



现代铁路 油脂

杨启镔 李维东 刘晓峰 主编



中国铁道出版社

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书论述了现代润滑理论及其在我国铁路上的应用;简述了铁路用石油化工材料特性;详细介绍了由铁道科学研究院研制开发并全面推广使用的近 20 种铁路专用润滑油、脂的性能及技术条件,并就我国高速铁路、青藏铁路的润滑特点及要求,提出了初步设想;最后简要介绍了铁路专用油品的质量管理和安全知识。

本书可供从事铁路机车、车辆设计制造、运用维修、检测化验及物资管理部门的工程技术人员、运用管理人员及润滑操作人员参考、使用。

图书在版编目(CIP)数据

现代铁路油脂/杨启镔,李维东,刘晓峰主编. - 北京:中国铁道出版社,2003.3

ISBN 7-113-04832-3

I. 现… II. ①杨… ②李… ③刘… III. ①内燃机车—润滑油②内燃机车—润滑脂 IV. U262.24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 065109 号

书 名:现代铁路油脂

作 者:杨启镔 李维东 刘晓峰 主编

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街 8 号)

策划编辑:冯 慧

责任编辑:冯 慧

封面设计:冯龙彬

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:850×1168 1/32 印张:14 字数:357 千

版 本:2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~4 000 册

书 号:ISBN 7-113-04832-3/U·1377

定 价:29.80 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

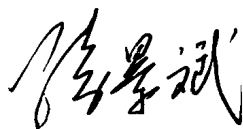
序

《现代铁路油脂》一书的出版,集中反映了铁路在这方面的科技进步成果,它将推动这些成果更为广泛地应用,并使之加速转化为生产力。

随着我国国民经济的快速增长,铁路也进入了加快发展的时期,牵引动力和客货车辆的技术进步,在客车提速、货运重载方面发挥了重要的作用。为了保证机车车辆装备的正常运用,铁道部在“八五”、“九五”期间,组织有关科研单位和专业人员开展科研攻关,经过密切配合、通力协作,先后研制和推广使用了 20 余项铁路专用润滑油脂,使铁路机车车辆的润滑油质量和水平迈上了一个新的台阶。

《现代铁路油脂》一书,既是机车车辆工程设计人员的工具书,也是机车车辆运用、保养和检修人员的使用手册。一方面,本书全面介绍了润滑油指的性能,对科学合理地选用润滑油脂,最大限度地减少机械运动部件的摩擦阻力,降低非正常磨损,延长机械设备的使用寿命,具有重要的指导意义;另一方面,本书有助于了解润滑油脂的作用原理和使用周期,对于合理使用润滑油脂,维护机

车车辆正常运用、保养和行车安全,从而达到节能、降耗、节支的目的也将起到重要的作用。借此机会,向编著、出版本书的科研、技术人员表示祝贺和感谢。

A handwritten signature in black ink, reading '张景一' (Zhang Jingyi). The characters are written in a fluid, cursive style.

二〇〇三年七月二十八日

前 言

铁路是我国重要的基础设施,国民经济的大动脉,交通运输体系的骨干。铁路路网遍布全国,有近 1.5 万台机车和 50 多万辆客、货车辆日夜奔驰在约 7 万 km 铁道线上。这些运输装备的全天候、长寿命、安全可靠等使用要求,决定了现代铁路专用润滑材料和技术的特殊性和重要性。

20 世纪 70 年代后期至 90 年代末,随着我国改革开放迎来了铁道科学技术快速发展的春天。在这 20 年中,铁道部引进了美、法、日、前苏联等国家生产的大功率内燃机车和电力机车,以及美国、瑞典、日本制造的多类型滚动轴承,以适应我国铁路运输牵引动力内燃化、电气化和客、货车辆滚动轴承化的发展需要。在此期间,我国机车车辆制造工业亦有长足的发展与进步,运输技术政策向高速、重载迅速转变。这一切都对我国铁路机车车辆用油、脂提出了更加苛刻的要求。以此为契机,铁道科学研究院从事铁路润滑研究的科技工作者,紧紧把握机遇迎接挑战。在铁道部科技发展计划及部、院有关部门悉心安排、指导下,先后研制成功了:冬夏通用车轴油、铁路内燃机车三代柴油机油,四代单级、多级柴油机油,ND₅ 型机车牵引电机悬挂抱轴瓦油,8 K 型电力机车牵引齿轮油,新型内燃机车液力传动油,铁路机车空气压缩机油,内燃机车新型调速器油以及铁道车辆滚动轴承 I 型脂、II 型脂,准高速铁路滚动轴承润滑脂(III 型脂),铁道车辆(重载)滚动轴承 IV 型脂,ND₅

型机车齿轮脂,铁路机车轮对滚动轴承脂,铁路机车牵引电动机轴承脂和新型(JH-1 型)轮轨润滑脂等 20 多项铁路专用润滑油、脂。上述科研成果分别通过了国家级或部级技术鉴定,其中多项成果获国家、铁道部科技进步奖,并在全国铁路推广应用。这批成果的研制与应用,满足了我国新造与进口大功率内燃、电力机车以及新型客、货车辆向提速、重载、安全发展的需要,亦促进了现代铁路专用润滑油脂学科的发展。

为了促进铁路运输的发展,推广应用好新近研究开发的上述铁路润滑油、脂,及时进行铁路润滑技术的更新换代,便于铁路及相关部门从事润滑技术、化验、管理和操作人员全面了解基本专业知识和注意事项,特编写本书。

全书共分 9 章。第 1 章简介石油及其产品的组成和炼制原理;第 2 章介绍内燃机车使用的轻柴油,该油用量 600 万 t/a 以上,对铁路运输关系重大;第 3 章介绍润滑油、脂的基本性能及其添加剂的分类。为了阐明润滑剂与摩擦部件之间的关系,本章前两节扼要介绍了摩擦和润滑的基本概念以及润滑油的流变学性质;第 4 章、第 5 章、第 7 章为全书的重点章节,较详细地介绍了 20 世纪 80 年代以来研制开发、推广应用的铁路专用润滑油、脂的性能特点,规格标准,主要质检项目及其评定方法,以及适用范围和注意事项;第 6 章简单介绍了电力机车用变压器油的性能要求及其更换、报废标准;第 8 章扼要介绍高速铁路及其他(动车组、青藏铁路等)方面的润滑,并对其研究内容提出了粗浅看法;第 9 章对铁路专用油品的质量管理和安全知识作了简要介绍。此外,书末还附了与铁路润滑相关的常用资料等。

参加本书编写的作者都是多年从事铁路润滑技术研究和应用的专业科研人员。本书力求内容新颖实用,文字通俗易懂,技术有所创新,数据翔实可靠,方便读者参考应用,以期促进我国铁路运

输装备润滑技术的更新与发展,收到节约动力、延长部件寿命、提高安全可靠性等综合技术经济效果。

此外,长期从事铁路润滑理论、技术研究的老专家王秉辉、王善彰、蒋秋芝(均已离、退休)等同志,在书中涉及到的许多项专题研究中均做出过重要贡献,对本书帮助甚大,在此一并表示感谢。

由于本书内容涉及范围广,加上编者专业水平所限,错误与不妥之处在所难免,敬请读者在使用过程中予以指正。

编 者

2002 年 5 月

目 录

1 石油及其产品的组成和炼制原理	1
1.1 概 述	1
1.2 石油的化学组成和分类	2
1.2.1 石油的外观状态及其元素组成	2
1.2.2 石油的烃类组成	3
1.2.3 石油的非烃类化合物	11
1.2.4 原油的分类及其加工产品	15
1.3 液体燃料的生产	20
1.3.1 汽 油	20
1.3.2 柴 油	27
1.3.3 煤油和溶剂油	30
1.4 润滑油的炼制	33
1.4.1 概 述	33
1.4.2 矿物润滑油基础油料的制备工艺	35
1.4.3 矿物润滑油基础油分类及其一般性质	43
1.4.4 润滑油调合	55
2 轻柴油	65
2.1 概 述	65

2.2 轻柴油的主要性质及其评价指标	65
2.2.1 良好的雾化性能和可靠的低温流动性	65
2.2.2 良好的燃烧性能	68
2.2.3 好的贮存安定性和热安定性	71
2.3 我国铁路机车柴油机特点及其对轻柴油的特殊要求	72
2.3.1 机车柴油机特点	72
2.3.2 我国铁路机车对轻柴油的特殊要求	73
2.4 轻柴油的标准	75
2.5 柴油品质对柴油机主要使用性能的影响	79
2.5.1 柴油品质对柴油机着火特性的影响	79
2.5.2 柴油品质对柴油机燃烧和放热特性的影响	81
2.5.3 柴油品质对柴油机的油耗率和热效率的影响	82
2.5.4 柴油品质对柴油机排温 and 排污特性的影响	84
2.5.5 柴油品质对柴油机腐蚀、磨损的影响	87
2.6 我国铁路内燃机车用轻柴油现存的主要问题	87
2.6.1 轻柴油资源不足且二次加工组分含量差别过大,难以 保证铁路需求	87
2.6.2 贮存安定性问题突出	88
2.6.3 十六烷值偏低	90
2.7 柴油添加剂	91
2.7.1 稳定剂	91
2.7.2 低温流动性改进剂(降凝剂)	92
2.7.3 十六烷值改进剂	95
2.7.4 铁路机车柴油机专用燃油复合添加剂	97

3 润滑油、脂	100
3.1 摩擦和润滑的基本概念	100
3.1.1 摩擦的基本概念和分类	101
3.1.2 润滑的基本概念和分类	107
3.2 润滑油的流变学性质	112
3.2.1 粘 度	112
3.2.2 粘度与温度的关系	120
3.2.3 粘度与压力的关系	124
3.2.4 非牛顿液体的粘度	125
3.2.5 润滑油的低温流动性	126
3.3 润滑油的氧化性质	128
3.3.1 化学组成对氧化的影响	129
3.3.2 外界条件对氧化的影响	129
3.3.3 测定方法	131
3.4 润滑油的表面性质	131
3.4.1 润滑油的表面张力	131
3.4.2 润滑油的乳化与破乳化	133
3.4.3 润滑油的起泡与抗泡能力	135
3.4.4 润滑油的防锈蚀能力	136
3.5 润滑油的润滑性质	137
3.5.1 油性和极压性	138
3.5.2 评定方法	139

3.6	润滑油的其他质量指标及使用意义	141
3.6.1	密度与相对密度	142
3.6.2	闪点与燃点	142
3.6.3	水溶性酸和碱及中和值	143
3.6.4	水分和机械杂质	144
3.6.5	残炭和灰分	144
3.6.6	热安定性	145
3.6.7	空气释放值	146
3.7	合成润滑油	147
3.7.1	发展沿革	147
3.7.2	合成烃类油	147
3.7.3	合成酯类油	150
3.7.4	含硅合成油	152
3.7.5	聚醚类合成油	154
3.8	润滑脂	156
3.8.1	发展概况	156
3.8.2	润滑脂的特点和组成	157
3.8.3	润滑脂的主要性质及其评定方法	167
3.8.4	润滑脂的选用与保管	185
3.9	润滑油、脂常用添加剂	191
3.9.1	添加剂作用、种类及常用量	192
3.9.2	添加剂的分类	214
4	铁路内燃、电力机车用润滑油	216
4.1	柴油机油	216
4.1.1	国外发展概况	216

4.1.2	铁路柴油机油的性能要求	219
4.1.3	我国铁路柴油机油的研制与发展	220
4.2	牵引齿轮油	238
4.2.1	概 述	238
4.2.2	性能特点及规格标准	241
4.2.3	主要质检项目及评定方法	243
4.2.4	使用范围及技术经济效益	245
4.3	内燃机车液力传动油	245
4.3.1	概 述	245
4.3.2	性能特点及其评价结果	247
4.4	牵引电机悬挂轴承(抱轴瓦)油	249
4.4.1	概 述	249
4.4.2	性能特点及规格标准	251
4.4.3	主要质检项目及评定方法	254
4.4.4	使用范围及注意事项	256
4.5	空气压缩机油	258
4.5.1	概 述	258
4.5.2	国内外情况及研制依据	259
4.5.3	性能特点及规格标准	261
4.5.4	质量水平及使用效果	265
4.5.5	换油周期及注意事项	265
4.6	内燃机车新型调速器油	267
4.6.1	概 述	267
4.6.2	性能特点及规格标准	268
4.6.3	主要质检项目及评定方法	270

4.6.4	换油质量指标及注意事项	272
4.6.5	质量水平及使用效果	273
5	铁路车辆及蒸汽机车用润滑油	274
5.1	车轴油	274
5.1.1	沿革与种类	274
5.1.2	冬夏通用车轴油	276
5.1.3	车轴油的再生	281
5.1.4	蒸汽机车代用冬油	284
5.2	汽缸油	286
5.2.1	概 述	286
5.2.2	合成型过热汽缸油的性能特点	286
5.2.3	汽缸油技术规格标准及适用范围	288
5.3	三通阀油	289
5.4	冷冻机油	290
5.4.1	概 述	290
5.4.2	冷冻机油技术规格标准及使用管理	291
6	变压器油	297
6.1	概 述	297
6.2	变压器油在变压器中的作用	298
6.3	变压器油的性能要求与规格标准	298
6.3.1	性能要求	298
6.3.2	规格标准	303

6.4	变压器油的检验与补充	306
6.4.1	运行变压器油的检验	306
6.4.2	关于补油和混油	306
7	铁路专用润滑脂	307
7.1	内燃、电力机车用脂	307
7.1.1	机车轮对滚动轴承脂	307
7.1.2	牵引电动机轴承脂	313
7.1.3	机车牵引齿轮脂	324
7.1.4	新型轮轨润滑脂	330
7.1.5	铁道Ⅲ型脂	339
7.2	车辆用脂	348
7.2.1	铁道车辆滚动轴承Ⅱ型脂	348
7.2.2	铁道车辆滚动轴承Ⅳ型脂	352
7.2.3	制动缸润滑脂	355
7.2.4	货车心盘润滑脂	358
7.3	铁路桥梁、轨道螺栓防锈脂	362
7.3.1	概 述	362
7.3.2	性能特点及技术条件	363
7.3.3	主要质检项目及评定方法	364
7.3.4	使用范围及注意事项	365
8	高速铁路润滑及其他	366
8.1	高速铁路润滑技术的发展	366
8.1.1	概 述	366

8.1.2	国外高速铁路润滑技术	366
8.1.3	我国开展高速铁路润滑研究的设想与建议	374
8.2	其 他	377
8.2.1	关于青藏铁路机车车辆润滑材料的选用	377
8.2.2	关于近期我国快速动车组的润滑	381
8.2.3	空气压缩机油	383
9	铁路专用润滑油、脂质量管理 and 安全知识	384
9.1	概 述	384
9.2	铁路专用润滑油、脂质量管理的重要性	385
9.2.1	使用量大影响面广	385
9.2.2	规格标准要求严格	385
9.2.3	油品质量影响因素多	386
9.3	铁路专用润滑油、脂管理的措施	386
9.3.1	严格采购管理	386
9.3.2	严格验收把关	386
9.3.3	良好贮存正确发放	387
9.4	废油回收与再生	387
9.4.1	废润滑油组成与性质	387
9.4.2	再生工艺流程简介	389
9.4.3	再生润滑油的质量检验	390
9.5	再生工艺与污染防治	391
9.6	有关铁路专用油品安全知识	392
9.6.1	防火防爆	392
9.6.2	防止中毒	392
· 8 ·		

9.6.3 防止污染	393
------------------	-----

附 录

附录 1 本专业常用名词、术语缩写及其涵义	394
附录 2 常用单位换算	398
附录 3 常用冷却浴及加热载体	408
附录 4 我国润滑油添加剂的统一命名、化学名称和部分 生产厂家	413
附录 5 1978 年以来我国铁路专用润滑油、脂产品情况	422
参考文献	424

石油及其产品的组成和炼制原理

1.1 概 述

石油被称之为“国民经济的血液”，既是重要的能源之一，又是生产各类润滑剂（包括润滑油、润滑脂产品）、发展当代石油化学工业所需原料的主要来源。我国是一个石油蕴藏量较多的国家，也是发现和利用石油最早的国家。据资料记载，在公元 3 世纪和公元 9 世纪就记载了甘肃玉门石油资源的存在和使用；陕西北部一带也是我国发现石油并用来制造炭黑、医药和火攻武器等较早的地区。但是，近代石油工业受历史条件限制在我国起步较晚，直到 20 世纪初才在陕西延长钻成第一口现代油井；20 世纪 40 年代，玉门油矿利用从国外引进的减压蒸馏装置和离心脱蜡设备生产少量润滑油。据统计，新中国成立前夕，1949 年全国润滑油、脂产量不足 40 t，所需油品几乎全部依赖进口。可以说，旧中国石油及其化学工业基本上是一片空白。

解放后，我国石油化工历经艰苦创业、基础建设和迅速发展的过程。尤其是从 1983~1998 年这 15 年间，是我国石化工业发展