

教育部规划

中等职业教育家电类系列丛书

微波炉原理与检修

全国名牌家电企业(集团)职业教育系列丛书编委会

李永川 陆剑莹 编

高等教育出版社

国家职业技能鉴定教材

国家职业技能鉴定教材 机械行业职业技能鉴定教材

数控铣削原理与检修

国家职业技能鉴定教材 机械行业职业技能鉴定教材

徐立人 王淑娟 编

机械工业出版社

教育部规划
中等职业教育家电类系列丛书

微波炉原理与检修

全国名牌家电企业(集团)职业教育系列丛书编委会
李永川 陆剑莹 编

高等教育出版社

内容简介

本书是教育部规划中等职业教育家电类系列丛书之一,由高等教育出版社与山东省家用电器行业协会根据行业标准,组织全国微波炉名牌企业工程技术人员编写。

全书共分三章。第一章主要介绍微波炉的基础知识,其中包括微波的基本知识,微波炉的基本结构与工作原理、功能与使用及常见故障分析与检修等。第二、三章分别介绍广东格兰仕和上海夏普微波炉,其中包括系列产品介绍、典型产品介绍、电路分析、拆装与检修等。

本书突出实用性和可操作性,可作为中等职业技术学校电子电器专业教学辅助用书,也可作为家电行业技术人员岗位培训教材及自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

微波炉原理与检修/李永川,陆剑莹编. —北京:高等教育出版社,2000

(中等职业教育家电类系列丛书)

教育部规划教材

ISBN 7-04-008158-X

I. 微… II. ①李…②陆… III. 日用电气器具—微波加热设备—检修—技术教育—教材 IV. TM925.54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 17608 号

微波炉原理与检修

全国名牌家电企业(集团)职业教育系列丛书编委会

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

排 版 高等教育出版社照排中心

印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16

版 次 2000 年 6 月第 1 版

印 张 6.5

印 次 2000 年 6 月第 1 次印刷

字 数 150 000

定 价 9.80 元

插 页 3

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

全国名牌家电企业(集团)职业教育 系列丛书编委会

策 划:王军伟 高等教育出版社 职教部主任
李佩禹 山东省家用电器行业协会 常务副秘书长

主任委员:(按姓氏笔画排列)

王国端	广东科龙电器股份有限公司	总裁、总经理
石伟民	上海夏普电器有限公司	事业部副部长
叶仙玉	浙江星星电器工业公司	总裁
李士军	合肥美菱股份有限公司	总经理
李福贤	河南冰熊保鲜设备股份有限公司	总工程师
李德强	山东小鸭集团有限责任公司	副总经理
刘炳银	河南新飞电器(集团)股份有限公司	总裁
杨福中	TCL 王牌电子(深圳)有限公司设计所	副所长
宋术山	海尔集团顾客服务事业部	部长
周真平	杭州松下家用电器有限公司	营销部副总经理
金培耕	广东美的冷气机制造有限公司	开发部部长
高玉岭	青岛海信电器股份有限公司	副总经理
徐本高	山东省家用电器行业协会	理事长
黄其胜	合肥荣事达洗衣机有限公司	总工程师
梁昭贤	广东格兰仕集团有限公司	常务副总经理
鲁群生	青岛澳柯玛集团	总裁

出版说明

中国家电工业经过十几年的发展,已形成了一个由生产、经营、科研、检测等组成的完整的工业体系。仅1988年至1998年的十年间,我国生产电冰箱7 220万台、洗衣机9 177万台,空调器2 990万台,占世界同类产品总产量的1/5左右。彩电年销售1 600万台,微波炉年销售500万台,并且涌现了国内享有盛誉,在国际上也有重大影响的国产名牌家电群。

近几年,随着市场竞争的加剧,名牌产品企业的市场优势更加明显,产品生产集中度进一步提高。电脑控制、绿色无氟、变频控制、模糊控制、数字化电视、网络产品等高科技含量产品不断涌现,提高了产品竞争力,丰富了家电市场。

为了系统总结中国家电工业近十几年的发展成果,迎接新世纪的挑战,进一步实施名牌战略,宣传国产品牌,促进产品质量的升级和进一步提高售后服务水平;同时也为了我国中等职业教育能更好地适应国内经济发展与科学进步的需要,充实现有家电类专业教学内容,提高家电行业职工和维修人员的专业知识水平,特聘请知名家电企业集团的专业技术人员编写这套职业教育用书——《电冰箱原理与检修》、《电冰柜原理与检修》、《微波炉原理与检修》、《空调器原理与检修》、《彩色电视机原理与检修》、《洗衣机原理与检修》。

此套丛书由高等教育出版社和山东省家电行业协会共同策划组织。参加编写的企业有:青岛海尔集团、广东科龙集团、广东美的集团、青岛海信集团、杭州金松集团(杭州松下)、合肥荣事达集团、广东格兰仕电器公司、青岛澳柯玛集团、上海三菱电器公司、合肥美菱集团、河南新飞电器公司、山东小鸭集团、TCL电子集团公司、中山威力集团公司、河南冰熊保鲜设备公司、浙江星星电器公司、上海夏普电器公司、南京熊猫电子集团、合肥海尔电器有限公司、四川长虹电子集团公司等著名企业集团。

本套丛书以各名牌家电企业的最新典型产品为例,介绍其原理与检修,具有较强的针对性、实用性、系统性,是目前具有权威性的教学用书。主要供全国开设家电专业的有关职业学校和全国广大家电维修人员使用。

在本套丛书的组编过程中,山东省家电行业协会副秘书长李佩禹先生作了大量组织、协调工作。在此表示谢意。

本套丛书的不足之处,请各学校、企业和广大读者批评指正。

全国名牌家电企业(集团)职业教育系列丛书编委会

1999年11月

前 言

自 20 世纪 70 年代,微波炉以其节能、省时、方便、卫生等优点,在许多国家得到普及。

我国自 20 世纪 80 年代中期开始研制和生产微波炉,目前虽然仍处在发展阶段,但是我国的许多微波炉厂商在迅速完成了引进、吸收、消化的整个过程后,其产品的质量已完全能同外国品牌抗衡,在价格上更具有竞争优势。

微波炉以其独有的特点和优势,迅速闯进了中国的千家万户。但对广大用户来说,微波炉是一种新型的家用电器,大多数人对它还不熟悉。为了适应微波炉的普及率的日益提高和满足维修、使用者的迫切要求,广东格兰仕集团公司和上海夏普公司联合编写了《微波炉原理与检修》一书,从微波炉的构造、原理、故障检修及拆装等方面着手,对微波炉作了较全面的介绍,并突出实用性和可操作性。

全书共分三章。第一章主要介绍微波炉的基础知识,其中包括微波的基本知识、微波炉的基本结构与原理、功能与使用及常见故障分析与检修等。第二、三章分别介绍广东格兰仕和上海夏普微波炉,其中包括系列产品介绍、典型产品介绍、电路分析、拆装与检修等。本书第一、二章由广东格兰仕企业集团公司的李永川编写,主审是该公司的副总经理兼总工程师陈锦聪;第三章由上海夏普电器有限公司的陆剑莹编写,由该公司工程师郑雷主审,全书由李永川统稿。

由于受时间及水平的限制,书中难免存有疏漏和不足,敬请广大读者批评、指正。

编者

1999 年 8 月 30 日

目 录

第一章 微波炉基础知识	1	七、电容器拆装	42
第一节 微波简介	1	八、二极管拆装	42
一、微波特性	1	九、转盘组件拆装	42
二、微波加热原理	1	十、联锁装置拆装	43
三、微波传输	2	十一、WP750A 型微波炉控制面板拆装	44
第二节 微波炉基本结构与工作原理	3	第三节 格兰仕 800 型、800A 型、750B 型	
一、磁控管	3	微波炉的拆装	45
二、加热炉腔	5	一、微波炉门组件拆装	45
三、电路分析	7	二、转盘组件拆装	46
四、电脑型微波炉	11	三、电脑面板拆装	47
第三节 微波炉功能与使用	12	四、电灯泡拆装	48
一、微波炉功能	12	第三章 夏普微波炉	49
二、微波炉特点	13	第一节 夏普微波炉产品介绍	49
三、微波炉发展趋势	14	一、产品概述	49
四、微波炉使用注意事项	16	二、典型产品介绍及电路分析	52
五、微波炉输出功率测量	18	三、电脑型微波炉	58
第四节 微波炉常见故障分析与检修	18	第二节 夏普微波炉的拆装	73
一、检修安全注意事项	18	一、拆装时安全事项	73
二、常见故障分析与检修	19	二、外壳拆除	73
第二章 格兰仕微波炉	28	三、炉门拆装和调整	74
第一节 格兰仕微波炉产品介绍	28	四、炉门分解	76
一、产品概述	28	五、转盘电动机拆装	77
二、典型产品介绍及电路分析	29	六、正向锁定连接器拆装	77
三、电脑型微波炉	34	七、灯座拆装	78
第二节 格兰仕 700 型、750 型、750A 型		八、磁控管拆装	79
微波炉的拆装	36	九、高压变压器拆装	79
一、微波炉外壳拆装	36	十、高压保险丝、高压二极管、高压	
二、微波炉门组件拆装	37	电容器拆装	80
三、控制面板及开门机构拆装	38	十一、风扇电动机更换	80
四、磁控管拆装	39	十二、控制板组件拆装	81
五、变压器拆装	40	十三、控制板上 CN 插座拆装	86
六、风扇电动机拆装	41	附录 用微波炉烹饪的家常菜谱	87

第一章 微波炉基础知识

第一节 微波简介

一、微波特性

1. 微波定义

微波是一种波长极短的电磁波,波长在 $1\text{ mm}\sim 1\text{ m}$ 之间,其相应频率在 $300\text{ GHz}\sim 300\text{ MHz}$ 之间。微波早期用于通讯设备和雷达,目前也应用于工业和医学。为了防止微波对无线电通信、广播和雷达等干扰,国际上规定用于微波加热和微波干燥的频率有4段,分别为:L段——频率为 $890\text{ MHz}\sim 940\text{ MHz}$,中心波长为 0.330 m ;S段——频率为 $2\,400\text{ MHz}\sim 2\,500\text{ MHz}$,中心波长为 0.122 m ;C段——频率为 $5\,725\text{ MHz}\sim 5\,875\text{ MHz}$,中心波长为 0.052 m ;K段——频率为 $22\,000\text{ MHz}\sim 22\,250\text{ MHz}$,中心波长为 0.008 m 。家用微波炉的微波频率位于L段和S段。

微波属高频电磁波,常用电磁场理论进行研究。测量微波的基本物理量是功率、频率、波长、阻抗和驻波等。

2. 微波的产生

微波是在电真空器件或半导体器件上通以直流电或频率为 50 Hz 的交流电,利用电子在磁场中作特殊运动获得的。家用微波炉中产生微波的器件是磁控管。磁控管有脉冲波磁控管和连续波磁控管两种。微波炉中用的是连续波磁控管。

3. 微波的特性

微波的传播速度接近光速。它有如下几个重要特性:

- (1) 直线性 微波在传播过程中与可见光一样,是直线传播。
- (2) 反射性 微波遇到金属材料,如银、铜、铝等会像镜子反射可见光一样被反射。因此常用金属隔离微波。在微波炉中用金属材料制作箱体和波导,用金属网外加钢化玻璃制作炉门观察窗。
- (3) 穿透性 微波遇到绝缘材料,如玻璃、塑料、陶瓷、云母等会像光透过玻璃一样顺利通过。因此为不影响加热效果常用绝缘材料制作盘碟。
- (4) 吸收性 微波遇到含水或含脂肪的食品,能够被其大量吸收,并转化为热能。微波炉就是利用这一原理加热食品。

二、微波加热原理

在微波场的作用下,微波与食品相互作用产生热效应的原理包括两方面:一是极性分子的作用;二是离子的作用。

一般食品均由生物体组成(植物与动物)。生物体是由各种极性水分子、极性蛋白分子和各

种盐离子组成。极性分子中的正负电荷的重心不重合,但由于分子的热运动,分子的排列是不规则的,故一般情况下食品不呈现出极性,如图 1-1(a)所示。在外电场的作用下,极性分子带正电的一端趋向电场负极,带负电的一端趋向电场正极,沿电场方向形成某种程度的有序排列,如图 1-1(b)所示。通常称这种现象为分子的“转矩极化”。当外加电场以相反的极性再次施加时,极性分子也随之以相反的方向有序排列,如图 1-1(c)所示。若外加电场方向反复变化,则极性分子便会相应地随之反复摆动。摆动过程中,极性分子之间会发生类似摩擦作用而产生热。当外部施加超高频率的微波电场时,电场方向每秒钟变换几十亿次,极性分子也会随之摆动几十亿次。这种分子的摆动受到分子间作用力的干扰和阻碍而产生类似摩擦的热,体现为宏观上的微波加热。微波加热除了与被加热物质本身性质有关外,还与微波场的电场强度和频率密切相关。频率较低时,分子摆动速率极低,相互摩擦的激烈程度较低,产生的热量较小。但在频率过高时,由于极性分子摆动具有旋转惯量,使分子摆动受到阻力而无法跟上电场变化的频率,实际上降低了极性分子的摆动速度。其受阻程度与微波频率、极性分子形状及物质的粘滞性等因素有关。对于不同的物质,存在不同的特定频带,在这些频带上吸收微波能量转化成热量的能力最强。

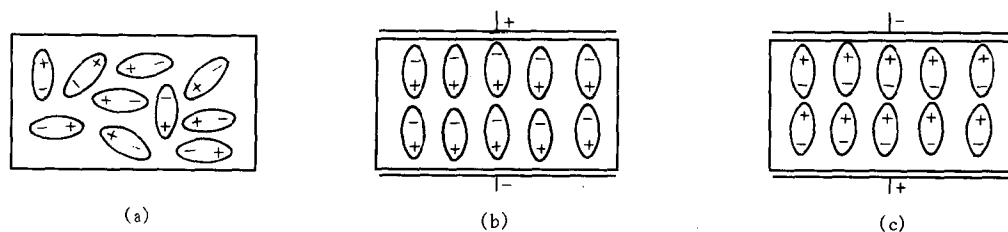


图 1-1 微波对极性分子的作用

除了上述作用外,还有带电离子在微波电场的作用下加速而急剧运动。正离子移向电场负极,负离子移向电场正极,随着微波电场的变化,带电离子移动方向也跟着改变。在移动过程中,离子间发生碰撞而产生热。对高盐分子食品的微波加热,这种离子运动起了很大的作用。

无论是极性分子的摆动还是离子的移动,从本质讲都是加热物体在微波场中得到能量,转化成热量。理论分析可知,单位体积物体从微波场中吸收的功率可由下式表示:

$$P_a = KEf\epsilon_r \tan \delta$$

式中 P_a ——被加热单位体积物体从微波电场中吸收的功率;

K ——常数;

E ——微波电场强度;

f ——微波频率;

$\tan \delta$ ——被加热物体损耗角的正切;

ϵ_r ——被加热物体的相对介电常数。

三、微波传输

微波是以交变的电场和磁场互相感应的方式传输,并伴随着能量的相互转换。在家用微波

炉中,微波在波导内传输。所谓波导是用铝或黄铜之类的良导体制造的矩形或圆形空心管。常用的是矩形波导。它对电磁波起屏蔽作用,又限定管内电磁场的分布形式(即模式)。

微波在波导中传播,有一定的条件限制,即只有当微波的波长 λ 小于波导的临界波长 λ_0 时,才能在波导内进行传输。

第二节 微波炉基本结构与工作原理

微波炉主要由磁控管、炉腔和电源电路三部分组成。磁控管是一个独立的电子器件;炉腔包括腔体、转盘、炉门等;电源电路是由磁控管供电电路、定时和功率控制电路、安全保护电路及冷却、照明辅助电路等组成。微波炉的基本构造和工作原理框图如图 1-2 所示。

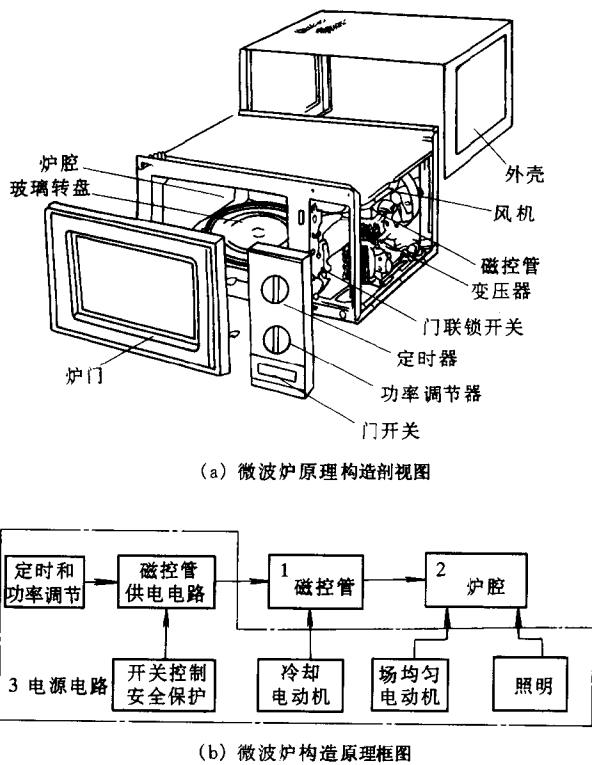


图 1-2 微波炉基本构造与工作原理框图

一、磁控管

磁控管是微波炉的心脏,微波炉加热、烹饪食品所需的微波能量就是由它产生的。在家用微波炉中所使用的磁控管是连续波磁控管,其工作频率为 2 450 MHz。磁控管实际上是一个用磁场来控制电子发射的大功率真空二极电子管,它能在直流电压作用下产生振荡,直接输出微波能量。

连续波磁控管的结构如图 1-3 所示。连续波磁控管由用敷钍钨丝做的阴极(灯丝)和由多个翼片分割成扇形截面状的铜质圆筒阳极两者同心安装。其中每一个扇形的阳极空间构成一个谐振腔,它的振荡频率是磁控管的工作频率。在每个翼片上都有一个小孔,它把每个谐振腔中微波能量耦合成一个整体。在阳极的外壳上嵌套了一对环形的永久磁钢,用它所产生的磁场来控制阳极腔内的微波能量。在阳极一头有一根环状的金属线连接到管子的天线,称之为耦合环,其作用是从阳极腔内吸取微波能量馈送到天线。天线呈圆柱状,它被安装在磁控管的顶端,长度约为谐振波长的 $1/4$ (30 mm 左右)。磁控管所产生的微波能量就是通过天线发射到炉腔中加热食品的。

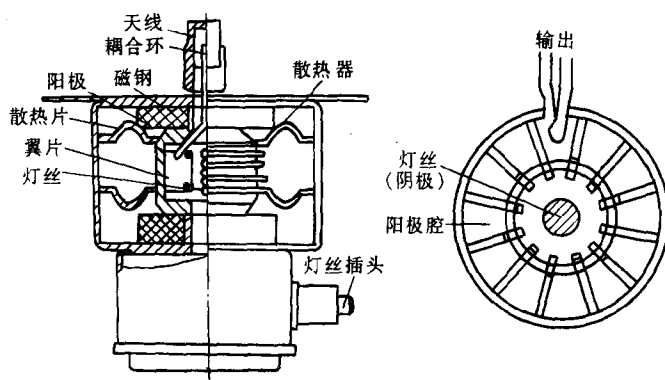


图 1-3 磁控管结构

磁控管的工作原理是:当磁控管灯丝两端接上几伏的电压点燃,再在灯丝(阴极)与阳极之间接上数千伏的直流高压后,管子的内部空间形成了一个高压电场。在高压电场作用下阴极向阳极发射电子,产生阳极电流。被发射的电子到达每个扇形阳极空间时按其谐振频率开始振荡。一对环形磁钢的作用是向阳极腔内施加一个垂直于电场方向的恒定磁场。阴极发射的电子在这个外加磁场作用下不再是直接奔向阳极,而是沿阴极和阳极间的圆周空间作摆轮曲线运动。由于电子运动轨迹的伸长,使它得到充分加速而增加动能,其结果在阴极周围空间形成了一个积聚着能量的旋转电子云并不断地向阳极空间输送,以维持磁控管振荡能量的稳定输出。磁控管内电子运动轨迹如图 1-4 所示。由此可知,磁控管输出的微波能量大小不仅取决于阳极电压的高低,而且还受到磁场强度的控制,磁控管的名称就是由此而来。

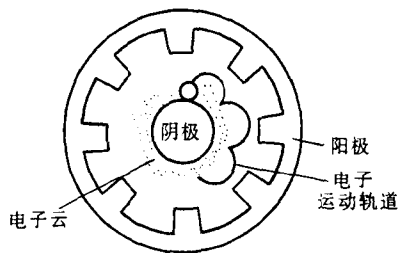


图 1-4 磁控管内电子运动轨迹

家用微波炉中磁控管的控制磁场来源于永久磁钢的恒定磁场。这样,磁控管输出功率的大小将只与施加的阳极电压有关。典型磁控管的阳极电流、电压、功率工作特性曲线如图 1-5 所示。

从图中曲线可知,磁控管输出功率的大小与阳极电流近似成正比例关系。管子的阳极电压超过一定值时开始导通,这个电压称为阈值电压 V_{th} 。管子的阳极电压一旦超过阈值电压后稍

有增加,将引起阳极电流急剧上升。这说明,管子导通后它的动态内阻很小,如果管子的阳极电源电压稍有波动,将造成微波输出功率很大的变化。这显然是在微波炉中不允许的情况,为此需要在管子阳极供电电路中采取一定的技术措施。

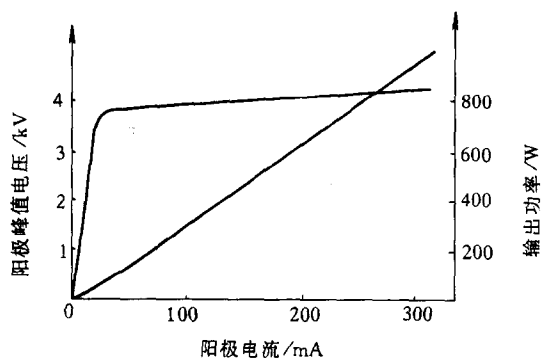


图 1-5 2M210 型磁控管工作特性曲线

微波炉用磁控管的微波功率转换效率大概在 70% 左右,余下的功率将变成热耗散在管子上,造成温度的上升。为此在微波炉中都设置风扇冷却,避免管子过热损坏。

微波炉中常用磁控管的技术参数见表 1-1。

表 1-1 常用磁控管技术参数

型号	频率/MHz	阳极电压/kV	阳极电流/mA	灯丝电压/V	灯丝电流/A	输出功率/W	制造厂家
0M75	2460	4.1	300	3.3	10.5	870	韩国三星
0M52	2460	4.1	200	3.3	10.5	550	韩国三星
2M226	2455	4.0	300	3.3	11	900	韩国金星
CK-623	2455	4.1	300	3.3	10	870	中国 788 厂
2M172	2460	4.0	300	3.3	10.5	870	日本东芝
2M229	2460	4.0	300	3.5	10.5	850	日本东芝
2M214	2450	4.1	300	3.3	10	870	日本日立
2M210	2455	4.1	300	3.3	10	900	日本松下
2M211	2455	3.8	200	3.3	10	550	日本松下

二、加热炉腔

加热炉腔是指微波炉中用来加热食品的空间,又称加热室。它是微波炉构造中一个重要的组成部分。从磁控管天线端输出的微波能量通过波导等传输机构输入到炉腔内加热食品。加热炉腔一般是一个矩形的金属箱子,箱子的四周边用凸点焊接的方法焊接起来。为了保证微波能量限制在箱内而不被泄漏出来,焊点之间的间隔距离应小于 $1/4$ 谐振波的波长 ($< 30\text{ mm}$)。炉腔的几何尺寸是根据微波加热原理设计、计算的。首先,它要保证炉腔的阻抗与磁控管的输出阻抗相匹配,这样炉腔就能从磁控管获得最大的微波功率。其次,炉腔中电场的分布应尽可能均

匀,这样食品加热才能比较均匀。

为了让食品在微波炉内加热均匀,炉腔内设有专门的装置。早先生产的微波炉在炉腔顶部安装了一个像风扇一样的装置称为场搅拌器,如图1-6所示。场搅拌器的作用是在微波炉工作时金属叶片不停地旋转,使磁控管发射的微波能量随着叶片的位置、角度的变化而不断地改变辐射方向,这样食品接受到的微波能量在单位时间内的平均值就趋于相等,食品加热均匀。现在生产的微波炉是在炉腔底部安装一个慢速转动的电动机,用它来带动腔体中盛物的玻璃盘旋转,不停地改变位置来接收辐射的微波能量,达到加热均匀的目的。这两种方法的实际效果基本上相同。

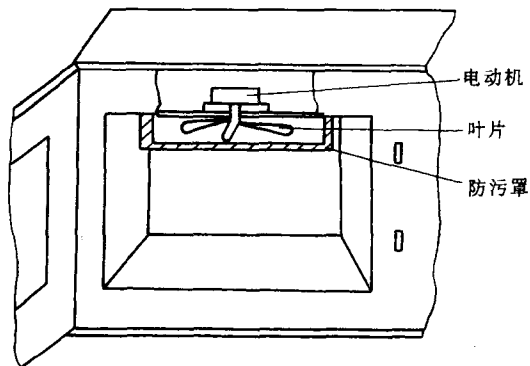


图1-6 场搅拌器结构

炉门是炉腔的一个重要部件。炉门的面板上布满了许许多多的网孔,其目的是能观察到食品在炉内加热的情况。孔的直径很小,可能辐射出来微波能量极微弱,不会对人体产生影响。为了防止炉内的微波能量从门缝隙中泄漏出来,在炉门的四周边内都设置有扼流槽结构,如图1-7所示。扼流槽结构使得在炉门关闭后四周的门缝隙处呈现非常高的阻抗,炉内的微波受高阻抗区域的阻挡而不能通过。

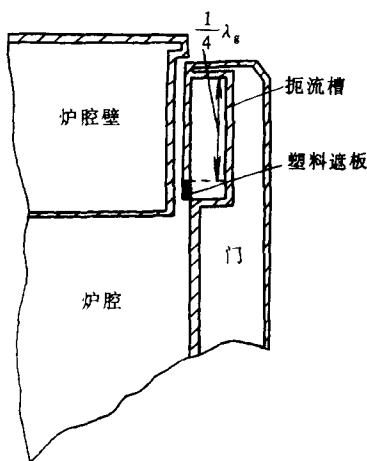


图1-7 微波炉炉门扼流槽结构

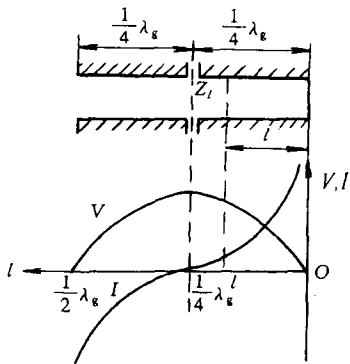


图1-8 短路波导的电压电流分布

扼流槽又称抗流槽。它是利用 $1/4$ 波长短路传输线特性设计的。电磁波在终端短路的波导中传输时它的电压和电流有如图 1-8 所示的分布规律。在离短路面距离为 l 处的阻抗值为：

$$|Z_l| = Z_0 \left| t_g \frac{\lambda_g \cdot l}{2\pi} \right|$$

式中, λ_g 为电磁波在波导中传输波长; Z_0 为波导特性阻抗, 它是由波导结构尺寸决定的一个定值。据上式, 当 $l = 1/4 \lambda_g$ 时, $|Z_l| = \infty$ 。微波炉的扼流槽结构就是按上述原理设计的。一般在炉门的周边内部安置了一段 $1/4 \lambda_g$ 长度的短路波导, 因此在与炉门交接的波导开口处就呈现非常高的阻抗 (参见图 1-7), 它相当于低频电路中开路状况, 因而可以阻止炉内微波能量在门缝隙处的传输。各种型号的微波炉中, 具体的扼流槽结构尺寸或形状有所差异, 但基本原理都是一致的。

在炉门的开启处, 一般设有两个门钩, 其作用不仅仅是用来固定被关闭的炉门, 而且也是微波炉电源开启机构之一。设计成这样的结构, 是从安全角度出发, 防止炉门在打开的情况下可能启动微波炉工作, 而辐射出微波能量。

三、电路分析

国产典型的机械型微波炉电路如图 1-9 所示。其中各部分电路分析简介如下。

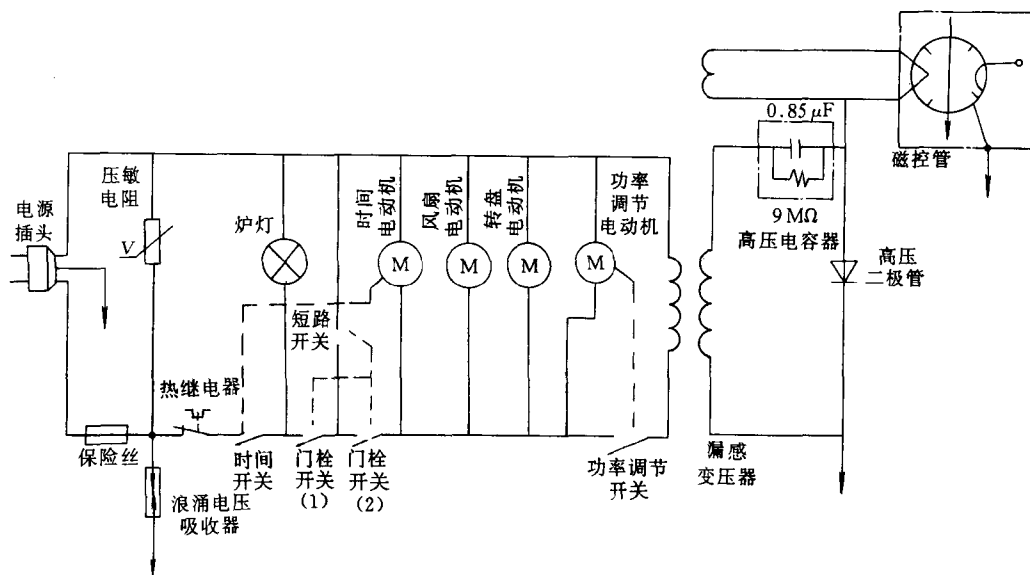


图 1-9 微波炉电路

1. 磁控管供电电路

图 1-9 中变压器右边部分的电路是磁控管的供电电路。市电电源经变压器变换后提供磁控管的灯丝电源和阳极高压电源。灯丝电源是交流 3.3 V、10 A, 共阴极, 也就是灯丝阴极即为管子的阴极。阳极电源主要是由变压器高压绕组、高压电容器、高压二极管组成。并接在电容器两端的 9 MΩ 电阻是高压电容器的泄放电阻, 一般封装在电容器内部起安全保护作用。上述电

路实质上是一个管子阳极接地的半波倍压整流电路。它所输出的半波、倍压的直流电源作用于管子的阴阳极之间驱动管子工作,其等效电路如图 1-10 所示。

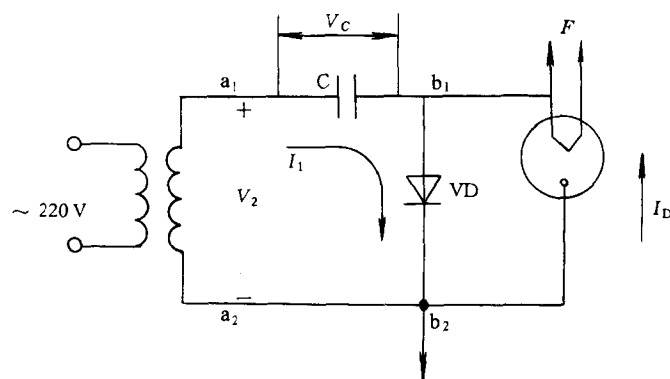


图 1-10 磁控管供电等效电路

磁控管供电电路的工作原理是:变压器次级输出 V_2 约为 2 000 V、50 MHz。当电源正半周期到来时, a_1 相对于 a_2 为正, 电流 I_1 通过电容 C 和二极管 VD 到 a_2 , 这时电容器充电, 使电容两端电压达 $V_C = V_{a_1 b_1} \approx V_2$ 。在电源负半周期, a_1 端相对于 a_2 端为负时, 二极管 VD 截止, 输出的电压 V_2 和原先积累在电容 C 上的电压 V_C 叠加在一起, 结果使 b_2 、 b_1 两端最高达 $V_{b_2 b_1} \approx 2V_2$ 电压加到磁控管上。当这个电压超过磁控管阈值电压时, 管子振荡工作, 输出微波能量, 并产生阳极电流 I_D , 这时电容器放电。电路就是这样周而复始地继续工作。

如前述, 磁控管振荡工作后的通态内阻很小, 如果阳极电压稍有波动将会造成磁控管输出的很大变化。为此, 微波炉中采用了一个特殊的变压器给磁控管供电。这个变压器叫做漏感变压器, 其结构如图 1-11 所示。

漏感变压器的初级市电电源绕组以及次级高压、灯丝绕组分别绕制成单独的线包。在初、次级绕组之间插入一定叠厚的硅钢片, 给变压器提供一个磁分路, 在磁分路中存有高磁阻的间隙。变压器工作时, 磁分路中将产生一定量的漏磁抗, 用它来控制变压器的输出电流, 保证磁控管能可靠、稳定地工作。

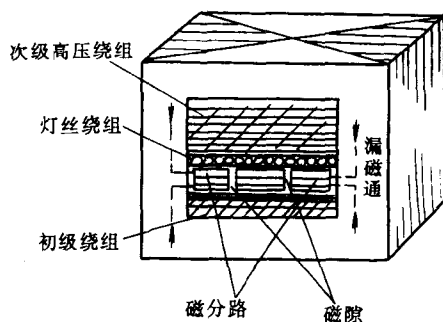


图 1-11 漏感变压器

微波炉中使用的漏感变压器具有稳定磁控管阳极工作

电流的特性。在管子振荡工作时, 变压器次级高压绕组上有电流流过, 这个电流将在它附近铁心上产生磁饱和。当由于某种原因引起管子的阳极电流上升(例如市电电源波动, 造成阳极电压升高)时, 变压器的输出电流也增大, 造成磁饱和加深, 通过磁分路的漏磁通增加, 结果变压器输出电压下降, 也就是管子阳极电压降低, 从而限制了阳极电流的上升。反之则会限制阳极电流的下降。由此可见, 由于变压器中漏磁抗的作用使得输出电流趋于稳定, 也就稳定了管子的阳极工作电流。利用漏感变压器的上述特性, 可以在市电电压相当宽的变化范围内保持磁控管工作正常。

图 1-10 电路中的电容器 C,它不仅仅起倍压作用,而且还为提高电路的效率作出贡献。通常,漏感变压器的效率是比较低的,但在电路中接有这个电容 C 时,利用流过电容的电流超前来补偿漏感电流的滞后,使电路产生谐振,这样电路的功率因此得到提高,效率获得改善。因此,只要适当选择电容容量和磁分路的结构尺寸,就可以使电路在高效率下工作。家用微波炉中这个电容器的容量一般在 $0.6\ \mu\text{F}\sim 1.2\ \mu\text{F}$ 之间。

漏感变压器的半波倍压磁控管供电电路不仅结构简单、元件少,且能保证管子工作的高效和稳定,故家用微波炉中基本上都采用这种电路为磁控管供电。

2. 定时器和功率调节器电路

在目前市场上见到的微波炉中,定时和功率调节的操作方式有两种:一种是机械式的,通过调节微波炉面板上带刻度的旋钮来设定工作时间和输出功率;另一种是电子式的,由面板上的数字或功能按键来设定工作时间和输出功率,并具有数字和功能的显示。机械式的优点是实用、价廉、操作简便。电子式的优点是新颖美观、功能多、精度高。但这两种方式对微波炉的控制内容是完全相同。

(1) 机械式的定时器和功率调节器电路 在图 1-9 所示电路中,定时器和功率调节器的形式是机械式。定时器是由一个慢速电动机和与之联动的开关组成。当设置了定时器工作时间为后,定时开关接通,微波炉开始工作,同时电动机运转;定时终了,开关切断,微波炉工作停止。因此在有的微波炉中把它兼作电源启动开关。定时器的定时精度主要是受市电频率和刻度分辨率的影响,但一般都能满足食品加热的要求。微波炉定时器规格通常是按最大定时时间来划分的,有 15 min、30 min、60 min 等几种。其中 60 min 的定时器一般做成双速;定时短的范围里,电动机运转快,时间刻度分辨率高;定时长的范围里,运转慢,分辨率低。这符合实际操作的要求。

功率调节器俗称功分器,实质上也是一个时间开关。它的工作原理是取一个单位的循环时间为周期 T ,在周期 T 的时间里设定若干挡开关通断时间,始终循环工作。在电路中它的作用是控制磁控管工作和休止时间的比例,达到调节微波炉输出功率的各种“时间平均值”的目的,如图 1-12 所示。因此也有人称它为百分率定时器。从加热的角度来看,它的循环时间取短一些好,但循环时间太短,开关过于频繁将影响磁控管的工作稳定和使用寿命。采用图 1-9 所示电路控制变压器初级电源通断的方式,它的循环时间不允许少于 12 s。机械式功率调节器中循环时间一般是取 30 s。这样,如设定开关接通时间分别为 24 s、15 s、12 s、6 s,则对应的微波炉输出功率为全功率的 80% (中功率)、50% (解冻功率)、40% (低功率) 和 20% (保温功率) 等 4 挡。如在 30 s 循环时间里开关全接通则就是全功率输出。

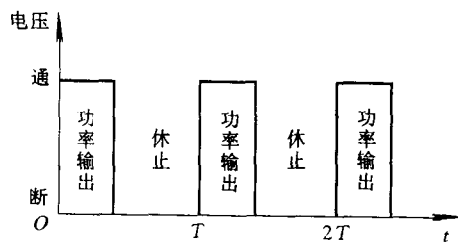


图 1-12 微波炉功率调节

功率调节器由慢速电动机驱动工作。它和定时器一样,都是控制变压器输入电源的通断。为了降低成本,新设计的定时器和功率调节器共用一台驱动电动机,组成一个联合的装置,称为定时、功率调节器联体。目前生产的机械式控制的微波炉中大多选用这种联体装置。

(2) 电子式定时器和功率调节器电路 就控制的功能来说,电子式定时器和功率调节器与机械式定时器和功率调节器两者是一样的,控制的都是微波炉变压器的初级电源的通断,也都是