

工业自动化控制系列教材

电工技术 基础与技能

主 编 陈兆沛 陈小龙



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

工业自动化控制系列教材

电工技术 基础与技能

主 编 陈兆沛 陈小龙



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

· 广州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电工技术基础与技能/陈兆沛, 陈小龙主编. —广州: 华南理工大学出版社, 2016. 9

工业自动化控制系列教材

ISBN 978 - 7 - 5623 - 4896 - 2

I. ①电… II. ①陈… ②陈… III. ①电工技术 - 中等专业学校 - 教材
IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 136181 号

电工技术基础与技能

Diangong Jishu Jichu yu Jineng

陈兆沛 陈小龙 主编

出 版 人: 卢家明

出版发行: 华南理工大学出版社

(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

http: //www. scutpress. com. cn E-mail: scutcl3@scut. edu. cn

营销部电话: 020 - 87113487 87111048 (传真)

策划编辑: 毛润政

责任编辑: 王柳婵 吴兆强

印 刷 者: 虎彩印艺股份有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 19 字数: 402 千

版 次: 2016 年 9 月第 1 版 2016 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 43.00 元

版权所有 盗版必究 印装差错 负责调换

工业自动化控制系列教材

编写委员会

主 任：邵燕东

副主任：王祥友 李娇容 杨文斌

编委成员(排名不分先后)：

梁伟君	陈胜灿	葛建利	杨颂华	陈嘉良
左 湘	孙月敏	黄恩杰	易浩民	余福海
于焕江	夏永炽	陈兆沛	陈小龙	邵淑芬
伍瑞君	张媛媛	潘善暖	俞德云	谭家亮
刘少珍	冯星林	王韶峰	陆连凤	房艺章

企业专家(排名不分先后)：

吴 迁	(广东宽普科技股份有限公司 工程师)
夏 晋	(欧司朗(中国)照明有限公司 工程师)
郑金城	(广州和唐电子科技有限公司 工程师)
陈朝阳	(新时代机电设备有限公司 高级工程师)
张洪建	(佛山市蓝天网络科技有限公司 工程师)
梁光然	(广州中国科学院软件应用技术研究 所 中国科学院软件研究所 工程师)

序

《工业自动化控制系列教材》是佛山市华材职业技术学校专业教师根据企业工业自动化控制典型工作任务，结合学校实际，与行业企业共同设计编写，适用于教师备课、学生自主学习的系列教材。本系列教材是在以工作任务为载体，以项目为引领，以任务为驱动，以模块教学为核心，以8S管理为制度保证，大力推进“教学做一体化”的课程改革与教学实践的基础上编写的。它符合中职学生自主构建的职业成长规律，注重理实一体化学习情景的创设，引领学生在典型的工作岗位上，完成每一个项目任务，在整个工作过程中，着力于学生综合职业能力的培养。

本系列教材的编写人员深入企业、广泛调研，全面分析工作过程中的要素，掌握了行业企业对用人的职业要求，形成了在区域有普遍应用价值的教学项目和教育内容，在教材中贯穿“以就业为导向，以能力为核心，以实践为主线”的职业教育理念，旨在提升学生的综合职业素质。系列教材采用项目教学的方式进行写作，能促进学生在小组合作中形成团队合作意识，在项目学习中提高专业能力和方法能力，在模拟与真实的工作环境中内化职业素养。

本系列教材的教学载体来源于生产实际，结合中职学校的教学设备现状，突出“理实一体、学做一体”的职教特色，力图将专业知识与具体的工作任务和职业能力培养有机结合。各教学项目提取企业工作任务，按照能力形成规律平行或递进展开，引入企业技术标准和工艺规范，制定了合理的评价标准，操作性强，对学习能起到较强的引导作用。学生在学习过程中，有具体的工作指导和工作规范，有明确的工作目标和评价要求，能激发学生的求知欲，充分调动学习的积极性。

本系列教材包括《电子技术基础》《电工技术基础与技能》《传感器与单片机技术应用》《PLC技术基础与应用》等基础和应用课程方面的内容，我们将继续出版工业机器人应用与维护方面的基础与核心课程教材。希冀通过这些教材的出版，更好地促进教学工作，培养和提高学生的综合职业能力。

《工业自动化控制系列教材》编委会主任：邵燕东

2016年5月

前言

本教材以教育部颁发的专业教学指导方案为参考,以实施性教学大纲为指导,以能模仿、能操作、能成功为原则,充分考虑中职学生的能力特点,重视学生自主学习能力的培养,对应知、应会的知识和技能进行了增删调整。

本教材以“工作过程系统化”为编写模式,包括任务目标、任务资讯、任务实施、任务评价、相关知识、知识扩展、学生工作页等,教学素材取之于生产实践,把知识点穿插到技能操作当中,在完成任务的过程中学习相关知识,给人耳目一新的感觉。本教材的初稿已在各个相关专业班中试用,并不断地补充、修改和完善。

本课程教学建议安排 142 学时,具体见下表。

序号	学习情境	学时安排
1	安全用电与现场处理	8
2	家居照明电路的安装	86
3	电机与变压器的运行	48
合 计		142

本教材由陈兆沛、陈小龙担任主编,李娇容、邵淑芬担任副主编。具体分工如下:情境一由伍瑞君编写;情境二由陆连凤、张媛媛编写;情境三由邵淑芬编写;情境四由刘少珍编写;情境五由孙月敏编写;情境六由张媛媛、陈兆沛编写;情境七由冯星林编写;情境八由陈小龙编写;情境九由王韶峰、谭家亮编写;情境十由王韶峰、潘善暖编写;情境十一由俞德云、陈小龙编写。李娇容负责全书教学评价表的设计。陈兆沛、陈小龙负责统稿、定稿。

本教材在编写过程中得到了林红华等一些专家的指导,得到了广东名师左湘和珠海高级技工学校、顺德陈村职校的帮助,得到了南方机电安装公司、超远公司和同行专家的大力支持。佛山市时代天元机电工程安装有限公司高级工程师陈朝阳主审本稿,在此一并致谢。

由于编写水平有限,书中难免存在疏漏之处,恳请读者批评指正。

编 者
2016 年 5 月

目 录

情境一 职业感知与安全用电	1
任务一 实训环境与安全用电	1
任务二 灭火器使用训练	7
任务三 触电的危害与现场处理	19
情境二 选用与检测入户线	32
任务一 识别入户线	32
任务二 用万用表测量入户线的交流电压	36
任务三 用示波器观察入户线的交流电	49
情境三 阳台照明电路的安装和调试	73
任务一 灯座、开关、灯泡的选用与检测	73
任务二 阳台照明电路的安装与调试	88
情境四 卧室（双联灯）照明电路的安装和调试	97
任务一 选用与检测双联开关	97
任务二 卧室照明电路的安装和调试	105
情境五 厨房电路（插座）的安装	114
任务一 厨房插座的选用、安装与接线	114
任务二 测量电水壶在使用过程中的电流、电压	122
情境六 客厅电路的安装	130
任务一 配电箱的安装	130
任务二 客厅电路的安装与检修	136
情境七 电能表的安装	148
情境八 光伏发电	156
任务一 测量太阳能电池的输出电压与电流	156
任务二 运用闭合电路欧姆定律推算电池的电动势和内阻	161

任务三	电位参考点的选择及电位的测量与计算·····	165
任务四	运用基尔霍夫定律分析电路·····	169
情境九	电动机的运行·····	179
任务一	单相异步电动机的识别与拆卸·····	179
任务二	电动机运行产生的磁场·····	185
任务三	测量电容器的电容量并观测其在交流电路中的电压与电流·····	193
任务四	电容器的等效与替换·····	200
任务五	测量电动机的绝缘电阻·····	204
任务六	测量电动机的绕组电阻·····	211
情境十	三相发电机的结构与运行·····	221
任务一	发电机的基本结构及运行·····	221
任务二	认识三相正弦交流电·····	225
任务三	三相负载的接法·····	234
任务四	测量三相交流电路的功率·····	242
情境十一	单相变压器的测试·····	252
任务一	单相变压器的测试·····	252
任务二	测量电感器的电感量并观测其在交流电路中的电压与电流·····	269
任务三	电感器的等效与替换·····	275
任务四	RLC 串联电路谐振的观测与阻抗计算·····	280

情境一 职业感知与安全用电

要成为一名专业的电力工作人员，首先必须掌握安全用电知识，既要保护自己的安全也要对他人的生命安全负责。只要能严格遵守电工安全用电的操作规程，培养良好的安全操作习惯，就可避免触电事故和电气火灾的发生。

任务一 实训环境与安全用电

【任务导入】吴义昆刚到某职业技术学校学习，今天是第一节“电工技术基础与技能”课。来到实训室，他既兴奋，又好奇。他将在这里展开一系列的技能学习，那在学习技能之前他应该了解哪些相关的知识呢？

一、任务目标

- (1) 知道实训室纪律及安全操作规程。
- (2) 认识电工实验实训室电源配置。
- (3) 熟悉实训环境及安全疏散通道。
- (4) 能辨识电工安全标志。

二、任务资讯

- (1) 实训室纪律及安全要求有哪些？
- (2) 电工作业培训实习的安全操作规程有哪些？
- (3) 怎样通过安全疏散通道逃生？
- (4) 需准备哪些电工工具？
- (5) “8S”管理制度的细则是什么？

三、任务实施

- (1) 基本情况介绍，专业思想教育，实验室纪律及安全要求讲解。
- (2) 参观实训场室，认识实训设备。
- (3) 认识常用电工仪器仪表和电工工具，为下一节课准备好电工工具。
- (4) 熟悉实训楼安全疏散通道并进行疏散演习。
- (5) 知道实训室的“8S”管理模式。



四、任务评价（见表 1-1）

表 1-1 任务评价表

班级		学号	姓名				
项目名称		认识电工实验实训室					
评分项目	评分内容	评分标准	分值 (分)	自评 M_1	组评 M_2	师评 M_3	得分 M
专业能力	熟悉实训楼安全疏散通道	熟悉实训楼各楼层的安全疏散通道，能够选择正确的通道逃生。选错一处扣 3 分	15				
	严格执行实训室管理制度	按照实训室的管理制度进行实验，正确使用实验器材，每错一处扣 5 分	25				
	规范执行“8S”管理制度	按照“8S”管理制度进行操作，每缺漏一处扣 2.5 分	20				
方法能力	查找相关资料的能力	不会查找资料，扣 5 ~ 10 分	10				
社会能力	安全文明操作	(1) 发生重大安全事故，本任务为 0 分。 (2) 不按要求操作，违反安全注意事项，每次扣 5 分	10				
	学习态度	(1) 上课出现睡觉、玩手机、迟到、旷课、不操作、追逐、喧哗、起哄等现象，每次扣 2 分。 (2) 不能按时完成工作页，扣 1 ~ 5 分	10				
	“8S”管理	(1) 设备、仪表和工具乱摆放，扣 1 ~ 5 分。 (2) 工位卫生不整洁，扣 1 ~ 5 分	10				
合 计			100				

在这个任务中，你有哪些收获要和同学一起分享？出现了哪些问题，你是如何解决的？

教师签名	日期
------	----

说明：得分 $M = M_1 \times 0.3 + M_2 \times 0.3 + M_3 \times 0.4$ 。

五、相关知识

在电工技术基础课程中,安全用电、电工的操作技术、电路理论等知识,是电子信息类、电气电力类专业必备的电工技术基础知识和基本技能。掌握了这些知识,就具有了分析和解决生活生产中一般电工问题的能力,具备了学习后续电类专业技能课程的能力。同时,对学生进行职业意识和职业道德教育,可提高综合素质与职业能力,增强学生适应职业变化的能力,为学生职业生涯的发展奠定基础。

1. 熟悉实训楼安全疏散通道(以实训室 8B801 为例)

实训楼安全疏散通道如图 1-1 所示。

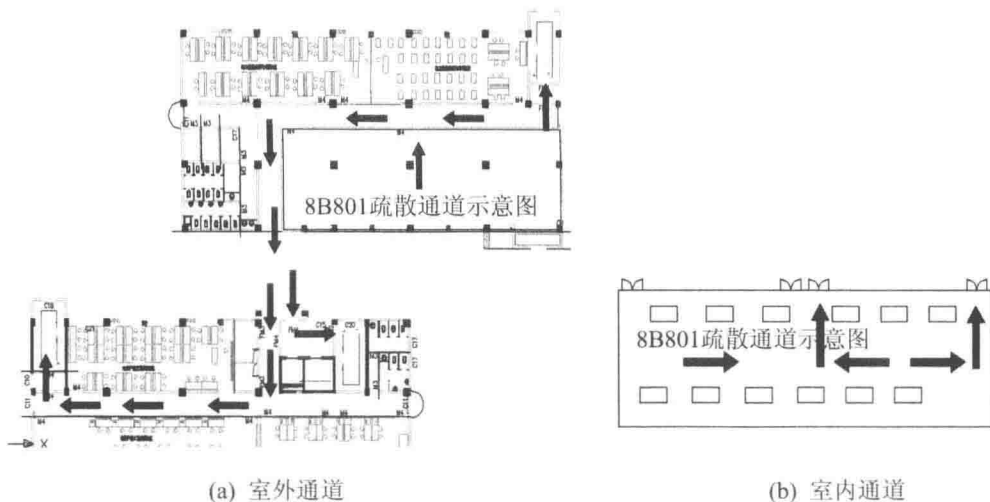


图 1-1 实训楼安全疏散通道示意图

2. 实训室纪律及安全要求

实训室是学生技能训练的场所,是进行现场教学和实验教学的课堂,是开展社会培训服务的基地,也是办好学校的基本条件之一。在学习技术基础课程的过程中,我们要在实训室中进行多个电工实验,在实验过程中一定要遵守实训室的安全规定。下面先来学习实训室《安全操作规程》。

(1) 实验前,应认真预习实验内容,明确目的、要求、实验原理、步骤及操作规程,做好实验准备。

(2) 进入实训室,穿好鞋套并填好实验登记表,按学号入座,保持实验环境整洁,检查所分配的仪器、工具、材料等是否齐全。进行实验时,要听从教师指导,注意安全,严格按规定的实验步骤和要求进行操作,遇到疑难问题应及时向教师请教。未经教师同意,不得做规定以外的实验。

(3) 要保持实训室的安静、整齐、清洁,严禁吸烟,严禁带任何食品进入实验区域或在实训室吃零食、乱扔垃圾。不准在实验台上乱写、乱画。实验课结束后,班级要留下值日同学,将桌、凳整理好,地面打扫干净,关好门窗。

(4) 要爱护实验仪器设备、模型和辅助工具。凡无故损坏和私自拿走仪器设备、辅助工具、模型者,除追回原物或责成其加倍赔偿外,以违纪论处;对由于不遵守或不熟悉操作规程而造成仪器损坏者,也应酌情赔偿损失。

(5) 实验中提倡独立思考,认真操作,细心观察记录,实验数据要准确可靠,不准抄袭、伪造。

(6) 实验结束后,要及时写出实验报告,交指导教师。实验报告要写得清楚,数据准确,条理明晰。

(7) 任课教师、培训辅导教师及临时使用责任人,对实训室的设备、设施的安全使用负有全部的监管责任,学生进入实训室,必须遵守实训室有关规定,爱护设备,服从实训室教师的安排。线路接好后,先由同实验组同学检查,再经教师复查,确认无误后方可接通电源。

(8) 安全规定:教师须经常对学生进行安全教育,指导学生正确操作,随时监督人员与设备安全。学生严格按照操作规程操作,实验过程中态度应严肃、认真,监视仪表和设备有无异常现象。如发生冒烟、打火现象等,应立即切断电源,排除故障后方可重新合闸送电。不得用手触及未经绝缘的电源或电路中裸露部分,在接线、拆线和改接线路时均应切断电源。

(9) 实训课堂上不准大声喧哗、到处走动,不得做听随身听、玩手机等与上课内容无关的事情,不服从管理者,取消其实验资格。学生不得乱动与本次实训无关的设备,不得随意拆卸按钮、开关、指示灯,否则停止本次实验,不计成绩。

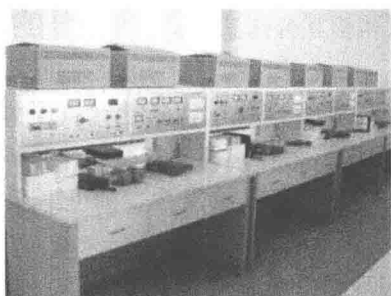
(10) 任课教师及其他使用人若在使用过程中有问题或建议,请及时向实训室管理员反映,以便使实训室管理不断改进,更加合理规范。若实验中出现较大问题,要逐级反映。

3. 电工基础实训室

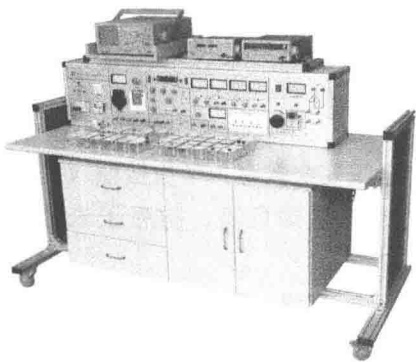
电工基础实训室侧重于电工基础理论验证性实验教学和电工基本操作技能的训练,以培养学生理论联系实际,分析、解决问题的能力和动手实践能力。

电工基础实训室包括电工实训室和电工实验基地。电工实训室配备了目前国内较为先进的实验教学设备。其中:电工技术实验装置是用模块化的结构将电路实验内容整合到一套电路板上,同时各个模块的小电路板又能独立工作,接线直观、清晰、方便,且有利于学生扩展思路。为电路分析基础、电工学、电工电子学、电路与电子技术、电路与电机、电路分析与电子技术、实用电工等课程开设实验项目30多项。每个实训台接有220 V及380 V交流电,操作面板上安装有控

制开关、电压及电流指示仪表、各种电工单元控制电路等。如图 1-2 所示为电工基础实训室实训设备。



(a)



(b)

图 1-2 电工基础实训室实训设备

4. 常用电工仪器仪表和电工工具

常用电工仪器仪表有：电流表、电压表、万用表、示波器、毫伏表、频率计、摇表、钳形电流表、信号发生器、单相调压器等。常用电工工具有：老虎钳、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、螺丝刀、镊子、电工刀、验电笔等。

5. 实训场室的“8S”管理模式

(1) “8S”管理：整理 (Sort)、整顿 (Straighten)、清扫 (Sweep)、清洁 (Sanitary)、素养 (Sentiment)、安全 (Safety)、节约 (Save) 和学习 (Study) 八个项目，因其对应英文均以“S”开头，简称为“8S”。

(2) “8S”管理的内涵与目标。

1S——整理。定义：场室负责人区分要用与不要用的东西，实训场室除了要用的东西外，一切都不放置。实训过程中，学生整理工位，将一切不用的器材清理出工作范围。

目的：腾出“实训空间”（归类）。

2S——整顿。定义：场室负责人将要用的东西定位、定量、定方法摆放整齐，明确标示；学生使用器材完毕后，定位、定量归位。

目的：熟悉器材位置和用量，不浪费时间找东西，场室长期保持整齐有序（定位、定量）。

3S——清扫。定义：教师分配清扫工作任务，组织学生结束课程前清除实训工作场所内的脏污，并防止污染的再次发生。

目的：清除脏污，保持工作环境干净、明亮。

4S——清洁。定义：教师将上面“3S”实施的做法制度化、规范化，结合课程评价机制，认真执行，维持其成果。

目的：通过制度化来维持成果。

5S——素养。定义：各实训场室要求一致，评价一致，人人按照规定办事，教师和学生养成良好的实训教学工作习惯。

目的：提升学生的品质，培养劳动意识和相互合作意识，使学生对任何工作都持认真严谨的态度。

6S——安全。定义：各实训场室根据设备和操作要求，张挂《安全操作规程》，组织安全教育，学生按照《安全操作规程》操作，树立安全操作意识。

目的：预知危险，防患于未然。防止人身安全事故发生，防止仪器设备损坏。

7S——节约。定义：教师合理设计实训项目和认真组织项目实施，减少人力、空间、时间、物料的浪费。

目的：养成降低成本的习惯，减少耗材开支。

8S——学习。定义：教师组织学生深入学习各项专业技术知识，指导学生在实训场室开展研究性学习，从书本和实践中获取知识，不断地向同学及教师学习，从而完善自我，提升自己综合素质。

目的：培养学习性组织，培养学生自我学习能力，促进学生长远发展。

6. 电工安全标志及操作知识

我国《安全标志使用导则》GB 16179—1996 规定了在容易发生事故或危险性较大的场所安全标志设置原则，并列出了所有安全标志。与电力安全有关的有 35 种主要标志，辅助标志由地方有关部门根据需要设计制作。经常用到的安全标志如图 1-3 所示。



(a) 禁止吸烟



(b) 禁止使用
明火



(c) 禁止堆放易
燃物



(d) 禁止启动



(e) 禁止用水
灭火



(f) 禁止合闸



(g) 禁止靠近



(h) 注意安全



(i) 当心触电



(j) 当心电缆

图 1-3 经常用到的安全标志

安全用电包括供电系统的安全、用电设备的安全及人身安全三个方面，它们之间又是紧密联系的。供电系统的故障可能导致用电设备的损坏或人身伤亡事故，而用电事故也可能导致局部或大范围停电，甚至造成严重的社会灾难。

学生工作页

1. 简答题

- (1) 简述实训楼安全疏散通道的路线。
- (2) 简述实训流程和实训室纪律及安全要求。
- (3) 简单介绍常用电工仪器仪表和电工工具。
- (4) 简述实训场室的“8S”管理模式。

2. 选择题

- (1)  表示 ()。

A. 注意安全 B. 禁止靠近 C. 当心电缆 D. 禁止使用

- (2)  表示 ()。

A. 注意安全 B. 当心触电 C. 当心电缆 D. 禁止使用

任务二 灭火器使用训练

【任务导入】2003年12月2日早上6时，北京交通大学18号楼6层一研究生宿舍发生火灾。起火原因是该宿舍学生违章使用“热得快”将水烧干引发大火。此次火灾共烧毁4张床、4床被褥和一些日用品等，经济损失2万余元。如果当时宿舍内有灭火器，你会使用灭火器进行灭火以减少损失吗？

一、任务目标

- (1) 知道发生电气火灾的原因。
- (2) 懂得电气火灾的处理方法。
- (3) 懂得电气火灾的防范措施。

(4) 学会使用灭火器。

二、任务资讯

- (1) 怎么正确选择和使用灭火器？
- (2) 灭火器有哪些种类？

三、任务实施

- (1) 认识灭火器的种类并正确选择灭火器。
- (2) 灭火器的日常检查与维护。
- (3) 正确使用灭火器。

四、任务评价（见表 1-2）

表 1-2 任务评价表

班级			学号			姓名	
项目名称		正确选择和使用灭火器					
评分项目	评分内容	评分标准	分值 (分)	自评 M_1	组评 M_2	师评 M_3	得分 M
专业能力	灭火器的选用	懂得灭火器的各个参数，选用正确的灭火器。每错一处扣 3 分	15				
	灭火器的使用	按照灭火器的使用方法，正确使用灭火器。每错一个扣 5 分	25				
方法能力	查找相关资料的能力	不会查找资料，扣 5 ~ 10 分	10				
	运用资料解决问题的能力	不会运用资料来解决问题，扣 5 ~ 20 分	20				
社会能力	安全文明操作	(1) 发生重大安全事故，本任务为 0 分。 (2) 不按要求操作，违反安全注意事项，每次扣 5 分	10				

续表

评分项目	评分内容	评分标准	分值(分)	自评 M_1	组评 M_2	师评 M_3	得分 M
社会能力	学习态度	(1) 上课出现睡觉、玩手机、迟到、旷课、不操作、追逐、喧哗、起哄等现象,每次扣2分。 (2) 不能按时完成工作页,扣1~5分	10				
	“8S”管理	(1) 设备、仪表和工具乱摆放,扣1~5分。 (2) 工位卫生不整洁,扣1~5分	10				
合 计			100				

在这个任务中,你有哪些收获要和同学一起分享?出现了哪些问题,你是如何解决的?

教师签名		日期	
------	--	----	--

说明:得分 $M=M_1\times0.3+M_2\times0.3+M_3\times0.4$ 。

五、相关知识

1. 灭火器的种类

常见灭火器的结构特征分为手提式和推车式两大类。按充装的灭火剂不同可分为四大类,其中第一大类称为“水基型灭火器”,包含清水型和泡沫型。第二大类称为“干粉灭火器”,是最常见、也是适用范围最广泛的灭火器,它又分为ABC和BC两种类型。第三大类称为“二氧化碳灭火器”,它在日常生活比较少见,一般配置在配电室等特殊场所。第四大类称为“洁净气体灭火器”。

(1) 水基型灭火器。

① 清水灭火器(见图1-4)。

充装内容:充装的灭火剂是以清洁水为主,以添加湿润剂、增稠剂、阻燃剂或发泡剂等为辅。

适用范围:主要用于扑救A类火灾(固体物质火灾),如木材、纸张、棉麻、织物等。

灭火原理:通过冷却作用灭火。