

# 粉末冶金材料与技术进展综述

王文利

浙江昶科陶瓷新材料有限公司 浙江 湖州 313000

**摘要:** 粉末冶金材料与技术近年来持续取得重要进展,不仅在材料制备方面实现了纳米粉末冶金技术的突破,优化了粉末成形与烧结技术,还在应用领域展现了广泛前景。高性能粉末冶金材料因其独特的物理、化学和机械性能,在汽车、电子、航空航天等领域得到广泛应用。同时,随着环保意识的提升,环保型粉末冶金材料的开发也取得显著成果。

**关键词:** 粉末冶金; 冶金材料; 技术进展

引言: 粉末冶金作为一种高效且经济实惠的材料制备技术,在材料科学领域占据着举足轻重的地位。它能够生产出形状复杂、尺寸精密的零件,满足工业界对高精度、高性能材料的需求。随着科技的飞速进步和工业的快速发展,粉末冶金技术不断推陈出新,从传统的压制烧结工艺逐步演进为现代高效、环保的制造方法,为工业界带来了更多的可能性。

## 1 粉末冶金材料与技术的重要性

粉末冶金材料与技术,作为现代材料科学领域的重要分支,其重要性日益凸显。它不仅在材料制备、性能优化等方面具有显著优势,还在多个工业领域发挥着不可替代的作用。通过精确控制粉末的成分、粒度以及成形和烧结过程,粉末冶金能够制备出具有特定物理、化学和力学性能的先进材料。例如,纳米粉末冶金技术可以制备出高强度、高韧性的纳米复合材料,这些材料在航空航天、汽车制造等领域具有广泛的应用前景。粉末冶金还可以制备出具有特殊功能的材料,如磁性材料、超导材料等,为电子信息、能源等领域的发展提供了有力支撑。粉末冶金技术具有高效、节能的特点。相比传统的铸造、锻造等工艺,粉末冶金技术无需经过高温熔炼和复杂的机械加工过程,从而降低了能源消耗和材料浪费。粉末冶金技术可以实现近净成形,减少后续加工量,提高生产效率。这种高效、节能的特点使得粉末冶金技术在资源日益紧张、环保要求日益严格的今天显得尤为重要<sup>[1]</sup>。粉末冶金技术还具有广泛的应用领域。无论是航空航天、汽车制造还是电子信息、生物医学等领域,粉末冶金技术都发挥着不可或缺的作用。在航空航天领域,粉末冶金技术制备的轻质高强材料可以有效降低飞行器的重量,提高飞行性能;在汽车制造领域,粉末冶金技术制备的发动机零部件可以提高燃油效率和动力性能;在电子信息领域,粉末冶金技术制备的磁性材

料、电子元件等是推动信息技术发展的关键;在生物医学领域,粉末冶金技术制备的生物医用材料具有优异的生物相容性和生物活性,为医疗事业的进步做出了重要贡献。随着科技的进步和市场的扩大,粉末冶金技术在材料制备、成形技术、性能优化等方面仍有很大的提升空间。

## 2 粉末冶金材料研究进展

### 2.1 高性能合金粉末的开发

在材料科学的领域中,高性能合金粉末的开发一直是一个热门且富有挑战性的课题。这类粉末不仅要求具有优异的物理和化学性能,还需满足特定工业应用的高标准要求。高性能合金粉末的开发涉及对合金元素组合的深入研究。每一种元素的添加都会带来不同的性能变化,如提高硬度、增强韧性或改善抗腐蚀性。通过精确控制元素的种类和比例,研究人员能够制备出具有特定性能需求的合金粉末。这种对元素组合的精细调控,是高性能合金粉末开发的关键所在。除了元素组合,制备工艺的选择也对高性能合金粉末的性能有着重要影响。研究人员不断探索新的制备技术,如快速凝固、机械合金化等,以优化粉末的晶粒结构、减少缺陷,并提升整体性能。这些先进的制备工艺不仅提高了粉末的纯度,还使得粉末具有更好的加工性能和更高的使用效率。

### 2.2 轻质高强粉末冶金材料的研发

轻质高强粉末冶金材料是材料科学领域的一大研究热点,其研发对于推动工业进步、实现产品轻量化具有重要意义。这类材料结合了轻质和高强度的特点,不仅降低了产品的重量,还提高了其结构强度和性能。轻质高强粉末冶金材料的研发,关键在于对粉末制备技术的深入研究和优化。研究人员通过采用先进的物理、化学和机械方法,精细控制粉末的粒度、形状和成分,从而确保粉末冶金材料在后续成形和烧结过程中能够达到理

想的性能。在材料设计方面,轻质高强粉末冶金材料的研发也取得了显著进展。通过精确调整材料的成分和微观结构,研究人员成功制备出了具有优异力学性能和良好加工性能的新型轻质高强粉末冶金材料。这些材料不仅具有较低的密度,还具备高强度、高韧性等特性,为产品轻量化提供了有力支撑。轻质高强粉末冶金材料的研发还注重实际应用需求的满足。研究人员紧密关注工业领域的发展趋势,针对航空航天、汽车制造等高端领域对轻质高强材料的需求,不断开发具有特定性能和应用场景的新型轻质高强粉末冶金材料。这些材料在实际应用中展现出了优异的性能表现,为相关产品的升级换代提供了有力支持。

### 2.3 功能性与复合粉末冶金材料的创制

功能性与复合粉末冶金材料的创制,是材料科学领域的一项创新性工作,对于提升材料性能、拓展材料应用领域具有深远意义。这类材料不仅继承了传统粉末冶金材料的优点,还赋予了其特殊的功能性和复合性,从而满足了现代工业对高性能、多功能材料的需求。在功能性粉末冶金材料的创制过程中,研究人员致力于通过精确的成分设计和制备工艺优化,赋予材料特定的物理、化学或生物功能。通过添加稀土元素或进行特殊的热处理,可以制备出具有优异磁性能或催化性能的粉末冶金材料。这些材料在电子信息、能源环保等领域具有广泛的应用前景。复合粉末冶金材料的创制则更加注重材料性能的综合提升。通过将不同性能的粉末进行复合,可以获得具有优异综合性能的新型材料<sup>[2]</sup>。将高强度粉末与耐磨粉末进行复合,可以制备出既具有高强度又具有优良耐磨性的复合粉末冶金材料。这类材料在航空航天、汽车制造等高端领域具有巨大的应用潜力。在创制功能性与复合粉末冶金材料的过程中,研究人员不仅注重材料的性能提升,还关注其制备工艺的环保性和可持续性。他们采用先进的制备技术,如绿色合成、低能耗处理等,以降低材料制备过程中的能耗和排放,实现材料科学与环境保护的和谐共生。

### 2.4 环保型粉末冶金材料的开发

环保型粉末冶金材料的开发注重原材料的环保性。研究人员积极寻找并应用可再生、可降解或低污染的原材料,以减少对自然资源的依赖和环境的破坏。通过优化制备工艺,降低能耗和减少废弃物产生,实现材料的绿色制备。在制备过程中,环保型粉末冶金材料采用了先进的物理和化学方法,如绿色合成、低温烧结等,以减少有害物质的排放和能源消耗。这些方法不仅提高了材料的性能,还降低了制备成本,使得环保型粉末冶金

材料在市场中更具竞争力。环保型粉末冶金材料还注重其在使用过程中的环保性能。例如,一些新型环保型粉末冶金材料具有优异的耐腐蚀性、抗磨损性等特点,能够延长产品的使用寿命,减少因更换部件而产生的废弃物。同时,这些材料还具有良好的可回收性,能够实现资源的循环利用,降低环境负担。环保型粉末冶金材料的开发不仅有助于推动材料科学的进步,还为工业发展提供了更加环保的解决方案。随着技术的不断创新和市场需求的扩大,环保型粉末冶金材料将在未来发挥更加重要的作用。它们将广泛应用于汽车、电子、能源等领域,为这些行业的绿色发展提供有力支持。

## 3 粉末冶金技术研究进展

### 3.1 粉末制备技术

粉末制备技术作为粉末冶金技术的核心环节,其研究进展直接关系到粉末冶金材料的性能与应用。近年来,随着科技的快速发展和市场需求的不断扩大,粉末制备技术取得了显著的进步。在粉末制备方面,传统的机械粉碎法、雾化法等已经得到了广泛的应用和优化。这些方法通过物理或化学手段将原材料细化成粉末,为后续成形和烧结过程提供了良好的基础。随着纳米技术的兴起,纳米粉末的制备也成为了研究的热点。纳米粉末具有粒径小、比表面积大等特点,可以显著提高材料的性能。除了传统的制备方法,一些新型的粉末制备技术也不断涌现。化学气相沉积法可以制备出纯度高、粒径均匀的粉末;溶胶凝胶法则可以通过控制反应条件实现粉末的精细调控。这些新型制备技术的出现,不仅丰富了粉末制备手段,也为制备高性能、多功能粉末提供了可能。在粉末制备技术的研究中,研究者们还注重提高粉末的质量和产量。通过优化制备工艺、改进设备性能等手段,可以实现粉末的粒度、形状、成分等参数的精确控制,从而提高粉末的综合性能。研究者们还探索了粉末制备过程中的节能减排技术,以实现粉末制备的绿色化、环保化。粉末制备技术的研究进展不仅推动了粉末冶金技术的发展,也为相关产业提供了更加优质、高效的原材料。随着研究的深入和技术的不断创新,相信未来粉末制备技术将在更多领域得到应用,为材料科学和工业发展做出更大的贡献。

### 3.2 粉末成形与烧结技术的创新

粉末冶金技术的核心在于粉末成形与烧结过程,这两个环节对最终产品的质量和性能有着决定性影响。在粉末成形领域,研究的焦点集中在提高成形精度和力学性能上。通过采用微细粉末和改善压制工艺,如采用等静压或热压技术,可以获得更高密度的绿体。特别是

复杂形状和微小零件的精密成形技术得到了显著提升,使得近净形制造成为可能。多轴压制和计算机辅助工程(CAE)技术的应用,也在优化压制过程中起到了关键作用,提高了生产效率和产品一致性。烧结工艺方面,创新主要集中在低温烧结技术和烧结炉气氛控制上。低温烧结技术可以有效降低能源消耗,减少材料过度结晶和晶粒长大,从而保持材料的微观结构和力学性能。气氛控制技术的改进则确保了烧结过程中氧化还原反应的精确进行,对于生产高性能的金属陶瓷等复合材料至关重要。为了进一步提升粉末冶金制品的性能,还出现了一些新型的烧结辅助技术。例如,采用微波烧结和放电等离子烧结(SPS)等快速烧结技术,可以在极短的时间内实现粉末材料的高密度化和细晶粒化<sup>[3]</sup>。这些技术不仅缩短了生产周期,而且有助于提高材料的力学性能和电学性能。绿色粉末冶金技术的发展也不容忽视。研究者正在探索使用可生物降解的粘结剂和环境友好型的润滑剂,以减少生产过程中的环境污染。对废粉的回收处理技术也在不断进步,旨在实现粉末材料的循环利用,推动粉末冶金行业向可持续发展转型。

### 3.3 后处理与改性技术

粉末冶金技术研究进展中,后处理与改性技术扮演着至关重要的角色。这些技术不仅能够有效提升粉末冶金材料的性能,还为其在更多领域的应用提供了可能。后处理技术是粉末冶金材料制备过程中的重要环节,通过热处理、表面处理等手段,进一步调整材料的组织结构和性能。热处理技术可以消除材料内部的残余应力,提高其力学性能和稳定性;表面处理则能够改善材料的表面粗糙度、耐腐蚀性等特性,增强其在实际应用中的耐久性。改性技术则是针对粉末冶金材料的特定性能需求进行的深度优化。通过添加合金元素、引入特殊相结构、实施复合增强等手段,可以显著提高材料的强度、硬度、耐磨性等关键性能。这些改性技术不仅丰富了粉末冶金材料的种类,还为其在高端领域的应用提供了有力支撑。随着科技的不断发展,后处理与改性技术也在不断创新和完善。新型的热处理工艺、表面处理技术以及改性方法不断涌现,为粉末冶金材料的性能提升和应

用拓展提供了更多可能性。

### 3.4 纳米粉末冶金技术的突破

纳米粉末冶金技术,是将纳米科技与粉末冶金技术相结合,利用纳米材料的独特性能,制备出具有优异性能的新型粉末冶金材料。纳米粉末冶金技术的突破主要体现在以下几个方面:第一,纳米粉末的制备技术日益成熟,通过精确控制粉末的粒径和分布,成功制备出了高纯度、高活性的纳米粉末。第二,纳米粉末的成形与烧结技术也得到了显著改进,实现了纳米粉末的高效、精确成形,并保持了其纳米尺度的特性。第三,纳米粉末冶金材料在性能上展现出了巨大的优势,如高强度、高硬度、优异的耐磨性和耐腐蚀性等,使其在汽车、电子、航空航天等领域具有广阔的应用前景。纳米粉末冶金技术的突破不仅推动了粉末冶金技术的快速发展,也为材料科学领域带来了新的研究方向和应用领域。随着纳米科技的深入研究和应用,相信纳米粉末冶金技术将在未来发挥更加重要的作用,为工业发展和科技进步做出更大的贡献。

### 结束语

总的来说,粉末冶金材料与技术未来的发展重点将聚焦于深度优化材料性能,不断革新制备工艺,进一步拓展应用领域,并加强智能化与数字化技术的融合。通过持续研发,力求提升材料的强度、耐磨性、耐腐蚀性等关键指标,满足更高端、更精细化的应用需求。同时,探索新型制备工艺,提高生产效率,降低成本。积极开拓新兴领域,如新能源、电子信息等,并借助智能化与数字化技术提升粉末冶金技术的整体水平。

### 参考文献

- [1]吴明明,李来平,高选乔,梁静,薛建嵘,林小辉,张文,李延超.粉末冶金技术制备钼基复合材料研究进展[J].粉末冶金技术,2021,39(05):462-470.
- [2]王彦康,王涛,吕伟龙,李国平,刘增林.表面强化铁基粉末冶金材料的表面处理工艺分析[J].中国金属通报,2021,(08):17-18.
- [3]李伟,张涛.粉末冶金新材料制备技术的研究现状及发展趋势[J].材料导报,2023,37(5):850-856.