

煤矿瓦斯蓄热式氧化炉烟气烘干煤泥
技术规范

Technical specification for slime drying by flue gas from the coal mine methane
regenerative oxidation device

2022-11-04 发布

2023-05-04 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 2

5 主体工程设计 3

6 辅助工程设计 6

7 安装、调试与验收 6

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。

本文件由煤矿瓦斯治理国家工程研究中心提出。

本文件由能源行业煤矿瓦斯治理与利用标准化技术委员会（NEA/TC 27）归口。

本文件起草单位：山东理工大学、山东科美人和新能源科技有限公司、北京扬德环保能源科技股份有限公司、江西省萍乡市湘东石油化工填料厂、江西省科兴特种陶瓷有限公司、西安昱昌环境科技有限公司、江苏琳杰环境科技有限公司、山东德曦环境科技有限公司、广东感芯激光科技有限公司、兰州煤矿设计研究院有限公司、安徽理工大学。

本文件主要起草人：马晓钟、刘光玉、贾洛阳、秦梦黎、王云飞、李承辉、杨少波、尹红超、任玲辉、程琳、刘江华、续文振、宁雅农、成由甲、程烁澎、林文川、周洁、江丙友、柳炳俊、李杨、王超。

引 言

0.1 编制本文件的原因、编制目的

煤炭清洁高效利用被《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》列为中长期创新发展九大工程之一。无论以何种方式开展煤炭洁净煤加工技术，选煤仍是煤炭清洁高效利用的源头。2020 年我国原煤入选率接近 75%，“十四五”规划原煤入选率 80%，煤炭洗选每年产生 3 亿多吨湿煤泥，由于其持水性强、水分含量高、黏性较大、发热量较低等特点，湿煤泥必须烘干才能利用。燃煤热风炉是烘干煤泥的主要热源，在相关环保政策的要求下，燃煤热风炉逐渐停用，大量煤泥堆放占地，易造成矿区环境“遇水流失、遇风飞扬”的二次污染。同时，我国煤矿瓦斯利用率仍然较低，2020 年瓦斯利用率 44.5%，每年对空排放 70 多亿立方米。

煤矿瓦斯蓄热式氧化技术经过十几年应用，技术已经成熟可靠。煤矿瓦斯氧化不产生热力型氮氧化物，环保优势明显。在全国建成运营的瓦斯氧化替代燃煤供热项目，对煤炭行业的节能减排作出了重要贡献。但受制于煤矿区季节性用热不均衡，瓦斯氧化设备的利用率较低，非采暖季大量排空瓦斯。煤矿瓦斯氧化烟气用于烘干煤泥项目不受季节气候影响，可控连续生产。2014 年和 2021 年先后在安徽淮南地区建成两个瓦斯氧化烘干煤泥示范工程，为提高煤矿瓦斯利用率找到了一种很好的途径，对我国实现“双碳”目标意义重大。

煤矿瓦斯氧化烟气用于烘干煤泥工程系统复杂，制定《煤矿瓦斯蓄热式氧化炉烟气烘干煤泥技术规范》可指导工程项目设计建设和安全高效运营。

随着研究的深入和应用面的拓展，在适当的时候对本文件进行修订、补充与完善是非常必要的。

0.2 本文件的某些内容涉及的专利

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到如下条款与相关内容相关的专利的使用：

——5.1.2 条“抽采瓦斯安全输送及混配”与“ZL 2020 1 0005873.0《一种用于热氧化的煤矿抽采瓦斯混配空气输送装置与方法》”相关内容的专利的使用；

——5.1.4 条“煤泥烘干烟气品质调配”与 ZL 2020 1 0085891.0《一种降低瓦斯氧化炉烘干煤泥热风含氧量的装置及方法》相关内容的专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以从以下地址获得：

ZL 2020 1 0005873.0《一种用于热氧化的煤矿抽采瓦斯混配空气输送装置与方法》和 ZL 2020 1 0085891.0《一种降低瓦斯氧化炉烘干煤泥热风含氧量的装置及方法》专利持有人姓名：山东理工大学。

地址：255000 山东省淄博市新村西路 266 号

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

煤矿瓦斯蓄热式氧化炉烟气烘干煤泥技术规范

1 范围

本文件规定了煤矿瓦斯蓄热式氧化炉烟气烘干煤泥的术语和定义、总体要求、工艺设计、辅助工程、安装、调试与验收。

本文件适用于以煤矿瓦斯蓄热式氧化炉烟气烘干煤泥的工程设计、建设和验收。

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 15605 粉尘爆炸泄压指南
GB/T 16400 绝热用硅酸铝棉及其制品
GB 40881 煤矿低浓度瓦斯管道输送安全保障系统设计规范
GB 50016 建筑设计防火规范
GB 50057 建筑物防雷设计规范
GB 50058 爆炸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 50140 建筑灭火器配置设计规范
GB 50187 工业企业总平面设计规范
GB 50810 煤矿工业给水排水设计规范
HG/T 20675 化工企业静电接地设计规程
HJ/T 397 固定源废气监测技术规范
JC/T 2135 蜂窝陶瓷蓄热体
NB/T 10362 煤矿低浓度瓦斯氧化利用工程设计规范
NB/T 10555 煤矿瓦斯蓄热式氧化炉预热矿井进风技术规范
NB/T 51012 煤矿风排瓦斯蓄热式氧化装置
NB/T 51013-2014 煤矿风排瓦斯蓄热式氧化装置工程应用安全要求

3 术语和定义

NB/T 10555、NB/T 51012界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

烘干煤泥工程 **coal slime drying project**

以煤矿瓦斯蓄热式氧化炉烟气为热源，将煤炭洗选过程形成的湿煤泥进行脱水干燥处理的项目。

3.2

煤泥 **coal slime**

煤炭洗选过程中的伴生物，是由细粒度煤粉含水形成的半固体物。

3.3

煤泥烘干机 coal slime dryer

使煤泥与热源烟气充分动态混合直接接触，分离煤泥中所含的部分水分，将湿煤泥变成颗粒状或粉体状形态的设备。

3.4

双介流脉冲袋式除尘器 two-medium flows pulse bag filter

采用压缩空气和高压雾化水两种脉冲介流对滤筒滤布进行除灰清理的一种布袋除尘器。

3.5

烟气混配箱 flue gas mixing box

煤矿瓦斯蓄热式氧化炉高温烟气与其他低温气体均匀混合，获取烘干煤泥所需品质烟气的装置。

4 总体要求

4.1 一般规定

- 4.1.1 烘干煤泥工程设计单位应有矿井设计或相关行业同等级资质，施工单位应有相应的施工资质。
- 4.1.2 烘干煤泥工程处理能力应以可利用的煤矿抽采瓦斯或风排瓦斯纯量和选煤厂年产出煤泥量综合平衡确定，烘干煤泥工程应不影响煤矿瓦斯抽采泵站或矿井通风系统、选煤厂的正常运行。
- 4.1.3 烘干煤泥工程应选用综合能耗小、处理煤泥能力调节范围大的煤泥烘干机，烟气净化设备应满足使用地环保要求。
- 4.1.4 烘干煤泥工程使用的风机应防爆、防腐，参与调节控制的风机应采用变频风机。
- 4.1.5 煤矿抽采泵站有两套及以上的抽采系统时，应至少将两套瓦斯抽采系统的抽采瓦斯汇集输送。冬季环境温度低于-5℃的地区，抽采瓦斯输送管道系统中的涉水设备应有保温措施。

4.2 烘干煤泥工程构成

- 4.2.1 烘干煤泥工程由主体工程和辅助工程组成。
- 4.2.2 以抽采瓦斯为烘干煤泥热源主要燃料，主体工程的构成分以下两情况：
 - 抽采瓦斯与空气混配氧化制热时，主体设备工程包括煤矿瓦斯蓄热式氧化炉、煤泥烘干机及煤泥入料出料系统、抽采瓦斯输送与混配系统、烟气降温控氧系统、气体净化系统、在线监测系统等。
 - 抽采瓦斯与风排瓦斯混配氧化制热时，主体设备工程包括煤矿瓦斯蓄热式氧化炉、煤泥烘干机及煤泥入料出料系统、煤矿瓦斯输送与混配系统、风排瓦斯输送系统、烟气降温控氧系统、气体净化系统、在线监测系统等。
- 4.2.3 辅助工程包括供电、电气和通讯，给水、排水和消防、防雷、防静电和接地系统。

4.3 场址选择

- 4.3.1 场址选择应结合地区自然条件、交通运输、环境保护，以及煤矿的气源、电源、水源、瓦斯抽采泵站和选煤厂位置等因素综合确定，应符合 GB 50187 的规定。
- 4.3.2 当瓦斯抽采泵站或矿井回风井口与选煤厂距离较远时，场址宜靠近瓦斯抽采泵站或矿井回风井口。
- 4.3.3 场址选择应避开下列地段和区域：
 - a) 地震活动断层带和设防烈度高于 9 度的地震区；
 - b) 易受洪水、潮水和内涝威胁的地带；

- c) 有滚石、泥石流、滑坡、流沙、冲沟、溶洞等地段；
- d) 采动沉陷不稳定区；
- e) 《电力设施保护条例实施细则》中规定的架空电力线路保护区。

4.4 总图布置及建筑安全

- 4.4.1 煤矿瓦斯蓄热式氧化炉布置位置应具有良好的自然通风条件，并应考虑主导风向。
- 4.4.2 工程总平面布置应合理划分爆炸危险区和非爆炸危险区，一次混配装置、二次混配装置、煤矿瓦斯蓄热式氧化炉及抽采瓦斯平衡放散阀所在区域为爆炸危险区，场区内其它建筑和非建筑区域应为非爆炸危险区。爆炸危险区电力装置设计应符合 GB 50058 的规定。
- 4.4.3 煤矿瓦斯蓄热式氧化炉与抽采瓦斯储柜的距离应不小于 30m，与主要建筑物之间的距离应不小于 20m；煤矿瓦斯不可控放散位置与矿井进风井口、煤矿压缩空气站的距离应不小于 50m。
- 4.4.4 场区内建筑物设计防火应符合 GB 50016 规定，耐火等级应不低于二级。
- 4.4.5 场区边界应设置栅栏或围墙，场区内应设置相应的安全警示标识。

5 主体工程设计

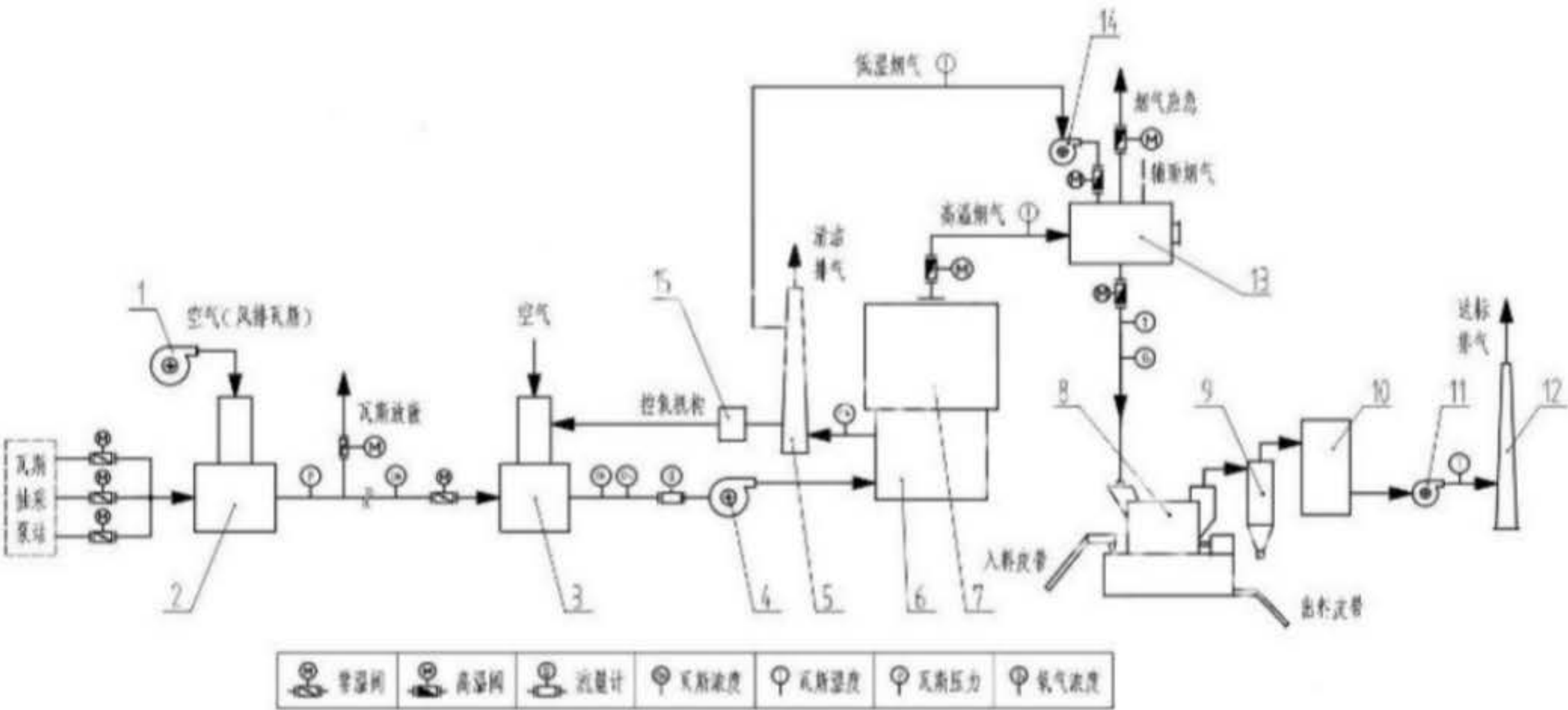
5.1 工艺路线设计

5.1.1 工艺路线

煤矿瓦斯蓄热式氧化炉烟气烘干煤泥工艺路线见图 1。

5.1.2 抽采瓦斯安全输送

抽采瓦斯在瓦斯抽采站侧汇集后进入一次混配装置，与一次配风风机送入的空气混合，将抽采瓦斯浓度稀释到 GB 40881 规定的煤矿低浓度管道安全输送浓度以下。一次混配后的抽采瓦斯经管道输送至二次混配装置。在主风机的吸力作用下，将一次混配后的抽采瓦斯、空气及部分煤矿瓦斯蓄热式氧化炉低温烟气吸入并混合，进一步降低抽采瓦斯浓度后进入煤矿瓦斯蓄热式氧化炉。



标引序号说明：

- 1——一次配风风机；
- 2——一次混配装置；
- 3——二次混配装置；

- 4——主风机;
- 5——低温烟囱;
- 6——切换阀;
- 7——氧化床;
- 8——烘干机;
- 9——旋风除尘器;
- 10——袋式除尘器;
- 11——除尘风机;
- 12——净化烟囱;
- 13——烟气混配箱;
- 14——调温风机;
- 15——控氧机构。

图1 煤矿瓦斯蓄热式氧化炉烟气烘干煤泥工艺路线

5.1.3 瓦斯氧化

通过切换阀变换瓦斯在氧化床内的流动方向,使用进入氧化床的瓦斯完成蓄热高温氧化,从氧化床上部排出高温烟气,从切换阀排出低温烟气。

5.1.4 烟气品质调配

烟气品质调配的方式:

——高温烟气进入烟气调配箱,通过调节调温风机转速,将部分低温烟气送入烟气混配箱,降低烟气温度,调温混配箱出口烟气温度满足煤泥烘干要求;

——通过调节控氧机构开度,控制煤矿蓄热式氧化装置烟气含氧量,调温混配箱出口烟气含氧量满足煤泥烘干要求。

5.1.5 煤泥烘干

来自烟气混配箱品质合格的烟气进入煤泥烘干机,与来自入料皮带送入的湿煤泥在煤泥烘干机内进行传质传热,将湿煤泥中的部分水分烘出,制取含水率合格的干煤泥。

5.1.6 烟气净化

除尘风机将煤泥烘干机内经过换热利用的烟气吸入旋风除尘器进行粗过滤,粗过滤后的烟气进入袋式除尘器进行精过滤。

5.2 工艺装备及参数

5.2.1 抽采瓦斯输送与混配系统

5.2.1.1 抽采瓦斯输送管道瓦斯流速度应不大于 10m/s。

5.2.1.2 输送系统中应设置瓦斯超压应急放散和瓦斯混配浓度控制的调节放散阀,放散阀公称直径不小于输送管道直径的 2/3,高度应不小于 10m,且 25m 范围内有建筑物时,应高出建筑物 3m。

5.2.1.3 抽采瓦斯混配风排瓦斯时,应符合 NB/T 51013-2014 中 4.2 的规定。

5.2.1.4 在瓦斯抽采泵站和瓦斯氧化站设置一次混配装置和二次混配装置,混配空气或风排瓦斯。一次混配装置将抽采瓦斯浓度稀释到 2.2%~2.8%,二次混配装置将抽采瓦斯浓度稀释到 1.2%~1.5%。

5.2.1.5 一次混配装置应有阻火泄爆功能,宜采用文丘里引射器结构,且应有防止抽采瓦斯从空气或风排瓦斯进口处外排的措施。

5.2.1.6 二次混配装置应具有阻火泄爆、紧急切断瓦斯供给的功能，且当主风机停运后能将一次混配瓦斯自然排空。

5.2.2 煤矿瓦斯蓄热式氧化炉

5.2.2.1 煤矿瓦斯蓄热式氧化炉技术性能应满足 NB/T 51012 的要求，氧化率不小于 95%。

煤矿瓦斯蓄热式氧化炉宜采用柴油燃烧机预热启动。

5.2.2.2 切换阀一次换向动作持续时间应不大于 2s。

5.2.2.3 煤矿瓦斯蓄热式氧化炉应设置泄爆口，设计应符合 GB/T 15605 的规定。

5.2.2.4 煤矿瓦斯蓄热式氧化炉结构设计时，氧化床上应设置维修人孔，并应有方便清理氧化床低温区蓄热体内的积累尘污的措施。

5.2.2.5 煤矿瓦斯蓄热式氧化炉内蓄热体应符合 JC/T 2135 的规定，保温材料符合 GB/T 16400 的规定。蓄热体和保温材料的正常使用寿命应不小于 24000h。

5.2.3 烟气品质调配系统

5.2.3.1 烟气混配箱应采用内保温、外金属壳结构形式。保温材料采用 GB/T 16400 规定的高铝型硅酸铝棉，内部表面涂覆耐高温、抗冲刷的涂料，金属外壳应满焊。

5.2.3.2 氧化床与烟气混配箱之间的高温调节阀宜采用对开阀片的结构形式。

5.2.3.3 氧化床高温烟气温度不大于 1050℃，切换阀低温烟气温度不大于 80℃。烟气混配箱出口烟气温度不大于 500℃，烟气含氧量不大于 16%。

5.2.3.4 有条件的地方可在烟气混配箱中混配内燃发电机组尾气、工业炉窑尾气等辅助烟气，辅助烟气的质量指标应符合项目地环保要求。在确保烟气混配箱出口烟气含氧量小于 14% 的情况下，烟气温度不大于 750℃。

5.2.4 煤泥烘干机

5.2.4.1 煤泥烘干机设计制造应符合制造商的企业标准或供货合同要求，宜采用旋翼式煤泥烘干机。

5.2.4.2 煤泥烘干机外壳应作保温处理，工作表面温度较使用环境温度不大于 15℃。

5.2.4.3 煤泥烘干机入料煤泥含水率应小于 30%，出料煤泥含水率应在 12%~15% 区间可控。

5.2.4.4 从湿煤泥中每蒸出 1 吨水，能耗应不大于 80 万 kcal。

5.2.5 烟气净化系统

5.2.5.1 宜采用“旋风除尘器+双介流脉冲袋式除尘器”工艺设备净化煤泥烘干机排出的烟气，旋风除尘器应能滤除粒径 12.5μm 以上的细颗粒，双介流脉冲袋式除尘器应能滤除 2.5μm 以上的细颗粒。

5.2.5.2 双介流脉冲袋式除尘器过滤填料宜采用 PTFE 涂层，烟气出口温度 60℃~80℃。

5.2.5.3 干煤泥存放场地应有防止粉尘外溢或飞扬的措施。

5.2.5.4 净化烟囱的排气监测按 HJ/T 397，颗粒物排放浓度不大于 10mg/m³。如不能满足烘干煤泥工程项目使用地方标准要求，应增加烟气进一步净化设施。

5.2.6 安全保护及甲烷减排计量

5.2.6.1 煤矿瓦斯蓄热式氧化炉启动前，应开启主风机进行扫气，时间不小于 5min。控制程序上实现预热启动设备与主风机连锁保护。

5.2.6.2 根据二次混配瓦斯浓度，调节一次混配瓦斯混配量，富余的一次混配瓦斯通过放散阀排空。当抽采瓦斯输送管道瓦斯压力超限时，应自动紧急开启放散阀。

5.2.6.3 包括但不限于出现以下情况之一时，控制系统应发出声光报警，并在 1.5s 内关闭煤矿瓦斯供给，并连锁停运主风机、高温阀和调温风机：

- a) 一次混配装置后瓦斯浓度超出 2.0%~3.0%范围、二次混配装置后瓦斯浓度超出 1.0%~1.8%范围；
 - b) 高温烟气温度大于 1100℃；
 - c) 低温烟气温度大于 100℃；
 - d) 煤泥烘干机湿煤泥进料和出料不正常。
- 5.2.6.4 当电网发生停电故障时，应打开烟气混配电箱上的应急放散阀，切断通往煤泥烘干机的烟气阀。
- 5.2.6.5 应遵循《煤矿安全规程》的规定，煤矿瓦斯抽采泵站给烘干煤泥工程供应或停供抽采瓦斯前应通知煤泥烘干运行人员。
- 5.2.6.6 应在二次混配装置后设置甲烷浓度监测仪和瓦斯流量计，在切换阀烟气出口处设置甲烷监仪。控制系统实时采集甲烷浓度数值和瓦斯流量数值，计算并储存甲烷减排量。
- 5.2.6.7 甲烷浓度监测仪、流量计、减排算法应符合国家温室气体减排有关要求。

6 辅助工程设计

6.1 供电、电气和通讯

- 6.1.1 烘干煤泥工程应采取双回路供电，电气控制系统应采用不间断电源供电。
- 6.1.2 电气系统设计应满足 GB 40881、GB 50058 的要求。
- 6.1.3 值班室应设置直通矿井调度室和矿井变配电所的电话。

6.2 给水、排水和消防

- 6.2.1 给水、排水设计应符合 GB 50810 的规定。
- 6.2.2 消防设计应纳入场址附近煤矿区的消防系统总体设计。
- 6.2.3 消防通道、防火间距、安全疏散的设计和消防栓的布置应符合 GB 50016 的规定。
- 6.2.4 应配置灭火器，配置类型和数量应符合 GB 50140 的规定。

6.3 防雷、防静电和接地

- 6.3.1 防雷设计应符合 GB 50057 的规定。抽采瓦斯放散口、一次混配装置和二次混配装置处应按第一类防雷建筑设防。
- 6.3.2 防静电设计应符合 HG/T 20675 的规定。
- 6.3.3 电力设备应有短路保护和接地保护功能，接地电阻应小于 4 Ω，接地系统设计应符合 GB/T 50065 的规定。

7 安装、调试与验收

7.1 安装

- 7.1.1 安装包括土建施工和设备安装，应实现全过程质量控制。
- 7.1.2 应编制施工安装方案，经建设单位、施工单位、监理单位批准后方可实施。
- 7.1.3 具备下列条件后，主体设备方可进行安装：
 - a) 土建施工已完成，且验收合格；
 - b) 主体设备及主要材料齐全，其品种、规格、型号及质量符合工程设计要求；
 - c) 煤矿瓦斯蓄热式氧化炉、煤泥烘干机及烟气净化设备等设备的使用维护技术资料齐全。
- 7.1.4 抽采瓦斯输送管道应有膨胀节或其它能抵消安装误差和方便管道附件拆卸的措施，并在各区域最低处设置放水阀。

- 7.1.5 抽采瓦斯和风排瓦斯输送管道施工时，遇沟壑、山坡、道路时可架空，遇高坡可埋（穿）地。
- 7.1.6 一次混配装置、二次混配装置、煤矿瓦斯蓄热式氧化炉、煤泥烘干机、烟气净化设备等底座安装应保持水平。
- 7.1.7 应做好施工安装记录，隐蔽区域内的施工必须做好隐蔽工程中间验收记录。

7.2 调试

7.2.1 调试总体要求

安装验收合格后方可进行调试。调试前应制定调试大纲，调试工作由分项调试和联合调试两阶段组成，调试过程应接受煤炭企业安监部门的监督。

7.2.2 分项调试

- 7.2.2.1 应对抽采瓦斯管道输送与混配系统进行气压密封试验和管道系统吹扫，按 5.2.6.3 中的 a)、b)、c)、d) 要求，在控制系统上进行模拟试验。
- 7.2.2.2 抽采瓦斯管道输送与瓦斯混配系统调试合格后，方可调试煤矿瓦斯蓄热式氧化炉。按 5.2.2.1、5.2.2.3 和 5.2.3.3、5.2.3.4、5.2.6.1 的要求进行调试。
- 7.2.2.3 由煤泥烘干机生产厂家专业人员按厂家产品调试技术规范进行现场冷态空载调试，并指导培训煤泥烘干机运行维护人员。
- 7.2.2.4 由烟气净化设备生产厂家专业人员按厂家产品调试技术规范进行现场冷态空载调试，并指导培训烟气净化设备运行维护人员。
- 7.2.2.5 分项调试完成后，及时形成分项调试报告。

7.2.3 联合调试

- 7.2.3.1 分项调试合格后，进行联合调试。
- 7.2.3.2 将抽采瓦斯管道输送与瓦斯混配子控制系统、煤矿瓦斯蓄热式氧化炉子控制系统、煤泥烘干机子控制系统、烟气净化子控制系统等信息关联互通。
- 7.2.3.3 将烟气混配箱中温度和含氧量合格的烟气和湿煤泥送入煤泥烘干机，逐步提高煤泥烘干产量至设计能力，按 5.2.6.2、5.2.6.3、5.2.6.4 要求人为操作，试验安全保护功能。
- 7.2.3.4 联合调试完成后，及时形成综合调试报告。

7.3 验收

- 7.3.1 验收包括分项验收和综合验收，分项验收应在施工安装过程中进行。综合验收在调试完成并连续稳定运行 72h 以上后进行。验收内容由建设单位与施工单位协商确定。
- 7.3.2 监理单位组织施工安装单位进行分项验收，建设单位组织设计单位、施工单位、监理单位进行综合验收，煤炭企业安监部门、生产调度部门、选煤厂等人员应参与综合验收。
- 7.3.3 分项调试报告及综合调试报告、分项验收报告及综合验收报告、主体设备及主要材料技术证明书、工程设计竣工图等技术资料应整理存档。