

# 超粗晶硬质合金的研究现状与发展趋势

叶 戈 郭 海 诸志艺

广东正信硬质材料技术研发有限公司 广东河源 517000

**摘 要:** 超粗晶硬质合金性能优良, 其自身具备十分优越的耐磨性, 并且抗冲击性强。优越的综合性能, 令其在多个领域当中都有所应用, 并且具有十分接触的表现, 近年来硬质合金逐渐成为材料学当中重点的研究领域。本文对硬质合金的当下研究现状进行了阐述, 并且探讨了如今超粗硬质合金技术的发展趋势。

**关键词:** 超粗晶硬质合金; 研究现状; 发展趋势

随着技术的发展, 现如今质合金生产工艺及设备的不断改进和创新, 产品不断发生着迭代, 因此其应用范围也得到了进一步的拓展。当前的硬质合金材质发展当中, 主要有两个方向, 分别是超粗晶和超细晶, 这一趋势十分明显。超粗晶硬质合金的性能优异, 结合其材质特点, 如今被广泛的应用在轧钢、凿岩等领域当中。由于其优异的表现, 现如今市场中对硬质合金的需求也语法旺盛, 全球市场容纳量已突破3000t。在工程凿岩等领域当中, 由于国家对环保愈发重视, 因此施工方式逐渐的受到限制。为顺利的完成生产量, 自此背景下, 凿岩领域的非钻爆法施工发展迅猛, 也正因如此, 凿岩领域当中, 硬质合金的需求量暴增。这是因为在凿岩中, 对材料的耐磨性以及抗冲击性的要求很高。并且在长期施工中, 材料会因为冲击摩擦的原因快速升温, 材料的抗热疲劳性能对其使用寿命也有巨大的影响。而这一系列的要求, 正好符合超粗晶硬质合金的基本属性<sup>[1]</sup>。

## 一、超粗晶硬质合金的制备方法

这种材料的制备中, 主要的原料时超粗WC粉末。在不同的工艺下, 制备出的超粗晶硬质合金性能也有所差别。在当下的制备工艺当中, 依旧难以实现制造综合性能优异的超粗晶硬质合金。为实现硬质合金工艺的提, 国内外众多研究人员都对此开展了研究。为进一步探索超粗晶硬质合金制备的最佳工艺, 实现材料综合性能的提升。当前的相关研究中, 关于超粗硬质合金制备方法主要下列几种类型<sup>[2]</sup>:

### 1. 化学包裹粉法

这种制备方法的原理时, 通过喷射研磨分散和分级筛选的方式, 对WC进行筛选, 在原料中筛选出粗颗粒的WC原料, 在此之后, 通过相关工艺, 用Co对其进行包裹。这种制备工艺, 相比起传统方式而言, 对粗颗粒WC的完成度保护更好, 制造的超粗晶硬质合金, 具备WC骨架结构的连续强度高的有点。在EderydStefan等人

的相关研究当中, 通过将甲醇、三乙胺等, 与原材料WC晶粒进行混合加热, 并且控制温度。通过这种方式, 让Co会沉淀包覆在WC晶粒上, 完成这一制备过程。最后通过压制烧结等工艺, 实现对粗晶硬质合金的制备。除此之外, 还有通过使用醋酸盐等混合加热的方式, 实现这一包覆过程。张立等人将活化处理后的WC与Co/Ni的氢氧化物碱性浆料混合, 在此之后, 通过还原法制纳米组装结构的WC复合粉, 这种方式制备出的复合粉, 其致密度更高, 基于此能得到晶粒度更好的超粗晶硬质合金。其晶体密度可以达到 $11.8\mu\text{m}$ 。除此之外, 孙业熙等人制备出了晶粒尺寸为 $8.9\mu\text{m}$ 的超粗晶硬质合金, 其方法时通过费氏粒度为 $4.1\mu\text{m}$ 的WC粉末, 集合其他的原材料, 通过化学共沉淀包裹反应, 实现包覆的过程, 以此粉末为基础, 制备而成的硬质合金, 具有组织结构均匀的优点。

### 2. 轻度球磨法

这种方式与传统球磨工艺相同, 只是具体工艺做了相应的调整, 近而实现制备材料的功能性得到提升。其优点在于, 这一工艺能实现让Co粉与粗颗粒WC粉末之间实现均匀混合, 并且在混合的过程中, 不会对原材料WC晶粒的结构造成破坏。其优势在于, 这种方法的制备工艺十分简单, 通过这种制备方法, 能实现超粗晶硬质合金的大批量生产。在具体制备工艺细节当中, 也有很多研究人员做了详细的研究工作。其中周新华等人对球磨时间开展了研究, 探究了球磨时间对合金材料性能的影响, 最终的研究结果显示, 随着球磨时间的延长, WC晶粒的晶界破碎的现象逐渐减少, 通过调整球磨时间, 能让粗晶硬质合金兼具高硬度和高韧性的优点, 实现材料性能的提升。除此之外, 还有相关的工作人员, 通过相应的制备方法, 将超粗晶硬质合金的平均晶粒度密度不断提升, 其中吴冲浒等人研究的制备工艺达到了 $7\mu\text{m}$ 级别。伏坤等人研究的制备工艺WC晶粒度达

到 $8\mu\text{m}$ 的级别<sup>[3]</sup>。

### 3. 纳米粉末活化法

这种制备方法的本质是通过添加一定量的纳米级细粉末的方式,实现粗颗粒粉末制备效果的提升。在添加纳米级粉末之后,进行球磨烧结后可制备超粗晶硬质合金。在这种技术方法应用研究当中,白英龙等人通过纳米溶解法,令制备出的WC平均晶粒尺寸达到了 $8\sim 9\mu\text{m}$ ,在这种制备工艺下,超粗晶硬质合金的晶粒尺寸均匀性得到了改善,不仅如此,其了WC晶粒邻接度也得到了提升,材料中的晶粒发育更加完全,综合性能得到了提高。吴建国等人通过球磨的方法,制备出了活性高的细晶WC粉,在此基础上,添加Co粉等材料,进行混合淹没,同时控制研磨工艺,避免材料中的晶粒结构遭到破坏,在此之后,通过常规工艺进一步加工。这种制备工艺生产的硬质合金,其材料更加致密,通过这种方式,能实现制造出晶粒度 $4.0\sim 8.0\mu\text{m}$ 的超粗晶硬质合金。由于材料致密度得到提升,其性能也得到了很大的提高。

## 二、超粗晶硬质合金的发展趋势

现如今环境保护越发得到关注,国家对于施工当中的环保要求也越来越高。在此背景下,非钻爆法施工的应用领域越来越广,逐渐开始替代原本的爆破施工方法。受此影响,超粗硬质合金产品成了研究的热点,随着矿井的采掘,国家对环保要求的愈发严格,市场中关于硬质合金产品的需求量在不断提升。非钻爆法施工的发展,带来了机械自动化程度的不断提高,在此背景下,生产实践中对超粗晶粒硬质合金的需求提高的同时,对其综合性能也提出更高的要求。在当前的硬质合金制备研究当中,主要呈现以下两个发展趋势<sup>[4]</sup>。

### 1. 低钴特粗硬质合金的发展

超粗硬质合金被广泛的应用在采矿、掘岩当中,受到工作环境等影响,对于其韧性以及抗热疲劳性能都提出了更高的要求。因此在相关研究当中,加强材料性能的匹配程度,是其中的一个发展方向。在材料结构当中,随着WC晶粒度的增加,硬质合金的硬度呈现降低的趋势,近而得到了相应的韧性提升。在材料单中钴含量的降低,也会导致硬质合金材料的硬度提高。硬度提高以

后,随之而来的就是材料的韧性受到影响。因此在硬质合金的制备当中,低钴特粗硬质合金成为一种重要的技术发展方向。在相关的研究当中证明了,在硬度相近的情况下,硬质合金的晶粒越粗,其材料的耐磨性就越好。因此在市场当中,现在的低钴特粗合金中,WC平均晶粒度在 $7\sim 8\mu\text{m}$ 之间。

### 2. 粘结相强化技术的发展

在超粗硬质合金当中,通常具有一层较厚的钴层,以此保护其中WC晶粒。并且钴层厚度具有随着WC晶粒度的增加而增大的特点。在具体的使用过程当中,材料中的钴相会优先遭到磨损。因此在关于硬质合金耐磨性的研究当中,提高材料晶粒之间的年度,增强界面结合强度,这对其使用寿命的提升具有积极意义。在相关的研究当中,通过纳米颗粒强化Co粘结相技术,以此加强合金的强度和韧性,令其耐磨性得到提升。除此之外,还有在粘接工艺当中,尝试通过添加其他化学元素的方式,以此来提高粘结效果,但其效果并不明显<sup>[5]</sup>。

## 三、结束语

总而言之,在当下的社会生产中,硬质合金扮演者越来越重要的角色,相关人员也不断的为了提高硬质合金材料的性能做出努力。在此之中,关于硬质合金的研究当中,主要趋势是低钴和粘结相强化两大趋势,其目的都是为了进一步增强材料的使用寿命。

### 参考文献:

- [1]汤昌仁,梁瑜,郭永忠,陈玉柏,杨树忠.粉末粒度对超粗晶硬质合金性能影响的研究[J].中国钨业,2019,34(04):41-46.
- [2]聂洪波.超粗晶WC-Co硬质合金的制备方法与机理及性能研究[J].中国钨业,2016,31(04):51-57.
- [3]张其文,宋晓艳,刘雪梅,王海滨,张忠健.梯度超粗晶硬质合金的制备与组织性能研究[J].硬质合金,2016,33(01):8-13.
- [4]鄢玲利.超粗WC-Co复合粉末及其合金的制备工艺研究[D].湖南工业大学,2015.
- [5]周书助,鄢玲利,高凌燕,兰登飞.超粗晶WC-Co硬质合金的研究现状[J].硬质合金,2014,31(01):60-66.