

技術指南



何謂機器之安全性

- 1. 危險的分類及情況範例..... 612
- 2. 安全對策之思維..... 613

第1章



安全法規

- 1. 機器安全相關之國際規格結構..... 614
- 2. 各國現況..... 616

第2章



安全功能

- 1. 風險及安全類別的認定..... 624
- 2. 連鎖裝置..... 628
- 3. 故障時的基本安全功能..... 631
- 4. 存在檢測..... 637
- 5. 雙手控制器..... 638
- 6. 功能安全技術..... 639

第3章



安全零組件

- 1. 緊急停止開關(Emergency Stop Switches)..... 640
- 2. 安全開關(Safety Switches)..... 641
- 3. 安全光柵(Safety Light Curtain)..... 646
- 4. 安全繼電器(Safety Relay)..... 650
- 5. 安全應用例控制器(Safety Application Controllers)..... 651

第4章



安全類別之電路範例

- 1. 安全類別之基本電路範例..... 654
- 2. 安全零組件相關規格之概要..... 658
- 3. 規格專門用語..... 661

第5章



電路連接範例

- 1. 連接範例索引..... 666
- 2. 注意事項..... 667

第6章

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南



自1993年開始施行之歐洲統一規格(EN規格)係為攸關機器安全性之代表性技術基準。EN規格係為用來制定歐洲境內符合機器指令中所規定之基本安全要求事項的技術基準。為取得產品流通的必要條件亦即CE認證標章，自1995年起符合本項規格已成為必要條件。

前述的安全概念現已被導入為國際標準，日本亦沿襲國際標準之形式來建置安全架構。

1. 危險的分類及情況範例

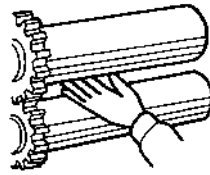
職業災害是指在機器作業空間(機器運轉輸出)與人員作業空間之重疊空間中所發生之災害。

危險的分類及情況

根據定義機器安全基本概念之EN292-1，一般而言機器所造成的危險情形可分為以下幾類。

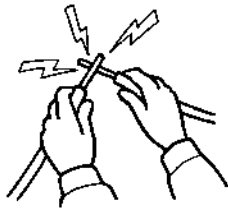
(1) 機械性危險

壓碾、夾入、刺入、剪切、捲入、摩擦、切斷、撞擊等



(2) 電氣性危險

與充電部分接觸、絕緣不良、靜電等



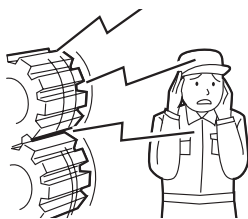
(3) 熱源所造成的危險

火災、爆炸、放射熱、燙傷等



(4) 噪音所造成的危險

聽力降低、耳鳴等



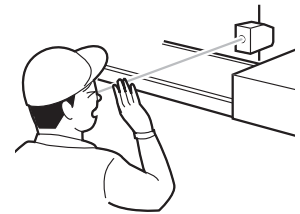
(5) 震動所造成的危險

造成手、腕、腰等全身重大傷害



(6) 放射所造成的危險

低頻、高頻、紫外線、紅外線、X光等



(7) 材料所造成的危險

有害物質或刺激、粉塵或爆炸等



(8) 不符合人體工學所造成的危險

不健康的姿勢、人為錯誤等



何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

2. 安全對策之思維

(1) 藉由技術來確保機械的安全性

沒有機器不會發生故障，同時也沒有人不會犯錯。

因此在機器的設計上必須要有在機器發生錯誤時，亦能儘可能確保作業人員安全的基本設計。

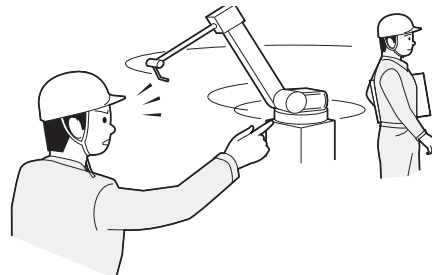
人難免
出錯

無論作業經驗多寡均能確保安全



機器難免
發生故障。

現場調校/維護時亦能確保安全



何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

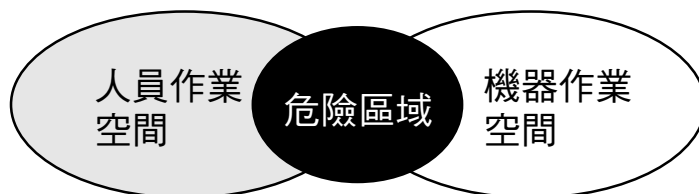
(2) 防止機器災害之基本原則

機器災害係發生於人員作業空間和機器作業空間互相重疊的危險區域內。

防止機器災害之基本原則就是避免災害發生機制條件的成立。

欲達成以上條件，原則上有下列2種方法。

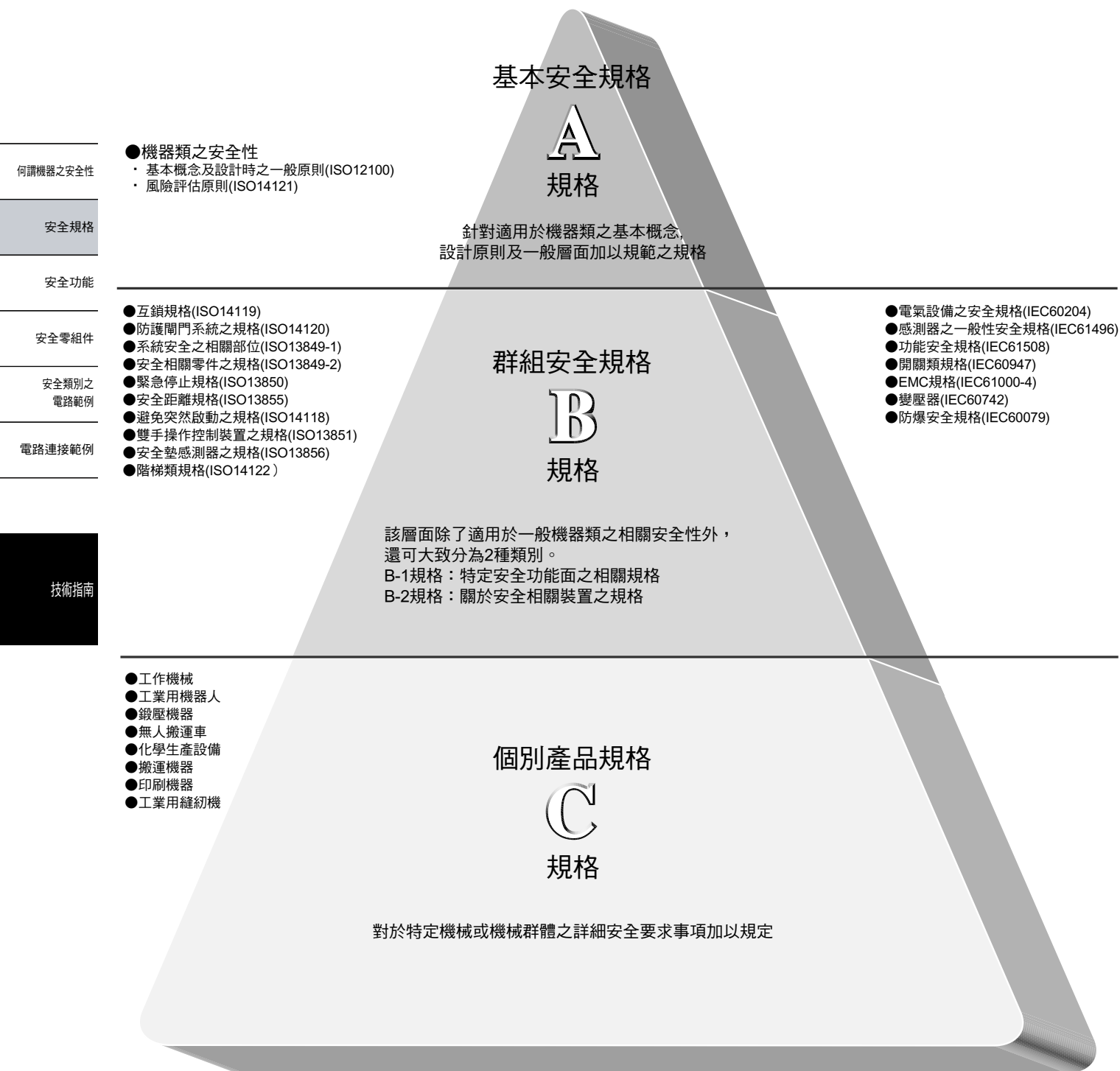
1. 將人員及機器的運轉輸出在空間上加以區隔。
(隔離的原則：使用閘門進行安全防護)
 2. 由時間上加以分離。
(停止的原則：利用互鎖裝置(Interlocking Device)*進行安全防護)
- * 所謂的互鎖裝置是指機械式、電子式等裝置，例如，只要閘門在未關閉狀態，便會阻礙機器運轉之裝置。(EN1088)



技術指南

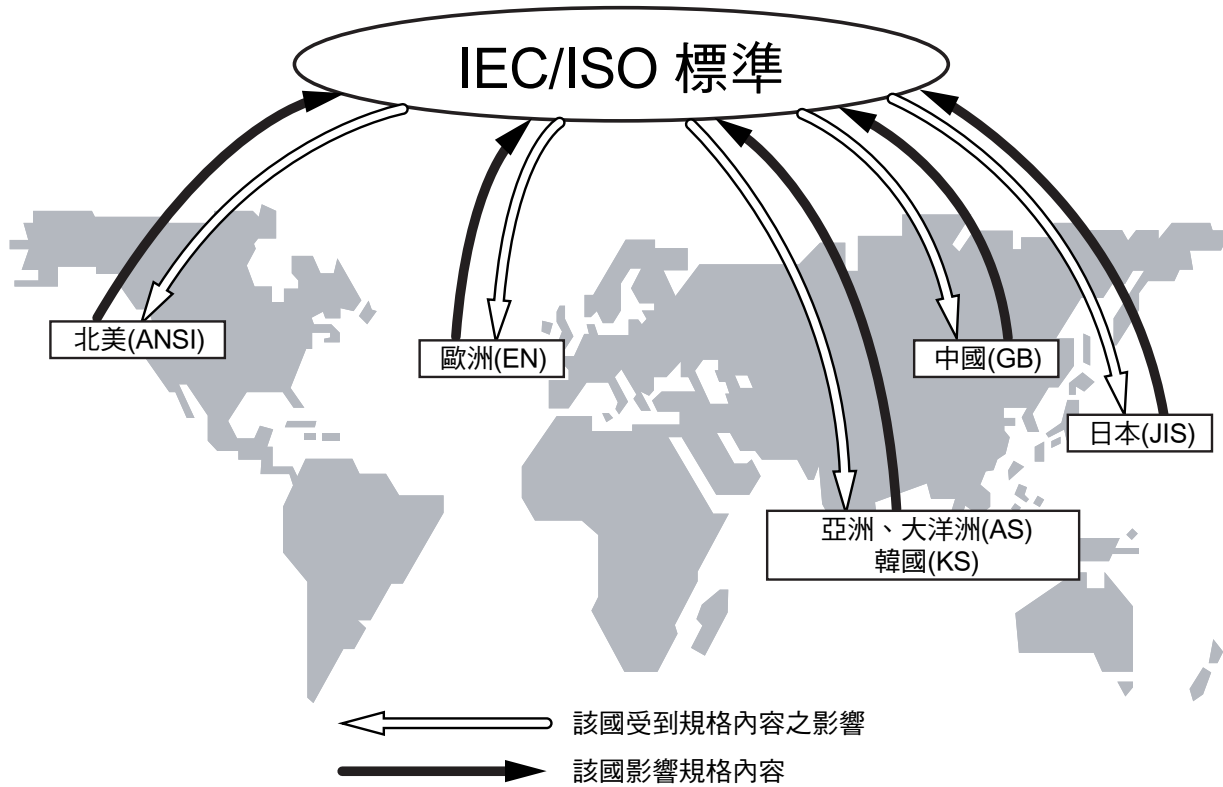
1. 機器安全相關之國際規格結構

係由負責將電氣/電子領域國際標準化的IEC (國際電子技術委員會)電氣/電子以外的領域進行國際標準化的ISO (國際標準組織)所制定的，由於歐洲在此方面扮演世界領導者的地位，於是將歐洲提出的各項規格制定為ISO/IEC等國際規格。



加速因應國際規範

1. 歐洲的EN規格乃是根據CEN/CENLEC所制定而成。
2. 國際規範IEC/ISO乃是根據各項協定並且避免重複執行這些活動的原則下所制定而成。
3. WTO/TBT協定的加盟國必須遵循國際規範，進而將各國的規範與國際規格加以整合。



何謂機器之安全性

安全規格

安全功能


安全零組件

安全類別之
電路範例

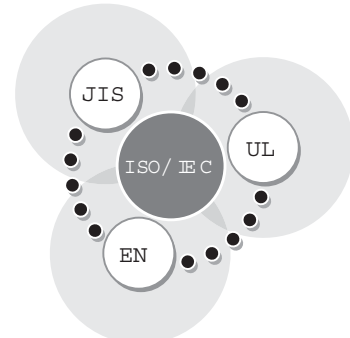
電路連接範例


國際規格及機械裝置設計

未來在機械裝置設計上的對應規格



國際規格





- ①取得國際規格/業界規格的最新資訊，並掌握新規格、修訂規格的內容。
- ②掌握產品和EN、UL、JIS等相關規格之間的相異點
- ③進行全球化設計時，一併涵蓋產品和相關規格之間的相異點

技術指南

2. 各國現況

(1) 歐洲

● EC指令及機械指令

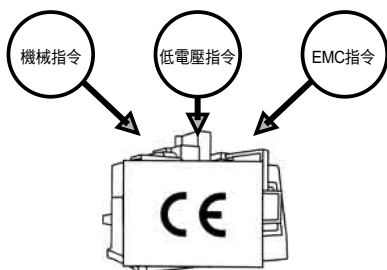
EC指令是為了整合歐盟規格相關公告的一項指令，目前為止已公告的指令約有300條。EC指令和歐盟18國的法律具有同等效力，而機械裝置的EC指令則稱為「機械指令」。根據機械指令(EC指令No 98/37/EC)的規定，自1995年1月1日起強制執行無CE標章的機械不得外銷歐洲的法令。機械指令係要求機械必須符合機械安全性、電氣安全性、作業人員安全性等安全性的三大要件。具體來說，也就是機械安全必須符合EN292...等等、電氣安全必須符合EN60204-1、IEC60204-1...等等，而勞工災害安全則必須符合VBG...等等的規範。

● 低電壓指令(LVD)

根據EC指令(EC指令No 73/23/EEC)，所謂低電壓裝置係指在AC50~1000V、DC75~1500V的條件下動作的裝置。如家電、事務性機器至工業用電氣裝置等，大部分的電氣裝置皆為其適用對象。根據機械指令中對於「電氣安全」的規定，低電壓指令和EMC(電磁相容)指令必須具備相關性。

● EMC指令

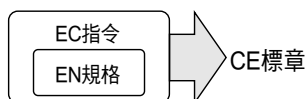
與EMC裝置相關之EC指令稱為EMC指令(EC指令No 89/336/EEC)。EMC即為電磁相容性。當裝置具備EMI(電磁干擾/Emission)及EMS(電磁耐受/Immunity)對策時，即認定具備電磁相容性，因此符合EMC對策。而所有EMC裝置皆必須受EMC規範之約束。



● CE標章

CE標章係為EC指令的符合記號，貼有該標章之該產品即代表其符合所有相關的EC指令所規範的保護標準。貼有CE標章的裝置可自由地出口、進口至歐洲各國，因此，CE標章亦可說是為了出口至歐洲所用的護照。

● EC指令、EN規格和CE標章之間的關係



如上所述，CE標章必須完全符合相關的EC指令。而EN規格則為EC指令的補充規範。因此，有某項產品僅符合EN規格時，並不代表其符合EC指令。最重要的是必須在操作說明書或型錄上刊載該產品對於產品責任PL(Product Liability)的支援狀況。

● 重大安全規範

即為機械指令附屬文件I中所刊載的基本要求事項。

在機械指令序文中所刊載的內容如下：

- (1) 在健康及安全的重大要求事項中所定義的義務，僅適用於製造商在預設的條件下使用對象機械，且該機械存在危險(hazard)的情況下。
- (2) 該指令所規定的健康及安全的重大要求事項具有強制效力，然而，若考量目前的技術水準，製造商並不一定能達成前述要求事項所訂定的目標。因此，業者在進行機械設計及製造時，必須儘可能地以趨近這些目標為原則。
- (3) 健康及安全的重大要求事項乃是根據要求事項的對象，亦即危險的種類加以分類。

當機械呈現出多種危險時，就會在附屬件I當中將該危險標示出多數個項目。

製造商為了定義所生產的機械可能發生的所有危險，因此有義務針對這些危險加以評估，最後再以評估的結果為基準進行機械的設計及生產。

● 歐洲統一規格

歐洲各國在統一規格時，係根據CEN及CENELEC來施行。統一後的規格就稱為歐洲統一規格(European Norm; EN)，採取在規格編號的前方加上"EN"之形式。當制定出新的EN時，歐盟各國通常必須在6個月前將相對應的本國規格更換為EN。EC指令中雖然未明確刊載其適用產品之規格，但是該產品必須符合歐盟官方公報(Official Journal of the European Communities)所另外公告的EN規格。因此，製造商必須根據EC官方公報所公告的EN規格來決定設定規格。而除了EN等正式規格外，亦會公告prEN(歐洲規格草案)、HD(調和化文章)、ENV(暫定規格)、CR(CEN報告)等。

● 製造者責任

分為一般產品安全指令(General Product Safety Directive)及製造者責任指令(Product Liability Directive)，兩者所規定的內容為互補性質，因此對象範圍各有所不同。

產品安全指令實際上適用於所有的產品，不過，一般產品安全指令則僅以消費者、或是消費者有可能使用的新產品、中古產品、或是再生品為對象。

然而，兩種指令皆有不夠確實的部分，因此製造商必須特別審慎，且有必要比較每項產品適用的所有指令中的個別規定。

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

有關機械安全性之歐洲規格架構

Type A規格(基本安全規格)

A

☆ 適用於所有機械的基本概念、設計概念之相關規格

- EN ISO12100-1 : 基本概念及設計的一般原則(第一部分: 基本概念及安全設計的方法)
- EN ISO12100-2 : 基本概念及設計的一般原則(第二部分: 技術原則及規格)
- EN1050 : 風險評估原則

Type B規格(群體安全規格)

☆ 適用於各種機械的特殊安全面及安全相關裝置的相關規格

B1: 安全距離等特殊安全面的相關規格

- EN999 : 和接近人體之速度相關之保護裝置的定位
- EN954-1 : 控制系統的安全性相關部分(第一部分: 設計的一般原則)
- EN1127-1 : 火災及爆炸(第一部分: 爆炸的預防及保護)
- EN60204-1 : 機械用電氣裝置(第一部分: 一般要求事項)

B2: 關於安全相關裝置的規格

- EN418 : 緊急停止裝置—功能性層面—設計原則
- EN574 : 雙手控制裝置—功能性層面—設計原則
- EN1088 : 與保護閘門連動的連鎖裝置—設計原則及選定
- EN1760-1 : 壓力檢測式保護裝置(第一部分: 關於壓力檢測式踏墊、樓層設計及測試之一般原則)
- EN61469-1 : 電氣感應式保護裝置(第一部分: 總則)
- EN61496-2 : 電器感應式保護裝置
(第二部分: 針對使用光電裝置系統之特別要求事項)
- EN60947-1 : 低壓開閉裝置及控制裝置(第一部分: 通則)

B

Type C規格(個別安全規格)

☆ 針對特定機械所制定之詳細安全規範的規格

- EN81-3 : 起重機的結構和對設置的安全規則(第三部分: 電動及油壓業務用起重機)
- EN115 : 電扶梯與乘客輸送帶的結構及設置安全規則
- EN201 : 塑膠及橡膠射出成形機的設計、結構面之技術安全要求
- EN415 : 包裝機械的安全性
- EN422 : 中空成形機設計、結構面之技術安全規範
- EN692 : 機械沖床—安全性
- EN693 : 油壓沖床—安全性
- EN775 (ISO10218) : 產業用機器人之操作—安全性
- EN869 : 金屬鑄模裝置之技術安全規範
- EN1010-3 : 印刷機及用紙交換機的設計及結構之安全規範(第三部分: 裁切機)
- EN1034-3 : 造紙、加工機械的設計及結構之安全規範
(第三部分: 捲筒機、切捲機及合紙機)
- EN1114 : 壓出成形機—安全性

C

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

(2) 美國

● 美國職業安全衛生管理局(OSHA)

美國職業安全衛生管理局以提供安全及衛生的工作條件為目的，於1970年制定職業安全衛生法(Occupational Safety and Health Act：OSHA)，其相關的具體標準已刊載於聯邦法規(Code of Federal Regulation)第29篇(29CFR)中的(Machinery and Machine Guarding)，且分類至Part1910211~Part1910219。

規格編號	標題
1910.211	Definition [定義]
1910.212	General requirements for all machines [針對所有機械之一般要求事項]
1910.213	Woodworking machinery requirements [針對木工機械之要求事項]
1910.214	Cooperage machinery [針對桶槽製造機械之要求事項]
1910.215	Abrasive wheel machinery [針對使用磨石車之研磨機械之要求事項]
1910.216	Mills and calendars in the rubber and plastic industries [針對橡膠、塑膠業界專用壓延機之要求事項]
1910.217	Mechanical power presses [針對機械式沖床機之要求事項]
1910.218	Forging machines [針對鍛造機之要求事項]
1910.219	Mechanical power-transmission apparatus [針對機械動力傳導裝置之要求事項]

其中，針對Part1910212所刊載的「針對所有機械之一般要求事項」之重點敘述如下：

第a章：第1項

制定防護對策，以避免於操作機械中、人體進入狹窄區域時、接近旋轉物體時、以及因物體飛散等所導致之事故。所謂防護對策即為機械式安全門、雙手控制裝置、電子式安全設備等。

第a章：第3項

保護裝置必須符合其適用的規格，或是當其適用的具體規格不存在時，必須設計並建構一套規格，以避免在作業週期中作業人員身體的一部分進入危險區域之狀況發生。

● 美國國家標準協會(ANSI)

在美國係由美國國家標準局(ANSI)負責核准美國的自主規格。該標準局並非自行訂定規格，而是於核准各領域所制定的規格後，再將其登錄為美國標準規格。

例如，由火災保險業界所設立的UL (Underwriters Laboratories)於1976年獲得了ANSI的認證。此外，ANSI/RIA R15.06對於「關於產業用機器人及機器人系統的安全規範」不但被日本及世界各國許多產業用機器人的廠商所使用，同時也已經成為ISO10218的基礎。而工作機器的安全規格ANSI/B11.19已在2003制定完成，並且成為重要的規範。

1. 工作機器類之安全性

關於機器安全之相關規格係由美國機械工程學會(American Society of Mechanical Engineers：ASME)協助ANSI制定規格，做為ANSI之B部門規格並獲得採用的情形日益增多。

工作機械類之相關主要安全規格係規範於ANSI B11中。

美國規格(B11規格之相關內容)

規格編號	標題
ANSI B11.1	Mechanical power presses [關於機械工具、機械式沖床機的架設、操作及使用之安全規範]
ANSI B11.2	Hydraulic presses [關於油壓式沖床機的架設、操作及使用之安全規範]
ANSI B11.3	Power press brakes [關於高速折床機的架設、操作及使用之安全規範]
ANSI B11.4	Shears [關於剪床機的架設、操作及使用之安全規範]
ANSI B11.5	Iron workers [關於機械工具、製鐵機械的架設、操作及使用之安全規範]
ANSI B11.6	Lathes [關於車床的架設、操作及使用之安全規範]
ANSI B11.7	Cold headers and cold formers [關於冷鍛頭及冷鍛成形的架設、操作及使用之安全規範]
ANSI B11.8	Drilling, milling and boring machines [關於鑽孔機、銑床機、搪床機的架設、操作及使用之安全規範]
ANSI B11.9	Grinding machines [關於研磨機的架設、操作及使用之安全規範]
ANSI B11.10	Metal sawing machines [關於金屬鋸床的架設、操作及使用之安全規範]
ANSI B11.11	Gear-cutting machines [關於切齒機的架設、操作及使用之安全規範]
ANSI B11.12	Roll forming and roll bending machines [關於滾輪成形機、滾輪彎曲加工機的架設、操作及使用之安全規範]
ANSI B11.13	Automatic bar and chucking machines [關於機械工具、單/多軸自動棒材、夾持機的架設、操作及使用之安全規範]

規格編號	標題
ANSI B11.14	Coil slitting machines [關於鋼捲分條機/系統的架設、操作及使用之安全規範]
ANSI B11.15	Pipe tube and shape bending machines [關於管路、管套、形狀彎曲之裝置的架設、操作及使用之安全規範]
ANSI B11.16	Metal powder compacting presses [關於金屬粉末固結式沖床機的架設、操作及使用之安全規範]
ANSI B11.17	Horizontal hydraulic extrusion presses [關於橫式油壓壓出沖床機的架設、操作及使用之安全規範]
ANSI B11.18	Machinery and machine systems for processing of coiled strip, sheet, and plate [關於鋼捲分條機、薄片、薄板加工機械及機械系統的架設、操作及使用之安全規範]
ANSI B11.19	Performance criteria for the design, construction, care, and operation of safeguarding [參考其他的B11機械工具安全規格時，關於安全裝置的設計、架設、使用及操作之安全防護性能基準]
ANSI B11.20	Manufacturing systems/cells [關於機械工具、生產系統/單元(Cell)的架設、操作及使用之安全規範]

ANSI B11.19 係參考其他 ANSI B11 規格中所規定之工作機器類的規格後，再針對安全裝置之相關事項加以規範。

以下為其要求事項之重點。

使用安全設備的目的

為確保作業人員的安全，當作業人員的身體、手臂進入危險區域時，可透過安全保護裝置來中斷或是停止機械的危險動作。安全保護裝置必須適用於下列要求事項。

1. 連鎖保護裝置

- 除非使用保護閘門將危險源隔離，否則應設置具備能夠使機械停止動作之連鎖裝置的防護門。
- 在安全相關系統中，應配備有能夠防止機械因為單一故障而啟動的安全功能。
- 連鎖設備應具備能夠防止無效化的功能。

2. 存在感應設備

- 該設備必須能夠感應作業人員的身體或手臂，並可同時發出訊號以中斷或停止機器之危險動作。
- 必須配備有單一故障感應功能。
- 如果設置在需要調整作業狀況的場所時，該裝置應具備清除(Blanking)功能。

3. 安全踏墊設備

- 該設備必須能夠感應作業人員是否位於安全踏墊上，並可中斷機器之危險動作。
- 必須配備有單一故障感應功能。

2. 產業用機器人之安全性

美國規格(ANSI/RIA R15.06)對於產業機器人之安全規範的適用範圍(第1項)

- 所謂機器人係指產業用機器人及產業用機器人系統
- ANSI規格之適用日期
產業用機器人自2001年6月起適用
產業用機器人系統自2002年6月起適用

機器人之製造、改裝及重新組裝(第4項)

- 電氣裝置之EMC (電磁相容性)對策
- 根據安全回路進行設計(符合安全類別)
- 緊急停止開關的規格為
底色黃色加上紅色，外型為手掌型或香菇頭型
- 致能開關
三段開關

安全防護裝置的功能(第5項)

- 安全防護裝置
光柵、安全踏墊、雙手操作式裝置

機器人之安裝方式(第6項)

- 在安全裝置上使用軟體或其他裝置時，必須先取得NRTL(美國國家認可測試實驗室)的認證

要因方面的安全防護(第7項、第8項、第9項、第10項)

- 利用風險評估達到降低風險的要求
根據安全類別R1、R2 (A、B、C)、R3 (A、B)及R4達到降低機器人風險之成效及設計方面的要求。(安全類別的分類方式和國際規格ISO13849-1的分類方式相異)

適用安全防護裝置(第11項)

- 安全防護裝置(第5項)之適用法

機器人之防護(第12項)

- 確立可持續安全運作的機制

機器人的測試及啟用(第13項)

- 測試及啟用步驟

人員的安全訓練(第14項)

- 訓練計畫

附屬文件(A~E)

- B 安全距離及直接開路動作機構之開關
- C 風險評估

OMRON所提供之安全零組件，係為可用於架構符合ANSI B11.19及ANSI/RIA R15.06的要求事項之安全相關系統之零組件。

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

(3) 日本

● JIS

為了讓世界貿易達到自由化的目標，屏除貿易方面的技術障礙，並且將世界各國的規格、基準整合成為國際規格一事，已經成為不可或缺的條件了。因此，WTO (世界貿易組織) 受理日本的申請，於1995年核准日本加入包含TBT協定(貿易之技術性障礙協定)在內的WTO協定，宣示參與世界性的協力體制。由於會員國必須肩負採用國際規格的義務，因此目前日本正針對根據工業標準化法規所制定的日本工業規格(JIS)，從頭開始進行總檢討，期盼能和IEC/ISO所組成的國際規格加以整合。也就是說，以和國際規格統一為目標的全新日本工業規格(JIS)，預計在未來將逐步邁向由Type A規格(基本安全規格)、Type B規格(群體安全規格)及Type C規格(個別安全規格)所架構而成的階層化體系。

日本工業規格(JIS)		國際規格
JIS B 9700-1	機械概念及設計適用之一般原則、基本用語及方法論	ISO 12100-1
JIS B 9700-2	基本觀念及設計適用之一般論、控制系統中的安全相關部分	ISO 12100-2
JIS B 9702	風險評估原則(A規格)	ISO 14121
JIS B 9960-1	機器電氣裝置	IEC 60204-1
JIS B 9705-1	控制系統中安全相關部分設計適用之一般原則(B規格)	ISO 13849-1
JIS B 9707	機械類之安全性－防止上肢伸及危險區域而設定之安全距離	ISO 13852
JIS B 9708	機械類之安全性－防止下肢伸及危險區域而設定之安全距離	ISO 13853
JIS B 9709-1/2	機械類之安全性－降低因機械類釋放危險物質而導致的健康方面之風險	ISO 14123-1/2
JIS B 9711	機械類之安全性－避免人體部位遭到壓碾之最小間隙	ISO 13854
JIS B 9703	機械類之安全性－緊急停止－設計原則	ISO 13850
JIS B 9704-1/2	電氣的檢測保護設備	IEC 61496-1/2
JIS B 9706-1/2/3	標示、標章及啟動	IEC 61310-1/2/3
JIS C 0508-1	電氣、電子及可程式電子安全相關產品之功能安全	IEC 61508-1

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

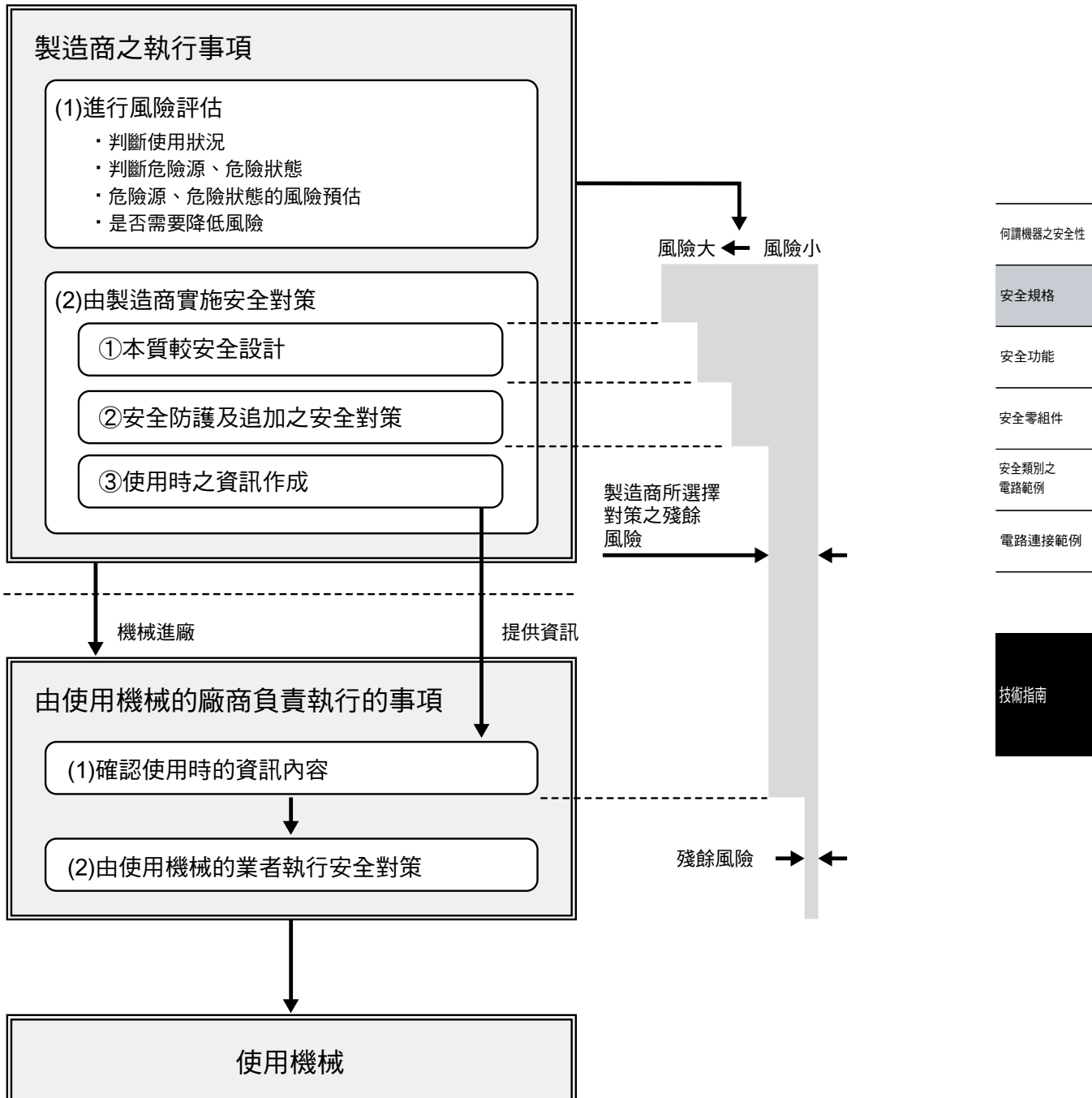
● 機械之總括性安全基準之相關方針

日本厚生勞動省為因應基本安全規格ISO 12100，在2001年6月制定了「機械之總括性安全基準之相關方針」。該方針的特色係為規定製造端降低風險的步驟，於製造生產設備/機械類產品時必須將相關安全性納入設計考量，同時針對導入設備並加以使用的業者端擬定其作業時的安全對策。

也就是說，以確保機械安全為目的的安全對策，係為製造商在設計階段擬定的對策以及使用端必須實施的對策組合而成；然而有一點必須明確規範的事項，即是製造商在設計階段擬定的安全對策，必須比機械使用端的對策優先實施。

以下所示為根據「機械之總括性安全基準之相關方針」所訂定之機械安全化流程。

機械之安全化步驟



(4) 中國

● GB

中國國家標準規格GB (Guojia Biaozhun)
電氣製品相關規格係以IEC規格為基礎制定而成。

電線、電纜線類

電氣回路開關、保護或連接用的電氣裝置

GB	IEC規格編號
GB14048.5-1993	IEC60947-5-1-1990 (開關)
GB/T14048.10-1999	IEC60947-5-2-1992 (開關)
GB14048.3-1993	IEC60947-3-1990 (開關)
GB14048.2-1994	IEC60947-2-1989 (開關)
GB14048.4-1993	IEC60947-4-1-1990 (開關)

低電壓電氣產品

GB	IEC規格編號
GB14048.5-1993	IEC60947-5-1-1990 (繼電器)
GB14048.6-1998	IEC60947-4-2-1995 SSR

等

(5) 韓國

● KS

WTO(世界貿易組織)接受韓國的申請，於1995年核准韓國加入包含TBT協定(技術性貿易障礙協定)在內的WTO協定，並宣示參與世界性的協力體制。由於會員國必須承擔採用國際規格的義務，因此韓國目前正致力於將根據工業標準化法規所制定的韓國國家標準(KS)和IEC/ISO所組成的國際規格進行整合。

	韓國國家標準(KS)	國際規格
KSB ISO 12100-1	機械概念及設計適用之一般原則、基本用語及方法論	ISO 12100-1
KSB ISO 12100-2	基本觀念及設計適用之一般論、控制系統中的安全相關部分	ISO 12100-2
KSB ISO 14121	風險評估原則(A規格)	ISO 14121
KSB IEC 60204-1	機器電氣裝置	IEC 60204-1
KSB ISO 13849-1	控制系統中安全相關部分設計適用之一般原則(B規格)	ISO 13849-1
KSB ISO 13852	機械類之安全性－防止上肢伸及危險區域而設定之安全距離	ISO 13852
KSB ISO 13853	機械類之安全性－防止下肢伸及危險區域而設定之安全距離	ISO 13853
KSB ISO 14123-1/2	機械類之安全性－降低因機械類釋放危險物質而導致的健康方面之風險	ISO 14123-1/2
KSB ISO 13854	機械類之安全性－避免人體部位遭到壓碾之最小間隙	ISO 13854
KSB ISO 13850	機械類之安全性－緊急停止－設計原則	ISO 13850
KSB IEC 61496-1/2	電氣的檢測保護設備	IEC 61496-1/2
KSB IEC 61310-1/2/3	標示、標章及啟動	IEC 61310-1/2/3
KSB IEC 61508-1	電氣、電子及可程式化電子安全相關產品之功能安全	IEC 61508-1

● S-mark

韓國S-mark認證是韓國產業安全衛生組織(KOSHA)為了降低職業災害，於1997年11月所制定的任意認證制度。此項S-mark認證係根據產業安全保險法第34條第2款的規定，由韓國產業安全衛生組織(KOSHA)針對產品安全性、可靠性及製造商的品質管理能力進行審查，若判斷該廠商符合這些基準時，即發給認證標章。

OMRON的安全零組件亦備有接受韓國產業安全衛生組織(KOSHA)認證的形式。

(詳細內容，請參閱支援韓國S-mark認證的安全零組件產品型錄(型錄編號：SCHG-021))

● CCC

CCC (China Compulsory Certification: 中國強制認證)標章制度



CCC標誌

中國以加入WTO(World Trade Organization: 世界貿易組織)為一契機，將過去的「進口產品認證制度」及「國內流通產品認證制度」加以整合後，於2001年12月3日公告「新強制認證制度」，並且自2002年5月1日開始實施。

另外，自2003年8月1日起，禁止將未接受新認證制度認證的產品出口至中國或是在中國銷售。

強制認證的標的品項：在第一次品項中共指定19類132個品項。標的品項必須承擔標示強制認證標章(CCC標章)的義務。

何謂機器之安全性
安全規格
安全功能
安全零組件
安全類別之電路範例
電路連接範例

技術指南

(6) 各國的國際規格整合表

項目	國家	日本	歐洲	美國	加拿大	中國	韓國	澳洲
TBT協定 (WTO加盟國)		○	○	○	○	○	○	○
國際規格	國內規格							
ISO	12100-1	JIS B 9700-1	EN ISO 12100-1	—	—	GB/T 15706.1 -1995 *1	KS B ISO 12100-1	—
	12100-2	JIS B 9700-2	EN ISO 12100-2	—	—	GB/T 15706.2 -1995 *1	KS B ISO 12100-2	—
	14121	JIS B 9702	EN 1050	—	—	GB/T 16856 -1997	KS B ISO 14121	—
	13849-1	JIS B 9705-1	EN 954-1	—	—	GB/T 16855.1 -1997	KS B ISO 13849-1	—
	13850	JIS B 9703	EN 418	—	—	GB 16754 -1997	KS B ISO 13850	—
	13852	JIS B 9707	EN 294	—	—	GB 12265.1 -1997	KS B ISO 13852	—
	13853	JIS B 9708	EN 811	—	—	GB 12265.2 -2000	KS B ISO 13853	—
	13854	JIS B 9711	EN 349	—	—	GB 12265.3 -1997	KS B ISO 13854	—
	13855	—	EN 999	—	—	—	KS B ISO 13855	—
IEC	60204-1	JIS B 9960-1	EN 60204-1	—	—	GB 5226.1 -2002	KS C IEC 60204-1	AS 60204.1
	61496-1	JIS B 9704-1	EN 61496-1	UL 61496-1	CSA-E61496-1	GB/T 19436.1 -2004	KS C IEC 61496-1	—
	61310-1	JIS B 9706-1	EN 61310-1	—	—	GB 18209.1 -2000	KS C IEC 61310-1	—
	61310-2	JIS B 9706-2	EN 61310-2	—	—	GB 18209.2 -2000	KS C IEC 61310-2	—
	61310-3	JIS B 9706-3	EN 61310-3	—	—	GB 18209.3 -2002	KS C IEC 61310-3	—
認證標章	—	CE-Mark *2	UL *3	CSA *3	CCC *4	S-Mark *5	—	

- *1. ISO/TR 12100-1:1992 ISO/TR 12100-2
- *2. 一般性的機械可透過自我宣告的方法支援機械指令的相關規格
- *3. UL/CSA備有互相認證制度
- *4. 於2006年4月起，已不需要工業用機械領域之認證
- *5. S-Mark認證除了必須符合規格外，還需要勞委會安全認證規定的認證

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

1. 風險及安全類別的認定

(1) 確保安全

機械或製程的設計主管並非先檢討生產的相關要件後，再追加安全系統，而是將這2個問題視為整體加以因應。若從法律層面而言，在進行機械或製程設計時必須使其符合重要的安全規格及規定—此即為法律要件。

機械所對應的風險等級將依機械的種類而異。風險等級必須能夠對應至機械的整個使用期間，尤其在機械的設計階段，亦需考量應用/使用及報廢時的要件。

根據ISO14121所進行的風險評估係為一連串符合邏輯的步驟，並且能夠透過有系統的方法來檢查使用機械所衍生的危險，藉此讓設計人員及負責安全的工程師選擇合理的安全對策。

(2) 風險評估

進行風險評估時，首先必須依據ISO14121有系統地評估伴隨整個機械所發生的危險，並計畫如何降低其危險性。且必須在設計、生產、改造、使用及報廢機械時進行。

可透過5個步驟加以判斷機械的安全性。而在風險評估的過程中所使用的文件則必須妥善保存。

● 步驟1 決定機械的使用狀況及範圍

所謂「機械的使用狀況及範圍」即為進行風險認定時，必須考量下列項目。

- 針對機械使用期的各個階段之要求事項
- 決定機械的極限，包含機械的正確使用方法、動作、以及可預期的錯誤使用及錯誤動作。
- 根據作業員的性別、年齡、慣用手或是身體能力(如聽覺、聽覺障礙、尺寸、強度等)等限制，以決定機械的使用狀況及範圍。
- 可預估的使用人員訓練、經驗及能力的程度。
- 人員暴露於機械危險下之可能性。
- 發生可預見的機械危險時，人員暴露於該機械危險下之可能性

● 步驟2 危險的認定

即是確認機械所伴隨的所有危險狀態及危險現象，例如，

機械類危險：切斷、捲入、輾過等危險

電氣類危險：碰觸到充電部位、靜電現象等

熱源類危險：碰觸到高溫部位、高低溫作業環境所造成的健康傷害等

預測如上述因機械而造成的危險事項。

將危險明確化的方法包含下列做法。

- 確認表
- HAZOP (危害及可操作性分析：Hazard And Operability Analysis)
- FMEA (故障模式影響分析)
- FTA (故障樹分析)
- 「What if (比較靜態)」分析

● 步驟3 風險預測

確認機械的危險狀態及危險現象後，必須決定風險因素，並根據「可能造成危害的程度」及「發生機率」進行風險預測。

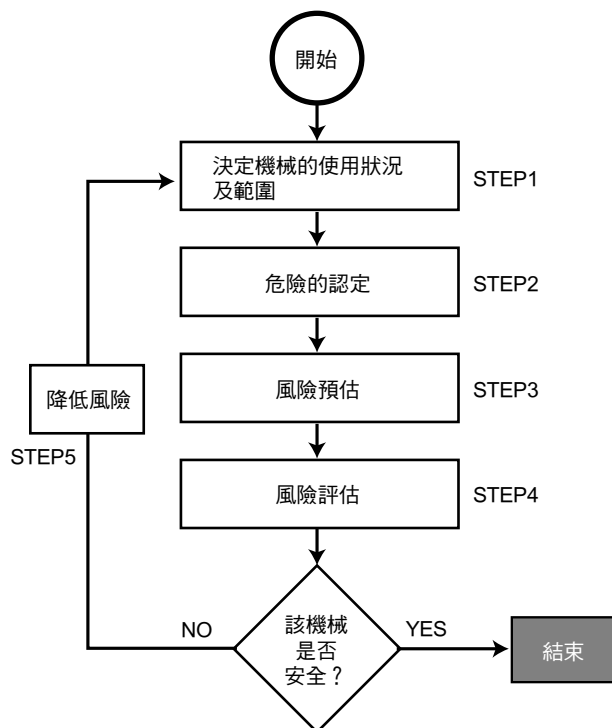
● 步驟4 風險評估

進行風險預測後，必須評估該風險，並且決定是否有必要設法降低之。

一旦需要降低風險時，則必須擬定設計變更、安全防護措施等安全對策。

● 步驟5 降低風險

- 儘可能避免或減少讓人員暴露在危險下的情況。
- 降低危險機率及嚴重程度。
- 使用防護裝置及安全裝置。
- 判斷安全措施的性能及功能特性適合該機械及其使用。



何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

(3) 安全類別認定

● 遵循ISO13849-1之安全類別

根據ISO14121來評估機械的風險大小，然後再執行降低風險的對策；而降低風險的對策中又包含設計以及安裝安全裝置的對策。因此首先必須根據其設計採取對策，再根據右表的類別認定表，考量預測的受傷程度(輕傷或重傷)以及該受傷事故發生的機率(從幾乎不會到時常發生等)等2項要因，以便決定應該選擇的類別。

對於控制系統在安全相關部位的安全類別而言，有時候1台機械的整個控制回路會被認定為1個類別，有時候則會根據不同的部位分別認定。

S：受傷的程度

(S: Severity of Injury)

S1：輕傷(碰撞等)

S2：重傷(斷臂、斷足、死亡等)

根據最嚴重的受傷程度，來對因控制系統的安全相關部位發生故障而造成的風險評估進行考量，如為輕傷則選擇S1，重傷則選擇S2。

F：暴露於危險下的程度

(F: Frequency and/or Exposure Time to the Hazard)

F1：鮮少發生或是時間很短

F2：經常發生或是時間很長

例如，作業員為了安裝、拆卸工作零件，必須將手伸入持續週期性動作的機械工具之間時選擇F2，如幾乎不會接近機械時則選擇F1。

P：可規避危險的程度

(P: Possibility of Avoiding the Hazard)

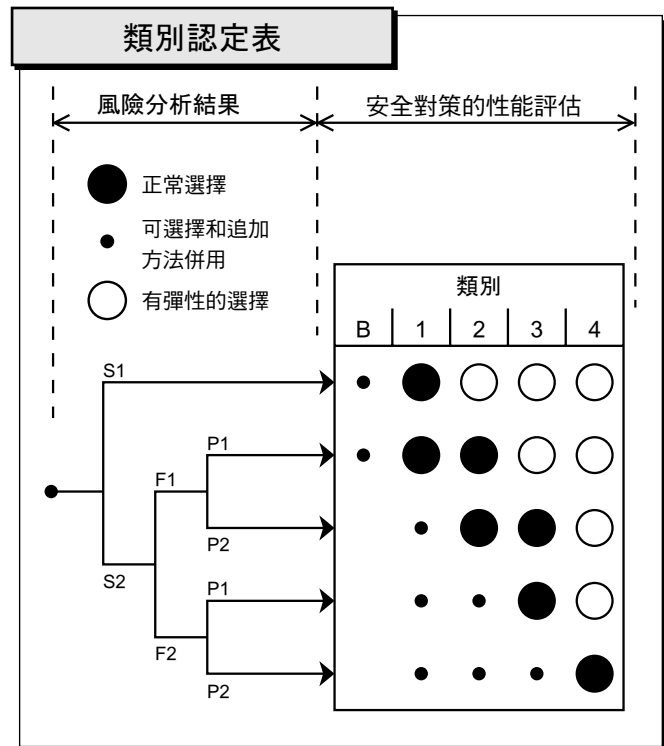
P1：可

P2：無法規避

以下將介紹一個會影響參數P選擇的範例。

- 機械操作是否在監控狀態下進行？
- 是否由熟練的作業員操作機械？
- 是否有進行會伴隨危險發生的高速操作？
- 是否可規避危險？
- 是否有系統安全方面的相關經驗？

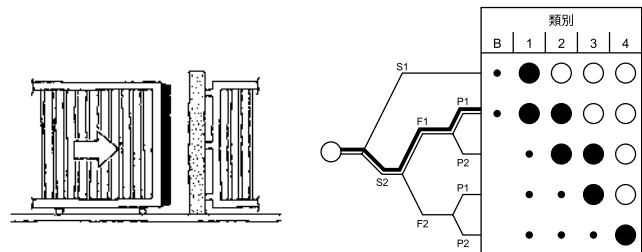
當危險狀態發生，如幾乎無法規避危險時請選擇P2，反之請選擇P1。



● 危險評估的認定範例

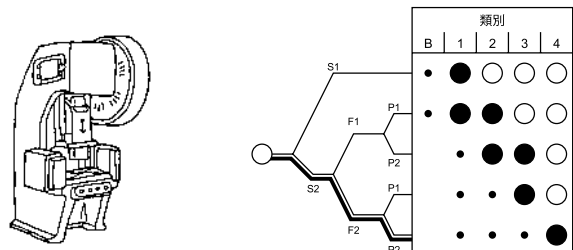
保護閘門的入口

適用於安全類別1。



沖床機械的驅動部分

當機械運作時安全類別為4。



何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

(4) 類別

ISO13849-1機械安全－控制系統中的安全相關零件

接下來要說明的是設計及架構控制系統、裝置的安全相關零件時，為了降低風險而必須採取的措施。各類別所代表的是耐故障能力以及和故障時的動作相關之控制系統的分類。

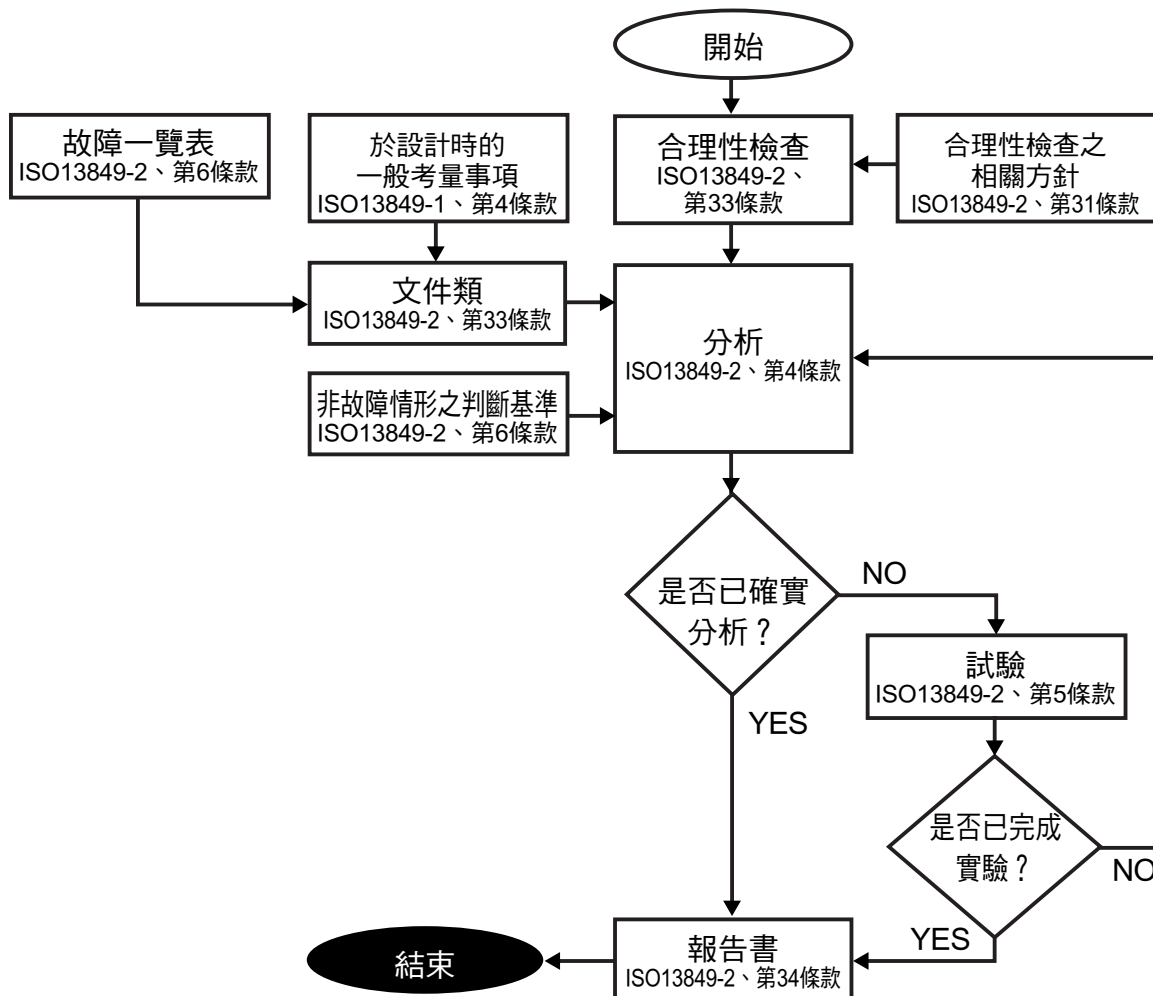
類別	要求事項概述	為確保安全性的原則
B	<p>必須根據相關規格來設計、選擇及組裝控制系統中的安全性相關部位，使其至少能夠耐受性如下所示的使用環境壓力。</p> <p>☆對於使用環境壓力之耐受性的範例如下。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●斷路容量及頻率的可靠性等可預期的動作壓力。 ●選擇對於使用環境具有高耐受性的材料。 ●機械震動、外部磁場、停電、通訊干擾等外部要因。 ●組成零件必須符合相關規格。 <p>因此，特別的安全對策並不適用於類別B的部分，且一旦故障時還有可能造成安全功能降低的情形。</p>	主要取決於組成零件的選擇
1	<p>適用於類別B及下列要求事項。</p> <p>必須使用經過通盤檢討的零件以及安全原理，來進行屬於類別1控制系統的安全性相關部位之設計及組裝。</p> <p>☆經過通盤檢討的零件如下所示。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●已廣泛地使用在以往類似的用途中。 ●適用於安全性相關用途，且已通過可靠性的驗證。 <p>☆經過通盤檢討的安全原理之範例如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> ●短路時可透過保險絲加以保護。 ●為零件的尺寸預留空間，或是降低額定規格，以便降低故障的發生機率。 ●為故障模式定義。例如故障時將回路開路並中斷電源等。 ●早期發現故障。 ●將設備接地等故障發生後的對策。 <p>因此，類別1的故障發生機率會低於類別B，不過故障時有可能會造成降低安全功能的情形。</p>	
2	<p>加上類別B的要求事項並且使用經過通盤檢討的安全原理後，將適用於下列要求事項。</p> <p>在設計屬於類別2之控制系統的安全性相關部位的安全功能時，必須根據不同的機械控制系統，在適當的時間間隔進行檢查。</p> <p>☆根據不同的機械控制系統進行設計，使其能夠在適當的時間間隔進行檢查之範例如下。</p> <p>必須在下列時間點進行安全功能的檢測。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●機械啟動時及危險狀態發生前。 ●如果需要針對風險認定及機械運作的種類加以檢測時，則必須在機械運作中定期實施。 <p>可採取自動或手動方式開始進行檢測，但如欲檢測安全功能，則必須在下列時間點進行。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●如未偵測到故障，即代表機械可正常運作。 ●如偵測到故障時，則輸出訊號以啟動合宜的控制動作，並透過此輸出方式建立安全狀態。如無法建立安全狀態時(例如最終切換裝置的內部出現接點熔著之情形)，則輸出危險警報。如偵測到故障，安全狀態必須維持至該故障順利排除為止。 <p>因此當類別2發生故障時，有可能使二次檢測之間的時間帶喪失安全功能。</p>	主要取決於構造
3	<p>追加類別B並且使用經過通盤檢討的安全原理後，將適用於下列要求事項。</p> <p>在設計屬於類別3的控制系統中的安全性相關部位時，任何安全性相關部位皆不可發生因單一故障而降低安全功能的情形。且一旦發生單一故障時，應儘可能地在機械對安全功能傳達下一個要求時，或是在傳達要求之前偵測出故障。</p> <p>☆避免因單一故障發生而降低安全功能的設計方式之範例如下。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●配備冗餘性及多樣性功能。 ●自動檢查安全功能。 <p>因此，如發生多種故障，有可能會造成安全功能停擺的情形。</p>	
4	<p>追加類別B並且使用經過通盤檢討的安全原理後，將適用於下列要求事項。</p> <p>屬於類別4之控制系統中的安全性相關部位，必須採取下列設計方式。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●避免因任何安全性相關部位發生的單一故障，而降低安全功能之情形。 ●必須在下次啟動安全功能前偵測出單一故障。 ●即使無法偵測，也不得發生因故障累積而降低安全功能之情形。 	

(5) 確認安全類別是否合理

根據ISO14121檢查會伴隨整個機械而發生的危險，並設法降低其危險性。而後再根據ISO13849-1選擇安全相關部位的安全類別。接下來，利用分析及實驗方式確認在機械的整體安全中，其安全相關部位是否確實符合要求事項。

利用以ISO13849-1為根據的設計基準及可預測的故障一覽表來進行分析。但是當下列故障符合「非故障事項」的條件時，則不在此限。

- (1) 配備直接開路動作機構的安全開關之NC接點未開路。
- (2) 配備強制Guide接點機構的安全繼電器，其NC接點及NO接點同時處於關閉狀態。
- (3) 使用纜線線槽等確實防護的固定纜線，因外部撞擊而發生纜線之間發生短絡的情形。
- (4) 使用絕緣管確實防護的連接部位，其相鄰的端子之間發生短路的情形。



何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

(6) 書面化

記錄技術檔案時，必須包含下列資訊。

- 圖面、控制回路圖、計算書、檢查結果
- ISO12100重要安全規範一覽表以及所使用的其他相關規格及技術規格書
- 排除危險所使用的方法之詳細說明、風險評估資料
- 如有必要時，必須提出由第三人認證機構所發行的檢查報告/證明書
- 機器的使用說明書
- 與品質保證系統相關之生產資訊

2. 連鎖裝置

於機械式、電氣式裝置中，藉由防護閘門未關閉等狀態來妨礙機械運作之目的，而設置的裝置即稱為「連鎖裝置」。

連鎖裝置的相關規定分別如下所示：針對防護閘門的部分收錄於ISO14120中，防護閘門附帶的連動裝置收錄於ISO14119中，而處理連動裝置的訊號並停止機械的方法則收錄於ISO13849-1中。接下來將根據ISO14119，對安全限動開關及安全門開關等和防護閘門連動的連鎖裝置零件及其安裝時的重點加以說明。

(1) 連鎖裝置的功能

如圖1所示，要求安全性的機械設備是由「控制區」及「動作區」所組成。另外，「動力控制元素」負責連結控制區及動作區的功能，而「機械可動區」必須加裝使用防護閘門的連鎖裝置。

連鎖裝置會傳送安全確認訊號，且只有當控制區傳送機械運作指令時，才會將電能供給動作控制元素。

如下圖所示，連鎖裝置的功能就是將安全確認的結果傳送給動作控制元素。在時序器(Sequencer)不會對連鎖裝置造成不良影響的條件下，安全訊號被亦有可能被傳送給時序器。也就是說，連鎖裝置(安全相關部位)和時序器(非安全相關部位)各自具有獨立的關係。根據國際安全規格，控制區必須將安全相關部位及非安全相關部位分開。從構成上而言，則無論非安全相關部位正常運作或是發生異常，皆不可影響到安全相關部位。

何謂機器之安全性

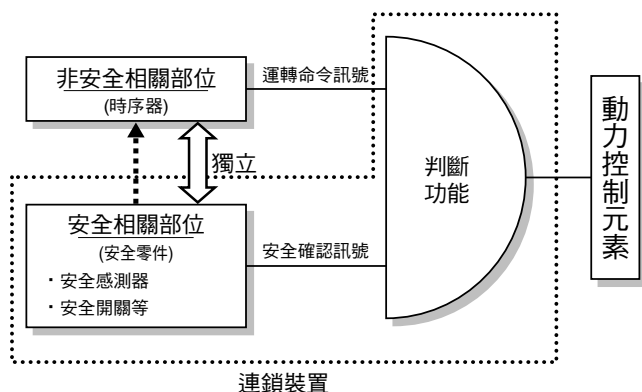
安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例



技術指南

(2) 連鎖裝置的分類

連鎖裝置依其運作方式有下列不同的分類。

●連鎖方式

控制連鎖方式

此方式係由連鎖裝置傳送停止訊號到電磁繼電器等控制系統，而後控制系統即可對供應至機械可動區的電能進行斷路或是分離之動作。

動力連鎖方式

此方式係透過連鎖裝置傳送停止訊號，來直接對供應至機械可動區的電能進行斷路或是分離之動作。

●防護閘門連鎖方式

非上鎖方式

隨時皆可開關防護閘門，而當閘門為開啟狀態時，即送出停止訊號。

上鎖方式

(1) 無條件之鎖定解除方式

透過此方式，作業人員可隨時解除防護閘門的鎖定機制，不過必須在解除時間大於危險性消失時間的條件之下方可進行。

(2) 有條件之鎖定解除方式

此方式係在經過某段時間或是危險性消失(檢測出機械已停止旋轉等)後，還必須符合一定的條件，並且確認已排除該機械的危險狀態後，才能解除防護閘門的鎖定。

●上鎖·解鎖方式

以將防護閘門上鎖·解鎖為目的的操作機構可分類如下：

彈簧上鎖·動力解鎖方式

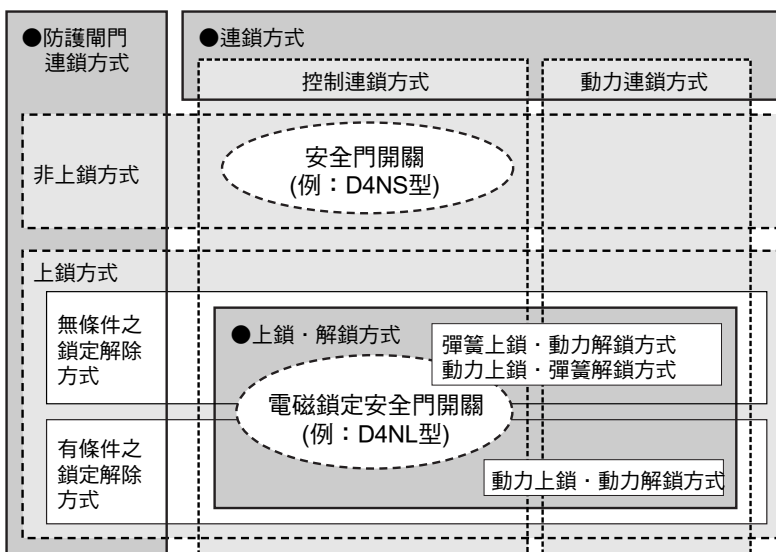
OMRON稱之為機械鎖定/電磁鎖解除方式。

動力上鎖·彈簧解鎖方式

OMRON稱之為電磁鎖定/機械鎖解除方式。

動力上鎖·動力解鎖方式

註. 若在特定用途之下亦能夠保證相同水準的安全性時，「動力上鎖·彈簧解鎖」及「動力上鎖·動力解鎖」皆可使用，不過原則上來說，以鎖定為目的的零件(螺栓)則必須採用「彈簧上鎖·動力解鎖」方式。



連鎖裝置的分類

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

(3) 連鎖裝置的設計

若使用安全限動開關或安全門開關來設計連鎖裝置時，必須考量下列事項。

● 使用機械位置檢測開關時

- (1) 使用 1 個機械位置檢測開關來設計連鎖裝置時，必須使用正向動作(直接開路動作機構)開關。
- (2) 使用 2 個機械位置檢測開關來設計連鎖裝置時，必須使用負向動作(非直接開路動作機構)開關及正向動作(直接開路動作機構)開關，來完成能夠規避共通性故障發生之設計。

註. 關於正向動作及負向動作的相關說明，請參閱第158頁所示。

● 安裝位置檢測開關

- (1) 可使用工具來進行開關的安裝及拆卸。
- (2) 長孔安裝之方式僅適用於初期調整中，調整完成後必須使用針腳(pin)或暗樁(dowel)以避免位置偏移，並且採取日後不需要重新調整位置的方式安裝。
- (3) 開關動作時防護閘門的移動量必須在不會妨礙防護閘門防護效果的範圍內。
- (4) 機械的動作範圍必須在開關的規定範圍內。
- (5) 不可將其做為機械的中止器使用。
- (6) 安裝在不會遭受外部損壞的場所，並依實際需要採取保護措施。
- (7) 必須安裝於方便進行維修、檢測的位置。

● 降低共通原因所造成的故障

若開關為冗餘化設計時，必須採取使用正向動作及負向動作的開關等措施，以避免因共通原因而引起的故障。

(4) 連鎖裝置的選擇

選擇連鎖裝置時，必須針對機械使用條件、潛在危險性及其評估報告、人員接近時間、機械停止時間和接近頻率等相關事項進行全面性考量後，再加以選擇。

● 停止時間及接近時間

當操作人員到達機械危險區域的時間(接近時間)小於機械的停止時間時，則必須選擇上鎖式連鎖裝置。

● 接近頻率(防護閘門的開關頻率)

- (1) 若開關頻率偏高時，必須先進行風險評估，且儘可能地選擇較不會妨礙防護閘門開關之裝置。
- (2) 如連鎖裝置備有自動檢查電路，在開關頻率偏低之情況下會導致功能確認頻率降低，亦會提高無法檢測出故障的機率，因此必須再附加有條件鎖定解除等措施。

(5) 連鎖裝置的控制要項

使用可動式防護閘門的連鎖裝置必須符合下列控制事項。[ISO12100-1]

- (1) 當可動式防護閘門關閉時，閘門內的機械即可開始運作。當閘門關閉時，則禁止機械自動開始運作。如欲實際啟動，必須重新整備其他所有的啟動條件，並按下啟動開關，才能夠重新啟動。
- (2) 當閘門內的機械正在運作時發生閘門開啟的情形，機械將會傳送停止訊號。也就是說，只要無法檢測出閘門處於關閉狀態，機械即無法運作。

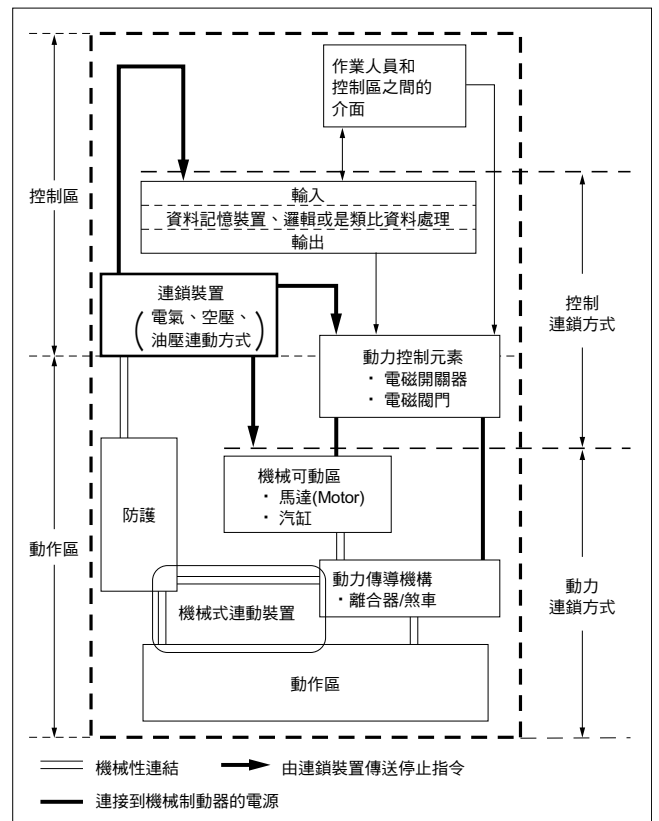


圖1. 連鎖裝置的功能

何謂機器之安全性
安全規格
安全功能
安全零組件
安全類別之電路範例
電路連接範例

技術指南

3. 故障時的基本安全功能

因電氣設備的故障或錯誤狀態，而有可能導致危險發生或是損壞機械及正在加工的工件時，必須提出適當的方法來將危險發生的機率降至最低。在此將根據EN60204-1舉例說明於使用安全類別時，如何將故障發生時的風險降至最低的主要方法。

- (1) 使用通過實際驗證的回路技術及零件
- (2) 定期進行功能實驗
- (3) 具備援性功能
- (4) 多樣化的使用方式
- (5) 使用介面繼電器回路進行自動檢查
- (6) 檢測單一故障
- (7) 檢測短路保護
- (8) 緊急停止

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

(1) 使用通過實際驗證的回路技術及零件

1. 架設基本回路結構時必須考量接地障礙。

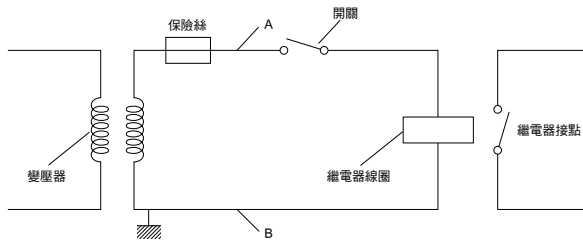
以下所示為最具代表性的方法範例。

● 架設基本回路

設計控制系統的安全回路時，必須注意的架設重點如下。

- (1) 安全回路中繼電器接點的線圈必須使用非勵磁方式進行開路。
- (2) 位於絕緣變壓器二次端的安全回路，其單側的變壓器必須接地。
- (3) 安全回路中的所有線圈必須儘可能地趨近地線端的線路，並採取直接連接的方式。
- (4) 一定要在安全回路中安裝保險絲。

符合上述項目的安全回路，其基本架構如下圖所示。

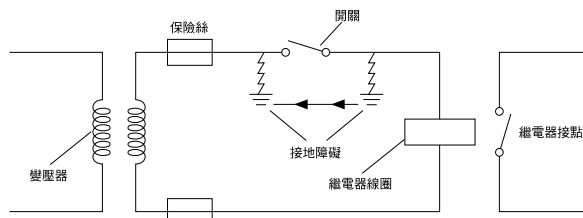


當開關線路A發生接地障礙時，會切斷保險絲並將電路斷路。

由於線圈的線路B已經接地，因此不會發生接地障礙。

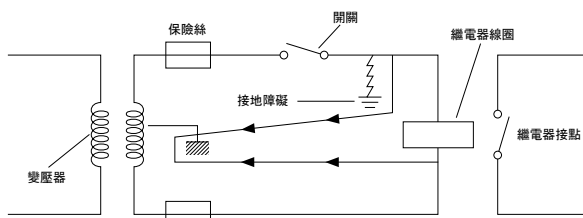
● 接地障礙的實例

A：未將安全回路接地時



圖中的2個接地障礙有可能會忽略開關，而造成機器突然開始動作或是無法停止的情形。

B：若將安全回路二次端的變壓器中間點接地時



圖中的1個接地障礙會將50%的電壓施加在繼電器線圈上，因此有可能造成機械無法停止的情形。

2. 採取不需要通電便能立刻停止控制回路及電力回路的方法。

詳細內容請參閱「(8)緊急停止」之內容。

3. 使用已取得安全規格認證的零件。

此安全規格認證係指TÜV等第三人機構的認證。

4. 使用能確實執行開路動作的安全開關。

已取得上述規格認證的產品皆貼有⊕標章。

5. 在安全設計當中加入故障安全防護及完全防護功能。

故障安全防護功能可於發生機械障礙、故障或是錯誤動作時確保其安全。完全防護功能則是於發生人為錯誤、過失或錯誤操作時能夠確保安全的功能。

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

(2) 定期進行功能實驗

特別是在進行安全相關的功能實驗時，必須透過自動控制系統，或是手動檢查或實驗之方式來進行。

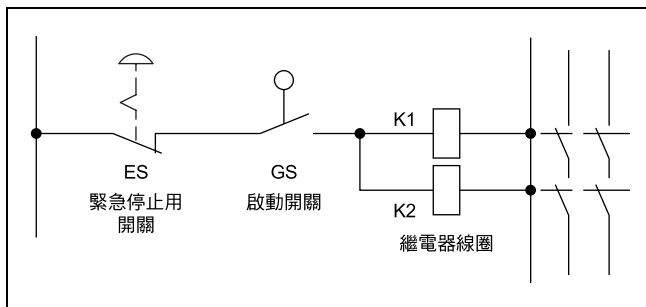
必須在開始作業時以及固定的期間內進行定期的功能實驗。如檢測到故障，必須找出故障原因後才可重新啟動機械。

(3) 配備冗長性功能

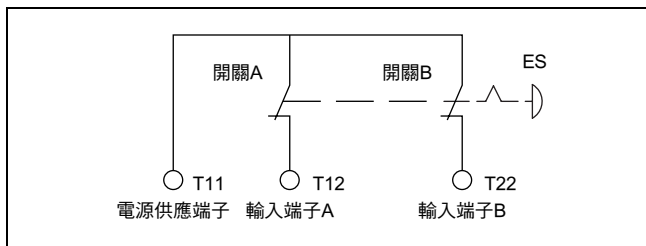
針對機械的部分位置或整體加裝備援性(重複性)功能，藉此將電氣回路因某種故障所造成的危險機率降至最低。

例如，以下將介紹將2個以上的繼電器或開關並排組裝時，即使其中一者故障，另一者也能代為執行整體功能的回路範例。

● 使用2個繼電器構成備援回路的範例



● 使用2個開關構成備援回路的範例



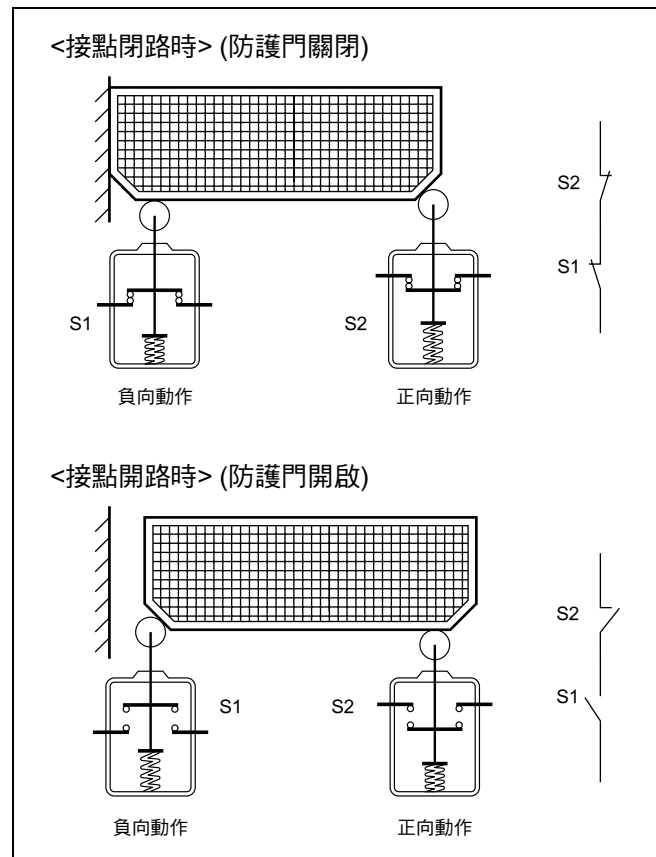
(4) 多樣化的使用方式

使用備援性設計的同種設備，有可能會在相同條件下同時故障。因此，只要使用不同動作原理的控制回路或是各種類型的裝置、零件，即可降低共通性障礙及故障的發生機率。

以下所示為採用此多樣性方法的範例。

1. 將 NC 接點及 NO 接點搭配使用後，即可透過防護門進行動作。
2. 在回路中使用不同類型的控制零件。
3. 將電氣機械回路及電子回路搭配使用，即可構成出具備援性的回路。

● 將正向動作及負向動作開關搭配使用，來啟動防護門的範例



何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

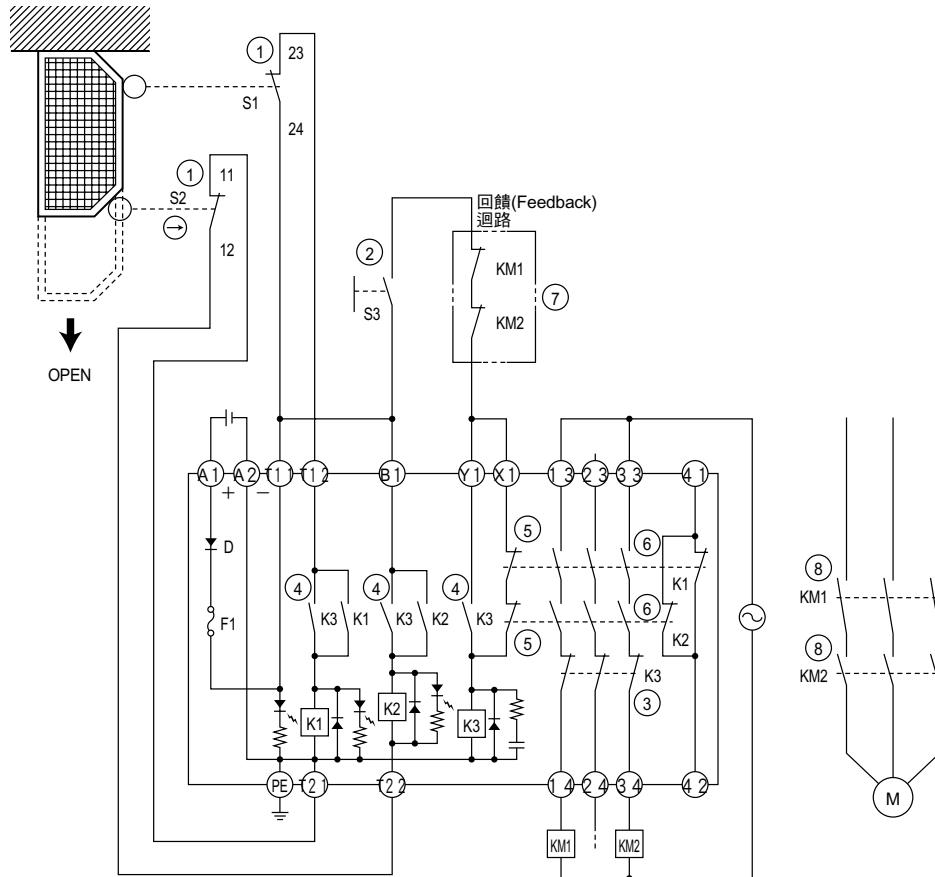
技術指南

(5) 使用介面繼電器回路進行自動檢查

啟動重置開關(Reset switch)並將電力供應至接觸器時，將透過介面用並聯繼電器回路自動檢查是否發生故障。無論回路發生任何故障，皆會停止該啟動動作並中斷電力，此即為安全控制回路的構成。

● 使用繼電器組件進行自動檢查的回路範例

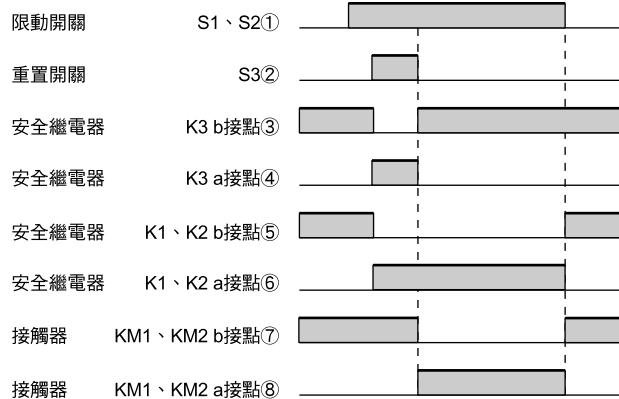
G9S-301型(DC24V) <限動開關2ch輸入>



故障檢測1：檢測出安全門開關處於閉路狀態(K1、K2)
 故障檢測2：檢測出介面繼電器及接觸器發生接點熔著(K3)

<通常為>

<異常時>



當接觸器的a接點⑧發生熔著的情形時，b接點⑦將會變成中立狀態(未導通的狀態)，因此電壓無法被施加至安全繼電器K3的線圈，安全繼電器K3亦無法動作。此時即使將重置開關2開啟，繼電器時序器也不會動作，因此不會造成其他危險發生。接觸器的輔助接點係是採用Mirror Contact。

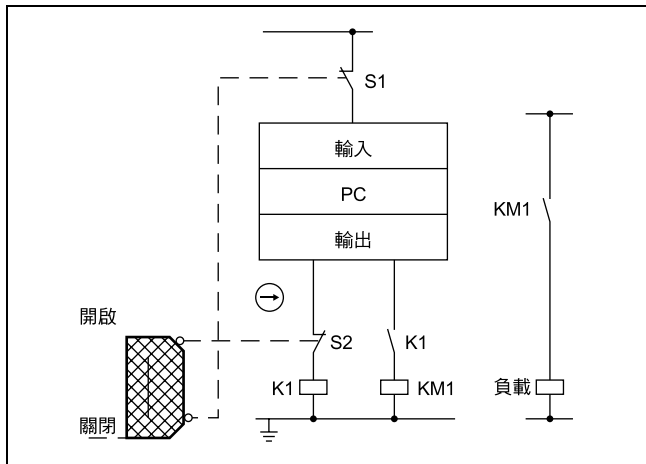
(6) 檢測單一故障的基本回路

可程式控制器一般用於監控安全相關功能、定期功能實驗或是備用裝置等用途。選擇可程式控制器時，必須使用符合 IEC61131 的規格之產品。

以下所示為使用可程式控制器來檢測單一故障時的基本回路範例。

- 開關 S1 於安全門開啟時，可解除傳送可程式控制器的輸入訊號，並將電源斷路。
- S2 開關備有能夠在故障發生時停止危險動作的安全防護功能。因此，S2 開關必須為具備直接開路動作的安全開關。
- 欲關閉 1 個電力負載回路，需要 1 個電源接觸器。

● 使用可程式控制器檢測單一故障之基本回路範例



(7) 檢測短路保護

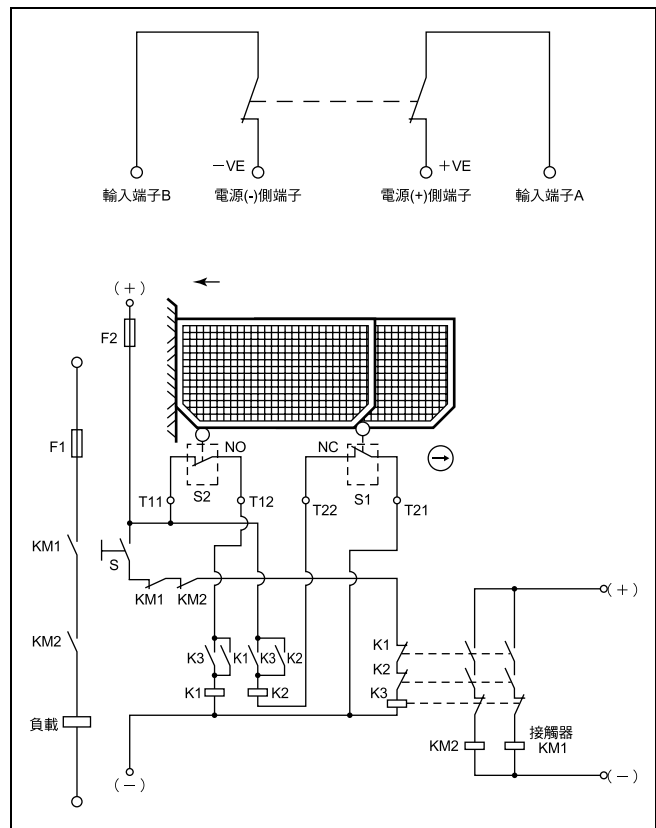
動作中的控制電氣回路若因為夾捏、高溫、撞擊、酸性物質等因素造成損壞時，有可能會在安全控制回路的導線上發生分路或短路的情形。

如果安全控制回路配備短路保護功能時，即可檢測出上述影響。要配備短路保護功能時，必須符合下列前提條件。

- (1) 該安全控制回路必須配備 2 通道輸入，而且每個通道必須分別備有 NC 接點。
- (2) 每個通道之間必須能夠產生電位差。

以下所示為配備短路保護功能的回路範例。

● 為 2 通道的開關輸入 增設短路保護功能時的回路範例



何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

(8) 緊急停止

緊急停止時須符合下列要求事項。

● 緊急停止裝置

- (1) 緊急停止裝置必須架設在由操作人員控制的每個控制工作站，以及需要緊急停止功能的其他操作工作站。
- (2) 必須架設在能夠將機械分成數個緊急停止區域，使操作人員能以目測輕易辨識、接近，且操作該裝置時不會造成危險的位置。
- (3) 緊急停止功能必須優先於所有功能及所有模式下的操作動作。
- (4) 必須配備停止類別0或類別1的停止功能。此類別的選擇取決於機械的風險評估。

停止功能的分類

停止類別0：(Stop Category 0)

無法透過即時將導入至機械驅動區的電源中斷之方式的停止類別(例如直接中斷主電源)來控制的停止動作。

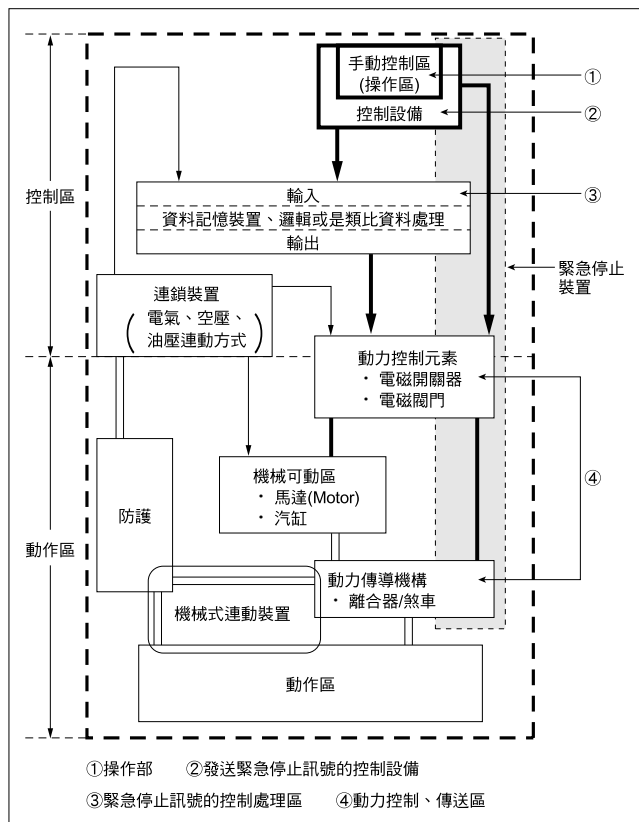
停止類別1：(Stop Category 1)

可透過控制回路所傳送的停止運轉指令，來啟動機械驅動區的停止功能(例如煞車)，並透過停止供應後續電源(例如切斷控制回路之電源)的類別來控制之停止動作。

停止類別2：(Stop Category 2)

在持續供應電力至機械制動器驅動區的狀態下之停止動作。

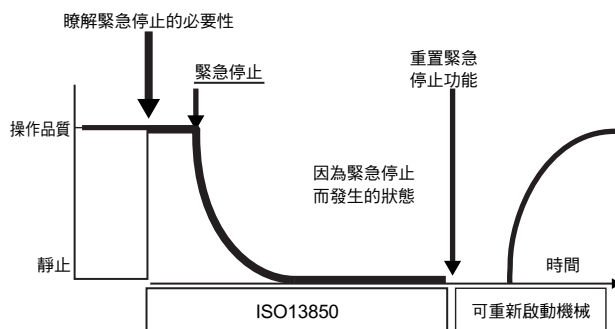
- (5) 不得單獨使用可程式控制器來構成緊急停止回路。尤其禁止將可程式控制器使用在停止類別0的緊急停止用途上。
- (6) 若配備有多個緊急停止裝置時，必須等到所有操作過的緊急停止設備重置後才能將回路復原。且不可使用重置方式重新啟動設備。
- (7) 不得將緊急停止裝置作為安全防護門或是安全設備類產品的替代用途。最多只能當作備援用途。



緊急停止裝置

● 緊急停止之相關要件

在ISO13850中已經針對緊急停止按鍵、拉繩開關(Rope Switch)或是腳踏板等緊急停止設備的特定功能及設計的相關原則加以定義。根據ISO13850的規範所架設的裝置係能夠符合緊急停止之應用範圍。其設計如下圖所示。



遵循IEC60204-1規範的緊急停止功能要件如下：

- 關閉其他所有的功能及所有模式下的操作。
- 為避免發生其他危險，應盡快停止供應電源至有可能產生危險的機械。
- 避免透過重置的方式重新啟動機械。

根據IEC60204-1所定義的規格，其應用範圍又分為各種不同的停止類別。選擇類別時必須取決於機械的風險評估結果。

4. 存在檢測

(1) 安全的基本原則

安全的基本原則可大致分為以下二類。

(1) 在完成安全確認前，應避免啟動機械及設備。

(2) 一旦偵測出危險時，必須將機械停止。

為確保安全，必須採取能夠檢測到進入或存在於危險區域中的工作人員，並可順利排除危險的安全對策。

(2) 安全規範

以下所示為各國在各種規格及方針中，針對檢測人員之存在與否的要求事項之規定。

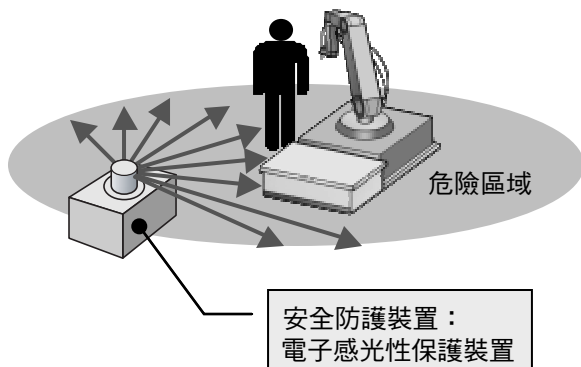
- 「機械之總括性安全基準之相關方針」：日本厚生勞動省附表2針對機械危險源之安全防護方法
當作業員為了進行作業而可能需要通過機械的開口區，並且讓身體進入安全防護區域內時，必須設置能夠檢測出該安全防護區域內是否有作業員存在的裝置。
- ANSI/RIA R15.06：美國機器人之相關安全規格
第10.4.7項啟動及重新啟動
當作業員需要進入安全防護區域內時，必須保護作業員避免因為機器人/機器人系統不慎啟動/重新啟動所導致的意外。(中略)若無法清楚辨識安全防護區域，並啟動及重新啟動生產單元(Cell)時，則必須提出如何檢測存在於無法辨識之位置的作業員的方法。最理想的方式係採用自動檢測的方法。最理想的方式係採用自動檢測的方法。(後略)
- EN201：歐洲射出成形機的安全規格
第5.3.1項
當作業員的身體有可能完全進入可動防護閘門和模具之間時，必須設置能夠檢測作業員存在的設備。

(3) 檢測方式

存在檢測方式可以大致分為下列2種方式。

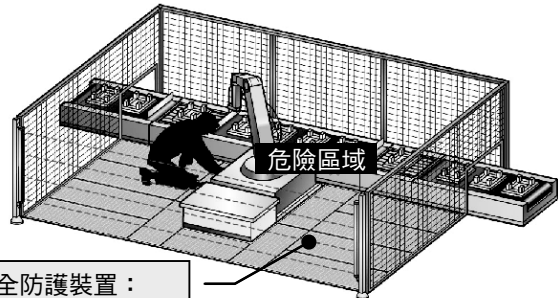
● 反射光方式

特長：可較自由地設定防護區域。



● 壓力檢測方式

特長：優良的耐環境性。



(4) 安全距離

即使人體進入危險區域，也必須在其抵達危險區前將機械停止。

機械的危險區和保護裝置之間所必須設置的最短間隔距離，即稱做安全距離。

關於計算必要的安全距離的方法，請參閱第161頁。

(5) 動作原理

● 壓力檢測式保護裝置

如圖1所示，當作業員的腳踩到安全踏墊時，內部的2片薄版(plate)就會互相接觸，並且由控制器負責進行檢測及輸出。

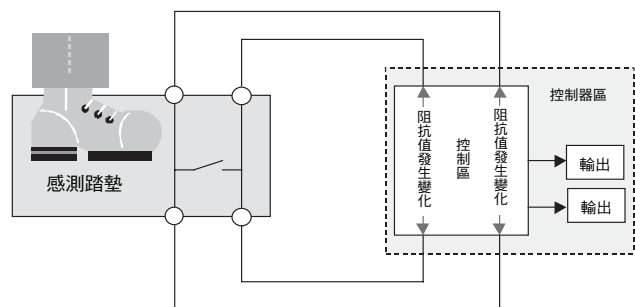


圖1 壓力檢測式保護裝置

● 電子感光性保護裝置

如圖2所示，裝置會發射雷射光束，並根據該光束碰到周遭物體後反射及受光所需的時間，計算出裝置到物體之間的距離。

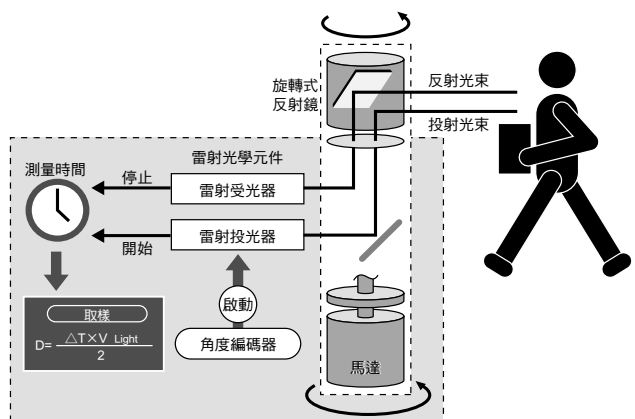


圖2 電子感光性保護裝置

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

5. 雙手控制器

為避免作業員接近處於危險狀態下的危險區域的方法之一，係在特定位置設置雙手控制設備。

關於設計雙手控制設備時的指導原則，在ISO13851 (雙手控制設備、功能面、設計原則)中已記載了設計雙手控制設備時的主要安全規範。

註. 於實際進行設計時，請遵循本規格所述的細部規定。

(1) 主要特性

分為I、II、III三種類別，而本手冊係依據風險評估的結果，記載安全類別3及4所使用的類別III的主要特性。

- (1) 使用雙手同時啟動設備。
- (2) 透過2個輸入訊號輸出1個輸出訊號。
- (3) 當某一個或是2個輸入訊號關閉時，輸出訊號必須同樣為關閉狀態。
- (4) 輸出訊號重新啟動的條件係為關閉2個輸入訊號。
- (5) 在2個輸入訊號的時間差小於0.5秒的限制條件下，即可進行同步啟動輸出。
- (6) 如何避免偶發啟動及無效化：請參閱下一項的說明。

(2) 避免偶發啟動及無效化

1. 使用單手避免無效化

兩台啟動設備之間的水平距離至少必須間隔260mm以上(內側尺寸)。

註. 若在兩台啟動設備之間設置遮蔽物以避免無效化之情形發生時，則不在此限。

2. 使用同一邊的手臂及手肘來避免無效化

兩台啟動設備之間的水平距離至少必須間隔550mm以上(內側尺寸)。

註. 若在兩台啟動設備之間設置遮蔽物以避免無效化之情形發生時，則不在此限。

3. 使用前臂或手肘來避免無效化

設置防護蓋或柵欄

4. 使用單手及身體的其他部位來避免無效化

為了使用單手及身體的其他部位(膝蓋、腰部等)來避免無效化，因此啟動裝置應設置在距離地面或操作水平1100mm以上的位置。

註. 安全距離

計算啟動裝置和危險區域之間的安全距離時，必須根據EN999的規範，考慮操作者手部的動作速度、啟動裝置的回應時間、排除機械危險源的危險時所需的最長時間等因素。

5. 代表性的架設範例

圖1所示為考慮第2.1~2.3項的條件後，再架設雙手控制設備的代表性結構範例。

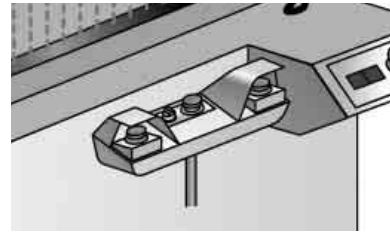


圖1

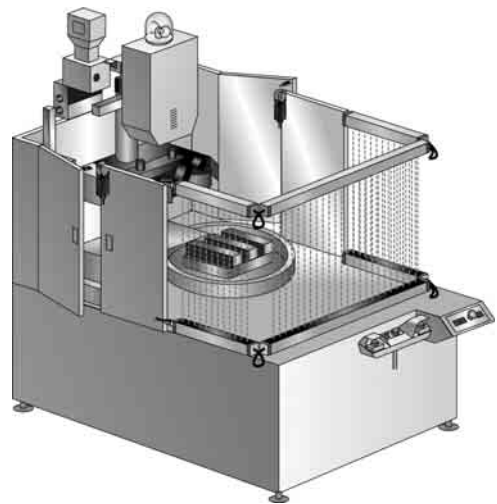
(3) 回路連接範例

1. 使用安全繼電器組件的回路連接範例

使用雙手控制設備專用的安全繼電器組件(G9SA-TH301型)及按鍵開關(A22型)的回路連接範例如192頁所示。

2. 使用安全控制器時的回路連接範例

以下圖的鉚接機為代表範例，使用安全控制器(F3SX型)、安全光柵(F3SN-A型)及按鍵開關(A22型)時的回路連接範例如第193頁所示。



6. 功能安全技術

過去並無可驗證電子零件或軟體等技術安全性的方法，因此十分難以達成安全的應用。然而近幾年來，希望將此類裝置用於安全方面之要求逐漸增加。

因此，即使將電子設備或可程式裝置用於安全裝置上時，仍希望透過「安全裝置能夠在必要時確實動作」的可靠性來驗證其安全性，而衍生了所謂功能安全的思維。

在此的可靠性所指的是「對於人員造成的風險必須低於社會所規定的容許風險」，同時還需要具備以下要素。

1. 定期進行確認實驗，以避免潛在性的危險
例如透過自我診斷方式檢測出故障
2. 針對組件品質劣化及壽命之可靠性
例如掌握每個零件可能發生功能失效的機率
3. 系統的可靠性
確定某一種危險的防護措施不會招致其他危險的發生

一般的功能安全規格主要是以2000年開始生效的IEC61508為代表。IEC61508根據不同的類別更進一步地劃分了細部規格，工業機械類別所適用的係為IEC62051。詳細資訊請參閱該規格之內容所示。

IEC61508等一連串的規格中，係透過SIL (Safety Integrity Level：安全整合等級)將安全功能之要求事項定義為特定參數。目前正針對機械範疇，檢討如何和ISO13849所定義的安全類別加以整合。

(源自「NECA (日本電氣控制設備工業會)安全指導書」)

符合IEC61508的商品



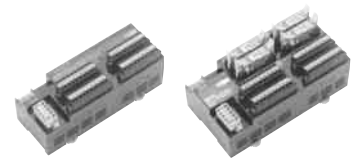
G9SX型



F3SX型



NE1A-SCPU01型



DST1型系列

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

何謂安全零件

當成功建立預防機械災害的基本原則，並達成機械安全性之目的時，安全相關控制系統部分就會衍生出對於安全零組件的需求。

●機械指令的定義

根據機械指令第1條的規定，安全零組件的廣義解釋定位如下：

- (1) 為達到安全功能之目的而銷售至市場的零件
- (2) 會因為該零件發生故障或功能不全，而威脅到作業員的健康及安全者。

●機械指令中的指定品項

具體來說，附屬文件IV已將下列5種零件指定為安全零組件。

- (1) 電子作業員檢測專用感測器
- (2) 邏輯單元(用於確認雙手操作裝置的安全功能)
- (3) 沖床專用保護螢幕
- (4) 翻覆防護結構(ROPS)
- (5) 掉落物防護結構(FOPS)

●OMRON的安全零組件

OMRON的安全零組件，係為上述的廣義零件，以及規定必須用於安全相關控制系統的安全相關零件(safety-related Parts)等的總稱。

●安全零組件的功能

於設計安全相關控制系統時，必須加入在連鎖裝置發生故障時也能將危險發生的可能性最小化的考量。安全零組件類必須備有針對規格中規定開關之直接開路動作機構，或是針對繼電器的強制導通接點機構；而此設計能讓這些功能在架構該控制系統的過程中發揮其效用。

接下來將針對於開發安全功能時一般所使用的安全零組件加以說明，關於OMRON的安全零組件產品系列，請參閱F-32~F-39的詳細說明。

1. 緊急停止開關 (Emergency Stop Switches)

●緊急停止功能的相關規格：ISO13850、IEC60204-1

和緊急停止之應用方面最具關連性的規格為ISO13850及IEC60204-1。

ISO13850中包含了功能的特定面及設計之相關原則。IEC60204-1則為和機械安全性-機械的電氣設備相關的規範。

●緊急停止設備

1. 型式

代表性的緊急停止設備包含下列型式。

- 按鑰匙(Key)式操作開關
- 自動捲動式操作開關

2. 要求事項

- 電氣接點必須配備直接開路動作機構。
- 配備維持機構，而且在進行手動回復前，必須能夠機械性地維持其停止位置。
- 操作區必須是紅色香菇頭形，背後或四周的底色必須是黃色。
- 若將電線當做制動器使用時，必須考慮下列事項。

- (1) 緊急停止訊號發生前電線的變位量
- (2) 最大變位量
- (3) 電線和距離最近的機械之間的空間距離
- (4) 操作必須力
- (5) 使用醒目標示，讓操作人員更容易確認。
- (6) 當電線被切斷或是脫落時，必須能夠自動發出緊急停止訊號。

2. 安全開關 (Safety Switches)

安全開關係為透過直接開路動作機構，在接點熔著時亦能確保安全功能之開關。

(1) 保護閘門的監控及連鎖裝置

保護閘門的監控及連鎖開關係採用停止供應電源至機械的方式，因此成為可避免危險狀態發生的最重要的防護裝置之一。

決定要使用保護圍欄來保護機械時，必須設置為僅能藉由保護閘門進入危險領域之形式。當保護閘門開啟時，採用機械動作方式的位置檢測器即會使機械停止。為確保人員的安全，圍欄內的所有保護閘門必須裝設採用機械動作方式的位置檢測器(安全限動開關)。基本條件為當保護閘門開啟時，必須在人員接近機械正在動作的危險部位前，即時停止該機械的動作。

關於連鎖裝置最重要的選擇基準：

- 使用條件及使用目的(ISO12100-1)
- 機械所存在的危險(ISO12100-1)
- 可能發生之損傷的重大程度
- 連鎖裝置的故障機率
- 停止時間及存取時間之相關考量事項
- 存取的頻率
- 人員持續暴露於危險下的時間
- 功能之相關考量事項

位置檢測開關必須在正向模式下動作。而位置檢測開關的NC接點必須採用直接開路動作機構。(IEC60947-5-1)

連鎖開關必須採取無法輕易使其無效化的設計方式。即是，作業人員無法透過手動作業的方式，或是使用能夠輕易取得之物品蓄意將連鎖開關無效化。

判斷為能夠輕易取得之物品

- 螺絲、鐵絲、板金的片段
- 鑰匙、錢幣、或是用於機械的必要工具等日常使用的物品

(2) ISO14119規格

在歐洲規格ISO14119「對應保護閘門之連鎖裝置」中，提供了連鎖裝置的指導方針，並且已經預設該連鎖裝置會同時使用到和電子機械開關相關的IEC60947-5-1規範。

(3) 保護閘門監控之相關要件

如同風險評估(ISO14121)所定義的內容，門禁監控的意義在於保證安全門能夠保護危險領域一事。

感測器與訊號處理必須遵循所有必要的基準及指令。

- 設計開關時，必須使其能夠承受所有預先考量到的外來壓力，以及可預期的壓力。
- 開關必須遵循安全規格。尤其務必要使用直接開路動作機構。
- 進行開關及訊號處理的機械性設計時，必須考量備援性及多樣性的原則。
- 在設計訊號處理時，必須遵循風險評估中所定義的ISO13849-1對於各類別的規定。

(4) 保護閘門連鎖裝置之相關要件

當機械停止所需的時間大於人員到達危險領域所需的存取時間時，則必須使用附保護閘門鎖定的連鎖裝置。

基於下列目的，裝置位於關閉位置時保護閘門將會被鎖定，並且連接至控制系統。

- 在保護閘門關閉以及鎖定前，機械無法進行任何動作。
- 在排除風險前，保護閘門會繼續維持鎖定狀態。

如將裝置運用於需要頻繁存取的用途時，則必須選擇能夠以最低限度之動作來妨礙保護閘門的連鎖裝置。

此時，必須考慮到使用目的、使用條件、風險評估、停止時間、存取時間等必要條件。

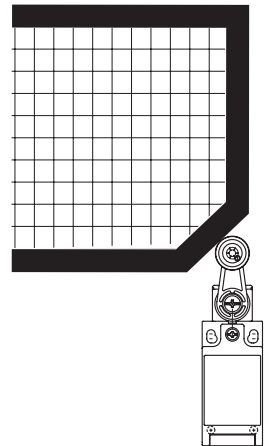
● 機械動作裝置

機械動作又分為下列3種類型。

1. 藉由操作凸輪來進行動作

如果使用1個檢測器時，必須在正向模式下動作。正向模式雖然還具備其他特徵，但其主要目的係在於防止檢測器輕易地被設定為無效化之情形。

只要將凸輪和檢測器裝設在外殼內，即可達到更高階的防護效果。



何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

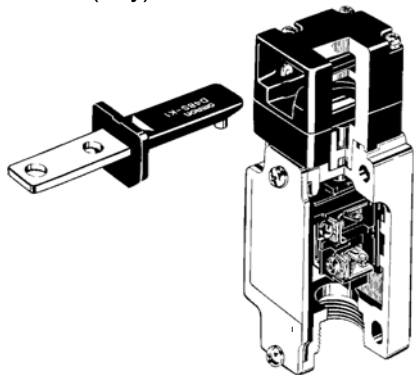
安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

2. 藉由操作鑰匙(Key)來進行動作



使用操作鑰匙(Key)的開關，其設計原理在於避免開關輕易地被設定為無效化之情形。

需要使用專用操作鑰匙(Key)。

此類開關適用於滑動式、鉸鏈式、以及上升式的保護閘門。主要係作為連鎖裝置之開關來使用。

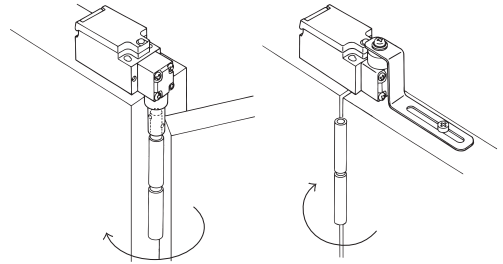
此類開關的缺點是只要使用非保護閘門附屬的操作鑰匙(Key)，即可將開關無效化。

透過以下方法可避免開關被設定為無效化之情形。

- 使用物理性障礙物或屏蔽來避免備用的制動器進入保護閘門。
- 使用永久性的方法(焊接、鉚接、「單向螺絲」等方法)將操作鑰匙(Key)和保護閘門互相接合，提高拆卸的困難性。

3. 透過鉸鏈動作

欲使鉸鏈式安全門開關無效化係為一項困難的事情，而此亦為鉸鏈式安全門開關十分優異之特徵。另一特徵，係為可輕易使用操作鑰匙(Key)方式開關受限於適用最小半徑的限制，而無法實現的小型開關保護。然而如將此開關使用於較大的安全門，則需再多加注意。設計寬廣的安全門在開啟時，有可能會出現巨大的空隙。



何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

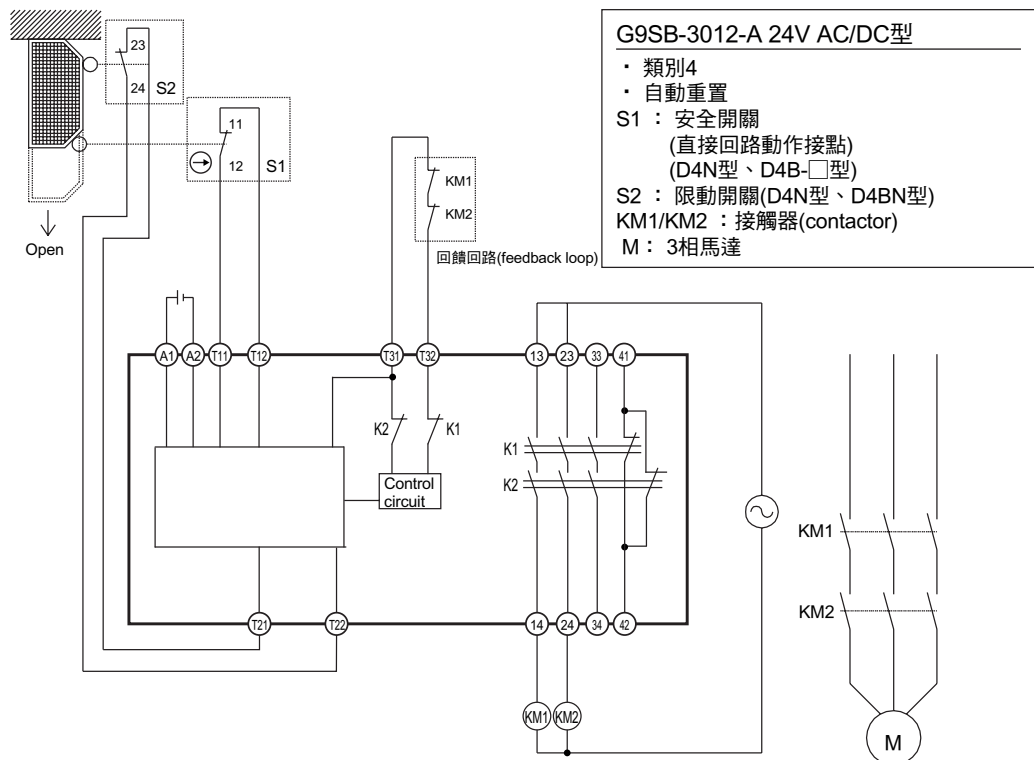
安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

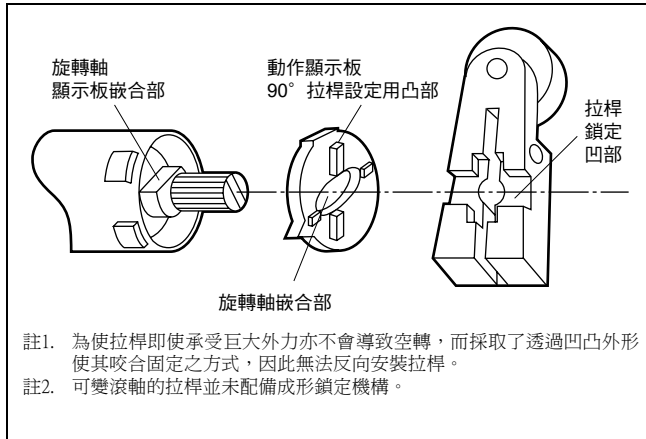
(5) 範例回路

以下所示為安全門開關的回路範例。

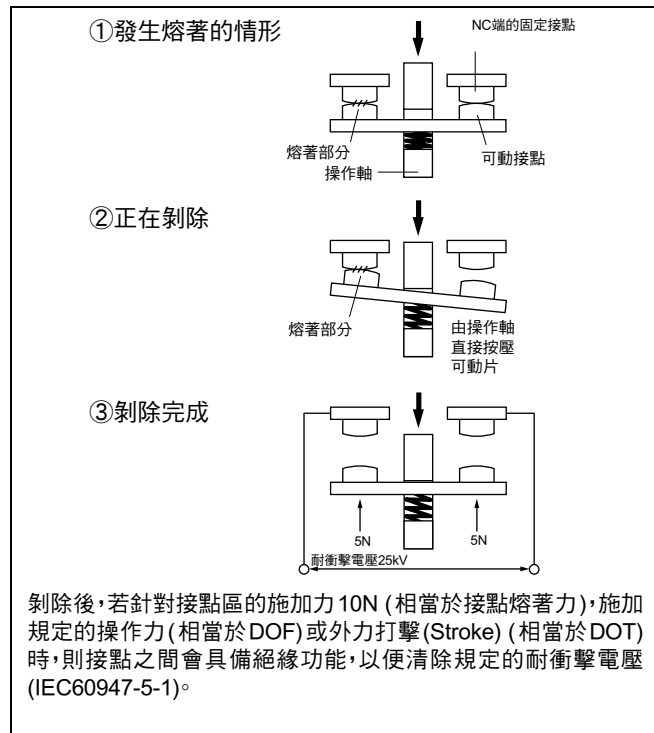


(6) 成形鎖定機構 (Formlock Mechanism)

使用安全限動開關時，為了避免在接點熔著時制動器因外來的不當施力而變形或鬆脫，因此直接開路動作機構的相關構成組件必須使用不具彈性，且外形為凹凸面的零件以便互相咬合固定。下圖所示為使用旋轉軸及拉桿時的範例。



(7) 直接開路動作機構 (Direct Opening Mechanism)



(8) 接點架構

設計電氣回路時所使用的圖示符號規範於EN60617當中。

由於EN60617已經和國際規格IEC60617及JIC C 0617完成整合，因此於設計時必須遵循上述規格對於圖示符號的規定。

操作說明書中所使用的接點符號係引用EN60617的規定，如下圖所示。

接點圖	接點符號	接點形式	符合機型	補充說明
		Y	A165E型 A22E型	2端子雙斷型
		Za	D4B-N型(突跳型(Snap Type))	<ul style="list-style-type: none"> 4端子雙斷型: 透過1個可動接觸片進行開關動作。 無法以異極或不同種類的電源連接。
		Zb	D4B-N型(突跳型(Snap Type)) D4BS型 D4BL型 D4N型 D4NS型 D4N-R型 D4NH型 D4NL型 D4GS-N型 D4F型 D4JL型 D4GL型	<ul style="list-style-type: none"> 4端子雙斷型: 2個可動接觸片已經過電氣絕緣處理。 能以異極或不同種類的電源連接。 <p>於說明圖中，11~12之間相當於直接開路動作端的接點。</p>

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

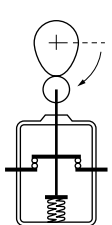
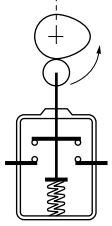
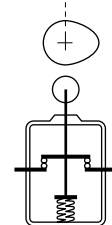
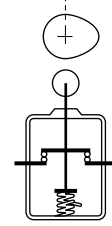
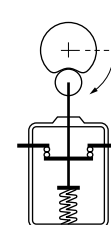
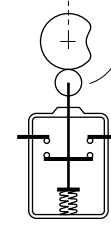
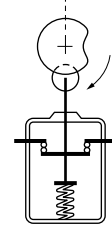
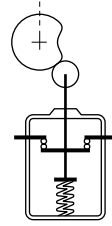
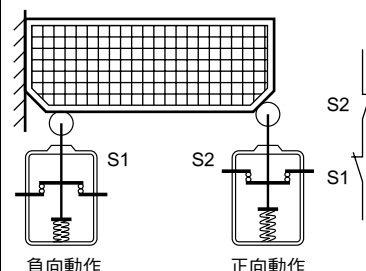
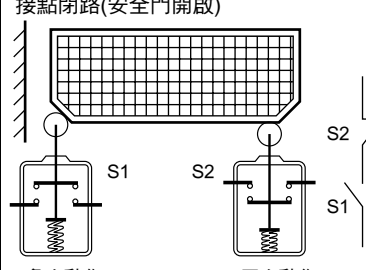
安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

(9) 負向動作及正向動作 (Negative Operation and Positive Operation)

	(A)負向動作		(B)正向動作		(C)由負向動作及正向動作所組成的動作
安全性	一般情況下,請勿在有安全性需求的地方單獨使用負向動作的開關。		相較於負向動作,正向動作具有較高的安全性,因此若單獨使用開關時,建議採用此種動作模式。		能夠獲得比正向動作更高之安全性。
類別	B或1 (需使用通過認證的產品)		B、1、2、3、4		B、1、2、3、4
動作狀態	正常的動作狀態	異常的動作狀態	正常的動作狀態	異常的動作狀態	正常的動作狀態
	<p>接點閉路 (安全門關閉)</p>  <p>接點閉路 (安全門開啟)</p> 	<p>a) 因接點熔著導致不良復歸 (安全門開啟)</p>  <p>b) 因彈簧破損而導致不良復歸 (安全門開啟)</p> 	<p>接點閉路 (安全門關閉)</p>  <p>接點閉路 (安全門開啟)</p> 	<p>a) 因凸輪磨損而導致無法開路 (安全門開啟)</p>  <p>b) 因凸輪位置偏移而導致無法開路 (安全門開啟)</p> 	<p>接點閉路(安全門關閉)</p>  <p>負向動作</p> <p>正向動作</p> <p>接點閉路(安全門開啟)</p>  <p>負向動作</p> <p>正向動作</p>
接點開路方式	使用開關內部的彈簧之彈力將接點開路		使用凸輪或凸牙 (Dog) 等外部操作零件直接將接點開路		透過負向動作及正向動作之組合將接點開路
適用的接點	安全限動開關的NO端接點		安全限動開關的NC端接點()		NO接點+NC接點()
特徵	優點	當凸輪發生磨損、位置偏移或意外被卸下之情況時,故障安全 (Fail safe) 功能就會開始動作。	即使接點熔著或彈簧損壞,制動器也會直接對接點進行強制開路的動作。		將相異的負向動作及正向動作模式的開關組合後,即可互相彌補其缺點。
	缺點	即使接點處於開路狀態,也會因按下制動器或是碰觸到物體而輕易變成閉路狀態,因此可能會發生較突發性的危險。	當凸輪發生磨損、位置偏移或意外被卸下之情況時,接點可能會有變成閉路狀態的危險。		即使單邊的開關故障,也無法立即顯示該故障狀態,而且有可能會視其為正常狀態而繼續動作。

註: 選擇上述商品時,請參閱F-12-F-13頁的「安全限動開關」後再加以選擇。

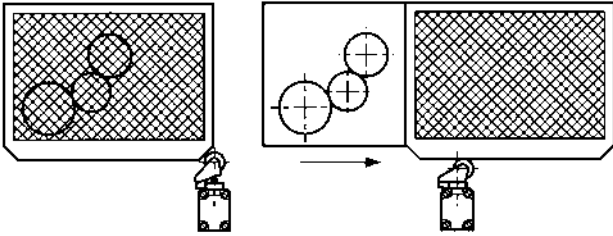
何謂機器之安全性
安全規格
安全功能
安全零組件
安全類別之電路範例
電路連接範例

技術指南

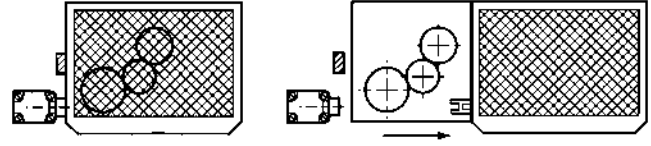
(10) 安裝注意事項

為確保安全性，請務必遵守下列條件。

● 開關的安裝方法

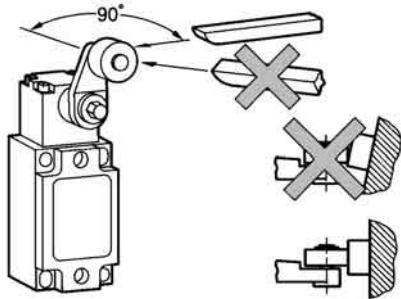


使用安全限動開關來確認保護閘門的安全性時，不可將開關安裝在保護閘門開啟時可以輕易觸控到的位置。



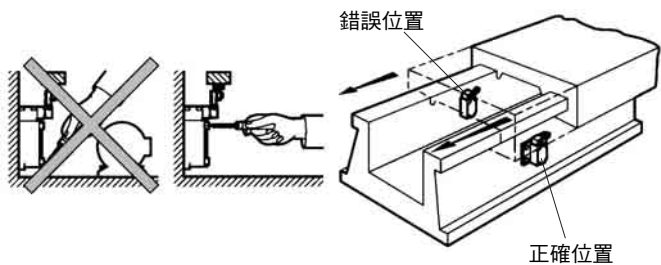
欲確認保護閘門或是可拆卸式保護套的安全性時，建議您使用D4BS型等採用操作鑰匙(Key)方式的開關。

● 凸牙的安裝方法



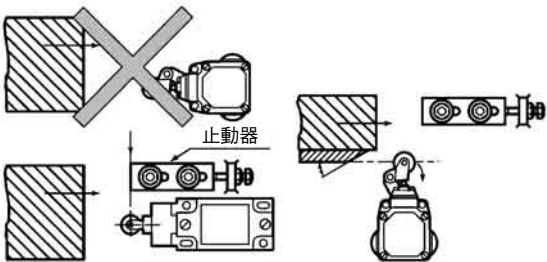
為了避免導致裝置提前故障，請勿在不符合規定的凸牙(Dog)角度、操作速度或是操作方向下使用。

● 安全開關的安裝方法



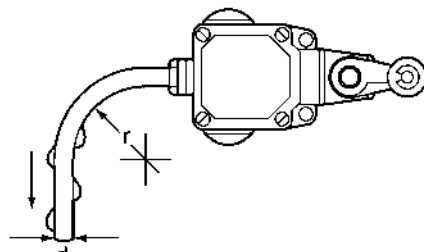
請將安全開關設置在容易更換以及容易進行維護作業的地方。請務必安裝在外側，而不要設置在機械可動部分的內側。

● 開關的保護方法

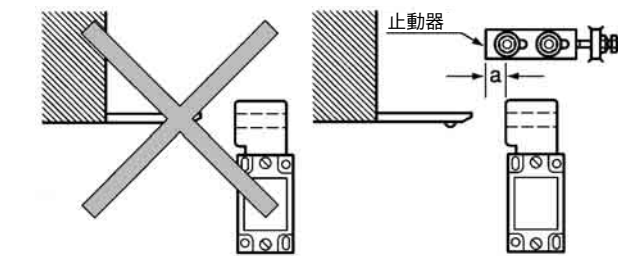


(使用安全限動開關時)
請安裝止動器 (Stopper) 以避免因為制動器動作以及過度衝程 (Over-travel) 等情況因而造成開關損壞。

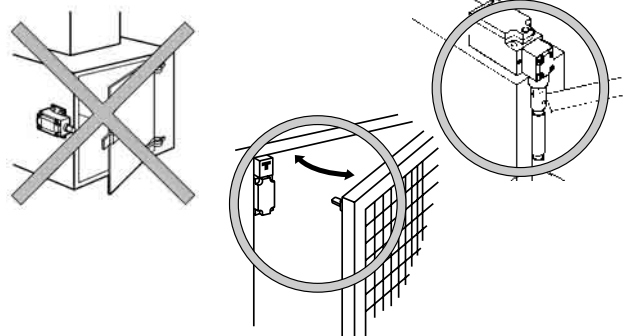
● 拉線的方法



為確保拉線口的密封性，請將密封膠帶纏繞在接頭的出線口 (Conduit)。纜線的最小半徑r至少需為 $r \geq 5d$ 。



(使用安全門開關時)
請勿將開關本體用來當作止動器 (Stopper) 使用。設置固定器的目的在於保護裝置本體及操作鑰匙 (Key)。另外，調整設置位置 (a) 時，必須在操作鑰匙 (Key) 的設置區域內進行調整。



如因保護套開啟而可能導致手放入危險位置時，必須安裝採用操作鑰匙 (Key) 方式的開關。

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

3. 安全光柵 (Safety Light Curtain)

安全光柵係透過遮光的方式檢測是否有作業員侵入機械的危險領域，並能夠讓機械在安全狀態下停止以避免傷害作業人員的一種感測器。不同於一般的感測器，安全光柵的設計原理係針對內部故障，採取硬體/軟體互相搭配的方式，使裝置能夠經常在安全狀態下動作之安全確認型感測器。以下為F3SJ/F3SN型能針對哪些故障・異常確保「安全性」之歸納。

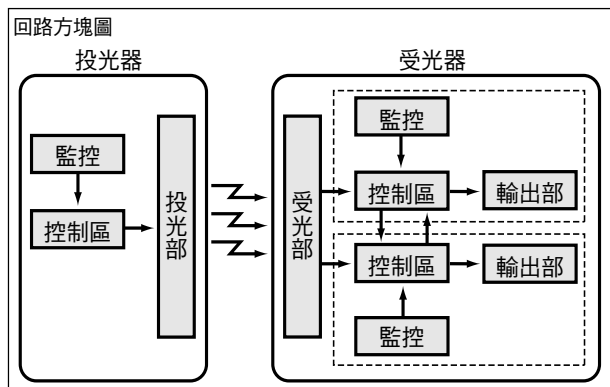
●F3SN-A/F3SJ型的安全設計



(1) 符合機械指令

上述內容為安全光柵的安全基準，而同時也是機械指令的重要安全要求事項，在IEC61496等國際規格中明確規範了滿足這些要求事項的方法。IEC61496-1規定4ESPE類型必須能夠針對3項累積故障確保其安全性。因此，F3SJ型、F3SN-A型、F3SH-A型、F3SL型、F3SS型必須採用雙CPU互相檢查及訊號處理回路、輸出回路雙重化的安全設計，以及用於證明上述安全動作無虞的FMEA*分析，如此才能夠徹底達到安全性的目標。

* FMEA : Failure Model & Effects Analysis
故障模式與效應分析

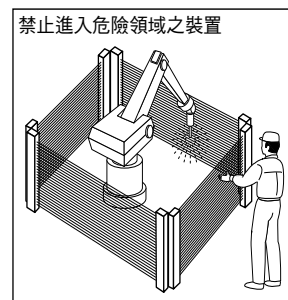


(2) 應用

F3SJ型、F3SN-A型、F3SH-A型、F3SL型安全光柵、F3SS型單一光束(Single Beam)安全感測器，同時也能用在危險度最高的機械上。(EC機械指令類型4)

可用於依機械危險度為基準之安全相關零件的類別B、1、2、3、4 (ISO13849-1)的所有應用範圍。另外，屬於類型2安全光柵的F3SN-B型、E3FS/E3ZS型單一光束感測器還可用於類別B、1、2等應用範圍。

*請和專用的控制器一起搭配使用。



(3) 沖床的安全規格

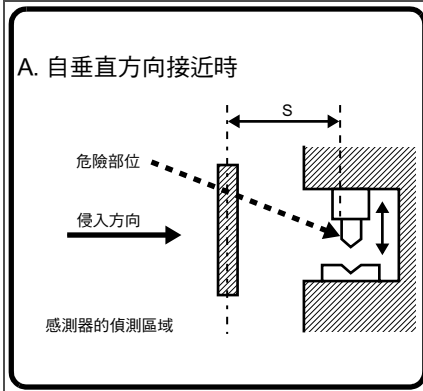
如欲將安全光柵使用在日本國內的沖床機械時，該安全光柵需為通過日本勞動安全衛生法第44條之2所規定的「型式檢定」之合格商品。由於F3SJ型、F3SN型、F3SH型、F3SL型並未接受「型式檢定」，因此無法用來當作勞動安全衛生法第42條所規定的「沖床機械或剪床機之安全裝置」使用，請特別注意。

(4) 安全距離

設置安全光柵等人體檢測裝置時，在人體侵入檢測區域並達危險區之前將機械停止所需之最短距離，係規定於EN999等規格中。

● 根據ISO13855 (EN999)計算安全距離的方法

安全距離(S)=人體的接近速度x回應時間+取決於感測器檢測能力的追加距離

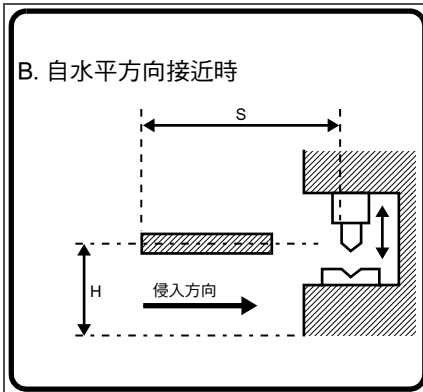


◎ 手指・手臂的檢測

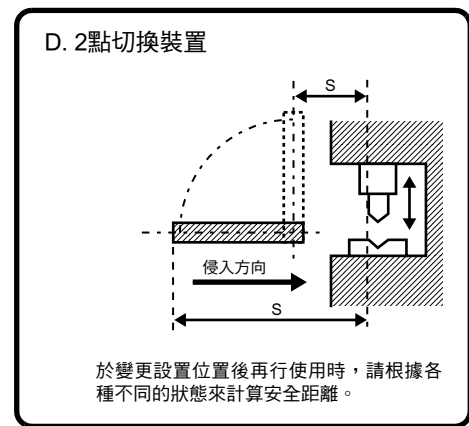
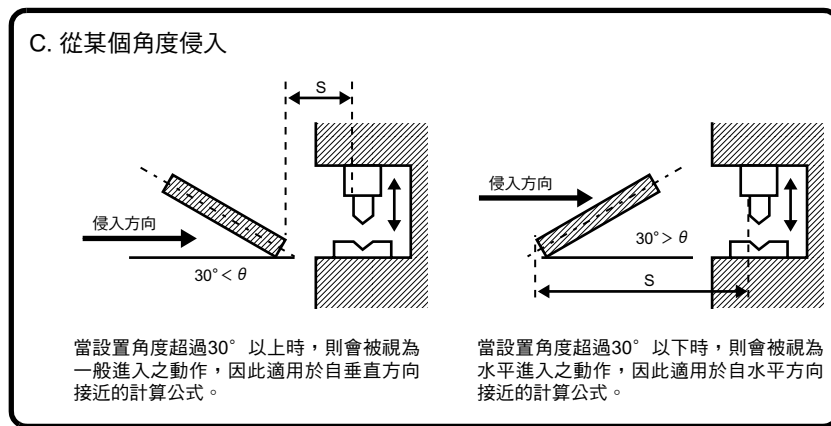
- $S = (K \times T) + 8 \quad (d \leq 40)$
 K=2,000mm 《假想的手指侵入速度》
 T=機械的最大停止時間+光柵的回應時間
 d=光柵可檢測的最小物體值
 ※當 $S \leq 100\text{mm}$ 時， $S=100\text{mm}$
 當 $S \geq 500\text{mm}$ 時，以 $K=1,600$ 重新計算，
 當計算結果為 $S \leq 500\text{mm}$ 時， $S=500\text{mm}$

◎ 人體的檢測

- $S = (K \times T) + 850 \quad 40 < d \leq 70$
 K=1,600mm 《假想的人體步行速度》
 T=機械的最大停止時間+光柵的回應時間
 C=850mm 《假想手臂是以伸直的方式侵入》



- $S = (K \times T) + (1,200 - 0.4H)$
 K=1,600mm 《假想的人體步行速度》
 T=機械的最大停止時間+光柵的回應時間
 H=光柵的設置高度。
 =15 (d-50)
 ※H不得超過1,000mm。
 ※如超過300mm (用於工業以外之目的則為200mm)時，則有可能導致被捲入下方的危險性。因此在風險評估時必須考量此項因素。
 ※使用安全踏墊檢測人體侵入時。
 $S = (1600 \times T) + 1200$



一般方式		$S \times K \times T \times C$
$d \leq 40\text{mm}$	$100\text{mm} \leq S \leq 500\text{mm}$	$S = (2000\text{mm}/s \times T) + 8 \quad (d - 14\text{mm})$
	$S > 500\text{mm}$	$S = (1600\text{mm}/s \times T) + 8 \quad (d - 14\text{mm})$
$40\text{mm} < d \leq 70\text{mm}$		$S = (1600\text{mm}/s \times T) + 850\text{mm}$
單一光束		$S = (1600\text{mm}/s \times T) + 1200\text{mm}$

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

(5) 無效化功能(IEC61496-1)

可暫時停止安全光柵的檢測功能，且無論輸出動作係為安全光柵的入光・遮光，皆能自動維持ON狀態的功能即為無效化功能。使用無效化控制器(F3SP-U2P型)或安全光柵(F3SI型+安裝無效化護套)，即可在安全光柵上追加無效化功能。過去，每當AGV或搬運用棧板等通過檢測區域時，都會透過光柵遮光的方式停止製程。追加無效化功能後，則只會人體侵入時將安全輸出關閉，工件通過時將自動維持安全輸出。如此一來，不需要停止生產線即可繼續進行原有的作業。然而，在無效化的過程中，安全檢測功能也會被設定為無效化，因此這時候即使有人體侵入，也無法對危險源傳送關閉之訊號。

●設置方法

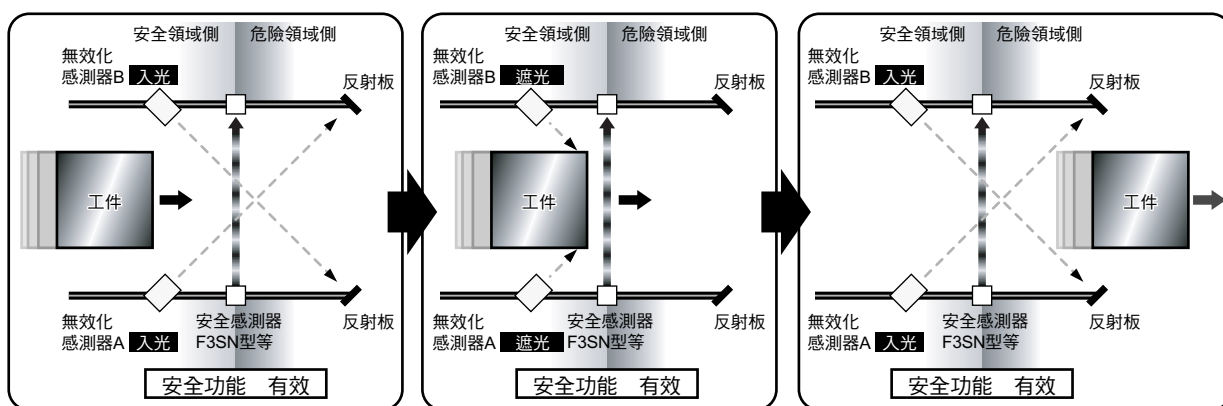
如何設置無效化功能

例：安全光柵(F3SN-A型)x1組

無效化控制器(F3SP-U2P型)x1

無效化感測器(E3Z-R81型)x 2

無效化顯示燈(本公司建議使用產品)x 1



(註)暫時無效化(Muting)控制器F3SP-U2P型以暫時無效化(Muting)感測器A、B的檢測時間差來判斷所通過的工件與人體。調整暫時無效化(Muting)感測器A、B的設置場所或檢測方向時，請避免因人體通過而造成兩者的光線均被遮斷之情況。

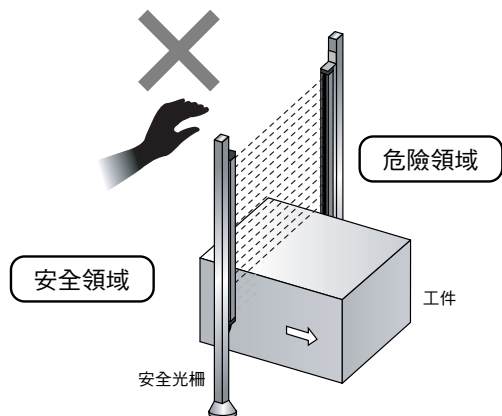
欲區分工件和人體之間的差別，必須透過多台無效化感測器來判斷。當無效化感測器的安裝位置不適當時有可能會導致危險狀態，因此選擇無效化感測器，或是決定設置地點、檢測方向等事項時，必須由相關人員進行風險評估後再行使用。詳細內容請參閱無效化控制器(F3SP-U2P型)的使用說明書。

●使用注意事項

裝置正處於無效化狀態時，告知周遭的作業人員目前之狀態係為非常重要之事情。因此必須在裝置上加裝無效化顯示燈。另外，F3SP-U2P型可強制進行無效化的超載(Override)功能。由於會清楚地將安全輸出無效化，因此於使用時必須仔細考量其相關的安全性。

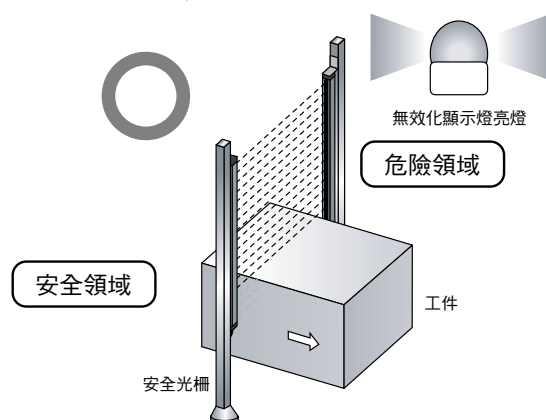
<錯誤使用範例>

- 未設置無效化顯示燈
- 在無效化的過程中接近危險源



<正確使用範例>

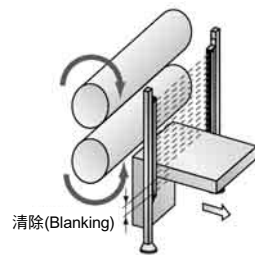
- 設置無效化顯示燈，並讓周遭的作業人員知悉目前安全檢測功能正處於無效化的狀態。
- 不在無效化的過程中接近危險領域。



(6) 清除應用

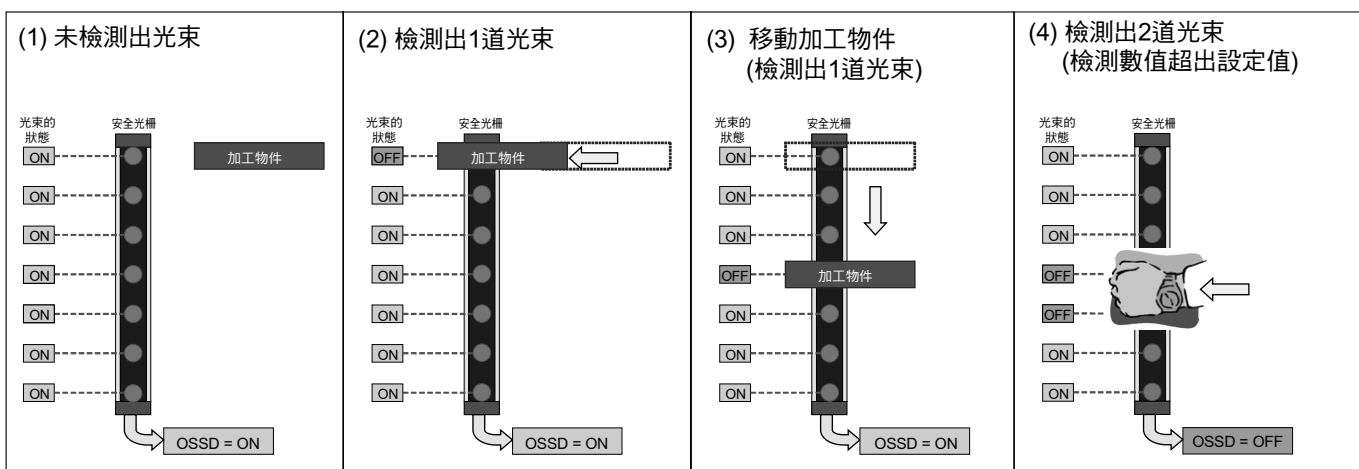
● 固定清除(Fixed Blanking)

部分的應用領域會發生光柵的安裝問題。因此，如果能夠將檢測範圍中的部分範圍無效化，將有助於解決此問題。使用清除功能後，即可指定安全光柵無法遮斷的特定光軸。此為固定清除功能。被設定為無效化的光軸必須使用機械式保護閘門加以保護。



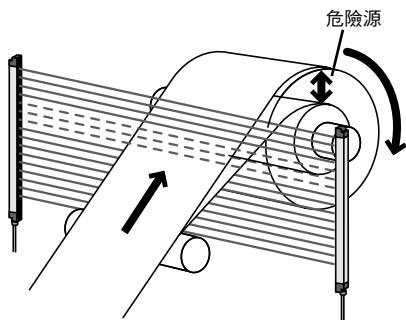
● 浮動清除(Floating Blanking)

感測器光束在檢測範圍內的某個位置被遮光時，有可能因為浮動清除功能而造成輸出持續維持開啟狀態。相對於能夠將特定光軸無效化的固定清除功能，浮動清除功能則會忽略小於指定半徑的物體。此時最小檢測物體的直徑會因此變大。



應用範例：纏繞電線或膠帶

若未使用安全護套等將捲線機整體圍住時



計算安全距離時，必須將已變大的最小檢測物體之直徑納入考量。(參閱下表)。

浮動清除所設定的光軸數	最小檢測物體之直徑(mm)				
	0	1	2	3	4(*)
光軸間距(mm)					
9 (F3SJ-A□14型、F3SN-A□14型)	14	23	32	41	50 (*)
15 (F3SJ-A□20型)	20	35	50	65	80
15 (F3SN-A□25型)	25	40	55	70	—
25 (F3SJ-A□30型)	30	55	80	105	130
30 (F3SN-A□40型)	40	70	100	130	—
60 (F3SN-A□70型)	70	130	190	250	—
將控制輸出關閉之遮光光軸數	1光軸	2光軸	3光軸	4光軸	5光軸

* 僅F3SJ型系列可進行設定

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

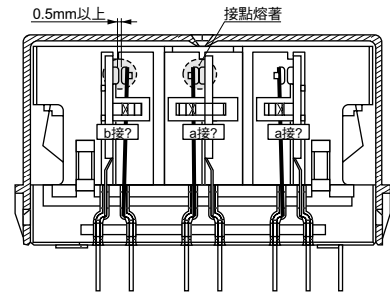
4. 安全繼電器 (Safety Relay)

安全繼電器係採用和一般繼電器不同的強制導通接點機構(EN50205)，在接點熔著時亦能確保安全功能之繼電器。 ※無法將熔著處剝除。

(1) 安全繼電器的主要要求事項

- 接點之間隔除了在一般動作狀態下，即便發生故障時也必須至少維持於0.5mm以上。
- 接點負載開關必須符合AC15、DC13 (IEC60947-5-1)。
- 機械壽命必須超過1,000萬次以上。

(2) 強制導通接點機構 (Type G7S Safety Relay)



當至少1個a接點發生熔著時，所有的b接點在線圈處於非勵磁狀態下，皆必須保持0.5mm以上的間隔。

或是即使b接點熔著時，所有的a接點在線圈處於勵磁狀態下，皆必須保持0.5mm以上的間隔。

(根據EN50205的規範)

會在所有的接點設置強制導通接點的繼電器被稱為Class A，而且會用 ⊕ 符號來標示。

(3) 一般繼電器與配備強制導通接點的繼電器之構造比較

<p>A. 一般繼電器 G2R型構造 (無勵磁線圈)</p> <p>a接點、b接點可同時進入閉路狀態。</p> <p>b接點 a接點</p> <p>(a) 當接點之間發生熔著時 (b) 當可動彈簧損壞時 ※損壞的可動彈簧有可能會導致電極間短路的情形。</p>	<p>B. 配備強制導通接點的繼電器 G7SA型構造 (無勵磁線圈)</p> <p>b接點至少必須保持0.5mm以上的熔著位置 遮蔽構造 強制導通</p> <p>b接點 a接點</p> <p>(a) 當a接點發生熔著時 (當b接點發生熔著時，不會) 導致a接點閉路。 (b) 當接點彈簧損壞時 (b接點損壞時)</p> <p>損壞位置 遮蔽構造 強制導通</p> <p>b接點 a接點 ※使用遮蔽構造，即不會對其他接點組造成影響</p>
--	---

何謂機器之安全性
安全規格
安全功能
安全零組件
安全類別之
電路範例
電路連接範例

技術指南

5. 安全應用例控制器 (Safety Application Controllers)

(1) 安全繼電器模組

一般而言，機械設備的運作控制設備之構成如第1圖所示。

●非安全相關部位

非安全相關部位會接受自動控制裝置的運轉命令訊號，係負責裝置的運轉、持續功能的角色。

●安全相關部位

安全相關部位僅於對機械設備進行安全確認時，才會扮演啟動運轉功能的角色。

●判斷功能

僅於從上述非安全相關部位接收到機械設備的運轉命令訊號以及機械設備處於安全狀態的安全確認訊號，而且兩種訊號均為可運轉訊號時，動力控制元素才會具備能夠送出機械運轉訊號的功能要素。

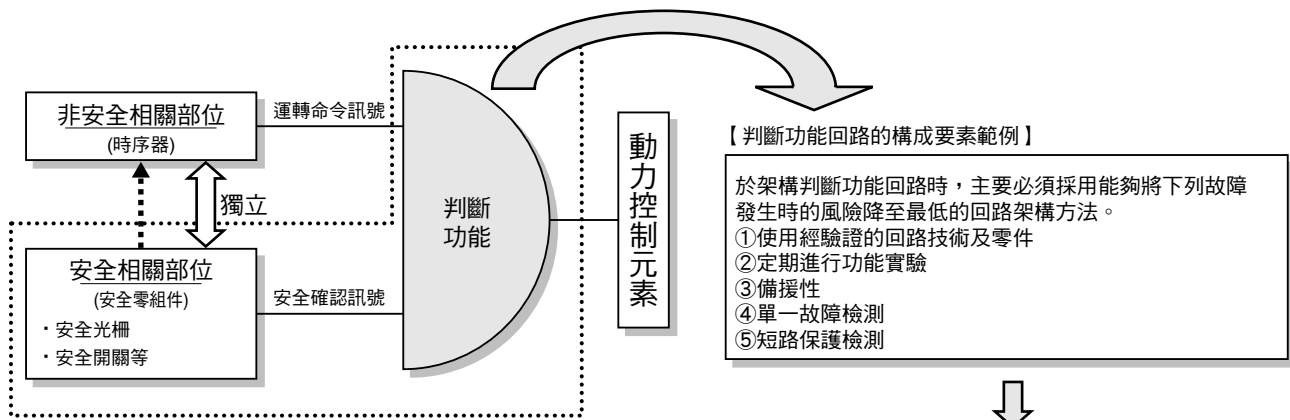
●判斷功能要素

此功能無法僅透過將多重要素組合的單純方法來實現。

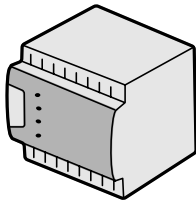
如下列所示，必須將代表性要素①~⑤所示的回路組成要素加以組合，再加上當判斷為功能回路本身之故障時，如何將風險降至最低的要素。

●安全繼電器模組的必要性

透過組裝具備強制導通接點構造的安全繼電器後，即可架構出經過安全認證的回路。然而，回路架構技術及回路認證時所需的各項費用等皆有其困難性，因此一般的作法係由專業廠商負責將安全繼電器組合成一套裝置，而後再將足以證明其功能安全性的「安全繼電器模組」設計為整個產品系列，並當做標準設備使用。



第1圖



【判斷功能回路的構成要素範例】
於架構判斷功能回路時，主要必須採用能夠將下列故障發生時的風險降至最低的回路架構方法。
①使用經驗證的回路技術及零件
②定期進行功能實驗
③備援性
④單一故障檢測
⑤短路保護檢測

【安全繼電器】
裝設安全繼電器後，即可使用上述方法架構出經過安全認證的回路。
但
①判斷功能回路需專業知識背景
②回路認證時需要支付費用

【安全繼電器模組】
①架構出已裝設安全繼電器且經過安全認證的回路
②經過認證的回路
使用安全繼電器模組將更容易達成目標。

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

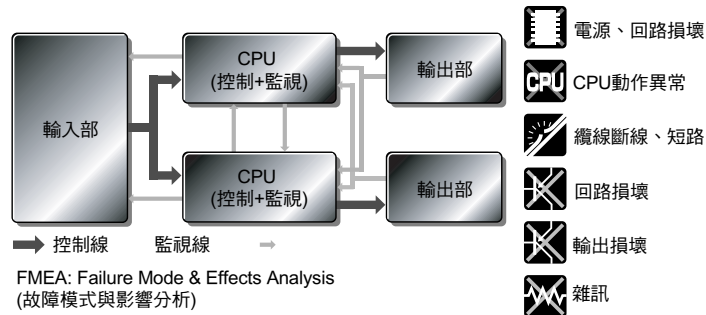
技術指南

(2) 安全應用控制器

安全繼電器模組適用於單一輸入/單一輸出用的單純安全控制用途。為了因應單純安全控制所不易處理的複雜應用領域(具備多個輸入及輸出)，因而開發出電子或配備可編程式控制器的高精密度組件。這些高精密度的組件仍舊能完全確保下列技術的安全性。

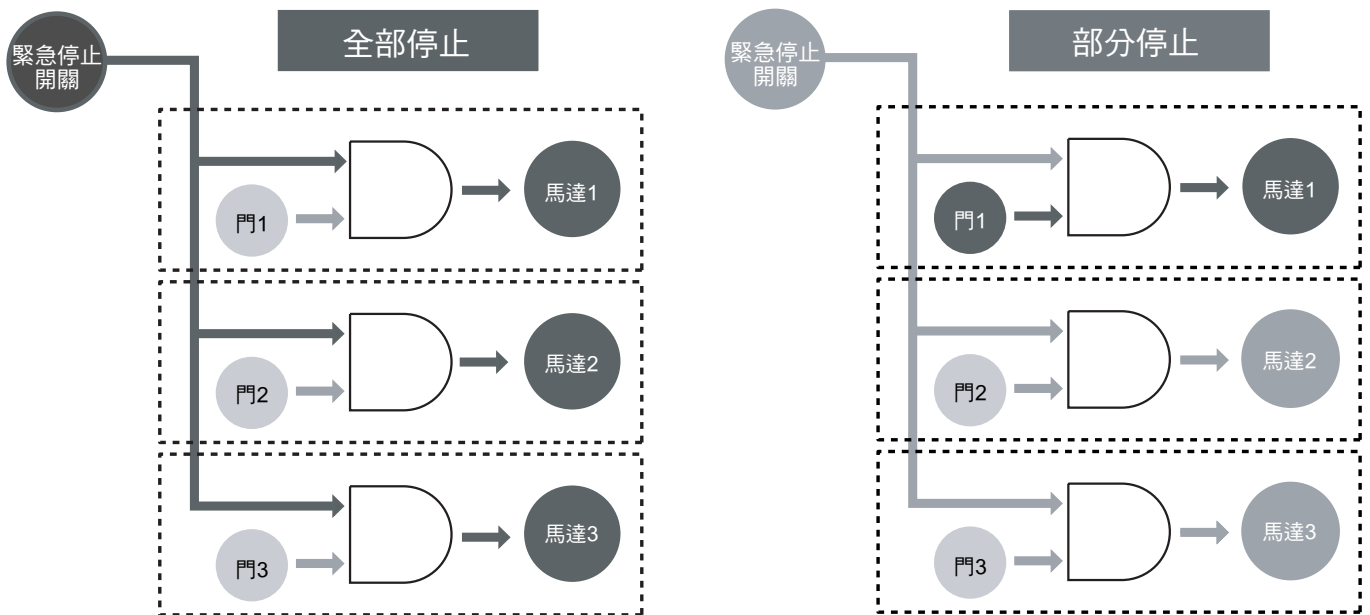
● 雙CPU

採用最高水準的安全設計與FMEA解析，讓您更安全更安心。使用雙重CPU相互檢查，並可診斷與監控各輸入輸出部。採行FMEA解析與流程管理所的設計與製造流程以驗證安全動作，徹底達到安全性。



● 有效率的邏輯功能

例如，在部分停止裝置的各個模組以及停止整個裝置時，均需要AND條件。加入此種AND邏輯後，即可透過組合使用之方式更有彈性因地因應複雜的應用領域。



按下緊急停止開關後，所有的馬達均會停止。
 (OFF、ON)

當門1開啟時，只有馬達1會停止。(OFF、ON)

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

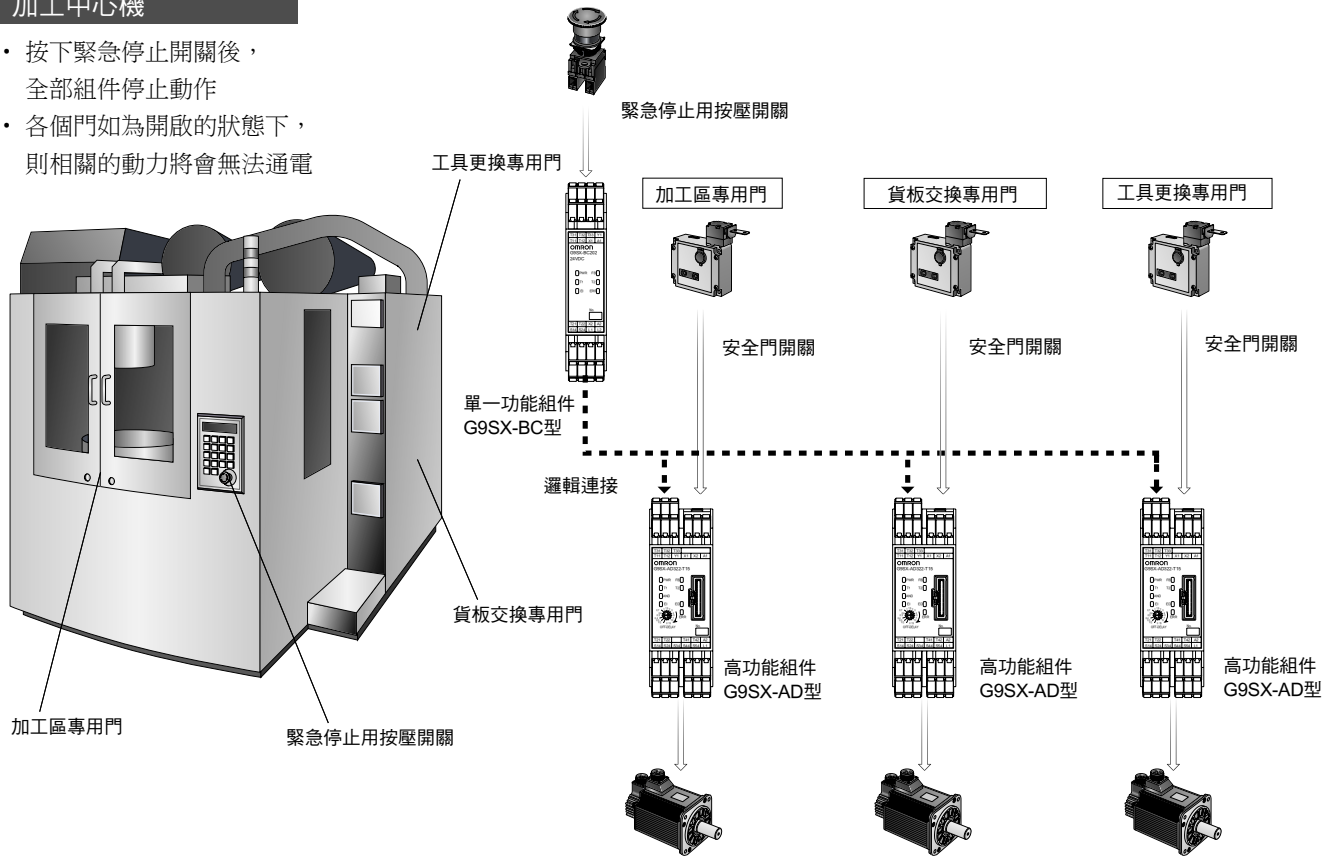
電路連接範例

技術指南

● 應用實例

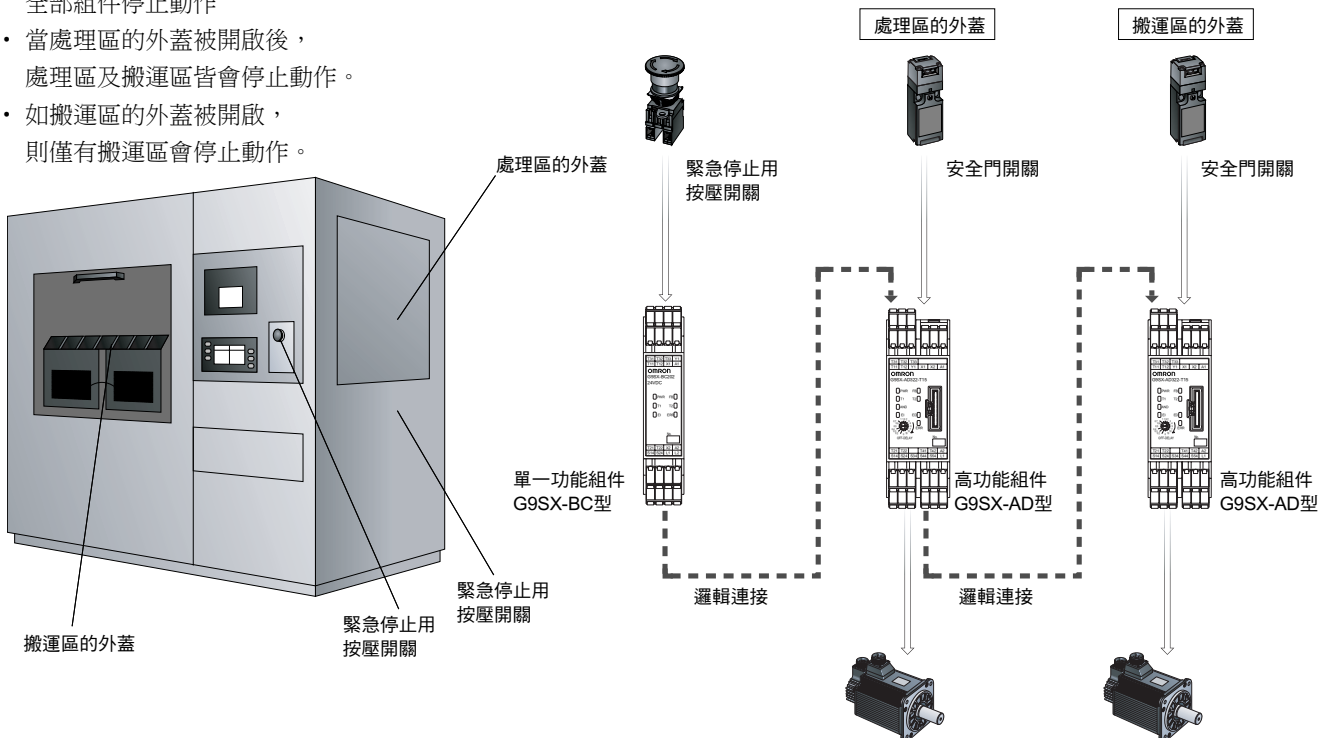
加工中心機

- 按下緊急停止開關後，全部組件停止動作
- 各個門如為開啟的狀態下，則相關的動力將會無法通電



半導體製造裝置

- 按下緊急停止開關後，全部組件停止動作
- 當處理區的外蓋被開啟後，處理區及搬運區皆會停止動作。
- 如搬運區的外蓋被開啟，則僅有搬運區會停止動作。



何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

1. 安全類別之基本電路範例

在此將利用簡易電路依照安全類別將加入安全開關的電子式互鎖裝置，並且對利用防護門作為互鎖裝置之安全性相關控制系統的實例進行介紹。

註1] 本互鎖裝置之實例僅為機器控制系統中為確保安全性的一項組成零件，因此必須根據機器整體的作業環境中進入危險區域的頻率、或是解除危險所需的時間等危險狀況評估其危險度，然後針對機器整體的安全類別來設計選擇並架構一套適用的對應方法。

註2] 關於電路範例

- 關於安全性零件

在電路實例所使用的安全零件類中，雖然已針對規格中所規定的開關配備有直接開路機構、或是針對繼電器加上強制導通接點機構，然而其設計之目的在於使這些功能能夠在架構攸關安全性的整個控制系統中發揮，而單靠安全零件是無法架構該系統的。

- 安全類別相關事項

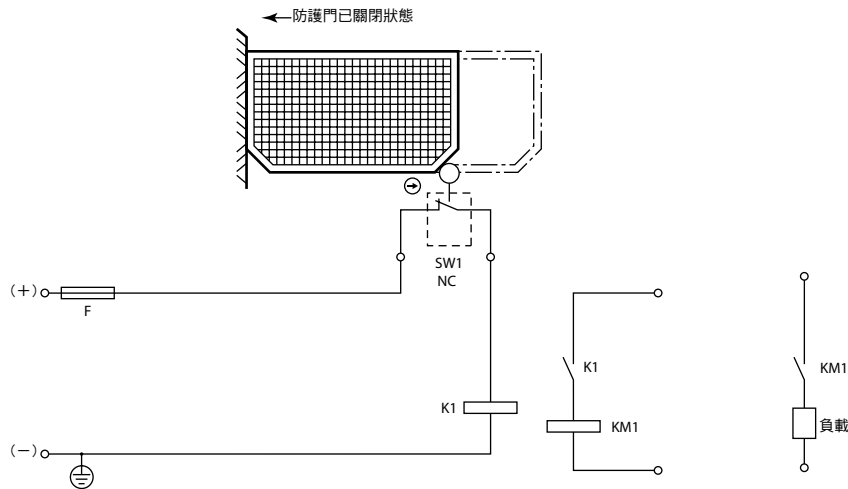
- ①作為其他類別的共通事項而言，安全類別B適用於耐環境性等基本安全原則，但一般並不適用於使用防護門之互鎖裝置。
- ②在安全類別1~4的簡易電路範例中說明了各安全類別所要求的安全功能以作為電路概念，如欲使用安全零件來設計攸關安全性的控制系統時，請參閱第68頁以後的第6部電路連接範例。

安全類別1 ●使用1個限動開關的電路範例

●類別1 ●主要的安全功能

<經過充分檢討的零件及安全原理>

- (1)以考量接地障礙之安全電路來作為基本架構。 $((+) - F - SW1 - K1 - \ominus - (-))$
- (2)以正向動作型的安全開關將控制電路直接開路。(SW1)
- (3)組成零件(開關・繼電器等)必須使用例如EN規格等符合規格之產品。



<所使用的控制零件範例>

SW1:安全限動開關(直接開路動作機構)

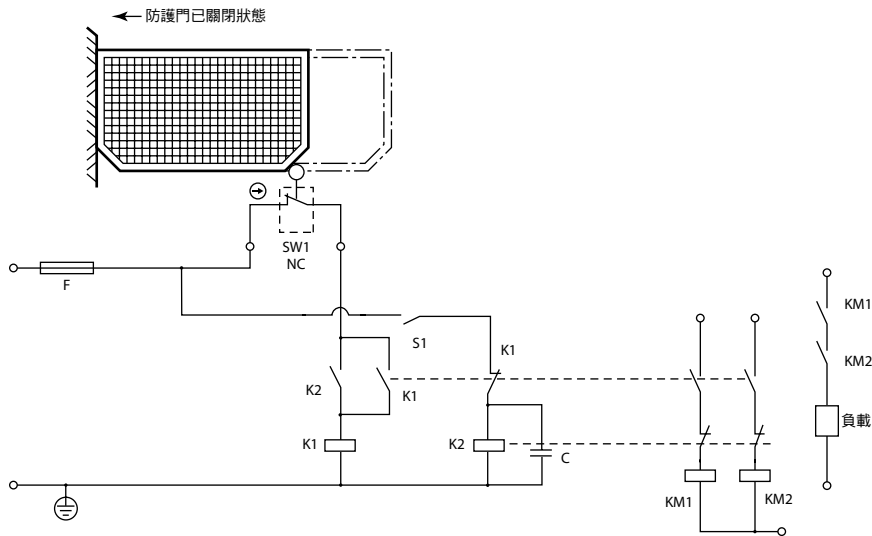
K1:繼電器

KM1:電磁接觸器



安全類別2 ● 使用1個限動開關的電路範例

●類別2 ●主要的安全功能
 < 經過充分檢討的零件及安全原理 > 參閱類別1。
 < 動作監控 >
 (1) 透過控制系統以適當的距離監控
 (2) 透過安全繼電器監控接點熔著
 < 註 >
 由於輸入部分所連接的配線發生短路故障等單一性故障而喪失安全功能。



<所使用的控制零件範例>
 SW1：安全限動開關 (直接開路動作機構)
 S1：復歸開關
 K1、K2：安全繼電器
 KM1、KM2：電磁接觸器

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之電路範例

電路連接範例



安全類別3 ●使用2個限動開關的電路範例

●類別3 ●主要的安全功能

< 經過充分檢討的零件及安全原理 > 參閱類別1。

< 備援性 >

- (1) 開關輸入部分的備援性：將正向動作 (SW1) 與負向動作 (SW2) 的 2 個開關重覆並聯以提高信賴度。
- (2) 繼電器電路部份的備援性：將繼電器線圈的動作電路重覆並聯以提高信賴度。(K1、K2)
- (3) 繼電器輸出部分的備援性：將介面繼電器單元 (Interface Relay Unit) 的輸出電路部分重覆並聯以提高信賴度。(KM1、KM2)

< 自動檢查啟動時的安全功能 >

透過安全電路的介面繼電器，自動檢查各繼電器接點的故障，而且一旦電路發生故障時，就會禁止裝置啟動。(K3)

< 動作監控 >

- (1) 接點熔著的監控：可以檢測出介面繼電器 -K1、K2 的接點熔著情形，並關閉電磁接觸器 KM1、KM2 的線圈電源。(K3)
- (2) 防護門之互相監控：利用正向動作 (SW1) 與負向動作 (SW2) 開關來監控防護門的開啟關閉狀態

< 多樣性 >

將正向動作(SW1)與負向動作(SW2)的2個開關加以組合，藉以降低共通性故障。

何謂機器之安全性

安全規格

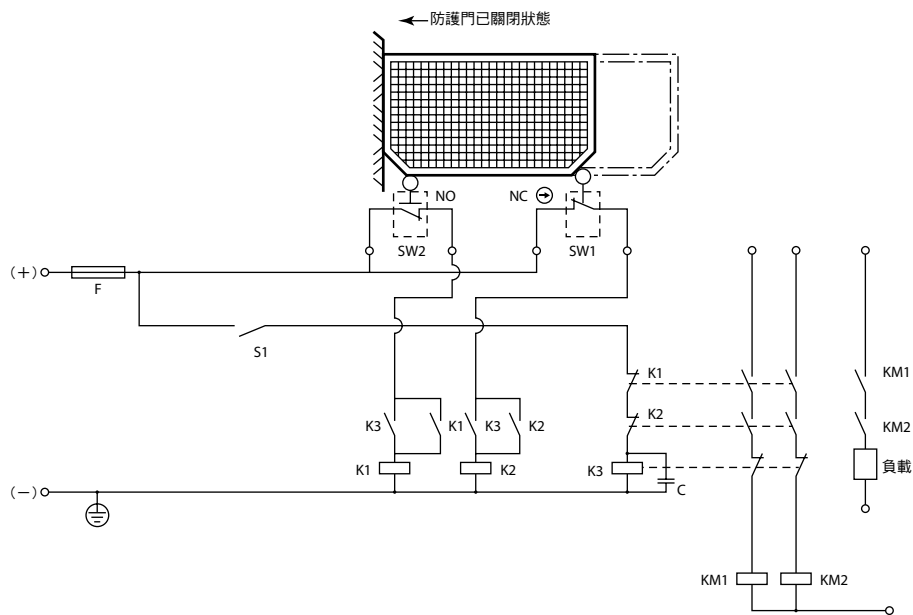
安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南



<所使用的控制零件範例>

SW1：安全限動開關 (直接開路動作機構)

SW2：限動開關

S1：復歸開關

K1、K2、L3：安全繼電器

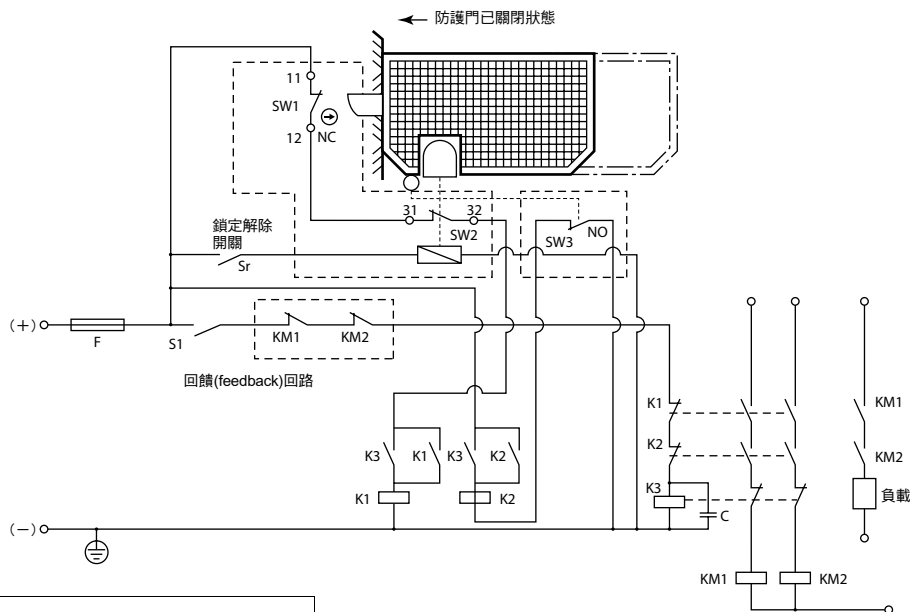
KM1、KM2：電磁接觸器



安全類別4 ● 使用門開關與限動開關之電路範例

- 類別 4 ● 主要的安全功能
- < 經過充分檢討的零件及安全原理 > 參閱類別 1。
- (4) 即使在停電時亦能讓防護門維持鎖定狀態的安全設計。
- (5) 備有防止誤動作措施的安全設計。
- < 備援性 >
- (1) 開關輸入部分的備援性：將正向動作 (SW1) 與負向動作 (SW3) 的 2 個開關重覆並聯以提高信賴度。
- (2) 繼電器電路部份的備援性：將繼電器線圈的動作電路重覆以提高信賴度。(K1、K2)
- (3) 繼電器輸出部分的備援性：將介面繼電器單元 (Interface Relay Unit) 的輸出電路部分重覆並聯以提高信賴度。(KM1、KM2)
- (4) 回饋電路：將連接至介面繼電器單元輸出電路的 KM1、KM2 的 b 接點 (串聯) 回饋至介面繼電器單元，藉以提高信賴度。
- < 多樣性 >
- 將正向動作 (SW1) 與負向動作 (SW2) 的 2 個開關加以組合，藉以降低共通性故障。
- < 短路保護的檢測 >
- 備有 2 通道 (Channel) 輸入，並在各個頻道間產生電位差。
- < 自動檢查啟動時的安全功能 >
- 透過安全電路的介面繼電器，自動檢查各繼電器接點的故障，而且一旦電路發生故障時，就會禁止裝置啟動。(K3)
- 另外，即使磁性導體的 a 接點已經融著，b 接點仍需保持 0.5mm 以上的間隙。
- < 動作監控 >
- (1) 接點熔著的監控：介面繼電器 -K1、K2 以及磁性導體
檢測 KM1、KM2 的接點熔著，並關閉電磁接觸器
KM1、KM2 線圈的電源。(K3)
- (2) 防護門的監控：監控防護門的開關狀態 (SW1/SW3) 與鎖定狀態 (SW2)。

註) 將迴轉體的完全停止信號當作AND條件，來架構電路以作為解除鎖定開關的動作條件。



- < 所使用的控制零件範例 >
- SW1：電磁鎖定安全安全門蓋開關 (直接開路動作機構)
- SW2：鎖定螢幕開關
- SW3：安全限動開關 (直接開路動作機構)
- S2：復歸開關
- K1、K2、K3：安全繼電器
- KM1/KM2：電磁接觸器

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南



2. 安全零組件相關規格之概要

以下除了說明歐洲EN規格的概要外，並將針對各項所符合之國際規格編號及新制定的規格等，記載其新制的JIS或TR編號。

(1) 一般規格

ISO12100-1

Basic concepts, general principles for design

Part 1 : Basic terminology, methodology

「基本概念、設計之一般原則 第一部分：基本用語、方法論」

EN規格：EN ISO12100-1 JIS規格：JIS B 9700-1

● 概要

定義機械安全的基本概念，並且規定安全設計步驟的規格。

● 要點

(1) 機械所造成的危險可分為下面幾類。

機械危險、電氣危險、熱源危險、噪音危險、震動危險、輻射危險、材料危險、機械設計不符人體工學的危險等

(2) 請掌握上述機械的危險性，並且遵循安全設計的步驟，以期達到降低風險的目標。

步驟1：決定機械使用狀況的範圍

步驟2：預設危險狀況，並進行風險評估。

步驟3：透過本質安全設計的方式，達到排除危險及降低風險的目標。

步驟4：針對殘餘風險設置保護閘門及安全功能等危險防護措施。

步驟5：針對最後所剩下的殘餘風險，對使用者提供相關資訊並顯示警告。

ISO12100-2

Basic concept, general principles for design

Part 2: Technical principles and specifications

「基本概念、設計之一般原則 第二部分：技術原則、規格」

EN規格：EN ISO12100-2 JIS規格：JIS B 9700-2

● 概要

更具體規定第一部分所規範的安全設計步驟。

● 要點

係針對第一部分所述之安全設計步驟的「第三步驟：透過本質安全設計的方式，達到排除危險及降低風險的目標」、「第四步驟：設置危險防護措施」以及「第五步驟：向殘餘風險的使用者提供相關資訊並顯示警告」

ISO14121

Principle of risk assessment

「風險評估的原則」

EN規格：EN1050 JIS規格：JIS B 9702

● 概要

在EN292-1所敘述的安全設計方法中關於風險評估之相關規格。

● 要點

風險評估必須藉由下述有系統的方法來進行。

- A) 決定如何使用機械。
- B) 確認預設的危險現象。
- C) 根據危險現象決定風險要素。
- D) 設計時必須進行風險認定以降低風險。

ISO13849-1

Safety-related parts of control systems

Part 1 : General principles for design

「控制系統的安全相關部分 第一部分：設計的一般原則」

EN規格：EN954-1 JIS規格：JIS B 9705-1

● 概要

即使在控制系統中，亦適用於要求安全性部分的設計步驟。

● 要點

- (1) 根據預測的受傷程度(由輕傷至重傷)以及該傷害的發生機率(從幾乎不會到時常發生)等2項要因，來考慮並決定機械所伴隨發生的危險程度。
- (2) 本規範將危險程度分類為5種安全類別，並規定各個類別在控制部分所必須具備的安全功能。

IEC60204-1

Electrical equipment of machines

Part 1 : Specification for general requirements

「機械用電氣設備 第一部分：一般要求事項」

EN規格：EN60204-1 JIS規格：JIS B 9960-1

● 概要

適用於電源的公稱電壓在纜線間的交流電小於1000V，或是直流電小於1500V，以及公稱頻率小於200Hz的電氣裝置。

● 要點

規定機械的電氣及電子裝置所對應的控制回路·功能·設備·安全對策以及設置·運轉·維修之相關技術資料等機械對電氣設備要求的所有要素。

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之電路範例

電路連接範例

技術指南



(2) 安全開關的相關規格

ISO14119

Interlocking devices associated with guards-
Principles for design and selection

「和保護閘門連動的連鎖裝置－設計與選擇的一般原則」

EN規格：EN1088

● 概要

本規格係針對配備安全功能用途的連動裝置之設備，規定其於裝置設計時的一般概要及裝置選擇方法等。

● 要點

- (1) 連鎖裝置又分為配備保護閘門鎖定或是無鎖定之2種類型。
- (2) 在保護閘門(安全門)關閉為止，機械將無法動作，或是在保護閘門開啟時傳送停止命令。

IEC60947-5-1

Low-voltage switchgear and controlgear
Part 5 : Control circuit devices and switching elements
Section one-Electromechanical control circuit devices

「低壓開關裝置及控制裝置 第五部分：控制回路設備及開關元件 第一章：電氣機械控制回路設備」

EN規格：EN60947-5-1 JIS規格：JIS C 8201-5-1

● 概要

本規格適用於以開閉控制裝置的控制、訊號、連鎖等為目的所製造的控制回路設備及開閉元件。並適用於額定電壓在1000VAC以下(小於1000Hz的頻率)或是600VDC以下的控制回路。

● 要點

- (1) 第一章：一般要求事項
第二章：關於顯示燈之特別要求事項
第三章：由直接開路動作相關的特別要求事項所構成。
- (2) 包含開閉容量·溫度上升·端子強度·保護構造·直接開路動作等規定。

ISO13851

Two-hand control devices,
Functional aspect - Principle for design

「雙手控制設備·功能面·設計原則」

EN規格：EN574

● 概要

本規格在於規定雙手控制設備的設計及選擇時之相關安全要求事項。

● 要點

- (1) 規定設備之尺寸大小以防止功能無效化。
- (2) 針對輸出訊號，將2個輸入訊號之間的時間差限制為0.5秒以下。
- (3) 將功能面分類為3種型式(類型I、II、IIIA、IIIB、IIIC)，再根據風險認定的結果來選擇。

GS-ET-15

Grundsätze für die prüfung von zwangöffnenden
Positionsschaltern für Sicherheits funktionen

「安全功能用直接開路動作型位置檢測開關之實驗原則」

● 概要

德國之勞動安全相關規格，係以防止作業人員遭受職業災害之目的而制定，且適用於安全功能用直接開路動作型位置檢測開關的實驗。

● 要點

- (1) 根據功能面可分為限動開關及安全門開關等2種類別。
- (2) 需具備直接開路動作機構·機械使用壽命達100萬次·氣密性符合IP54·無法透過專用操作鍵以外的工具來控制的開關等構造。

GS-ET-19

Grundsätze für die prüfung von
Verriegelungen mit elektromagnetischen
Zuhaltungen für Sicherheitsfunktionen

「具備以安全功能為目的之電磁維持機構的連動裝置之實驗原則」

● 概要

德國的勞動安全相關規格和GS-ET-15同樣可適用於安全功能用門鎖型的安全門開關中，配備可作為構成組件的鎖定監控(監控)機構的裝置。

● 要點

- (1) 鎖定維持機構乃是使用螺線管來維持鎖定或解除之。
- (2) 需具備鎖定強度·直接開路動作機構·機械使用壽命達100萬次·氣密性符合IP54·無法透過專用操作鍵以外的工具來控制的開關等構造。

(3) 緊急停止設備之相關規格

ISO13850

Emergency stop equipment,
functional aspects-Principles for design

「緊急停止設備－功能面－設計原則」

EN規格：EN418 JIS規格：JIS B 9703

● 概要

規定機械緊急停止設備之相關設計原則。

● 要點

- (1) 必須配備直接開路動作機構。
- (2) 必須配備自主維持機構。
- (3) 操作區必須採用香菇頭形按鈕·纜線·繩子等容易操作的形狀。
- (4) 操作區必須為紅色，而背景必須是黃色。

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南



(4) 安全感測器之相關規格

IEC61496-1

Electro-sensitive protective equipment
Part 1 : General requirements and tests

「電氣檢測保護設備 第一部分 一般要求事項及實驗」

EN規格：EN61496-1 JIS規格：JIS B 9704-1

● 概要

本規格適用於像安全感測器/安全光柵等，以使用電氣檢測並保護人體為目的而輸出控制訊號的裝置。本規格係針對故障檢測功能、軟體設計方針、耐溫度功能、EMC功能、耐震動、撞擊功能、顯示燈顏色、標籤記載內容、使用說明書的記載內容等加以規定。

● 要點

- (1) 電氣檢測保護設備 (ESPE) 可區分為符合 EN954-1 中所示的類別4之要求事項的類型4ESPE，以及同樣符合類別2要求事項的類型2ESPE等2種。
- (2) 規定必須顯示裝置內部電子零件的故障模式，並且驗證各種類型所對應的安全功能夠確保各種故障模式。

IEC61496-2

Electro-sensitive protective equipment
Part 2 : Particular requirements for equipment
using active opto-electronic devices

「電氣檢測保護設備 第二部分 針對使用可動式光電保護裝置之設備的要求事項」

EN規格：EN61496-2 JIS規格：JIS B 9704-2

● 概要

本規格係適用於電氣檢測保護設備中，採用投光、受光作為檢測原理的保護裝置。並針對最小檢測物體的檢測功能、有效開口角(指向角)、耐外亂光功能、耐相互干擾功能等項目加以規定。

● 要點

- (1) 根據類型4、類型2對於投光器、受光器之間的距離不同，而規定不同的有效開口角(指向角)。
- (2) 針對外亂光，依照不同的外亂光源規定其維持一般動作的條件，以及安全端可容許的錯誤動作之條件。

ISO13855

The positioning of protective equipment in respect of approach speeds of parts of the human body

「和人體的接近速度相關之保護裝置的定位」

EN規格：EN999

● 概要

本規格係規定機械的危險區和保護裝置之間必須保持的最短距離。此距離稱做安全距離，以人體的侵入方向、保護裝置的回應時間、機械的回應時間、保護裝置中最小檢測物體的大小等數值算出。

● 要點

- (1) 適用於當機械的個別規格並未規定安全距離的計算方法時的情況。
- (2) 為了在人體暴露於危險狀態前即時將機械停止，因此必須選擇能夠確保安全距離並具備檢測功能的保護裝置。

(5) 安全繼電器的相關規格

EN50205

Relay with forcibly guided (linked) contacts

「配備接點強制導通構造的繼電器」

● 概要

本規格適用於以安全為使用目的控制回路中的繼電器，且和配備強制導通構造以避免a接點和接點同時進入動作狀態之自我監控繼電器相關。

● 要點

- (1) 當配備強制導通構造的繼電器的a接點發生熔著時，若線圈為關閉狀態狀態，所有的b接點必須保持0.5mm以上的接點間距。另外，即使b接點發生熔著時，若線圈為開啟狀態，則所有的a接點則必須保持0.5mm以上的接點間距。
- (2) 接點負載開關之理想狀態係為符合用途類別AC15 (AC電磁負載)及DC13 (DC電磁負載)。
- (3) 等級A (所有接點均配備強制導通構造)的繼電器可使用強制導通接點的標籤。

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南



3. 規格專門用語

(1) 一般用語

● 污染度(IEC60664-1)

污染程度(Pollution Degree)係根據使用設備時大氣中的灰塵等污染程度，分為1~4的不同階段等級，且為決定空間距離(取決於污染程度及過電壓類別)及表面距離(取決於污染程度及CTI值)的重要要素。

污染度1 (Pollution Degree1)	未產生污染，或是僅產生了乾燥、非導電性的污染。此種污染不會造成任何影響。 如無塵室等處於乾淨空氣下的狀態。
污染度2 (Pollution Degree2)	一般情況下僅會產生非導電性污染。但亦可預期可能因凝結而發生的暫時性導電。 例如，控制盤中的電氣設備及家電、事務性機械等使用裝置等。
污染度3 (Pollution Degree3)	發生導電性污染，或是因可預期的凝結而引發導電性的乾燥，或是發生非導電性污染。 如一般工廠內的環境。
污染度4 (Pollution Degree4)	因為導電性的灰塵、或是下雨、下雪等污染原因，而發生持續導電性者。 例如戶外等環境。

● 過電壓類別(IEC60664)

如下表所示，過電壓類別(Overvoltage Category)係根據設備的額定脈衝電壓及額定電壓所符合的公稱電壓，將過電壓類別分為I、II、III、IV等4類，公稱電壓所對應的額定脈衝電壓已分別設定為如下圖所示的等級。而過電壓類別係為決定空間距離(取決於過電壓類別及污染程度)的要素。

過電壓類別 (Category)	設備裝置的概要	具體範例
I	與為了將暫時過電壓限制在較低等級而架構的回路連接之設備。	透過絕緣型變壓器的電源裝置等加以保護的電子回路裝置。
II	由固定配線設備(插頭等)供應電源的電能消耗型設備。	資訊處理設備、可搬運式工具及家用設備。
III	特別要求裝置之可靠性及有效性的固定配線設備中的裝置。	可永久連接至固定設備中的開關及固定設備的工業裝置。
IV	連接出口部所使用的設備。	1次過電流保護裝置。

受電設備	電氣設備	家電、事務性機械	2次回路
供電系統的公稱電壓 230V/400V	230V/400V	230V	24V
設備的額定脈衝電壓 6kV 過電壓類別 (Category) IV			

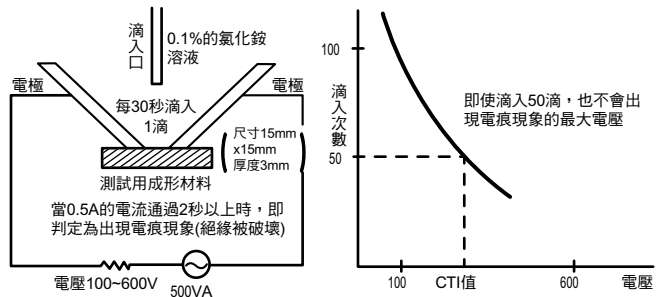
● CTI值(IEC60112)

CTI (Comparative Tracking Index)相對電痕指數

CTI值的測量方法

(根據IEC60112/CTI值、PTI值的測量方法之方法A)

每30秒滴入1滴0.1%的氯化銨(NH₄CL)溶液，即使滴入50滴也不會出現電痕現象的最大電壓即稱為CTI值。



根據CTI值來分類成形材料(IEC60664-1)

- 材料群組I CTI值為600以上
 - 材料群組II CTI值為400以上而未滿600
 - 材料群組IIIa CTI值為175以上而未滿400
 - 材料群組IIIb CTI值為100以上而未滿175
- 一般的限動開關係使用材料群組為3B以上的絕緣材料。

● PTI值(IEC60112)

PTI (Proof Tracking Index)耐電痕指數

相對於CTI值，符合PTI值所指定的5項CTI值175、250、300、375、500的材料，分別稱為PTI-175、PTI-250、PTI-300、PTI-375、PTI-500。根據IEC60335(家電設備)及IEC60065(電視、錄影機、收音機等民生設備)的規定，要求必須使用PTI-175或PTI-250的材料。

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之電路範例

電路連接範例

技術指南



(2) 開關・繼電器之專門用語

● 額定動作電壓(U_e) (IEC60947-1)

Rated Operational Voltage

適用於設備的動作電壓。和額定動作電流(I_e)組合後即成為用途類別(例：AC-15)的基準。

● 額定動作電壓(I_e) (IEC60947-1)

Rated Operational Current

適用於設備的動作電流。

● 一般自由空氣熱氣流(I_{th}) (IEC60497-1)

Conventional Free Air Thermal Current

未密閉於流動空氣中的設備，在外界空氣中用於溫度上升實驗之實驗電流的最高值。

● 密閉熱電流(I_{the}) (IEC60947-1)

Conventional Enclosed Thermal Current

為了將高密閉性構造的設備用於溫度上升實驗，而由製造商所公告的通電電流值。密閉熱電流不得超過規定的溫度上升值，且其數值不可大於額定動作電流(I_e)。

● 額定耐衝擊耐電壓(U_{imp}) (IEC60947-1)

Rated Impulse Withstand Voltage

在未發生故障的狀態下，可承受之指定脈衝電壓的尖峰值，且能夠作為空間距離的指標。

● 額定絕緣電壓(U_i) (IEC60497-1)

Rated Insulation Voltage

亦即不會發生耐電壓不良的最高動作電壓值。係為耐電壓實驗的基準值，且為表面距離的指標。無論於任何情況下，數值均不得大於額定動作電壓(U_e)。

● 轉換過電壓(IEC60497-1)

Switching Over Voltage

將負載開閉時產生的最大逆電壓。此值不可超過U_{imp}值。

● 附條件的額定短路電流(IEC60497-1)

Rated Conditional Short Circuit Current

根據相關產品規格所規定的實驗條件，必須受到製造商所規定的短路電流保護裝置(D4BL 型為 10A 保險絲型 Gi 或是 gG/IEC60269)所保護，且於該保護裝置的動作過程中可滿足符合使用需求之製造商所公告的短路電流值。

● A600 Ratings (IEC60947-1)

A600 is the contact rating for a utilized category that expresses the following:

Name of rating	Utilization category	Conventional enclosed current (I _{the})(A)
A600	AC-15	10A
120V(U _e) ... 380V(U _e) ... 600V(U _e)		
6A(I _e)	1.9A(I _e)	1.2A(I _e)

● 開閉容量之相關用途類別(IEC60947-1)

Utilization Category

轉換要素的用途類別

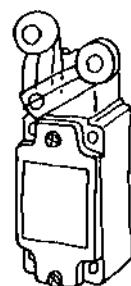
(閉路及遮斷電流容量之等級)

電流	等級	主要用途範例
交流	AC-12	使用阻抗負載及光藕合器絕緣的半導體負載控制
	AC-13	使用變壓器絕緣的半導體負載控制
	AC-14	小容量電磁負載(≤72VA)控制
	AC-15	電磁負載(>72VA)控制
直流	DC-12	使用阻抗負載及光藕合器絕緣的半導體負載控制
	DC-13	電磁負載控制
	DC-14	電路內具備阻抗的電磁負載控制

● 安全開關的類別

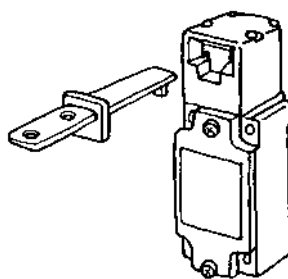
Safety Switch Category

根據GS-ET-15的規範，依功能面的相異性，安全開關(直接開路動作機構的開關)可分類為類別1及類別2之2種型式。



類別-1

此種安全開關的開關本體及制動器部分(拉桿等)無論在構造面及功能面均成為一體，且具備可經由制動器的動作而啟動安全功能的構造。



類別-2

此種安全開關的開關本體及制動器部分(拉桿等)並未在構造面成為一體，而係透過將制動器和開關分離之動作來啟動安全功能的構造。

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南



(3) 感測器專門用語

● 類型4 (IEC61496-1) Type4

類型4的安全開關必須符合EN954-1所規定的類別4的要件。

● ESPE (EC61496-1)

Electro-Sensitive Protective Equipment：電氣檢測保護設備
可透過電氣來檢測人體，並輸出保護用控制訊號之設備。

● AOPD (EC61496-2)

Active Opto-electronic Device：活動式光學保護裝置
在電氣檢測保護設備中，以投光、受光作為檢測原理的保護裝置。

● 檢測寬度(IEC61496-2) Protective Height

檢測寬度係為可檢測出物體的範圍。高度則是從第一道光束到最後一道光束為止的長度。

● 回應時間(IEC61496-1) Response Time

回應時間係為從檢測區域內檢測出人體的一瞬間開始，到輸出關閉為止所需要的最大時間。為了提供系統設計時的參考，因此將輸出關閉到再次開啟所需的時間同樣記載於型錄的規格當中。

● 無效化功能(IEC61496-1) Muting Function

無效化功能的目的是在於讓檢測功能暫時無法使用。此時，無論人體是否進入檢測區域內，保護設備皆會維持開啟的狀態，F3SN-A型並未配備無效化功能。

只要和F3SP-U2P型(無效化控制器)連接後，即可追加無效化功能。

另外，當F3SJ-A型安裝F39-CN6型(無效化護套)後，即可追加無效化功能。

● 測試桿(IEC61496-2) Test Rod, Test Piece

相當於最小檢測物體的不透明棒狀物。此測試桿會附在產品中，作為確認光柵檢測功能用的零件。

● 安全距離(EN999)

Minimum Distance from the Detection Zone to the Danger Zone

安全區域係為機械的危險部分及保護裝置之間所必須預留的最短距離。根據此規定，人體在進入保護裝置的檢測區域，以及到達機械的危險部分前，機械必須關閉。

● 光軸線(IEC61496-2) Then Axis of the Light Beams

即用來連結光柵之光軸的線。光軸線係為了測量由機械的危險區到光柵之間的距離所使用的基準線。F3SN-A型係使用顯示區的光軸線、符號來標示。

● 有效開口角(指向角) (IEC61496-2) Effective Aperture Angle

亦即將光軸旋轉後，輸出會由開啟切換為關閉時的角度。針對以光軸線為軸心之旋轉，以及仰角方向旋轉等2種旋轉方向進行測量。

● 鎖定(IEC61496-1) Lock-out

鎖定的目的在於讓一般的操作功能無法使用，因此當輸出被強制關閉時就會發生鎖定的情形。裝置根據自我診斷的結果，判斷因故障導致無法再次進行操作而結束F3S系列的操作時，即稱為鎖定。

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

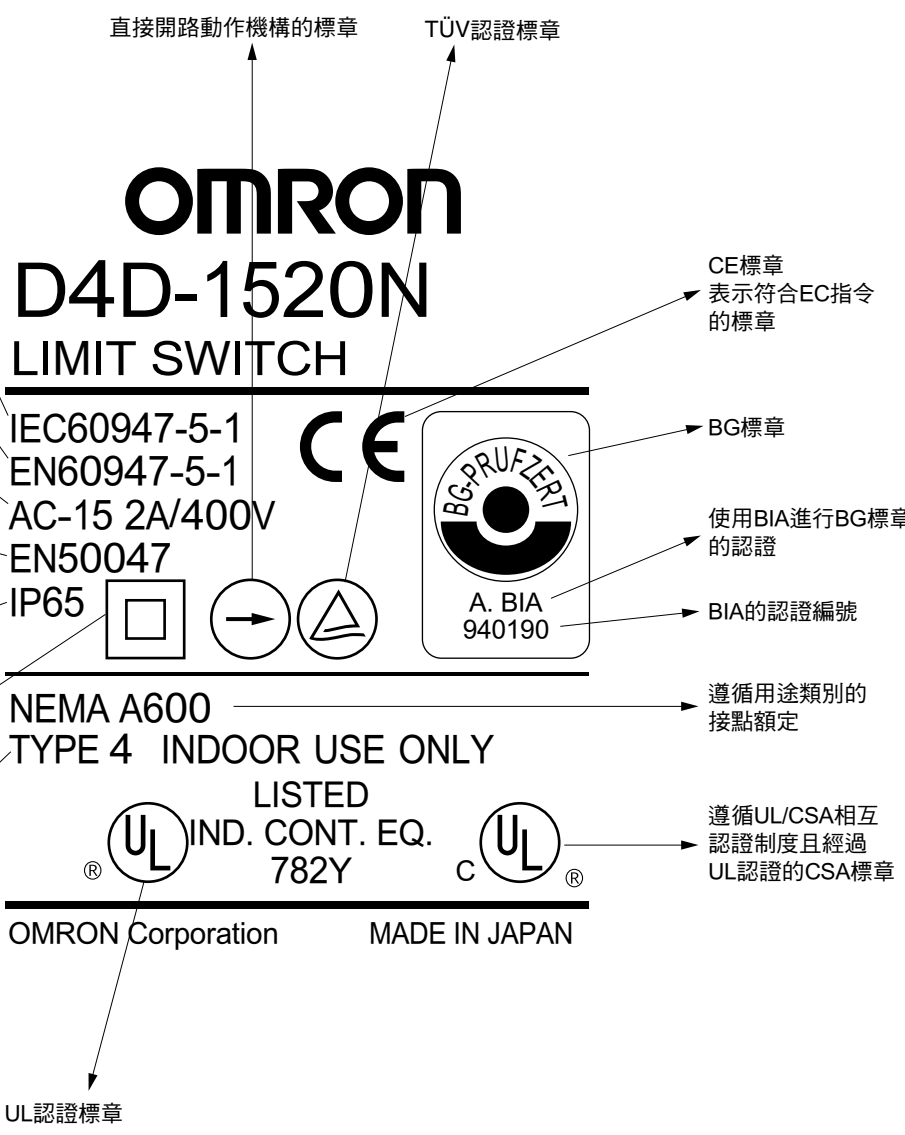
技術指南



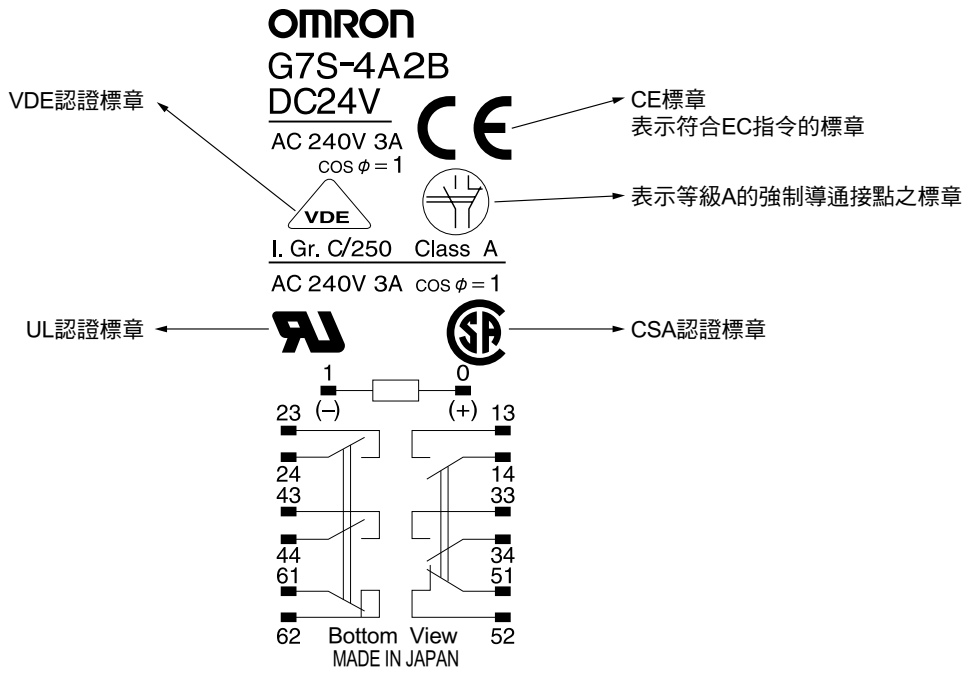
(4) 銘板上的標示符號

●安全開關

- 何謂機器之安全性
- 安全規格
- 安全功能
- 安全零組件
- 安全類別之電路範例
- 電路連接範例



● 安全繼電器



何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

1. 連接範例索引

在此使用G9SA型(安全繼電器模組)、G9SX型(可變式繼電器模組)、F3SP-B1P型、以及D9M-CD1型(控制器模組)來介紹已連接輸入部分與輸出部分的電子式互鎖裝置之基本實例。

連接範例的編號	安全檢測裝置	輸入ch	安全類別	停止類別	所使用的裝置型號
1	緊急停止按壓開關	2	4	0	A22E型/A165E型 G9SA-301型/G9SA-501型、S82K型
2	緊急停止按壓開關x2	2	4	0	A22E型/A165E型 G9SA-301型/G9SA-501型、S82K型
3	安全門開關	2	4	0	D4GS-N型/D4NS型/D4BS型 G9SA-301型/G9SA-501型、S82K型
4	安全門開關x2	2	3	0	D4GS-N型/D4NS型/D4BS型 G9SA-301型/G9SA-501型、S82K型
5	安全門開關x2	1	2	0	D4GS-N型/D4NS型/D4BS型 G9SA-301型/G9SA-501型、S82K型
6	安全限動開關x2	2	4	0	D4B-N型/D4N型/D4F型 G9SA-301型/G9SA-501型、S82K型
7	電磁鎖定、安全門開關(電磁鎖) 安全限動開關	2	4	0	D4GL型/D4NL型/D4BL型 D4B-N型/D4N型/D4F型 G9SA-301型、S82K型
8	電磁鎖定、安全門開關(機械鎖) 安全限動開關	2	3	0	D4NL型/D4BL型/D4GL型 D4B-N型/D4N型/D4F型 G9SA-321-T□型 G7S型/G7SA型、S82K型
9	電磁鎖定、安全門開關(機械鎖) 安全限動開關	2	3	1	D4NL型/D4BL型/D4GL型 D4B-N型/D4N型/D4F型 G9SA-321-T□型、S82K型
10	安全踏墊開關	2	3	0	D9M-M□型 D9M-CD1型、S82K型
11	兩手按壓開關	2	4	0	G9SA-TH301型、S82K型
12	兩手按壓開關	1	2	0	F3SX-N-L1D1R型 A22E型/A165E型 A22型 D4GS-N型/D4NS型/D4BS型 F3SN型/F3SH型 S82K型
13	安全光柵(繼電器模組配線)	2	4	0	F3SN-A型 G9SA-301型/G9SA-501型、S82K型
14	安全光柵(繼電器配線)	2	4	0	F3SN-A型 G7S型/G7SA型、S82K型
15	安全光柵(連接器配線)	2	4	0	F3SN-A型 F3SP-B1P型、S82K型
16	安全光柵 緊急停止按壓開關	2	4	0	F3SN-A型 A22E型/A165E型 G9SA-300-SC型、S82K型
17	安全光柵 安全踏墊開關	2	3	0	F3SN-A型 D9M-M□型 F3SP-B1P型 D9M-CD1型、S82K型
18	緊急停止用按壓開關	1	2	0	A22E型/A165E型、 G9SX-AD型
19	緊急停止用按壓開關	2	3	0	A22E型/A165E型、 G9SX-AD型
20	緊急停止用按壓開關x2個	2	3	0	A22E型/A165E型、 G9SX-AD型
21	緊急停止用按壓開關	2	4	0	A22E型/A165E型、 F3SX-NR型
22	單一光束感測器x 4個 安全門開關 緊急停止用按壓開關	1	2	0	E3FS型/E3ZS型、 D4GS-N型/D4NS型/D4BS型、 A22E型/A165E型、 F3SX-E-B1D1型

2. 注意事項

1) 安全相關部位之電路架構

在此依安全類別介紹幾個電子式互鎖裝置的連接實例，但這些連接實例僅為機器的控制系統中為確保安全性之一部分架構而已。

關於不損害保護性接地、及斷線、短路等電路功能之保護配線、以及實際的電路架構等，請根據機器電子裝置之相關規定 - EN60204-1 [IEC60204-1、JIS B 9960-1] 進行施工，同時對於機器系統整體的安全性而言，建議必須經過第三者認證機關的認可。

2) 決定安全類別

風險評估 (Risk Assessment) 的結果可用來決定安全對策的功能評估，亦即所謂的安全類別，而實際上在決定安全相關部分的安全類別時，必須評估機器的規格、以及機器在設置、使用與報廢前的作業環境，並且訂出最適合機器整體的安全類別。

3) 關於 2 通道 (Channel) 輸入

透過安全門開關等位置檢測裝置之接點信號來確認防護門的開啟或關閉。

亦可利用一個位置檢測裝置所內建的二個接點來將開關的確認信號輸入至控制端的 2 通道，但在此情況下，由於操作 KEY 插入方式不正確、或施加適度的撞擊等原因而使得位置檢測裝置的頭端部分破損，並可能會使 2 個輸出訊號均無法形成非對稱故障特性而造成同一故障情形。雖然選擇 2 通道輸入的方法亦取決於裝置整體風險評估的結果，但是在此建議使用 2 個相反模式的位置檢測裝置來確認防護門的開關狀態是否正常之方法。

4) 安全零件的功能

安全相關控制系統在設計時必須加入即使在互鎖裝置發生故障時也要將危險發生的可能性最小化的考量，安全零件類必須針對規格中所規定的開關配備有直接開路機構、而繼電器必須配備有強制導通接點機構等，其設計的目的在於讓這些功能能夠在架構該控制系統的過程中發揮。

5) 安全零件的使用方法

使用安全零件時的相關注意事項，敬請參閱第 538 頁所記載的“安裝注意事項”以及本型錄中所記載的注意事項。

尤其是安裝電磁鎖開關時，請使用固定用金具等將門固定，若直接將開關作為上鎖零件使用的話，由於門本身的重量、機器設備的震動、以及在保持狀態下因誤動作開門所造成的撞擊等原因，將可能會使電路功能產生異常。

6) 侵入檢測與存在檢測

安全光柵的基本功能係用來檢測手指、手部、以及人體等入侵。因此，因應進入危險區域之頻率等系統整體的風險評估而需要危險區域的存在檢測功能時，建議和安全踏墊、安全雷射掃瞄器等一起設置，關於存在檢測之相關內容，徑請參閱第 531 頁。

7) 復歸方式

在本連接實例中記錄了手動復歸方式的實例。

若要採用自動復歸方式時，前提為朝向危險源的開口部分不可為容許人體侵入的尺寸。

另外，關於其連接方式，敬請參閱產品型錄中所記載的電路連接範例。

8) 接觸器

當主接點熔著時，建議使用監控用的輔助式 NC 接點並不會在機構上發生相同故障之裝置。

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

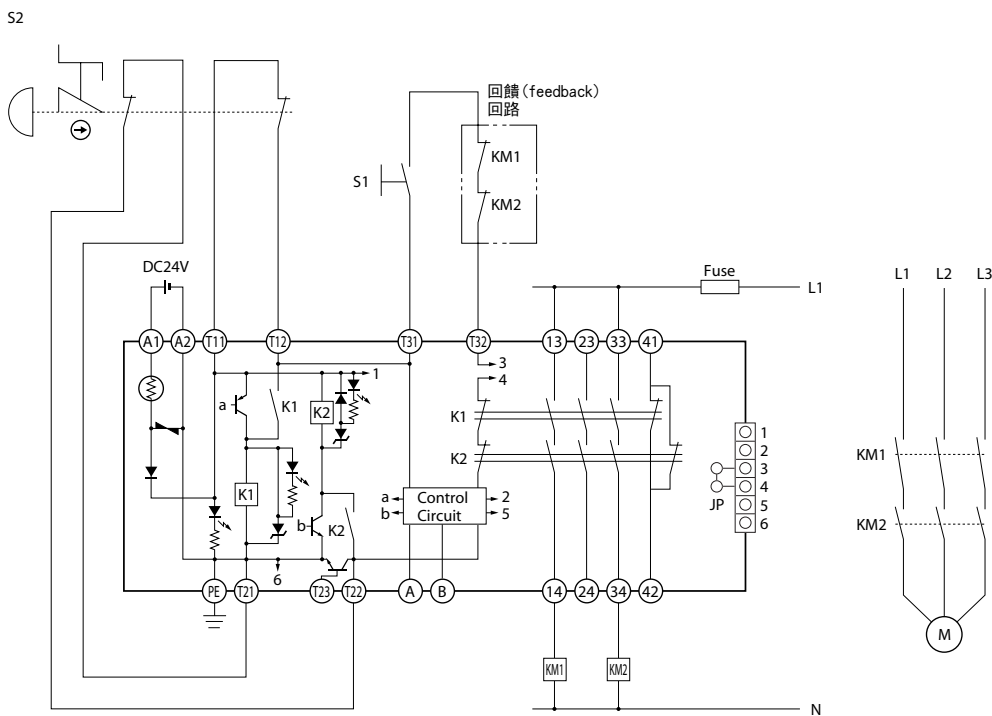
電路連接範例

技術指南



電路連接範例

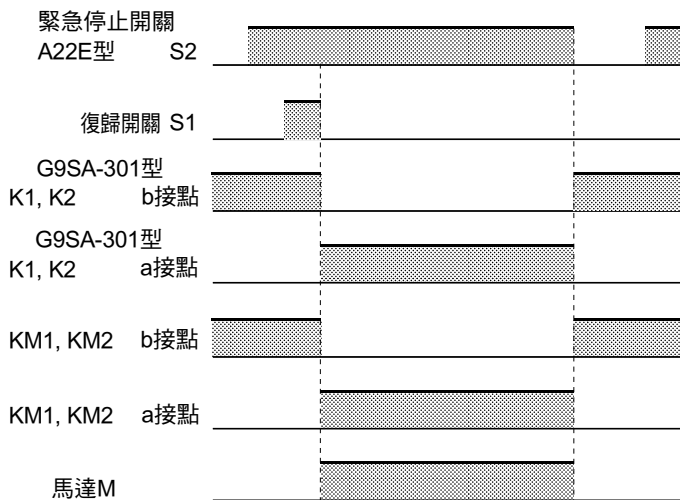
連接範例端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
1	4	緊急停止按壓開關	0	手動	A22E型/A165E型 G9SA-301型/G9SA-501型、S82K型



何謂機器之安全性
安全規格
安全功能
安全零組件
安全類別之電路範例
電路連接範例

技術指南

◆動作時序圖

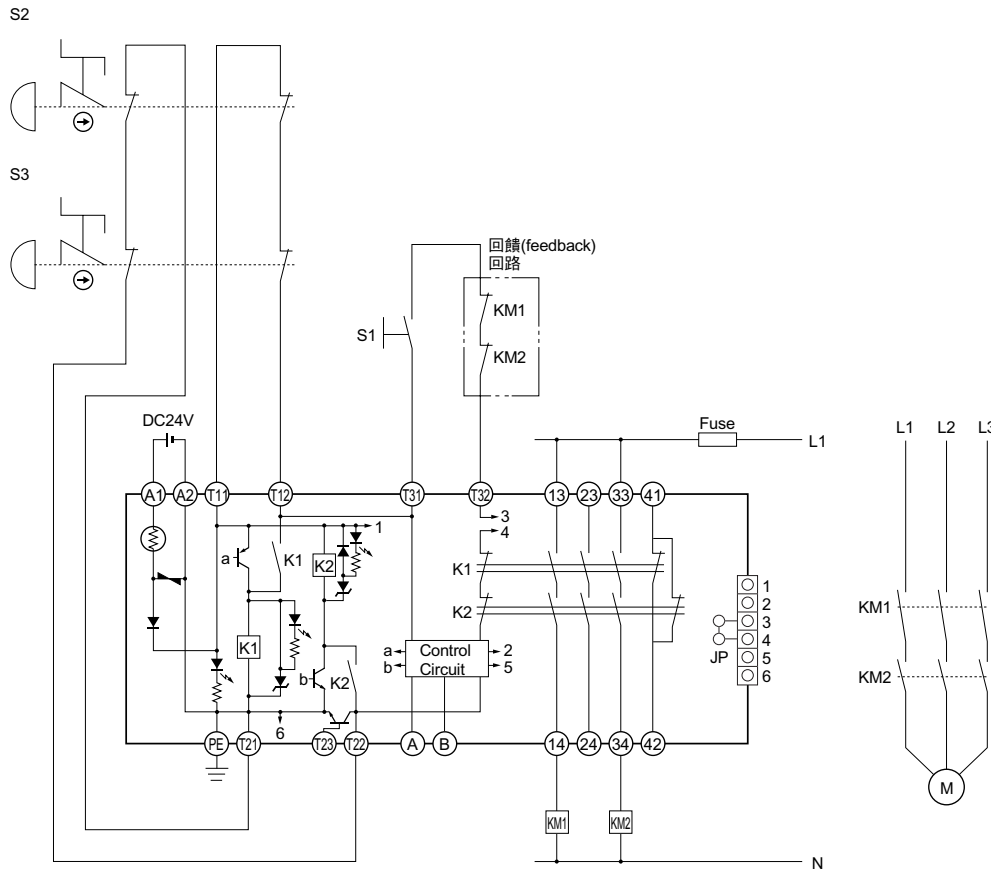


<註> 在實際架構電路時，請參閱第615頁的注意事項。
<註> 在緊急停止電路中，請使用手動復歸的方式。
(ISO 13850)

<使用零件範例>
S1：復歸開關（瞬間動作）
S2：緊急停止按壓開關
KM1、KM2：電磁接觸器
M：3相馬達



連接範例 端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
2	4	緊急停止按壓開關x2	0	手動	A22E型/A165E型 G9SA-301型/G9SA-501型、S82K型



何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

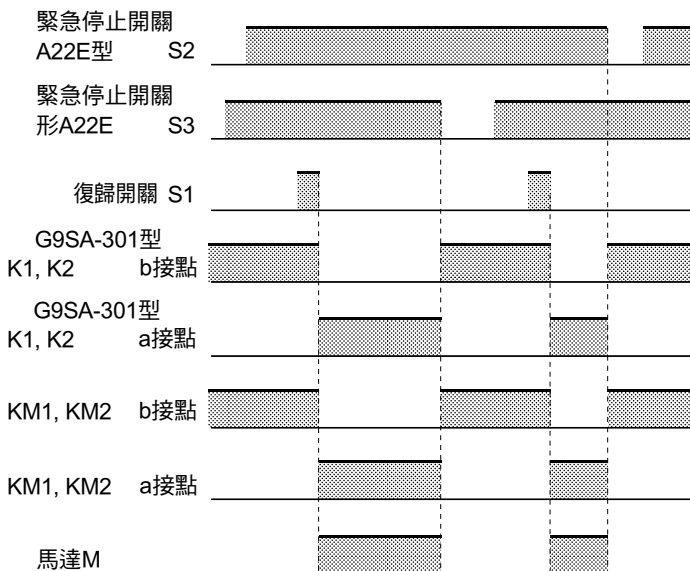
安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

◆動作時序圖



<註> 在實際架構電路時，請參閱第615頁的注意事項。

<註> 在緊急停止電路中，請使用手動復歸的方式。
(ISO 13850)

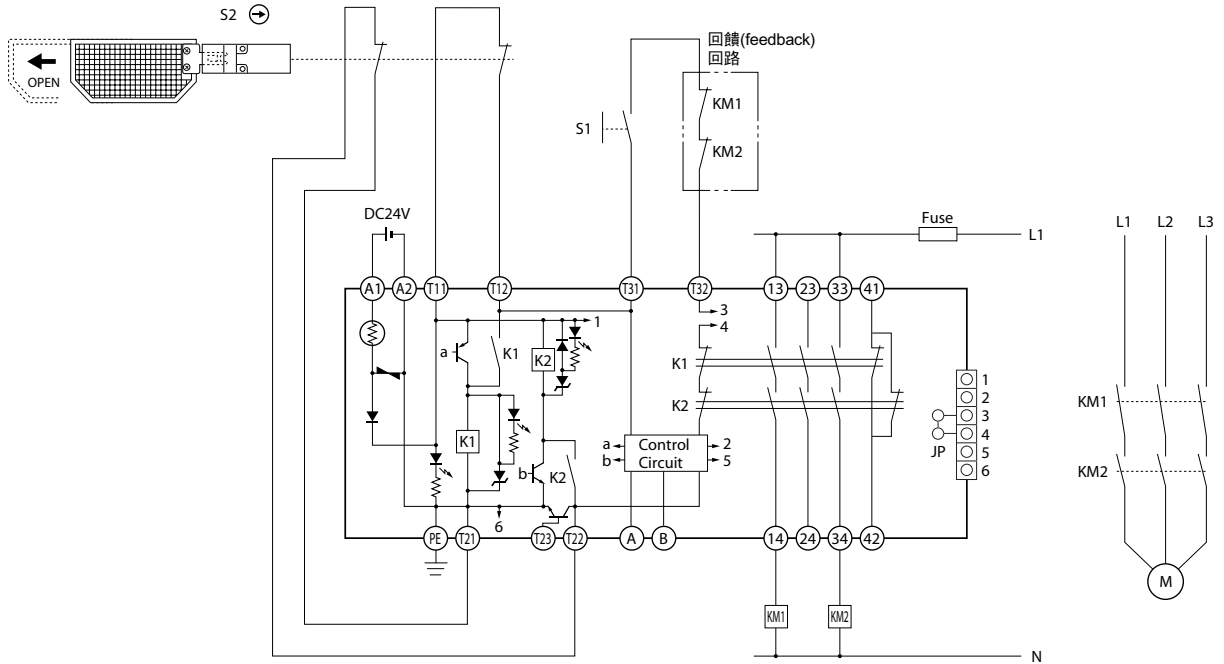
<使用零件範例>

- S1：復歸開關 (瞬間動作)
- S2：緊急停止按壓開關
- S3：緊急停止按壓開關
- KM1、KM2：緊急停止按壓開關
- M：電磁接觸器



電路連接範例

連接範例端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
3	4	安全門開關	0	手動	D4GS-N型/D4NS型/D4BS型 G9SA-301型/G9SA-501型、S82K型



何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

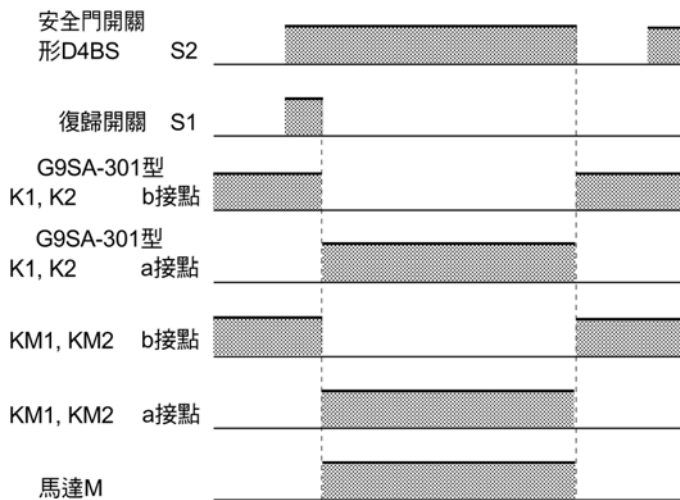
安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

◆動作時序圖



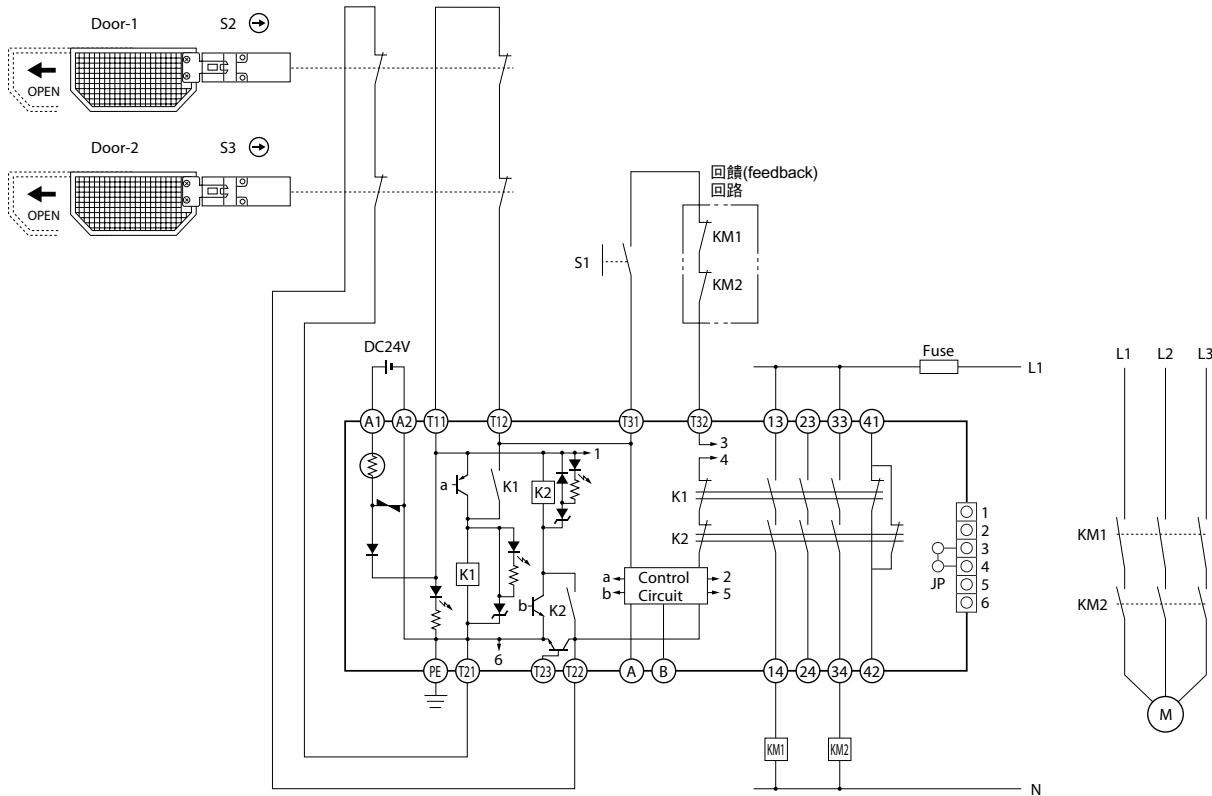
<註> 在實際架構電路時，請參閱第615頁的注意事項。

<使用零件範例>

- S1：復歸開關 (瞬間動作)
- S2：安全門開關
- KM1、KM2：電磁接觸器
- M：3相馬達



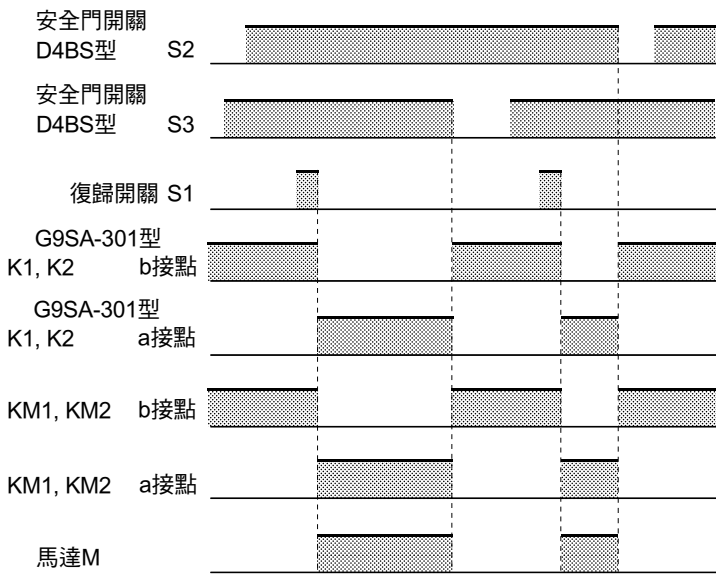
連接範例端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
4	3	安全門開關x2	0	手動	D4GS-N型/D4NS型/D4BS型 G9SA-301型/G9SA-501型、S82K型



何謂機器之安全性
安全規格
安全功能
安全零組件
安全類別之電路範例
電路連接範例

技術指南

◆動作時序圖



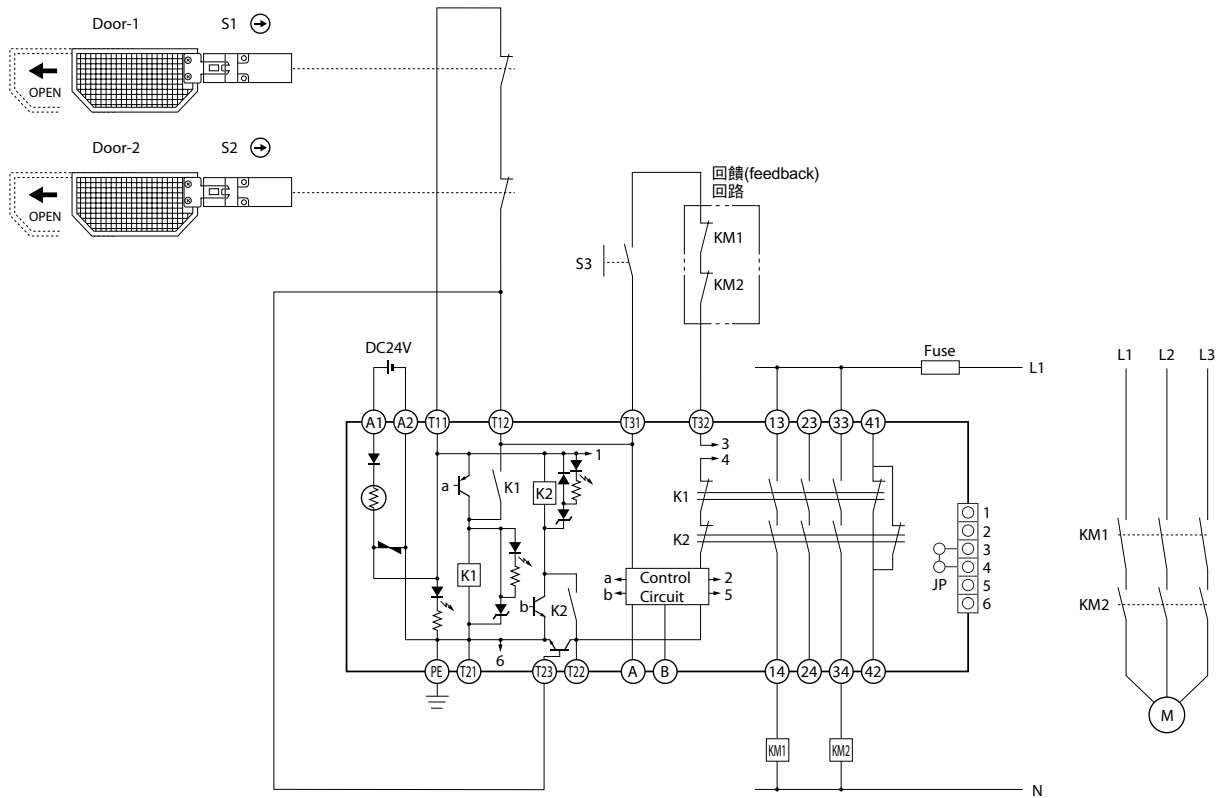
<註> 在實際架構電路時，請參閱第615頁的注意事項。

- <使用零件範例>
- S1：復歸開關 (瞬間動作)
 - S2：安全門開關
 - S3：安全門開關
 - KM1、KM2：電磁接觸器
 - M：3相馬達

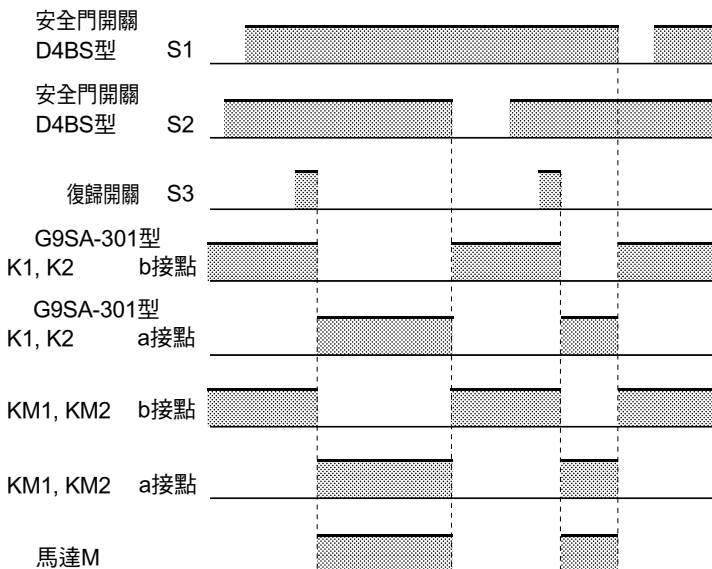


電路連接範例

連接範例端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
5	2	安全門開關x2	0	手動	D4GS-N型/D4NS型/D4BS型 G9SA-301型/G9SA-501型、S82K型



◆動作時序圖



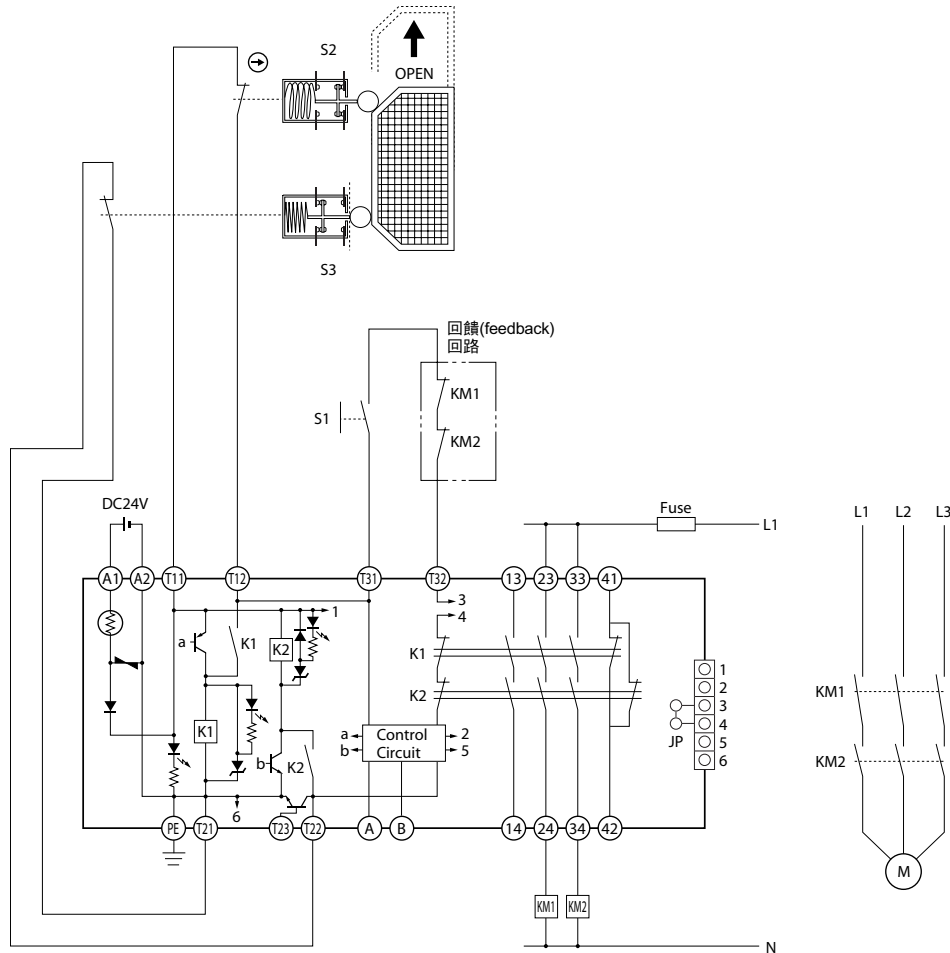
<註> 在實際架構電路時，請參閱第615頁的注意事項。

<使用零件範例>

- S1：安全門開關
- S2：安全門開關
- S3：復歸開關 (瞬間動作)
- KM1、KM2：電磁接觸器
- M：3相馬達



連接範例端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
6	4	安全限動開關x2	0	手動	D4B-N型/D4N型/D4F型 G9SA-301型/G9SA-501型、S82K型



何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

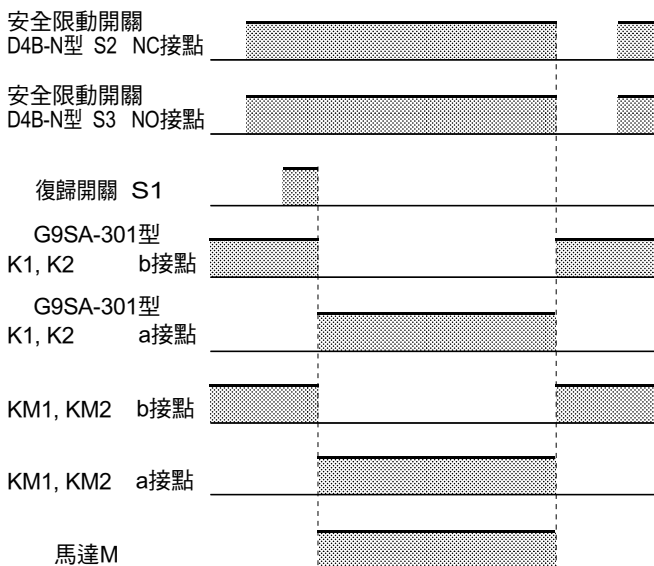
安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

技術指南

◆動作時序圖



<註> 在實際架構電路時，請參閱第615頁的注意事項。

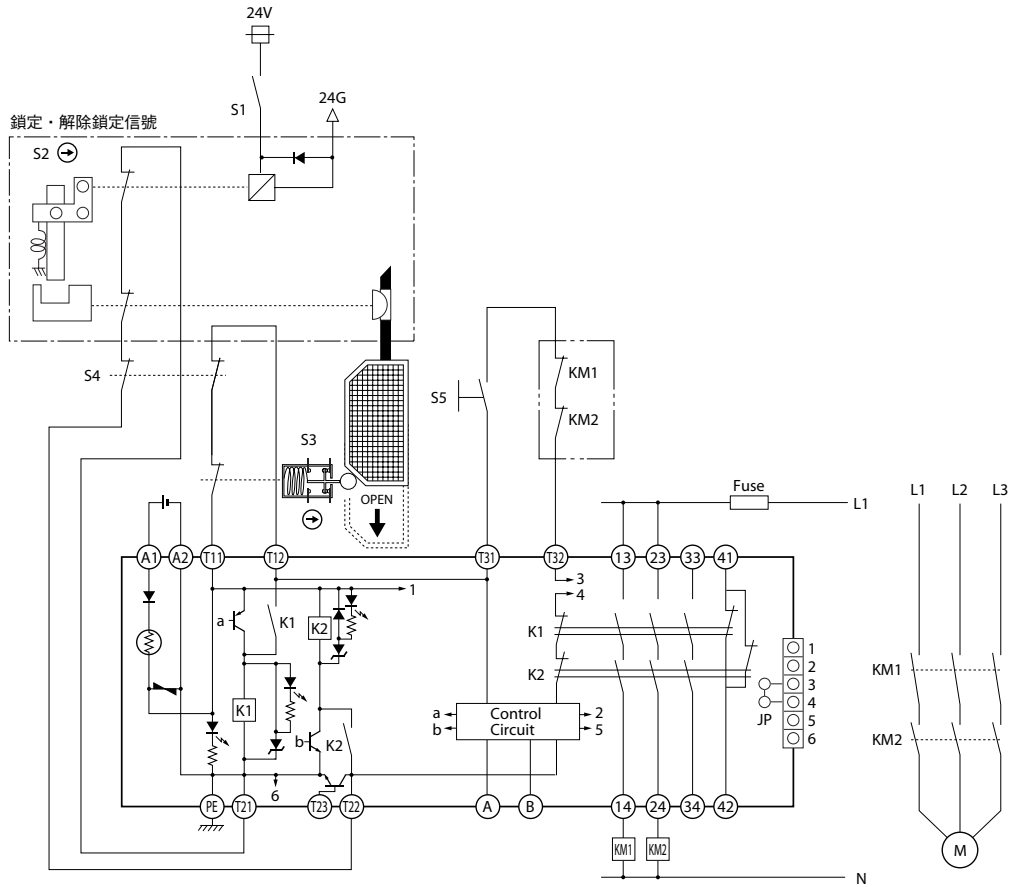
<使用零件範例>

- S1：復歸開關
- S2、S3：安全限動開關
- KM1、KM2：電磁接觸器
- M：3相馬達



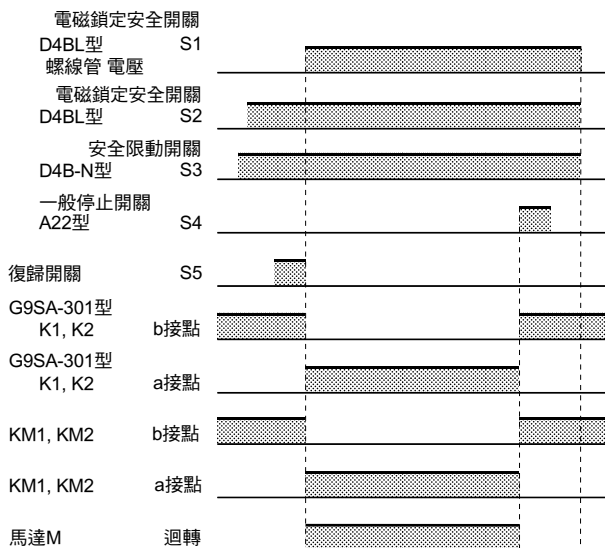
電路連接範例

連接範例端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
7	4	電磁鎖定、安全門開關(電磁鎖) 安全限動開關	0	手動	D4GL型/D4NL型/D4BL型 D4B-N型/D4N型/D4F型 G9SA-301型、S82K型



註. 電磁鎖的方式係根據動作中的解除鎖定錯誤動作信號來解除鎖定，而動作中的開門動作亦成為對作業員造成傷害的要因此若能利用風險評估的方式確保安全性的話，亦可以使用電磁方式。但若無法確認其安全性時，就必須採用機械鎖定的方式。
(EN1088(ISO14119))

◆動作時序圖



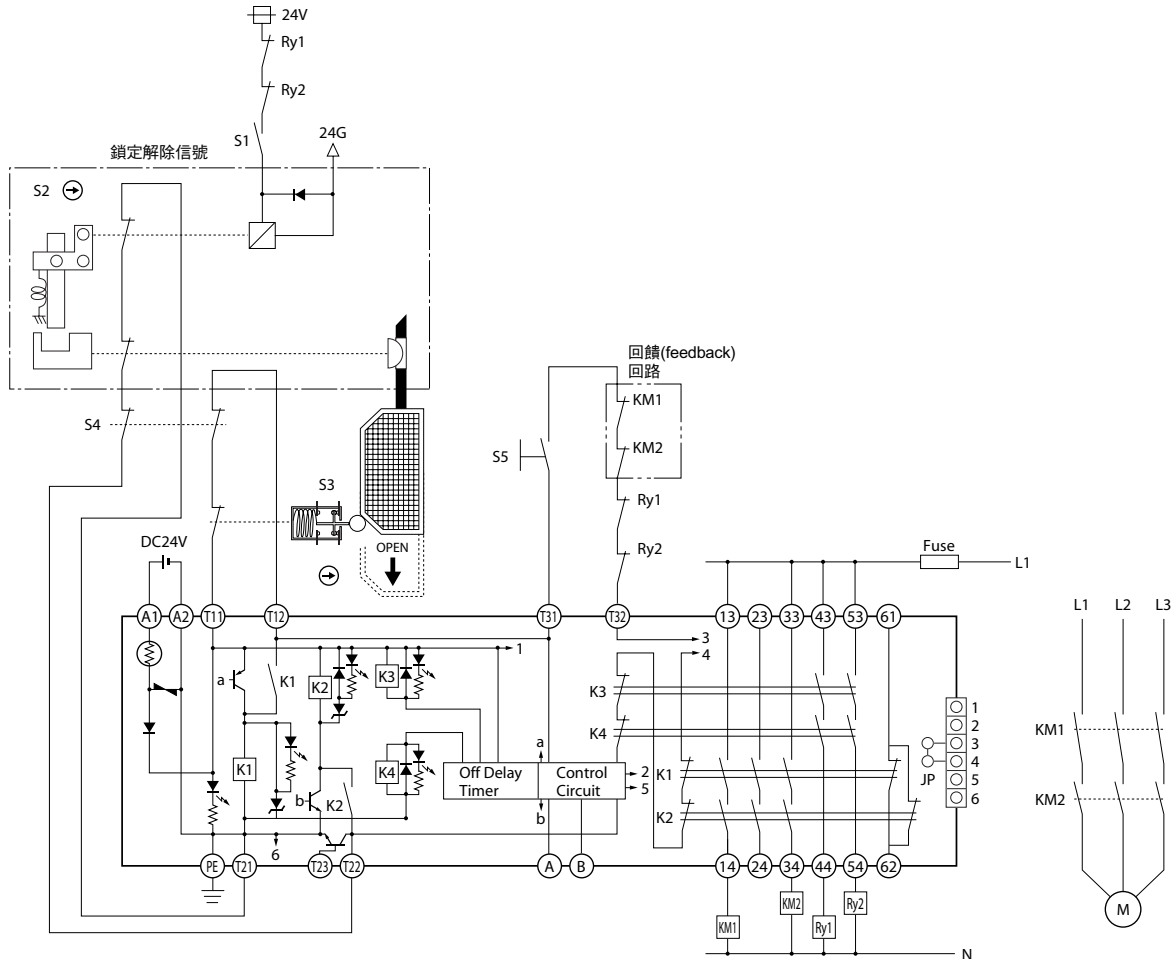
<註> 在實際架構電路時，請參閱第615頁的注意事項。

<使用零件範例>

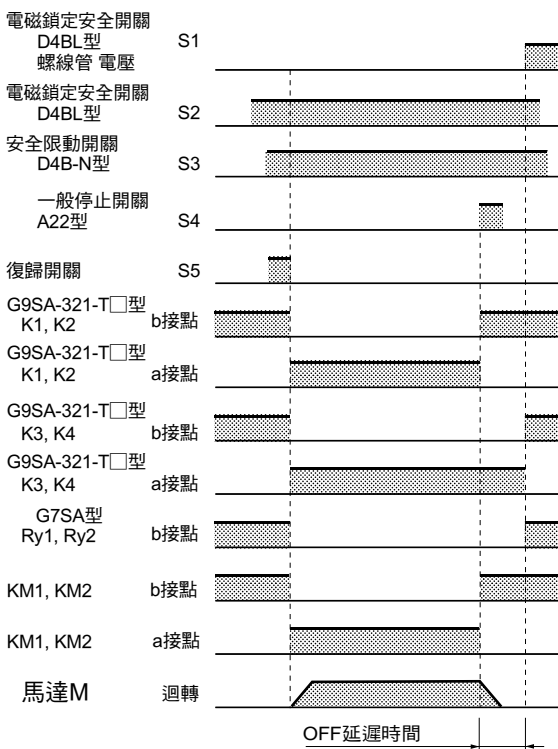
- S1：鎖定・解除鎖定信號
- S2：安全電磁鎖門開關
- S3：安全限動開關
- S4：停止信號
- S5：復歸開關 (瞬間操作)
- KM1、KM2：電磁接觸器
- M：3相馬達



連接範例端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
8	3	電磁鎖定、安全門開關(機械鎖) 安全限動開關	0	手動	D4NL型/D4BL型/D4GL型 D4B-N型/D4N型/D4F型 G9SA-321-T□型 G7S型/G7SA型、S82K型



◆動作時序圖



註. 電磁鎖的方式係根據動作中的解除鎖定錯誤動作信號來解除鎖定，而動作中的開門動作亦成為對作業員造成傷害的要因此若能利用風險評估的方式確保安全性的話，亦可以使用電磁方式。但若無法確認其安全性時，就必須採用機械鎖定的方式。(EN1088(ISO14119))

<註>在實際架構電路時，請參閱第615頁的注意事項。

- <使用零件範例>
- S1：鎖定解除信號
 - S2：安全電磁鎖門開關
 - S3：安全限動開關
 - S4：停止信號
 - S5：復歸開關
 - RY1、RY2：安全繼電器
 - KM1、KM2：電磁接觸器
 - M：3相馬達

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

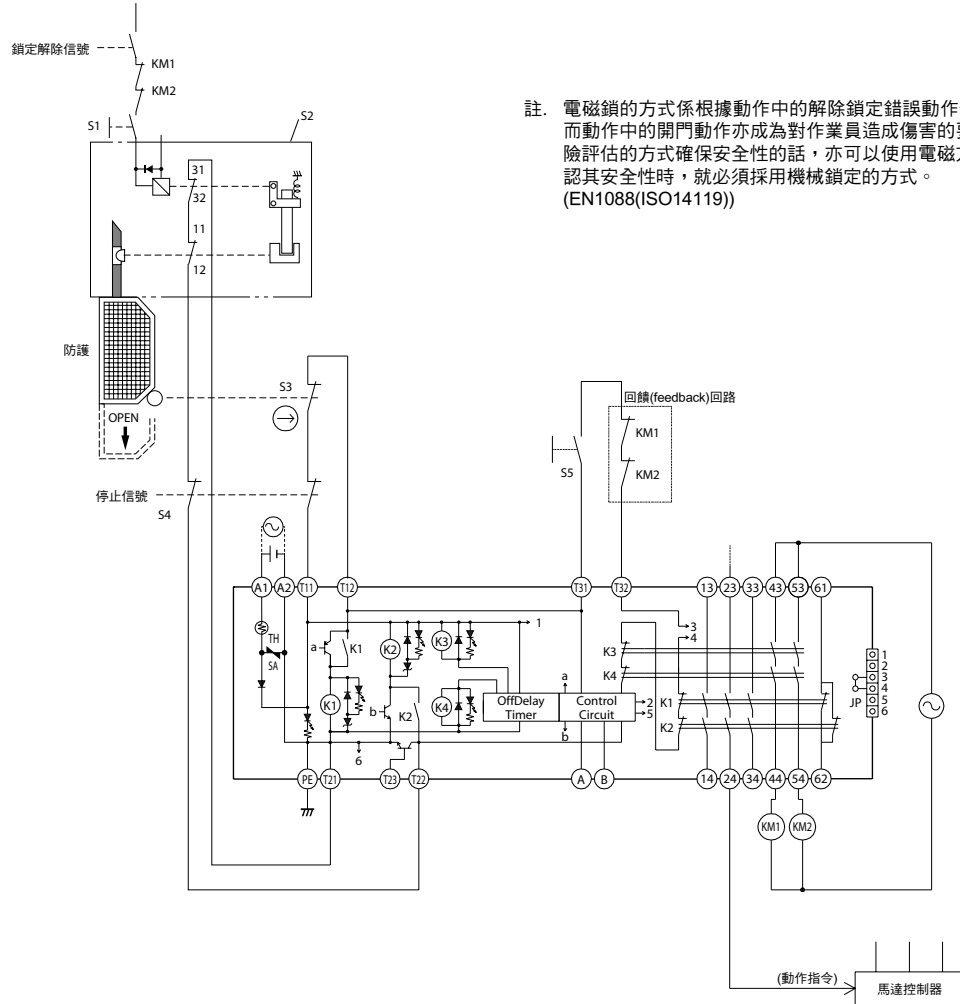
電路連接範例

技術指南



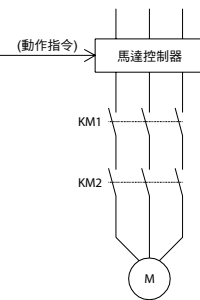
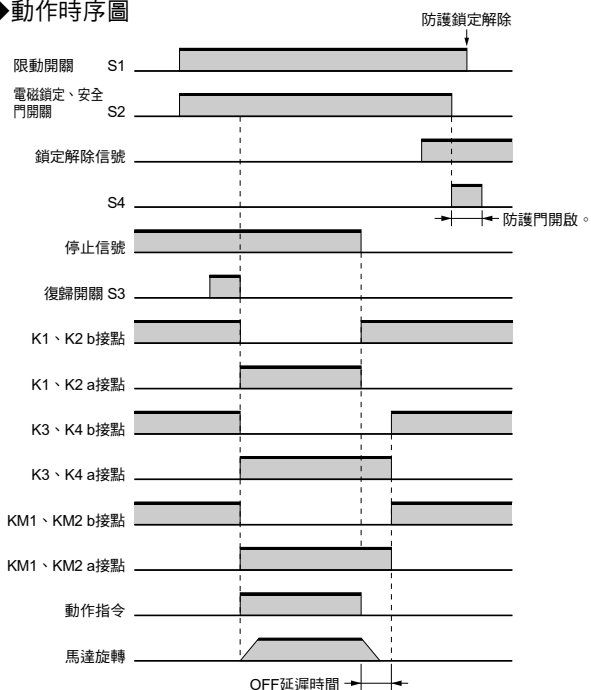
電路連接範例

連接範例端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
9	3	電磁鎖定、安全門開關(機械鎖) 安全限動開關	1	手動	D4NL型/D4BL型/D4GL型 D4B-N型/D4N型/D4F型 G9SA-321-T□型、S82K型



註. 電磁鎖的方式係根據動作中的解除鎖定錯誤動作信號來解除鎖定，而動作中的開門動作亦成為對作業員造成傷害的要因此若能利用風險評估的方式確保安全性的話，亦可以使用電磁方式。但若無法確認其安全性時，就必須採用機械鎖定的方式。(EN1088(ISO14119))

◆動作時序圖



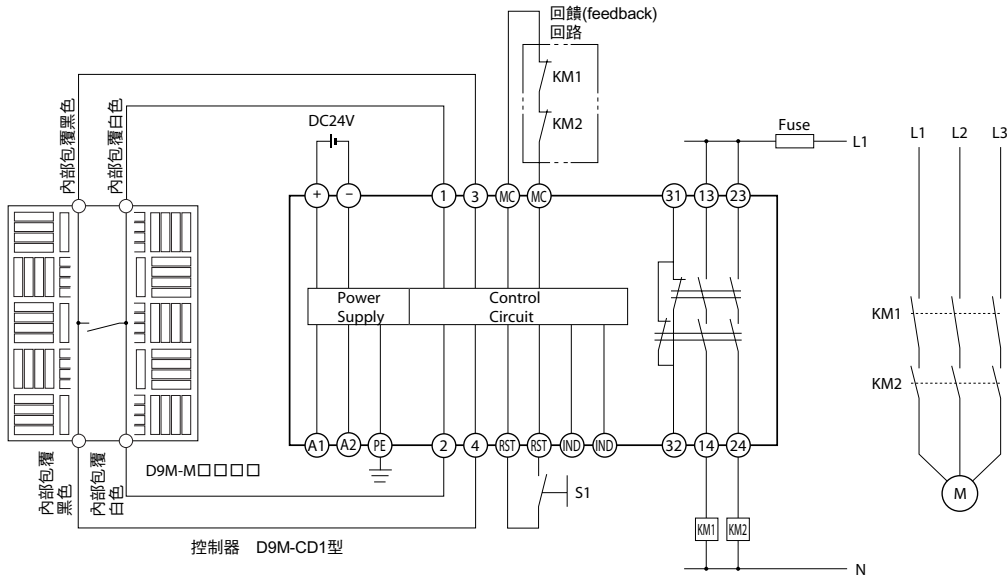
<註> 在實際架構電路時，請參閱第615頁的注意事項。

<使用零件範例>

- S1：鎖定解除信號
- S2：安全電磁鎖門開關
- S3：安全限動開關
- S4：停止信號
- S5：復歸開關
- KM1、KM2：電磁接觸器
- M：3相馬達



連接範例 端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
10	3	安全踏墊開關	0	手動	D9M-M□型 D9M-CD1型、S82K型



何謂機器之安全性

安全規格

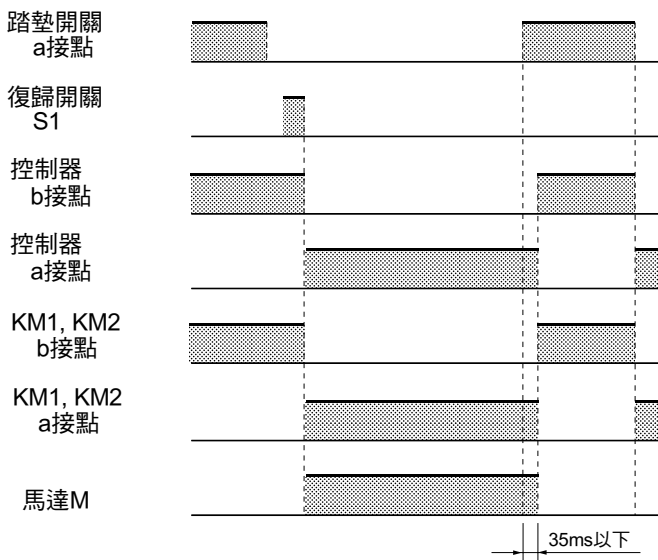
安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

◆動作時序圖



<註> 在實際架構電路時，請參閱第615頁的注意事項。

◆請使用D9M-CD1型的內部選擇開關來選擇手動復歸模式。(工廠出貨時之預設值)

<使用零件範例>

S1：復歸開關（瞬間動作）

KM1、KM2：電磁接觸器

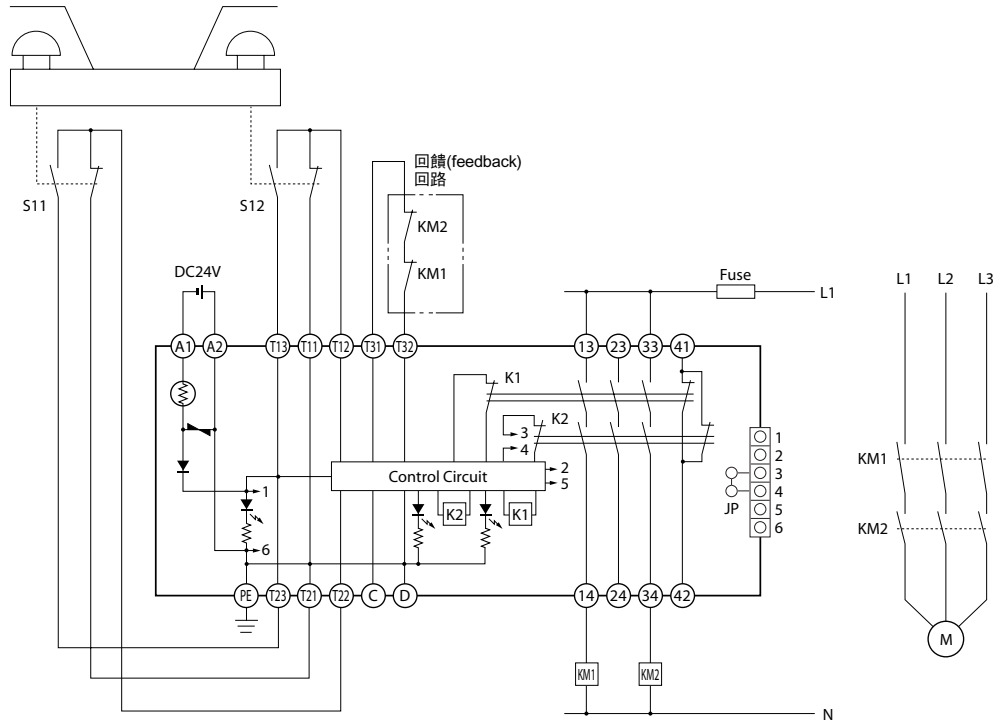
M：3相馬達

技術指南



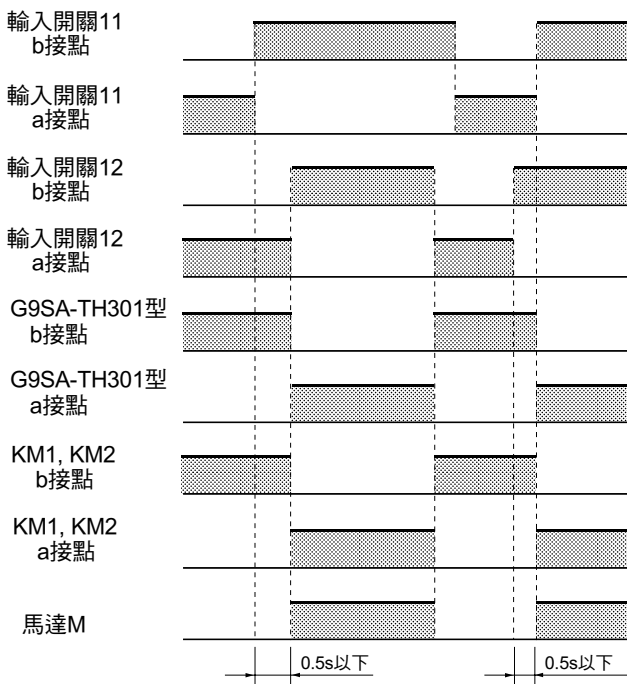
電路連接範例

連接範例端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
11	4	兩手按壓開關	0	手動	G9SA-TH301型、S82K型



何謂機器之安全性
安全規格
安全功能
安全零組件
安全類別之電路範例
電路連接範例

◆動作時序圖



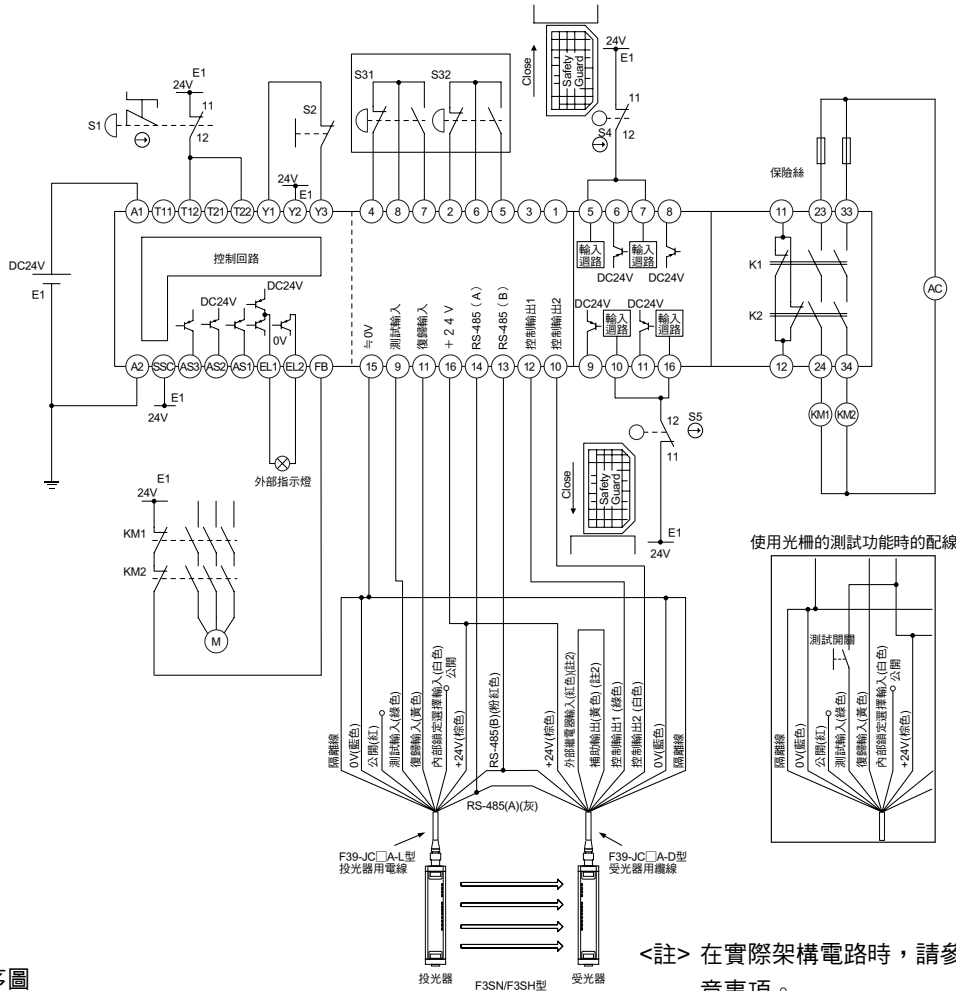
<註> 在實際架構電路時，請參閱第615頁的注意事項。

<使用零件範例>

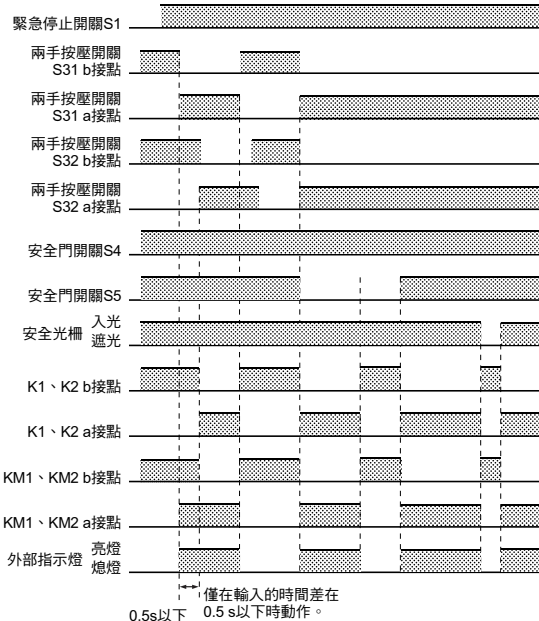
- S11、S12：雙手按壓開關 (瞬間動作)
- KM1、KM2：電磁接觸器
- M：3相馬達



連接範例端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
12	2	兩手按壓開關	0	自動復歸	F3SX-N-L1D1R型 A22E型/A165E型 A22型 D4GS-N型/D4NS型/D4BS型 F3SN型/F3SH型 S82K型



◆動作時序圖



<註> 在實際架構電路時，請參閱第 615 頁的注意事項。

<使用零件範例>

- S1 : 緊急停止開關(直接開路動作接點)⊖
- S2 : 復歸開關
- S31、S32 : 兩手按壓開關
- S4、S5 : 安全門開關(強制開路動作接點)⊖
- KM1、KM2 : 電磁接觸器
- M : 3相馬達
- E1 : 24V電源
- 外部指示燈 : 白熱燈絲式指示燈
(不使用外部指示燈時，請連接阻抗1/4W、4.7kΩ)
- S6 : 外部測試開關
- AS1 : 補助控制器輸出(與K1、K2的a接點同期)
- AS2 : 資訊觸動器
- AS3 : 預備輸出
- SSC : 開始命令輸入
(上述回路範例為不使用時的連接例，不使用時請連接與A1端子連接)

註1. 本項乃輔助輸出為標準設定(遮光時ON)時的連接範例，若為標準設定以外的動作時，敬請參閱F3SM/F3SH型之個別型錄或使用說明書。

註2. 配置時請遵照EN574的要求。

※開關請使用微小負載用之開關。

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

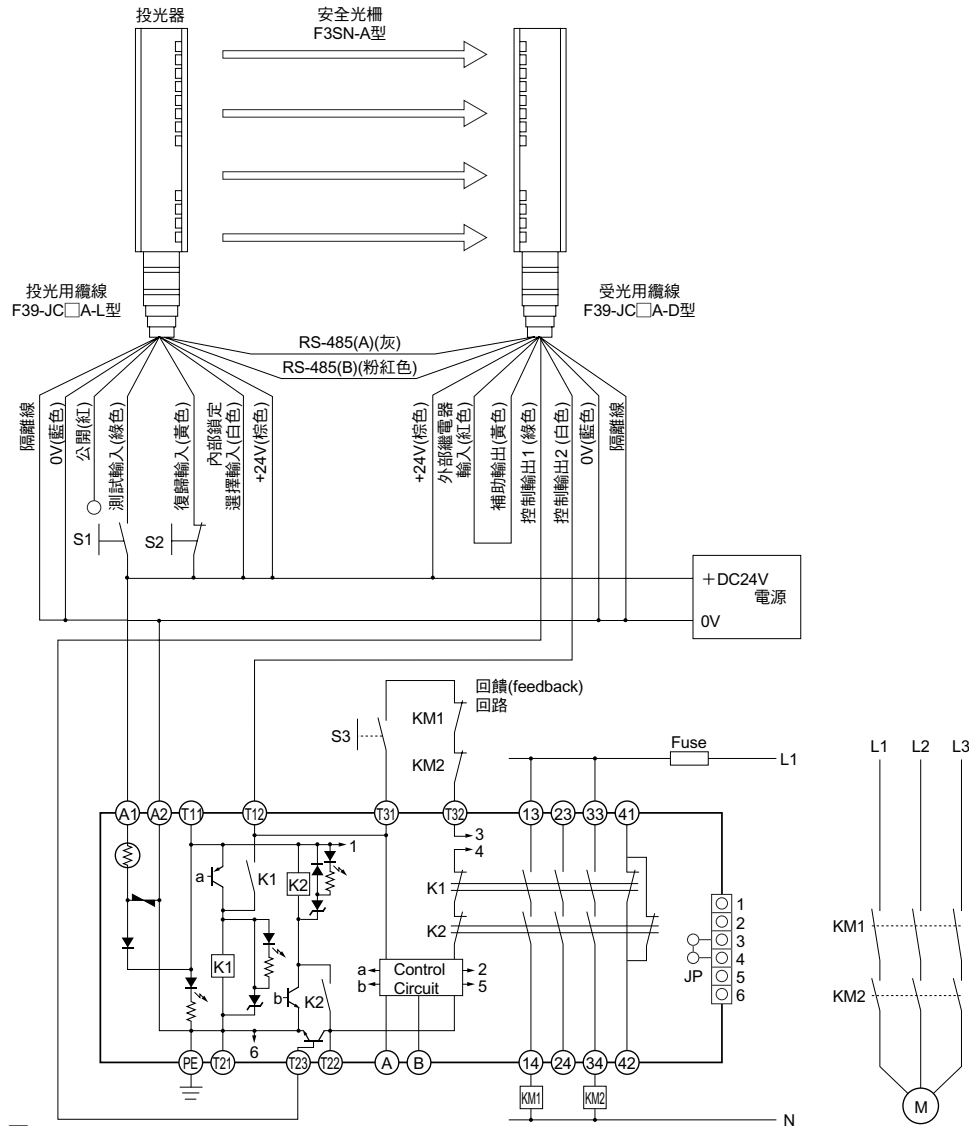
電路連接範例

技術指南

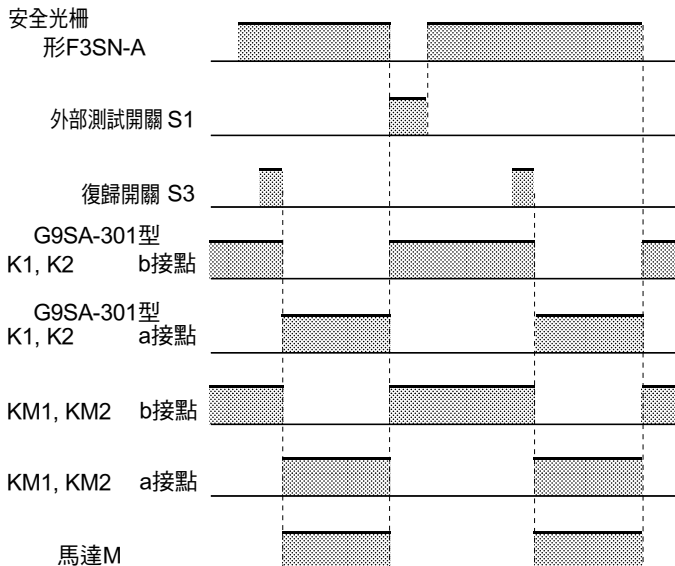


電路連接範例

連接範例端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
13	4	安全光柵(繼電器模組配線)	0	手動(繼電器裝置)	F3SN-A型 G7S型/G7SA型、S82K型



◆動作時序圖



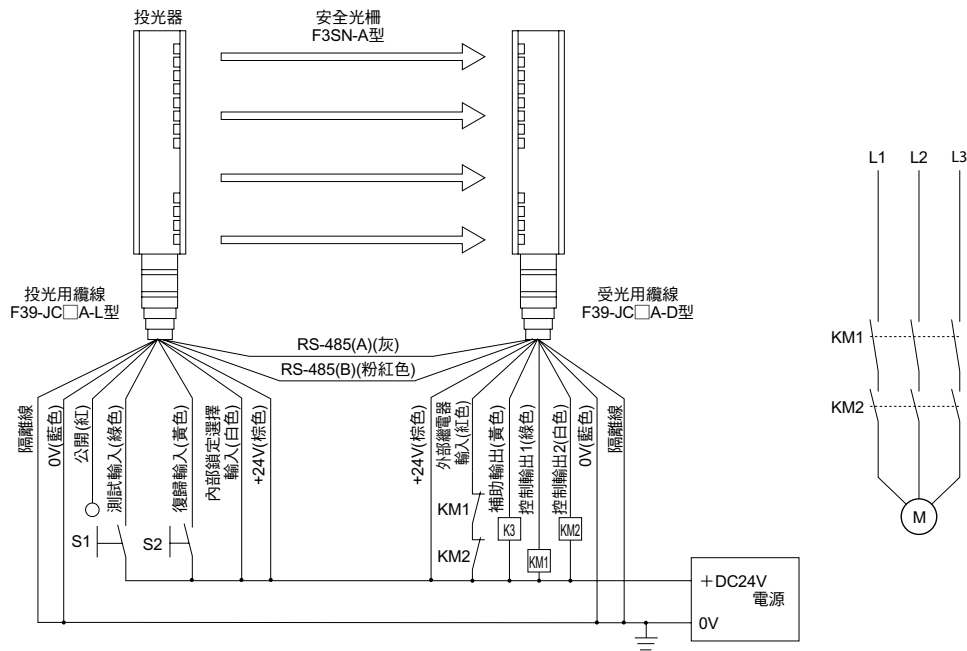
- <註> 在實際架構電路時，請參閱第615頁的注意事項。
- ◆由於安全類別取決於所連接的安全光柵的類型，因此請特別注意。
- ◆F3SN-A型具備自動復歸功能。

<使用零件範例>

- S1：外部測試開關
- S2：鎖定復歸開關(瞬間動作)
- S3：復歸開關
- KM1、KM2：電磁接觸器
- M：3相馬達
- ※開關請使用微小負載用之開關。



連接範例 端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
14	4	安全光柵(繼電器配線)	0	手動	F3SN-A型 F3SP-B1P型、S82K型



何謂機器之安全性

安全規格

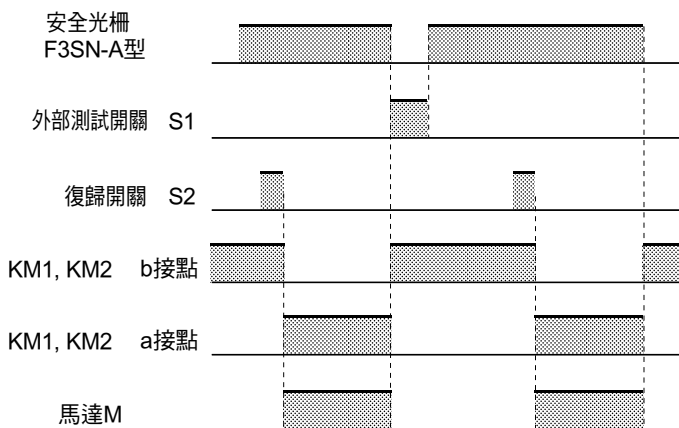
安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

◆動作時序圖



<註> 在實際架構電路時，請參閱第615頁的注意事項。

◆互鎖功能

手動復歸

設定：開始/重新啟動 互鎖

◆由於安全類別取決於所連接的安全光柵的類型，因此請特別注意。

<使用零件範例>

S1：外部測試開關

S2：鎖定復歸開關 (瞬間動作)

KM1、KM2：電磁接觸器

K3：PLC(監控器用)

M：3相馬達

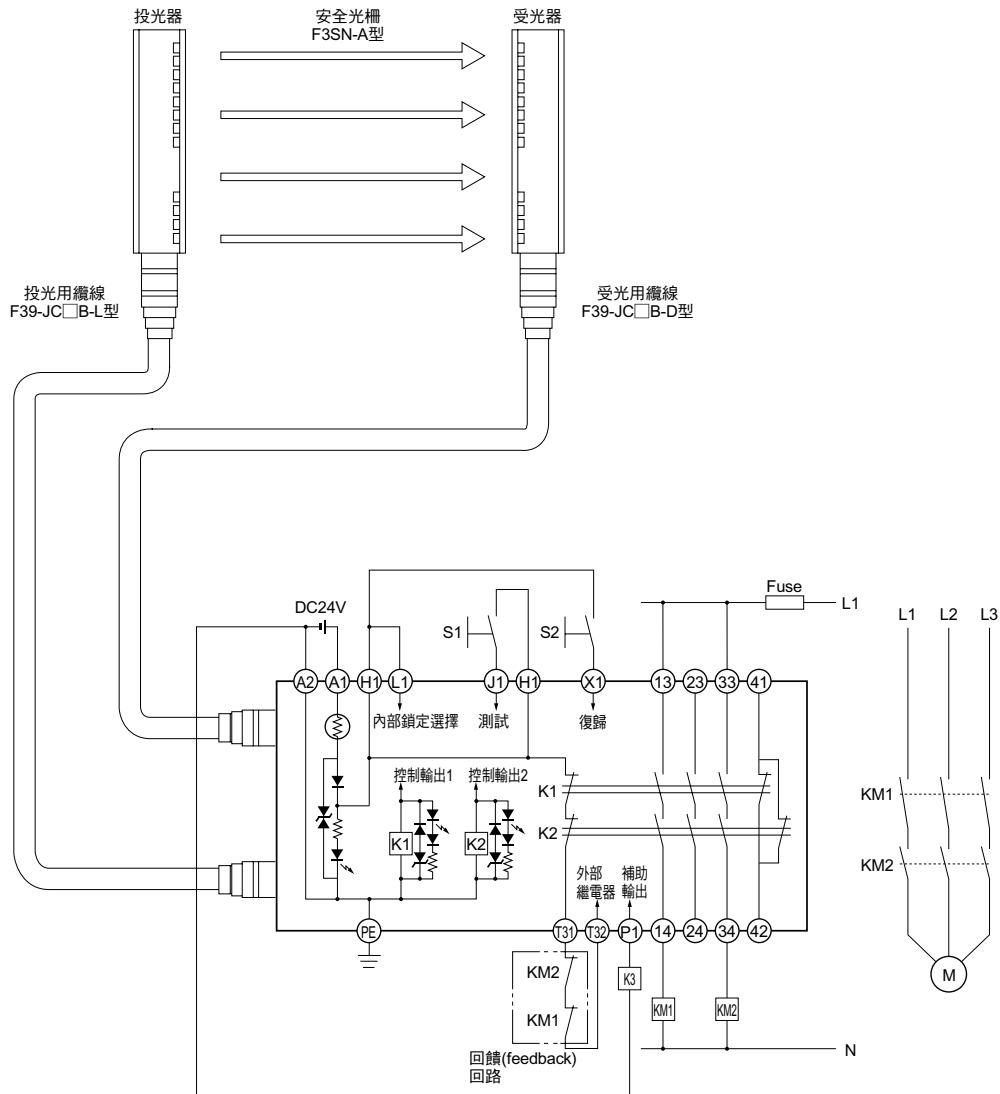
※開關請使用微小負載用之開關。

技術指南

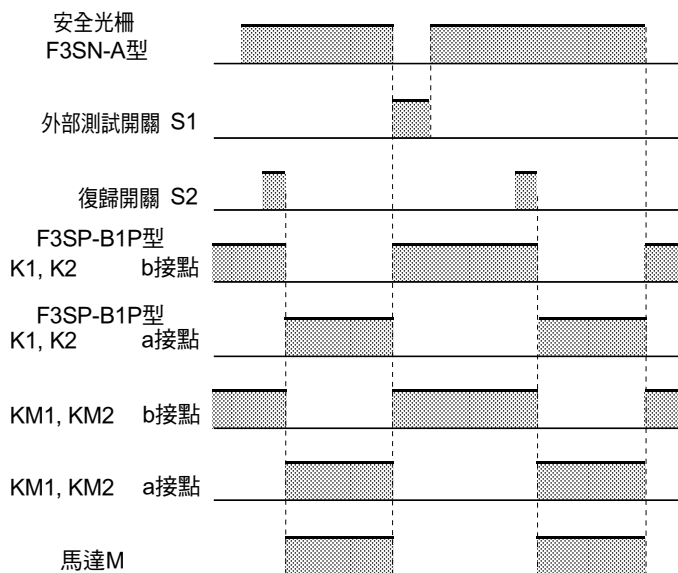


電路連接範例

連接範例端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
15	4	安全光柵(連接器配線)	0	手動	F3SN-A型 F3SP-B1P型、S82K型



◆動作時序圖



<註> 在實際架構電路時，請參閱第615頁的注意事項。

◆互鎖功能

手動復歸

設定：開始/重新啟動 互鎖

◆由於安全類別取決於所連接的安全光柵的類型，因此請特別注意。

<使用零件範例>

S1：外部測試開關

S2：鎖定復歸開關（瞬間動作）

KM1、KM2：電磁接觸器

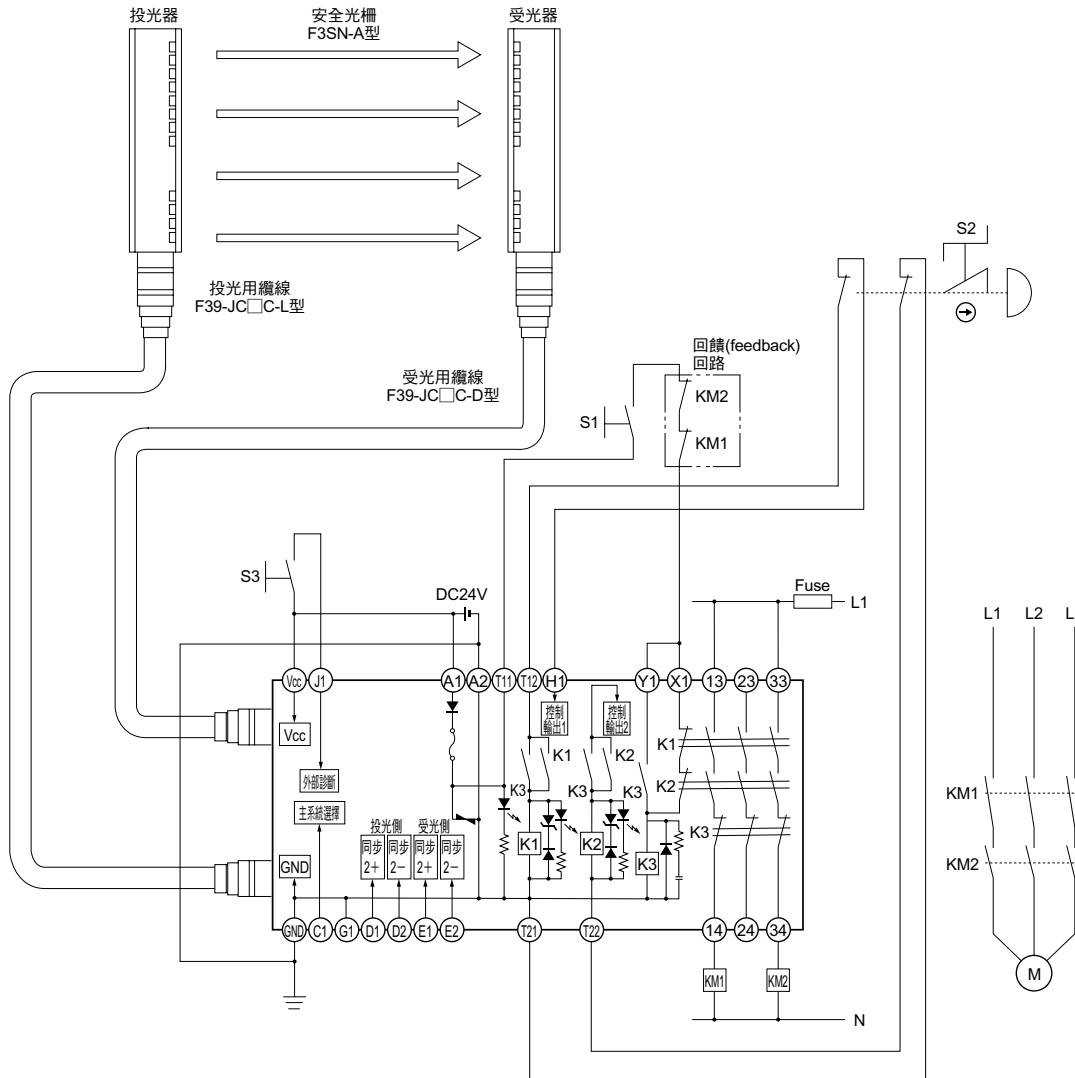
K3：PLC(監控器用)

M：3相馬達

※開關請使用微小負載用之開關。



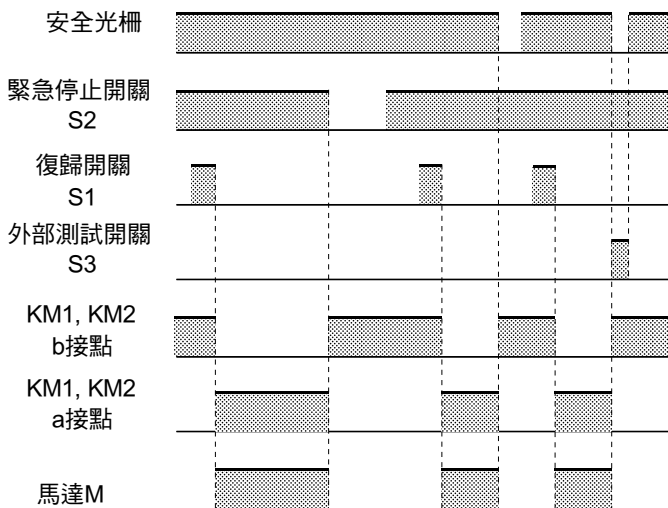
連接範例端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
16	4	安全光柵 緊急停止按壓開關	0	手動	F3SN-A型 A22E型/A165E型 G9SA-300-SC型、S82K型



- 何謂機器之安全性
- 安全規格
- 安全功能
- 安全零組件
- 安全類別之電路範例
- 電路連接範例

技術指南

◆動作時序圖



<註> 在實際架構電路時，請參閱第615頁的注意事項。

◆互鎖功能

手動復歸
設定：開始/重新啟動 互鎖

◆由於安全類別取決於所連接的安全光柵的類型，因此請特別注意。

<使用零件範例>

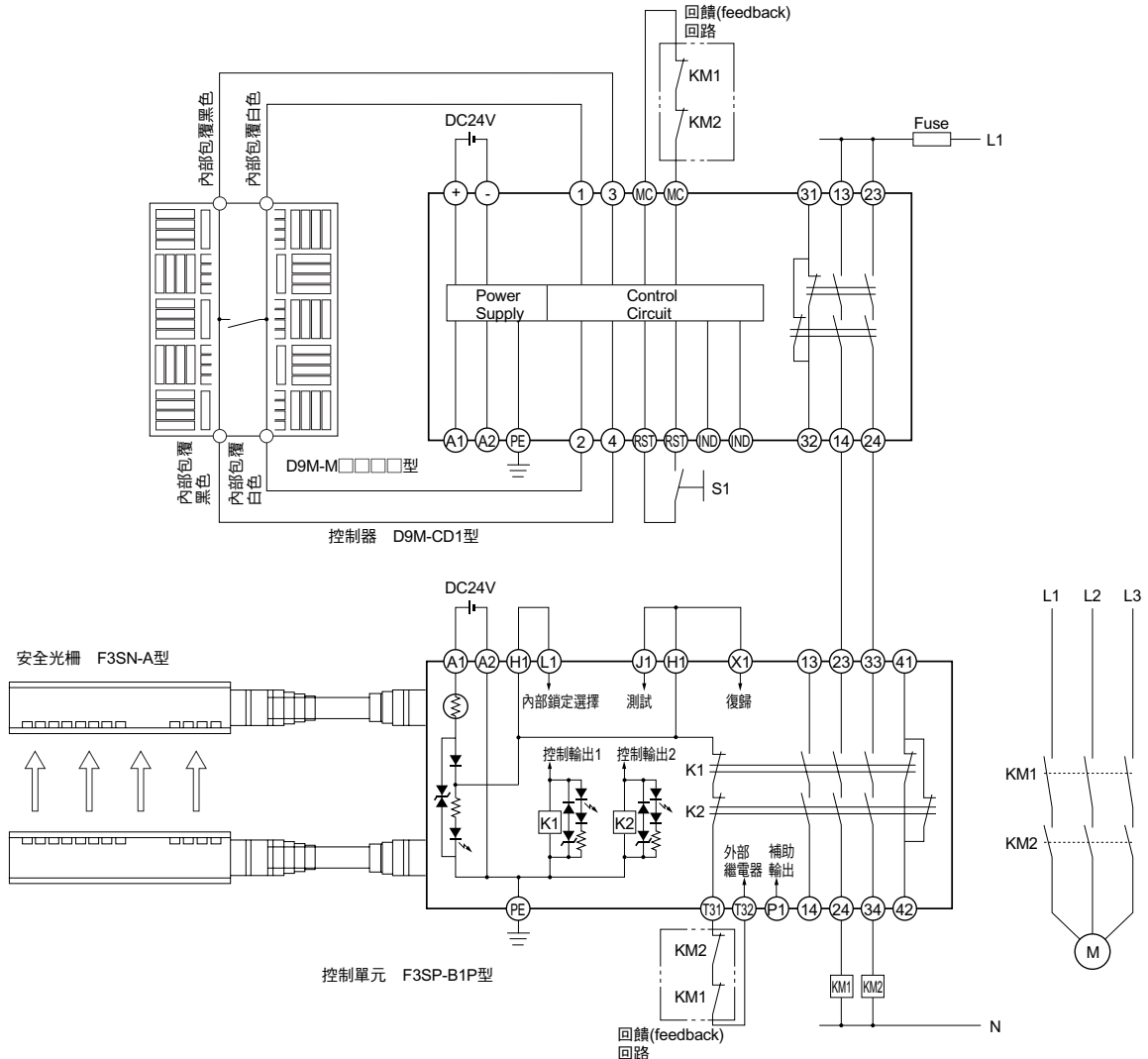
- S1：復歸開關 (瞬間動作)
- S2：緊急停止按壓開關
- S3：外部測試開關 (瞬間動作)
- KM1、KM2：電磁接觸器
- M：3相馬達

※開關請使用微小負載用之開關。

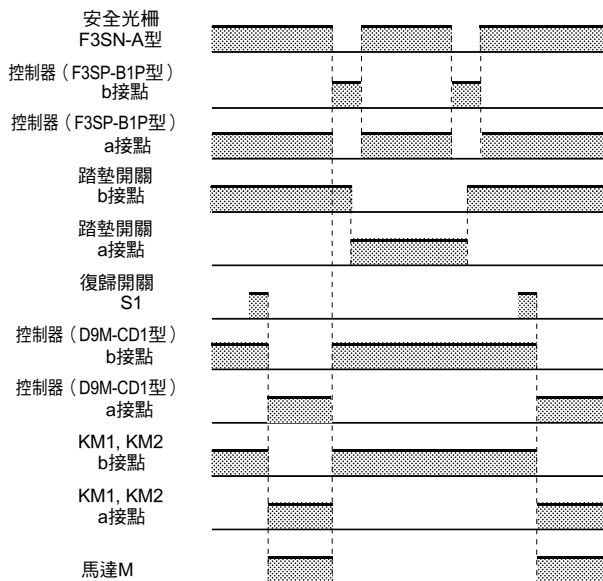
連接範例端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
17	3	安全光柵 安全踏墊開關	0	手動	F3SN-A型 F3SP-B1P型 D9M-M□型 D9M-CD1型、S82K型

何謂機器之安全性
安全規格
安全功能
安全零組件
安全類別之
電路範例
電路連接範例

技術指南



◆動作時序圖



<註> 在實際架構電路時，請參閱第615頁的注意事項。

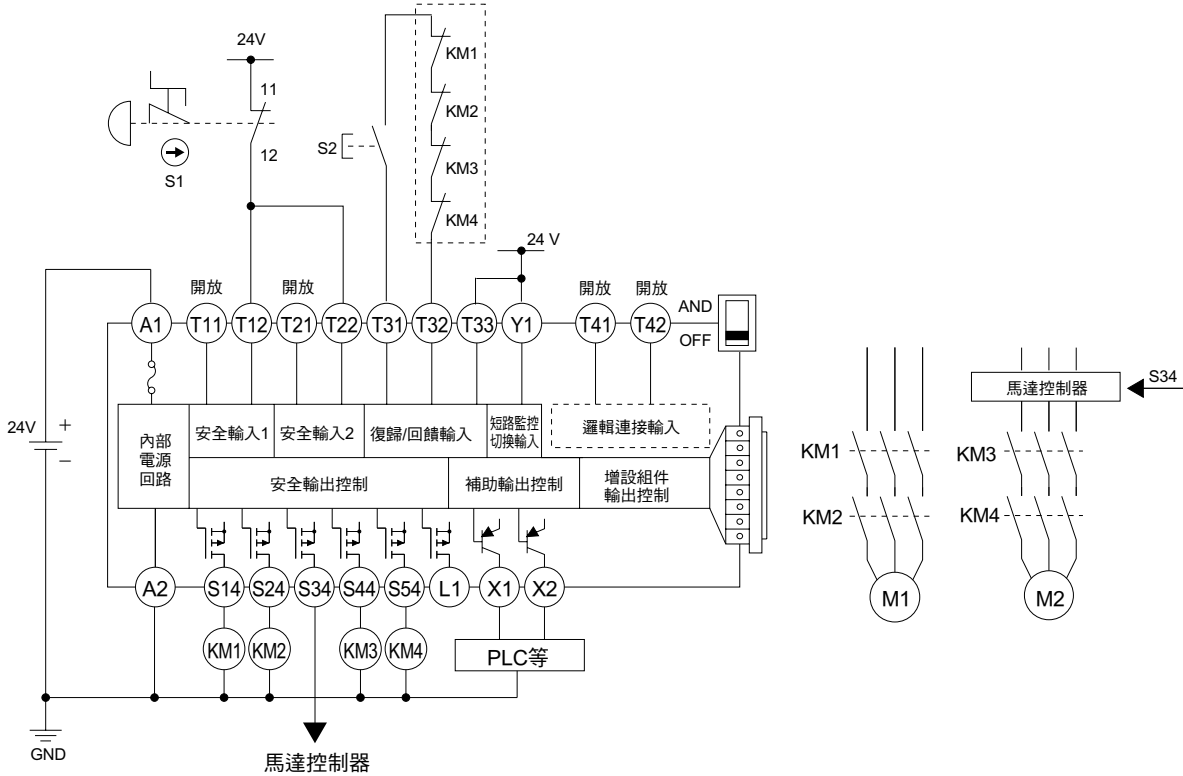
- ◆請使用D9M-CD1型的內部選擇開關來選擇手動復歸模式。(工廠出貨時之預設值)
- ◆D9M-CD1型為安全踏墊控制器，至多可支援至安全類別3。
- ◆互鎖功能
手動復歸
設定：開始/重新啟動 互鎖
- ◆由於安全類別取決於所連接的安全光柵的類型，因此請特別注意。

<使用零件範例>

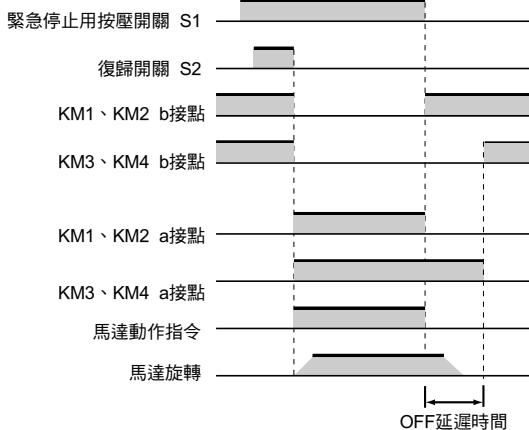
- S1：復歸開關 (瞬間動作)
- KM1、KM2：電磁接觸器
- M：3相馬達



連接範例端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
18	2	緊急停止用按壓開關	1	手動	A22E型/A165E型、G9SX-AD322-T15型



●動作時序圖



<使用零件範例>

- S1：緊急停止用按壓開關
- S2：復歸開關
- KM1、KM2：電磁接觸器
- M：3相馬達

何謂機器之安全性

安全規格

安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

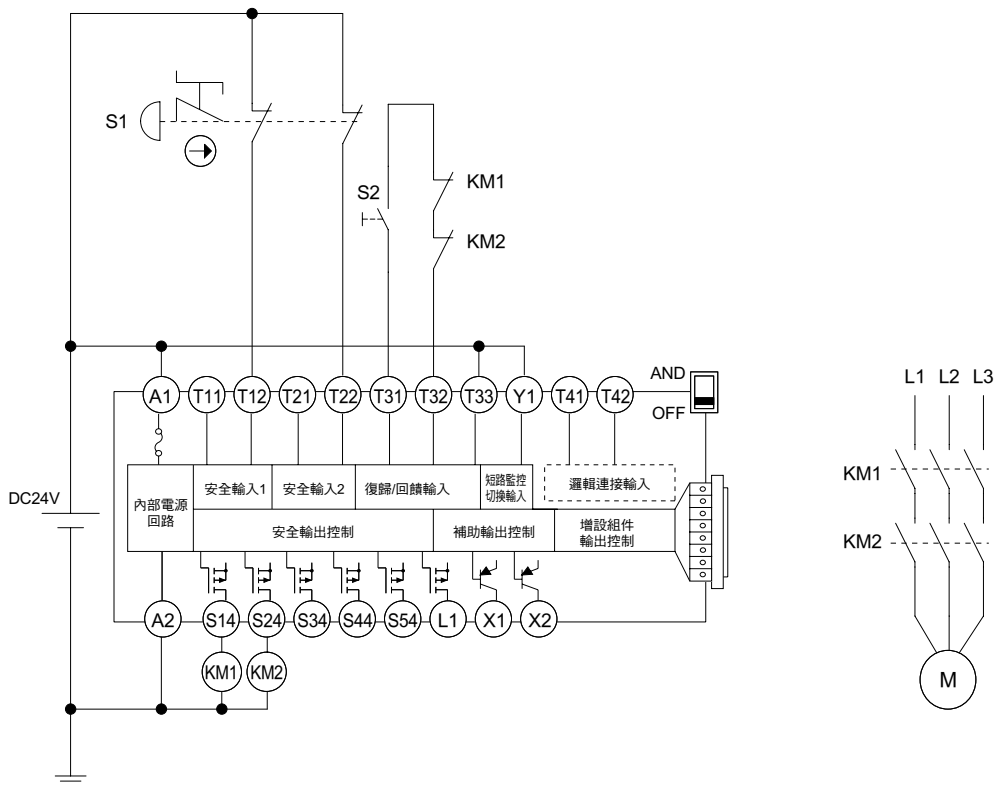
電路連接範例

技術指南



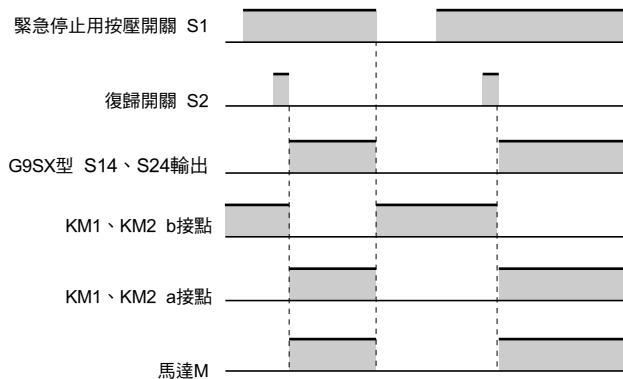
電路連接範例

連接範例端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
19	3	緊急停止用按壓開關	0	手動	A22E型/A165E型、G9SX-AD322-T15型



何謂機器之安全性
安全規格
安全功能
安全零組件
安全類別之電路範例
電路連接範例

動作時序圖

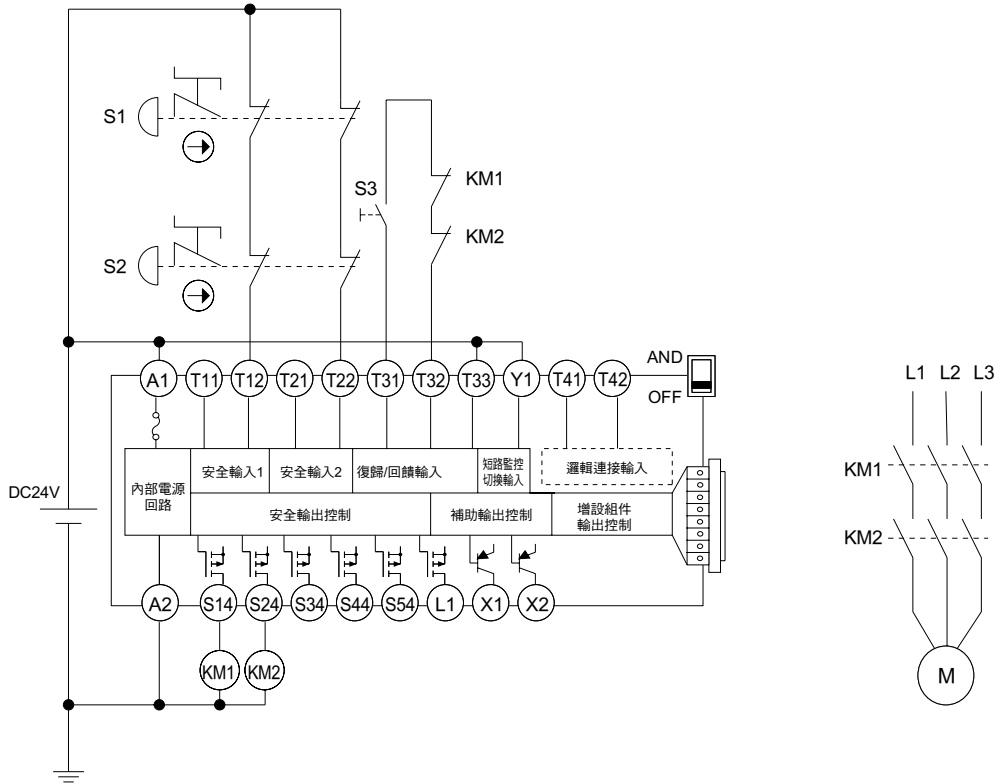


註1. 在實際架構回路時，請參閱第615頁的注意事項。
註2. 在緊急停止回路中，請使用手動復歸的方式。

<使用零件範例>

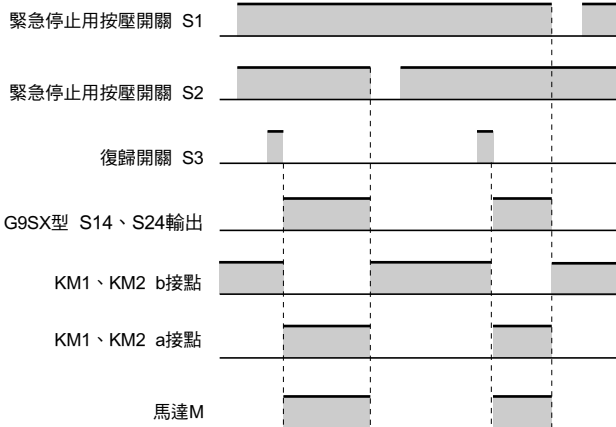
- S1：緊急停止用按壓開關
- S2：復歸開關
- KM1、KM2：電磁接觸器
- M：3相馬達

連接範例端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
20	3	緊急停止用按壓開關x2個	0	手動	A22E型/A165E型、G9SX-AD322T15型



何謂機器之安全性
安全規格
安全功能
安全零組件
安全類別之電路範例
電路連接範例

●動作時序圖



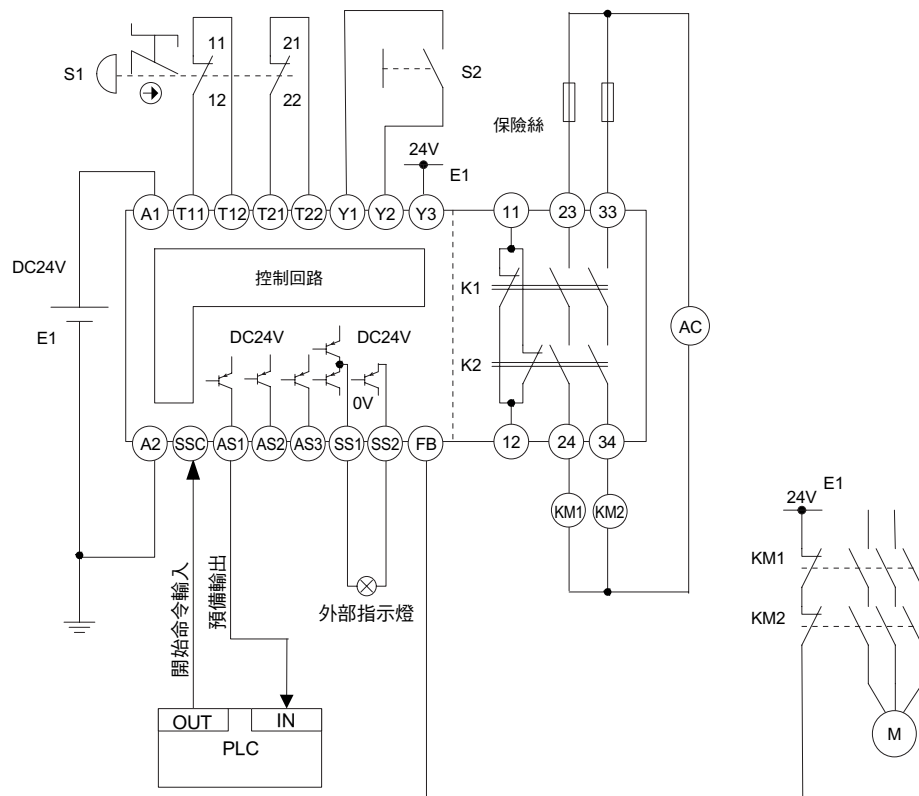
註1. 在實際架構回路時，請參閱第615頁的注意事項。
註2. 在緊急停止回路中，請使用手動復歸的方式。

<使用零件範例>
S1：緊急停止用按壓開關
S2：復歸開關
KM1、KM2：電磁接觸器
M：3相馬達

技術指南



連接範例端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
21	4	緊急停止用按壓開關	0	手動	F3SX-NR型、 A22E型/A165E型/A22型



何謂機器之安全性

安全規格

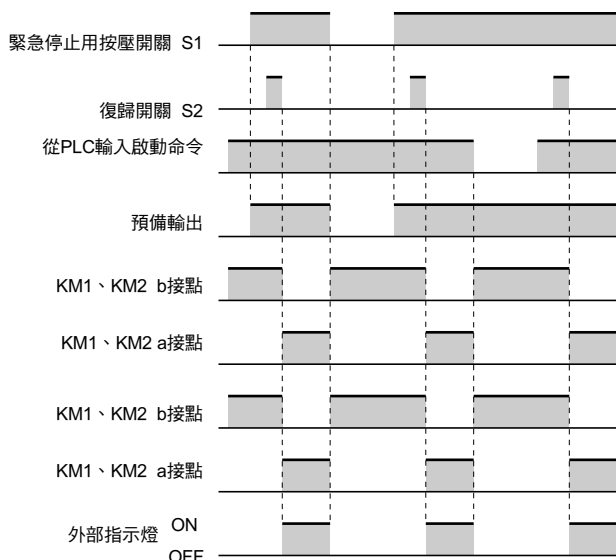
安全功能

安全零組件

安全類別之
電路範例

電路連接範例

●動作時序圖



註1. 在實際架構回路時，請參閱第615頁的注意事項。
 註2. 在緊急停止回路中，請使用手動復歸的方式。

<使用零件範例>

S1：緊急停止用按壓開關

S2：復歸開關

KM1、KM2：電磁接觸器

M：3相馬達

E1：直流24V電源

外部指示燈：燈絲式指示燈

(不使用外部指示燈時，
請連接阻抗1/4W、47kΩ)

PLC：可程式化控制器
(PLC和安全系統無關)

AS1：即決輔助輸出(與K1、K2的a接點同期)

AS2：資訊觸動器

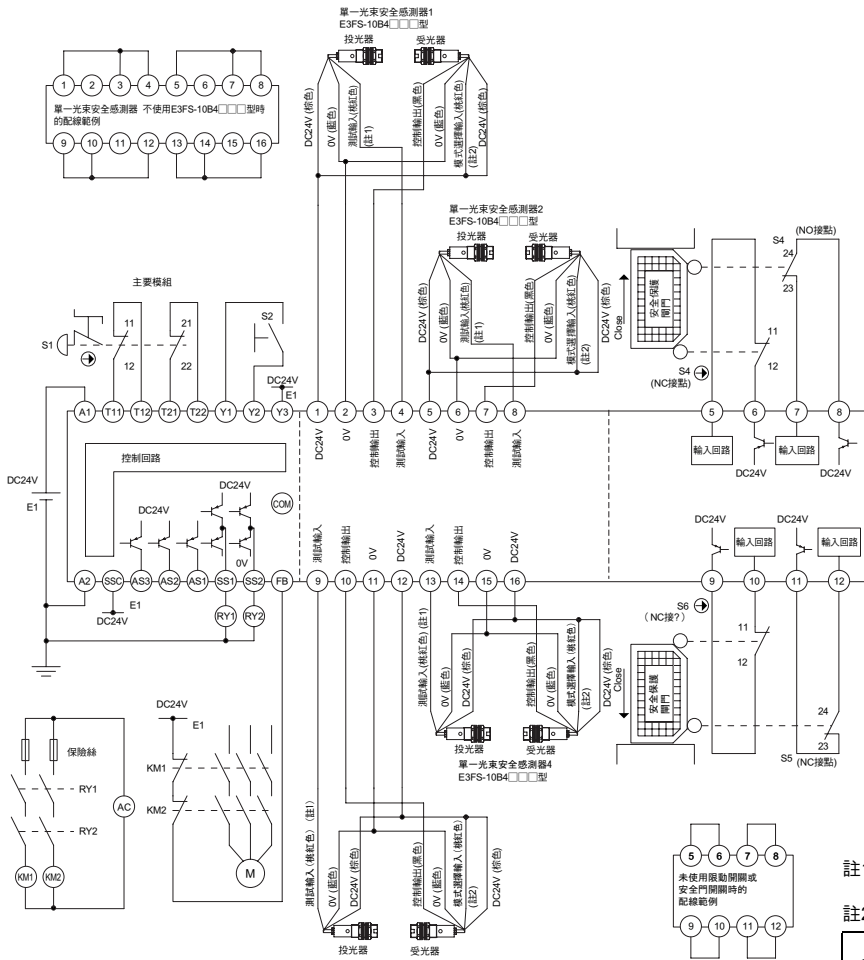
AS3：預備輸出

SSC：開始命令輸入

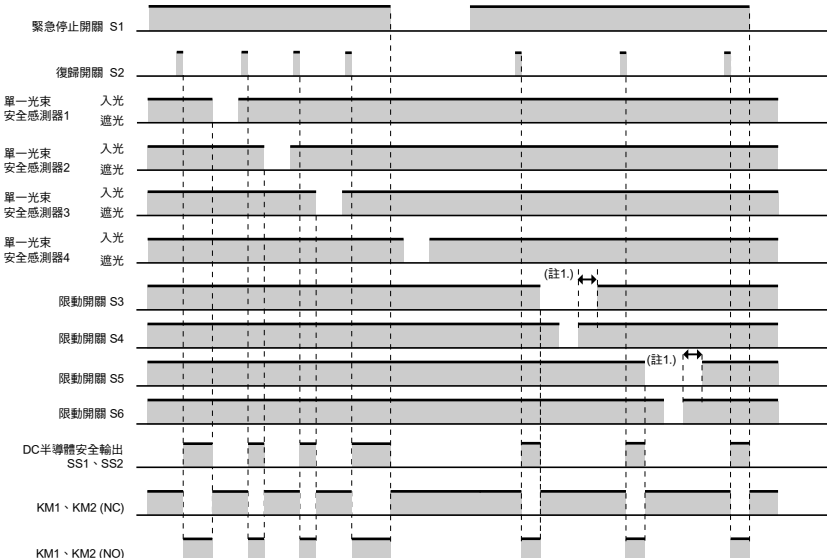
技術指南



連接範例端子	安全類別	安全檢測裝置	停止類別	復歸方法	所使用的裝置型號
22	2	單一光束感測器x4個 安全門開關 緊急停止用按壓開關	0	手動	F3SX-E-B1D1型、 E3FS-10B4型/E3ZS-T31A型、 D4D型/D4B型、 A22E型/A165E型/A22型



●動作時序圖



- 註1. 只有當輸入時間差小於500ms時，以下的復歸輸入才會啟動。
- 註2. 本圖表並未考慮到各輸出入設備的回應延遲時間。

<使用零件範例>

- S1：緊急停止用按壓開關 (直接開路動作接點)
- S2：復歸開關
- S3~S6：安全限制開關 (直接開路動作接點)
- KM1、KM2：電磁接觸器
- RY1、RY2：配備強制導通接點安全繼電器
- M：3相馬達
- E1：DC24V電源
- AS1：安全輸出監控(與SS2、SS2同步)
- AS2：準備完成輸出
- AS3：預備輸出
- SSC：開始命令輸入(上述回路範例為不使用時的連接例，不使用時請連接與A1端子連接)
- 註1. 將單側的連接器接線(XS2F-D42□-□80-□□型)連接至連接器類型(E3FS-10B4-M1-M)使用時，線的颜色會變為黑色。
- 註2. 將單側的連接器接線(XS2F-D42□-□80-□□型)連接至連接器類型(E3FS-10B4-M1-M)使用時，線的颜色會變為白色。

何謂機器之安全性
安全規格
安全功能
安全零組件
安全類別之電路範例
電路連接範例

技術指南