

高等学校实验课系列教材

工程材料系列 课程实验指导

GONGCHENG CAILIAO XILIE KECHENG SHIYAN ZHIDAO

●主编 刘天模 王金星 张 力

EXPERIMENTATION



重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

工程材料系列 课程实验指导

ALPHEKIMEMIATION



ALPHEKIMEMIATION
ALPHEKIMEMIATION

高等学校实验课系列教材

工程材料系列课程实验指导

主编 刘天模 王金星 张 力

重庆大学出版社

内容简介

本书是根据工程材料系列课程实验教学的要求编写而成,主要介绍了材料类实验过程中涉及的实验原理和方法,常见实验仪器的使用要点,以及各课程涉及的设计型、综合型实验。主要适用于机类专业的“工程材料”课程、非机类专业的“材料学基础”课程、材料类专业的“材料科学与工程基础”课程,以及材料专业的专业实验等。

本书可作为高等院校机类、非机类和材料类专业课程的配套实验教材,也可供相关专业人士参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程材料系列课程实验指导/刘天模,王金星,张力

主编. —重庆:重庆大学出版社,2008. 12

(高等学校实验课系列教材)

ISBN 978-7-5624-4657-6

I. 工… II. ①刘…②王…③张… III. 工程材料—实验—
高等学校—教学参考资料 IV. TB3-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 146959 号

高等学校实验课系列教材

工程材料系列课程实验指导

主编 刘天模 王金星 张 力

责任编辑:王维朗 版式设计:王维朗

责任校对:贾 梅 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆科情印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:9.75 字数:243千

2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-4657-6 定价:16.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

材料学科是一个实践性很强的学科,实验教学是材料学科人才培养不可缺少的重要环节。实验教学与理论教学互为依托,相辅相成,其主要任务是夯实基础理论、培养工程动手能力、激发创新精神。因此,实验教学与理论教学具有同等重要的地位,实验教学必须成为一个相对独立和完整的教学体系,从而使理论教学与实验教学统筹协调。

工程材料系列课程涵盖范围很广,涉及机的专业也很多,有机械及近机械类专业的“工程材料”课程,也有电类专业的“材料学基础”课程,还有材料类专业的“材料科学与工程基础”、“工程结构材料”、“材料力学性能”、“现代功能材料”、“材料现代测试技术”、“热处理原理工艺及设备”、“材料现代制备技术”、“材料成形工艺”、“材料专题实验”等课程。本书就是与这些课程配套的实验教材。

全书共6章,按照材料学科的知识体系,分为材料制备、材料组织观察、材料结构分析、材料性能检测、功能材料实验等,最后1章为设计性、综合性实验,这类实验通常涉及材料制备、组织结构分析和性能检测等方面,所以将它们单独列为一章。

每个实验包括实验目的、内容、步骤及报告等方面的内容,是教师安排实验、学生完成实验的依据。

本书可作为高等院校机电类和材料类专业课程的配套实验教材,也可供相关专业人士参考。

在本书编写过程中,得到了重庆大学的高家诚教授、冯大碧副教授、黄光杰副教授、陈玉安副教授、左汝林副教授、任勤高级工程师的大力支持和帮助,他们还编写了其中部分章节,在此表示感谢。

本书的金相照片由重庆大学金相实验室提供,得到了金相实验室的杨晓明实验师、唐昌发实验师的大力支持,在此致谢。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,恳请广大师生和读者批评指正。

编 者
2008年7月

目 录

第 1 章 材料制备与加工实验	1
1.1 功能陶瓷制备技术	1
1.2 超微粉体材料制备技术	3
1.3 行星式球磨法制备机械合金化粉末	5
1.4 轧机结构及功能分析	10
1.5 轧机刚度系数的测定	13
1.6 轧制过程咬入角和摩擦系数的测定	15
1.7 塑性变形时的附加应力及残余应力测定	18
1.8 轧制过程中宽展及其影响因素	19
1.9 前滑的测定及用前滑法测定摩擦因素	21
第 2 章 材料组织观察实验	24
2.1 铁碳合金平衡组织观察	24
2.2 钢的热处理组织观察	28
2.3 常用材料组织观察	33
2.4 金相显微镜的结构和使用	38
2.5 金相试样制备	43
2.6 二元合金凝固组织的观察与分析	47
2.7 合金钢金相组织观察与分析	51
2.8 铸铁、有色金属及合金金相组织观察与分析	55
第 3 章 材料结构分析实验	60
3.1 X-射线衍射分析综合实验	60
3.2 材料扫描电镜分析	68
3.3 材料透射电镜结构分析综合实验	71
第 4 章 材料性能检测实验	77
4.1 材料弹性模量测定	77
4.2 材料密度的测定	81
4.3 低碳钢的单向静拉伸	83
4.4 材料高低温力学性能综合测试	87
4.5 粉体材料粒度综合测定	89
4.6 材料缺陷探伤	94

4.7	材料显微硬度的测定	97
4.8	材料硬度测定	101
4.9	钢的淬透性测定	106
第5章	功能材料实验	109
5.1	气敏材料性能测试	109
5.2	材料电阻温度系数的测定	112
5.3	磁性材料性能综合测定	115
5.4	铁磁材料居里温度的测定	119
5.5	储氢材料储氢特性综合测定	123
5.6	光电效应实验	125
5.7	功能材料器件结构分析	130
第6章	设计性、综合性实验	132
6.1	材料失效案例分析	132
6.2	钢中夹杂物分析综合实验	134
6.3	钢的晶粒度测定综合实验	138
6.4	材料选用及热处理综合实验	142
6.5	半导体材料能隙测定与计算	147

第 1 章

材料制备与加工实验

1.1 功能陶瓷制备技术

1.1.1 实验目的

- 1) 了解功能陶瓷粉体压制成型的基本原理和方法;
- 2) 了解压制生坯烧结致密化的基本原理和方法;
- 3) 分析压制和烧结对材料性能的影响。

1.1.2 概述

1. 压制成形

自由松装的粉末由于颗粒间的摩擦力和机械咬合,使颗粒相互搭接,造成比颗粒大很多倍的孔隙,这种现象称“拱桥效应”。因此,松装粉末具有较大的松装体积,如图 1.1 所示。

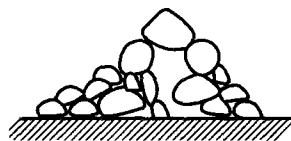


图 1.1 “拱桥效应”示意

对装于压模中的松装粉末加压时,压坯的相对密度发生规律性变化。一般将这种变化划分为如图 1.2 所示的 3 个阶段。

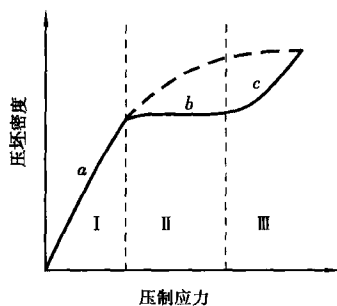


图 1.2 压坯密度与压力的关系

第 I 阶段:曲线“a”所示部分。施加压力后,“拱桥”破坏、颗粒位移、填充孔隙,并达到最大充填密度。结果,压坯的体积减小,密度迅速增加。

第 II 阶段:曲线“b”所示部分。由于“拱桥”已被破坏,大量宏观孔隙被填充,并达到了最大充填密度,因此粉末体表现出一定的压缩阻力。在此阶段内,继续增大压力时,压坯密度并没有提高,如图中曲线平坦。

第 III 阶段:曲线“c”所示部分。当压力继续增大,超过粉末材料的临界应力值(屈服极限或强度极限)时,粉末颗粒开始变形形成断裂(如脆性粉末)。由于位移和变形同时

起作用,因此,压坯密度又随之增大。

上述三阶段是为了讨论问题而设想的,实际情况要复杂得多。另外,压制压力与压坯密度的关系曲线的形状还与粉末的种类有关。硬而脆的粉末曲线的第二阶段较为明显,呈平坦状。但压制塑性较好的金属粉末时,则曲线的第二阶段基本消失,如图 1.2 中虚线所示。

2. 烧结

所谓烧结,就是将粉末压坯在低于其主要成分熔点的温度下进行加热,从而提高压坯强度和各种物理机械性能的一种过程。

烧结方法很多。按烧结过程有无明显的液相出现,可以分为固相烧结和液相烧结两大类。凡整个烧结过程都是在固态下行的,称为固相烧结。当压坯中有两种以上成分,烧结时有某种成分熔化时,则称为液相烧结。

粉末压坯的烧结过程是十分复杂的。这里主要介绍单元系压坯在烧结过程中的变化。

(1) 粉末压坯发生收缩,密度增加

对于不同的粉末粒度组成及烧结工艺,粉末压坯在烧结中的收缩程度是不一样的。在一定范围内,随着粉末粒度减小、烧结温度提高及保温时间延长,粉末压坯的收缩增大。

(2) 粉末压坯的密度和强度显著增高

未烧结的粉末压坯强度很低,不能承受载荷,经过烧结后压坯成为高强度的制品,这是因为在烧结之前,粉末压坯中颗粒间是机械结合,并且有大量孔隙,烧结后粉末颗粒发生冶金结合,孔隙大幅度减少,因此密度和强度均得到显著提高。

(3) 烧结件组织结构的变化

①烧结过程中孔隙的变化 粉末压坯在烧结前颗粒间只是相互机械地啮合在一起,接触点只有极小的一部分是原子结合。烧结过程就是从这些接触点开始,这些接触点随烧结时间的延长而逐渐增大。与此同时,颗粒间的孔隙发生变化,不仅孔隙的数量发生变化,其形状和大小也发生变化。例如,孔隙由开口的变为封闭的或孤立的;由不规则形状变为较规则形状并趋于球形;由于发生收缩,孔隙总的数量减少;在烧结后期,由于孔隙的聚集,小孔隙消失,大孔隙增大,残留的少数较大的球形孔隙很稳定,甚至长时间加热也不会发生明显变化。

②回复、再结晶及晶粒长大 粉末压坯在烧结时,除了孔隙变化外,还发生回复、再结晶及晶粒长大等组织变化。回复主要发生在颗粒接触面上,并且在烧结保温之前就已基本完成。再结晶与烧结的致密化过程同时发生。

此外,根据压坯成分的不同,烧结过程还可能伴随有相变重结晶、化学反应等变化。

1.1.3 实验仪器设备

天平、钢制模具、压机、烧结炉、硬度计。

1.1.4 实验内容

- 1) 取一定量的原料粉末与黏结剂混合均匀后装入模具,压制成生坯。
- 2) 测定生坯密度,并根据下式计算其相对密度:

$$\text{相对密度} = \frac{\text{坯块密度}}{\text{相同成分致密材料的密度}}$$

- 3) 在烧结炉内进行烧结。

4) 烧结完成后,测试烧结坏块的密度、相对密度及硬度。

注意:压制实验前,必须仔细检查模具有无裂纹等缺陷,并且合理选择压制压力,防止模具炸裂导致安全事故。

1.1.5 思考作业题

- 1) 压制过程中哪些工艺参数是关键因素?
- 2) 烧结工艺对烧结坏块硬度和密度有何影响?

1.2 超微粉体材料制备技术

1.2.1 实验目的

- 1) 了解水解-共沉淀法制备纳米粉体的方法;
- 2) 了解溶胶-凝胶法制备纳米粉体的方法;
- 3) 对比溶胶-凝胶法和水解-共沉淀法的相同点和不同点;
- 4) 提高综合分析问题的能力。

1.2.2 概述

1. 水解-共沉淀法

共沉淀法是在混合的金属盐溶液(含有两种或两种以上的金属离子)中加入合适的沉淀剂,反应生成成分均匀的沉淀,沉淀物经过滤、洗涤、干燥和加热分解后得到高纯超微粉体。共沉淀法的特点如下:

- 1) 通过溶液中的各种化学反应直接得到化学成分均一的超微粉体材料。
- 2) 通过沉淀工艺条件的控制可以控制沉淀物的粒度大小和粒度分布,得到粒度小而且分布较均匀的超微粉体材料。

共沉淀法制备超微粉体的影响因素很多,主要有如下几种:

- 1) 沉淀物的类型,简单化合物、固态溶液、混合化合物等。
- 2) 化学配比、浓度、沉淀物的物理性质、溶液 pH 值、温度、溶剂和溶液浓度、混合方法和搅拌速度(强度)、沉淀反应速度、表面处理剂等。
- 3) 干燥温度,热分解温度、时间和分解速率,热分解反应气氛、晶型转化助剂等。

其中,控制制备过程中的工艺条件,合成在原子或分子尺度上混合均匀的沉淀物是最为关键的步骤。

莫来石($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)具有密度低、热膨胀系数小、化学稳定性好、抗蠕变、高温性能优异和中红外光可透过性好的特点,是一种重要的电子、光学和结构材料。水解-共沉淀法是制备纳米莫来石粉体常用的方法之一。水解-共沉淀法首先使难水解组分部分水解并与第二组分混合,通过调节 pH 值达到共沉淀的目的,从而避免由于两种组分水解速率的差异而导致组分混合不均,具有制备工艺简单实用、易于实现批量生产等特点。

2. 溶胶-凝胶法

溶胶-凝胶法是化学和材料领域的重要制备方法。

金属离子 M^{2+} 具有高电荷及高电荷密度,极易水解,初始水解产物可以缩合生成多价金属离子或多核离子,它们本身就是胶粒。例如,随 pH 值的提高,铝溶液可以形成诸如 $[AlO_4Al_{12}(OH)_{24}(H_2O)_n]^{7+}$ 和 $[AlO_4Al_{12}(OH)_{25}(H_2O)_{11}]^{6+}$ 的多核离子。这些多核离子结构为 12 个铝氧八面体围绕着 1 个铝氧四面体。多核离子所带电荷及 pH 值决定了 H_2O 、 OH^- 或 O^{2-} 是否作为中心正离子的配位体,而负离子/正离子的质量比通过影响双电层静电斥力控制多聚物的聚合程度及溶胶稳定性。 $[(OH/M) \geq 2]$ 水合金属氧化物的沉淀,通过胶溶作用转化为溶胶。在该过程中,沉淀吸附稀酸溶液中的 H^+ ,使结晶聚集体分散成小晶体进而形成溶胶。利用胶溶作用制备溶胶时,胶粒粒度可以通过温度、浓度等参数来控制。

超微粉体的溶胶-凝胶法制备过程(见图 1.3)包括 4 个步骤:起始原料如金属盐通过化学反应转变为可分散的氧化物,氧化物在稀酸或水中形成溶胶,溶胶脱水形成球、纤维、碎片或涂层状的干凝胶,干凝胶受热生成氧化物超微粉体。对非氧化物(碳化物或氮化物)超微粉体的制备,在溶胶阶段加入碳,在控制气氛下加热即得到含碳凝胶。利用凝胶化前的溶胶,将其混合可制备多组分氧化物超微粉体材料。

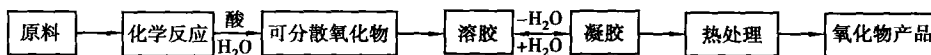


图 1.3 溶胶-凝胶法制备超微粉体过程示意图

$BaTiO_3$ 具有很好的介电性,是电子陶瓷领域应用最广泛的材料之一。传统的 $BaTiO_3$ 制备方法是固相合成,生成的粉末颗粒粗且硬,不能满足高科技应用的要求。现代高科技要求陶瓷粉体具有高纯、超微、粒径分布窄等特性,纳米材料与粗晶体材料相比在物理和机械性能方面有极大的区别。由于颗粒尺寸减小引起材料物理性能的变化,主要表现在:熔点和烧结温度降低、荧光峰向低波长移动、铁电和铁磁性能消失、电导增强等。溶液化学法是制备超微粉体的一种重要方法,其中以溶胶-凝胶法最为常用。

1.2.3 实验设备

电热恒温水浴锅、水洗槽、研钵、电热干燥箱、高温煅烧炉。

1.2.4 实验步骤

1. 水解-共沉淀法制备纳米莫来石粉体

- 1) 将正硅酸乙酯 $[Si(OC_2H_5)_4]$ 在一定温度下 pH < 3 的乙醇-水溶液中进行 24 h 预水解;
- 2) 以莫来石化学计量比与氯化铝 $(AlCl_3 \cdot 6H_2O)$ 水溶液混合;
- 3) 70 °C 下搅拌 1 h;
- 4) 缓慢滴加 4 mol/L 的 NH_4OH 使之共沉淀;
- 5) 水洗除去氯离子;
- 6) 乙醇脱水;
- 7) 干燥;
- 8) 在 1350 °C 以上煅烧使粉体全部转化为莫来石。

2. 溶胶-凝胶法制备纳米 $BaTiO_3$ 粉体

溶胶-凝胶法合成 BaTiO_3 纳米粉体的工艺流程如图 1.4 所示。在完全溶解的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 乙二醇单甲醚溶液中,加入钛酸丁酯的乙醇溶液,形成均匀的溶胶,并使 Ba, Ti 物质的量之比为 1:1,往溶胶中缓慢加入乙二醇单甲醚的水溶液,放置片刻即有均匀的凝胶析出,将凝胶干燥,研磨后进行热处理,得到 BaTiO_3 纳米粉体。

1.2.5 思考作业题

1) 水解-共沉淀法和溶胶-凝胶法制备超微粉体各有什么优势?

2) 水解-共沉淀法和溶胶-凝胶法两种制备方法有何不同?

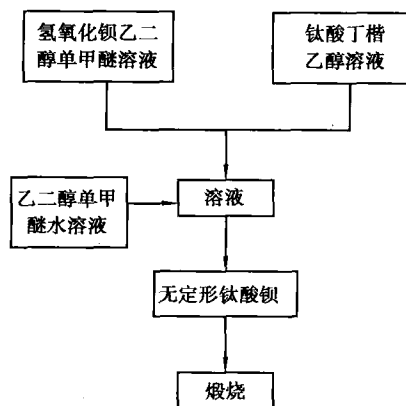


图 1.4 溶胶-凝胶法合成 BaTiO_3 纳米粉体的工艺流程

1.3 行星式球磨法制备机械合金化粉末

1.3.1 实验目的

掌握用高能行星式球磨机机械合金化制备粉末材料的原理和方法。

1.3.2 概述

(1) 机械合金化

机械合金化(Mechanical Alloying, 简称 MA)是一种材料加工制备新技术,它是将不同成分的粉末在高能球磨机中进行较长时间的研磨,使其在固相状态下达到合金化的目的。机械合金化过程与普通的固态反应有着相似之处,但由于 MA 过程中引入大量应变、缺陷以及纳米量级的微结构,因而具有特殊的热力学和动力学特征,可以制备出在常规条件下难以合金化的新合金。

(2) 机械合金化特点

合金的制备传统上主要采用熔炼的方法,对于某些体系的合金,近年来也采用高温自蔓延的方法合成。相对这些工艺,机械合金化的特点主要表现在以下几个方面:

1) 工艺技术简单,过程容易控制。所使用的球磨设备制造工艺成熟,生产成本低,适于工业化。

2) 能够在室温下实现合金化。可以避免熔炼合金过程中难以排除的成分偏析现象的发生。合金的烧损及挥发也可以控制。特别是对于难熔金属以及熔点或蒸气压相差较大的金属系的合金化。

3) 与自蔓延高温合成工艺相比,机械合金化不受混料均匀化的制约,该工艺将混合及合金化一次完成。

4) 制备体系范围大。突破了熔铸法及快速凝固技术的局限,拓宽了合金成分范围。

5) 诱发固态相变, 制备非晶及准晶材料, 从而避开了准晶、非晶等形成时对熔体冷速及形核条件的苛刻要求。

6) 可形成稳态相, 也可制备出一系列的纳米晶材料和过饱和固溶体等亚稳态材料。

7) 能够实现弥散、固溶和细晶三位一体的强化机制。

8) 可以诱发在常温或低温下难以进行的固-固 (S-S), 固-液 (S-L) 和固-气 (S-G) 多相化学反应。

(3) 机械合金化原理

当合金粉末与磨球一起装入球磨机后, 在磨球的碰撞冲击和摩擦的反复作用下, 粉末发生强烈的塑性变形并破碎, 形成洁净的原子化表面, 这些相互接触的新鲜表面, 在压力作用下相互冷焊在一起, 形成在层间有一定原子结合力的复合颗粒。复合颗粒变形到一定程度又导致破碎。这种反复的焊合与破碎就形成了具有多层结构的复合颗粒, 且平均尺寸不断细化, 形成了无数的扩散——反应偶, 同时扩散距离也大大缩短。应力应变和大量点阵缺陷 (如空位、位错、晶界等) 的产生, 使系统储能很高, 每摩尔达十几千焦, 粉末活性被大幅度提高; 同时, 磨球及颗粒相互之间的碰撞瞬间会造成界面温升, 这些变化不仅可以促进界面处的扩散, 而且可以诱发某些系统的多相化学反应。扩散的充分进行以及反应的伴生, 最终会导致均匀合金的形成。

机械合金化在制备弥散强化金属材料、纳米材料、非晶态合金、难溶合金、磁性材料和金属间化合物等领域有重要的应用。

1.3.3 实验设备与材料

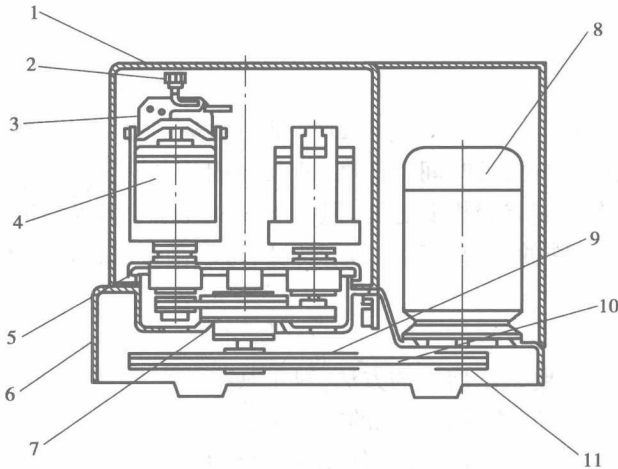


图 1.5 OM-ISP4 行星式球磨机结构示意图

1—保护罩; 2—夹具旋鈕; 3—夹具扣环; 4—球磨罐; 5—大盘;
6—机座; 7—行星轮系; 8—电机; 9—大带轮; 10—三角皮带; 11—小带轮

(1) 行星式球磨机 (见图 1.5)

行星式球磨机是在一转盘上装有四个球磨罐, 当转盘转动时, 球磨罐中心轴作行星运动, 罐中磨球在高速运动中研磨和混合样品 (见图 1.6)。配用真空球磨罐, 可在真空或惰性气体状态下磨制试样。可用干、湿两种方法研磨粒度不同、材料各异的各种固体颗粒、悬浮液和糊膏。

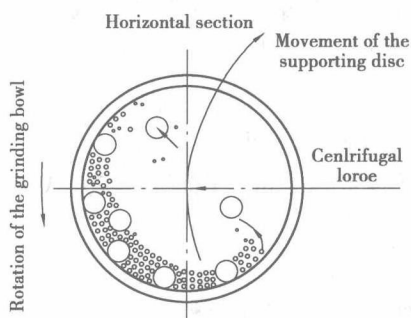
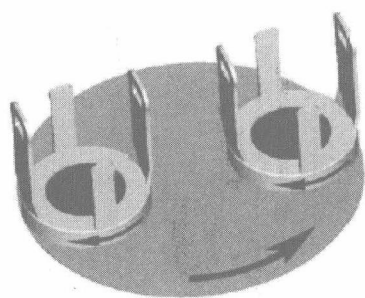


图 1.6 球磨运作图

球磨机的技术参数如下:

每罐最大装料量:球磨罐容积的二分之一(包括磨球)

每罐最大装料量:30 ml

进料粒度:松脆材料 ≤ 3 mm,其他材料 ≤ 1 mm

出料粒度:最小可至 $1\ \mu\text{m}$

额定转速:公转(大盘): $0 \sim 400\ \text{r/min}$,自转(球磨罐): $0 \sim 800\ \text{r/min}$ ($2 \times$ 公转转速)

球磨罐类型:不锈钢、玛瑙

球磨罐规格(ml):250

磨球尺寸: $\phi 10$ 、 $\phi 15$ 、 $\phi 20$

(2) 控制面板

控制面板(图 1.7)的各键功能如下:

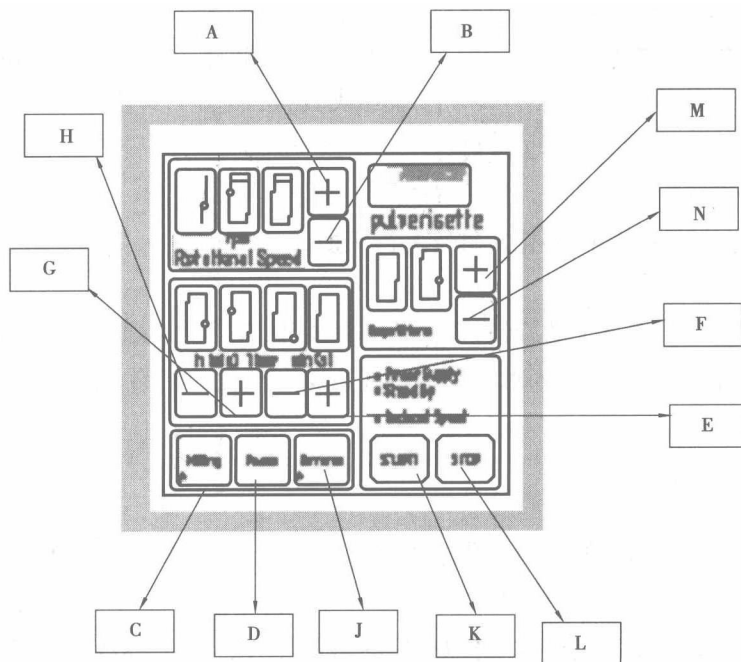


图 1.7 球磨机控制面板

A,B 按钮:控制球磨机公转转速增减;

C 按钮:球磨运行参数的转换键;

D 按钮:球磨暂停参数的转换键;

E,F,G,H 按钮:控制时间参数;

J 按钮:按此键球磨机在正转、反转方式之间切换运行;

K 按钮:按此键球磨机运行;

L 按钮:按此键球磨机停止运行;

M,N 按钮:控制正反转次数。

除球磨机以外,还需要真空手套箱、保护气(99.999%纯氩气)、分析天平、磨料(加入的各种金属粉末)。

1.3.4 实验步骤

(1) 装料

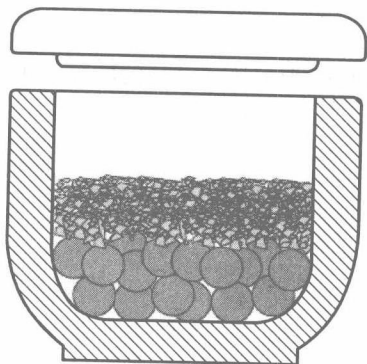


图 1.8 装料状态

如图 1.8 所示,将大小不同的磨球(最佳研磨球数量根据球磨粉末的性质及要求细度,在实践中得出经验数据)装入 4 个或 2 个研磨罐内(保持机器运转的平衡)。然后将称好的需研磨的物料装入球磨罐中,注意装料量(包括磨球)不能超过球磨罐容积的二分之一。注意 4 个或 2 个罐子的重量相等(误差不超过 5 g)。

(2) 装罐

把装好物料和球的研磨罐放置在研磨罐安装座上,加载夹具,按照图 1.9 步骤固定盖子,注意一定要用力锁紧,其中步骤 2、3、4 重复 2 次最佳。

(3) 通入保护气体

对于容易氧化的粉末,同时要充入氩气进行保护。

(4) 取样

球磨完成后,先松开夹具上的旋钮,再松开夹具扣环,卸下球磨罐,把磨料和磨球倒入筛子内,使磨球和磨料分离,将磨料装入封口袋中。可能发生氧化的磨料,则需要在真空手套箱中装袋。

1.3.5 烧结处理

在合理工艺参数下,球磨机械合金化过程完全, Mg 粉、 Ni 粉结合形成 Mg_2Ni 合金相;若工艺参数不合理,球磨机械合金化过程不完全, Mg 粉、 Ni 粉未能结合形成合金,仍呈单质状态,则采用烧结法使粉末最终形成合金。将球磨后的粉末装入模具中,压成块状,然后放入真空炉或通有保护气体的炉子内,在一定温度下(如 $570 \sim 590^\circ\text{C}$)烧结,直至形成所需合金。

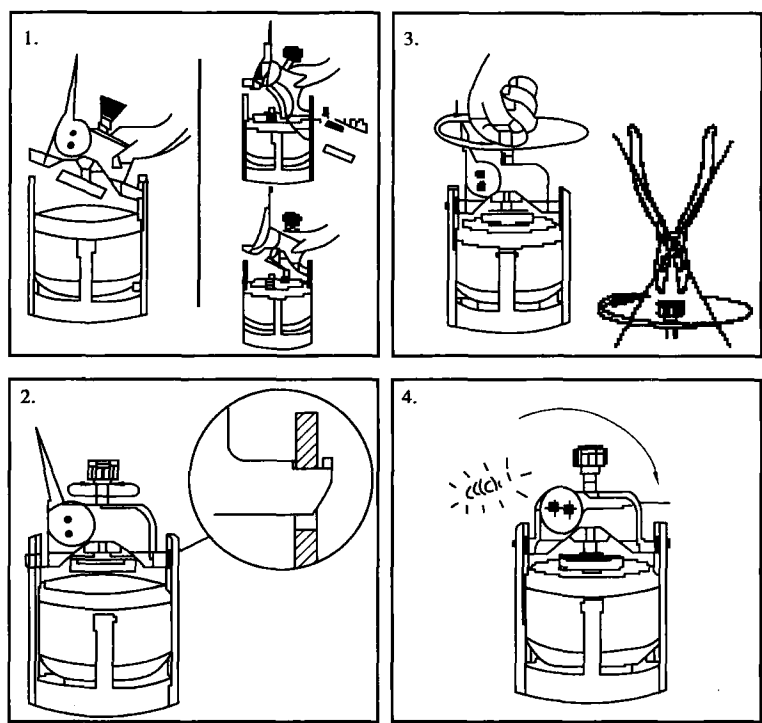


图 1.9 装罐步骤

1.3.6 X-射线衍射鉴定物相

在 XRD 衍射仪上,作衍射分析,若形成了合金,则衍射谱如图 1.10 所示;若未能形成合金,则衍射谱如图 1.11 所示。

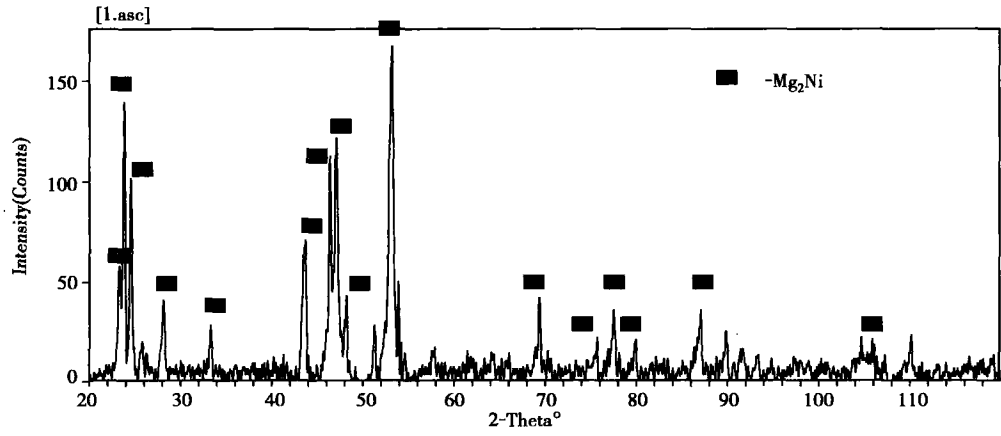


图 1.10 Mg_2Ni 的 XRD 图谱(形成合金)

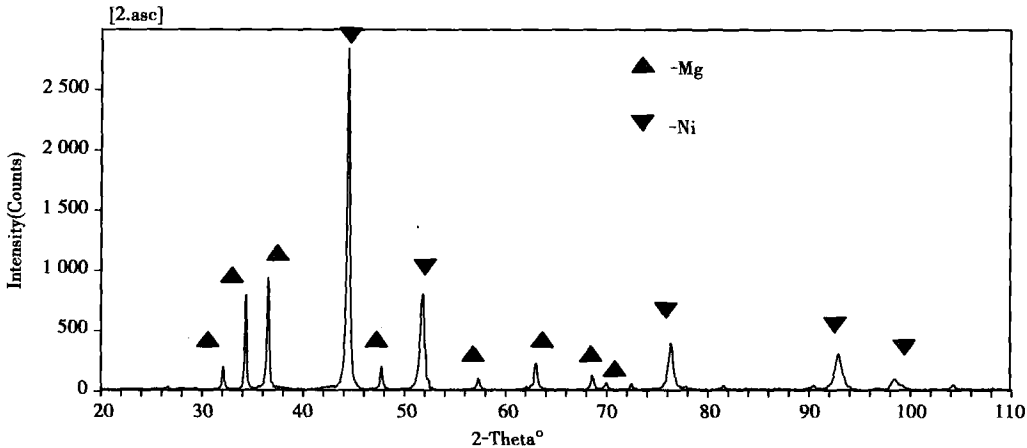


图 1.11 Mg、Ni 单质的 XRD 图谱(未形成合金)

1.3.7 思考作业题

- 1) 分析固态下发生合金化的根本原因,并总结机械合金化制备材料的结构特征。
- 2) 如何判断是否发生了合金化?

1.4 轧机结构及功能分析

1.4.1 实验目的

通过轧机登记,熟悉轧机的各个组成部分及其功能。

1.4.2 概述

(1) 有关轧机的一般说明

轧机由轧辊的数目(一辊、二辊、三辊、四辊……)构成轧机的类型。型钢初轧机的标称一般按齿轮机座的节圆直径来确定。

轧机的可逆性是指轧辊可以向一个方向旋转(不可逆)和可以向两个方向旋转(可逆)。对板带轧机,轧材的最大宽度由下式来确定:

$$B_{\max} = L - a$$

式中 L ——轧辊辊身的长度;

a ——保证轧机能够顺利轧制所留的余量。

转速 n 可用转速计来测定,对于低转速 n 可用秒表来测定。圆周速度可以按下式来计算:

$$v = \pi D n / 60 \text{ m/s}$$

轧机的长度系沿轧制方向连同工作台一起测量,宽度系自该机列的轴线方向量得。

(2) 传动装置

电机上的数据系名牌表上所得。