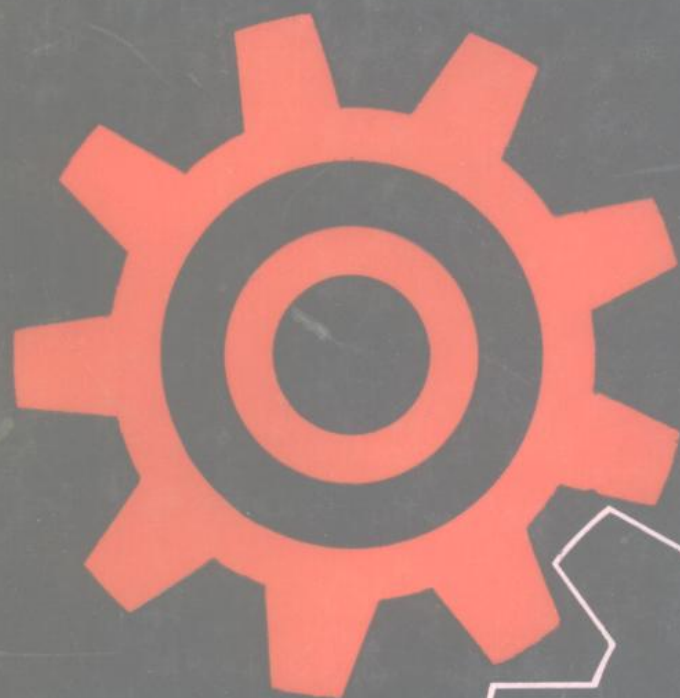


中高档润滑油 实用手册

陈淑美

编著



石油大学出版社

京)

62

2

内 容 提 要

随着我国经济的高速发展、引进设备日益增多及国内设备的改型,对润滑油性能的要求越来越苛刻。为了跟上这一形势发展,为了科研、生产、管理和使用各方面的需要,本书主要介绍各类矿物油润滑油产品,内容包括润滑油的基础油、润滑油的添加剂、产品的分类和规格标准、产品的性能要求、产品的适用范围以及产品添加剂配方中要注意的问题。本书简明、实用,尤其对生产和使用中高档润滑油的单位大有裨益。

DPS7/08

中高档润滑油实用手册

陈淑美 编著

*

石油大学出版社出版发行

(山东省东营市)

新华书店经销

山东滨州新华印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 12印张 300千字

1996年7月第1版 1996年7月第1次印刷

印数 1—2500册

ISBN 7-5636-0846-X/TE·176

定价:30.00元

前 言

石油是重要的能源之一,石油产品对整个国民经济影响极广。随着引进设备的增多及国内设备的改型,对润滑油性能的要求越来越苛刻。为满足设备高性能化的需要,自 1985 年以来,我国大力开展了中、高档油品的研究与生产。于 1989~1994 年期间,国家正式发布了许多升级换代油品和新油品的技术要求,制订了一系列新的规格标准,完善了品种系列,润滑油一半以上实现了升级换代,这是我国历史上润滑油质量提高最快的时期。

为方便科研、生产、管理与使用各个环节工作的需要,编者着重搜集了 1985~1995 年期间发表的有关中、高档润滑油方面的文献资料,调查了国内有关中高档润滑油方面的实践经验、研究成果和新的规格标准,编写了《中高档润滑油实用手册》。

本书主要介绍各类矿物油润滑油产品,内容包括润滑油的基础油、润滑油的添加剂、产品的分类及规格标准、产品的性能要求、产品的适用范围以及产品添加剂配方中要注意的问题。希望能对读者有所裨益。

本书编写愿望是力求简明、实用和较易理解,但由于编者的水平和编写条件所限,不足和错误之处在所难免,敬请读者不吝指教。

编著者

1995 年 8 月

序

随着我国改革开放的不断扩大,随着国民经济高速、稳定的发展,引进的设备日益增多,国内研制、改型的新设备大量涌现。从通用机械到精密仪器;从钟表、汽车到矿山、建筑的大型设备,都在与日俱增。这些新设备新仪器对润滑油性能的要求越来越严格,甚至是越来越苛刻。为了满足设备高性能化的要求,从80年代中期开始,我国大力开展了中、高档润滑油的研究与生产,润滑油一半以上实现了升级换代。

本书编著者高级工程师陈淑美,50年代从北京石油学院毕业后,长期从事石油加工和润滑油生产技术方面的工作,成绩斐然,工作出色,曾多次获奖。80年代以来,曾获四川石油管理局劳动模范、石油工业部节能先进个人、四川省“三八”红旗手、中国石化总公司润滑油情报站优秀工作者等荣誉称号并获四川省石油学会优秀论文证书。在她退休后,又根据国民经济发展的需要,于1994年编著了《中高档润滑油实用手册》一书。她说:“这本书作为自己一生工作的‘句号’,将这个‘句号’奉献给母校,奉献给社会,奉献给国家。”

本书涵盖了以矿物油为原料的各类润滑剂产品的详细描述,紧密地把使用条件和润滑油的性能指标结合起来,内容丰富,有很广泛的实用性,非长期从事润滑油工作而又能科学地积累的人是写不出来的。

作者十分注意各类润滑油品在使用中的作用机理的扼要而中肯的阐述。这无疑加强了全书的科学性,对成熟的润滑油工作者或对此领域涉猎不多的人都是十分必要的。

应该特别指出的是,作者能深入地剖析随着我国改革开放的深入,国外大量高性能机械和工艺设备的大量引进对润滑剂的配套要求,对我国润滑油科学技术中的三大主题的推动,即基础油的质量的提高,主要润滑油品——内燃机油、齿轮油、液压油的评定手段的改进和添加剂的发展作了细致的讨论,会使读者对我国中高档润滑油的现状和走向有清晰的概念,因此,本书所描绘的中高档润滑油的画面既是动态的,又是可以掌握的。

本书同时附录了1989~1994年期间,国家正式颁布的中高档润滑油、热处理油、变压器油等产品新的规格标准和技术要求。给用油单位、生产单位、油品管理单位和润滑油的研究单位提供了一本实用性广、科学性强和动态感浓的好书。《中高档润滑油实用手册》的出版,是利国利民之举,深信会受到广大读者的欢迎。

杨光华 林世洪 谨识

1995年9月5日

目 录

第1章 我国润滑油近期发展概况	1
1.1 制订基础油标准,提高基础油质量	2
1.2 开发中、高档润滑油系列产品,研制成功一大批中、高档润滑油 新产品及其科学配方	2
1.3 建立健全内燃机油、齿轮油、液压油三大类油品的评定手段	2
1.4 添加剂品种、数量和质量得到较快发展和提高	3
1.5 完善品种系列,健全规格标准	4
1.6 润滑油脱蜡、精制生产技术水平有了明显提高	4
第2章 润滑油的基础油	6
2.1 我国润滑油基础油的性质	6
2.2 国外在基础油方面的动向	12
2.3 我国石蜡基中性油的实际质量及在长城高级润滑油公司的应用水平	13
2.4 石油化工科学研究院对提高我国润滑油基础油质量的初步意见	15
2.5 我国润滑油基础油系列新标准制定情况	24
第3章 内燃机油	35
3.1 内燃机的工作特点	35
3.2 内燃机油主要性能要求	35
3.3 内燃机油的分类	36
3.4 内燃机油的基础油和添加剂	41
3.5 汽油机油	45
3.6 柴油机油	47
3.7 二冲程汽油机油	50
3.8 增压天然气发动机用润滑油	54
3.9 铁路机车油	56
3.10 船用柴油机油	59
第四章 齿轮油	62
4.1 齿轮运动的类型和润滑特点	62
4.2 齿轮油的性能要求	62
4.3 齿轮油用的极压添加剂	63
4.4 车辆齿轮油	65
4.5 工业齿轮油	70
第5章 液压油	74
5.1 液压油的主要性能	74
5.2 液压油粘度级(牌号)划分	75

5·3	液压油的分类	75
5·4	液压油常用的添加剂	79
5·5	抗磨液压油的类型及其特性	80
5·6	影响液压油水解安定性、抗乳化性、起泡性与放气性的原因及 解决办法	80
5·7	液压油的适用范围及最高使用温度	82
5·8	L-HG 液压油(原名:液压导轨油)	83
5·9	我国低温液压油及优质抗磨液压油质量评定数据	84
第6章	其他润滑油、热处理油及电绝缘油	86
6·1	汽轮机油	86
6·2	轴承油(原名:主轴油)	88
6·3	压缩机油	92
6·4	冷冻机油	98
6·5	真空泵油	99
6·6	热处理油	100
6·7	电器绝缘油	102
第7章	润滑油用添加剂	108
7·1	清净剂和分散剂	108
7·2	抗氧抗腐剂	112
7·3	极压抗磨剂	113
7·4	油性剂和摩擦改进剂	115
7·5	抗氧剂和金属减活剂	117
7·6	粘度指数改进剂	118
7·7	防锈剂	120
7·8	降凝剂	122
7·9	抗泡沫剂	123
7·10	抗乳化剂	123
7·11	复合剂	124
7·12	其他类添加剂	124
7·13	润滑油添加剂的分类	125
7·14	润滑油添加剂(单剂)名称与符号对照表	126
附录1	1989~1994年期间我国批准实施的中高档润滑油、热处理油、变压器油等产品新标准 的技术要求	
附表1	L-EQC 汽油机油(GB11121-89)	135
附表2	L-EQD 汽油机油(SH0531-92)	137
附表3	L-EQE 汽油机油(SH0524-92)	140
附表4	L-EQF 汽油机油(SH0525-92)	142
附表5	L-ECC 柴油机油(GB	
附表6	L-ECD 柴油机油(GB11123-89)	146

附表 7 普通车辆齿轮油(SH0350-92)	148
附表 8 重负荷(GL-5)车辆齿轮油(GB13895-92)	149
附表 9 蜗轮蜗杆油(SH0094-91)	151
附表 10-1 矿物油型液压油(L-HL、L-HM 和 L-HG)	153
附表 10 矿物油型(液压油(L-HV)和合成烃型液压油(GB11118. 1-94)	156
附表 11 L-TSA 汽轮机油(GB11120-89)	159
附表 12 轴承油(SH0017-90)	161
附表 13 空气压缩机油(GB12691-90)	163
附表 14 矿物油型真空泵油(SH0528-92)	164
附表 15 矿物油型扩散泵油(SH0529-92)	166
附表 16 热处理油(SH0564-93)	167
附表 17 变压器油(GB2536-90)	169
附表 18 超高压变压器油(SH0040-91)的技术要求	170
附录 2 1992~1994 年期间我国批准实施的润滑油换油指标及建筑机械用润滑剂的选用	
1 汽油机油换油指标(GB/T8028-94)	173
2 普通车辆齿轮油换油指标(SH/T0475-92)	174
3 L-HL 液压油换油指标(SH/T0476-92)	175
4 轻负荷喷油回转式空气压缩机油换油指标(SH/T0538-93)	176
5 抗氨汽轮机油换油指标(SH/T0137-92)	177
6 L-CKC 工业闭式齿轮油换油指标(SH/T0586-94)	178
7 L-HM 液压油换油指标(SH/T0599-94)	179
8 建筑机械用润滑剂的选用(SH/T0601-94)	180
参考文献	181

第 1 章 我国润滑油近期发展概况

1985 年末,我国润滑油生产能力(按中性油质量标准计)为 $200 \times 10^4 \text{t/a}$,生产的成品润滑油为 158.17 万吨,其中优质、高档品种仅占润滑油总量的 10.8%。总的来看,润滑油质量水平不高,远远满足不了机械工业及交通事业日益发展的要求,更难满足一些大型引进设备及车辆的使用要求。“七五”期间,我国在原研究工作的基础上,针对中、高档润滑油系列产品的开发,进一步组织了科研攻关,从而使我国润滑油一半以上实现了升级换代。到 1990 年底,我国润滑油实际综合生产能力为 $262.9 \times 10^4 \text{t/a}$,仅次于美国($1154 \times 10^4 \text{t/a}$)和前苏联($836 \times 10^4 \text{t/a}$)而高于日本($223 \times 10^4 \text{t/a}$),居世界第三位。^[1]1990 年生产成品润滑油 169.08 万吨,其中中高档润滑油产量达到 86.53 万吨,占成品润滑油总量的 51.17%。我国的一些高档润滑油已与国外同类产品相当,达到国外 80 年代水平。一些中档润滑油也比老产品提高了质量等级。我国目前润滑油产品从总体上来看,可以说已经基本能满足各行业的使用要求。

何谓中高档润滑油呢?中高档润滑油应该包括哪些产品?中国石油化工总公司对中高档润滑油的范围作了如下划分:^[2]

(1) 内燃机油包括:QC 级以上的汽油机油、CC 级以上的柴油机油、二冲程汽油机油、三代油以上的铁路内燃机车油、船用气缸油及中速筒状活塞柴油机油;

(2) 齿轮油包括:GL-3 以上的车辆齿轮油,中、重负荷工业齿轮油及蜗轮蜗杆油;

(3) 液压油包括:HL 普通液压油(即通用型机床工业用润滑油)、HM 抗磨液压油, HV、HS 低温液压油、抗燃液压油;

(4) 其他深度精制的专用润滑油包括:汽轮机油、压缩机油、冷冻机油、电器用油;

(5) 各种合成润滑油;

(6) 其他新研制或改进的、达到国外同类产品水平的润滑油脂产品。

以上这些均属于中高档润滑油。其他润滑油产品则属于普通级润滑油。可见,中高档润滑油所包含的范围是非常广泛的,品种也是非常多的。

中高档润滑油的理化性能和使用性能要求都是比较高的,每一种产品都规定了能反映该产品特性的理化指标,有的产品还规定了与实际使用有一定相关性的台架试验指标。例如,对抗磨液压油规定了反映液压泵磨损性能的威克斯泵的磨损指标、反映油水分离性能的抗乳化试验指标以及反映空气从油品中逸出速度的抗泡性和空气释放性等指标。再例如,对工业齿轮油规定了反映油品使用中抗载荷能力的 FZG 齿轮试验及环块磨损试验的指标、反映油品使用寿命的氧化安定性指标及抗乳化、抗泡、抗腐蚀等指标,对内燃机油来说,规定了台架试验指标。例如对 QC 级汽油机油规定了用东风汽车 EQ6100 发动机试验油品的锈蚀、氧化磨损和油泥分散性的指标;又例如对 CC 级柴油机油规定了国外用行车试验证明与实际使用有很好关联性的卡特皮勒 1H₂ 柴油单缸台架试验指标等等。可以说,每一种中高档润滑油由于规定了许多相当严格的质量指标,保证了这些油品的高质量,因而在实际使用中就能够得到比较理想的使用效果。

润滑油的质量水平主要决定于三个方面:一是基础油质量及其稳定性;二是添加剂的质量

及其配方的科学性;三是评定手段的齐全及其权威性。可以说,这些工作在“七五”期间都有较大的改进和提高。总的情况分述如下:

1·1 制订基础油标准,提高基础油质量

1980年以前没有统一的基础油标准。为了实现润滑油升级换代和打入国际市场,1981年10月在大连召开的润滑油会议上提出了中性油标准。经过两年多的试行,于1983年2月8日原石油工业部以(83)油炼化字第95号文正式颁布执行,从此结束了我国润滑油基础油无标准生产的局面。经过“七五”期间生产装置改造和操作条件摸索,目前各企业基本上都已按中性油标准组织生产。通过“七五”初期和末期组织的两次全面的基础油质量评定可以看出,大部分企业的基础油质量都有所提高。企业的基础油质量的提高,为润滑油科技攻关和升级换代奠定了坚实的基础。

石蜡基油和中间基油分国内和出口二种标准,主要区别在倾点。环烷基油出口和国内标准是统一的。这些标准列于第2章表2-1~表2-5。

1·2 开发中、高档润滑油系列产品,研制成功一大批中、高档润滑油新产品及其科学配方

中、高档润滑油系列产品开发,是“七五”重点科技攻关课题,经过有关单位共同努力,我国先后研制成功58种中、高档润滑油新产品,其中^[1]:QE级汽油机油10种,CD级柴油机油9种,二冲程汽油机油6种,醇燃料发动机油1种,绝热发动机油1种,GL-3车辆齿轮油3种,GL-5车辆齿轮油3种,中负荷工业齿轮油5种,重负荷工业齿轮油4种,HV液压油10种,HS液压油6种。加上总公司润滑油攻关组的全部攻关成果,总共已研制成功121个中、高档润滑油配方,它们分别是:30、40、5W/20、5W/30 QC级汽油机油15个,10W/30、15W/30、15W/40 QD级汽油机油7个,10W/30、15W/30、15W/40 QE级汽油机油7个,20W/30、20W/40 QF级汽油机油4个,QC/CC级通用油1个,QD/CC级通用油1个;30、40、5W/30、10W/30 CC级柴油机油18个,15W/40、20W/20 CD级柴油机油16个;Ⅰ档二冲程油1个,Ⅱ档二冲程油7个,Ⅲ档二冲程油3个;Ⅳ档铁路机车内燃机油3个;醇类燃料发动机油1个;绝热发动机油1个;22、32HV液压油6个,22、32、46、68HM液压油8个,22、32HS液压油3个;90、85W/140 GL-3车辆齿轮油4个,85W/90、80W/90 GL-5车辆齿轮油4个;150、220、320EP中负荷工业齿轮油5个,460、320、220重负荷工业齿轮油6个。

1·3 建立健全内燃机油、齿轮油、液压油三大类油品的评定手段

评定手段是中、高档润滑油研究和生产的基本条件之一。这项工作,“五五”、“六五”期间就已经开始,例如引进欧洲皮特单缸试验机、研制1135发动机就是在这一时期进行的,“七五”期间又作了补充、完善和标准化工作。汽油机油的MS台架和车辆齿轮油的台架是在“七五”期间建立起来的。到目前为止,已经建立和健全的评定手段有:

在锦西炼化总厂建立了QC级汽油机油评定试验台架;

在大连石化公司建立了QD级汽油机油评定试验台架;

在石油化工科学研究院建立了QE、QF级汽油机油的MS程序ⅠD、ⅡD、VD三种发动机试验台架;

在石油化工科学研究院、兰州炼化总厂、大庆石化总厂、高桥石化总公司等单位建立了评

定 CC、CD 级柴油机油的卡特皮勒 1H₂ 和 1G₂ 发动机试验台架；

在天津内燃机研究所建立了评定 I 档、II 档和 III 档二冲程汽油机油试验台架；

开展了国产 1135 发动机与卡特皮勒 1H 和 1G 相关性研究以及方法标准化工作；

建立了评定 GL-5 重负荷车辆齿轮油的 L-33、L-37、L-42 和 L-60 四个试验台架。仿 L-33、L-37、L-42 三种试验台架，其相关性结果已通过了石化总公司组织的技术鉴定；

研制和建立了高速环块、鲍登摩擦系数、销盘多功能摩擦试验，组建了往复式活塞环缸套摩擦试验机、新的柴油机油浮游台架试验机等，在大连石化公司建成了室内低温冷启动试验室，建立了一批实用性较好的模拟评定机和试验方法。

加强了对评定工作的组织领导，提高了评定试验的科学性和权威性，成立了石化总公司润滑油评定中心和 4 个评定站。评定中心设在石油化工科学研究院，4 个评定站分别设在兰州炼化总厂、大连石化公司、锦西炼化总厂和高桥石化公司。几年来，评定中心和各评定站进行了卓有成效的工作，为中、高档润滑油配方的研制，为产品质量联评提供了必要的手段和先决条件。至此可以说，内燃机油、齿轮油和液压油的评定手段已经基本健全，具备了评定各个质量档次润滑油的条件。

1·4 添加剂品种、数量和质量得到较快发展和提高

“七五”期间，引进的磺酸盐和无灰添加剂装置相继建成投产，在大连石化公司、茂名石化公司和兰州炼化总厂建成了一批乙丙共聚粘度指数改进剂装置，兰州炼化总厂 T109(烷基水杨酸钙)、T152(无灰分散剂)等一批老生产装置能力扩大；还有一些地方企业也建成了一些添加剂生产装置，使润滑油添加剂的生产能力由 1985 年的 46520 t/a 扩大到 1990 年的 93450 t/a，整整翻了一番。添加剂产量也由 1985 年的 3.41×10^4 t 上升到 5.88×10^4 t，增长了 72.4%。

与此同时，“七五”规划的两个添加剂生产基地已经基本形成。兰州炼化总厂添加剂生产能力已由 1985 年的 1×10^4 t/a 扩大到 1990 年的 2.1250×10^4 t/a，增加 1.125×10^4 t/a，占全国添加剂总生产能力由 21.5% 提高到 22.7%。清净分散剂、抗氧抗腐剂、增粘剂、防锈剂、降凝剂等各大品种均能生产，并引进了硫化烷基酚盐装置。锦州石化公司添加剂生产能力由 1985 年的 1.9×10^4 t/a 提高到 1990 年的 4.5×10^4 t/a，增加 2.6×10^4 t/a，由占全国添加剂总能力的 40.8% 提高到 48.2%。两个基地添加剂生产能力已达 6.6250×10^4 t/a，占全国的 70.9%，是供应全国润滑油生产所需添加剂的主要单位。这两个基地，“八五”期间还将进一步扩大和完善。

经过努力，“七五”期间研制开发成功 24 个新添加剂品种，其中新型清净分散剂 2 个，新型增粘剂 10 个，抗乳化、金属钝化等添加剂 9 个，工艺油添加剂 3 个。这些新添加剂品种，大部分都已实现工业化，在中、高档润滑油研制和生产中发挥了重要作用。如乙丙聚合物增粘剂、T101、T103 低碱和高碱石油磺酸钙，T204、T205ZDDP 系列产品，单丁二酰亚胺无灰分散剂、DM-114 抗乳化剂、C-20 和 R-3 金属减活剂等，已成为中、高档润滑油生产不可缺少的添加剂。

由于引进添加剂装置建成投产，国内开发的添加剂新品种陆续工业化，使得我国添加剂品种构成发生了显著变化。例如，1985 年生产 1.99×10^4 t/a 清净分散剂，其中只能用来调配低档润滑油的 T108(硫磷化聚异丁烯钡盐)占 67.8%；1990 年生产 2.92×10^4 t/a 清净分散剂，其中 T108 所占比例已降至 33.9%，增粘剂、抗氧抗腐剂、降凝剂等添加剂品种构成也发生了较大变化。添加剂品种、质量正处于更新换代的变革中。

1·5 完善品种系列,健全规格标准

参照采用国际标准化协会的 ISO6473/0-81,于 1987 年制定了我国润滑剂分类标准 GB7631·1\|87,将润滑剂分成 A(全损)、B(脱膜)、C(齿轮)、D(压缩机)、E(内燃机)、F(主轴、轴承和离合器)、G(导轨)、H(液压系统)、M(金属加工)、N(电器绝缘)、P(风动工具)、Q(热传导)、R(暂时保护防腐蚀)、T(汽轮机)、U(热处理)、X(用润滑脂场合)、Y(其它应用场合)、Z(蒸汽汽缸)、S(特殊润滑剂应用场合)等 19 类;参照采用和等同采用美国 SAEJ183,于 1989 年制订了内燃机油分类标准 GB7631·3-89,将内燃机油分为汽油机油、柴油机油和二冲程汽油机油。汽油机油分为 EQB、EQC、EQD、EQE、EQF 5 个类别;柴油机油分为 ECA、ECB、ECC、ECD 4 个级别;二冲程汽油机油分为 ERA、ERB、ERC、ERD 4 个级别,并于 1984 年至 1989 年分别制订了 QB 汽油机油标准 GB485-84(1988 年确认)、L-QC 汽油机油标准 GB11121-89、CA 级柴油机油标准 GB5323-85(1988 年确认)、L-ECC 柴油机油标准 GB11122-89、L-ECD 柴油机油标准 GB11123-89。参照采用美国 API 分类,于 1989 年制订了车辆齿轮油分类标准 GB7631.7-89,与 GL-3、GL-4、GL-5 相对应,将我国车辆齿轮油分为 CLC、CLD、CLE 3 个级别;参照采用美国 AGMA251-02,于 1986 年制订了中负荷工业齿轮油标准 GB5903-86,重负荷工业齿轮油等效采用美钢 224,国家标准正在制订当中;等效采用 ISO6473/4-82,于 1987 年制订了液压油分类标准 GB7631·2-87,将液压油分为液压、液压异轨、难燃、自动传动、联轴节和转换器等用油系统,液压和液压导轨系统用油分为 HH(无抗氧剂的精制矿油)、HL(精制矿油,并改善其防锈和抗氧性)、HM(HL 油,并改善其抗磨性)、HR(HL 油,并改善其粘温性)、HV(HM 油,并改善其粘温性)、HS(无特定难燃性的合成液)、HG(HM 油,并具有粘-温性),并参照采用德国 DIN51524 于 1989 年制订了 L-HL 液压油标准 GB11118-89、L-HM 液压油标准 GB1119-89、L-HG 液压油标准 ZBE39009-89。1990 年至 1993 年期间在内燃机油产品方面又制订了 QD 汽油机油(SH0531-92)、QE 汽油机油(SH0524-92)、QF 汽油机油(SH0525-92)标准;在齿轮油产品方面又制订了蜗轮蜗杆油(SH0094-91)、GL-5 重负荷车辆齿轮油(GB13895-92)标准;在液压油方面制订了 L-HG 液压油(SH0352-92)标准。此外,还制订了 D 组压缩机油分类标准(GB7631·9-92)、T 组汽轮机油分类标准(GB7631·10-92)、轴承油(SH0017-90)、空气压缩机油(GB12691-90)、矿物油型真空泵油(SH0528-92)、矿物油型扩散泵油(SH0529-92)、热处理油(SH0564-93)、变压器油(GB2536-90)、超高压变压器油(SH0040-91)等中、高档产品标准。由此看来,三大类润滑油品采用国际标准或国外先进标准的工作已经基本完成。由于参照或等同采用国际标准或国外先进标准,使产品达到国外同类产品质量水平,具备了国际互换性和可比性。应当说,这也是我国润滑油生产的一大进步。

1·6 润滑油脱蜡、精制生产技术水平有了明显提高

按照“七五”发展规划的要求,主要润滑油生产装置都进行了一轮改造,有的进行了两轮改造。在改造过程中,大力采用新工艺、新设备,使我国润滑油生产技术水平有了明显提高。1985 年底统计,全国脱蜡装置拥有套管结晶器 306 台,当时要求先把换冷的 97 台套管结晶器更换为大套管,实际执行结果,在 22 套溶剂脱蜡装置上,已经使用大套管 161 台,不但换冷套管已换成大套管,有相当一部分氨冷套管也换成大套管,有些装置已全部采用大套管。大套管结晶器可使结晶压力降低 30%~40%、装置节电 25%,同时减少了化套管次数,提高了装置处理能力。过滤机是溶剂脱蜡的关键设备,老式过滤机滤鼓呈椭圆形,蜡饼形成不均匀、过滤效率低;

大盖变形,分配头密封不好,泄漏严重,开工周期短,限制加工能力的提高。“七五”期间先后从意大利、英国、日本引进 66 台新型过滤机,采用国内仿制的新型过滤机有 5 台。引进过滤机的蜡饼含油率下降 5%~7%;滤鼓圆、刮刀软接触,滤布寿命从 4~6 个月延长到两年,密封好、泄漏少、溶剂损失下降、安全可靠。三效蒸发溶剂回收可比二效蒸发节能 20%~30%,在溶剂脱蜡溶剂精制等装置中,广泛采用了三效蒸发溶剂回收工艺。全国溶剂脱蜡装置中有 22 套溶剂回收系统采用了三效蒸发,占溶剂回收系统总数的 42.3%。脱蜡两段过滤工艺一般可使收率提高 3%~5%,有 7 套装置已采用了两段过滤工艺。滤液循环,多点稀释和冷点稀释技术也在一些装置上采用。脱蜡脱油溶剂已全部将丙酮更换为甲乙酮,脱蜡温差一般降低 4~5℃,去蜡油收率提高 1%~2%。糠醛精制装置增加原料脱气,用高效填料塔代替转盘塔。溶剂脱沥青装置采用静态混合器、临界或超临界溶剂回收工艺。计算机也在部分生产装置上开始推广和应用,如大连石化公司将化学模式识别法优化技术应用于酮苯脱蜡脱油装置,使油和蜡收率各有提高。

通过一系列技术改造,全国糠醛精制装置平均能耗由 1985 年的 1815MJ/t 降到 1990 年的 1403MJ/t,糠醛消耗由 1985 年的 1.27kg/t 降到 1.15kg/t。

综上所述,由于润滑油基础油生产水平的提高,三类基础油(即石蜡基、中间基和环烷基基础油)质量的改善和标准的执行,内燃机油、齿轮油和液压油评定手段的建立和完善,添加剂生产能力的增长,添加剂品种的增加和质量的提高,以及拥有一大批生产中、高档润滑油的科学配方,从而使“七五”期间我国中、高档润滑油产量逐年增加,其增长的速度超过了“七五”规划制定的目标。“七五”规划要求 1990 年中、高档润滑油产量达到 60×10^4 t,占润滑油总量的 30%,实际执行结果,产量达到 86.53×10^4 t,占润滑油总量的 51.17%。也就是说,“七五”期间我国润滑油一半以上实现了升级换代,这是我国历史上润滑油质量提高最快的时期。中、高档润滑油增长情况见表 1-1。

表 1-1 “七五”期间我国中、高档润滑油增长情况^[1]

年 份	成品润滑油产量 10 ⁴ t	中、高档润滑油		内燃机油产量 10 ⁴ t	中、高档内燃机油	
		产 量 10 ⁴ t	比 例 %		产 量 10 ⁴ t	比 例 %
1985	158.17	17.08	10.80	69.64	4.09	5.87
1986	164.30	31.94	19.44	76.84	4.65	6.05
1987	179.04	38.55	21.53	76.35	10.78	14.12
1988	183.17	72.59	39.63	78.23	27.07	34.60
1989	181.41	98.04	54.04	80.29	44.03	54.84
1990	169.08	86.53	51.17	82.49	39.63	48.04

第2章 润滑油的基础油

基础油是润滑油的基础,不同用途的润滑油对基础油质量的要求亦不同,而基础油的质量又取决于所用原油的性质及炼制过程。原油的性质和炼制过程决定基础油的最终组成。优质润滑油的基础油,应有良好的粘温性能、氧化安定性能、低温流动性能以及低的挥发性、好的抗乳化性、低的色度、良好的密封件相容性等等。

2.1 我国润滑油基础油的性质

我国润滑油基础油(或称中性油)有三个系列:一是粘度指数大于95的以大庆石蜡基原油为代表的低硫石蜡基中性油系列;二是粘度指数大于60的以新疆中间基原油为代表的中间基中性油;三是以环烷基原油生产的中性油系列。这三个系列按粘度划分为从轻到重的若干个牌号。同时,还有一些经特殊精制以调制某种特种油品的基础油和合成润滑油。

我国几种典型的润滑油基础油的理化性质及组成见表2-1。

表2-1 不同基础油的主要理化性质及组成¹⁾

项 目	500SN	900DN	900ZN(1)	600ZN	900ZN(2)
运动粘度, mm ² /s					
40℃	97.63	160.12	150.70	113.24	170.36
100℃	10.98	11.45	12.87	10.54	14.17
粘度指数	97	31	71	66	75
密度(20℃), g/cm ³	0.8811	0.9074	0.8814	0.9017	0.9027
酸值, mgKOH/g	0.008	0.002	0.010	0.009	0.016
闪点(开口), °C	266	214	250	235	255
凝 点, °C	-15	-13	-12	-4	-1
苯胺点, °C	117.9	102.9	118.9	112.9	113.9
折光指数, n _D ²⁰	1.4389	1.4962	1.4842	1.4938	1.4956
残 炭, %	0.01	0	0.02	0	0.03
粘重常数	0.8190	0.8491	0.8123	0.8428	0.8392
硫含量, %	0.078	0.085	0.057	0.143	0.222
碱性氮, ppm	172	2	103	46	85
多环芳烃, %	1.9	1.8	0.9	0.5	1.62
极性化合物, %	1.3	0.4	1.0	1.36	2.83

注:1) 500SN 为大庆石蜡基中性油;900DN 为大港低凝原油环烷基中性油;900ZN(1)为克拉玛依中间基中性油;600ZN、900ZN(2)为辽河中间基中性油。

我国不同基原油生产的基础油牌号及其出口标准和国内标准见表2-2~表2-6。

表 2-2 低碱石蜡基原油基础油国内标准

本标准适用于低碱石蜡基原油生产的润滑油基础油,如大庆原油。其粘度指数一般不低于 95,可用于调配粘温性能要求较高的润滑油。按赛氏通用粘度(秒)分级。馏分油有:75SN、100SN、150SN、200SN、350SN 等,残渣油有一个牌号:150BS。

项 目	75SN	100SN	150SN	200SN	350SN	500SN	650SN	150BS	试验方法	
									国标或部标	相当或近似 ASTM
1. 外观	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	目测 ¹⁾	
2. 颜色	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0		D1500
3. 粘度, mm ² /s	13~15	20~22	28~32	38~42	65~72	90~102	120~135	报告	GB265	D445
4. 粘度指数	100	100	100	100	95	95	95	30~33		
5. 闪点(开口), °C	175	185	200	210	220	235	255	290	GB1995	D2270
6. 倾点, °C	-9	-9	-9	-9	-5	-5	-5	-5	GB267	D92
7. 酸值, mgKOH/g	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	GB3535	
8. 残炭, m%	-	-	-	-	0.10	0.15	0.25	0.70	GB264	D189
9. 相对密度, d ₄ ²⁰	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	GB1884 和 GB1885	D1298
10. 苯胺点, °C	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	GB262	D611
11. 硫, %	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	GB387	D1552
12. 氮, %	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	SY2677	D3228
13. 磷值, g/100	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	待 定	

注: 将油品注入 100 毫升洁净量筒中, 油品应均匀透明。如有争议时, 将油温控制在 (25±2)°C 下, 应均匀透明。

表 2-3 低硫中间基原油基础油出口标准

本标准适用于低硫中间基原油生产的润滑油基础油,如克拉玛依、白碱滩原油、临南原油等。其粘度指数一般不低于 60,可用于调配粘度性能要求不很高的润滑油。按赛氏通用粘度(秒)分级,馏分油有十一个牌号:60Zn、75Zn、100Zn、150Zn、200Zn、300Zn、500Zn、600Zn、750Zn、900Zn、90ZnZ,残渣油有两个牌号:125/140ZnZ、200/220ZnZ。

项 目	60Zn	75Zn	100Zn	150Zn	200Zn	300Zn	500Zn	600Zn	750Zn	900Zn	90ZnZ	125/140ZnZ	200/220ZnZ	试验方法	
														国 内	相当或近 似 ASTM
1. 外观	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	目测 ¹⁾	DI500
2. 颜色	最大 0.5	0.5	1.0	1.5	1.5	2.0	2.5	2.5	3.0	3.5	5.0	6.0	7.5	GB265	D445
3. 粘度,mm ² /s	40℃ 9~10 100℃ 报告	13~15 报告	18~21 报告	28~32 报告	38~42 报告	55~63 报告	90~102 报告	110~125 报告	135~150 报告	160~180 报告	报告	报告	报告	GB265	D445
4. 粘度指数	最小 60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	65	70	GB1995	D2270
5. 闪点(开口),℃	最小 140	150	165	170	190	200	215	220	225	235	240	255	280	GB267	D92
6. 倾点,℃	最大 -25	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	GB264	D97
7. 酸值,mgKOH/g	最大 0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.1	0.1	0.1	GB268	D189
8. 残炭,m%	最大 —	—	—	—	—	0.02	0.03	0.035	0.04	0.05	0.3	0.5	1.5	GB1884和 GB1885	D1298
9. 相对密度,d ₄ ²⁰	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	GB262	D611
10. 苯胺点,℃	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	GB387	D1552
11. 硫,%	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	SY2677	D3228
12. 氮,%	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告		
13. 碘值,gI/100	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	待 定	

注:将油品注入 100 毫升洁净量筒中,油品应均匀透明。如有争议时,将油温控制在(25±2)℃下,应均匀透明。

表 2-4 低硫中间基原油基础油国内标准

本标准适用于低硫中间基原油生产的润滑油基础油,如克拉玛依-白碱滩原油,临商原油等。其粘度指数一般不低于 60,可用于调配粘度性能要求不很高的润滑油。按赛氏通用粘度(秒)分级。馏分油有十一个牌号:60ZN、75ZN、100ZN、150ZN、200ZN、300ZN、500ZN、600ZN、750ZN、900ZN、90ZNZ,残渣油有两个牌号:125/140ZNZ、200/220ZNZ。

项 目	60ZN	75ZN	100ZN	150ZN	200ZN	300ZN	500ZN	600ZN	750ZN	900ZN	90ZNZ	125/140ZNZ	200/200ZNZ	试 验 方 法	
														国 内	相 当 或 近 似 ASTM
1. 外观	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	目 测 ¹⁾	
2. 颜色	0.5	0.5	1.0	1.5	1.5	2.0	2.5	2.5	3.0	3.5	5.0	6.0	7.5		D1500
3. 粘度,mm ² /s	9~10	13~15	18~21	28~32	38~42	55~63	90~102	110~125	135~150	160~180	报告	报告	报告	GB265	D445
4. 粘度指数	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	16~22	26~30	41~45		
5. 闪点(开口),℃	140	150	165	170	190	200	215	220	225	235	240	255	280	GB1995	D2270
6. 倾点,℃	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	GB267	D92
7. 酸值,mgKOH/g	0.02	0.05	0.50	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.1	0.1	0.1	GB3535	
8. 残炭,m%	—	—	—	—	—	0.02	0.03	0.035	0.04	0.05	0.3	0.5	1.5	GB264	D189
9. 相对密度,d ₄ ²⁰	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	GB1884 和 GB1885	D1298
10. 苯胺点,℃	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	GB262	D611
11. 硫,%	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	GB387	D1552
12. 氮,%	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	SY2677	D3228
13. 碱值,g/l/100	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	待 定	

注:将油品注入 100 毫升洁净量筒中,油品应均匀透明。如有争议时,将油温控制在(25±2)℃下,应均匀透明。

表 2-5 环烷基原油基础油标准

本标准适用于用环烷基原油生产的润滑油基础油,如羊三木原油、克拉玛依低凝原油,可用于调配多种特殊用油和低凝点润滑油。按赛氏通用粘度(秒)分级。馏分油有一个牌号:60DN、75DN、100DN、150DN、200DN、300DN、500DN、750DN、900DN、1200DN、90DNZ。

项 目	60DN	75DN	100DN	150DN	200DN	300DN	500DN	750DN	900DN	1200DN	90DNZ	试验方法	
												国 内	相当或近 似 ASTM
1. 外观	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	目测 ¹⁾	
2. 颜色	最大 0.5	0.5	1.0	1.0	1.5	2.0	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	GB265	D1500 D445
3. 粘度,mm ² /s	40℃ 8~10 100℃ 报告	13~15 报告	18~21 报告	28~32 报告	38~42 报告	57~61 报告	90~102 报告	135~150 报告	165~180 报告	200~230 报告	16~20 报告		
4. 粘度指数	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	GB267	D92
5. 闪点(开口),℃	最小 140	150	160	165	180	185	195	205	215	225	235		D97
6. 倾点,℃	最大 —50	—45	—40	—35	—35	—29	—23	—18	—15	—9	—4	GB264	
7. 酸值,mgKOH/g	最大 0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.05	0.07	0.1	0.2	GB268	D189
8. 残炭,m%	最大 —	—	—	—	—	0.01	0.02	0.03	0.04	0.35	0.40	GB1884和 GB1885	D1298
9. 相对密度,d ₄ ²⁰	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	GB262	D611
10. 苯胺点,℃	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	GB387	D1552
11. 硫,%	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	SY2677	D3228
12. 氮,%	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告		
13. 碘值,gI/100	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	报告	待 定	

注:将油品注入100毫升洁净量筒中,油品应均匀透明。如有争议时,将油温控制在(25±2)℃下,应均匀透明。