

分散式控制系統

Distributed Control Systems

Their Evaluation and Design

原著 Michael P. Lukas



新眾電腦股份有限公司 編譯
松崗電腦圖書資料有限公司

分散式控制系統

Distributed Control Systems

Their Evaluation and Design

原著 Michael P. Lukas

新眾電腦股份有限公司 編譯

松崗電腦圖書資料有限公司 印行

松崗電腦圖書資料有限公司已
聘任本律師為常年法律顧問，
如有侵害其著作權或其他權益
者，本律師當依法保障之。

長立國際法律事務所

陳長律師



分散式控制系統

編譯者：新衆電腦股份有限公司

發行人：朱小珍

發行所：松崗電腦圖書資料有限公司

台北市敦化南路五九三號五樓

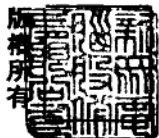
電話：(02)7082125(代表號)

郵政劃撥：0109030-8

印刷者：建發印刷設計公司

中華民國七十六年十二月初版

中華民國七十七年十二月 第二版



翻印必究

每本定價 200 元整

書號：5101028

本出版社經行政院新聞局核准登記，登記號碼為局版台業字第三一九六號

再 版 序 言

“ 台 灣 競 爭 力 大 轉 向 ”

天下雜誌 12 月號

以微處理機作基礎的分散式控制系統 (Distributed Control System—DCS)，在近十年間，已經成為工業控制的新潮流。DCS 集近代電子電腦工藝：微處理機、區域網路、電腦圖形、人機介面、及容錯備變考慮等科技研究發展的精華。隨著國內產業結構的昇級，特別是未來幾年由中鋼三期廠擴建，中油五輕計劃、及台塑氣魄恢宏的烯烴投資系列，將帶動國內 DCS 的裝機數目，成倍增加。DCS 必然是化工、電子、資訊、機電工程師再教育的重點，也會是工商企管人才，不可或缺的知識。

分散式控制系統 DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM 的演進及探討 Their Evaluation and Design

是今年在美國、日本的暢銷科技書。作者 Dr. Michael P. Lukas 積 20 年來工業控制系統設計的經驗，深入淺出地詳細探討：

- 近代分散式控制系統的結構、技術、特徵和功能。
- 如何選用適合於分散控制系統的高階語言以及高速通訊網路。
- 如何有效的設計最佳的分散式控制系統，而且，將人為錯誤減到最低。

Handwritten signature: *Handwritten signature*

--- 安全備變考慮，以達到最高的可靠度。

--- 分散式控制系統未來的發展趨勢。

新衆電腦公司由學有專精的科技特別助理審慎編譯本書，再經過具有相當實際工作經驗的工程人員審訂，並且增添部份多年來工廠自動化工作的心得，編撰成中文版本。相信對於提升分散式控制系統—DCS的瞭解與應用能有所助益。

本書初版，在發行後半年左右就銷售一空。足見國內深一層探討自動化的風氣，正逐漸形成。新衆電腦首次對外公開發行專業書籍，經驗疏淺，因此頭版裡文字生澀及疏漏的地方，在所難免。這些缺點，我們在這次二版的印行時作了相當的修飾。相信內容更加充實了。讀者如果有任何問題，不論是本書的內容或對於自動化工程及業務想作進一步的研究討論，歡迎直接與我們公司連絡。謝謝。

新衆電腦股份有限公司

總經理

林洽民 謹識、

台北市敦化北路 201 號

台塑大樓後棟 6 F

TEL : (02)717-1426

原 序

僅在短短10年之間，以微電腦作基礎的分散式控制系統，馬上就流行於工業控制系統的市場。這個市場包括化學、石油、金屬製程、紙、發電，和類似的生產工業。每個月，都有廠商宣稱新的改進加入分散式控制系統。這些改進包括更高階層的技術引進和更低成本的技術改進。

這本書的目的用於指點讀者迷津，也用來作為評鑑與設計分散式控制系統的知識藍本。所以，讀者可以把它當作自修書籍或當作原理手冊，以分析與評判各種不同廠牌的系統。

這本書的內容並未細括分散式控制系統的內部技術層面；僅提供給下列三種讀者：

1. 採購工程師和工廠操作員，讓他們知道如何評鑑和運用分散式控制系統；
2. 工廠控制的設計工程師，讓他們知道分散式控制系統每一個部份的設計要點與方法，甚至包括通訊系統與軟體設計；
3. 工廠管理經理，業務經理，和在學學生。讓這些對分散式控制系統有興趣的人，建立概念。

這本書是特別為一些沒有電腦專業知識，但是，熟悉工業流程控制的人而寫的。技術名詞與數學原理都儘量避免。特別強調分散式控制的觀念。許多內部細節參考資料，附於每一章的結尾。

這本書主要有五個主題：

1. 第一章——簡介分散式控制系統和它的來源；
2. 第二章、第三章、第四章——討論區域控制單元；
3. 第五章——討論分散式控制系統中的通訊設施；

4. 第六章和第七章 —— 討論與分析分散式系統中的人為介面。

5. 第八章 —— 討論重要技術問題與將來發展趨勢。

每個主題都遵照一個標準格式：第一，先作簡介，再詳述在整個控制系統中所扮演的角色及其功能。第二，設計要點摘要。於設計要點之後，討論各種替代，及其正反面效果。作者無意推薦特別一種架構；因為，在大多數的情形之下，一個特別的控制流程，往往需要某種架構，互輔互成。

作者撰寫這本書，乃根據十五年的實際分散式控制系統經驗。在這段實際工作經驗中，坊間根本一點參考資料都沒有，全憑着與下列諸先進的諮詢討論：巴德·奎雅士 (Bud Keyes)，約翰·魏麻 (John Werme)，和狄克·波伊 (Dick Boyd)，湯姆·薛埃 (Tom Scheib)，查特·史拉賓斯基 (Chet Slabinski)，湯姆·賓 (Tom Bean) 和戴夫·漢金森 (Dave Hankinson)；在此向他們致謝。由於篇幅有限，無法將對這本書有貢獻的人，一一列名。

麥可·盧卡斯

俄亥俄州 東湖

代 序

新眾電腦股份有限公司，從她的前身——大眾電腦股份有限公司微電腦部門，在1981年初成立開始，就以系統整合的角度（System House）致力於工廠自動化的業務。首先以開發先進的監測系統（Advanced Monitor System - AMS）為主，成功地應用在中下游的紡織及化纖工業，提高工作的效率及精確性。並逐漸開發機電體系配合的程序控制。而後隨著台灣重工業的發展，業務更深入了分散式控制系統（Distributed Control Systems DCS）的領域。從監視（Monitor）而逐步邁向高層次的控制（Control），正是腳踏實地的具體表現，這也是大眾集團，經營的基本理念。

分散式控制系統DCS，是工業製程控制的主流。就像鋼鐵與電腦，DCS的研究與應用，足以代表一個國家科技進步及工業化的程度。雖然今天台灣的科技還不能產製可靠度要求特別嚴格的DCS，但將DCS好好運用在工廠自動化，則是資訊業者，現階段，責無旁貸的使命。

新眾電腦股份有限公司，將這本目前在美國，日本都頗為暢銷的專業性書籍，配合多年工廠自動化的實務經驗，翻譯、整理彙編成中文版本。現值政府及民間企業以大手筆投資，提昇台灣工業的產能時，尤其具有意義。相信這本書能夠對台灣工業昇級有所助益，並能夠導引我們蓬勃發展中的電子及電腦工業，走向新的里程碑。

大眾電腦集團

董事長 簡明仁

跋

工廠自動化 (FACTORY AUTOMATION, FA) 是個時髦而界定非常廣泛的字眼。把凡是與 FA 有關的工程術語全部寫下來，可以涵蓋了相當多的電腦名詞。像 CAD/CAM, RealTime Computing, FMS (Flexible Manufacture System 彈性製造系統), DCS (Distributed Control System 分散式控制系統), AGV (Automatic Guided Vehicle 無人控制車輛), AW (Automatic Warehouse 自動倉庫) 以及 MAP (Manufacture Automation Protocol 生產自動化協定) TOP (Technical Office Protocol 技術化辦公室協定)……等。這些 FA 術語的背後，實際上包容了很多近代工程，特別是電腦方面的科技精華。比方說 DCS —— 分散式控制系統，就是集：微處理機，區域網路，電腦圖形，人/機介面軟體以及容錯備變考慮……等技藝的大成。

工業生產，是個龐大而繁複的體系。從物料，機器及人的角度，我們可以大而化之的歸納成如附圖所呈現的金字塔結構。塔的頂端代表上游的工業，其次是中游，底層為下游。基本上說，越是上游的工業，(重)機器所佔的比重越大，而越往下游，加工層次逐漸細密時，人一作業員，所佔的比例就逐漸提高。上游工業的工廠，規模大而數目少；越往中下游則規模有漸小但數目卻增多的趨勢。一個簡單的實例是石化業：煉油廠，佔地幾公頃處處是巨大的機器，密麻的管線，高聳的分餾塔。但是卻沒有多少員工在工廠裏。石油裂解出來的化學品有苯，甲苯，乙炔，丁二烯……等。每種又都能衍生出各類合成物質。以苯來說，再由複雜的製程中加入氧、氮就變成己內醯胺 (Caprolactam, CPL)。粉狀或液態的己內醯胺，聚合後可抽成耐

隆絲。又經過織絲，染整就是今天生活中常用的雨傘布、鞋子、帳篷、夾克、……等耐隆（Nylon）布料。煉製、聚合的階段是金字塔上端的重化工業。而成衣、跑鞋、帳篷、雨傘……等的加工，便是金字塔底部，眾多的輕工業了。上、中游工業的特色是投資大，設備重，能源耗費多，製程複雜，危險性及污染的程度也高。正由於這些特色，所以一般上、中游的（重）工業工廠，多是24小時全天候開俾。經營的重點，是如何提高製程的效率和品質，減少無謂的人力浪費。試想想看，一座年產乙烯、丙烯……等百萬噸的輕油裂解廠，萬一發生事故，工廠停工的損失不僅是“每天”以百萬元作計算，對於生命財產的威脅，就更不是單純的數字所能表示的了。這類複雜製程的控制，隨著近代電子學、電腦工藝的發展，如今科學家及工程師，提供了不同於過去傳統控制儀表的新系統——DCS分散式控制系統。

雖然從生產力的統計數字看起來，製造業，特別是製程控制，應該是所謂第三波工業革命的最大受惠者。拜近代電子學，電腦的進步，無人化的工廠幾乎不是科幻小說下的產品。而相對於工業生產，特別指上中游的大工廠，辦公室自動化的進步，似乎就沒有那麼顯著了。然而，在早期當電腦主要還是以分時系統（Time Sharing）為主導的年代裏，工業控制是個昂貴的代價。因為工業控制裏，即時（Real Time），是非常重要的。再加上繁雜訊號的處理（Signal Condition），手動備變的考慮（Manual Back-up）。往往使設備成本太高，綫路架設複雜。工業控制真正開始邁開自動化的脚步，是在積體電路，微處理機等流行的時代。智慧型的前端感應設備如 Intelligent Transducer, Intelligent Conversion devices 簡化了訊號擷取的瓶頸；而功能強大，價格低廉的微處理機和電腦網路，電腦圖形的發展終於導引了一種高效率，高可靠度的控制理念——分散式控制系統，成為工業控制的新潮流。

國內，從 1970 年代中期左右，隨著微處理機的引入，電子、電腦相關行業，一片蓬勃發展。工廠自動化也跟著能源危機、工資上漲以至於今天新台幣大幅升值和全國民眾環保意識的高漲之下，成為迫切的課題。一般來說，屬於下游的工業，自動化的工作，多半可以藉著微處理機，設計匹配的介面電路，再根據客戶的需求，發展合適的應用軟體而完成任務。使用設備的種類，大致有：個人電腦（PC）或迷你電腦（Mini Computer）以及資料擷取機（Data Logger）和程序控制器（Programmable Logic Controller）等。至於上中游重工業的控制體系，近幾年來幾乎清一色是分散式控制系統 DCS。複雜的 DCS，現階段國內還無法製造，但在台灣從事 FA 的工程人員，如果想提昇服務的層面，就必然會面對 DCS 的挑戰。特別在往後的幾年裏，因為中鋼三期廠的擴建，中油五輕裂解廠的建立，以及台塑集團氣魄恢宏的烯烴專案計劃……等，將會使目前 DCS 的裝機台數，成倍增加。因此如何讓 FA 的工程人員，及早具備 DCS 的知識，成為工程師再教育的重點。筆者在今年年初，從 Control Engineering 這本雜誌的 Book Review 中，看到了這本書的簡介。隨即從美國訂購了一本。初次翻閱，就深深喜歡上這本書完整的架構和深入淺出的敘述。意識到 DCS 普及的程度，頗能反映出一個國家，重工業化的情形。又同時了解到隨著人工智慧（Artificial Intelligence, AI）的發展，在不久的未來 DCS 配合 AI，肯定會在製程控制上有突破性的貢獻。基於台灣工業拓展與學術研究，都有對 DCS 較深入了解的必要。因此在與作者取得聯繫後，即著手翻譯。除了提供新眾電腦公司內部同仁以及客戶訓練，一個新而合適的教材外；更重要的是藉此引介新知，為國內莘莘學子以及相關工程人員，略盡資訊業界，工廠自動化尖兵的棉薄義務。

本書翻譯的工作，由筆者策劃。實際翻譯的進行，則由倪其滉先

生負責執行。審訂校正為陳木考先生。書中百分之九十五左右的材料，取自原文。綜合我們工程人員在過去規劃，裝設 DCS 時，所實際體驗到的經歷與心得部份，則增寫在各有關的章節。原作者和主要參與翻譯，撰寫人員的簡歷，附誌於書后。出版的過程中，深得大眾電腦集團簡董事長明仁博士及王總經理雪齡女士的支持，松崗圖書公司的配合；以及新眾電腦公司業務部的施文炤課長和陳淑貴小姐熱心整理資料，校正文稿，在此一併致謝。

新眾電腦股份有限公司

總經理 林洽民

工廠自動化

FACTORY AUTOMATION : CAD/CAM .

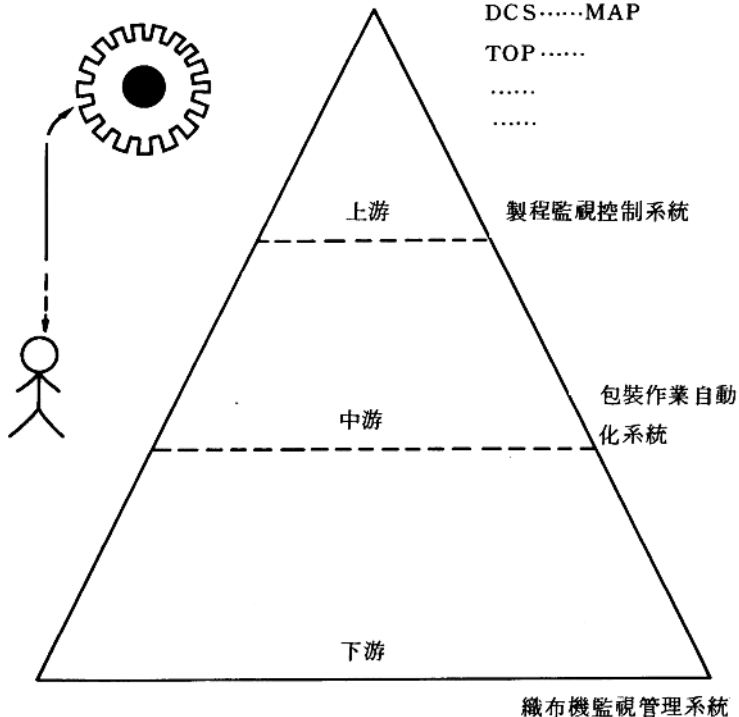
FMS . A . W .

DCS.....MAP

TOP

.....

.....



己內醯胺 $\text{HN}(\text{CH}_2)_5\text{CO}$

→ 聚己內醯胺

→ 絲餅 → 胚布 → 色布

.....

→ 成衣、雨傘、帳篷、跑鞋、夾克、輪胎

.....

作者及翻譯編審人員簡介

原作者：麥可·盧卡斯

積 20 年工業與學術之經驗於工業控制系統設計，盧卡斯博士目前在一家重要製造廠擔任分散式數據擷取與控制系統生產的設計。早期曾負責美國太空工業控制系統的設計和交通控制自動化的設計。他總共發表了 20 多篇技術論文，散見於數位控制系統設計、分析、和應用。他是美國儀器協會 (ISA) 和電機電子工程學會 (IEEE) 的會員。

策 劃：林洽民 台灣苗栗人，1946—

交通大學，美國西北大學畢業。曾任職於台灣王安電腦，美國系統與軟體公司並曾擔任惠爾浦子公司之數位電子主任工程師。1980 年返國後，任職大眾電腦工程副總經理，1984 年出任新衆電腦公司總經理迄今。

編 審：陳木考 台灣彰化人，1958—

陸軍通信電子學校，泰山職訓中心工業電子科畢業。曾任職于南亞塑膠公司工務處，現任新衆電腦公司工業控制部門課長。對於傳統儀表及分散式控制系統之維修，裝機與規劃等，有廣泛的實務經歷。



1

分散式控制系統的演進 1

- 1-1 DCS 的起源與簡介 3
 - 1-1-1 傳統控制系統發展 5
 - 1-1-2 以電腦作基本的自動控制系統的演進 6
 - 1-1-3 最後的系統架構 6
- 1-2 分散式控制系統的緊急狀況處置 8
- 1-3 三種架構的比較 11
- 參考資料 12

2

程序控制站的構造 17

- 2-1 簡介 19
- 2-2 一個微電腦作基礎之控制器的基本成份 19
- 2-3 介紹所謂功能板 21
- 2-4 結構的比較 23
 - 2-4-1 結構上的參數 23
 - 2-4-2 構造與費用——效率問題 28

3

2-5	硬體設計問題	34
2-5-1	技術改變	34
2-5-2	選用微電腦	35
2-5-3	記憶器發展的效果	36
	參考資料	39

程序控制站語言 43

3-1	簡介	45
3-2	語言的條件	45
3-3	語言代替物	47
3-4	功能板	47
3-4-1	連續型控制的例子	49
3-4-2	邏輯型控制的例子	50
3-4-3	一組反應槽的例子	51
3-4-4	階梯圖	53
3-4-5	功能板 Libraries 的評鑑	55
3-5	解決問題型語言	56
3-6	高階語言	59
3-6-1	在分散式控制系統中高 階語言需要之特徵	60
3-6-2	實用軟體必備條件	63
3-6-3	高階語言的標準	64
	參考資料	65

4

程序控制站與流程介面問題	71
4-1 簡介	73
4-2 區域控制單元的安全設計問題	75
4-2-1 安全條件	75
4-2-2 安全設計概論	76
4-2-3 線上診查	78
4-2-4 安全控制輸出設計	80
4-2-5 手操式備用設計	84
4-2-6 備用控制器設計	89
4-3 流程輸入／輸出設計	94
4-3-1 輸入／輸出的條件	95
4-3-2 輸入／輸出設計淺說	97
4-3-3 接線端的設計	101
參考資料	102

5

通訊設施	107
5-1 簡介	109
5-2 通訊系統條件	112
5-3 結構問題	117
5-3-1 管道結構	117
5-3-1 附屬網路的階層	118
5-3-1 網路方向	121
5-4 通信協定的問題	123