

炭黑分散度的控制

1 简介

众所周知，填料的分散度是橡胶制品的一项重要参数。一方面，制品的物理性能与分散度有直接的关联；另一方面，分散度揭示了橡胶的混炼水平。

橡胶加工者的共同目标是，以最经济的加工过程来获取符合客户要求的性能。我们相信，橡胶填料的分散度的监控是实现此共同目标的有效手段之一。

1.1 橡胶加工的要求

一个橡胶配方的设计，不管是作为耐磨耗制品或是密封制品，其加工都必须满足以下要求：

- ◆ 一致性的填充剂分散
- ◆ 大的分散不良颗粒的控制
- ◆ 加工的均一性
- ◆ 最合适的混炼时间

以上因素将直接影响制品的性能。例如，耐磨耗制品（胶带、轮胎）中，大的分散不良颗粒的存在将显著降低磨耗性能。

2 橡胶混炼加工的控制与影响

2.1 填充剂的分散

填充剂的分散情况直接影响制品的服用性能。例如，分散不良将导致某些制品的弹性模数降低、寿命缩短。而过度的分散也会造成诸如强度损失等问题。

2.2 分散不良的大颗粒

直径小于 $25\ \mu\text{m}$ 的颗粒主要影响制品的强度、弹性等；直径 $25\ \mu\text{m}\sim 35\ \mu\text{m}$ 的颗粒与制品的耐疲劳性能有直接的联系；而更大的颗粒将会直接形成制品的表面或内部缺陷，或成为受力制品的裂痕产生点。

2.3 加工的均一性

提高每手料的均一性，可以降低加工过程中的调整费用，稳定产品质量。例如在挤出加工时，若混炼胶的均一性不佳，会导致尺寸不稳定、表面缺陷等，工艺难度加大。

2.4 混炼时间

橡胶的混炼是一个昂贵的加工过程。混炼不足则无法获得需要的产品物性；过度混炼又会导致成本提高、物性损失或造成死料。

由于分散度可被用于以上因素的控制，因此分散度的检测对于橡胶加工者具有重大的意义。

3 分散度的测量

3.1 分散度的检测方法

目前，已知的炭黑填充橡胶的分散度测定方法主要有以下几类：

- ◆ 电导率法 测量橡胶的电阻从而间接了解其分散情况。
- ◆ 机械法 测量橡胶切割面的粗糙度来判定分散度。
- ◆ 光学法
 - A、 反射光法 显微观察橡胶断面的影象，与标准照片对比。
 - B、 透射光法 显微观察橡胶微米级切片，与标准照片对比或计数。
- ◆ 其它方法

3.2 反射光法

反射光法的优点是试样制备简单，测量过程较快，结果容易理解（如ISO11345）。但实际使用中存在以下的问题：

- ◆ 操作者主观性因素
- ◆ 测量面积的代表性因素
- ◆ 测量结果与实际分散度的偏差

由于以上因素的影响，使得橡胶加工者难以把分散度作为加工控制参数来使用。那么，如何加以改善呢？

- ◆ 使用恒定的投射光
- ◆ 优化的、恒定的放大倍率

- ◆ 内置的参考图片，与被测试的图片并列
- ◆ 数字化影像技术，可以实现自动测量
- ◆ 增加测量面积，提高可比性
- ◆ 参考图片基于试样同类配方

正是基于以上对反射光法的进一步改进，台湾优肯科技股份有限公司提供的 **UD-3500** 分散度仪已经在此领域确立了其国内领先地位。

4 UD-3500 分散度仪

4.1 仪器的组成

UD-3500 分散度仪由主机、电脑及显示器、切具三部分组成。主机用于获得数字化的试样图片，并可将其在显示器的左半屏显示。主机内存储了标准参考图片（例如 **ISO11345** 的 10 级标准照片），可以逐张在显示器的右半屏显示。主机也可以存储多套测试方法的参考图片，并可以建立用户自己的参考图片。分散度仪与电脑通讯，从而完成诸如打印试样图片、获得实验报告等任务。可以实现分散度的自动测量，并且可以提供大颗粒的检测报告。专用切具可以简便快速地获得符合要求的试样切面。



4.2 测试标准

<主机外观图>

4.2.1 PHILLIPS 法 (ISO11345) 本机所采用标准

- ◆ 10 级参考图片 (ISO11345 附录 A 规定，图片须从 **OPTIGRADE** 公司

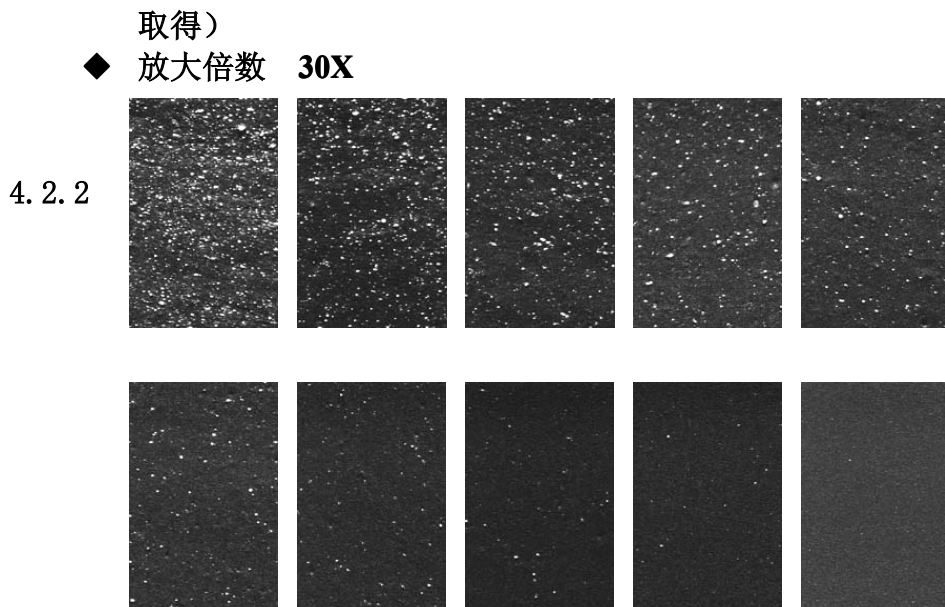


图 2: ISO11345 方法的 10 级分散度

IFP 法

- ◆ 使用 X 值代表分散度，Y 值代表大颗粒的分布。
- ◆ 使用 100 倍放大。
- ◆ 对于不同的填料种类，使用不同系列的参考图片。

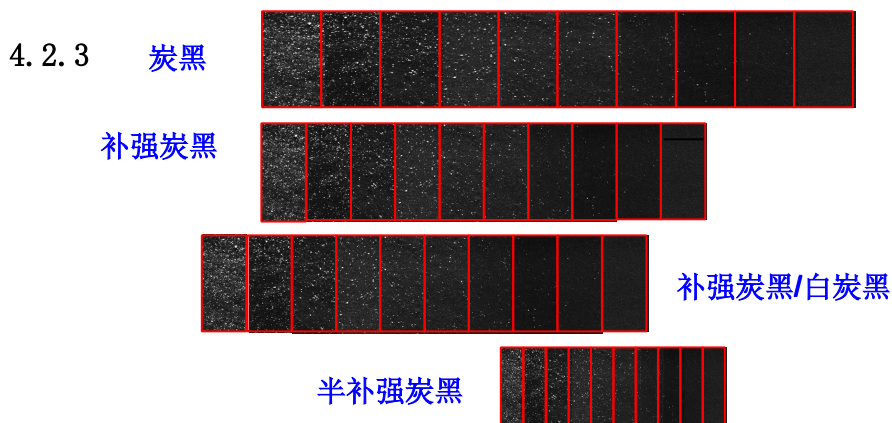


图 3: 不同填料的分散度 X

颗粒分布分析软件

此软件作为 UD-3500 型分散度仪的一项特别的功能，可以提供试样的测量面积内各种直径的颗粒的数量，相当于透射光法的计数。UD-3500 型分散度仪可以直接向电脑传递测试数据，因此测试者能够方便地获得试样的颗粒分布图。

4.3 UD-3500 分散度仪的优点

- ◆ 使用国际流行的测试标准，先进且易于交流。
- ◆ 测试过程快速、准确，人为因素影响较小。
- ◆ 测试数据可以作为混炼机的工作状态参数。
- ◆ 用电脑处理，便于参考图片、试样图片的储存与管理。
- ◆ 用户可以按目标极限值法建立自己的参考图片。
- ◆ 测试数据直接传递到电脑，便于分析、管理。

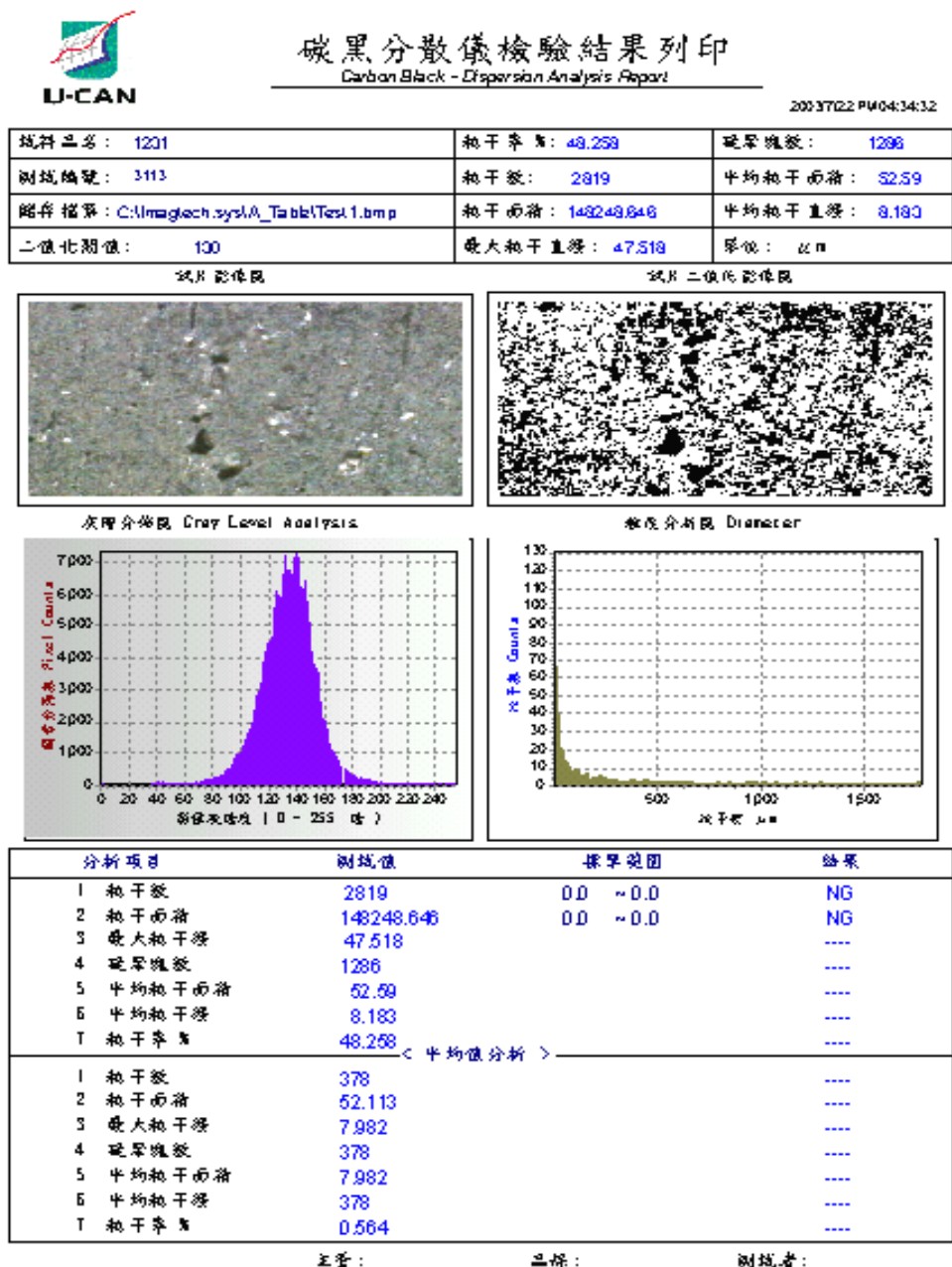


图 5: 测试报告及颗粒分布柱状图

5 控制填料分散水平

目前，国际橡胶业界已经普遍使用分散度仪来获得分散度的数据，并以此来控制填料的分散水平，以及取得最经济的混炼工艺。

A. 基本功能：

- ◆ 快速获得分散度的数据；
- ◆ 建立自己的监控标准体系；
- ◆ 确定最经济的混炼工艺点，降低生产成本；
- ◆ 快速获取胶样的图片并直接储存于电脑；
- ◆ 应用分散度的数据分析，判断混炼机的工作状态。

B. 智能分析功能：

- ◆ 带有自动判读功能，人为因素影响最小；
- ◆ 快速获得颗粒分布的数据，便于进一步深入研究，提高产品的质量水平；
- ◆ 所有测试数据及图片都可以直接传送到电脑或网络，便于现代化的生产管理。

总而言之，使用功能强大的仪器将使分散度的检测更加便捷、准确，将使生产过程控制更加完善、科学，使橡胶的加工更有效率，从而生产出低成本、高品质的产品。

