



顺德职业技术学院

国家重点培育高职院校建设项目成果

家用电器产品与电路剖析

宋玉宏 主 编



高等教育出版社
Higher Education Press

国家重点培育高职院校建设项目成果

家用电器产品与电路剖析

宋玉宏 主编

雷 斌 主审

高等教育出版社

内容提要

随着人们生活水平的提高,白色家电与小家电在生活中随处可见。

本书分为15章,基本按照家电产品电路的复杂程度,由浅入深展开,同时兼顾同类型产品尽量集中。本书介绍电热水袋和电热水壶、电饭煲、电吹风和电动剃须刀、抽油烟机和排风扇、吸尘器、空气净化器、消毒柜、微波炉、电风扇、空调器、饮水机、电冰箱、洗衣机、热水器和电磁炉。每一章从认识产品入手,简介产品的分类及功能特点,分析典型电路,重点是电路模块的剖析及重要元器件的应用。

每一章列出了涉及的知识点和能力点,附有思考题,并从使用者角度针对每种产品提出了密切关注的方面。

本书适合高职院校电类专业的学生使用,也可供家电设计和维修人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

家用电器产品与电路剖析/宋玉宏主编. —北京:高等教育出版社,2009.9

ISBN 978-7-04-027821-7

I. 家… II. 宋… III. 日用电气器具-电路分析
IV. TM925

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 112658 号

策划编辑 孙 薇 责任编辑 唐笑慧 封面设计 张志奇 版式设计 陆瑞红
责任校对 王 超 责任印制 张泽业

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京丰源印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 13
字 数 310 000

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2009年9月第1版
印 次 2009年9月第1次印刷
定 价 17.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 27821-00

序 言

作为高职院校的专业,智能家电专业具有明显的地方特色,立足顺德及珠三角地区,面向家电行业、企业的产品生产和服务第一线,培养从事家电产品开发、质检、测试、销售等工作,具有爱岗敬业、诚信守法、踏实进取的职业道德和精神,具备电路板绘制、单片机应用、产品测试和维修等职业技能,拥有可持续发展能力和创新能力,既会做事又会做人的高素质、高技能人才。

针对上述定位和人才培养规格,智能家电专业的教师们编写了专业标准和部分专业课程的相关教材。

《智能家电专业人才培养方案与核心课程标准》:阐述了智能家电专业的人才培养方案及以工作过程为导向构建课程体系的开发设计,并设计了核心课程的课程标准。由宋玉宏主编,昂勤树、牛俊英、刘丰华、谢飞、蔡泽凡等教师参编。

《单片机技术初步实践》:通过几年的课程改革,从常规的围绕单片机展开课程转变到围绕做事情展开课程;从教师去教转变为学生去主动学习;从实验箱仿真转变到真实产品为载体的实训。由蔡泽凡主编,来自家电企业具有多年家电产品控制器开发经验的工程师李日辉等参编。

《家用电器产品与电路剖析》:以典型的家电产品为载体,阐述了产品特点、典型电路。具体分析了电路模块及关键元器件的使用,跟踪新产品和新技术。由宋玉宏主编,来自家电企业的具有丰富的产品开发与生产管理经验的雷斌高级工程师提出了大量的修改意见,并审核了全稿。

《家用电器通用电气测试实训教程》:以家电产品国家强制认证电气安全通用要求和 EMC 检验为依据设计实训项目,阐述了家电通用电气测试项目的检测目的、检测方法及相关标准的理解。由昂勤树主编,佛山市顺德区质量技术监督局顺德区标准化研究与促进中心王荣发主任提出了宝贵的修改意见,并审核了全稿。

《家电控制器开发与制作》:以豆浆机和消毒碗柜为开发实例,以家电控制器开发过程为主线,阐述开发技巧和制作经验。由刘丰华主编,企业工程师陈新、陈俊艺审核了该书稿。

《家用电器 3C 认证检验实训教程》:以家电产品强制性认证实施规则为基础,精心设计认证测试工作过程中的典型任务课题,通过“实践中学习”、项目目标、项目实践以及思考与实训等环节,培养学生实际技能。由谢飞主编,企业测试工程师刘新生副主编。

智能家电专业的教师一方面注重自我专业能力的提升,另一方面勤奋学习职业教

II 序言

育理论,取得的成绩是明显的。同时由于经验不足,本套教材在编写和组织上难免存在一些不足,相信他们以后会做得更好。


郭荃弟

于 2009 年 3 月 28 日

前言

白色家电和小家电在人们的日常生活中随处可见。随着科学技术的发展,家用电器(简称家电)产品朝着自动化、智能化和信息化的方向不断发展。

就家电产品而言,电路分析的理论性极强,要求读者有电工电子学基础,纯粹的电路分析内容往往使读者感到枯燥乏味,如何编写一本适合高职层次学生使用的教材呢?编者按以下思路编写了本书:选取生活中常用的家电产品为分析对象,引入产品的功能、特点和工作原理,配上大量的实物图片,以增强读者的学习兴趣;并且引入新技术,介绍整机电路、典型模块和关键元器件的应用,激发读者的创新意识;通过思考题,以期增强读者的能力和自信;并引导学习者从产品使用者的角度去认识产品的性能和技术。

本书共分为十五章,按照产品电路的复杂程度,由易到难,由简到繁安排先后顺序,同类型产品尽量集中,介绍电热水袋和电热水壶、电饭煲、电吹风和电动剃须刀、抽油烟机和排风扇、吸尘器、空气净化器、消毒柜、微波炉、电风扇、空调器、饮水机、电冰箱、洗衣机、热水器和电磁炉。

本书由宋玉宏担任主编并统稿。第二章、第三章和第四章由牛俊英编写,第九章和第十章由蔡泽凡编写,第十一、十二章由林治华编写,其他章节由宋玉宏编写。

感谢雷斌高级工程师在百忙之中审阅全稿,他具有严谨细致的工作作风、丰富的企业经历和产品开发经验,为本书提出了很多修改建议,具有重要的参考价值。

徐洪旗副教授在家电应用电路分析课程教学中积累的相关素材充实了本书的内容,在此表示感谢。顺德职业技术学院电子系家电专业2007级的学生陈培添、何振荣为本书出版做了很多工作,其中陈培添负责绘制书稿的电路原理图,何振荣负责绘制产品的外形、结构图等,在此一并表示感谢。

由于高职教材是高等职业院校的一个崭新的课题,需要不断探索和研究。加上编者水平、经验有限,书中错误与不足难免存在,敬请读者予以指正。

编者

2009年3月28日

目 录

概 述	1
-----	---

第一章 电热水袋和电热水壶	2
---------------	---

引言	2	1.3 自动电热水壶	6
1.1 简易电热水袋	3	1.4 典型元器件	9
1.2 简易电热水壶	4		

第二章 电饭煲	12
---------	----

引言	12	2.3 普通电饭煲	15
2.1 家电的分类及应用电路构成	13	2.4 智能电饭煲	19
2.2 认识电饭煲	15	2.5 电源电路模块	23

第三章 电吹风和电动剃须刀	29
---------------	----

引言	29	3.3 电动机	36
3.1 电吹风	30	3.4 电容降压电路	38
3.2 电动剃须刀	33		

第四章 抽油烟机和排风扇	40
--------------	----

引言	40	4.4 弱信号控制强信号的器件： 继电器	47
4.1 认识抽油烟机	41	4.5 气敏传感器	48
4.2 抽油烟机电路分析	42	4.6 IC 元件：比较器	49
4.3 排风扇	45		

第五章 吸尘器

52

引言	52
5.1 吸尘器	53
5.2 弱信号控制强信号的器件:	

晶闸管	54
5.3 阻容吸收回路	62

第六章 空气净化器

64

引言	64
6.1 认识空气净化器	65
6.2 主要器件和技术	65

6.3 电路分析	67
6.4 倍压整流电路	70

第七章 消毒柜

72

引言	72
7.1 认识消毒柜	73

7.2 消毒原理	73
7.3 消毒柜电路分析	74

第八章 微波炉

80

引言	80
8.1 认识微波炉	81
8.2 微波炉的类型与规格	81
8.3 机电型微波炉的结构	82
8.4 机电型微波炉的电路图例	84
8.5 烧烤型微波炉的结构和工作	

原理	85
8.6 计算机型微波炉的结构和工作原理	87
8.7 薄膜开关	94
8.8 显示	95
8.9 EMI 滤波器	97

第九章 电风扇

100

引言	100
9.1 概述	101
9.2 电路分析	102

9.3 单晶体管	109
9.4 555 集成芯片	111

第十章 空调器 113

引言	113	10.3 空调器的功能与系统组成	115
10.1 空调器的常用术语	114	原理	115
10.2 空调器的分类	114	10.4 空调器电路分析	118

第十一章 饮水机 135

引言	135	11.3 半导体制冷式冷热饮水机	137
11.1 认识饮水机	136	11.4 压缩机制冷式饮水机	139
11.2 温热型饮水机	136	11.5 半导体制冷片	140

第十二章 电冰箱 142

引言	142	12.4 间冷式电冰箱电路	147
12.1 认识电冰箱	143	12.5 电子控制式电冰箱	148
12.2 单门直冷式电冰箱电路	145	12.6 计算机控制式电冰箱	153
12.3 双门直冷式电冰箱	146		

第十三章 洗衣机 157

引言	157	13.3 全自动型洗衣机电路	161
13.1 认识洗衣机	158	13.4 洗衣机新技术	162
13.2 电动双桶洗衣机的电路	160		

第十四章 热水器 164

引言	164	14.3 燃气热水器	168
14.1 认识热水器	165	14.4 水控开关工作原理	173
14.2 电热水器	165		

第十五章 电磁炉 175

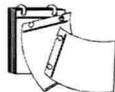
引言	175	15.2 电路总体设计	177
15.1 认识电磁炉	176	15.3 各功能模块	179

概 述



课程目标

- 掌握典型家电产品的类型、工作原理及功能
- 能正确分析生活中常用小家电的应用电路
- 能识别家电中常用的元器件,了解其使用方法
- 具有对新产品、新技术的求知欲望,具备通过各种途径搜集相关资料、提取信息,并能清楚地口头表达和利用多媒体进行展示的能力。



课程内容

典型产品的工作原理、特殊或专用元器件、应用电路介绍,包括

- 常见的白色家电:空调器、电冰箱、洗衣机等
- 常见厨房小家电:微波炉、消毒柜、抽油烟机、电磁炉、电饭煲等
- 其他小家电:热水器、饮水机、电吹风等



考核方式

- 平时表现 40 分
- 分析一电子产品电路或典型电路模块(以家电产品为主) 60 分
 - 制作 PPT 进行答辩
 - 说明产品的功能
 - 说明电路的构成
 - 分析电路的工作原理
- 每人一题,成绩的评判依据如下
 - 电路有一定复杂度和难度
 - PPT 制作良好,演示效果好
 - 对内容的表述正确、简洁、清楚
 - 能正确回答相关问题

电热水袋和电热水壶

引言

知识点

- 简易电热水袋的结构及电路组成
- 简易电热水壶的结构及电路组成
- 自动电热水壶的结构及电路组成
- 温控器的主要参数及使用注意事项
- 发热元件的分类及使用场合
- 氖泡的工作原理及使用场合



能力点

- 会分析产品的主要功能
- 会辨识温控器的主要指标
- 会辨识发热元件的类型及使用场合
- 会辨识氖泡,并能估算其分压电阻的阻值
- 会从使用者的角度考虑电热水袋和电热水壶的主要指标及性能



简易电热水袋

1.1

从外观来看,电热水袋有各种各样的,但基本上是外部接 220 V 电源到内部,通过控制发热管发热,水袋中的液体受热温度升高,从而起到保暖的作用。图 1-1 所示是两款电热水袋的外形图。

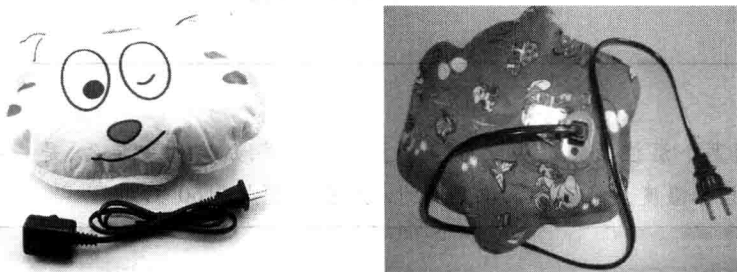


图 1-1 电热水袋的外形

解剖其中一款产品,可观察到电热水袋的电路结构由如下几个部分组成:电源部分、发热管、温控器和工作状态指示灯,如图 1-2 所示。

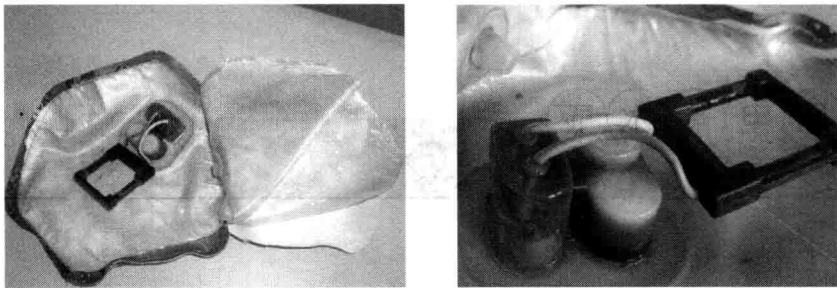
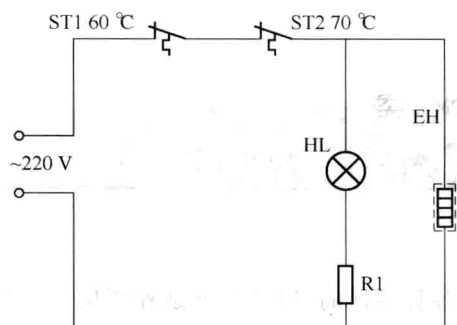


图 1-2 电热水袋的内部结构

220 V 交流电压通过电源线接到电热水袋内部,可以看到连接处琥珀色透明的物质把电路连接线和部分元器件浇铸连接在一起,两个温控器被另外的绝缘物质浇铸,并与前者形成一体,从浇铸体中引出两条线连接到发热管,发热管直接与液体接触,这样有助于提高加热效率。为方便使用者看到工作状态,从内部浇铸体引出一只指示灯到外包装的表面。具体电路图如图 1-3 所示。

当接通电源后,工作状态指示灯发亮,发热管通电发热,对袋中的液体进行加热,当温度达到温控器的动作温度时,温控器断开,切断电源,停止加热。



ST1、ST2 温控器;EH 发热管;HL 工作状态指示灯

图 1-3 电热水袋的电路图

思考

为什么采用两个温控器呢?从电路连接上看是串联,从实物安装看,是一高一低两个。提示:位置高的温控器温度点是 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$,位置低的温控器温度点是 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

产品使用者关注点

安全:杜绝出现触电、烫伤和渗漏等现象。

使用方便:简易小巧,移动方便。

保温时间:与电热水袋使用的材料和液体类型有关。

简易电热水壶

1.2

这是一种很常见的水加热器,一般电热水壶的容量不大,整个产品由两部分组成:水壶和底座。底座有电源引出线和插头,水壶底部有电源连接器。电热水壶及其底座的外形图如图 1-4 所示。

电热水壶内部有一个发热管,直接与水接触。壶身上有一个双联开关,并把指示灯巧妙地嵌入开关的塑料外壳内,如图 1-5 所示。把电热水壶放在底座上,并插上电源时,按下电热水壶上的开关,便开始加热,水温逐渐升高,当温度达到温控器的控制温度时,双联开关动作切断电源,停止加热。当水温下降时,双联开关不能自动复位,必须依靠外力。

电热水壶电路主要是实现对发热管加热时间的控制,电路如图 1-6 所示。图中 EH 是发热管,SB 是电源开关,ST 是温控器,SB 与 ST 构成双联开关。当水温通过 EH 加热达到 ST 的温度点时,ST 跳开,带动电源开关 SB 同时断开。当水温下降需再加热时,只能手动按下 SB,重新接

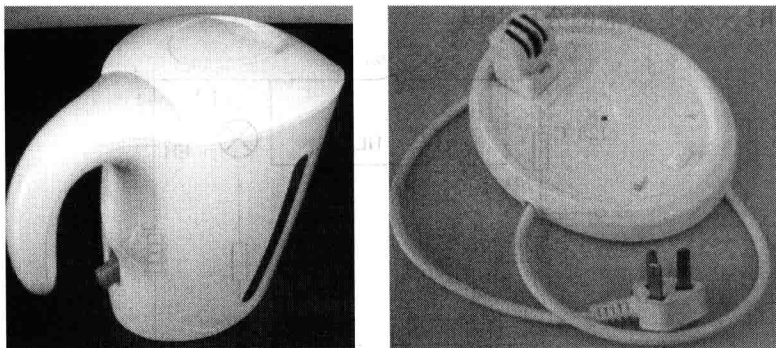


图 1-4 电热水壶及其底座的外形图

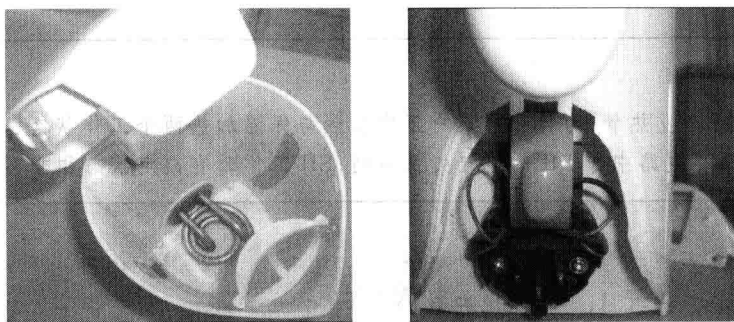
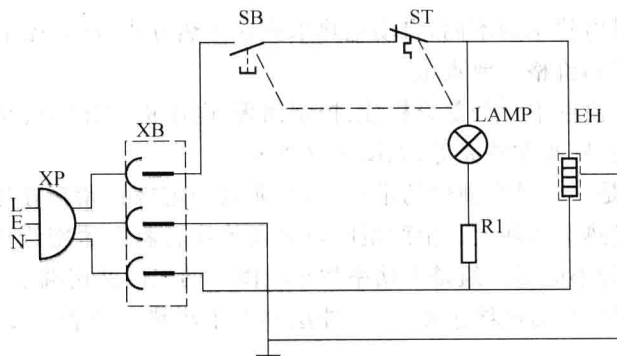


图 1-5 电热水壶的内部结构图

通加热电路。

有的电热水壶电路稍微复杂一些,具有过电流保护和保温功能。图 1-7 所示是另一款电热水壶的电路,FU 是熔断器,ST 是温控器,HL1、HL2 是氖泡,R1、R2 是电阻,EH 是发热管。

相比图 1-6,该电路增加了过电流保护及保温功能,相应有两个指示状态:加热状态指示和保温状态指示。氖泡 HL1 工作时发绿光,是保温状态的指示。HL2 工作时发红光,是加热状态

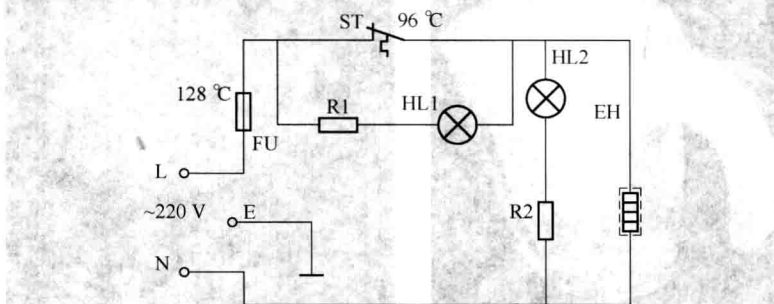


XP 电源插头;XB 电源连接器;SB 电源开关;ST 温控器;EH 发热管

图 1-6 简易电热水壶的电路



的指示。R1 和 R2 分别是氖泡的分压电阻。



ST 温控器; EH 发热管

图 1-7 具有保温功能的电热水壶电路

思考

图 1-7 中仅一个发热管,为什么能具有正常加热与保温加热两个工作状态?提示:不同状态下,电阻 R1 与 R2 在电路中与 EH 的连接关系不同;EH 工作时有额定状态和非额定状态两种。

产品使用者关注点

安全:外壳不小心沾水时,不会出现触电

使用方便:简易小巧,加水方便,易清洗

自动电热水壶

1.3

与前面介绍的简易电热水壶不同,自动电热水壶在加热方式、保温控制与出水方式上有一些不同,功能更丰富,但产品价格也要贵很多。

自动电热水壶主要由以下几个部分构成:控制面板、电源板、发热带、温控器、直流电动机、出水管、不锈钢瓶体、外壳、底座和外壳等,如图 1-8 所示。

从外表看,发热带是一个具有弹性的带状金属,通过固定螺钉紧箍在瓶体的下部位置,一般会有 3 根引出线。这个发热带实际上是由两组电阻丝在绝缘材料上紧密绕成的,线径大的那一组是大功率加热线圈,线径小的那一组是小功率加热线圈。两组的共用端子从一个接线端引出,另一端则分别引出。引出线均由绝缘包裹,并在外层套上了耐热的瓷管。发热带实物图如图 1-9 所示。

一般在瓶体上可以找到两个温控器,一个在瓶体外表面的中下部位置,温度点在 95 °C 左右;另一个在瓶体的底部正中,温度点在 100 °C 以上。

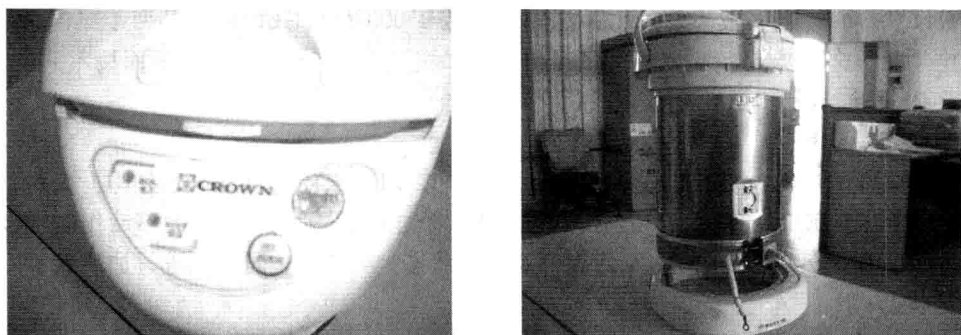


图 1-8 自动电热水壶的外形及结构简图

控制面板上有指示灯和按键。一般有两个指示灯,一个是煮水指示(发红光),另一个是保温指示(发绿光)。有两个按键,一个是电动出水按键,另一个是再沸腾按键。

电源板一般安装在瓶底部,各款产品会有所不同,有的采用了变压器,有的则直接通过电阻降压。一般接有继电器,还会看到一个小功率的直流电动机,以及整流二极管、电容、稳压二极管等元器件。

(1) 不采用变压器的电热水壶电路

不采用变压器,而直接通过电阻降压,是小家电中常见的电源电路形式。图 1-10 所示就是一典型电路。

ST1 是安装在瓶底部的温控器,ST2 是安装在瓶体外表面中下部的温控器,EH1、EH2 是两个功率不同的发热丝(EH1 功率大,一般为 500 W 以上,内阻约

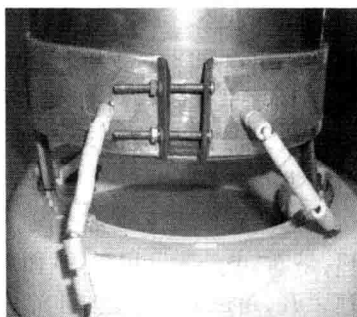
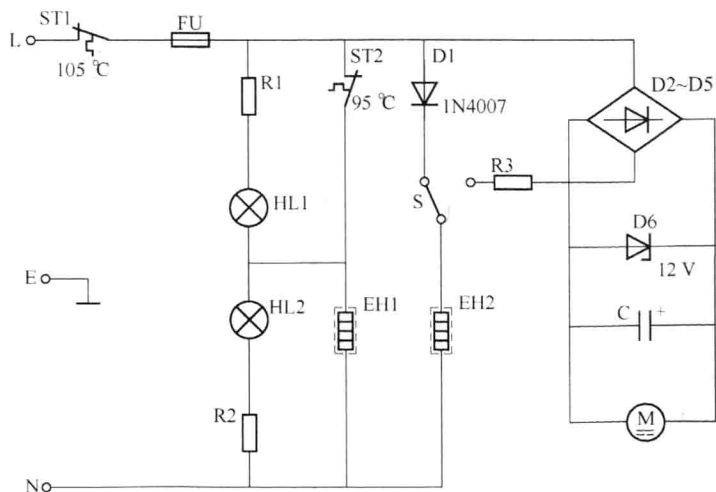


图 1-9 发热带实物图



ST1 保护温控器;FU 熔断器;HL1 保温指示灯;ST2 煮水温控器;
EH1 煮水发热丝;HL2 煮水指示灯;EH2 保温发热丝;S 出水开关;M 出水电动机

图 1-10 不采用变压器的电路图