

Chroma 19501 局部放電測試指南 – 高壓繼電器

FEBRUARY 2022
Chroma ATE Inc.

目 錄

APPLICATION NOTE

一、	目的.....	3
二、	工作原理	3
三、	常見規格項目	3
四、	檢測內容不足之處.....	4
五、	Chroma 相關測試解決方案	6
六、	測試方法	8
七、	參考資料	8

一、 目的

高壓繼電器(HV Relay)廣泛地應用於自動控制電路中，其作用為安全防護或電路切換。但一般使用者是否曾想過應用於電路切換的繼電器應該要處於隔離狀態或必須在隔離狀態？然而，繼電器真的已經完全隔離嗎？

影響繼電器(Relay)的失效形式很多，一般常見的問題有磁簧開關(Open Contact)耐壓不良、磁簧開關對電磁線圈(Contact to Coil)耐壓不良、磁簧開關接觸電阻變大、線圈電阻變大、磁簧開關玻璃管暗裂等不良現象。其中又以磁簧開關對電磁線圈耐壓不良極可能會危害到使用者安全及嚴重影響低壓數位控制迴路，於使用上的安全防護格外重要！本文將針對高壓繼電器局部放電檢測與耐壓檢測於測試及生產檢驗上所須注意事項進行說明。

二、 工作原理

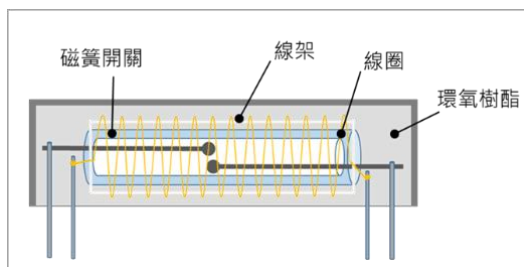
2.1 動作原理

利用外部線圈通電形成磁場將使兩片磁簧片接觸進而導通，當外部線圈不導通時即磁場消失，磁簧開關將回到其原來的位置。

2.2 基本結構

2.2.1 高壓繼電器由磁簧開關、線架、線圈與絕緣用環氧樹脂組成到一個裝置內，如圖(1)。

2.2.2 磁簧開關 (Reed switch)：由兩片簧片密封在玻璃管內所構成，兩簧片之間有一小間隙並在玻璃管內填充氮氣或一些相等的惰性氣體來提升高壓隔離效果，如圖(2)。



圖(1) 高壓繼電器基本結構



圖(2) 磁簧開關

三、 常見規格項目

3.1 繼電器基礎規格

Coil Data at 20° C	Min.	Type	Max.	Unit
Coil Resistance	900	1,000	1,100	Ohm
Coil Voltage		24		VDC
Rate Power		576		mW

- 線圈電阻 (Coil resistance)：定義繼電器線圈之電阻值，確認線圈圈數正確及焊接良好
- 線圈工作電壓 (Coil voltage)：定義繼電器動作所需的電壓與電流規格
- 額定功率 (Rated power)：定義繼電器額定工作功率

3.2 接點規格

Contact Data	Conditions	Min	Type	Max	Unit
Contact Rating	Any DC combination of V & A not to exceed their individual max.'s			50	W
Switching Voltage	DC or Peak AC			7,500	V
Switching Current	DC or Peak AC			3	A
Carry Current	DC or Peak AC			5	A
Contact Resistance Static	Measured with 40% overdrive Start Value			150	mOhm
Insulation Resistance	RH < 45%. 100V Test Voltage	10			GOhm
Breakdown Voltage		10			kV DC

- 額定功率 (Contact rating)：定義接點導通工作時可承受之最大功率
- 切換電壓 (Switching voltage)：定義接點可熱切換最大工作電壓
- 切換電流 (Switching current)：定義接點可熱切換最大工作電流
- 工作電流 (Carry current)：定義接點最大通過電流
- 接觸電阻 (Contact resistance static)：定義接點導通時最大電阻值，導通電阻越小越好
- 絕緣電阻 (Insulation resistance)：定義特定電壓條件下接點 OPEN 狀態之最小絕緣電阻
- 崩潰電壓 (Breakdown voltage)：定義接點於 OPEN 狀態之最大可承受之電壓

3.3 接點與線圈之間規格

Special Product Data	Conditions	Min	Type	Max	Unit
Dielectric Strength Coil/Contact		15			kV DC
Insulation resistance Coil/Contact	RH < 45%, 200VDC Measuring Voltage	10			TOhm
Capacity Coil/Contact	@ 10 kHz		1.2		pF

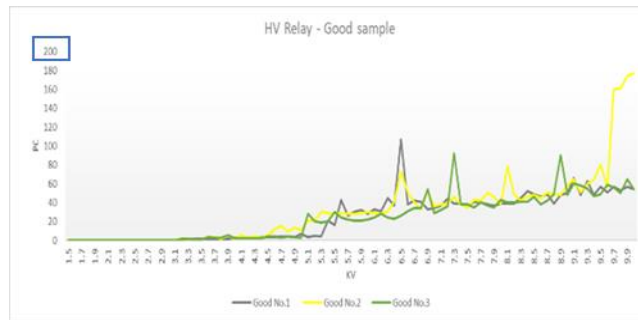
- 耐電壓強度 (Dielectric Strength)：定義接點與線圈之間最高可承受之電壓
- 絕緣電阻 (Insulation resistance)：定義特定電壓條件下接點與線圈之間的最小絕緣電阻
- 寄生電容 (Capacity)：定義接點與線圈之間寄生電容大小，寄生電容過大會影響產品漏電流

四、 檢測內容不足之處

一般高壓繼電器生產業者只依據規格進行直流耐壓測試，卻無局部放電(Partial Discharge)或電氣閃絡(Flashover)檢測項目。經分析與研究發現一般高壓繼電器接點與控制線圈之間會在工作電壓內就有部分繼電器會發生局部放電或電氣閃絡，造成高壓控制失效。

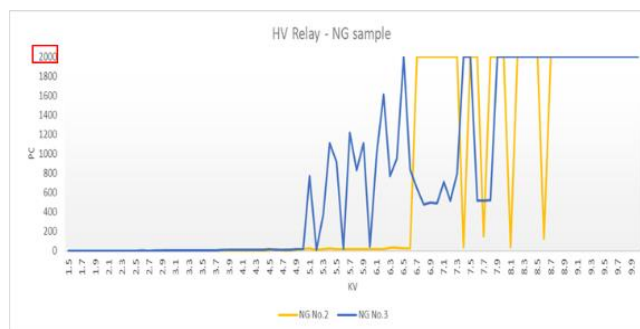
- 正常繼電器：

測試接點與線圈之間測試電壓爬升至 10KVac，其 PDIV 電壓較高，且不會發生強烈放電(<200pC)。



■ 異常繼電器：

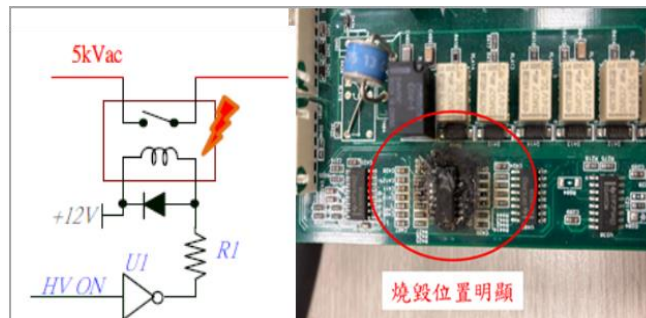
測試接點與線圈間測試電壓爬升至 10KVac，其 PDIV 電壓較低，且有強烈放電(>2000pC)。



4.1 高壓繼電器實際損壞案例

4.1.1 高壓繼電器(HV Relay) 控制迴路與故障邏輯說明

4.1.1.1 控制電路發生異常：

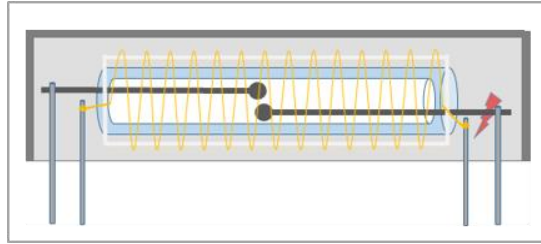


4.1.1.2 故障現象：

- 限流電阻 R1 變質 (實例: 10ohm → 9kohm)
- 驅動 IC U1 故障

4.1.1.3 故障分析：

高壓繼電器內部局部放電，繼電器本身雖未完全絕緣失效，但控制迴路已因異常高壓脈衝造成變質或故障。



4.2 從上述案例，市售高壓繼電器所標示耐壓，若真的使用於額定高壓絕大多數都會產生意外的局部放電。

4.2.1 造成繼電器局部放電發生可能因素：

- 磁簧管玻璃沿面產生氣隙或油汙
- 絕緣膠內存有氣隙或混入導電性雜質
- 線圈與磁簧管接點絕緣距離不足

五、 Chroma 相關測試解決方案

5.1 19501 Partial Discharge Tester 局部放電測試器



5.1.1 測試目標：繼電器接點與線圈之間局部放電測試

5.1.2 產品簡易規格：

- 可程式交流耐壓輸出 0.1kVac~10kVac
- 高精度及高解析度電流錶 0.01 μ A~300 μ A
- 局部放電(PD)偵測範圍 1pC~2000pC
- 高壓接觸檢查功能(HVCC)

5.2 11890-8kV HF Hi-Pot Tester 高頻高壓測試器



5.2.1 測試目標：局部放電不良劣化加速測試確認原因解析

5.2.2 產品簡易規格：

- 可程式交流耐壓輸出 0.1kVac~8kVac (5kV/100mA or 8kV/60mA)

- 測試頻率 20KHz ~ 200KHz
- 高頻高壓耐久性測試 (CV 定電壓與 CC 定電流模式)
- 輸出電壓/電流與 PD Pulse 波形監測功能

5.3 16502 Milliohm Meter 直流電阻測試



5.3.1 測試目標：接點接觸電阻測量

5.3.2 產品簡易規格：

- 基本準確度：0.05%
- 0.001mΩ~1.9999MΩ的量測範圍以及 4½位數的解析度
- 提供脈衝(Pulse)測量信號選擇，可扣除熱電效應對微小電阻測量所造成的誤差

5.4 19056 Hi-Pot Tester 交流耐電壓測試器



5.4.1 測試目標：繼電器接點間耐壓或接點與線圈間耐壓檢測

5.4.2 產品簡易規格：

- 可程式交流耐壓輸出 10kVac
- 高精度電流錶 0.01mA~20mA
- 崩潰電壓分析功能 (BDV)
- 高壓接觸檢查 (HVCC)

5.5 11210 IR Meter 絕緣電阻測試



5.5.1 測試目標：繼電器接點間絕緣電阻或接點與線圈間絕緣電阻測試

5.5.2 產品簡易規格：

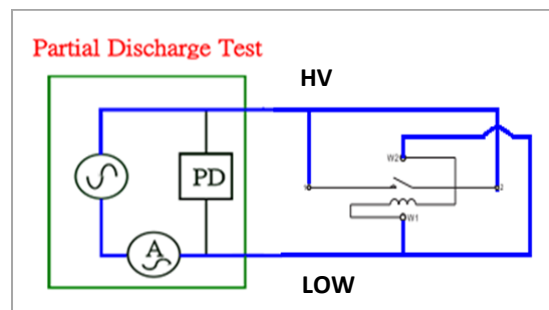
- 可程式直流電壓輸出 1KVdc max.
- 充電電流最大 50mA
- 絕緣電阻測試範圍 0.01kΩ ~ 10TΩ

六、 測試方法

6.1 測試接線方式

6.1.1 接點與線圈間局部放電測試：

將繼電器接點與線圈引腳分別短路並連接至測試設備高壓端(HV)與低壓端(LOW)，如圖(2)。



圖(1) 接點與線圈間局部放電測試接線示意圖

6.2 其它測試建議：

6.2.1 單次測試數量以 1pcs 為佳，繼電器 PIN 數越多或單次測試數量顆數增加其相對金屬(PIN 腳)裸露面積變大，會加大局部放電測試受環境干擾影響程度。

6.2.2 與自動化設備測座連接

- 將 HV BOX 探針直接與自動機台測試座做接觸為佳。
- 如需使用外部測試引線，則其線材越短越好(<50cm)。

6.2.3 降低測試環境干擾

- 於 LOW 端加裝金屬隔離罩並且進行接地。
- 測試治具 LOW 端之金屬裸露面積越小越好。

6.2.4 治具材料選用上，使用高強度絕緣材料以避免治具自體產生局部放電。

6.2.5 自動化機構與治具設計人員

- 設計者須具備高壓測試應用相關知識，於設計之初即考量到絕緣距離的要求。
- 測試治具應明確標示所適用之待測物尺寸與腳距，當待測物更換時，利於評估其適用性。
- 任何設計變更都需要考量治具的絕緣耐壓要求。
- 與測試座相關部件盡可能的降低使用導電性金屬材料，避免增加環境噪音干擾。

七、 參考資料

[1] Chroma 19501-K 局部放電測試器使用說明手冊