

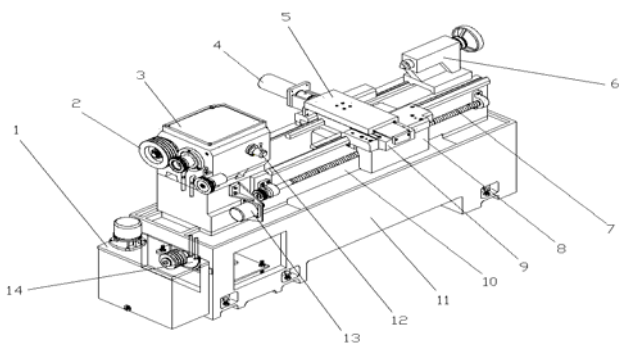
經驗分享

（一）電腦數值控制車床之危險分析與安全對策需求

危險分析與風險評估需要依照歐盟標準EN 1050：1996。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。

機械性的危險(如表一)來自於機械的零件或工件(例如：形狀、相關的位置、質量和穩定性間所引起的重力效應、質量和速度間所產生的動能關係及機械強度的不適合)、機器內能量的累積(例如：彈簧具有的彈力能、壓力下的液體和氣體、真空的影響)。這類機械性的危險有擠壓(crushing)、剪切(shearing)、切割或切斷(cutting or severing)、糾纏(entanglement)、陷入或困住(drawing-in or trapping)、撞擊(impacting)、刺入或刺穿(stabbing or puncture)、磨插或磨耗(friction or abrasive)、高壓流體灌入(injection)或噴出(ejection)的危險(hazard)。



1. 主軸頭潤滑單元	2. 主軸滑輪與皮帶
3. 主軸頭	4. X軸伺服馬達
5. 滑座	6. 尾座
7. Z軸螺桿	9. 鞍座
13. Z軸伺服馬達	14. 主軸馬達

圖一 CNC車床機械移動元件佈置圖

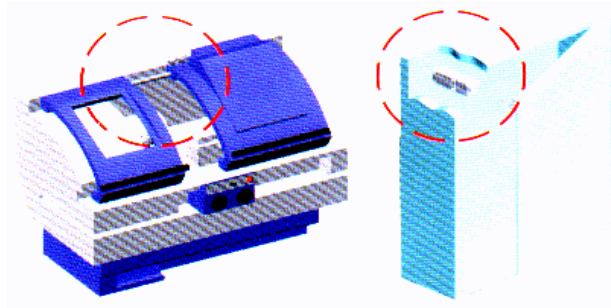
危險	危險狀況與位置	採取措施
壓碎的危險	工作區域(刀塔、主軸、尾座、鞍座、底座、夾頭、工件、刀具)	安裝互鎖式安全護罩(圖三)
剪切的危險	工作區域 移動式的安全門	安裝互鎖式安全護罩(圖三)
切割或切斷的危險	工作區域(工件、刀具、切屑)護罩	安裝互鎖式安全護罩(圖三)
危險	危險狀況與位置	採取措施
糾纏的危險	工作區域(主軸、導螺桿和螺帽之間) 主軸馬達傳動區域(傳動皮帶、滑輪) 進給傳動區域(導螺桿、馬達、螺帽)	安裝互鎖式安全護罩(圖三) 固定式護罩(圖二) 固定式護罩(圖二)
陷入或困住的危險	工作區域(刀塔、導螺桿和螺帽之間) 進給傳動區域(導螺桿、馬達、螺帽)	安裝互鎖式安全護罩(圖三) 固定式護罩(圖二)
撞擊的危險	工作區域(滑軌、尾座、刀塔)	安裝互鎖式安全護罩(圖三)
刺入或刺穿的危險	工作區域(刀具、切屑、工件)	安裝互鎖式安全護罩(圖三)
摩擦或磨耗的危險	工作區域(工件、刀塔、皮帶)	安裝互鎖式安全護罩(圖三)
高壓流體灌入或噴出的危險	工作區域(切削液、油壓管) 進給傳動區域(油壓管) 油壓單元(泵浦及其管路)	安裝互鎖式安全護罩(圖三) 固定式護罩(圖二) 固定式護罩(圖二)

表一 機械性危險分析與對策



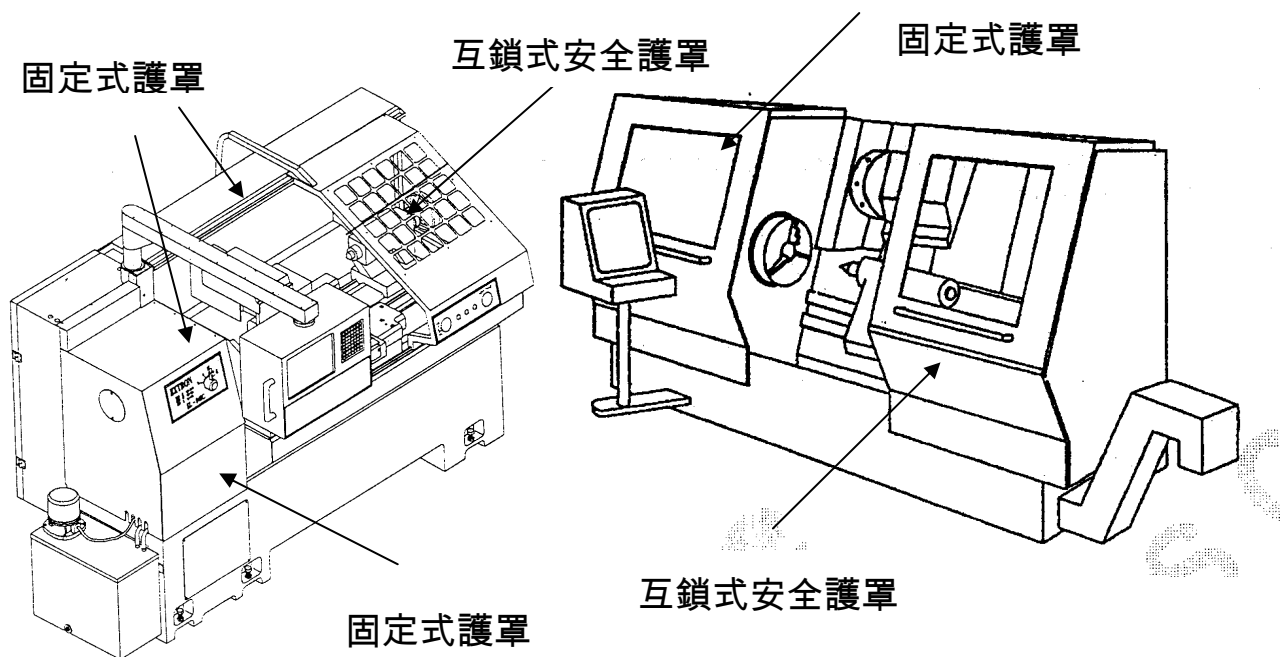
(圖二)

固定式防護罩必須牢固地置於其位。其固定系統必須使用工具才能打開。可能的話，防護罩未作固定時則無法置於其位置上。



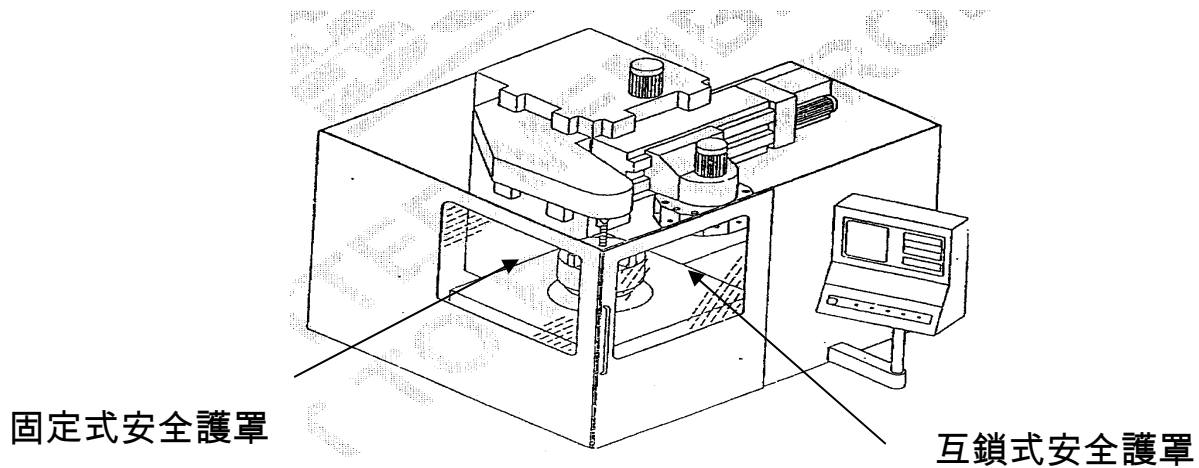
(圖三)

移動式防護罩必須儘可能在打開時仍附著於機械上；應附有鎖定裝置以防止觸及運轉零件之轉動，以及一經打開立即送出停止轉動之指令；必須設計及併入控制系統，以便在操作員可觸及時，運轉零件不能啟動；運轉零件一經啟動，曝於其中者無法觸及；唯有蓄意的方式才能調整，如使用工具鑰匙等；零件短少或故障時，運轉零件無啟動或停止運轉；適當護障以防物體射出的危險。



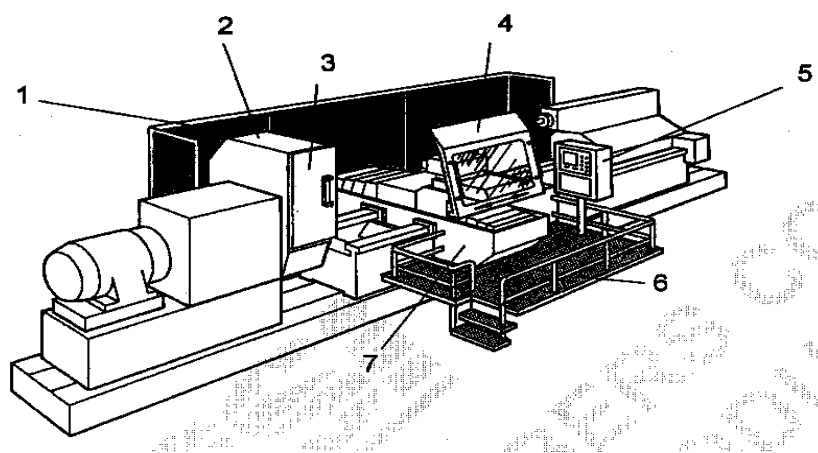
圖四 小型臥式 NC 車床

圖五 小型臥式 NC 車床



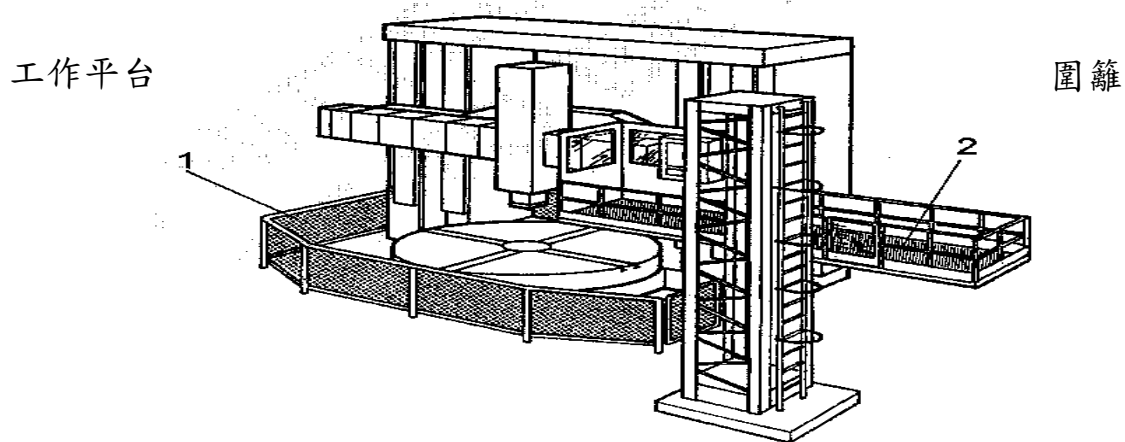
圖六 小型立式 NC 車床

[註] 小型數控車床和車削中心機：(a) 臥式數控車床其兩心間距2米以下，機器所具備夾頭的外徑不超過500mm者。(b) 立式數控車床所配備夾頭的外徑不超過500mm者



圖七 大型電腦數值控制臥式車床安全護罩佈置圖

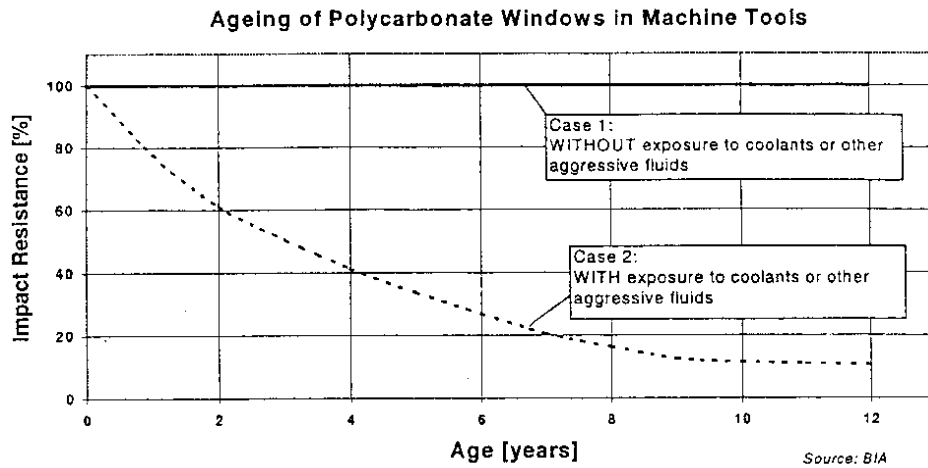
1. 後面的護罩	5. 控制面板
2. 夾頭護罩	6. 工作平台
3. 門	7. 鞍座
4. 前面的護罩	



圖八 大型電腦數值控制立式車床安全護罩佈置圖

[註] 大型數控車床和車削中心機：(a)在立式數控車床上，其所用的夾頭外徑超過500mm者。(b) 在臥式數控車床上其工件夾持裝置的外徑大於500mm，或兩心間距為超過2米者。

Windows 的設計應該考慮①加工時可以讓使用者觀看加工情況、設定、校模等等的模式。②鋼材網孔的強度(圖九)。③ windows的強度。④能夠耐得住切削液長期侵蝕windows而保有其正常的強度。若做不到④，應該告知使用者定期更換。因為使用pc (polycarbonate)材質的windows，加工時會因為切削液(coolant)長期侵蝕，使得壽命降低影響強度，如圖九所示。護罩板金與windows厚度的考慮可以依據表二來設計。



圖九 PC材質 windows的壽命

Material type	Thicknessd (mm)	Tensile strength R_m [N/mm ²]	Fracture elongation ϵ_B [%]	Speed V_c [m / s]	Withstand energy E [J]
Steel sheet	1.5	369	28	80	320
	3.0	405	28	115	661
	1.5+3.0*	369/405	28	150	1125
	3.0+1.5*	405/369	28	140	980
Polycarbonate	4.0	68	80	85	361
	6.0			100	500
	8.0			120	720
	12.0			150	1125
	2×6.0			170	1445
	2×12.0			230	2645
Acrylic	12.0	74	4	25	31

* On the workzone side

表二 撞擊測試結果 ($m = 0.1$ kg)

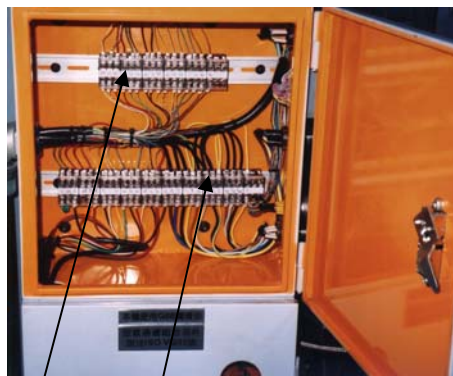
電的危險（表三）

危 險	危險狀況與位置	採取措施
人員與帶電件的接觸 （直接接觸）	電控箱內部 控制面板 工作區域 油、氣壓單元 傳動區域（馬達接線盒、電子元件）	接地 接點保護 貼警告標示
人員與因故障而形成帶電件之接觸（間接接觸）	電控箱內部 控制面板 工作區域 馬達 油、氣壓單元 傳動區域（馬達接線盒、電子元件）	接地 接點保護 貼警告標示
接近高電壓之帶電件	電控箱內部 馬達	安裝互鎖式安全護罩 固定式護罩
靜電現象	控制面板	接地

表三 電的危險分析與對策



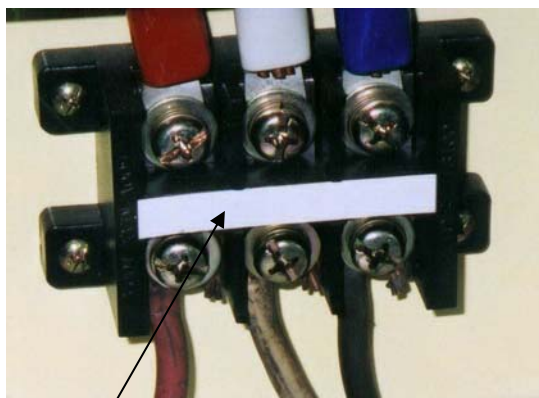
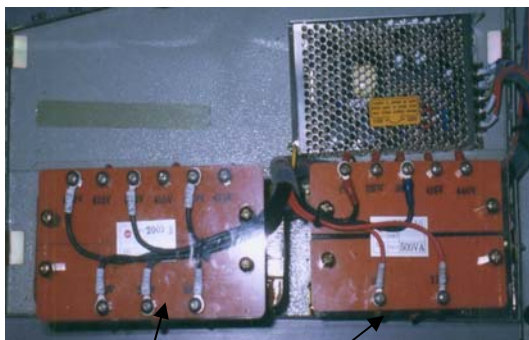
電控箱體的設計不符合EN60204-1 防水防塵的要求，即IP54不足。建議風扇外側可以加防水防塵蓋，不但可以達到通風散熱效果，也可以防止灰塵與水的侵入。(圖十)



電控箱體的設計不符合EN60204-1 端子保護的（finger protection）要求，即IP2X不足。建議端子具有高電壓（例如般110V或220V）部分加蓋，可以防止維修保養時，維修人員觸電。(圖十一)



這樣的接地方式不符合EN60204-1 的要求，因為接地點及接地連接點會受到化學與電化學的因素而影響載流量。(圖十二) （圖十三）



電控箱體的設計不符合EN60204-1 端子保護的(finger protection)要求，即IP 2X不足。建議端子具有高電壓(例如般110 V或220 V)部分加蓋，可以防止維修保養時，維修人員觸電。(圖十四) (圖十五)

其它有關電控箱的基本需求，尚有：

電源的規格---必須符合工業用歐規規格

例如：380 V 50 Hz 3 phase

需提供開關式切斷器(isolator)---必須符合IEC60947-3

例如：AC - 23 B 或 DC - 23 B

若系統額定電流 ≤ 16 A；額定總功率 ≤ 3 kw。可採用工業用歐規插頭 / 插座。

開關式切斷器(isolator)的符號---- **I O**

切斷器(isolator)的位置---高於工作平面 0.6 m ~ 1.9 m，建議的高度上限是 1.7 m。接地以字母PE或綠黃雙色組合予以標示。

熱的危險（表四）

危險	危險狀況與位置	採取措施
由人與極端高溫或低溫物體（物質）的接觸燒傷、由於火焰、爆炸物和其他熱源的輻射所造成的燙傷及其他傷害	工作區域（切屑、刀具、工件）	安裝互鎖與全閉式護罩，防止人員的直接接觸。加工時應該使用切削液來降低加工件、刀具、切屑的溫度。

由機器所處理或使用的材料及物質（和它們的構成元素）所引起的危險（表五）

危險	危險狀況與位置	採取措施
由接觸或吸入有害的液體、氣體、霧、煙和灰塵所引起的危險	切削中（灰塵、切削液、潤滑油） 液壓油	安裝全閉式護罩防止加工中氣體、煙霧等與人體直接接觸。 安裝抽氣設備，將氣體、煙霧排放並且需依照當地安全與衛生的法規要求。
起火或爆炸的危險	工作區域（切削液、潤滑油） 油壓單元（液壓油） 工件材料	機器的放置位置與加工環境要求不可在潛在爆炸的環境中使用
生物或微生物（過濾性病毒或細菌）的危險	切削中（灰塵、切削液、潤滑油） 液壓油	安裝全閉式護罩防止人體直接接觸。 維修保養、更換液體時，操作者須詳讀使用手冊。

機器的設計忽視人因工程的法則所引起的危險（表六）

危 險	危險狀況與位置	採取措施
不健康的姿勢或用力過猛	切削液更換 工件的搬運	使用說明書描述工件搬運與切削液更換的方法
手一臂或腳一腿的不適當考量	工件的搬運	使用說明書描述工件搬運的方法
忽視個人保護設備的使用	個人保護設備	使用說明書描述個人保護設備使用的方法
不適當的局部性照明	工作區域	技術文件描述照度的測試報告

危 險	危險狀況與位置	採取措施
精神上的過量負荷及過低負荷、壓力	皮帶 工作管路	技術文件描述相關計算或分析資料及測試報告
手動控制上的不當的設計、位置或識別	模式選擇開關、 極限開關、夾頭 開關	使用說明書描述開關的意義
視覺顯示單元的不當設計或放置位置	切削液更換 工件的搬運	使用說明書描述工件搬運與切削液更換的方法

意外的啟動，意外的超限運轉或超速（或任何相類似的故障）（表七）

危 險	危險狀況與位置	採取措施
控制系統的失效/失序	夾頭的夾緊與釋放、進給軸、主軸、油壓泵浦不預期的啟動	檢查控制系統的安全相關元件
能量供給在一中斷後之再恢復	夾頭的夾緊與釋放、進給軸、主軸、油壓泵浦不預期的啟動	檢查控制系統的安全相關元件
電氣設備的外界影響	夾頭的夾緊與釋放、進給軸、主軸、油壓泵浦不預期的啟動	檢查控制系統的安全相關元件
其他外界的影響（如重力、風等）	夾頭的夾緊與釋放、進給軸、主軸、油壓泵浦不預期的啟動	檢查控制系統的安全相關元件

其它（表八）

危 險	危險狀況與位置	採取措施
在可能的最佳情況下無法使機器停止	緊急停止開關	檢查控制系統的安全相關元件
工具在轉動速度上的變化	工作區域	檢查控制系統的安全相關元件
動力供給的失效	油、氣壓系統	檢查控制系統的安全相關元件
控制電路的失效	啟動/停止功能、緊急停止開關、夾頭的夾緊與釋放	檢查控制系統的安全相關元件
配合上的錯誤	油、氣壓管、電線	標示
操作期間的中斷	工作區域(刀具、工件)	安裝全閉式互鎖式護罩
落下或噴出的物體或液體	工作區域	安裝全閉式互鎖式護罩
機器的穩定性喪失或翻覆的機械	電控箱、機器	做好固定
人員的滑倒、絆倒或跌倒（與機器有關）	電源線、油、氣壓管路	貼警告標示、線與管路需做標示防止絆倒、穿安全

控制系統安全元件的可靠度設計與要求

參考標準

BS EN 12415 : 2001 - 小型CNC 車床

BS EN 12478: 2001 - 大型CNC 車床

BS EN 954 - 1 : 1997 - 安全控制元件之控制設計

控制系統之安全與可靠度 （表九）

機 型 種 類 安 全 元 件	CNC小型車床	CNC大型車床
啟動/重新啟動	1	1
操作性的停止	1	1
主軸轉速	2 或 3	2 或 3
軸運動	2	2
押動開關	3	3
模式選擇	1	1
緊急停止	1 或 3	1 或 3
互鎖	1 或 3	1 或 3
具護罩鎖互鎖	3	3
工件夾持開關	1	1

EN954-1安全元件之控制等級分類 （表十）

控制等級分類	B	1	2	3	4
依照相關的標準來設計、製造	○	○	○	○	○
可以經得起預期性的影響	○	○	○	○	○
需經過良好的測試（安規測試）	×	○	○	○	○
適當間隔時間由控制系統來檢查其功能	×	×	○	---	---
單一故障不會導致安全功能的喪失	×	×	×	○	○
單一故障應被檢測出	×	×	×	○	○
故障須在發生下一個安全功能需求之時或之前被檢測出來	×	×	×	×	○
故障的累積不可導致安全功能的喪失	×	×	×	×	○

（表十一）

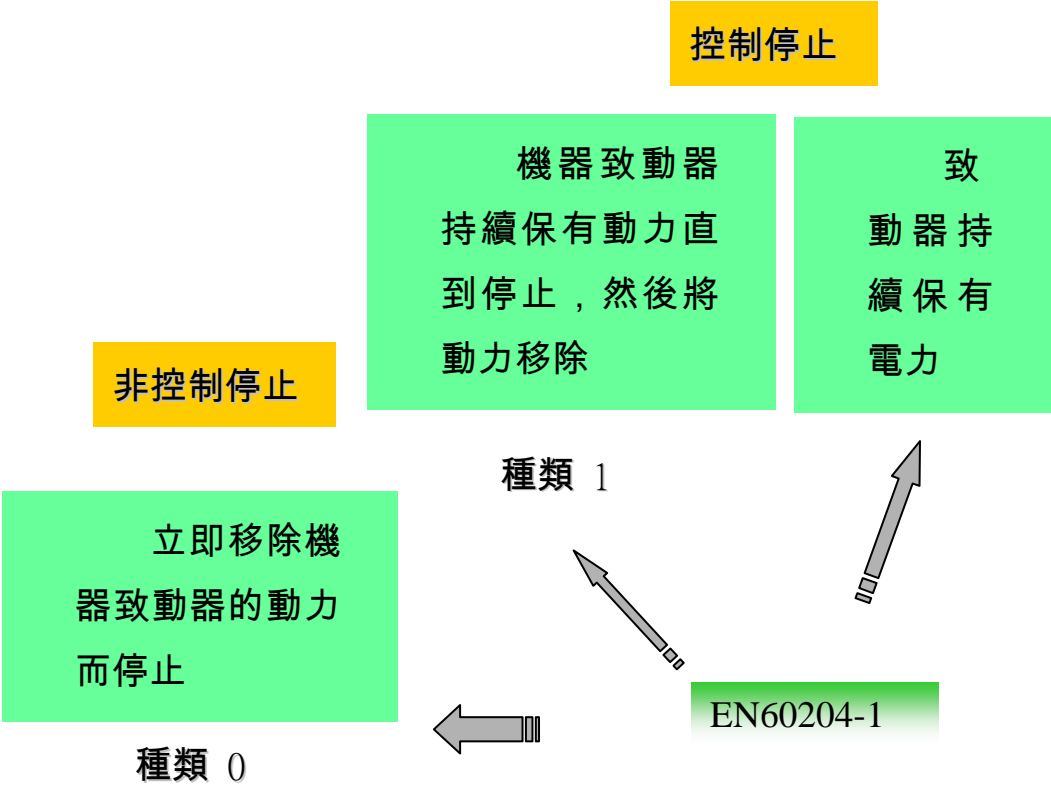
種類	安全元件之系統行為
B	當故障發生時，可能導致安全功能的喪失。
1	當故障發生時，可能導致安全功能的喪失，但發生的機率小於分類B。
2	在兩個檢查之間，發生的故障可能導致安全功能的喪失。 安全功能的喪失是靠檢查來發現的。
3	當單一故障發生時安全功能總是被執行。 不是全部的故障均能被檢測出。 未被檢測出來的故障之累積可能導致安全功能的喪失。
4	當故障發生時，安全功能總是被執行。 故障會及時的被測出以防止安全功能的喪失。

手動模式下之運動件的速度限制 (表十二)

	CNC小型車床	CNC大型車床	手動車床
主軸轉速	$< 50 \text{ mm}^{-1}$	$< 50 \text{ mm}^{-1}$	同左 小型車床 大型車床
	押動控制	押動控制	
軸速度	$< 2 \text{ m / min}$ or 6 mm 增量	$< 2 \text{ m / min}$ or 6 mm 增量	同左 小型車床 大型車床
	押動控制	押動控制	
刀塔轉動	Single indexing	Single indexing	同左 小型車床 大型車床
	雙手控制 押動控制 + enabling device	押動控制	
尾座心軸	$< 1.2 \text{ m / min}$	$< 1.2 \text{ m / min}$	
	押動控制	押動控制	
尾座本體	$< 1.2 \text{ m / min}$	$< 1.2 \text{ m / min}$	
	押動控制	押動控制	

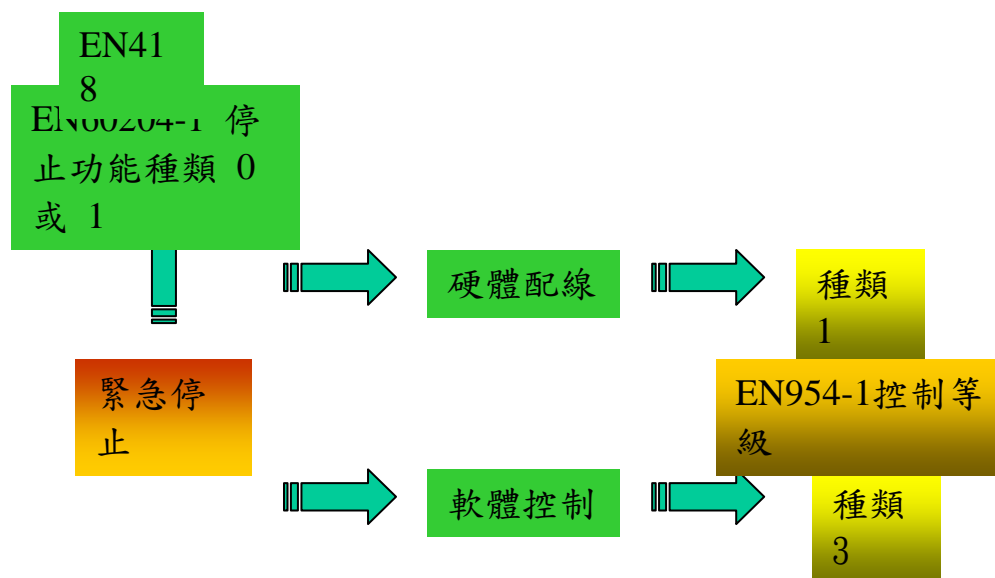
緊急停止功能的要求 （表十三）

停止種類	CNC大型車床	CNC小型車床
操作性停止	2	2
緊急停止	1	1



圖十六 停止功能的種類

從表十三可以看出停止功能分成操作性的停止(operational stop)與緊急停止(Emergency stop)。當使用者壓下操作性停止開關時，每一個機器的操作模式應該停止，即主軸旋轉、軸運動、刀塔旋轉、尾座運動、切削液噴水等等，都應該停止且不需將 NC設備單元的電源移除，這樣的設計符合圖十六停止功能的種類2。此外，應該偵測這些電源與移動件或是轉動件裝置連接的運動，這樣的設計應該符合表十安全元件之控制等級種類3。



圖十七 CNC車床安全元件之控制等級的種類

緊急停止功能應該符合圖十六停止功能的種類1與符合標準EN418的設計需求。圖十七說明安全元件之控制等級的種類，假如緊急停止開關經由硬體配線(雙迴路)，應該符合表十與圖十七的種類1。若經由其它方式(例如：軟體控制)，應該符合表十與圖十七的種類3。

最後，設計者除了考量停止功能的設計之外，也要考慮每一個操作位置安裝緊急停止開關。包含主控制面板、可攜式控制面板、上下料位置(假如距離主控制面板太遠)、刀庫距離主控制面板太遠時……等等。

(二) 如何使氣動工具符合CE標誌之安規要求

1. 前言：

依歐盟各會員國之要求，凡輸入歐盟各會員國境內之各類產品，皆須符合CE標誌之各項安規要求，且須黏貼CE標誌於產品明顯之處，藉此顯示該類產品是安全的，不會對使用者帶來生命與財產上的危害。

2. 適用法規之選用：

依歐規法律之規定，凡產品被安規涵蓋之部份，皆須符合其要求。因此，首先我們必須找出適用於氣動工具之所有安規指令，且須最新版本，然後依其法規之安全要求逐項審查與改善，再審查與再改善，直到符合標準指令要求為止，如此方可使氣動工具完全符合CE標誌之安規要求。

3. 以氣動工具而言，我們選用以下之參考標準：

(1) 主要之參考標準：

EN 792:2000 手握式非電動工具。（本標準細分為13個部份，依產品類別來選用）

EN 98/37/EC: 1998 機械指令

(2) 附屬之參考標準：

EN 292-1: 1991

Safety of machinery Basic concepts, general principles for design
Part 1: Basic terminology, methodology.

EN 292-2: 1991

Safety of machinery Basic concepts, general principles for design -
Part 2: Technical principles and specifications.

EN 1050: 1996

Safety of machinery principles for risk assessment.

EN 563: 1994

Safety of machinery Temperatures of touchable surfaces Ergonomics

data to establish temperature limit values for hot surfaces.

EN 614-1: 1995

Safety of machinery Ergonomic design principles Part 1:
Terminology and general principles.

EN 1071: 1998

Safety of machinery Terminology.

EN 12096

Mechanical vibration Declaration and verification of vibration
emission values.

EN ISO 4871

Acoustics – Declaration and verification of noise emission values of
machinery and equipment (ISO 4871: 1996).

prEN ISO 15744: 1999

Noise measurement code Hand-held non-electric power tools –
Engineering method (grade 2) (ISO/DIS 15744: 1999).

EN 28662-1: 1993

Hand-held portable power tools Measurement of vibrations at the
handle Part 1: General (ISO 8662-1: 1988).

EN 28662-7: 1992

Hand-held portable power tools Measurement of vibrations at the
handle Part 7: Impact, impulse and racheting wrenches, screwdrivers
and nutrunners. (ISO 8662-7: 1997).

ISO 3857-3

Compressors, pneumatic tools and machines Vocabulary Part 3:
Pneumatic tools and machines.

ISO 5391

Pneumatic tools and machines Vocabulary

(3) 技術文件之製作：

產品之簡介：說明製造商之名稱、地址、電話等基本資料，產品圖示及簡要說明。

一般以產品目錄型態展現即可。

產品之詳細說明：產品外觀圖、三視圖等，設計理念及品質觀念，製造程序及安全對策等說明。

產品之組合圖示：零件清冊、尺寸圖、爆炸圖等。

操作手冊：產品識別、產品規格、預期使用目的、使用範圍及限制條件，個人保護裝備、保養與維修、包裝及搬運注意事項、警告標示、售後服務、故障排除等說明。

氣壓系統：迴路圖示、規格說明及建議事項等。

健康及安全查核表：依查核表內條文之要求，逐項審查與改善，擬定安全對策及改善措施。

危險分析查核表：依產品的危險型態與等級，逐項分析與查核，擬定安全對策及改善措施。

測試：本產品須執行噪音與震動測試。該兩項測試可委託第三公證團體或歐盟認可之驗證機構執行即可。

符合評鑑程序：執行符合評鑑通常可經由下列兩個途徑來達成：

自我宣告：製造商可藉由自我審查之方式，依據標準指令條文之要求，來審查產品之技術文件，如審查結果符合CE標誌之各項安規要求，則製造商可自行撰寫CE符合聲明書並簽署負責，自我宣告其產品符合CE標誌，並將CE標誌黏貼於產品上。

申請驗證：製造商可向歐盟認可之驗證機構申請驗證，驗證機構人員會依據法規條文之要求，來審查製造商送審之技術文件及執行必要之測試，如審查通過，則驗證機構會核發該產品CE符合聲明證書給製造商，並簽署

以資證明。

結論：

如何使產品符合CE標誌之要求，簡而言之，別無他法，唯有依安規之要求來設計與製造，並藉由必要之測試及適當之符合評鑑程序來驗證，方可使產品完全符合CE標誌之要求。