



提高我国粉末冶金零件质量的浅见

金家敏*

(机械部上海材料研究所, 上海 200437)

摘要 材料的力学性能、零件尺寸精度以及两者的稳定性可以表征铁基粉末冶金零件的质量。原始粉末以及混合粉末的物理化学性能的稳定性对于保证零件的质量是极其重要的。用浸铜工艺来提高烧结钢强度和韧性是目前比较合适的方法。合理的烧结炉炉形, 烧结气氛, 以及严格的规范化的烧结工艺是保证零件质量的关键。同时必须重视提高烧结零件外观质量。本文从以上几个方面阐述了对提高我国粉末冶金产品质量的意见。

主题词 粉末冶金零件 烧结钢 质量控制

1 前言

如何提高国内铁基粉末冶金零件的质量, 要简明全面地给以回答, 似觉很难。因为导致零件质量不高的原因既有技术方面的也有管理方面的因素。而作者认为管理因素是主要的。当然管理因素也涉及到对技术的掌握和了解。

就技术而言, 粉末冶金材料的力学性能、零件的尺寸精度以及两者的稳定性等 3 个方面可以表征零件的质量水平。就目前国内的生产状况看, 力学性能和尺寸精度的稳定性似更显突出。此外, 零件表观日益显得重要。由于粉末冶金零件生产过程涉及材料力学性能和尺寸精度的因素很多, 欲想获得成功, 需要进行多方面努力。下面就材料和尺寸精度方面提出个人的几点浅见。

2 粉末冶金材料

烧结钢的力学性能决定于材料的化学成分、密度、热处理、零件设计等诸方面, 其中密

度起着至关重要的作用。通常, 把低于 70% 钢钢密度的称为低密度烧结钢, 高于 90% 的称为高密度烧结钢, 在两者之间为中密度烧结钢, 有人将大于 95% 的称为超高密度烧结钢。结构零件的密度一般多在 80% 以上, 有的甚至高于 95%, 含油轴承的密度约在 75%, 过滤材料密度低至 50%。

纵观西欧各国粉末冶金厂, 目前, 烧结钢材料大多数采用 Fe-C, Fe-Cu-C, Fe-Ni-C, Fe-Cu-Ni-C, 以及 Fe-Cu-Ni-Mo-C 合金系, 密度多在 $6.8\sim7.2\text{g/cm}^3$ 之间。目前, 有少数工厂开始采用含易氧化合金元素的烧结钢, 但其量尚少。如德国 Krebsörge 公司采用 Mn-Cr-Mo (MCM 母合金) 和 Mn-V-Mo (MVM 母合金) 合金系烧结钢。日本日立粉末冶金公司采用 Fe-Cr-Mo-V-C 低合金钢和 Fe-Cr-Mo-W-C 中合金烧结钢。住友电气公司粉末冶金厂采用 Fe-Mn-Cr-C 高强度高韧性烧结钢代替昂贵的 Fe-Mo-Ni-C 系烧结钢。在如何提高烧结

* 金家敏, 高级工程师, 长期从事粉末冶金材料及工艺的研究工作

收稿日期: 1993. 10. 11

钢强度方面,各个公司有所不同。美国许多生产厂或公司采用浸铜工艺,他们认为浸铜工艺比采用合金钢粉成本低,而且材料的强度高,韧性也好。但是欧洲有些公司倾向于合金化或复压复烧工艺,他们认为浸铜工艺难以保证零件尺寸精度。有些公司倾向于高温烧结(1200℃以上),因为高温烧结可以大大提高材料的强度和韧性。但是高温烧结炉与目前广泛使用的烧结炉在结构上有很大差别。作者认为,就目前国内生产现状,似乎以采用浸铜工艺提高烧结钢强度较为合适。从长远看,高温烧结是一个方向。

表1是美国MPIF(美国粉末冶金工业联合会)1987~1988年颁布的部分烧结镍钢和浸铜烧结钢标准。作者借此表向零件设计者和制造者说明两个问题。

第一,烧结钢的强度与密度密切相关,目前已达到了相当高的水平。例如:FN-0405-180HT号烧结镍钢,密度为7.4g/cm³,热处理后其抗拉强度达到1280MPa。FX-1005-110HT浸铜烧结钢,热处理后其抗拉强度为830MPa。机械工业中大量使用的45号钢,退火状态的抗拉强度为500~600MPa。40Cr钢调质状态的抗拉强度为1000MPa。对比之下,表明烧结钢可以满足许多机器零件对材料强度的要求。烧结钢材料不足之处是冲击韧性比锻造钢低许多,但实验证明其小能量多次冲击的疲劳寿命却比锻钢高,缺口敏感性低。

第二,表中硬度值一项列出了两个数据(以前的标准只列出视硬度值)。一是直接测出的视硬度(Apparent Hardness),另一是基体硬度(或母体硬度 Martric Hardness),前者表示值为基体硬度和硬度计压头复盖面积中的孔隙之和,其值与密度高低密切相关,随着密度的升高,其值亦随之升高。而后者与密度无关,仅与材料本身的化学成分和热处理状态有关。研究和生产中经常碰到的是某些用户往往将锻钢材料的硬度值移用于烧结钢,这显然是难以达到的。列出视硬度值和基体硬

度,有利于用户和生产厂在技术指标方面的沟通。美国粉末冶金代表团访华报告的有关文章中,以锉刀硬度表示烧结钢的硬度,作者认为既合适又实用。作者建议,国内有关烧结钢的标准中也应当加上这一数值,以利于生产,减少用户和生产厂之间的矛盾。

究竟如何保证烧结钢力学性能的稳定性是一个极其重要而必须作出巨大努力的一个问题。

影响烧结钢力学性能的因素很多。其中最为关键的是密度和化学成分的稳定性或一致性。如何保证这两个方面的稳定性,涉及到许多方面。与化学成分有关的因素包括原料粉末化学成分、配方、混合粉中合金元素的偏析程度、粉末运输以及装填过程偏析程度、烧结时保护气性质等。与密度相关的因素有粉末压缩性能、粉末烧结性能、粉末粒度及粒度分布、粉末形状、润滑剂性质及分布、合金元素性质、烧结工艺、保护气性质等。

和国外相比,也许可以说我国多数生产单位对原料粉末性质的稳定性是很不重视的。这里既包括原料粉末来源的稳定,也包括原料粉末购进后的检验和预处理。

海绵铁粉较之雾化铁粉有较好的成形性和烧结性。高温还原得到的铁粉与低温还原的铁粉相比,其烧结性能较差。细铁粉较粗铁粉有较好的烧结性能。细的鳞片状铁鳞还原得到的铁粉较之厚的块状氧化铁鳞得到的还原铁粉有较好的烧结性能,球磨粉末较之国内有些厂采用旋风破碎的铁粉有较好的成形性和烧结性能等等。就是这些人所皆知的道理,在生产中并未得到应有的重视。某些生产厂竟使用性能很不稳定的倒焰窑生产的铁粉。有些生产厂一会儿使用甲地铁粉,一会儿又使用乙地铁粉,混乱的原料粉末,极难保证产品力学性能的稳定。

分析欧美各国粉末冶金零件生产厂,他们的主要措施有二条,一是稳定原始粉末来源,并且对每一批购进粉末进行严格的检验,

表 1 粉末冶金镍铜和浸渍铜钢的性能⁽¹⁾

Table 1 Properties of P/M nickel steel and copper impregnated steel

材料牌號	化學成分 wt%	量 小 值		典 型 值									
		屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	伸長率 %	楊氏模量 $\times 10^3$ MPa	抗擊強度 MPa	無缺口試樣 冲击功 J	密度 g/cm ³	視硬度 HRC	基體硬度 HRC	
FN-0405-80HT*	—	550	890	—	—	<0.5	95	790	5.42	6.5	19HRC	55	
FN-0405-105HT	(3.0~5.5)Ni	—	720	780	—	<0.5	10	1000	6.78	6.8	25HRC	55	
FN-0405-130HT	(0.3~0.6)C	—	900	930	—	<0.5	135	1380	8.8	7.0	31HRC	55	
FN-0405-155HT	(0~2.0)Cu	—	1070	1110	—	<0.5	160	1690	12.9	7.3	37HRC	55	
FN-0405-180HT	—	1240	1280	—	<0.5	165	1390	17.6	7.4	40HRC	55	480	
FN-0408-35	(3.0~5.5)Ni	240	—	310	275	1.0	100	520	5.42	6.5	67HRB	—	
FN-0408-45	(0.6~0.9)C	310	—	450	345	1.0	130	790	10.20	6.9	78HRB	—	
FN-0408-55	(0~2.0)Cu	380	—	550	415	1.0	150	1030	15.0	7.2	87HRB	—	
FX-1000-25	(8~14)Cu+(0~0.3)C	170	—	350	220	7.0	110	910	34	7.3	65HRB	—	
FX-1005-40	(8~14)Cu+(0.3~0.6)C	275	—	530	345	4.0	110	1090	17.6	7.3	82HRB	—	
FX-1005-110HT	—	740	830	—	<0.5	110	1450	9.5	7.3	38HRC	55	317	
FX-1008-50	(8~14)Cu+(0.6~0.9)C	345	—	600	415	3.0	110	1150	13.6	7.3	89HRB	—	
FX-1008-110HT	—	740	830	—	<0.5	110	1300	8.8	7.3	43HRC	58	317	
FX-2000-25	(15~25)Cu+(0~0.3)C	170	—	315	255	3.0	105	990	20	7.3	66HRB	—	
FX-2000-45	310	—	520	415	1.5	105	1020	10.8	7.3	85HRB	—	117	
FX-2005-90HT	(15~25)Cu+(0.3~0.6)C	—	620	690	—	<0.5	105	1180	9.5	7.3	36HRC	55	262
FX-2008-60	—	550	490	1.0	105	1080	9.5	7.3	90HRB	—	207		
FX-2008-90HT	(15~25)Cu+(0.6~0.9)C	440	—	620	690	<0.5	105	1100	6.8	7.3	36HRC	58	207

* 這種材料熱處理回火溫度均為 180°C

合格的方可投入生产。二是采用大型混料机(500~5000kg以上),以减少批与批之间的差别。

原料粉末的稳定,要求铁粉生产厂用于生产铁粉的原材料必须稳定。对于还原铁粉要求铁鳞或精矿粉必须稳定,对于雾化铁粉,要求所用废钢的成分必须纯净和一致。混乱的铁鳞或废钢来源,不可能生产出性能稳定的铁粉。另外一方面,希望铁粉生产厂采用大型合批机,以保证铁粉化学成分和粒度分布的一致性。要做到上述二点,铁粉生产厂必须作出极大的努力。

严格控制混合粉的松装密度对于采用容积法装料的自动压机是极端重要的。影响混合粉松装密度的主要因素是混和时间和润滑剂的性质和加入量。混合时间对还原铁粉松装密度的影响比雾化铁粉大。例如,原始粉末松装密度为 2.4 g/cm^3 的海绵铁粉,当加入0.8%硬脂酸锌,经30min混合后,松装密度升至 2.80 g/cm^3 ,经60min混合后达到 2.83 g/cm^3 。对于雾化铁粉,经30min混合后由原始的 2.9 g/cm^3 升至 3.15 g/cm^3 ,经60min混合后升至 3.17 g/cm^3 。这说明对于还原铁粉其混合时间必须尤加注意。国内某些生产厂为了有利于压制和脱模,往往在粉末中加入硫、蜡或机油,它们对粉末的松装密度肯定产生影响,为此,其加入量和混合时间必须严加控制,并应通过试验加以确定。

另一个问题是生产中经常碰到硬脂酸锌和石墨粉因受潮结块,必须严加注意和避免。还有一个问题是混合粉出料时必须避免吹风,以免铁粉和石墨粉因质量相差很大而导致成分偏析。

混合粉中合金元素的偏析可以导致材料力学性能剧烈波动,特别是石墨粉。对此,人们给予相当大的重视,部分扩散合金钢粉即为此而产生。目前已发展到采用粘结剂,用以减少合金元素的偏析。这个方法较之部分扩散合金法有二个优点,一是可以解决石墨的

偏析,二是可以避免因部分合金元素的扩散而带来的压缩性能的降低。这是一个值得我们研究和采用的新技术。

烧结工艺制度的规范化对于保证烧结钢力学性能的稳定是最关键的。烧结温度和烧结时间是二个重要的工艺参数,尤其是烧结温度的影响远比时间为大。温差很大或波动很大的烧结炉不可能得到高质量的粉末冶金零件。除少数几家引进国外设备的生产厂外,我国目前还有众多生产厂仍然采用炉膛截面为方形的烧结炉,这种方形炉膛不仅难以保证烧结舟内零件烧结温度和保温时间的一致性,更难保证在冷却阶段零件冷却速度的一致,结果是处于烧结舟中心的烧结件,其力学性能较低,对于合金钢烧结件会更明显。为此作者建议,粉末冶金烧结炉生产厂应将目前炉膛截面为方形的烧结炉改为扁形截面的烧结炉,以保证烧结件力学性能的一致性和稳定性。

烧结用保护气氛对于保证零件的力学性能及其稳定性起着重要作用。目前仍有少数厂使用水煤气,从根本上讲是不合适的,因为它是脱碳气氛(放热型),而且成分极不稳定。分解氮气已逐步为许多工厂采用,但是它是一种强烈的脱碳气氛,适用于低碳烧结钢、含油轴承以及铜基产品的烧结,对于中碳和高碳烧结钢是不合适的。氮基气氛和碳势可控的吸热型气氛是较为理想的气氛,但氮基气氛价格贵。美国大多数工厂采用吸热型气氛,他们声称使用得很好而无意改用较贵的氮基气氛。

作者实验证明,用两个大小不同的U字形烧结盒正倒套装成组合烧结盒,这样可以减少或避免炉气对烧结盒内气氛的干扰,避免氢的脱碳作用。目前有些生产厂,在烧结盒上盖一片铁板,边缘用耐火泥封口,这种方法虽可减少气氛的干扰,但难以避免脱碳,特别是边缘部分。

3 粉末冶金零件尺寸精度

烧结钢零件能获得迅速发展的重要原因之一是能大量高效率生产尺寸精度很高的零件。和烧结钢材料一样,对于尺寸精度,人们关心的是采用这一工艺所能达到的水平和在大量生产中如何控制和保持尺寸的稳定。表2为瑞典赫格纳斯公司的 Sten-Ake Kvist 于1979年在北京交流会上所提供的数据。表3为美国粉末冶金协会在1983年的出版物^[2]中推荐的尺寸公差。

从表2、表3中的数据看出,整形或精整以后的零件尺寸可以达到相当高的精度。径向公差比轴向公差高得多。生产和设计时,应尽可能选用较低的公差,以降低生产成本。

表2 粉末冶金零件尺寸公差

Table 2 Tolerances of P/M parts

最终工序	径 向	轴 向
烧结	IT8~9	IT12
整形和精整	IT6~7	IT11
烧结件表面硬化	IT10	IT12
整形件表面硬化	IT8~9	IT12

表3 典型粉末冶金零件尺寸公差^[2]mm

(径向公差,名义尺寸在12.7mm以下)

Table 3 Tolerances of typical P/M parts (radial tolerances and nominal dimension below 12.7mm)

材 料	烧 结	整 形	热 处 理
黄 铜	±0.089	±0.013	—
青 铜	±0.089	±0.013	—
铝	±0.051	±0.013	±0.013
铁	±0.025	±0.013	—
铜 钢	±0.038	±0.025	±0.038
镍 钢	±0.038	±0.025	±0.038
不 锈 钢	±0.025	±0.013	—

表4为高温烧结后的尺寸公差,与表2、表3相比,所能达到的精度低得多。

热处理后零件的尺寸公差通常要降低2级。热处理后零件尺寸的变化是相当复杂的。同一化学成分的烧结钢零件,若零件尺寸较小,淬火时全转变为马氏体,内外径都增大。而当零件尺寸较大时,淬火时仅表面部份转变为马氏体,中心仍为珠光体或索氏体,可能

出现外径长大而内径收缩。而在某一淬火层厚度时,可能出现不长大也不收缩。因此,精确估计烧结钢零件在热处理后尺寸变化是很困难的。

表4 高温烧结零件尺寸变化^[2]

Table 4 Dimensional changes of parts sintered at high temperature

材料	名义尺寸,mm	公差,mm
复合材料(composite)	25.4	0.05
3Si-Fe	19.0	±0.08
4600	76.2	0.38
M2	70.3	0.61
低合金钢	22.2	0.08
司太利合金	25.4	0.03

目前,许多烧结钢零件进行蒸汽发黑处理,其氧化层厚度通常都控制在0.0025~0.005mm之间^[3],与电镀层厚度相当。过分的氧化会导致材料冲击性能下降。

注射成形零件的尺寸公差,当其收缩率在12%~15%时,其公差在0.075~0.10mm范围内^[3]。

零件尺寸精度与成形模具尺寸精度密切相关。而成形模具精度依赖于模具的加工精度和设计参数选用的准确性,大批量生产时还与模具的耐磨性有关。影响模具加工精度的因素是加工模具所用机床精度和工人的技术水平,但是模具设计参数的准确性却涉及到粉末性质、每一个工艺过程等许多因素。在Jones. W. D. 的论著^[4]中列出了40多项影响烧结钢零件尺寸的因素。在这许多因素中,粉末性质仍是最为重要的因素,其次是烧结工艺制度,第三是压制工艺制度。粉末物理化学性能的稳定性和生产工艺规程及执行过程中的规范化是保证零件尺寸精度的关键所在。

图1为纯雾化铁粉(F-0000)以及在雾化铁粉中分别加入0.9%石墨粉(F-0008)和0.45%磷(以磷铁粉形式加入,45P)三种材料,在压坯密度为6.8g/cm³,烧结温度为1120℃,于分解氮气氛中烧结时,烧结时间对尺寸变化的影响。比较可看出,铁粉中加入石

墨,它不阻碍压坯在烧结时的收缩,但是却显著的增加了回弹量。可以预计,不同的石墨配入量,不同的压制密度,压坯的弹性模量(Elastic moduli)是不同的,混合不均匀的混合粉,即使使用同一个模具在同样压制压力下得到的压坯尺寸将是不同的。压坯的回弹量与成形压力和粉末性质有关。压缩性差的粉末,其回弹量较大。成形密度越高,回弹量越大。各种金属粉末有不同的屈服点,部分预合金和完全预合金粉末与混合粉末相比,压制后的压坯有较高的回弹量。含碳或含氧量较高的铁粉,压制后亦有较高的回弹量。

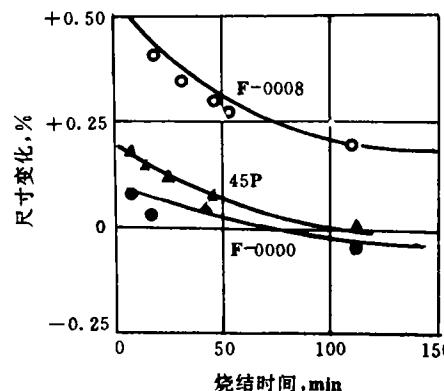


图 1 雾化铁粉以及碳、磷对烧结尺寸的影响^[3]
Fig. 1 Influence of atomized iron powder and influences of carbon and phosphorus on dimension as sintered

图 2 为 Ni、Cu 二合金元素对烧结收缩的影响,FC-0208 为海绵铁粉加 2%Cu 和 0.90% 石墨。4600 为预合金粉末加 0.90% 石墨, FN-0208 为雾化铁粉加 2%Ni 和 0.90% 石墨。压制密度为 6.8g/cm³, 1120℃分解氨气氛中烧结。从图中看出, 硅基 Ni 粉显著的增加了烧结收缩, 而 Cu、Ni 对回弹量似乎没有显著影响。

图 3 为生产中用得最多的 Fe-Cu-C 合金系中 Cu、石墨粉加入量对烧结尺寸的影响。对于 Fe-Cu 系, 随着 Cu 加入量增加, 烧结尺寸增长变大。对于 Fe-Cu-C 系, 当 Cu 的含量在约 2% 以下时, 随石墨粉加入量增加, 烧结

尺寸长大亦随之增加, 而当 Cu 的含量大于 2% 时, 随石墨粉加入量增加, 尺寸的长大却减少。图 4 为压坯密度对 Fe-Cu-C 合金烧结后尺寸变化的影响。图 5 为 90Cu-10Sn 混合粉末当压坯密度为 6.3g/cm³ 时, 烧结温度对尺寸变化的影响, 由图可见当烧结温度约为 840℃ 时增长最大。

要指出的是上述数据仅用于说明影响尺寸精度的复杂性及其规律。由于原始粉末不同, 图中的数据仅作参考之用, 而且只适用于径向尺寸收缩或长大, 不适用于轴向尺寸。

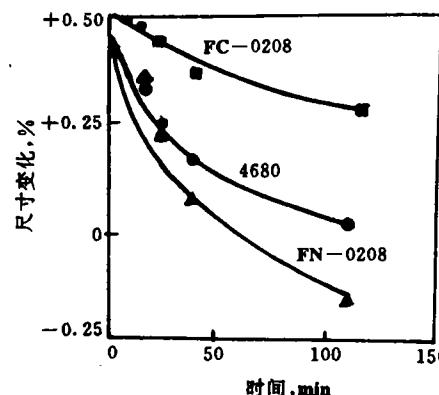


图 2 FC-0208, 4680, FN-0208 烧结时的尺寸变化^[3]
Fig. 2 Changes of dimension of Fe-0208, 4680 and FN-0208 materials after sintering

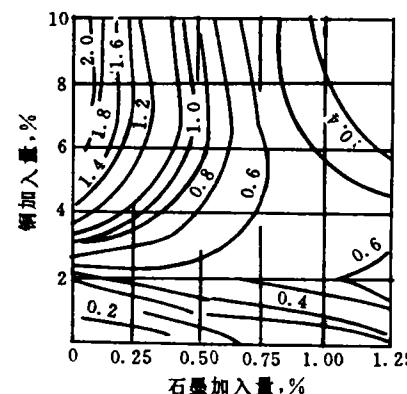
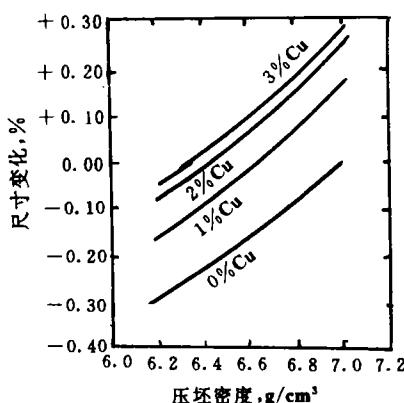


图 3 铜、石墨对烧结钢尺寸的影响^[3]
Fig. 3 Influences of copper and graphite on dimensional changes of sintered steels

图4 压坯密度对烧结钢尺寸的影响^[1]

ATOMET28+0.8%石墨+0.75%硬脂酸锌+铜，
压坯密度6.2~7.0g/cm³, 1120℃分解氨中烧结30min

Fig. 4 Influences of compact density on dimensional changes after sintering

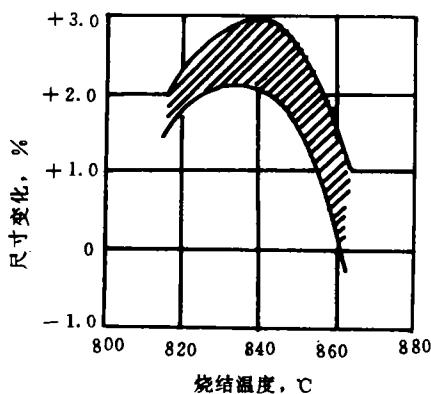
图5 90Cu-10Sn 烧结时的尺寸变化^[1]
PMB18+青铜，在氢气中烧结15min

Fig. 5 Dimensional changes of 90Cu-10Sn materials after sintering

资深的模具设计师，对于熟悉的原始粉末和合金系有着丰富的实践经验，能较精确的提供模具设计参数。但是对于新的原料粉末和合金，他们很难提供精确的设计参数。作者认为美国《粉末冶金设计手册》^[2]中推荐的方法是可取的，这个方法内容有二：一是在企

业内部建立标准，二是凡新购进的原始粉末或混合粉末，都必须对照企业标准在实验室和生产中进行试验，试验方法按ASTM B610标准进行，当试验结果与标准粉末的结果相差±0.1%时（试棒长度为31.8mm）方能投入生产。

由于影响烧结钢零件尺寸精度的因素远较影响材料性能的因素为多，为保证大量生产时零件尺寸精度，必须做到：

(1) 原始粉末或混合粉末的物理化学性能必须稳定。

(2) 模具设计参数精确。

(3) 模具加工精度准确，采用耐磨的模具材料，如硬质合金等。

(4) 生产工艺过程规范化，其中包括压制形成、烧结等过程严格规范化。欧美各国粉末冶金厂除对原材料的稳定性相当重视外，对压坯的密度亦相当重视。因为压坯密度既影响材料的力学性能又影响压坯回弹量和烧结后尺寸精度。因此他们在生产过程中除设专职检查人员进行定时检查外，生产工人亦进行更多的定时检查。

4 结束语

在结束本文时，值得提出的是提高烧结钢零件的外观质量问题应引起充分重视。和国外进口的烧结钢零件相比，非常明显的是国内有些厂生产的零件，其外观质量很差或较差。主要是倒角和毛刺。为此，一是必须补上国内许多工厂缺乏的去毛刺工序并在压制形成时将倒角压出来。二是进行零件表面发黑处理，达到在外观上能与国外的产品相媲美。

5 参考文献

- 1 MPIF Standard 35 Materials for P/M Structural Parts. 1987~1988 Edition.
- 2 P/M Design Guidebook, Metal Powder Industries Federation, Princeton NJ, 1983. 15
- 3 Metals Handbook. Ninth Edition, Vol. 7, Powder Metallurgy. 1984
- 4 Jones W D. Fundamental Principles of Powder Metallurgy. London, 1960. 439

HOW TO IMPROVE QUALITY OF P/M PARTS IN OUR COUNTRY

Jin Jiamin

(Shanghai Research Institut of Materials, Shanghai 200437)

Abstract The mechanical properties of materials and the dimensional accuracy of parts and the stability of both can symbolize the quality of iron-based P/M parts. The stability of physical and chemical properties of raw material powder and premixed powder is of great importance for ensuring the quality of parts. It is a relatively appropriate way at present to improve the strength and toughness of sintered steel by adopting copper impregnating technology. The reasonable sintering furnace section, sintering atmosphere and strictly normalized routine of sintering process are the key to guarantee the quality of parts. Meanwhile, attention should also be paid to improve the appearance of sintered parts. The paper outlines some views on how to improve the quality of P/M products in our country.

Key words P/M part sintered steel quality control

· 简讯 · 国际标准 ISO4491—2, 4491—3 修订告一段落

ISO4491—2 和 ISO4491—3 分别为国际标准《金属粉末氢含量还原法测定》的第 2,3 部分《氢还原失重》和《可被氢还原氧》。1992 年 6 月美国费城 ISO/TC119/SC2 会议决定建立工作组对 ISO4491 进行修订。今年 6 月 13~16 日, ISO/TC119/SC 在巴黎召开了会议, 对 WG5 工作组起草的修订意见 N370 进行了讨论。我国北京市粉末冶金研究所李祖德高级工程师和机械部天津设计研究院赵士达高级工程师参加了会议。根据对 N370 的讨论意见决定, 采用 WG5 修订 ISO4491—2, —3 的申请 N370, 并提交 ISO 总秘书处作为 ISO/DIS(草案)发布。至此, ISO4491—2, —3 的修订工作告一段落。

会议根据中国试验结果, 对 ISO4491—2 和 ISO4491—3 作了重大修订, 要点归纳如下。

ISO4491—2:

- (1) 由于铅存在严重升华, 不能采用氢损法测定, 从标准中取消;
- (2) 由于存在锡、锌和钨的氧化物升华, 将锡青铜、锌和钨原订还原温度适当降低; 锡青铜由 775℃降至 750℃, 锌由 550℃降至 425℃, 钨由 1150℃降至 1000℃;
- (3) 由于存在锌的升华, 对含锌的青铜, 其测定结果应加注, 即: 结果应慎重解释;
- (4) 铜、铁、钢、镍原订还原温度偏高, 新标准适当降低; 铜由 875℃降至 870℃, 镍由 1050℃降至 1000℃, 铁和钢由 1150℃降至 1100℃。

ISO4491—3:

- (1) 原订测定的金属粉末有镍、钴、铜、钼、钨、铁和钢、硬质合金混合粉共 7 种, 修订后标准增加锡青铜、铅青铜、铜铅、铅、锡、银、铼, 扩大到 14 种。
- (2) 对 7 种金属粉末的还原温度作了调整, 以使其与 ISO4491—2 一致。

〔本刊通讯员〕

国际标准《金属粉末生坯强度测定》我国提案得到保留

1992 年 6 月在美国费城召开的 ISO/TC119/SC2 会议上, 我国提出了用测定粉末压缩性的同一组试样作轴向压溃试验来测定粉末生坯强度的方法。今年 6 月 13 日~16 日在巴黎召开的 ISO/TC119/SC2 会议上, 介绍了测定生坯强度的 3 种提案。我国机械部天津设计研究院赵士达高级工程师和北京市粉末冶金研究所李祖德高级工程师受冶金部钢铁研究总院(我国方案提出单位)委托参加了会议, 对我国提案作了进一步说明。会议对于负责此项试验的 WG3 工作组的工作作出结论: 对于测定材料压坏破裂敏感性未发现有比 ISO3995(抗弯强度)更好的试验方法, 建议采用 ISO3995 对金属粉末进行质量控制; 测定破裂倾向的试验方法列入研究计划, 不准备列为标准; 收集圆柱体生坯强度轴向破裂的试验数据和生产经验, 考虑作为标准的可能; 考虑扩大径向试验(K 系数)作为生坯强度标准的试验方法。SC2 决定: 支持 WG3 的 4 条建议, 在今后 5 年内仍然执行 ISO3995。

〔本刊通讯员〕