

21
世纪

高职高专新概念教材

周美珍 陈昌彦 主 编
蔡在秋 陈开经 副主编

电子技术基础实验与实习

21 Shi Ji Gao Zhi Gao Zhuan Xin Gai Nian Jiao Cai



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高职高专新概念教材

电子技术基础实验与实习

周美珍 陈昌彦 主 编

蔡在秋 陈开经 副主编

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书是与高职高专《电子技术基础》教材配套的实验、实习指导书。全书共 7 章，主要内容包括：常用电子仪器原理与使用，模拟与数字电路基础实验，综合实验，电子元器件测量与电子制作实习，电子技术计算机模拟实验等。

本书突出了理论与实际相结合、基础实验与综合实验相结合和课内实践与课外实习相结合的教学模式，教材体系构思新颖，教材内容的实践性、应用性、兴趣性和可操作性强，体现了高职高专实验教材的特色。

本书可作为高职高专电子类、电气工程类、通讯类、电子信息类专业专业的模拟与数字电路课程的实验教材和实习指导书。

图书在版编目（CIP）数据

电子技术基础实验与实习 / 周美珍，陈昌彦主编. —北京：中国水利水电出版社，2001.11

（21 世纪高职高专新概念教材）

ISBN 7-5084-0864-0

I. 电… II. ①周… ②陈… III. 电子技术—实验—高等学校：技术学校—教材 IV. TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2001）第 074865 号

书 名	电子技术基础实验与实习
主 编	周美珍 陈昌彦
副 主 编	蔡在秋 陈开经
出版、发行	中国水利水电出版社（北京市三里河路 6 号 100044） 网址：www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@public3.bta.net.cn（万水） sale@waterpub.com.cn 电话：（010）68359286（万水）63202266（总机）68331835（发行部）
经 售	全国各地新华书店
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 15.25 印张 336 千字
版 次	2002 年 1 月第一版 2002 年 1 月北京第一次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	20.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

21 世纪高职高专新概念教材

编委会名单

主任委员 刘 晓 柳菊兴

副主任委员 胡国铭 张栾勤 王前新 黄元山 柴 野

张建钢 田 刚 宋 红 汤鑫华 王国仪

委 员 (按姓氏笔画排序)

马洪娟	马新荣	尹朝庆	方 宁	方 鹏
毛芳烈	王 祥	王乃钊	王希辰	王国思
王明晶	王泽生	王绍卜	王路群	东小峰
台 方	叶永华	宁书林	田 原	田绍槐
申 会	刘 猛	刘尔宁	刘慎熊	孙明魁
汤永茂	许学东	闫 菲	宋锦河	张 晔
张 慧	张弘强	张怀中	张晓辉	张海春
张曙光	李 琦	李存斌	李珍香	李家瑞
杨永生	杨庆德	杨均青	汪振国	肖晓丽
闵华清	陈 川	陈 炜	陈语林	陈道义
单永磊	周杨姊	周学毛	武铁敦	郑有想
侯怀昌	胡大鹏	胡国良	费名瑜	赵作斌
赵秀珍	赵海廷	唐伟奇	夏春华	徐凯声
殷均平	袁晓州	袁晓红	钱同惠	钱新恩
高寅生	曹季俊	梁建武	舒望皎	蒋厚亮
覃晓康	谢兆鸿	韩春光	雷运发	廖哲智
廖家平	管学理	蔡立军	黎能武	魏 雄

项目总策划 雨 轩

编委会办公室 主 任 周金辉

副主任 孙春亮 杨庆川

参编学校名单

(按第一个字笔划排序)

三门峡职业技术学院	西安欧亚学院
山东大学	西安铁路运输职工大学
山东建工学院	西安联合大学
山东省电子工业学校	孝感职业技术学院
山东农业大学	杨陵职业技术学院
山东省农业管理干部学院	昆明冶金高等专科学校
山东省教育学院	武汉大学动力与机械学院
山西阳泉煤炭专科学校	武汉大学信息工程学院
山西经济管理干部学院	武汉工业学院
广州市职工大学	武汉工程职业技术学院
广州铁路职业技术学院	武汉广播电视大学
中国人民解放军第二炮兵学院	武汉化工学院
中国矿业大学	武汉电力学校
中南大学	武汉交通管理干部学院
天津市一轻局职工大学	武汉科技大学工贸学院
天津职业技术师范学院	武汉商业服务学院
长沙大学	武汉理工大学
长沙民政职业技术学院	河南济源职业技术学院
长沙交通学院	陕西师范大学
长沙航空职业技术学院	南昌水利水电高等专科学校
长春汽车工业高等专科学校	哈尔滨金融专科学校
北京对外经济贸易大学	济南大学
北京科技大学职业技术学院	济南交通高等专科学校
北京科技大学成人教育学院	荆门职业技术学院
石油化工管理干部学院	贵州无线电工业学校
石家庄师范专科学校	贵州电子信息职业技术学院
华中电业联合职工大学	恩施职业技术学院
华中科技大学	黄冈职业技术学院
华东交通大学	黄石计算机学院
华北电力大学工商管理学院	湖北工学院
江汉大学	湖北丹江口职工大学
西安外事学院	湖北交通职业技术学院

湖北汽车工业学院
湖北经济管理大学
湖北药检高等专科学校
湖北商业高等专科学校
湖北教育学院
湖北鄂州大学
湖南大学

湖南工业职业技术学院
湖南计算机高等专科学校
湖南省轻工业高等专科学校
湖南涉外经济学院
湖南郴州师范专科学校
湖南商学院
湖南税务高等专科学校

序

根据 1999 年 8 月教育部高教司制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》)的精神,由中国水利水电出版社北京万水电子信息有限公司精心策划,聘请我国长期从事高职高专教学、有丰富教学经验的教师执笔,在充分汲取了高职高专和成人高等学校在探索培养技术应用性人才方面取得的成功经验和教学成果的基础上,撰写了这套《21 世纪高职高专新概念教材》。

为了编写本套教材,出版社进行了广泛的调研,走访了全国百余所具有代表性的高等专科学校、高等职业技术学院、成人教育高等院校以及本科院校举办的二级职业技术学院在广泛了解情况、探讨课程设置、研究课程体系的基础上,经过学校申报、征求意见、专家评选等方式,确定了本套书的主编,并成立了编委会。每本书的编委会聘请了多所学校主要学术带头人或主要从事该课程教学的骨干,教学大纲的确定以及教材风格的定位均经过编委会多次认真讨论。

本套《21 世纪高职高专新概念教材》有如下特点:

(1) 面向 21 世纪人才培养的需求,结合高职高专学生的培养特点,具有鲜明的高职高专特色。本套教材的作者都是长期在第一线从事高职高专教育的骨干教师,对学生的基本情况、特点和认识规律等有深入的了解,在教学实践中积累了丰富的经验。因此可以说,每一本书都是教师们长期教学经验的总结。

(2) 以《基本要求》和《培养规格》为编写依据,内容全面,结构合理,文字简练,实用性强。在编写过程中,作者严格依据教育部提出的高职高专教育“以应用为目的,以必需、够用为度”的原则,力求从实际应用的需要(实例)出发,尽量减少枯燥、实用性不强的理论概念,加强了应用性和实际操作性强的内容。

(3) 采用“问题(任务)驱动”的编写方式,引入案例教学和启发式教学方法,便于激发学习兴趣。本套书的编写思路与传统教材的编写思路不同:先提出问题,然后介绍解决问题的方法,最后归纳总结出一般规律或概念。我们把这个新的编写原则比喻成“一棵大树、问题驱动”的原则。即:一方面遵守先见(构建)“树”(每本书就是一棵大树),再见(构建)“枝”(书的每一章就是大树的一个分枝),最后见(构建)“叶”(每章中的若干小节及知识点)的编写原则;另一方面采用问题驱动方式,每一章都尽量用实际中的典型实例开头(提出问题、明确目标),然后逐渐展开(分析解决问题),在讲述实例的过程中将本章的知识点融入。这种精选实例,并将知识点融于实例中的编写方式,可读性、可操作性强,非常适合高职高专的学生阅读和使用。本书读者通过学习构建本书中的“树”,由“树”找“枝”,

顺“枝”摸“叶”，最后达到构建自己所需要的“树”的目的。

(4) 配有实验指导和实训教程，便于学生练习提高。

(5) 配有动感电子教案。为顺应教育部提出的教材多元化、多媒体化发展的要求，每本教材都配有电子教案，以满足广大教师进行多媒体教学的需要。电子教案用 PowerPoint 制作，教师可根据授课情况任意修改。

(6) 提供相关教材中所有程序的源代码，方便教师直接切换到系统环境中教学，提高教学效果。

总之，本套教材凝聚了数百名高职高专一线教师多年的教学经验和智慧，内容新颖，结构完整，概念清晰，深入浅出，通俗易懂，可读性、可操作性和实用性强。

本套教材适用于高等职业学校、高等专科学校、成人及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校。

新世纪吹响了我国高职高专教育蓬勃发展的号角，新世纪对高职教育提出了新的要求，高职教育占据了全面素质教育中所不可缺少的地位，在我国高等教育事业中占有极其重要的位置，在我国社会主义现代化建设事业中发挥着日趋显著的作用，是培养新世纪人才所不可缺少的力量。相信本套《21 世纪高职高专新概念教材》的出版能为高职高专的教材建设和教学改革略尽绵薄之力，因为我们提供的不仅是一套教材，更是自始至终的教育支持，无论是学校、机构培训还是个人自学，都会从中得到极大的收获。

当然，本套教材肯定会有不足之处，恳请专家和读者批评指正。

21 世纪高职高专新概念教材编委会

2001 年 3 月

44151/21

前 言

《电子技术基础实验与实习》是高职高专电子类专业“电子技术基础”课程的实验教材。“电子技术基础”是实践性很强的技术基础课，因此实验教学是不可缺少的重要教学环节。本教材是根据模拟电子技术、数字电子技术课程教学内容，高等工程技术教育特点，结合编者多年的实验教学经验而编写的、具有高职高专工程技术特色的实验与实习指导书。目的在于加强学生基本实验技术、电子测量技术、工程设计技术的训练，培养和提高学生的电子技术的操作技能和实际动手能力。

从内容上看，全书共分五个部分：

第一部分为常用电子仪器的原理和使用。主要介绍示波器、信号发生器、毫伏表等电子仪器的基本组成原理、使用方法及技巧。为学生的实验与实习提供基本测量知识和手段。

第二部分为基础实验。基础实验分模拟电子技术、数字电子技术两部分，主要介绍了电子技术中的基本实验和基本测量方法，以通用电工、电子实验设备为工作平台，精选了 20 个单元电路的实验项目。

第三部分为综合实验。在模拟电路和数字电路基本实验的基础上，选编了 5 个综合实验课题，目的在于培养学生对多门课程知识的综合运用能力、对电子电路的设计和调试能力。综合实验课题，既可供电子技术课程设计阶段使用，也可作学生课外电子制作活动的选题。

第四部分为技能训练与电子制作实习。主要介绍了电子元器件的性能、选用及检测技术，介绍了印刷电路板的制作和焊接知识，为元器件测量课提供了实用教材。在电子制作实习方面，主要介绍了电子制作的基本知识、基本方法和基本操作技术。本部分选择了 10 个实训课题，通过电子制作实习，使学生掌握电子电路的设计方法，提高学生电子制作和调试的能力，激发学生对设计电子电路的学习兴趣。

第五部分为电子电路软件仿真内容。主要介绍了电路仿真工具 Electronics Workbench 的功能和建立并测试一个模拟电路的方法。

本教材的特点是体系新颖、内容实用、可操作性强，突破了传统实验教材的模式，为建立一种综合性、开放性、设计性和创造性的具有高职高专工程技术特点的实验教学模式，作了初步的探索。具体特点如下：

(1) 教学内容具有实用性。本教材的构架由基础实验、综合实验、电子制作实习和计算机模拟实验等 4 大模块组成。这些内容覆盖面大，应用性强，不仅有利于巩固课堂理论知识，而且能比较系统和全面地培养学生的电子技术技能和能力。

(2) 实验项目具有可操作性。本教材中所编写的基础实验项目、综合实验项目和电子制作课题，编者均进行了实验、安装和调试，可靠性和可操作性强，有利于学生顺利完成各

项实验、实习任务。

(3) 教学环节上具有同步性。考虑到理论教学和实践教学的同步性,本教材在设计上做到了三个同步进行,即:课堂教学与基础实验同步进行;课程设计与综合实验同步进行;主课堂教学与第二课堂电子制作活动同步进行。这样,就可以实现理论教学与实验教学在全方位上的结合。

周美珍实验师、陈昌彦教授担任主编,负责全书体系设计、内容组织和全书统稿。蔡在秋实验师、陈开经高级实验师担任副主编。编写分工如下:陈昌彦(第1章,第2章,第4章第1、4节,第5章第4节电子制作的原理部分)、周美珍(第3章第1节,第4章第2、3节,第5章第4节制作项目的安装和调试等内容)、蔡在秋(第6章,第7章部分内容)、陈开经(第5章第1、2、3节)、陈恒(第3章第2节部分内容,第7章部分内容)、杨凤霞(第3章第2节部分内容)、邱华(第3章部分内容)、江志华(第4章第5节)。刘伟、江志华、段原子、王良甫负责有关实验和制作课题的安装和调试工作。全书由蔡在秋在计算机上排版。

我们在本书编写过程中,得到了中国水利水电出版社计算机编辑室的领导和编辑同志的指导和大力支持。在编写本书时,我们曾参考和引用了电子技术、电子仪器方面的有关书刊、产品说明书中有关实验和电子制作的内容,在此一并致谢。

由于编者学识有限,加之编写新模式的实验教材正处于探索之中,经验还不够,所以书中不当之处和错误在所难免,敬请使用者批评指正。

编者

2001年8月

目 录

序

前言

第 1 章	ZH-12 型通用电工、电子实验设备简介.....	1
1.1	基本组成	1
1.1.1	主控台桌	1
1.1.2	学生实验桌	1
1.2	功能说明	2
1.2.1	电源输入	2
1.2.2	电源输出	2
1.2.3	函数信号发生器	3
1.2.4	单次脉冲源	3
1.2.5	音频功率放大器	3
1.2.6	保护电路	3
1.2.7	板面内容说明	3
1.3	使用方法	6
1.3.1	输入电源	6
1.3.2	电路插拼方法	6
1.3.3	通电实验过程	6
1.3.4	“元器件插座”的存放.....	7
第 2 章	常用电子仪器及使用	8
2.1	示波器	8
2.1.1	示波器的种类	8
2.1.2	示波器的工作原理.....	8
2.1.3	DF4320 双通道示波器及使用	11
2.2	信号发生器	17
2.2.1	信号发生器的分类.....	17
2.2.2	XD22 低频信号发生器.....	17
2.2.3	DF1631 功率函数信号发生器	18
2.3	交流电压表	20
2.3.1	交流电压表的特点.....	20

2.3.2	交流毫伏表的种类.....	21
2.3.3	交流毫伏表的基本组成.....	21
2.3.4	DF 系列交流电压表	21
第 3 章	基础实验	24
3.1	模拟电子技术实验	24
实验一	常用仪器、仪表的测量	24
实验二	共射单级放大器	29
实验三	射极跟随器	32
实验四	结型场效应管放大器	34
实验五	负反馈放大器	37
实验六	差动放大器	39
实验七	集成运算放大器的应用（一）	42
实验八	集成运算放大器的应用（二）	46
实验九	低频功率放大器	49
实验十	RC 振荡器	51
3.2	数字电路实验	53
实验一	基本门电路的逻辑功能	53
实验二	集成逻辑门电路	55
实验三	组合逻辑电路的分析	58
实验四	触发器	61
实验五	移位寄存器	66
实验六	计数器	69
实验七	译码驱动器和数码显示器	72
实验八	555 定时器及其应用	75
实验九	编码器	77
实验十	D/A、A/D 转换器.....	79
第 4 章	综合实验	83
4.1	超外差收音机的安装与调试	83
4.2	MF-47 型万用表的安装与调试	88
4.3	直流稳压电源的安装与调试	93
4.4	数字钟的安装与调试	95
4.5	电脑交通灯的设计	102
第 5 章	技能训练与电子制作实习	110
5.1	焊接技术	110
5.1.1	焊接技术与锡焊	110

5.1.2	焊接工具与材料	111
5.1.3	焊接操作实践	113
5.2	印刷电路板的制作	121
5.2.1	印刷电路和材料	121
5.2.2	自制印刷电路板	122
5.3	常用元器件的特性、选用与测量	125
5.3.1	电阻器	125
5.3.2	电容器	134
5.3.3	电感元件	137
5.3.4	晶体管	144
5.3.5	黑白显像管	155
5.3.6	彩色显像管介绍	158
5.4	电子产品制作与调试	160
课题一	音乐门铃	161
课题二	遥控电风扇调速器	162
课题三	电话防盗打器	164
课题四	电子蚊蝇拍	165
课题五	家用调光台灯	167
课题六	触摸式灯光控制器	168
课题七	声光双控延迟节能电灯	169
课题八	电子报警器	171
课题九	功率电平指示器	172
课题十	外接式电冰箱温度控制器	174
第 6 章	Electronics Workbench 5.0 (电子学工作台) 简介	176
6.1	EWB 5.0 窗口	176
6.1.1	菜单栏	176
6.1.2	工具栏	179
6.1.3	元器件库栏	180
6.2	EWB 5.0 的基本操作方法	184
6.2.1	元器件操作	184
6.2.2	导线的操作	186
6.2.3	仪器的操作	187
6.3	EWB 操作示范	198
6.3.1	电子电路操作示范.....	198
6.3.2	数字电路操作示范.....	201

第 7 章 计算机模拟实验	203
实验一 结型场效应管放大电路	203
实验二 负反馈放大电路	206
实验三 低频功率放大电路	209
实验四 集成运算放大器的应用	211
实验五 组合逻辑电路	215
实验六 触发器	217
实验七 计数器	219
实验八 555 时基电路测试	221
实验九 移位寄存器	224
实验十 数字钟的建立与测试	227
附录 国标 (IBC) 与 EWB 逻辑符号对照表	230

第 1 章 ZH-12 型通用电工、电子实验设备简介

1.1 基本组成

ZH-12 型“通用电工、电子实验设备”可完成电工基础、电工原理、电机与继电器控制、模拟电路及数字电路等实验项目，还可以完成自行编制的其他电路实验。下面将讲述设备的系统组成。

1.1.1 主控台桌

主控台桌有两大作用：①用于教师进行演示教学；②控制 12 台学生桌的实验电源。主控台桌的结构图，如图 1-1 所示。

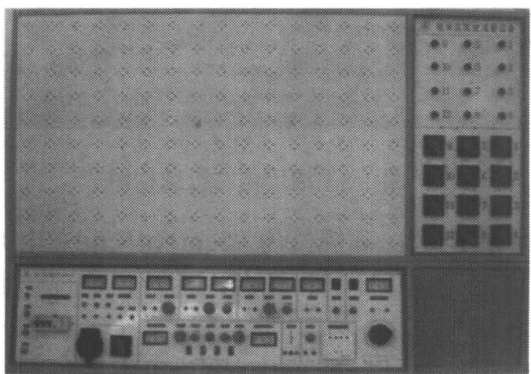


图 1-1 主控台桌结构图

1.1.2 学生实验桌

学生实验桌（简称实验台），其实验功能与主控台桌基本一样，其结构如图 1-2 所示。

实验台组成如下：

（1）面板部分：面板上安装许多实验控制旋钮，主要包括：电源输入，输出控制，函数信号发生器控制，单次脉冲源控制，音频功率放大器控制。

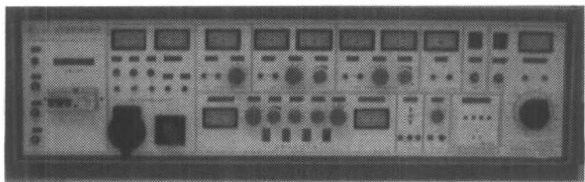


图 1-2 学生实验桌结构图

(2) 元器件插座：是组成实验电路的基本单元部件，它由元器件符号、元器件、通用插销及测试孔柱组成。它与“通用电路板”配合使用，用户只要把“元器件插座”在“通用电路板”上插拼成实验电路，无须焊接，即可进行实验。改变电路、更换元器件等参数均十分方便。“元器件插座”分类存放在元器件储存板上，该板平时有序地放在实验桌左右的两个柜子中。

(3) 通用电路板：实验台中央置有“通用电路板”，其规格为 $90\text{cm} \times 35\text{cm}$ ，板的表面均布有四孔成一组通电的插孔，在其表面根据实验电路需要，接插“元器件插座”，连接成所需要的实验电路图。其结构如图 1-3 所示。

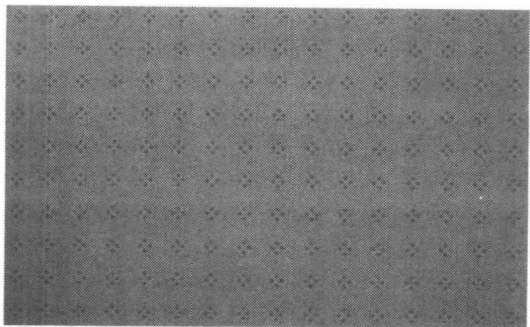


图 1-3 通用电路板结构图

每一张实验台配有一块橡皮板，其规格为 $95\text{cm} \times 45\text{cm}$ ，做电力拖动实验时放在“通用电路板”上，起保护作用；做插件式电路时，将板向右移，做保护桌面用。

1.2 功能说明

实验台面控制功能说明如下。

1.2.1 电源输入

实验台底下设有三相四线及“地”线（共五线）输入接口，并配有电源总开关、三相指示灯、电压换相开关、电压表、电流表以监测三相电源。

1.2.2 电源输出

实验台共有 7 组交、直流电压输出。

A 组：三相四线输出接插座（W、V、U、N、地）和一个三相四线的插座（380V、3A）。

B 组：交流可调电源。电压为 3~24 V 档可调，交流输出电流为 1.5A。

C 组：直流稳压可调电源。电流为 0.5A，电压为 1.25~24V 连续可调，电压表、电流表可指示其输出值。

D组：直流稳压可调电源。电流为0.5A，电压为1.25~24V连续可调，由电压表指示。

E组：直流稳压电源。电流为0.5A，电压为5V，由电流表指示。

F组：交流可调电源。输出交流电流为1.5A，电压为0~240V连续可调，由电压表指示。

G组：市电输出插座（带开关）。

1.2.3 函数信号发生器

函数信号发生器可产生正弦波、方波、三角波，以作为实验电路的信号源。其技术指标如下：

（1）频率范围。在5Hz~550kHz之间，范围内分为5个频段：一频段5Hz~55Hz，二频段50Hz~550Hz，三频段0.55kHz~5.5kHz，四频段5kHz~55kHz，五频段50kHz~550kHz。

（2）频率刻度。由Hz表直接读取，基本误差 $\leq 3\%$ 。

（3）最大输出电压。

正弦波：接600 Ω 负载时，20Hz~55kHz $\geq 4.5\text{V}$ ，由电压表指示；50Hz~550kHz $\geq 3.5\text{V}$ ，衰减分为三级：0dB、20dB、40dB。

方波：接1k负载时， $V_{p-p} \geq 3.5\text{V}$ 。

三角波：空载时 $V_{p-p} \geq 1\text{V}$ 。

1.2.4 单次脉冲源

正脉冲、负脉冲，拨一次脉冲开关，输出一个脉冲波。

1.2.5 音频功率放大器

实验台设有音频功放，内接有喇叭，用于放大电路扩音，也可作信号寻迹使用。功放输出功率大于等于1W。

1.2.6 保护电路

（1）电源总开关（漏电断路器）。接在三相四线输入端，其作用起三相/单相漏电、触电、过载保护。

（2）熔断器：三相输入熔断器UFu、VFu、Wfu（3A）。如用户需要3A以上的电流时，应换相适应的保险丝（10A以下）。

（3）电源开关1，熔断器Fu1（1A）。是各低压交直流电源、函数发生器、音频放大器的电源控制开关。

（4）电源开关2，熔断器Fu2（2A）。是F组单相交流调压电源的控制开关。

1.2.7 板面内容说明

板面内容如图1-4所示。各序号所标的功能见表1-1。