

CAILIAO KEXUE YU GONGCHENG SHIYAN
ZHIDAO JIAOCHENG

材料科学 与工程实验 指导教程

主 编 邹建新

副主编 周 洪 王能为



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

材料科学与工程实验指导教程

主 编 邹建新

副主编 周 洪 王能为

参 编 王海波 杨 成 刘方舒

丁满堂 黄 平 吴国洋

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 提 要

材料科学与工程是以实验为基础的学科。本书以应用型人才培养为目标,比较全面地介绍了材料科学与工程专业的常用实验。全书内容包括实验室常规知识、实验教学规范、学生实验规则、常用材料分析测试的大型仪器设备介绍、材料科学与工程专业基础实验、金属材料专业方向实验、无机非金属材料专业方向实验等。

本书获得了四川省教育厅质量工程项目“四川省实验教学示范中心”等基金资助。

本书可作为高等院校材料类专业师生的教学用书,也可供高校、科研院所及厂矿的工程技术

图书在版编目(CIP)数据

材料科学与工程实验指导教程 / 邹建新主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2010.7
ISBN 978-7-5643-0719-6

I. ①材… II. ①邹… III. ①工程材料—材料实验—高等学校—教材 IV. ①TB302

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第121428号

材料科学与工程实验指导教程

主编 邹建新

*

责任编辑 孟苏成

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都市二环路北一段111号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm×260 mm 印张: 14.875

字数: 372 千字

2010年7月第1版 2010年7月第1次印刷

ISBN 978-7-5643-0719-6

定价: 25.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

材料科学与工程是以实验为基础的学科。在材料类专业开展不同层次、不同深度、不同类型的实验对培养应用型人才至关重要。如何选择实验项目、如何配套实验知识模块、如何使实验教材既具有通用性又有特色，这对教材编写提出了挑战。

国内同类教材针对特定的实验群，条理比较清晰，分类比较明确，实验内容介绍详细而具体，重难点突出。不同的教材，其实验项目众多，实验内容丰富，具有较好的参考价值，对学生实验的开展具有很好的指导意义。但是，同类教材一般都是按照金属或非金属两个专业方向编书，目前还未发现将材料类实验整合在一起编写的教材。因此，本书克服了同类教材的不足，针对材料类专业编写了更具通用性的实验教材，将两个专业方向合并，适用对象扩大了 1 倍。此外，不少实验教材在实验原理介绍上用较大篇幅介绍仪器及相关专业知识，而对实验内容的阐述过于简略，让人感觉有喧宾夺主之嫌。本书着重从培养应用型人才角度出发，强调实验过程的可操作性，便于学生自我动手操作。本书还专门单列一章介绍材料类大型仪器设备，便于学生在实验前了解仪器设备的结构与功能，这在同类实验教材中尚未见到，颇具特色。另外，本书还针对攀枝花地区的钢铁钒钛资源特色，适当地融入了一部分具有钒钛特色的实验项目。本书正式出版前，经历了作者所在学校约 5 年时间的实际使用，实验项目非常成熟，深受师生好评。

全书共四部分，包含 54 个实验项目。本书主要讲述了实验室常规知识、常用材料检测大型仪器设备、材料类基础实验、金属材料专业方向实验和无机非金属材料专业方向实验等内容，还在附录中对最小二乘法、有效数字、误差分析和标准方差作了介绍。

本书由攀枝花学院材料科学实践教学省级示范中心主任邹建新教授任主编，周洪副教授、王能为任副主编。其中第 1 部分由邹建新编写；第 2 部分的 1、2、6、7 由王能为、王海波编写，第 2 部分的 3 由吴国洋编写，第 2 部分的 4、8 由丁满堂编写，第 2 部分的 5 由周洪、杨成编写，第 2 部分的 9、10 由杨成编写；第 3 部分的基础实验中，周洪编写了实验 1，王能为编写了实验 2，刘方舒编写了实验 3，王海波编写了实验 4、5、6，杨成编写了实验 7、10、11，丁满堂编写了实验 8、9；第 3 部分的金属材料专业方向实验中，吴国洋编写了实验 12，黄平编写了实验 13，杨成编写了实验 14、17、18，王能为编写了实验 15、23、24、25、33、34，周洪编写了实验 16、19、27、28，丁满堂编写了实验 20、21，王海波编写了实验 22、29、30、31、32；第 3 部分的无

机非金属材料专业方向实验中，杨成、邹建新编写了实验 35、37、39、48，刘方舒编写了实验 36、38、42、45、46、52、54，黄平编写了实验 40、44，丁满堂编写了实验 41、43、51，王能为、周洪、王海波编写了实验 47、53，周洪、杨成编写了实验 49、50；第 4 部分由王能为、周洪编写。

本书编写过程中，参阅了国内公开出版的大量书籍，在此向各位作者致谢。本书能够顺利出版，得益于出版社和学校的鼎力相助。为此，作者向他们表示衷心的感谢！同时，由于作者水平有限，经验不足，书中难免存在不妥之处，恳请专家和读者批评指正。

编 者

2010 年 5 月于攀枝花

目 录

第 1 部分 实验室常规知识	1
1.1 实验室安全卫生知识及意外事故的处理和急救	1
1.2 实验课的目的和任务	7
1.3 实验课学习方法	10
1.4 实验教学规程	11
1.5 实验技术人员及教师岗位职责	12
1.6 学生实验规则	14
1.7 实验室环保	14
1.8 实验报告撰写与评分	15
第 2 部分 主要仪器设备介绍	19
2.1 扫描电子显微镜	19
2.2 数字显微镜	21
2.3 X 射线衍射仪	24
2.4 综合热分析仪	28
2.5 万能材料试验机	31
2.6 热处理电阻炉	36
2.7 真空热压烧结炉	37
2.8 中频感应炉	40
2.9 激光粒度仪	43
2.10 原子吸收分光光度计	45
第 3 部分 实 验	49
3.1 基础实验	49
实验 1 热电偶测温	49
实验 2 导热系数测定	54
实验 3 晶体结构模型的组装	59
实验 4 金相试样的制备	60
实验 5 金相显微镜的使用	65
实验 6 高温显微镜的使用方法	69
实验 7 无机粉体配合料均匀度测定	71
实验 8 热重分析实验	73

实验 9	差热分析实验	75
实验 10	TiO ₂ 粉体粒度分布测定	78
实验 11	原子吸收光谱测定污水中 Cu ²⁺ 的含量	80
3.2	金属材料专业方向实验	82
实验 12	含钒钛金属粉体的结构分析	82
实验 13	钢铁零件氧化发蓝处理	84
实验 14	金属材料压缩试验	87
实验 15	金属显微维氏硬度试验	90
实验 16	碳钢金属材料拉伸实验及其断口分析	92
实验 17	低碳钢与含钒铸铁扭转实验	101
实验 18	金属弯曲实验	104
实验 19	金属拉伸杨氏模量 E 的测定	107
实验 20	用差热分析法测定钢的凝固点	113
实验 21	用示差扫描量热法测量微量钒钛合金的相变潜热	115
实验 22	奥氏体晶粒度的测定实验	118
实验 23	钢的淬透性测定	121
实验 24	钢的淬火“C 曲线”测定	125
实验 25	高碳钢的脱碳层测定	128
实验 26	球墨铸铁的球化率测定	131
实验 27	浇注条件对铸锭组织的影响	136
实验 28	铁碳合金平衡组织分析	138
实验 29	碳钢热处理及显微组织分析	141
实验 30	含钒合金结构钢的显微组织分析	149
实验 31	不锈钢的显微组织	152
实验 32	含钒合金钢淬回火及显微组织观察	154
实验 33	金属再结晶处理后的组织与性能	158
实验 34	金属块体试样制备及 SEM 形貌观测与能谱分析	161
3.3	无机非金属材料专业方向实验	163
实验 35	钛白粉色度的测定	163
实验 36	水解法制备纳米 TiO ₂ 粉体	167
实验 37	分散剂对钛白粉分散性的影响	169
实验 38	粉体比表面积的测定	171
实验 39	不同黏结剂对粉体材料成型的影响	173
实验 40	水泥粒度对其物理性能的影响	174
实验 41	水泥基复合材料的制备	185
实验 42	水泥生料易烧性的测定	187
实验 43	混凝土配合比对稠度、表观密度及强度的影响	188
实验 44	高性能混凝土的试制	192
实验 45	玻璃材料的熔制及化学稳定性测定	194

实验 46	凝胶法制备 SiO_2 玻璃	198
实验 47	陶瓷制备工艺	200
实验 48	陶瓷密度、气孔率、吸水率测定	203
实验 49	材料抗热震性测定	205
实验 50	耐火泥浆冷黏结强度的测定	207
实验 51	钛渣热性能分析	210
实验 52	钛渣结构分析	212
实验 53	钛渣微观形貌观测与能谱分析	213
实验 54	凝胶法制备纳米 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$	215
附 录		218
附录 A	最小二乘法——独立的测量数据的最小二乘处理	218
附录 B	有效数字	222
附录 C	误差分析	224
参考文献		228

第 1 部分 实验室常规知识

1.1 实验室安全卫生知识及意外事故的处理和急救

1.1.1 实验室安全知识

实验室潜藏着各种危害因素。这些潜在因素可能引发出各种事故，造成环境污染和人体伤害，甚至可能危及人的生命安全。

实验室安全技术和环境保护对开展科学实验有重要意义，我们不但要掌握这方面的有关知识，更应该在实验中加以重视，防患于未然。

1.1.1.1 实验室常用危险品的分类

实验室常有易燃性物质、易爆性物质及有毒物质，归纳起来主要有以下几类：

1. 可燃气体

凡是遇火、受热或与氧化剂相接触能引起燃烧或爆炸的气体称为可燃气体，如氢气、甲烷、乙烯、煤气、液化石油、一氧化碳等。

2. 可燃胶体

溶液燃烧在常温下呈液态，具有挥发性、闪点低的物质称为可燃液体，如乙醚、丙酮、汽油、苯、乙醇等。

3. 可燃性固体物质

凡遇火、受热、撞击、摩擦或与氧化剂接触能着火的固体，如木材、油漆、石蜡、合成纤维等。

4. 爆炸性物质

在热力学上很不稳定，受到轻微摩擦、撞击、高温等因素的激发而发生剧烈的化学变化，在极短时间内放出大量气体和热量，同时伴有热和光等效应发生的物质，如过氧化物、硝基或亚硝基化合物、乙炔类化合物等。

5. 自燃物质

有些物质在没有任何外界热源的作用下，由于自行发热和向外散热，当热量积蓄升温到一定程度能自行燃烧的物质，如胶片、油布、油纸等。

6. 遇水燃烧物质

有些化学物质当吸收空气中水分或接触了水时，会发生剧烈反应，并放出大量可燃气体和热量，当达到自燃点而引发燃烧和爆炸，如活泼金属钾、钠及其氢化物等。

7. 混合危险性物质

两种或两种以上性能抵触的物质，混合后发生燃烧和爆炸的称为混合危险性物质，如强氧化剂（重铬酸盐、氧、发烟硫酸等），还原剂（苯胺、醇类、有机酸、油脂、醛类）等。

8. 有毒物品

某些侵入人体后在一定条件下破坏人体正常生理机能的物质称为有毒物质。分类如下：窒息性毒物，如氮、氢、一氧化碳等；刺激性毒物，如酸类蒸气、氯气等；麻醉性或神经毒物，如芳香类化合物、醇类化合物、苯胺等；其他无机及有机毒物，指对人体作用不能归入上述三类的无机和有机毒物。

1.1.1.2 实验室主要安全措施

由于实验中经常要用到一些危险化学品、火、水、电等，因此进入实验室前一定要关注安全问题。进行试验前要周密考虑可能发生的事故和发生后采取的安全措施，实验时要严格遵守安全守则，按照规定的步骤、试剂规格和用量认真实验，以免发生意外事故。

为保证实验安全，材料类实验室主要安全措施条款如下：

(1) 着装整洁，长发应盘起，穿适合的鞋子。

(2) 要经常注意反应情况是否正常，装置有无漏气、破裂等现象；常压操作，切勿造成密闭系统，否则可能发生爆炸。

(3) 在做有可能发生危险的实验时，应戴防护眼罩、橡皮手套。

(4) 有机过氧化物、芳香族化合物等，受热或敲击均会爆炸，蒸馏过氧化物乙醚时，有爆炸的危险。操作和处理易燃易爆溶剂时，应远离火源。不能撞击或重压易爆炸的固体，对危险残渣必须小心销毁。

(5) 实验室不许存放大量易燃物。

(6) 不能吸、嗅和品尝实验药品。有毒药品如重铬酸钾等更要小心，不得接触伤口，不得随意倒入下水道，以免污染环境。严禁在实验室内饮食，实验完毕应细心洗手。

(7) 在反应过程中可能产生有毒或有腐蚀性、刺激性气体的实验，应在通风橱内进行，必要时在实验室增加其他报警装置，也可以用气体吸收装置吸收产生的有毒气体。使用后器皿应及时清洗。

(8) 使用任何电器前都要仔细阅读使用说明，不能用湿手或手握湿物去拿插头。为防止触电，电器设备的金属外壳应接地线。实验完毕后应先切断电源，再卸下装置。

(9) 熟悉安全器材，如灭火器、沙箱以及急救箱的放置地点、使用方法，安全用具要妥善保管，不能挪作他用。

(10) 实验时全神贯注，认真操作，细致观测，积极思考，不得高声喧哗，不得擅自离开实验室。要科学严谨安排时间，如实记录实验现象和数据，对反常现象作出合理解释，对存在问题提出改进意见。实验结束后按时写出实验报告。

(11) 实验台面上待用的仪器应摆放整齐,实验装置要求井然有序,废酸废碱应倒入废液桶,严禁倒入水槽。实验完毕,应清洗仪器,放入指定位置,打扫干净实验室卫生,再次检查水电气是否关好。

1.1.1.3 防燃、防爆及消防措施

1. 有效控制易燃物及助燃物

部分可燃气体和蒸气的爆炸是有极限的。材料类实验室防燃防爆,最根本的是对易燃物和易爆物的用量和蒸气浓度要有效控制。

(1) 控制易燃易爆物的用量。原则上是用多少领多少,不用的要存放在安全地方。

(2) 加强室内的通风。主要是控制易燃易爆物质在空气中的浓度,一般要小于或等于爆炸下限的 $1/4$ 。

(3) 加强密闭。在使用和处理易燃易爆物质(气体、液体、粉尘)时,加强容器、设备、管道的密闭性,防止泄漏。

(4) 充惰性气体。在爆炸性混合物中充惰性气体,可缩小以至消除爆炸范围和制止火焰的蔓延。

2. 消除点燃源

(1) 管理好明火及高温表面,在有易燃易爆物质的场所,严禁明火(如电热板、开式电炉、电烘箱、马弗炉、煤气灯等)及白炽灯照明。

(2) 严禁在实验室内吸烟。

(3) 避免摩擦和撞击。

(4) 严禁出现各类电器火花,如电弧。

3. 正确消防

消防的基本方法有三种:① 隔离法。将火源处或周围的可燃物撤离或隔开,由于燃烧区缺少可燃物,燃烧停止。② 冷却法。降低燃烧物的燃点温度是灭火的主要手段,常用冷却剂是水和二氧化碳。③ 窒息法。冲淡空气使燃烧物质得不到足够的氧而熄灭,如用黄沙、石棉毯、湿麻袋、二氧化碳、惰性气体等。但对爆炸性物质起火不能用覆盖法,若用覆盖法会阻止气体的扩散而增加了爆炸的破坏力。

(1) 灭火剂的种类和选用。灭火时必须根据火灾的大小、燃烧物的类别及其环境情况选用合适的灭火器材。通常实验室发生火灾时按下述顺序选用灭火器材:二氧化碳灭火器、干粉灭火器、泡沫灭火器。

(2) 灭火器材的使用方法。拿起软管,把喷嘴对着着火点,拔出保险销,用力压下并抓住杠杆压把,灭火剂即喷出。用完后要排除剩余压力,重新装入灭火剂后备用。

4. 正确使用气体钢瓶

在综合专业实验中,经常用到各种气体。一般情况下,气体是被压缩进钢瓶中,钢瓶内压力可高达 $15\sim 20\text{ MPa}$,使用钢瓶时,通常是将在瓶顶安装的稳压阀打开,把高压气体调整为所需工作压力的气体,通入系统中。稳压阀也可用来调节气体的用量。

对装有压缩气体的钢瓶,若操作不够熟练或工作不慎,会导致失火或爆炸事故,为此应

注意正确使用钢瓶：

- (1) 钢瓶放置应牢固，妥善放好，勿使之受震坠地。
- (2) 搬运或存入钢瓶，瓶顶稳压阀应带帽子，以防碰坏阀嘴。
- (3) 禁止把钢瓶放在接近热源处，应离热源 80 cm 以外，钢瓶温度不得超过 50 °C。
- (4) 可燃性气体（如氢气、液化石油气等）钢瓶附近严禁烟火。
- (5) 使用氧气钢瓶时应清除与它接触的脂肪和油脂，以免引起燃烧。
- (6) 开启或关闭气阀应缓慢进行，以保护稳压阀和仪器。

1.1.2 实验室意外事故处理和急救

1.1.2.1 实验室常用急救工具

- (1) 消防器材：泡沫灭火器、四氯化碳灭火器、二氧化碳灭火器、毛毯、黄沙等。
- (2) 急救药箱：碘酒、红汞、紫药水、甘油、凡士林、烫伤药膏、70%的酒精、3%的双氧水、1%的乙酸溶液、1%的硼酸溶液、1%的饱和碳酸钠溶液、绷带、纱布、药棉、棉花签、橡皮膏、医用镊子、剪刀等。

1.1.2.2 意外人身事故急救

1. 割 伤

- (1) 用药棉及硼酸水擦洗伤口，将一切附着物完全清除。
- (2) 涂以 220 溶液或碘酒。
- (3) 用纱布包好伤口。注意用碘酒涂伤口后，碘酒必须蒸发后才可包扎。
- (4) 大量出血或割伤应去医院治疗。

2. 触 电

- (1) 发现有人触电应立即切断电源，在不能拉开电闸时，应以绝缘体（木棒、椅子等）把电线或电热器与触电者脱离，切忌直接救护触电者。
- (2) 切断电源后，若受伤者尚能呼吸，则立即送医务所治疗；若已停止呼吸，应立即施以人工呼吸。

3. 轻度烫伤或烧伤

轻度烫伤或烧伤用硼酸水及药膏涂抹，用纱布扎包好；烫泡大者，不可刮破，须由医生酌情处理。

4. 药品蚀伤

- (1) 被酸或碱烧伤时，尽可能快地用水冲洗，只有用水冲洗后才可涂中和剂（被碱烧伤时用醋酸或硼酸，被酸烧伤时用碳酸氢钠溶液）。
- (2) 被溴烧伤时，将受伤的地方用苯迅速清洗之后包上，用 1%苯酚溶液浸泡过的布吸入稀氨水蒸气，有助于消除溴蒸气。
- (3) 被金属钠蚀伤的情况与被氢氧化钠蚀伤的情况处理方式相同。

5. 眼睛受伤

眼睛受伤立即用水冲洗眼睛（不可用手擦和摸眼睛），对眼睛使用中和剂时应特别小心，只能用不大于 1% 的硼酸或碳酸氢钠溶液，最后以蒸馏水冲洗。

1.1.2.3 意外火灾事故处理

1. 常用的灭火物质

(1) 水：为常用灭火剂，但出现下列四种着火情况时，不能用水扑灭：

① 金属钠等化学药品着火时不能用水扑救，应用细沙及适宜的化学灭火剂扑灭。

② 易燃液体和汽油、丙酮、乙醇等着火时，不能用水施救，可用泡沫灭火剂来扑灭。

③ 在高温热固体或熔融物体的地方失火，如用水扑救，会突然放出大量的气体而发生爆炸，此时可用干沙或其他阻火物施救。

④ 电气设备或带电系统着火，如未切断电源而用水施救，会造成触电或爆炸危险，此时应用 CO_2 气来施救。

(2) 化学液体灭火剂：主要有四氯化碳、二氧化碳等，这些物质不助燃、不自燃、不导电，沸点低，易成蒸气，是一种阻火力很强的灭火剂，特别适用于带电设备灭火。

(3) 化学泡沫灭火剂：其成分为 NaHCO_3 和稀 H_2SO_4 ，能熄灭液体和固体的多种火灾，用法是先将喷射口之小帽拧下，再将筒身颠倒，药沫即自动喷出。因内部药品有限，所以要将喷口对准火点，不能浪费。

(4) 固体粉末：当不能用水灭火的物质起火时，可用细沙等来灭火，亦可用附近的石棉布、石棉灰、石棉板及硅藻土盖住火焰。

(5) 惰性气体：应用最广的是二氧化碳，平时储存于钢瓶中呈液态状，用时调节开关，液体二氧化碳即可气化，喷向着火处，气体立即将着火处包围起来，起隔绝空气的作用。二氧化碳灭火效率很高。如附近有氮气钢瓶亦可用氮气灭火。

(6) 干粉灭火剂：它是近年来开发的新型灭火剂，适用于可燃性气体、液体、油脂、带电设备及有机固体物质的初起火灾的扑灭。

2. 火灾扑灭方法

(1) 关闭煤气、电门，熄灭一切灯火。

(2) 撤去附近的易燃物。

(3) 用沙子撒在着火的火源上，或用灭火器喷射。

(4) 身上着火时，立即用衣服、棉被等扑灭火焰或在地上打滚灭火，切勿乱跑。

1.1.3 实验室安全卫生制度及安全操作规程

1.1.3.1 实验室安全卫生制度

(1) 非本室人员未经许可，严禁入内，学生进入实验室需实施安全教育。

(2) 实验室工作人员要严守安全制度，严格执行各类仪器设备操作规程，各尽其责，预防各类事故发生。

(3) 严禁将易爆、易燃、有毒物品带入实验室。实验需用的少量易爆、易燃、有毒物品，必须专品专用，设专人保管，严格执行审批和使用制度。

(4) 实验室全体工作人员要保持高度的警戒性，增加防火、防盗、防事故的责任意识，定期进行检查，对异常现象要及时妥善处理。

(5) 严禁穿拖鞋、高跟鞋、背心、短裤、裙子进入实验室。

(6) 仪器设备使用过程中，如发生意外，不要惊慌，立即切断电源并报告指导老师采取有效措施，及时处理。

(7) 合理使用水、电、气、风等，使用完毕立即关闭，注意安全，做好防火、防爆、防毒、防虫等工作。

(8) 工作人员下班时，要关好门，切断电源，关好水龙头。

(9) 严禁随地吐痰、乱丢果皮，勤打扫、勤检查、勤维护。

(10) 实验室管理员应定期做好清洁卫生工作，保持室内和仪器设备清洁整齐。

1.1.3.2 实验室安全操作规程

1. 玻璃器皿

(1) 折断极短的玻璃棒时，均应用布包起来，再用力折断以免玻璃棒碎裂使手受伤。

(2) 将玻璃管插入橡皮塞和橡皮管时，须将玻璃管两端烧圆后再插入，绝对不要把玻璃管或玻璃温度计强行插入。

(3) 一切玻璃器皿在使用前应检查有无裂痕，如有裂痕不得使用。

(4) 玻璃仪器被损坏后，要立即收拾干净。

(5) 使用移液管吸取液体时须用吸气橡皮球或真空吸气器，不得用嘴吸液体。

(6) 使用或洗涤玻璃器皿时，应注意避免刮出纹路，用玻璃棒搅拌时应将其头部烧圆。

(7) 不可用直接火源加热厚壁的玻璃仪器和量筒，不得在玻璃量筒内配制溶液。

2. 电器设备

(1) 使用仪器时，应注意仪表的规格，所用的规格应满足实验的要求（如交流或直流电表、规格等），同时在使用时也要注意读数是否有连续性等。

(2) 应该有良好的绝缘，地线要有效，两导线连接处要用胶布包起来，或用玻璃管套上，不能暴露在外边。

(3) 要将过多的导线卷起来，以使线路整齐清楚。

(4) 导线、仪表不应放在潮湿处。

(5) 电动机、搅拌器转动时，勿使衣服头发卷入。

(6) 进实验室时，必须清楚总电闸、分电闸所在处。

3. 化学药品

(1) 一切药品瓶上都应粘贴标签。

(2) 使用化学药品后立即盖好塞子并把药瓶放回原处。

(3) 用牛角勺取固体药品或用量筒量取液体药品时，必须擦洗干净。在天平上称量固体药品时，应少取药品，并逐渐加到天平托盘上，以免浪费。

(4) 任何药品不得直接放在天平托盘上称取，腐蚀性药品不能用纸在天平上称取。

(5) 使用强酸、强碱时，应注意：

① 使用强酸时应特别小心，其对皮肤有腐蚀作用，且会损坏衣物。稀释硫酸时不可把水注入酸中，只能在搅拌下谨慎地将浓硫酸慢慢地倒入水中。

② 量取浓酸液或类似液体时，只能用量筒，不应用移液管量取。

③ 盛酸瓶用完后，应立即用水将酸瓶冲洗干净。

④ 若身体的某个部位溅了酸时，应用大量水冲洗。

⑤ 浓氨水及浓硝酸瓶启盖时应特别小心，最好以布或纸覆盖后再启盖。如在炎热的夏季必须先以冷水冷却。

⑥ 氢氧化钠、氢氧化钾、氢氧化钙、碳酸钠、碳酸钾等碱性试剂的储装瓶，不可用玻璃塞，只能用橡皮塞或软木塞。

(6) 使用有毒的化学药品时，应注意：

① 执行公安部使用毒品的有关规定，大多数有机化合物为有毒、易燃、易爆、易挥发的物质，所以要注意实验室的通风。

② 使用有毒的化学药品或在操作中可能产生有毒气体的实验，必须在通风橱内进行。

③ 金属汞是一种极有毒的物质，吸入其蒸气会中毒，若长期吸入汞蒸气，可溶性的汞化合物会产生严重的急性中毒，故使用汞时不能溅泼。如发现溅泼应立即收起，不能回收的应立即用硫黄覆盖。

(7) 使用危险药品时，应注意：

① 易燃和易爆的化学药品应储存在远离建筑物的地方，储存室内要备有灭火装置。

② 易燃液体在实验室里只能用瓶盛装且不得超过 1 L，否则就应当用金属容器来盛装；使用时周围不应有明火。

③ 蒸馏易燃液体时，最好不要用火直接加热，装料不得超过 2/3，加热不可太快，避免局部过热。

④ 易燃物质如酒精、苯、甲苯、乙醚、丙酮等，如临时使用或暂时放在桌上的，都不能超过 500 mL，并且应远离电炉和一切热源。

⑤ 在明火附近不得用可燃性热溶剂来清洗仪器，应用没有自燃危险的清洗剂来洗涤，或移到没有明火的地方去洗涤。

⑥ 乙醚长期存放后，常会含有过氧化物，故蒸馏乙醚时不能完全蒸干，应剩余 1/5 体积的乙醚，以免爆炸。

⑦ 避免金属钠和水接触的可能性，钠必须存放在无水的煤油中。

1.2 实验课的目的和任务

1.2.1 实验课的目的

开设材料实验课，其宗旨是使学生受到科学家和工程师素质的基本训练。现在，传统材料不少，新型材料不断增多，这就确定了材料实验课的两个特点：许多传统实验要继续开，学

生对这些实验技能要掌握；新实验的原理、方法陆续出现，并处于不断完善和不断进步之中，学生对其中的一些实验要掌握，一些实验要了解。

长期以来，传统观点认为学生上实验室做实验是验证所学的书本知识，加深对知识的理解和记忆，“实验”这个词的验证含义已经深深地植入人们的大脑之中。当然，由于理论教学的需要，适当做些验证性的实验是必要的，但只验证性的实验是不够的。改革开放的形势要求大学毕业生要具有较强的动脑和动手能力，传统的教育观念必须改变。学生不仅要验证性的实验，还要做测试型、综合型和设计型的实验。

在实际工作中，无论是一个科研项目的探索性实验，还是一种材料的性能实验，一般都由一系列的单项实验组成，都得按计划一个一个地做，然后根据各项实验现象或数据分析判断，得出最终实验结果（结论）。材料实验课也是这样，从实验类型来看，可以分为验证型实验、综合性实验或设计型实验等，可以按教学要求或实验室的条件选择一种类型进行实验教学。但无论选择何种类型的实验，都是由一系列的单项实验组成的，每个单项实验都为实验设计的总目标服务，得按计划一个一个地做。为此，在做每个实验时要有整体实验的概念，要考虑每个实验之间的联系、每个实验可能对最终实验结果产生的影响。

现代无机非金属材料种类很多，研究方法、生产方法和质量检验方法也有区别。由于教学时间和实验条件的限制，要全面涉足是不可能的，突出重点、兼顾其他是目前唯一的选择。另一方面，从思维方式和技术方法这两个角度来看，各种无机非金属材料的科研、生产和质量检验也有许多相同之处，因此在教学上以点带面是可能的。学生通过认真做一些经过筛选，具有代表意义的实验，再经过举一反三，融会贯通，就会具备适应将来工作岗位的基础和能力。

1.2.2 实验课的任务

无机非金属材料实验课的任务可以概括为对学生进行实验思路、实验设计技术和方法的培养；对学生进行工程、创新能力的培养；对学生进行理论联系实际和主动精神的培养。

1. 完善本专业的知识结构

在高等教育中，理论教学和实验教学是大学教育的两个主项，两者相辅相成，并由此构成完整的教学体系。

对材料类专业的学生来说，在大学期间主要是学习材料科学与工程方面的基本理论，材料制备与材料性能测试的基本知识和基本技能，掌握材料性能的变化规律，为正确设计材料、生产材料和合理应用材料打好基础。

从某种意义上说，实验也是材料工学知识的具体应用与深化。通过实验教学环节，使学生巩固在理论课中所学的材料制备、各种基本物理化学性能及测试这些性能的理论知识，加深对本专业的认识和理解，完善本专业的知识结构，从而达到专业应有的水平。这对于学生今后在材料科学与工程领域从事有关实际工作具有重要意义。

2. 培养和提高能力

材料实验课程的主要任务是通过基础知识的学习和实际操作训练，使学生初步掌握材料

实验的主要方法和操作要点，培养学生理论联系实际、分析问题和解决问题的能力。这些能力主要包括以下几点。

(1) 自学能力。能够自行阅读实验教材，按教材要求做好实验前的准备，尽量避免“跟着老师做实验，老师离开就停转”的现象。

(2) 动手能力。能借助教材和仪器说明书，正确使用仪器设备；能够利用工学理论对实验现象进行初步分析判断；能够正确记录和处理实验数据、绘制曲线、说明实验结果、撰写合格的实验报告等。

(3) 创新能力。能够利用所学的工学知识，或根据小型科研或部分实际生产环节的需求，完成简单的设计性实验。

3. 培养和提高素质

素质的教育与培养是大学教育的重要一环。实验教学不仅是让学生理论联系实际，学习科研方法，进而提高科研能力，还要使学生具有较高的科研素质。科研素质主要包括以下几个方面：

(1) 探索精神。通过对实验现象的观察、分析和对材料的物理、化学性能等数据的处理，探索其中的奥妙，总结其中的经验，提出新的见解，创立新的理论等。

(2) 团队精神。在实验教学环节中，有许多实验是单个人无法独立完成的，有的实验要花上十几个小时甚至几天才能完成，实验中必须多人分工合作才能进行，要尽量发挥集体的力量才能使实验成功。要通过做这类实验提高实验组成员的凝聚力，使学生之间的关系更加融洽；要通过做这类实验使学生认识到团队协作精神在材料这个行业中的重要性，增强责任感和事业心，培养团队协作精神和能力，为将来的工作打好基础。

(3) 工作态度。做实验有时是枯燥无味和艰苦的。但是，纵观作出较大贡献的科学家或工程师，其成就几乎都是在实验室里刻苦工作干出来的。因此，在实验教学中要教育学生，要求学生刻苦钻研，严谨求实、一丝不苟地做实验，要督促他们在实验室里进行训练，认真把实验做好。要使之明白“先苦后甜”的道理，只有在大学的学习中学会对工作、对生活的正确态度，才能胜任将来材料研究或生产的工作，才能为祖国和人民作出贡献。

(4) 人文素质。人文素质通常指人文科学知识和素养。材料类专业的学生在大学期间这方面的课程学得不多，因而有的学生人文素质极差，写作水平低下。在实验教学中要求学生通过写较高质量的实验预习报告、设计实验开题报告、实验课题总结报告等形式，提高学生的人文科学知识和修养。

(5) 优良品德。21 世纪对人们道德的评价，是以社会公认的人的公民素质为主来评判的。其标准是具有高度的公民觉悟和公民意识，即具有整体意识、高尚的情操、健全的良好的人格；具有奉献精神，自尊自爱、尊重他人、关心他人、先人后己；诚实守信，会合作，有良好的人际关系；有个性、有主见、有较强的控制力、坚定的信念、良好的情绪，不因时势所动；有敬业精神、开拓精神、新的观念、宽阔的视野、会生存等。只有具备高尚品质的人，才能受人尊重并在自己的工作中作出突出成绩。

在实验教学的过程中，教师要对学生进行引导，使学生克服不良的习惯，提高道德品质和大学生的综合素质。