



全国高等农林院校“十一五”规划教材

茶叶

生物化学实验教程

TEA 

张正竹 主编

 中国农业出版社

全国高等农林院校“十一五”规划教材

茶叶生物化学实验教程

张正竹 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

茶叶生物化学实验教程 / 张正竹主编. —北京: 中国农业出版社, 2009. 5

全国高等农林院校“十一五”规划教材

ISBN 978-7-109-13781-3

I. 茶… II. 张… III. 茶叶-生物化学-实验-高等学校-教材 IV. TS272

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 048477 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 王芳芳

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 14.5

字数: 255 千字

定价: 22.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 张正竹

副主编 汪小钢

编写人员 (按姓氏笔画排序)

丁阳平 (西南大学)

李大祥 (安徽农业大学)

汪小钢 (安徽农业大学)

张正竹 (安徽农业大学)

黄建安 (湖南农业大学)

屠幼英 (浙江大学)

主 审 宛晓春 (安徽农业大学)

前 言

目前，全国共有 20 多所高等院校开设茶学专业，茶叶生物化学被列为各高校茶学专业培养方案中的一门重要的专业基础课。茶叶生物化学实验教程附属于茶叶生物化学理论课而开设，在全国多数高校至今没有单独设课，所使用的教材也多半是各高校自编的《茶叶生物化学实验指导书》。

在建设茶叶生物化学国家精品课程的过程中，我们对茶叶生物化学课程体系、教学内容、教学方法、教学手段、教学评价等方面都做了认真分析研究，认为有必要将茶叶生物化学实验单独开设课程，而编写《茶叶生物化学实验教程》则是当务之急。从编写大纲到编写内容和形式上，我们认真梳理了传统茶叶生物化学实验课内容，进行了较大幅度的调整和改革，形成了内容先进、适用性强、符合学生实际情况、及时反映本学科领域最新科技成果的教材，对实验课程中的教学内容进行整合与优化，注意与现有国际和国家标准的衔接，取消了一部分简单的单元演示、验证性实验内容，代之以重新设计的综合设计和研究性实验项目，并将这些训练环节有机地串联起来，形成了由浅入深、理论与实践结合、基础教育与专业技能相促进的实验教学体系，从而更好地适应了茶叶生物化学实验教学的需要。

此外，我们还加强了茶叶生物化学实验课的多媒体辅助教学和网络平台的建设。一是建设了茶叶生物化学实验网络课程，学生可以登录校园网自学；二是将基础实验技能训练中涉及的单元操作项目和实验环节制作成 CAI 课件，既可当做教师在教学过程中对学生基础训练的示范，也可为学生课下通过网络预习、复习相关实

验内容提供方便。

我们对原有的专业实验室进行了扩充和有机整合，组建了实验中心。通过开放实验中心，搭建了学生自主实验平台。对学生开放实验中心和实验内容，鼓励学生提前进入毕业设计或论文环节进行科研训练；给有科研兴趣的学生提供必要条件，鼓励学生在教师的指导下申请学校大学生科技创新基金项目，带研究课题进入实验室，为学生创造自主探索和创新动手的环境；支持部分高年级同学参与教师的科研项目。实践证明，开放实验中心可促进实验教学，使学生由被动实验转为主动实验。

以上措施，为茶叶生物化学国家精品课程建设，提供了强有力的支持，这其中包括了《茶叶生物化学实验教程》的编写出版。

本教材绪论、第三章实验一至实验五由张正竹编写，第一章第三节、第二章实验一至实验八由汪小钢编写，第一章第一节和第二节、第四章实验一至实验四由李大祥编写，第四章实验五至实验八由屠幼英编写，第三章实验六至实验十三由黄建安编写，第二章实验九至实验二十二由丁阳平编写。安徽农业大学宛晓春教授审阅了全书。

本教材在编写过程中，得到了中国农业出版社、安徽农业大学、浙江大学、湖南农业大学和西南大学的大力支持，安徽农业大学宛晓春教授自始至终关注这本教材的编写工作，并给予了编写组极大的指导和鼓励。安徽农业大学朱林教授、谷勋刚副教授、蔡荟梅副教授、侯如燕副教授、李叶云副教授、王一君老师对第二章相关实验内容进行了修改和补充，在此一并深表感谢！

由于编者水平有限，疏漏之处在所难免，望广大读者批评、指正。

编者

2008年12月

目 录

前言

绪论	1
一、茶叶生物化学实验课的特点和发展现状	1
二、茶叶生物化学实验课的主要教学内容	2
三、茶叶生物化学实验课的教学方法	3
四、茶叶生物化学实验课的成绩评定	4
五、茶叶生物化学实验课的实验守则	5
第一章 实验基本常识和技能	7
第一节 实验基本常识	7
一、实验室的安全与防护	7
二、实验室用水的规格、制备与检验	12
三、环境保护及废弃物处理	14
四、参考文献	16
第二节 样品的采集和保存	16
一、样品的采集方法	16
二、样品的保存方法	17
三、茶叶样品的采集与保存	19
四、参考文献	22
第三节 实验结果的处理	23
一、测定结果的准确度和精密度	23
二、定量分析中误差产生的原因	24
三、消除或减免误差、提高分析准确度的方法	25
四、有效数字及运算规则	26
五、分析结果的数据处理	27
六、实验结果的数据表达与处理	30
七、参考文献	31

第二章 茶叶化学成分分析	32
实验 2-1 茶叶含水量的测定	32
实验 2-2 茶叶水浸出物含量的测定	33
实验 2-3 茶多酚总量的测定	35
实验 2-4 茶叶中咖啡碱含量的测定	39
实验 2-5 茶叶中游离氨基酸总量的测定	42
实验 2-6 茶叶中可溶性糖总量的测定	44
实验 2-7 茶叶中儿茶素总量的测定——香荚兰素比色法	45
实验 2-8 茶叶中茶多糖含量的测定	47
实验 2-9 茶叶中茶氨酸含量的测定 (HPLC-PDAD 法)	49
实验 2-10 茶叶中粗纤维含量的测定	50
实验 2-11 红茶中茶黄素、茶红素、茶褐素含量的测定	52
实验 2-12 茶叶中多酚氧化酶活性的测定	57
实验 2-13 茶叶中咖啡碱合成酶活性的测定	59
实验 2-14 茶叶中维生素 C 含量的测定	60
实验 2-15 高效液相色谱法分析茶叶中儿茶素组分	62
实验 2-16 气相色谱法分析茶叶中的拟除虫菊酯类农药残留量	66
实验 2-17 茶叶中铅含量的测定	70
实验 2-18 茶叶中氟含量的测定	75
实验 2-19 茶叶中硒含量的测定	77
实验 2-20 茶叶中菌落总数的测定	79
实验 2-21 茶叶中大肠菌群的检验	82
实验 2-22 茶叶中霉菌和酵母计数测定	87
第三章 茶叶生产中的生物化学	91
实验 3-1 绿茶加工过程中叶绿素的变化	91
实验 3-2 红茶萎凋过程中蛋白质含量的变化	95
实验 3-3 红茶发酵过程中多酚类物质的变化及其对红茶 品质的影响	99
实验 3-4 乌龙茶摇青过程中多糖和可溶性糖含量的变化	103
实验 3-5 红茶、绿茶和乌龙茶芳香醇和萜烯醇含量的比较	106
实验 3-6 黑茶渥堆过程中咖啡碱含量的变化	116
实验 3-7 闷黄工艺对黄茶滋味的影响	118

实验 3-8	白茶加工过程中主要呈味物质的变化	121
实验 3-9	红茶加工过程中多酚氧化酶活性分析	123
实验 3-10	乌龙茶加工过程中过氧化物酶活性分析	125
实验 3-11	红茶加工过程中过氧化氢酶活性分析	128
实验 3-12	不同品种茶树叶片中苯丙氨酸解氨酶活性的比较	131
实验 3-13	萎凋过程中果胶酶活性分析	135
第四章	茶叶生物活性成分的分离制备	138
实验 4-1	茶多酚的分离制备	138
实验 4-2	茶黄素的分离制备	148
实验 4-3	咖啡碱的分离制备	163
实验 4-4	儿茶素单体的分离制备	170
实验 4-5	茶多糖的分离制备	185
实验 4-6	茶皂素的分离制备	195
实验 4-7	茶氨酸的分离制备	204
实验 4-8	茶叶挥发物的分离制备	213

绪 论

一、茶叶生物化学实验课的特点和发展现状

茶叶生物化学是茶学专业培养方案中的一门重要的专业基础课，是植物化学、生物化学、食品化学渗透到制茶学、茶树栽培育种学、茶叶审评与检验、茶叶深加工及综合利用等领域后，形成的一门交叉课程，是提供茶叶生产、加工、综合利用、贸易等有关化学及生物化学的理论依据。对于从事茶叶科学技术的专业人员，不仅要具备茶叶生物化学的基础知识，还要掌握基本的实验操作技能；在此基础上，形成分析解决实际问题的素质和开展茶叶科技创新的能力。因此，在全国各涉茶高校，均开设了茶叶生物化学实验课，作为对茶叶生物化学基础理论的巩固与提高。过去，茶叶生物化学课程主要以课堂讲授基础理论知识为主，配以部分实验，课程成绩也主要以基础理论考试为主，实验课往往无考试成绩或仅占很小的比重，其结果导致学生偏重理论，忽视实验，学生的实验技能普遍不高，这种状况使学生不能较好地掌握实验理论和实验技术，难以适应茶产业发展的需要，更不能独立设计实验去探知未知世界。在茶叶生物化学国家精品课程建设项目的实施过程中，我们在茶叶生物化学这门课程的教学改革中，对课程体系、教学内容、教学方法、教学手段、教学评价等方面都做了大量探索性工作。

为强化实验教学，加强学生实践动手能力，茶叶生物化学实验课独立开设，占1.5学分（30学时），作为茶学专业的一门必修课程，并制定了实验课成绩考核方法。

全国高校统编教材《茶叶生物化学》自1980年2月由中国农业出版社出版以来，已经修订出版到第三版，然而迄今为止，全国尚没有统一编写出版的茶叶生物化学配套实验教材。1997年5月，由黄意欢教授主编、中国农业出版社出版的《茶学实验技术》填补了我国茶学专业实验教材的空白。该教材覆盖了茶树栽培、茶树育种技术、茶树病虫害、茶叶生物化学、茶叶加工、茶叶审评、茶叶检验7门课程，共142个实验教学内容，这部教材的出版和使用为规范我国茶学专业实验教学发挥了极为重要的作用。由于篇幅所限，这部教材

主要介绍了茶叶中主要内含物组分的分析测定技术，随着科学技术的不断进步，书中介绍的部分仪器设备已经更新换代，传统的分析检测方法正逐步被新方法替代，茶叶行业的快速发展又向茶学专业科技人员提出了新的、更高的要求。因此，编写一本适应当前茶学专业教育发展需求的《茶叶生物化学实验教程》非常必要。

二、茶叶生物化学实验课的主要教学内容

实验教学是高等农业院校的一个重要环节，是提高学生综合素质的最基本途径之一。然而传统的实验教学常常是教师从实验目的、原理、仪器的使用到实验的操作“一包到底”，学生只需“按方抓药、照葫芦画瓢”即可，这样学生缺乏积极性和主动性，造成了“实验前不预习，实验时不明白，实验后没印象”的恶性循环。《茶叶生物化学实验教程》就是为了培养茶学专业学生茶叶生物化学动手能力和创新意识而编写的一本实验教材，在本教材的内容安排中，我们注意拓展了传统实验教学内容，增加实验理论课教学。对传统实验教学内容进行了重新调整和更新，减少了单一性、验证性和演示性实验，增加了综合性、设计性和操作性实验。加强了实验的综合性 and 系统性，安排了茶叶中特征生物活性物质提取、制备方法实验。在一个具体实验项目中，贯穿多种实验手段，在使学生会某一测定方法的同时，也掌握了其他的多种实验方法，并不断更新实验项目，使实验手段与方法达到较先进水平。同时充分利用多媒体教学、电化教学的优势将现有条件难以完成的最新实验手段演示给学生，使学生通过观摩实验了解现代生化发展手段。科学理论的产生是经过严格的实验证实的，而实验手段的突破又往往带动了基础理论的发展。为了让学生完整地了解茶叶生物化学研究的实验手段，我们设置了4~6学时实验理论课，使学生能够了解生化实验技术发展过程及现状。掌握常用实验手段的基本原理和方法、数据统计原理等。通过实验理论课的学习，使学生对茶叶生物化学实验有了较为系统的了解，对实验课产生学习兴趣。

《茶叶生物化学实验教程》的主要教学内容包括：实验室基本常识和操作的训练、茶叶中基本化学成分的分析方法学习、生产中茶叶生物化学问题的分析解决、当前茶叶生物化学热点发展领域——特征成分分离制备方法的了解4个部分，共54个实验教学内容。从教学层次上按照基本技能训练、基础验证性实验、综合设计性实验和研究创新性实验4个层次设计。其中基本技能训练以自学和课堂演示为主要教学形式，力争在较短的学时内完成；以基础验证性实验教学为重点；根据各个学校的实验条件和特点选择开设部分综合设计性实验和研究创新性实验。

三、茶叶生物化学实验课的教学方法

根据茶学专业学生培养目标,毕业生应具备从事茶业及相关行业生产和科技活动的的能力,茶叶生物化学的基础知识和动手能力的培育形成是其中重要内容。全国各涉茶高校均制定了茶叶生物化学课程的实验教学大纲,明确了理论课程和实验教学的分工和衔接。茶叶生物化学实验教学计划基本能够对学生在校期间的该课程的实践教学进行规划设计,制定了分层次、分阶段实验能力的培养目标,实现对学生实验理论、实验技能的系统训练与培养。

以30个实验教学课时为例,茶叶生物化学实验课程可考虑安排6个学时,介绍实验室基本常识和操作技能训练;安排14个学时完成茶叶中基本化学成分的分析方法学习;再根据各个学校的实验条件和特点,安排10学时,选择开设部分综合设计性实验和研究创新性实验内容。拟定实验教学内容和实验项目以后,就要严格按照实验大纲和教学管理规程的要求组织实验教学,注意在实验过程中培养学生独立分析与处理问题的能力,树立严谨的科学态度和良好的实验作风。加强实验教学考核,认真批改实验报告,这是检查实验教学质量是否达标的重要措施。

提高实验教学质量很大程度上依赖于改革教学方法,发展学生的综合能力。过去实验前先把实验程序、要求、结果讲一遍,再让学生“照葫芦画瓢”操作,显然达不到目的,改变这种状况要注意抓好以下三个环节:

1. 写出预习报告和设计方案 根据实验教学的特点,要求学生先做课前预习,初步了解实验目的和原理、仪器设备的使用、操作方法和实验步骤等问题,这对提高实验效果十分必要,作为一项制度,凡没有做预习报告者,一律不准参加实验。预习报告不能流于形式,教师通过课堂提问加以检查、督促。一般预习做得好的,听课时注意力集中,针对性强,做实验时手快,思路清晰。克服了实验的盲目性,因此可收到事半功倍的效果。有些实验在实验前,教师仅使学生知道实验项目,让学生自己查资料找到各种实验方法,然后比较各种方法的优缺点,再分别设计出实验方案。如茶叶中咖啡碱含量的测定,学生通过查询资料,找到多种实验方法,通过比较几种方法的特点,拓宽了学生的知识面,使学生的学习由被动变主动。

2. 组织学生论证实验方案,强化操作技能,提高学生的动手能力 在实验课时先讨论实验方案,教师抽查几个学生的设计情况,然后大家充分论证,根据实验目的选择其中一种测定方法,确定实验方案,进行实验。这样就能最大限度地激发学生的积极性,拓宽了学生的思路。提高学生的实验操作技能是开设茶叶生物化学实验课程的主要目的,在实验理论课中对常规生化仪器进行

了集中演示，对实验中的一些常见错误进行了剖析；实验操作过程中加强巡视，要求学生规范操作，并给学生足够的操作机会，实验器材准备充足，两三人一组；针对学生在实验中出现的错误，采用提示和质疑的方法，让学生自己找出并纠正错误，再针对错误进行强化训练，通过这种方式使学生对错误操作认识深刻，记忆牢固，很快地提高了学生的操作水平和基本技能，而且也培养了学生的思维能力。

3. 写好实验报告 实验报告是对整个实验的总结，要求学生在实验方法的选择、实验原理、操作步骤、实验现象和实验数据处理等环节都要具有科学性和真实性，要求报告上附有实验原始数据并经任课教师签字，同时对实验中的异常现象、实验体会及设计方案的改进加以讨论，回答实验思考题，这样才能全面提高学生发现问题、分析问题和解决问题的能力。

认真抓好实验室的管理工作，这是保证实验教学正常运转和实验教学质量稳步提高的基本条件。实验室管理过程的质量控制我们应侧重于健全与完善实验室的管理制度，对实验室的建设及实验器材供应和维护制定出工作规范，做到管理工作制度化、程序化，不断提高管理水平，更好地为提高实验教学质量服务。条件成熟时，专业实验室要对学生开放，要组织学生申请大学生科技创新基金，鼓励学生在教师的指导下开展科学研究，参与教师的科研项目。

四、茶叶生物化学实验课的成绩评定

近些年，虽然教师在实验课的教学上做了许多有益的探索，但由于受课程设置的限制，实验课的考核常常附属于理论课，即便是一些课程单独设课，考核的方式也常常是考察制，学生的成绩只有“合格”与“不合格”。这种考核方法和检查方式粗放，无法调动和发挥学生学习的积极性，也不利于学生动手能力和创新精神的培养。

改革传统的实验课考核模式，创建适宜学生发展的实验教学和成绩考核新模式，是新的历史条件下茶学高等教育的必然要求。我们在长期的茶叶生物化学实验教学中，建立了一套多元成绩考核评定方法，课程总成绩由上课出勤情况、实验课堂成绩、预习报告及实验报告成绩三部分组成，综合考查实验教学的几个主要环节，从实验课出勤情况，到预习报告撰写质量、实验前准备是否充分，再到实验中的规范操作和实验现象的观察与记录、课堂回答问题情况、操作技能、实验报告质量，乃至实验后仪器和环境卫生的整理和严谨认真的实验态度等，制定茶叶生物化学实验课成绩的量化考核指标。

提高学生对实验课的认识是搞好实验教学的保证。在组织实验教学中，我们发现相当一部分学生存在着不同程度的重理论、轻实验，重书本知识、轻动

手能力的倾向。因此,我们认为首要任务是要使学生转变对实验课的认识,能积极主动地参加到实验课中来。向学生明确提出实验前、实验过程中、实验后的具体要求,公布考核细则和量化标准。

实验前要预习:①了解实验目的、原理,复习相关理论;②明确实验的主要操作步骤和方法;③了解注意事项,撰写预习报告,有时在预习报告的基础上进行适当提问,目的是检查学生是否通过独立思考与分析,已初步掌握了实验的目的及相关理论知识。

实验中要动手:①规范操作、细心观察,对每次实验中的关键步骤,根据学生掌握的是否规范、正确、熟练进行成绩评定;②考查实验记录情况,看各种现象及数据的记录是否及时、真实,目的在于使学生养成实事求是的科学态度;③深入思考,书写实验报告,考核报告撰写是否规范,即实验目的、实验原理、实验器材、操作过程、实验结果、实验分析等项目是否齐全,是否有独到新颖之处;实验分析中是否体现创新思维。

实验后要整理:考查学生实验仪器是否清洗干净,清洗方法是否正确,有无损坏;仪器试剂是否按规定摆放;实验室卫生是否打扫干净等,目的在于培养学生养成良好的实验习惯。对实验中的每一个项目进行考查,目的是让学生知道自身的不足之处,明确努力方向,逐渐提高实验能力。

五、茶叶生物化学实验课的实验守则

(一) 教师实验守则

1. 认真备课,课前做预试验,上课认真讲解和指导。
2. 讲授简明扼要,突出重点,示教规范准确,指导应耐心细致。
3. 坚守岗位,巡回指导,不得随意离开实验室。
4. 对实验现象应实事求是,客观分析,不得无据解释,以免误导学生。
5. 严格从教,教书育人,为人师表,爱岗爱生。
6. 认真填写工作记录,并认真做好实验仪器设备及其他物品的交接工作。
7. 认真及时批改实验报告,明确指出实验报告中的问题,每次实验课时应总结上次实验结果。
8. 主动帮助实验室管理人员做好实验室管理工作。安排实验课学生做好值日。

(二) 学生实验守则

1. 学生进入实验室前,必须阅读实验教材,做好实验预习,查找并整理

好有关数据，然后才能进行实验。

2. 必须按时上课，不得迟到和无故缺席。实验前，应检查仪器设备，严格遵守实验操作规程，节约用水、电、药品、试剂等。不准随地吐痰和乱丢纸屑，衣着整洁，衣冠得体，实验室内不得打闹、喧哗，不准擅自动用与本实验无关的仪器设备。

3. 实验中，要认真如实地记录各种实验数据和现象，不得伪造和抄袭他人的实验记录。

4. 实验时要注意安全，发生事故应立即切断电源、气源，并及时向指导教师如实报告。

5. 实验结束后，应将仪器设备整理归位，指定值日学生打扫卫生。

6. 实验后要认真填写实验报告，包括实验原理、步骤、结果数据处理，回答实验思考题等。

第一章 实验基本常识和技能

第一节 实验基本常识

一、实验室的安全与防护

实验室集中了大量的仪器设备、化学药品、易燃易爆物质、腐蚀及有毒物质，经常使用大量的易碎玻璃和瓷质器皿。有些实验还常使用氢气、氧气等压缩气体，有些实验使用液氮等超低温液体，有些实验需要在高温、高压或强磁、微波、辐射等特殊条件下进行，在这些实验环境下，操作稍有不慎就有可能引起火灾、爆炸、触电、中毒、灼伤、放射性伤害、污染环境等，造成人身伤害或财产损失等事故。因此，必须高度重视实验室安全工作，牢固树立安全第一的思想，切忌麻痹大意，要做到安全用电，树立“防火、防爆、防水、防中毒和防灼伤”的安全意识，以有效避免事故发生，保护人身和实验室安全，确保实验的顺利进行。

(一) 实验室安全须知

1. 进入实验室，必须按规定穿戴必要的工作服。需将长发及松散衣服妥善固定，禁止穿凉鞋或者脚部暴露的鞋子进行实验操作，以避免滑倒或溶液溅伤；同时，在实验室中禁止穿带铁掌的皮鞋，以免摩擦起电产生火花。

2. 禁止在实验室区域内食宿、吸烟、喝饮料、嚼口香糖、清洗隐形眼镜和化妆等行为，禁止使用实验设备（如实验用微波炉等）做饭吃和烧开水喝；不允许在工作区存放食物和日常生活用品，食物应存放在工作区域以外专用冰箱或橱柜中；实验完毕须洗净双手。

3. 进入实验室开始工作前，应了解水阀、电分闸及总闸和（煤）气阀开关所在位置。离开实验室时，一定要将室内仔细检查一遍，将水、电、（煤）气的开关关闭，门窗锁好，同时严禁将实验仪器和药品带出实验室。

4. 使用电器设备（如烘箱、恒温水浴、离心机、电炉等）时，严防触电；绝不可用湿手或在眼睛旁视时开关电闸和电器开关；检查电器设备是否漏电应

用试电笔或手背触及仪器表面；凡是漏电的仪器，一律不能使用。

5. 使用浓酸、浓碱，必须极为小心地操作，防止溅失。用吸管量取这些试剂时，必须使用橡皮球或机械装置移液，严禁用口吸取。若不慎将浓酸（碱）溅在实验台或地面时，必须及时用湿抹布擦洗干净。如果触及皮肤，应立即治疗。

6. 使用可燃物，特别是易燃物（丙酮、乙醚、乙醇、苯、金属钠等）时，应特别小心。不要大量放在桌上，更不应放在靠近火焰处。只有远离火焰时，或将火焰熄灭后，才可大量取用这类液体。低沸点的有机溶剂严禁在火焰上直接加热，只能在水浴上利用回流冷凝管加热或蒸馏。

7. 取用易燃易爆物质时，应轻拿轻放，不得摔碰、冲击和强烈震动。如果不慎泼溅出了相当量的易燃液体，则应按如下法处理：

①立即关闭室内所有的火源和电加热器。

②关门，开启小窗及窗户，或打开排气扇。

③用毛巾或抹布擦拭泼溅出的液体，并将液体拧到具塞的废液瓶中。

8. 使用电炉时，必须底垫石棉网，全程有专人看管，不准离人，以防火灾；加热试管时一定不能集中加热，试管口不得对准人，严防液体过热而冲溅；所有的有机溶剂严禁明火直接加热，宜采用水浴加热；用油浴操作时，应小心加热，随时用金属温度计测量，不要使油的温度超过其燃烧温度；电热套禁止用于直接敞口加热含易燃易挥发性的液体。

9. 使用易燃易爆物质时，应熟悉其特性及有关知识，严格遵守规程，易燃溶剂应保持最低用量；易燃和易爆物质的残渣（如金属钠、白磷、火柴头）或残液不得倒入污桶或水槽中，不可混合储存，应收集在指定的容器内，容器标签必须标明废物种类、储存时间，定期处理。

10. 使用压缩气体钢瓶时，必须装上合适的控制阀和压力调节器。不同的气压表一般不能混用；气瓶内气体不能完全用完，必须留有剩余压力，以防倒灌；气瓶应存放在阴凉、干燥、远离热源的地方，位置牢固，以免碰撞摔倒；易燃气体气瓶与明火最低距离不得小于 5m，氢气瓶最好隔离存放；氧气瓶严禁油污，注意手、扳手或衣服上的油污；开启气门时应站在气压表的一侧，不准将头部或身体部位对准气瓶总阀，以防阀门或气压表冲出伤人。

11. 避免独自一人在实验室做危险实验，特别是危险性强的化学合成实验。在做危险性实验时必须经实验室主任或相关老师批准，有两人以上在场方可进行，节假日和夜间严禁做危险性实验，以防意外事故发生。

12. 开启存有挥发性药品的瓶塞和安瓿时，必须注意瓶内所盛物品的性质，充分冷却，然后开启（开启安瓿时需要用布包裹）；开启时瓶口须指向无