

CCCIAC

中国电石工业协会团体标准

T/CCCIAC 0XX—20XX

电石炉气干法净化装置技术规范

Technical specification for calcium carbide furnace gas dry
purification plant

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国电石工业协会 发布

目 录

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 工艺流程与设备选择..... 2

5 本体设备..... 6

6 电气、自动化控制与检测 8

7 安全、环保与节能..... 9

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国电石工业协会提出。

本文件由中国电石工业协会标准化委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

电石炉气干法净化装置技术规范

1 范围

- 1.1 本文件规定了电石炉炉气干法净化布袋除尘设计、制造、安装、使用的要求。
- 1.2 本文件适用于电石生产企业使用的低压脉冲布袋除尘和反吹风式布袋除尘两种电石炉炉气干法净化布袋除尘。
- 1.3 本文件不适用于电石炉炉气湿法净化。

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 755 旋转电机定额和性能
GB 18613 中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级
GB/T 20801.2 压力管道规范 工业管道 第3部分:设计和计算
GB/T 35184 袋式除尘器用过滤单元设计及安装技术要求
GB 50016 建筑设计防火规范
GB 50052 供配电系统设计规范
GB 50054 低压配电设计规范
GB 50057 建筑物防雷设计规范
GB 50058 危险环境电力装置设计规范
GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范
GB 50160 石油石化企业设计防火规范
GB 50235 工业金属管道工程施工及验收规范
GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范
SH/T 3097 石油化工静电接地设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 粗气 dirty gas

未经过布袋除尘器除尘前的炉气。

3.2 净气 clean gas

经过净化后、含尘量达到国家标准的清洁炉气（小于等于 30 mg/Nm³）。

3.3 干法净化装置 dry cleaning device

采用液体非直接接触式降温或采用空气冷却降温，利用干式除尘过滤净化炉气的除尘工艺，简称干法净化装置。

3.4 标准状态下气体流量 gas flow rate in standard state

换算为标准状态（273K，压力 101.325KPa）的处理气体量。

3.5 工况气体流量 operating gas flow rate

在实际工作温度、湿度、压力下进入干法净化装置的含尘气体流量。

3.6 过滤风速 filtering wind speed

含尘气体流过滤布有效面积的表观速度，单位是 m/min。一般按工况状态计算。

3.7 过滤面积 filter area

单个滤袋表面积与滤袋数量的乘积。滤袋计算表面积不应包含袋底封头。

3.8 脉冲式布袋除尘 pulse bag dust removal

采用氮气脉冲喷射方式清除滤袋表面积灰的一种袋式除尘器。

3.9 反吹风式布袋除尘 reverse blowing type cloth bag dust removal

采用净气逆向反吹方式清除滤袋表面积灰的袋式除尘器。

3.10 炉气冷却装置 flue gas cooling plant

设置在干法净化装置除尘器前段，使进入布袋除尘器的炉气温度降低到滤袋正常使用温度的散热降温装置。

3.11 隔断装置 partition device

在系统无异常状态下，处于关闭、封止状态，承受介质压力在设计允许范围内，具有炉气不能泄漏到被隔断区域功能的装置。

4 工艺流程与设备选择

4.1 一般规定

4.1.1 开展电石炉炉气干法净化布袋除尘设计应提供满足设计需求的基础资料。

4.1.2 炉气净化作为电石生产附属设施，由于工艺特点的限制可邻近电石生产厂房布置；电石炉与净化装置之间的安全防火间距应符合 GB 50016 的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

4.1.3 干法净化装置选用的滤袋应满足表 1 要求：

表 1 滤袋材质工作温度范围及风速选取

滤袋材质	工作温度（℃）	过滤风速（氮气脉冲喷吹）（m/min）	过滤风速（净气反吹） （m/min）
氟美斯	≤280	≤0.8	≤0.4
玄武岩	≤350	≤0.6	≤0.4
金属滤芯	≤450	≤0.85	/

4.2 相关参数与设备选择

4.2.1 压力与流量

布袋除尘器系统的设计压力为净气风机最大压力考虑，设计流量按最大炉气量考虑。粗气风机宜选择压力 8 KPa-10 KPa，净气风机宜选择压力 10 KPa-12 KPa。风机风量余量宜考虑 30%-50%。

4.2.2 温度

净化装置宜采用灵活控温措施，确保布袋除尘器的入口温度满足表 1 的要求。

4.2.3 净气含尘量

净化除尘装置出口净炉气含尘量应小于等于 30 mg/Nm³。

4.2.4 过滤风速

滤速（工况）满足表 1 的要求。

4.2.5 除尘器压差

布袋除尘器压差应不大于 3 kPa。

4.2.6 布袋除尘器类型

脉冲式布袋除尘器喷吹压力及反吹风式布袋除尘器反吹压力见表 2。

4.2.7 反吹装置

4.2.7.1 脉冲布袋除尘器：由脉冲阀、分气包、喷吹管等组成。应符合 GB/T 35184 的规范要求

4.2.7.2 反吹风布袋除尘器由反吹管路以及进出口阀门组、反吹阀门组等组成。

4.2.7.3 清灰参数与喷吹介质

- 1) 脉冲喷吹气体压力宜选择 0.2 MPa~0.3 MPa。
- 2) 除尘器有定压差反吹或定时反吹两种方式。
- 3) 脉冲除尘可在线反吹或离线反吹；反吹风布袋除尘宜为离线反吹。
- 4) 清灰介质应为氮气等惰性气体或炉气，严禁使用压缩空气。
- 5) 清灰应采用自动化控制，清灰周期应符合表 2 的要求。

表 2 不同滤袋材质在两种喷吹方式下的清灰压力及清灰周期

喷吹方式	滤袋材质	清灰压力	清灰周期
脉冲喷吹清灰	氟美斯	0.25-0.3MPa	30-60min
	玄武岩	0.25-0.3MPa	30-60min
	金属滤芯	0.5-0.7MPa	15-45min
反吹风清灰	氟美斯	≥6KPa	≤30min
	玄武岩	≥6KPa	≤30min
	金属滤芯	/	

4.2.8 炉气和污氮放散应符合下列规定

4.2.8.1 炉气净化出口应设置紧急放空管，放空管的设置应符合 GB 50160 的要求，并应在净化后炉气出口管道及放空管上分别设置自动切断阀。

4.2.8.2 放空管燃烧口高度和位置与邻近存在炉气泄漏风险的释放源的距离应满足 GB 50058 附录 B 中图 B.0.1-2 高度的规定（放空管燃烧口应高出半径 15 m 范围内的平台或建筑物顶 7.5 m 以上）；应按照最大排放气量进行热辐射计算，辐射强度应符合 GB 50160 的要求，紧急放空管应设置自动点火设施，火焰检测。

4.2.8.3 净化系统紧急放散时应点燃，严禁未点燃放散，紧急排放时长不得大于 60 min。

4.2.8.4 集中灰仓应设置污氮排气管，排气管宜采用平衡管接入系统负压段。

4.3 工艺流程

4.3.1 系统组成

4.3.1.1 干法除尘由炉气冷却器、布袋除尘器、卸灰及输灰装置（包括集中灰仓）、粗净气管路、阀门及检修设施、综合管路、自动化检测与控制系统及辅助部分组成。新扩建企业应采用无刮板机。

4.3.1.2 电石炉炉顶温度长期偏高，宜在布袋除尘之前增设降温装置，降温装置应采用自然冷却，强制空冷、热管冷却及余热锅炉冷却方式，不应采用湿法冷却。降温段级数需根据实际工况计算后选取。

4.3.2 控制系统设置

干法除尘控制系统应并入电石炉控制系统，不宜单独设置。

4.3.3 箱体个数与排列方式

除尘器由多个筒形箱体布置而成。箱体直径、个数、排列方式由设计决定，应流程顺畅、力求紧凑。箱体数量应以 1 筒~4 筒为宜，布置方式以 1 排为宜。

4.3.4 过滤面积

根据炉气量（含煤气湿分，以下同）和所确定的滤速计算过滤面积按式（1）计算：

$$V=Q/S/60 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- S——有效过滤面积, 单位 m²;
- Q——炉气流量，单位 m³/h（工况状态）;
- V——工况滤速，单位 m/min。

4.3.5 辐射热计算按式（2）计算：

$$Q= \sigma \times A \times \left(t_s^4 - t_a^4 \right) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- Q——表示传热量，单位 W/m²•℃;
- σ ——是辐射传热系数，单位 kw/(m²•℃);
- A——表示发射面积，单位m²;
- t_s——是设备外表面温度，单位℃;
- t_a——是环境温度，单位℃。

辐射传热系数σ 按式（3）计算：

$$\sigma = \frac{(5.7 \times 10^{-3}) a_g}{t_s - t_a} \left[\left(\frac{273 + t_s}{100} \right)^4 - \left(\frac{273 + t_a}{100} \right)^4 \right] \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- a_g——设备材料黑度。

4.3.6 工况系数

工况体积（或流量）和标况体积（或流量）之比称为工况系数，用 η 表示，工况系数计算按式（4）计算。

$$\eta = \frac{Q}{Q_0} = \frac{(T_0 + t)}{T_0} \frac{P_0}{(P + P_0)} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- η ——工况系数;
- Q₀——标准状态炉气流量，单位为 Nm³/h;
- Q——工况状态炉气流量，单位为 m³/h;
- T₀——绝对温度，单位为 273K;

T/CCIAC OXX—20XX

t ——炉气实际温度，单位为℃；

P ——炉气压力（表压），单位为 MPa；

P_0 ——标准状态大气压，单位为 MPa。

4.3.7 管道

4.3.7.1 炉气净化是电石炉的附属设备，应按照工艺要求露天邻近布置（净化前炉气烟道应尽量短，且与水平面的夹角不宜小于 50° ）。

4.3.7.2 粗、净气管应按高温管道设计。

4.3.7.3 粗气总管应当按等流速原理设计，按工况流速 $15\text{ m/s}\sim 20\text{ m/s}$ 计算管径。

4.3.7.4 管路应合理设置波纹膨胀器。

4.3.7.5 净气输送管最低点应设排水装置。

4.3.7.6 电石炉气管道宜采用无缝钢管或符合 GB/T 9711 的钢管（质量水平为 PSL2 标准），应按 GB 50235 进行泄漏性试验。

4.3.7.7 净化系统所用管道材质的需用应力应符合 GB/T 20801.2 中的要求。

4.3.8 保温

宜根据工艺需求设置保温。

5 本体设备

5.1 一般规定

5.1.1 箱体设计应考虑工作介质为炉气及其压力、温度、灰载荷及特殊载荷。

5.1.2 炉气冷却装置箱体设计温度宜按装置入口最大温度考虑（沿壳体金属截面的温度平均值）；除尘器箱体设计温度按 $400\text{ }^\circ\text{C}$ （沿壳体金属截面的温度平均值）；考虑设计压力不应小于系统最大工作压力。设计温度与设计压力一起作为设计载荷条件。

5.1.3 特殊载荷按爆炸压力 0.4 MPa 及负压 0.01 MPa 取值。

5.1.4 爆破片选择

炉气净化过滤器顶部或侧部应设泄爆装置，泄爆装置不可朝向巡检通道或楼梯；炉气净化边界外的炉气管道应设置隔断阀和 8 字盲板，应符合 GB 50160 的的相关规定；炉气净化应依据 GB 50058 选用防爆型振打器；炉气净化框架或厂房应由设计院根据设备条件进行设计。

5.1.5 净化设备现场焊接的部位应符合 GB 50236 的相关规定。

5.2 卸、输灰工艺

5.2.1 卸灰系统

5.2.1.1 卸灰系统由卸灰阀门、管路及波纹膨胀器组成。

5.2.1.2 装置灰斗部位应设仓壁振动器、氮气流化装置、氮气炮、空气锤等辅助卸灰装置。灰斗壁与水平线夹角宜大于 65° 。

5.2.1.3 卸灰系统设计须考虑氮气密封。

5.2.1.4 箱体、大灰仓与中间灰仓锥形灰斗下部应设清灰人孔，人孔设置应密封。

5.2.1.5 集中灰仓应设放压口或泄压仓顶除尘器。

5.2.2 输灰系统

除尘灰可采用气力输灰或机械输灰。

5.2.2.1 气力输灰

- 1) 宜优先采用全密闭的气力输灰方案，将各个箱体除尘灰通过管道输送至大灰仓。
- 2) 气力输灰分稀相输送和浓相输送，应优先发展浓相输送技术。
- 3) 气力输灰气源采用氮气。严禁使用净煤气及压缩空气作为输送介质。
- 4) 输灰气体压力应与箱体压力相近。
- 5) 气力输灰管应设耐磨内衬，管道应尽量减少弯头。转弯半径应当大于 10 倍管径。
- 6) 输灰尾气必须净化处理，粉尘及含氧量合格后，回收循环使用。尾气采用布袋除尘净化时，过滤风速不大于 0.8 m/min 。放散尾气含尘量应符合排放有关规定。
- 7) 应设置紧急排灰口，紧急排灰口应设置成密闭装车结构，严禁采用敞篷车装灰。

5.2.2.2 机械输灰

- 1) 可采用埋刮板输送机、或其他输送机械将各个箱体除尘灰输送至大灰仓；不可采用加湿机加水润湿后装车外运；
- 2) 能力选择：埋刮板输送机宜不小于输送物料量的 200%；螺旋输送机宜不小于输送物料量的 200%~300%；
- 3) 输灰机械应加强密封，输灰机械的壳体应采用密封型，输灰机构上应设置泄爆装置，宜设置氮气置换口及检修孔；
- 4) 除尘灰接触空气有自燃现象时，不应采用斗式提升机。

5.2.3 储灰量

布袋箱体和集中大灰仓均应有 1 天~2 天的储灰量。

6 电气、自动化控制与检测

6.1 电气

6.1.1 干法除尘系统供电应符合国家 GB 50052 所规定的的有关要求，应与电石炉供电相一致。计算机系统和气体浓度在线检测装置应配置 UPS 电源。

6.1.2 主工艺设备的控制应有系统集中控制和单机机旁操作，部分设备宜采用远程单机控制。

6.1.3 干法除尘属煤气区，危险区域宜划为 2 区。电力设计应符合 GB 50058。

6.1.4 建筑物、构筑物、设备和管路应设防雷电措施，应符合 GB 50057。

6.1.5 干法除尘的电气自动化装置、设施、管道的接地应符合国家标准 GB 50065 的要求。

6.1.6 干法除尘设施各层平台应设正常照明；控制室和配电室除设正常照明外，应设应急照明。各主要操作平台宜设 24 V 检修照明电源。

6.2 自动化控制与检测

6.2.1 干法除尘应具有较高自动控制水平。生产采用过程计算机系统、仪表控制系统、电气传动控制系统三电一体的计算机控制系统。所有的过程检测参数和设备运转状态均应纳入计算机控制系统。

6.2.2 应在控制室对整个干法除尘工艺进行操作、监视、控制、报警和管理。并与主控室以数据通信方式传达信息。

6.2.3 干法除尘应设有完善的检测项目，进机显示、记录，并可显示曲线和历史记录。部分检测项目应具备声光报警功能。检测内容如下：

- a) 温度检测：各级冷却器出口、除尘器入口、净气风机出口等温度检测，其中除尘器入口宜设置三点温度检测。
- b) 压力检测：进入干法系统前、各级冷却器入口、净气风机出口、脉冲氮气管减压阀前后氮气压、反吹风机出口炉气压力等。就地压力表设置的有：氮气储气罐及减压阀后、箱体分气包、各盲板阀前后等。
- c) 气体检测：对净气风机出口进行气体浓度检测及报警，检测种类不应小于四种（ H_2 ， O_2 ， CO ，粉尘浓度），宜检测 CO_2 及 CH_4 。所有检测环节应采用密闭循环取样系统。

6.2.4 自动化控制

6.2.4.1 反吹：脉冲除尘可实施定时或定压差脉冲反吹，并控制进出口蝶阀以实现离线反吹或在线反吹；净气反吹大布袋除尘自动控制过滤阀、反吹阀启闭实施箱体反吹，停止反吹时自动开启反吹管路回流阀使加压炉气回流。反吹风机入口设低压报警和连锁装置。

6.2.4.2 温度超标报警与调节：炉气温度过高或过低时应自动声光报警。

- 6.2.4.3 卸灰系统：对阀门、振动器、输灰机等进行程序控制。
- 6.2.4.4 监视器应设有工艺流程画面、箱体工作显示和各阀开关状态显示。
- 6.2.5 控制室宜设有行政电话与直通电话。值班人员应配备便携式无线对讲机。
- 6.2.6 对重要的工艺过程环节宜设置工业电视系统进行监控。
- 6.2.7 防雷及接地
 - 6.2.7.1 在炉气净化、炉气加压设施等爆炸危险区域进出口处应装设防爆型消除人体静电设施，接地电阻不大于 $10\ \Omega$ 。
 - 6.2.7.2 建构筑物的防雷分类原则和防雷措施均应符合 GB 50057 和 GB 50650 的相关规定。
 - 6.2.7.3 炉气净化应按不低于第二类防雷建构筑物设计。
 - 6.2.7.4 交流电气装置的接地应符合 GB/T 50065 的相关规定。
 - 6.2.7.5 防静电接地的范围及实施方案应符合 SH/T 3097 的相关规定。
 - 6.2.7.6 防雷接地、防静电接地、保护接地（包括控制系统、火警系统和通讯系统等）及电气工作接地等应共用一个接地系统，其接地电阻应符合其中最小值的要求。

7 安全、环保与节能

- 7.1 炉气净化边界外的炉气管道应设置隔断阀和 8 字盲板，应符合 GB 50160 的的相关规定。出口隔断阀后不需增加止回阀。
- 7.2 干法净化装置属于乙类防爆区，加强炉气检测至关重要。除了便携式 CO 报警仪外，在主要操作平台及控制室、电气室应设固定式 CO 检测仪在控制室显示并声光报警。
- 7.3 净化系统应设有温度与压力的高低限报警，以应对操作中的变化。应设有 H_2 、 O_2 超限报警及紧急停机措施，以防止系统泄漏导致危险。
- 7.4 干法净化装置中的所有人孔，阀门及仪表等操作点都应设符合安全要求的操作平台与梯道，宽度与角度应适于紧急事故处理需要。
- 7.5 干法净化装置中粗、净气风机均应采用变频调速电机，风机的轴承端宜设置测温测振装置，电机端宜设置测温装置。所有定频电动机应采用新型节能型电机，满足 GB 755、GB 18613 二级能效及以上标准。