

新 编 高 职 高 专 教 材

XINBIAN GAOZHIGAOZHUAN JIAOCAI

小家电技术

主编 程立新 主审 程周
福建科学技术出版社

新 编 高 职 高 专 教 材

小家电技术



主编 程立新 主审 程周
福建科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

小家电技术/程立新主编; 陈立平, 周重斌, 张文富
编著. —福州: 福建科学技术出版社, 2003. 7

新编高职高专教材

ISBN 7-5335-2187-0

- I. 小… II. ①程…②陈…③周…④张…
III. 日用电气器具—高等学校: 技术学校—教材
IV. TM925

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 042839 号

- | | |
|------|------------------------------------|
| 书 名 | 小家电技术
新编高职高专教材 |
| 主 编 | 程立新 |
| 出版发行 | 福建科学技术出版社 (福州市东水路 76 号, 邮编 350001) |
| 经 销 | 各地新华书店 |
| 排 版 | 福建科学技术出版社排版室 |
| 印 刷 | 福州市屏山印刷厂 |
| 开 本 | 787 毫米×1092 毫米 1/16 |
| 印 张 | 10.5 |
| 字 数 | 256 千字 |
| 版 次 | 2003 年 7 月第 1 版 |
| 印 次 | 2003 年 7 月第 1 次印刷 |
| 印 数 | 1—3 000 |
| 书 号 | ISBN 7-5335-2187-0/TN·288 |
| 定 价 | 14.30 元 |

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

前 言

近 10 年来, 电子信息技术飞跃发展, 新知识、新技术、新产品不断涌现, 其影响已遍及社会生活的方方面面。数字化信息控制技术已渗透到传统的工业领域, 它们在给人们生活带来极大便利的同时, 也给新世纪的劳动者提出了更高的要求。为适应新形势下高等职业教育培养人才的需要, 我们根据教育部高教司制定的《高职高专人才培养目标及规格》, 编写了本系列高职高专教材。

本系列教材包括《电视机技术》、《音响设备技术》、《电冰箱空调器技术》、《小家电技术》和《家电电动机与控制技术》, 可供高职高专的应用电子技术和电子信息技术等专业选用, 也可供中等职业学校的相关专业选用, 还可作为从事相关技术的工程技术人员的参考用书。

本系列教材以实用为本, 紧密结合高职高专教育的特点, 突出实用性和针对性, 加强实践能力的培养, 以适应社会的实际需要。在编写中, 力求做到淡化理论知识, 强调动手能力, 将知识与实践有机结合, 注重培养学生的工程应用能力和解决现场实际问题的能力。

本书主要介绍电风扇、洗衣机、吸尘器、抽油烟机、电吹风与电动剃须刀、电热炊具等常用小家电的结构、工作原理及常见故障的检修方法, 并配有相关的拆装与检测实训。使学生能够掌握现代小家电的新技术。

本书由程立新任主编。张文富、程周编写了第一章, 陈立平编写了第二章, 周重斌、程立新编写了第三章, 周重斌编写了第四章, 程立新、张文富编写了第五章, 程立新编写了第六章, 第七章由几位老师合编。全书由安徽职业技术学院程周主审。

由于作者水平有限, 书中疏漏在所难免, 恳请读者批评指正。

编者

2003 年 4 月

目 录

第一章 家用电器常用器件	(1)
第一节 电动机	(1)
一、单相异步电动机	(1)
二、单相串激式电动机	(4)
三、永磁式直流电动机	(5)
第二节 电热元件	(5)
一、电阻式电热元件	(5)
二、远红外电热元件	(7)
三、PTC 发热元件	(9)
第三节 温控元件	(10)
一、双金属片温控器件	(10)
二、磁性温控元件	(12)
三、热敏电阻温控元件	(12)
四、热电偶温控元件	(12)
五、形状记忆温控元件	(14)
第四节 过温保险器	(14)
一、热双金属片安全装置	(14)
二、温度保险丝	(15)
三、SM 型低熔点合金超温保险器	(15)
四、复合型热熔断体	(15)
习题	(16)
第二章 电风扇	(17)
第一节 电风扇的类型与规格	(17)
一、电风扇的分类	(17)
二、电风扇的规格型号	(17)
三、电风扇的主要技术参数	(18)
四、电风扇常见英文标记	(20)
第二节 台扇	(20)
一、台扇的基本结构	(21)
二、台扇的电气控制原理	(22)
三、台扇常见故障检修	(25)
第三节 转页扇	(27)

一、转页扇的基本结构	(28)
二、转页扇的电气控制原理	(29)
三、转页扇常见故障检修	(30)
第四节 程控电风扇	(30)
一、程控电风扇的结构	(30)
二、程控电风扇电气控制原理	(30)
三、程控电风扇常见故障检修	(34)
习题	(35)
第三章 洗衣机	(36)
第一节 洗衣机的类型与规格	(36)
一、洗衣机的类型	(36)
二、洗衣机的型号	(36)
三、洗衣机的主要性能参数	(37)
四、洗衣机常用英文标记	(39)
第二节 普通双桶波轮式洗衣机	(39)
一、普通双桶波轮式洗衣机的结构	(39)
二、普通双桶波轮式洗衣机的控制电路	(45)
三、普通双桶波轮式洗衣机常见故障检修	(46)
第三节 全自动波轮式洗衣机	(49)
一、全自动波轮式洗衣机的基本结构	(50)
二、全自动波轮式洗衣机的控制电路	(61)
三、全自动波轮式洗衣机常见故障检修	(67)
第四节 滚筒式全自动洗衣机	(71)
一、滚筒式全自动洗衣机的基本结构	(72)
二、滚筒式全自动洗衣机的控制电路	(75)
三、滚筒式全自动洗衣机常见故障检修	(80)
习题	(83)
第四章 其他电动器具	(84)
第一节 吸尘器	(84)
一、吸尘器的类型与规格	(84)
二、吸尘器的基本结构与工作原理	(85)
三、吸尘器常见故障检修	(88)
第二节 抽油烟机	(91)
一、抽油烟机的类型与规格	(91)
二、抽油烟机的基本结构与工作原理	(92)
三、抽油烟机常见故障检修	(96)
第三节 电动剃须刀	(98)
一、电动剃须刀的类型	(98)

二、电动剃须刀的基本结构与工作原理	(98)
三、电动剃须刀常见故障检修	(99)
习题	(100)
第五章 电热炊具	(101)
第一节 自动保温式电饭锅	(101)
一、电饭锅的类型与规格	(101)
二、电饭锅的基本结构与工作原理	(102)
三、其他类型电饭锅	(104)
四、电饭锅常见故障检修	(106)
第二节 自动电压力锅	(108)
一、电压力锅的类型与规格	(108)
二、电压力锅的基本结构与工作原理	(109)
三、电压力锅常见故障检修	(111)
第三节 电烤箱	(113)
一、电烤箱的类型与规格	(113)
二、普通电烤箱	(113)
三、高级电烤箱	(115)
四、电烤箱常见故障检修	(116)
第四节 微波炉	(117)
一、微波炉的类型与规格	(117)
二、普及型微波炉	(118)
三、烧烤型微波炉	(121)
四、程控微波炉	(122)
五、微波炉常见故障检修	(125)
习题	(127)
第六章 其他电热器具	(129)
第一节 多功能电子饮水机	(129)
一、多功能电子饮水器的类型与规格	(129)
二、多功能电子饮水器的基本结构与工作原理	(129)
三、多功能电子饮水机常见故障检修	(131)
第二节 电熨斗	(131)
一、普通型电熨斗	(132)
二、高级电熨斗	(133)
三、电熨斗常见故障检修	(135)
第三节 电暖器	(136)
一、石英电暖器结构	(136)
二、石英电暖器工作原理	(137)
三、石英电暖器常见故障检修	(138)

第四节	电吹风·····	(138)
一、	电吹风基本结构·····	(139)
二、	电吹风工作原理·····	(140)
三、	电吹风常见故障检修·····	(141)
习题	·····	(141)
第七章	技能实训 ·····	(143)
实训一	常用温控、电热元件的检测·····	(143)
实训二	电风扇的拆装与检修·····	(144)
实训三	洗衣机的拆装与检修·····	(145)
实训四	吸尘器的拆装与检修·····	(150)
实训五	自动保温电饭锅的拆装与检测·····	(152)
实训六	电烤箱的拆装与检测·····	(153)
实训七	微波炉的拆装与检测·····	(154)
实训八	调温电熨斗的拆装与检测·····	(156)
参考文献	·····	(158)

第一章 家用电器常用器件

第一节 电动机

在家用电器中用的电动机都是小功率电动机。这些电动机结构简单，体积小，运行可靠，能满足家用电动器具的动力需求。由于各种电动器具工作特点的不同，因而对电动机有不同的要求。在家用电器中，主要用到的有单相异步电动机，单相串激式电动机和永磁式直流电动机。

一、单相异步电动机

(一) 单相异步电动机的工作原理

单相异步电动机结构简单，成本低，运行可靠，只需单相交流电源，十分有利于在家庭中使用。在家用电器中经常使用的单相异步电动机主要有分相式和罩极式两大类型，分相式电动机又分为电容分相式和阻抗分相式两种。

在家用电风扇、洗衣机、抽油烟机中常用单相异步电动机，其中电容分相式较为常见。单相异步电动机主要由定子和转子两大部分组成，如图 1-1-1 所示。定子和转子之间存在一定的间隙，这一间隙叫做气隙。

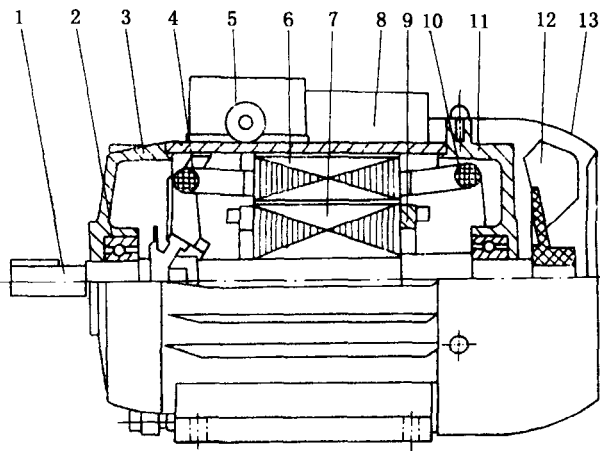


图 1-1-1 单相异步电动机的结构

1. 轴 2. 轴承 3. 前端盖 4. 离心开关 5. 接线盒 6. 定子铁心 7. 转子铁心 8. 电容器
9. 转子绕组 10. 定子绕组 11. 后端盖 12. 风扇 13. 风罩

定子部分由定子铁心、定子绕组和机座组成。定子铁心是由硅钢片冲制后叠装紧固而成，它的内圈上冲有许多形状相同的槽，用于嵌放定子绕组。定子绕组是用漆包线按照一定的方式绕制而成，然后嵌放在定子铁心的槽中。单相异步电动机一般有主、副两个定子绕

组，用于产生旋转磁场。机座一般用铝材压制而成。

转子部分主要由转子铁心、转子绕组和转轴组成。转子铁心与定子铁心一样也是用硅钢片冲制成的，转子铁心的外圈上冲有许多形状相同的槽，用于放置转子绕组。单相异步电动机通常采用鼠笼转子，它的绕组一般由铝条和铝端环组成。

根据定子结构上的不同，单相异步电动机可分为电容分相式、阻抗分相式和罩极式三种。

(二) 电容分相式单相异步电动机

电容分相式电动机的定子上有两个绕组 A_1A_2 和 B_1B_2 ，在空间上相隔 90° ，如图 1-1-2 所示。 B_1B_2 绕组串接一适当的电容器 C 后与 A_1A_2 绕组并联于单相交流电源上，于是 B_1B_2 绕组中的电流比 A_1A_2 绕组在相位上超前 90° 。这样的两相交流电分别通过这两个在空间上相隔 90° 的绕组，就产生出旋转磁场，如图 1-1-3 所示，继而拖动转子旋转。

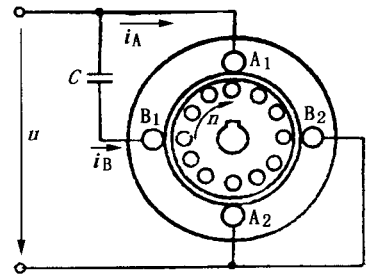


图 1-1-2 电容分相式电动机

电容分相式电动机分为三种：电容启动式（YC 系列）、电容运转式（YY 系列）和电容启动运转式（YL 系列）。图 1-1-4 所示为三种电动机的电路原理。

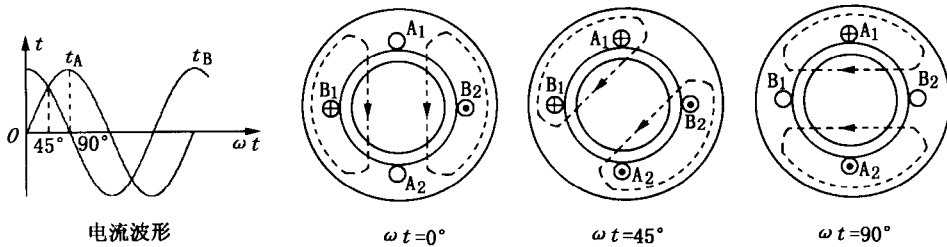


图 1-1-3 两相交流电产生的旋转磁场

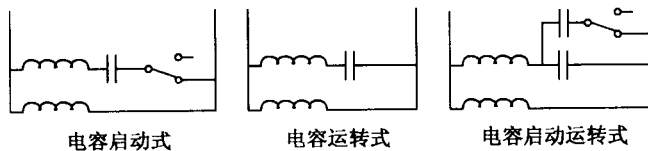


图 1-1-4 电容分相式电动机的电路原理

电容启动式电动机（YC 系列）定子上的两个绕组中，一个是主绕组，又称工作绕组，一个是副绕组，又称启动绕组。启动绕组串联一启动电容、启动开关（离心开关）后，再与工作绕组并联接到单相电源。电动机启动时，两相绕组同时工作，由于电容的分相作用，形成旋转磁场，产生启动转矩，使电动机启动；当电动机的转速达到 $75\% \sim 80\%$ 同步转速时，在离心力的作用下，离心开关断开，切断启动绕组，由工作绕组单独工作。

这种电动机结构简单，由于两个绕组电流的相位差接近 90° 电角度，从而产生较大的启动转矩，且启动电流较小。转速升高，启动开关断开后，这种电动机工作在单绕组状态，此

时效率和功率因数较低，振动和噪声较大。电容启动式电动机多用于需要较大的启动转矩或频繁启动的场合，使用的功率大多在 500W~4kW，功率小于 120W 时电动机性能不佳，很少使用。

电容运转式电动机（YY 系列）定子副绕组中串接的电容在电动机启动和运行时都参与工作，使之成为两相异步电动机。适当选择串接电容可使电动机在额定运行时，两相绕组产生圆形磁场，获得最佳的运行性能。与电容启动式电动机相比，电容运转式电动机串接的电容量相对要小，这样，在电动机启动时，电流分相效果小，无法形成圆形磁场，从而启动转矩很小；往往为了获得较大的启动转矩，而选择较大的电容量，但这时运行指标有所降低。

电容运转式电动机的效率和功率因数较高，运行性能好；无离心开关之类的易损件，工作可靠；振动和噪声小，重量轻，体积小。但其启动转矩小，空载电流大。电容运转式电动机适用于空载或轻载启动，长期运行，且不经常空载运行的场合。这种电动机容量较小，在家用电动器具中有广泛的应用。

电容启动运转式电动机（YL 系列）有两个电容：启动电容和工作电容。启动时，这两个电容并联后串入启动绕组支路中，而后再与工作绕组并联，由于分相电容量较大，能获得较大的启动转矩。当电动机转速达到 75%~80% 同步转速时，启动开关动作，将启动电容切离电源，但工作电容保留，电动机进入电容运转式工作状态，实现较佳运行性能。需要指出的是：虽然启动电容和工作电容都与启动绕组串联，但它们在电容量和性能结构上都不相同。启动电容的电容量较大，工作时间短，耐压不高，一般用电解电容；而工作电容长期参与运行，电容量较小，耐压高，一般用油浸式或金属膜纸介电容。

电容启动运转式电动机（又称双值电容电动机）在启动和运行时都有良好的性能，启动转矩大，效率和功率因数高，过载能力强，振动和噪声小，运行可靠。其用于既要求大启动转矩，又要求较高效率的场合。

（三）阻抗分相式单相异步电动机

阻抗分相式电动机的工作绕组与启动绕组有所不同：工作绕组一般电阻较小而电抗较大，因而导线较粗；启动绕组一般电阻较大而电抗较小，因而导线较细，有时在启动绕组中串联有电阻。当电动机启动时，两相绕组同时接入电源。由于两相绕组的阻抗角不同，所以在两相绕组中形成的电流有一定的相位差，从而在电动机中形成旋转磁场。两相电流之间的相位差达不到 90°，一般只能达到 30°~40°，所以两相绕组形成的是椭圆形旋转磁场。该电动机具有较大的启动电流和中等的启动转矩。

这种电动机结构简单，但运行时只有单相绕组工作，效率和功率因数均较低，振动和噪声较大；启动时两相绕组同时工作，启动转矩中等而启动电流较大。它适宜于驱动各种对启动特性无特殊要求的机械。

（四）罩极式单相异步电动机

单相罩极式异步电动机（SD 系列）是双绕组单相异步电动机的特种形式，其特征是定子铁心每极上有一个或多个辅助性短路线圈。

单相罩极式异步电动机的定子铁心大多数为凸极式，也有部分型号是隐极式。凸极式电动机定子铁心为圆形（SDR 系列）或方形（SDS 系列），有 2 极或 4 极。其结构如图 1-1-5 所示。定子主绕组为集中绕组，套在主磁极上；在每个磁极极面的 1/3~1/2 宽度处开有一个或两个小槽，槽内嵌有一个或两个铜制的短路环（又称罩极绕组），将这部分磁极罩起来。

隐极式电动机中主绕组是分布绕组，嵌在定子槽中，副绕组（罩极绕组）是匝数少而线径粗的短路线圈。单相罩极式异步电动机的转子一般为斜槽铸铝笼型。

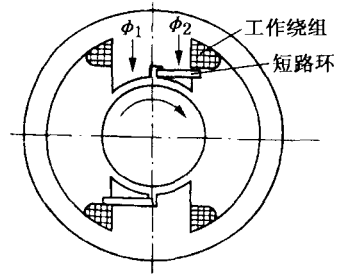


图 1-1-5 罩极式电动机结构

在单相异步电动机中，罩极式电动机的结构是最简单的，其制造方便，价格低，运转噪声小，对无线电干扰小。它的缺点是效率和功率因数低，启动转矩小，正常运行时转差率较大。一般罩极式电动机只能单向运转，不可调节转向。大多数罩极式电动机产品无机壳或机座，无端盖，只有轴承支架。这种电动机在功率小、对启动转矩要求不高、工作时间不长且对运行性能要求不高的场合应用十分广泛，家用电动器具中用得颇多。

二、单相串激式电动机

单相串激式电动机主要有定子和转子（电枢）两大部分。定子由定子铁心和激磁绕组（简称为定子线包）以及机壳、端盖、电刷装置等组成。定子铁心由冲制成一定形状的硅钢片叠成，用空心铆钉铆接在一起。定子和定子线包如图 1-1-6 所示。电吹风、吸尘器中较常用到单相串激式电动机。

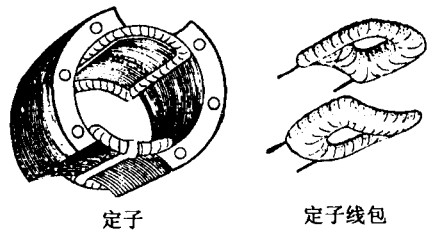


图 1-1-6 定子和定子线包

单相串激式电动机的转子（即电枢）由转轴、电枢铁心、电枢绕组和换向器等组成。电枢铁心是用冲制成如图 1-1-7 所示的硅钢片叠成的。在叠制时，硅钢片上的缺口叠成与转轴平行的槽，也有叠成的槽是斜向的。槽用来嵌放电枢绕组。冲片之间、绕组与冲片之间以及绕组之间都应妥善绝缘。电枢绕组有很多单元绕组，每个单元绕组都有首端和末端引出线。电枢绕组在工作时通过电流，且产生感应电动势。换向器是电动机的关键部分，它是由许多换向铜片镶嵌在一个绝缘圆筒面上而成的。换向片之间用云母片绝缘，电枢绕组的每个单元的引出线与相应的换向片联接，再通过电刷与电源相联。

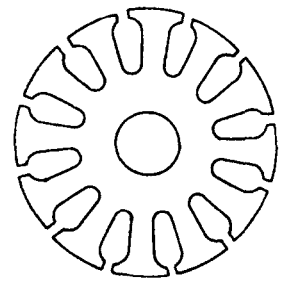


图 1-1-7 电枢铁心冲片

单相串激式电动机的工作原理如图 1-1-8 所示。电源接通时，电枢绕组、激磁绕组中有一正弦电流流过。在电流的正半周期间，从图 1-1-8 (a) 中可以判定电枢逆时针转动；在电流的负半周，电流的方向发生了变化，但由于激磁绕组与电枢中流过的是同一个电流，电枢的转动方向不会发生变化，如图 1-1-8 (b) 所示。可见，电动机的

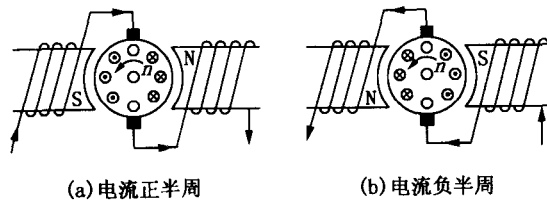


图 1-1-8 单相串激式电动机工作原理

转向与电流方向无关。如果要改变电动机的转向，只有通过改变激磁绕组与电枢绕组串联的方式来实现。

三、永磁式直流电动机

永磁式直流电动机常用于小型吸尘器、剃须刀等电器。它主要由定子、转子（电枢）两大部分组成。转子与单相串激式电动机的相同，也是由电枢铁心、电枢绕组、换向器和转轴等组成，两者的结构也一致；定子部分是由磁极、机座、端盖和电刷装置等组成，它的磁极是用永磁材料制成的，由其产生内部磁场，所以，不需要定子铁心和激磁绕组。永磁式直流电动机磁极结构有多种类型，常用的有圆桶式和瓦块式，如图 1-1-9 所示。圆桶式结构简单，便于批量生产，但磁性能较差，用于 10W 以下的电动机；瓦块式结构磁钢利用率高，可以使用各向异性材料以提高其性能，是 200W 以下的电动机常用的结构；功率较大的电动机，其磁极可用复杂的结构。永磁材料可用铁氧体、铝镍钴或钕铁硼（属稀土永磁）等。

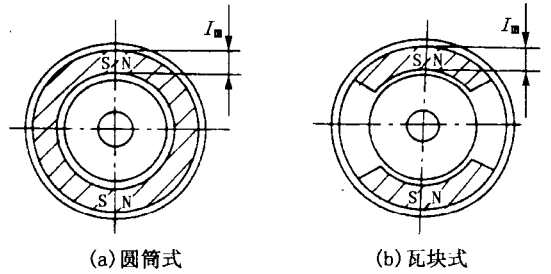


图 1-1-9 永磁式直流电动机的磁极结构

圆桶式结构简单，便于批量生产，但磁性能较差，用于 10W 以下的电动机；瓦块式结构磁钢利用率高，可以使用各向异性材料以提高其性能，是 200W 以下的电动机常用的结构；功率较大的电动机，其磁极可用复杂的结构。永磁材料可用铁氧体、铝镍钴或钕铁硼（属稀土永磁）等。

第二节 电热元件

一、电阻式电热元件

由焦耳-楞次定律可知，电流通过具有一定电阻的导体时，导体就会发热。电阻式电热元件就是利用电阻发热原理制成的。

(一) 电阻式电热元件的构成

电热元件通常由电热丝、绝缘材料、绝热材料等组成。

(1) 电热丝。在采用电阻加热方式的家电中，其发热体都是由合金材料制成的电热丝，然后把电热丝经过二次加工制成电热元件。表 1-2-1 为圆形电热丝的规格。

表 1-2-1 圆形电热丝规格

直径 (mm)	每米电阻值 (Ω/m)		每米质量 (g/m)	
	镍铬 Cr20Ni80	铁铬铝 0Cr25Al5	镍铬 Cr20Ni80	铁铬铝 0Cr25Al5
2.0	0.3470	0.446	26.1	22
1.8	0.4283	0.551	21.1	18
1.6	0.542	0.697	16.69	14
1.4	0.7081	0.910	12.78	11
1.3	0.823	1.053	11.026	9.4

直径 (mm)	每米电阻值 (Ω/m)		每米质量 (g/m)	
	镍铬 Cr20Ni80	铁铬铝 0Cr25Al5	镍铬 Cr20Ni80	铁铬铝 0Cr25Al5
1.2	0.9657	1.238	9.4	8
1.0	1.388	1.783	6.52	5.6
0.9	1.713	2.200	5.28	4.5
0.8	2.168	2.790	4.172	3.6
0.7	2.75	3.640	3.29	2.7
0.6	3.855	4.953	2.35	2
0.5	5.551	7.135	1.63	1.4
0.45	6.853	8.820	1.32	1.13
0.40	8.674	11.13	1.05	0.9
0.35	11.01	14.1	0.82	0.7
0.30	15.42	19.8	0.59	0.505
0.25	22.21	28.6	0.41	0.35
0.20	34.7	44.5	0.26	0.222

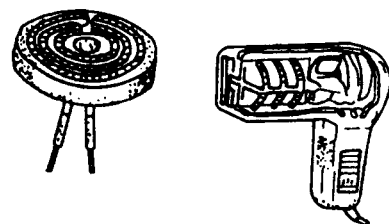
(2) 绝缘材料。绝缘材料主要用于隔离带电物，支撑和固定电热元件。其种类主要有云母、玻璃、陶瓷等无机物和电木、绝缘纸等有机物，以及上述两种材料合成的混合绝缘材料。

(3) 绝热材料。绝热材料主要用于保温、隔热，以提高电热元件的热效率，同时还可起到防火作用。通常它为比热与比重小、耐热、耐火、导电率低、不易被腐蚀的材料，如毛毡、泡沫塑料、石棉、矿棉等。

(二) 电阻式电热元件的类型

1. 开启式螺旋形电热元件

这种电热元件是将合金电热丝绕制成螺旋形状，电热丝直接裸露在空气中而不设任何罩盖，它利用对流和辐射方式将热能传送给被加热物体。如图 1-2-1 所示，开启式电炉和吹风机等属于此种结构。这种电热元件具有结构简单，成本低，安装与检修方便等优点。但由于它裸露在空气中，易于氧化，使用寿命短，也不太安全。



(a) 电炉

(b) 电吹风机

图 1-2-1 开启式电热元件实例

这种电热元件具有结构简单，成本低，安装与检修方便等优点。但由于它裸露在空气中，易于氧化，使用寿命短，也不太安全。

2. 云母片式电热元件

这种电热元件是把合金电热丝缠绕在云母芯片上，电热丝外面再包覆一层云母片作绝缘，其结构如图 1-2-2 所示。其典型应用是普通型电熨斗。由于这类电热元件是靠传导方式传送热能，因而其热效率较低，但具有使用寿命较长的优点。

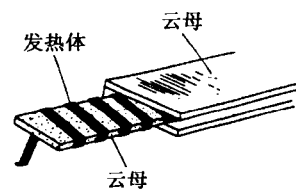


图 1-2-2 云母片式电热元件

3. 金属管状电热元件

图 1-2-3 为常见的金属管状电热元件，它是目前家用电热器具中应用广泛、性能可靠、使用寿命长的一种密封式电热元件。金属管状电热元件的典型结构如图 1-2-4 所示，电热丝被

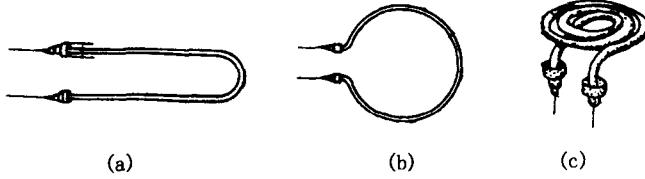


图 1-2-3 常见的管状电热元件

装入金属管，为防止管壁和电热丝碰触，在其空隙处填入苛性镁、结晶氧化镁、氧化铝和石英砂等。填充物要有良好的绝缘性能和导热性能，要与金属管电热丝有相近的热膨胀系数，在常温或高温时均不与电热丝或管子发生化学作用。电热丝在管口处与引出棒相接，端口处用封口材料密封，以隔绝外界水气。引出棒由合金丝或低碳钢等金属丝制成，其截面积为电热丝的若干倍，这样才能有效防止引出端过热。引出棒与外电路多为螺纹联接。

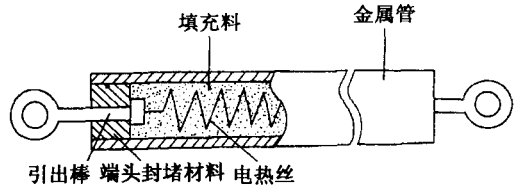


图 1-2-4 金属管状电热元件结构

4. 电热板

电热板是一种通电后板面发热而不带电，且无明火的封闭式电热元件。电热板的形状有圆形、方形等。在家用电热器具中常采用管状元件铸板式结构，见图 1-2-5。

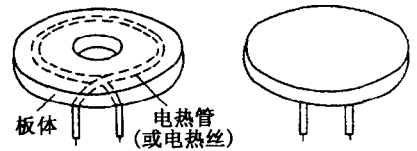


图 1-2-5 电热板外形

管状元件铸板式电热板，是先将金属管状电热元件弯成一圈或多圈圆环后，再埋铸在铝合金或其他合金的板中制成的。与金属管电热元件相比，电热板的有效传热面积更大，机械强度更高，典型应用于电饭锅中。

电热板已形成标准系列，板面直径通常有 14.5cm、18.5cm、22cm 三种。

5. 绳状电热元件

在家用电热器具中绳状电热元件主要用于电热毯、电热衣等柔性电热织物中。电热绳的制造工艺有多种，其典型结构见图 1-2-6。它的中心是一根用玻璃纤维或石棉线制作的芯线，在芯线上缠绕柔软的电热丝（铜镍合金），再套一层耐热的尼龙编织层，在编织层上敷耐热聚乙烯树脂。

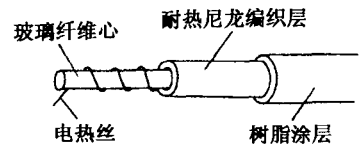


图 1-2-6 绳状电热元件

绳状电热元件的主要特点一是柔软性好，能适应各种被加热物体的形状；二是效能高，它可以与被加热对象充分接触，从而减少了热传导过程中的能量损失，有利于节约能源。

二、远红外电热元件

红外线是一种介于可见光与超短波之间的电磁波。红外线波长在 $0.75\sim 1000\mu\text{m}$ ，其中

2.5~15 μm 称远红外线。红外线有显著的热效应，而且穿透力强，能深入加热物体内部，使物体加热均匀，升温迅速。实验表明，物体最容易吸收远红外线，因此，利用远红外线加热或干燥物品，是被日益广泛采用的新技术。它常用于取暖器具和烘箱。

远红外线电热元件是采用辐射方式给物体加热的。按结构不同，它可分为：管状远红外线元件、板状远红外线元件、粘接式远红外线元件、远红外线灯等多种。

(一) 管状远红外线电热元件

管状远红外线电热元件分两种：一种是金属管状远红外线元件，另一种是石英管状远红外线元件。

金属管状远红外线元件是在普通金属管状电热元件的基础上加涂远红外辐射涂层而制成的。工作时金属管状元件通电发热，激发红外辐射涂层，发出红外线对其他物体加热。这种元件的优点是可以做成不同的形状，且机械强度高，安装方便；缺点是红外辐射涂层有可能脱落。

石英管状远红外线元件，是在直径为 12~18mm 的石英管内安装螺旋形合金电热丝制成的。螺旋形电热丝可与石英管内径接触，石英管的两端用耐热绝缘材料密封，装有电热丝引出端。由于石英不导电，故管内无需填充绝缘物料。其结构见图 1-2-7。石英管多数采用乳白色半透明石英材料，制造时采用特殊工艺，使管壁形成大量的小气泡，气泡直径为 0.03~0.05mm，密度可达 2000~8000 个/cm²，这样的石英管壁可以吸收电热丝所发射的可见光和近红外线光 (0.75~2.5 μm)，引起石英玻璃中晶格振动，产生远红外辐射 (2.5~15 μm)，因此，它能使热效率较低的可见光与近红外光转换为热效率很高的远红外线。

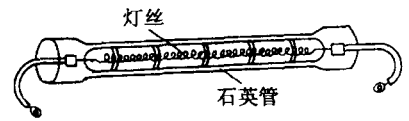


图 1-2-7 石英管电热元件

石英管状远红外线电热元件具有如下特点：

- (1) 辐射效率高，可达 90%。
- (2) 石英的热膨胀系数极低，具有很好的耐急热、急冷性能。同时石英不吸湿，在高温下具有良好的电气绝缘性能，因此，能在潮湿的环境中安全工作。
- (3) 热惯性小，启动速度快，停电后余热少。
- (4) 使用寿命长。

缺点是受碰击易破碎。

(二) 板状远红外线元件

板状远红外线元件是在碳化硅或金属板表面涂覆一层远红外辐射物质，中间装上合金电热丝制成的。

由于板状远红外辐射元件加热面积较大，故常用于电热炊具。它的缺点是热效率低，加热速度慢，这是由于发热体与辐射物之间有空气层。

(三) 粘接式远红外线辐射元件

将耐热粘接剂涂在电热元件表面，然后再将红外线辐射陶瓷粘附在电热元件上，就制成粘接式远红外线辐射元件。该电热元件具有一定弯曲强度，能胜任较大功率的高温加热。

(四) 远红外线灯

远红外线灯在结构上大致和普通照明白炽灯泡相同，但它发出的是红外线，而不是可见光，不用于照明，而是用作热辐射源，常用于浴室。由于灯泡壁用石英材质制成，因而热膨胀系数小，遇水不易破裂。

三、PTC 发热元件

PTC 发热元件是一种具有正温度系数的半导体陶瓷元件。其主要代表材料为钛酸钡 (BaTiO_3) 系列的有机化合物, 并掺杂微量的稀土元素。它可经模压高温烧结而制成所需形状与规格的发热元件。在成型的 PTC 电热元件两面接上电源 (交、直流均可), 就可获得额定的发热温度, 且其功率可自动调节, 具有温度自限、效率高、无明火、安全可靠等独特的优点。

1. PTC 元件的特性曲线

PTC 元件的电阻率—温度特性曲线如图 1-2-8 所示。

从图 1-2-8 中可以看出 PTC 电热元件的电阻率在温度较低时随着温度的升高而有所下降, 为负温度特性, 当温度升高达到某一范围时, 将呈正温度特性, 即电阻率随温度增加而增加。我们称正温度特性的起点为居里点, 即图中的 T_P 点。随后当温度继续上升, PTC 元件的电阻率将急剧增加, 增加的倍数可达 $10^3 \sim 10^5$ 数量级, 呈现极其强烈的正温度特性。温度继续上升到一定值时, 电阻率上升渐缓, 达到最大值后开始下降。电阻率达到最大值时所对应的温度用 T_N 表示, T_N 是使用温度的上限。PTC 电热元件允许施加的最大工作电压 V_{\max} 应以 PTC 元件的温度不超过 T_N 为准。实际使用时, 为保证 PTC 元件能长期可靠地工作, 其工作温度应远低于 T_N , 工作电压应低于理论上允许的 V_{\max} 。

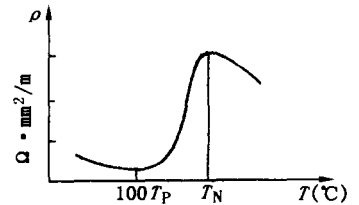


图 1-2-8 PTC 的电阻率—温度特性曲线

在制作 PTC 元件的过程中, 可通过改变制作工艺和材料成分来改变其居里点。例如, 添加锶 (Sr)、锡 (Sn), 则居里点向低温移动, 添加铅 (Pb), 则居里点向高温移动。目前, PTC 居里点一般控制在 $-20 \sim 300^\circ\text{C}$ 范围内。

2. PTC 元件的结构

PTC 元件的结构有多种, 如圆盘式、蜂窝式、带式等。

圆盘式 PTC 电热元件外观呈圆盘形, 上下两个表面装有电极。通电后元件表面发热, 以传导方式传热给被加热物。图 1-2-9 所示为 PTC 恒温电熨斗电热元件的俯视图, 它由 10 片 PTC 元件并联组成。

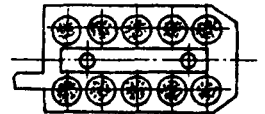


图 1-2-9 PTC 恒温电熨斗电热元件

蜂窝式 PTC 元件有圆形和方形两种。元件的厚度为 $3.5 \sim 10\text{mm}$, 在其表面开有大量蜂窝状通孔, 孔的密度为 $40 \sim 80$ 孔/厘米², 这样就增加了元件散热面积, 使用时采用强制通风, 热量通过空气流动传递。

带式 PTC 元件的外形与电视机天线扁馈线相似。在带表中心两侧平行安置两条金属线作为电极, 电极周围的 PTC 材料将两条电极线分开, 在 PTC 材料外敷一层聚氨甲酸酯和一层聚烯烃网, 作为电绝缘体。这种材料的热辐射性能也较好。最外面为增大强度还包有一层金属铠装材料, 如钢丝网等。

PTC 电热元件有如下优点:

(1) 定温发热。整个系统 (包括发热元件、散热机构、工作电压及环境温度) 确定后, 工作温度接近恒定。

(2) 能自动进行温度补偿。当各种外界因素如电源电压、环境温度发生大幅度波动时,