

CCCIAC

中国电石工业协会团体标准

T/CCCIAC 0XX—20XX

电石生产用石灰窑技术规范

Technical Specification of Lime kiln for calcium carbide production

(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

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工作委员会归口。

本文件起草单位：江苏中圣园科技股份有限公司、新疆中泰化学股份有限公司、内蒙古鄂尔多斯电力冶金集团股份有限公司氯碱化工分公司、陕西北元化工集团股份有限公司、陕西新元洁能有限公司、聊城研聚新材料有限公司、中国天辰工程有限公司、石家庄圣宏达热能工程技术股份有限公司、大连重工起重集团有限公司、内蒙古纳顺装备工程（集团）有限公司、山西太钢工程技术有限公司、辽宁劲达华杰工程技术有限公司。

本文件主要起草人：沈浩、张林进、魏永学、唐国辉、王奋中、郭宝青、付丙锋、孙高奎、曹和军、穆永鸿、李石磊、梁建忠、郭立刚。

电石生产用石灰窑技术规范

1 范围

本文件规定了电石生产用石灰窑的术语和定义、技术要求、测试方法、安全规定及验收结果的评价方法。

本文件适用于电石生产用石灰窑的验收，包括套筒窑、回转窑、双膛窑及双梁窑，其他窑型可参照此文件执行。

本文件适用于海拔高度不高于2000m的电石生产用石灰窑的验收，海拔高度高于2000m的电石生产用石灰窑可参照此文件执行。

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 213 煤的发热量测定方法

GB/T 3286.1 石灰石及白云石化学分析方法 第1部分：氧化钙和氧化镁含量的测定 络合滴定法和火焰原子吸收光谱法

GB/T 3286.2 石灰石及白云石化学分析方法 第2部分：二氧化硅含量的测定 硅钼蓝分光光度法和高氯酸脱水重量法

GB/T 3286.3 石灰石及白云石化学分析方法 第3部分：氧化铝含量的测定 铬天青S分光光度法和络合滴定法

GB/T 3286.4 石灰石及白云石化学分析方法 第4部分：氧化铁含量的测定 邻二氮杂菲分光光度法和火焰原子吸收光谱法

GB/T 3286.6 石灰石及白云石化学分析方法 第6部分 磷含量的测定 磷钼蓝分光光度法

GB/T 3286.7 石灰石及白云石化学分析方法 第7部分：硫含量的测定 管式炉燃烧-碘酸钾滴定法、高频燃烧红外吸收法和硫酸钡重量法

GB/T 6719 袋式除尘器技术要求

GB/T 7721 连续累计自动衡器(皮带秤)

GB/T 15057.1 化工用石灰石采样与样品制备方法

GBT 15057.11 化工用石灰石粒度的测定

GB/T 15969 可编程序控制器

GB/T 30886 环形套筒窑

GB 50054 低压配电设计规范

GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范

GB 50093	自动化仪表工程施工及质量验收规范
GB 50168	电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准
GB 50205	钢结构工程施工质量验收规范
GB 50211	工业炉砌筑工程施工与验收规范
GB 50231	机械设备安装工程施工及验收通用规范
GB 50235	工业金属管道工程施工规范
GB 50295	水泥工厂设计规范
GB 50316	工业金属管道设计规范
GB 50493	石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范
GB 50661	钢结构焊接规范
HJ/T 397	固定源废气监测技术规范
HG/T 4205	工业氧化钙
HG/T 20509	仪表供电设计规范
JB/T 4357	工业锅炉用离心引风机
JB/T 8532	脉冲喷吹类袋式除尘器
JB/T 8941.1	一般用途罗茨鼓风机 第1部分：技术条件
JB/T 10563	一般用途离心通风机技术条件
YB/T 105	冶金石灰物理检验方法

3 术语与定义

GB/T 30886 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电石用石灰 lime for calcium carbide

电石生产用原料的新烧石灰，其主要成分是氧化钙。

3.2

热耗 heat consumption

煅烧单位质量产品所需的热量。

[来源：GB/T 30886-2014]

3.3

电耗 power consumption

煅烧单位质量产品所需的电能。

3.4

电石工业企业 calcium carbide industry

以生石灰和炭材为原料，经过高温冶炼生产碳化钙产品的生产企业，包括独立的电石企业和联合电石企业的电石分厂或电石生产车间。

3.5

现有企业 existing facility

本文件实施之日前已建成投产或环境影响评价已通过审批的电石工业企业。

3.6

新建企业 new facility

本文件实施之日起，新建、改建或扩建项目的环境影响评价文件通过审批的电石工业企业。

3.7

标准状态 standard condition

温度为 273.15K，压力为 101.325kPa 时的状态。本文件规定的大气污染物排放浓度限值均以标准状态下的干气体为基准。

3.8

排气筒高度 stack height

自排气筒（或其主体建筑构造）所在的地平面至排气筒出口计的高度，单位为 m。

3.9

氧含量 oxygen content

燃料燃烧时，烟气中含有的多余的自由氧，通常以干基容积百分数表示。

4 通用要求

4.1 耐火材料及砌体

耐火材料应按规定程序批准的图样和技术文件制造，并按有关国家标准和行业标准执行。

定形耐火材料砌体应错缝，膨胀缝应保持均匀、平直和清洁，应用耐火陶瓷等材料塞紧密封，膨胀缝的位置和尺寸应按设计要求留设，当设计无要求时，应按 GB50211 规定执行。

4.2 窑体钢结构

钢材品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求；钢板、钢管、各类型材的规格尺寸及允许偏差应符合其产品标准的要求。

焊条、焊丝、焊剂等焊接材料与母材的匹配应符合设计要求及 GB50661 的规定。

焊接外观及尺寸允许偏差应符合 GB50205 中二级焊缝的规定。

附属热风管道和燃烧装置管道的焊接与安装应符合 GB50235 的规定。

热风管道的保温绝热应符合 GB50316 的规定。

4.3 供风及排烟装置

冷却风机产品的设计、制造应符合 JB/T10563 的规定。

驱动风机产品的设计、制造应符合 JB/T8941.1 的规定。

供风及排烟装置各设备的安装应符合 GB50231 的规定。

4.4 烟气除尘设备

袋式除尘器的布袋设计温度应适应高温烟气的使用环境，静过滤风速应小于或等于 1.0m/s，设备阻力应小于或等于 1500Pa，袋式除尘器前应设置自动掺冷风阀。

袋式除尘器的设计应符合 GB/T6719 的要求，加工、制造应符合 JB/T8532 的规定。

袋式除尘器应设置外保温，保温层的厚度根据当地气象条件确定。

除尘风机耐热温度应适应高温烟气的使用环境，进口压力应大于或等于 3.5kPa，产品的设计、制造

应符合 JB/T4357 的要求，安装应符合 GB50231 的规定。

4.5 供配电与传动系统

石灰窑大部分供电设备为二类负荷，但出于安全保护，部分设备应采用一类负荷，包括套筒窑冷却风机，双膛窑悬挂缸冷却风机，回转窑辅助传动及液压站，双梁窑烧嘴梁冷却系统等。

所有电动机设备应设置电动机保护器，当采用接触器与热继电器保护时，应采用二级配合。

电动机控制方式应为两种控制方式：远程控制与现场控制，同时应设置有检修位置，控制回路应有明显的断开点，当在检修位置时现场及远程均不能进行操作。

所有电动机设备均应设置现场操作箱，操作箱宜采用双层门。

低压配电柜设计及布置与保护应符合 GB50054 的规定。

低压电气装置的接地装置应符合 GB/T50065 的规定。

电气电缆的敷设应符合 GB 50168 的规定。

4.6 自动化控制及仪表系统

自动化控制及仪表系统设计应符合 HG/T20700 的规定。

石灰窑根据工厂自身需要可采用一级或二级自动化系统，一般工厂采用一级（基础级）HMI+PLC 的控制模式，上位机工程师站和操作员站与 PLC 的 CPU 通过工业以太网进行通讯连接。为了增加系统的稳定性，CPU 和工业以太网宜采用双冗余方式，工业以太网带宽一般不低于 100Mb。

主控制器与 IO 远程站一般采用总线连接（Profi-bus /MOD-bus /Device-Net/ProfiNet），当距离>100m 时宜采用光纤进行通讯。

现场模拟量信号可采用 4~20mA 信号传输，也可采用总线连接。为防止干扰，4~20mA 模拟量信号应采用信号隔离器对信号进行隔离，如有本安防爆要求，应采用安全栅进行隔离，同时电缆应采用屏蔽控制电缆；温度信号也可采用电阻值或毫伏电压值传输，为防止干扰电阻信号应采用屏蔽控制电缆，当采用毫伏电压信号时应采用补偿导线；开关量信号宜设置隔离继电器进行信号隔离。

PLC 系统、仪表信号传输线路的防雷接地应符合 GB50093 的规定。

PLC 柜应做好防尘措施，确保元器件正常。

计算机系统及仪表电源的选用，应符合 HG/T 20509 的规定。

控制及仪表电缆的敷设应符合 GB 50093 的规定。

5 安全要求

5.1 一般规定

5.1.1 石灰窑系统设计、施工、运行应按照国家 and 行业相关规定，采取可靠的防护措施保护人身安全和健康。

5.1.2 劳动安全卫生设置应符合国家相关法律法规及行业相关规定。

5.1.3 煤粉制备系统设计应遵循 GB 50295 中相关规定。

- 5.1.4 设备及管道应根据相关标准进行安全着色，对危险区域及设备设置安全标识。
- 5.1.5 高温设备及管道应采取防烫措施，防止对人体造成伤害。
- 5.1.6 检维修点需要设置必要的检修操作平台，保证检维修的安全。
- 5.1.7 高速转动或传动部件应设防护罩。
- 5.1.8 可能出现燃气泄漏的区域应设可燃、有毒气体检测报警仪，具体应遵循 GB 50493 中相关规定。
- 5.2 安全设计规定
- 5.2.1 石灰石进料仓宜设置料位检测及高低报警联锁，联锁启停输送系统及配套的筛分和除尘系统。
- 5.2.2 窑顶应设料位检测及高低报警联锁，联锁启停上料系统。
- 5.2.3 出料系统应设联锁启停输送系统及配套的筛分和除尘系统。
- 5.2.4 窑底石灰成品斗、石灰成品储仓、粉料仓及尾气除尘器灰斗宜设料位检测及高报警。
- 5.2.5 燃料管线应设紧急切断阀、盲板阀等满足紧急切断及检修要求的可靠措施，并应设压力、流量、温度监测及报警信号。
- 5.2.6 各燃烧室应设温度高低报警，各燃烧室宜设火焰监测系统。
- 5.2.7 窑顶应设压力检测及温度检测。
- 5.2.8 窑尾烟气进除尘系统前应设温度监测及高报警。

6 环保要求

新建企业自 2021 年 7 月 1 日起，现有企业自 2022 年 7 月 1 日起，执行表 1 规定的大气污染物排放限值。

表 1 大气污染物排放浓度限值

单位：mg/Nm³

颗粒物	二氧化硫	氮氧化物(以 NO ₂ 计)	污染物排放监控位置
30	200	300	生产设施排气筒

重点地区的企业执行表 2 规定的大气污染物特别排放限值，执行的地域范围和时间由国务院

生态环境主管部门或省级人民政府规定。

表 2 大气污染物特别排放浓度限值

单位：mg/Nm³

颗粒物	二氧化硫	氮氧化物(以 NO ₂ 计)	污染物排放监控位置
20	100	200	生产设施排气筒

所有排气筒高度应按环境影响评价要求确定，至少不低于 15m，周围半径 200m 范围内有建筑物时，排气筒高度还应高出最高建筑 3m 以上。

排气筒中大气污染物的监测采样按 HJ/T397 规定执行。

实测大气污染物的同时应对排气中氧含量进行监测，实测大气污染物排放浓度应按公式(1)换算为基准氧含量状态下的基准排放浓度，并以此作为判定排放是否达标的依据。

$$C_{\text{基}} = \frac{21-O_{\text{基}}}{21-O_{\text{实}}} \cdot C_{\text{实}} \dots\dots\dots(1)$$

式中：

$C_{\text{基}}$ —大气污染物基准排放浓度，mg/Nm³；

$O_{\text{基}}$ —基准氧含量百分率，%，石灰窑排气中的基准氧含量为 8%；

$O_{\text{实}}$ —实测干烟气中氧含量百分率，%；

$C_{\text{实}}$ —实测大气污染物排放浓度，mg/Nm³。

7 技术要求

7.1 产量

石灰窑产量应满足设计产量要求。

7.2 石灰质量

在石灰石原料满足表 3 的质量要求前提下，根据石灰中全氧化钙含量、有效氧化钙含量、生过烧等参数，判断成品石灰是否达标。

表 3 原料的化学成分

序号	项目	指标
1	全氧化钙(CaO), wt%	≥52
2	氧化镁(MgO), wt%	≤1
3	盐酸不溶物, wt%	≤1.2
4	铁铝含量(R ₂ O ₃), wt%	≤1.6
5	硫(S), %	≤0.05
6	磷(P), %	≤0.01

电石用石灰的理化指标应符合表 4 的规定。

表 4 电石用石灰的理化指标

序号	项目	指标	
		合格品	
1	全氧化钙(CaO), wt%	≥90.5	
2	氧化钙(CaO), wt%	≥87	
3	氧化镁(MgO), wt%	≤1.6	
	二氧化硅(SiO ₂), wt%	≤2.0	
4	盐酸不溶物, wt%	≤1.8	
5	铁铝含量(R ₂ O ₃), wt%	≤2.7	
6	硫(S), wt%	≤0.08	
7	磷(P), wt%	≤0.02	
8	生烧率, wt%	≤7.0	
9	活性度, ml	≥350	
10	粒度 ^a , %	15~60mm	≥90
		≤15mm	<5
^a 电石用氧化钙粒度适用 25500-40500kVA, 其他炉型由供需双方协议确定。			

7.3 热耗及电耗

以石灰石的分解热 3056 kJ/kg 石灰为基准, 石灰窑的热耗及电耗根据炉型、燃料低位热值及设计产量的不同, 应符合如下规定:

7.3.1 套筒窑

表 5 套筒窑不同低位热值的燃料对应的热耗要求

项目		热耗 (kJ/kg)	
		150t/d, 300t/d	500t/d, 600t/d, 800t/d
气体燃料 kJ/Nm ³	5434~6687 (1300~1600kJCal/Nm ³)	4055(970kJCal/kg)	3971(950kJCal/kg)
	6688~8359 (1600~2000kJCal/Nm ³)	3971(950kJCal/kg)	3887(930kJCal/kg)
	8360~10449 (2000~2500kJCal/Nm ³)	3908(935kJCal/kg)	3846(920kJCal/kg)
	10450~12539 (2500~3000kJCal/Nm ³)	3867(925kJCal/kg)	3804(910kJCal/kg)
粉体燃料 kJ/kg	16720~25079 (4000~6000kJCal/kg)	4138(990kJCal/kg)	4096(980kJCal/kg)
	≥25080(6000kJCal/kg)	4013(960kJCal/kg)	3971(950kJCal/kg)

表 6 套筒窑不同低位热值的燃料对应的电耗要求

项目		电耗 (kwh/t)	
		150t/d, 300t/d	500t/d, 600t/d, 800t/d
气体燃料 kJ/Nm ³	5434~8359 (1300~2000kCal/Nm ³)	44	42
	8360~12539 (2000~3000kCal/Nm ³)	42	40
粉体燃料 kJ/kg	16720~25079 (4000~6000kCal/kg)	44	42
	≥25080(6000kCal/kg)	42	40

7.3.2 回转窑

表 7 回转窑不同低位热值的燃料对应的热耗要求

项目		热耗 (kJ/kg)	
		200t/d, 300t/d	500t/d, 600t/d, 800t/d
气体燃料 kJ/m ³	5434~7942 (1300~1900kCal/ Nm ³)	6061(1450kCal/ kg)	6479(1550kCal/ kg)
	7942~10450 (1900~2500kCal/ Nm ³)	5643(1350kCal/ kg)	6061(1450kCal/ kg)
	10450~12539 (2500~3000kCal/ Nm ³)	5434 (1300kCal/ kg)	5643(1350kCal/ kg)
粉体燃料 kJ/kg	16720~25079 (4000~6000kCal/kg)	5227(1250kCal/ kg)	
	≥25080(6000kCal/kg)	5016(1200kCal/ kg)	

表 8 回转窑不同低位热值的燃料对应的电耗要求

项目		电耗 (kwh/t)	
		200t/d, 300t/d	500t/d, 600t/d, 800t/d
气体燃料	5434~8359 (1300~2000kCal/ Nm ³)	42	40
	8360~12539 (2000~3000kCal/ Nm ³)	40	40
粉体燃料	16720~25079	48	48

kJ/kg	(4000~6000kCal/kg)		
	≥25080(6000kCal/kg)	45	45

7.3.3 双膛窑

表 9 双膛窑不同低位热值的燃料对应的热耗要求

项目		热耗 (kJ/kg)	
		150t/d, 300t/d	500t/d, 600t/d, 800t/d
气体燃料 kJ/Nm ³	5434~6687 (1300~1600kCal/Nm ³)	3804(910kCal/kg)	3762(900kCal/kg)
	6688~8359 (1600~2000kCal/Nm ³)	3720(890kCal/kg)	3678(880kCal/kg)
	8360~10449 (2000~2500kCal/Nm ³)	3678(880kCal/kg)	3637(870kCal/kg)
	10450~12539 (2500~3000kCal/Nm ³)	3637(870kCal/kg)	3595(860kCal/kg)
粉体燃料 kJ/kg	16720~25079 (4000~6000kCal/kg)	3762(900kCal/kg)	3720(890kCal/kg)
	≥25080(6000kCal/kg)	3678(880kCal/kg)	3637(870kCal/kg)

表 10 双膛窑不同低位热值的燃料对应的电耗要求

项目		电耗 (kwh/t)	
		150t/d, 300t/d	500t/d, 600t/d, 800t/d
气体燃料 kJ/Nm ³	5434~8359 (1300~2000kCal/Nm ³)	48	46
	8360~12539 (2000~3000kCal/Nm ³)	46	44
粉体燃料 kJ/kg	16720~25079 (4000~6000kCal/kg)	39	38
	≥25080(6000kCal/kg)	38	37

7.3.4 双梁窑

表 11 双梁窑不同低位热值的燃料对应的热耗要求

项目	热耗 (kJ/kg)
----	------------

		150~300 t/d	350~600 t/d
气体燃料 kJ/Nm ³	5434~6687 (1300~1600kCal/Nm ³)	4814 (1150kCal/kg)	4680 (1120kCal/kg)
	6688~8359 (1600~2000kCal/Nm ³)	4688 (1120kCal/kg)	4605 (1100kCal/kg)
	8360~10449 (2000~2500kCal/Nm ³)	4521 (1080kCal/kg)	4395 (1050kCal/kg)
	10450~12539 (2500~3000kCal/Nm ³)	4395 (1050kCal/kg)	4312 (1030kCal/kg)
粉体燃料 kJ/kg	16720~25079 (4000~6000kCal/kg)	4605(1100kCal/kg)	4186(1000kCal/kg)
	≥25080(6000kCal/kg)	4186(1000kCal/kg)	4102(980kCal/kg)

表 12 双梁窑不同低位热值的燃料对应的电耗要求

项目		电耗 (kwh/t)	
		150~300 t/d	350~600 t/d
气体燃料 kJ/Nm ³	5434~6687 (1300~1600kCal/Nm ³)	39	38
	6688~8359 (1600~2000kCal/Nm ³)	38	37
	8360~10449 (2000~2500kCal/Nm ³)	38	36
	10450~12539 (2500~3000kCal/Nm ³)	37	35
煤粉 kJ/kg	16720~25079 (4000~6000kCal/kg)	43	42
	≥25080(6000kCal/kg)	42	40

8 技术要求的测定方法

8.1 产量测定

石灰产量的测定点应为窑出料口，宜安装计量设备单独测量，可选用皮带秤作为计量设备，皮带秤应符合 GB/T7721 的技术要求，产量应以 72h 平均产量为准；未安装计量设备的石灰窑可进行定期检测或连续称量，每 8 小时需抽测一次，每次抽测时间不少于 30min，按其平均值计算石灰产量；未安装计

量设备的石灰窑也可以经校验后的出灰机出灰量进行估算，单位时间出灰次数、单个出灰机单次出灰量及出灰机数量的乘积作为产量。以符号 M_{lime} 表示，单位为 kg/h。

8.2 石灰及原样质量测定

8.2.1 一般规定

分析过程中只应使用蒸馏水或去离子水或相当纯度的水，所用试剂应为分析纯或优级纯。用于标定与配置标准溶液的试剂，除另有说明外应为基准试剂。

8.2.2 样品的采样与制备

在堆场、仓库、运输车或皮带运输机上取样。采样与制备方法按 GB/T 15057.1 进行，取样总量不得少于 15kg。产品应保持干燥，不得混入外来杂物，产品中的熔瘤、焦炭等杂质应拣出。

8.2.3 全氧化钙、氧化镁含量的测定

按 GB/T 3286.1 规定的方法测定。

8.2.4 氧化钙的测定

按 HG/T 4205 规定的方法测定。

8.2.5 二氧化硅的测定

按 GB/T 3286.2 规定的方法测定。

8.2.6 盐酸不溶物的测定

按 HG/T 4205 规定的方法测定。

8.2.7 氧化铝的测定

按 GB/T 3286.3 规定的方法测定。

8.2.8 氧化铁的测定

按 GB/T 3286.4 规定的方法测定。

8.2.9 磷含量的测定

按 GB/T 3286.6 规定的方法测定。

8.2.10 硫含量的测定

按 GB/T 3286.7 规定的方法测定。

8.2.11 活性度的测定

按 YB/T 105 规定的方法测定。

8.2.12 生烧率的测定

按附录 A 规定的方法测定。

8.2.13 粒度的测定

按 GB/T 15057.11 规定的方法测定。

8.3 热耗及电耗的测定

8.3.1 热耗的测定

8.3.1.1 一般规定

测试时要求设备生产运行正常，生产工况相对稳定，测定时间不少于 72 小时。

8.3.1.2 气体燃料

热耗的计算按下式进行：

$$\text{气体燃料} \quad Q_h = \frac{V_f \times Q_{net,ar}}{M_{lime}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

Q_h ——石灰产品热耗，kJ/kg；

V_f ——气体燃料体积流量，Nm³/h；

$Q_{net,ar}$ ——气体燃料收到基低位热值，kJ/Nm³。

气体燃料流量的测点应为气体燃料总管，或采用各支管流量累计的方式，其测点为各支管。气体管道上的测孔，应尽量避免选在靠弯曲、变形和有闸门的地方，避开涡流和漏风的影响，测孔位置的选择原则：测孔上游直线管道长大于 6D，测孔下游直线管道长大于 3D(D 为管道直径)。测定期内，每 8 小时须抽测一次，按其平均值计算气体燃料消耗量。

气体燃料发热量可采用在线热值分析进行在线检测，无在线热值分析仪时可根据成分计算发热量，见附录 A。

8.3.1.3 固体燃料

热耗的计算按下式进行：

$$\text{固体燃料} \quad Q_h = \frac{m_f \times Q_{net,ar}}{M_{lime}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

Q_h ——石灰产品热耗，kJ/kg；

m_f ——固体燃料量，kg/h

$Q_{\text{net,ar}}$ ——固体燃料收到基低位热值，kJ/kg。

固体燃料量可利用燃料仓底称重设备进行连续称重，以检测期内燃料总消耗量进行时间平均。

固体燃料发热量按 GB/T 213 规定的方法测定，无法直接测定燃料发热量时，可根据元素分析或工业分析结果计算发热量，见附录 A。

8.3.2 电耗的测定

8.3.2.1 一般规定

测试时要求设备生产运行正常，生产工况相对稳定，测定时间不少于 72 小时。

电耗的计算按下式进行：

$$Q = \frac{1000 \times W}{M_{\text{lime}}} \dots\dots\dots (4)$$

Q_e ——石灰产品电耗，kW·h/t；

W ——窑系统耗电量，kW·h/h；

1000——石灰产量 kg/h 与 t/h 的换算系数。

石灰窑系统耗电量是窑系统正常生产所涉及用电设备的有效能耗之和，用电设备主要包括原料提升至窑底出灰的窑本体设备、风机、冷却设备及烟气除尘系统设备所消耗的电能，不含照明、辅助传送设备。使用粉体燃料时不包括制粉系统。

窑系统耗电量计量可采用传统的统计计量、低压受电柜侧电度表计量和全自动用电监测系统计量。

8.3.2.2 统计计量

8.3.2.2.1 连续运行设备

在测试期内(72h)对连续运行的电动设备的电流进行计量，每 8h 计量一次，按其平均值计算电流，依据公式(5)计算该设备功率：

$$P_{\text{cont}} = \sqrt{3}UI \cos \varphi \dots\dots\dots (5)$$

式中：

P_{cont} ——连续运行设备功率(W)；

U ——电动机电源输入的线电压(V)；

I ——电动机电源输入的线电流(A)；

$\cos\varphi$ ——功率因子。

8.3.2.2.2 间断运行设备

对间断运行设备电流的计量需在该设备运行周期内进行，以一个周期内的电流平均值作为计算值，每 8h 内选择一个运行周期进行计量，依据公式(6)计算运行周期内该设备功率：

$$P_{\text{disc}} = \sqrt{3}UI_{\text{disc}} \cos \varphi \dots\dots\dots(6)$$

式中：

P_{disc} ——运行周期内设备功率(W)；

U ——电动机电源输入的线电压(V)；

I_{disc} ——运行周期内电动机电源输入的线电流(A)；

$\cos \varphi$ ——功率因子。

8.3.2.2.3 耗电量统计

窑系统耗电量依据公式(7)计算

$$W = [(P_{\text{cont}1} + P_{\text{cont}2} + L + P_{\text{cont}n}) + (S_1 P_{\text{disc}1} + S_2 P_{\text{disc}2} + \dots + S_m P_{\text{disc}m})] / 1000 \dots\dots\dots(7)$$

式中：

n ——连续运行设备台数；

m ——间断运行设备台数；

S ——间断运行时间因子， $S=t \times k$ ， t 为周期运行时间，单位为 h， k 为单位时间内间断运行次数，单位为 1/h。

1000——功率单位 W 与 kW 的换算系数。

8.3.2.3 高/低压电度表计量

电度表计量是整个石灰产区所有用电设备在检测期内的电能计量，其包含了石灰窑生产不相关联用电设备（例如照明、检修设备）的用电计量。这种计量方式，石灰生产得出的电耗比实际用电量略高。

8.3.2.4 全自动用电监测系统计量

全自动用电监测系统能实时在线计量窑系统每一路馈电设备消耗的电量，并能在检测周期内准确记录生产消耗的电能。

9 验收结果评价

验收单位应以本文件规定的通用要求、安全要求、环保要求以及技术要求作为验收指标，对被验收的电石生产用石灰窑做出验收合格与不合格的评价，并出具正式验收报告。

附录 A

(规范性)

电石生产用石灰生烧率的测定方法

A.1 方法提要

将试料置于瓷坩锅内,于 1050 °C±50 °C 灼烧至质量恒定,由失去二氧化碳的质量折算得出生烧率。

A.2 仪器

高温电炉: 温度可控制在 1050 °C±50 °C。

A.3 分析步骤

称取约 1g 试样,精确至 0.0002 g,应快速称取试样,将试样平铺于经 1050°C 灼烧并称重的瓷坩埚中。将瓷坩埚置于 850°C±50°C 高温电炉中,继续升温至 1050°C±50°C,并在该温度下灼烧 60min,直至质量恒定,如重复灼烧后称得质量增加,则以称重增加之前最后一次称得的质量计算分析结果。

A.4 结果计算

生烧率 W_1 计,数值以%表示,按公式 (A.1) 计算:

$$W_1 = \frac{(m_1 - m_2) / m_0}{0.44} \times 100 \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

m_1 ——灼烧前试料和坩埚的质量的数值,单位为克(g);

m_2 ——灼烧后试料和坩埚的质量的数值,单位为克(g);

m_0 ——试料质量的数值,单位为克(g);

0.44——二氧化碳分子量除以碳酸钙分子量得出的系数比值。

取平行测定结果的算术平均值为测定结果,两次平行测定结果的绝对差值不大于 0.5%。

附录 B

(规范性)

燃料的基准换算和发热量计算方法

B.1 燃料成分基准之间的换算

燃料成分应有明确的基准，对固体及液体燃料有收到基“ar”，空气干燥基“ad”，干燥基“d”，干燥无灰基“daf”，将角标写在主题符号的右下角。各基准之间的换算关系见表B.1。

表 B.1 各基准之间的换算关系

已知的燃料成分	换算的燃料成分			
	收到基(ar)	空气干燥基(ad)	干燥基(d)	干燥无灰基(daf)
收到基(ar)	1	$\frac{100 - M_{ad}}{100 - M_{ar}}$	$\frac{100}{100 - M_{ar}}$	$\frac{100}{100 - M_{ar} - A_{ar}}$
空气干燥基(ad)	$\frac{100 - M_{ar}}{100 - M_{ad}}$	1	$\frac{100}{100 - M_{ad}}$	$\frac{100}{100 - M_{ad} - A_{ad}}$
干燥基(d)	$\frac{100 - M_{ar}}{100}$	$\frac{100 - M_{ad}}{100}$	1	$\frac{100}{100 - A_d}$
干燥无灰基(daf)	$\frac{100 - M_{ar} - A_{ar}}{100}$	$\frac{100 - M_{ad} - A_{ad}}{100}$	$\frac{100 - A_d}{100}$	1

B.2 燃料发热量的计算

B.2.1 氧弹量热法测定和计算燃料发热量

按GB/T 213规定的方法进行。

B.2.2 烟煤、无烟煤和褐煤低位发热量

B.2.2.1 烟煤低位发热量按公式(B.1)计算

$$Q_{net,ad} = 35860 - 73.7V_{ad} - 395.7A_{ad} - 702.0M_{ad} + 173.6CRC \quad (B.1)$$

式中：

$Q_{net,ad}$ ——空气干燥基煤样低位发热量，单位为千焦每千克(kJ/kg)；

V_{ad} ——空气干燥基煤样挥发分，以百分数表示(%)；

A_{ad} ——空气干燥基煤样灰分，以百分数表示(%)；

M_{ad} ——空气干燥基煤样水分，以百分数表示(%)；

CRC——焦渣特性。

B.2.2.2 无烟煤低位发热量按公式(B.2)计算

$$Q_{net,ad} = 34814 - 24.7V_{ad} - 382.2A_{ad} - 563.0M_{ad} \quad (B.2)$$

B.2.2.3 褐煤低位发热量按公式(B.3)计算

$$Q_{net,ad} = 31733 - 70.5V_{ad} - 321.6A_{ad} - 388.4M_{ad} \quad (B.3)$$

B.2.3 煤低位发热量的计算

B.2.3.1 需要采用全硫计算煤的低位发热量，见公式(B.4)

$$Q_{net,ad} = 6984 + 275.0C_{ad} + 805.7H_{ad} + 60.7S_{t,ad} - 142.9O_{ad} - 74.4A_{ad} - 129.2M_{ad} \quad (B.4)$$

式中：

C_{ad} 、 H_{ad} 、 $S_{t,ad}$ 、 O_{ad} ——分别为空气干燥基煤样碳、氢、全硫、氧的质量分数，以百分数表示(%)。

B.2.3.2 不需要采用全硫计算煤的低位发热量，见公式(B.5)

$$Q_{net,ad} = 12807.6 + 216.6C_{ad} + 734.2H_{ad} - 199.7O_{ad} - 132.8A_{ad} - 188.3M_{ad} \quad (B.5)$$

B.2.4 煤的收到基低位发热量

根据煤的空气干燥基低位发热量，按公式(B.6)计算煤的收到基低位发热量。

$$Q_{net,ar} = (Q_{net,ad} + 23M_{ad}) \frac{100 - M_{ar}}{100 - M_{ad}} - 23M_{ar} \quad (B.6)$$

B.2.5 气体燃料发热量

气体燃料发热量按公式(B.7)进行

$$Q_{net,ar} = 126.3CO + 107.9H_2 + 358.0CH_4 + 590.5C_2H_4 + 231.3H_2S \quad (B.7)$$

式中：

CO、H₂、CH₄、C₂H₄、H₂S——分别为气体燃料中各成分的体积分数，以百分数表示(%)。