

国外润滑脂

[苏联]B·B·西尼成編

张澄清 王正国譯

中国工业出版社

本书介绍了美国、英国、法国、西德、印度和其他资本主义国家润滑脂的生产和使用规模，近代的润滑脂标准和规格对润滑脂质量和品种的要求。阐述了国外润滑脂的实验室和台架试验方法。研究了国外润滑脂的品种。列述了有关航空、汽车、纺织、冶金和其他工业用的润滑脂以及用于原子能、火箭等新技术部门的润滑材料的组成、性质和使用意见。

本书可供与润滑脂生产、应用和研究有关的石油、化学、汽车及其他工业部门的专业人员使用。

В.В.СИНЦЫН
ЗАРУБЕЖНЫЕ ПЛАСТИЧНЫЕ (КОНСИСТЕНТНЫЕ)
СМАЗКИ

Химтехиздат Москва—1963

国外润滑脂

张澄清 王正国 译

石油工业部石油科学技术情报研究所图书编辑室编辑 (北京北郊六铺炕)

中国工业出版社出版 (北京佟麟阁路10号)

北京市书刊出版业营业许可出字第110号

中国工业出版社第三印刷厂印刷

石油工业部石油科学技术情报研究所发行 (北京北郊六铺炕)

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ · 印张 $4 \frac{1}{16}$ · 字数 99,000

1965年11月北京第一版 · 1965年11月北京第一次印刷

印数0001—2,840 · 定价(科四)0.50元

统一书号: 15165 · 4155 (石油-377)

目 录

国外的塑性潤滑脂	1
生产規模	1
国外塑性潤滑脂的主要类型	4
皂基潤滑脂	5
烃基潤滑脂	6
无机潤滑脂	6
有机潤滑脂	7
潤滑脂的生产工艺	10
間歇生产过程	10
連續生产方法	18
現代化潤滑脂工厂	21
潤滑脂的包装容器	26
塑性潤滑脂的主要应用部門	31
潤滑脂质量的評价方法	33
容积-机械性能和抗擦伤性能	34
安定性、抗腐蚀性能和防护性能	39
潤滑脂組分和杂质含量的測定	51
控制质量的台架方法	59
潤滑脂的規格和标准	74
国外潤滑脂的品种	96
参考文献	122

国外的塑性潤滑脂

塑性潤滑脂通常称为潤滑脂，在性质上与液体潤滑油根本不同。由于固体稠化剂的存在，形成了能保持住液体潤滑油的空間骨架，它們在低負荷下宛如固体。塑性潤滑脂能保持自己的形状，在垂直表面上不流失，并可保持在敞开的以及密封不良的摩擦部件和机械上，以及运行的零件上。但是，当負荷增高时，潤滑脂如同粘性液体一样，发生形变（流动）。潤滑脂的这些特点，决定着它們作为抗摩、防护和密封潤滑材料的基本使用场合。

生 产 规 模

在主要的資本主义国家里，塑性潤滑脂的生产規模約为数万吨乃至数十万吨。表 1 列有某些欧洲国家潤滑脂的生产量、出口

1959年欧洲潤滑脂的产量、出口量和进口量 表 1

国 家	专门生产潤滑脂的工厂数	有潤滑脂車間的工厂数	年 产 量 吨	进 口 量 吨	出 口 量 吨
英 国	5	8	40600	2300	20300
西 德	40	13	48200①	9300	5600
法 国	4	8	30300	4500	900
荷 兰	3	—	24200	820	22200
意大利	30	—	13600	—	230
比利时	9	10	5200	2090	820
瑞 士	4	3	3000	770	45
丹 麦	1	3	2700	450	1350
瑞 典	3	—	1500	4000	90
芬 兰	1	—	1100	500	—
挪 威	—	1	350	1600	—
共 計	100	46	170750	26330	51535

① 数字已作修正〔13〕。

量和进口量^[1,2]。英国、西德和法国的潤滑脂生产水平大致是相同的。令人注意的是，英国潤滑脂的出口量很大，而进口量却很小，英国和荷兰的潤滑脂主要是向欧洲以外的国家出口。

荷兰和英国的潤滑脂生产集中于少数企业内。文献里記載着英国生产潤滑脂的主要公司的一覽表^[117]。在西德，特别是在意大利，潤滑脂的生产很零散，而且是在許多小型工厂内进行的^[1]。国外近代塑性潤滑脂工厂的能力每年达7,000—40,000吨^[3-9]。例如英国在曼彻斯特的工厂年产20,000吨^[6]，美国国际潤滑公司的工厂年产40,000吨^[7]。然而，这种大型工厂究属少数。在一般资本主义国家里，包括欧洲的资本主义国家在内，潤滑脂工厂都是年产数百吨的中、小型厂^[1,3-9]。除了建設規模有限的新潤滑脂工厂外^[1,3,5,8]，对设备和工艺过程进行定期的改装，可使老厂在技术上保持现代化的生产水平，并使其产品品种得到更新^[96,97]。

根据美国潤滑脂协会 (NLGI)^[12] 的調查，美国潤滑脂的年产量 (表2) 不超过300,000吨 (有20—25%的公司的产量未統計在内)。在美国，潤滑脂一般不仅是指塑性潤滑脂，而且也包括液体传动潤滑油 (齿輪油类)。因为潤滑脂和传动潤滑油都按重量出售，而机油和其他潤滑油則按体积出售。按照美国潤滑脂协

美国和加拿大塑性潤滑脂和传动潤滑油的生产量 表2

潤 滑 材 料	年 产 量, 吨			
	1957	1958	1959	1960
塑性潤滑脂				
美国	263500	243000	264000	248000
加拿大	—	14800	14500	15200
传动潤滑油				
美国	218000	224000	230000	246000
加拿大	—	14500	11300	19300
塑性潤滑脂和传动潤滑油总和				
美国	481500	467000	494000	494000
加拿大	—	29300	25800	34500

会的資料^[12]，潤滑脂和傳動油的年產量約為 500,000 噸^[14,15]。因此估計美國潤滑脂的實際年產量約為 350,000 噸。美國的潤滑脂出口量約占其生產總量的 15%^[14,15]。

表 3 列有某些歐洲以外國家的潤滑脂生產量。

南美洲國家、日本和澳大利亞的潤滑脂生產量和進口量 表 3

國 家	專門生產潤滑脂的工廠數	有潤滑脂車間的工廠數	潤滑脂年產量 噸	進 口 量 噸	年 份	參考 文獻
阿 根 廷	—	4	12600	—	1959	[1]
巴 西	3	5	10500	135	1959	[1]
哥倫比亞	—	1	3000	—	1959	[1]
智 利	—	4	2200	1300	1959	[1]
秘 魯	1	—	1600	—	1959	[1]
烏 拉 圭	—	2	630	—	1959	[1]
日 本	—	—	25000	—	1956	[10]
澳大利亞	—	—	10000	—	1954	[11]

雖然缺乏許多資本主義國家塑性潤滑脂生產量的數據，但可以假設，資本主義國家潤滑脂的年產量約為 600,000—800,000 噸。

表 4 列出美國生產潤滑脂的公司數目^[12]。按照貿易部的數據^[14]，美國生產潤滑脂的公司有 115 家，其中包括調和和包裝成品潤滑脂的公司。

美國各公司潤滑脂生產量的分布情況

表 4

潤 滑 脂 年 產 量, 噸	公 司 數		
	1957	1958	1959
450噸以下	11	9	9
450—2250噸	14	12	17
2250噸以上	23	26	24
共計	48	47	50

美國制脂裝置約有 400 個。日本有 23 家公司的工廠生產潤滑脂，其中 3 家公司的生產量占 1955 年潤滑脂總產量的 43%^[10]。美國和其他資本主義國家有相當大量的小公司從事於塑性潤滑脂

生产。

潤滑脂生产的动向与潤滑油生产的关系很值得注意。日本从1950年至1956年,潤滑脂的产量由9,400吨增加到23,000吨,增加一倍多。而潤滑油和潤滑脂的产量的比例却几乎固定不变^[10、15]。图1示出美国在1927—1958年期间潤滑油产量(M)和潤滑脂(C)包括传动潤滑油在内的产量的增长情况^[14、15]。在最近30—35年,美国潤滑脂的产量約增加两倍。近年来,潤滑脂的产量已趋于稳定(見表2)。潤滑脂产量的绝对值約增加一倍,塑性潤滑脂(包括传动潤滑油在内)在其他潤滑材料中的份額由4%增加至8%。

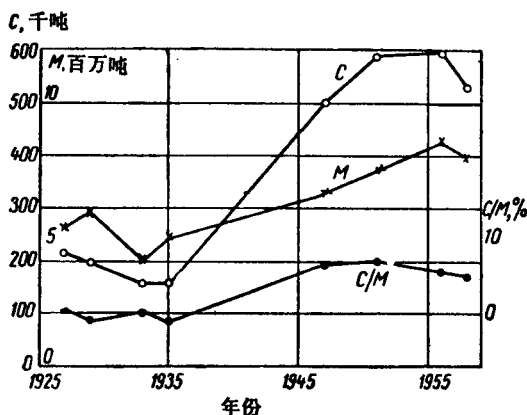


图1 美国潤滑脂(C)和潤滑油(M)的产量动向

国外塑性潤滑脂的主要类型

塑性潤滑脂按其稠化剂的性质来分类,因为潤滑脂的性质及其使用范围多半由稠化剂来决定。各类潤滑脂均按其稠化剂命名,例如鈣基潤滑脂、鋰基潤滑脂、硅胶潤滑脂是分别以鈣皂、鋰皂和硅胶加工产品稠化而成的。塑性潤滑脂按其所用之稠化剂可分成四种主要类型:皂基、烃基、无机型和有机型。

皂基潤滑脂

国外在潤滑脂生产时，大都使用天然脂肪中的高級脂肪酸皂作为稠化剂。美国有85%皂基潤滑脂是用动物脂肪（牛脂、羊脂等等）制成。有一小部分使用植物油（約10%）、魚脂和海生动物脂〔18,19,41〕。除了天然脂肪外，美国还使用由脂肪分离而得的脂肪酸。在脂肪酸总需要量181,000吨中，有11,500吨用于潤滑材料的生产，即相当于80,000—100,000吨潤滑脂〔94〕。当然，可能有一部分脂肪酸用于制取其它类型的潤滑材料，因此，上述数据显然是只限于生产脂肪酸塑性潤滑脂的最大值。在美国虽然有許多合成脂肪酸潤滑脂的配方获得专利〔20〕，但是在塑性潤滑脂实际生产中并未利用合成脂肪酸。

其它国家也是主要利用天然脂肪。但德意志民主共和国和西德例外。由于德国脂肪缺乏，还在第二次世界大战期間，合成脂肪酸的年产量就达60,000吨，其中大部分都用于生产塑性潤滑脂〔72〕。目前，德意志民主共和国和西德仍广泛使用合成脂肪酸来制取皂基潤滑脂〔21—25〕。中国〔26,27〕和羅馬尼亚〔28〕也生产合成脂肪酸皂基潤滑脂。

皂基潤滑脂由鈣皂、鈉皂、鋰皂或鋁皂稠化潤滑油而得。鉛皂、鋅皂、鋇皂和其它金屬皂使用較少。已經有用两种和两种以上的混合皂制成的潤滑脂〔29〕。

鈣基潤滑脂 苏联通称为索里多尔，国外还叫杯脂、压枪脂。它們用被水稳定的鈣皂稠化石油潤滑油制成。由于水是这类潤滑脂必要成分，因此索里多尔不能在接近100°C的溫度下使用。索里多尔的最大优点是抗水性和胶体安定性好。它們差不多在所有近代技术部門的各种設備上都得到最广泛的应用，但其操作溫度不能高于70—80°C。

近年来，用复合鈣皂稠化而得的不含水的潤滑脂在国外已开始采用〔29—35〕。这种潤滑脂具有熔点高（200°C以上）等許多优点。

除了鈣基以外，已經知道的還有以高級脂肪酸皂和低分子有機酸鹽類或無機酸鹽類制得的複合皂基潤滑脂。據報導，美國複合皂基潤滑脂已占皂基潤滑脂產量的25%〔223〕。

鈉基潤滑脂 鈉皂有高的熔點，因此適用於比索里多爾更高的溫度（大致為120—150°C）。它的主要缺點是抗水性不好。目前，國外正在進行改善鈉基潤滑脂抗水性、熱穩定性及其他性能的研究工作〔29〕。

鋰基潤滑脂 有良好的使用性能，這是因為它的熔點高和抗水性好。在美國和某些其他國家，鋰基潤滑脂基本上作為多用途、多效能的潤滑脂，它們適用於各式各樣的機械，例如汽車的全部摩擦部件。過去製備鋰基潤滑脂使用硬脂酸鋰皂，目前用羥基硬脂酸（氫化蓖麻油）和菜籽油皂，因而其機械安定性大大提高〔29、36—39〕。

鋁皂、鋇皂、鎂皂、鉛皂等稠化的潤滑脂，國外採用的數量很少。按其性質（熔點、抗水性），鋁基潤滑脂同鈣基潤滑脂相近，鋇基潤滑脂和鎂基潤滑脂同鋰基潤滑脂相近。鉛皂可用以改善鋰基及其他皂基潤滑脂的抗擦傷性能〔18、29、52〕。

烴基潤滑脂

固體烴類如石蠟和地蠟以及在石油潤滑油脫蠟時所得的石油脂，可作為生產防護抗蝕潤滑脂用的稠化劑。這種潤滑脂常稱為凡士林。在國外，這種潤滑脂應用很有限〔18〕，而已大量使用專門的防護覆蓋物，即溶在揮發性溶劑內的固體烴，將它塗在金屬零件上防止零件腐蝕。在西德防護烴基潤滑脂的使用較為普遍〔13〕。然而烴基潤滑脂到目前仍不失去其使用價值。

無機潤滑脂

用特制的無機產品稠化潤滑油，可製出具有高度熱安定性、抗原子核輻射安定性和其他特性的塑性潤滑脂。由於價格高及其他原因，到目前為止，主要是在皂基或烴基潤滑脂不能使用的情

况下才使用无机潤滑脂。可以指出，最便宜的无机潤滑脂即膨潤土潤滑脂，目前还比鋰基脂貴 10—15%〔95〕。塑性潤滑脂生产上应用最多的无机稠化剂是硅胶和膨潤土。云母、石棉、硅酸盐、亚硫酸盐、醇化物、磷酸盐和各种金属氧化物和氢氧化物等，則很少采用〔18、29〕。

有机潤滑脂

在潤滑脂生产中，用下列的有机合成产物作为稠化剂：酞醑和阴丹士林染料、脲素衍生物、高聚化合物、胺基衍生物、氨基酚、纖維素、酞酐、醇化物、酞酸盐类和其他有机酸（非碳酸）等〔18、29〕。有机潤滑脂的应用范围仅限于只有在不能使用一般潤滑脂的特殊苛刻条件（高温、抗原子辐射等等），才使用有机潤滑脂。目前美国的无机和有机潤滑脂估計有一百多种〔211〕。

汽車底盘摩擦部件使用特殊类型的增稠潤滑脂〔93〕。这种潤滑脂經常是在粘稠潤滑油內加入少量鋰皂而形成的，具有液态流动特性，因而易于压送至摩擦部位。但是在剪力作用下压送时，增稠潤滑脂具有剪切强度极限，并可轉化成普通潤滑脂，使它持留在非密封式摩擦部位上。

从表 5 列举的数据可看出各类潤滑脂的相对产量及其主要发

主要塑性潤滑脂产量的相对百分数

表 5

潤滑脂 类 型	美 国				加 拿 大			日本	其他国家的平均数据	每公斤潤滑脂的平均价格分
	1957年	1958年	1959年	1960年	1958年	1959年	1960年			
鈣 基	37.61	33.56	34.50	35.69	53.88	53.80	54.38	53	50—60	10—30
鋰 基	27.58	34.07	34.82	36.08	7.51	11.01	15.32	0.1	10—15	25—55
鈉 基	22.15	21.21	19.63	16.85	29.38	26.55	21.09	7.4	20—30	12—30
鋁 基	4.66	3.97	3.74	3.67	0.88	3.94	2.06	6.0	5—10	12—25
其他皂基	4.93	3.72	3.46	3.28	4.97	4.56	4.37	—	3—4	—
无机基和有机基	3.07	3.47	3.85	4.43	3.38	0.14	2.78	33.5①	—	—

① 瀝青潤滑脂。

展趋势。表中还示出了以矿物油制成的主要皂基潤滑脂的平均价格〔12、36〕。

在美国，鋰基潤滑脂和鈣基潤滑脂的用量最大，但鋰基潤滑脂的产量逐渐上升，而鈣基潤滑脂則下降。鋰基潤滑脂所以被广泛使用，因为它具有抗水性，而且熔点高。它們不仅在航空上获得广泛使用，而且也可作为多用途潤滑脂用于汽車、农业机械和工业机械的全部摩擦部件上。

1952年鋰基潤滑脂的消耗分配如下：汽車和軍用武器——51%，农业——22.2%，工业——26.5%〔40〕。1951—1953年，鋰基潤滑脂产量增高特別迅速（分别为100、140和156%）。近年来鋰基潤滑脂产量增长的速率降低，显然，这与下列三个因素有关：多用途潤滑脂的需要已得到滿足；由于改进了潤滑脂的质量以及在汽車結構上运用了非潤滑式的塑料軸承，使潤滑脂总消耗量縮減；复合鈣基潤滑脂的出現。复合鈣基潤滑脂的使用性质大大优于通用鈣基潤滑脂（索里多尔）。因此可以預料，美国生产的鈣基潤滑脂的比重会有所提高。

继鋰基潤滑脂和鈣基潤滑脂之后，鈉基潤滑脂在美国占第二位，但其产量近年来逐渐縮減。鋁基潤滑脂和其他金屬皂等（鉛皂、鋅皂、鋇皂等）的潤滑脂应用較少，且产量显著縮減〔40〕。

无机和有机潤滑脂（在国外文献上称为非皂基潤滑脂）的产量暂时还不大，主要是因为价格貴。但是由于机械操作条件苛刻的关系，对潤滑脂的质量要求不断提高，因而需要扩大非皂基潤滑脂的产量。可以推测，在最近几年內，它在潤滑脂产量中的份額将达10—20%〔41、98、211〕。

至于用作防止金屬零件和机械在儲存时腐蝕的烴基潤滑脂，国外文献中几乎没有这方面的数据〔18〕。显然，这是因为油封型塑性潤滑脂，已被其他类型的防护覆盖物如溶于揮发性溶剂內的固体烴或浸有揮发性緩蝕剂的特种包装紙等所代替。而在西德，烴基潤滑脂产量却占塑性潤滑脂总产量的10—11%。

应当指出，其他国家潤滑脂的生产結構和应用情况跟美国不

同。在其他国家，钙基润滑脂在润滑脂产量中占主要地位。如在英国它占总产量的75%〔45〕，日本占53%〔10〕，波兰占80%〔46〕，加拿大占54%〔12〕。其次是钠基润滑脂和锂基润滑脂，其他类型润滑脂的产量很少。

到目前为止，99%以上的润滑脂都是用石油润滑油制成的〔42〕。润滑脂生产中主要用低粘度和中粘度的选择精制馏出润滑油，很少用硫酸精制的馏出润滑油。

为了制取适用于不同气候地区（北极区、热带区）的多效能润滑脂，使用37.8°C粘度为10—18厘沱的润滑油很成功〔218〕。经常使用的是37.8°C粘度为65厘沱的润滑油〔48〕，有时也用残渣润滑油，甚至用半渣油〔18〕。合成润滑油制造的润滑脂数量很少（0.1%），其中以双酯（占0.07%）和聚硅氧烷（0.01%）使用较多。此外，还用氟碳、聚烯烃乙二醇、聚苯醚等生产润滑脂〔18、29、41〕。

合成润滑油的润滑脂的生产受到价格高的限制，例如，石油润滑油、聚烯烃乙二醇、双酯、聚硅氧烷和氟碳的价格比例约为1:15:30:200:1000〔15、111〕。应当指出，合成润滑油制备的润滑脂具有极为宝贵的性质，因而在某些复杂的使用条件下它们乃是唯一可用的材料。例如，氟碳润滑脂同强氧化剂（硝酸和硫酸等）和其他侵蚀性介质接触时，具有高度化学安定性〔43、113〕，聚硅氧烷润滑脂能用于宽温度范围内。此外，聚苯醚润滑脂不受离子辐射作用的影响〔110〕。可以推测，由于对润滑脂质量要求的提高，合成润滑油在润滑脂生产上的应用将不断增长，因此合成润滑油的产量也会有所增加。1958年美国合成润滑油产量为37,850吨，1965年预计将增至260,000吨〔111〕。

为了改善各类塑性润滑脂的性质，大量使用抗氧化剂、抗腐蚀剂、抗擦伤剂、提高抗水性和附着性的添加剂等。在美国塑性润滑脂生产中添加剂的总消耗量为2,720吨，大约相当于润滑脂产量的0.7—1.0%〔44〕。考虑到润滑脂的添加剂用量较少（一般在1%以下），估计美国及其他资本主义国家所生产的全部润

滑脂都含有添加剂。

抗氧化添加剂的意义最大。一般用胺和酚的衍生物(苯基 α -萘胺、苯二胺、4-叔丁酚、二叔丁基对甲酚)，二硫化氨基甲酸鋅和二-十二烷基硒化物等作为抗氧化剂。作为抗腐蝕添加剂的有游离脂肪酸及其皂类和某些胺类。抗擦伤和抗磨損添加剂一般用磷、硫或氟的化合物。从前常用鉛皂来改善抗擦伤性能。提高抗水性的添加剂主要用在无机稠化剂制造的潤滑脂內。为了使膨潤土或硅酸的表面憎水，用聚硅氧烷、高級醇、聚苯乙烯等处理。改善潤滑脂的粘着性，則需使用聚异丁烯、橡胶和某些其他聚合物。

提高潤滑脂的抗离子輻射安定用的添加剂，有带游离基的化合物(例如，二烷基硒化物)和某些环状化合物(十环烴、二苯基嵌二萘等)〔212〕。

潤滑脂的生产工艺

新型潤滑脂的出現(无机稠化剂、复合皂基等制备的潤滑脂)，使生产工艺过程更加多样化。例如，用顏料稠化的潤滑脂，其稠化剂的制备是一种典型的有机合成过程，而与潤滑脂的常规制造方法完全不同。本书不可能研究新型潤滑脂的全部制备方法，仅能涉及国外潤滑脂生产的发展趋势。C.J. 波納尔的专著〔18〕詳細描述了国外潤滑脂生产的主要工艺流程及所用設備(在1953年)，因而本书主要注意較新的資料。关于国外潤滑脂現代生产工艺的一些报导記載在某些著作中〔142〕。

間歇生产过程

到目前为止，在潤滑脂的生产过程中采用間歇法的仍多于連續法〔18、144—146〕。尽管連續操作方案早在三十年代初期就已提出〔147〕，但在近年来新建的完全現代化工厂中〔145、192〕，生产工艺流程仍規定用間歇操作裝置。显然，采用間歇操作装

置，不仅是因为投资少，而且是因为生产过程管理上灵活，这对于产量少、品种多的润滑脂工业特别重要。

加强脂肪原料皂化、稠化剂分散和润滑脂冷却等过程，可提高间歇操作装置的每个单位设备体积的生产能力。原料的计量和装料、成品润滑脂的均匀化和包装等辅助过程的自动化和机械化具有很大意义。在埃索公司制脂装置上所使用的新式 Stratco 接触器中，制皂过程约 30 分钟，制备钙基润滑脂的生产周期为 1.5—2.0 小时，而钠基润滑脂为 2—3 小时〔217〕。

大多数润滑脂的生产过程包括下述典型的工序：原料计量、稠化剂的制备、稠化剂与润滑油的混合、冷却、均匀化、脱气和包装。润滑脂制备程序示于图 2。当然，根据润滑脂的类型，其中某些工序可以免除或者合并。例如，在炼制皂基润滑脂时，皂的制备工序和皂与润滑油的混合通常合并为一道工序，因为脂肪的皂化是在制脂的过程中直接在润滑油介质中进行的。

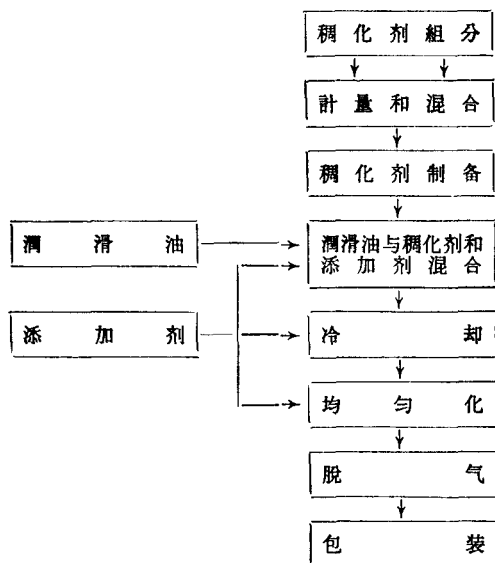


图 2 润滑脂生产工序

在潤滑脂生产中，原料大多是按重量計量的，只有矿物潤滑油或合成潤滑油是按体积計量的。其余的組分用一般的或者自动的計量秤計量，然后再送入釜內。向釜內加入粉末状材料（石墨、鋅粉等等）时采用气动輸送〔148〕。

某些稠化剂和其它組分（硷类），为便于使用、运送和計量，預先經過專門处理或者包装在特种容器內。已經提出〔149〕，将憎水物质涂在磨細的金属氢氧化物粒子表面上。胶囊状的硷粒在潤滑油中呈易移动的浆状，易于运送和計量。有一份美国专利〔150〕提到，可以将用聚乙烯袋包装的硷类装入制脂釜中，聚乙烯熔解后可起到提高潤滑脂机械安定性添加剂的作用。

无机潤滑脂生产中，不仅用微細分散的粉状稠化剂，而且也用粉末物料与5—30%潤滑油压制成的片状稠化剂〔151〕。这种片状物的单位体积重量比原来的粉状物大二倍，因而使稠化剂的应用方便一些。

在潤滑脂生产中，稠化剂的制备是主要工序之一。其实，許多稠化剂（硅胶，膨潤土及其加工产品，芳基脲类，顏料，炭黑等）是化学工厂生产的，它們进入潤滑脂工厂时已是成品。尽管这样，到目前为止，直接在制脂过程中制取皂和其他类型的稠化剂，仍是潤滑脂生产中的主要工序之一。

此外，制脂过程中成品皂基稠化剂的使用正逐漸減少〔41〕。

皂的制备以及随后的某些生产工序通常是在制脂釜內进行的。現代化制脂釜的容量已达16吨，有的更大些〔145、152、153〕。制脂釜的结构是一种圓底的圓柱形。

在許多情况下，制脂釜是用直火加热的〔153〕，尤其是用有溫度調节器之煤气燒嘴〔154〕。生产索里多尔型潤滑脂时，用有蒸汽盘管的制脂釜，但多半用热载体加热的制脂釜〔3、153、155、156〕。热载体用电热器預热〔157、158〕。Wavely公司〔210〕用的制脂釜，容积达8300升，装有分段加热器。有时潤滑脂或其組分是經過外部預热器循环加热的〔18、155、191〕。

强化攪拌已受到很大注意。現代化的制脂釜攪拌器的传动功

率达200馬力〔19〕。用双速电动机和多級減速器能改变潤滑脂的攪拌速度。为了确保必要的攪拌和避免潤滑脂粘附在攪拌器叶片上，就需装备刮刀；利用彈簧或攪拌的潤滑脂使刮刀压向釜壁。有时制脂釜是与均匀化器相联的〔166〕。釜上装有快开人孔，人孔上有液压传动装置、必要的管接头、溫度測量装置及其他控制仪表。图3和图4示出 Struthers Wells 公司〔215、216〕生产的現代化制脂釜的外貌和結構。制脂釜中装有双向攪拌器，由装在釜頂的两台电动机带动。

釜下部的輔助攪拌装置装有按切綫方向排列的叶片，用另一台电动机带动。图4箭头表示潤滑脂在釜內制备时的循环綫路。完善的攪拌系統能大大縮短制备潤滑脂的时间（30—80%）和提高劳动生产率。釜的特点在于人孔盖的液压传动系統和热载体循环用的上下两部分开的两个衬套。制备潤滑脂时，广泛使用加压釜。

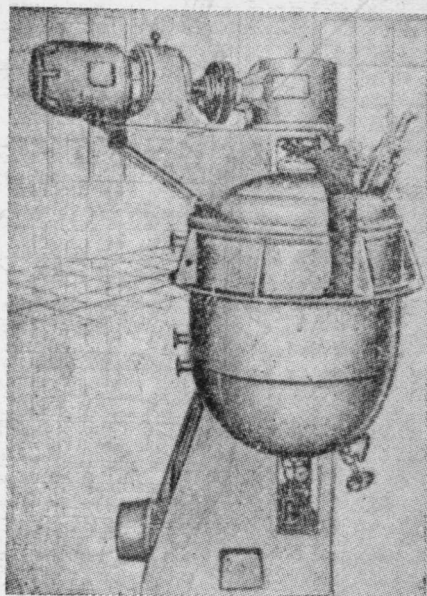


图 3 現代化制脂釜的外貌

装有混合器的加压釜有

时也称为接触器，最为熟悉的就是 Stratco 接触器。通常在接触器內制备皂基，用潤滑油稀释皂基則在单独的釜內进行。

在用成品稠化剂的情况下，稠化剂与潤滑油是在类似上述制脂釜內进行混合的，混合过程也可在均匀化器內进行。为了改善某些稠化剂在潤滑油中的分散情况，可以使用分散添加剂。

潤滑脂的冷却很大程度上决定着它的使用性能。改变冷却速度可以显著地改变潤滑脂的結構，从而相应地改变其性质。从前

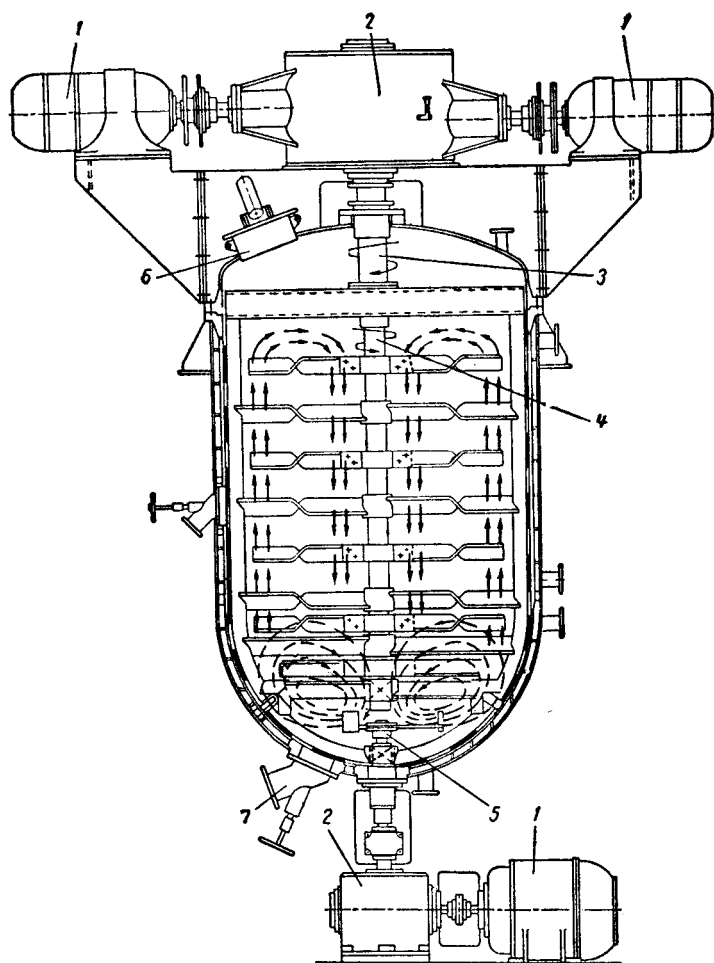


图 4 制脂釜的示意图

1—电动机；2—减速器；3—外搅拌器；4—内搅拌器；5—辅助搅拌器；6—带有液压传动的人孔；7—放脂管