

工程导论 — 工业工程与工程管理部份 编写人:廖信锐
《工程导论》工业工程与工程管理篇 课程大纲暨目录

一、 认识工业工程与工程管理这个领域-----	IEEM-2
1. 工业工程与工程管理之由来-----	IEEM-2
什么是『工业工程』(IE)?-----	IEEM-2
2. 工业工程与工程管理之范围-----	IEEM-3
清华大学工业工程与工程管理的学程与课程-----	IEEM-3
国内外与工业工程与工程管理有关的学会组织-----	IEEM-4
《工程导论》及《工程导论》工业工程与工程管理篇的课程目标--	IEEM-5
3. 工业工程与工程管理史上及近代的重要人物-----	IEEM-7
4. 工业工程与工程管理史上的重要成就-----	IEEM-10
5. 工业工程与工程管理的前景-----	IEEM-11
二、 国内外在工业工程与工程管理的发展概况-----	IEEM-11
清华大学工业工程与工程管理的发展概况-----	IEEM-11
国内外工业工程与工程管理的发展概况-----	IEEM-12
三、 工业工程与工程管理的几个重要课题	
1. MTM -----	IEEM-13
2. 品质管制、生产管制、工厂布置与工厂改善-----	IEEM-13
3. 工厂自动化-----	IEEM-13
4. 电子产业制程与品管-----	IEEM-13
5. CALS -----	IEEM-14
6. 信息工业与网际网络-----	IEEM-14
四、 电子、计算机与信息暨电子商务-----	IEEM-15
五、 能源环保、品管与工安-----	IEEM-15
六、 工业工程与工程管理的未来展望-----	IEEM-17
<附录一> 赵耀东 着《平凡的勇者》-----	IEEM-17
<附录二> 王茂骏 着《人因工程简介》-----	IEEM-23
<附录三> 王小璠 着《作业研究简介》-----	IEEM-26
<附录四> 陈飞龙 着《自动化简介与进展》-----	IEEM-28
<附录五> 王明扬 着《人因工程(Human Factors/Ergonomics)》-----	IEEM-32
<附录六> 廖信锐 整理《作业研究(Operations Research, OR)》-----	IEEM-35
参考书目-----	IEEM-43
感谢辞-----	IEEM-45

工程导论 — 工业工程与工程管理篇

编写人:廖信锐

(2000/8)

一、认识工业工程与工程管理这个领域

1. 工业工程与工程管理之由来

『工业工程与工程管理』(Industrial Engineering and Engineering Management, 以下简称 **IEEM**)是 "以工程与科学的方法改善企业的经营与管理, 以系统管理的观念策划工程", 对信息、人力、设备、原料、制程、技术等作系统整体的预测、评估和改良, 可以说是融合科学与人文及工程与经营管理于一炉的学问。以有限的资源去改善、创新、组织、管制、下决策、并追求人性化的效率与效益, 同时注重工业安全与卫生, 进而创造竞争优势以求得系统整体的最大利益与人类的福祉。因此, 工业工程与工程管理是最符合人性化的工程。

□ 什么是『工业工程』(IE)?

(1954 年美国工业工程师学会 American Institute of Industrial Engineering, A.I.I.E.为 IE 所下的定义)

『工业工程』(IE)是关于人员、物料、设备、信息和能源环境等整体系统的设计、改良与装置的一门学科。它利用数学的、自然科学的以及人文与社会科学的特殊知识与技能, 并应用工程分析及设计的原理和方法, 对于上述系统所可能得到的绩效, 予以规定(规划)、预测和评估。

(注: 画底线者为编者所加入。)

- **IE** 是工程与非工程领域的协调者。
- **IE** 与管理有密切的关系。
- **IE** 是取精用宏 — 博大精深。

工业工程(IE)为提高生产力、降低成本及改善品质之重要学科。创始于美国，其应用初以制造业为主，随后普及工商业，举凡行政机关、军事单位、交通运输、以及学校、医院、公私立团体等，以为有效运用人力资源、财力分配，及其它相关资源之管理。此技术在美欧及日本等国普遍采用，我国近年来工商日益发达，工业结构改变与技术水准不断提高，对外贸易历年来高度成长，由于竞争日趋激烈展以及顾客要求亦日益严格，若干大中型厂商逐渐重视如何提高生产力方面的问题，**工业工程**对于工业管理之改进、工业技术之升级、以及设备自动化等，均可发挥辅助配合功效，于是**工业工程**之推展配合其显著效果，乃渐露曙光。

人类不断研究寻找并创造更舒适的产品以改善生活，**工业工程与工程管理**实为各工程与科学管理间之『桥梁』(Bridge)。

2. 工业工程与工程管理之范围

□ 清华大学工业工程与工程管理的学程与课程

工业工程与工程管理的范围，如上述定义中所涵盖。本系大学部目前在「工业工程组」下设有「信息与作业研究」、「人因工程与安全管理」和「自动化生产系统」三个学程，分别从事有关的学术研究与教学。除此之外，还有工程统计、品质管制、设施规画、生产计画与管制……等等的一些必修或选修课程，理论与实务并重。目前大学部除原有「工业工程组」底下之三个学程外，拟增设全校性跨系整合之「信息管理学程」。

本系在「信息管理学程」规划会议中曾得到本校电通中心陈文村主任(现任电资学院院长)同意,但是沈前校长要我们更名为「科技管理学程」(我们仍在提出说明并交付审查中),过去工工系在信息管理方面早在学校教职员薪资系统、图书馆自动化系统设计等方面已有良好成效,因此,此一学程对本系未来的发展有着另一个美好的愿景(Vision)。本校目前已成立以研究所为主的「科技管理学院」。

至于研究所则规画为「工业工程组」与「工程管理组」。「工业工程组」下设有「信息与作业研究」、「人因工程与安全管理」和「自动化生产系统」三个学程;「工程管理组」下设有「技术管理」与「系统工程管理」两个学程。并拟在「工程管理组」下增设「工程管理高阶经理人学分学位班」(EMBA)以发挥理论与实务整合的功能,并达到产、官、学、研充分合作,培养出具有领导、规划与执行现代工程技术之能力的人才,提升国家竞争力。

除此之外,与本系相关的全校性的学程还有「半导体产业与制造学程」与规画中的「微机电系统学程」等。

☛如果你想多知道一点本系所各组及学程之课程讯息,上 **Internet** 网际网络可以到我们系上 **Homepage** 中的(清华大学工业工程与工程管理学系课程简介)去查看!

(网址为 <http://www.ie.nthu.edu.tw/univer/intro/teach.htm>)

□ 国内外与工业工程与工程管理有关的学会组织:

1910年到1922年,为研究推广科学管理与工业工程而成立的学术组织,共有四个。其中前三个为工程及技术方面,最后一个则专作人事方面的研究。

(1)美国机械工程师学会的管理部门(Management Division, ASME)。

(2)工业工程师学会(Society of Industrial Engineers, 此非今日之 AIIE)。

(3)泰勒学会(The Taylor Society)。

(4)国家人事学会(National Personnel Association)。

1934年工业工程师学会与泰勒学会合并成为管理进步学会(The Society of Advancement of Management, SAM)。

1948年,英国成立作业研究学会(Operational Research Society)。

1948年,12位工业工程师于2月1日的一个「最寒冷之夜」,在第一位执行秘书司泰顿(Wyllys Stanton)家里,成立美国工业工程师学会(American Institute of Industrial Engineers, AIIE),伦赛(Elton Rancy)被推为第一任会长,次年1949年会刊问世,1954年AIIE将IE定义制订公布。

1981年AIIE经会员投票更名为IIE(Institute of Industrial Engineering),将「美

国」(American)这个字拿掉，使 IIE 变成为全世界性的名称，不再只是美国国内的组织。

世界上最早成立作业研究学会的国家是英国(1948 年)，接着是美国(1952 年)、法国(1956 年)、日本和印度(1957 年)等。到 1986 年为止，国际上已有 38 个国家和地区建立了作业研究学会或类似的组织。在 1959 年英、美、法三国的作业研究学会发起成立了国际作业研究学联合会(International Federation of Operational Research Societies, IFORS)，以后各国的作业研究会纷纷加入。此外，还有一些地区性组织、如欧洲作业研究协会(EURO)成立于 1976 年，亚太作业研究协会(APORS)成立于 1985 年。INFORMS(Institute of Operations Research and Management Sciences, 原美国作业研究学会 ORSA 与管理科学学会 TIMS 于 1995 年合并成立 INFORMS, 作业研究与管理科学学会)。

电机电子工程师学会(Institute of Electrical and Electronics Engineers, 简称 IEEE)，美国机械工程师学会(American Society of Mechanical Engineers, ASME)。

1892 年成立美国应用心理学会(Applied Psychology Association)，美国心理学会(American Psychology Association, APA)等。

国际人因工程学会(International Ergonomics Association, IEA)。

中国大陆有中国工效学学会(Chinese Ergonomics Society, CES)。

国内有中国工业工程师学会(China Industrial Engineer Association, CIEA)，中华民国人因工程学会(Ergonomics Society of Taiwan ROC, EST)等。

□ 《工程导论》及《工程导论》工业工程与工程管理部份的课程目标：

《工程导论》之课程目标旨在帮助你定位(Orientation)－「认识你自己」与「认识本系」，并了解工学院其它各系。《工程导论》工业工程与工程管理部份让工业工程系的同学，使你(妳)从今以后对工业工程的课程修得更扎实，并做为日后选修工学院其它各系为辅系或双学位之准备；也让工学院其它各系同学考虑日后选修以工业工程与工程管理为辅系或双学位预做准备及导引。这是一个终身学习的社会，也冀望能帮助社会人士有意研读或了解清华大学工学院各系之入门课程。

除了参与适当的社团活动增进人际关系外，修习课程中特别注意工业工程与工程管理在下列工程与学程之间的关系，找出你的兴趣在那里？大学四年中应多与学长、学姐及师长作良好的沟通，以准备该研修那些课程？并及早规画你将来适合走那一条路。千万别等到大四才做「多么痛的领悟」－If I were a freshman again. 的真谛。

(编者注:「假如我再是一个大一新生」为 **Thomas Arkle Clark** 的著名文章, 大一英文必读, 但通常大一新鲜人往往很难体会, 总觉得是大人的唠叨, 等到大四才会慢慢觉醒, 但为时已晚而悔不当初。本句在英文中是与现在事实相反的假设, 故表示不可能再重新来过, 请把握并珍惜时光!)

- 人因工程(HUMAN FACTORS/ERGONOMICS)在 **IE** 中扮演的角色。
- 制造工程(MANUFACTURING ENGINEERING)在 **IE** 中扮演的角色。
- 作业研究(OPERATIONS RESEARCH)在 **IE** 中扮演的角色。
- 系统工程(SYSTEM ENGINEERING)在 **IE** 中扮演的角色。
- 管理信息系统(MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS, MIS)在 **IE** 中扮演的角色。
- 技术管理(TECHNOLOGY MANAGEMENT)在 **IE** 中扮演的角色。

多了解 国立清华大学工业工程系 在做些什么?我们 工业工程系 的学生以及毕业的校友能做些什么?

『工业工程』和『工业工程与管理』、『工业管理』、『生产管理』有什么不同? 请参阅 Starr, Martin Kenneth:“Production Management—System and Synthesis”(1964), pp.59-60, 及 Gordon, R. A. and J. E. Howell:“Higher Education for Business,” Columbia University Press, New York(1959), 其中所叙述是有差别。美国有些大学设有 Administration Engineering 或 Management Engineering 学系也与工业工程学系有别。在台湾, 他们分属不同学院之科系, 课程内容有所差异, 而研究工具与方法大同小异, 有时大型的整合计画还一起共同主持, 可以说是异中有同而且同中有异, 端看各校设系时的定位, 发展方向也许大异其趣, 然而以最终对人类的贡献而言, 是一致的。在台湾我们不以楚河汉界予以严格区隔, 因此暂认为并没有什么太大差别, 只是 **IE** 是早年缘起的名称, 其它则是根据定位需要而做调整。我们一直秉持着传统的名称, 希望同学们不要被这些不同名称或新名称所混淆, 所要认清的是世事具有多变性, 我们要能跟得上潮流的转变与社会需求。其它如系统工程、工程管理(技术管理或科技管理)均有其特定的内涵, 有时或因为工程中应管理上之需要、或因应新科技或高科技所带来的冲击与改变, 都融入我们 **IE** 的学程内, 配合资源与社会脉动, 系上的老师会不断 update。为避免与社会脱节, 你要随时掌握这些动态, 并且善用网际网络资源, 随时注意国内外的变化, 不断吸取最新的信息。你所要关心的是本系所提供的课程方向与你的兴趣是否吻合?可否达成你的期望目标, 这才是最重要的。产品的生命周期正快速缩短中, 跟随着课程的生命也在缩短, 走在「工程」、「技术」与「管理」这条路上, 你得认清这一

点，否则你很快就落伍了！

3. 工业工程与工程管理史上及近代的重要人物

●泰勒(Frederick Winslow Taylor, 1856-1915): 发展工作研究(Work Study)一方法研究及工作评量(Method study and work measurement)。泰勒出生在费城，宾夕法尼亚州，生长于富裕的家庭，以优异的成绩进入哈佛大学，但因眼疾听从医生的劝告而退学。泰勒年轻时曾游学法国、德国及意大利，他在 1883 年夜间部史蒂芬斯学院(Stevens Institute)拿到机械工程学士学位(M.E. degree)。1878 年到 1889 年他曾受雇于密德瓦钢铁公司(The Midvale Steel Company)，他从基层的工人做起，升到职员、机械工、组长、绘图主任，获得学位后晋升到总工程师，那时他年仅 37 岁。1898 年后，他当顾问工程师，他最辉煌的工作是 1898 年到 1901 年服务于伯利恒钢铁公司(The Bethlehem Steel Company)的那段时间。除了顾问的工作外，泰勒发展了各种新的制造程序，并且获得上百件专利。

工作研究的目的是要确保个人的时间和才能以及每一部机器的操作时间均能作最有效的利用。提高生产力(Productivity)及获利性(Profitability)，并维持雇用人员有高的给付薪水及获得高的工作满意度(Satisfaction)。泰勒著名的论文有：“A Piece Rate System(1895)”，“Shop Management(1903)”，“On the Art of Cutting Metals(1906)”，之后他汇集经验及思考于 1911 年出版了一本书叫“The Principles of Scientific Management”，说明科学管理的四原则：

(1)将每一个人的工作、每一单元均以科学方法加以分析，取代以往尝试错误所得的经验法则。

(2)选择最适当的作业员，而且要训练作业员以经过研究的方法来改善。

(3)使管理员与作业员之间，发展出合作的精神。

(4)在管理者和作业员之间，将工作责任公平的划分出来，使各方均能尽其所长。

泰勒倡导科学管理最力，因此大家公认他是「科学管理之父」、「工业工程之父」、「时间研究之父」。

●甘特(Henry Laurence Gantt, 1861-1919): 他与泰勒一同工作于密德瓦钢铁公司，与泰勒有相同的共识，他发展了著名的甘特图(Gantt Chart)，用棒条图图形来控制工作流程及进度，对于进行中或已完成的工作一目了然，甚至于到今天这个技术仍然被广受采用。

●吉尔勃斯夫妇(Frank Bunker Gilbreth, 1868-1924&Lillian Moller Gilbreth, 1878-1972): 他们最大的兴趣与贡献在于工作方法的研究，以影片对工作进行分析、

研究与改良。在砌砖作业及许多建筑行业中发展出工作的改善方法，其新观念用于工作规划与工人训练上的正确工作方法，不仅增加生产力，而且对工人健康与安全贡献良多。1924年吉尔勃斯先生过世，吉尔勃斯夫人更热衷于继续他们的工作，并于1935年至1948年间担任美国普渡大学教授。吉尔勃斯夫人声名远播是因为和她两个小孩Frank B. Gilbreth与Ernestine Gibreth Carey共同完成的书和电影(Cheaper by the Dozen and Belles on their Toes)而广为人知，她获得布朗大学心理学博士。虽然她并非工程师出身，但因她的人际关系将她带入工程专业。值得一提的，有一件非常讽刺的事情是，以她早年从事的职业曾经被排斥不准参加在纽约市由工程师俱乐部所举办的工程会议，然而之后她却成为美国机械工程师学会(American Society of Mechanical Engineers, ASME)及美国工业工程师学会(American Institute of Industrial Engineers, AIIE)的荣誉会员，更甚于此的是她获得无数的荣誉及奖章，同时她也是第一位获得胡佛勋章及第一位荣登为闻名的美国国家工程学术研究学者名录的妇女。

●艾默森(Harrington Emerson, 1853-1931): 他虽然与泰勒为同时期的工作者，但两人的方法迥异。泰勒对其工作要求非常精确且兴趣在基本资料的订定上；而艾默森在研究方法上比较具弹性并且将科学管理的概念引申运用于范围更广的组织，他强调有良好的组织才能达成较高的效率之重要性。

●亨利费尧(Henri Fayol): 与泰勒亦为同时代的人。泰勒工作于工厂阶层，强调其功能型的组织；而费尧工作于由上到下观点的结构型组织中，他发展出第一个企业组织的合理化研究方法。费尧崇尚军事型的组织，笃信每一个人只能有一个老板。

●萧华德(Walter A. Schewart): 统计流程控制(Statistical Process Control, SPC)的创始人，被认为是品质的统计控制之父。戴明早期在霍桑厂兼工时，受其影响颇大。

●汤普逊(C. Bertrand Thompson): 汤普逊亦为对科学管理有重要贡献者之一。他自1910年开始担任哈佛大学企业管理研究院的第一位讲授管理的教授，他有很多有关管理方面的论着，将泰勒的制度介绍给美国的工厂以及其它国家，他也是帮助改良科学管理技巧的人。他与泰勒及其同志们，创造一套会计分类制度，与今日以电子计算器处理成本的办法相似。汤普逊认为科学管理运动对于管理学最重要的一项贡献是泰勒的「例外原理(Exception Principle)」。此一原理指出，一位经理人日理万机，为免于纠缠日常例行杂事，占据甚多时间，他应该集中力量，去处理成效最好的或最坏的工作，以便实时改良。今日管理日趋发达进步，加上计算机应用日益普遍，此一原理的使用当比以前更为广泛。

●戴明 博士(Dr. W. Edwards Deming, 1900.10.14-1993.12.20): 为近代著名的品管大师，1928年他从耶鲁大学获得了数学物理学博士。他是一位教日本人提升品质的

美国人，1950年7月，戴明受邀至日本对一群日本企业领导人讲述品管的重要。他的理念鼓舞了日本产业的革新，并进而回过头来给了美国重重的一击。他被日本人尊称为「品质之神」。1951年起，戴明奖已被日本企业界视为最高荣誉。

●彼得·杜拉克(Peter F. Drucker): 1909年生于维也纳《商业周刊》称其为「当代不朽的管理大师」；《经济学人周刊》更断言杜拉克为「大师中的大师」。

●威廉·大内 博士(Dr. William Ouchi): Z理论的创始人。

●1947年乔治·丹兹格(George B. Dantzig)发表了简捷法(Simplex Method)，专用来解决线性规划(Linear Programming)，此方法迄今仍然普遍用于求解各种管理与工程问题。

●韩默(Michael Hammer): 对于企业改造(Re-engineering)有其独到的见解，亦有不少有关之论着发表，让旧有的企业能因应需要而改造转型，重新出发再创下一个有利的商机。如UPS、国内有震旦等多家企业采用。

●彼得·圣吉(Peter M. Senge): 1947年生于芝加哥，1970年于史丹福大学完成航空及太空工程学士学位后，进入麻省理工史隆管理学院就读研究所，旋即被佛睿思特(Jay Forrester)教授的系统动力学整体动态搭配的管理新观念所吸引；1978年获得博士学位后，至今十余年来，他和麻省理工学院的一群工作伙伴及企业界人士，孜孜不倦的致力于将系统动力学与组织学习、创造原理、认知科学、群体深度对话与仿真演练游戏融合，发展出一种人类梦寐以求的组织蓝图。在其中，人们得以由工作中活出生命的意义、实现共同愿望的「学习型组织」。「第五项修练」这部巨著，便是他们研究成果的结晶。该书于1992年荣获世界企业学会(World Business Academy)最高荣誉的开拓者奖(Pathfinder Award)，以表彰其开拓管理新典范的卓越贡献。美国商业周刊也于1992年推崇他为当代最杰出的新管理大师之一。他的理想也感动了戴明(Edwards Deming)、哈佛大学的阿吉瑞斯(Chris Argyris)、麻省理工学院的雪恩(Edgar Schein)与熊恩(Donald Schon)等大师级的前辈，以及一群有崇高理想的企业家们，成为他所主持的麻省理工学院「组织学习中心」的工作伙伴，共同为学习型组织的发展而努力，并朝向建立全球性的组织学习中心网络(包括台湾)之目标迈进。

●波特(Michael E. Porter): 美国哈佛教授，其重要的论着在于教导政府以及企业如何创造竞争优势及提升国家竞争力。

●洪明洲 博士: 台大管理学院工商管理系教授，美国伊利诺大学香槟校区企管博士，与一群修他「企业政策」课的同学以网络为创造组织学习之媒介共创网络风暴(Storm on Web)。☛ 网址为: <http://www.business.ntu.edu.tw/BP/index.htm>

●杨硕英 博士: 1982年获得美国维州理工大学土木工程博士，并留在该校教授运输管理及系统动力学。1984返台任教于国立中山大学企管所，1991年于该校成立

「系统思考与组织学习研究室」深受国际系统动力学界之重视。

●王小璠 博士：国立清华大学工业工程系教授，1981 年获得英国剑桥大学运输规划博士，1994-1997 年曾任工业工程系系主任兼所长，在国内外模糊理论及多目标决策方面享有盛名，发表过上百篇论文，曾与本系前系主任兼所长温于平博士等合着“Multiple Criteria Decision Making,” Amsterdam: Springer-Verlag(1994)一书，1997-1998 年利用休假一年时间拟与美国北卡罗莱那州立大学 Walter Clark 讲座教授方述诚博士共同着手写作新书，且让我们拭目以待。

4. 工业工程与工程管理史上的重要成就

1930 年代，美国及世界各国遭受空前的经济大恐慌(Economic Depression)，美国工商业为求自保，乃致力于提高生产力的工作，于是为工业工程的原理与技术，创造良好的应用环境，此门科学乃得重振声威。

在 1920 年至 1930 年期间，尚有几件大事，值得说明的是：

- (1). 贝尔电话试验所的萧华德博士(Dr. Walter A. Shewhart of the Bell Telephone Laboratory)首先提出的统计流程控制，使得工业获得经济而敏捷的方法。
- (2). 著名的「霍桑研究」(Hawthorne Works Studies)：1924 年美国西方电气公司(Western Electric Company)霍桑厂(Hawthorne Plant)所做长达十二年的系列研究。最开始的研究是探讨「不同照明度对工作表现的影响」，研究中意外发现早先所假设「照明度对绩效有影响」并非决定性，甚至关联性不大，反而是研究进行时各种实验处理对生产效率都有促进作用，后续研究证实受试者对于新的实验处理会产生正向反应，即行为的改变是由于环境改变(实验者的出现)，而非由于实验操弄造成，这种假设性效果目前我们常称之为「霍桑效应」。
- (3). 学会的成立与合并。

此外如作业研究在军事后勤支持的应用，更因各项装配与军事调度之日益复杂而更显作业研究重要性。1990 年之波斯湾战争，其在三军运筹中所采用的各种作业研究之技术详情，在当年十二月份 **ORSA/TIMS** 通讯中有专文报导。

●英法海底隧道巨大工程能如期完工，就因为工程进度管理得当。

●1950 年代作业研究中的许多重要技巧，如动态规划(Dynamic Programming)、等候理论(Queueing Theory)先后被发展出来。

●戴明 博士所提倡的品质管理，日人田口玄一所发展出来的田口方法(Taguchi Method)，丰田汽车的 JIT(Just In Time)都有辉煌的成果。

5. 工业工程与工程管理的前景

●清华大学工业工程与工程管理体系毕业生的出路

清华大学工业工程系目前毕业之大学生及研究生已近千人，其中大学毕业生超过半数继续攻读国内外大学之硕士或博士学位。本系毕业之大学生及研究生就业领域遍及学术界、工业界、服务业及政府机构，担任教授、政府单位主管、总经理、厂长、工业工程部经理、制造部经理、品管部经理、组织绩效部经理、管理顾问、工程师及管理师等各种职务，从事管理、分析、规划、整合与执行等不同工作，出路宽广且有弹性，使每个人的聪明才智与创造力得到充分发挥。清华大学工业工程系毕业生均接受扎实的训练，在各行各业里表现极为杰出，有口皆碑。

二、 国内外在工业工程与工程管理的发展概况

●清华大学工业工程与工程管理的发展概况

本校为配合国家经济建设，提高工业生产力，于民国六十三年成立工业工程系大学部。为培养适合我国工业所需要的工业工程师，本系除了一般工业工程的课程外，还加强『微处理机及微电脑的概念』、『非传统加工』、『半导体制程』、『电子业制程』、『工厂改善』、『生管、品管』及『制造系统』等方面的专长训练，此外，本系学生尚可就动机、电机、化工、信息...等专业工程中择一为辅系或双学位，以培养一个有专业工程基础的工业工程师。

由于工商业面临的挑战日盛，对于高级工业工程人才的需求日增，因此本校于民国六十九年成立了国内第一个工业工程研究所硕士班，并于民国七十四年设立博士班，此外本系在一系多所之架构发展下，于民国八十三年成立工程管理研究所。此两研究所根据新修订之大学法自八十四学年度起，系所合一而以「组别」分之。八十七学年度起更名为工业工程与工程管理学系，符合目前的系所架构。

清华大学工业工程目前学生的人数及男女的比例如下：(至 85 学年度止)

大学部： 男生 182 人；女生 36 人 (5:1)

研究所： 男生 111 人；女生 18 人 (6:1)

博士班： 男生 42 人；女生 6 人 (7:1)

●国内外工业工程与工程管理的发展概况

□ 国内：

- (1)抗战后期，军方首先应用。主要在工作研究方面。
- (2)民国 44 年成立生产力中心，国立成功大学成立工管系。
- (3)民国 52 年，成立金属工业发展中心。主要在工作研究、**MTM** 方面。
- (4)民国 60 年代，国内有十大建设、行政革新、工作简化。工业由劳力密集转向资本、技术密集。这段时间 **IE** 出路不佳。十大建设用 **PERT/CPM** 管制工程进度。中国钢铁公司的成功，其工业工程处功不可没，证明工业工程确有其重要性，唤醒国人再度重视工业工程。
- (5)民国 70 年代，自动化先锋队、中心卫星工厂、人因工程首度在国内萌芽、系统管理的发展。
- (6)大陆近几年才开始，仍有好长的路待走，经由两岸学术交流，分享经验且可相互提携，共创工业工程美好的未来。

国内除清华大学以外其它各大专院校与工业工程相关之科系

国立台湾大学工业工程研究所、管理学院商学研究所
国立交通大学工业工程与管理学系(所)
国立交通大学科管所
国立政治大学科管所
国立成功大学工业管理系
国立中央大学工业管理研究所
国立台湾科技大学工业管理技术系、生产与管理技术系
国立云林科技大学工业工程与管理技术系
屏东科技大学工业管理技术系
中原大学工业工程系
东海大学工业工程系
逢甲大学工业工程学系
大叶工学院工业工程学系
元智大学工业工程学系
华梵工学院工管系
高雄义守大学(原高雄工学院)工业管理系
国立台北科技大学工业工程与管理系
朝阳科技大学工业工程学系

中华大学工业工程学系
南台、昆山、大华技术学院
高苑工商、远东工商、勤益、亚东、龙华、四海、中华、东南商工等
专校工业工程与管理科

□ 国外：

美国著名的麻省理工学院 MIT Sloan School、哈佛大学企管研究所、史丹福大学、密西根大学、普渡大学、伊利诺大学香槟校区、纽约州立大学水牛城分校、威斯康辛大学麦迪逊分校、加州大学柏克莱分校、加州大学洛山矶分校等。

英国著名的剑桥大学、牛津大学等。

加拿大的滑铁卢大学、多伦多大学等。

法国的巴黎大学。

瑞士的洛桑管理学院。

1. MTM

方法时间研究(MTM)是由梅纳德、史特基模丁与萧瓦普三个人于 1948 年所发展，至今仍为人所知最好的预订时间系统。MTM 协会提供有一完整的训练计划课程(目前国内金属工业中心也提供此一训练计划课程)，受训学员于完成训练后，具备工作设计与时间标准订定之专业技能者，发给蓝卡。另有 MTM-I、MTM-II、MTM-III、MTM-IV。

2. 品质管制、生产管制、工厂布置与工厂改善

☛本系所各组及学程之课程讯息，上 **Internet** 网际网络可以到我们系上 **Homepage** 中的（课程简介）去查看！

(网址为 <http://www.ie.nthu.edu.tw/>)

3. 工厂自动化

请见<附录四>。

4. 电子产业制程与品管

请参考本系开设课程：电子业制程、半导体自动化之简介。

☛本系所各组及学程之课程讯息，上 **Internet** 网际网络可以到我们系上 **Homepage** 中的（课程简介）去查看！

(网址为 <http://www.ie.nthu.edu.tw/> 及 http://www_edumfg.ie.nthu.edu.tw)

5. CALS (☞ <http://www.more.org.tw>)

制商整合技术与策略，让与企业有关的活动之间有一个共同的整合标准，如 MAP、STEP 等，使资料有共通性，达到信息整合与交换。进而促成如虚拟企业、虚拟工厂的实现。从 MTM 到 CALS 约五十年的光景，下一个五十年会又是什么？

6. 信息工业与网际网络

信息工业改变并且丰富了台湾工程教育在信息技术(Information Technology, IT)方面的内容，也给国家带来相当大的产值，同时带动新竹科学工业园区及台南新市科学工业园区的巨额投入。台湾从早期电玩业历经学习机、兼容计算机及周边到今天的 3C 产品，创立了自有品牌，这一路成长走来的辛酸苦痛，只有业者与从事信息工业教育的人员能深刻体会。曾经轰动全球的 Apple II、Radio Shack、Commodore—PET/CBM、Osborne I、NeXT...等个人计算机品牌都已走入历史，红透半边天的 Apple Macintosh、IBM PC、Compaq、Dell、Acer...无人能料到下一个主宰个人计算机市场的会是谁？又该轮到谁会先走入历史？正如同早期光纤网络(有如『神通情人梦』的电影情节)还在 Binet 及 E-mail 的威力震荡余波未停之际，无人能预测到今天 WWW 的网络却是如此的来势汹汹，电影『网络上身』让我们印象深刻，下一个主角又会是什么装扮？搞不好下次去应征工作时，坐在桌前面试的人事主任是位装有人工智能(Artificial Intelligence, AI)的智能型『机器人』呢？

曾几何时，储存装置是用卡式录音机，你知道那时一部 Floppy Disk 要上万元台币、一个 Keyboard 要八千元上下、1Mega DRAM 可能直逼万元台币而品质较差的舍不得丢弃还得检起来做语言学习机用吗？今天一部光驱却只要二千元上下、一个 Keyboard 可能不到一千就可买到、至于 32Mega DRAM 也只需二、三千元。曾经投入上百亿购买的八吋晶圆厂风光一时，十二吋晶圆出来后又另外的上百亿！有几家能投入？你说他们有没有「压力」？因此台下较劲外，台面上也要呼口号以么喝别人，顺便壮大自己与员工的胆量。除了半导体产业代工利润过高还有利可图外，也难怪一些下游厂商大叹硬件的钱愈来愈难赚了！

至于软件厂商如 Visicalc 一度风光于八位微电脑时代，到了十六位时代 Lotus1-2-3 都曾有过未上市就拿上百万美金大做广告的胆识，MicroSoft 受到 IBM 蔽荫之下，夹 IBM 余威把 Digital Research 的 Concurrent CP/M 打得落慌而败，国内 Acer 的前身 Multitech 时代都曾因代理且引用 CCP/M，因而带着硬件产品走入阴霾，看来软件「能载舟亦能覆舟」，选择正确软件的策略非常重要，用错了还会摔的蛮重的。MicroSoft 今天时机成熟，以至于如日中天抢夺了商机，网际网络来临也给 Yahoo 分食一块大饼，下一场网络电视及多媒体的戏码已经上演。谁有

广大的爱用者、谁获利多谁就称王，你说硬件重要还是软件重要?当然两者都非常重要。不!我应该说硬件的钱好赚?还是软件的钱好赚?但在台湾好象又很诡异多变，还是要小心把眼睛擦亮。

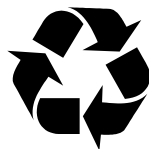
肯定的是只要用『心』，你(妳)都可能轧上一脚，说不定主角换成你(妳)呢?

三、 电子、计算机与信息暨电子商务

信息与计算机是工业工程与工程管理中的重要工具之一，我们要善用此一工具提高工业工程与工程管理中实施每一个环节的可行性及效益。同时运用工业工程与工程管理技术提升电子、计算机与信息的制程管理品质与产品发展策略。未来的电子商务(Electronic Commerce, EC)更是带动商业繁荣的利基。

四、 能源环保、品管与工安

工业工程所要倡导的是资源的有效利用，以及符合人性的设计。我们只有一个地球，确保能源的有效运用及环境保护是我们责无旁贷的责任。蒙特娄议定书管制氟氯碳化物旨在保护全球臭氧层日益遭受严重破坏。今年(民国 86 年)年底将在日本东京召开「全球气候变迁纲要公约」会议，据悉将讨论在公约中增列贸易条款，以强制手段管制二氧化碳(CO₂)排放量，以免臭氧层快速遭受破坏，预计公元 2000 年二氧化碳排放量将减至公元 1990 年水准。届时包括台塑六轻、东帝士七轻及烨隆集团的大炼钢厂等新增石化及钢铁等耗能源产业投资，如果无法研提一套管制减少二氧化碳排放量的具体措施，而一味的鼓励高耗能源产业投资，将可能使国内遭受贸易制裁。涉及未来将列管二氧化碳排放量之产业除石化及钢铁等工业部门外，还包括汽车运输、农业及电力部门也都在列管之列。比蒙特娄议定书管制氟氯碳化物所包含的产业项目更宽更广。随着能源的日益缺乏，我们除了应有效节省能源、提高能源使用效率及资源回收再利用，以减缓能源的耗尽之外，积极寻找替代能源也应当是重要的课题。



行政院公共工程委员会最近通令各机关学校，自 87 年度起实施全面性的工程施工品质管制制度，规定所有的公共工程承包商在承包工程时需派一名具有品管考试合格的品管工程师，驻现场实施执行业务。

虽然立意良好，但其做法上应注意再加思考及有待配合的相关事项为：

(1)现阶段公共工程品质皆从现场施工做起，而却不从影响公共工程成败具有重要关键性的规划与设计品管做起，因设计未做好除影响经费支出外，对经济、安定、舒适、美观等亦将有不同程度的影响。

(2)营造工程公司，如同时具有工地主任资格或是土木技师，是否适用相关规定?台湾多年来「技师借牌」风声频传，有关当局却听而不闻、视若无睹。法规是订了，但执行之成效不彰。所以从业者及土木技师、工地主任与品管工程师三者本身除应拿出道德良知外，再加上政府公家部门的营建、审计、检验及监督单位人员，如何厘清其权利与义务亦应有所规范才能真正落实。

(3)台湾现行中小企业太多，以致国际上竞争力不够，尤其加入 **APEC, WTO** 后影响层面会更趋严重，业者除应自力改善体质外，国家也应给予晋身国际舞台的配合环境或环境改造，否则国际业者能来台湾竞标，而我们却只有寥寥几家可能参与国际竞标，那将造成业者与政府「双输的局面」。以公共土木、建筑为例，很多机构的设计人才，缺乏现场施工经验，也缺乏本行之外的社会、人文素养，因此做出来的东西，常无法有效长久的使用，遑论如何傲视国际社会。而具有现场施工经验的人才，也殊少进入设计部门，以当今市面上的建筑师事务所人员多为年轻者，流动率高常是经营设计者所头痛的一大问题，且建筑师只懂土木，不懂水电及空调，又如何能规划出美仑美奂又不漏水或滴水的建物，值得深思!因此设计与施工两部门人才应具有何种实务经验，又如何交流，国家需有一套制度，业者也不能仅仅要求国家，自己应有良知、道德及专业配合，才能提升设计水准。仿效日本营造公司除了海内外亦有设计部门，凡公共工程或民间工程得由同一公司负责设计、施工，不仅专业沟通省时省力又可达到工程完美无缺的境界，日本行之有年，只见其利尚未见其弊，美国也急欲仿效，唯我们犹观望而独「笑傲江湖」。

做任何事情皆有其风险(Risk)，工业安全旨在确保人员及财产的损失，认识不同作业场所中之不安全因素及相关法令，进而学习改善并促进现场工作安全之方法、技术以及管理策略，以提升整体系统之安全性。「预防重于治疗」—因此，若能在设计阶段就考虑产品及系统之安全，将更落实与符合工安的宗旨与目标。让我们每一个人、每一个企业能在无安全顾虑下全身投入并乐于工作。

五、 工业工程与工程管理的未来展望

●随着计算机与信息技术的发展，许多工业工程的工作越来越简化，但仍需要人来做决策。

- 产品品质的要求促使品质与可靠度越来越重要，以免其中差错造成重大损失。
- 人性化的要求也越来越重要，如人性化的产品设计、人性化的管理等等。
- 工业工程扮演着各工程之间的沟通桥梁，其角色因各工程与新科技的发展而愈趋重要，只要有人就有需要人因，只要有事为就涉及人与事的管理，工业工程所要做的与所能做的范围越来越宽广。
- 展望二十一世纪公元两千年的来临，有更多的事情需要工业工程人才的参与。

如果你不了解工业工程在做些什么，请参考以下所述；

如果你清楚工业工程的发展与前景，也请对照以下所述：

<附录一> 赵耀东着《平凡的勇者》

壹、前言

贰、工业工程是诊断工厂、改善企业体质的医生

参、年轻的 IE 朋友，应充实自己的内涵与实力

肆、新时代 IE 应扮演更广泛的角色

伍、结语

新时代的工业工程师

新时代的工业工程师应培养世界观的气质，切忌划地自限，坐井观天，如此才能打破国内有限资源及狭小市场的瓶颈，寻求更佳的生产及贸易机会。

壹、前言

回顾我国工业升级的轨迹，四十年来从以廉价劳工带动工业发展的劳力密集产业逐渐进入技术密集、资本密集产业，塑造了令人骄傲的经济成果，使整个国家繁荣富裕。但目前外在环境面临新台币大幅升值及国际贸易保护主义之压力，内在环境又遭遇风起云涌的环境保护及劳资纠纷等问题，使得国内工商业的发展

受到相当大的打击与困扰，在这种恶劣环境下，企业要求生存，寻求更美好的未来，就必须本身有所突破，脱胎换骨，提高竞争能力，进而进军国际市场，整个国家的经济才有希望。话虽然简单，但做起来可能是困难重重。现有的工业要如何突破呢？我个人的看法是要：

- 提高生产力
- 生产高附加价值产品
- 往高科技产业发展

要工业升级、生产力有所突破，工业工程工作可以说是非常重要的工作，也就是说各种企业必须应用工业工程的技术，将现有不合理的地方彻底加以合理化，使企业的体质更为强壮，才能在恶劣的环境下，走更长远的路。

贰、工业工程是诊断工厂、改善企业体质的医生

我特别要强调企业之改善需从根本做起，也就是说要从管理化着手。目前无论中小型企业，甚至大型企业的经营，在管理上、制造上、行销上有很多不符合合理化的要求，如果一个企业的管理、生产、行销阶层，都未达合理化的地步，又如何要求工业升级，要求工业脱胎换骨呢？

但企业对现存的许多不合理的地方，往往有如病人不了解自己的病因，甚至拒绝承认自己有病，工业工程师就要如同医生一般去诊断病因，对症下药。从现代工业工程教育可以看出工业工程师是通才，他对一般工程、自然科学、社会科学、管理科学均应尽有所涉猎，由于所学的广泛性，使他对企业内每一个部门的工作都有能力去进行客观的了解，掌握每一个部门及其间的利害关系与不合理之处，进一步提出医治、改善的建议，最能面面俱到。而且就业务特性来说，举凡能够降低成本、改善工作、增进效率、提高士气与效率的业务，莫不是工业工程师热衷研究评估的范围，只要企业的高层主管会用工业工程师，他就能进行综合客观的了解及评估，进一步求得最佳的处方。

参、年轻的 IE 朋友，应充实自己的内涵与实力

要做好一名优秀称职的企业诊断医生，必须不断的充实自己，加强个人的能力，我在此有几点意见提供诸位参考：

一、管理与工程知识要专精广博

在学校研习求学期间，应把握每一个机会，加强充实自己的学识，无论在传统工业技术，如时间研究、动作研究、工作分析、工厂布置等要精通，对现代工业工程技术如作业研究、线性规划、数理统计分析等更要努力钻研，做到专而精的程度。更由于将来的工作可能涉及电机、化工、机械、土木、计算机等范围，所以对这些知识也要有相当的了解。因为不广又不精，在寻找对策、解决问题时就会感到不顺遂。另外除了工业工程技术及各项工程知识外，对于最新的管理新知更要有所认识涉猎，尤其财务与成本会计方面更是不可忽视都要了解。

工业工程师在任何机构或工厂服务，是要解决整体性问题的，如果只求生产制造过程的合理化，而一般行政管理、销售作业与通路、信息网络不能合理化，即使再勤奋也是枉然。工业工程师有了以上认知，也可促使上司、老板改变观念及接受建议，配合达成目标。

工业工程的接触面很广，是一门既困难又吃力不讨好的工作，个人认为工业工程师离开学校后，不但要尽心尽力做好本身的工作外，对工程及管理未来的趋势特别要随时留意探讨，因为未来的企业竞争是现实的、激烈的、是瞬息万变的，也是「适者生存，不适者淘汰」的，所以光以在校所学已不足以应付现代企业的要求。

二、加强人际关系的培养

工业工程师想要达成任务目标，除了专精广博，需要创新力以外，对于人际关系要注意培养，非要具有高超的说服力不可。良好的人际关系是积极向上的，而不是乡愿讨好。工业工程师是为达到整体最高利益来替大家服务，并不是讹传的「当恶人，得罪员工」或「剥削劳力」，乃是为了健全企业体质，为了长远利益，以「菩萨心、霹雳手」，求得真正之整体性效果。

依我个人的经验，不论从事民营企业、政府行政工作或个人事业，一定要得民心，才能成功。因为今天你不能争取、获得你的上司、老板的信赖，纵然具有天大的本领，也只落得怀才不遇罢了。所以心理学、行为科学也是必要专心研习的课目。

三、培养整体系统的理念

现代企业日趋庞大复杂，工业工程师必须突破过去的观念，而经常以整体系

统的理念，才能彻底解决问题。由于每一个整体系统是由许多子系统所构成，子系统彼此之间有密不可分的关系，子系统的最佳对策，对整体系统并不一定是最有利的，正所谓「见树不见林」。以前大家常强调要「把事情做对」(do the things right)，今后我们应该特别强调「做对的事情」(do the right things)(注：指做正确的事情)。整体系统的观念是一个简单而重要的概念，例如一个涉及好几个单位、好几方面专业人员知识的整体性问题，就必须由工业工程师幕僚群来参与，以整体系统的观念来寻求一个最佳的决策，去折冲、协调、拟定各方均可接受的方案，必然更为落实可行。

四、追求永无止境的合理化

企业要万年长青，需要不断成长发展，从根本改善体质着手，而工业工程师的工作目标是坚持原则、追根究底，追求永无止境的合理化，也就是秉持「好还要更好」的理念，因为今天所做的合理化，随着法律规定、政治因素、经济情势、社会环境、科技发展之变迁，到了明天、后天也许就变成不太合理，甚至完全不合理了，而企业体质的好坏跟合理化的程度有密切的关系，这点工业工程师应有深切的认识。

肆、新时代 **IE** 应扮演更广泛的角色

工业工程必须随时代的需求而变化，在企业脱胎换骨后，未来我国工业的经营型态与经营环境将由传统性工业迈进高科技工业，国家经济将进入世界性经济体系，单一生产方式也会转入多角化生产方式，面对未来的环境，**IE** 的英文第一个「**I**」字要变得更有意义。

「**I**」字可以代表：

Integration：是将工程技术与管理技术整合

Information：是信息系统的应用

Intelligence：是发挥高度的智能

Interaction：是协调沟通与团队精神的发挥

Idea：是创造力的发展

International：是国际观的心胸及视野

换言之，未来的工业工程师可扮演的角色将更为广泛，依个人认为新时代的工业工程师所扮演的角色是：

一、整合系统的设计者及管理者的

由于未来得企业将变得更精密、更复杂，所以需要能充分运用计算机整合制造系统之工程师，来整合复杂的业务，这种工作最适合由工业工程师来担任，因为工业工程师懂生产、懂财务、懂计算机、懂管理，他能够将合理化以后的各项作业设计围自动化操作系统，减少人力作业，解决复杂的问题。

由于自动化作业需要依靠人类设计软件，才能依照人类作业计画操作，故人脑仍优于计算机，但计算机作业速度快，可解决复杂的问题，所以我们要让计算机和人脑一样，不但能提供意思指令，还能交谈、学习和记忆，这种技术就是目前正起步发展的人工智能及专家系统，他可以提供设计、规划、诊断、控制等多项作业。

人工智能和专家系统将是未来制造和管理自动化的主流，新时代的工业工程师必须善加运用，也就是说未来的工业工程师不仅是个着重方法改善的「测量科学家」，而且要做个兼顾工程设计及管理的系统整合者。

二、长期计画的规划者

在动态的经营环境下，企业必须要预测由某些事务的变动所可能发生的问题及影响，也必建立适当的目标，以及达成目标的方法及手段，这些都有赖事前的长期计画。长期计画必须运用策略规划的学识与专业技术知识，同时还需要就现在或将来可能发生的状况，经过归纳演绎的推理方法而做成。长期计画是要对未来的工作提供具体可行的方案，使组织中各单位可以朝共同的目标进行。

长期计画要具有连续性，随着企业经营方式与其性质而异，工业工程师在企业主管的妥善运用下即可掌握企业发展过程中的各种信息与条件，做有效的规划，使有限的资源发挥最大的功效，能够预计运用有限资源的计画是最佳的计画。

三、多角化经营的构想者

展望未来，企业欲单靠产销单一产品或业务获得利润将渐形困难。当今世界上经营成功的企业，很少是单靠生产单一产品而生存的。例如美国钢铁公司及奥地利的 VOEST 钢厂，其钢厂营收值已降至总营收 50% 以下。日本各大钢厂纷纷致力开发高附加价值新材料，且将其事业重新定位为「原材料综合供货商」，不以供应钢铁材料为已足。甚至大胆的往电子、信息、生物科技等方向去发展。

工业工程师应随着企业的成长变化，分析企业生存及发展的空间，参与多角化经营的评估工作，从技术层面、财务层面、效益层面等方面评估，提供具体可行的构想及建议。

四、多专长人力管理的促成者

将来企业所面临的问题，必定会越来越复杂，必须以多种专业技能始能合理解决，例如欲寻求提高营业额，可能要从组织人力、财务、生产设备与技术、品管、销售通路、广告等多方面着手研讨，而这些研讨项目均各有不同的专门方法。在人力市场不能满足需求的情况下，企业用人必定会越来越精简，为了达成企业目标，每个人都必须具备各种不同的专长，工业工程师即需研究如何将各职位的人加以重组，使每个人可以做好几种不同的工作，让企业的人力运用更有弹性，更有效率。

五、高层次决策的顾问者

政府各阶层机关首长面对各种政策或执行方案，企业高层次主管面对各种经营决策或执行计划，常涉足好几个彼此制衡或互相冲突或观点互异的单位，他必须在各部门各持己见后，明察秋毫而及时的做一结论。但是由于周围环境复杂，又必须兼顾短程和长程的利益，尤其是各部门为了自身的利害关系，往往会站在本位的立场曲意矫饰，更使得机关首长或企业高层次主管在做判断时显得力不从心，个人的才智、经历受到相当的挑战。未来这种情况越来越严重，对这些问题，高层决策者即可运用工业工程师以公正、忠实、客观的精神发挥调和的功能，提供主管最佳的方案，也就是说要做一个高层次主管的得力助手。

伍、结语

未来企业的竞争会更趋激烈，生存的环境会更艰困，工业工程师要协助企业突破种种困难险阻，必定要面临更重大的挑战。展望未来，由于计算机信息系统应用范围，不但普及于政府及工商企业界，也深入日常生活领域中，而且通讯网络技术迅速的发展，将使原各自独立计算机系统能互相沟通，交换信息，缩短人类互相沟通的距离与空间，工业工程师必须掌握时代的脉动，加紧研习计算机信

息科学，尤其是人工智能及专家系统，更要精心钻研，以便将来能灵活运用在工作上。

此外，新时代的工业工程师应培养世界观的气质，切忌划地自限，坐井观天，如此才能打破国内有限资源及狭小市场的瓶颈，着眼于国际的主要生产及消费市场，如美国、日本、欧洲、东南亚，以及广大的未开发区域，寻求更佳的生产及贸易机会，也就是说要有胸怀世界的抱负，协助企业强健体质，生产一流的产品，行销全世界，使我国的经济持续成长、繁荣。

※注：赵耀东 先生曾任经济部部长，中国钢铁公司董事长，此篇文章为 78 年 3

月 18 日赵耀东 先生应国立交通大学邀请演说之演讲稿。

<转载>本文请参考《平凡的勇者》 赵耀东着，天下文化出版。

<附录二> 王茂骏 着《人因工程简介》

- 壹、前言
- 贰、人因是什么
- 参、人因的发展史
- 肆、人因工程的目的
- 伍、人因的研究方法
- 陆、人因工程的未来发展前景
- 柒、结论

人因工程简介

壹、前言

人因的问题早发展在远古人类祖先使用简单工具之初，虽然这自远古就存在的问题。却直至近百年才被人类所注意到，而有系统研究人因是近五十年来事，到了 1960 年以后，人因的发展才逐渐快速起来，广受先进国家的重视与推展。

贰、人因是什么

简单的说，人因是探讨人类日常生活和工作中的「人」与工具、设备、机器及周遭环境之间交互作用的关系，以及如何去设计这些会影响到人的事物及环境。易言之，人因就是要去改善那些人们所常使用的器物与其所处的周遭环境，其使人与人本身的能力(Capabilities)、本能极限 (Limitations)和需求之间 (Need) 能有更好的配合。

换个角度来看，就是将人视为整个系统的一部份，除了技术外，为了发挥整个系统的预期功能，以及将人视为最有效的资源，再加上昂贵的人力成本，所以我们要研究「人」这个子系统，使其它的子系统更能配合「人」，以发挥「人」的最大功能并使其不受损害，这就是人因。

参、人因的发展史

早期人类的主要观念很明显的是以人来配合工作或任务。直至二次世界大战期间才发现，即使经过特殊训练的人员，仍无法操作一些复杂的机器或胜任一些看似简单的工作，因为这些机器或工作本身就超出人类的能力极限。因此，从这期开始奠定了促使日后人因快速发展及其发展体质的重要观念，那就是「以物就人，而非以人就物」。1960年至1980年是人因发展最快的一个时期。1960年代，人因工程在美国仅被应用在国防方面，加上为了开拓星际作业，人因工程在太空计画中变得非常重要。渐渐地，人因工程的应用领域不再局限于军事与太空星战了，在日常生活的用品中也处处可见人因工程应用的绩效。而且工业界亦察觉到人因工程在工作场合(Workplace)和人机系统(Man-Machine System)上的重要性贡献。

肆、人因工程的目的

随着技术的日新月异及生活品质的提高，人们又将生活层次推向另一个境界。除了产品的材质、功能和品味外，我们希望产品本身的设计能更体贴和善解人意(Friendly)；而这体贴和善解人意不外乎期望能够更满足人类各方面的需求。何谓「满足」？「满足」就是「有感觉且快乐合意」的，若无感觉，则一切免谈；所以要有感觉，一切的设计就不能超出人类本能的极限(Limitations)，而这极限的探

讨亦属人因工程的范畴。基本上，人因工程的主要目的有二：

一、提高效率，如提高产质、减少失误，增加信赖度等等。

二、增进人性价值(Human Values)，如降低工作压力和疲劳度，增进安全，提升舒适感和满足感，以及改善生活品质等。

伍、人因的研究方法

整个人因工程的研究方法是以流行病学(Epidemiology)、生理学(Physiology)、心理学(Psychology)和生物心理学(Biomechanics)四者为基础背景，透过有系统的利用人类的能力(capabilities)、本能极限(Limitations)、行为(Behavior)和动机(Motivation)等相关信息来设计事物和流程以及所属的环境。而相关信息的收集通常需要透过不断的实验和统计分析才能得到，故相当的统计和实验设计的训练亦不可或缺的。

由以上看来，我们又可简单定义人因工程就是探讨和应用人类行为、能力、本能极限和它的特性等相关信息来设计器具、机器、设备、系统、任务、工作及其相关所属的周遭环境，以增加生产力、安全性、舒适感和效率，进而提升人类的生活品质。

陆、人因工程的未来发展前景

技术的进步不外希望人类的生活品质会更好，要更好，就不能忽略「人」本身已存在的特性或限制，善用这些特性或限制才能发挥技术本身的预期功能提高其附加价值，也许对庞大的研究开发经费上能有所弥补，甚至可避免技术的滥用。事实上，人因的发展之初就与技术的发展不可分割；可想象的，人因工程的发展就是为了落实技术本身的价值。伴随着技术和经济的持续发展，相信未来的生活品质定别有风貌，在这样的前提下，我们也肯定人因的扮演角色会越来越吃重。

柒、结论

发展人因的主要目的就是要「以物就人」，而人因的本质简单地讲就是要「如

何使物就人」。随着台湾经济的蓬勃发展和技术层次的提升，事实上早有产品考虑这方面的问题，如标榜人体工学的鞋子或椅子等等；而有系统的研究正在努力中，至于成果和长期的目标尚未付之阙如，我们希望能及早地建立这方面的共识及专业的研究单位，以满足各方面的需求，进而改善我们生活品质。

※注：王茂骏老师目前为本系教授，美国纽约州立大学工业工程博士，研究领域为人因工程、安全工程及自动化检验。

<转载>本文请参考《82年国立清华大学工工系刊》，第十六期。

<附录三> 王小璠 着《作业研究简介》

- 壹、导论
- 贰、作业研究的历史与发展
- 参、作业研究的定义
- 肆、结语

作业研究简介

壹、导论

「作业研究」之发展可远溯至几个世纪以前当人们试图以科学的方法来管理一个组织之时。不过其受重视是在第二次世界大战时，由于军事补给上对如何有效运用资源之需要方蔚然发展。当时，美英等国集结各方菁英从事各种军事操作系统之研究。对于英国之赢得空战，爱尔兰之赢得北大西洋战争，美国之赢得太平洋战争均有决定性之影响。时至今日，作业研究在军事后勤支持的应用更因各项装配与军事调度之日益复杂而更显重要。此可证诸 1990 之波斯湾战争，其在三军运筹中所采用的各种作业研究之技术详情，在当年十二月份 **ORSA/TIMS** 通讯中有专文报导。

貳、作业研究的历史与发展

作业研究之应用延伸至军事外之领域是在第二次世界大战后，资源极为缺乏，经济急待复苏，而曾经在战争中接触到作业研究的方法，如今转任企业界者，警觉到作业研究在商场上之适用性不亚于战场。因此作业研究之应用领域逐渐扩及工商企业及政府部门。此种发展固然是由于实际环境的需要，同时也是由于大批学者投入作业研究中不同领域的研究成果。这其中最为人所熟知即 1947 年 George Dantzig 所提出解线性规划之「简捷法」(Simplex Method)。其它作业研究中典型分析工具如动态规划，等候线理论，库存理论等均在六十年代之前以相当之发展。当然，另一促使作业研究快速发展的动力是计算机科技之惊人发展，使最常在操作系统中研究遇到的复杂问题可藉由计算机之快速运算得以有效的解决。因此，环境的需求，作业研究本身分析工具之研发，配合计算机科技之精进，使作业研究在理论上与应用上历久而弥新。1984 年，在美国 AT&T 通讯公司任职的 N. Karmarkar 提出解大型线性规划之「内点法」即为一例。内点法之提出不正是与纵横四十年之简捷法相抗衡，同时，亦为数学规划的应用与发展开创一新的纪元。

参、作业研究的定义

作业研究，顾名思义，即为研究操作系统。换言之，即以科学的方法协调，规划与执行组织间的运作与活动。而既是科学方法，自然起始于观察与假设。经分析而将问题界定后，透过实验与测试，建立一数学之抽象模式，以反应实际观察对象之特性。由于是经过这一连串系统化的分析过程，所建立的模式，故此模式应具有相当程度之适用性。遇类似情形，处于相同之假设条件下，我们可藉此模式先行分析其因果关系。故在实际之管理规划上可仿真不同之状况，了解不同方案间之利弊得失，取利去弊。此即「最佳化」观念之由来。因此，我们可以说「作业研究」乃是一门以科学方法追求一组织或系统最佳运作之学问。因其乃一方法论，故其应用之层面涵盖实际之系统如生产系统，制造系统，行政系统或服务系统等等，至抽象之思维方式，生命规划等。而此等运作的结果有限资源之最佳分配。

肆、结语

根据实验数据之特性，传统上将所建构之数学模式概分为「确定性」与「非确定性」模式，包含线性、非线性规划、整数规划、动态规划等。后者如随机模式中之马可夫炼、等候线理论、库存问题、仿真技术、可靠度分析等等。由这些分析工具，我们一方面可了解作业研究之涵盖层面之广泛；另一方面我们也可以领略到这些学问的复杂性。这也因此成为作业研究这门学问之特色为应付实际问题之复杂性，它必需具备相当完备之分析工具；而既要有效解决问题，这些分析工具在提供最佳方案时，又必需注意时效与效率问题。因此，分析问题以建立模式，了解模式结构以提出求解方法是学习与研究「作业研究」在提供有效的处理有限的资源的方法上将永远有其不可替代的地位。

※注：王小璠老师目前为本系教授兼系主任，英国剑桥大学运输规划博士，研究领域为作业研究，模糊数学，及多目标决策分析。

<转载>本文请参考《82年国立清华大学工工系刊》，第十六期。

<附录四> 陈飞龙 着《自动化简介与进展》

- 壹、导论
- 贰、为什么要自动化
- 参、我国的工业自动化概况
- 肆、工业自动化的范围
- 伍、结语

自动化简介与进展

壹、导论

自动化是目前相当热门的话题，但是一般人对自动化的认识却似乎仍极为有限，有些人认为耳熟能详的 **CAD/CAM** 代表了自动化；还有人认为加入机器人、自动化输送带或者是无人搬运车等就是自动化了；更有些人认为自动化就是以机械化、计算机化的设备来取代传统的人工，但是对如何达成此一目标，却往往缺

乏具体的概念。其实自动化所涵盖的范围极广，不应只是片面的设计自动化、生产自动化或仓储自动化而已。

一个完整的自动化系统除了最基本的生产系统外，其它如库存、财务、管理、行销等都应纳入整个自动化体系中，简单来说，自动化可以大约分为工厂生产线的自动化与管理层次的自动化两大部分，生产线自动化就是我们平常所说的设计、加工、组合、检验、仓储等的自动化；而管理层次的自动化则包含了从工厂管理单位一直到公司决策单位间的所有层面。在此一完整系统运作下，不但生产线得以有效率的自动运转，而生产现场的任何讯息均能立即传送到各层面，使得工厂管理者能随时掌握工作进度，也随时能侦测到机器的异常，而公司决策者更是可以根据所得的信息而随时调整其生产计画与营运策略，如此一来，整个公司、工厂的作业更可以畅通无阻了。

贰、为什么要自动化

自动化的演进事实上已有很长的历史，不过其受到如此广泛的重视则是近一、二十年的事情，究其原因当然很多，但是其中最重要的应该是产品品质要求的提高以及劳工成本大幅上升两大因素，目前全世界推行的自动化最彻底的国家当然首推日本，然而最早落实自动化观念的却是美国的通用汽车公司。日本走向自动化事实上只有二十年的历史，然而二十年来的高度自动化，已经使得日本产品品质大幅度的提升，加上品质的稳定以及生产速度的激增，很快的便领先占有了其它工业先进国的经济地位，而在此导因下，终于使得许多国家竞相投入大量的人力与财力在自动化推广上，以保有其产品在世界市场上的竞争能力，也就是在此良性竞争下使得自动化在过去一、二十年来蓬勃发展，引导工业迈向另一个新纪元，同时也不断地提升消费水平，然而消费大众追求更高品质的心理却也不曾稍减，因此可以预料在未来中，产品品质的要求仍会激发自动化的不停发展。

另外一个促使传统工业走向自动化的更重要因素是劳工成本的上升。其实工资上涨是工业进步中的合理现象，然而在过去一、二十年中，工资的涨幅却往往超过工业意识的飞涨，劳资纠纷层出不穷及劳工流动率高对产业界带来不利的因素，也无怪乎愈来愈多的经营者愿意投入大量的资金来改变生产型态。目前在较现代化的工厂中，由于自动化机械的使用，节省了许多人力，也大幅降低了对劳工的依赖度，而以自动化机器取代人工的另一个好处是机器不像人一样容易疲劳，也没有情绪变化，因此产品品质可以维持很稳定的水准。

参、我国的工业自动化概况

台湾近四十年来的经济成就是深受全球瞩目的，再这其中工业发展更是扮演了促进我国经济成长的主要动力。在工业发展的早期，台湾主要是凭借着廉价的劳工来弥补技术的不足而得以在世界经济舞台上争取一席之地，然而由于生产技术的落后，产品品质始终无法媲美先进国家却也是不争的事实。但随着经济的起飞以及人民生活水准的不断提升，廉价劳工的优势不复存在，反而逐渐转移到其它几个新兴国家上，面对如此的国际竞争环境，加速推动工业自动化以改善产业结构，提高产品竞争能力，无疑是刻不容缓的重要目标，政府有鉴于此，于民国七十一年七月首先推动「中华民国生产自动化计画」，为期八年，并由经济部负责推动。主要以机械、电子电机、塑料加工、纺织、食品加工等五大行业为对象。在这期间，已逐渐累积了相当程度的自动化专业技术，这些技术相继转移至国内近三百家业者，奠下了产业自动化的深厚基础，今日多数业者已普遍重视生管、规划、设计、制造等自动化技术，生产自动化计画居功不小。而其成效除了提升产业本身的生产力及产品品质外，并对交通环境及产品体系等方面产生了良性的关连效应，更间接提升了国民的生活水准，这些都是有目共睹的事实。

中华民国生产自动化八年计画届满后，由于国际间经济环境渐趋复杂，且世界各国在自动化工业的投资与日俱增，为了保有市场竞争能力，持续推动自动化乃势之所趋，因此民国七十九年七月续由行政院工业自动化指导小组负责推动「中华民国产业自动化计画」，此一计画主要分为四大项目：制造自动化、商业自动化、其中制造自动化分组由经济部工业局召集，而为了达到公元两千年成为工业化国家的目标，工业局于民国七十九年七月开始推动「工业自动化五年计画」，五年内编列经费十八亿元，主要目标是鼓励制造业者投资设立整厂、整线自动化工厂或进行局部自动化改善，以加速工业升级，提高产品品质，在此目标下成立了许多计画如「整厂自动化五年计画」、「生产自动化技术辅导团」、「计算机整合制造推广中心计画」等。

而有鉴于自动化人才的长期缺乏是推行自动化的一大阻因，人才培养遂成为另一项重点工作，在工业自动化五年计画中，更计画培训各重点产业自动化系统规划、设计、操作，及维护人才一万人次，除此之外，为了结合产业界、政府、学术研究等单位的力量来共同推动自动化，更将技术辅导团及人才培养等工作开放给民间自动化服务公司及大专院校等单位，在此多方面进行，加速提升我国制造业水准，进而早日落实产业升级之目标当是指日可待。

肆、工业自动化的范围

如前所说，自动化所涵盖的范围极广，不过依据目前推动工业自动化的目标来看，现阶段所涵盖的工作范围主要有以下几项：

- 1.产品设计自动化。
- 2.加工、组合、测试、自动化。
- 3.包装自动化。
- 4.物流与储运自动化。
- 5.制造管理自动化。

产品设计自动化的工作只要包括计算机辅助设计(CAD)、造型设计、结构、应力、安全分析等项目。在这些项目中，除了计算机辅助外，其它的都还很少实际应用到工厂中，因此其发展空间还很大。

加工、组合及测试的自动化是目前工业界中推行较为卓著者。其典型程序是以自动化机器，如：CNC 车床、以及加工中心等，作一贯性生产，生产完成后再利用机械手(Robot)或其它特殊器具加以结合，最后再自动测试成品功能。这一连贯性的动作若能予以全部自动化，则显然可以大幅提高生产速度，并严格控制产品品质，然而目前工厂中能达到此完整功能的并不多，绝大部分是使用自动化加工机器、组合与测试则依赖人工，有些地方虽然采用自动化设备执行加工、组合与测试等工作，但各项之间缺乏连贯性，无法达成真正的全自动化，因此继续推动加工、组合、测试的一贯性自动化是不可忽略的。

除了加工、组合、测试外，包装、物流与储运在整个工厂作业中亦占了极重的份量，然而这些工作在目前工厂中，仍多由人工负担，其耗费的人力、时间相当可观，这种现象在食品厂、纺织厂、化工厂、电子厂以及塑料厂中更是明显，为了节省这些浪费，积极推动自动包装、自动运送、自动仓储是有其必要的。

制造管理的自动化有别于生产线的自动化，但却是构成工厂全自动化不可缺少的一环，而要建立一套良好自动化制造管理系统，自动化观念的培养与认知是首要工作，因为管理的效益往往无法在短期内显现出来，必须先建立一个整体的架构与观念，在此架构下逐次发展，才能发挥出整体效率，在一般工厂中，都是从最基础自动化起，最后再整合连续，达成信息畅通的目的。

伍、结语

毫无疑问的，我国工业目前正面临着关键期性的转型期，转型成功与否，决定了我们以后是否能够继续在世界经济舞台上扮演着重要角色，而推动工业自动化正是协助渡过此转型期的重要工作。回顾过去十年来自动化所带动的经济繁荣，再展望未来的产业升级，继续推动自动化正是我们所要走的一条路，而这条路是艰苦的，也不是短时间走得完的，必须业者与政府共同努力，而它更需更多人才的投入。

※注：陈飞龙老师目前为本系副教授，美国奥本大学工业工程博士，研究领域为
CAM 及制造自动化。

<转载> 本文请参考《82年国立清华大学工工系刊》，第十六期。

<附录五> 王明扬 着《人因工程(Human Factors/Ergonomics)》

- 壹、人因工程的缘起
- 贰、人因工程的发展
- 参、人因工程的需求趋势
- 肆、人因工程的内容与应用
- 伍、人因工程的应用成效
- 陆、人因工程对社会的冲击
- 柒、人因工程的展望与期许

人因工程(Human Factors/Ergonomics)

壹、人因工程的缘起

人因工程在国内有系统的发展，大约是从民国七十三年，国科会邀请国内人因工程相关学者专家成立人因工程小组，讨论它的发展方向开始的。其间经过好几次会议的热列讨论，才确定了国内「人因工程」的中文名称和它的发展方向。之前的中文译名不一，如「人体工学」、「人类工程学」、「人类因素学」、「人

性因素学」、等等皆有人使用过。从那时起，人因工程就是国科会工程处在工业工程方面的一个发展重点。

贰、人因工程的发展

在过去的十多年来，国内的人因工程的专业人才逐渐增多，人因工程的研究推广每年都有令人满意的成果与成长。原来主要由国科会支持的研究推广工作，近年来也陆续推展到其它相关政府机构，如：劳委会、原委会、交通部、经济部、以及电力公司核能电厂等，民间产业在这方面的需求也日渐增多。民国 81 年，国科会在工程处中正式成立了工业工程学门，人因工程也被列为五个子学门之一，可以显示出它的重要性与潜力。另外在国科会生物处的范围内，医学工程在生物力学、残障辅助设施、复健等方面，也需要人因工程的配合与支持，这些都仅仅是一个大趋势的开端。

参、人因工程的需求趋势

目前，我们已经可以看到在这个趋势中，许多其它科技的发展也显露出对人因工程有相当大的需求。例如：政府正全力推动的航空、太空发展计画、卫星计画等，就需要人因工程在操作、管制等系统方面提供专业的知识，使那样复杂又要求精确反应配合的系统顺利运转，以避免人为失误，确保任务的安全与成功。

肆、人因工程的内容与应用

人因工程是了解人的能力与限制，而应用于工具、机器、系统、工作方法和环境之设计，使人能在安全、舒适、及合乎人性的状况下，发挥最大工作效率和使用效能，并提高生产力及使用者的满意度。

由于现代科技迅速发展及经济迅速的成长，在人们对生活和工作品质之要求日渐提升之下，人因工程所扮演的关键角色也日益显明与重要。

伍、人因工程的应用成效

我们也看到许多国外应用人因工程的成功案例：在产业方面，较周详地考虑了人因工程的产品就比较能够提高它的附加价值，也增强了它的市场竞争能力。苹果公司的麦金塔计算机能在个人计算机市场上与 IBM 公司较量，就是一个很好的例子。许多公司提供人性化的工作制度和环境，使员工身心健康得到保障，进而提升了公司的形象，也提高了员工的向心力和生产力。为老人、儿童、残障人士设计的特殊设施，能使他们的生活更加便利，也促进了社会的和谐等等，都是值得我们借镜与努力的方向。

陆、人因工程对社会的冲击

大家都知道，现在是科技互动与整合的时代，新科技的发展是许多专业领域环环相扣，互相影响的结果。人因工程的这种特征特别明显。人因工程可能带给我们的社会相当的冲击。我们都了解，人因工程强调「人性化」的设计，「人」是他的重点。无论从科技发展或产业升级、或社会生活品质的提升等，各方面来说，都不能离开「人」的因素。是「人」在努力创造更美好的一切，所创造出来的科技、产品、制度等，也要让「人」来享用。如果创造出来的是人没有办法享用的，甚至由于没有考虑使用对象的能力与限制，而造成使用时的困扰，就完全失去了这项创新或创造的意义了。因此，人因工程的最大贡献就是他所考虑的都是「利人」的事。从这个层面来看，人因工程所能发挥的效用，就不仅限于科技或产业方面，而是与社会的脉动息息相关。如果人因工程的理念，也就是「为人着想」的观念，可以提升推广到使社会大众都能了解，都乐于力行的层次，这个时候，社会自然充满祥和之气，生活品质自然能够提升。

柒、人因工程的展望与期许

从技术层面着手，人因工程以推展「利人」的观念为出发点，并潜移默化，期盼在科技、产业、及社会发展的层面上发挥他的影响力。环顾你(妳)周遭的人、事、物，处处皆能与人因工程相结合。因此，未来人因工程可以开拓出极大的发展空间。

※注：王明扬老师目前为本系副教授兼代总务长，瑞典 Luleå 大学工业工程博士，研究领域为

人因工程、人体计测、心理学、工业安全等。

<转载> 本文请参考《中华民国人因工程学会简介》。

<附录六> 廖信锐 整理《作业研究(Operations Research, OR)》

壹、作业研究的起源

贰、作业研究的定义

参、作业研究的方法与技巧

肆、作业研究的应用重点

伍、作业研究的应用效益

陆、作业研究的未来展望

作业研究(Operations Research, OR)

壹、作业研究的起源

作业研究作为科学名字是出现于二十世纪 30 年代末期。当时英、美对付德国的空袭，以雷达作为防空系统的一部分，从技术上是可行的，但实际运用上却并不好用。为此一些科学家研究如何合理运用雷达开始进行一类新问题的研究。因为它与研究技术问题不同，就称之为「作业研究」(Operational Research, OR)。

作业研究系起源于第二次世界大战(1941-1945)的一种科学计量管理技术。最早投入作业研究领域工作的第一个作业研究小组，于 1940 年由获得诺贝尔奖的美国物理学家勃拉凯特博士(Dr. P. M. S. Blackett)所组成，包括具有各种不同专长的十一名专家，对于英军的作战成果贡献卓著。

1942 年美国军方乃先后成立类似作业研究小组，其工作成果亦非常辉煌，使世人对于作业研究有了深刻的认识与了解。

第二次世界大战结束，百废待兴，英美工商企业界于是引用作业研究技术于各行各业的复建工作，并且积极培养作业研究人才，广泛应用于：

计划、生产、存货、市场、财务、人力等方面，使有限的资源做最佳的调配，并

提高效率、降低成本、与减少风险。

1950年代许多先进国家已在大学讲授作业研究课程，到了1960年代其发展更臻完善，许多大学专为它设立学系或研究所、Program等并授与学位，如著名的Harvard, Michigan, Stanford, Berkley, Wisconsin, Purdue等名校。许多理、工、商科系并将作业研究列为必修、必选或选修课程。目前，现代化的大型企业大多雇有作业研究人员，从事各项业务之决策分析工作。

数学规划、线性规划、非线性规划、整数规划、目标规划、动态规划、随机规划等、图论与网络、等候理论(随机服务系统理论，大陆称排队理论)、存货模型、对策论、决策理论、维修更新理论、搜索论、可靠性和质量管理等。

等候理论的先驱者丹麦工程师爱尔朗(Erlang)1917年在哥本哈根电话公司研究电话通讯系统时，提出等候理论的一些著名公式。

存货模型的经济订购量(Economic Order Quantity, **EOQ**, 或称经济请购量)公式是在二十世纪20年代初期提出的。

在商业方面列温逊在二十世纪30年代已用作业研究思想原理分析商业广告、顾客心理。

线性规划是由丹捷格(G. B. Dantzig)在1947年发表的成果。所解决的问题是美国空军军事规划时提出的，并提出了求解线性规划问题的「简捷法」(Simplex Method)。而早在1939年苏联的学者康托洛维奇(JI. B. KAHTOPOBHN)在解决工业生产组织和计划问题时，已提出了类似线性规划的模型，并写出了『解乘法』的求解方法。由于当时并未受到上级领导的重视，直到1960年康托洛维奇再次发表了《最佳资源利用的经济计算》一书后，才受到国内外的一致重视，为此康托洛维奇得到了诺贝尔奖。值得一提的是丹捷格认为线性规划模型的提出是受到了列昂节夫的投入产出模型(1932年)的影响。关于线性规划的理论是受到了冯·纽曼(Von Neumann)的帮助。冯·纽曼和摩根斯坦(O. Morgenstern)合着的《对策论与经济行为》(1944年)是对策论的奠基之作，同时该书已隐约地指出了对策论与线性规划对偶理论的紧密联系。线性规划提出后很快地受到经济学家的重视，如在第二次世界大战中从事运输模型研究的美国经济学家库普曼斯(T. C. Koopmans)，他很快看到了线性规划在经济中应用的意义，并呼吁年轻的经济学家要关注线性规划。其中阿罗、萨缪尔逊、西蒙、多夫曼和胡尔威次等都获得了诺贝尔奖的最高荣誉与成就，并在作业研究某些领域中发挥其重要成效。

贰、作业研究的定义

作业研究(Operations Research, **OR**)从字面上看,是「对众多的作业从事研究」,而一些著名的专家学者则给予不同的解释与定义,综合专家学者的意见,可简述作业研究为:

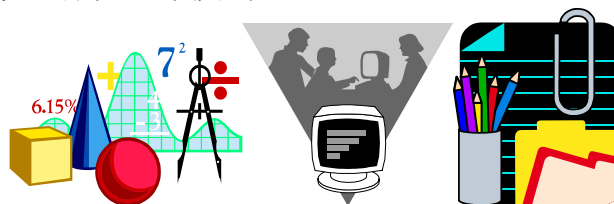
「应用科学的方法、技巧与工具,对从事研究的系统求出代表之数学模式或他种模式,以研究该系统中之各项活动及评估所拟议之各种行动途径,求出作决策时应采取之最有利答案。」

英国作业研究学会(Operational Research Society)把作业研究(**OR**)定义如下:

「作业研究是指应用科学方法,处理工业、商业、政府、国防中因指挥和管理一大群人、机器、原料和资金而产生的复杂问题。这种独特的方法要发展这些系统的科学模式、衡量机率和风险等因素,用它们来预测和比较各种不同的决策、策略或控制的结果。其目的是协助管理阶层以科学方法来决定政策和行动。」

最早成立作业研究学会的国家是英国(1948年),接着是美国(1952年)、法国(1956年)、日本和印度(1957年)等。到1986年为止,国际上已有38个国家和地区建立了作业研究学会或类似的组织。在1959年英、美、法三国的作业研究学会发起成立了国际作业研究学联合会(IFORS),以后各国的作业研究会纷纷加入。此外,还有一些地区性组织、如欧洲作业研究协会(EURO)成立于1976年,亚太作业研究协会(APORS)成立于1985年。

参、作业研究的方法与技巧



主要的作业研究的方法与技巧如下所述:

决策理论

就某种意义来说，所有的作业研究其实多跟决策有关。它涉及决策规则、评估各种可能的决策、决策最佳化、预测决策的结果、协助应付不明确性和风险性，并厘清复杂的情况(决策往往是在这种情况中进行)，让管理阶层可以迅速运用个人的判断，找出在所处环境中最好的行动方案。

四种基本决策法则：

1.乐观(最大值极大化法则)：

选择可能会产生最佳结果的方案。

2.悲观(最小值极大化法则、收入法则或成本最大值极大化法则)：

在各种可能出现的最低结果中选取最高值的方案。

3.机会成本(遗憾法则)：

选择某一方案而放弃其它方案时，失去了什么机会？

如果我们采用了某一种特别的方案，事后却发现另一个决策方案才是某一特定环境中最好的选择，那么我们会有多大的遗憾？

4.期望值：

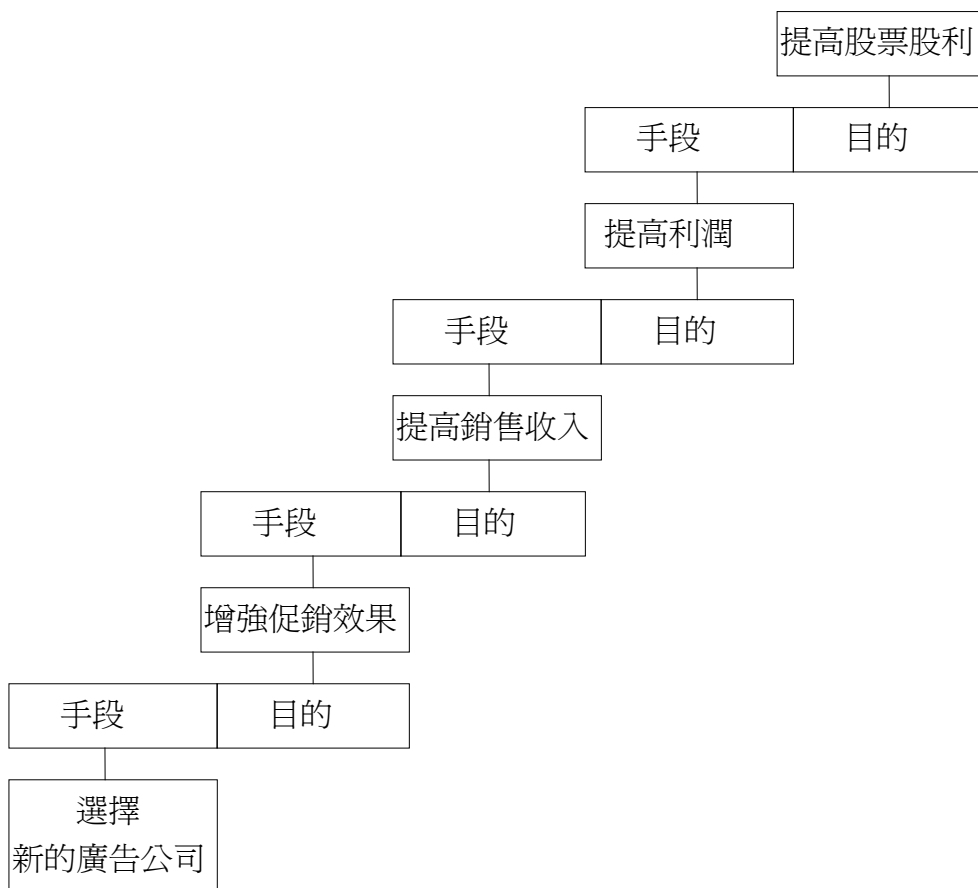
估计某一特殊状况发生的机率，从而根据估计值来选择方案。

决策理论下所分的决策技巧有：

●手段一目的分析

库克(Steve Cooke)和史雷克(Nigel Slack)所述的手段一目的分析，是要澄清一序列的目标，进而找出一连串的决策点。此一观念是依据一项事实，亦即对某个决策者的目标，对另外一个阶层较高的决策者来说，却是达成较高目标的手段。换句话说，某个人的手段是另一个人的目的。

手段一目的分析是以画出手段一目的链来进行。



手段—目的链

●决策矩阵

决策矩阵，如库克(Steve Cooke)和史雷克(Nigel Slack)所述，是一种在不确定环境中把相当直接的决策模式化的方法。这种决策环境中，决策者对于各种选择方案一目了然。与决策者有关的因素或「自然状态」、每一方案与每一因素组合后的可能结果，要列成矩阵表示。

●决策树

●算法(计算方法)

●主观机率

●贝氏分析

贝氏统计分析是要在各种备选方案未知或者以前从来没有尝试过，以致没有正常统计机率的情况下，把主观的预测转化成数学机率曲线。贝氏统计把某一情境的最佳评估值当做是信以为真的机率。一旦有新的资料出现之后，机率可以修正。贝氏分析的最后结果，取决于指定的事前机率(prior probabilities)。贝氏统计的准确性虽值得怀疑，但它的确提供了一个有用的机率修正逻辑结构，把有关假设所知的更多事物建入决策中。

决策理论从单一目标发展到多目标，是在理论与实务上的一个跳跃。用多目标规划方法来处理决策问题，更能满足实务上的需求。

(以下部份分别为工业工程系的重要课程，不论你(妳)是那一系的同学，可选择修课或旁听，以增广见闻! 修课前最好亲自与开课老师或系主任打听或面谈一下，以便能做最好的选择，切忌道听涂说，做了错误的决择，耽误了自己! 工业工程系在这些开课的老师阵容中皆为一时之选，又是作业研究学会的会员，他们有着深厚的作业研究教学及研究经验，其中作业研究的方法与技巧你必须从修课中去体会，因篇幅有限不能以三言两语道尽整个课程的奥妙。在此，我谨将作业研究的应用重点、应用效益及未来展望等与修我工程导论课程的同学分享一廖信锐注记。)

- 线性规划
- 建立模式
- 仿真(蒙地卡罗法和决定性)
- 等候理论
- ABC 分析
- 敏感度分析
- 网络分析
- 统计技巧

肆、作业研究的应用重点

前面介绍作业研究的起源时，已提到了作业研究在早期的应用，主要是在军事领域，第二次世界大战后作业研究的应用转向民间，以下仅对某些重要领域的应用提供同学们参考：

- 1.市场销售：在广告预算和媒体的选择、竞争性定价、新产品开发、销售计划的

制定等方面。如美国杜邦公司在五十年代起就非常重视将作业研究用于研究如如何做好广告工作、产品定价和新产品的引入。通用电力公司对某些市场进行仿真研究。

2.生产计划：在总体计划方面主要是从总体确定生产、储存和劳动力的配合等计划以适应变动的需求计划，主要用线性规划和仿真方法等。此外，还可用于生产作业计划、日程表的编排等。还有在合理下料、配料问题、物料管理等方面的应用。

3.库存管理：存货模型将库存理论与计算器的物料管理信息系统相结合，主要应用于多种物料库存量的管理，确定某些设备的能力或容量，如工厂的库存、停车厂的大小、新增发电设备容量大小、计算机的主存储器容量、合理的水库容量等。

4.运输问题：这里涉及空运、水运、公路运输、铁路运输、捷运、管道运输和厂内运输等。包括班次调度计划及人员服务时间安排等问题。

5.财政和会计：这里涉及预算、贷款、成本分析、定价、投资、证券管理、现金管理等。用得较多的方法是：统计分析、数学规划、决策分析。此外，还有盈亏点分析法、价值分析法等。

6.人事管理：这里涉及六方面。(1)人员的获得和需求估计；(2)人才的开发，即进行教育和训练；(3)人员的分配，主要是各种指派问题；(4)各类人员的合理利用问题；(5)人才的评价，其中有如何测定一个人对组织、社会的贡献；(6)薪资和津贴的确定等。

7.设备维修、更新和可靠度、项目选择和评价：如电力系统的可靠度分析、核能电厂的可靠度以及风险评估等。

8.工程的最佳化设计：在土木、建筑、水利、信息、电子、电机、光学、机械、环境和化工等领域皆有作业研究的应用。

9.计算器和讯息系统：可将作业研究应用于计算机的主存储器配置，研究等候理论在不同排队规则对磁盘、磁鼓和光盘工作性能的影响。有人利用整数规划寻找满足一组需求档案的寻找次序，利用图论、数学规划等方法研究计算器讯息系统的自动设计。

10.城市管理：包括各种紧急服务救难系统的设计和运用。如消防队救火站、救护车、警车等分布点的设立。美国曾用等候理论方法来确定纽约市紧急电话站的值班人数。加拿大亦曾研究一城市警车的配置和负则范围，事故发生后警车应走的路线等。此外，诸如城市垃圾的清扫、搬运和处理；城市供水和污水处理系统的规划.....等等。

伍、作业研究的应用效益

- 1.有能力以定量方法处理不确定的状况，遵守罗素(Bertrand Russell)的金言：
「我们没办法百分之百肯定地预测未来，但同样的，我们对未来也并非完全不能肯定。」
- 2.在复杂的情境中使用客观的方法，厘清什么信息具有相关性、那些由过去经验所得的信息与目前探讨的情境有因果关系。
- 3.能够根据所分析的信息，说明各种行动方案的可能结果。亦即回答：
「如果.....怎么样?(What if.....)」的问题。
- 4.协助经理人了解影响决策的许多相关因素。
- 5.有各种逻辑方法，处理复杂情境中的决策。
- 6.能够在计算机协助下，处理庞大的资料。

陆、作业研究的未来展望

美国前作业研究学会主席邦特(S. Bonder)认为，作业研究应在三个领域发展：作业研究应用、作业研究科学和作业研究数学。并强调发展前两者，从整体来讲应协调发展，才能解决经济、技术、社会、心理、生态和政治等综合因素交叉在一起的复杂系统。也就是要从作业研究到系统分析，并与未来学紧密结合以解决人类所面临的困境。解决问题的过程是决策者和分析者发挥其创造性的过程，这也就是进入七十年代以来人们愈来愈对人机对话的算法感性趣的原因。在八十年代一些重要的与作业研究有关的国际会议中，大多数人认为决策支持系统(Decision Support System, **DSS**)是使作业研究发展的一个好机会。总之，作业研究仍在不断的发展，新的思想、观点和方法层出不穷地涌现，换句话说，作业研究既然是用来解决人类实际发生的问题，大多数的问题有其「易变性」，问题不会就此终结，以「不变」应「万变」这不就是师法宇宙自然的法则吗？

因此，作业研究还有其无限的发展空间与生机，你(妳)有兴趣吗？那就得看你(妳)的智能能否掌握了。

参考书目：

□中文参考书籍及期刊

- 1.陈彰仪 着,《组织心理学》,台北:心理出版社,84.2 初版一刷。
- 2.经济日报,86.7.24(四)第 17 版。
- 3.中国时报,陈文奎《设计严格管控,让工程升级》,86.7.24(四)第 11 版。
- 4.北京清华大学作业研究教材编写组 编着,《作业研究》修订版,台北:儒林图书有限公司,1992.7 初版。
- 5.工业工程全书编纂委员会 编着,《工业工程全书》三增版,台北:中兴管理顾问公司 发行,83.10 三增七版。
- 6.Michael Armstrong 原著,罗耀宗 译,《管理技巧手册(A Handbook of Management Techniques, 1986)》,台北:哈佛企业管理顾问公司,81.2 初版。
- 7.Rafael Aguayo 原著,汪益 译,《品管大师戴明博士》,台北:联经,80.12 初版。
- 8.波特 原著,李明轩、丘如美 合译,《国家竞争优势(上)(The Competitive Advantage of Nations by Michael E. Porter)》,1996.8.30 第一版,1996.9.30 一版二印。
- 9.波特 原著,李明轩、丘如美 合译,《国家竞争优势(下)(The Competitive Advantage of Nations by Michael E. Porter)》,1996.8.30 第一版一印。
- 10.Michael Hammer & James Champy 原著,杨幼兰 译,《改造企业 — 再生策略的蓝本(Reengineering the Corporation — a Manifesto for Business Revolution)》,台北:牛顿,83.4.30 初版,85.5.20 初版二刷。
- 11.Michael Hammer & Steven A. Stanton 原著,林彩华 译,《改造企业 II — 确保改造成功的指导原则(The Reengineering Revolution — A Handbook)》,台北:牛顿,85.10.30 初版。
- 12.杰佛瑞·杨 原著,安纪芳 译,《苹果计算机—Apple 成功之路》,创意风云录 7,经营管理 09,台北:丝路出版。
- 13.篮道尔·史特洛斯(Randall E. Stross) 原著,安纪芳 译,《计算机金童—NeXT 风云再起(Steve Jobs & The NeXT BIG THING, 1993)》,创意风云录 21,经营管理 53,台北:丝路出版,1997.4。
- 14.《计算机小霸王—微软成功之路》,创意风云录,经营管理,台北:丝路出版。
- 15.黄越宏 着,《观念—许文龙和他的奇美王国》,商业周刊企业列传 7,台北:商周文化,85.5.1 初版,85.5.20 一版四刷。
- 16.日本产经新闻社 编,吴明志 译,《多媒体革命》,台北:远流出版社,1995.10.1。
- 17.杨丁元、陈慧玲 着,《业竞天择—高科技产业生态》工商时报出版,1997.4 初版三刷。
- 18.David Marshall 原著,张丽琼 译,《Microsoft 微软“比尔·盖兹”世界大企业家传奇,计算机奇才》台北:牛顿,1996.2.1。

□英文参考书籍

1. Harold T. Amrine, John A. Ritchey, Colin L. Moodie and Joseph F. Kmec, “*Manufacturing Organization and Management*”, sixth edition, Prentice-Hall, 1993.
2. Turner, Wayne C., Mize, Joe H., and Case, Kenneth E., “*Introduction to Industrial and Systems Engineering*, ” Second Edition, Prentice-Hall International Editions(1987).
3. Fred E. Meyers, “*Motion and Time Study —Improving Work Methods and Management*,” Prentice-Hall(1992).
4. L. J. Bourgeois, III, “*Strategic Management from Concept to Implementation*,” The Dryden Press (1996).
5. Xiudian Dai, “*Corporates Strategy, Public Policy and New Tecnologies — Philips and the European Consumer Electronics Industry*,” Pergamon (1996).
6. C. Roland Christensen, Kenneth R. Andrews, Joseph L. Bower, Richard G. Hamermesh and Michael E. Porter, “*Business Policy —Text and Cases*,” Fifth Edition, Irwin (1982).

♯参考资料:

- 1: Economist 经济学人
- 2: Harvard Business Review 哈佛企管评论
- 3: Time 时代周刊
- 4: Newsweek 新闻周刊
- 5: U.S.News 美国新闻与世界报导
- 6: 天下杂志
- 7: 远见杂志
- 8: 管理杂志
- 9: 卓越杂志

欢迎加入人因工程研究、开发、应用的行列!
欢迎加入作业研究研究、开发、应用的行列!
欢迎加入自动化工程研究、开发、应用的行列!
欢迎加入系统工程研究、开发、应用的行列!
欢迎加入信息管理研究、开发、应用的行列!
欢迎加入技术管理研究、开发、应用的行列!
欢迎加入工程管理研究、开发、应用的行列!

欢迎加入工业工程与工程管理研究、开发、应用的行列!

Always keep in mind:

Work Smarter don't work harder.

Learn to share and make change.

Make Difference.

Take Advantage.

Then You will succeed!

Go Ahead! And Make Your Day!

感谢辞：《工程导论》工业工程与工程管理篇能够完成，要感谢工学院陈院长文华博士的高瞻远瞩暨系主任王茂骏博士及历任系主任的支持，还有赐稿同仁们之共识，教育唯有向下扎根，未来的成功才更有希望。同时要感谢本系前系主任、现任国科会工业工程学门召集人陈茂生博士及王明扬博士不时提供最新资料及建议，也感激本系刘志明博士提供的资料以及修课同学们给我善意的「回馈」意见。我们不断的修正文稿，主要是想把最理想的课程内涵呈现给工学院及外系有兴趣修这门课的同学，能尽快地进入并了解工业工程与工程管理这个领域，在一开始的课程目标中我们就明白的指出，本课程旨在加强本系同学对工业工程与工程管理的认识，并希望帮助将来有兴趣以工业工程与工程管理为辅系或修读双学位同学之导引，这是一个终身学习的社会，也冀望能帮助社会人士有意研读或了解清华大学工学院各系之入门课程。完稿时，顿感这是在清华教学与研究十六年来最高兴的一件事，祇因为这个团队的教学，它意义深重。此间若没有动机系教授贺陈弘博士的「推波助澜」以及电机系前系主任王小川博士的用心「兴风作浪」，这件事不可能成功。最后更要感谢现任工学院院长黄光治博士的继续给予支持，他过去也曾是这个团队教学的成员之一。(工业工程与工程管理系 廖信锐 1998.8.8 记)