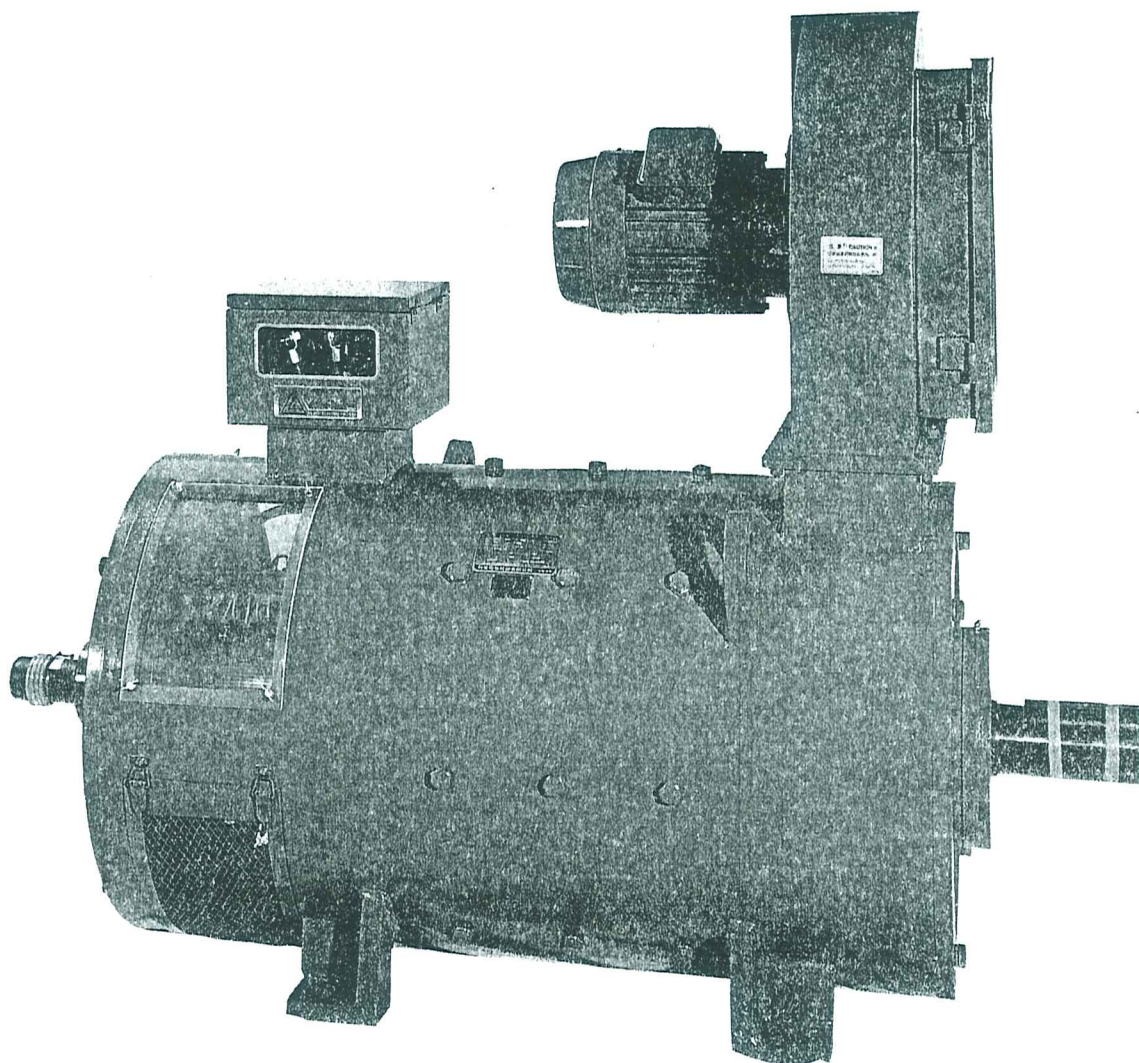
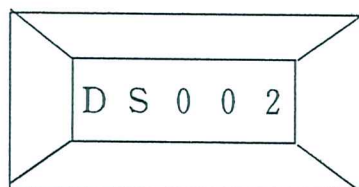


直流馬達保養手冊

DC MOTOR MAINTENANCE MANUAL



L A E

L A E 利愛電氣股份有限公司
L I A Y E E L E C T R I C C O . , L T D

直 流 馬 達 保 養 手 冊

	頁 數
前 言	1
第 一 章 直 流 馬 達 經 常 保 養 方 法	5
第 二 章 碳 刷	2
第 三 章 整 流 子	3
第 四 章 碳 刷 保 持 器	1
第 五 章 火 花	2

直 流 馬 達 保 養 手 冊

前 言

1. 直流馬達保養維護之特點：

1. 1. 構造較一般交流馬達複雜，在使用時必須多細心檢視，防止故障發生。
1. 2. 價格高昂，萬一故障，修理費時，且費用也相當高。
1. 3. 應用技術非常重要，通常故障發生以前都會有一些症狀顯示。如能及時處理，可以避免故障停機所造成之損失。

2. 直流馬達保養維護之要點：

2. 1. 有直流馬達之應用知識：

- (1) 瞭解正常及異常情況。
- (2) 瞭解異常情況之處置。

2. 2. 有整體規劃保養系統：

- (1) 重要設備之直流馬達，最好有備份馬達，以防萬一馬達必須拆修時，可以替換。
- (2) 有定期檢視表，定期檢視，及保養卡記錄整修情形。
- (3) 重要損耗零件如碳刷應至少備有 1 台份之備份零件。
- (4) 一般保養用工具應備至少一套。
- (5) 保養人員應有保養之知識及技術，並隨時吸取正確之新知識。

2. 3. 碳刷、整流子、碳刷保持器：

- (1) 碳刷是一門專門學問，切勿隨意換用不同材質碳刷。更換時應全台同時更換。
- (2) 整流子之處理，除了一般保養外，如未具有正確加工及處理知識，請勿進行車削、磨光、拆卸或更換。
- (3) 碳刷保持器，通常不易毀損。但應注意碳刷間隙、壓力及良好狀態。
- (4) 關於此方面，後文將會詳細說明，務請細心閱讀，對保養維護，有相當大幫助。

直流馬達保養手冊第一章

直流馬達經常保養方法

1. 檢視表如附件

2. 繞組絕緣電阻測定方法：

2. 1. 將出口線拆離電源。

2. 2. 將出口線接高阻計正電端，馬達外殼接高阻計接地端。

2. 3. 測出之值應符合經驗式計算值以上。

$$(1) \frac{\text{額定電壓 (V)}}{\text{額定輸出 (KW)} + 1000} (\text{M } \Omega)$$

$$(2) \frac{\text{額定電壓 (V)} + \frac{1}{3} \times \text{基本轉速}}{\text{額定輸出 (KW)} + 2000} + 0.5 (\text{M } \Omega)$$

2. 4. 新品可用 1000V_{DC} 高阻計，而舊品僅可用 500V_{DC} 高阻計。

3. 繞組絕緣低下之處理：

3. 1. 完全接地：改用三用電表高阻檔測試，如尚有數 K Ω 則可用乾燥法處理或許可升高。

如真正接地則必須拆修。

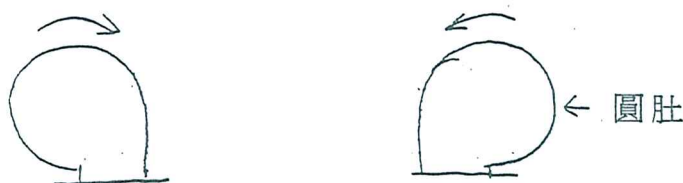
3. 2. 低 下：如運轉正常，則尚有不必要處理，唯應隨時檢視。有停機時，必須再測，如仍低下，最好用乾燥法處理。如仍未上升，最好拆修。

3. 3. 乾 燥 法：最簡易方法為風車停轉，磁場送電，利用磁場熱量乾燥，但應注意不可過熱。

如能拆修，則最好用清水清洗後送入乾燥爐乾燥。如果可能，最好在絕緣電阻上升後做一次凡立水處理。（此項工作，馬達製造廠或修理廠可以做）

4. 馬達內部積塵處理：

4. 1. 拆除整流子位外部保護蓋，用壓縮空氣（不要含有水份）將各積塵位吹走積塵。如能用吸塵器更佳。
4. 2. 整流片間之雲母槽用細毛刷子，仔細每溝清掃。如有積碳可用特殊工具剷除。
4. 3. 注意手指不要直接摸整流子，防止留下手汗。
5. 冷卻扇過濾網之更換：（無過濾網者不必做）
 5. 1. 周圍粉塵過多時，容易將過濾網塞滿空隙，而使通風不良，此時應取下不織布製成之過濾網。設法清除積塵。
 5. 2. 過濾網積塵黏著甚牢無法清除時，必須更換。應剪裁一適當尺寸原相同材質之不織布過濾網予以更換。
 5. 3. 更換後應查看風量是否與前相同。
6. 冷卻扇之旋轉方向：
 6. 1. 一般均在風箱外殼有箭頭標明旋轉方向。
 6. 2. 如無箭頭指示則可用下法判定，注意由圓肚往直線。



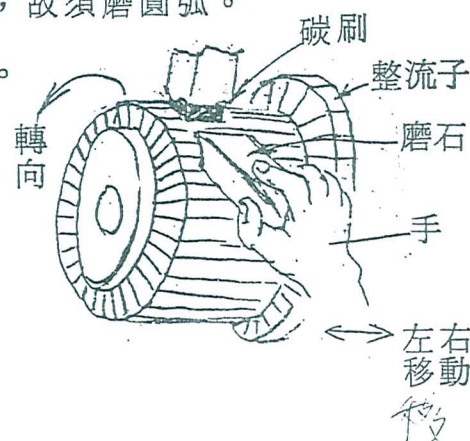
6. 3. 旋轉方向如果錯誤，會造成風量不足，或風扇馬達過熱之不良。故應注意。要改變方向，通常將三相電源任意互換二相即可逆轉。

7. 磨碳刷圓弧方法：

7. 1. 換新碳刷後，由於碳刷圓弧與整流子並不脛合，故須磨圓弧。
7. 2. 碳刷磨石須採用整流子專用軟質及中硬質磨石。
7. 3. 馬達送電運轉約 500 RPM 左右，如下圖所示：

(1) 注意手之位置與轉向關係。

(2) 要注意手不要觸及帶電部份以免觸電。



7. 4. 磨過約 1 分鐘之後，將馬達停下，檢查圓弧是否磨妥。如未磨妥再重複一次。

7. 5. 用壓縮空氣清除粉屑。

8. 中性點調整方法：

8. 1. 碳刷圓弧必須與整流子密合。

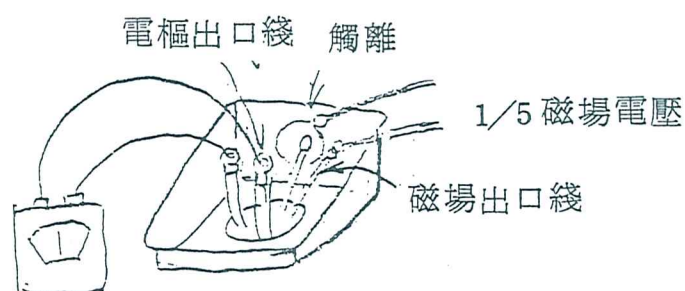
8. 2. 碳刷調位環放鬆，但不可過鬆。

8. 3. 出口綫皆須拆離電源線。

8. 4. 磁場降電壓至 $1/5$ 左右，一端接好，一端用手拿，觸擊另一磁場出口綫。

電樞出口綫接至滿刻度 50 mV 之雙向 mV 表。

當磁場線一觸一離時 mV 表偏離約 3 mV 左右即可。



MV表 (milli-volt meter)

(1) 每次觸一離後，應輕轉轉子，再繼續多試幾次。

(2) 如偏離超過 3 mV 則應輕敲調位環移轉一個小角度，然後重複上述動作。

8. 5. 以上至中性點調準後，將調位環固定。

9. 換軸承油脂方法：

9. 1. 密封式軸承，油脂無法更換。如判定軸承不良，應更換同號碼、同規格軸承。

9. 2. 裝有注油嘴之軸承：

(1) 美式幾乎皆無排油口，將油脂自注油嘴用注油槍灌入，注意不可太勉強，否則油脂會太多。因油脂僅係補充而已。如覺得年限已久，應將軸承拆下洗清再灌油脂。

(2) 有排油口裝置時，應使用注油槍灌入新油脂，至舊油脂被排出；有新油脂自排油口出來為止。灌油脂時馬達應低速運轉為宜。舊油脂應用容量或廢紙，破布包起來廢棄，不要留在現場，以免危險。

直流馬達保養手冊 第一章

直流馬達經常保養檢視表 (一)

項目	檢視要點	正 常 情 形	不良時處理
環境	空氣	無腐蝕性氣體，不含溶劑等揮發液。	隔離不良氣體
	周溫	- 10℃ ~ 40℃	空氣調節
	濕度	90 %RH 以下	空氣調節除濕
	塵埃	少灰塵或粉粒	過濾粉塵防止進入馬達
通風	強制冷却扇	正常方向運轉	查看結線
		出入風正常	查看過濾網
		風扇馬達過熱現象	檢查風扇馬達
		無異常噪音，無異常振動	檢查扇葉及軸承
	風溫	一般溫升在 20℃ 以下，但仍須視設計而定。 。與原先試車時，溫升接近仍為正常。	查看風路
碳刷	引出線	牢固	更換
	端 子	螺栓鎖緊	鎖緊
	與保持器間隙	正常（依 I E C 標準或 J I S 標準）	更換
	火花痕跡	正常無燒蝕痕跡	診斷後處理
	接觸表面	光滑，全面接觸	
整流子	真圓度	正常，碳刷不會跳動	診斷後處理
	表面皮膜	有氧化薄膜，黃褐色至巧克力色	
	表面凹陷、刻痕	無凹陷、刻痕	
	麻點	無麻點	
	燒痕	無嚴重燒痕	
碳刷 保持 器	與整流子間隙	2 ~ 3 mm	調整
	與碳刷間隙	正常依（ I E C 或 J I S 標準）	更換
	壓力	0.18 kg/cm ² ~ 0.21 kg/cm ²	更換
火花	無載	1 號火花（無火花）	診斷後處理
	負載	1 ~ 2 號火花	

直流馬達保養手冊 第一章
直流馬達經常保養檢視表 (二)

項目	檢視要點	正 常 情 形	不良時處理
軸承	潤滑油脂	每 2000Hr 更換一次	換油脂
	溫度	表面應在 60 ℃ 以下	換油脂
	異音	很順運轉聲音	拆洗或換新
噪音	冷却扇	很順風聲	查風車
	馬達本體	很順之碳刷聲，軸承聲	查看有無振動，查噪音源
振動	機械	無大振動	查機械平衡
	連軸器、皮帶	接合良好	重校正
	馬達本體	振動極小	查看有無零件鬆脫
臭味	外部	馬達未轉前之一般正常味道	查外部
	馬達內部	應無臭味	查繞組是否有燒損
緊急狀況	整流子發火光	不應有火光（閃絡或環火）	立即停機檢查
	冒煙	不應冒煙（燒組燒損現象）	立即停機檢查
	巨大聲響	不應有巨大聲響	立即停機檢查
	轉速急速上升超出正常	不應有過速（失磁現象）	立即停機

1. 經常檢視之週期，建議每星期至少一次，不停機檢視。

每月至少一次，停機檢視。

2. 碳刷、整流子如有異常。診斷有困難，應要求專家會診，以免誤診造成故障。

3. 更換油脂，最好使用原廠同規格品，以免混合後變質。

直流馬達保養手冊 第二章

碳 刷

1. 碳刷材質之等級：

1. 1. 一般常用之碳刷材質：

- (1) 電氣石墨：廣泛用於工業用直流馬達。
- (2) 含樹脂石墨：廣泛用於小型家用直流馬達。
- (3) 含金屬石墨：廣泛用於電池電源之車用直流馬達。

1. 2. 一般不常用之碳刷材質：

- (1) 天然石墨。
- (2) 其他特殊材質。

1. 3. 各碳刷製造廠之材質代號並不相同，故換碳刷時須特別注意。

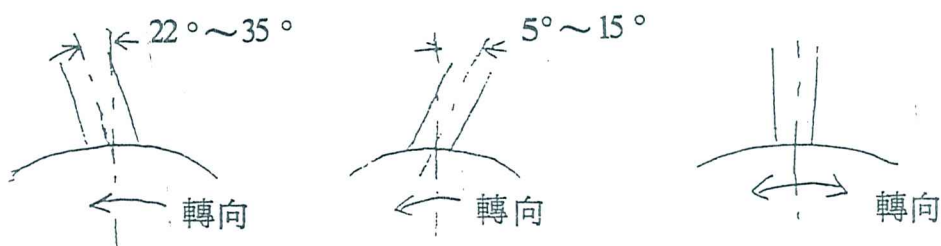
1. 4. 一般製造廠選定之碳刷材質，在大部份使用環境皆可適用。但仍有些特殊情況，無法很滿意使用。在這種情況，應會同直流馬達製造廠工程師共同設法改用其他材質碳刷。

2. 碳刷之尺寸：

2. 1. 歐洲與日本皆採用公制，稱呼尺寸相同，但公差並不相同。實用上來說，歐洲採用 I E C 規格，公差範圍較小，且與碳刷與碳刷保持器之間隙較小，碳刷較不易跳動或擺動。

2. 2. 美國採用英吋，雖然尺寸與公制相差不大，但絕不可以用公制碳刷取代。

2. 3. 美國製造廠偏愛斜面與整流子接觸之碳刷，而歐洲與日本則採用垂直接觸之碳刷，本國製造廠亦大多用垂直接接觸碳刷。

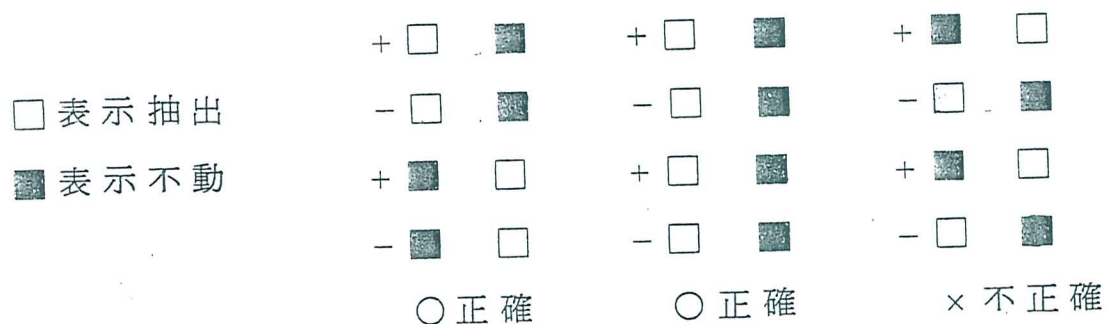


2. 4. 斜面接觸在單向運轉時安靜及良好之接觸，壞處是不宜正逆轉。而垂直接

觸則正反轉皆宜，但單向運轉時不如斜面接觸式安靜。

3. 更換碳刷注意事項：

3. 1. 如要向製造廠購買備份碳刷，應將該馬達之製造號碼告知原製造廠。
3. 2. 如自行向碳刷廠訂購備份碳刷，最好附上原使用碳刷作樣品。當然可能是已磨耗之碳刷，則應將原來長度告訴碳刷廠。（材質不要任意更換）
3. 3. 千萬不要任意更換與原設計尺寸不同之碳刷，因為碳刷尺寸（尤其是厚度）與馬達性能有相當大的關係。
3. 4. 更換碳刷時，雖然各碳刷磨耗程度不一，也應全數更換。因為如果僅換部份碳刷，很可能會造成電流分配不均，影響性能。
3. 5. 一般電氣石墨碳刷，電流密度約在 $6 \sim 12 \text{ A/cm}^2$ ，如果電流密度低於 5 A/cm^2 ，可考慮抽出部份碳刷，以免整流子保護皮膜過薄造成刻痕。其抽出之方法如下：



$$\text{電流密度 (碳刷)} = \frac{\text{負載電流 (A)} \times 2}{\text{碳刷總數} \times \text{碳刷厚度 (cm)} \times \text{碳刷寬度 (cm)}}$$

3. 6. 換碳刷應注意將端子鎖緊。
3. 7. 換碳刷完成後，必須將碳刷磨圓弧與整流子接觸良好。其方法如前述。
3. 8. 碳刷圓弧磨好之後，最好做一次中性點調整，其方法如前述。

直流馬達保養手冊 第三章

整 流 子

1. 正常整流子：

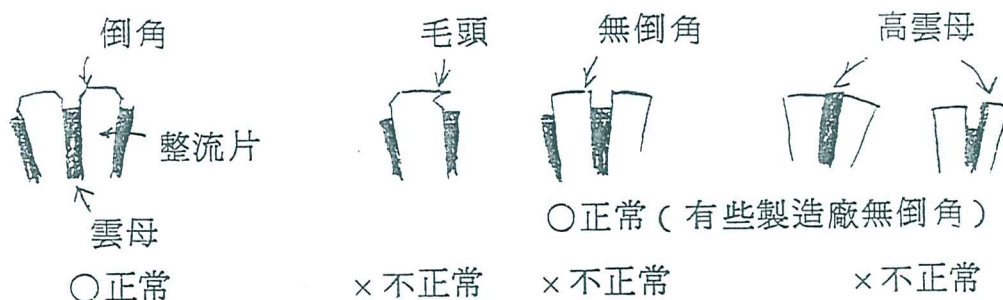
1. 1. 真圓度良好，T I R 0.05 以下。一般出廠時 T I R 0.03 以下。

1. 2. 有保護皮膜，從黃褐色至巧克力色為正常。如為新品，可能為原銅色，但經一段時間負載運轉後就會自然形成。太淡或太暗皆不好，須診斷後處理。其表面應光滑。

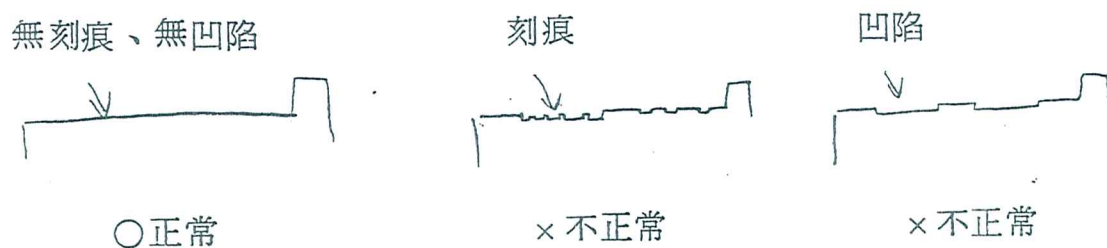
(1) 太淡，可能負載過輕，算一下電流密度，考慮抽掉部份碳刷。

(2) 太暗，可能負載過重，亦可能碳刷材質不適用，亦可能其他火花引起，須詳細觀察。如僅偶而太暗，可用磨石磨去，再作觀察。

1. 3. 雲母溝割溝及倒角正常：



1. 4. 無刻痕、無凹陷：



1. 5. 無麻點：

有麻點通常是細銅粒附着在整流子表面各處。一般是整流子不潔引起。

1. 6. Riser 位鐸接良好：一般有錫鐸及氬鐸 2 種。



錫鐸



氬鐸

2. 整流子保養方法：

2. 1. 不可用有機溶劑或潤滑擦拭整流子表面：

- (1) 酒精、汽油、及其他有機溶劑皆在禁止之列。
- (2) 潤滑油、機油亦不容許。同時禁止手觸摸整流子防止手汗。

2. 2. 平常注意保持整流子表面乾淨：

- (1) 無水之壓縮空氣吹淨、或真空吸塵器除塵。
- (2) 用特殊工具清理溝槽。
- (3) 用細毛刷子清理溝槽。
- (4) 用磨石磨碳刷同時清潔整流子。

2. 3. 注意不正常狀況發生，迅速採取對策。

- (1) 表面光滑程度及顏色。
- (2) 有無凹陷及刻痕。
- (3) 有無麻點。
- (4) 鐸錫位有無脫錫。
- (5) 碳刷有無跳動現象。
- (6) 火花情況是否正常。

3. 不正常整流子及對策

3. 1. 真圓度不良：

狀 況	原 因 分 析	對 策
碳刷跳動	高 雲 母	將雲石制低或送廠修理
	整 流 片 凸 起	送廠修理
	局 部 凹 陷	查連軸器及負載是否動平衡不良，查軸承是否不良

3. 2. 保護皮膜太淡：計算電流密度，考慮抽出部份碳刷，如前述。
3. 3. 保護皮膜太暗：如仍光滑，可以用磨石磨去，再作觀察。如無光澤，則應送廠修理。
3. 5. 表面麻點：清潔整流子，用細砂紙磨去麻點。
3. 6. 脫錫：送廠修理。
3. 7. 火花不正常：要求製造廠派服務人員會同處理。

直 流 馬 達 保 養 手 冊 第 四 章

碳 刷 保 持 器

1. 碳刷保持器種類：

1. 1. 槓桿式：壓力可調整。
1. 2. 定壓彈簧式：壓力無法調整。
1. 3. 蝸卷彈簧式：壓力無法調整，用於小型電機。
1. 4. 銅管式：彈簧附於碳刷上，壓力無法調整，用於家用及小型電機。

2. 碳刷保持器要點：

2. 1. 尺寸及間隙：碳刷尺寸和保持器要相配，且間隙要合乎要求。
2. 2. 壓力要適當：一般在 $0.18 \text{ kg/cm}^2 \sim 0.21 \text{ kg/cm}^2$ ，過小則電氣磨耗大增，過大則機械磨耗大增。每只碳刷壓力最好相同，以免電流分配不平均。
2. 3. 防止電流通過保持器：
 - (1) 彈簧與碳刷間，最好有絕緣物。
 - (2) 碳刷之引線端子要鎖緊。
2. 4. 保持器與整流子間隙：一般為 2.5 mm ，實際上 $2 \sim 3 \text{ mm}$ 即可。過大過小皆不好。在整流子車修過，間隙可能加大，須注意調整。
2. 5. 在支柱上有多只碳刷情形，其碳刷保持器排列應注意如前述碳刷抽由之情況。

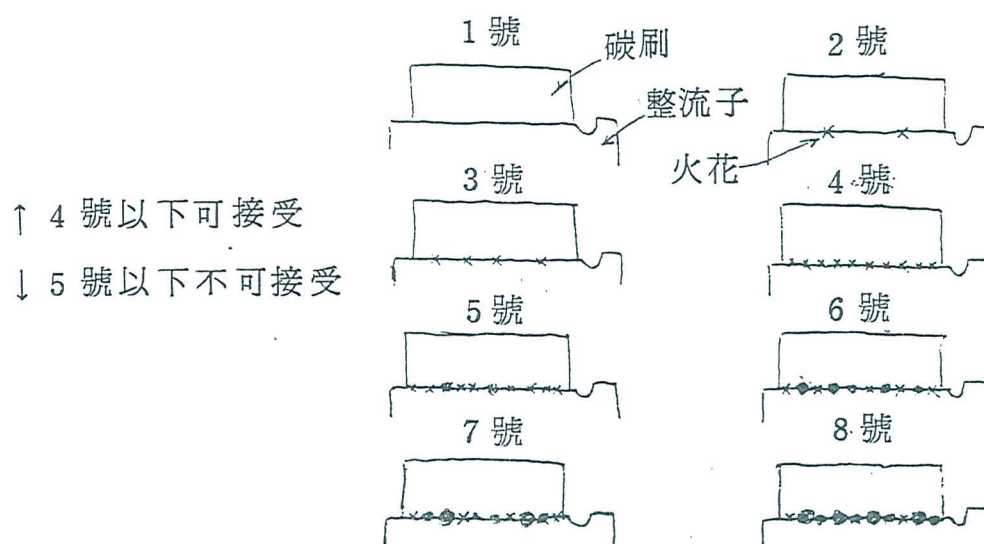
直流馬達保養手冊 第五章

火 花

1. 火花之產生：

1. 1. 理想的換向，應無火花。但實際上，由於馬達小形輕量化的設計，以及 S C R 整流電源的採用，目前直流馬達在負載情況下，多少有些火花。
1. 2. 由於設計的關係，碳刷與整流子間，在負載時產生少量火花，可視為正常，且少許火花，可以幫助保護皮膜的形成。

2. 火花的分級：J E M 1220 中，目視分級法



3. 火花顏色：

3. 1. 白色：正常顏色。
3. 2. 藍色或綠色：銅氧化時，銅離子顏色，應密切注意。
3. 3. 紅色：碳氧化時顏色，應密切注意。

4. 火花分析：

4. 1. 火花之判定，非極有經驗之技術人員很難決定其成因。
4. 2. 保養維護人員，以火花造成之結果來處理，即已足夠。

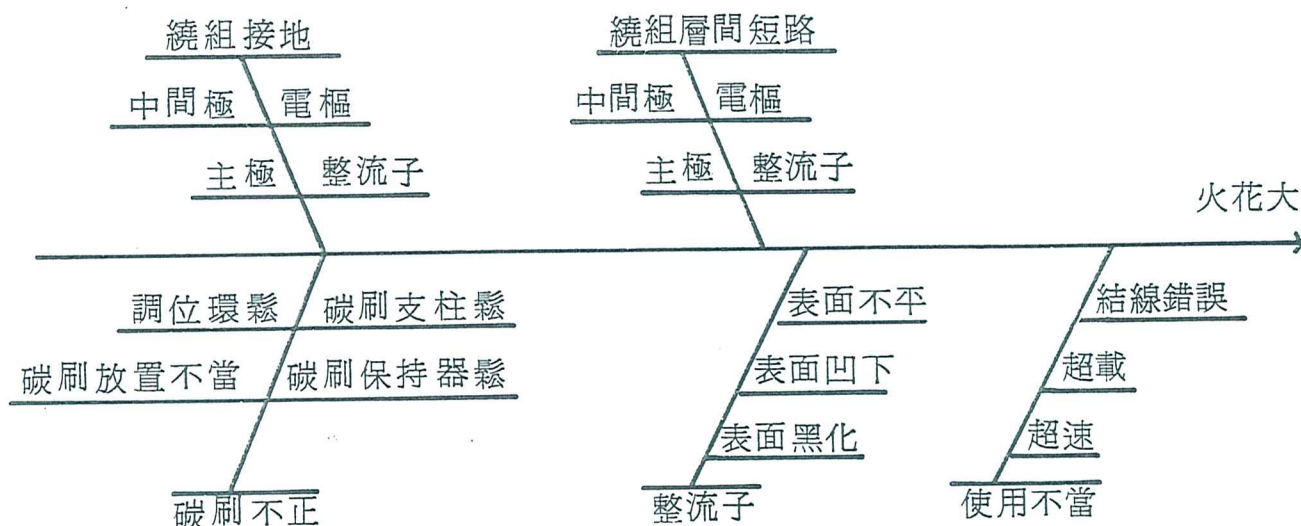
(1) 所有檢視皆正常，且無不良狀況，繼續監視。

(2) 已有不良狀況，依前述各種狀況處理。

(3) 如覺得情況難以處理，可請製造廠協助處理。

直流動力計火花原因分析

1. 要因圖：



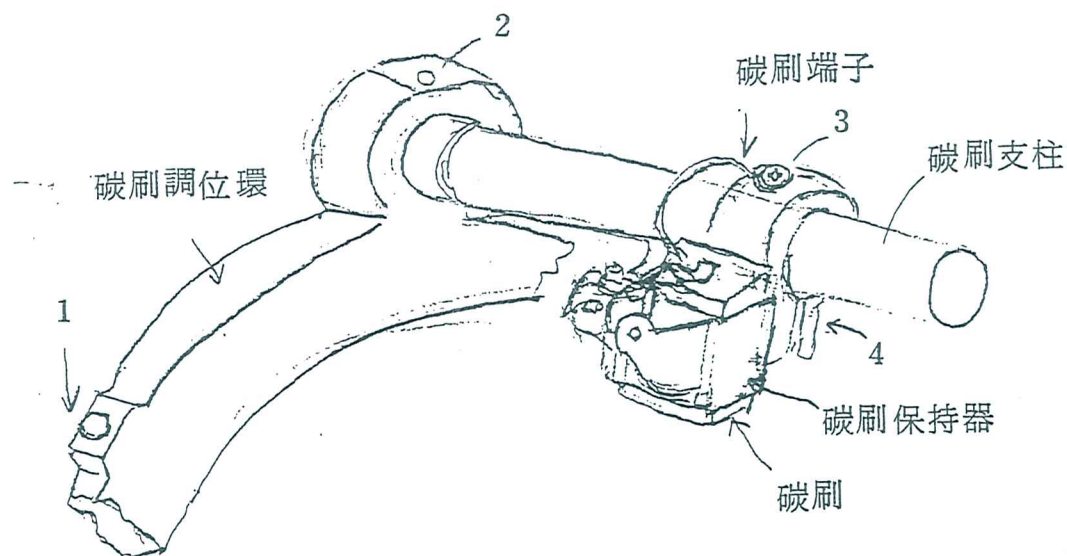
2. 核對順序及方法：

2. 1. 繞組接地：

2. 1. 1. 現象——用高阻計 (Meggar) 量取各繞組絕緣電阻，有 $0\text{ M}\Omega$ 之現象。
2. 1. 2. 方法——分別用 Meggar 量取 A 或 H 對地，J 或 K 對地 E 或 F 對地之絕緣電阻。
2. 1. 3. 排除——如確有接地現象，則應檢視何處接地。將檢視蓋拆下看碳刷線及目視可及處是否接地。如自己無法排除，則必須拆修。

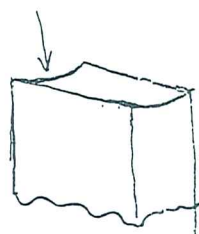
2. 2. 碳刷不正：

2. 2. 1. 現象——螺絲鬆動，如下圖情況。
——碳刷磨耗不正常如下圖情況。
2. 2. 2. 方法——用手輕搖各部份，有鬆動現象。
——碳刷取出看一下即知。

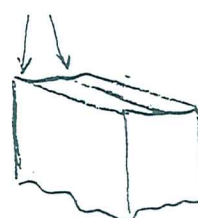


1. 調位環固定螺絲
2. 碳刷支柱固定螺絲
3. 碳刷端子固定螺絲
4. 碳刷保持器固定螺絲

要注意使用適當工具



正常碳刷，表面光滑
僅有 1 弧面



放置碳刷 不正確
有 2 弧面

2. 2. 3. 排除：

- (1) 如螺絲確有鬆動，則先鎖緊。如無法排除應進行下列方法。
- (2) 碳刷保持器確保四等分即相差 90° ，調整碳刷調位環，使中性點正確。
- (3) 如係碳刷放置不當，則應重新用碳刷磨石將碳刷磨好。

2. 3. 繞組層間短路：

2. 3. 1. 現象——整流子表面有不規則繞痕，可能係電樞繞組層間短路。

馬達轉速太高，有可能磁場繞組層間短路。

中間極繞組層間短路很難查出，但也不容易層間短路。

2. 3. 2. 排除——拆修換繞組，應由有經驗廠家爲之。

2. 4. 整流子：

2. 4. 1. 現象——整流子表面不平，由目視檢查。

整流子表面凹下，由目視檢查，碳刷應會跳動。

整流子表面黑化，由目視檢查，表面有一層不發亮黑色薄層，碳刷亦粗糙不光滑。

2. 4. 2. 排除——用碳刷磨石磨除黑色薄層，如果尚無法排除，則須拆下車修整整流子，應由有經驗廠家爲之。

2. 5. 使用不當：此點由用者自行核對。

3. 總結：

3. 1. 火花在直流機整流子多少都會有，只要無害即可。所謂有害，大概有如下幾種：

3. 1. 1. 整流子磨出溝痕，碳刷也磨出溝痕。

3. 1. 2. 整流子銅片越磨越低。

3. 1. 3. 碳刷磨耗極速。

3. 1. 4. 火花已成帶狀，顯示銅及碳刷在高熱狀態。有燒損危險。

3. 2. 一般輕微火花，可以用碳刷磨石加以清除整流子，可以減低其火花。