

科學圖書大庫

工廠學理

徐萬椿譯

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

工廠學理

徐萬椿譯

徐氏基金會出版

我們的工作目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力，在整個社會長期發展上，乃人類對未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同把人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之成就，已超越既往之累積，昔之認為絕難若幻想者，今多已成為事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人有無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，允為社會、國家的基本任務。培養人才，起自中學階段，學生對普通科學，如物理、數學、生物、化學，漸作接觸，及至大專院校，便開始專科教育，均仰賴師資與圖書的啓發指導，不斷進行訓練。從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啓導後學。旨趣崇高，至足欽佩！

科學圖書是學人們研究、實驗、教學的精華，明確提供科學知識與技術經驗，本具互相啓發作用，富有國際合作性質，歷經長久的交互影響與演變，遂產生可喜的收穫。我國民中學一年級，便以英語作主科之一，然欲其直接閱讀外文圖書，而能深切瞭解，並非數年所可苛求者。因此，本部編譯出版科學圖書，引進世界科技新知，加速國家建設，實深具積極意義。

本基金會由徐銘信氏捐資創辦，旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利。民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，返國服務者十不得一。另贈國內大學儀器設備，輔助教學頗收成效；然審度衡量，仍嫌未能普及，乃再邀承國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。主任委員徐銘信氏為監修人，編譯委員林碧鏗氏為編輯人；各編譯委員擔任分組審查及校閱。「科學圖書大庫」首期擬定二千冊，凡四億言，叢書百種，門分類別，細大不捐；分為叢書，合則大庫。從事翻譯之學者五百位，於英、德、法、日文中精選最新基本或實

II

用科技名著，譯成中文，編譯校訂，不憚三復。嚴求深入淺出，務期文圖並茂，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，有教無類，效果宏大。賢明學人同鑑及此，毅然自公私兩忙中，撥冗贊助，譯校圖書，心誠言善，悉付履行，感人至深。其旅居國外者，亦有感於爲國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬菲薄，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，報國熱忱，思源固本，僑居特切，至足欽慰！

今科學圖書大庫已出版七百餘冊，都一億八千餘萬言；排印中者，二百餘冊，四千餘萬字。依循編譯、校訂、印刷、發行一貫作業方式進行。就全部複雜過程，精密分析，設計進階，各有工時標準。排版印製之衛星工廠十餘家，直接督導，逐月考評。以專業負責，切求進步。校對人員既重素質，審慎從事，復經譯者最後反覆精校，力求正確無訛。封面設計，納入規範，裝訂注意技術改善。藉技術與分工合作，建立高效率系統，縮短印製期限。節節緊扣，擴大譯校複核機會，不斷改進，日新又新。在翻譯中，亦三百餘冊，七千餘萬字。譯校方式分爲：(1)個別者：譯者具有豐富專門知識，外文能力強，國文造詣深厚，所譯圖書，以較具專門性而可從容出書者屬之。(2)集體分工者：再分爲譯、校二階次，或譯、編、校三階次，譯者各具該科豐富專門之知識，編者除有外文及專門知識外，尚需編輯學驗與我國文字高度修養，校訂者當爲該學門權威學者，因人、時、地諸因素而定。所譯圖書，較大部頭、叢書、或較有時間性者，人事譯務，適切配合，各得其宜。除重質量外，並爭取速度，凡美、德科學名著初版發行半年內，本會譯印之中文本，廣即出書，欲實現此目標，端賴譯校者之大力贊助也。

謹特掬誠呼籲：

自由中國大專院校教授，研究機構專家、學者，與從事科學建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究學人、留學生；

大專院校及研究機構退休教授、專家、學者。

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或聯袂而來譯校叢書，或就多年研究成果，撰著成書，公之於世。本基金會樂於運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。祈學人們，共襄盛舉是禱！

作者略歷

傑姆安德遜氏 (James Anderson) 十四歲，與英國倫敦斯高脫化學工程公司 (George Scott and Son , Chemical Engineer) 簽訂藝徒合約之後，即開始學習這門行業。在藝徒學習期滿之後，又化費兩年時間擔任機器安裝與操作手。

安德遜氏在美國機器工廠中工作十五年後，方在紐約市立學校系統中擔任機器實習工廠之講師。彼曾在紐約大學接受教師訓練。自一九四二年起，擔任教師迄今。安德遜氏曾任紐約機器工廠教師協會之理事長，今則為該協會執行委員會之主席。

安德遜先生曾在戰時訓練班及退役軍人訓練班執教，並曾在製造精密太空儀器之柯爾曼儀器公司 (Kollsman Instrument Corporation) 任機器工廠及領班訓練主持人凡七年。安德遜先生，又為機器工具學第一集及第二集 (Machine Tool Operation , Parts 1, and 2)，與機器工具工作與試驗 (Machine Tool Operation Workbooks and Tests) 之副主筆。安德遜先生今為紐約長島市昆士高級職業學校工廠教育儀器會之代理主席。

愛爾達德羅 (Earl E Tatro)，為紐約市施密氏中學機器工廠實習講師。彼曾在通用電氣公司 (General Electric Company) 為藝徒，並任機器師及工具師凡十二年。在第二次世界大戰時，彼曾在紐約沙威之好孩照像儀器公司 (Fairchild Camera and Instrument Corporation , Syosset , New York) 任訓練班副主任凡三年。達德羅先生曾為紐約市機器工廠教師協會之理事長，今則為執行委員會之委員。達德羅先生，曾在紐約州立大學接受教師訓練，並曾為其專業寫有多種訓練講義，復為美國裝甲兵學校編過兩種機器工廠之手冊。達德羅先生又為麥克勞歇爾出版社 (McGraw Hill) 所發行之機器工具金工作業學 (Machine Tool Metalworking) 及紐約市教育局發行之機器工廠實務輯要之副編輯人。

作者序言

幾乎每一種科學上努力之成就，無不與精密之機器工具，人類度量之能力，與所製造精度在百萬分之一吋之零件息息相關。在機器工具本身而論，研究發展更精密之機器工具，更優良之切削工具材料，生產零件更迅速之方法，乃屬一連續而變化之過程。

本工廠學理 (Shop Theory) 之教材，乃基於密歇根州第爾達福特訓練學校 (Henry Ford Trade School , Dearborn , Michigan) 者，而該項教材則由曾為機械士，繪圖員與教育者之教授集團所發展者。此等教授集團人物，乃彼等接受訓練時不滿意當時之教材者，因之，此等教材乃屬經過多年之教育經驗所演繹而成者。此等教材，又經過不斷之增訂，講師們共同研究之努力而在學校印刷廠所印刷者。由於其他學校與個人之興趣，故此書方流行市面，並受到甚多中學，專門學校，職業學校，理工學院與工業界之藝徒學校，美國陸軍裝甲兵學校，以及美國與其他各國個人之熱烈歡迎。

在第五版增訂時，已經考慮到學生與工廠同仁之需要，先前諸版之材料均予保留，並將新穎資料在各章中予以充實，此外並增加新的章節，務使所有資料均為最新穎者。在每一章中，已增加若干新照像圖，以使讀者增進瞭解，諸如新穎度量工具，操作方法與操作技術是也。鑒於準確之度量與精密之度量極有需要，故已予特別強調。由於生產的需要，已經指出發展新穎工作技術，長時站立操作與已經接受之操作方法，有其必需。本書資料之順序，已經重行予以合理之排列，以適應講師，學生與個人便於使用本書。

本書專有一章，討論安全。關於安全，在機器工業中乃極關重要者，無論對初學者或具有經驗者，均極有益，以防止與降低學校與工業界之意外事故。在最近製造工業之發展中，當以帶鋸，表面精光及其度量，數字控制為首，作者深知此等新發展之重要，故特為每一標題作成一章。

作者對機器工具製造廠商供應各種圖說，技術資料，深為感激，蓋此等資料，對類似本書之技術性出版物極具價值故也。

作者對賓州杜勃林柯爾斯曼汽車公司 (Kollsman Motor Company , Dublin , Pennsylvania) 之衛特先生 (Mr. Whitey Wade) 對本書所作之建議與對新機器工具技術性之協助，深表感激。

本書應奉獻給安德遜女士 (Mem Anderson)，彼之打字技術遠超過在準備本書原稿時之耐心與諒解也。

安德遜及達德羅

James Anderson and Earl E. Tatro

譯者序

工廠學理一書，其原名爲 Shop Theory，乃一部新穎，實用之機器工具學，回憶第二次世界大戰之時，美國發展大量生產之方式，以迅速而準確之生產，方能贏得實戰上之全盤勝利。此種生產之達成，端賴機器工具之運用，及人才培植與訓練，本書即爲福特訓練學校之基本教材，今能譯出以供國人閱讀，實有幸也。

本書共分十九章，包括工廠安全，小工具，度量法，切削工具，車床，銑床，牛頭鉋床，鉋床，磨床，鋸床，熱處理，表面精光與數字控制之基本原理等。全書除磨床與磨輪兩章係以敘述方式詳爲討論外，其他各章均以問答方式，提綱挈領作充分之指示，此乃本書之特色。

表面精光與數字控制，乃是機器工業中比較最新的學問，本書也特別論討。前者乃詳述表面之精光度對成品之影響，與如何作精確之表面度量；後者乃應用電腦，如何能自動控制機器加工，惟因篇幅關係，只有作原則性之提示，此乃前人所未曾想及者。

本書之翻譯，文字上旨在溝通，敘述上只求達意，惟謬誤之處，尙祈海內外先進賢達賜予指正。本書譯稿承關昌揚兄謄正與校閱，特致謝意，是爲序。

徐 萬 椿 謹序

民國五十七年七月十日

工廠學理

目 錄

第一章	機器工廠之安全·····	1
第二章	小工具·····	31
第三章	度量法與規量法·····	81
第四章	鑽及鑽法·····	143
第五章	單尖切削工具·····	177
第六章	機力車床操作法·····	191
第七章	六角車床·····	261
第八章	斜度·····	285
第九章	螺紋製法·····	301
第十章	銑床操作法·····	337
第十一章	牛頭鉋床及其操作法·····	407
第十二章	鉋床與鉋法·····	437
第十三章	齒輪及齒輪製法·····	451
第十四章	磨輪及磨法·····	477
第十五章	磨床操作法·····	505
第十六章	熱處理及材料試驗·····	581
第十七章	表面精光及度量·····	611
第十八章	帶鋸·····	627
第十九章	數字控制之基本原理·····	661
附錄	·····	701
參攷資料	·····	734
漢英名詞對照表	·····	735

第一章

機器工廠之安全

1.1 安全工作者 (The Safe Worker)

在機器工廠中之一意外事故，可爲一痛苦之經驗。機器工廠中多數事故，均屬不小心之結果，肇事者在肇事之當時，即已知彼不應如此做，惟仍取巧耳。有時，因爲工作者之幸運，故而逃避了事故之發生。根據意外事故統計證明，工作者若欲取巧者，往往發生事故，其結果遭受痛苦，損失時間與金錢；破損工具與設備；損壞工作物。由於意外事故之發生，工作者除上述損失之外，亦可能成爲永久殘疾也。

培植一個有技能之機器師，需要相當之時間與經驗。一個有技術之機器師，甚少發生意外事故，彼知道不能在機器工作時間內取巧，也不能在動力移動中取巧。養成安全工作之習慣，有其基本法則。此等基本法則，必須徹底瞭解，直至成爲習慣爲止。每一種機器，對漫不經心而魯莽之操作者，均可給予安全上之災害。不過，一位仔細的操作者，即能迅速觀察出每一個可能之危險，立刻作成一種安全工作習慣之姿態，使能避免任何危險之操作實務。

一位有技能之機器師，彼之服式安全（見圖 1.1）。彼之穿著，無有被運動中之工作物或機器所抓住者。彼又對於飛屑，磨輪之小質點，極爲危險之鑽屑與切削工具，極爲注意防範，免傷眼睛，故彼一進工廠即戴上安全眼鏡，直至離開工廠爲止（見圖 1.2）。一有技術之機器師，承手尖銳之切削工具，極爲小心。彼保持其工作地點之周

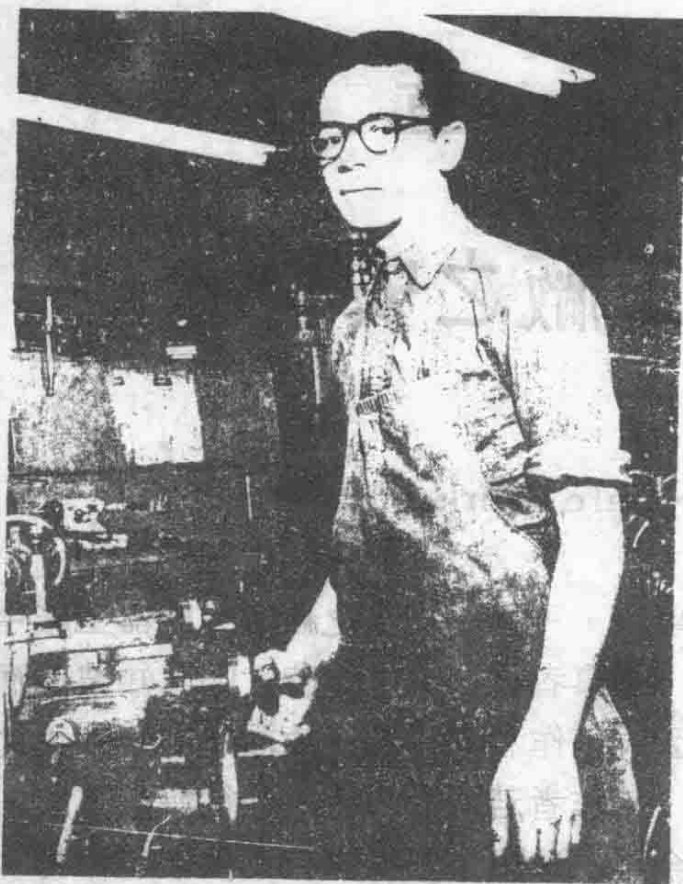


圖 1.1 穿著完好之工作者。

圍清淨無油，亦無堆置散亂短小物品。彼將粗鑄品及精車品分別疊置，整齊有序。而此等疊置物，則不致干涉機器之運轉者，蓋此種災害之發生，不僅限於該工作者本身之安全也。

當工作物或機器附件過份龐大或笨重，一人難以處置者，一位安全工作者必要求他人協助之，如圖 1.3 所示。一位有技術之機器師，可做甚多避免意外事故之動作。

一聰明之學生或藝徒，經常留心觀察有技術之機器師模範動作，當可得益非淺。在工廠中每一個工作者或每一個學生，經常注意其周圍之危險。彼等雖已得到有關工廠安全實務之警告與教導，但仍然不足以成爲一安全工作者。在機器工廠中每一個工作者，無論爲機器師，學生或助手，必須在其本身建立起避免意外事故重要性之戒心，由於可能發生災害之戒心而導致其安全。彼必須發展安全工作之技巧，彼必須轉變可能之危險，彼



圖 1.2 彼經常戴安全眼鏡，直至離開工廠爲止。

必須有能力以校正可導致意外事故與傷害之情況與習慣。

1.2 一般工廠安全 (General Shop Safety)

1. 一機器師之安全工作服裝為何？

彼必須除去領帶，手錶以及證明手鍊戒子等裝飾品。袖子宜捲起，以免危險。機器師應穿圍裙，工作服，或上下相連之工作服。圍裙之帶子應結於背後，膨大之廢棉紗頭不宜裝於口袋。

2. 何以一機器操作者穿著羊毛衫可發生危險？

因為製羊毛衫之毛線股乃長枝而不間斷者，萬一其中一股毛線為轉動中之軋頭或工作物所抓住，可將操作者拖入機器而發生危險。機器工具之指軸，無論在車床者或鑽床者，每秒鐘即有若干轉，故在機器停止之前，可以發生相當之危險。



圖 1.3 安全舉高笨重之附件

3. 在一機器工廠中，穿著帆布鞋有何不妥？

帆布鞋之上部，材料軟弱，對於硬物落下或絆及硬物，毫無抵抗（見圖 1.4）。橡皮鞋底，極易為鋼屑及尖銳之機器加工表面所刺穿（見圖 1.5）。堅固之安全鞋，在足趾尖上蓋有鋼殼，可以保證不致受傷。

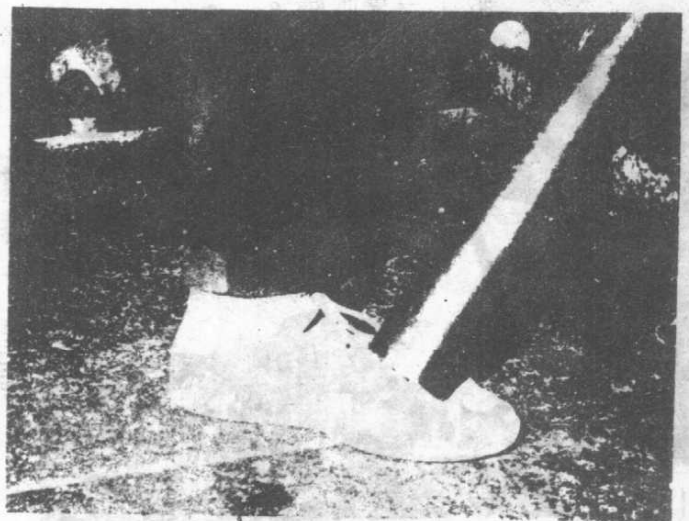


圖 1.4 軟頭鞋毫無保障。



圖 1.5 軟底鞋觸及尖銳物。

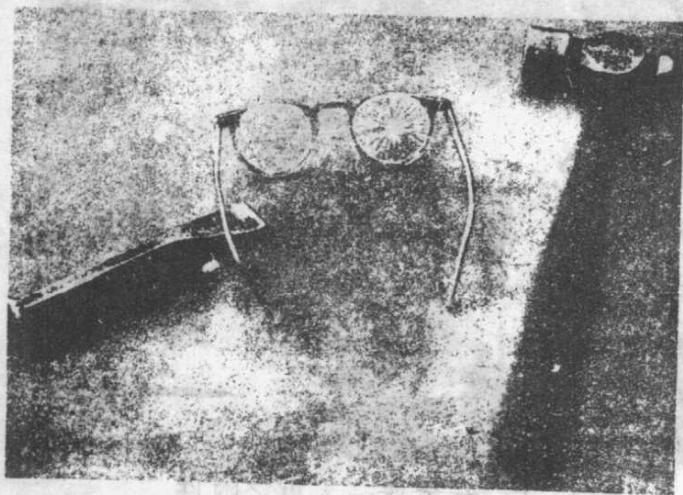


圖 1.6 工作者戴有安全眼鏡，因之救了一隻眼睛。

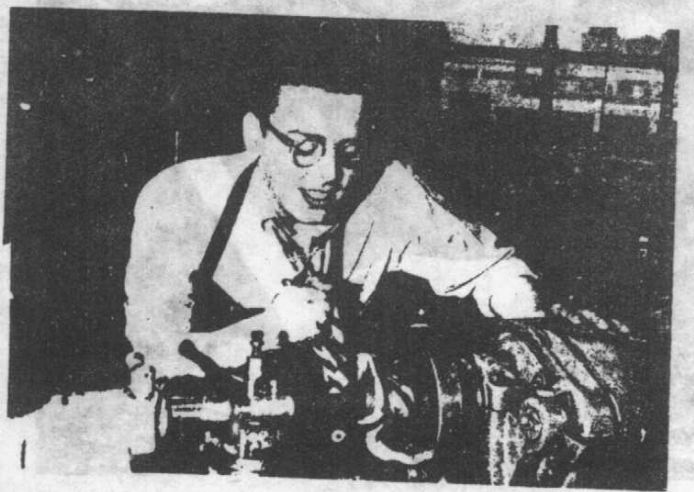


圖 1.7 一條飄飄之領帶，甚易為轉動之工作所纏住。

4. 在機器工廠中，何時戴手套方為正確？

當工作者欲移動鋼板時，或移動大型物件時，工作者應戴手套，特別在物料之邊尖銳者或凹凸不平者為甚。工作者在傾倒有害人體皮膚之液體時，及承手任何大小或形狀之金屬切屑時，均應戴手套為之。

5. 在機器工廠中工作之人，何以必須戴眼罩或安全眼鏡？

眼睛之傷害，可由於金屬抵抗切削，抵抗機器，或由鉗工作業之飛屑所導致者。此種飛屑不僅只傷及切削工具背後之人而已。此種飛屑可在工廠中任何方向飛舞者。故在工廠中，每一個人均應戴安全眼鏡，以資保護（見圖 1.6）。

6. 何以在機器上工作，或靠近機器工作，應將領帶除去比較安全？

一條領帶甚易自扣好之襯衫上取下。一飄飄之領帶甚易纏繞於機器之轉動部門

，此可導致傷害，見圖 1.7。

7. 長圍裙之帶子能導致安全之災害否？

當圍裙帶子鬆脫時，極易為轉動中之機器零件所抓住，如圖 1.8 所示。

8. 將衣裙捲起，或將裙口在手腕處扣好，是否比較安全？

將袖口捲起，則遠較袖口扣好為安全，蓋鈕扣可能由於鈕孔變大而脫出，或自動鬆脫故也。鈕扣脫出，則袖口極易為轉動之機器所纏住，則操作者之後果堪慮也。

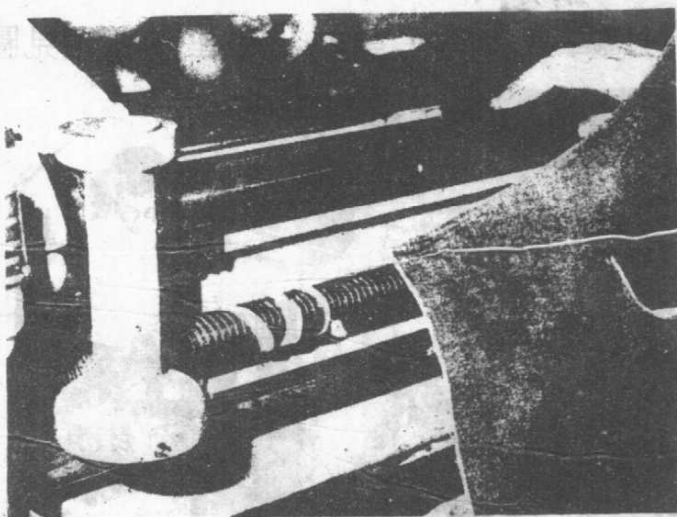


圖 1.8 長圍裙之帶子纏繞於機器。

9. 將重物舉起之安全方法為何？

當一工作物或機器附件過份沉重或過份笨重時，切勿企圖由你個人自己舉起。若個人能舉起者，首先應立腳穩固，兩腳大致以 8 吋至 12 吋分開，並取得優良之平衡。兩腳並應與所舉之物盡量接近，彎膝，蹲下，但應保持背部挺直。當讀者正欲舉高時，以讀者腿部之力將身體向上推起，見圖 1.9 使工作物靠近讀者之身體，直至具有正常而方便之執握

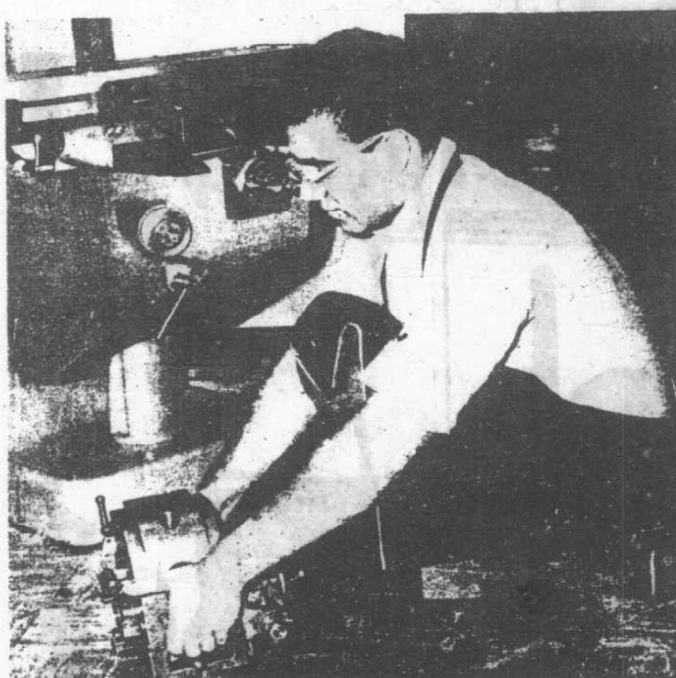


圖 1.9 重物安全舉起法。

位置。行走時應有堅定之步伐，不要將身體扭曲來變更方向，應以變更脚之位置以變更方向。行正常之呼吸，切勿摒氣。當有另一人協助舉物時，先將物取過，然後共同移動而舉起之。

10. 在工廠中，長枝鋼條應如何取法？

雖然將長枝材料載於肩上較為容易，如圖 1.10 所示，但此非安全之法。吾人常注視行進之方向，而忽略未有注視之後方。故長枝材料應垂直執握，蓋可全部注視也（見圖 1.11）。

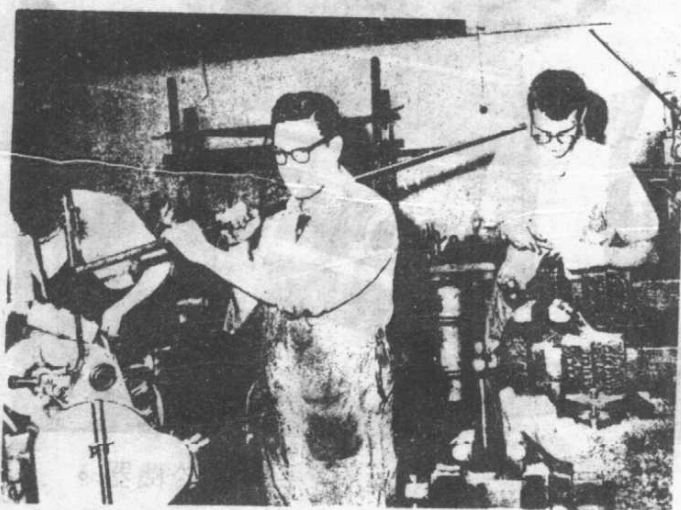


圖 1.10 不安全之取材料法。



圖 1.11 安全之取材料法。

11. 在工廠地面上，若留有小零件，何以有危險？

人們在工廠中行走，其雙目未必完全注視地面者，故可能人們踏上留於地面之小零件，如圖 1.12 所示，如此，可能導致跌倒而造成嚴重之傷害。若跌倒時觸及轉動中之機器，則情形即更嚴重矣。

12. 何時油脂可變為對安全之傷害？

當油脂滴落於工廠地面，而脚底迅速在油脂上經過，即可發生嚴重之意外事故（見圖 1.13）。滴於地面之任何油脂，應予擦去。各種軸承與油杯附近之多餘油脂，均應妥為清除。

13. 在機器工廠中，何謂優良之廠房管理（Good house-keeping）？

優良之廠房管理乃指清潔與整齊，任何物件，均井井有條。優良廠房之管理，可導致成爲一安全之工廠也。

14. 何種事物對工廠之安全有所貢獻者？

保持地面，通道，走廊，及機器與機器之間之清潔，清理小金屬片與清理機器附件是也。在工廠中，應備有足夠之廢物筒於適當之位置，以盛裝廢物，廢鐵，以及機器工廠內之垃圾。機器與機器間之過道，應以明確之畫線表示之。

每一工具，機器之零件，及機器附件，均應有一定之位置安放，用後必須回至原位，如圖 1.14 所示。

15. 在機器工作台上之切屑應如何除去之？

由於金屬切屑具有尖銳之切口，可以切破皮膚，故切屑切勿以手處理。此種切

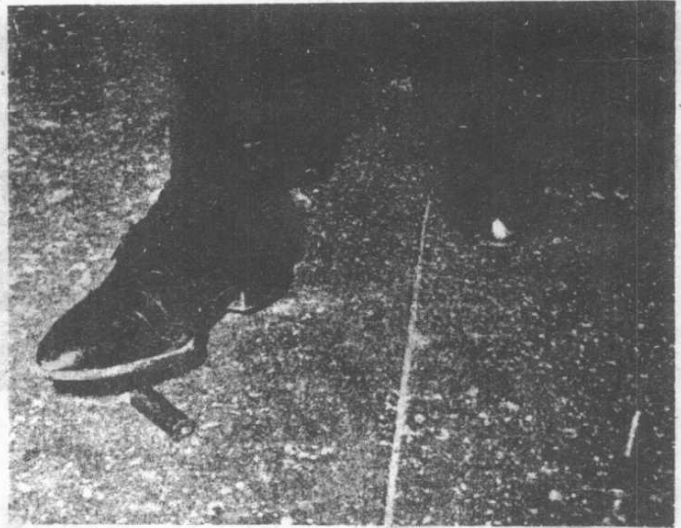


圖 1.12 留小零件於地面，乃屬有危險者。



圖 1.13 地面上留有油類，可導致跌倒。

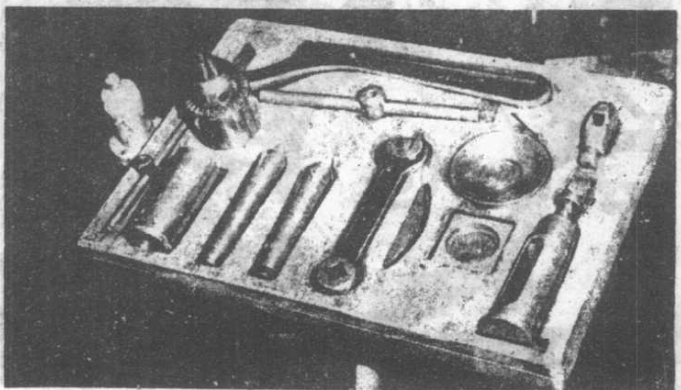


圖 1.14 每一工具，有其一定之位置。

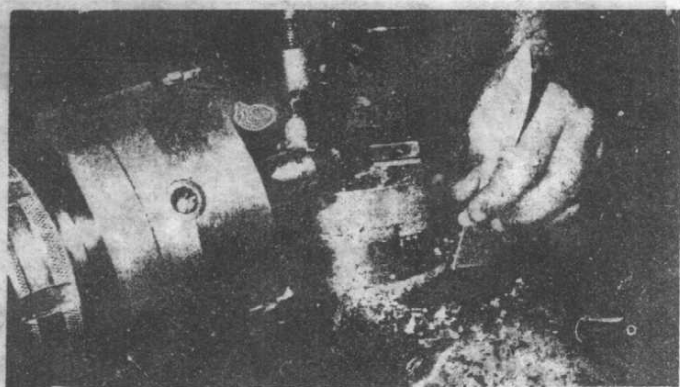


圖 1.15 以刷子將切屑除去。

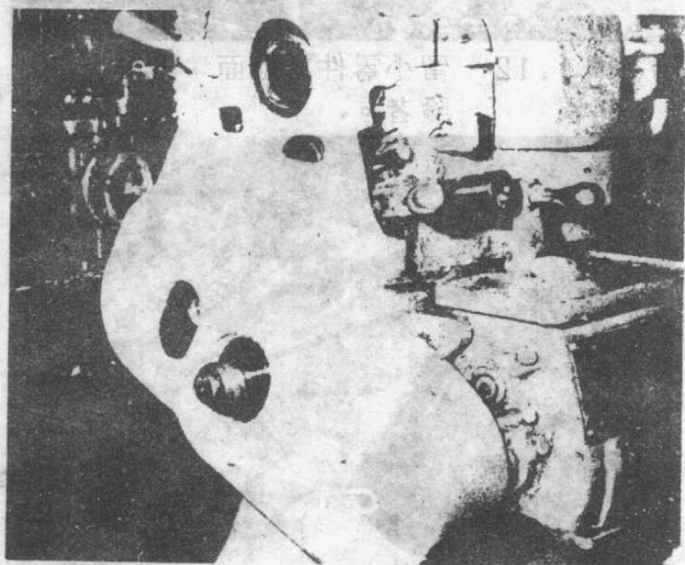


圖 1.16 一車床具有護罩於位。

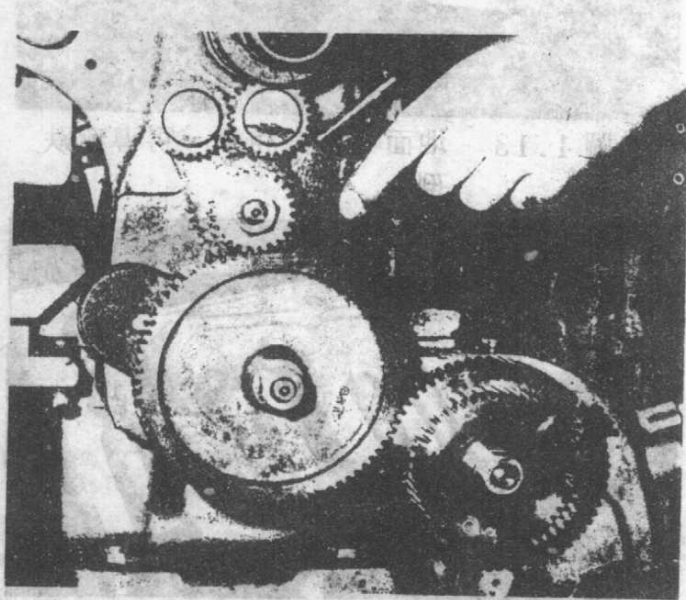


圖 1.17 齒輪無護罩者，可發生危險。

屑可以刷子定時刷去，以維持機器之清潔，如圖 1.15 所示。

16. 在機器上作修理之前，必先做何事？

先將輸送電流至機器馬達之保險絲除去，此必須在齒輪護罩除去之前行之（見圖 1.16），或在任何機器結構零件接觸之前行之（見圖 1.17），若干人由疏忽此一點安全實務，有人觸及開關，而致痛失幾個指頭也。

17. 何以機器之護罩除去時開動機器會發生危險？

機器在修理時將護罩除去者，或機器師在變更操作時將護罩除去者，在將動力接上之前，此項護罩必須予以回復安裝。機器在未安裝護罩而操作時，不獨對操作者可發生危險，對其他工作者經過而觸及齒輪，亦能發生危險。在護罩未安裝妥當之前，切勿操作機器。