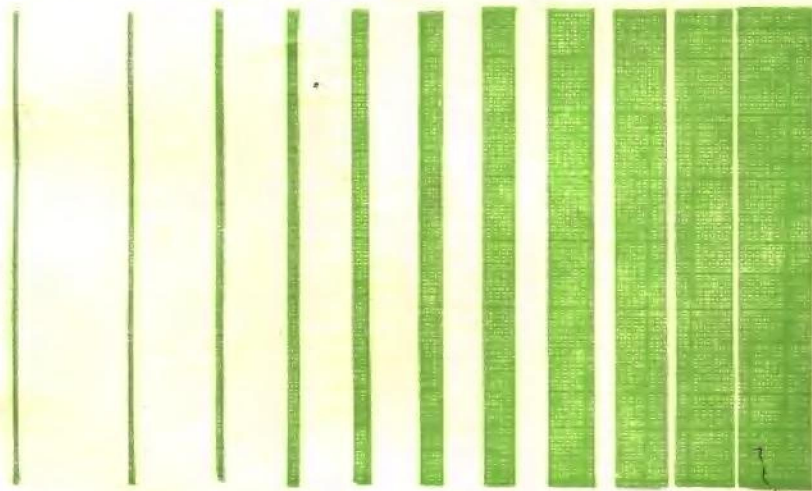


王文超 编著

电 热 电 器
的 设 计 制 造 与
使 用 维 修



机械工业出版社

前 言

由于电加热有(比其它燃料加热形式)清洁无污染、使用方便,易于控制等一系列优点。因此凡要取暖、加热、干燥、烹调等需要提高温度的地方都需要用到电热电器,涉及到人们的生活及各行各业。尤其是随着人们生活水平的提高和生活用具的现代化,电热电器显得越来越重要。

本书讲的电热电器是指(工业中大型电阻炉、感应炉、电弧炉等电热装置除外)将电能转换为热能的电器产品。

电热电器产品品种非常繁多,而目前尚未有完整的标准和系列,生产中又往往有专业工艺要求,使用要求也各有不同。尤其是家用电器的发展,在日常生活中需要的电热电器新产品不断涌现。因此,自行设计各种用途的电热电器产品将是经常遇到的工作。而设计与制造得是否合理,往往直接关系到电能的利用率和节约能源的效果大小,直接影响到使用者的安全和产品的寿命。合理的设计不但成本低、效率高、节电效果显著、而且使用安全,产品寿命长。

本书从电热基础理论开始、叙述了各种电热元件的设计与制造和电热控制元件的型式,分类介绍国内外常用的电热电器产品,以及使用维护和排除故障的方法。本书的作用有三点:

1. 供给各设计单位、各工农商业、基本建设单位的有关技术人员在设计制造自己专用电热电器中使用,以便设计制造出结构合理、效率高、节约电能的各种电热电器产品。

2. 介绍一些目前我国正在发展和今后将有可能发展的电热电器产品,使得对这些产品结构、性能、用途有所了解,便于设计和制造。向有关生产厂提供新产品方向,促成电热电器新产品的上马和老产品的换代。

3. 给使用和维修电热电器产品的人员提供正确使用和掌握分析排除故障的能力。

本书在编写过程中得到赵伟坤、方域隐、李德元、楼长根、许素琴等不少同志的热忱帮助和支持,并由赵伟坤同志审改。在此表示衷心感谢。

有关电热电器专业书籍不多,本人积二十余年之实践经验,编著此书。由于经验和能力有限,错误之处,希望读者批评指正。

编者

目 录

概论	1
一、电热发展简史	1
二、电热的作用	2
三、电热的优越性	4
四、电热与节电	5
第1章 电热基础	6
第1节 热	6
一、热的本质	6
二、热的度量	7
三、物质的热性质	10
四、热量的测定	13
第2节 热的平衡及交换	15
一、热过程	15
二、热的传导	17
三、热的对流	24
四、热的辐射	30
第3节 电与热的能量转换	38
一、电热的形式	38
二、电热转换的计算	39
第2章 合金电热元件	42
第1节 基本性能	42
一、脆性和高温强度	44
二、合金电热元件最高使用温度	45
三、电阻温度系数	47
四、表面负荷	48
第2节 单支元件计算	52
一、算法	52
二、计算查表法	54

三、图解法	55
四、计算实例	56
第3节 总体设计参数的影响	57
一、组数 N 的影响	57
二、端电压 U 的影响	59
三、表面负荷 ω 的影响	60
四、电阻率 ρ_t 的影响	61
五、截面尺寸 d (或 a) 的影响	62
六 扁丝 m 的影响	62
七、扁丝和圆丝的比较	64
第4节 形状设计和缠绕工艺	67
一、形状设计	67
二、缠绕工艺	68
第5节 组装连接	72
一、引出棒与圆丝的连接	72
二、引出棒与扁丝的连接	74
三、引出带与圆丝的连接	75
四、引出带与扁丝的连接	75
五、并股引线	76
六、焊接	76
第6节 使用与维修	76
一、预先氧化处理	77
二、炉内气氛	77
三、盐类及搪瓷	78
四、金属及金属氧化物	79
五、耐火材料	79
六、断丝维修	80
第3章 非金属电热元件	82
第1节 PTC 电热元件	82
一、主要特性	82
二、特性机理与形成	84
三、结构形式	87
四、设计计算	89

五、制造要领	98
六、PTC 元件在电热电器中的应用	101
第 2 节 硅钼棒电热元件	105
一、性能特点	105
二、形状尺寸和规格	107
三、温度和表面负荷	107
四、技术参数的计算方法	112
五、选购和使用	114
第 3 节 碳化硅电热元件	116
一、性能特点	116
二、形状尺寸和规格	116
三、温度和表面负荷	116
四、计算	120
五、使用	121
第 4 节 多孔玻璃态碳电热元件	122
第 4 章 复合电热元件	124
第 1 节 罩壳式电热板	124
一、金属罩壳式电热板	125
二、碳化硅电热板	129
三、埋置式电热板	132
第 2 节 铸造式辐射电热板	135
一、结构、性能特点和用途	135
二、板面温度	137
三、铸造式电热板作辐射干燥装置的设计计算	138
四、铸造式电热板的制造	143
第 3 节 烹调电板	144
一、烹调电板的结构和规格	144
二、烹调电板的设计计算	145
三、烹调电板的制造工艺	148
第 4 节 带状电热元件	150
一、用途与特性	150
二、结构和分类	152
三、设计计算与选用	154

四、电热带制造工艺	166
五、电热带伴热的施工与维护	170
第5节 片状电热元件	174
一、结构与材料	174
二、设计计算	177
三、制造工艺	178
四、安装与使用	179
第6节 陶瓷包覆电热元件	180
一、结构与性能特点	180
二、设计计算	182
三、制造工艺	183
四、用途	185
第7节 石英辐射管状电热元件	185
一、基本结构和用途	185
二、工作原理	186
三、性能和基本参数	187
四、设计计算	189
五、安装与使用	190
第5章 金属管状电热元件	191
第1节 结构特点和用途	191
一、结构	191
二、特点	191
三、用途	193
第2节 管状电热元件的材料	194
一、金属护套管	194
二、电热丝	199
三、填充料	199
四、封口材料	202
第3节 管状电热元件内部的热过程分析	213
一、螺旋形电热丝的散热情况	213
二、螺旋形电热丝向管子热传导过程	215
三、螺旋形电热丝和管子间的温度降	217
四、管子表面温度和负荷的关系	229

第4节 制造工艺	232
一、准备	232
二、电热丝与引出棒	234
三、装粉	235
四、缩管	236
五、弯管	241
六、封口	242
第5节 管状电热元件的设计计算	243
一、加热空气	244
二、加热水	249
三、加热油和石蜡	251
四、加热硝酸盐和碱	253
五、加热金属	254
六、管状电热元件的计算方法	256
第6节 特殊的管状电热元件	263
一、双套管管状电热元件	263
二、异形管状电热元件	264
三、细长管状电热元件	266
第6章 电热控制元件	267
第1节 热双金属温度控制元件	267
一、工作原理	268
二、材料的选择及其性质	268
三、热双金属元件的设计	271
四、热双金属元件的计算	281
五、热双金属元件的制造	288
六、热双金属元件在电热电器中的应用	290
七、热双金属控温器的技术指标	294
第2节 其它型式的温度控制元件	295
一、磁性温控元件	295
二、热敏电阻温控元件	296
三、热电偶温度控制元件	300
四、温包式温控元件	303
五、电接点水银温度计	304

第3节 功率控制元件	305
一、开关调位	305
二、电子电路可控硅调位	307
第4节 时间控制元件	315
一、机械发条式定时器	315
二、电子定时器	319
第7章 电热电器设计概论	320
第1节 概述	320
一、电热电器的分类	321
二、产品设计思想	321
第2节 安全设计	322
一、产品安全分类	322
二、安全指标	322
第3节 性能和结构设计	326
第4节 造型设计	330
一、造型设计的“人机理论”	330
二、造型设计的原则	334
三、造型设计的八要素	336
第8章 家用电热炊具	343
第1节 日用电炉	344
一、日用电炉分类	344
二、电炉的结构	346
三、主要技术要求	346
四、故障与维修	348
第2节 家用电烤箱	349
一、概论	349
二、简易型家用电烤箱	356
三、普通型电烤箱	350
四、家用高级电烤箱	352
五、家用吹风电烤箱	356
六、家用电烤箱的特殊要求	357
七、故障与维修	359
第3节 家用电灶	359

第4节 微波炉	360
一、分类	361
二、加热原理	361
三、性能和特点	362
四、结构	363
五、控制系统	368
六、影响效率的因素	369
七、使用	369
八、常见故障与维修	371
第5节 电磁灶	371
一、概况	372
二、工频电磁灶	373
三、高频电磁灶	376
第6节 电饭锅	379
一、结构	380
二、控制型式	383
三、特殊要求	386
四、使用和维修	387
第7节 炒、煎、炸等专用电锅	389
一、电炒锅	389
二、电煎锅	390
三、电炸锅	392
四、电热锅	393
五、电子瓦撑	394
六、电烤锅	394
七、电粥锅(自动粥煲)	394
八、使用与维修	397
第8节 面包炉和三明治炉	397
一、面包炉	397
二、三明治炉	401
第9章 集团用电热炊具	404
第1节 电炉	404
第2节 集团用电烤炉	405

一、落地分层式电烤炉	406
二、大型箱柜式电烤炉	406
三、旋转连续式电烤炉	407
四、大型连续运输式电烤炉	407
第3节 集团用电灶	408
第4节 集团用电炒锅	412
一、台式中型电炒锅	412
二、大型落地电炒锅	412
第5节 集团用电煎锅	413
一、长方形台式电煎锅	413
二、大型落地式电煎锅	414
第6节 集团用电炸锅	415
第7节 集团用烤面包器	415
第10章 饮料加热器和水加热器	417
第1节 杯水加热器	417
第2节 电热杯	419
第3节 电水壶	419
一、非金属电水壶	419
二、金属电水壶	420
三、水开报鸣器	422
四、常用规格和主要技术要求	422
第4节 电热水瓶	423
第5节 电水箱	424
第6节 自动沸水器	425
一、结构和工作原理	425
二、制造与总装	425
三、使用与维修	426
第7节 电咖啡壶	427
一、渗滤式电咖啡壶	427
二、滴漏式电咖啡壶	429
三、真空式电咖啡壶	430
四、使用与维修	431
第8节 快速热水器	433

一、分类	433
二、设计基本要求	434
三、热腔体的结构设计	434
四、压电转换器	440
五、安全措施与检查	442
第9节 洗用储存式热水器	444
第10节 洗用热水器的选购、使用和维修	446
一、选购	446
二、使用	446
三、维修	447
第11章 电取暖器具	448
第1节 电取暖分类	448
一、间接取暖	448
二、直接取暖	448
第2节 电取暖的计算	449
一、电取暖的常用计算公式	449
二、房间电取暖功率的选定	449
第3节 电暖器	451
一、裸露式电暖器	451
二、罩壳式电暖器	452
三、辐射式电暖器	452
四、散热式电暖器	454
五、储热式电暖器	456
六、电暖器的常见故障与维修	457
第4节 热风器	457
一、离心式热风器	457
二、轴流式热风器	458
三、电扇式热风器	458
四、涡轮式薄型热风器	459
五、储热式热风器	461
六、热风器的常见故障与维修	462
第5节 电热织物	462
一、型式分类	462

二、结构和制造工艺	463
三、控制电路	465
四、电热织物产品	467
五、电热织物的主要技术指标	469
六、故障与维修	470
第12章 熨烫类电热电器	472
第1节 电熨斗	472
一、电熨斗的设计	472
二、各种类型电熨斗的结构	476
三、电熨斗主要技术指标	483
四、电熨斗的选购、使用和维修	484
五、轻便电解型喷汽熨斗	486
第2节 熨平机	490
一、旋转式熨平机	491
二、平板式熨平机	493
第3节 电热梳与电热卷发钳	494
一、型式和结构	495
二、性能和电路	496
三、使用与维修	497
第4节 电吹风	497
一、型式分类	498
二、结构原理	498
三、电热元件和控制线路	500
四、电吹风的特殊要求	501
五、常见故障和处理方法	502
第13章 医疗保健用电热器具	504
第1节 电热消毒器	504
一、常压电热煮沸消毒器	504
二、高压电热蒸汽消毒器	506
第2节 红外型热敷电疗器	513
一、结构	513
二、工作原理	514
三、应用范围	514

第3节 远红外电灸器	515
一、结构	516
二、医疗原理	516
三、应用	517
第4节 电热干燥器	517
一、热风去湿干燥器	517
二、手提式小型被褥干燥机	521
三、衣挂式热风干燥器	522
第5节 电热蒸馏水器	523
一、结构	522
二、使用与维修	524
第14章 其它电热器具	526
第1节 电烙铁	526
一、型式规格	526
二、结构	526
三、焊头的设计与制造	528
四、电热元件的结构与制造	530
五、特殊技术要求和今后发展方向	532
六、使用与节电	534
第2节 烫画电笔	535
第3节 电热熔胶锅	536
第4节 电热鼓风干燥箱	537
第5节 风道加热器	538
第6节 油加热器	540
一、滑油预热器	540
二、油加热用电热元件	541
附录	544
1 常用材料的比热	544
2 水的比热与温度的关系	545
3 常用气体的定压比热和比热比	545
4 空气在不同压力和温度下的密度 ρ 定压比热 c_p 和比热比 γ	546
5 常用物质的熔点和熔解热	547
6 常用物质在1个大气压下的沸点	547

7	常用物质在 1 大气压下的汽化热	547
8	水在不同温度下的汽化热	548
9	常用金属的导热系数	548
10	常用非金属、保温材料的导热系数	548
11	常用液体材料的导热系数	549
12	空气的热性质	549
13	饱和水的热性质	550
14	几种油的热性质	550
15	可控硅的参数	551
16	一些典型熨斗的技术参数	552
17	几种主要电吹风的维修技术数据	553
	参考文献	554

概 论

一、电热发展简史

电热是将电能转换为热能的过程。自从发现电流通过导线可以发生热效应之后，世界上就有许多发明家从事于各种电热电器的研究与制造。电热的发展及普及应用也与其它行业一样，遵循着这样一个规律：从先进的国家逐步推广到世界各国；从城市逐步发展到农村；由集体使用发展到家庭、再到个人；产品由低档发展到高档。十九世纪处于萌芽阶段的电热电器大都是拙劣的，最早出现是用于生活的电热电器，1893年电熨斗的雏型首先在美国出现并使用，接着到1909年出现电灶的使用，那是在炉灶中放置电加热器，也就是说加热从柴禾转移到电气，即从电能转变为热能。但是真正电热电器工业的急速发展，却是在用作电热元件的镍铬合金的发明之后。1910年美国首先研制成功用镍铬合金电热丝制作的电熨斗，这就从根本上改善了电熨斗结构，使电熨斗迅速得到普及。到1925年在日本出现在锅中安装电热元件的产品，成为现代电饭锅的原形。在这阶段工业上也出现实验室用电炉，熔胶炉、暖气器等电热产品。自1910年至1925年家庭和工业方面电热电器各种品种的出现和普及应用都急速的进展，而尤以家庭方面为甚，是电热电器历史上大发展阶段。所以镍铬合金的发明是奠定了电热电器工业发展的基础。

二十年代以后在新的应用发展方面没有上一时期多，但是在这阶段内所有各种电热电器都曾重新设计而不断予以改良，成为电热电器历史上的提高阶段。在家用电热电器方面，各种器具都设计得更为美观、耐用和坚固，而且大部分都有自动温度和时间控制，所以运用不得法、温度不合和发生火灾的可能性都可免除。象电灶，烤面包器、烙饼器等都有自动控制。同时制造用料也加以改

良，如采用质量良好的 A 级镍铬丝，用氧化镁或氧化锆作绝缘体等。在工业方面，也和家用电热器具一样，使用了自动控制装置及改用良好的材料，如熔蜡锅、熔铅炉、各种大型烘炉、热处理炉等都得到普遍的提高和应用。

到四十年代以后，由于美国科学技术进步、电费便宜、发了战争财、收入相对较高等原因，促成了电热电器进入普及阶段。1940 年电熨斗在美国家庭普及率达到了 93%。

解放前我国由于受到帝国主义侵略和反动派的统治，电热电器工业一直处于非常落后的状态。解放后才得到不断发展，特别是近年来在产品品种、数量和应用普及率上进入了一个突飞猛进的阶段。

二、电热的作用

1. 电热在工农业中的作用

随着科学技术的发展，在国民经济各个部门中广泛采用新技术、新工艺、新材料和专用设备，在提高劳动生产率的同时，改进产品质量，降低产品成本，改善劳动强度，使生产过程机械化、流水化、自动化，仍是我国现代化建设中一个非常重要的方面。将电能直接应用于生产工艺的所谓电工艺，是一个已逐步被普及的新技术，是近代工业中生产工艺的一个重大革新。目前在工农业生产中应用的电工艺，包括各种电热、电化学、电脉冲、电腐蚀等加工方法。其中，要算电热工艺被应用最早最为广泛。

在重工业中，金属热处理应用电热的方法能保证金属结构件加热极为均匀，加热温度极为准确，提高热处理质量。此外，电热设备容易做成密闭的，而在其中保持所需要的气体或真空。借助于电热方法，还可以对工件的某一部分或表面进行局部加热。因此，在机械制造以及黑色、有色和轻金属冶金中，出现越来越多的专用热处理装置。尤其在铸造业中，随着技术的改进，形状复杂、薄壁、少切削或无切削的铸造越来越多。这样可大大降低材料消耗和工时定额，从而获得低廉的成本。但是，为了使金属液体很快地注满模腔，保持金属液体热量而具有良好的流动性，模具常常做