

# 在线粒度监测对于水泥生产的重要性

上海传伟信息科技有限公司 郑厚文

摘要：目前对于无论是普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥还是火山灰质硅酸盐水泥，都是用 80um 的筛余来作为对水泥细度进行判定的主要标准，都是指导水泥企业生产的重要工具。随着科技和工艺的发展，人们认识的不断加深，以及对水泥质量要求的不断提高，继续使用筛余法来测量水泥细度分布已经显得捉襟见肘了。随之，水泥生产企业对粒度检测手段提出了更高的要求。

本文将通过粒度对水泥的重要性、水泥生产过程中影响粒度的环节、水泥粒度检测手段的演进等主要内容进行阐述，详细分析了在线粒度监测技术在水泥细度检测领域的应用。

关键字：粒度，水泥细度，在线粒度监测，选粉机，转速，Xoptix

## 一、 粒度对水泥的重要性

水泥细度的表述概括起来有筛余、比表面积、颗粒级配、平均粒径等几种，筛余是水泥生产最常用，也是延续了很久的方法。目前在水泥生产中存在的问题是，用 80um 方孔筛控制水泥细度已经不合适了，应在水泥生产中推广使用 45 $\mu$ m 方孔筛筛余，用 45 $\mu$ m 方孔筛控制水泥细度。但 45  $\mu$ m 试验筛网的生产技术要求高，国内市场上很少有这种产品。比表面积所代表的细度含义比筛余进了一大步，它与水泥性能的相关性比筛余更具普遍性。但透气法也存在对多孔物料和过细物料测试不准的问题，而且在与水泥物理性能相关性上也还存在不少局限。因此细度（80um 筛余）和勃氏比表面积只能部分的体现水泥的颗粒情况，无法完全了解水泥颗粒的分布，它们对于控制水泥性能和充分发挥水泥各组分的作用是远远不够的。

同上述所述，即使筛分细度相同或比表面积相近，水泥的性能有时也会表现出较大的差异，其原因是粒度分布可能不同（当然，颗粒形状的因素也很重要）。勃氏透气法比表面积实际含有颗粒堆积因素，并非真正几何意义上的颗粒比表面积。激光计算比表面积值比较细致地考虑了颗粒形状和细度，且与颗粒堆积状况无关，与水泥使用过程中强度的发挥对应性可能会更好。激光粒度仪能够得出水泥行业原来无法测量的粒度分布，建立起粒度分布与强度的关系。

水泥的粉磨细度影响水泥磨机的产量和出厂水泥的强度等级。由于水泥磨得越细，其比表面积越大，水泥的各龄期强度都会增大。当粉磨细度 80um 方孔筛筛余 4% 以下时，随着筛余量的减少，粉磨单位产品的电耗将显著增加，产量也相应降低；因此，水泥粉

磨细度，通常控制在 80um 方孔筛筛余 4% 左右、比表面积控制在 350m<sup>2</sup>/kg 左右。

根据国外专家的研究结果，水泥颗粒大小与水化过程有着直接的影响，不同粒径的水泥水化速度及水化程度差异很大。水泥中 0-30um 的颗粒对强度起主要作用，其中 0-10um 部分早期强度高，10-30um 部分后期强度高。3-30um 这部分颗粒含量越多，水泥质量越好。粉磨过程中，不能完全消除 >32um 的颗粒（但应尽量减少 >60um 的颗粒），同时又必然产生 <3um 的颗粒。最佳水泥颗粒级配是：3-32um 的颗粒含量 >65%，<3um 的颗粒含量在 10% 左右。在适当的条件下，提高这一阶段的含量，就可达到提高强度的目的。

水泥用户要求水泥均匀、质量稳定，特别是现代建筑施工工程对水泥质量要求越来越高，愈来愈迫切。一方面我国水泥行业不仅需要重视如何提高水泥的 3 天和 28 天强度，而且还需要重视如何提高水泥的质量稳定性，减小波动。

通过对粉磨方法及粉磨工艺的研究可知，调节选粉机产品的粒度分布可以提高水泥的强度，而不一定要由提高粉磨细度来实现这个目的。

## 二、水泥生产过程中影响粒度的环节

在水泥生产过程中，无论是开流磨还是闭流磨，如图一，会影响到水泥粉末细度的地方很多，磨机的喂料量，磨机的转速，选粉机的转速，选粉机的风速等。



图一

水泥磨机和旋风分级机是水泥制造工艺过程中最为主要的设备，他们能否正常运行和能否以最佳的转速运行，直接关系到整个生产线的效率、成品的品质和能耗。而这些恰恰都是企业在日益激烈的市场竞争力下所关心和追求的。

### 三、水泥粒度测量手段

目前，国内外的测量手段有离线和在线两种。水泥行业的粒度离线检测是每四个小时去现场取样一次，然后拿到实验室分析仪器上进行分析。这种方法有取样量小（仅测几克而已），代表性不够，而且取样间隔时间长，测定结果比生产滞后的缺点，导致对生产的指导作用严重不足，在水泥质量保证上难以做到实时监控，增加了出现不合规格产品的概率，不能适应现代技术发展与生产的要求。在线监控是直接在生产管线中监控产品粒径，同时将监控结果传送到中控室，或客户的DCS和PLC中控系统。在线激光粒径监控系统，对产品输送管路中水泥颗粒的粒径分布和变化趋势做24小时连续、快速、及时、真实地跟踪，为水泥企业产品质量的稳定性和连续性提供了现代化的科学监控手段。

打个比喻，在线仪器就像一架望远镜，离线仪器就像一台放大镜。望远镜可以连续及时地发现问题，有个先知先觉的概念；而放大镜却是局部放大，仔细认真的研究，自然是只能断断续续地进行判断，并且存在时间滞后的问题，也就是说当放大镜发现问题的时候，这个质量问题已经过去了。

使用者必须接受一点就是在线和离线的仪器所测得的数据不可能一致，即使同一台实验室仪器不同人或者不同时间所得到的数据都不一样，更何况两台仪器，两个完全不同测量原理的仪器拿来比较。但是为了得到更好的一致性，必须在仪器调试阶段使用尽可能多的样品点数据来发现实验室和在线仪器所得到数据的相关性，通过各种技术手段来使二者的趋势相吻合，接近客户的使用惯性和判断惯性。

### 四、在线监测仪器的组成



在线粒度监控系统，包括以下功能部件(如图二):

1. 仪器主机，包括激光发送和信号接收
2. 样品流动池
3. 取样系统
4. 回样系统
5. 信号控制箱

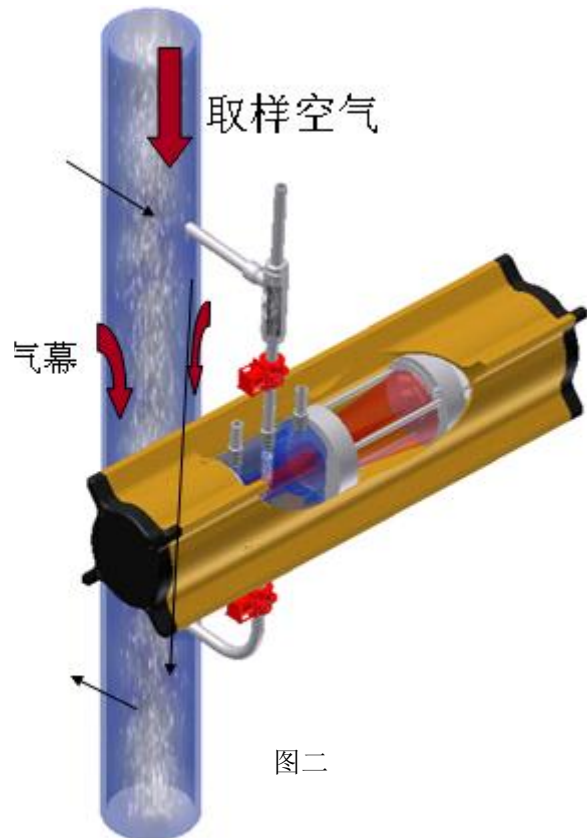
在线粒度监控系统为了能够确保系统长期稳定，精准地运行，就必须对容易被样品造成污染的光学镜片部分加以保护。

使用高于取样气体压力的气体对光学镜片表面连续的吹扫，如同形成一个气体屏幕一样(简称气幕)，可以避免光学镜片受到污染，而影响测量的准确性，以及仪器运行的稳定可靠性。

## 五、在线监测仪器的安装位置

水泥生产有不同的工艺制作过程，如开流磨、闭流磨等。在整个粉磨生产过程中对水泥颗粒的粒度有影响的因素很多，如磨机的转速，进料量，旋风机的转速，风量等等。利用在线粒度监控系统，您可以监测任何您所关心的点或设备。如您可以装在磨机后面监测磨机的工作效能，也可以装在旋风机后面监测旋风机的工作效能，或者装在旋风机返回磨机的管道上。

根据我们的经验，大多数都是将在线粒度监控系统安装在成品的管路中(如图二所示)，因为这样可以监测前面所有环节的设备 and 工艺对水泥粒度的影响。您也可以利用在线粒度监控系统的 24 小时连续，快速，及时的特性来试着改变某些工艺参数，来了解每个参数对水泥粒度如何影响以及影响程度，达到稳定产品质量和提高产能。

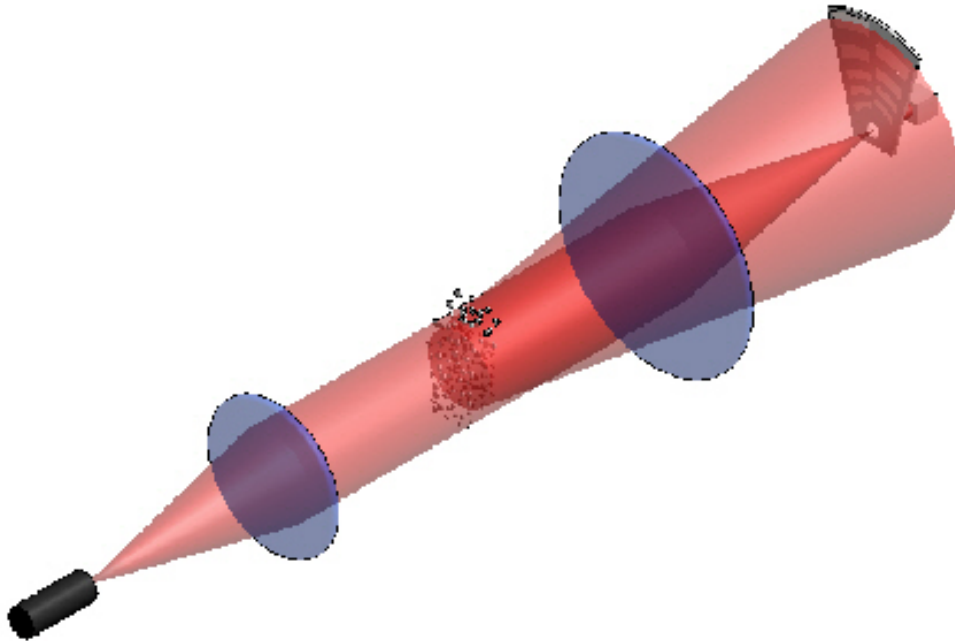


图二



## 六、测量原理

Xoptix 在线粒径监控系统，结合激光衍射技术和 Mie 理论，能对生产线上各类气体输送或重力传输的粉末进行连续的粒径分布以及粒径变化趋势监控。



## 七、Xoptix 在线粒度监控系统的功能

- ◇ 在稳定的状态下，可以利用在线监控，实时了解到生产线上的实际情况，操作人员可以做一些微调工作，如分级机转速的细微调整，操作人员坐在中控室，就可以不断优化您的生产工艺，不必频繁地跑到现场取样拿回实验室测量，发现异常马上控制，这无疑消除了很长的时间滞后，更利于我们保证产品质量。
- ◇ 在每次磨机启动的时候，如果使用 Xoptix，因为您随时知道您的调整效果，所以会快速地使产品进入一个稳定状态，相比不断的人工取样，控制节省了大量时间，您完全有能力利用这些时间生产更多的产品，赢取更多的利润，同时也避免了人工测量过程中误差的导入。
- ◇ 在水泥生产中，不可避免的存在着大量的能量损耗，而过度研磨就是一个在利用离线测量技术下必然存在的情况，所有的研磨行业都是如此，因为操作人员无法知道每一刻的粒度情况，而为了达到质量标准，我们不得不留有足够的余

量，故意研磨的细一些。但是如果您使用在线粒度监控系统 Xoptix，您可以放心的让质量曲线无限地接近客户的要求界限，而这部分工作带来的效益又是非  
常可观的；

- ◇ 利用 Xoptix 自动取样测量，可以减轻人工取样检测的工作量，同时也避免了人工测量过程中误差的导入；
- ◇ Xoptix 可以将监控数据连续送到客户的中控系统，如 PLC 或 DCS，以便生产过程实现真正的自动化。

## 总结：

在科技快速发展的今天，技术革新日新月异，若想在日益激烈的市场竞争中立于不败之地，就必须尽早使用先进的高科技设备来武装自己。水泥检测多项仪器都已经实现了在线监测，唯独粒度测量迟迟未能普及在线监测，而我们却是一直致力于推动此项技术，Xoptix 在线粒度监测产品的出现，无疑加速了我们推动步伐的同时，也提升了众多水泥生产企业的核心竞争力！

