

# 纳米级氧化镁的制备及应用

郑岳松

聊城大学东昌学院

DOI:10.32629/mef.v3i4.796

**[摘要]** 纳米级氧化镁是一种高功能精细无机材料,以其特有的表面效应、体积效应、量子尺寸效应、宏观量子通道效应而被广泛应用在陶瓷、电子、催化剂等领域。纳米级氧化镁还可以用作油漆、纸张、塑料和橡胶的填充剂和补强剂及耐火材料制造等,具有广阔的应用前景。

**[关键词]** 纳米氧化镁; 制备方法; 应用

## Preparation and Application of Nano-magnesium Oxide

Yuesong Zheng

Liaocheng University Dongchang College

**[Abstract]** Nano-magnesium oxide is a kind of high-function fine inorganic material, which is widely used in areas such as ceramics, electronics and catalysts because of its unique surface effect, volume effect, quantum size effect, and macroscopic quantum channel effect. Nano-magnesium has broad application prospects, as it can also be used as a filler and reinforcing agent for paint, paper, plastics and rubber, and the manufacture of refractory materials.

**[Key words]** Nano-magnesium oxide; preparation method; application

随着纳米材料技术的飞速发展,其应用范围也在不断的扩大,且在一定的改进基础上,产生了无机材料的纳米氧化镁,在特定领域开始应用。纳米氧化镁粒径小,一般尺寸不会超过100nm,无味,也没有明显的毒性,这种材料的主要性质之一为量子尺寸效应,表面效应,因而可以满足一些特殊性能相关要求,目前在光学,电学相关的领域都广泛的应用,可实现一定隐身作用。对比分析结果表明纳米抗菌材料抗菌活性可以达到很高的抗菌性能,且其性能和纳米颗粒的尺寸,分散度存在密切关系。纳米级氧化镁抗菌活性应用达到较高水平,目前在抗菌领域开始广泛应用。纳米氧化铝陶瓷时,纳米氧化镁可以起到一定的辅助作用,从而在低温条件下可以获得致密的细晶粒陶瓷,可以更好的优化工艺,满足性能成本要求;纳米氧化镁经过烘烤,适当的稳定处理后,可以获得良好的机械性能,如其中的氧化锆陶瓷在高温条件下也表现出较高的

稳定性,因而开始受到关注。

### 1 纳米级氧化镁的制备

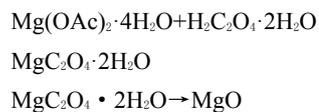
#### 1.1 化学方法

纳米氧化镁在制备过程中看也选择不同的方法,如固相法,液相法和气相法,在实际的应用过程中其中液相合成法的应用比例较高,目前常用的原材料为氯化镁。而气相法可划分为物理和化学气相沉积法两种,其中前一种加工过程中需要用到电弧,等离子体热源等,适当的进行气化而形成满足要求的颗粒。化学气相沉积法在加工过程中主要是基于化学反应而得到纳米氧化镁,可以根据反应的类型,对其进行划分,而分为气相氧化法、水解法等几种类型,在实际的应用过程中其都各有一定的优缺点和适用范围,可以方便的选择。

#### 1.1.1 固相法制备纳米级氧化镁

纳米级氧化镁制备领域这种方法的应用比例高,该反应不需要溶剂,并且产率很高,反应条件简单且易于控制。廖立玲等将  $Mg(OAc)_2 \cdot 4H_2O$  和

$H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$  混合,混合研磨后立即释放出乙酸。充分研磨2小时后,将前体蒸煮并在80°C的烤箱中干燥,然后600°C条件下适当的煅烧  $MgC_2O_4$  一定时间后就可以获得满足要求的纳米颗粒物,其对应的粒径一般为15nm,且粒度的均匀性高。反应方程式为:



#### 1.1.2 液相法合成

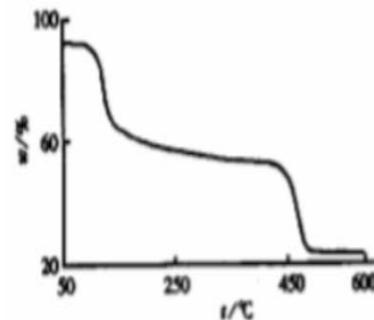


图1 固相法前驱物的热失重图谱

将分别溶解在水中的 $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ 和 $Na_2CO_3$ 溶解, 两者的直接混合物将产生沉淀, 老化3小时以完全反应形成前体。过滤沉淀物, 适当的进行水洗处理后, 接着进行乙醇洗涤, 接着在烤箱中烘烤处理4小时, 接着转入到马弗炉中, 设置温度为 $600^\circ C$ , 在此条件下反应三小时而获得相应的产物。

前驱物的热失重分析如下:

具体分析上图结果可知, 在 $110-300^\circ C$ 温度条件下对应的曲线下降, 在此阶段主要是进行草酸的热分解, 而温度增加到 $300-500^\circ C$ 时, 对应的草酸镁也开始进入分解阶段;  $500^\circ C$ 以后样品基本恒重, 即所需前体在 $500^\circ C$ 基本已经基本完全分解, 因此这个实验在 $600^\circ C$ 下灼烧前体基本可以办证前驱物完全分解。

### 1.1.3溶胶-凝胶法

这种方法在合成过程中主要是基于有机盐为原料, 接着在一定的有机介质作用下进行反应而形成, 因此溶液经过溶胶-凝胶法, 得到凝胶, 并将凝胶干燥并锻造烧成产品。纳米氧化镁制备过程中这种方法的应用比例很高, 主要是通过水解金属醇盐处理后, 接着对溶质聚合化, 适当的进行干燥处理后, 得到需要的氧化镁。其优点表现为相应的产物高纯度, 小粒径, 且表现出很高的均匀性和化学活, 反应过程中可容易控制条件。液相中的化学物质, 缺点是作为原材料金属盐不易获得, 凝胶颗粒的烧结性较差, 干燥后会明显收缩。

### 1.1.4电解法

这种方法主要是在液相条件下反应制备纳米颗粒。由于反应在固液界面进行, 因此涉及溶液中的电解和熔融盐的电解。使用常规方法无法制备的纳米颗粒条件下可通过这种方法进行制备, 如大电负性的金属纳米材料经常通过这种方法制备。关于电解, 有数百年的理论和实践基础。可以轻松, 精确地控制工艺参数, 结合共沉淀技术可以生产出所需的晶粒度, 还可以生产出纳米复合材料。

## 1.2物理法

### 1.2.1机械粉碎法

表1 纳米氧化镁制备方法比较

制备方法	主要原料	其他加入物或操作	粒径/nm
室温加固法	草酸、醋酸镁	---	15
气相氧化法	金属镁、氧气	高温气化	10~100 (尺寸可控)
气相热解法	硝酸镁	高温	---
直接沉淀法	氨水、氯化镁	---	80
直接沉淀法	碳酸钠、硝酸镁	乙醇	30
直接沉淀法	氨水、氯化镁	---	62
直接沉淀法	氨水、硝酸镁	乙醇、超临界干燥	50~100
直接沉淀法	氯化镁、氢氧化钠	PEG、PVA、低温处理	15
均匀沉淀法	尿素、氯化镁	---	10
均匀沉淀法	尿素、氯化镁	---	25
均匀沉淀法	尿素、氯化镁	乙醇、TX-10、DMF	15~20
均匀沉淀法	尿素、氯化镁	乙醇、表面活性剂、冷冻干燥	26
溶胶-凝胶法	$Mg(OCH_3)_2$ 、水	乙醇、草酸	30
溶胶-凝胶法	硝酸镁、硬脂酸	加热	20~50

这种方法制备过程主要是对固体材料直接生产纳米粉体, 适当的纯化而得到需要的粒度, 其缺陷表现为加工过程中难以获得粒径小于纳米的粉末, 且在研磨操作过程初出现混在的可能性高, 并且粒子的尺寸和形状不容易控制。它们不能满足我们的要求, 并且很难满足工业应用的要求。

### 1.2.2流动液面真空蒸发法

此种方法也就是在真空条件下对原料蒸发, 凝结而得到相应的颗粒物。这样的优点在于可以得到较为纯净的产品, 但是其生产能力较为低下, 并且不能灵活地控制我们所需的粒子大小, 这样只适合制备尺度较小的粒子。

## 2.1国外现状

美国在此领域的研究相对深入, 相关统计结果表明, 美国的镁产品中大部分来自卤水, 此外还有一部分来自白云石, 在制备氧化镁过程中主要是基于在盐溶液中煅烧氢氧化镁, 形成半成品后接着根据相关的应用要求而加工形成各类型氧化镁。煅烧氧化镁的总生产能力为每年1.1至1.2吨, 其中轻质氧化镁每年不到30万吨。

在西欧, 通过菱镁矿和白云石制成氧化镁的比例高, 不过这类型氧化镁的产量明显低于轻质氧化镁的。欧洲的氧化镁在制备过程中大部分是通过煅烧菱镁矿而得到, 相应的耐火度达到很高水平, 中东地区主要是基于海水制备氧化镁, 相关统计结果表明, 每年产能为40

万吨, 且在不断增加。日本每年的氧化镁产量超过30万吨。它主要基于碱性煅烧氧化镁, 并且进口了70%至80%的耐火氧化镁。

日本, 美国和澳大利亚等国家都开始通过纳米技术对氧化镁进行了研究, 且取得重要成果, 在提高氧化镁质量方面效果很显著。日本很早就开始通过这种方法生产氧化镁, 在生产过程中主要是基于金属镁为原料, 在气相氧化基础上形成氧化镁, 相应的纯度高达99.95%, 具有优良的透光率。在集成电路芯片制备过程中氧化镁已经开始应用, 且表现出良好的性能优势, 此外红外穿透材料中也有一定比例的应用, 日本研究者采用液相滴注法形成纳米氧化镁, 进行检测发现其纯度高于99.99%。目前日本的一些学者已经使用纳米氧化镁材研发出高性能陶瓷薄膜, 且进行检测分析发现其延展性达到很高水平, 抗腐蚀性能也良好, 具有耐高温性。该公司转向航空业, 智能电子, 光电设备为其他行业提供样品。

2002年纳米级氧化镁的除菌材料备研发出, 检测分析发现其粒径不超过8nm, 进行改进和优化后, 相应的技术已经成熟, 每年生产量大约为10吨, 目前这种产品在医疗设备、化学武器相关的研究领域已经达到应用, 比如可以通过其高效的分解处理生物有毒气体, 表现出较高的性能优势。此外甲型h1n1相关的产品已经获得美国国会的重视, 开始

进入迅速发展阶段,在医院中有一定比例应用。

### 2.2国内现状

中国目前的精制氧化镁产品相对较小,主要基于某些轻质原料。目前,盐溶液主要用作生产的原料。到目前为止,主要使用含镁的煅烧矿石进行生产。今天,大多数中国氧化镁用于陶瓷,化工,橡胶,玻璃灯泡,食品和医疗行业。由于它仍处于开发阶段,其消费渠道相对狭窄。以氧化镁为例,中国是世界上三大氧化镁出口国之一,年产量超过25吨,主要是基于纯度低于95%的产品。该吨不能满足国内每年1吨的需求,而且大部分取决于进口。因此可以估计出中国在高纯度氧化镁方面有很大的差距,潜力很大。可以看出,尽管中国矿产资源丰富,含量很高,但盐湖化工行业对镁盐的利用仍然很薄弱,镁盐的生产仍处于初级产品的生产阶段。远不是满足国民经济发展的需要。为了开拓镁盐的新用途,我们必须大力发展用镁盐生产精细产品的方法,特别是开发各种用途的特殊氧化镁产品。纳米氧化镁颗粒的制备,表征及其改性研究在一定时期内仍将是我国的主要研究内容和主要研究方向。中国拥有丰富的镁资源,是世界上生产镁化合物的最重要国家之一。由于其独特的用途,纳米氧化镁已成为开发镁资源的首选产品之一。它的研发必将极大地促进中国丰富的镁资源的广泛使用和高附加值镁产品的开发。

### 2.3国内外发展趋势对比

中国氧化镁的产量很小,无法满足国外市场的需求。在美国和西欧,普通的苛性煅烧氧化镁装置的重量超过10,000吨,而中国大多数轻质氧化镁装置的重量每年在300到500,000吨之间。由于原料不同,生产方法不同以及市场需求的多样化,氧化镁产品的市场也呈现出多元化的发展格局。在不久的将来,氧化镁系列产品将出现在许多无机化学产品中,更具有潜力。鉴于在国内市场上对具有不同规格和用途的优质氧化镁产品的需求不断增长,必须寻找一种生产最便宜,最有利可图的氧化镁初级产品的方法。高纯度氧化镁和用途不同的精细氧化镁产品的新应用是氧化镁工业的发展方向,使氧化镁工业更强。通过比较国内外氧化镁的生产和消费情况与我国的实际情况。在工业化法规中使用设备的问题,提高性能时的产品包装问题,工艺用水问题,盐水运输问题等尤其重要。

### 3 结语

本文总结了纳米氧化镁的制备方法以及纳米氧化镁的类型和应用。在21世纪,经济高速发展。中国对氧化镁的需求将大大改善。就质量和性能而言,仍有很大的发展空间,并且需要优化生产过程。纳米级氧化镁的吸附决定了其在生物医学领域的广阔发展前景,这必将是市场资源的又一重大缺口,迫切需要增加。

### [参考文献]

[1]王笃政,孙永杰,刘晓逾,等.纳米氧化镁的制备工艺研究[J].粉末冶金工业,2012(06):49-53.

[2]李玉宝,刘东.纳米材料研究与应  
用[M].电子科技大学出版社.2005.

[3]朱西薇.银/氧化镁复合材料的制备及其抗菌性能研究[D].华东科技大学,2016.

[4]冯云会,苏俊琪,高思军.纳米氧化镁制备方法及其性质应用[J].当代化工,2016(11):2556-2559.

[5]廖莉玲,刘吉平.固相法合成纳米氧化镁[J].精细化工,2001,18(12):696-698.

[6]郭谦.二氧化硅纳米颗粒和纳米玻璃的制备与表征[D].兰州大学,2018.

[7]曹颖,王国胜.纳米氧化镁的制备技术的研究进展[J].辽宁化工,2018(1):40-43.

[8]王海霞.纳米氧化镁的制备及其表面改性的研究[D].华东师范大学,2006.

[9]马鹏程.高活性氧化镁和高密度烧结镁砂的研究[D].东北大学,2014.

[10]高洁,狄晓亮,李昱昀.氧化镁的发展趋势及其生产方法[J].化工生产与技术,2005(05):36-40.

[11]张丽丽.镁硅复合材料的制备及吸附性能的研究[D].中国海洋大学,2011.

[12]肖文.白云石均匀沉淀法和反向微乳液法制备纳米氧化镁的方法研究[D].中南大学,2010.

[13]赵乐.液相法沉淀法制备高纯度纳米氧化镁的研究[D].郑州大学,2009.

### 作者简介:

郑岳松(1998--),男,汉族,山东日照人,2016届本科学学生,研究方向:精细化工。