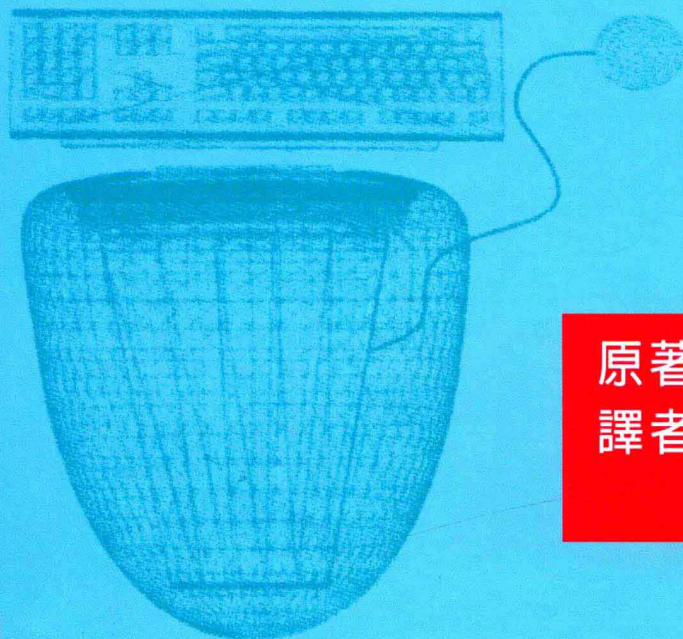


人因工程


INTRODUCTION TO
ERGONOMICS 3/e




原著 R.S. Bridger

譯者 趙金榮 林久翔 馮文陽

姚怡然 曾楓億

 CRC PRESS

 高立圖書

人因工程

Introduction to Ergonomics 3/e

原著 R. S. Bridger

譯者 趙金榮・林久翔・馮文陽
姚怡然・曾楓億

 高立圖書

國家圖書館出版品預行編目資料

人因工程 / Bridger 原著 ; 趙金榮等譯. -- 初版. -- 新
北市五股工業區 : 高立, 民 99.12
面 ; 公分

譯自 : Introduction to ergonomics, 3rd ed.

ISBN 978-986-412-787-0 (平裝)

1. 人體工學

440.19

99023791

人因工程

作 者 R. S. Bridger
譯 者 趙金榮 林久翔 馮文陽 姚怡然 曾楓億
出 版 者 CRC Press
Taylor & Francis Group
6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300
Boca Raton, FL 33487-2742
<http://www.crcpress.com>
高立圖書有限公司
248 新北市五股工業區五工三路 116 巷 3 號
TEL: (02) 2290-0318 FAX: (02) 8990-4925
<http://www.gau-lih.com.tw>
郵撥帳號 01056147
總 經 銷 高立圖書有限公司
出版日期 西元 2011 年 1 月 初版
書 號 3520A3

ISBN : 978-986-412-787-0

Original: Introduction to ergonomics, 3rd ed.

By R. S. Bridger

ISBN: 978-0-8493-7306-0

Copyright © 2009 by Taylor & Francis Group, LLC

Authorized translation from English language edition published by CRC Press,
part of Taylor & Francis Group LLC.

All Rights Reserved.

序 言

人因工程若未用來解決實際的問題，那它一點用處也沒有。

最新版本的人因工程共有 200 個以上的練習及短論——每章至少都有 10 題。當我想出這些問題的答案時就覺得非常有趣，希望讀者也能享受它們。我將它們放進來是希望讀者能深刻瞭解到，人因工程是如何對每日工作生活中所發生的各種問題提供實際的解答。然而真正要緊的是，你要將人因工程視為一種工具，以瞭解設計會如何影響作業中的人員，及如何應用我們對人員的瞭解，並為他們設計出適當的工作。

如果你能寫出一些好的人因工程短論，就表示你瞭解這個主題、引用的科學文獻，且可在會議中談論它們。當你可以解答出每章後面的習題，表示你可以利用人因工程工具及技術來解決實際上的問題了。而人因工程師二者都要做到，因為他不只要建立真實的系統，也要確保系統的執行要好且夠安全。人因工程可不只是說說而已。

第三版最主要的新內容，就是部分章節提供了“人因工程專題研討”，它使用人因工程解決問題的工具，提供實際可行的案例及建議。我並不打算去使用全面的或選擇一個真正具代表性的工具與技巧，而是採用過去幾年中我在自己研究與專業實務上用到的工具，且我知道它們是有用的。所以如果你想找尋一個工具，正好可以參考相關章節的人因工程專題研討。內文也新增許多由智利 Rina Araya 所提供的新範例。Rina——再次謝謝妳。

諮詢使用者的意見是人因工程不可缺少的一部分。因此新版本包括一些可應用在所有人因工程領域之問卷設計、評比尺度及調查指引。對所有好的人因工程實務及範例來說，工作分析是基本必備的，故整本書都會出現這種內容，並加上查核表及建議以幫助解釋。本書也增加了壓力角色、員工健康心理福祉及系統安全的涵蓋範圍。教師將會發現書中有很多新的材料可幫助其上課使用，以及易於評估的考試設計與計畫。另外，我也希望讀者與學生會喜歡我新增在書末的名詞解釋。

R.S. Bridger
人因工程顧問師
於英國漢普郡
索倫特海峽

作者簡介

Bridger 博士現於英國南部帶領一支人因工程小組，他與他的團隊目前從事 5 個研究計畫的人因工程調查工作。主題包括一個 6 年團隊研究的職業壓力源、巨觀人因及健康影響；複雜環境之人員可靠度研究；在不穩定平面上之姿勢穩定度研究；由於背痛造成長期失能之預測模式發展；使用內隱之態度量測來預測訓練投資量；及訓練模擬器真實性評估。

Bridger 博士與國際人因工程學會 (IEA) 合作，共同設計國際碩士課程的指引且他也擔任鑑定小組委員會的主席。他是 IEA 巡迴教授計畫的志工，最近在智利也辦了一場演講。過去 3 年，他與挪威 Bergen 大學職業醫學部門合作，擔任小而快遠洋航行船舶駕駛臺自動化的博士研究計畫共同主持人。他對一些英國的人因工程及職業安全衛生的研究生計畫提供很多支持。

Bridger 博士曾經負責開普敦大學人因工程研究生訓練計畫有 15 年之久 (1984-1999)，這是南非唯一國際上公認的課程。

Bridger 博士至今發表了超過 100 篇以上的科學著作，包括經過同儕審查後發表之研究論文期刊、圖書之章節，以及正式的研究報告等。他在英國倫敦 Gray's Inn 接受專家證人訓練，最近一直對英國財政部律師辦公室提供協助。

Bridger 擁有學士、碩士及博士學位。他也是英國人因工程學會的會士、合格之歐洲人因工程師，以及一位領有執照的心理學家。

目 錄

1 緒 論 / 1

人因工程的重點	2	Taylor 理論過時嗎？現代作業	
人機系統	2	系統及新 Taylor 理論	15
相容性：使需求配合人的能力	3	讓工作人性化	16
基本工作系統	4	工作人性化計畫之成功	17
人因工程的應用	4	現代人因工程	17
人機模式	6	人因工程常用工具	18
人因工程歷史簡述	7	人因工程查核表	18
科學管理與工作研究	8	工作分析	20
人際關係與職業心理學	10	風險評估及設計工具的現況	25
霍桑實驗	10	人因工程之效益與成本效益	29
社會技術系統理論	11	成本—利益模式及方法	30
參 與	12	Oxenburgh 生產模式	30
職業醫學	12	預防勝於治療	31
人員績效心理學	13	工業人因工程計畫範例	32
作業研究	13	參與之經濟性	34
以人來適應工作 (FMJ) 與使工		未來人因工程的趨勢	35
作適合於人 (FJM) 之比較	13	結 論	35
人因工程與人體工學	15	習 題	35

2 工作生物力學：風險評估與設計 / 37

姿勢穩定性	38	腰骨盆機制	44
一些基本的生物力學	38	姿勢穩定性與適應性	45
與姿勢有關之脊柱與骨盆解剖	40	下背痛	47
脊 柱	40	下背痛的原因	48
骨 盆	43	背痛及肌肉疲勞	49

下背痛可以預防嗎？	50	效益與成本效益	60
脊柱負荷之生物力學	51	背部傷害的高成本	60
脊柱壓力容許限制	52	職業因素的角色	62
風險評估中生物力學工具的現況	58	研究趨勢	63
人因工程與骨骼肌肉系統通論	58	結 論	63
工作場所骨骼肌肉疼痛量測	59	習 題	63

3 採用人體計測資料來設計 以使用者為中心之作業空間 / 67

為使用者母群體而設計	67	工作站設計與伸展	87
人員變異資料來源	68	製作不同的尺寸	89
影響母群體身體尺寸的改變因子	68	設計可調式產品	90
人因工程應用	68	使用適合度調查	91
適合所有人之設計	69	人體計測與個人空間	91
人體計測調查	70	多工空間配置	93
基本統計	70	人體計測、工作站設計及工作分析	93
常態分配	70	辦公室空間規劃	93
標準常態標準差	72	人體計測在人因工程之現況	94
範圍評估	72	效益與成本效益	95
量測正確性	73	成本—利益分析	95
人體計測資料類型	74	生產合身防護衣之好處	96
如何使用人體計測資料	76	工業作業場所配置	96
最小尺寸	76	辦公室傢俱之調整與可調性	97
最大尺寸	78	人因工程介入辦公室之效益	98
使用人模	81	研究趨勢	98
人體計測在設計上之應用	83	結 論	99
為所有人來設計	83	習 題	99
人體計測比例技術	85		

4 靜態作業：風險評估與設計原則／103

靜態姿勢	105	作業面設計	130
坐姿與站姿的基本觀念	110	工件配置	130
站姿解剖學	110	視覺顯示終端機	132
站姿生理學	111	密集使用滑鼠作業	134
靜脈曲張與站姿工作	112	辦公室環境	134
坐姿	112	靜態作業：風險評估工具	136
工作姿勢	113	全身快速評估	136
站立工作者之脊柱問題	113	使用綜合風險部位評分法評估	
坐姿工作者之脊柱問題	114	工作姿勢	136
汽車操作之坐姿作業	115	軀幹前傾	138
工作站設計之人因工程方法	116	效益與成本效益	138
使用者特性與作業空間／設備		電腦工作者工作環境的改善	138
設計	116	成本利益與還本分析	140
健康危害與人體計測資料的		改進資料輸入人員的工作環境	141
誤用	117	某大型公司的人因改善計畫	145
避免人體計測的誤用	119	視覺顯示器人因工程的訓練	
作業需求	120	計畫	145
為站姿工作者之設計	123	工作站設計與視角	145
站姿輔具評估	123	研究趨勢	146
為坐姿工作者之設計	127	結論	146
辦公椅	127	習題	147
動態坐姿	129		

5 重複性工作：風險評估和工作設計／151

與工作有關的骨骼肌肉病變介紹	151	不利結果之相關因素	156
特定與非特定工作有關之骨骼		工作有關之骨骼肌肉病變發展	
肌肉病變	153	模式	156

工作中之上肢傷害	157	與工作有關的證據	168
組織疾病結構與工作有關之骨骼		可能的原因途徑	168
肌肉病變評論	158	肩部病變	169
肌肉疼痛	158	與工作有關的證據	169
肌腱疼痛	160	可能的原因途徑	170
滑囊炎	161	下 肢	172
神經炎	162	工作有關之骨骼肌肉病變風險	
末梢神經系病變與非局部之手		評估	172
臂痛	162	應變指標	172
骨骼與關節	163	範 例	174
頸部病變	164	工作有關之骨骼肌肉病變的人因	
與工作有關的證據	164	工程設計和管理	175
可能的原因途徑	164	握把設計	176
控制工作時之頸部問題	166	鍵盤設計	183
腕道症候群	166	人因工具在工作有關之骨骼肌肉	
與工作有關的證據	166	病變風險評估及工作設計現況	185
可能的原因途徑	167	結 論	189
網球肘（外側髌炎）	168	習 題	189

6 人工搬運作業的設計與評估 / 193

人工搬運的解剖學和生物力學	193	作業需求	206
背部傷害與抬舉及攜行	194	員工之個人特性	207
工作場所人工搬運傷害的預防	196	尺寸—重量錯覺：最小化包	
為何搬運技巧訓練常常是無效		裝量	208
的？人工搬運安全錯誤的假設	197	NIOSH 的抬舉作業設計與評	
安全訓練計畫案的內容	199	估方法	209
腹部腰帶：健康或騙局	200	眾多抬舉作業	211
下背病變模式、風險評估及工		舉高與放下的最大負荷	213
作重新設計	204	攜 行	213
人工搬運作業設計	206	姿勢穩定度與姿勢控制	213

滑倒、跌倒及墜落：無法維持 直立位置	217	人因工程工具在人工搬運應用現 況風險評估與作業設計	225
年齡影響	219	下背痛病變模式之效度	225
腳—地板介面：安全的摩擦 係數	220	NIOSH 抬舉公式之信度	225
其他影響姿勢穩定的因素	220	NIOSH 抬舉公式之效度	225
戶外人工搬運：風對姿勢穩定 度的影響	221	敏感性、診斷性、干擾性及 成本	226
攜行作業的設計	222	結 論	226
		習 題	229

7 體能需求工作：壓力與疲勞 / 233

壓力與疲勞	233	體力工作能力	247
壓 力	233	心率恢復與工作強度	247
疲 勞	234	心壓力指數	248
體能與心理需求高的工作	234	基礎代謝率	248
壓力反應的生化與生理變化	235	最大氧攝取能力	248
肌肉、結構與功能，以及體能	236	廢物的移除	249
活動所需的能量	238	VO ₂ max 與疲勞	250
需氧與無氧系統	239	VO ₂ max 與產業工作	250
涵 義	239	美國勞工的有氧能力：NIOSH 指引	251
肌肉收縮之效率	240	絕對 VO ₂	251
肌肉功能	240	能量支出的間接測度	252
肌肉功能之控制	241	體力工作的主觀量度	252
疲勞與不舒適	242	影響工作能力的因素	253
疲勞與疼痛	243	高齡化人口	253
肌電訊號	243	生理風險評估與作業設計的現況	256
靜態施力之休息時間	245	習 題	256
心血管系統	245		
呼吸系統	246		

8 工作需求、工作場所壓力與健康 / 259

生理需求	259	輪班	269
評估工作輔助設備	259	輪班制度設計簡要準則	270
非體力壓力的評估	260	時段的影響	272
意外與疲勞	262	疲勞與瞌睡	273
工作體能	262	工時的法令規定	274
體能與健康	262	心理工作需求	275
體力工作需求的評估：動態		工作上的心理危害	275
監測	262	社會心理危害模式	276
工作負荷、體能與健康	263	暴露於社會心理風險因子與	
體力活動手冊	264	健康	277
工作加強計畫	264	參與決策	279
工作加強計畫與復健	269	習題	279
工作時數與輪班	269		

9 熱與冷工作場所的設計與評估 / 281

人體體溫調節基本原理	281	熱疾病	288
熱平衡	281	相對濕度	289
熱環境之測量	283	熱適應	289
乾球溫度	283	熱耐受力	290
相對濕度與濕球溫度	283	年齡	290
黑球溫度	284	性別	290
空氣的流動和風寒效應	285	體能	290
體溫調節機制	286	體脂肪	291
體表血管運動張力	286	熱壓力管理	291
逆流熱交換	286	在寒冷環境中工作	292
出汗	286	體核溫度	292
顫抖	287	周邊組織溫度和重複性工作	292
在炎熱環境中工作	288	冷適應	293

浸在冷水裡	294	寒冷氣候下的防護	298
冷覺	294	舒適感與室內氣候	299
冷傷害	295	建築設計與室內氣候	299
表皮溫度	295	建築之溫度舒適性	300
對抗極端氣候的保護措施	296	溫度舒適、空氣品質和致病	
具體指定安全的工作－休息		建築	300
排程	296	通風	304
設計陰涼處	296	ISO 標準	304
發給防護衣	297	習題	305
冷卻四肢	298		

10 視覺環境：測量與設計 / 307

視覺和眼睛	307	對比和眩光	325
眼睛的屈光器	308	照明設計注意事項	327
眨眼	309	照明水準	327
調節作用	310	照明調查	327
視覺缺陷	312	表面亮度的平衡	328
色差	313	避免眩光	329
聚合	313	眩光與視覺顯示器	330
眼睛的休息姿勢	314	照明的時間均勻性	331
讓觀看輕鬆的一般建議	314	演色性和人造光源	332
視網膜	316	視覺疲勞、眼睛疲勞與近視距	
視網膜的適應	316	工作	334
色彩視覺	318	視覺功能與視覺顯示器調查	335
視銳度	319	防止視覺和上身疲勞	335
色彩與視銳度	321	室內照明的心理面	337
光的測量	321	憂鬱	337
照明標準	324	習題	338

1 / 聽力、聲音、噪音與振動 / 341

專門術語	342	聽覺的驚嚇反應	367
聲音傳遞	342	工業噪音控制	368
耳 朵	343	噪音隔絕	370
外 耳	344	隔板、地毯、簾幕和吸音磚	371
中 耳	344	主動噪音控制	371
內 耳	345	噪音與溝通	371
耳朵敏感度	346	戶外噪音	372
噪音引起的耳朵病變	347	噪音對作業績效的影響	372
耳 鳴	348	工業音樂	373
噪音引起聽力損失的社會心理		噪音對健康之非聽力性影響	374
層面	349	噪音與血壓	375
聲音量測	349	噪音與壓力	375
頻率分析	350	噪音與滿意度	375
多音源	350	振 動	376
噪音暴露量測	352	人對振動的反應	377
安全暴露水準	353	振動與背部傷害	377
噪音劑量計	353	振動與健康	378
積分式噪音計	354	振動導致之白指症預防	379
噪音調查	357	振動與大眾運輸	379
聽力保護	359	風險評估與工作設計的方法	379
聽力保護裝置的使用訓練	361	效益與成本效益	380
聽覺環境的設計	365	其他人員在認知需求作業之語	
設計階段噪音水準的規格	365	音衰退績效	380
回 響	365	避免翻新重做	380
語音的可理解性與語音傳遞		聽力保護計畫確實有用	381
指數	367	聽力保護計畫的成本與利益	381

不同噪音控制策略的成本效益	382	研究趨勢	384
吵雜的機器通常是沒有效率的		結 論	384
機器	383	習 題	385
減少噪音會改善生產力及降低			
曠工與人為失誤	383		

12 人類的訊息處理與心智負荷 / 389

使用者的一般訊息處理模式	389	視覺圖像	405
從感覺到知覺	391	串集作用	406
愚昧的大標題	392	記憶的網路理論	406
編 碼	392	學習使用新系統	408
編碼與認知	393	從一個系統至另一個系統之轉	
記憶的二種類型	393	換學習	409
兩種記憶儲存	395	認知系統	410
工作場所的短期記憶	396	認知系統與智慧行動	410
注意力	396	操作人員的認知模型	411
瞬間注意力	397	心智負荷	411
我們可以同時進行幾項工作？	397	影響心智負荷的因素	412
開車時可以使用手機嗎？	399	心理作業績效與心理疲勞的	
反應選擇與執行	399	分類	412
熟練與不熟練的操作員	400	作業績效故障模式	415
持續注意：警戒範例	401	心智負荷的量測	417
有助於警戒作業的績效	401	執行控制在技巧作業之影響與	
警戒：警告的提示	402	執行功能降低症候群	423
回 饋	403	日常生活上的認知失效	424
長期記憶	404	心智負荷評估法使用在人因工程	
影響由記憶中檢索資訊之編碼		的現況	426
因素	404	結 論	427
記憶術、語詞的精心處理及視		習 題	427
覺圖像	405		

13 顯示器與控制器設計 / 431

視覺顯示的設計原則	431	軟式鍵盤	455
圖形與背景的差異	432	點擊設備	456
群組化	433	聲控裝置	456
顏色	436	聲音之游標控制	460
細部的解析度——物體大小和		聲音識別器所面對的問題	462
觀視距離	438	聲控輸入之應用	464
刻度盤之顏色編碼	439	不自然的使用自然語言	464
數位顯示器	439	顯示器與控制器綜合考量	464
多重顯示架構	439	控制器與顯示器整合方法	464
複雜顯示器之視覺搜尋指引	441	找出人要做什麼及人需要什麼	464
電腦生成的顯示器	442	改善配置之通則	467
地圖與導航輔助	444	面板設計中使用群組原則	467
三維顯示器	445	避免空間轉換	468
聽覺顯示器	447	人們刻板印象	469
合成語音	447	人們刻板印象與之前接觸的作	
聽覺警告與線索	448	業或技術有關	470
視覺搜尋之聽覺線索	449	人因工程之原則使用在控制器與	
聽覺顯示器的優點	449	顯示器設計之現況	471
語音警告	450	效益與成本效益	472
表徵警告與顯示器	450	專家軟性鍵盤之生產力改善	472
聽覺警報——與其他聽覺顯示		警告	473
器的相容性	451	利益	473
控制器設計	451	成本	473
車輛控制器	451	研究趨勢	474
控制器區辨性	452	結 論	474
控制器阻抗	452	習 題	475
鍵 盤	453		

14 資訊科技、記憶與語言 / 477

可用性的關鍵概念：模式與方法	478	顛倒錯誤	494
心智模式	478	編碼內容	494
袖珍型計算器的心智模式	479	設計造成之編碼錯誤	494
模 式	481	在顯示螢幕上的本文	495
互動系統中以人為設計中心的		編碼間的互相溝通	495
程序	482	人與電腦互動	495
使用者主動參與，並清楚瞭解		人與電腦互動之實施模式	496
使用者與作業需求	482	虛擬（虛構）環境	500
適當分配使用者與技術間的		電腦症候群	501
功能	483	頭戴式顯示器	502
設計方案的重複性	486	頭戴式顯示器與空間導航	502
具備各種學問的設計	486	與虛擬環境互動	503
規劃以人為中心的設計過程	486	虛擬環境的技術限制是人因工	
以人為中心的設計活動	487	程議題	504
互動系統的設計目標	488	電腦壓力	505
人與電腦互動的可用性設計指		量測電腦壓力	506
導方針總結	488	日常生活中之記憶力與語言	507
設計編碼與關鍵字	488	語言理解力	507
使用關鍵字的資料庫檢索	488	清晰的語言設計	510
關鍵字與名稱應反映出普遍的		可讀性的度量	512
用法	490	指令與警告	513
搜尋結果自動分類	490	綜合的符號作用較佳	514
網頁資料檢索線索	490	人因工程原則使用在人—電腦互	
在網頁中等待：系統反應時間	491	動中的現況	514
容易辨識之圖示設計	491	虛擬環境使用在訓練	515
文數字編碼設計	493	結 論	516
縮 寫	493	習 題	517

15 人為失誤、意外事故及安全 / 521

微觀人因工程、人為失誤及意外		警 報	541
事故	522	自動化	542
介面特性及操作者失誤：以醫		提供決策支援系統	542
療裝備設計為例	523	訓 練	544
人為失誤之心理學觀點	524	支援問題解決	545
失誤分類	524	人為失誤案例：汽車燃料補給	
失誤產生	525	失誤	545
意向形成之失誤	525	巨觀人因工程：系統操作之績效	
錯誤執行行動概要	526	形成因素	547
行動喪失	526	意外事故調查問題	551
錯誤觸發	526	意外事故與安全之巨觀方法	552
失誤偵測	526	案例：醫療失誤與瑞士起司	
人為失誤及高階認知過程	528	理論	552
決策之認知層面	528	意外事故調查範圍	556
人員決策之經驗法則與偏見	529	風險自動平衡理論	556
技術基礎、規則基礎及知識基		什麼決定目標風險水準？	558
礎之失誤	532	安全之組織觀點	559
問題解決行為之崩解	532	安全衛生提昇之激勵計畫	559
人為可靠度分析	533	多元文化之考量	560
人機交互作用之失誤預防	533	社會信仰及人因控制	561
目標、操作元、方法及選擇規則		效益與成本效益	562
(GOMS)	533	自動出納機與人為失誤	562
分析認知作業之資料擷取方法	537	電話總機的新工作站	564
介面設計考慮	539	先進駕駛訓練	565
讓系統狀態可被看見	540	研究趨勢	566
強制功能	540	結 論	566
失誤偵測	541	習 題	566
內在的知識與外界的知識	541		