

# 全重介选煤厂管道抗磨损技术研究

张同军

(中国平煤神马集团 平煤股份田庄选煤厂, 河南 平顶山 467000)

**摘要:**针对影响全重介选煤厂生产的管道磨损问题,分别对管道磨损的原因、磨损的机理、磨损的重点部位进行了分析,并从优化管道布置、细化操作工艺、采用抗磨技术、加强现场管理等方面提出解决途径和改进意见,有较强的针对性、实效性和可操作性。

**关键词:**重介;管道;磨损;抗磨

中图分类号:TD948

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2011)03-0016-03

生产管道是选煤厂的重要组成部分。在全重介选煤厂中,生产管道的磨损不仅会造成厂房内跑、冒、滴、漏,影响生产环境,而且直接威胁系统稳定和安全生产,同时还增加了职工的劳动量及维修成本。因此,研究、探索全重介选煤厂管道抗磨损技术十分重要。

## 1 管道磨损原因

根据输送系统和流体性质的不同,选煤厂的生产管道可分为重介质管道、煤泥水管道、清水管道、循环水管道、旋流器供料管道、压风管道、药剂管道等。其中,磨损最严重的是重介质管道和旋流器供料管道。重介质管道输送的流体是由磁铁矿粉和水组成的液、固两相重介质悬浮液。由于重介质管道中含有磁铁矿粉,管道的磨损比其它管道尤为严重。而旋流器供料管道输送流体的组分更加复杂,是由磁铁矿粉、煤块、矸石块、水组成的液固二相浆体,粒度不同、硬度各异,对管道的局部磨损相当剧烈。

## 2 管道磨损机理分析

管道磨损是一个复杂的过程,而且涉及的因素也很多。从形成机理来看,主要归纳为3类:

### 2.1 冲蚀磨损

在介质管道中,固体颗粒(磁铁矿粉、煤块、矸石块、煤泥)以一定的速度,对管道的过流部件表面

进行冲击、研磨,造成材料流失,管材、管件、阀门等失效。大量试验表明:在攻角(入射角) $45^\circ$ 时冲蚀率最大,攻角 $60^\circ$ 时冲蚀率最小;冲蚀磨损还与冲蚀速度有关,当冲蚀速度较低时,这种碰撞摩擦较轻,随流速增加,冲蚀率显著增大,磨损速度急剧上升;流体中固体颗粒的浓度对磨损也有重要影响,磨损量正比于固体颗粒的浓度<sup>[1]</sup>。

### 2.2 变形磨损

变形磨损主要是指固体颗粒与管壁表面进行的倾斜或平移摩擦而发生的磨损。影响磨损的因素有固体颗粒大小、硬度、形状,流体的性质、粘度及管材质量等。一般来说,粒度越粗,硬度越大,形状越不规则,管壁磨损就越严重,反之,磨损较轻。

### 2.3 疲劳磨损

由于管壁表面疲劳应力(冲击或振动)引起表面裂纹或鳞屑脱落所致。对于疲劳磨损来说,主要取决于管壁表面的强度和韧性,同时,也与流体颗粒的级配、浓度、流速、冲击角度有关。若颗粒冲击角度大,使用软的韧性材料有利,冲击角度小,使用硬的韧性材料有利。根据选煤厂实际情况,大部分浆体管道输送物料时,一般冲击角不大,可选用硬度大的韧性材料。

## 3 管道磨损部位分析

管道磨损现象包含着许多复杂的因素,是多重

收稿日期:2011-01-14

作者简介:张同军(1962—),男,山西曲沃人,经济师,现任平煤股份田庄选煤厂副厂长。

机理综合作用的结果。生产实践表明,不同机理作用造成管道磨损程度和磨损部位不同。在重介质管道中,磨损比较严重的部位有:斜管、水平管的底部,法兰、焊口连接处,管道弯头,管道变向、变径接口处的管件等<sup>[2]</sup>。

### 3.1 斜管、水平管的底部

无论是由磁铁矿粉和水组成的重介质悬浮液,还是由磁铁矿粉、煤块、矸石块、水组成的液固二相浆体,由于水的粘度较低,所以流体在管道中的运行状态主要有2种:层流和紊流。当流体流动速度小于下临界速度,流体雷诺数小于下临界雷诺数时,流体状态为层流,流体中的重固体颗粒开始沿管道底部滑动,从而对管道底部产生磨损;当流体流动速度大于下临界速度,流体雷诺数大于下临界雷诺数时,流体状态为紊流。这时,流体中的固体颗粒呈悬浮状态,减少了对管道底部的磨损,但对于沿流体方向或过流面改变的地方,将产生剧烈的涡流、撞击,进而加剧此处管件的局部磨损,如弯头、变径口、法兰等处。

### 3.2 法兰、焊口连接处

检查现场拆卸下来的管道、管件,发现管道法兰、焊口连接处的损坏呈明显蜂窝状,说明流体在此产生强烈的旋涡,流体中的颗粒对此处进行了撞击和切削。一般来说,法兰、焊口连接处的磨损程度取决于该处的间隙大小,间隙越大,磨损程度越严重。

### 3.3 管道弯头

流体在管道弯头中的流动比较复杂,不但有主流,而且有与之垂直的二次流,基本上是两者的迭加,即双向扭转在内壁侧汇合的二重流。二次流是由于管道中心部位的流速大于管壁附近的流速,加上受较大的离心力,压力梯度不足而产生的。断面中心部位较大动量移向外壁侧,而内壁较小的动量转向中心,形成由内向外的双向二次流,从而使外壁侧的流速远高于内壁侧,造成弯头外壁侧局部磨损、失效。

### 3.4 管道变向、变径处的管件

当管道变向、变径时,流体不是沿着原管壁方向流动,而是改变流动方向。此时,由于惯性、离心力或向心力的作用,在局部形成旋涡区。旋涡区的固体颗粒对管壁产生摩擦或冲蚀,从而造成管件的局部磨损。

## 4 管道磨损的解决措施

笔者在学习业内外同行经验的基础上,结合实际情况,通过对管道磨损机理、磨损部位的分析研究,提出具体解决措施。

### 4.1 优化管道布置,降低管道磨损

(1)优化管道布置。布置原则为:①符合工艺设备的安装、运输、操作、起吊及维修要求;②尽可能做到靠梁柱、走直线、管道短、弯头少<sup>[3]</sup>;③减少管道的变向、变径、接头、分流、合流布置,在需要改变或调节处设置管件和阀门,管道的汇合或分流处应顺着流体方向连接;④根据管道的强度和刚度要求,合理布置支(吊)架;⑤根据输送物料的性质和要求,选择好重介质管道的走向及坡度。

(2)做好变向处理。介质管道作为重介选煤厂最主要的生产管道,现实中的变向是不可避免的。管道变向处理方法主要有以下几种:①选用圆球形弯头,降低流速和压力,减少对弯头的摩擦系数,延长弯头使用寿命;②在管道改向设计时,尽可能使弯头的弧度加大。弯头的弧度与管径的比值越大,管道弯头的耐磨性越强;③使用三通作为管路改向的管件,可延长管道寿命;④避免管道变向造成攻角(入射角)45°和90°的最剧烈冲蚀磨损。

### 4.2 细化操作工艺,提高安装质量

(1)管道安装。按照管道设计图纸的要求和施工规范,做好管道、管件、阀门和设备的连接,形成一个密闭的流体输送系统。①做好管道的检查与清洗,防止管材存在砂眼、裂纹、重皮、夹层、严重锈蚀等缺陷,对一些特殊要求的管道,还需进行清洗或脱脂处理;②严把下料和切断关,严格按照设计图纸尺寸或现场测量的实际尺寸进行下料,管道切口应平整无毛刺,斜度不超差;③根据设计要求,做好管道地面预制、分段吊装、有效固定和附件安装等,尤其要加强管道穿墙壁、穿楼板和穿水池的施工质量;④管道的走向、坡度、标高及管道与阀门、弯头、设备的连接要符合设计要求。

(2)法兰连接。在选煤厂管道连接中,以法兰和焊接连接为主。法兰连接是将2个法兰分别固定在需要连接的2个管端上,然后用螺栓固定。为使法兰连接处严密,应根据法兰性质和输送介质的压力和温度,在法兰密封面之间安装不同的垫片<sup>[3]</sup>。对于管道法兰盘连接处的磨损,解决办法是按照操作规范,改进和优化操作工艺,提高安装、检修质

量,尽量减少接口处的间隙。

在实际操作中应注意:①按照管道管材和输送介质的性质、压力,选择好法兰、螺栓、螺母、垫片等,包括材质、尺寸、硬度、光洁度等;②法兰与管道焊接时,应尽量使法兰与管道密封面平齐,减少因密封面不齐造成的磨损,特别是复合耐磨管道法兰处内衬的镶嵌质量影响最大;③必须清除法兰表面及密封面上的铁锈、油污等杂物,确保法兰密封面平整光洁,不得有毛刺和径向沟槽;④法兰安装时,2个法兰平面必须同心且平行,并垂直于管道中心线,螺栓孔也应保持同心,拧紧螺栓时应对称、均匀地进行;⑤法兰垫片应安装在法兰中心位置,不能用双垫和斜垫。

(3)焊接连接。焊接连接是管道连接的主要形式,尤其是在金属管道的连接中占有极为重要的地位,且应用广泛。由于焊接连接具有牢固耐久、接头强度高、严密性好、成本低、后期维修量小的特点,多被工业企业选用。管道焊接的方法有手工电弧焊、气焊、手工氩弧焊、埋弧自动焊、埋弧半自动焊等。其中,手工电弧焊和气焊在施工现场应用最为普遍,且操作工艺成熟。

#### 4.3 采用抗磨技术,提升抗磨水平

在重介质选煤厂,管道磨损是不可避免的。要从根本上解决管道磨损问题,必须采用新的抗磨技术,研究开发新的耐磨材料,最终达到抗磨的目的。随着重介质选煤业的发展,各种耐磨管材的开发、研制也取得重大突破和快速发展。目前使用较多的耐磨管材有耐磨铸钢管、超抗磨管、陶瓷内衬复合管、钢-钢复合管、聚氨酯钢橡复合管、铸石管、超高分子聚乙烯管等。这些管材均适合于磨损严重的重介质管道,特别是浓介质管道和合格介质管道。与此同时,还要选用耐磨弯头、耐磨管件、耐磨阀门等。

(1)铸石管。只能在大直径管道内使用。优点是耐磨性能强、机械强度高、抗冲击韧性好;缺点是铸石层厚管道笨重,粘贴技术要求高,铸石间隙大、易脱落。

(2)耐磨铸钢管。采用中频感应电炉冶炼、离心铸造工艺等新技术加工而成。优点是材料均质,耐磨、耐热、耐腐蚀性好,易于焊接;缺点是因离心铸造,表面相对粗糙,影响抗磨性。

(3)复合管。又称衬里管,管壁由2种不同材

料组成,外层是高强度的金属材料,内层是耐磨损、耐腐蚀的金属或非金属材料,二者经特殊工艺处理后紧密结合在一起。根据衬里材料的不同,复合管可分为衬陶瓷管、衬铅钢管、衬塑铝管等。优点是抗磨性能好、强度高、阻力小、重量轻等;缺点是怕碰撞,施工技术要求高。

(4)超高分子聚乙烯管。优点是抗冲击、耐磨损、重量轻、阻力小、易连接(热熔和电熔);缺点是耐热性差、刚度低。

#### 4.4 加强现场管理,延长管道寿命

除上述措施外,还要做好以下工作:①做好管道的检验和试压工作。选煤厂生产管道输送的介质,一般是无毒流体,大部分管道只做强度试验和严密性试验即可;②做好管道除锈、防锈、防腐、防冻等维护工作,确保管道完好;③做好防堵、防漏工作,从源头上防止大块物料、杂物,特别是金属异物,如螺栓、钢丝、钢板进入流体,以减少对管壁的冲击磨损,对于衬里用铸石、陶瓷、塑铝等复合管材尤为重要。此外,管道局部磨漏时可采取临时“补丁”予以加强;④做好管道翻身转向工作,斜管、水平管等直管在运行一段时间后,可旋转管道的角度,使各部位磨损均匀,延长管道使用寿命。

## 5 结 语

通过对全重介选煤厂管道抗磨损技术的研究与探索,从理论上剖析了管道磨损机理,有利于在技术上改进;查找了管道磨损的重点部位,有利于在安装、使用中加以预防。重点从抗磨技术改进、施工工艺完善、耐磨管材应用、现场技术管理等方面提出了管道抗磨的对策措施和改进意见,有较强的针对性、实效性和可操作性。但对不同管材磨漏的后续处理、新型抗磨管材的推广和改进未能提出详细建议,有待今后深入研究和探索。

#### 参考文献:

- [1] 宫伟,李智超. 涂层磨损测试方法与环氧树脂耐蚀磨性能研究[J]. 热固性树脂,2005,20(1):50-52.
- [2] 李合群,高亚平. 中国第一座全重介质选煤厂的生产实践[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2010.
- [3] 中国煤炭加工利用协会. 选煤厂管道阀门与泵的安装使用与维护[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2006.

(下转第25页)

效益奠定了坚实的基础。目前选煤厂正在研究进一步建立根据精煤灰分的“自动配仓”、“自动配煤”的工艺配套改革,实现精煤产品的档次分级优质化。

#### 参考文献:

[1] 于海波,於春慧,于尔铁. 跳汰灰分闭环集成监控系统

[J]. 煤炭加工与综合利用,2009(2):4-7.

[2] 于海波,於春慧,陈乃康. 中国跳汰选自动控制新技术[A]. 第15届国际选煤大会论文集[C]. 徐州:中国矿业大学出版社,2006:213-218.

[3] 于海波,於春慧,高建国,等. 跳汰机实时分选密度测控及灰分闭环控制的探讨[J]. 选煤技术,2002(2):16-17.

## Improvement and application of closed circular control ash of products system by jig in Xiaoqingkuang coal preparation plant

LIU Jing-wen, ZHAO Fu-sheng, SHI Qing-gui

(Xiaoqingkuang Coal Preparation Plant, Tiefsa Coal (Group) Co., Ltd., Tieling 112702, China)

**Abstract:** Introduce closed circle control ash of products system by jig and the methods improving it's precision. After using this system in Xiaoqingkuang coal preparation plant, jiggling system has a strong adaption to the variance of coal quality, improve the handing capacity and clean coal recovery of low, medium, high ash content, control effectively gangue content of coal, bring remarkable economic benefits.

**Key words:** closed circle control ash; handing capacity; best cutting spot

(上接第18页)

## Research on pipe wear resistant technology in total dence medium coal preparation plant

ZHANG Tong-jun

(Tianzhuang Coal Preparation Plant, China Pingmei Shenma Group, Pingdingshan 467000, China)

**Abstract:** In order to resolve the problems of pipe wearing which have been influencing the product of total dence medium coal preparation plant, analyze the reasons and mechanisms of pipe wearing, as well as the parts wearing most. Provide the solution from the aspects of optimizing piping layout, refining technological process, taking wear resistant technology, enhancing field management. The results show that the solution has stronger specific aim, effectiveness and maneuverability.

**Key words:** dence medium; pipe; wearing; wear resistant

### 撤稿声明

应投稿人王永斌的要求,本刊声明正式撤销下列论文:

王永斌、赵雁凌、吕任生、赵锋涛:煤加氢液化条件对比分析研究。《洁净煤技术》2010年,第16卷,第5期,49-52页。

撤稿原因:该论文为擅自发表新疆大学石油天然气精细化工教育部自治区重点实验室马凤云老师及学生的研究成果。作者在此向马凤云老师、《洁净煤技术》编辑部和广大读者致以公开道歉。

希望投稿者引以为戒,文责自负。

《洁净煤技术》编辑部