

# 轻型散热器一些特性的实验研究

清华大学 狄洪发<sup>☆</sup> 阎雅丽 姚冠辉

**摘要** 基于铜铝复合、铝合金散热器性能实测数据,分析了三种情况下散热器散热量的变化。通过实验,对铜管铝片对流散热器上的蒸发式热分配表测点安装位置的合理性进行了验证。

**关键词** 散热器 散热量 对流

## Experiment of characteristics of light radiators

By Di Hongfa<sup>☆</sup>, Yan Yali and Yao Guanhui

**Abstract** Analyses the variation of the heating capacity under three conditions, based on the experimental data of radiators made of aluminum alloy or compound of copper and aluminum. Verifies experimentally the rationality of the installation position of the evaporative heat allocation meters on the latter convection radiators.

**Keywords** radiator, heating capacity, convection

★ Tsinghua University, Beijing, China

### 0 引言

近几年来,我国散热器开发和引进速度加快,产品技术性能和质量明显提高。根据我国经济发展规划,2001—2010年间,年均建设住宅10亿 $m^2$ ,其中城市住宅年均建造量为2.5亿~3亿 $m^2$ 。虽然目前供暖方式很多,但采用散热器的集中供暖和锅炉供暖仍是今后的基本供暖方式。中国建筑金属结构协会为推动散热器产品从“铸铁为主,轻型为辅”向“轻型为主,铸铁为辅”的结构调整,明确了今后一个时期的技术政策要点:以优质轻型高效散热器作为发展重点;以中档散热器作为近期发展的市场定位,满足康居和经济适用房提高住宅装饰水平的需求<sup>[1~2]</sup>。由此,铜铝复合、铝合金散热器便应运而生,成为目前市场上轻型散热器的主流。其型式繁多,热性能也各有差异,因此有必要对不同的轻型散热器的性能进行分析。

### 1 铜铝复合及铝制散热器的比较

目前,铜铝复合、铝制散热器的型式很多,需把散热器按型式分类,同时将其尺寸规格化,以比较其热性能<sup>[3]</sup>。可分为以下三种情况:一是肋片型式相同,厚度相同时,散热量随高度的具体情况;二是肋片型式不同,厚度相同时散热器散热量的具体

变化;三是肋片型式相同,厚度不同时散热器散热量的变化情况。为方便起见,把散热器在标准计算温差( $(t_{\text{进水}} + t_{\text{回水}})/2 - t_{\text{空气}} = 64.5^\circ\text{C}$ )下在标准测试台上所测得的散热量记作 $Q_{\text{标}}$ ,单位为W。

#### 1.1 散热器流道型式

散热器流道的肋片型式大致分为7类,如图1所示,散热器的具体尺寸与热性能数据见表1。

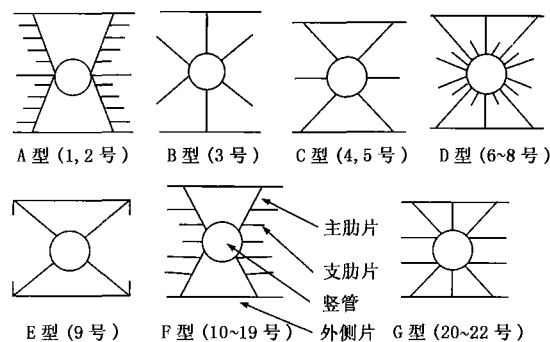


图1 散热器流道剖面图

☆ 狄洪发,男,1945年1月生,硕士研究生,教授  
100084 北京清华大学建筑技术科学系  
(010) 62779996  
E-mail: dihf@mail.tsinghua.edu.cn  
收稿日期:2002-07-22  
修回日期:2004-11-01

表 1 散热器的具体尺寸与热性能数据

编号	型式	材 料	厚度/ mm	长度/ mm	高度/ mm	质量/ kg	$Q_{标}/$ W	金属热强度/ (W/(kg·°C))
1	A	铝合金	60	1 030	655	13.9	1 760	1.96
2	A	铝合金	60	850	643	9.15	1 383	2.34
3	B	铜铝复合	39	310	596	4.1	403	1.52
4	C	铝合金	39	495	600	7.35	762	1.61
5	C	铝合金	43	495	600	7.5	808	1.67
6	D	铝合金	63	980	640	16.8	1 523	1.41
7	D	铝合金	60	980	640	16.5	1 445	1.36
8	D	铜铝复合	53	971	650	12.45	1 493	1.86
9	E	铝合金	46	1 005	550	5.85	1 171	3.10
10	F	铜铝复合	50	650	650	10.2	1 034	1.57
11	F	铜铝复合	50	520	650	7.95	823	1.60
12	F	铜铝复合	50	355	550	4.65	495	1.65
13	F	铜铝复合	61	800	645	10.45	1 294	1.92
14	F	铜铝复合	61	796	650	10.45	1 314	1.95
15	F	铜铝复合	60	800	630	11.6	1 252	1.67
16	F	铜铝复合	60	790	655	12.8	1 342	1.63
17	F	铜铝复合	60	645	640	9.1	1 239	2.11
18	F	铜铝复合	58	813	376	6.75	776	1.78
19	F	铜铝复合	63	815	650	7.7	1 342	2.70
20	G	铜铝复合	60	1 050	640	18.3	1 505	1.28
21	G	铜铝复合	61	1 000	650	11.85	1 590	2.08
22	G	铜铝复合	61	795	590	9.2	1 052	1.77

注:这里列出金属热强度仅作为参考,并不意味着金属热强度最高的散热器就最好。

### 1.2 散热器性能比较

#### 1.2.1 散热器流道肋片型式相同,厚度相同,长度不同时散热量的比较

选取表 1 中 F 型的 13~18 号进行比较。由于选取的散热器虽然厚度均接近或等于 60 mm,但因长度和高度不尽相同,无法对它们的散热量直接进行比较。笔者假设散热量与散热器长度、高度成正比,从而可以把不同长度散热器的散热量都折合到 1 000 mm 长的散热量,记作名义散热量  $Q$ ;把不同长度、高度散热器的散热量同时折合成 1 000 mm 长、645 mm 高时的散热量,记作名义散热量  $Q_{645}$ ,把不同长度、高度、厚度散热器的散热量同时折合成 1 000 mm 长、645 mm 高、60 mm 厚时的散热量,记作名义散热量  $Q_{645 \times 60}$ ,从而便于比较不同散热器的散热量。表 2 是所测 F 型散热器的散热量  $Q_{标}$  及其折合后的名义散热量,并以第一行散热器折合后的名义散热量  $Q_{645 \times 60}$  为比较的基础,得出不同散热器散热量的偏差值,例如 14 号散热器的名义散热量与 13 号名义散热量的偏差为  $(1 611 - 1 591) / 1 611 = 1.3\%$ ,其他类推。在以下其他章节的分析中采用同样的计算与表示方法,只是高

度、厚度与表 2 中的数值可能有所不同。

表 2 厚度接近或等于 60 mm 的 F 型散热器散热量的比较

编号	厚度/ mm	长度/ mm	高度/ mm	质量/ kg	$Q_{标}/$ W	$Q/W$	$Q_{645}/$ W	$Q_{645 \times 60}/$ W	偏差/ %
13	61	800	645	10.45	1 294	1 618	1 618	1 591	0
14	61	796	650	10.45	1 314	1 651	1 638	1 611	1.3
15	60	800	630	11.6	1 252	1 565	1 602	1 602	0.7
16	60	790	655	12.8	1 342	1 699	1 673	1 673	5.1
17	60	645	640	9.1	1 239	1 921	1 936	1 936	21.7
18	58	813	376	6.75	776	954	1 637	1 693	6.5

由表 2 知,除 17 号散热器外,其他散热器在 1 000 mm×645 mm×60 mm 尺寸下的名义散热量基本相同。标准测试台上的散热器散热量测试允许误差为 3%,这样 13,14,15 号散热器的散热量相同,16,18 号散热器略大一些,这是因为它们的型式虽然基本相同,但 16,18 号散热器的竖管上有两个支肋片,从而散热量略有增加。17 号散热器的散热量明显偏大,是因为该散热器的支肋片较长,从而导致散热量增加。从表 2 中可得出结论:a)在一定的范围内,散热器散热量可以按照近似线性关系进行折合;b)增加竖管上支肋片的数量,散热量增加不明显;c)肋片型式基本相同,支肋片加长后散热量增加比较明显,因此欲提高散热器散热量,增加支肋片的长度是有效的措施之一。

#### 1.2.2 肋片型式不同,厚度相同时散热器散热量的比较

根据前面的分析结果,笔者把散热器的散热量都折合到长和高分别为 1 000 mm 和 600 mm 时的散热量,从而便于比较肋片型式不同、厚度相同时散热器散热量的具体变化,数据见表 3~5。

表 3 厚度接近或等于 40 mm 的散热器散热量比较

编号	型式	厚度/ mm	长/mm	高/mm	质量/ kg	$Q_{标}/$ W	$Q/W$	$Q_{600}/$ W	$Q_{600 \times 40}/$ W	偏差 /%
3	B	39	310	595	4.1	403	1 300	1 311	1 345	0
4	C	39	495	600	7.35	762	1 539	1 539	1 579	17.4
5	C	43	495	600	7.5	808	1 632	1 632	1 518	12.9

表 4 厚度接近或等于 50 mm 的散热器散热量比较

编号	型式	厚度/ mm	长/mm	高/mm	质量/ kg	$Q_{标}/$ W	$Q/W$	$Q_{600}/$ W	$Q_{600 \times 50}/$ W	偏差 /%
8	D	53	971	650	12.45	1 493	1 538	1 419	1 339	0
9	E	46	1 005	550	5.85	1 171	1 165	1 271	1 382	3.2
10	F	50	650	650	10.2	1 034	1 591	1 468	1 468	9.7
11	F	50	520	650	7.95	823	1 583	1 461	1 461	9.1
12	F	50	355	550	4.65	495	1 394	1 521	1 521	13.6

表 5 厚度接近或等于 60 mm 的散热器散热量比较

编号	型式	厚度/ mm	长度/ mm	高度/ mm	质量/ kg	$Q_{标}/$ W	$Q/$ W	$Q_{600}/$ W	$Q_{600-60}/$ W	偏差 /%
1	A	60	1030	655	13.9	1760	1709	1565	1565	0
2	A	60	850	643	9.15	1383	1627	1518	1518	-3.0
6	D	63	980	640	16.8	1523	1554	1457	1388	-11.4
7	D	60	980	640	16.5	1445	1474	1382	1382	-11.7
13	F	61	800	645	10.45	1294	1618	1505	1480	-5.4
14	F	61	796	650	10.45	1314	1651	1524	1499	-4.2
15	F	60	800	630	11.6	1252	1565	1490	1490	-4.8
16	F	60	790	655	12.8	1342	1699	1556	1556	-0.6
17	F	60	645	640	9.1	1239	1921	1801	1801	15.1
18	F	58	813	376	6.75	776	954	1523	1576	0.7
20	G	60	1050	640	18.3	1505	1433	1344	1344	-14.2
21	G	61	1000	650	11.85	1590	1590	1468	1444	-7.8
22	G	61	795	590	9.2	1052	1323	1346	1324	-15.4

通过表中数据比较,并结合前文中散热器的肋片型式,可以得出下面的结论。

a) 应充分利用肋片散热。如表 3 中 C 型(4,5 号散热器)的散热量比 B 型(3 号散热器)大 13%~17%,因为 C 型连接外侧片的主肋片有 4 个,而 B 型连接外侧片的主肋片只有 2 个,无法充分利用外侧片散热,因而散热量低。

b) 应尽可能减小加热后的热空气的流动阻力,保证流动畅通。表 4 中 D 型(8 号)肋片大大多于 E 型(9 号),而两者的散热量相近,这说明由于 D 型肋片布置得不甚合理,使加热后的热空气流动阻力增大,即使肋片面积增加,散热量也未相应增加;而 F 型空气流动比较合理,增加肋片面积后散热量随之增加。

c) 肋片面积不必追求过大。A 型与 F 型形状相似,但 A 型肋片面积较大,而两者的散热量几乎相同,由表 5 可知相差在 4% 左右,略大于测量误差范围。因此应选取适当的肋片面积,以取得较好的技术经济效果;D 型肋片面积较小,因此散热量也下降较多。

d) 相比较而言,F 型肋片型式比较合理。它与外侧片连接的主肋片有 4 个,较好地发挥了外侧片的散热效果;同时支肋片数量适当,既满足了散热的要求,又使加热后的热空气能较快地离开散热器;支肋片的长度应尽量大,以增加支肋片的散热能力。

### 1.2.3 肋片型式相同,厚度不同时散热器散热量的比较

测试数据见表 6,7。从表中可看出,同型式散热器肋片厚度在 50~63mm 范围内变化时,其名

表 6 不同厚度的 D 型散热器散热量比较

编号	厚度/mm	长度/mm	高度/mm	质量/kg	$Q_{标}/$ W	$Q/$ W	$Q_{600}/$ W	偏差/%
8	53	971	650	12.45	1493	1538	1419	0
6	63	980	640	16.8	1523	1554	1457	2.7
7	60	980	640	16.5	1445	1474	1382	-2.6

表 7 不同厚度的 F 型散热器散热量比较

编号	厚度/ mm	长度/ mm	高度/ mm	质量/ kg	$Q_{标}/$ W	$Q/$ W	$Q_{600-50}/$ W	$Q_{600-60}/$ W	偏差/%
10	50	650	650	10.2	1034	1591	1468		0
11	50	520	650	7.95	823	1583	1461		-0.5
12	50	355	550	4.65	495	1394	1521		3.6
13	61	800	645	10.45	1294	1618		1480	0.8
14	61	796	650	10.45	1314	1651		1499	2.1
15	60	800	630	11.6	1252	1565		1490	1.5
16	60	790	655	12.8	1342	1699		1556	6.0
18	58	813	376	6.75	776	954		1576	7.3
19	63	815	650	7.7	1342	1647		1448	-1.4

义散热量变化并不大。这主要是因为厚度增加时,仅仅是主肋片长度有所增加,支肋片长度并未变化,因此仅增加厚度对提高散热量作用甚微。

## 2 轻型散热器上蒸发式热分配表安装位置的实验研究

### 2.1 问题的提出

在按热量计费的改革过程中,蒸发式热分配表以其价格便宜、安装方便、系统简单等优点已被多方人士所关注,但仍然存在热分配表装在什么位置才能反映出真正用热量的问题。热分配表应装在散热器的平均温度点处,即要在散热器上选择一点,该点的温度等于散热器进出口温度的平均值。目前是把热分配表装在铜管铝片对流散热器铜管的拐角处,这一点的温度能否代表散热器的平均温度(尤其是流量较小时)有待进一步验证。为此,本实验选取了一种铜管铝片对流散热器,在不同流量下检测其进出口水温、拐弯处水温,对散热器上热分配表的安装位置进行实验研究。

散热器的水流形式为上进下出,其尺寸(高×长×宽)为 500 mm×1005 mm×120 mm,铜管直径为 27 mm,铝合金肋片外径为 100 mm。

### 2.2 实验设备及实验测点布置

#### 2.2.1 实验设备

在散热器热性能标准台上测试,温度测量使用 3 只热敏电阻,同时测量拐角处水温、散热器的进出口水温。为对比测试结果,散热器进出口处同时使用了铂电阻温度计测量。散热器的水流量用电子天平与电子秒表来测定。

### 2.2.2 测点布置

将热敏电阻、铂电阻同时放入被测散热器进出口处的套管内,可以比较热敏电阻与铂电阻的测量准确度,同时又在铜管铝片对流散热器的铜管拐弯处焊入一套管,放入热敏电阻用以测量该点的温度。

### 2.3 实验结果

在 4 个不同的流量(散热器检测实验台检测铜管铝片散热器时标准状况下的流量,这里标准工况为进水温度 88.75℃,进回水温差为 12.5℃)下分别测量散热器的进出口水温和散热器拐弯处的水温。测量时要处于稳定工况(散热器进水和回水温度最大值与最小值之差不能大于 0.4℃,空气温度最大值与最小值之差不能大于 0.2℃,流量最大值与最小值之差不能大于 4%)。在每一个工况下每个点测量 5 个数据,然后取平均值作为计算分析的依据。测量结果见表 8。由表 8 可知,拐弯处水温  $t_3$  与进出口水温平均值  $t_p$  的偏差均不大于 0.4℃,

表 8 实验数据

流量/ (kg/h)	进口水温 $t_1/^\circ\text{C}$	出口水温 $t_2/^\circ\text{C}$	拐弯处水温 $t_3/^\circ\text{C}$	进出口水温平 均值 $t_p/^\circ\text{C}$	$(t_p-t_3)/^\circ\text{C}$
25	56.3	40.7	48.8	48.5	-0.4
50	56.3	46.3	51.4	51.3	-0.1
80	56.3	50.1	53.4	53.2	-0.2
96.4	56.3	50.8	53.7	53.5	-0.2

因此可以得出,对于铜管铝片对流散热器,散热器拐角处的水温等于散热器的进出口水温的平均值,即使在较小流量情况下,散热器拐角处的温度也可以反映出散热器的平均温度。因此蒸发式热分配表装在拐弯处的水管上是可行的。

### 参考文献

- 1 宋为民. 我国供暖散热器行业发展的机遇和挑战. 暖通空调, 2001, 31(1): 35-37
- 2 张锡虎. 供暖系统散热器面积偏大及其影响. 建筑设备, 1988(1): 36-38
- 3 肖曰嵘, 牟灵泉, 董重成. 民用供暖散热器. 北京: 清华大学出版社, 1996

## 亚太建设科技信息研究院简介

亚太建设科技信息研究院(建设部科技信息研究所)创建于 1958 年,是全国建设行业技术实力强、知名度高、具有重要地位和影响的专业性科技信息研究机构。根据国家对于科研院所改革和自身面向市场发展的要求,本院于 2003 年 7 月完成了在国家工商总局的注册,成为具有独立法人资格的科研经济实体,现隶属于中央大型科技型企业中国建筑研究院(集团)。本院目前由四个业务所和职能部门组成,现有员工 80 余人,其中高中级以上专业技术人员 70 余人。

经过 40 多年的不断改革和创新,本院在建设科技信息领域形成了独具特色的四大优势:

★ 拥有创办经营科技期刊 40 多年的丰富经验,以及由行业影响力大、权威性强、发行量大的《暖通空调》《给水排水》《建筑结构》《施工技术》《智能建筑电气技术》《建筑技术及设计》和《城市住宅》七大专业期刊构成的期刊方阵;

★ 拥有中国建筑研究院(集团)对我院科技期刊与信息业务发展强有力的技术支撑;

★ 拥有一支精干高效、业务娴熟的专业信息队伍;

★ 拥有在建设领域独居鳌头的雄厚信息资源,以及分布在全国各省市的几十个专业情报网站和广泛的信息沟通渠道。

主要业务范围:

● 编辑出版《暖通空调》《给水排水》《建筑结构》《施工技术》《智能建筑电气技术》《建筑技术及设计》《城市住宅》

《暖通动态》和《给水排水技术动态》专业刊物,承揽刊发国内外建筑领域新技术、新产品、新设备、新材料、新工艺等方面的广告与信息。

● 承担数据库、软件系统开发和网络系统、网站的建设与服务;提供电子出版物等电子信息服务。

● 为国内外企业提供市场调研和战略咨询服务,承担国家部委、企事业单位委托的各类科研项目。

● 开展产品代理和新技术推广业务。

● 组织召开各类产品信息发布会、合作洽谈会、产品推介会、技术交流会等多种形式的会议,提供中介服务和资讯服务。

● 作为建设部归口查新单位,承担建设系统科技项目的查新工作。

● 科技成果登记、建库、公报发布工作。

● 负责建设行业全国性专业情报网的归口管理与建设,促进行业内技术交流与合作。

本院以诚信为本,愿充分发挥自身优势,与国内外同行开展广泛真诚的交流与合作,通过促进彼此的更快发展,为我国经济建设和建设事业的科技创新与发展做出更大贡献。

地址:北京市车公庄大街 19 号

邮编:100044

电话:(010)68302902 68393531

传真:(010)68348830

中国建设科技网: www. build. com. cn