

表目錄

表 1-1 傳統上對於多變因系統之設計探討.....	43
表 1-2 2^3 複因子實驗設計表.....	44
表 1-3 $L_8(2^7)$ 直交表.....	46
表 1-4 $L_{27}(3^{13})$ 直交表中因子間交互作用效應之配置行.....	49
表 1-5 本論文中 $L_8(2^7)$ 直交表實驗中因子之代號和操作水準.....	54
表 3-1 充放電次數對鎳/金屬氫化物測試電池儲氫合金利用率之影響.....	77
表 3-2 以二水準直交表設計之化學鍍鎳修飾金屬氫化物實驗條件及其回應值.....	83
表 3-3 經化學鍍鎳修飾後金屬氫化物表面結構之整理.....	95
表 3-4 各組 Ni-P 球狀沉澱物 EDS 分析.....	97
表 3-5 未修飾合金與 No.14 儲氫合金表面 EDS 分析.....	100
表 3-6 表 4-27 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗之變方分析表(以表 3-2 中鎳負載量為回應值).....	103
表 3-7 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 A 均値之比較(以表 3-2 中鎳負載量為回應值).....	105
表 3-8 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 B 均値之比較(以表 3-2 中鎳負載	

量為回應值).....	105
表 3-9 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 C 均值之比較(以表 3-2 中鎳負載 量為回應值).....	105
表 3-10 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 D 均值之比較(以表 3-2 中鎳負載 量為回應值).....	105
表 3-11 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 E 均值之比較(以表 3-2 中鎳負載 量為回應值).....	106
表 3-12 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 F 均值之比較(以表 3-2 中鎳負載 量為回應值).....	106
表 3-13 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 AB 均值之比較(以表 3-2 中鎳負載 量為回應值).....	108
表 3-14 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 AC 均值之比較(以表 3-2 中鎳負載 量為回應值).....	108
表 3-15 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 AD 均值之比較(以表 3-2 中鎳負載 量為回應值).....	109
表 3-16 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 BD 均值之比較(以表 3-2 中鎳負載 量為回應值).....	109
表 3-17 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 EF 均值之比較(以表 3-2 中鎳負載 量為回應值).....	110

表 3-18 鎳負載量以及反應後鍍浴中鎳濃度和和反應時間關係.....	112
表 3-19 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極活性物利用率 (不計入化學鍍鎳).....	115
表 3-20 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極活性物利用率 (計入化學鍍鎳).....	116
表 3-21 以表 3-2 中 No.11 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極在活 化第 6 到第 10 圈之利用率.....	117
表 3-22 化學鍍鎳修飾與未修飾金屬氫化物之 EDS 成份分析表.....	120
表 3-23 未經化學鍍鎳修飾和經表 3-2 化學鍍條件所修飾之金屬氫化 物在不同活化狀態及放電狀態下之擴散係數.....	133
表 3-24 未經化學鍍鎳修飾金屬氫化物在不同活化狀態及 DOD 下之 阻抗分析參數.....	138
表 3-25 以表 3-2 中 pH3.0 條件進行化學鍍鎳修飾之金屬氫化物在活化 後，放電至 50% DOD 之交流阻抗分析參數值.....	140
表 3-26 以表 3-2 中 pH7.0 條件進行化學鍍鎳修飾之金屬氫化物在活化 後，放電至 50% DOD 之交流阻抗分析參數值.....	141
表 3-27 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極在大電流放 電時活性物利用率(不計入化學鍍鎳).....	145

表 3-28 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極在大電流放電時活性物利用率(計入化學鍍鎳).....	146
表 3-29 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極在各 SOC 下以 6C 速率瞬間放電之電功率(不計入化學鍍鎳).....	152
表 3-30 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極在各 SOC 下以 6C 速率瞬間放電之電功率(計入化學鍍鎳).....	153
表 3-31 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極在各 SOC 下以 8C 速率瞬間放電之電功率(不計入化學鍍鎳).....	154
表 3-32 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極在各 SOC 下以 8C 速率瞬間放電之電功率(計入化學鍍鎳).....	155
表 3-33 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極在各 SOC 下以 10C 速率瞬間放電之電功率(不計入化學鍍鎳).....	156
表 3-34 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極在各 SOC 下以 10C 速率瞬間放電之電功率(計入化學鍍鎳).....	157
表 3-35 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極以大電流從 0%充電到 120%SOC 之活性物利用率(不計入化學鍍鎳)....	160
表 3-36 以表 4-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極以大電流從 0%充電到 120%SOC 之活性物利用率(計入化學鍍鎳).....	161

表 3-37 以表 3-2 化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物電極以大電流從 40% 充電到 80%SOC 之充電效率.....	170
表 3-38 以金屬氫化物電極 完成活化後活性物之利用率為回應值之 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗之變方分析表.....	172
表 3-39 以金屬氫化物 電極完成活化後活性物之利用率為回應值之 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 A 均值之比較.....	174
表 3-40 以金屬氫化物 電極完成活化後活性物之利用率為回應值之 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 B 均值之比較.....	174
表 3-41 以金屬氫化物 電極完成活化後活性物之利用率為回應值之 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 C 均值之比較.....	174
表 3-42 以金屬氫化物 電極完成活化後活性物之利用率為回應值之 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 D 均值之比較.....	174
表 3-43 以金屬氫化物 電極完成活化後活性物之利用率為回應值之 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 E 均值之比較.....	175
表 3-44 以金屬氫化物 電極完成活化後活性物之利用率為回應值之 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 F 均值之比較.....	175
表 3-45 以金屬氫化物 電極完成活化後活性物之利用率為回應值之 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 AB 均值之比較.....	176

表 3-46 以金屬氫化物 電極完成活化後活性物之利用率為回應值之	
$L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 AD 均值之比較.....	176
表 3-47 以金屬氫化物 電極完成活化後活性物之利用率為回應值之	
$L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 AC 均值之比較.....	177
表 3-48 以金屬氫化物 電極完成活化後活性物之利用率為回應值之	
$L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 BC 均值之比較.....	177
表 3-49 以金屬氫化物 電極完成活化後活性物之利用率為回應值之	
$L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 EF 均值之比較.....	178
表 3-50 以金屬氫化物電極 以 10C 放電時活性物之利用率為回應值之	
$L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗之變方分析表	180
表 3-51 以金屬氫化物電極以 10C 放電時活性物之利用率為回應值之	
$L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 A 均值之比較	181
表 3-52 以金屬氫化物電極以 10C 放電時活性物之利用率為回應值之	
$L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 B 均值之比較	181
表 3-53 以金屬氫化物電極以 10C 放電時活性物之利用率為回應值之	
$L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 C 均值之比較	181
表 3-54 以金屬氫化物電極以 10C 放電時活性物之利用率為回應值之	
$L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 D 均值之比較	181

表 3-55 以金屬氫化物電極以 10C 放電時活性物之利用率為回應值之	
$L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 E 均值之比較	182
表 3-56 以金屬氫化物電極以 10C 放電時活性物之利用率為回應值之	
$L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 F 均值之比較	182
表 3-57 以金屬氫化物電極以 10C 放電時活性物之利用率為回應值之	
$L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 AB 均值之比較	183
表 3-58 以金屬氫化物電極以 10C 放電時活性物之利用率為回應值之	
$L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 AC 均值之比較	183
表 3-59 以金屬氫化物電極以 10C 放電時活性物之利用率為回應值之	
$L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 BC 均值之比較	184
表 3-60 以金屬氫化物電極以 10C 放電時活性物之利用率為回應值之	
$L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 BD 均值之比較.....	184
表 3-61 以金屬氫化物電極以 10C 放電時活性物之利用率為回應值之	
$L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 EF 均值之比較	185
表 3-62 以金屬氫化物電極在 60%SOC 下以 10C 放電之瞬間功率為回	
應值之 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗之變方分析表.....	188
表 3-63 以金屬氫化物電極在 60%SOC 下以 10C 放電之瞬間功率為回	
應值之 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 A 均值之比較.....	189

表 3-64 以金屬氫化物電極在 60%SOC 下以 10C 放電之瞬間功率為回 應值之 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 B 均值之比較	189
表 3-65 以金屬氫化物電極在 60%SOC 下以 10C 放電之瞬間功率為回 應值之 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 C 均值之比較	189
表 3-66 以金屬氫化物電極在 60%SOC 下以 10C 放電之瞬間功率為回 應值之 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 D 均值之比較	189
表 3-67 以金屬氫化物電極在 60%SOC 下以 10C 放電之瞬間功率為回 應值之 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 E 均值之比較	190
表 3-68 以金屬氫化物電極在 60%SOC 下以 10C 放電之瞬間功率為回 應值之 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 F 均值之比較	190
表 3-69 以金屬氫化物電極在 60%SOC 下以 10C 放電之瞬間功率為回 應值之 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 AD 均值之比較	191
表 3-70 以金屬氫化物電極在 60%SOC 下以 10C 放電之瞬間功率為回 應值之 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 BC 均值之比較	191
表 3-71 以金屬氫化物電極在 60%SOC 下以 10C 放電之瞬間功率為回 應值之 $L_{16}(2^{15})$ 直交表實驗中因子 EF 均值之比較	192
表 3-72 回應值最佳化之化學鍍實驗因子.....	195
表 3-73 三水準直交表各實驗因子操作水準與範圍.....	197
表 3-74 以 $L_{27}(3^{13})$ 直交表設計之化學鍍實驗條件配置表.....	198

表 3-75 表 4-74 中化學鍍鎳條件對金屬氫化物進行修飾後所得之鎳之 負載量.....	200
表 3-76 以三水準直交表修飾金屬氫化物鎳負載量為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表之變方分析表.....	211
表 3-77 以三水準直交表修飾金屬氫化物鎳負載量為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 A 均值之比較.....	212
表 3-78 以三水準直交表修飾金屬氫化物鎳負載量為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 B 均值之比較.....	212
表 3-79 以三水準直交表修飾金屬氫化物鎳負載量為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 C 均值之比較.....	212
表 3-80 以三水準直交表修飾金屬氫化物鎳負載量為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 D 均值之比較.....	213
表 3-81 以三水準直交表修飾金屬氫化物鎳負載量為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 E 均值之比較.....	213
表 3-82 以三水準直交表修飾金屬氫化物鎳負載量為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 F 均值之比較.....	213
表 3-83 以三水準直交表修飾金屬氫化物鎳負載量為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 AB 均值之比較.....	214

表 3-84 以三水準直交表修飾金屬氫化物鎳負載量為回應值之 $L_{27}(3^{13})$	
直交表實驗中因子 AC 均值之比較.....	215
表 3-85 以三水準直交表修飾金屬氫化物鎳負載量為回應值之 $L_{27}(3^{13})$	
直交表實驗中因子 BC 均值之比較.....	216
表 3-86 以三水準直交表之化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物之利用率	
(計算時不計入化學鍍鎳).....	219
表 3-87 以三水準直交表之化學鍍鎳條件修飾之金屬氫化物之利用率	
(計算時計入化學鍍鎳).....	221
表 3-88 以三水準直交表之化學鍍修飾之金屬氫化物利用率為回應值	
之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表之變方分析表.....	224
表 3-89 以三水準直交表之化學鍍修飾之金屬氫化物利用率為回應值	
之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 A 均值之比較.....	225
表 3-90 以三水準直交表之化學鍍修飾之金屬氫化物利用率為回應	
值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 B 均值之比較.....	225
表 3-91 以三水準直交表之化學鍍修飾之金屬氫化物利用率回回應值	
之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 C 均值之比較.....	226
表 3-92 以三水準直交表之化學鍍修飾之金屬氫化物利用率為回應值	
之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 D 均值之比較.....	226

表 3-93 以三水準直交表之化學鍍修飾之金屬氫化物利用率為回應值 之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 E 均值之比較.....	227
表 3-94 以三水準直交表之化學鍍修飾之金屬氫化物利用率回為應值 之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 F 均值之比較.....	227
表 3-95 以三水準直交表之化學鍍修飾之金屬氫化物利用率回為應值 之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 AB 均值之比較.....	228
表 3-96 以三水準直交表之化學鍍修飾之金屬氫化物利用率為回應值 之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 AC 均值之比較.....	229
表 3-97 以三水準直交表之化學鍍修飾之金屬氫化物利用率回為應值 之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 BC 均值之比較.....	230
表 3-98 表 4-86 中第五圈利用率之迴歸模式變方分析表.....	235
表 3-99 以三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放電 時利用率(不計入化學鍍鎳).....	242
表 3-100 以三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放 電時利用率(計入化學鍍鎳).....	243
表 3-101 以三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放 電時利用率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表之變方分析表.....	244
表 3-102 以三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放 電時利用率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 A 均值之比	

較.....	245
表 3-103 以三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放 電時利用率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 B 均值之 比較.....	245
表 3-104 以三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放 電時利用率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 C 均值比 較.....	246
表 3-105 以三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放 電時利用率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 D 均值之 比較.....	246
表 3-106 以三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放 電時利用率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 E 均值之 比較.....	247
表 3-107 以三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放 電時利用率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 F 均值之 比較.....	247
表 3-108 以三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放 電時利用率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 AB 均值 之比較.....	248

表 3-109 以三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放電時利用率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 AC 均值之比較.....	249
表 3-110 以三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放電時利用率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 BC 均值之比較.....	250
表 3-111 表 4-99 中實驗結果之迴歸模式變方分析表.....	255
表 3-112 以三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放電之瞬間放電功率(不計入化學鍍鎳).....	262
表 3-113 以三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放電之瞬間放電功率(計入化學鍍鎳).....	264
表 3-114 三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放電之瞬間放電功率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表之變方分析表.....	266
表 3-115 三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放電之瞬間放電功率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 A 均值之比較.....	267

表 3-116 三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放電 之瞬間放電功率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 B 均 值之比較.....	267
表 3-117 三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放電 之瞬間放電功率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 C 均 值之比較.....	268
表 3-118 三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放電 之瞬間放電功率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 D 均 值之比較.....	268
表 3-119 三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放電 之瞬間放電功率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 E 均 值之比較.....	269
表 3-120 三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放電 之瞬間放電功率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 F 均 值之比較.....	269
表 3-121 三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放電 之瞬間放電功率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 AB 均值之比較.....	270

表 3-122 三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放電 之瞬間放電功率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 AC 均值之比較.....	271
表 3-123 三水準直交表化學鍍鎳修飾之金屬氫化物以 10C 速率放電 之瞬間放電功率為回應值之 $L_{27}(3^{13})$ 直交表實驗中因子 BC 均值之比較.....	272
表 3-124 表 4-113 裡實驗數據分析之變方分析表.....	277
表 3-125 以 SAS 統計軟體分析所得之最佳化化學鍍條件.....	283
表 3-126 以表 4-125 裡各最佳化化學鍍鎳條件修飾後之金屬氫化物 鎳負載量.....	283
表 3-127 最佳化之活化利用率理論值與實驗值比較(不計入化學鍍 鎳).....	285
表 3-128 最佳化之 10C 放電時活性物利用率理論值與預測值比較 (不計入化學鍍鎳).....	286
表 3-129 最佳化之 10C 速率瞬間放電在 60% SOC 之電功率預測值與 實驗值比較(計入化學鍍鎳).....	288
表 3-130 未未經化學鍍鎳修飾、經表 4-2 中之 No.13 化學鍍條件修飾、 經表 4-76 中 No.16 之化學鍍鎳條件修飾、與經表 4-125 中 B	

之化學鍍條件修飾之金屬氫化物交流阻抗分析參數.....	293
表 3-131 修飾條件對金屬氫化物之氫化物電荷轉移阻抗、擴散阻抗、 擴散係數與電功率之影響.....	294
表 3-132. 經表 3-2 中 No.1 和 No.16 化學鍍條件修飾之金屬氫化物 EDS 分析.....	296
表 3-133. 經表 3-132 中 No.1 和 No.16 化學鍍條件修飾之金屬氫化 物快速放電之利用率.....	299
表 3-134 以化學鍍對金屬氫化物修飾後在快速放電中活性物利用 率.....	301
表 3-133 鎳/金屬氫化物電池在快速放電能性能文獻之比較.....	303