

電機和變壓器的修理

蘇聯 E·П·莎茨著

燃料工業出版社

電机和變壓器的修理

苏联 E·П·莎茨著

孫知微 蔣聰吉譯

燃料工業出版社

本書所敘述的是功率20—30千瓦以下的感應電動機、功率100—150千瓦以下的同步發電機和作發電機的勵磁機用的功率10—15千瓦以下的直流電機的整修方法，以及高壓側爲6—10千伏、容量爲180—320千伏安以下的電力變壓器的整修方法。

本書作爲修理電機和變壓器技工及技術人員的參考書。

本書第一、三、四、五各章由蔣聰吉翻譯，第二章由孫知微翻譯。

* *
*

電機和變壓器的修理

РЕМОНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН
И ТРАНСФОРМАТОРОВ

根據蘇聯國立農業書籍出版社(СЕЛЬХОЗГИЗ)

1953年莫斯科俄文第一版翻譯

蘇聯E. Л. ШАЦ著

孫知微 蔣聰吉譯

燃料工業出版社出版

地址：北京東長安街總科工業部
北京市書刊出版營業證許可證出字第012號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

編輯：田德志 校對：余國芳

書號541電231

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 8 $\frac{1}{2}$ 印張 * 178千字 * 定價(8)一元三角二分

一九五五年九月北京第一版第一次印刷(1—4, 100冊)

原 著 者 序

目前，在農業中運行的發電廠和變電所的數目正一年比一年增多，所用發電機、電動機和變壓器的總數也隨着不斷在增加。

爲了保證供給農村用戶不間斷和可靠的高質量電力，並爲延長電氣設備的使用壽命，必須首先不斷提高電機和變壓器的技術運行水準。在保證完成這一要求的一些主要措施中，整修在運行過程中損壞的電氣設備，是十分重要的。爲使整修工作的質量好，且期限短，必須採用最近幾年在修理工作中的革新者們所創造的許多最先進的工作方法。

本書所敘述的是功率20—30千瓦以下的感應電動機、功率100—150千瓦以下的同步發電機、主要作發電機勵磁機用的功率10—15千瓦以下的直流電機以及高壓側爲6—10千伏、容量180—320千伏安以下的電力變壓器的整修方法。

由於考慮到爲農村電氣化服務的小規模修理廠的許多特點，我們所敘述的只是整修電氣設備的一些最重要的步驟，以及用極簡單的附設裝置和最簡單的金屬切削機床——車床、鉋床、鑽床——完成這些步驟的方法。爲進行某些特殊的工作(綁紮電樞、平衡轉子等)，建議採用一些構造簡單，能在修理工廠中就地製造的輔助機床。本書對敘述生產革新者們所創造的、能保證修理工作迅速完成和有高度質量的、

最完善的技術作業，給了很大的注意。

本書的主要目的，在於闡明和電氣設備整修有關的各種作業的本質、意義和技術。

對於本書的取材，工學博士爾·葉·厄丙教授、工學博士恩·阿·薩仲諾夫教授、工程師阿·姆·薩爾基祥和工程師阿·夫·布當澤夫提供了許多寶貴的意見和建議。謹向他們表示由衷的感謝。

目 錄

原著者序

第一章 概說	7
整新和修理機構	7
整新和修理的基本任務	7
電机和變壓器的故障	7
修理基地和整修技術	8
修理用材料	12
繞綫捲用的導綫	12
ΠΠ 和 ΠΠГ 牌絕緣導綫	14
絕緣材料和棉紗	17
電刷	22
瓷套管	23
巴氏合金, 青銅, 滾動軸承	23
漆、漆的用途和溶劑	25
變壓器油	27
焊料和焊劑	28
第二章 電机的整新和修理	29
電机的拆卸、查明故障和裝配	29
工藝程序圖	29
電机的接受修理和查明故障	31
電机的拆卸	33
电机故障的查明	34
壞綫捲的拆卸	40
電机的裝配	43
靜子綫捲的整新和修理	46

交流電机的綫捲及其分類	46
靜子綫捲的故障	66
電動機綫捲的計算	68
靜子綫捲的繞製	76
端綫記号正確性的確定	88
電樞綫捲和轉子綫捲的整新	89
電樞綫捲和轉子綫捲的基本特點	89
綫捲的故障及其查明方法	92
電樞綫捲的類型	95
轉子綫捲	96
直流電機電樞綫捲的驗算	99
電樞和轉子綫捲的製造	102
綫槽絕緣的製造	103
綫捲元件的製造	104
綫捲座和疋的絕緣	103
電樞元件的嵌置	111
換向器的焊接	115
勵磁綫圈、磁極綫圈和其他零件的修理	117
轉子和電樞的綁紮	123
轉子和電樞的平衡	126
綫捲的浸漆和乾燥	129
電機綫捲浸漆和乾燥的效用	129
浸漆和乾燥的技術	129
綫捲浸漆和乾燥用的設備	133
電機機電部分的整新和修理	136
電刷架与刷握的故障和修理	136
換向器的故障及其整新	139
換向器片和換向器絕緣錐的製造	140
軸的修理	147
外殼和外殼端罩的修理	149

電機鐵芯的修理	151
滑動軸承的整新和修理	152
滾珠軸承和滾柱軸承的掉換	154
第三章 變壓器的修理	157
變壓器的拆散，查明故障和裝配	157
變壓器的故障及其查明方法	157
整新和修理變壓器的工藝程序	158
變壓器的拆散	159
變壓器故障的查明	160
變壓器的裝配	163
綫捲的整新和修理	166
綫捲的類型	166
綫捲的接綫法和接綫組別	168
綫捲的驗算	170
變壓器綫捲的整新和修理	178
綫捲的浸漆和乾燥	185
磁路的整新和修理	187
磁路的構造和材料及它的修理	187
上軛鐵的拆卸和安裝	191
穿釘的絕緣	194
變壓器鋼片的絕緣及其整新	195
變壓器中絕緣的更換	197
變壓器中的絕緣	197
絕緣距離	199
綫捲絕緣的製備	203
變壓器油的清濾	206
變壓器外殼和附件的修理	208
外殼、油枕和油標的修理	208
變壓器的頂蓋封圈	213
瓷套管的修理和加裝法蘭盤	215

第四章 工作質量的檢查和試驗	217
電机和變压器修理過程中的中間檢查	217
電機	218
電力變压器	222
修理後的試驗	227
進行試驗的範圍和方法	229
電机和變压器的試驗範圍	229
電機試驗的進行	230
變压器試驗的進行	242
第五章 綫捲導綫絕緣的換新	257
導綫的準備	257
棉紗的準備	263
包紗机和其他設備	266

第一章 概 說

整新和修理機構

整新和修理的基本任務

農業中裝設着大量同步發電機、鼠籠式電動機和變壓器。

在農村電氣裝置中，有許多運行多年的電機和變壓器，其中尤其是早年出產的電氣設備，一般都需要大修。這樣的修理由專門的修理機構負責。

修理機構的基本任務，是以熟練的技術切實地修復各種電氣設備，有時還對電氣設備作部分的、甚至全部的改造。這一任務，由於在農村電氣裝置中有着大量類型極不相同的、而且在現時工業上已不再生產的電機和變壓器，而變得相當困難。

電機和變壓器的故障

實踐證明，極大部分電機和變壓器(約80%)是由於綫捲損壞而不能繼續運行的。

電機事故中，平均15%是由於軸承損壞而產生；變壓器由於鐵芯「失火」和絕緣體損壞而不能繼續運行者，大概也佔同一百分數。因此，20%的事故，是跟發電機、電動機和變壓器的機械部分的損壞有關。

最常遇到的電機綫捲故障列於表1。

表1

電機綫捲的故障	可 能 的 原 因
絕緣電阻降低	進入濕氣；未曾絕緣的地方變髒；端綫和端鈕盒的絕緣損壞
絕緣擊穿：	
1) 對外殼(地)	運行時的機械損傷
2) 綫匝間	靜子齒部的鋼片裂開
3) 各相之間	由於長期運行或由於不能容許的過熱而使絕緣陳化；起動和制動等時候的機械損傷；絕緣因油、鹹、水的作用而受到化學損壞
連接處或導體的脫焊	起動和運行時電流過載；焊接不良
斷綫	連接處脫焊；機械損壞
機械損壞	轉子碰到靜子

變壓器最普遍的故障列於表2。

表2

變壓器綫捲的故障	可 能 的 原 因
綫捲絕緣陳化	由於過載或冷卻不夠良好而過熱
綫捲中匝間短路	衝擊性負載；綫匝絕緣的缺點；綫捲潮溼損壞
分段間的擊穿和短路	大氣過電壓；在發生穿通短路時變壓器綫捲各分段變形
綫捲的電流動力破壞	在發生穿通短路時綫捲裝得不够牢固；在運行過程中綫捲變鬆等
絕緣的擊穿和弧絡	絕緣中進入濕氣；絕緣上有污垢裂縫和其他缺點；大氣過電壓
局部發熱	連接處接觸不良；變壓器磁路的穿釘絕緣損壞；鉄芯鋼片絕緣損壞

修理基地和整修技術

[修理基地]是指一個整體的業務組合，其中包括：設有能把舊綫捲導綫絕緣換新的包紗間的電氣修理工廠、變壓器油清濾間、倉庫、修理基地的運輸設備等。

基本的環節是電氣修理工廠。電氣修理工廠的典型設計(圖1)，是農業電氣化管理總局根據全蘇農業電氣化研究所製訂的技術條件而擬定的。

在電氣修理工廠中能進行電機(電動機，發電機)和變壓器的大修，也可以進行高低壓設備(斷路器，保安裝置，變阻器等)和用於生產上的電熱器具(煮水器，熱水器)等的修理。

除此以外，在這工廠中還能製造某些設備的簡單零件和備件。

雖然對電氣修理廠的利用可能是多方面的，但是修理廠廠地的分配和必要設備的選擇，主要是根據整修發電機、電動機和變壓器的技術作業而決定的。

廠中所定的工藝程序，應為修理電動機、發電機和變壓器創造正常的工作條件，同時也要顧及到修理其他各種電氣設備的某些要求。

除此以外，在工廠中必須有一個包紗間，用以整新舊的綫捲導綫；一個不大的電氣實驗室和一個能保證工廠需要的變壓器油清濾間。

拆卸間的任務包括：

- 1) 檢查送來機器的狀態和查明故障；
- 2) 拆卸機器，包括取下舊綫捲，清除機器各零件和部件上的泥污、油垢、鐵銹等；
- 3) 整理舊導綫，以備重包絕緣(除去舊絕緣、矯直、繞製成捲等)；
- 4) 填寫決定整修工作性質和範圍的報告表。

鉗工機械間的主要任務是：

- 1) 有關鐵芯開裂和槽綫歪斜的矯正工作，以及重疊變

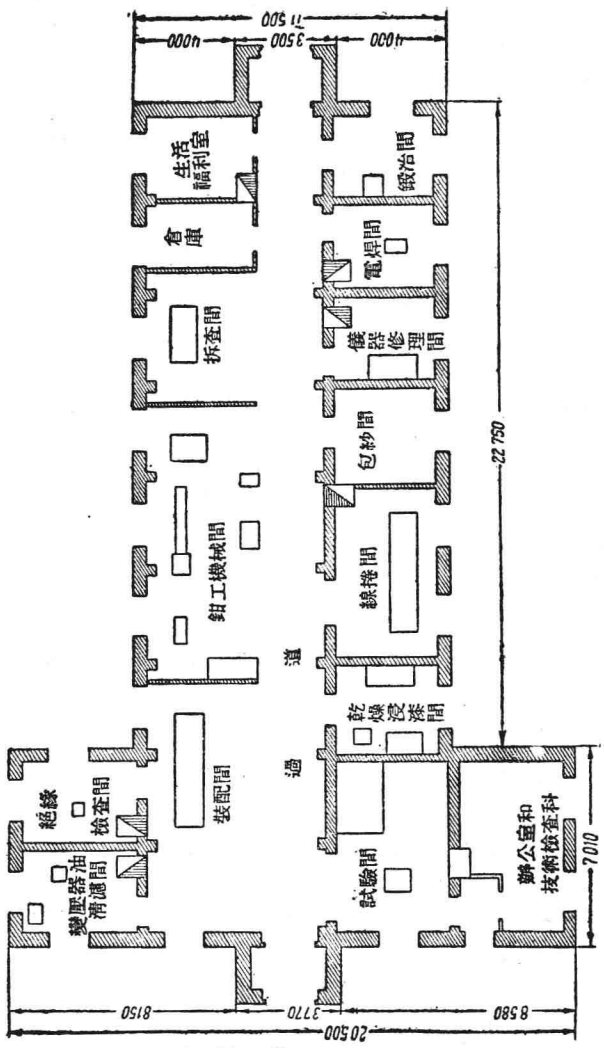


圖 1 電氣修理廠各車間的佈置(農業電氣化管理總局推薦)

压器鉄芯等的鉗工作業；

2) 製造爲徹底修復機器所必需的許多零件：固定用零件、帽蓋等。

3) 車削和磨光 換向器、滑環和 軸頸，平衡轉子和電樞；

4) 鍛冶和焊接作業：焊机脚，焊補裂縫等；

5) 重澆滑動軸承，掉換並安裝油環，以及掉換滾動軸承；

6) 裝配各結合件：刷握，滑環，換向器，外殼端罩等。

綫捲間的任務，是嚴格地依據技術資料，繞製電机和變压器的綫捲。

乾燥浸漆間的工作，是綫捲的預先乾燥、浸漆和浸漆後的乾燥等工作。

電机或變压器的綫捲、鉗工机械間修好的部件、零件和組合件都應送到裝配間，以便進行電机和變压器的整體裝配。在裝配間裏，還進行把新鮮乾燥的變压器油灌入變压器和其他充油設備的工作。

變压器油清濾間中有壓濾机、矽膠濾油机，有時還有離心机。這些設備能保證清除油中的混雜物、濕氣，並降低油的酸價。

包紗間的工作，是導綫的包紗工作。車間中裝有包紗机、併紗机、電焊變压器等。

工廠倉庫用來貯存工廠修理用的主要材料：綫捲導綫、絕緣材料和其他材料。貯存材料的數量，應在現行貯備定額的範圍以內。

檢查各修理階段中的工作質量和試驗修理好的工作件，

是技術檢查科的職責。

由於斯達哈諾夫運動的發展，產生了電氣設備的快速修理法。這種修理法是以掌握先進的技術、合理地安排工作位置、精確地準備必需的修理材料和備件為基礎的。

修理用材料

繞綫捲用的導綫

綫捲是用下面各種牌子的銅綫捲導綫繞製的(表 3)。

表 3

導綫的牌子	絕 緣 類 型
ПЭЛШО	由耐汽油瓷漆和一層絲絕緣的導綫
ПБД	由兩層棉紗絕緣的導綫
ПЭЛБО	由耐汽油瓷漆和一層棉紗絕緣的導綫
ПШД	由兩層絲絕緣的導綫
ПВОО	由兩層棉紗絕緣的導綫，其中一層是繞的，一層是編包的
ПББО	由幾層電纜紙紙條和一層不連續的棉紗層絕緣的導綫
ПЭЛ	由耐漆瓷漆絕緣的導綫

ПБД、ПВОО 和 ПББО 牌導綫的截面，製成圓形或矩形；其他各種牌子導綫的截面，僅製成圓形。

在設計電機綫捲時，絕緣的厚度很重要。上列各種導綫的絕緣厚度示於表 4。

圓導綫的絕緣厚度，等於絕緣導綫的直徑和裸導綫直徑的差；矩形導綫的絕緣厚度，則等於絕緣導綫狹的一側的厚度和裸導綫厚度的差。

電纜廠所出產的繞綫捲用的圓導綫，最常用的截面積和直徑列舉於表 5。

繞綫捲用的矩形導綫的截面積(平方毫米)和尺寸列於

表 4

絕緣子	導線牌 厚度 (毫米)	子	ПЭЛШО		ПБД	ПЭЛВО	ПШД	ПБОО	ПБВО	ПЭЛ	ПБВО
			和	ПЭЛШО							
圓 導 綫	銅	0.05—0.09	—	0.07	—	—	0.11	—	—	0.045	—
	綫	0.10—0.19	—	0.075	—	—	0.11	—	—	0.020	—
	直	0.20—0.25	0.19	0.09	0.19	0.125	0.13	—	—	0.025	—
	徑	0.27—0.29	0.22	0.10	0.22	0.155	0.13	—	—	0.035	—
	(毫	0.31—0.38	0.22	0.105	0.22	0.16	0.15	—	—	0.040	—
	米)	0.41—0.49	0.22	0.110	0.22	0.165	0.13	—	—	0.045	—
		0.51—0.69	0.22	0.115	0.22	0.17	0.13	—	—	0.050	—
		0.72—0.96	0.22	0.125	0.22	0.18	0.13	—	—	0.060	—
		1.0	—	—	—	—	—	—	—	0.070	—
		1.04—1.16	—	—	—	—	—	—	—	0.075	—
		1.0—1.45	0.27	0.135	0.27	0.21	0.13	0.45	0.95	—	—
		1.20—1.56	—	—	—	—	—	—	—	0.080	—
	1.50—2.10	0.27	—	0.27	0.21	—	0.45	0.95	—	1.35	
	2.25—5.20	0.33	—	0.33	—	—	0.45	0.95	—	1.35	
矩形 導綫	綫	0.90—1.95	0.27	—	0.27	—	0.45	0.95	0.95	—	1.35
	寬	2.10—3.80	0.33	—	0.33	—	0.45	0.95	0.95	—	1.35
	邊 厚度	4.10—5.50	0.44	—	0.44	—	0.50	0.95	0.95	—	1.35

表 6。

表 5

直 徑 (毫米)	導錢截面積 (平方毫米)	1000米的重量 (千克)	直 徑 (毫米)	導錢截面積 (平方毫米)	1000米的重量 (千克)
0.15	0.0177	0.158	0.93	0.673	6.054
0.17	0.0227	0.202	1.00	0.785	7.000
0.20	0.0314	0.280	1.08	0.916	8.165
0.23	0.0416	0.370	1.16	1.057	9.410
0.25	0.0491	0.437	1.25	1.230	10.957
0.27	0.0573	0.510	1.35	1.431	12.757
0.29	0.0661	0.589	1.45	1.651	14.717
0.31	0.0755	0.678	1.50	1.797	15.750
0.33	0.0855	0.762	1.56	1.911	17.035
0.35	0.0962	0.857	1.63	2.217	19.757
0.38	0.1134	1.011	1.74	2.378	21.194
0.41	0.1320	1.177	1.81	2.573	22.933
0.44	0.1520	1.355	1.88	2.776	24.742
0.47	0.1735	1.546	1.95	2.986	26.617
0.49	0.1885	1.675	2.10	3.464	30.870
0.51	0.2043	1.821	2.26	4.012	35.753
0.55	0.2376	2.118	2.44	4.676	41.675
0.59	0.2734	2.437	2.63	5.432	48.418
0.64	0.322	2.877	2.83	6.290	56.062
0.69	0.374	3.335	3.05	7.306	65.117
0.74	0.430	3.885	3.28	8.450	75.509
0.80	0.505	4.450	3.53	9.787	87.250
0.86	0.581	5.177	3.80	11.541	100.820

(摘自苏联國家標準 434-41)。

PP 和 PPT 牌絕緣導線

這兩種導線用來做電機綫捲終端的引出綫，並把它們接在端鈕板上。

絕緣導線當周圍溫度為25°時的持續容許負載(以安培計