

# 粘结剂和润滑剂对铁粉流动性和松装密度的影响

林涛\* 果世驹 李明怡 魏延平

(北京科技大学材料学院粉末材料系, 北京 100083)

**摘要:** 加入聚乙二醇、硬脂酸锂、二硫化钼及同时加入聚乙二醇和硬脂酸锂、聚乙二醇和二硫化钼, 对铁粉流动性和松装密度的影响作了研究。结果表明, 聚乙二醇加入 0.1% 时可以提高铁粉的流动性和松装密度; 硬脂酸锂加入 0.2% ~ 0.5% 时能较好改善铁粉的流动性和松装密度; 二硫化钼加入 0.2% 时对铁粉的流动性有较好的改善, 但二硫化钼对改善铁粉的松装密度效果很小; 同时加入聚乙二醇和硬脂酸锂对铁粉流动性和松装密度的改善有很好的效果。二硫化钼和聚乙二醇同时加入时可以提高铁粉的流动性, 但对松装密度影响不明显。

**关键词:** 铁粉; 润滑剂; 粘结剂; 流动性; 松装密度

## 1 前言

流动性和松装密度是铁粉的两个重要工艺性能, 直接影响到装粉过程和压坯密度的均匀性。润滑剂是铁基粉末冶金中不可缺少的, 起到减缓压制过程中粉末之间及粉末与模壁之间摩擦、减小脱模压力、提高压坯密度的作用。润滑剂的选用除了要满足以上要求外, 还要以不损伤铁粉的流动性和松装密度为原则。传统的铁基粉末冶金一般选用硬脂酸锌为润滑剂。

粘结剂不仅可以防止在混料过程中的撒粉、偏析, 还能促进合金元素的均匀化。并且如果粘结剂选择得合适, 在压制时, 还将呈现一定的粘流性, 改善粉末之间及粉末与模壁之间的润滑状态, 提高有效压制压力, 使压坯密度得到提高。

有专利从制备铁磁零件的角度出发, 建议选用热塑性材料作为粘结剂, 而以金属硬

脂酸盐或其它脂肪酸盐作为有机润滑剂<sup>[1~4]</sup>。也有人研究了妥尔油和聚乙烯乙二醇加入量对粉末流动性的影响<sup>[5]</sup>。

本文选择聚乙二醇为粘结剂, 以硬脂酸锂、二硫化钼为润滑剂, 就其加入量对铁粉流动性和松装密度的影响作了研究, 为无偏析粉和预混合粉的制备提供实验和理论分析依据。

## 2 试验方法

**试验原料:** 铁粉为某厂水雾化粉, 流动性 27.1s/50g, 松装密度 2.94g/cm<sup>3</sup>; 聚乙二醇平均分子量为 20000, 密度 1.21g/cm<sup>3</sup>; 二硫化钼和硬脂酸锂为分析纯。

**试验过程:** 先将铁粉与硬脂酸锂或二硫化钼润滑剂混合均匀, 然后将聚乙二醇用丙酮溶解后加入搅拌均匀, 干燥后按国家标准检验流动性和松装密度。

\* 林涛, 工程师, 博士生, 主要从事燃烧合成及铁基制品研究。

收稿日期: 1999-07-15

### 3 结果与讨论

#### 3.1 聚乙二醇加入量的影响

聚乙二醇加入量对流动性和松装密度的影响如图 1 所示。

从图 1 中可以看出,当聚乙二醇加入量为 0.1% 时,铁粉的流动性从原来的 27.1s/50g 增加到 23.9s/50g,同时铁粉的松装密度也由原来的 2.94g/cm<sup>3</sup> 增加到 3.18g/cm<sup>3</sup>。当聚乙二醇加入量大于 0.1% 时,铁粉的流动性和松装密度都下降。当加入量超过 1.5% 时,铁粉不能自由地一次从漏斗的小孔中全部流

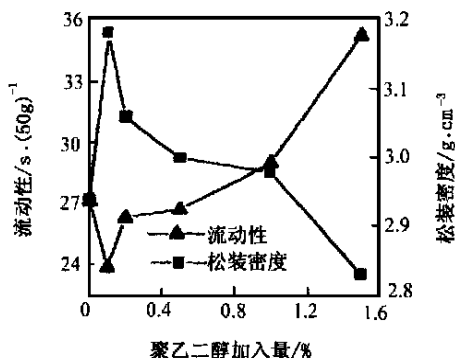


图 1 聚乙二醇加入量与流动性和松装密度的关系

下。聚乙二醇是一种非离子型聚合物,主要以物理吸附的形式吸附在铁粉表面,吸附分子间有内聚力存在。当吸附分子靠得很紧,会在铁粉表面形成一层薄膜,减弱金属之间的接触。当聚乙二醇加入量较小时,在铁粉表面形成一层很薄的润滑膜,改善了铁粉颗粒表面的粗糙度,减小了其相对滑动的阻力,使铁粉流动性有所提高。同时由于颗粒之间摩擦阻力的减小,减少了粉末间拱桥效应,松装密度相应提高。但当聚乙二醇加入量增多时,其在铁粉表面的薄膜增厚,当膜厚到一定程度时,颗粒表面粘附力的增加超过了颗粒间摩擦阻力的减小,从而使流动性下降,松装密度降低。

#### 3.2 硬脂酸锂加入量的影响

硬脂酸锂加入量对流动性和松装密度的影响见图 2。当硬脂酸锂加入量为 0.2% 时,粉末流动性由原来的 27.1s/50g 提高到 24.2s/50g。当硬脂酸锂加入量为 0.5% 时,松装密度则由原来 2.94g/cm<sup>3</sup> 增加到 3.28g/cm<sup>3</sup>。表明适量的硬脂酸锂可以改善铁粉之间的摩擦状态,提高流动性和松装密度。当加入量超过 1.5% 时,铁粉不能从漏斗中顺利流出。

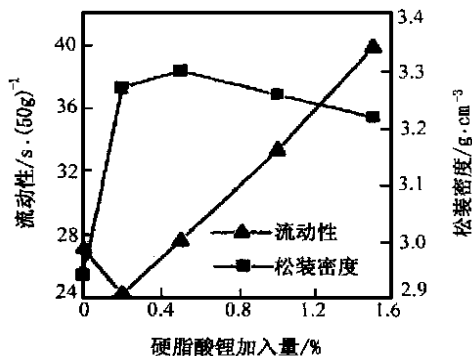


图 2 硬脂酸锂加入量与流动性和松装密度的关系

#### 3.3 聚乙二醇和硬脂酸锂同时加入的影响

聚乙二醇和硬脂酸锂同时加入时对流动性和松装密度的影响见图 3。当硬脂酸锂加入量为 0.2% 时,聚乙二醇的加入量对流动性和松装密度无明显影响。硬脂酸锂加入量为 0.5% 时,聚乙二醇的加入量对松装密度也无明显影响;流动性提高了 3~4s,与加入硬脂酸锂为 0.2% 时相当。

单独加入聚乙二醇的流动性好于单独加入硬脂酸锂的最佳流动性,而松装密度则前者小于后者。同时加入聚乙二醇和硬脂酸锂后,流动性与单独加入聚乙二醇时最好的数据(23.9s)接近;松装密度在加入硬脂酸锂为 0.5% 时与单独加入硬脂酸锂的数据接近,加入硬脂酸锂 0.2% 时松装密度比单独加入硬脂酸锂的略低 (~0.07g/cm<sup>3</sup>)。说明同时加入聚乙二醇和硬脂酸锂对铁粉流动性和松装

密度的改善有好的效果。

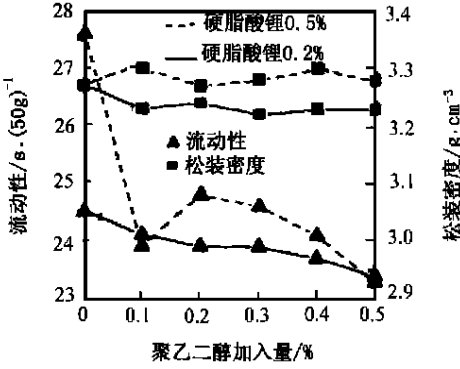


图3 聚乙二醇和硬脂酸锂同时加入对流动性和松装密度的影响

### 3.4 二硫化钼加入量的影响

图4为二硫化钼加入量对铁粉流动性和松装密度的影响。二硫化钼是具有层状结构的固体润滑剂,摩擦系数非常小,在粉末混合过程中,靠摩擦面之间的机械作用形成一层附着于颗粒表面的薄膜,将金属颗粒互相隔离,起到润滑作用。当其加入量小于0.6%时,可以改善粉末的流动性。加入量再增加将降低流动性,但即使加入量到3.0%,虽然全部流出的时间延长,但仍可不间断地一次流出。松装密度在加入量范围内一直呈上升趋势,超过1.0%后趋于平缓。

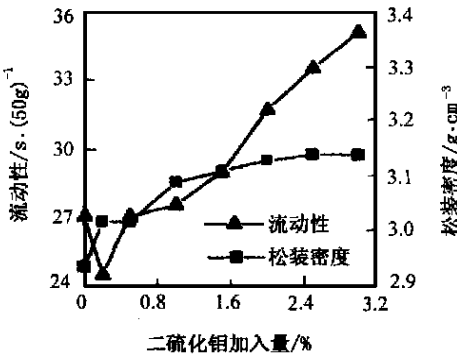


图4 二硫化钼加入量与流动性和松装密度的关系

### 3.5 二硫化钼和聚乙二醇同时加入的影响

二硫化钼和聚乙二醇混合加入对流动性和松装密度的综合影响如图5所示。二硫化钼加入量为0.2%时,聚乙二醇的加入对流动性和松装密度的影响不明显。二硫化钼加入量为0.5%时,聚乙二醇的加入对流动性有所改善,对松装密度影响不大。二硫化钼和聚乙二醇的同时加入比单独加入聚乙二醇时的流动性和松装密度略低;比单独加入二硫化钼时的流动性有所改善,松装密度稍低。二硫化钼和聚乙二醇同时加入时可以提高铁粉的流动性,但对松装密度影响不明显。

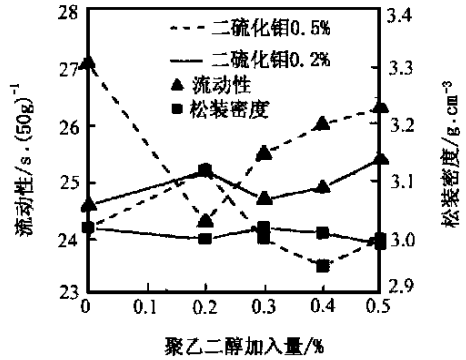


图5 聚乙二醇和二硫化钼同时加入对流动性和松装密度的影响

### 3.6 自制润滑剂加入量的影响

上述润滑剂和粘结剂的适量加入,虽然可以改善铁粉的流动性和松装密度,但温压过程中压制效果并不是很好。为此自制了一种用于温压的润滑剂,并对其加入量对铁粉的流动性和松装密度的影响进行了测试,结果如表1所示。

从表1中可以看出,随自制润滑剂加入量的增加,流动性略有损失,但总体变化不大。松装密度则当加入量为0.8%时下降较大,而在此之前略有增大。因此,自制润滑剂的加入量应小于0.8%。

表 1 自制润滑剂对铁粉流动性和松装密度的影响

| 润滑剂<br>加入量/% | 流动性<br>/ s <sup>2</sup> (50g) <sup>-1</sup> | 松装密度<br>/ g·cm <sup>-3</sup> |
|--------------|---|------------------------------|
| 0.0          | 27.1  | 2.94                         |
| 0.2          | 28.7  | 3.10                         |
| 0.3          | 28.7  | 3.14                         |
| 0.5          | 29.0  | 3.17                         |
| 0.8          | 29.5  | 3.01                         |

#### 4 结论

1) 聚乙二醇加入 0.1% 时可以较大提高铁粉的流动性和松装密度。

2) 硬脂酸锂加入 0.2% ~ 0.5% 时能较好改善铁粉的流动性和松装密度。

3) 二硫化钼加入 0.2% 时对铁粉的流动

性有较好的改善, 但二硫化钼对改善铁粉的松装密度效果很小。

4) 同时加入聚乙二醇和硬脂酸锂对铁粉流动性和松装密度的改善有很好的效果。

5) 二硫化钼和聚乙二醇的同时加入可以提高铁粉的流动性, 但对松装密度影响不明显。

#### 参考文献

- 1 U. Engstrom. US Patent, No. 4483905, 1984.
- 2 H. G. Rutz. et al. US Patent, No. 5154881, 1992.
- 3 H. G. Rutz. et al. US Patent, No. 5198137, 1993.
- 4 S. Luk et al. US Patent, No. 5368630, 1994.
- 5 U. Engstrom. US Patent, No. 4676831, 1987.

## EFFECT OF BINDER AND LUBRICANT ON FLOW TIME AND APPARENT DENSITY OF IRON POWDER

Lin Tao Guo Shiju Li Mingyi Wei Yanping

(University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083)

**Abstract:** The effect of binder and lubricant on the flow time and the apparent density of iron powder was investigated. The results show that, with the addition of 0.1% polyethyleneglycol, the flow time becomes shorter and the apparent density increases. Molybdenum sulphide has little effect on the apparent density, while the flow time is shorter with 0.2% molybdenum sulphide. The joint addition of polyethyleneglycol and lithium stearate has positive effect on the flow time and the apparent density. The joint addition of polyethyleneglycol and molybdenum sulphide can short the flow time, but has little effect on the apparent density.

**Key words:** iron powder; lubricant; binder; flow time; apparent density

### 倪明一同志病逝

中国机械工程学会粉末冶金分会第五届委员会常务委员、原北京市粉末冶金研究所所长、《粉末冶金技术》期刊第三届编委会编委倪明一教授, 因病于 1999 年 11 月 30 日在北京逝世, 终年 62 岁。倪明一同志遗体的告别仪式已于 1999 年 12 月 4 日在北京八宝山革命公墓举行。

(中国机械工程学会粉末冶金分会 供稿)