

29772



電動機和發電機的修理

В. И. 盧 威 克 著

重工業部工業教育司 譯校



重工業出版社



定價 1.19 元

電動機和發電機的修理

В. И. 盧威克 著

重工業部工業教育司 譯校

重工業出版社

本書根據蘇聯國立機械製造科技書籍出版社 (Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы) 出版的盧戚克 (В. И. Луцык) 所著「電動機和發電機的修理」(Ремонт электродвигателей и генераторов) 1951 年版譯出。

書中討論在機械製造工廠電修車間的工作條件下，交、直流電動機和發電機修理的主要問題。特別注意到計劃預修的組織、修理的工藝、電機的試驗方法和驗收方法以及在修理、試驗和驗收時的技術要求、公差和標準。

本書的對象是在機械製造工廠中從事電動機、發電機修理和使用的工長和熟練工人。

參加本書譯校工作的是重工業部工業教育司歐陽惠霖、劉硯田二同志。

В. И. ЛУЦЫК

РЕМОНТ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И ГЕНЕРАТОРОВ

МАШГМЗ (Киев 1951 Москва)

* * *

電動機和發電機的修理

重工業部工業教育司 譯校

重工業出版社 (北京西直門內大街三管廟 11 號) 出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第〇一五號

* * *

旅大人民日報印刷廠印

一九五五年八月第一版

一九五五年八月大連第一次印刷 (1—4,678)

787×1092·1/25·160,000字·7¹⁴/₃₂ 印張·定價(8) 1.19 元

書號 0302

* * *

發行者 新華書店

目 錄

前 言.....	6
緒 論.....	7

第一章 電機修理的組織

1. 電機修理的組織機構.....	8
2. 電修車間的組織機構.....	9
3. 電機修理的分類和工作量.....	18
4. 查看和修理的間隔期.....	21
5. 作計劃用的技術文件.....	22

第二章 電機的檢查、拆卸和裝配

6. 整體電機的檢查.....	33
7. 電機的拆卸.....	34
8. 已拆電機的檢查.....	36
9. 電機修復後的裝配.....	41

第三章 機 械 修 理

10. 端蓋.....	43
11. 滑動軸承.....	43
12. 滾珠軸承和滾柱軸承.....	52
13. 軸、軸頸.....	58
14. 靜子和轉子（電樞）的有效鐵心.....	60
15. 整流子.....	65
16. 滑環.....	76
17. 電刷裝置.....	78
18. 短接機構.....	83
19. 磁極.....	84

20. 鼠籠.....	85
21. 同步電動機的開動繞組.....	87
22. 轉子和電樞的纏繞紮線.....	87
23. 轉子和電樞的平衡.....	91
24. 電機的端子和引出線.....	92
25. 電機的塗漆.....	93

第四章 電機繞組的修理

26. 電機繞組修理的一般情況.....	94
27. 500 伏以下中小型交流電機的靜子繞組.....	108
28. 大型高壓電機的靜子繞組.....	123
29. 轉子繞組.....	126
30. 電樞繞組.....	131
31. 同步電機的激磁繞組.....	134
32. 磁極線圈.....	134

第五章 電機繞組的乾燥和浸漆

33. 繞組的乾燥.....	136
34. 繞組的預防浸漆.....	146
35. 修理時的繞組浸漆.....	151
36. 磁極線圈的乾燥和浸漆.....	152
37. 繞組的特種塗料.....	153

第六章 電機的試驗

38. 進行試驗的一般指示.....	154
39. 絕緣電阻的測量.....	157
40. 電阻的測量.....	160
41. 氣隙的測量.....	161
42. 電機在試驗架上的裝設和轉動檢查.....	161
43. 確定變壓係數和檢查對稱性.....	162
44. 匝間絕緣試驗.....	163

45. 空載試驗.....	163
46. 電動機額定電壓的求法.....	164
47. 短路試驗.....	165
48. 電動機與負載發電機的連接.....	165
49. 負載試驗.....	166
50. 測量溫度的方法.....	167
51. 絕緣材料的分類.....	169
52. 電機的發熱試驗.....	172
53. 超速試驗和短時電流過載試驗.....	173
54. 整流故障的檢查.....	173
55. 絕緣的電氣強度試驗.....	174
參考文獻	179
中俄名詞對照表	180

前 言

我國機械製造業在順利地完成斯大林戰後五年計劃的基礎上有了巨大的發展，機械製造工廠已經進一步用新的技術，特別是用完善和廣泛發展的電力驅動裝置裝備起來，所有這些都向正確地組織電修工作和保持高的修理工作質量提出了更高的要求。

根據現有的粗略數據，主要由於沒有執行計劃預修和看管人員的過失而引起的電機損壞，每年在各種企業中平均佔使用電機總數的20%，這從工業部門整體來看是一個很大的數字，它說明企業中的電修工作量很大。因此怎樣保證修理工藝正確，以及保證電機修復後工作可靠，在國民經濟中便具有首要的價值。

但是直到現在，在電機修理中，特別是在小型工廠和電修工場的情況下，仍有採用不正確的工藝過程和方法，結果修復的電機很快就損壞了。這種情形有一部分是由於修理電氣設備的人員技術不夠熟練，以及他們在電機修理的專門問題上所受的技術訓練很少。同時在現有的技術文獻中，電機修理的現代工藝和對電機修理的要求（定額、公差等）敘述得不够，而已有的又分散在各版本中，因此很難在每日的修理工作中廣泛利用。

在本書中，作者想在某種程度上克服上述缺點，幫助修理人員提高自己的技術和進一步運用現代的電機修理工藝方法；這些方法可以提高修理質量、延長電機壽命和減少修理時間及修理費用。

〔電動機和發電機的修理〕一書敘述得相當通俗並面向廣大範圍的讀者，但是要讀這本書必先有電工學的基本知識，並且熟悉電機修理的基本部分。

雖然本書主要是供工長和熟練工人用的，但作者認為它對從事電機修理和經營方面的工程技術人員也有用處。

最後作者深深感激 В. Г. 薩蘭恰工程師和 А. П. 貝茲勞尼工程師，他們在審閱原稿時提出了許多寶貴的意見；作者並且深深感激 А. П. 列別金講師，他在校訂原稿的過程中給了寶貴的指示。

所有意見和希望請寄：Киев, Крепцатик, 10, Машгиз.

作 者

緒 論

正確地組織電氣設備（包括電機）的計劃預修，是延長生產設備工作期限的主要方法之一。在制度上正確和精確地組織修理工作，可以顯著地縮短生產設備的停歇時間，除此以外，採用近代的工藝可以縮短修理期限，降低修理費用，並因而促使產品成本總的降低。

電氣設備的計劃預修制度可以分為下列各主要部分：

1. 修理的組織準備和技術準備。其中首先包括工廠修理工作的機構和組織，修理基地（車間、工場）的技術裝備，材料和備品的供應，根據預定圖表按日進行試驗和修理，系統地觀察在使用中的設備的狀況，查明和分析各個電機及其元件損壞的原因，以及消除這些原因。

此外，組織修理工作的核算與表報和對這些資料的加工與分析，也應當屬於組織準備和技術準備中。

2. 經營看管，例如：使用中的小查看和小修、清理、吹刷、觀察潤滑油等。

3. 電氣設備在短期或長期停歇後的檢查和修理。

4. 電氣設備的預防試驗和修竣試驗，以及在修理過程中的中間試驗。

電氣設備在修理後的驗收可屬於修理的組織準備和技術準備系統內。

對於在電氣設備修理系統中照例佔最大比重的電機修理來說，所有上述部分都是它的特徵，而且正確的工藝操作在電機修理中有特別重要的意義，因為電機修理的工作量很大、工作繁重、價格高、在延長生產設備使用期限上起決定性作用。

本書在討論上述各部分修理工作時，使低級技術人員（工長、修理班長）每天在實際修理工作中最常遇到的元件及其各零件佔有最大的比重。

後面所推薦的修理組織機構，修理工藝和電機試驗，都是根據機械製造工廠中特有的修理組織形式，電機損壞的種類，修理基地（車間、工場等）的技術能力來考慮的。在實際情形中這些推薦的材料可以作為基本原則，在每種具體情形下，根據該企業的規模和機構，修理基地的技術裝備情況、待修電機損壞的性質、存有哪些材料等而靈活運用，但是現代工藝所採用的基本原則，要求和公差要保持不變。

修理人員的技術和經驗日益增長，再配合上現代電機修理工藝的基本原則的知識，和先進斯達哈諾夫工作者的經驗交流，便能在每種個別情形中找到正確的答案，從而能正確地組織修理工作，進一步提高機器的利用率和降低產品的成本。

第一章 電機修理的組織

1. 電機修理的組織機構

在各工業部門和各種企業中所見的各種計劃預修組織形式，基本上可以分爲兩種制度：強制計劃預修制和檢查計劃預修制。

強制修理制（或通常叫做「定期修理」）的特點是有一定的修理工作量，按照圖表在一定時間內修理和更換各部分和各零件（圖表由該企業根據技術資料定出的定額來擬製），而不客觀地估計電氣設備的真實狀況。

檢查修理制的特點是：修理工作量和修理期限、以及是否需要修理和更換某些零件（更換軸承、鏟修和磨光機軸、鏟修和磨光滑環或整流子，繞組浸漆等），都根據客觀估計設備的真實狀況來決定，並且考慮到定期查看和預防試驗所決定的工作狀態。

對於機械製造工廠來說，檢查計劃預修制最適用於主要車間，強制修理制適用於電氣設備承擔額定負載而在不利環境中（潮溼、易爆、化學作用和熱力作用強等）工作的車間，並適用於起重機械（升降機、起重機、電葫蘆）和停止下來要引起巨大損失（由於停歇造成廢品）或人身事故的機械。

用在機械製造工廠中的各種修理組織機構，可以分爲修理事項集中的機構和修理事項分散的機構。

集中修理制是將主要修理事項，例如：計劃預查，查看，預防試驗，電機修理本身的事項，備品和零件的製造組織，選擇、保存和分配修理電機所必需的材料，修理的核算和表報等，集中在工廠的總動力師室（ОГЭ）或總機械師室（ОГМ）。

集中修理制的特點是有一個在總動力師室（總機械師室）管轄下的電修車間（或修理基地）。這時企業的修理事項由車間的綜合班或專業班來進行，而修理的核算和表報則依企業編制機構的不同而集中在電修車間或總動力師室（總機械師室）。

在這種情形下，生產車間人員只要在使用中進行電機的看管、小查看和小修理（緊固、清理、上油、開動前的查看和交接班的查看、工作中的觀察等），這些事通常由生產車間管轄下的值班電工來做。

分散修理制規定用生產車間人員的力量來組織主要的修理事項。在這種情況下，生產車間既對組織本車間電氣設備的各種修理事項完全負責，又對其正常使用及技術狀況完全負責。

在這種制度下，生產車間應擁有設備和生產面積足夠的電修工場（或修理班），並要有進行修理工作所用的適當材料。修理的核算和表報、修理的技術指導也由生產車間供給，因此生產車間應配備以熟練的技術人員（包括工程師級的技術人員）。

容量超過 100 至 150 瓩的電機的修理，雖然是分散修理制，通常也由電修車間的專業班來進行。需要整個拆卸的中小容量電機的大修，通常也在電修車間或中央電修工場內進行。

容量超過 1000 瓩電機的定期查看和清擦（在停止和切出的情況下），要在電修車間人員的技術指導下進行。

上述的修理組織機構中，集中修理制適合於電機總數在 3000 部以下、設備容量在 10000 瓩以下的中小型工廠。電機數目超過 3000 部和總設備容量超過 10000 瓩的大型工廠最好用分散修理制。

在某些情況下，大型和中型工廠可採用混合修理制，雖然從組織的觀點看這種制度是較不方便的。

2. 電修車間的組織機構

電修車間的組織機構和人員編制主要決定於企業的總修理機構、修理工作量和待修設備的品種。

電機修理部門或車間在編制上通常有下列的工段、間或班：

1. 保存待修電機的倉庫，配置有裝大型和中型電機的場地和裝小型電機的架子。倉庫應位於起重機的工作範圍內，或應備有其他的起重運輸工具（電葫蘆，單軌滑車，電動裝卸車等）

2. 拆卸和檢查工段，備有作空載試驗的配電盤、清除電機外殼

上油蹟和污垢用的噴砂裝置室、拆卸電機用的全套鉗工工具和附件（拔取器、敲打用的桿子等）以及必需的測量工具（塞尺、千分尺、千分表）和儀表。拆卸電機的地方要有乾壓縮空氣引來以便吹刷電機，並應有抽風設備。在拆卸和檢查工段的全套設備中最好有吸塵器以除去電機繞組的塵埃。

不需修理的零件則由檢查工段直接送到中間倉庫去。

3. 洗滌間，在其中除去要進行鉗工修理的部件和零件上的銹、污垢和油。洗滌間的設備包括有小的捲邊鐵槽（以便放置被洗的部件），洗滌小零件的小槽和裝洗滌混合劑的小槽。洗滌間應備有足夠數量的擦拭材料。

在用易燃液體（汽油、苯）來洗滌電機和各零件時，洗滌間應備有必需的防火用具及乾式滅火器。

4. 鉗工工段，擔任電機零件和部件的鉗工修理。鉗工工段的設備和用具都是普通一般的，如帶虎鉗的鉗工台，各種台上機床（台鑽、磨光及拋光機、螺旋式壓力機），板材和棒材剪機，砂輪機。鉗工工段應配有所需的手工具和電動工具。

為了進行小型銲接工作，鉗工工段配備有一個或幾個電銲室。大型銲接工作以及氣銲工作最好交給專業車間來做。

鍛工工作可以由鉗工工段做，也可以交給專業車間來做。在任何情形下，一定要有幾個輕便爐子，以便在車間內或在大型電機的裝設地點上進行鍛工工作。

5. 機械工段，電修車間機械工段的設備，由於工作種類繁多，很難配備。在選擇設備時，必須既以常見工作的性質為根據，又以在做電修車間少見的工作時能和其他車間配合為根據。

機械工段中最宜裝設下列機床：**a)** 頂針間距離在1500~1800毫米以下和頂針高度為150~300毫米的螺絲車床；**b)** 鑽頭直徑在30毫米以下的立式鑽床；**c)** 牛頭鉋床；**d)** 工作台行程在500毫米以下的臥式銑床；**e)** 外圓磨床；**f)** 萬能磨床。

當解決在車間內裝設機床的問題時，如裝設臥式鑽床、龍門鉋床、插床、偏心式壓力機和水壓機、盤鋸等時，應當估計到它們在車

間內可能的負載程度和利用程度，而且必須注意到通常機床即使負載稍為不足，也會被工藝過程上的方便和工藝過程的縮短所補償（零件不需要送到其他車間去加工）。在任何情況下，機械工段的所有機床都應當盡量萬能化，並用足夠的附件來提高其萬能性。

為了在裝設地點維修和磨光大型電機的軸和整流子，機械工段應備有帶支座磨光機的移動架（如 TK 型的）及夾具。

6. 繞線工段，通常包括繞組導線修復間，套筒、構架和楔子製造間，元件和線圈製造間，繞線間和浸漆及乾燥間。在大型車間中，繞線間有時分為兩組：轉子繞組和靜子繞組。

在繞組導線修復間中（通常和車間其他部分隔開），裝有在 500～600°C 下煨燒導線（除去舊絕緣）用的電爐，在硫酸溶液中酸洗導線用的槽、洗滌和中和用的槽，以及拉絲機和織皮機。此外，還要有對鉚導線的裝置（AC-0.5 或 АПН-0.5 型）和把棉紗從紗錠繞到織皮機紗管上的燃合機。

絕緣製造間的作用是以必需的絕緣材料來保證繞線工作，其中首先是槽絕緣材料，例如套筒、絕緣盒等。絕緣製造間備有最簡單的設備——剪裁工作台，手力剪機、槽楔製造機，加熱爐和各種模板。為要在乾性油中煮木質的槽楔，裝有電熱槽。

元件和線圈的製造集中在單獨的間內，其中配備有必需的萬用模板和特殊模板，以及壓緊和張拉元件用的附件。

如果修理工作量很大，則最好裝設特殊機床來繞製元件及把它絕緣，並裝設帶有夾框的壓力機，用夾框壓緊絕緣使之適合槽的尺寸。採用玻璃帶和三醋酸纖維脂膜帶作元件的絕緣材料時，可以特別推薦裝設絕緣機。如果修理工作量不大，則普遍採用熨斗來碾光絕緣以代替壓緊絕緣。

繞線間備有必需的桌子（最好是能轉動的）以便製造靜子繞組，並備有架子以便製造轉子和電樞繞組。電機嵌好線以後，各元件的末端可用電鉚方法或烙鐵（普通的或電弧的）連接起來。繞線工的工作地點應有適合的全套工具和附件（壓線器、木錘、小刀、電工刀等）。

轉子和電樞的紮線在繞線間的紮線機或特殊設備（見第三章第22節）上纏繞，或在機械工段的車床上纏繞，這車床上要有保持紮線拉力恒定的設備。

7. 繞組浸漆和乾燥間，其中配備有浸漆槽和乾燥箱。浸漆槽（或漆槽）由鐵片鉚成。槽的尺寸要選擇得使漆和溶劑在電機放入槽中後，蓋過最大的電機並起碼高出 100 毫米。在浸漆間中最好裝設幾個漆槽，以便浸各種黏度的漆。

漆槽通常裝得低於地板，其邊緣高出地板 100 至 200 毫米。漆槽備有把渣滓放到特殊坑中用的流出管，防止溶劑過量蒸發用的金屬蓋和加熱裝置（蒸汽的或空氣的）。槽的最大尺寸不應超過 1200×1500 毫米，大型電機則用噴漆法，這樣可以比以前用的方法（例如澆漆或刷漆）獲得較好的質量。

噴漆法也可推薦用於塗刷用漆和瓷漆。

在大型車間中最好裝設繞組真空乾燥和浸漆的器械，以及裝設壓力浸漆器械。

在修理高壓電機和直流電機的车間中，最好裝設繞組線圈灌化合漆的器械。

爲了在浸漆後收回多餘的漆，在浸漆間設有網格架子，其下有容器以便收回電機自漆槽取出後流下來的漆。

電機在浸漆前後放在電熱、蒸汽加熱或氣體加熱的乾燥箱中乾燥。在大的車間中，如同前述，最好也裝設真空乾燥器械。乾燥箱或乾燥室應能在 $80 \sim 120^{\circ}\text{C}$ 的範圍內調節溫度（變化加熱量或氣流量）。此外，爲了保持乾燥溫度恆定，最好裝設溫度調節器（帶有雙金屬繼電器、電阻溫度計等）。裝設溫度計來監視乾燥溫度是必要的。

爲了減少熱損失，乾燥箱或乾燥室的壁要做成雙層（金屬）其間有熱絕緣層（石棉、玻璃絨等）。

乾燥箱的內部容積按被乾燥電機每 1 瓩容量爲 $0.02 \sim 0.05 \text{ 米}^3$ 計算。下限適用於較大的電機，上限適用於小容量的電機。

如果用電熱，則當熱空氣流在箱中的速度是 $3 \sim 5$ 米/秒和壓力是

200—500 毫米水柱時，電熱器的功率按每 1 米^3 乾燥箱容積為 4—5 瓩計算。

爲了避免在箱中形成循環不足的地方，乾燥箱的構造要能保證熱空氣經箱下部均勻分佈的孔均勻地進入箱內。電熱乾燥箱的空氣管道圖表示於圖 1 上。

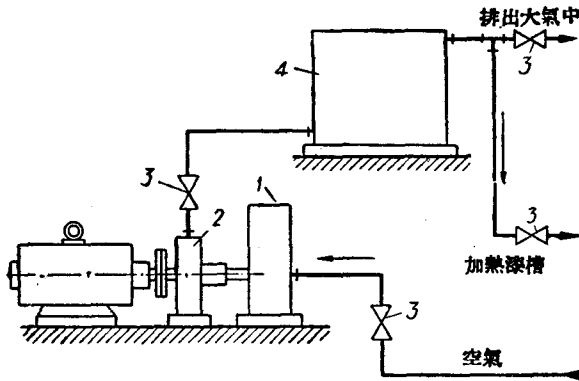


圖 1 電熱乾燥箱的空氣管道圖

1—加熱器； 2—壓入空氣用的通風機； 3—閥； 4—乾燥箱

大型電機的乾燥，以及在修理地點的乾燥，用鼓風裝置來進行，它包括內襯石棉的可拆卸膠合板箱，電熱器（帶發熱絲的鐵箱）和通風機。鼓風裝置的示意圖表示於圖 2 上。大型同步電機及大型感應電動

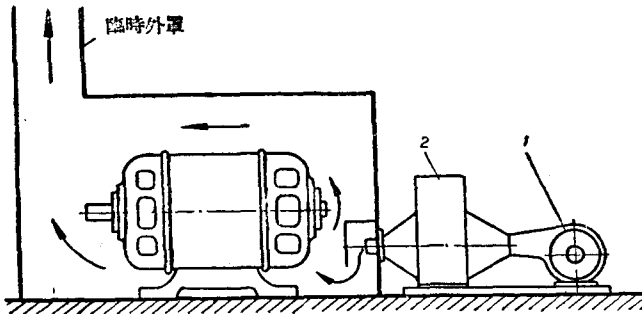


圖 2 鼓風乾燥裝置的示意圖

1—通風機； 2—空氣加熱器

機的靜子最好用靜子鐵損法或轉子鐵損法來乾燥。用短路電流乾燥電機是不好的，因為可能發生局部過熱和發生火災。

在現代乾燥方法中，應該談一談紅外線照射乾燥法，這種方法是採用燈絲溫度低的特殊白熾燈，燈泡內表面上塗有反射層，或裝有反射係數高的反射罩。

電機零件（磁極線圈、小型電機的轉子和電樞、絕緣的導條等）用有紅外線輻射的瓦斯爐來乾燥。爐子由兩個半圓筒組成，並帶有塗黑的鐵片做成的輻射面，鐵片後面有耐火襯料。把鐵片熱到 $300\sim 500^{\circ}\text{C}$ ，結果它就放射紅外線。由於能調節瓦斯供應量和管道的壓力，這種爐子可以得到很廣範圍的各種溫度。

和其他方法比較，紅外線照射乾燥法在修理工作上有重要的優點，因為可以縮短乾燥時間（從 3 倍到 10 倍），節省生產面積，看管簡單，在工作中斷時可以切出，在接入時很快就熱。紅外線輻射燈乾燥法非常適用於在電機安裝地點的修理。

浸漆和乾燥工段應當和車間其他部分隔開，並備有很好的抽氣系統以便排除溶劑和漆的蒸氣。

8. 裝配工段，它一定要在起重機的工作範圍內，並應有足够的鉗工工具、塞尺和裝配電機用的附件。

在裝配工段中裝設有平衡轉子和電樞用的靜平衡機，它是兩根平行而嚴格水平的直尺（刀刃）。在大型車間和修理高速電機（超過 1500 轉/分）的車間中，最好裝設動平衡機，並備有試驗轉子高險速度的坑穴。裝配工段應有足够的工作面積以便配合車間的計劃來裝配電機。

9. 試驗站，通常靠着裝配工段，而且小型車間還可以把裝配架和試驗架合併在一起。

試驗站的設備包括試驗架，輔助電機（負載發電機及變流機等）。配電盤、試驗台和有關的全套測量儀表和互感器。試驗站的配電裝置和配電盤最好在起重機的工作範圍以外。

試驗站也進行電機的中間檢驗，預防試驗和檢查試驗。

10. 電機上漆間，電機自試驗站出來後便可上漆，上漆間備有最