

電力工業生產過程 基本知識

第八分冊

油務管理

工會

電力工業生產過程 基本知識

第八分冊
油務管理

電力工業部干部學校編

電力工業出版社

內 容 提 要

本書概略的介紹了油務管理的基本知識。書中首先簡單的介紹了石油的生成和石油的物理化學性質；其次較詳細的介紹了在運行中造成潤滑油和絕緣油劣化的因素、劣化現象以及劣化後的害處；最後着重說明了加強油務管理，消滅運行中的油系統事故的各項主要問題，其中包括監督維護、濾油和油再生、檢修工作以及定額和標準等。

本書適合於電力工業部門的轉業幹部學習，也可供油務管理人員、電氣和汽機的運行人員參考，對運行監察人員以及技術管理負責人也有參考價值。

電力工業生產過程基本知識

第八分冊

電力工業部幹部學校編

351Z36

電力工業出版社出版（北京府右街26號）

北京市書刊出版業營業登記證出字第082號

北京市印刷一廠印刷（重慶）新華書店發行

編輯：賀光楚 校對：陳湘苑

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本·4 $\frac{1}{2}$ 印張·61千字

1956年6月北京第1版

1956年6月北京第1次印刷（1—10,100冊）

定價（第9類）0.50元

序 言

“電力工業生產過程基本知識”原是電業管理總局一九五四年局長研究班的教材。局長研究班的教學大綱是在蘇聯專家的幫助下制訂的；而教材的編寫工作，是由電業系統的幾位學術經驗豐富的專業工程師執筆的，他們在編寫過程中，不僅吸取了蘇聯的先進經驗，而且結合了我國現場的具體情況。

由於局長研究班的學員大都是轉業不久的同志，他們都不懂技術，管理業務也不熟悉，因此，在編寫這套教材時，儘量使得內容淺顯，說理簡明，結構嚴緊，通俗易懂；並且避免了許多複雜煩瑣的公式。

“電力工業生產過程基本知識”不僅適合於電業系統的轉業領導幹部學習，同時也是幫助其他不熟悉電業業務知識的工作同志學習技術知識的一套好書。此外，對於一般工程技術人員也有參考價值。

這套教材是由下列幾位同志編寫的：第一分冊（鍋爐）——惲肇強同志；第二分冊（汽輪機）——張景泰同

志；第三分册(發电机与电动机)——盛澤園同志；第四分册(变压器和配电裝置)——俞恩瀛同志；第五分册(高压架空輸电線路)——徐博文同志；第六分册(力能系統的調度管理)——陈德裕同志；第七分册(繼电保護裝置)——刘倫同志；第八分册(油务管理)——秦金藻同志。

虽然，編寫这套教材的同志在主观上已經尽了最大努力，但由於缺乏寫作經驗，文字修养不够高，尤其多半是在業餘時間整理的，因而不完善的地方，無疑是存在的。我們誠懇的希望讀者提出意見和批評，以後再版時修改。

電力工業部幹部学校

目 錄

序 言

第一章 基本概念	5
第1節 石油的來源	5
第2節 石油的成分	6
第3節 油在設備中的作用	8
第4節 油劣化的原因	12
第5節 油劣化後的產物及其危害	13
第二章 監督和維護	18
第1節 監督和維護的意義	18
第2節 防止各種外界因素加速油的劣化	19
第3節 油試驗監督的項目及其意義	32
第4節 油樣的採取	53
第5節 庫存油的監督和維護	57
第6節 運行中絕緣油的監督和維護	59
第7節 運行中透平油的監督和維護	64
第三章 油的過濾(分離和過濾)和清洗	68
第1節 濾油的目的	68
第2節 濾油的方法	69

第3節	濾油的期限	72
第4節	油的清洗	73
第四章	油的再生	78
第1節	油再生的意义	78
第2節	运行中再生	79
第3節	非运行中再生	98
第4節	再生油的質量	104
第5節	再生油的使用	107
第6節	再生油的回收率,各种藥剂的回收和利用	108
第五章	檢修工作	109
第1節	檢修工作的重要性	109
第2節	檢查工作	110
第3節	清洗工作	111
第4節	驗收工作	113
第5節	混油的問題	114
第六章	定額和标准	120
第1節	定額和标准的重要性	120
第2節	各种油的标准	121
第3節	备用油量	126
第4節	耗油量	126
第5節	油的使用時間	129
第6節	發電廠各种設備潤滑用的潤滑材料	129
結語		131

第一章 基本概念

第1節 石油的來源

天然石油是由埋藏在地下的石油礦層中採取出來的。這種被採取出來的石油，經用很簡單的方法除去其中的大量水分和泥沙後，便成原油。

原油經過比較複雜的方法（譬如蒸餾法和硫酸——鹼處理法等）精煉後，就可得到許多在工業建設中非常重要的石油產品，我們電業系統中經常使用的變壓器油、開關油、透平油和其他的潤滑油就是其中的一部分。

關於石油的來源有着各種的理論和假說，很多的科學家尤其是蘇聯的科學家正在從事這一方面的研究工作，但由於石油是錯綜複雜的，因此一直到現在對其來源還是一個科學上爭論的問題！有人主張無機來源說，有人主張有機來源說。

第一種無機來源說，是蘇聯化學家孟德列也夫提出來的，他認為石油是地下的金屬碳化物和水或二氧

化碳受到地殼中的高温和高压經過很長時間的互相作用後的產物。

第二種有機來源說，是蘇聯院士古布金提出來的，他認為石油是由地下的植物性或動物性的有機體經過十分複雜的、長期的分解而形成的。

第2節 石油的成分

石油是碳元素和氫元素的化合物，碳、氫是石油的主要成分，存在於絕大多數的石油中，碳約佔石油的85~87%，氫約佔11~14%。此外，石油中還含有少量的氧化合物、硫化合物、氮化合物和灰分等。

碳和氫的化合物簡稱“烴”。由於碳和氫的數量不同或結合的方式不同，烴又可分為許多種。石油就是各種烴類和氧化合物、氮化合物、硫化合物等的複雜混合物。

由於石油的產地不同，其成分也就不同，並且常有很大的差別，就是在同一個產地中的也有些差別。

石油和石油產品的性質是由烴的構造和各種烴在石油中所佔的比例決定的。石油產品中常見的烴類有四種，它們都各自有着不同的性質，而且一種石油常含有幾種不同的烴類，因之，在研究石油產品的時候，

就不能只注意各種烴類的性質，而要注意各種不同的烴類混在一起的性質。

第一種叫做烷屬烴，也叫石蠟族烴，它的碳氫結合式是 C_nH_{2n+2} ， n 代表一個數目，譬如說 $n=5$ ， $C_nH_{2n+2} = C_5H_{2 \times 5 + 2} = C_5H_{12}$ 。這種烴的化學性質很安全，但因含有較多的石蠟，增高了產品的凝固點。這種烴類在石油中存在的最廣。

第二種叫做環烷屬烴，碳氫結合式是 C_nH_{2n} ，它使石油產品富有良好的熱安定性和化學安定性，還有良好的黏度性質，這是潤滑油的寶貴成分。

第三種叫做芳香族烴，它的碳氫結合式是 C_nH_{2n-6} ，化學性質比環烷屬烴活潑，存在於所有的石油中，但含量較少。

第四種叫做不飽和烴，它的碳氫結合式也是 C_nH_{2n} ，和第二種環烷屬烴相同，但兩者在結構上是完全不同的。這種烴容易和許多化合物（如酸類）化合，也容易被氧氣氧化，在石油中這種烴的含量極少。

石油中的氧化合物，主要的是環烷酸，其次是膠質和瀝青質等。環烷酸是酸性物質，它的酸性雖不如無機酸（如硫酸、硝酸等）強烈，但在室溫時也能腐蝕金屬。油中含的膠質和瀝青質愈多，油的比重愈大，

而且這兩種成分是形成顏色和油泥的主要原因。

石油中所含的硫化合物很不一致，由簡單的硫化氫一直到含有高分子的二硫化合物和硫醇等。硫化合物一般可分為三類：第一類是結合牢固、對熱很穩定的硫化合物，這種硫化物對油是有益處的。第二類是容易脫落、在低溫時是中性的、對熱不很穩定的硫化合物。第三類是游离的、酸性和腐蝕性很强的硫化合物，如硫化氫和硫醇等。後兩類硫化合物能腐蝕設備金屬材料，所以不允許存在於石油產品中。

石油中的灰分，除去懸浮在油中的機械雜質外，大部分可能是環烷酸的鈣、鎂、鈉鹽等。另外在石油被精煉的過程中，也會產生新的礦物質，譬如硫酸鈉和未除淨的微細白土粒子等。油中的灰分增多，會降低油的質量。

第3節 油在設備中的作用

我們電業系統中用得最多的油是潤滑油和絕緣油。在潤滑油中又以透平油用量最多。這些油類對各種用油設備的安全和經濟運行有很大的關係。

潤滑油(主要是透平油)在設備中的作用，可分為(1)潤滑作用；(2)散熱作用；(3)調節控制汽門等作

用。

潤滑作用：在汽輪機的轉動部分，軸和軸承的金屬表面是製得較光滑的，但若用放大鏡察看一下，仍有大小不同的凹凸部分，所以當汽輪機轉動後，軸與軸承接觸的兩個金屬表面，一個硬的凸出部分就會和另一個硬的凸出部分相摩擦，這樣就必然有一個相應的應力來抵抗互相間的摩擦。為了減少這種摩擦，減少應力，就必須在軸與軸承間加入潤滑油，在固体摩擦的表面上造成連續不斷的油膜層，以區分開兩固体的表面，也就是用潤滑油的內部摩擦來代替兩個固体的摩擦；這樣，摩擦的抵抗力就比原來固体間的摩擦抵抗力小得多了（一般固体摩擦係數約為 $0.10\sim 0.40$ ，液体摩擦係數約為 $0.001\sim 0.01$ ），以致可防止因固体摩擦使設備發熱或磨損的危險，也就增加了設備的功能和安全。

散熱作用：潤滑油加到了設備中，減少了設備的摩擦，也減少了因摩擦所發生的熱量。既然只是減少而沒有消滅，那麼仍然有摩擦存在，也就是說仍有因摩擦所發生的熱量存在。為了保護設備，不讓因摩擦所發生的熱量損壞設備，就必須不斷的冷卻運行中的設備，潤滑油就能夠起到這個作用。所以，在發電廠

汽輪機設備中裝配有油循環系統，使多量的潤滑油在油系統中連續不斷的循環，並裝有冷油器，經過冷油器可降低潤滑油由軸承帶來的溫度，使油始終保持規定的溫度，保證設備的安全運行。

調節控制汽門等作用：利用帶有壓力的透平油調節控制調速汽門及其他截門。

絕緣油（變壓器油和開關油）在設備中的作用，分為（1）散熱作用；（2）絕緣作用；（3）消弧作用。

散熱作用：變壓器在運行時，線圈中通過電流，發生熱量，若不及時的設法排除這些熱量，就要蓄積在線圈內部，溫度過高時，可損害線圈的絕緣物質，甚至燒毀線圈。絕緣油可以不斷的排除線圈中所發生的熱量。

運行中的變壓器，由於線圈發熱，使變壓器內上部油的溫度高於下部油的溫度。按油的溫度增高比重就減小的道理，上部的油比重就因此減小，而向上流動，這時，下部的油也就跟着向上流動，結果就使上部的油進入變壓器四周的散熱器，再由散熱器的下部流入變壓器中。這種因油上下溫度不同所形成的對流作用，可將線圈內部的熱量由散熱器不斷的排出，防止了因線圈蓄積過高的熱量所遭受的損害，保證了設

备的安全运行。

絕緣作用：空气的介質强度比一般油的介質强度小得多(空气为 20 千伏/公厘有效值 $\sim$ 30 千伏/公厘波峯值，油为 150 千伏/公厘左右)。假若纏了棉紗等絕緣物的变压器線圈暴露在空气中使用，那末，它的介質强度是很低的；如果將这个只纏了棉紗等絕緣物的線圈浸放在油中，油代替了空气，因而大大的增加了介質强度。在使用中的变压器，当内部的油面过低時，常常在線圈的引出線和外殼間發生擊穿現象，这是由於沒有油而降低了其間的介質强度所造成的。由此可知絕緣油是使电气設備得到可靠的絕緣和安全运行的重要物質。

消弧作用：当油開關切斷電力負荷時，在固定接觸點和滑動之間發生电弧。电弧的溫度很高，如果不設法很快的將弧柱的熱量帶走，使之冷卻，那末，在發生电弧後，就要產生許多新游子和电子，由於分子和原子的熱運動，聚集了一定的能量，使弧柱在較低的电位梯度下游離，而不斷的產生新的游子和电子，电弧也就会繼續不斷的發生，这样，就可能燒毀設備。另外，电弧的繼續存在，还可能使電力系統發生振盪，引起过电压，擊穿設備。絕緣油在受到电弧作用時，

產生約含70%氬氣的气体，氬氣是一種活潑的消弧氣體，它一方面在油被分解的過程中從电弧中抽走大量的熱，同時氣體也直接鑽進弧柱的地帶，將弧柱冷卻，於是电弧被消滅了。

第4節 油劣化的原因

無論是絕緣油或是潤滑油，在設備中經過長時間的使用後，原有的各種良好性質會漸漸的變壞，這種現象叫做油的劣化。油劣化的基本原因是由於油和空氣中的氧氣起了作用，油被氧化了。

油可以吸收和溶解大量的氣體，其數量決定於氣體的種類、氣體的分壓和溫度等。變壓器油在 25°C 時，按容積能溶解15.92%的氧氣，或10.0%的空氣，或8.56%的氮氣。油的這種性質，幫助了油被氧氣的氧化。

當油溶解了空氣中的氧氣或是和氧氣接觸後，就和氧發生化學結合，而使油中的烴被氧化。一般說來各種油都在不同程度上具有抵抗被氧化的性能，但也都受到不同程度的氧化。油被氧化的開始階段的產物可溶解在油中，這些產物中的一部分是酸性的，故增加油中的酸價；另一部分是中性的，故常常加深油的

顏色，增大油的黏度。當油被氧化的程度愈來愈厲害時，油中的劣化產物也愈來愈多，最後這些劣化產物在達到一定數量後就轉變為膠質和瀝青質，其中大部分成油泥沉澱物從油中析出來。劣化後最突出的現象是酸價增大，並有油泥沉澱物析出。

在設備中使用的絕緣油或潤滑油，常常受到水分、溫度、金屬、機械混雜物、光線和設備清洗得不乾淨等外界因素的影響。應特別注意，這些因素是縮短運行中油的壽命和使油遭受嚴重劣化，而影響設備運行安全的主要原因。

第5節 油劣化後的產物及其危害

油劣化後的產物，一般可分為溶解在油中的、不溶解在油中的和氣體的產物等三種。這些劣化產物不但直接降低油的質量，使油失去原有的作用，甚至損害設備，影響供電的安全。在設備運行中，值得特別注意的是要防止油被加快劣化，更要監督劣化產物的發生情況，並及時的採取有效辦法加以處理。

1. 溶解在油中的劣化產物及其對運行設備的危害

溶解在油中的劣化物質，主要的是有機酸，在這

种酸中常常含有一部分低分子有机酸。酸增大劣化油中的酸價，同時常顯示酸性反应，腐蝕金屬，縮短金屬机件的使用寿命，使其不能正常的工作，影响运行的安全。譬如調速器和危急保安器有時被腐蝕產物污堵，動作失靈。同時酸性物質与金屬作用後的產物，也進一步使油劣化。更要注意，溶解在油中的酸性物質不只是侵蝕棉質絕緣材料，还可降低絕緣油的介質强度，这都是很危險的。

溶解在油中的劣化產物中，还有当油被較高的温度作用後所生成的低分子烴，它可以降低油的閃光點，有燒毀設備的可能。

溶解在油中的另一种劣化產物，是呈中性的膠質物和瀝青質物等。如前面所談，可加深油的顏色，增大油的黏度。油的黏度增大不多時還不會有什麼害處，但增大的較厲害時（譬如透平油的黏度增大的程度大於原來黏度的 25 % 時），就可影响設備的正常潤滑作用和散熱作用。絕緣油的黏度增加得过大時，也要影响散熱等作用。

2. 不溶解在油中的劣化產物及其危害

不溶解在油中的劣化產物，主要的是油泥沉澱物。由於使用油的設備不相同，或是运行設備中油的劣化