,应符合现行国家标准《工业企业设计卫生标准》GBZ 1 的有关规定。

11.2.2 设备和管道的绝热设计应符合现行国家标准《设备及管道绝热技术通则》GB/T 4272 的有关规定。

11.2.3 使用或储存胺液、碱液、氨的区域应设置事故淋洗器和洗眼器。

11.2.4 工作场所噪声防护应符合现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087 的有关规定。

11.2.5 巡检人员应配备个人噪声防护器。

附录 A 二氧化碳能耗计算方法

A.0.1 烟气二氧化碳捕集纯化装置回收二氧化碳所需消耗的能量,即二氧化碳捕集能耗的计算,应包括在捕集过程中的二氧化碳从富液中解吸的总热量(即再生能耗)加上吸收解吸装置运行过程中的电能及水消耗。其中再生能耗宜以消耗的蒸汽计,捕集每吨二氧化碳所需的能耗应按下列公式进行计算:

$$E_s = E_r + \frac{E_e + E_w}{m_{\text{CO}_2}} \quad (\text{A.0.1-1})$$

$$E_r = \frac{Q_m \times H_v}{m_{\text{CO}_2}} \quad (\text{A.0.1-2})$$

式中: E_s ——每吨二氧化碳捕集能耗(GJ/t);

E_r ——每吨二氧化碳再生能耗(GJ/t);

E_e ——每小时捕集装置运行所需要的电能(GJ/h),用电设备分别计算并加和得到;

E_w ——每小时捕集装置运行所需要的水耗(GJ/h),需根据循环水量进行估算;

Q_m ——每小时的蒸汽使用量(t/h);

H_v ——蒸汽在实际工况下的焓值(一定温度、压力下的焓值可查询化工数据手册)(GJ/t);

m_{CO_2} ——每小时二氧化碳产量(t/h)。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,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”。

引用标准名录

- 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《建筑照明设计标准》GB 50034
- 《动力机器基础设计规范》GB 50040
- 《工业循环冷却水处理设计规范》GB/T 50050
- 《供配电系统设计规范》GB 50052
- 《低压配电设计规范》GB 50054
- 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058
- 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064
- 《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087
- 《工业循环水冷却设计规范》GB/T 50102
- 《石油化工企业设计防火规范》GB 50160
- 《构筑物抗震设计规范》GB 50191
- 《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264
- 《工业金属管道设计规范》GB 50316
- 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343
- 《储罐区防火堤设计规范》GB 50351
- 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB 50493
- 《石油化工装置防雷设计规范》GB 50650
- 《石油化工安全仪表系统设计规范》GB/T 50770
- 《压力容器 第1部分:通用要求》GB 150.1
- 《压力容器 第2部分:材料》GB 150.2
- 《压力容器 第3部分:设计》GB 150.3

《热交换器》GB/T 151
 《安全标志及其使用导则》GB 2894
 《声环境质量标准》GB 3096
 《设备及管道绝热技术通则》GB/T 4272
 《二氧化碳灭火剂》GB 4396
 《工业液体二氧化碳》GB/T 6052
 《污水综合排放标准》GB 8978
 《钢制球形储罐》GB 12337
 《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348
 《火电厂大气污染物排放标准》GB 13223
 《恶臭污染物排放标准》GB 14554
 《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549
 《大气污染物综合排放标准》GB 16297
 《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》GB 16912
 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》GB 18599
 《煤炭工业污染物排放标准》GB 20426
 《承压设备用不锈钢和耐热钢钢板和钢带》GB/T 24511
 《石油炼制工业污染物排放标准》GB 31570
 《石油化学工业污染物排放标准》GB 31571
 《危险场所电气防爆安全规范》AQ 3009
 《工业企业设计卫生标准》GBZ 1
 《工作场所物理因素测量 第8部分:噪声》GBZ/T 189.8
 《自动化仪表选型设计规范》HG/T 20507
 《仪表供电设计规范》HG/T 20509
 《仪表系统接地设计规范》HG/T 20513
 《压力容器用爆炸焊接复合板 第1部分:不锈钢—钢复合板》
 NB/T 47002.1
 《板式热交换器 第1部分:可拆卸板式热交换器》NB/T 47004.1
 《塔式容器》NB/T 47041

《石油化工工艺装置布置设计规范》SH 3011
《石油化工金属管道布置设计规范》SH 3012
《石油化工塔形设备基础设计规范》SH/T 3030
《石油化工企业生产装置电力设计技术规范》SH 3038
《石油化工管道设计器材选用规范》SH/T 3059
《石油化工压缩机基础设计规范》SH/T 3091
《石油化工分散控制系统设计规范》SH/T 3092
《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG 21

中华人民共和国国家标准

烟气二氧化碳捕集纯化工程
设计标准

GB/T 51316 - 2018

条文说明

编制说明

《烟气二氧化碳捕集纯化工程设计标准》GB/T 51316—2018, 经住房和城乡建设部 2018 年 9 月 11 日以第 208 号公布批准发布。

本标准编制过程中,结合了国内外工程建设项目的特点,同时也融合其他相关行业经验,按照工程建设国家标准编制的总体要求编制。本标准适用于新建、扩建或改建的烟气二氧化碳捕集纯化工程设计。

为便于广大设计、建设、管理、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,《烟气二氧化碳捕集纯化工程设计标准》编制组按章、节、条顺序编制本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明供使用者参考。但是,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	总 则	(39)
3	基本规定	(40)
4	工艺系统	(41)
4.1	一般规定	(41)
4.2	烟气预处理	(43)
4.3	二氧化碳吸收与解吸	(43)
4.4	二氧化碳压缩与脱水	(46)
4.5	二氧化碳液化与储存	(46)
5	设备与材料	(49)
5.2	动设备	(49)
6	总图布置	(50)
6.2	总平面布置	(50)
7	装置布置与管道设计	(51)
7.1	装置与设备布置	(51)
7.2	管道布置与设计	(51)
8	仪表及控制系统	(53)
8.2	仪表选型	(53)
9	公用工程	(55)
9.1	供配电	(55)
9.2	消防与给排水	(55)
9.3	建(构)筑物	(55)
9.4	供暖通风和空气调节	(57)
10	节能与环保	(59)

10.1 节能	(59)
11 安全与职业卫生	(60)
11.1 安全	(60)

1 总 则

1.0.1 本条说明了制定本标准的目的。大气中二氧化碳浓度升高对环境和社会产生了密切的影响,因此减少二氧化碳的排放是一个关系到人类社会持续发展的问题。基于此,世界各国纷纷制定了相应的节能减排政策。二氧化碳主要产生于化石燃料的燃烧过程,以目前现状看化石燃料的使用量在短期内很难得到有效控制,而碳捕集及封存技术是在不降低化石燃料使用量的条件下,减少排入大气中二氧化碳气体量的主要手段,是世界各国普遍关注的减缓温室气体排放的重要技术之一。此外,二氧化碳是一种重要的工业气体,二氧化碳及其衍生产品应用广泛、前景广阔。因此对烟气二氧化碳进行捕集纯化并加以利用具有重要的经济效益和社会效益。

随着烟气二氧化碳捕集技术的日趋成熟,该项技术已具备了应用推广的条件,迫切需要统一的技术标准,对烟气二氧化碳捕集纯化工程的设计进行指导和约束,故制定本标准。

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围。本标准适用于新建、改建或扩建的烟气二氧化碳捕集纯化工程设计,其中烟气二氧化碳捕集纯化装置所处理的烟气介质要求二氧化碳含量在3%~20%之间,主要包括火电厂、水泥厂、钢铁厂、石油化工等企业由化石燃料(煤、石油、天然气)燃烧生成并经脱硫、除尘并脱硝处理后的烟气。其他工业企业中产生的废气、尾气中若二氧化碳含量在3%~20%之间,其回收装置的设计可参照本标准执行。

1.0.3 本条说明了本标准与国家现行有关规范的关系。

3 基本规定

3.0.6 非金属材料作为阀门的主要密封元件,一旦失效,维修、更换可能导致部分或整个装置的停产,因此,在材质选择时应引起充分重视。实验室数据显示,二氧化碳会造成丁腈橡胶、三元乙丙等橡胶类材料表面开裂和鼓泡,发生明显的溶胀现象。

4 工艺系统

4.1 一般规定

4.1.1 烟气具有气体处理量大、二氧化碳分压低、杂质含量较高等特点。目前从烟气中分离二氧化碳的技术主要有化学吸收法、物理吸收法、膜分离法、吸附分离法、低温分离法等技术。有关研究表明：

(1)物理吸收法选择性差、回收率低、经济性不佳、运行成本和能耗都比较高；

(2)吸附法原料适应性广，无设备腐蚀和环境污染，工艺过程简单，能耗低，压力适应范围广，但吸附解吸频繁，自动化程度要求高，需要大量的吸附剂，更适合于二氧化碳浓度为20%~80%的工业气；

(3)膜分离法装置紧凑，占地少，且操作简单，具有较大的发展前景。其缺点是目前的膜材料对二氧化碳的分率较低，难以得到高纯度的二氧化碳；

(4)低温分离法需要低温操作，分离效果较差，比较适应于高浓度(含量60%以上)的二氧化碳回收；

(5)化学吸收法虽然存在吸收剂在循环过程中损失较大、再生能耗较高等缺点，但经有关研究表明，针对本标准所指烟气，化学吸收法是上述几种分离方法中经济性最好的一种方法，同时通过调研发现，国内外已建成的烟气二氧化碳捕集装置均采用的是化学吸收法，故此处推荐选用化学吸收法。

4.1.3 一般装置开工时间的规定是考虑到装置的检修时间，对于一般的化工装置而言，基本上每年检修一次，大修最多所需时间为一个月，如检修项目不多，则时间可缩短。随着设备质量、管理

水平、操作水平的提高,化工装置会逐步达到每两年检修一次。故规定装置的开工周期按一年计,年开工时间宜取 8000h 是可行的。但对于燃煤电厂的烟气二氧化碳捕集装置而言,若所在电厂是热电联供系统,则装置所需的蒸汽就受到一定的制约,若处理装置规模较大,则其所需蒸汽在采暖季节往往难以得到保证,此段时间则需要停工,故此类装置的年运行时间应根据具体情况具体确定。

4.1.4 装置进出口设置切断阀是为了保证发生事故时,将气源切断。切断阀应设置在安全可靠和方便操作的地方,方便操作人员迅速靠近并及时关闭阀门切断气源。

4.1.5 本条规定了进入吸收装置烟气的具体指标要求。相关文献中建议烟气中 NO_x 、 SO_2 的含量应低于 10ppm,边界大坝 $100 \times 10^4 \text{ t/a}$ 二氧化碳捕集装置对烟气中 SO_2 的含量要求也是低于 10ppm,而有关研究表明,采用胺法捕集二氧化碳对烟气 SO_2 含量的要求是宜小于或等于 $10 \text{ mg/Nm}^3 \sim 20 \text{ mg/Nm}^3$,为了最大限度地降低 SO_2 对后续装置及吸收剂的影响,这里取了比较严苛的数值,即 SO_2 小于或等于 10 mg/Nm^3 。温度条件则根据化学吸收法适用的工艺条件确定。

4.1.7 此处能耗指的仅是吸收解吸部分的能耗,并不包括后续的压缩、脱水以及液化部分的能耗。经调研,例如 Power Span 公司的工艺包装置能耗为 3.62 GJ/t ;西门子公司工艺包装置能耗为 4.01 GJ/t ;国内已建装置的能耗基本在 3.9 GJ/t 至 4.2 GJ/t ,故此处的能耗指标定为 4.2 GJ/t 。

4.1.8 对烟气二氧化碳进行捕集纯化,在满足环保要求的同时应尽量有效利用二氧化碳资源。目前二氧化碳及其衍生品的用途极为广泛。主要用于机器铸造、金属冶炼、陶瓷搪瓷、生物制药、饮料啤酒、化肥制造、消防、制冷、驱油等行业,而每个行业对二氧化碳的纯度要求是不同的,有些行业所用二氧化碳的指标要求有明确的标准规定,有些行业用二氧化碳需要根据实际情况来确定。

4.2 烟气预处理

4.2.1 本条规定了进入捕集装置烟气的指标在不满足要求时应采取的措施。

4.2.2 烟气预处理采用直接喷淋冷却方式,在降低烟气温度的同时,还可进一步脱除烟气中的粉尘及 SO_x 。洗涤液采用工业水,如果 SO_x 含量高应在洗涤液中加入 NaOH 或 NaHCO_3 等碱液,这样方便、灵活。

4.2.3 预处理装置进出口管道设置取样口的目的是为了定期检测烟气中的 CO_2 、 N_2 、 NO_x 以及 SO_x 等组分的含量,以便实时对装置运行进行调整,保证进入吸收装置的气体杂质含量满足要求。同时建议检测化验频率为一天一次。

4.2.4 洗涤液 pH 值偏低不仅会影响洗涤效果,还会造成预处理装置及相应管线的腐蚀,pH 值偏高容易跟烟气中的 CO_2 反应,同时容易使装置结垢。

4.3 二氧化碳吸收与解吸

4.3.1 碳捕集装置所用到的化学吸收剂种类较多,同时各有优缺点,因此本标准仅对化学吸收剂的性能作了基本规定。目前国内、外烟气二氧化碳捕集装置所用到的化学吸收剂大部分是基于 MEA 的复合药剂或改进药剂。

4.3.2 在吸收解吸系统中,水平衡是系统稳定运行的重要保障,因此在系统设计过程中应注意保持水平衡。主要可在以下几个方面进行考虑:

(1)控制进入吸收塔的烟气温度,防止其过高;

(2)烟气进入吸收塔之前应进行游离水的分离;

(3)对再生塔顶解析出的二氧化碳中携带的饱和水和较低浓度的吸收剂溶液进行回收,这部分主要通过在再生塔后设置冷凝器、汽水分离器以及回流补液泵实现。

4.3.3 一般情况下,烟气二氧化碳捕集装置的能耗非常高,故在工艺设计过程中应注意能量的回收,这对降低捕集装置的能耗至关重要。能量的回收主要可在以下几个方面考虑:

- (1) 优选高效的换热设备;
- (2) 设置富液与再生塔顶再生气换热器;
- (3) 设置贫富液换热器;

(4) 设置热泵系统,主要包括吸收式热泵系统和机械蒸汽再压缩热泵系统,吸收式热泵系统是以少量的高温驱动热能为补偿,利用工质的吸收循环,实现将能量从低温热源向高温热源输送的系统;而机械蒸汽再压缩热泵系统则利用蒸发设备自身产生的二次蒸汽及其能量,经蒸汽压缩机压缩做功,提升二次蒸汽的热能,实现装置余热回收的系统。

4.3.4 吸收剂溶液经过一段时间的生产运行后,会产生一定数量的热稳定性盐,影响溶液的吸收能力,故应定期对溶液进行再生。设计中应设置专门的吸收剂溶液净化回收装置,定期对吸收剂溶液进行再生,维持溶液清洁。

4.3.5 塔器按其结构可分为两大类:板式塔和填料塔。

(1) 板式塔的研究起步较早,尽管与填料塔相比,板式塔具有效率较低、通量较小、压降较高、持液量较大等缺点,但由于其具有结构简单、造价较低、适应性强、易于放大等优点,因此,板式塔在 20 世纪 70 年代很长一段时期内占有统治地位;

(2) 填料塔的技术,基于 20 世纪 70 年代初期出现的世界性能源危机,迫使其近年来取得了长足的发展。由于性能优良的新型填料相继问世,特别是规整填料及新型塔内件的不断开发应用和基础理论研究的不断深入,使填料塔的放大技术有了新的突破,改变了以板式塔为主的局面。

当前在选择塔型时,主要考虑的重点往往是处理能力和分离效率,对于烟气吸收解吸过程而言,由于物理吸收过程效率较低,且烟气及吸收溶液均有一定的腐蚀性,因此更宜选择填料塔。此

外,目前国内及国际上建造的几套烟气二氧化碳捕集装置中,吸收塔和再生塔均选用的是填料塔,因此,本标准塔器选用时推荐填料塔。

4.3.8 烟气经吸收塔与吸收剂溶液充分反应后会从塔顶排出,烟气的流量一般较大,因此会不可避免的带出部分吸收剂溶液,既污染了环境也增大了吸收剂溶液的消耗量。因此,从环保和节能角度考虑,吸收塔应设置洗涤液系统,对塔顶排出的烟气进行洗涤,减少吸收剂溶液的损耗。该系统补充用水采用脱盐水是为了减少结垢现象的发生。

4.3.9 装置经过长时间运行,不可避免地会有杂质产生,从而影响溶液的质量,进而影响设备长期高效的运行。因此,需在贫液管线的旁通管路上设置过滤装置,通常的过滤装置主要包括预过滤器、活性炭过滤器和后过滤器,一般要求经过三级过滤后,固体颗粒 $5\mu\text{m}$ 及以上的过滤效率大于或等于99.98%。按照目前的工程经验,通过过滤装置的贫液一般占总液体量的10%~15%。

4.3.11 设置贫液取样口是为了定期测定贫液中的溶剂浓度、酸气负荷及其他杂质含量,若溶剂浓度偏低,应及时补充药剂,若溶剂浓度高应及时补充脱盐水,此外,还可以根据贫液中的酸气负荷及其他杂质含量及时确定是否对溶剂进行回收再生处理,贫液取样口一般设置在贫富液换热器与贫液泵之间的管线上;设置富液取样口是为了定期测定其中的二氧化碳含量以及相关配剂的浓度,以便实时对装置运行进行调整,富液取样口一般设在吸收塔与富液泵之间的管线上。

4.3.12 本条文是对设置增压风机的规定。

4 考虑填料、管路以及设备由于长期运行阻力增加,同时因烟气温度变化引起烟气流量的增加,故此处的压头在考虑最大气量通过的基础上再取一定的裕量。

4.3.13 本条文是对换热器的选择的规定。

1 该类工程的能耗一般比较高,故能量的回收利用至关重要

要,而高效热交换器的选取是回收能量的一个重要手段,从节能降耗方面考虑,此处对换热器端面温差的选取进行了较为严格的规定。

4.4 二氧化碳压缩与脱水

4.4.4 本条制定的主要原因是往复式压缩机噪声较大,设置减振沟是为了满足降噪要求。

4.4.5 气体脱水的方法主要有低温分离法、溶剂吸收法和固体吸附法。低温分离法分为节流制冷法、膨胀制冷法和冷剂制冷法。烟气捕集装置属于低压装置,无多余压差可利用,故节流制冷法和膨胀制冷法不适应,而采用冷剂制冷法很难使二氧化碳的水露点满足 -40°C 的要求,因此,低温分离法不适合于该类工程的脱水。同样溶剂吸收法的脱水深度也无法使二氧化碳的水露点达到 -40°C 的要求,故此处溶剂吸收法也不适应。而固体吸附法可以满足水露点要求,同时经过大量的现场及文献调研,发现目前用于二氧化碳脱水的装置大多采用固体吸附法,故此处规定二氧化碳脱水方法宜采用固体吸附法。

4.5 二氧化碳液化与储存

4.5.1 目前国内外在二氧化碳回收和储存领域常用的液化方法主要有两种:一种是低温液化法,又称中压液化法;一种是高压液化法。

(1)低温液化法,是将气体二氧化碳经压缩机压缩到某一不太高的压力(一般 2.0MPa 左右),再经脱水后进入制冷系统被液化,冷凝温度一般为 $-12^{\circ}\text{C}\sim-25^{\circ}\text{C}$,在此工况下的二氧化碳液体便于大罐储存和槽车运输。液态二氧化碳经气化减压后可以直接送到各用气点,也可以经增压泵增压将其充装在高压钢瓶中或直接外输;

(2)高压液化法,是利用二氧化碳在常温下高压液化的特性,

将二氧化碳压缩至中压时进行脱水,然后返回压缩机压缩至6MPa~9MPa,经冷却液化后直接外输。

低温液化法液化压力较低、设备的耐压要求低,产品的输送及使用方式较为广泛灵活,但是需要专门的制冷机组、系统较为复杂;而高压液化法无须专门的制冷机组、系统简单,但系统的耐压要求高,产品的输送和使用方式较少。由于两种方式各有优缺点,故选用时应综合比较后确定。

4.5.3 在给二氧化碳的冷却过程中,常用的冷却介质主要用氨和氟利昂,以往研究表明,在同样的制冷负荷需求下,与采用氟利昂机组相比,采用氨制冷机组所用电负荷更少。同时,氟利昂类制冷剂能产生温室效应、泄露时难以被检测。氨作为制冷剂已被使用达120年之久,其臭氧层消耗潜能(ODP)为0,全球变暖潜能(GWP)也为0,标准沸腾温度低,在冷凝器和蒸发器中的压力适中,单位容积制冷量大,并且其导热系数大,蒸发潜热也大,节流损失小,能溶解于水,有漏气现象时易被发现,且价格低廉,是非常具有应用前景的自然工质。但同时氨作为制冷剂也存在一定的缺点,具有一定的毒性、可燃性,且易爆,并且对锌、铜、铜合金有腐蚀作用等,但目前这些缺点可以通过一定措施来克服。同时,通过调研胜利油田正理庄高89液化站、江苏华阳液碳有限公司等站场,冷却二氧化碳的介质均选用的是氨。

4.5.4 通过调研国内建成的二氧化碳储罐发现,一般容积小于或等于200m³的储罐均采用的是立式储罐或卧式储罐,像红河、胜利油田正理庄高89注入站、胜利电厂等地均采用的是立式储罐,江苏华阳液态有限公司的小型储罐采用的卧式储罐;容积大于200m³的大型储罐则采用的是球罐,如松南气田、江苏华阳液碳有限公司、华能上海石洞口第二电厂等。

4.5.5 储罐的个数是参照《石油化工储运系统罐区设计规范》SH 3007 储罐的有关条款规定的。

4.5.6 本条是对二氧化碳储罐设计的规定。

1 储罐的充装系数是参照现行行业标准《石油化工储运系统罐区设计规范》SH 3007 储罐的装量系数的有关条款规定的；

2 考虑目前运行槽车的设计压力均为 2.3MPa，为了装卸车方便，故储罐设计压力应取 2.3MPa；若储罐工作、设计压力过大，在二氧化碳装车过程中，就会出现二氧化碳槽车安全阀一直开启的情况。

4.5.7 本条是关于二氧化碳储罐附属设备设置的规定。

1 封闭式安全阀可防止气体向周围低空排放，而全启式安全阀的排放量较大，可以在发生事故时将气体较快的排放出去。储罐设置备用安全阀是为了保证安全阀的安全可靠性和满足检验需要；

2 现行行业标准《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG—21 中规定，安全阀与压力容器之间一般不宜设置截止阀门，但考虑目前安全阀开启后回座有时不能保证安全关闭，且规定安全阀每年至少进行一次校验，故本条规定储罐与安全阀之间应设置阀门，同时规定储罐运行期间该阀门应全开，且应采用铅封或锁定(或拆除手柄)；

3 本条规定是为了能在事故状态下，做到快速和安全的关闭与二氧化碳储罐连接的二氧化碳管道阀门，防止泄漏事故的扩大；

4 本条规定是为了在二氧化碳储罐超压的情况下，能远程迅速地打开放散控制阀，这样既可保证储罐安全，也能确保操作人员安全；

5~7 压力和液位是二氧化碳储罐的重要安全参数，而温度升高会导致液态二氧化碳气化，导致储罐压力显著升高，因此有必要对压力、温度和液位参数进行实时监测以及设置高压、高温以及高液位报警。

4.5.8 对于低温二氧化碳而言，普通泵的密封材料很难保证有效的密封，容易产生泄漏，故应选用屏蔽泵。

4.5.9 二氧化碳底部设汽化器是为了装车时罐内压力降低，对部分液态二氧化碳汽化用来补充压力，同时防止泵抽空。

5 设备与材料

5.2 动 设 备

5.2.1 本条是关于压缩机组系统设置的规定。

1 事故紧急停机时,压缩机进、出口阀应自动关闭,压缩机及其管线通过自动放空阀自动泄压。

5.2.2 本条是关于制冷机组配置的规定。

1 这样设置目的是把能泄漏到大气的油量减到最小。

3 设置经济器是为了提高制冷效率,节约压缩机功率。

4 这样设置能够实现对机组制冷量的调节。

6 总图布置

6.2 总平面布置

6.2.1 烟气二氧化碳捕集纯化装置的原料取自上游企业产生的烟气,而产生烟气的企业性质差别较大,包括火电厂、水泥厂、钢铁厂以及石油化工企业等,故本装置的平面布置执行的规范应符合上游企业的要求,比如,若上游企业为石油化工企业,则本装置的平面布置应执行《石油化工工厂布置设计规范》GB 50984 的有关规定。

6.2.3 二氧化碳泄漏后,在风力作用下会向下风向迅速扩散,为了最大限度地减少对人员的影响,应将可能散发二氧化碳的工艺装置、罐组及装卸区等设施布置在全年最小频率风向的上风侧。

6.2.4 制冷剂氨属于易燃易爆介质,为乙类火灾危险物质,氨压缩机房为乙类建筑,氨储罐及氨压缩机房布置及设计应严格执行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 的有关规定。

6.2.5 二氧化碳储存多采用低温液化法技术,气体二氧化碳经压缩脱水后,进入制冷系统液化,液体二氧化碳采用低温球罐储存。考虑到氮气也是窒息性气体,二氧化碳储罐布置参考国家标准《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》GB 16912—2008 第 4.3.3 条液氮储罐、第 6.7 条低温液体贮存输送和汽化系统的有关规定执行。

6.2.7 考虑二氧化碳密度比空气大,泄漏后容易在低处积聚,将建(构)筑物建在站内地势较高处,能够减少二氧化碳进入房间的可能性。

6.2.8 根据现场调查,设置实体围墙的厂区不利于二氧化碳扩散,美国的类似站场均采用铁丝网围栏,所以本条建议采用通透式围墙。

7 装置布置与管道设计

7.1 装置与设备布置

7.1.2 本条强调设备应按工艺流程顺序和同类设备适当集中相结合的原则进行布置。一个工艺单元在一个街区内完成,紧凑布置,节省管道,降低压损。

7.1.3 二氧化碳为窒息性气体,高浓度二氧化碳会对人体健康带来不利影响,二氧化碳压缩机在封闭式厂房内布置时,为保证人员安全,应设置氧浓度检测报警仪。

7.1.4 吸收塔、再生塔等塔类设备沿装置外侧临道路布置,是为了便于填料装卸和吊装作业,机泵的电机侧布置在道路通道方向,是为了便于电机检修和操作控制。

7.2 管道布置与设计

7.2.6 捕集纯化装置的原料为烟气,已有装置烟气达标后直排大气,加装尾气捕集纯化装置,外来的烟道气可能为负压,管道选材需考虑。

7.2.7 火电厂、水泥厂、钢铁厂、石油化工等企业化石燃料燃烧并经脱硫脱硝处理后的烟气介质组分不同,需达到捕集纯化装置的进气要求,烟道气需进行预洗涤处理,预处理后的烟气凝液和洗涤后的水质也不同,并且水质多呈酸性,应根据项目的实际工况进行选材分析。玻璃钢、碳钢衬里管道、合金钢可作为选择的材料。

7.2.8 本条是关于阀门选择的规定。

2 *Design and Operation of CO₂ Pipelines* DNV-RP-J202 (2010 版)中有明确规定:“在管线元件比如阀门、泵等使用的基于石油的润滑脂和许多合成润滑脂,会受 CO₂ 影响而变质。在规定

的 CO₂ 组分和操作压力和温度下,采用的润滑脂与 CO₂ 的兼容性应提供证明文件。”

所以本标准中建议避免采用有润滑脂或密封脂的阀门,比如某些必需注脂才能实现密封的旋塞阀。

7.2.10 本条强调低温管线的设计要求。根据厂址的环境及布置条件来确定是否考虑管道的保温保冷设施,以防止气体液化及管道外表面结露。在该类工程中,低温氮气、液氮、液体 CO₂ 等管道应设置保冷措施。

8 仪表及控制系统

8.2 仪表选型

8.2.2 液态二氧化碳储罐液位的就地测量通常选用差压表或组合式差压液位计;远传仪表宜选用差压式液位变送器。

8.2.5 根据 *Design and Operation of CO₂ Pipelines* DNV-RP-J202 的相关规定,人体吸入高浓度二氧化碳后的急性影响见表 1。

表 1 人体吸入高浓度二氧化碳后的急性影响

空气中二氧化碳浓度(%V/V)	暴露时间	对人体的影响
17~30	1 分钟内	行为失控或不自觉,神志不清,抽搐,昏迷,死亡
>10~15	1 分钟至几分钟	头晕,嗜睡,严重的肌肉抽搐,神志不清
7~10	几分钟	神志不清,接近昏迷
	1.5 分钟至 1 小时	头痛,心率增加,头晕气短,出汗,呼吸急促
6	1 分钟至 2 分钟	听力和视力障碍
	<16 分钟	头痛,呼吸困难
	几小时	震颤
4~5	几分钟之内	头痛,头晕,血压升高,呼吸不畅(等同于人体呼出的浓度)
3	1 小时	轻度头痛,出汗,平静时呼吸困难
2	几小时	头痛,轻度劳累后呼吸困难
0.5~1	8 小时	可接受的职业危险水平

根据现行国家标准《工作场所有害因素职业接触限值 化学有害因素》GBZ 2.1,二氧化碳的时间加权平均容许浓度(PC-TWA)

为 $9000\text{mg}/\text{m}^3$, 换算成体积百分比浓度约为 0.5% ; 短时间接触容许浓度(PC-STEL)为 $18000\text{mg}/\text{m}^3$, 换算成体积百分比浓度约为 1% 。因此, 一级报警值宜小于或等于 0.5% , 二级报警宜小于或等于 1% 。

8.2.7 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB 50493—2009 的附录 B 常用有毒气体、蒸气特性, 氨气探测器的一级报警取时间加权平均容许浓度 $20\text{mg}/\text{m}^3$, 二级报警取短时间接触容许浓度 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 。

9 公用工程

9.1 供 配 电

9.1.2 本条是关于供配电设计的规定。

2 设专用配电室是为了便于维护,保证运行安全、供电可靠。

5 本条规定考虑便于运行人员紧急处理事故,同时检修试泵时启停泵方便,并可保证人员的安全。

6 在设计中采用大功率变频器应充分考虑谐波造成的危害,并采取相应措施满足国家标准《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549 的规定。

8 本条规定主要是为了保证设备安全可靠运行。

9.2 消防与给排水

9.2.1 烟气二氧化碳捕集纯化装置的原料取自上游企业产生的烟气,而产生烟气的企业性质差别较大,包括火电厂、水泥厂、钢铁厂以及石油化工企业等,故本装置的消防设计执行的规范应符合上游企业的要求,比如若上游企业为石油化工企业,则本装置的消防设计应执行《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 的有关规定。

9.3 建(构)筑物

9.3.1 根据《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 以及《石油化工建构筑物抗震设防分类标准》GB 50453 的相关规定,主控制室、消防泵房、液氨储罐、压缩机房、给水泵房、升压泵房、球罐以及构架式动力机器基础等建(构)筑物的抗震设防标准确定为重点设防类,相应结构及基础的安全等级确定为一级。

9.3.2 根据《常用危险化学品的分类及标志》GB 13690 的相关规定,液氨的火灾危险性应定性为乙类第 2 项,有毒且有爆炸危险性。参照现行标准国家《建筑设计防火规范》GB 50016、《压缩机厂房建筑设计规定》HG/T 20673,根据厂房的生产性质和重要性,确定了厂房的生产类别和爆炸危险性以及建筑物的耐火等级。

本标准只考虑了捕集纯化主要建(构)筑物的耐火等级,其他配套设施按有关标准执行。

9.3.3 “液氨储罐的基础、防火堤均采用非燃烧材料,其耐火极限不应低于 3h。”这条规定根据工程实践并参考了《山东省液氨储存与装卸安全生产技术规范(试行)》(鲁安监发[2008]155 号)。

9.3.5 本条是关于建(构)筑物抗震设防类别的规定。

1 参照现行国家标准《石油化工建构筑物抗震设防分类标准》GB 50453,主控制室、氨压缩机房、二氧化碳压缩机房、消防泵房(消防站)、给水泵房及升压泵房、变电站(所)、发电机房等建筑物为重要的建筑物或者发生地震灾害时不应中断功能的建筑物,其抗震设防类别应为乙类。

2 球罐、低温储罐及压力储罐为有毒或存在爆炸危险的设备,其基础应按乙类设计。

另外,本标准未进行详细规定的建(构)筑物抗震设防类别的确定可参照现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 和《石油化工建(构)筑物抗震设防分类标准》GB 50453 的有关规定。

9.3.6 氨气有毒且有爆炸危险,敞开、半敞开建筑易于氨气的扩散。为了防止爆炸产生的次生灾害,密闭厂房应进行泄爆、防爆设计,且采取措施防止爆炸伤人。同时厂房应设置泄压设施。泄压设施宜采用轻质屋面板、轻质墙体,其质量不宜大于 60kg/m^2 。用于泄压的门、窗应采用在爆炸时不产生尖锐碎片的安全玻璃等材料。泄压设施的设置应避开人员密集场所和主要交通道路,并宜靠近有爆炸危险的部位。屋顶上的泄压设施应采取防冰雪积聚的措施。

9.4 供暖通风和空气调节

9.4.1 本条规定是参照现行国家标准《工业企业设计卫生标准》GBZ 1 确定的原则,并参照国家现行标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《石油化工采暖通风与空气调节设计规范》SH/T 3004、《石油天然气地面建设工程供暖通风与空气调节设计规范》SY/T 7021 等有关规定确定的。

9.4.2 有组织的自然通风可采用屋顶自然通风器、筒形风帽、球形风帽、旋转风帽或通风天窗等形式。机械通风的换气次数根据相关规范及工程经验确定。

9.4.3 加药间、药剂库房、化验室等房间可能散发有害气体或粉尘,为迅速有效地排除有害气体或粉尘,故规定宜设置机械通风系统以保证室内空气质量。换气次数根据相关规范及工程经验确定。

9.4.4 溶剂回收厂房可能散发有害气体或余热,为迅速有效地排除有害气体或余热,故规定宜设置机械通风系统以保证室内空气质量。换气次数根据相关规范及工程经验确定。

9.4.5 二氧化碳压缩机房可能散发二氧化碳气体或余热,为迅速有效地排除二氧化碳气体或余热,防止操作人员窒息,故规定应设置机械通风系统以保证室内空气质量。换气次数根据相关规范及工程经验确定。在二氧化碳压缩机房内设置二氧化碳气体浓度报警装置,当达到报警设定值时,自动发出报警信号,且自动开启事故排风机进行排风,这对保证人员安全十分重要。

9.4.6 氨压缩机房日常运行时,为了防止氨的浓度过大,应保证通风良好。另外,在夏季,良好的通风可以排除压缩机及其他电气设备散发的热量,以降低氨压缩机房内温度,改善操作人员的工作环境。事故通风是保障安全生产和保障操作人员生命安全的必要措施。事故排风量是由经常使用的排风系统和事故排风系统共同保证的。具体设计中,可以设置多台(或2台)事故排风机,在氨压

9.3.2 根据《常用危险化学品的分类及标志》GB 13690 的相关规定,液氨的火灾危险性应定性为乙类第 2 项,有毒且有爆炸危险性。参照现行标准国家《建筑设计防火规范》GB 50016、《压缩机厂房建筑设计规定》HG/T 20673,根据厂房的生产性质和重要性,确定了厂房的生产类别和爆炸危险性以及建筑物的耐火等级。

本标准只考虑了捕集纯化主要建(构)筑物的耐火等级,其他配套设施按有关标准执行。

9.3.3 “液氨储罐的基础、防火堤均应采用非燃烧材料,其耐火极限不应低于 3h。”这条规定根据工程实践并参考了《山东省液氨储存与装卸安全生产技术规范(试行)》(鲁安监发[2008]155 号)。

9.3.5 本条是关于建(构)筑物抗震设防类别的规定。

1 参照现行国家标准《石油化工建构筑物抗震设防分类标准》GB 50453,主控制室、氨压缩机房、二氧化碳压缩机房、消防泵房(消防站)、给水泵房及升压泵房、变电站(所)、发电机房等建筑物为重要的建筑物或者发生地震灾害时不应中断功能的建筑物,其抗震设防类别应为乙类。

2 球罐、低温储罐及压力储罐为有毒或存在爆炸危险的设备,其基础应按乙类设计。

另外,本标准未进行详细规定的建(构)筑物抗震设防类别的确定可参照现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 和《石油化工建(构)筑物抗震设防分类标准》GB 50453 的有关规定。

9.3.6 氨气有毒且有爆炸危险,敞开、半敞开建筑易于氨气的扩散。为了防止爆炸产生的次生灾害,密闭厂房应进行泄爆、防爆设计,且采取措施防止爆炸伤人。同时厂房应设置泄压设施。泄压设施宜采用轻质屋面板、轻质墙体,其质量不宜大于 60kg/m^2 。用于泄压的门、窗应采用在爆炸时不产生尖锐碎片的安全玻璃等材料。泄压设施的设置应避开人员密集场所和主要交通道路,并宜靠近有爆炸危险的部位。屋顶上的泄压设施应采取防冰雪积聚的措施。

9.4 供暖通风和空气调节

9.4.1 本条规定是参照现行国家标准《工业企业设计卫生标准》GBZ 1 确定的原则,并参照国家现行标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《石油化工采暖通风与空气调节设计规范》SH/T 3004、《石油天然气地面建设工程供暖通风与空气调节设计规范》SY/T 7021 等有关规定确定的。

9.4.2 有组织的自然通风可采用屋顶自然通风器、筒形风帽、球形风帽、旋转风帽或通风天窗等形式。机械通风的换气次数根据相关规范及工程经验确定。

9.4.3 加药间、药剂库房、化验室等房间可能散发有害气体或粉尘,为迅速有效地排除有害气体或粉尘,故规定宜设置机械通风系统以保证室内空气质量。换气次数根据相关规范及工程经验确定。

9.4.4 溶剂回收厂房可能散发有害气体或余热,为迅速有效地排除有害气体或余热,故规定宜设置机械通风系统以保证室内空气质量。换气次数根据相关规范及工程经验确定。

9.4.5 二氧化碳压缩机房可能散发二氧化碳气体或余热,为迅速有效地排除二氧化碳气体或余热,防止操作人员窒息,故规定应设置机械通风系统以保证室内空气质量。换气次数根据相关规范及工程经验确定。在二氧化碳压缩机房内设置二氧化碳气体浓度报警装置,当达到报警设定值时,自动发出报警信号,且自动开启事故排风机进行排风,这对保证人员安全十分重要。

9.4.6 氨压缩机房日常运行时,为了防止氨的浓度过大,应保证通风良好。另外,在夏季,良好的通风可以排除压缩机及其他电气设备散发的热量,以降低氨压缩机房内温度,改善操作人员的工作环境。事故通风是保障安全生产和保障操作人员生命安全的必要措施。事故排风量是由经常使用的排风系统和事故排风系统共同保证的。具体设计中,可以设置多台(或2台)事故排风机,在氨压

缩机房正常工作状态下,采用部分事故排风机兼做日常排风的作用,在事故状态下所有事故排风机全部开启。

在氨压缩机房内设置氨气浓度报警装置,当达到报警设定值时,自动发出报警信号,且自动开启事故排风机进行排风,这对保证安全生产十分重要。

9.4.7 由于氨压缩机房内的空气中含有爆炸危险性物质,遇火星有可能引起爆炸事故,因此,直接安装在氨压缩机房内的排风机和电动机均应采用防爆型;同时,通风机和电动机应直联,因为采用三角皮带传动会产生静电。安装在爆炸环境内的送风机和电动机,因处于爆炸危险环境,故送风机和电动机均应采用防爆型。当送风机和电动机安装在爆炸危险环境以外时,由于送风机所输送的空气比较清洁,因此,可以选用普通型,但应在送风机出口干管上设置止回阀,以防止送风机停运时爆炸危险性气体通过风道倒流回送风机。

10 节能与环保

10.1 节 能

10.1.2 在正常负荷下,机泵运行工部应处于性能曲线的高效区。

10.1.4 设备绝热包括设备的保温、保冷及防烫,二氧化碳降温压缩冷却相关设备及管道应采取保冷措施。

11 安全与职业卫生

11.1 安 全

11.1.2 在二氧化碳压缩冷却过程中,若采用液氨为冷却媒,则应考虑液氨防护措施。

11.1.3 氨为中度危害的化学物质,直接放空会对人身和财产造成一定的危害,将放空气引至事故水池是根据氨极易溶于水的特点,对放空氨气进行处理。

11.1.4 事故废水收集设施一般包括围堰、事故水池等,事故中产生的废水经围堰收集后排至事故水池,事故水池的废水需运至污水处理厂处理达标后方能排放。

11.1.7 二氧化碳捕集纯化过程中使用到的化学危险品包括:二氧化碳、乙醇胺、三乙醇胺、哌嗪等有机胺类、液氨等,应根据其性质分类储存使用。

S/N:155182 · 0421



9 155182 042100

统一书号: 155182 · 0421

定 价: 14.00 元