

民用供暖散热器

萧田嵘 牟灵泉 董重成 编著



清华大学出版社

民用供暖散热器

萧田嵘 牟灵泉 董重成 编著

清华大学出版社

(京)新登写 158 号

内 容 简 介

本书从我国工程实际状况出发,比较完整地介绍了供暖散热器的工作原理、型式设计、制造工艺和系统设计应用,以及国内外散热器发展的概况。内容注重系统性、实用性和资料性,文字通俗,可读性强。

本书是我国第一本全面论述供暖散热器的工程技术专著。

本书可以作为从事新产品研制开发、工艺研究、工程设计和运行管理的人员的技术读物,也可作为暖通空调或相关专业大学、专科学生的教学参考书,或作为散热器生产部门技术工人和工程人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

民用供暖散热器/萧曰嵘等编著. —北京:清华大学出版社,1996.5
ISBN 7-302-02136-8

I. 民… II. 萧… III. 民用建筑-采暖设备:散热器 IV. TU832.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 04915 号

出版者:清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

印刷者:北京密云胶印厂

发行者:新华书店总店北京科技发行所

开 本:787×1092 1/16 印张:20.5 字数:537 千字

版 次:1996 年 7 月第 1 版 1996 年 7 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-02136-8/TU·118

印 数:0001—6000

定 价:18.00 元

目 录

前言	1
绪论	1
第一章 我国供暖散热器的发展	3
第一节 铸铁散热器	3
第二节 钢制散热器	4
1.2.1 钢制串片型及对流型散热器	4
1.2.2 钢制扁管型散热器	5
1.2.3 钢制板型散热器	6
1.2.4 钢制柱型散热器	6
1.2.5 钢制组合管型散热器	7
1.2.6 钢制辐射板散热器	7
第三节 热管型散热器	8
第四节 其他材质散热器	8
1.4.1 铝制散热器	8
1.4.2 塑料散热器	9
1.4.3 混凝土板散热器	9
1.4.4 陶瓷散热器	9
1.4.5 电热散热器	9
第五节 供暖散热器专业技术的发展	9
1.5.1 供暖散热器测试技术的发展	9
1.5.2 供暖散热器技术标准的研究与发展	10
第六节 供暖散热器的评价原则	11
1.6.1 供暖散热器的综合评价原则	11
1.6.2 供暖散热器的技术评价原则	11
第二章 供暖散热器工作原理和强化散热	15
第一节 供暖散热器的工作原理	15
2.1.1 传热过程	16
2.1.2 增强传热的基本途径	20
第二节 供暖散热器的强化散热	27
2.2.1 散热器表面肋化结构的研究	27
2.2.2 利用外罩强化对流散热	37

2.2.3	散热器表面涂料的选择	41
2.2.4	钢制柱型散热器结构对散热能力的影响	43
2.2.5	钢制板型散热器对流片装设方式的影响	45
第三章	供暖散热器的型式设计和热工计算	47
第一节	供暖散热器分类和传热特性	47
3.1.1	供暖散热器的传热特性	47
3.1.2	供暖散热器的分类	48
第二节	供暖散热器的型式设计	53
3.2.1	散热器型式设计的一般过程	53
3.2.2	供暖散热器的热媒流程设计	54
3.2.3	供暖散热器表面的肋设计	55
3.2.4	对一些型式设计弊病的分析	58
第三节	散热器热工计算	61
3.3.1	散热器的经验估算法	62
3.3.2	散热器热工计算实例	65
第四章	钢制散热器的制造与防腐	72
第一节	钢制散热器的制造过程	72
4.1.1	钢制散热器的制造过程和工艺要求	72
4.1.2	钢制散热器工艺过程及产品结构	74
第二节	钢制板型散热器自动化生产工序	76
4.2.1	自动化生产工序介绍	76
4.2.2	散热器生产周期的计算	78
第三节	我国钢制散热器部分制造工艺概述	79
4.3.1	串片散热器的管片连接工艺	79
4.3.2	钢制绕片管高频焊接工艺	82
4.3.3	介绍两种新型焊接设备	83
第四节	钢制散热器的防腐	84
4.4.1	钢制散热器腐蚀原因的简单分析	84
4.4.2	钢制散热器制造工艺的防腐对策	86
4.4.3	利用保护涂层的防腐措施	87
第五章	铸铁散热器的制造	90
第一节	铸铁散热器制造工艺	90
5.1.1	铸铁散热器的生产工艺概述	90
5.1.2	铸铁散热器的主要生产设备	90
第二节	造型、制芯与合型	96
5.2.1	造型	96
5.2.2	制芯	101

5.2.3 合型 105

第三节 熔炼、浇注及清理 106

5.3.1 熔炼 106

5.3.2 浇注 119

5.3.3 落砂与清理 120

第四节 机械加工与检验..... 121

5.4.1 机械加工 122

5.4.2 压力试验 122

5.4.3 检验 123

5.4.4 修补 129

第五节 机械化生产线及环境保护..... 130

5.5.1 机械化生产线 130

5.5.2 环境保护 133

第六章 其他类型的供暖散热器..... 137

第一节 铝制散热器..... 137

6.1.1 铝制散热器的优缺点分析 137

6.1.2 铝制扁管散热器 138

6.1.3 铸铝散热器 139

6.1.4 铝板吹胀板型散热器 140

6.1.5 铜管铝串片对流型散热器 140

第二节 塑料散热器..... 140

第三节 陶瓷散热器..... 141

第四节 辐射板型散热器..... 143

6.4.1 概述 143

6.4.2 混凝土辐射板散热器 143

6.4.3 金属辐射板散热器 145

6.4.4 煤气红外线辐射板散热器 146

第五节 电热散热器..... 147

6.5.1 湿式电热散热器 147

6.5.2 干式电热散热器 148

第七章 供暖散热器的性能试验..... 149

第一节 供暖散热器热工性能试验标准..... 149

7.1.1 试验标准的内容及特点 149

7.1.2 关于散热量的表达方式 151

7.1.3 我国标准与国际标准中的不同要求及散热器进出口焓值的计算 152

7.1.4 我国供暖散热器热工性能测试工作的进展 153

第二节 热工性能测试系统的设计..... 153

7.2.1 风冷小室的设计 154

7.2.2	水冷小室的设计	156
7.2.3	测试用热水的制备及循环系统	158
7.2.4	控制和检测系统的设计	161
7.2.5	高温水-蒸汽测试台的特点	163
第三节	供暖散热器热工性能简易试验方法	165
7.3.1	简易测试小室	165
7.3.2	简易的冷源	167
7.3.3	热水循环系统	169
7.3.4	控制与检测系统	171
7.3.5	试验操作与数据整理	173
第四节	闭式小室检测结果的实用性	174
7.4.1	问题的提出	174
7.4.2	国内研究情况概述	175
7.4.3	分析与探讨	177
第五节	散热器承压能力、水流阻力及水容量的试验方法	177
7.5.1	散热器承压能力的试验	177
7.5.2	水流阻力试验	180
7.5.3	散热器水容量的测试	182
第八章	供暖散热器的选配与使用	184
第一节	供暖散热器选用原则	184
第二节	房屋供暖热负荷估算	187
8.2.1	房屋热负荷概述	187
8.2.2	房屋供暖热负荷的估算	188
第三节	供暖散热器计算	192
8.3.1	基本原理	192
8.3.2	工程设计中的散热器计算	193
第四节	供暖散热器的热工性能	194
8.4.1	铸铁散热器的热工性能	194
8.4.2	钢制散热器的热工性能	211
8.4.3	铝制散热器的热工性能	224
第五节	供暖散热器的使用及供暖系统	229
8.5.1	热媒	229
8.5.2	室内供暖系统	232
8.5.3	供暖系统中管道的配置	238
8.5.4	散热器安装	254
8.5.5	供暖系统的试压、养护与调整	264
第六节	家用热水供暖装置	268
8.6.1	概述	268
8.6.2	散热器安装位置及系统循环水量的确定	269

8.6.3	基本作用原理及管道计算	271
8.6.4	家用热水供暖系统制式选择	286
8.6.5	设计要点及举例	289
8.6.6	管道及散热器的安装要求	292
8.6.7	家用热水供暖装置的运行与维护	296
8.6.8	家用热水供暖炉的热工性能测试	301
第九章	我国供暖散热器的发展方向	305
第一节	国外供暖散热器发展概况	305
9.1.1	钢制散热器已经取代铸铁散热器,是室内的主要供暖设备	305
9.1.2	在市场的激烈竞争中,散热器优胜劣汰,制造厂家注重规 模效益,以具有高品质、有特色的产品占领市场	305
9.1.3	国外散热器应用和发展对我们的启示	307
第二节	我国供暖散热器发展的方向	307
9.2.1	企业管理水平和素质的提高是当务之急	307
9.2.2	应在引进国外先进经验的同时,积极推广我国的新产品 和行之有效的新工艺	310
9.2.3	正确解决钢制散热器腐蚀,是发展我国钢制散热器的关键	311
9.2.4	加强科学技术的投入,促进我国供暖设备事业健康发展	312
附录	关于散热器的当量散热面积(E. D. R)	315
参考文献		318

绪 论

人类随着自身的演进而创造了房屋。居住在寒冷地区的人们,除了以衣物、毛皮进行御寒之外,也试图以各种方法进行房屋供暖。他们先以篝火取暖,后来演进为火塘、火炕、火墙、火盆、火炉等多种供暖形式。但是,人们并不满足于这种在室内直接燃烧燃料进行取暖的供暖方式,早就试图以蒸汽或热水的热媒,进行热的传输。直到18世纪初期,一位轮船上的海员,偶发奇想,将蒸汽通入空油桶中进行供暖,从而引发了蒸汽供暖系统的研究。18世纪中期,法国的一位工程技术人员,发明了以热水为热媒的单户型供暖装置,即自然循环的家用热水供暖装置。以后由于水泵的投入,使热水供暖系统的规模和范围不断扩展。至19世纪末期,集中的蒸汽或热水供暖系统逐渐成为主流,得到广泛的应用。

供暖散热器是供暖系统的末端装置。它装设于房间内,承担着将热媒携带的热量传递给房间内的空气,以补偿房间的热耗,达到维持房间一定空气温度的目的。因此,它必须具备以下几个主要条件:

1. 能够承受热媒输送系统的压力;
2. 有良好的传热和散热能力;
3. 能够安装于室内和具有必要的使用寿命。

在蒸汽供暖系统出现后,由于当时工业发展水平的限制和材料耐腐蚀性的要求,人们多以铸铁为原料生产供暖散热器。但随着冶金工业的发展及热水供暖系统的扩展,以钢材为原料的散热器迅速发展。可以说供暖散热器是地球上生活在寒冷和严寒地区的人们所必需的、量大面广的、与住户密切相连的设备。近代空调技术的发展,也是供暖技术的延伸和发展。

我国是文明古国,其他方式的供暖技术在早期即得到了高度的发展。但以蒸汽或热水为热媒的供暖系统,却是在19世纪末期才传入我国。20世纪初期,我国也开始了铸铁散热器的生产。但其产品类型,主要是英、美、日等国的产品型式,如铸铁四柱、五柱等柱型散热器;壁挂式散热器;长翼型、圆翼型散热器等等。后期又从苏联引入了M-132型散热器。直到本世纪40年代以前,供暖系统仍然是少数上层人物和高级建筑物使用的奢侈品。散热器的产量也很少。除个别工厂有生产线外,其余多为手工方式生产。

50年代以后,散热器的需求随着建设事业的发展而激增,并且开始进入一般劳动人民的住宅。但是,由于国家无明确的行政归口管理单位,对这一劳动密集型产品缺乏足够的重视,以及其他方面的原因,使产品的品种和规格越来越少。不少生产厂家只顾生产产量大、易加工的产品,出现了市场上主要是大60(长翼型)、圆翼、四柱-813三大件的状况,使工程设计人员难以进行更多的选择。

60年代末期,我国开始推广区域性的集中热水或高温水供暖,由于热水供暖有比蒸汽供暖节煤20%以上的巨大优点,从而得以迅速普及和推广。这时,原来承压能力较低的铸铁散热器就难以适应,大型系统及高层建筑供暖均要求工作压力超过0.5MPa的散热器产品。70年代初期,我国首次出现了管、片焊接型的钢串片散热器。1978年建设部组织中国建筑科学研究

院等几个科研、大学、设计和生产单位,组成了钢制散热器研制组,参考国外样品,研制成功了钢制扁管型、串片型、板型散热器,并逐步在我国推广。到 80 年代,我国不仅钢制散热器得到了大幅度的发展,并且由此更促进了铸铁散热器的发展,1984 年由建设部对供暖散热器进行归口管理后,通过运用法律的、经济的和行政的综合管理手续,对本行业进行了较为全面的规划、协调和组织,有力地推动了行业的发展。

到 1990 年止,我国的供暖散热器行业已形成拥有 1000 多个企业,职工总数 10 万余人,年总产值 15 亿元,耗铁 50 万吨,耗钢 15 万吨的专业设备生产行业。散热器的年生产总量,如以接管中心距为 600mm 的铸铁四柱型散热器为标准片进行折合计算,约为 1 亿片,其中钢制散热器约占 35%。已形成了钢制、铸铁、铝制、非金属材料四大类别、几十个规格品种的系列产品。特别是近几年来,新产品更是不断问世,产品的加工质量及热工性能大幅度提高,我国供暖散热器的热工性能,已经达到国际水平,初步具备了出口创汇与国外产品进行竞争的条件。按照我国“八五”计划,每年平均需要供暖散热器 1.2~1.4 亿标准片,这是我国独具的广大市场,也是对全国供暖散热器行业的基本要求。今后相当长的时期内,根据我国工业发展的状况,铸铁散热器还会占主要地位,钢制散热器也会在不断改进和攻克技术难题的前提下不断发展,呈现出钢、铁互补、其他为辅、相互促进、全面提高的局面。

我国供暖散热器的发展

第一节 铸铁散热器

铸铁散热器在我国约有近百年的生产历史。它从国外传入后,按外国的样式生产,并长期占据了我国的市场。在前期的几十年中,成为垄断供暖散热器行业的唯一种类。铸铁具有耐腐蚀的突出优点,且铸铁散热器的生产工艺水平可高可低,生产规模可大可小,适应范围很广,所以在近百年的时间内得以存在和发展。但是,由于生产时的劳动强度大,环境条件差,产值效益低等原因,在 50、60 年代,多数大厂或国营企业不愿生产铸铁散热器,或者大量地减少品种和规格,使产品不配套,不能满足设计选用的需要。如长翼型散热器,原有大(长 280mm)、小(长 200mm)及高(600mm)、矮(高 460mm、380mm)之分。互相配合,可使组合后的散热量级差大致在 120W 上下,基本可适应不同房间的需要,使该散热器选用时的配片级差与柱型散热器大致相近。但我国在 1980 年以前,不少厂家只愿生产大 60(600mm×280mm)一个规格的产品。柱型散热器也仅有 M-132、四柱-813 两个规格,其余很少生产。这就使工程设计人员难以合理地选配散热器,造成很大的过余配片浪费。生产企业也以分散的小型企业为主体,存在着生产分散、工艺落后,产品质量低劣的问题。

1980 年以后,铸铁散热器受到了钢制散热器的严重挑战,迫使铸铁散热器生产厂家改变现状,努力竞争。在散热器由建设部归口管理之后,铸铁散热器生产得到了整顿和发展。1987 年以来,通过散热器标准的制定以及产品推荐图的推广使用,使我国铸铁散热器的生产水平大大提高,产品的热工性能基本达到国外产品的同等水平。形成了柱型(5 个规格)、长翼(2 个规格)、圆翼(2 个规格)共 3 种型式、9 个规格的标准系列产品。

如按建设部供暖散热器热工性能测试标准规定的标准检验组(如柱型为 10 片一组、长翼型为 3 片一组、圆翼型为 2 根一组)的片数及连接配件重量一并计算时,上述 3 种供暖散热器标准产品的金属热强度,其计算值可分别达到 0.30~0.34、0.26~0.283 和 0.258~0.284 W/(kg·℃)。少数产品还略高于上述数值,单片重量较过去大大减少,可以说,这是行业归口管理之后的成绩。但是,铸铁散热器的金属热强度比钢制散热器低 50%~70%。为此,生产企业和有关科研人员结合起来,主要就以下两大方面进行了大量的工作,并取得了一定成绩:

1. 对现有标准型式产品的生产,努力提高工艺水平,减重、减薄,并提高散热器的承压能力;
2. 开展研制新型产品,取得性能和质量的全面提高。

生产厂家逐步的由小而分散向大而集中发展,从而有能力进行耗资较大的工艺改造。我国的主要铸铁散热器生产厂家,都通过自身的努力,建成了机械化生产流水线,不仅改善了生产条件、减轻了劳动强度,并且使产品质量大幅度提高,产量也大大增长。目前,国内铸铁散热器的大小机械化生产流水线已达几十条,并在不断增加。孕育稀土铸铁工艺也应用于铸铁散热器生产。由于该工艺技术能够改进铸铁材质,增加材质的致密性和连续性,使共晶团细化和提高

铸水的流动性,就为产品的减重、减薄、提高成品率和机加工性能创造了条件。这些新的工艺和设备的投入,也为新产品的开发提供了条件。参考美国样品研制生产的铸铁细柱型产品(柱外径为 20mm),参考法国、意大利产品研制生产的 120 系列及 100 系列铸铁柱翼型散热器(亦有称辐射对流型散热器)及铸铁栅式散热器,其金属热强度均达 $0.37\sim 0.40\text{W}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ 。近几年研制的铸铁厢翼型散热器及铸铁多翼型散热器,既有标准长翼型散热器的优点,又将热工性能及承压能力大幅度提高。其金属热强度分别达到 0.335 及 $0.423\text{W}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$,工作压力达 0.8MPa 。上述新产品,均已列为我国节能型散热器推广产品,其热工性能已达到或超过国外同类产品水平。这些新产品的问世,说明了我国的铸铁散热器生产,已进入了一个研究、求新、提高的新阶段。

上述新产品的金属热强度比我国已有的标准产品(按散热器标准规定值)都有很大的提高,较优者可比标准柱型产品提高 20%,比长翼型产品提高 49%左右。每年若能取代现有标准产品 4000 万片,则可节省铸铁 14 万吨,价值达 1.0 亿元以上。这无疑将会成为我国今后应努力研究、提高和发展的产品。但是,这些新的产品,多数只有在较高的工艺条件下才能达到较高的一次产品合格率,才能大幅度地提高生产厂的经济效益。同时,也说明只有工艺水平提高了才能开发、生产出更高水平的产品。目前我国的铸铁散热器生产,已经沿着品种多、质量好的路线发展,一改铸铁散热器品种少、质量低、粗、老、笨、重、模样难看的局面。

今后的时期,将是铸铁散热器扶优汰劣,改进已有产品,推广新产品,提高工艺和管理水平,改善劳动条件和环境条件,实现机械化生产,以求更大的提高与进步的时期。

第二节 钢制散热器

我国开始引进、研制、开发钢制散热器的时间,是 70 年代初。其后,我国钢制散热器取得了很大的发展。目前,我国钢制散热器大致有钢制串片型、扁管型、板型、柱型、组合管型、对流型、辐射板型等型式。这些产品各具特点,并因各自的优点而取得了不同的发展。

1.2.1 钢制串片型及对流型散热器

我国在 70 年代初期开始生产的钢串片散热器,是无缝钢管焊对流片的直片式对流散热器。70 年代后期,由建设部组织的钢制散热器联合研制组研制的钢串片型散热器,为无缝钢管过盈串直片的型式,后改进为折边闭式串片型散热器。折边闭式串片散热器,系将其对流片在加工时将前后两端折边,各片组串后形成一个板面。这样就可以不加罩子单独使用了。这一改进,对经济发展水平还不高的我国,从节省工程投资的角度考虑,无疑是适宜的,因而迅速在全国推广,出现了二根或四根管串联,片高为 150、240、300、400、480、500、600mm 等多种规格的产品。所用管材,也多改用焊接钢管。应当说,这样的改换并不符合该产品加工工艺的要求。

钢制串片型散热器的金属热强度,除片高为 400、500、600 的几种散热器较差(一般为 $0.5\sim 0.6\text{W}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$)外,片高为 150、240、300mm 等型散热器均达 $1.1\sim 1.2\text{W}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$,高于其他类型的钢制散热器。单就该项指标而言,已达到了很高的水平。由于过盈串型串片散热器难以保证管与片的紧密结合问题,近期又开始了焊接型、机械胀管型、粘接型等串片散热器的研究,并取得了一定的成绩。

但是,我国在钢串片散热器的生产过程中,由于大多数产品是用焊接钢管取代了无缝钢管,并且管与片为过盈串工艺,本身就难以保证管与片的紧密结合。特别是由于这种产品的

生产设备相对简单、投资少,有些不具备生产条件的个体人员和单位也争相生产,质量难以保证,致使市场上的钢串片散热器质量差别悬殊,质量低劣的产品进入市场后更损伤了这种产品的信誉。因此,1987年7月,建设部制定了该产品的暂行技术条件,对质量提出了严格的要求。

罩式对流型散热器,原来所用的罩内散热元件多为直片式串片散热器。我国对该型散热器的研究取得一定的进展。由于串片形状、连接方式等项新技术成果的采用,使其带罩时的总金属热强度亦达 $1.40\text{W}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 。高频焊翅片管散热器亦为对流散热器的一种,是针对串片型散热器的不足,采用高频焊翅片管为罩内的散热元件。翅片管的本身是将厚度为 $0.8\sim 1.0\text{mm}$ 的带钢缠绕于钢管上,同时采用高频焊接工艺焊牢,保证了管与翅片的牢固结合,其金属热强度已达 $1.10\sim 1.20\text{W}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$,目前已在国内推广生产。这类产品,由于与热媒(水)直接接触的部件为管子和联箱(管),其厚度均在 2.75mm 以上。在承压能力、使用寿命及热价格方面都具有一定优势,所以在目前受到重视。现研制的扁管对流型散热器,系将对流片焊于扁管上而成为散热元件,扁管的一面向外,成为辐射散热面;散热元件上面加罩成为对流型散热器。也属于罩式对流型散热器的一种。由于辐射热量的增加,可以改善房间的供暖效果,提高人的舒适感。

这些成果的取得,是各方面科研、技术人员共同努力的结果,尽管对这众多的工艺,还需要择优选用和经过实践的考验,但都是产品发展和进步的重要步骤。是我国走自己的道路、提高工艺和质量水平的关键。

1.2.2 钢制扁管型散热器

国外的钢制扁型散热器多以 $70\text{mm} \times 10\text{mm}$ 、 $65\text{mm} \times 10\text{mm}$ 断面的扁管(矩形管)为元件。扁管散热器当采用横管排列时可以从一根管到几十根管自由组合,长度可在 6m 范围内自由选择;当采用竖管排列时,可按建筑装饰要求组配,以更方便地与建筑物室内装修相配合。按照室内装修设计的要求,管子的断面高度以 70mm 较为丰满。过小会显得单薄或线条过密。70年代,我国开始生产这一产品时,由于受带钢条件的限制,故采用了 $52\text{mm} \times 11\text{mm}$ 断面的扁管。直到1985年供暖散热器标准初审时,52系列扁管散热器存在的扁管断面高度过小的问题,被正式提了出来,并要求研制70系列的产品,以与国外产品协调,为出口创造条件。70系列的扁管型散热器的承压能力低于52系列的产品。当壁厚为 1.5mm ,70系列产品的工作压力只能达到 0.5MPa 。如要求 0.8MPa 的工作压力,则需把制板加厚到 2.0mm 。这在我国经济水平还不够高的现实条件下确有实际困难。所以,根据我国国情,采用了两个系列同时生产的策略,以分别使用于装修要求不同的建筑物。并于1987年7月,建设部先行制定了52系列扁管散热器的暂行技术条件,以指导该产品的生产。

从另一方面说来,扁管散热器的突出优点,是从单根到多根管的任意组合和长度的自由选定。目前建设部暂行技术条件中规定的几个规格,是长度和管子根数都为定数的特定产品。是常用的标准产品,也是整个系列中的特定规格。应当发挥这种散热器的独特优点,开发生产一些专用的、适合不同建筑物要求的产品,以扩大其使用范围。

以扁管型散热器为基础研制成功的百页窗式散热器,系将横管扭转一定角度,从而消除了排管间的遮挡面积,并且改变了空气流动条件。故比原扁管型散热器的单位散热量提高了 17% ,金属热强度达 $0.96\text{W}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ (扁管壁厚为 1.5mm)。其管子断面形状亦可根据产品造型的需要改为菱形管。

以扁管为元件组合成装饰型、多用型散热器,在我国已开始研究。

对于扁管型散热器(也包括板型散热器)对流片的研究,我国也取得了很大的进展。对对流片的形状、尺寸和排列方式的研究,已取得一定的成果,并已用于生产实践。但也有不少厂家不按规定要求焊接对流片,致使对流片形同虚设,这无疑是极大的浪费。

1.2.3 钢制板型散热器

钢制板型散热器于 70 年代末期在我国开始生产后,由于工艺设备的限制,发展不够迅速。板型散热器也是长度可在 6m 以内自由选定的产品。但由于我国生产条件及其他因素的限制,对常用的标准产品的长度也作了一定的规定。钢制板型散热器具有适合进行工业自动化生产和热工性能良好的优点,其金属热强度仅低于钢制串片型散热器,高于扁管及柱型散热器。按壁厚为 1.5mm 折算,其金属热强度可达 $0.9\sim 1.0\text{W}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ 。钢制板型散热器的生产,可以用钢板卷材,连续冲压成型,然后按要求的长度剪断。避免了其他类型的钢制散热器生产时先将整板剪碎,然后冲压成型,最后组合焊接的繁琐工艺,使焊接工作量大大减少。这是一个很有发展前途的产品,适合于自动化程度高的流水作业生产。我国前期的生产方法,并没有充分发挥该产品工艺性好的特点。1987 年,我国引进了第一条半自动化板式散热器生产流水线,系采用卷材连续生产。从卷材展平、程控连续冲压、多点点焊(24 点同时焊)、内水冷式缝焊机缝焊及在国内配套的静电喷塑表面处理的生产线,总长 190m,至今仍是我国散热器生产中最先进的生产线。这就为我国散热器的生产和研究,提供了对比和参照产品。定会在促进我国的散热器生产和发展中发挥应有的作用。

近年来,也有单位采用了分段式对流片、并且点焊于热媒通道的高温区上,改善了热工性能,金属热强度达 $1.29\text{W}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ (散热器板厚为 1.2mm)。在对流片材料的使用及对流片的焊接等方面,都有很大的进步。

1.2.4 钢制柱型散热器

建设部供暖散热器标准(JGJ29.1-86)钢制柱型散热器,系采用钢板冲压后进行组合焊接成型的散热器。

钢制柱型散热器早在本世纪初即在国外出现并广泛使用。我国早期由外国人建造和使用的建筑物中也早有使用,至今已有七八十年的历史。由于该产品的造型与人们原已熟悉的铸铁柱型散热器近似,所以容易被人们接受。但是,长期以来,我国受工艺条件的限制未有生产。直到 1982 年才采用本国的工艺,生产出了片距为 35mm 的钢制柱型散热器,并迅速在国内推广。其后,随着我国各有关单位对该型散热器的片型、片距、加工工艺及表面涂料的深入研究,使其热工性能大幅度提高,达到了德国工业标准 DIN4703 的规定值。比原片距为 35mm 时的单位片散热量提高了 30%以上。这些研究成果,为部标的制定和推荐图的编制提供了可靠的依据。根据山东、北京、吉林三省(市)提供的产品设计图纸,综合编制的钢制柱型散热器推荐图,已在全国推广使用,保证了该产品的基本性能。1987 年部标颁布后,对产品进行了系列化调整,形成了以同侧接管中心距为系列主参数、以 100mm 为进位模数的系列产品,主要标准规格有 300、500、600、900mm。

钢制柱型散热器生产存在的主要问题,是我国的工艺和设备水平与国外有较大差距。其突出问题有三:

1. 模具多为本厂自制,材质及加工不合理,使冲压片局部出现拉伸过度和微裂。这是造成产品使用中腐蚀的主要原因之一。

2. 点焊采用单点焊机,每点的焊接质量不同,难以控制整体质量。

周边缝焊采用外水冷式缝焊机,在焊接过程中,水与焊缝直接接触,不能保证产品质量。片与片组装时的接口焊接,采用气体自熔焊,不仅在焊接时热影响区过大,造成材质损伤,并因钢板自熔焊接,容易形成假焊,不能保证焊接质量。

3. 所用钢板的材质不稳定,不能满足散热器加工及使用的要求。

为了解决这些问题,建设部已宣布在钢制柱型散热器加工中淘汰气体自熔焊工艺,而推荐采用二氧化碳气体保护焊、小焊条电焊及国外采用的自动内孔多点凸焊机。目前,二氧化碳保护焊已初步推广。相应的工艺设备,已研制成功了手提式、双孔自动二氧化碳保护接口焊机、接管口专用焊机、钢柱散热器多点焊机、小焊条自动接口焊机等等。生产工艺在不断改进。但是,由于钢板材质、水质控制、及该型散热器成型复杂加工困难等原因,使该型散热器在使用过程中腐蚀问题较为突出。

1.2.5 钢制组合管型散热器

采用直径较大的钢管焊接制成的排管式散热器多为现场加工,使用于特殊要求的厂房或其他场所的热水或蒸汽供暖系统。在我国早有使用,不属于常用散热器范围,在此不作详述。

用异形管材(如三角形管、扁管等)生产的组合管型散热器,国内已有数种。如三角管钢制组合管型散热器,在管壁厚 1.2mm 的条件下,其金属热强度达 $1.131\text{W}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$,热工性能也是比较好的。

以普通焊接钢接(D_g20 、 D_g15)为主要材料并加设薄钢板对流片的钢制组合管型散热器,立柱用管的壁厚为 2.75mm,其金属热强度达 $0.632\text{W}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 。这些以普通焊接钢管为主要材料的散热器,虽在承压能力、使用寿命等方面具有一定的优点。只是金属热强度较低,且加工工艺多为手工焊接。

我国生产的铸钢柱型散热器,系以废钢为原料铸成上、下两端的联箱,而以异形无缝钢管作立柱组合焊接而成。由于上、下联箱为多片联铸,大大减少了焊缝长度,且所用无缝钢管的壁厚为 2.5mm。

这些散热器,由于其壁厚与散热器连接支管的壁厚接近或等同,可以大致认为两者的使用寿命相同。并且也可以用于蒸汽供暖系统。同时,由于散热器立柱的长度可以自由选定,所以可以生产特殊需要的各种高度的特型散热器。

1.2.6 钢制辐射板散热器

以金属(钢或铝)板、热媒管和保温材料制作而成的金属辐射板散热器,我国在 70 年代即得到了一定的发展。该类散热器系将热媒管道镶嵌于金属板面上,板的正面为辐射板,背面以保温材料进行隔热,形成单面辐射。是以波长为 $0.8\sim 800\mu$ 的热射线为主要传热方式。可以采用 $80\sim 200^\circ\text{C}$ 的热媒(水或蒸汽)。散热器可根据需要做成带形或块形。对于高大空间的建筑物特别适用。当按人的等感温度进行供暖负荷计算时可比其他散热器供暖节省 20% 以上的供热量。与铸铁散热器供暖相比,可节省金属 80%,节省投资 50% 左右。当用于高大空间的建筑物时,因为人的活动区为供暖重点,所以还可以节省更多的热量。该散热器还可以作局部岗位供暖之用,即只保证工作点附近的环境温度,是很值得发展的散热器型式。近年来,未能取得长足发展的原因,除了客观条件以外,产品中管与板的结合不够紧密,热媒温度不稳定等也是亟待解决的问题。

总之,钢制散热器因其加工较易、体轻美观、安装方便等优点,在我国会不断发展。品种和型式会不断更新,存在的问题会逐步得到解决,其在整个供暖散热器生产中的比重会随着总体水平的提高而扩大。可以说钢制散热器的发展是多学科联合攻关和研究的课题,它反映了一个国家的工业水平和科技水平。目前,钢制散热器防腐蚀问题的研究业已展开,并取得了初步的阶段性成果。

第三节 热管型散热器

近几年来,我国也开展了对热管型(相变换热)散热器的研究,并有不少国家专利及产品问世。热管型散热器主要由散热器和在其内设置的一次热媒加热管组成,散热器内充填一定量的液体工质(二次工质)。由于热媒(即一次热媒,如热水、蒸汽等)只通过加热管,而不进入充有二次工质的散热器腔内。所以散热器外壁只与二次相变换热工质接触。利用这一原理设计的散热器本身可为柱型、板型、扁管型等多种型式。

这种散热器避免了热媒(热水或蒸汽)对散热器本身的腐蚀,使一次热媒造成的腐蚀局限于管道系统(包括热管)部分。而散热器本身不仅是低压部件,并与供暖系统工作压力无关(除加热管外),二次换热工质也可适当调配,以减少其对散热器壁所用钢板的腐蚀。但是,这种散热器目前尚有几个技术难题需要解决:如真空度的抽取和维持,二次换热工质的加注和更换,散热量的调节,以及与常规供暖系统的并轨使用等等。因此,这种散热器目前还需进行多方面的研究。

第四节 其他材质散热器

除铸铁和钢制散热器之外,其他材质的散热器在我国也得到了一定程度的发展。在 60 年代我国就曾生产过陶瓷散热器,后因故停产。近几年来,铝合金材料的散热器已在我国正式生产,塑料散热器已开始研制并初步取得成功。

1.4.1 铝制散热器

我国生产的铝制扁管散热器,1992 年曾获第 41 届布鲁塞尔世界发明博览会尤里卡金奖。它以铝合金坯材为原料,挤压成外形尺寸为 70mm×15mm 的“目”字形扁管,然后组合焊接成型。在最薄处壁厚为 1.2mm 的条件下,金属热强度达 1.975W/(kg·℃)。铝制翼管柱型散热器,亦系采用专用的铝合金翼形管材,组合焊接而成,其金属热强度可达 2.0W/(kg·℃)以上。

采用吹胀工艺生产的铝制板型散热器,我国也有生产。在壁厚为 0.6 mm 时的金属热强度为 4.60W/(kg·℃),工作压力 0.4MPa。该工艺适合铝材特点,可在家庭或压力较低的小型供暖系统中应用。

我国生产的铸铝柱翼型(亦称辐射对流型)散热器,工作压力为 0.5MPa,金属热强度 1.12W/(kg·℃),具有美观、表面光洁、重量轻等优点。铸铝长翼型散热器,采用了铸铁多翼型散热器的造型特点,在造型及热工性能方面均达较高水平。

其他根据铝材加工特点而设计的铸铝或铝型材散热器,国内已有多项专利,正在进行试制。铝制散热器由于以铝合金为原料,所以对原料的成份及在焊接和耐腐蚀方面的性能均有一

定的要求。铝合金制品也不宜使用于高碱度水质。选用者应注意其适用条件。

1.4.2 塑料散热器

以聚丙烯改性增强塑料为原料制成的塑料柱型散热器,我国已初步研制成功。其材料热强度达 $1.86\text{W}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ 。当壁厚为 2.0mm 时,单片散热量比同规格的钢制柱型散热器低 20% ,成本低于钢制散热器。在耐腐蚀方面具有独特的优点,但热态承压能力较低。目前,对老化、冷脆、承压能力、连接方式等方面,尚需进一步的研究和改进。所以尚未大量生产。

随着我国塑料工业水平的提高,为各类塑料散热器的生产提供了有利的条件。其他型式的塑料散热器和其他材料的非金属散热器也在国内有关单位中进行研究。在这些新的产品生产领域中,尽管我国晚于外国一定时间,但只要经过大家的共同努力,会迎头赶上,发挥这些材料的特长,生产出耐腐蚀、性能优良的散热器。

1.4.3 混凝土板散热器

混凝土板散热器,亦称混凝土辐射板散热器,我国在 60 年代已有采用,但应用面不广。系将热媒(一般为热水)管埋设于钢筋混凝土板中,镶嵌于窗台下或墙壁内,以辐射散热为主要换热方式。该散热器的金属耗量比铸铁散热器可降低 $60\%\sim 70\%$ 。目前,也有以非金属管道取代钢管的,更可以大量节省金属。由于混凝土板散热器可以较容易地加工成建筑所需要的各种形状和尺寸,所以可作成墙式、地板式、踢脚式或天花板式等等,可以适应不同建筑物功能的要求。

1.4.4 陶瓷散热器

50 年代末,我国曾对陶瓷散热器进行了研究开发,其造型系参照铸铁 M-132 型式设计,三联片结构,组合时需采用内拉条紧固件。

陶瓷散热器具有很少耗金属,价格低,表面光洁和卫生条件好的优点,其传热系数接近铸铁柱型散热器,组合后可以承受 0.3MPa 的工作压力,但是,由于陶瓷散热器承压较低,不易连接和容易破碎而安全性差的缺点,加以烧制过程中变形不易控制,成品率低,所以未得到进一步推广。

1.4.5 电热散热器

在我国,电热散热器也得到了一定程度的使用和发展。利用电热元件制作的电散热器和电薄膜取暖器,目前在市场销售的主要有干式和浸油式两大类。干式电热散热器内设干式电热元件。浸油式电热散热器系将变压器油充于散热器腔体内,油被电加热元件加热后产生循环,使散热器表面温度升高并维持一定温度,借以向室内空气散热。

这种散热器具有灵活方便的特点,且电能易于输送。但是,由于我国目前电力供应紧张,所以电热散热器只能作为辅助热源,其发展受到一定的限制。

第五节 供暖散热器专业技术的发展

1.5.1 供暖散热器测试技术的发展

80 年代,我国按照国际标准化组织颁布的 ISO3147-3150 闭式小室测试散热器散热量标