

一、經驗分享

PMC執行CE輔導計畫多年，不論在標準的研讀，或輔導的過程中，都累積了相當多的經驗。值此機械安全專輯之發行，特將部份經驗提出，與業界先進分享，歡迎各位先進能隨時給予批評指教。

放電加工機 (EDM) 於操作過程之安全設計

放電加工機之操作過程中，主要危險區域位於加工槽內，可能引發傷害之危險包括機械危險、電氣危險、材質危險、火災或爆炸危險與噪音危險等。基於安全考量，設計及製造人員應針對這些危險進行風險性評估並擬定對策以降低或消除風險。針對上述之危險項目，參考現今歐盟標準，提供如下之建議措施供製造商及驗證人員參考：

(1) 機械危險

主要來自運動元件，包括運動軸與傳動機構所造成之擠壓、剪切或絞入等危險，特別是CNC機台。建議採用符合EN294之固定或移動式護罩來防止人員接近危險區域，其中，移動式護罩之互鎖等級至少需為EN954-1 之種類2。

(2) 電氣危險

主要來自帶電元件，包括電極、工件或其他元件等。除了建議採用符合EN294之固定或移動式護罩外，亦需貼上高壓危險之警告標示，來防止並提醒人員接近危險區域。其中，移動式護罩之互鎖等級至少需為EN954-1 之種類2。此外，當護罩開啟時，放電源應被切斷，且互鎖迴路需採硬體配線以避免電源之不預期恢復。

(3) 材質危險

若加工液對人體具有傷害性，則加工槽門應加上鎖定裝置，以避免意外開啟而導致人員觸及外洩的加工液。另外，排氣系統的安裝可防止人體吸入有害氣體。

(4) 火災或爆炸危險

若採用可燃性之加工液，其閃點應高於60°C，此外，控制系統應結合液面高度偵測系統、液溫偵測系統、火花偵測系統、滅火系統與排氣系統來降低

或消除火災或爆炸因子。其中，液面偵測與液溫偵測系統之安全等級至少需為EN954-1 之種類3，而火花偵測系統則至少符合EN954-1 之種類2。

(5) 噪音

噪音源主要來自於附屬設備，例如排氣系統等。通常選用低噪音的設備是較為直接的方法。

其他若有不足之處，請參考EN12957之放電加工機標準。

懸臂鑽床的安全注意事項

(1) 前言

本文的目的在探討國內生產之懸臂鑽床欲銷往歐洲時，產品本身所需注意之事項。主要的內容為國內廠商在進行懸臂鑽床的設計時容易忽略的地方。關於技術文件以及操作手冊的撰寫方面的注意事項則不在本文的討論範圍內。

(2) 參考資料

A. prEN 12717 : 2000 工具機的安全—鑽床

B. EN 294 : 1992 機械安全—避免上肢處及危險區域的安全距離

C. EN 954-1 控制系統安全相關零件的一般設計原則

D. EN 1050 : 1998 風險評估的原則

若機械產品擁有液壓或是氣壓系統則分別需要參考EN 982 : 1996 與 EN 983 : 1996

(3) 國內廠商常忽略的事項

prEN 12717 為歐盟針對鑽床所制訂之草案標準。懸臂鑽床亦適用此份標準。目前最新的版次為2000版。本文主要是透過本份標準進行此次的探討。

A. 安全防護的探討

以往曾有廠商為了因應歐洲的安全需求，因此在懸臂鑽床的主軸及鑽頭部分安裝護罩，但是這種的保護方式並不切合懸臂鑽床的使用需求，往往機械賣出後使用者會將護罩拆除，使其失去了保護的意義。

因此在prEN 12717的標準中指出，「有些機械（如懸臂鑽床）當其合理可預期的應用會妨礙護罩的使用，應提供保護裝置（如伸縮式的陷入偵測裝置加上煞車系統（telescopic trip device associated with a braking system，該裝置詳見（圖二）。）

另外，該陷入感測裝置的位置在prEN 12717中規定從主軸外徑開始算起，其距離不可超過150 mm，其位於從操作人員一般的位置開始算，起沿著主軸旋轉方向的第一象限內（詳見圖三）。

關於煞車功能，標準內的規定如表四：

表四

主軸轉速(rpm)	停止的最大圈數
$n \leq 250$	1
$250 < n \leq 1000$	2
$1000 < n \leq 1500$	3
$n > 1500$	4

舉例來說，假設有一個懸臂鑽床其主軸最大轉速為1360 rpm，則其煞車功能即為：當陷入感測裝置啟動時，主軸必須在3轉內停下來。

B. 電氣箱內保護度的問題

此問題常發生在大柱為油壓束緊式的懸臂鑽床。雖然整個懸臂後方的電氣箱保護度可達到IP 54。但是電氣箱內有油壓馬達，電磁閥，以及提供大柱束緊所需之油壓箱。常發生的問題有二：一、此油箱通常是和懸臂一體，製造商通常沒有加上油箱蓋，因此油氣可能會污染電氣箱；二、油管會通過電氣零件下方。

針對第一點，油箱的部分需要加蓋，並加上添加油料的符號；針對第二點有幾個建議方案—

- (1) 變更油管的路徑使其從其他位置進入油箱。
- (2) 變更懸臂後方電氣箱的設計，在油管流經的位置上方加裝護蓋。
- (3) 在不改變懸臂和油路路徑的情況下，針對電氣部分再加裝護罩保護電氣元件。

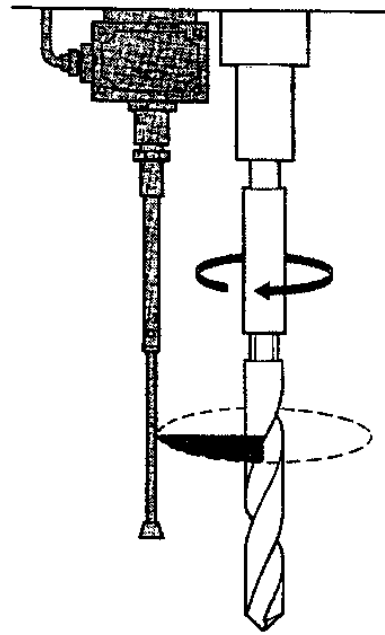
C. 陷入感測裝置的電路問題

由於該陷入感測裝置的主要用途是類似緊急停止開關的作用，因此該元件的電路必須至少符合EN 954-1種類三的要求，即必須要有雙迴路的設計。

以上即為懸臂鑽床在設計時需要注意的事項。



圖二、伸縮式陷入感測裝置



圖三、陷入感測裝置的位置

機械產品 EMC 要求與因應對策

由於科技的進步，各種無線通訊設備及數位裝置技術的高度發展，電磁干擾已成為電子時代中世界各國關注的問題。機械產品的製造為迎向消費市場需求，亦朝向高速度、高精度、自動化且大量使用數值控制與PC-Based控制器，而使機械產品電磁干擾問題更加複雜。

尤其是歐盟(EU)，業已制定有關這些機械裝置的國際標準與規範，若是產品未能合法黏貼CE標誌，就不能在這個市場銷售，以我國廠商大多為中小企業型態而言，各製造廠為了能夠順利銷售自己的產品，除了資金雄厚的廠商可自行設置實驗室，來做為EMC測定外，大多委託歐盟認可之EMC實驗室來進行測試。惟一般大型產品因大電力、大體積及移動不易之特性，必須使用現場方式，其符合程序、測試標準及廠商須準備之文件，與實驗室標準測試之方式略有不同，本文將概要介紹機械產品CE標誌EMC指令現場測試符合流程、測試要求及改善對策。

(一). 歐盟EMC指令(89/336/EEC)簡介

在歐盟有關EMC的規範始於1989年5月3日所公佈的電磁相容指令(Electromagnetic Compatibility Directive, 89/336/EEC, 簡稱EMC指令)，目的在要求一個裝置、設備或系統在其電磁環境內操作時，不會產生令該環境中其他任何事物無法忍受的電磁干擾，而其本身仍能正常地執行其功能。EMC指令適用的對象，包含所有易於產生電磁干擾的設備，或是本身功能易受電磁干擾所影響的設備。

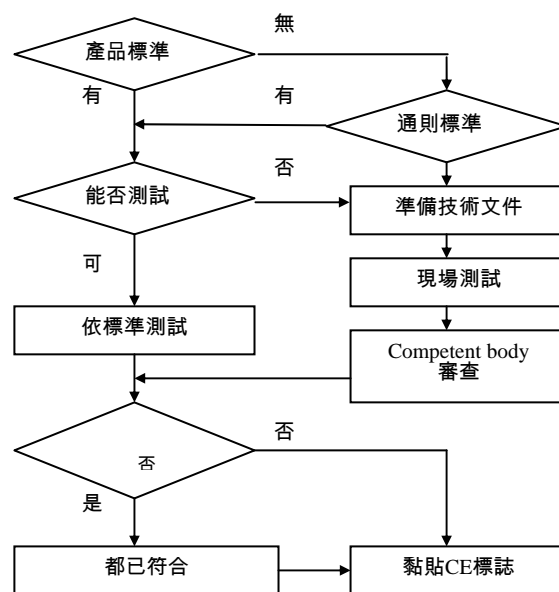
(二). 符合EMC指令評核之程序

(1) 評核流程

(1.1) 條款10(1)--符合標準路徑 (Module A)

產品已有調和的EMC標準，可整機進入實驗室進行測試，但不屬於射頻無線發射裝置，則可依循此自我認證方式。

(1.2) 條款10(2)--技術文件檔案路徑 (Module Aa)



圖四

產品尚無EU調和的EMC標準，或是受限於產品體積、重量、裝配、特殊電源...等限制，無法整機進入實驗室進行測試，且不屬於射頻無線發射裝置，則可依循Competent Body準備TCF及進行現場測試的認證方式。

(1.3) 條款10(5)--EC型式試驗(Module B+C)

屬於電信終端設備或射頻無線發射裝置，則須依循Notify Body的EC型式試驗和認證方式。

(2) 國內廠商應如何進行EMC指令符合標示工作

- 確定產品是對應指令第10條第幾款
- 依據指令條款的要求，選擇適合的管理模式(A, Aa, B+C)(必要時與歐盟內之買主協商)
- 依據各種管理模式及對應之產品標準，執行樣品檢驗
- 建立技術文件檔案
- 擬妥一份書面符合聲明(Declaration of Conformity)
- 生產階段要確保符合指令要求

— 產品黏貼CE標誌

(3) 廠商所準備的技術文件至少需包含下列各項：

- 產品名稱及對產品概括的描述
- 設計概念及零組件、電路之製造圖樣等(設計圖、電路圖、零組件表...等)
- 為使上述圖表易於瞭解之說明(使用說明書、製造說明書等)
- 表列產品全部或部份適用之標準，若無適用之標準，則須敘述符合指令基本要求的解決方法
- 設計時所做的計算及執行的檢驗結果
- 測試報告

(三). 測試標準與結果判定

EMC測試項目主要分為放射性(EMI)及耐受性(EMS)兩大項，放射性(Emission)測試之標準必須依產品特性及使用場所來決定，一般機械產品皆屬於Class A(不使用於住宅區)Group 1(非蓄意放射)的設備，其測試項目和標準如表五：

表五

工業環境電磁放射性(EMI)一般性標準					
	EN 50081-2 (1993/08)		dop: 1994-03-01 dow: 1994-03-01		
Radiated (RE) Conducted (CE)	EN 55011 (1991/03)		(CISPR 11/1990)		
工業環境電磁耐受性(EMS)一般性標準					
	EN 50082-2 (1995/03)		dop: 1996-03-15 dow: 1996-03-15		Remark
靜電放電(ESD)	EN 61000-4-2	Air: 8kV	Contact: 4kV	Criteria B	
輻射耐受性(RS)	EN 61000-4-3	80MHz~1000MHz 900MHz, AM 2kHz	10V/m(rms) AM 80% 1kHz	Criteria A	
快速暫態脈衝 (EFT)	EN 61000-4-4	5kHz	AC/DC : 2kV Control : 2kV Signal line : 1kV	Criteria B	
雷擊突波(Surge)	EN 61000-4-5	1.2×50μs(V) 8×20μs(I)	AC/DC : 4kV Control : 0.5kV Signal line : N/A	Criteria B	

傳導耐受性(CS)	EN 61000-4-6	0.15MHz~80MHz	10V AM 80% 1kHz	Criteria A	
電源頻率磁場(PFMF)	EN 61000-4-8	50Hz/3A 50Hz/30A	CRT Display interference is allowed above 3A/m	Criteria A Criteria B	
電源瞬間變動(PQF)	EN 61000-4-11	< 30% < 60% > 95% ± 10%	10ms 100ms 5000ms 15min	Criteria B Criteria C Criteria C Criteria A	

註：Criteria A：測試中，待測物功能須完全正常

Criteria B：測試中，待測物功能允許衰退，但測試後功能須完全恢復正常

Criteria C：允許暫時喪失功能，但能自動恢復或經使用者開機恢復

(四). 機械產品主要干擾源與電氣施工要點

以機械產品而言，主要的干擾源有：

- 控制器(如CNC, PC-Based...等)電源供應單元
- 控制器邏輯振盪電路(clock, oscillator...等)
- 伺服驅動器電源模組
- 伺服驅動器、變頻器
- 電磁閥...

對於干擾的防治，採取的對策主要有：

(1) 接地(Earthing Arrangement)

接地是最直接、有效、容易且最節省成本的對策，但許多廠商常因不了解接地的目的及意義，或連接不確實而影響接地的效果。

(2) 濾波(Filtering)

安裝濾波器是防止傳導干擾最有效的對策，但須注意濾波器的設計必須符合實際性能需求，安裝位置與接線方式是否正確。

(3) 隔離(Screening)

良好的隔離可阻隔電磁波的外洩與進入，但會影響內部散熱效果，因此在採用隔離對策時，必須同時考慮箱體的散熱能力是否足夠。

進階的EMC防治理念與對策，必須從設備單體到系統電磁干擾的耦合分析，來決定EMC的設計觀點與方法，一般需考慮：電源干擾的處理、箱體構造的屏蔽處理、機器內外部電線電纜的處理、PCB的佈線原則、高低頻信號的接地處理、脈衝迴路處理、IC元件信號界面處理等，於產品適當的開發階段，擬妥測試計畫並安排測試時程，以提高測試效率來節省測試費用，此外，尚需考慮改善對策所需的成本。