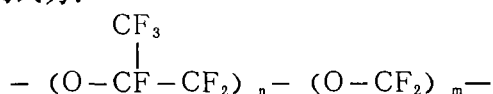


新型的真空泵油—Fomblin Y-Vac

张景钦 编译

蒙特爱迪生集团公司是意大利首屈一指的大公司，也是世界上最大的化学工业公司之一。该公司经营 101 家工厂，其中 16 家设在国外，雇员 16 万 5 千人。该公司生产的 Fomblin Y-Vac（商标号）泵油具有许多独特的性质。

Fomblin 油是由碳、氟和氧组成的化合物，它不含氢（含于石油分馏油和多苯基醚油中）和硅（含于硅油中），其链结构式为：



Fomblin 油当其蒸汽递降时，不会使表面有任何的污染反应，既不会生成碳氢化合物和氢，也不会生成硅化物。该油与大多数腐蚀性化学品不起反应，而这些化学品能够以气态和蒸汽态被抽掉。

一、特性与应用范围

1. 宽范围精确控制的粘度，蒸汽压低（ $10^{-8} \sim 10^{-10}$ 托）
2. 在电子轰击或大多数离子轰击的条件下暴露时都不聚合；
3. 抗氧化，温度高达 280°C 时，能暴露于空气或氧气而不受损害；或能承受爆裂的冲击；
4. 由美国宇航局批准用于液氧系统；由 BAM 批准用于气氧系统；
5. 没有闪点或没有燃点；
6. 不形成导电层或绝缘层，没有遗留沉积物；
7. 即使在高温下，对于大多数活性化学品也是惰性的。在使用中可以直接接触的化合物有：六氟化铀、氟、氯、氧和臭氧、氧化亚氮、三氟化硼、三氯化钛、三氯化锡，具体使用细节可按要求提供；
8. 不附着在泵的原密封材料上；
9. 油和脂是很好的润滑剂；
10. 具有极限真空高、抽速特性好，有效临界前级压强低。返流率很小，无色等特点。

表 1，2 分别是该油的主要物理特性及典型的真空性能。图 1，2 分别是该油的标准粘度和标准蒸汽压。

Fomblin 油具有必要的低蒸汽压和高润滑特性，其等级适合于需要清洁真空和低挥发性的场合，能够满足各种机械泵、涡轮分子泵以及罗茨泵的要求（Fomblin Y-L Vac 泵油，绿标牌）。分馏物的分子量范围窄和极低的蒸汽压的油，适用于蒸汽流泵（Fomblin Y-H Vac 泵油，红标牌）。

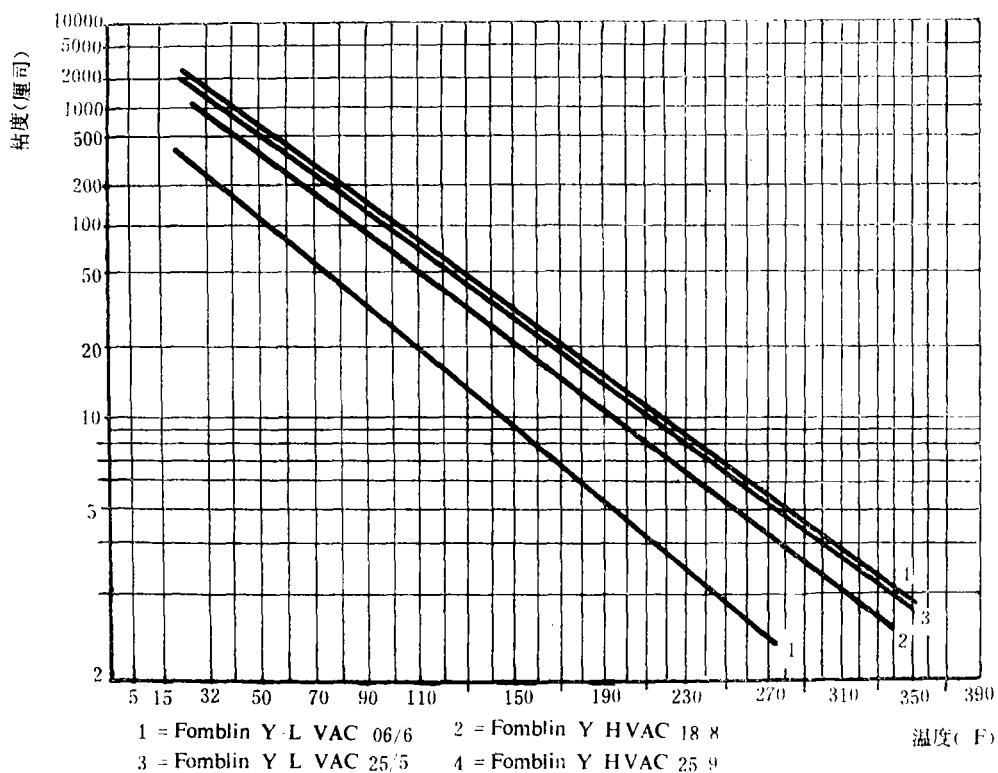


图1 Fomblin Y-Vac 的标准粘度 (1.06/6号油; 2.25/5号油; 3.18/8号油; 4.25/9号油)

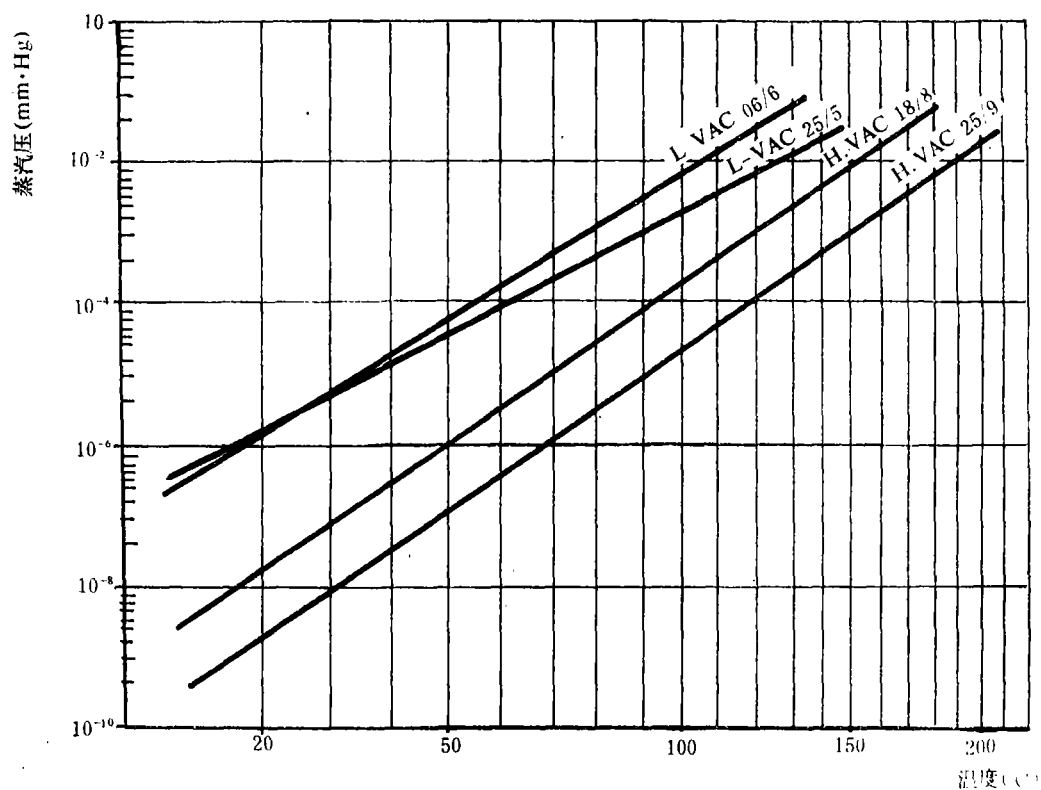


图2 Fomblin Y-Vac 的标准蒸汽压 (克努曾流量法)

Fomblin 油和各種粘度脂的等級對於真空密封、閥門及機械過程的潤滑是適用的。由於這些氟碳化合物具有獨特的性能，因此，在日常工作中，真空系統改用 Fomblin 產品（油和脂），就可以取得滿意的結果。

在真空排氣處理設備和儀器中 Fomblin 油的一些典型、有效的應用介紹如下：

在等離子化學反應器的泵中，使用 Fomblin 油可以避免等離子體氧化期間，連續抽氧過程中的爆炸危險；還能防止等離子體在氟碳化合物氣體里刻蝕時對反應容器的污染。

在真空鍍膜設備中，當給容器放入氧氣，通過反應制取金屬氧化膜時，使用 Fomblin 油

表1 Fomblin Y-Vac 油的主要物理特性*

類 型	運動粘度 厘司(20°C) 範圍	蒸汽壓 (托)		汽化熱 (卡/克) 200°C	凝點 °C	平均分子量	應 用
		20°C	100°C				
Y-L Vac06/6	60±6	$\leq 2 \times 10^{-6}$	$\leq 5 \times 10^{-3}$	-	-50	1800±100	涡轮分子泵
Y-L Vac25/5	270±20	$\leq 2 \times 10^{-6}$	$\leq 2 \times 10^{-3}$	-	-35	3300±150	粗抽機械泵
Y-H Vac18/8	180±20	$\leq 2 \times 10^{-3}$	$\leq 2 \times 10^{-4}$	9	-42	2800±150	擴散泵 涡轮分子泵 機械泵(起清潔真空)
Y-H Vac25/9	270±20	$\leq 2 \times 10^{-3}$	$\leq 2 \times 10^{-5}$	7	-35	3300±150	擴散泵

* 比重 (20°C) , 1.9±0.02克/毫升; 表面張力 (20°C) , 20達因/厘米; 比熱 (20°C) , 0.24卡/克·°C; 熱導率, (20°C~150°C) , $(2.1 \pm 0.1) \times 10^{-4}$ 卡·厘米/秒·厘米²·°C

表 2 典型的真空性能 (a)

設 備 特 性		Fomblin		Y-Vac
		25/5	18/8	25/9
機械泵 (b)	極限壓強 (托、麥克勞)	$(2 \sim 5) \times 10^{-3}$		
擴散泵 (c)	極限壓強 (托)			
	沒有冷卻障板		$\leq 2 \times 10^{-7}$	$\leq 2 \times 10^{-7}$
	水冷卻障板		$\leq 2 \times 10^{-8}$	$\leq 10^{-8}$
	抽速的穩定性 (%, 對空氣在 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 托)		1.2	1.5
	抽 速 (對空氣, %與一般油對比)		90~100	80—90
	臨界前級壓強 (托)		0.4~1	0.2~0.5
	蒸汽返流 (在360小時抽氣之後),		極 小	極 小

a) 國標標準方法
b) 在 Montedison 研究室里經過長期使用的泵有 Alcatel, Balzers, Edwards, Galileo, Leybold, Sargent-Welch
c) 在 Montedison 研究室里經過長期使用的泵有 Alcatel, CVC, Edwards, Galileo, leybold, Varian

可以避免爆炸危险。

在透射电子显微镜和扫描电子显微镜的抽气系统中使用 Fomblin 油可使电子诱导聚合膜在样品和电子光学部件上的增长率,降到可以忽略的程度。聚合膜的形成,主要取决于通常所用的碳氢化合物泵油对电子光学系统的返流。

在分析系统中,例如质谱中使用 Fomblin 油,不会因为与被分析气体反应而变质,也避免了有机物或聚合物对电子光学部件的污染,这种污染是由于有机泵油的碳氢化合物蒸汽的返流造成的。

在重离子和质子加速器的抽气系统中,用 Fomblin 油避免了靶室和束导管的污染。系统中没有发现形成聚合膜的蒸汽,在质子轰击及散射离子产生的二次电子轰击下,也没有发现气体放出。Fomblin 油对离子注入通常所用的活性气体(氟化硼、三氯化磷、四氯化硅、四氯化钛、氯化锡)即使在高温下也是很稳定的。从永久性地涂过 Fomblin 油的机械部件中,可知该油能够阻止活性气体对泵的腐蚀。

Fomblin 油的使用可避免碳氢化合物及分解物的放出,这是因为该油的氢分压保持在可忽略的水平,因而使泵的返流得到显著地改善。在真空熔炼、退火以及钎焊过程中,通常不希望氢的存在,以免它被金属吸附和在金属中扩散。

二、注 意 事 项

Fomblin 油是不可燃的,而且对大多数活性化学品呈惰性。该油与所有常用的塑料弹性体以及在旋片泵和金属泵中,与一般使用的金属是相容的。

在大多数扩散泵中,油温应保持在 230℃ 左右,为了延长油的寿命,建议油温保持低于 280℃。

Fomblin 油毒性小,在审定实验中,油被实验动物吞下以及与皮肤接触之后,没有观察到病态反应。当油温高于 280℃ 时,将加速油的分解,但通常用的许多有机油其分解产物是有毒的。油不应暴露于明火,同时在工作区域应当禁止吸烟。然而油分解一般是容易觉察的,这是因为油的分解产物对人的头和眼具有刺激性,而且一般地说油的分解量在低于危险限度的浓度下是容易被检测出来的。

按所建议的规范操作,Fomblin 油不会分解,然而在抽气中,某些严重失误可能导致油局部分解,并放出有毒气体。

在真空系统的末端,将颗粒状氢化钙充满于一个玻璃管中,利用其对气体的吸附作用而使设备的安全性得到改善。

在蒸汽泵和旋片泵中,为了发挥 Fomblin 油的全部潜力,在装油以前彻底地清洗是必要的。在此,一种潜在的污染亦应指出,即原有的油痕迹和残留的溶剂的存在也会使有效清洗受到影响。

扩散泵的清洗方法是拆开泵并取出泵内部的钟状物,倒出原有的油之后,用 Alkofrene FC-113 (FC-113,三氯三氟乙烷的 Ausimont 商标)溶剂清洗三次。每次清洗时使溶剂保留几分钟后再倒掉。在适当的时间内要仔细地把泵和部件烘干,用压缩空气吹除所有的溶剂残迹。

此后,再把泵组装好,加注入所选择的 Fomblin 油进行试运转。

如果在泵运转中遇到的问题,例如极限真空低时,就应该从泵中取出 Fomblin 油样进

行检验。

性能不满意的原因可能有两点：

(1) 如果 Fomblin 油是不透明而稍微混浊的，这表明溶剂清洗过程不是有效的。而原有的油痕迹残留在该油中形成一个稳定的乳状液。就此而言，溶剂清洗和干燥过程应重新进行。

(2) 如果 Fomblin 油比较透明，而抽气特性还不好，这大概是由于溶剂的干燥不充分所引起的。

在这种情况下，使泵在临界压强值更低些的状态下工作几小时，就可以很好地改善泵的性能。此时，为了安全应打开前级机械泵的气镇阀。

机械泵清洗的时候，对于无氧使用，原用油应完全倒空后再拆开泵，各部件要单个地用溶剂 FC-113 清洗，随后用压缩空气吹干。建议在清洗密封件和阀门时，要保证其性能不因受溶剂的作用而降低。

当泵在最后组装前，要用 Fomblin 油对每个部件进行预润滑。在装油后运转的第一个小时内，对该油进行直观检验，如果看起来比较透明，没有乳化作用的征状，这表明原有的油已被彻底地清除了。

对于转换到用来抽除气氧时，请与泵的制造厂联系，以提供详细的转换方法。

三、用于机械泵和涡轮分子泵的全氟醚油 (Fomblin Y-L Vac)

Fomblin Y-L Vac 泵油作为机械泵油有以下优点：

1. 即使在温度升高时，该油也具有显著的抗氧、臭氧、六氟化铀、氟和其他卤化物、酸性蒸汽（氟化硼、氯化硼、三氯化磷、四氯化钛、氯化锡、四氯化硅）性能；

2. 该油与普通油相比较，可长期地保持其性能，因此很少有换油和添加油的必要，油不可燃；

3. 由于该油具有比普通油更高的分子量，所以能够从低粗抽机械泵到其他相配的最终抽气系统（扩散泵、涡轮分子泵）和工作室的蒸汽返流，从而获得清洁的真空。

在一般情况下，就可使用 Fomblin Y-L Vac 泵油，但是如果用户需要在低温下启动泵，则要求油的粘度小，可用 Fomblin Y-L Vac 06/6 油，其物理特性如表 3 所示。该油的最高工作温度为 280℃，提高温度（高于 280℃）会使油分解和有毒气体的放出。在真空系统的末端，将颗粒状氧化钙充满于一个玻璃管中，利用其对气体的吸附作用而使设备的安全性得到改善。

在扫描和透射电子显微镜、粒子加速器及其他要求降低污染的仪器设备中，特别推荐用 Fomblin Y-L Vac 25/5 油（其物理特性如表 4 所示），以便获得清洗的和安全的真空条件。同样，Fomblin 油还可用在如六氟化铀离心机的真空室相类似的化学反应系统、金属蒸发器、化学气相沉积系统以及离子注入设备中。极限压强取决于抽气系统，在 20℃ 时可达 $2 \sim 5 \times 10^{-3}$ 托（空气，麦克劳）。

表3 Fomblin Y-L Vac 06/6 典型物理特性

外 观	透明, 无色	
自燃温度	没 有	
平均粘度分子量	1800	
沸点0.1托 (外推)	155°C, 311°F	
比重20°C, 68°F	1.88克/毫升	
燃 点	没 有	
闪 点	没 有	
汽化热10托 (200°C, 392°F)	11卡/克	
运动粘度与温 度的关系	温 度	粘 度
	°C °F	厘 司
	20 68	58
	50 122	15
	100 212	4
凝 点	- 50°C, - 58°F	
折射率	20 68	1.2928
比 热	38 100	0.24卡/克·°C
表面张力	25 77	19达因/厘米
热导率	20~150 68~302	(2.1±0.1) ·10 ⁻⁴ 卡·厘米/秒·厘米 ² ·°C (5.1±0.3) ·10 ⁻² 英国单位英尺/英寸·英尺 ² ·°F
蒸汽压与温度 的关系	温 度	蒸汽压
	°C °F	托
	20 68	1.9×10 ⁻⁶ (外推)
	100 212	8 × 10 ⁻³
	150 302	6.8×10 ⁻²
	200 392	5.8×10 ⁻¹
挥发性	在22小时, 126°C, 248°F 对空气 2 升/分	2.6 % 重量损失

表4 Fomblin Y—L Vac 25/5 典型物理特性

外 观			透明, 无色
ASTM 斜率			0.70
自然温度			没 有
平均粘度分子量			3250
比 重	20°C,	68°F	1.9克/毫升
Engler 粘度	°C	°F	°E
	38	100	11
	99	210	2
燃 点			没 有
闪 点			没 有
运动粘度与 温度的关系	温 度		粘 度
	°C	°F	厘 司
	20	68	260
	50	122	60
	100	212	12
凝 点			-35°C, -31°F
SAE粘度数			30
比 热	38°C,	100°F	0.24 卡/克
表面张力	25°C,	77°F	20达因/厘米
SUS粘度	°C	°F	SUS
	38	100	370
	99	210	58
热导率	20~150°C		$(2.1 \pm 0.1) \times 10^{-4}$ 卡·厘米/秒·厘米 ² ·°C
	68~302°F		$(5.1 \pm 0.3) \cdot 10^{-2}$ 英国单位英尺/英寸·英尺 ² ·°F
蒸汽压与温 度的关系	温 度		蒸汽压
	°C	°F	托
	20	68	1×10^{-6}
	100	212	1.5×10^{-3}
	150	302	3×10^{-2}
	200	392	2.5×10^{-1}
粘度指数			110

四、扩散泵和涡轮分子泵用的全氟醚油 (Fomblin Y—H Vac)

Fomblin Y—H Vac 泵油作为扩散泵油有若干优点:

1. 暴露于氧、电离辐射或受加速亚稳态原子微粒时不聚合。系统不会出现油分解而产生的漆膜和沉积物;
2. 不可燃;
3. 抗氧化或抗爆裂, 在泵连续运转中, 反复地暴露于空气而无损害;
4. 对大多数活性化学品是惰性的, 例如与六氟化铀, 氟, 三氯化磷, 氟化硼等这样一些化学品直接接触使用而保持其性能;

该油是把狭窄的分子量范围, 和有控制的粘度以及极低的蒸汽压三者兼备而专门研制的一种油(其物理特性见表5), 并且抗腐蚀性气体, 因而在高真空应用方面提供了优异的性能(见表6)。

在大多数情况下, 该油可以直接使用于扩散泵而不需要作任何改动。它的主要优点是减少真空装置的污染, 这是由于返流很小以及不产生固体沉积物的缘故。

该油需要适当的加热功率, 以获得最佳抽速和真空的稳定性。在适当的沸腾温度区域内工作时, 冷障板的使用与否对于极限压强值无关紧要, 然而最稳定的特性是在使用单个冷水障板下获得的。该油的一个典型特征是极限压强低。

该油除用于扩散泵以外, 还可以用作涡轮分子泵的抗腐蚀性润滑剂, 从而使泵可以在很强的腐蚀性化学品(氟酸的和氟酸的)存在的条件下运转。而这些腐蚀性媒介物分解常用的油, 不管是矿物油还是合成油, 都在短期工作以后导致润滑性下降, 轴承损坏。相反地, Fomblin 油可以长期工作而轴承不损坏。

为使油的使用寿命长, 建议工作温度不过 280℃。

按照在所建议的温度条件下工作, 该油不会分解。然而由于在抽气过程中某些严重的失误, 会引起油的局部分解和有毒气体的放出。

在真空系统的末端, 将颗粒状氧化钙充满于一个玻璃管中, 利用其对气体的吸附作用而使设备的安全性得到改善。

为在扩散泵中使用 Fomblin 油能够获得最大的好处, 希望尽可能减少机械粗抽泵中碳氢化合物蒸汽的返流。这可以在粗抽泵中改用 Fomblin Y-L Vac25/5 油来实现。如果在粗抽泵中仍然使用碳氢化合物油, 希望在其粗抽泵的进口管道上插入高效率的冷阱(深冷的铜壁、铝和分子筛)即可。

与 Fomblin 油相配用的具有很低蒸汽压的润滑脂是可以买到的。该油脂可以消除普通真空脂中因碳氢化合物及硅的蒸发和分解而引起的污染。

建议在要求高质量真空的领域内, 例如扫描和透射电子显微镜、质谱计、粒子加速器、粒子注入、等离子体和蒸汽沉积过程等等采用 Fomblin Y—H Vac 油。另外还有人建议用该油来对付象六氟化铀、氟、氧、臭氧及氖等活性气体的抽气。因为该油与这些活性气体直接接触而不起反应和不退变。

表 5 Fomblin Y—H Vac 18/8、25/9典型物理特性

		18/8	25/9
外 观		透明、无色	透明、无色
自燃温度		不	不
平均粘度分子量		2850	3400
比重 20°C, 6B°F		1.89克/毫升	1.9克/毫升
燃 点		不	不
闪 点		不	不
汽化热10托(200°C, 392°F)		9卡/克	7卡/克
运动粘度与温度的关系			
	温 度	粘 度	粘 度
	°C °F	厘 司	厘 司
	20 68	190	285
	100 212	9	12
	200 392	2	2.6
凝固点		-42°C, -44°F	-35°C, -31°F
折 射 率 20°C, 68°F		1.2992	/
比 热 38°C, 100°F		0.24卡/克·°C	0.2卡/克·°C
表面张力 25°C, 77°F		20达因/厘米	20达因/厘米
热 导 率 20—150°C 68—302°F		$(2.1 \pm 0.1) \cdot 10^{-4}$ 卡·厘米/秒·厘米 ² ·°C $(5.1 \pm 0.3) \cdot 10^{-2}$ 英国单位英尺/英寸·英尺 ² ·°F	$(2.1 \pm 0.1) \cdot 10^{-4}$ 卡·厘米/秒·厘米 ² ·°C $(5.1 \pm 0.3) \cdot 10^{-2}$ 英国单位英尺/英寸·英尺 ² ·°F
蒸汽压与温度的关系			
	温 度	蒸汽压	蒸汽压
	°C °F	托	托
	20 68	8×10^{-9} (外推)	8×10^{-10} (外推)
	100 212	1×10^{-4}	8×10^{-8}
	200 392	8×10^{-1}	2×10^{-2}

表 6 Fomblin Y—H Vac 18/8 25/9 典型真空性能

Y—H Vac 类型	18/8	25/9
返 流	极 小	(抽气360小时后) 毫克/厘米 ² ·分 $\leq 2 \times 10^{-4}$
临界前级压强 (托)	0.4~1	0.2~0.5
泵抽速的稳定性 (10^{-4} ~ 10^{-5} 托. 空气) %	1.2	1.5
没有冷障板的极限压强 (托)	2×10^{-7}	2×10^{-7}
有冷障板的极限压强 (托)	2×10^{-8}	1.5×10^{-8}

(本文编译自蒙特爱迪生集团公司常驻北京代表处(北京饭店 7005 房)范里基尼先生提供的 Fomblin 油技术资料, 王永璋校)

(上接65页)

他一直从事溅射的实验和理论工作, 在国际真空会议和美国真空年会上是一位活跃人物, 他询问中国什么时候开真空会议? 他可不可以参加? 希望来中国访问。

菲利博士, 是物理电子学部 PHI3500 型二次离子质谱的研究设计者, 在表面仪器设计研究方面有专长, 我们与他在一起做了一天实验, 比较友好, 他希望来中国访问。

这些人士均属美国在表面物理方面很有造诣的科技人员, 我们认为他们在学术上是有所做为的, 而且对我们态度较好, 今后值得进一步与之加强联系。

四、随 感

我们这次出访是随“中仪公司赴美考察定货小组”去的, 以定货的名义, 派一些技术人员可以得到许多有用的技术情报, 结识一些有真才实学的人士, 这对我们开阔眼界增长学识是一个很可取的方法。但由于时间短促还要参予商业洽谈, 从而在活动安排上会受到牵制, 对技术上了解的深度与广度有所影响。