

電機修理安裝及保養

白金元 著

龍門聯合書局出版

本書指出各式交直流電機的故障檢查方法,以及修理的要點,並且把電機名稱及基本操作(如清潔、搬運、安裝、試車等)加以解說。

這本書可供電機修理技工及電機管理人員作參攷。

电机修理安装及保养

白金元 著

★ 版权所有 ★

龙門联合書局出版

上海市書刊出版业营业許可証出 029 号

上海淮海中路 1813 号

新华書店总經售

科學出版社上海印刷廠

上海延安中路 532 号

开本: 787×1092 1/32 印数: 33,901—38,900册

印張: 3³⁰/₃₂

1951 年 4 月 第一版

字数: 77,000

1958 年 8 月第十五次印刷

定价: (10)0.60元

緒 言

伴隨着政治文化的增長，工人同志要趕快掌握新的生產知識，作爲在新中國的工業化過程上發揮主要環節的作用。電機是動力的泉源，作者以下列各部門人員爲對象，提供了保養、修理、檢查、安裝等的工作方法。

(一)工廠中離不了電機，工人日常要好好的管理。這本書由淺入深，講述各式交直流電機的構造、運用、搬運各方面，理論不多，文體力求不俗不文，標題簡明，合乎工人學習的條件。

(二)電機修理技工，有時感到自己做得不滿意，常找不到故障的基本原因。這本書提供一般的和特殊的檢查方法，以及修理的要點，希望能夠在工作上，以片段的經驗和理論相結合起來，就有進一步的成績。書尾列有“故障檢查表”，便於解答各項問題。

(三)專科學生參加生產，會感到學得的理論不容易在實際上應用。處理電機的故障，常常猶疑不決，不知從何下手。這本書的材料，多半是以電機在運用中可能發現的故障加以詳解，增進管理的知識。

(四)訓練青年技工，學習新的技術，最好從工廠中實地的設備來研究。這本書把電機的名稱，及基本操作（如清潔、搬運、試車等），採用綜合的、分析的解說。如採用爲訓練班的課本，可依着次序講授。

我國工廠礦場裝用的電機，標準不同，不易確定修理工作的範

圈。這本書把作者平日與工人同志互相討論的問題，加以整理紀述出來。如果這本書提供的處理方法，指出下手的路線，減少了反復思索，作者已感到有了一點貢獻了。技術是進步的，創造的，是在工人自己積極的吸收新的知識，同時不斷的創造新的生產法。請不要將這本書當“萬能鑰”來看，勞動者疊積來的經驗，比之學院式的著作，更接近了實際的價值。

作者在工作繁忙中，經五個月編就此書，疏漏和謬誤一定是難免的，希望同志們隨時指正。至於底稿校對和補充資料，承營道五工程師協助，良用感綴。龍門聯合書局編輯部同志貢獻不少寶貴的意見，並能提前付梓，特誌謝意。

一九五一年元月日

作者識於上海高昌廟

目 錄

第一章 電機的種類與結構

一 正確的認識·····	1
二 名牌上的說明·····	1
三 電機類別·····	2
四 通風裝置和溫度限額·····	5
五 護體型式·····	6
六 轉速和任務·····	6

第二章 絕緣材料

一 什麼叫絕緣性·····	9
二 絕緣體的壽命·····	9
三 材料分類與溫度限額·····	10
四 什麼叫安全值·····	12
五 潮濕的影響·····	13
六 去潮方法·····	14

第三章 卷組的故障

一 碰鐵·····	17
二 碰線·····	20
三 斷線·····	22
四 接錯·····	24

五 修理要點·····	26
六 清潔方法·····	28
七 絕緣油漆和浸塗法·····	29

第四章 鐵的故障

一 矽鋼片的短接與雜音·····	31
二 空氣隙·····	32
三 軸承的檢查·····	33

第五章 換向器和炭刷的故障

一 什麼叫良好的換向·····	36
二 中性位置檢定法·····	36
三 換向器的陳老·····	38
四 炭刷架·····	38
五 炭刷材料與電流負載·····	38
六 炭刷火的樣式·····	39
七 炭刷發火的原因·····	40

第六章 發電機在零載時的故障

一 直流發電機發不出電壓·····	44
二 交流發電機發不出電壓·····	47
三 直流發電機電壓太低·····	49
四 交流發電機電壓太低·····	51

第七章 單獨或並聯工作時的故障

一 直流發電機的故障.....	53
二 交流發電機的故障.....	58
三 直流電動機的故障.....	62
四 感應電動機的故障.....	63
五 同步電動機的故障.....	73

第 八 章 旋轉換流機的故障

一 啓動時的故障.....	76
二 整步時的故障.....	76
三 怎樣調整電壓.....	78
四 工作時的故障.....	78
五 與直流電機及蓄電池並聯工作.....	80

第 九 章 安裝與試車

一 搬運操作.....	81
二 地基.....	82
三 皮帶輪計算法.....	86
四 發電機試車前的檢查.....	92
五 電動機試車前的檢查.....	94
六 試車程序.....	96

附 表.....	102
----------	-----

電機修理安裝及保養

第一章 電機的種類與結構

一、正確的認識

工廠礦山裏所用的電機，種類各有不同，每一種電機都有它的特性。我們無論担任管理或是修理工作，對於自己所經管的電機，如果沒有正確的認識，那麼遇到發生故障的時候，一定不會有適當的處理方法，甚至於手忙腳亂，還會弄出嚴重的錯誤來，造成無謂的損壞。其實，釘在電機上面那塊“名牌”，就是這部電機最簡明的說明書。首先應該把名牌上面的數字弄明白，得到一個初步的認識，然後再把平常對於電機工作性能所得的經驗，和自己學過的基本原理互相參照，做到進一步的認識。有才幹的管理員必須有實際經驗和理論結合起來的知識，對於電機的各種故障問題，才能有完善的處理方法。這樣的技術，才是有價值的。

二、名牌上的說明

電機的名牌，分‘型’，‘式’，‘類’三項，用文字，數字，或英文字母說明它的內容。

第一項‘型’，包括鐵壳式樣，相數，場極式樣等等，通常用英文字母來代表，例如：第一個字母代表電的交直流，交流用A字，直流用D字。第二個字母代表相數，單相用S字，二相用Q字，三相用T字，六相用H字，十二相用D字。還有B字表示旋轉磁場。

第二項‘式’，包括護體和軸承的式樣。例如第一個字母B字代表敞式，E字代表半封閉式，G字代表全封閉式，V字代表直軸敞式，W字代表直軸封閉式。第二個字母A字代表鋼球軸承，E字代表套筒軸承，Y字代表特種軸承。

第三項‘類’，有四組數字，第一組數字是極數，第二組是額量，用千瓦或是千伏安作單位，第三組數字是轉速，就是每分鐘的轉數，第四組是電壓定額。

假如一部三相交流旋轉磁場型，保護封閉，鋼球軸承式，10極，800 千伏安，500 伏，720 轉的電機，它的名牌是這樣的：

A T B — G A — 10 — 800 — 720 — 500
(型) (式) (類)

另外還有環境的空氣溫度，溫度昇，絕緣類級，任務，……各種說明，都應該注意。

三．電機類別

(1) 電動機分類及機件——電動機大致可以分成下列幾類：

(a) 萬用式 (Universal Motor) —— 是一種交直流電兩用的電動機，它的場極是串卷式或補償串卷式，用交流所產生的轉速和功率與用直流所產生的略微有些差異。它的機件包括場激卷組，電樞卷組，或附裝補償卷組及換向器。

(b) 分卷式 (Shunt-wound Motor) —— 是一種直流電動機，它的場激和電樞成爲並聯線路。它的機件包括：場激卷組，電樞卷組，換向器，和炭刷。

(c) 穩定分卷式 (Stabilized Shunt-wound Motor) —— 是一

種直流電動機，在分激卷組上附裝幾匝串激卷組，和電樞形成串聯線路。這樣能夠節制過分高的轉速，或在重負時調節轉速，不使它過低。機件包括：場激卷組，串接場激卷組，電樞卷組，換向器，和炭刷。

(d)串卷式 (Series-wound Motor) ——是一種直流電動機，它的場激和電樞成為串繞線路。輕負時的轉速比較重負時要高些。它的機件包括：場激卷組，電樞卷組，換向器，和炭刷。

(e)複卷式 (Compound-wound Motor) ——是一種有兩個單獨場激的直流電動機，一個卷組產生強有力的磁場，和電樞線路串聯，另一個卷組和電樞成為並聯。機件包括：串激場極卷組 (或附接間極卷組)，分激場極卷組，換向器，和炭刷。

(f)滑環式 (Slip-ring Induction Motor) ——是一種多相交流感應電動機，由初級電路所生電能轉變為機械能，次級或者成為短路，或者另外用適當的電路跨接。機件是：定子鐵芯，定子卷組，滑環，轉子鐵芯，和轉子卷組。

(g)鼠籠式 (Squirrel Cage Induction Motor) ——是一種多相交流感應電動機，在次級鐵芯槽內裝着像鼠籠那樣的銅線組成次級電路。它的機件是：定子鐵芯，定子卷組，轉子鐵芯，和轉子卷組。

(h)同步式 (Synchronous Motor) ——是一種多相交流電動機，通常裝有直流激磁卷組，它的轉速和電源的週率及極數有同時關係，沒有轉數差。它的機件是：定子鐵芯，定子卷組，磁極轉子，磁極轉子卷組，激磁卷組，和換向器。

(2)發電機分類及機件——發電機大致可以分成下面幾類:

(a)分卷式 (Shunt-wound Generator) ——是一種直流發電機,全部場極激磁由一個多匝的,電阻比較大的卷組供給。這個和電樞形成並聯電路,就成為自激發電機;假如由另一個發電機供給它的場極激磁,就成為他激發電機。它的機件是:場極鐵芯,場極卷組,電樞鐵芯,電樞卷組,換向器,和炭刷。

(b)複卷式 (Compound-wound Generator) ——是一種直流發電機,有兩個單獨的卷組,一個供給強力的場激,和電樞形成並聯,另一個供給一部份的激磁,和電樞形成串聯。假如把它裝接平衡器,就得到便於並聯運轉的效果。機件包括:主磁極鐵芯,場極卷組,電樞鐵芯,電樞卷組,換向器,和炭刷。

(c)磁力發電機 (Magneto-electric Generator) ——是一種小型發電機,用永久磁鐵當作場極來產生電。它的機件是:永久磁鐵場極,電樞鐵芯,接觸片,電容器,高壓感應圈和鐵芯。

(d)激磁機 (Exciter) ——是一種輔助性的直流發電機,它的用處祇是供給另外一部電機用的激磁電功。它的機件和複卷式的相同。

(e)同步式 (Synchronous Generator) ——是一種多相或單相交流發電機,利用機械能變成電能。它的平均轉速須和所接的輸電系統的週率完全相同。機件是:定子鐵芯,場極卷組,轉子鐵芯,轉子卷組,轉子主磁極,轉子場極卷組,換向器,炭刷(如場極電流由激磁機供給時,炭刷即不需要),匯流環和炭刷。

(3)旋轉換流機:

(a)換流機組 (Motor-generator Set) —— 是一種含有一部電動機接合一部發電機，輸入和輸出可能是直流或交流。

(b)直流換流機 (Dynamotor) —— 是一部直流電動機，在電樞上加繞卷組，利用一個場極，產生不同電壓的直流電。

(c)直流平衡機 (Direct-current Balancer) —— 是兩部或更多相同的電動機相接合，串接在三線電系兩線端與中性線端，維持各路電位的平衡。

(d)同步電容機 (Synchronous Condenser) —— 是一種交流電容式的電動機，不產生機械的負載作用，使用激磁力去調度輸電上的功率因數。

(e)換週機 (Frequency Changer) —— 是一部感應電動機把一種週率的交流電能變成另一種週率電能，或不同電壓的電能。初級為定子，次級為轉子。

四. 通風裝置和溫度限額

設計最佳的電機也會產生百分之五上下的電功損失。這裏面包括機械磨擦，絕緣漏電，導體損耗等等，全都變成熱能，使得電機在運轉時本身溫度隨着增高。如果電機鐵殼的面積不夠把這些熱發散出去，就必須在機內或是機外另添通風裝置，才能夠保持電機的溫度不超出安全值。並且因為電機的安裝地方不同，製造廠家就規定各式電機所安裝地方的空氣溫度限額，即環境溫度 (Ambient Temperature)。一般不得超過 40°C 。

電機上面的通風裝置有下面四種式樣：

(1) 敞式 (Open) —— 電機的末端是開敞的，四周空氣能夠自

由通過線卷各部份，熱氣就被帶去。這種式樣適於空氣溫度在 50°C 以下的地方工作。

(2) 自動通風式 (Self-ventilated) —— 在機軸上面裝着風扇，很快地把熱氣吹出機體之外。這種式樣適於空氣溫度在 55°C 以下的地方工作。

(3) 外力通風式 (Separately Ventilated) —— 另裝一個鼓風機。用風筒與電機接通，產生冷却作用。這適於空氣溫度在 55°C 以下的地方工作。

(4) 全封閉式 (Totally Enclosed) —— 這種電機並沒有通風裝置，熱氣傳到鐵殼，就由周圍的冷空氣把它吸收去。這適於空氣溫度在 45°C 以下的地方工作。

五. 護體型式 (Type of Enclosure)

電機的鐵殼可以分成下列幾種型式：

(1) 防塵型 (Dust-tight Type) —— 電機鐵殼的構造全部封閉，末端的架子和蓋子加用環墊保護，空氣裏的灰塵就無法跑進裏面去。

(2) 防水型 (Water-proof Type) —— 鐵殼的構造嚴密的封閉，軸端加裝不透水盒子保護，水就不會沿着軸流到裏面去，導線入口地方加裝不透水的接頭盒保護。

(3) 防滴型 (Drip-proof Type) —— 鐵殼末端上面的開口地方，裝着蓋子，下面裝着鐵絲網，或者就乾脆的敞開着，滴水或雜物就不能侵入機內。一般的電機都採用這種型式。

六. 轉速和任務 (Duty)

(1) 電動機的轉速:

(a) 恆定轉速 (Constant Speed) ——是指電動機在正常運用中可以保持某一種轉速而不變。

(b) 變速 (Varying Speed) ——是指電動機依照負載的大小，決定它的轉速。通常負載大時轉速變低，負載小時轉速變高。像串卷式或多滑環式就屬於這一種。

(c) 調節變速 (Adjustable Varying Speed) ——是指轉速可以逐漸的增高或減低，同時在某一轉速時，因為負載變化關係，轉速也有增減。像複卷式加裝場極可變電阻器，或是感應式加裝滑環可變電阻器，就屬於這一種。

(d) 複速 (Multi-speed) ——是指電機不受負載影響，可以隨意作兩種或更多種的轉速。

(e) 調節速度 (Adjustable Speed) ——是指電動機的轉速，在相當範圍內可以逐漸的增加或減少，而實際上不受負載所限制。例如分卷式外加可變電阻器，就是這一種。

(2) 轉速和溫度——在同一環境溫度裏有兩部功率相同的電機，轉速高的效率高，轉速低的效率也低，換句話說：如果使兩部電機的效率一樣，那麼，轉速低的就容易發熱。這道理很簡單：轉速高，空氣流通也快，冷卻性能就好，機內的熱容易散出，所以它就能够多負載。

(3) 任務——電機的功率必須符合其全載時的溫度限額，所以負載的時間是與電機的功率有直接關係的。各製造廠家為的適應實際應用上的條件，規定出品功率的三個標準，這樣才能提高

效率，節省費用，合乎經濟條件。

(a)連續的——凡是需要定在恆定負載下，電機能作不停歇的運轉，適合用在通風機，水泵，工作母機和類似的機器。

(b)間歇的——凡是需要定在〔一〕負載和部份的負載，〔二〕負載和停歇，〔三〕負載，部份負載和停歇等的情况下工作，這種電機適合用在升降機，吊車和類似的機器。

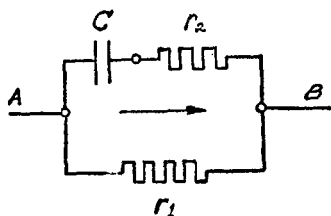
(c)短時的——凡是需要定在極短時間內即可完成全載的運轉，這種電機適合用在啟動和類似的機器。

第二章 絕緣材料

一. 什麼叫絕緣性

祇有具極低導電率的物體，才有良好的絕緣性，即使產生‘漏潰電流’，也是微不足道的。絕緣材料常常有兩個漏電路線通過它的本體，形成並聯線路。潮濕，灰塵，和不清潔的物體，對於表面電阻值都有極大的影響。表面阻值常比本體阻值小，把這兩個匯合所得的數值，才是絕緣電阻。

本體阻值包含三個不同的成份，可以用下圖解釋：



第 1 圖

A 和 B 代表兩個電位，C 代表介質的電容量， r_2 代表介質的電阻， r_1 代表介質的傳導電阻。C 和 r_2 形成串聯， r_1 是 C 和 r_2 的並聯。這三個成份匯合所得的數值，就是介質常數，通常用 K 字代表。絕緣材料的純潔度，和它在使用中的溫度，週率，及電壓有關，對於介質常數也有相當影響。

二. 絕緣體的壽命

絕緣體如果由於一小部份發生電路擊破或潰決，那就局部失

效，如果全部起了損蝕情況，就成為整體失效。局部失效是偶然造成的，整體失效是由於使用期間受溫度，氧化作用，和各種侵蝕的影響所造成的絕緣體自然衰弱現象。電機上的絕緣材料都經過縝密的設計，適合使用的具體條件。修理的時候，必須採用原來的材料，萬不得已時也應該用適當的代替品。

絕緣體的使用年限，是由下面幾個條件來決定的。〔一〕絕緣性受到超額溫度，不會產生即刻潰決，在一段時期內它還能經過漸次的機械性的損蝕。所以時間和溫度會共同使它的機械力，像紗帶紗線之類的有機材料，極易變脆，不結實。〔二〕不同的材料，在使用中的壽命也不同；同時還要看所承受的支撐效能如何。堅固支撐下的有機材料，雖然經過氧化作用而變脆，可能延長它的使用年限，但是具有摧殘性的機械力却反而縮短它的壽命。〔三〕常常受氧化，潮濕，灰塵和其他強烈氣體侵蝕的絕緣體，它的壽命一定會縮減的。〔四〕不同的使用情況，例如負載如何，運轉是間斷的還是長期的，也和絕緣體的使用年限有極大的關係。〔五〕環境溫度對於絕緣有直接影響。

三. 材料分類與溫度限額

電機內絕緣體，因為製造材料和製造方法的不同，為達到最長的使用年限起見，就規定了不同的溫度限額。現在照美國電工學會標準，列表如下：

〔O級絕緣〕 凡是未經介質油漆浸塗的棉紗、絲、紙、和其他類似的有機材料，都列入這一級。

〔A級絕緣〕 凡是〔一〕經過介質油漆浸塗過的棉紗、絲、紙、和