



# 經濟部工業局九十五年度

## 專案計畫成果報告

### 台灣本土平面顯示器設備製造商 機器人安全規範

計畫名稱：具時效性平面顯示器製程設備推動計畫

契約編號： 9521101036

執行期間：自九十五年十月十六日至九十六年四月三十日止

主辦單位：經濟部工業局

委辦單位：財團法人金屬工業研究發展中心

執行單位：財團法人精密機械研究發展中心

中華民國 九 十 六 年 一 月 二 日

# 目 錄

頁 次

一、前言.....	1
二、目的.....	1
三、範圍.....	1
四、參考標準.....	1
五、定義.....	2
六、一般考慮事項.....	4
七、一般設計條件	7
八、機器人的設計和建造	8
九、機器人系統的設計和安全保護措施	12
十、使用和保養	16
十一、安裝、試車和功能測試	19
十二、文書證件	21
十三、訓練	22

## 一、前言

近年來平面顯示器(TFT-LCD) 產業為台灣主要的發展工業，面板尺寸不斷放大，發展至今有第 6 代、第 7.5 代。LCD 生產設備具有大型化、高速化、自動化等特性，複雜的生產設備存在各種型態且可能造成嚴重傷害的危害源。在無塵室中一旦發生設備安全問題可能造成人員傷亡或自動化生產線立即停止等情況，除了人員暴露於機械危害源的風險與威脅，生產線停工造成之損失更無法估計。尤其在無塵室中許多製程必需仰賴機器人擔任傳送工作。傳輸產品的機械也需要更大的力量、速度與能量，相關之安全防護更顯重要。

## 二、目的

本規範可供本土平面顯示器設備製造商作為設計機器人之參考，並提供其對策，使危險能有效地被降低，同時亦可供業者做為作業標準或使用依據，將設計理念落實於機械設計中。達到降低機器人之職業傷害，進而提昇國內液晶面板產業機器人安全水準。

## 三、範圍

操縱型工業機器人和機器人操縱系統的設計、建造、程式撰寫、操作、使用、修理和維護的安全考慮，提供指導原則。雖然這標準中所建立的安全原則可能可用在其他類型的機器人，但它並不意圖適用在其他類型的機器人。

註:在這標準中，"機器人"一辭係指操縱型工業機器人。

對於包含有多個機器人和 / 或附屬的材料搬運設備或移動式機器人的系統，這標準可用於此設備的機器人操縱系統部份。

須注意本標準已涵蓋基本的機器人和機器人控制系統的規定。當機器人被使用做為一個複雜裝置的一部份的時候，它經常被設置有某些形式的工具或裝置，並且與其他機器交互作用，本標準並不包括這些工具或裝置的安全措施，也不包含由於在此類複雜裝置中使用機器人所引起的危險。

## 四、參考標準

本標準中的條款參照下列標準包含的條款：

IEC 60204-1:工業機器的電氣設備--第 1 部份:一般規定

ISO 6385:1981 工作系統設計的人機工程原理

ISO/TR 8373:1988 操縱型工業機器人一語彙

ISO 9946:1991 操縱型工業機器人一特徵介紹

EN775(ISO 1028):1992 操縱型工業機器人 - 安全化

## 五、定義

下列的定義適用於本標準：

### 5.1 一般術語

5.1.1 人：任何個人

5.1.2 人員：使用和保養機器人系統所特別雇用和訓練的人。

## 5.2 特別術語

註：那些被指示參照 ISO/TR 8373 的術語是從那文件中複製過來的術註。

### 5.2.1 手臂(基本軸)：

連桿和動力關節的交互聯結的組合，包括數個縱長組件，這些組件支撐、置放和定向一手腕和 / 或末端受動器 [ISO/TR8373:1988,3.2]

### 5.2.2 自動模式：

機器人控制系統能夠依照任務程式進行操作的一種操作模式。

[ISO/TR 8373:1988,5.3.8.1]

### 5.2.3 致能裝置

為一人工操作的裝置，可使得僅當這致能裝置被保持在一預設的位置時，才容許機器人運動。

### 5.2.4 護板裝置

為一機器組件，特別是藉由務體障礙務以提供保護，視其構造而定，一護板裝置可被稱為鑄件、蓋子、屏幕、圍籬、門防護罩殼、柵欄等。

### 5.2.5 危險

一種可能引起受傷或對健康損害的情形。

### 5.2.6 危險情況/動作

可能會使人受傷的機器人或機器人系統的任何情況/動作

### 5.2.7 維護運轉控制

一種緊容許在控制受到人工致動期間才發生動作的控制方法，一旦控制被釋開後，動作立即停止。

### 5.2.8 交聯互鎖(用於保護作用)

一種設計安排，將防護裝置與機器人控制裝置或機器人動力系統及其附屬設備相互連繫。

### 5.2.9 局部控制

機器人的一種狀態，在此狀態時，由機器人控制系統站或懸吊式操縱台的控制板操作機器人。

5.2.10 停機上鎖 / 標誌停機在置於"OFF"或"OPEN"位置的電源隔離裝置上，放置掛鎖和 / 或標識牌，指明這電源隔離裝置或其所控制的設備，在未取消掛鎖 / 標識牌之前，不得操作。

### 5.2.11 操縱型機器人

一種自動控制，可重行程式設定，多用途的操控機器，具有多個運動自由度，在工業自動化應用上可固定位置使用，也可移動使用。

註:下列是對使用在上述定義中的術語的解釋。

可重程式設定:無需作機械上的修改,可改變原有程式設定的運動或輔助功能。

多用途:藉由機械的修改,可適用於不同的應用。

[ISO/TR8373:1988.2.3]

機械修改意指不包括更改程式磁帶 唯讀記憶體等之外的機械結構或控制系統的修改。

#### 5.2.12 人工操作模式:

一種使用如按鈕或操縱桿和除自動操作之外的東西,操控機器人的作業式。

#### 5.2.13 最大空間:

依製造商所界定的機器人活動部件所掃掠過的空間加上末端受動器和工件所能夠掃掠過的空間。

#### 5.2.14 (教導)懸架式操控台:

一種與控制系統相連接的手持式裝置,可用來程式設定或移動機器人。[ISO/TR8373:1988.5.8]

#### 5.2.15 存在感測裝置:

一種裝置,具有一個感測範圍或感測空間,可偵測出任何闖入這感測範圍或空間的事物。

註:存在感測裝置包括,但不限於:光屏幕、電磁場、壓力感測裝置、超音波和紅外線裝置和影像處理系統。

#### 5.2.16 程式員

被指派擔任製備電腦任務程式的合格人員[ISO/TR 8373:1988.2.9]

#### 5.2.17 低速:

機器人供應商所提供的一種單一可選擇的速度,將機器人速度自動限制在可容許人員有充分時間取消危險動作或停止機器人的速度。

#### 5.2.18 限制空間

最大空間內受限制器所限制的部份,此限制器建立界限,使得萬一機器人系統發生任何可預見的故障,不會超越此界限(參見圖 1)

註:在啟動限制器之後,機器人所能行走的最大並巨離被視為界定此限制空間的依據。[ISO/TR8373:1988.4.5.3]

#### 5.2.19 危險性

傷害發生可能性和傷害程度的一種結合。

#### 5.2.20 機器人系統

機器人系統包括:

機器人(硬體和軟體),由可移動式或固定式的操縱器、電源和控制系統組成。

末端受動器。

機器人執行任務工作所需的任何設備、裝置或感測器。

任何通訊介面，用於機器人控制系統監督管理的週邊設備，以操作、監控機器人設備或感測器。[ISO/TR8373:1988.2.6]

#### 5.2.21 安全工作程序

一個特定的程序，設計用來在進行一指派的任務時，減少傷害的可能性。

#### 5.2.22 保護裝置

一個護板或裝置，被用來保護人員，避免危險地點或危險區域。

#### 5.2.23 安全保護空間

由保護裝置限定的空間。

註：安全保護空間包含限制空間。

#### 5.2.24 安全措施

使用護板、裝置和安全工作程序以保護人員的方法

#### 5.2.25 故障排除(發現錯誤)

指有系統地判定機器人系統無法依照原設計目的執行任務或作用的原因。

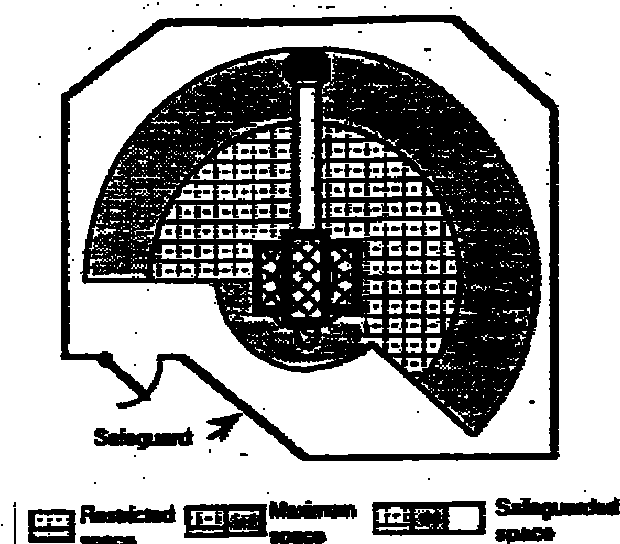


Figure 1 - Example of restricted space and safeguarded space

## 六、一般考慮事項

### 6.1 概述

機器人的操作特性與其他的機器設備有明顯不同，這一事實已為人所認知。機器人能夠在其基部上方的大空間，作高能量的移動，機械手臂移動的開始和移動的路徑圖譜是很難預測的，並且會因產品和環境條件中的變數而產生變化。

有時候，一些維護和程式設定人員必須在機器的致動器尚未接通至電源期間，停留在限制空間內。機器人的限制空間可能與其他機器人的限制空間或其他工

業機器和相關設備的工作區域有部份的重疊。這可能會引起碰撞、絆跌或有夾持器釋開的飛出物體的危險。

機器人的類型、用途和它與其他工業機器和相關設備之間的關係將會影響到安全措施的設計和選擇，這些必須配合欲完成的工作，並且在需要的時候，可讓程式教導、組立、維護、程式驗證和故障排除等作業能夠安全地進行，許多安裝作業需要緊密靠近機器。

被選取的安全保護方法應該是適用於防止與機器人安裝作業相關的危險。在設計或選擇適當的安全措施之前，應先辨識出什麼會引起危險，並且評估其危險性。

防止意外事故的技術措施是基於兩個基本原則：

- 在自動操作期間，不可有人員進入安全空間內。
- 在需要人員介入安全空間的期間(例如：程式教導、程式驗證等)，應消除或至少減少可能會發生的危險。

這些原則的遵守是包含以下的行為：

- 創造出一個安全空間和一個限制空間。
- 機器人系統的設計需能讓人員在安全空間範圍以外進行最大數量的工作。
- 萬一人員必須進入安全空間內，需能提供安全上的彌補措施。

## 6.2 安全性分析

為進行一項安全性分析，需要：

- 對於可預見的用途，界定必須執行的作業。這包括對於進入或緊密接近的需要的評估。
- 認明危險的起源，包括與每一項作業有關的故障和失敗模式(參照 6.2.1)
- 認明危的起源，包括與每一項作業有關的故障和失敗模式(參照 6.2.1)
- 評估危險性(參照 6.2.2)
- 考慮安全上採行的策略，將危險性減小到可接受的程度(見 6.2.3)
- 依照所必需進行的任務作業和可接受的危險程度，選擇適當的安全保護方式(見 9.3，9.4 和 9.5)
- 評估所達到的完全安全的程度，並確認這安全程度是可接受的(見 6.2.3)

### 6.2.1 危險的起源

危險可能發生於機器人系統本身，與它連接的其他設備，或從人與系統間

的交互作用上。一些危險起源的例子是(但不限於):

(a)下列裝置的失效或故障

- (1)包括移動或拆卸在內的保護措施(例如:裝置、線路、零組件)的失效或故障。
- (2)電源或配電裝置的失效或故障。
- (3)控制線路、裝置或零組件的失效或故障

(b)機械運動部件引起絆跌或撞毀

- (1)由機械運動部件本身個別地引起的絆跌或撞毀。
- (2)與機器人系統其他組件或工作區域內其他設備一起引發的絆跌或撞毀。

(c)儲存的能量

- (1)在運動部件中儲存的能量。
- (2)在電氣或液壓部件中儲存的能量。

(d)動力源

- (1)電源。
- (2)液壓動力源。
- (3)氣壓動力源。

(e)帶有危險性的大氣，材料或狀況。

- (1)易爆炸性的或易燃燒的。
- (2)腐蝕性的或具侵略性的。
- (3)帶放射性的。
- (4)極高溫或極低溫的。

(f)噪音:(聽覺上的危險)

(g)干擾:

- (1)電磁干擾、靜電干擾、無線電頻率干擾。
- (2)振動干擾、衝擊干擾。

(h)在下列事項上發生的人為錯誤

- (1)包含人機工程學上的考慮在內的設計、開發和建造所發生的人為錯誤。
- (2)包含通路，照明和噪音在內的安裝和試車所發生的人為錯誤



- (3)功能測試上發生的人為錯誤。
- (4)應用和使用上發生的人為錯誤。
- (5)程式編寫和程式驗證上發生的人為錯誤。
- (6)包括搬運、支承和刀具調整在內的機器準備作業上發生的人為錯誤。
- (7)故障排除和保養維護上發生的人為錯誤。
- (8)安全工作程序上發生的人為錯誤。

(i) 機器人系統或其附屬零組件的移動搬運或更換。

#### 6.2.2 危險性的評估

機器人在大小、容量和速度上的變化很大，此外，對於機器人由許多不同的可能應用方式，結果將會有不同的危險來源和不同程度的危險性所以，對機器人系統的安裝、程式編寫、操作、使用、故障排除和維護保養，期間的危險應加以評估。

尤其對在機器的啟動器與電源未完全隔離的情況下，需要緊密靠近機器人的情形，應特別注意。這種在一些例外的情況下作密切接近的需要已為人所認知，所以應該在設計上提供適當的安全保護裝置，也應該注意到這一事實：由於牽涉及動能的因素，機器人在一緊急停止後的最終位置無法被適當判定。

#### 6.2.3 安全措施的選擇策略

安全措施是指在設計階段所納入的措施和需要由使用者執行的措施的聯合體。

在同時依然能夠維持性能在一可接受的程度上，首先應在機器人系統的設計和開發階段考慮納入安全保護措施。當這不可能達成的時候，應考慮納入安全措施，而保持機器人系統在應用上的彈性。安全保護措施包括使用安全保護裝置、警告裝置和安全工作程序(參見 9.3, 9.4 和 9.5)。

## 七、一般設計條件

### 7.1 失效安全

機器人系統的設計、建造和實行，應能夠使得任何單一零組件，無論是電氣、電子、機械、液壓或氣壓，萬一發生可預見的故障或失效時，其安全功能不受影響，或是當安全功能受到影響的時候，這機器人系統是停留在安全的狀況下，安全功能包括但不限於：

- 運動的限制範圍。
- 緊急和安全停止。
- 低速。
- 安全保護裝置的聯鎖作用。

應適用 IEC 60204-1 有關控制功能萬一失效情況下的需要條件。

## 7.2 電氣設備

機器人或機器人系統的電氣設備的應用應該依照 IEC 60204-1

## 7.3 電源供應

電源供應和接地(保護地線)條件應依照製造廠的規格。

## 7.4 動力源的隔離

每一個機器人系統應該設有某些裝置，可將它的每一動力源隔離，這些裝置應座落於不會將人員曝露於危險下的位置上。並且這些裝置應具備可以被上鎖 / 標示停機的功能。(對於電源供應脫離裝置的要求條件請參照 IEC 60204-1)

# 八、機器人的設計和建造

## 8.1 通論

機器人製造商應遵從本條款和第五款中所述的原則，設計和建造機器人。

## 8.2 人機工程方面

人機工程方法和資料的應用使得機器人作業完成更容易，並減少在介入機器人作業(例如:修理、維護保養、檢查、程式設定、操作等)時的人為錯誤，有助於改進安全程度。下列人機工程方面的需要條件應適用於機器人的設計和建造:

- 對於一些使用上需要人員參與的機器人零組件的設計應考慮人的特性，例如:大小、姿勢、體力和移動等(參見 ISO 6385)
- 人機介面裝置(包括操作和程式設定裝置，可攜式控制裝置類的訊號裝置、控制盤、電腦終端機和由應用程式驅動的各項功能等)的設計和配置，應能將個人使用者的困難減低至最小的程度。
- 應提供有關的訊息，例如清楚地指示機器人的工作模式和對程式上未設定的機器人停機，顯示其原因。

## 8.3 機械方面

### 8.3.1 通論

每當實際可行的時候，對於機器人運動部件所引起的危險應該在初始的

設計中予以消除。假如這危險是無法被消除，應將適當的安全保護裝置納入，作為設計的一部份。

而假如這並非實際可行的，應作預備措施，以便在稍後的階段納入安全保護裝置。

#### 8.3.2 運動範圍的限制

機器人的設計不應妨礙限制裝置的設置，以限制基軸的運動範圍。當所設計的用途需要一個限制運動範圍的方法的時候，它應遵照下列方式之一：

- 可提供機械式的停止裝置，這些停止裝置應該是可以調整的，並且應該能夠將正攜帶額定負載，且以最大速度移動的機器人停止在任何調整的位置上。
- 可提供其他替代選擇的運動範圍限制方法，但這些方法的設計、建造和安裝必須能夠達到機械式停止裝置相同的安全程度。這可包括依照 IEC 60204-1 的使用機器人控制器和極限開關。

#### 8.3.3 蓋板和罩殼

對於會構成危險的電氣、液壓等設備，應設置固定式的蓋板或罩殼在機器人作業期間，不應有進入的需要。應該需要使用工具才能移開固定式蓋板和罩殼。

#### 8.3.4 運輸

為了便於搬運，需要時應設置掛鉤、吊環螺栓等，這些掛鉤、吊環螺栓等應設置在特別的位置，使得若適當使用它們，可以在運輸途中避免不經意的移動。其裝運重量也應標示在機器人身上。

#### 8.3.5 安裝準備

應提供適當的機構方法以牢固地安裝機器人，使得在所有設計上的操作條件下，都能得到穩固的操作。

### 8.4 控制方面

#### 8.4.1 控制盤的配置

依照 IEC 60204-1 啟動，控制盤應序以適當的配置、標示和保護，以防止不經意的或意外的操作。

#### 8.4.2 緊急停止

手動操作的緊急停止裝置的設置應依照 IEC 60204-1。每一機器人應該具

有預備的配備可供連接到外部的緊急停止裝置、安全保護裝置或是聯鎖於緊急停止線路。

必須手動重置緊急停止線路之後，才能開始任何機器人的運動。而這緊急停止線路的重置動作本身，不應啟動任何機器人的運動。在因緊急停止或動力故障而引起重要的邏輯或記憶狀態的消失時，在啟動操作之前，必須作一序列的邏輯或記憶的重置。

#### 8.4.3 安全停止

當設有安全停止線路時，每一機器人應該具有預置的配備以連接到安全保護裝置上，並聯鎖於這一安全停止線路。

在開始任何機器人動作之前，必須重置動力至機器的啟動器上。這個重置動力至機器啟動器的動作本身，不應該啟動任何操作  
(見 IEC 60204-1;-9.2.2 類別 1)。

#### 8.4.4 電連接器

使用在機器人上的電連接器，當錯誤匹配，可能會引起危險動作時，應該予以加鎖或標示。電連接器，假如分離或斷開時會引起機器人的危險動作，應予以特別方式的設計和建造，以防止不經意的分離。

#### 8.4.5 懸架式操縱台

當設有懸架式操縱台時 應適用以下的設計要求:

- (a)操縱台的設計應依照已知的人機工程學的原理(見 8.2)，使它能在被攜帶的情形下能可靠地使用。
- (b)只要在安全空間內使用操縱台，就無法將機器人轉換到自動操作的模式。
- (c)操縱台應設置有緊急停止裝置。
- (d)在設計上是用來讓在安全空間區域內的人員開動機器人運動的操縱台應該設有保持運轉控制裝置。
- (e)機器人控制裝置的設計應使得:當機器人被置於操縱台控制下時,所有的機器人動作應僅能從操縱台啟動。
- (f)所有由操縱台啟動的機器人運動應不大於低速，至於什麼是可接受的低速應視機器人施加的力和機器人的使用(例如:安裝的配置)而定。在機械介面處量取得到的低速不應超過 250mm/sec。  
例外於 f 項的情形:當需要使用高於低速的速度時(例如:工作程式的驗證)必須要由操作者的有意動作(例如:使用一按鍵開關)來選擇這個操作方式。在人員是處於安全空間區域範圍內的時候，機器人的動作只

能夠由使用保持運轉控制裝置和致能裝置來啟動。(見 8.4.6)

#### 8.4.6 致能裝置

當機器人系統設置有致能裝置時，此致能裝置的設計應只在一個位置上容許機器人運動或作其他功能，在任何其他位置，應安全地停止危險動作或功能。裝置的操作本身不應啟動任何帶有危險的動作或功能。

當需要致能裝置的時候(例如，機器人以高於低速的速度運動時)，這致能裝置應連接到安全停止裝置上或另一個具有相同安全等級的停止線路。

致能裝置在設計上可以在以下兩種情況之一時停止作用：

- 沒有人員在安全空間區域內。
- 機器人運動的速度不大於低速。

致能裝置可以設計為懸架式操縱台的一部份，也可以是一分離獨立的裝置。

#### 8.5 具有手臂移動程式設定功能的機器人的配備。

對於可以人工引導機械手臂以作程式設定的機器人，應設置適當的配備，使得能夠在作程式設定和平衡作用的期間，將電源安全地關閉。

#### 8.6 緊急移動的配備

應設置有適當的方法，以便可緊急地移動機器人軸，這些方法例如：

(a)在電源已被關閉時：

- 設置有釋壓閥，可將在壓力下的系統消除壓力。
- 假設存在有重量平衡，可以手動釋開動力啟動的剎車。

(b)在電源打開時：

- 動力控制閥 / 驅動器的人工控制設備。
- 可啟動逆向運動的控制設備。

#### 8.7 動力源

機器人的設計和建造應使得動力源的喪失、恢復或變動不會造成機器人的危險動作。

#### 8.8 蓄積能量

應設置有適當的裝置以對蓄積的能量作受控制地釋放。這些能量源可能是(但不限於)下列幾種：液壓蓄壓器、電容器、彈簧、平衡裝置和飛輪。在每一蓄積能量源的地方應貼掛有適當的標籤。

## 8.9 干擾

機器人的設計和建造應納入良好的工程作業法，以將影響安全的干擾效應減低到最小的程度。這些干擾可能包括電磁干擾、靜電放電、無線電頻率干擾、熱、光、振動等。

註:有關干擾的需要條件和測試規定是在 IEC 60204-1 內。

## 8.10 操作狀況的選擇裝置

應提供有適當的裝置，以確保對操作狀況作清晰明白的選擇。這些裝置也應顯示出被選取的操作狀況。各種操作狀況的選擇動作本身不應引發機器人運動或啟動其他功能。

當由於操作狀況的選擇，而暫時中止安全保護裝置的保護作用時，(例如機器的設定、程式教導、程式驗證等)，這種暫時的中止應僅能夠發生於操作狀況的選擇裝置受到保護時。在安全保護暫時中止期間，應防止自動(正常)操作，且機器人的動作應以低速行之(例外情況參見 8.4.5)。

## 8.11 提供文書證件的需要

對於應由機器人製造商提供文書證件的需要，請參照 12.1。

# 九、機器人系統的設計和安全保護措施

## 9.1 通論

機器人系統製造商對機器人系統的設計和建造應依照本條款和第五條款所述的原則進行。

## 9.2 設計

### 9.2.1 通論

機器人系統的設計應依照製造商的規格，使得操作、程式設定和維護保養此系統的人員可以得到適當的保護。

並應評估所有的環境狀況，以確保機器人和機器人系統與所預測的操作狀況的相容性。這些狀況包括但不限於:爆炸性混合物、腐蝕性狀況、濕度、灰塵、溫度、電磁干擾、無線電頻率干擾和振動等。

### 9.2.2 安全空間

藉由危險性評估以決定在限制空間之外的另行增加的空間，以之界定安全空間(參照圖 1)

### 9.2.3 機器人系統的機械配置

#### 9.2.3.1

控制裝置的罩殼應該安裝在安全空間區域外面。如果它們是安裝在安全空間內部，它們的安裝固定位置應該要符合國際標準中有關安全空間內人員安全的需要條件。

#### 9.2.3.2

機器人系統的設計應該要避免畔跌和機器人運動部件和其他固定或移動物體之間的碰撞。

空間的配置設計應該在機器人運動部件和環境中的物體(例如，結構支柱、天花板工字梁、圍籬、電源線)之間有充分的間隙。這一規則不適用於機器人的附屬設備，以便於機器人可遂行其工作任務。(例如，工具凸板、分度工作台、搬運設備、自動車床、加工中心、壓床、射出成型機等)。

#### 9.2.3.3

當規劃上需要一個限制空間的界限，以限制機器人基軸的運動範圍時，應依照 8.3.2，設置一限制裝置。限制裝置應該被正確地調整並固定。

#### 9.2.3.4

末端受動器的設計、製造和安全保護，應能夠：

- 動力的故障不會導致其負載的釋放，或造成危險的情況
- 由負載所產生的靜態和動態力量，連同末端受動器一起，是在機器人的負載容量和動態反應的範圍內。

#### 9.2.3.5

當設計上需要操作員對機器人進行人工作業，例如裝載或卸載零組件時，在做機器人系統的機械配置時，應將這因素考慮進去。或是提供裝載裝置，使操作員無需進入危險區域，或是對人員的活動提供適當的安全保護裝置。

### 9.2.4 停止運轉

機器人系統或任何附屬設備的停止運轉(卸除動力)不應造成危險的情況。

### 9.2.5 緊急停止

每一個機器人系統操作站應該設置一個很容易接近的緊急停止裝置。在一次的緊急停止之後，重行啟動機器人系統的人工介入和重置程序應該要在限制空間區域外面進行。

### 9.2.6 從遠方位置的控制

任何可以從一遙遠位置控制的機器人應該設有一個有效的裝置，可以防止從任何其他位置啟動機器人，而發生危險情況。

對於可以從一遙遠位置操作的機器人(例如:通過一通訊網路)，應設有一裝置(例如一按鍵操作的開關)，以確保當在做間接控制時，沒有從該遙遠位置發出的指令，會產生危險的情況。

## 9.3 安全保護裝置

### 9.3.1 護板

#### 9.3.1.1

##### 固定式護板

- (a) 固定式護板的構造應該能夠承受可預見的作業力量和環境力量。
- (b) 固定式護板應該能夠阻止從開口以外的地方進入安全保護空間內。  
其開口應連接至聯鎖裝置或存在感測裝置。
- (c) 固定式護板應該是永久性地固定在其位置上，並且僅能夠以工具拆除。
- (d) 固定式護板應沒有尖銳的邊緣和突出物，本身不應構成一個危險。

#### 9.3.1.2

##### 聯鎖式護板

- (a) 聯鎖裝置和與聯鎖裝置連接操作的護板，其設計、安裝和調整應該使得使用時
  - (1) 聯鎖裝置在護板開關前，防止機器人系統的自動操作。護板的關閉動作不應該控制重行啟動這系統的自動操作。自動操作的啟動應該是由控制站的一個有意的動作來作動(見 9.5)
  - (2) 在有受傷的危險消除前，護板保持在和鎖關閉的狀態(具有護板和鎖作用的聯鎖式護板)。或是在機器人系統正在工作期間，打開護板會使系統停止或是發出緊急停止指令(聯鎖式護板)。



當聯鎖裝置已被啟動時，假如重行啟動不會產生其他的危險時，應該能夠從先前停止的位置，重行啟動機器。

在能夠進入工作區域之前，中斷動力源應足以消除危險。在中斷動力不能立即消除的地方，這聯鎖系統應需要包含一護板和鎖裝置或 / 和一剎車系統。

在通過一具有聯鎖作用的門，而能全身進入安全空間的地方，應設置一裝置可以防止無意間將門關閉。

應該注意確保為防止一項危險所裝設的聯鎖裝置(例如:停止機器人系統的危險動作)，它的啟動不會產生另一項不同的危險(例如:將危險物釋放進入工作區域)。

(b)對於某一特殊應用，選擇聯鎖作用系統，應考慮危險性評估結果。

(c)聯鎖作用系統的設計和建造應遵造這國際標準的 5.1 款。

#### 9.3.2 存在感測裝置

每當為安全上的原因，使用存在感測裝置時，它們應遵照下列事項。

(a) 存在感測裝置的安裝和配置，應該使得人員無法進入和到達危險區域而不觸發這一裝置。或是在危險狀況消除前，不能夠到達限制空間內。可能需要與存在感測裝置配合使用的障礙物，以防止人員繞過這裝置。

(b) 機器人系統設計上的環狀況不應對存在感應存在感測裝置的操作有不利的影響。

(c) 當存在感測裝置已經開始作用時，假如重行啟動不造成其他危險，應可從先前停止的位置上重行啟動機器人系統。

(d) 機器人動作的恢復，應先移開感測區域內的干擾。但這移開的動作不應是重行啟動自動操作模式的控制(見 9.5)。

#### 9.4 警告裝置

除了先前在本國際標準內其他場合所敘述的安全保護裝置之外，可以使用下列的警告裝置，但這警告裝置不可做為安全保護裝置的代用品。

#### 9.4.1 警告障礙物

警告障礙物的建造和安裝應該能夠防止無意間的進入限制空間區域內。

#### 9.4.2 警告訊號

警告訊號的建造和位置應該對人員提供一可辨識的聲響或視覺上的訊號，以報知一接近中或已出現的危險。當使用光的型態做為警告訊號，以警告在限制區域內的危險時，應設置充分且足夠數量的訊號裝置，以使在此空間附近所有的人員都能夠見到訊號光。

聲響警告裝置應該具有能明白區別的聲音，且具有較周圍噪音等級更大的聲音強度。

### 9.5 安全工作程序

人們已認知:在機器人系統使用壽命期內的某些階段(例如:試車、程序更換、清洗和保養維護)，可能是無法設計出完全足夠的安全保護裝置以防止每一個危險，或是某些安全保護裝置是暫時中止作用的。在這些情況下，應該使用適當的安全工作程序。

### 9.6 安全保護裝置的重置

重行設立聯鎖閘門或存在感測裝置區域的動作本身不應該重行啟動自動操作。重行啟動機器人系統應該需要由安全空間外部來的有意的動作來觸發。重行啟動裝置的位置應放置在從安全空間內部不能觸及的地方，並且放置的位置應能看到安全空間區域。

### 9.7 提供文書證件的需要

對於應由機器人系統製造商提供文書證件的需要，請參照 12.2

## 十、 使用和保養

### 10.1 通論

本條款規定在程式教導、程式驗證、自動操作、故障排除和保養維護期間的安全要求。使用者應確認與機器人系統相關的每一作業，其安全保護措施已被提供、利用並維持有效，特別是對使用教導控制台或致能裝置的操作以外的人員保護使用者應確認未連接至機器人控制裝置的控制台應是難以接近的。

### 10.2 自動(正常)操作

自動操作應該僅在以下的情形才進行:

- (a) 設計上的安全保護裝置已置於其位置上並正起作用。

- (b) 沒有人員在安全空間內部。
- (c) 已遵守適當的安全工作程序。

### 10.3 程式設定

程式設定的進行應儘可能地使所有人員在安全空間區域外。當必須使人員在安全空間內進行程式設定時，假如下述的額外安全措施已被提供，可以依照 8.10 的說明，利用操作狀況選擇功能暫時中止安全裝置的保護效果(例如:門的聯鎖作用、存在感測裝置等)(以下適用於程式教導)。

#### 10.3.1 在程式設定前

應該以實際機器人系統中使用的機器人類型來訓練程式員。程式員也應該熟悉廠商建議的程式設定程序和所有的安全保護方法。

程式員應目視檢查機器人系統和這安全保護空間，以確定沒有可能會引起危險的意料之外情況發生。在需要作程式設定的地方，應測試其懸架式操縱台，以確保有正確的操作。任何錯誤或故障應該在程式設定前修正。程式設定若無需機器人啟動器電源的地方，應將電源移開(需要的時候，平衡裝置應保持有效)。

在進入安全保護空間之前，程式員應確認所有必須的安全保護裝置已置於其位置，並正起作用中。程式員應該被要求在進入安全保護空間之前，開始程式設定作業。在此時刻，應該無法進行自動操作。

#### 10.3.2 在程式設定作業期間

在程式設定作業期間，僅有程式員可被許可停留在安全保護空間內，且應符合以下的條件:

- 機器人系統應該被置於停留在安全保護空間內的程式員單獨控制之下
- 應該依照原始的設計，使用操縱台的控制(見 8.4.5)
- 機器人系統不應對任何遠方的指令或狀況產生反應。這些指令或狀況可能會引起危險。
- 在安全保護空間內其他設備的移動，可能會導致危險的，應該予以防止，或置於程式員的單獨控制下。當置於程式員的控制下時，它應該需要程式員的一個有意的動作才能移動，而不是由啟動機器人運動的動作來操控。
- 所有機器人系統緊急停止裝置應保持在功能正常的狀態。

#### 10.3.3 恢復自動操作

在啟動機器人系統的自動操作之前，程式員應將原先暫時中止作用的安全保護裝置恢復它們原始的效用。

#### 10.4 程式設定資料

應儘可能地將任務程式連同所有的修改的記錄保存起來。儲存在可攜式媒體(例如:紙張、磁帶)上的程式設定資料在不使用的時候應存放在受到適當保護的環境下。

#### 10.5 程式驗證

當驗證程序需要以目視檢查機器人系統對工作程式的回應時，應該以所有人員停留在安全空間外面的方式進行。當需要以人員停留在安全空間內部，以進行程式驗證的時候，應適用下列規定:

- (a) 程式驗證應以低速開始進行，除了運動的控制僅需使用維持運轉控制或一致能裝置之外，其餘應適用 10.3 的規定。
- (b) 當需要檢查機器人的全速(操作速度)運動時，應適用下列規定:
  - (1) 藉由一裝置，令低速功能暫時中止，該裝置需經由程式員的有意動作才能作用(例如:使用一按鍵開關)
  - (2) 應使用由停留在安全空間內的人員操控的致能裝置或具有相同安全等級的裝置。
  - (3) 建立安全的工作程序，以最大程度地減少人員曝露於安全保護空間內的危險。

#### 10.6 故障排除

故障排除應從安全空間的外部進行。當這是實際上不可能的時候，機器人系統的設計應考慮到從安全空間內部進行故障排除的需要。應該適用下列的規定:

- 負責故障排除的人員是經過特別的授權，並對這些活動已接受過訓練。
- 進入安全空間的人員應使用致能裝置，以准許機器人的運動。
- 建立安全的工作程序，以最大程度地減少人員曝露在安全保護空間內的危險中。

#### 10.7 保養維護

機器人或機器人系統應設有一檢查和保養計劃，以確保這機器人或機器人系統的特續安全操作。這檢查和保養計畫應考慮製造商的建議。

##### 10.7.1 執行機器人或機器人系統的維護或修理工作的人員應該接受安全執行

任務的必要程序的訓練。

10.7.2 維護和修理機器人系統的人員應該受到安全上的保護，以避免危險。

10.7.3 維護工作應儘可能地將機械手臂置於預定的位置上，然後從安全空間的外面進行維護作業。

當需要從安全空間區域內進行維護作業時，對 10.7.3.1 和 10.7.3.2 所述的安全保護措施的選擇，應考慮危險性評估的結果。

10.7.3.1

應該使用停機上鎖 Z 標示停機的程序停止機器人系統的運轉，移開電源。

10.7.3.2

另一選擇是：

在機器人仍被接通到電源時，在安全區域內的活動應該需要以下的配合：

(a) 在進入安全空間之前，應履行下列的程序。

(1) 目視檢查機器人系統，以判定是否有任何可能會引起故障的情況存在。

(2) 假如應使用懸架式操縱台時，在使用前，應先作功能的測試，以確保它們能適當的操作。

(3) 假如發現任何損壞或故障，在人員進入安全空間之前，應完成必需的修正並且做重行測試。

(b) 在安全空間內進行維護和修理工作的人員應該對機器人或機器人系統有完全的控制。

(1) 機器人的控制應離開自動操作模式。

(2) 機器人不應對任何遠方的訊號反應。

(3) 所有機器人系統的緊急停止裝置應保持功能正常狀態。

(c) 啟動機器人系統的自動操作之前，應先將原先暫時中止使用的安全保護裝置恢復它們原始的效用。

## 十一、 安裝、試車和功能測試

### 11.1 通論

本條款包含對於機器人系統在使用於正常作業之前的安裝和功能測試的規定

和要求。

## 11.2 安裝

機器人系統的安裝應該依照製造商的規定。應該以危險分析和危險性評估來辨明適當的安全保護方法。安裝期間的其他指導原則應查詢 ISO 9946，在用於生產作業之前，使用者應檢視安全規定，以確保適當的安全保護裝置已被使用並且是正常操作中。

## 11.3 試車和功能測試

本子條款界定:機器人或機器人系統在安裝或遷移之後的測試期間，應該遵從的程序。它也適用於修改後(例如:硬體或軟體的改變、零件更換、調整)和可能對操作有不利影響的維護或修理後的機器人或機器人系統。

### 11.3.1 限制空間的標示。

在試車和功能測試之前，當安全保護措施未置於其位置時，在進行試車和功能測試以前，應使用臨時方法以標示出限制空間。

### 11.3.2 人員的限制

在試車和功能測試期間，在安全保護裝置發揮作用之前，人員不應被容許停留在安全空間內。

### 11.3.3 安全和操作驗證

應該遵守製造商對機器人和 / 或機器人系統的試車和測試的說明。最初起動程序應包括，但不需限於，以下項目:

(a)在供給電源之前，驗證：

- (1) 機器人已經被適當地機械安裝，並且是穩固可靠的。
- (2) 電氣連接是正確的，且電源(也就是:電壓、頻率、干擾程度)是在規定範圍內。
- (3) 其他的水電公用設備(例如:水、空氣、瓦斯)已經適當地連接並且是在規定的範圍內。
- (4) 周邊設備已被適當地連接。
- (5) 建立限制空間的限制裝置已被安裝。
- (6) 安全保護裝置已被設置使用。
- (7) 物理環境如同規定的一般(例如:燈光和噪音程度，溫度、濕度、大氣污染物)

(b)在供給電源後，驗證:

- (1) 起動、停止和模式選擇 (包括鑰匙鎖開關)控制裝置的功能如同設計的一樣。
- (2) 每一軸都會移動，並被限制在範圍內如設計的一般。
- (3) 緊急停止和安全停止線路和裝置的功能正常。
- (4) 能夠解開並隔絕外部電源。
- (5) 程式教導和程式播放的設備能夠正確運行。
- (6) 安全保護裝置和聯鎖裝置的功能與設計相同。
- (7) 其他的安全保護措施已置於位置上(例如:障礙物、警告裝置)
- (8) 低速時，機器人操作適當並且有能力搬運產品或工件。
- (9) 在自動操作時，機器人操作適當，並且有能力依照設計，以額定速度和額定負載，執行任務。

#### 11.3.4 機器人系統的重行啟動程序

機器人系統在硬體、軟體或工作程式的修改、修理或維護之後的重行啟動程序應包括但不需限於下列事項:

- (a) 在接上電源前，檢查硬體上的任何改變或添加物
- (b) 對機器人系統作功能測試，以檢查是否正常操作

## 十二、文書證件

### 12.1 機器人製造商應提供的機器人文書證件

機器人的文書證件至少應包含:

- (a) 機器人的身份識別。
- (b) 依照 ISO 9946 的機器人特性。
- (c) 依照 ISO 9946 的物理環境規格
- (d) 依照 ISO 9946 的安裝說明。
- (e) 使用說明，包括:
  - (1) 試車。
  - (2) 程式設定。
  - (3) 操作。
  - (4) 重行啟動程序。
  - (5) 維護。

這些說明應該包括機器人對各種控制和操作狀況的反應以及為了避免發生危險所應採取的安全措施。

文書也應提供有關機器人使用人員的訓練訊息。

### 12.2 機器人系統製造商應提供的機器人系統文書證件

機器人系統的文書證件應包含所有在此系統內的零組件的文書證件，並附有它

們的身份識別(例如、機器人、附屬設備，安全裝置)

它也應該至少包括下列事項:

- (a) 對機器人系統以及它的安裝的清楚且包含廣泛的說明，包括安裝和與外部電源的連接。
- (b) 對可預見的危險情況的說明，以及如何避免它們。
- (c) 對安全保護裝置、交互作用功能和護板的聯鎖作用，連同危險狀況、特別是交互作用的安裝等的說明(包括交聯圖解)
- (d) 對此系統的特定使用法的任何更進一步的說明。

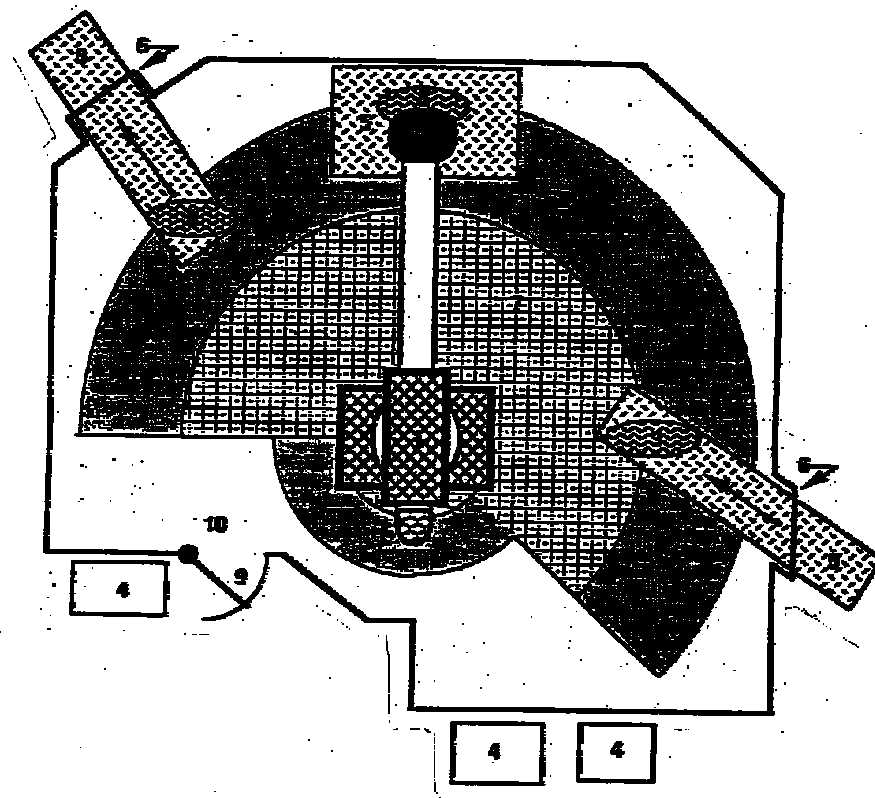
### 十三、 訓練

使用者應確保機器人或機器人系統的程序編寫、操作、維護或修理的人員得到足夠的訓練，並且證明能勝任安全地完成他們的工作。訓練應包括，但不限於，以下的事項:

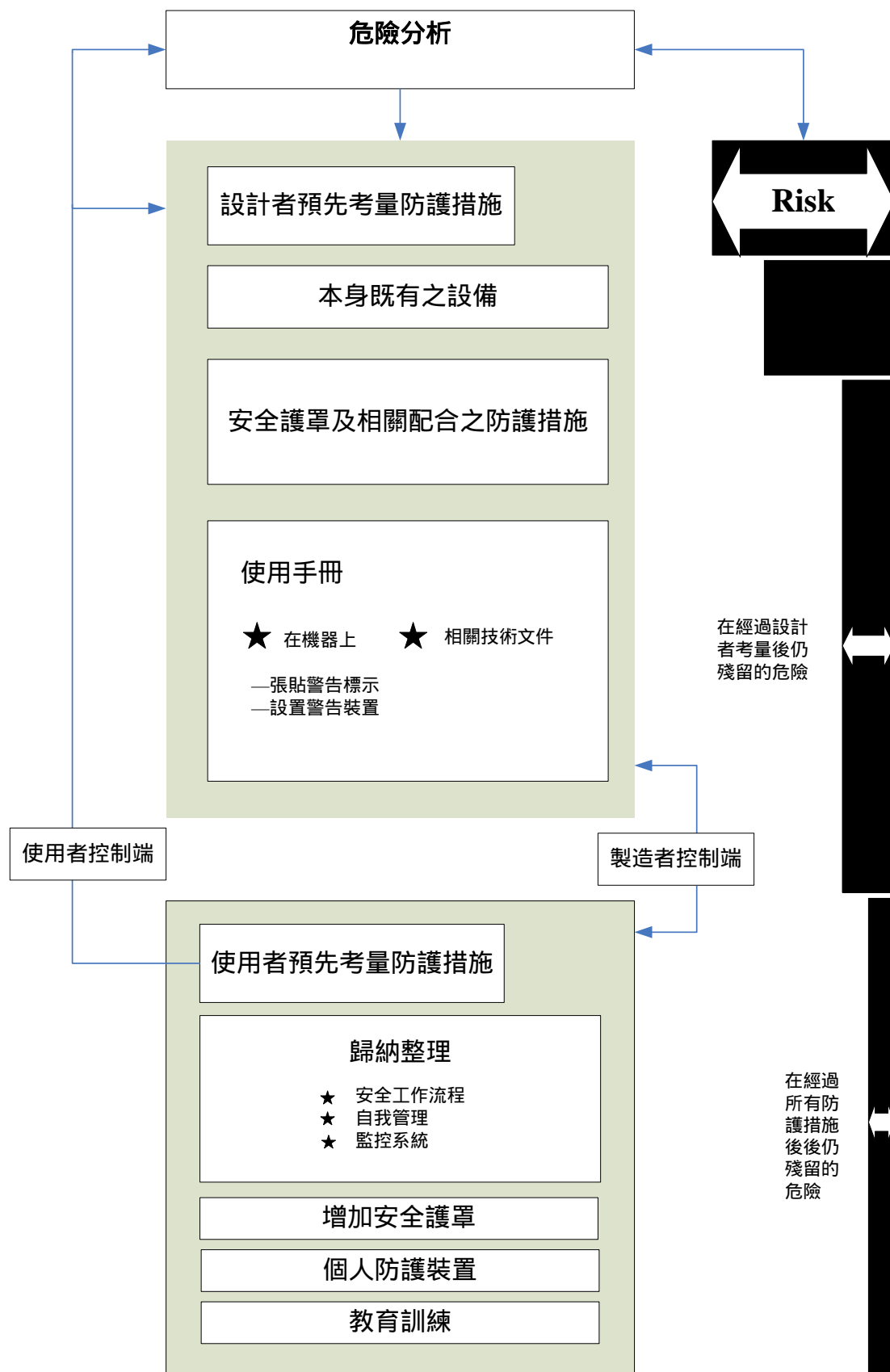
- (a) 複習可適用的標準安全程序和機器人製造商與機器人系統設計者的安全建議。
- (b) 指派工作的明確定義。
- (c) 辨識和解釋所有的控制裝置，以及它們在遂行任務時扮演的功能。
- (d) 與指派的任務有關連的危險的辨明。
- (e) 預防危險的安全措施，包括安全工作程序的命名方法。
- (f) 用以確保安全裝置和聯鎖裝置能適當發生作用的測試或其他方法。



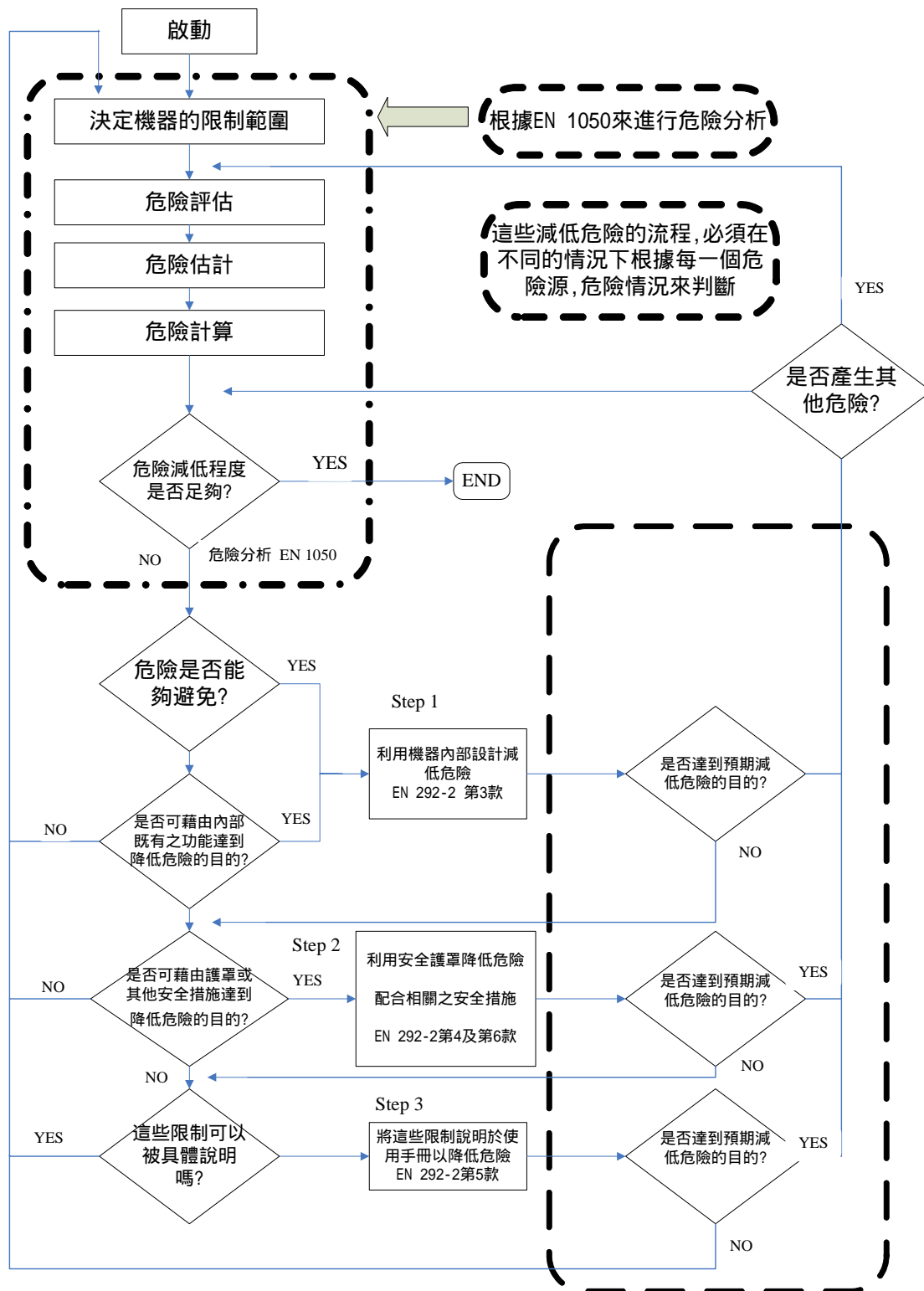
附錄 A (提供參考)  
說明機器人系統中的主要元件的示意圖



1. 機器人
2. 末端受動器
3. 工件
4. 控制裝置或動力設備 (控制盤、液壓組合)
5. 附屬設備 (例如：輸送機、旋轉台)
6. 安全保護裝置 (護板或存在感測裝置)
7. 限制空間
8. (+7)最大空間
9. 聯鎖閘門
10. 聯鎖裝置



使用者與設計者所考量的防護措施



危險減低三步驟的應用方式