

第四章 研究結果

第一節 資料分析

本研究目的主要在探討電機科學生在數位控制上應具備之技術能力，以提出數位控制課程設計方法模式，供教師們對所教授專業課程設計參考用。本研究所採用資料分析之統計程序，主要有灰關聯分析、一致性考驗等；本章首先描述參與研究對象樣本基本資料，其次進行學生與教師對電機科學生在數位控制上應具備之技術能力看法之灰關聯度分析，最後以一致性考驗了解教師與學生對於數位控制各單元內容看法的差異性。以下僅將資料分析的結果，分別敘述如下：

一、樣本描述

下列僅將參與本研究的研究對象，其基本資料說明於後：

本研究的研究對象分成教師、廠商與學生三部份，茲分述如下：

(一)教師：教師的樣本主要是以高職電機科教師為主要研究對象共 19 人。

(二)廠商：以目前有代理或經銷或製造數位控制設備之廠 30 家。

(三)學生：學生的樣本主要是以高級工業職業學校電機科畢業生就讀建國技術學院電機系二專及二技學生共 457 人為研究對象。

表 4-1 數位控制技術能力發展樣本人數分佈表

基本資料項	人數
教師	19
廠商	30
學生	458

第二節 教師與學生對電機科學生在數位控制上應具備之技術能力看法之灰關聯度分析

本研究主要分析教師、廠商與學生對高職電機科學生在數位控制上應具備之技術能力發展，首先分析教師對高職電機科學生在數位控制上應具備之技術能力發展看法，其次分析學生對高職電機科學生在數位控制上應具備之技術能力發展看法。

本研究的教師、廠商與學生數位控制技術能力發展之研究問卷係採李克特(Likert)五點量尺計分方式，答絕對重要者給 5 分；答很重要者給 4 分；答重要者給 3 分；答不太重要者給 2 分；答不重要者給 1 分。每題項的得分愈高即表示在該題的重要性愈高。

高工電機科學生在數位控制上應具備之技術能力發展問卷調查所得之資料結果如表 4-2 所示。

表 4-2 高工電機科學生在數位控制上應具備之技術能力發展問卷調查資料表

電機科學生在數位控制上應具備之技術能力發展		教師					廠商					學生				
		不重要	不太重要	重要	很重要	絕對重要	不重要	不太重要	重要	很重要	絕對重要	不重要	不太重要	重要	很重要	絕對重要
一、數位控制 概論	1.瞭解數位控制之基本觀念及其沿革	0	0	9	8	2	1	4	11	9	5	9	42	238	108	59
	2.熟知取樣資料和數位控制之優缺點	0	0	4	11	4	1	4	6	12	7	8	39	234	132	44
	3.數位控制系統方塊圖及信號流程圖之繪製	0	0	6	11	2	1	3	9	8	8	7	49	224	130	47
	4.認識數位控制系統之應用領域與範圍	0	1	4	13	1	1	3	9	8	9	6	36	206	152	56
二、數位訊號 轉換與處理	5.數位訊號與編碼器	0	0	6	7	6	0	4	7	4	5	6	38	233	124	56
	6.瞭解類比訊號數位化之原理	0	0	5	8	6	1	5	3	11	10	5	49	204	138	61
	7.取樣保持電路	0	0	8	6	4	1	7	7	11	4	8	61	220	116	51
	8.數位/類比和類比/數位轉換電路	0	0	5	9	5	1	5	4	11	9	7	32	183	146	83
三、數位控制 系統特性 與補償	9.認識數位控制系統之時間特性	0	2	4	9	4	2	5	2	15	6	4	41	254	115	39
	10.數位控制系統頻率特性	0	3	8	5	3	3	2	3	11	10	10	59	241	104	40
	11.數位控制系統補償	0	1	11	5	2	1	3	7	11	6	8	62	235	110	39
	12.數位式比例、積分、微分控制器	0	0	7	7	5	2	5	4	11	8	14	46	194	133	67
四、基本數位 控制實習	13.儀表及工具之使用	0	0	6	9	4	0	2	4	17	7	11	51	172	145	75

	14.序控制基本迴路及應用實習	0	2	6	7	4	0	2	10	13	5	9	42	194	153	55
	15.油、氣壓基本迴路及應用實習	0	3	8	6	2	0	5	8	14	3	12	68	188	134	52
	16.電氣—油、氣壓順序控制實習	0	2	7	7	3	0	5	8	14	3	11	59	182	153	49
	17.程式控制實習	0	1	3	10	5	0	2	5	15	8	7	32	145	151	117
五、電子電路 對各種控制之基本原理與實習	18.截波符位及開關電路	0	0	5	11	3	0	6	8	13	3	15	41	219	136	44
	19.運算放大器	0	1	3	9	6	0	3	11	10	6	11	36	189	147	7169
	20.回授與振盪電路	0	1	4	10	4	0	5	9	12	4	10	36	201	139	69
	21.TTL 與 CMOS 特性實驗	0	1	7	8	3	0	2	14	9	5	10	41	200	136	68
	22.組合邏輯實驗	0	0	6	8	5	0	2	10	13	5	8	53	199	140	55
	23.順序邏輯實驗	0	2	6	5	6	0	2	11	13	4	7	59	193	138	58
	24.定時與方波形成電路	0	0	8	7	4	0	2	10	14	4	12	46	218	121	57
	25.多工器與解多工器	0	1	5	9	4	0	2	8	13	7	6	58	196	138	57
	26.記憶器	0	1	8	7	3	0	3	9	11	7	7	39	198	147	64
	27.數位/類比與類比/數位轉換器	0	2	3	8	6	0	2	9	11	8	5	32	197	136	81
28.特殊半導體(UJT、PUT、SCR、SCS、DIAC 和 TRIAC 電路實驗)	0	2	5	10	2	2	5	11	10	2	9	44	181	140	65	
29.電源供應器	0	1	7	7	3	2	3	11	11	3	8	49	166	136	82	
六、電機數位控制實習	30.電機實驗(變壓器與電動機實驗)	0	2	6	7	3	0	1	11	16	2	5	37	176	155	79
	31.電機工業控制實習	0	2	7	8	2	0	1	15	9	5	6	27	175	165	79
	32.微電腦控制系統實驗	0	1	6	6	6	1	0	10	14	5	8	29	151	162	102

七、機電控制實習	33.氣壓伺服控制實習	0	1	8	7	3	1	6	6	11	6	12	76	189	120	55
	34.油壓伺服控制實習	0	2	6	8	3	2	5	8	9	6	12	71	194	121	53
	35.數值控制系統模擬實習	0	1	6	10	2	4	3	10	11	2	61	8	206	114	54
八、工業儀器控制實習	36.工業測定與轉換	0	2	7	7	2	0	1	16	12	1	6	63	227	107	49
	37.工業儀控系統實習	0	3	7	8	1	0	1	20	8	1	6	54	210	125	54
九、裝配、運轉調整與維修	38.數位控制裝配與維修	0	3	6	10	0	1	7	6	13	3	6	37	177	1253	78
	39.機電控制配合練習	0	3	7	7	2	0	6	8	12	4	3	33	198	146	73
	40.能正確設定數位控制系統運轉條件	0	3	6	10	0	1	5	10	8	6	5	32	195	153	68
	41.具有擬定維護保養計畫與指導執行之能力	0	4	8	7	0	1	5	10	10	4	4	37	180	151	81
	42.能分析、排除系統故障之能力	0	3	5	8	3	0	4	9	10	7	3	21	161	141	124
十、安全衛生	43.能注意實驗場地安全與衛生措施	1	0	6	7	5	1	5	10	10	4	3	30	185	117	118
	44.具有控制噪音、震動與污染之能力	0	2	6	7	2	1	5	10	8	6	5	34	164	138	108
十一、撰寫報告	45.能撰寫數位控制系統操作說明與設計報告	0	3	9	6	1	3	5	9	11	2	17	65	198	113	60
	46.能撰寫測試結果與分析報告	0	2	5	8	4	3	5	9	8	5	18	67	185	122	61

針對回收問卷數據以等權及辨識係數 0.5 計算灰關聯度，教師、廠商與學生意見結果如表 4-3、4-4 及表 4-5 所示。

表 4-3 教師對數位控制上學生應具備之技術能力
項目看法各題所得之灰關聯度

$\Gamma 1=0.807215$	$\Gamma 11=0.887424$	$\Gamma 21=0.873548$	$\Gamma 31=0.786132$	$\Gamma 41=0.880952$
$\Gamma 2=0.857143$	$\Gamma 12=0.739348$	$\Gamma 22=0.926065$	$\Gamma 32=0.87218$	$\Gamma 42=0.805043$
$\Gamma 3=0.872598$	$\Gamma 13=0.865915$	$\Gamma 23=0.833751$	$\Gamma 33=0.767449$	$\Gamma 43=0.834169$
$\Gamma 4=0.807435$	$\Gamma 14=0.833751$	$\Gamma 24=0.907268$	$\Gamma 34=0.861852$	$\Gamma 44=0.810359$
$\Gamma 5=0.866332$	$\Gamma 15=0.946533$	$\Gamma 25=0.995$	$\Gamma 35=0.848371$	$\Gamma 45=0.937343$
$\Gamma 6=0.828906$	$\Gamma 16=0.860485$	$\Gamma 26=0.937343$	$\Gamma 36=0.911445$	$\Gamma 46=0.424341$
$\Gamma 7=0.834754$	$\Gamma 17=0.786132$	$\Gamma 27=0.763272$	$\Gamma 37=0.816207$	
$\Gamma 8=0.801587$	$\Gamma 18=0.827068$	$\Gamma 28=0.847285$	$\Gamma 38=0.87218$	
$\Gamma 9=0.828739$	$\Gamma 19=0.893901$	$\Gamma 29=0.710526$	$\Gamma 39=0.937343$	
$\Gamma 10=0.874687$	$\Gamma 20=0.825928$	$\Gamma 30=0.863826$	$\Gamma 40=0.93985$	

表 4-4 廠商對數位控制上學生應具備之技術能力
項目看法各題所得之灰關聯度

$\Gamma 1=0.807215$	$\Gamma 11=0.884249$	$\Gamma 21=0.961905$	$\Gamma 31=0.895238$	$\Gamma 41=0.912821$
$\Gamma 2=0.807215$	$\Gamma 12=0.767484$	$\Gamma 22=0.966138$	$\Gamma 32=0.8$	$\Gamma 42=0.861376$
$\Gamma 3=0.933333$	$\Gamma 13=0.91746$	$\Gamma 23=0.990476$	$\Gamma 33=0.73485$	$\Gamma 43=0.961905$
$\Gamma 4=0.851659$	$\Gamma 14=0.889947$	$\Gamma 24=0.952381$	$\Gamma 34=0.847427$	$\Gamma 44=0.793651$
$\Gamma 5=0.922751$	$\Gamma 15=0.961905$	$\Gamma 25=0.995$	$\Gamma 35=0.827128$	$\Gamma 45=0.971429$
$\Gamma 6=0.887446$	$\Gamma 16=0.883598$	$\Gamma 26=0.980952$	$\Gamma 36=0.961905$	$\Gamma 46=0.458504$
$\Gamma 7=0.89418$	$\Gamma 17=0.804906$	$\Gamma 27=0.869701$	$\Gamma 37=0.816931$	
$\Gamma 8=0.811063$	$\Gamma 18=0.906494$	$\Gamma 28=0.941799$	$\Gamma 38=0.961905$	
$\Gamma 9=0.952381$	$\Gamma 19=0.944589$	$\Gamma 29=0.734392$	$\Gamma 39=0.947956$	
$\Gamma 10=0.887424$	$\Gamma 20=0.876864$	$\Gamma 30=0.792593$	$\Gamma 40=0.941392$	

表 4-5 學生對數位控制上應具備之技術能力項目看法各題所得之灰關聯度

$\Gamma 1=0.900663$	$\Gamma 11=0.888482$	$\Gamma 21=0.878965$	$\Gamma 31=0.89025$	$\Gamma 41=0.893609$
$\Gamma 2=0.900663$	$\Gamma 12=0.806327$	$\Gamma 22=0.93109$	$\Gamma 32=0.848029$	$\Gamma 42=0.836275$
$\Gamma 3=0.884956$	$\Gamma 13=0.867989$	$\Gamma 23=0.896098$	$\Gamma 33=0.726473$	$\Gamma 43=0.927299$
$\Gamma 4=0.851253$	$\Gamma 14=0.894816$	$\Gamma 24=0.900095$	$\Gamma 34=0.868146$	$\Gamma 44=0.812581$
$\Gamma 5=0.882394$	$\Gamma 15=0.930799$	$\Gamma 25=0.995$	$\Gamma 35=0.865099$	$\Gamma 45=0.941011$
$\Gamma 6=0.885286$	$\Gamma 16=0.84965$	$\Gamma 26=0.890043$	$\Gamma 36=0.937594$	$\Gamma 46=0.449511$
$\Gamma 7=0.871579$	$\Gamma 17=0.820859$	$\Gamma 27=0.864352$	$\Gamma 37=0.853953$	
$\Gamma 8=0.854085$	$\Gamma 18=0.89953$	$\Gamma 28=0.855247$	$\Gamma 38=0.902695$	
$\Gamma 9=0.900116$	$\Gamma 19=0.913949$	$\Gamma 29=0.722779$	$\Gamma 39=0.893123$	
$\Gamma 10=0.913376$	$\Gamma 20=0.893969$	$\Gamma 30=0.855459$	$\Gamma 40=0.910253$	

第三節 教師、廠商與學生對於數位控制各單元內容看法的一致性考驗

使用灰關聯分析教師與學生對於數位控制各單元內容意見得到各題的灰關聯度，使用相關係數考驗是否達一致性，考驗結果如表(4-6)-(4-8)所示。

表 4-6 教師與學生對數位控制技術能力項目意見灰關聯度一致性考驗

題數	Γ_1 老師	$Z\Gamma_1$	Γ_3 學生	$Z\Gamma_3$	$Z = \frac{Z\Gamma_1 - Z\Gamma_3}{\sqrt{\frac{1}{N_1 - 3} + \frac{1}{N_3 - 3}}}$	達顯著性
1	0.807	1.127	0.900	1.472	-1.35636	
2	0.857	1.293	0.900	1.472	-1.70373	✓
3	0.873	1.333	0.885	1.398	-1.55555	✓

4	0.807	1.127	0.951	1.256	-0.50716	
5	0.867	1.313	0.882	1.376	-1.42768	✓
6	0.829	1.188	0.885	1.398	-1.82561	✓
7	0.835	1.204	0.872	1.333	-0.50716	
8	0.802	1.099	0.854	1.274	-1.08801	
9	0.829	1.188	0.900	1.472	-1.6654	✓
10	0.875	1.354	0.913	1.557	-1.79809	✓
11	0.888	1.398	0.889	1.422	-0.09436	
12	0.740	0.95	0.806	1.113	-1.64083	✓
13	0.866	1.333	0.868	1.333	0	
14	0.834	1.204	0.895	1.447	-0.95535	
15	0.947	1.738	0.931	1.658	0.314518	
16	0.860	1.293	0.850	1.256	0.145464	
17	0.786	1.293	0.821	1.157	0.53468	
18	0.827	1.172	0.900	1.472	-1.77944	✓
19	0.894	1.447	0.914	1.557	-1.47246	✓
20	0.826	1.188	0.894	1.447	-1.01825	
21	0.874	1.354	0.879	1.376	-1.80649	✓
22	0.926	1.623	0.913	1.658	-0.1376	
23	0.834	1.204	0.896	1.447	-0.95535	
24	0.907	1.499	0.90	1.472	0.10615	
25	0.995	2.994	0.995	2.994	0	
26	0.937	1.738	0.890	1.422	1.242345	
27	0.763	1.008	0.864	1.313	-1.1991	
28	0.847	1.256	0.855	1.274	-0.07077	

29	0.710	0.887	0.723	0.908	-0.08256	
30	0.864	1.313	0.855	1.274	0.153327	
31	0.786	1.071	0.890	1.422	-1.37995	
32	0.872	1.333	0.848	1.256	0.302723	
33	0.767	1.008	0.726	0.918	0.353833	
34	0.862	1.293	0.868	1.333	-0.15726	
35	0.848	1.256	0.865	1.313	-1.52409	✓
36	0.911	1.528	0.938	1.697	-0.66442	
37	0.816	1.142	0.854	1.274	-0.51895	
38	0.872	1.333	0.903	1.499	-0.65262	
39	0.937	1.697	0.893	1.422	1.081155	
40	0.940	1.739	0.910	1.258	1.891038	✓
41	0.881	1.376	0.893	1.447	-1.77913	✓
42	0.805	1.113	0.836	1.204	-0.35776	
43	0.834	1.204	0.927	1.658	-1.78489	
44	0.810	1.127	0.813	1.127	0	
45	0.937	1.738	0.941	1.738	0	
46	0.424	0.454	0.450	0.485	-0.12188	

p>.05

表 4-7 廠商與學生對電機科學生數位控制技術能力項目意見灰關聯度一致性考驗

題數	Γ_2 廠商	$Z\Gamma_2$	Γ_3 學生	$Z\Gamma_3$	$z = \frac{Z\Gamma_2 - Z\Gamma_3}{\sqrt{\frac{1}{N_2-3} + \frac{1}{N_3-3}}}$	達顯著性
1	0.807	1.127	0.3900	1.472	-1.74174	✓
2	0.807	1.127	0.900	1.472	-1.74174	✓

3	0.933	1.658	0.885	1.398	1.462615	✓
4	0.852	1.256	0.951	1.256	0	
5	0.923	1.589	0.882	1.376	1.75335	✓
6	0.887	1.398	0.885	1.398	0	
7	0.894	1.447	0.872	1.333	1.575531	✓
8	0.811	1.127	0.854	1.274	-0.74213	
9	0.952	1.832	0.900	1.472	1.817467	✓
10	0.900	1.472	0.913	1.557	-1.52912	✓
11	0.885	1.398	0.889	1.422	-0.12116	
12	0.767	1.008	0.806	1.113	-1.53009	✓
13	0.917	1.557	0.868	1.333	1.13086	
14	0.900	1.472	0.895	1.447	0.126213	
15	0.962	1.946	0.931	1.658	1.453974	
16	0.884	1.398	0.850	1.256	0.71689	
17	0.805	1.113	0.821	1.157	-0.22213	
18	0.906	1.499	0.900	1.472	0.13631	
19	0.945	1.783	0.914	1.557	1.91601	✓
20	0.877	1.354	0.894	1.447	-1.06951	
21	0.962	1.946	0.879	1.376	2.877656	✓
22	0.966	2.104	0.913	1.658	0.25164	
23	0.990	2.647	0.896	1.447	0.058224	
24	0.952	1.832	0.90	1.472	1.817467	✓
25	0.995	2.994	0.995	2.994	0	
26	0.981	2.298	0.890	1.422	4.422503	✓
27	0.870	1.333	0.864	1.313	0.10097	

28	0.941	1.738	0.855	1.274	2.342513	✓
29	0.734	0.94	0.723	0.908	0.161553	
30	0.792	1.071	0.855	1.274	-1.02485	
31	0.895	1.447	0.890	1.422	0.126213	
32	0.8	1.399	0.848	1.256	0.721938	
33	0.735	0.94	0.726	0.918	0.111067	
34	0.847	1.238	0.868	1.333	-0.47961	
35	0.827	1.188	0.865	1.313	-0.63106	
36	0.962	1.946	0.938	1.697	1.257081	
37	0.817	1.142	0.854	1.274	-0.6664	
38	0.962	1.946	0.903	1.499	2.256688	✓
39	0.948	1.283	0.893	1.422	-0.70174	
40	0.941	1.738	0.910	1.258	2.423289	✓
41	0.913	1.557	0.893	1.447	0.555337	
42	0.861	1.293	0.836	1.204	0.449318	
43	0.962	1.946	0.927	1.658	1.453974	
44	0.793	1.071	0.813	1.127	-0.28272	
45	0.971	2.092	0.941	1.738	1.787176	✓
46	0.459	0.497	0.450	0.485	0.060582	

p>.05

表 4-8 老師與廠商生對電機科學生數位控制技術能力

項目意見灰關聯度一致性考驗

題數	r_1 老師	Zr_1	r_2 廠商	Zr_2	$z = \frac{Zr_1 - Zr_2}{\sqrt{\frac{1}{N_1 - 3} + \frac{1}{N_2 - 3}}}$	達顯著性
1	0.807	1.127	0.807	1.127	0	

2	0.857	1.293	0.807	1.127	0.526157	
3	0.873	1.333	0.933	1.658	-1.03013	
4	0.807	1.127	0.852	1.256	-0.40888	
5	0.867	1.313	0.923	1.589	-0.87482	
6	0.829	1.188	0.887	1.398	-0.66562	
7	0.835	1.204	0.894	1.447	-0.77022	
8	0.802	1.099	0.811	1.127	-0.08875	
9	0.829	1.188	0.952	1.832	-2.04124	✓
10	0.875	1.354	0.900	1.472	-0.37402	
11	0.888	1.398	0.885	1.398	0	
12	0.740	0.95	0.767	1.008	-0.18384	
13	0.866	1.333	0.917	1.557	-0.71	
14	0.834	1.204	0.900	1.472	-0.84946	
15	0.947	1.738	0.962	1.946	-0.65928	
16	0.860	1.293	0.884	1.398	-0.33281	
17	0.786	1.293	0.805	1.113	0.570532	
18	0.827	1.172	0.906	1.499	-1.03647	
19	0.894	1.447	0.945	1.783	-1.06499	
20	0.826	1.188	0.877	1.354	-0.52616	
21	0.874	1.354	0.962	1.946	-1.87642	
22	0.926	1.623	0.966	2.104	-1.52459	
23	0.834	1.204	0.990	2.647	-4.57377	✓
24	0.907	1.499	0.952	1.832	-1.05548	
25	0.995	2.994	0.995	2.994	0	
26	0.937	1.738	0.981	2.298	-1.77499	✓

27	0.763	1.008	0.870	1.333	-1.03013	
28	0.847	1.256	0.941	1.738	-1.52776	
29	0.710	0.887	0.734	0.94	-0.16799	
30	0.864	1.313	0.792	1.071	0.767049	
31	0.786	1.071	0.895	1.447	-1.19178	
32	0.872	1.333	0.8	1.399	-0.2092	
33	0.767	1.008	0.735	0.94	0.215534	
34	0.862	1.293	0.847	1.238	0.174329	
35	0.848	1.256	0.827	1.188	0.215534	
36	0.911	1.528	0.962	1.946	-1.3249	
37	0.816	1.142	0.817	1.142	0	
38	0.872	1.333	0.962	1.946	-1.94298	
39	0.937	1.697	0.948	1.283	1.312224	
40	0.940	1.739	0.941	1.738	0.00317	
41	0.881	1.376	0.913	1.557	-0.5737	
42	0.805	1.113	0.861	1.293	-0.57053	
43	0.834	1.204	0.962	1.946	-2.35186	✓
44	0.810	1.127	0.793	1.071	0.177499	
45	0.937	1.738	0.971	2.092	-1.12205	
46	0.424	0.454	0.459	0.497	-0.13629	

p>.05

由表 4-6 可看教師對學生在數位控制技術能力項目中其意見灰關聯度一致性考驗除『(2)熟知取樣資料和數位控制之優缺點』、『(3)數位控制系統方塊圖及信號流程圖之繪製』、『(5)數位訊號與編碼器』、『(6)瞭解類比訊號數位化之原理』、『(9)認識數位控制系統之時間特性』、

『(10)數位控制系統頻率特性』、『(12)數位式比例、積分、微分控制器』、『(14)序控制基本迴路及應用實習』、『(18)截波箝位及開關電路』、『(19)運算放大器』、『(21)TTL 與 CMOS 特性實驗』、『(35)數值控制系統模擬實習』、『(40)能正確設定數位控制系統運轉條件』、『(41)具有擬定維護保養計畫與指導執行之能力』共 14 有達到顯著性，其餘各項教師與學生的看法相近。

由表 4-7 可看出，廠商對電機科學生數位控制技術能力項目意見灰關聯度一致性考驗除『(1)瞭解數位控制之基本觀念及其沿革』、『(2)熟知取樣資料和數位控制之優缺點』、『(3)數位控制系統方塊圖及信號流程圖之繪製』、『(5)數位訊號與編碼器』、『(6)瞭解類比訊號數位化之原理』、『(7)取樣保持電路』、『(9)認識數位控制系統之時間特性』、『(10)數位控制系統頻率特性』、『(12)數位式比例、積分、微分控制器』、『(14)序控制基本迴路及應用實習』、『(19)運算放大器』、『(21)TTL 與 CMOS 特性實驗』、『(24)定時與方波形成電路』、『(28)特殊半導體(UJT、PUT、SCR、SCS、DIAC 和 TRIAC 電路實驗)』、『(38)數位控制裝配與維修』、『(40)能正確設定數位控制系統運轉條件』、『(45)能撰寫數位控制系統操作說明與設計報告』共 17 有達到顯著性，其餘各項廠商與學生的看法相近。

由表 4-8 可看出，教師對廠商在數位控制技術能力項目意見灰關聯度一致性考驗除『(9)認識數位控制系統之時間特性』、『(23)順序邏輯實驗』、『(26)記憶器』、『能注意實驗場地安全與衛生措施』共 3 有達到顯著性，其餘各項教師與廠商的看法相近。

第四節 灰色統計分析

高工電機科學生在數位控制上應具備之技術能力發展問卷調查所得之資料結果如表 4-2 所示。將 4-2 中答絕對重要者給 5 分；答很重要者給 4 分；答重要者給 3 分；答不太重要者給 2 分；答不重要者給 1 分。教師、廠商與學生三組人的平均值對各能力項目之評分如表 4-9

表 4-9 教師、廠商與學生三組人的平均值對各能力項目之評分

	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	8*	9*	10*	11*	12*	13*	14*
教師	4.0	4.0	3.79	3.74	4.0	4.05	3.78	4.0	3.79	3.42	3.42	3.89	3.89	3.63
廠商	3.43	3.67	3.67	3.7	3.57	3.8	3.33	3.73	3.6	3.77	3.47	3.6	3.97	3.7
學生	3.36	3.36	3.35	3.47	3.4	3.44	3.33	3.58	3.30	3.23	3.24	3.43	3.49	3.45

	15*	16*	17*	18*	19*	20*	21*	22*	23*	24*	25*	26*	27*	28*
教師	3.7	3.58	4.0	3.89	4.05	3.89	3.68	3.95	3.79	3.84	3.84	3.63	3.95	3.63
廠商	3.5	3.5	3.97	3.43	3.63	3.50	3.57	3.7	3.63	3.67	3.83	3.73	3.83	3.17
學生	3.32	3.37	3.75	3.34	3.51	3.49	3.46	3.40	3.40	3.36	3.4	3.49	3.56	3.48

	29*	30*	31*	32*	33*	34*	35*	36*	37*	38*	39*	40*	41*	42*
教師	3.67	3.47	3.53	3.89	3.63	3.63	3.68	3.69	3.69	3.37	3.57	3.36	3.16	3.58
廠商	3.33	3.63	3.6	3.73	3.5	3.4	3.13	3.43	3.3	3.33	3.47	3.43	3.67	3.67
學生	3.53	3.70	3.7	3.71	3.29	3.29	3.23	3.28	3.36	3.65	3.55	3.54	3.58	3.79

	43*	44*	45*	46*
教師	3.79	3.26	3.74	3.74
廠商	3.67	3.43	3.13	3.23
學生	3.69	3.68	3.29	3.30

步驟一：根據評分意見建構 D 矩陣

$$\begin{aligned}
 & \quad 1^* \quad 2^* \quad 3^* \quad 4^* \quad 5^* \quad 6^* \quad \dots \quad 46^* \\
 D = & \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{13} & d_{14} & d_{15} & d_{16} & \dots & d_{146} \\ d_{21} & d_{22} & d_{23} & d_{24} & d_{25} & d_{26} & \dots & d_{246} \\ d_{31} & d_{32} & d_{33} & d_{34} & d_{35} & d_{36} & \dots & d_{346} \end{bmatrix} \begin{matrix} \text{教師} \\ \text{廠商} \\ \text{學生} \end{matrix} \\
 = & \begin{bmatrix} 4.0 & 4.0 & 3.79 & 3.74 & 4.0 & 4.05 & \dots & 3.74 \\ 3.43 & 3.67 & 3.67 & 3.7 & 3.57 & 3.8 & \dots & 3.23 \\ 3.36 & 3.36 & 3.35 & 3.47 & 3.4 & 3.44 & \dots & 3.30 \end{bmatrix} \begin{matrix} \text{教師} \\ \text{廠商} \\ \text{學生} \end{matrix}
 \end{aligned}$$

步驟二：根據灰類的評分標準，作出白化函數圖

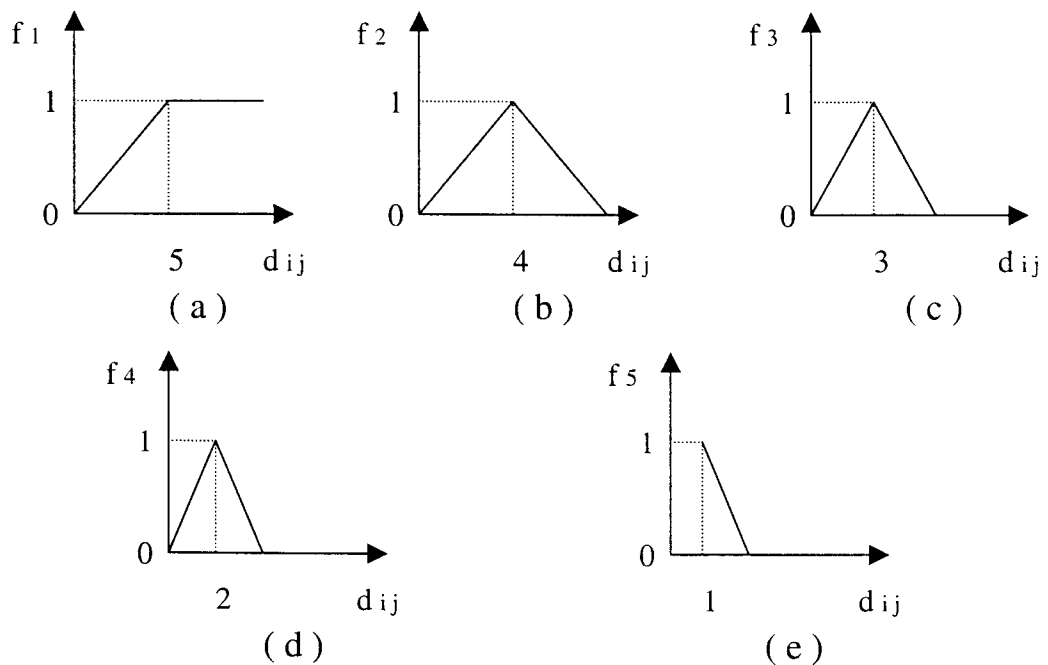


圖 4-1 白化函數圖

步驟三：求出評價係數 n_{ik} 。

(1) 三組評價者對因素 1* 評為“絕對重要”的評價係數為

$$\begin{aligned}n_{11} &= \sum_{i=1}^3 f_1(d_{11}) N_i \\ &= f_1(d_{11}) N_1 + f_1(d_{21}) N_2 + f_1(d_{31}) N_3\end{aligned}$$

$N_i(1,2,3)=1$ 因為其所有評價者的平均值 $d_{11}=4.0, d_{21}=3.43, d_{31}=3.36$

$$\therefore n_{11} = f_1(4.0) + f_1(3.43) + f_1(3.36)$$

由圖(a)得 $n_{11} = (4.0 + 3.43 + 3.36) / 5 = 2.158$

(2) 三組評價者對因素 1* 評為“很重要”的評價係數為

$$\text{由圖(b)得} \therefore n_{12} = f_1(4.0) + f_1(3.43) + f_1(3.36) = 2.6975$$

(3) 三組評價者對因素 1* 評為“重要”的評價係數為

$$\text{由圖(c)得} \therefore n_{13} = f_1(4.0) + f_1(3.43) + f_1(3.36) = 2.403$$

(4) 三組評價者對因素 1* 評為“不太重要”的評價係數為

$$\text{由圖(d)得} \therefore n_{14} = f_1(4.0) + f_1(3.43) + f_1(3.36) = 0.605$$

(5) 三組評價者對因素 1* 評為“不重要”的評價係數為

$$\text{由圖(e)得} \therefore n_{15} = f_1(4.0) + f_1(3.43) + f_1(3.36) = 0$$

由上可得三組評價者對因素 1* 的總評價係數為

$$n_1 = \sum_{i=1}^3 n_{1k} = n_{11} + n_{12} + n_{13} + n_{14} + n_{15} = 7.863$$

步驟四：求三組評價者對因素 1* 的評價權 r_{1k}

$$r_{11} = n_{11} / n_1 = 0.2744$$

$$r_{12} = n_{12} / n_1 = 0.3430$$

$$r_{13} = n_{13} / n_1 = 0.3056$$

$$r_{14} = n_{14} / n_1 = 0.07693$$

$$r_{15} = n_{15} / n_1 = 0$$

步驟五：三組評價者對因素 1* 的評價權向量 r_1

$$r_1 = [r_{11}, r_{12}, r_{13}, r_{14}, r_{15}] = [0.274, 0.343, 0.306, 0.077, 0]$$

同理可以求得三組評價者對因素 2*~46* 的評價權向量

$$r_2 = [0.284, 0.355, 0.299, 0.062, 0]$$

$$r_3 = [0.276, 0.344, 0.305, 0.076, 0]$$

$$r_4 = [0.279, 0.349, 0.302, 0.070, 0]$$

$$r_5 = [0.281, 0.352, 0.301, 0.066, 0]$$

$$r_6 = [0.294, 0.365, 0.292, 0.050, 0]$$

$$r_7 = [0.261, 0.327, 0.315, 0.098, 0]$$

$$r_8 = [0.295, 0.369, 0.291, 0.045, 0]$$

$$r_9 = [0.270, 0.338, 0.308, 0.083, 0]$$

$$r_{10} = [0.261, 0.326, 0.315, 0.098, 0]$$

$$r_{11} = [0.250, 0.312, 0.323, 0.115, 0]$$

$$r_{12} = [0.279, 0.350, 0.302, 0.069, 0]$$

$$r_{13} = [0.297, 0.371, 0.290, 0.424, 0]$$

$$r_{14} = [0.274, 0.343, 0.306, 0.078, 0]$$

$$r_{15} = [0.264, 0.330, 0.313, 0.093, 0]$$

$$r_{16} = [0.261, 0.326, 0.315, 0.097, 0]$$

$$r_{17} = [0.312, 0.390, 0.279, 0.186, 0]$$

$$r_{18} = [0.269, 0.337, 0.309, 0.085, 0]$$

$$r_{19} = [0.290, 0.360, 0.294, 0.056, 0]$$

$$r_{20} = [0.278, 0.348, 0.303, 0.072, 0]$$

$$r_{21} = [0.271, 0.340, 0.308, 0.081, 0]$$

$$r_{22} = [0.285, 0.356, 0.298, 0.061, 0]$$

$$\begin{aligned}
r_{23} &= [0.276, 0.344, 0.305, 0.075, 0] \\
r_{24} &= [0.278, 0.347, 0.303, 0.072, 0] \\
r_{25} &= [0.285, 0.357, 0.298, 0.060, 0] \\
r_{26} &= [0.277, 0.346, 0.304, 0.073, 0] \\
r_{27} &= [0.297, 0.370, 0.290, 0.043, 0] \\
r_{28} &= [0.256, 0.319, 0.319, 0.107, 0] \\
r_{29} &= [0.265, 0.331, 0.313, 0.093, 0] \\
r_{30} &= [0.275, 0.344, 0.305, 0.076, 0] \\
r_{31} &= [0.276, 0.345, 0.305, 0.075, 0] \\
r_{32} &= [0.296, 0.370, 0.290, 0.044, 0] \\
r_{33} &= [0.260, 0.325, 0.316, 0.099, 0] \\
r_{34} &= [0.257, 0.321, 0.318, 0.104, 0] \\
r_{35} &= [0.246, 0.308, 0.326, 0.120, 0] \\
r_{36} &= [0.260, 0.324, 0.316, 0.100, 0] \\
r_{37} &= [0.258, 0.322, 0.317, 0.102, 0] \\
r_{38} &= [0.258, 0.322, 0.317, 0.103, 0] \\
r_{39} &= [0.267, 0.333, 0.311, 0.089, 0] \\
r_{40} &= [0.257, 0.321, 0.318, 0.104, 0] \\
r_{41} &= [0.260, 0.325, 0.316, 0.100, 0] \\
r_{42} &= [0.285, 0.355, 0.299, 0.062, 0] \\
r_{43} &= [0.287, 0.361, 0.296, 0.055, 0] \\
r_{44} &= [0.258, 0.323, 0.317, 0.102, 0] \\
r_{45} &= [0.289, 0.313, 0.295, 0.102, 0] \\
r_{46} &= [0.294, 0.319, 0.292, 0.096, 0]
\end{aligned}$$

步驟六：判斷灰類

r_{17} 中 $r_{17-2} = 3.90$ 說明在數位控制技術能力項目中以可程式控制實

習為最重要。 r_{13} 中 $r_{13-2} = 3.71$, r_{27} 中 $r_{27-2} = 3.70$ 與 r_{32} 中 $r_{32-2} = 3.70$, 表示儀表及工具之使用、可程式控制實習與微電腦控系統實驗在數位控制技術能力項目中很重要。

第五節 傳統統計方法分析

依據研究目的(四)-(六)與研究假設進行資料分析,茲將研究結果解析陳述如下: 首先把各變項編碼如下

學生(Group 1)、老師(Group 2)與廠商(Group 3)及

一、(A)數位控制概論

- 1.(A1)瞭解數位控制之基本觀念及其沿革
- 2.(A2)熟知取樣資料和數位控制之優缺點
- 3.(A3)數位控制系統方塊圖及信號流程圖之繪製
- 4.(A4)認識數位控制系統之應用領域與範圍

二、(B)數位訊號轉換與處理

- 5.(B1)數位訊號與編碼器
- 6.(B2)瞭解類比訊號數位化之原理
- 7.(B3)取樣保持電路
- 8.(B4)數位/類比和類比/數位轉換電路

三、(C)數位控制系統特性與補償

- 9.(C1)認識數位控制系統之時間特性
- 10.(C2)數位控制系統頻率特性
- 11.(C3)數位控制系統補償
- 12.(C4)數位式比例、積分、微分控制器

四、(D)基本數位控制實習

- 13.(D1)儀表及工具之使用
- 14.(D2)序控制基本迴路及應用實習
- 15.(D3)油、氣壓基本迴路及應用實習
- 16.(D4)電氣—油、氣壓順序控制實習
- 17.(D5)可程式控制實習

五、(E)電子電路對各種控制之基本原理與實習

- 18.(E1)截波箝位及開關電路
- 19.(E2)運算放大器
- 20.(E3)回授與振盪電路
- 21.(E4)TTL 與 CMOS 特性實驗
- 22.(E5)組合邏輯實驗
- 23.(E6)順序邏輯實驗
- 24.(E7)定時與方波形成電路
- 25.(E8)多工器與解多工器
- 26.(E9)記憶器
- 27.(E10)數位/類比與類比/數位轉換器
- 28.(E11)特殊半導體(UJT、PUT、SCR、SCS、DIAC 和 TRIAC 電路實驗)
- 29.(E12)電源供應器

六、(F)電機數位控制實習

- 30.(F1)電機實驗(變壓器與電動機實驗)
- 31.(F2)電機工業控制實習
- 32.(F3)微電腦控系統實驗

七、(G)機電控制實習

33.(G1)氣壓伺服控制實習

34.(G2)油壓伺服控制實習

35.(G3)數值控制系統模擬實習

八、(H)工業儀器控制實習

36.(H1)工業測定與轉換

37.(H2)工業儀控系統實習

九、(I)裝配、運轉調整與維修

38.(I1)數位控制裝配與維修

39.(I2)機電控制配合練習

40.(I3)能正確設定數位控制系統運轉條件

41.(I4)具有擬定維護保養計畫與指導執行之能力

42.(I5)能分析、排除系統故障之能力

十、(J)安全衛生

43.(J1)能注意實驗場地安全與衛生措施

44.(J2)具有控制噪音、震動與污染之能力

十一、(K)撰寫報告

45.(K1)能撰寫數位控制系統操作說明與設計報告

46.(K2)能撰寫測試結果與分析報告

研究解析一

由附錄 E 統計分析資料得(一)、(A)數位控制概論 (二)、(B)數位訊號轉換與處理 (三)、(C)數位控制系統特性與補償(四)、(E)電子電路對各種控制之基本原理與實習四項達顯著水準其中學生(Group 1)、老

師(Group 2)與廠商(Group 3)在各項之平均值如下

1. (A)數位控制概論方面其重要性

13.5361 Grp 1

14.4667 Grp 3

15.1579 Grp 2*

由資料顯示對數位控制概論方面的重要性

老師(Group 2) > 廠商(Group 3) > 學生(Group 1)

2. (B)數位訊號轉換與處理方面其重要性

13.7243 Grp 1

14.4333 Grp 3

15.6316 Grp 2 *

由資料顯示數位訊號轉換與處理方面的重要性

老師(Group 2) > 廠商(Group 3) > 學生(Group 1)

3. (C)數位控制系統特性與補償方面其重要性

13.1291 Grp 1

14.4333 Grp 3*

14.5263 Grp 2

由資料顯示數位控制系統特性與補償方面的重要性

老師(Group 2) > 廠商(Group 3) > 學生(Group 1)

4. (E)電子電路對各種控制之基本原理與實習方面其重要性

41.1670 Grp 1

43.0333 Grp 3

45.6316 Grp 2 *

由資料顯示子電路對各種控制之基本原理與實習方面的重要性

老師(Group 2) > 廠商(Group 3) > 學生(Group 1)

研究解析二

由附錄 F 統計分析資料得(一)、(A)數位控制概論 (二)、(B)數位訊號轉換與處理 (三)、(C)數位控制系統特性與補償五、(E)電子電路對各種控制之基本原理與實習四項中之子項達顯著水準其中學生(Group 1)、老師(Group 2)與廠商(Group 3)在各項之平均值如下

(一) (A)數位控制概論方面之子項 (A2)熟知取樣資料和數位控制之優缺點(A3)數位控制系統方塊圖及信號流程圖之繪製兩項達顯著水準

(1)在(A2)熟知取樣資料和數位控制之優缺點方面其重要性由資料顯示對熟知取樣資料和數位控制之優缺點方面

3.3611	Grp 1
3.6667	Grp 3
4.0000	Grp 2*

老師(Group 2) > 廠商(Group 3) > 學生(Group 1)

(2)在(A3)數位控制系統方塊圖及信號流程圖之繪製方面其重要性由資料顯示對數位控制系統方塊圖及信號流程圖之繪製方面

3.3523	Grp 1
3.6667	Grp 3
3.7895	Grp 2*

老師(Group 2) > 廠商(Group 3) > 學生(Group 1)

(二) (B)數位訊號轉換與處理方面之子項 (B1)數位訊號與編碼器(B2)瞭解類比訊號數位化之原理項中之子項達顯著水準其中學生(Group 1)、老師(Group 2)與廠商(Group 3)在各項之平均值如下

(1) (B1)數位訊號與編碼器方面其重要性由資料顯示對數位訊號與編碼器方面

3.4070 Grp 1

3.5667 Grp 3

4.0000 Grp 2 *

由資料顯示數位訊號與編碼器方面的重要性

老師(Group 2) > 廠商(Group 3) > 學生(Group 1)

(2) (B2)瞭解類比訊號數位化之原理方面其重要性由資料顯示對)瞭解類比訊號數位化之原理方面

3.4398 Grp 1

3.8000 Grp 3 *

4.0526 Grp 2 *

由資料顯示瞭解類比訊號數位化之原理方面其重要性

老師(Group 2) 及廠商(Group 3) > 學生(Group 1)

(三) (C)數位控制系統特性與補償方面其重要性(C1)認識數位控制系統之時間特性(C2)數位控制系統頻率特性項中之子項達顯著水準其中學生(Group 1)、老師(Group 2)與廠商(Group 3)在各項之平均值如下

(1) (C1)認識數位控制系統之時間特性方面其重要性由資料顯示對認識數位控制系統之時間特性方面

3.3026 Grp 1

3.6000 Grp 3

3.7895 Grp 2 *

由資料顯示認識數位控制系統之時間特性方面的重要性

老師(Group 2) > 廠商(Group 3) > 學生(Group 1)

(2) (C2)數位控制系統頻率特性方面其重要性由資料顯示對數位控制系統頻率特性方面

3.2313 Grp 1

3.4211 Grp 2

3.7667 Grp 3 *

由資料顯示數位控制系統頻率特性方面的重要性

廠商(Group 3) > 老師(Group 2) > 學生(Group 1)

(四) (E)電子電路對各種控制之基本原理與實習(E1)截波箝位及開關電路(E2)運算放大器(E4)TTL 與 CMOS 特性實驗(E7)定時與方波形成電路(E9)記憶器中之子項達顯著水準其中學生(Group 1)、老師(Group 2)與廠商(Group 3)在各項之平均值如下

(1) (E1)截波箝位及開關電路方面其重要性由資料顯示對截波箝位及開關電路方面

3.3363 Grp 1

3.4333 Grp 3

3.8947 Grp 2*

由資料顯示截波箝位及開關電路方面的重要性

老師(Group 2) > 廠商(Group 3) > 學生(Group 1)

(2) (E2)運算放大器由資料顯示對運算放大器方面

3.5088 Grp 1

3.6333 Grp 3

4.0526 Grp 2 *

由資料顯示運算放大器方面的重要性

老師(Group 2) > 廠商(Group 3) > 學生(Group 1)

(3) (E5)組合邏輯實驗方面其重要性由資料顯示對組合邏輯實驗方面

3.3978 Grp 1

3.7000 Grp 3

3.9474 Grp 2 *

由資料顯示組合邏輯實驗方面的重要性

老師(Group 2) 及廠商(Group 3) > 學生(Group 1)

(4)(E7)定時與方波形成電路方面其重要性由資料顯示對定時與方
波形成電路方面

3.3634 Grp 1

3.6667 Grp 3

3.8421 Grp 2 *

由資料顯示定時與方波形成電路方面的重要性

老師(Group 2) > 廠商(Group 3) > 學生(Group 1)

(5) (E8)多工器與解多工器由資料顯示對多工器與解多工器方面

3.4000 Grp 1

3.8333 Grp 3 *

3.8421 Grp 2 *

由資料顯示多工器與解多工器方面的重要性

老師(Group 2) 及廠商(Group 3) > 學生(Group 1)