

圓盤切割機職災統計與安全操作指引研究

.....
**The Research for Occupational Injury and Safety Operation
for Power Cutters**



圓盤切割機職災統計與安全操作指引 研究

The Research for Occupational Injury and Safety Operation for Power Cutters

圓盤切割機職災統計與安全操作指引 研究

The Research for Occupational Injury and Safety Operation for Power Cutters

研究主持人：劉國青、賴裕仁

計畫主辦單位：勞動部勞動及職業安全衛生研究所

研究期間：中華民國 107 年 08 月 23 日至 107 年 12 月 23 日

本研究報告公開予各單位參考
惟不代表勞動部政策立場

勞動部勞動及職業安全衛生研究所
中華民國 108 年 6 月

摘要

由於砂輪機、圓盤切割機具款式多樣、用途廣泛，多作為機械組裝、維修保養等使用，除了勞工從事生產使用工具之外，亦有一般民眾 DIY 房屋修繕使用，根據勞動部「106 年勞動檢查年報」職業災害統計，因動力機械媒介物致災者計 1,492 件次 (佔整體之 13.5%)，主要危害包含切割傷害等，研究主要目的為防範該類型媒介物發生職災。

首先透過職災統計分析及職災案例的探討，並蒐集相關機具操作、保養等文獻資料，後續辦理田野訪查切割、研磨作業情形。研究發現勞工因作業中便宜行事、危害意識不足、機具未能妥善保養等因素，以致有不安全行為動作，是造成災害的主要原因。為防止職業災害，必須施行安全衛生教育及訓練，加強作業安全認知，提升危害辨識能力，避免勞工不安全行為發生，才能有效減少職業災害的發生。

本研究計畫彙編操作安全指引，包含動力工具操作安全指引、動力工具附件選用、手持式砂輪機操作安全指引、可搬式砂輪切斷機操作安全指引及圓盤切割機操作安全指引等部分，可作為從業人員教育訓練使用。

關鍵詞：動力機具、砂輪機、圓盤切割機

Abstract

The application of the grinders and power cutters are diverse, for use in mechanical assembly, maintenance, etc. In addition to production tools used by workers, there are also general public do it yourself (DIY) for repair home. According to the statistics in the Labor Inspection Annual Report 2016, 1479 (13.9%) cases of occupational accident are caused by power machines. The main hazards include cutting injuries, and so forth. The main purpose of the research is to prevent occupational disasters of this type.

First, through the statistical analysis of occupational disasters and the discussion of occupational disaster cases, collecting of relevant documents such as operation and maintenance of machinery and equipment, and following up the field inspection of cutting and grinding operations, the study found that workers cut corners during operations, have insufficient conscious hazards with inadequate maintenance of machinery. These results in unsafe behaviors, which are the main cause of disasters. In order to prevent occupational disasters, it is necessary to implement safety and health education and training, strengthen operational safety conscious, improve the ability to identify hazards, and avoid labor unsafe behaviors, in order to reduce the occupational disasters.

The research compiled safety guidelines; it includes safety guidelines for power tool operation, selection of power tool accessories, safety instructions for portable grinders, safety guidelines for cutting-off abrasive wheel, and safety guidelines for power cutters. It can be used for educational training for practitioners, workers in operations.

Keywords : Power tools, Grinders, Power cutters

目次

摘要.....	i
Abstract	ii
目次.....	iii
圖目次.....	v
表目次.....	vi
第一章 計畫概述.....	1
第一節 前言.....	1
第二節 目的.....	3
第三節 研究方法與步驟.....	5
第四節 計畫執行及預期成果.....	7
第二章 國內外法規比較與文獻回顧.....	8
第一節 國內法規探討.....	8
第二節 國內外標準比較.....	16
第三節 國內外相關資料.....	19
第三章 砂輪機危害特性探討.....	21
第一節 動力工具危害概要.....	21
第二節 砂輪機的危害特色.....	24
第四章 砂輪機國內職災案例彙整與分析.....	25
第一節 致災因素.....	25
第二節 職業災害案例分析.....	27
第三節 小結.....	32
第五章 砂輪機廠商及作業現場訪視.....	36
第一節 砂輪機廠商現場訪視.....	36
第二節 砂輪機作業現場訪視.....	39
第三節 編撰砂輪機操作安全指引.....	45
第六章 結論與建議.....	50
第一節 結論.....	50

第二節 建議.....	51
誌謝.....	52
參考文獻.....	53
附錄一 機具砂輪之選用.....	54
附錄二 砂輪機職業災害例集.....	58
附錄三 圓盤切割機及砂輪機操作安全指引.....	75

圖目次

圖 1 106 年勞動檢查年報職業災害統計與動力機械媒介物關係.....	1
圖 2 手持式砂輪機(右)、可搬式砂輪切斷機(中)、圓盤切割機(左).....	2
圖 3 職災之原因分析.....	3
圖 4 機械設備器具風險分級管理的架構.....	4
圖 5 研究計畫執行方法.....	5
圖 6 韓利奇骨牌理論.....	25
圖 7 災害多重防護示意圖.....	26
圖 8 機械風險評估流程.....	27
圖 9 砂輪機作業災害類型統計.....	30
圖 10 砂輪機作業災害原因統計(行為災因).....	30
圖 11 砂輪機作業災害原因統計(工具災因).....	31
圖 12 砂輪機作業災害原因統計(環境災因).....	31
圖 13 砂輪機作業災害原因統計(管理災因).....	31
圖 14 砂輪法蘭(緣盤)安裝說明.....	48

表目次

表 1 計畫執行方法說明.....	6
表 2 預計產出成果.....	7
表 3 砂輪機適用規定一覽表.....	8
表 4 砂輪機適用職業安全衛生法之規定.....	9
表 5 砂輪機適用職業安全衛生法施行細則之規定.....	10
表 6 職業安全衛生規則有關砂輪機之規定.....	11
表 7 機械設備器具安全標準有關砂輪機研磨輪測試要求.....	12
表 8 機械設備器具安全標準有關砂輪機盤緣之要求.....	13
表 9 機械設備器具安全標準有關砂輪機護罩之要求.....	14
表 10 機械設備器具安全標準有關砂輪機電氣及標示之要求.....	15
表 11 機械設備器具安全標準規定護罩覆蓋範圍.....	16
表 12 砂輪機國內外相關安全標準.....	17
表 13 砂輪切斷機之護罩厚度.....	18
表 14 砂輪切斷機之法蘭(盤緣).....	19
表 15 砂輪機相關技術資料.....	20
表 16 典型動力工具.....	22
表 17 砂輪機規格概要.....	23
表 18 手工具及動力工具危害特性差異比較.....	24
表 19 案例 1 職災原因探討.....	28
表 20 案例 2 職災原因探討.....	29
表 21 案例 3 職災原因探討.....	29
表 22 砂輪機災害類型及發生原因.....	34
表 23 受訪機具廠商作業概況.....	38
表 24 機具廠商意見交流.....	38
表 25 受訪單位砂輪機作業安全概況.....	42
表 26 受訪單位砂輪機概況.....	43
表 27 砂輪機使用單位意見交流.....	44

表 28 手持式砂輪機安全配備項目概要.....	46
--------------------------	----

第一章 計畫概述

第一節 前言

台灣每年因職業災害而重傷、失能、甚至死亡的人數均超過千人；工作意外的發生，不僅造成工作者身心上的重大傷害，更牽動著社會的安定及經濟的發展。依職業安全衛生法第 5 條第 1 項規定，雇主使勞工從事工作，應在合理可行範圍內，採取必要之預防設備或措施，使勞工免於發生職業災害。一般災害責任於實務上之考量要件為：(1)危害確實存在；(2)該危害可經確認；(3)該危害會導致或可能導致勞工嚴重之傷害或死亡；(4)此種危害情況可改善，或是可以合理達到危害預防目的。

另根據勞動部 106 年勞動檢查年報職業災害統計與媒介物關係，如圖 1 因動力機械為媒介物致災者計 1492 件次(佔整體之 13.54%)；然由動力機械類可再次細分為：①原動機 27 次、②營建機械 56 次、③木材加工機械 73 次、④動力傳導裝置 344 次、⑤一般動力機械 992 次，其佔比達 67.6%，為其該項致災最主要因素。

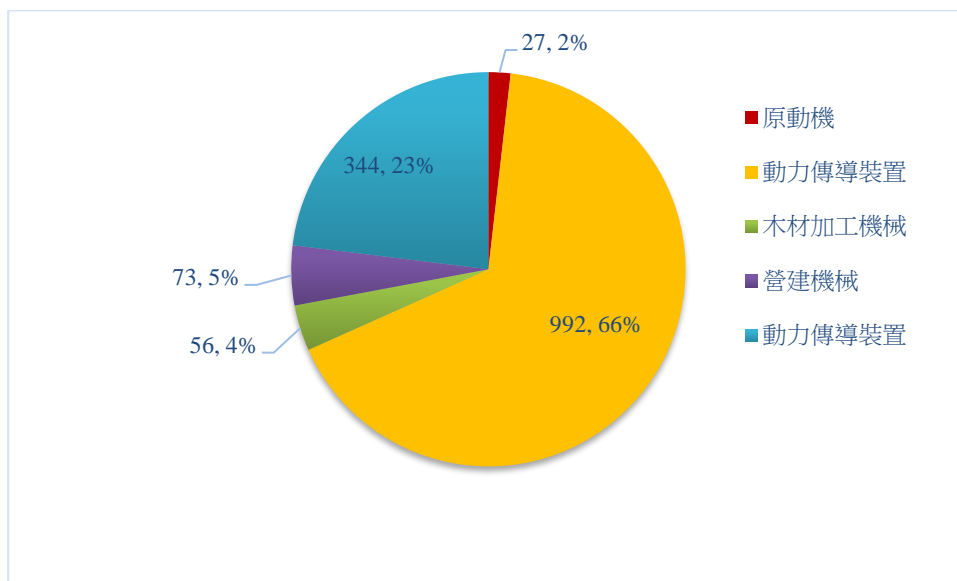


圖 1 106 年勞動檢查年報職業災害統計與動力機械媒介物關係

而在一般動力機械中，砂輪機(研磨輪)、圓盤切割機等相關機械設備的災害時有所聞，故職業安全相關法規規定安全標準及型式驗證程序，雇主方得設置供勞工使用；砂輪機及砂輪定義如下：

- 一、砂輪機(研磨機)：砂輪機在職安法規稱為研磨機 (Grinder)，在國家標準 CNS 14905-3 將手持電動型者稱為砂輪機 (Portable Grinder)，分為角向、直向、垂直 (Angle, Straight and Vertical) 三種；業界使用最多的是角向式，本計劃茲將「手持式砂輪機、可搬式砂輪切+斷機及圓盤切割機」三類型使用砂輪為刀具者，統稱為「砂輪機」。
- 二、砂輪(研磨輪)：CNS 3265 及 3266 將「俗稱手提砂輪」名為「手提電磨機」及「手提圓盤電磨機」；在 CNS 7964 將桌上型電動式者稱為「電動輪磨機」；CNS 4069 將手提氣動式簡稱為「氣動輪磨機」。(因訂定年份之差異，其名稱不同)，研磨輪 (Abrasive Wheel) 業界俗稱砂輪；薄的切割砂輪稱之為砂輪片。



圖 2 手持式砂輪機(右)、可搬式砂輪切斷機(中)、圓盤切割機(左)

如圖 2 所示為 (角向型)手持式砂輪機、可搬式砂輪切割機、圓盤切割機；此 3 者都是用砂輪進行研削之動力工具。砂輪研削型機械，其型式多應用廣；依固定型態及機動性，它概可分為：手持(可攜)式、可搬式、桌上型(台式)、機床式等；前者(手持式)是最典型的動力工具(Power-tool)，其數量及型式最多；末者(機床式)則是典型的工作母機 (Tooling Machine)，數量及型式最少。各型式的砂輪研削型機械，其用途與精密度要求也大大不同，其災害的型式也不同。手持式砂輪機廣泛應用於機械(金屬)加工、工程施工、器械保修、警消救災等各類型場所，甚至家用 DIY 作業都會用到；其使用型態(功能/用途)則有：研磨(研削)、切斷、砂磨、拋光、鋼絲刷光(除銹)等多樣化用途。

不同型式及用途的砂輪機所使用的砂輪也不盡相同，其形狀、特性(如磨粒材質、粒度、結合劑...等)、樣式、安全附件(配件)等也因而互異；即使同機具而進行不同用途的作業，其砂輪之選用、安裝、調整及使用上之注意事項，也會因用途不同而有所不同，實無法以偏概全，稍有疏漏即有可能造成職業災害。

第二節 目的

本計畫以國內常見而機動性不同的砂輪機—①手持式砂輪機(Portable Angle Grinders)、②可搬式砂輪切斷機(Transportable Cut-off Abrasive Wheels)、③圓盤切割機(Power-cutters)為主，進行其操作安全指引研究，著實因為該類型機具並非單一特定行業使用，而廣用於營造業、製造業、裝修業、水電業、消防救援、居家修護...等各行各業；其數量多、用途廣、為害大，若不察即易發生事故；因此必須透過田野調查方式，辨識該型機具操作現場之危害，提出對應之安全指引及防範對策。

從典型的職災原因分析(如圖 3)，可以發現職災的發生原因歸為三類：①直接原因、②間接原因、③基本原因；其中的基本原因常為管理上的缺失。由於砂輪機屬於動力工具，除特殊場合外(如消防災害搶救)，其使用通常為小規模的作業，現場難有專職之作業主管在場，操作人員也未必經過實務訓練或安全講習；所以，在管理上可能只是口頭提醒而忽略了其動力大、速度快、傷害重的特性；也常因為管理上的缺漏，導致人員處於不安全的環境、使用不安全的機具(如使用無 TS 安全標章的器具)或用不安全的行為或動作(如拆除機具護罩進行作業)，最終導致意外事故。

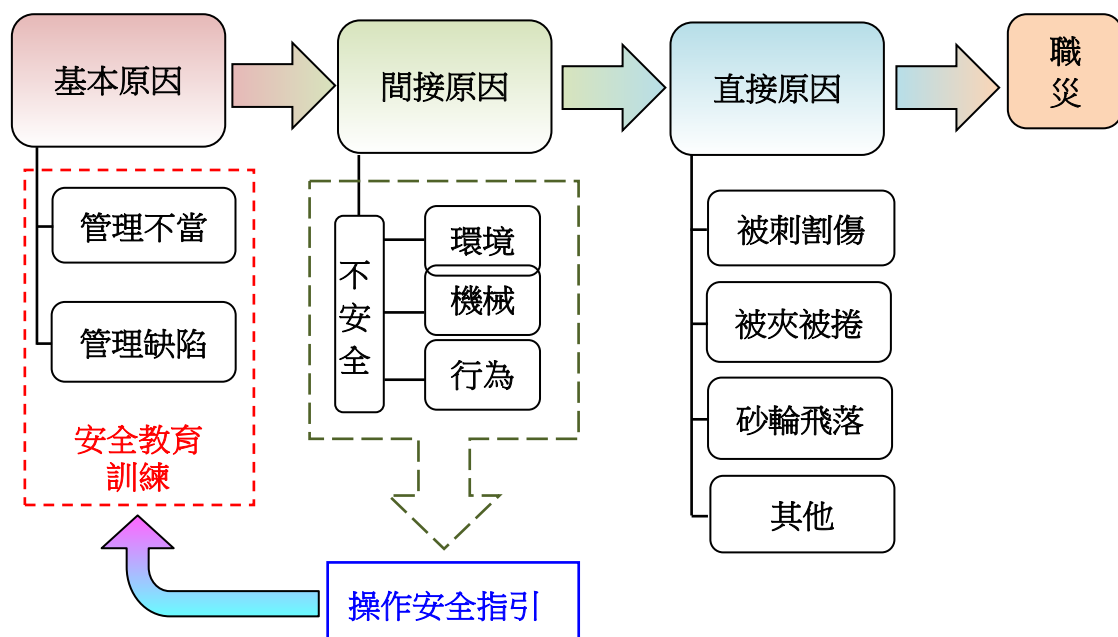


圖 3 職災之原因分析

因此，唯有提升現場人員對於砂輪機危害的辨識能力，採取有效的防範對策，方能有效降低這方面的災害。希望能透過本計畫進行田野調查後而製作的操作安全指引，

提供相關從業人員參考、使用，俾清楚瞭解作業時的潛在危險及應注意事項，避免發生職災。

目前職業安全衛生法施行細則第 12 條規定，已將研磨機、研磨輪列入中央主管機關指定之機械設備器具之內；另依職業安全衛生法第 7 條規定，前述「指定之機械、設備或器具，其構造、性能及防護非符合安全標準者，不得產製運出廠場、輸入、租賃、供應或設置」。換句話說，針對砂輪機，已規定須符合機械設備器具安全標準之規定，才可產製、運出廠場、輸入、租賃、供應(販售)，雇主才可以設置提供給勞工使用，這是屬機具之源頭管理面；再者則是雇主須使勞工須遵守適用的職業安全衛生之規定進行作業，以「防止職業災害，保障工作者安全及健康」。

所以，此類機具目前的法規面的思維已採取源頭管理模式，要求機具符合安全標準，經驗證合格，貼有 TS 安全標章，俾讓雇主選購、設置給勞工使用；雇主並「對勞工應施以從事工作與預防災變所必要之安全衛生教育訓練」，其架構示意如下圖 4：

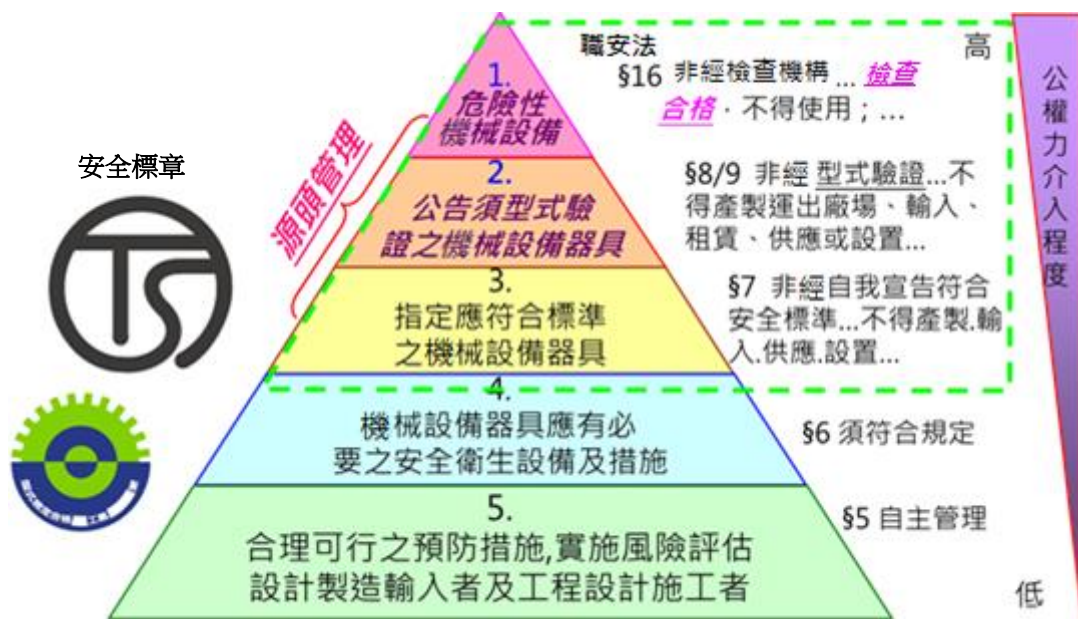


圖 4 機械設備器具風險分級管理的架構

綜合上述分析，若經本計畫編撰之砂輪機操作安全指引，可以讓一般作業之人員參考、使用，也可讓有此作業之雇主辦理教育訓練參考，構成從機具設計、製造、驗證、登錄、販售到使用操作，都有安全指引可循，以利有效降低職災。

因此，本指引內容需要針對砂輪機危害特性再進行分析，並對現場作業進行訪視，

了解它在操作使用上還須注意哪些地方，佐以國際大廠、機構等之操作手冊及安全指引等資料進行編撰，使勞工樂於參考、使用。

第三節 研究方法與步驟

本計畫先經文獻回顧，分析砂輪型動力工具本質及以往職業災害紀錄，探討砂輪機危害特性及其災害類型，並藉由訪查前述砂輪機的製造廠商，了解設備源頭單位實際作業情形、瓶頸及對策(交流意見及建議)；並再參訪砂輪機使用單位之作業場所，了解勞工操作現場環境之危害鑑別、防護措施的實際情況，及實務上常被忽略之危害項目的原因及改善對策，再編寫機具使用安全指引。

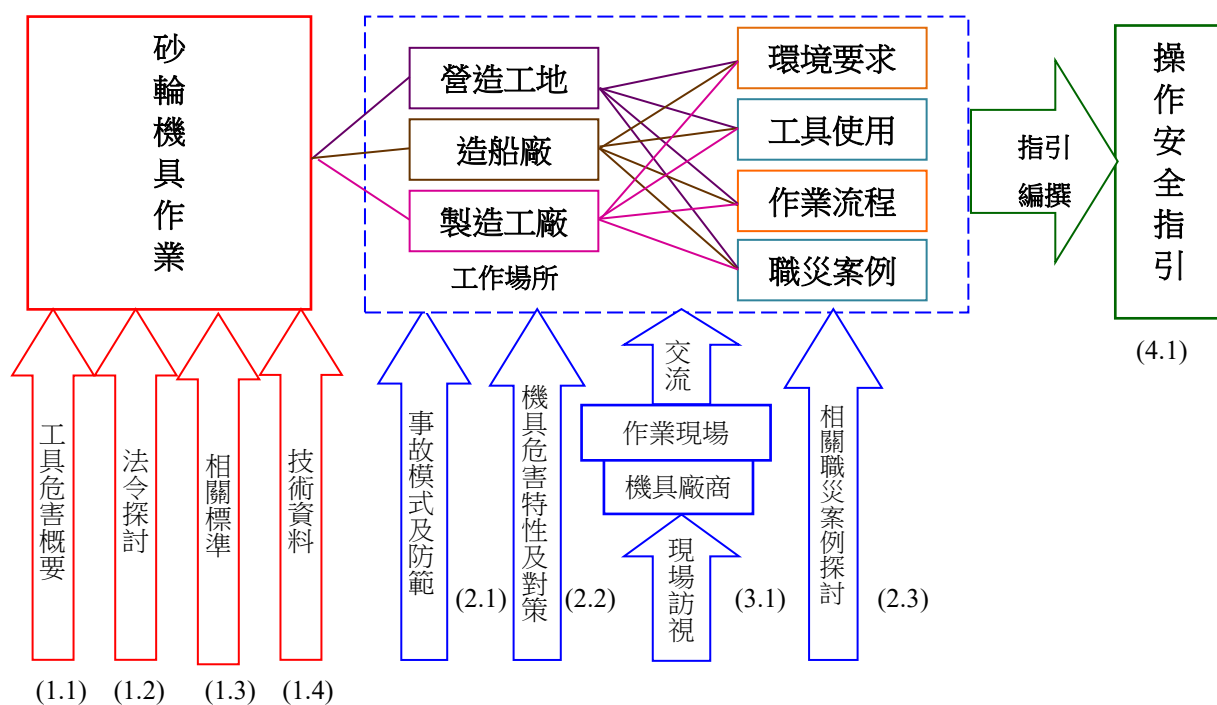


圖 5 研究計畫執行方法

本計畫藉由前述從設備源頭到基層現場作業之實際狀況，併搭配彙整機具相關的國家標準、安全指引、機具大廠的技術規範、操作安全須知等，進而依砂輪機危害特性、災害類型及國內外職災案例常見之肇災原因，及相關單位建議之對策等資料加以彙整歸納，最後編撰出務實的操作安全指引，提供大眾參考使用。本案執行方式如圖 5，並以表格方式將本計畫執行方法說明如表 1。

表 1 計畫執行方法說明

執行方法	說明
1.1 動力工具危害概要	<ul style="list-style-type: none"> • 以典型的職災原因分析，瞭解肇災的要素及安全指引的功能。 • 初步探討砂輪機(手持式砂輪機、可搬式砂輪切割機、圓盤切割機等)的性能及特性，歸納出其危害的特點，以利規畫以下作業的方向。
1.2 法規探討	<ul style="list-style-type: none"> • 勞工作業場所，除符合一般勞動法規相關要求外，對於砂輪機的安全管理的特別規定，在製作指引之前應先予了解。 • 砂輪機最重要的安全標準為「機械設備器具安全標準」第 6 章所規範，其特別規定更應清楚了解。
1.3 相關標準	<ul style="list-style-type: none"> • 砂輪機為通用的動力工具，國人使用上都會有潛在的危害，所以其設計、製造、檢驗、標示等，國家訂有相關的標準(或安全規章)，本案指引也應遵循辦理。
1.4 技術資料(含廠家操作安全手冊及英美職安單位之砂輪機管理規章)	<ul style="list-style-type: none"> • 砂輪機為國內外普遍使用且相當成熟之機具，因此相關操作手冊及安全管理規章/資料也很普及，可做為本案製作指引時的參考。
2.1 事故模式及其防範	<ul style="list-style-type: none"> • 透過典型的事故發生與防範模式，參考各類技術資料，並先了解國內外發生的砂輪機相關職災案例，歸納出砂輪機的危害特性、災害類別及發生原因，使安全指引有具體的方向。
2.2 砂輪機的危害特性及其對策	<ul style="list-style-type: none"> • 綜整出砂輪機的危害特性、災害類型及災害預防對策。
2.3 相關職災案例探討	<ul style="list-style-type: none"> • 以國內外近幾年的砂輪機相關職災案例(部分為勞檢單位公布)，彙整或探討災害原因及對策，間接來印證安全指引是否周延。
3.1 砂輪機廠商及作業現場訪視	<ul style="list-style-type: none"> • 指引主要係給現場作業人員參考使用，因此實地訪視機具廠商及作業現場，俾適時調正或印證指引的方向、內容。
4.1 編撰砂輪機操作安全指引	<ul style="list-style-type: none"> • 依前述各階段累積的成果，去蕪存菁整理後，編寫安全指引。

第四節 計畫執行及預期成果

本研究計畫初期主要進行資料蒐集、分析，續而拜訪廠家、進行現場訪視(田野調查)，最後編撰操作安全指引，整個研究計畫依規定期程完成。本研究計畫經資料蒐集、現場調查及匯集專家意見後，預計產出成果如表 2。後續亦可將計畫成果發表於期(季)刊、研討說明會等，以利①勞動主管機關進行安全宣導及推廣說明，及②雇主辦理職業安全教育訓練之訓練資料使用，③操作者自我參考等，以有效降低該類型機具引發的職業災害。

表 2 預計產出成果

項目	說明
1.1 法規探討	先回顧動力工具(砂輪機)的危害、蒐集相關法規、標準及技術資料，探討現況規範與型式驗證概況，並完成「文獻回顧與危害探討」一節。
1.2 相關標準	
1.3 技術資料(含國際大廠操作安全手冊)	
2.1 砂輪機操作安全規章及相關職災案例	由災害及防護模式，探討英美相關規章、相關術資料及案例，完成「砂輪機職災與對策」及「砂輪機職災案例及原因分析」兩節
2.2 機具職災案例探討及災害預防對策案例	
3.1 訪視砂輪機廠商及機具使用單位作業現場	訪視機具廠商及作業現場，完成「機具廠商及作業現場訪視」一節。
4.1 匯綜上述資料來編撰機具操作安全指引	完成「編撰砂輪機操作安全指引」並製作安全指引

第二章 國內外法規比較與文獻回顧

第一節 國內法規探討

國內對於砂輪機製造、檢驗驗證及使用等適用的規定，主要有勞動部所訂之「職業安全衛生法」與「機械設備器具安全標準」等，及經濟部標準檢驗局所訂之 CNS 國家標準，請參考表 3。

表 3 砂輪機適用規定一覽表

法規名稱	相關規定要求		
	製造	檢驗驗證	使用
職業安全衛生法(母法)	Y	Y	Y
職業安全衛生法施行細則	Y	Y	Y
職業安全衛生設施規則 ^註	Y	Y	Y
機械設備器具安全標準	Y	Y	-
機械設備器具安全資訊申報登錄辦法	Y	Y	-
機械類產品型式驗證實施及監督管理辦法	Y	Y	-
職業安全衛生教育訓練規則 ^{備註}	-	-	Y
CNS 國家標準(含檢驗)	Y	Y	-
備註： 第 14 條規定「應...接受特殊作業安全衛生教育訓練」並未列入砂輪機操作人員。			

一、職業安全衛生法及施行細則

「職業安全衛生法」主要規定了從事各類作業時的安全，包含「防止機械、設備或器具等引起之危害」、作業時的環境要求及「必要安全衛生設備及措施」。因此，砂輪機應符合安全標準，始得產製、販賣及設置使用，這已提及製造、販賣及雇主(設置機具者)之責任，另亦需特別注意作業人員個人防護具之配戴，以及作業場所通風換氣的問題；而在「職業安全法施行細則」規定了公司需制定工作守則，並有責任對其勞工進行安全衛生教育訓練。

「職業安全衛生法」及「職業安全法施行細則」與砂輪機安全相關之規定參考表 4、表 5 如下：

表 4 砂輪機適用職業安全衛生法之規定

條款	規定內容
第 6 條	雇主對防止機械、設備或器具等引起之危害事項應有符合規定之必要安全衛生設備及措施。
第 7 條	製造者、輸入者、供應者或雇主，對於中央主管機關指定之機械、設備或器具，其構造、性能及防護非符合安全標準者，不得產製運出廠場、輸入、租賃、供應或設置。 製造者或輸入者對於第一項指定之機械、設備或器具，符合前項安全標準者，應於中央主管機關指定之資訊申報網站登錄，並於其產製或輸入之產品明顯處張貼安全標示，以供識別。
第 8 條	製造者或輸入者對於中央主管機關公告列入型式驗證之機械、設備或器具，非經中央主管機關認可之驗證機構實施型式驗證合格及張貼合格標章，不得產製運出廠場或輸入。
第 9 條	製造者、輸入者、供應者或雇主，對於未經型式驗證合格之產品或型式驗證逾期者，不得使用驗證合格標章等類似標章揭示於產品。
第 32 條	雇主對勞工應施以從事工作與預防災變所必要之安全衛生教育訓練。前項必要之教育及訓練事項、訓練單位之資格條件與管理及其他應遵行事項之規則，由中央主管機關定之。 勞工對於第一項之安全衛生教育及訓練，有接受之義務。
第 33 條	雇主應負責宣導本法及有關安全衛生之規定，使勞工周知。
第 34 條	雇主應依本法及有關規定會同勞工代表訂定適合其需要之安全衛生工作守則，報經勞動檢查機構備查後，公告實施。 勞工對於前項安全衛生工作守則，應切實遵行。

表 5 砂輪機適用職業安全衛生法施行細則之規定

條款	規定內容
第 12 條	本法第 7 條第 1 項所稱中央主管機關指定之機械、設備或器具如下：動力衝剪機械、手推刨床、木材加工用圓盤鋸、動力堆高機、研磨機、研磨輪、防爆電氣設備等 11 項之機械、設備或器具。
第 13 條	本法第 7 條至第 9 條所稱型式驗證，指由驗證機構對某一型式之機械、設備或器具等產品，審驗符合安全標準之程序。
第 31 條	<p>本法第 23 條第 1 項所定職業安全衛生管理計畫，包括下列事項：</p> <ul style="list-style-type: none"> 一、工作環境或作業危害之辨識、評估及控制。 二、機械、設備或器具之管理。 三、危害性化學品之分類、標示、通識及管理。 四、有害作業環境之採樣策略規劃及監測。 五、危險性工作場所之製程或施工安全評估。 六、採購管理、承攬管理及變更管理。 七、安全衛生作業標準。 八、定期檢查、重點檢查、作業檢點及現場巡視。 九、安全衛生教育訓練。 十、個人防護具之管理。 <p>等其他 16 項安全衛生管理措施。</p>
第 40 條	雇主依本法第 33 條規定宣導本法及有關安全衛生規定時，得以教育、公告、分發印刷品、集會報告、電子郵件、網際網路或其他足使勞工周知方式為之。
第 41 條	<p>本法第 34 條第 1 項所定安全衛生工作守則之內容，依下列事項定之：</p> <ul style="list-style-type: none"> 一、事業之安全衛生管理及各級之權責。 二、機械、設備或器具之維護及檢查。 三、工作安全及衛生標準。 四、教育及訓練。 <p>等其他 9 項有關安全衛生事項。</p>
第 42 條	前條之安全衛生工作守則，得依事業單位之實際需要，訂定適用於全部或一部分事業，並得依工作性質、規模分別訂定，報請勞動檢查機構備查。

二、 職業安全衛生設施規則

在「職業安全衛生設施規則」，雇主對於砂輪機之設置、維護、使用之安全等方面，則有更詳細、更細節性的規定；也包括需使用「機械設備器具安全標準」的研磨機、研磨輪，及所應遵守之規定，詳表 6 如下：

表 6 職業安全衛生規則有關砂輪機之規定

條次	規則摘要
第 41 條	雇主對於下列機械、設備或器具，應使其具安全構造，並依機械設備器具安全標準之規定辦理.....研磨機、研磨輪。
第 55 條	...於加工時有飛散物致危害勞工之虞者，雇主應...設置護罩或護圍。
第 57 條	...對於機械之掃除、上油、檢查、修理或調整有...危害...之虞者，應停止相關機械運轉...。
第 62 條	...研磨機之使用，應...： 一、研磨輪應採用經速率試驗合格且有明確記載最高使用周速度者。 二、...研磨機...不得超過規定最高使用周速度。 三、...研磨輪使用，除該研磨輪為側用外，不得使用側面。 四、...研磨機...應於每日作業...前試轉一分鐘以上，研磨輪更換時應先檢驗有無裂痕，並在防護罩下試轉三分鐘以上。
第 243 條含水或...潮濕場所...使用移動式或攜帶式電動機具，為防止...感電危害，應於...連接電路上設置...防止感電用漏電斷路器。
第 279 條	...操作或接近運轉中之...動力運轉之機械，...頭髮或衣服有被捲入危險之虞時，應...確實著用適當之衣帽。
第 280 條	...對於作業中有物體飛落或飛散，致危害...之虞時，應置備有適當之...防護。

勞動部頒定之「機械設備器具安全標準」(前身為機械器具安全防護標準)規範國內砂輪機製造者及檢驗驗證應遵守之事項，其內容主要聚焦於安全攸關項目，如：研磨輪、護罩、緣盤、電氣及標示等，詳見如下表 7~表 11：

表 7 機械設備器具安全標準有關砂輪機研磨輪測試要求

條次	標準摘要
第 85 條	<p>研磨機之研磨輪，應具有下列性能：</p> <p>一、平直形...盤形...彈性...及切割研磨輪，其最高使用周速度，以製成...樣品，經由研磨輪破壞旋轉試驗定之。</p> <p>二、研磨輪樣品之研磨砂粒，為鋁氧（礬土）質系。</p> <p>三、平直形研磨輪及盤形研磨輪之尺寸，依本標準附表 15 所定值。</p> <p>四、第一款之破壞旋轉試驗，採抽取試樣.....</p>
第 86 條	<p>直徑在 100 mm 以上之研磨輪，每批製品應具有就該研磨輪以最高使用周速度值乘以 1.5 之速度實施旋轉試驗合格之性能。</p>
第 87 條	<p>盤形研磨輪應就每種同一規格之製品，實施衝擊試驗。但彈性研磨輪，不在此限。</p> <p>...衝擊試驗，應分別就二個以上研磨輪，以...衝擊試驗機，向相對之二處施以 98 J 之衝擊。但直徑未滿 70 mm 之研磨輪，得以直徑 70 mm 之同一規格研磨輪樣品為之。</p> <p>...試驗測得之衝擊值中最低數值，依研磨輪厚度及直徑，每 0.0297 J/mm² 以上者...相關規格之製品均視為合格。</p> <p>前項衝擊值，依本標準附表 19 所列公式計算。</p>
第 88 條	<p>研磨輪之尺寸，應依研磨輪之最高使用周速度及研磨輪種類，具有本標準附表 20 所定之值。(厚 T= 徑 D/50 以上 305 或 152 以下)</p>

表 8 機械設備器具安全標準有關砂輪機盤緣之要求

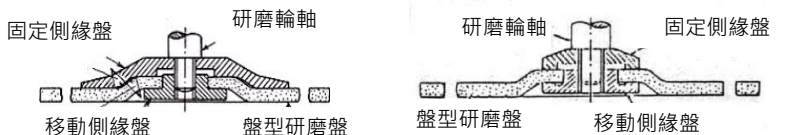
條次	標準摘要	備註
第 89 條	<p>研磨輪應使用符合第 90 條至第 94 條所定規格之緣盤。但本標準附表 11 所定之研磨輪...使用同表規定之安裝器具者，不在此限。</p> <p>固定側之緣盤，應使用鍵或螺絲...等方法固定於...輪軸上，且...固定扣件螺絲，應...適度鎖緊...。</p> <p>以平直形研磨輪用之安全緣盤，...應使用橡膠製墊片。</p>	
第 90 條	<p>緣盤應...有相當...強度之材料，且不致變形者。</p> <p>緣盤之直徑及接觸寬度，在固定側與移動側均應等值。但第 94 條附圖 3 所定之緣盤，不在此限。</p>	
第 91 條	<p>直式緣盤之直徑，應在擬安裝之研磨輪直徑之 1/3 以上；間隙值應在 1.5 mm 以上；接觸寬度，應依研磨輪直徑，具有本標準附表 22 所定之值。</p> <p>...最高使用周速度在 4800 m/min 以下...之切割研磨輪，使用抗拉強度...71 kg/mm² 以上之玻璃纖維絲網或...補強者，該...直式緣盤之直徑，得為該研磨輪直徑之 1/4 以上，不受前項規定之限制。</p>	本計畫砂輪機大部分適用此規定。
第 92 條	<p>套式緣盤或接頭式緣盤之直徑，應依下列計算式計算所得之值：</p> $D_f \geq K(D - H) + H$ <p>式中，D_f、D、H 及 K 值如下：</p> <p>D_f：固定緣盤之直徑（單位：mm）</p> <p>D：研磨輪直徑（單位：mm）</p> <p>H：固定緣盤之孔徑（單位：mm）</p> <p>K：常數，依本標準附表 12 規定。</p>	一般不用於手持式砂輪機
第 93 條	<p>安全式緣盤之直徑，於供平直形研磨輪使用者，應在所裝研磨輪直徑之 2/3 以上；供雙斜形研磨輪使用者，應在所裝研磨輪直徑之 1/2 以上。</p> <p>前項緣盤之間隙值，應在 1.5mm 以上；接觸寬度應在該緣盤直徑之 1/6 以上。</p> <p>雙斜形研磨輪用緣盤與研磨輪之接觸面，應有 1/16 以上之斜度。</p>	
第 94 條	<p>供盤形研磨輪使用之緣盤之形狀如下圖者，該緣盤之尺寸應依盤形研磨輪直徑，具有本標準附表 13 所定之值。</p> 	特型緣盤

表 9 機械設備器具安全標準有關砂輪機護罩之要求

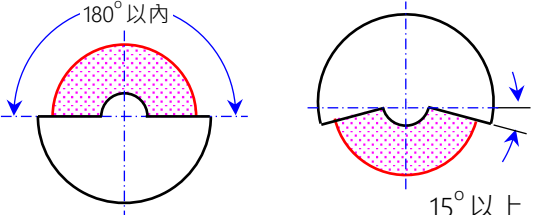
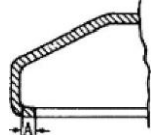
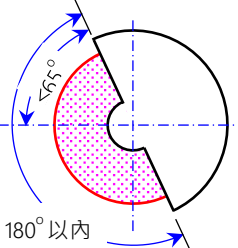
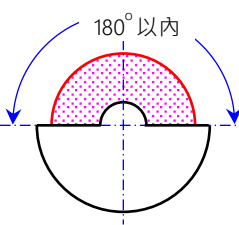
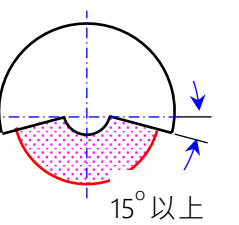
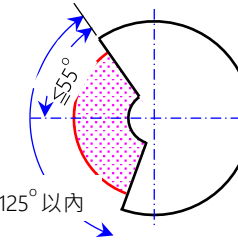
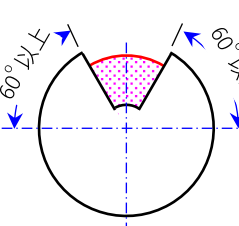
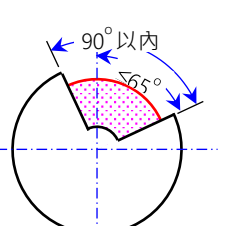
條次	標準摘要	備註
第 95 條	內圓研磨機以外之研磨輪，應設置護罩，並具有本標準第 96 條至第 104 條所定之性能。	
第 96 條	<p>...護罩之材料，應使用具有下列所定機械性質之壓延鋼板：</p> <p>一、抗拉強度值在 28 kg/mm² 以上，且延伸值在 14% 以上。</p> <p>二、抗拉強度值（單位：kg/mm²）與延伸值（單位：%）之兩倍之和，在 76 以上。</p> <p>攜帶用研磨機之護罩及帶狀護罩以外之護罩，應依研磨輪最高使用周速度，使用本標準附表 26 所定之材料，不受前項規定之限制。</p>	鑄鐵或鑄鋼。 鋁皆罕用
第 97 條	<p>研磨輪之護罩，應依下列規定覆蓋。但研磨輪供研磨之必要部分者，不在此限：</p> <p>使用側面研磨之研磨輪之護罩...</p> 	其餘請參表 13
第 98 條	帶型護罩以外之使用壓延鋼板為材料之護罩，其厚度應依研磨輪最高使用周速度、研磨輪厚度及研磨輪直徑，不得低於本標準附表 27 所定之值。	
第 98 條	供盤形研磨輪及切割研磨輪以外之...(N/A)	
第 100 條	<p>...直徑在 230 mm 以下之盤形研磨輪之護罩，其周邊板與固定側側板使用無接縫單片壓延鋼板製成者...厚度，應依研磨輪厚度，不得低於本標準附表 30 所定之值，不受上述第 98 條第 1 項規定之限制。</p> <p>前項護罩之頂端部分，應具如右圖之彎曲形狀。</p> 	研磨輪厚度 ≤ 10”，護罩厚度 ≥ 1.6。
第 101 條	最高使用周速度...4800 m/min 以下之切割研磨輪，使用壓延鋼板製作之護罩，其厚度應依研磨輪厚度、研磨輪直徑及護罩板區分，具有本標準附表 31 所定之值，不受第 98 條第 1 項規定之限制。	
第 102 條	帶型護罩之厚度...(N/A)	
第 103 條	護罩不得有降低其強度之虞之孔穴、溝槽等。	
第 104 條	桌上用...及床式研磨機使用之護罩... (N/A)	
第 109 條	直徑未滿 50mm 之研磨輪及其護罩，不適用本章...。	帶柄砂輪用

表 10 機械設備器具安全標準有關砂輪機電氣及標示之要求

條次	標準摘要	備註
第 105 條	<p>研磨機應設置不離開作業位置即可操作之動力遮斷裝置。</p> <p>前項動力遮斷裝置，應易於操作，且具有不致因接觸、振動等而使研磨機有意外起動之虞之構造</p>	
第 106 條	<p>使用電力驅動之攜帶用研磨機...應符合下列規定：</p> <p>一、電氣回路部分之螺絲，具有防止鬆脫之性能。</p> <p>二、...絕緣效力具有...CNS 3265「手提電磨機」規定之絕緣性能。</p> <p>三、接地構造...應符合國家標準 CNS 3265「手提電磨機」之接地規定。</p>	<p>CNS 3265 手提電磨機規定之絕緣性能 $\geq 7.0M\Omega$</p>
第 107 條	<p>桌上用...或床式研磨機...(N/A)</p>	
第 108 條	<p>攜帶用空氣式研磨機，應設置調速機。但...公稱尺寸未滿 65 mm...不在此限。</p>	
第 118 條	<p>研磨機應於明顯易見處標示...製造者名...製造年月...額定電壓...無負荷回轉速率...適用之研磨輪之直徑、厚度及孔徑...研磨輪之回轉方向。</p> <p>護罩標示適用之研磨輪之最高使用周速度、厚度、直徑。</p>	
第 119 條	<p>研磨輪應標示...製造者名...結合劑之種類...最高使用周速度，並得加註旋轉速率。</p> <p>前項標示，...直徑 75 mm 之研磨輪，得在最小包裝單位上加以標示。</p>	

砂輪最典型且重要的安全配件是護罩，國家標準及機械設備器具安全標準都要求護罩，應依下列規定覆蓋，詳表 11 如下：

表 11 機械設備器具安全標準規定護罩覆蓋範圍

類型	圓筒型、無心式、工具用、萬能式及其他類同之研磨機。	手提式、擺動式、鋼胚平板用及其他類同之研磨機。	平面式、切割用及其他類同之研磨機。
護罩規定			
類型	剷除鑄件毛邊等使用之桌上用或床式研磨機。	使用研磨輪上端為目的之桌上用或床式研磨機。	前二款以外之桌上用、床式及其他類同之研磨機。
護罩規定			
備註： 1.本案之手持式研磨機及切割用研磨機，歸類於第 2、3 類型。 2.各型護罩之最大露出量都限在 180 度以內；所以，未安裝護罩者不合標準，且相當危險。			

第二節 國內外標準比較

除了相關技術手冊外，本計畫也收集了砂輪機相關的國家標準，含國內 CNS 及日本工業標準 (JIS) 如下表 12 所示。

表 12 砂輪機國內外相關安全標準

機具類型	國內標準	國外標準
手持式 砂輪機	<ul style="list-style-type: none"> • CNS 14905-3 C4492-3 手持型電動工具-安全性-第 2-3 部：砂輪機、拋光機與盤式砂光機之個別規定 • CNS 3265 手提電磨機 • CNS 10609 手提電磨機試驗法 • CNS 4069 氣動輪磨機 • 機械設備器具安全標準第 6 章 	<ul style="list-style-type: none"> • JIS C 9745-2-3 手持形電動工具—安全性—第 2-3 部：グラインダ、ポリッシャ及びディスクサンダの個別要求事項 • IEC 60745-2-3 Hand-held motor-operated electric tools-Safety- Part 2-3: Particular requirements for grinders, polishers and disk-type sanders • OSHA §1910.215 Abrasive wheel machinery
可搬式 砂輪 切斷機	<ul style="list-style-type: none"> • 機械設備器具安全標準第 6 章 	<ul style="list-style-type: none"> • JIS C 9029-2-10 可搬形電動工具の安全性—第 2-10 部：切斷機の個別要求事項 • IEC 61029-2-10:1998,Safety of transportable motor-operated electric tools –Part 2-10: Particular requirements for cutting -off grinders
圓盤 切割機	<ul style="list-style-type: none"> • 機械設備器具安全標準第 6 章 	<ul style="list-style-type: none"> • JIS C 9029-2-10 可搬形電動工具の安全性—第 2-10 部：切斷機の個別要求事項
砂輪	<ul style="list-style-type: none"> • CNS 2223 研磨輪安全規章 • CNS 3786 研磨輪檢驗法 • CNS 3966 研磨輪最高使用周邊速度 • 機械設備器具安全標準第 6 章 	<ul style="list-style-type: none"> • JIS B 4051 研削といしの選択指針 JIS B 4052 自由研削用といしの選択指針 • JIS R 6241 研削といしの最高使用周速度 • ANSI B7.1 safety code for the use, care, and protection of abrasive wheels • 研削盤等構造規格

經比對可以看出，在手持式砂輪機及砂輪，國家標準 CNS 14905-3 與 JIS 標準與美國的標準似有對應；但因 CNS 14905-3 標準僅「適用額定容量不超過 230 mm 之工具」；砂輪切斷機及圓盤切割機，其砂輪直徑通常在 350 ~ 430 mm；CNS 國家標準無對應的特定標準；日本則有 JIS C9029-2-10 (可搬形電動工具の安全性—第 2-10 部：切斷機の個別要求事項)；因此，這兩種機型，似應先比照 CNS 14905-3 手持式砂輪機標準，再將其有差異的「個別要求事項」特別處理 (以另類似機具標準)去驗證。因(砂輪型)圓盤切割機算是稀少機種 (尤其是引擎動力型<消防單位除外>)，但砂輪切斷機在國內卻也不少。茲將 JIS C9029-2-10 對護罩厚度、標準法蘭(盤緣)的額外規定，簡要彙整如表 13、表 14 所示。

另與本案機具所需取得 TS 驗證標章攸關的「機械設備器具安全標準」之「第六章 研磨機、研磨輪」是最重要的規範，美國類似規章為 OSHA §1910.215 Abrasive wheel machinery (砂輪機)；若干廠家之切斷機及圓盤切割機，不使用砂輪切割片而是改用鎢鋼鋸片或鑽石鋸片，它們就不屬於「機械設備器具安全標準」所規範需要驗證的機具；因金屬鋸片刀具的危害不是砂輪破裂飛出而是刃尖脫落飛出 (但是其它危害還是有的)。要提醒的是：可能部分廠家操作手冊沒清楚交代限用金屬鋸片，或使用者也沒看清手冊限制而誤用砂輪切割片，可能會發生意外。

JIS C9029-2-10 對砂輪切斷機之護罩厚度、標準法蘭有額外規定，(CNS 沒有類似標準)，茲摘錄如下：

表 13 砂輪切斷機之護罩厚度

砂輪最大直徑 [mm]	200<鋼材強度 ≤ 390 MPa		鋼材強度 > 390 MPa	
	周邊部厚 [mm]	側面厚[mm]	周邊部厚 [mm]	側面厚[mm]
250 以下	3	1.5	1.5	1.5
250<D ≤ 300	4	2	2	1.5
300<D ≤ 406	4	3	2	1.5
備註：因若不使用此標準，護罩的厚度將要加厚。				

表 14 砂輪切斷機之法蘭(盤緣)

法蘭(盤緣) [mm]	最大工作速度(MOS)		備註
	MOS ≤ 63 m/s	MOS > 63 m/s	
法蘭直徑 d_f	$\geq 0.2 D$	0.25 D	M 為砂輪半徑 扣除孔半徑。
接觸徑向寬 r	$\geq 0.17d_f$	0.17 d_f	
法蘭接觸高 h	$\geq 0.17 M$	0.17 M	
法蘭凹深 t	≥ 1.0	1.0	

第三節 國內外相關資料

除了相關國家標準外，本計畫也收集了砂輪機相關的廠家/機構技術資料，如下表 15 所示。綜合彙整的技術資料觀點，砂輪機作業安全指引的項目主要是在：人員訓練、砂輪安裝、砂輪使用、護罩使用、操作要領、個人防護具、機具維護等項。且前述各資料也都強調安全管理、提供安全的作業環境及安全的機具、事前的準備與事故預防...等項目，都是同樣的重要，本計畫指引沿用其精神，格式與內容與之相仿。

另一值得一提的是：

- 一、一般國際工具大廠的操作手冊，對砂輪選用的說明篇幅約都在 10 % 以下，並交代要買指定的砂輪零件，而美國 Occupational Safety and Health Administration (以下簡稱 OSHA) 29 CFR 1910.215 規定及英國 Health and Safety Executive (以下簡稱 HSE) 的資料，約有 1/3 都聚焦在砂輪的選用、砂輪的安裝與護罩 (其規定已較偏向「機械設備器具安全標準」第 6 章及 CNS 2223 研磨輪安全規章)。本研究認為，這兩種技術資料是可以互為補充，都值得參考。
- 二、日本「労働安全衛生規則」第 36 條 將砂輪機砂輪更換試運轉作業 (研削といしの取替え又は取替え時の試運転の業務) 列為危害性作業，須另受接受特殊作業安全衛生教育訓練 3 小時。我國職業安全衛生教育訓練規則第 14 條規定「應...接受特殊作業安全衛生教育訓練」，則並未列入砂輪更換試運轉人員要特別訓練。

表 15 砂輪機相關技術資料

機構	技術資料(文獻)
美國 OSHA ^{註 1}	<ul style="list-style-type: none"> • (29 CFR 1926.303) Abrasive wheels and tools • (29 CFR 1910.215) Abrasive wheel machinery • (OSHA 3080) Hand and power tools^{註 1}
英國 HSE	<ul style="list-style-type: none"> • Safety in the use of abrasive wheels : 2011^{註 2}
美國 動力工具協會(PTI) Power Tool Institute ^{註 3}	<ul style="list-style-type: none"> • Safety is Specific
美國 Unified Abrasives manufacturers' association (UAMA) ^{註 4}	<ul style="list-style-type: none"> • Safety Guide for Grinding Wheels
Black & Decker (百得)、Bosch (博世)、Makita (牧田)、Hitachi (日立)、力山、中國砂輪 ^{註 5} 、富士製砥 ^{註 6} 等國際大廠	<ul style="list-style-type: none"> • 各式操作手冊(英日中文)
<p>備註：</p> <p>註 1：其引用之砂輪安全規範為 ANSI B7.1 -1970 年版</p> <p>註 2：Safety in the use of abrasive wheels 自 1984~2011 年間共有 7 版，2011 年為現今最新版。</p> <p>註 3：動力工具協會會員皆為國際動力工具大廠。</p> <p>註 4：美近百年歷史之 Abrasive Wheels Institute 已併入 UAMA。</p> <p>註 5：中國砂輪(鶯歌)提供砂輪安全使用方法概述。</p> <p>註 6：富士製砥為日本(大阪市)砂輪製造(股)公司，提供安全の手引き。</p>	

第三章 砂輪機危害特性探討

第一節 動力工具危害概要

「工欲善其事，必先利其器」。工具是增進工作效率的利器；當今各行各業勞工所使用的作業工具，為增進工作效率，早已從先前的手工具，進化到動力工具。動力工具雖然可以有效發揮出超越人類的動力，加速現場之作業速度，降低人員的工作量；但手邊有更大的能量，方便作更多的事，相對的也有更大的危害，需要更多的安全控管。

一、工具之危害

手工具本身並無力量，通常是安全的；但它由人力驅動後就有危險性，其主因常是錯誤的使用與沒正確保養 (misuse and improper maintenance)；例如：拿小銼刀當螺絲起子，用力時刀尖脆斷飛出，刺到自己的眼球；使用鐵斧時，斧從木柄鬆脫飛擊旁人的頭。動力工具則因為加大了力量，增加了速度，危害就更嚴重也更多元。

根據近年的職災統計，許多砂輪機作業現場，因為要節省時間或成本，並未落實作業前應做的安全確認及安全措施就開動，因而發生如前述以不適當的方式(或工具)或是使用不安全的工具進行作業而引發職業災害。

為讓使用重危害型動力工具之作業人員及其管理者，均能事前了解作業的潛在危害並採取有效預防措施；本研究即以製造業、營造業、修配業等的金屬(或石材)磨削時，最常用的動力工具 (①手持式砂輪機 ②可搬式砂輪切斷機 ③圓盤切割機) 為對象，從資料檢索進行相關資料的研析，後續並進行多場現場訪視，希望能作出實用的操作安全指引，供相關人員參考使用，以避免發生前述三類型動力工具相關的職業災害。

二、典型動力工具之特性

動力工具係將電力、氣動力或引擎力等能量，轉換成機械力作出有用的機械功，來代替人類辛勞作功的省力器具；它通常包含：

- (一) 動力源。(最常見的是電馬達，另有氣動馬達、小引擎等)。
- (二) 被驅動作功的作業單元(Unit,Sub-assembly，如切割刀具等)。
- (三) 將前兩相輔相成的組件，架構出能獨立作功的總合性構件。

動力工具，無論其種類、樣式如何，都是由人力以外的機動力來驅動之器械；操作時，其動力部和作功部(如刀具、砂輪等)兩者皆同時工作。而且，兩者都具有其運動或功能上的特性方可快速的作功，它已是一部小型機械，而不是一單純的工具，但很多人還是將它認為是工具。假使動力工具各機件間的效能，因故不能互相搭配，就無法順利作功，有時甚至就會因而引起事故。目前常見的典型動力工具項詳表 16 概如下：

表 16 典型動力工具

功能類別	典型動力工具
鑽鑿	電鑽、電動起子、電動扳手...等
研磨、研削	砂輪機 ^{註1} 、研磨機、砂紙機、磨光機、拋光機、電動刨刀...等
切斷	砂輪切斷機 ^{註2} 、圓鋸機、剪切機、圓盤切割機 ^{註3} ...等
園藝 ^{註4}	割草機、剪草機、籬笆剪、草坪修剪機、噴霧機、鏈鋸...等
其它	修邊雕刻機、電(氣)動釘槍、熱風槍...等
備註： 註 1：使用最多的是手持型，有些機具可改裝砂輪以外的附件，如錐鋼鋸片、鑽石鋸片、鋼絲刷輪、拋光(布)輪等，其作業(刀具)型態已改變，危害的樣態、輕重已有所更動。 註 2：砂輪切斷機分為金屬用及石材用等 註 3：圓盤切割機分為電動或引擎帶動等 註 4：園藝動力工具，以修剪草木等為對象，引擎帶動者居多。	

三、動力工具與電動工具

經訪視作業現場(含目前國際大廠在台的工具展售店及其綜合型錄資料)發現，目前國內砂輪機型動力工具的動力型式有三：(動力約在 300 ~ 1500 W；引擎式為 3.0~5 kW)

(一) 電力：90%以上都是使用方便、經濟、可靠的公共電力，其中以 AC 110 V 佔多數(部分工廠用 220 V)；DC 充電電池匣佔少數，因本類機具之耗電量大，且電池型價格較高，是近 5 年才大量推出，還沒普及。

因為「以電力作為驅動源的動力工具」佔絕大多數，所以常人就用「電動工具」來

簡稱「動力工具」。

(二) 氣動：有些大型工廠使用(0.6 MPa)壓縮空氣為動力，因它重量比同功率電馬達少約 4 成、啟動扭力可由手開關控制、無感電危害，且可降低瞬間工廠電力的高峰需量，適於廠內、長時間操作的場所使用(如造船廠，但仍有危害，請參附錄三之安全指引)。

(三) 引擎：更少部分會使用小型二行程汽油引擎，它機動性高、馬力強、免供電、無感電危害，但會排廢氣且重量大(9~12 kg)，適合戶外機動性作業；其危害大，操作人員需特別訓練，應當是屬於特別用途(如消防搶救)才會使用。

砂輪機型動力工具，以手持式砂輪機的數量最多，型式用途也最廣；砂輪切斷機次之，圓盤切割機最少。目前市面上最常見的規格概要，詳表 17 如下表所示。

表 17 砂輪機規格概要

規範項目	手持式砂輪機	砂輪切斷機	圓盤切割機
適用用途	研磨(研削)、切斷、砂光、拋光...	切斷專用	切斷專用
砂輪直徑 [吋]	4 ~ 9	12 ~ 16	12 ~ 16
砂輪厚度 [mm]	4 ~ 6 或 1.5~2 ^{註1}	3 ~ 3.5	3 ~ 3.5
每分鐘轉速 [rpm]	6,000 ~12,000 ^{註2}	2,200~ 4,400	9,000
最大砂輪速度 [m/s]	55 ~ 80	65~70	70~80
重量 [kg]	1.5 ~ 7	10 ^{註3} ~ 20	9~12
功率 [kW]	0.4 ~ 2.0	1.0 ~ 1.7	3.0 ~ 4.5
動力源	AC 110V，或 DC (鋰)電池 ^{註4}	AC 110V, 220V ^{註5}	65~100 CC 二行程汽油引擎 ^{註6}
備註： 註 1：切斷型砂輪機砂輪厚度較薄。 註 2：砂輪機可調速者約在 2,500 ~ 11,000 rpm。 註 3：砂輪切斷機輕量型約到 8 kg。 註 4：手持式砂輪機動力源多為 AC 110 V，少部分為 DC 充電式電池。 註 5：砂輪切斷機動力源多為 AC 110 V，少部分為 220V，單相 3 相都有。 註 6：部分圓盤切割機為電馬達驅動，其轉速較低。			

砂輪機其實是一部動力大、速度快的小機械；因它裝配著天生就會有破裂危害的砂輪，稍不注意就易出事，是一重危害型的動力工具，其安全裝置，請參表 28 安全配備項目概要。

第二節 砂輪機的危害特色

手工具發生事故時，因手工具之人力力道有限、動作較慢且易由操作手控制力道，所以事故較容易受控。但加上動力的動力工具，其外加動力大、速度高，出事常讓人措手不及；若是使用砂輪為刃具的動力工具，除了刃尖銳利外，它還有使用/操作不當而破裂飛出之虞，加上作業時的射出帶火花的塵屑及高噪音，幾乎是集各式各樣的危害於小小機身，其災害的防止已不是採“了解下一步要怎麼因應、紓解”的方式，而是須要事前的預防與準備為先，再以規定操作為重的管理模式，而是事先了解動力工具的本質特性，採取有效的防災對策。這兩種機工具危害特性差異比較如表 18，此表是從機工具的操作使用方面來比較；至於工具的正确使用與保養方面，兩種工具都需要，但操作砂輪機前即要詳讀其手冊。

表 18 手工具及動力工具危害特性差異比較

項目	手工具	砂輪機(動力工具)
力道大小	人力小	大，可達 1.5 kW (2 馬力) ，最高達 5HP
作動速度	動作較慢	快，快速到讓人措手不及(可達 80 m/s)
刃尖	銳利	銳利
意外傷害	傷者直覺停止動作，傷害停止	要緊急關掉開關，否則傷害加深
受控性	易受控	易失控
型式	單純且樣式少	樣式多，且複雜
其他	塵屑、火花、噪音較少	塵屑多又帶火花、噪音高
有效對策	①正確使用 ②小心緩慢操作	①事前準備②事前預防 ③正確使用④小心操作

第四章 砂輪機國內職災案例彙整與分析

第一節 致災因素

本計畫除了透過資料之蒐集與研析，了解砂輪機作業時的潛在風險外，為了製作指引，須分析砂輪機作業常發生之職災類型，最後再透過拜訪砂輪機廠商及作業現場訪視，以蒐集業界觀點與經驗，找出潛在風險，使本研究計畫之操作安全指引更為周延。

一、職業災害防止模式

(一) Heinrich's 骨牌理論

意外傷害事故發生常因社會環境(Ancestry & Social Environment)、人為過失(Fault of Person)、不安全動作、機械或物理性危害(Unsafe Acts & Mech. or Physical Hazard)、意外事件(Accident) 四個層面的骨牌倒下後，就發生傷害事故(Injury)或職業災害，此為著名之韓利奇骨牌理論 (Heinrich's Domino Theory)，如下圖 6 所示。

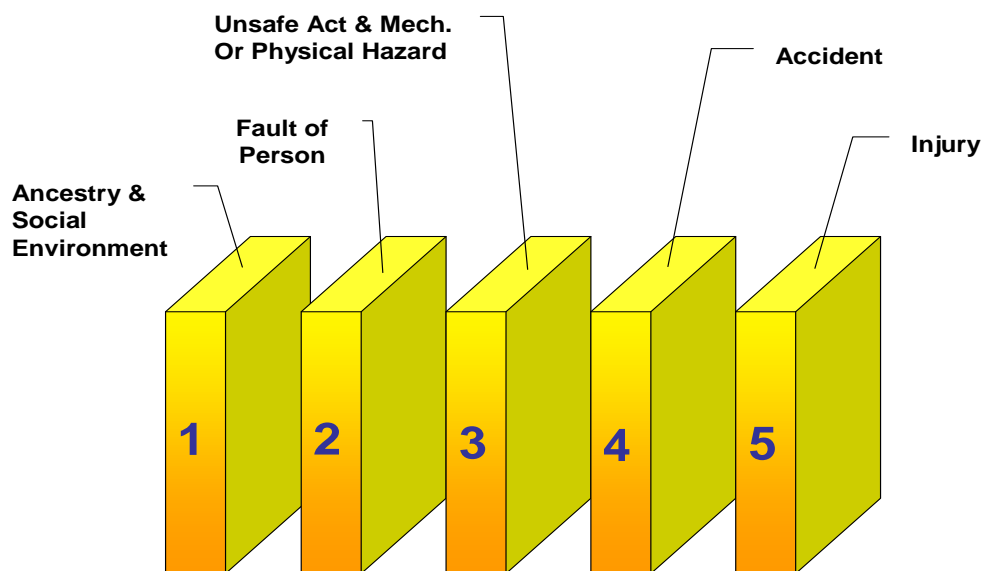


圖 6 Heinrich's 骨牌理論

(二) Reason's 瑞士乳酪模型

1990 年英國 James Reason 教授另提出瑞士乳酪模型(Swiss cheese model) 來圖示說明災害多重安全防護概念，如下圖 7 所示：

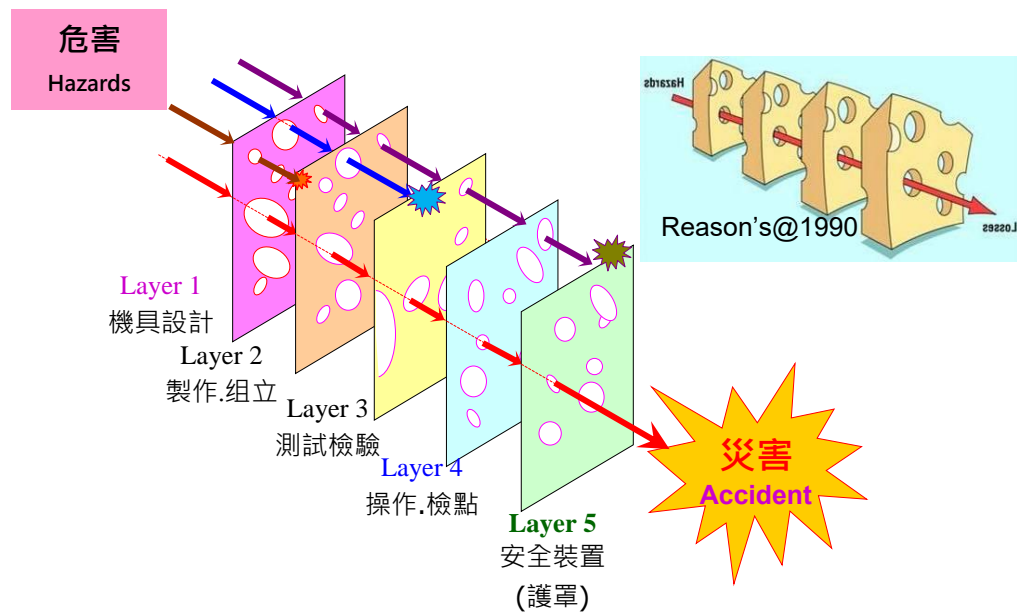


圖 7 災害多重防護示意圖

因為時代背景的不同，以上兩個模型間，有以下差異：①Heinrich's 的模型很重視管理文化及人為錯誤。②Reason's 瑞士乳酪模型則認為，從機具的設計、製造、檢查(驗證)、操作及點檢、安全防護都是重要因素；其涵蓋範圍較廣，也較適用於目前砂輪機的主題；尤其從中可以看出，機具的設計良窳、驗證確實、操作(按安全指引)、點檢確實、安全護罩都同樣重要，唯一它沒指出的是個人防護具，它似併在安全裝置中。

二、機械殘餘風險及其對策

國際砂輪機大廠在設計製造時，一般已依標準進行機械風險評估(如 ANSIB11.0)，針對可能發生危害的部位做妥善的設計，並依標準設置適當的安全裝置(如護罩)，或在其周圍採取有效的防護措施，以減少危害源之發生；所以會提供操作安全手冊、貼有危害標誌等，但它仍有其殘餘風險；所以，使用者還須採取必要的安全對策，其示意流程圖如下圖 8 所示：

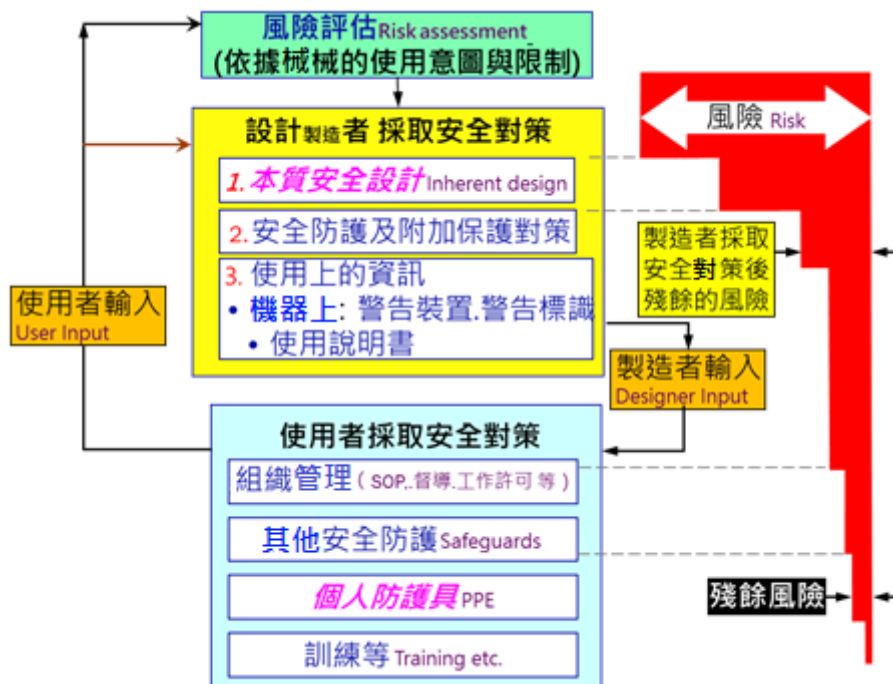


圖 8 機械風險評估流程

所以前述兩圖 (圖 7、圖 8) 可以看出，砂輪機災害的防止，不僅在源頭的機具設計、製造、檢查(含驗證) 3 個階段都管理妥當；在操作、檢點階段，也要確實執行安全管理，才能有效降低風險。當機具經過優良廠家依照適用的國家標準進行設計，再經型式檢驗單位驗證符合「機械設備器具安全標準」要求後進行生產製造，以及品管檢驗單位檢驗合格後，貼上 TS 安全標章販賣，還要由操作者選購適當的機種，依操作手冊點檢確認機具的狀況正常，環境確實安全，並穿戴適當之個人防護具後，正確的操作、安全教育訓練...等，才可有效防止災害。

因此，相關人員對於前述所提之作業危害之特性、來源及防護方法，宜有相當程度之認知與瞭解，才能確實有效的防止災害。若想單靠某一項來加強，就想有效降低職災，似乎有違前述安全管理模式的邏輯。

第二節 職業災害案例分析

本研究計畫收集民國 100 年至 106 年間，國內與砂輪機作業相關之職業災害事故案例，共計有 35 件 (請參附錄二)。謹參酌下列勞動檢查單位近年公布之砂輪機作業相關之災害事故案例，探討其職業災害原因分析，以作為本研究計畫之操作安全指引訂定參考。

一、案例 1：手持型砂輪機的砂輪片割破頸動脈大量出血致死。

災害發生經過：102 年 7 月，位於台北市長安東路某住宅鐵窗裝修工程，雇主帶領二位員工進場作業，當日約 16 時許，其中一位男子蹲踩在 12 樓窗外之鐵窗架上準備拆除鐵窗架，當時身上綁一條繩索固定在外牆上方將來放置分離式冷氣壓縮機之鐵架上，左手握住砂輪機，於啟動時因重心不穩而身體往後仰，使得手中砂輪機舉至頸部高度位置，而手上運轉中的砂輪機因震動而沒握穩，便朝頸部方向飛去，導致該名員工的右頸動脈被砂輪機之砂輪片割破而大量出血，惟送醫急救後，仍傷重不治(請參表 19)。

表 19 案例 1 職災原因探討

直接原因		<ul style="list-style-type: none"> 砂輪機的砂輪片割破操作手右頸動脈而大量出血，傷重不治。
間接原因	不安全工具	<ul style="list-style-type: none"> 砂輪機無安全護罩。 砂輪機無自動停止斷電功能。
	不安全行為	<ul style="list-style-type: none"> 未站穩即使用砂輪機，重心不穩身體後仰，使手中砂輪機拋飛。 高架作業未繫上安全帶(僅身上綁一條繩索)。 未使用個人防護具(安全帽、護目鏡等)
	不安全環境	<ul style="list-style-type: none"> 雇主未提供安全穩固之作業平台(蹲踩於 12 樓窗外之鐵窗架上)。
基本原因		<ul style="list-style-type: none"> 安全意識不足 作業經驗不足 安全衛生教育訓練未落實 砂輪機未執行安全檢點 工作守則未訂定或未執行

二、案例 2：砂輪破裂射入眼睛造成眼球破裂。

災害發生經過：105 年 5 月，位於三重區中興南街的 1 樓民宅，當日約早上 10 時許，何姓男子準備施作外牆退縮工程，使用砂輪機切除鋼筋時；砂輪機上的砂輪片卻突然碎裂，砂輪機上又因沒安裝防護罩，當下碎片四處飄濺，其中一塊碎片竟正好射入其右眼，造成眼睛當場血流不止、眼球破裂，送醫治療後，右眼視力能見範圍只剩下眼前方約 30 公分。新北地檢署以當時一起施作工程的吳姓工人指證案發當日情形、砂輪機平時也確無套上防護罩，依業務過失重傷罪起訴雇主(請參表 20)。

表 20 案例 2 職災原因探討

直接原因		<ul style="list-style-type: none"> 砂輪機的砂輪破裂射入眼睛，造成眼球破裂。
間 接 原 因	不安全工具	<ul style="list-style-type: none"> 砂輪機無安全護罩。
	不安全行為	<ul style="list-style-type: none"> 使用無安全護罩之砂輪機，切除鋼筋。 未使用個人防護具(安全帽、護目鏡等)。
	不安全環境	<ul style="list-style-type: none"> -
基本原因		<ul style="list-style-type: none"> 安全意識不足 作業經驗不足 安全衛生教育訓練未落實 砂輪機未執行安全檢點 工作守則未訂定或未執行

三、案例 3：砂輪機彈飛割傷手掌。

災害發生經過：106 年 3 月，位於基隆愛七路上的一棟民宅，當日約上午 10 時許，李男正在切割浴室的木門框，不料砂輪機彈飛，割傷其右手掌，傷口約 8 公分深可見骨，當場血流不止，經送醫縫合後檢回一命，案發經過嚇壞作業同事。醫院指出，該名男子到院時右手掌有開放性撕裂傷，已為他縫合(請參表 21)。

表 21 案例 3 職災原因探討

直接原因		<ul style="list-style-type: none"> 砂輪機彈飛割傷手掌。
間 接 原 因	不安全工具	<ul style="list-style-type: none"> 砂輪機無安全護罩。
	不安全行為	<ul style="list-style-type: none"> 使用無安全護罩之砂輪機，切割浴室的木門框。 未使用個人防護具(安全帽、護目鏡等)。
	不安全環境	<ul style="list-style-type: none"> -
基本原因		<ul style="list-style-type: none"> 安全意識不足 作業經驗不足 安全衛生教育訓練未落實 砂輪機未執行安全檢點 工作守則未訂定或未執行

將附錄二之國內外職業災害案例分析統計彙整其災害類型結果，結果如圖 9 所示，其中以切、割傷位居首位，計有 20 件。其次依序為物體飛散(砂輪破裂)，計有 7 件，其後為捲入、爆炸、墜落、火災等。

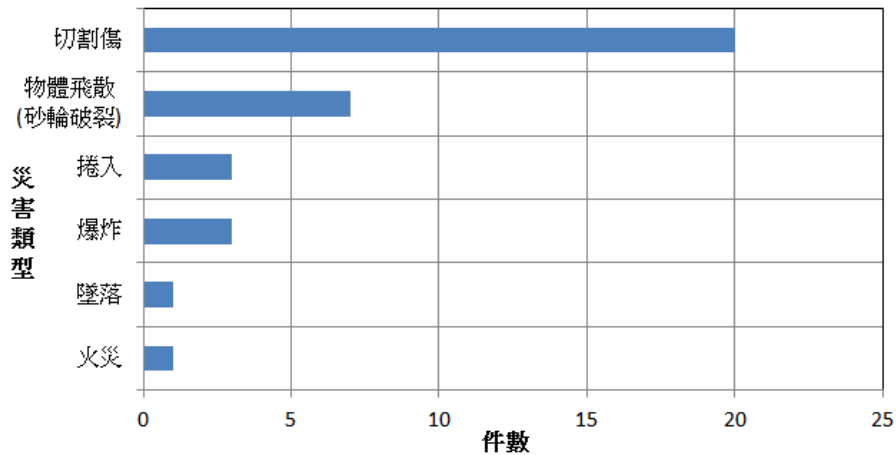


圖 9 砂輪機作業災害類型統計

因環境因素所造成之災因，以火災、爆炸為主，其數量雖不多僅 5 件(14%)，但所造成之損害非常嚴重，故仍須特別注意。所以，不得於可燃性氣體、蒸汽，以及有機溶劑、可燃性粉塵等易燃易爆場所，進行砂輪機切割等有明火的作業。

就災害發生原因分析結果如圖 10~ 圖 13 所示，其中於砂輪機作業中最常造成災害之原因，比率最高者分別為：「不安全行」為之①未使用個人防護具、②使安全防護具失效、③機具使用方法不當等三項，以及「管理措施不當」之①安全意識不足、②作業經驗不足、③安全衛生教育訓練未落實、④工作守則未訂定或未執行等四項，各計有 35 次(100%)，換句話說，幾乎每個災例都有這類缺失。其次分別為：「不安全行為」之①工作姿勢不正確，計有 30 次(86%)、「不安全工具」之②砂輪機無安全護罩，計有 24 次(69%)，以及「管理措施不當」之③砂輪機未執行安全檢點，計有 23 次(66%)。

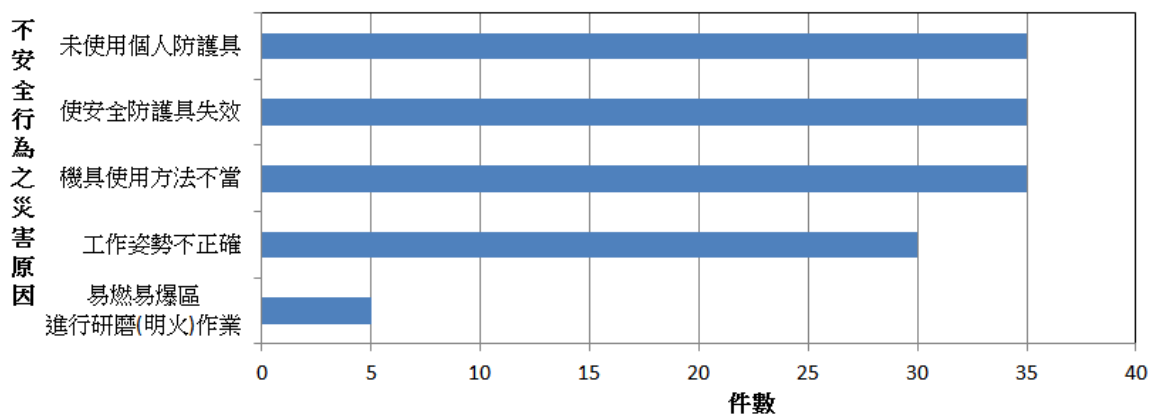


圖 10 砂輪機作業災害原因統計(行為災因)

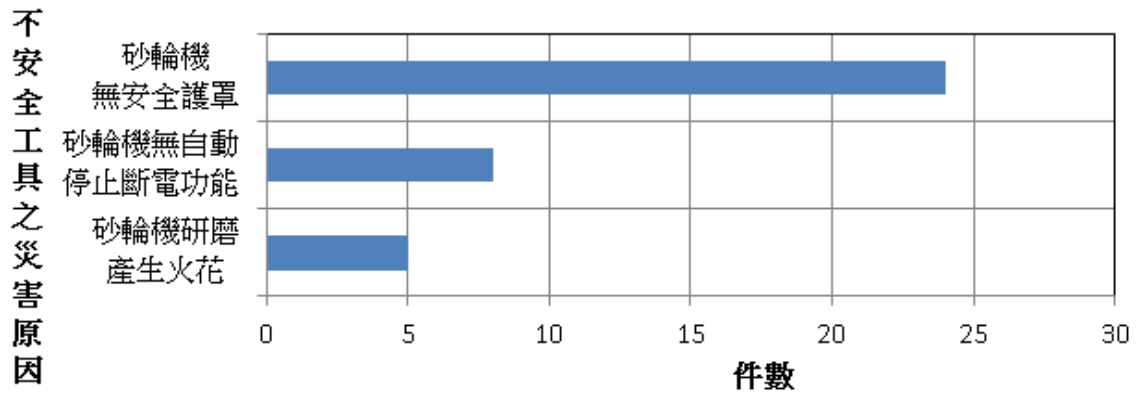


圖 11 砂輪機作業災害原因統計(工具災因)

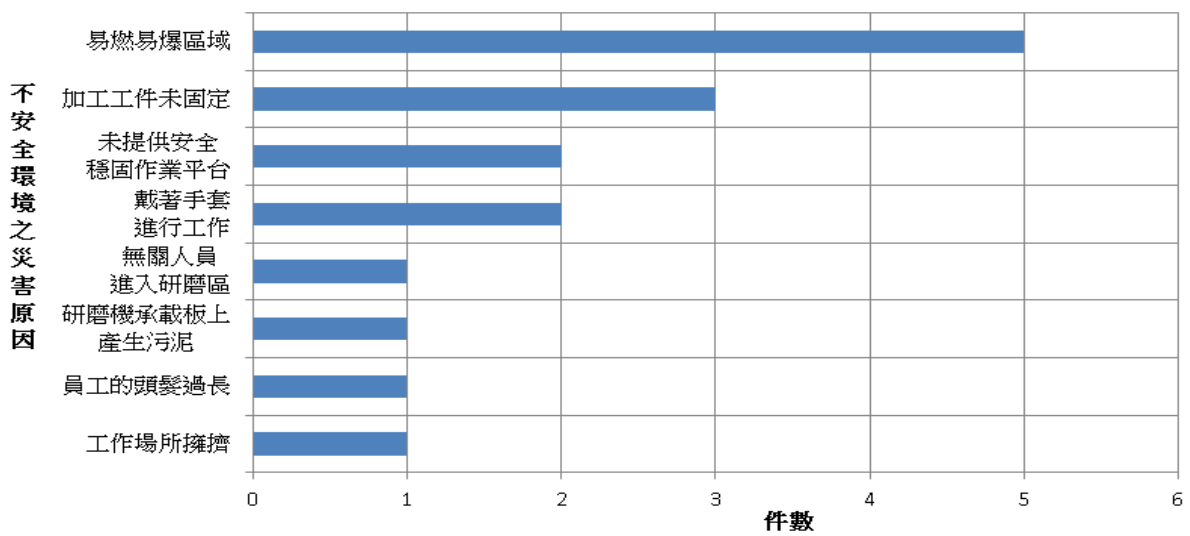


圖 12 砂輪機作業災害原因統計(環境災因)

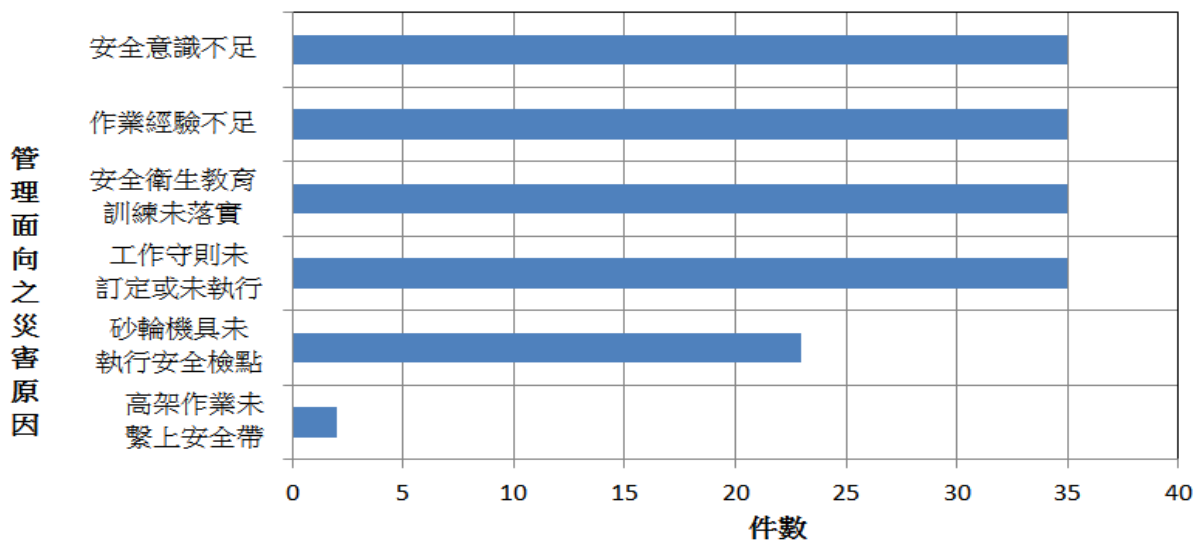


圖 13 砂輪機作業災害原因統計(管理災因)

經分析所蒐集之災害事故案例資料後，可推論砂輪機災害主要發生原因係：作業未使用個人防護具、砂輪機無安全護罩(或使其失效)、機具使用方法不當，或是工作姿勢不正確等原因，而造成被砂輪機切、割傷或砂輪破裂飛出導致人員重傷。所以，為提升砂輪機作業之安全，建議事業單位：

- 一、針對砂輪機作業，研擬訂定相關安全操作程序、工作守則。
- 二、增加與砂輪機相關之教育訓練，以提升危害意識與作業安全認知。
- 三、將砂輪機納入定期及作業前之檢點重要項目，以確保作業安全。

第三節 小結

從上述討論，可以歸類出以下小結：

- 一、使用動力工具可有效提升效率，但其力量大、速度高、種類多，操作樣式也多，且各有其操作特點，防護方式變化亦多，已超出一般常人經驗範圍，若沒詳讀操作手冊，著實難了解各機具特性。
- 二、另具有鑽鑿、切割、研磨功能的動力工具，通常其刃尖相當銳利，不注意瞬間即可能傷人；若是採用砂輪為刃尖的工具，如前述之砂輪機型動力工具，其砂輪還會因某些因素破碎飛出而造成更重大的災害；若其動力大、速度高、刃尖銳(且會破碎飛出)，就是「重危害型動力工具」，其操作使用更不可不慎。
- 三、因為作業(切割)的速度飛快，若操作中再發生意料之外的事件，例如反撥(kick-back)時操作的手腳太靠近砂輪片造成意外，也可能因反撥力而造成不平穩使人員或機具跌落。它對沒經驗、準備不足者或對特定作業不了解者，相當不利。反撥是瞬間且動態的，沒實際經驗過，很難體驗及鑑別，其事後也很難查出；很多災害報告都描述，「啟動瞬間造成重心偏穩」或「機具跌落而重創」，反撥是其主要因素，但可惜很少被清楚認出。
- 四、各方面資料皆指出預防重於治療，砂輪機型動力工具若作業前沒：①事前準備 ②事前預防 ③正確使用 ④小心操作，常在幾分鐘內的作業就發生意外。但也有發現是因作業熟練(因重複而降低警覺心)，而發生災害的案例，美國動力工具協會 PTI 還建議，對於那些已重複的作業，在每次過程重複前，希望都能稍停一下，然後再重新喚起注意力。

- 五、過度自信也是意外的原因之一，例如工件太小卻沒用夾具，而用手握持，手指太靠近砂輪，手指易與機具纜線拉扯在一起造成傷害；或者是護罩不正確定位就作業，若發生造成砂輪破裂，就可能被砂輪片射傷。
- 六、砂輪機為重危害型動力工具，與手工具炯然不同；傳統安全注意事項的內容，顯已不足因應，實有必要就該機具的危害特性，詳加探討，進而編製一份安全指引，供大家參考使用，訓練、經驗、準備、專注、細心都不可缺，以避免意外；也唯有事先了解砂輪機的危害特性，才能採取有效的對策。
- 七、根據前述砂輪機危害特性及後面的相關職災案例，以及本研究計畫之砂輪機現場使用狀況訪視後，針對砂輪機作業中所可能發生之危害進行分析與探討，以使作業人員針對砂輪機之潛在的危險能有所認知，進而預防職災事故之發生。針對砂輪機使用上可能發生之危害類別及原因，彙整說明如下表 22。

表 22 砂輪機災害類型及發生原因

災害類型	發生原因
<p>割傷：</p> <p>指皮膚或身體與機械銳利邊緣(如轉動中砂輪)接觸，造成創(擦)傷。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 砂輪機之砂輪，若無安全防護易有切、割傷之危害。 • 未使用固定夾，手持工件研磨。 • 操作方式不正確；未站穩腳步即開動機具，機具彈飛。 • 徒手研磨工件時，未配戴皮質手套。 • 誤觸開關、斷電後送電，開關仍在啟動位置。
<p>物體飛落：</p> <p>指飛來物(砂輪破裂)與人體所碰觸之傷害。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 砂輪機選用錯誤、安裝錯誤。 • 砂輪機本身缺陷，未檢驗出來即與安裝使用。 • 使用機具超過規定最大速限，砂輪破裂飛散。 • 使用非側面研磨型機具而使用側面來研磨，致砂輪破裂飛出。
<p>物體飛散：</p> <p>指飛來物(砂輪破裂)與人體所碰觸之傷害。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 每日作業使用前，未試轉 1 分鐘以上。 • 換新砂輪時，未先檢查有無裂痕，並在防護罩下試轉 3 分鐘以上。 • 使用砂輪機時，無固定之防護罩。 • 未配戴安全防護眼鏡或面罩及安全帽等。
<p>夾捲、擠壓：</p> <p>指人體的某部位被轉動中的機件夾入或捲入，而造成擠壓傷害。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 作業前未檢查各部位機件性能是否正常。 • 調整、給油、清掃機械時未停止運轉。 • 無經驗人員，擅自執行操作。 • 砂輪機無防護罩或護罩破損故障，仍繼續使用。 • 穿戴寬鬆服飾及戴用手套之棉紗被機械捲入。 • 馬達傳動皮帶輪防護罩(切斷機)不完整或拆除。
<p>火災爆炸：</p> <p>指於可燃性氣體、蒸汽，以及有機溶劑、可燃性粉塵等場所，遇火花發生火災爆炸造成人員傷害。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 研磨作業產生的火花點燃作業場所附近的可燃性氣體、蒸汽、有機溶劑或可燃性粉塵等。 • 研磨鎂合金等，引起火災。 • 電氣設備發生的火花、或使用不當的延長電線等都有可能引起火災的危害。

災害類型	發生原因
感電： 指因接觸帶電體或通電所造成人體之電流衝擊。 (限電動型)	<ul style="list-style-type: none"> • 濕手觸摸電氣裝置。 • 機具之電氣絕緣被覆不良。 • 非電氣技術人員維修電氣設備。 • 電氣裝置接點裸露部份，未實施絕緣防護措施。 • 潮濕場所使用電氣機具，未裝置漏電斷路器。
墜落： 指因作業時於高處落下，所造成人員傷害。	<ul style="list-style-type: none"> • 重心未站穩，即開始操作機具。 • 發生反撥事件，措手不及重心不穩而跌落。 • 高架作業未使用防墜器等防護具。 • 未於(穩固)工作平台進行作業。
其他 噪音、塵屑、振動等	<ul style="list-style-type: none"> • 砂輪乾式研削作業必定產生，無法避免。 僅能使用適當防護具來減輕危害；或改用其他類型機具。
備註：本災害類型探討，係以(限電動型)砂輪機所造成之物理性危害為主要範圍；作業帶火花的塵屑飛射、噪音、振動等危害，則列為次要範圍。	

第五章 砂輪機廠商及作業現場訪視

歷年來勞工使用砂輪機時，仍有一定比例的職災事故發生，為有效降低職災，擬透過管理面向之安全教育著手，提供勞工有效的安全教育，使其具備危險辨識能力，能在作業前，自主發現危險並避免職災之發生，計畫中即擬從兩方面著手，一方面製作指引，未來可用作教材，提升安全教育的內容；另一方面，建議雇主依此指引規劃自主檢查作業並辦理勞工安全教育訓練；所以拜訪廠商及作業現場，取得業界實地的經驗與想法，對本計畫相當重要。

第一節 砂輪機廠商現場訪視

為作出良好的安全指引，本計畫規劃拜訪相關砂輪機的製造廠商，俾更了解工具的特性外，也可從製造商角度深入了解砂輪機的危險性，及其對應的安全裝置及其種類與等級。目前「機械設備器具安全標準」對砂輪機的安全裝置主要為護罩，而根據以往災害事故資料得知，作業現場常因某些因素拆除護罩，若再因某些因素造成作業失控，就造成作業人員切斷手指、遭砂輪碎片割傷或致死亡等災害。針對此類問題，透過參訪製造商探討其可能的改善對策，為了瞭解前述問題，本計畫即先拜訪砂輪機的製造商(含代理商)。

本研究計畫先後拜訪了四家砂輪機製造(代理)商，台灣砂輪機製造商因國內市場有限，故產品多屬出口，有部分廠家為世界名牌代工，也有打入國際市場的自有品牌，顯見台灣在製造砂輪機的廠商雖不多，但技術允稱成熟。

本次受訪之砂輪機及砂輪廠商詳如表 23，不論國內製造或國外製造後輸入之產品，皆會依國內法令規定，驗證合格後於職安署「機械設備器具安全資訊網」登錄後再銷售。以國內製造砂輪機及砂輪廠商為例，機具係依國內法規「機械設備器具安全標準」及 CNS 標準之規定設計、製造，先經廠內相關品管檢驗合格，再送國內型式檢定機構(如工業技術研究院、財團法人精密機械研究發展中心、電子檢驗中心、金屬工業發展中心...等)進行驗證合格，登錄於前述安全資訊網後銷售販賣；各型動力工具皆隨產品提供使用說明手冊及安全注意事項，包含設備規格、安全須知、功能說明、操作及保養注意事項等。手冊內容相當完備；若詳加閱讀似應可充分確保使用者能正確、安全地使用、維修及保養工具。

部分砂輪機廠商於參訪行程中，也讓本研究團隊了解其維修部門檢測流程，概要如下：

- 一、故障品由客戶送維修中心，先經原廠受訓合格之技檢測及異常零組件判定。
- 二、如為保固期之零件，直接進行汰換。
- 三、如非為保固之零組件損壞，則先給予業主報價。
- 四、依客戶委託維修後再進行異常零組件之更換。

經詢問砂輪機常發生之設備異常情形，維修技師表示：設備主要以電(碳)刷零組件常發生異常，除該零件係屬磨(消)耗品之原因外，多為現場使用過長且線徑過小之電源延長線或插座所致；因電壓大幅下降(電壓不足)，致馬達或電(碳)刷燒毀，而需更換整組零組件。部分砂輪機廠商之產品(安規)工程師，亦於受訪過程中解說其較法規還先進之砂輪機安全裝置，如機具之雙重絕緣、側滑動開關、微加速(緩啟動)及防止意外啟動等安全機制，其安全性已優於現況法規要求，但等級不同、價格較高，是近幾年才推出的新機種。多數廠商表示，使用者常發生災害主因常不正常使用設備所造成，為預防此部分使用者因素之危害，均已於相關操作手冊中安全注意事項述明。

本次受訪的各砂輪機廠商，皆強調所生產之砂輪機皆已符合國內法規要求，經型式檢定機構驗證合格，機具之源頭安全管理相對完整，較無造成使用者不安全之機會；目前較為令人擔心的是，部分小型廠家及賣店，可能鑽法規漏洞而未照規定；一般民眾不察，會因為它較便宜就誤買、誤用而肇事，[參考意見交流詳表 24](#)。廠商亦非常認同本研究計畫後繼將參訪砂輪機作業單位，深入了解砂輪機的危險性，及其安全裝置是否於作業現場發揮功能等。本次參訪除了解各家砂輪機的安全特性外，也從製造廠商角度了解砂輪機的危險性以及相對應的安全裝置，獲益良多。

表 23 受訪機具廠商作業概況

砂輪機廠商		A 公司	B 公司	C 公司	D 公司	
法規符合度	機械設備器具安全標準	符合	符合	符合	符合	
	砂輪機	CNS 3265	符合	符合	符合	NA
		CNS 3266	符合	符合	符合	NA
		CNS 10609	符合	符合	符合	NA
		CNS 10610	符合	符合	符合	NA
		CNS 14905-3	符合	符合	符合	NA
	砂輪	CNS 2223	符合	NA	NA	符合
		CNS 3786	符合	NA	NA	符合
		CNS 3966	符合	NA	NA	符合
	型式檢定機構	電子檢驗中心	精密機械研究中心	電子檢驗中心	工業技術研究院	
型式檢定結果	符合	符合	符合	符合		
職安署登錄	完成	完成	完成	完成		
TS 安全標章	隨產品標示	隨產品標示	隨產品標示	隨產品標示		
使用說明手冊	隨產品提供	隨產品提供	隨產品提供	隨產品提供		
安全注意事項	隨產品提供	隨產品提供	隨產品提供	隨產品提供		

表 24 機具廠商意見交流

項次	交流意見	建議因應對策
1	工廠因使用環境較為固定，相對較安全，但工地施工因環境變化大，危害發生機會相對較多，如何因應？	作業環境不同，使用上也常造成不同之危害；針對不同使用環境可能發生之危害，請事業(管理)單位先行危害辨識，並事先告知作業人員可能發生之危害，並事先準備、提早預防。
2	工人技術未必由雇主所辦理教育訓練得知，大部分是由自身經驗或年資經驗長者口述，對危害意識通常較為薄弱。	事業(管理)單位針對砂輪機所可能發生之危害，定期辦理相關訓練、講習，以提升砂輪機作業之危害意識。
3	國內勞動市場現況普遍有勞工過勞現象，亦是造成職災之潛在危害原因。	事業(管理)單位應確實依法令規定工時工作，不可有超時工作之違法情形。另針對身體及精神狀況不佳之勞工應主動關切，適時給予工作調整等協助。
4	勞工使用砂輪機時，常貪圖作業方便任意調整或拆除安全護罩。	法規及操作手冊已有明文規定；管理單位應依規定嚴格禁止，勞工也要明白災害後果。

		但常因勞工因沒講習，不知後果的嚴重性，管理者有時會因現場沒事先準備更合用的機(治)具而默許違規使用。 相關單位檢查時，宜加強查核。
5	工件切割時亦未使用固定夾具夾持，自行以手直接握持切割。	同上。
6	使用已過度磨耗之砂輪，或砂輪直徑過小卻未更換適當之切割砂輪等。	針對砂輪之使用應依廠商建議；係以最小使用尺寸(限度)作為砂輪更換之依據，切勿使用不合規格之砂輪。
7	勞工常未正確使用砂輪機及未配戴自身防護具等。	雇主購買砂輪機後，應提供勞工相關砂輪機之操作安全手冊，並使勞工確實閱讀手冊，並依規定作業。
8	自行使用延長電線等，易造成砂輪機提早故障或感電之危害	延長線的使用請依手冊(或電工法規)規定辦理，常因延長線過長或線徑過小，導致電壓大幅下降(電壓不足)，致馬達燒毀。
項次	交流意見	建議因應對策
9	現場常發生砂輪使用錯誤，造成人員危害，如使用切割砂輪片側面進行研磨作業等。	砂輪機應確實依使用手冊規定使用，管理者應定期檢核現場是否依規定進行作業。
10	作業人員操作姿勢不正確或施力過大(硬切、硬磨)可能造成砂輪破裂。	砂輪機應確實依使用手冊規定使用，雇主也不應催促員工快速完成作業，且應定期檢核現場勞工依規定進行作業。
11	砂輪保存不當，如過冷、過熱或太潮濕等，亦會減少砂輪使用壽命或增加危險。	針對砂輪之保存方式應依廠商建議，包括使用年限之規定，使用前應依規定進行試運轉。

第二節 砂輪機作業現場訪視

為確保作業安全，除了買入合格、安全(有 TS 安全標章)的工具外，同時也要依規定正確的使用工具。每種工具都有其特定的用途及使用方式，使用不適當的工具，就有可能發生意外，例如：擅自拆除護罩等安全裝置、使用切割砂輪進行側面研磨或使用研磨砂輪進行切割作業等；當勞工未重視砂輪機安全使用時，危險性就大增，容易發生

災害。

為更深入了解砂輪機現場使用情形，本計畫先後訪視 6 場次不同行業別的作業場所觀察各現場作業情形、現場使用的工具狀況，及其使用管理狀況等詳如表 25。

一、較具規模且安全管理良好的單位，皆已依法令規定設置應有之安全衛生管理組織，並依法推動以下管理作為：

- (一) 廠內安全衛生管理規章與紀錄較完整
- (二) 定期辦理一般及在職安全衛生教育訓練、職災案例宣導等
- (三) 廠內作業機具亦有定期執行自主檢查
- (四) 各作業主管也會定期執行現場巡檢，以確保勞工作業安全
- (五) 現場勞工使用砂輪機前，亦會自動檢查砂輪機及砂輪是否安全，並要求在更換砂輪後應試轉三分鐘以上無異常後才可作業
- (六) 全員參與職安衛活動並堅守持續改善的理念，針對重大危害會執行風險控制，落實職安衛管理系統。這類單位在使用砂輪機使用上，從主管到現場作業人員皆已具備相當程度之危害意識

所以近 10 幾年內亦無發生過相關作業造成之職災事故。有些單位的訓練課目及自動檢查查檢表等，特標有「砂輪機」；惟大部分單位之教育訓練，較少針對砂輪機規劃單獨項目，恐易忽略。

經由此次訪視時，交流溝通教育訓練之重要性，受訪單位也認同將砂輪機操作安全列入課目，讓作業人員了解危害，以利降低機具的災害。

二、與現場作業人員(含資深領班人員、水電師傅等)進行訪談時，討論砂輪機使用之注意事項，以下舉例說明：

- (一) 使用前應要求作業人員檢查防護罩是否鎖緊。
- (二) 作業人員防護裝備如安全帽、護目鏡、防塵口罩等是否佩戴。
- (三) 衣物袖套是否紮緊，以避免捲入機具內。
- (四) 電線是否破皮。
- (五) 應避免在潮濕積水環境下作業，以免感電。
- (六) 選用耐磨性較佳的砂輪，可減少更換砂輪次數。

三、現場參訪時，針對研磨作業之場所觀察作業人員作業情形，發現重視砂輪機安全

管理的單位，有以下特點：

- (一) 現場研磨作業人員皆配戴護目鏡、安全帽、口罩、安全鞋等個人防護具。
- (二) 作業前亦會檢視現場環境安全、機具外觀、防護罩及試運轉等。
- (三) 現場作業人員對於砂輪機使用用途、操控、維護等情形及作業姿勢皆正常，並無異常狀況，現場作業人員對砂輪機操作熟悉。
- (四) 砂輪機作業時，需留意力道不可過大，要慢慢研磨或切割，否則易過度磨耗砂輪及造成砂輪破裂。
- (五) 過程中我們也留意到工廠內的通道動線相當整齊，且無堆高機等車輛於工廠內搬運貨物。
- (六) 全員參與安全衛生活動非常落實。

參訪過程中亦檢視該砂輪機之外觀、安全護罩(蓋)狀況、電器接線、TS 安全標章等，並量測手持型砂輪機及砂輪切斷機之絕緣電阻及噪音值，記錄如表 26，護罩皆符合法規要求，作業場所使用機具屬於安全。

在參訪營造工地現場時如表 27 為砂輪機使用單位意見交流，有 1 資深領班實際示範操作並強調：作業姿勢要正確，姿勢不正確，易發生破碎危險；工件要固定良好，工件過小過短亦不要勉強切割；手要穩不要晃動，要慢要穩；作業時不可貪快而過度施力，施力過大會造成破碎危害；要站穩才作業，以免重心不穩而摔傷；千萬不要側向研磨(或切割)；砂輪保存要注意是否受潮，因受潮後容易發生砂輪強度不足，使用時易發生破碎危害；危險通常是因為不正常操作，如拆除安全護罩或沒站穩就作業使用砂輪機。

可見該名資深領班經驗相當豐富、正確且具備工作熱忱，經詢問是否有受過相關教育訓練或指導時，他表示該經驗是同行作業人員發生危險後所習得之知識，亦有部分是自身遭受到 3 次切割傷後，所得到的切身經驗；通常雇主無再針對砂輪機實施教育訓練，現場亦利用此次訪談宣導教育訓練之重要性，未來亦可邀請如本次受訪之現場資深作業人員與相關砂輪作業人員規畫進行教育訓練，對砂輪機作業危害將有很大的幫助。

四、本次受訪單位中，亦有未達法令規定應設置安全衛生組織之小型事業單位，較少進行相關安全衛生管理活動；現場參訪時即發現：

- (一) 現場作業人員之安全帽、護目鏡、口罩、安全鞋等防護具未配戴齊全。
- (二) 其中有一台砂輪機之護罩經拆除後，亦未裝回即作使用；顯見作業人員對該研磨作業危害認知不足。
- (三) 參訪作業現場時亦檢視該砂輪機外觀、安全護罩(蓋)狀況等，並量測手持式砂輪機及可搬式砂輪切斷機之絕緣電阻值及噪音值，除有 1 砂輪切斷機絕緣電阻過低外，尚符合法令規定要求。
- (四) 由於多廠手持式砂輪機為近年購入，相關 TS 安全標章及機具狀態皆符合現行法令規定，較無安全上之疑慮。惟可搬式砂輪切斷機製造年份已無法追查，亦無 TS 安全標章、皮帶傳動處之護罩已遭拆除，及操作開關接點未施予保護等異常狀況等，該可搬式砂輪切斷機於使用上將有危險。本案人員也當場建議廠方宜早更換具 TS 安全標章之砂輪機，才可確保勞工使用之安全；且相信以中小企業為主力的台灣，這種情況可能不少。

表 25 受訪單位砂輪機作業安全概況

項次		機具使用					操作安全						防護具使用			
		用途	電氣安全	操控情形	檢點檢查	維護情形	防護罩	試運轉	環境安全	安定度	教育訓練	作業姿勢	安全帽	護目鏡	口罩	安全鞋
受訪作業單位	正常數	5	5	5	2	5	4	5	5	5	4	4	4	3	3	4
	不足數	-	1	-	3	-	1	-	-	-	1	1	1	2	2	1
備註：																
1.機具使用之檢點檢查項目有 3 個受訪作業單位尚未規劃，係因法規上無要求。																
2.操作安全部分之防護罩、教育訓練及作業姿勢等項目，有 1 個受訪作業單位未落實，係因該單位並無安全衛生管理組織，已請雇主留意安全衛生相關事項。																
3.普遍有防護具未配戴齊全之情形。																

表 26 受訪單位砂輪機概況

項次	砂輪機型號	手持型砂輪機	砂輪切斷機	絕緣電阻 (MΩ)	空轉噪音 (dB)	受訪使用單位
1	慶岱 CDS 405	-	V	200	77.7	E 公司
2	Fuji	V	-	氣動式	-	
3	日立 PDA-100K	V	-	7	90.7	F 公司
4	牧田 2414NB1	-	V	∞	102.3	
5	牧田 2414NB1	-	V	∞	96.1	
6	日立 PDA-100M	V		∞	89.2	I 公司
7	未知	-	V	300	80.2	
8	博世 GWS 20-180	V	-	300	92.5	
9	未知	V	-	750	92.8	J 公司
10	日立 PDA-100K	V	-	∞	91.2	
11	慶岱 16		V	45	82.6	
12	日立 G10-ST	V	-	∞	92.7	K 公司
13	日立 G10-ST	V	-	∞	92.5	
14	未知	-	V	7	77.4	
15	日立 G18SE3	V	-	600	92.6	L 公司
16	日立 PDA100K	V	-	500	94.0	
17	未知	-	V	0.2	83	

備註：

- 1.氣動式因年份久，銘牌字難以辨認。
- 2.各受訪單位所使用之手持型砂輪機及各型式砂輪等皆有 TS 安全標章
- 3.部分砂輪切斷機老舊，無 TS 安全標章等，惟其絕緣電阻 1 台不合格($\leq 7 \text{ M}\Omega$)，噪音都符合標準。台○公司為 107 年購入，有 TS 安全標章。

表 27 砂輪機使用單位意見交流

項次	交流意見	建議因應對策
1	砂輪機護蓋是否安全或需更換該如何判斷？	砂輪機使用前須認明具 TS 安全認證合格之標章；使用前檢查該護蓋是否鎖固於 <u>正確方位</u> ，無破裂受損之狀況，可安全使用。如仍有安全上的疑慮，務必送砂輪機製造廠商做詳細檢查。
2	一般五金行是否販賣砂輪機之護蓋(罩)等保護裝置？使用者可否自行更換安裝保護裝置，損壞時該如何作更換？	護罩屬重要附件(須配合砂輪之型式、厚度、速度等因素)，可向原廠購買後自行更換，惟須依原廠手冊規定方式裝回。砂輪機損壞時，請勿任意自行修復，務必送原製造(代理)廠商檢修，以免修壞原安全功能。
3	砂輪機裝護蓋才安全，但有時會妨礙作業，而常拆除護蓋(罩)，尤其形狀特殊工件或較大型工件時，常會有此現象發生。	如形狀特殊或較大型工件作業，已超出機具規範時，即表該作業不適合以該機具加工，如強行作業將會有重大危害，應改用適當之機具進行加工，或洽機具廠商另提供其他適當機具使用。
4	現場老砂輪機無自主檢查、檢點作業，且相關操作手冊早已遺失；雖已執行一般安全衛生通識教育訓練，但管理人員及現場作業人員對 TS 安全標章認知仍有不足。	<ol style="list-style-type: none"> 1.若可查得機具型號，請洽原廠商取得手冊，並依手冊辦理相關安全事項。 2.若機具老舊無法取得手冊者，請審慎找尋類似機型的操作安全手冊，參考其安全規定辦理。 3.機具老舊有危險之虞時，建議更換具備 TS 安全標章之機具。
5	資深作業人員(老師傅)很難再教育及要求。	目前法令明定，勞工有接受職業安全教育訓練之義務，另雇主應負責宣導職安法有關安衛之規定；雇主須進行輔導該資深作業人員使其認同作業安全的重要性。防止職業災害是雇主的責任。
6	為節省工具費用，通常不願更新設備，建議可針對使用年限較久，如 10~15 年前之舊砂輪機再由專業機構執行檢定或檢查。	針對使用年限較久之砂輪機，本研究計畫將建議主管機關研議合法使用之再檢定機制。使用單位對無 TS 標章機具，更宜參考安全指引進行管理。
7	現行法規之 TS 安全標章規定為近年推動，之前即已購入之機具該如何符合 TS 之規定要求？可請主管機關研擬相關規定，使舊型機具能有合法使用之管道。	針對於以前即已購入之砂輪機，本研究計畫將建議主管機關研議合法使用之再檢定機制。

第三節 編撰砂輪機操作安全指引

如前述說明，本計畫從國內職災事故研析到確認機具潛在危害的本質，再參考國際上同型機具的操作手冊(簡稱「手冊」，以下同)及安全指引規定，以及國家標準和驗證等標準；進而訪查機具之製造廠商及使用單位現場等，再編寫機具操作安全指引。該指引宜兼顧標準、法規及實務的實際狀況，期讓勞工使用更為貼切、順手。本操作安全指引包含了五個主要部分，詳細內容請參考附錄三。

- 一、動力工具操作安全指引(通用型)
- 二、動力工具附件的選用(通用型)
- 三、手持型砂輪機(Portable Grinders)操作安全指引
- 四、砂輪切斷機(Cutting-off Abrasive Wheels)操作安全指引
- 五、圓盤切割機(Power cutters)操作安全指引

一、手持式砂輪機的安全配備說明

至於手持式砂輪機的安全配備方面，除機械設備器具安全標準(第六章研磨機、研磨輪)的第 95 條至第 104 條規定之研磨輪護罩，及第 105 條規定之動力遮斷裝置及防意外起動、第 106 條規定之絕緣、接地等，為機具安全標準內訂的基本配備外；各機具安全配備也會因廠家/機型不同而不同，從：護罩加強型、輔助把手、雙重絕緣、滑動式側開關、防再啟動、自動調速、緩啟動、反撥停機、速度調控、配備防塵吸口...等不一而足。茲將現行機種常見的安全配備項目，概要列表並說明如下表 28：

- (一) 安全配備各廠家間會有不同，同廠牌各機型的選項也不見得相同，但各有其功能。所以可以推論，其操作規定及安全注意事項，除共通性者外，必無法一體適用的。
- (二) 因砂輪機之動力大、速度快、切刃利、砂輪可能破裂、噪音高、振動大、塵屑多還帶火花、機體也有可能漏電...等等，若不按照規定操控，可能會發生重大危害，所以，請操作者務必參考隨機具所附的手冊規定去作業；請勿錯認為大概都一樣。
- (三) 因為工具的多樣化，無法預測所有的應用；即使是同機型而進行不同的用途的作業(刀具不同)，其危害型態也會有不同，更何況是不同機種。本指引僅把它重要的安全事項標示出來，相關的安全規定，請參考該工具的操作安全手冊。

表 28 手持式砂輪機安全配備項目概要

安全配備項目	說明/功能(功效)	備註
0.基本型護罩	一般適於研磨作業。	護罩是基本配備
1.加強型護罩	一般為切割作業時專用。	部分廠家為選購配備。
2.輔助把手	部分把手可安裝到多個方位	2.0 kg 以上；部分機型可調整把手方位(如左撇子適用)。
3.雙重絕緣	將帶電部完整包覆，絕緣破壞時提供另一重防護。	須使用極性插座，免另接地線。
4.滑動式側開關	手離開關即自動停機	有鬆手停機功能，constant-pressure switch
5.防再啟動機制	斷電再送電時，需再按鈕後才啟動。	
6.軟啟動 Soft start	降低啟動時的轉矩	減少反作用力。
7.反撥停機 Kick back control	發生反撥(突然減速)時，自動關機。	降低反撥失控危害
8.速度可調控 Speed control	可設定最高轉速或低速時再增強扭力或高負荷時，速度維持固定。	機能各機型有不同；它須與反撥停機及過負荷關機搭配。
9.防塵吸口 Dust extraction	以便裝接吸塵袋或吸塵器	特殊粉塵(如含鉛.矽)須選配此型。
10.芯軸鎖定	換砂輪鎖緊時，防止芯軸旋轉。	增加換砂輪片的方便性。
11.防振把手	增加阻尼緩衝裝置降低振動與噪音。	增加操作穩定性。
12.其它	過負荷停機、加強絕緣、加強通風、加強防塵、銅環加厚型、碳刷加長型、防塵型軸承...等。	增進重級勤務機型的耐磨耗度。

二、砂輪切斷機安全指引特別事項之說明

砂輪切斷機，顧名思義就是切斷專用，常見的砂輪(切割片)直徑、重量、功率、每分鐘轉速...等，請詳參表 17 砂輪機規格概要。因它係針對較大工件的切斷為目的，其重量、尺寸已非手力足以穩控，所以其作業方式與手持型不同；兩者間的差異說明如下：

- (一) 其砂輪直徑較大，轉速因而降低許多，但砂輪圓周速度卻相差不遠；且因重量較重，所以通常為落地型(可搬式)。(部分機型特別強調輕量化的，較輕，適外出工作比較方便攜帶)。
- (二) 砂輪切斷機馬力通常大於 1.0 kW，以砂輪片進行切割作業時，排屑會噴出很遠並且帶有火花，所以需有阻擋片；兩者都應注意火花引起的火災、爆炸的危害。
- (三) 兩型都一樣要妥當固定工件，惟砂輪切斷機都配置有工件虎鉗 (Vise) 台，有些機型所配虎鉗為快速型，可以迅速固定工件；另有些虎鉗可以調整平面角度。手持式砂輪機則沒提供虎鉗，操作手要自行解決工件固定問題。
- (四) 因它是切割專用機，其砂輪片通常薄又大 (徑厚比， D/t 約在 100 以上)，一旦歪扭極易破碎；所以，砂輪片切割運動，僅能由機頭臂繞轉軸作上下弧形運動，無法多角度變化。同理，若手持工件到側邊研磨，即會造成砂輪片 (1)局部磨薄變弱；(2)承受不當側向外力，常因而發生破裂傷人災害。
- (五) 其護罩要隨切割深度不同而能自動調整遮蔽角度的活動型。
- (六) 砂輪切斷機為非手持型，多項預防手持型才有的啟動或反撥危害相關的安全配備就可省去，所以其安全配備選項明顯少了。
- (七) 部分機型容許另改用切割砂輪片以外的刀具，如鎢鋼鋸片。若改用鎢鋼鋸片，其排屑性質不同(射程短、火花甚少)，其護罩的要求或許就不一樣。(其殘屑比較好處理，切割面整潔美觀)

三、砂輪之安全使用附加說明

砂輪使用安全注意事項規定概要如下：

- (一) 保存：須避免掉落或撞擊，勿受潮(受潮後，強度亦易不足，磨耗會更快) 受熱、受凍。薄扁的大(切割)砂輪應平放於平料架上；部分使用有機類粘合劑的砂輪，請確認其使用期限（無使用期限標示者例外）。
- (二) 選用：依使用條件選用適當規格的砂輪；安裝前詳細檢查有無裂損、變形，並作音響試驗，若聲音沙啞請勿使用。安裝人員宜經過受講習合格，了解安裝要點者。
- (三) 速度：請依照砂輪之規定速度使用，嚴禁超速。亦不可裝太大的砂輪。
- (四) 護罩：請務必裝定正確的保護罩，以防砂輪爆裂而受傷害。
- (五) 砂輪心孔：應與心軸直徑適配（直徑稍大約 0.02 ~0.05 mm）；安裝請勿用力敲打或改變孔徑尺寸，且勿將螺栓鎖附過緊。
- (六) 法蘭(緣盤)：其安裝，另應注意：

1. 尺寸：挾持緣盤應大於砂輪直徑之 1/3，緣盤之安裝請參閱下圖 14。

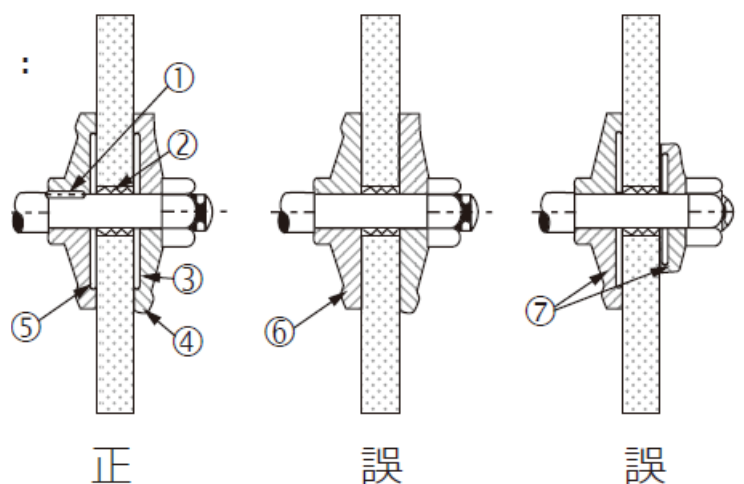


圖 14 砂輪法蘭(緣盤)安裝說明

2. 對稱：兩側緣盤尺寸須相同，且其內側應有凹窩，承壓面亦相對應；各邊角都有削除，無銳角。
 3. 內緣盤應以鍵或螺紋固著在心軸上。
 4. 緣盤與砂輪接觸面須清潔，再夾以厚度 0.6 mm 以下吸墨紙（假如有供應的話，一般 400 mm 以下免裝）。
- (七) 新裝或久未開動的砂輪應在其保護罩內以工作速度空轉 3 分鐘以上。每日作業前

也應空轉測試 1 分鐘以上。

- (八) 砂輪運轉(含測試)時，請勿站在砂輪的正前面。
- (九) 防護具：請配戴護目鏡及其他必要防護器具，如口罩、面罩、耳塞。
- (十) 手持型砂輪機要握穩且身手要平衡；工件支架位置要穩牢恰當（切割時，支撐點要靠近砂輪切割線）
- (十一) 僅能用砂輪指定的工作面來作業，且不可太大力。平直形切割砂輪側邊不可用來研磨（手持型砂輪機裝 27 型砂輪，才能使用其輪緣角部來研磨）。
- (十二) 切割僅可平正直線作業；不可斜曲切割而讓砂輪扭偏或卡住。
- (十三) 請勿研磨性質不合適的材料。磨削水泥、石材等，應另依職安規定作業。
- (十四) 不可在有可燃物的區域使用砂輪。亦不可研削鎂合金等。
- (十五) 未穿戴防護具的人太靠近，不要使用砂輪。
- (十六) 研磨中砂輪有填塞或打滑時，效能不良且易過熱，請即削銳；有不平衡時，易衝打，請即削正。（小砂輪則請換新）。

備註：其餘請研讀廠家手冊並遵守其安全規定，且依 CNS 2223 ”研磨輪安全規章”之規定使用。

第六章 結論與建議

第一節 結論

- 一、本研究範圍以國內常見，且機動性高的砂輪機，包含①手持式砂輪機、②可搬式砂輪切斷機、③圓盤切割機為主，進行其操作安全指引研究；因為該類型機具均以高速馬達旋轉帶動圓盤刀具，差異在於刀具如砂輪片、鎢鋼鋸片、鑽石鋸片等不同，該類機具安全防護相似，發生職災的類型相同。
- 二、砂輪機、圓盤切割機是各行各業普遍使用的動力工具，廣用於營造業、製造業、裝修業、水電業、居家修護等，其款式多樣、用途廣泛，多作為機械組裝、維修保養修繕、消防救援等使用，除了勞工從事生產使用工具之外，亦有一般民眾 DIY 房屋修繕使用，如不當的操作使用，容易造成事故的發生。
- 三、研究發現操作砂輪機、圓盤切割機，從事研磨、切割作業中發生職災的原因，主要是不安全行為與管理措施不當等，進一步探討為作業中機具護罩不全(或被拆除)、未使用個人防護具，及操作姿勢錯誤、機具握持不穩、經驗不足等，致使發生反撥失控等因素。
- 四、由於砂輪機、圓盤切割機均利用高速旋轉刀具進行切削，因此在空轉及切削作業中，過大的振動會造成機具握持不穩，或夾持工件鬆脫等；因此，機具維修保養必須確實執行，對於軸心磨耗造成過大振動量，應立即更新替換。
- 五、因研磨、切割作業必須配合現場環境，及工具零組件形狀等，往往需要在有限的空間中，調整作業程序與操作手持姿勢；因此，對於經驗不足的勞工，常因操作姿勢錯誤等，或將機具安全護罩移除，容易造成意外事故的發生。
- 六、操作砂輪機、圓盤切割機，須選用原廠建議的砂輪片或切割刀具等，其型式必須原廠指定且符合工作用途，除可降低危害的風險，亦可增進工作效率及安全；例如切割用砂輪片只能用於切斷，不可用於側面研磨作業。
- 七、目前「機械設備器具安全資訊網」登錄的機具名稱，與外界通用俗稱不一致，容易造成溝通上混淆及使用上的困擾，也容易誤認不屬於指定列管機具之一。

第二節 建議

- 一、建議事業單位應提供符合安全標準，且貼有 TS 合格標章的機具供勞工使用，並研(修)訂相關安全標準作業程序、工作守則，切忌勿視砂輪機、圓盤切割機所造成危害嚴重性，強化安全衛生教育訓練、自動檢查及現場作業安全督導等。
- 二、現場訪視切割、研磨、拋光等作業，發現部份勞工依究使用舊品砂輪機、圓盤切割機，初步目視無或已無法辨識有 TS 或其他安全標章，建議行政鼓勵補助換購具有 TS 安全標章的機具，以提升勞工作業的安全。
- 三、為提升砂輪機、圓盤切割機之作業安全，本計畫提出操作安全指引；建議事業單位可參考該指引各項目作為安全教育訓練與安全作業手冊，研(修)訂安全標準作業程序(sSOP, Safety Standard Operation Procedure)或安全工作守則，並加強相關之危害宣導或安全教育訓練，以提升勞工危害意識，並增列安全督導、定期檢查及作業檢點項目，以強化安全管理，減少職業災害。
- 四、本計畫研究範圍限定於砂輪機、圓盤切割機作業；但是，動力工具的範圍甚廣、機具型式多業，所造成職業傷害多屬手部切、割、夾捲災害類型，切忌勿視所造成危害嚴重性，建議應擴大研究對象，完備相關動力工具的操作安全指引資料。

誌 謝

本研究計畫參與人員除本所劉副研究員國青外，另包括隆安機械空調技士事務所賴裕仁技師、邱龍興技師，台灣牧田股份有限公司、明峰永業股份有限公司、力山工業股份有限公司、中國砂輪企業股份有限公司、台灣國際造船股份有限公司基隆廠、建成機械股份有限公司新竹廠、忠明營造工程股份有限公司、大震企業股份有限公司，謹此敬表謝忱。

參考文獻

- [1] CNS 國家標準：CNS 14905-3 手持型電動工具-安全性-第 2-3 部：砂輪機、拋光機與盤式砂光機之個別規定； CNS 3265 手提電磨機；CNS 10609 手提電磨機試驗法；CNS 2223 研磨輪安全規章等；CNS 3786 研磨輪檢驗法 CNS 3966 研磨輪最高使用周邊速度；CNS 4069 氣動輪磨機。
- [2] JIS 日本工業規格：JIS C 9745-2-3 手持形電動工具-グライнда、ポリッシャ及びディスクサンダの個別要求事項；JIS C 9029-2-10 可搬形電動工具の安全性一切断機の個別要求事項；JIS B 4052 自由研削用といしの選択指針；IS R 6241 研削といしの最高使用周速度。
- [3] 職業安全衛生研究所，可攜式金屬研磨機安全資料表，2000。
- [4] 職業安全衛生研究所，營造業木工作業安全指引，2015。
- [5] 職業安全衛生署，機械設備器具安全資訊網，<https://tsmark.osha.gov.tw/sha/public/home.action>。
- [6] Occupational Safety and Health Administration (OSHA) osha3080 Hand and Power tools；(29 CFR 1926.303) Abrasive wheels and tools；(29 CFR 1910.215) Abrasive wheel machinery；Accident Search Results <https://www.osha.gov/pls/imis/AccidentSearch.search>
- [7] Health and Safety Executive UK (HSE)，Safety in the use of abrasive wheels，2011。
- [8] Power Tool Institute (PTI) Safety is Specific；Tool-Safety-Rules-06-2016
- [9] ANSI B7.1 safety code for the use, care, and protection of abrasive wheels
- [10] Black & Decker(百得)、Bosch(博世)、Makita(牧田)、Hitachi(日立)、力山、中國砂輪等國際大廠之砂輪機操作手冊、砂輪安全使用法概述等。

附錄一 機具砂輪之選用

一、 砂輪機使用的砂輪

砂輪機械使用的砂輪，不但是最重要的刀具，也是最重要的消耗品，其製造、選用、安裝、操作使用，不僅影響工作效率及品質，也影響作業安全；所以百年來，砂輪機廠商與砂輪製造廠都要密切合作，才能圓滿達成任務。但因砂輪研削的本質特性，其因故破裂肇災事件始終無法根除。所以，各國早在砂輪機具大量使用之前，就有砂輪安全規章 (如 CNS 研磨輪安全規章 為 53 年 7 月 7 日公布，CNS 3265 手提電磨機為 60 年 4 月 26 日公布)，來規範砂輪(機)的製造、選用、安裝、使用，以防止災害。

本計畫之砂輪機具，雖然精密與加工尺寸較工廠專業加工的研磨機小，但砂輪的選用也不可輕忽。砂輪機具砂輪之選用，與安全攸關的事項為：①安裝後的最大操作速度不可高過砂輪容許最大速度；②僅能以其設計的工作面(working surface)來研削。③砂輪尺寸應(含型式)與機具設計容許值內 ④規格與須進行研削的作業配合。

茲將與砂輪機具較相關有用的事項續於後，以利選用之參考：

二、 砂輪機的工作面型式

砂輪的選用，首先考慮的是它須使用到的工作面配置的型式(type)，每型式有其型式號碼，使用時也僅能依其指定的工作面工作。本案砂輪機適用的砂輪，大部分是研磨(削)及切割砂輪，其工作面型式如下(表 1)所示：

附錄一 表 1 砂輪機的砂輪工作面

砂輪剖面	型式號碼	徑厚比 D/t	工作面	備註
	0# 平盤型		側面	
	1# 平直型		外緣	
	2# 環形		側面	
			外緣	
	30# 切割型	52~150	外緣	為補強型 Φ50~405 居多
	27# 中心凹入		外緣及側面	為補強型 Φ50~180 居多
	40# 帶柄型		側面及外緣	直徑小於 1.5 吋
其它各式砂輪	凹型.凸型.盤型. 碟型...		-	其它十幾種，皆不 適本案機型使用。

CNS 2223 研磨輪安全規章 所定號碼 與 ANSI B7.1 及 EN 12431，大部分相同，小部分不同。

本案砂輪機型動力工具基本上圓周速度(MOS)都是接近 80 m/s 的高速型，且是由手切削(off-hand cutting)，基本上所能選用之砂輪僅有 27#及 30#的熱硬化性樹脂的有機型結合劑附玻璃纖維補強者，請勿用錯。

三、 砂輪規格概要

規格砂輪的除外觀尺寸大小外，還有其它性能參數。

茲以 6 吋手持型砂輪常用典型的 27 號中心下凹的「高速平面砂輪」為例，其規格如下表 2：

附錄一 表 2 手持型砂輪規格例 A36QBF2

型號	D 直徑	T 厚度	H 孔徑	磨料	粒度	結合度	結合劑	輔助記號
27	150	x6	x22	A	36	Q	B	F2
型號尺寸				性能參數				

型號尺寸：選用時，其尺寸大小應合於砂輪具廠定規格，不然裝不下，或因砂輪型式不合，護罩厚度不夠，無法使用。

性能參數：砂輪性能主要受磨料種類、粒度、結合(密)度、結合劑、補強與否所影響；所以砂輪規格就寫明以上重要參數記號。

砂輪性能參數係由砂輪專業廠、工具原廠及作業單位，3 方合作搭配完成一系類產品應市。小型砂輪機使用者，僅能依手冊規定買指定的零件(砂輪)或所建議的規格的砂輪。不同的工件材質應選用不同規格的砂輪，且其最大操作速率(MOS)需要經型式驗證後貼上速率標示，且其值要在工具原廠的最大速率以上方可。

本案砂輪機通常是高速、強韌型，所以通常是有機型結合劑(請參附錄一表 4)，且有補強的(型號為末尾 BF)；超薄的還需要選雙重補強的(型號為末尾 BF2)。但並不是有機且雙重補強就合用，還要看它是否通過型式檢驗而定(合格者就貼有 TS 安全標章)；若誤用非機具手冊指定的砂輪(如過厚、無補強、過慢)，則容易破裂，機具護罩厚度也不足，應予避免。

四、砂輪磨料概要

傳統磨料種類主要分氧化鋁(A)與碳化矽(C)兩大領域，以下就目前砂輪主要產品磨料特性與應用，說明如下表 3，至於如何選用，則需綜合考量所有加工因素來決定，詳細技術訊息請向專業廠商的專業工程師確認。

附錄一 表 3 砂輪磨料特徵用途說明

磨料	特徵	用途
A	成分為 95~97%之氧化鋁與部份 TiO ₂ ；韌性佳，不易破碎	一般鋼材自由磨削、一般磨石
FA	性質介於 A 與 WA 之間，半破碎型氧化鋁	一般鋼材自由磨削,低硬度合金鋼精密磨削
WA	白氧化鋁含量達 99%以上，硬度較 A 磨料高，韌性差，易破碎	合金鋼、工具鋼、淬火鋼材之精密磨削
FSA	WA 與 RA 之混合磨料	低硬度合金鋼精密磨削
PA	氧化鋁含量達 98%以上，與部分 Cr ₂ O ₃ ；硬度近 WA，韌性高於 WA	中硬度合金鋼精密磨削
RA	成分與 PA 相近，韌性略高於 PA	硬化鋼材注重緣形保持的精密磨削
KG	微晶氧化鋁韌性佳，抗磨性佳 具微破碎特性，兼具銳利與緣形保持優點	經熱處理難研磨鋼材之粗磨，或要求形狀精度之成形研磨
C	主要成分為 98%以上之碳化矽； 硬度高，韌性低	非鐵金屬料，有色金屬、木材、皮革、塑料、石材、玻璃、陶瓷、混凝土，以及鑄鐵之粗研磨應用
GC	微綠色碳化矽成分達 99%； 硬度高於 C 磨料，破碎性也更高	硬度高、脆性大的非鐵金屬料，碳化工具、硬質合金、玻璃等，不鏽鋼亦適用

五、 砂輪結合法概要

砂輪結合方式依用途(含運轉速度)而有多種方式，基本上本計畫的砂輪機屬由手操作，其穩定最差，所以要求強韌型的膠合型最多。選用時還應留意其最大操作速度。砂輪結合方式的特性概要，如下(表 4)：

附錄一 表 4 砂輪結合方式概要

砂輪結合法 ^{備註}	V 陶瓷法	B 樹脂法	R 橡膠法	MG 氧化鎂法
主要成分	長石、陶土	熱硬化型酚醛樹脂	天然橡膠或合成橡膠、硫磺	氧化鎂、氯化鎂
成形法	冷壓法	冷壓法或 熱壓法	滾壓法	澆注法
燒製方法	瓦斯爐(燒結) 950~1250°C	電爐 170~190°C	電爐 180°C	無燒製
最高使用周速度 [m/s]	60	80	66	30
用途	<ul style="list-style-type: none"> • 一般精密磨削 • 工具磨削 • 自由磨削 • 超精磨削 • 搪磨削 	<ul style="list-style-type: none"> • 自由磨削 • 非鐵金屬磨削 • 切割 • 研光 • 精密光磨 	<ul style="list-style-type: none"> • 調整輪 	<ul style="list-style-type: none"> • 刀具磨削、薄件工件磨削
特性	<ul style="list-style-type: none"> • 結合度與組織調整容易，化學安定性佳。 • 砂輪有氣孔，散熱性佳，結合劑之剛性佳，加工精度高。 	<ul style="list-style-type: none"> • 加工面較優，適合高線速加工。 • 研磨性佳，富彈性，不易產生碎屑。 	<ul style="list-style-type: none"> • 富有彈性。 • 高磨料率，耐磨耗且研磨效果優。產品形狀變化性高。 	<ul style="list-style-type: none"> • 低速即可獲得良好的磨削性能。 • 形狀保持力佳，但研磨效率較差。

附錄二 砂輪機職業災害例集

一、 職災案例彙整表

1. 本節 項次 1~16 的「災害發生經過」及「災害預防對策」，係由該轄區勞檢單位所整理、發布，由本計畫匯整、整理、分析；茲摘錄於下。
2. 本節 項次 17~35 的砂輪機相關職災係美國 OSHA 網站之統計案例，由本計畫下載、匯整、整理、分析。

項次	發生時間	發生地點	職災過程說明	嚴重程度	災害
1	2011/03	台北市	一名員工以單手持砂輪機切割角材時，不慎遭砂輪機鋸傷右大腿，造成一個 20 公分長的傷口，沒傷到筋、骨及血管，也沒生命危險，經送臺北市立萬芳醫院開刀治療後，已無大礙。	員工住院 1 名	研磨輪 切割大腿
2	2011/09	台北市	一名員工以砂輪機(有護蓋)切割鋁板，因砂輪機卡住鋁板，該員欲將砂輪機拔出時，不慎割到右手內側手肘處，經通報消防局 119 將其送至國泰醫院進行血管縫合手術後，返家繼續療養。	員工住院 1 名	研磨輪 切割手肘
3	2011/11	台北市	一名水電作業員工於使用手持型電動砂輪機切割牆面木板以便裝設管路過程中，因砂輪機滑落致闕員右手中指、無名指、小指等 3 指被砂輪片割傷，經 119 送國泰綜合醫院急診，手術後住院治療後，返家繼續療養。	員工住院 1 名	研磨輪 切割手指
4	2011/11	台北市	一名員工於工地從事模板作業，使用研磨機進行鑽頭之研磨作業，其以單腳踩住鑽頭，於換腳時，因研磨機電源未關掉，而直接置放在地上，造成研磨機跳起，而切割到其右側大腿小動脈，經送馬偕紀念醫院治療，無生命危險。	員工住院 1 名	研磨輪 切割大腿
5	2011/11	台北市	一名員工於工廠北側鐵捲門進行風孔切割作業，因砂輪機切割角度有誤導致風孔鐵片飛出割傷右手前臂，經通報 119 後送往臺北市立萬芳醫院急救，並於當日出院。	員工住院 1 名	風孔鐵片 切割手臂

項次	發生時間	發生地點	職災過程說明	嚴重程度	災害
6	2012/01	台北市	一名員工於進行木作裝潢作業時，使用未裝置護罩之研磨機，準備啟動切割研磨作業時，不慎割傷右小腿，經通報防局送往三軍總醫院手術縫合，已於隔日出院休養。	員工住院 1名	研磨輪切割小腿
7	2013/03	台北市	一名員工於內湖區陽光街民宅裝修工程中，以無護罩之研磨機切割鋁門框，不慎造成研磨機刀片破裂並割傷其鼻樑，經通報消防局，將蘇○送至三軍總醫院內湖院區治療後，當日即返家。	員工住院 1名	研磨輪碎片切割鼻樑
8	2013/07	台北市	一位員工蹲踩在 12 樓窗外之鐵窗架上準備拆除鐵窗架，當時身上綁一條繩索固定在外牆上方分離式冷氣壓縮機之鐵架上，研磨機於啟動時，因重心不穩而身體往後仰，使得手中研磨機舉至頸部高度位置，而手上運轉中的研磨機因震動未握穩，便朝頸部方向飛去，導致該名員工的右頸動脈被研磨機割破而大量出血，送醫急救後，仍傷重不治。	員工死亡 1名	研磨輪切割頸部大量出血死亡。
9	2013/08	台北市	一名員工在工地 1 樓進行水管切割作業，手拿著手持型電動研磨(砂輪機)，在切割水管時，砂輪機的鋸片突然斷裂，破碎刀片擊中其左側大腿，造成開放性傷口，經通報 119 送往臺北市立聯合醫院和平院區急救，所幸無生命危險，目前仍住院治療中。	員工住院 1名	研磨輪碎片切割大腿
10	2013/08	台北市	一名工人在民宅 2 樓進行冷氣鐵件切割作業，右手拿著手持型電動研磨機(砂輪機)，在切割 L 型角鐵時，砂輪機鋸片突然破裂，破碎刀片擊中其左手臂，造成左側上肢開放性傷口，經通報 119 送往財團法人馬偕紀念醫院台北院區急診縫合處理後，於當日下午出院返家。	員工住院 1名	研磨輪碎片切割手臂
11	2014/07	新北市	一名工人在中和自立路上一處公寓內裝潢施工，他先將四樓房間內鐵窗用砂輪切割器鋸斷，在用雙手將鐵窗推進屋內，因力量過大，腳步沒踩穩，不慎從四樓墜落直接撞擊一樓遮雨棚後，再摔落至地面，附近鄰居聽見巨響，外出查看才發現這名工人橫躺在地上，隨即報警。警消抵達現場將陳姓工人包紮固定，並送往雙和醫院，所幸並無大礙。	員工住院 1名	研磨輪作業不慎跌落

項次	發生時間	發生地點	職災過程說明	嚴重程度	災害
12	2016/05	新北市	一名工人在三重區中興南街的 1 樓住家施作外牆退縮工程，使用砂輪機切除鋼筋時，砂輪機上的砂輪片卻突然碎裂，砂輪機上又因沒安裝防護罩，當下碎片四處飄濺，其中一塊碎片竟正好射入何男的右眼，造成何男眼睛當場血流不止、眼球破裂，送醫治療後，現何男右眼視力能見範圍只剩下眼睛前方約 30 公分，何男因此怒告馬姓雇主。	員工住院 1 名	研磨輪 碎片切割 眼睛
13	2016/08	高雄市	一名工人在大樓進行裝潢工程時，遭砂輪機劃傷，由於傷及頸部，流了不少血，事發當時，周男因血流不止，意識模糊，送醫急救。據一旁的李姓工人表示，當時周姓工人是站在鋁梯上頭，以手持型砂輪機進行施工，可能重心不穩或一時疏忽，才會釀成意外。	員工住院 1 名	研磨輪 切割頸部
14	2016/09	新北市	一名員工於新莊某工地從事切割作業，因所用之砂輪機其未設置護罩，致該員右上臂有 12 公分之割傷，經送醫院治療縫合後已出院返家休息。	員工住院 1 名	研磨輪 切割手臂
15	2017/03	新北市	一名女工操作研磨機切割磁磚，因作業疏失使研磨機破裂彈出的碎片，此時工廠送貨司機因同事找他幫忙於該磁磚切割進行包裝作業，不慎遭該研磨機破裂彈出碎片刺傷左眼，雖送醫治療治療後，視力無法恢復，只能辨識眼前 40 公分的事物。	員工住院 1 名	研磨輪 碎片切割 眼睛
16	2017/03	基隆市	一名工人裝潢時，被砂輪機割傷，消防局獲報火速派員前往救援，警消人員到場發現，事發地在愛七路上的一棟民宅，一名工人正在切割浴室的木門框，不料砂輪機彈飛，割傷工人右手掌(開放性撕裂傷)，傷口約 8 公分深可見骨，當場血流不止，送醫縫合後撿回一命。	員工住院 1 名	砂輪機 割傷工人 手掌

項次	發生時間	發生地點	職災過程說明	嚴重程度	災害
17	2013/05	美國內華達州 Nevada Truck And Trailer Repair	一名員工被指派在修車廠外油罐車的外殼上修復大約 6-8 英寸的裂縫，該油罐車通常儲存並運輸柴油燃料，該名員在告知主管後，使用手動研磨機進行裂縫區域研磨，約一分鐘後，聽到一聲巨大的爆炸聲，大樓震動，該名主管感受到衝擊波，主管和一位同事跑到修車廠外面時，油罐車已著火了，主管與其他同事也跑過去幫助用附近的滅火器滅火，於滅火後發現該名員工已死亡。	員工死亡 1 名	研磨火花點燃油氣炸死員工
18	2013/05	美國猶他州 M Boren Services Inc	一名焊工為他們新設置的油箱安裝新的管道，於焊接完成時使用研磨機清理焊縫引起爆炸，而該爆炸導致油箱掉落並將焊工壓死。	員工死亡 1 名	研磨火花點燃油氣爆炸使油箱掉落壓死員工
19	2013/07	美國德克薩斯州 Bridgeport Tank Trucks L.L.C	一名員工正在從位於油罐車後部蝶閥的法蘭上拆下螺栓，而該員工使用了研磨機切割該螺栓，由於該油罐車內積聚的殘餘油氣遭研磨或花點燃並引起爆炸，該名員工則因爆炸造成多處傷害而死亡。	員工死亡 1 名	研磨火花點燃油氣炸死員工
20	2017/01	美國密西西比州 Tramco Inc	一名員工將一個法蘭的上、下殼工件焊接在一起後，使用沒有護罩的手動研磨機磨削法蘭毛邊，因操作不當，研磨機彈回後，削到該名員工大腿而送醫治療。	員工住院 1 名	研磨輪切割大腿
21	2017/01	美國密蘇里州 Watson Metal Masters	一名員工正在使用研磨機研磨金屬，操作不當致該名員工的手指被截斷。	員工住院 1 名	研磨輪切割手指
22	2017/01	美國密西根州 Rel Machine Inc	一名員工使用研磨機切割金屬，在工作期間，當研磨產生的火花與附近一桶的鎂片接觸後起火，該名員工的頭部和手部都受到了燒傷而住院治療。	員工住院 1 名	研磨火花點燃鎂金屬燒傷員工

項次	發生時間	發生地點	職災過程說明	嚴重程度	災害
23	2017/01	美國密蘇里州 Anchor Packaging Inc	一名員工使用研磨機進行塑料加工時，未將研磨機關閉，即以手調整研磨機刀片，結果造成該名員工小指被截斷。	員工住院 1名	研磨輪切割手指
24	2017/02	美國密蘇里州 Continental Casting Llc	一名員工正在使用研磨機去除矩形鋼板上的毛邊，過程中鋼板在工作台間滑動，導致員工左拇指接觸研磨機的研磨表面造成拇指切割傷。	員工住院 1名	研磨輪切割手指
25	2017/02	美國喬治亞州 Precision Wire Products	一名員工正使用研磨機切割一塊金屬並研磨邊緣以使邊緣平滑，因戴著手套進行工作，使手套及右手拇指被捲入砂輪機，該員工右手拇指嚴重撕裂，導致右拇指遭截肢。	員工住院 1名	研磨輪撕裂手指
26	2017/03	美國加州 Northern Aggregates Inc.	一名員工使用研磨機在研磨鋼片的邊緣，因操作不當，研磨機彈回來與員工手臂接觸，造成手臂切割傷而送到醫院治療。	員工住院 1名	研磨輪切割手臂
27	2017/04	美國馬里蘭州 Medieval Times Maryland, Inc.	一名員工使用手持式研磨機更換上金屬刷以清除盾牌上的油漆，由於員工的頭髮過長，將頭髮捲入研磨機中，因拉扯力又大又快，頭皮瞬間被扯下而大量出血，員工被運送到醫療中心。	員工住院 1名	研磨輪捲入頭髮
28	2017/04	美國墨西哥州 Topy Precision Mfg., Inc.	一名員工正在操作研磨機，因研磨機承載板上產生污泥(來自研磨過程的多餘材料)，影響了機具的運行，員工在去除污泥的同時，她的右中間指尖被夾在旋轉的承載板和研磨機框架間的夾點處，而遭截斷並送醫急救。	員工住院 1名	研磨輪切割手指
29	2017/05	美國麻薩諸塞州 Polyvinyl Films, Inc.	一名員工正在培訓同事關於清潔塑料研磨機的程序。該員工將機具取下清理乾淨後，開始向同事展示該研磨機之危險性時，研磨機的切割刀片割傷他的手指並截斷指尖。	員工住院 1名	研磨輪切割手指

項次	發生時間	發生地點	職災過程說明	嚴重程度	災害
30	2017/05	美國 密西根州 Ram Die Corporation	一名員工使用手持式研磨機從一大塊鋼板上切下一塊鋼材，研磨機卡在兩塊鋼板之間，該員工試圖將手持式研磨機移開，導致研磨機反彈並穿過員工前臂的外側，使該員工左前臂外側受到深度切割傷。	員工住院 1名	研磨輪切割手臂
31	2017/07	美國 紐澤西州 Idl Techni Edge Llc	一名員工正在維修漏油的變速箱，因戴著手套進行維修工作，手套不小心連同手指被捲入研磨機，導致左小指指尖遭撕裂截肢。	員工住院 1名	研磨輪撕裂手指
32	2017/08	美國 埃爾克哈特州 Old Dominion Truck Leasing	因一名員工碰觸到一名正在使用砂輪機研磨螺栓作業，使研磨輪碰觸到該使用砂輪機之員工的左臂，造成左臂切割傷住院治療。	員工住院 1名	研磨輪切割手臂
33	2017/08	美國 加州 C & C Stone Works, Inc	一家石材加工公司員工使用金剛石刀片手動切割機。當他試圖切除石材時，刀片卡在石頭上後彈向員工。員工抬起手臂來保護他的臉，刀片擊中並切傷了他的手臂，造成切割傷住院治療。	員工住院 1名	研磨輪切割手臂
34	2017/08	美國 加州 Aria Electric & Construction	一家電氣服務和建築公司員工正在進行加熱/空調系統和照明的設置和安裝時，由於研磨機從該員工右手滑出，旋轉中的砂輪與他的左前臂接觸，造成左前臂切割傷住院治療。	員工住院 1名	研磨輪切割手臂
35	2017/11	美國 加州 Pencco, Inc.	一名員工於職災發生當日正在硫酸亞鐵反應槽附近的走道上進行研磨工作，由於該反應槽已積聚部分氫氣，氫氣被研磨作業所產生的火花點燃，造成爆炸，該員工死亡。	員工死亡 1名	研磨火花點燃氫氣炸死員工

二、 職災案例經過與對策

1. 前節 項次 1~16 的「災害發生經過」及「災害預防對策」，係由該轄區勞檢單位所整理、發布，由本計畫匯整、整理、分析；茲摘錄於下。
2. 前節 項次 17~35 的砂輪機相關職災係美國 OSHA 網站之統計案例，由本計畫下載、匯整、整理、分析。

【項次 1 單手持砂輪機切割角材 勞工右大腿遭割傷】

災害發生經過：

北市八德市場○號攤位修繕工程，100 年 3 月 17 日下午 17 時許，自營雇主張○單手持砂輪機切割角材時，不慎遭砂輪機鋸傷右大腿，造成一個 20 公分長的傷口，沒傷到筋、骨及血管，也沒生命危險，經送臺北市立萬芳醫院開刀治療後，已無大礙。

災害預防對策：

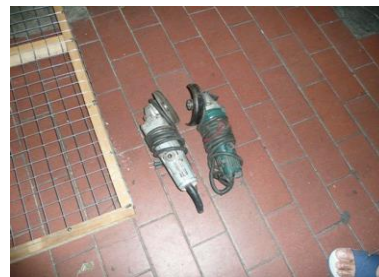
- 1.砂輪機應有安全防護設備，並應依機械器具安全防護標準規定辦理。
- 2.砂輪機不可用於切割物件，使用時應使其穩固，不可於研磨時，造成其滑動。



施作現場照片。



肇事砂輪機鋸片。
(血跡殘留處)



手持型電動砂輪機不可用於切割物件，並應有安全防護設備。

【項次 2 使用手工具作業需注意安全】

災害發生經過：

100 年 9 月 16 日下午 2 時許，忠孝東路某大樓正進行裝修工程，員工余○、王○於 5 樓西向露臺進行外牆封板作業，余○以砂輪機（有護蓋）切割鋁板，因砂輪機卡住鋁板，余○欲將砂輪機拔出時，不慎割到右手內側手肘處，經通報消防局 119 將其送至國泰醫院進行血管縫合手術，目前仍於醫院休養中。

災害預防對策：

使用砂輪機等手工具時應注意安全，避免施力不當，造成人員受傷。



現場使用之砂輪機。



原欲切割之鋁板。



外牆露臺內封板處。

【項次 3 使用電動機具切割，應設防護罩】

災害發生經過：

北市市民大道 4 段○號 1 樓店面改裝工程，100 年 11 月 25 日上午 11 時許，水電作業勞工關○在使用手持型電動砂輪機切割牆面木板以便裝設管路過程中，因砂輪機滑落致關員右手中指、無名指、小指等 3 指被砂輪片割傷，經 119 送國泰綜合醫院急診，手術後住院治療，於 12 月 3 日出院返家繼續療養。

災害預防對策：

1. 雇主對於研磨機等器械，應依機械器具安全防護標準第 95 條之規定設置護罩。
2. 雇主應依其事業規模、特性，訂定勞工安全衛生管理計畫。



施作現場照片。



現場使用手持型電動砂輪機未設護罩。



手持型電動砂輪機設護罩。

【項次 4 模板作業風險大、機械防護要重視】

災害發生經過：

100 年 11 月 29 日上午 9 時許，北市新生北路某裝修工程發生 1 件勞工受傷災害。1 名勞工於工地從事模板作業，使用研磨機進行鑽頭之研磨作業，其以單腳踩住鑽頭，於換腳時，因研磨機電源未關掉，而直接置放在地上，造成研磨機跳起，而切割到其右側大腿小動脈，經送財團法人馬偕紀念醫院治療，無生命危險。

災害預防對策：

1. 雇主對於研磨機等機械器具，應依機械器具安全防護標準第 95 條規定設置護罩。

2. 雇主應訂定自動檢查計畫，實施自動檢查。

3. 雇主應依本法及相關規定會同勞工代表訂定適合需要之安全衛生工作守則，報經檢查機構備查後，公告實施。



員工使用之研磨機，未安裝
護罩。

進行研磨之鑽孔機鑽頭。

員工使用之研磨機，應安裝
護罩。

【項次 5 使用砂輪機進行切割作業應有適當防護】

災害發生經過：

川○營造股份有限公司承攬臺北市立○高級工業職業學校「100 年度校園優質化工程」，於 100 年 11 月 25 日上午交付再承攬人偉○企業社雇主陳○帶領員工陳○等 3 人於實習工廠北側鐵捲門進行風孔切割作業，因砂輪機切割角度有誤導致風孔鐵片飛出割傷陳○之右手前臂，經通報 119 後送往臺北市立萬芳醫院急救，並於當日 15 時 55 分出院。

災害預防對策：

1. 雇主應依其事業規模、特性，訂定勞工安全衛生管理計畫，執行工作環境或作業危害之辨識、評估及控制。
2. 雇主應依勞工安全衛生法及其相關規定會同勞工代表訂定適合需要之安全衛生工作守則，報經檢查機構備查後，公告實施。
3. 雇主對於作業中有物體飛落或飛散，致危害勞工之虞時，應置備有適當之安全帽及其他防護。



員工陳○於實習工廠北側鐵捲門進行左下方風孔切割作業時，被飛出之風孔鐵片割傷。

受傷員工陳○作業時使用之圓盤鋸。

現場切割鐵捲門風孔遺留之風孔鐵片。

【項次 6 使用電動機械器具作業應有安全防護設備】

災害發生經過：

101 年 1 月 9 日，北市中山區樂群三路某民宅正進行木作裝潢。當日上午承包商雇主許○正準備進行切割研磨作業時，許君之弟欲幫忙將研磨機插電，不慎割傷右小腿，經通報消防局，將許君之弟送往三軍總醫院手術縫合，已於隔日出院休養。

災害預防對策：

雇主對於研磨機，應依機械器具安全防護標準規定設置護罩等安全防護設備。



研磨機未裝置護罩。



研磨機應有安全護罩。

【項次 7 使用研磨機需加裝安全護罩】

災害發生經過：

102 年 3 月 5 日上午 11 時許，自營作業員工蘇○於內湖區陽光街民宅裝修工程中，以無護罩之研磨機切割鋁門框，不慎造成研磨機刀片破裂並割傷其鼻樑，經通報消防局 119，將蘇○送至三軍總醫院內湖院區治療後，當日即返家休養。

災害預防對策：

研磨機、研磨輪應依機械器具安全防護標準設置護罩。



蘇君所切割之鋁門框。



現場研磨機未設置護罩。



研磨機應設置護罩。

【項次 8 使用研磨機需加裝安全護罩】

災害發生經過：

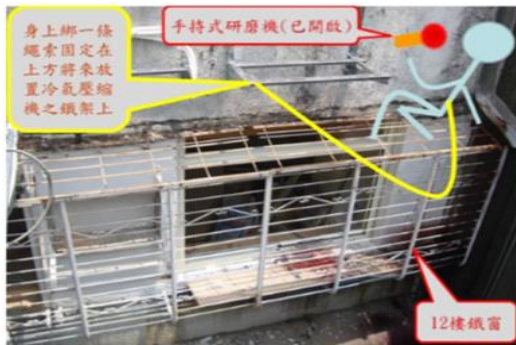
102 年 7 月 22 日長安東路某住宅鐵窗裝修，振○企業社 企業社 雇主 蔡○帶領 2 位員工進場作業，當日約 16 時許，蔡○蹲踩在 12 樓窗外之鐵架上準備拆除鐵窗架，當時蔡員身上綁一條繩索固定在外牆分離式冷氣壓縮機之鐵架上，左手握住研磨機於啟動時，因重心不穩而身體往後仰，使得手中研磨機舉至頸部高度位置，而手上運轉中的研磨機因震動而沒握穩，便朝頸部方向飛去，導致蔡右頸動脈被研磨輪割破而大量出血，經送往國泰醫院急救，惟仍傷重不治。

災害預防對策：

1. 研磨機等切割機具要裝置護罩、護圍或其他適當之安全裝置，並完成安全驗證。
2. 應依勞工工作性質及工具特性，施以必要之勞工安全衛生教育訓練。
3. 應依其事業規模、特性，訂定勞工安全衛生管理計畫，執行工作環境或作業危害之

辨識、評估及控制。

4.應訂定自動檢查計畫，依規定實施自動檢查。



施作現場照片。



當時使用之研磨機。

【項次 9 砂輪刀片不長眼 護罩防護不可少】

災害發生經過：

102 年 8 月 5 日下午 3 時 45 分，員工廖○義在工地 1 樓進行水管切割作業，廖○義手拿著手持型電動研磨（砂輪機），在切割水管時，砂輪機的鋸片突然斷裂，破碎刀片擊中其左側大腿，造成開放性傷口，經通報 119 送往臺北市立聯合醫院和平院區急救，所幸無生命危險。

災害預防對策：

- 1.研磨機等切割機具要裝置護罩、護圍或其他適當之安全裝置；101 年 10 月 1 日起，對於新出廠或進口之研磨機，凡未完成安全驗證者，廠商均不得將其產品運出產製廠場或輸入國內市場銷售。
- 2.應訂定自動檢查計畫，依規定實施自動檢查。



施作現場照片。



手持型砂輪機應有安全防護設備。

【項次 10 切割鋸片易割傷 安全護罩不可少】

災害發生經過：

102 年 8 月 28 日下午 3 時 50 分，員工游○承在民宅 2 樓進行冷氣鐵件切割作業，游○承右手拿著手持型電動研磨機（砂輪機），在切割 L 型角鐵時，砂輪機鋸片突然破裂，破碎刀片擊中其左手臂，造成左側上肢開放性傷口，經通報 119 送往財團法人馬偕紀念醫院台北院區急診縫合處理後，於當日下午 5 時出院返家休養。

災害預防對策：

「機具不長眼，防護最優先」，為確保勞工安全，各事業單位要確實做好各項安全措施及勞安管理為避免類似災害發生，相關注意事項如下：

1. 研磨機等切割機具要裝置護罩、護圍或其他適當之安全裝置；101 年 10 月 1 日起，對於新出廠或進口之研磨機，凡未完成安全驗證者，廠商均不得將其產品運出產製廠場或輸入國內市場銷售。
2. 應依勞工工作性質及工具特性，施以必要之勞工安全衛生教育訓練。
3. 應依其事業規模、特性，訂定勞工安全衛生管理計畫，執行工作環境或作業危害之辨識、評估及控制。
4. 應訂定自動檢查計畫，依規定實施自動檢查。



切割機具設置護罩。

【項次 11 工人裝潢鋸鐵窗 不慎墜落卡遮雨棚】

災害發生經過：

新北市 1 名 62 歲陳姓工人於 103 年 7 月 30 日上午 10 時許，在中和自立路上一處公寓內裝潢施工，他先將四樓房間內鐵窗用砂輪切割器鋸斷，在用雙手將鐵窗推進屋內，因力量過大，加上腳步沒踩穩，不慎從四樓墜落直接撞擊一樓遮雨棚後，再摔落至地面，附近鄰居聽見巨響，外出查看才發現這名工人橫躺在地上，隨即報警。警消抵達現場將陳姓工人包紮固定，並送往雙和醫院，所幸並無大礙。



施作現場照片。



警消將不慎墜樓的陳姓工人固定包紮送醫。



警消將不慎墜樓的陳姓工人固定包紮送醫

【項次 12 砂輪機碎片濺眼男幾乎全盲】

災害發生經過：

新北市一名何姓男子 105 年 5 月 26 日早上 10 時，在三重區中興南街的 1 樓住家施作外牆退縮工程，使用砂輪機切除鋼筋時，砂輪機上的砂輪片卻突然碎裂，砂輪機上又因沒安裝防護罩，當下碎片四處飆濺，其中一塊碎片竟正好射入何男的右眼，造成何男眼睛當場血流不止、眼球破裂，送醫治療後，右眼視力能見範圍只剩下眼睛前方約 30 公分。新北地檢署以當時一起施作工程的吳姓工人指證案發當日情形、砂輪機平時也確無套上防護罩，依業務過失重傷罪起訴馬姓雇主。

【項次 13 裝潢出意外 工人頸部遭砂輪機劃傷】

災害發生經過：

高市於 105 年 8 月 16 日上午 10 時傳出施工意外！1 名周姓工人（40 多歲）在大樓進行裝潢工程時，遭砂輪機劃傷，由於傷及頸部，流了不少血，事發當時，周男因血流不止，意識模糊，立即送往醫急救。據一旁的李姓工人表示，當時周姓工人是站在鋁梯上頭，以手持型砂輪機進行施工，可能重心不穩或一時疏忽，才會釀成意外。



施作現場照片。



意外劃傷工人的砂輪機。

【項次 15 上班首日就職災眼瞎 老闆遭訴】

災害發生經過：

新北市蘇姓男子於 106 年 3 月應徵磁磚工廠送貨司機，上班首日就碰上職災，左眼被磁磚研磨機破裂彈出的碎片刺傷，最遠明視距離僅剩 40 公分，幾近全盲。蘇認為工廠王姓老闆和老闆娘未盡管理責任，操作研磨機的傅姓女工也有疏失，提告後，新北地檢署今依業務過失傷害起訴 3 人。蘇男指出，他應徵工廠送貨司機，不會進入廠區工作，當時因同事找他幫忙進廠區包裝，未料飛來橫禍。檢方調查，按照職安相關規定，研磨機每天使用前應該試運轉一分鐘以上，更換輪片後也應該先檢查有無裂痕、試運轉至少 3 分鐘，2 人明知規定，卻未指示傅女照辦，也未要求進入廠區者配戴防護裝配，認定管理與操作的 3 人都有疏失。

【項次 16 砂輪彈飛險斷掌】

災害發生經過：

基隆一名工人於 106 年 3 月 15 日上午 10 時，在愛七路上的一棟民宅，正在切割浴室的木門框，不料砂輪機彈飛，割傷工人右手掌，傷口約 8 公分深可見骨，當場血流不止，送醫縫合後撿回一命，案發經過宛如電影《絕命終結站》，嚇壞施工同事。院方指出，李男到院時意識清楚，右手掌有開放性撕裂傷，已為李男縫合，後續再請李男回診追蹤傷勢。



李姓工人裝潢浴室，砂輪機突然彈飛割傷手掌。


附錄三 圓盤切割機及砂輪機操作安全指引

圓
盤
切
割
機
及
砂
輪
機
安
全
操
作
指
引



勞動部
勞動及職業安全衛生研究所

一、動力工具操作安全指引(通用型)

步驟一、場地安全

- 1.工作場地(工作台)要清潔且明亮；凌亂及昏暗的場地會引來事故。
- 2.勿在易燃、易爆環境下操作動力工具；該工具產生的火花會點燃週遭的可燃性液體、氣體或粉塵及紙張、木頭等。
- 3.讓旁觀者、訪客、兒童等離開後才操作動力工具；操作時分心會讓人無法正常控制該工具，且旁人沒有防護具，易發生傷害事件。

步驟二、電氣安全

- 1.動力工具插座必須與插頭匹配，不能以任何方式改裝；需接地的動力工具不能使用轉換後的插頭，以減少感電危險。
- 2.雙迴路設計的機型之插頭，需用有極性的插座（較寬那一片，不能錯接）。
- 3.工作時，身體不可接觸到接地的金屬體，例如鐵管、散熱器及冰箱。如果身體接地，會增加感電危險。
- 4.不得將動力工具暴露在雨中或潮濕環境中；水進入該工具將增加感電危險。
- 5.如果必須在潮濕環境下作業，應使用高感度快速型漏電斷路器（30 mA，0.1 s），以減小感電危險。假如現場沒有裝，則要使用攜帶型的漏電斷路器，並應穿戴絕緣的橡膠鞋跟橡皮手套。
- 6.不得濫用電線。絕不能用電線來拖動、搬運動力工具或拔出其插頭。讓動力工具遠離高熱物體、油脂、銳邊或運動部件。受損或纏繞的電線會增加感電危險。
- 7.外接延長電線的尺寸及型式要符合標準，以免電壓降過大而造成馬達燒毀；在戶外使用動力工具時，要使用戶外型延長線；需接地者須選用有接地型。
- 8.延長線各長度的銅線大小要符合標準，建議值如下表：

延長線的長度 銅線大小	銘牌上的額定電流值		
	~5 A	5~10 A	10~15 A
0.75mm ²	20 m	-	-
1.25mm ²	30 m	15 m	10 m
2.0 mm ²	50 m	30 m	20 m

步驟三、人身安全 Personal Safety

1.工作前請詳閱原廠操作手冊，了解動力工具及其附件(砂輪等)的安全規定及安全標

誌；若不遵守規定，易引起感電、火災及嚴重傷害事故。



不可用砂輪機磨削鎂合金等。

2.使用安全護具：要配戴護目鏡、面罩、防滑安全鞋、安全帽、耳塞/罩(尤其長時間)

等個人防護具。並參考手冊，適當條件下選用防塵口罩、聽力防護裝置等，以減少人身傷害。

3.保持警覺：目視檢查機具正常後，試運轉 1 分鐘後再開始作業；以良好的常識來使用動力工具，並隨時注意所從事的作業。切勿在疲倦或有藥物、酒精或治療的影響下作業。在操作工具期間，若注意力分散會導致嚴重的傷害。

4.隨時注意身體及手腳的平穩，不可過度伸越。這樣在意外情況下(如反撥時)才好控制住動力工具。

5.要適當穿著，勿穿戴寬鬆的衣服或飾品並要束長髮。頭髮、衣服與袖子應遠離運動部件；寬鬆的衣物或長髮可能會捲入運動部件。

部分機型應避免戴棉紗型手套，而改戴皮質型手套。

6.手把務必保持乾燥、乾淨，不沾油脂，以利掌控工具；必要時要依手冊建議，採用輔助把手來操作。

7.避免突然起動。

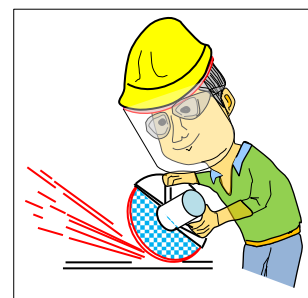
(1) 在插入插頭或放上電池盒前，確認開關在「關機，Off」位置。

(2) 移動動力工具時，手指放在開關上會有危險。

8.啟動動力工具前，拿開所有的調整工具或扳手。它們留在該工具上，運轉時會導致人身傷害。

9.要調整、更換零附件時，一定要關閉電源，並等動力工具完全靜止後，才可進行。

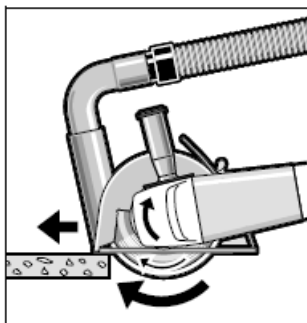
10.手、身體不可太接近轉動中的砂輪，更不應碰觸轉動中的砂輪。



11.盡量使用遮擋板，防止噴屑污染作業場所。

步驟四、作業安全事項 Do the Job Safely

- 1.請按照使用說明來使用動力工具；與原廠要求不符的操作都可能會有危險。
- 2.請勿濫用(或過度超限使用)動力工具，根據用途選用適當的動力工具；操作不可太大力，且方式必須正確。選用適當的設計額定的工具會使工作更有效、更安全。
- 3.如果開關故障而不能正常啟停動力工具，則不能使用該工具。不能用開關來控制的動力工具是危險的，必須進行修理。
- 4.使用前檢視動力工具，是否有運動件的安裝偏差(對心不良)、卡到、破損與影響該工具運轉的其它情況(如砂輪的裂縫或碎片)？如有損壞，必須在使用前修理好。諸多事故係因工具維護不良所引起；以壞的動力工具來作業是危險的。
- 5.附件(砂輪或刀頭等)限用原廠建議的；不可使用尺寸或速度不合(如過大、過鬆、過慢或過快)、型式不合者。
- 6.護罩及其它安全裝置必須正常才可以作業；護罩的型式及方向要正確，才能有效保護操作者。
- 7.在進行任何調整、更換砂輪之前，或停用、清掃動力工具時，必須從電源上拔掉插頭(並/或將電池盒脫開電源)。這種防護性作為會減少動力工具突然起動的危險。
- 8.工件要良好的固定、支撐；使用固定鉗夾穩工件，不可用手拿或用身體頂住；工件太小要使用治具來固定。
- 9.剛作業完，工作部位及砂輪的溫度都很高，不要觸摸以免燙傷。
- 10.如果提供了與排屑、集塵設備連接用的裝置，要確保它們連接完好且使用得當；使用這些裝置可減少作業碎屑引起的呼吸危害。



步驟五、工具保養及收存

1. 動力工具要依廠家手冊定期保養，以保持切削刃面鋒利與清潔。保養良好的動力工具，不易卡住(Binding)而且容易控制。(清潔保養時，必須拔掉電源插頭)
2. 機具若沒操作手冊可查，應進行每日的點檢及每月由資深領班檢查並測試。
3. 動力工具故障必須送修到原廠認可的專業廠家，更換合格的零件，並依其手冊規範來修理，以確保所維修的動力工具的安全性。
4. 上潤滑油及清潔、清掃或更換砂輪，請遵循原廠說明書指示。部分機型不可用化學清潔劑擦拭。
5. 將動力工具收存到兒童拿不到的地方，請勿讓不熟悉該工具或對這些說明不了解的人操作該工具。動力工具在不熟練的人手中是危險的。



步驟六、電池的使用和保養

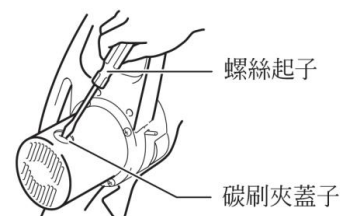
1. 動力工具僅可使用專門指定的電池組。使用其它類型的電池組可能會導致人身傷害或起火。
2. 不使用電池組時，請將其放置在遠離金屬物體如紙夾、硬幣、鑰匙、釘子、螺絲或其它小金屬物體，這些物體會形成從一端到另一端的連接。電池端子短路，可能會引起燃燒或起火。
3. 電池過度使用時，可能會漏出液體。如果意外接觸到電池漏液，請用水沖洗；如果液體接觸到眼睛，請就醫。電池漏液可能會導致過敏、發炎或灼傷。
4. 請僅使用製造商指定的充電器進行充電。將適用於某一種類型電池組的充電器用於其它類型的電池組時，可能會導致起火。

步驟七、消耗品替換

1. 定期替換和檢查碳刷。當其磨損到界限磨耗線時，就需要替換。要保持碳刷清潔並使其在夾內能自由滑動。兩邊碳刷應同時替換。

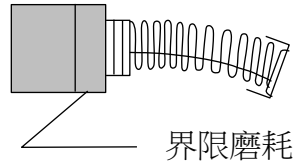


用螺絲起子取下碳刷夾的蓋子。取出被磨損的碳刷，插進新的碳刷，然後擰緊碳刷夾蓋子。





使用原廠指定的碳刷。



*氣動型補充事項

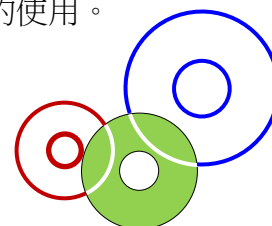
1. 對於環境安全、人身安全、操作安全等要求，同一般動力工具。
2. 供氣：應為清潔、乾燥(無水汽)、過濾、正確潤滑、調壓的壓縮空氣。
3. 空氣壓力設定不可超過設計值 (宜有獨立的調壓閥，一般是 0.65 MPa, 90 psi)。
4. 使用延長氣管，考慮氣壓損，可將內徑增大；且必須是耐油性氣管。
5. 機具入口端的管接頭是快速接頭，必須乾淨正常，快速接頭結合後漏氣率要低，以免末端壓力過低；且接合後試著移動、轉動到其它角度，都能妥當扣住 (宜增加裝氣管防脫裝置或防脫鋼索)。
6. 在機具未接氣源的情況下作檢查，確認扳機活動滑順，無壓即能滑回停止位置。如果扳機卡卡的，則不可使用。
7. 使用前檢查砂輪片等，並配戴好個人防護具，如眼鏡...等。
8. 每日作業前，輕扣扳機試運轉 1 分鐘；並注意空轉速度及限速器 Governor 功能是否正常。其空轉速度及負載速度約有 50%的差異。
9. 作業期間感覺轉速任何異常，應立即停機報告並檢查。使用砂輪磨耗變小後，速度常有變快情況。
10. 操作時，必須站穩、身體保持平衡，且握好把手再緩輕扣扳機；專注當前的作業狀況，並留心可能的反撥，會使身體失去平衡，或工具失去控制。
11. 機具的調整、保養、拆換、故障查修時，必須拔掉氣源線；且所有作業，請依原廠手冊辦理，例如使用原廠零配件、送原廠修護...等。
12. 不可將機具當作鏈子來使工件定位。
13. 不可用空氣軟管拖拉機具，這易損壞機殼或砂輪，也會損壞軟管、管接頭等元件。
14. 短程搬運或移動機具時，手應離開扳機位置；短程以外搬運或移動機具，應將氣源拆除。

操作機械小心防護，避免切割擦傷

二、動力工具附件的選用(通用型)

步驟一、附件(砂輪等)的選用

1. 動力工具的附件有很多種，依照工作的性質而有不同的形式可以選用；然而，附件可以安裝到該工具上，並不表示該附件就是可以安全的使用。
2. 選用附件要小心，以免誤用而造成意外。
3. 謹以下的附件才可以使用：
 - (1)原廠特定建議的；
 - (2)適用於要進行的作業；
 - (3)附件的規範規格必須合於動力工具原廠的規定（包括：材質、速度、尺度、安裝、護罩、動力...等）。
4. 附件要不用更改就能夠配合工具的尺寸，而且不需要做任何的移除、修改或更動保護罩或其它安全裝置，除非使用原廠建議的另外防護裝置。
5. 若其它的安全裝置已經使用，則該附件拆除的時候，要回復原來的安全裝置(如護罩...等)。



步驟二、附件安裝前注意事項

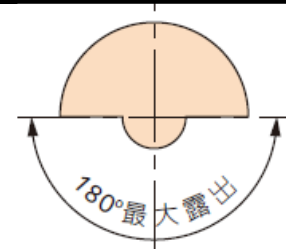
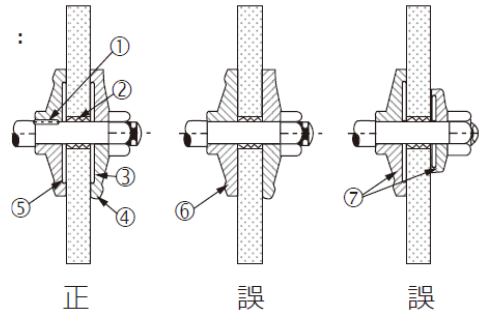
砂輪使用安全注意事項規定概要如下：

1. 保存：須避免掉落或撞擊，勿受潮(受潮後，強度亦易不足，磨耗會更快) 受熱、受凍。薄扁的大(切割)砂輪應平放於平料架上；部分使用有機類粘合劑的砂輪，請確認其使用期限（無使用期限標示者例外）。
2. 選用：依使用條件選用適當規格的砂輪；安裝前詳細檢查有無裂損、變形，並作音響試驗，若聲音沙啞請勿使用。安裝人員宜經過受講習合格，了解安裝要點者。
3. 速度：請依照砂輪之規定速度使用，嚴禁超速。亦不可裝太大的砂輪。
4. 護罩：請務必裝定正確的保護罩，以防砂輪爆裂而受傷害。
5. 砂輪心孔：應與心軸直徑適配（直徑稍大約 0.02 ~0.05 mm）；安裝請勿用力敲打或改變孔徑尺寸，且勿將螺栓鎖附過緊。



6. 法蘭(緣盤)：其安裝，另應注意：

(1)尺寸：挾持緣盤應大於砂輪直徑之 1/3，緣盤之安裝請參閱下圖。



砂輪法蘭(緣盤)安裝說明

- (2)對稱：兩側緣盤尺寸須相同，且其內側應有凹窩，承壓面亦相對應；各邊角都有削除，無銳角。
 - (3)內緣盤應以鍵或螺紋固著在心軸上。
 - (4)緣盤與砂輪接觸面須清潔，再來以厚度 0.6 mm 以下吸墨紙 (假如有供應的話，一般 400 mm 以下免裝)。
7. 新裝或久未開動的砂輪應在其保護罩內以工作速度空轉 3 分鐘以上。每日作業前也應空轉測試 1 分鐘以上。
 8. 砂輪運轉(含測試)時，請勿站在砂輪的正前面。
 9. 防護具：請配戴護目鏡及其他必要防護器具，如口罩、面罩、耳塞。
 10. 手持型砂輪機要握穩且身手要平衡；工件支架位置要穩牢恰當 (切割時，支撐點要靠近砂輪切割線)
 11. 僅能用砂輪指定的工作面來作業，且不可太大力。平直形切割砂輪側邊不可用來研磨 (手持型砂輪機裝 27 型砂輪，才能使用其輪緣角部來研磨)。
 12. 切割僅可平正直線作業；不可斜曲切割而讓砂輪扭偏或卡住。
 13. 請勿研磨性質不合適的材料。磨削水泥、石材等，應另依職安規定作業。
 14. 不可在有可燃物的區域使用砂輪。亦不可研削鎂合金等。
 15. 未穿戴防護具的人太靠近，不要使用砂輪。
 16. 研磨中砂輪有填塞或打滑時，效能不良且易過熱，請即削銳；有不平衡時，易衝打，請即削正。(小砂輪則請換新)。
- **其餘請研讀廠家手冊並遵守其安全規定，且依 CNS 2223 ”研磨輪安全規章”之規定使用。

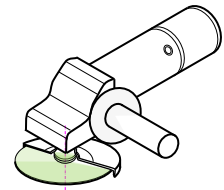
操作機械小心防護，避免切割擦傷

三、手持式砂輪機 (Portable Grinders) 操作安全指引



手持式砂輪機跟拋光機是非常多樣化的工具，能夠裝上多元化的附件，來進行研磨(研削)、切斷、砂磨、拋光、鋼絲刷光 (Grinding, Cutting-off, Sanding, Polishing, Brushing...)等多樣化作業。所以，附件必須配合適當的護罩跟安全裝置 (例如研磨作業的護罩與切斷作業的不一樣)。

- 1.另各廠家推出的產品，其型式、尺寸、用途、操作性及安全裝置的等級(及價格)，各有不同，選用時要多加考量、比較。
- 2.操作時，也請先確認所使用的動力工具的操作性及安全裝置的等級，各機型可能都不同。
- 3.本節所稱附件以砂輪片為主，局部講到鋼絲輪。



步驟一、場地安全

- 1.凌亂及昏暗的場地會發生滑倒或不平衡事故。
- 2.作業的火花會引燃週遭的可燃性液體、氣體或粉塵及紙張、木頭等。
- 3.作業碎屑常會飛出來，所以旁觀者要離工作區域一個安全距離；任何人進入工作區域，必須配戴個人防護具。

步驟二、電氣安全

- 1.確認砂輪機的開關功能正常；不可使用開關無法正常啟停的工具。
- 2.除非砂輪機是特別允許使用水或其它冷卻液者，不可進行需要冷卻液的作業，否則會造成感電。
- 3.其餘同一般通用安全規則之「電氣安全」項，包括：插頭插座要匹配、勿接觸接地物、勿濫用其纜線、潮溼區作業使用漏電斷路器、外接延長電線等。

步驟三、人身安全 Good Personal Safety



工作前請詳閱原廠操作手冊，了解砂輪機及其附件(砂輪)的安全規定及安全標誌，確認砂輪的型式、種類及護罩等特定要求；若不遵守規定，易引起感電、火災及嚴重傷害事故。

- 1.使用安全護具；要配戴有側邊遮蔽的護目鏡；適當條件下選用面罩，依照國家標準，在灰塵多的地方要戴防塵口罩，噪音高的地方要戴聽力防護裝置等，以減少人身傷害。
- 2.在任何含有石棉的材料上作業時，請務必使用國內法規規定的集塵式砂輪罩。
- 3.操作時，應戴非布質的手套；並使用工作圍裙等，擋掉小的研磨碎片。
- 4.要適當穿著，勿穿寬鬆的衣服或戴飾品並要束長髮。頭髮、衣服與袖子應遠離運動部件。
- 5.勿使砂輪機導線靠近旋轉的砂輪。否則線頭可能會被切割到或卡住，手或腕可能會被捲進旋轉砂輪中。
- 6.其餘同一般通用安全規則之「人身安全」項，包括：保持警覺、注意身手的平穩勿過度伸越、避免意外起動、調整檢查前關閉動力、啟動前拿開所有調整工具等。

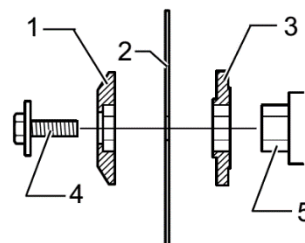
步驟四、選用正確的工具附件(砂輪片等)

- 1.依照廠家的建議，選用正確的砂輪機跟砂輪，可降低危害的風險；再以原廠說明書的規定來作業，以增進工作效率及安全。
- 2.選用的砂輪，其型式必須原廠指定且符合工作用途。
- 3.切割用砂輪只能用於切斷，不可用於研磨；若用於側面研磨，它會破裂。
- 4.砂輪的外徑及厚度、速度、甚至型式/種類，要在砂輪機的容許範圍，尺寸不正確的砂輪，無法有效地被防護到。

註：部分機型僅可使用特定型式或材質的砂輪。

- 5.安裝時，先將芯軸及孔清潔，後再小心核對以下事項：

- (1) 砂輪的標稱速度需要大於砂輪機銘牌的標稱速度。
- (2) 砂輪的中心孔(接孔)適配到砂輪機芯軸。
- (3) 法蘭的尺寸、形狀、安裝方向都正確且沒有損壞。
- (4) 芯軸螺帽與法蘭的鎖定力適當。



(5) 芯軸砂輪安裝部的螺紋，須匹配砂輪機的心軸螺紋。

6. 正直的安裝，不可轉太緊也不可太鬆；先徒手來試轉，看是否平順且沒過度搖晃、變形、偏斜？

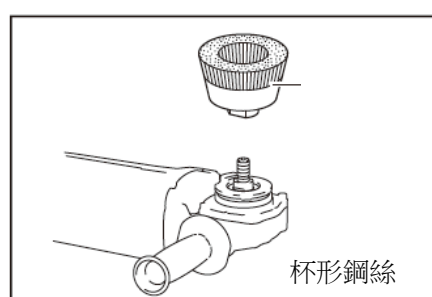
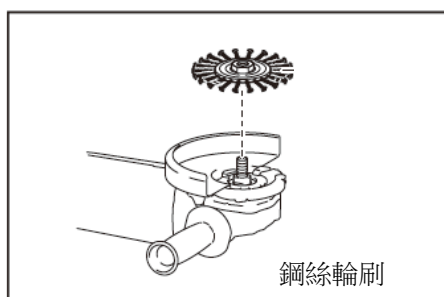
7. 請勿使用從大型砂輪機上拆下已磨耗的小砂輪，作為手持式砂輪機之砂輪片。

8. 依照所需要的作業選定砂輪機的形式，它有：平直式、垂直式、直角式等。

9. 不要使用超出您握持能力外的過大、過重的砂輪機。操作直徑 10 吋以上的砂輪機，須經特別訓練較妥。


10. 假如用來砂光，不要使用過大的尺寸的砂輪紙盤；請依照原廠的建議的尺寸選用。

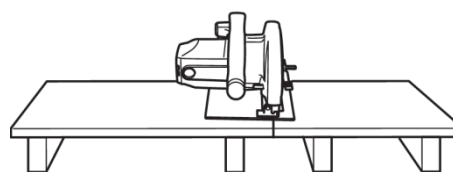
11. 如果可以使用鋼絲輪護罩，別讓鋼絲輪刷到護罩；鋼絲輪外徑在工作或轉動時是會張開的。



步驟五、了解您的工件

1. 檢查並確認工件的材質及支撐正確；並避免在無法固定住的小工件上面作業；因為手持通常不夠穩，且砂輪小碎片飛出的時可能會造成意外。

 大板材或超大工件的切割要有效支撐；大工件會因自重而下垂，必須在工件靠近切割線處兩側和外兩側放置支承。



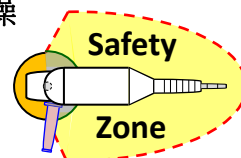
3. 了解工作面背後有什麼？不要切進隱藏有電管、瓦斯管或水管或其它物體的牆面而導致感電、火災或反撥。若有必要，在工作之前就應當先關掉工作區域裡面的電力、瓦斯、水管等。

4. 如果在切割作業時砂輪可能會接觸到隱藏的導線或自身的導線，僅可抓握絕緣部位及絕緣把手來掌握砂輪機。

步驟六、研磨/切割作業前準備

1. 確認它的護罩型式正確，且確實的固定在正常的方位，這時操

作者暴露於砂輪的空間量應是最小。



2. 確定砂輪機及其砂輪是正常的。

3. 拿搬砂輪片要很小心以避免弄傷，損傷或變形的(含潮溼的)砂輪片不可使用。

4. 每次使用前(或砂輪機跌落後)，檢查：

(1) 砂輪是否有裂縫或碎邊或變形？

(2) 襯板有無裂縫或者過度的磨耗跟損耗？

(3) 鋼絲輪是否太鬆或者是有破斷的鋼絲？

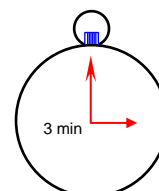
5. 將電纜線移到遠離砂輪轉動區域的位置；因假如失控時，這纜線可能會將手跟臂捲碰到轉動的砂輪片。



砂輪安裝前要做音響檢查，使用非金屬性的工具（例如螺絲起子的把手；2~3 mm 厚的砂輪片，手指頭也可以），輕敲砂輪；假如它能夠產生了一個似金屬環的清脆回音，它就是好的；假如它回音非常暗沉，這個砂輪就不能再使用。不可使用有裂的砂輪。



音響檢查跟安裝砂輪之後，人要站到安全的地方，空轉砂輪 3 分鐘；有裂縫或損傷的砂輪，一般會在這測試時破掉。



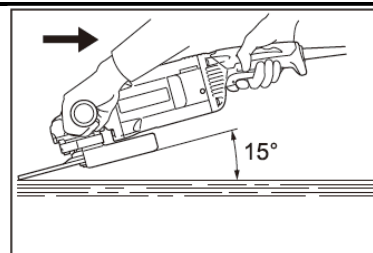
步驟七、研磨/切割作業進行

1. 啟動開關前，請確認已拿開所有的調整工具或扳手，且砂輪未與工件接觸。先讓砂輪機空轉片刻，並查看振動或搖擺情形；每日作業也要試轉 1 分鐘以上。

2. 請使用砂輪的指定表面(及角度)來執行磨削作業。

3. 運轉中的砂輪機不可離手放置；僅可採用手持方式操作該砂輪機。

4.隨時注意您目前的操作狀況，並且注意到可能的反撥 (kickback) (詳反撥和相關的警告)。

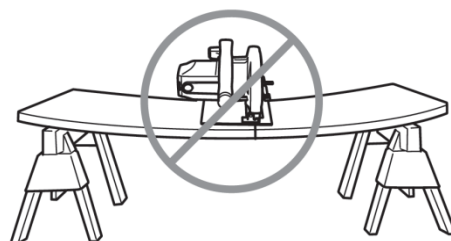


5.保持穩固的握持姿勢，讓您的身體跟手能夠來抵抗反撥的力量；使用輔助把手(假如有提供的話)，才能有最大的控制力量來克服反撥跟啟動時的反作用力矩。唯有早先採取預防的措施，才可以控制反撥的力量跟力矩。

6.身體勿與砂輪片側面成一直線也不要站在其後(in line with and behind the rotating wheel)。如果操作時砂輪的轉動方向為遠離您，若此時發生反撥，則可能使旋轉的砂輪和砂輪機直接彈向您。



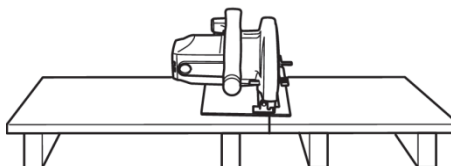
不要"夾(Jam)"住切割砂輪或施加過大的壓力；也不要試圖做過深的切割，以免因持握失當而致砂輪破裂。



支撐住大板材或超大工件可使砂輪卡住和反撥的危險降到最低限度。



當砂輪被卡住 (Binding) 或其它原因要中止切割時，先關掉砂輪機並握住砂輪機保持不動，直到砂輪完全停止後再退出；不要於砂輪仍然轉動時，試圖將切割砂輪移離切割縫，以免會發生反撥。



7.切割砂輪還卡在工件之中，不要重新啟動它；要安全退出後再啟動，並等它達到完全的速度後再小心的重新進入切割。

8.在砂輪還沒完全停止前絕不要放下砂輪機；轉動的砂輪碰到工作台面或地面，它會亂轉而失去控制。

9.使用鋼絲輪時，在正常的操作時鋼線可能會飛出；所以要戴護目鏡且不可用過大的壓力。

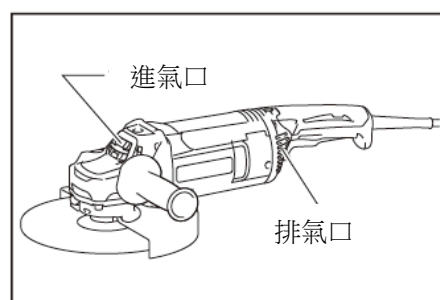
10.被建議可使用鋼絲輪的護罩 不要讓鋼絲輪刷到護罩，鋼絲輪外徑會在轉動的時候稍微張大。

步驟八、反撥和相關的警告

- 1.反撥(kick-back)是高速旋轉的砂輪被工件捲夾卡住時(pinching or binding)，而快速停轉產生的反作用力。它會從卡住點對砂輪機產生與砂輪旋轉方向相反的作用力(易導致失控)；若工件未夾緊，它也會被拋出。例如，手持式砂輪機的砂輪進行切割時被卡住了，這時邊緣進入卡住點的砂輪，可以鑿入工件材料的表面，引起砂輪爬動或將工件踢出。這時砂輪機體可能會跳離或跳向操作者(依其轉向而定)；若沒握好或沒站穩，就發生失控意外；而且砂輪片在如此狀況，也可能會破裂。
- 2.反撥係砂輪機誤用(misuse)或不正確的操作程序或條件所造成，可以採取適當的預防措施來避免，要點如下：
 - (1)請牢固持握砂輪機的把手，保持身體和手臂處於正確位置以抵止(resist)反撥力。如果提供了輔助手柄，請務必使用，俾在啟動時最大程度地控制反撥或扭矩反作用力。如果遵守正確的注意事項，操作者可控制扭矩反作用力或反撥。
 - (2)切勿置身於發生反撥時砂輪機可能移動的區域內，也不要讓手靠近旋轉的砂輪。(若反撥時就易發生意外)
 - (3)在進行角部、銳邊處等的加工作業時，容易使旋轉的砂輪發生捲夾致失控或反撥，宜特別小心。
 - (4)請勿安裝非砂輪機設計使用的鋸鏈、木雕鋸片或齒狀鋸片。這些鋸片會發生頻繁的反撥並導致砂輪機失控。

步驟九、研磨/切割作業完成

- 1.拔除插頭，清掃完成後將砂輪機收存到安全且乾燥的地方，以備下次使用。
- 2.定期清掃砂輪機及其通氣孔，因馬達的風扇會引入空氣到機殼內，過度的粉狀的金屬可能會引起電氣危害。
- 3.搬運砂輪機時不要啟動，意外的接觸轉動的砂輪會捲到衣服進而傷人。
- 4.小心的儲存砂輪；不要讓它們掉落或讓它們受到過度的熱或冷或濕度。

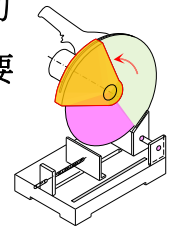


操作機械小心防護，避免切割擦傷

四、可搬式砂輪切斷機(Cutting-off Abrasive Wheels)操作安全指引



可搬式砂輪切斷機是切割專用，部分機型可裝上切割砂輪或金屬切割鋸片，因刀刃型式不同，安裝法蘭及防護罩會稍不同使，使用時要先確認清楚。



- 1.切割砂輪一般都是薄片有纖維強化者。
- 2.切割不同材質的工件，其砂輪材質亦不同。

步驟一、場地安全

- 1.凌亂及昏暗的場地會發生滑倒或不平衡事故。
- 2.作業的火花會引燃週遭的可燃物及可燃性液體、氣體或粉塵及紙張、木頭等。
- 3.一般切斷機要裝置在牢固地坪上使用，不可安裝在工作台上，以工件就近砂輪片來進行切割。
- 4.作業碎屑常會飛出來，所以旁觀者要離工作區域一個安全距離；任何人進入工作區域，必須配戴個人防護具。

步驟二、電氣安全

- 1.確認砂輪機的開關功能正常；不可使用開關無法正常啟停的動力工具。
- 2.除非砂輪機是特別允許使用水或其它冷卻液者，不可進行需要冷卻液的作業，否則會造成感電。
- 3.其餘同一般通用安全規則之「電氣安全」項，包括：插頭插座要匹配、勿接觸接地物、勿濫用其纜線、潮溼區作業使用漏電斷路器、外接延長電線。

步驟三、人身安全 Good Personal Safety



工作前請詳閱原廠操作手冊，了解圓盤切割機及其附件(砂輪)的安全規定及安全標誌，確認砂輪的型式、種類及護罩等特定要求；若不遵守規定，易引起感電、火災及嚴重傷害事故。

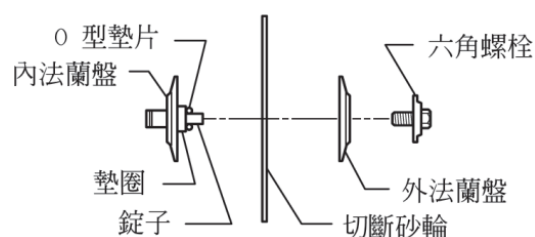
- 1.使用安全護具；要配戴有側邊遮蔽的護目鏡；適當條件下選用面罩，依照國家標準，在灰塵多的地方要戴防塵口罩，噪音高的地方要戴聽力防護裝置等，以減少人身傷害。
- 2.在任何含有石棉的材料上作業時，請務必使用國內法規規定的集塵式砂輪罩。
- 3.操作時，應戴非布質的手套；並使用工作圍裙等，擋掉小的研磨碎片。
- 4.要適當穿著，勿穿寬鬆的衣服或戴飾品並要束長髮。頭髮、衣服與袖子應遠離運動部件。
- 5.勿使切割機導線靠近旋轉的砂輪。否則線頭可能會被切割到或卡住，手或腕可能會被捲進旋轉砂輪中。
- 6.運轉中，不要踏上切割機，也不要跨過切割機。
- 7.其餘同一般通用安全規則之「人身安全」項，包括：保持警覺、注意身手的平穩勿過度伸越、避免意外起動、調整檢查前關閉動力、啟動前拿開所有調整工具等。

步驟四、選用正確的工具附件(砂輪片等)

- 1.依照廠家的建議，選用正確的切割機跟砂輪，可降低危害的風險；再以原廠說明書的規定來作業，以增進工作效率及安全。
- 2.選用的砂輪，其型式必須原廠指定且符合工作用途；切割砂輪通常為纖維強化的橡膠質結合劑型；除非原廠規定，不可任意改用金屬圓鋸。切割用砂輪只能用於切斷，不可用於研磨，若用於側面研磨，它會破裂；
- 3.護罩必須靈活，不可不裝；也不可誤裝金屬圓鋸用的護罩。砂輪的外徑及厚度、速度、甚至型式/種類，要在原廠指定範圍內，尺寸不正確的砂輪，無法有效地被防護到。
註：部分機型僅可使用特定型式或材質的砂輪，有些不可。

4.安裝時，將芯軸及孔清潔，再小心核對以下事項：

- (1)砂輪的標稱速度需要大於切割機銘牌的標稱速度。
- (2)砂輪的中心孔適配到切割機芯軸。
- (3)法蘭的尺寸、形狀、安裝方向都正確且沒有損壞。
- (4)芯軸螺帽與法蘭的鎖定力適當。


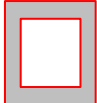




5.正直的安裝，不可轉太緊也不可太鬆，手動試轉，看是平順且沒過度搖晃、變形。

6.切割砂輪，刃面必須鋒利，變鈍或蹺曲者，都不可使用。

步驟五、了解您的工件

1.檢查並確認工件的尺寸、材質及鉗夾容量。典型 12 吋機型的切割容量如下：

工件形狀 \ 切割角度				
90°	115	119	115x130 102x194 70x223	137
45°	115	106	115x103	100



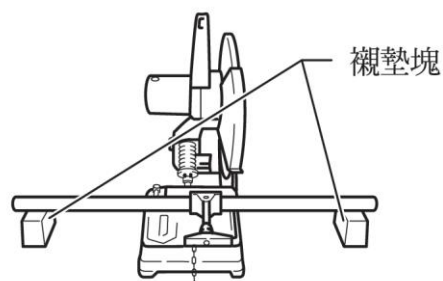
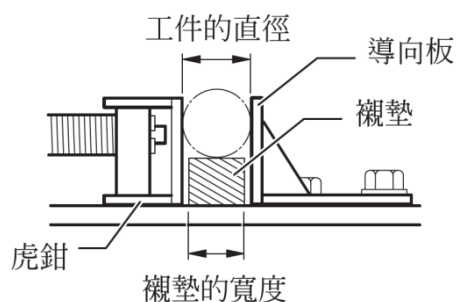
工件尺寸大小，則以原廠規定為準；尺寸不可超過固定鉗工作範圍，而拆掉護罩；也不可太小而夾不到，而用手指拿近切割砂輪片。



鉗夾工件的方式要牢固、正確，俾讓工件穩當的固定於鉗夾與後擋板之間；不可徒手切割，因為手持通常不夠穩，且砂輪小碎片飛出時，可能會造成意外。



長的工件的切割要有效支撐，其高度與機具同高；因長工件會因自重而下垂，必須在工件靠近切割線處兩側和外兩側放置支承。



步驟六、切割作業前準備

1.將機具要安放在穩固的平板或者平面上。

2.在切割工作前，若沒先確認機具與砂輪是在正常的狀態，就會增加危害風險且導致捲夾、卡住而失控。

3.安裝砂輪片之前，要檢查它有沒受損？有沒裂縫？刃面銳利不鈍？損傷砂輪要立即更換；不利的砂輪則要依原廠規定修利。

4.每次使用前，確定所有的安裝法蘭、墊圈以及固定螺栓等安裝五金狀態是良好的。

5. 這些五金應正確的定位後再安裝在芯軸上；而且這些零件都是原廠的。
6. 機具還沒插電之前，將機具頭推到底，用手轉動砂輪來查核它的間隙跟對準正確？
7. 它應當可自由轉動，而且沒有碰到台面。
8. 每次使用前確認護罩的工作狀態良好，不要讓護罩失效。假如下側的護罩無法平順的移動，或者是機頭抬起時，護罩沒有涵蓋到砂輪，機台就要送原廠修理。
9. 啟動前，確認切割火花及排屑的方向及範圍，該區應無任何型的可燃物，切割金屬時火花跟熱的碎片可引起火災或燒傷。

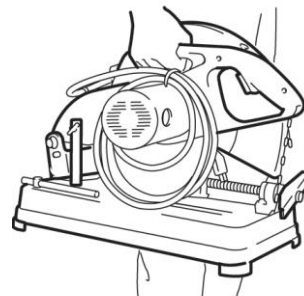
步驟七、切割作業進行

1. 切割時不要使用切削液在工件或砂輪上。(通常切斷機並沒防水型)
2. 不要讓身體或手與砂輪在同一個直線上。
3. 要讓馬達達到滿速時，檢查砂輪有無過度晃動或震動？
4. 機具停用之後要在重新使用，要讓機具砂輪完整在護罩裡面運轉 1 分鐘後才進行切割。
5. 切割要溫和地開始；不要讓砂輪向下直撞到工件。
6. 不要用強力切割，以免砂輪扭曲或變形，甚至破裂。在角落和鋒利的邊緣上操作時要避免切割片被擠歪了(jamming or wedging)。
7. 操作過度用力，會讓人疲勞，也增加砂輪磨耗且降低控制。
8. 做一局部切割，或者是電力中斷時，立即放開開關；但砂輪未完全停止前，不要將機具自工件移開。
9. 工件若夾住(卡住)砂輪或機具因故停住了，馬達停止的聲音會非常緊張，這時就要立即放掉開關，以降低馬達的損壞。
10. 當砂輪運轉中，絕不嘗試去移除或是鉗進工件；也絕不去移動機具。
11. 僅使用砂輪的外緣來做切割，不可以使用側邊。
12. 手不要伸到機具或工件的下面，砂輪在這下面是沒被保護到的。
13. 切割結束，先關掉機具，讓砂輪慢慢地停下來，然後提起機頭手柄到充分的高處。
14. 工作結束後，如果切割片及工件尚未冷卻，不可以觸摸，以免燙傷；要更換更換砂輪也要等它正確冷卻之後再更換。

15.砂輪是非常的危險的，任何時間都要用心注意，尤其在重複的作業之中；不要因為錯誤的安全觀念而企圖粗心應對。

步驟八、切割作業完成

- 1.作業完，拔開插頭、清潔機具、將它存放到乾燥安全的場所。
- 2.機具停用或搬運或存放時，要把機具頭放下來，並把它鎖住。
- 3.將砂輪小心的保存，不要讓它跌落或讓它過熱、過冷、或受潮。



操作機械小心防護，避免切割擦傷

五、圓盤切割機(Power Cutters) 操作安全指引



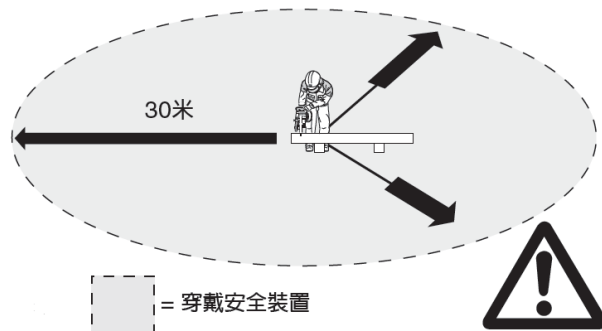
啟動圓盤切割機前請仔細閱讀使用說明書並遵守警告和安全注意事項！

步驟一、場地安全

1. 凌亂及昏暗的場地會發生滑倒或不平衡事故。
2. 不得在易燃材料或爆炸氣體附近使用圓盤切割機，圓盤切割機可能會產生火花而導致火災或爆炸。
3. 作業碎屑常會飛出來，所以旁觀者要離工作區域一個安全距離；任何人進入工作區域，必須配戴個人防護具。
4. 僅在戶外使用圓盤切割機切斷和切割合適的材料，並使用圓盤切割機專用的切割盤。
5. 在易燃植物中或長期未下雨的天氣下操作本工具時(有火災危險)，必須將滅火器置於附近位置。



確保 30 米以內的所有人員(如其他工作人員)都穿戴保護裝置，參見「(三)人身安全」。



兒童和其他未授權人員必須與工作區域保持 30 米以上的距離，另外請提防動物。



步驟二、燃油加油安全

1.應選擇一個安全、水平的地點進行加油。切勿在腳手架上、材料堆積物上或類似地點進行加油。

2.圓盤切割機進行燃油加油前須關閉引擎，待引擎冷卻後再進行加油。燃油加油時不得吸煙或在明火作業場所附近進行燃油加油。



3.燃油可能含有溶劑類的物質，眼睛和皮膚不應接觸礦物油產品。

4.製備燃油機油混合物時，首先將所有機油與一半燃油混合，然後再加入剩下的燃油，均勻混合後，再倒入圓盤切割機的油箱內。

5.打開油箱蓋時請小心，因為油箱內可能積聚了壓力。

6.不得使燃油溢出。如果有燃油溢出時，請立即清潔圓盤切割機。

7.不應讓衣服沾到燃油。如果衣服沾到油，請立即更換。

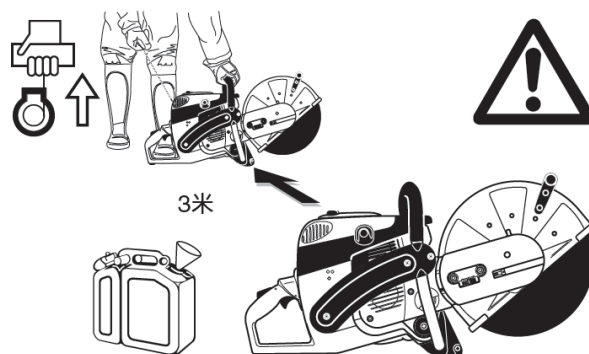
8.不可在房門關閉的室內或密閉空間加油。燃油蒸汽會積聚在地板附近(爆炸危險)。

9.燃油加油完成後，清潔螺帽和油箱，須確保牢固鎖緊油箱的螺蓋。

10.為確保安全操作，請勿添加超過規定比例的機油。否則，將會產生更多的燃燒殘渣而污染環境，同時堵塞氣缸排氣管道和消音器。此外，還會增加耗油量和降低引擎性能。



啟動引擎前，應將圓盤切割機移至距離加油處至少 3 米的位置，但不可位於切割盤的方向延伸範圍內(火花方向)。




步驟三、人身安全 Good Personal Safety

1.不得將圓盤切割機的切割盤用於磨削或砂磨(用切割盤的側面去除材料)，使用不當將可能造成切割盤破裂。

2.不熟悉操作說明的人員，以及受酒精、麻醉品或藥物作用的人員，不得使用圓盤切割機，以避免因操作不當而發生危險。


3.操作員必須閱讀本使用說明書以確保操作安全(即使已擁有使用切割機的經驗)。

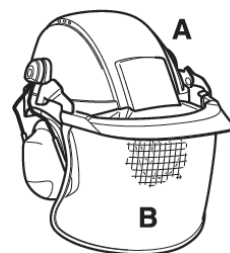
- 4.熟悉圓盤切割機的操作非常重要，不充分瞭解工具將會因錯誤操作使自己和他人處於危險之中。
- 5.圓盤切割機應由具備使用經驗之人員執行操作，雇主提供機具予勞工使用時，必須將使用說明書一併提供給勞工。
- 6.首次使用圓盤切割機的操作者，應由具備使用經驗之(專業)人員指導下，進行操作。
- 7.操作圓盤切割機時精神需高度集中，故須於身體狀況良好的情況下執行操作
- 8.在工作日即將結束時務必特別注意，由於疲勞時會降低注意力，故須小心地執行所有工作。


切勿在酒精、麻醉品、藥物或其他可能影響視線、敏捷度或判斷的物質的作用下操作本工具。



- 10.在操作圓盤切割機時，為避免頭部、眼睛、手或足受傷以及保護聽力，操作人員應配戴安全防護裝備。
- 11.服裝著裝應合適，即穿著緊身但不能妨礙操作的衣服，不可穿著有可能積聚材料顆粒的衣服(帶翻邊的褲子、夾克和帶寬口袋的褲子等)，尤其在切割金屬時。
- 12.不要穿戴任何可能被捲入圓盤切割機或分散操作注意力的首飾或衣服。

操作圓盤切割機時需配戴經認可合格的保護頭盔，保護頭盔(A)應定期檢查是否損壞，並至少每5年更換一次。頭盔帽舌(B)可保護面部不沾染灰塵和免受材料顆粒的傷害。




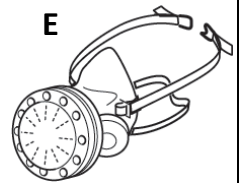
為避免眼睛和面部受到傷害，請在使用圓盤切割機時務必配戴護目鏡(C)或帽舌。




為避免聽力受到傷害，務必配戴合適的個人護耳罩(D)、耳塞等。




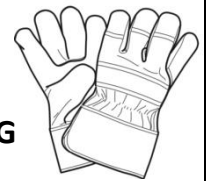
 乾切石頭或混凝土等產生灰塵的材料時，務必配戴經認可合格的呼吸保護裝置(E)。





 請在操作圓盤切割機時務必穿戴帶有鋼包頭、防滑底和護腿的安全鞋或安全靴(F)。配有保護層的安全鞋可提供防切割保護，確保立足穩固。



 硬皮工作手套(G)是圓盤切割機要求的工作套裝之一，請在操作時，務必佩戴硬皮工作手套。




 切記不可佩戴非硬皮(如棉、布質)手套，因棉、布質手套纖維易遭切割盤捲入。

 請在操作圓盤切割機時務必穿戴具有足夠防火性能、面料結實的工作服。



13. 血液循環不良的人暴露在過度振動中會使血管和神經系統受損。

14. 振動可能會導致手指、手或手腕出現麻痛、疼痛、刺痛、皮膚變色

或變形等症狀。如果出現這些症狀，請立即就醫！ 

步驟四、選用正確的工具附件(切割盤等)

1.依照廠家的建議，選用正確的切割機跟切割盤，可降低危害的風險；再以原廠說明書的規定來作業，以增進工作效率及安全。

應依切割材料使用符合規定的切割盤，切割金屬或石料時須使用適當類型的切割盤。

2.切割盤的軸孔必須與軸完全匹配，切割盤 350 mm 在徒手切割時，額定轉速必須在 80 m/sec(4370 rpm)以下，300 mm 切割盤在徒手切割時，額定轉速必須在 80 m/sec(5100 rpm)以下。須使用符合原切割機製造廠商提供的切割盤。

3.切割盤的安裝螺栓緊固轉矩為 30 Nm，緊固轉矩過大，可能會使切割盤扭曲破裂。

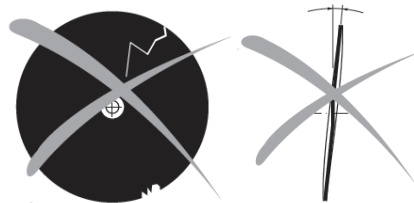
4.切割盤存放時，應將其清潔並擦乾後，平坦放置於儲存場所，並避免存放於潮濕、冰凍溫度、陽光直射、高溫和溫度波動等場所，因為這些因素將導致切割盤損壞和碎裂。



使用合成樹脂切割盤(砂輪)之圓盤切割機，須特別確認已具備 TS 安全標章。



切割盤必須無缺陷。有缺陷的切割盤絕對禁止使用。



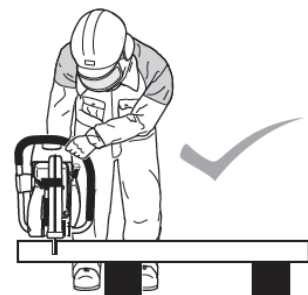
步驟五、了解您的工件

1.切割工件時應使用堅固的支撐。工件應固定以防止其滑動，但不要以自己的腳或讓他人來固定。圓形工件切割時，請務必進行固定，以免發生旋轉。

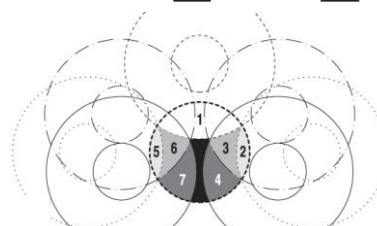
2.破損的切割盤其直徑變小，因此在同樣的轉速下的圓周速度和切割效果均不如新的，務必做更換，不得繼續使用。




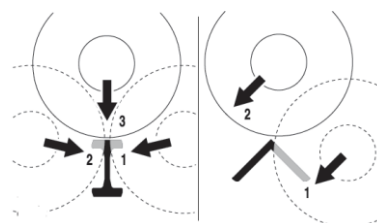
工件切割時必須提供支撐，使工件切口處於張力狀態，從而確保當切割盤在材料中前進時，工件切口不會壓在一起並卡住圓盤。




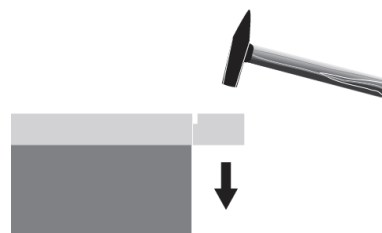
較大的圓形工件應以部分切割方式進行切割，厚度較小的管件和管材可以使用簡單的下切式方法進行切割。直徑大的管材應以圓形材料來切割。



 **I** 柱形和 **L** 條形工件應以部分切割方式進行切割。
切割管狀、長條形和圓盤形工件，應沿寬邊進行切割。



 依尺寸進行切割工件時，無需切斷整個材料(可減少產生不必要的粉塵)。相反，只需切出一道淺槽，然後在平坦的工作檯，以錘子直接敲下多餘的材料。



步驟六、切割作業前準備


- 1.不要獨自操作工具，必須有人在附近(能聽到喊聲的距離內)，以防出現緊急狀況。
- 2.開始工作前必須根據規定檢查圓盤切割機，確保其功能良好、操作安全。尤其要確保切割盤完好無損，如存在磨損、損壞或彎曲應立即更換，且安裝正確，保護罩鎖定到位，手罩安裝正確，油門可輕鬆調整，半油門鎖定按鈕正常工作，把手清潔乾燥，組合開關正常工作(開啟/停止(I/O)開關、阻氣門)。
- 3.僅在完成組裝和檢查後，才可啟動圓盤切割機；切勿在組裝不完整的情況下使用圓盤切割機。
- 4.保護罩必須時刻裝在工具上，僅在關閉引擎後，才更換切割盤。
- 5.開始工作前請確保工作區域是否存在任何危險(電線、易燃物質)，並清楚地標記工作區域(如使用警告標誌或隔離工作區域)。
- 6.請務必檢查新的或存放過的切割盤，確保不存在缺陷，並在首次切割前以最大速度試運行工具至少 3 分鐘時間。試運行時請保持身體部位和其他人員遠離切割盤的切割延伸範圍。

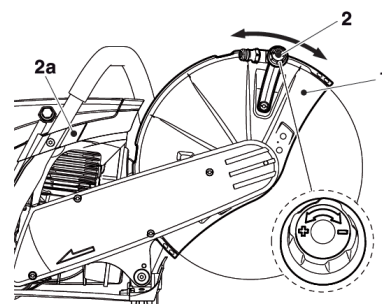
步驟七、研磨/切割作業進行


- 1.啟動圓盤切割機前，操作者應確保已站穩，準備切割作業。
- 2.啟動圓盤切割機時，必須為其提供良好的支撐並將其牢固固定。切割盤不可接觸任何物體。
- 3.當新的切割盤首次使用時，請在最大轉速下至少試運行 3 分鐘。

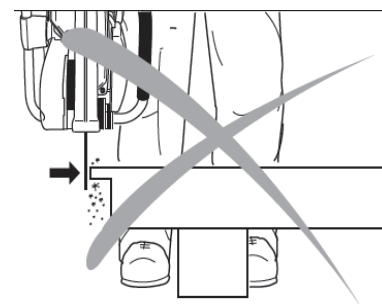
4. 試運行時，請確保沒有人或身體部位處於圓盤的擺動延伸範圍內，以防圓盤存在缺陷並飛散。
5. 操作圓盤切割機時，務必用雙手握住工具。右手握住後把手，左手握住管狀把手。拇指扣著其餘手指緊握把手，並持續確保立足穩固。
6. 鬆開油門拉杆時，須注意圓盤將繼續旋轉短暫的時間(慣性作用)。
7. 握持圓盤切割機時應確保不會吸入工具排出的氣體。不要在房門關閉的室內或深坑/溝渠內操作工具(會受到毒氣的傷害)。
8. 如果發現圓盤切割機的操作性能有任何變化，應立即關閉工具。
9. 休息或停止操作前應關閉圓盤切割機。放置工具的方式應確保圓盤不會接觸任何物體或傷害到任何人。


10. 不要將過熱的圓盤切割機置於乾草中或任何易燃物體上。消音器非常灼熱(有火災危險)。


 快速旋轉的切割盤，在接觸到工件碎片時，會將其高速拋出切割槽(1)。為了安全，請將保護罩擺動到底，確保材料碎片拋向前方並遠離操作者。

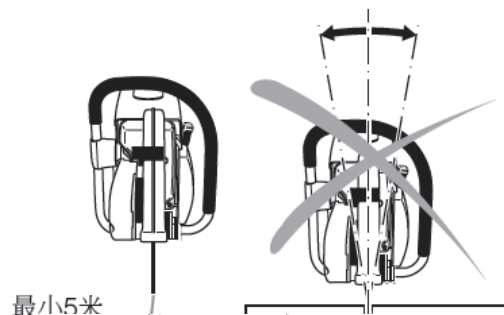



 使用鑽石切割盤時，請務必注意「旋轉方向」標誌。鑽石圓盤應僅用於切割石料/磚塊/混凝土等。

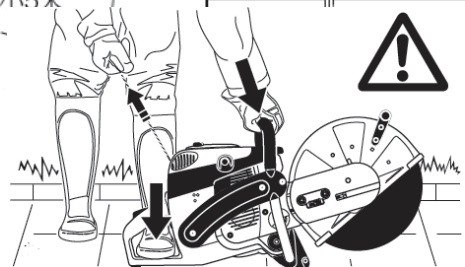



 切割盤僅用於徑向載入(Radial Load)目的，即切割用途。請勿用切割盤的側面進行磨削。這將損壞圓盤。

 切勿在切割過程中改變方向(回轉半徑小於 5 米)、施加側向壓力或傾斜圓盤切割機。




 根據使用說明書的規定方式，啟動圓盤切割機引擎時，務必將左腳踩在後把手上，同時用手緊握前把手。不可使用其他啟動方式。

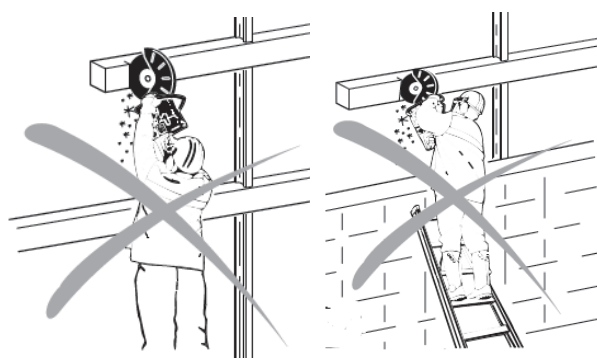



 加油、更換切割盤、休息、運輸或移動圓盤切割機、停止操作或處理故障前請關閉引擎。執行任何保養工作前，請將組合開關移動到鎖定符號的位置。




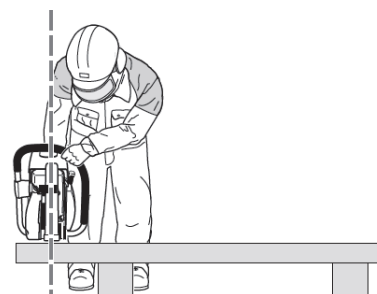
- 11.開始切割時，請將切割盤緩慢的施加到工件上，不得將其直接推入材料中。切勿一次切割多個工件，切割時請確保切割盤未接觸到其他工件。
- 12.操作圓盤切割機時請緊握前後把手，並應盡可能使其高速運行。
- 13.圓盤切割機須於光線及可視性良好的環境下使用，且不得於在潮濕打滑區域以及冰雪(打滑危險)等場合使用。
- 14.圓盤切割機不得在不平穩的表面上進行作業，並應確保工作區域不存在障礙物，以免被絆倒，且務必確保立足穩固。
- 15.僅將切割盤用於切割規定的材料。不要使用圓盤切割機挑起或鏟起材料碎塊和其他物體。
- 16.操作工具時請勿過度傾斜身體，拿放圓盤切割機時不要彎曲腰部，而應彎曲膝部。保護您的背部！

 圓盤切割機不得於肩部以上的高度進行切割，以及不得站在梯子或腳手架上進行切割。



 引導圓盤切割機時應確保您的任何身體部分都不在圓盤的擺動延伸範圍內。


 切割前請清除切割區域的所有異物(如石頭、沙礫、釘子等)。否則，高速旋轉的切割盤可能會將這些物體拋開，造成人員受傷危險。

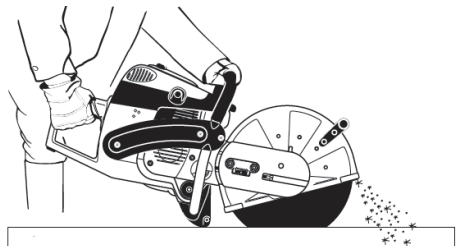



- 17.切割金屬、石料和混凝土時，請務必配戴經認可的呼吸保護裝置。
- 18.確定切割路徑、標記切口並將圓盤以中速施加到材料上。首先切割出一條導向槽，然後使切割盤達到最大速度並對圓盤切割機進一步施壓。
- 19.圓盤切割機使用時，應保持切割盤筆直和垂直。不得傾斜切割盤，因為可能致其損

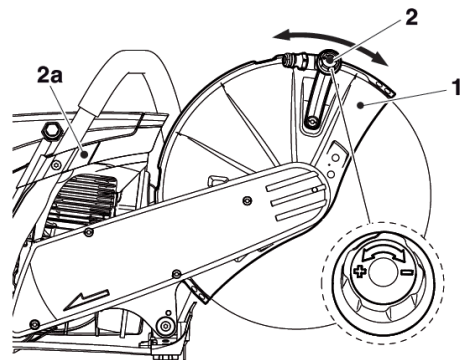
壞破裂。


20. 為保持切割良好、順暢，最佳的切割方式是來回拉動或移動圓盤切割機。不要直接將切割盤壓入工件中。
21. 為防止切割盤傾斜和獲得更好的控制，不要讓切割盤陷入材料過深，應在整個工件周圍進行較淺的切割。
22. 切割受壓材料(受支撐材料或結構中材料)時，請務必在推力側(受壓側)開一個切口，然後從張力側進行切割，以確保切割盤不會反撥現象。請固定切割工件，以防止掉落。
23. 砂漿板、石頭和混凝土在切割過程中會產生大量粉塵。為延長切割盤的使用壽命(加速冷卻)、提高可視性和避免產生過多粉塵，應以濕式作切割。
24. 在濕式切割過程中，圓盤的兩側以相同的速率由一股細小的水流潤濕。濕式切割應使用由設備製造廠商所提供之濕式切割應用場合之附件。
25. 進行濕切後，請先關閉供水裝置，再讓圓盤運行至少 30 秒時間，以甩乾殘留的水分並防止腐蝕。


 快速旋轉的切割盤在接觸金屬時會使其溫度升高並熔化。為將火花流導向前方以使其遠離操作者，請將保護罩擺動到底(火災危險)。



 根據您將要執行的工作，將保護罩(1)移動至正確的位置(詳附圖)。可以在擋塊之間來回移動保護罩(1)。



 保護罩上的噴水口連接供水管線(延伸自加壓水箱或其他來源)。水流速度可使用調節螺絲(2)進行調節。將 1/2 英寸軟管壓入支架(2a)。

 要減慢水流速度，請順時針旋轉螺絲。要加快水流速度，請逆時針旋轉螺絲。

26. 標記切口，然後沿著規劃的整條切口切出一道 5 mm 左右的凹槽。該凹槽將在實際

切割過程中精確引導圓盤切割機，並透過穩定的來回移動進行切割。

27.在進行定長切割、材料切斷、挖切等操作時，請務必規劃切割方向和切割順序，確保切割盤不會被切割碎片而發生反撥現象，以及掉落的碎片不會對任何人員造成人身傷害。

28.圓盤切割機使用或切割盤旋轉時，不得搬運或移動工具。

步驟八、反撥和相關的警告

1.反撥(Pinching or snagging causes rapid stalling)是高速旋轉的切割盤被切割工件捲夾而快速卡住時，產生的反作用力，它會從卡滯點(at the point of the binding) 對失控的工具產生與切割盤旋轉方向相反的作用力。

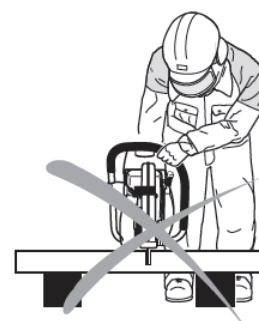
2.將圓盤切割機之切割盤重新切割已經切割過之切口時，請特別注意如切口變窄(切割盤受擠壓)時會出現反撥現象，這將導致圓盤切割機以極大力度突然迴轉向使用者，而失去控制，造成使用者人身傷害之危險。




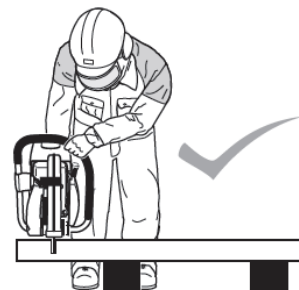
使用圓盤切割機之切割盤進行切割時，可能會出現反撥現象。該反撥現象將導致圓盤切割機以極大的力度迴轉向使用者，而失去控制，造成使用者人身傷害之危險。



為避免反撥現象發生，將切割盤重新切割已經切割過之切口時，請以最大速度運行圓盤切割機，且始終以最大速度切割。





-  工件切割時必須提供支撐，使工件切口處於張力狀態，從而確保當切割盤在材料中前進時，工件切口不會壓在一起並卡住切割盤。

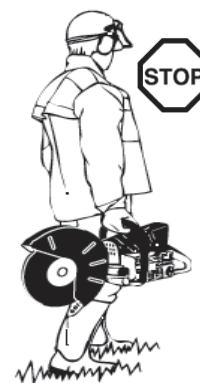


步驟九、研磨/切割作業完成

- 1.圓盤切割機存放前，務必拆下切割盤，並將圓盤切割機及切割盤存放在安全、乾燥的地點，不可放在戶外。
- 2.長期存放或運輸圓盤切割機前，務必清空油箱及化油器，請執行定期維護和保養。

-  運輸圓盤切割機或在同一場地上將其從一處移至另一處時，請務必關閉工具。

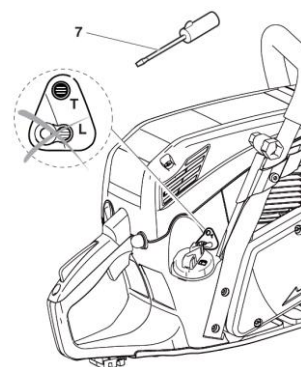
-  僅使用管狀(中間)手柄搬運工具，並使切割盤朝向身後。請勿接觸排氣消音器(燙傷危險)。



步驟十、保養注意事項

- 1.執行保養工作前請關閉圓盤切割機。
- 2.僅在完成組裝和檢查後，才可再啟動圓盤切割機。
- 3.使用圓盤切割機前請務必執行檢查，確保其處於良好的工作狀態。尤其要確保切割盤安裝必須正確，以確保切割盤未損壞並適合將要執行的工作。
- 4.定期清潔圓盤切割機，以及定期檢查油箱蓋，確保密封良好。
- 5.不得任意改裝圓盤切割機，這將造成重大危害。

6. 操作者僅能執行使用說明書所述的保養和維修工作。所有其他工作必須由設備製造廠商之維修服務中心進行。
7. 機具出廠時的怠速設置約為 2600 rpm，但新引擎的磨合過程可能需要稍微調整怠速。調節螺絲(L)和(H)須由設備製造廠商之維修服務中心進行調節。
8. 為正確調整怠速，請調節化油器，須先啟動並運行引擎，直至引擎變熱 (大約 3 - 5 分鐘)後，使用隨附的螺絲起子(7)調節化油器。螺絲起子帶有一個耳狀部位，可幫助調節。
9. 如果切割盤在引擎空轉時發生震動，請重新調整怠速，以較小幅度逆時針方向(逆鐘向)旋轉油門止動螺絲(T)，直至圓盤不再震動。如果引擎突然停止運轉，請將螺絲稍微往回(順時針)旋轉。
10. 經過一定時間，保護罩的內部會積有材料殘留物 (尤其在濕切過程中)，如果任其積聚，則可能會阻礙切割砂輪的自由旋轉。因此，必須時刻清潔保護罩。
11. 將切割砂輪與彈簧墊圈一起拆下，使用一根木條或類似工具清除保護罩內部積聚的材料，以及清潔軸和所有拆下的零件。
12. 引擎的使用壽命取決於過濾器元件的狀態和常規保養。如定期執行保養和清潔，將會加重引擎內部的磨損。
- 13 如果空氣過濾器損壞，請立即更換，布片或較大的塵土顆粒可能會損壞引擎！如非必要，請勿在多塵環境中工作。



操作機械小心防護，避免切割擦傷

國家圖書館出版品預行編目資料

圓盤切割機職災統計與安全操作指引研究 / 劉國青, 賴裕仁, 邱龍興著. -- 1 版. -- 新北市 : 勞動部勞研所, 民 108.06

面 ; 公分

ISBN 978-986-05-9199-6(平裝)

1.職業災害 2.勞工安全

108007588

555.56

圓盤切割機職災統計與安全操作指引研究
著(編、譯)者: 劉國青、賴裕仁、邱龍興

出版機關: 勞動部勞動及職業安全衛生研究所

22143 新北市汐止區橫科路 407 巷 99 號

電話: 02-26607600 <http://www.ilosh.gov.tw/>

出版年月: 中華民國 108 年 6 月

版(刷)次: 1 版 1 刷

定價: 150 元

展售處:

五南文化廣場

台中市區中山路 6 號

電話: 04-22260330

國家書店松江門市

台北市松江路 209 號 1 樓

電話: 02-25180207

- 本書同時登載於本所網站之「研究成果／各年度研究報告」，網址為：
<https://laws.ilosh.gov.tw/ioshcustom/Web/YearlyReserachReports/Default>
- 授權部分引用及教學目的使用之公開播放與口述，並請注意需註明資料來源；有關重製、公開傳輸、全文引用、編輯改作、具有營利目的公開播放行為需取得本所同意或書面授權。

GPN: 3232: 23533

ISBN: 978-986-05-9199-6(平裝)

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

INSTITUTE OF LABOR, OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, MINISTRY OF LABOR



地址：新北市汐止區橫科路407巷99號

電話：(02) 26607600

傳真：(02) 26607732

網址：<http://www.ilosh.gov.tw>

ISBN 978-986-05-9199-6



00150

9 789860 591996

GPN:1010801311

定價：新台幣150元