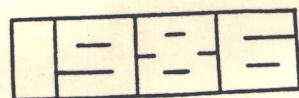


台港及海外中文报刊资料专辑



# 工业技术

第 2 辑



书目文献出版社

工 业 技 术 (2)

——台港及海外中文报刊资料专辑 (1986)

北京图书馆文献信息服务中心剪辑

---

书目文献出版社出版

(北京市文津街七号)

国防科工委印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

---

787×1092毫米 1/16开本 5 印张 128 千字  
1987年3月北京第1版 1987年3月北京第1次印刷

印数1—2,000 册

统一书号: 15201·17 定价: 1.30 元

〔内部发行〕

## 出版说明

由于我国“四化”建设和祖国统一事业的发展,广大科学研究人员,文化、教育工作者以及党、政有关领导机关,需要更多地了解台湾省、港澳地区的现状和学术动态。为此,本中心编辑《台港及海外中文报刊资料专辑》,委托书目文献出版社出版。

本专辑所收的资料,系按专题选编,照原报刊版面影印。对原报刊文章的内容和词句,一般不作改动(如有改动,当予注明),仅于每期编有目次,俾读者开卷即可明了本期所收的文章,以资查阅;必要时附“编后记”,对有关问题作必要的说明。

选材以是否具有学术研究和资料情报价值为标准。对于某些出于反动政治宣传目的,蓄意捏造、歪曲或进行人身攻击性的文章,以及渲染淫秽行为的文艺作品,概不收录。但由于社会制度和意识形态不同,有些作者所持的立场、观点、见解不免与我们迥异,甚至对立,或者出现某些带有诬蔑性的词句等等,对此,我们不急于置评,相信读者会予注意,能够鉴别。至于一些文中所言一九四九年以后之“我国”、“中华民国”、“中央”之类的文字,一望可知是指台湾省、国民党中央而言,不再一一注明,敬希读者阅读时注意。

为了统一装订规格,本专辑一律采取竖排版形式装订,对横排版亦按此形式处理,即封面倒装。

本专辑的编印,旨在为研究工作提供参考,限于内部发行。请各订阅单位和个人妥善保管,慎勿丢失。

北京图书馆文献信息服务中心

# 目 次

## 综 述

|                 |            |    |
|-----------------|------------|----|
| 自动化工具机研究发展方案之规划 | 行政院国家科学委员会 | 1  |
| 七十三年台湾矿冶工业之进展   |            | 10 |
| 中、日、韩硫酸工业简介     | 许振邦        | 80 |

## 铸造技术

|                      |         |    |
|----------------------|---------|----|
| 铸物的现况与未来             | 杨荣显译    | 28 |
| 长薄铝铸件的最新铸造技术         | 郭永圣     | 35 |
| 简介水平式连续铸造机生产铜基合金片之方法 | 张万堂 周盛商 | 38 |

## 焊接技术

|                       |         |    |
|-----------------------|---------|----|
| 高强度低合金钢的焊接组织与韧性       | 李至隆     | 44 |
| 熔接方法对低碳钢板显微组织及硬度分布之影响 | 王文樑 刘文海 | 51 |

## 机械工业

|             |      |    |
|-------------|------|----|
| 台湾的金属模具工业   | 吕维成译 | 64 |
| 转动轴振动问题防止实例 | 洪荣哲译 | 69 |
| 各尽其用的火警探测器  |      | 78 |

# 自動化工具機研究發展方案之規劃

行政院國家科學委員會

## 摘 要

本報告就工具機技術方面應進行之研究進行規劃。經過對廠商需求之調查，並經數次研討，綜合業者、機械工業研究所、及學校有關人員之意見提出國科會應支持之中程研究方向。

工具機技術由技術之觀點分為力學、精密度與控制三方面，就中程計畫宜三者並重。主要能與機械工業研究所及業者之中長程發展配合；而長程計畫仍以支持工具機力學之基本研究為宜。

本報告提出中程之研究題目及優先次序；同時，建議長程之研究方向供參考。

## 一、前 言

在生產自動化中，工具機乃是所有設備之基本。工具機之精密與否直接引自產品之好壞。因此，工具機之全力發展乃為厚植機械工業根基必經之途。

由各項調查資料顯示，我國工具機工業在過去十年中由於外銷之快速成長，使業界得以發展，而工具機亦漸漸成為我國重要之外銷產品。然而國內製造之工具機絕大部分均為抄襲國外產品，且品質不如國外者。近日常，政府及業者均十分重視工具機之設計及開發，政府並將工具機列為策略性工業產品。惟工具機之設計人才非常缺乏，且在學校中亦少工具機之課程，而從事工具機之研究更是缺如。

國內工具機之發展，由於受市場所限制，雖然業者均極端重視，也明確瞭解該努力

的方向，但由於人才、市場規模等各方面之種種限制，而始終難以做技術上的突破。

由於以往國內在自動化工具機方面，在有限之人力、財力下，又不能密切配合工業界需求之緩急，做最適當之研究，因而此計畫乃根據工業界之需求及各學術研究機構之現況，進行工具機研究之規劃，期於最短之時間，最少之經費下，能對工業界做有效之學術支援。

## 二、規劃經過

### 1. 介 紹

為了瞭解工具機業者之困難與需求，首先針對中華民國精密機械發展協會之十四家廠商進行訪問調查。於調查結束後即進行規劃工作，召集有關業者，金屬中心、工技院機械所及學者進行座談會，共計三十一人次。分就工具機控制，工具機力學及工具機精

附註：本會委託慶齡工業中心主任呂秀雄博士，臺大廖運炫博士及技術學院林陽泰博士等三位進行工具機研究之規劃工作。

度三方面進行規劃。規劃方式係參考國科會於民國69年舉辦之工具機建教合作研究案、美國空軍委託 Livermore Lab 之工具機技術調查。工技院機械所之中程發展，以及其他相關資料，配合業者需求，綜合而成。

## 2. 調查工作的結果

由於國內工具機廠商為數甚多。本調查工作以72年成立之中華民國精密機械發展協會之成員為主，共計十國家。調查方式係於派專人前往工廠實地調查，調查工作係於72年4月18日至22日進行。其結果經歸納如下述：

(1)數值控制：非機械廠研究項目，多採用日本富士通（FANUC）控制器。國內業者的產品品質不穩定，服務網狹小，銷至國外出毛病時修護困難，不若富士通的修護遍及世界各地。

(2)驅動元件：非工具機廠研究製造，多與控制器配合購入。

(3)系統設計：目前之機器多抄襲國外機器，在系統設計方面的研究幾乎沒有，最多只是在機器製造完工後作些簡單的試驗；以往買者購買國內機器多以買廉價加工或實習用機器的心態，只要能用即可，在壽命及精確度等其他方面的要求不高，因此在系統設計方面也就沒有必要花錢作深入研究。

這方面的人才欠缺，且不穩定，作出之結果不够實際，往往僅止於理論分析，無法作實質改進。

廠家多無此方面之經驗，不知如何着手。

(4)零配件：軸承、齒輪等屬專業工廠製造生產，因此多自外購入，不作此方面的研究。小部分簡單的齒輪可自製，國內主要製造。

齒輪為自製，技術上大都沒什麼問題

。

螺桿除滾珠螺桿須大都自國外進口外，一般螺桿在國內製造皆無困難。其他機械零件也無多大困難。

(5)基本技術：材料品質不穩定，無法詳細檢驗，主要以信用為主。

熱處理技術未達理想，往往無法達到要求的規格，影響產品的壽命及精度。

## 3. 研討結果

經過數次座談後，將工具機技術分成三大類：(一)工具機精度，控制及力學。以學術研究而言，以工具機力學較為重要，而以業者需求而言，則以工具機控制為最需要，工具機精度次之。因此，規劃時考慮各方面之需要，中程規劃乃以三者並重。並且配合機械所之工具機中程發展，進行規劃上游之研究重點。而長期之目標則偏重於基礎之工具機力學研究。

## 三、目前國際及國內之發展狀況與趨勢

工具機的研究範圍基本上可分為三方面

(一)工具機精密度：此一研究領域，大體上包括工具機精密度之鑑證技術、加工精密度之提高技術以及檢校工具之研究等。

(二)力學方面：包括主軸及進給驅動單元，結構設計與分析，壽命、可靠性、安全性、噪音等研究，電腦輔助設計，使用不同材料（如複合材料）對工具機結構之影響，切削刀具之研究等。

(三)控制方面：包括數值控制控制器，驅動系統，輸入單元，診斷系統，適應控制，工具情況監督系統，檢出器之發展等。

本章對目前國內外對於此三方面之研究與進行狀況做一大略之描述，並從中建議未來發展之方向。

## (一)精度方面之發展狀況與趨勢

### 1. 準靜態誤差方面

在這方面的最重要問題為如何定量的估計一工具機的精度。目前存在著切削、幾何與標準測試件等三種基本測試方法。切削測試為將工具機使用者之試片加以切削，檢驗其精度是否可以接受。幾何測試為檢驗工具機主要運動部分之平直度、垂直度等，這種測試無法瞭解工具機在真正切削時之精度。第三種檢驗方法為先製作出標準的測試件（如平直度、真圓度等），將之擺在工具機加工的各個工作位置，其夾持與對準就像真正之工件，如此可以測知工具機在切削時之精度。標準測試件之檢驗方法為前兩者之折衷，因此，為目前於準靜態誤差量測發展之趨勢。國內在這方面僅做幾何與切削檢驗。

為了要能適當的評估工具機的誤差，必然會牽涉到很多量測之變數與大量的數據，因此在測試與數據分析時會相當費時，所以需要發展自動測試與數據處理的方法。

前述之標準測試件檢驗工具機精度之方法並不包括工件負荷所引起之結構變形對精度之影響，因此這方面的探討是必要的。另外，對熱應變產生的誤差，至今尚無標準的檢驗方法與規格。由於加工時負荷、進刀率及切削次序之不同會引起不同熱負荷，為了使前述之檢驗方法可信，吾人必需要對熱變形之主要變數有更深之瞭解，以發展出一較好與有意義的檢驗方法與規格。

### 2. 動態誤差方面

動態誤差主要是由主軸誤差運動以及工具機機構上由於軸運動與自發或強迫振動所引起之誤差。這些誤差對工具機之精度有鉅大的影響。因為主軸之誤差運動多為非重覆者，如振動、軸承之油膜不穩定；而量測到工件之真圓度多為重覆性者，所以不可以工

件之真圓度當成主軸之誤差運動。欲檢驗主軸之誤差運動可以將標準測試件裝在夾頭上可調整之支撐，配合一裝在刀具支撐之量規。量到之信號在機械式的記錄器上以極座標繪出，即表示主軸之瞬時角位置。這種接觸式量規以及機械式的記錄器，因為動態之反應不夠迅速，故只適合於做低速之真圓度量測，在高速度下應發展非接觸式之量規，並於示波器中顯示。由於用標準測試球或是真圓度量測儀尚包括其它問題（如裝設位置、標準測試球之偏心等），因此應該探討用多探針之方法量測主軸誤差運動與工件真圓度之可能性。

在示波器上評估主軸運動之軌跡今人非常厭煩，非常浪費時間，也不見得準確，而且也需要以人為的方式來補償標準測試球之偏心，這些缺點可以經由線上數字計算機之處理而減少，欲達到此目的，需要發展於微計算機上適用之軟體，計算出所有之誤差運動、劃出主軸誤差運動之軌跡與參考圓，並做線上標準測試球之補償。

機構上由於軸運動與自發或強迫振動所引起之誤差，可以經由驅動控制與結構改進與減少振動來改進。內容將敘述於後面之章節。

### 3. 工件及工具誤差方面

工件的夾持對精度有很大的影響，不良之夾持會導致工件之扭曲。目前對大工件及高精密度零件的夾持問題仍然存在。由於自動化之需求，有必要發展良好的自動工件夾持方法。另外，刀具設定的位置對工件精度亦有很大的影響，目前刀具仍多採預先設定的方式，這種方法非常費時。工具機上加上刀具設定站，利用光學電子或者雷射方法來輔助刀具位置之設定是目前發展之趨勢。

刀具磨損是另一影響工件精度的因素。目前對刀具磨損之機構尚未完全瞭解，也缺

乏偵測之量規，因此需要探討刀具為何發生磨損，以及工件或刀具中合金元素對刀具磨損之影響。刀具磨耗之偵測規之發展為必要的。

在研磨時，大部分之熱傳到工件而非隨着切屑去掉，所以熱效應是工件無法達到要求之表面精度之最大原因。

目前已進行很多避免熱效應之探討。除此之外，為了改進表面精密度，尚需進行研磨過程之化學（如大氣壓力扮演之角色，切削液之作用等），各種砂輪準備方式得到之砂輪表面輪廓，以及砂輪顆粒之形式與性質適合切削何種材料之研究。

#### 4. 誤差之減低

誤差減低之策略可以分成兩種，一為誤差的防止，也就是設計並儘可能製造出精密的工具機，如果這種方式不能達到要求之精度，則採用誤差補償的方法。前一種方式在增進結構之剛性方面已有很多之研究。但是如前所述，尚需探討不易受熱影響之結構設計。第二種方式又分為預先校正誤差補償與主動誤差補償兩種方式。其中預先校正補償適合於重覆出現誤差之補償，其方法為將工具機或者工件之誤差以機械方式儲存硬體補償，或者儲存於計算機之記憶器中軟體補償。切削同樣之工件時，則可以補償來減少誤差。硬體補償花費較多，軟體補償之誤差圖（Error Map）能減少多種誤差；可是誤差之量測大多是費時與費力。自動量測工件誤差之方法雖然存在，其量規尚未普遍。主動補償方式為在加工進行中量取誤差，並於線上加以補償。因此可以將加工時不會重覆之振動，刀具磨耗等引起之誤差包含在內，所以為發展之方向。可是主動補償系統較為昂貴，也缺乏適當之量規。國內在誤差補償方面甚少應用，所以應該朝主動誤差補償之量規補償方面發展。

#### 5. 工件的量測

標準的量規是目前量測工件的最普遍方法，這種方法需要具備很多量規，需要時常檢驗其精確度，僅能做一度空間之量測，而且只提供工件是否合乎要求，無法瞭解產品的品質程度，因此三度空間座標量測儀（三次元）有取代簡單之量規的趨勢。用三次元量測工件之尺寸與精度是一相當耗時之工作，所以電腦化的座標量測儀為將來發展之方向。利用CNC量測機器量測很多相同型式的成品，為了減少撰寫程式的時間，機器需要具備有自己學習能力的軟體，此亦是發展的趨勢。另外，表面的物理性質對磨損速率與塑性變形有重大的影響，但是尚需更多的實驗來探討其間之關係，亦需發展非接觸式的表面量測儀。

#### (二) 力學方面

##### 1. 主軸與驅動

用高速高負荷與高功率切削可以增進切削量減少加工所需之時間。在刀具方面目前應用陶瓷刀具及改進之碳化鎢刀具不成問題。在主軸方面，高速、高負荷與高功率引發之熱與高溫將會嚴重的影響到軸承之預負荷與油膜。目前使用之錐型滾筒，適合於軸承直徑（mm）與轉速（rpm）乘積（dn）小於5,000,000之情況，斜角軸承適合於dn小於800,000之情況，而徑向軸承適合於dn小於1,000,000之情況，因此當dn超過這些值時，必須發展新的軸承與潤滑系統。液靜壓軸承存在着較少的熱效應問題，但是其系統較為複雜，高速時也會損失相當多的能量。氣靜壓軸承無法承受較大之負荷，更甚的，過度負荷的忍受能力很小。國內目前僅只應用到低速切削，在液靜壓軸承方面已有少量之研究。針對高速、高負荷、高功率下切削所引起軸承之問題，必須要研究各種軸承之



潤滑與油封問題，並利用電腦輔助設計液靜壓軸承。

在高速時驅動馬達會有一限制（如於 30,000rpm 下，20HP 為 AC 馬達之極限）。要超過此極限必須探討新的電動馬達技術或是用新型的如 turbine 驅動方式。

## 2. 工具機之結構

目前對工具機結構之靜態與動態特性都已作了相當多的研究，也已相當瞭解，設計上仍未達最佳化。由於對接點部分，軌道與軸承之性質瞭解得不够，因此尚無法以合成法設計工具機。國內目前只是起步階段，而且研究結果也未應用於實際之設計，應朝着工具機動態鑑定方法、結構識別與各個組成元件合成法方向研究。另外，亦應研究有限元素於工具機結構設計之應用，以及利用振態分析探討結構改變對工具機結構穩定性的影響。

## 3. 電腦輔助設計

1 與 2 節之發展趨勢脫離不了電腦，然而電腦輔助工具機設計尚未臻成熟，目前僅發展出少許之應用軟體。應該發展之軟體包括：利用有限元素法尋求結構之靜態剛性、滑動件重量對於工件精度的影響、切削力對於工件精度的影響、工具機動態模式與穩定性分析、阻尼器最佳化設計、各個組件設計及工具機之合成等。

## 4. 工具機結構之材料

已往結構之材料不外是鑄鐵、鑄鋼、或是鋼板（以焊接法製造結構時之材料），由於需要尋求較強，較輕與價錢較為便宜之結構，目前已有採用混凝土、花崗岩以及複合材料作為機器結構之材料，不過，價錢仍然相當昂貴。國內尚無這方面之應用，應該探討這些材料做為工具機結構時之強度，熱性質、阻尼效果、穩定性等性質。

## 5. 切削刀具

刀具的材料一般可以分為碳鋼、高速鋼、非鐵鑄造合金、碳化鎢、陶瓷與金鋼石等類，其中用得最多者為高速鋼與碳化鎢刀具。碳化鎢強度高，韌性好，但以碳化鎢刀具切削鋼鐵材料時切削易黏到刀具表面，造成凹痕磨耗。為增加切削時之潤滑以減少凹痕磨耗而又保持其原有優良之特性，目前多使用鍍層碳化鎢刀具。陶瓷刀具之熱傳導性低，切削時磨擦較小，故可以進行超高速切削，但其質很脆，無法在有衝擊之狀態下使用。金鋼石刀具一般在切削軟金屬或非金屬時用，亦常用於高速精車，唯其價錢較貴。近年來 CBN 刀具亦被製造出來。雖然其性質比其它刀具材料均好，唯價錢昂貴，因此尚未普遍使用。鍍層碳化鎢尚會被繼續使用，應該探討於何種切削情況下可以用來切削超合金（如 INCONEL 等），同時研究其磨耗情形。超高速工具機的發展將會使得陶瓷刀具的使用比例增加，所以應該探討增加刀具強度的方法。目前國內外機械零件製造的趨向為一次精密加工，也就是說一次加工即完成成品，不需要分粗車再精車。欲達成此目的，需要用高速金鋼石刀具。另外，欲加工出鏡面（Mirror Surface）之成品亦需用到金鋼石刀具，因此這種刀具在未來將會非常重要。

由於自動化工具機的發展，切削處理的重要性將相形增加。斷屑器的設計已有多年的歷史，但是有效自動除屑切削刀具尚未被發展出來。應該探討切削的塑性流動，切屑緣的生成機構，以及刀具的幾何形狀，從而設計適合於自動化工具機去屑的刀具。

刀具的範圍廣闊，鑽頭方面，由實驗證明，多面鑽頭（Multifacet drill）能減少扭矩切削力，增加刀具壽命。國外已有微處理機控制磨鑽頭裝置之研究，國內之機械研究所亦有此方面的研究。徑向鑽頭（Radial

drill) 是另一性質良好的鑽頭，但此種鑽頭與研磨機價錢昂貴，應該先探討其數學模式。非等距刀具是刀具發展的另一領域，非等距鐵刀在國內外均有相當多的研究，唯其使用並未普遍，尚可將此種設計應用到鉸刀、鋸片等刀具。

### (三) 工具機控制

近年來由於電子工業急速發展，導致數值控制工具機之功能增加很多。因此控制器之發展趨向電腦化數值控制。再者，由於工廠自動化之推行，控制器有許多均能與電腦連接。而控制資料之產生更是電腦化，配合上電腦繪圖技術之發展，電腦與數值控制之配合更見密切。

國內數值控制器之發展起步甚晚，自行發展之控制器仍只限於銑床等較簡易之型式。而數值控制輸入資料產生有關之軟體發展仍然很少。甚至有關電腦輔助工作程式之使用亦不多見。茲就數值控制有關各項分述如下：

#### 1. 數值控制器

目前之控制器已非常之成熟，均以電腦數值控制之形態出現。國內之發展，目前僅有簡單之 CNC 控制器。

目前在國際上控制器之設計有兩種發展趨勢，一為趨向更大之記憶、多功能、多微處理機的控制器；另一為發展便宜而簡單的控制器，易於程式設計，並易於操作及維護。前者可能包含了程式編輯、機器診斷、適應控制、工作量測等等功能。

由於電腦輔助製造觀念之發展，控制結構層次化之觀念已被採用於控制器之設計中。不只單一之工具機可以被控制，甚至於可以與其他網路連接，如電腦輔助設計、工作程式、製程規劃等。

由於電腦系統之發展，使得在生產控

制中所需之網路及資料處理要求得以滿足。因而直接數值控制 (Direct Numerical Control, DNC) 系統用以控制數部工具機之情形已出現。由此而引出一些與電腦介面的問題，及通訊協定標準化問題。

國內之數值控制器之發展尚屬在起步階段，對於上述之發展趨勢，應特別注意，並培養有關人才及技術，以適應將來生產自動化之需要。

#### 2. 輸入媒體

人與數值控制工作機之介面問題，雖很久即已有各種高階語言程式供人使用，但是更有效率之方法仍然是需要的。因而，此處之問題在於電腦輔助工作程式系統之發展與選用。

目前在國際上存有約四十種之工作程式語言。這些語言大體可分為兩類：一為語言之功能僅限於某特殊之工具機；而一為通用之系統。目前最被廣泛使用且為最老之語言為 APT (Automatically Programmed Tool)，即為一通用之系統。由於此一程式功能很強，程式極為複雜，故需大型計算機。

由於大型計算機並非一般廠商所能使用，因而有了一些別種較簡單之語言，或以 APT 為基礎而較簡單之程式，可在較小之小型計算機使用。其中最有名之一為 COMPACT II。

在國內除了中山科學院及學校有 APT 程式外，工業界以 FAPT 及 COMPACT II 最為廣泛使用。國內尚無類似之系統在工業界使用，僅在學校單位有初步之研究。

目前有些程式語言已有交談式電腦繪圖能力，具有二維之能力，同時可進行刀具運動之模擬檢核。三維幾何模式之應用目前仍在發展中。

上述之通用系統中，為了產生數值控制工具機所需之控制數據，系統需一後處理程

式 (Postprocessor) 。此程式係就不同之工具機之不同功能而產生該數值控制工具機所能接受之控制碼。因而 -NC 控制器與工具機之組合，即需一後處理程式。目前已有 -NC 控制器中，就包含了此一程式。因而可以以 APT 之輸出，為 NC 之輸入，亦即以刀具中心線數據 (Center Line data, CL data) 為 NC 工具機之輸入。

就將來之發展而言，工件程式系統勢必與 CAD 等系統相連接；而交談式電腦繪圖技術之使用將更為廣泛，語音輸入方式亦將被考慮，數值控制輸入碼之互換性亦需注意。就國內之需求而言，中文之輸出輸入亦將是很重要。

### 3. 驅動系統

目前最常使用之驅動馬達為交流馬達、直流馬達、油壓馬達、步動馬達。就主軸之驅動而言，主要為交流馬達及直流馬達最為廣泛使用。由於在 NC 上之使用，故無段變速及精密速度控制是需要的。目前直流主軸伺服系統已很成熟且廣泛地使用。而交流主軸伺服亦漸漸地被使用。國內在此方面之技術並未成熟。

至於定位拾用驅動單元，目前以直流伺服之使用最為廣泛。步動馬達因為屬於開路式之控制，則常見於較低成本之 NC 工具機。油壓伺服在重型工具機才見到使用。上述各伺服單元之技術已很成熟。倒是工具機之各種機械特性之難以控制，常造成定位系統之誤差。至於交流伺服之應用於定位系統則較少見。惟由於交流馬達之維護需要性很少，故交流伺服之應用將為重要之趨勢。

由於上述之各種驅動方式均需要螺桿、螺帽、齒輪等機械元件來使旋轉運動轉為直線運動。這些元件即為造成定位精度難以控制之因素，因而線性馬達之發展及應用將為未來之趨勢，在高精密之加工上將很需要。

就國內之發展而言，伺服馬達尚未有發展，而驅動單元亦僅有步動馬達之控制器較為成熟。直流伺服才正在機械工業研究所發展中，而交流伺服之發展在學校方面才在起步中。油壓伺服在 NC 工具機上之應用尚未開始。而各類 NC 工具機用主軸伺服亦尚未見發展。

### 4. 適應控制 (Adaptive Control, AC)

適應控制可分為兩類，一為拘束 (Constraint) 型，一為最適化 (Optimisation) 型。前者之一些控制參數，是有限制的，如馬力或力矩之限制。而後者之控制在於變化參數使達最佳之效果，如最少時間或最低成本等。

適應控制在工具機之應用研究，已接近二十年，亦有一些在生產線上使用，惟大都是拘束型之適應控制，而非最適化型態。

在此方面之基本研究以德國為最多，日本也有一些，而美國則較少。在國內則在學校中才開始有一些研究。

適應控制之未能迅速廣泛應用，乃在於基本切削過程，刀具之磨損、工具機系統之瞭解尚不夠，再加上影響之因素過多，因而使得電腦模擬困難。另外，對於其經濟性亦有存疑。對於將來之研究或發展方向，目前尚不清楚。

在目前適應控制之應用方面以磨床為最多，主要以平面磨床與外圓磨床為應用對象。在內圓磨床之應用則尚在發展中。其他方面之應用則較少。在國內之工業界，僅有極少數之磨床有適應控制之能力。

### 5. 診斷系統

此部份為所謂功能失效 (Malfunction) 分析之一部份。功能失效一般包含失效之預測、檢出、診斷以及修護。過去二十年來，在工具機及控制系統上之診斷，主要在檢出、診斷及修護。而對於預測之研究發展及應

用均很少。後者在將來之發展有其需要性。正如在適應控制之情形，爲了此方面之發展，下面幾點之改進，是很重要的：

- 系統特性之模擬及瞭解
- 切削過程之瞭解
- 信號與干涉雜訊之辨認
- 監督系統可靠性之提高
- 監督系統學習能力之加強
- 檢出器之發展

在上述各點中，以刀具狀況監督系統及檢出器之發展更爲重要。目前刀具狀況監督系統已在工業界上使用，但對於即時之偵測技術方面，尚未很成熟。而對於刀具磨耗之量測，目前尚無滿意之方法。而刀具斷裂之檢出器雖正在工廠內使用，但仍有許多待改進之處，尤其對於斷裂之預測，更需要一些基本研究。

檢出器方面，基本上以量測負荷，工件尺寸、表面粗糙度、刀具磨耗、噪音、振動爲主。就目前之發展而言，一般仍未有滿意之檢出器，有的過於複雜，或過於脆弱。在將來之發展，將趨向遙測技術，即非接觸性檢出器之發展。

在國內之發展，均在起步階段，目前進行中之研究，以刀具之斷裂以及磨耗、應用雷射量測工件尺寸及表面粗糙度爲主。

#### 四、建議之中程研究題目及優先次序

##### (一)工具機精度

1. 刀具磨耗偵測器之發展。
2. 研磨所產生之表面滑度之研究。
3. 刀具磨耗產生機構之研究。
4. 構結變形對工件精度的影響（工件負荷效應）。
5. 低熱感度的結構設計。
6. 雷射在工具機精度自動測試上的應用

7. 非接觸式量規之改進（調查）。

8. 各種誤差的主動補償（Active Compensation）。

9. 加工過程中之即時量測技術（統計的後期處理及更快的處理循環時間）。

10. 主軸誤差及工件真圓度的量測方法。

11. 主軸誤差分析之微電腦軟體。

12. 量測工具機誤差的新技術（檢出器之發展）。

13. 自動加工中之精密夾具技術。

14. 檢校工具之研究發展——資料收集及規劃。

##### (二)力學方面

1. 工具機結構的辨認及模式的建立。

2. 有限元素法的應用於切削工具機及型成工具機結構。

3. 由實驗之模式分析法爲基礎，做設計的變更時對安定性的影響。

4. 各種軸承的磨潤分析。

5. 易排除切屑之刀具設計。

6. 高表面精度用之切削刀具。

7. 非均勻間距刀具之技術發展。

8. 發展設計規範（需要廣泛的資料綜覽）。

9. 發展各種軟體（例如靜態剛性的模式、構件的設計等）。

10. 靜壓軸承系統的電腦輔助設計。

11. 主軸之交流伺服。

12. 超高速（大於60,000 rpm）之空氣靜壓軸承。

13. 接點軌道和軸承的模式。

14. 刀具磨耗發生機構之研究。

15. 複合材料在工具機結構上的應用。

##### (三)控制方面

1. 直接數值控制 (DNC) 系統之發展。
2. 對電腦的介面：NC 與電腦之連線使用。
3. 在工具機外之數值控制輸入資料之檢核技術發展。
4. 交談之圖形處理技術之應用。
5. 發展以刀具中心線數據為數值控制機器輸入的技術。
6. 三維座標幾何模型之應用。
7. 直流伺服系統之發展。
8. 交流伺服系統之發展。
9. 主軸伺服系統之發展。
10. 刀具斷裂及磨耗的偵測技術。
11. 適應控制在磨床與車床上之應用。
12. 考慮工具機各項特性之伺服系統模擬。
13. NC 控制器功能之加強，如誤差補償、適應控制之使用。
14. 工件尺寸及表面粗糙度量測用非接觸式量規之發展。
15. 研究系統中非線性特性之處理方法。
16. 刀具破壞預測技術之研究。
17. 研究刀具狀況與各物理變數間之關係。
18. Resolver 在定位系統中之應用。
19. 從噪音環境中抽取物理變數之技術。
20. 中文輸出輸入之應用於數值控制機器。

## 五、長程之研究方向

就工具機力學、控制及精度三方面長程

之研究而言，仍以工具機本身及切削過程之基本特性瞭解為最重要。在工具機之控制而言，適應控制為目前以及將來均值得研究的方向。而在工具機精度而言，精密量測技術之發展無疑將極為重要。因此，根據上述歸納出國科會在長程研究方面應支持下列各項之研究：

1. 切削過程之研究。
2. 滑道、軸承及接點 (Joints) 之特性及模式。
2. 各式軸承之磨潤分析。
4. 適應控制技術之發展。
5. 檢校工具 (Metrology) 之發展。

在上述五項之研究領域，無疑地在實驗之研究方面會佔很大的部份。

## 六、結 論

前面所提工具機中程發展研究領域共有三大主題，49子題；目前國內之研究專題偏重於 CAD/CAM，然而要達到真正完整之電腦輔助生產，其機具之主配件皆應達到相當之精確度，因之在有限之人才及經費下，作有系統之規劃訂出重點專題，建議各校研究人員，對相關專題提出計畫，並希能建立分工合作之體系，促成校、系際間之溝通，如此不但不影響個人研究自主，同時能發自動化人才培育及技術整合之效益。

由本會支助之研究有成果時，應洽政府主管機關，研究機構或工廠，以合作方式進一步進行實體之試驗研究，以加速推廣自動生產之成效。

# 七十三年台灣鑛冶

民國七十三年臺灣鑛冶工業在國內外經濟景氣逐漸復甦中，(一)鑛(二)基本金屬業則為正成長 12.02%，(三)其他非鐵金屬基本工業成長率成 0.99%。就生產狀況言，(1)能源鑛業方面，煤鑛業因三大空前災氣礦業因陸上未發現新氣田，以最大產能來生產，全年產天然氣達料之需求，但令人欣慰的是在新竹外海發現新油氣田，極具開發經濟探油成功，分得原油運返國內。(2)金屬生產方面，金瓜石露天金銅鑛廠則恢復接近正常生產，全年電積銅產量達 48,000 餘公噸；鋁錠冶煉生產，以年產金屬鑛 8,000 噸，為非鐵工業樹一新幟。(3)鋼鐵生產方 8%，其中中鋼佔 341 萬噸，民間電爐佔 200 萬噸。(4)非金屬鑛業方面兩者合計 2,215 萬噸，白雲石成長 13% 年產 25.8 萬噸，砂石產量則增加灣地區自產鑛產品產值約為新臺幣 226 餘億元，砂石產值則為 108.6 億萬噸，主要金屬鑛砂及產品 561 萬噸，非金屬鑛產品約 210 萬噸，合計

## 七十三

臺灣鑛冶工業在世界及國內經濟景氣之逐漸復甦聲中，產銷狀況仍無大起色，而且鑛業部份比去 72 年更形些微衰退。就工業生產總指數觀之，整個工業長成率為 12.44%，其中：(一)鑛業負成長 2.92%，其分業成長情況是(1)煤鑛業 -10.08%，(2)油氣鑛業 +2.14%，及(3)其他鑛業 +8.85%；(二)基本金屬業正成長 12.02%，其分業成長情況是：(1)鋼鐵冶煉業 -2.10%，(2)軋鋼及伸鋼業 +4.70%，(3)鋼鐵鑄造業 -6.13%，(4)廢船解體業 +24.06%，(5)煉鋁業 -19.82%，(6)煉銅業 +27.60%，及(7)其他非鐵金屬基本工業 +36.14%；(三)非金屬鑛物製

表-1 中華民國七十三年臺灣鑛冶工業主要生產概況表

| 產品名稱   | 單位   | 73年產量      | 72年產量      | 73比72年<br>增減率% | 產品名稱 | 單位  | 73年產量      | 72年產量      | 73比72年<br>增減率% |
|--------|------|------------|------------|----------------|------|-----|------------|------------|----------------|
| 煤      | 公噸   | 2,010,775  | 2,236,065  | -10.08         | 蛇紋石  | 公噸  | 123,101    | 116,412    | + 5.75         |
| 原油     | 公噸   | 135,899    | 134,644    | + 0.93         | 白雲石  | 公噸  | 257,757    | 228,017    | +13.04         |
| 天然氣    | 公方尺  | 1,265,683  | 1,237,140  | + 2.31         | 滑石   | 公噸  | 18,680     | 27,053     | -30.95         |
| 金      | 公兩   | 11,755     | 16,286     | -27.82         | 石棉   | 公噸  | 1,355      | 2,819      | -51.93         |
| 銀      | 公兩   | 113,301    | 107,391    | + 5.50         | 水泥   | 公噸  | 14,234,401 | 14,809,785 | - 3.89         |
| 電積銅    | 公噸   | 48,436     | 37,960     | +27.60         | 平板玻璃 | 標準箱 | 4,091,926  | 3,854,435  | + 6.16         |
| 鹽(晒鹽)  | 公噸   | 218,491    | 254,351    | -14.10         | 焦炭   | 公噸  | 140,886    | 149,505    | - 5.77         |
| 精製鹽    | 公噸   | 206,370    | 175,163    | +17.82         | 生鐵   | 公噸  | 213,483    | 183,625    | +16.26         |
| 石膏(粗精) | 公噸   | 1,882      | 3,022      | -37.72         | 鋼錠   | 公噸  | 1,644,782  | 1,742,874  | - 5.63         |
| 硫磺     | 公噸   | 28,705     | 26,936     | + 6.57         | 鋼品   | 公噸  | 5,627,401  | 6,133,121  | - 8.25         |
| 石灰石    | 公噸   | 12,935,683 | 13,183,048 | - 1.88         | 鋁箔   | 公噸  | 1,558      | 1,626      | - 4.18         |
| 大理石    |      |            |            |                | 鋁片   | 公噸  | 14,125     | 17,961     | -21.36         |
| 原料用    | 公噸   | 9,213,623  | 8,960,000  | + 2.95         | 砂石   | 公噸  | 96,134,553 | 78,001,346 | +23.25         |
| 建材用    | 立方公尺 | 119,307    | 98,480     | +21.15         |      |     |            |            |                |

# 工業之進展

業尚無甚起色，而且形成負成長2.92%，達36.14%，(四)非金屬礦物製造業則負長變，產量劇降，全年僅產煤200萬噸；油12.65億立方公尺，仍難應付冬天民間燃價值，海外探油在中東阿拉伯大公國合作在繼續開採中，惟產量不多，但禮樂煉銅則完全停止，惟臺灣煉鋁工業於八月開始面，粗鋼年產量達540萬噸，其成長率為仍以石灰石與原料大理石為大量之生產，23%為9,613萬噸。綜計民國七十三年臺元。進口能源為煤炭768餘噸，原油1,770進口價值新臺幣1,817.87億元。

品業負成長0.99%，其分業成長情況是：(1)陶瓷器業 +8.17%，(2)玻璃製品業 +20.03%，(3)水泥業 -3.88%，(4)水泥製品業 -19.03%，(5)建築用粘土製品業 -16.32%，(6)大理石製品業 +14.64%，(7)其他非金屬礦物製品業 +24.42%。

現在就各方面生產狀況簡述於下：

(一)能源礦業方面：煤礦業由於去年連續發生海山、煤山、海山一坑三大空前災變，以致業界情況非常低落，全年僅產煤200萬公噸，如無政策性積極輔導，其元氣恢復，十分艱難；進口煤炭達768萬餘公噸之譜，其中原料煤佔278萬餘公噸。油氣礦業因陸上未發現新氣田，原有氣井經以最大限制產能從事生產，天然氣產量達12.65億立方公尺，比去年增加2.31%，但仍難應付冬天民間燃料需要。惟最令人欣慰的是在新竹外海發現新油氣田，具有開發經濟價值，預計今年可進入實施開發階段。國外探油方面在中東阿拉伯大公國 凱馬邦海域 合作探採成功，日產原油7,000桶，已依約分油運回國內。全年進口原油約1,769.6公噸。

(二)金屬生產方面：金瓜石地下金銅礦坑完全關閉，惟有露天金銅礦繼續開採中，全年生產礦砂25萬餘噸，煉成黃金約392公斤，白銀1,450公斤，電積銅57公斤。禮樂煉銅廠作業今年恢復接近正常生產，所需銅精砂皆進口，全年進口銅精砂21餘萬公噸，年產電解銅48,000餘噸，較去年增加27%以上，副產白銀11,330公斤，黃金1,175公斤。臺鋁已停止煉鋁兩年，故國內已無初生鋁的產出，其新舊二個軋片廠於年底亦交給中鋼經營、

表-2 民國73年臺灣地區可採礦產品產量值表

| 礦產品名稱 | 單位  | 數量 | 價值         |               |
|-------|-----|----|------------|---------------|
|       |     |    | 金額<br>(萬元) | 百分比<br>(%)    |
| 能源礦產品 | 煤   | 公噸 | 2,010,778  | 511,743 15.28 |
|       | 原油  | 公噸 | 135,900    | 96,090 2.89   |
|       | 天然氣 | 公噸 | 1,265,683  | 857,672 25.63 |
| 小計    |     |    | 1,466,105  | 43.80         |
| 金屬礦產品 | 金   | 公兩 | 11,755     | 55,975 1.07   |
|       | 鐵   | 公噸 | 113,301    | 12,169 0.36   |
|       | 電   | 公噸 | 48,010     | 336,698 10.07 |
| 小計    |     |    | 404,842    | 12.10         |
| 工業礦產品 | 石灰石 | 公噸 | 23,702     | 12,106 0.36   |
|       | 大理石 | 公噸 | 9,213,023  | 85,807 2.57   |
|       | 石膏  | 公噸 | 119,367    | 22,538 0.67   |
|       | 雲母  | 公噸 | 12,935,683 | 92,567 2.77   |
|       | 白雲石 | 公噸 | 261,103    | 13,818 0.41   |
|       | 滑石  | 公噸 | 18,680     | 1,080 0.04    |
|       | 沸石  | 公噸 | 1,355      | 98 0.00       |
|       | 螢石  | 公噸 | 79,411     | 6,034 0.18    |
|       | 火鋸土 | 公噸 | 52,479     | 3,673 0.11    |
|       | 蛇紋石 | 公噸 | 120,430    | 9,141 0.27    |
|       | 長石  | 公噸 | 15,452     | 1,089 0.03    |
|       | 寶石  | 公噸 | 61,456     | 243 0.01      |
|       | 螢石  | 公噸 | 302,006    | 302 0.01      |
|       | 水晶  | 公噸 | 13,411     | 816 0.02      |
|       | 水石  | 公噸 | 1,652      | 640 0.02      |
|       | 小計  | 公噸 | 424,801    | 140,383 4.19  |
|       | 砂   | 公噸 | 390,332    | 11.66         |
| 合計    |     |    | 3,347,599  | 100.00        |

表-3 民國73年臺灣地區進口礦產品產量值表

| 礦產品名稱    | 數量<br>(公噸) | 價值<br>(US\$=40NT\$) |                   |
|----------|------------|---------------------|-------------------|
|          |            | 金額<br>(萬元)          | 百分比<br>(%)        |
| 能源礦產品    | 煤          | 7,682,264           | 1,701,166 9.36    |
|          | 原油         | 17,696,562          | 15,067,576 82.89  |
|          | 小計         | 25,378,826          | 16,768,771 92.25  |
| 金屬礦產品    | 鐵          | 5,226,980           | 219,098 2.46      |
|          | 銅          | 212,923             | 512,601 1.73      |
|          | 鋁          | 69,696              | 19,213 0.11       |
|          | 鎳          | 16,215              | 3,556 0.07        |
|          | 鉻          | 55,277              | 4,949 0.03        |
|          | 其他金屬       | 15,653              | 12,887 0.07       |
|          | 小計         | 5,606,748           | 882,304 4.48      |
| 非金屬礦產品   | 石灰石        | 6,609               | 5,604 0.03        |
|          | 大理石        | 38,078              | 15,405 0.09       |
|          | 石膏         | 711,395             | 70,946 0.39       |
|          | 雲母         | 19,301              | 6,423 0.04        |
|          | 白雲石        | 22,033              | 13,483 0.07       |
|          | 長石         | 93,424              | 13,989 0.13       |
|          | 滑石         | 9,867               | 7,836 0.04        |
|          | 沸石         | 330,081             | 127,757 0.74      |
|          | 螢石         | 31,609              | 45,085 0.25       |
|          | 火鋸土        | 367,069             | 48,125 0.37       |
|          | 蛇紋石        | 331,683             | 40,920 0.17       |
| 其他非金屬礦產品 | 寶石         | 3,927               | 14,300 0.13       |
|          | 螢石         | 131,437             | 87,656 0.48       |
|          | 小計         | 2,096,003           | 137,589 2.89      |
| 合計       |            | 33,081,577          | 18,178,664 100.00 |

自營擠型、裝罐、鋁品等業務，民間鋁加工業尚見發達。臺能煉鋁廠已於八月起正式開工生產，年產量以7,000公噸為目標，此乃臺灣煉鋁工業的嚮始，鍊精砂礬由加拿大國際鍊業公司全部供應。

(三)鋼鐵生產方面：粗鋼產量全年540萬噸，成長率達8%，其中中鋼公司佔341萬噸，餘為民營鋼廠之生產。中鋼於七月開始第三階段擴建計畫，計畫於七十七年七月完成，增加粗鋼年產240萬噸，將使中鋼粗鋼總產量提高至565萬噸。去年全年進口鐵礦砂約523萬餘公噸，錳礦砂約7萬公噸。民間電爐煉鋼業亦積極擴充設備，國內第一座最大的50噸電爐，由盛進鋼鐵公司與建尚未完成開工生產；豐隆正斥資與建國內第二座50噸電爐，是繼其板橋廠為擴充30噸電爐，並建立連續設備後的另一投資計畫。豐隆又收購高雄的瑞發煉軋鋼廠，也將擴建成50噸電爐。國內現有46廠家66座電爐，全部產能為280萬噸。

(四)非金屬礦業方面：石灰石與原料大理石兩者合計年產量約2,215萬噸，較去年稍增一些，惟水泥年產量約1,423萬噸較去年減少3.89%，由於利用進口低價煤炭，成本降低，故獲利甚豐。白雲石為耐火材料，主要用於鋼鐵及窯業，去年中鋼增產，故白雲石產量成長13%為25.8萬噸。蛇紋石原為建材及工藝用材，但因近幾年中鋼高爐利用含鎂較高的蛇紋石，致使其產量達12.3萬噸比去年增加6%弱。鹽類之晒鹽減產14%為21.8萬噸，精製鹽則增產約18%為20.6萬噸。去年全年進口有原料鹽71萬餘公噸；耐火材料及陶瓷工業用之工業礦物——蛭石砂16,000公噸，鋁礬土55,000公噸，白雲石類22,000公噸，長石類93,000公噸，高嶺土類33萬公噸；肥料工業用之磷酸石36餘萬公噸。砂石產量增加23%為9,613餘萬噸。詳見表-1：中華民國七十三年臺灣礦冶工業之主要生產概況。

## 煤 炭 礦 業

七十三年臺灣煤炭礦業有生產之煤礦128礦，年產量為2,010,775公噸，較七十二年之138礦，年產量2,236,065公噸，減少10礦、減產225,290公噸，減產比率為10%左右。詳見表-4及表-5；其主要原因為：

- (1)礦工人數仍逐年續遞減。
- (2)七十三年六、七及十二月間發生三礦場重大災變，迄未恢復正常生產。
- (3)六三水災影響部份煤礦淹水或降煤道路損壞。
- (4)進口煤價偏低，本省自銷煤市場受影響。
- (5)配合臺灣地區煤業政策，嚴格加強礦場保安檢查，致部份煤礦受停採處分。

### 一、工程技術之進展

(一)開拓工程：為維持臺煤之生產，臺灣省礦務局繼續辦理七十三年度及七十四年度輔導大東山煤礦等十礦，實施主要坑道開拓工程經費融資計畫，促進業者再投資意願及能力，以期提高生產量。

(二)採煤工程：繼續輔導海山一坑及三民煤礦實施後退式鍋煤機採煤計畫，以提高採煤、搬運及掘進效率，並節省改修費用及降低生產成本。

(三)通風工程：為期降低坑內採煤面溫度，改善工作環境，提高生產效率，繼續輔導建基煤礦實施坑內通風改善計畫。

表-4 民國七十三年與七十二年煤炭生產情況比較表

| 項 目       | 單 位    | 七十三年   | 七十二年   | 比 較    |         |
|-----------|--------|--------|--------|--------|---------|
|           |        |        |        | 增減數    | 比 率 (%) |
| 1. 生產礦數   | 礦      | 128    | 138    | - 10   | - 7.25  |
| 2. 生產量    | 千公噸    | 2,011  | 2,236  | - 225  | - 10.07 |
| 3. 銷售量    | 千公噸    | 2,018  | 2,279  | - 261  | - 11.45 |
| 4. 礦工人數   | 人      | 14,074 | 16,944 | -2,870 | - 16.94 |
| 5. 總工效    | 公噸/月/人 | 10.94  | 10.33  | + 0.61 | + 5.91  |
| 6. 炸藥使用量  | 噸 / 年  | 455    | 508    | - 53   | - 10.48 |
| 7. 災變死亡人數 | 人      | 289    | 29     | + 260  | +896.55 |
| 8. 重大災變件數 | 件      | 21     | 22     | - 1    | - 4.55  |



表-5 民國七十三年與七十二年煤礦生產規模比較表

| 規 模 別     | 七 十 三 年 |           |       | 七 十 二 年 |           |       | 比 較 |           |
|-----------|---------|-----------|-------|---------|-----------|-------|-----|-----------|
|           | 礦數      | 生產量(公噸)   | 比率(%) | 礦數      | 生產量(公噸)   | 比率(%) | 礦數  | 生產量(公噸)   |
| 月產1萬公噸以上  | 1       | 186,400   | 9     | 1       | 210,000   | 9     | 0   | - 23,600  |
| 月產5千至1萬公噸 | 5       | 382,206   | 19    | 5       | 438,398   | 20    | 0   | - 56,192  |
| 月產3千至5千公噸 | 6       | 260,505   | 13    | 9       | 380,739   | 17    | - 3 | - 120,234 |
| 月產1千至3千公噸 | 42      | 915,725   | 46    | 41      | 893,472   | 40    | + 1 | + 22,253  |
| 月產1千公噸以下  | 74      | 265,939   | 13    | 82      | 313,456   | 14    | - 8 | - 47,517  |
| 合 計       | 128     | 2,010,775 | 100   | 138     | 2,236,065 | 100   | -10 | - 225,290 |

**二、煤炭供銷** 七十三年省產煤供銷計2,019,000公噸，其中透過臺灣省礦務局辦理供應臺電公司及軍公機關用煤達833,000公噸，佔年產量41.42%，其餘約59%，均由煤礦業者自行銷售。因七十二年經復甦緩慢，景氣未見顯著好轉，對煤業而言，營運仍極困難。由於進口煤價遠較省煤為低，而水泥業用油改煤措施雖已全部完成，需煤量大有增加，為求降低本身經營成本，仍樂於購用廉價外煤，而不願多購省煤，致收購省煤數量銳減；一般民營工業購用省煤情形尚稱穩定。七十三年因發生煤礦三次重大災變，影響煤炭產量大減，所幸該年省煤銷售多於生產，故銷路尚為平穩。至於礦方自銷市場由於價格條件差異仍不順暢，礦務局為輔導供銷，於七十三年六月間，經努力協調臺電公司允予協助增加收購25,000公噸，以紓解煤業困境。至年底各站存煤計30,000公噸（較去72年減少三分之一）亦尚正常。

七十三年省煤運銷，由於鐵路及車皮調配靈活供應充裕，運輸順暢，全年輸運數量計達1,118,957公噸，佔總銷售量56%。

**三、選煤工程** 臺灣省礦務局對本省各煤田不同層別的煤質，作有系統的調查與試驗，並適當歸類以預估各類品質的煤藏量，提供煤礦業者確立未來產銷及選煤計畫之參考，促使臺煤在低價進口煤的競爭下能够振興發展。

#### 四、礦場保安

(一)礦場安全教育訓練：本年度以現場安全管理人員之在職安全教育訓練及礦場作業人員之職前與在職安全訓練為重點，以健全自動安全體制及促進自動安全檢查之進行，並配合調訓礦場負責人灌輸安全知識與觀念及調集安全技術人員舉辦特殊安全技術之訓練。各項訓練班、人次如左：

- (1)舉辦礦場負責人、安全主管、安全管理員、安全監督員、在職安全教育訓練計32班1,146人。
- (2)礦場專業作業人員訓練計43班550人。
- (3)舉辦礦場救護訓練17班計398人。
- (4)輔導礦場舉辦作業人員之職前或在職安全教育389班計15,226人。

(二)礦場災變：七十三年度不幸發生三次重大煤礦災變，致罹災人數突增，分述如次：

- 1.礦場災變統計：本年度共發生21次、死亡289人。
- 2.災變類別分析：落磐災變14次、死亡14人；瓦斯及煤塵爆炸災變3次、死亡169人；瓦斯突出災變1次、死亡1人；搬運災變1次、死亡1人；機電事故1次、死亡1人；坑內火災1次、死亡103人。

(三)保安技術之進展：

1.一般性措施：

- (1)落磐預防：加強巷底先進支撐，煤面支撐採用油壓鐵柱及摩擦鐵柱，預防落磐災變。