

铜及铜合金的粉末冶金及注射成形

黄劲松

湖南特力新材料有限公司
中南大学粉末冶金研究院

主要内容

- 1、引言
- 2、铜合金粉末冶金PM
- 3、无铅易切削黄铜的进展
- 4、MIM用铜合金粉要求
- 5、水雾化MIM铜合金粉
- 6、水雾化MIM铜合金粉存在的问题

1 引言

- 铜基粉末冶金，烧结铜合金→含油轴承。
- 含油轴承做得再好，还是在自己的地盘上，天花板效应。
- MIM，实际上是粉末冶金抢铸锭冶金(Casting Ingot)的地盘，而且做得非常成功的一件事。
- 铜基粉末冶金要大发展，必须是打天下，而不是守天下。跟铸锭冶金相比，粉末冶金最大的优势：能加入异质相，含量可调。特别适合做复合材料。
- 含铅铜合金的无铅化为铜基粉末冶金提供了一个绝好的机会。



2、铜合金粉末冶金PM

- 市售的无铅易切削黄铜-铍黄铜
- 铍黄铜现在的问题：
 - 1铍对身体的影响目前尚无公论，故德国等一些地区不接受含铍黄铜。
 - 2铍是润湿黄铜的元素，在黄铜中的分布不象铅一样的细小颗粒，而是易沿晶界呈薄膜铺展。故铍黄铜加热易开裂，热锻更易开裂。正因如此，铍黄铜危害铜加工行业，降低废料的回收价值，进一步抬高了其成本。
 - 3铍元素价格高，且铍黄铜必须挤压后才能使用，其成本高，原材料每吨加工费至少1万元，每公斤10元。
 - 4铍的产量有限，如大规模应用，价格必然飞涨，没有可持续发展性。
 - 5切削性能不如铅黄铜。

现有的无铅黄铜

- 市售的无铅易切削黄铜-硅黄铜
- 硅黄铜现在的问题
- 1由于硅是当量系数远大于1的元素，故加入硅后必须大大提高铜的含量。硅黄铜中铜的含量通常在75%以上，其切削性能才能明显改善。这导致了硅黄铜的成本显著提高。
- 2铜的密度比锌大，这使得硅黄铜的密度比一般的黄铜密度高，这又进一步推高了硅黄铜的使用成本。
- 3硅黄铜在国外受到日本专利的保护，出口受限。日本硅黄铜的加工费一般为18000元/吨，既18元/公斤。

现有的无铅黄铜

- 市售但量不大的无铅易切削黄铜-镁黄铜
- 镁黄铜现在的问题：
 - 1 镁是非常活泼的元素，在熔炼时特别容易烧损，这给镁黄铜的成分控制带来实际困难，无法解决其组织与性能的一致性，而这是工业生产中无法接受的事实。
 - 2 如果采用特殊的设备、工艺，又使成本明显提高，从而失去市场竞争能力。
 - 3 切削性能远不如铅黄铜。

现有的无铅黄铜

- 目前市售无铅铜要么切削性能远逊铅黄铜、要么价格远高于铅黄铜，性价比亟待提高。
- 其它有应用的无铅易切削黄铜-其它如磷、钙、石墨等黄铜，要么只有概念，要么只有研究，要么只在特殊的条件下有应用(如烧结含油轴承)，在管棒型材市场没有影响力。

3、无铅易切削黄铜的进展

- 无铅易切削黄铜的优点：
 - 1、有自主知识产权，市场广阔。
 - 2、切削钻孔性能优良，目前其切削钻孔性能在所有无铅铜中位居第一。切削性能可跟铅黄铜媲美，而钻孔性能比铅黄铜更优。优异的工艺性能能有效降低客户的机加工成本，提升无铅易切削黄铜的价值。
 - 3、密度低，为客户节约原材料，能提升无铅易切削黄铜的价值。
 - 4、客户低值的切屑，对我们有重复利用价值，能提升无铅易切削黄铜的价值。
 - 5、强度、硬度、摩擦学等力学物理等使用性能非常优秀，进一步提升无铅易切削黄铜的价值。
 - 6、不含铅、汞、镉、砷、铬、锑及其它有害元素。
 - 7、生产过程无污染，符合绿色环保、循环利用的理念。

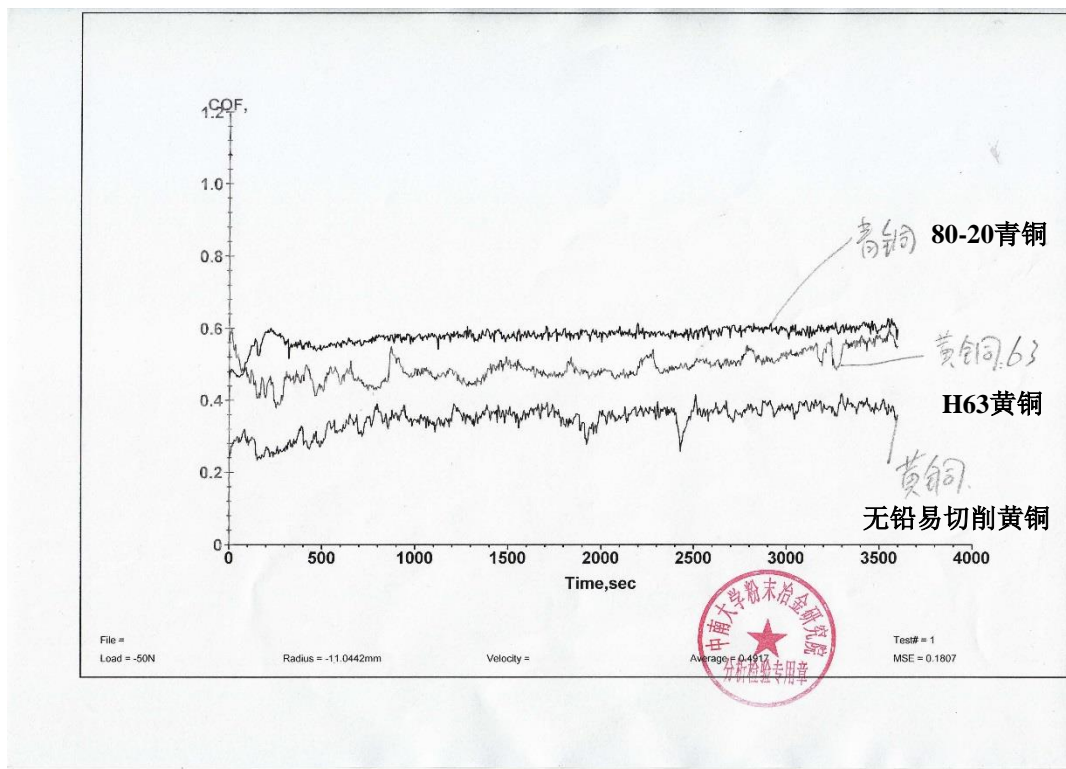
无铅易切削黄铜的进展-机加性能

强悍的钻孔性能，视频可另行提供。用直径0.6mm，螺旋槽长15mm的钻头能轻松钻通17mm深、直径0.6mm的小孔。该材料经阀门行业权威人士评价为能工业化生产的黄铜中切削能力最好。



无铅易切削黄铜的进展-物理性能

- 优异的减摩性能，与H63、锡含量20%的80-20青铜分别进行了摩擦系数对比实验。其摩擦系数仅为0.348，明显低于H63的0.492和青铜的0.579。无铅易切削黄铜完全适用于减摩材料。 (美国CTER公司生产，型号UMT--3摩擦实验机。)
- 说明易切削性能与减摩性能是正相关的，他们对断屑相的要求与减摩相的要求完全是一致的。



无铅易切削黄铜的进展-产品规格

- 能生产各种管棒型材。



直径53mm的挤压坯



直径100mm的挤压坯

无铅易切削黄铜的进展-产品规格

- 各种规格棒型材。

- 直径50mm以下，长度5米以内的各种棒材。

- 如：**d50mm*5000mm**

- **d50mm*4000mm**

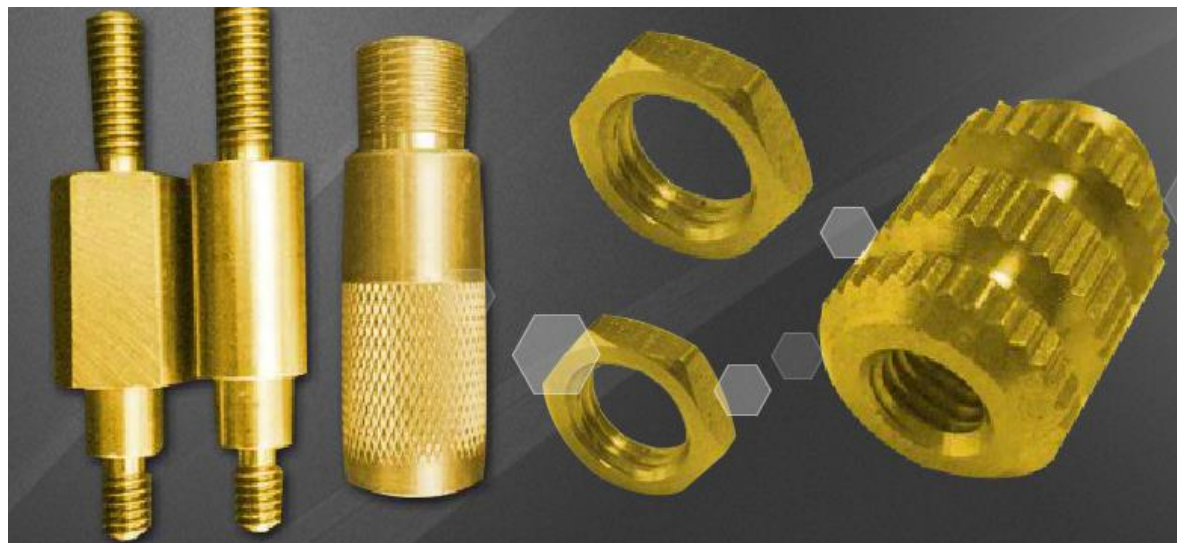
- **d50mm*3000mm**

- **d48mm*5000mm**

- 各种规格管材根据客户需要订制。

无铅易切削黄铜的进展-应用

- 在五金、电子、电工、汽车、玩具及机械制造等方面的应用：
各种无铅黄铜标准件、零配件。
- 能满足任何国家的无铅标准；
能实现高速机加，成本低；
表面光洁度、粗糙度高；
表面不会因发热而氧化变色、
不会出现表面多种颜色的现象。



无铅易切削黄铜的进展-应用

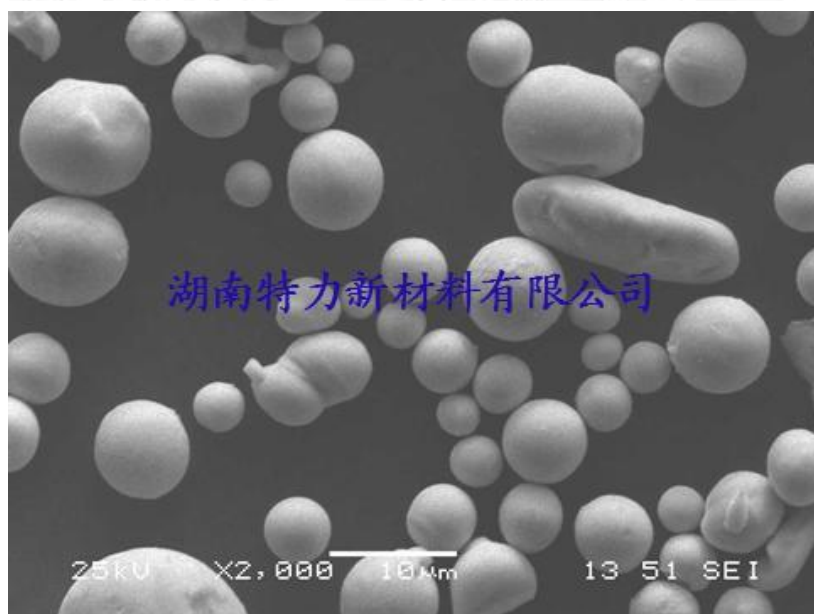
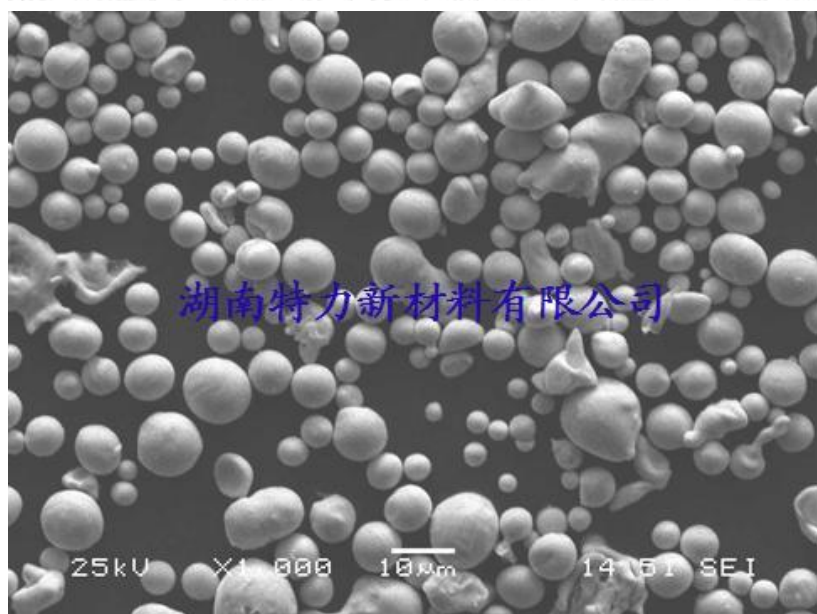
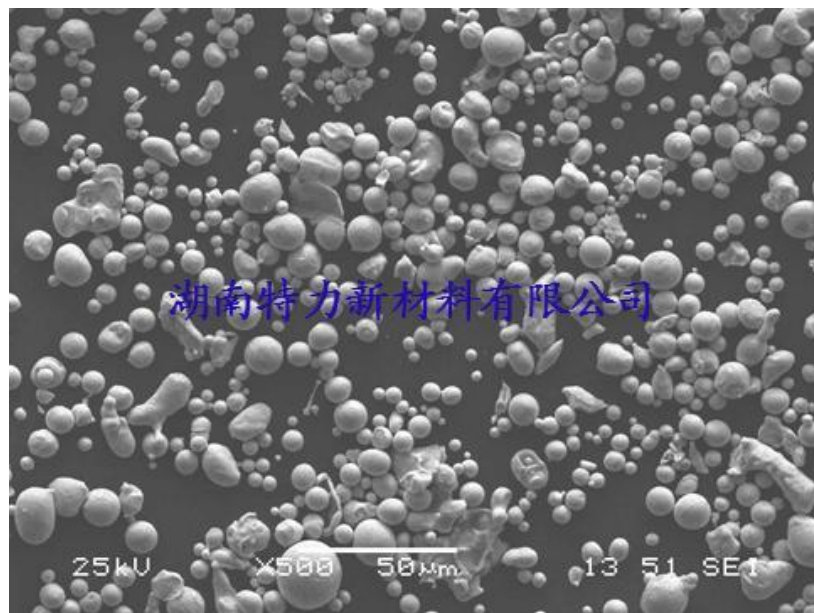
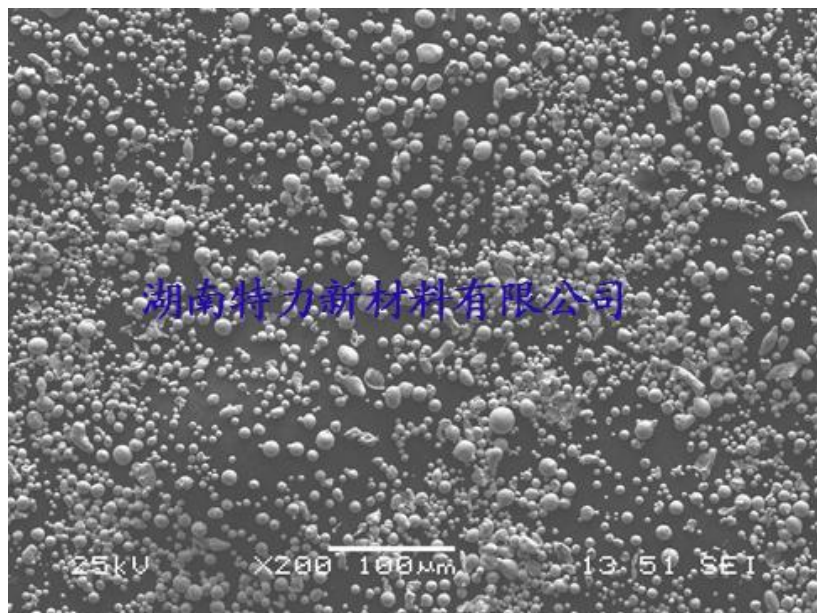
- 在阀门行业的应用：
- 经红冲(闭模热锻)生产出多种阀门本体。



4、MIM用铜合金粉要求

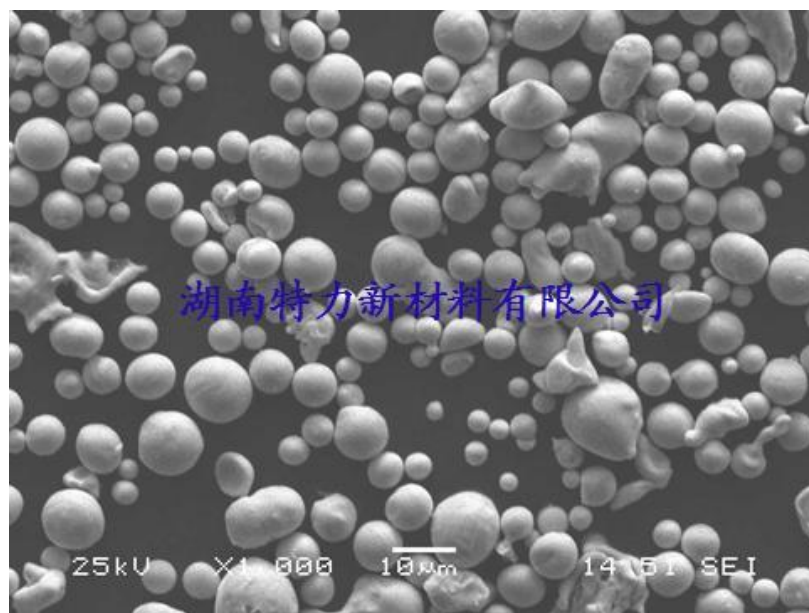
- MIM用铜合金粉要求
- 1)低氧 保证高的烧结活性。
- 2)球形 保证高松装比。
- 3)合理的粒度组成 拓扑密堆 保证高的振实密度。
- 根据MIM用粉的特殊要求，我们对水雾化制粉设备与工艺进行了一些研究与改进，得到了一些有意思的结果。

5、水雾化MIM铜合金粉



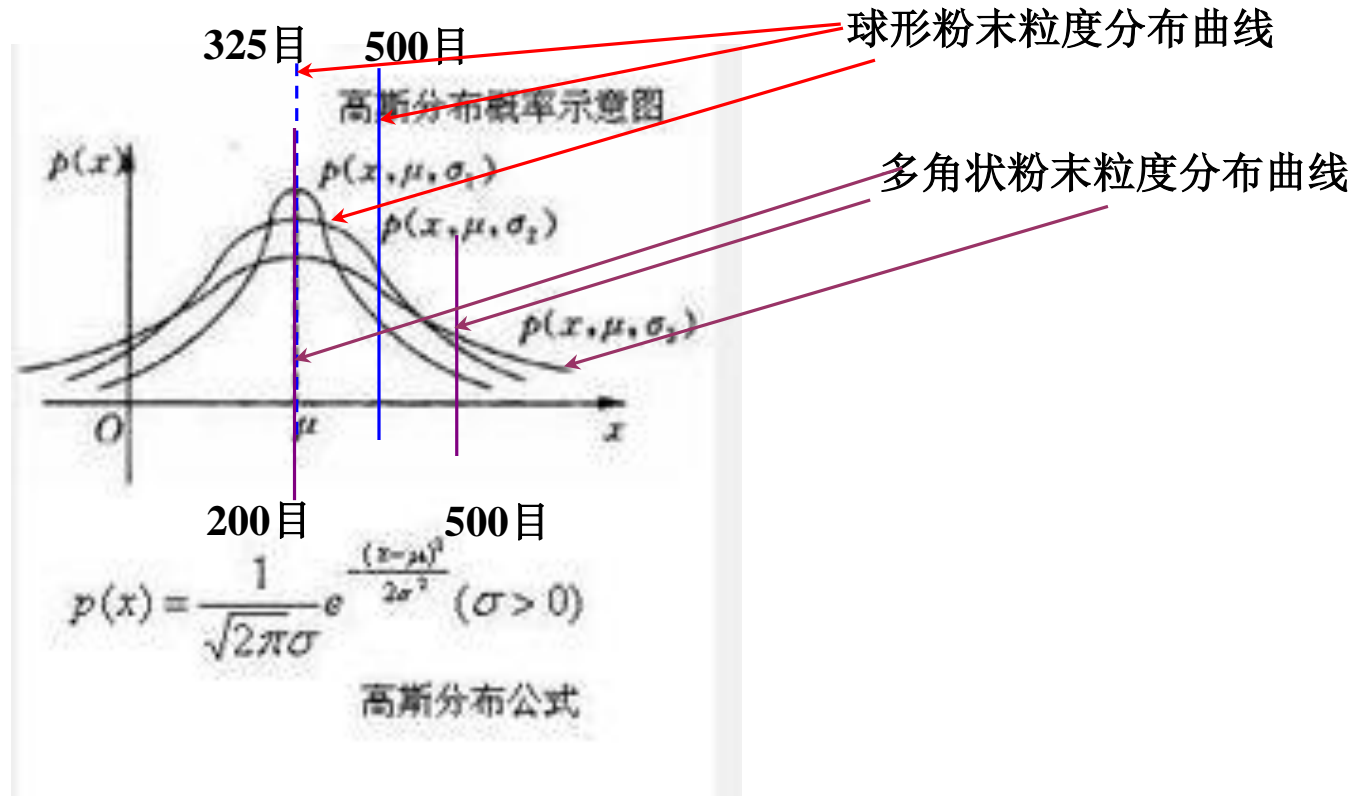
水雾化MIM铜合金粉

- 特征：
- 1)无卫星粉，这是跟气雾化粉末的最大区别。
- 2)球形度好、表面最光滑。
- 3)氧含量低。



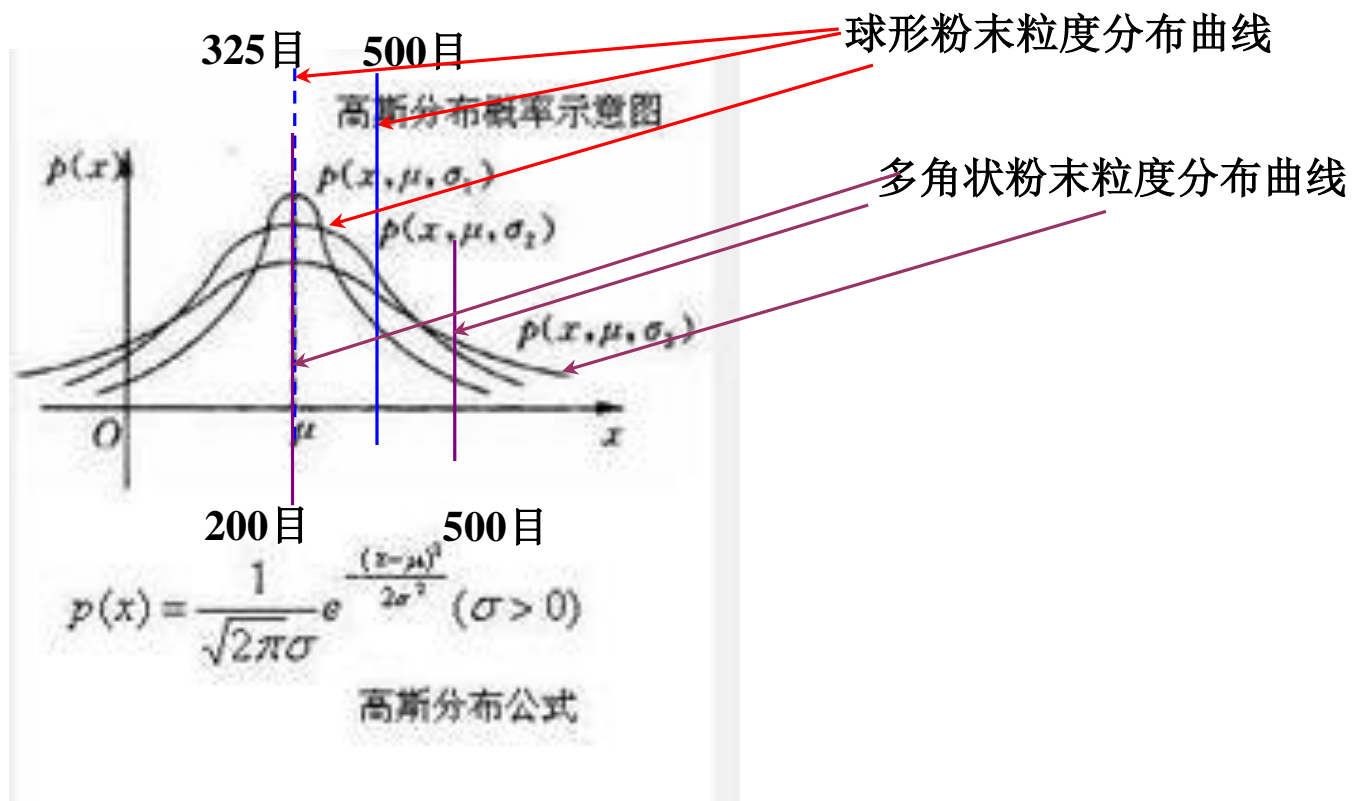
6、水雾化MIM铜合金粉存在的问题

- 1) 细粉回收率偏低。球形粉末粒度中位值约325目，粒度分布集中。



6、水雾化MIM铜合金粉存在的问题

- 2) -500目平均粒度偏粗。在球形粉末粒度分布曲线上-500目的阴影面积明显比多角状粉末粒度分布曲线的。



展望

水雾化球形低氧铜合金粉，终将解决回收率偏低、粒度偏粗的问题。

水雾化球形低氧铜合金粉，终将为MIM行业提供物美价廉的原料粉末。