

文章编号:1673-9981(2010)03-0216-03

粉末冶金注射成形制备高强度不锈钢锁芯

陈 强, 罗 锴, 蔡一湘

(广州有色金属研究院粉末冶金研究所, 广东 广州 510650)

摘 要:用水雾化 316L 不锈钢粉, 粉末填充量分别为 54% 和 56%, 以普通石蜡、低密度聚乙烯、聚丙烯和硬脂酸为粘结剂, 对锁芯零件进行注射成形. 零件经高温烧结, 1050 ℃ 氮化处理后, 其密度、强度及尺寸精度等指标均达到产品性能的要求.

关键词:粉末冶金注射成形; 不锈钢; 烧结; 氮化

中图分类号: TG142.71 **文献标识码:** A

不锈钢锁芯零件的结构复杂, 传统的加工方法不适用于批量生产. 若采用精密铸造, 虽能减少一些加工量, 但由于锁芯尺寸小, 结构复杂, 某些部分仍需借助于机械加工才能完成, 也不适用于批量生产. 采用粉末冶金注射成形 (MIM) 工艺能较好地解决上述问题. 采用 MIM 制造的 316L 不锈钢制品, 其气氛烧结密度可达理论密度的 95%~99.5%, 抗拉强度大于 500 MPa, 伸长率可达 45% 以上^[1]. 而常规的真空烧结, 其性能是达不到上述指标的, 尤其是强度指标. 因此, 要通过特殊的渗氮强化处理^[2], 提高成品的强度, 以满足需要.

1 实验过程

1.1 原 料

MIM 工艺对原料粉末的成分、球形度、松装密度、摇实密度以及粒度等参数均有要求. 作为工业生产我们选用邯郸埃斯尔公司生产的一 38 μm 水雾化 316 L 不锈钢粉, 其性能列于表 1, 粒度组成列于表 2.

表 1 316L 粉末的成分与性质

Table 1 Chemical composition and characteristics of 316L powder

元素含量 w/%				粒度	密度/(g·cm ⁻³)	
Cr	Ni	Mo	C	/μm	松装	摇实
17.71	12.04	2.16	0.035	13.3	2.5	3.2

表 2 316L 粉末的粒度及粒度分布

Table 2 The particle size and distribution of 316L powder

粒度/μm	粒度分布 %	累计分布 %
60~50	2.6	100.0
50~40	4.3	97.4
40~30	6.7	93.1
30~20	11.9	86.4
20~15	17.1	74.5
15~10	28.7	57.4
10~8	11.4	28.7
8~6	9.7	17.3
6~5	3.9	7.7
<5	3.8	3.8

注: 1) $d_{50} = 13.71 \mu\text{m}$

收稿日期: 2010-01-05
作者简介: 陈强 (1956—), 男, 重庆人, 高级工程师, 学士.

1.2 模具设计

零件形状如图 1 所示。
模具设计为一模二腔,一次注射成形二件. 活动

芯轴浇口流道为 A—A 方向. 转动芯轴分模面为大小台阶接合面.

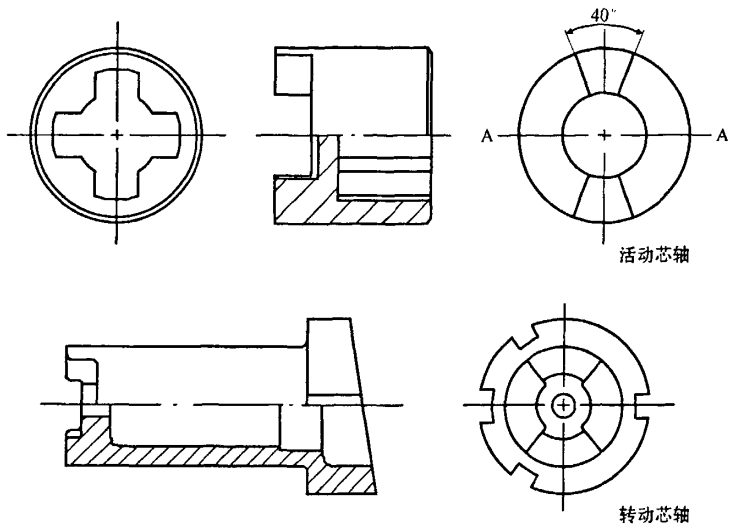


图 1 锁芯零件图
Fig. 1 The part of locking hart

1.3 工艺流程

将所选用的 316L 粉末,分别以 54%和 56%两种填充量进行填充,用普通石蜡、低密度聚乙烯、聚丙烯和硬脂酸组成粘结剂. 在 200 ℃下将粉末与粘结剂在捏合机中进行混炼. 冷却后破碎制粒,进行注射成形. 零件先经庚烷溶剂脱脂,再在真空炉中同时进行热脱脂和烧结. 在烧结温度下保温一段时间后随炉降温冷却,当温度到达设定值时,在炉中充入氮气,对零件进行氮化处理. 在用户自制的扭矩测试仪上测定静扭矩.

好地注形,这样就提高了混合料的利用率,减少废料的产生. 在实际生产中,粉末的填充量越大,烧结时零件的收缩率就越小,变形也就越小. 因此,在注形工艺允许的前提下,应尽可能提高粉末的填充量.

2. 1. 2 对烧结尺寸的影响

在同一温度下烧结时,填充量大,烧结成品的尺寸会偏大. 为保证零件的尺寸精度,应根据填充量适当调整烧结温度. 填充量为 54%时,烧结温度为 1360 ℃;填充量为 56%时,烧结温度为 1380~1390 ℃. 不同填充量零件的密度和尺寸精度列于表 3.

2 结果与讨论

2. 1 粉末填充量对零件成形的影响

2. 1. 1 对注形的影响

对新混的料而言,粉末的填充量对注形的影响不大,但对二次料(即浇口破碎后的料)注形的影响较大. 当填充量为 56%时,在注形过程中会出现塑化困难,填充闭合不完全、裂纹等问题. 而采用 54%的粉末填充量,不但二次料而且三次料也能很

表 3 不同填充量的零件密度、硬度和尺寸精度
Table 3 The part density, hardness, and dimensional accuracy with different locding

填充量 /%	密度 /(g·cm ⁻³)	尺寸精度/%		硬度 (HRB)
		转动芯轴	活动芯轴	
54	7.62	±0.30	±0.28	66~68
56	7.71	±0.25	±0.23	70~72

2.2 氮化温度对强度的影响

氮化温度与断裂扭矩的关系列于表 4。由表 4 可见,随着氮化温度的提高,断裂扭矩也不断提高。这是由于充氮(氮化)温度越高,氮化过程进行得越快;氮化温度越高,在随炉冷却进行氮化时的氮化时间就越长,氮化效果也就越好。根据用户对断裂扭矩的要求,结合表 4 的实验数据,确定充氮工艺为在 1050 ℃下充氮并随炉冷却。

表 4 氮化温度与断裂扭矩的关系

Table 4 The nitride temperature and rupture of torsional moment

扭矩/(N·m)	氮化温度/℃	锁芯状况
20	950	22.5 次 断裂
	1000	48.7 次 断裂
	1050	50 次 未断裂
21	950	1.8 次 断裂
	1000	10.6 次 断裂
	1050	50 次 未断裂
22	950	不到 1 次 断裂
	1000	3 次 断裂
	1050	50 次 未断裂
23	950	—
	1000	不到 1 次 断裂
	1050	50 次 未断裂
25	950	—
	1000	—
	1050	50 次 未断裂

2.3 烧结变形的控制

对尺寸精度的控制是零件制造过程中的重要环节。该零件主要是对锁芯外径公差的控制。由于活动芯轴有内十字盲孔,壁厚相差较大,烧结时外径易椭圆,因而超差;由于转动芯轴有大台面的 9°斜面以及四个键槽,令摆放时重心偏离转动芯轴的中心,有可能会引起较大的变形。为了使烧结收缩时各方向的阻力尽量一致,应选择合适的填料。通过摸索实验,我们选用粗颗粒的氧化铝,较好地解决了烧结收缩变形的问题,零件的变形量控制在允许的范围内。

3 结 论

(1)采用-38 μm 的水雾化 316L 不锈钢粉末进行锁芯零件的注射成形是可行的,而且成本低廉,工业生产过程易于控制。

(2)采用蜡基组元的粘结剂配方,不锈钢粉末的填充量为 54%和 56%的工艺方案是可行的。

(3)采用高温氮化技术,极大地提高了零件的强度。采用本工艺所生产的锁芯密度大于 7.6 g/cm³,尺寸精度±0.3%,在 1050 ℃下对其进行充氮强化,断裂扭矩可达 25 N·m 以上,达到了设计要求。

参考文献:

- [1] 李松林,曲选辉,李益民,等. 国外注射成形不锈钢研究的进展[J]. 粉末冶金工业,2001,11(3):18-22.
- [2] 曹永录,刘德义,刘世程,等. 奥氏体不锈钢固溶渗氮研究[J]. 大连铁道学院学报,2005,26(4):76-78.

Lock-core prepared by MIM with 316L stainless steel

CHEN Qiang, LUO Kai, CAI Yi-xiang

(Guangzhou Research Institute of Non-ferrous Metals Powder Metallurgy Research Institute, Guangzhou 510650, China)

Abstract: The parts of lock were prepared by metal injecting modling (MIM) with water-atomizing stainless steel powder which was loaded with 54%~56%, and using common paraffin, low dense polyethylene, polypropylene and stearic acid as binding agent. The parts were sintered and followed by nitriding at temperature of 1050 ℃. The density, strength and dimension precision were up to the requirement of products.

Key words: metal injecting modling(MIM); stainless steel; sintering; nitriding