

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50607 - 2010

高炉喷吹煤粉工程设计规范

Design regulations of pulverized coal injection
for blast furnace

2010 - 07 - 15 发布

2011 - 02 - 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

高炉喷吹煤粉工程设计规范

Design regulations of pulverized coal injection
for blast furnace

GB 50607 - 2010

主编部门：中国冶金建设协会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2011年2月1日

中国计划出版社

2011 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 663 号

关于发布国家标准 《高炉喷吹煤粉工程设计规范》的公告

现批准《高炉喷吹煤粉工程设计规范》为国家标准,编号为 GB 50607—2010,自 2011 年 2 月 1 日起实施。其中,第 3.1.1、3.7.1(1)、3.7.2、3.7.5(4)、3.8.2(3)条(款)为强制性条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇一〇年七月十五日

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2007 年工程建设国家标准制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标函〔2007〕126 号)的要求,由中冶京诚工程技术有限公司会同有关单位共同编制完成的。

本规范在编制过程中,进行了广泛调查研究和专题技术论证;总结了多年高炉喷吹煤粉工程设计的实践经验;征求了生产、科研、设计、大专院校等部门和单位的意见,最后经审查定稿。

本规范共分 8 章,主要技术内容包括总则,术语,工艺和设备,富氧鼓风及氧气输送管线,建筑物、构筑物,电气和仪表控制,能源介质,防火、安全、环保等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,中国冶金建设协会负责日常管理,中冶京诚工程技术有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,如发现需要修改和补充之处,请将意见和建议寄至中冶京诚工程技术有限公司《高炉喷吹煤粉工程设计规范》管理组(地址:北京市北京经济技术开发区建安街 7 号,邮政编码:100176),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人及主要审查人:

主 编 单 位: 中冶京诚工程技术有限公司

参 编 单 位: 中冶赛迪工程技术股份有限公司

中冶南方工程技术有限公司

中冶华天工程技术有限公司

中冶东方工程技术有限公司

北京首钢国际工程技术有限公司

上海宝钢股份有限公司

鞍山钢铁集团公司

武汉钢铁集团公司

主要起草人：吴启常 张建梁 贾 京 王艳民 胡日君

刘 颖 唐振炎 汤清华 朱锦明 姚 波

汤楚雄 韩忠礼 周淑媛 王卫海 颜 新

奚邦华

主要审查人：顾 飞 彭华国 唐文权 周建刚 俞金城

万成略 何国强 赵 军 王 琳 吴秋廷

目 次

1 总 则	(1)
2 术 语	(2)
3 工艺和设备	(4)
3.1 一般规定	(4)
3.2 煤和煤粉特性、煤种的要求	(4)
3.3 高炉喷吹用煤的质量要求	(5)
3.4 高炉喷吹煤粉量	(5)
3.5 高炉喷吹对煤粉粒度及水分的要求	(6)
3.6 干煤棚、原煤的运输和储存	(6)
3.7 制粉系统	(6)
3.8 喷吹系统	(11)
4 富氧鼓风及氧气输送管线	(17)
5 建筑物、构筑物	(18)
6 电气和仪表控制	(20)
6.1 一般规定	(20)
6.2 检测和控制要求	(21)
7 能源介质	(24)
8 防火、安全、环保	(25)
本规范用词说明	(26)
引用标准名录	(27)
附:条文说明	(29)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Process and Equipment	(4)
3.1	General requirement	(4)
3.2	Requirement on the coal characteristics and the coal type	(4)
3.3	Quality requirement on raw coal	(5)
3.4	Quantity of pulverized coal injection	(5)
3.5	Requirement on the size and moisture of pulverized coal ...	(6)
3.6	Storage building, transportation and storage conditions for raw coal	(6)
3.7	Pulverized coal preparation system	(6)
3.8	Pulverized coal injection system	(11)
4	Oxygen-enriched blast and oxygen supply pipeline ...	(17)
5	Building and structure	(18)
6	Electrical and instrumentation control	(20)
6.1	General requirement	(20)
6.2	Detection and control requirement	(21)
7	Energy media	(24)
8	Fire protection, security and environmental protection	(25)
	Explanation of wording in this code	(26)
	List of quoted standards	(27)
	Addition:Explanation of provisions	(29)

1 总 则

1.0.1 为了推动喷煤技术的发展,确保高炉喷吹煤粉工程设计达到更好的资源与能源利用,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改建和扩建的高炉喷吹煤粉工程设计。

1.0.3 高炉喷吹煤粉工程设计应认真贯彻执行国家钢铁产业发展政策,坚持循环经济的原则,提高环境保护水平,安全生产,节能减排,做到技术先进,经济合理,可靠实用。

1.0.4 高炉喷吹煤粉工程设计除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 高炉喷吹煤粉工程 pulverized coal injection project

经过细磨后的煤粉以气力输送的方式从风口吹入高炉的工程
项目。

2.0.2 烟气直排式制粉系统 pulverized coal preparation system with direct fume discharge

进入磨煤机供制粉系统干燥和输送用的气体由烟气炉燃烧的
烟气和热风炉烟气(或空气)组成,并经布袋收粉器和主排烟风机
等设备后全部排往大气的制粉系统。

2.0.3 烟气自循环式制粉系统 pulverized coal preparation system with self-cycling fume

进入磨煤机供制粉系统干燥和输送用的气体由烟气炉燃烧的
烟气供给,并经布袋收粉器和主排烟风机等设备后只有一部分排
往大气,其余部分返回磨煤机重复使用的制粉系统。

2.0.4 直接喷吹系统 direct pulverized coal injection system

制粉系统和喷吹系统的设施合建在一个厂房内,细磨后的煤
粉直接进入煤粉仓内,然后再经与之相连接的喷吹系统以气力输
送的方式从风口吹入高炉的喷吹系统。

2.0.5 间接喷吹系统 indirect pulverized coal injection system

制粉系统和喷吹系统的设施分两处建设,细磨后的煤粉先通
过气力输送或其他的方式送至喷吹系统煤粉仓内,然后再经喷吹
罐以气力输送的方式将煤粉从风口吹入高炉的喷吹系统。

2.0.6 串罐喷吹方式 serial tanks injection

2个煤粉罐以上下串联方式连接。上罐作为储煤罐在常压状

态下,接受来自煤粉仓的煤粉,然后以有压状态向下罐装煤,下罐作为喷吹罐,始终处于有压状态向高炉喷吹煤粉的喷吹方式。

2.0.7 并罐喷吹方式 parallel tanks injection

喷吹系统设置 2 个或 2 个以上并列布置的喷吹罐,每个喷吹罐以喷吹——装煤——待喷的程序交替工作的喷吹方式。

2.0.8 多支管输送 multiple branch pipelines transportation

从喷吹罐至高炉风口之间煤粉气力输送管线为多数目,所有管线的端部直接与喷煤枪相连接的输送方式。

2.0.9 总管输送 collection pipeline transportation

从喷吹罐至高炉炉前之间的煤粉气力输送管线有 1 条或 2 条,该输送管与分配器入口相连,分配器出口支管数目与所需喷吹的风口数目相等并与喷煤枪相连的输送方式。

2.0.10 混合喷吹 blended coal injection

多种原煤按一定的比例混合经磨细后喷入高炉的方式。

3 工艺和设备

3.1 一般规定

- 3.1.1 新建或改造的高炉必须设置喷煤设施。
- 3.1.2 高炉喷吹煤粉应与高风温配合应用,且宜采用富氧鼓风。
- 3.1.3 煤种应选用无烟煤,烟煤中的贫煤、不粘煤、长焰煤以及贫瘦煤和粘结性指数不大于 40 的弱粘煤。
- 3.1.4 高炉喷吹煤粉工程应根据当地煤炭资源的实际情况,可采用混合煤喷吹,也可单独喷吹无烟煤或烟煤。
- 3.1.5 高炉喷煤设施宜采用直接喷吹方式,总图布置应靠近高炉。

3.2 煤和煤粉特性、煤种的要求

3.2.1 高炉喷吹煤粉系统设计时,选择的煤和煤粉特性应符合下列规定:

1 工程中使用的煤种应收集其原煤理化性能和煤粉特性的完整技术数据。

2 工程中已使用且未发现特殊问题的常用煤种应收集其原煤理化性能数据。

3.2.2 采用有爆炸性和自燃特性的煤种应符合下列规定:

1 对爆炸性指数大的煤种应进行特殊防爆设计,并应补充收集煤粉云最大爆炸压力、最大爆炸压力上升速率和爆炸指数等技术数据。

2 对自燃倾向高的煤种,应补充收集有关判断其自燃倾向性等级的技术数据。

3.3 高炉喷吹用煤的质量要求

3.3.1 高炉喷吹用煤应根据当地资源条件,选择灰分低、含硫量少、可磨性能好的煤作为喷吹煤。喷吹煤质量应符合表 3.3.1 的规定。

表 3.3.1 喷吹煤质量

炉容级别(m ³)	1000	2000	3000	4000	5000
灰分 A _{ad}	≤12%	≤11%	≤10%	≤9%	≤9%
含硫 S _{t,ad}	≤0.7%	≤0.7%	≤0.7%	≤0.6%	≤0.6%
可磨性指数(HGI)	≥50	≥50	≥50	≥50	≥50

3.3.2 煤的胶质层厚度不应大于 10mm。

3.3.3 煤的特质应符合燃烧性能良好,着火温度低,反应性强和发热值高的要求。

3.3.4 原煤的粒度不宜大于 40mm,入磨水分不宜大于 12%。

3.4 高炉喷吹煤粉量

3.4.1 高炉喷吹煤粉量应根据原料、燃料、风温、富氧、炉顶压力和鼓风含湿等条件确定,不同冶炼条件下的喷煤量应符合表 3.4.1 的规定,并应符合下列规定:

1 当高炉鼓风采用自然湿度、热风温度 1050℃~1100℃时,应采用表 3.4.1 中的下限值。

2 当焦炭强度高、渣量低,并采用脱湿鼓风,热风温度 1200℃~1250℃,炉顶压力超过 0.20MPa 的情况下,可采用表 3.4.1 中的上限值。

表 3.4.1 不同冶炼条件下的喷煤量

富氧率(%)	0~1.0	1.0~2.0	2.0~3.0	≥3.0
每吨铁喷煤量(kg/tHM)	100~130	130~170	170~200	≥200

3.4.2 在冶炼条件超出本规范第 3.4.1 条的规定范围时,可通过

计算风口前的理论燃烧温度值来确定。风口前的理论燃烧温度宜为 $2100^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ 。

3.4.3 喷煤系统的设备能力应在高炉喷煤量的基础上留有富余量,最大喷煤量不宜大于 250kg/tHM 。

3.5 高炉喷吹对煤粉粒度及水分的要求

3.5.1 高炉喷煤宜采用粉煤喷吹,煤粉中大于 $90\mu\text{m}$ 颗粒宜为 $20\% \sim 25\%$ 。

3.5.2 煤粉水分不应大于 1.5% 。

3.6 干煤棚、原煤的运输和储存

3.6.1 高炉喷吹煤粉系统宜设置干煤棚。配煤设施的设计应能适应多种煤进行混合的要求,其配煤设施宜布置在干煤棚内。原煤进入干煤棚后,应按不同煤种分别卸到规定的地点。

3.6.2 干煤棚内原煤的贮存量宜按 $5\text{d} \sim 10\text{d}$ 的用量设计。

3.6.3 对于自燃倾向高的煤种,在干煤棚内应设防止原煤自燃的打水降温装置。

3.6.4 配煤斗的斜面与水平夹角不宜小于 55° 。配煤斗顶面应设置箪子,配煤斗下应设有给煤机。根据原煤条件可在配煤斗上安装衬板和清堵器。

3.6.5 干煤棚至制粉间的原煤运输,宜采用普通带式输送机或大倾角带式输送机。采用普通带式输送机时,倾角不应大于 18° 。

3.6.6 原煤运输系统中应设有除铁设备,并应与所在的输送机连锁控制。

3.7 制粉系统

3.7.1 制粉系统流程应符合下列规定:

1 除无烟煤外,混合煤、烟煤制粉系统必须按惰性干燥气设计。

2 按惰性干燥气设计的制粉系统可采用下列流程:

- 1) 烟气直排式制粉流程;
- 2) 烟气自循环式制粉流程。

3 在烟气直排式制粉流程中,宜采用烟气炉烟气和热风炉烟气作为惰性干燥气。

4 在采用烟气自循环式制粉流程时,烟气管道系统上应设置调节装置。

5 制粉系统宜采用一级负压布袋收粉系统。

3.7.2 在系统工况下惰性气氛的最高允许氧含量应符合表3.7.2的规定。

表 3.7.2 惰性气氛的最高允许氧含量(%)

所在地	混合煤	烟煤
煤粉仓内	12	12
布袋除尘器出口	12	12

3.7.3 烟气炉应符合下列规定:

1 烟气炉的燃料宜为高炉煤气,但应备用少量的焦炉煤气或天然气作为引火及正常生产时保火的辅助燃料。高炉煤气压力低于设定最低压力时,应紧急切断煤气。

2 烟气炉炉膛温度宜控制在 $800^{\circ}\text{C} \sim 1100^{\circ}\text{C}$,最高不宜超过 1200°C 。

3 烟气炉系统应设置氮气或蒸汽吹扫点。

4 烟气炉宜按 1 台磨煤机配置 1 座烟气炉设计。

3.7.4 原煤仓应符合下列规定:

1 原煤仓的有效贮存量应达到磨煤机产量 $4\text{h} \sim 8\text{h}$ 的贮存量。

2 原煤仓内表面应光滑,其几何形状和结构应使煤流动顺畅,而且能使原煤全部自流排出。

3 对于粘性大的煤,宜采用圆筒型钢结构原煤仓。原煤仓下部宜采用等截面收缩率不大于 0.7 的双曲线形出口段。对于出口段为普通圆锥体的原煤仓,其出口段壁面与水平面夹角不应小于

60°。原煤仓出料口直径均不宜小于 600mm。原煤仓出料口处应设置清堵器或检修手孔。

4 贮存普通原煤的非圆筒仓型原煤仓的相邻两壁交线与水平面的夹角不应小于 55°，壁面与水平面的交角不应小于 60°。贮存粘性大或爆炸感度高和自燃倾向大的非圆筒仓型原煤仓的相邻两壁交线与水平面交角不应小于 65°，壁面与水平面的交角不应小于 70°。相邻壁交角的内侧应做成圆弧形，圆弧的半径不应小于 200mm。

5 原煤仓的高径比应小于 5 : 1。

6 在严寒地区，钢结构以及靠近厂房外墙或外露的钢筋混凝土原煤仓仓壁应有防冻保温装置。

7 原煤仓应设置料位计或称重电子秤。

3.7.5 磨煤机应符合下列规定：

1 原煤仓至磨煤机之间应设置密闭的带计量的给煤装置。磨煤机的入口短管内宜设置耐磨衬板。

2 新建的制粉系统宜采用立式中速磨。

3 设计中不宜设置备用磨煤机，磨煤机的作业率按 80% ~ 85% 计算。

4 磨煤机出口最高温度应根据煤种和采用的制粉系统流程确定。无烟煤制粉系统磨煤机出口温度不应高于受磨煤机和收粉设备允许使用温度。其他煤种的制粉系统磨煤机出口最高温度必须符合表 3.7.5 的规定。

表 3.7.5 磨煤机出口最高温度

制粉系统流程	原煤条件	最高温度
烟气直排式流程	当 $V < 40\%$ 时	$(82 - V) \frac{5}{3} \pm 5^\circ\text{C}$
	当 $V \geq 40\%$ 时	70℃
烟气自循环流程	—	95℃ ~ 105℃

注：V 是煤的干燥无灰基挥发分(%)。

3.7.6 布袋收粉器应符合下列规定：

1 布袋收粉器本体设计应符合下列规定：

- 1) 布袋材质应选用防静电型；
- 2) 箱体强度耐负压不应小于 15000Pa；
- 3) 通风阻力不应大于 2000Pa；
- 4) 满足当地环保要求情况下，排放气体含尘浓度不应大于 $30\text{mg}/\text{m}^3$ ；
- 5) 布袋过滤速度应为 $0.6\text{m}/\text{min}\sim 1.0\text{m}/\text{min}$ ；
- 6) 漏风率不应大于 3%；
- 7) 用于直排式系统的最高使用温度不应大于 120°C ；
- 8) 应设置外保温层或灰斗处伴热保温；
- 9) 应设置自闭式泄爆阀或带泄爆片的泄爆阀。

2 布袋收粉器下料口与煤粉仓入口之间应设有锁气装置，宜设置给料器和煤粉筛，筛孔直径应为 $5\text{mm}\sim 10\text{mm}$ 。

3 布袋收粉器清灰气体种类，对于混合煤和烟煤制粉系统应采用氮气，对于无烟煤制粉系统可采用压缩空气。

3.7.7 主排烟风机应符合下列规定：

1 主排烟风机的工况风量应按风机入口最大风量、温度和压力进行折算，其工况风量应满足磨煤机最大台时产量的要求。

2 主排烟风机全压值应大于计算的制粉系统总阻力 20%。

3 主排烟风机出口的介质最低温度，应保证无水分凝结和煤粉粘附，该温度应比其露点高 5°C ，并且不低于 60°C 。

4 烟气直排式流程的主排烟风机出口宜设置消声器。

5 烟气自循环系统的主排风机壳体底部应设有排水装置。

3.7.8 制粉系统管道及防爆门应符合下列规定：

1 烟气炉至磨煤机入口的热风管道上应设置热风隔离阀；在热风隔离阀之前应设置通往大气的热风放散阀及相应的放散管道。

2 煤粉管道的布置和结构不应存在煤粉在管道内沉积的可

能性；磨煤机至布袋收粉器之间的管道内流速取值宜在 15m/s~18m/s 之间；布袋收粉器至主排烟风机之间的管道内流速取值宜在 15m/s~25m/s 之间。

3 磨煤机出口气粉混合管道与水平面的倾角不应小于 45°。

4 布袋收粉器下煤粉管道与水平面的倾角不应小于 60°，且弯管弯曲半径不应小于 3 倍管道公称直径。

5 煤粉管道宜采用焊接连接，不宜用法兰连接。

6 制粉系统及其相关烟、风道上的人孔、手孔和观察孔应有闭锁装置。

7 装设防爆门的设备和管道，在进行其强度及支撑结构设计时，其外部荷载应包括防爆门动作产生的最大反作用力。

8 布袋收粉器下部落粉管、主排烟风机入口和出口的管道上可装设隔离阀或调节阀，其布置应排除积粉的可能，并应布置在垂直管道上；其他输送煤粉的管道上均不应装设隔离阀或调节阀。

9 除无烟煤制粉系统外，其他制粉系统的煤粉仓、磨煤机和布袋收粉器应设置紧急充氮管线及相应的阀门。

10 制粉系统管道装设防爆门时，应按减低的最大爆炸压力设计，给煤机及给煤管、给粉机、锁气器应按承受不小于 40kPa 的内部爆炸压力进行设计；除以上所列之外的设备，管道及部件应按承受 150kPa 内部爆炸压力设计。

11 防爆门的设置应符合下列规定：

1) 制粉系统管道上装设防爆门的总有效泄压面积，应按系统泄压比不小于 $0.025\text{m}^2/\text{m}^3$ 计算，计算系统容积不包括煤粉仓容积；靠近磨煤机出口的煤粉管道上，防爆门有效泄压面积不应小于该处煤粉管道截面面积的 70%；

2) 防爆门应设置在靠近被保护设备或管道上，其安装位置应防止爆炸气体喷射到工作地点和人行通道上，当不能满足这些要求时，应采用引出管引出；

3) 装设引出管的防爆门，入口接管的长度不应大于 2 倍防

爆门当量直径,且不大于 2m,引出管的截面积不得小于防爆门的截面面积;

- 4) 防爆门入口接管倾斜布置时,室内与水平面的倾角不应小于 45° ,室外与水平面的倾角不应小于 60° ;
- 5) 膜板式防爆门室外安装时,膜板与水平面的倾角不应小于 10° ;重力式及其他形式的自动启闭防爆门室外安装时,门板与水平面的倾角宜在 $10^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 之间。

12 制粉系统管道不装设防爆门时,应按承受 350kPa 的内部爆炸压力进行设计。

3.8 喷吹系统

3.8.1 喷吹系统流程应符合下列规定:

- 1 煤粉喷吹系统应选用直接喷吹工艺。
- 2 煤粉输送浓度不应小于 $20\text{kg}_{\text{煤}}/\text{kg}_{\text{气}}$ 。
- 3 喷吹系统应采用并罐喷吹方式或串罐喷吹方式。
- 4 并罐喷吹方式的系统设置应符合下列规定:
 - 1) 在喷吹罐与煤粉仓之间应设置手动阀、气动阀和软连接;
 - 2) 喷吹罐的有效容积能够满足其所装煤粉的喷吹时间大于装煤作业周期时间的 1.25 倍~1.40 倍,应设置 2 个喷吹罐并列布置;
 - 3) 对喷煤量大的大容积高炉采用并罐喷吹方式时,其喷吹罐的有效容积所保证的喷吹时间小于完成装煤全过程所需时间的 1.25 倍~1.40 倍,应设置 3 个以上喷吹罐相互并列布置。
- 5 串罐喷吹方式的系统设置应符合下列规定:
 - 1) 系统由煤粉仓、储煤罐和喷吹罐组成。喷吹罐的有效容积宜比储煤罐有效容积大 20%~30%;
 - 2) 煤粉仓与储煤罐之间应设置手动阀、气动阀和软连接;喷吹罐与储煤罐之间应设置手动阀、气动阀和压力自平衡

金属波纹补偿器。

6 喷吹罐应设置称重电子秤和校秤装置。

7 喷吹罐应设置防止喷吹罐产生位移的机械装置。

3.8.2 喷吹系统的安全防爆措施应符合下列规定：

1 当高炉喷吹无烟煤粉时，喷吹罐和串罐系统储煤罐可以在非惰性气氛下操作，喷吹罐和串罐系统储煤罐的充压、流化和喷吹管路的输送气体均可采用压缩空气。

2 当高炉喷吹混合煤或烟煤时，喷吹罐和串罐系统储煤罐的启动、运行和停机都应在惰性气氛下操作，喷吹罐和串罐系统储煤罐的充压、补压和流化气体必须用氮气，喷吹管路的输送气体可采用压缩空气或氮气。

3 当高炉喷吹混合煤或烟煤，一旦出现下列情况之一时，采用压缩空气作为输送气体的喷吹管路必须停止喷吹或改为氮气输送：

1) 喷吹罐的罐顶压力低于混合器出口输送压力；

2) 喷吹罐或串罐系统储煤罐内的温度高于设定的上限值；

3) 压缩空气压力低于设定压力。

3.8.3 煤粉仓应符合下列规定：

1 煤粉仓的容积应能贮存制粉系统磨煤机发生故障时高炉一个冶炼周期正常喷吹的煤粉量。制粉系统配置多台磨煤机向一座高炉供应煤粉时，煤粉仓的容积应按一台磨煤机发生故障的条件进行计算。

2 煤粉仓应封闭严密，减少开孔。不应使用敞开式煤粉仓。煤粉仓的进粉装置必须具有锁气功能。

3 煤粉仓的内表面应平整、光滑和不积粉，煤粉仓的几何形状和结构应使煤粉能够顺畅自流。

4 煤粉仓的壁面与水平面的夹角不应小于 65° 。当采用非圆筒形煤粉仓时，相邻两壁间交线与水平面的夹角不应小于 60° ，相邻两壁交角的内侧应做成光滑圆弧形，圆弧的半径不应小于

200mm。

5 煤粉仓的高径比应小于 5 : 1,非圆形煤粉仓以当量直径作为基准值。

6 煤粉仓宜设置电子秤称重装置。

7 高炉喷吹单一无烟煤的煤粉仓可按非压力容器设计。喷吹烟煤或混合煤的煤粉仓,同时满足以下工作条件者,可按非压力容器设计:

- 1)煤粉仓出口处设置的流化装置流化气体采用氮气;
- 2)煤粉仓的上部设有带稳压控制系统的充氮气装置,氮气引入管以平行于煤粉仓顶盖的分散气流方式引入;
- 3)煤粉仓设置单独的仓顶布袋除尘器,其除尘器风机全压应小于 1kPa;对于不设置仓顶布袋除尘器的煤粉仓应设置泄压装置,泄压气体应通过引出管引至室外,超压泄压门的面积按 $0.025\text{m}^2/\text{m}^3$,额定动作压力按 1kPa~10kPa 设计;
- 4)煤粉仓应设有温度检测和超限报警功能;
- 5)制粉系统按惰性干燥气设计,煤粉仓内设有含氧量监测装置,仓内含氧量应符合表 3.7.2 的规定。

8 喷吹烟煤或混合煤的煤粉仓,若不能同时满足本条第 7 款工作条件或用户有特殊要求者,应按贮仓并承受 150kPa 内部爆炸压力设计。

9 当煤粉仓不设仓顶布袋除尘器时应设置固定的吸潮管,吸潮管应装设远方操作的隔离阀。

10 煤粉仓下部与喷吹系统的喷吹罐之间设置加煤料管和阀门组。加煤料管的数量与煤粉罐的数量相等,它与水平面的夹角不宜小于 65° 。每根加煤料管上应设 3 个阀门,最上面阀应为手动阀门,中间阀应为气动阀门,下部阀应为气动阀门。

11 为防止煤粉仓内煤粉降温至露点,煤粉仓应采用外保温措施,并在下锥体部分采用蒸汽伴热。

12 煤粉仓内的煤粉应及时喷吹完,检修时煤粉仓内不允许存煤粉。

3.8.4 喷吹罐(包括串罐系统的储煤罐)应符合下列规定:

1 喷吹罐(包括储煤罐)不宜设防爆门。在满足本规范第3.8.2条规定的条件下操作的喷吹罐(包括储煤罐)设计压力可按下式计算:

$$P_s = (1.2 \sim 1.35) P_{gd} \quad (3.8.4-1)$$

式中: P_s ——喷吹罐的设计压力(MPa);

P_{gd} ——喷吹罐正常工作的罐顶压力(MPa);

1.2~1.35——系数,大容积高炉取下限,小容积高炉取上限。

2 当喷吹烟煤或混合煤的喷吹罐不能满足第3.8.2条条件下操作或者用户有特殊要求时,喷吹罐(包括储煤罐)应按最大爆炸压力设计。

3 喷吹罐正常工作的罐顶压力可按下式计算:

$$P_{gd} = P_r + \Delta P_z + \Delta P_{dq} + \Delta P_{\zeta} \quad (3.8.4-2)$$

式中: P_{gd} ——喷吹罐正常工作的罐顶压力(MPa);

P_r ——高炉热风压力(MPa);

ΔP_z ——喷吹管路两相流输送的总阻力损失(MPa);

ΔP_{dq} ——罐顶与输送管线起始端的压力差(MPa);

ΔP_{ζ} ——管路系统中的局部阻力损失值(MPa)。

4 喷吹罐的内表面应平整、光滑和不积粉;喷吹罐应设置功能良好的流化装置以保证煤粉能够顺畅自流。

5 锥体部分的壁面与水平面的夹角原则上不应小于 65° 。

6 喷吹罐应设有加煤阀、充压阀、排压阀、补压阀、流化阀、出口阀、二次补气阀等,其中加煤阀、充压阀和排压阀应选用气动开闭阀,补压阀、流化阀和二次补气阀应选用具有自动调节功能的开闭阀。

7 喷吹罐应设置称重电子秤及校秤装置。

8 采用串罐喷吹方式时,喷吹罐和储煤罐应设置防止位移的

机械装置,以保证喷吹罐和储煤罐的对中。

9 煤粉罐内应设温度检测,罐内煤粉温度不应超过设定温度。

10 当采用间接喷吹工艺时,喷吹罐的排压气体可排至煤粉仓上的仓顶布袋除尘器;当采用直接喷吹工艺时,排压气体可排至布袋收粉器入口或煤粉仓上的仓顶布袋除尘器或带仓顶布袋除尘器的煤粉仓内。放散管道上应设有等流量排压阀或其他限流装置。

11 高炉喷煤量的计量方法应符合下列规定:

- 1) 并罐喷吹系统,应以累计喷吹罐的装煤次数和每一罐煤粉的校正后的煤粉称重值进行计算;
- 2) 串罐喷吹系统,应以累计储煤罐的装煤次数和每一罐煤粉的校正后的煤粉称重值进行计算。

12 喷吹罐(包括串罐系统的储煤罐)的设计、制造、安装和维修应符合现行国家标准《钢制压力容器》GB 150 和国家现行有关固定式压力容器安全技术监察规程的规定。

3.8.5 煤粉喷吹管线应符合下列规定:

1 煤粉喷吹管路应采用总管输送方式,炉前应设置分配器并通过分配器分成若干支管,支管总数应与高炉风口数目相等。

2 总管输送方式宜适用于并罐和串罐喷吹系统。

3 多支管路输送方式宜适合于输送距离不大于 200m 的串罐喷吹系统。

4 煤粉喷吹总管直径应根据在已定的喷煤量条件下,按气力输送的浓度和起始端的工况实际流速确定。

5 喷吹系统中应设置以下四种喷吹用气:

- 1) 喷吹罐充压用气;
- 2) 喷吹罐补压用气;
- 3) 喷吹罐流化用气;
- 4) 喷吹用气或二次补气量。

6 煤粉输送总管在进入分配器前应留有大于 6m 的垂直段,支管从上而下布置安装应做到支管当量长度基本相等。

7 煤粉分配器结构应具有良好的分配均匀性和耐磨性。

8 在煤粉喷吹总管和煤粉喷吹支管上应设切换阀,当阀前压力降低到低于设定压力值时,喷煤通路自动切断并打开旁通管路气体。

9 在喷吹支管上应设置吹扫系统。

10 输送总管和所有支管都应接地。

11 喷煤管线拐弯的曲率半径应大于管径的 20 倍。

3.8.6 煤粉喷枪应符合下列规定:

1 煤粉喷枪宜采用位置可调、带逆止热风装置的斜插式结构。

2 煤粉喷枪前段应采用抗高温氧化和耐煤粉磨损材质。

4 富氧鼓风及氧气输送管线

4.0.1 高炉采用富氧鼓风时,鼓风含氧量应与喷吹煤粉量相适应,设计应将风口前理论燃烧温度控制在 $2100^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ 范围内。

4.0.2 氧气输送管线的设计必须严格执行现行国家标准《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》GB 16912 的有关规定。

4.0.3 氧气的加入方式可采用以下三种方式:

- 1 低压氧气从高炉鼓风机吸入口加入。
- 2 高压氧气从冷风放风阀前的冷风管道上加入。
- 3 高压氧气通过氧煤枪加入,设计必须采取经安全部门审核批准的安全措施。

5 建筑物、构筑物

5.0.1 高炉喷吹煤粉工程的建筑物、构筑物应符合下列规定：

1 高炉喷吹煤粉工程的厂房结构应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计规范》GB 50017、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《构筑物抗震设计规范》GB 50191 及相应高层结构规范的有关规定设计。

2 煤粉喷吹站、制粉间主厂房以及其他建筑物、构筑物的荷载应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定。

3 煤的储运、制粉和喷吹系统的建筑物、构筑物的火灾危险性分类、耐火等级及其构件的燃烧性能、耐火极限应符合现行国家标准《钢铁冶金企业设计防火规范》GB 50414 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

5.0.2 高炉喷吹煤粉工程的厂房建筑结构应符合下列规定：

1 烟气炉区域厂房宜采用敞开式。

2 煤的储运、制粉和喷吹系统的厂房可以采用敞开式、半封闭式或封闭式；封闭式厂房内应设有良好的机械通风设施并应防止粉尘积聚。

3 采用钢结构时宜采用敞开式。

5.0.3 煤的储运、制粉和喷吹系统采用封闭式厂房时，外墙装设的窗户应向大气方向泄压。

5.0.4 煤的储运建筑物的内墙应光滑、不积粉，应减小带式输送机的转运点处落煤高差，应有可靠的捕灰、抑尘装置，或设置水冲洗墙和地面的装置。

5.0.5 煤的储运、制粉和喷吹系统厂房内的平台、扶梯，除防爆门

排出口之上及有特殊要求的平台外,应采用栅格式平台、扶梯。

5.0.6 煤的储运、制粉和喷吹系统的厂房地面宜设水力清扫设施。

5.0.7 带式输送机通廊的人行道坡度超过 6° 时应设有防滑条,超过 12° 时应设踏步。

6 电气和仪表控制

6.1 一般规定

6.1.1 高炉喷吹煤粉工程应采用双路电源供电。

6.1.2 烟气炉厂房应按爆炸性气体环境危险场所 2 区设计。其电力装置的选型、布置及线路设计应符合现行国家标准《爆炸性气体环境用电气设备》GB 3836 和《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

6.1.3 对高炉喷吹煤粉工程中的厂房形成可燃性粉尘与空气混合的场所,室内爆炸和火灾危险环境区域划分应符合下列规定:

1 制粉和喷吹系统的设计在同时满足下列四项条件时,其厂房属形成可燃性粉尘与空气混合场所 22 区。

- 1) 厂房为敞开式或当厂房为封闭式,但装有良好的负压通风除尘系统;
- 2) 制粉为负压系统;
- 3) 所有储装煤粉的容器应具有气密性;
- 4) 设有可靠的程序控制及安全联锁控制系统,系统的启动及停机均按程序自动操作。

2 当制粉和喷吹系统的设计不能同时达到本条第 1 款四项条件时,其厂房属形成可燃性粉尘与空气混合场所 21 区。

3 制粉和喷吹系统电力装置的选型、布置及线路设计应符合现行国家标准《可燃性粉尘环境用电气设备》GB 12476 和《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058 中有关可燃性粉尘与空气混合物场所 22 区或 21 区的规定。

6.2 检测和控制要求

6.2.1 制粉和喷吹系统的主要操作参数应进行连续监测、记录，并将信号引至控制室。其系统的监测项目宜符合表 6.2.1 的规定。

表 6.2.1 制粉系统和喷吹系统的监测项目表

序号	监测内容	监测要求
料位监测		
1	原煤仓料位(即电子秤计量或料位计)	高、低料位报警
2	煤粉仓料位(即电子秤计量或料位计)	高、低料位报警
3	喷吹罐料位(即电子秤计量或料位计)	—
温度测量		
1	烟气炉炉膛温度	—
2	磨煤机入口烟气温度	—
3	磨煤机出口烟气和煤粉混合物温度	超限报警
4	煤粉仓温度	不少于 4 点,超限报警
5	喷吹罐温度	不少于 2 点,超限报警
6	热风炉烟气温度	—
7	布袋收粉器入口温度	—
8	布袋收粉器出口温度	—
9	自循环烟气温度	适用于烟气自循环流程
10	布袋箱体灰斗温度	—
气体成分(按烟煤或混合煤喷吹设计时)		
1	磨煤机入口气体含 O ₂ 和 CO	O ₂ 和 CO 含量高位声、光报警
2	布袋收粉器出口气体含 O ₂ 和 CO	O ₂ 和 CO 含量高位声、光报警
3	煤粉仓内气体含 O ₂ 和 CO	O ₂ 和 CO 含量高位声、光报警
压力测量		
1	烟气炉炉膛压力	—

续表 6.2.1

序号	监测内容	监测要求
2	磨煤机进、出口压力	—
3	布袋收粉器进、出口压差	—
4	喷吹罐罐顶压力	通过稳压系统控制
5	喷吹总管入口压力(或混合器出口压力)	—
6	分配器入口压力	—
7	压缩空气和氮气压力	—
8	自循环烟气压力	适用于烟气自循环流程
9	煤气压力	—
流量测量		
1	喷吹气体(二次补气)流量	—
2	喷吹罐充压及补压	—
3	喷吹罐、煤粉仓流化气体流量	—
4	热风炉烟气流量	—
5	磨煤机进口烟气流量	—
6	自循环烟气流量	适用于烟气自循环流程
7	喷吹总管煤粉流量	可根据实际情况决定
8	煤气流量	—

6.2.2 制粉系统设备的控制、连锁和信号应符合下列规定：

1 制粉系统设备启动、正常运行、非正常运行和停止运行的顺序控制。

2 原煤仓料位控制。

3 磨煤机出口可设温度自动调节；当温度达到高限值时，发出声光信号；高于警戒值时，停止向磨煤机供煤，切断制粉系统运行。

4 对于按惰性气氛设计的制粉系统，在热风炉烟气供应中断，系统含氧量达到 12% 时发出声光信号。

5 供煤中断,磨煤机出口温度超标,发出光声信号并切断磨煤机一次风进口热风阀门和打开热风放散阀门。

6 煤粉仓料位测量超限时发出光声信号。

7 磨煤机设备、布袋收粉器箱体和煤粉仓设有紧急充氮管道接口,当温度或含氧量超过设定值时,自动进入紧急充氮状态。

8 烟气炉区域应设置 CO 气体固定式监测装置和 CO 值高于预定值的报警信号。

6.2.3 喷吹系统设备的信号、连锁和控制应符合下列规定:

1 喷吹罐装煤过程的顺序控制。

2 喷吹罐启动喷吹过程的顺序控制。

3 对于按惰性气氛设计的喷吹系统,连锁和控制要求应满足本规范第 3.8.2 条第 2 款和第 3 款的要求。

4 当喷吹管输送气体压力低于设定压力时,自动切断喷吹系统喷煤通路。

5 喷吹罐罐顶压力自动控制。

6 喷吹气体的流量控制。

7 高炉采用氧煤喷枪时,每根喷枪前支管应设置安全保护装置,当氧气支管的压力小于或等于设定值时,应快速切断氧气管路,并从氧气切断阀后通入氮气,以避免热风倒流。

8 高炉喷煤量自动计量和校正。

7 能源介质

7.0.1 高炉喷吹煤粉系统要求所用压缩空气和氮气的压力应供应稳定。压缩空气宜单独设置喷煤专用空气压缩机组。

7.0.2 高炉喷吹煤粉系统要求喷吹所用压缩空气应经脱水、脱油处理。压缩空气含油不应大于 10ppm,露点温度应低于当地最低温度。

7.0.3 煤粉喷吹用气体宜设有加热装置。

7.0.4 高炉喷吹煤粉系统的氮气纯度应符合现行国家标准《工业氮》GB/T 3864 的有关规定。供应的氮气压力应为 0.8MPa~1.8MPa,中小高炉设计宜取低值,大型高炉设计取高值。

8 防火、安全、环保

8.0.1 高炉喷吹煤粉工程中的烟气炉、储运、制粉和喷吹系统的建筑物、构筑物的火灾危险性分类应符合下列规定：

- 1 敞开式和半敞开式厂房应为丙类。
- 2 封闭式厂房应为乙类。

8.0.2 干煤棚采用钢结构时,煤堆设计高度及以上 1.5m 范围内的钢结构应采取有效的防火保护措施,其耐火极限不应低于 1.0h。

8.0.3 烟气炉、制粉和喷吹系统厂房的疏散出口不应少于 2 个,应设置双安全通道。厂房内应设置足够的走梯和平台,并在平台地坪应设置水冲洗设施或其他清扫煤粉设施。

8.0.4 烟气炉、制粉和喷吹系统厂房周围应设消防车通道,厂房内应设消防水系统以及与消防站直通的报警电话。

8.0.5 高炉喷吹煤粉系统应设置高压或临时高压消防设施,其供水流量及水压应满足各层平台消防要求。

8.0.6 高炉喷吹煤粉系统的环境保护设计应符合现行国家标准《钢铁工业环境保护设计规范》GB 50406 的有关规定。

8.0.7 高炉喷吹煤粉系统外排废气含尘、含二氧化硫浓度应符合现行国家标准《工业炉窑大气污染物排放标准》GB 9078 的有关规定。

8.0.8 高炉喷吹煤粉系统生产和生活产生的废水控制应符合现行国家标准《钢铁工业水污染物排放标准》GB 13456 的有关规定。

8.0.9 高炉喷吹煤粉系统噪声控制应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 的有关规定。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《钢结构设计规范》GB 50017
- 《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058
- 《构筑物抗震设计规范》GB 50191
- 《钢铁工业环境保护设计规范》GB 50406
- 《钢铁冶金企业设计防火规范》GB 50414
- 《高炉工艺设计规范》GB 50427
- 《高炉喷吹烟煤系统防爆安全规程》GB 16543
- 《钢制压力容器》GB 150
- 《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》GB 16912
- 《脱脂工程施工及验收规范》HG 20202
- 《爆炸性气体环境用电气设备》GB 3836
- 《可燃性粉尘环境用电气设备》GB 12476
- 《工业氮》GB/T 3864
- 《工业炉窑大气污染物排放标准》GB 9078
- 《钢铁工业水污染物排放标准》GB 13456
- 《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348

中华人民共和国国家标准

高炉喷吹煤粉工程设计规范

GB 50607 - 2010

条文说明

制 订 说 明

本规范是根据原建设部《关于印发〈2007年工程建设国家标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标函〔2007〕126号)的要求,由中冶京诚信息技术有限公司会同有关单位共同编制完成的。

本规范编制过程中严格遵循以下编制原则:严格贯彻执行国家钢铁产业发展政策的有关规定,以及相关的法律、法规及方针政策;认真研究国内外已有的先进技术、科技成果和先进标准;深入了解生产单位的实际情况,广泛收集生产单位的意见和建议;积极采用行之有效的新工艺、新技术,体现高效、低耗、节能、环保的原则,做到技术先进、经济合理、安全实用。

本规范编制工作从2007年8月启动,历经两年多时间完成。期间主要完成工作包括筹建编制组、编制工作大纲、征求意见稿、送审稿、报批稿等。

编制组筹建在中国冶金建设协会组织下完成,考虑到该规范是我国第一部高炉喷吹煤粉设计规范,为使规范具有先进性、可操作性、可实施性,编制组由6家钢铁设计研究单位和3家钢铁企业组成。在设计单位选择上,重点考虑所选单位具有丰富的设计经验。在钢铁企业选择上,重点考虑企业规模大小、喷煤实践效果等具有代表性钢铁企业。

征求意见稿编制是各起草单位按照《编制大纲》的工作分工,开展了广泛的调研,在充分调查研究基础上,收集有关资料,分别完成了《高炉喷吹煤粉工程设计规范》的分工部分的初稿。主编单位将各起草单位提供的初稿汇总在一起,形成征求意见稿的初稿,并将电子版发往各参编单位互审。各参编单位安排本单位资深专

家认真把关,提出了许多宝贵意见。主编单位汇总各参编单位的审核意见后形成了征求意见稿的初稿。通过编制组召开的一次编制会议,对该初稿进行了充分的讨论和修改补充,同时又再一次广泛征求意见,主编单位整理汇总各编写单位的修改稿,形成了规范的征求意见稿。

征求意见稿由国家工程建设标准化信息网在网上发布征求意见,同时用信函方式邀请参编单位以外的设计单位、钢铁协会、企业有关专家对条文进行审查。编制组对征求意见阶段返回的 30 多条建议和意见进一步论证、达成共识,对规范中相关条文进行修改,最终形成送审稿。

送审稿由中国冶金建设协会组织召开审查会,邀请参编单位以外的钢铁企业、钢铁行业设计单位、大学等单位的 10 名专家进行评审,编制组对专家评审意见进行论证、确认,完善规范条文,形成报批稿。

本规范是我国第一部高炉喷吹煤粉工程设计规范,总结了我国 50 多年来高炉喷吹煤粉工程设计的主要经验。该规范的出台,将填补我国高炉喷吹煤粉工程设计规范的一项空白;将促进高炉喷吹煤粉工程设计的科学化和规范化,提高高炉喷吹煤粉工程设计质量和水平,以适应现代化钢铁企业建设的需要,必将产生巨大的社会效益。

鉴于本规范是初次编制,内容是否齐全、条文是否具有可操作性、先进性、约束性等,都需要在执行中证实和完善。因此,及时跟踪了解规范使用情况,为完善、修订规范,搜集第一手资料是今后的主要工作。

为了在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,编制组编写了《高炉喷吹煤粉工程设计规范》条文说明。本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(35)
2	术 语	(37)
3	工艺和设备	(42)
3.1	一般规定	(42)
3.2	煤和煤粉特性、煤种的要求	(45)
3.3	高炉喷吹用煤的质量要求	(46)
3.4	高炉喷吹煤粉量	(47)
3.5	高炉喷吹对煤粉粒度及水分的要求	(48)
3.6	干煤棚、原煤的运输和储存	(49)
3.7	制粉系统	(49)
3.8	喷吹系统	(55)
4	富氧鼓风及氧气输送管线	(64)
5	建筑物、构筑物	(66)
6	电气和仪表控制	(67)
6.1	一般规定	(67)
6.2	检测和控制要求	(68)
7	能源介质	(69)
8	防火、安全、环保	(70)

1 总 则

1.0.1 本条规定了制定本规范的目的和意义

1 在我国,第一个高炉喷吹煤粉试验始于1963年。随着喷煤技术的不断发展与完善,高炉喷煤已经在我国大中小高炉上得到了推广应用。直至目前,它已经是我国高炉不可缺少的提高生产效率、节约能耗、减少环境污染并用廉价的动力煤代替昂贵的冶金焦的重大技术措施。按照我国的产业政策,今后,尚有大量的高炉及喷煤系统需要进行技术改造。本规范的制订对于推动喷煤技术的发展,确保新的或改造的高炉喷吹煤粉工程设计达到资源的合理利用、经济效益的提高和安全生产的目的具有重要的现实意义。

2 近年来,随着技术的发展出现了新的煤粉制备流程,例如,烟气自循环流程的应用,既保证了系统的安全操作,又节约了大量的投资。原有一些操作规程难以适应烟气自循环流程的实施,有必要对其进行必要的补充。

3 合理的设备选型是工程设计的重要课题,它对于系统的安全、正常运行和节约投资关系很大,因此,对于影响主要设备选型的工艺参数加以规范是十分必要的。

4 近年来,我国的喷煤技术已经开始走向世界,没有自己的技术规范,在技术出口的谈判、签约和执行合同过程中都是很困难的。本规范的编制将为推动我国喷煤技术走向国外市场以及加强与国外的技术交流创造良好的条件。

5 本规范在编制过程中,在全面总结我国多年来高炉喷吹煤粉工程设计的实践经验的基础上,着重研究了以下内容:

1)对于高炉喷吹煤粉工程的工艺和设备,富氧鼓风及氧气输

送管线,建筑物、构筑物,电气和仪表控制,能源介质,防火、安全和环保等内容作出相应的规定;

2)制粉系统除了包括传统流程外,还纳入了近年来新出现的烟气自循环制粉流程以及混合喷吹等相关内容;

3)参照相关现行国家标准并结合设计和生产的实际情况,对于高炉喷吹煤粉工程所属的爆炸性气体环境和可燃性粉尘环境作出了区域划分;

4)对于煤粉仓和喷吹罐的设计压力提出了符合我国实际情况的规定。

1.0.2 本规范适用范围

本规范适用于新建、改建和扩建高炉喷吹煤粉工程的设计,也适用于熔融还原炉的喷吹煤粉工程的设计,不适合于原煤场内原煤储运设施的设计。

熔融还原是近年发展起来的非高炉炼铁装置。尽管熔融还原的流程是多种多样的,但其熔融气化炉所需的部分燃料是通过气力输送的方法吹入炉内的。本规范将烟气自循环流程纳入其中后,完全可以适应熔融还原炉喷吹煤粉系统的需要。

1.0.4 本规范是针对高炉喷吹煤粉工程设计编制的,具有很强的针对性,因此,凡在本规范中有明确规定的,应执行本规范的规定。但是,高炉喷吹煤粉工程设计涉及的专业面很广,对于公用专业所涉及的标准、规范不再作重复规定,设计中同样应参照执行。

2 术 语

2.0.1 高炉喷吹煤粉工程

高炉喷吹煤粉工程的范围包括从原煤进入干燥棚后的原煤储运、煤粉制备、煤粉喷吹以及与此相关的土建结构、能源介质供应和其他辅助设施,不包括原煤场内原煤的储运设施。

2.0.2 烟气直排式制粉系统

进入磨煤机供干燥和输送用的气体由烟气炉燃烧的烟气和热风炉烟气(或空气)组成,并经布袋收粉器和主排烟风机等设备后全部排往大气的煤粉制备系统。

烟气直排式制粉系统流程如图 1。

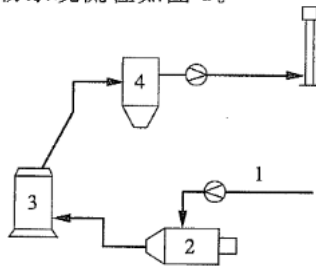


图 1 烟气直排式制粉系统流程示意图

1—热风炉烟气;2—烟气炉;3—磨煤机;4—布袋收粉器

2.0.3 烟气自循环式制粉系统

进入磨煤机供干燥和输送用的气体由烟气炉燃烧的烟气供给,并经布袋收粉器和主排烟风机等设备后只有一部分排往大气,其余部分返回磨煤机重复使用的制粉系统。

在采用烟气自循环流程时,系统内应实现热量的平衡、干燥输送气体量的平衡、氧气量的平衡以及含湿量的平衡。

烟气自循环式制粉系统流程如图 2。

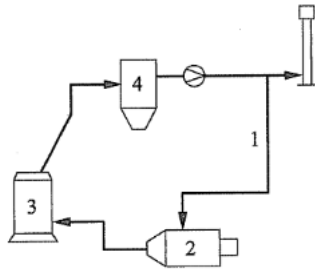


图2 烟气自循环式制粉系统流程示意图

1—自循环烟气；2—烟气炉；3—磨煤机；4—布袋收粉器

2.0.4 直接喷吹系统

制粉系统和喷吹系统合建在一个厂房内，细磨后的煤粉直接进入煤粉仓内，然后再经煤粉仓相连接的喷吹罐以气力输送的方式从风口吹入高炉，其流程如图3。

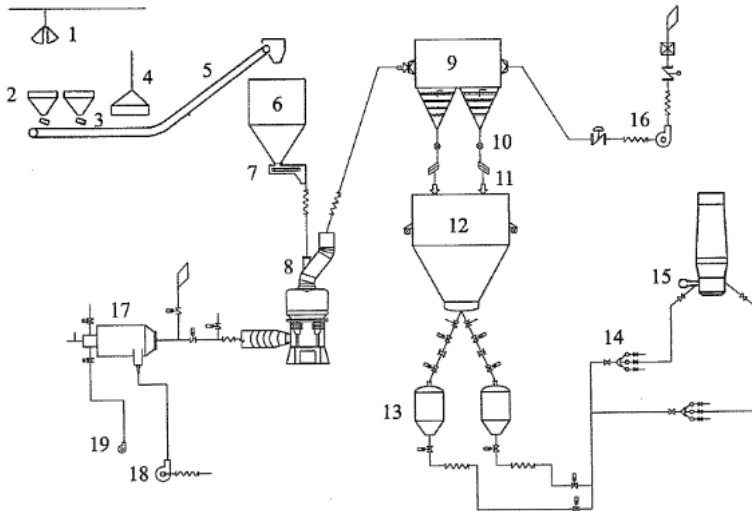


图3 直接喷吹系统工艺流程示意图

1—抓斗起重机；2—配煤斗；3—给煤机；4—除铁器；5—大倾角胶带机；
6—原煤仓；7—封闭式自动称重给煤机；8—磨煤机；9—布袋收粉器；10—锁气器；
11—煤粉筛；12—煤粉仓；13—喷吹罐；14—煤粉分配器；15—煤粉喷枪；
16—主排烟风机；17—烟气炉；18—热风炉烟气引风机；19—助燃风机

2.0.5 间接喷吹系统

制粉系统和喷吹系统的设施分两处建设。细磨后的煤粉先用仓式泵或其他设备通过气力输送的方式送至喷吹站的煤粉仓和喷吹罐内,然后再经与煤粉仓相连接的喷吹罐以气力输送的方式将煤粉从风口吹入高炉,其流程如图 4。

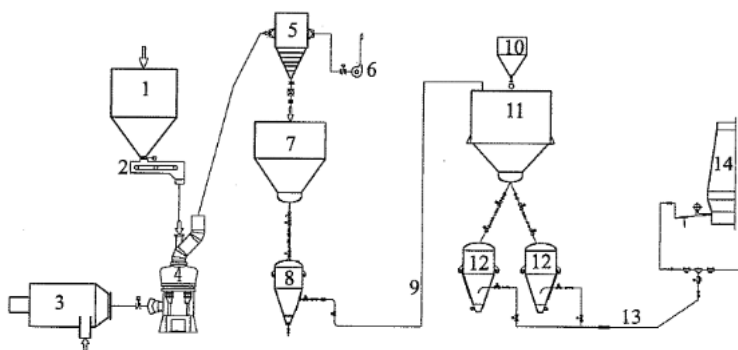


图 4 间接喷吹系统工艺流程示意图

- 1—原煤仓;2—密闭给煤机;3—烟气炉;4—磨煤机;
- 5—布袋收粉器;6—主排烟风机;7—煤粉仓;
- 8—仓式泵;9—输煤管道;10—仓顶布袋除尘器;
- 11—煤粉仓;12—喷吹罐;13—喷吹管道;14—高炉

2.0.6 串罐喷吹方式

2 个煤粉罐以上下串联方式连接。下罐为喷吹罐,始终处在有压状态向高炉喷吹煤粉。上罐作为储煤罐,在常压状态下,接受来自煤粉仓的煤粉。当喷吹罐的煤粉量降低到低料位时,将上罐充压,并与喷吹罐的压力达到均衡状态时,将煤粉加入到喷吹罐中,实现煤粉的连续喷吹,其流程如图 5。

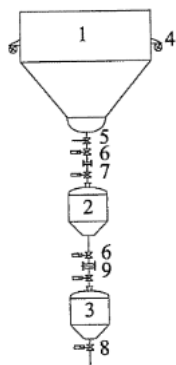


图 5 串罐喷吹方式的示意图

1—煤粉仓；2—上罐；3—喷吹罐；4—称量元件；5—手动阀；
6—气动阀；7—软联接；8—控制阀；9—压力自平衡金属波纹补偿器

2.0.7 并罐喷吹方式

喷吹系统设置 2 个或 2 个以上并列布置的喷吹罐。每个喷吹罐以喷吹—装煤—待喷的程序交替工作，其流程如图 6。

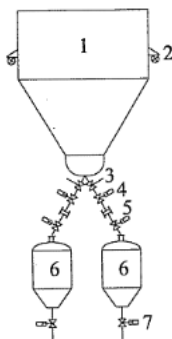


图 6 并罐喷吹方式的示意图

1—煤粉仓；2—称量元件；3—手动阀；4—气动阀；
5—软联接；6—喷吹罐；7—控制阀

2.0.8 多支管输送

从喷吹罐至高炉风口之间煤粉气力输送管线为多数目,所有管线的端部直接与喷煤枪相连。一些高炉采用的1根气力输送管线对2个风口的情况也属于多支管输送。

2.0.9 总管输送

从喷吹罐至高炉炉前之间的煤粉气力输送管线只有1条或2条,该输送管与分配器入口相连,分配器出口数目与所需喷吹的风口数目相等并与喷煤枪相连。一座高炉采用2根煤粉气力输送管线和2个分配器入口相连者也属于总管输送。

2.0.10 混合喷吹

2种或2种以上的低挥发分煤与高挥发分煤按一定的比例混合经磨细后喷入高炉。

3 工艺和设备

3.1 一般规定

3.1.1 本条为强制性条文。高炉广泛采用喷吹煤粉技术是在 20 世纪 70 年代之后。高炉喷吹煤粉不仅可以用廉价的动力煤代替昂贵的冶金焦,而且对于合理利用资源、提高高炉生产效率、降低工序能耗和减小环境污染都具有十分重要的意义。因此,新建或改造的高炉必须设置喷煤设施。

3.1.2 高炉喷吹煤粉后,冶炼行程的突出变化是风口前燃烧带的温度降低和炉腹煤气量增加。提高高炉风温,可以提高高炉风口前燃烧带的温度,而富氧鼓风既可以提高高炉风口前燃烧带的温度,又可以减少炉腹煤气量,因此,喷吹煤粉的同时采用高风温和富氧鼓风,便有效地补偿喷吹燃料给高炉行程带来的负面影响。因此,高炉在喷吹燃料的同时采用高风温和富氧鼓风将会得到更加良好的效果。

3.1.3 关于煤种选择原则的说明

现行国家标准《中国煤炭分类》GB 5751 是根据煤化程度及工艺性质两种参数进行技术分类的,它是以加工利用为目的。我国煤炭分类总表、无烟煤的分类表和烟煤的分类表如下:

1 煤炭分类总表。煤炭分类总表见表 1。在煤炭分类总表中,根据煤化程度参数来区分无烟煤、烟煤和褐煤。煤化程度参数采用干燥无灰基挥发分 V_{daf} 作为指标。当挥发分 $V_{daf} > 37.0\%$ 、 $G < 5$ 时,再用透光率 PM (煤样与稀硝酸反应后产生的有色溶液对一定波长的光透过的百分率)来区分烟煤与褐煤, $PM > 50.0\%$ 为烟煤。

表 1 煤炭分类总表

类别	符号	数 码	分类指标	
			$V_{daf}(\%)$	$PM(\%)$
无烟煤	WY	01, 02, 03	≤ 10.0	—
烟 煤	YM	11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 41, 42, 43, 44, 45, 46	> 10.0	
褐煤	HM	51, 52	> 37.0	≤ 50.0

2 无烟煤的分类。无烟煤是变质程度最高的煤,采用干燥无灰基挥发分 V_{daf} 和干燥无灰基氢含量 H_{daf} 两个指标作为表征煤化程度参数,以此来区分无烟煤 3 个小类,无烟煤的分类表见表 2。

表 2 无烟煤的分类

类别	符号	数 码	分类指标	
			$V_{daf}(\%)$	$H_{daf}(\%)$
无烟煤一号	WY 1	01	0~3.5	0~2.0
无烟煤二号	WY 2	02	$> 3.5 \sim 6.5$	$> 2.0 \sim 3.0$
无烟煤三号	WY 3	03	$> 6.5 \sim 10.0$	> 3.0

3 烟煤的分类。采用煤化程度和工艺性质两个参数来确定烟煤的类别(牌号),烟煤的分类表见表 3。表征烟煤煤化程度的指标采用干燥无灰基挥发分 V_{daf} ;表征烟煤工艺性质的指标采用粘结性,并根据粘结性的大小不同,以粘结指数 G 为主、并辅以胶质层最大厚度 Y 或奥亚膨胀度 b 指标,来确定烟煤的类别。

表 3 烟煤的分类

类别	符号	数码	分类指标			
			$V_{daf}(\%)$	G	$Y(\text{mm})$	$b(\%)$
贫煤	PM	11	$> 10.0 \sim 20.0$	≤ 5		
贫瘦煤	PS	12	$> 10.0 \sim 20.0$	$> 5 \sim 20$		
瘦煤	SM	13	$> 10.0 \sim 20.0$	$> 20 \sim 50$		
		14	$> 10.0 \sim 20.0$	$> 50 \sim 65$		

续表 3

类别	符号	数码	分类指标			
			$V_{daf}(\%)$	G	$Y(\text{mm})$	$b(\%)$
焦煤	JM	15	>10.0~20.0	>65*	≤25.0	(≤150)
		24	>20.0~28.0	>50~65		
		25	>20.0~28.0	>65*	≤25.0	(≤150)
肥煤	FM	16	>10.0~20.0	(>85)*	>25.0	(>150)
		26	>20.0~28.0	(>85)*	>25.0	(>150)
		36	>28.0~37.0	(>85)*	>25.0	(>220)
1/3焦煤	1/3JM	35	>28.0~37.0	>65*	≤25.0	(≤220)
气肥煤	QF	46	>37.0	(>85)*	>25.0	(>220)
气煤	QM	34	>28.0~37.0	>50~65		
		43	>37.0	>35~50		
		44	>37.0	>50~65		
		45	>37.0	>65*	≤25.0	(≤220)
1/2中粘煤	1/2ZN	23	>20.0~28.0	>30~50		
		33	>28.0~37.0	>30~50		
弱粘煤	RN	22	>20.0~28.0	>5~30		
		32	>28.0~37.0	>5~30		
不粘煤	BN	21	>20.0~28.0	≤5		
		31	>28.0~37.0	≤5		
长焰煤	CY	41	>37.0	≤5		
		42	>37.0	>5~35		

注：* 当烟煤的粘结指数测值 G 小于或等于 85 时，用干燥无灰基挥发分 V_{daf} 和粘结指数 G 来划分煤类。当烟煤的粘结指数测值 G 大于 85 时，则用干燥无灰基挥发分 V_{daf} 和胶质层最大厚度 Y ，或用干燥无灰基挥发分 V_{daf} 和奥亚膨胀度 b 来划分煤类。

根据上述煤炭分类，喷吹用煤应属于：无烟煤；烟煤中的贫煤、不粘煤、长焰煤以及贫瘦煤和粘结性指数不大于 40 的弱粘煤。

3.1.4 关于混合喷吹的说明

国内外喷煤的实践表明，喷吹任何一种单一煤种的效果都不如混合喷吹，将烟煤和无烟煤混喷（按挥发分 20%~22% 配煤，不

超过 25%)，取得了良好的效果，表现为燃烧率明显提高，置换比上升。

实际上，我国许多高炉喷吹煤粉工程长期采用无烟煤和烟煤混合后喷吹，不仅充分利用了煤炭资源，也提高了喷煤效率和操作安全性。因此，在规范中作了“应根据当地煤炭资源的实际情况，可采用混合煤喷吹，也可单独喷吹无烟煤或烟煤”的规定。

3.1.5 高炉喷煤设施的平面布置应尽可能靠近高炉，并将煤粉制备系统与喷吹站合建在一起，实现直接喷吹。目的在于简化喷吹系统流程、节约能耗、节约投资以及便于管理。

3.2 煤和煤粉特性、煤种的要求

3.2.1 本条规定喷吹煤粉系统设计应掌握关于煤和煤粉特性的原始数据情况。

1 对于没有工程使用经验的新煤种应全面收集：工业分析（水分、灰分、挥发分、固定碳）；灰分熔点和灰分成分分析；元素分析（碳、氢、氧、氮和硫）；可磨性指数；低位发热量；煤粉的爆炸性；煤的粘结性指数；煤的燃烧性和反应性；煤粉流动性；煤粉着火温度。

2 对于以往工程中已使用且未发现特殊问题的常用煤种可仅收集：工业分析（水分、灰分、挥发分、固定碳）；灰分熔点和灰分成分分析；元素分析（碳、氢、氧、氮和硫）、低位发热值及可磨性系数。

3.2.2 对有爆炸和自燃特性的煤补充收集的资料作如下说明：

1 爆炸指数。根据现行国家标准《粉尘防爆术语》GB/T 15604 的定义：

煤粉云最大爆炸压力 P_{\max} ——在规定容积和点火能量下，煤粉云中粉尘浓度范围内，不同浓度值对应的所有爆炸压力峰的最大值。

煤粉最大爆炸压力上升速率 $\left(\frac{dp}{dt}\right)_{\max}$ ——在规定的容积和点火能量下,爆炸产生最大爆炸压力时的压力-时间上升曲线的斜率的最大值。

最大爆炸指数——在密闭容器中,给定的煤粉爆炸时,产生的最大爆炸压力上升速率与爆炸容积的立方根乘积为一常数,这个常数称为煤粉的爆炸指数,即 $K_{\max} = \left(\frac{dp}{dt}\right)_{\max} V^{\frac{1}{3}}$ 。

它们的测定方法见现行国家标准《粉尘云最大爆炸压力和最大上升速率测定方法》GB/T 16426。

2 自燃倾向高的煤种。根据电力行业标准《火力发电厂煤和制粉系统防爆设计技术规程》DL/T 5203,作如下说明:

煤自燃倾向性——表征煤自燃难易的特性。煤的自燃倾向性与煤的吸氧量、含水量、全硫含量以及粒度等特性有关。煤的自燃倾向性根据煤的吸氧量和全硫含量不同,可分为如表 4 所示的三个等级。

表 4 煤自燃倾向性分类表

自燃倾向性等级	自燃倾向性	煤的吸氧量(cm^3/g)(干煤)		全硫含量(仅用于高硫煤、无烟煤类)(%)
		褐煤、烟煤类	干燥无灰基挥发分 $\leq 18.0\%$ 的高硫煤、无烟煤类	
I	易自燃	≥ 0.71	> 1.00	> 2.00
II	自燃	$0.41 \sim 0.70$	≤ 1.00	≥ 2.00
III	不易自燃	≤ 0.40	≥ 0.80	< 2.00

3.3 高炉喷吹用煤的质量要求

3.3.1 现行国家标准《高炉炼铁工艺设计规范》GB 50427 中,对于高炉喷吹用煤的质量提出了如下要求:高炉喷吹用煤应根据各地资源条件,选择灰分低、含硫少、可磨性能好的煤作为喷吹煤。喷吹煤质量应满足表 5 的要求。

表 5 喷吹煤质量要求

炉容级别(m ³)	1000	2000	3000	4000	5000
灰分 A _{ad}	≤12%	≤11%	≤10%	≤9%	≤9%
含硫 S _{1,ad}	≤0.7%	≤0.7%	≤0.7%	≤0.6%	≤0.6%
可磨性指数 HGI	≥50	≥50	≥50	≥50	≥50

3.3.2 为了防止喷吹煤粉在风口和喷枪结焦,对煤的胶质层厚度要求越薄越好。考虑到在保证正常生产的前提下尽可能扩大喷吹煤种,因而提出了胶质层厚度不应大于 10mm 的要求。

3.3.4 由于煤粉在风口前燃烧的时间很短,要求“煤的燃烧性能良好,着火温度低,反应性强”是必要的。

3.4 高炉喷吹煤粉量

3.4.1 高炉喷吹煤粉量应根据原料、燃料、风温、富氧和鼓风含湿等条件确定,喷吹量要适当,喷入煤粉的碳素要尽量得到有效利用,提高置换比。

根据现行国家标准《高炉炼铁工艺设计规范》GB 50427 的相关要求选定,高炉喷煤量与富氧率有关。当采用自然湿度或加湿鼓风,热风温度 1050℃~1100℃时可采用规范表 3.4.1 中的下限值。当焦炭强度高、渣量低,并采用脱湿鼓风,热风温度 1200℃~1250℃,炉顶压力超过 0.2MPa 的情况下可采用规范表 3.4.1 中的上限值。当富氧率≤3%时,均按此选定。

3.4.2 根据不同的冶炼条件,通过计算风口前的理论燃烧温度值的方法来选定喷煤量。这种方法只是在冶炼条件超出上述范围(即富氧率≥3%,风温≥1250℃)时采用。选取风口前理论燃烧温度 2100℃±50℃是为了获得较高的置换比。

3.4.3 为了有利于维持较高的煤焦置换比和控制喷煤系统的建设投资,在确定的高炉喷煤量的基础上留适当的富余,但最大喷煤量不宜大于 250kg/tHM。

3.5 高炉喷吹对煤粉粒度及水分的要求

3.5.1 目前,国内外高炉喷吹煤粉的粒度要求有两类:一类是绝大多数国家的高炉喷吹粉煤;另一类是以英钢联为代表的少数高炉喷吹粒煤(2mm 的粒度在 95%以上)。

1 本规范推荐采用粉煤喷吹的理由:

1)煤粉在风口前燃烧的时间很短,细粒粉煤有利于在风口区迅速燃烧;

2)国内绝大部分高炉喷吹粉煤已有优异的业绩;

3)适用粒煤喷吹的煤种有严格理化指标要求;

4)根据国外喷吹粒煤操作指标,需要高富氧条件。

以英国维多利亚女王号高炉(1537m³)为例,该高炉于 1983 年开始采用粒煤喷吹,煤的粒度上限 2mm~3mm,表 6 所列是 1992 年 1 月~2 月焦比最低期间的操作指标情况。从表中数据可以看出,采用粒煤喷吹时,要实现 200kg/tHM 左右的喷煤量,富氧率的水平要达到约 8%。

表 6 维多利亚女王号高炉 1992 年 1 月~2 月操作指标

日期	1.11	1.18	1.25	2.1	2.8	2.15
产量(t/d)	3532	3538	3547	3605	3479	3324
作业率(%)	99.95	99.30	99.90	100	98.60	98.60
利用系数 [t/(m ³ ·d)]	2.29	2.30	2.31	2.35	2.26	2.16
冶金焦(kg/t 铁)	283	284	266	265	264	280
焦丁(kg/t 铁)	19	20	21	20	20	21
粒煤(kg/t 铁)	183	189	213	205	208	205
风量(km ³ /h)	121.0	122.7	126.0	134.3	125.8	120.8
富氧率(%)	8.0	7.8	8.2	8.0	7.9	7.9
风温(°C)	1132	1136	1140	1129	1103	1108
湿分(g/m ³)	30	25	18	19	15	22

2 过去我国高炉喷吹单一煤种时,要求喷吹煤粉的粒度小于200网目(0.074mm)的应大于80%。随着高炉喷煤技术的发展,对于煤粉粒度要求有放宽的趋势,以宝钢为例,2004年高炉喷吹煤粉的实际粒度如表7。

表7 2004年宝钢煤粉粒度

网目	<50	50~100	100~200	200~325	>325
所占比例	1.3%	16.9%	63.1%	16.2%	2.4%

3 欧洲一些国家以0.09mm代替200网目,要求粒度大于0.09mm(R_{90})的应小于20%。近年来,我国也逐渐以此来衡量煤粉的细度。

本规范根据上述实际生产情况,对煤粉粒度要求作了调整,即煤粉细度 $R_{90}=20\% \sim 25\%$ 。

3.5.2 国内采用烟气自循环流程的喷煤系统控制煤粉含水量1.5%时,系统工作正常。因此,在规范中规定煤粉含水量不应大于1.5%。

3.6 干煤棚、原煤的运输和储存

3.6.1 高炉喷吹煤粉系统应设置干煤棚,干煤棚的位置可根据总图布置的实际情况确定。配煤设施推荐在干煤棚内设置。配煤设施的设计应能适应多种煤进行混合的要求。

3.6.2 干煤棚内原煤的贮存量一般按5d~10d的用量考虑,大型钢铁企业取下限,中小型钢铁企业取上限。厂区原料场有贮煤设施时干煤棚内贮存天数可适当减少。

3.6.3 对于自燃倾向高的煤种,在干煤棚内除操作应经常倒运外,设计应设防止原煤自燃的打水降温装置。

3.7 制粉系统

3.7.1 制粉系统流程

1 本规范中按磨制原煤种类不同的要求,将制粉系统分为非

惰性干燥气系统和惰性干燥气系统两类。非惰性干燥气系统只适用于无烟煤,惰性干燥气系统适用于混合煤和烟煤。通过采用惰性干燥气降低系统中氧含量来防止系统达到煤粉爆炸条件。

2 本规范在惰性干燥气系统中除了传统的烟气直排式流程外,还增加了烟气自循环流程有关内容。烟气自循环流程适用于引热风炉烟气困难或没有热风炉烟气利用的惰性干燥气系统工程项目。

20世纪90年代初,国外一些高炉喷煤系统开始采用烟气自循环流程。2000年以后,我国一些高炉的喷煤系统也陆续采用该流程。

烟气自循环流程分两种形式:带脱水装置和不带脱水的自循环工艺。

带脱水装置的烟气自循环流程的循环烟气要经过脱水后再返回磨煤机,需要增加一套换热器和循环水冷却装置,热量利用效率低。

不带脱水装置的自循环流程简单,在我国的德龙钢铁公司、济源钢铁公司和南京钢铁公司高炉喷煤工程都采用了不带脱水装置的烟气自循环流程。煤粉含水量可以控制在1.5%左右,喷吹系统工作正常。鉴于采用烟气自循环流程的惰性干燥气的制粉系统在国内已有成功的实践。本规范推荐采用不带脱水装置的自循环流程。条文中所指的烟气自循环流程均为不带脱水装置的自循环流程。

5 制粉系统采用一级负压布袋收粉系统是指系统中不设置粗粉分离器、细粉分离器和旋风除尘器等分离设备。主排烟风机布置在布袋收粉器之后,保证系统处于负压状态下工作。

3.7.2 按惰性干燥气设计的系统必须满足下列要求:

为了避免制粉系统出现爆炸的可能,保证运行安全,结合高炉喷吹煤粉的实际情况,本规范对惰性气氛的最高允许氧含量(体积百分数%)作了如规范表3.7.2的规定。

为了保证制粉系统安全,对于细磨混合煤的制粉系统磨煤机一次风入口干燥介质的含氧量一般控制在4%~6%,达到该范围可保证系统末端含氧浓度控制在小于12%。对于设有连续充氮惰化制粉系统,磨煤机一次风入口干燥介质含氧量可略有提高。

3.7.3 烟气炉

1 推荐采用高炉煤气作为烟气炉的燃料,不推荐以煤炭作为燃料。备用少量的焦炉煤气或天然气作为引火及正常生产时保火的辅助燃料,以防止因高炉煤气发热值低而出现脱火现象。

2 控制烟气炉炉膛温度,有利于提高烟气炉使用寿命。

3 烟气炉系统应设置氮气或蒸汽吹扫点,以吹扫煤气管道和烟气炉内残余煤气。

3.7.4 原煤仓

原煤仓的有效贮存量一般应达到磨煤机4h~8h生产要求,是为了适应原煤运输系统采用普通胶带运输机的检修时间而规定的。对于自燃倾向高的煤种,尽可能取下限,当原煤运输系统采用大倾角或垂直胶带输送机时,有效贮存量可根据实际情况加大。

3.7.5 磨煤机

1 磨煤机的出口温度对于烟气直排式流程应参照原煤的干燥无灰基挥发分的含量来确定;对于烟气自循环流程,确定磨煤机出口最高温度95℃~105℃是国内外高炉的实际操作数据。

2 磨煤机的产量应按它的实际出力来确定。磨煤机的实际出力是根据实际生产的原煤可磨性系数、煤粉细度和原煤水分以及其他因素对所选磨机的标准出力按式(1)进行修正以后的产量。

$$Q=Q_s \times f_1 \times \dots \times f_i \quad (1)$$

式中: Q ——磨煤机的实际出力;

Q_s ——磨煤机的标准出力;

$f_1 \dots f_i$ ——哈氏可磨度、煤粉细度、原煤水分、后期出力以及其他因素的修正系数。

磨煤机实际出力的修正系数项目和数值可以参照磨煤机制造厂的有关资料确定。

3 由于在高炉喷煤量中已经考虑了富余量,磨煤机不再考虑富余量,只考虑其作业率对于它的影响。

4 磨煤机出口温度与磨煤机和布袋收粉器设备安全运行有关,是制粉系统操作的重要参数,系统设计必须重视。本条确定参照电力行业制粉系统设计要求和钢铁企业制粉系统安全操作经验提出。

3.7.6 布袋收粉器

布袋收粉器的布袋过滤面积根据实际工况条件按式(2)计算:

$$A = \frac{(V_{mfo} + V_{bl}) \times \left(\frac{273 + t_{bfi}}{273} \right) \times \left(\frac{101325}{101325 - P_{bfi}} \right)}{60V_{bf}} \quad (2)$$

式中: A ——布袋总面积(m^2);

V_{mfo} ——磨煤机出口烟气体量(Nm^3/h);

V_{bl} ——漏入布袋收粉装置气体量(Nm^3/h);

t_{bfi} ——布袋入口烟气温度($^{\circ}C$);

P_{bfi} ——布袋入口烟气负压绝对值(Pa);

V_{bf} ——通过布袋烟气实际流速(m/min),建议取0.6~1.0。

3.7.7 主排烟风机

主排烟风机应按满足磨煤机最大台时产量要求的工况风量和全压值进行选择。当主排烟风机的设计条件是标准状态时,应根据实际的工况进行相应的折算。

1 主排烟风机入口烟气的工况风量可按式(3)折算。

$$V = K_1 \times V_B \times \frac{273 + t}{273} \times \frac{101325}{101325 - \Delta P_R} \quad (3)$$

式中: V ——主排烟风机入口烟气工况风量(m^3/h);

K_1 ——风量备用系数, $K = 1.05 \sim 1.10$ 。

V_B ——主排烟风机入口烟气标准状态流量(Nm^3/h);

t ——主排烟风机入口烟气温度(°C)；

ΔP_R ——主排烟风机入口前系统全部阻损之和(Pa)；

2 主排烟风机的全压值按式(4)方法进行计算。

要求的主排烟风机计算的全压值 P_q^0 等于入口负压和出口正压绝对值之和：

$$P_q^0 = \Delta P_R + \Delta P_c \quad (4)$$

式中： P_q^0 ——主排烟风机计算全压值(Pa)；

ΔP_R ——主排烟风机入口烟气阻损的绝对值(Pa)；

ΔP_c ——主排烟风机出口烟气管线阻损(Pa)。

主排烟风机入口烟气阻损计算按式(5)，主排烟风机出口烟气管线阻损按式(6)计算：

$$\Delta P_R = \Delta P_{mi} + \Delta P_m + \Delta P_{mot} + \Delta P_b + \Delta P_{iqo} + \Delta P_{mfin} \quad (5)$$

$$\Delta P_c = \Delta P_s + \Delta P_{mfot} \quad (6)$$

式中： ΔP_{mi} ——磨煤机入口烟气负压绝对值(Pa)；

ΔP_m ——磨煤机阻损(Pa)；

ΔP_{mot} ——磨煤机出口至布袋收粉器烟气管道(包括垂直管道)阻损(Pa)；

ΔP_b ——布袋收粉器阻损(Pa)；

ΔP_{iqo} ——机后流量计阻损(Pa)；

ΔP_{mfin} ——主排烟风机入口烟气管道阻损(Pa)；

ΔP_s ——消声器阻损(Pa)；

ΔP_{mfot} ——主排烟风机出口烟气管道阻损(Pa)。

在选用主排烟风机时，应考虑制造厂一般是按一个标准大气压和一定温度时的空气密度进行风机设计的，而风机的使用条件与此存在差距，因此主排烟风机的工况全压还应按式(7)进行以下校核。

$$P_q = K_2 \times P_q^0 \times \frac{\rho_z}{\rho_0} \times \frac{273+t}{273} \times \frac{101325}{p} \quad (7)$$

式中： K_2 ——风压备用系数， $K_2 = 1.15 \sim 1.20$ ；

- P_q^0 ——主排烟风机计算全压值(Pa);
- ρ_z ——主排烟风机按一个标准大气压和一定温度(例如:温度 70℃)计算时的空气密度(g/m³);
- ρ_0 ——主排烟风机进口处烟气在标准状态下的密度(g/m³);
- t ——主排烟风机进口处的烟气温度(℃);
- p ——当地气压(Pa)。

3.7.8 制粉系统管道及防爆门

1 在烟气炉至磨煤机入口的热风管道上,对于非惰性干燥气制粉系统应设置就地吸入冷风用冷风调节阀。对于惰性干燥气制粉系统一般不设置就地吸入冷风用冷风调节阀,以保证系统的含氧量控制在规定的范围内。

2 为了避免制粉系统的输粉管线内积粉,从磨煤机至布袋收粉器的输粉管道上不宜装设隔离阀或调节阀。主排烟风机出口管道上的调节阀和循环烟气管道是为了适应烟气自循环控制返回烟气流需要而装设的。

6 在制粉系统及其相关烟、风道上的人孔、手孔和观察孔应有闭锁装置,防止在运行时被意外打开。

10~12 制粉系统管道应按要求的设计压力进行设计。本条规定:制粉系统管道可以按装设防爆门或不装设防爆门设计,但它们要求的设计压力是不相同的:

1)装设防爆门时管道及部件按承受 150kPa 内部爆炸压力设计;

2)不装设防爆门时管道及部件按承受 350kPa 的内部爆炸压力进行设计;

3)如果制粉系统(不包括煤粉仓容积)管道上装设防爆门的总有效泄压面积小于系统泄压比 0.025m²/m³ 时,制粉系统管道应按承受 350kPa 的内部爆炸压力进行设计。

此外,制粉系统管道设计还应满足刚度的要求。

3.8 喷吹系统

3.8.1 喷吹系统流程

1、2 推荐煤粉喷吹系统优先选用输送浓度 $\mu \geq 20 \text{kg}_m/\text{kg}_g$ 的直接喷吹工艺。输送浓度必须与输送气体的压力、输送距离以及送风压力相适应。对于高炉送风压力高和输送距离长的煤粉喷吹系统必须有足够高的输送气体的压力。

4 并罐喷吹方式的系统喷吹罐数量确定:

1) 喷吹罐有效容积满足其所装煤粉的喷吹时间(t)大于装煤作业周期时间的 1.25 倍~1.40 倍,即 $t \geq 1.25 \sim 1.40(t_p + t_z + t_c + t_d)$ 时,可设置 2 个喷吹罐并列喷吹,其中: t_p ——喷吹罐排压时间, t_z ——喷吹罐装煤时间, t_c ——喷吹罐充压时间, t_d ——阀门动作时间。

2) 对喷煤量大的大容积高炉采用并罐喷吹方式时,其喷吹罐的有效容积所保证的喷吹时间小于完成装煤全过程所需时间的 1.25 倍~1.40 倍,即 $t < 1.25 \sim 1.40(t_p + t_z + t_c + t_d)$ 时,应设置 3 个以上喷吹罐相互并列布置。

6 喷吹罐电子秤作为高炉喷煤量的计量手段,在设计时要考虑降低计量误差措施,需要喷吹罐的称重值校正就是为了消除气体重量对于煤粉称重值的影响,即:校正后的喷吹罐煤粉称重值=喷吹罐煤粉称重值-气体的重量。

喷吹罐煤粉称重值按式(8)进行校正:

$$w_c = \frac{w_w - \left(v_{ih} \times 10 \times p_w \times \frac{273}{273 + t_g} \times \gamma_g \right)}{1 - \left[\frac{10 \times p_w \times \frac{273}{273 + t_g} \times \gamma_g}{\gamma_{cds}} \right]} \quad (8)$$

式中: w_c ——校正后的喷吹罐煤粉称重值(kg);

w_w ——喷吹罐煤粉称重值(kg);

v_{ih} ——喷吹罐的几何容积(m^3);

- p_w ——喷吹罐的工作压力(表压)(MPa);
 t_g ——喷吹罐内气体温度(°C);
 γ_g ——喷吹罐内气体在标准状态下的重度(kg/Nm³);
 γ_{ods} ——煤粉颗粒真比重(kg/m³)。

3.8.2 喷吹系统的安全防爆措施

当高炉喷吹混合煤和烟煤时,无论是并罐式或串罐式喷吹方案,煤粉罐(包括喷吹罐和串罐系统储存罐)的启动、运行和停机都应在惰性气氛下操作,煤粉罐的充压、补压和流化气体必须是氮气。喷吹管路的输送气体可用压缩空气或氮气,但是,一旦出现下列情况之一时,采用压缩空气作为输送气体的喷吹管路,必须改为氮气输送。

1 喷吹罐的罐顶压力低于混合器出口输送压力;在该条件下,导致喷吹管道补充压缩空气进入喷吹罐,使喷吹罐内煤粉可能达到爆炸条件,故需要将喷吹管道补入的压缩空气改为氮气。

2 喷吹罐或串罐系统储煤罐的罐内的温度高于设定的上限值。从喷吹罐喷出温度高煤粉与喷吹管道补入压缩空气混合,存在自燃条件,故需要将喷吹管道补入的压缩空气改为氮气。

3 压缩空气压力低于设定压力。由于压缩空气压力低会导致煤粉进入压缩空气管道,存在不安全因素,故需要将喷吹管道补入的压缩空气改为氮气。

上述规定是为了杜绝出现煤粉罐爆炸的可能,设计中必须严格执行。

3.8.3 煤粉仓

1 煤粉仓的容积应考虑满足制粉系统发生故障时高炉一个冶炼周期正常喷煤量的需要。高炉冶炼周期随高炉大小和冶炼强度的不同有较大的差异,通常为5h~8h,设计中可以根据实际情况确定。无论一座高炉配用1台或2台以上磨煤机时,都只考虑1台磨煤机发生故障时所需的煤粉仓容积。

7 喷吹烟煤或混合煤,工况同时满足规范所列5条工作条件

时,煤粉仓按非压力容器设计。

煤粉仓可按一般贮仓设计的理由:

- 1) 在所述条件下工作已经杜绝了煤粉仓产生爆炸和压力过高的可能;
- 2) 符合生产现有设计状况,并经过长期实践考验表明是安全的。

对于不能同时满足上述工作条件者,应按贮仓并承受 150kPa 内部爆炸压力设计。

8 考虑到国外的一些煤粉仓是按承受 150kPa 内部爆炸压力设计的实际情况,因此,在条文中特别提出了有特殊要求的用户,煤粉仓应按贮仓并承受 150kPa 内部爆炸压力设计。

10 喷吹罐加煤粉管道上应设 3 个阀门:最上面为手动阀门,其功能是切断煤粉仓与煤粉罐之间的下煤通道,仅供检修中间阀和下部阀用,平时处在常开状态;中间阀为气动阀门,其功能是在加煤作业时切断煤流用;下部阀为气动阀门,当喷煤罐充压,待喷或喷吹作业时承受压力和密封作用。

3.8.4 喷吹罐(包括串罐系统的储煤罐)

1 当高炉喷吹混合煤和烟煤时,煤粉罐(包括喷吹罐和储煤罐)的启动、运行和停机都应在惰性气氛下操作,煤粉罐的充压、补压和流化气体是氮气,杜绝了煤粉罐产生爆炸的可能。

当采用压缩空气作为喷吹管路的输送气体时,一旦出现下列情况之一时便有可能出现可燃性粉尘与空气混合,此时,必须停止喷吹或改为氮气输送。在完全满足上述要求的条件下,喷吹罐(包括储煤罐)可以不装设防爆孔,且按公式(3.8.4-1)进行设计:

- 1) 氮气压力低于混合器出口输送压力;
- 2) 煤粉罐内的温度高于设定的上限值;
- 3) 压缩空气压力低于设定压力。

2 当高炉喷吹混合煤和烟煤不能满足上述要求时,煤粉罐应按操作条件下的最大爆炸压力设计。考虑到国外一些设计的实际

情况,因此,在条文中特别提出了有特殊要求的用户,喷吹混合煤和烟煤的喷吹罐(包括储煤罐)也按操作条件下的最大爆炸压力设计。

3 喷吹罐正常工作的罐顶压力取决于高炉热风压力、喷吹管路两相流输送的阻力损失、管路系统中的局部阻力损失值和罐顶与输送管线起始端的压力差等因素,可按公式(3.8.4-2)进行计算。

两相流输送的阻力损失计算是比较复杂的课题,现有文献资料介绍的计算方法较多,所有计算都是以总结试验数据为基础的。为便于实际应用,推荐以下两种方法:

1)传统的 $(1+k\mu)$ 法

两相流输送的总阻力损失按式(9)进行计算。

$$\Delta P_z = \Delta P_f + \Delta P_{gv} + \Delta P_d \quad (9)$$

式中: ΔP_z ——喷吹管路两相流输送的总阻力损失(MPa);

ΔP_f ——两相流水平输送的摩擦阻损(MPa);

ΔP_{gv} ——煤粉颗粒重力压损(MPa);

ΔP_d ——煤粉颗粒加速动力压损(MPa)。

(1) 两相流水平输送的摩擦阻损按式(10)计算:

$$\Delta P_f = \Delta P_g (1+k\mu) \quad (10)$$

式中: ΔP_g ——气体摩擦阻损(MPa);

k ——两相流系数,在0.5~1.0范围内选取,管径小、流速高时取低值,反之取高值;

μ ——固气比(浓度)($\text{kg}_{\text{固}}/\text{kg}_{\text{气}}$)。

气体摩擦阻损按式(11)计算。

$$\Delta P_g = 1.045 \times \frac{\gamma_{\text{hg}a}^{0.75} \times v_{\text{hg}a}^{1.75}}{D^{1.25}} \times L \times 10^{-8} \quad (11)$$

式中: $\gamma_{\text{hg}a}$ ——水平管段内气体实际平均密度(kg/m^3);

$v_{\text{hg}a}$ ——水平管段内气体实际平均速度(m/s);

D ——水平管段的内径(m);

L ——水平管段的当量长度(m)。

(2) 煤粉颗粒重力压损按式(12)计算:

$$\Delta P_{gv} = \frac{Q_i \times H}{3.673 \times v_{vga} \times A_p} \times 10^{-5} \quad (12)$$

式中: Q_i ——喷煤量(t/h);

H ——垂直管段高度(m);

v_{vga} ——垂直管段内气体实际平均速度(m/s);

A_p ——管段内面积(m²)。

(3) 煤粉颗粒加速动力压损应采用式(13)计算:

$$\Delta P_d = \frac{Q_i (v_e - v_b)}{3.673 \times g \times A_p} \times 10^{-5} \quad (13)$$

式中: v_e ——管段内气体实际末速度(m/s);

v_b ——管段内气体实际初速度(m/s);

A_p ——管段内面积(m²);

g ——重力加速度(m/s²)。

2) 弗劳德数算法——我国学者深入研究了兩相流输送的特性,研究结果表明,兩相流输送的压力损失系数是弗劳德数与输送浓度的函数,即: $\lambda_z = f(F_r, \mu)$ 。

兩相流输送的压力损失按式(14)计算,通常包括纯气体流动压力损失和物料运输附加压力损失两部分:

$$\Delta p = \Delta p_a + \Delta p_z \quad (14)$$

其中,纯气体压力损失为: $\Delta p_a = \lambda_a \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho_a v_a^2}{2}$, Pa

物料运输附加压力损失为: $\Delta p_z = \lambda_z \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho_a v_a^2}{2} \mu_{sg}$, Pa

两式相加得: $\Delta p = (\lambda_a + \lambda_z \mu) \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho_a v_a^2}{2}$, Pa

式中: λ_a, λ_z ——分别为纯气体和物料附加的压力损失系数;

μ ——固气比(kg_固/kg_气);

L, D ——分别为管道长度和内径(m);

ρ_a ——气体密度(kg/m³)；

v_a ——气体速度(m/s)。

对于煤粉输送压力损失的计算主要在于确定物料附加压力损失系数：

(1) 水平直管段：

$$\text{当 } \mu = 7 \sim 35 \text{ kg/kg 时, } \lambda_{z1} = \frac{0.07}{F_r^{1.4}}$$

$$\text{当 } \mu = 40 \sim 200 \text{ kg/kg 时, } \lambda_{z2} = \frac{0.23}{F_r^{0.71}}$$

(2) 垂直管段：

$$\text{当 } \mu = 7 \sim 35 \text{ kg/kg 时, } \lambda_{z3} = \frac{0.01}{F_r^{0.65}}$$

$$\text{当 } \mu = 40 \sim 200 \text{ kg/kg 时, } \lambda_{z4} = \frac{0.25}{F_r^{0.82}}$$

式中： λ_{z1-4} ——物料附加压力损失系数；

F_r ——弗劳德数。

弗劳德数按式(15)计算：

$$F_r = \frac{v_a}{\sqrt{gD}} \quad (15)$$

式中： v_a ——气体表观速度(m/s)；

D ——输送管内径(m)。

11 喷吹系统投产前，应对计量用的喷吹罐或储煤罐作称量校正试验。

12 喷吹罐(包括储煤罐)属于压力容器。

3.8.5 煤粉喷吹管线

4 煤粉输送管线直径根据在已定的喷煤量条件下气力输送的浓度和起始端的工况实际流速，按式(16)计算：

$$d = \sqrt{\frac{Q_i}{0.9\pi v \mu \rho_{g0} (1 + 10 \times p)}} \quad (16)$$

式中： d ——煤粉输送管线初始端内径(m)；

Q_i ——煤粉输送量(t/h);

v ——起始端的工况实际流速(m/s),一般选取 $v=(3\sim5)$ m/s;

μ ——气力输送的浓度(kg_固/kg_气),通常 $\mu=(20\sim40)$ kg_固/kg_气;

ρ_{g0} ——输送气体密度(kg/Nm³);

p ——起始端的输送压力(表压,MPa)。

5 在喷吹系统中,喷吹罐充压用气、喷吹罐补压用气、喷吹罐流化用气和二次补气的使用量的确定:

1) 充压用气

喷吹罐在常压状态下加煤后,用氮气将喷吹罐从常压状态充压到工作压力状态。其平均用气流量按式(17)和式(18)计算。

$$V_{ig} = [V_{cdh} \times \phi_g + (V_{ih} - V_{cdh})] \times 10 \times P_w \times \frac{60}{T_c} \quad (17)$$

$$\phi_g = 1 - \frac{\gamma_{cd}}{\gamma_{cr}} \quad (18)$$

式中: V_{ig} ——喷吹罐充压平均用气量(Nm³/h);

V_{cdh} ——罐内煤粉在高料位时所占有的体积(m³);

ϕ_g ——煤粉中气体体积所占的百分比(%);

V_{ih} ——喷吹罐几何容积(m³);

P_w ——喷吹罐工作压力(表压,MPa);

T_c ——充压时间(min);

γ_{cd} ——煤粉堆比重(t/m³);

γ_{cr} ——煤粉颗粒真比重(t/m³)。

2) 补压用气

当喷吹罐进入喷吹状态后,随着煤粉颗粒从喷吹罐中排出,需要用气体来填补新的空间。补压气分成两部分:一部分用于补充煤粉颗粒的减少;另一部分用于填补随煤粉颗粒一起进入喷吹管道的气体。

补压平均用气量按式(19)计算:

$$V_{bg} = \frac{Q_i \times (10 \times P_w + 1)}{\gamma_{cd}} \quad (19)$$

式中: V_{bg} ——补压平均用气量(Nm^3/h);
 P_w ——喷吹罐工作压力(表压,MPa);
 γ_{cd} ——煤粉堆比重(t/m^3);
 Q_i ——煤粉输送量(t/h)。

3) 流化用气

为了使煤粉具有良好的流动性,在喷吹罐底部或喷吹罐锥段下部通过流化板充入一定量的流化气,使煤粉颗粒处于亚流化(或称膨胀床、滑动床)状态。

流化用气量按式(20)计算:

$$V_{fl} = 3600 \times A_{fl} \times (10 \times P_w + 1) \times v_{fl} \quad (20)$$

式中: V_{fl} ——流化气量(Nm^3/h);
 A_{fl} ——流化板总面积(m^2);
 v_{fl} ——流化气通过流化板的实际流速(m/s)。

4) 喷吹用气或二次补气量

煤粉进入输送管道后,用于输送煤粉的气体。对于喷吹罐采用下排料方式的流程称为喷吹用气,对于喷吹罐采用上排料方式的流程称为二次补气。

喷吹用气或二次补气量按式(21)计算:

$$V_{rg} = V_{sg} - V_{bg} \times \phi_g - V_{fl} \quad (21)$$

式中: V_{rg} ——喷吹用气或二次补气量(Nm^3/h);
 V_{sg} ——系统要求的输送气体流量(Nm^3/h),即:

$$V_{sg} = \frac{1000 \times Q_i}{\mu \rho_{g0}}$$

Q_i ——喷煤量(t/h);
 μ ——气力输送的浓度($\text{kg}_{\text{固}}/\text{kg}_{\text{气}}$);
 ρ_{g0} ——输送气体密度(kg/Nm^3)。

6 煤粉分配器是将一根输送总管分成若干根支管的管道附件,为了保证良好的分配均匀性,其支管最大数目以不大于 32 为宜,这一数目是以国内制造的分配器数据为依据的。如果高炉风口数目大于或等于 32,可以采用输送总管进入分配器前一分为二或双输送总管与两个分配器连接的方法加以解决。

8 在喷煤总管和所有支管上应设切换阀,当阀前压力降低到低于设定压力值时,自动切断喷煤通路(包括喷吹罐出口阀)并打开旁通管路气体,阻止炉内高温气体倒流进入喷吹总管。

9 在喷吹支管上应设置吹扫系统,以利于消除喷吹支管的堵塞。

10 输送总管和所有支管都应接地,以防止静电积聚。

4 富氧鼓风及氧气输送管线

4.0.1 高炉采用富氧鼓风时,鼓风含氧量应与喷吹煤粉量相适应,一般情况下设计中所选定的鼓风含氧量与喷吹煤粉量应将风口前理论燃烧温度控制在 $2100^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ 范围内。风口前理论燃烧温度仅作为核算设计参数用,不作为在线控制参数用。

4.0.2 氧气作为助燃介质,为保证安全使用,氧气管道设计氧气流速、管道材质、阀门材质的选择等要求必须遵守现行国家标准《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》GB 16912 的有关规定。

4.0.3 氧气的加入方式

1 当氧气压力低于高炉鼓风机出口压力时,不能直接混入高炉冷风管道,需要经过鼓风机与冷风一起加压鼓入高炉。

2 当鼓风含氧量 $\leq 30\%$,且氧气压力至少应大于冷风压力 0.1MPa 时,高压氧气可以从冷风放风阀前的冷风管道上加入。氧气总管道上应设置手动、自动、快速切断阀、逆止阀、减压阀、流量调节阀、流量计、过滤器、安全放散阀、压力计、阻燃管段等及相应连锁装置。该规定的依据是由国内外高炉实际操作数据证明,高炉行程不出现异常。国内外采用高富氧鼓风的高炉实际情况见表 8。

表 8 国内外采用高富氧鼓风的高炉实际情况

高 炉	喷吹燃料种类	鼓风含氧量(%)	喷吹量	资料时间
新利比茨克 No1	天然气	33.3	$142\text{m}^3/\text{tHM}$	1986 年
新利比茨克 No2	天然气	31.0	$126\text{m}^3/\text{tHM}$	1986 年
克里沃罗什钢厂 No2	天然气	30.4	$125\text{m}^3/\text{tHM}$	1986 年
克里夫兰 No4(试验)	粒煤	33.8	$236\text{kg}/\text{tHM}$	1990 年
鞍钢 No4(试验)	煤粉	28.59	$170\text{kg}/\text{tHM}$	1987 年

3 高压氧气通过氧煤枪加入时,煤粉可以在局部高的含氧区

域内燃烧,有利于提高煤粉的燃烧率,但是一旦出现热风倒流,可能发生严重的安全事故。目前,成熟可靠的安全系统尚处于试验阶段,因此本条中规定供氧管线系统的设计必须具有经过安全部门审定的严格的安全措施。

5 建筑物、构筑物

5.0.2 高炉喷吹煤粉工程的厂房建筑结构应符合下列规定：

1 为了降低积聚爆炸性气体的危险性，烟气炉的厂房应采用敞开式。

2 煤的储运、制粉系统和喷吹系统的厂房虽然可以根据所在地区的寒冷程度和用户的要求采用敞开式、半封闭式或封闭式，但只有在煤的储运、制粉和喷吹系统的设计同时满足下列要求时，可采用封闭式：

- 1) 厂房内装有良好的负压通风除尘系统；
- 2) 制粉为负压系统；
- 3) 所有储装煤粉的容器具有良好的气密性；
- 4) 设有可靠的程序控制及安全连锁控制系统，系统的启动及停机均按程序自动操作。

6 电气和仪表控制

6.1 一般规定

6.1.2 对高炉喷吹煤粉工程所属爆炸性气体环境危险场所作的划分所采用的规范是现行国家标准《爆炸性气体环境用电气设备》第14部分 GB 3836.14—2000。高炉喷吹煤粉工程中烟气炉厂房属爆炸性气体环境危险场所2区的依据说明如下：

1 烟气炉厂房为敞开式。

2 在正常运行时,不可能出现爆炸性气体环境,如果出现也是偶尔发生,并且在敞开式厂房条件下它的存在只是短时间的。

6.1.3 对高炉喷吹煤粉工程所属可燃性粉尘与空气混合物的场所作的划分采用现行国家标准《可燃性粉尘环境用电气设备》第1部分 GB 12476.1—2000。高炉喷吹煤粉工程中的制粉和喷吹系统厂房形成可燃性粉尘与空气混合物场所划为22区,具体说明如下：

制粉和喷吹系统的设计在同时满足下列条件时,在正常运行过程中厂房内不可能出现粉尘数量足以形成可燃性粉尘与空气混合物的场所。只是在异常状态下,即防爆门开启时,才可能偶尔出现可燃性粉尘云,并且只是短时间存在。

当制粉和喷吹系统的设计不能同时达到下列条件时,难以保证排除出现可燃性粉尘积聚或粉尘层,其厂房可燃性粉尘与空气混合物场所应划为21区。

1 厂房为敞开式或当厂房为封闭式但装有良好的负压除尘系统。

2 制粉为负压系统,没有漏粉的可能性。

3 所有储装煤粉的容器具有良好的气密性,没有漏粉的可

能性。

4 设有可靠的程序控制及安全连锁控制系统,系统的启动及停机均按程序自动操作。

6.2 检测和控制要求

6.2.1 检测项目不局限于表 6.2.1 所列内容,设计中可根据实际情况增加检测内容。表中所列报警值由设计实际情况确定。

6.2.2、6.2.3 制粉系统和喷吹系统设备所设置的控制、连锁和信号的值根据实际情况确定。

7 能源介质

7.0.1 压缩空气应由独立管线供应,一定不要由全厂总管接出,以避免过大的压力波动造成气力输送故障。

7.0.2 本条对于喷吹用压缩空气和氮气的品质作出了规定。这些供应要求是高炉喷吹煤粉正常运行的重要保证。

8 防火、安全、环保

8.0.1 本条对于高炉喷吹煤粉工程的建筑物、构筑物的火灾危险性进行了分类。建筑物、构筑物的设计应符合现行国家标准《钢铁冶金企业设计防火规范》GB 50414—2007 的有关规定。

8.0.3 为了维修管理设备、灭火装置和防爆孔的方便,厂房内应设置足够的走梯和平台,并在平台地坪设置水冲洗设施或其他清扫煤粉设施,也是必要的,以防止煤粉沉积。

8.0.6~8.0.9 高炉煤粉喷吹系统主要污染源及其主要污染物指少量煤粉飞逸,干燥用烟气含少量二氧化硫,冲洗地坪产生少量废水,磨煤机、风机和泵等运转产生噪声。设计应采用有效的污染控制措施,环保各项指标达到国家相关标准要求,对于地方或企业标准中各项指标优于国家标准的应执行先进指标,主要措施例如:原煤转运点设除尘设施,风机和泵设置在独立房内隔声降噪等。