

电子散热器

技术手册

王健石 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

电子散热器

技术手册



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本手册主要介绍了电子设备中常用、实用的电子散热器。全书共 13 章, 主要内容包括: 散热器设计选用原则, 型材散热器, 插片散热器, 叉指形散热器和板材散热器, 铸造散热器, 热管, 机箱一体化散热器和电机机壳一体化散热器, 西竹散热器, 有热阻曲线和温升曲线的型材散热器, 显卡散热器, 密齿型材散热器, 组合散热器、水冷散热器及电阻外壳散热器, 散热器热阻测试方法和导热材料。

本手册可供电子行业各种电源设计、热设计、结构设计、可靠性设计、热测试、采购等技术人员使用, 也可供高等院校电子机械类专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子散热器技术手册/王健石主编. —北京: 中国电力出版社, 2010. 7

ISBN 978-7-5123-0355-3

I. ①电… II. ①王… III. ①电子设备-散热器-技术手册
IV. ①TK172-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 072751 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 1 月第一版 2011 年 1 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 16.25 印张 430 千字

印数 0001—3000 册 定价 32.00 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

编 委 会

主 编 王健石

编 委	王健石	雍 波	迟献臣	雷家军
	代丽琼	钟家骐	张和平	朱 辉
	何仁芳	底光坤	廖金秀	董采文
	徐志启	樊国栋	赖盛辉	韩英歧
	雷远秀	谷超臣	张 力	韩新宇
	朱东霞	孙泽法	李立刚	朱炳麟
	李庆国			



温度对电子元器件有重大影响，降低电子元器件表面温度是提高电子元器件可靠性的重要保证，目前国内外通常采用电子散热器来降低电子元器件的壳温。为了提高电子产品热可靠性，为了让广大技术人员能正确设计和选用电子散热器，我们编写了本手册。

本手册共 13 章，主要内容包括：散热器设计选用原则，型材散热器，插片散热器，叉指形散热器和板材散热器，铸造散热器，热管，机箱一体化散热器和电机机壳一体化散热器，西竹散热器，有热阻曲线和温升曲线的型材散热器，显卡散热器，密齿型材散热器，组合散热器、水冷散热器及电阻外壳散热器，散热器热阻测试方法和导热材料。介绍的都是常用实用的电子散热器。

本手册在编写过程中得到了成都西河散热器厂、三河亚泰电子科技有限公司、镇江市大路散热器厂等多家生产厂商的大力支持，在此向他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，不足之处敬请广大读者批评指正。



目 录

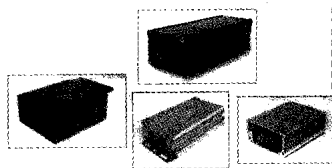
前言

第 1 章 散热器设计选用原则	1
1.1 概述	1
1.2 散热器的种类	2
1.3 散热器的选用原则	2
1.4 散热器常用材料	4
1.5 散热器国家标准及相关标准	8
第 2 章 型材散热器	9
2.1 宽度小于 100mm 的型材散热器	9
2.2 宽度大于等于 100mm 且小于 200mm 的 型材散热器	96
2.3 宽度大于等于 200mm 的型材散热器	142
第 3 章 插片散热器	169
3.1 铝板插片散热器	169
3.2 铝型材插片散热器	181
3.3 YA 系列插片散热器	191
3.4 HY 系列插片散热器	194
3.5 JHD 插片散热器	198
3.6 插片散热器选择与使用说明	199
第 4 章 叉指形散热器和板材散热器	200
4.1 国家标准 (GB/T 7423.2—1987) 叉指形散热器	200
4.2 非国家标准叉指形散热器	241

4.3	板材散热器	250
第5章	铸造散热器	254
5.1	电力半导体用铸造散热器	254
5.2	铸造类散热器用绝缘件和紧固件	270
第6章	热管	287
6.1	热管理论	287
6.2	热管热阻	291
6.3	管芯	293
6.4	工质	300
6.5	热管材料	315
6.6	热管的相容性	317
6.7	铝无管芯重力热管	323
6.8	热管设计程序	328
6.9	热管散热器系列	329
第7章	机箱一体化散热器和电机机壳一体化散热器	336
7.1	机箱一体化散热器	336
7.2	电机壳体一体化散热器	368
第8章	西竹散热器	374
第9章	有热阻曲线和温升曲线的型材散热器	398
9.1	国标 (GB/T 7423.2—1987) 型材散热器	398
9.2	企业型材散热器	411
第10章	显卡散热器	431
第11章	密齿型材散热器	448
第12章	组合散热器、水冷散热器及电阻外壳散热器	465
12.1	组合散热器	465
12.2	型材组合散热器	468

12.3	水冷散热器	472
12.4	电阻外壳散热器	480
第 13 章	散热器热阻测试方法和导热材料	483
13.1	散热器热阻测试方法	483
13.2	电力半导体器件用散热器的热阻和 流阻测试方法	488
13.3	导热绝缘材料	493
附录	散热器厂商通信信息	506

散热器设计选用原则



1.1 概述

电子散热器是广泛用于电子设备中的功率元器件，如二极管、三极管、晶闸管、电子模块、集成电路等。这些功率元器件的特点：使用功率较大，必须使用散热器控制功率器件的温度，尤其是元器件结温 T_j ，元器件工作时的结温 T_j 小于元器件最大允许结温 T_{jmax} ，从而保证元器件能安全可靠地工作。

电子工业的高速发展带动了电子元器件，尤其是功率器件的发展，电子散热器如雨后春笋般出现，电子散热器生产厂商也遍布各地。新品种、多功能、超小、超薄、超大电子散热器应运而生。本书从全国知名电子散热器厂商搜集到近百本产品样本，从中优选出一些产品以供选用。因为电子散热器种类繁多，又缺乏统一的标准、规范，很难反映出各生产企业的全部产品，而且样本无温升和热阻曲线，给用户选用散热器造成许多困难。GB/T 7423.3—1987《半导体器件散热器 叉指形散热器》和 GB/T 7423.2—1987《半导体器件散热器 型材散热器》中都有热阻和温升曲线，使用起来十分方便。生产厂商因缺乏测试设备和技术人员，无法提供热阻和温升曲线，有热设计能力的单位知道怎样设计和选用电子电力散热器，而无设计能力的单位则感到无从下手，选用的电子电力散热器是否合理无法判断。人们希望所有企业和设计人员能做到设计→选用→实测→修改设计→再实测，经过多次反复，直到满足设计为止。



1.2 散热器的种类

散热器种类没有严格的定义，也没有严格的分类方法。通常根据散热器加工方法、冷却方法、专业用途、使用材料、使用功率、散热器特点等分类。

(1) 按加工方法分。有叉指形散热器（板料冲压成型）、型材散热器（挤压成型材）、插片散热器、铸造散热器等。

(2) 按冷却方法分。有自然冷却散热器、风冷散热器、液冷散热器（水冷散热器、油冷散热器）、冷板散热器、热管散热器等。

(3) 按专业用途分。有功率器件用散热器、模块用散热器、电阻散热器、变频散热器、机箱一体化散热器、电机壳体一体化散热器、电焊机散热器、电源散热器、显卡散热器、IT 散热器等。

(4) 按使用材料分。有铝散热器、铜散热器、钢散热器。

(5) 按使用功率分。有小功率散热器、中功率散热器、大功率散热器。

(6) 按散热器特点分。有西竹散热器（两高肋片中间加短肋片，高、短肋片均有小齿，散热面积大，模具费高）、密齿型散热器（齿密、齿高、散热面积大，模具加工难度大、模具费高、适用于大功率风冷）、组合散热器（由两个零件或两个零件以上通过机械或专用的加工方法而构成的散热器，如型材组合散热器等）。



1.3 散热器的选用原则

散热器选用时主要根据以下技术参数：

(1) 功率器件主要技术参数和使用技术参数。

$P_{\max}$ ——功率器件最大功率，W；

P ——功率器件实际使用功率，W；

R_i ——功率器件内阻， $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ；



$T_{j\max}$ ——功率器件最大允许结温, $^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 使用环境温度 T_a ($^{\circ}\text{C}$)。

(3) 散热器体积、质量、价格、温升或热阻。

功率器件安装在散热器上, 在规定的使用的条件下, 就构成了图 1-3-1 所示的热路图。其中: $T_{j\max}$ ——功率器件最大允许结温, $^{\circ}\text{C}$; R_i ——功率器件内阻, $^{\circ}\text{C}/\text{W}$; R_c ——器件与散热器间接触热阻, $^{\circ}\text{C}/\text{W}$; R_f ——散热器热阻, $^{\circ}\text{C}/\text{W}$; T_c ——功率器件壳温, $^{\circ}\text{C}$; T_f ——散热器温度, $^{\circ}\text{C}$; T_a ——使用环境温度, $^{\circ}\text{C}$ 。

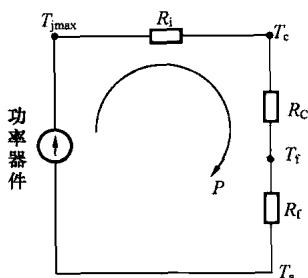


图 1-3-1 功率器件安装在散热器上的等效热路图

根据图 1-3-1, 计算总热阻按式 (1-1) 计算, 即

$$R_T = (T_{j\max} - T_a) / P \quad (1-1)$$

根据式 (1-2) 计算散热器热阻, 即

$$R_f = R_T - R_i - R_c \quad (1-2)$$

散热器热阻 R_f 是选用散热器主要依据, 通过散热器热阻 R_f 来确定散热器的具体型号和结构参数。举例如下:

1) 已知条件: $P=25\text{W}$, $T_a=45^{\circ}\text{C}$, 功率器件型号 3DD6F。

2) 查 3DD6F 相关参数, 可知 $P_{\max}=50\text{W}$, $T_{j\max}=175^{\circ}\text{C}$, $R_i=2^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。

3) 设 3DD6F 管与散热器间不加垫片、不涂导热硅脂, 从 SJ 1267—1977《半导体器件用散热器在自然空气冷却状态下的热阻测试方法》查接触热阻参考表, 得 R_c 为 $0.88\sim 0.97^{\circ}\text{C}/\text{W}$, 这里取 0.97 。

4) 计算总热阻。

$$R_T = (T_{j\max} - T_a) / P = (175 - 45) / 25 = 5.2 (^{\circ}\text{C}/\text{W})$$

5) 计算散热器热阻。

$$R_f = R_T - R_i - R_c = 5.2 - 2 - 0.97 = 2.23 (^{\circ}\text{C}/\text{W})$$

6) 选择叉指形散热器。查 GB/T 7423.3—1987, 选择

SRZ219 叉指形散热器, 查 $P=25\text{W}$ 处散热器热阻为 $2.1^{\circ}\text{C}/\text{W}$, 此热阻用 R'_f 表示, 因为 $R'_f < R_f$, 所以散热器选择合理。

7) 选择型材散热器。

散热器温升

$$\Delta T_{fa} = R_f P = 2.23 \times 25 = 55.75(^{\circ}\text{C})$$

选择 SRX-03S 型材散热器, 截长 80mm, 此散热器在 $P=25\text{W}$ 时的对应散热器温升 $\Delta T'_{fa}=42^{\circ}\text{C}$, 因为 $\Delta T'_{fa} < \Delta T_{fa}$, 故型材散热器选择合理。

1.4 散热器常用材料

1.4.1 型材散热器常用材料

型材散热器常用材料是变形铝合金 6063。6063 属于 Al-Mg-Si 系合金, 属于中等强度, 其焊接性能优良、耐蚀性强及冷加工性好, 使用范围广, 前途良好。6063 的化学成分见表 1-1。

表 1-1 6063 的化学成分 %

成分	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	其他		Al
									单个	合计	
含量	0.2 ~ 0.6	0.35	0.10	0.10	0.45 ~ 0.9	0.10	0.10	0.10	0.05	0.15	余量

型材散热器室温纵向力学性能见表 1-2。

表 1-2 型材散热器室温纵向力学性能

状 态	试样部位厚度 (mm)	抗拉强度 σ_b (MPa)	规定非比例伸 长应力 $\sigma_{p0.2}$ (MPa)	伸长率 (%)
T4	所有	130	85	12
T5		160	110	8
T6		205	245	8
F		—	—	—



6063 状态代号说明及应用见表 1-3。

表 1-3 6063 状态代号说明及应用

状态代号	说明及应用
T4	固溶热处理后自然时效至基本稳定的状态。 适用于固溶热处理后, 不再进行冷加工(可进行矫直、矫平, 但不影响力学性能极限)的产品
T5	由高温成型过程冷却, 然后进行人工时效的状态。 适用于由高温成型过程冷却后, 不经过冷加工(可进行矫直、矫平, 但不影响力学性能极限), 予以人工时效的产品
T6	固溶热处理后进行人工时效的状态。 适用于固溶热处理后, 不再进行冷加工(可进行矫直、矫平, 但不影响力学性能极限)的产品
F	自由加工状态。 适用于在成型过程中, 对于加工硬化和热处理条件无特殊要求的产品, 该状态产品的力学性能不作规定

1.4.2 叉指形散热器常用铝板

叉指形散热器常用铝板主要型号有 1100、1035、1050A。
1100、1035、1050A 铝板供应状态及厚度范围见表 1-4。

表 1-4 1100、1035、1050A 铝板供应状态及厚度范围

型 号	供 应 状 态	厚度范围 (mm)
1100、1035、1050A	O	>0.2~10.0
	H12、H14、H16、H18、 H22、H24、H26	>0.2~4.5
	F、H112	>5~150.0

1100、1035、1050A 铝板室温力学性能见表 1-5。

表 1-5 1100、1035、1050A 铝板室温力学性能

牌号	包铝 分类	供货 状态	试样 状态	厚度 (mm)	抗拉强度 σ_b (MPa)	规定非比例 伸长应力 $\sigma_{p0.2}$ (MPa)	伸长率(%)	
							试样 标距 5D	试样 标距 50mm
1100	—	O	O	>0.2~0.5	75~110	— ≥ 25	—	≥ 15
				>0.5~0.8			—	≥ 20
				>0.8~1.3			—	≥ 25
				>1.3~6.5			—	≥ 30
				>6.5~10.0			—	≥ 28
		H12、 H22	H12、 H22	>0.2~0.3	95~125	— ≥ 75	—	≥ 2
				>0.3~0.5			—	≥ 3
				>0.5~0.8			—	≥ 4
				>0.8~1.3			—	≥ 6
				>1.3~2.9			—	≥ 8
		H14、 H24	H14、 H24	>2.9~4.5	120~145	— ≥ 95	—	≥ 9
				>0.2~0.3			—	≥ 1
				>0.3~0.5			—	≥ 2
				>0.5~0.8			—	≥ 3
				>0.8~1.3			—	≥ 4
		H16、 H26	H16、 H26	>1.3~2.9	130~165	— ≥ 120	—	≥ 5
				>2.9~4.5			—	≥ 6
				>0.2~0.5			—	≥ 1
				>0.5~0.8			—	≥ 2
				>0.8~1.3			—	≥ 3
		H18	H18	>1.3~4.5	≥ 155	—	—	≥ 4
				>0.2~0.5			—	≥ 1
				>0.5~0.8			—	≥ 2
				>0.8~1.3			—	≥ 3
				>1.3~4.5			—	≥ 4
		H112	H112	>4.5~6.5	≥ 95	≥ 50	—	≥ 9
				>6.5~12.5	≥ 90		—	≥ 9
				>12.5~50.0	≥ 85		≥ 14	—
				>50.0~80.0	≥ 80		≥ 20	—
		F	—	>4.5~150.0	—	—	—	—

续表

牌号	包铝 分类	供货 状态	试样 状态	厚度 (mm)	抗拉强度 σ_b (MPa)	规定非比例 伸长应力 $\sigma_{p0.2}$ (MPa)	伸长率(%)	
							试样 标距 5D	试样 标距 50mm
1050、 1050A	—	O	O	>0.2~0.5	60~100	—	—	≥15
				>0.5~0.8			—	≥20
				>0.8~1.3			—	≥25
				>1.3~6.5		≥20	—	≥30
				>6.5~10.0			—	≥28
		H12、 H22	H12、 H22	>0.2~0.3	80~120	—	—	≥2
				>0.3~0.5			—	≥3
				>0.5~0.8			—	≥4
				>0.8~1.3		≥65	—	≥6
				>1.3~2.9			—	≥8
				>2.9~4.5			—	≥9
		H14、 H24	H14、 H24	>0.2~0.3	95~125	—	—	≥1
				>0.3~0.5			—	≥2
				>0.5~0.8			—	≥3
				>0.8~1.3		≥75	—	≥4
				>1.3~2.9			—	≥5
				>2.9~4.5			—	≥6
		H16、 H26	H16、 H26	>0.2~0.5	120~145	—	—	≥1
				>0.5~0.8			—	≥2
				>0.8~1.3		≥85	—	≥3
				>1.3~4.5			—	≥4
		H18	H18	>0.2~0.5	≥125	—	—	≥1
				>0.5~0.8			—	≥2
				>0.8~1.3			—	≥3
				>1.3~4.5			—	≥4
		H112	H112	>4.5~6.5	≥85	≥45	—	≥10
				>6.5~12.5	≥80	≥45	—	≥10
				>12.5~25.0	≥70	≥35	≥16	—
				>25.0~80.0	≥65	≥20	≥22	—
		F	—	>4.5~150.0	—	—	—	—



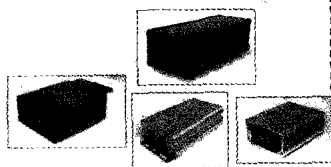
1.5 散热器国家标准及相关标准

把现行有关散热器的国家、行业标准及相关标准列于表 1-6, 以供参考。

表 1-6 散热器国家标准及相关标准

序号	标准号	标准名称
1	GB/T 7423.1—1987	半导体器件散热器 通用技术条件
2	GB/T 7423.2—1987	半导体器件散热器 型材散热器
3	GB/T 7423.3—1987	半导体器件散热器 叉指形散热器
4	GB/T 8446.1—2004	电力半导体器件用散热器 第 1 部分: 铸造类系列
5	GB/T 8446.2—2004	电力半导体器件用散热器 第 2 部分: 热阻和流阻测试方法
6	GB/T 8446.3—2004	电力半导体器件用散热器 第 3 部分: 绝缘件和紧固件
7	SJ 20743—1999	散热器手册 第 1 部分: 热组曲线集
8	SJ 2242—1982	散热器强制风冷热阻测试方法
9	SJ 1267—1977	半导体器件用散热器在自然空气冷却状态下的热阻测试方法
10	SJ 54154/1—2001	RXG12 型散热器安装功率线绕固定电阻器详细规范
11	SJ/T 10158—1991	组合散热器
12	SJ/T 10177—1991	彩色电视接收机用散热器通用技术条件
13	GB/T 14811—2008	热管术语
14	GB/T 14812—2008	热管传热性能试验方法
15	GB/T 14813—2008	热管寿命试验方法
16	GB/T 9082.1—1988	无管芯重力热管铝管材
17	GB/T 9082.2—1988	铝无管芯重力热管
18	GB/T 12992—1991	电子设备强迫风冷热特性测试方法
19	GB/T 12993—1991	电子设备热性能评定
20	GB/T 15428—1995	电子设备用冷板设计导则
21	QJ 1474—1988	电子设备热设计规范

型材散热器



2.1 宽度小于 100mm 的型材散热器

宽度小于 100mm 的型材散热器见表 2-1, 按序号分别对应于图 2-1-1~图 2-1-441。

表 2-1 宽度小于 100mm 的型材散热器

序号	断面尺寸 (mm×mm)	生 产 厂 商	型 号
1	10.2×10	三河亚泰电子技术有限公司	SRX—YPH
2	11.3×5	深圳市三浦电子实业有限公司	SP—126
3	13.5×5	三河亚泰电子技术有限公司	SRX—YMF
4	14×4.5	成都良森电器有限责任公司	SRX—137D
5	14×11	三河亚泰电子技术有限公司	SRX—YKK
6	14.5×17	成都良森电器有限责任公司	SRX—091S
		成都西河散热器厂	XHX179
7	15×6	三河亚泰电子技术有限公司	SRX—YPM
8	15×8	三河亚泰电子技术有限公司	SRX—YJN
9	15×10	天津市银锚铝合金散热器制造厂	JHD—241
		天津市天铝电子散热器厂	
10	15×10	成都良森电器有限责任公司	SRX—011S
		天津市银锚铝合金散热器制造厂	JHD—055
		天津市天铝电子散热器厂	
		三河亚泰电子技术有限公司	SRX—YK
		镇江市大路散热器厂	128 DSC
11	15×10	成都西河散热器厂	XHX321
12	15×11	成都良森电器有限责任公司	SRX—145S
13	15×11	镇江市大路散热器厂	DY—CN
		三河亚泰电子技术有限公司	SRX—YHR