

【应用】评价啤酒泡沫的稳定性



泡沫稳定性是评价啤酒质量的一个重要参数。稳定而丰富的泡沫可以提升啤酒的口感。为了让啤酒泡沫稳定存在，人们对蛋白质等化合物进行了广泛的研究。将这些化合物添加到啤酒中可提高泡沫的稳定性。因此，提供一种简便、快速的泡沫稳定性评价技术，对促进此类配方的研究与开发具有重要意义。

德国德飞 Dataphysics 公司研发生产的 [MultiScan 20\(MS 20\)](#)【图 1】稳定性分析仪可以准确的定量测量啤酒泡沫的稳定性，比任何传统的货架期测试都要快很多。

本文将介绍 MS 20 稳定性分析仪在两种啤酒的泡沫稳定性研究中如何起作用。



【图 1】Dataphysics 公司 MS 20 稳定性分析仪，连接 6 个测量塔

关键词：啤酒泡沫、稳定性、
MS 20 稳定性分析仪



技术和方法

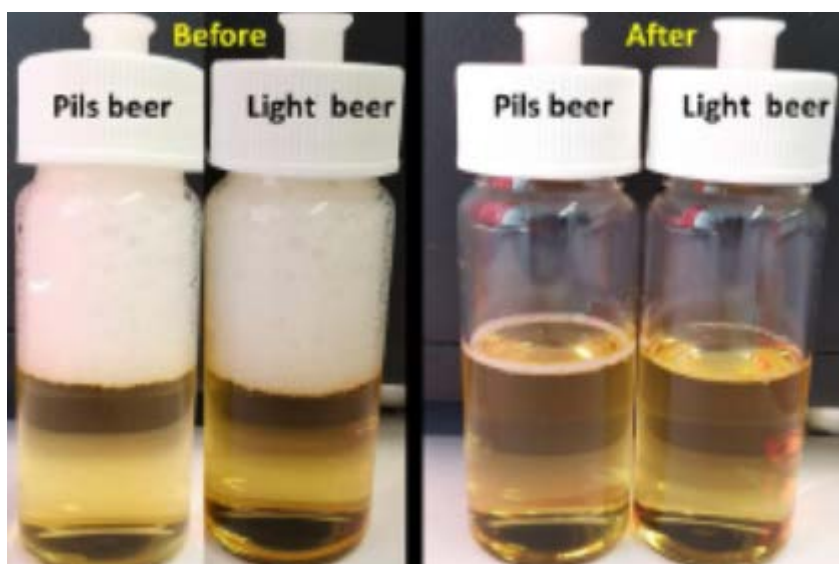
德国 Dataphysics 公司研发的 MS 20 稳定性分析仪是一款光学测量仪器，主要用于自动测量液体分散体系的稳定性和老化分析，以及用于由时间和温度引起的分散体系不稳定机制的综合表征。它由一个中央控制单元和多个测量塔组成，最多可连接 6 个测量塔，每个测量塔可独立控温，温度范围为-10°C 到 80°C，所有的测量塔均可以不同的设定参数独立工作。

配套强大的 MSC 软件，使 MS 20 能够捕捉到液体分散体系最轻微的变化。因此，MS 20 能够快速和准确的测量和分析液体分散体系的稳定性，并对该分散体系可能的失稳机制给出指导结论。



实验

将两种类型的啤酒（轻啤酒，pils 啤酒）10 毫升倒入透明标准样品瓶中，摇晃并产生泡沫，分别装入测量塔，测量 10 分钟，测量时间间隔为 13 秒。测量高度从 0 毫米（样品瓶底）至 57 毫米（样品瓶中样品的装样顶部）。【图 2】显示了测量开始和结束时的两个样品状态。



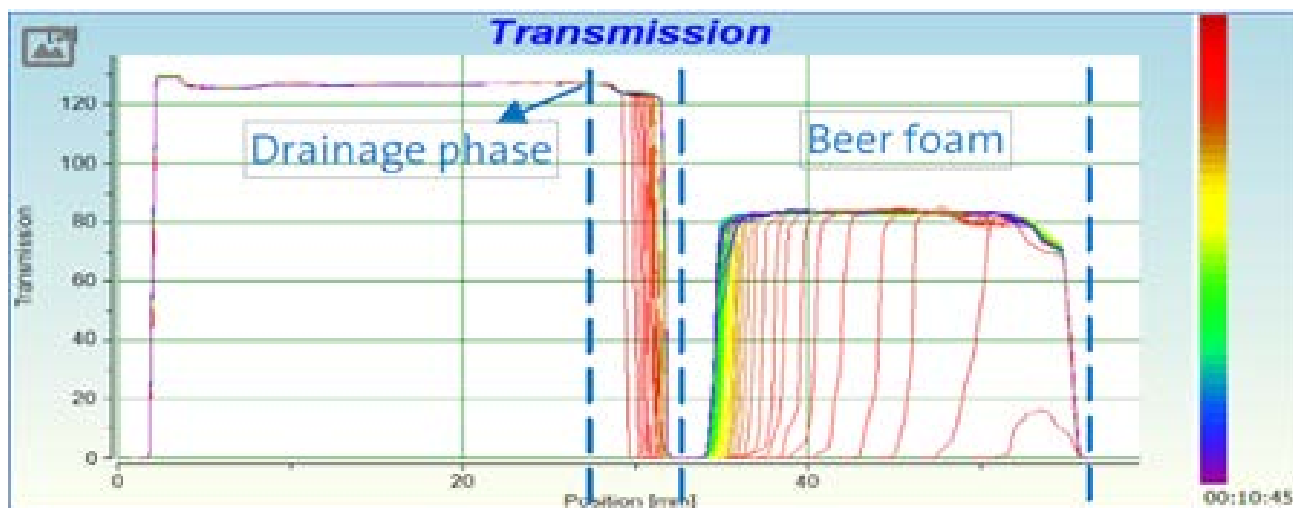
【图 2】测量开始和结束时的两个样品状态



结果

可以同时得到透射光强度和背散射光强度与样品高度，扫描时间的关系图。由于透射光强度在测量过程中较背散射光强度图有明显的变化，所以，我们选择透射光谱图分析啤酒泡沫的稳定性。

两个样品的透射光强度随时间变化相似。【图 3】显示了淡啤酒透射光强度与样品管高度的关系图。曲线中从红色线（实验开始， $t=0s$ ）到紫色线（实验结束， $t=10min45s$ ）的颜色变化信息表示不同的测量时间。每条曲线代表从样品管底部到顶部的一次全程扫描。透射光谱图显示了透射光信号与时间和样品位置的变化图，由图可知，样品高度 33mm 至 54mm 之间显示了泡沫区域的变化过程。25mm 到 32mm 之间的区域为泡沫逐渐转化为水的区域，是由于泡沫破裂而导致水的生成。

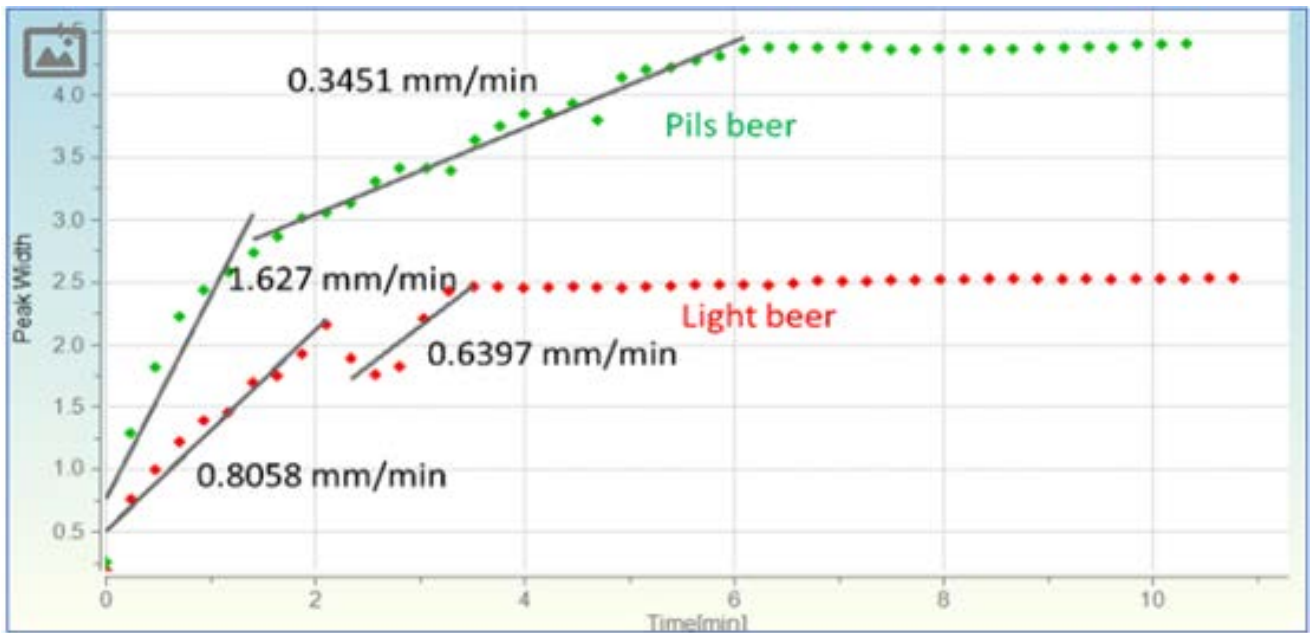


【图 3】淡啤酒的透射光强度与样品管高度的关系



泡沫转化为水区域（drainage phase）

为了更好的理解水相生成动力学，我们对样品管高度范围从 25mm 至 32mm 区域的谱线变化速率和变化宽度进行了分析，计算了水生成速率和测量时间内生成水层的厚度。从【图 4】可以看出，pils 啤酒泡沫转化成水的速度和厚度比淡啤酒大很多，说明 pils 啤酒中的泡沫不如淡啤酒泡沫稳定。



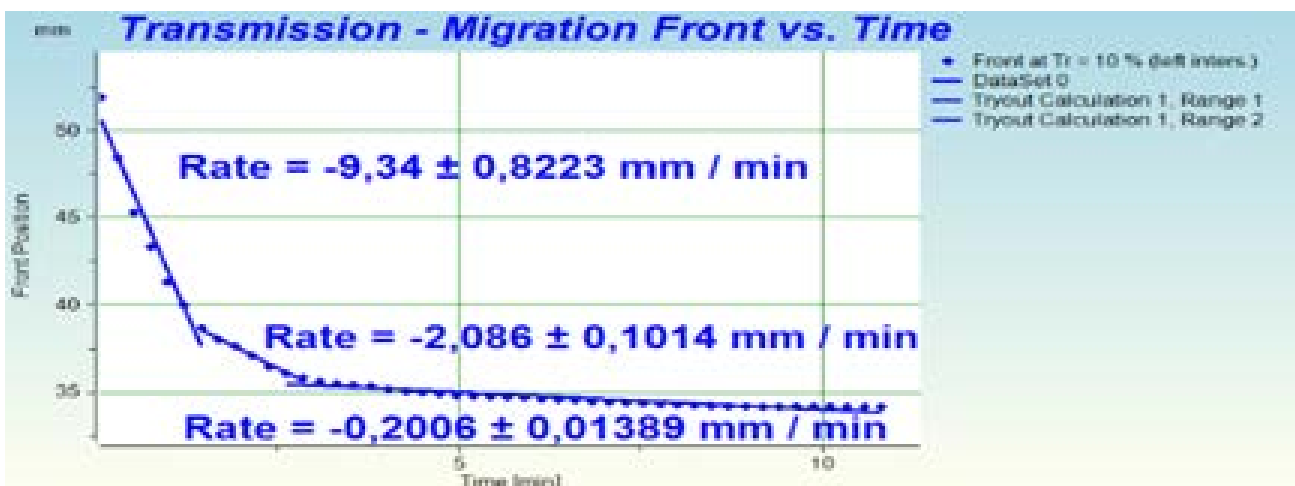
【图 4】水生成动力学



啤酒的泡沫相分析

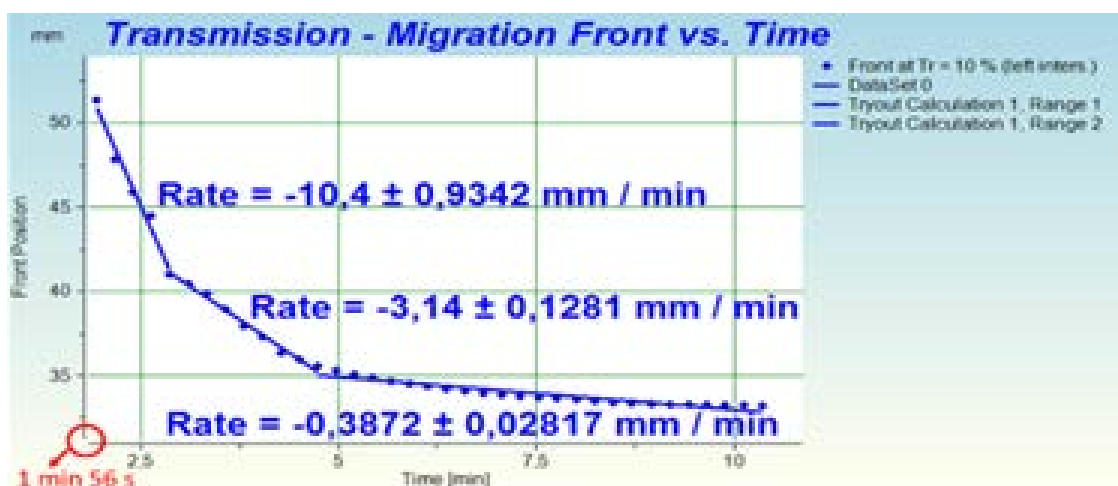
随着时间的推移，透射光信号范围均在 33 毫米到 54 毫米之间不断扩大。该区域为啤酒的泡沫区域，分别对两个样品的这一区域的透射光信号前沿的扩张迁移速率进行分析。

如【图 5】所示，对于淡啤酒可以看到大约 3 分钟内的平均迁移速率为 9.34mm/min。之后，迁移速率变得非常小，表明淡啤酒的泡沫在前 3 分钟内破裂明显，之后变得缓慢。



【图 5】淡啤酒迁移前沿与时间关系图（样品管高度 32mm – 54mm）

对 pils 啤酒进行分析，得出【图 6】中的变化率。可以看到，啤酒泡沫的透射光强度的变化是从 1 分钟 56 秒开始的，这意味着泡沫在前 2 分钟内变化较小，比较稳定。然而，从 2 分钟到 3 分钟之间泡沫开始变得非常不稳定，变化速率高达 10.4mm/min。在这种快速的不稳定之后，泡沫继续以较慢的速度流失。

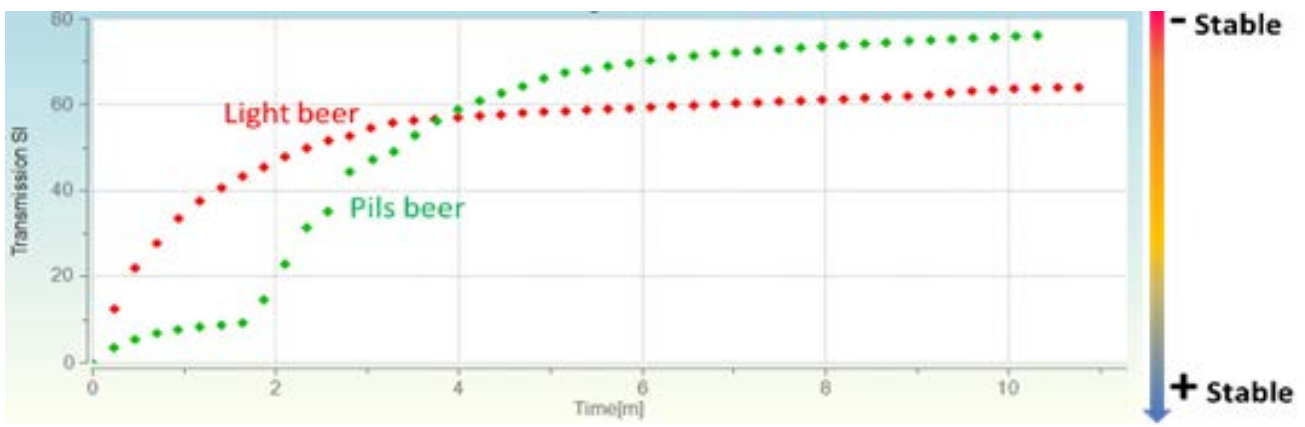


【图 6】 pils 啤酒迁移前沿与时间关系图（样品管高度 32mm – 54mm）



整体稳定性分析及比较

利用 MSC 软件中提供的稳定性指数 (SI) 函数，用一个值来表示每次测量的整体稳定性，所有测量的 SI 值与时间的关系见【图 7】。与之前的结果一致，稳定指数 SI 的分析结论为，淡啤酒在刚倒入样品瓶后，会在最初的几分钟内泡沫快速崩塌，之后进入一个相对缓慢的状态。与之不同的，pils 啤酒在前 4 分钟前比淡啤酒稳定。而在 4 分钟后 pils 啤酒的 SI 值更高，说明 4 分钟后其泡沫转化为水的速度更快，这与图 5 水转化速率的讨论中 pils 啤酒的泡沫转化为水的速率更快的结论相一致。



【图 7】 pils 啤酒与淡啤酒的透射光稳定性指数与时间的关系图



总结

利用 MS 20 稳定性分析系统及其相应的 MSC 软件，可通过透射光信号的变化动态分析啤酒泡沫随时间的变化状态，具有高敏感，简单，量化，快速等特点。可以直观的了解不同啤酒泡沫在不同时间段的破裂规律并计算不同啤酒泡沫在不同时间段的破裂速度和转化水的速率。为啤酒泡沫的稳定性研究提供一种简便、快速并可靠的方法。帮助生产及科研人员预测和量化啤酒泡沫的稳定性问题，从而保证时间和成本最优的产品开发。

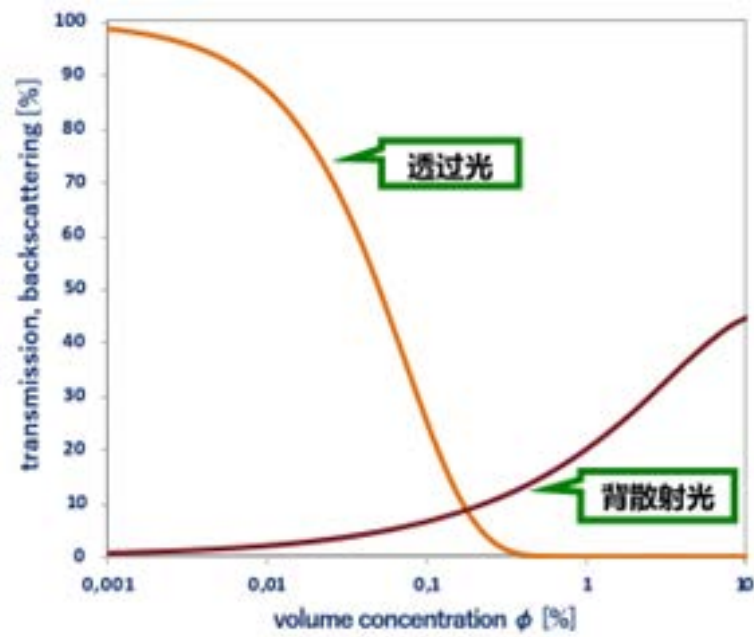
关于MS 20 稳定性分析仪的基本原理介绍：

以下为 MS 20 稳定性分析仪的测量原理及谱图识别方法说明，可以帮助对本文测试谱图结果的理解。感兴趣可以阅读。

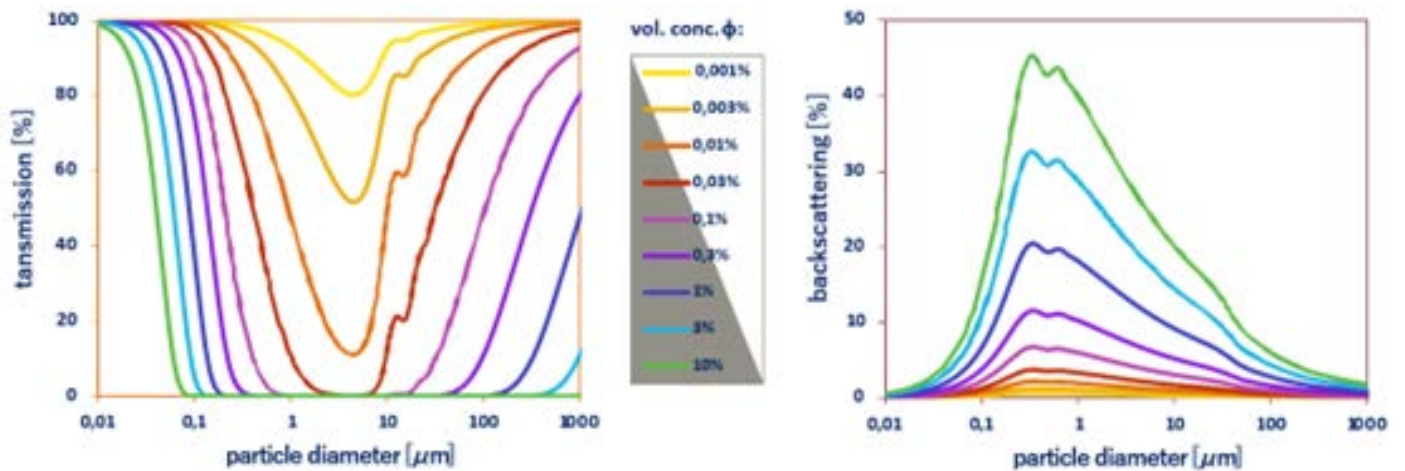
1、基本原理

MS 20 稳定性分析仪采用近红外光 ($\lambda=870\pm 30\text{nm}$) 对样品由下往上 (设定间距, 最大高度 56.5mm) 进行间隔时间扫描, 同时利用光学探测器分别采集样品的透射光和背散射光, 并绘制透射光强度和背散射光强度随样品高度的变化曲线。

透射光强度和背散射光强度与样品浓度的关系如下图：



透射光强度和背散射光强度与液体分散体系中粒子的半径关系如下图：



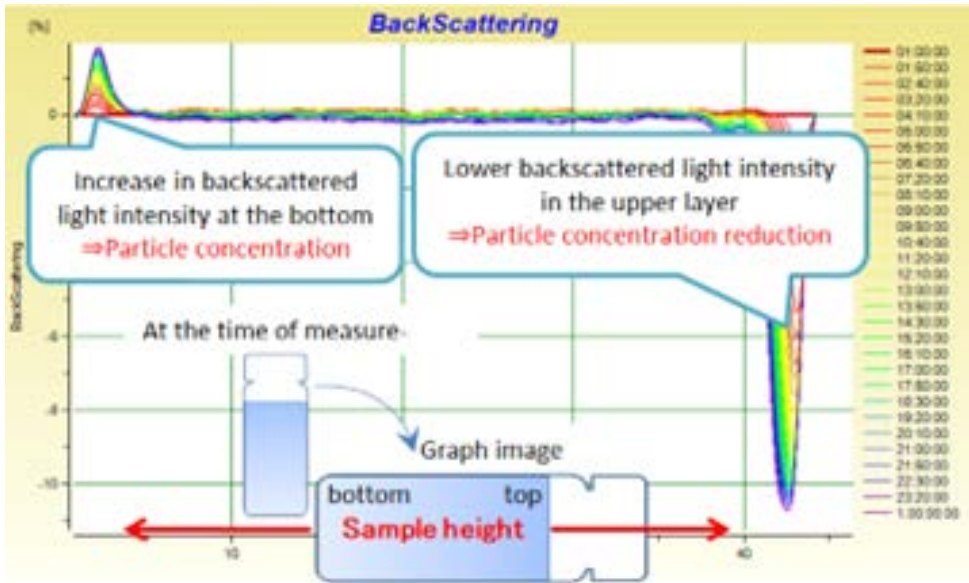
2、谱图表示含义

样品按设定的时间间隔进行扫描，得到透射光和背散射光光强在样品管不同高度随时间的谱图。

X 轴表示样管的高度，最右侧是样品管的顶部，最左侧是样品管的底部。

Y 轴表示背散射光强度（透射光强度）值 (%)。

不同颜色曲线代表不同时间的扫描，每条谱线代表一次扫描，时间顺序按颜色详见右侧对应的指示柱（红色→紫色）。



+++

END

+++

如果您对我们的仪器、测量、理论、实验等感兴趣，请联系我们！

北京奥德利诺仪器有限公司

BeijingDataphys Instruments Co., Ltd.

地址：北京市海淀区知春路63号51号楼（卫星大厦）1208室

座机：010-6294.8370/4370, 6293.0470/4420

邮箱：info@dataphys.com.cn

网址：www.dataphys.com.cn

