

在线粒度监控在炭素生产中的应用

吴安静

中国铝业贵州分公司 碳素厂

【摘要】目前在炭素行业大多使用 200 目的筛子来测量炭素颗粒的细度分布，或者称其为纯度，也有使用实验室激光粒度仪作为分析仪器的，但这两者都是间断取样分析，对于生产控制和优化来讲都有很大的不足。我们公司使用了英国马尔文公司的在线粒度监控系统，使得生产控制变得简单方便，及时可靠，确保了产品的质量变得非常稳定和严格，并且利用 PID 自动控制方式，使得生产控制和优化具有更强的保障。本文主要阐述了在线粒度监控系统的工作原理，技术优势，系统功能，以及实现自动化生产控制的新思想。

【关键词】粒度，在线监控，实时优化，PID 自动控制，工艺优化，选粉机转速

On-line Particle Control System used for Carbon Industry

Wu AnJing

China Aluminum Industry Stock Co., Ltd
Guizhou Branch Carbon Technology Office

Abstract: Presently in the carbon industry the carbon powder size distribution, also named purity, is mostly measured by use of the 200 mesh sieves. And the laser particle size analyzers also have been used in this field. However, these two methods both using discontinuous sampling analysis, and hence it will has disadvantages for the production control and the optimization. The online particle size measurement system, which is from Malvern Instruments in British, has been used in our company. The use of it has made the production control quite simple and convenient, timely and dependable. What's more, it can make sure of a stable and strict qualification of the products. And by using of the PID automation control, the production control and the optimization get much greater security than before. The main content of this article includes that the working principle of the Malvern online particle size measurement system, its technical advantages, system functions and the new idea of realizing the automation in the production control.

Keywords: granularity, on-line measurement, real-time optimization, PID automation control, process optimization, rotate speed of cyclones

概述：

铝用炭素生产是铝冶炼的重要组成部分，其任务是提供铝电解所需的阴极和阳极。阴极和阳极的技术水平直接关系到铝冶炼的生产技术水平，所以铝用炭素生产技术的发展与铝冶炼技术的发展是密不可分的。

球磨粉是炭素生产配方中相当关键的一种物料，它的纯度直接决定着炭素制品的质量。球磨粉的粒径纯度出现波动时，将直接影响混捏时糊料的粘结剂配入量和糊料的塑性，进而会造成生块的合格率和体积密度的波动，最后将影响到成品的合格率和理化指标的大幅波动。

磨机和离心选粉分级机是煅后石油焦粉制造工艺过程中最为关键的设备。磨机和离心选粉分级机能否正常运行和以最佳的转速运行，直接关系到其效率、能耗和煅后石油焦粉的粒度。目前检测粒度的手段分离线定时取样分析和在线实时监控。由于离线定时取样不能及时快速地反映出生产工艺管道中炭素颗粒的粒度分布，在生产技术不断改进的今天，离线分析已经不能满足产品质量不断提升的需求。在线实时监控可以对生产现场管道中的颗粒的粒度分布以及变化趋势做24小时连续的实时追踪和监控，彻底解决了人工离线分析结果严重滞后的现象，为生产的长期稳定、准确地运行提供了现代化和科学化等有利的监控方法。

本公司使用在线粒度监控系统INSITEC的情况：

整套系统包括以下几个部分（如图1所示）：

- 现场监测主机（包括激光发送，信号接收，样品取样和分散单元）
- 电控箱（用于信号转换和处理）
- 电脑和软件
- 自控箱（用于系统本身自动化监测和诊断功能，同时负责模拟量和数字量信号输出）

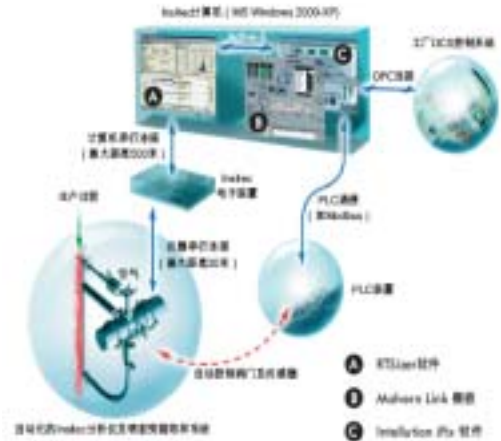


图 1

测量原理：

采用成熟的激光衍射粒度分析技术、米氏理论，并结合多重衍射校正专利算法，可以快速准确给出生产工艺管道中颗粒的粒度分布，测量结果不受管道内浓度的变化影响。

现场安装及技术优势：

我公司的这套在线粒度监控系统安装在炭素生产磨粉过程中的离心选粉分级机后面的垂直管道上(如图2)所示。整套系统的安装非常简单灵活,对现有的工艺不存在任何影响。在技术方面,该系统拥有很多优势：

1. 系统的取样(如图3)是一只根据用户现场样品制作的特殊材料的管子,伸入到工艺管道内部,并在管子上分部着多个取样空,可以保证在每一个瞬间同时取得到工艺管道内不通截面上每一个点的样品,从而确保取得有代表性的样品,这也是在线监控系统所必须具备的性能。需要强调的是该取样装置没有任何运动部件,无论是在工艺管道内部还是外部,无疑这减少了系统的日常维护保养工作,以及在使用时对生产工艺本身造成影响造成影响,如影响工艺管道内的流体状况,减慢速度等等。
2. 多重散射校正技术,可直接测量高浓度样品,不会因为样品的浓度改变,及工艺管道内样品量改变而影响到测量结果。
3. 在第一次安装调试之后,光学部件即被机械固定,平时无需做繁琐的对焦工作,更无需每次进行毫无意义的背景测量工作。
4. 监控系统的信号刷新频率是2500次/秒,每1/4秒可以给出一个测量数据,并同时以模拟量或者数字量的方式传输到工厂的中控系统中(如PLC或DCS)。

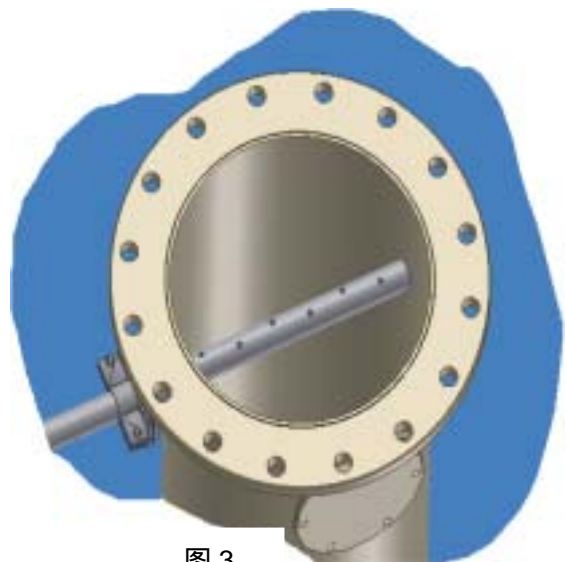


图 3

系统功能

1. 监控系统可以安装在任何您需要实时监控的点上，做 24 小时实时监控，如果生产线上有任何异常现象（包括工艺和设备），操作人员便会马上会从系统软件显示结果中得知，并作及时调整，将不必要的损失减到最小；
2. 在稳定状态下，操作人员可以利用监控系统的快速连续，及时真实的性能，通过对生产工艺做细微调整，判断其对粒径是否有影响以及影响程度，同时会使产品质量更加严格；
3. 在不稳定状态下，操作人员可以快速发现异常，并及时指导你以最快速度恢复正常，因为操作在调整工艺或设备的同时就知道调整结果如何，非常的快速有效，同时还可以利用系统的连续实时的监测性能，帮助操作人员减少生产中的过渡研磨；
4. 监控系统可以将监控数据连续输出到客户的中控系统，如PLC或DCS，以便生产过程实现真正的自动化。如下图4所示，就是我们厂将马儿文公司在线粒度监控系统所监测到的 $<74\mu\text{m}$ 的百分比结果输出到我们工厂自己的PLC系统上，再通过简单的程序就实现的PID比例积分微分自动控制生产的效果图。



图 4

说明：上图所示炭素生产用户使用在线粒度监控系统所提供的 $<74\mu\text{m}$ 的百分比来自动控制选粉机转速的效果图。图中

- 黄色趋势线条是在线粒度监控系统所提供到生产控制系统的 $<74\mu\text{m}$ 的百分比；
- 黑色趋势线条是用户对 $<74\mu\text{m}$ 的百分比的期望值，也就是设定值；
- 浅蓝色趋势线条是选粉机转速波动值

很明显，在我们设定了一个设定值之后，离心选粉机的转速会自动根据在线粒度监控系统所测得的结果进行调整，直到粒度达到设定值时，两者才都保持稳定运行，而整个这一个过程可以非常快速，稳

定地实现，不需要担心间隔取样所带来对于控制地滞后作用，以及取样代表性问题。

原系统对粉料纯度检测采用的是在运转过程中由人工进行取样和筛分的方式进行，每次检测周期约需 40 分钟左右，存在信息不能及时传出和部分纯度超标的粉料已经进入到流程的缺陷。而目前我们采用的对球磨粉纯度进行在线监控系统，我们设置按 5 秒钟给出一个平均测量，能及时为生产控制提供准确可靠的数据。该装置还可同时进行比表面积、综合粒度分布等进行检测。

控制系统构成原理图如图5和图6所示：



图 5

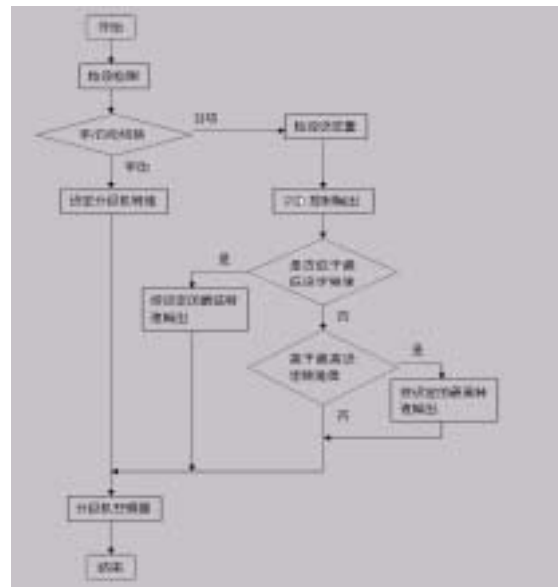


图 6

正是因为以上所述，我们在使用了在线粒度监控系统短短一段时间之后，我们就收到了可观的效益。产品的合格率从图7中的数据就能够清晰可见。

实施前球磨粉纯度统计										
取样 (个)		合格 (个)		最大值 (%)		最小值 (%)		平均值		合格率 (%)
59		47		73		38		51.11		79.97
范围	>60	56-60	54-55	53-52	49-51	47-48	45-46	40-44	<40	
样本数	4	4	9	7	6	13	6	2	1	
所占比例 (%)	6.8	6.8	27.1	25	21.4	22.0	10.2	3.4	3.4	
实施后球磨粉纯度统计										
取样 (个)		合格 (个)		最大值 (%)		最小值 (%)		平均值		合格率 (%)
28		24		58		41		51.11		85.71
范围	>60	56-60	54-55	53-52	49-51	47-48	45-46	40-44	<40	
样本数	0	1	3	9	8	4	2	1	0	
所占比例 (%)	0	3.6	10.71	32.14	25.57	14.29	7.2	3.6	0	

图 7

结论

随着中国对原铝以及铝用炭素需求的快速增长，现代铝工业技术对铝用炭素及原料的质量提出了越来越高的要求，如何通过技术开发、生产工艺和装备的改进，不断提高铝用炭素的质量，从而改善优化其在电解过程中的性能，达到铝电解大幅度节能降耗、提高核心竞争力的目的，是众多炭素生产企业面临的一个问题。

在线粒度监控系统在炭素生产中的应用，解决了长期困扰炭素生产工艺的一个技术难题。这套系统不但可以24小时连续，及时的监测到生产工艺管道中颗粒粒度的分布以及变化趋势，以便操作人员可以在第一时间作出调整，优化生产工艺的抉择，保证产品的质量保持在一个非常严格的范围内，而且可以通过减少过度研磨，实时控制来达到降低能耗、增加产量的目的。为了考虑到能够自动控制，在线粒度监控系统可以将所监测到的结果，自由定义模拟量或数字量的形式输出到用户已有的自控系统上，如PLC和DCS等，用户近而可以通过PID等调节手段来实现对生产工艺的自动调整和优化。