

經驗分享

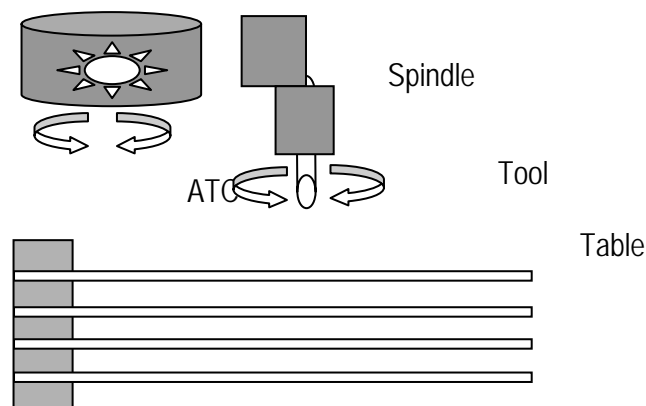
(一) 切削中心機危險分析與風險評估

危險分析與風險評估需要依照歐盟標準EN1050: 1996。做這項分析的目的是為了消除或是降低危險源產生風險的影響。

做風險評估時需假設可以預知的情況下，操作者或是其它人員從所有可能的方向接近機器時所引起的危險與風險，例如：不預期的啟動。對於操作者與其它人員接近危險區域的風險也需要考慮在各種情況下的發生(設定、生產、維修、服務等)。此外，風險評估應該包含控制系統的失效分析。

危險區域

綜合加工中心機主要的單元(自動換刀機構ATC、主軸/刀具單元spindle/tool、工作床台table)也是產生危險的最主要項目，如下：



自動換刀機構ATC 移動的方向主要是旋轉。

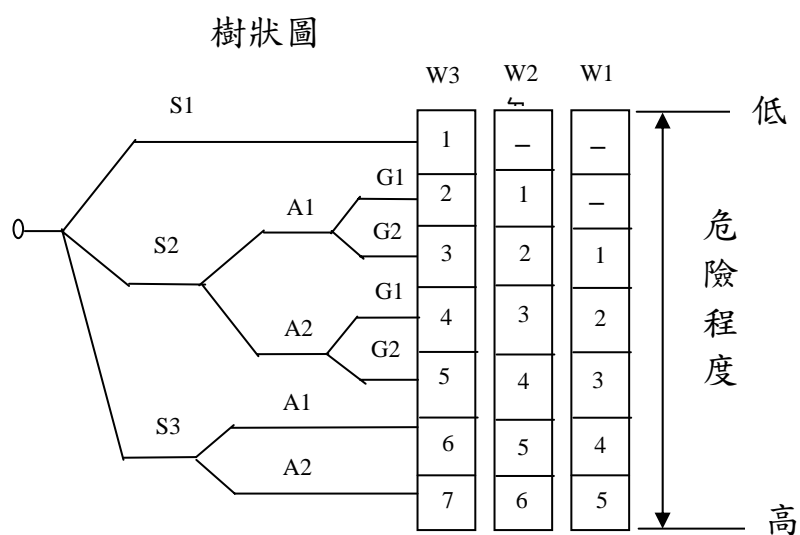
主軸/刀具單元spindle/tool移動的方向主要是旋轉與上下運動。

工作床台table移動的方向主要是左右、前後運動。

針對這些單元做一危險分析與風險評估

危險區域	危險種類	操作條件	風險評估	防護方式	殘留危險
自動換刀系統	擠壓危險	刀具自動更換	S2→A1→G2→W2 等級2	互鎖式移動式護罩	黏貼警告標示。 說明書說明更換刀具的方法。
	糾纏危險				
	撞擊危險				
	刺傷危險				
主軸/刀具	切割危險	主軸旋轉	S2→A2→G1→W2 等級3	互鎖式移動式護罩	黏貼警告標示。 說明書說明個人防護裝備(安全眼鏡、手套)。
	撞擊危險				
	刺傷危險	加工生產			
工作台	擠壓危險	維修	S2→A1→G1→W2 等級1	互鎖式移動式護罩	黏貼警告標示。 說明書說明更換刀具的方法。 說明書說明個人防護裝備(安全眼鏡、手套)。
	剪切危險	手動操作 刀具更換			

風險評估可以利用樹狀圖來分析以了解危險的等級高低，可以幫助設計者針對這項危險區域所採取的安全防護措施。說明如下：



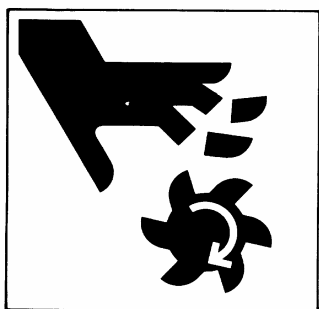
S, A, G, W的說明

S	傷害程度	A	陷入時機
S1	輕傷	A1	從很少到偶而
S2	一人或多人重傷，或一人死亡	A2	從頻繁到一直
S3	數人死亡		
S4	重大災禍多人死亡		

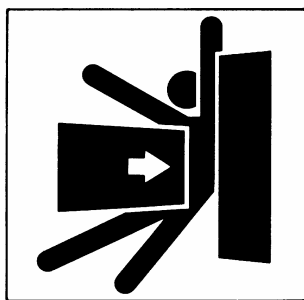
G	預防的可能性	W	發生的可能性
G1	在某些條件下可以預防	W1	很小
G2	很難預防	W2	小
		W3	大或很大

防護方式是經過危險分析與風險評估之後所採取的防護對策，從以上的分析，為了要將自動換刀機構ATC、主軸/刀具單元spindle/tool、工作床台table產生的危險消除或是降低，建議採用互鎖的移動式護罩加以隔離危險區域。

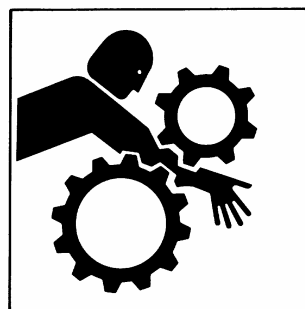
殘留危險是指危險區域經過固定式、互鎖的移動式護罩或是其它安全防護方法加以防護或是隔離後，針對操作者或是其它人員仍然存在潛在的危險，建議可以在危險區域附近標示以下類似的警告符號，告知使用者或是其它接近機器危險區域的人員。



切割危險



撞擊危險



捲入危險

(二) 切削中心機操作手冊撰寫要點：

所有機械必須附隨一份自原始語言說明書翻譯為使用機械所在國語言的說明書及該份原始語言說明書，而此說明書之譯文工作應由製造廠商或其歐體授權代理商來執行，或由引進本機械至不同語系國度的人士負責；如果無法做到，退而求其次，由製造廠商或其歐體授權代理商所聘請之專業人才來書寫。

歐盟標準EN12417:2001為一C類標準，也就是所謂產品標準。標準中對於操作手冊的要求，分別列舉如下。並對於這些要求舉出一般常用的解決方法。標準首先有下列的規範：

機器警告裝置（像是聽覺及視覺訊號），記號（訊號、符號），以及使用資料（像操作手冊、維護手冊），必須依據EN 292-2第5節。

而使用手冊的製作，除了上述的要求之外，每部機器至少必須附有一種機器使用者所在地之官方語言的使用者手冊，其內容包含：

- (a)製造者/供應者的名稱與地址。
- (b)任何安全安裝所需要的資訊（像是地基狀態、服務、抗振動的架設、電源系統與接地的連接說明）；和機器的安全防護系統（像是互鎖裝置與鉸金護罩等安全元件的說明）。
- (c)在機器初次使用及量產之前，對機器及護罩系統實施初始測試及檢查的指導說明。
- (d)機器、護罩與安全系統零組件的定期保養、測試及檢查的說明。
- (e)當機器更換零組件或增加選擇性設備（包括硬體及軟體）之後，可能會影響到安全功能時，所需要進行任何測試或檢查的說明。
- (f)安全使用、設定、保養與清潔的說明，包括有關安全的工作方式以及成為一個合格操作者所需要具備的訓練需求。
- (g)當切削中心機具有某些選擇性的操作模式，可以在一些受限制的操作條件下進行手動介入者（參閱EN12417:2001中1.1.6.4，表2，模式三，例如在某些情況

下將切削中心機前門打開進行手動操作)，需要說明其預期的使用狀況。

- (h)有關控制系統的說明，包括電力、液壓及氣壓系統的線路圖。
- (i)由EN12417:2001中第7.3節記述的方法，所判定的噪音水平。
- (j)可能失效模式的描述，以及由定期保養與校正中，作偵測及預防的建議。
- (k)使用於潤滑、煞車或傳動系統中任何流體的規格。
- (l)切削工作時所用的切削液以及/或潤滑油如何正確的選用、準備，應用方式和維護的指導說明。
- (m)提供人員受困機器內的緊急逃脫裝置指南。
- (n)對於描述殘餘風險的資訊(例如會造成噪音超過 85db(A)的可能形況;元件或是刀具的尖銳部分或是熱所造成的危險)。
- (o)需要額外保護措施的建議(例如需要個人保護裝置)。
- (p)定義最大質量、慣性矩、傾斜力矩以及配備有自動刀庫系統的機器對於刀具空間限制的資訊。
- (q)定義圍封空間裝設工件與工件夾治具最大質量及重心位置限制的資訊。
- (r)提供機器在進行維修時的正確程序以防止裝配錯誤的發生。

對於所提到的第(d)、(e)和(f)應該提供一個包含圖面和線路的查核表。

至於電氣方面，EN 60204-1:1997是一份機械設備有關於電器安全上面的規範，也是機械安全上普遍被採用的B類標準。標準內對於使用資訊的一般要求如下：

- (1)要提供有關一台機器之電氣設備的安裝、操作及保養資訊應以工程圖、說明圖、數據圖、表及說明的形式提供給使用者，並且使用雙方同意的語言。
- (2)提供的資訊可能依電氣設備複雜的程度而不同。對極簡單的機器，相關的資訊可能全在一份文件之中，但該文件必須顯示電氣設備的所有裝置，以便與電力網路連接。供應商應確保每台機器都有本章所說的文件。

隨電氣設備而必須提供的資訊應包括：

- a)一個對設備本身、安裝和固定方式及連接電源方式之清楚、詳盡的說明；
- b)電源的要求；

c)在需要的地方，附上實際環境的資訊 (如：照明、振動、噪音水準、空氣污染物等)；

d)在需要的地方，附整體 (方塊) 圖；

e)電路圖；

f)在需要的地方，附：

1)程式；

2)操作順序；

3)檢測頻率；

4)功能試驗的方法與頻率；

5)調整、保養及修理的指南，特別是有關保護裝置及電路者；

6)零件清單及建議的儲備零件清單；

g)一份清楚的有關保護裝置、互鎖功能、及對有潛在危險性的運動之護罩互鎖的說明 (包含連接圖)，特別是多台機器以協同的模式操作時；

h)一份有關防護措施的說明，及必要時加以暫停 (例如，以手動操作、程式驗證) (見9.2.4) 的說明；

(3)對於一台機器之電氣設備的安裝圖，應有設定機器初期的工作所有需要的資訊。對複雜的案例，可能需要參考組立圖以得細節資訊。而對於在現場才安裝的電源線之位置、種類及斷面積要明確的指明。

(4)關於選擇機器電氣設備其電源導線的過電流保護裝置的種類、特性、額定電流及設定值 (見第7.2.2章) 所需之數據，應加以說明。

在有需要的地方，應詳細說明使用者需準備的地基內之管道的尺寸、目的及位置 (見附件B) 。

(5)應詳盡說明使用者需要準備的機器與附屬設備之間的管道、電纜架或電纜支架之尺寸、種類及目的。

(6)在需要處，應以圖示表明何處需要空間以便移動或維修電氣設備。

(7)在有需要之處應準備一張連接圖或表，以表明所有對外連接的資訊。當電

氣設備預定使用一個以上的電源，這張連接圖或表應指明為使用每一電源應做的修改或連接。

- (8)當需要了解操作的原理時，應準備一張方塊（系統）圖。方塊（系統）圖以符號表明了電氣設備及它的功能間之關係，而不必顯示所有的連線。
- (9)當方塊系統圖不足以清楚地表明電氣設備的元件時，應準備電路圖。電路圖應顯示機器及其附屬電氣設備之電路。任何繪圖符號沒有在IEC 60617中顯示的，必須個別在圖中或文件中顯示出來，並加以說明。在機器上及所有文件中，組件及裝置所用的符號及標示必須一致。（註：電路圖的範例可見於IEC 61082-1及IEC 61082-2第5節。）
- (10)在有需要處，要準備顯示介面連接端子的圖。為簡便設計此圖與電路圖可一起應用。此圖應包含參考資料以指明相關的詳細電路圖。
- (11)開關符號要顯示在，所有供應源（例如：電力、空氣、水、潤滑油）皆關閉，和機器及其電氣設備在正常啟動條件下之電機機械圖上。
- (12)電路的畫法要能有助於對其功能的了解及保養、除錯。圖上控制裝置及零件的功能特性不能清楚的由符號表示者，應加註於圖上該符號之旁，或參考之註處。
- (13)操作手冊應以詳細說明設備立及使用的正確程序。並要特別關心有關安全的措施及預期會發生的不正確操作方法。
- (14)當設備之操作可由程式規劃時，必須對規劃的方法、規劃的設備、程式的驗證及額外的安全程序（若有需要）提供詳細的說明。
- (15)而有關保養手冊，需以詳細說明正確的調整、保養、預防性檢測及修理的程序。手冊應包含建議的保養/ 維修紀錄，當附有驗證操作程序的方法時（例如：軟體測試程式），這些方法的使用要詳加說明。
- (16)因應使用者執行正常維護作業與保養的需求，機械製造商應提供一份零件

清單，藉以維護機械設備正常功能。零件清單應至少具有訂購備份零件或替代零件（例如：零件、裝置、軟體、試驗設備、技術文件）的資訊。這些零件是用於預防保養或維修保養之用，也包括建議的使用者庫存備用零件。

零件清單應對每一項目顯示：(■ 文件中使用的參考標示)

- 它的類別標示；
- 供應商及替代的來源（若有）；
- 一般特性（若有需要）；

(三) 切削中心機之CE驗證實例與問題說明

切削中心機一直是我國機械產品外銷的主要產品之一，也是本中心推動CE輔導工作最早接觸的產業，如今國內的許多工具機大廠，早已打開歐洲市場大門，並在市場保有一定的地位。

不過，雖然CE輔導工作已推行一段相當長的時間，但我們的經驗發現，或許是近年來國內工具機業生態的轉變，而出現許多小型的工具機廠，負責人或許擅長設計開發，但對CE的瞭解不深，或只限於某部分；或是輔導過的廠商，由於人事的變動，CE的知識無法在公司組織內延續，又或者仍沿用舊的資料、標準，所以仍然有許多廠商對於產品的設計，如何符合安全要求感到迷惑，因此，筆者將藉由參與英國驗證公司amtri veritas驗證實際觀察經驗，說明問題的原因。

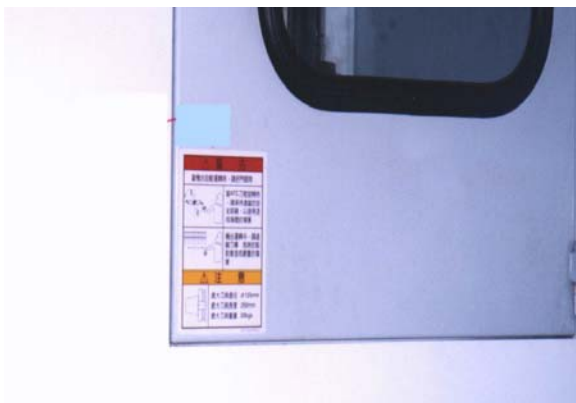
驗證工程師首先會對於驗證的機械做實地的觀察，並提出一些問題，以對於產品操作方式與可能的危險有初步的瞭解，接著是對於廠商所提供的技術文件內容作瞭解，並對於操作手冊的內容與技術文件中查核表的敘述進行查核，由於在驗證日之前廠商即已將技術文件交給驗證人員，所以此時驗證工程師所作的查核工作，大都是針對文件中敘述不明，或他認為存疑的問題，在此階段常見的問題是廠商所提供的文件中對於實際的動作敘述錯誤，或是提供錯誤的外觀圖、迴路圖，或者未描述到關鍵問題。特別常見的是在安裝的章節與電路圖中，對於電源規格的敘述，未注意到是否為三相或者是380V，原因大都是圖面忘記跟著作修正。

實機審查的部分可以分為動態與靜態兩部分，首先以靜態的方式，分別從搬運、安裝、操作、調整、維修等狀況的角度，對於產品的外觀、配線、警示等作查核。至於動態的測試，主要針對安全相關裝置查核是否發揮功效，及是否與技術文件內容所描述的安全功能相符，這時驗證工程師通常以廠商技術文件中的"機械指令附件一之健康與安全規範查核表"(註1)為依據，實際測試操作功能。



以下則是當時所發現的幾項在實機審查時所發現的問題：

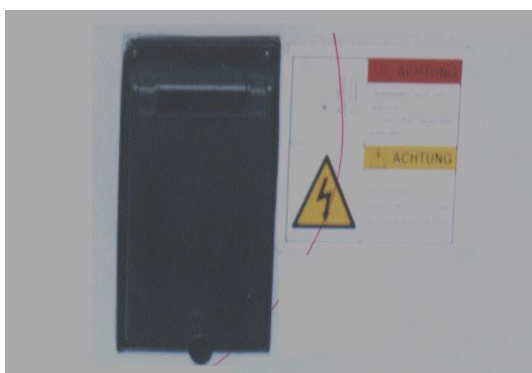
圖中按鈕未確實牢固的安置，而可以被任意轉動，會有電氣安全方面的潛在危險。應設法使按鈕緊緊固定在操作面板上。



警告標誌應牢固且明顯的張貼於固定側，以此例來說，一但此活動式護罩打開，則所張貼的標示可能因而無法被看到，而無法持續提供警告訊息，給予接近該危險區的人員，所以須張貼在固定側。



此為刀庫的控制面板，此例中起動按鈕的文字被按鈕本身所遮蔽，不利於操作。深究其原因，其實是源於設置位置較高所致，所以在設計控制面板高度時應考量適當的操作高度，除了伸手可及，也要考慮視覺判讀的問題。

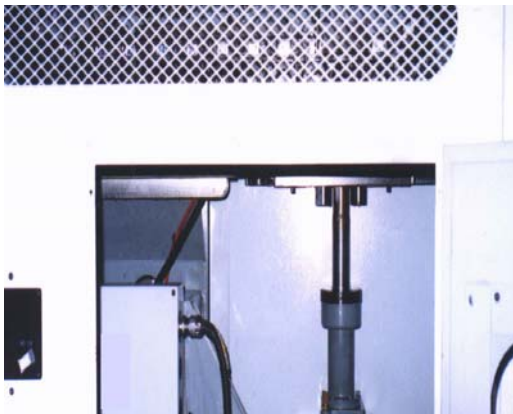


此例則是警告標示誤用，圖中所示為RS-232的傳輸介面，雖然也有提供一照明或維修用插

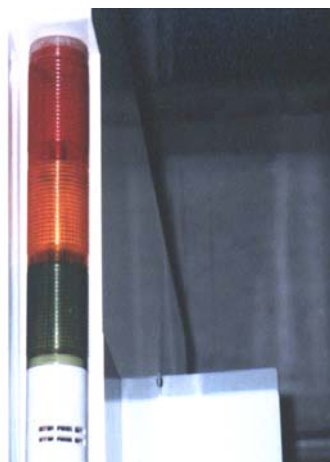
座，但有護蓋保護並不會造成觸電危險，所以並不需要貼警告標示。



由於護罩的設計是三段式，雖然已裝設互鎖裝置(Interlock)，不過需確保其他的護罩不能被拆卸下來，以保障護罩的防護目的。另外，護罩高度與一般人的頭部高度相當，所以應留意在打開後是否可能傷人的意外，還有護罩間間隙也需依標準，不能過大，防止使用時夾傷手指的可能。



圖中是刀庫區的護罩蓋板，設計成可以像門一般開啟，但是未採取互鎖裝置(Interlock)，而以螺絲固定。由於護罩所保護的是，會造成傷害的自動換刀裝置，這種像固定式又像活動式的護罩設計並不被接受，所以只能選擇其中一種。



狀態指示燈的設計位置需調整，這位置只能被正面與側面兩個方向看到燈號。由於設置的位置只有此處，加上並不能被機器後方的人員看見，所以設備位置應再考慮，另外應注意紅\黃

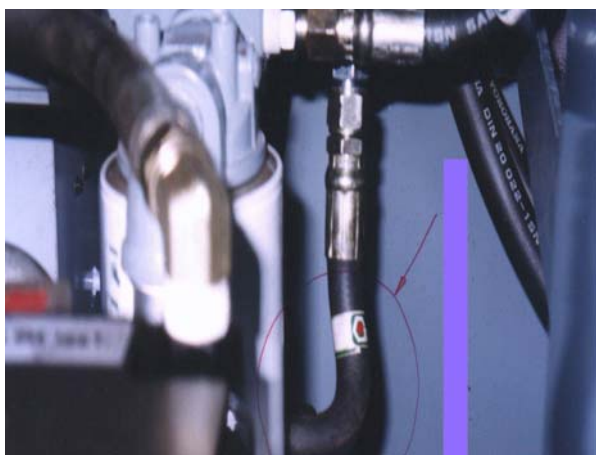
燈號的定義，按下E-STOP後是出現紅色燈號而非黃色，如果不易界定，建議只用紅\綠兩色燈號。



加工區的照明最好設置在主軸上，除了隨主軸移動提供加工區照明外，也可提供較佳照明效果。

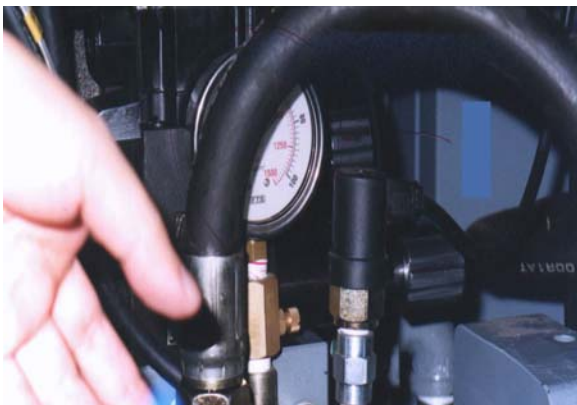


護罩設計時特別在加工操作位置，應提供良好的操作視野，不應在操作位置有影響視野的視覺死角出現。圖中案例為活動式護罩(門)，建議不要在操作位置，設計成兩個視窗，盡量以單一的大視窗較為適合。

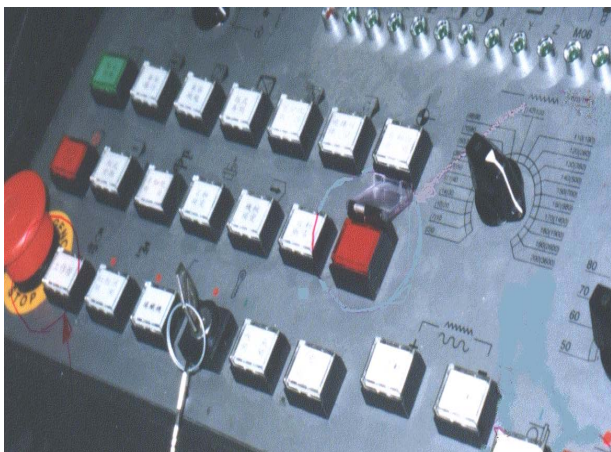


油壓管路不應彎折成直角狀，不利內部的液體流動，造成部分原件承受不當壓力，而造成危險，且對於管件本身，也會影響其使用壽命，至於其他關於油壓元件的規定請參考

標準。



指示量錶其目的在提供所需判斷的數值，所以應設置於容易讀取，視線良好處，避免被遮蔽。



此案例中的錯誤，是圖中紅色停止按鈕有加蓋設計，停止並不會造成人員操作的危險，不應加蓋保護。



活動式的護罩，設計時應考慮的不只是將危險區域隔絕，也要避免產生新的危險，所以也要考慮使用的過程，特別是對於手部的使用狀況的評估。圖中兩件活動式護罩，兩者都可以作移動，而相互抵靠的平

面沒有間隙，就可能在使用中發生夾傷手指的危險。

以上所舉出的是以工具機為實例做說明，但是其實概念也同樣適用於其他機械產品在做CE時的參考，我們期望這樣的資訊交流能提供廠商，更明確的安全設計訊息，避免在時程與成本上多餘的耗費。

註1: "機械指令附件一之健康與安全規範查核表"全名為"Check list for meeting the Essential Health and Safety Requirements"簡稱EHSR