

51630



發動機燃料 潤滑油與液體

上 冊

蘇聯 克·克·伯包克 葉·格·謝米尼多著



燃料工業出版社

2433

PDG

第 二 版 序

本書第一版問世已有五年。在這不算很長的時期內，由於戰後斯大林五年計劃年代裏和偉大的共產主義建設年代裏科學、技術和工業的蓬勃發展，在燃料和潤滑劑的質量和使用方面都有了很大的發展。

本書每章都經過了重新修改，補充了新的材料，並將陳舊的材料全部刪掉。在編寫本書時，作者考慮了那些熱心提出批評的機關和個人給予本書的許多批評和意見。

作者深知，要想對燃料和潤滑劑的用途作出詳盡而全面的闡述，是很困難的，因此，書中只限於探討一些基本問題。

作者對給予本書的各種批評，都是非常歡迎的。

爲了便於使用，本書分兩冊出版。

上冊敘述發動機燃料，下冊敘述發動機潤滑油、潤滑脂和特種液體。

目 錄

第一章 石油	1
第1節 石油的用途	1
第2節 石油化學簡論	6
第3節 石油分類方法	14
第二章 液體燃料工學概論	15
第1節 用石油煉製液體燃料	15
直餾	15
破壞性熱裂化法	16
破壞性熱催化裂化法	20
第2節 用煤煉製液體燃料	26
焦化和半焦化	27
加氫作用	27
用水煤氣煉製液體燃料	28
第3節 航空燃料組成成分的煉製	28
聚合作用和加氫作用	29
烷化作用	31
甲基化作用和脫甲基化作用	33
芳香化	35
異構化	36
第三章 蒸發	37
第1節 液體的沸騰	37
第2節 液體的蒸發	39
靜蒸發	39
動蒸發	41
第四章 發動機中燃料的蒸發	51
第1節 汽化器式發動機中燃料的蒸發	51
進氣管中的蒸發	52
蒸發熱的影響	54

	時間因素對進氣管中燃料蒸發的影響	55
	汽化系統在蒸發方面的缺點	56
	燃料蒸發性對汽化器結冰的影響	56
	汽油馏分對汽化器航空發動機工作的影響	57
	發動機汽缸中未蒸發的燃料成分	59
第 2 節	直接噴油發動機中燃料的蒸發	60
	汽油在汽缸中的蒸發時間	60
	進氣行程中的蒸發	61
	壓縮行程中的蒸發	61
	發動機熱狀態對燃料蒸發的影響	62
	蒸發時間的影響	64
	空氣渦流對蒸發的影響	65
第 3 節	柴油機中燃料的蒸發	67
	蒸發時間與發動機熱狀態	68
	柴油機汽缸中燃料的供給	68
	噴射時燃料的蒸發	70
	蒸發時燃料液滴的受熱	71
	柴油機中空氣的剩餘係數	72
	燃料馏分對蒸發的影響	74
第 4 節	噴氣式發動機中燃料的蒸發	74
	燃料蒸發的條件	74
	霧化和蒸發的單位表面	75
	空氣流中的蒸發	75
	燃燒區內燃料的蒸發	76
	低溫時燃料蒸發性對工作之影響	77
	起動與起動燃料	78
第五章	燃燒	80
第 1 節	燃燒的熱化學	81
	工作混合氣的熱值	83
	燃燒生成物	83
第 2 節	燃料-空氣混合氣的發火	84
	影響發火的因素	85
	工作混合氣的成分	87

第3節	燃料在管和彈中的燃燒	89
第4節	燃燒管中的爆震燃燒	93
	燃燒管中火焰自動加速運動的原因	94
第六章	發動機中燃料的燃燒	96
第1節	火花點火發動機中燃料的正常燃燒	96
	影響燃燒速度和完全燃燒的因素	98
	燃料在發火前的氧化作用	101
第2節	發動機中燃料的爆震燃燒	105
	爆震燃燒的產生	106
	爆震力或爆震強度	107
	爆震的破壞作用	108
第3節	影響發動機中燃燒性質的因素	109
	發動機構造的影響	109
	使用條件的影響	111
第4節	混合氣的過早燃燒	114
	引起混合氣過早燃燒的「熾熱點」	115
	過早燃燒的危險性	116
第5節	燃料在柴油機中的燃燒	116
	決定燃燒特性的燃料性質	117
第6節	渦輪壓縮-噴氣式發動機中燃料的燃燒	123
	燃燒	125
	噴氣式發動機中燃燒的穩定性	127
	積炭的形成	129
	渦輪壓縮-噴氣式發動機的燃料消耗量	132
第七章	液體燃料理化性質的評定	133
第1節	馏分組成	133
第2節	蒸汽壓	135
第3節	密度	136
第4節	實際膠質	138
第5節	感應期	139
第6節	混濁點, 分層點和水點	140
第7節	碘值	141
第8節	有機酸	141
第9節	水溶性酸鹼	141
第10節	銅片試驗	141
第11節	含硫量	142
第12節	顏色和透明度	142

第13節	機械雜質	142
第八章	燃料抗爆性能的評定	143
第1節	概論	143
第2節	辛烷值	144
第3節	用馬達法測定辛烷值(貧油)	148
	混合辛烷值	154
第4節	用溫度法測定抗爆性能	156
第5節	燃料的品度值	159
第6節	十六烷值	168
第7節	評定柴油發動機性能的理化方法	176
	柴油指數	176
	燃燒特性數	177
第九章	汽化器燃料的組成成分	178
第1節	基本燃料	178
	直餾汽油	178
	熱裂化汽油	180
	催化裂化汽油	183
	脫氫汽油	184
	氫化汽油	185
	用一氧化碳和氫合成的汽油	185
第2節	燃料的混合成分	187
	異構烷屬烴	187
	芳香屬烴	193
	乙醇	204
	異丙基醚	206
	丙酮	207
第3節	燃料的添加物	207
第十章	抗爆劑	211
第1節	四乙鉛	212
第2節	乙基液(鉛水)	214
第3節	乙基液的效率	215
	硫化物與鹵化物對乙基液效率的影響	218
	乙基液的作用機理	221
	乙基液的使用性能	222
第十一章	航空和汽車汽化器式發動機用燃料	223
第1節	對航空和汽車汽油的要求	226
第2節	燃料的種類	227

第3節	航空汽油和汽車汽油的腐蝕性	223
第4節	在貯存和運輸中汽車汽油性質的變化	230
第5節	汽車燃料形成積炭的傾向	237
第6節	乙基液汽油	239
	乙基液汽油的穩定性	240
	乙基液汽油的腐蝕性	243
	乙基液成分在發動機汽缸中的分佈	244
	乙基液汽油的燃燒	245
	乙基液汽油的毒害性	247
第十二章	往發動機內噴水消除爆震	248
第1節	噴水的抗爆效率	251
第2節	噴水對發動機工作的影響	254
	噴水對發動機功率的影響	255
	噴水對發動機經濟性的影響	258
	噴水對發動機熱狀態的影響	262
	噴水對發動機的污垢及磨損的影響	263
第3節	水-醇類混合液及其他抗爆液體的噴射	264
第4節	渦輪噴氣式發動機的噴水	237
第十三章	柴油	268
第1節	概論	238
第2節	柴油應具備的條件	270
第3節	決定不斷供給和正常噴霧的燃料的性質	271
第4節	決定正常燃燒的燃料的性質	274
第5節	影響積炭和腐蝕的燃料性質	281
第6節	柴油的種類	285
第十四章	噴氣式發動機燃料	290
第1節	噴氣式發動機用燃料的種類	291
第2節	在低溫時燃料的狀況	294
第3節	燃料對形成氣阻的影響	297
第4節	噴氣式發動機燃料的熱值	298
第5節	在噴氣式發動機中燃料對燃燒效率的影響	299
第十五章	自給噴氣式發動機用燃料	301
第1節	對燃料的要求	305
	根據發動機內燃燒條件對燃料提出的要求	305
	根據使用條件對燃料所提出的要求	310
第2節	自給噴氣式發動機燃料的種類	311
	燃料的分類	311

目 錄

第一章 摩擦与潤滑	319
第1節 摩擦的種類	320
摩擦係數	321
第2節 乾摩擦	321
乾摩擦定律	322
第3節 液体摩擦	323
潤滑劑的流体動力學說	324
边界潤滑及半液体潤滑	330
第二章 潤滑油工學概論	333
第1節 石油潤滑油的製取	335
真空蒸餾	335
潤滑油的精製	338
脫腊	348
脫瀝青	349
第2節 合成潤滑油的製取	350
航空潤滑油的製造	352
工業潤滑油及車用潤滑油的製造	353
第3節 植物油和動物油的製造	354
第4節 矽醚和碳氟潤滑油的製取	356
第三章 潤滑油品質的評定	358
第1節 粘度特性	358
粘度	358
粘度指數	361
粘度-比重常數	364
粘度在使用上的意義	364
第2節 潤滑油的氧化性	367
第3節 潤滑油的熱性能	370
按伯包克法測定熱氧化安定性	371

	發動機中的蒸發性.....	377
	操作溫度和生成膠膜的傾向.....	380
	潤滑油的浮游性.....	389
第4節	腐蝕性.....	395
	腐蝕性的平克維奇測定法.....	395
	酸值.....	396
第5節	潤滑能力.....	397
第6節	磨損直綫.....	399
第7節	檢查指標.....	399
	密度.....	399
	閃點和燃點.....	400
	凝固點.....	401
	灰分.....	402
	潤滑油的殘炭值.....	402
	皂化值.....	403
	碘值.....	404
	色澤和螢光性.....	404
	機械雜質和水.....	405
	水溶性酸類和鹼類.....	406
第四章	潤滑油的基本組分.....	407
第1節	在精製時潤滑油性質的改變.....	408
第2節	烴類化合物的結構對潤滑油的理化性質的影響.....	410
	烴類的粘度特性.....	411
	烴類的密度和粘度-比重常數(BBK).....	415
	烴類的抗氧化安定性.....	416
	烴類的殘炭值.....	419
第3節	石油潤滑油的化學組成.....	420
第4節	潤滑油的化學組成與其性質的關係.....	422
第五章	潤滑油的添加劑.....	430
第1節	粘性添加劑.....	431
	粘性添加劑的特性.....	432
	粘性添加劑對潤滑油的作用.....	443
第2節	降低凝固點的添加劑.....	455

第3節	抗氧化添加劑	458
第4節	抗腐蝕添加劑	460
第5節	浮游性添加劑	466
第6節	改善潤滑油的潤滑性質和增加油膜強度的添加劑	470
第7節	抗沫添加劑	475
第8節	多效添加劑	477
第六章	發動機中的含炭沉積物	482
第1節	膠膜的生成	483
	膠膜的害處	484
	影響膠膜生成的因素	484
第2節	積炭的生成	491
	積炭的危害性	492
	積炭生成的理論	493
第3節	沉澱的生成	497
	沉澱的組成和性質	497
	沉澱在發動機中生成的條件	498
	燃料對沉澱生成的影響	500
	潤滑油對沉澱生成的影響	502
第七章	活塞式航空發動機潤滑油	506
第1節	潤滑油在航空發動機中的工作條件	506
第2節	潤滑油的種類	510
第3節	在冬季用汽油稀釋潤滑油以利於發動機的起動	511
	潤滑油的稀釋方法	513
	經汽油稀釋後之潤滑油的特性	516
	潤滑油被汽油稀釋後對發動機起動的影响	519
	潤滑油被汽油稀釋後對發動機工作的影响	525
	潤滑油被汽油稀釋後的使用特點	531
第八章	渦輪噴氣式發動機用潤滑油	533
第1節	潤滑油在渦輪噴氣式發動機中的工作條件	533
	渦輪噴氣式發動機的潤滑特點	533
	渦輪噴氣式發動機潤滑油系統的構造	534
	潤滑油的工作條件	538
第2節	用於渦輪噴氣式發動機上的潤滑油的種類	540

第九章 汽車和拖拉机用潤滑油	542
第1節 車用潤滑油	542
潤滑油在汽車發動機中的使用條件	542
車用潤滑油的種類及其使用特點	545
各種車用潤滑油在冬季中的使用特性	549
潤滑油的粘度對發動機工作的影響	552
第2節 拖拉机發動機用潤滑油	555
潤滑油在拖拉机發動機內的工作條件	556
拖拉机發動機用潤滑油的種類	559
第3節 汽車和拖拉机的操縱機構及運動機構所用的潤滑油	560
第十章 船舶用潤滑油	562
第1節 船舶柴油機潤滑油	562
潤滑油的使用條件	562
對船舶柴油機油品質的要求	564
第2節 蒸氣透平機油	566
潤滑油的使用條件	566
對透平油品質的要求	268
第3節 活塞式蒸汽機潤滑油	569
潤滑油的使用條件	269
對蒸汽機用潤滑油品質的要求	572
第4節 空氣壓縮機油	573
潤滑油的使用條件	573
對壓縮機油品質的要求	575
第5節 船舶輔助機械裝置用潤滑油	575
潤滑油的性能和用途	575
最重要的品質特性	577
船舶用潤滑油	578
第十一章 潤滑脂工學概論	579
第1節 潤滑脂的概念	579
第2節 烴類潤滑脂的製造	581
第3節 皂基潤滑脂的製造法	582
用成品皂類作稠化劑的潤滑脂的製造法	583
利用雙交換反應獲得皂基的潤滑脂的製造方法	584

	用脂肪的直接皂化而獲得皂基的潤滑脂的製造方法	584
第4節	用無機稠化劑潤滑脂的製造方法	586
第十二章	潤滑脂品質的評定	597
第1節	潤滑脂的機械性能	587
	彈性-塑性	587
	內摩擦	590
	針入度	593
	膠溶体自復性	594
	油膜強度	595
第2節	潤滑脂的理化性質	596
	滴落點	596
	膠体安定性	597
	化学安定性	598
	腐蝕作用	599
	外觀	599
	水分含量	599
	灰分含量	600
	機械雜質含量	601
	游離有机酸和游離鹼的含量	602
第十三章	潤滑脂的分類、牌号及應用	604
第1節	潤滑脂的分類	604
	按潤滑脂功用的分類	604
	按潤滑脂組成的分類	606
第2節	潤滑脂的結構	612
第3節	潤滑脂的商品種類	615
第十四章	冷却液	626
第1節	發動机中冷却系統的用途	626
第2節	用水作冷却液	628
第3節	低冰點冷却液	633
第十五章	防凍液体	646
第1節	对防凍液体的技術要求	646
第2節	乙 醇	648

第3節	酒精-甘油防凍液	654
第十六章	液壓系統用的液體	659
第1節	液體的工作條件和技術上的要求	661
第2節	飛機液壓系統的液體	666
	酒精-甘油混合液	666
	以石油作基礎的液體	668
	汽車液壓制動系統用的液體	669

第一章 摩擦与潤滑

任何一种發動机和机器若離開潤滑劑便不能進行工作。發動机或机器內的潤滑油可以防止金屬間的摩擦，从而減低零件的磨損和消耗在摩擦上的功率損失。若对每一具体類型的發動机或机器所使用的潤滑油的选择愈適當，則可愈加降低其磨損和愈加延長其使用期限。

爲了正確地選擇和使用潤滑油，必須了解摩擦与潤滑的基本原理，了解潤滑油的操作條件，了解潤滑油的品質和成分（与原料及其生產技術有關），並須了解潤滑油的品質及成分在發動机和机器工作時可能發生的變化。

用於內燃机中的潤滑油必須保證下列幾點：

1. 減低摩擦零件的磨損和防止这些零件發生阻滯現象；
2. 減低消耗在摩擦上的功率損失；
3. 冷却發動机的燒熱零件；
4. 封閉活塞環圈；
5. 防止發動机零件的腐蝕。

潤滑油在發動机中受着高溫和高壓的作用，並与各种金屬相接觸和經常与空氣中的氧相接觸。

因此，潤滑油便發生深度的變化，而生成各种炭沉積物（積炭、膠膜等），將發動机弄污並給發動机帶來極大的危害。質量好的潤滑油，不但能完成本身的任務而且要不使發動机弄污。

根據發動机類型及其操作條件的不同，对各种潤滑油还分別提出了一系列的特殊要求。例如，某些種類的潤滑油在低溫時應具有很好的流動性，和不發生起沫現象等。

在对潤滑油品質所提出的全部要求中，最重要的就是与發動机內的摩擦、發動机內炭沉積物的生成及零件的腐蝕有關的要求。

第1節 摩擦的種類

當一物體沿另一物體的表面移動時就會產生摩擦，即產生一種阻止其運動的力。

在許多情況下，摩擦是有用的。當人行走時就利用了鞋底與地面間所發生的摩擦力。當火車沿鐵軌運動時、汽車和坦克在路上行駛時、輪船在水面運動時均須要摩擦力。各種制動機械的裝置也都是以利用摩擦力為基礎的。雖然摩擦力在很多情況下是有利的和必須的，但是當完成任何功時，在將一種能量變為另外一種能量（例如將熱能變為機械能）時，摩擦力則是非常有害的。因為克服摩擦力要消耗一部分能量，有時甚至要消耗相當大的一部分能量。

衆所周知，摩擦的種類是多種多樣的。第一，摩擦可分為靜摩擦和動摩擦二種。動摩擦又分為滾動摩擦和滑動摩擦二種。而滑動摩擦又可分為四種：乾摩擦，液體摩擦，半液體摩擦和邊界摩擦。

使物體開始運動所消耗的力量要大於在以後使物體保持運動狀態所需的力量。欲使靜止物體從一地移動時所須克服的阻力稱為靜摩擦或靜止摩擦。靜摩擦永遠大於動摩擦。

當一物沿另一物體滑動時，若二物體的表面在一定的面積上相互接觸，則這時所發生的摩擦稱為滑動摩擦或第一類摩擦。例如，在地上拖拉木材時的摩擦，軸在軸承中的摩擦，活塞在汽缸中的摩擦均為滑動摩擦。

當圓形或球形的物體沿另一物體（二者以一點或一直線互相接觸）的表面滾動時所發生的摩擦稱為滾動摩擦或第二類摩擦。例如，車箱輪和鐵軌間的摩擦，滾珠軸承和滾柱軸承中的摩擦均為滾動摩擦。滾動摩擦約為滑動摩擦的 $\frac{1}{10}$ ，有時為 $\frac{1}{100}$ 。

這些比較關係只有在乾表面間的滾動摩擦與滑動摩擦相比較時才是正確的。換言之，即是在研究乾摩擦時，即當一固體沿另一固體運動而在二者之間沒有潤滑劑存在時才是正確的。

当二摩擦零件間塗有一層潤滑物質時，則完全是另外一種情形。這時，在一定的條件下滑動摩擦甚至可能小於滾動摩擦。

摩 擦 係 數

摩擦的數量特性可用摩擦係數來表示。摩擦力 F 与摩擦零件上的載荷 P 間的比例稱為摩擦係數 f ，即 $f = \frac{F}{P}$ 。

在大多數情況下，摩擦力小於摩擦零件上的載荷，因此所得的摩擦係數多小於 1（見表 1）。

各种摩擦的摩擦係數範圍

表 1

摩 擦 的 條 件	摩 擦 係 數 範 圍
滑 動 摩 擦	
乾摩擦	0.1 — 0.5 或更高
边界摩擦	0.01 — 0.1
液体摩擦	0.001 — 0.01
滾 動 摩 擦	
對於滾珠軸承中的	0.001 — 0.005
對於滾柱軸承中的	0.002 — 0.007

摩擦係數愈小，則消耗在摩擦上的功率損失便愈小，而該摩擦部件的操作條件便愈好。

粗糙表面的摩擦係數大於光滑表面的摩擦係數。堅硬和光滑表面的摩擦係數小於柔軟和粗糙表面的摩擦係數。

第 2 節 乾 摩 擦

如前所述，在未塗潤滑劑的摩擦表面間所發生的摩擦稱為乾摩擦。

若把經過仔細磨光和看來十分光滑的表面放在顯微鏡下觀察時，就可看出這些表面是很粗糙的。在這些表面上可看到各種奇形怪狀的凸出部和凹部。

隨着表面加工的精度的不同，其粗糙度亦各異。表面上的刀痕高度(粗糙度，即凸起與凹陷間的最大高度差)，對於經過精加工的零件等於200—50微米，對於磨製零件為10—5微米，對於精磨零件為5—0.5微米，對於磨光零件為1.0微米；超級精加工可使粗糙度降低至0.02—0.03微米。

當一物體沿另一物體的表面滑動時，極微小的凸出部互相撞碰而阻滯運動的進行。此外，摩擦表面的個別點特別接近，以致在這些接觸的地方發現有分子引力的相互作用。下列實驗即為分子引力相互作用的明顯例子：將一磨光的光滑金屬板放置於另一光滑金屬板上時，則二者互相吸住，好像磁石吸住鐵一樣，因此若想使二者互相分離，則須用一定的力量。

所以發生乾摩擦的原因，一方面是由於凸起的機械嚙合作用，而另一方面是由於在個別的接觸點間分子引力的相互作用。

在滑動過程中摩擦表面間的接觸點在不斷地改變着。當一乾物體沿另一乾物體滑動而發生摩擦時，必然會有三種現象發生：第一，要消耗一部功率來克服摩擦；第二，放熱，而使物體的摩擦表面變熱；第三，摩擦物體發生磨損。

功率的消耗、放熱和摩擦表面的磨損這三種不可分離的現象，不僅在乾摩擦時發生，而在所有其他種類的摩擦（這些摩擦將在後面討論）時亦要發生的。由於摩擦條件和摩擦種類不同，此三種現象中的每一種都可能非常大，而有時亦可能小得僅僅能夠發現。

但是在滑動乾摩擦時，功率的消耗，放出的熱量和摩擦表面的磨損均為最大。

乾 摩 擦 定 律

庫倫確定了：在任何情況下，乾固體互相滑動時所產生的摩擦均可用下列公式表示之：

$$F = A + fP,$$

式中 F ——摩擦力；