

一. 線架 (BOBBIN) :

(1) 線架主要用來繞線時一個支撐物, 一般取用塑膠類作其材料, 材質方面分多種, 如電木 (PHONIC)、尼龍 (NYLON)、尼龍 66 (NYLON-66)、PBT、PET、LCP 等, 其中最常用的為電木、P. B. T、P. E. T、LCP 材質。

幾種常用的 BOBBIN 特性簡單區分如下:

材質	外觀	耐熱性	硬度	韌性	環保性	價位
電木	黑色	耐高溫高熱	高	差, 易碎	不能回收	中
尼龍	透明	不耐高溫, 遇熱變形	差, 易變形	好	可回收	高
PBT、PET	白、黑、黃色	介於電木和尼龍之間			可回收	低

(2) 另外尼龍 BOBBIN 為增加其硬度, 常加玻璃纖維, 如 FR50;

(3) 電木 BOBBIN 大多含有尿素, 所產生的尿素酸對銅線有腐蝕性. 因此大部分線徑較細的產品標明用不含尿素電木 BOBBIN 其主要的成份為電木粉, 目前較為常用的有:

長春電木粉:T373、T357、T375……

住友電木粉:PM-9820、PM-9630……

杜邦電木粉:PE9087……

它們的主要區別在其耐熱性、流注性、含水性的不同。

以我們常用的長春電木粉舉例:

流注性:T373(好) > T357 > T375

耐熱性:T375(高) > T357 > T373

含水性:T375(少) > T357 > T373

因此某些高品質的客戶把變壓器拿去做環境實驗(可靠度實驗)時,有時會指定必須使用某種材料的電木粉射出成型的 BOBBIN,應依客戶要求,並告訴業務重新報價。

(4) P. B. T 和 P. E. T 材,在耐溫方面較差,一般會盡量避用,主要的原因是其鍍錫以後,PIN 腳極易變形,給后面的整腳工序帶來很大的麻煩,但因多槽的 BOBBIN 其中間的隔楹較薄時易碎及許多的低頻變壓器帶 PIN 的 BOBBIN 一般仍會用 P. B. T 或 P. E. T 材,所以此類材質的 BOBBIN 目前仍有一定的市場前景。

例:杜邦:FR530

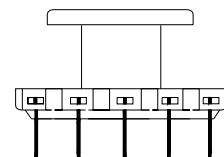
奇異:420-SEO

(5) 目前有一種 LCP 材,為 P. B. T 或 P. E. T 的改良材,在耐溫方面已大大提高,廣泛用於 SMD Inductor 方面的 Base。(P. B. T 比 P. E. T 更不耐熱,用它們制成的 BOBBIN 在腳上端皆開有窗口,可以看到 PIN,如右下图)。現在我司即將生產的網絡變壓器使用骨架的材質為 DAP 材,特性比 LCP 更優越。

(3) 線架上通常均會裝上數量不等之 PIN 腳,主要功能是銜接繞線,再經焊錫入 PC 板之後導電使用。

(4) BOBBIN 檢驗項目:

P.B.T 或 P.E.T
材,PIN 上端開有小
孔,可以看到 PIN



a. 材質 先籤別顏色,可參考上表,其次用明火燒,電木材呈灰狀,一圈一圈往下掉.無火焰產生.尼龍易燃易變形,PBT 和 PET 介於兩者之間。

b. 尺寸 b-1. PIN 距、排距(下文有標示何為 PIN 距、排距)

b-2. Bobbin 的長、寬、高.

b-3. 窗口面積

b-4. 幅寬(指 Bobbin 可排線的寬度)

c. 外觀 目前的走向皆趨向輕、薄、小,但需無毛邊且 R 角最好不要超過 2mm,以免給繞線帶來困擾,另注意其需符合安規認證。

d. 耐压要求:

AC 3.5KV / 5mA / 60Sec , 无击穿现象。

e. 可焊性:

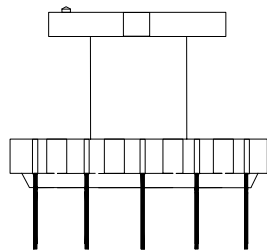
PIN 针浸入高温(450±10℃)锡炉中 2~3 秒,垂直取出,PIN 针不能出现内外八、上浮,下陷等现象;PIN 针光亮,有无黄,黑斑,有无锡尖等不良发生。

(5) BOBBIN 的規格:

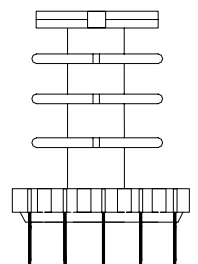
BOBBIN 的規格我們通常以與其配套的磁芯來稱呼。

例有一 BOBBIN,與其配合的磁芯規格為 EC35 (EER35),則我們稱此 BOBBIN 規格為 EC35 (EER35)。此外 BOBBIN 在外形上有單槽和多槽之分,如下圖:

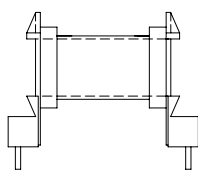
右图為立式單槽:



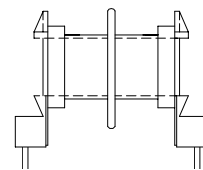
右圖為立式四槽:



下图為臥式單槽



下图為臥式雙槽



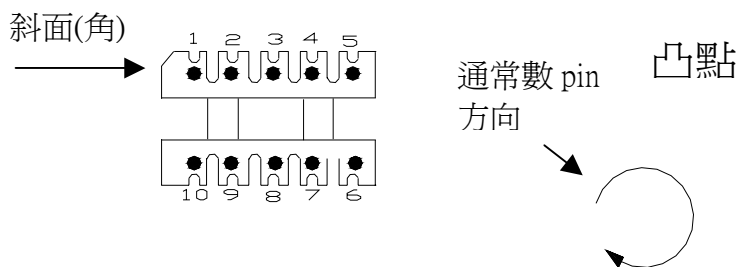
所以我們在講 BOBBIN 時只說明規格是不夠的,還要說明是立式还

是臥式?同時說明有多少引腳?贴片式还是插针式?单槽还是多槽?同时還需說明槽間隔板為一般品(約 1.0mm)還是加厚(1.5~2.0mm)品?排距和 PIN 距為多少?什么材質等?必要時需配以圖示說明,方能清楚明白。

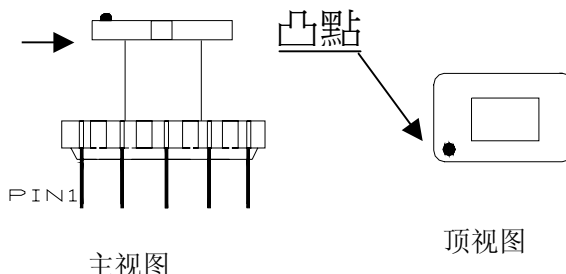
(6) BOBBIN 腳(pin)位的識別方法:

一般來說,我們數 BOBBIN 時先找到第一個腳位置,通常骨架廠商在製造時在 PIN1 處均有標記:

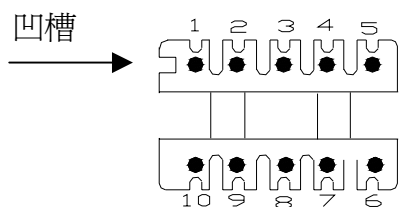
(6)-1, 以斜面標示, 如圖:



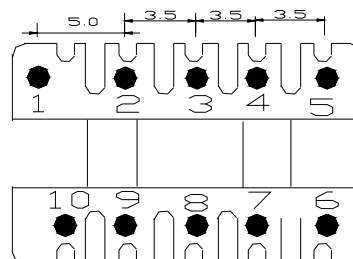
(6)-2, 頂部小凸點標示, 如圖:



(6)-3, 以凹面標示, 如圖:



(6)-4, 以不同的腳距標示, 如圖:

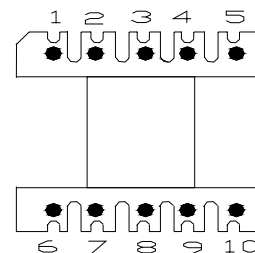


個別 BOBBIN 在上面直接有各腳位的數字標記, 我們就要依其標示; 亦有無任何標記的, 這就需要我們在生產時用記號筆標示, 以免繞线綁錯脚位。另外 EP 型的 BOBBIN 其 PIN 的數法有兩種: 一般法(上文講的)和拼算法, 如右下圖:

以上只是列出了我們常用的數腳方式, 但有的

客戶不是以此為標準, 需依客戶的要求為準則。

EP 型 BOBBIN 拼算法



(7) 防火等級 (UL-94)

是指材料本身的燃燒等級, 分為 HB、V1、V2、V0 等級。

HB: 是非防火等級。

V0: 是不引燃棉花, 但續燃時間不超過 10 秒/支。

V1: 是不引燃棉花, 但續燃時間超過 10 秒/支。

V2: 會引燃棉花。

二. 鐵芯 (CORE):

(1) 磁芯的分類:

目前高頻變壓器主要使用的磁材為:FERRITE 即鐵氧體, 有人亦稱為“肥拉鐵”。低頻主要用鋼片, 兩者的主要區分有下 (FERRITE 的優點亦即鋼片的缺點, 其缺點亦為鋼片的優點):

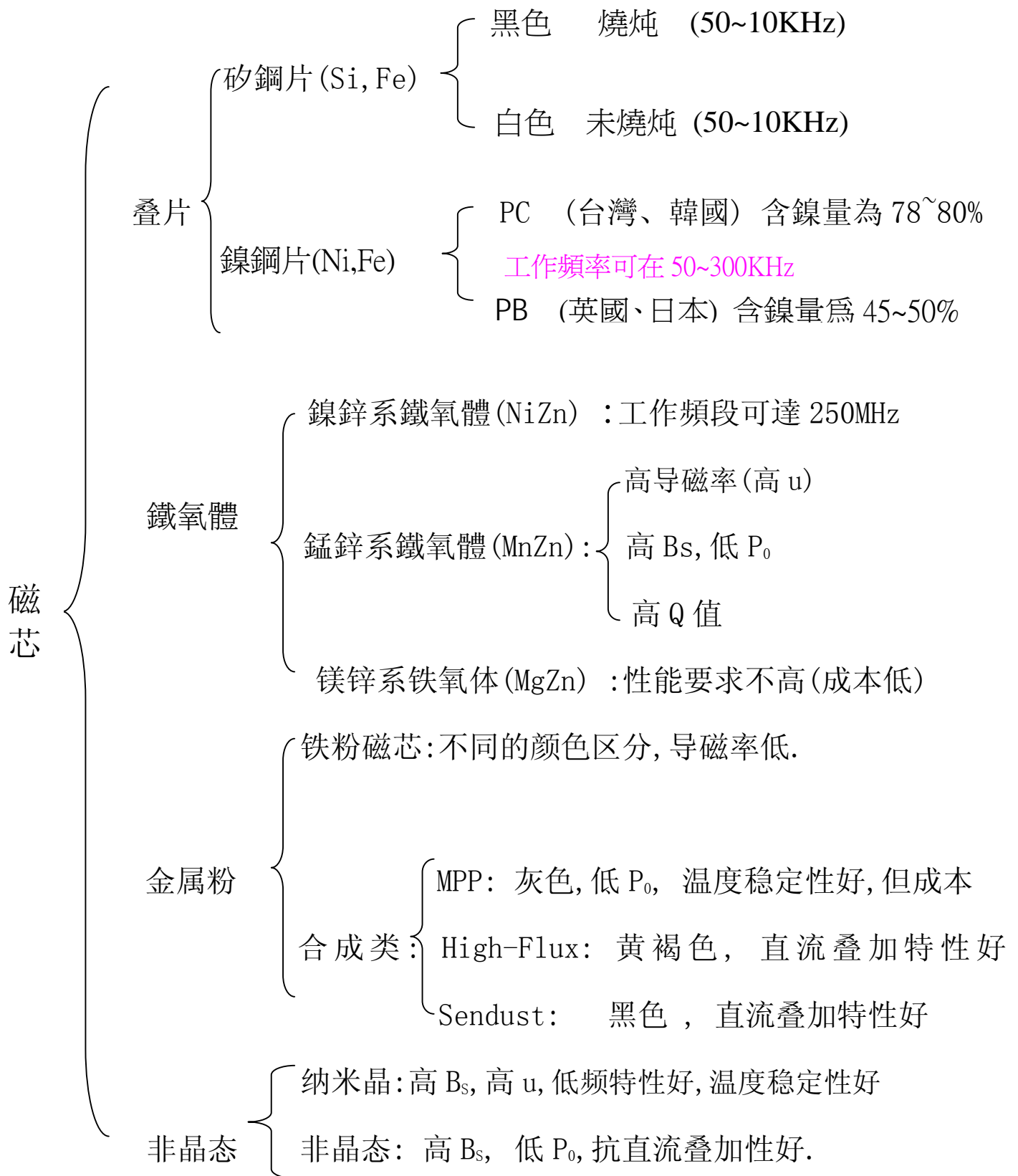
FERRITE 優點: 1. 具有高阻抗 (高電阻系數); 2. 低磁損;
3. 適用於較高頻率; 4. 良好的繞組耦合;
5. 組裝方便;
6. 高 Q 值。

缺點: 1. 居里溫度低; 2. 較低的飽和磁通密度。

居里溫度: 指鐵芯導磁系數隨溫度的上升而增加, 但當達到某一溫度

時導磁系數完全崩潰(急居消失),此點的溫度稱為居里溫度。

a. 依其本體構成的材料可分為:

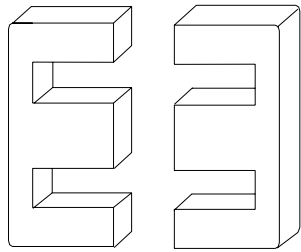


常见磁芯性能比较：

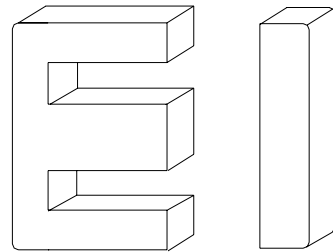
材质	磁芯损耗	直流叠加特性	相对成本	频率范围	饱和磁通密度	温度稳定性
MPP	最低	较好	高	1MHz	7000G	最好
高磁通	低	最好	中等	1MHz	15000G	较好
铁硅铝	中等	好	低	2MHz	10000G	好
铁粉芯	最高	差	较低	10KHz	10000G	差
非晶态	中等	较好	最高	300KHz	6500G	差
铁氧体	最低	差	低	500KHz	4500G	差

b. 依磁芯的形狀分(我們常以磁芯的形狀稱呼)：

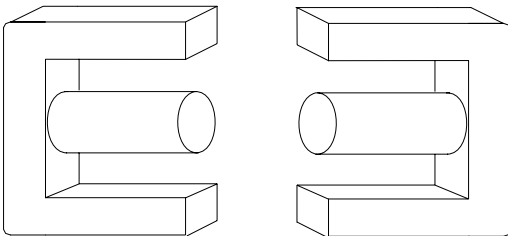
b-1. EE 型(如下圖)



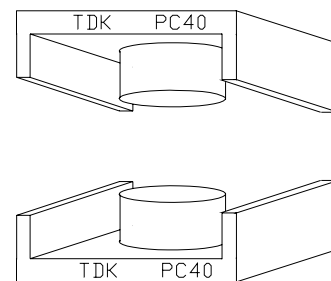
b-2. EI 型(如下圖)



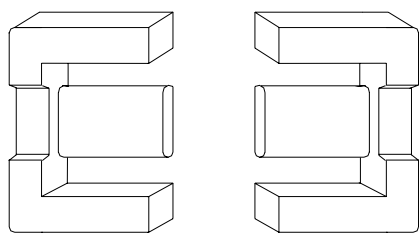
b-3. EC (EER EERL) 型(如下圖)



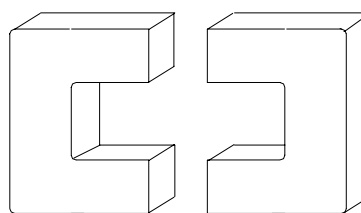
b-4. EC (ER) 型(如下圖)



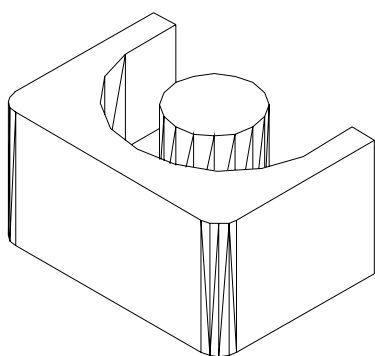
b-5. EFD 型(如下圖)



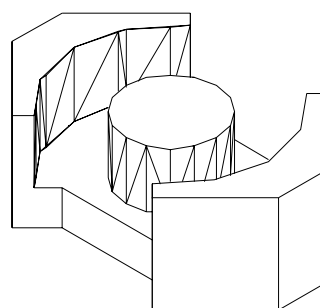
b-6. UU 型(如下圖)



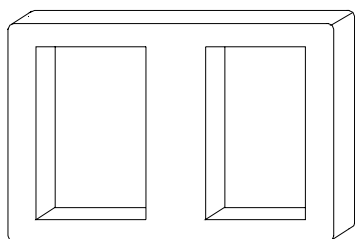
b-7. EP 型(如下圖)



b-8. RM 型(如下圖)



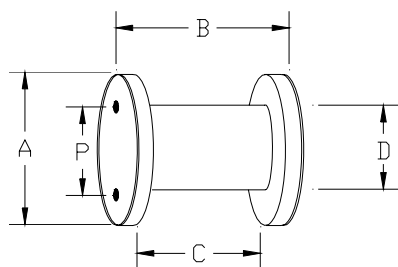
b-9. ET 型(如下圖)



b-10. R CORE(如下圖)



b-11. DR CORE(亦稱 BOBBIN CORE)



DR 類磁芯一般皆屬 NiZn 材, 外形如同 “工” 字, 故亦有人稱為 “工” 字磁芯, 其規格皆以圖中的尺寸去定位:

A: 表磁芯的外徑;

B: 指磁芯的長度;

C: 表磁芯的槽寬;

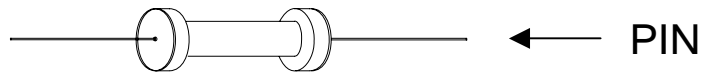
D: 表磁芯的繞線中徑;

P: 指 PIN 距.

例: DR8×10 指上圖中的 A=8mm, B=10mm。

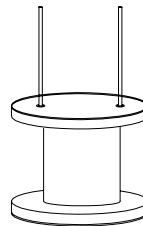
DR 類磁芯因接腳的方式不同, 又有以下的區分:

b-11-1 DRWW



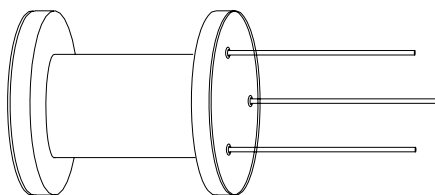
例: DRWW4×6 則表示: 外形如上圖 (b-11-1), 其中在圖 b-11 中的 A=4mm, B=6mm。

b-11-2 DR2W

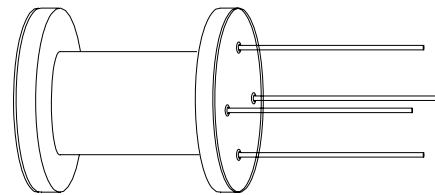


例: DR2W14×16 則指引出腳為 2 根線 (WIRE) 即 2PIN, 14×16 則和上面的意思一樣。

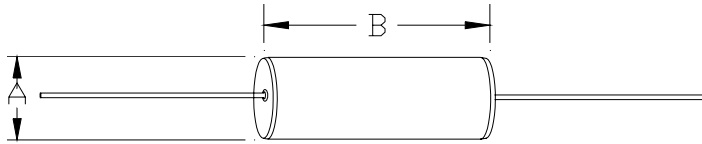
b-11-3 DR3W



b-11-4 DR4W



b-12 RWW 形

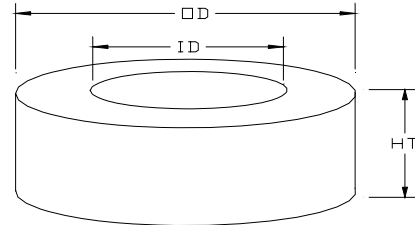


A: 表磁芯直徑, B 表磁芯長度.

例: RWW6×30 指磁芯外形如左圖, 其中圖中的 A=6.0mm, B=30.0mm。

b-13 環形磁芯(T CORE)

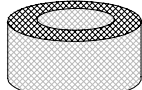
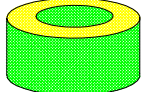
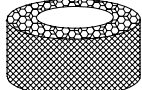
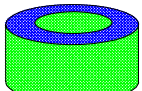
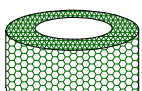
環形磁芯亦是一個大家族, 其下面分很多種類, 其主要的形



形如上, 尺寸由上面的三點控制, 即 OD=外徑; ID=內徑; HT=高度。下面

我就其構成材質作簡單的分類歸納::

NO	材質	外觀顏色	導磁系數	實物參考圖
b-13-1	2 材	red/clear	10	
b-13-2	8 材	yellow/red	35	
b-13-3	18 材	green/red	55	
b-13-4	26 材	yellow/white	75	
b-13-5	28 材	gray/green	22	
b-13-6	33 材	gray/yellow	33	

b-13-2	38 材	gray/black	85	
b-13-3	40 材	green/yellow	60	
b-13-4	45 材	black/black	100	
b-13-5	52 材	green/blue	75	
b-13-6	MnZn 材	green	2000	

以上磁芯顏色是根據美國 MICROMETALS 公司標準而定, 目前大多磁芯廠家也是以此為標準, 或者列出自己的材質同 MICROMETALS 的材質對比表, 以供客戶參考。

環形磁芯的尺寸其度量方法主要有兩種:

其一: MnZn 類, 其表示法為: OD(外徑) × ID(內徑) × HT(高) 或 OD(外徑) × HT(高) × ID(內徑), 常用單位為: mm。

其二: MnZn 類以外, 其標示主要用磁芯的外徑(單位: inch)加上其材質來稱謂。例 T50-52

T: 表示為環形(TOROIDAL)磁芯

50: 表示其外徑為 0.5 inch

52: 表示其材質為 52 材。

又例: T68-26B

T :表示為環形(TOROIDAL)磁芯

6 8:表示其外徑為 0.68 inch(1 inch=25.4mm)

2 6:表示其材質為 26 材

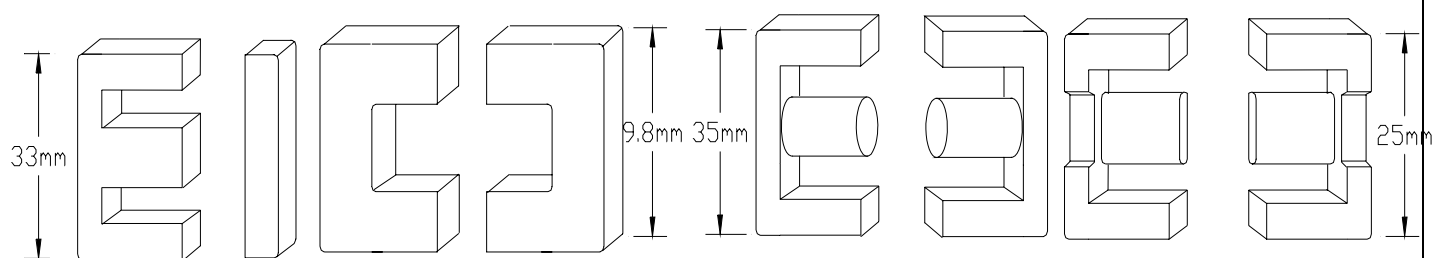
B :表示此磁芯為加厚品(即高度加高)

從以上我們看出, T Core 的主要區別可以在顏色上區分, 但僅從顏色方面區分并非萬能, 現有許多磁芯廠商在開發新產品時, 為防其它廠商克隆, 而制定自己內部標準. 例 18 材原本應在 core 外 coating Green/Red, 但個別廠商要求材料生產商為其專門噴成藍色等, 以保護其技術機密。

綜上所述, 當我們見到一個不知何材質的環形磁芯時, 為鑒別其材質, 我們應先和上面講的顏色比對, 再進行測試, 以確認其材質的準確性。錳鋅磁芯比鎳鋅、IRON、MPP 等的導磁率較高, 在相同的繞線圈數下, 電感會高出幾倍到幾十倍甚至上百倍。

(2) 一般所稱鐵芯之規格均依其尺寸而定, 如 EI-33, 乃由一片 I 片及一片 E 片組成“E”或“I”片其長度為 33mm, 如下圖:

分別為 EI-33、UU-9.8、EC35、EFD25 磁芯的規格圖。



所謂“EI”是指構成此變壓器成品所用的磁芯是由一個“E”芯和一個“I”芯組成. 同理 UU9.8 是指構成此產品的磁芯是由兩個“UU”

形的磁芯且其長度為 9.8mm。

- (3) 鐵芯構成之原料為鎳、錳、鋅等材料經高溫(1200℃)熱處理成型而成。
- (4) 變壓器依靠鐵芯與線圈產生磁場,再感應至次極端,轉換成所需之電壓,故有人稱磁芯是變壓器的心臟,所有磁交鏈的形成、頻段的適用皆由它來控制。

三. 漆包線/銅線(COPPER WIRE):

- (1) 銅、鋁乃金屬中最易導電元素,但因銅較鋁更易鍍錫,故在繞制線圈時大多選用銅線作繞線材料。
- (2) 變壓器依其電流大小,選擇使用大小尺寸,其尺寸一般使用 mm 為單位。(以測 DCR 亦可查出線徑,單位是 Ω (OHM); 銅線越粗,DCR 越低; 銅線越細,DCR 越高)。 欧姆定律: $R = \rho l/s$
- (3) 在銅線外表塗上一層漆包膜,作用為保護銅線表層,其實際之尺寸應扣除漆包膜。
- (4) 銅線因其表面漆包膜的厚度和材料及其各方面所體現的物理及抗化學特性的不同,有其不同的分類:
 - (4)-1 根據其表面漆包膜的材料構成不同可分為:
 - (4)-1-1 聚乙烯甲醛漆包線(PVF) 耐溫等級 105℃

漆膜抗化學性好,曝露在冷凍的溫度下仍保有其絕緣的特性,主要用於充油變壓器、轉子線圈、馬達、乾式變壓器等,具有高溫直焊性。

* (4)-1-2 聚酯漆包銅線 (QZ 或 PEW) 耐溫等級 155°C

又有人稱之為馬達線, 常見的顏色為棕色, 耐溫等級高, 在耐化學性及溫度穩定性方面皆優於 PVF 線種。廣泛用於馬達、微型馬達、變壓器方面。但此種銅線在使用時不具有高溫直焊性, 在焊接前需在焊接部位進行脫漆處理 (線徑細可用脫漆劑, 粗線徑亦可用剝皮機進行脫皮)。

* (4)-1-3 聚胺酯漆包銅線 (QA 或 UEW) 耐溫等級 130°C/155°C

是一種用途比較廣泛的漆包線, 在高頻率下有良好的 Q 值, 漆膜有良好的密著性, 抗化學性好, 同時此漆膜可制成不同的顏色, 以便使用時作不同的繞組區分。具有高溫直焊性, 主要用於高頻線圈及變壓器、繼電器、磁化線圈、螺旋線圈、小型馬達、點火線圈等。

特点:耐高频性能好;无须除漆皮可直接焊锡;可染成不同颜色.

* (4)-1-4 尼龍外被聚胺酯漆包銅線 (UEW+NY) 耐溫等級 130°C/155°C

特性同 UEW 銅線相當, 但因其外被尼龍, 故在生產密度較高的線圈時可避免摩擦造成漆膜損傷。

(4)-1-5 聚酯漆包銅線 (SEIW) 耐溫等級 180°C

優良的耐熱性及抗化學性, 物理特性适用于大部分的線圈使用, 可高溫直焊 (450~510°C), 主要使用在高壓線圈繼電器變壓器手工具上的馬達汽車用線圈電子線圈等。

(4)-1-5 聚酯亞胺漆包銅線 (EIW) 耐溫等級 180°C

其其他的特性及用途同 SEIW 相當, 但不具不高溫直焊性。

(4)-1-5 聚醯酯漆包銅線 (AIW) 耐溫等級 220°C

具有良好的抗化學性,能与大部分的化學藥品及凡立水相容,有卓越的密著性及高耐性,主要用于汽車上的經圈、手工具馬達、馬達、干式變壓器、高負荷馬達、冷凍線圈等,不具有高溫直焊性

(4)-1-5 尼龍熱熔漆包銅線(NFW)

耐溫等級 105°C

有的廠叫NEW(台一)線,亦有人稱此線為保險絲銅線,其設計時為定溫下皮膜融化.使線圈熔斷保護短路時線圈過熱燃燒起火,一般溫度到147~155°C時皮膜自動融化,到175°C以上熔斷,因此有同溫度 FUSE 之功能,主要用于家用電器及低頻變壓器一次側等。

(4)-1-5 自融性漆包銅線(SBW)

其耐溫等級有 155°C、180°C、200°C、220°C等,其構造主要是在UEW、PEW、EIW、SEIW、AIW等銅線的絕緣層上覆蓋粘結塗層,此塗層能在溶劑的作用下或在熱風、通電、烘烤加熱下相互粘貼成型。如用蜂巢式繞線大都用此銅線。主要用於自撐式線圈、電感器、音圈、偏向線圈、環形線圈等。

特点:可减少工艺流程,便于生产作业;但成本较高.

(4)-2 根據銅線外面的漆膜厚度的不同,又可分為 0 種線、1 種線、2 種線、3 種線。例我們常用的 2UEW 中的“2”即指 2 種線,其關係如下:

0 種(特別厚) > 1 種(厚) > 2 種(薄) > 3 種(很薄)

在變壓器方面,3 種銅線幾乎沒有用到。

(4)-3 一般高溫直焊類漆包線的焊錫溫度在 380~420°C 間。

另外我們還常用到比較特殊的多股線如:絲包線、絞線,它們均是用上

面的銅線絞合而成,但絲包線是在多股線的外面密密的纏上尼龍纖維絲,起束緊內部漆包銅線的作用。其耐溫等級依其內部的銅線漆膜材料而定。主要的特性為可平衡磁通鏈與阻抗,使電流均勻的分佈於導體上.可降低因集膚效應所產生的高頻功率損失,具有良好的阻抗穩定性,其交流和直流阻抗比不會隨著頻率失高而波動,可供高 Q 值的電路使用。主要用於高頻線圈、寬度線圈、電磁爐線圈、高週波線圈、高頻電源供應器、變頻器、TV 上的偏向線圈、音響線圈等等。

(5) 銅線的線徑

我們通常指線徑即指銅線的截面直徑,其單位在中國和日本等國家都用 mm 來標示,但在歐美有許多的稱謂法如美規(AWG18 對應我們的公制線為 1.024mm)、BWG(英國線規)、SWG(國標準線規)……

如有以上的標示我們可以通過查線徑對照表得出。

在平時會用美規線標示法,美規線的漆膜標示不是用 0、1、2、3 來表示,而是用 QUAD、TRIPLE、HEAVY、SINGLE 表示,習慣上我們用 QPN、HPN、TPN、SPN、LPN 分類,其漆膜關係為依次減薄,它們與 UEW 線的大致關係如下:

TPN		0UEW+NY	HPN		1UEW+NY
SPN		2UEW+NY			

* (6) 三层绝缘线,又名 TEX-E 線(古河線)

前些年日本古河公司有開發一種採用三層絕緣漆膜超厚銅線,稱為古河線或三層絕緣線,較受用戶青睞,焊錫方面不易作業在浸錫后

易殘留枯竭現象, 影響外觀, 現為改善, 需在浸錫前用專用的剝線鉗先剝皮再浸錫。

使用三层絕緣線可減少層間絕緣膠帶層數及端空膠帶, 在一定的條件下並能減小變壓器的體積, 降低材料成本。

(7) 銅線的色澤

銅線有各種顏色之分, 我們在表示時通常會在後面用一個字母表示: 如紅色用“R”、藍色用“B”、本色一般不注明(若注明則用“Y”表示)……, 其實加了顏色的線較易產生龜裂, 特別是紅色線, 所以有的客戶不愛用帶色線, 日本客戶一般不接受紅色線, 此亦不無道理。

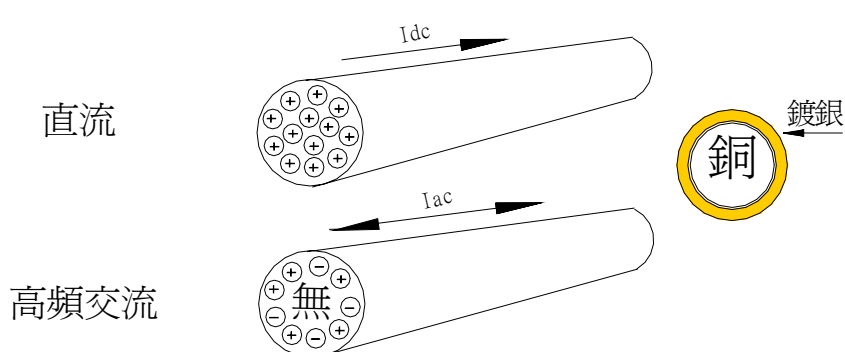
補充說明一:

耐溫等級: 我們講材料及成品的耐溫時通常會用到其耐溫等級為 CLASS B 或其它, 這其中的“B”即指耐溫等級, 其分別如下:

等級	Y	A	E	B	F	H	H ⁺	C
溫度	90°C	105°C	120°C	130°C	155°C	180°C	200°C	220°C

補充說明二:

趨覆效應: 直流電流在銅線的信號走向為銅線的截面積, 而高頻交流走向為銅線的表面積(趨覆效應), 所以在高頻情況下其銅損較大, 形象的圖示如下:



在高頻率時因其電流走向為導體的表面, 故現有在銅線上面鍍銀可得到與純銀線同樣的低線損效果, 其實內部的銅線只是充當一個類同 bobbin 的支撐作用。

所以前文有提到絲包線在高頻時可平衡磁通交鏈與阻抗,降低集膚效應及交直流阻抗比不會隨頻率失高而波動等,其原因就在於此。

四. 銅箔 (COPPER) :

- (1) 我們用的市電及我們的周圍會有各種電波發射和接收裝置(如手機信號、電視信號、Call 機信號、對講機、收音機等)等雜訊,這些都會影響開關變壓器的正常使用,所以我們常在制做的時候對其初次極用銅箔包住,起到屏蔽的作用,防止雜訊幹擾。
- (2) 銅箔還有耐大電流的作用,通常在大電流的繞組我們亦會選用銅箔作導線.
- (3) 銅箔作業在變壓器內層,通常須接地到輸入端,有時外層也包一層銅箔,作用同樣是防止雜訊干擾.
- (4) 銅箔的規格及使用時注意事項:

銅箔的規格一般我們以其厚度和寬度來稱謂,其厚度有 1mil、2mil、3mil……(1mil=0.001inch);其寬度常用mm為單位,如厚為2mil寬為15mm的銅箔,其表示為:1mil×15mm 或 $h=2\text{mil}/w=15\text{mm}$ 。

因銅箔表面未有任何漆膜,故裸露在空氣中或用手去摸極易造成其氧化發黑,所以在使用和保存時要注意戴手套和密閉封存。銅箔在使用時一般皆做背膠處理,且焊點部位需帖上焊點 tape,為防止其短路,焊點膠帶一般要用 3M 公司的 10#,但亦有客戶強調用 44#,這就需以客戶的要求為準。

五. 套管(TUBE)：

- (1) 套管用途可將變壓器繞線及各端子引出線時, 將之隔離不互相接觸, 使耐壓效果更佳, 因均屬柔軟性, 使用方便.
- (2) 套管材質均選擇耐高溫, 耐燃性佳者優先使用, 現一般使用材質諸如 TEFLON、SILICON、PVC 等, 其材質均符合 UL(V W-1) 安規.
- (3) 套管的分類:

套管依其構成材料的不同可分為:

(3)-1, 鐵氟龍 (TEFLON) 絕緣套管.

其主要的材料為聚四氟乙烯 (PTFE) 具耐高溫 (280°C)、耐腐蝕、高絕緣的特點, 廣泛運用於電子、航空、通訊等領域. 我們做變壓器時主要用 TEFLON TUBE 做繞線的起尾處絕緣用。鐵氟龍套管的規格是以美規號來區分其大小的。依其管壁的厚薄可分為三種類型: 即 S 型、T 型、L 型, 我們常用為 L 型, 但亦有用到 T 或 L 型。

三种形状套管的區別:

型号	L 型	T 型	S 型
壁厚	0.20~0.25mm	0.20~0.35mm	0.25~0.60mm
耐压	≥3600V	≥7200V	≥12000V
时间	60 秒 MIN	60 秒 MIN	60 秒 MIN

(3)-2, 矽質套管：

乳白色, 軟膠狀, 表面采用矽橡膠制作, 抗高壓, 其厚度主要有兩種: 0.4 和 0.45mm。

(3)-3 矽質玻璃套管：

同上, 內部採用玻璃纖維布, 高頻變壓器有 CT 輸出的一般用此套管。

(3)-4 PVC 熱收縮套管:

根據需要, 可制成各種不同的顏色, 外觀較薄且手感較硬, 其耐溫一般有兩種 85°C 和 115°C, 我們有時用在 DR 類電感器的外包用, 起保護銅線的作用, 其不耐熱, 除電解電容外較少採用, 價位低。

(3)-5 PE 熱收縮套管:

亦有的人叫 UL TUBE 其特性及用途同 PVC TUBE, 有厚薄之分, 較軟, 上面可 Marking 不同的字體, 其規格的稱謂同 PVC TUBE, 以其 OD (內徑) 和長度定義 (其 OD 的稱法同樣有公制和美規叫法), 長度的單位為 mm, 價位比 PVC 高, 且耐溫好。

六. 膠帶 (TAPE):

(1) TAPE 主要的作用是起層間絕緣、固定線頭, 磁芯、保護銅線、防高壓刺穿等的作用。

(2) 依其構成材料的不同大致可分為下列幾種:

(2)-1 聚酯薄膜 (Polyester Film)

亦稱瑪拉膠帶 (Mylar Tape) 耐溫等級為 CLASS B, 用於變壓器的層間絕緣, 其厚度用 mil 做單位, 一般有 1mil 和 2mil 之分, 寬度用 mm 為單位。例我們用的亞華公司的 NO. PZ 膠帶具有較高的阻燃性與耐溫性、絕緣特性佳、抗溶劑的膠布。在顏色上可制成不同的色彩供用戶區分選用, 只是

色澤的不同,其它特性相同。常用 Tape 的背膠以 3M 和 TERAOKE 兩家較厚, 1mil 基材背膠約為 0.06mm, 其它的廠商約在 0.05~0.055mm 之間, 因此在使用上 3M 的 Tape 粘性較佳。

(2)-2 合成薄膜(Composite Film)

我們常用的擋邊(擋牆)膠帶(Margin Tape)即為合成膠帶, 具有防高壓穿刺、抗溶劑等優良特性, 耐溫為 CLASS B。其規格的定義亦是從其厚度和寬度去稱呼, 在厚度方面主要有 1L、2L、3L 之分, 其中“L”指層, “1L”指厚為一層、“2L”指厚為兩層、“3L”指厚為三層, 寬度用 mm 為單位。在顏色方面通常有土色和白色。例亞華公司的 WF-2902 膠帶即為典型的 Margin Tape。擋牆膠帶的寬度要依 SPEC 上所定寬度, 不得隨意代用, 因其牽涉到安規的爬電距離。廠商能提供的尺寸在 W=3.2mm 以上者, 可接受±0.2mm 公差, 但日本的客戶要求為+0.3-0 公差, 亦即擋牆 Tape SPEC 規定為 3.2mm 時只能用 3.2~3.5mm 不可用 3.1 或以下的代用。

以前常碰到大家這樣的誤解:margin tape 只要寬度 OK, 繞線不會上擋邊就好, 事實上並不然. 每一家廠商材質原料都有差異, 如果客戶拿去做雷擊試驗時大概只有三兩家的能使用, 因此送樣后, 客戶特別要求用某一家的材料時不要懷疑, 更不可隨意代用。

(2)-3 醋酸酯布(Acetate Cloth)

主要用於變壓器的起線固定與隔離用及 T CORE 繞線完成后外部包裹用, 耐溫為 CLASS A。

(2)-4 紙帶 (Paper)

亦稱皺紋紙, 主要用來纏繞線圈、隔火並且作卷線軸纏線式線圈的封包, 耐溫為 CLASS A。

(2)-3 玻璃布(Glass Cloth)

具有抗撕裂、耐磨損、抗燃燒、耐高溫等特點, 主要用於高溫線圈(如馬達線圈)的封包及固定等, 耐溫等級為 CLASS B。

其它的還有防靜電膠帶(例 3M 42#)、電磁輻射幹擾屏蔽膠帶、強化纖維膠帶(例 3M 1339#)、高溫膠帶(例 3M 4737#)……, 因我們用到較少故不一一例出。

(3) 變壓器設計均含輸入端及輸出端, 有時輸出端有多組組成, 故其線圈屬多層(組)繞制, 便使用膠帶將每層每組隔離, 使變壓器效果更佳, 更符合安規要求。

七. 電子線(PVC 線)

一般用在電源變壓器的連接線或電感器上的中心抽頭, 其以美規線徑編號, 為取其柔軟性 PVC 內一般采用多股線, 很少用單芯, 其主要分類如下:

UL STYLE	耐溫	耐壓
1007#	80°C	300V
1005#	105°C	600V
1430#	105°C	300V
1431#	105°C	600V

八、環氧樹脂膠(Epoxy Resin)

在變壓器方面, 膠液主要作用體現在粘著和灌注兩方面。

粘著如:磁芯與磁芯、磁芯與 Bobbin、Coil 或與 Base 間的粘著。

灌注膠用在 Coil 放在 Case 內, 用膠將其灌的與 Case 面相平, 使膠將整個產品包裹住, 可防止濕氣的進入及擴大散熱面積。

歐洲國家對變壓器越來越不喜歡用凡立水含浸, 比較愛接受用 Epoxy 浸漬(如西德), 所以將來在變壓器方面用 Epoxy 替代 Varnish 可能是一種趨勢。但相對的成本會增加, 而灌膠的要求不可有氣泡, 故采用多次浸膠和抽真空是一種解決的方案。

任何一種膠, 儲存時都會遇到沉澱, 因此在使用時都要對其進行攪拌, 若為雙組份的膠不僅要在每一組份進行攪拌外還要對其混合后的合成液進行充分的攪拌, 否則會有不凝固的現象。

膠液分單液膠和雙組份, 所謂單液膠指在使用時直接涂上, 不需添加任何其它成份, 單液膠一般固化的條件為烘烤; 雙組份膠一般分為 A 膠和 B 膠, 使用時需將 A 和 B 膠充分依比例調配均勻, 方能使用, 一般固化條件為風乾或烘烤。

粘著膠要注意其粘度、儲存時間、儲存溫度、硬化條件、粘著強度, 並注意其烘烤時不可垂流等等, 若為雙劑還要注意其混合的比例。接著膠一般在粘著磁芯與 Bobbin 時注意只能粘一面, 否則會造成烘烤后磁芯受力斷裂。如大格的 2089、2062; 萬聯的 WK-1305、WK-1316; 惠利的 6020H、6500; 紹惠的 G500……等等, 皆屬接著膠。

灌注膠如大格的 5007A/5007B、RTV3140、惠利的 1006A/ 1006B……等等。

厭氧膠, 做高頻變壓器亦常用到, 它為兩組份, 但使用時不可將兩組份進行混合, 只能在磁芯的兩面各涂上甲組份膠和乙組份膠, 兩磁芯組合后

兩種膠方能混合，一般接觸後 2~5 分鐘固化。

氰基壓克力膠，又稱瞬間膠、快乾膠，如 401、495、502 等等。主要用於帶 Bobbin 的 Choke 產品磁芯與線架的固定。

九、絕緣漆

1. 定義：絕緣漆亦稱凡立水，為一種液體樹脂為主體，具粘性，一般為淺琥珀色，具有良好的絕緣性、防潮性、結構強、導熱優、可降低溫升及噪音問題，通常配以添加劑、有機溶劑等組成，起稀釋作用。

2. 作用：固定、散熱、防潮、絕緣等功效。

3. 注意事項：

A. 層疊式磁芯的變壓器（例低頻變壓器）不能抽真空。若抽真空作業會導致加大其激磁（空載）電流，產生哈姆音，損耗加大。

B. 高頻變壓器含浸凡立水必須經抽真空處理，因其繞組繁多，各層皆有 Tape 包裹，一般含浸很難使凡立水滲透到內層，不能固定內層銅線，所以高頻變壓器在浸漆（含浸）時：

第一次抽去絕緣漆中的氣泡（產品先不放入），因絕緣漆平時存放在常標準大氣壓下，因吸或者放絕緣漆時與空氣中的氣體接觸，內部有較多的氣泡，將其壓力抽至真空（76cm/Hg），保持一段時間，其內部的氣泡即會被抽走。（針對第一次使用時進行）

第二抽時壓力一般控制在從 15cm/Hg (REF) 到 35cm/Hg (REF) 到 50cm/Hg (REF)，各階段適當停留一會兒，然後固定在 76cm/Hg (真空狀態) 約 15 分鐘。當然上述的各段壓力點可實際自行調整（上述參數僅供參考），

具體依實際條件設定, 因為變壓器在常態下制做時, 端空膠帶和絕緣膠帶包裹線圈時中間存留大量的空氣, 若一次性將壓力達到 76cm/Hg 時大量的氣泡易飛濺到產品的 PIN 上, 造成腳粘凡立水, 所以我們在抽真空時對其進行分階段緩慢減壓之目的所在。

4. 分類:

A. 依其是否稀釋可分為: 溶劑和非溶劑型:

溶劑型絕緣漆在使用時必須加稀釋劑, 否則太濃無法使用. 例我們常用的 85-8562C、85-4078# 等; 非溶劑型凡立水在使用時不需加任何稀釋劑, 直接含浸, 不會造成凡立水太濃現象, 例 2FC-468 凡立水。

B. 按其乾燥的條件可分為: 自乾(快乾)型和烤乾型,

一般變壓器常用為烤乾型, 因其層數較多, 若用自然乾燥的凡立水易造成表面干而內部未完全干造成假乾現象。通常情況下變壓器要求用烤乾型, NiZn 系的電感線圈在銅線外露的產品(例 NiZn 系 DR CHOKE、T COIL) 的情況下可用烤乾型或自乾型; MnZn 系的 T COIL 一般用自乾型。當然其之所以以此區分是考慮其磁芯的居里溫度, MnZn 系的磁芯其居里溫度普遍比 NiZn 低, 一般都在 145~165°C 之間, 我們通常烘烤時溫度一般都控制在 120°C, 基本上到了此類 CORE 溫度的邊境地帶, 為防止溫度破壞其磁芯的特性故用上述之。

抽真空后的產品需進行烘烤, 其溫度和時間會因其凡立水的特性而定, 但目的都是為了讓其完全乾。

目前如傑地公司的 BC-359、BC-346A、2FC-468 凡立水較受用戶青睞，尤其為 2FC-468 是 100%樹脂，不需任何稀釋劑，且含浸后不會造成凡立水太稀或濃的現象，是一種較理想的環保材料，當然價格亦不菲。另外需特別引起大家注意的是溶劑型凡立水和非溶劑型凡立水在含浸產品后不可放在同一烤箱烘烤，以防氣爆，此類事件在許多的變壓器已有先例。