

磁放大(amorphous core)

現象: 磁放大在 power 上工作時,經常由於在做成成品之前破壞了其原有的特性,致使 power 在運行中時常出現輸出電壓偏高 (API3FS01-630G-L8) 或偏低 (API3FS55-531L-L8) 等.

具體分析: 從大多數不良品來看,我們可以從如下幾點來分析:

- 1) 一般此類電感器圈數很少,不會因為圈數而出問題,那就可以確定是 core(amorphous core)存在問題,具體為 core 的磁通密度(B).

若 B 偏下限時,則輸出電壓走上限;若 B 偏上限,則輸出電壓走下限.

A) 全磁通 ϕ_{SS} (避免低负载时电压下降)

B) 磁滯回線 B (H) 矩形比 (避免全载时电压下降)

- 2) 在制程中可能導致此 issue 的原因如下:

- a) 繞線時,外殼對內部的帶材有個擠壓的應力,會導致帶材的破損及斷裂.
- b) 在組裝 case 的時候可能會導致 case 與帶材間的擠壓,從而導致損壞等.
- c) 帶材在圈繞的時候,松緊度及首尾的重疊(也就是說圈繞的圈數可能會多點).
- d) 最惡劣的就是用料錯誤(帶材的材質),此項產生的機率很低很低.
- e) 作業員把不良品(被摔過的,如摔在地上或被外力施壓過)流入下一站位等等.

之前的對策為:

A) 下皆供應商在做每個機種都需向客戶借一台 POWER,進行 100%動態測試,測試規格會在 SCD 注明(例如:動態測試 3.3Vdc @Output 5V*0A; 3.3V*0A; 12V*12A; -12V*0A; 5Vs*2A; 12V2*6A 3.3Vdc SPEC 範圍 = 3.14 ~ 3.46 Vdc)方可出貨.

此方案不管是對廠商或客戶都會帶來很多人力及時間的浪費,但品質可以得到保證.

B) 利用 B-H 測試儀進行測試,但此儀器非常昂貴,人民幣大約 80 萬,製造商不能接受,目前供應商都懣有此儀器.

C) 如嘗試用 LCR meter 全華(重疊電流)來測試的話,測出的結果不明顯,良品與不良品很難區分且從科學的角度出發解釋不通.

D) 如果把我們的需求告訴 core 的原廠,請他們務必按照其規格生產,各項參數在成形之前需考慮到繞線

時受到的影響.換句話說也就是請 core 的原廠保證出貨品在繞完線后依然 OK.

此項要求對目前的技術上及生產成本來講都是很大的挑戰!現階段研究對策:

Part 1) 在製造商端,對其繞線時使用的力度的管控---
mechanical strength

Part 2) 通過此研究力求在靜態測試的時候辯別出良品與不良品-- **L-testing of amorphous core**

Part 1 具體方案如下:

a) 在成品製造商端,進料檢驗的時候應對來料 CORE 的外殼受力情況做測試,計算公式如下:

$$\text{機械力} = 6 * F * (da + di) / (3.14 * h * (da - di)^2)$$

測試方法:



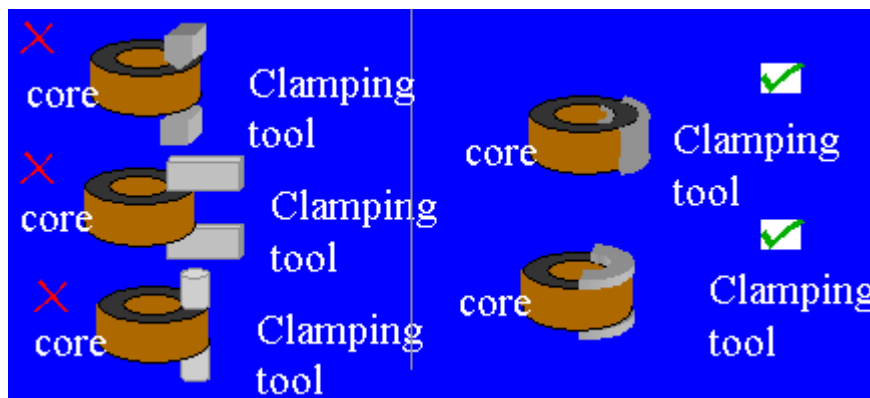
Notes: 1) F:一直到 CASE 破裂(凹陷)的徑向力(N).

2) da:CASE 的外部直径.(mm)

3) di:CASE 的內部直径(mm)

4) h:case 的高度(mm)

b) 在制程中應注意其繞線及固定 core 的方式:



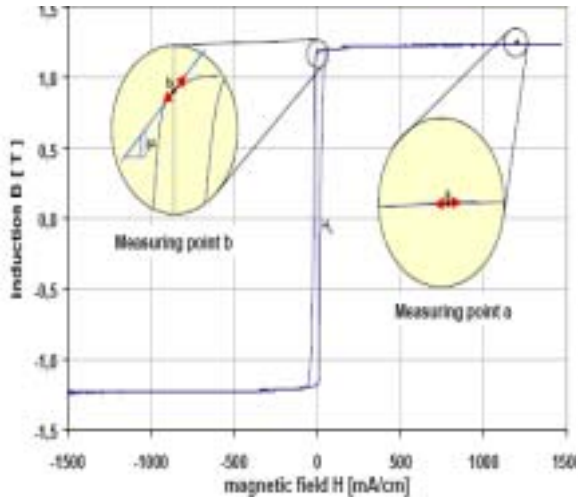
c) Amorphous core 在受到外界機械力會導致帶材的破損:



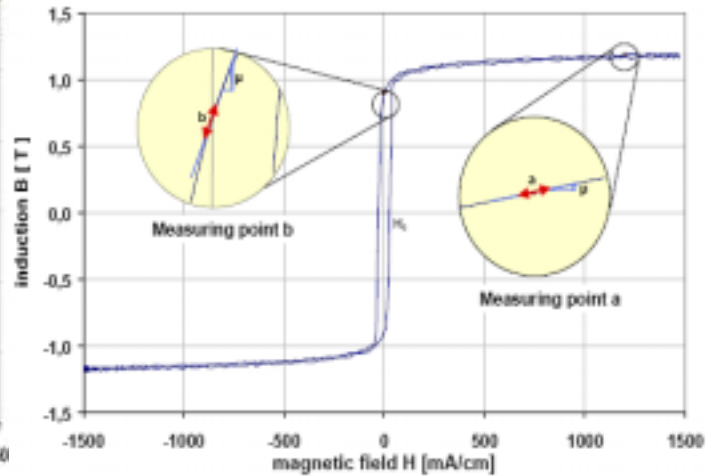
Part 2: L-testing of amorphous core

測試原理及計算公式:

- a) 被測對象應在起始測試狀態下為飽和狀態或預先施加一短暫的直流脈衝使其飽和,然後在剩磁點檢測.



Point A



Point B

注: Point A :檢測出由於繞線時機械應力或其它外力導致鐵心損壞.($\mu > 200$)

Point B : 檢測出磁滯曲線的矩形比(低電感意味高矩形比).($\mu > 8000$)

具體方案如下:

	測試方法	測試參數	測試結果	得出結論
Point A	疊加直流電流的感量測量	$F=100\text{kHz}, H_{ac}=4\text{mA/cm}$ $m, H_{dc}=1200\text{mA/cm}$ (電流計算公式如下)	按如下公式計算磁 導率(μ): $15 < \mu < 200$	$\mu < 15$: 不良 $\mu > 200$: 不良
Point B	無疊加直流電流的感量測量	$F=100\text{kHz}, H_{ac}=4\text{mA/cm}$ $m, H_{dc}=0\text{mA/cm}$ (電流 計算公式如下)	按如下公式計算磁 導率(μ): $400 < \mu < 8000$	低 μ 等於高矩形比... $\mu > 8000$: 矩形比不良 $\mu < 400$: 不良

計算電流公式:

$N \cdot I = H \cdot L_{fe}$ -----電流(I),單位:mA. 磁場強度(H),單位:mA/cm.
磁路長度(L_{fe}),單位:cm .

計算磁導率(μ)公式:

$\mu = 79.6 \cdot L \cdot L_{fe} / N^2 \cdot A_{fe}$ -----電感(L),單位:uH. 繞線匝數(N).有效面積(A_{fe}),單位:cm².

下面以 R21A56-0001I (L205)為例演變過程如下:

core 尺寸:12mm*8mm*4.2mm.

各項參數: $A_{fe} = 0.07 \text{cm}^2$, $L_{fe} = 3.14 \text{cm}$. $M_{fe} = 1.7 \text{g}$

Point A: $f = 100 \text{kHz}$ $I_{ac} = H \cdot L / N = 4 \text{mA/cm} \cdot 3.14 \text{cm} / 8 = 1.57 \text{mA}$

$I_{dc} = H \cdot L / N = 1200 \text{mA/cm} \cdot 3.14 \text{cm} / 8 = 471 \text{mA}$

由 $\mu = 79.6 \cdot L \cdot L_{fe} / N^2 \cdot A_{fe} \rightarrow L = \mu \cdot N^2 \cdot A_{fe} / (79.6 \cdot L_{fe})$

則結果為: **0.27046uH < L < 3.58480uH**

Point B: $f = 100 \text{kHz}$, $I_{ac} = H \cdot L / N = 4 \text{mA/cm} \cdot 3.14 \text{cm} / 8 = 1.57 \text{mA}$

$I_{dc} = H \cdot L / N = 0 \text{mA/cm} \cdot 3.14 / 8 = 0 \text{mA}$

U 的計算如上所述,可得:

7.169605uH < L < 143.392119uh.

由 Point A ,通過上述計算得: $0.27046 \text{uH} < L < 3.58480 \text{uH}$

由 Point B,通過上述計算得: $7.169605 \text{uH} < L < 143.392119 \text{uh}$

在使用此測試方法時,還應注意以下幾點:

- a) 如果同時採用 Point A and Point B ,可以得到全面的訊息及準確的答案.但是如果因外界因素僅有一種測試方法可採用時,最好是能採用 Point A.
- b) 有特殊情況必須得採用 Point B,千萬記得在測試前一定要加一個直流脈衝($H > 1000 \text{mA/cm}$),使被測鐵芯飽和方可進行下一步測試.
- c) 最好的測試條件是提供一額外的直流電流源.如果沒有的話,可採用帶直流選擇的測試儀器(HP4284A)來提供較小的直流電流來實現 Point A,準確度相對較差,應做適當的調

整:直流電流較小,應提高 u 值上限.前提是感量計提供的直流電流足以使被測產品磁芯達到飽和.

- d) 繞線圈數的增加會減少測試方法的精度,因為圈數增加了電感量也就相對增大了.小的磁芯(外徑小于 12mm)及繞線圈數低於 10 可以得到穩定的測試結果.較大的磁芯及更多的繞線圈數需要進一步的確認及調整.

綜合上述分析及 Point A and Point B,磁放大產品具有矩形磁滯曲線,磁材本身的超高導磁率限制了其測試方法及準確度.測出的電感量決大部分取決 AC 及 DC 振幅,所以 L-testing 還存在許多難題.

L-test 部分測試原理主要參照: 德國 VAC 公司 Wulf gunther and Roman Klinger 兩位教授的磁放大電感的研究 .

以上內容僅限在 ACBEL 內部傳閱.....

康舒電子研發處:黃志芳
2007/3/19