



自动化基础实训

胡立坤/主编



科学出版社

自动化基础实训

胡立坤 主编



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书主要包括元器件检测、软件实训(电子电路、电气电路、三维造型)、焊接与调试、配电与电气接线、传感器测试、闭环系统搭建与测试等11个实训内容,并且附有实训相关的仪器使用说明。本书适用于学生动手能力的培养,是自动化导学与初步实践的配套实训教材。

本书可供大学一、二年级自动化、电气工程及其自动化、机械电子工程等专业教学使用,也可作为相关特设专业,如机器人工程、轨道交通信号与控制、建筑电气与智能化、电气工程与智能控制等专业教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

自动化基础实训/胡立坤主编. —北京:科学出版社,2018.6

ISBN 978-7-03-057233-2

I. ①自… II. ①胡… III. ①自动化技术—高等学校—教材

IV. ①TP2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 083326 号

责任编辑:郭勇斌 肖 雷/责任校对:王萌萌

责任印制:张克忠/封面设计:蔡美宇

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏杰印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年7月第一版 开本:787×1092 1/16

2018年7月第一次印刷 印张:13 1/2

字数:268 000

定价:48.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

本书由广西大学、广西晨启科技有限公司和安阳工学院联合结合自动化相关课程内容与低年级学生实际情况编撰，广西大学冼月萍老师编写了实训七、实训八，广西晨启科技有限公司吴忠深工程师编写了附录，广西大学韦善革老师编写了实训九，安阳工学院王嶝老师编写了实训一。本书贯彻“学中做、做中学”的教学理念。为保证实训项目的典型性、实用性，在收集各种实训项目资料的基础上，经过精心挑选，整理 11 个实训项目，同时配套相应的实训设备（荣获 2016 第四届全国高校自制实验仪器设备三等奖）。

考虑低年级学生的实验安全意识淡薄，为了保证学生的生命安全，避免事故，同时保证实训效果，在开展实训课程前介绍了一些与实训相关的知识。

按照教学大纲的课时和内容要求，分别对 11 个实训项目的目的、所用器材与软件、内容和步骤、报告格式内容与总结进行了详细阐述。11 个实训项目及其学时安排如下表。

| 实训项目 | 课内学时 | 课外学时 | 备注 |
|-----------------------|-------|------|-------|
| 实训一 基本仪表使用与基础电子元件的检测 | 4 | / | 分组交报告 |
| 实训二 自制线性直流稳压电源的绘制 | 1（检查） | 3 | 个人交报告 |
| 实训三 自制线性直流稳压电源的焊接 | 3 | / | 分组交报告 |
| 实训四 自制线性直流稳压电源调试及性能测试 | 3 | / | 分组交报告 |
| 实训五 低压配电与应用 | 3 | / | 分组交报告 |
| 实训六 电动机系统原理电路与电气接线图绘制 | 1（检查） | 3 | 个人交报告 |
| 实训七 低压电器检测和电动机点动与连续运行 | 3 | / | 分组交报告 |
| 实训八 三相异步电机的可逆运行控制 | 3 | / | 分组交报告 |
| 实训九 Pt100 温度传感器性能 | 3 | / | 分组交报告 |
| 实训十 温度控制系统的调试 | 5 | / | 分组交报告 |
| 实训十一 绘制温控装置的屏、箱、柜、体图 | 1（检查） | 3 | 分组交报告 |

每个实训均提供报告模板，按报告模板撰写报告：

(1) 课内学时完成的实训项目在课前提交预习报告（每位同学一份），在规定的实训课时内必须完成，将数据记录在指导书中，课后整理到统一的实训报告模板纸。

(2) 课外学时完成的绘图实验，按给出的图纸格式画图纸和打印图纸，并且作为附件放在实训报告（有统一的实训报告模板纸）之后，在课内检查时提交。

请读者注意，本实训教材与自动化实践初步实训箱配套使用。

编者

2017年12月

目 录

前言

| | |
|-----------------------------|-----|
| 实训须知 | 1 |
| 实训一 基本仪表使用与基础电子元件的检测 | 8 |
| 实训二 自制线性直流稳压电源的绘制 | 18 |
| 实训三 自制线性直流稳压电源的焊接 | 24 |
| 实训四 自制线性直流稳压电源调试及性能测试 | 29 |
| 实训五 低压配电与应用 | 38 |
| 实训六 电动机系统原理电路与电气接线图绘制 | 45 |
| 实训七 低压电器检测和电动机点动与连续运行 | 48 |
| 实训八 三相异步电动机的可逆运行控制 | 54 |
| 实训九 Pt100 温度传感器性能 | 57 |
| 实训十 温度控制系统的调试 | 63 |
| 实训十一 绘制温控装置的屏、箱、柜、体图 | 71 |
| 附录 1 万用表使用指南 | 74 |
| 附录 2 示波器使用指南 | 78 |
| 附录 3 LCR 电桥测试仪使用指南 | 102 |
| 附录 4 色环电阻鉴别表 | 108 |
| 附录 5 电烙铁焊接与焊点工艺要求 | 109 |
| 附录 6 导线的连接方法 | 120 |

| | |
|-------------------------------|-----|
| 附录 7 配电与电气控制系统实训板使用说明书····· | 130 |
| 附录 8 Pt100 热电阻分度表····· | 142 |
| 附录 9 WG5412 温度控制器及简易闭环系统····· | 143 |
| 附录 10 信号发生器使用指南····· | 152 |
| 自动化基础实训报告····· | 157 |

实训须知

一、实验室注意事项

实验室注意事项主要包括三个方面：安全与能源使用、环境卫生、元件仪器和软件。

1. 安全与能源使用方面注意事项

(1) 注意自己的安全，注意他人的安全，注意实验室设备安全。

(2) 安全用电至关重要。电类实验室发生火灾等异常情况大多是由用电不当导致的。

①首先，清楚水、电和火的关系（第一次实验时检查是否填写，给表现成绩）：

②其次，了解实验室供电系统，确认实验室配电箱的位置，明确各断路器（空气开关）的作用。

③再次，确认实训台的电源总开关，以便在实训过程中遇到意外情况时立即切断电源。

④最后，清楚灭火器位置。

(3) 节约水电，不浪费——人员离开时要断开总电源，关闭水龙头。

(4) 注意仪器设备和实验线路的上电顺序与断电顺序。

①上电前，先确保线路本身（或设备）的开关处于断开状态，待电源合闸后，再闭合开关。

②断电前，先断开线路本身或设备开关，再断开电源闸。

③遵循“先弱电、后强电”原则。

④对线路进行任何修改时，必须先切断电源。

2. 环境卫生方面注意事项

(1) 环境和仪器的清洁整齐是实训顺利完成的重要条件，因此实训台面必须保持整洁，仪器设备要井然有序。

(2) 个人携带与实训无关的物品，不得乱放在实训台上。

(3) 必须保持安静的实训环境。实验室内不得高声谈笑，实训时不能大声喧哗。

(4) 实训完毕后，须将仪器设备恢复原状，排列整齐。将实训台面打扫干净，经实训老师验收仪器后，方可离开实验室。

(5) 每次实训后，值日生要负责当日实验室的卫生、安全和一些服务性工作。

3. 元件仪器和软件方面注意事项

(1) 爱护仪器，不浪费元件。

(2) 公用仪器如有损坏，应立即向实训老师报告。

(3) 实验室内一切物品，未经实训老师批准严禁带出实验室。

(4) 不得恶意删除实验软件。

二、实训前的预习

对于实训项目而言，做好预习就等于完成了实训项目的三分之一。实训项目的预习包含如下内容：

(1) 根据实训老师提前布置的实训项目安排，认真阅读本次相应实训项目的内容；

(2) 掌握实训项目中所用仪器设备的使用方法。预习做不好，实训过程会延长，可能出现没有必要的意外，实训后也没有收获。

实训项目的预习（对绘图类实训不需要预习）要求回答以下几个方面问题：

(1) 一句话概括本次实训项目的目的。

(2) 本次实训项目所用的仪器设备与材料有哪些（分开写）？会使用吗？若不会用，请向实训老师或任课老师请教。

(3) 本次实训项目涉及的相关视频看了哪些？请列出出处。

(4) 对应本次实训项目的理论课程内容是否自学了？请列出对应教材的页码，并且简明扼要、条理清晰地总结相关内容，要求成句，而不是短语（不少于 100 字）。

(5) 请概括本次实训项目主要实验原理（不少于 50 字）。写出大致的实验步骤，根据不同实验内容画出必要的接线图或仪表测量图，写明各步骤中需要注意安全事项（不

少于 50 字)。

(6) 要记录哪些数据? 看懂实验数据记录表了吗(不少于 50 字)?

预习报告要回答上述 6 个方面的问题, 请按预习报告模板撰写, 每组一份。实训时请带上手写的预习报告(要检查并计入实验成绩)。

三、实训过程中操作注意事项

进入实验室, 根据分组编号安静地走到对应的实训台, 首先要做以下 2 件事。

(1) 目测检查仪器设备的状况, 记录主要设备和仪器仪表的型号。

(2) 检查实训所需设备和部件是否齐全。如不齐全, 应及时向实训老师说明。

实训过程中, 防止触电应注意事项有以下 8 点。

(1) 不要用潮湿的手接触电器。

(2) 电源裸露部分应包裹绝缘材料(如电线接头处应包裹绝缘胶布)。

(3) 所有电器的金属外壳都应保护接地。

(4) 实训时, 应先连接电路, 经检查无误后再接通电源。实训结束时, 先切断电源再拆线路。

(5) 变换线路连接时, 应先切断电源。

(6) 线路中各连接点应牢固, 电路元件两端接头不要互相接触, 以防短路。

(7) 如果有人触电, 应迅速切断电源, 然后进行抢救。

(8) 如果电线起火, 立即切断电源, 用沙、二氧化碳灭火器或四氯化碳灭火器灭火, 禁止用水或泡沫灭火器等灭火。

实训时, 使用仪器设备注意事项有以下 4 点。

(1) 使用仪器设备前, 先了解要求使用的电源: ①如果是交流电(AC), 应了解是三相电还是单相电, 同时还应了解电压的大小(如 380 V、220 V、110 V 或 36 V 等)。

②如果是直流电(DC), 必须清楚仪器设备接入电源的正负极极性和电压值。

(2) 测量时要注意: ①确定被测信号的种类, 如交流电压或直流电压、交流电流或直流电流等。②确定仪器设备量程。

(3) 在仪器设备使用过程中, 如果发现有不正常声响, 仪器设备局部升温或嗅到绝缘漆过热产生的焦味, 应立即切断电源, 并报告实训老师进行检查。

(4) 不熟悉的仪器设备, 应请实训老师指导后使用, 切勿随意操作。

其他注意事项有以下 5 点。

(1) 实训项目通常分为若干子项目。对于每一个子项目, 不要着急操作。应先在脑中将实训过程及操作步骤完整地思考一遍, 将操作步骤想清楚再操作。

(2) 实训时如有问题发生, 应首先用学过的知识独立思考解决, 努力培养独立分析问题和解决问题的能力, 如果自己不能解决可与实训老师共同讨论研究, 提出解决问题

的办法。

(3) 实训时，必须随时把观察到的现象和实验数据如实地记录在记录本上，不得记在散页纸上，要养成做原始记录的良好习惯。

(4) 对实训的内容和安排不合理的地方可提出改进意见。对实训中出现的一切反常现象应进行讨论，并且大胆提出自己的看法，做到生动活泼、主动学习。

(5) 在实训过程中，要听从实训老师的指导，严格按照步骤进行。

四、撰写实训报告

合格的实训预习报告加上实训操作步骤、测试数据记录和实训总结就是一份完整的实训报告，许多学生为了减少写作工作量，会希望不写实训预习报告。事实上，实训报告是对实训过程的总结。实训不仅是做出来的，还要有思想在其中。一份完整的实训报告包含的内容与格式如下。

1. 实训基本信息（表1）

表1 实训基本信息表

| 实训题目： | | | | |
|-----------|----|----|------|--------|
| 序号 | 学号 | 姓名 | 贡献排名 | 成绩 |
| 1（组长） | | | | |
| 2（组员） | | | | |
| 3（组员） | | | | |
| 学院：电气工程学院 | | | | 报告形成日期 |
| 指导老师 | | | | |

2. 实训时间与任务安排及各组员贡献说明

本小组进行实训的具体时间安排。

本小组各成员的任务安排，可以有交叉重叠。

本小组各成员的预习准备、实验过程中各事项上的贡献说明，可以有交叉重叠。

3. 实训地点

填写在何处完成本实训项目。

4. 实训目的

根据实训指导和实训过程，总结实训目的。

5. 实训所需元件、实验设备与软件（表2）

表 2 实训所需元件、实验设备与软件表

| 元件、实验设备与软件名称 | 型号规格 | 数量 |
|--------------|------|----|
| | | |
| | | |
| | | |

6. 实训内容

总结本实训的内容（200 字以内）。

7. 实训报告正文

按实训内容编排实验步骤，并合理安排测量记录数据表格，对测量数据进行整理，适时给出分析与结果。注意原始数据需要经实训老师签字后附在报告后面。若有图纸，将相关图纸附实训报告后面，图纸按要求标注。

8. 实训总结

简单扼要地对实训进行总结（要有说明本次实训结论的语句），并且说明做得好的地方和不好的地方（总结不少于 200 字）。同时撰写体会与感受（200 字以内）。

注意：按组开展的实训项目，分组人数推荐为 2 人。各实训项目的实训报告模板见指导书后的活页，对应 11 个实训项目。

五、实训成绩评定

1. 课内实训成绩评定

实训项目分课内实训与课外实训，对课内实训，成绩评定从预习准备、实训操作、

实训报告三个方面进行评定：

- (1) 预习准备——20%，由实训老师评定；
- (2) 实训操作——40%，由实训老师评定；
- (3) 实训报告——40%，由实训老师评定。

对课外实训课内检查的项目，成绩评定从实训报告、实训质询两个方面进行评定：

- (1) 实训报告——80%，由实训老师或任课老师评定；
- (2) 实训质询——20%，由实训老师或任课老师评定。

实训成绩控制：90分以上一般控制在10%左右，80分以上一般控制在40%左右。

2. 预习报告检查与成绩评定

预习报告按质量评定：优，85~100分；良，70~84分；中，50~69分；差，30~49分；极差，0~29分。

3. 实训操作成绩评定

可以根据具体情况抽检，从实训接线、数据记录、实训结果、实训应变方面评定：优，85~100分；良，70~84分；中，50~69分；差，30~49分；极差，0~29分。未抽检到的，实训报告成绩作为实训操作成绩。

4. 实训报告成绩评定

- (1) 实训报告内容完整性，25分。
 - 不完整，15分以下；
 - 比较完整，15~21分；
 - 完整，22~25分。
- (2) 实训报告的分析说明质量，25分。
 - 不清楚，15分以下；
 - 比较清楚，15~21分；
 - 清楚，22~25分。
- (3) 实训报告数据整理与表格、图线的规范性，25分。
 - 不规范，15分以下；
 - 比较规范，15~21分；
 - 规范，22~25分。
- (4) 总结水平及结论的正确性，25分。
 - 不到位，15分以下；

- 比较到位，15~21分；
 - 到位，22~25分。
 - 完成拓展实训，加1~10分。
- 若有雷同，实训报告成绩均记0分。

5. 实训质询成绩评定

- (1) 实训老师根据在实验室检查情况和实训报告（图纸）的实际情况，抽查质询。
 - (2) 实训质询的数量按1次课能够抽查的数量计，成绩评定：优，85~100分；良，70~84分；中，50~69分；差，30~49分；极差，0~29分。
- 未接收质询的，实训报告的成绩作为实训质询成绩。

实训一 基本仪表使用与基础电子元件的检测

一、实训目的

- (1) 认识并初步掌握试电笔、万用表、钳表、示波器、LCR 电桥测试仪的使用方法；
- (2) 熟悉常用元件的性能和特征；
- (3) 掌握常用元件的识别方法；
- (4) 掌握常用元件的检测方法；
- (5) 掌握常用元件的质量判定方法；
- (6) 掌握常用元件的外形特点；
- (7) 掌握常用元件实物和电路图形符号的关系。

二、实训设备与器材、软件

写实训报告时，要完善下表。

| 名称 | 种类、型号规格 | 数量 |
|-----------|---------|-----|
| 市电插座 | | 1 个 |
| 数字万用表 | | 1 台 |
| 指针万用表 | | 1 台 |
| LCR 电桥测试仪 | | 1 台 |
| 钳形表 | | 1 台 |
| 示波器 | | 1 台 |
| 试电笔 | | 1 支 |
| 元件电路板 | | 1 块 |
| 铅笔、直尺 | 自备 | 1 套 |

三、认识市电

试电笔是一种电工工具，用来测试电线或插孔是否带电。笔体中有 1 个氖泡，测试时，如果氖泡发光，说明导线有电流通过或为通路的火线。试电笔按测量电压的高低可分为高压试电笔、低压试电笔、弱电试电笔；按接触方式可分为接触式试电笔、感应式试电笔。使用前需要先检查试电笔是否损坏，再检查有无安全电阻、有无受潮或进水，检查合格后才能使用。

以下内容由实训老师演示，如果学生需要练习，必须在实训老师的监督之下进行。

日常生活中常用的试电笔为接触式试电笔（通过接触带电体，获得电信号的检测工具）。通常形状有一字、十字螺丝刀式（兼试电笔和螺丝刀用）。试电笔经实训老师检查合格后，做以下操作：用试电笔测试插座，判断火线与零线，填写表 1。

表 1 判断火线与零线

| 测试情况描述 | 是否符合左零右火 |
|--------|----------|
| | □是 □否 |

四、基本仪表使用

1. 万用表与钳表

万用表分为指针万用表与数字万用表两种。使用万用表时要注意选择合适的挡位（如测直流电压、交流电压、直流电流、交流电流、电阻、电容、二极管、三极管、短路测试等）和量程。特别注意，有些万用表具备挡位复用功能，需要按相应的按钮进行切换。

使用万用表时，通常要掌握一个原则：红表笔电流流入仪表，黑表笔电流流出仪表。另外，在使用万用表测电流时，有表笔测量和钳形铁心测量两种方式，分别对应普通仪表和钳形仪表，前者需要断开电路将电流表串入后进行测量，后者则可以实现不断电测量。

万用表使用的详细指南见附录 1（需要提前预习，标注使用时的关键点）。以下内容由实训老师演示，学生自行练习，填写表 2：

(1) 观察万用表功能开关，清楚所使用的万用表的测量功能，并且辨识测量时所使用的插孔。

(2) 调整万用表的挡位，观察数字示波器液晶屏的显示内容，特别是小字部分。

(3) 完成万用表的通断测试和市电电压的测量。

(4) 认识钳表，思考钳表如何测量电流。

表 2 练习使用万用表

| | |
|---------------------------------|--|
| 所用万用表类型是什么？ | <input type="checkbox"/> 指针万用表 <input type="checkbox"/> 数字万用表 |
| 所用万用表可以测量哪些量？更换挡位，概括液晶屏显示内容的变化。 | |
| 万用表有复用功能吗？ | <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 没有 若有，切换复用功能的按键是： |
| 说明万用表的通断测试方法，判断万用表是否可以正常使用 | |
| 市电交流电电压值（V）——显示的是有效值 | |
| 钳表如何测量电流？ | |

2. 示波器

示波器是一种电子测量仪器。它能把肉眼看不见的电信号转换成看得见的图像，便于人们研究各种电现象的变化过程。示波器可分为模拟示波器、数字示波器两种。借助示波器，我们能观察各种不同信号幅度随时间变化的波形曲线，测试各种不同的电量，如电压、电流、频率、相位差、幅度等。

模拟示波器：狭窄的、由高速电子组成的电子束，发射到涂有荧光物质的屏面上，就可产生细小的光点。在被测信号的作用下，电子束就像一支笔的笔尖，可以在屏面上描绘出被测信号的瞬时值的变化曲线。

数字示波器：内部装有微处理器（MCU），外部装有数字显示器。信号经模数（A/D）变换器送入数据存储器，通过控制面板操作，可对捕获的波形数据进行加、减、乘、除、求平均值、求平方根值、求均方根值等运算，并且显示结果。

示波器使用的详细指南见附录 2（需要提前预习，标注使用时的关键点）。以下内容由实训老师演示，学生自行练习，填写表 3：

(1) 开启示波器，将测试探针接在探头补偿测试波形输出端，使用横轴旋钮（水平系统）、纵轴旋钮（垂直系统）调节波形处于屏幕中央。

(2) 在（1）的基础上，在操作面板上面按下“**AUTO**”按钮，观察波形，判断是否需要补偿，若需要补偿，按附录 2 相关内容进行补偿操作。

(3) 在（2）的基础上，使用测试功能将波形的峰-峰值、最大值、最小值、频率等显示在屏幕上。

表 3 练习使用示波器

| | |
|--------|---|
| 完成操作情况 | <input type="checkbox"/> 顺利完成 <input type="checkbox"/> 需要补偿 <input type="checkbox"/> 仪器不能使用 |
| 补偿操作方法 | |