



中興經營管理叢書

# 工業工程全書

工業工程全書編纂委員會 編著

中興管理顧問公司

發行

# 序

工業工程為提高生產力，減低成本，改善品質之重要科學。創始於美國，其應用初以製造業為主。其後發展迅速，技術精進，而新技術又日益增加，其應用範圍，亦不以工商業為限，舉凡行政機關、軍事單位、交通運輸、以及學校、醫院、公私團體等，均可酌量使用，以為有效運用人力、財力，及其他資源之助。惟此科技，雖在美歐及日本諸國，普遍採用，但在我國則較落後。

近二十年來，吾國工商業愈益發達，對外貿易亦年有高度成長，由於競爭日趨劇烈，顧客要求亦日益嚴格，若干大中型廠商乃漸重視生產力提高問題，於是工業工程之推進，乃有顯著效果。然此仍以所謂傳統性的技術為多；例如，品質管制、工作研究（包括方法研究及工作衡量二大項），生產計劃與管制等，而存貨管制、作業研究，以及若干較新技術則尚多未採用。至於小型企業，可謂全未使用。

在大專院校方面，對於工業工程科系，二十年來亦逐漸重視。溯自東海大學創立我國第一個工業工程學系後，中原、逢甲、清華諸大學，相繼追蹤，每年造就工工畢業生不下千人。至於專科學校，則以省立台北工專成立此科最早，其他若干二專設有此科者，亦有數校，其每年畢業學生亦不在少。工業工程在學術界紮根立基，從此將不患人才之不繼。尤可喜者則為工工系科畢業者，深受工商界歡迎，就業甚為容易。此一進步現象，對於工業工程之推廣，甚是慶幸。

再則，我國近數年來，朝野上下，對於工業結構之改變，與技術水準之提高，努力不懈，不久當能有具體成績出現。工業工程對於工業管理之改進，工業技術之升級，以及設備自動化等項，均可發揮輔

助配合功效，則其應用之日廣，學識之需要，必可預期。惟工業工程所用書籍，現在多以英文為主。不但此類著作，使用國文者少，即翻譯外書者，亦不甚多，尤其是綜合性參考書，更感缺乏。吾人欲求科技在國內紮根，舍鼓勵國人以國文著作外，似無他途。

友人國立交通大學管理科學研究所教授陳文哲先生，有鑒於此，慨然負起領導提倡著作重任。約在十五年前，先生即開始翻譯及著述工業工程書籍，久已風行各地，工業工程師、學人、學生等受益甚大。中興管理顧問公司，除傳授工業工程學術外，兼及企業管理及出版工工有關書籍。陳教授近因吾國各界對於工業工程，漸多認識，從事此業之工程師、教員及學生等，日益增多；而其他工商人士亦有參考此種書籍之需用。乃於去年發起編纂工業工程全書重任，不暮年而書成。近於付梓之始，徵序於余。余與陳教授相識二十餘年，深知其學識廣博，對於工業工程尤係權威學者。陳教授多年來先後在各大學，教學研究、著述，深為余所敬佩，今茲主編工業工程全書，內容精確有用，其能嘉惠士林，固不必先覩，即可斷言，故樂為之序。

高禔瑾 謹識

民國六十九年十二月於台北

## 執筆者簡介 (依篇次順序排列)

- |       |               |
|-------|---------------|
| 高 禔 瑾 | 東海大學前工學院長     |
| 郭 東 耀 | 東海大學工業工程系主任   |
| 陳 定 國 | 台灣大學商學研究所所長   |
| 陳 照 明 | 交通大學管理科學研究所教授 |
| 郭 明 哲 | 淡江大學管理科學研究所教授 |
| 許 總 欣 | 清華大學工業工程系講師   |
| 葉 若 春 | 淡江大學管理科學研究所教授 |
| 楊 金 福 | 交通大學管理科學系教授   |
| 陳 文 哲 | 交通大學管理科學研究所教授 |
| 李 忠 義 | 美國耶魯大學博士班研究生  |
| 劉 漢 容 | 成功大學工業管理科學系教授 |
| 柯 三 元 | 台灣工業技術學院教授    |
| 王 國 明 | 清華大學工業工程系主任   |
| 鍾 英 明 | 中興大學副教授       |

## 目 錄

工業工程的歷史與進步發展	1
1 概論	3
2 定義與學術範圍	3
3 孕育工業工程的史事	4
4 科學管理的先驅人	6
5 泰勒與科學管理運動	9
6 其他的科學管理大師	13
7 由科學管理演變為工業工程	21
8 工業工程的發展	22
9 方法研究的重視與成長	25
10 傳統的工業工程	28
11 現代的工業工程	30
12 結論	40
工程經濟	51
1 導論	53
2 等值	57
3 利息數式	65
工業組織與管理	87
1 管理概要	89
2 組織設計原則	92
3 組織制度之建立	101
工業心理學	109
1 緒論	111

## 2 目 錄

2 員工之甄選與教育訓練	120
3 員工激勵	138
4 工作士氣	161
5 人為錯誤與意外事件	172
工業行銷	195
1 行銷管理之觀念體系	197
2 行銷環境與企業機會	200
3 行銷模式	204
4 生產用戶市場之購買行為	207
5 中間商市場之購買行為	215
6 政府機構市場之購買行為	218
預測方法	221
1 預測內容與方法之概述	223
2 指數平滑法	234
3 最小二乘法	246
4 迴歸分析法	258
5 $T \times C \times S \times I$ 法	272
工廠佈置與物料搬運	281
1 一般說明與名詞解說	283
2 事業計劃與建廠前準備	293
3 廠址選擇	298
4 製造流程分析與工廠佈置計劃	305
5 工廠佈置有關之設計與分析方法	326
6 工作環境設計與人體工學	330
7 物料搬運與儲放系統	335
8 生產效率改進與工作站設計	343
9 其他工廠佈置研究項目	352

10 佈置方案之遴選	353
11 廠房遷移、擴充、縮減與佈置改善	356
12 施工計劃與管理	358
生產計劃與管制	363
1 概論	365
2 生產計劃之釐訂與修正	373
3 途程計劃	398
4 生產排程	413
5 工作分派	428
6 工作催查與進度管制	434
物料管理	449
1 物料管理的概念	451
2 請購管理	453
3 採購管理	462
4 外界與內部運輸	474
5 倉儲管理及安全	476
6 分類編號	481
7 盤點	484
8 呆廢料處理	485
9 物料管理之新工具——電腦	486
10 材料的控制與績效評估	489
11 結論	491
方法研究	493
1 方法研究的意義	495
2 方法研究的步驟	496
3 工作合理化檢驗表	498



## 4 目 錄

4 製程分析(主體分析、附帶分析).....	500
5 製程改善的着眼點.....	507
6 作業分析.....	511
7 動作分析.....	515
工作衡量.....	521
1 工作衡量的意義與內容.....	523
2 時間研究.....	524
3 工作抽查.....	529
4 標準資料法.....	537
5 預定動作時間標準法.....	545
6 寬放時間.....	569
學習曲線的應用.....	575
1 緒論.....	577
2 工業上的學習現象.....	577
3 實習的學習原則.....	579
4 學習曲線的意義.....	582
5 對數線性學習曲線分析.....	584
6 標準學習率的設定方法.....	589
7 學習曲線的應用.....	593
8 學習曲線之適用原則.....	603
工業安全.....	605
1 意義.....	607
2 損壞管制.....	607
3 全面損失管制.....	607
4 事故發生的原因.....	607
5 人員不安全的動作和行為.....	608
6 不安全的機械設備和工具.....	610

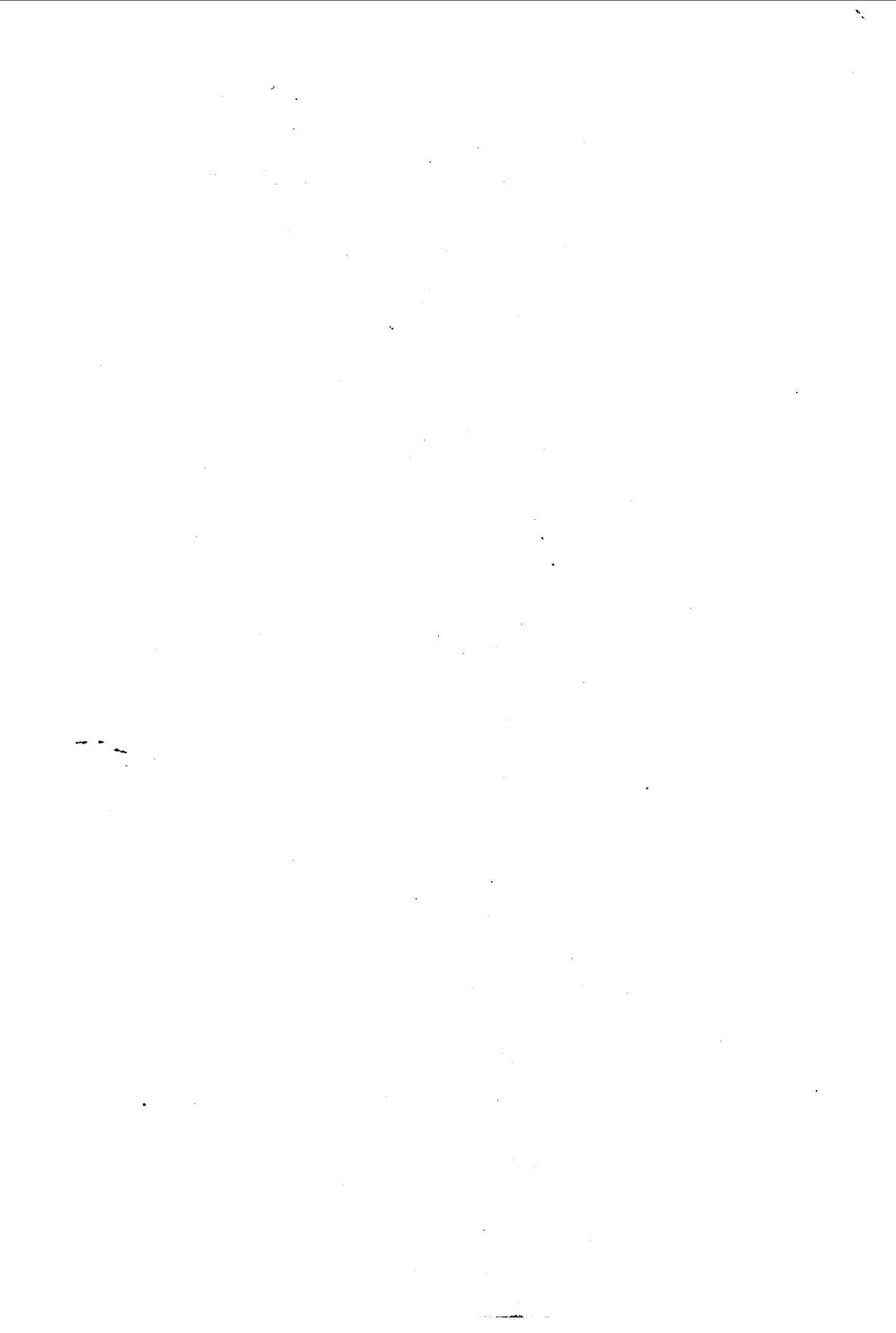
7 不安全的工作環境.....	612
8 傷害分類.....	617
9 事故傷害率的計算.....	618
10 事故調查、分析、記錄與報告.....	618
11 事故的防止.....	620
12 工業安全與工業衛生.....	621
品質管制.....	623
1 品質管制的基本概念.....	625
2 管制圖.....	631
3 抽樣檢驗.....	657
價值分析.....	687
1 序論.....	689
2 沿革與架構.....	693
3 推行步驟.....	696
4 如何排除 V E 活動之障礙.....	713
5 實例研究——人力之有效利用.....	719
作業研究.....	725
1 前言.....	727
2 O R 的發展史.....	727
3 O R 是近代管理決策的重要工具.....	730
4 O R 的定義.....	732
5 O R 的特性.....	733
6 O R 的方法與步驟.....	734
7 模式的構造、種類、以及建立模式的方法.....	739
8 模式的求解技術.....	742
9 典型的 O R 理論及其應用.....	746
10 O R 的展望.....	753

# 工業工程的歷史與進步發展

東海大學前工學院長

高 祺 瑾

- 1 概論
- 2 定義與學術範圍
- 3 孕育工業工程的史事
- 4 科學管理的先驅人
  - 4 - 1 兵工廠長邁可夫
  - 4 - 2 湯尼
  - 4 - 3 海賽爾
- 5 泰勒與科學管理運動
- 6 其他的科學管理大師
  - 6 - 1 甘特
  - 6 - 2 吉伯萊慈夫婦
  - 6 - 3 艾默森
  - 6 - 4 湯姆遜
- 7 由科學管理演變為工業工程
- 8 工業工程的發展
- 9 方法研究的重視與成長
- 10 傳統的工業工程
- 11 現代的工業工程
  - 11 - 1 統計學的廣被運用
  - 11 - 2 作業研究與管理科學
  - 11 - 3 電子計算機的影響
  - 11 - 4 全系統觀念及系統設計
- 12 結論
- 13 附註說明及參考文獻



# 工業工程的歷史與發展進步

## 1. 概 論

工業工程是一門新興的應用科學，發展迅速，範圍廣泛，而且變動較多，具有動態特性。它包括的分門項目，甚為繁雜，與若干近似學科易於混淆（註一），因此不但工商企業人士，對於它的技術範圍與工作性能，往往分辨不清，即是專家學者亦有不少的人，對它不甚明瞭。

究竟工業工程是一門什麼學問？內容如何？有何用途？在介紹其歷史與發展進步之前，首先應該將其學術範圍與定義說明，加以闡述，方為適宜。

## 2. 定義與學術範圍

工業工程創始於美國，源遠流長，變遷甚大。它的學術範圍與應用限度，亦隨時代的不同及技術的進步，不斷變動、增長、擴大。因此其定義或確切說明，亦有數個不同的表達方式（註二）。歐洲各國標新立異，往往採用不同的名稱和定義（註三）。日本的工業工程定義則與美國工業工程師學會（AIIE）所訂定者，頗為近似，僅添加了“管理”二字（註四）。本文限於篇幅，對於各國所採用的定義，不擬一一敘述討論，僅將最具權威性的美國工業工程師學會在1955年所採用的定義，介紹說明如下：

“工業工程是關於人員、物料、和設備等整體系統的設計、改良、與裝置的一門科學。它利用數學的，自然科學與社會科學的特殊智識和技巧，並且應用工程分析及設計的原理和方法，對於上述系統所可能得到的績效，予以規定、預測、和評估。”

以上是譯文，讀者如欲參考原文，可查看英文工業工程手冊等書。

#### 4 工業工程全書

上述定義，根據徐鍾霖教授大作（仍見註四），引述日人澤田教授報導（註五）：美國工業工程師學會近來已將原先定義略事修改，將原文之“Men”改為“People”，並在“設備”之後，增加“能源”二字，其餘盡同。此外，澤田先生對工業工程的內涵，亦作了許多討論與建議（亦見徐文）。澤田教授在此文之內，除了把他對工業工程的內涵和工業工程師所應受到的訓練，所應具的才能，和他在職業上所應具備的品德、修養、和行爲等加以說明外，他還呼籲國際間關心工業工程的人士，共同努力去修改工業工程的定義，他並且在定義中加上了“資訊（Information）”一項。

我們由以上所述兩則定義觀察，可以想見工業工程內涵，包括之廣，範圍之大；它既包括人員、物料、與設備的整個系統的設計、改良、和裝置，而且又要對上述整體系統的未來效績和成果，加以規定、預測、和評估，真是包羅萬象，不勝枚舉。總之，工業工程是一門綜合性的、多元化的、富有改革創新性的（Innovative）科際的（Interdisciplinary）工程科學，不是顧名思義，即可輕易了解的。

### 3. 孕育工業工程的史事

工業工程之創立，追本溯源，實以十八世紀開始的工業革命為主要導因。從此時期開始，英國的紡織、鋼鐵、機械、以及煤炭開採等業，相繼發展。同時又以鐵路的興建，與蒸汽機車（Steam Locomotive）的發明，促使交通發達，運輸捷便。不但英國工業蓬勃發展，整個歐洲亦復如是。以此背景，遂使工業工程（當時自無此名）的各種技術，因需要而孕育起來了。綜合言之，以下三大潮流為其主要因素（註六）：

- 新發明的勃興：其最著者為瓦特（James Watt, 1736-1819）的蒸汽機發明，在原動力方面起了一革命性的變動，使機械的運轉，不再完全依賴人力、獸力、或水力，使生產方面捷便很多。再是紡織機的發明改良。在此方面阿爾克樂德爵士（Sir Richard

Arkwright )發明紡紗機 ( Spinning Frame )，以及紡織機 ( Spinning Jenny )及動力織布機 ( Power Loom )的出現，遂使英國紡織業領導世界。在機械工業方面，則有工具機 ( Machine Tool )的出現，和割、切、削、金屬材料的重大進步。

工廠制度的建立：由於上述各種發明的相繼出現，使生產方面激起變化。基於經濟上的考慮，導致了工廠制度的成立與家庭工業與農村工業的衰落。

管理與管理思想開始發展：茲舉以下數例，以見一般。(a)工廠法規的起草和成功的執行者大家都認為是阿爾克樂德的功勞。這固然不錯，但他對於生產管理上的貢獻，還有很多，值得稱道。他在連續式生產、廠址計劃、機械、原物料、工人、及資本主義的協調，工廠紀律，及勞工分工等均有極大的貢獻。因此，他顯然在有效的管理原則上是一位先進。如果他有著作存留下來，一定會被後世稱為管理之父。(b)鮑頓 ( Matthew Boulton )及他的合夥人瓦特二世 ( James Watt, Jr. )是十八世紀末葉的兩位開明進步的經理人。他們合夥經營英國的蘇和鑄造廠，製造瓦特的蒸汽機。他們利用科學方法，在製造與管理方面有很多的創新事項。他們創立了一套極為精良的成本會計和控制制度。在管理方面，他們亦曾把工作重點，置於產銷預測和生產計劃方面；在工資方面，也根據職位制訂了一套制度；關於員工的工作士氣 ( Morale )和有關於人性的問題，蘇和工廠也甚為關心注意；在新工場的建設，他們根據市場需求，製定生產計劃，根據工作流程，規劃各種操作，甚至每一台機器的生產速度，亦加以分析，俾便推算產量，對於員工亦有系統化的分析，其工作實即現代的工業工程師的任務。(c)巴貝奇 ( Charles Babbage, 1792-1858 )也是一位有貢獻工業工程先驅人物。他是數學家，機械家，和管理學者。他曾研究製造一部計算機，惜未成功。他曾去歐洲大陸，實地研究法國人製造別針的方法，他自己也曾訂出一套關於別針的製造程序和時間標準。他又根據科學方法寫出關於管理工業的書，在 1832 年出版，名為機器及製造之經濟 ( On the Economy of Machinery and Manufactures )。

## 6 工業工程全書

此書提出了對經理人的很多項建議，其內容與工業工程的若干原理與技術很相類似。

以上是在英國因工業革命而發展出的幾項大事，對於一百年以後創立的工業工程，具有啓發孕育的影響。

現在再談在美國所發展的有關因素。美國獨立以前，原為英國殖民地，移民亦多來自英國，上述三項潮流，自亦影響美國；且其國地大物博，居民稀少，故對於勞力之利用，特別注意其生產力（Productivity）的高低；生產上，儘量利用機械，力求生產之大量化。關於此點，在十八世紀末年（約為1798），惠德尼（Eli Whitney, 1765-1825）發明了機械零件互換性的原則（Interchangeability of Parts），對於工業生產有極大的貢獻。此人最初努力於軋棉機（Cotton Gin）的專利壟斷，其後於失敗之餘，他轉而注意於美國陸軍所用毛瑟槍的大量製造。因為在那個時期，毛瑟槍的引發機件（Trigger）還是按件用手工製造，不能互換裝配使用。他因此想出互換辦法，奔走華盛頓首都，向軍事當局表演證明。到了1850，其法廣被使用，在美國南北戰爭時期發揮了作用（註七，AIIE文）。機械零件互換性的重要，在今日工業發達，大量生產，益見盛行的時候，是工程人員盡人皆知的了。另據其他文獻，美國建國元勳，如富蘭克林、華盛頓、及傑佛遜三人，亦各有原始性的一點貢獻（註八）。

## 4. 科學管理的先驅人

工業革命開始以後，工商業日趨發達，企業經理人所遭遇的問題：是如何將人力、物料、資金、及機器設備，善為運用，並想出一套合理的、科學的管理原則來，以備應用。因此，思想就集中在兩方面：(a)如何使工作易於完成，俾使勞工生產力（即產出量與投入量的比率）得以提高；及(b)如何激勵工作人員使其樂於利用那些方法與技巧。



在十九世紀晚期與二十世紀初期（約為1880-1910），由於各國人士的努力，特別是美國人努力的結果，一宗關於管理的智識，逐漸發展出來。那些人包括素稱為科學管理之父的泰勒，和甘特，吉伯萊瑟夫婦，以及艾默孫等人。作者說明此五人的貢獻之前，還要介紹三位先驅人士如下：

#### 4-1 兵工廠長邁可夫 (Capt Henry Metcalfe, 1847-1917)

這位美國加州班尼西亞陸軍兵工廠 (Benicia Arsenal, California) 的廠長邁可夫，雖然是西點軍官學校出身的軍人，他却是一位管理專家，他擔任過數個兵工廠廠長，對於工廠管理，頗多創新性的改革。尤其是關於成本及物料管制方面的原理，雖在今日，亦尚可用。他於1885年出版一本書，名為公私營工廠的製造成本和管理 (The Cost of Manufactures and the Administration of Workshops, Public and Private, John Wiley & Sons, New York, 1885)。書中曾提到關於“管理的科學”的存在並言其可以普遍應用，在百年前有此見解，實屬難得（註九）。

#### 4-2 湯尼 (Henry Robinson Towne, 1844-1924)

美國科學管理運動之興趣，很多人認為湯尼在1886年向美國機械工程師學會 (A. S. M. E.) 所發表的演講“工程師應為經濟學家 (The Engineer as an Economist)” ，實開其端。湯尼氏既係工程師，而又是耶魯及湯尼製造公司的創辦人之一，擔任總裁達四十八年之久。他在那次演講時，敦促各公司的製造廠廠長，要交換經驗，互相學習，並建議美國機械工程師學會領導此舉，設立專門部分，經常開會，交換智識，搜集資料，以便據以發展成為一門管理的科學。雖此建議經過了數年，方被採納（註九，頁49-54），但他鼓勵經理人作有組織的交換經驗，實在令人感動，且為十年後，以泰勒為中心的科學管理運動播下種子。