

T/EJCCCSE

团 体 标 准

T/EJCCCSE XXXX—XXXX

水泥窑炉烟气循环用碳基富氧燃烧技术规范

Technical specification for smoke recirculation carbon-based oxygen-enriched
combustion of cement kiln

（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。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国商业股份制企业经济联合会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 原理与流程 1

 4.1 原理 1

 4.2 流程 1

5 燃烧系统组成 2

6 技术要求 3

 6.1 一般要求 3

 6.2 管道要求 3

 6.3 气体要求 3

 6.4 控制要求 3

 6.5 环保要求 3

7 评价指标 4

 7.1 碳基富氧节能率 4

 7.2 评价方法 4

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。

本文件由杭州特盈能源技术发展有限公司提出。

本文件由中国商业股份制企业经济联合会归口。

本文件起草单位：杭州特盈能源技术发展有限公司、XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX。

水泥窑炉烟气循环用碳基富氧燃烧技术规范

1 范围

本文件规定了水泥窑炉烟气循环用碳基富氧燃烧的原理与流程、技术要求和评价指标。
本文件适用于采用烟气循环碳基富氧燃烧技术的水泥窑炉。

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 4915 水泥工业大气污染物排放标准
GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
GB/T 17195 工业炉名词术语
GB/T 32037 工业窑炉燃烧节能评价方法
GB 50030 氧气站设计规范(附条文说明)
GB 50316 工业金属管道设计规范
HG 20202 脱脂工程施工及验收规范

3 术语和定义

GB/T 17195 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

碳基富氧燃烧 carbon-based oxygen-enriched combustion

使水泥窑炉烟气中二氧化碳浓缩富集，将富含二氧化碳的水泥窑炉循环烟气和压力氧气混配成碳基富氧，和常压氧气混配成碳基空气，作为水泥窑炉的助燃气体的一种燃烧方式。

3.2

烟气循环 smoke recirculation

将一部分水泥窑炉排放的烟气返回到助燃空气系统，降低混合气中氧浓度的一种循环利用方法。

4 原理与流程

4.1 原理

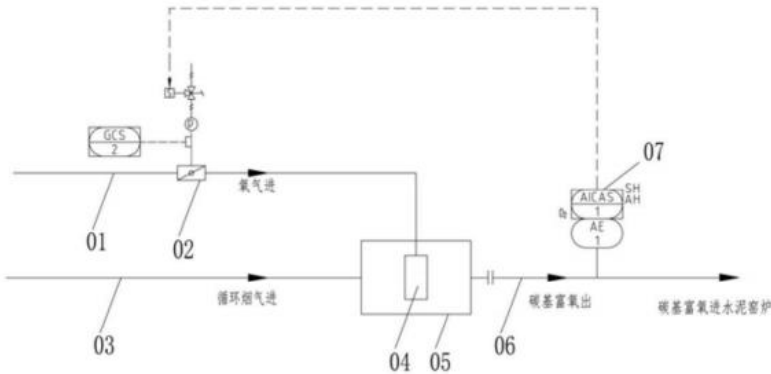
将水泥窑炉产生的烟气经过一定程度地循环，使水泥窑炉烟气中二氧化碳浓缩富集，将富含二氧化碳的水泥窑炉循环烟气和压力氧气混配成碳基富氧，和常压氧气混配成碳基空气，作为水泥窑炉的助燃气体。

碳基富氧助燃燃烧机理： $C_nH_m + O_2 + CO_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ 。

4.2 流程

烟气循环碳基富氧燃烧技术的工作流程如图 1 所示，包括如下步骤：

- a) 除尘：专有压力氧气制取装置制取压力氮气送入水泥窑炉收尘器，用作除尘风；
- b) 氧气制取：
 - 1) 专有压力氧气制取装置制取压力氧气，经缓冲后分别送入第一和第二专有高效氧气/循环烟气混配器；
 - 2) 常压氧气制取装置制取常压氧气，经缓冲后送入第三专有高效氧气/循环烟气混配器；
- c) 循环烟气处理：循环烟气从水泥窑炉预热器出来，经过循环烟气回收装置热量回收、除尘、脱硫后，引出两路，一路由循环烟气风机加压后分别引入第一专有高效氧气/循环烟气混配器和第二专有高效氧气/循环烟气混配器，另一路引入第三专有高效氧气/循环烟气混配器；
- d) 氧气与循环烟气混配：
 - 1) 压力氧气和循环烟气于第一专有高效氧气/循环烟气混配器混配，节流后提供中压碳基富氧；
 - 2) 压力氧气和循环烟气于第二专有高效氧气/循环烟气混配器混配，经不同程度节流后分别提供低压碳基富氧、高压碳基富氧；
 - 3) 常压氧气和循环烟气于第三专有高效氧气/循环烟气混配器混配，再经碳基空气风机增压提供碳基空气；
- e) 碳基富氧进入水泥窑炉：
 - 1) 中压碳基富氧用于回转窑和分解炉的送煤风；
 - 2) 低压碳基富氧用于回转窑燃烧器的旋流风；
 - 3) 高压碳基富氧分别用于回转窑燃烧器的外轴流风和内轴流风；
 - 4) 碳基空气送入篦冷机给熟料降温后，分别送入回转窑、分解炉。



- 标引序号说明：
- | | | | |
|-----------|--------------|--------------|------------|
| 01— 氧气通道； | 02— 氧气通道调节阀； | 03— 循环烟气通道； | 04— 氧气分布器； |
| 05— 混配器； | 06— 碳基富氧通道； | 07— 氧气浓度分析仪。 | |

图 1 烟气循环碳基富氧燃烧的工作流程

5 燃烧系统组成

- 一般由如下部分组成：
- a) 专有压力氧气制取装置；
 - b) 压力氧气缓冲罐；
 - c) 常压氧气制取装置；
 - d) 常压氧气缓冲罐；

- e) 专有高效氧气/循环烟气混配器；
- f) 循环烟气风机；
- g) 碳基空气风机；
- h) 循环烟气回收装置；
- i) 智能控制系统。

6 技术要求

6.1 一般要求

无论采用何种技术制备氧气及与烟气混合为碳基富氧的状态，均应为气态。

6.2 管道要求

氧气输送管道应符合 GB 50030 和 GB 50316 的规定，管道及附件的脱脂应符合 HG 20202 的规定。

6.3 气体要求

6.3.1 专有压力氧气制取装置

制取的压力氧气和压力氮气的气体纯度和压力应符合表 1 的规定。

表 1 压力氧气和压力氮气要求

产品	纯度	压力
压力氧气	90%~99.6%	0.1 MpaG~0.3 MpaG
压力氮气	<0.0003%O ₂	0.68 MpaG~0.95 MpaG

6.3.2 氧气与循环烟气混配的碳基富氧及碳基空气的含氧量及压力宜参照表 2。

表 2 混配气体要求

名称	含氧量	压力/Kpa
低压碳基富氧	25%~50%	20~40
中压碳基富氧	25%~50%	50~70
高压碳基富氧	25%~50%	80~100
碳基空气	20%~21%	3~10

6.4 控制要求

6.4.1 碳基富氧燃烧控制系统宜采用计算机自动控制,能根据对水泥最优化烧成状态进行评估、预测,并对各碳基富氧、碳基空气流量、压力及纯度进行调控,符合水泥窑炉热工要求。

6.4.2 碳基富氧及碳基空气的供给应具有自动、手动切断回路。

6.4.3 碳基富氧及碳基空气出口,均应具有流量、压力、温度等监测设备。

6.4.4 氧气供应管道应安装阀门仪表,阀门仪表布置参见图 1。

6.5 环保要求

6.5.1 污染物排放

碳基富氧燃烧的水泥窑炉的烟气污染物排放应符合 GB 4915 的规定。

6.5.2 噪音

应符合 GB 12348 的规定。

7 评价指标

7.1 碳基富氧节能率

按公式（1）进行计算：

$$\eta_f = \frac{B_q - B_h}{B_q} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

η_f —碳基富氧节能率，以%表示；

B_q —碳基富氧前水泥窑炉的单位燃耗，单位为千焦每吨（kJ/t）；

B_h —碳基富氧后水泥窑炉的单位燃耗，单位为千焦每吨（kJ/t）。

7.2 评价方法

可采用碳基富氧节能率对应用碳基富氧燃烧技术的水泥窑炉进行节能效果评价，定期开展热平衡测定，测定方法与评价方法应符合 GB/T 32037 的规定。