



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

全国高等医药院校药学类实验双语教材

QUANGUO GAODENG YIYAO YUANXIAO YAOXUELEI

SHIYAN SHUANGYU JIAOCAI

# 电工电子学实验与指导

〔主编 张琪〕

EXPERIMENT AND  
GUIDE FOR  
ELECTRICAL ENGINEERING  
AND ELECTRONICS

1-33

21

579497



中国医药科技出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

普通高等教育“十二五”规划教材  
教育部高等学校工程教育类教学指导委员会推荐教材

# 电工电子学实验与指导

主编 王 勇

Engineering and Electronics  
Experimental Guidance

Experimental Guidance  
of Engineering and Electronics

中国电力出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
全国高等医药院校药理学类实验双语教材

# 电工电子学实验与指导

Experiment and Guide for Electrical Engineering and Electronics

主 编 张 琪  
编 者 (以姓氏笔画为序)  
张 利 张爱平  
张 琪 钟 宁

中国医药科技出版社

## 内 容 提 要

本教材是全国高等医药院校药理学类实验双语教材之一。全书采用中英文对照形式,根据电工技术课程及电子技术课程教学基本要求并结合现有的实验设备条件编写。本书包括 15 个实验,涉及电路、电机及控制、模拟电子技术等部分。除了基本实验外,还增加了设计性实验的比重。书中通过明确预习要求、实验报告要求等手段注重了能力的培养,适应现代化的教学要求。

本书可供高等院校药理学、化学类专业工科学生使用,也可以作为电类专业教学及电子工程技术人员的参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

电工电子学实验与指导:汉英对照/张琪主编. —北京:  
中国医药科技出版社, 2007.5

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 全国高等医药院校药理学类实验双语教材

ISBN 978 - 7 - 5067 - 3642 - 8

I. 电… II. 张… III. ①电工技术—实验—双语教学—  
高等学校—教材—汉、英②电子技术—实验—双语教学—  
高等学校—教材—汉、英 IV. TM - 33 TN - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 075928 号

美术编辑 陈君杞

责任校对 张学军

版式设计 郭小平

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲 22 号

邮编 100082

电话 010 - 62244206

网址 [www.cspyp.cn](http://www.cspyp.cn) [www.mpsky.com.cn](http://www.mpsky.com.cn)

规格 787 × 1092mm  $\frac{1}{16}$

印张 11  $\frac{1}{4}$

字数 254 千字

印数 1—3000

版次 2007 年 5 月第 1 版

印次 2007 年 5 月第 1 次印刷

印刷 北京市后沙峪印刷厂

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978 - 7 - 5067 - 3642 - 8

定价 20.00 元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

# 全国高等医药院校药学类规划教材编委会

- 名誉主任委员 吴阶平 蒋正华 卢嘉锡  
名誉副主任委员 邵明立 林蕙青  
主任委员 吴晓明 (中国药科大学)  
副主任委员 吴春福 (沈阳药科大学)  
王温正 (中国医药科技出版社)  
黄泰康 (国家食品药品监督管理局)  
彭师奇 (首都医科大学药学院)  
叶德泳 (复旦大学药学院)  
张志荣 (四川大学华西药学院)
- 秘书长 姚文兵 (中国药科大学)  
朱家勇 (广东药学院)
- 委员 (按姓氏笔画排列)  
丁安伟 (南京中医药大学中药学院)  
丁红 (山西医科大学药学院)  
刁国旺 (扬州大学化学化工学院)  
马毅 (山东轻工业学院化学工程系)  
元英进 (天津大学化工学院)  
王广基 (中国药科大学)  
王月欣 (河北工业大学制药工程系)  
王地 (首都医科大学中医药学院)  
王存文 (武汉工程大学)  
王志坚 (西南师范大学生命科学学院)  
王岳峰 (西南交通大学药学院)  
王玮 (河南大学药学院)  
王恩思 (吉林大学药学院)  
王康才 (南京农业大学园艺学院)  
韦玉先 (桂林医学院药学院)  
冯怡 (上海中医药大学中药学院)  
史录文 (北京大学医学部)  
叶永忠 (河南农业大学农学院)  
白钢 (南开大学生命科学学院)

乔延江 (北京中医药大学中药学院)  
乔海灵 (郑州大学药学院)  
全 易 (江苏工业学院化学工程系)  
刘 文 (南开大学医学院)  
刘巨源 (新乡医学院药理学系)  
刘永琼 (武汉工程大学)  
刘红宁 (江西中医学院)  
刘 羽 (武汉工程大学)  
刘克辛 (大连医科大学药学院)  
刘利萍 (浙江绍兴文理学院化学系)  
刘志华 (湖南怀化医学高等专科学校药理学系)  
刘明生 (海南医学院药理学系)  
刘杰书 (湖北民族学院医学院)  
刘 珂 (山东省天然药物工程技术研究中心)  
刘俊义 (北京大学药学院)  
匡海学 (黑龙江中医药大学)  
印晓星 (徐州医学院药理学系)  
吉 民 (东南大学化学化工系)  
孙秀云 (吉林化学学院制药与应用化学系)  
曲有乐 (佳木斯大学药学院)  
朱大岭 (哈尔滨医科大学药学院)  
朱景申 (华中科技大学同济药学院)  
朴虎日 (延边大学药学院)  
毕开顺 (沈阳药科大学)  
纪丽莲 (淮阴工学院生物工程与化学工程系)  
齐香君 (陕西科技大学生命科学与工程学院)  
吴 勇 (四川大学华西药学院)  
吴继洲 (华中科技大学同济药学院)  
吴基良 (咸宁学院)  
吴清和 (广州中医药大学中药学院)  
吴满平 (复旦大学药学院)  
吴 翠 (徐州师范大学化学系)  
张大方 (长春中医学院药学院)

张丹参 (河北北方学院基础医学部)  
张树杰 (安徽技术师范学院动物科学系)  
张振中 (郑州大学药学院)  
张晓丹 (哈尔滨商业大学药学院)  
张崇禧 (吉林农业大学中药材学院)  
李元建 (中南大学药学院)  
李永吉 (黑龙江中医药大学药学院)  
李青山 (山西医科大学药学院)  
李春来 (莆田学院药学系)  
李勤耕 (重庆医科大学药学系)  
杨世民 (西安交通大学药学院)  
杨宝峰 (哈尔滨医科大学)  
杨得坡 (中山大学药学院)  
沈永嘉 (华东理工大学化学与制药学院)  
肖顺汉 (泸州医学院药学院)  
辛 宁 (广西中医学院药学院)  
邱祖民 (南昌大学化学工程系)  
陈建伟 (南京中医药大学中药学院)  
周孝瑞 (浙江科技学院生化系)  
林 宁 (湖北中医学院药学院)  
林 强 (北京联合大学生物化学工程学院)  
欧珠罗布 (西藏大学医学院)  
罗向红 (沈阳药科大学)  
罗焕敏 (暨南大学药学院)  
郁建平 (贵州大学化生学院)  
郑国华 (湖北中医学院药学院)  
郑蔡阳 (徐州医学院药学系)  
姚日生 (合肥工业大学化工学院)  
姜远英 (第二军医大学药学院)  
娄红祥 (山东大学药学院)  
娄建石 (天津医科大学药学院)  
胡永洲 (浙江大学药学院)  
胡 刚 (南京医科大学药学院)

胡先明 (武汉大学药学院)  
倪京满 (兰州医学院药学院)  
唐春光 (锦州医学院药学院)  
徐文方 (山东大学药学院)  
徐晓媛 (中国药科大学)  
柴逸峰 (第二军医大学药学院)  
殷 明 (上海交通大学药学院)  
涂自良 (郟阳医学院药系)  
秦雪梅 (山西大学化学化工学院药学系)  
贾天柱 (辽宁中医学院药学院)  
郭华春 (云南农业大学农学与生物技术学院)  
郭 姣 (广东药学院)  
钱子刚 (云南中医学院中药学院)  
高允生 (泰山医学院药学院)  
崔炯谟 (延边大学医学院)  
曹德英 (河北医科大学药学院)  
梁 仁 (广东药学院)  
傅 强 (西安交通大学药学院)  
曾 苏 (浙江大学药学院)  
程牛亮 (山西医科大学)  
董小萍 (成都中医药大学药学院)  
虞心红 (华东理工大学化学与制药工程学院制  
药工程系)  
裴妙荣 (山西中医学院中药系)  
谭桂山 (中南大学药学院)  
潘建春 (温州医学院药学院)  
魏运洋 (南京理工大学化工学院)

## 全国高等医药院校药学类规划教材编写办公室

主 任 姚文兵 (中国药科大学)  
副 任 罗向红 (沈阳药科大学)  
主 任 郭 姣 (广东药学院)  
王应泉 (中国医药科技出版社)



# 编写说明

经教育部和全国高等医学教育学会批准，全国高等医学教育学会药学教育研究会于2004年4月正式成立，全国高等医药院校药学类规划教材编委会归属于药学教育研究会。为适应我国高等医药教育的改革和发展、满足市场竞争和医药管理体制对药学教育的要求，教材编委会组织编写了“全国高等医药院校药学类规划教材”。

本系列教材是在充分向各医药院校调研、总结归纳当前药学教育迫切需要补充一些教学内容的基础上提出编写宗旨的。本系列教材的编写宗旨是：药学特色鲜明、具有前瞻性、能体现现代医药科技水平的高质量的药学教材。也希望通过教材的编写帮助各院校培养和推出一批优秀的中青年业务骨干，促进药学院校之间的校际间的业务交流。

参加本系列教材的编写单位有：中国药科大学、沈阳药科大学、北京大学药学院、广东药学院、四川大学华西药学院、山西医科大学、华中科技大学同济药学院、复旦大学药学院、西安交通大学药学院、山东大学药学院、浙江大学药学院、北京中医药大学等几十所药学院校。

教材的编写尚存在一些不足，请各院校师生提出指正。

全国高等医药院校药学类  
规划教材编写办公室  
2004年4月16日

# 序

实验教学是高等药学院校最基本的教学形式之一，对培养学生科学的思维与方法、创新意识与能力，全面推进素质教育有着重要的作用。飞速发展的科学技术，已成为主导社会进步的重要因素。高等药学院校必须不断更新教学内容，以学科发展的前沿知识充实实验课程内容。

近年来，中国药科大学坚持以研究促教改，通过承担教育部“世行贷款——21世纪初高等教育教学改革项目”及立项校内教改课题等多种方式，调动了广大教师投身教学改革的积极性，将转变教师的教育思想观念与教学内容、教学方法的改革紧密结合起来，取得了实效。此次推出的国家“十一五”规划教材——药学专业双语实验教学系列，是广大教师长期钻研实验课程教学体系，改革教学内容，实现教育创新的重要成果。他们站在21世纪教育、科技和社会发展趋势的高度，对药学专业实验课程的教学内容进行了“精选”、“整合”和“创新”，强调对学生的动手能力、创新思维、科学素养等综合素质的全面培养。这套教材具有以下的特点：

1. 教材将各学科的实验内容进行了广泛的“精选”，既体现了高等药学教育“面向世界、面向未来、面向现代化”，也考虑到我国药学教育的现状与实际；既体现了各门实验课程自身的独立性、系统性和科学性，又充分考虑到各门实验课程之间的联系与衔接，有助于学生在教学大纲规定的实验教学学时内掌握基本操作技术，提高动手能力，养成严谨、求实、创新的科学态度。

2. 教材中新增的综合性、设计性实验有利于学生全面了解和综合掌握本门实验课程的教学内容。这一举措既满足了学生个性发展的需要，更注重培养学生分析问题、解决问题的能力 and 创新意识。

3. 教材中适当安排一些反映药学科发展前沿的实验，有利于学生在掌握实验基本技术的同时，对药学科的新进展、新技术有所了解，激发他们学习药学知识与相关学科的兴趣。

4. 教材以实践教学为突破口，采用双语体系编写，为实验课程改革构建数字化、信息化和外语教学的平台，有利于提高学生的科技英语水平。通过我校多年的药学科系列实验课程双语教学实践，证明学生完全能够接受此套教材的教学。

国家十一五规划教材——药学专业双语实验教学系列教材的陆续出版，必将对推动我国高等药学教育的健康发展，产生积极而深远的影响。由于采用双语体系编写药学教学实验丛书尚属首次，缺乏经验，在内容选择及编写方法上的不妥之处，在所难免。欢迎从事药学教育的同行们批评赐教。

吴峻明

(中国药科大学校长、博士、教授、博士生导师)

# Preface

Experimental teaching is one of the most fundamental teaching means in pharmaceutical colleges, playing an important role in training scientific thoughts and methods, creative consciousness and ability of the students as well as in promoting quality-oriented education in all-round way. Fast-advancing science and technology has come to be an important factor in dominating social progress. Teaching materials must be updated continually in pharmaceutical colleges, especially enriching the materials of experimental courses with the most advanced knowledge in the subject.

In recent years, China Pharmaceutical University have been stressing the promotion of teaching reform on the basis of research, succeeding in stimulating teachers' enthusiasm for teaching reform by various means such as undertaking the project of teaching reform in higher education at the beginning of 21st century sponsored financially by World Bank and entrusted by the Ministry of Education as well as approving and ratifying internal programs on teaching reform. Meanwhile, it yields fruits to integrate the transforming of teachers' educational ideology into the reform of teaching materials and methods. This series of textbook of national "11th five" planning-bilingual pharmaceutical experimental teaching series, is an important achievement made through studying teaching system of experimental courses for long, reforming teaching materials and carrying out educational innovation of all the teachers concerned.

Meeting the new demands for education, science and technology and social growth, they select, integrate and innovate the teaching materials of pharmaceutical experimental courses, stressing the overall cultivation of comprehensive qualities, including experimental ability, creative thought and scientific attainments. This set of textbook possesses the following features:

1. These textbooks make an extensive "selection" of the experimental materials of each subject, reflecting the goal of facing the world, facing the future and facing the modernization in higher pharmaceutical education, and taking into account the status quota and reality of our pharmaceutical education; meanwhile embodying the individuality, systematicness and scientificness of each experimental courses, which helps the students to grasp basic techniques of operation within the class hours of experimental teaching pre-

scribed by teaching syllabus and to improve their experimental ability and finally to cultivate a scientific approach of precision, practicality and creation.

2. The comprehensive designing experiments newly supplemented in the textbooks help the students to learn totally and grasp comprehensively the teaching materials of the experimental courses, which not only meets the students' needs for individual development but also trains their ability to analyze and solve problems and cultivates their creative consciousness.

3. Some experiments representing the latest development in pharmacy are properly included in the textbooks, which helps the students to learn about new advance and technology in pharmacy and to further arouse their interests in studying pharmacy and relevant subjects while grasping some basic techniques of experiment.

4. The textbooks take experimental teaching as starting point and are compiled in a system of bilingualism and aim to set up a platform of digitalization, information and foreign language teaching for the purpose of reforming experimental courses, which serves to enhance the students' level of technological English. It has been proved that the students have no difficulty being adapted to the teaching of this set of textbook through many years of bilingual teaching practice carried out in a series of pharmaceutical experimental courses of our university.

The successive publishing of the series of textbooks used for bilingual pharmaceutical experimental teaching-the national "11th-five" planning textbooks, will surely produce good and far-reaching influence in promoting the sound development of higher pharmaceutical education of our country. Since it is the first time that we have compiled this series of textbook of pharmaceutical teaching experiment in a bilingual system, we lack experience and thus some defects in choice of materials and way of compilation are inevitable. Experts engaged in pharmaceutical education are welcome to give any criticisms and advice.

**Wu Xiaoming**

Ph. D, prof., and supervisor of doctoral candidates  
President of China Pharmaceutical University

# 前 言

电工电子学是一门非常注重实验的课程。自 20 世纪 80 年代初起中国药科大学就开始了本课程的教学实践，至今已经有近 30 年的历史。本课程作为药学类工科课程建设的一个重要部分，期间一直受到学校教务部门和有关院系的重视，也凝聚了许多老师的辛勤劳动。值得注意的是，这些年以来本课程理论内容和实验手段的持续不断更新，以及本课程的教学环境、教学对象、后续课程的要求改变等，构成了本课程的教学特点：课程的逻辑体系和知识体系需要并重，而且要简明扼要，或者说要注重教学效率。

本实验教材所涉及的实验平台、实验器材和实验电路都是经过精心选择和反复实践过的，也是药学、化学、生命科学类专业工科大学生必须掌握的基本知识和基本技能。因此编写者认为本书对学生及实验指导老师都具有实际的应用价值。本书所有内容采用中英文对照形式进行编写。从中国药科大学双语实验教学的实践看来这样的举动对学生是有益的和可行的。

参加本书编写的有张琪、张爱平、张利、钟宁。本书的英文编写工作受到了陈曙老师的帮助和指导。编者非常感谢多年来众多的学生在使用本书过程中所提出的宝贵意见和建议。编者特别需要感谢的还有顾文照教授、方醉敏教授、李剑鸣教授，他们一直进行着电工电子学课程的教学工作，直至前几年退休后还非常关心电工电子学实验室和实验教材建设。对中国医药科技出版社的编辑和中国药科大学教材科多年来提供的服务和帮助也表示感谢。

恳请读者对本书的错误和不妥之处提出批评指正。

张 琪

2007 年 3 月

# PREFACE

Electrical engineering and electronics is a practical course of which experiment takes an important role. From the early 1980's on, China Pharmaceutical University (CPU) has begun the teaching practice of the course of electrical engineering and electronics. This course, as an important one among the courses of pharmaceutical engineering, has been taken seriously by the Educational Administration Bureau and other colleges of CPU, and also contained much of hardworking of teachers from CPU. It should pay more attention that the course contents and experiment means have been continually altered and innovated. More practically and specially, because of the teaching environment, students interesting and successor courses in the college like CPU, this course has its own characteristics: pay equal attention to logic system and knowledge system as well as be concise, or being taught efficiently.

All the lab platform, experiment equipments and circuits appearing in this book are been carefully selected and practiced for many times, and also are basic electrical knowledge and skills for engineering students major in pharmacy, chemistry and life science. Thus, we think this book has practical value for students as well as instructors in their lab workings. In this edition, we translate all the contents into English language. According to the bilingual teaching practice in CPU, it is profitable and feasible for college students.

The writers of this book are Qi Zhang, Aiping Zhang, Li Zhang and Ning Zhong. Mr. Shu Chen has given a lot of advices for the translation work of this book. We are delight to acknowledge students who used the previous editions for their practical and creative suggestions. We wish to express our appreciation to Prof. Wenzhao Gu, Prof. Zuimin Fang and Prof. Jianming Li, who have done so much teaching and constructional work for this course for many years, and more, after their retirement they are concerning the development of this course. We are also grateful to the Education Administration Bureau of CPU and National Medicine Press for their publishing service and other helpful work.

Any further suggestion is gratefully appreciated.

Qi Zhang  
Mar 2007

# 目 录

## CONTENT

实验一 认识电路	( 1 )
1 Basic Knowledge about Electric Circuits	( 5 )
实验二 日光灯电路和功率因数的提高	( 10 )
2 Fluorescent Lamp Circuit and the Improving of Power Factor	( 15 )
实验三 三相交流电路	( 21 )
3 Three-phase Circuit	( 25 )
实验四 三相异步电动机	( 30 )
4 AC Three-phase Induction Motor	( 32 )
实验五 异步电动机的继电器接触器控制线路 (设计性实验)	( 34 )
5 Relay-contactor Control Circuit for AC Three-phase Induction Motor	( 39 )
实验六 常用电子仪器的使用	( 45 )
6 Basic Electronic Instruments	( 52 )
实验七 RC放大电路的调试和研究 (综合性实验)	( 59 )
7 Study on RC Amplifying Circuit	( 63 )
实验八 射极输出器的调试和研究	( 67 )
8 Study on Emitter Follower	( 72 )
实验九 集成运算放大器在信号运算方面的应用	( 77 )
9 Integrated Operational Amplifier: Signal Operation	( 83 )
实验十 集成运算放大器在波形发生方面的应用	( 90 )
10 Integrated Operational Amplifier: Signal Generation	( 94 )
实验十一 直流稳压电路的调整和测试	( 99 )
11 Debug of Circuit of DC Regulated Voltage	( 102 )
实验十二 逻辑门电路	( 105 )
12 Logic Gates Circuit	( 109 )
实验十三 双稳态触发器	( 114 )
13 Bistable Flip-flop	( 118 )
实验十四 逻辑代数的应用	( 123 )
14 Application of Logic Algebra	( 127 )
实验十五 计数器	( 131 )
15 Counter	( 137 )
附录一 常用低压熔丝规格及其额定电流	( 143 )
1 Staple Fuses and Their Rated Current	( 144 )



附录二 功率表的使用·····	(145)
2 Power Meter ·····	(148)
附录三 兆欧表的使用·····	(151)
3 Meg-ohmmeter ·····	(153)
附录四 钳形电流表的使用·····	(155)
4 Clip-on Ammeter ·····	(156)
附录五 集成运算放大器管脚分布示意图·····	(157)
5 Base Pin Array of Integrated Operational Amplifier ·····	(158)
附录六 集成逻辑门电路逻辑图、逻辑表达式与外引线排列·····	(159)
6 Logic Gate Circuit: Logic Diagram, Logic Equation and Pin Base Array ·····	(161)