

ICS XX.XXX.XX
CCS X XX

团体标准

T/CIECCPA □□□—202□

钢铁石灰窑烟气二氧化碳捕集设备

Carbon dioxide capture equipment of steel lime kiln flue gas

(征求意见稿)

(在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。)

202□ - □□ - □□发布

202□ - □□ - □□实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

СЛЕДСТВИЕ

目 次

前 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 设备组成.....	3
5 技术要求.....	3
5.1 一般要求.....	3
5.2 性能要求.....	3
5.3 设备要求.....	4
5.4 配套系统要求.....	5
5.5 涂漆与保温要求.....	5
5.6 安全保护要求.....	5
5.7 噪声要求.....	5
6 试验方法.....	5
6.1 主要设备检验.....	5
6.2 焊接质量检验.....	6
6.3 电气和控制试验.....	6
6.4 涂漆检验.....	6
6.5 噪声测量.....	6
6.6 性能试验.....	6
7 检验规则.....	6
7.1 检验类别.....	6
7.2 出厂检验.....	6
7.3 安装检验.....	7
7.4 性能检验.....	7
8 判定规则.....	7
9 包装、运输和贮存.....	7
9.1 包装.....	7
9.2 运输.....	8

9.3 贮存.....	8
10 安装、调试、运行和维护.....	8
附录 A（规范性）CO ₂ 捕集能耗计算方法.....	9
附录 B（资料性）典型化学吸收法布置方式.....	11
图 B.1 典型化学吸收法布置方式.....	12
表 1 钢铁石灰窑烟气二氧化碳捕集设备检验项目及要​​求.....	7
表 A.1 电、水及耗能工质的统一能源折算值.....	9
表 A.2 15 万吨/年烟气 CO ₂ 捕集工程公用工程设计消耗.....	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。

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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：浙江菲达环保科技股份有限公司、中国矿业大学、中国石油工程建设有限公司北京分公司、科林环保技术有限责任公司、中国21世纪议程管理中心、中石化江汉石油工程设计有限公司、中国科学院山西煤炭化学研究所、西南石油大学、浙江大学、杭州钢铁集团有限公司、东南大学、华北电力大学、国能龙源环保有限公司、浙江德创环保科技股份有限公司、浙江天洁环境科技股份有限公司、大连理工大学、中钢集团天澄环保科技股份有限公司、上海袋式除尘配件有限公司、洁华控股股份有限公司、武汉凯迪电力环保有限公司、苏州西热节能环保技术有限公司。

本文件主要起草人：刘含笑、陆诗建、张贤、赵琳、杨蒙、沈强、梁艳、李磊、陈永东、郑成航、王发鹏、崔盈、周灿、梁颢巍、杨林军、郝润龙、田恬、赵博、芦鲁、陈绍云、马晓辉、瞿晓燕、孙立、吴敏、方朝君、周号、刘美玲、王帅。

本文件为首次发布。

СЛЕДСТВИЕ

钢铁石灰窑烟气二氧化碳捕集设备

1 范围

本文件规定了钢铁石灰窑烟气二氧化碳捕集设备的设备组成，技术要求，试验方法，检验规则，判定规则，包装、运输和贮存及安装、调试、运行和维护。

本文件适用于钢铁石灰窑烟气二氧化碳捕集设备的制造，其他行业低压低浓度烟气/尾气二氧化碳捕集设备可参照使用。

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 151 热交换器
- GB 4053（所有部分） 固定式钢梯及平台安全要求
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 4980 容积式压缩机噪声的测定
- GB/T 12337 钢制球形储罐
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
- GB/T 15555（所有部分） 固体废物的测定
- GB/T 29529 泵的噪声测量与评价方法
- GB/T 37400.12 重型机械通用技术条件 第 12 部分：涂装
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准
- GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范
- GB 50254 电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范
- GB 50257 电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范
- GB 50264 工业设备及管道绝热工程设计规范
- GB/T 50406 钢铁工业环境保护设计规范
- GB 50601 建筑物防雷工程施工与质量验收规范
- GB 50316 工业金属管道设计规范
- GB/T 51316-2018 烟气二氧化碳捕集纯化工程设计标准
- HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范
- HJ 404 建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 钢铁工业

HJ 870 固定污染源废气 二氧化碳的测定 非分散红外吸收法
HG/T 3986 塑料塔填料
HG/T 20509 仪表供电设计规范
HG/T 20513 仪表系统接地设计规范
JB/T 10963 湿法烟气脱硫装置专用设备 增压风机
JB/T 11834 离心式烟气脱硫循环泵
JB/T 12909 燃煤烟气二氧化碳捕集装备
NB/T 47004.1 板式热交换器 第1部分：可拆卸板式热交换器
NB/T 47041 塔式容器
TSG 21 固定式压力容器安全技术 监察规程
YB/T 4891（所有部分） 钢铁企业二氧化碳利用技术规范
T/CIECCPA XXXXX 燃煤烟气二氧化碳捕集塔

3 术语和定义

GB/T 51316-2018 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钢铁石灰窑烟气二氧化碳（CO₂）捕集设备 carbon dioxide（CO₂） capture equipment of steel lime kiln flue gas

用化学方法，对钢铁石灰窑烟气中的 CO₂ 进行吸收、解吸，捕集 CO₂ 的成套装置。

3.2

化学吸收法 chemical absorption method

采用特定的高性能吸收剂溶液，选择性地自气相中吸收易溶于吸收液成分的方法。

3.3

预处理塔 Pretreatment tower

对原烟气中的污染物、温度等进行处理的设备。

3.4

吸收塔 absorber

采用化工分离的处理方法捕集烟气中 CO₂ 的设备。

3.5

再生塔 desorber

采用加热解吸的方式，使吸收剂与 CO₂ 的反应产物分解，还原出吸收剂溶液的设备。

3.6

设备可用率 availability

烟气 CO₂ 捕集设备每年正常运行时间与钢铁石灰窑每年运行时间的比例。

3.7

CO₂ 捕集率 CO₂ capture rate

CO₂ 捕集设备捕集的 CO₂ 质量流量与 CO₂ 捕集设备入口 CO₂ 质量流量之比。

3.8

吸收剂再生能耗 energy consumption for absorbent regeneration

CO₂ 从富液中解吸出来所消耗的总热量。

3.9

CO₂ 捕集能耗 energy consumption for CO₂ capture

钢铁石灰窑烟气 CO₂ 捕集设备捕集 CO₂ 所消耗的能量，包括捕集过程中 CO₂ 吸收解吸装置运行过程中电耗、水耗和吸收剂再生能耗。计算方法应符合附录 A 的规定。

4 设备组成

4.1 钢铁石灰窑烟气 CO₂ 捕集设备主要由静设备和动设备组成，典型化学吸收法布置方式见附录 B。

4.2 静设备主要包括塔设备（吸收塔、再生塔、预处理塔）、槽（地下槽、吸收液储槽、洗涤液储槽、碱液储槽等）、罐（闪蒸罐、除盐水罐、CO₂ 储罐等）、换热器（贫富液换热器、贫液冷却器、再生气冷却器、回收加热器等）和脱水橇块等。

4.3 动设备包括风机、贫液泵、富液泵、补液泵、碱泵、洗涤泵、提升泵、装车泵、二氧化碳压缩机、制冷机和装车鹤管等。

4.4 配套系统包括烟气旁路、管道，监测与控制装置及安全装置。

5 技术要求**5.1 一般要求**

5.1.1 钢铁石灰窑烟气 CO₂ 捕集设备中静设备设计使用寿命应不低于主体工程的使用寿命，动设备设计使用寿命应不低于 15 年，设备设计、安装、调试及验收应符合 GB/T 50406、GB/T 51316、HJ 404 的规定。

5.1.2 对于钢铁石灰窑烟气，采用化学吸收法捕集 CO₂，吸收剂应采用 CO₂ 吸收能力强、再生性能好、腐蚀性弱、不易降解的化学吸收剂。

5.1.3 CO₂ 捕集设备可用率应保证在 98% 以上。

5.1.4 CO₂ 捕集设备的操作弹性应取设计能力的 50%~120%。

5.2 性能要求

5.2.1 预处理塔的出口烟气条件：

- a) 烟气温度宜不大于 40 °C；
- b) 烟尘浓度应不大于 5 mg/m³¹⁾；
- c) SO_x 浓度应不大于 10 mg/m³。

5.2.2 钢铁石灰窑烟气 CO₂ 捕集设备应满足以下指标：

¹⁾ 本文件所规定的污染物浓度指标标准状态（273 K，101.325 kPa）下干烟气，并折算到对应排放标准基准氧含量时的数值。

- a) CO₂ 捕集率宜不小于 80%;
- b) CO₂ 捕集能耗应不大于 4.0 GJ/t CO₂;
- c) 吸收剂再生能耗应不大于 3.0 GJ/t CO₂;
- d) CO₂ 吸收塔排放烟气中颗粒物浓度（含气溶胶）应不大于 10 mg/m³。

5.3 设备要求

5.3.1 塔

- 5.3.1.1 预处理塔、吸收塔和再生塔均应符合 TSG 21、GB/T 150（所有部分）和 NB/T 47041 的规定，预处理塔、吸收塔应采用钢制结构，再生塔应采用不锈钢制结构。
- 5.3.1.2 吸收塔、再生塔应采用填料塔，填料类型应采用低压降规整填料，吸收塔的填料高度应不大于 20 m，再生塔的填料高度应不大于 15 m。当采用塑料填料时，应符合 HG/T 3986 的规定。
- 5.3.1.3 吸收塔、再生塔的设计空塔流速宜为液泛速度的 50%~70%，泛点率应不高于 75%。
- 5.3.1.4 进入吸收塔的贫液温度宜为 40 °C~50 °C,再生塔底的吸收液温度宜为 100 °C~125 °C。
- 5.3.1.5 吸收塔洗涤系统补充用水应采用除盐水。
- 5.3.1.6 吸收塔顶端应设置气溶胶捕集装置。
- 5.3.1.7 吸收塔、再生塔应设置合适尺寸和数量的人孔门，以便检修。

5.3.2 换热器

- 5.3.2.1 贫富液换热器、贫液冷却器宜选用板式换热器，板式换热器的设计应符合 NB/T 47004.1 的规定，板式热交换器的冷端温差不宜小于 3°C。
- 5.3.2.2 管壳式换热器的设计应符合 GB/T 151 的规定，管壳式热交换器的冷端温差不宜小于 8°C。

5.3.3 罐

- 5.3.3.1 CO₂ 储罐不宜少于 2 座，可选用立式、卧式或球形储罐，应符合 GB/T 150、GB/T 12337 和 NB/T 47041 的规定。
- 5.3.3.2 CO₂ 储罐的设计应符合 GB/T 51316 的规定。
- 5.3.3.3 CO₂ 储罐应设置安全阀、切断阀和释放阀等相关附属设备，附属设备应符合 GB/T 51316 的规定。
- 5.3.3.4 CO₂ 储罐底部可设置增压用汽化器，汽化器的设计压力不应低于储罐的设计压力。
- 5.3.3.5 除盐水罐与闪蒸罐宜为卧式罐，除盐水罐宜为常压罐，闪蒸罐设计压力宜在 0~5kPa。
- 5.3.3.6 洗涤液储槽、碱槽和胺液储槽宜为立式罐，设计压力应为常压。
- 5.3.3.7 地下槽宜为半埋地罐，设计压力应为常压。

5.3.4 泵

- 5.3.4.1 洗涤泵、贫液泵和富液泵宜采用离心泵。
- 5.3.4.2 贫液泵和富液泵过流部件宜选用奥氏体不锈钢，为保证安全稳定运行，贫液泵和富液泵应采用一用一备设置。
- 5.3.4.3 离心泵及转子泵的轴密封宜选用机械密封，离心泵宜采用自排气型。
- 5.3.4.4 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。

5.3.5 压缩机

5.3.5.1 CO₂压缩机、CO₂液化制冷机组的压缩机宜布置在封闭式厂房内。

5.3.5.2 CO₂压缩机选型应符合 GB/T 51316 的规定,处理规模≥50 万吨/年时,宜选用离心式压缩机;处理规模≤50 万吨/年时,宜选用往复式压缩机或螺杆式压缩机。

5.3.5.3 往复式压缩机应设置备用机组,宜设减振沟;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。

5.3.5.4 CO₂液化制冷机组的压缩机宜选用螺杆式压缩机。

5.3.6 其他动设备

5.3.6.1 引风机应能满足各设备及相应烟道整体压降的要求,负荷考虑 10%的裕量,风机参数选取应符合 JB/T 12909 的规定。

5.3.6.2 设置增压风机时,应根据风量选用离心式风机,风机过流部件宜选用奥氏体不锈钢,负荷考虑 10%的裕量,风机参数选取应符合 JB/T 10963 的规定。

5.3.6.3 制冷机组的配置应符合 GB/T 51316 的规定。

5.4 配套系统要求

5.4.1 管道设计和布置方式应符合 GB 50316 的规定。

5.4.2 监测仪表选型应符合 GB/T 51316 的规定。

5.4.3 控制系统宜选用集散控制系统,系统的设计应符合 GB/T 51316 的规定。

5.4.4 仪表及控制系统的供电及接地设计应符合 HG/T 20509 和 HG/T 20513 的规定。

5.5 涂漆与保温要求

5.5.1 涂漆及外观要求应符合 GB/T 37400.12 的规定。

5.5.2 应对再生塔、闪蒸罐等静设备和富液出吸收塔管道、贫液出再生塔管道等管道进行保温处理,应符合 GB 50264 的规定。

5.6 安全保护要求

5.6.1 楼梯、防护栏杆和平台等安全技术条件应符合 GB 4053 (所有部分) 的规定。

5.6.2 楼梯、检修平台等处应设置照明装置。

5.6.3 危险化学品堆放和使用、使用场所应设置明显的安全标志与安全告知牌均应符合 GB/T 51316 的规定。

5.7 噪声要求

设备噪声应不超过 85 dB (A)。

6 试验方法

6.1 主要设备检验

6.1.1 设备使用前应经过检验,设备外形尺寸检验使用的量具,其尺寸精度不应低于 II 级,分度值不应低于 0.5 mm。直线度、平面度的检验应采用拉线法。

6.1.2 加工部件几何尺寸的检验应采用能满足测量部件精度要求的工具和方法。

6.1.3 塔设备主要件检验应按 T/CIECCPA XXXXX 执行。

6.1.4 板式换热器主要件检验应按 NB/T 47004.1 执行,管壳式换热器主要件检验应按 GB/T 151 执行。

6.1.5 罐设备主要件检验应按 GB/T 150 和 GB/T 12337 执行。

6.1.6 泵的检验应按 JB/T 11834 执行。

6.1.7 压缩机的检验应按 GB/T 51316 和 JB/T 12909 执行。

6.1.8 风机的检验应按 JB/T 12909 和 JB/T 10963 执行。

6.2 焊接质量检验

现场设备、管道的焊缝质量检验应按GB 50236执行,焊接气密性可用煤油渗透法检验,密封性焊缝应按100%检验,钢结构的焊缝质量检验应按GB 50205执行。

6.3 电气和控制试验

6.3.1 电气装置安装工程低压电器的检验应按GB 50254执行,爆炸和火灾危险环境电气装置检验应按GB 50257执行。

6.3.2 防雷、接地的施工检验应按GB 50601执行。

6.3.3 应进行联锁保护试验,检验顺序控制和模拟量控制的准确性。控制系统应正确显示设备的运行参数、运行状态,记录历史运行参数和报警信息,并能实现设备设置参数的修改和设备开停操作。

6.3.4 用电设备、控制柜和现场操作箱外壳防护等级检验应按GB/T 4208执行。

6.4 涂漆检验

油漆前应进行除锈检查,结合钢材表面原始锈蚀程度等级,对照GB/T 37400.12中的分析评定除锈等级。涂层漆膜厚度和漆膜附着力应按GB/T 37400.12执行。

6.5 噪声测量

静设备在正常运行时进行噪声测量,用声级计A计权在距离设备1.5 m处,采用慢速档,测量3次,每次10 s,取3次的算术平均值为设备的运行噪声值。泵、压缩机等动设备的噪音测量应按GB/T 29529、GB/T 4980执行。

6.6 性能试验

6.6.1 设备性能试验至少在设备正常投运三个月后、六个月内进行,应选择有资质的第三方测试单位进行性能试验。

6.6.2 CO₂捕集率测试方法应按 HJ 870 执行。

6.6.3 烟气温度等参数及颗粒物、其他烟气污染物测试应按 GB/T 16157 执行。

7 检验规则

7.1 检验类别

钢铁石灰窑烟气二氧化碳捕集设备检验分出厂检验、安装检验和性能检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 所有零、部件应经制造厂质量检验部门检验合格方可交付使用。

7.2.2 检验项目见表1。

表 1 钢铁石灰窑烟气二氧化碳捕集设备检验项目及要

序号	项目名称	“要求” 的章条号	“试验方法” 的章条号	出厂 检验	安装 检验	性能 检验
1	烟气温度	5.2.1 a)	6.5.3	—	—	√
2	烟尘/颗粒物浓度	5.2.1 b)、 5.2.2 d)	6.5.3	—	—	√
3	SO _x 浓度	5.2.1 c)	6.5.3	—	—	√
4	NO _x 浓度	5.2.1 d)	6.5.3	—	—	√
5	CO ₂ 捕集率	5.2.2 a)	6.5.2	—	—	√
6	CO ₂ 捕集能耗	5.2.2 b)	附录 A	—	—	√
7	吸收剂再生能耗	5.2.2 c)	附录 A	—	—	√
8	塔及其组件	5.3.1	6.1.3	√	√	—
9	换热器	5.3.2	6.1.4	√	√	—
10	罐	5.3.3	6.1.5	√	√	—
11	泵	5.3.4	6.1.6	√	√	—
12	压缩机	5.3.5	6.1.7	√	√	—
13	风机	5.3.6	6.1.8	√	√	—
14	电气和控制系统	5.4	6.3	√	√	—
15	涂漆检验	5.5	6.3	√	√	—
16	噪声	5.7	6.4	—	√	—

注：打“√”表示要检验的项目，“—”表示不需要检验的项目。

7.3 安装检验

安装检验在现场进行，检验项目见表 1。

7.4 性能检验

每台二氧化碳捕集设备均应做性能检验，性能检验项目见表 1。

8 判定规则

性能检验项目符合要求，则钢铁石灰窑烟气二氧化碳捕集设备判定为合格。若有不合格项时，允许对其进行调整、消缺，重新做性能检验。

9 包装、运输和贮存

9.1 包装

9.1.1 设备包装应符合 GB/T 13384 的规定，并附有下列图样和随机文件：

- a) 设备总清单；
- b) 设备总图、基础图、管路图及安装图；
- c) 产品合格证；
- d) 包装总清单和备品备件清单；
- e) 操作、使用和注意事项；
- f) 上述图样及技术文件清单。

9.1.2 设备的包装应符合有关铁路、公路、水路及空运装载和运输的要求，应保证在正常运输条件下不发生损坏。应根据产品的特性以及收货地点的气候条件采取相应的防护包装措施。

9.2 运输

9.2.1 产品运输时应轻拿轻放，不应抛掷、翻滚和踩踏。

9.2.2 运输车辆应有防雨棚布并垫离车厢地板或选用集装箱运输。运输过程中应防止受潮、挤压和雨淋，不应与腐蚀性物品同时运输。

9.2.3 产品运输起吊时，应按包装箱外壁上的标记稳起轻放，防止碰撞。

9.3 贮存

设备的钢结构件及大件设备可露天存放，其余设备、电气、仪表等零部件及保温材料应分类平整地存放在通风、干燥和无腐蚀气体的场地内，并应远离火源和高温物体。

10 安装、调试、运行和维护

安装、调试、运行和维护应参照 JB/T 12909 的规定。

附录 A

(规范性)

CO₂ 捕集能耗计算方法

CO₂ 捕集能耗应按下列公式进行计算:

$$E_z = E_r + \frac{E_e + E_w}{m_{CO_2}} \dots\dots\dots (A.1)$$

$$E_r = \frac{Q_m \times H_v}{m_{CO_2}} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中: E_z ——每吨 CO₂ 捕集能耗 (GJ/t);

E_r ——每吨 CO₂ 吸收剂再生能耗 (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, 折算系数见表

A1, 计算方法按 GB/T 50441 的规定执行;

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 CO₂ 产量 (t/h)。

能耗应按一次能源消耗计算, 能耗单位宜采用千克 (kg) 标准油, 1 千克标准油的低发热量为 41.868 MJ。

表 A.1 电、水及耗能工质的统一能源折算值

序号	类别	单位	能源折算值	备注
1	电	kWh	0.22	-
2	标准油 ^①	t	1000	-
3	新鲜水	t	0.15	-
4	循环水	t	0.06	
5	软化水	t	0.20	-
6	除盐水	t	1.0	-
7	氮气	m ³ ^②	0.15	

注: ①燃料按其低发热量折算成标准油;

②0 °C 和 0.101325 MPa 状态下的体积。本标准中涉及的气体剂量单位 (m³) 均为该状态下的体积。

算例说明:

某 15 万吨/年烟气 CO₂ 捕集项目设计正常运行时公用工程消耗如下表所示:

表 A.2 15 万吨/年烟气 CO₂ 捕集工程公用工程设计消耗

电	kWh/tCO ₂	≤95	连续（正常运行）
蒸汽（0.3MPag）	t/tCO ₂	1.12	连续（正常运行）
循环冷却水	t/tCO ₂	1.5	补水量
除盐水	t/h	4.5	补水、补液与节能系统用水
蒸汽凝结水（0.3MPag）	t/h	1.12	连续（正常运行）

查询《化学化工物性数据手册》，可知蒸汽（0.3MPag）热焓值为 2738.06MJ/t，凝结水（0.3MPag）热焓值为 604.72 MJ/t，计算可知蒸汽（0.3MPag）潜热值为：2133.34 MJ/t。

依据计算公式与表 A.1，捕集提纯每吨 CO₂ 有：

$$E_r = 2133.34 \times 1.12 \div 1000 \text{GJ/tCO}_2 = 2.389 \text{GJ/tCO}_2$$

$$E_e = 0.22 \times 95 \times 41.868 \div 1000 \text{GJ/tCO}_2 = 0.875 \text{GJ/tCO}_2$$

$$E_w = 1.0 \times 4.5 \times 41.868 \div 1000 \text{GJ/tCO}_2 = 0.188 \text{GJ/tCO}_2$$

$$E_z = E_r + E_e + E_w = 3.45 \text{GJ/tCO}_2$$

附录 B

(资料性)

典型化学吸收法布置方式

A.1 钢铁石灰窑烟气 CO₂ 捕集设备典型化学吸收法布置方式如图 B.1 所示。

A.2 典型化学吸收法

A.2.1 预处理阶段

来自钢铁石灰窑风机出口的烟道气(约 120 °C)一般已满足超低排放要求,需先对烟气预处理,经碱洗预处理后降温至 40 °C,进入捕集设备进行脱碳处理。

A.2.2 吸收阶段

采用化学吸收剂吸收烟气中的 CO₂,烟气由塔底进入吸收塔,与吸收液逆向接触,利用级间冷却工艺降低反应热、提高吸收效率,吸收 CO₂ 后的富液由塔底经泵送入贫富液换热器,回收热量后送入再生塔。

A.2.3 再生阶段

解吸出的 CO₂ 同水蒸气分离,除去水分后得到纯度 99.5% (干基) 以上的 CO₂ (气),进入后序压缩流程。再生气中被冷凝分离出来的冷凝水回地下槽,采用补液泵定期给再生塔补液。

富液从再生塔上部和中部分流进入,通过汽提解吸部分 CO₂,然后进入再沸器,使其中的 CO₂ 进一步解吸。

解吸 CO₂ 后的贫液由再生塔底流出,经闪蒸罐闪蒸出部分蒸汽加压回收回到再生塔回收热量;闪蒸罐流出贫液经贫富液换热器回收热量后降温至 60 °C,用泵送至贫液冷却器,冷却至 40 °C 后进入吸收塔。

