

化纤工人中高级技术系列读物

聚酯生产设备

张瑞平 等编

东南大学出版社

聚 酯 生 产 设 备

张 瑞 平

许智丰 姜际昭 王立泰 冯小林

编

江苏工业学院图书馆
藏书章

东南大学出版社

内 容 提 要

《聚酯生产设备》是为培训涤纶聚酯生产工艺操作工而编写的一本教材。

全书共分十五个部分, 主要内容包括化工通用设备(如泵、风机、压缩机、塔设备等)和聚酯生产中的专用设备(如热媒炉、切粒机、分散器、酯化缩聚反应釜等)。书中详细地阐述了各种设备的工作原理、结构、操作注意事项、维护保养知识以及常见故障原因分析和处理方法, 系统地归纳了一些操作工作中的共性问题, 并通过典型实例, 介绍了操作过程中一些最基本的操作技能和操作方法。

本书可作为具有中级水平的操作工人的培训教材, 也可供从事聚酯设备保全工作的工人和技术人员参考。

责任编辑 黄英萍

聚酯生产设备

张 瑞 平 等 编

东南大学出版社出版

南京四牌楼2号

新华书店发行 镇江前进印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/16 印张18.5 字数440千字

1991年5月第1版 1991年5月第1次印刷

印数: 1—5000册

ISBN 7—81023—369—6

TQ·7

定价: 6.80元

出版说明

我公司是纺织部特大型化纤联合企业。公司的主要产品是各种PET切片、涤纶短纤维及差别化纤维，主要生产装置及技术均系国外引进，为目前国内、国际先进水平。建厂一开始，我公司就十分重视职工培训，系统培训各级各类在职职工，并以对主体工人进行中级技术培训为重点。培训离不开教材，但由于化纤工业较为年轻，适用工人培训的教材可谓凤毛麟角。办学初期，我们常因极度短缺教材而事倍功半，甚至陷入窘境，只得仓促编写一些油印讲义权充教材。为了从根本上保证我公司工人培训的质量，给化纤行业兄弟单位的工人培训提供方便，为我国化纤行业工人培训的教材建设作出应有贡献。在1988年春，我公司涤纶一厂组织了四十多名工程技术人员和兼职教师，在油印讲义和讲稿的基础上，全面修改与编写了这套《化纤工人中高级技术系列读物》，我们希望通过这套《读物》的出版，能迎来化纤行业工人培训读物竞相问世的春天。

目前，尽管我国涤纶生产的操作工人有着不同的工种体系及众多的工种名称，但无论如何，切片及短纤的生产过程总是由聚酯合成、熔体（或切片）纺丝及初生纤维后处理这三大部分所组成；鉴此，同时又考虑到技术等级标准对中级工人的技术构成要求，这套《读物》共有以下八册组成，它们是：《化纤工人识图知识》、《涤纶生产电气基础》、《涤纶生产仪表及自动化》、《聚酯合成单元操作》、《聚酯生产》、《聚酯生产设备》、《涤纶短纤维生产》、以及《涤纶短纤维生产设备》。其中，前面三册是涤纶生产操作工人的通用读物；后续三册适用于聚酯合成操作工人，最后两册适用于短纤纺丝及后处理工人。这样，涤纶生产工人都可以通过不同的选配与组合，从这套《读物》中获得本岗位的知识 and 技能。

从我国目前化纤行业操作工人的实际文化程度出发，《读物》在编写过程中，尽量以初中文化知识为基础，深入浅出。为了方便广大倒班的操作工人自学，在这套《读物》多数分册的章、篇之末，都附有习题或思考题。

《化纤工人中级技术系列读物》是由工作在生产第一线的各专业工程师集多年的试车、生产及工人培训的经验编写而成的，并且分别经各有关专业的带头人审定。《读物》以提高化纤操作工人的知识和技能为宗旨，不仅注重理论联系实际，具有较强的实用性及系统性，而且通俗易懂，图文并茂。《读物》内容的取舍，既立足本公司实际又兼顾全国涤纶生产的现状，兼收并蓄，力求针对性与通用性并行不悖。《读物》还适当注意到了与后续的高级技术培训的衔接，因此，它将对高级工的培训具有参考价值。《读物》还可供诸如保全工、维修电工、仪表维修工等与化纤操作工的相邻工种的工人作参考用书。

在《读物》出版过程中，著名化纤专家、中国纺织大学前院长钱宝钧教授给予了热情的关心及支持，并为之写了序。《读物》编写时，参考和引用了国内外许多图书和资料，在此一并致谢。

组织众多工程技术人员编写工人培训系列读物，在我公司尚属初次尝试，缺乏经验，

由于工作量很大，时间仓促，加之编者水平有限，各册内容繁简与文体虽经统稿审定，尚有不尽人意，疏谬之处，在所难免，恳请读者批评指正。

江苏仪征化纤工业联合公司

一九九一年五月

《化纤工人中级技术系列读物》编审委员会

沈传昌	马育平	邵学洪	沈有根	吕中品	翁世奋	黄兴山
高澄	王树森	许永明	王壮	叶宗善	江昱建	陈森富
李荣兴	成展	施一宁	宁润堂	明向阳	李希	张立华
应俊信	张瑞平	李振峰	赵彦民			

主 编 李荣兴

序

我国化学纤维工业的兴起,始于50年代后半期。三十多年来,在党和政府强有力的领导下,终于在我国建设起一个品种齐全、设备基本立足国内、质量符合要求、生产规模庞大的现代化纤工业。这一成就使得中外人士都惊羡不止。

随着我国化纤工业的发展,有关的学术论著、工具书及教科书不断涌现,但相应的工人读物却鲜为人见,更不用说系列读物了。仪征化纤工业联合公司的同志们积极探索、大胆实践,依靠自身的优势及力量,编写了这套《化纤工人中级技术系列读物》,在化纤行业中开了编写工人系列读物的先河,确是一件值得称颂的大好事。

化学纤维的生产技术涉及到多门科学、工程和技术知识,如基础化学、高分子科学、机械、电机、电子、化工、仪表自动化等等,具有高度的综合性。要编写一套以初中以上文化水平的化纤工人为对象的系列读物,作为系统培训教材或自学用书,必须考虑到内容的通俗性、实用性、系统性,选材要兼收并蓄,表达要深入浅出,通俗易懂,其任务显然是十分艰巨的。仪征化纤工业联合公司的专业技术人员,凭他们多年积累的生产技术知识和工作经验,以严谨的科学态度,通力协作,积两年多辛劳,较为成功地编出了这套《读物》。她的问世,对提高我国涤纶生产工人的素质,提高我国涤纶纤维生产水平,将起到重大的效用。

化学纤维起源于实验室研究。一个世纪以来,创造了众多的品种。但不管科学研究成就多么辉煌,如果没有多种工程技术的配合,是不会有现代化大规模化纤生产企业的。目前,我国化学纤维工业的发展虽已具有一个坚实的基础,而且达到了比较先进的水平,但我们的领导干部、科学工作者、工程技术人员和工人不能满足于这一现状,还须继续共同努力,精进不懈。新的大品种虽一时可能不会出现,但通过接枝、嵌段、共聚、混溶等物理化学变性,不断改进旧品种、创造新品种的潜力还是很大的。通过技术与管理双管齐下,维修保养好设备,节约能源,降低成本,提高质量,增加花色品种,就能使我们的化纤产品立足于剧烈竞争的国际市场。在所有这些方面,生产技术工人的技术素养和工作作风,将起到关键的作用。这套《读物》必将在完成这一任务中,作出应有的贡献。

作为一个与化学纤维科学技术结下五十年不解之缘的老年人,在《化纤工人中级技术系列读物》出版之际,感到无比欣幸。衷心祝贺她的出版,期待着她的佳音。

钱宝钧 于中国纺织大学
1990年2月

目 录

第一章 润滑与密封(1)	§ 5-1 概述.....(145)
§ 1-1 润滑的基本知识.....(1)	§ 5-2 列管式换热器.....(146)
§ 1-2 润滑方法与润滑要求.....(5)	§ 5-3 套管式换热器.....(151)
§ 1-3 润滑剂的使用与润滑故障的 处理方法.....(10)	§ 5-4 蛇管换热器.....(152)
§ 1-4 密封的基本方法及其分类.....(13)	§ 5-5 夹套式换热器.....(153)
§ 1-5 静密封.....(14)	§ 5-6 翅片式换热器.....(154)
§ 1-6 动密封.....(18)	§ 5-7 新型的换热器.....(155)
思考题.....(29)	§ 5-8 换热器的操作注意事项.....(156)
参考资料.....(30)	§ 5-9 换热器的常见故障排除及 维护保养.....(157)
第二章 流体输送机械(31)	思考题.....(159)
§ 2-1 离心泵.....(32)	参考资料.....(159)
§ 2-2 屏蔽泵.....(51)	第六章 圆筒型盘管加热炉(160)
§ 2-3 液下泵.....(55)	§ 6-1 圆筒型盘管加热炉的概述.....(160)
§ 2-4 齿轮泵.....(56)	§ 6-2 热媒炉的主要结构及作用.....(164)
§ 2-5 螺杆泵.....(61)	§ 6-3 热媒炉的操作注意事项.....(169)
§ 2-6 往复泵.....(66)	§ 6-4 热媒炉设备的故障及 处理方法.....(169)
思考题.....(70)	§ 6-5 热媒炉设备的保养.....(170)
参考资料.....(70)	§ 6-6 热媒炉的烟囱.....(171)
第三章 气体输送设备(72)	思考题.....(172)
§ 3-1 往复式压缩机.....(72)	参考资料.....(173)
§ 3-2 离心式通风机.....(90)	第七章 分散器(174)
§ 3-3 罗茨鼓风机.....(107)	§ 7-1 概述.....(174)
§ 3-4 螺杆式压缩机.....(110)	§ 7-2 工作过程与结构组成.....(174)
§ 3-5 给料器.....(114)	§ 7-3 操作注意事项、维护保养与 故障排除.....(178)
思考题.....(119)	思考题.....(180)
参考资料.....(119)	参考资料.....(180)
第四章 分离设备(120)	第八章 塔设备(181)
§ 4-1 沉降槽.....(121)	§ 8-1 概述.....(181)
§ 4-2 过滤器.....(121)	§ 8-2 板式塔.....(181)
§ 4-3 振动筛.....(130)	§ 8-3 填料塔.....(185)
§ 4-4 离心分离机.....(135)	§ 8-4 聚酯装置中的塔设备.....(189)
§ 4-5 旋风分离器.....(137)	§ 8-5 塔设备的故障和处理.....(195)
思考题.....(143)	思考题.....(197)
参考资料.....(144)	
第五章 换热器(145)	

参考资料	(197)	§ 12-2 工作过程与结构组成	(234)
第九章 溴化锂吸收式制冷机	(198)	§ 12-3 操作注意事项与 维护保养知识	(238)
§ 9-1 溴化锂制冷机工作原理及 工作循环	(198)	§ 12-4 常见故障的原因分析及 处理方法	(241)
§ 9-2 溴化锂制冷机的结构组成	(200)	思考题	(243)
§ 9-3 溴化锂制冷机的维护与保养	(202)	参考资料	(243)
思考题	(203)	第十三章 水下切粒机	(244)
参考资料	(204)	§ 13-1 概述	(244)
第十章 反应器	(205)	§ 13-2 工作过程与结构组成	(245)
§ 10-1 第一酯化反应器	(205)	§ 13-3 设备和操作条件对产品的 影响	(250)
§ 10-2 第二酯化反应器	(209)	§ 13-4 操作注意事项与 维护保养知识	(254)
§ 10-3 预缩聚反应器	(211)	§ 13-5 常见故障及其原因分析	(256)
§ 10-4 最终缩聚反应器	(213)	思考题	(260)
思考题	(219)	参考资料	(260)
第十一章 搅拌器	(220)	第十四章 容器	(261)
§ 11-1 概述	(220)	§ 14-1 压力容器	(261)
§ 11-2 桨式搅拌器	(220)	§ 14-2 外压容器	(268)
§ 11-3 推进式搅拌器	(224)	§ 14-3 常压容器	(270)
§ 11-4 涡轮式搅拌器	(225)	思考题	(270)
§ 11-5 其他型式搅拌器	(227)	第十五章 真空泵	(272)
§ 11-6 搅拌轴、联轴节及轴封	(227)	§ 15-1 液环真空泵	(273)
§ 11-7 搅拌器的减速机和电动机	(230)	§ 15-2 蒸汽喷射真空泵	(278)
§ 11-8 搅拌器的操作注意事项及 维护保养	(230)	§ 15-3 旋片真空泵	(281)
§ 11-9 搅拌器的常见故障及处理	(232)	思考题	(283)
思考题	(233)	附录 SI单位换算表	(285)
参考资料	(233)	后记	(286)
第十二章 球磨机	(234)		
§ 12-1 概述	(234)		

第一篇 化纤机械通用基础

绪 论

化纤机械是介于化工机械和轻纺机械之间的一种较新型机械。

由于化纤生产多为高速连续性的大生产,所以对其配套机械装置提出了较高的要求。首先设备性能要求稳定可靠,关键设备的零部件如喷丝板、计量泵、导丝辊、卷曲辊、切断刀等对制造精度和材料的选择都有较高的要求。其次机械传动的形式、结构也较为复杂,种类繁多,需要有良好的润滑,可靠的密封。这些都是保证设备正常连续运转的前提。另外,许多设备的加热、保温,大部分采用的是汽体或液体,故消除或减少化纤生产装置中的跑、冒、滴、漏,对降耗节能,安全生产,提高设备完好率,实现企业文明生产,都是十分重要的。

或液体以及灰尘等接触,从而使金属表面上生锈、腐蚀而损坏。当在摩擦面上复有一层润滑剂后,便可以隔绝摩擦表面与腐蚀性介质的直接接触,进而达到防止锈蚀的目的。

总之,润滑剂的作用很多,如:还有防震吸震作用,电气绝缘作用等等。这些作用有时同时存在,并相互又有一定的影响。如圆盘反应器轴封中使用的硅油,它既起到控制摩擦、减少油封唇口与轴套间的磨损的作用,又起到密封、降温冷却与冲洗的作用。而且,磨损的大小影响着密封性能,冲洗情况的好坏又影响着降温冷却效果,如此彼此依存、相互影响。

二、润滑剂的分类

聚酯装置中使用的润滑剂,按照它们的物态和组份大体上可分为以下几类:

(一) 液体润滑材料

1. 矿物润滑油 它是从石油中提炼出来的。聚酯装置中大部分机械设备上均使用这类油,如:机械油、齿轮油、液压油等。

2. 合成润滑油 它是一种新型润滑材料,它是用有机合成的方法制得的具有特定结构和性能的润滑油。如聚酯生产中所使用的硅油、合成齿轮油等。

(二) 半固体润滑材料

主要为含有各种金属皂的润滑脂。聚酯设备上使用的主要为锂基润滑脂、钙基润滑脂和少量的钙铝混合皂基润滑脂。

(三) 固体润滑材料

固体润滑材料如石墨、二硫化钼、尼龙、聚四氟乙烯等,主要用在管道阀门类的零部件上。

(四) 添加剂

它广泛地存在于各种润滑油和润滑脂中。主要有:抗氧化剂、防锈剂、抗乳化剂、抗泡剂、防腐剂、抗凝剂和极压抗磨添加剂等。

实际上,如果略去固体润滑材料,就仅为两大类:一类为润滑油,另一类是润滑脂。

三、润滑剂的主要质量指标及使用意义

(一) 润滑油的主要质量指标与使用意义

1. 粘度 粘度是流体润滑材料的最重要的性能。它是指在一定温度下,流体抵抗其自身分子相对运动的倾向,也即对其流动的抵抗力。常用动力粘度(又称绝对粘度)、运动粘度或恩氏粘度来表示。

粘度的使用意义在于:粘度过大的润滑油不能流到配合间隙很小的两摩擦表面之间,因而不能起到润滑作用;但润滑油的粘度过小时,则承压也小,润滑油很容易从摩擦面间给挤出来,从而使摩擦面间难以形成一定厚度的油膜,因此,也不能起到润滑作用。所以,润滑油的粘度对机械润滑的好坏起着决定性的作用。

2. 粘度指数 又称粘度比。它是指示润滑油的粘度随温度变化而变化的性能。通常用 50℃粘度与 100℃粘度的比值(粘度比 $\nu_{50^\circ\text{C}}/\nu_{100^\circ\text{C}}$) 来判断它的粘度性的好坏。

粘度指数是粘度-温度特性的衡量指标。一般希望粘度指数大一些,也就是在温度升高或降低时粘度的变化比较小,粘度-温度特性较好,能保证摩擦表面之间具有稳定的润滑状态。

3. 凝点 将润滑油放在试管中冷却,直到把它倾斜 45° ,经过一分钟后,润滑油开始失去流动性的温度称为凝点。

凝点是衡量润滑油的耐低温性能,所以在低温情况下工作的机械应选择凝点低的润滑油。

4. 闪点与燃点 闪点是指试验油品在大气压力 and 规定条件下加热蒸发,其在空气中的蒸汽浓度达到一遇火焰即开始闪火的温度。所谓“闪火”是仅限于瞬间的燃烧,闪过立即熄灭。如再提高油料温度,使其继续蒸发的蒸汽足以维持燃烧的最低温度称为燃点。因为闪点和燃点两点温度之差不大,故润滑油品常将燃点省去而仅标出其闪点。

闪点通常作为润滑油的一个安全指标,尤其对使用在高温场合。另外,也可通过它来判断润滑油中是否混入轻质燃料。

5. 酸值 中和一克润滑油中的酸所需氢氧化钾(KOH)的毫克数称为酸值。

酸值的使用,一方面可用于新油含酸量的测定,另一方面可用以判别旧油的氧化变质程度,通过这一指标可估量其是否能继续使用或加以更新。

6. 灰分 一定量的润滑油,按规定温度灼烧后,残留的无机物重量百分数称为灰分。

对不含添加剂的精制纯矿物油来讲,一般很少含有灰分。灰分的来源主要是受到灰尘、屑末的沾污,因此,灰分系指润滑油的精制程度,灰分越低,精制程度越高,润滑油就越稳定。当然,对含有添加剂的润滑油,灰分的来源还在于添加剂本身,在润滑油燃烧后,会遗留下一些无机残余物。

使用中,对高温场合,如在发动机高温下工作的气缸内,润滑油不免经常被烧掉。如果燃烧后遗留的灰分多,磨损便会加大,而且积碳和沉淀也会加快生成。所以,对润滑油的灰分含量要有一定的限制。

7. 残炭 润滑油因受热蒸发而形成的焦黑色的残留物称为残炭,一般用润滑油重量的百分数表示。

残炭值是用于内燃机、空压机润滑油的质量指标之一。在这些机器工作时,其活塞环不断将润滑油带入高温的气缸内,由于部分润滑油蒸发或燃烧,部分分解氧化结成胶膜,而与未烧尽的油与其他杂质一起沉积在气缸上温度较低的各部件上,从而形成积碳。由于积碳不易导热,在气缸壁、活塞顶部积碳增加时,就会妨碍散热而使零件出现过热现象,积碳沉积在火花塞上会引起点火不灵,沉淀在阀门上会使阀门开关不灵甚至会烧坏,空气压缩机积碳太多,甚至会引起爆炸的危险。

此外,在其它一些高温摩擦副的场合,如使用残炭较多的润滑油,会时常将油路堵塞,增加磨损,降低机器使用寿命。因此,对一些精度较高的机械,不可选用残炭较多的润滑油。

8. 机械杂质 经过溶剂稀释,而后过滤,所残留在滤纸上的杂质统称为机械杂质。

机械杂质的来源乃是储运和使用过程中从外界沾污或零件本身磨损和锈蚀带来的。如果润滑油含有较多的机械杂质,会影响润滑效果,加速机械磨损。一般要求润滑油不含或含极微量的机械杂质。

(二) 润滑脂的主要质量指标与其使用意义

1. 滴点 又称融化点,即润滑脂从不流动态转变为流动态的温度。通常是润滑脂在

滴点计中按规定的加热条件,滴出第一滴液体或流出油柱 25 毫米时的温度。

滴点是衡量润滑脂耐温程度的参考指标,它表示了润滑脂流失时的温度,可作为润滑脂使用温度上限的选择依据,一般情况下,滴点应高于工作温度 20~30℃ 以上。

当然,由于矿物油润滑脂系由矿物油和一种或两种皂或其他稠化剂混合而成,这种混合物很难保证一定的融化温度,所以滴点仅为一种近似指标,准确一点地说,滴点仅是代表脂的软化温度,它对润滑脂的使用方向只具有指导意义,它和脂本身的耐高温能力并无直接关系,只是在采用半固态脂润滑的装置上,由于为了防止泄漏才规定了一个特定的温度限制。

2. 针入度 重量为 150 克的标准圆锥体沉入温度为 25℃ 的润滑脂试样,经过 5 秒钟所达到的深度称为针入度,其单位为 0.1mm。

针入度是润滑脂的稠度指标,针入度愈小,脂的内摩擦阻力就愈大,流动性就愈差,泵送性也愈坏。反之,针入度愈大,脂的内摩擦阻力愈小,流动性也越好,但泄漏却较严重。对于滚动轴承,如果脂的针入度过大,脂较易流动时,由于其在元件中有加强搅拌的结果,常会导致轴承温度的提高,使脂进一步变软而有泄漏的倾向。但在滚柱轴承中,如果脂太硬或惯性太大,则脂会在壳体中形成空穴,使滚柱上不能连续补充到润滑油膜。而且太硬的脂往往还会造成加脂通道的堵塞。

此外,润滑脂经过剪切作用后,稠度会发生改变。因而,通常用润滑脂受剪切前后的针入度差值来表示其机械安定性。

3. 水分 它是指润滑脂含水量的百分比。

润滑脂中含有两种不同状态的水分:一种是稠化剂的水合剂,是润滑脂的结构成分,并起到胶溶剂、稳定剂的作用。如钙基脂规定要含有一定量的水合剂,如果水分消失会引起它的瓦解。另一种是游离水,它在脂中会降低脂的机械安定性和防护性能,甚至会引起金属腐蚀,因此是有害的,应有严格的限制。

4. 皂分 在润滑脂的组成中,做为稠化剂的金属皂的含量称做皂分。

知道了皂分,有助于了解润滑脂的性质与稠化剂浓度(皂分)的关系。一般说来,皂分越多脂越硬,而脂越硬会增大内摩擦,消耗更多的动力。但皂分过少,则脂的骨架不稳定,其机械和胶体安定性都下降,容易分油流失。

5. 分油量 在规定的条件下(温度、压力、时间),从润滑脂中析出的油的重量称为分油量。

分油量是评价润滑脂重要指标之一,它表示了润滑脂的胶体安定性,以鉴定润滑脂在储存和使用中的皂-油分离趋势。

6. 机械杂质 所谓机械杂质是指在润滑脂中包括金属碱中的无机盐类、制脂设备上磨耗的金属微粒与外界混入的杂质(如尘土、砂砾等)。对它的要求与润滑油不尽相同,润滑脂中绝对不允许含有机械杂质。

7. 灰分 润滑脂中的灰分是指制皂的金属氧化物、基础油的无机物和原料碱里的杂质。

8. 外观 润滑脂的外观包括颜色、光泽、透明度、纤维结构、稠度、杂质、均匀性等,是利用人的感觉直接衡量脂品种质量的一种简单方法。通过直观检查,在很大程度上可以

推断产品的加工质量，并可初步鉴别其类型牌号等。如：钠基润滑脂是纤维状的，钙基、锂基润滑脂是糊状的，铅基润滑脂则是光滑透明膏状的等等。

§ 1-2 润滑方法与润滑要求

一、润滑方法与润滑装置

聚酯装置中所采用的润滑方法与润滑装置主要有以下几种：

(一) 手工润滑

手工润滑是一种最普遍、最简单的方法。一般是由操作工人用油壶或油枪向油孔油嘴加油。油在注入孔中后，沿着摩擦表面扩散以进行润滑。这种方法只用于低速、低负荷和间歇工作的部件和部位。

油嘴一般为带阀的结构(参见图 1-1)，采用这种结构是为了防止灰尘侵入。

手工加油除油孔、油嘴要求畅通保证能进油外，加油工具还必须适合需要，能使油准确加入而不溢流到它处。

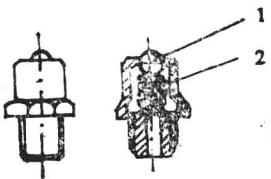


图 1-1 油嘴结构图

1——钢珠 2——弹簧

(二) 油杯润滑

油杯润滑方法在化工设备中应用十分广泛。如：聚酯装置中的离心泵、分散器等设备的轴承箱上，普遍采用了油杯润滑装置(参见图 1-2)。

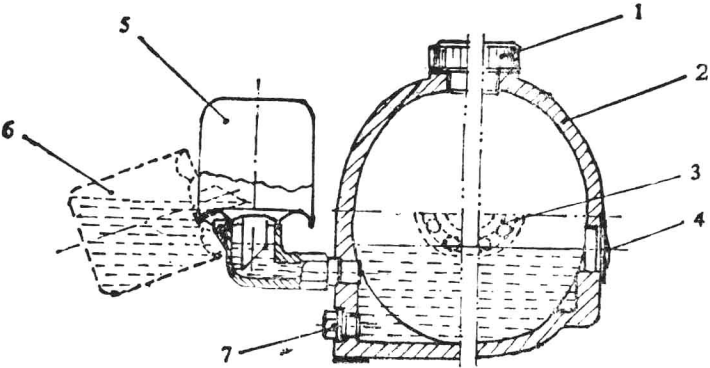


图 1-2 油杯润滑装置

1——通气螺塞 2——轴承箱 3——轴承 4——油位视镜
5——油杯(机器运转时的位置) 6——油杯(扳开补充油时的位置) 7——丝堵

该装置空箱加油时，旋松通气螺塞，当加至油位视镜的中心处(也即油杯座下部弯头的垂直管部分出现油)为止，然后将油再加到油杯中，完毕后迅速依靠杯座底部的弹性元件的作用力，将油杯返回至操作位置(也即竖直位置)，最后旋上通气螺塞。

油杯的作用是保持油箱中有一个恒定的油位，它的工作原理是依靠压力平衡来实现的，当油箱中油位下降时，油杯内的油借压力差作用自动流入油箱，当流到一定程度时，由于油杯内油体积的减少，而使杯内上部形成真空(油杯上部是密封着的)，进而达到一个新

的平衡点,油便停止流动。当下一次油箱内油位再次下降时,油杯内的油还会自动补充到油箱内来。如此,不断补充,直到杯内的油流完为止。

实际上,如果油杯中的油没有了,就预示着油箱的油位要下降,因此,必须及时补充。

(三) 强制送油润滑

机械强制润滑装置能均匀持久地供油,供出的油压一般为零点几兆帕。如最常用的活塞式空气压缩机,它的润滑系统一般就是依靠一个小齿轮泵来循环供油的。这个齿轮泵的工作是由运行机器本身所带动的,主机工作时它也工作,主机停止时它也停止,不需要其它特别的操作,因而可靠程度高,维护工作量小。

(四) 油池或溅油润滑

这种润滑非常简便,主要应用在轴承箱和闭式齿轮箱等处。它是利用高速转动的机械零件(如:轴承、甩油环、甩油盘等)从专门设计的油池中甩溅,将油带到相互咬合或紧紧靠近的各个摩擦副上,如:聚酯装置中的一些齿轮减速箱、轴承箱以及罗茨风机上的轴承润滑装置等都采用了这种润滑方法。

油池的油温一般不宜超过 70°C ,如油池温度过高,可以在油池底部装设黄铜或紫铜的蛇形管水冷却器。

对于油池润滑,必须保持一定范围的油位,如装设油标、油尺、油位视镜或设置油杯等。

油池润滑几乎不需要维护,只要保持规定的油位即可。它的缺点是搅拌和热损失较大,油池中还可能积聚冷凝水,对油的使用寿命均会带来不利影响。

(五) 喷油润滑

对油池润滑当齿轮传动的节圆周速度超过 10m/s 以上时,由于受离心力的作用,油池带上的油将从齿面抛离而达不到润滑效果。因此,这就要求油在一定压力下送入到啮合齿隙中去润滑,于是,就设置了喷油润滑装置。

所谓喷油润滑装置,就是通过一个专用固定的喷嘴,将带有一定压力的润滑油直接喷到齿轮啮合处。如螺杆压缩机上的增速齿轮,其啮合圆周线速度达 50m/s 左右,在其啮合点上方装有一个喷嘴,该喷嘴将由附设的齿轮循环泵打来的润滑油直接喷到啮合点附近,以保证增速齿轮的润滑。

对于喷油润滑应该注意的是:当啮合圆周线速度过大时,油应顺着啮合方向(即随齿的转动方向)送入齿隙间去。如给油方向相反,则由轮齿鼓动的气流会将油吹回来,从而达不到相接触的齿面。另外,齿轮的圆周速度愈大,供油点的配置应距啮合处愈远些。

(六) 脂杯、脂枪润滑

1. 脂杯润滑 通常使用的一般为带阀的润滑脂杯,它是在小压力下分散间歇供脂的最常用的装置。这种脂杯的结构不能达到均匀可靠地供脂,仅在旋转油杯盖时,才间歇地送入脂。当机械正常运转时,一般每隔一定的时间,将杯盖旋转一下就可以了。这种类型的脂杯应用在滚动轴承上时,其速度不应太大。

2. 脂枪润滑 聚酯装置中使用的均为手操纵的压力脂枪,型式为杠杆和推挤式两种。每一润滑点都必须装备一个能与脂枪相匹配的偶件,以便于加脂。当有很多润滑点需要加脂时,脂枪的缸筒则需不断进行补给。对推挤式脂枪建议应在机器停运的状态下

加脂。

二、典型零部件的润滑要求

(一) 滚动轴承

1. 滚动轴承的润滑故障

滚动轴承的破坏常常是由润滑不足引起的。实际用以润滑滚动轴承的油脂量极少，但这极少的量却是绝对必要的。如润滑油脂供应不足，则会加剧滑动摩擦，从而使轴承产生如下破坏性的结果：

(1) 在摩擦表面上引起局部高温，使摩擦面烧伤，严重时能使保持架软化。

(2) 由于高温而引起各零件产生不等量的热膨胀，导致轴承的径向间隙被填死，进而加剧磨损，使内部形成过大的应力负荷，甚至引起轴承粘着。

如有充分的动力，则轴承在发生故障后仍可能强迫运行，而终于给机器本身的轴或轴承壳体带来严重的破坏。

2. 润滑故障分析

脂润滑滚动轴承的大部分故障是因缺少适当润滑而造成的。这可能是送脂不适当，或用脂不得法的结果。

在高速轴承中装脂太多也能引起润滑故障。虽轴承自身原本无恙，但由于过多脂的搅动难免形成高热而最终导致轴承破坏。这种过热的膨胀和搅动，使原来装脂太多的轴承引起因缺脂润滑(过热流失)的早期破坏。因此，一般脂润滑轴承的装脂量应为脂腔体积的 $1/2 \sim 2/3$ ，转数愈高的，装脂量应愈少，方能避免这种过热的破坏。

轴承装脂的含油量与其酸值是鉴定其使用质量的两个重要指标，如果轴承脂失油过多，致使油含量低于新脂的 $50 \sim 60\%$ 时，就可能会降低润滑效果而引起润滑事故。

3. 滚动轴承对润滑的要求

(1) 油润滑

a. 油粘度的选择：滚动轴承由于其接触面积小，压应力比较高，故润滑油粘度应适当高一些，使滚动元件和保持架有可能实现液体的润滑。但如粘度过高，又会形成不应有的高温和能量损失。有时，为了保证润滑效果，某些轴承生产厂家规定了轴承润滑油的最低粘度限度，以免用油时出现危险性偏差。

b. 给油方法：在低速滚动轴承上如油量过多并无关系，也不会引起工作温度的太大增加。但在高速时，由于润滑油的搅动会使摩擦加剧而产生高温。在极高速度时，常采用油雾润滑，以避免液体的摩擦。一方面向系统加油，而另一方面必须以同样的速率排油，以防止油的聚集和泛滥。一般说来，依速度情况的不同而需要采用不同的润滑方法，如采用油位给油系统、油池润滑、滴油润滑、雾化或喷射、循环给油等等。

c. 耗油量：滚动轴承维持正常润滑所需油量是极其有限的，一般情况认为滚动轴承所需油量只有滑动轴承的 $1/10$ 。实际上它的最低需要量，只是充满滚动元件、内外圈和保持架的表面仅约1微米厚度的油膜。

(2) 脂润滑

在利用脂润滑滚动轴承时，必须考虑其基本的物理和化学性能。如在脂中起主要润滑作用的是其中的润滑油，而皂基则用来悬浮油的话，则当轴承的滚动体和脂相互接触

时,就有少量的油粘附在滚动体的表面上,这样,轴承的滚动体就从脂中得到了润滑油。然而,这种连续从脂中获得的润滑油并不是用之不尽的,它必须有新的润滑脂不断地和轴承滚动体发生接触,以连续补充所消耗的油量,否则轴承就会因润滑失效而损坏。因此,在选择润滑脂的牌号和供脂方法时,要充分考虑到:既要保证轴承润滑的需要,又要避免引起太高的温升。

一般滚珠轴承最好选用能起沟的较软脂种,如2号脂就较为合适。然而滚柱轴承却不宜用太硬的脂,因为脂如果太硬,则在滚柱滚过脂被推到两侧后就不易被挤回来,而其滚道的整个宽度很快就会因缺油而润滑不足。实际滚柱轴承以采用0号脂较好。

选用轴承脂时常把针入度作为一个重要的指标,但实际上,决定脂润滑质量的却是脂中含油的性能。

此外,润滑脂的滴点与脂的润滑效果主要取决于脂中润滑油的粘度。如:一般的工业用轴承,其工作温度限制要比多数润滑脂的滴点要低,这说明脂的滴点对轴承的使用性能影响很小。

在给轴承加脂时,应保持最高的净度,不得让尘屑从污染的油脂或沾污的配件带进轴承,以免轴承受不应有的磨损或破坏。

轴承添脂的周期涉及众多因素,如轴承规格、相对速度、工作温度以及对沾污与泄漏两方面的密封效果等,还有润滑剂本身质量也会有显著的影响,因此,需根据实际情况作适当的选择。

(二) 齿轮

1. 齿轮的工作特点

(1) 接触压力极高。其压力可高达数十兆帕。

(2) 在接触面上存在着滑动接触,而且其方向和大小在迅速变化。

(3) 其接触和负荷的时间不连续,并有剧烈的变化。

(4) 因制造加工的工艺性较差,所以其接触面的加工精度和光洁度相对说来不太高。

所有这些,都对润滑提出了更高的要求。

2. 齿轮装置对润滑油的要求

齿轮装置分密封齿轮装置和开式齿轮装置两种。由于聚酯设备中大部分均为前者,所以仅介绍密封齿轮装置对润滑油的要求。

(1) 粘度:粘度必须适合齿轮特性和工作要求才能发挥润滑冷却及其它应有的效果。粘度过大,液体内摩擦大,油温必然升高,动力损失增大。粘度过小时,油膜强度较低,磨损较大,易于离心甩离,影响润滑效果,若密封性差,则容易漏油。

(2) 抗氧化性:抗氧化性差的油易氧化变质使润滑性能下降,又易生成泡沫影响润滑效果,且容易腐蚀金属。

(3) 抗腐蚀性、水分混入减速箱易引起系统的腐蚀。极压剂本身也有腐蚀作用,而且与混入的水分作用后会加强其腐蚀作用。

(4) 油性:油性对齿面的附着力有特别的重要性,因此,润滑油要求具有较高的油性才能保证可靠的润滑。

(5) 极压性:有些齿轮的齿面滑速大、负荷重、温度高,极易出现烧伤和粘着现象,因

此所用润滑油要求采用极压添加剂,以增强极压条件下的油膜强度,提高极压性能。

(6) 抗泡性: 齿轮润滑油受搅动较大,和空气接触多,容易生成泡沫。因泡沫影响润滑效果,促进油的氧化变质,所以必须加以消除和抑制。

三、润滑剂的选用及代用要求

(一) 润滑剂的选用

对于润滑剂的选用,一般应考虑设备的工作范围、周围环境和摩擦副表面情况三大因素。

1. 工作范围

(1) 运动速度: 两摩擦面相对运动速度愈高,其形成油楔的作用也愈强,故在高速的运动副上需采用低粘度润滑油和针入度较大的润滑脂。反之,在低速运动副上,应采用粘度较大的润滑油和针入度较小的润滑脂。

(2) 负荷大小: 各种润滑油均具有一定的承载能力。在低速、重负荷的运动副上,首先应考虑润滑油的允许承载能力和极压性能。一般说来,运动副的负荷(或压强)愈大,应选用粘度大或油性好的润滑油,反之,负荷愈小,选用润滑油的粘度应愈小。

(3) 运动情况: 冲击振动负荷将形成瞬时极大的压强,而往复运动和间歇运动对油膜的形成不利,因此对这些情况,均应采用粘度较大的润滑油,有时宁可采用针入度较小的润滑脂或固体润滑剂,以保证可靠的润滑。

(4) 工作温度: 运动副上的润滑油温度常是选用润滑材料时首先需要考虑的问题。润滑油的温升与运动副的环境温度决定着润滑油的工作温度,而润滑油的工作温度又影响其粘度和润滑效果。一般工作温度低时,运动副应采用粘度较小、凝点低的润滑和针入度较大的润滑脂。反之,则采用粘度较大、闪点较高、油性好以及氧化稳定性强的润滑油和滴点较高的润滑脂。温度升降变化大的应选用粘度指数较高的润滑油。

2. 周围环境

(1) 潮湿条件: 在潮湿的工作环境里或与水接触较多的工作条件下,一般润滑油容易变质或被水冲走。因此应选用抗乳化能力较强和油性、防锈蚀性能较好的润滑剂。

(2) 尘屑较多的地方: 密封有一定困难的场合采用润滑脂能起到一定的隔离作用。在化学气体比较严重的地方,最好采用有防腐蚀性能的润滑油。

3. 摩擦副表面情况

(1) 间隙: 间隙愈小,润滑油的粘度应愈低。这是因为低粘度润滑油的流动和楔入能力强,能迅速进入间隙小的摩擦副起润滑作用。

(2) 加工精度: 表面粗糙,要求使用粘度较大或针入度较小的润滑油脂。反之,应选用粘度较小或针入度较大的润滑油脂。

(3) 表面位置: 在垂直导轨、丝杠、外露齿轮、链条、钢丝绳上,润滑油容易流失,故应选用粘度较大的润滑油。立式轴承宜选用润滑脂,这样可以减少流失,保证润滑。

当然,对润滑剂的选用有时还应考虑到各种润滑装置的特点,如: 在飞溅及油雾润滑系统中,为减轻润滑油的氧化作用,应选用有抗氧化添加剂的润滑油; 对人工间歇加油的装置,则应采用粘度大一些的润滑油,以免迅速流失; 在循环润滑系统中,要求润滑油具有较好的流动性,采用粘度较小的润滑油,并且还要求润滑油抗氧化安定性高,机械杂质要