

國立交通大學

土木工程學系

碩士論文

土木系所未來發展策略之研擬一

以國立交通大學土木系為例

Strategic Planning for the Development of Department of Civil
Engineering of NCTU

研究生：陳威樞

指導教授：曾仁杰 單信瑜

中華民國九十六年七月

土木系所未來發展策略之研擬—以國立交通大學土木系為例

Strategic Planning for the Development of Department of Civil

Engineering of NCTU

研究生：陳威傑

Student：Wei-Chieh Chen

指導教授：曾仁杰 單信瑜

Advisor：Dr. Ren-Jye Dzeng

Dr. Hsin-Yu Shan

國立交通大學

土木工程學系

碩士論文

A Thesis

Submitted to Department of Civil Engineering

College of Engineering

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

In

Civil Engineering

July 2007

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十六年七月

土木系所未來發展策略之研擬—以國立交通大學土木系為例

研究生：陳威樺

指導教授：曾仁杰 教授

單信瑜 教授

國立交通大學土木工程學系（研究所）碩士班

摘要

營建產業目前處於加入 WTO 及全球化轉型之過程面臨需求變遷、供給變遷、規制變遷、營運管理變遷等四大挑戰。尤其近年來內需市場之嚴重退縮，以及產業產能與專業人力之過剩閑置，已擴大形成為衍生性經濟社會問題與國家競爭力維繫問題。人才為政策執行基礎，各大學之土木、建築相關教育課程，勢需配合國家發展政策及產業需要進行調整，以維持土木、營建專業人才培育之有效性。本研究以交通大學土木系為例，建構一套土木系所發展方向之分析模式。首先了解國際名校及國內其他研究型大學之特色及革新作法，再廣泛調查本系畢業校友之就職現況，分析校友之出路，配合深入訪談國內各主要大學土木系所主任及資深教授、營建企業主管及政府部門主管之想法，瞭解目前學術界、實務界及政府單位對於土木系發展之想法、需求及建議策略，配合統計分析技術，提出土木系轉型策略之建議。

關鍵詞：營建業、土木、策略

Strategic Planning for the Development of Department of Civil Engineering of NCTU

Student : Wei-Chieh Chen

Advisor : Dr. Ren-Jye Dzung

Dr. Hsin-Yu Shan

Department of Civil Engineering
National Chiao Tung University

Abstract

The Construction Industry to face challenge changes of demand, supply, laws and operation management while it pass through the procession of joint into WTO and Globalization. In particular recently internal demand recession, potency of industry and manpower decline of specialized field, it becomes one problem between Social Economy and Country Competitiveness. The foundation of policy execute are workers. A lot of relational education lesson of Civil and Architectural Engineering Department have to regulate the development of national policy and industry requirement, in order to keep in the level of specialized field education about Civil and Architectural. The strategic planning is for the development of Department of Civil Engineering of NCTU to construct the analysis model. We have to do the analysis step by step. First, we need to comprehend the characteristic and innovation method. Second, to survey and assess in order to obtain the data about employment of alumni. Third, to cooperate statistics method to interview about chair of department, corporate executives and government department, in order to know the demand of academia, business and government for department Civil Engineering recently. Final the research proposed to suggestion of strategic planning for Department of Civil Engineering of NCTU.

Key Words : Construction Industry 、 Civil 、 Strategy.

誌謝

相較於多數人，我覺得在求學過程中我一直都很幸運，每當徬徨無助、不知所措的時候，總是能夠遇到貴人在適時的給我指引與幫助，幫我度過一個又一個的關卡。回憶起兩年緊湊的研究所生涯，是我最為滿載而歸的一程！此論文可順利付梓成冊，首先要感謝莫過於指導老師 曾仁杰教授與單信瑜教授的悉心教導，在學術研究與生活處事上，啟迪學生良多，獲益匪淺，此均承蒙恩師不辭辛勞給予許多珍貴的指引與啟發，此刻內心充滿無限的感激與謝意。此外衷心感謝口試委員鄭奕孟教授、楊智斌教授等人對研究內容惠予許多剴切指正與寶貴建議，使學生論文更臻完善。

在研究所的學習過程中，最寶貴的記憶無疑是這趟旅程的所有伙伴，在此感謝世旭學長、重堯學長、燕青學長、怡心學姐以及珮茹同學、文彬同學等在兩年研究生涯之扶持與陪伴照顧，還有我的高中同學阿諾、帥哥、孫、阿霖、芒果、米粉等人陪我度過那段人生低潮的時刻而繼續鼓勵我，最後感謝學弟妹汎儀、姜辰、煥雲、聖賢、志仁等人的協助。有你們的陪伴，增添了許多歡樂的色彩，謝謝你們陪我一同經歷分享，我將永懷這段最美好的回憶！

最後，謹以此論文獻給我最摯愛的父母親與家人，感謝你們無悔的付出與鼓勵，陪我度過這段日子，給予我無限的包容與體諒，讓我於求學期間感受無微不至的關懷，得以在良好的環境中成長茁壯，在此獻上最崇高的敬意。

陳威傑 謹誌 九十六年七月

目錄

摘要.....	I
Abstract.....	II
誌謝.....	III
目錄.....	IV
圖目錄.....	VI
表目錄.....	IX
第 1 章 緒論.....	1
1.1 研究動機.....	1
1.2 研究問題.....	2
1.3 研究目的.....	3
1.4 研究架構及流程.....	3
第 2 章 文獻回顧.....	6
2.1 工程教育.....	6
2.2 國內外大學土木系發展現況.....	13
2.3 國內大學土木系所調查.....	13
2.4 國外大學土木系所調查.....	34
第 3 章 研究架構及方法.....	66
3.1 研究流程.....	66
3.2 研究方法.....	66
3.3 問卷調查.....	69
3.4 問卷設計.....	70
3.5 系所訪談.....	71
第 4 章 產業人力需求.....	73
第 5 章 問卷結果分析.....	84
5.1 業界調查.....	84
5.2 交大土木系校友調查.....	99
5.3 綜合比較.....	112
5.4 問卷後續分析.....	117
5.5 相關研究比較.....	121
5.6 訪談整理.....	124
第 6 章 土木系發展策略.....	127
6.1 交大土木系現況.....	127
6.2 SWOT.....	131
6.3 策略訂定.....	133
6.4 相關研究比較.....	140
第 7 章 結論與建議.....	150

參考文獻..... 153
附錄一..... - 1 -
附錄二..... - 8 -



圖目錄

圖 1.1 89~95 學年度交通大學土木系轉系學生比率	2
圖 1.2 研究流程	5
圖 2.1 表示核心學科、一般學科與必備之學科相關性	9
圖 2.1 土木類相關學系魚骨圖	14
圖 2.2 大學部結構類學科比重統計	16
圖 2.3 大學部水利類學科比重統計	16
圖 2.4 大學部大地類學科比重統計	17
圖 2.5 大學部測量類學科比重統計	17
圖 2.6 大學部營管類學科比重統計	18
圖 2.7 大學部電腦輔助類學科比重統計	18
圖 2.8 大學部環工類學科比重統計	19
圖 2.9 大學部交通類學科比重統計	19
圖 2.10 大學部機電類學科比重統計	20
圖 2.11 大學部材料類學科比重統計	20
圖 2.12 研究所結構類學科比重統計	21
圖 2.13 研究所水利類學科比重統計	22
圖 2.14 研究所大地類學科比重統計	22
圖 2.15 研究所測量類學科比重統計	23
圖 2.16 研究所營管類學科比重統計	23
圖 2.17 研究所電腦輔助類學科比重統計	24
圖 2.18 研究所環工類學科比重統計	24
圖 2.19 研究所交通類學科比重統計	25
圖 2.20 研究所其他類學科比重統計	25
圖 2.21 大學部結構類學科比重統計	36
圖 2.22 大學部水利類學科比重統計	36
圖 2.23 大學部大地類學科比重統計	37
圖 2.24 大學部測量類學科比重統計	37
圖 2.25 大學部營管類類學科比重統計	38
圖 2.26 大學部電腦輔助類學科比重統計	38
圖 2.27 大學部環工類學科比重統計	39
圖 2.28 大學部交通類學科比重統計	39
圖 2.29 大學部機電類學科比重統計	40
圖 2.30 大學部材料類學科比重統計	40
圖 2.31 研究所結構類學科比重統計	41
圖 2.32 研究所水利類學科比重統計	42
圖 2.33 研究所大地類學科比重統計	42

圖 2.34 研究所測量類學科比重統計	43
圖 2.35 研究所營管類學科比重統計	43
圖 2.36 研究所電腦輔助類學科比重統計	44
圖 2.37 研究所環工類學科比重統計	44
圖 2.38 研究所交通類學科比重統計	45
圖 2.39 研究所其他類學科比重統計	45
圖 3.1 研究流程	66
圖 3.2 集群分析示意圖	68
圖 3.3 歐式距離計算	68
圖 3.4 集群化分析之樹形圖	68
圖 3.5 調查計畫流程	69
圖 4.1 大學校數/研究所數/學系數/學科數趨勢圖	76
圖 4.2 高等教育學生在學人數統計表	77
圖 4.3 土木、建築、營建分科系畢業人數	78
圖 4.4 台灣地區民國 90-120 人口及人口變動推估	79
圖 4.5 台灣區營造業生產毛額/國內生產毛額歷年成長折線圖	80
圖 4.6 民國 86~95 年政府單位各科高普考及格人數	82
圖 4.7 民國 86~95 政府單位土木、建築普考/高考三等及格人數	83
圖 4.8 1983~2002 年間雇員進出入率比較	83
圖 5.1 受訪者基本資料	86
圖 5.2 業界人才需求意向	88
圖 5.3 業界人才需求意向	89
圖 5.4 業界人才需求意向	90
圖 5.5 業界人才專業、學歷意向	91
圖 5.6 業界大陸發展意向	92
圖 5.7 業界課程意向	94
圖 5.8 業界課程意向	95
圖 5.9 業界課程意向	96
圖 5.10 業界課程意向	97
圖 5.11 業界課程意向	98
圖 5.12 受訪者基本資料	101
圖 5.13 校友人才需求意向	103
圖 5.14 校友人才需求意向	104
圖 5.15 校友人才需求意向	105
圖 5.16 校友人才專業、學歷意向	106
圖 5.17 校友課程意向	107
圖 5.18 校友課程意向	108
圖 5.19 校友課程意向	109

圖 5.20 校友課程意向.....	110
圖 5.21 校友課程意向.....	111
圖 6.1 1999~2005 土木系錄取人數統計與比例.....	134
圖 6.2 交大土木系大學部課程比重.....	135
圖 6.3 交大土木系研究所課程比重.....	135
圖 6.4 策略示意圖.....	143



表目錄

表 2.1 土木整體課程合併議題	9
表 2.2 議題涵蓋範圍	10
表 2.3 營建管理課程所佔比例	12
表 2.4 國內 12 所大學專業課程類別數與比重	15
表 2.5 各校重點發展領域	32
表 2.6 各校課程必選修數、所佔學分與畢業門檻	33
表 2.7 美國五所大學重點發展領域	35
表 4.1 87~95 年度大學校數/研究所數/學系數/學科數統計	76
表 4.2 87-94 年土木、建築、營建分科系畢業人數	78
表 4.3 營造業生毛額/國內生產毛額比率表	81
表 4.4 民國 86~95/8 營造業受雇員工人數增加率	81
表 4.5 民國 86~95 高普考及格人數統計表	82
表 5.1 業界受訪者集群分類	87
表 5.2 校友受訪者集群分類	102
表 6.1 本系所教師年齡	127
表 6.2 各校師資、學生數、師生、研究生比例	128
表 6.3 2001~2003 各校相關期刊研討會等論文、計畫與金額統計(系所為單位)	129
表 6.4 1991~2006 年度各校教師論文、研討會、計畫與計畫金額	130
表 6.5 1991~2006 年度各校教師論文、研討會、計畫與計畫金額平均	130
表 6.6 土木系所沿革	133
表 6.7 SWOT 分析表	136
表 6.8 策略分析結果	137
表 6.9 台大跨領域研究重點	148
附錄一 問卷表	- 2 -
附錄二 訪談問卷表	- 9 -
附錄二 各校土木工程科系訪談結果記錄表	- 11 -
表 A.1 專業人才需求議題訪談結果	- 11 -
表 A.1 專業人才需求議題訪談結果(續)	- 11 -
表 A.1 專業人才需求議題訪談結果(續)	- 12 -
表 A.2 課程現況議題訪談結果	- 13 -
表 A.2 課程現況議題訪談結果(續)	- 14 -
表 A.2 課程現況議題訪談結果(續)	- 15 -

第1章 緒論

1.1 研究動機

營建產業目前面臨 WTO 以及全球化轉型過程，需求、供給規格制度等營運管理改變等因素，產業市場嚴重萎縮，人力過剩，使得營造業逐漸成為夕陽工業。營建產業以其產值，一直有『經濟發展火車頭』之稱。近三年來由於與景氣遲緩復甦，產業結構改變，勞動型態變動，以及政局的不穩定，國內營建產業持續低迷，加上公共工程預算縮減，中南部高空屋率，營建業面臨開工率低、資金週轉不易的問題，使得營建業的人力資源管理成為一大挑戰。民國 70-80 年國內建築投資業迅速發展，造成餘屋過量，近年股市疲軟，房市低迷，使得許多營建業者淡出或轉向公共工程市場。營造業屬內需產業，加上我國準備加入 WTO，政府積極修改法令，屆時外國的營造與建設公司可在台灣成立分公司，承攬國內的工程，經營土地開發與建築投資，甚至以統包(turnkey)或 BOT 的方式介入工程源頭，勢必對我本土營造廠產生重大衝擊。因此未來營建發展必然朝向大型化、專業化。故應朝整合規劃與設計能力的培養、大學部課程加強施工管理及施工性等教育以因應衝擊。國內民間廠商在資本、規模都較小，技術能力不足；小型廠商租、借牌嚴重，大型營造廠本身不具有研發新工法的能力，許多大型建設公司也會租用營造廠執照，自行發小包以節省成本。鑒於營建產業目前處於加入 WTO 及全球化轉型之過程，面臨需求變遷、供給變遷、規制變遷、營運管理變遷等四大挑戰與內需市場之嚴重退縮，以及產業產能與專業人力之過剩閑置，已擴大形成為衍生性經濟社會問題與國家競爭力維繫問題(營建署 2001 營建電子化白皮書)。

然儘管目前國內營建市場景氣持續低迷，其產值仍佔 GDP 3~5%(國民經濟動向統計季報 2001)，因此政府目前仍積極輔導協助民間再造廠商資源能力組合，期望透過產業經營體制之轉型，提升整體產業競爭力與國家競爭力。然所有政策之執行基礎皆為人才，各大學之土木、建築相關教育課程，勢需配合國家發展政策及產業發展需要進行調整，評核現有課程之適當性，增加國家未來發展需要之相關課程，以維持土木、營建專業人才培育之有效性。唯目前因營建業之長期不景氣，造成人力需求銳減，且營建業目前大學畢業生之待遇，相較其他明星產業(如電子業)明顯較低，降低學生就讀土木相關科系之意願，導致各大學之土木、建築科系招收分數逐年下滑，學生素質逐漸低落。部份大學院校土木系已面臨招生困難及招生不足窘境，且即便已招收足額之學生，然土木系學生之轉系比率仍然偏高，已影響國家土木、營建人才培育之規劃，

不利國家未來工程建設之發展。因此各校之土木、營建相關科系，多已開始著手進行院系轉型之規劃，調整土木相關系科之授課方向，針對特定領域規劃相關學程如工程資訊、環境工程學程等，提升講授課程之多樣性，並增加學生修課之選擇性，再配合更名、合併或減少招生人數等措施維持學生素質。

國立交通大學土木系，自民國 67 年奉准成立後，一直提供政府、產業高素質之土木專業人才，本系之畢業生在產官學各界皆扮演產業中間之角色，然目前因受營建產業大環境之影響，亦遭遇招收分數逐年下滑、學生轉系比率偏高之問題，因此為維持本系之競爭力，重新思考本系定位，並配合國家未來發展之需要規劃本系之發展策略，應屬刻不容緩之任務。

1.2 研究問題

營建產業目前處於 WTO 及全球化轉型過程，面臨需求變遷、供給變遷、規制變遷、營運管理變遷等四大挑戰，加上近年需市場萎縮以及產業產能與專業人力之過剩等問題，然而政策執行皆以人才為基礎，各大學之土木、建築相關教育課程，勢需配合國家發展政策及產業發展需要來進行調整，對於人才培訓機構方面，評核現有課程之適當性，增加國家未來發展需要之相關課程，以維持土木、營建專業人才培育之有效性。

交通大學土木系目前有 29 位老師(含教授 16 名，副教授 11 名，助理教授 2 名)，大學部學生 370 名，碩士班生 190，博士班 90 名。自 92 年度起大學部招收名額降為每班各 40 人，轉系率如圖 1.1。

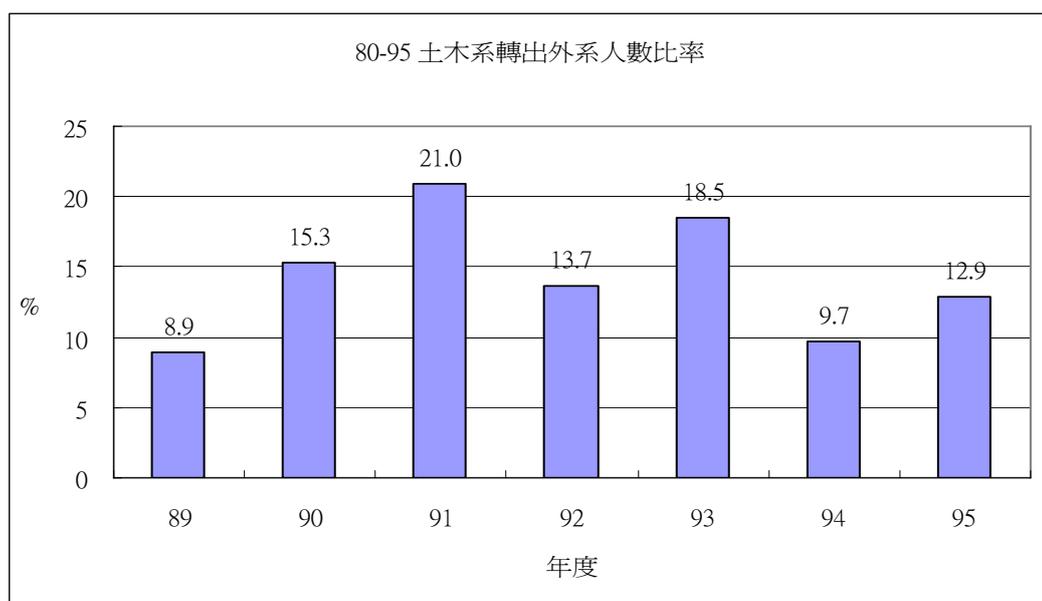


圖 1.1 89~95 學年度交通大學土木系轉系學生比率

因國內營建市場景氣普遍低迷，土木不景氣就業不易、光電產業市場相對過於熱絡、學生缺乏引導及信心、或師生關係不夠緊密等因素，導致轉系率偏高。由圖 1.1 可知，目前本系自 91 年度起，平均每 5 位學生，將有 1 位學生轉系(轉系多朝電子資訊相關科系)。尤其 91 學年度轉系人數最多，高達 26 人，且佔該年度大一新生招收人數近 30%。相較於本校其他科系之轉系比例偏高，且本統計資料僅包含轉系成功之資料，實際申請轉系人數應該更高。造成此種情況之原因，除本系部分同學因志向未定外，亦可能因本系目前之發展方向，無法提升學生之學習興趣，可能影響真正有意朝向土木工程發展學生之學習品質。如何降低轉系比率以及提升學生素質與提升競爭力，實應調整本系土木相關課程規劃及發展方向，並針對特定領域規劃相關學程(如工程資訊、環境工程學程)，提升講授課程內容之多樣性，配合國家發展政策及產業發展需要進行調整，評核現有課程之適當性，增加國家未來發展需要之相關課程，以維持土木、營建專業人才培育之有效性，故對於人才培訓機構做適度課程調整以及未來發展等思考實為重要。

1.3 研究目的

因應全球環境變遷、國內營建市場縮減、景氣低迷與就業率降低等因素，提升學生素質與本系競爭力，在資源充分使用情況下，改善教學課程等系所未來發展策略。本研究目的為提出土木系未來發展方向策略之建議。

1.4 研究架構及流程

本章節主要描述研究的各個階段與調查內容，首先對產業、系所等需求調查，針對各校土木系的課程、營建市場改變以及市場需求與人力等文獻整理探討，將資料收集探討需求缺口方向後。根據各項缺口透過國內外經營相關文獻的改革建議、市場需求與各校土木系之作法歸納整理，針對需求缺口以 SWOT 分析技術提出交通大學土木系策略之建議。研究流程如圖 1.2，各階段說明如下：

一、需求缺口階段

- 1.各校土木系所課程：首先透過國內各校系所網頁蒐集課程資訊，以便了解各校目前開課程情形與狀況。
- 2.營建市場改變相關文獻：回顧過去營建業市場結構變化、需求與供給等問題，以

及對於全球化轉型過程中的相關因應方向。

3.土木市場需求調查：蒐集對於土木市場人力資源供需等相關調查，了解目前人力資源狀況。

二、需求缺口因應策略：

1.國外系所經營文獻或策略：透過國外相關土木系所資料的蒐集，了解國外的策略、作法或革新之處。

2.土木市場缺口：對於土木市場的人力、課程的意向與看法。透過問卷與訪談方式獲取分析資訊。

3.各校土木系改革作法：針對國內外土木系現階段所做的措施、策略等作法，歸納整理探討。

4.本系 SWOT 分析：針對本系所 S(優勢)、W(劣勢)、O(機會)與 T(威脅)等內、外部資訊，作整體分析評估。針對目標訂定而研擬出策略目標發展途徑。

三、策略討論與建議

針對需求缺口研擬出因應策略，作為日後交通大學土木系所未來發展策略與建議。



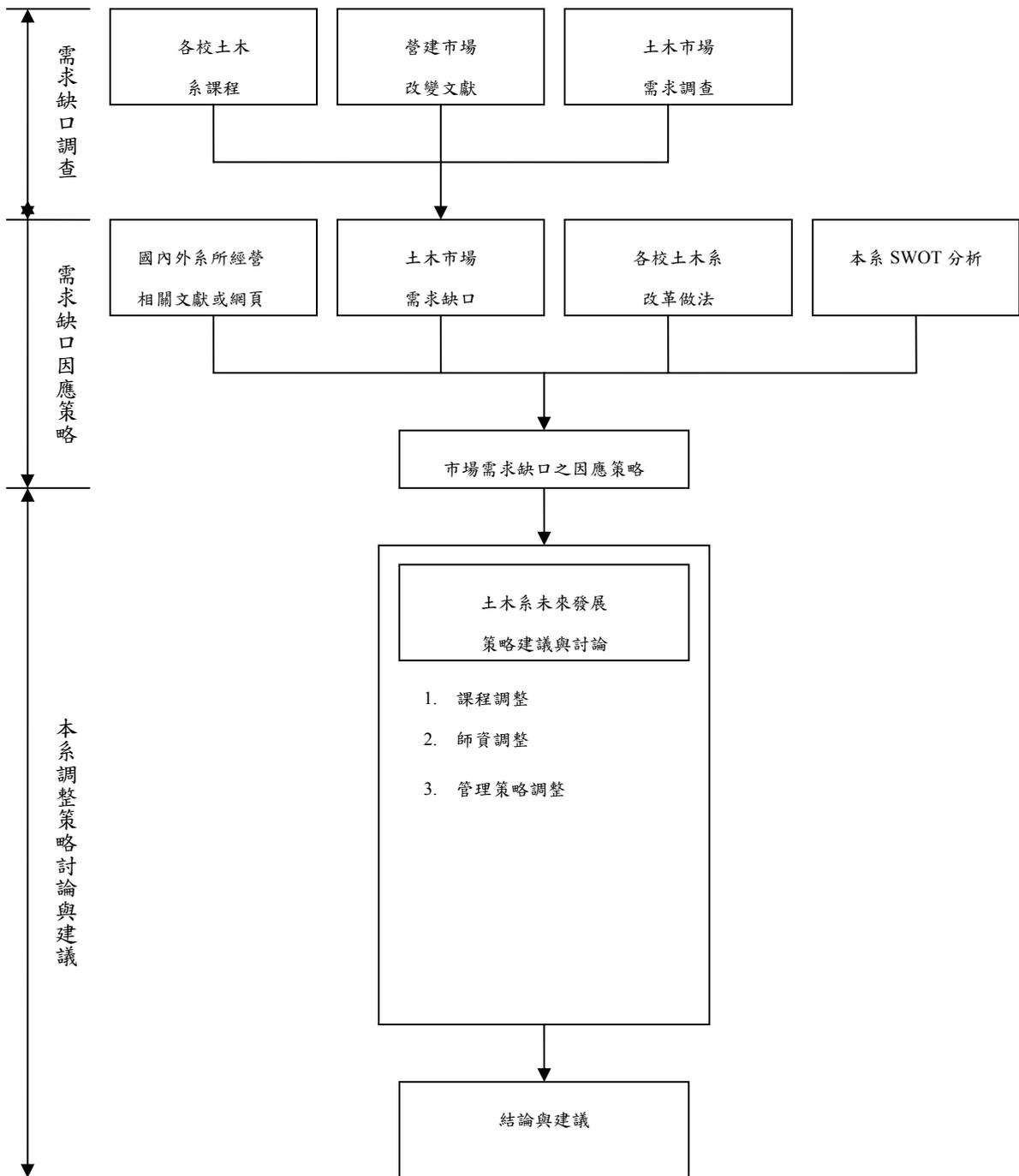


圖 1.2 研究流程

第2章 文獻回顧

2.1 工程教育

本章的主旨，是藉由回顧過去國內外探討有關工程教育相關改革、近年營建產業現況與困境、教育與人力發展之文獻，歸納分析以作為本研究發展的理論基礎。

一、土木工程教育定義

(1)美國土木工程師協會(1852)對於土木工程的定義為：實際應用科學與知識經驗於設計、生產或完成營建計畫中的各部分、機械與材料，而帶給人類用途或價值藝術。

(2)英國土木工程協會(The Institution of Civil Engineers, 簡稱 ICE, 1825)對於土木工程定義為：導引大自然之中的龐大能源(the great source of power in Nature)為人類所用或帶給人類福祉的藝術。ICE (1978)對定義的檢討為：導引大自然的龐大能源于保護地球上的眾生及人類和平且永續生存的藝術。兩會的定義都認定土木工程是一種藝術。(洪如江 2005)



二、土木工程教育發展及問題

近年來由於人口都市化，都市基礎建設等需求，環保意識的提升，能源及資源逐漸匱乏。近年對於自然環境、能源與資源保護，對於未來的土木工程教育，變的更加重視學理之數、理、化及生物之基礎紮實，並朝向「生態、安全、優質和管理之土木」的新境界發展之趨勢。如何改變只重視土木規劃、設計之教育，而訓練一具整合能力健全的土木工程人員之基礎教育，值得深思。

台灣處於地震頻繁之地區，大部分的人口將近 80%居住在都市，追求的是安全健康、便利舒適的生活環境，未來的土木應朝創造精緻、舒適的都市環境，以提升生活環境品質之優質建設為依歸。面對數十年的公共建設，以及未來的建設，如何加強其營運管理，以發揮各設施的效能和延長使用壽命，將是未來土木教育補強的方向，如捷運系統、焚化廠、污水廠、機場、港灣等的營運極其複雜，所需要的學識，包括電機、自動化、機械設施及管理學識，如何改變傳統只重視土木規劃、設計之教育，而訓練一具整合能力健全的土木工程人員之基礎教育，也有賴加以思考。(歐陽嶠暉 2000)

現階段的土木工程教育，分析之有下列問題；

1. 土木工程學系，各學門各自獨立，少有往來。
2. 學門欠缺整合，教學內容保守，且多見樹不見林。
3. 土木工程教育由於細分，格局窄小化及矮化。
4. 土木工程教育偏於技術分析，缺乏設計及整合的內涵。
5. 教學內容欠缺美感概念及環境與文化之融合。
6. 課程內容與社會階段性相脫節。(歐陽嶠暉 1995)

三、土木工程發展過程

所謂土木工程應包括水利工程、環境工程與建築工程(洪如江 2005)。而廣義的土木工程包括土木、水利、建築、都市計畫、測量及環境工程等領域。國內土木工程教育早期培育人才投入基本工程建設，其過程可以年代看出其階段性及對文明的貢獻：

1. 農業土木階段；民國四、五十年代，土木及水利工程師投入於水利、灌溉等重要建設，包括石門、曾文、達見等水庫建設，以及橫貫公路等，提升農業生產，豐足民食，為後來的經濟發展奠定良好的經濟基礎。
2. 經濟土木階段；民國六、七十年代，土木學門各類工程師，投入於十大建設、十四項建設，包括國際機場、港口、高速公路、鐵路電氣化、大型工廠、工業區開發等，皆為配合工業生產及貨暢其流的重大建設階段，使我國經濟迅速起飛，其功不可沒。
3. 都市土木階段；民國八十年代以後，為改善都市交通，提升都市生活及居住品質，土木工程師配合時代之文化進步，投入於捷運、地下鐵路、高層建築、都市更新、垃圾焚化廠、污水下水道建設等，以全方位提升國民生活居住環境品質，其階段性成果自待持續，以期完成。近年由於土木工程建設形態及層次急速變化，再加上人口都市集中化，使得都市土木工程困難度增加，社會的多元化，社會結構與價值體系丕變，工程師的工作已經不再是單純的技術性工作，而是必須注意到社會多元性需要與衝擊，以創造安全健康之舒適的生活環境。(歐陽嶠暉 1995)

四、土木工程教育之改革策略

藉由回顧過去相關學者對於工程教育的看法、國外之工程教育方向、教育機構的革新做法與調整等，以了解工程教育未來方向。工程教育課程來看，Taraman 和 Ellis (1989) 調查美國 39 所大學中，有將近 70% 的學校有機電課程整合，顯然機電整合的教育將成為大學教育的主流。國內學者任天文 (2000) 整理 86 年教育部大專院校人才培育研究計劃期末報告，指出政府應有長期工程計畫概念，土木類專業人才的需求量才會穩定，緩和目前供過於求的情形；為因應加入 WTO 之國際競爭力，應鼓勵學生加強『外文』與『法學』基礎，以利工作需求與溝通。未來發展影響，Clough (2004) 提到資訊科技對於未來土木教育之影響與因應。面對未來全球化衝擊，中國經濟強權崛起等因素，工程教育應做好因應措施。

Grigg 等人 (2004) 則提出工程教育一種新的議題思考方向。課程合併以大一至大二上學期為改革之樣本。結合土木基礎課程並說明合併之經驗。透過學生、老師、業界與教育系統反應回饋的方式針對課程學習、改革面臨之挑戰和未來改善方式作建議。提出土木基礎課程與其他授課科目之相關性。方富民 (2005) 則認為現階段教育方面應強調：工程領導者之培育 (Leadership)、解決問題之技能 (Problem solving skills)、社會及文化之接合、永續發展、生活品質 (Quality of life) 之提升、跨領域與多領域 (Interdiscipline and Multidiscipline)、整合性 (Integration)、資訊與通訊科技 (ICT)、終身學習 (Life-long learning)。

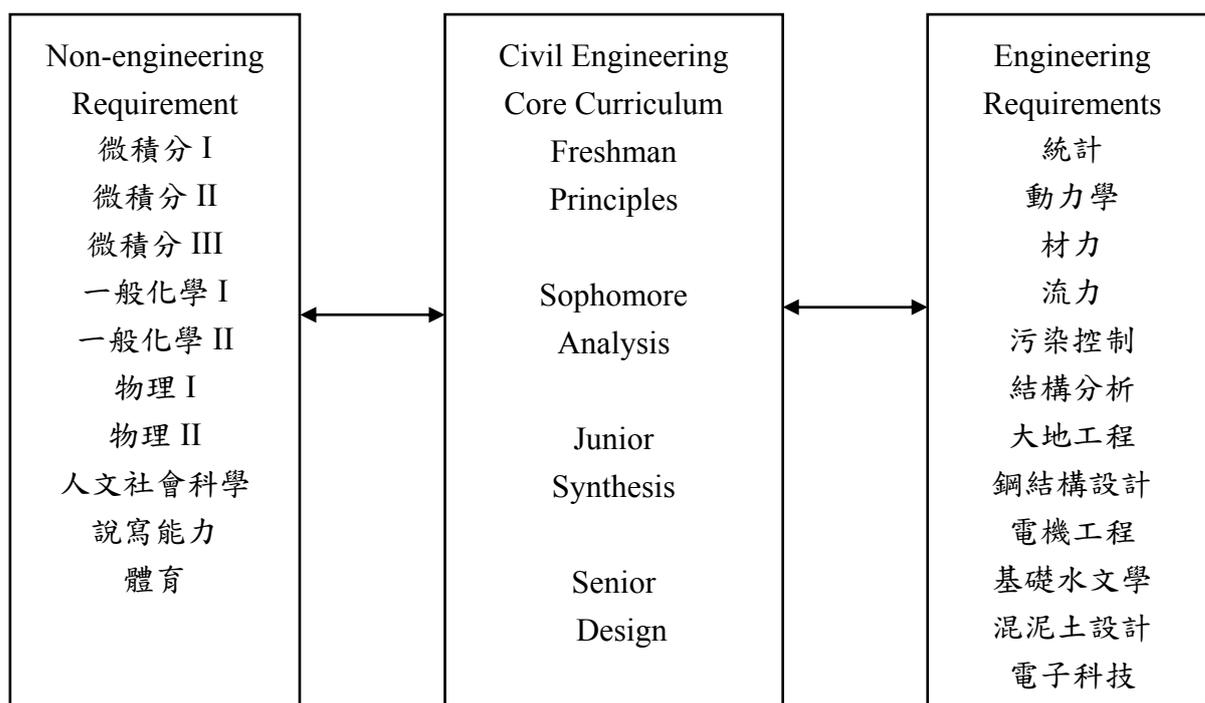


圖 2.1 表示核心學科、一般學科與必備之學科相關性

如 MIT 大學改善上學期之課程，包括加入更多設計在技術性課程上。田納西大學提出三種選修科目，從現有課程中改善學生在實驗經驗上合作、團隊工作與領導能力角色。另外美國國家科學基金會也著手大學課程之整合計畫，包括大一至大二專案設計。

表 2.1 土木整體課程合併議題

課程	概況描述與目前議題
大一秋季	CE108 土木理論 I 議題：土木專業、土木問題構思、一般電腦運算網路使用、基礎測量、土木工程學生之需求
大一春季	CE109 土木理論 II 議題：問題解答與設計導向、電腦運算、專案團隊、電腦製圖軟體程式應用、報告寫作、資訊來源、大學評價與個人學習效率
大二秋季	CE208 土木分析 I 議題：理論與評量工具利用、公共工程基礎原理、成本估計、生命週期觀念
大二春季	CE209 土木分析 II 議題：工程材料行為、統計工具、品質管理、實驗過程與設備
大三秋季	CE308 土木綜合 I 議題：土木工程系統、模擬與最佳化技術、風險分析、敏感分析、專案管理
大三春季	CE309 土木綜合 II 議題：土木基礎工程系統、統計與風險分析、
大四秋季	CE408 土木設計 I 議題：土木工程系統設計、專案組織與管理、專案設計、公司管理、企業趨勢
大四春季	CE409 土木設計 II 議題：團隊土木工程專案設計、工程企業管理觀念、工程倫理

校外機構對於工程教育推動之成效影響，Lyon (2000)提到 ASCE 對於工程教育新的政策發展趨勢、ABET 的教育評鑑制度之推行，整理出各大學課程模型，包括課程修改、實習課程革新或新課程模式(六年制)等建議。Meyer & Jacobs (2000)提到以喬治亞大學為研究案例，提出大學課程革新方法、課程調整模型與建議方向。對於整體課程結果之建議有：

- 1.對於全球化、社會環境等衝擊，學生應具有廣闊的知識並朝永續發展。
- 2.應用所學基礎知識，解決實務上之問題，活用工具理論。
- 3.應有判斷、解決、評估能力。
- 4.設計能力、分析模擬於土木多樣化的學科中。
- 5.專業倫理道德培養，終生學習。

其中提到課程最大改變為加入土木工程系統(Civil system)觀點。包括基礎工程、永續發展、研發、工程經濟等觀點於工程決策，議題涵蓋如下表 2.2。

表 2.2 議題涵蓋範圍

涵蓋議題	內容
永續性	專案執行、環境影響、工程師角色
基礎建設系統概念	主要與有關係統構成要素以及系統與環境之關聯程度、生命週期觀點
社會內涵對於專案執行	判斷基礎建設必須或需求、環境影響、風險評估與環境傷害減輕
系統分析方法	基礎建設系統量化評估、網路、績效與成本函數、生產力議題等
系統最佳化	多目標評估、方案目的與目標以及限制、資源分配
經濟評估工具	損益分析、專案決策與管理之不確定因素、永續觀點與經濟發展結合
專案發展與設計	工程議題與專案管理方法、系統監控

Pauschke 和 Ingraffea (1996)提到國外大學工程教育目前透過以下的方式來進行革新：

- 1.美國國家科學基金會在 1990 開始調查對於工程教育課程提供系統性的課程革新建議。
- 2.美國工程教育協會在 1993 年的教育期刊提出有關的建議。
- 3.透過業界協助大學在實驗方面經驗與有關技術上交流。
- 4.課程增加實際企業專案案例與設計能力。
- 5.全國對於環境議題重視與土木形象的提升。
- 6.互動式教學與多媒體軟體工具。
- 7.課程中增加業界人員經驗導入教學。
- 8.不同專業領域之培養，如跨領域。

並藉由調查 76 個大學(包括 6 個美國以外大學)並以文獻回顧歸納設計之問卷項目整

理相關課程改革做法依據包括：

- 1.大學整體課程—新的/舊有課程修正。
- 2.新的輔修課程。
- 3.新生課程(新的/修正)。
- 4.二年級生以上之課程設計。
- 5.實驗課程—新的/舊有課程修正。
- 6.實務技術教學(如)。
- 7.電腦教學軟體提升。
- 8.教學與學習方法檢討(校內與校外學習)。
- 9.績效評估。

歸納整理出目前新的土木工程教育革新方向之議題，以提供工程教育之革新。包括：

- 
- 1.大學學分時數減少問題。
 - 2.環境保護意識高漲，環境之重視。
 - 3.多元學科的規劃與設計，整合概念。
 - 4.增加相關技術交流機會。
 - 5.多媒體教學工具(如軟體模擬與網際網路教學)。
 - 6.新的或創新的課程，提供設計與分析的經驗學習。
 - 7.綜合以往各自分門的學科，合併或增加交流。
 - 8.提升學生學習興趣方法評估。

Tender 和 Fellow (1996)也提到以普渡大學營建工程與管理組與企業之合作關係為範例。針對營建工程組討論企業與學校間合作之重要議題與有效率的合作關係，以得知哪些因素會影響企業與學校合作良好與否並加以評估。課程設計調查印第安那州 300 家公司，主要目的希望知道哪些為領導階層所需之工程與管理教育內涵，第二目的是希望

專業領域中提供一致性教育課程與普通基礎課程(如建築、電子與機械工程)。企業目的希望畢業之學生具有工程與管理技術能力。課程方面注重報告、寫作與團隊間合作，設計以實際專案為案例，使學生以工程師角色對規劃，評估、投標與管理等工作有所熟悉。1994 年課程變革包括：

- 1.加入心理學與組織學課程選修。
- 2.傳統人力管理課程增加電腦輔助軟體工具應用。課程評鑑採以 ABET(美國工程教育認證)為評鑑準則，包括對於(1)學生(2)教育目標。
- 3.教育成效與評估。(1)產學配合部分(2)教師(3)設備(4)學校支援與經費(5)各科系設立基準(依學程名稱分類)為認證標準。

表 2.3 營建管理課程所佔比例

Course(1)	1976(2)	1995(3)
Basic math and science	25%	25%
Engineering science	16%	21%
General education courses	16%	19%
Industry management	12%	11%
Construction engineering	10%	10%
Technology elective	21%	14%
Internships(no credit hours)	0%	0%

整理出有關企業與學校間合作會影響之因素包括：

- 1.組織任務、規定與義務；透過策略研擬達成目標。
- 2.學校組織機構。
- 3.企業諮詢委員會。

並透過業界組織可以瞭解業界需求，藉著業界經驗、觀點與資源可以對於課程規劃有更多幫助與價值提升，包括：

- 1.整體性的課程。
- 2.實習課程內涵。
- 3.師資資源分配。
- 4.聘請實務者教學。

系所改革上，Felder (1994)提到美國知名大學的土木工程科系均提升對於環境工程的重視，排名前二十名者大多數土木工程系已經改名為『土木與環境工程系』，顯見其對於此兩範疇並重與整合之用意。

2.2 國內外大學土木系發展現況

目前國內研究型大學土木教育課程規劃方向大致上雷同，但希望透過調查國內公私立研究型大學土木系所(含科技大學)大學部及研究所之課程內容、特色與研究方向，瞭解目前國內各校之辦學特性、課程規劃等資料，分析目前國內土木領域課程規劃方向。

課程調查包括國內土木類相關系所共 12 所大學部與研究部課程，以研究方向及領域分類。總類別有 18 項，為人文素養類、物理類、繪圖類、化學類、材料類、電腦輔助工程類、數學類、土木建築工程概論類、力學類、測量類、營管類、結構類、水利類、大地類、環工類(包括防災)、交通類、語文類、機電類。大學部課程區分標準主要以課程開設名稱為判斷依據(如結構設計)，第二再以授課內容為第二標準，最後以開課名稱與授課內容比較判別。研究所課程內容判斷標準則以該專業領域所開設之課程為主要依據，再以課程名稱與授課內容比較判別。

其中將 10 大專業類別：分別為結構、大地、水利、測量、營管、電腦輔助、環工、交通、材料等機電類等分開討論，藉以瞭解專業課程內容與方向。

2.3 國內大學土木系所調查

如圖 2.1 魚骨圖所示，國內相關土木類系所名稱仍以土木系居多，少數系所名稱改制與環境與防災相關系所。可能與近年來對於土木環境議題的重視與逐漸關注人類居住環境品質以及永續維護的重要有關。

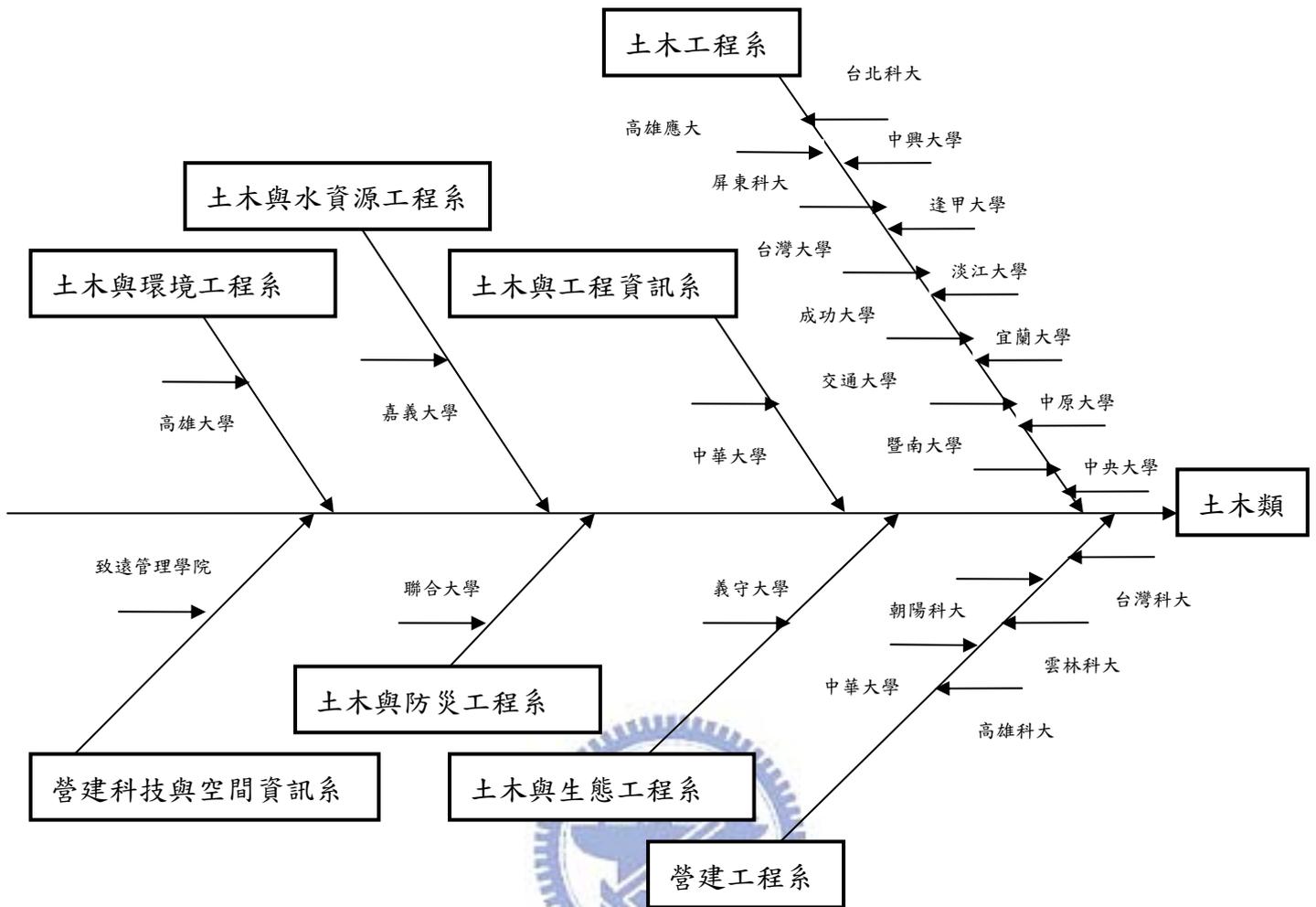


圖 2.1 土木類相關學系魚骨圖

一、課程調查

調查國內公私立大學土木類課程概況，分析目前大學所課程與開設情形。學科包括相關基礎與進階學科為主。包括大學部與研究所，土木類專業領域中分成十大類；結構、大地、水利、測量、營管、電腦輔助、環工、交通、材料等機電類，藉此了解各校對於目前或未來土木研究趨勢與授課內容。

其中特別說明；若以各類課程數計算在總課程數之比例，可能因某些科目學分數比重不同，某類學科開設較多，但所佔學分數可能只有 1 或 2 學分，雖然學科數變多但相對學分數降低，但這種情況應該並不多見，所以以各類學科數除以總課程數造成對於分析的影響應該不大。

1.大學部課程內容

整體來說如表所示，各校專業課程比重以全部課程數來看，仍以結構類學科在總課程類別中所佔比例最高，顯示主要仍以力學導向教學為主。最低由中華大學的 10% 到台灣科大的 23% 不等。其次為大地類與營管類，比重較低分別為電腦輔助、環工與交通類，最低是材料與機電類。

表 2.4 國內 12 所大學專業課程類別數與比重

校名 \ 類別		結構類	水利類	大地類	測量類	營管類	電腦輔助	環工類	交通類	機電類	材料類
交通	比例	20.6%	6.4%	12.7%	6.3%	7.9%	3.2%	1.6%	0%	0%	3.3%
	科數	13	4	8	4	5	2	1	0	0	2
台灣	比例	17.3%	8.2%	13.6%	2.7%	10%	5.5%	5.5%	8.2%	0%	1.8%
	科數	19	9	15	3	11	6	6	9	0	2
成功	比例	18.2%	2.6%	18.2%	1.3%	13%	7.8%	2.6%	9.1%	1.3%	2.6%
	科數	14	2	14	1	10	6	2	7	1	2
中興	比例	17.9%	10.7%	10.7%	16.1%	10.7%	3.6%	3.6%	0%	0%	1.8%
	科數	10	6	6	9	6	2	2	0	0	1
中央	比例	19.4%	9.7%	11.3%	8.1%	14.5%	4.8%	6.5%	4.8%	0%	3.2%
	科數	12	6	7	5	9	3	4	3	0	2
中原	比例	14.8%	9.9%	11.1%	2.5%	13.6%	7.4%	11.1%	3.7%	0%	2.5%
	科數	12	8	9	2	11	6	9	3	0	2
淡江	比例	11.7%	5.2%	6.5%	3.9%	22.1%	9.1%	3.9%	5.2%	0%	2.6%
	科數	9	4	5	3	17	7	3	4	0	2
中華	比例	10.3%	10.3%	10.3%	5.1%	7.7%	12.8%	10.3%	0%	0%	2.6%
	科數	4	4	4	2	3	5	4	0	0	1
台科	比例	23.7%	1.3%	11.8%	5.3%	21.1%	7.9%	1.3%	5.3%	3.9%	3.9%
	科數	18	1	9	4	16	6	1	4	3	3
北科	比例	19%	12%	14%	4%	8%	4%	10%	4%	0%	1%
	科數	19	12	14	4	8	4	10	4	0	1
雄科	比例	18.8%	2.5%	10%	2.5%	25%	2.5%	3.8%	1.3%	3.8%	2.5%
	科數	15	2	8	2	20	2	3	1	3	2
朝陽	比例	18.7%	1.9%	15%	3.7%	16.8%	4.7%	2.8%	1.9%	2.8%	1.9%
	科數	20	2	16	4	18	5	3	2	3	2

(1)如圖 2.2 所示，結構類在各校全部課程類別中，所佔的比例都較高。以台灣科大最高，為 23.6%。其次是交通大學、中央大學與台北科大，最低為中華大學 10.3%。

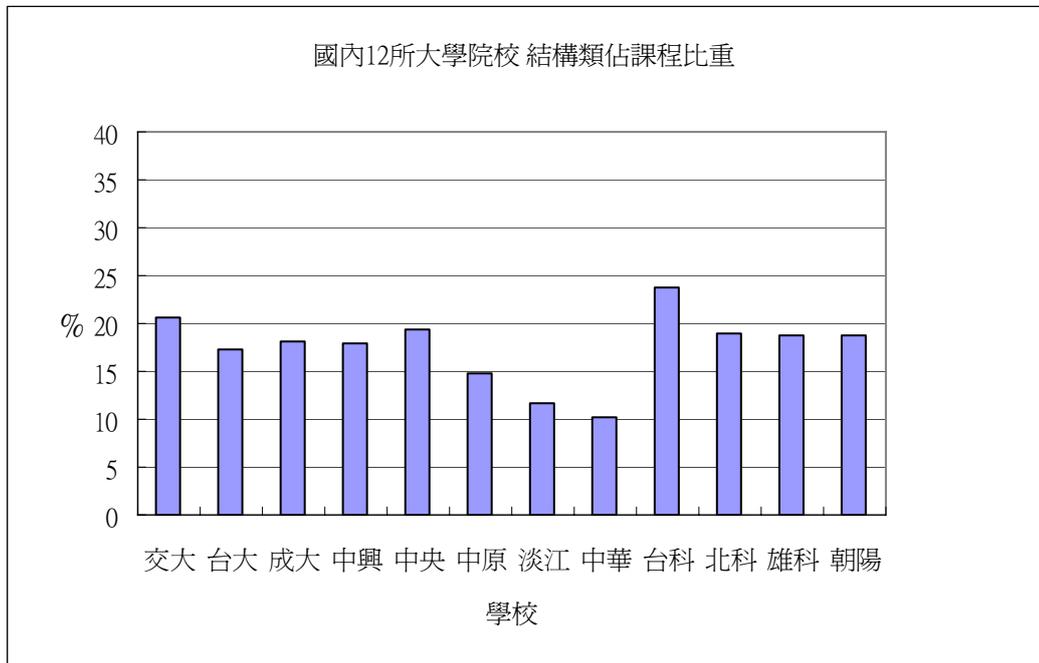


圖 2.2 大學部結構類學科比重統計

(2)如圖 2.3 所示水利類為台北科大為 12%最高。其次為中興大學與中華大學。台北科大課程導向與授課方向以主要針對環境、防災等減災課程為主，因此可能是比重較高之原因。最低為台科大 1.3%。

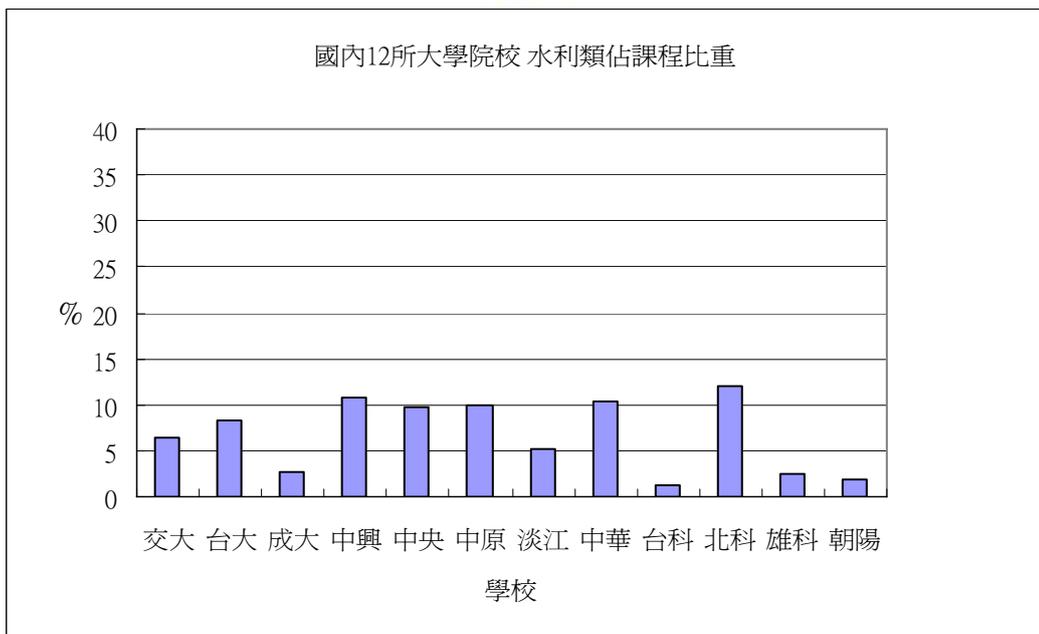
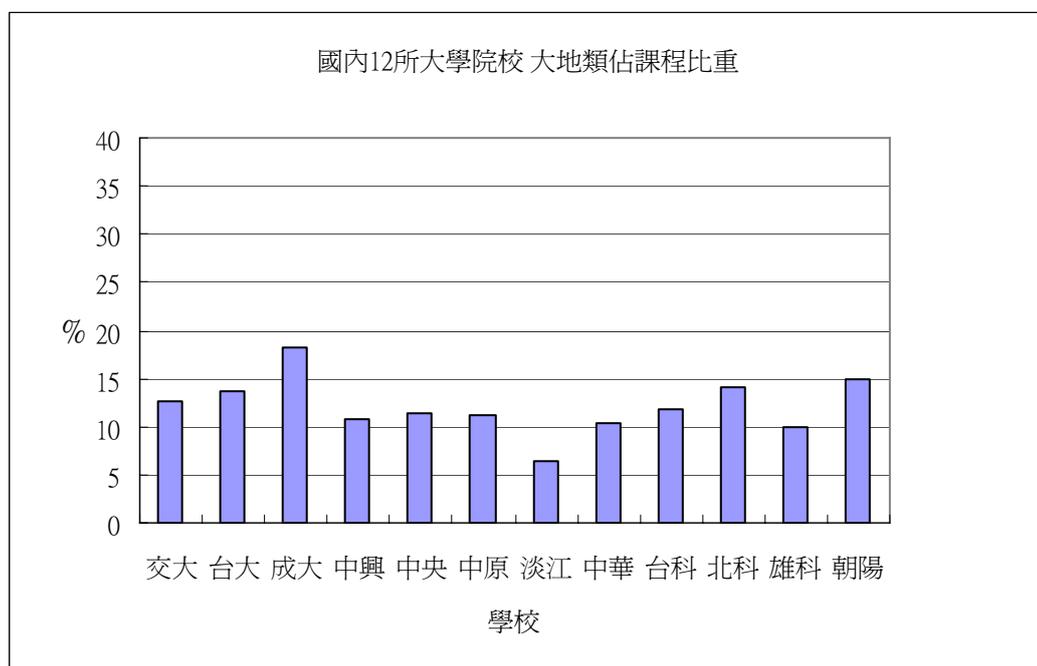


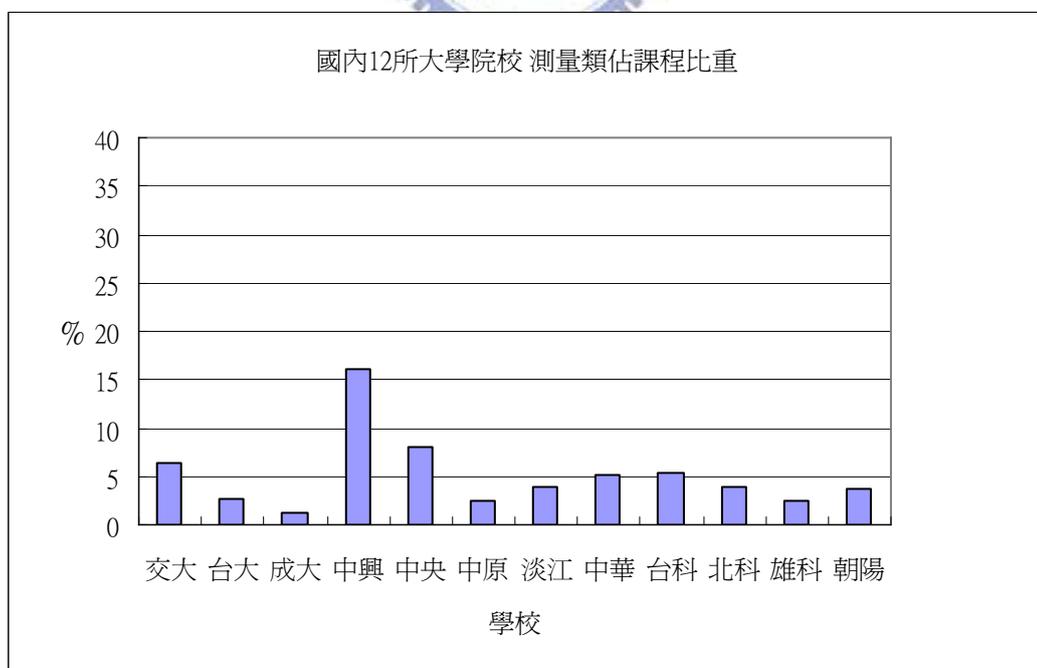
圖 2.3 大學部水利類學科比重統計

(3)如圖 2.4 所示大地類以成功大學為最高，為 18.2%。其次為朝陽科大與台北科大。最低是淡江大學 6.5%。



國 2.4 大學部大地類學科比重統計

(4)如圖 2.5 所示，測量類以中興大學 16.1%最高。原因可能是相關師資較多故此類比重特高。其他大學相形之下均呈現偏低。最低是成功大學 1.3%。



國 2.5 大學部測量類學科比重統計

(5)如圖 2.6 所示，管理類比重以高雄第一科大為最高佔 25%。其次為淡江大學 22.1%、台灣科大與朝陽科大。分析其原因可能系所課程方向與教學目標有關，且名稱多以相關營建管理領域為主。

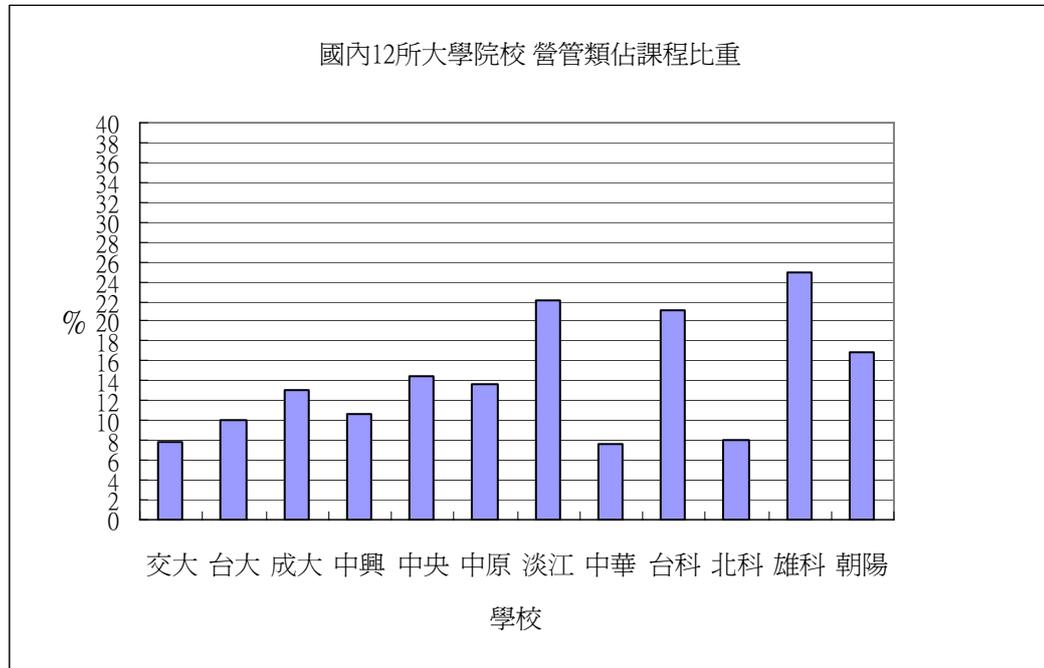


圖 2.6 大學部營管類學科比重統計

(6)如圖 2.7 所示，電腦輔助類課程中，以中華大學 12.8%最高。台科大與淡江大學其次。中華大學可能因系所改名使授課與方向著重於工程資訊等電腦應用。

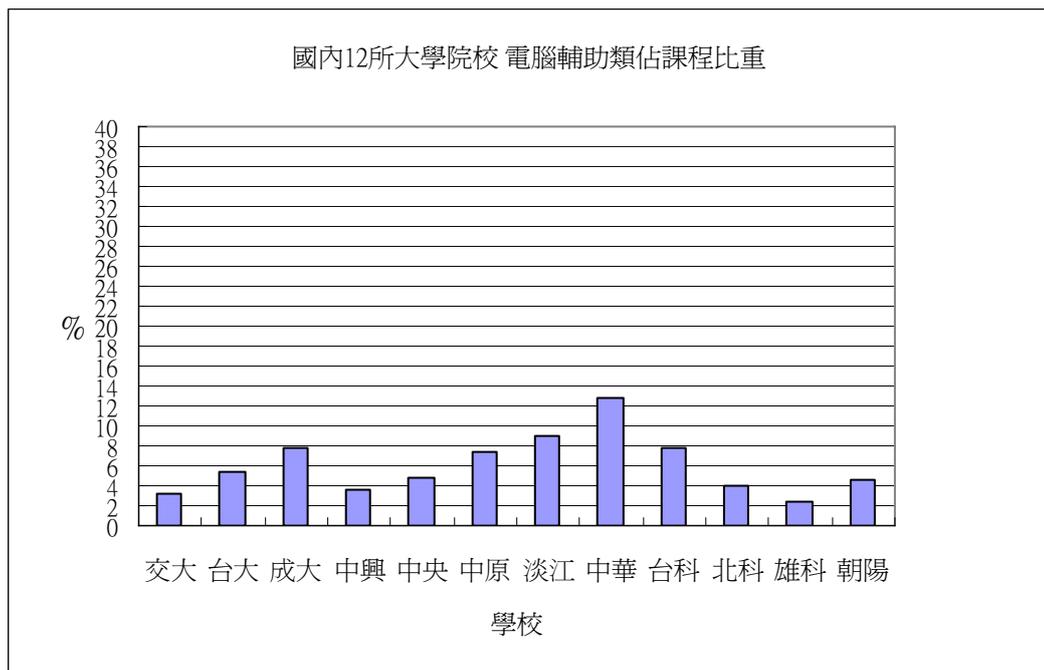


圖 2.7 大學部電腦輔助類學科比重統計

(7)如圖 2.8 所示，環工類以中原大學為最高佔 11.1%。其次是中華大學 10.3%、台北科大 10%。三所大學較高原因可能是該校都有開設環境工程領域相關組別，如中原大學環境工程組(設於外系所)、中央大學環工所等，與其他大學比較下較突出。

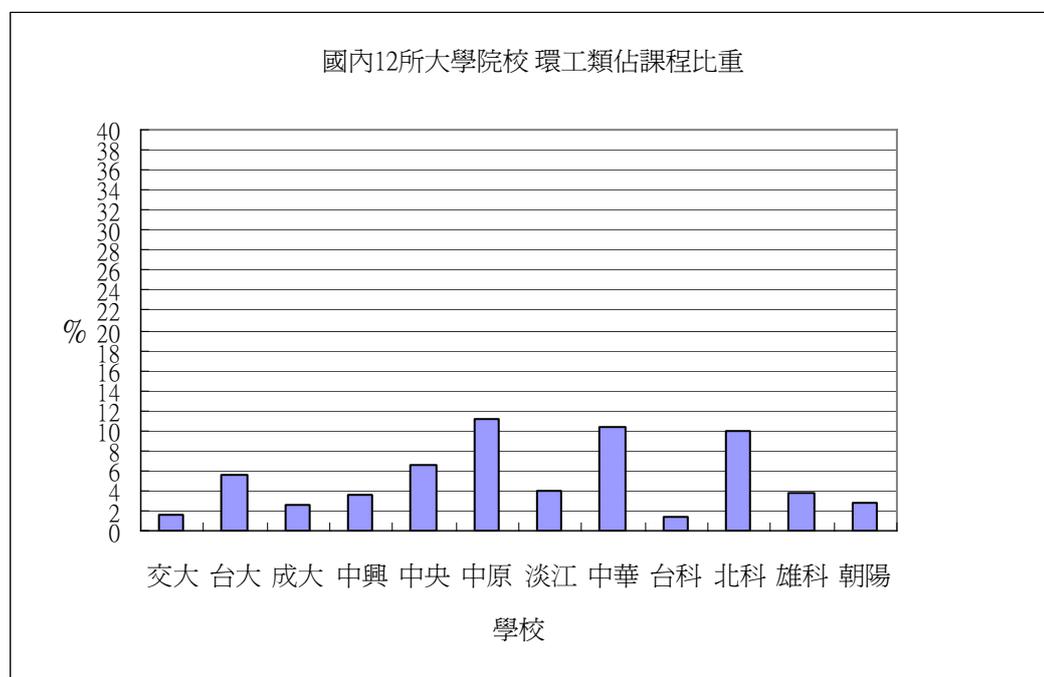


圖 2.8 大學部環工類學科比重統計

(8)如圖 2.9 所示，交通類以成大 9.1%為最高，台大 8.3%居次，成大設有交通工程專業領域學程，可能是較最高原因。交通大學與中華大學比例為 0%。交通大學可能因校內已設有運輸系所有關。中華大學可能與系所改名有關。

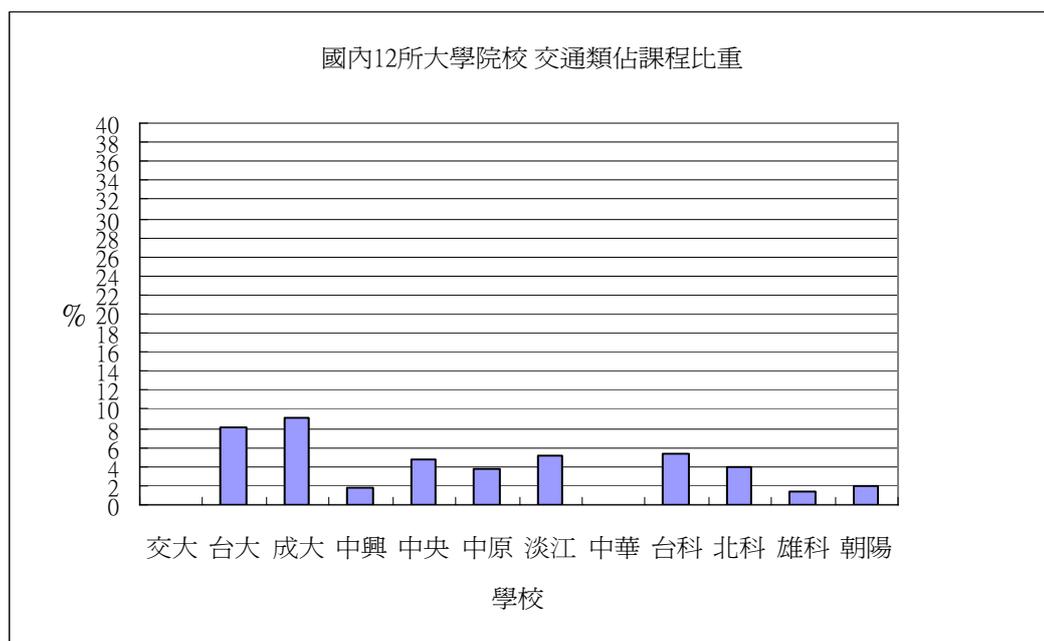


圖 2.9 大學部交通類學科比重統計

(9)如圖 2.10 所示，機電類為所有大學各科類別中比重最低之項目。最高為台灣科大的 3.9%，其次為高雄第一科大的 3.8%，朝陽科大第三為 2.8%。其餘幾乎為 0%。

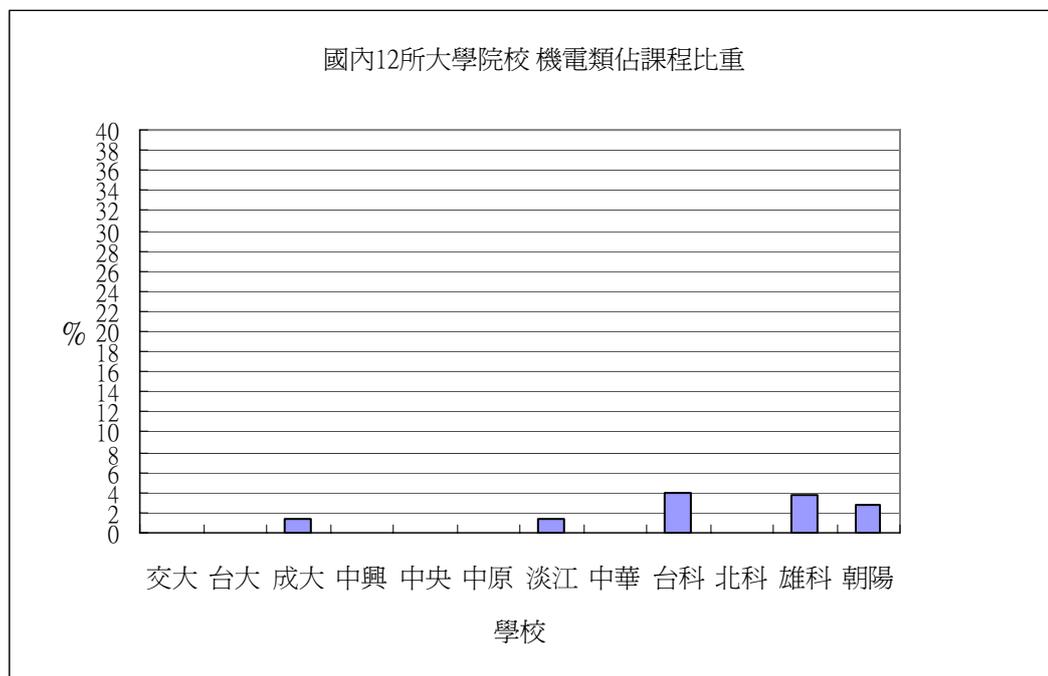


圖 2.10 大學部機電類學科比重統計

(10)如圖 2.11 所示，材料類中以台灣科大 3.9%為最高，其次以交通大學 3.3%居次，後為中央大學的 3.2%居第三。最低為台北科大的 1%。

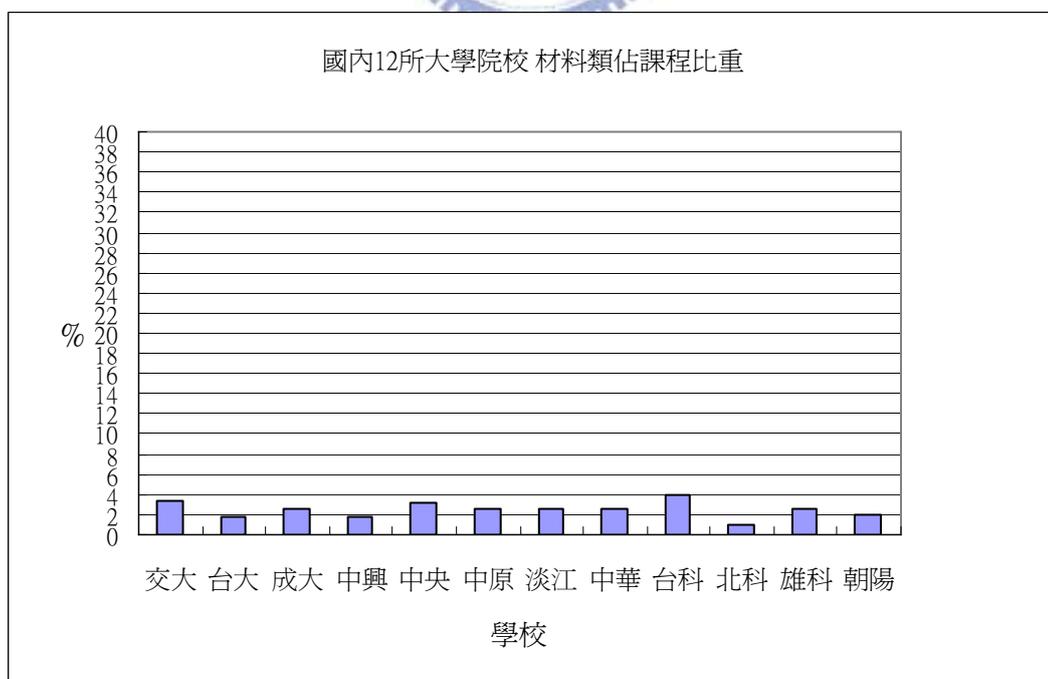


圖 2.11 大學部材料類學科比重統計

二、研究所課程內容

調查國內 11 所有關研究所課程類別與開設情形。分類以相關學科基礎與進階為標準。如同大學部整理方式，土木類專業分為結構、大地、水利、測量、營管、電腦輔助、環工、交通、材料等機電類。但因研究所屬於各專業分工較細之領域，在總類別中將材料、機電等語言納為其他類，藉此了解其他各校對於未來土木研究趨勢與授課的內容方向。其中因當時中華大學研究所課程資訊納入該校課務組有閱取權限之問題，資料未能即時取得，故研究所課程不納入討論。比例計算方式以該類課程數除以全部課程數。

1.如圖 2.12 所示，結構類在各校土木類中仍佔較高之比例。以高雄第一科大 47.9% 為最高，其次是成大的 45.1%，朝陽科大的 45.6%。最低為北科大的 27.6%。

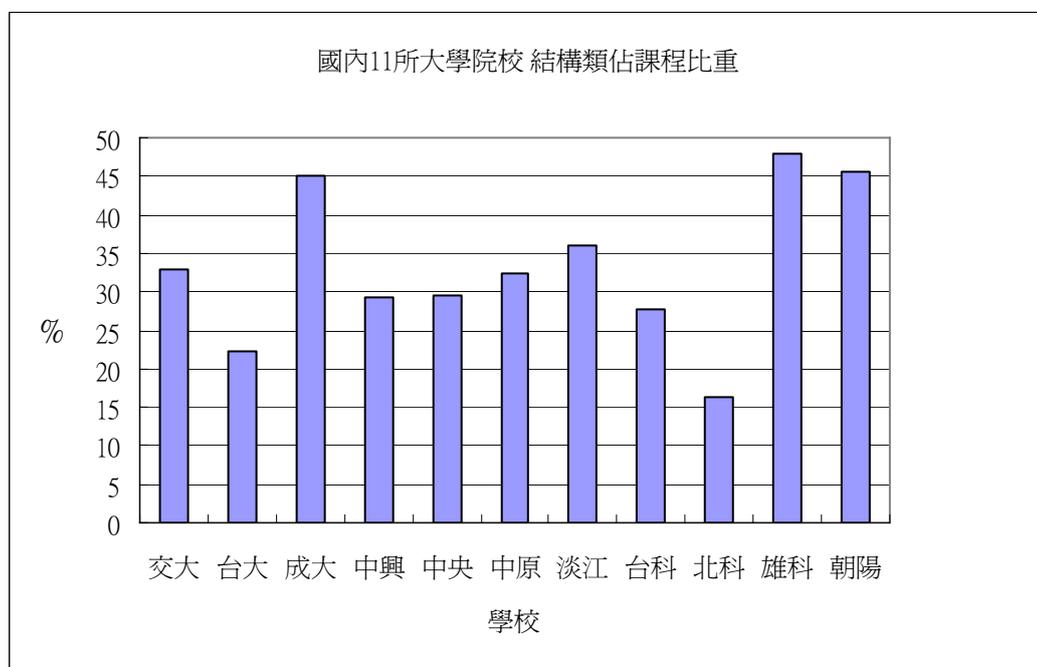


圖 2.12 研究所結構類學科比重統計

2.如圖 2.13 所示，水利類以中原大學的 29.7% 為最高，中興大學 24.5% 其次，第三為交通大學的 18.8%。其餘皆為 0%。0% 者可能該校未有相關課程之師資或組別有關。

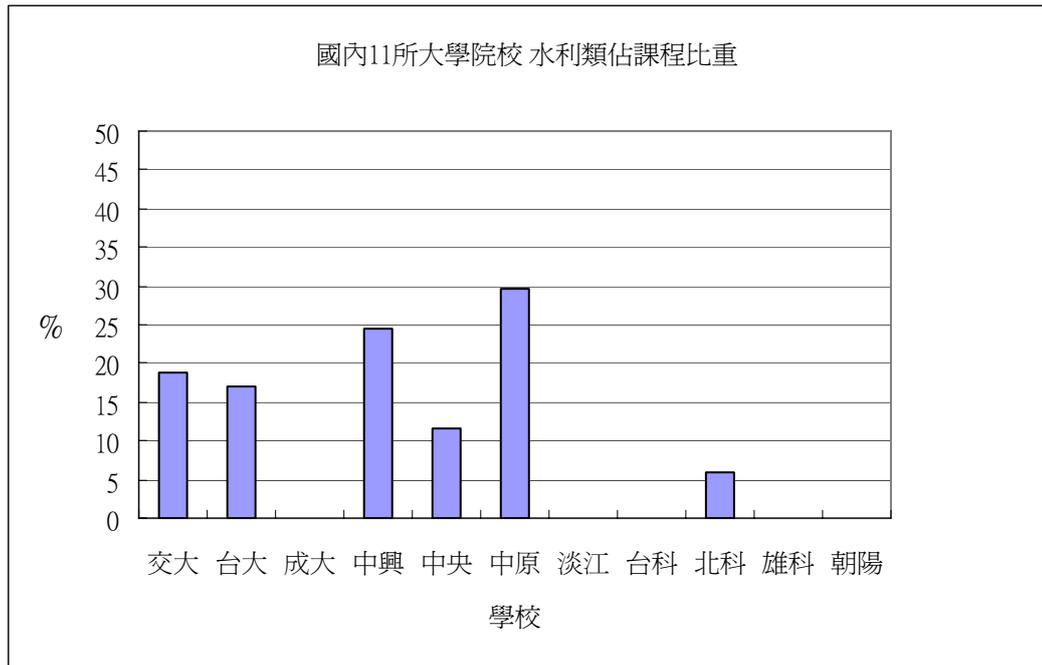


圖 2.13 研究所水利類學科比重統計

3.如圖 2.14 所示，大地類以淡江大學 32%為最高，高雄第一科大與朝陽皆約佔 26%，最低為中原大學 13.5%。

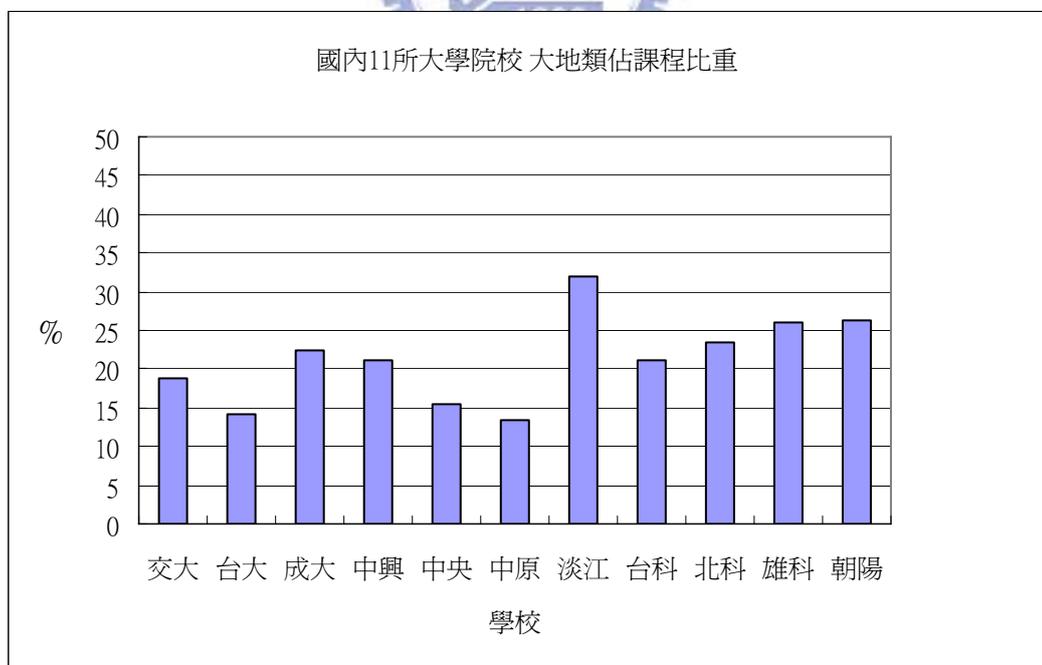


圖 2.14 研究所大地類學科比重統計

4.如圖 2.15 所示，測量類以交通大學的 15.6%為最高，其次為中央與中興大學的 12.9%，其他各校比重皆偏低甚至為 0%。可能與相關師資有關。

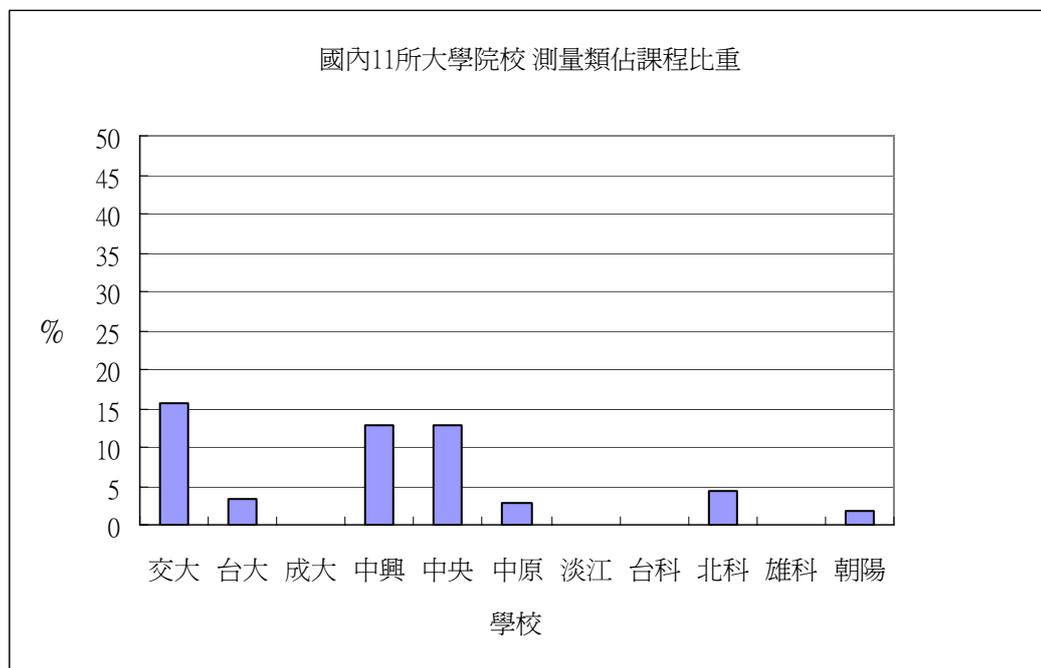


圖 2.15 研究所測量類學科比重統計

5.如圖 2.16 所示，營管以台灣科大與高雄科地一科大為最高，分別是 26.3%與 26%。其次是朝陽科大的 19.3%，淡江大學為最低。其中淡江大學比例最低之原因為該校專業領域中雖分成工程設施與營建企業兩組，但實際課程未見有開設相關之課程。

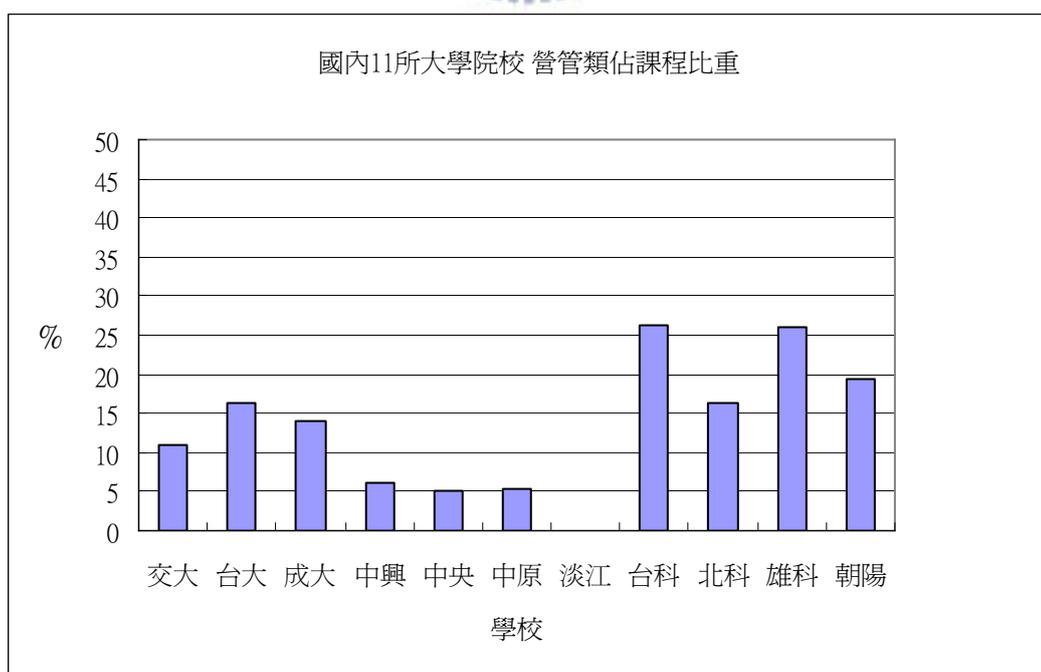


圖 2.16 研究所營管類學科比重統計

6.如圖 2.17 所示，電腦輔助類以淡江大學比例最高，佔該校土木類課程比重的 12%，其次為台灣科大的 6.6%，中原大學 5.4%。最低為交通大學的 1.6%。

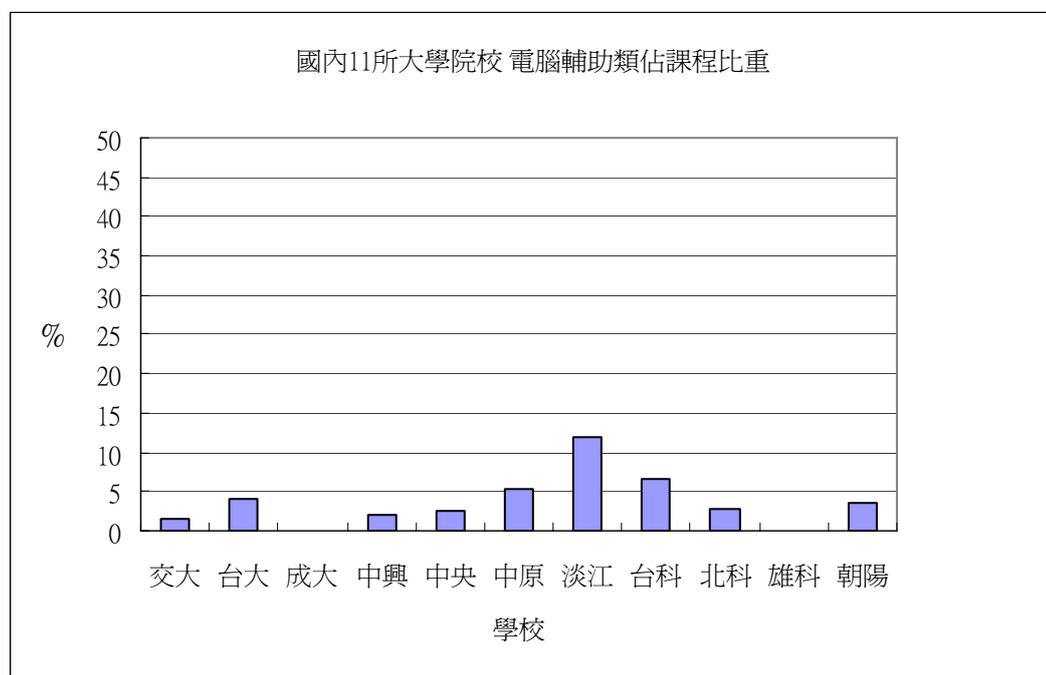


圖 2.17 研究所電腦輔助類學科比重統計

7.如圖 2.18 所示，環工類為各大學研究所專業課程比重中，比例最低的一類。以台北科大的 13.2%最高，其次為朝陽科大的 1.8%，其餘皆為 0%。其中台北科大課程授課多以相關環境與防災為主軸，且設有專業領域師資，故為最高之原因。

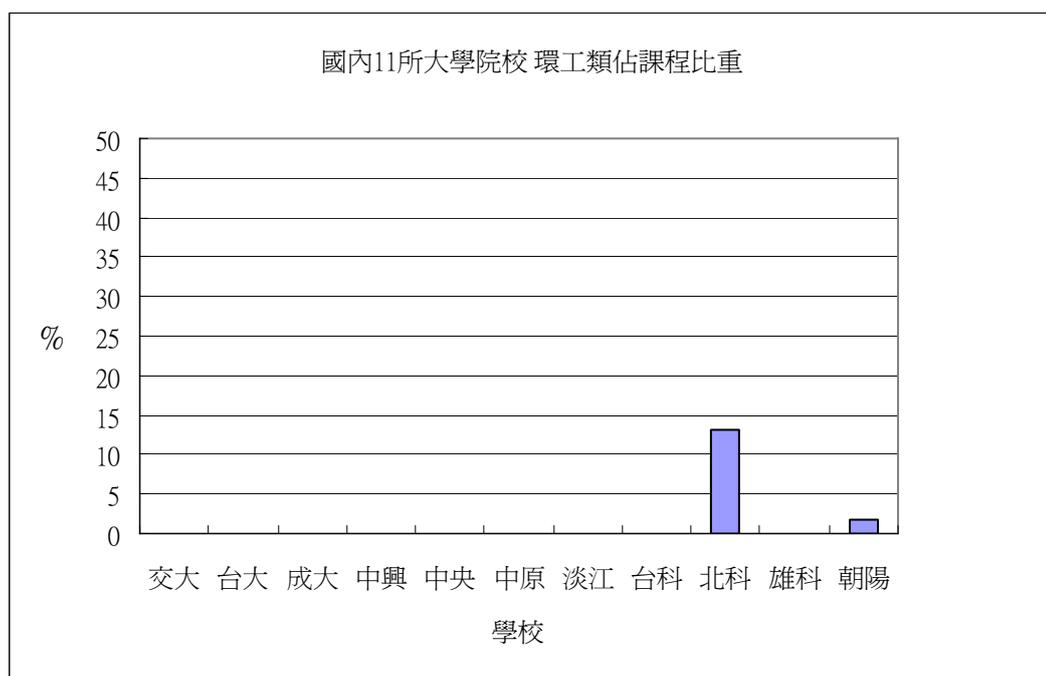


圖 2.18 研究所環工類學科比重統計

8.如圖 2.19 所示，交通類以台大 20.4%為最高，其次是淡大的 20%，第三為中央大學的 19.2%。最低為交通大學的 0%，可能與該校已經有運輸領域有關。

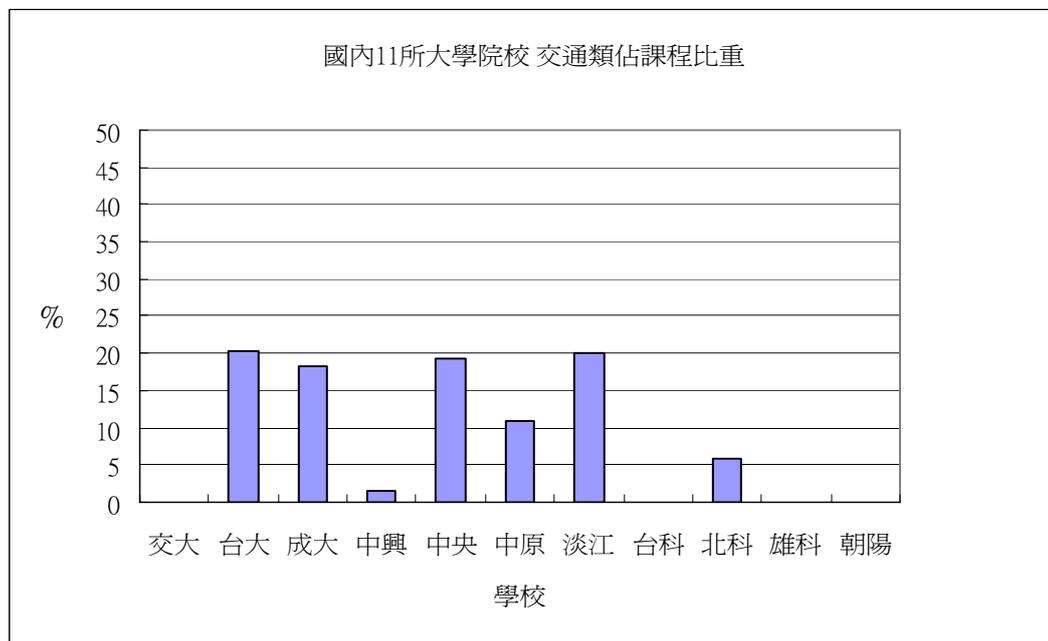


圖 2.19 研究所交通類學科比重統計

9.如圖 2.20 所示，其他類包括材料、機電與語言。以台灣科大的 18.4%為最高，其中為材料學科佔大多數。其次是台北科大的 11.8%，以防災為主。其餘比例皆不高。

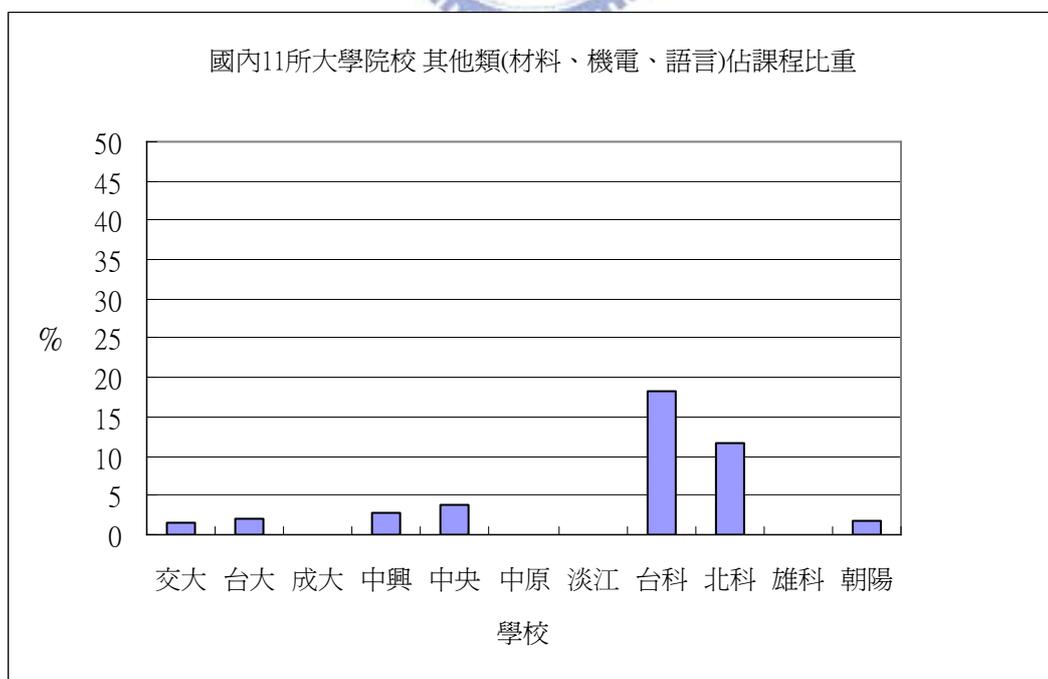


圖 2.20 研究所其他類學科比重統計

三、系所發展

透過各校系所網頁蒐集目前國內各校土木系所的特色、目標或作法。整理各校土木系所特色如下：

(一)各校系所特色

1.交通大學

- (1)成為台灣土木工程科技與新世代土木工程師的孕育者。
- (2)從事土木工程領域的技術創新與跨領域整合；培育具備寬闊視野與國際化特質、並擁有紮實能力的土木工程師與研究人員。(交通大學 2007)

2.台灣大學

- (1)致力於創造優質永續之生活環境，強調高科技與傳統的結合，力學與美學的平衡，人與自然的融合。
- (2)課程著重全方位視野，涵蓋環境、建築、大地、結構、水利、交通、測量、營建、電腦輔助等工程，培養優秀土木工程領導人才並厚植堅實的研究基礎。

(台灣大學 2006)



3.成功大學

- (1)五十年以上悠久的歷史，歷屆系友任職國內外學術界及工程界均有相當優秀之表現。
- (2)與本校土木學群中相關學系(測量系、水利系、環工系、交管系等)在教學及研究上有良好的互動關係。
- (3)學術分組師資健全，學術領域均有相當肯定之良好表現，教學研究外，也積極參與業界建教合作工作。(成功大學 2002)

4.中興大學

- (1)師資充足、課程豐富，教學設備及學習研究空間環境優良。
- (2)培養高級土木工程人才；提供中部地區公私立機構內高級人員之進修或訓練之機會；

(3)成立工程諮詢中心。(中興大學 2006)

5.中央大學

- (1)完整堅強的師資陣容，強調理論與實務並重。
- (2)最活潑而深具 21 世紀前瞻性土木工程相關教育的課程安排。
- (3)完善優良的學習及研究環境。
- (4)最具制度化的行政教育管理制度。
- (5)明確而多變化的研究發展方向。
- (6)熱烈生動的國內外學術界交流活動。
- (7)成功地移轉新知及技術於工程界。(中央大學 2006)

6.中原大學

- (1)著重理論、設計、工程實務及管理方面之教學，首先開設全國大學土木系中少有的營建管理學程，以培育營建業的中間幹部。
- (2)研究發展重點為：工程材料、結構工程、大地工程、運輸工程、水利工程。
- (3)與國外知名大學及研究單位結盟，建立交流管道，提升學生國際視野，並提供參訪或進修之機會。
- (4)在國內土木工程相關學系中率先通過「工程及科技教育」認證。(中原大學 2006)

6.淡江大學

- 1.因應社會發展潮流，特分為[工程設施組]及[營建企業組]，在教學方面更趨多元，培養更具土木專業能力的學生，或具財經、法律、資訊相關企業能力之營運人才。
- (淡江大學 2007)

7.中華大學

- (1)特色在大學部方面，區分為「工程科技與資訊組」及「環境資源與防災組」，前者整合成熟的工程科技，培養知識科技應用之土木工程人才，著重電腦科技於工程規劃、設計、施工、監檢測及營運維護上。如虛擬實境在工程規劃設計應用、基礎

設施之監檢測系統、人工智慧用於工程設施維護管理、工程資訊資料庫之管理與應用等。

(2)後者則強調工程與環境科技，培養學生成為具有資訊、生態、景觀、環境資源、與防災技術之博學工程人才，以因應未來國家改善環境品質、追求永續發展之需求。且針對入學學生之特質，強化各領域軟體應用及工程實務訓練，使畢業學生可以立即投入職場為教育目標。

(3)針對具升學意願之應屆畢業生，輔導參加國內外研究所入學考試。整合本系專任師資之專長，在連續三年獲國科會資助完成「私校研發能量提昇計畫」後，成立結構監檢測中心、工程資訊中心及環境檢測中心，並主動與鄰近之清大、交大及工研院合作爭取研究計畫；目前每年除約 10 件國科會計畫案外，執行之產學合作案超過 30 件，執行之金額已接近一千萬元。本系學生因參與這些研究計畫案，具有充分的學習機會及研究資源，亦獲得國內工程界之肯定。(中華大學 2007)

8.台灣科大

強調理論與實際結合及跨領域之科技整合；期能以研究成果改善國內營建產業環境、改進營建工程技術、提高營建生產力及提昇營建工程品質，並進而促進國際科技交流，提高在國內營建科技地位。(台灣科技大學 2005)

9.台北科大

(1)強調理論與實務併重，與工程業界密切聯繫，增進教學效果。

(2)配合科技資訊之發展，進行土木工程電腦化及自動化之務實教學，以培育具有專精技能之土木技術人才。

(3)研究災害原理，並研發各種災害防災及災後復建技術。

(4)以安全為基礎，生態為導向，以永續為目標之近自然工法(生態工法)。

(台北科大 2006)

10.高雄第一科大

(1)工程、診斷、監測及維護整合技術。

(2)地震災害防制工程技術。

(3)先進材料及施工技術。(高雄第一科大 2005)

11.朝陽科大

(1)培養高級營建工程施工技術及管理人才為目的，在學習安排上著重實務及學理並重。

(2)成立全國唯一的「營建操作實驗室」，並且以該實驗操作為核心，實施具有因材施教精神之課程分流制度，依學生程度與性向指導學生往設計、管理、施工暨數理等四個方向發展。(朝陽科技大學 2007)

(二)系所目標或方向

1.交通大學

(1)跨領域整合：結合本校電子資訊、管理、生化科技、社會人文等院系所的研究與教學資源，在教學與研究兩方面，進行跨領域的整合。

(2)國際化：透過本校對於學生強化英語能力的措施，以及提高課程之英語教學、招募國際學生、進行國際合作研究等方式，提高本系國際化的程度。

(3)結合高科技：在課程與研究方面，結合高科技的應用，拓展並精進本系師生的技術與研究能力。

(4)永續性：在培育學生時，重視人文與環境素養，以期本系的畢業生都不只是『土木工程師』而能成為『永續工程師』。隨著時代之進步與科技之發展，土木工程系須引入其它領域之新科技，及配合新興行業擴展土木工程之領域。未來本系將朝下列主題發展：(一)高科技技術於土木工程之應用。(二)高科技廠房之振(震)害防治研究。(三)高效能計算之研究。(四)耐震實驗新技術之研究。(五)空間定位科技之研究。

2.台灣大學

加強建教合作經驗，繼續推動與校外機構長期合作關係，爭取長期經費援助，使研究教學成果能持續發揮最大效果。更藉由各研究領域之拓展，以及創造能力之提昇，大步向世界一流之目標邁進。

3.成功大學

推動成立成大土木文教基金會，陸續推展校友活動，作為本系在產業與學界發展之

後盾。

4.中興大學

培養高級土木工程人才；提供中部地區公私立機構內高級人員之進修或訓練之機會；成立工程諮詢中心。

5.中央大學

(1)建立優良學習及研究環境，加強國際交流，協助學生加入工程界。

(2)未來發展重點如橋樑檢測及評估、土木結構物非破壞性檢測、智慧型車輛導引系統、模糊數學在土木工程上之應用、大地離心機之模擬試驗、影像分析、數值分析等主題。

(3)結合土木、電機、機械、資訊、電子、衛星量測等科技領域之整合。

6.中原大學

加強資訊科技應用之教學，並在「工程及科技教育」認證相關作業中持續追求教學卓越。



7.淡江大學

推動學生深造，或可進入工程顧問公司就業，擔任工程師、設計人員等職或進入施工現場，將理論與實務合，營建企業組同學，更可以其具有商業及管理學識，在土木工程界更具優勢。

8.中華大學

(1)結合工程與產業界，在課程方面積極規劃開設更多整合性課程，並加強與產業界結合，使畢業生具有直接投入職場的優勢。

(2)在學生輔導方面，則針對學生特性，加強專業課程所需之基本課程訓練，並要求畢業學生之實務電腦軟體應用和外語能力。

9.台灣科大

因應營建產業之變遷，本系目前也積極朝向資訊科技應用、生態及防災工程、及永續工程等方向發展。

10.台北科大

(1)著重於結構、大地、營建、管理、生態與防災資訊、水資源等方向發展，期能培養專業技術人才，以改進國內土木工程環境，提昇生產力及工程品質，進而以教學研究成果，促進國內、外學術交流、提昇我國科技地位。

(2)配合資訊時代之趨勢，積極推動電腦在土木工程上的應用，期能將各類土木工程的評估、分析、設計及營建管理電腦化，另將配合工程界，結合教學、研究、技術服務等方向，使技職教育體系落實於國家工程之長期發展。

11.高雄第一科大

(1)專業師資聘用注重教學及實務經驗背景，順應國際土木營建之潮流及國家需求。

(2)設備上積極增購各種自動化試驗儀器及設備，期使教學達到電腦化教學及電腦網路連線之目標。

(3)教學方面，繼續輔導學生充分應用軟硬體設備，全力發展電腦教學，理論與實際並重，每一學科之教學重點將強調實務經驗之傳授，並儘量配合工程實際案例教學，以培育土木技術之優良工程人員。

(3)培育廿一世紀土木技術全方位人才，辦理教師研究群及國科會研究案，提昇教師研究能力。訂定中長期產官學合作夥伴及目標以提供高高屏地區防災救災諮詢。建構高科技土木監測技術，支援防災救災中心。積極爭取產官學大、中型研究計劃及人才培訓，建立區域性特色及權威。

12.朝陽科大

(1)發展非破壞檢測的相關儀器與分析軟體等，針對結構體老化或簡壞程度進行評粗及補救。

(2)研究所部分，與澳洲雪梨大學(The University of Sydney)已訂有雙碩士學位學程協議，在校期間可至雪梨大學選讀土木工程學系碩士學程。當碩士生符合相關資格與修完雙碩士學程者，可同時獲得本校及雪梨大學兩校碩士文憑。

(三)課程修習標準

如表 2.5 所示，為相關土木類各校重點發展研究領域，領域內容包括只要與土木類相關皆納入。表所示為各校課程中之修習標準學分數以及畢業門檻作一彙整，以了解各校修習標準與學分狀況。

表 2.5 各校重點發展領域

校名 重點領域	台 大	交 大	中 央	成 功	中 興	暨 南	中 原	逢 甲	淡 江	中 華	台 科	北 科	雄 科	朝 陽	高 科	高 應
結構工程	●	●	●	●	●	●	●	●			●		●	●		
大地工程	●	●		●	●	●	●	●			●	●	●	●		
水利(水資源)	●	●	●		●	●						●				
測量(空間)	●	●	●		●			●								
營建管理	●	●	●	●			●	●			●	●	●	●		
資訊科技(CAE)	●	●	●								●					
材料工程			●	●							●	●		●		
交通運輸	●		●	●		●	●					●				
環境工程			●			●	●									
建築與機電													●			
生態科技防災												●			●	
環境污染防制															●	
綠色工程															●	
系統工程管理															●	
環境資源防災										●						
工程資訊科技										●						
工程設施									●							
營建企業									●							
大地與防災科技																●
材料與防災應用																●
結構與防災工程																●
管理資訊應用																●

課程選課大致分為三種形式：必修、選修、擇修。擇修是指有若干課程中須選讀其中一科或數科；一般美國大學土木工程學生於大三、大四即開始分組，分組的用意在於因為土木工程範圍過於廣泛無法將所有專業課程排入其內；如環工、交通、大地、營建工程及管理組等，各有其不同必修課程。並顧及學生學習興趣和未來就業專業能力考量，這些必修課程判定可能依分組類別而不同，此種一般亦都歸為擇修。由表 2.6 所示取樣大學中，大學土木工程系所開設課程數平均值為 97 個，其中以台灣大學、中央大學、台北科技大學開設課程較多，提供學生選課專業類型機會較優；一般國內大學修業學分數大約需要 141 學分左右可畢業。必修課程為限制學生選讀課程，平均必修課程數為 37 科，平均必修學分數為 102 學分。以台灣大學、中興大學、中央大學、台灣科大、台北科大以及朝陽科大對學生選課限制程度較小。

表 2.6 各校課程必修數、所佔學分與畢業門檻

型式 校名	總課程數	必修課程數	選修課程數	畢業學分數
交通大學	80	31	49	137
	所佔學分數	67	81	
台灣大學	121	50	71	141
	所佔學分數	121	195	
成功大學	87	35	52	137
	所佔學分數	107	136	
中興大學	89	27	62	140
	所佔學分數	83	162	
中央大學	144	46	98	136
	所佔學分數	91	112	
中原大學	89	38	51	140
	所佔學分數	117	164	
淡江大學	80	32	48	143/145
	所佔學分數	106/111	128	
中華大學	70	33	37	128
	所佔學分數	103	119	
台灣科大	93	31	62	136
	所佔學分數	110	161	
台北科大	118	50	68	143
	所佔學分數	113	174	
高雄第一科大	98	48	50	138
	所佔學分數	116	130	
朝陽科大	91	23	68	134
	所佔學分數	82	184	
平均課程數	97	37	60	
平均學分數		102	146	

2.4 國外大學土木系所調查

調查全美排名前五大的公私立大學土木類課程概況，分析有關大學部與研究所課程比重與內容。以研究方向及領域分類。總類別有 18 項，為人文素養類、物理類、繪圖類、化學類、材料類、電腦輔助工程類、數學類、土木建築工程概論類、力學類、測量類、營管類、結構類、水利類、大地類、環工類(包括防災)、交通類、語文類、機電類。大學部課程區分標準仍以課程開設名稱為判斷依據(如結構設計)，第二再以授課內容為第二標準(授課內容)，仍無法分類再以開課名稱與授課內容比較判別。研究所課程內容判斷標準以該專業領域所開設之課程為主要依據，再者以課程名稱與授課內容比較判別。課程計算比例以該類課程數除以全部課程數。

其中大學部把土木類專業領域分為結構、大地、水利、測量、營管、電腦輔助、環工、交通、材料等機電十類來討論，研究所則因各專業分工較細之領域，在總類別中，將材料、機電等語言納為其他類，故分為九類，以了解其他各校對於未來土木研究趨勢與授課的內容方向。因各校開課名稱或授課內容定義上略有差異，若分類判別有所模糊之處，應無太大影響。如表 2.7 所示，系所名稱多以改制為土木與環境工程，顯示出對環境領域之重視。國內系所除了結構、大地、相關營建管理等領域師資與國外相似外，差異較大之處為環境、運輸等領域的增設。

五所大學系所名稱為：

1. 柏克萊大學：土木與環境工程學系
2. 伊利諾大學：土木與環境工程學系
3. 奧斯汀大學：土木與建築環境工程學系
4. MIT 大學：土木與環境工程學系
5. 普渡大學：土木工程學系

表 2.7 美國五所大學重點發展領域

校名 重點領域	柏克萊	伊利諾	奧斯汀	MIT	普渡
結構工程		●	●	●	●
結構工程、機械與材料	●				
大地工程	●	●	●	●	●
測量空間資訊					●
營建管理		●			
營建工程與管理					●
營建工程與專案管理			●		
工程與專案管理	●				
營建材料		●	●		
資訊科技		●		●	
材料工程					●
運輸工程	●	●	●	●	●
環境工程	●			●	
水資源工程					●
環境工程與科學		●			
環境與水利工程		●			
環境與水資源工程			●		
土木系統	●				
建築工程			●		

一、課程調查

1.如圖 2.21 所示，結構類在五所大學中所佔比例也較高。最高為伊利諾大學 21.7%，其次是奧斯汀的 21.1%，第三為柏克萊的 18.8%。

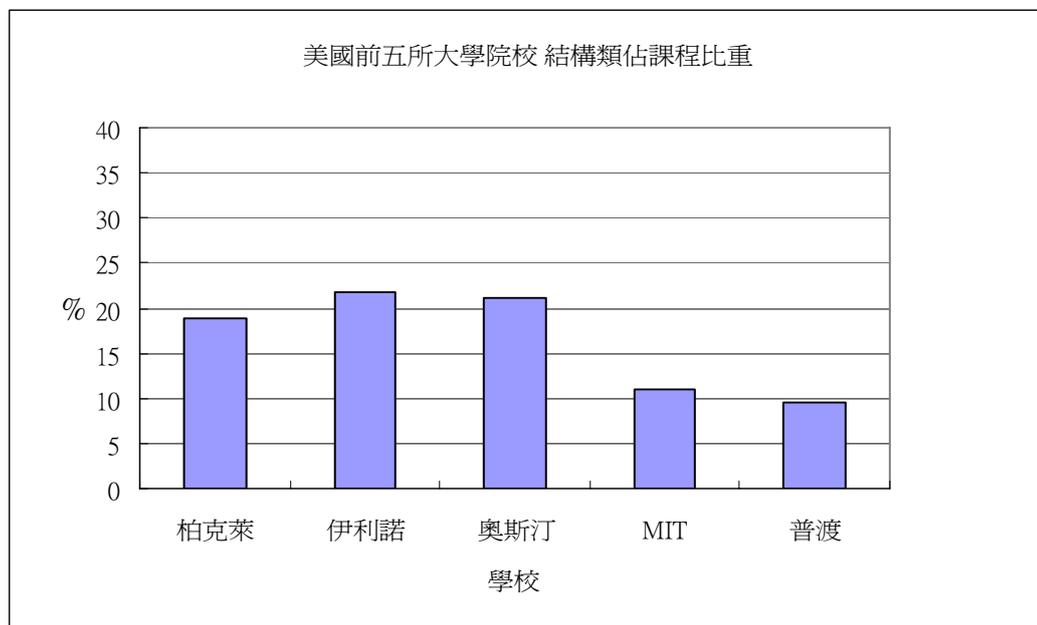


圖 2.21 大學部結構類學科比重統計

2.如圖 2.22 所示，水利類比重以普渡大學 10.7%為最高，其次是 MIT 的 8.6%，伊利諾則是 0%。原因可能為伊利諾大學在相關水利領域中，環境工程與科學以及環境水利工程課程關連性較高，可能分類時歸類到某一類而致。

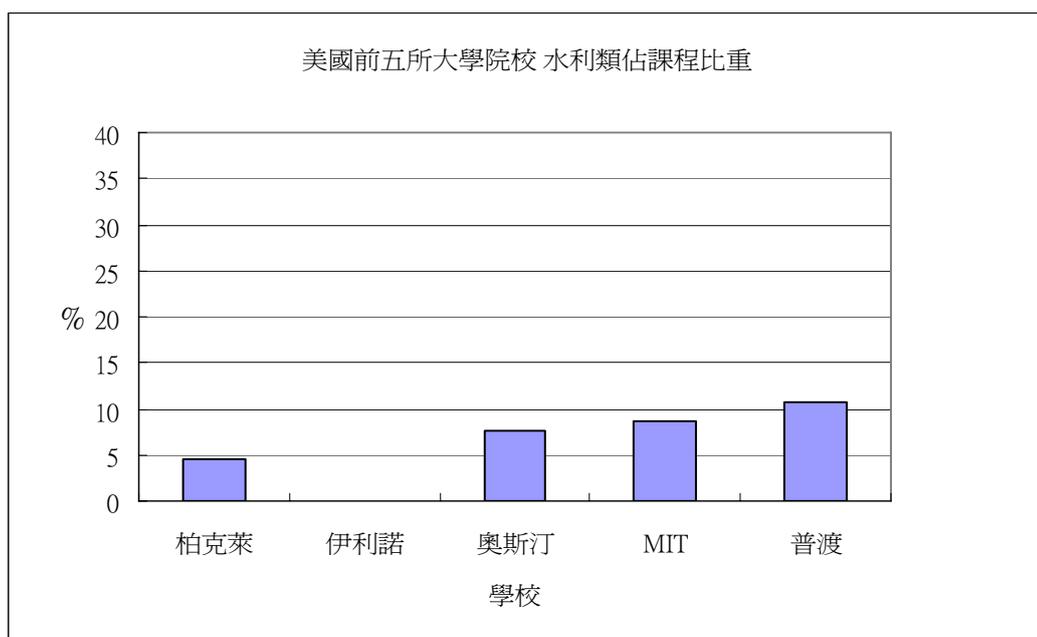


圖 2.22 大學部水利類學科比重統計

3.如圖 2.23 所示。大地類中以伊利諾的 13.6%為最高，其次是柏克萊的 11.6%，最低為奧斯汀的 5.8%。

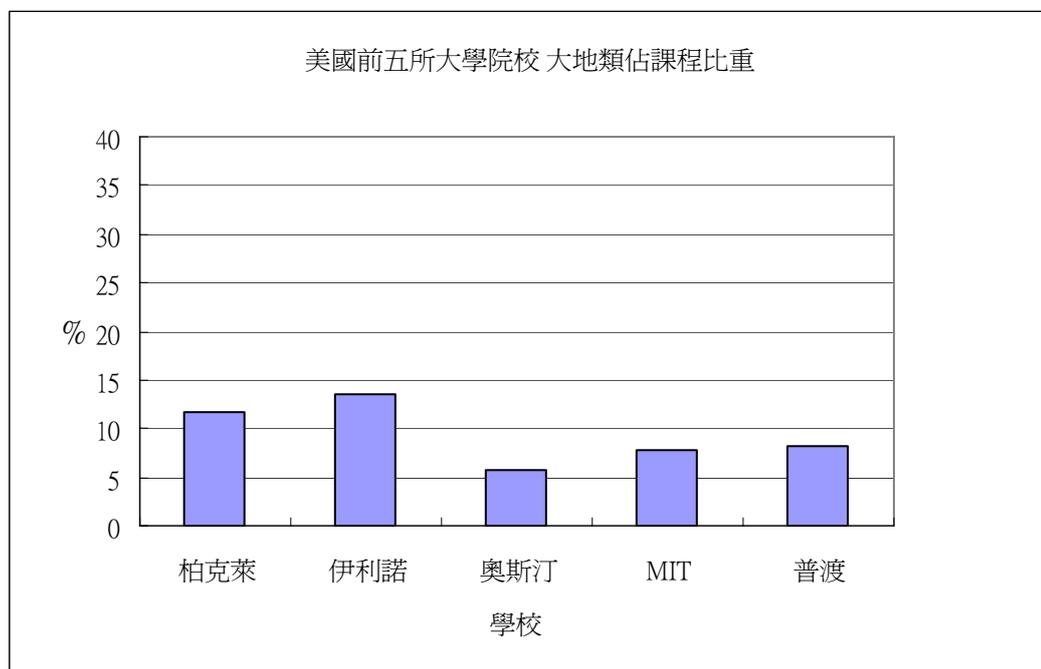


圖 2.23 大學部大地類學科比重統計

4.如圖 2.24 所示，測量類中以普渡大學的 7.1%為最高，其餘大學皆偏低，原因可能是幾所大學中課程開設方向在測量類中較少所致，且無相關測量專業領域組別。

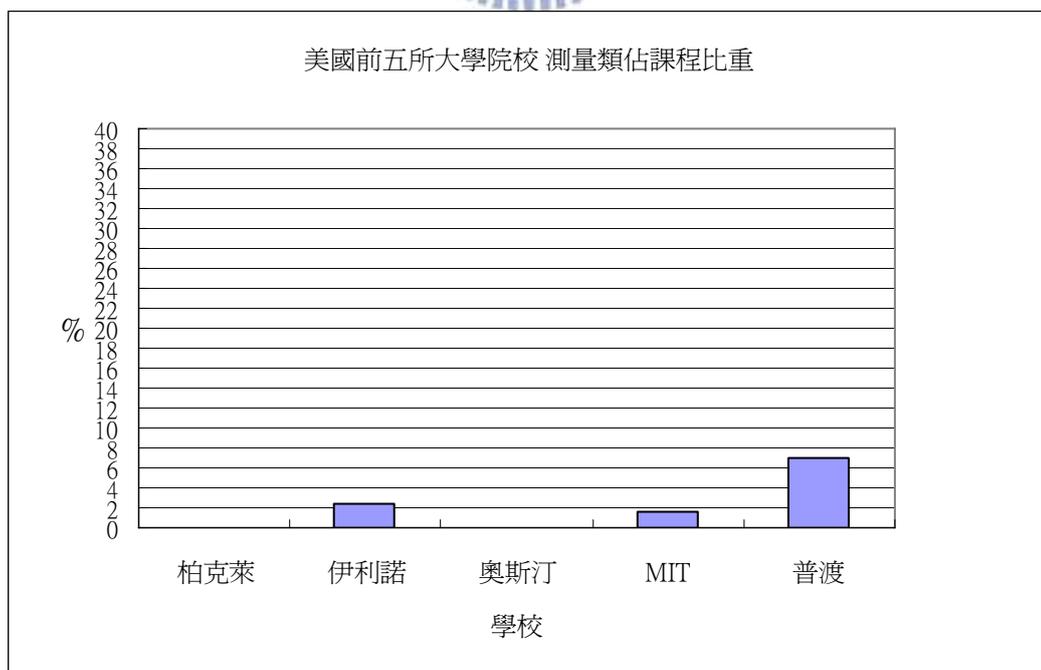


圖 2.24 大學部測量類學科比重統計

5.如圖 2.25 所示，營管類以柏克萊大學與普渡大學佔較高，分別為 17%與 15.5%，其餘三所皆在 9.5%上下。

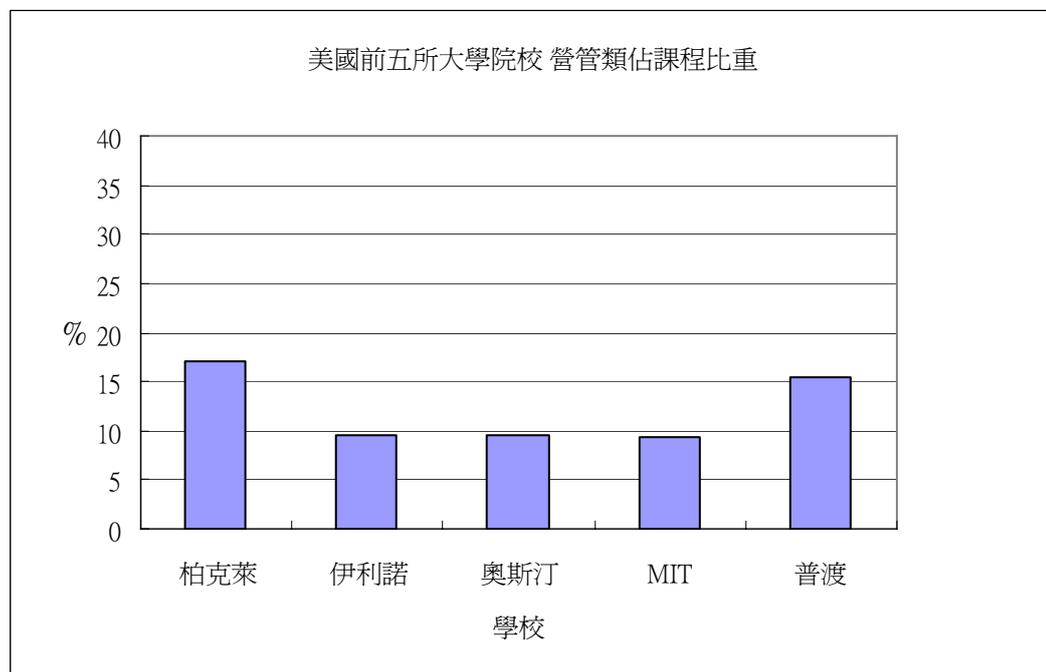


圖 2.25 大學部營管類類學科比重統計

6.如圖 2.26 所示，電腦輔助以 MIT 9.4%為最高，其次為奧斯汀大學的 5.8%，最後為柏克萊的 4.5%。

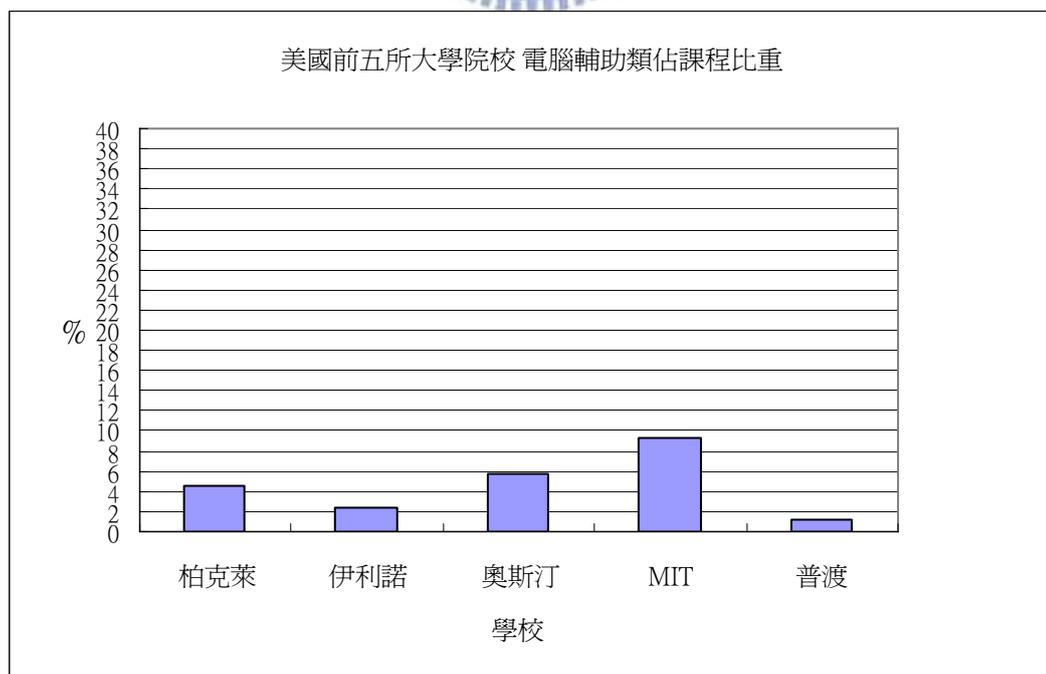


圖 2.26 大學部電腦輔助類學科比重統計

7.如圖 2.27 所示，環工類以伊利諾大學的 33.7%為最高，其餘三所較平均大約在 15-18%左右。原因可能是該校有兩專業領域：環境工程與科學、環境與水利工程，皆偏向環境類，故較高之原因。

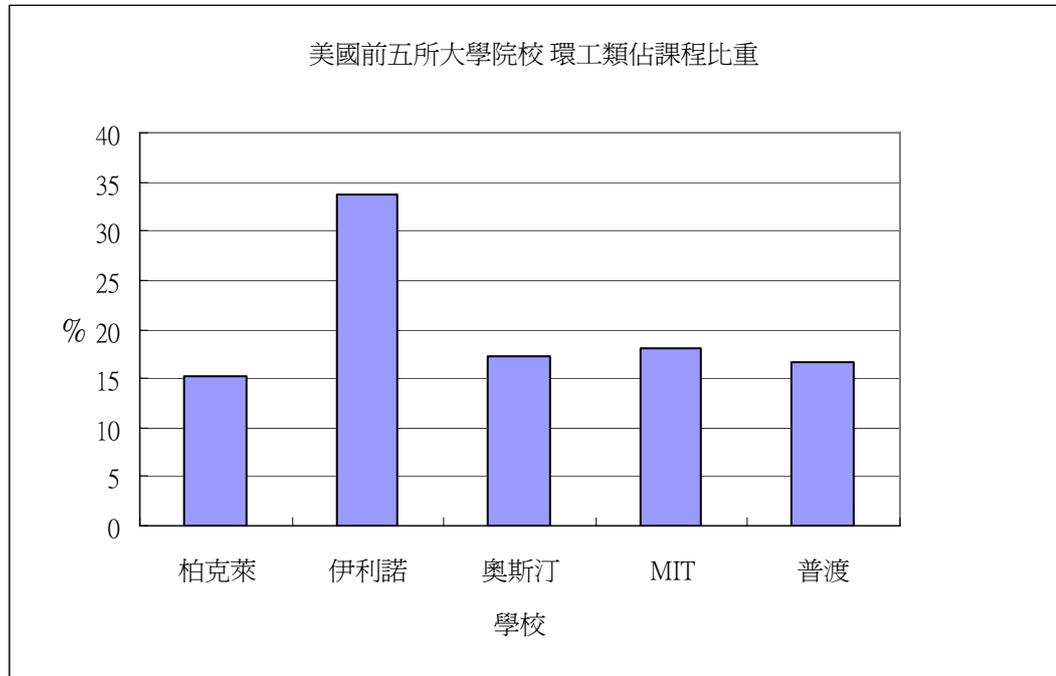


圖 2.27 大學部環工類學科比重統計

8.如圖 2.28 所示，交通類以 MIT 的 18.8%為最高，其次是柏克萊的 15.2%與普渡大學的 9.5%。此五所中皆設有運輸領域學程。

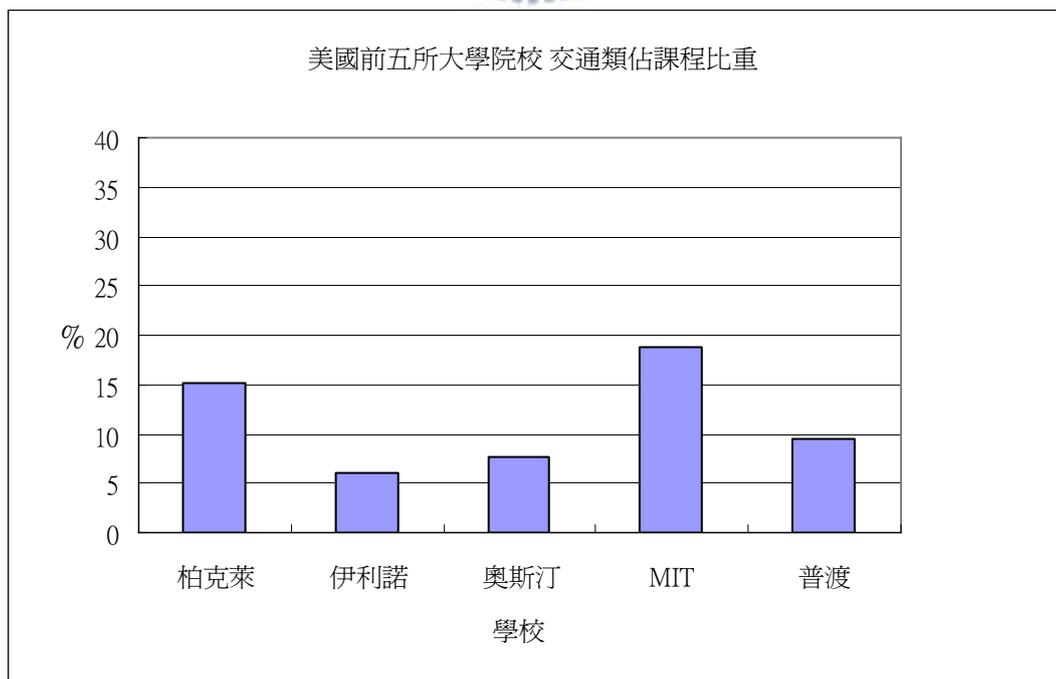


圖 2.28 大學部交通類學科比重統計

9.如圖 2.29 所示，機電類在各校中，除了奧斯汀大學有開設之外，其餘皆無相關課程之學科師資。

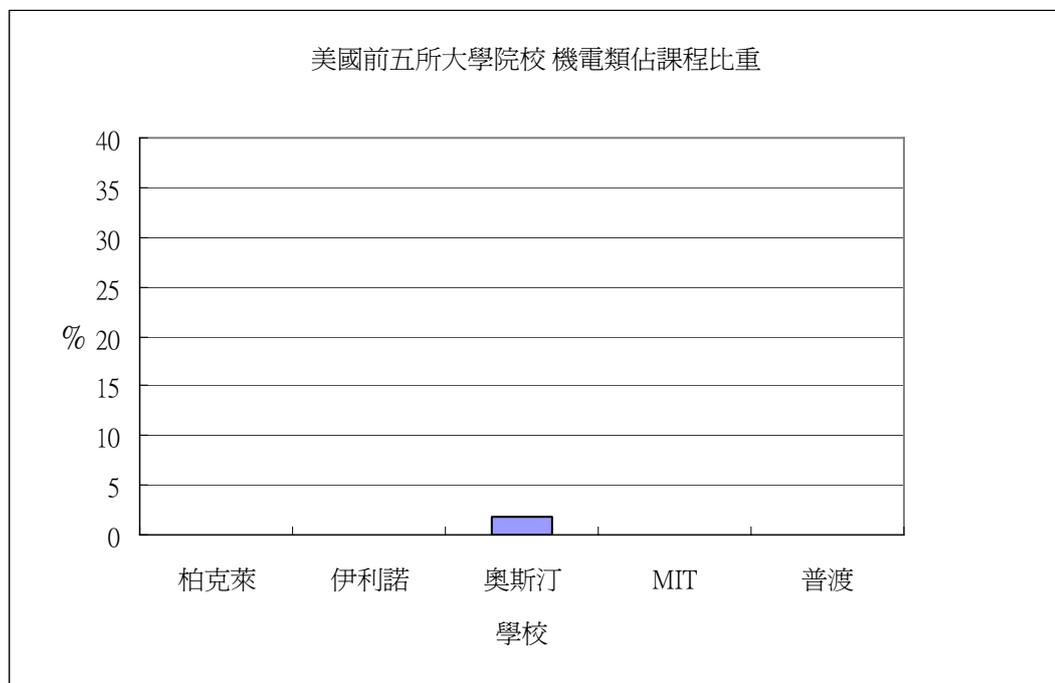


圖 2.29 大學部機電類學科比重統計

10.如圖 2.30 所示，材料類以普渡大學 6%為最高，其次為伊利諾 4.8%，最低為 MIT 的 1.6%。原因可能是 MIT 沒有像其他大學有相關材料領域或師資，所以比例較低。

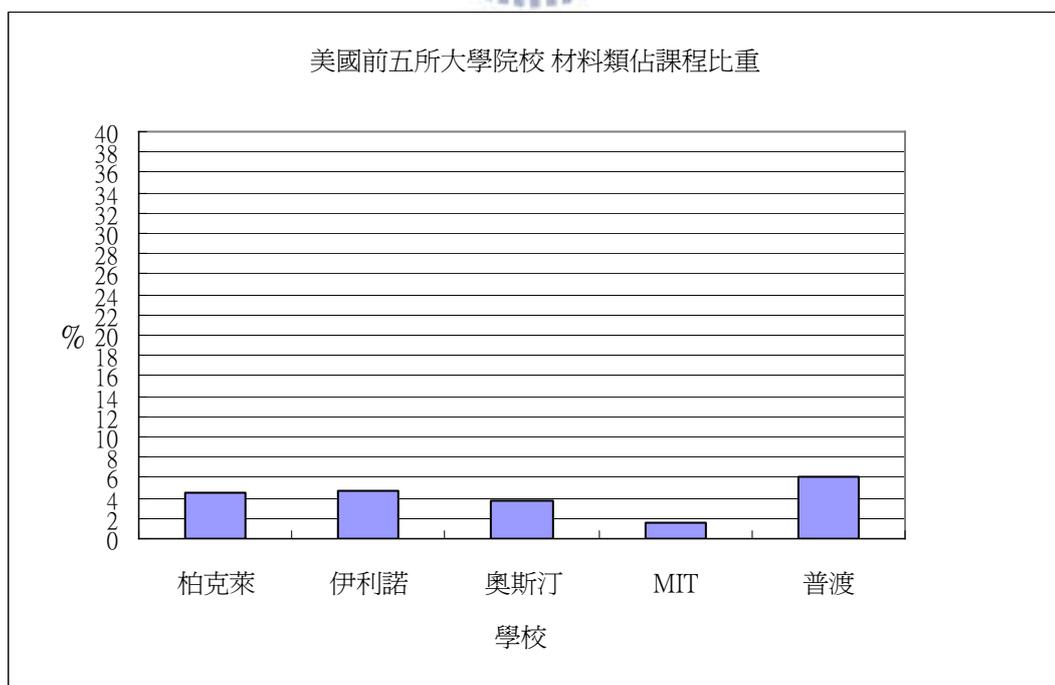


圖 2.30 大學部材料類學科比重統計

二、大學研究所課程內容

整理有關研究所課程類別與開設情形，分類以相關基礎與進階學科為主。如同大學部整理方式，學科包括相關基礎與進階學科。土木類專業分為結構、大地、水利、測量、營管、電腦輔助、環工、交通、材料等機電類，研究所屬於各專業分工較細之領域，在總類別中，將材料、機電等語言納為其他類，藉此了解其國外大學對於未來土木研究研究趨勢與授課的內容方向。

1.如圖 2.31 所示，美國大學結構類比重在全類別中的比例亦高，由伊利諾的 11.1% 到 MIT 的 22.1%不等，顯示國外大學課程部分大多也是力學導向為主。

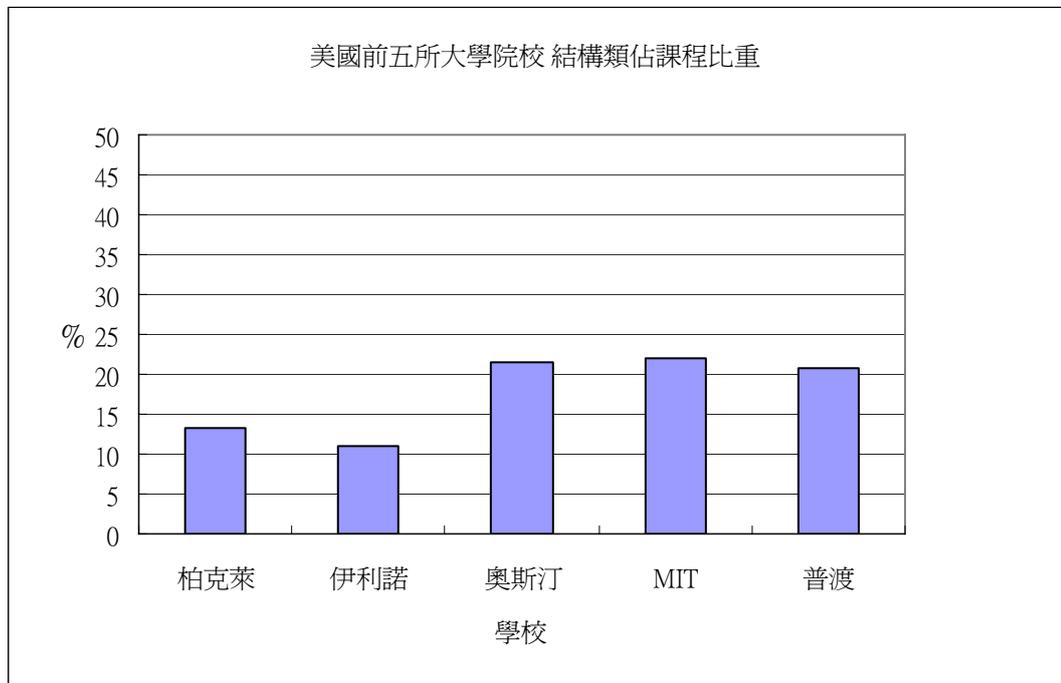


圖 2.31 研究所結構類學科比重統計

2. 如圖 2.32 所示，水利類以奧斯汀大學 14.8% 最高，普渡大學 13% 居次，伊利諾 10.6% 居末。柏克萊與 MIT 大學皆為 0%，柏克萊大學原因可能是無開設相關學科與師資，伊利諾則可能是判定時分類到環境與水利領域。

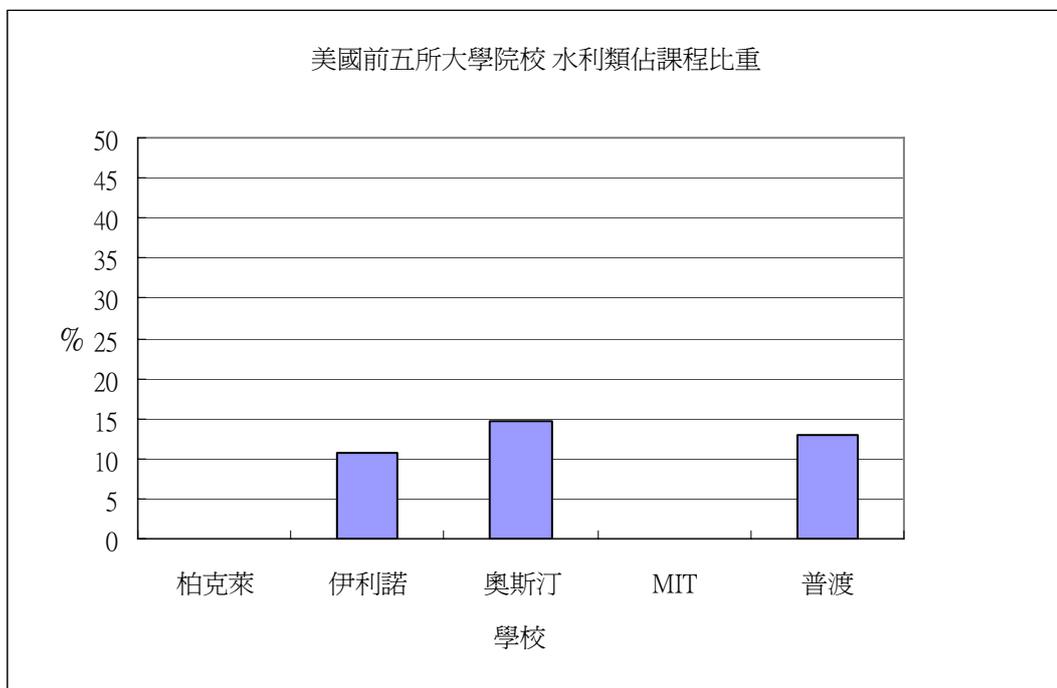


圖 2.32 研究所水利類學科比重統計

3. 如圖 2.33 所示，大地類以 MIT 大學 15.6% 最高，柏克萊 12.7% 居次，其餘約在 6 ~ 9% 左右。

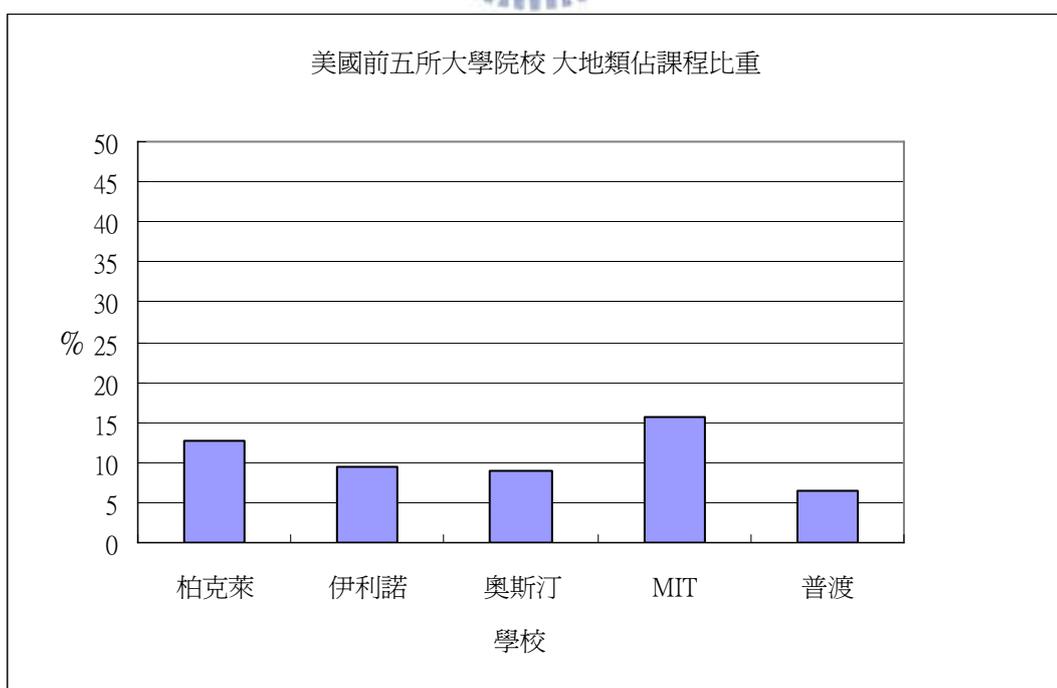


圖 2.33 研究所大地類學科比重統計

4. 如圖 2.34 所示，測量類以普渡大學為 11.7%最高，其餘 0%。原因可能是普渡在五所大學中有測量領域學程與師資，其餘在各領域中未見學程開設。

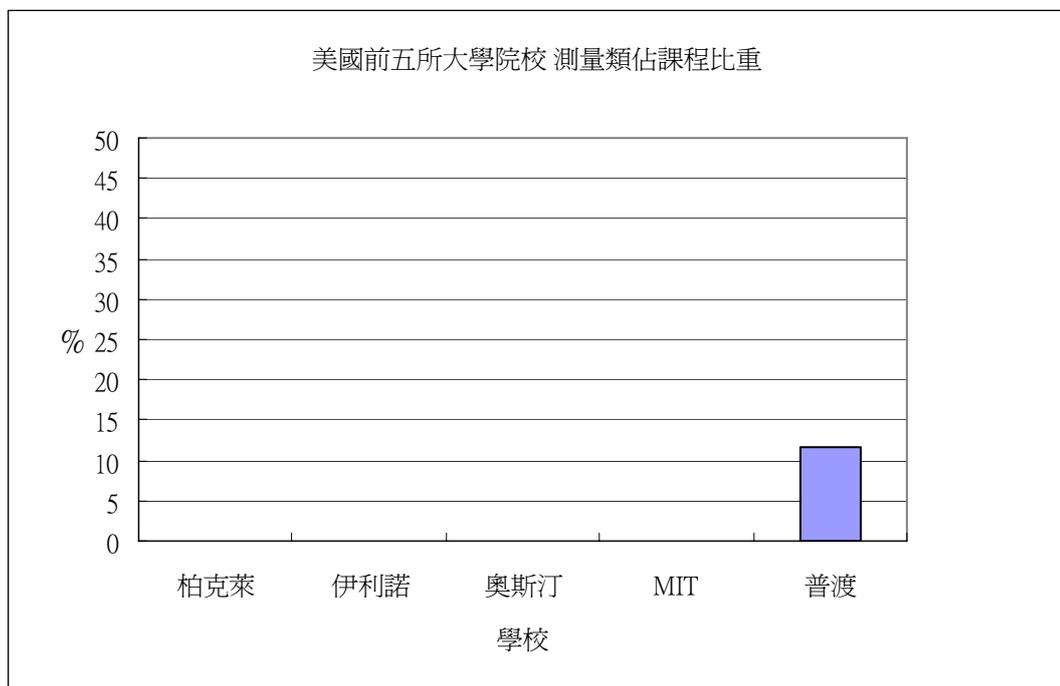


圖 2.34 研究所測量類學科比重統計

5. 如圖 2.35 所示，營管類以普渡與奧斯汀大學最高，約為 13%左右，其次是柏克萊大學 9.5%居末。MIT 大學佔的比率 0%，原因可能是沒有相關管理之師資。

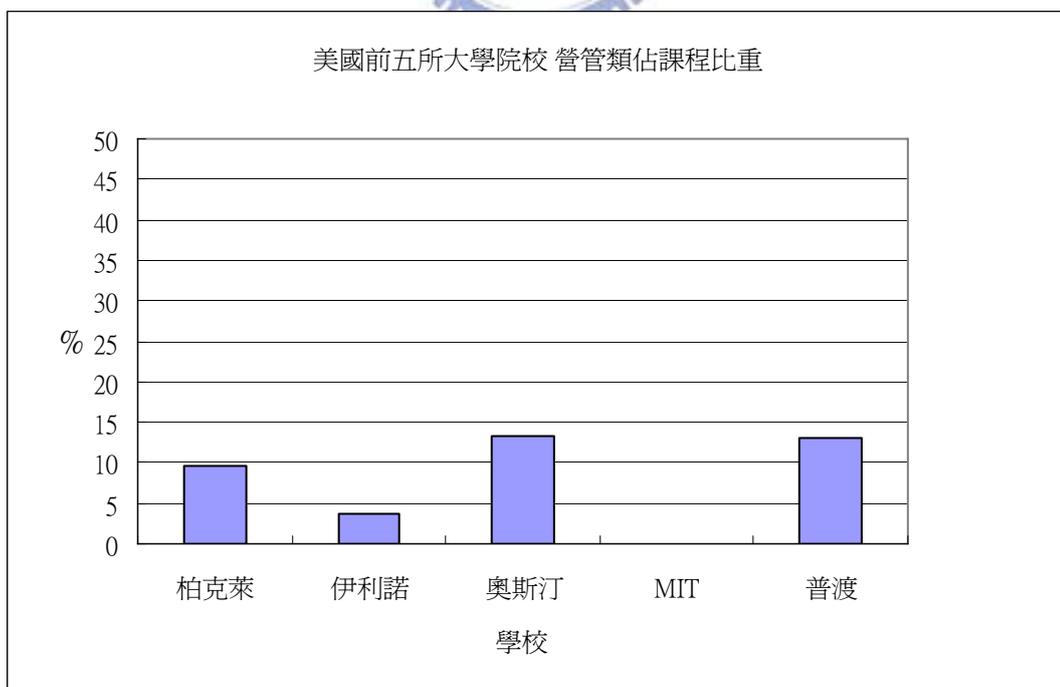


圖 2.35 研究所營管類學科比重統計

6. 如圖 2.36 所示，電腦輔助類以伊利諾 15.3%最高，MIT 的 2.6%居次，其餘皆 0%。主要原因可能是兩所大學設有資訊科技學程，故比例特高。

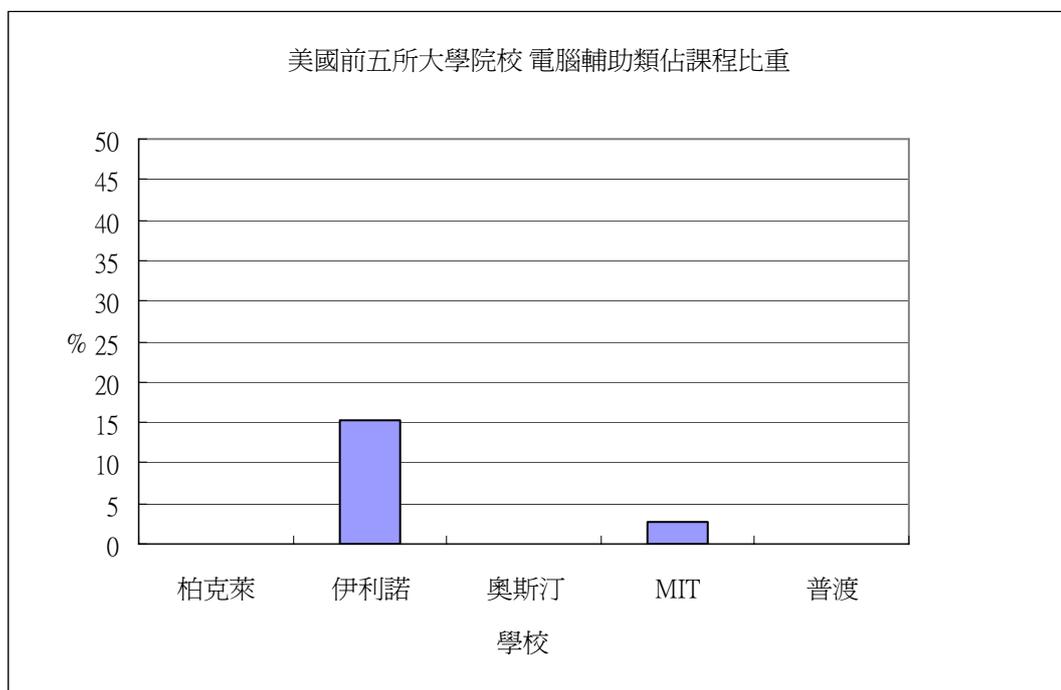


圖 2.36 研究所電腦輔助類學科比重統計

7. 如圖 2.37 所示，環工類各校比例均不低，以柏克萊大學 45.6%最高，伊利諾 34%居次，最低為普渡的 13%。顯示出各校對環境領域重視的比例都很高。

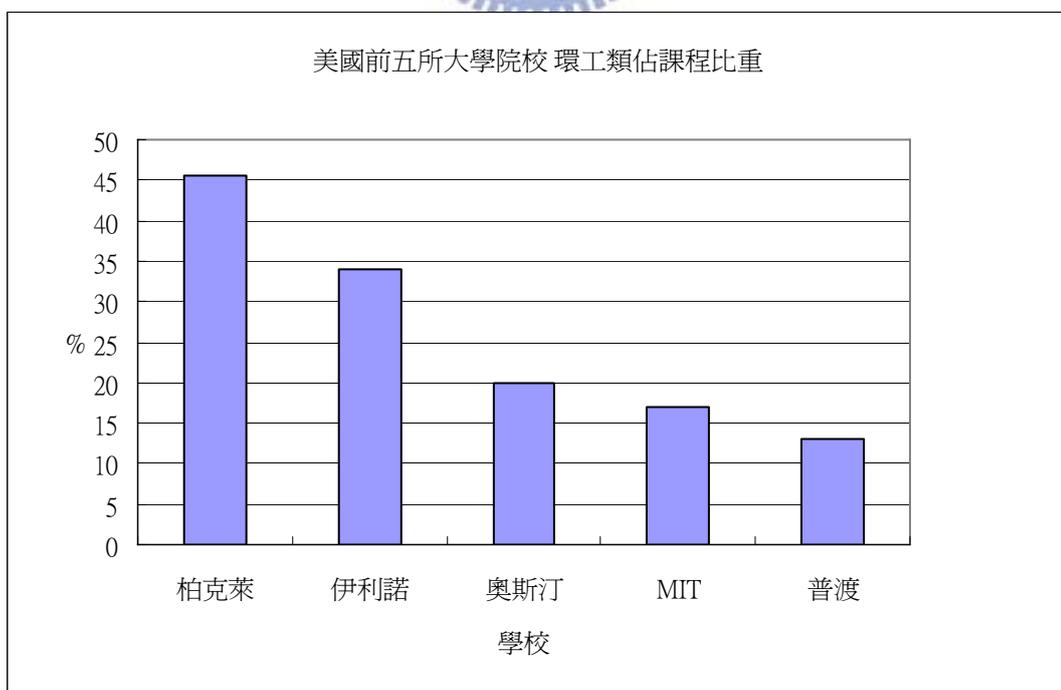


圖 2.37 研究所環工類學科比重統計

8. 如圖 2.38 所示，交通類以 MIT 大學 42.9%最高，其次是奧斯汀 21.5%，普渡居第三 18.2%。

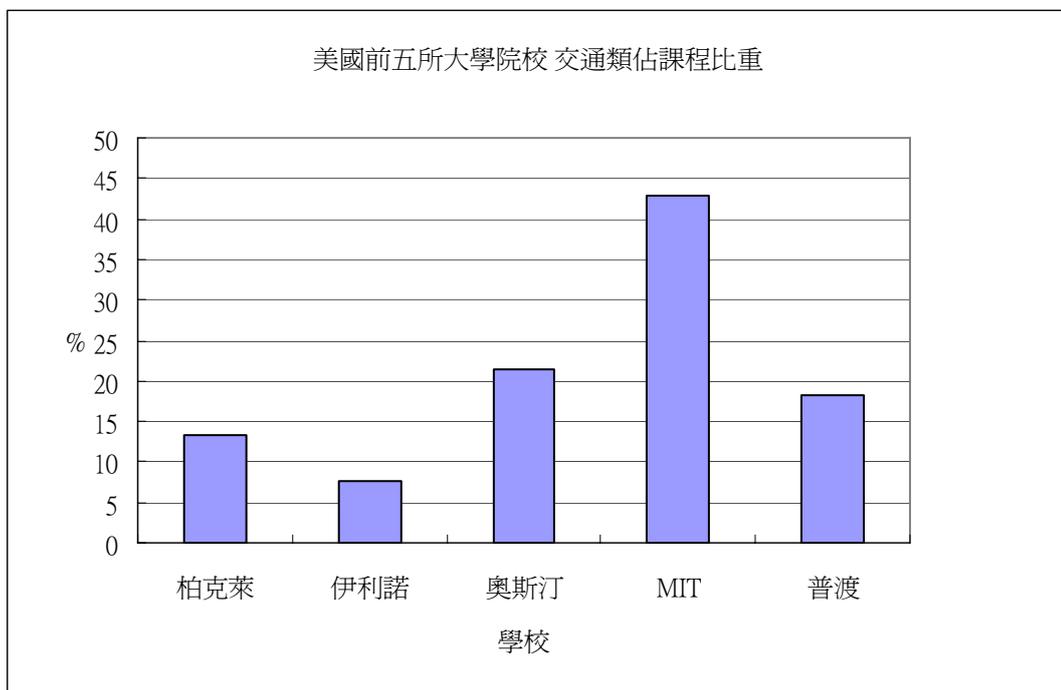


圖 2.38 研究所交通類學科比重統計

9. 如圖 2.39 所示，材料類以伊利諾大學的 8.1%最高，柏克萊 5.7%次，普渡的 3.9%第三。奧斯汀與 MIT 皆為 0%。原因可能是上述三所大學中，均有相關材料領域與師資，唯獨這兩所沒有。

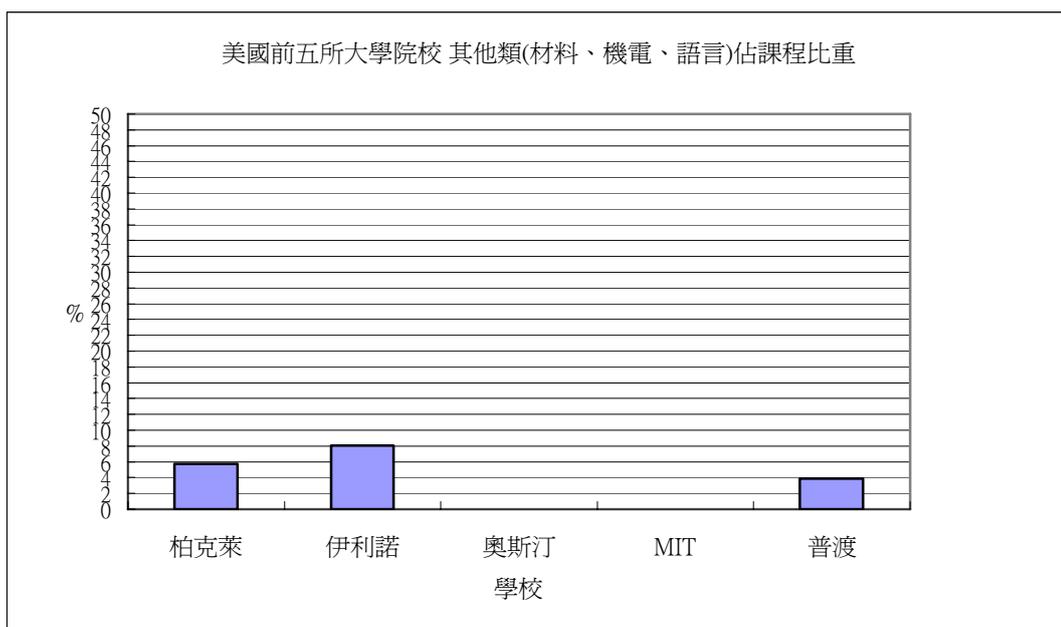


圖 2.39 研究所其他類學科比重統計

二、各校土木系所革新作法

目前世界各國教育機構也面臨世界潮流的改變，營建產業不景氣與國際競爭之情況，面對二十一世紀的挑戰，在科技進步快速發展情況下，土木工程技術也有了長足的進步。而人民生活改變與環境社會變遷將面臨工程性質轉變、工程技術轉型與工程價值升級。土木工程教育面臨了新的挑戰，對於趨勢改變須有所變革。為了培育符合新時代背景的土木工程師，土木工程學系各學門之間獨立之後，互相交流往來越來越少，在學科上應朝向整合性綜合發展，除了以往的力學和數學，目前的資訊學和管理學，更應該有美學、生態學、法律、財務、人文、政經等學科以及溝通技巧、外語等技能的學習和訓練。以下整理國外大學院校之發展方向等變革。

(一)亞洲大學

目前部分亞洲大學也體認到，對於面臨大環境與國際化趨勢在營建產業中的影響，不景氣導致學生就讀土木科系的意願降低，著手開始針對授課課程、教學目標等來改革。以下為日本區幾所大學對於當前所面臨了之營建產業不景氣導而致學生就讀土木科系的意願降低、景氣低迷、學生程度降低與學習態度不佳等因素，針對部分的教學來進行探討。



1.東北學院

土木工程學系針對以入學測驗結果進行所謂補救教學。發現甄試學生能力與考試入學在程度有較低情況，所以對於甄試學生老師將會針對數學、物理、化學作補救教學。另外，在入學後進行全體數學、英語與理科進行測驗，並以程度分班，這部分國內幾乎較少見。(陳慧慈 2004 工程教育之未來論文集)

雖然課程沒有重大變革，但是：

1.1 加強提升學生學習動力與基本學科能力；

(1)設置實習課程、英語教學並以小班制度教學，一位老師教導 10 位學生，藉以提升語言與觀察力。

(2)以學生 40 人數為一班，複習高中數學微積分與線性等理論基礎。實施改革之後，主要目標是希望達到師生交流目的且退學率亦降低。

2. 京都大學

京都大學於 1996 年將土木工學科、交通工學、衛生工學科以及衛生學科整合成地球工程學科，於一、二年級列為必修課程，每年招生 200 人，大三以選修方式讓學生選擇土木工程學程、環境工程學程與資源工程學程。為了避免學生在選修制度上對於所選學科因為成績不佳等因素，只能選讀土木工程學程，有關結構力學等學程沒有修習，所以對於制度做兩大變更：

(1) 挑選大一與大二必修專業課程，指出對所有地球工程學科學生必修之課程。

(2) 大三與大四學生依時代變化需求，以開設新課程、一方面統整或刪除舊有課程目的希望提升基礎科目學習效率。

另外為了對地球工程學科有更深體認，一年級必修地球工程總論，採取 5~6 名學生小型討論方式，透過少數人討論以及邀請業界專家參訪，所謂開放實驗室等教學活動。京都大學將土木工學科、交通工學、衛生工學科以及衛生學科做整合，表示對於環境保護日亦重視情況下所反映出現象，亦即系統性教學概念。國內近年來天災不斷，對於國內大學土木工程學系對於這些學科仍以專業分工方式獨立開來，是否也採取某種程度上之整合仍可討論。(陳慧慈 2004 工程教育之未來論文集)

3. 東京大學

基於國內經濟轉型、對外開放需配合世界標準、以全球化觀點之環境處理以及參與世界性組織如聯合國等計畫，將東京大學工學部土木工程學科更名為東京大學基盤學科。為了培養本土人才之外，積極培育國際人才，增設國際計畫學程。國際學程除了修習基礎課程之外，還包括：

(1) 社會基礎學、經濟、法律、國際關係、公共財政等。

(2) 專門知識；包括各國社會資本、行政、等財務分析。

(3) 提升英文學習。

(4) 海外實習。海外實習以大三學生為主，在暑期與劍橋、哥倫比亞以及中國清華大學進行合作。交換學生方面與英國 Daram 大學在碩士課程、管理、研究方法、經營會計等組織課程有合作。特別的是，國際學程經費來源是教授出資方式成立一間實際參與計畫之人才培育公司。(陳慧慈 2004 工程教育之未來論文集)

東京大學成立了國際計畫學程是因為適合國內需求而成立，目的是為了學生能活耀於國際社會中以具備寬廣學識經驗。傳統土木工程教育是以國內的人民為服務對象，將重點擺在公共性質與技術發展上。相對於國內營建市場日益萎縮，中國大陸土木市場因其地理優勢、人資低廉與內需需求強大等情況下，在語言上佔有優勢，是否增加與大陸土木工程方面之交流，可以討論之。(陳慧慈 2004 工程教育之未來論文集)

4. 中國清華大學土木水利學院

為目前中國頂尖學府，仍然以傳統土木水利為主，大學學系上分為水利水電工程、土木工程以及工程管理，看的出來著重於以紮實的學科為目標。土木知識包括數理、力學、人文社會知識，提升外語能力，針對計算機應用、實驗設計等管理知識，基本知識包括人文科學、技術基礎科學、自然基礎科學與工程基礎各佔四分之一。希望達到創新創造、交流互動、合作與競爭，對於業界交流提出社會需求與反饋亦相當重視。(吳瑞賢 2004 工程教育之未來論文集)

5. 北京交通大學土木建築工程學院

與國家鐵道部關係密切，係由鐵道工程科發展為土木工程、建築、市政與環境等科系。課程大部分仍以傳統課程為主，與國家單位如中國鐵路互動密切，對於實務經驗相當重視。(吳瑞賢 2004 工程教育之未來論文集)

6. 香港科技大學土木工程科系

主要分為土木與環境工程學程。大學畢業學分為 105 學分，畢業學年三年，特別部分為大一學年在高三當作大學預備學科，畢業條件需要完成畢業專題，並以論文模式完成。值得一提的是，目標以超越美國前二十五至五十名工學院為目標，並在國際上與美、英、新加坡、大陸等國有交換學生之合作交流。(吳瑞賢 2004 工程教育之未來論文集)

7. 香港理工大學營建與土地利用學院、土木與結構工程系

與國內各大學舊有理工注重實務方面類似，學制分為大學、碩士以及博士班。畢業制度與香港科大相同，畢業學年三年，大一學年在高三已當作大學預備學科修習，畢業條件需要完成畢業專題，並以論文模式完成。近年將重點擺在都市防災與交通系統。(吳瑞賢 2004 工程教育之未來論文集)

(二)美國大學

本研究針對美國前 20 大學院校網頁資料，蒐集其發展重點、策略、作法或特色，初步歸納整理國外對於未來土木發展之改革或因應策略。

1.伯克萊大學

著重人文社會教育、經濟學理認知，通訊工具技術與學理知識應用，強調數學、科學、工程設計技術、建築技術應用與環境之生活品質安全之學科，以營造健康的土木環境為目標。領域包括營建與專案管理、環境工程、大地工程、結構工程與機械以及材料、運輸工程。(柏克萊大學 2007)

1.1 策略

- (1)系統性的學程，如城鄉規劃也包括政治經濟等其他領域專業等。
- (2)朝綜合性的學科為主，互相交流。
- (3)成立跨領域學程，培育第二專長。

1.2 特殊方面

(1)科技管理學程



科技管理學程提供工學院與哈斯商學院以合作方式，讓學生可以往科技管理方面專業化領域發展。對於物流領域有興趣可以朝工業工程、作業研究與運輸等相關工程管理學科修習與證照之考取。有關科技管理學程(MOT)提供工學院與商學院、資訊管理與系統工程學院學生修習。為目前最受歡迎的學程之一。科技學程主要針對高科技產品技術研發與商業化之議題為主。

(2)中國合作學程

鑒於中國高科技的發展，針對中國科技管理開設學程，稱為中國合作學程(China Fellows Program)，包括 MOT 在中國的合作。MOT 在中國為探究中國科技事業的現況與中國科技管理之相關議題、非高科技公司在中國之商業模式。

合作關係(fellowship)：提供機會到中國上海、北京等城市以及企業參訪、政府等大學進行交流。課程目的在培養學生順利進入中國就業市場、發展批判思考與策略決策等工具技術、提供管道與方法對於未來中國市場之發展研究。

成立跨領域的 Civil System 學程，針對較新興與複雜的領域如網路作業流程 (workflow networks)，智慧型建築、無人載具(unmanned air vehicles)、生物科技、公共設施安全、經濟永續系統等。也包括硬體(如結構物、設備器材)、軟體與程序、環境(生態、生物)、民生、組織(社會、政治與經濟)等方向。

2. 伊利諾大學

土木課程注重基礎學識、彈性的技能、變通的技能(transferable skills)與終生學習。研究領域包括 1. 營建管理 2. 營建材料 3. 環境工程與科學 4. 環境(Environmental Hydrosystems)與水利工程 5. 大地工程 6. 結構工程 7. 運輸工程 8. 資訊科技。(伊利諾大學 2007)

2.1 策略

- (1) 重視環境生態，朝向生物科技領域發展，重視學科綜合發展與生態環境。如微生物學、生物學/生態學。
- (2) 加強資訊科技領域不足，應用在環境或是傳統學科上。
- (3) 聘請專業教師往水資源、基礎建設體系、永續發展為重點領域。



2.2 特殊方面

著重環境生態工程領域為主要核心，重視有關生態維護、廢棄物處理等研究。如微生物、水質分析、環境系統。

3. 奧斯汀大學

學系為土木工程與建築、環境工程。(奧斯汀大學 2002)

目標：

- (1) 目標希望達到歷史背景了解、多學科學門與土木工程美學、新議題與未來新興科技發展與挑戰。
- (2) 理論推理與定量工具、量化等土木相關問題。解決社會、經濟與環境相關之議題。
- (3) 創新學習表現與終身學習態度發揮專業責任與倫理道德。
- (4) 溝通能力、人際關係與資源管理技能逐漸在土木領域成為領導階層並且促進社會

生命價值提升。

課程目的：

- (5)理論與定量工具驗證結構或量化方式處理土木、社會、經濟與環境相關議題。
- (6)學習表現與終身學習態度發揮專業責任與倫理道德。
- (7)提升專業技能、人際關係與資源管理技能在土木領域成為領導階層並且促進社會生命價值提升。

課程規劃目的提供學生對於：

- (1)土木工程問題了解、描述、可能的原因與方案解決。
- (2)土木工程系統基礎設計要素、構成與過程、整體安全了解與品質進度等成本思考。
- (3)實習課程、資料收集與一般評量工具去幫助解決土木相關問題。
- (4)利用數學、自然科學、系統化的電腦科技，廣泛的管理技巧去處理土木問題。
- (5)利用綜合分析結果輔助與工程創新概念反映社會實際狀況。
- (6)學科間的團隊合作關係。
- (7)重視文字、報告與圖解達到良好溝通與交流目的。
- (8)工程師之專業與道德倫理的責任心
- (9)土木工程技術不斷發展並保持與潮流趨勢的跟進。

3.1 策略

- (1)保有傳統學科，增加跨領域學科。
- (2)培養傳統專業之第二專長。
- (3)課程多以綜合發展、系統性之學程。

3.2 特殊方面

系上成立了教學改革中心，提供教學上創新與媒體教學發展服務，目的提升與改善教學品質。由於技術日新月異，需要評估新教學工具的適用性與對整合技術的訓練

與輔助在授課教學上。增加設計上的資源，線上課程教學與技術提供，以多媒體方式呈現。資金來源為學生的教學費用與額外計畫收入為主。成立學生學習資源中心，提供土木與建築工程師生電腦技術能力之提升。成立終身學習教育中心，提供結果式基礎(Result Based)機會訓練，可以自我規劃生涯課程。提供即時議題協助方向導引。

4. 麻省理工學院

目標採取土木與環工系主要課程朝向整合方式。如雙修實驗課程設計增加學習深度。研究課程的多樣選擇，提供大學部學生進入從事學術研究的機會。對於將來有心從事學術研究的學生或者想要申請知名研究所的大學部同學的一種機會，並以團隊方式進行。專業課程包括工程學程與交通科學。(麻省理工學院 2007)

4.1 策略

- (1)大學部課程合併，朝綜合性學科，不過度區分。
- (2)增加其他跨領域課程，培育第二專長。如相關醫學類。

4.2 特殊方面

較無特殊學程，學科往其他領域發展，如環工、藥物、環境法律。著重整體環境發展學科。

5. 普渡大學

普渡大學工學院內各學系簽署包含土木工程與其他領域八種專業學科領域，聘請 55 位老師投入教學行列。包括智慧型基礎建設系統，奈米科技控制維護處理基礎建設安全問題、全球永續系統、自然系統與未來工業發展問題之生態環境研究。普渡大學未來五年將增加 15 億資金投入，土木工程佔有約三千四百萬的資金可供運用。研究領域包括 1.營建工程 2.測量 3.水資源工程 4.水利工程 5.大地工程 6.材料工程 7.結構工程以及 8.運輸與基礎系統領域。(普渡大學 2007)

5.1 策略

- (1)課程朝向環境與生態，學科規劃以綜合性為主。
- (2)投入大筆經費對於跨領域學科間之重視。

5.2 特殊方面

較無特殊學程，大部分為傳統學科，但與外界機構有合作關係並提供研究基金，可以吸引優秀人才與更深入研究。

6. 喬治亞大學

營造良好教學環境，教育下一帶土木人才。提升學術研究、研發創新與新知識教育。培養土木領導人才、傳授各學科知識基礎解決社會需求、持續提供專業土木人才服務廣大社會。課程目的讓學生認識未來職場所面臨的挑戰，培養社會問題解決技能，適應團隊合作與成為領導階層。訓練對社會服務的責任精神，提供學科整合性的觀念與問題導向之技能，面對未來挑戰有能力保護生活環境與提升生活品質，有構思、規劃、設計能力去滿足與保障生活品質。在永續發展架構下，各學門間之研究以紮實基礎面對日益複雜的社會，以基礎架構的專業素養技能領導與帶動社會進步，進而提升學術水平與學習提升自我能力。學位有土木、環境工程、工程科學與力學之理學碩士與一般理學碩士。研究領域為營建工程與管理、環境工程、環境流力學與水資源、地球系統工程、結構工程力學與材料、運輸系統。(喬治亞大學 2005)



6.1 策略

(1)大部分仍以傳統基礎課程為主。

6.2 特殊方面

地球系統工程中規劃土木公共建設與基礎系統(Civil Infrastructure and Foundation Systems)相關課程。針對基礎建設老化評估與修護，研究相關技術評估降低災害之存在，課程包括地震工程、基礎工程。結構工程力學與材料特殊部份有地震減災研究，屬於防災範疇。

7. 史丹福大學

希望紮根基礎理論，分析、問題解決、設計與溝通技能與終生學習。面對未來發展之新的技術應用，如資訊科技與生物科技，應付未來複雜的工程與社會問題。觀察力培養與責任心以服務於社會，鼓勵往其他領域研究發展。大學學程為包括土木工程與環境工程學程。研究領域包括環境、營建工程管理、結構工程、地質工程、設計與工程整合(Design/Construction Integration；DCI)。(史丹福大學 2007)

7.1 策略

- (1)以整合觀念、專案方式強調學門間學習。
- (2)重視環境與工程規劃概念結合。
- (3)成立多學科之新領域。

7.2 特殊方面

環境工程科學、環境流體力學與水文學屬於水系統。特殊部份為建築設計、大氣/能源與工程設計整合(DCI)，建築設計與大氣/能源為近年新設立於大學部的學程。

(1)特殊部分

包含建築設計領域、大氣能源與工程設計整合(DCI)學程。

(1.1)建築設計

強調永續、綠色設計、生命週期規劃、工程設計之整合。主要課程為建築學與工程設計。相關領域包括結構與地震工程、生命週期分析。

(1.2)大氣/能源

主要與建築環境、水系統組成多門學科領域，結合與補足兩領域間之缺口如永續工程、綠色設計、生物科技環境、環境政策等議題。建築環境包括營建管理、DCI、結構工程與地質。

水系統包括環境與水研究、環境工程科學、環境流體力學與水文學。相關課程如基礎物理、微生物學、水污染、空氣品質、能源管理。師資十四名。

(1.3)工程設計整合(DCI)

藉學科間合作團隊模式，強調設計與工程間能夠結合。師資背景包括設計工程整合、結構與大地工程、營建管理等領域。課程如電腦系統整合、結構設計、風險分析。

8.密西根大學

目標是將自然環境維護與環境危害減輕，學術與領導地位提升。滿足的社會需要，持續學術研究以保持土木工程領域之優勢。培養企業、社會所需專業人才，以服務政府部門、學術界與社會。培養其他領域技能成為領導階層，以新知識傳授和技術服務相關領域的企業與工程。主要研究領域包括結構與材料工程、營建工程管理、大地工程、環境與水資源工程。(密西根大學 2005)

8.1 策略

(1)大部分仍維持統學科，重視基礎建設環境設計與加強其他技術、經濟、環境、美學，培養日益複雜的環境之跨學科領域技能。

8.2 特殊方面

並無特殊學程。

9.康乃爾大學

目標培養學生工程決策設計能力、提升工程領導地位，不斷學習與培養相關研究專業領域。強調土木基礎建設、環境議題、工程系統與管理。大學學位包括土木工程與環境工程學程，亦可選擇其他領域輔修如土木基礎建設，工程管理等。研究領域主要為土木工程、環境工程、工程系統與管理。(康乃爾大學 2006)

9.1 策略

(1)傳統課程，課程彈性化提供其他專業學科學程。

9.2 特殊方面

提供其他工程領域副修(Minor)。包括土木基礎建設、工程管理、環境工程學科。

(1)土木基礎建設(Civil Infrastructure)學程

工程方法理論介紹、規劃設計等環境發展議題。課程包括大地工程、結構工程與運輸相關課程選修。

(2)工程管理學程

課程針對工程經濟、專案規劃與會計學等分析工具。

(3)環境工程學程

因應未來社會永續發展的需求，與經濟環境相關的結合開設有環境工程輔修的方式。課程包括生態工程、環境系統分析等相關環境污染防治課程。

10.加州理工學院

目標針對土木領域地震工程相關研究。如地震預警、地震來源之運動作用描述 (characterization of near-source motion in earthquakes)。土壤構造相互影響作用、土木結構非線性有限元素分析、結構監控和地震損失估計等。應用力學針對結構和儀器實驗、對地震的結構物震動造成之反應探討，結構系統監測和控制，以及非線性的動態系統行為的研究研究方向包括地震工程設計、可靠度/生命週期成本績效評估、結構物主動與半主動控制、地震運動作用模擬、結構分析方法、木造結構與高層建築物行為之研究(studies of the response of important structural types ranging from wood-frame structures to dams and high-rise buildings)。(加州理工學院 2007)

10.1 策略

(1)針對地震之發生、過程作用與震前預防與防災，探討地震原因與監測系統發展，針對地震相關如監控系統研發、地震損害評估等方法。

10.2 特殊方面

較著重地震工程領域研究。

11.德州 A&M 大學

目標針對德州土木工程與滿足未來社會之需求，了解地理、政治與公共政策的需求與相關技術問題解答。課程提供完整科學訓練與知識技術，培養領導者技能、專業與倫理道德終生學習。大學與研究所學程包括土木與海洋工程。研究領域包括營建管理、環境工程、大地工程、海洋工程以及結構工程、運輸工程、水資源工程。

(德州 A&M 大學 2007)

11.1 策略

(1)維持傳統學科，頗重視海洋工程。

(2)系所目標針對德州地區未來土木需求為主。

11.2 特殊方面

無特殊學程。有關水、環境等海岸工程領域學門較多，與該校所處地理位置有相關。

12. 西北大學

目標為土木和環境工程提供學識基礎與技術教育在環境工程、大地工程、材料和固體、結構工程和材料、運輸系統分析和規劃與專案管理方面。使學生準備對於未來社會環境技術能力和其他領域之挑戰。課程透過基礎的科學教學與土木環境工程的實務操作解決實務問題。學術性和專業組織的發展提昇土木和環境工程的領導地位，大學學位包括土木工程與環境工程學程。研究領域為環境工程與科學、大地環境(Environmental Geotechnics)、材料力學、大地工程、結構工程與材料力學、理論與應用力學、運輸系統規劃分析。(西北大學 2006)

12.1 策略

- (1)保持傳統學科，強調基礎紮根。
- (2)與其他學院合作，提供其他專業領域。



12.2 特殊方面

- (1)運輸系統與 Kellogg 管理研究所、經濟系以及工業工程合作提供相關課程。並提供專案管理碩士學程。運輸系統規劃與 Kellogg 管理研究所、經濟系以及工業工程合作。提供其他相關課程，如經濟學、政治學與商業工程管理學科。
- (2)專案管理碩士 Master of Project Management (MPM) program。

強調規劃設計與技術之團隊經驗。培養管理概念和技術技能，提供實際的專案執行，專案組織合作基礎。課程背景包含土木環境、工業工程與管理科學以及 Kellogg 管理研究所提供之相關學科。主修學科包括工程法律、工程會計與金融。其他包括土木工程、專案管理、電子商務、工程契約、工程法律、環境管理等。

13. 華盛頓大學

提供土木工程與環境工程提供廣泛的教導和實務經驗學習。每年來自政府或地方單位約五百萬美元的研究經費提供研究使用。規劃結構、材料、大地工程,交通工程,運輸和都市系統,大地(測量、遙感、航空攝影、biophotogrammetric)、水力學和水/空氣資源

實驗室使用。研究領域為營建工程、環境工程、大地工程、結構工程力學、運輸工程，水資源/水文與水力系統。(華盛頓大學 2007)

13.1 策略

- (1)課程強調整合觀念，提供系統性的學程。
- (2)重視其他專業領域學習，培養跨領域人才。
- (3)強調環境發展與其他專業學科結合。

13.2 特殊方面

環境工程領域中包括(1)環境管理證照學程(2)相關地球科學與政策方面 (Interdisciplinary and Policy Dimensions of the Earth Sciences)(3)化學環境方面 (Environmental Chemistry)。

13.3 特殊部分

(1)環境管理證照學程 Environmental Management Certificate Program

提供跨學科學習與合作方式、知識技能學習與其他專業培養。主要學科為環境政策、商業與環境、自然科學於環境決策角色(Role of Science in Environmental Decision-Making)。

(2)地球科學各學科與政策

主要針對地球科學所有關的公共議題、社會問題解決、發展各學科思考與問題解決。相關環境爭議或政策兩極化的議題探討。參與學院有工學院、藝術科學學院、漁林等學院。

(3)地球環境化學方面

課程包含化學環境觀念，並與其他學系規劃相關環境研究。課程包括環境理論介紹、水/大氣與化學、沉澱/土壤化學、生物學/人類健康、研究方法/工具、環境議題等方向。

14.維吉尼亞科技大學

課程強調土木基礎建設、營建工程、環境、GIS、地球環境、大地、水力系統、結構工程與材料、運輸、公共建設、與系統工程。其他領域如地質、數學化等城市周邊區域研究。(維吉尼亞科技大學 2007)

14.1 策略

- (1)學程注重各學科間結合。
- (2)重視環境資源與工程觀念配合。

14.2 特殊方面

環境與水資源工程分為環境工程領域與水力系統工程領域。其中水力系統工程 (Hydrosystems Program)包括地球環境工程與 GIS 應用於土木與環境之工程學程。另外規劃各學科間之研究學程包括土木基礎建設工程、地球環境以及地理空間工程學程。



14.3 特殊部分

- (1)水力系統工程
- (2)地球環境工程

提供碩士學程。環境與水資源與大地工程所提供的學程，針對環境、地表污染等環境議題。課程包括環境化學、環境地質、地下水動力學以及廢棄物管理。

- (3)GIS 應用於土木與環境工程

包括地理學、電腦科學、GPS、遙感等工具應用。背景為環境與測量為主。

- (4)土木基礎建設

提供碩士學位學程，各學科間不同領域背景師資教學，系統性的探討自然環境議題、相關技術方法評估等與社會環境經濟的影響。

- (5)地理空間工程 Geospatial Engineering

針對電腦科學、GPS、航測、遙感等工具應用。主要課程 GIS 應用於土木與環境工

程(CEE)、高等 GIS 應用於 CEE、影像系統分析、土地開發規劃。師資六名

15.卡內基梅隆大學

土木強調傳統基礎建設發展與維護，社會永續發展、能源管理、災害防治。環境方面強調空氣、水品質與污染處理、防治與廢棄物資源回收利用。(卡內基梅隆大學 2007)

15.1 策略

(1)維持傳統學科、強調環境永續與工程污染防治領域。

15.2 特殊部份

並無特殊學程。

16.賓州大學

目標為提升學術研究水準並提升課程品質。強調團隊合作訓練，各學科間培養其他領域專業技能，養成專業倫理責任以服務於社會。研究領域包括營建工程、環境工程、結構工程、運輸工程、水資源工程。(賓州大學 2007)



16.1 策略

(1)加強傳統學科，強調基礎教學。

16.2 特殊方面

營建管理學程。研究包括人力生產、成本控制、土地、專案規劃、地下工程。營建工程提供 CE&M 學程，從規劃設計、決策至施工維護階段訓練自我專案執行能力。

17.北卡州立大學

系所目標為：

(1)強調解決工程問題的能力，工程判斷方法與工程實務經驗設計。培養土木人信心並服務社會、工程師的專業和倫理義務培養，對於社會責任與公眾的健康和福利。

(2)營建工程管理強調基本的營建工程學識和管理技巧，工程問題解決能力和有創造性的設計。鼓勵學生體驗工程設計實務與了解工程師之專業倫理責任。

提供學習機會培養團隊溝通合作能力，透過專案合作方式完成。

(3)對空氣水資源之永續概念、環境和社會發展重要性認知。對社會環境維護責任，提供學生終生學習教育，具備基礎科學和數理技能。研究領域包括電腦輔助工程、營建管理、地球環境工程、公共工程建設、結構工程、運輸系統與材料、水資源與海岸工程。(北卡州立大學 2006)

17.1 策略

以傳統基礎學科為主，加強電腦工具技能應用。

17.2 特殊方面

(1)公共建設工程/管理研究領域。領域有建設、環境、經濟、運輸等方向。

(2)電腦輔助工程領域。加強電腦知識技能，提升程式設計與工具應用等能力。

18.明尼蘇達大學雙子城分校

重視基礎技能培養土木專業工程師，解決社會、經濟與環境所相關議題。培養溝通能力、人際關係與資源管理技能，成為土木領導階層並提升社會價值。(明尼蘇達大學雙子城分校 2007)



18.1 策略

(1)課程強調環境之社會與基礎經濟觀念結合。

(2)學程包含公共政策與基礎建設方向。如政策與建設以及經濟影響。

18.2 特殊方面

(1)運輸工程提供城市與區域規劃、土木工程雙學位學程。

由土木系與 Humphrey 公共事務學院(Humphrey Institute of Public Affairs)規劃。課程包含相關技術背景講師，運輸與環境政策相關社會經濟議題。

(2)基礎建設碩士學程(M.S. Program in Infrastructure Systems Engineering)

提供基礎建設系統性分析與公共政策議題。課程方向包括工程與管理課程、公共政策、經濟學。

(3)大學生研究規劃

提供學生與教授專案合作機會。鼓勵學術發展並提供獎助學金。

(4)暑期研究規劃

與研究所合作鼓勵學生往學術研究。課程目的提供師生研究交流環境，提升學術價值。

19.威斯康辛大學-麥迪遜分校

培養基礎理論、分析、問題解決、規劃設計與溝通技巧。觀察力培養與責任心以服務於社會，持續往其他領域研究發展。重視未來新技術研發，如生物科技並滿足未來複雜的工程與社會需求。大學學程包括環境工程、流體力學系統工程、營建管理。研究領域如營建管理、環境工程、結構工程、工程材料、大地和地球工程、地質工程、地理空間資訊工程、運輸工程和城市規劃、水資源工程、以及水化學。

(威斯康辛大學 2007)

19.1 策略

- 
- (1)學門間包含其他系所相關學科，如運輸工程包括城市與區域規劃相關課程選修。
 - (2)課程選擇彈性，各專業領域間互有學科交流，可培養第二專長。
 - (3)師資多以相關領域背景所組成。如運輸工程包括運輸、經濟、電腦、運輸政策等背景。

19.2 特殊方面

環境工程提供兩種學程。

(1)生物科技學程

提供各系所以實習方式參與。規劃跨傳統學科領域，如細菌學、藥物學、分子生物等學科。

(2)空氣資源管理研究學程

與天然資源系合作。學生以助理或是實習生角色在專案團隊中合作，培養經驗。

20.科羅拉多大學—伯得校區

目標訓練工程師專業技能，技術創新與提升學術地位。人文倫理道德之培養與社會責任並滿足社會之需求。大學部包括土木工程、環境工程與建築工程學程。研究領域為建築系統、環境工程、地球環境工程、大地工程、結構工程、水資源工程以及營建管理。(科羅拉多大學 2007)

20.1 策略

(1)加強相關基礎學科，以規劃、維護等階段系統性概念教學。

20.2 特殊部份

生命週期工程學程之規劃。針對土木基礎系統績效與成本控制之分析。包括系統監測，直接/間接成本分析、風險決策與系統外在因素之需求預測模型。課程如基礎建設成本、維護、管理、基礎工程生命週期成本最佳化。

三、歸納分析

透過國內外大學相關土木系所課程、發展方向等方向，歸納國內外大學系所，大多以不同觀點或方式進行各方面改革，但共通點上；對於土木基礎專業課程並沒有放棄，反而以各種方式增加教學工具，提升學生學習意願與有效率的學習。如強化導生制功能，轉型為專業導生制與擴大專業範圍、增加畢業學生就業廣度(如課程廣度調整)。此外中國大陸目前正值建設蓬勃發展之際，土木工程學系為學生職場考慮之第一志願科。所以可以吸引不論是國內外許多優秀學生前來就讀，甚至有許多前往歐美攻讀土木工程頂尖之研究所，此一股力量不容忽視，將對國際上產生以中國為主的新興力量形成。

(一)綜合中國與香港四校之特點歸納如下：

1.旺盛企圖心

對於國際地位之重視，取得系所所共同努力之策略共識，這是對於達成目標是很重要的一點。另外對於學生學習意願投入相當大的努力，以優渥研究獎助學金做為鼓勵學生持續研讀之動力，以吸引頂尖學生就讀。

2. 優質教育環境

各校無不提升教學環境、師資與設備。面對營建業不景氣與國際間競爭激烈情勢下，唯有提升良好教學環境提供學生優質學習，才有與國際頂尖學府抗衡。

3. 落實國際間合作

與各校進行既合作也競爭態度，清華與交大都考慮畢業後能取得國際執業工程師證照，並且雙學位目標邁進。香港各大學能夠擠進全球百大，其中最重要的優勢為主要資金皆由政府投資，強大的經費做為後盾，使得教育推動上能夠順利，但是「經濟情勢」的轉變也將影響教育品質與優勢。另一方面，與國際上同步競爭以爭取人才，對於國際上更具有優勢之歐美大學之第一選擇上，唯有提升自我的教學環境，留住本國一流人才，才能維持競爭力。

(二)鑒於日本與中國所做之改革，初步整理其策略：

1. 強化導生制功能，轉型為專業導生制與擴大專業範圍，增加畢業學生就業廣度(如課程廣度調整)。
2. 土木知識包括數學物理、力學、人文社會、電腦應用、實驗等課程，基本知識包括人文科學、技術基礎科學、自然基礎科學與工程基礎各佔四分之一。以達到創新、互相交流互動。
3. 培養國際觀人才，外語能力提升、實務經驗學習等課程。
4. 課程整合與舊有基礎課程調整。

(三)美國 20 所大學

由上述調查中可發現，大部分的大學對於傳統學科仍以持續紮根為基礎，但也因外在環境與內需產業的關係變化，對於授課的多樣性、學科之間交流、新的概念提出以及領域廣度有相對的改善與提升。當中對於修習學分與制度上亦有些許不同。雖然在各國大學中，不盡然有相似的改革措施或訂定之目標有差異，原因可能因系所目標與方向之差異，而在授課上、人才培育、學生就業出路等方向等亦有區隔，但仍然可以一窺究竟其中部分雷同之處。綜合整理有下列幾點：

- 1.部分系所更名為土木與環境工程學系，強調大自然環境的議題重視。近年來環保意識抬頭，逐漸重視到大環境的重要與維護，紛紛加入許多與環境相關的系所或學科。
- 2.課程強調基礎建設與生命週期整合概念。
- 3.朝土木與生態領域發展，環境永續系統(如柏克萊大學加入土木系統概念。生物學、生態學、廢棄物防治、減災、科技等)。
- 4.學科朝綜合規劃方向，教學朝橫向發展(如土木規劃包括經濟、政策、交通、環境、等公共政策關連性)。
- 5.跨領域課程或學程規劃，培養第二專長(如生物、醫學、機電等領域)。由系所討論其他專業建議修課方向。
- 6.課程彈性化，與其他科系互相交流(與工業學院學科、科技等管理學院)。
- 7.加強土木與環境課程間關連(如土木環境概念、基礎建設系統、資訊、運輸、政策等)。
- 9.加強實務課程與校外合作之機會。



四、小結

- 1.國內課程普遍以結構類比重較高，與過去教學強調分析、設計等力學導向有關。
- 2.以國外5所大學來看，結構類比重不低，但部分大學環境領域比重較高。整體課程與國內比較之下，環境、運輸等材料比重較高。
- 3.國外5所大學中，測量類與國內相較下比例不高，除了普渡大學研究所有開設測量學程外，其餘都無相關師資等學程。可能已成為獨立領域。
- 4.研究所專業部分，結構、大地、營管與水利部分相似外，國外大多結合環境、運輸領域學程。較特殊部分，柏克萊設有土木系統(Civil System)學程。
- 5.課程方面，部分學校有提供整合性學科的學習建議，增加學科的完整性，國內較少見。(運輸領域之政策、經濟與市政規劃)

第3章 研究架構及方法

3.1 研究流程

本章節透過問卷調查方式以了解不同背景受訪者於人力需求與課程意向之差異性或相同處，對於需求整理歸納。其次針對交大土木系分析目前系所之狀況，將所得之需求結果與系所現況分析綜合彙整，進行交大土木系 SWOT 策略分析，最後提出可能之發展策略。流程圖如 3.1 所示。

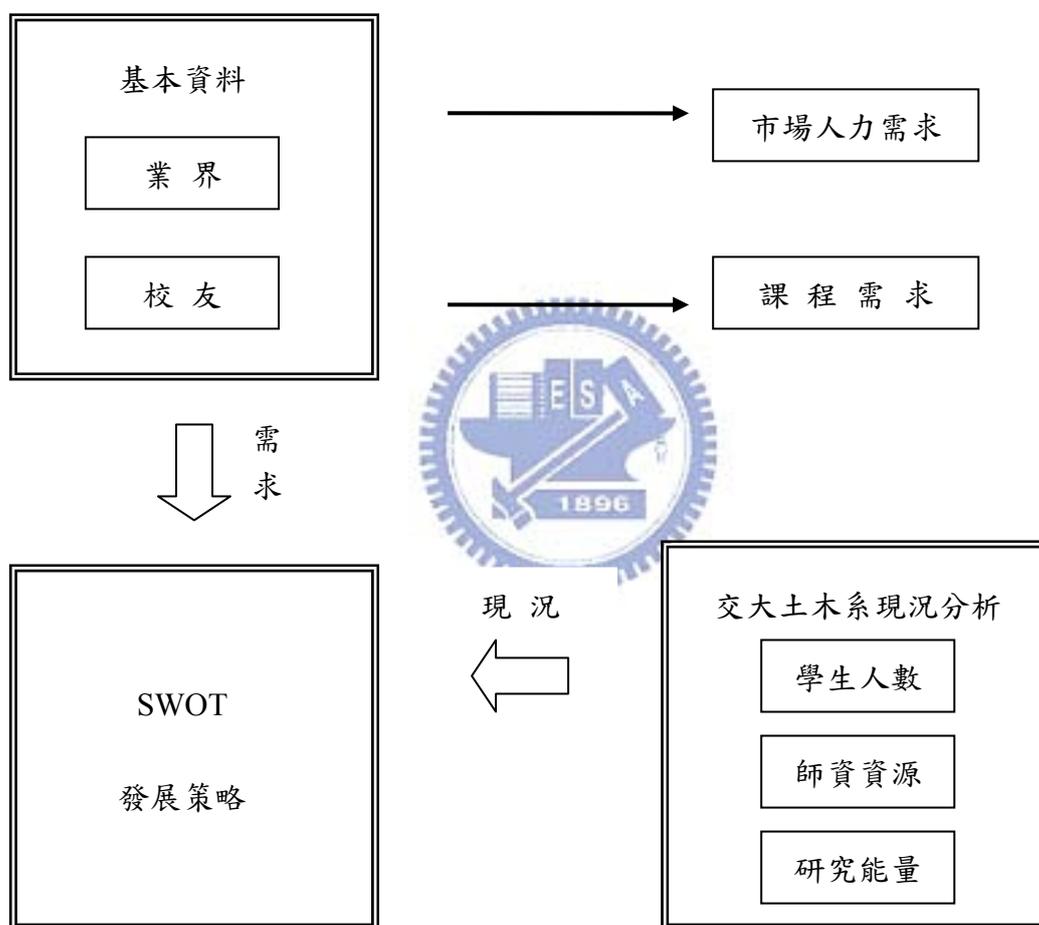


圖 3.1 研究流程

3.2 研究方法

透過網路問卷方式針對業界與校友對於土木人力專業市場與課程意向調查。發放兩份問卷原因為針對土木從業人員對於人才需求與課程意向調查，校友則為了解目前校友所處產業就業狀況以及對於各項議題之看法，最後在綜合比較分析。隨後擬定訪談議題，針對各校土木系所主任與資深教授進行深入訪談，以便豐富內容之深度與廣度。

一、問卷分析

由於本研究採用網路問卷方式進行，加上因類別項的資料缺乏統計單位，認為較適合使用次數統計來描述資料的分佈情形。以回收之有效問卷基本資料與議題部份作次數統計的工作，並算出所佔之百分比。最後以集群化分析技術，將依其所處產業、職務等資料進行分類，可清楚瞭解受訪者之分群特性。集群分析法(Cluster Analysis)是一種劃分方法(Classification Method)，目的在將一些事物歸併在一起，利用群體中各事物都具有相同的特性，而在群體與群體之間卻有顯著的差異。其歸併的原則是依個體間性質上的親疏程度進行分群，而描述親疏程度。通常有兩個途徑來作分析：

1.根據差異性：即兩個體間距離多遠的測度，他是將每一個個體看成 N 維空間 (N 個變量) 的一個點，在 N 維空間中定義距離，距離較近的點，歸為同一群體，距離較遠的歸於不同的群體。

2.根據相似性：即兩個點之間性質多接近的測度，性質越接近的點，他們之間的相似係數越接近於 1 或 -1；而彼此無關的樣品，他們之間的相似係數則接近於 0，在進行集群處理時，較相似的樣品歸為同一群體，較不相似的樣品歸為不同的群體。目標為找出資料中以前未知的相似群體，而集群偵測技術涵蓋範圍相當廣泛，包括基因演算法、類神經網路、統計學中的集群分析都有這個功能。

集群分析為多變量分析之程序，目的係將資料分成幾個相異性最大之數個群組，使群組內相似程度最高，適用於資料探索性研究(吳明隆 1999)。其分析之原理係利用尤式距離計算出將計算樣本點之空間位置，再將位置相近之樣本點分類，愈接近之樣本點則規劃為一群；集群分析示意如圖 3.2 所示。集群分析方法可分為「階層式集群分析法」(Hierarchical Cluster Analysis)及「K-Means 集群分析法」2 種，若觀察值個數較多或資料檔非常龐大(通常觀察值在 200 個以上)，採用「K-Means 集群分析法」較為適宜，因為觀察值數量太多，冰柱圖(Icicle Plots)與樹狀圖(Dendrograms)二種判別圖形，呈現時會過於分散，不易閱讀與解釋。使用「K-Means 集群分析法」時，通常要訂定事先集群數目，進行分析次數可能較為多次；研究者可運用全體觀察值中部分數據進行「階層式集群分析法」，以做為決定集群數之參考。因此當觀察值數不多，可採「階層式集群分析法」較為適宜，其根據觀察值或變項間距離，將最相似物件結合在一起，繪製樣本群體之樹形圖(如圖 3.3)，以逐次聚合方式(Agglomerative Clustering)將觀察值分組。

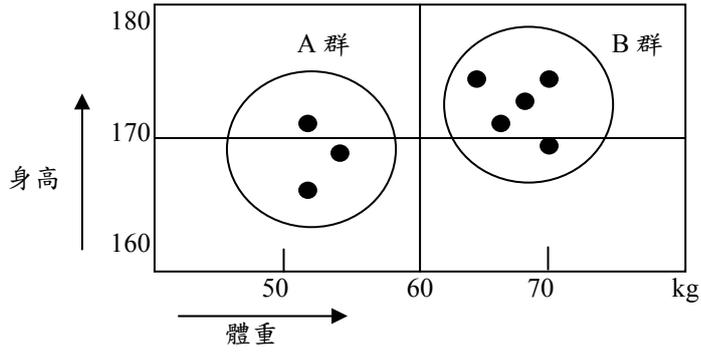
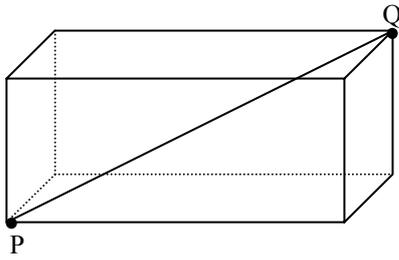


圖 3.2 集群分析示意圖

歐氏距離之計算公式：



$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}$$

圖 3.3 歐氏距離計算

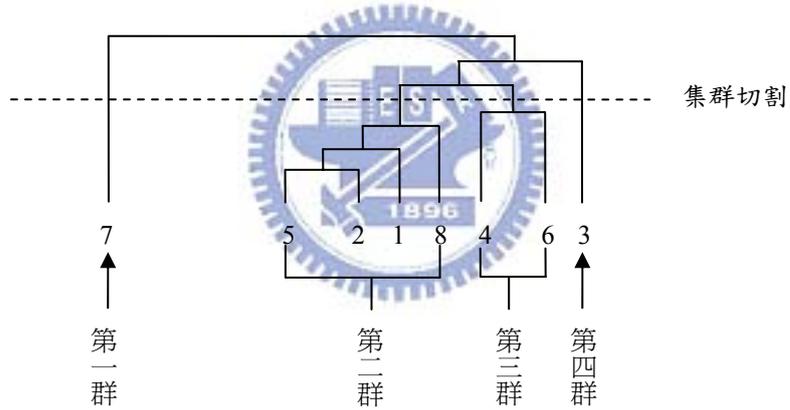


圖 3.4 集群化分析之樹形圖

繪製樹形圖後，使用者可視研究目標之需要，選擇不同之集群數；例如圖將研究群體分為四群，若集群切割線向上提升，則群體切割為三群，端視使用者需要進行劃分；如此將可決定樣本集群分類，再依據各集群特徵決定集群名稱。然此種分析模式，需樣本中各項類別選項資料，配合集群化分析技術，進行定義、分群。

3.3 問卷調查

問卷發送調查期間為 2006 年 10 月開始網路寄送，於 2006 年 12 月截止，業界問卷寄送 150 份，共回收有效問卷 42 份，校友問卷發送 200 份，共回收有效問卷 34 份，總回收問卷 76 份，回收率約 20%。(此處之有效問卷意思指問卷中可得到部分或全部可供分析之資料稱之)

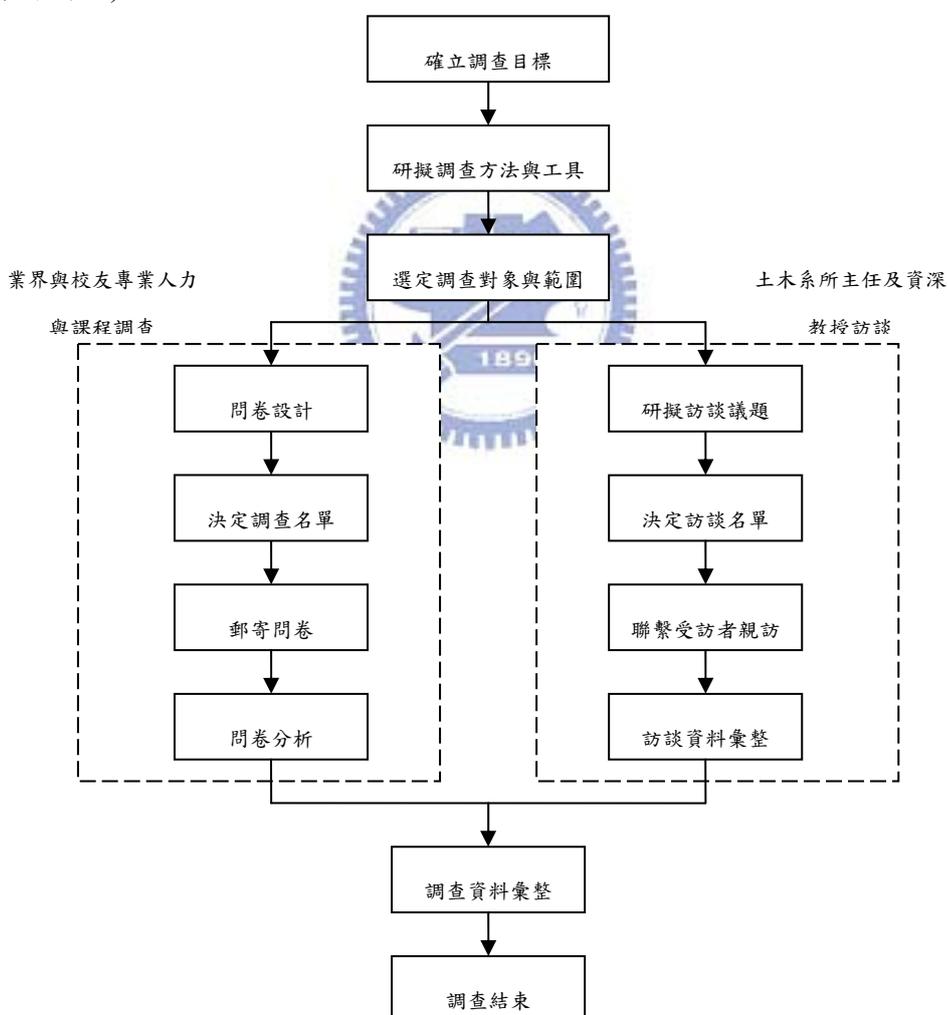


圖 3.5 調查計畫流程

3.4 問卷設計

問卷是本研究執行的重要階段，本節將陳述問卷設計的目標與內容，釐清後續研究的發展方向。採用問卷調查與個案訪談的方式並行。

結構式問卷一般分為兩種，一種是研究者先預設受試者回答的問題與答案，提供受試者選擇作答，稱為『封閉式問卷(closed questionnaire)』；另一種剛好相反，受試者可以在合理範圍內自由回答研究者所提出的問題，稱為『開放式(open-endedquestionnaire)』(邱皓政 2000)。本研究設計採開放式問卷，針對研究的目的與問題預先擬定題目，讓受測者完全依據研究者的所提供的選項作答，以便利後續資料處理。參考黃正中 (2003) 對於從業人員專業教育之檢討與意向所進行之調查，以市場人力需求以及對於從業人員之課程學習意向兩方面探討。透過電郵方式對於在社會上從事土木相關行業以及畢業校友等具有這方面的經驗者進行調查。問卷內容如下(詳細內容如附錄一)。

一、基本資料

包括性別、學歷、年齡、職稱、專業背景、工作領域、工作年資及工作機構等。

二、市場需求調查

討論五項問題；

- 1.您認為目前土木人力專業市場中，專業人才最多為何？(漸趨飽和)
- 2.您認為目前土木人力專業市場中，需求最多之專業領域為何？(未飽和)
- 3.您認為未來土木人力專業市場中，專業需求方向最多為何？
- 4.您認為目前或未來土木人力專業市場中，學歷、專業背景等需求為何？
- 5.未來五年內會到大陸發展的可能性(自願或非自願)?

三、課程調查

兩受訪者對象的題目相同，包括五項問題：

- 1.依您於職場上之體認，覺得目前或未來土木人需要具備之能力為何？
- 2.您認為在大學/研究所專業必修課程中，哪些學門對您的工作較重要且較具貢獻？

3.您認為大學/研究所專業非必修課程中，哪些學門對您的工作較重要且較具貢獻？

4.以您的工作經驗，認為應強化哪些課程或學門？

5.若您想進修其他方面專業，您最想充實那方面？

四、研究對象與範圍

問卷 1：針對已經在社會上從事土木相關行業，有土木方面工作的經驗者及相關人員，隨機郵寄 150 份問卷，包括建築業 50 份、營造業 50 份、顧問業 30 份、政府 20 份。問卷資料來源主要以網路問卷的方法，針對行政院、營建署等建築查詢系統，隨機抽樣業界優良之建築業、顧問業、營建(如甲級營造)等公司與各縣市政府土木相關單位，透過信件郵寄並留下聯絡方式提供受訪者任何問題的查詢，並嘗試請承辦人員協助發佈此訊息。

問卷 2：以民國 67 年起至 93 年之畢業生中，隨機挑選 200 名校友為調查對象，探討畢業之校友目前從事之產業、職務等資料，配合集群化分析，將校友依其所處產業、職務等資料進行分類，可清楚瞭解目前本系畢業校友目前從事工作之現況及各產業所處之比率，並藉此瞭解本系畢業校友之競爭力。



3.5 系所訪談

若以單純使用封閉式問卷調查，可能會遺漏本身學術界受訪者的特殊經歷、其他議題的看法以及對其他面向問題之探討。為豐富研究內容的深度、廣度，彌補調查使用封閉式問卷可能遺漏的重要因素，因此研究加強個案訪談，加強調查的可信度。(胡幼慧 2000)。針對國內 9 所大學土木系主任與資深教授，進行土木系專業課程及營建產業人力需求調查。調查該校土木系指標性人物對於本研究之問題提出相關之意見與看法。以互動式訪談來作為簡單的問卷調查。透過各校土木系之聯絡方式，以電話聯繫，請受訪者協助接受訪談，並請求受訪者同意錄音以利後續資料整理、分析。

一、訪談對象

學校包括：中央大學土木工程系、台北科技大學土木工程系、台灣科技大學營建工程系、台灣大學土木工程系、淡江大學土木工程系、成功大學土木工程系、中興大學土木工程系、朝陽科技大學營建工程系、屏東科技大學土木工程系等九所大學系主任或資深教授訪談。本訪談之重點為對未來市場及人才需求改變趨勢與其他因應之看法，訪談

議題如表 3.1 中所列。(訪談完整結果於附錄二)。

二、訪談議題設計

訪談的設計是先根據文獻探討和研究目的，擬定出訪談大綱，再根據資料收集與師長建議，最後依據修改完的訪談大綱，進行訪談的工作。訪談可以分『非結構式(unstructured)』、『半結構式(semi-structured)』或『結構式(structured)』三種。由於訪談仍具有開放的性質，為避免訪問時無目標詢答、沒有架構，故使用結構式訪談法，在訪談前訂好訪談的議題(interview guide)，然後便根據這些議題，去引導受訪者答出所需資料，既可保留非結構式訪談的彈性，又能令訪談的內容更集中。本研究使用『半結構式訪問法(semi-structured interview)』，參考先前問卷的架構與主題，擬定出訪談的重點問題。訪問時先說明訪談的主題與與重點，之後再針對訪談議題的內容詢問，訪談時間約 30 分鐘至 1 個小時，過程全程錄音；全部的訪談紀錄整理於附錄。

三、訪談資料整理

研究者將訪談時以文字記錄和錄音逐字謄稿，檢查是否有疏漏之地方。最後，參考問卷調查分析的資料，結合訪談得到的資訊，歸納整理出本研究的結論。

四、訪談限制

訪談議題為針對交通大學對於未來土木系所之發展，藉由各校土木系指標性人物進行相關議題與問題訪談，本研究認為因處同為競爭角色上，議題內容可能某種程度牽涉各校對於自身內部在未來土木發展的作法與策略，所以對訪談內容會有一定程度上的保留，影響某些議題的準確性(如特殊策略、未來因素措施等)。

表 3.1 訪談議題

議 題
專業人才需求議題
1.目前或未來土木工程市場需求改變之方向
2.目前或未來土木人力專業市場需求最多之專業領域與原因
3.目前或未來土木人力專業市場最缺乏之專業領域與原因
4.填補該領域人力缺口，土木工程教育應進行哪些調整
5.貴系專業課程中，未來是否應新增課程與原因說明
課程現況議題
1.貴系主要辦學特色及特殊策略(如建築設計、力學與考照)為何
2.貴系目前是否有任何特殊之學程(如考照學程)或課程(如高科技廠房施工)，或與其他學校、企業合作
3.貴系目前轉系/報到比率與主要轉系系所
4.是否認為土木系學生之素質有越來越差之趨勢、原因說明以及如何改善
5.認為造成錄取分數降低之主要原因及因應策略
6.認為因應營建業長期不景氣之情況，貴系未來之因應作法為何
7.認為貴系畢業生最缺乏之專業知識為何，造成原因及如何改善
8.系所經費如何分配

第4章 產業人力需求

本階段主要係為瞭解目前產業界之人力資源需求，首先將利用文獻回顧，並蒐集營建產業現況之相關資料(如業務比率、景氣情況、生產統計及人力結構等)，探討目前營建市場轉變之方向與未來之趨勢；再利用訪談及網頁蒐集方式，彙整目前國內各公私立大學土木系(含科技大學及技術學院)大學部及研究所之課程內容，瞭解目前國內各校之辦學特性、課程規劃等資料，並分析國內土木系之專業課程缺口；其後規劃與甲級營造廠商經理級以上主管、大型工程顧問公司經理級以上主管、政府單位處長級以上官員，以及中小型營造廠商之經理級以上主管，進行深入之訪談與調查，建立營建產業人力需求之調查問卷，瞭解目前各土木相關領域之主管人員對營建人力之需求，如專業背景需求、學歷需求與具備相關技能等。

最後彙整營建市場轉變之方向與未來之趨勢、國內土木系之專業課程缺口及營建人力之需求調查結果，綜合分析目前土木市場之需求缺口，分析結果討論並作為後續分析相關因應策略之基礎。

一、國內營建產業現況



民國 70-80 年國內建築投資業迅速發展，造成餘屋過量，近年股市疲軟，房市低迷，使得許多營建業者淡出或轉向公共工程市場。營造業屬內需產業，加上我國準備加入 WTO，政府積極修改法令，屆時外國的營造與建設公司可在台灣成立分公司，承攬國內的工程，經營土地開發與建築投資，甚至以統包(turnkey)或 BOT 的方式介入工程源頭，勢必對我本土營造廠產生重大衝擊。近幾年來來，由與景氣遲緩復甦，產業結構改變，勞動型態變動，以及政局的不穩定，國內營建產業持續低迷，加上公共工程預算縮減，空屋率過高，營建業面臨開工率低、資金週轉不易的問題，使得營建業的人力資源管理成為一大挑戰。

目前面臨現況如下(鄭瀛川 1996)：

1. 房市持續低迷，公共工程縮減

民國 70-80 年國內建築投資業迅速發展，造成餘屋過量，加上近年股市疲軟，房市低迷，使得許多營建業者淡出或轉向公共工程市場。

2.營造發展兩極化

由於準備加入 WTO，政府積極修改法令，屆時外國的營造與建設公司可在台灣成立分公司，承攬國內的工程，經營土地開發與建築投資，甚至以統包(turnkey)或 BOT 的方式介入工程源頭，勢必對我本土營造廠產生重大衝擊。因此未來營建發展必然朝向大型化、專業化。

3.先天不足，後天失調

國內民間廠商在資本、規模都較小，技術能力不足；小型廠商租、借牌嚴重，大型營造廠本身不具有研發新工法的能力，許多大型建設公司也會租用營造廠執照，自行發小包以節省成本。同時，政府的人力與法令方面一直跟不上產業發展腳步，種種因素使營建產業形象低落。

近年景氣情況尚未明朗，營建業無法和製造業、服務業一樣，輕易的藉由資本與技術的轉移將觸角延伸至海外市場，因此面臨上述困境，專業人力的就業情形、職業發展勢必受到影響。

二、產業發展與人力培育政策之關係

目前營建業的人力資源，由於主要的成員是技術勞工(佔 60.7%)及體力勞工(佔 13.1%)，兩者的比重約在 75%上下(任天文 2000)。

在產業景氣的影響下，勞動的總體市場對營建產業產生下列的衝擊(張進益 1996)：

1.勞動市場國際化

由於國際經濟的自由化與區域整合，國內的技術與管理人才隨企業體到東南亞、大陸服務；同時，營建業引進大量外勞來台灣工作，降低人力成本，使人力管理更加複雜。另一方面，大型公共工程和開發案增加，受到國內的營建技術限制，高難度的規劃設計工作多為國際標，倚賴國外技術顧問公司的人力支援。

2.就業結構改變

近年服務業興起，在講究生活品質的情況下，人力競爭已經由同業延伸到異業，營建業的形象與工作環境讓多數女性與年輕人裹足不前，基層工作多半倚賴外勞，本土的勞力出現斷層。

3. 勞動所得效應

由於近十年勞動所得增加，人們重視休閒生活，金錢的激勵效果相對降低，但對所得的期望並未因景氣疲軟而下降。

4. 多元價值觀念形成

自我與群體、家庭與工作、精神與物質…價值觀之間看法不一，各種價值觀均存在於組織中；而另一方面員工背景與國籍的差異，使人力資源管理更加複雜。

5. 勞工意識提高

政治選舉助長勞工意識擴大，勞動法令增多，勞資間的角力在所難免，營建業的結構有 75% 為藍領勞工階級，人力的管理更加不易。

6. 工作型態多元化

資訊科技使虛擬人力成為可能，核心競爭力使組織工作大量外包，公司寧可維持精簡，不再長期僱用大量的員工，降低成本。目前大環境低迷，企業出走，短時間之內營建業的專業人力仍然是供過於求。

(一) 學校與系所之發展趨勢

教育環境現況與經濟發展之關係可想而知，實為一體兩面，相輔相成並互為因果，教育的普及與提升有助於經濟的發展，而經濟的發展則可促進教育的普及與品質的提升。然而在經濟型態不斷的轉型與發展下，為了不斷的培養經濟發展所需要的人才，對於教育的投資亦不斷的持續增加，教育的需求與標準亦不斷的逐漸提高，以致於近年來我國各級教育的新設單位增加，既有的教育組織亦積極的改制、擴充。

由圖 4.1 與表 4.1 所示，民國 87 年~95 年間，大學以上之教育單位數量之成長趨勢圖可發現，大學以上院校的數量呈現微幅的增加，由 87 年的 137 所增加至 95 年的 163 所，成長幅度達 18.97%，而學系數與研究所數則呈現大幅的增加，分別由 87 年的 1842/841 成長至 95 年的 4666/2832，成長率各為 153.3%與 236.7%，可見其成長之快速。

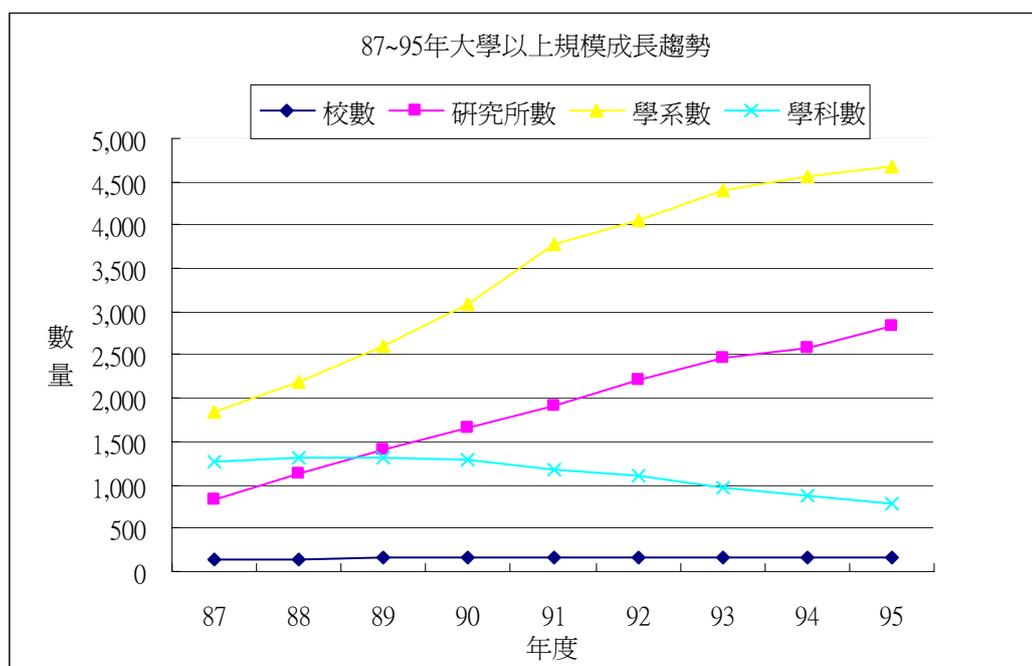


圖 4.1 大學校數/研究所數/學系數/學科數趨勢圖

(資料來源：教育部統計處 2007，本研究整理)

表 4.1 87~95 年度大學校數/研究所數/學系數/學科數統計

年度	87	88	89	90	91	92	93	94	95
校數	137	141	150	154	154	158	159	162	163
研究所數	841	1136	1410	1668	1904	2215	2455	2591	2832
學系數	1842	2195	2602	3098	3770	4059	4406	4554	4666
學科數	1272	1310	1323	1283	1182	1105	963	872	779

(資料來源：教育部統計處 2007，本研究整理)

(二) 高等教育學生人數之成長趨勢

根據教育部資料顯示，國內大專以上教育程度在學人數(包含大學、碩士、博士)數年來亦呈現明顯的大幅成長，至民國 95 年度為止，國內之大學生在學人數達 966,591 人、碩士也有 163,585 人，博士也達到 29,839 人，相較於民國 70 年的在學人數分別成長了 5.1 倍、24.9 倍以及 37.3 倍(民國 70 年大學在學人數為 158,181 人，碩士在學人數

為 6,555，博士為 800 人)，突顯國內高等教育在十餘年間驚人的成長速度(如圖 4.2)，其中尤以 87 年之後之成長更為明顯。

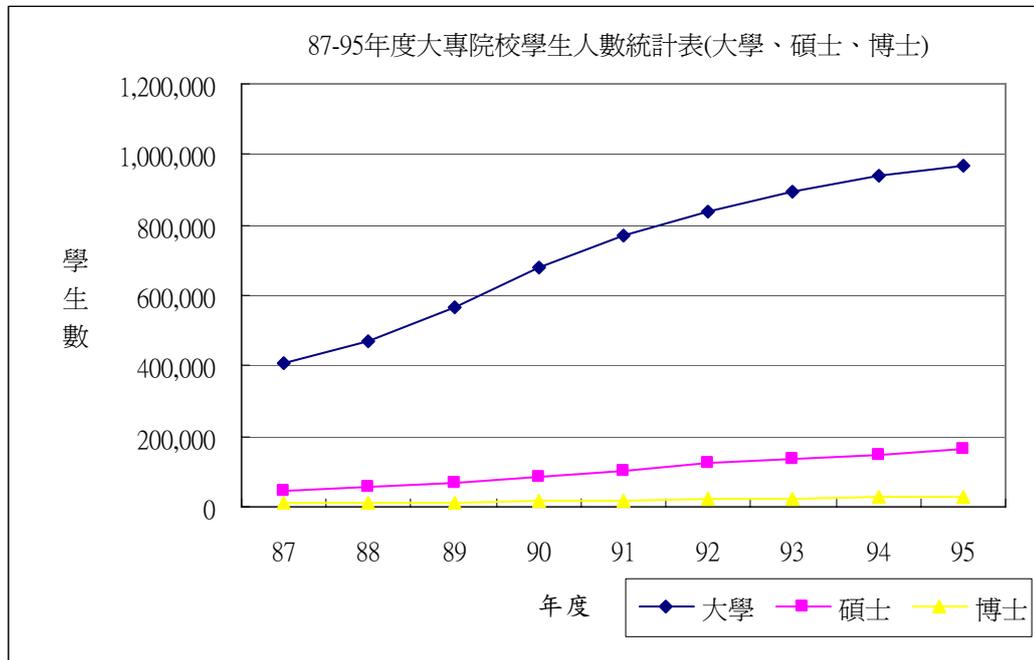


圖 4.2 高等教育學生在學人數統計表

(資料來源：教育部統計處 2007，本研究整理)

在學校、系所數以及高等教育在學學生數均大幅迅速的持續成長的狀況下，每年所培育之畢業學生總數亦隨之不斷的持續增加，根據教育部統計處各年度分科系畢業生資料可知，至民國 93 年時，大專院校之畢業生總數已達 321,808 人之多，其中土木、建築、營建等大學以上之畢業人數達到 3942 人，以大學生佔了 70.4%，碩士佔 28.1%以及博士佔 1.52%(如表 4.2 及圖 4.3 所示)，可發現大學、碩士及博士之學生人數成長趨勢，除博士生人數呈穩定成長之外，大學畢業人數在民國 87 年~90 年逐漸呈現上揚狀況，碩士的畢業人數於民國 89 年開始有大幅成長之趨勢，顯見土木、建築、營建的養成教育程度有逐漸向上提升之趨勢，未來碩士以上的人材比例亦將逐漸提高。

由上述資料看來，國內之教育機構、規模、市場經濟及人口成長似乎並未呈現平衡的發展，目前教育組織、規模的成長速度較經濟及人口的成長速度要快，而經濟的型態隨著大環境的改變而不斷的轉變，所需的人才類型亦有所差異，目前制度下所培育的人才數量、質量(職能、技術等)是否符合產業潮流的變遷以及需求，並符合未來人口結構的發展，是值得探討的課題。由表 4.2 資料所示，民國 94 年起，教育體系的培育可為土

木、建築、營建等產業帶來約 4100 名具大學以上學歷之人才並逐年增加，每年可培育出如此數量的專業人才應當對國家經濟等產業發展是正面的效益才對。

但根據經建會人力規劃處之統計報告發現，臺灣自民國 73 年起平均生育數將少於 2.1 人，已低於維持穩定人口結構的生育水準，再加上近年持續降低的生育趨勢，民國 92 年總生育率已降至 1.2 人，將影響了未來總人口之成長，並指出民國 93 年的大專入學人數為 29.9 萬人，已低於 91 年的大專畢業學生總數 31.8 萬人，顯示出目前之教育體系過度擴張之狀況，根據報告推估預估未來之大專入學人口將於民國 100 年左右達到最大值約 32.5 萬人後將逐年開始遞減，可想而知出生率偏低對整體教育與教育資源將產生影響。

表 4.2 87-94 年土木、建築、營建分科系畢業人數

年度	87	88	89	90	91	92	93	94
大學	2049	1998	1965	2040	1923	2151	2773	2914
碩士	754	766	915	1020	1199	1214	1109	1112
博士	45	49	45	54	58	49	60	74
合計	2848	2813	2925	3114	3180	3414	3942	4100

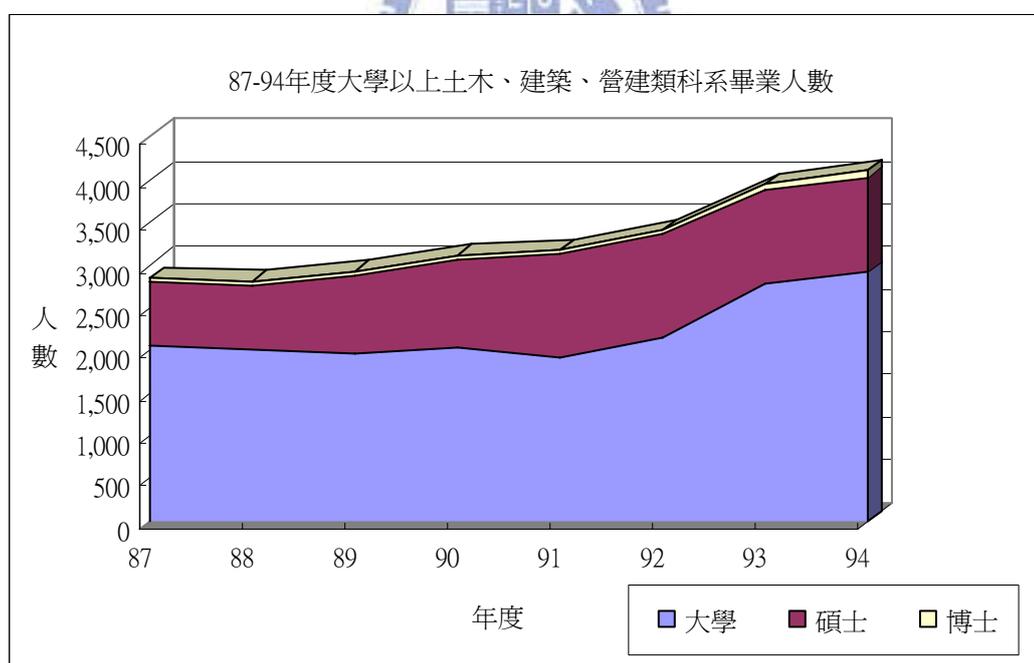


圖 4.3 土木、建築、營建分科系畢業人數

(資料來源：教育部統計處 2007，本研究整理)

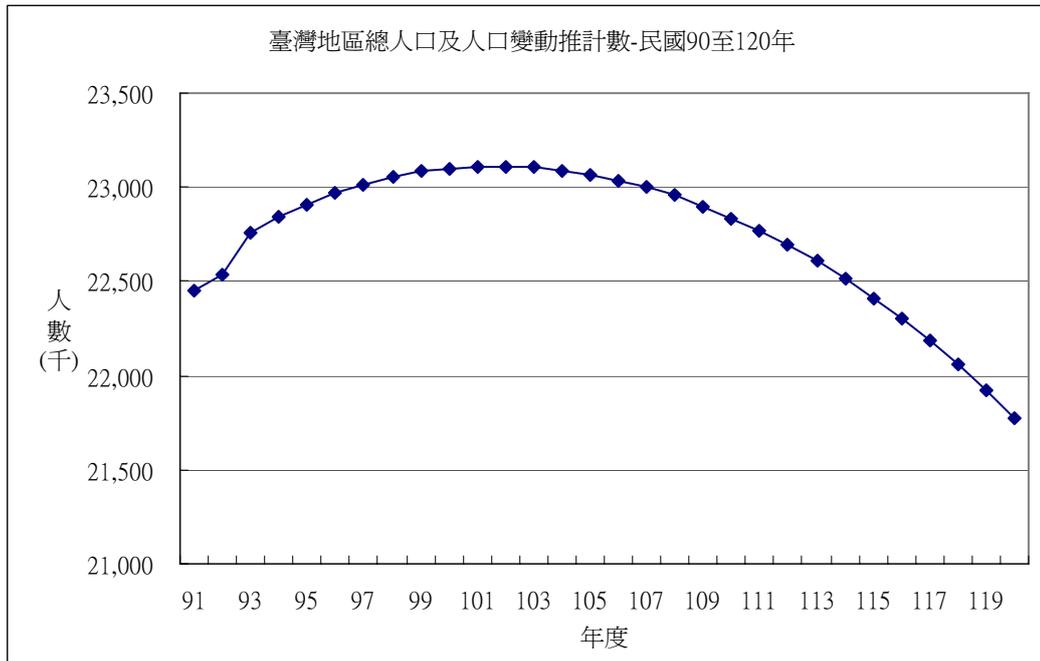


圖 4.4 台灣地區民國 90-120 人口及人口變動推估

(資料來源：教育部統計處 2007，本研究整理)

(三)營建產業與人力需求發展趨勢

根據經濟部統計針對產業別營造業生產毛額與國內生產毛額指數的調查發現，營造業自 1970 年代開始景氣蓬勃，呈現大幅的成長，至 1996 年為高峰後，開始下滑(如圖 4.5)。營建業在整個國內生產毛額比率中逐年下滑，從 1997 的 4.7% 一直下滑 2002 年的 2.6%。突顯出近年營建業產業的競爭力、產值與需求上的萎縮。而根據各業受雇員工人數增長率之統計資料發現，營造業從民國 86 年至 93 年間之人員僱用增長率均呈現負成長之狀況，直至民國 94 年 8 月才出現約為 2.8% 的正成長(如表 4.4 所示)。

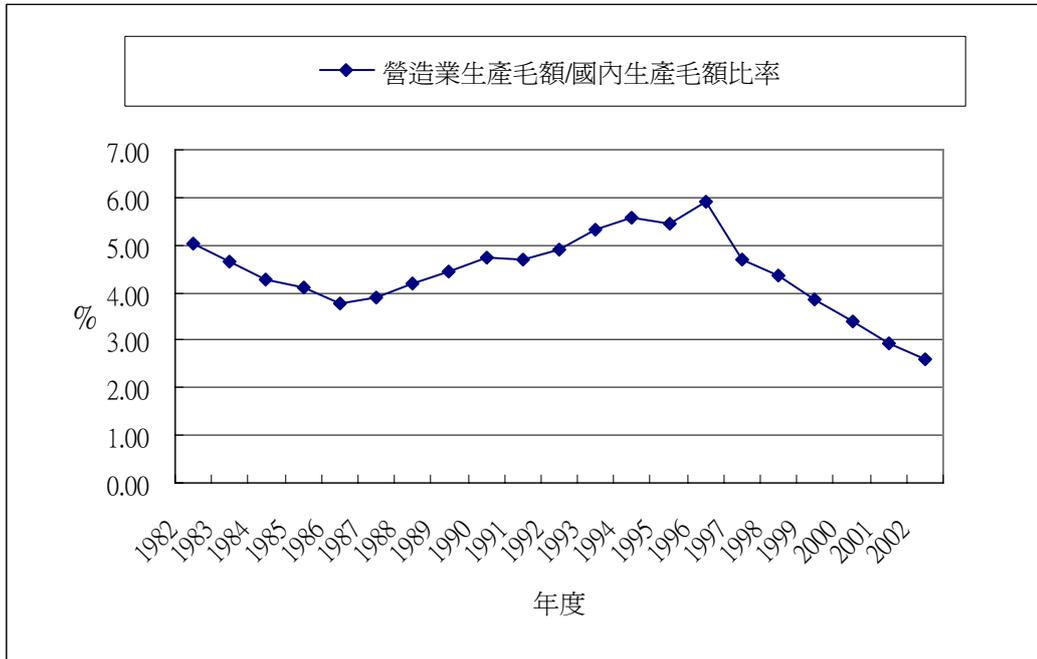


圖 4.5 台灣區營造業生產毛額/國內生產毛額歷年成長折線圖

由上述各項數據與狀況得知，從產業經濟實務面上的人力需求與土木工程類大學系所的人才供給狀況，對於於交通大學土木系所進行相關人力需求缺口調查，讓教育單位得調整本身組織、規模以適應未來趨勢，並可藉此充分發揮養成教育之最大效益。

表 4.3 營造業生毛額/國內生產毛額比率表

年 度	營造業						國內生產毛額		營造業 生毛額 /國內 生產毛 額
	家數	成長 率(%)	資本額(百 萬元)	成長率 (%)	生產毛額 (百萬元)	成長 率(%)	百萬元	成長 率(%)	(%)
1982	2289	100	15387	100	95448	100	1899971	100	5.02
1983	2459	107	17447	113	97448	102	2100005	111	4.64
1984	2507	110	19663	128	99927	105	2343078	123	4.26
1985	2459	107	19571	127	102023	107	2473786	130	4.12
1986	2403	105	19527	127	107923	113	2855180	150	3.78
1987	2426	106	19538	127	125981	132	3237051	170	3.89
1988	2379	104	19567	127	148184	155	3523193	185	4.21
1989	2367	103	24643	160	175776	184	3938826	207	4.46
1990	2601	114	39725	258	203345	213	4307043	227	4.72
1991	2899	127	42660	277	225742	237	4810705	253	4.69
1992	3236	141	74071	481	262685	275	5338952	281	4.92
1993	3274	163	85120	553	315076	330	5918376	311	5.32
1994	4490	196	114726	746	360326	378	6463600	340	5.57
1995	5233	229	138142	898	381383	400	7017933	369	5.43
1996	6158	269	144737	941	376746	395	7678126	404	5.91
1997	7178	314	181352	1179	391785	410	8328780	438	4.70
1998	8577	375	227144	1476	389255	408	8938967	470	4.35
1999	9895	424	277921	1806	358300	375	9663388	489	3.86
2000	10742	469	319712	2078	329567	345	9289929	509	3.41
2001	10966	479	278528	1810	244651	291	9506624	500	2.92
2002	12356	540	332081	2158	252950	265	9734351	512	2.60

表 4.4 民國 86~95/8 營造業受雇員工人數增加率

年度	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
營造業	-1.34	-2.67	-4.47	-3.42	-7.93	-6.77	-2.78	-2.93	2.80	2.79

(單位%)

(資料來源：經濟部統計處 2007)

在政府機關公務人員考試部分，歷年各項科別及格人數如表 4.5 與圖 4.6 所示。土木、建築類如圖 4.7 所示，平均每年提供將近 1~200 員的名額供想從事公職之人士報考。

表 4.5 民國 86~95 高普考及格人數統計表

類別 年度	土木類		建築類		環境類		水利類		水保類		測量類		地測類		交通類	
	普考	高考	普考	高考	普考	高考	普考	高考	普考	高考	普考	高考	普考	高考	普考	高考
86	103	75	19	116	3	3	0	6	0	3	13	6	7	15	0	5
87	41	49	9	12	0	0	0	0	0	3	8	3	4	5	0	11
88	73	32	8	22	1	5	0	1	0	3	9	5	4	6	0	2
89	89	52	25	13	2	1	0	4	0	8	11	22	13	27	0	21
90	82	61	4	9	2	4	3	6	0	3	14	27	11	32	0	5
91	98	44	0	5	0	3	6	5	0	14	0	6	8	13	0	13
92	92	128	12	19	0	0	0	8	0	9	4	17	0	18	0	6
93	92	91	4	31	2	14	5	10	0	0	17	8	9	44	0	14
94	93	99	9	19	2	9	3	10	3	9	1	14	2	27	0	11
95	100	212	6	25	3	1	9	18	4	13	10	50	0	0	0	12

(資料來源：行政院主計處 2007)

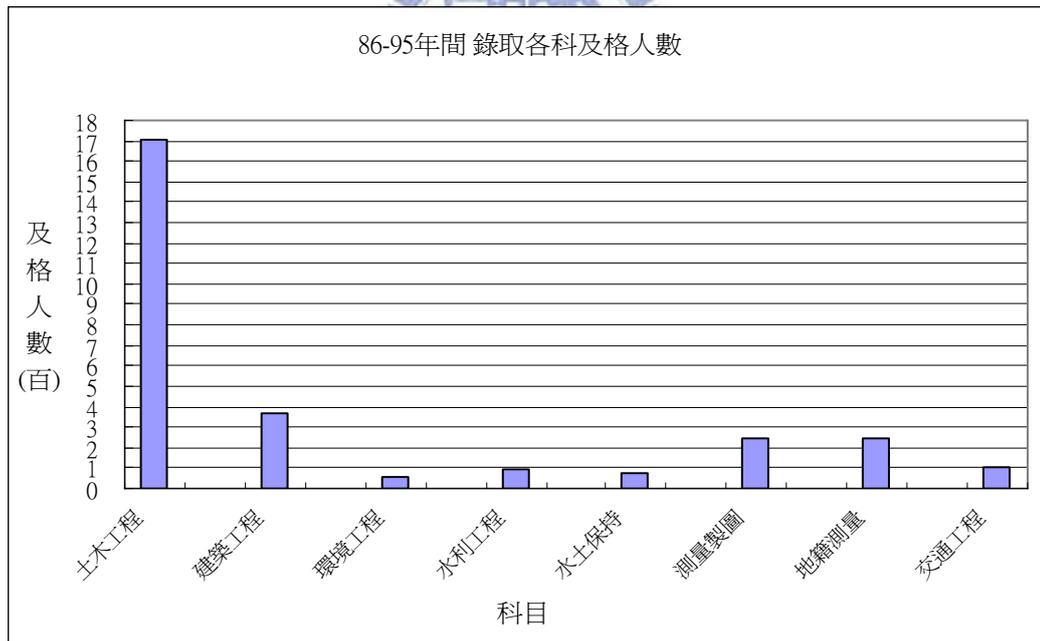


圖 4.6 民國 86~95 年政府單位各科高普考及格人數

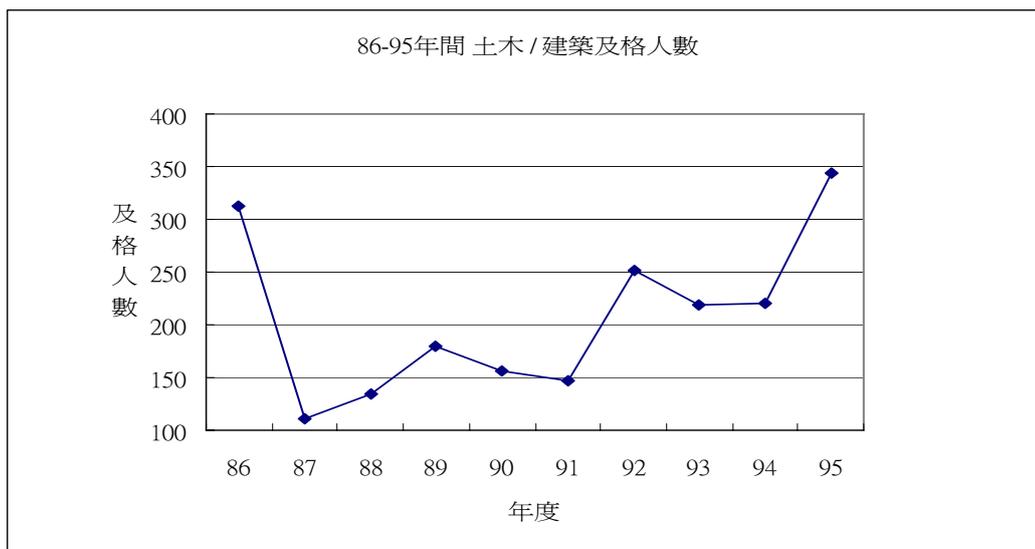


圖 4.7 民國 86~95 政府單位土木、建築普考/高考三等及格人數

根據行政院所公佈之統計數據顯示，歷年就業者教育大學以上就業人數由民國 67 年的 4.26% 成長至民國 93 年的 14.53%，可見國內就業人員教育程度已逐漸提高，在失業人數節節攀升的狀況下(89 年/29.3 萬人~92 年/50.3 萬人)，勞動人口失業率集中在 35 歲以下約佔 51.12%，其中以 20~30 歲間大學以上學歷之失業人口比例最高(約 11.5%)，是否意味大學以上畢業人數已有供過於求或現行教育所培育之人才不符業界需求。而行政院主計處普查局針對就業狀況的調查中得知，營建業目前的就業人數約為 88.9 萬人，但從事營造業的比例從民國 88 年的 8.98% 持續降低，至民國 95 年僅餘 7.33%。由圖 4.8 可看出，1983 年進、出入率由約 8.71/8.22 一直大幅下降至 1992 年 3.41/2.44，1995 年開始進出入率由 3.48/3.86 直到 2002 都呈現進入率小於退出率之趨勢。

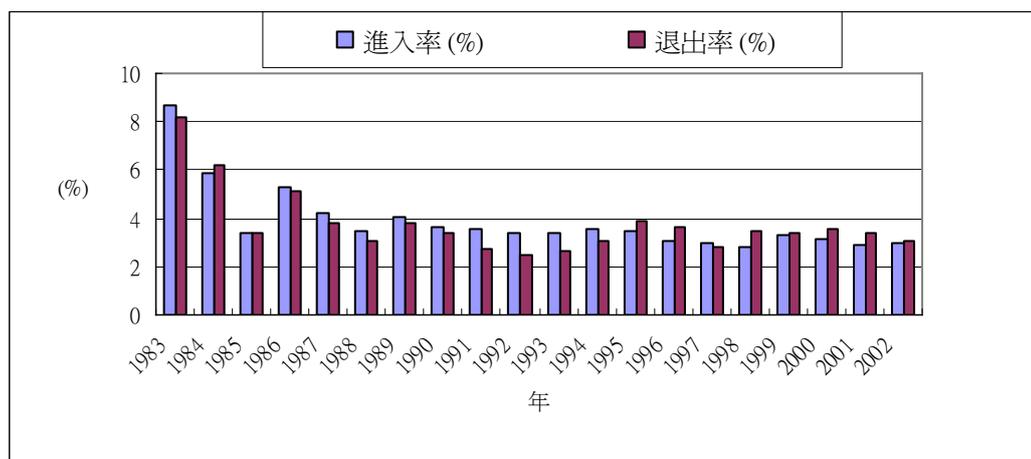


圖 4.8 1983~2002 年間雇員進出入率比較

第5章 問卷結果分析

本章節針對社會上從事土木相關行業具有此方面經驗者以及土木系畢業校友進行調查，分析產業對於專業人才需求與課程的看法。問卷內容包括受訪者基本資料、人力市場議題與課程意向，分別以(1)不分群與(2)第1群(3)第2群(4)第3群進行分析，以便了解不同背景對於問題之看法。

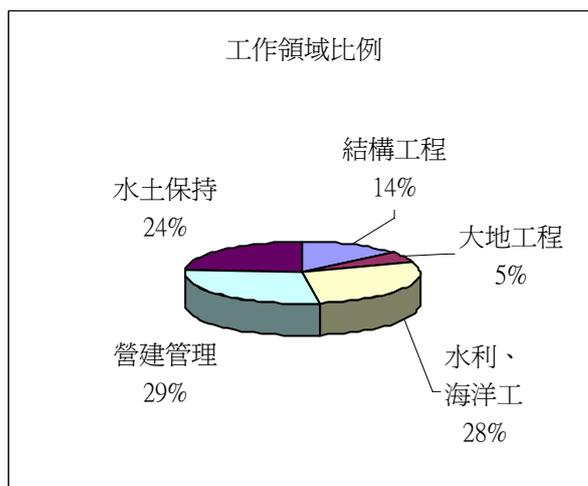
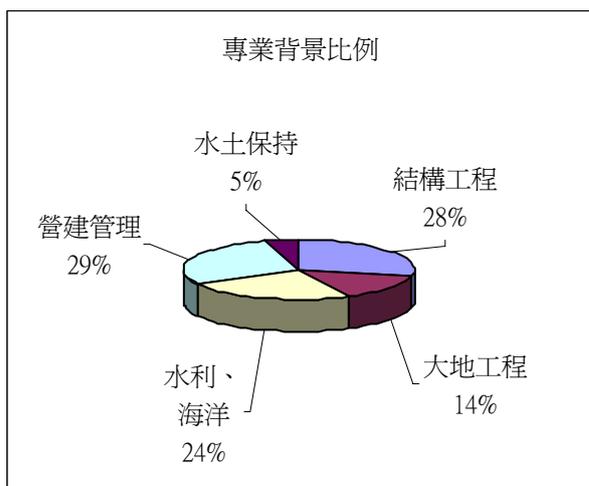
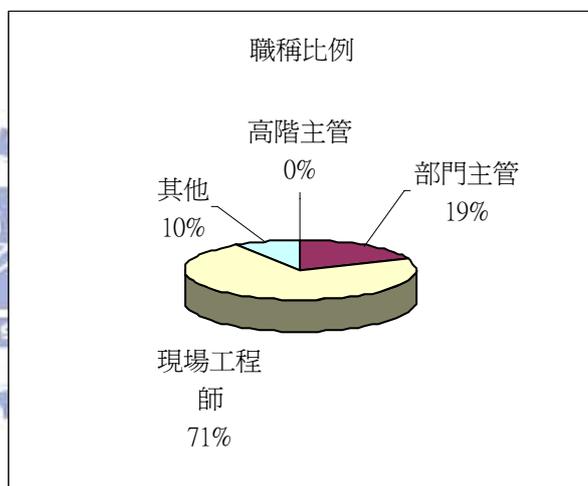
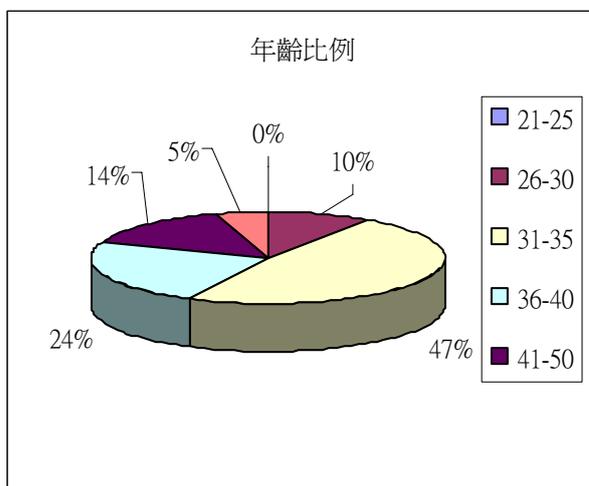
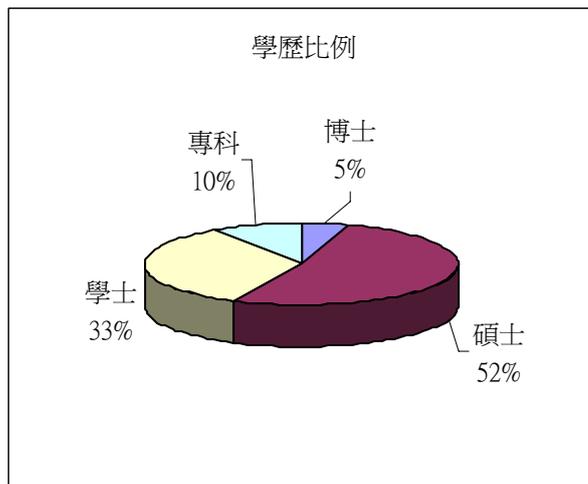
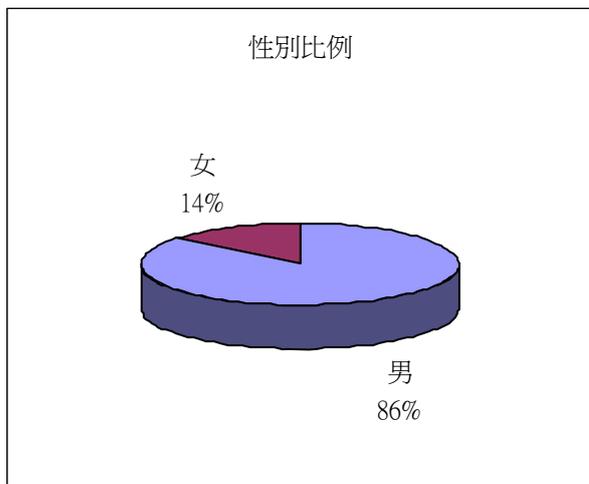
- 1.問卷對象：土木相關行業、具有此方之經驗者。
- 2.發放數量與回收率：共發放 150 份問卷，回收有效問卷 42 份，回收率約 2 成 8。寄發問卷期間為 2006/10~2006/12，約計兩個月。
- 3.問卷組成：包括受訪者基本資料、人力專業市場與課程調查。
- 4.分析方法：以集群分析將受訪者依其特徵分類成群，針對每個項目討論說明。

5.1 業界調查

一、受訪者基本資料

- 
- 1.如圖 5.1 受訪者基本資料，男性比例佔 85.7%，女性 14.3%。顯示因營建產業多屬於勞力密集之工作，女性工作者投入比例較低。
 - 2.學歷以碩士 52.4%為最高，其次是學士 33.3%，博士最低為 4.8%。顯示樣本的學歷程度來說都很高，也表示土木人員學歷有提升之趨勢。
 - 3.年齡層以 31~35 歲佔 47%為主，其次是 36~40 歲佔 24%，41~50 佔 14%，樣本年齡層範圍分佈都有，對不同階段需求之看法應該充足。
 - 4.職稱位階以現場工程師最高，佔 71%，其次是中階主管佔 19%，其他佔 10%，包括研究員與會計職務。
 - 5.專業背景以結構跟營管 28.6%最多，水利佔 23.8%，大地居末佔 14.3%。
 - 6.工作領域以水利跟營管最多佔約 29 與 28%，其次是結構為 14.3%。
 - 7.工作年資以 6~10 最多佔 37%，1~5 年、6~10 年都約 29%，最低為 21 年以上佔 4.8%。樣本年資大多年輕，也許可反應出較不同的意見(如現今就業環境不同)。

8.工作機構以政府單位 52%最高，顧問公司與營造廠都是 19%，建設公司約 10%。
 受訪者包括產業與官界在內，對於問卷之資訊應該充足的。



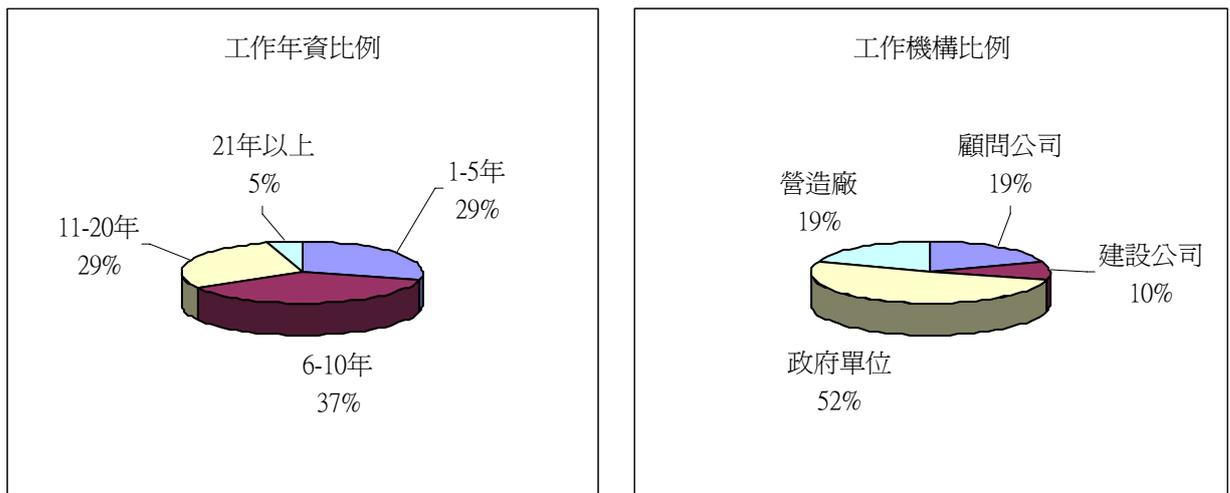


圖 5.1 受訪者基本資料



二、集群分析

根據樣本資料以集群化分析後，將受訪者依其特徵分成 4 群：

(1)未分群(全體樣本)

(2)第 1 群：結構、大地、水利專業背景之中階人員

(3)第 2 群：營管、測量專業背景之中階人員

(4)第 3 群：水土保持專業背景之高階人員

表 5.1 業界受訪者集群分類

集群	性別	學歷	年齡	職稱	專業背景	工作領域	工作年資	工作機構	大陸發展	樣本數
第 1 群	1.15	2.31	2.46	2.85	1.85	2.62	1.85	2.62	3.31	26
第 2 群	1.14	3.00	2.43	2.86	4.71	4.86	2.29	2.86	2.71	14
第 3 群	1.00	1.00	5.00	1.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	2
未分群	1.14	2.48	2.57	2.76	2.90	3.38	2.10	2.71	3.10	42

PS：數字為集群合併後之係數。

三、市場專業人才需求調查

以下根據集群分類群組，針對人才需求做分析討論。

議題 1. 目前土木人力市場專業人才最多為何(漸趨飽和)?

(1)未分群：

顯示各領域中認為人才最多也漸趨飽和以結構類最高佔 38.1%，大地 23.81%居次，再者是其他佔 19.05%，最後為營管 14.29%跟測量 4.76%。其他的意見包括：認為各領域都漸趨飽或。也有持相反意見認為仍各領域都需要。結構領域最高原因可能與過去課程為符合當時需要以力學為導向為主的教學。

(2)第 1 群結構、大地、水利專業背景之中階人員：

有 30.8%認為結構最多，大地、營管與其他皆為 23.1%。其他包括需要整合性與環境防災人才。大地與營管居次原因或許是逐漸重視基礎建設維護或對土地保護關係而慢慢提高。其他部分則是對於選項直接認為需要環境防災之人才。

(3)第 2 群營管、測量專業背景之中階人員：

認為結構的佔 42.9%，大地佔 28.6%，測量跟其他皆佔 14.3%，其餘是 0%。其他包括都飽和或認為缺少工程法學人才。

(4)第 3 群水土保持專業背景之高階人員

認為結構最高佔 79%，大地居次佔 21%，其餘都為 0%。或許站在水土保持角度，認為規劃、設計等專業領域人才已夠多，認為基礎建設需要其他領域如管理、結合科技去維護或提升。所以故為 0%。

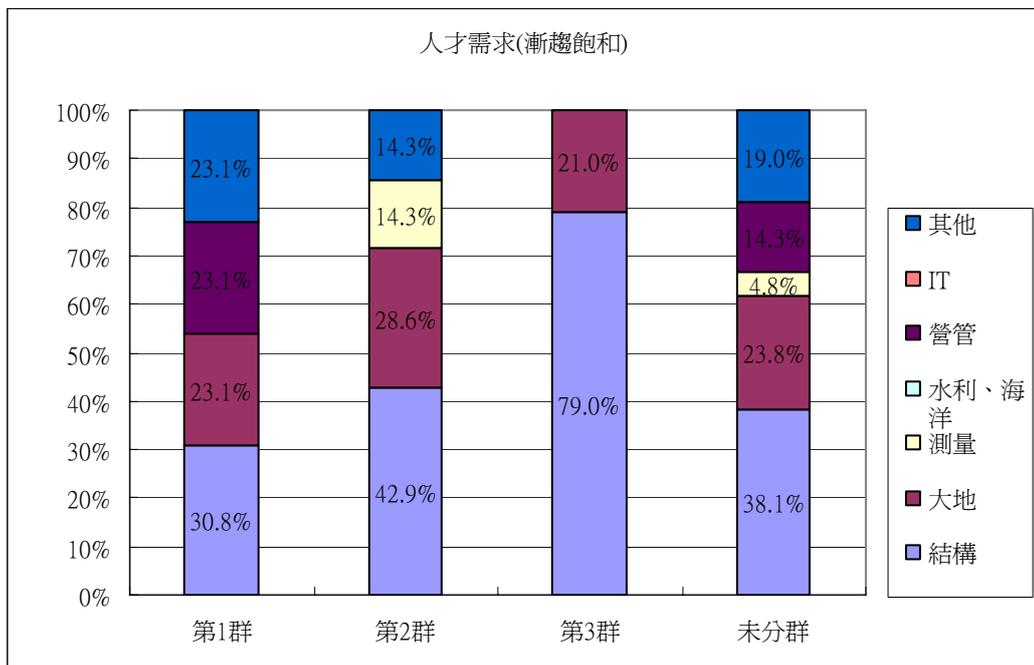


圖 5.2 業界人才需求意向

議題 2. 目前土木人力市場中專業領域需求最多為何(未飽和)?

(1)未分群：

顯示目前尚未飽和且需求最多的領域，以營建管理 28.6%最高，IT 領域佔 23.8%居次，其他佔 14.3%第三。其他包括認為都需要、整合性人才與環境防災。如前所述，朝向基礎建設等維護，所以管理領域比例較高，未來也朝向與資訊與科技的結合，如智慧型建築。而重視其他領域如環境的比例也不低。

(2)第 1 群結構、大地、水利專業背景之中階人員：

認為需要的是 IT 佔 30.8%。結構、水利與海洋等其他皆佔 15.4%，營管最低佔 7.7%。

其他包括認為還是都需要或跨領域人才。或許認為與科技資訊的結合可以使規劃設計方面的專業有所提升，反倒是認為管理領域不是那麼需要。

(3)第2群營管、測量專業背景之中階人員：

認為營管的最高佔 57.1%，大地、IT 與其他都佔 14.3%。結構、測量及水利海洋都 0%。其他包括需要法學人才。站在管理角度，可能認為還是管理領域是當前最需要的專業，對工程品質的要求等考量。其他包括法學部分，也許與其職務上考量認為需要這方面專業。

(4)第3群水土保持專業背景之高階人員：

認為營管最需要佔 65%，IT 19%居次，大地 16%第三。

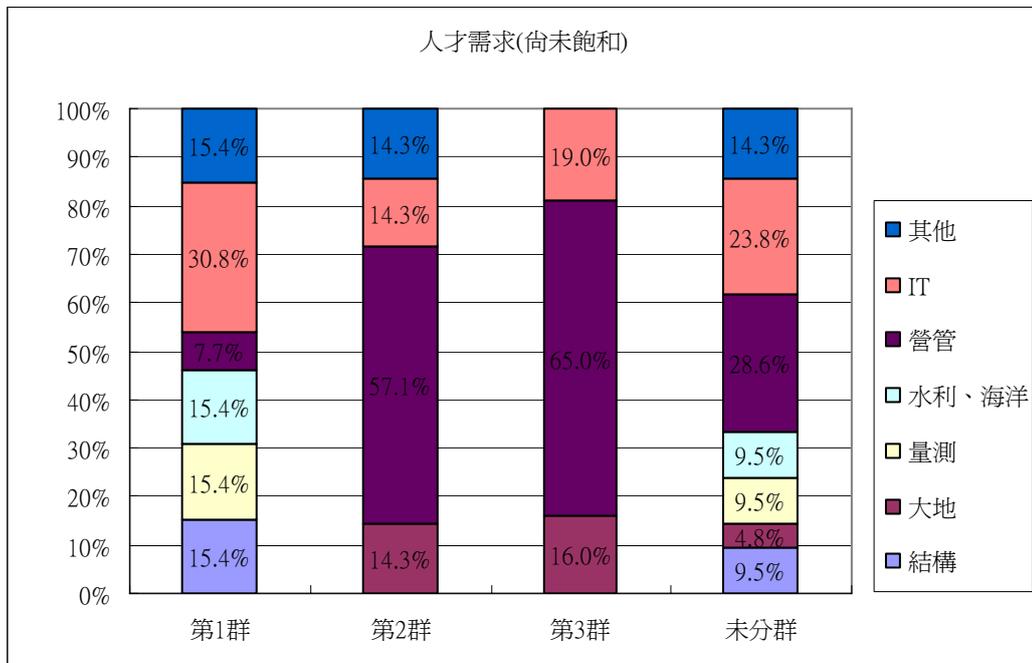


圖 5.3 業界人才需求意向

議題 3. 未來土木人力市場專業需求方向最多為何？

(1)未分群：

顯示水利、海洋等佔 28.6%，其他居次佔 23.8%，測量與 IT 佔 14.3%，結構 9.5% 及大地、營管 4.8%。水利與等海洋類較高原因可能是逐漸重視環境議題與維護因素有關，其他類居次；包括都需要、跨領域與環境防災等。

(2)第 1 群結構、大地、水利專業背景之中階人員：

認為水利、海洋與其他佔 23.1%最高，測量與 IT 佔 15.4%，結構、大地、營管皆佔 7.69%。其他認為需要整合性與環境防災專業。可能站在該專業立場，認為環境破壞日益嚴重，需要這方面的人才較多。所以其他方面的人才需求也大多包括整合性或是環境方面的意見。

(3)第 2 群營管、測量專業背景之中階人員：

認為 IT 佔 57.1%最高，營管 28.6%居次，其他則佔 14.3%。其他認為是法學或環境方面。或許站在管理角度，認為資訊科技的結合使得管理運用能力可以提升，反倒是認為營管可能較次重要。

(4)第 3 群水土保持專業背景之高階人員：

認為營管的佔 52%，大地佔 16%，其他佔 22%，IT 則是最低為 10%。其他包括環境相關專業人才。或許營管最高的原因是管理對其職務上幫助較大，所以認為比例較高。

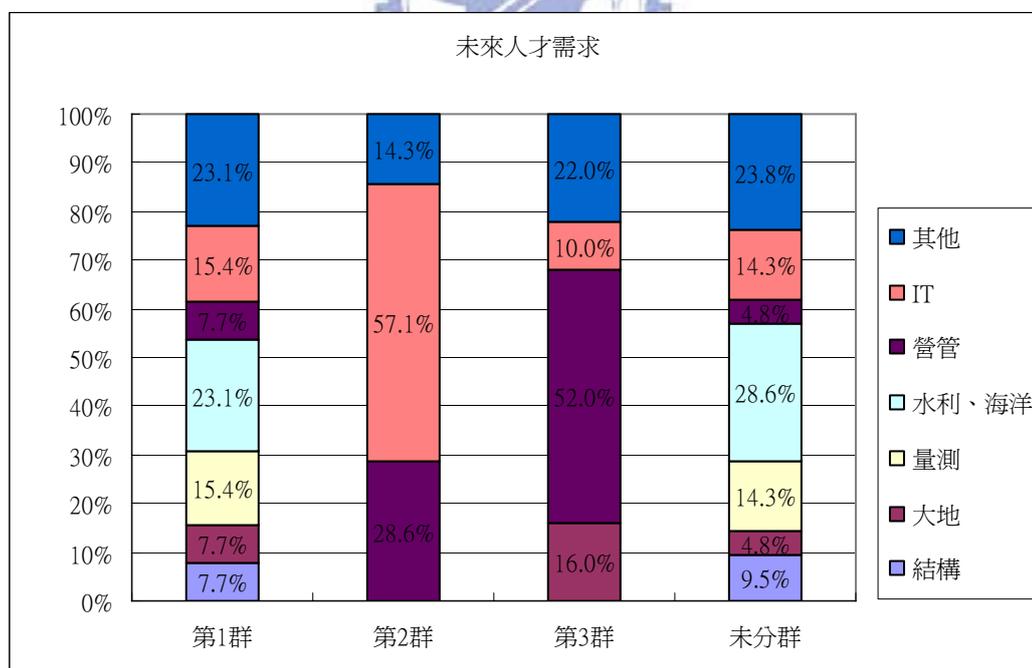


圖 5.4 業界人才需求意向

議題 4. 土木人力專業與學歷需求？

(1)未分群：

認為營管與 IT 專業且碩士學歷佔 14.3%最高，碩士水利、海洋與學士營管佔 9.52% 居次。全體樣本來看，可能站在未來的將朝管理維護角度與高學歷趨勢，故以管理、科技等資訊比例較高。

(2)第 1 群結構、大地、水利專業背景之中階人員：

認為水利、海洋與 IT 為碩士的佔 15.4%最高，其餘測量、大地都不高。可能面對未來環境需求與科技發展方面，在水利、IT 等方面的比例較高，且走向高學歷才符合需要。

(3)第 2 群營管、測量專業背景之中階人員：

認為營管且碩士的佔 28.6 最高，其餘 IT、大地等佔 14.29%左右。

(4)第 3 群水土保持專業背景之高階人員：

認為營管且碩士最高佔 57%，大地碩士佔 19.8%，IT 碩士則佔 11%，大地學士為 5.8%，最低是營管學士佔 6.4%。

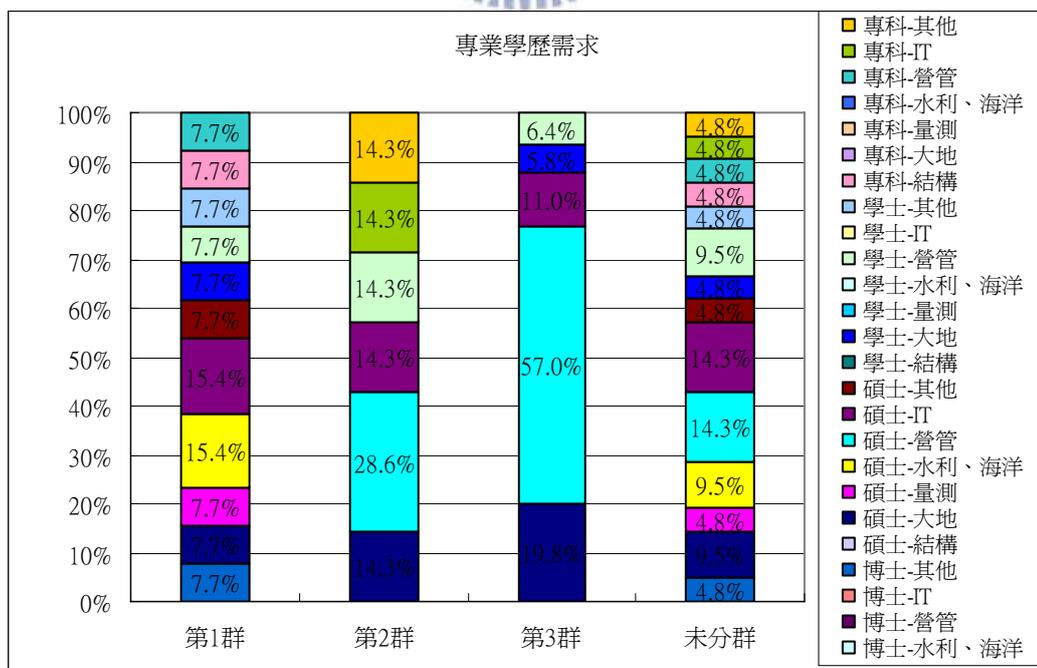


圖 5.5 業界人才專業、學歷意向

議題 5 未來五年內會到大陸發展的可能性(自願或非自願)?

(1)未分群：

認為不一定佔 47.6%最高，或許對於大陸人力市場的了解、國內政策、公司競爭優勢等因素有關。不可能佔 33.3%居次，有可能佔 14.3 第三。

(2)第 1 群結構、大地、水利專業背景之中階人員：

認為不可能的佔 73.1%最高，不一定佔 17%。不可能者最高也許是對工程問題、複雜程度有所不同，有地域上差異性存在。

(3)第 2 群營管、測量專業背景之中階人員：

不一定佔最高有 45%，不可能佔 28.3%，不一定佔 21%。不一定的部分可能認為以台灣管理技術與能力各方面優於對岸大陸，可能佔有優勢。

(4)第 3 群水土保持專業背景之高階人員：

以不可能最高佔 68%，不一定佔 22%，有可能佔 5.6%。不可能原因也許是對於地區性所面臨之工程規模、工程複雜性等因素所以較低。

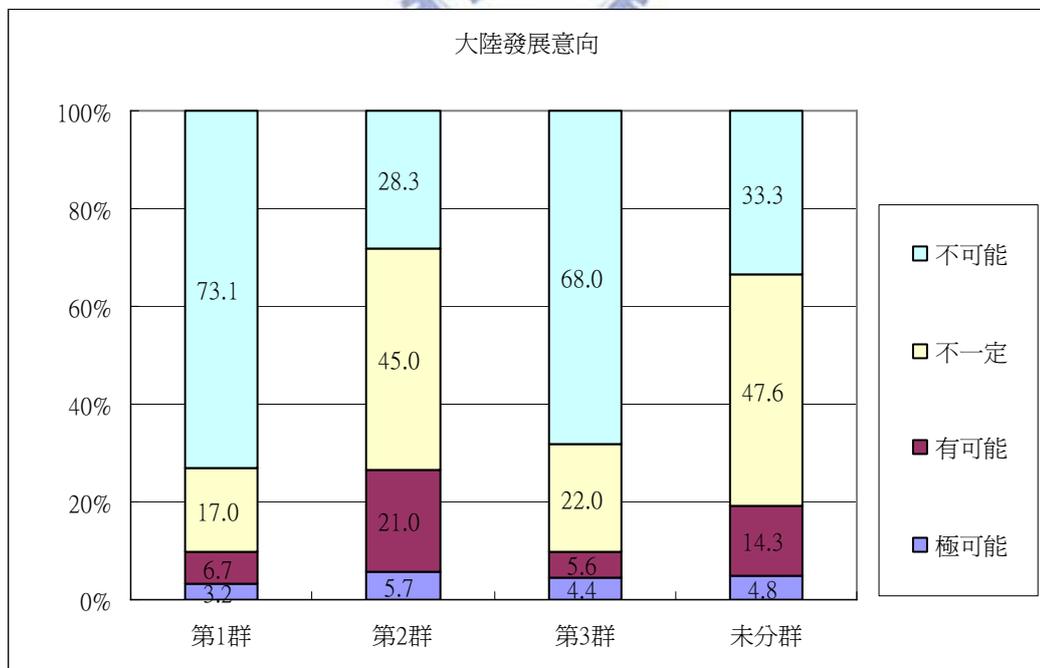


圖 5.6 業界大陸發展意向

四、課程調查

議題 1. 土木人需要具備之能力

(1)未分群：

認為基礎學理(必修)20.2%最高，施工實務 19.1%居次，專案執行能力 14.3%第三。全體樣本還是認為基礎學理最重要不可放棄，再來是施工實務上經驗的學習。

(2)第 1 群結構、大地、水利專業背景之中階人員：

認為基礎學理佔 23.1%最高，施工實務 19.2%居次，法律知識 13.5%第三，專案執行佔 9.62%。認為還是基礎學理是重要的，特別的是法律知識比例也不少，猜想是否與其專業會遇到的相關法律常識有關。

(3)第 2 群營管、測量專業背景之中階人員：

認為專案執行佔 21.4%最高，基礎學理與施工實務佔 17.9%居次，專業知識(選修)與管理技術佔 14.3%。可能與管理領域從規劃設計到施工重視專案整個執行的能力。

(4)第 3 群水土保持專業背景之高階人員：

認為施工實務最高佔 25%，基礎學理居次佔 21%、藝術感官約佔 20%第三。也許對於專業之考量，容易面對不同狀況發生，所以認為實務需求較高。

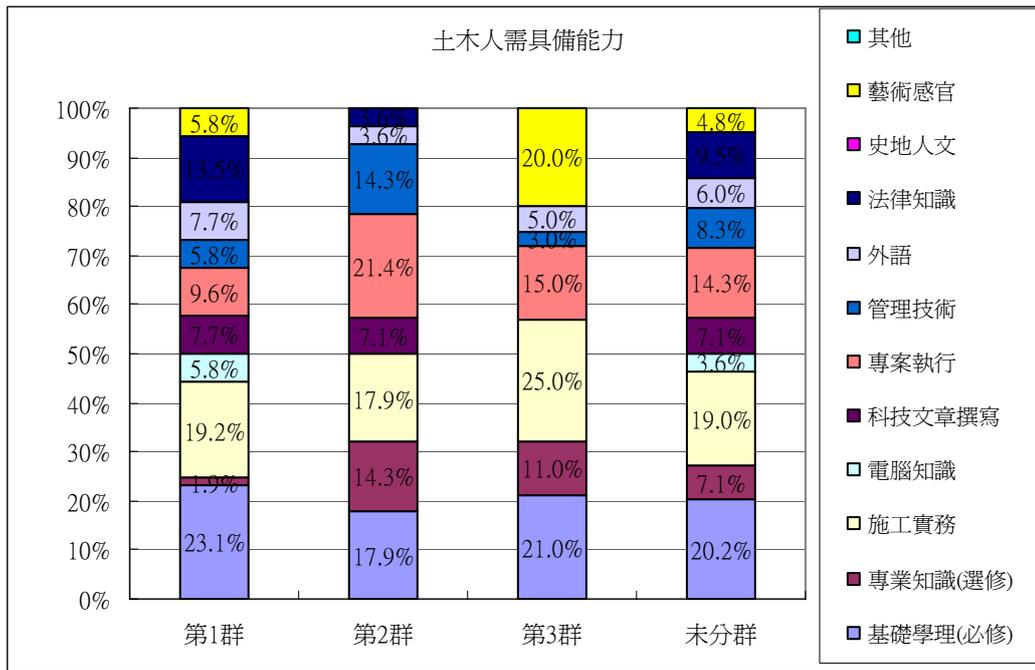


圖 5.7 業界課程意向

議題 2. 大學/研究所專業必修課程中，哪些學門對工作重要且較具貢獻？

(1)未分群：

認為測量實習 20.5%最高，測量學 15.9%居次，結構、工程經濟與 RC 佔 9.1%。可能是認為每個工程最開始從整地、放樣等步驟，測量是最基本的專業技能。其他計算類的則較次重要。

(2)第 1 群結構、大地、水利專業背景之中階人員

仍認為測量與測量實習等佔 17.9%最高，RC 與土壤等計算學科而佔 10.7%與 7.1%居次。

(3)第 2 群營管、測量專業背景之中階人員：

也認為測量學佔 21.4%，而測量實習與管理相關之工程經濟佔 14.3%居次。

(4)第 3 群水土保持專業背景之高階人員：

認為水利工程最高佔 29.5%，測量實習 20.5%居次，土壤力學 17%第三。

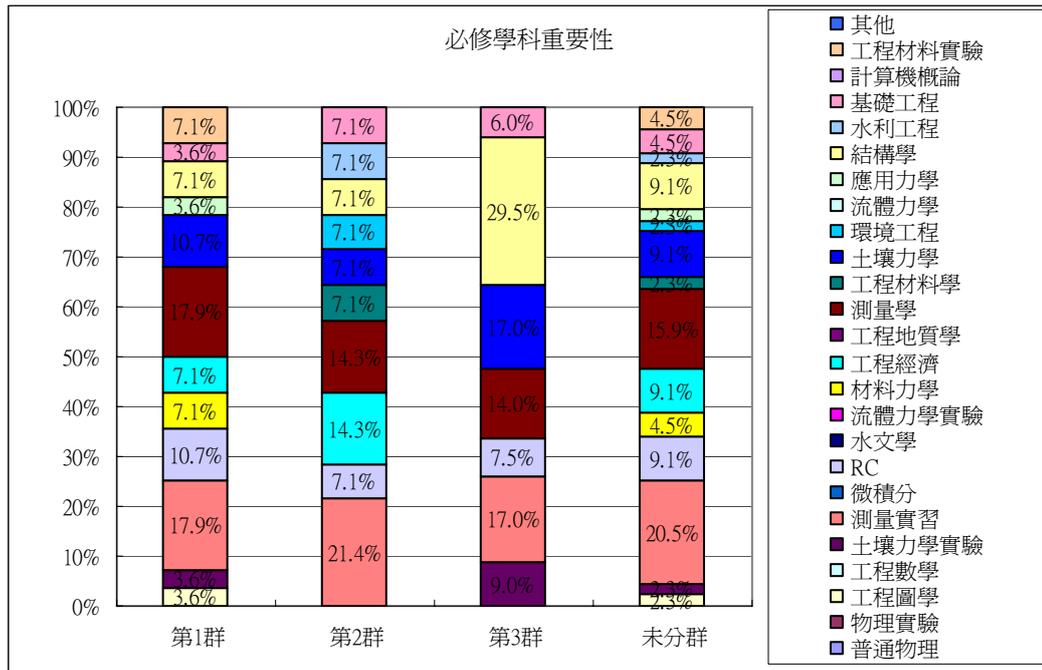


圖 5.8 業界課程意向

議題 3. 大學/研究所專業選修課程中，哪些學門對工作重要且較具貢獻？

(1)未分群：

以營建管理 22.2%最高，工程實務 19.1%居次，鋼構設計 12.7%第三，營建專案管理 11.11%。普遍認為對於其他領域，比較有貢獻以營管居多，或許是認為營管不論在哪種領域，規劃、設計等施工間的溝通協調能力是有助於工程的推動。

(2)第 1 群結構、大地、水利專業背景之中階人員：

仍是認為營建管理 20.5%最高，鋼構設計與工程實務 15.4%居次。

(3)第 2 群營管、測量專業背景之中階人員：

營建管理 28.6%最高，營建專案管理與工程實務佔 23.81 居次。

(4)第 3 群水土保持專業背景之高階人員：

認為鋼構設計、土壤力學與工程實務皆佔 33.33%。

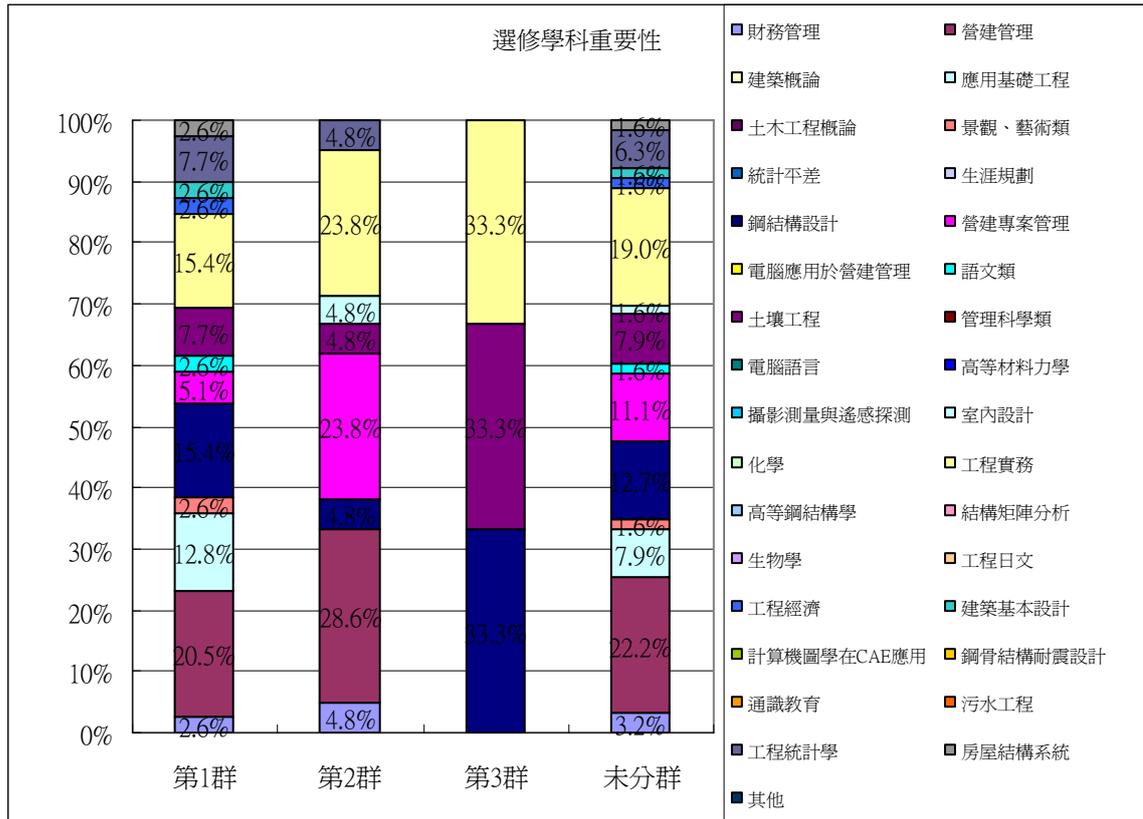


圖 5.9 業界課程意向

議題 4. 認為應強化哪些課程或學門？

(1) 未分群：

認為施工實務佔 22.6% 最高，可能面對工程問題的日益複雜與多變，對於土木人員或本身認為最需要強化。專案執行佔 17.9%，法律知識佔 14.3% 居次，基礎學理與外語皆 10.7% 第三。

(2) 第 1 群結構、大地、水利專業背景之中階人員：

仍以施工實務 23.1% 最高，法律知識 19.2% 居次，專案執行力 15.4% 第三，外語能力 13.5%。特別是法律知識比例也不少，也許工作內容有相當的法律關連。

(3) 第 2 群營管、測量專業背景之中階人員：

以施工實務與專案執行力佔 21.4% 最高，基礎學理、專業知識與管理技術佔 10.7% 居次，可能是營管對於施工經驗要求與應用的比重較高。

(4)第 3 群水土保持專業背景之高階人員：

以施工實務、專案執行與法律知識的 25%最高，可能該領域工程常與天候等因素而在進度管理上、經驗與土地等相關法律的配合對於該領域幫助較大。基礎學理則只佔 11%。

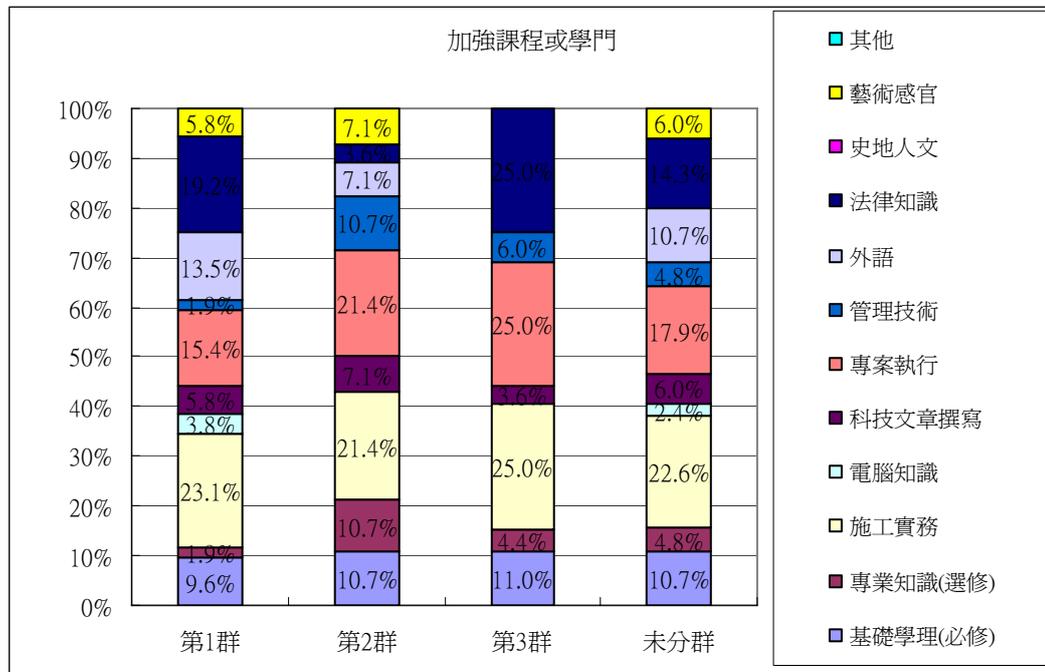


圖 5.10 業界課程意向

議題 5. 想進修其他方面專業，您最想充實那方面？

(1)未分群：

以工程法律最高佔 33.33%，IT 佔 19.0%，室內設計佔 14.3%。也許是過去對於法律知識培養較缺乏，有關法律的問題時較不容易處理與因應。

(2)第 1 群結構、大地、水利專業背景之中階人員：

以工程法律最高佔 46.2%，IT 佔 15.4%，其餘約 7%左右。

(3)第 2 群營管、測量專業背景之中階人員：

以 IT 與室內設計 28.6%最高，合約與保險、測量則佔 14.3%。可能對於相關營建電子化的需求，可能想充實這方面專業提昇工作能力。

(4)第3群水土保持專業背景之高階人員：

最想充實的為營建管理佔 52.2%，工程法律 22%居次，IT 領域則 17%第三。

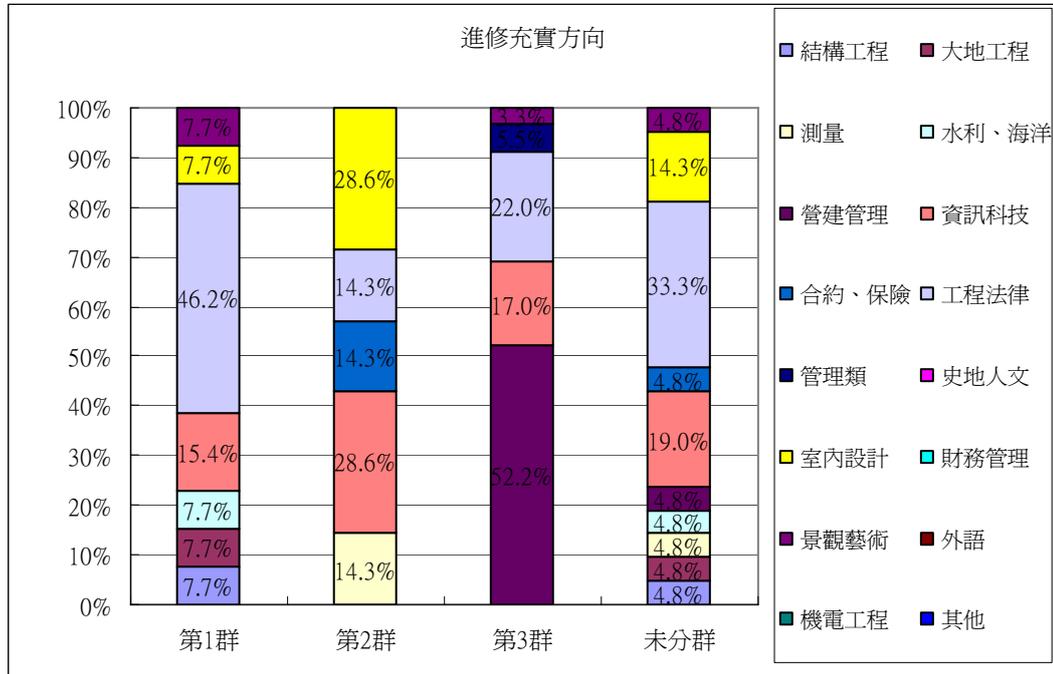


圖 5.11 業界課程意向

五、小結

根據業界問卷調查顯示，對於人力專業市場部分，大多都認為逐漸飽和以結構領域為最多，或許是過去在課程內容上，人才需求上著重於力學相關基礎課程，隨著基礎建設的老舊與科技領域的影響，慢慢的由力學導向轉變為管理維護、資訊與科技，近年甚至擴大到逐漸重視環境方面。部份的人認為未來應該是跨領域人才的出現以符合市場所需，而不是單一專業領域所能滿足的。而在課程方面，唯一不變的是對於基礎課程的重視，仍是主要的課程學習核心，其次是對施工實務的重視，不論是對於案例的探討、工程問題的解決等。另外問卷中對於基礎建設維護管理的營管領域，或是對於科技領域、環境方面的重視，認為現在的需求是朝廣的方向、跨領域的學習，例如對於環境方面、法學知識的學習。

另外較特別的是，由於樣本中政府單位比較偏高，除了因樣本回收因素外，其業務也與一般土木行業較不相同，就以本研究分群分析方法來看，是以專業背景為分群類別，雖然政府單位樣本數偏高，但透過分群後，其議題選項之趨勢程度比未分群時較精確，也不至於過度離散。

5.2 交大土木系校友調查

針對畢業校友在職場之工作經驗，分析對於專業人才需求與課程意向。問卷分析首先統計受訪者基本資料，再以不分群來討論，其餘以集群化分成 3 種不同類別來進行交叉分析，以便了解不同類別對於問題之看法。

1.問卷對象：以民國 67 年起至 93 年之畢業生中，隨機挑選交通大學 200 名校友為調查對象。

2.發放數量與回收率：發放 200 份問卷，回收有效問卷 34 份，回收率 1 成 7。寄發問卷期間為 2006/10~2006/12，約計兩個月。

3.問卷組成：包括受訪者基本資料、人力專業市場與課程調查。

4.分析方法：以集群分析將受訪者依其特徵分類成 3 群，針對每個項目討論說明。

一、受訪者基本資料

1.顯示受訪者基本資料，男性比例佔 94%，女性佔 6%。可能與營建產業多屬於勞力密集工作特性有關，女性投入的比例就較低。

2.學歷以碩士 82%為最高，其次是學士 18%，博士為 0%。博士生 0%原因可能因樣本抽樣人數較少有關。

3.年齡層主要以 31~35 歲為主佔 34%，其次是 41~50 歲佔 24%，26~30、36~40 歲佔 18%。

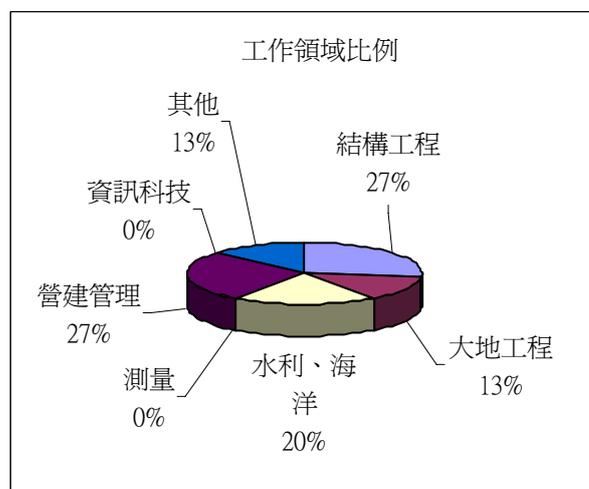
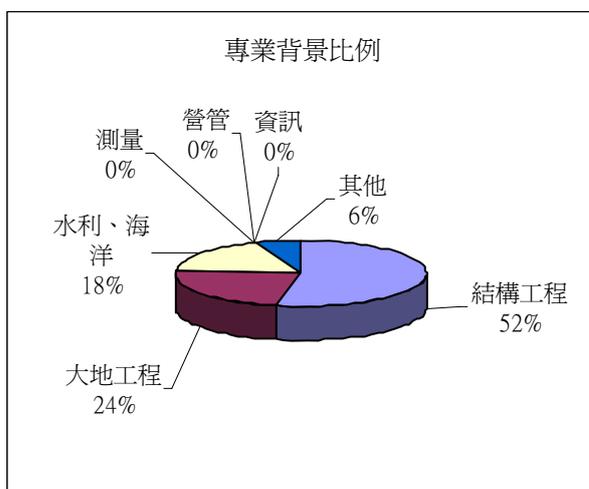
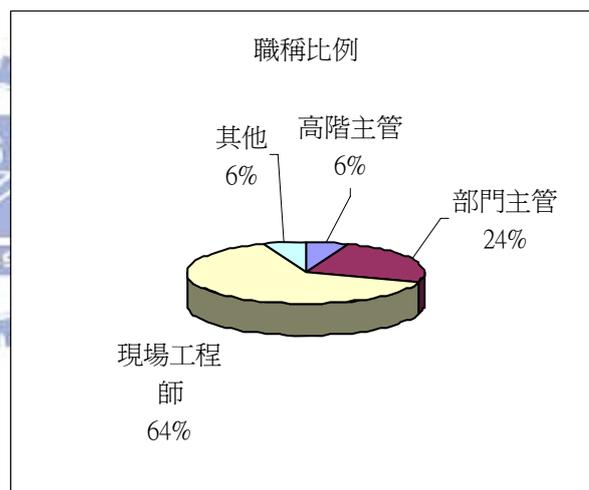
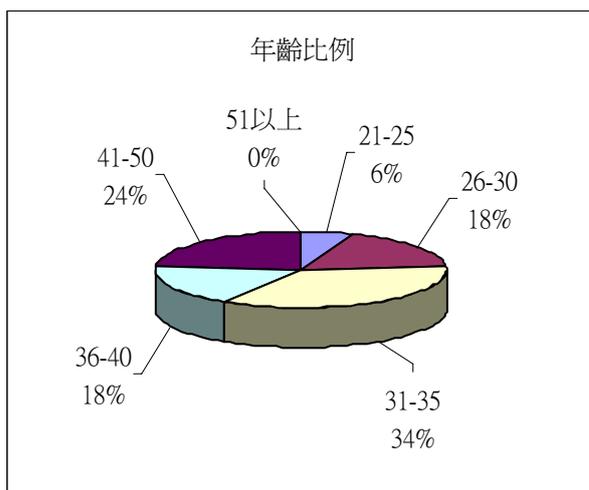
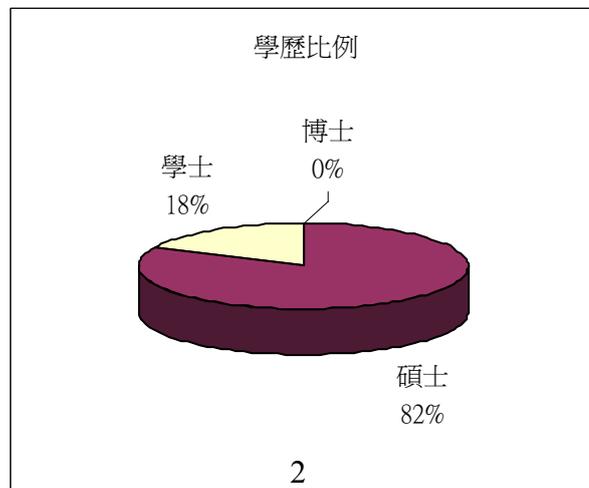
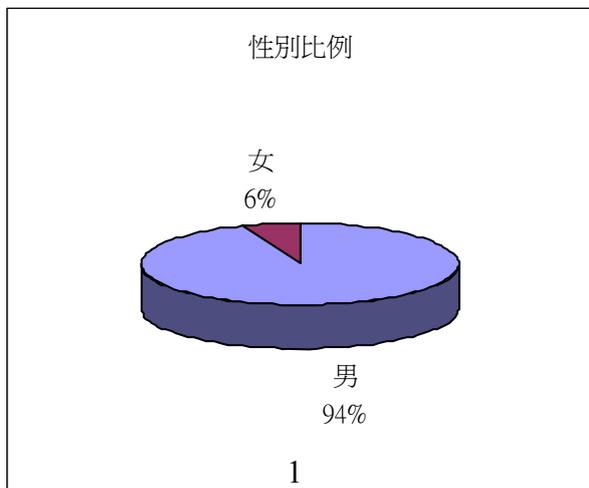
4.職稱以現場工程師最高，佔 64%，其次是中階主管佔 24%，高階主管與其他佔 5.9%。其他為運輸領域。顯示校友就業競爭能力還算不錯。

5.專業背景以結構最多佔 52%，大地佔 24%，水利佔 18%，其他佔 6%，包括運輸工程管理。影響原因或許與系所成立歷史與樣本對象有關。

6.工作領域以結構與營管最多佔 27%，其次是水利等佔 20%，其他與大地佔 13%。為 13%。其他包括公路工程或材料領域。

7.工作年資以 1~5 最高佔 54%，6~10 年 33%，11~21 年佔 13%，21 以上為 0%。可能與系所成立歷史有關。

8.所示工作機構以顧問公司 40%最高，政府單位 27%居次，建設單位與其他都是 13%，最後是營造廠 7%。顯示在就業上多屬規劃、設計居多。



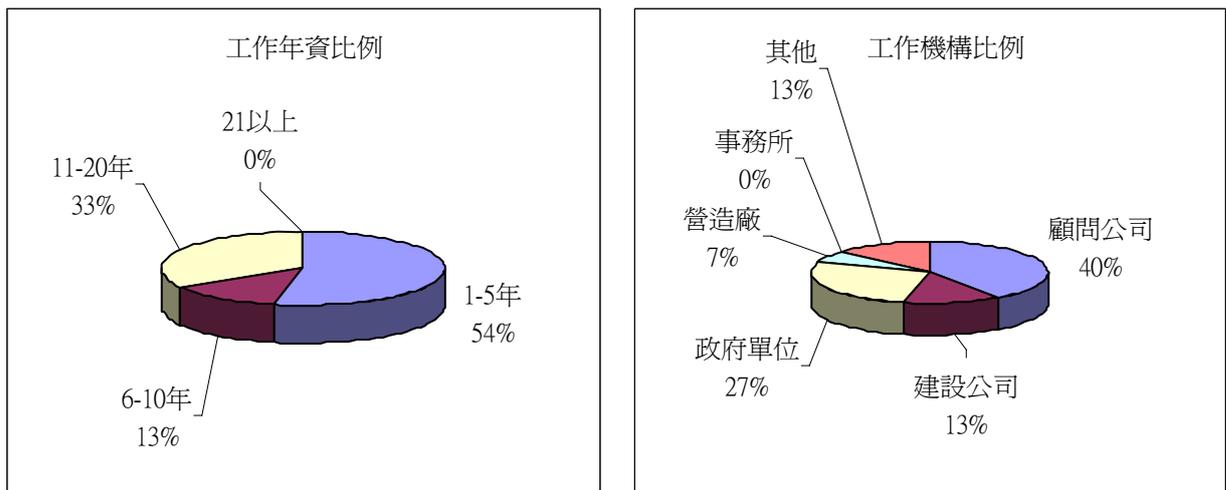


圖 5.12 受訪者基本資料



二、集群分析

(1)未分群(全體樣本)

(2)26~30 歲任職研究機構之校友

(3)31~35 歲任職顧問公司、建設公司之校友

(4)36~40 歲任職政府單位之校友

表 5.2 校友受訪者集群分類

集群	性別	學歷	年齡	職稱	專業背景	工作領域	工作年資	工作機構	大陸發展	樣本數
第 1 群	1.00	2.50	2.00	3.50	2.00	2.00	1.00	6.00	2.00	4
第 2 群	1.00	2.14	3.29	2.71	1.86	1.86	1.57	1.29	3.00	14
第 3 群	1.00	2.00	4.00	2.50	1.17	5.67	2.33	2.83	3.83	12
第 4 群	1.50	2.50	3.00	2.50	4.50					4
未分群	1.06	2.18	3.35	2.71	1.94	3.40	1.80	2.53	3.20	34

PS：數字為集群合併後之係數；轉職校友因樣本數過少不考慮在內。

三、市場專業人才需求調查

議題 1. 目前土木人力市場專業人才最多為何(漸趨飽和)?

(1)未分群：

認為結構最多佔 53.3%，營管 20%居次，水利、海洋佔 13.3%第三。校友也認為仍以力學等計算為主的課程較多，與業界結果相同。

(2)第 1 群 26~30 歲任職研究機構之校友：

認為結構與營管佔最多，各為 50%。

(3)第 2 群 31~35 歲任職顧問公司、建設公司之校友：

認為結構的佔 57.1%，大地、水利與 IT 為 14.3%。其餘皆為 0%。也許是景氣環境因素，一般顧問與建設公司多屬設計等監測為主，也認為結構領域已經趨於飽和。

(4)第 3 群 36~40 歲任職政府單位之校友

認為結構最多佔 50%，營管居次 33.3%，水利等海洋 16.7%第三。在政府單位立場，或許認為過去基礎建設仰賴力學設計等背景人才居多，現在則需管理領域來補足。

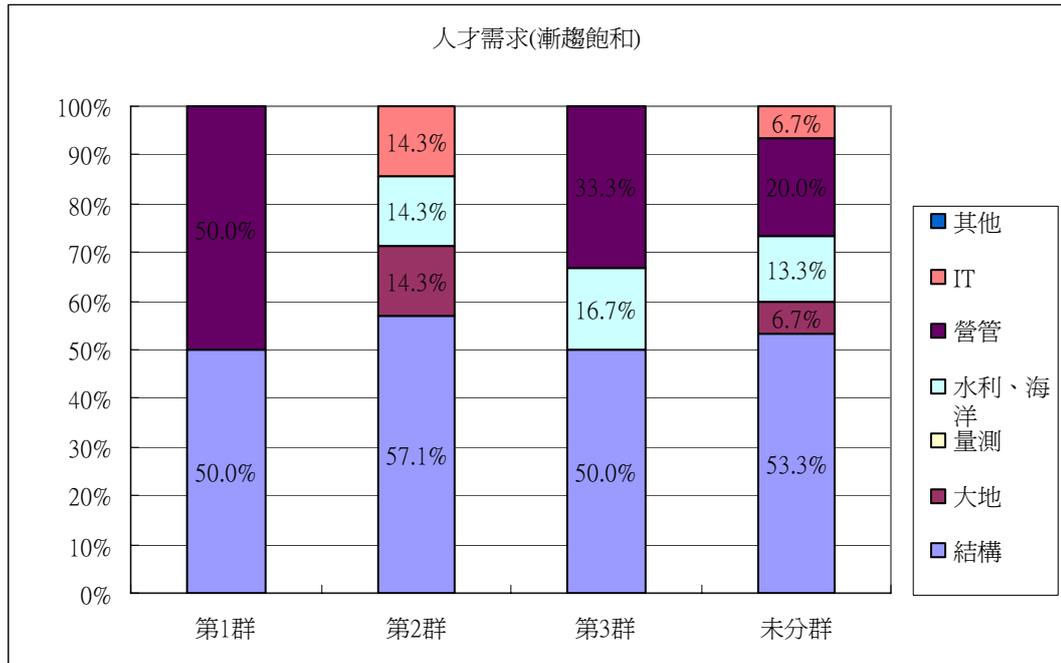


圖 5.13 校友人才需求意向

議題 2. 目前土木人力市場中專業領域需求最多為何(未飽和)?

(1)未分群：

認為目前 IT 最需要佔 33.3%，營管居次佔 26.7%，測量與其他佔 13.3%。其他包括跨領域或環境方面人才。

(2)第 1 群 26~30 歲任職研究機構之校友：

認為測量與其他各佔 50%。其他包括跨領域、防災等人才。可能因所處單位、職務，認為未來朝向非單一專業的背景之需求。

(3)第 2 群 31~35 歲任職顧問公司、建設公司之校友：

認為營管最高佔 42.9%，IT 佔 28.6%，結構跟大地都佔 14.3%。可能也基於基礎建設維護管理角度思考，認為管理領域需求較多，IT 的比例也不低，顯示科技背景的需求也逐漸提高。

(4)第 3 群 36~40 歲任職政府單位之校友：

認為 IT 最高佔 50%，測量、營管佔 16.7%，其他佔 16.7%。或許以政府角度來看，科技業在國內佔極大的重要性與影響，涵蓋各產業的範圍廣闊，對營建產業技術等競爭幫助也很大。

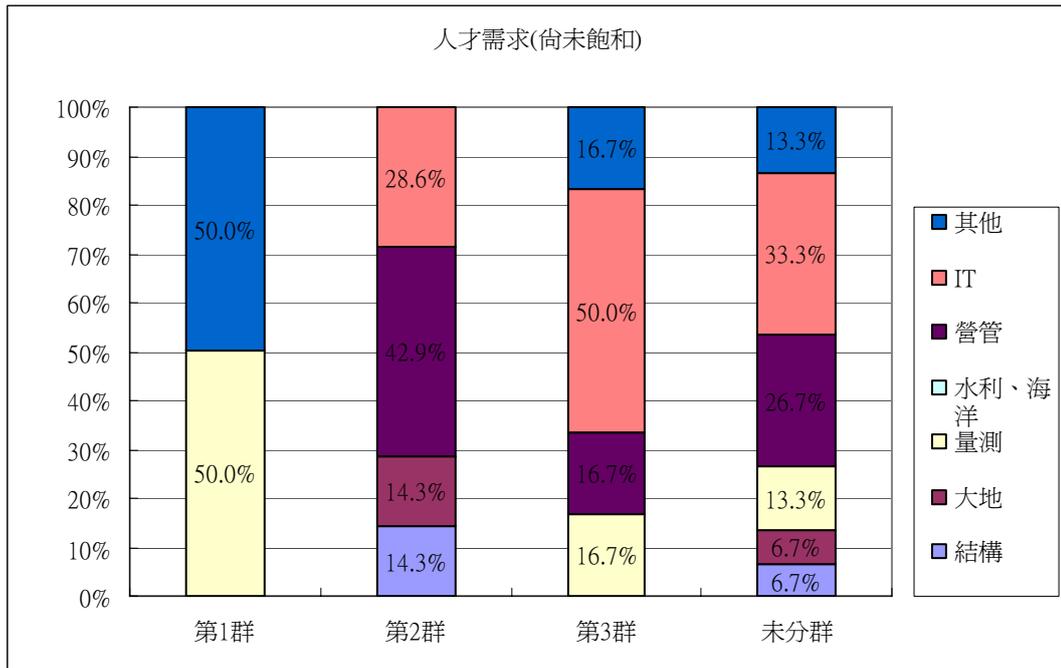


圖 5.14 校友人才需求意向

議題 3. 未來土木人力市場專業需求方向最多為何？

(1)未分群：

認為 IT 最為需求佔 46.7%，對於科技的發展所帶來的幫助與影響，或許認為對推動土木領域各方面或對人才能力提升幫助很大。除了測量與海洋為 0%外，其餘都佔 13.3%。其他包括跨領域人才。

(2)第 1 群 26~30 歲任職研究機構之校友：

認為大地與其他各佔 50%。其餘都是 0%。其他包括防災領域人才。可能與逐漸重視環境因素有關。

(3)第 2 群 31~35 歲任職顧問公司、建設公司之校友：

認為 IT 為最高佔 42.9%，營管與結構各佔 28.6%。顯示對科技背景人才的重視。

(4)第 3 群 36~40 歲任職政府單位之校友：

認為 IT 最需要佔 66.7%，大地與其他佔 16.7%。其他包括環境防災人才。仍舊認為 IT 的需求最高，也認為環境防災等背景人才應漸漸擴增。

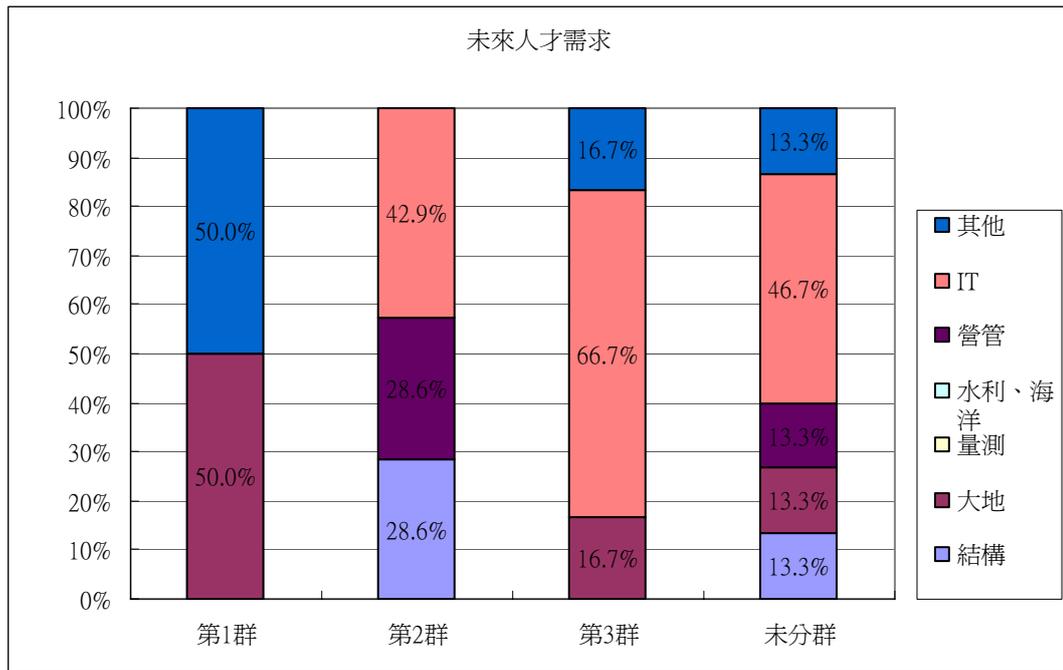


圖 5.15 校友人才需求意向

議題 4. 土木人力專業與學歷需求？

(1)未分群：

以營管與 IT 的碩士學位比例最高佔 20%，大地碩士與學士 IT 居次佔 13.3%居次。

(2)第 1 群 26~30 歲任職研究機構之校友：

以其他類佔 50%與測量學士佔 50%。其他包括碩士跨領域專業。可能認為跨領域專業需要學習領域較廣且鑽深，需要較高的學歷才足以勝任。

(3)第 2 群 31~35 歲任職顧問公司、建設公司之校友：

以大地碩士、營管碩士最高佔 28.6%，再者是結構碩士、IT 學士的 14.3%。可看出相關土木背景學歷已逐漸提升。

(4)第 3 群 36~40 歲任職政府單位之校友：

以 IT 碩士為最高佔 50%，營管碩士、IT 學士等其他佔 16.7%。

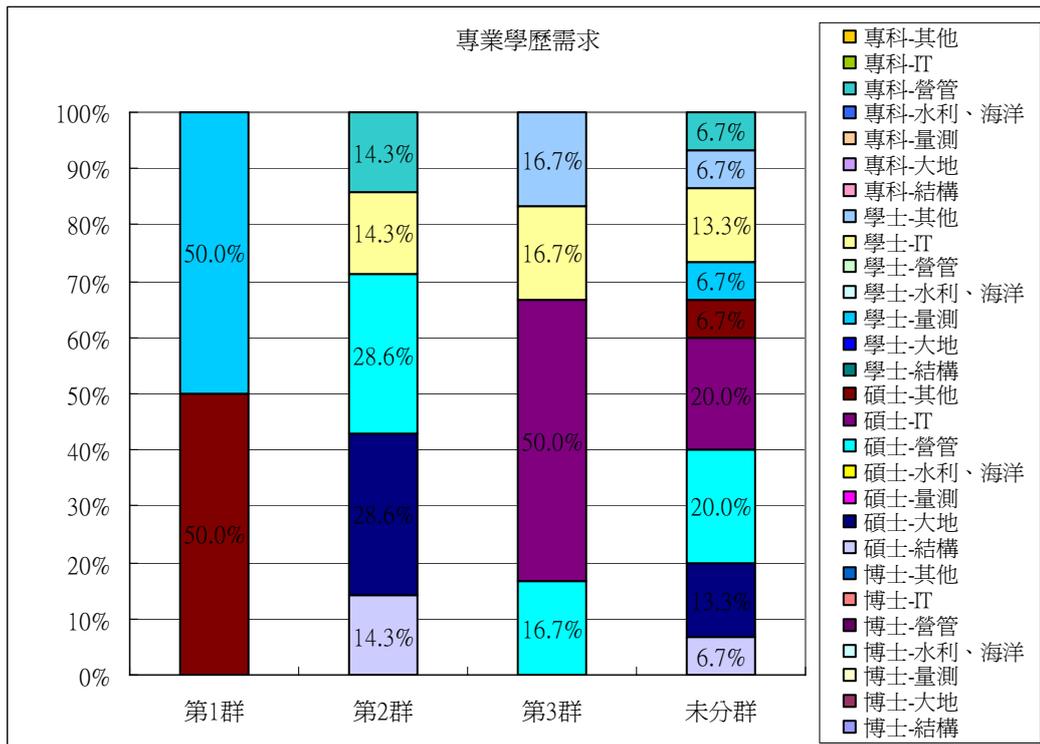


圖 5.16 校友人才專業、學歷意向

四、課程調查

議題 1. 土木人需要具備之能力

(1)未分群：

施工實務最高佔 21.7%，基礎學理(必修)佔 20%，其次是專案執行佔 18.3%。土木領域除了學科學習外，也是種經驗累積的行業。對於設計實務經驗的重視相對提高。

(2)第 1 群 26~30 歲任職研究機構之校友：

基礎學理、專業知識(選修)與專案執行各佔 25%，再者為施工實務與文章撰寫為 15%。可能認為紮實的基礎學理還是最重要的。

(3)第 2 群 31~35 歲任職顧問公司、建設公司之校友：

以基礎學理與施工實務%的 21.4 最多，專案執行 17.9%居次，管理技術 10.7%第三。或許與所處單位有關除了重視基礎外，亦認為實務與專案執行相對重視。

(4)第 3 群 36~40 歲任職政府單位之校友：

以施工實務最高佔 25%，再來是基礎學理與專案執行 16.7%，電腦知識與外語能力則佔 12.5%比例亦不低。

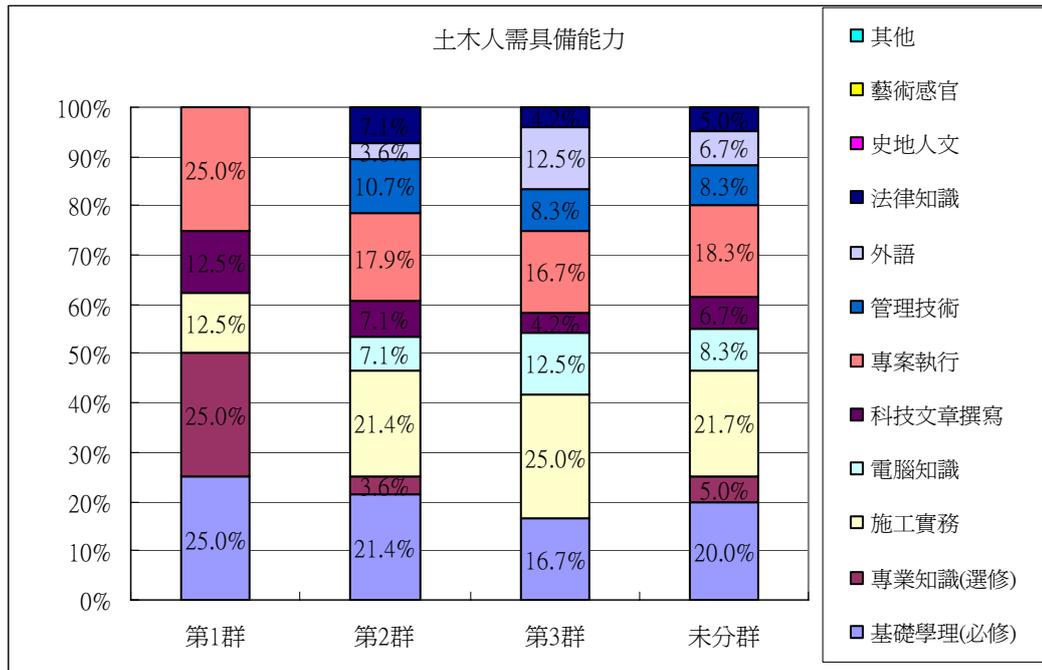


圖 5.17 校友課程意向

議題 2. 大學/研究所專業必修課程中，哪些學門對工作重要且較具貢獻？

(1) 未分群：

以結構學與工程地質的 14.3% 較具貢獻，其次是基礎工程與 RC 佔 10.2% 居次。多屬於力學計算方面，可能認為在必修學科中仍要具備此方面能力。

(2) 第 1 群 26~30 歲任職研究機構之校友：

以材料力學 40% 最高，其次是工程地質、測量與流體力學 20%。

(3) 第 2 群 31~35 歲任職顧問公司、建設公司之校友：

以工程圖學、RC、工程地質等結構各佔 15% 最多，土壤力學居次佔 10%。可能與就職單位有關，需要規劃設計等能力較高。

(4) 第 3 群 36~40 歲任職政府單位之校友：

以結構學與基礎工程各佔 16.7% 為最高，工程地質居次佔 12.5%，材料力學與工程材料佔 8.3 第三。

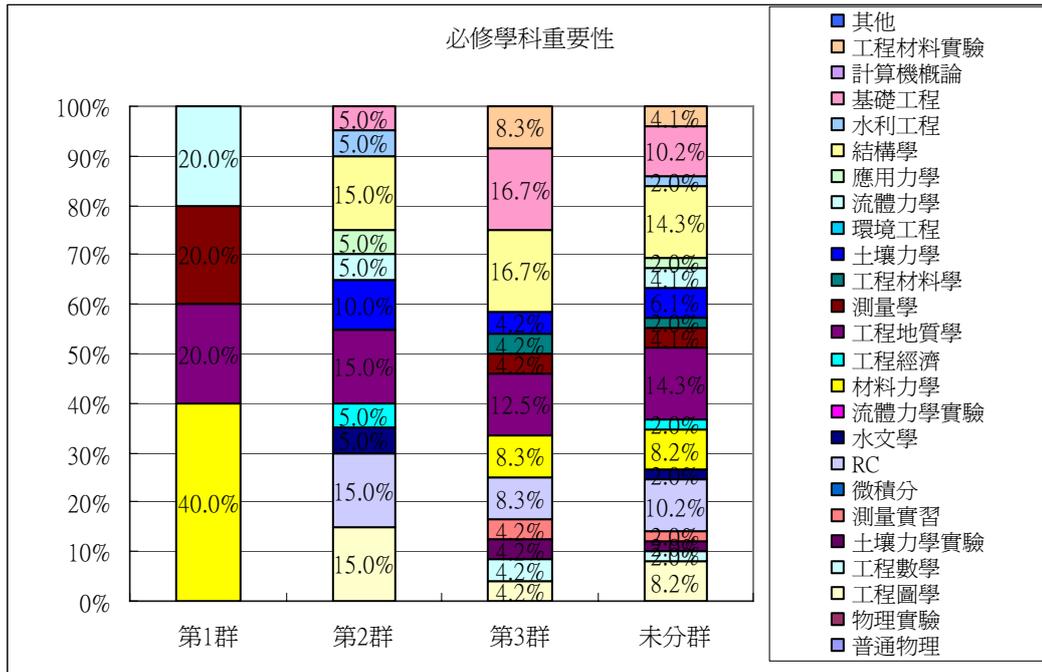


圖 5.18 校友課程意向

議題 3. 大學/研究所專業選修課程中，哪些學門對工作重要且較具貢獻？

(1)未分群：

以工程實務較具貢獻佔 13.7%，營建專案管理佔 11.8%，營建管理佔 9.8%居第三。

(2)第 1 群 26~30 歲任職研究機構之校友：

營建管理、應用基礎工程、工程實務與工程經濟都各佔 20%。

(3)第 2 群 31~35 歲任職顧問公司、建設公司之校友：

以營建專案管理與工程實務最高佔 16%，其餘比例都偏低甚至為 0%。可能與單位屬性職務因素有關，認為專案能力較有貢獻。

(4)第 3 群 36~40 歲任職政府單位之校友：

以電腦應用於管理最高佔 14.3%，營建管理、剛結構設計、營建專案等實務為 9.5%。

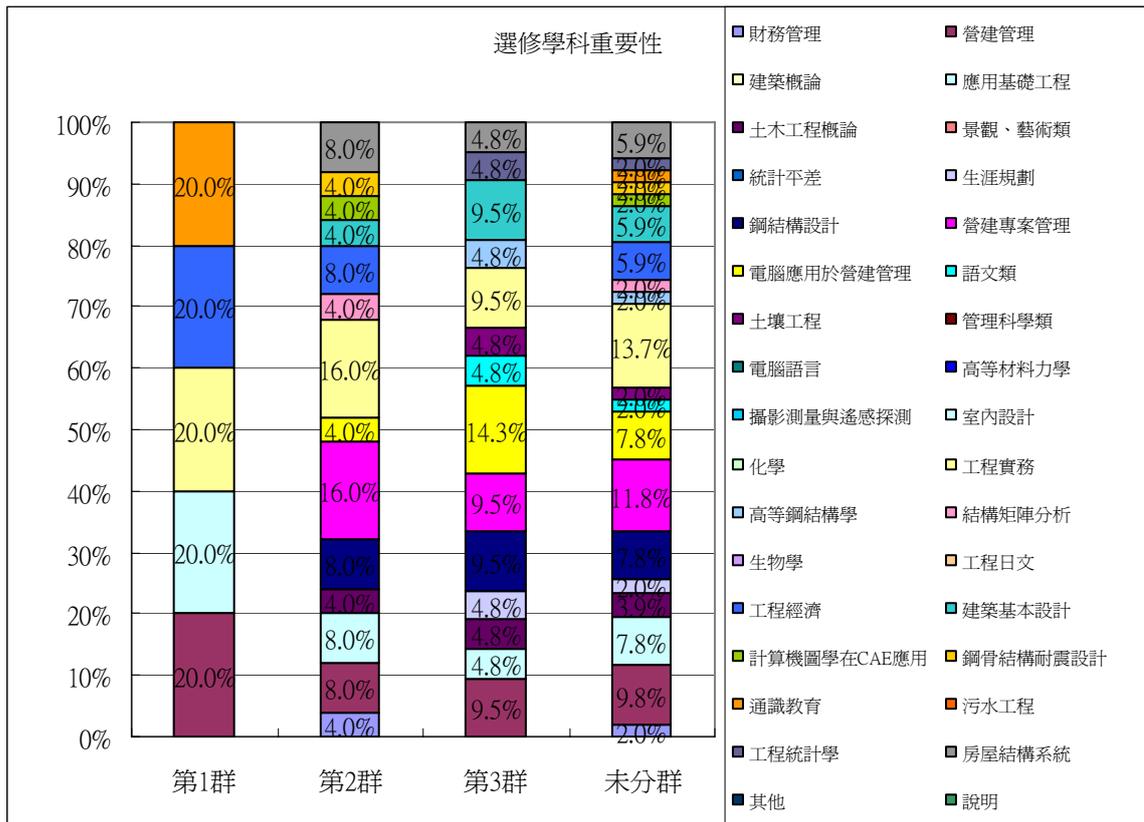


圖 5.19 校友課程意向

議題 4. 認為應強化哪些課程或學門？

(1) 未分群：

認為應該加強的是施工實務最高佔 15.3%，基礎學理、專業知識、專案執行等佔 11.9% 居次。各比例都不低，顯示各方面都需重視。

(2) 第 1 群 26~30 歲任職研究機構之校友：

以專業知識(選修)最高佔 25%，基礎學理、施工實務等文章撰寫能力各佔 12.5%。可能與就業機構有關，需要較廣泛的學科知識對各面向的了解。

(3) 第 2 群 31~35 歲任職顧問公司、建設公司之校友：

認為專案執行為需強化佔 20.7% 最高，可能對於需要較高規劃、設計與專案統合執行的能力的公司來說，這部分需要較多。專業知識與施工實務各為 13.8% 居次。

(4) 第 3 群 36~40 歲任職政府單位之校友：

以外語為最高佔 22.7%，施工實務 18.2% 居次，基礎學理佔 13.6 為第三。

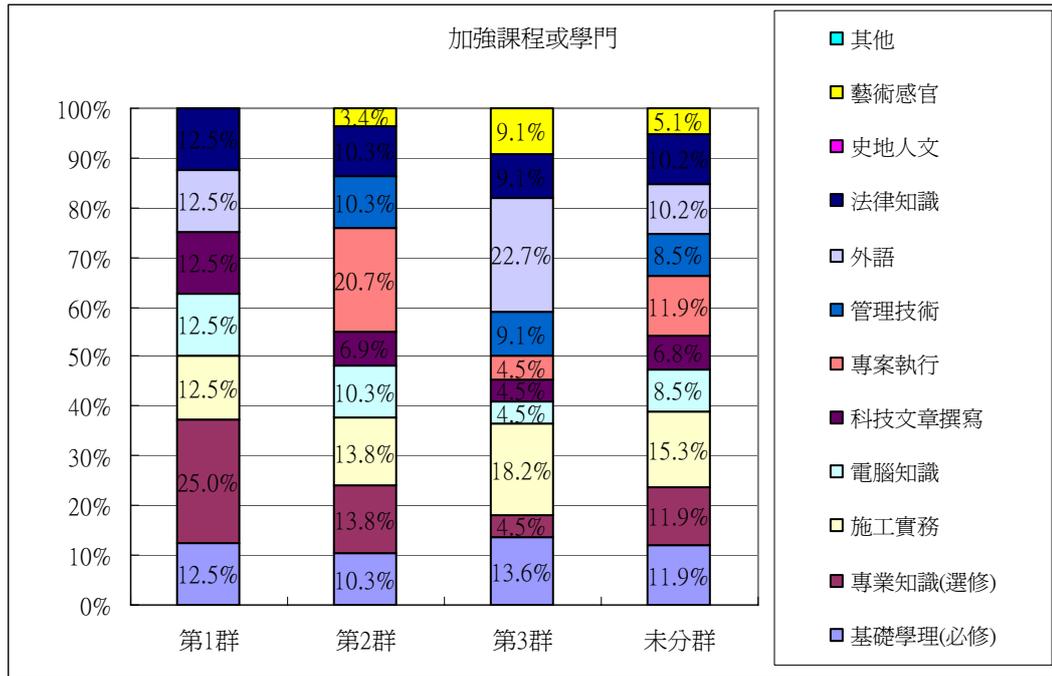


圖 5.20 校友課程意向

議題 5. 想進修其他方面專業，您最想充實那方面？

(1)未分群：

以工程法律 33.3%為高，或許是對於許多大型重專案(如捷運、統包等)等因素，具工程爭議較高的情況而言。營建管理、IT、室內設計等管理類也佔 13.3%之多。

(2)第 1 群 26~30 歲任職研究機構之校友：

以 IT 與工程法律兩者最高各佔 50%。

(3)第 2 群 31~35 歲任職顧問公司、建設公司之校友：

以營建管理 28.6%最高，IT、工程法律與管理各佔 14.3%。

(4)第 3 群 36~40 歲任職政府單位之校友：

最想充實為工程法律佔 50%，管理、室內設計與外語佔 16.7%居次。

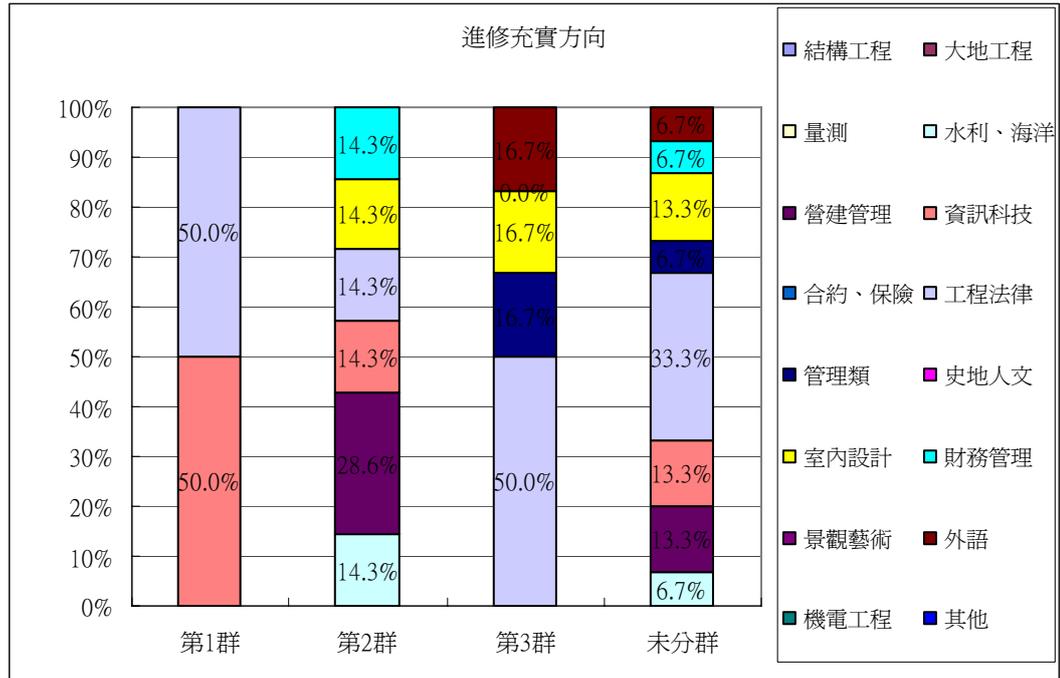


圖 5.21 校友課程意向

五、小結

根據本研究校友問卷調查顯示，在人力專業市場部分認為逐漸飽和仍以結構領域為最多。先前提到或許是過去人才上著重於力學相關基礎課程，隨著基礎建設的老舊與科技領域的影響，慢慢的由力學導向轉變為管理維護與對科技的重視。尚未飽和未來需求則以 IT 佔最高，顯示出資訊科技在營建產業的重要性，其他比例則差不多。

課程方面與業界問卷分析結果大致相同，大部分不變的是對於基礎課程的重視，仍是主要的課程學習核心，其次以實務經驗學習與營建管理等專業為主。另外問卷中對於學歷背景的要求也逐漸提高；以及對於管理和科技領域的需求。對於專業考量需多朝向多領域或跨領域的學習，例如對於環境法學等方面。重點歸納如下：

- 1.以專業人才市場需求來看，結構領域為大多數認為漸趨飽和之領域，未飽和以 IT 與營建管理領域認為最多。
- 2.未來較需要之專業領域意見不一致，有的認為水利、海洋等環境防災與跨領域背景，有些是認為 IT 與管理需求較高。
- 3.課程部分，大部分認為基礎學理還是主要的知識，以工程實務居次，專案執行力與專業知識等。

- 4.專業與學歷大多認為營管領域碩士學歷，其次是 IT 學士。
- 5.必修學科方面，大多數認為測量重要，再者是力學運算方面的結構、大地或 RC 等學科。
- 6.專業知識(選修)則是營建管理與工程實務佔最高。
- 7.加強專業方面則大多認為實務需加強佔或專案管理等執行比例較高，其次是專業知識與法律知識。
- 8.想進修之方面，意見不一，有的認為工程法律，有的認為 IT 或是營管領域。

5.3 綜合比較

針對從事土木相關行業與交通大學畢業校友在專業人力需求議題、課程上之綜合比較，分析業界與校友兩方不同之差異。內容包括以土木專業人才與課程兩大構面來討論。

一、市場專業人才需求調查

議題 1. 目前土木人力市場專業人才最多為何(漸趨飽和)?

(1)不分群：

相同處都認為結構領域是目前飽和較高的領域。其他部分差異處在於業界認為都應該需要或是都飽和，差異甚大，校友則無此意見。

(2)第一群：

相同處在於認為結構領域較多。差異在於業界認為大地是其次較多之領域，其他則認為需要整合性與環境方面的人才。

(3)第二群：

相同處是認為結構領域最高，其次是大地領域。差異在於業界認為其他包括可能都飽和與缺少工程法學人才。

(4)第三群：

相同處認為結構類漸趨飽和。差異在於校友還認為營管類為第二飽和之領域。



議題 2. 目前土木人力市場中專業領域需求最多為何(未飽和)?

(1)不分群：

都認為其他部分應包括跨領域與環境背景人才。為營管與 IT 需求相對提高，但業界認為營建管理較多，校友認為 IT 需求較多。

(2)第一群：

差異在於業界認為需要的是 IT 領域，校友認為是測量與其他領域。相同處為其他領域中都應包括整合性或其他領域(如環境)。

(3)第二群：

相同處都認為營管最多，其次是 IT 領域。差異處於業界認為其他領域應包括法學背景人才。

(4)第三群：

差異於業界認為營管較需要。校友則認為 IT 背景優先。

議題 3. 未來土木人力市場專業需求方向最多為何?

(1)不分群：

業界認為水利、海洋等專業較需要，可能與重視環境因素有關，校友認為 IT 才是需求最多之領域，除測量外，其他比例相當。

(2)第一群：

差異在於業界認為水利、海洋等專業需求較多，校友認為大地領域與其他。不過本人認為可能都是對於環境方面之重視。其他部分業界認為需要整合或環境背景人才，校友也認為需要跨領域人才。

(3)第二群：

都認為 IT 領域需求最多，其次是營管領域，可能與所處單位屬性有關。其他部分業界認為應包括法學或環境背景。

(4)第三群：



業界認為是營管較需要，大地第二。校友則認為 IT 最需要，大地其次。

議題 4. 土木人力專業與學歷需求？

(1)不分群：

兩方都認為營管背景且碩士學歷需求較多。差異處在於業界認為其次是 IT 碩士學歷才夠滿足，校友認為學士學歷即可滿足。

(2)第一群：

業界認為水利、海洋需求較多，IT 居次。校友認為跨領域碩士與測量學士即可。跨領域也可以意味是偏向環境等背景。

(3)第二群：

相同處為都認為營管碩士最高，IT 與大地領域都其次。

(4)第三群：

差異為業界認為營管碩士需求較多，校友認為 IT 較多，營管領域才是其次。



二、課程調查

議題 1. 土木人需要具備之能力

(1)不分群：

都認為基礎學理最高、施工實務與專案執行能力等學科也需要。

(2)第一群：

都認為基礎學理(必修)的比重最高，其次業界認為是施工實務、法律知識與專案執行力。校友認為其次是專業知識(選修)、專案執行與施工實務。

(3)第二群：

業界認為專案執行力最需具備，基礎學理與施工實務居次。校友則認為基礎學理與施工一樣具備，其次才是專案執行力。可能與樣本背景和職務差異有關。

(4)第三群：

都認為施工實務佔最高，基礎學理其次。差異在於校友認為電腦知識與外語比例也不低。

議題 2. 大學/研究所專業必修課程中，哪些學門對工作重要且較具貢獻？

(1)不分群：

業界認為測量學科較有貢獻，結構與 RC 等計算學科其次。校友認為結構與工程地質較有貢獻，其次是基礎學理與 RC 學科。看出業界對工程基本的測量學科較重視，校友則是計算類學科。或許業界對工程施作基本重視，校友則是因職務位階。

(2)第一群：

業界仍認為測量類最重要，RC 與土壤學科其次。校友認為材力較有貢獻，其次才是測量與 RC。

(3)第二群：

業界認為測量與工程經濟有貢獻，校友認為工程圖學與 RC 有貢獻，土壤力學是其次可能與樣本背景差異有關。

(4)第三群：

業界認為水利較重要，測量其次。校友認為結構與基礎工程較重要。



議題 3. 大學/研究所專業選修課程中，哪些學門對工作重要且較具貢獻？

(1)不分群：

業界則認為營建管理、工程實務與鋼構設計其次。校友認為工程實務、營建專案管理與營建管理選修課程較具貢獻。

(2)第一群：

業界認為營管理最重要，其次是鋼構與工程實務。校友認為營建管理、工程經濟等較有貢獻。

(3)第二群：

業界認為營建管理最重要，營建專案管理與工程實務其次。校友認為以營建管理與

工程實務最重要。

(4)第三群：

業界認為鋼構設計、土壤力學與工程實務較具貢獻，可能與從業背景有關。校友認為電腦應用與施工實務最重要，任職於政府單位的校友或許認為需要提升電腦相關能力。

議題 4. 認為應強化哪些課程或學門？

(1)不分群：

業界認為施工實務最需強化，其次是專案執行與法律知識、基礎學理等。校友認為最需要是施工實務，基礎學理與專業知識其次，比例都不低。

(2)第一群：

業界認為施工實務最高，法律知識與專案執行力其次。校友則認為專業知識最需要，其次是基礎學理與施工實務，或許認為可加強課程廣度。

(3)第二群：

業界以施工實務與專案執行力為最需要，基礎學理與專業知識其次。校友認為專案執行力最高，專業知識與施工實務其次。可能與樣本背景差異有關。

(4)第三群：

業界認為施工實務與法律知識等需強化。校友則認為外語最高，其次是施工實務與基礎學理。

議題 5. 想進修其他方面專業，您最想充實那方面？

(1)不分群：

都認為最想充實工程法律，其次是 IT 領域與室內設計。校友其次為是營建管理與 IT 領域。

(2)第一群：

業界認為是工程法律優先，再者是 IT 領域。校友以 IT 與工程法律比例相當。或許

與未來工程型態有關(如 BOT)。

(3)第二群：

業界以 IT 領域比較想進修。校友則是營建管理，其次才是 IT 領域。

(4)第三群：

業界最想充實營建管理，法律其次。校友則是工程法律，其次才是營建管理等外語。

5.4 問卷後續分析

先前提到業界與校友對土木等相關議題之問卷意向分析中；其中較為特殊部分為受訪者中，政府單位所佔之比例頗高，然而政府機構之工作領域等業務性質與一般業界之型態較不相同，故在這個部分另作分析討論。特別說明的是；討論中以工作機構之公務員與非公務員來予以區分，若以此作為區分依據，因問卷樣本數回收率不高、選項較多等因素，可能會造成議題選項過於離散，使得選項對於樣本之意向表示不明顯，較無法看出趨勢。以下就公務員與非公務員之差異嘗試作一討論。

一、業界問卷

其中業界部分需要解釋的是因為問卷樣本機構之因素，業界單位雖嘗試與相關單位人員聯繫與提醒，回收比率仍無法提高。而政府單位相較之下配合意願較高，故在業界問卷中政府比例為較高之主因。另外需以公務員與非公務員作區分，若以分群方式討論，會造成議題選項混淆，故以不分群之整體樣本作為討論較恰當。公務員樣本佔整體 52%，非公務員即 48%。

公務員對各項議題之意向如下：

(一) 市場專業人才需求調查

議題 1. 目前土木人力市場專業人才最多為何(漸趨飽和)?

公務員與非公務員樣本都顯示結構領域最為飽和各佔 23.8%，非公務員佔 14.3%。較特別之處為公務員認為其他部分佔 14.3%，包括跨領域人員與皆缺乏之意見，意味著整合性之人才。

議題 2. 目前土木人力市場中專業領域需求最多為何(未飽和)?

公務員樣本認為營建管理與其他各佔 19%與 14.3%。其他包括都需要或整合性人才。非公務員樣本顯示營建管理與資訊科技各佔 14%與 9.5%，兩者較為類似。

議題 3. 未來土木人力市場專業需求方向最多為何？

公務員樣本認為量測與空間資訊與其他皆佔 14.3%，非公務員則是資訊科技最高佔 24%。其他意見包括整合性、環境防災等需求。

議題 4. 土木人力專業與學歷需求？

公務員認為佔與非公務員都認為碩士學歷各佔 19%與 38%，專業需求公務員認為其他較高佔 19%，包括整合性或皆需要，非公務員則是營建管理與 IT 較高，各佔 14.3%。也許與樣本所接觸之業務有關。

(二)課程調查

議題 1. 土木人需要具備之能力

公務員樣本認為土木相關基礎學理與設計施工實務較高各佔 10.7%與 11.9%。非公務員則是專案執行能力與土木相關基礎各佔 10.7%與 9.5%。顯示出基礎學理是基本之能力。

議題 2. 大學/研究所專業必修課程中，哪些學門對工作重要且較具貢獻？

公務員樣本認為測量實習與測量學較需要各佔 13.6%與 11.4%非公務員則是測量實習與工程經濟各佔 6.8%為主。都顯示測量學科應用較廣。

議題 3. 大學/研究所專業選修課程中，哪些學門對工作重要且較具貢獻？

公務員樣本認為鋼結構設計、營建管理與應用基礎工程各佔 12.7%、7.9%與 7.9%，非公務員營建管以及營建專案管理最高佔 14.3%與 11.1%，可能與工作機構影響有關。

議題 4. 認為應強化哪些課程或學門？

公務員樣本認為設計施工實務與法律知識學科，各佔 10.7%，非公務員則認為設計施工實務與專案執行能力要加強佔 11.9%。都認為實務課程對學生幫助較大。

議題 5. 想進修其他方面專業，您最想充實那方面？

公務員認為想充實工程法律學門佔 28.6%，非公務員則是資訊科技佔 14.3%。

二、校友問卷

而校友部分，顧問業的比例最高，顯示教育程度較高，而往規劃設計之領域；但政府單位比例亦不低，可能原因為問卷樣本且樣本回收率不高等因素，也因大環境等因素選擇公家單位之比例提高。另外需以公務員與非公務員作區分，若以分群方式討論，會造成樣本對議題選項混淆，故以不分群整體樣本方式作為討論較為合理。公務員樣本佔整體 27%，非公務員即 73%。

議題 1. 目前土木人力市場專業人才最多為何(漸趨飽和)?

公務員與非公務員皆認為結構領域較飽和，各佔 20%與 33.3%。

議題 2. 目前土木人力市場中專業領域需求最多為何(未飽和)?

公務員樣本認為資訊科技需求變多佔 13%，非公務員則認為營建管理較多佔 26.7%。

議題 3. 未來土木人力市場專業需求方向最多為何?

都認為資訊科技需求最多，各佔 13%與 33.3%。

議題 4. 土木人力專業與學歷需求?

公務人員與非公務人員都認為碩士學歷與較符合要求，各佔 20%與 46.7%，專業背景需求公務員認為 IT 領域較需要，非公務員則是營管領域較高佔 26.7%。

(二)課程調查

議題 1. 土木人需要具備之能力

公務員樣本認為設計施工實務最高佔 6.7%，其次是土木基本學理、電腦知識與專案執行力。非公務員則以土木相關基礎學理 16.7%、設計施工實務與專案執行力各佔 15%。

議題 2. 大學/研究所專業必修課程中，哪些學門對工作重要且較具貢獻?

公務員認為 RC 與結構學較有幫助各佔 4.1%，非公務員結構與工程地質較高，佔 10.2%。可能與過去大多以力學導向教學有關。

議題 3. 大學/研究所專業選修課程中，哪些學門對工作重要且較具貢獻？

公務員認為電腦應用於營管教有幫助佔 5.2%，其餘趨勢都不明顯。非公務員則是工程實務與營建專案管理各佔 11.8%與 9.8%最高。

議題 4. 認為應強化哪些課程或學門？

公務員以外語最高佔 6.8%，其次是設計施工實務與法律知識，但皆不甚明顯。非公務員以設計施工以及專案執行力最高各佔 11.9%。

議題 5. 想進修其他方面專業，您最想充實那方面？

公務員以工程法律最高佔 20.1%，非公務員則是營管、資訊、室內設計，但等比例皆不高，趨勢並不明顯。

三、小結

由於業界與校友之問卷以工作機構之公務員與非公務員且不分群分析方法，發現如預期所料因樣本數不高與不分群之情況下，使得樣本在各議題之選項比重都不高而過於離散或呈現極端之狀況，對於議題的趨勢較不明顯。公務員與非公務員對於市場調查之議題意向差別不大，都認為結構領域漸趨飽和，認為未來需求方向都以 IT 與營建管理居多。差別較大之處為課程調查，因為選項較多、樣本數量有限，所以容易呈現極端差異；

如大學/研究所專業必修課程中，哪些學門對工作重要且較具貢獻中，業界樣本之公務員認為測量學科較有幫助，校友樣本則認為計算學科較有幫助。兩方問卷結果呈現極端，大學/研究所專業選修課程中，哪些學門對工作重要且較具貢獻中，業界樣本之公務員樣本認為鋼結構設計、營建管理與應用基礎工程有幫助，非公務員營建管以及營建專案管理為主，反觀校友樣本之公務員認為電腦應用於營管教有幫助，其餘趨勢都不明顯。非公務員則是工程實務與營建專案管理各佔，差異均較明顯。

但也有相似之處，如認為應強化哪些課程或學門？業界之公務員樣本認為設計施工實務與法律知識學科，非公務員則認為設計施工實務與專案執行能力要加強。都認為實務課程對學生幫助較大。校友公務員樣本以外語最，其次是設計施工實務與法律知識，但皆不甚明顯。非公務員以設計施工以及專案執行力。

5.5 相關研究比較

根據黃正中 (2003)對於土木從業人員專業教育之檢討與意向調查中，針對約 1 千 7 百名從業人員進行調查，樣本對象包括 143 家甲級營造廠、技師事務所與顧問公司，問卷回收率約 8%。以下為對於黃正中 (2003)從業人員相關議題與本研究相似之處做一探討，相似議題包括：

1. 職場體認對於需要應具備能力之看法。
2. 新進土木人員最需具備能力之看法。(本研究：工作經驗應強化之課程或學門)
3. 大學必修對於工作貢獻之看法。
4. 大學選修對於工作貢獻之看法。
5. 進修充實之看法。
6. 大陸發展可能性。

一、基本資料

1. 性別

黃正中 (2003)以男性最多佔 94%女性 6%。本研究業界男性比例佔 85.7%，女性 14.3%。校友男性比例佔 94%，女性佔 6%。因營建產業多屬於勞力密集之工作，女性工作者投入比例較低。

2. 學歷

黃正中 (2003)以學士最高佔 39.5%，碩士 34.3 居次，博士 2.2 最低。本研究業界以碩士 52.4%為最高，其次是學士 33.3%，博士最低為 4.8%。校友以碩士 82%為最高，其次是學士 18%，博士為 0%。表示土木人員學歷有提升之趨勢。

3. 年齡

黃正中 (2003)以 31~35 歲佔 27.6%最多，41~50 佔 23.8 居次。本研究業界以 31~35 歲佔 47%為主，其次是 36~40 歲佔 24%，41~50 佔 14%。校友以 31~35 歲為主佔 34%，其次是 41~50 歲佔 24%，26~30、36~40 歲各佔 18%。



4.職位

黃正中 (2003)以工程師 52.2%最多，部門與高階主管各佔 27.6%與 20.1%。本研究業界以現場工程師最高佔 71%，其次是中階主管佔 19%，其他佔 10%。校友以現場工程師最高佔 64%，其次是中階主管佔 24%，高階主管與其他佔 5.9%。其他為運輸領域。

5.工作領域

黃正中 (2003)以綜合類最高佔 39.5%，建築居次佔 33.5%，大地第三佔 12.6%。本研究業界以水利跟營管最多佔約 29%與 28%，其次是結構為 14.3%。校友以結構與營管最多佔 27%，其次是水利等佔 20%，其他與大地佔 13%。為 13%。其他包括公路工程或材料領域。

6.工作年資

黃正中 (2003)以 6~10 年最多佔 31.3%，11~20 年 28.3%居次。本研究業界以 6~10 最多佔 37%，1~5 年、6~10 年都約 29%，最低為 21 年以上佔 4.8%。校友以 1~5 最高佔 54%，6~10 年 33%，11~21 年佔 13%，21 以上為 0%。可能與系所成立歷史有關。

7.工作機構

黃正中 (2003)以營造廠 70.1%最高，顧問公司 20.1%居次。事務所 8.2%第三。本研究業界以政府單位 52%最高，顧問公司與營造廠都是 19%，建設公司約 10%。校友以顧問公司 40%最高，政府單位 27%居次，建設單位與其他都是 13%。

二、分析探討

文中提到對於議題 1 從業人員在工作體認上對修習之課程意向調查中，對於職場工作需要具備之能力，認為施工實務最需要，其次是相關基礎學理(大學必修)，再來是專業知識(大學選修)。與本研究調查中，業界認為則是基礎學理最需要，再者是施工實務，最後是專案執行能力。校友亦認為基礎學理最需要，再者是施工實務，最後是專案執行能力。

針對議題 2 討論，黃正中 (2003)調查中指出土木相關基礎學理最高，資訊與電腦能力居次，再來是專業知識與施工實務。而本研究業界認為施工實務比例最高，專案執行

居次，基礎學理第三，反而專業知識比例並不高。校友也是施工實務比例最高，專案執行居次，基礎學理、專業知識與專案執行並列，最後是法律知識與外語。可能造成差異原因除了議題詢問設計因素外，與調查樣本數也有關係。

議題 3 中提到，必修課程對於工作之看法，黃正中 (2003) 研究結果依比例高低順序為測量學、土壤力學、基礎工程等課程。本研究業界除測量實習最重要相同外，其次是土壤力學、工程經濟與 RC。認為可能是測量重要原因乃是任何一項工程在初期施作時，此學科都是最先使用的專業技能。校友結果認為工程地質、結構學較重要，其次是基礎工程與 RC。本人認為計算類學科重要原因可能與樣本所處職務或單位有關。

議題 4 提到選修之貢獻看法，黃正中 (2003) 提到營建管理、工程實務與電腦方面為依序重要學科，並且認為絕大部分並未將營建管理納入必修課程為主要原因。而本研究業界則認為營建管理、工程實務與剛結構設計，稍有不同之處。校友部分可能是因各項基礎建設面臨維護管理階段等因素，是此學門貢獻會較高之原因。而本研究結果指出工程實務最有貢獻，其次是營建專案管理其餘比例差不多。

議題 5 提到想進修方面看法，黃正中 (2003) 認為以外語和資訊類比較最高，而其他管理類、財務管理、法律也都超過 10% 左右。本研究業界認為是工程法律最高，其次是資訊科技與室內設計方面。校友部分也是工程法律最高，其次是資訊科技、營建管理與室內設計方面比例相當。

議題 6 隊於從業人員對大陸市場發展的看法，黃正中 (2003) 研究指出有可能的比例最高，不太可能者居次，一定不會的最低。本研究業界則認為是不一定者最高，不可能居次，有可能者第三。前者調查趨於往大陸發展的可能性較大，本研究中則認為可能在大陸市場蓬勃發展之際，許多台商在大陸市場因競爭激烈或其他法令因素，優勢不如想像中樂觀，漸趨向觀望態度。

綜合上述三方分析比較，對於議題中所造成相異的原因，可能因為黃正中 (2003) 針對：

1. 問卷對象：黃正中 (2003) 針對營造廠、顧問公司與技師事務所為樣本對象，本研究則是以校友、政府、建築業、營造業等顧問業為主。

2. 問卷數量：黃正中 (2003) 共發放了約 1 千 7 百份，本研究則為業界 150 份與校友 200 份共 350 份數。

3.分析方式：黃正中 (2003)以次數統計方式，針對受訪者在各項議題所選填之項目做統計交叉分析，本研究則考量到問卷回收數量與類別選項較多，若以黃正中 (2003)之方式統計，可能造成資料過於離散，對分析之結果無法看出趨勢。以集群方式將資料分成幾個相異性最大之數個群組，但使群組內相似程度最高，適用於資料探索性。此種集群方式即可代表某些樣本結構之特徵，即可依此特徵定義所屬之群體，將最相似物件結合在一起以利分析。

5.6 訪談整理

針對各校系主任與資深教授對於人力市場、課程與其他意見進行訪談，內容整理如下：

一、專業人才需求議題調查

1.目前或未來土木工程市場需求改變之方向?

大多認為過去國內大量投入公共基礎建設，過多建設缺乏檢驗維護，土木市場應朝向系統維護管理與工程構造補強。未來則著重永續工程推動、景觀與生態維護領域整合。未來強調整合性與系統性。

2.目前或未來土木人力專業市場需求最多之專業領域與原因?

意見較分歧，多數認為因為傳統基礎建設市場飽和，且過去較少培養維修補強或管理方面的土木工程專才。缺乏跨領域背景人才及具有土木背景之資訊人員。

3.目前或未來土木人力專業市場最缺乏之專業領域與原因?

因學術分組為原因。缺少跨領域人才，如營建管理與施工機械結合等系統、機電類與土木結合。

4.填補該領域人力缺口，土木工程教育應進行哪些調整?

意見紛歧，主要加強基礎課程，但課程內容加入整合性課程，培養次要專長，跨領域之人才。訓練涵蓋如一般法務行政、財務經營和資訊技術等項目，而非僅強調專業技術之分析設計能力，教學橫向進行。結合防災環境議題。如土木與管理、土木與財務等。

5.貴系專業課程中，未來是否應新增課程與原因說明?

各校方向不一且較無新增課程，但大方向仍以永續、環境防災、資訊、管理等課程為主。

二、訪談意見之課程現況調查

1. 貴系主要辦學特色及特殊策略(如建築設計、力學與考照)為何?

各校仍以綜合性土木工程為主，傳統基礎紮根，提升教學廣度。其中台北科技大學與淡江大學強調資訊課程、台灣科技大學與朝陽科技大學強調實務課程。

2. 貴系目前是否有任何特殊之學程(如考照學程)或課程(如高科技廠房施工)，或與其他學校、企業合作?

除台灣科技大學有軌道工程學程之外，其他科系尚無特殊學程。但以環境、防災與營建管理為學程考慮方向。有合作企業多以一般營造廠、顧問公司暑期自由意願方式合作實習，如德寶、中華顧問公司。

3. 貴系目前轉系(報到)比率與主要轉系系所?

普遍都有轉系比率，轉入科系多為機電、資工、等資訊類科系。

私立大學報到率維持 6 至 7 成左右。轉系約同上。轉系率較高者為中央大學，約 20%；其次為成功大學約 15~20%；台灣大學、中興大學、淡江大學約 5~8%；技職體系轉系率非常低。

4. 是否認為土木系學生之素質有越來越差之趨勢?原因說明以及如何改善。

多數認為有滑落趨勢，主要與土木市場有關。對產業不景氣且勞力付出產業印象不佳、志願較低，排名相較其他科系落後。建議相關政府民間單位，如土木水利工程學會等機關持續努力提昇土木工程之專業形象加強宣傳與教育。

5. 認為造成錄取分數降低之主要原因及因應策略?

土木工程市場狀況與土木工程產業形象不佳，相較於明星產業待遇偏低，土木領域廣泛需長時間摸索興趣方向。還有生產率降低。作法仍為加強宣導與提升教學環境。

6. 認為因應營建業長期不景氣之情況，貴系未來之因應作法為何?

反應不一。多半受訪者不認為會長期不景氣，而認為是週期性現象。多數科系並無任何因應策略。其他意見摠為大環境問題需求變少，亦考慮是否縮編，或做中長程

規劃。不應刻意隨市場變動調整，而以未來公共建設方向調整。進階高等課程以橫向非深度發展，或是強化培訓學生考照之課程並與業界建立良好關係，加強學生之職業倫理教育及資訊能力之提升。

7.認為貴系畢業生最缺乏之專業知識為何，造成原因及如何改善？

受訪者對此問題回覆意見差異相當大，有的提出認為有缺乏，缺乏生命週期整合性課程、法律、財務、工程契約等方面。原因多為沒有開設相關課程。

各校教學目標不致相同，綜合而言包括：人文、社會、經濟、財務、法律、生命週期等課程。

8.系所經費如何分配？

一般為系務會議討論，由重點領域優先提出，可由招集人或是各領域小組優先使用設備購買，其餘為其他各組維護費用，經費彈性化。



第6章 土木工程發展策略

本階段主要係針對各項需求缺口規劃可能之因應策略，以作為後續國立交通大學土木工程系未來發展方向之參考。利用先前文獻回顧方式，蒐集目前國內外有關係所經營之相關研究文獻或網頁資料，瞭解目前工程教育或土木工程系辦學之問題，以及相關學者提出之改善建議及措施(如、柏克萊、普渡等)之土木轉型發展，作為規劃未來發展策略之參考。配合本系之相關背景資料，例如發表期刊數、計畫金額、師資、課程內容等研究方向等，並與其他同屬研究型之大學比較以了解目前本系之辦學特色，並提出系所未來發展之因應策略，作為日後如課程、師資、招生、等資源依據。

6.1 交大土木系現況

一、基本條件

交通大學土木工程系的歷史不算悠久，但因近年來發展快速，交通大學整體聲望的成長和地理位置等優勢，本系師生的持續努力，在國內各大學土木工程相關科系中亦屬於領先地位，整體排名約在前三名上下。本系現有專任教師 29 位(含教授 18 位，副教授 10 位，助理教授 1 位)，兼任教師 9 位。今大學部學生約 297 名，研究所碩士班研究生約 182 名，博士班研究生約 113 名。

如表 6.1 所示，本系教師之年齡以 41~50 者最多，佔 64%；40 歲以上者共佔 89%。

表 6.1 本系所教師年齡

年齡層	31-40	41-50	51 以上
人數	3	18	7
比例	11%	64%	25%

二、教學資源

如表 6.2 顯示，本系教師數與若與台灣大學相比，約差 19 名左右，在延聘優秀的師資上還有討論空間。從學生總數來看，與台灣大學相差 200 名左右；從師生比方面來看，相差 3 個學生數，約略看出學生數與師資上的差距。另外列舉國外兩所大學；柏克萊與伊利諾大學為例，兩校師資人數將近為 80 名左右，為本系所師資之兩倍，除了既有相似的研究領域外，還包括環境、運輸等土木工程系統學程，可能是師資較多之因素。

三、研究能量

從學生數來看，碩士生人數與台灣大學比較相差 100 名左右，博士生人數則較接近，研究生佔學生總數的比例不相上下。如表 6.3 所示，列舉國內指標性大學科系 2001~2003 以各校為單位的國外期刊發表數、相關審查制度與計畫件數等統計，除了國科會計畫件數與國際合作計畫略微超越外，其餘都略低於台灣大學。

特別需要解釋的如表 6.3 所示，交通大學與成功大學的 SCI、SSCI、AHCI 期刊數、各校發表 TSSCI 期刊數以及五年內 SCI、SSCI、AHCI 論文平均引用次數皆為零，經向資料庫之委託辦理學校等單位；台灣師範大學與中原大學詢問後，因資料收集與整理等過程中，部分資料彙整並不齊全，故資料庫就此部分所得資訊並不完整。另如表 6.4 所示，各校教師總論文發表、計畫與計畫金額、期刊、研討會數量等約為台大的一半左右，研究計畫數則差距稍大，計畫金額則是差距頗大，本人認為可能除了師資數呈現差距外，計畫多寡可能與所在地理位置因素有關。

表 6.2 各校師資、學生數、師生、研究生比例

學校項目	交通大學	台灣大學	成功大學	中央大學	中興大學	中原大學	淡江大學	中華大學	台灣科大	台北科大	高一科大	朝陽科大
教師數	29	48	32	43	34	17	16	18	29	24	20	22
教授	18	37	17	30	21	7	7	4	18	3	2	4
副教授	10	8	8	8	10	8	7	13	8	17	10	10
助理教授	1	3	7	5	3	3	2	1	3	4	8	8
博士學歷	28	44	32	43	32	12	15	16	28	22	20	22
碩士學歷	1	4	0	0	2	3	1	0	1	2	0	0
學生總數	592	823	643	653	696	919	746	567	760	497	458	524
學士	297	420	365	379	429	797	658	424	490	372	384	440
碩士	182	280	198	185	174	114	68	117	170	116	66	84
博士	113	123	80	89	93	8	20	26	100	9	8	0
師生比	1:20	1:17	1:20	1:15	1:21	1:54	1:47	1:32	1:26	1:21	1:23	1:24
研究比例	49.8	49	43.2	42	38.4	13.3	11.8	25.2	35.5	25.2	16.2	16

註：教師數是指專任教師數。

(資料來源：教育部統計處 2007，本研究整理)

表 6.3 2001~2003 各校相關期刊研討會等論文、計畫與金額統計(系所為單位)

學校 期刊類別	交通大學			台灣大學			成功大學			中央大學		
	90	91	92	90	91	92	90	91	92	90	91	92
SCI、SSCI、AHCI 期刊數				56	61	47				72	48	53
發表 EI 期刊數	12	10	18	4	3	3	22	22	23	29	28	24
發表 TSSCI 期刊數												
五年內 SCI、SSCI、 AHCI 論文平均引用 次數				1.7	0.7	2.1				1.9	27	4
發表於具審查制之 期刊數	17	12	24	58	51	57	22	35	23	69	46	66
發表國外研討會論 文篇數(對外公開徵 稿並有審稿制度之 研討會論文)	22	18	24	102	98	93	12	12	19	33	26	38
發表國內研討會論 文篇數(對外公開徵 稿並有審稿制度之 研討會論文)	82	82	56	144	153	165	19	13	9	147	162	186
國科會研究計畫總 件數	44	31	34	42	47	50	36	38	33	51	52	51
國科會計畫總金額 (千萬)	2.7	2.28	2.01	2.59	3.7	3.9	2.5	2.15	1.8	1.43	1.57	2.0
非國科會計畫總金 額(千萬)	0.61	0.81	0.76	2.06	2.69	2.45	1.49	1.9	1.8	4.6	2.9	2.68
與國際(含大陸地 區)合作計畫總件數	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
於公開場合舉辦之 具審查制度之個人 展演場次總數	1	0	2	10	15	10	0	0	1	2	3	2
擔任國內外有審查 制專業期刊,學報編 審之教師總人次	18	21	29	16	18	20	22	23	23	32	34	36
獲全國性或國際性 學術榮譽獎教師總 人數	0	0	1	11	12	13	2	1	1	1	4	6

(資料來源：教育部公私立大學校務評鑑系統 2007，本研究整理)

表 6.4 1991~2006 年度各校教師論文、研討會、計畫與計畫金額

學校項目	交通大學	台灣大學	成功大學	中央大學	中興大學	中原大學	淡江大學	中華大學	台灣科大	台北科大	高一科大	朝陽科大
期刊	824	1565	775	1076	633	233	209	387	555	425	247	277
研討會	1303	2605	1093	2507	1031	303	482	800	807	808	427	435
專書及專書研討會	381	349	117	160	63	23	63	58	68	62	48	59
技術報告及其他	296	887	442	1132	388	105	96	369	518	271	194	255
80-95 研究計畫數	546	1206	505	965	538	117	185	234	566	140	148	213
總經費(億)	2.9	18.6	2.1	4.4	2.49	0.42	0.67	0.88	2.46	0.51	0.48	.091

(資料來源：行政院國家科學委員會 2007，本研究整理)

表 6.5 1991~2006 年度各校教師論文、研討會、計畫與計畫金額平均

學校項目	交通大學	台灣大學	成功大學	中央大學	中興大學	中原大學	淡江大學	中華大學	台灣科大	台北科大	高一科大	朝陽科大
期刊	27.5	32.6	25	25.6	21.8	15.5	16.1	15.5	19.1	19.3	12.4	12.6
研討會	43	54.3	35.3	59.7	35.6	20.2	37.1	32	27.8	36.7	21.4	19.8
專書及專書研討會	13	7.3	3.8	3.8	2.2	1.5	4.8	2.32	2.3	2.8	2.4	2.7
技術報告及其他	9.9	18.5	14.3	27	13.4	7.0	7.4	14.8	17.9	12.3	9.7	11.6
研究計畫數	18.2	25.1	16.3	22.4	18.6	7.3	12.3	9.4	19.5	6.4	7.4	9.7
總經費(百萬)	9.7	38.8	6.8	10.3	8.3	2.5	4.7	3.6	9.1	2.5	2.4	4.3

註：平均數=各項目/專任教師數 (資料來源：行政院國家科學委員會 2007，本研究整理)

6.2 SWOT

吳清山與林天祐 (2005)提到策略是分析組織內外部的一種工具，包括內部優勢、劣勢與組織外部的機會與威脅。目的在於協助組織發展具有競爭優勢的經營策略。策略形成的第一步，盡可能先建立與蒐集組織內外在環境的整體資訊。包括人員年齡、學歷歷史、設備、經費、教師與學生表現等都是構成要素之一。而地理位置、政策、社會發展、其他學校與科技發展趨勢等是必須考慮的外在因素。分析時從整體資訊中找出與達成目標接近相關的項目，再以內外條件加以評估。評估時先對內在條件的優缺點評估，其次評估外在條件的機會與威脅。SWOT 分析評估後，掌握運用優點、彌補缺點、掌握機會與避開或緩和威脅加以補強。思考方向包括：

- 1.調整自身條件以配合外在條件。
- 2.以行動介入外在環境，嘗試改變外在條件尋求契機與突破。

一、優勢(Strengths)

在優勢(Strength)方面，本系除聲望與教師資源具優勢外，以國立大學體系中相對充足的經費，使本系的空間與研究設備趨近完善。此外在地理位置方面，在桃竹苗地區本系在土木工程系所中居於領先地位。

二、劣勢(Weakness)

劣勢(Weakness)方面，本系所雖各項師資優秀、設備等充足，但與同屬競爭位置的其他系所相較下同質性太高(如課程、學程)，沒有太大區隔，欠缺差異化。也無行銷、宣傳等作法提升本系聲望或能見度力，對土木工程之形象提升有所影響。根據資料蒐集與訪談顯示，本系師資結構上欠缺其他如環境、運輸等跨領域，是未來向其他領域發展的最大限制。因此在跨領域與多元教學和研究上資源略顯不足。

三、機會(Opportunities)

地處新竹，以交通便利性來說，可使用的交通工具甚多，但對於如台北與台中等其他都會區的學生來說，就可能有交通便利之疑慮。以市場而言，大陸地區土木市場的蓬勃成長是目前最大的刺激力量。在這個潮流力量下，許多國外大學或公司無不積極想進入大陸市場。

另外面對日益重視環境與生態的永續發展前提，使得土木工程轉型以及跨領域的需求，就地理位置與校內電子資訊相關系所眾多的條件來說，透過合作交流如電資科系、環工等系所，就可以突顯與其他系所之差異。

四、威脅(Threats)

以外部威脅來說，土木市場急遽萎縮，設計分析與管理的電腦化與普及化、施工機具的自動化，相對於土木人力需求降低，使人力資源需求面臨供過於需的問題。加上國內土木工程相關科系眾多，主要的國立大學都有土木工程相關系所，這些科系整體來說無明顯差異性，容易被替代性高；若其他系所具備不同優勢時，就會對本系產生威脅。此外目前營建產業的萎縮態勢造成入學學生以電子資訊等系所為優先考量，對於土木工程相關系所招生與學生素質勢必產生壓迫與降低，也影響到教育研究成效與教育資源的浪費。



6.3 策略訂定

本研究將交通大學土木系未來目標方向設定成：人才培育符合業界與未來學術發展需求，以此目標分析研擬整理與目標有關之策略，作為交通大學土木系未來策略之參考。其次根據問卷分析等資料，以人才需求與課程等議題方向對交大土木系專業人才培育以及課程內容作分析探討。

一、概況說明

交大土木系系史概況如表 6.6 所示，與人才培育方向及系所發展也有著重要的關係，透過對歷史沿革資料了解本系所所培育的人才方向。

表 6.6 土木系所沿革

民國 67 年	成立「交通工程系」
民國 68 年	本系改名為「土木工程學系」
民國 74 年	成立研究所碩士班專業領域包括結構工程、大地工程組、流體力學及、環境工程組
民國 77 年	研究所增設博士班
民國 79 年	環境工程研究獨立領域調整為結構工程、大地工程、流體力學、測量及運輸工程管理
民國 81 年	流體力學組更名為「水利及海洋工程組」
民國 83 年	運輸工程管理組獨立，另設研究所
民國 87 年	本系增設「營建管理組」
民國 90 年	測量組更名為「測量及空間資訊組」

二、專業人力市場需求方向：包括漸趨飽和、未飽和及未來需求等議題方向。

1. 大多認為目前漸趨飽和：以結構為最高，其餘的意見比例差異較大。根據本系所歷年專業人才培育人數比例來看，如圖 6.1 所示，交通大學土木系歷年培養專業人數以結構領域最多。

2. 認為目前未飽和：有跨領域、IT 與營管為主。如圖 6.1 所示，根據問卷結果來看，相關跨領域部分或環境方面；本系所尚未有相關領域與師資，營管相較其他領域比例較低，IT 領域比例更低。原因可能是與本系所相關組別成立歷史有關。

3. 以未來需求觀點認為有水利、海洋與大地、IT 及營管為主。可能與重視環境方面和科技等方面有關。水利、海洋等大地類比例尚足，IT 領域與營管理比例相對較低。

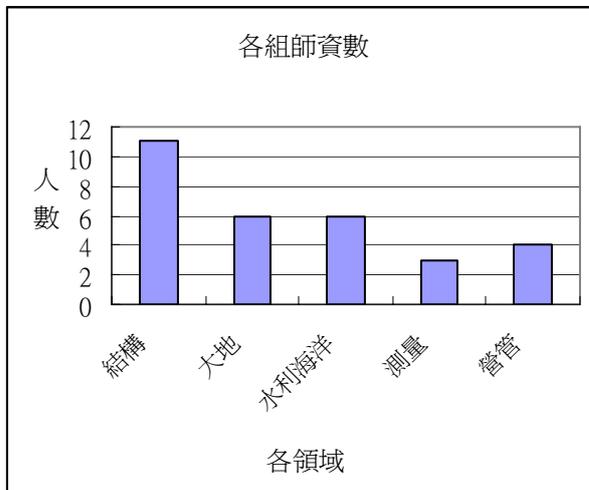
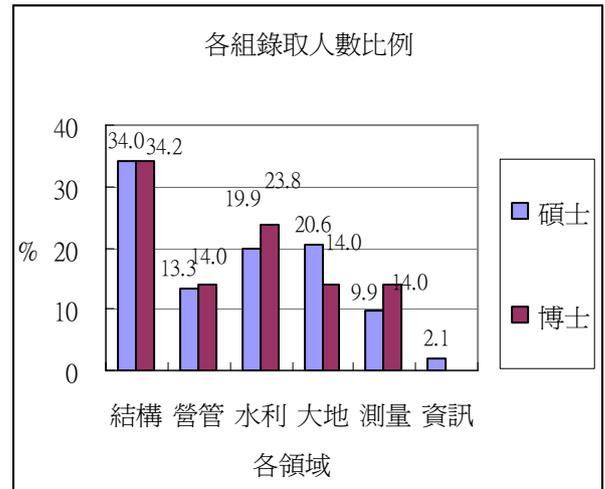
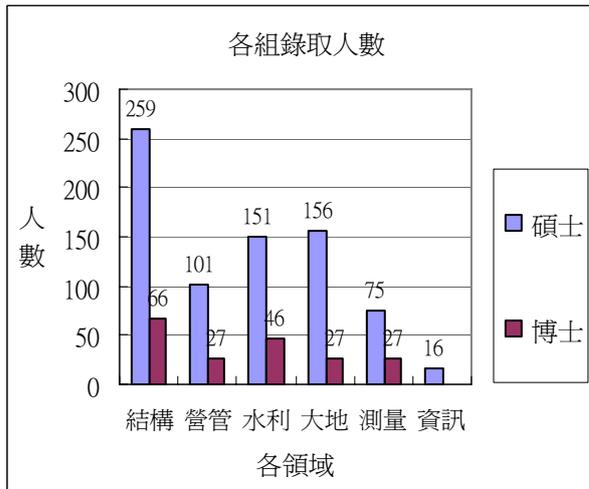


圖 6.1 1999~2005 土木系錄取人數統計與比例

三、課程方向：包括土木人能力具備、必選修、加強學門或進修充實之方向等議題。

- 1.能力具備方面，大多對基礎學理的持續紮根表認同，其次是施工實務的重視，再者是專案執行等能力。本系所基礎學理課程比例充足，沒有此方面之顧慮。
- 2.必修方面，認為測量的佔大多數，其次是力學方面如 RC、材力等。根據課程調查如圖 6.2 所示，大學與研究所測量類比例分別是 6.3%與 15.6%，比重算是充足。
- 3.選修方面，大多認為營建管理與施工實務較有貢獻。如圖 6.2 所示，大學與研究所比重大約為 7.9%與 10.9%，施工實務多屬營管領域，相關比重尚足。
- 4.強化學門方面，以施工實務比例最高，其次有法律知識與專案執行力等。其次認為專業知識比例也不少。就以課程調查來看，法律知識在國內各大學大學部與研究所幾乎沒有。

5.進修方面，工程法律是較多受訪者較想進修的學科，其次是 IT 與營建管理的比例也不低。如圖 6.2 與 6.3 所示，IT 比例尚低，營建管理領域尚足。

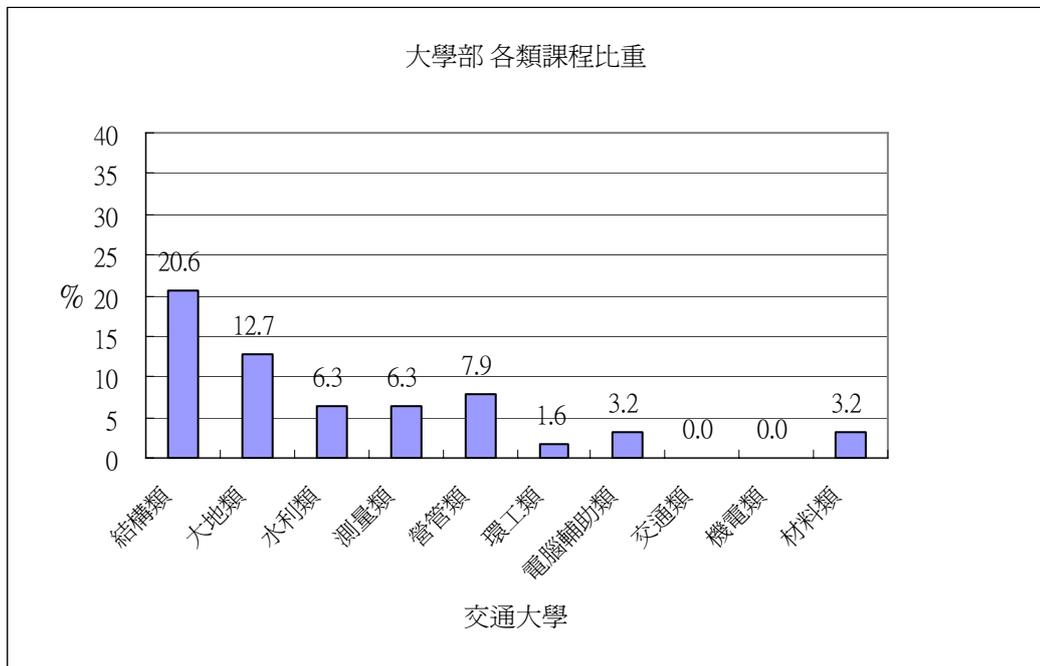


圖 6.2 交大土木系大學部課程比重

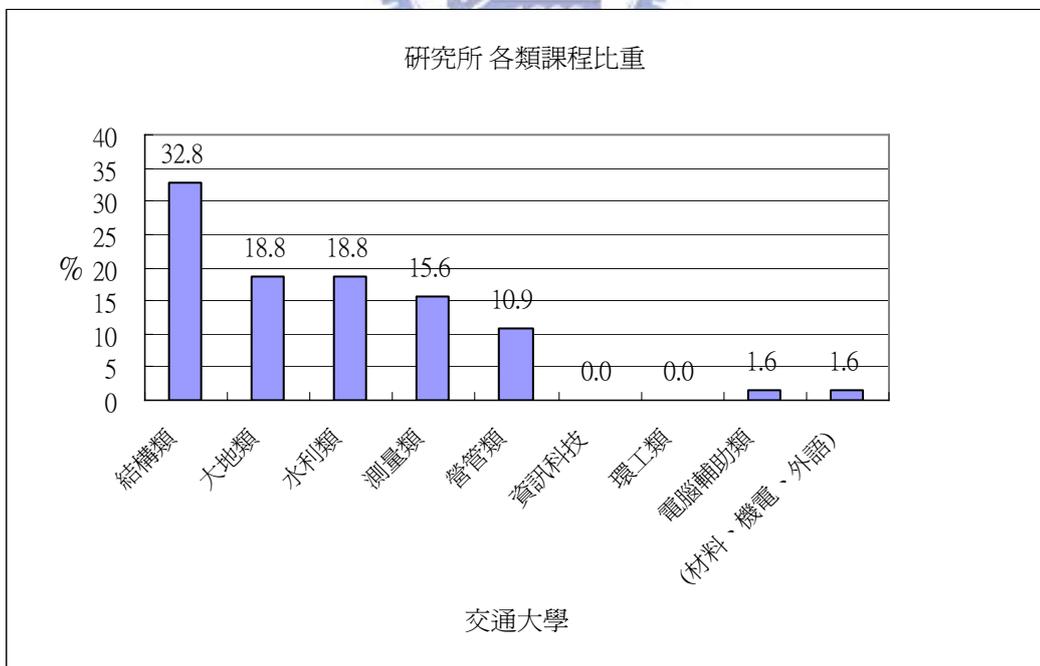


圖 6.3 交大土木系研究所課程比重

表 6.7 SWOT 分析表

		外部分分析	
		Opportunities (機會)	Threats (威脅)
比對策略	內部分分析	O1.藉機提升形象	T1.土木整體評價、形象不佳
		O2.跨領域人才需求提高(如重視環境、防災)	T2.市場人力需求降低
		O3.中國市場的成長	T3.薪資待遇不優渥，吸引力不佳
		O4.與知名大學合作	T4.國內系所競爭且相似性高
		O5.與園區等業界合作	T5.大陸學校成長迅速
		O6.與校內熱門系所合作	T6.熱門科系發展快速
		O7.吸引國外優秀學生	T7.他校進行改革加快
Strengths (優勢)	S1.鄰近科學園區	 <p>S. O.</p>	S. T.
	S2.桃竹苗地區龍頭		
	S3.學校聲望佳		
	S4.師資陣容堅強		
	S5.研究能量佳		
	S6.系所經費、設備充足		
	S7.交通便利性佳		
	S8.校內電資科系多		
	S9.畢業生形象良好		
Weaknesses (劣勢)	W1.畢業校友聲望不足	<p>W. O.</p>	W. T.
	W2.就業方向不明確		
	W3.其他領域師資		
	W4.欠缺相關領域(環境、運輸等)		
	W5.缺少行銷宣傳能力		
	W6.科系差異性不明顯		
	W7.課程內容調整		
	W8.人才培育調整		

如表 6.7 SWOT 分析所示，根據各項內部與外部相關資訊建立 S(優勢)、W(劣勢)、O(機會)與 T(威脅)分析表。將內外部資訊每項逐一比對與評估，採取掌握運用優點、彌補缺點、掌握機會與避開或緩和威脅加以補強。比對結果如表 6.8 所示。

表 6.8 策略分析結果

S.O.	S.T.	W.O.	W.T.
<p>S1O5 鄰近園區，可合作的對象與機會較多。</p> <p>S2O1 擁有桃竹苗龍頭優勢，加強行銷與宣傳提升形象。</p> <p>S2O2 可與其他跨領域建立合作模式(如跨領域學程)。</p> <p>S2O3 擁有桃竹苗龍頭優勢，有條件與其他大學合作。</p> <p>S3O7、S6O7 聲望佳、系所經費與設備完善，可吸引國外學生。</p> <p>S4O3 師資堅強可強化與中國之合作實力。</p> <p>S4O4 可與中國大學建立聯盟伙伴。</p> <p>S7O5 就業機會增加。</p> <p>S8O6 校內電資系所多，可藉此提升差異性與競爭優勢。</p>	<p>S1T1 鄰近園區，相較於電資系所，土木相對評價、形象不高。</p> <p>S1T3 相較園區專業背景，對土木薪資偏低而降低吸引力。</p> <p>S1T4 借地理優勢，尋找與其他競爭系所之差異性。</p> <p>S2T1 有桃竹苗地理優勢，可吸引鄰近優秀學生。</p> <p>S2T4 可能因他校其他優勢，地理優勢喪失。</p> <p>S3T3 土木薪資不優渥也可能影響聲望。</p> <p>S3T4、S6T4 系所區隔不明顯，易被取代。</p> <p>S4T2 需求降低使教育資源浪費。</p> <p>S7T4 其他系所地理位置更便利，會則使地區優勢降低。</p> <p>S8T1 與熱門系所(如相關電資科系)合作，可改善對土木觀感與評價。</p> <p>S8T4 可創造出與其他系所之差異性。</p> <p>S8T6 以轉系情況而言，熱門科系之威脅，既為威脅不如採以合作。</p>	<p>W3O2 聘僱相關領域師資。</p> <p>W3O4、W3O6 可彌補其他領域師資並與學系交流。</p> <p>W4O2、W4O4 藉此開設新學程或與他校合作。</p> <p>W5O1 加強行銷手段提升形象。</p> <p>W5O4 與知名學府合作提升國際化程度。</p> <p>W5O5 藉由業界合作打響知名度。</p> <p>W5O6 與電資系所合作，增加吸引力。</p> <p>W6O2、W6O4、W6O6、W7O2、W7O6、W8O2 開設新學程或與其他領域合作。</p>	<p>W1T4、W2T2、W2T3、W2T4 就業機會減少或競爭力降低。</p> <p>W2T6 造成信心降低，喪失動力與競爭力。</p> <p>W3T4、W4T4、W7T4、W8T4 無法凸顯差異性。</p> <p>W3T7、W4T7 可能造成優勢喪失。</p> <p>W5T1、W5T4 造成形象降低或地位受到威脅。</p> <p>W5T3、W5T5 可能無法吸引優秀學生或與聲望受到影響。</p> <p>W6T4 造成競爭加劇易被他校其他優勢取代。</p> <p>W6T7、W7T7、W8T7 造成競爭激烈優勢降低。</p>

根據 SWOT 之分析與評估且在逐一比對各項資訊後，歸納之前所蒐集之資訊：國內外系所調查以及問卷等訪談結果，嘗試擬定所有可能的策略如下：

1.加強行銷策略以提升本系地位與形象。

透過國內外系所歸納整理、SWOT 等彙整後，發現因國內同質性院校競爭多且無明顯差異化、土木市場萎縮、學生就讀意願低等明新產業壓迫因素，目前尚無具體之行銷手法提升本系所之地位與形象。認為透過此一方法希望能夠促進本系所之地位與形象。Tender 和 Fellow (1996)也提到，透過教育單位與產業的合作，可以促進與產業間之合作關係，無不也是一種行銷之策略，可藉此機會提升本系聲望與學生就業優勢。

2.具有地理優勢，加強與其他大學合作。

先前提到本系地理位置於桃竹苗地區具有優勢，在此地區居為龍頭，不論在師資、設備等方面與其他大學合作機會大增，亦可促進雙方研究交流之能量。如透過國外系所調查之柏克萊大學提供科技學程與哈斯學院合作，提供該有之師資與課程供學生學習。

3.課程方面，可與其他學系領域整合或加強之間交流。

透過問卷、訪談以及系所 SWO 分析結果，資料顯示出部分受訪者認為未來學科或學程應朝橫向與跨領域方向著磨，問卷部分除各項議題對於課程應保有基本學理與課程意見外，也認為應跨足其他領域之發展，如科技與環境範疇。國外系所調查中得知，許多大學也計畫成立教育改革中心，提供跨領域學程，提升學科間橫向發展。Felder (1994)也提到國外大學多已改制土木與環境工程系所，顯示出對此兩範疇並重與整合之用意。

4.系所體質佳，與國外大學合作機會大增，可增加國際能見度與競爭優勢。

大陸市場蓬勃發展，國內市場萎縮並且受明星產業科技業影響，大陸地區土木市場的成長對於國內經濟是股驅動的力量。使得不論是國外大學或公司機構急欲進入大陸市場以分享人才培育訓練等研究資源。而本系師資具有專業能力與英語能力上具備基本優勢，對於國外合作的條件機會大增。

5.人才與課程方面，成立跨領域學程或與其他領域合作(如環境、電資、運輸等)，可凸顯差異性並確保競爭優勢。

對於未來人才市場與課程需求轉變，曾惠斌 (2005)也提出了針對未來土木領域研究方向中長程規劃，甚至變更系名等措施，對於課程等師資實質內容提出具體作法以能夠符合未來研究需要之範疇，並提到計畫在於打破各學術分組界線，朝跨領域學群整合方式調整，以繼續維持土木工程教育、研究及服務方面的地位。而國內部分課程不符合未來研究潮流，透過問卷與國外大學調查，認為需要提出新的學程或課程加以創新改革，並鑑於國內大學課程同質性過高，缺乏差異性，本研究認為可藉由鄰近園區與地理位置優勢、校內等科技系所極具優勢因素外，透過跨領域合作或學程交流產生差異性並彌補這方面師資與教學等資源之缺乏，進而提升競爭力。

6.加強業界之交流與實務經驗學習，提升系所聲望以及就業競爭機會。

Pauschke 和 Ingraffea (1996)提到國外大學目前教育可以透過業界協助，在技術上與經驗上合作交流，目的希望透過這樣方式了解業界對於人才之需求，也因為這樣可以將經驗導入教學，提升學生就業競爭力。而國內大多數院校與業界交流似乎不多，問卷也顯示出目前業界所需要之人才方向、課程就以本系所現況而言仍舊缺乏，如科技、環境等跨領域課程，若能增加交流，在教學經驗上也可增加本系所競爭力。訪談中也發現大多數校系轉系率偏高且多為明星科系居多，若能加以提升交流機會，藉以提升系所聲望與就業競爭機會，或許也可改善此問題。

7.與校內電子等資訊系所合作，亦可藉此提升土木形象與評價。

而目前國內學術分組過系、課程多無新增以符合未來研究潮流，橫向發展機會少、領域間之研究合作機會不多，且因同質性過高等因素，課程多無新變化。曾惠斌(2007)土木系中長程與更名計畫中也提到，計畫在於打破各學術分組界線，朝跨領域學群整合方式調整，以繼續維持土木工程教育、研究及服務方面的地位。交通大學校內科技產業多且具優勢，若能與這些科系合作，在教育師資上、教學研究資源整合極為容易，可凸顯與其大學之差異性並提升學生學習意願，進而提升土木系之平價與形象。

所以由上述之策略擬定得知，根據目標方向可採取的策略為：

- 1.成立跨領域學程或與其他系所合作(如環境、電資、運輸等)，能凸顯差異性以確保競爭優勢。
- 2.其他學系領域整合或加強之間交流。
- 3.加強業界實務經驗與交流，提升系所聲望及就業機會。

6.4 相關研究比較

一、單信瑜教授 (2005) 交通大學土木系所研究計畫

根據單信瑜 (2005)交通大學土木系所研究計畫所做的調查中，針對交通大學土木工程系所進行策略分析探討，文中對系所現況與 SWOT 之分析策略與評估，分析結果概略如下：

1.優勢(Strength)：認為本系除聲望與教師人力資源優良極具優勢之外，國立大學相對較為充足的經費使本系的空間與研究設備完善。此外在地理位置方面在桃竹苗地區本系在各土木工程系所中居於領先地位。

2.劣勢(Weakness)：本系師資結構上欠缺交通、環工、都計等相關領域是未來發展最大的限制。此外由於校內缺乏地質、地理、生態相關系所，因此在跨領域與多領域的教學和研究上資源不足。本系所雖師資優良、形象頗佳，但與其他系所相較實質上欠缺明顯與差異化之核心競爭力，同時本系亦無清楚的發展方向；在對外形象建立方面，交通大學土木系尚無相關行銷計畫、亦欠缺行銷能力。本系人力結構彈性小、難有擴充空間。另一方面，系所本身的運作方式也不利於變動與調整，經費運用彈性亦小。本系系館工二館空間不足且過於老舊，也是不利因素。就交通大學整體而言，學校非完全大學、對許多優秀學生吸引力降低；本校雖地處新竹，但對於台北與台中都會區的一般學生尤其是研究生來說，也有交通便利性的顧慮。

3.機會(Opportunities)：土木工程產業整體市場狀況而言，大中國地區土木工程市場持續成長是唯一的驅動力量。在這個力量牽引下，外國大學或公司亟欲進入大陸市場，分享人才培育、訓練、顧問、研究的大餅。交通大學因師資多數由美國知名大學畢業，因此在專業能力與英語能力上具備基本優勢；且歷年來與國外各大學多有接觸，具備拓展合作的條件。若能充分利用這些機會開設特殊學程，則建立交流環境，吸引大陸學生和外國學生將不成問題。

4.威脅(Threats)：就整土木工程體環境的外部威脅來說，從人力資源的需求面來看，本土新建工程的市場急遽萎縮，政府投入公共建設的資金雖然持平，但是由於投入的工程項目將以都會聯絡道路、都會捷運、污水下水道等工程為主，經費雖然龐大，但許多經費用於用地徵收、地下工程以及車輛、機電設備，這類工程總金額雖然巨大，實際上屬於傳統土木工程的部分相對偏低；換言之，若傳統土木工程的觀點而

言，公共建設的經費是萎縮的。且由於分析設計與管理的電腦化，施工機具的自動化，對於傳統土木工程人力資源的降低。這些趨勢並無扭轉的可能。就人力資源的供給面來看，土木工程相關科系眾多，主要的國立大學都有土木工程相關系所，且為數眾多，許多學校甚至於有獨立的水利工程系、環境工程系等相關科系。所有這些科系之間的辨識度低、替代性高；因此其他大學系所具備之地理條件或者是其他條件的優勢極可能威脅到本系的地位。此外土木工程產業的萎縮趨勢造成青年學生以電子資訊等系所為優先考量，且在這類系所蓬勃拓展擴大招生之際，土木工程相關系所招收的學生素質勢必逐漸降低且向心力不足，影響到教育與研究的成效，最終導致惡性循環。

以本研究 SWOT 分析來看，優勢部分也認為在人力師資與地理方面具有優勢。

劣勢分析部分也認為缺乏其他領域如環工、運輸領域等師資，可能對於發展有一定程度限制。單信瑜 (2005)認為人力調整的空間不大，本研究認為或許可調整範圍不大，但仍有調整空間，或透過領域間合作或開設學程方式彌補相關方面師資不足之情形。此外單信瑜 (2005)對交通大學土木系地理位置對於台北與台中都會區的一般學生；尤其是研究生來說有交通便利之疑慮，但本研究認為以便利性來說，可以另外針對討論對園區地理位置而言，與土木相關之科技如高科技廠房，可以成為是本系所之優勢，反觀若以中央部會機關，如工程會、營建署等位置來看，本校地理位置就明顯比都會區來的不便(如研究計畫數)。

機會方面，單信瑜 (2005)認為大陸地區土木市場的成長是對於國內經濟驅動力量。而造成不論是國外大學或公司機構急欲進入大陸市場以分享人才培育訓練等研究資源。並提到本系師資具有專業能力與英語能力上具備基本優勢，對於國外合作的條件機會大。本研究也認為大陸地區土木市場的成長也是一個機會，可藉由國內師資、教學水平等設備優勢，拓展國外學生市場或合作機會。外部威脅來說，單信瑜 (2005)認為從人力需求面來看，認為工程的市場萎縮，政府投入公共建設的資金雖然持平，但是由於投入的工程項目將以都會聯絡道路、都會捷運、污水下水道等工程為主，經費雖然龐大實際上屬於傳統土木工程的部分相對偏低。本研究也認為整體環境市場萎縮影響，對於人力資源需求勢必造成影響。若能與其他領域合作，取得在土木系所競爭的優勢就大增。在策略訂定部分，單信瑜 (2005)研究中將願景目標設定以台灣土木工程科技與新世代土木工程師的孕育者，並研擬四項策略目標，包括：

- 1.整合與系統思考，問題解決能力。
- 2.深度、廣度與兼具彈性，強調永續發展。
- 3.跨領域整合與多領域知識學習，並結合高科技。
- 4.國際化。

具體策略部分，單信瑜 (2005)研究中則擬定下列 6 項具體策略：

- 1.課程調整導入學程，增加設計實作課程。
- 2.建立研究跨組學程，規劃跨領域團隊。
- 3.與土木相關環工、運工等建築系所合作開發新學程。
- 4.與國外知名大學建立合作並聘請學者研究講學。
- 5.提升英語授課比例，導入國際學程並招收國際學生等英語檢定。
- 6.與環工、運工等建築系所合作或合併。

本研究根據 SWOT 分析評估之策略有：

- 1.加強行銷策略以提升本系地位與形象。
- 2.具地理優勢，加強與其他大學合作。
- 3.其他學系領域整合或加強交流。
- 4.系所各方面具優勢，與國外大學合作機會大，增加國際能見度與競爭優勢。
- 5.成立跨領域學程或與其他領域合作(如環境、電資、運輸等)，凸顯差異性確保競爭優勢。
- 6.加強業界等實務經驗交流，提升系所聲望與就業競爭機會。
- 7.與校內電子等資訊系所合作，亦可藉此提升土木形象與評價。

根據蒐集之資料與問卷內容，如永續發展概念、課程廣度與彈性學習、各領域合作或第二專長培養、實務合作等資訊，將目標訂為「人才培育符合業界與未來學術發展需求為主」。包括對人力需求與課程討論、大學系所課程調查與訪談、國內外系所發展方向等目標。故與本研究與目標相符合可採取的策略為：

- 1.成立跨領域學程或與其他領域合作(如環境、電資、運輸等)，更能凸顯差異性以確保競爭優勢。
- 2.其他學系領域整合或加強交流，培養第二專長。
- 3.加強業界交流與實務經驗學習，提升系所聲望以及就業競爭機會。



圖 6.4 策略示意圖

二、曾惠斌教授 (2007)土木系中長程與更名計畫

根據曾惠斌教授 (2007)土木系中長程與更名計畫所做的調查中，針對台灣大學土木工程系所進行未來中長程目標等願景訂定、各組 SWOT 分析探討以及各項具體措施計畫，文中對系所現況與 SWOT 之分析評估等結果概略如下：

文中提到台大歷史之悠久與歷年沿革，配合目前國際化與本土化等潮流，調整目前教學之方針。內容針對目前台大各研究領域之現況、課程安排以及未來發展之中長程計畫提出相關更名之理由，包括配合土木與永續環境、順應世界潮流變化。例如京都大學於 1996 年將土木工學科、交通土木工學科、衛生工學科和資源工學科整合成『地球工學科』；在美國地區更有高達七成五的系名稱另加冠「環境工程」以突顯目前環境工程在土木工程領域中之份量。可見此一演變已是全世界共同之趨勢，有必要順應此一世界潮流，加強對學生在環境有關工程的訓練。

其次提到現況教學發展因應社會之需求，需將有效拓廣科際合作之大型整合計畫，解決公共工程建設所面臨之各項問題，進一步加強與校內外各單位之合作關係，對象包括：環工所、應力所、城鄉所、工科海洋系、資訊系、水工所、地震中心、地質系、農工系、工管系及法律系、國家地震工程研究中心、工學院地震工程研究中心、慶齡工業研究中心、臺灣營建研究院等單位。課程方面尤其與環工所、應力所、城鄉所、水工所、地質系緊密結合，例如大三有環境工程(一)、(二)等必修課程，亦有環境基本科學、環境工程概論、認識水環境、環境保育、人與環境關係導論、水資源工程、坡地生態工程、工程地質與應用等可供大三、大四學生選修。並指出歷年來每年均有不少台大土木系畢業的學生選擇攻讀環工所。

為因應近年來國內外大環境之之影響與轉型需求，台大自九十三年下半年開始積極研討中長程發展規劃，檢討在國內外之競爭力，作為爭取師資員額、經費、空間之依據。規劃的重點在於打破各學術分組界線，朝跨領域學群整合方式調整，期盼繼續維持土木工程教育、研究及服務方面的領導地位，並成為國際土木工程的研究重鎮；在教學方面，加強整合規劃設計之課程，以培養學生理論與實務並重的工程教育。強化通識教育，陶冶人文素養、增加國際觀，進而培養學生成為未來的工程界領導者；在研究方面於未來 10 年內至少有三個研究領域成為亞洲地區研究領導地位，且成為國際主流之一，強化各學術分組整合機制，成立跨組學術發展領域。在產業服務方面，密切與產業界及政府合作交流，成為政府及工程界的重要智庫；在師資方面，配合國內外現況及未來之發展目

標，規劃未來十年內師資需求；在空間方面則統整各組空間，集中教師學生活動，拉近師生距離，並促使各組教學研究橫向交流。以下就台大土木系研訂之中長程規劃作一概略討論。台大未來十年發展之研究重點及跨組整合領域，其中長程規劃之目的為檢討台大土木系在國內外之競爭力，對其校內作為爭取師資員額、經費、空間之依據。而發展之願景是以國內方面繼續維持土木工程教育、研究及服務方面的領導地位，並成為國際上土木工程的研究重鎮。規劃發展目標包括：

- 1.教學方面：加強整合規劃設計之課程，以培養學生理論與實務並重的工程教育。強化通識教育，陶冶人文素養、增加國際觀，進而培養學生成為未來的工程界領導者。
- 2.研究方面：於未來 10 年內至少有三個研究領域成為亞洲地區研究領導地位，且成為國際主流之一。強化各組整合機制，成立跨組學術發展領域。
- 3.服務方面：密切與產業界及政府合作交流，成為政府及工程界的重要智庫。
- 4.師資方面：配合國內外現況及未來之發展目標，規劃未來十年內師資需求。
- 5.空間方面：統整各組空間，集中教師學生活動，拉近師生距離，並促使各組教學研究橫向交流。



台大針對各研究領域進行 SWOT 分析及中長程規劃分析，訂定未來重點發展方向，較不同處為此部分與本研究同樣以 SWOT 作為分析之工具，但台大是以土木系內各組分析以及中長程規劃為範疇，分析範圍之程度較為深入，最後再予以統整，本研究則以交大土木系整體現況與資源來作分析。以下為台大整體分析後之概略結果：

1.優勢(Strength)

位居國內第一學府也是國內土木領域之龍頭，學術地位、師資學研能力聲望均高。歷史悠久，學術發展歷程、經驗及成果完善，研究領域廣泛充分。與工程界、政府相關工作接觸頻繁，深入參與。對台灣本土特有之問題知之甚熟。地理位置及研究環境佳，位於首都，具備整合國家重大建設或國土發展策略之學術機關，如國家地震中心、營建研究院、慶齡工業研究中心等。研究具領先地位。老師與學生互動佳，學生自發性管理良好。研究生素質佳，和國內其他學校比較，研究生學習意願相對較高。

2.劣勢(Weakness)

研究試驗儀器設備齊全但老舊，許多具前瞻或重要之基礎設備，無法汰換更新；且缺乏大型試驗設備、室外研究空間等機具。相關試驗設備或試驗室規模過小，學術研究發展受限，且近年電子科技發展，土木工程逐漸勢微，排名下降，就業環境不佳，無法吸引優秀學生，影響繼續發展的意願。師資橫向連繫不足，缺乏跨領域之合作，部分研究領域重疊，重點分散，造成研究資源浪費。部分領域師資不足，如環境地工及生態工程之研究。且缺乏組內各領域間之整合研究。缺乏跨領域及新領域專長之教師，如奈米材料應用、資訊或管理實務相關領域教師。與其他科系之互動少，缺乏跨系、跨校等之整合課程或重點研究相關研究課題過於狹礙，難與國際接軌，課程的國際化程度仍嫌不足。缺少某些領域教師、年輕教師不足，年齡層分部不均，師資有斷層現象。建築設施老舊與教學空間零散及不足、現有空間也缺乏維護。課程規劃仍以傳統力學的理论及分析為主，未能參考產業界的意見，缺乏系統整合、系統管理等以成果為導向(Product Oriented)等實用課程。

3.機會(Opportunity)

各組相關領域日益增加與重視。如近年防、治災已為社會共識及注目焦點，而生活品質提昇，環境地工及生態工程概念之崛起，也使大地相關工程參與之機會增多。國土管理及重大環境議題漸受重視，坡地開發、地下水與土壤污染、核廢料處置等。國內對工程防災與工程品質之重視程度明顯提升。國內既有結構在耐震性能評估、補修、補強等方面之需求與日俱增。目前工程愈趨複雜化及大型化，且進入微利時代，工程爭議多，急需發展有效的管理技術及方法，以解決當前問題。綜合性學府，橫向合作具優勢。台大科系整齊均衡發展，在尋求合作或諮詢上有所優勢，校內科系多，且幾為國內首善，提供跨系整合良好題材。學校知名度高、研究環境好，延聘跨領域、優良教師的機會比國內其他學校高。未來十年內將有 1/3 以上(初估約有 18 位)專任教授屆齡退休，若能配合系上中長程規劃，妥善規劃甄選師資事宜，則可順利完成世代交替的工作。

4.威脅(Threat)

他校競爭：國內大專院校增多，經費及資源分散，同級各校師資設備逐年增加，引進年輕師資與觀念，開創新領域。外校逐漸重視教學研究環境，各校師資履換新血研究潛力十足，國內競爭對手已陸續出現，臺科、中央、交大等校，皆在最近企圖

成立各領域研究發展整合中心。面臨轉型壓力，缺少後繼人才：師資年齡層較高，研究領域較為傳統，相較其它新成立之大學師資更新較為弱勢。因社會普遍認知不足，成為非主流系所、學生素質降低，人才流失：高科技之發展使土木行業處於傳統產業之弱勢，招生門檻逐年下降，轉系率偏高素質下滑，無法吸引優秀人才投入研究。國內整體土木產業規模下滑、研究經費降低。學門間連繫不足：新領域或跨領域之研究開發薄弱，未跟上時代潮流；分工整合之共識與方式尚未形成。國內發展與人才供需逐漸飽和，加入 WTO 後，外國廠商參與國內許多重大工程建設外以及大陸地區的發展對亞洲工程界有一定衝擊。

綜觀曾惠斌 (2005)台大土木系中長程規劃與更名計畫中所做的 SWOT 分析，其中部分內容與本研究之分析有類似之觀察，如優勢部分，都認為在該地區具有學術領先之地位，劣勢部分也認為因科技產業之影響學生就讀意願等、師資橫向教學與缺乏跨領域之合作以及部分領域師資不足，如環境地工及生態工程之研究，且缺乏組內各領域間之整合研究與教師。

機會方面，曾惠斌 (2005)認為各組相關領域日益增加與重視，如近年之防災、治災成為社會共識及注目焦點，而生活品質提昇，環境等生態工程概念機會增多，對工程防災與工程品質之重視程度明顯提升。國內既有結構在耐震性能評估、補修、補強等方面之需求與日俱增。目前工程愈趨複雜化及大型化，且進入微利時代，工程爭議多，急需發展有效的管理技術及方法。台大科系屬綜合性學府，橫向合作具優勢，且校內科系多、學校知名度高，不論延聘跨領域、優良教師的機會、提供跨系整合等機會都均高。本研究則認為除了大陸市場蓬勃機會下，國內重視生態等環境之意識提高也提供機會，亦認為交大土木系因校內電子科系眾多且鄰近園區，對於跨領域部分師資或是合作機會亦極具優勢。

威脅部分，都認為因環境因素紛紛面臨轉型壓力，學生素質降低，人才流失：高科技之發展使土木行業處於傳統產業之弱勢，招生門檻逐年下降，轉系率偏高素質下滑，無法吸引優秀人才投入研究。另外加入 WTO 後，國外廠商參與國內許多重大工程建設外以及大陸地區的發展對亞洲工程界有一定衝擊。國內則因大專院校增多且最近紛紛規劃成立各領域研究發展整合中心，造成競爭威脅增大。最後台大針對各領域 SWOT 與課程規劃提出各組發展方向與重點，因應近年來國內外大環境之劇烈轉變，檢討該系在國內外之競爭力，作為爭取師資員額、經費、空間之依據，而規劃的重點在於打破各學術分組界線，朝跨領域學群整合方式調整。其內容如下：

表 6.9 台大跨領域研究重點

組別	跨領域研究
大地組	遙測與新科技於大地工程之整合研究
	工程監測與預警
	工程及遙測影像分析與視覺化
	工程系統分析與診斷、工程 GIS 等
	防災科技整合研究(跨組別之研究中心)
	環境永續發展 (土木工程各領域永續發展之結合)
結構組	結構系統之管理與維護(結構組、CAE 組、營管組)
	防災工程(本系所有學術分組)
	建築工程(結構組、營管組)
	結構生命週期理論與設計(結構組、營管組)
	環境條件與耐久性(結構組、大地組)
	鋪面工程(結構組、交通組)
水利組	防災領域(智慧型水文分析與預報系統、海氣環流與乾旱、地層下陷、土石流、颱風防治)
	生態環境(地下水污染、環境水質、環境變遷、環境變遷對生態之衝擊)
	基礎科學(水文氣象、地球流體動力學、計算力學和計算方法)
	跨域合作(現地量測、遙測技術、GIS、IT、水資源經濟、管理、水環境法規與政策)
交通組	捷運系統工程設計方法與結構工程整合
	鋪面養護管理系統與結構工程及大地工程整合

	智慧型運輸系統與 CAE 結合
	鋪面與道路工程與結構、大地工程之整合
營管組	與結構工程合設－建築工程
	與 CAE 或其他組合設－機電工程及設備組
電輔組	與各組合作研發智慧型系統
	與各組合作研發計算科學與工程之相關議題
	與各組合作研發系統整合之議題



第7章 結論與建議

土木工程領域非常廣泛，舉凡結構、大地、水利、環工、交通、都市計畫等均屬其範圍，專業領域課程多元化，對於培育機構而言，在有限大學四年時間如何強化學生日後職場競爭力且符合業界期待不容易。如提供更大選修空間、專業領域分流但亦合作的方式，並建立各專業學程之合作規劃，配合時程調整及課程內容之整合與新課程多樣性。若想針對現有課程之結構予以調整，可考慮土木領域內各專業項目之必選修學分，並增加不同專業領域之選修課程，提供更大的選修空間，在課程廣度與跨領域上配合檢討與修訂部份課程內容，以改善課程與課程間之縱向連貫性與橫向關聯性。課程分析中我們可看出國內大學土木工程科系中，所安排核心課程內容與以往相較下並無大幅變動，一般教學課程中大都是以力學為導向，設計實作與實務相關課程較易被忽略，使得學生非常有能力去做力學的演算，但對整個結構、整合概念的加入、甚至整個生活領域缺乏整體的系統概念，將會對於設計及實務的課程常無法深入探討。此外課程廣度與相關領域關連性上仍不足，面對目前需要對於多元學習的環境與日益複雜的工程問題，需要跨領域背景之專業人才的注入，才能夠符合長遠人力需求之目標。

而目前國內外各大學之土木、建築相關大學為因應營建產業面臨 WTO 以及全球化轉型過程，需求、供給規格制度等營運管理改變等因素，紛紛進行系所未來發展之規劃。身為國內大學龍頭之台灣大學土木系也有鑑於此，著手進行系所轉型之規劃與調整土木相關系科之授課方向，針對各領域提出中長期發展願景與目標、SWOT 以及整體土木系 SWOT 分析及策略研擬，亦嘗試對系所名稱作一更改，朝向大土木方向的土木與環境工程領域。並在教學、師資等跨領域研究都提出未來發展之方向，且加強各學術領域之發展，針對國家建設之需求與新領域之發展暨領域間整合之必要性與國內外學術合作，持續強化現有各學術分組之研究水準。

另外根據『Cheers 快樂工作人』雜誌舉辦「一千大企業人才策略與最愛大學生調查」，過去十年成大畢業生一直是國內企業最愛用的人才，但今年榜首易主，由台大畢業生奪魁；原因則是台大學生「融會貫通能力」優於成大，是擠下成大的重要因素。成大今年首度落到第二；三到六名為交大、清大、政大、台科大排名不變，淡江大學打敗眾多國立大學，排名第七，比去年上升一名。『Cheers 快樂工作人』雜誌表示，台灣產業結構正逐漸轉型，跨業競爭愈來愈激烈，若只是單一領域專才，不能融會貫通、進行資源整合，就無法在職場上具有較高競爭力，因此在今年調查中加入「融會貫通」這一

項指標，結果台大學生在這一項遙遙領先其他學校，搶下第一。

因此本研究根據所得到之問卷分析結果與國內外相關資料整理之整體初步策略建議如下：

- 1.重視基礎學理課程，但亦重視工程實務等管理，相關學科比重可嘗試調整課程內容。
- 2.國外多以整合概念為教學方向，課程導入系統概念。強調基礎建設與生命週期整合與系統概念。如機電設備也應視為為營建一部份。國內課程大多維持過去的模式，使得土木工程師對目前或未來工程問題與解決思考，無法做較通盤性考量。(如柏克萊大學加入土木系統概念)。
- 3.朝土木與生態、環境永續方向(如生物學、生態學、廢棄物防治、減災、防災科技等)。
- 4.學科朝綜合性與橫向發展(如市政規劃包括經濟、政策、交通、環境、等公共政策關連性)。
- 5.跨領域學程規劃。開設新學程或與其他系所合作，培養第二專長(如生物、醫學、機電領域)。
- 6.課程彈性化，與其他科系互相交流(與工業學院學科、管理學院等)。
- 7.加強土木與相關系所之關連性(如土木、環境系統概念、基礎建設系統、資訊、運輸、政策等經濟)。
- 9.對實務課程之重視與校外合作之機會(如業界、大學)。

針對交通大學土木工程系所面臨環境變革與衝擊以及未來發展因應，根據結果可歸納出以下之結論：

- 1.本系所擁有人力資源、設備與地位等優勢，使本系在國內土木工程系所中仍具有相當大的發展優勢，考量到維持本系之長期優勢與提升本系在校內、外之地位，本系勢必針對大環境之需求轉變趨勢進行調整，如課程、人才培育策略等。
- 2.本系人力資源、地理位置鄰近園區、並且校內其他系所資源具有優勢，在各方面可加強合作並善加利用優勢。

3.專業領域人才部分，可朝成立跨領域等新學程或與校內其他系所在課程、學程合作進行討論，並嘗試調整大學部課程。

4.根據研究調查，可嘗試在進行課程檢討與革新，並與校內其他如環工所等電資科技系所建立合作，凸顯國內相關系所之差異性。



參考文獻

中文書目

1. 內政部營建署，民國 90 年，「營建電子化白皮書」。
2. 方富民，民國 94 年，「美國知名大學土木工程系工程教育方向概述」，土木水利，第 32 卷，第二期，72-73。
3. 台灣大學，民國 93 年 10 月，「工程技術與教育的未來展望」，台北市專業技術國際化研討會。
4. 任天文，民國 89 年，「我國營建專業人力規劃與管理之實證研究」，國立中山大學人力資源管理研究所碩士論文，42-43。
5. 成功大學，「民國 93 年度防災成果研討會論文集」，民國 94 年 2 月 17、18。
6. 吳明隆，民國 89，「SPSS 統計應用實務」，松崗電腦圖書資料股份有限公司。
7. 吳瑞賢，民國 93 年 12 月，中國土木水利工程學會「工程教育之未來論文集」，高雄國賓飯店研討會。
8. 李順敏，民國 93 年 5 月，「工程教育認證之系統思維— 土木工程師觀點」，國際工程教育認證研討會。
9. 洪如江，民國 94，「土木工程與人類文明」，中國土木水利工程學會，第 124 集月刊。
10. 洪榮昭，民國 90 年，「美國工程教育政策發展之主流」，工職雙月刊第 8 卷 6 期。
11. 張進益，民國 85 年，「景氣復甦遲緩，勞動市場國際化，工作型態多元化」，1996 年台灣地區產業人力資源年鑑，中國時報，286-287
12. 陳振川，民國 92 年，「土木工程師對永續發展的努力與承諾」，中國土木水利工程學會發行月刊。
13. 陳慧慈，民國 93 年 12 月，中國土木水利工程學會「工程教育之未來論文集」，高雄國賓飯店研討會。

14. 單信瑜，民國 94 年，國立交通大學土木系所未來發展策略之研究畫成果報告。
15. 曾惠斌，民國 94 年，「台灣大學土木工程系中長程計畫」，1-48。
16. 曾惠斌，民國 96 年，「台灣大學工學院土木工程系申請更名計畫書」，1-30。
17. 輔仁大學，「民國 93 年 12 月全球華人高等教育學術交流之契機與展望研討會」。
18. 歐陽嶠暉，民國 89，「土木工程教育之前瞻」，中國土木水利工程學會月刊。
19. 鄭瀛川，民國 85 年，「房屋市場供過於求，公共工程稍有成長，專精實務人才難求」，1996 年台灣地區產業人力資源年鑑，中國時報，288-295。

英文書目

1. ASCE. (1998). ASCE policy statement no.465, ASCE, Reston, va.
2. Clough, G. Wayne. (2004). At the crossroads: "The future of engineering education." Machine Design; Jul 22, 2004; 76, 14; ABI/INFORM Global. page 42.
3. Cooper, R. S. and Merrill, S. A., "U.S. (1997) Industry: Restructuring and Renewal - Industrial Research and Innovation Indicators". National Academy Press, Washington, D.C.
4. Denton, D. (1998). "Engineering education for 21st century: Challenges and opportunities."
5. Dolan, C.W., Searer, G. (1993). "Design project in civil engineering curriculum." J Prof. Issue in Engrg. Educ and Pract., ASCE 119(3), 309-316.
6. Einstein, H.H. (2002). "Engineering change at MIT." Civ. Eng. (N.Y), 72(10), 62-72.
7. Ernst, H., "Patenting Strategies in the German Mechanical Engineering Industry and Their Relationship to Company Performance". Technovation, Vol. 15, 1995, pp. 225-240.
8. Felder, R. M. (1994) "The Myth of the Superman Professor," Journal of Engineering Education, ASEE, Vol. 83, No. 2.
9. Fruchter, E. F., Fergusson, W. B. (1994). "Innovation introduction to civil engineering curriculum" J Prof. Issue in Engrg. Education and Pract., ASCE 120(2), 149-157.

10. Grigg, Neil S., Criswell, Marvin E., Fontane, Darrel G., Saito Laurel, Siller, Thomas J., Sunada, Daniel K. (2004). "Integrated Civil Engineering Curriculum: Five-Year Rewive." J. Prof. Issue in Engrg. Educa and. Pract., ASCE, 160-165.
11. Law, K. H., Rasdorf, W. J., Karamouz, M., Abudayyeh, O. Y. (1990). "Computer in civil engineering curricula : need and issue." J Prof. Issue in Engrg. Education and Pract., ASCE 116(2),128-141.
12. Lyon, William C. (2000). "U.S. and International Engineering Eduaction: A vision of engineering's future." J. Prof. Issue in Eng. Educ. Pract., ASCE, Vol126, No 4, 152-155.
13. Meyer, Michael D., Jacobs, Laurence J. (2000). "A Civil Enineering Curriculum for the Future:The Georgia Tech Case." J Prof. Issue in Engrg.Educ and Pract., ASCE, 74-78.
14. Pauschke, Joy M., Ingraffea, Anthony R., (1996). "Recent Innovation in Undergarduate Civil Engineering Curriculums." J Prof. Issue in Eng.Educ and Pract., ASCE, Vol.122, No. 3, 123-133.
15. Stern, S., Porter, M., and Furman, J. L. (2000) "The Determinants of National Innovative Capacity". NBER Working Paper No. 7876, NBER.
16. Taraman, K. S & Ellis, R.W. (1989). Important steps to success develop a new matter of engineering in manufacturing system program. World Conference in Engineering Eduaction for Advance Technology,13-17.
17. Tender , Robert K., Fellow. (1996). "Industry-Unversity Partnerships for Construction Engineering Eduaction." J Prof. Issue in Eng.Educ and Pract., ASCE, Vol.122, No. 4, 156-162.

網路資源

1. 中央大學土木系，<http://www.cv.ncu.edu.tw/> ,2006.
2. 中原大學土木系，<http://www.cycu.edu.tw> ,2006.
3. 中華大學土木與工程資訊系，<http://www.ce.tku.edu.tw/> ,2007.

4. 中興大學土木工程系，<http://ce.cycu.edu.tw/> ,2006.
5. 加州理工大學土木與應用力學系，www.ce.caltech.edu/ ,2007.
6. 北卡州立大學營建與環境工程，www.ce.ncsu.edu/ ,2006.
7. 卡內基梅隆大學土木與環境工程系，www.ce.cmu.edu/ ,2007.
8. 史丹福大學土木與環境工程系，Cee.stanford.edu ,2007.
9. 台北科技大學土木工程系，<http://www.cc.ntut.edu.tw/~wwwce/> ,2006.
10. 台灣大學土木工程系，<http://www.ce.ntu.edu.tw/cht/index-c.htm> ,2006.
11. 台灣科技大學營建工程系，<http://www.ct.ntust.edu.tw/index.jsp> ,2005.
12. 交通大學土木工程系，<http://www.cv.nctu.edu.tw/~wwwadm/index.shtml> ,2007.
13. 伊利諾大學土木與環境工程系，<http://www.cee.uiuc.edu/> ,2007.
14. 成功大學土木工程系，<http://univ.edu.tw/transfer.asp> ,2002.
15. 明尼蘇達大學土木與環境工程系，www.ce.umn.edu/ ,2007.
16. 行政院公共工程委員會全球資訊網，<http://www.pcc.gov.tw/> ,2007.
17. 行政院國家科學委員會，<https://nscnt07.nsc.gov.tw/WRS/> ,2007.
18. 西北大學土木與環境工程系，www.civil.nwu.edu/ ,2006.
19. 威爾康辛大學土木與環境工程系，www.engr.wisc.edu/cee/ ,2007.
20. 柏克萊大學土木與環境工程系，<http://www.ce.berkeley.edu/index.php> ,2007.
21. 科羅拉多大學土木、環境與建築工程，<http://ceae.colorado.edu/new/> ,2007.
22. 高雄第一科技大學營建工程系，<http://www.ce.nkfust.edu.tw/> ,2005.
23. 密西根大學土木與環境工程系，<http://cee.engin.umich.edu/> ,2005.
24. 康乃爾大學土木與環境工程學院，www.cee.cornell.edu/ ,2006.
25. 教育部統計處，http://www.edu.tw/EDU_WEB/Web/STATISTICS/index.php ,2007.

26. 教育部公私立大學校務評鑑系統，<http://twaea.cycu.edu.tw/>,2007.
27. 淡江大學土木工程系，<http://www.ce.tku.edu.tw/> ,2007.
28. 麻省理工學院土木與環境工程系，<http://cee.mit.edu/> ,2007.
29. 喬治亞大學土木與環境工程學院，<http://www.ce.gatech.edu/>,2005.
30. 普渡大學土木工程學院，<https://engineering.purdue.edu/CE> ,2007.
31. 朝陽科技大學營建工程系，<http://www.cyut.edu.tw/new/> ,2007.
32. 華盛頓大學土木與環境工程系，www.ce.washington.edu/ ,2007.
33. 奧斯汀大學建築與環境工程系，<http://www.ce.utexas.edu/>,2002.
34. 經濟部統計處，<http://2k3dmz2.moea.gov.tw/gnweb/default.aspx>,2007.
35. 維吉尼亞科技大學土木與環境工程系，www.cee.vt.edu/ ,2007.
36. 賓州大學土木與環境工程系，www.engr.psu.edu/ce/ ,2007.
37. 德州 A&M 大學土木工程系，<http://www.civil.tamu.edu/> ,2007.
38. 營建署全國建築管理資訊系統，<http://cpabm.cpami.gov.tw/index.jsp>, 2007.



附錄一



附錄一 問卷表

土木工程教育專業課程及營建產業調查問卷(業界)

各位工程界先進 您好：

本問卷目的為調查土木系所專業課程與營建產業需求，您的寶貴經驗及意見係本研究重要資訊來源，盼您能撥冗填寫。誠摯感謝您的配合與協助，您填寫之問卷僅供研究統計之用。若對於問卷有任何不清楚或意見之處，歡迎您隨時以電話或 e-mail 與我們聯絡與請教。

聯絡方式：

參與人員：交通大學土木系 單信瑜教授 (03)5131562, hyshan@mail.nctu.edu.tw

交通大學土木系 曾仁杰教授 (03)5731982, rjdzeng@mail.nctu.edu.tw

交通大學土木系 陳威樞研究生 (03)-5712121 ext 54948, 0937535895, fattyabc2000@xuite.net

通訊地址：(300)新竹市大學路 1001 號交通大學土木系工程二館 209B 室

一、基本資料 (您可於框內填寫與勾選)

. 性別 男 女

. 學歷 博士 碩士 大學

. 年齡 21-25 26-30 31-35 36-40 41-50 50以上

. 職稱 高階主管 中階主管 現場工程師 其他

. 專業背景 結構工程 大地工程 水利及海洋工程 水土保持工程 營建管理 其他

. 工作領域 結構工程 大地工程 水利及海洋工程 水土保持工程 營建管理 其他

. 工作年資 1-5年 6-10年 11-20年 21年以上

. 工作機構 顧問公司 建設公司 政府單位 營造廠

一、市場需求調查（您可於框內填寫，或勾選，單選）

1. 您認為目前土木人力專業市場中，專業人才最多為何？

<input type="checkbox"/> 結構工程	<input type="checkbox"/> 大地工程	<input type="checkbox"/> 量測與空間資訊	<input type="checkbox"/> 水利及海洋工程	<input type="checkbox"/> 營建管理	<input type="checkbox"/> 資訊科技	其他 <input type="text"/>
. 結構學	. 土壤力學	. 地理資訊系統	. 水文學	. 工程進度規劃	. 電腦輔助設計	.
. 地震工程	. 地震工程	. 全球地位系統	. 海洋工程	. 風險決策	. 營建資訊系統	.
. 防震系統	. 工程地質	. 大地測量	. 水利工程	. 營建管理資訊	. 水利資訊系統	.
. 耐震設計	. 岩石力學	. 遙測	. 水資源規劃	. 價值成本工程		.
. 人工智慧應用						.

Ps: 您認為目前最多者，可能漸趨飽和且市場反應不一定是需求最多。

2. 您認為目前土木人力專業市場中，需求最多之專業領域為何？

<input type="checkbox"/> 結構工程	<input type="checkbox"/> 大地工程	<input type="checkbox"/> 量測與空間資訊	<input type="checkbox"/> 水利及海洋工程	<input type="checkbox"/> 營建管理	<input type="checkbox"/> 資訊科技	其他 <input type="text"/>
. 結構學	. 土壤力學	. 地理資訊系統	. 水文學	. 工程進度規劃	. 電腦輔助設計	.
. 地震工程	. 地震工程	. 全球地位系統	. 海洋工程	. 風險決策	. 營建資訊系統	.
. 防震系統	. 工程地質	. 大地測量	. 水利工程	. 營建管理資訊	. 水利資訊系統	.
. 耐震設計	. 岩石力學	. 遙測	. 水資源規劃	. 價值成本工程		.
. 人工智慧應用						.

Ps: 您認為目前最需要者，可能尚未飽和且持續增加中。

3. 您認為未來土木人力專業市場中，專業需求方向最多為何？

<input type="checkbox"/> 結構工程	<input type="checkbox"/> 大地工程	<input type="checkbox"/> 量測與空間資訊	<input type="checkbox"/> 水利及海洋工程	<input type="checkbox"/> 營建管理	<input type="checkbox"/> 資訊科技	其他 <input type="text"/>
. 結構學	. 土壤力學	. 地理資訊系統	. 水文學	. 工程進度規劃	. 電腦輔助設計	.
. 地震工程	. 地震工程	. 全球地位系統	. 海洋工程	. 風險決策	. 營建資訊系統	.
. 防震系統	. 工程地質	. 大地測量	. 水利工程	. 營建管理資訊	. 水利資訊系統	.
. 耐震設計	. 岩石力學	. 遙測	. 水資源規劃	. 價值成本工程		.
. 人工智慧應用						.

Ps: 以專業人才需求觀點，看未來最需要之專業人才。

4. 您認為目前或未來土木人力專業市場中，學歷需求為何？

<input type="checkbox"/> 博士	<input type="checkbox"/> 碩士	<input type="checkbox"/> 大學	<input type="checkbox"/> 專科
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

5. 您認為目前或未來土木人力專業市場中，專業背景需求為何？

<input type="checkbox"/> 結構工程	<input type="checkbox"/> 大地工程	<input type="checkbox"/> 量測與空間資訊	<input type="checkbox"/> 水利及海洋工程	<input type="checkbox"/> 營建管理	<input type="checkbox"/> 資訊科技	其他 <input type="text"/>
-------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------

6. 未來五年內會到大陸發展的可能性(自願或非自願)?

<input type="checkbox"/> 極可能	<input type="checkbox"/> 有可能	<input type="checkbox"/> 不一定	<input type="checkbox"/> 不可能
------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------

二、課程調查 (您可於框內填寫，或勾選，單/複選)

1. 依您於職場上之體認，覺得目前或未來土木人需要具備之能力為何?(最多可選四項)

<input type="checkbox"/> 土木相關基礎學理(大學必修)	<input type="checkbox"/> 專案執行能力	<input type="checkbox"/> 藝術感官
<input type="checkbox"/> 土木相關專業知識(選修或研究所課程)	<input type="checkbox"/> 管理技術(人力、營建、財務)	其他 <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> 設計施工實務經驗	<input type="checkbox"/> 外語(英、日)	
<input type="checkbox"/> 電腦知識	<input type="checkbox"/> 科技文章撰寫能力	
<input type="checkbox"/> 史地人文類	<input type="checkbox"/> 法律知識	

2. 您認為在大學/研究所專業必修課程中，哪些學門對您的工作重要且較具貢獻? (最多可選兩項)

<input type="checkbox"/> 普通物理	<input type="checkbox"/> 測量實習	<input type="checkbox"/> 材料力學	<input type="checkbox"/> 土壤力學	<input type="checkbox"/> 水利工程
<input type="checkbox"/> 物理實驗	<input type="checkbox"/> 微積分	<input type="checkbox"/> 工程經濟	<input type="checkbox"/> 環境工程	<input type="checkbox"/> 基礎工程
<input type="checkbox"/> 工程圖學	<input type="checkbox"/> RC	<input type="checkbox"/> 工程地質學	<input type="checkbox"/> 流體力學	<input type="checkbox"/> 計算機概論
<input type="checkbox"/> 工程數學	<input type="checkbox"/> 水文學	<input type="checkbox"/> 測量學	<input type="checkbox"/> 應用力學	<input type="checkbox"/> 工程材料實驗
<input type="checkbox"/> 土壤力學實驗	<input type="checkbox"/> 流體力學實驗	<input type="checkbox"/> 工程材料學	<input type="checkbox"/> 結構學	其他 <input type="text"/>

3. 您認為大學/研究所專業非必修課程中，哪些學門對您的工作重要且較具貢獻? (最多可選三項)

<input type="checkbox"/> 財務管理	<input type="checkbox"/> 景觀藝術類	<input type="checkbox"/> 語文類	<input type="checkbox"/> 室內設計	<input type="checkbox"/> 生物學	<input type="checkbox"/> 通識教育
<input type="checkbox"/> 營建管理	<input type="checkbox"/> 統計平差	<input type="checkbox"/> 土壤工程	<input type="checkbox"/> 化學	<input type="checkbox"/> 工程日文	<input type="checkbox"/> 污水工程
<input type="checkbox"/> 建築概論	<input type="checkbox"/> 生涯規劃	<input type="checkbox"/> 管理科學類	<input type="checkbox"/> 工程實務	<input type="checkbox"/> 工程經濟	<input type="checkbox"/> 工程統計學
<input type="checkbox"/> 應用基礎工程	<input type="checkbox"/> 鋼結構設計	<input type="checkbox"/> 電腦語言	<input type="checkbox"/> 高等鋼結構學	<input type="checkbox"/> 建築基本設計	<input type="checkbox"/> 房屋結構系統
<input type="checkbox"/> 土木工程概論	<input type="checkbox"/> 營建專案管理	<input type="checkbox"/> 高等材料力學	<input type="checkbox"/> 結構矩陣分析	<input type="checkbox"/> 計算機圖學在CAE應用	
<input type="checkbox"/> 電腦應用於營建管理	<input type="checkbox"/> 攝影測量與遙感探測	<input type="checkbox"/> 鋼骨結構耐震設計			
其他	<input type="text"/>				

4. 以您的工作經驗，認為應強化哪些課程或學門?(最多可選四項)

<input type="checkbox"/> 土木相關基礎學理(大學必修)	<input type="checkbox"/> 專案執行能力	<input type="checkbox"/> 藝術感官
<input type="checkbox"/> 土木相關專業知識(選修或研究所課程)	<input type="checkbox"/> 管理技術(人力、營建、財務)	其他 <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> 設計施工實務經驗	<input type="checkbox"/> 外語(英、日)	
<input type="checkbox"/> 電腦知識	<input type="checkbox"/> 法律知識	
<input type="checkbox"/> 科技文章撰寫能力	<input type="checkbox"/> 史地人文類	

5. 若您想進修其他方面專業，您最想充實那方面?(限選一項)

<input type="checkbox"/> 結構工程	<input type="checkbox"/> 大地工程	<input type="checkbox"/> 合約、保險類	<input type="checkbox"/> 工程法律	<input type="checkbox"/> 營建管理
<input type="checkbox"/> 管理類	<input type="checkbox"/> 史地人文類	<input type="checkbox"/> 建築室內設計	<input type="checkbox"/> 資訊科技	<input type="checkbox"/> 財務管理類
<input type="checkbox"/> 水利及海洋工程	<input type="checkbox"/> 景觀、藝術類	<input type="checkbox"/> 量測與空間資訊	<input type="checkbox"/> 語言類	<input type="checkbox"/> 機電類
其他	<input type="text"/>			

土木工程教育專業課程及營建產業調查問卷(校友)

各位優秀的校友先生、小姐 您好：

本問卷目的為調查土木系所專業課程與營建產業需求，您的寶貴經驗及意見係本研究重要資訊來源，盼您能撥冗填寫。誠摯感謝您的配合與協助，您填寫之問卷僅供研究統計之用。若對於問卷有任何不清楚或意見之處，歡迎您隨時以電話或 e-mail 與我們聯絡與請教。

聯絡方式：

參與人員：交通大學土木系 單信瑜教授 (03)5131562, hyshan@mail.nctu.edu.tw

交通大學土木系 曾仁杰教授 (03)5731982, ridzeng@mail.nctu.edu.tw

交通大學土木系 陳威樞研究生 (03)-5712121 ext 54948, 0937535895, fattyabc2000@xuite.net

通訊地址：(300)新竹市大學路 1001 號交通大學土木系工程二館 209B 室

一、基本資料 (您可於框內填寫與勾選)

. 性別 男 女

. 學歷 博士 碩士 學士

. 年齡 21-25 26-30 31-35 36-40 41-50 50以上

. 專業背景 結構工程 大地工程 水利及海洋工程 量測與空間資訊 營建管理 其他

. 目前業別 土木相關行業 非土木相關行業

. 職稱 高階主管 中階主管 現場工程師 其他

. 工作領域1 結構工程 大地工程 水利及海洋工程 量測與空間資訊 營建管理 資訊科技 其他

. 工作機構 顧問公司 建設公司 政府單位 營造廠 事務所 其他

. 工作領域2 高科技產業 企管顧問業 金融服務業 創意型產業 通訊產業 大眾傳播 休閒產業

醫療服務 文教業 航空業 其他 (非土木相關行業答)

. 工作年資 1-5年 6-10年 11-20年 21年以上

. 就業經驗 高科技產業 企管顧問業 金融服務業 創意型產業 通訊產業 大眾傳播 休閒產業

醫療服務 文教業 航空業 營建業 其他 (非土木相關行業答)

一、市場需求調查（任職於土木相關行業之校友請答 1~6 題。非任職於土木相關行業之校友請答 6.7 題。您可於框內填寫，或勾選，單選）

1. 您認為目前土木人力專業市場中，專業人才最多為何？

<input type="checkbox"/> 結構工程	<input type="checkbox"/> 大地工程	<input type="checkbox"/> 量測與空間資訊	<input type="checkbox"/> 水利及海洋工程	<input type="checkbox"/> 營建管理	<input type="checkbox"/> 資訊科技	其他 <input type="text"/>
. 結構學	. 土壤力學	. 地理資訊系統	. 水文學	. 工程進度規劃	. 電腦輔助設計	.
. 地震工程	. 地震工程	. 全球地位系統	. 海洋工程	. 風險決策	. 營建資訊系統	.
. 防震系統	. 工程地質	. 大地測量	. 水利工程	. 營建管理資訊	. 水利資訊系統	.
. 耐震設計	. 岩石力學	. 遙測	. 水資源規劃	. 價值成本工程		.
. 人工智慧應用						

Ps: 您認為目前最多者，可能漸趨飽和且市場反應不一定是需求最多。

2. 您認為目前土木人力專業市場中，需求最多之專業領域為何？

<input type="checkbox"/> 結構工程	<input type="checkbox"/> 大地工程	<input type="checkbox"/> 量測與空間資訊	<input type="checkbox"/> 水利及海洋工程	<input type="checkbox"/> 營建管理	<input type="checkbox"/> 資訊科技	其他 <input type="text"/>
. 結構學	. 土壤力學	. 地理資訊系統	. 水文學	. 工程進度規劃	. 電腦輔助設計	.
. 地震工程	. 地震工程	. 全球地位系統	. 海洋工程	. 風險決策	. 營建資訊系統	.
. 防震系統	. 工程地質	. 大地測量	. 水利工程	. 營建管理資訊	. 水利資訊系統	.
. 耐震設計	. 岩石力學	. 遙測	. 水資源規劃	. 價值成本工程		.
. 人工智慧應用						

Ps: 您認為目前最需要者，可能尚未飽和且持續增加中。

3. 您認為未來土木人力專業市場中，專業需求方向最多為何？

<input type="checkbox"/> 結構工程	<input type="checkbox"/> 大地工程	<input type="checkbox"/> 量測與空間資訊	<input type="checkbox"/> 水利及海洋工程	<input type="checkbox"/> 營建管理	<input type="checkbox"/> 資訊科技	其他 <input type="text"/>
. 結構學	. 土壤力學	. 地理資訊系統	. 水文學	. 工程進度規劃	. 電腦輔助設計	.
. 地震工程	. 地震工程	. 全球地位系統	. 海洋工程	. 風險決策	. 營建資訊系統	.
. 防震系統	. 工程地質	. 大地測量	. 水利工程	. 營建管理資訊	. 水利資訊系統	.
. 耐震設計	. 岩石力學	. 遙測	. 水資源規劃	. 價值成本工程		.
. 人工智慧應用						

Ps: 以專業人才需求觀點，看未來最需要之專業人才。

4. 您認為目前或未來土木人力專業市場中，學歷需求為何？

<input type="checkbox"/> 博士	<input type="checkbox"/> 碩士	<input type="checkbox"/> 大學	<input type="checkbox"/> 專科
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

5. 您認為目前或未來土木人力專業市場中，專業背景需求為何？

<input type="checkbox"/> 結構工程	<input type="checkbox"/> 大地工程	<input type="checkbox"/> 量測與空間資訊	<input type="checkbox"/> 水利及海洋工程	<input type="checkbox"/> 營建管理	<input type="checkbox"/> 資訊科技	其他 <input type="text"/>
-------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------

6. 未來五年內會到大陸發展的可能性(自願或非自願)?

極可能 有可能 不一定 不可能

7. 您是否曾經就業後隨即轉換跑道?若是，是否可簡短敘述轉業心情或原因。

是 不是 原因

二、課程調查 (任職於土木相關行業之校友請答 1~5 題。非任職於土木相關行業之校友

請答 3.4.5 題。您可於框內填寫，或 勾選，單/複選)

1. 依您於職場上之體認，覺得目前或未來土木人需要具備之能力為何？(最多可選四項)

<input type="checkbox"/> 土木相關基礎學理(大學必修)	<input type="checkbox"/> 專案執行能力	<input type="checkbox"/> 藝術感官
<input type="checkbox"/> 土木相關專業知識(選修或研究所課程)	<input type="checkbox"/> 管理技術(人力、營建、財務)	其他 <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> 設計施工實務經驗	<input type="checkbox"/> 外語(英、日)	
<input type="checkbox"/> 電腦知識	<input type="checkbox"/> 科技文章撰寫能力	
<input type="checkbox"/> 史地人文類	<input type="checkbox"/> 法律知識	

2. 您認為在大學/研究所專業必修課程中，哪些學門對您的工作重要且較具貢獻？

(最多可選兩項)

<input type="checkbox"/> 普通物理	<input type="checkbox"/> 測量實習	<input type="checkbox"/> 材料力學	<input type="checkbox"/> 土壤力學	<input type="checkbox"/> 水利工程
<input type="checkbox"/> 物理實驗	<input type="checkbox"/> 微積分	<input type="checkbox"/> 工程經濟	<input type="checkbox"/> 環境工程	<input type="checkbox"/> 基礎工程
<input type="checkbox"/> 工程圖學	<input type="checkbox"/> RC	<input type="checkbox"/> 工程地質學	<input type="checkbox"/> 流體力學	<input type="checkbox"/> 計算機概論
<input type="checkbox"/> 工程數學	<input type="checkbox"/> 水文學	<input type="checkbox"/> 測量學	<input type="checkbox"/> 應用力學	<input type="checkbox"/> 工程材料實驗
<input type="checkbox"/> 土壤力學實驗	<input type="checkbox"/> 流體力學實驗	<input type="checkbox"/> 工程材料學	<input type="checkbox"/> 結構學	其他 <input type="text"/>

3. 您認為大學/研究所專業非必修課程中，哪些學門對您的工作重要且較具貢獻？

(最多可選三項)

<input type="checkbox"/> 財務管理	<input type="checkbox"/> 景觀藝術類	<input type="checkbox"/> 語文類	<input type="checkbox"/> 室內設計	<input type="checkbox"/> 生物學	<input type="checkbox"/> 通識教育
<input type="checkbox"/> 營建管理	<input type="checkbox"/> 統計平差	<input type="checkbox"/> 土壤工程	<input type="checkbox"/> 化學	<input type="checkbox"/> 工程日文	<input type="checkbox"/> 污水工程
<input type="checkbox"/> 建築概論	<input type="checkbox"/> 生涯規劃	<input type="checkbox"/> 管理科學類	<input type="checkbox"/> 工程實務	<input type="checkbox"/> 工程經濟	<input type="checkbox"/> 工程統計學
<input type="checkbox"/> 應用基礎工程	<input type="checkbox"/> 鋼結構設計	<input type="checkbox"/> 電腦語言	<input type="checkbox"/> 高等鋼結構學	<input type="checkbox"/> 建築基本設計	<input type="checkbox"/> 房屋結構系統
<input type="checkbox"/> 土木工程概論	<input type="checkbox"/> 營建專案管理	<input type="checkbox"/> 高等材料力學	<input type="checkbox"/> 結構矩陣分析	<input type="checkbox"/> 計算機圖學在CAE應用	
<input type="checkbox"/> 電腦應用於營建管理	<input type="checkbox"/> 攝影測量與遙感探測	<input type="checkbox"/> 鋼骨結構耐震設計			
其他 <input type="text"/>					

4. 以您的工作經驗，認為應強化哪些課程或學門？(最多可選四項)

<input type="checkbox"/> 土木相關基礎學理(大學必修)	<input type="checkbox"/> 專案執行能力	<input type="checkbox"/> 藝術感官
<input type="checkbox"/> 土木相關專業知識(選修或研究所課程)	<input type="checkbox"/> 管理技術(人力、營建、財務)	其他 <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> 設計施工實務經驗	<input type="checkbox"/> 外語(英、日)	
<input type="checkbox"/> 電腦知識	<input type="checkbox"/> 法律知識	
<input type="checkbox"/> 科技文章撰寫能力	<input type="checkbox"/> 史地人文類	

5. 若您想進修其他方面專業，您最想充實那方面？(限選一項)

<input type="checkbox"/> 結構工程	<input type="checkbox"/> 大地工程	<input type="checkbox"/> 合約、保險類	<input type="checkbox"/> 工程法律	<input type="checkbox"/> 營建管理
<input type="checkbox"/> 管理類	<input type="checkbox"/> 史地人文類	<input type="checkbox"/> 建築室內設計	<input type="checkbox"/> 資訊科技	<input type="checkbox"/> 財務管理類
<input type="checkbox"/> 水利及海洋工程	<input type="checkbox"/> 景觀、藝術類	<input type="checkbox"/> 量測與空間資訊	<input type="checkbox"/> 語言類	<input type="checkbox"/> 機電類
其他 <input type="text"/>				

附錄二



土木系專業課程及營建產業人力需求調查問卷

(大學土木系系主任及資深教授)

(一) 基本資料

0-1 受訪學校基本資料表

受訪學校	OO 大學					
系所名稱	土木工程或營建工程學系					
師資						
系所分組						
專任教師						
兼任教師						
合計						
總計						
大學部						
年級	一年級	二年級	三年級	四年級		
學生數						
合計						
總計						
研究所						
系所分組						
碩士班學生數						
博士班學生數						
合計						
總計						

0-2 受訪者基本資料

姓 名：_____ 職稱：_____ 研究領域：_____

研究專長：_____

年 齡：_____ 服務年資：_____ 聯絡電話：_____

(二) 市場「專業人才需求」調查

1. 目前或未來土木工程市場需求改變之方向?
2. 目前或未來土木人力專業市場需求最多之專業領域與原因?
3. 目前或未來土木人力專業市場最缺乏之專業領域與原因?
4. 填補該領域人力缺口，土木工程教育應進行哪些調整?
5. 貴系專業課程中，未來是否應新增課程與原因說明?

(三) 各校「課程現況」調查

1. 貴系主要辦學特色及特殊策略(如建築設計、力學與考照)為何?
2. 貴系目前是否有任何特殊之學程(如考照學程)或課程(如高科技廠房施工)，或與其他學校、企業合作?
3. 貴系目前轉系/報到比率與主要轉系系所?
4. 是否認為土木系學生之素質有越來越差之趨勢、原因說明以及如何改善?
5. 認為造成錄取分數降低之主要原因及因應策略?
6. 認為因應營建業長期不景氣之情況，貴系未來之因應作法為何?
7. 認為貴系畢業生最缺乏之專業知識為何，造成原因及如何改善?
8. 系所經費如何分配?

附錄二 各校土木工程科系訪談結果記錄表

表 A.1 專業人才需求議題訪談結果

議題 \ 學校	中央大學	臺北科技大學	台灣科技大學	淡江大學
1.目前或未來土木工程市場需求改變之方向	著重於管理層面人才，設計與分析方面逐漸減少。	應該導向維護管理，過多建設缺乏檢驗維護，以延長建設標的壽命。	著重結構物延壽、維修與補強方面。永續工程推動，景觀與生態維護。	工程技術仍為核心，專業課程內容需調整，而輔以資訊、法律、商管、行銷等知識之訓練。
2.目前或未來土木人力專業市場需求最多之專業領域與原因	詢問業界較佳。	畢業生就業偏向中小型顧問公司，但缺乏跨領域背景人才以及具有土木背景之資訊人員	需求領域為結構維護管理人才。缺乏原因為現在人才培訓較少。	具特殊專業專精之工程師、具備統合行銷和財務規劃能力之工程師。人力素質和訓練導向為原因。
3.目前或未來土木人力專業市場最缺乏之專業領域與原因	沒有意見。	同上。	同上。	具特殊專業專精之工程師、具備統合行銷和財務規劃能力之工程師。人力素質和訓練導向為原因。
4.填補該領域人力缺口，土木工程教育應進行哪些調整	基於基礎較弱，建議完成土木學業延至六年碩士之畢業。並朝終生教育發展。	特色為成立附屬於防災與生態組之下的資訊組，聘請資訊背景老師，結合防災環境議題。	各校選定該有之特色並自行調整。	調整傳統課程內容，將訓練涵蓋一般法務行政、財務經營和資訊技術等項目，而非僅強調專業技術之分析設計能力。
5.貴系專業課程中，未來是否應新增課程與原因說明	建議增設社會、經濟、生態環境與法律課程。原因為學生表達需求以及目前人才較缺乏。	不增加，但傾向概論性課程，如運輸概論，視實際內容需求在另行開設較專業之課程。	增設經濟與有關永續發展課程。	會，視需要調整並加授課程。本系大學部已於92年度始實施分組招生，分為工程設施組和營建企業組。

表 A.1 專業人才需求議題訪談結果(續)

議題 \ 學校	台灣大學	成功大學	中興大學	朝陽科技大學
1.目前或未來土木工程市場需求改變之方向	過去大量投資基礎公共建設，未來將朝永續、環境生態，維護及防災需求。	基礎建設飽和，漸偏向維護管理，未來課程需整合性之生命週期課程、系統學程。	難以預測，有關市場脈動與國家定位問題。況且中小營造無研發能力，需求大學生即可。	缺乏整合性、系統性課程以培養這方面人才。如土木機電人才很缺乏。
2.目前或未來土木人力專業市場需求最多之專業領域與原因	過去不重視管理，結構漸趨飽和，未來朝大地、水利、交通與環工整合之營管人才。	因基礎建設飽和，雖結構與大地仍為主流，但供給大於需求，國家認為質須提升，量減少。	無法回答。不景氣為週期性。但約十年前營管需求大。	因基礎設施趨飽和，偏重整合之營建管理維護領域。
3.目前或未來土木人力專業市場最缺乏之專業領域與原因	因學術分組為原因。缺少1.跨領域人才，如營管與施工機械結合。 2.系統學程	同上。	無法回答。不景氣為週期性。約五年前檢測專業需求。	如機電，很缺乏但長期需求比較不大。如高鐵借重外商公司。
4.填補該領域人力缺口，土木工程教育應進行哪些調整	1.大學部應在大四整合性課程，如論文或工程專案以團體合作完成。 2.專業部份，較成熟課程應減少，如生命週期等整合領域。課程與研究應整合。	不認為有缺口。建議課程培養次要專長，跨領域之人才，如土木與管理、土木與財務等。	無法回答。目前防災科技為主。教育仍應以基礎訓練為主。	增加整合型課程。
5.貴系專業課程中，未來是否應新增課程與原因說明	因未來以永續，防災為目標。將新增以學程方式提出整合課程，如大地、結構、水利 CAE 等結合。營建管理學程。	因學術分組獨立，對大學學識養成有欠完善，故增加電腦應用與次專長培養。實務課程偏低。以聘任業界教師彌補權重缺失。	非破壞性檢測、防災課程。跨領域專業。	1.因技職體系，重實作經驗課程，有關整合課程已經實施。可縮短訓練時間。大四課程，以綜合設計如銜接部分鋼骨結構實習。 3.非破壞性檢測

表 A.1 專業人才需求議題訪談結果(續)

議題 \ 學校	屏東科技大學	交通大學		
1. 目前或未來土木工程市場需求改變之方向	基本上未來土木工程市場需求無太大改變,但在防災、養護與資訊結合之人才在政府部門之需求將增加。	改變不大,可能因設施老舊與科技業的加入有所改變。		
2. 目前或未來土木人力專業市場需求最多之專業領域與原因	在防災、養護與資訊結合之人才,因此方面之培訓尚待加強中。	大改變無,基礎建設仍不足,但可能管理、科技等跨領域會些許改變。		
3. 目前或未來土木人力專業市場最缺乏之專業領域與原因	防災、養護與資訊結合之人才較缺乏,因此方面之人才培訓尚待加強。	同上		
4. 填補該領域人力缺口,土木工程教育應進行哪些調整	應檢討目前之課程架構,將相關之課程整合,並加強網路教學教材及強化學生自我學習機制,以補足授課時數不足之缺點。	建立大土木觀念,過去強調技術,如加入管理就不侷限於技術面,其他如財務、美學等法律應多接觸。課程應廣的發展與具國際化的觀點。		
5. 貴系專業課程中,未來是否應新增課程與原因說明	本系所之課程將隨時代需求調整,如對土木資訊與防災及管理之課程將增加。	財務、保險、法律等土木相關課程。課程朝廣的發展。		



表 A.2 課程現況議題訪談結果

議題 \ 學校	中央大學	臺北科技大學	台灣科技大學	淡江大學
1. 貴系主要辦學特色及特殊策略(如建築設計、力學與考照)為何	重視設計類,規定必修兩門基礎課程,實驗性課程如結構學必修。並無考照課程。	電腦基礎必修,必修兩門六至九學分,如物件導向與 C 語言,並鼓勵英檢報考。特殊策略包括測量技術考照與土木環境防災學程,但名稱未定。	實務比例比一般大學高。為第一所開授生態工法課程之學校。	除傳統課程外,著重培養學生資訊技術能力和商管經營知識。
2. 貴系目前是否有任何特殊之學程(如考照學程)或課程(如高科技廠房施工),或與其他學校、企業合作	無特殊考照課程,由學生自行選擇。特殊課程包括水保工程學(考照且必修)、防災與環境學程。校際間無交流,與企業合作提供十名額學生工讀機會。	沒有特殊學程。合作上各別課程有交流。國科會有整合型計畫,但實質上校與校合作目前有困難。與營造廠合作學生暑期工讀。	軌道工程學程。沒有校與校或是企業合作。	尚無學程規劃,但希望能多邀請工程和企業界人士開授選修課程,讓學生有機會接觸實務。
3. 貴系目前轉系比率與主要轉系系所	大約兩成。以工科如電機、通訊與機械。	轉系率很低,每年至多一至兩位,偏向電子資訊科系。	比率很低。主要為建築系。	92%左右,其他工學院學系,如電機、資工、機電、化工。
4. 是否認為土木系學生之素質有越來越差之趨勢、原因說明以及如何改善	同意。對營建業不景氣且為勞力付出產業印象不佳,志願較低,排名相較其他科系落後,改善策略尚未有共識。	為普遍情況,對勞力付出意願較低,本系來說為學生外務多,環境複雜。以未達該學科分數重修為改善方式。	同意,原因為學習意願降低與土木業衰退,應朝土木人力資源規劃與加強宣導土木工程師之正面形象。	是的。除高教政策和經濟等因素影響外,土木工程專業近年有被邊緣化的趨勢,於此,土木水利工程學會責無旁貸,有必要強力提昇土木工程之專業形象,製作各式文宣廣告於媒體宣傳,教育一般社會大眾讓其瞭解土木工程對人類文明之貢獻和重要性,改善並制定相關法規,保障土木工程師之專業地位和執業範圍。
5. 認為造成錄取分數降低之主要原因及因應策略	對營建業印象不佳,相較於明星產業待遇偏低,土木領域廣需長時間摸索興趣方向。做好教導學生與提供優質環境為策略。	生產率降低,營建業形象不佳錄取人數減少。策略為因應教育部策略減收高職生,吸收高中生。	同上。	同上,本行業形象確實需要再行銷、再包裝。目前不但欠缺吸引力,而且被過度貶抑。
6. 認為因應營建業長期不景氣之情況,貴系未來之因應作法為何	注重就業機會。升學率高但轉行率亦高,建議政府穩定且增加公部門就業名額,且提供大二與業界合作以增加未來畢業職場就業機會。	視為循環,時間變化週期長,課程變化不大仍朝理論實務並進。	調整系所方向,朝生態及防災工程、資訊科技在營建工程之應用等兩個方向發展。	同上,調整本身之專業訓練方式,爭取學生和家長之認同。
7. 認為貴系畢業生最缺乏之專業知識為何,造成原因及如何改善	都缺乏。基礎學科不紮實,對於學習意願不執著,以大一、大二提供最佳師資紮實學生基礎學科,大三、大四輔助學生認清土木以確定志向。	人文素養、社會、經濟法律領域缺乏,自我學習意願低落,提供通識課程輔助學生,以自我積極學習、培養人文素養。	無意見。	同上,缺乏法律、行銷、財務管理等知識。傳統之土木工程教育過於著重專業技術之訓練,使畢業生僅能成為專技人員,其權益容易被漠視,而本身亦缺乏爭取保護權益之競爭力。
8. 系所經費如何分配	無意見,但改善部份為教學設備投入,維持網路穩定與電腦設備更新。	以人數決定經費分配,目標方式決定優先系組設備購買等其他花費,互相調度。	尚待委員會討論。	由本系同仁依需要提出,由系務會議討論決議之。

表 A.2 課程現況議題訪談結果(續)

議題\學校	台灣大學	成功大學	中興大學	朝陽科技大學
1.貴系主要辦學特色及特殊策略(如建築設計、力學與考照)為何	仍以綜合技能為主,基礎紮根。考照非重點。	應加強人文學科,增加系統性的生命週期課程設計,保留傳統課程。	力學考照與國家考試比率高。重實習與基礎學科必修六學分(結構學)。	實做為特色。擁有全台唯一營建操作實驗室。或進行實習競賽,如混凝土強度競賽、土石流擋土設計等。
2.貴系目前是否有任何特殊之學程(如考照學程)或課程(如高科技廠房施工),或與其他學校、企業合作	無特殊學程,但有工程參觀與國際暑期合作交流,或國內潤泰等公司。	無特殊學程,由院規劃。如 GIS、半導體學程。暑期與德寶營造(35)或中華工程顧問公司(1-2),但不普遍。	防災科技領域,如橋樑沖刷、非破壞性檢測(研究所課程)。	新增營建管理學程,各系可選擇修習。非破壞性檢測為主要重點。
3.貴系目前報到(轉系)比率與主要轉系系所	目前為 7 至 8%。近 3 至 4 年轉出較轉進多。轉出多為機電、化工、材料系。	報到率 100%。最近轉系增多,約 15-20 名。多為機電、機械、材料。	約 85%。轉系約四至六位。資訊,機電。	93%。轉系幾乎 0%。
4.是否認為土木工程學生之素質有越來越差之趨勢、原因說明以及如何改善	大學部感覺變差。因 1.傳統學系,與社會價值觀。2.農學系紛改名生物相關學系與學校過多,需求下降與就業困難。全球趨勢。大環境著手,朝永續防災努力可改善。	素質變差不嚴重,但學習心態不如以往。因市場脈動、環境多元化等價值觀所導致。對土木多元化應更了解。所從事領域有所認同。	主要市場導向,有需求市場景氣就會好轉。學校與政府都不應有改善動作,應善用相關媒體頻道(如探索頻道)。藉以土木正向宣導。	1.素質變差,土木業不受重視與應有尊重。 2.媒體渲染與市場價值觀導致。 3.生育率降低,排名後段與供過於求。建議土水會宣導土木正面形象。
5.認為造成錄取分數降低之主要原因及因應策略	同上。	因傳統認知,產業趨勢導向所致。加強對土木專業領域深度之了解。	市場導向。持續辦學,若持續不景氣就縮編。	市場不景氣。大環境問題,宣導土木正面形象。
6.認為因應營建業長期不景氣之情況,貴系未來之因應作法為何	1.需求變少,考慮系是否縮編,大環境問題。作中長程規劃。但並非長期不景氣,應為週期循環。 2.國家應有彈性與好的制度。	不認為長期不景氣。國家應正視產業脈動,系規劃不應刻意隨市場變動調整,而以未來公共建設方向調整。進階高等課程有所調整,以橫向非深度發展。	不認為。應該為週期性。檢測、安全評估、維修補強為未來主流。仍持續教導基礎教育。應注意與大陸未來五年互動。	持續不景氣,鼓勵升學將招生名額轉至研究所。
7.認為貴系畢業生最缺乏之專業知識為何,造成原因及如何改善	1.大學與研所法律領域偏少且選修,如工程法律等契約。 2.整合型課程,生命週期與各組團隊專案合作。	生命週期課程、水利環境與測量需加強。目前已納入學程考量。廣度上應於大四增加課程設計,目前仍缺乏。	沒有缺乏。	交通與水利課程。系上無開課,無法改善因自身重點在於管理、大地、結構領域。
8.系所經費如何分配	原額金費分配,可依未來重點發展經費彈性分配。亦可向校、工學院,由學術分組招集人共同討論。	主要為教育部圖儀費與次要檢測服務經費,比重 2:3,老師專案領域需求佔 2 成。重點硬體設備佔 3 成。經附屬於系下之資源委員會統籌。	每年教學更新費與圖學期刊採購費佔總金額 40%。老師研究表現與論文、計劃 60%。各組可提出設備資源優先使用,日後補還其他組。	中長程計畫經系務會議討論。由重點領域優先提出,約佔 7 成。其於做為他組維護使用。提出是以整合型發展領域為主。經費來自學校固定款,依固定規模與績效指標。另外可以計劃向學校、院申請。

表 A.2 課程現況議題訪談結果(續)

議題 \ 學校	屏東科技大學	交通大學		
1. 貴系主要辦學特色及特殊策略(如建築設計、力學與考照)為何	係自農田水利轉型，因此，水利工程與水資源為本系在技職體系之土木系中所保有特色，改制科大後，對結構與大地組之發展亦投入相當多之人力與經費，而本系因受限於學生來源為高職學生，故鼓勵學生考取證照為目前努力之方向。	本校課程規劃上實質為輔導學生繼續深造，亦輔助學生考照。		
2. 貴系目前是否有任何特殊之學程(如考照學程)或課程(如高科技廠房施工)，或與其他學校、企業合作	本系與環工系及水保系合作在工學院下開設防災學程，以強化學生之防災教育。	如 IT 希望藉該技術加入提升土木研究能力，如本校電資所。課程規劃朝向結合 IT 與近期環工、建築等土木合作之學程推動。		
3. 貴系目前轉系比率與主要轉系系所	本系學生轉系比率非常低，近兩年沒有同學轉系。	有偏高趨勢，多往電資、電機等電子系所。		
4. 是否認為土木系學生之素質有越來越差之趨勢、原因說明以及如何改善	素質有越來越差之趨勢是整體教育之問題，並非只有土木系學生，只要在於教育環境與教育心態之改變，要改善此問題需從根本做起，從教育部之教育政策至中小學及高中教育之改革，要讓學生瞭解做事之態度與職業倫理，因此，需加強職業倫理之課程。	整體有下滑趨勢，原因為邁入開發中國家，需求減少，且年輕學子嚮往高科技高薪資影響。政府應持續投入大量基礎建至民間，以刺激整體景氣，是一種循環現象。宣傳土木之優點與形象提升。		
5. 認為造成錄取分數降低之主要原因及因應策略	主要因此種產業之就業機會降低，證照制度不健全所致，強化證照制度，加強公共建設投資應可造就土木業之第二春。	短期來看對土木業印象不佳與明星產業待遇等影響，但長期仍認為是一種循環現象，是週期性的。國家應投入大量建設。		
6. 認為因應營建業長期不景氣之情況，貴系未來之因應作法為何	強化培訓學生考照之課程並與業界建立關係，加強學生之職業倫理教育及資訊能力之提升。	無太大改變。可能的改變也許會因科技發展與人類生活需求改變而改變。		
7. 認為貴系畢業生最缺乏之專業知識為何，造成原因及如何改善	本系學生受限於招生來源，學生外語能力普遍較差，因此在新知識接受上較受困擾，目前強化英文教育希望能改善此問題。	無太大缺乏。可能因時代不同有不同元素加入。如必修增減幅度不大，基本要求也無降低，也許是學的東西更多。		
8. 系所經費如何分配	經費分配為各組均分並協調利用。	重點領域提出與協調，多針對基本教學與研究使用。預留經費提供特定組別作其他發展規劃。		