

# 铁镍代钴硬质合金的发展现状

叶戈 叶少良 许丽君

广东正信硬质材料技术研发有限公司 广东 河源 517000

**摘要:** 铁镍代钴硬质合金是一种重要的材料,对当下的切削加工以及凿矿等行业具有至关重要的影响。本文对铁镍代钴硬质合金的研究成果进行了概述,同时结合生产经验,对其发展现状开展了讨论。并且在最后列举了铁镍代钴系硬质合金的应用。结合实践应用,对其发展中存在的问题进行了阐述。

**关键词:** 铁镍代钴; 硬质合金; 发展现状

硬质合金的材料性能十分优越,其具备硬度高、耐磨性等综合有点,因此被广泛的应用在恶劣的工作环境当中,例如凿矿、切削工具等。其制造方式是由难熔金属硬质化合物,通过特殊粘接剂以粉末冶金工艺制造而成的。在传统的领域当中,其粘接剂主要是金属钴。但随着材料研究的深入,传统的钴硬质合金已经不能满足如今工业发展的需求,其主要体现在在一些特殊环境中,以金属钴作为粘结剂的硬质合金,抗氧化、耐腐蚀等性能方面显得不足。并且金属钴作为一种稀缺的金属,其价格压在不断上涨,材料成本上升的同时,对多方面都产生着巨大的影响。基于此,通过其他元素代替金属钴作为粘接剂,如今已迫在眉睫。通过采用下 Fe、Ni 等储量更为庞大的金属作为粘接剂,能在很大程度上降低硬质合金的生产成本<sup>[1]</sup>。

## 一、铁镍基硬质合金的特性

在当下的发展中,用纯 Fe 粉代替 Co 作为硬质合金的粘结剂时,依旧存在着一定的问题需要解决。其中首要的是,Fe 粉对 WC 的润湿性相对较差,并且相比起 Co 而言,Fe 粉易于氧化,这一特性为硬质合金的含碳量控制带来了困难。一旦合金中的含碳量过高,必然会导致硬质合金的脆性增强,影响硬质合金的质量。并且铁元素的活性较强,也在一定程度上对合金的烧结粘结造成了影响。而听过 Ni 粉作为粘结剂时,与传统硬质合金相比虽然力学性能有所欠缺,但由于镍的特性,令其具备了更好的抗氧化和耐腐蚀性能,在一些特殊领域当中,这一特性更加受到欢迎,对于传统硬质合金产生了一定的弥补作用。力学性能上的不足,可以通过添加其它的金属元素等工艺方式进一步加强,因此在当下的研究中,用 Ni 部分或全部代替 Co 作为硬质合金的粘结剂,具有更加广阔的市场前景,并且在很

大程度上提高了经济效益<sup>[2]</sup>。

## 二、影响铁镍基硬质合金性能的因素

### 1. WC 晶粒尺寸的影响

WC 的晶粒尺寸受到多方面因素的影响,其中工艺、稀土元素以及晶粒抑制剂当,都会影响最终的效果。对此应夏钰等人对铁镍代钴硬质合金性能的研究中,探究了温度对其性能的影响,经过研究分析得出,烧结温度在 1400 ~ 1480° C 时,合金的硬度和抗弯强度都是先升高后缓慢降低的变化趋势,在进一步的深度研究当中,得出了满足烧结温度的条件下尽量选用低温烧结的方式,能得到更加细小的 WC 晶粒。陈建中等人对材料中的 C 元素对材料性能的影响做出了研究,其研究表明,随着成分中碳含量的增加,晶粒更加容易长大。

### 2. 添加合金元素的影响

用纯铁或纯镍作粘结剂时,合金的性能低于传统工艺制备的硬质合金。因此,为进一步提高材料性能,研究人员对粘接剂开展了深入的研究,尝试通过添加其他的合金元素,来改善优化合金的性能。其中主要添加到元素有 Si、Co、Nb 以及稀土元素等。在胡海波的研究当中表明了,在硬质合金当中添加 Cr 等金属元素成分,能起到细化晶粒尺寸的功效,并且材料的强度和硬度均得到了提升<sup>[3]</sup>。

## 三、铁镍代钴存在的难点

金属材料中的含碳量会对其材料性能产生直接的影响,材料组织当中出现石墨组织,会严重的影响到材料的性能。铁镍代钴的含碳量相比传统工艺而言,更加难以控制。除此之外,铁、镍粉体球磨工艺性差,在一定程度上对材料的制备造成了影响。究其本质,是由于 Fe 粉、Ni 粉的塑性较好,相对于钴而言,这两种材料的可塑性更好,在湿磨混料的过程中容易发生“偏聚”现象。即便是在具体加

工过程中,对原料进行控制,但在湿磨时,由于其自身的特性,也会形成尺寸较大的聚合物,这种情况的出现,会导致硬质合金在烧结当中,产生孔洞,对材料的性能产生巨大的影响。因此在铁镍代钴制造中,对制造工艺提出了更高的要求。但当前的生产制造当中,由于技术条件的限制,当下的生产工艺尚不能做到完全封闭,在此条件下,由于铁元素更加活泼,因此粉末极易被氧化。粉末状的金属元素进一步加剧了氧化反应的进度。在加工的过程中,防止粉末氧化对于保证加工工艺的有效性,产生着决定性的影响。在进行烘干的过程中,粉末温度被提高,氧化反应会变得更加激烈,因此在采用铁作粘结剂时,如何对粉末制造到压坯烧结前这一阶段中,防止其出现氧化现象,这对于最终的结果具有决定性的影响。氧化会导致材料中的氧含量发生变化,因此在烧结中会对碳含量造成波动,在铁基硬质合金当中,允许的碳含量的变化范围很窄,这在极大程度上提高了制造的难度,在整个过程中,对铁粉的氧化进行控制十分重要。

#### 四、铁镍基硬质合金的应用

以铁钴镍作为粘接剂的硬质合金,主要被应用于制造切削木材和砖石的刀具。由于其材料性质的影响,使用铁钴镍作为粘接剂的硬质合金制造的刀具,其磨损和粗糙度均低于传统的硬质合金。在相关的应用研究当中,山特维克亚洲公司将这一材料制造的硬质合金用于制造棒材轧制的导轮,其表现出的优越的性能,韧性和耐磨性都有良好的表现。除此之外,这一材料还被用于凿矿工具的制造方面,在国内中南大学粉末冶金厂中,研发了新的与钴镍合金相媲美的凿岩硬质合金新产品<sup>[4]</sup>。

与传统的硬质合金相比,WC-Ni硬质合金的冲击韧性更加,以此更加适合于冲击性较大的场景,例如矿用等情况。在相关的应用研究总,无锡钴探工具厂研制的Ni代Co硬质合金材料,采用该合金制造了矿山凿岩和地质岩芯钴探工具,并且开展了相关实验。从实验数据角度来看,这些合金并不比传统硬质合金逊色。除此之外,在中南大学的研究结果上,关于Ni代Co硬质合金已经开展了矿山钴探试验,取得了理想的成果,现已经投入生产使用。

传统制造工艺制造的硬质合金材料,其碳化物是无磁的,但金属铁、钴、镍合金整体在室温下呈磁性,相比之下,钴和镍的居里点更高一些,而镍的居里点相对较低,因此通过一些特殊的加工工艺,可以进一步降低镍的居里点,进而得到室温下无磁的硬质合金。因此在具体制造当中,以Ni作为粘结相的WC-Ni系硬质合金,也被用于生产无磁硬质合金。

近年来我国的无磁硬质合金需求量也在增加,在这一领域的研究方面,广西苍梧港德硬质合金制造有限公司通过一系列的技术改善,将原本的硬质合金材料的性能进一步提升了,其向断裂强度由原来的2200MPa提高到3500MPa左右,现如今,该工厂已经成为国内最大的无磁硬质合金模具供应商。

#### 五、结束语

钴资源的紧缺,对传统的硬质合金生产制造带来了较大的影响。为此相关研究人员探究了通过铁镍代钴的方式,制造新的硬质合金材料。并且现如今已经取得了一定的研究成果。相比传统的硬质合金,新粘结剂制造的硬质合金通过不断的深入研究,这些硬质合金在许多方面超过了WC-Co硬质合金。并且在多个场景已经陆续投入使用,表现优异。但当下依旧有很多问题有待解决,例如生产工艺困难等,相信随着研究的深入,生产工艺会得到进一步的完善,铁镍代钴类硬质合金有望得到更为广泛的应用。

#### 参考文献

- [1] 应夏钰,熊计,郭智兴,毕泗庆,陈建中,熊素建. 烧结温度对铁镍代钴硬质合金组织和性能的影响[J]. 硬质合金,2011,28(01):17-23.
- [2] 陈建中,熊计,毕泗庆,吴悦梅,熊素建. 碳含量对铁镍代钴硬质合金组织和性能的影响[J]. 硬质合金,2009,26(04):212-217.
- [3] 唐鹏. 铁镍代钴型硬质合金应用研究[D]. 广西大学,2006.
- [4] 孙宝琦. 硬质合金中铁镍代钴问题浅析[J]. 硬质合金,1996(01):47-55.