

梁御康、彭元興

E-mail: 354821@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

In order for printing and writing papers to comply with the function of communication, there are certain requirements on the optical properties of the grade. At present, many mills engage the use of mineral pigments as fillers to papermaking stocks to improve optical properties of the resulting paper. Filler addition constitutes a part of production cost, however. Whether by physical means the floc structures of the stock can be altered and lead to better optical properties is a topic worthy of investigation. In this study, the basic stock preparation flow was followed with different pulp consistencies, and different combinations of filler proportions subjected to varying stirring rates and stirring time so as to modify the degrees of flocculation of fibers and fillers. The stocks were then formed into handsheets with the premise that shear force might alter the chance of fibers binding to fillers and thus increase strength and produce better optical properties for the resulting handsheets. The results indicated that paper physical properties, such as burst index and tensile index were increased when stronger shear stresses were applied to the stock during floc formation. Ash retentions tended to increase with stronger stirring intensity and stirring time. As for filler combinations, when a portion of calcium carbonate was substituted by platy minerals such as sericite or talc, the resulting handsheets showed an increase in strength properties at the cost of slight decrease in the optical properties. Scanning microscopy observations showed that upon forming flocs, filler particles attach themselves often to the interstices of fiber binding sites and on the surface of fibers, forming platy aggregates, the reduction of fillers at the inter-fiber bonding areas thus might contribute to better inter-fiber bonding and enhanced physical properties of the resulting papers.

Keywords : Flocculation、Optical Properties、Flocs、Sericite、Talc、Calcium Carbonate

Table of Contents

封面內頁 簽名頁 中文摘要 iii 英文摘要 v 誌謝 vi 目錄 vii 圖目錄 xi 表目錄 xii 第一章 前言 1 1.1 研究起源 1 第二章 背景資料 4 2.1 填料種類 4 表2.1 造紙濕端系統原料的相對尺度關係表 4 2.1.1 碳酸鈣 5 表2.2 碳酸鈣主要礦石來源性質 5 2.1.2 絹雲母 7 2.1.3 滑石粉 8 2.2 其它濕端添加劑 9 2.3 填料保留 10 2.3.1 補丁模式 11 圖2.1 顆粒補丁絮凝示意圖 12 2.3.2 架橋 12 圖2.2 顆粒架橋絮凝示意圖 13 2.3.3 絯凝作用 13 2.4 紙張之光學性質 14 圖2.3 光之顏色及其波長 15 2.4.1 紙張之不透明度 15 圖2.4 光射線在白紙上之透射與反射 16 圖2.5 光線在不同背襯下之反射情形 17 2.4.2 紙張之白度 17 2.5 冷凍乾燥法 18 第三章 文獻回顧 19 3.1 修飾填料對於紙張性質的影響 19 表3.1 漿料與填料相關文獻回顧 20 3.2 剪應力對於纖維絮凝分散的影響 21 表3.2 剪應力對於纖維絮凝分散影響相關文獻回顧 23 3.3 絯凝現象監測實驗 27 表3.3 絯凝現象監測實驗相關文獻回顧 29 第四章 實驗設計及方法 32 4.1 實驗目的 32 4.2 實驗規劃與方法 33 表4.1 總實驗變數與測試項目 33 圖4.1 實驗架構圖 34 4.2.1 填料與紙漿預混試驗 34 4.2.1.1 實驗設計 34 4.3 實驗材料與設備 35 4.4 實驗方法 37 圖4.2 手抄紙實驗流程圖 38 第五章 結果與討論 41 5.1 因子階層設計 41 表5.1 23設計的效益代數符號圖 41 表5.2 3因子交互作用操作條件 42 表5.3 23階層設計表 42 5.1.1 矿物性填料取代部分碳酸鈣為填料進行手抄紙 42 5.1.1.1 手抄紙物理性質 42 5.1.1.1.1 破裂指數 43 表5.4 23階層設計破裂指數實驗數據(碳酸鈣) 43 表5.5 主效應與交互效應破裂指數分析結果(碳酸鈣) 44 表5.6 23階層設計破裂指數實驗數據(碳酸鈣/絹雲母) 45 表5.7 主效應與交互效應破裂指數分析結果(碳酸鈣/絹雲母) 46 表5.8 23階層設計破裂指數實驗數據(碳酸鈣/滑石粉) 47 表5.9 主效應與交互效應破裂指數分析結果(碳酸鈣/滑石粉) 48 5.1.1.1.2 抗張指數 48 表5.10 23階層設計抗張指數實驗數據(碳酸鈣) 49 表5.11 主效應與交互效應抗張指數分析結果(碳酸鈣) 49 表5.12 23階層設計抗張指數實驗數據(碳酸鈣/絹雲母) 50 表5.13 主效應與交互效應抗張指數分析結果(碳酸鈣/絹雲母) 51 表5.14 23階層設計抗張指數實驗數據(碳酸鈣/滑石粉) 52 表5.15 主效應與交互效應抗張指數分析結果(碳酸鈣/滑石粉) 53 5.1.1.1.3 厚度 53 表5.16 23階層設計厚度實驗數據(碳酸鈣) 54 表5.17 主效應與交互效應厚度分析結果(碳酸鈣) 54 表5.18 23階層設計厚度實驗數據(碳酸鈣/絹雲母) 55 表5.19 主效應與交互效應厚度分析結果(碳酸鈣/絹雲母) 56 表5.20 23階層設計厚度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉) 57 表5.21 主效應與交互效應厚度分析結果(碳酸鈣/滑石粉) 58 5.1.1.2 手抄紙光學性質 58 5.1.1.2.1 白度 59 表5.22 23階層設計白度實驗數據(碳酸鈣) 59 表5.23 主效應與交互效應白度分析結果(碳酸鈣) 60 表5.24 23階層設計白度實驗數據(碳酸鈣/絹雲母) 61 表5.25 主效應與交互效應白度分析結果(碳酸鈣/絹雲母) 62 表5.26 23階層設計白度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉) 63 表5.27 主效應與交互效應白度分析結果(碳酸鈣/滑石粉) 64 5.1.1.2.2 不透明度 64 表5.28 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣) 65 表5.29 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣) 65 表5.30 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/絹雲母) 66 表5.31 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/絹雲母) 67 表5.32 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/絹雲母) 68 表5.33 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉) 69 表5.34 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉) 70 表5.35 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉) 71 表5.36 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 72 表5.37 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 73 表5.38 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 74 表5.39 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 75 表5.40 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 76 表5.41 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 77 表5.42 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 78 表5.43 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 79 表5.44 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 80 表5.45 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 81 表5.46 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 82 表5.47 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 83 表5.48 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 84 表5.49 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 85 表5.50 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 86 表5.51 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 87 表5.52 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 88 表5.53 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 89 表5.54 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 90 表5.55 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 91 表5.56 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 92 表5.57 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 93 表5.58 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 94 表5.59 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 95 表5.60 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 96 表5.61 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 97 表5.62 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 98 表5.63 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 99 表5.64 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 100 表5.65 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 101 表5.66 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 102 表5.67 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 103 表5.68 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 104 表5.69 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 105 表5.70 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 106 表5.71 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 107 表5.72 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 108 表5.73 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 109 表5.74 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 110 表5.75 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 111 表5.76 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 112 表5.77 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 113 表5.78 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 114 表5.79 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 115 表5.80 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 116 表5.81 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 117 表5.82 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 118 表5.83 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 119 表5.84 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 120 表5.85 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 121 表5.86 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 122 表5.87 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 123 表5.88 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 124 表5.89 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 125 表5.90 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 126 表5.91 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 127 表5.92 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 128 表5.93 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 129 表5.94 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 130 表5.95 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 131 表5.96 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 132 表5.97 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 133 表5.98 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 134 表5.99 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 135 表5.100 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 136 表5.101 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 137 表5.102 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 138 表5.103 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 139 表5.104 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 140 表5.105 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 141 表5.106 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 142 表5.107 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 143 表5.108 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 144 表5.109 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 145 表5.110 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 146 表5.111 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 147 表5.112 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 148 表5.113 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 149 表5.114 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 150 表5.115 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 151 表5.116 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 152 表5.117 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 153 表5.118 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 154 表5.119 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 155 表5.120 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 156 表5.121 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 157 表5.122 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 158 表5.123 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 159 表5.124 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 160 表5.125 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 161 表5.126 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 162 表5.127 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 163 表5.128 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 164 表5.129 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 165 表5.130 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 166 表5.131 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 167 表5.132 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 168 表5.133 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 169 表5.134 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 170 表5.135 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 171 表5.136 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 172 表5.137 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 173 表5.138 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 174 表5.139 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 175 表5.140 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 176 表5.141 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 177 表5.142 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 178 表5.143 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 179 表5.144 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 180 表5.145 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 181 表5.146 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 182 表5.147 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 183 表5.148 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 184 表5.149 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 185 表5.150 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 186 表5.151 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 187 表5.152 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 188 表5.153 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 189 表5.154 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 190 表5.155 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 191 表5.156 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 192 表5.157 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 193 表5.158 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 194 表5.159 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 195 表5.160 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 196 表5.161 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 197 表5.162 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 198 表5.163 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 199 表5.164 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 200 表5.165 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 201 表5.166 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 202 表5.167 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 203 表5.168 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 204 表5.169 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 205 表5.170 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 206 表5.171 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 207 表5.172 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 208 表5.173 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 209 表5.174 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 210 表5.175 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 211 表5.176 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 212 表5.177 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 213 表5.178 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 214 表5.179 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 215 表5.180 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 216 表5.181 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 217 表5.182 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 218 表5.183 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 219 表5.184 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 220 表5.185 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 221 表5.186 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 222 表5.187 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 223 表5.188 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 224 表5.189 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 225 表5.190 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 226 表5.191 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 227 表5.192 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 228 表5.193 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 229 表5.194 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 230 表5.195 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 231 表5.196 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 232 表5.197 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 233 表5.198 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 234 表5.199 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 235 表5.200 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 236 表5.201 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 237 表5.202 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 238 表5.203 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 239 表5.204 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 240 表5.205 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 241 表5.206 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 242 表5.207 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 243 表5.208 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 244 表5.209 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 245 表5.210 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 246 表5.211 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 247 表5.212 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 248 表5.213 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 249 表5.214 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 250 表5.215 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 251 表5.216 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 252 表5.217 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 253 表5.218 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 254 表5.219 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 255 表5.220 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 256 表5.221 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 257 表5.222 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 258 表5.223 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 259 表5.224 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 260 表5.225 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 261 表5.226 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 262 表5.227 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 263 表5.228 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 264 表5.229 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 265 表5.230 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 266 表5.231 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 267 表5.232 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 268 表5.233 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 269 表5.234 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 270 表5.235 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 271 表5.236 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 272 表5.237 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 273 表5.238 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 274 表5.239 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 275 表5.240 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 276 表5.241 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 277 表5.242 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 278 表5.243 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 279 表5.244 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 280 表5.245 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 281 表5.246 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 282 表5.247 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 283 表5.248 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 284 表5.249 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 285 表5.250 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 286 表5.251 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 287 表5.252 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 288 表5.253 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 289 表5.254 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 290 表5.255 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 291 表5.256 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 292 表5.257 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 293 表5.258 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 294 表5.259 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 295 表5.260 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 296 表5.261 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 297 表5.262 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 298 表5.263 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 299 表5.264 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 300 表5.265 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉/絹雲母) 301 表5.266 23階層設計不透明度實驗數據(碳酸鈣/

驗數據(碳酸鈣/滑石粉) 68 表5.33 主效應與交互效應不透明度分析結果(碳酸鈣/滑石粉) 69 5.1.1.3 手抄紙灰份比例 69
表5.34 23階層設計灰份實驗數據(碳酸鈣) 70 表5.35 主效應與交互效應灰份分析結果(碳酸鈣) 70 表5.36 23階層設計灰份實驗
數據(碳酸鈣/絹雲母) 71 表5.37 主效應與交互效應灰份分析結果(碳酸鈣/絹雲母) 72 表5.38 23階層設計灰份實驗數據(碳酸
鈣/滑石粉) 73 表5.39 主效應與交互效應灰份分析結果(碳酸鈣/滑石粉) 74 5.1.1.4 漿料保留率 74 表5.40 23階層設計一次保
留率實驗數據(碳酸鈣) 75 表5.41 主效應與交互效應一次保留率分析結果(碳酸鈣) 75 表5.42 23階層設計一次保留率實驗數據(
碳酸鈣/絹雲母) 76 表5.43 主效應與交互效應一次保留率分析結果(碳酸鈣/絹雲母) 77 表5.44 23階層設計一次保留率實驗數
據(碳酸鈣/滑石粉) 78 表5.45 主效應與交互效應一次保留率分析結果(碳酸鈣/滑石粉) 79 5.2 剪應力對於手抄紙紙張性質影
響趨勢圖 79 5.2.1 絹雲母取代部分碳酸鈣為填料進行手抄紙 80 5.2.1.1 手抄紙物理性質 80 5.2.1.1.1 破裂指數 80 圖5.1 紙漿
濃度對手抄紙破裂指數的影響 81 圖5.2 攪拌速率對手抄紙破裂指數的影響 82 圖5.3 攪拌時間對手抄紙破裂指數的影響 82
5.2.1.1.2 抗張指數 83 圖5.4 紙漿濃度對手抄紙抗張指數的影響 84 圖5.5 攪拌速率對手抄紙抗張指數的影響 84 圖5.6 攪拌
時間對手抄紙抗張指數的影響 85 5.2.1.1.3 厚度 85 圖5.7 紙漿濃度對手抄紙厚度的影響 86 圖5.8 攪拌速率對手抄紙厚度的
影響 87 圖5.9 攪拌時間對手抄紙厚度的影響 87 5.2.1.2 手抄紙光學性質 88 5.2.1.2.1 白度 88 圖5.10 紙漿濃度對手抄紙白度
的影響 89 圖5.11 攪拌速率對手抄紙白度的影響 89 圖5.12 攪拌時間對手抄紙白度的影響 90 5.2.1.2.2 不透明度 90 圖5.13 紙
漿濃度對手抄紙不透明度的影響 91 圖5.14 攪拌速率對手抄紙不透明度的影響 92 圖5.15 攪拌時間對手抄紙不透明度的影響
92 5.2.1.3 手抄紙灰份比例 93 圖5.16 紙漿濃度與填料預混比例對手抄紙灰份的影響 94 圖5.17 攪拌速率與填料預混比例對手
抄紙灰份的影響 94 圖5.18 攪拌時間與填料預混比例對手抄紙灰份的影響 95 5.2.1.4 漿料保留率 95 圖5.19 紙漿濃度對手抄
紙灰份和一次保留率的影響 96 圖5.20 攪拌速率對手抄紙灰份和一次保留率的影響 97 圖5.21 攪拌時間對手抄紙灰份和一次
保留率的影響 97 5.2.1.5 填料與纖維結合狀態 98 圖5.22 20%絹雲母取代碳酸鈣手抄紙SEM圖 98 圖5.23 20%絹雲母取代碳
酸鈣冷凍乾燥SEM圖 98 圖5.24 20%絹雲母取代碳酸鈣手抄紙SEM圖 99 圖5.25 20%絹雲母取代碳酸鈣冷凍乾燥SEM圖 99
5.2.2 滑石粉取代部分碳酸鈣為填料進行手抄紙 99 5.2.2.1 手抄紙物理性質 99 5.2.1.1.1 破裂指數 100 圖5.26 紙漿濃度對
手抄紙破裂指數的影響 101 圖5.27 攪拌速率對手抄紙破裂指數的影響 101 圖5.28 攪拌時間對手抄紙破裂指數的影響 102
5.2.1.1.2 抗張指數 102 圖5.29 紙漿濃度對手抄紙抗張指數的影響 103 圖5.30 攪拌速率對手抄紙抗張指數的影響 104 圖5.31
攪拌時間對手抄紙抗張指數的影響 104 5.2.1.1.3 厚度 105 圖5.32 紙漿濃度對手抄紙厚度的影響 106 圖5.33 攪拌速率對手抄
紙厚度的影響 106 圖5.34 攪拌時間對手抄紙厚度的影響 107 5.2.2.2 手抄紙光學性質 107 5.2.2.2.1 白度 107 圖5.35 紙漿濃
度對手抄紙白度的影響 108 圖5.36 攪拌速率對手抄紙白度的影響 109 圖5.37 攪拌時間對手抄紙白度的影響 109 5.2.2.2.2
不透明度 110 圖5.38 紙漿濃度對手抄紙不透明度的影響 111 圖5.39 攪拌速率對手抄紙不透明度的影響 111 圖5.40 攪拌時間
對手抄紙不透明度的影響 112 5.2.2.3 手抄紙灰份比例 112 圖5.41 紙漿濃度與填料預混比例對手抄紙灰份的影響 113
圖5.42 攪拌速率與填料預混比例對手抄紙灰份的影響 113 圖5.43 攪拌時間與填料預混比例對手抄紙灰份的影響 114 5.2.2.4
漿料保留率 114 圖5.44 紙漿濃度對手抄紙灰份和一次保留率的影響 115 圖5.45 攪拌速率對手抄紙灰份和一次保留率的
影響 116 圖5.46 攪拌時間對手抄紙灰份和一次保留率的影響 116 5.2.2.5 填料與纖維結合狀態 117 圖5.47 20%滑石粉取代碳酸
鈣手抄紙SEM圖 117 圖5.48 20%滑石粉取代碳酸鈣冷凍乾燥SEM圖 117 圖5.49 20%滑石粉取代碳酸鈣手抄紙SEM圖 118
圖5.50 20%滑石粉取代碳酸鈣冷凍乾燥SEM圖 118 第六章 結論與建議 119 6.1 結論 119 6.2 建議 122 附錄 126

REFERENCES

1. Antunes E., Garcia F.A.P., Ferreira P., Rasteiro M. G. 2007. Flocculation of PCC filler in papermaking: Influence of the particle characteristics. Chemical Engineering Research and Design 86:1155-1160.
2. Blanco A., Fuente E., Negro C., Monte M., Tijero J. 2002. Focused beam reflectant measurement as a tool to measure flocculation. TAPPI J. 1(10):14-20.
3. Gaudreault R., Cesare N.D., Weitz D., Theo G.M. 2009. Floccuarion kinetics of precipitated calcium carbonate. Colloid and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 340:56-65.
4. Gigac J., Ku?a V., Schwartz J. 1995. Effects of fibers and fillers on the optical and mechanical characterstics of paper. TAPPI J. 78(2).
5. Goto S., Pelton R. 2000. The link between strength and shear sensitivity for filler flocs formed with retention aids. TAPPI J. 83(4):1-9.
6. Kamo K., Sampson W. 2008. Analysis of the Influence of Filler Loading and Grammage on Bonding. TAPPI/PIMA PaperCon '08 Conference.
7. McNeal M.R., Nanko H., Hubbe M.A. 2005. Imaging of macromolecular events occurring during the manufacture of paper. 13th Fundamental Research Symposium, Cambridge.
8. Perng Y.S., Wang I.C. 2004. Development of a functional filler:swelling sericite. TAPPI J. 3(6):26-31.
9. Perng Y.S., Wang I.C., Yang I.T., Lai M.H. 2008. Application of nanosericite to a colloidal silica microparticle retention system. Taiwan J. For Sci 23(1):47-54.
10. Perng YS, Wang IC, Yang IT, Lee YW. 2010. Effects of adding co-ground talc and calcium carbonate on the retention and paper properties of handsheets. TAPPI J. 25(2):129-37.
11. Poraj-Kozminski A., Hill R.J., Theo G.M. 2007. Flocculation of starch-coated solidified emulsion droplets and calcium carbonate particles. Journal of Colloid and Interface Science 309:99-105.
12. Rasteiro M. G., Garcia F.A.P., Ferreira P., Blanco A., Negro C., Antunes E. 2007. The use of LDS as a tool to evaluate flocculation mechanisms. Chemical Engineering and Processing 47:1323-1332.
13. Scott W.E. 1996. Principles of wet-end chemistry. TAPPI Press. Atlanta.
14. Teir S., Eloneva S., Zevenhoven R. 2005. Production of precipitated calcium carbonate from calcium silicates and carbon dioxide. Energy Convers Manage 46:2954-2979.
15. 王益真(2001), 微粒子保留助劑系統之絮凝機制, 漿紙技術5(4):27-35。
16. 朱志耀(1996)紙之規格與品質標準, 造紙基層技術備漿系統, 經濟部工業局:1-50。
17. 李貞輝、郭蘭生、方專任(1999), 造紙濕端化學發展, 漿紙技術3(3):17-24。
18. 宋寶祥、狄宏偉(2008), 造紙滑石的功能特性及其產品的開發與應用前景之研究

, 中華紙業期刊29(15):48-52。 19. 祝紅麗、陳克復、陳港(2008), 造紙填料的改性及應用, 紙與造紙27(S0):57-60。 20. 夏維泰、林懿薇(2008), 「觀微知著的粒徑分析」, 科學發展6(426):55-59。 21. 翁泓程(2009), 修飾填料添加於造紙濕端之應用研究, 碩士論文, 私立大葉大學環境工程系, 彰化。 22. 高曉軍、王友成、張風山(2007), 添加陰離子澱粉 提高新聞紙灰份, 紙與造紙26(4):35-37。 23. 許正治(1999), 濕磨碳酸鈣在造紙填料上的應用, 漿紙技術3(3):25-30。 24. 許正治(2004), 濕磨碳酸鈣在造紙上之應用, 漿紙技術8(1):9-26。 25. 張升友、陳夫山、王高升、于亞新(2009), 打漿對高得率漿物理性能及纖維形態的影響, 紙和造紙28(2):29-32。 26. 梁瑞振(2004), 輕質碳酸鈣應用於造紙填料之研究, 碩士論文, 屏東科技大學森林系, 屏東。 27. 郭蘭生(1996), 紙之染色, 造紙基層技術備漿系統, 經濟部工業局:245-312。 28. 郭蘭生、蔡碧麗(1988), 避免機器抄色紙顏色偏差之經驗談, 漿與紙9(3):22-26。 29. 郭蘭生、藍浩繁、鄭殷立、鄭雅月(1997), 白信封紙之不透明度, 台灣林業科學12(1):53-59。 30. 經濟部礦物局網站-礦石小百科-絹雲母。

<http://www2.mine.gov.tw/Bible/ViewMineral.asp?view=m30> 31. 彭元興(2004), 澱粉在造紙業的應用, 經濟部工業局專案計畫-造紙技術講習班講義。 32. 彭元興(2004), 攪拌理論與實務(一):基本概念及葉輪功率需求, 漿紙技術8(1):1-6。 33. 楊欣、龍柱、李海峰(2008), 打漿對磁性紙的填充度和紙張性能的影響, 紙與造紙27(5):36-38。 34. 蘇裕昌(1999), 濕端化學的基礎, 漿紙技術3(3):1-11。