

# 射流分级技术的特点及应用

陈江波; 洛阳博丹机电科技有限责任公司; 洛阳/中国  
石原茂树; 粉体系统公司; 京都/日本

## 摘要

射流分级技术早在上世纪 70 年代后期就被德国教授发明, 并先后在德、美、日等重要西方国家申请了专利。但实际的工业化开发及应用只有在日本获得了成功。我国虽然也有对该技术进行研究的报道, 但之前一直没有得到成功推广应用。本文简要介绍了射流分级技术的发展过程; 指出了影响射流分级精度的几种重要因素; 同时介绍了射流分级技术的最新研究及在国内的应用实例。

## 1. 射流分级技术的发展历史

本文所介绍的射流分级技术原型由德国 Karlsruhe 大学 Rumpf 教授, Clausthal 大学 Leschonski 教授在 70 年代发明, 其原型机概略图如图 1 中的 (1)。一定粒度分布粉体原料和高压空气从给料管①中射出。因气流具有贴壁面流动的特性 (又称 Coanda 效应), 将沿 Coanda 块③的壁面流动。较大的颗粒容易挣脱气流的束缚向较远的地方飞行, 从而把颗粒分成如粗、中、细 3 部分。

该类型分级机具有其他分级设备所不具备的显著特点: 构造简单; 同时粗、中、细三产物分级; 运行成本低 (没有转动部件, 无需电机); 大型化后分级精度不变。

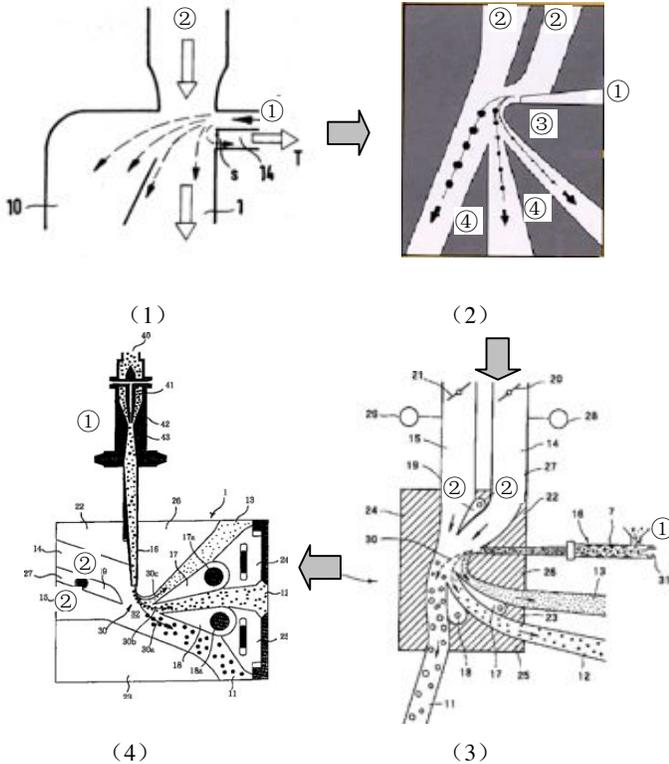


图 1. 各种形式射流分级机

该类型分级机在国内一般被称为射流分级机, 它在 80 年代后期开始在日本商业化应用, 并在实际的使用过程中根据各自的使用经验开发出了各种各样的变形机种。如图 1 中的 (2)、(3)、(4)。

其中, 图 1 中 (2) 所示的分级机是在日本市场上较早开发成功的机型, 它的特点是对 Coanda 块③进行了流线化设计; 同时用导流板将二次风通道②一分为二, 且与水平射流①邻接的②的喷出方向与射流喷出方向基本平行。这样就避免了被射流卷吸的二次风和射流垂直交差, 从而减少了射流的紊乱, 提高了分级精度。

(3) 所示的分级机是在 (2) 的基础上, 进一步将各通道甚至分级刀④都进行了流线化设计, 另外在喷料管①内增加了对原料进行分散处理的构造。

(4) 所示的分级机则是将水平进料改为垂直向下进料, 据介绍, 这对分级精度的提高也有一定程度的贡献。

## 2. 射流分级技术的最新发展

作者在前人研究的基础上开发成功了图 2 所示的新机型, 它的一个重要特点是取消了人为设置的二次风导流, 将射流喷管的周围全部敞开, 允许二次风地从射流四周被自然卷吸, 最大限度地减小了人为诱导二次风带来的乱流影响, 进一步提高了分级精度。

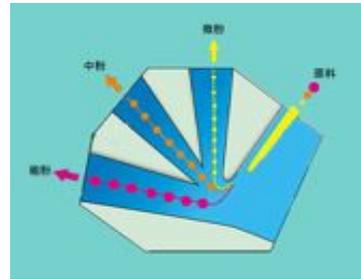


图 2. 最新开发的射流分级机

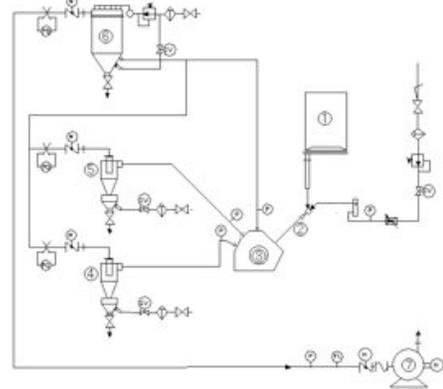
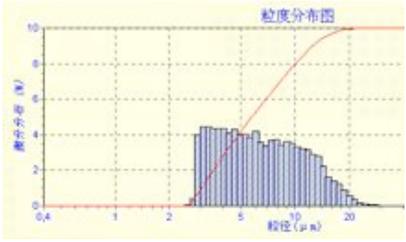
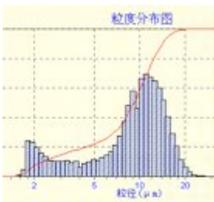
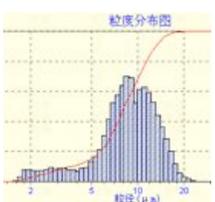


图 3. 系统构成

系统的构成如图 3 所示：通过原料给料机①进入射流给料管②，分散后进入分级机本体③，精密分级后的粗粉中粉、细粉分别被旋风收尘器④、⑤和袋式过滤器⑥回收，洁净的空气通过引风机⑦被排入大气。

用同样的墨粉原料进行了新开发机型与原机型的性能对比实验，结果见表 1

**Table 1: 分级机改造前后粒度分布等变化对比**

分级原料 粒度分布 (个数) (库尔特 计数器: 100 μm 小孔 测量)	 <p>-5.29μm = 41%pop, +20.65μm = 11%vol</p>	
分级目标	<p>-5.29μm &lt; 27%pop, +20.65μm &lt; 3%vol</p>	
分级效果	旧型分级机	新型分级机
分级品粒 度分布 (个数) (库尔特 计数器: 50 μm 小孔 测量)	 <p>-5.29μm=22%pop, +20.65μm=4.6%vol</p>	 <p>-5.29μm=15%pop, +20.65μm=2.5%vol</p>
产品收率	70%	89.8%

可以看出新开发机型的产品收率提高了将近 20 个百分点。且产品的粒度分布更集中，特别是超细粉的去除更有效。

### 3. 射流分级技术的特点及其实际应用

#### 3.1 精确剔出大颗粒

应用到生产对大颗粒要求及其严格的精密稀土氧化铈抛光粉的生产中。

分级效果如图 4 中 SEM 照片所示。

#### 3.2 在分级过程中对原料形貌不破坏

射流分级机的另一个主要特点是：由于在分级过程中没有可能同原料发生大面积直接碰撞的机械部件（如涡流分级机的转子等）。所以，对原料的原始形貌基本上不会造成破坏，这个特点已被应用在羰基镍粉的生产中。如图 5 所示的刺球状羰基镍粉分级后，产品表面的针刺没有发现损伤；图 6 所示的树枝状羰基镍粉分级后，产品链条没有被强行打断的现象；

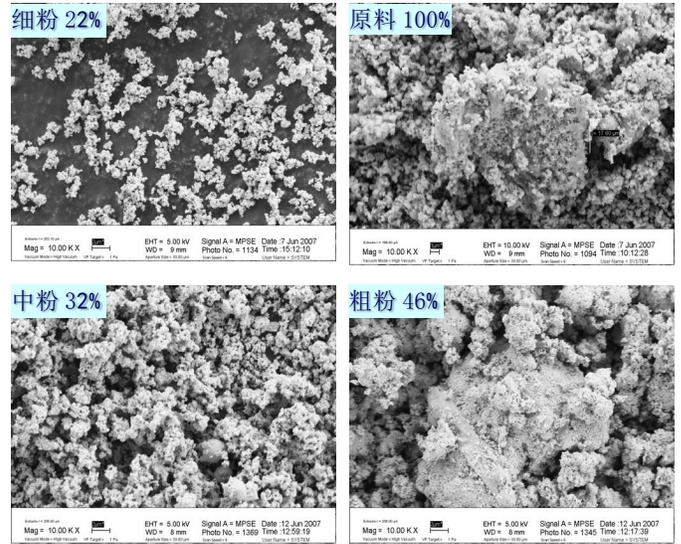


图 4. 稀土氧化铈抛光粉分级前后原料及产品 SEM 照片

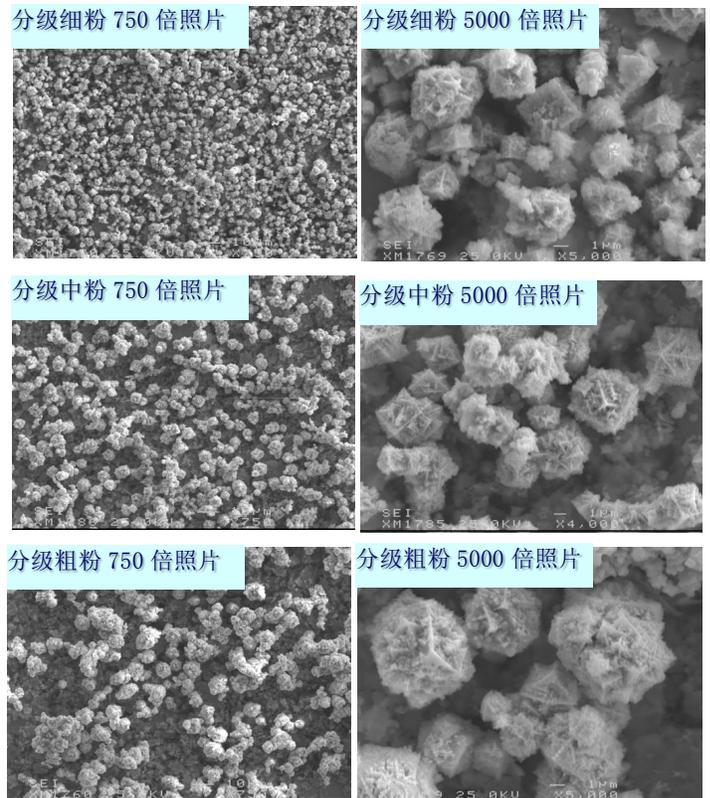


图 5. 刺球状羰基镍粉产品 SEM 照片

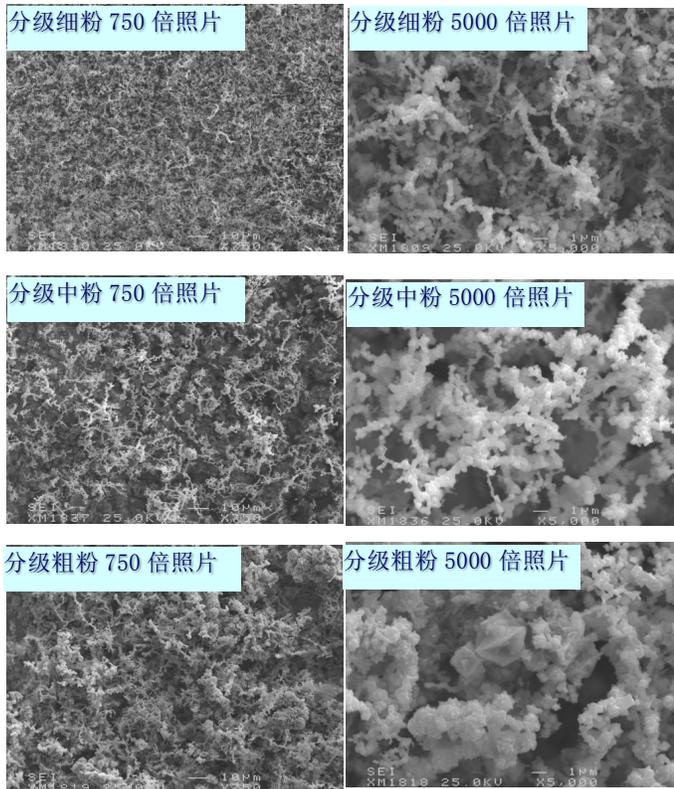


图 6. 树枝状碳基镍粉产品 SEM 照片

### 3.3 对高粘性物料的分级效果好

射流分级机由于在分级前，采用压缩空气对原料进行预分散处理，所以对一些粘性较高的粉体，或超细粉体（一般随着粉体粒度的减小，粘性会很快增加），往往有较好的表现。例如在实际应用中，经常发现对一些采用转子分级机时，原料粘附在转轮上无法处理的案例，采用射流分级后却能够达到分级的目的。

### 结语

本文简要介绍了射流分级技术的发展过程；并重点介绍了新开发的射流分级机：精确剔出大颗粒、对原料形貌不破坏、和对高粘性物料效果好的特点。给出了实际工程应用案例。为客观认识射流分级技术提供了基础资料。

### 作者简介

作者在 1989 年和 1995 年分别获得清华大学热能工程系的学士和硕士学位，并于 2002 年获得日本三重大学的博士学位。毕业后就职于日本马自宝公司的粉体部门技术研发中心。2006 年回国创业至今。长期以来一直致力于精密分级技术的研发。