



第四屆國際石油會議

報告論文集

石油工業出版社



第四屆國際石油會議 報告論文集

第十卷

油 品 的 儲 運

FOURTH WORLD PETROLEUM
CONGRESS

根据CARLO COLOMBO PUBLISHERS

1955年羅馬版翻譯

統一書号：15037 403

第四屆国际石油會議報告論文集

第十卷

油品的儲运

*

石油工业出版社出版（地址：北京六鋪炕石油工業部內）

北京市書刊出版委員會登記證出字第083號

石油工业出版社印刷厂印刷 新华書店发行

*

787×1092 $\frac{1}{4}$ 开本 * 印張7 $\frac{1}{2}$ * 182千字 * 印1—1,000册

1958年8月北京第1版第1次印刷

定价(10)1.80元

中譯本出版說明

1955年6月在意大利首都——羅馬召开了第四屆国际石油會議。被邀参加會議的有44个国家的著名学者、科学家和工程师。在会上討論了自1951年第三屆国际石油會議以来，石油工業在地質勘探、鑽井、采油、煉制、儲运以及油品应用和分析等方面的發展情况。會議共进行了10天。閉会后，曾將会上所宣讀的專題报告按照專業彙編成集出版。

这个报告論文集的中譯本是根据羅馬版原本并参考莫斯科版俄文本翻譯的。为了便利讀者閱讀，中譯本將分10卷出版：

- 第1卷——地質；
- 第2卷——地球物理勘探及測井；
- 第3卷——鑽井；
- 第4卷——石油及天然氣开采；
- 第5卷——石油及頁岩油的加工(上下册)；
- 第6卷——石油化学加工；
- 第7卷——石油及石油产品的性質和研究；
- 第8卷——油品的应用；
- 第9卷——煉油厂設備、金屬材料及其防腐；
- 第10卷——油品的儲运。

这部报告論文集对于我国的广大石油工作者以及其他有关工業部門中的工程技術人員和科学研究人員，都有很大的参考价值。

目 录

石油及石油产品在储运过程中损耗的控制	J. H. 麦克林多克 (1)
超級油輪应用的經濟	R. 茄斯凱 H. 台山 (17)
油輪設備的新發展	J. 蘭勃 J. W. 斯屈蘭奇 (27)
供銷油庫的設計与操作	C. R. 麦克米琳 (47)
加拿大最近輸油管發展中的經濟和技术問題	J. F. 費尔里 F. C. 蘭茲 (56)
水底管路的設計和施工	J. E. 格林 豪威得H. 李斯特 (72)
高粘度燃料油輸送管路	P. E. 福特 (84)
意大利石油及天然气的管路运输	E. 陀那替 U. 比費南弟 (94)
天然气輸送和配气中的安全問題	佛蘭哥 · 薩林本尼 (106)

石油及石油产品在储运过程中损耗的控制

J. H. 麦克林多克*

摘要 本文试图估计石油及石油产品自井口至用户之间的实际损耗量，从各种主要操作方面分析此种损耗量，说明各个方面产生损耗的原因，提供一些在原油的开采，运输和炼制以及成品的配售过程中控制油品损耗的基本原理。还讨论了一些减低损耗的方法并提供了一些有效的组织经营的意见。本文希望在节省原油及其产品方面有所裨益。

一、引言

估计从油田探出每 100 公升的原油，只能约有 97 公升被有效的利用。其余约 3% 被损耗於由井口到用户的各过程中。图 1 所示即为从探油至最后销售之间的损耗分配的大致情况。这是经过相当仔细分析的，与这方面专家所作的记录报导和技术估计是相符合的。为了进行比较，我们回忆一下 1934 年美国内务部矿务局第 379 号公报，在这一期公报上记载着自井口至炼厂间的原油损耗为 2.0%；而在图 1 所示则为 0.8%。同期公报中又估计在标准炼厂中的汽油平均蒸发损耗为所炼原油的 2%，而图 1 所示炼厂总损耗为 1.3%，其中只有不到 1% 之值为上述 379 号公报中所指的蒸发损耗。同样地，在美国矿务局第 565 号技术报告上登载 1932 年在（供销）油罐中散装储存时的蒸发损耗量约为 5,655,000 桶，即估所炼原油的 0.7%；而图 1 所示则为 0.4%。估计目前情况之总损耗量为 3%，而在 1932—34 年时代，损耗量则为 5.0% 至 6.0%。

我们相信以此记录与二十年前相比，石油工业界可引以自豪。初步看来，目前这个可被認為合理的损耗的产生是由于：

1. 石油的漏洩、飞溅、蒸发和粘附容器結構。

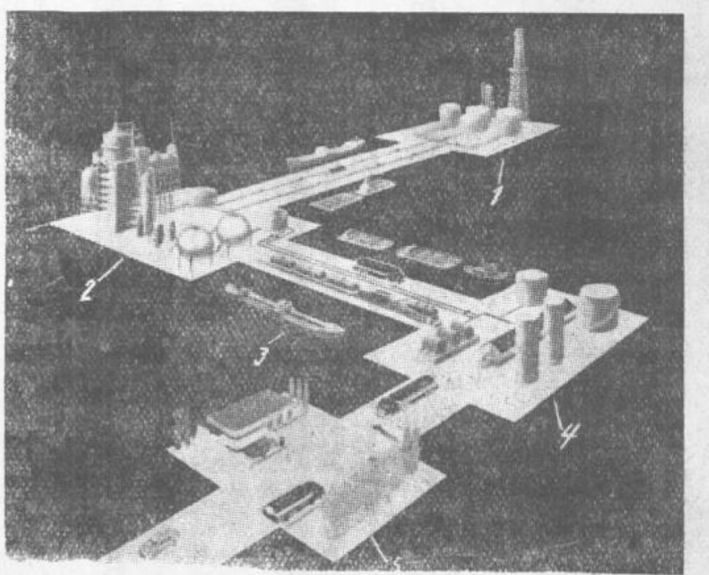


图 1 油品损耗分配概况示意图(炼厂靠近市场)

1—0.8% — 原油采集和运输时的损耗； 2—1.3% — 石油及石油化学品加工时的损耗； 3—0.3% — 成品运输至市场时的损耗； 4—0.4% — 转运及供应油库损耗； 5—0.2% — 成品分配供销时的损耗。

* Esso Standard Oil Company, New York 19, New York, USA.

2. 石油通过油池、油管、油輪、煉制設備、油駁、油罐火車、油罐汽車、大油桶、中油桶、鐵皮听及小提听等，在井口与用戶之間傳遞达 20 或 30 次之多。傳遞中有原油也有成品，經過很多人的手，有很小心仔細的，也有很粗心大意的。

考虑这些情况，3 % 的損耗不能認為是不合理的。但是，若考虑到上述損耗對於工業的經濟影响以及它加於这有限的天然資源的浪費，那么我們是不能滿足而停留在这个成績上的。在 1954 年中對於“自由世界^①”地区，这 3 % 的損耗，經簡單算术計算，等於 20,700,000 公尺³ 油品。这个損耗量，相当於“自由世界”地区 1954 年比 1953 年原油增产总量的 60%，虽然我們知道，想把这项損耗完全避免，实际上固然是办不到而且也是不經濟的。但是假設能把这项損耗完全避免的話，石油工業只要用一部分增产的原油就能全部滿足所需成品的增产。換句話說，如果我們操作中能克服損耗的話，那末 1954 年“自由世界”的石油成品將可增加 20700000 公尺³。

二、控制原理

一个控制石油及石油成品儲运損耗的綜合工作系統，應該包括下列各項：

1. 正确測定操作中的損耗量。这是我們全部工作的基础，因为要控制損耗，就必須先知道各种損耗的数量。
2. 分析各种損耗来源並寻求減低或避免損耗的方法；即进行現場調查与技术研究工作。
3. 利用能限制損耗在合理範圍內的控制系統；須提供工具設備，使現場工作人員能够控制損耗，並須訓練工作人員能够使用它們。

从發現和开采原油开始就發生油料損耗。因此这些損耗控制，也必須从这里开始。習慣上当油出地面后，承購者即須信任承銷者提供对所銷物品数量的准确測量。按照这样規定，承購者是在不能由自己掌握的基础上开始他的經營。結果是在油料实际到达他的工厂以前，使他無法对油料負責。

从上面可以看出，除非承購者具备一些控制損耗的方法，否則損耗即難避免。因此，建立損耗控制制度的第一步，是对購銷油料必須提供一个独立的查核数量制度。根据这个制度，承購者才能信任其承購数量，从而进行計算。这对承銷者也是有利的，因为他立刻可获得克服欠收或溢收貨款的保証。建立了联系方式，對於控制油料損耗來說是很有用的。

当承購者承認所購数量准确后，他才可以在自己的經營和审核下掌握損耗。这使他能够分辨出損耗來，从而通过其私人經理機構，採取必要步驟，以減低各种損耗。他也能驗證他自己收入数量的准确性，从而可推及到在他自己以后經營中商品損耗的計算。

三、开采过程中可能發生油料損耗的原因和对它控制的建議

在开采过程中产生油料損耗的原因，是与發現油的过程中一样的。随着石油工業的發展，由於高压和各类原油的性質，使这个问题更加复杂。但是，近年来由於改进了設備和技术，也逐步的降低了損耗。

从鑽井操作开始到原油在矿場出售为止这一阶段中，存在着若干可能發生油料損耗的原因。这些原因可以分为三类：1) 完井前和完井时的損耗，2) 採油阶段的地下損耗，3) 採油阶段

① 所謂“自由世界”是指資本主义国家部分。——譯者

的地上損耗。

前兩類損耗是被認為既成事實。第三類則屬本文所探討之課題。

鑽井與完井損耗 在石油工業的早年時期里，在鑽井或完井操作中，由於井噴而常使井報廢。這在今天已很少發生，它已成為稀奇事了。由於謹慎控制泥漿處理和改進地面控制設備，而克服了这个困難。目前這稀有的井噴事故的發生，多系操作人員失慎所致，是由於對事故顯跡的失察和不能預見，或對控制設備的效能沒有適當檢驗，或上述兩者具備。

井噴的日子，雖然早已過去，但是當完井時還仍然會產生一些油料損耗。通過洗井時用的集油池和利用井旁的試油油池，還可以收回一些油料，從而減低這些損耗到最小程度。

地下損耗 這類損耗的發生，是由於經套管外在地層間發生了油流的結果，或者是因腐蝕或高壓而發生套管漏洩，造成損失。如果水泥環被破壞，原油便會在套管外由高壓採油區向低壓地層流動。這種損耗是常常難以測出的，因此可能有大量的原油逃向地層深處。現時由於水泥固井技術的改進，大大地降低了這些損耗。獲得改善的水泥材料和新型的改良工具，也都有利於克服這項困難。因腐蝕所致的套管漏洩，也造成原油流向低壓地層的損耗。相反的，也由於兩地層間存在的壓力差，高壓水層中的水也可以沖壞已被降壓的採油層。應用套管口的絕緣，可以減少電腐蝕所造成的漏洩損失。在有些地區，用防腐劑以抗內部腐蝕是很成功的。在高地層壓力下及（或）開採腐蝕性原油時，套管箍要用墊料隔封，並在其間注以含防腐劑的原油。由於改良材料和因改進水泥技術而筑高了圍繞着套管的水泥柱，高壓漏洩實際上已被消滅。

地上損耗 圖2表示由於設備或控制的各種毛病所形成的油料地上損耗的主要來源。井口設備的損耗，首先同抽油井上填料箱的洩漏有關。改進填料箱設計，可以降低這些損耗到最小程度。各種類型的潤滑填料箱，是近來在這方面的革新。自噴井口高壓連結的洩漏有時也會遇到，但是很少發生，並且損耗量也不大。改良控制閥門和應用法蘭連結，實際上能克服這種高壓洩漏的損耗。

從井口到儲油場的輸油管綫和附件，是操作中油料損耗的主要來源之一。套管口的絕緣，增加了電腐蝕造成的輸油管洩漏。無論如何，用鎂陽極的陰極防護法，是對這個問題的解決很有幫助的。有些發生內腐蝕的地區，採用各種防蝕劑，獲得成功，降低了造成損耗的管綫洩漏。發生在油氣分離器處的損耗，常常是由於控制發生偏差，降低自原油和氣中吸取的液體數量而產生的。應用高的氣油比開採比重大的原油時，多級分離和

低溫吸取法是對提取液體油料有些改進的。獲得最大液體油料產量所需的分離器壓力，是能通過工程研究來決定的。因控制偏差而發生的損耗，常常是由於油液被氣流帶出所致；操作人員的小心控制和及早採取預防措施，可把這項損耗降低到最低限度。在油料乳化處理器上因控制偏差所發生的損耗與在分離器中產生損耗的情況一樣。建議用同樣的方法去減低這種損耗。從這些設備中發生的另一種油料損耗，是由於過份的加熱和處理，減少了體積和比重。油料的脫水應尽可能只用化學添加劑來進行，不進行加熱。必須加熱時，應做試驗以決定溫度和化學處理條件，以保證脫水後的油料具有所需的性質和保證加工費用低廉。

當油料到達儲油場以後，有若干可能發生損耗的原因，如圖3所示。損耗一般是因漏洩、

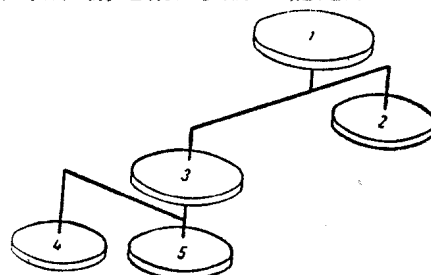


圖2 採油操作中油料損耗示意圖

1—地下漏洩； 2—抽油毛病； 3—儲油串流；
4—套管漏洩； 5—套管外溢。

蒸發、排放水砂沉淀、溢流、火災等引起的。虽然原因很多，但实际油料損耗数量是能小的。应用焊接油罐来代替铆接油罐，即能避免一般从焊缝和沿螺栓孔所發生的滲漏。腐蝕的洩漏則以陰極防护，消灭氧化和应用防腐剂来防止。

克服蒸發損耗方法是：使用压力真空盖，在油罐通气管上安装背压力閥，建造适当大小的油罐以減少灌油時間，以及將油罐漆成白色以減少吸热。

从前曾把油罐中积聚的砂、水、沉淀都排棄燒掉或用於矿場公路。现在，可將原油沉淀加工处理，制出 40—70% 的可銷原油。此項工作在再生工厂进行。此項工作也通过油矿脫乳裝置来进行。

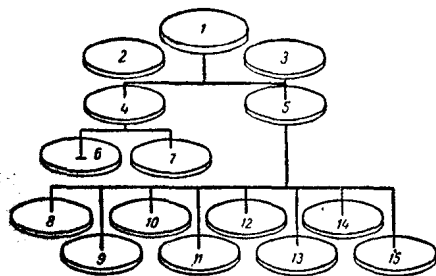


圖3 採油操作中油料損耗原因示意圖

1—地上的原油損失；2—井口裝置；3—管綫洩漏；4—分离器；5—油罐；6—油—氣；7—乳化处理；8—漏洩；9—盜竊；10—蒸發；11—火災；12—水砂沉淀的排除；13—洪水与天然事故；14—溢流；15—裝車。

为了在进油时防止油罐的溢流，可以采用油罐間的平衡通管。可能的話，也可以裝設自动油罐頂閥。縱然在多数地区操作人員每天只值班 8 小时，这种节省劳动力的設備仍然是被採用的。

操作人員严格遵守安全規則和結構要求，是有效消灭火災損耗的方法。

在孤立地区有必要將油料裝車運至鄰近处所的时候，安裝适当的裝車設備和謹慎的管理，能維持損耗至最小。为了保証克服不适当和不謹慎的量的損耗，所有新參加的工作人員必須在派到工作崗位前就获得必要的知識。管理人員的定期檢查，是另一种控制損耗的方法。汽油厂操作的損耗，是由於对汽油及液化汽油回收

不好以及在儲油，灌裝油罐火車及油罐汽車时的損耗和管綫漏洩所造成的。近年来，由於技术研究或設備設計和流程的改进，回收量得到提高，特別是丙烷。除汽油及液化汽油外，从气体中还可以回收別的产品；例如从含硫化氢的气体中可回收硫。也採用上述同样方法在类似情况下处理原油，以尽可能的降低因气候变化，管綫漏洩等产生的損耗。

四、运输过程中可能發生的油料損耗的原因和对它控制的建議

輸油管業務 沿輸油管輸送油料时产生油料損耗的原因如下：a. 收油站的量油誤差；b. 蒸發；c. 管綫破裂与漏洩；d. 火災；e. 油罐殘脚的排出；f. 發油站的量油誤差。

一般应以收油站的量油为基础，計算收油数量。这些量油工作，常常是由不同級別的量油員，發貨員，站內工程師，站內操作員，主任工程師和其他人員来完成的。量油的准确度，首先決定於量油員的級別、經驗以及是否正确按照指示說明書操作，其次是量油設備的精确度。

用来降低与控制輸油管業務中油料損耗的方法是：

1. 供給量油人員以适当的設備，以使他們能获得量油所需的准确度，並且教导工作人員关于这些設備的正确使用法。

2. 在新建或改建儲油設備中，当証明有利或經濟时，应採用浮頂油罐，以減低蒸發和腐蝕。用适当颜色的油漆塗刷油罐並使油漆保持良好状态，以便反射热量。适当的維護浮頂密封。在油罐上採用适当的透氣閥与人孔並注意它們的密封性。

3. 對於新輸油管应选择适当的管徑，壁厚与拉力强度，以防油管破裂与漏洩。檢查油管是否适当鋪設和經過試驗。巡視管綫穿越道路处的工程与腐蝕情况，从而防止損毀。如果經濟的

新，应采用适当类型的陰極防护，並且建立适当的修理、維護和配換制度以抗腐蝕。

4. 妥善管理，以防火災。經常維護和操練以防止火災。選擇适当的消防設備。

5. 利用攪拌器和螺旋槳式攪拌器以防生成沉淀。當已有沉淀時，則需排出底腳。需要清洗油罐時，應選擇底腳的處理方法，清除或當場出售等。

6. 審查招僱人員；維持勞動紀律。

航運業務 原油和成品航運中的損耗是有多种原因的，其最主要者如下：a. 裝卸油和運油時的蒸發；b. 油品從船上的油艙、艙底和管綫漏入海，或為防避沖混油品而不得不排出某些油品入海；c. 出空油艙工作不徹底，此時可發現艙底剩油或有油品粘於結構物上，或兩者都有；d. 裝卸時岸上管綫系統中的容積計量差異；e. 岸上管綫、閘門和總管組的漏洩；f. 油泵填料函的漏洩。

原油及成品航運損耗的控制方法如下：

1. 採用準確而可靠的方法，來測量和計算油品數量，這種方法應為購銷雙方都同意接受的。

2. 驗證發貨、運輸和收貨數量的準確度。

3. 可證明經濟的消除油料實在損耗的臨時措施。

4. 對於發貨不足、運輸超耗和有時收貨不足的控告的標準審查程序以及這些控告的當時審判。

上述制度將可使購銷雙方避免不正常的損耗。為了舉例說明採用一種程序來驗證發貨運輸和收貨數量的準確性，我們假設有一批貨從煉油廠運至供銷油庫，其購貨是採用在離岸處船上交貨制。此程序系基於在下列四處所計量的被運油料體積的比較：1. 裝船時岸上油罐計量，2. 裝油後船上計量，3. 卸油前船上計量，4. 收油時岸上油罐計量。

上列四個數量都須要換算到一個統一的溫度基礎，例如 15.5°C 。

在上述數量進行比較以前，還要做一個重要的調整，即船上數量必須按通常存在於油船計量中的誤差予以校正，這個校正方法是將船上數量乘以這個船的“經驗係數”。經驗係數，是在正常損耗情況下，根據此船多次裝卸經驗，綜合岸上油罐測得的數量與船上數量之間的平均差數，統計而得的。又經多次航行，證明這個所得的岸上與船上數量的差數每次都已相當符合了。因此可以說經驗係數是一個油船或油駁的岸上數量與船上數量之比。由此討論結果，“船上數量”一辭，應解釋為從船上的計量表換算至 15.5° ，並以該船經驗係數校正後所得的數量。

現在讓我們假設有一批油料，在煉廠裝船，而計算得下列數量：

裝船時岸上油罐計量	16,000 公尺 ³
裝油後船上計量	15,840 公尺 ³
裝船損耗	160 公尺 ³ (1%)

由於上列數字示出過大的裝船損耗，煉廠應該立即校核計算，並且可能時要檢查量油和溫度測量。對於全部裝油設備，應該檢查它可能引起的實際油品損耗。

如果對於這個 160 公尺³ 的差異無法獲得解釋的話，煉廠應該要求對方給予卸油前船上數量和岸收數量。當收貨時又作下列補充比較數據：

裝船時岸上油罐計量	16,000 公尺 ³
卸油前船上計算	15,824 公尺 ³
損耗	176 公尺 ³ (1.1%)
裝船時岸上油罐數量	16,000 公尺 ³
對方岸收數量	15,808 公尺 ³
損耗	192 公尺 ³ (1.2%)

从上列比較中可以看出，裝船時岸上油罐測得的數量，是與其他三個數量不相配合的，而後面這三個數量之間則是很配合的。根據這個情況，煉廠應該按裝油後船上數量向對方計收貨款。

如果裝船時岸上數量顯著的超過其他數量的情況再次發現，那末煉廠應該很好的檢查：

1. 油罐計算是否準確，
2. 岸上管綫閥門及總管組是否有洩漏，
3. 裝船前後在岸管內油料體積是否有變化，
4. 有無作弊欺騙。

執行上述程序，煉廠或供應單位就能保證不向對方多收貨款，不致損棄成品，並可能檢查出實在的損耗原因及其補救措施。

顯而易見，這種檢查程序用於卸船操作也能得到同樣效果。如與上面舉例說明的情況類似，從數量的比較中看出，岸收數量比其他三個數量有顯著的出入，而前面三個數量之間互相都很配合，則正式的岸收數量應根據卸油前船上數量為準。這就保證了那適當的損耗應歸航運方面負擔，也保證了在到達地點船上交貨的準確發票數量。當發生過大的卸船損耗時，那末承購方也應該採取像上面所述供應方所進行的同樣措施，並且還要檢查船艙剩油的可能性。

上面所討論的是航運業務中裝卸情況。現在讓我們再考慮途中情況。假設裝船時岸發數量與船收數量很好符合；而同樣地卸貨時岸收數量又與船發數量很好符合。但另假設再作岸發數量與岸收數量的比較時，顯示出過大的途中損耗。將此舉例說明如下：

	岸上量數	船上量數
裝船時.....	16,000 公尺 ³	15,984 公尺 ³
卸船時.....	15,840 公尺 ³	15,856 公尺 ³
損耗.....	160 公尺 ³	128 公尺 ³

上列情況提供了向運輸方提出控告的基礎，控告在船上發生了過大的損耗。

另外再提一點，我們假設在航運進行中，各種數量都已經校核了。供應方在去收款前，也審核了他的發票數量，現在讓我們假設供應方未加核對其他數據，而只按他的岸發油池數量向承購方收款。但承購方蒙受了一個過大的岸到岸損耗。承購方即須收集全航運間的各項記錄，按照圖4所列各項，進行綜合。經過對這些數據的分析，說明承購方已遭受到1.2%的總損耗，而這個損耗的大部分是由於供應方多開了數量，途中和卸油損耗都是合理的。這種情況下，即可向供應方提出控告。

現在我們再來簡單地研究一下標準油輪的裝貨設備與一些已被指出和克服了的實在油料損耗原因。

普通油輪分設有24到30個隔離的貨艙。有3或4套管線系統。每套系統包括1個吸入總管和排出總管，泵，和每個單獨貨艙的吸入支管，以及必須的閥門和配件。每

(船 名)	
[所有數量都以15.5°C時的公尺 ³ 數表示]	
所有船上數量是已經用經驗系數校正過的。	
品 種	
裝船地點與日期	
1. 岸上數量	16,000 ^①
2. 裝油後船上數量	15,840
3. 裝船損耗(取得)(第一行減去第二行)	160
4. 裝船損耗(取得)，%	1.0
卸船地點與日期	
5. 卸油前船上數量	15,824
6. 途中損耗(取得)(第二行減去第五行)	16
7. 途中損耗(取得)，%	0.1
8. 岸收數量	15,808
9. 卸船損耗(取得)(第五行減去第八行)	16
10. 卸船損耗(取得)，%	0.1
11. 總損耗(取得)(第一行減去第八行)	192
12. 總損耗(取得)，%	1.2
① 按16,000公尺 ³ 向承購者索款。	

圖 4

套系統服務於6到11個貨艙。另備1個收艙系統^①，它常設有1個吸入管和1個排出管，並在各油艙有更小的吸入支管。

吸入管設置在靠近船艙底部的地方，而收艙系統的吸入支管則設置在各艙的更低位置（靠近后隔艙之后）。主要管綫的尺寸是12吋到14吋，吸入支管是10吋或12吋。收艙系統的管子常用6吋的，並附4吋或6吋的小支管。

當油船被裝入原油或燃料油時，全部的油是通過裝油軟管從岸上進到船上管綫和油艙，一直到開始卸貨前，它們都儲存在這裡。裝船和運輸途中，應該只能有蒸發損耗發生，除非是另外發生了油艙溢流或軟管爆裂或船身折斷等事故。對於少數高蒸氣壓的原油，蒸發是個嚴重問題。但對一般原油及燃料油，在封閉船里的蒸發是很少的。

當卸船時，由於泵的填料漏洩等，可能發生一些損耗。卸船後管綫和閥門可能還積聚小量的油。在靠近收艙吸入管的鐘型管端處，也會殘留下一個油坑。再有對於重質原油，還可能有些粘附在油艙內部。對於高傾復點、高蒸氣壓的原油更困難，需要補充卸油方法，以消滅大量的實際損耗。這些原油含有大量石蠟，這就需要加熱；而這又增加了原油的蒸氣壓。在有些情況下，這樣做在油艙內還有4呎油之多的時候就使主泵失去吸入頭。又因為這樣延慢了卸船速度，容易形成原油凝結，而使收艙泵很少可能再回收殘腳。這個問題的解決辦法是裝備一套油洗系統，就是在卸船時應用勃特華斯油罐清洗機，以熱的粗柴油沖洗油艙，這個操作滿意地降低了這類原油的運輸損耗。

對於透明成品的情況是更複雜了。油船能夠裝載從1到9種透明成品。這就常常需要將幾種成品放在1根管路系統中操作，而要避免可能的混油事故；有時還必需在裝完每種油品後放空管綫。同樣地，卸船時在卸出兩種不同油品之間，也需要考慮放空管綫，並且由於在裝船終了時，管路中可能還有一種油品，而它却不是收油油庫所希望首先收入的，那末在開始卸船之前，就先要放空管綫的存油。為降低這個損耗，採用下列步驟：

1. 當裝船時，儘可能將放空管綫的油品放到各存較低一級油品的空油罐中去。例如航空汽油可以放到最多是準備收存車用汽油的油罐里。這些放空需要排洩的油量，是由商品檢驗員或船上大副來決定的。在從前放空管綫的油品是被排入泵房艙底的，而艙底的东西又常常被排入大海。

2. 裝船完畢時，船上管綫被充滿着最後上船的油品。為此曾建立了一個與收油方合作的程序，即當油船到岸以前48小時，船上即須以無線電通知收油方經理處，說明船上管綫所存油品种類。經理處當即轉知收油方油庫主任，準備安排首先接收那些油品。這樣可以避免向海里沖洗管綫而形成船上的油品損耗。

3. 离心泵的機械密封，經試驗可以普通填料代替。相信流向泵房艙底的洩漏損失，可被這些密封所防止。既可加強油泵工作的安全性，又能降低油品損耗。

我們做了些關於油輪裝船和運輸途中的損耗測定的試驗。當裝運汽車燃料時，測得這類損耗是比較小的，據報告油輪裝船損耗量大約是0.07%，5—6天航程的途中損耗是0.10%。

能得出這樣的結論：謹慎的處理油輪裝船操作，並且在航程途中妥善的維護密封系統，縱然是像汽車燃料那樣的揮發性物質，也能控制損耗標準在0.5%範圍以內。這是目前被航運企業界所接受的。

① 收艙系統是回收艙底殘油的系統。——譯者註

五、關於控制加工过程中油品損耗的建議

在煉厂里能够對於各項損耗做出一个高明的分析以前，我們首先必須了解这个总損耗的数量。当煉油初期，主要操作只是把原油簡單分餾为各种“餾份”，煉厂生产报告只是一个所用原油与获得成品之間的簡單平衡。以上兩個数量的差額，經過盤貨計量校正后，在那时即代表了損耗数量，並且也即以損耗項目列在报告里。直到現在，很多煉厂生产报告書仍採用这个慣用的方法，只不过作了一点小补充。

煉厂有进行裂化、煙化、聚合、加氫、異構化等复杂操作，所有这些都在不同程度上和不同方向的影响了被加工原料的比重和状态；而按从前一般設計的煉厂生产报告書對於說明和控制損耗已經是过时的了。其結果是在生产报告書上的所謂“損耗”，与这个新式煉厂的真正工厂損耗並沒有互相联系的基础。

在發展煉厂損耗控制工作的初期，曾对重量平衡計算方法的利用有过一系列的研究。同时又另外發展一个方法，即尽可能的利用煉厂生产报告書来对各加工过程中状态和比重的变化加以平衡計算。这个方法包括对每个加工过程总提煉率的所有主要变化因素的影响关系。它要計算变化过程中按体积(液体成品)和重量(气体与固体成品)計的提煉率。在产量計算方法中的若干变化，也需要保証能在一个共同的計算基础上，以便將煉厂生产报告書上的煉厂总提煉率与計算所得的預期提煉率直接加以比較。這兩個数据的差額，將代表着真正的煉厂損耗。

核对从預期提煉率来决定損耗和从煉厂重量平衡(当这种重量是非常仔細和精确測定的)来决定損耗這兩种方法，看出它們兩個結果是很好符合的。認為任何一个方法都能用以决定煉厂損耗；在保証所有計算和測量工作都精确的条件下，這兩個方法具有同样的准确性。

由於計算各种加工过程的“預期提煉率”是基於 100% 重量平衡的(無損耗)，因此在計算中就沒有“正常”操作損耗的余量。为了这个緣故，煉厂总損耗能由会计报表上的煉厂总产率与

“預期提煉率”之間的差額來求得。現在举个簡單例子來說明这个原理。若有一煉厂，以每晝夜 8,000 公尺³ 的处理量进行原油的簡單分餾。根据生产报告書，按体积(液体成品)計算的提煉率是 98%，按重量(气体与固体成品)計的提煉率是 1.5%；或者說总提煉率是 99.5%。其“可見”損耗为 0.5%；相當於每晝夜 40 公尺³。如果加工过程中包括每晝夜 4,000 公尺³ 粗柴油和殘原油的热裂化，其平均預期体积和重量的总生产率是 102%，忽略細微調整值后的預期提煉率應該如下計算：

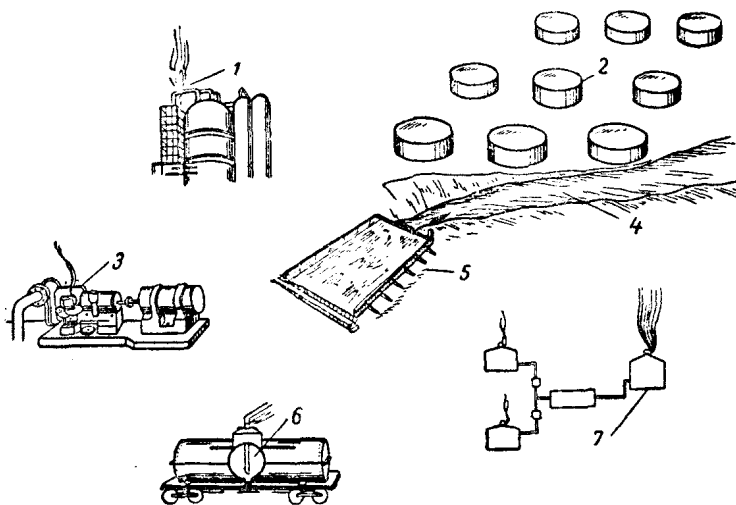


圖 5

1—气体在火炬場燒掉；2—从油罐中蒸發；3—閥、管綫、泵等的洩漏；4—油品損失到煉厂污水中去；5—抽油池—油水分离器中的蒸發；6—鐵路油槽車和油罐汽車裝运中的損失；7—汽油調和時的損失。

$$100\% + \left[-\frac{4000}{8000} \times (102\% - 100\%) \right] = 101.0\%.$$

在这情况下，真正的煉厂損耗是从 101% 減去 99.5%，等於 1.5%，或合每天 120 公尺³。較前面所得的“可見”損耗 0.5% 或每晝夜 40 公尺³ 之值略高。分析了这个真实損耗值后，對於改进損耗控制的經濟动机也扩大达三倍。

分析和估計其他各种損耗原因以綜合总的煉厂損耗，是节制損耗方法的第二步骤。有些煉厂內的典型損耗来源如圖 5 所示。

总的說来，适当的控制損耗是依靠經常的和規律的审核这些个別的和总的損耗。审核期限愈短愈好。但是这个期限的長短还要根据一定的实际限度。單元操作过程的損耗，能从每天的物料平衡来求得。概略的加工損耗，可以按月报告，以作当地的統計資料，从而指示升降趋势。这些損耗主要是从預期提煉率的有关方面計算得来。半年損耗数字應該統計在一个广泛綜合的“煉厂損耗的分析”內，並且这些数字是用以衡量控制損耗工作效应的。

六、關於控制分銷过程中商品損耗的建議

分銷过程中控制油品損耗的第一步是审核油庫收貨的准确性。如何进行这个审核工作，已在本报告的前面部分討論过了。有了这个审核，銷貨者能够自己掌握准确的庫内存貨和对顧客的發貨，这是很必要的。因为油庫損耗決定於收入、發出和存貨变化的平衡計算。如果沒有基於統一溫度的准确数量的損耗，那就不能作到真正的節約。所以我們仍然要努力爭取这个商品損耗控制的第一条原則，那就是精確的計算全部总損耗量。

油庫存貨控制的实施，要依靠建立一个計量和报告存貨帳目的标准程序，它包括下列原則：

1. 指定專人，最好是油庫主任，負責领导和审核存貨帳目。
2. 測量、計算和报告均須按照标准程序进行。
3. 必須建立對於存貨帳目的日常审核程序，以便發現錯誤而立即加以审查研究。出現不合規律的数字，常常可以通过与前一天的泵油报告，存貨帳目和其他記錄的比較，从而証明或指出錯誤。

發貨的管理，虽然随运输方式的不同而有改变，但無論如何，其管理原則还是基本上一样的，那就是要在一个發貨操作中的兩处或以上的地方进行計量，以資相互核对比較。

在航运的情况下，船上的計量可用来核对岸上油罐計量的准确性。如用一根公共輸油管發油或收油，則岸上油罐的計量又是核对輸油管上表量的根据。在这些情况下的程序与本文前面航运部分所述油船收發的校核是基本上一样的。

铁路油罐車發貨数量的校驗，是以量油尺在油罐車內測得的油品总数量与在供应庫內油池計量的总数量互相比較核对。校驗灌裝汽車油罐車也是可以的。若在裝油台上安裝流量表，則第一步是建立标准的流量表校驗程序，那是需要規律地和經常地以一个准确測量过的校驗用油罐來校驗流量表的准确度。日常地与經過校驗的汽車分艙罐所量的数量相比較，就可發現裝油台上流量表精確度的偏差。在短程运输中，汽車油罐上的流量表可用三种方法校核：利用裝油台流量表；校对車上分艙罐的容积；核对車上流量表的讀数。如發現有任何一个流量表不准，即須立刻进行修理。

在油庫損耗数量中的另一个重要的但是不能被控制的因素，是由於油温变化而發生的体积

漲縮。这个因素的重要性，能从它如何地影响存油損耗的记录来很好的加以说明。一般地，供銷者購进油品的体积是按一个統一溫度基础折算的（在美国一般是 15.5°C ）。假如他却在 21° 的溫度下出售油品，他可有 0.6% 的膨脹或在他的汽車燃料帳目中获得“盈益”。但此时如在油品損耗记录中列有一笔 0.1% 的“盈益”，这个供銷者將滿意地接受，以为这是合理的。而实际上，他已經遭受了一笔 0.5% 的亏损，所以說是对經營效率作了錯誤的鑑定。为此，想要精确分析存油損耗，那末对存油的溫度影响必須另外分开計算。因为測量溫度以及將出厂油品折合为 15.5° 是常常要增加一些費用的，所以这个因素只有在那些存油損耗足够抵償它外加开支的油庫里才是有效的。

現在，利用收入、發出和存貨都在一个統一溫度基础上的准确計量，我們可以准确地計算油庫損耗。此后，我們就可以計劃进一步要怎样做。假如油庫損耗很小，那便可能不值得有什么改进工作要做。但無論如何，记录上必須保証維持着这个損耗的数量始終是小的。假如这个損耗增加了，那末就要进行其他的工作。这需要詳細的研究操作和設備，並且要估計从採用某种改进存油損耗控制系統中可以获得的節約。这样的一种技术研究，通常包括下列两个方面：

1) 决定立刻應該做些什么，以減低損耗，2) 對於設備与操作應該怎样改进，以節約更多的油品。

關於第一方面，那是立刻要做的工作，这些可以由当地操作單位决定，而且不需投資。这类工作中最常用的是：甲）密封气体和重漆油罐，乙）修理滲漏的管綫和油罐，丙）校驗裝車台的流量表，油罐汽車上的流量表，和車上的分艙油罐，丁）在油泵上安裝机械密封裝置，戊）緊固閥門、法蘭等，己）改变对油罐的操作或經營。

第二方面的研究是對於設備或操作的主要改变或增加，所有这些常常是需要增加投資。这类工作的方案有：甲）建筑新型降低損耗的汽油油罐，乙）改建錐頂油罐为節約損耗的油罐，丙）在油罐汽車裝車台上安裝正排量流量表，丁）准备用来校驗油罐汽車分艙罐、流量表等的設備。

在上述每一种情况下，對於所計議的降低損耗方法必須估計其預期節約价值。这里，我們對於美国石油协会和其他合作機構所提出的一些控制蒸發損耗的方法給予信任。这些機構已經對於存油損耗与油池情况的影响和操作方式上找到各种关系，提供了對於那些有关減低蒸發損耗的方案的经济基础。技术，會計和工程人員，通过从前的經驗积累和試驗工作，又提供了其他方法能用以驗證这些措施，如流量表裝置，校驗設施等。不用說，只有那些表现出投資能有很好的收益的，或者是为了保护有关部分的利潤所必須的方案，才会被执行。

七、實現有效措施的組織和方法

方針与执行 原油和成品的節約，必須在石油工業的每个环节里都被考虑到：从新产品的研究与發展到新的和实际的技术方法或处理設備的設計和操作。在很多时候，为了實現好的節約設施，將需要相当数量的开支。因此，有必要將公司从事油品損耗防止方案的責任，委托給一些在組織中地位足够高的人，以考虑公司政策和批准有关費用。

然后需要定出最后完成的效果，並且在这个組織內宣佈一个減低存油損耗方針的說明，使对領導意圖不会發生怀疑。这个說明中应包括一个解决本問題的設施大綱，存油損耗專家的職責，並且使各个有关人員都清楚認識到減低存油損耗是任何操作的一个重要部分。

研究与技术發展 很多公司對於發展新产品和新方法的研究工作，給予了相当的時間和注意。在进行这些工作时，預先注意到油品損耗是很要紧的。在研究工作中，这是重要的，因为

研究工作集中在这几方面：首先，是关于一种新产品与改良产品的生产和提高产量的方法的一些问题，其次，是关于回收需要的副产品，这些副产品可以直接制得或与其他产物混合调配制成。后面这项工作如遇失败，研究人员就必须发展一个合适的方法，以回收或重炼这些产品，从而获得最大量有用的成品，以免形成油品损耗问题。

在从研究所得的资料中发展实际制造方法时，也必须考虑油品损耗。这里，通常需要设计一个小规模的试验工厂并进行操作，以便获得充分的数据，而用来做实际工厂规模制造方法的设计。这种设计资料又应该包括关于物料平衡的完整数据、可能损耗的原因、副产品的种类和数量、以及为了提炼这些副产品为有用成品时所需的加工设备。

工程设计 当一个公司决定建设一个新厂或扩建一个工厂时，详细考虑到有关防止油品损耗的因素，是很重要的。经济方面必须估计目前情况和将来趋势，以及创办投资。因此工厂的设计中，应该有在设备的全部寿命中为减低油品损耗所需要的设施。

操作 很多工厂在操作中缺乏适当的防止油品损耗的措施。因此，常常需要把现有设施进行革新，以便降低损耗。当公司面临这个问题的地方，在防止油品损耗专家的总领导下，应该发动一个研究计划，并且这个管理机构的人员是对这个操作直接负责的。

如果这样一个研究是成功的，并且是以最小的投资安装新设备，而完成油品损耗的预期降低，则必须实现下列情况：

1. 选拔一人管理这项工作。这个人要对他将从事的问题有一个学识基础，他必须能够综合分析和总结现象以及研究一个问题的正确解答。他必须具备思考能力和勤恳态度，要正确和踏实还要能团结别人工作。

2. 建立适当的机构以推动工作，将主持此工作的责任交给一个有管理水平的人。这个人必要时能够被授权和负责去催办操作中改进措施的採用。

3. 提供必要的报告，说明等，以便获得一个关于损耗的准确计量。大多数的报告能由工厂会计部分来准备。为了得到一个在某些特殊情况下的实际损耗计量，可能需要某些技术性的补充计算。这个技术方法应由公司的油品损耗防止专家提供给全厂各部分。

4. 准备分开和计算各个损耗来源的设施。通过日常取样和观察厂内所有可能发生损耗的来源，以进行工厂损耗检查，这是很必要的。对于那些不止一个工厂所发生的公共损耗来源，这个油品损耗防止专家可以进行组织有关工厂或实验室的必要联系，以便减少互相重复的工作量。其他对于个别工厂小的损耗来源，必须经常进行分析，以便达到满意的控制。

5. 收集基本数据。单独的加工过程之间或过程的部分之间必须进行物料平衡，以校验日常的报表和分析资料，以及提供出对于没有被工厂损耗检查所预料到的损耗来源的补充资料。有关厂内运输损耗，厂内处理和加工过程损耗，航运损耗等数据，必须审核，以保证准确而与实际损耗分配相符合的真实记录。

6. 宣传减低油品损耗的重要性。这项工作，可以利用招贴广告，在当地出版物上写短文，电影和其他合适的宣传或教学方式来进行。所采用的方式，应该能鼓舞工作人员参加到防止损耗的工作中来，并且鼓励提出对于减低损耗方法的意见和建议。因为只有通过操作人员的更加小心和深入了解，才能克服很多较小的损耗，所以宣传的重要性是必须特别强调的。

7. 参考出版的数据。参考出版文献，以及收集其他类似工作效果的资料，将会很有帮助。

8. 准备一个工作计划。根据各种损耗来源和数量的资料，可以准备一个研究计划，其中应包括消灭和控制油品损耗的建议。首先应该实现那些对现有设备改动最少或对新设备的投资最

小的那些正确步骤。

9. 准备必要的资金。在一些设备能被应用在实际的工厂操作以前，常常须要对这些新型控制方法的设备，进行一些小规模的试验。对于那些显有实用价值并有降低损耗效果希望的试验工作，应该安排资金，推动进行。

10. 提供工程技术援助。负责工厂降低损耗工作的人，常常需要工程技术援助，以发展设备或改变方法来降低油品损耗。他应该可以从公司的防止油品损耗专家和工厂的工程技术部分中获得援助；因此他可以胜利地最后获得有降低油品损耗效果的改革成果。

11. 需要经常的报告。应该送发频繁的通讯以报告一些需要校正的情况和降低损耗的建议。此外在降低损耗工作程序中，还应规定定期报告。这些通讯与报告有下列两个作用：

甲) 他们向操作机构提出需要降低油品损耗的问题；

乙) 他们让领导知道降低损耗的工作正在进展。

12. 组织会议讨论油品损耗降低问题。及时的会议，召集技术、操作、会计和工程部门的代表们，来讨论一个关于降低油品损耗的特殊问题，可以提供有用的意见，和给予负责这项工作的人一个机会，以获得全厂工作人员的合作。这些会议，加上有关降低损耗工作的通讯和报告，还能给予操作管理人员以认识这些工作重要性的教育。当每个管理人员、工长、技术人员和操作者都明确了解必须降低油品损耗达到一个经济的最小程度后，那才可以获得最好的效果。

13. 与其他工业和技术机构的合作。与美国石油协会和其他工业组织的合作，以便降低浪费我们的石油资源。

14. 寻找新的损耗原因和克服它们的方法。必须利用物料平衡连续地审核各种损耗记录。一旦发现一种新的损耗来源，就应该开始相应的工程和技术工作，以发展控制这个新损耗来源的经济方法。

参 考 文 献

- (1) Ludwig Schmidt: Applied Methods and Equipment for Reducing Evaporation Losses of Petroleum and Gasoline; U. S. Dep. Int. Bur. Mins. Bull. No. 379 (1934).
- (2) Ludwig Schmidt; C. J. Wilhelm: Reduction of Evaporation Losses from Bulk Storage Stations, U. S. Dept. Int. Bur. Mins, Techn. Papers No. 565.
- (3) J. H. McClintock, R. S. Piroomov: Program for Loss Control in Manufacturing and Handling Operations, Nat. Petroleum News, June 6 (1945).
- (4) Oil Losses-Elimination and Control-Committee on Oil Loss Prevention, Esso Standard Oil Company, Oil Gas J., July 28 (1949).
- (5) Product Loss Reduction Study Reveals Big Savings Possible-Committee on Oil Loss Prevention, Esso Standard Oil Company, Nat. Petroleum News, July 13 (1949).
- (6) Evaporation Losses-How to Reduce Them-Committee on Oil Loss Prevention, Esso Standard Oil Company, Nat. Petroleum News, July 27 (1949).
- (7) Evaporation Loss of Petroleum from Storage Tanks-32nd. Ann. Meeting of the Petroleum Inst., Nov. 10 (1952).
- (8) Compilation of Reports Presented at First Oil Loss Prevention Conference, Standard Oil Company (N. J.) Western Hemisphere Affiliates and Subsidiaries, Jan. 1954.
- (9) "Recommended Good Practices for Bulk Liquid Loss Control in Terminals and Depots"-Am. Petroleum Inst. Subcommittee on Stock Control Methods, Oct. 1950.
- (10) "Recommended Good Practices for Bulk Liquid Loss Control in Service Stations"-Am. Petroleum Inst. Subcommittee on Stock Control Methods-First Edition, 1951.