

# 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.