



澳門大學

University of Macau

教育學院

Faculty of Education

教育碩士 課程與教學專業碩士論文

Thesis for Master of Education in Curriculum and Instruction

數學範例排版對學生學習表現和認知負荷影響之研究

A Study of the Worked Example Layout in Mathematics on Students' Learning  
Performance and Cognitive Load

學生姓名：魏均僑

Student : Kuan Kio Ngai

指導教授：陳勤勤博士

Supervisor : Dr. Kan Kan Chan

2012年6月

June, 2012

## 摘要

本研究探討了不同排版形式的解答範例對不同學習成就學生的學習表現和認知負荷的影響。研究採用準實驗研究方法，選取澳門某中學初一和初二的兩班學生進行了三次的實驗。三次實驗分別對不同排版形式的解答範例學習模式進行比對，實驗一是緊密排版和適中排版的比對，實驗二是適中排版和稀疏排版的比對，實驗三是實驗一的重複實驗，並對實驗一進行了改進。通過此三個實驗，實施了對解答範例效應中的排版形式如何影響不同學習成就學生的學習表現和認知負荷進行了深入的研究。

通過對三次實驗進行分析，研究得出以下結論：

- (1) 當學習者面對的教學內容難度較小時，適中、稀疏排版的解答範例相比緊密排版更有利於學習者學習。
- (2) 當學習者面對的教學內容難度較大時，稀疏排版相比適中排版的解答範例更有助於減低學習者的外在認知負荷，而適中排版和緊密排版的解答範例在認知負荷上則沒有顯著差異。

**關鍵字：**排版形式、認知負荷、解答範例效應、學習表現

## Abstract

This study aims to investigate how worked example with different layout formats affect the learning performance and cognitive load of students with different learning achievements. A quasi-experimental design consisted of three experiments was adopted in this study. Participants were form 1 and form 2 students from a middle school in Macau. These experiments were carried out to compare different worked example learning models with different layout format of the worksheet paper. The first experiment was the comparison of the dense-layout and the moderate-layout, the second one was the comparison of the moderate-layout and the sparse-layout, and the third one was the repetition of the first experiment which was improved based on the first experiment. These experiments aim to investigate how the layout format affects the performance and cognitive load of students with different learning achievements in depth.

After analyzing the data of three experiments, the following results were attained:

- (1) In case of the instructional content with high difficulty encountered by students, learners in the groups of moderate-layout and sparse-layout had better performance than that of dense-layout.
- (2) In case of the instructional content with low difficulty encountered by students, learners in the group of sparse-layout had less extraneous cognitive load than that of moderate-layout. However, it did not make significant different cognitive load between the groups of moderate-layout and dense-layout.

**Keywords: layout format, cognitive load, worked example effect, learning performance**

## 謝誌

經過兩年的努力，論文終於得以完成，感謝兩年來我的導師陳勤勤博士對我不厭其煩的悉心指點。本論文與 RIC Project 有著密切的關係，感謝張立明博士長久以來對 RIC Project 的關心和支持，在張立明博士的帶領下，本人才有機會和認知負荷理論領域接觸，並得以和認知負荷創始人 John Sweller 等專家進行學術交流。

其次要感謝梁成安教授在工作繁忙之際，仍然為我解決不少統計方法上的問題，使我的論文得以精簡和完善，讓我從中獲益良多。此外，還要感謝實驗中澳門某中學的施守紀老師和鄭家恆老師對研究所提供的各種協助，感謝他們為教學設計付出的努力以及無私地貢獻自己的工作時間，在他們的幫助下，實驗資料才得到精確完整的蒐集。最後要感謝的是碩士班的全體同學，通過和大家的學術交流，讓我從不同的意見下得到多方的啟發。

在此，僅以我的誠意，向各位表示衷心的感謝。

# 目錄

摘要.....	1
<b>第一章 緒論.....</b>	<b>9</b>
第一節 研究背景.....	9
第二節 研究目的.....	10
第三節 研究問題.....	11
第四節 名詞釋義.....	14
第五節 研究限制.....	15
壹、 準實驗研究.....	15
貳、 研究採用的措施.....	17
參、 研究存在的問題.....	18
<b>第二章 文獻探討.....</b>	<b>20</b>
第一節 認知負荷理論.....	20
壹、 工作記憶和長期記憶.....	20
貳、 基模和自動化.....	22
參、 問題解決策略.....	24
肆、 內在、外在和有效認知負荷.....	26
第二節 認知負荷效應.....	33
壹、 五種基本的認知負荷效應.....	34
貳、 認知負荷效應之演變與關係.....	40
參、 認知負荷效應與人類認知系統的五項原則.....	45
第三節 認知負荷的測量.....	47
<b>第三章 研究方法與步驟.....</b>	<b>50</b>
第一節 實驗方法.....	50
第二節 實驗對象.....	50
第三節 實驗設計.....	51
壹、 設計方式.....	51
貳、 實驗變項.....	53
第四節 實驗工具.....	54
壹、 題型設計.....	54
貳、 評分標準.....	59
參、 認知負荷評量.....	60
第五節 實驗流程.....	61
壹、 實驗的改進.....	62
貳、 實驗的五個階段.....	63
第六節 研究實施.....	65
壹、 實驗一實施.....	65
貳、 實驗二實施.....	67
參、 實驗三實施.....	67
第七節 資料分析.....	68
<b>第四章 研究結果與分析.....</b>	<b>70</b>

第一節 起始行為.....	70
第二節 學習表現之差異.....	73
壹、 實驗一.....	73
貳、 實驗二.....	75
參、 實驗三.....	77
肆、 綜合討論.....	78
第三節 排版形式影響學習表現之模式.....	80
壹、 實驗一.....	80
貳、 實驗二.....	81
參、 實驗三.....	83
肆、 綜合討論.....	84
第四節 認知負荷之差異.....	85
壹、 實驗一.....	85
貳、 實驗二.....	87
參、 實驗三.....	87
肆、 綜合討論.....	88
第五節 排版形式影響認知負荷之模式.....	89
壹、 實驗一.....	89
貳、 實驗二.....	90
參、 實驗三.....	92
肆、 綜合討論.....	93
<b>第五章 結論與建議.....</b>	<b>94</b>
第一節 研究結論.....	94
壹、 研究結果.....	94
貳、 結果解釋.....	95
參、 結論綜述.....	97
第二節 研究建議.....	97
<b>參考：英文文獻.....</b>	<b>100</b>
<b>參考：中文文獻.....</b>	<b>107</b>
<b>附錄 1-1：三種排版形式的比較.....</b>	<b>108</b>
<b>附錄 1-2：實驗三不同類型題目清單.....</b>	<b>110</b>
<b>附錄 2-1：實驗一前測卷.....</b>	<b>111</b>
<b>附錄 2-2：實驗一緊密組工作紙.....</b>	<b>112</b>
<b>附錄 2-3：實驗一適中組工作紙.....</b>	<b>114</b>
<b>附錄 2-4：實驗一後測卷.....</b>	<b>116</b>
<b>附錄 2-5：實驗一延遲後測卷.....</b>	<b>117</b>
<b>附錄 3-1：實驗二前測卷.....</b>	<b>118</b>
<b>附錄 3-2：實驗二適中組工作紙.....</b>	<b>119</b>
<b>附錄 3-3：實驗二稀疏組工作紙.....</b>	<b>123</b>

附錄 3-4：實驗二後測卷 .....	128
附錄 3-5：實驗二延遲後測卷.....	128
附錄 4-1：實驗三前測卷.....	129
附錄 4-2：實驗三緊密組工作紙.....	131
附錄 4-3：實驗三適中組工作紙.....	136
附錄 4-4：實驗三後測卷.....	141



## 附表目錄

表 2-1-4-1	認知負荷三因素說明	27
表 2-2-2-1	十二種認知負荷效應列表	41
表 2-2-2-2	教學形式對三種認知負荷影響的實證研究（譯自 Sawicka, 2008）	44
表 2-2-3-1	人類認知系統五項原則	46
表 3-3-1-1	三次實驗的教學情況摘要表	51
表 3-3-1-2	實驗一設計	52
表 3-3-1-3	實驗二設計	52
表 3-3-1-4	實驗三設計	53
表 3-3-2-1	三實驗在學習表現層面上的研究變項	54
表 3-3-2-2	三實驗在認知負荷量層面上的研究變項	54
表 3-4-1-1	實驗一不同類型題目的清單	55
表 3-4-1-2	實驗一各階段使用題目類型列表	55
表 3-4-1-3	實驗二不同類型題目的清單	56
表 3-4-1-4	實驗二各階段使用題目類型列表	57
表 3-4-1-6	實驗三各階段使用題目類型列表	58
表 3-4-2-1	實驗一評分標準表	59
表 3-4-2-2	實驗二評分標準表	59
表 3-4-2-3	實驗三評分標準表	60
表 3-4-3-1	認知負荷九點量表	61
表 3-5-0-1	實驗一、實驗二和實驗三各班別所使用解答範例排版形式列表	62
表 3-7-0-1	實驗一、實驗二和實驗三所採用的資料分析方法	69
表 4-1-0-1	實驗一和實驗二中 A,B 班平時成績、前測表現、前測認知負荷量比較表	70
表 4-1-0-2	實驗三 C 班和 D 班平時成績、前測表現、前測認知負荷量比較表	72
表 4-2-1-1	實驗一不同組別學生後測各題及整體表現比較表	73
表 4-2-1-2	實驗一不同組別學生延遲後測各題及整體表現比較表	73
表 4-2-1-3	實驗一不同組別學生後測各題表現頻次分佈表	74
表 4-2-1-4	實驗一不同組別學生延遲後測各題表現頻次分佈表	75
表 4-2-2-1	實驗二不同組別學生後測各題及整體表現比較表	75
表 4-2-2-2	實驗二不同組別學生延遲後測各題及整體表現比較表	76
表 4-2-2-3	實驗二不同組別學生後測各題表現頻次分佈表	76
表 4-2-2-4	實驗二不同組別學生延遲後測各題表現頻次分佈表	76
表 4-2-3-1	實驗三不同組別學生後測各題及整體表現比較表	77
表 4-2-3-2	實驗三不同組別學生後測各題表現頻次分佈表	77
表 4-2-4-1	三實驗學習表現資料分析概況表	78
表 4-2-4-2	三實驗各題表現資料分析概況表	78
表 4-3-1-1	實驗一後測表現之共變數分析摘要表	80
表 4-3-1-2	實驗一延遲後測表現之共變數分析摘要表	80
表 4-3-2-1	實驗二後測表現之共變數分析摘要表	81
表 4-3-2-2	實驗二延遲後測表現之共變數分析摘要表	82
表 4-3-3-1	實驗三後測表現之共變數分析摘要表	83
表 4-3-4-1	三實驗共變數分析中排版形式對學習表現主效應差異顯著性概況	84
表 4-4-1-1	實驗一不同組別學生工作紙各題認知負荷量比較表	85



表 4-4-1-2	實驗一後測不同組別學生各題及整體認知負荷量比較表.....	86
表 4-4-1-3	實驗一延遲後測不同組別學生各題及整體認知負荷量比較表.....	86
表 4-4-2-1	實驗二不同組別學生認知負荷量比較表 .....	87
表 4-4-3-1	實驗三不同組別學生認知負荷量比較表 .....	87
表 4-4-4-1	三實驗工作紙、後測、延遲後測的認知負荷量資料分析概況表.....	88
表 4-5-1-1	實驗一後測認知負荷量之共變數分析摘要表 .....	89
表 4-5-1-2	實驗一延遲後測認知負荷量之共變數分析摘要表.....	89
表 4-5-2-1	實驗二後測認知負荷量之共變數分析摘要表 .....	90
表 4-5-2-2	實驗二延遲後測認知負荷量之共變數分析摘要表.....	91
表 4-5-3-1	實驗三後測認知負荷量之共變數分析摘要表 .....	92
表 4-5-4-1	三實驗共變數分析中排版形式對認知負荷量主效應差異顯著性概況.....	93

## 附圖目錄

圖 2-2-1-1	幾何例題.....	34
圖 3-4-1-1	實驗二指引信息 .....	58
圖 3-6-1-1	實驗一的實驗過程.....	65
圖 3-6-2-1	實驗二的實驗過程.....	67
圖 3-6-3-1	實驗三的實驗過程.....	68
圖 4-3-1-1	實驗一前測和後測表現比較圖 .....	81
圖 4-3-2-1	實驗二前測和後測表現比較圖 .....	82
圖 4-3-3-1	實驗三前測和後測表現比較圖 .....	83
圖 4-5-1-1	實驗一前測和後測認知負荷量比較圖 .....	90
圖 4-5-2-1	實驗二前測和後測認知負荷量比較圖 .....	91
圖 4-5-3-1	實驗三前測和後測認知負荷量比較圖 .....	92