

在线粒度监控系统对水泥生产的帮助

薛金松

2014/5/9

响水中联水泥有限公司

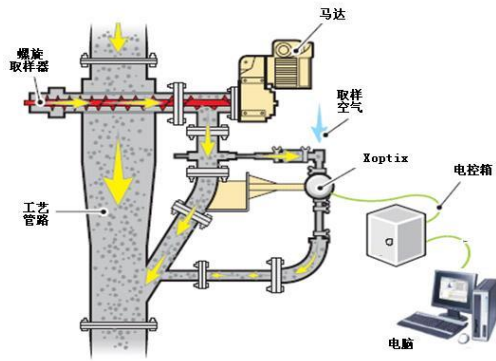
水泥是一种粉体产品，由不同大小的颗粒按一定比例构成。在我国，目前用来表示水泥颗粒大小的最流行的方法是细度和比表面积，众所周知，水泥性能与水泥粒度密切相关，水泥粒度的大小直接影响水泥的凝结、硬化过程和强度、流动性等一系列物理性能，乃至混凝土的物理力学性能。

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，而水泥细度的传统的检测方法有筛析法和比表面积法，其中筛析法是水泥生产最常用，也是延续了很久的方法，目前以 80um 和 45um 筛余为主。



我国水泥标准规定水泥产品的细度小于 10%，这个细度是指 80um 筛余量%。这个方法简单易行，在一定的粉磨工艺条件下，细度与水泥强度存在一定关系。理论分析和生产实践均发现，传统的细度和比表面积与水泥性能相关性并不理想。80 微米筛余只反映 80um 以上颗粒的百分含量。虽然该组分含量低，表明有效颗粒含量高。水泥强度变高，但是对总量 90%以上、粒径小于 80um、对水泥性能有直接影响的颗粒来说，具体的粒度分布情况并不清楚，因此也就无法完全确定水泥性能（如 3 天强度、浇筑性能等）。用这种方法进行水泥质量控制存在一些问题。同样的问题也或多或少的存在于 45um 的筛余。比表面积的控制也存在一定的缺陷，因为同一比表面积可能存在众多的细度分布可能。因此，简单的利用 45um、80um 筛余和比表面积来控制水泥的粉磨细度，进而控制水泥的强度是远远不够的。

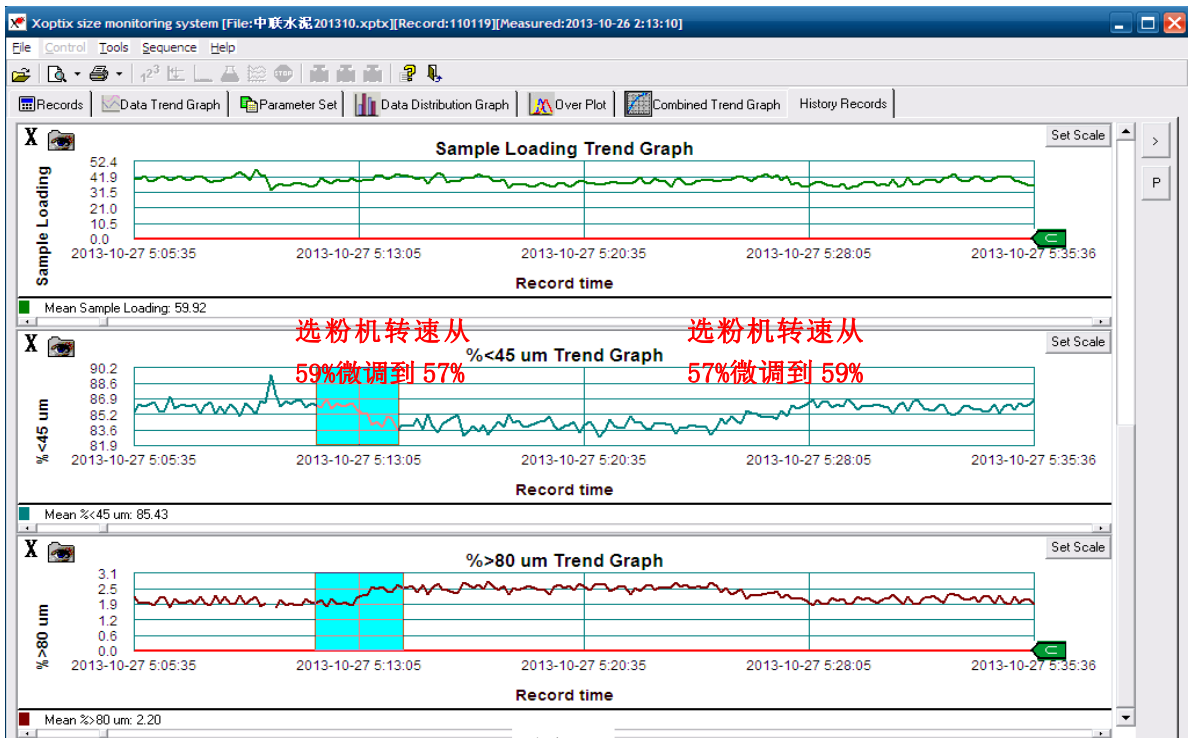
我公司隶属于中国联合水泥，在经过多方研究和考察后，于 2013 年开始安装使用了 Xoptix 在线粒度分析系统，其测量原理是激光衍射技术结合全米氏理论，也是目前最为成熟的一种粒度测量方法。我们将 Xoptix 系统安装在选粉机后的输料斜槽上，利用螺旋输送机将斜槽内一部分产品取出，XOPTIX 装在螺旋输送器的下料管上，不但可以保证样品的代表性，也使得仪器的运行更加稳定，为了仪器效益最大化，我们选择了一台在线粒度仪同时监测我们的两台磨机。



图一 现场安装图

在安装在线粒度监控系统之前，实验室都是用 80 微米和 45 微米的筛余来测量粒度的大小，不同人员的检验误差和 30 分钟的检验时长，影响中控操作员稳定操作。

使用了 XOPTIX 在线粒度仪之后，我们尝试对选粉机的转速做细微的调整，中控室的操作人员几大概 3 分钟之后，就可以看到水泥的粒度是如何随着选粉机转速的变化而变化以及变化大小，好像一台实验室仪器搬到了现场。图二即是操作人员对工艺进行了手动调整，把选粉机转速从 59%微调到 57%，15 分钟过后又从 57%调回到 59%，我们从软件里面截取这一段时间的曲线数据可以明显看出 %<45，%>80 曲线图在这段时间都发生了明显变化。

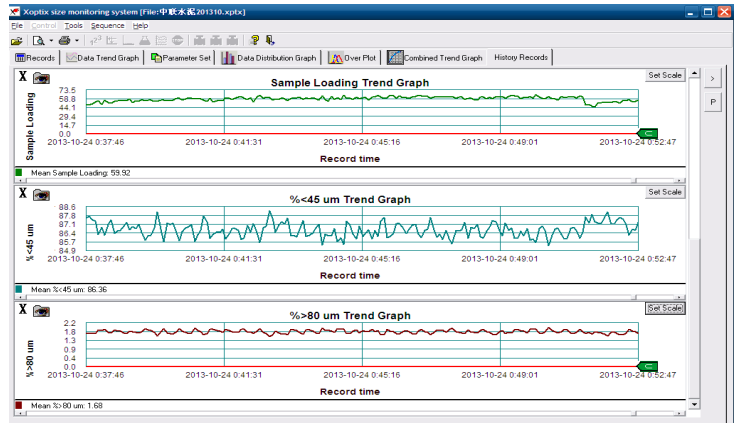


图二

由于 45um 的筛余主要反映水泥中粗颗粒的百分比含量，而比表面积主要反映水泥中细颗粒百分比含量（小于 5um），所以我公司采用 45um 筛余和比表面积相结合控制出

磨水泥细度，在生产初期取得了不错的效果，但由于两头大，中间小的颗粒分布使得水泥失去了优势。在使用了 Xoptix 在线粒度仪之后，对出磨水泥各种规格的粒径所占的比例就可以直接读出，快速判断是磨机研磨导致颗粒分布变化还是物料（熟料和混合材）活性变化导致水泥强度变化，并且能够实时跟踪调整结果，这无疑给我们增添了一个控制水泥性能的先手手段。

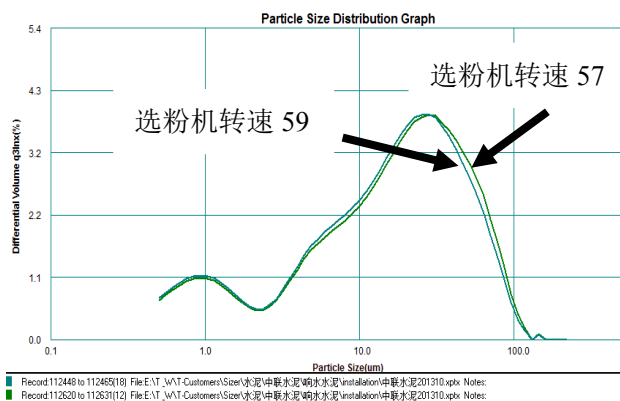
谈到利用一个全新的数据来控制我们的生产工艺，不得不提出其和我们现有的实验室数据的差异，因为不同厂家不同原理的仪器必然存在结果不同，但是综合比较下来，Xoptix 的数据和我们的筛分数据基本都控制在 2% 以下，并且两者存在一定的线性关系，这也使得我们可以放心使用在线粒度仪的实时数据来优化我们的生产工艺。仪器的稳定性也在长期的使用中得到印证，在工艺稳定的情况下，各粒度参数的趋势图也非常稳定，波动范围在 ±1.5%，如图三所示。



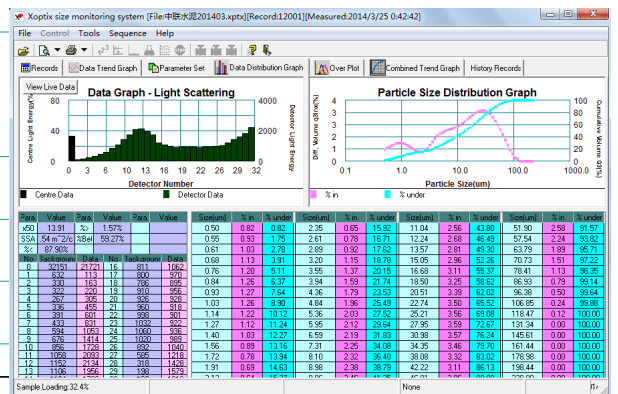
图三

图四是前后的数据拟合图，可以看到选粉机转速降低，颗粒粒度变大，粒度分布图明显向右偏移。

图五是瞬时的粒度分布图，我们的工艺人员或者管理人员可以打开任何历史时间的粒度分布图，了解详细的粒度分布参数。



图四 粒度拟合图



图五 瞬时粒度分布图

我公司是粉磨站企业，熟料靠外购，其质量存在较大波动，导致出磨水泥轻度标准偏差也大，在线粒度仪使用之前，我公司出磨水泥 28 天抗压强度标准偏差为 1.633MPa，使用之后，操作员根据粒度趋势图稳定磨机转速，出磨水泥波动也随之减小，28 天的抗压强度标准偏差减小到 0.459MPa，水泥产品均衡稳定，满足了商品混凝土公司的需求，也成了我公司产品的主要卖点。

下表即是我公司使用在线粒度仪前后的各项数据比较，按年产 100 万吨的产能初

步估算，每年可以降低生产成本达 600 多万元。

	添加混合材比例 %	台时吨/H	3 天水泥强度 MPa	28 天水泥强度 MPa	28 天水泥强度标准偏差
使用在线粒度仪之前	48	182	16.5	38.4	1.63
使用在线粒度仪之后	51	188	16.9	39.1	0.46

结论

1、在线激光粒度仪是中控操作员的“眼睛”，是操作参数调整的依据：工艺参数变化时，3 分钟左右，操作人员就能够从画面上发现粒度变化、变化多少。使调整做到及时、准确、量化。传统的离线式激光粒度仪不能做到与成品水泥同步，不能随时指导中控操作。

2、工艺人员对水泥颗粒分布 $<3\mu\text{m}$ 、 $3\sim 32\mu\text{m}$ 、 $<45\mu\text{m}$ 、 $>80\mu\text{m}$ 含量等分析，能将水泥细度控制在更窄的范围内，颗粒级配更加合理，分散性更好，早期强度高，后期增进好，质量更稳定等特性，更加具有竞争力。

3、质量管理人员根据水泥颗粒分布状况调整混合材品种、比例结构和最佳控制指标，提高混合材参加量；同时能够通过曲线变化监控生产全部过程。