

書叢小學工

計 設 機 電

著 章 佳 尤

行 發 館 書 印 務

中華民國二十六年六月初版

大

(52735-1)

漢譯世界名著科學進步談一冊

The Progress of Science

An Account of Recent Fundamental
Researches in Physics, Chemistry and

Biology

每冊實價國幣壹元壹角

外埠酌加運費匯費

原著者 J. G. Crowther

譯述者 伍況甫

發行人 王雲五

印刷所 上海河南路商務印書館

發行所 上海及各埠商務印書館

* 版 權 所 有 *
* 翻 印 必 究 *

(本書校對者王養吾)

電機設計

目錄

第一編	直流電機	一
第一章	直流電機構造	一
第二章	磁路設計	八
第三章	發電子設計	三〇
第四章	電動機設計	五八
第二編	交流電機	八二
第五章	交流電機構造	八二
第六章	旋轉磁場設計	八七
第七章	設計程序	一〇七

第三編	感應電動機	一四四
-----	-------	-----

第八章	感應電動機構造	一四四
-----	---------	-----

第九章	設計程序	一四八
-----	------	-----

第四編	變壓器	一九三
-----	-----	-----

第十章	變壓器構造	一九三
-----	-------	-----

第十一章	設計程序	二〇〇
------	------	-----

電機設計

第一編 直流電機

第一章 直流電機構造

電機之製造，實爲機械工程學中之一支，但於電氣現象則非有充分之智識不可。第一圖表明直流機一般的構造，此等電機之輸出量，可大至一百匹馬力，每分鐘六百轉。

(1) 發電子——圖中之M爲發電子鐵心，以0.014吋厚之薄鋼片集合而成，分片愈薄，則鐵心中之渦流損失 (eddy current loss) 愈小，惟更較0.014吋爲薄者，則製造時較爲困難矣。各片之間塗以油漆，使互相絕緣，然後直接裝於機軸上，以圖中K點所示之筭釘筭之。在筭孔

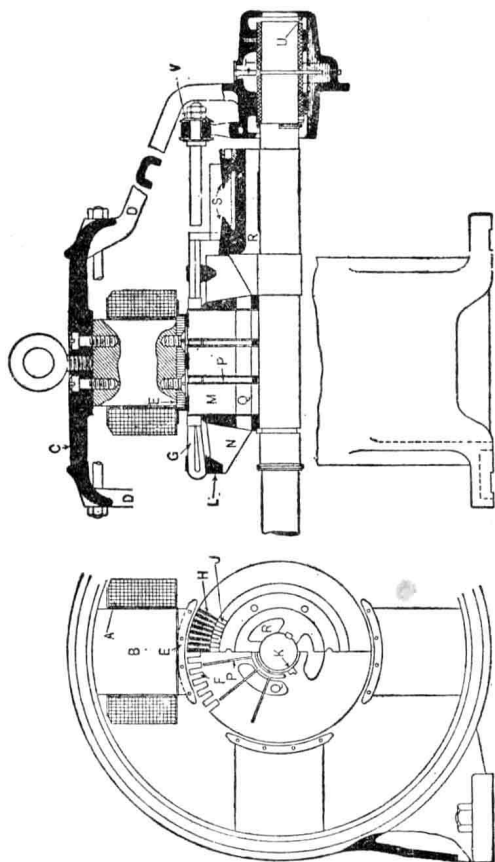
處，另有一小方孔，名標記孔。蓋各片皆係鑿成，邊部不無突緣，若不以同一方向排列，則鐵心必有鬆疏之處。今有此標記，則無此虞。

薄片之外周，鑿成齒形，以納發電子線圈G。圖中所示之槽形，爲通用之式，名開口槽（open slot）。另一種名閉口槽，偶亦用之。用閉口槽者，線圈須從端部穿入。開口槽較閉口槽，有一優點，即發電子線圈可在安放機中之先，予以完善之絕緣，裝入後，如有損壞，則取出修理，重裝，皆較閉口槽爲便利。

發電子鐵心分爲數段，以白銅通風環分隔之，見圖中P點；通風溝之目的，在令空氣得自由流通於機中，使鐵心散熱。每段鐵心厚約三吋，溝闊約 $\frac{3}{8}$ 吋。溝過狹則易於閉塞，通風無效；溝過寬則散熱效力亦並不增加，徒佔鐵心之地位而已。

通風環亦直接套在軸上，與分片集合後，以二個鑄鐵（cast-iron）端部環N夾緊之。此端部環上，裝有線圈座L，由臂桿支之，桿形如扇葉，轉動時，使空氣通入機中。

發電子線圈用五組鋼線紮住，以免爲離心力引出槽外。



第一圖——小直流電機之構造

(2) 磁極及軛——發電子線圈旋轉於勵磁圈 (exciting coil) A 所生之磁場中，此圈繞於磁極 B 上，但與磁極絕緣。在第一圖中，磁極為圓形截面，俾可以最短之勵磁圈之平均一匝之長度，得同等之磁流 (flux) 面積。磁極用椎鋼 (forged steel) 製成，其下以螺釘裝置分片合成之磁極面 E，此係 0.025 吋厚之鋼片集成，所以減小渦流之損失。

極面分片以四釘釘合，長短視發電子鐵心而異。從條一圖觀之，則見每一端部分片，有一突緣，用以承受磁場之線圈。

磁極之軸長 (axial length)，如圖所示，較發電子鐵心之軸長短。去 $\frac{3}{8}$ 吋。所以稍短者，為使發電子可在軸線上前後擺動，不致使電壓增減，且令承軸及軸領為油槽所擦損也。苟欲任其擺動，則空氣隙 (air gap) 之磁阻 (reluctance)，必須在兩極端之位置，無所變更，故發電子鐵心須較極面略長或略短，相差之數，等於許其擺動之距離，普通為 $\frac{3}{8}$ 吋。此指五十匹馬力，每分鐘九百轉以下之機，其較大者，則改用 $\frac{1}{2}$ 吋。

磁極以螺釘釘於軛 (圖中之 C) 上，軛上並裝有承軸蓋 D，如此可使全機堅實，軛之截面，僅

須足以流通磁流，不必過巨也。

兩端之承軸蓋，以貫穿之長管釘夾緊於軛上。軸蓋對軛須許其作九十度或一百八十度之旋轉，庶此機可裝於牆上或天花板上。所以必須旋轉者，因承軸用油環潤滑，而油池常在動軸下也。

(3) 整流子——整流子 (commutator) 以硬抽銅 (hard drawn copper) 之圓截片集成，各片之間以雲母絕緣，厚自 0.02 吋至 0.06 吋，視整流子之直徑及截片之厚薄而異。此處所用之雲母，以軟性者為宜，庶可與銅截片同時消損。

其雲母片與銅片，以兩個 V 形之鑄鐵夾夾之，並用 $\frac{1}{16}$ 吋厚之雲母為絕緣。整流子鐵夾及支架中，留有通風孔 R，用以散熱。

整流截片以連接線 H 與發電子線圈相連。在新式電機中，此諸線之間亦留通風隙，俾空氣藉發電子之鼓風作用，吹過整流子之表面。此空氣流最易使整流子散熱。

(4) 承軸——圖中所示為一普通承軸之構造，觀圖自明。但有數點宜注意者：一為油孔蓋上之突出物 T，此物能阻止油環躍起而掛於襯軸 (bushing) 上；二為軸上之突緣，此係防止滑

油沿軸流出，致承軸乾燥；三爲襯軸，裝於承軸殼中，如用久消損，可取出更換；四爲洩油口，在承軸底部，可使滑油由此流出，惟平時則用螺釘封閉之。承軸中之油面，得與承軸殼之大部分面積相觸，故極易散熱。在U點有小孔，使承軸中之油不致過滿，多則由此溢出。

刷子裝於柄上，柄與旋轉臂V絕緣。此臂裝於承軸上，能旋轉，轉至適當位置，則夾緊之。

(5) 滑軌——若此機須用皮帶拖動他機，或用皮帶被他機拖動，則於軛足應製成軌槽，如上圖所示，庶可裝於軌道上，另設較準皮帶寬緊之具，使其移動。

(6) 大電機——大電機之構造，與上述略有不同處。第二圖爲一直接連接引擎之大電機。凡發電子之直徑大過30吋者，卽不能以一片鑿成，必須以數片合成，每片用鴿尾(dove-tails)裝於輪幅上。相間各層之鑿片，互相掩過，庶使鐵心堅固，無有隙縫。

此機中之通風溝，以鋼條裝於邊部成之，如圖V點所示；此鋼條以分片之突出物支之，上升至齒部，以支持其齒，通風溝位於鐵心端部，半爲通風，半爲支持齒部。

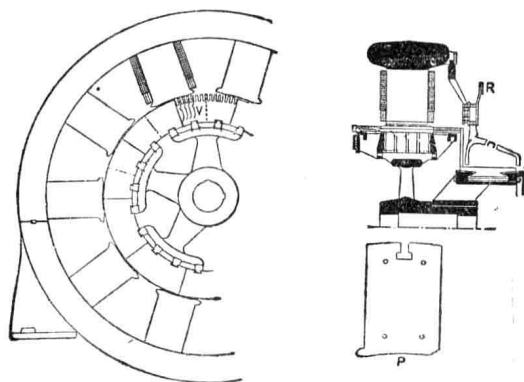
磁極之截面作長方形，亦以薄片合成，如圖中P所示。此薄片厚0.025吋，一邊有尖，一邊截去，

鄰近二片之尖端對向，故極尖之磁力飽和，以此爲整流之助。此諸薄片用釘釘合，成一整塊之磁極，然後以螺釘裝於軛上。

此機之動軸，承軸，及基礎，普通皆由引擎製造者製成。其承軸與第一圖相類，軸襯鑄成後，納入承軸殼中，每長 ∞ 吋，即用一油環。

動軸既由引擎製造者供給，則整流子自應裝於發電子之輪幅上，其裝法見上圖。刷子之支架，亦應裝在機上，普通裝於軛上，如上圖。刷子之屬於同極者，以銅環R連之，由此環將全部電流送至總線。

大直流發電機之軛，往往分成數塊，俾發電子遇損壞時，軛之頂部可以移去，不必將發電子取出，即可



第二圖——引擎式之直流發電機

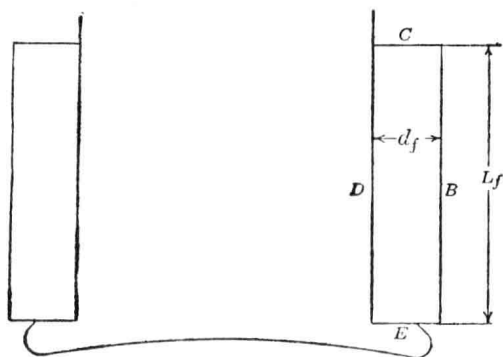
從事修理矣。

第二章 磁路設計

本章所欲解決之問題，乃就已知之發電電子及其定額 (rating)，而設計該機之磁極，軛，及磁場線圈是也。

(1) 磁場圈之發熱——第三圖表示一直流電機之磁極，及其磁場線圈。其勵磁電流 (exciting current) 流入此圈，漸令溫度增高，至線圈散熱之速度，與圈中生熱之速度相等乃止。

線圈之最熱點在 A 點，此熱須從該點傳至 B, C, D, E 等散熱面上，故在 A 點與線圈散熱面之間，必有一溫度之漸變線 (temperature gradient)，第四圖即表示在線

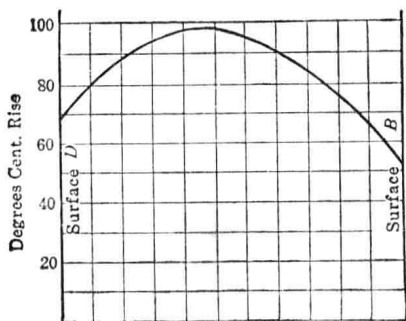


第三圖——直流機之磁場線圈

圈厚薄不等各點之溫度。

線圈之最高溫度，所以限制線圈安全負載電流之數量，惟此項溫度不易計量。線圈外表之溫度，可以溫度表量之，其平均溫度可以線圈電阻之增加量算得之，因銅在任何溫度 t 之電阻，可從 $R_t = R_0 (1 + 0.004t)$ 之公式計之，式中 R_0 為在 0°C 之電阻， t 乃攝氏溫度表之度數。

從實驗求得，最高溫度與平均溫度之比，鮮有超過 1.2 者，平均溫度與表面溫度之比，則自 1.4 至 3 不等。舊式電機，在磁場線圈之外包有繩帶，第二數 3 倍，即指此圈。照近時絕緣法，則平均溫度與外表溫度之比約為 1.5，惟線圈之厚不過 2 吋，線上除雙層之紗包外，不再包裹，線圈在某種化合物中浸過，此物較線間之空氣為易傳熱，且為較 O 為之絕緣物。如用雙層布帶，半掩包裹，則此比率約增至 1.7；如再用一層 $1/91$ 吋厚之硬紙板包於外面，以保護線圈，則比率增至 2 倍以上皆係平均數，蓋



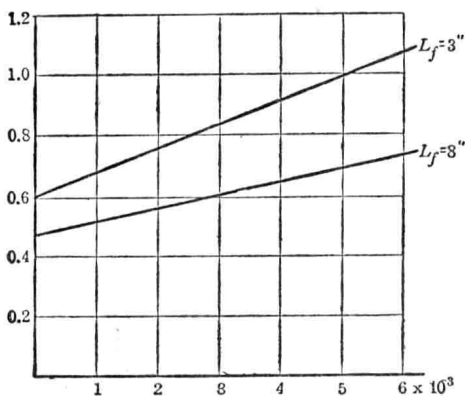
第四圖——磁場線圈中之溫度漸度線

尚須視發電子扇風之效用若何，及所用化合物之種類，線上絕緣物之厚薄，磁極與軛之輻射力而異，D面之輻射力即視此二物爲斷。

磁場線圈之發熱常數，可有多種方法定之，須視以何者爲輻射面而定。雖B，C，D，E諸面，均能散熱，但輻射之效力不等，故爲便利計，僅以B面爲輻射面。

浸過化合物之線圈，如外表面，除線上之絕緣物外，無他絕緣，則每方吋外表面所能輻射之熱量，約自0.5至1.0瓦特，假定表面增溫攝氏40°，即等於平均增溫60°C，或最高增溫70°C。此散熱量之大小，隨線圈之長短及發電子之圓周速率而異。發電子之扇風作用，頗易明了，故第五圖曲線之斜度，亦無須更爲說明矣。從此圖觀之，則知短線圈之

外表面散熱常數每方呎瓦特數（指增溫40°C）



發電子之圓周速率每分鐘呎數
第五圖——磁場線圈之發熱常數

散熱，較長線圈爲易，蓋散熱常數乃依據於總輻射面積 B, C, D, E 與外表面 B 之比率而定，今此比率，短線圈較長線圈爲大，且因線圈長者，其爲發電子扇風作用所及者，祇貼近發電子之一部分耳。

線圈之散熱面可以設法增加，法於線圈中部加通風溝，如下第六圖所示。此法似可將散熱面增加一倍，實則通風溝內兩面之散熱，不及線圈內外而之有效也。此種磁場圈中，每圈厚一寸，兩圈相隔半吋，其外表面每方吋之瓦特數可較第五圖所示者增加百分之五十。

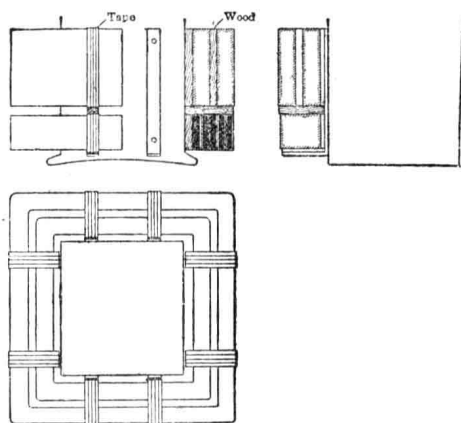
(2) 磁場線圈之大小：

設 E_i 爲每一磁場線圈兩端之電壓，

I_i 爲線圈中之磁流，

F_i 爲線圈中之圈數，

MT 爲線圈一周之平均長度，以吋計，



第六圖——通風之磁場線圈

二爲所用線之截面面積，以圓密爾 (circular mil) 計，

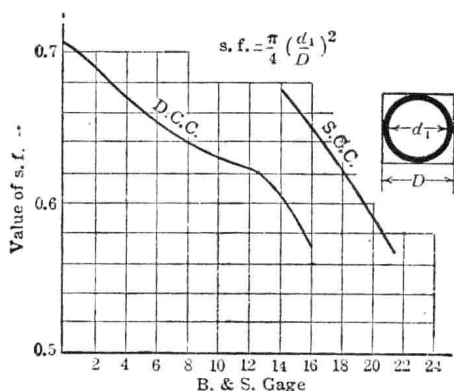
則線圈之電阻 $= \frac{E_r}{I_r} = \frac{MT \times I_r}{M}$ ，因銅之電阻，每吋長度每一圓密爾面積，約爲一歐姆 (ohm) 故也。

又

$$M = \frac{I_r I_r \times MT}{E_r}$$

故若已知磁場線圈每圈所用之電壓及安培圈數 (ampere-turns)，則線之大小即可從此式決定矣。

(3) 磁場線圈之長度 L ——如前第三圖中，該線圈所輻射之瓦特數，等於外表面積乘每方吋瓦特數。線圈中銅線之總截面 $= d_1 \times L_r \times sf$ 方吋。式中 sf ，即線之空間因數 (space factor)，即以線之截面面積，被該線在線圈中所佔之空間除得之數。此數可從第七圖



第七圖——線之空間因數