

导热油应用手册 (第二版)

鲍求培 主编

 华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

· 上海 ·

内 容 提 要

本书以有机热载体现行规定、规程、标准及实践试验为依据,介绍了有机热载体发展史、分类、特性、储存、防止危害及消除安全隐患等基本内容,引申介绍了热载体供热系统的运行、寿命及清洗等非常实用的知识,以及有机热载体的理化指标、国内外产品性能比对,并同时就防焦和清(洗)焦技术、延长有机热载体使用寿命的对策进行了深入探讨。本书还从基础知识的角度介绍了一些先进的系统在公司管理中的应用;从实验数据的角度介绍了配方优化实验的设计;从统计分析的角度介绍了有机热载体市场调查。本书可供从事有机热载体生产、应用、质量检测 and 有机热载体系统管理等人员参考阅读。

欣闻鲍求培先生的《导热油应用手册》即将出版,我感到由衷的高兴。我和鲍先生相识已多年。最初是在参加导热油的技术性能和应用前景研讨会上相识的。1997年,上海市能源标准化技术委员会组织上海石油产品应用技术研究所、上海久星化工有限公司等起草上海市地方标准《热传导油》,因鲍先生作为主要起草人,我和他的接触就多了起来。逐渐了解他在导热油开发、应用领域所起的作用,他不仅仅关心行业发展的前沿课题,还把大量的精力放在导热油应用技术的研究和系列产品的开发上。鲍先生领导的上海久星化工有限公司生产的导热油节能清洗修复剂(Y系列)在2006年荣获“上海市节能产品”称号。值得一提的是他对影响导热油质量的关键问题——导热油结焦的机理、防热、除焦技术的研究有独到之处,对导热油在线清洗、康复、增寿、检测等技术不断实践,探索总结,先后发表了不少相关文章。这次鲍先生将他十余年来在导热油应用领域的心得体会之精华,汇集在《导热油应用手册》一书中,正式出版。对正确合理使用和推广导热油无疑会起到普及和指导作用,为上海乃至全国导热油开发应用做了一件好事,也是为目前全国上下轰轰烈烈开展的节能减排活动做了一件实事。此举不仅有经济价值,也有政治意义。

这次承蒙鲍先生错爱,坚持让我为手册作序。我想借手册的出版之际,希望有更多的节能减排科普著作问世。更希望鲍先生和上海久星化工有限公司事业越来越红火,为推进和谐社会多做贡献。

谢仲华

2007年6月25日

前些日子,会议期间遇到了上海久星导热油股份有限公司董事长鲍求培先生,闲谈中聊到了正在修订他主编《导热油应用手册》,并希望我为修订版做一序言。

鲍求培先生是中国锅炉与锅炉水处理协会有机热载体专业技术委员会委员,我们结缘于有机热载体,作为《有机热载体》和《有机热载体安全技术条件》国家标准的主要起草人,为此书作序,也是一种缘分。

鲍求培先生自20世纪80年代起就致力于中国有机热载体的研究工作,为中国有机热载体事业的发展扎实奉献。我希望这本最新修订的《导热油应用手册》能为广大读者,尤其是有机热载体的使用者,普及更多与有机热载体相关的专业知识和实用技术。近年来,国家大力提倡节能减排,我衷心希望鲍求培先生抓住机遇,奋发图强,不忘初心,以对导热油事业无比挚爱的情怀,领导上海久星导热油股份有限公司,研发并生产出更好的有机热载体产品,为我国的有机热载体事业做出更大的贡献。

王骄凌

2018年9月1日于北京

第 二 版 前 言

导热油作为一种传热介质在国外 30 年代开始应用,中国 80 年代才起步,经过 30 多年发展,国内导热油生产和贸易企业已有近 300 家。全国年导热油销量约 10 万吨,产值约 15 亿元。

1988 年,编者在一次偶然机会进入了导热油行业,当时全国导热油企业才几家,导热油资料几乎没有,用户对导热油性能不了解,导热油使用中经常出现导热油变质,严重时发生火灾,存在着安全隐患。编者根据这些现象,对油品和系统进行归纳、总结、分析,找到成功的经验,解决用户实际使用问题,取得良好效果。

如何将导热油知识科普化,这是编者的初心。经过多年经验积累,《导热油应用手册》于 2007 年问世了,在《导热油应用手册》出版这 10 多年中,经过几次修改、补充、完善,再版的《导热油应用手册》分为技术篇和人文篇二大部分。技术篇理论联系实际,以介绍导热油的应用技术;综合篇主要介绍品牌、诚信建设等内容。本书经过大的分类后,内容更充实,可供导热油生产和应用单位的相关人员阅读,对减少导热油变质率,节能降耗,延长导热油使用寿命,起到抛砖引玉的作用。

在这次改版中,得到了许多同仁的支持和关注,在此表示衷心感谢,虽然编者尽了极大的努力认真编写,但由于水平有限,书中必有不足之处,欢迎各位读者予以指正。

编 者

2018 年 10 月

第一版前言

导热油作为一种传热介质,有优良的热传导性能,相较于其他介质来说更具节能环保特性,符合国家的政策导向。诸如此类的观点已越来越多地为人们所接受,但导热油在我国的生产与应用时间并不长,人们对它的认识显然还不够全面,作为从事导热油研究与生产的专业人士,本人愿将自己在从事导热油研制开发以及工业化生产与应用中积累的一些经验、心得与看法,与业内同仁、广大读者分享。尤其是在创办久星化工有限公司后,本人对导热油应用中的常见问题有了更多的关注,并对此展开研究,以期帮助用户解决使用中的实际问题,完善公司的售后服务。因此在书中我把重点放在了解决导热油使用过程中常见问题的论述上,比如:优劣导热油的鉴别、导热油使用寿命、报废指标的检测,以及如何解决热油炉的结焦、清洗、节能问题等。

本人在长期的导热油研究、论文写作过程中,吸收、借鉴了大量前人、国内外同仁的优秀成果,得到业内人士的大力支持,付梓之际,谨向他们表示诚挚的谢意,其中特别感谢王玉珍、冯昭福、许乃鑫、姜汶、郁雪凤、赵增基、盛克俭、吴巡远、鲍偲旻等人。书中不足之处,也望读者诸君批评指正。

编者

2007年6月

目 录

第一篇 技术篇

有机热载体	鲍求培 王玉珍 吴巡远(3)
热载体供热系统	赵增基(41)
久星 L-Q310 导热油性能论述	鲍求培(53)
久星导热油与国外同类产品性能比对	鲍求培(60)
久星导热油的化学组成与其理化性质	冯昭福 鲍求培(71)
热油炉结焦的克星——久星热油炉清洗剂	鲍求培(82)
久星热油炉清洗剂及清洗废液的治理	许乃鑫 鲍求培(88)
延长久星导热油寿命 5~8 年的新方法	鲍求培(92)
久星导热油进入“三 E”时代	鲍求培(99)
久星新型的节能导热油产品	鲍求培(103)
热油炉清洗和节能效果	赵增基(108)
久星导热油热稳定性和抗氧化性实验的优化设计	鲍求培(112)
高性价比的 1300 合成高温导热油	鲍求培(118)
多苄基甲苯降解制备低苄基甲苯的探讨	姜 汶(125)

第二篇 人文篇

ERP 管理系统在久星公司的实施	鲍偲旻(135)
------------------------	----------

久星导热油顾客调查报告	鲍求培 沈晓杰(141)
永“久”追求 用“星”服务	
——记上海久星导热油股份有限公司“久星”品牌建设	
.....	鲍求培 郁雪凤(151)
开展诚信建设 担当社会责任	
——上海久星导热油股份有限公司诚信建设获丰硕成果	
.....	鲍求培(160)
E时代的导热油专家	
——记上海久星导热油股份有限公司总经理鲍求培	
.....	上海久星导热油股份有限公司(164)
附录 A 有机热载体相关术语和定义	(171)
附录 B 久星特色服务	(176)
附录 C 久星简介	(177)

丨 第一篇 丨
技术篇

有机热载体

鲍求培 王玉珍 吴巡远

摘要:本文阐述了有机热载体的发展史、分类、特性、使用与维护,并摘录了相关国家标准。

关键词:有机热载体 导热油 分类 特性 标准

1 概述

1.1 有机热载体简介

热量总是自然地由温度高的物体传到温度低的物体,这个过程叫做热传递。热传递包括热对流、热传导和热辐射三种基本方式。实际的热传递往往同时存在两种或三种基本传热方式,并以其中一种或两种为主的复杂传热过程,习惯上称为导热。工业部门的许多生产过程需要通过加热来达到一定温度,使生产得以顺利进行。而这种加热,有的采用直接方式,从燃料燃烧或电热获取热量;更多场合则是采用间接加热方式,即通过媒介使热量转移。媒介从燃料燃烧的炉膛中获取热量,使自己达到较高温度,随后被输送到生产系统中,经过热交换,将热能传递给生产装置或物料,媒介传热后温度下降再回到加热炉中,如此循环往复,连续地完成间接加热过程。我们把传热介质(媒介)称为热载体。工业热载体可分为无机热载体和有机热载体两大类。

在传热介质中,一般用水作热载体。水具有热稳定性好、传热速度快、无毒、不可燃和价廉等优点,并广泛应用于间接加热中。但水在 0.1 MPa 时,凝固点为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$,临界温度为 $374\text{ }^{\circ}\text{C}$,而且水的蒸气压随

温度升高增加很快,如在 180 °C 时为 1 MPa,而 260 °C 时为 4.8 MPa,此时锅炉所承受的压力大幅增加。所以当加热温度高于 200 °C 时,都采用非水传热介质,即有机热载体,俗称导热油(Heat transfer oil)。使用有机热载体加热的系统被称为导热油系统。导热油系统由热油炉、有机热载体、用热设备三大部分组成。有机热载体的工作原理是在热油炉中吸收热量,在用热设备中放出热量,在热油炉和用热设备之间循环传递热量。

1.2 国外有机热载体概况

国外有机热载体的应用始于 20 世纪 30 年代,美国于 1932 年制成联苯-联苯醚共沸混合物,商品名称为道生 A(Dowtherm A)。它的特点是热稳定性好,使用温度高达 400 °C;但由于它气味重、毒性大、凝固点高,在某些工业应用中受到一定的限制。近几十年来,有机热载体中合成导热油发展最快,合成导热油的主要分子特征是分子结构中含有芳烃或环烷烃。各工业发达国家围绕降低凝固点、降低毒性、提高热稳定性等方面进行了研究。50 年代美国研究生产了氢化三联苯合成导热油,它的凝固点低、热稳定性好,最高使用温度达 343 °C。60 年代日本发展了乙基苯系列合成导热油;德国市场以二苯基甲苯为主;英国生产的 Breox HTF14 聚乙烯醇合成导热油具有不易结焦、使用安全等特点,供应于欧洲市场。这些产品克服了道生油凝固点高、气味难闻、渗透性强的缺点,又以其沸点高和蒸气压低而成为 60 年代较通用的有机热载体。70 年代初以石油高温裂解或催化裂解过程产生的馏分油做原料,研制出新型的有机热载体。从 80 年代到目前为止,美、日、德、法、英等工业发达国家又相继推出几十个性能更佳、质量更好的新型有机热载体产品。

1.3 我国有机热载体概况

有机热载体作为世界公认的节能型热载体,在我国得以普遍使用已有二十多年。我国有机热载体发展大致可分为三个时期。

第一时期:20 世纪 60 年代至 80 年代中期

国内还不能生产有机热载体,大量依靠进口,对其性能、质量等

认识较为肤浅,于是人们利用汽缸油、石蜡替代,以及使用仿道生油为主的有机热载体,用量较小,仅应用于少数行业。此时期是我国有机热载体发展初期。

第二时期:20世纪80年代中期至2010年

随着我国工业发展的需求,有机热载体生产厂家如雨后春笋,在几年内由数家迅速增加至上百家,年产量达到十万吨,产值大幅上升,有机热载体工业从生产品种到生产数量以及应用领域都有很大的发展,人们对有机热载体的认识加深,有机热载体的应用面也更加宽广。但大部分有机热载体生产厂家生产规模较小,生产设备简陋,生产工艺不够完善,厂家之间恶性降价、只看价格不求质量的竞争导致国产有机热载体生产始终处于低端水平,产品质量也始终无法提高。此状况持续了近30年。

第三时期:2010年至今

由中石化等单位联合起草,制定并颁布GB 23971《有机热载体》于2010年1月1日正式实施,标志着我国导热油市场迈向了一个规范而成熟的发展阶段。

1.4 有机热载体应用范围

随着科技的发展,对热的控制和使用要求越来越高,因而有机热载体的用途也将越来越广,几乎覆盖了工业生产的各个领域。目前,有机热载体以其独特的优异性能已被广泛地应用于化工、石化、化纤、油脂、纺织印染、塑料橡胶、造纸印刷、筑路养路、汽车制造、食品、制药、化肥、轻工、碳素、涂料、木材、建筑建材、金属铸造、电器、能源等二十多个行业。在聚合、缩合、蒸馏、精馏、浓缩、蒸发、熔融、合成、干燥、分解、脱臭、脱氢、脱水、脂化、硫化、固化、染色、漂白、涂装、混炼、保温、热风拉幅、扎光烘干、焙烤、热压、压延、挤压、热定型、纤维整理、取暖、制冷、热回收等工艺范围内均可广泛地用于间接加热和冷却,并能精确地控制温度。每年我国有机热载体产量达十万吨,同时还需从西方国家进口几万吨。

2 有机热载体种类

近几十年来,我国有机热载体工业从生产数量、生产品种到应用领域都有很大的发展。目前,有机热载体各厂家开发生产了近几十个品种,但每个产品术语名称不一样,相关行业也没有具体的规定,这对有机热载体产品的市场管理带来了一定困难,鱼目混珠的现象时有发生。为了更好地帮助广大用户及业内人士了解市场上各种有机热载体产品的规格和性能,通过对有机热载体组成的物态、分子结构、温度、功能等方面进行分类,为有机热载体今后生产、应用和销售,实现规范化管理起到一定的推动和促进作用。

2.1 热载体的分类

以间接方式将热量从加热单元传递到用热单元的传热介质称为热载体。热载体分为无机热载体和有机热载体两大类,有机热载体俗称导热油。图 1 为工业热载体分类图。

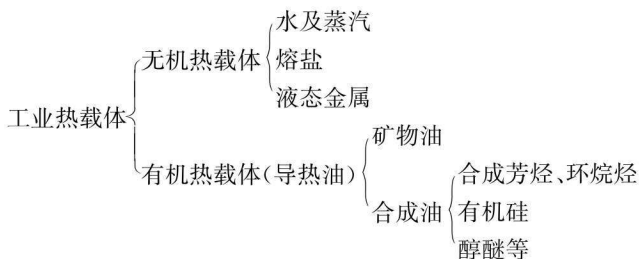


图 1 工业热载体分类

2.2 有机热载体的分类

有机热载体按物质的物态、分子结构、工作温度、应用功能等方面进行分类如下。

2.2.1 有机热载体按物态分类

有机热载体可分为液相有机热载体和气相有机热载体。

液相有机热载体是以液相传递热量,如矿物型导热油和合成型导热油等。

气相有机热载体是以气液相传递热量,如道生油在低于 240 °C 时是液态,高于 240 °C 时是气态,通过气相在用热设备中冷凝放出潜热传递热量,减少泵输送的能耗。

2.2.2 有机热载体按分子结构分类

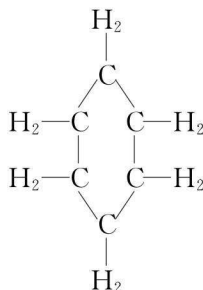
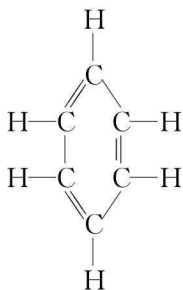
有机热载体可分为矿物型有机热载体和合成型有机热载体。

矿物型有机热载体指分子结构是长碳链结构的烷烃类导热油,该产品以石油为原料,经过深加工制成,它的最高工作温度一般为 300 °C;经过特别加工原料生产的导热油,它的最高工作温度可达 320 °C,镜膜温度可达 350~360 °C。久星类似产品有 Y 系列和 L-Q 系列导热油,它的特点是:新导热油残炭小,使用中年结焦率仅为 0.1%;凝固点低,可用于北方寒冷地区;使用寿命 3 年以上。烷烃类导热油的主要成分是链烷烃,其分子通式是 $C_n H_{2n+2}$:



其特点是:原料来源丰富,价格便宜,制造工艺简单,无毒,无味,在常温下不易氧化,无需氮封。

合成型有机热载体指分子结构是苯烷结构芳烃类导热油,它的主原料是基础化工原料。久星类似产品有 JH 系列合成导热油,特点是苯烷结构不容易结焦,使用中年结焦率只有 0.01%,抗氧化性高达 400 min,热稳定性优于矿物型有机热载体,使用寿命长达 5 年以上。合成型有机热载体还有道生导热油、硅基导热油、二苄基甲苯导热油、氢化三联苯导热油等。芳烃和环烷烃类分子结构是:



它们的分子结构类似饱和化合物,但由于它们的碳原子间角度和共轭双键很少有饱和烃的性质,环本身比较稳定,故其热稳定性好。

2.2.3 有机热载体按工作温度分类

有机热载体可分为高温有机热载体和低温有机热载体。

高温有机热载体是指工作温度为 200~400 °C 的有机热载体。一般有机热载体工作温度在 300 °C 以下,特殊工况需要有机热载体工作温度在 300 °C 以上。常用导热油均适用于工作温度在 300 °C 以下,如久星 Y 系列改性导热油、L-Q 系列导热油、JH 系列合成导热油等。若工作温度超过 300 °C,用户需对导热油进行选择,如公司信用、产品质量、售后服务等,有些用户还需对导热油分子结构进行选择。久星产品中 Y-320、L-Q320 导热油工作温度可达到 320 °C,超过 320 °C 可选择久星道生导热油、二苄基甲苯导热油等。

低温有机热载体指工作温度低至 -30 °C 或 -50 °C 的有机热载体,有机热载体起冷却作用,如溜冰场早冰制作就可以用久星 Y-DW 导热油,其凝点低至 -50 °C,适合于制冷系统。

2.2.4 有机热载体按应用功能分类

有机热载体可分为普通有机热载体和特种有机热载体。

普通有机热载体是一种常用型导热油,适合于一般加热或冷却的领域。

特种有机热载体指传热效果好、不易结焦、使用寿命长的导热油,按行业应用不同分为下列几种。

(1) 食品行业专用导热油。适合食品行业中干燥、脱水、冷却加工工艺。久星 Y-SP 导热油类似此产品,特点是产品无毒、防腐、经久耐用、可加热和冷却等。

(2) 塑钢行业专用导热油。用于塑钢门窗的定型工艺。久星产品中 Y-SG 导热油属此类产品,特点是无毒、无臭、挥发少、型件上不沾油、易冲洗等。

(3) 机关、学校取暖专用导热油。用于北方地区单位集中白天加热取暖,晚上关炉的一种新型节能产品。久星产品中 Y-QN 导热油类似此产品,特点是黏度低,流动性好等。

(4) 实验室专用导热油。适合导热油用量小、敞开式的实验室应用。久星产品有 Y-SY 导热油,特点是闪点、燃点、自燃点高,安全性好等,属高闪点安全型导热油。

(5) 橡胶行业专用导热油。根据橡胶行业的要求设计。久星产品有 Y-SJ 导热油。

(6) 家用电器专用导热油。久星针对家用导热油用于取暖的要求设计,生产了黏度低,闪点高,无水分,高安全的久星 Y-JY 导热油。

(7) 电加热反应釜专用导热油。用于隔套电热棒直接加热使用。久星产品有 Y-DR 导热油,特点是产品不易结焦、不燃烧、传热均匀、使用温度高、寿命长,是适合电加热反应釜专用导热油。

有机热载体(导热油)的树状分类如图 2 所示。

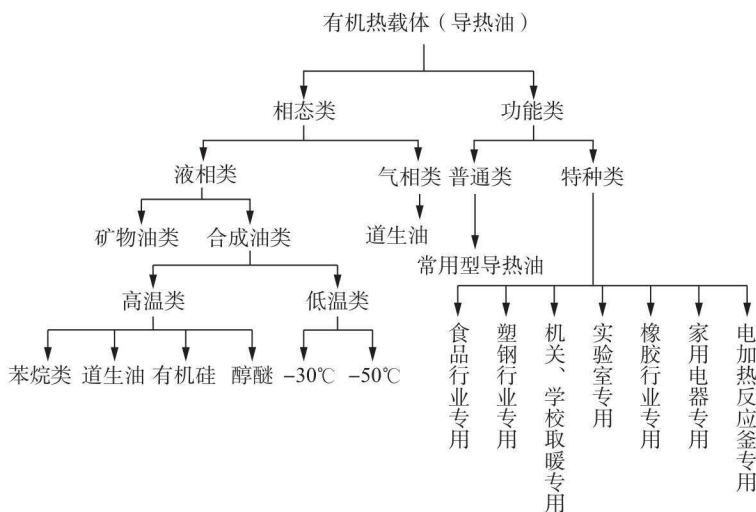


图 2 有机热载体(导热油)的树状分类

2.3 有机热载体衍生产品的分类

有机热载体的自身质量与工艺条件等因素决定了其使用寿命,当达到其使用寿命极限(报废)时就必须更换新油,因此如何延长有机热载体的使用寿命对用油企业显得尤为重要。除了改善工艺条