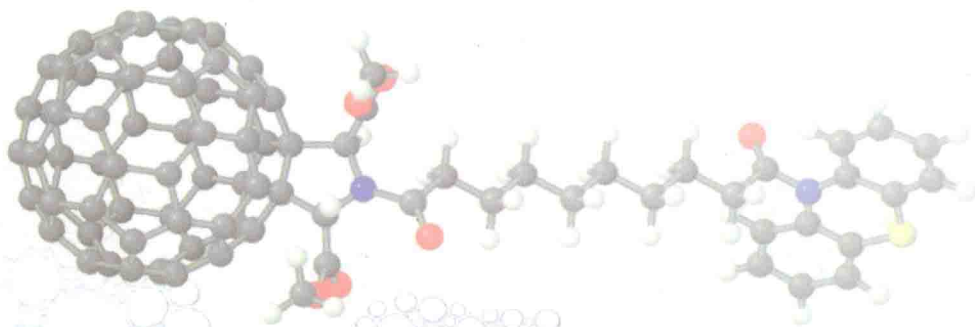


高等院校化学实验教学改革规划教材

高分子化学与物理实验

总主编 孙尔康 张剑荣
主 编 郭玲香 宁春花



南京大学出版社

高等院校化学实验教学改革规划教材

高分子化学与物理实验

总主编 孙尔康 张剑荣

主 编 郭玲香 宁春花

副主编 姜 勇 李 利

编 委 (按姓氏笔画排序)

孔 凡 朱亚辉 孙 莹 何 曼

张雪勤 张 玲 俞丽珍 郭晓晖



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

高分子化学与物理实验 / 郭玲香, 宁春花主编.

—南京: 南京大学出版社, 2014. 6

高等院校化学实验教学改革规划教材

ISBN 978 - 7 - 305 - 12636 - 9

I. ①高… II. ①郭… ②宁… III. ①高分子化学—
实验—高等学校—教材 ②高聚物物理学—实验—高等学校
—教材 IV. ①O63-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 310323 号

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号

网 址 <http://www.njupco.com>

出版人 左 健



丛 书 名 高等院校化学实验教学改革规划教材

书 名 高分子化学与物理实验

总 主 编 孙尔康 张剑荣

主 编 郭玲香 宁春花

责任编辑 刘 琦 吴 汀

编辑热线 025 - 83686531

照 排 江苏南大印刷厂

印 刷 南京京新印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 17.5 字数 426 千

版 次 2014 年 6 月第 1 版 2014 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 305 - 12636 - 9

定 价 33.00 元

发行热线 025 - 83594756

电子邮件 Press@NjupCo.com

Sales@NjupCo.com(市场部)

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

编委会

- 总主编** 孙尔康(南京大学) 张剑荣(南京大学)
- 副总主编** (按姓氏笔画排序)
- 朱秀林(苏州大学) 朱红军(南京工业大学)
- 孙岳明(东南大学) 刘勇健(苏州科技学院)
- 何建平(南京航空航天大学) 金叶玲(淮阴工学院)
- 周亚红(江苏警官学院) 柳闽生(南京晓庄学院)
- 倪良(江苏大学) 徐继明(淮阴师范学院)
- 徐建强(南京信息工程大学) 袁荣鑫(常熟理工学院)
- 曹健(盐城师范学院)
- 编委** (按姓氏笔画排序)
- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 马全红 | 卞国庆 | 王玲 | 王松君 |
| 王秀玲 | 白同春 | 史达清 | 宁春花 |
| 汤莉莉 | 庄虹 | 李巧云 | 李健秀 |
| 李利 | 何娉婷 | 陈国松 | 陈昌云 |
| 沈彬 | 杨冬亚 | 邱凤仙 | 张强华 |
| 张文莉 | 吴莹 | 郎建平 | 周建峰 |
| 周少红 | 姜勇 | 赵宜江 | 赵登山 |
| 徐培珍 | 陶建清 | 郭玲香 | 钱运华 |
| 黄志斌 | 彭秉成 | 程振平 | 程晓春 |
| 路建美 | 鲜华 | 薛蒙伟 | |

序

化学是一门实验性很强的科学,在高等学校化学专业和应用化学专业的教学中,实验教学占有十分重要的地位。就学时而言,教育部化学专业指导委员会提出的参考学时数为每门实验课的学时与相对应的理论课学时之比,即(1.1~1.2):1,并要求化学实验课独立设课。已故著名化学教育家戴安邦教授生前曾指出:“全面的化学教育要求化学教学不仅传授化学知识和技术,更训练科学方法和思维,还培养科学品德和精神。”化学实验室是实施全面化学教育最有效的场所,因为化学实验教学不仅可以培养学生的动手能力,而且也是培养学生严谨的科学态度、严密科学的逻辑思维方法和实事求是的优良品德的最有效形式;同时也是培养学生创新意识、创新精神和创新能力的重要环节。

为推动高等学校加强学生实践能力和创新能力的培养,加快实验教学改革和实验室建设,促进优质资源整合和共享,提升办学水平和教育质量,教育部已于2005年在高等学校实验教学中心建设的基础上启动建设一批国家实验教学示范中心。通过建设实验教学示范中心,达到的建设目标是:树立以学生为本,知识、能力、素质全面协调发展的教育理念和以能力培养为核心的实验教学观念,建立有利于培养学生实践能力和创新能力的实验教学体系,建设满足现代实验教学需要的高素质实验教学队伍,建设仪器设备先进、资源共享、开放服务的实验教学环境,建立现代化的高效运行的管理机制,全面提高实验教学水平。为全国高等学校实验教学改革提供示范经验,带动高等学校实验室的建设和发展。

在国家级实验教学示范中心建设的带动下,江苏省于2006年成立了“江苏省高等院校化学实验教学示范中心主任联席会”,成员单位达三十多个高校,并在2006~2008年三年时间内,召开了三次示范中心建设研讨会。通过这三次会议的交流,大家一致认为要提高江苏省高校的实验教学质量,关键之一是要有一个符合江苏省高校特点的实验教学体系以及与之相适应的一套先进的教材。在南京大学出版社的大力支持下,在第三次江苏省高等院校化学实验教学示范中心主任联席会上,经过充分酝酿和协商,决定由南京大学牵头,成立江苏省高等院校化学实验教学改革系列教材编委会,组织东南大学、南京航空航天大学、苏

州大学、南京工业大学、江苏大学、南京信息工程大学、南京师范大学、盐城师范学院、淮阴师范学院、淮阴工学院、苏州科技学院、常熟理工学院、江苏警官学院、南京晓庄学院、南京大学金陵学院等十五所高校实验教学的一线教师,编写《无机化学实验》、《有机化学实验》、《物理化学实验》、《分析化学实验》、《仪器分析实验》、《无机及分析化学实验》、《普通化学实验》、《化工原理实验》、《大学化学实验》、《高分子化学与物理实验》、《化学化工实验室安全教程》和至少跨两门二级学科(或一级学科)实验内容或实验方法的《综合化学实验》系列教材。

该套教材在教学体系和各门课程内容结构上按照“基础—综合—研究”三次进行建设。体现出夯实基础、加强综合、引入研究和经典实验与学科前沿实验内容相结合、常规实验技术与现代实验技术相结合等编写特点。在实验内容选择上,尽量反映贴近生活、贴近社会,与健康、环境密切相关,能够激发学生学习兴趣,并且具有恰当的难易梯度供选取;在实验内容的安排上符合本科生的认知规律,由浅入深、由简单到综合,每门实验教材均有本门实验内容或实验方法的小综合,并且在实验的最后增加了该实验的背景知识讨论和相关延展实验,让学有余力的学生可以充分发挥其潜力和兴趣,在课后进行学习或研究;在教学方法上,希望以启发式、互动式为主,实现以学生为主体,教师为主导的转变,加强学生的个性化培养;在实验设计上,力争做到使用无毒或少毒的药品或试剂,体现绿色化学的教学理念。这套化学实验系列教材充分体现了各参编学校近年来化学实验改革的成果,同时也是江苏省省级化学示范中心创建的成果。

在本套教材的编写过程中,难免会出现一些疏漏或者错误,敬请读者和专家提出批评意见,以便我们今后修改和订正。

编委会

前 言

为了适应教学改革,更好地满足 21 世纪人才培养的需要,《高分子化学与物理实验》是在我们多年理论和实验教学与改革基础上,参考大量国内外有关高分子科学实验的教材、文献和著作,同时借鉴了兄弟院校已出版的教材和教改成果,为单独开设高分子科学专业实验编写的。教材编写过程中,按照“以学生为本,以能力培养为核心,知识、能力、素质协调发展”的实验教学理念,遵循“厚基础、强能力、广适应”的编写原则,选择了符合课程基本要求、代表性强、覆盖面广、教学效果良好的实验,将高分子化学实验与物理实验有机地结合,构成一个统一整体,力求做到“夯实基础、注重综合、强化设计”,使学生掌握高分子合成、结构与性能测试的基本技能与方法,培养学生的实验动手能力、综合设计能力和创新实践能力。

本书分为高分子化学实验与高分子物理实验两大部分,共分十二章。第一章介绍高分子化学与物理实验规程,包括实验室安全规范及学习要求。第二章阐述了聚合物合成及性能研究的实验基础,主要包括聚合反应机理、聚合方法、新的聚合理论和方法、高分子合成实验基本操作、实验方案选择与确定以及聚合物性能评价。第三章至第七章主要是高分子合成反应和聚合物的化学反应,涉及经典的自由基聚合、离子型聚合、配位聚合、逐步聚合、共聚合、开环聚合等聚合机理和典型的聚合方法。第八章至第十一章主要是高分子物理实验,以“高分子结构与性能关系”为主线,包括高分子材料的结构性质、溶液性质、力学性能、热性能,注重高分子材料的结构分析和性能测试研究方法。第十二章是综合性及设计性实验,主要包括一些体现学科发展的新技术、新方法和新材料的制备及其结构和性能研究,涉及高分子化学、高分子物理和高分子仪器等相关知识。附录部分列出高分子化学与物理实验常用的理化数据、方法及高分子科学实验文献知识。

参加本书编写工作的人员有(排名按章节先后):东南大学郭玲香(第一章、第二章、实验 19~23、实验 26~28、实验 31~32、实验 46、实验 56~60、附录 1~5、11、12、14、17、18、20);常熟理工学院宁春花(实验 1、实验 8、实验 18、实验 47~48、实验 50、附录 13);东南大学郭晓晖(实验 2~4、实验 6、附录 6~10);常熟理工学院俞丽珍(实验 5、实验 52、实验 54);常熟理工学院朱亚辉(实验 7、实验 13);东南大学张雪勤(实验 9~12、实验 14~15、实验 24~25、实验 51);东南大学孙莹(实验 16~17、实验 55);东南大学姜勇(实验 29~30、附录 15~16);南京工业大学张玲(实验 33);东南大学孔凡(实验 34~44、实验 49、附录 19);南京师范大学李利(实验 45);东南大学何曼(实验 53)。全书由郭玲香统稿,郭玲香和宁春花审阅,编写组定稿。

本书在编写过程中,南京大学陆云教授主审书稿,东南大学杨洪老师和姚琛老师提出了许多宝贵意见,盐城师范学院杨锦明老师在实验装置图绘制方面给予了热心帮助。东南大

学化学化工学院、常熟理工学院化学与材料工程学院、南京工业大学材料科学与工程学院、南京师范大学化学与材料科学学院、江苏省高等院校化学实验教学示范中心联席会和南京大学出版社对本书的编写和出版给予了大力支持,在此一并表示衷心的感谢!在研究与编写过程中,得到江苏省教育厅高等教育教改研究课题资助(2013JSJG114)和东南大学教材出版基金资助。

本书编写的实验数量较多、覆盖面较广,可作为高分子材料与工程、材料科学与工程、材料化学、应用化学、化学工程与工艺、化学等专业的教学用书。限于编者水平有限,书中难免存在疏漏或不妥之处,敬请广大读者给予批评指正。

编 者

目 录

第一章 高分子化学与物理实验规程	(1)
1.1 高分子化学与物理实验室安全规范	(1)
1.2 高分子化学与物理实验学习方法	(2)
1.3 高分子化学与物理实验安全知识	(3)
1.4 高分子化学与物理实验报告要求及格式	(9)
第二章 聚合物合成及性能研究的实验基础	(10)
2.1 聚合反应机理	(10)
2.2 聚合方法	(19)
2.3 实验仪器	(29)
2.4 原料的分离和纯化	(34)
2.5 标准溶液的配制	(45)
2.6 化学试剂的称量和转移	(46)
2.7 聚合反应常用装置	(47)
2.8 聚合反应温度的控制	(50)
2.9 聚合反应的搅拌	(53)
2.10 聚合物的分离与纯化	(56)
2.11 聚合物的分级与干燥	(61)
2.12 聚合反应的监测	(63)
2.13 物理常数的测定	(64)
2.14 聚合物的性能评价	(68)
第三章 自由基聚合	(70)
实验 1 膨胀计法研究苯乙烯自由基聚合微观动力学	(70)
实验 2 甲基丙烯酸甲酯的本体聚合	(73)
实验 3 醋酸乙烯酯的溶液聚合	(75)
实验 4 苯乙烯的悬浮聚合	(77)

实验 5 甲基丙烯酸甲酯的自乳化聚合	(79)
实验 6 苯乙烯的乳液聚合	(81)
实验 7 苯乙烯-顺丁烯二酸酐共聚物的制备	(83)
实验 8 甲基丙烯酸甲酯、苯乙烯悬浮共聚合	(84)
第四章 离子聚合与配位聚合	(88)
实验 9 苯乙烯的阳离子聚合	(88)
实验 10 丙烯腈的阴离子聚合	(89)
实验 11 苯乙烯的配位聚合	(91)
第五章 逐步聚合	(93)
实验 12 聚醚型聚氨酯弹性体的合成	(93)
实验 13 线型缩聚反应及脂肪族聚酯的合成	(94)
实验 14 涤纶树脂的制备	(96)
实验 15 聚酰胺的制备	(98)
第六章 开环聚合	(100)
实验 16 环氧氯丙烷的开环聚合	(100)
实验 17 己内酰胺的开环聚合	(101)
实验 18 四氢呋喃阳离子开环聚合	(105)
第七章 聚合物的化学反应	(107)
实验 19 聚乙烯醇的制备	(107)
实验 20 聚乙烯醇缩甲醛的制备及分析	(109)
实验 21 强酸性阳离子交换树脂的制备及其交换量的测定	(111)
第八章 聚合物溶液的性质	(116)
实验 22 黏度法测定聚合物的相对分子质量	(116)
实验 23 端基分析法测定聚合物的相对分子质量	(121)
实验 24 光散射法测定聚合物的重均分子量及分子尺寸	(124)
实验 25 凝胶渗透色谱法测定聚合物的相对分子质量及相对分子质量分布	(129)

第九章 聚合物的结构分析	(133)
实验 26 红外光谱法鉴定聚合物的结构	(133)
实验 27 X 射线衍射法分析聚合物的晶体结构	(136)
实验 28 密度梯度法测定聚合物的密度和结晶度	(141)
实验 29 光学显微镜观察聚合物的结晶形态	(144)
实验 30 扫描电子显微镜观察聚合物的微观结构	(146)
实验 31 透射电子显微镜观察聚合物的微相分离结构	(148)
实验 32 原子力显微镜观察聚合物的微观结构	(151)
实验 33 相衬显微镜法观察聚合物共混物的结构形态	(154)
第十章 聚合物的力学性能	(159)
实验 34 聚合物温度-形变曲线的测定	(159)
实验 35 聚合物拉伸强度和断裂伸长率的测定	(162)
实验 36 聚合物弯曲强度的测定	(165)
实验 37 聚合物冲击强度的测定	(167)
实验 38 聚合物蠕变性能的测定	(170)
实验 39 橡胶拉伸应力松弛实验	(173)
实验 40 动态黏弹谱法测定聚合物的动态力学性能	(174)
第十一章 聚合物的热性能	(179)
实验 41 聚合物的热重分析	(179)
实验 42 聚合物的热变形温度和维卡软化点温度的测定	(181)
实验 43 聚合物的热谱分析——差示扫描量热法	(184)
实验 44 膨胀计法测聚合物的玻璃化转变温度	(188)
实验 45 热塑性塑料熔融指数的测定	(189)
第十二章 综合及设计性实验	(194)
实验 46 聚丙烯酰胺类絮凝剂的制备及分子量测定	(194)
实验 47 醋酸乙烯酯乳液聚合——白乳胶的制备	(197)
实验 48 超高吸水性材料的合成及吸水性能测定	(199)
实验 49 N-乙炔基吡啶的自由基沉淀聚合	(200)
实验 50 苯丙乳液的合成及性能测试	(202)
实验 51 线型酚醛树脂的制备及固化	(204)

实验 52	木材黏结用环保型脲醛树脂的合成及胶合性能的测定	(206)
实验 53	聚酰亚胺类高分子材料的制备及性能测试	(210)
实验 54	硬质聚氨酯泡沫塑料的制备及性能测定	(212)
实验 55	聚 3-己基噻吩的合成及性能测试	(214)
实验 56	等离子体引发聚丙烯膜表面接枝聚合	(216)
实验 57	ATRP 聚合法制备两亲性嵌段液晶共聚物	(218)
实验 58	RAFT 聚合法制备感光性树脂及性能研究	(221)
实验 59	聚酰胺-胺树枝状高分子的制备及性能研究	(224)
实验 60	氢转移加成聚合法制备旋光性聚氨酯及性能研究	(227)
附 录	(231)
附录 1	常用高聚物鉴别方法	(231)
附录 2	常用单体的性质及精制	(234)
附录 3	常用引发剂精制	(236)
附录 4	常用有机溶剂精制	(237)
附录 5	常用单体的物理常数	(239)
附录 6	常用单体及聚合物的折射率和密度	(240)
附录 7	常用加热液体介质的沸点	(241)
附录 8	常用冷却剂的配制	(241)
附录 9	常用干燥剂的性质	(242)
附录 10	聚合物分级用的溶剂及沉淀剂	(242)
附录 11	常见单体的链转移常数	(243)
附录 12	自由基共聚的竞聚率	(245)
附录 13	常见官能团的测定	(245)
附录 14	常见聚合物的英文名称及缩写	(249)
附录 15	常用的密度梯度管溶液体系	(251)
附录 16	典型的半结晶高聚物的结晶度及密度	(251)
附录 17	聚合物特性黏度-相对分子质量关系式 $[\eta]=K \cdot \overline{M}_v^a$ 的参数	(252)
附录 18	1836 稀释型乌氏黏度计毛细管内径与适用溶剂(20℃)	(255)
附录 19	聚合物的玻璃化转变温度及熔点	(255)
附录 20	高分子科学实验文献知识	(261)
参考文献	(265)

第一章 高分子化学与物理实验规程

高分子化学与物理实验是材料类、化学类、化工类、高分子材料科学与工程等专业必不可少的重要实践教学环节,是专业基础课理论与实践相结合的实验课程,是培养学生动手能力、实践能力和创新能力的一门主要课程。其教学目的是培养学生掌握高分子化学与物理实验的基本知识、基本实验操作及技术,使学生进一步深入理解和掌握高分子化学与物理的基本原理,了解高分子反应机理,系统完整地认识各类聚合反应,熟悉高分子合成的实验途径,掌握高分子结构与性能关系的基本原理;培养学生严谨的科学态度、科学思维方法和良好的实验习惯,使学生具备扎实的实验操作技能和初步的实验设计能力。

1.1 高分子化学与物理实验室安全规范

为了培养良好的实验习惯,保证高分子化学与物理实验正常进行,确保实验室安全,防止事故发生,实验者必须严格遵守高分子化学与物理实验室的规则。

(1) 实验者应学习和掌握实验室安全与急救常识,严格遵守操作规程,高度警惕,以预防为主,杜绝事故发生,确保实验人员人身安全和国家财产安全。

(2) 熟悉实验室水、电、燃气的阀门、消防器材、洗眼器与紧急淋浴器的位置和使用方法;熟悉实验室安全出口和发生紧急情况时的逃生路线。

(3) 实验室应有“废液、废气、废渣”三废处理措施,严禁随意排放超剂量的废液、废气、废渣。废弃的溶剂、试剂、废液及废渣禁止倒入水池,必须倒入指定的回收容器内。

(4) 实验室防火、防盗等安全设备应齐全,上下管道、电源、消防器材等必须保持完好无损,并进行定期检查,确保状态良好,使用方便。

(5) 电器设备使用时要严防触电,禁止用湿手、湿物接触电源,并严格控制实验用电。

(6) 凡做有毒、有恶臭气体的实验时,应在通风橱内进行操作;若长时间使用剧毒物质和强酸、强碱等腐蚀性药品时,要戴防护用具;使用易燃试剂,一定要远离火源。

(7) 实验室所有药品严禁入口,所用仪器和试剂均不得带出实验室,特别是用剩的毒性较大的试剂必须交还教师。实验不得直接用手取化学药品,避免有毒或腐蚀性药品触及皮肤和衣服;加热或倾倒液体时,切勿俯视容器,严防液滴飞溅导致事故。

(8) 节约水、电和其他消耗品,严格控制试剂用量,不得浪费;公用仪器、试剂和工具等使用完毕后应放回原处。必须经实验指导教师批准后,方可重做实验。

(9) 保持实验环境整洁干净,取用试剂要小心,防止试剂撒在实验台上,撒落的试剂要及时处理;防止皮肤直接接触实验试剂,否则应及时清洗;严防水银等有毒物质流失导致实验室污染,温度计破损及发生意外事故时要及时向教师报告并采取必要的措施。

(10) 爱护仪器设备,凡是损坏或遗失仪器、工具和设备者,应及时进行登记,如实填写报损单,并按规定予以赔偿。

(11) 保持实验室的良好秩序,严禁在实验室内进行通电话、戴耳机、吸烟或进食等与实验无关的活动。

(12) 实验结束后,应清洁所用过的仪器,整理干净实验台,将公用仪器摆放整齐,并用自来水和肥皂把手清洗干净。实验记录需经教师审阅、签字后方可离开实验室。

(13) 值日生要做好清洁卫生工作,检查实验室安全,关好门、窗,检查水、电、燃气阀门,并经教师检查同意后方可离开实验室。

1.2 高分子化学与物理实验学习方法

高分子化学与物理实验课是在教师的指导下,学生根据给定实验路线通过动手操作来实现的。课程学习包括实验预习、实验操作和实验报告三部分。

(1) 实验前应认真预习,做到心中有数、有的放矢。通过预习应了解和完成如下内容:

① 明确实验目的和要求。

② 熟悉实验原理、所涉及的基础知识和合成路线。

③ 查阅有关文献,掌握实验所用试剂的物理化学性质。

④ 了解实验操作规程及具体步骤。

⑤ 清楚实验过程中各环节的安全注意事项,思考可能出现的问题和解决方法。

⑥ 仔细阅读实验仪器使用说明书,熟悉实验仪器的操作条件及仪器配套软件使用方法。

⑦ 完成预习报告。

(2) 实验过程应该用心操作、认真观察、如实记录。要求做到以下几点:

① 认真听指导教师的讲解,进一步明确实验操作要点和注意事项。

② 实验开始前,首先检查仪器是否完好无损,实验装置安装是否横平竖直,加入药品,调节实验条件。如实记录药品加入量和实验条件。

③ 实验过程中,应严格按照操作步骤进行实验,仔细观察实验现象,如实记录现象和相关数据,如反应开始时间和结束时间、反应体系颜色变化、黏度变化等。

④ 勤于思考,认真分析实验现象和相关数据,遇到疑难问题,应及时请教老师或与同学讨论,发现实验结果与理论结果不符,应仔细查阅实验记录,分析原因。

⑤ 及时进行产品后处理,记录相关数据,交给指导教师审核签字。

⑥ 实验结束,正确拆除实验装置,清理实验台面,清洗玻璃仪器,处理废弃化学试剂。

⑦ 制备用于表征的样品,为性能测试及结构表征做好准备。

⑧ 按照仪器操作规程和配套软件使用方法,正确使用仪器,记录测定条件和测试结果。按照仪器说明书清洁仪器,并处理废弃的实验样品和试剂。

⑨ 实验记录经指导教师审阅签字后,方可离开实验室。

1.3 高分子化学与物理实验安全知识

1.3.1 火灾预防常识

在 高 分 子 实 验 中, 所 用 的 溶 剂 大 多 是 易 燃 的 (表 1-1), 故 着 火 是 最 可 能 发 生 的 事 故 之 一。 导 致 着 火 的 原 因 很 多, 但 多 数 着 火 事 故 是 加 热 或 处 理 低 沸 点 有 机 溶 剂 时 操 作 不 当 引 起 的。

表 1-1 常见有机液体的易燃性

名称	沸点(°C)	闪点(°C)	自燃点(°C)
石油醚	40~60	-45	240
乙 醚	34.5	-40	180
丙 酮	56	-17	538
甲 醇	65	10	430
乙醇(95%)	78	12	400
二硫化碳	46	-30	100
苯	80	-11	
甲 苯	111	4.5	550
乙 酸	118	43	425

二硫化碳、乙醚、石油醚、苯和丙酮等的闪点都比较低,即使存放在普通冰箱内(冰室最低温度 -18°C ,无电火花消除器)也可能形成着火的气氛,故这类液体不得存贮于普通冰箱内。另外,低闪点液体的蒸气一旦接触红热物体的表面便会着火。其中,二硫化碳尤其危险,即使与暖气散热器或热灯泡接触,其蒸气也会着火,应该特别小心。为了防止着火,实验中必须注意以下几点:

(1) 严禁用敞口容器加热和放置易燃、易挥发的化学试剂,不准在密闭体系中用明火加热有机溶剂,当用明火加热易燃有机溶剂时,必须使用蒸气冷凝装置或合适的尾气排放装置。

(2) 尽量防止或减少易燃气体的外逸。处理和使用易燃物时,应远离明火,注意室内通风,及时将蒸气排出。

(3) 易燃、易挥发的废物严禁倒入废液缸和垃圾桶中,应倒入指定回收瓶内再集中处理。

(4) 金属钠严禁与水接触,废弃金属钠通常可用乙醇销毁。

(5) 实验室不得存放大量易燃、易挥发性物质。

(6) 不得在烘箱内存放、干燥有机物。

1.3.2 灭火常识

一旦不慎发生火灾,应沉着冷静,及时采取正确的措施,控制火势蔓延。首先,立即切断

电源,移走易燃易爆物品;然后,根据易燃物的性质和火势,采取适当方法扑救。

1. 常用灭火器材

(1) 沙箱 将干燥沙子贮于容器中备用,灭火时,将沙子撒在着火处。干沙对扑灭金属起火特别安全有效。平时要经常保持沙箱干燥,切勿将火柴梗、玻璃管、纸屑等杂物随手丢入沙箱中。

(2) 灭火毯 通常用大块石棉布或玻璃纤维布作为灭火毯,灭火时包盖住火焰即可。沙子和灭火毯经常用来扑灭局部小火,必须妥善放置在固定位置,不得随意挪为他用,使用后必须归还原处。

(3) 灭火器 常见灭火器的性能及特点见表 1-2。

表 1-2 常用灭火器的性能及特点

灭火器类型	药液成分	适用范围及特点
二氧化碳灭火器	液态 CO_2	适用于扑灭电器设备、小范围的油类及忌水的化学药品的着火,不能用于扑灭金属着火。
泡沫灭火器	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 NaHCO_3	适用于油类着火,但污染严重,后处理繁琐。
四氯化碳灭火器	液态 CCl_4	适用于扑灭电器设备,小范围的汽油、丙酮等着火。不能用于扑灭活泼金属钾、钠的着火,因 CCl_4 高温下会分解,产生剧毒的光气,甚至爆炸。
干粉灭火器	主要成分是 NaHCO_3 等盐类物质与适量的润滑剂和防潮剂	适用于扑灭油类、可燃性气体、电器设备、精密仪器、图书文件等物品的初期火灾。
酸碱灭火器	H_2SO_4 和 NaHCO_3	适用于扑灭非油类和电器着火的初期火灾。

其中二氧化碳灭火器是化学实验室最常使用、最安全的一种灭火器,其钢瓶内贮有 CO_2 气体。使用时,一手提灭火器,一手握在喷 CO_2 喇叭筒的把手上,打开开关,即有 CO_2 喷出。注意,喇叭筒的温度会随着喷出 CO_2 气压的降低而骤降,故手不能握在喇叭筒上,否则会被严重冻伤。 CO_2 无毒害,使用后干净无污染。泡沫灭火器由 NaHCO_3 与 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液作用产生 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 CO_2 泡沫,灭火时泡沫把燃烧物质包住,使其与空气隔绝而灭火。因泡沫能导电,泡沫灭火器不能用于扑灭电器着火。因为泡沫灭火器灭火后的污染严重,火场清理工作繁琐,故一般非大火时不用。

2. 灭火方法

(1) 对容器内(如烧杯、烧瓶等)发生的局部小火,可用石棉布、表面皿或木块等盖住瓶口,火即可熄灭。

(2) 有机溶剂在桌面或地面上蔓延燃烧时,若火势不大,可用淋湿的抹布或沙子扑灭。

(3) 钠、钾等金属着火时,通常采用干燥的细沙覆盖。严禁用水和 CCl_4 灭火器,否则会导致猛烈的爆炸,也不能用 CO_2 灭火器。

(4) 若衣服着火,用石棉布把着火部位包起来,以灭火焰。化纤织物最好立即脱除。必要时可就地卧倒,或在地上滚动,防止火焰烧向头部,可另外在地上压住着火处,使其熄灭。切勿慌张奔跑,防止风助火势。

(5) 在反应过程中,若因冲料、渗漏、油浴着火等引起反应体系着火时,情况比较危险。有效的扑灭方法是用几层灭火毯包住着火部位,隔绝空气使其熄灭,必要时灭火毯上撒些细沙。

(6) 若火势较大,必须使用灭火器灭火。必须注意:不论使用哪一种灭火器,都是从火的

周围向中心扑灭。大多数场合下水不能用来扑灭有机物的着火。因为水能和一些药品发生剧烈反应,水灭火时会引起更大的火灾甚至爆炸;而且大多数有机溶剂不溶于水并且比水轻,用水灭火时有机溶剂会浮在水上面,反而扩大火势。因此,高分子实验室一般不能用水灭火。

(7) 如火势不易控制,应立即拨打火警电话 119!

1.3.3 爆炸防范及处理

1. 爆炸事故发生的主要原因

(1) 易燃易爆气体如氢气、乙炔等烃类气体、煤气和有机蒸气等大量逸入空气中,或易燃有机溶剂的蒸气压达到某一极限时,遇到明火即发生爆炸。因此,切勿将易燃溶剂倒入废物缸内,更不能敞口容器盛放易燃溶剂。倾倒易燃溶剂应远离火源,并在通风橱内进行。

(2) 某些化合物本身容易发生爆炸,如过氧化物、多硝基化合物等,在受热或被敲击情况下均会发生爆炸。含过氧化物的乙醚在蒸馏时也有爆炸的危险。强氧化剂与一些有机化合物接触,乙醇和浓硝酸混合在一起,会引起剧烈爆炸。金属钠、钾遇水也易爆炸。

(3) 反应过于激烈而失去控制引起爆炸。

(4) 仪器安装不正确或操作错误时,也会引起爆炸。例如,在密闭体系中进行蒸馏、回流等加热操作;在加压或减压实验中使用不耐压的玻璃仪器,气体钢瓶减压阀失灵。

2. 爆炸事故的防范

爆炸的破坏力极大,必须严格加以防范,实验中应该严格遵守以下几点:

(1) 使用易燃易爆物品时,应严格按照操作规程执行,要特别谨慎。例如使用和制备氢气、乙炔等易燃、易爆气体时,必须在通风橱内进行,不得在其附近点火。

(2) 在用玻璃仪器组装实验装置之前,要先检查玻璃仪器是否有破损。

(3) 取出的试剂药品不得随便倒回贮备瓶中,也不能随手倾入废物缸内,应在征求指导教师意见后,再进行处理。

(4) 常压操作时,不能在密闭体系内进行加热或反应,要经常检查实验装置是否被堵塞。如发现堵塞,应停止加热或反应,将堵塞排除后再继续加热或反应。

(5) 反应过于剧烈时,应适当控制加料速度和反应温度,必要时应采取冷却措施。

(6) 在做高压或减压实验时,应使用防护屏或戴防护面罩。

(7) 不得让气体钢瓶在地上滚动,不得撞击钢瓶表头,更不得随意调换表头。搬运钢瓶时应使用钢瓶车。

1.3.4 化学药品中毒的预防措施及处理方法

化学药品的危险性不仅在于易燃易爆,还在于它们具有腐蚀性、刺激性、对人体的毒性,特别是致癌性,使用不慎会导致中毒。应该特别注意的是,在分子实验中,实验者经常接触各种有机或无机化学试剂,而且在实验过程中常伴随着各种气体、蒸气、烟雾、粉尘等的产生,这些物质绝大多数对人体是有害的。因此,预防化学药品中毒非常重要。

1. 中毒预防措施

(1) 必须对实验室内有毒物品强化管理,专人保管,限量发放使用,并妥善处理剩余毒物和残毒物品。盛放化学试剂或化学药品的器皿均应及时贴上标签,注明物质的名称、浓度及配制日期。