

新一代自動鈎線式與 免儲線環型繞線機

振聯科技有限公司 / 林營宗



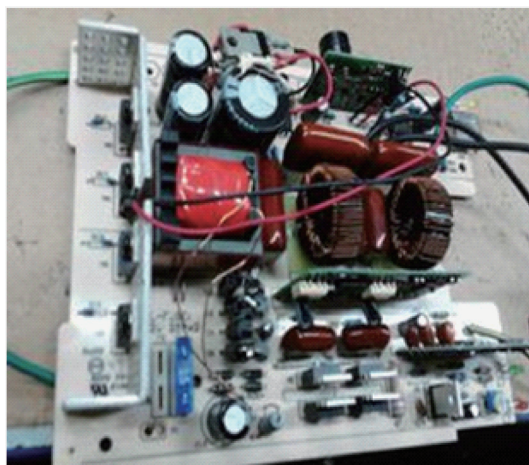
一、前言

本節針對太陽能交流發電系統上逆變器電源模組(圖1)上常用的電感線圈說明介紹。

電感線圈(圖2)是利用電磁感應的原理進行工作的器件。當有電流流過一根導線時，就會在這根導線的周圍產生一定的電磁場，而這個電磁場的導線本身又會對處在這個電磁場範圍內的導線發生感應作用。對產生電磁場的導線本身發生的作用，叫做“自感”，即導線自己產生的變化電流產生變化磁場，這個磁場又進一步影響了導線中的電流；對處在這個電磁場範圍的其他導線產生的作用，叫做“互感”。

電感線圈的電特性和電容器相反，“通低頻，阻高頻”。高頻信號通過電感線圈時會遇到很大的阻力，很難通過；而對低頻信號通過它時所呈現的阻力則比較小，即低頻信號可以較容易的通過它。電感線圈對直流電的電阻幾乎為零。

電阻，電容和電感，他們對於電路中電信號的流動都會呈現一定的阻力，這種阻力我們稱之為“阻抗”。電感線圈對電流信號所呈現的阻抗利用的是線圈的自感。電感線圈有時我們把它簡稱為“電感”或“線圈”，用字母“L”表示。繞制電感線圈時，所繞的線圈的圈數我們一般把它稱為線圈的“匝數”。



▲ 圖1 逆變器電源模組



▲ 圖2 電感線圈

1. 主要性能指標

電感線圈的性能指標主要就是電感量的大小。另外，繞制電感線圈的導線一般來說總具



有一定的電阻，通常這個電阻是很小的，可以忽略不記。但當在一些電路中流過的電流很大時，線圈的這個很小的電阻就不能忽略了，因為很大的電流會在這個線圈上消耗功率，引起線圈發熱甚至燒壞，所以有些時候還要考慮線圈能承受的電功率。

2. 電感量

電感量L表示線圈本身固有特性，與電流大小無關。除專門的電感線圈（色碼電感）外，電感量一般不專門標注在線圈上，而以特定的名稱標注。電感量也稱自感係數，是表示電感器產生自感應能力的一個物理量。電感器電感量的大小，主要取決於線圈的圈數（匝數）、繞制方式、有無磁心及磁心的材料等等。通常，線圈圈數越多、繞制的線圈越密集，電感量就越大。有磁心的線圈比無磁心的線圈電感量大；磁心導磁率越大的線圈，電感量也越大。

電感量的基本單位是亨利（簡稱亨），用字母"H"表示。常用的單位還有毫亨（mH）和微亨（ μH ），它們之間的關係是：

$$1\text{H}=1000\text{mH}$$

$$1\text{mH}=1000\mu\text{H}$$

3. 感抗

電感線圈對交流電流阻礙作用的大小稱感抗XL，單位是歐姆，符號 Ω 。它與電感量L和交流電頻率f的關係為 $X_L=2\pi fL$

4. 品質因素

品質因素Q是表示線圈品質的一個物理量，Q為感抗XL與其等效的電阻的比值，即： $Q=X_L/R$ 。它是指電感器在某一頻率的交流電壓下工作時，所呈現的感抗與其等效損耗電阻之

比。電感器的Q值越高，其損耗越小，效率越高。線圈的Q值與導線的直流電阻，骨架的介質損耗，遮罩或鐵芯引起的損耗，高頻趨膚效應的影響等因素有關。線圈的Q值通常為幾十到幾百。電感器品質因數的高低與線圈導線的直流電阻、線圈骨架的介質損耗及鐵心、遮罩等引起的損耗等有關。

5. 分佈電容

任何電感線圈，其匝與匝之間、層與層之間，線圈與參考地之間，線圈與磁遮罩罩間等都存在一定的電容，這些電容稱為電感線圈的分佈電容。若將這些分佈電容綜合在一起，就成為一個與電感線圈並聯的等效電容C。分佈電容的存在使線圈的Q值減小，穩定性變差，因而線圈的分佈電容越小越好。

6. 額定電流

額定電流是指電感器有正常工作時反允許通過的最大電流值。若工作電流超過額定電流，則電感器就會因發熱而使性能參數發生改變，甚至還會因過流而燒毀。

7. 允許偏差

允許偏差是指電感器上標稱的電感量與實際電感的允許誤差值。

一般用於振盪或濾波等電路中的電感器要求精度較高，允許偏差為 $\pm 0.2[\%]\sim\pm 0.5[\%]$ ；而用於耦合、高頻阻流等線圈的精度要求不高；允許偏差為 $\pm 10[\%]\sim 15[\%]$ 。

針對電源上常使用的電感線圈，常因磁芯內孔徑小，所繞銅線較大時，傳統的環式繞線機上的儲線鋼環有時無法正常通過磁芯內孔，會碰傷銅線造成產品不合格。

在這情況下，一般大都採取人工勾線方

式，不僅效率低，產能無法快速提升，良品率也不高。

二、德國RUFF GROUP公司

為此德國知名繞線品牌RUFF GROUP 公司在成立70周年之時，推出二款註冊專利的新款繞線設備(圖3)。



▲ 圖3 RUFF繞線樣品

1. PWM系列自動鉤線式繞線機

PWM系列是RUFF 全新推出的全自動版本鉤線式環型繞線機(圖4)，適用於線徑1mm~3mm的粗線。單個產品線長最大支持1.4M。(從產品和銅線中間起繞可以延長至2M)，完成內徑取決於於線徑及配套鉤針大小，大約在4~6倍線徑範圍，機器配置小型PLC、工控人機介面操作、可簡易快速編程(圖5)。

繞線操作過程如下：

手動放入磁芯→用線夾固定線頭→切斷線頭→進行全自動繞線(圖6)。

典型的產品有：網路、醫療、工業電源整流線圈、濾波器線圈(圖7)。



▲ 圖4 PWM自動鉤線式繞線機

New PWM - Pull Winding Machine
Suitable for chokes and winding applications with heavy wire and small final ID

PWM
The brand new RUFF toroidal winder for chokes and filters. The small PLC can be programmed by a very user friendly and easy programming surface.
The machine can handle wire dia. upto 3.0 mm (larger on enquiry). The max. wire length is 1.3 m (2 m possible, if winding will be started from the middle of the winding) and the min. ID is approx. 4-6x wire dia.

Winding process: manual inserting of toroidal core, manual fix of start wire, manual cut the needed wire, automatic winding cycle.

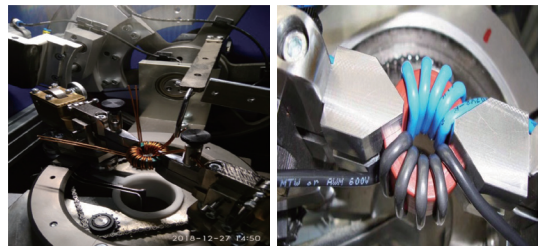
The machine is consisting of:

- 1 x PLC controller with 2 prog. Lines
- 1 x Capacity of 20 programs
- 1 x PLC controller
- 2 x Push buttons for start/stop
- 1 x Push buttons for core movement
- 1 x Push buttons for manual mode
- 2 x Motors for speed pre set of wind, slow turn
- 1 x motor for core drive
- 1 x motor for winding
- 1 x frame
- 1 x set of change for fixing toroidal core

Capability range	1.0 - 3.0 mm (18-8.5 AWG)
Wire range monofilar	15 - 60 mm
Core OD range:	4-6x wire dia.
Core ID up from:	50 mm
Compressed air:	6 bar
Supply voltages:	230 V / AC / 50 Hz / 16 A

BRAND NEW

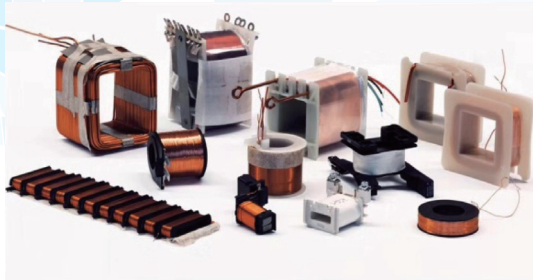
▲ 圖5 PWM繞線能力



▲ 圖6 PWM鉤針機局部機構圖



▲ 圖7 各式繞線線圈樣品



▲ 圖7 各式繞線線圈樣品 (續)

2. ML系列免儲線環型繞線機

免儲線環型繞線機的設計，是為解決小磁芯繞粗線內孔不夠的問題，RUFF獨創的新技術跟傳統鋼環式環型繞線機相比，可以滿足更小的完成內徑。銅線儲存在特殊的導輪系統上，繞線過程中銅線消耗，儲線量不斷減少，使穿線所需的內徑也逐步減小，因此，最小完成內徑可以達到僅需4倍線徑空間即可。

典型的產品有：濾波器、工業電源整流流線圈、變壓器次級線圈。

(1) 設備參數概述

RWE-EVOLUTION主機殼參數

重量：最大200KG

尺寸：120 cm x 112 cm x 80 cm

主電源：1Ph 230V AC 50-60 Hz, 16A

額定功率：1.5KW

控制器：12" 彩色觸控面板（帶4個物理按鍵），PCI模組卡MC-CAN雙網控制器

存儲空間：512 MB

作業系統：Windows CE 5.0

語言：所有拉丁系語言、中文版等

介面：標準USB，1x10/100 Mbit Ethernet 介面，RJ45，PS/2，序列介面

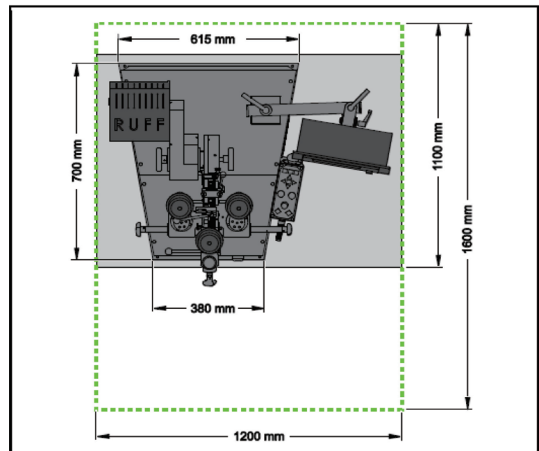
手控面板：常用操作按鍵加手動撥杆，另有3個自定義特殊功能按鍵 F1，F2，F3

電機：機頭及夾具雙伺服電機及驅動器

進氣氣壓：6~8bar

夾具氣壓：2~4bar

壓線板氣壓：一般2~4bar，客戶可根據不同線徑範圍自行調整

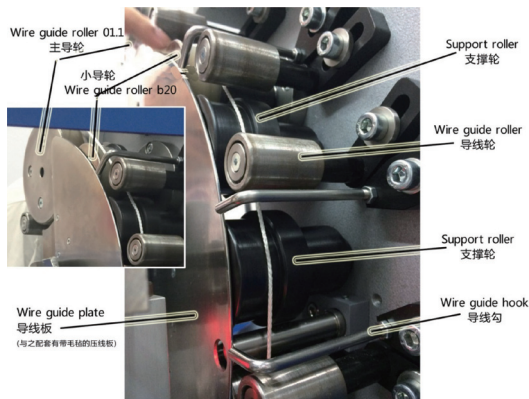


▲ 圖8 安裝空間要求

RWE-EVOLUTION主機殼適用多種規格機頭及夾具，預留全功能附件介面，每台設備配置依客戶需求而有不同，實際配置以出廠為準(圖9~10)。



▲ 圖9 背板端輸出、輸入功能接口



▲ 圖10 繞線機頭機構部件定義

(2) RW222-PML恒壓夾具

在傳統RW222-V夾具基礎上增加恒壓氣缸，適用繞線過程中產品外徑變化較大的產品，並利用手柄快速開啟/閉合夾具。夾具底座兩側的手輪可對夾具夾持範圍進行機械調整，以適應不同規格產品。

繞線操作說明：

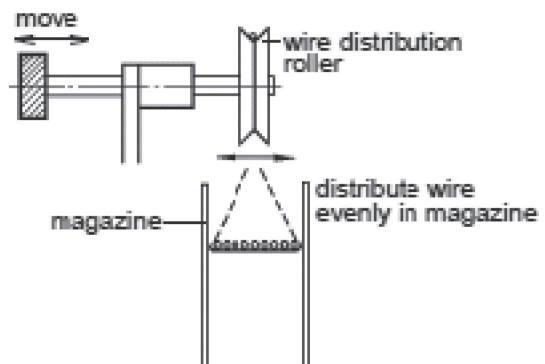
整個過程麻繩必須位於導線輪左邊緣，操作同儲線環式繞線機，詳細步驟如下：

a. 儲線

將麻繩按照b. 繞線步驟描述，依次穿過各

個導線輪，繩結從上往下穿過再向上拉起並繃緊，擰兩圈將漆包線穿過然後打結固定。固定好線頭後，按下啟動按鈕或轉動手動旋鈕，機器按照程式設定自動儲線。儲線完畢後機器自動暫停，用機頭的裁刀切斷漆包線。

排線輪調整：為使銅線均勻分佈於主導輪上，排線輪的V型槽應該位於主導輪的中間位置，如果儲線量不夠排滿主導輪，應該以實際排線幅寬為參照進行調整(圖11)。



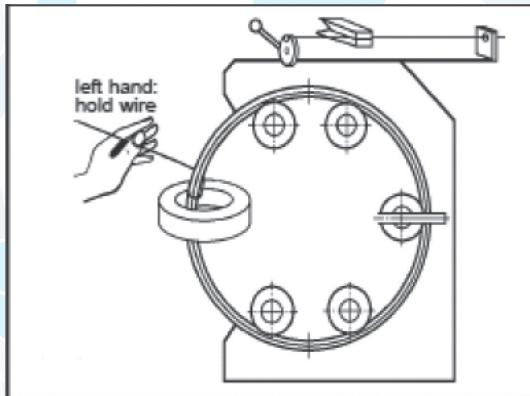
▲ 圖11 繞線機儲線環上排線分佈

b. 繞線步驟

- ① 將漆包線從右至左穿過儲線軌道，然後左手捏住按啟動開始繞線，繞幾圈當漆包線固定在磁環上之後可鬆開手，只需要後面過線時手工控制一下即可(圖12)。
- ② 繞線完畢機器自動暫停，剪斷線頭，然後退出剩餘銅線。
- ③ 解開繩結，取出繞好的線圈(圖13)。
- ④ 連續反向繞線時，需要用到撥針或撥線桿，安裝在夾具右邊。使用前需將撥線桿左邊緣與繞線軌跡儘量靠近但不重合。



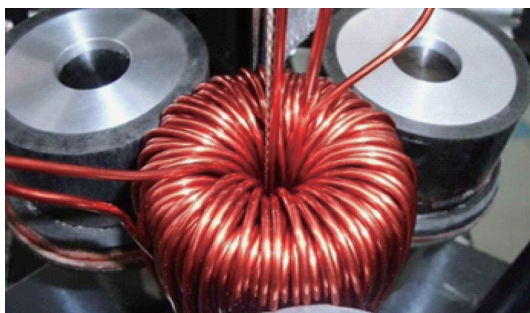
⑤ 其他操作與正向繞線時一樣。



▲ 圖12 繞線機繞線手持操作方式

調試新產品時，需要不斷嘗試各個參數以及調整機構部件，以找到最合適的程式設定以及最佳的設備狀態，需要用到手動模式，最常用的是速度旋鈕。

速度旋鈕在上一次操作後停留在非OFF位置時，需手動復位，然後才能正常啟動。



▲ 圖13 免儲線環型繞線機繞線效果 (可完成更小磁芯內徑)



▲ 圖14 免儲線環型繞線整機圖



▲ 圖15 落地式免儲線環繞線機整機圖

▼ 表1 RW - ML繞線能力

機頭類型	RW01- ML		RW03- ML		RW05- ML	
	mm	inch/AWG	mm	inch/AWG	mm	inch/AWG
線徑範圍	0,25 - 0,5	30 - 40	0,6 - 1,6	23-14	1 - 2,5	18,5 - 10
儲線周長	145	5,7	970	38	線長取決於磁芯內徑	
完成外徑範圍	4 - 30	0,16 - 1,8	25 - 150	1 - 6	32 - 200	1,25 - 7,87
最小完成內徑	4X Wire Φ 4倍線徑		4X Wire Φ 4倍線徑		8	0,31
最大完成高度	15	0,6	70	2,76	110	4,33
最高速度 RPM	200		200		120	
適用夾具	RW 111-ML		RW 222-PML		RW333-ML	
適用機箱	All RWE -Machine series		All RWE -Machine series		All RWE -Machine series	



▲ 圖16 安裝現場

☒ 參考文獻

- [1] 電感線圈·華強電子網
- [2] 德國ruff公司：<http://www.ruff-worldwide.de>
- [3] 深圳市盈聯自動化公司：<http://www.awm-worldwide.com>
- [4] RUFF中文網站 <http://www.ruff-machines.com.cn>