

## 107 年公務人員專書閱讀心得

**專書名稱：**《機率思考》大數據時代-不犯錯的決斷武器

**心得題目：**火場指揮-靠大數據夠嗎？

## 引言

「機率思考」(Chancing It)這本書，剛開始給人感覺很像一本「純統計」小版教科書感覺，讓人有準備融入趣味故事情節的知識喜悅；然而，實際瀏覽本書目錄之後才瞠目結舌發現，本書取材領域不僅遍及博弈、醫療、防災、金融及科學等，更重要的是它每每引用理論、學說時，更是標註著簡淺易懂、深入淺出的『蒼萃之鑰』公式，讓人在玩味、推理同時，又能享受豐富文辭與親筆手算樂趣。

羅伯·麥修斯，英國物理學家，畢業於牛津大學，專長為機率事件與不確定性數學，研究屢次登上《自然》(Nature)、《柳葉刀》(The Lancet)等頂尖學術期刊。他也是廣受歡迎與肯定的科普作家，曾獲頒英國科學作家協會年度傑出作家獎，文章散見《BBC 焦點》(BBC Focus)、《經濟學人》(The Economist)、《金融時報》(The Financial Times)、《泰晤士報》(Times)、《週日電訊報》(Sunday Telegraph)等報刊。現任英國阿斯頓(Aston)大學客座教授、英國皇家統計學會研究員、英國皇家天文學會研究員、BBC Focus 科學顧問等職。

邇來，在消防圈裡最夯的話題應該是甫發生於上個(4)月28日，位於桃園市平鎮的敬鵬工業三廠發生火災，火勢發生於21時26分，4分鐘後轄區山峰消防分隊趕到現場並由代理分隊長蘇文遠擔任初期指揮官，不久即下令進入廠區救援，桃園市政府消防局據報累計共派出48輛各式消防車、244名消防員至現場灌救；21時45分火警升為三級；21時53分廠內發生爆炸，指揮官(大隊組長)呼叫廠內9名消防員撤離，惟僅2名順利脫困，另7名消防員失聯；23時左右火

警進一步升為四級，並組成救援小組（RIT）連夜強勢搜救。最終造成 6 名消防員殉職，1 名消防員重傷，2 名泰國籍移工死亡。由於廠房內存有近 2,000 柴油及大量腐蝕性化學物質，使得後續殘火處理更加艱鉅耗時。最終火勢延燒 40 小時之後，於 30 日 14 時回報撲滅。

這又是一場令人不敢相信、罹難者家屬痛心疾首公（工）安失敗事件，原本據報 2 名泰籍移工失聯，消防人員編組進入滅火、搶救並逐步搜索失聯移工，到後來不僅移工仍命喪火窟，桃園市政府消防局更賠進了 6 名優秀的基層同仁與幹部寶貴生命。我們不禁會想，問題到底出在哪裡呀？有誰能把當天事情經過？指揮脈絡？入內搜索遭遇到情形，詳實地告訴我們呀？遍閱各大報章評載，我們不敢妄下定見，只能按圖索驥般的拼湊、重建，約略歸納出小小淺疑？

一、相關人事時地物、因何、為何、如何，或（5W2H1E）情資掌握？

二、主客觀因素評估（Evaluation）、研判（Judgment）為何？

三、人員編組（Organized）、行動計畫（Incident Action Plan）

是否完備？並具有落實執行的決心（Determination）？

四、當事件層級逐步升高時，是否整備相對因應或更形妥善步驟？

五、報章傳聞，消防局長到場後大發雷霆、斥責下屬誰下令入室搜救

且質疑大隊指揮功能未見運作？個人亦淺疑為何未見指揮架構

層級（Hierarchy）及類似 ICS、CCIO 等任務模組運作？

六、後續人命搜救功能編組輪替（Duty Shifts）情形？

## **第一章 走極端，以策安全**

（極值理論 Extreme Value Theory）

**極值理論**是處理與機率分布的中值相離極大情況的理論，常用來分析機率罕見的情況，如百年一遇地震、降雨或洪水等，在風險管理和可靠性研究中時常用到。極值理論最早由提出 Gambul 分布的 Emil Julius Gambul 闡述。極值理論和很多廣泛應用的分布如常態分布、威布爾分布相聯繫。

換做消防的觀點出發，極值理論告訴我們在中位數統計或常態分佈模型裡，我們應該防範（我們是守方）那些「習以為常」或「常態風險」概念以外的懸殊危機、變異狀況等。在這個觀點下，我們才會靦然意識到可能疏忽的決策、戰術下，即將承受意料不到風險及不可回復的本益比賠率。簡單說就是「料敵從寬、禦敵從嚴。」

在外勤指揮往往很多事情的數學思維、快速分析，或者說「弱大數法則」的確都直接、間接的幫助我們做判斷、決策，絕大部分情形我們也都能勝任愉快。可是，當碰到一個初報為「精神疾病」，到達現場處置才知道又是「毒品通緝」，我們同仁在統計、常態分布等地習慣性應變招式上未及變陣，因而當該當事人手上拿著硝酸邊潑灑邊衝出來的時候，同仁及員警就一片哀鴻了……！

事後探討起來，論述的空間都很大，有人指責受理報案情資不足、有人認為未能反覆求證、有人不諒解警察機關未告知其通緝犯身分，也有人認為指揮官應初期就應佈署優勢水線以防潑灑事件衝突因應等，更有美式專精於警消組合勤務的專家以為，在現場未臻安全的

條件下，消防、救護人員不應跟著上到三樓，應該在樓下（冷區）待命，等候嫌疑犯被制伏後始行動作。

所以，本章節探討極值定義，其實就是評估安全分佈模型以外，那極小但仍可能發生的極端事件機率。而通常，那總是我們自認為最穩當、最有把握的！

## 第二章 緩和策略

（這不是演習—要抓大放小）

**緩和策略**，在我們現今「防災四部曲」定義來看就是所謂的減災（Mitigation）規劃了，只不過這裡是以目標（Object-Oriented）為導向的策略了。

以目前的科技，我們都知道最難預測的天然災害就是**地震**了。以各式儀器測量、歸納分析所做的統計推論（Statistic Inference），用於地震預測上始終不具有顯著性。因而，上古以來人們便把這類探知地震來臨的欲求，轉而以地下水位改變、動物異常行為、地表異常出現氣體或液體，甚或是雲層天象的變化來推擬。

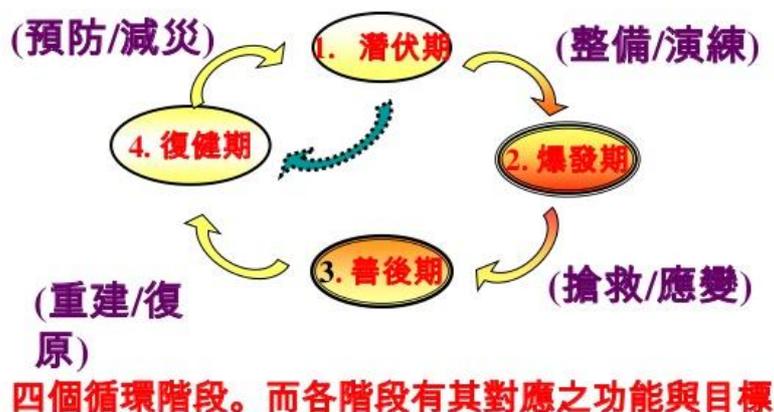
當然，科學家的夢想與野心依然存在，希望有朝一日能建立一個網路、一個系統或一套機器，它能提早幾小時、幾週，甚至幾個月前就預告人們即將發生的地震與規模。然而我們都知道，它畢竟就只是「預測」，凡是預測就有其預測失準性，因為它是「未來式」；因此，地震學兩派，一派仍汲汲營營的追求提高地震預測的信度、效度，不管

事從科研儀器還是數理運算去著手。另一派的地震學者，他們很快的覺悟了，不管預測地震能夠準確到甚麼程度，防災的連鎖動作（減災 Mitigation、整備 Preparedness、應變 Response、復原 Recovery）我們依然得務實的做。

緩和策略之所以能夠成功並且獲得作者的青睞，主要就是因為它著眼於災害時序（Disaster Sequentially）的長度。基本上西太平洋火環帶（Western-Pacific Ring of Fire）一定都會發生地震，因此地震學家、防災學家根本不需要信效度過低的預測或前兆，儘早把防災配套措施做有系統、有內涵落實，才是拯救民眾於無情天災的終極之道。

「無法準確預測，只求萬全預防」是本章完美詮釋。

## 危機四個階段對策



### 第三章 聖彼得堡矛盾

(賭博的黃金法則一看救災指揮)

金錢的價值，因狀況不同而有不同權重 (Weighted)。

#### 第一節 聖彼得堡矛盾

聖彼得堡矛盾這問題跟俄羅斯的聖彼得堡沒有太大關係。

1730 年代，數學家丹尼爾·伯努利 (Daniel Bernoulli) 的堂兄尼古拉一世·伯努利，在致法國數學家皮耶·黑蒙·德蒙馬特的信件中，提出一個問題：擲硬幣，若第一次擲出正面，你就賺 1 元。若第一次擲出反面，那就要再擲一次，若第二次擲的是正面，你便賺 2 元。若第二次擲出反面，那就要擲第三次，若第三次擲的是正面，你便賺  $2 \times 2$  元……如此類推，即可能擲一次遊戲便結束，也可能反覆擲沒完沒了。問題是，你最多肯付多少錢參加這個遊戲？

這個問題的悖論點在，這個遊戲的期望值是無限大，即你最多肯付出無限的金錢去參加這個遊戲。但是你更可能只賺到 1 元，或者 2 元，或者 4 元等，而不可能賺到無限的金錢。那你為什麼肯付出無限的金錢參加遊戲呢？

對於一個賭徒來說，其實聖彼得堡悖論並不是一個矛盾的現象，怎麼說呢？原來期望值確實是無限的，那是建立在沒有參加費跟時間無限的情況下，你玩無限次這種遊戲，確實能賺到無限的金錢，但是你何時有無限次的機會參加遊戲呢？這跟叫一隻猴子在電腦前面亂敲，時間夠久一定敲得出莎士比亞全集一樣。

這樣的遊戲大多情況下都會在前三回合結束，你要賺指數（Exponential）的錢，你便要參與指數的回合。但在普遍情況下，這個指數的回合會抵消所有你賺到的錢。什麼意思呢？

其實就是每 10 秒你給我 1 塊錢，等到猴子敲出一部「莎士比亞全集」時我就把我所有錢還（輸）給你的意思。

不過就算全世界的原子都變成猴子一直不停地打字，能夠打出一部《哈姆雷特》的機率仍然少於  $10^{183,800}$  分之 1。

## 第二節 黃金法則

賭博的黃金法則：價值賭注。

賭博要贏錢，需要有經驗證實能找到「價值賭注」的方法。價值賭注的條件就是，事件發生的真正機率，遠高於博彩公司賠率的對應機率。因此，要找出價值賭注，就必須挖掘連博彩公司在推估事件真實機率時遺漏，但是卻會影響結果的因素。若是沒有一套經過驗證的方法，找出這類因素並加以利用，賭博最終會導致嚴重損失。

對那些未能掌握關鍵問題或思維的賭徒，偶然賭贏（經常賭贏也一樣）幾乎變成一種負擔，因為它會掩蓋賭博的長期結果。只有在經年累月之後，賭贏無法轉成經常性穩健獲利的事實才會明顯。平均律會把他們獲利吃乾抹淨的速度很緩慢，但是很穩健的攤平（長期下來，賭徒注定賠錢）。

訣竅是分析歷史資料，尋找博彩公司忽略了哪些因素，因而產生無效率現象，提供優渥的價值賭注。參賽馬匹數目就是一個典型因素：參賽者眾時，博彩公司就難以準確訂出賭率，因此可能錯過勝算較高的黑馬，但是比賽中毫無希望的陪榜賽馬，也可能妨礙較佳的賽馬。反過來說，小型比賽就比較容易評估，也沒有機會爆冷門。所以介於兩者之間的場子，如 6 到 10 匹馬參賽，比較有機會找到價值賭注。

另一種途徑是投注於「新奇」市場，如一支球隊全場射中幾次。博彩公司對於分析這些事情的努力相對較少，有可能忽略某些因素，從而產生價值賭注。無論選擇哪種途徑，要尋找、確認這類因素，都涉及資料探勘。從賭博獲得長期利潤的唯一方法，是設法找到價值賭注。想成為出色的賭徒不是夢，只需要三個條件：

1. 洞悉賭博黃金法則。
2. 能找到符合黃金法則機會。

3. 個性，能應付機率捉摸不定。

比賽結果	英格蘭勝	斯洛維尼亞勝	平手
賠率	11 賠 4	1 賠 10	1 賠 4
對應或然率	73%	9%	20%

以上述的表格來作一簡單說明，比賽的結果不外乎其中一隊獲勝或兩隊踢和平手，而且全部都有對應或然率（計算也都正確）；賭盤上仍然看好英格蘭隊會勝機率較高，但是如果看得更仔細一點，我們不難看出運彩公司保障自身利益的企圖非常明顯。為什麼呢？

因為比賽既然不出這三個結果，個別或然率加總起來就必須是完美的數理統計 100%，然而根據賭盤開出來的牌告，加總起來卻是不合理的 102%。從這裡我們就知道運彩公司動了手腳，不管怎樣他們都有 2% 的獲利中飽私囊（對前提是公平博弈的賭客而言）。

本章應用於火場救災的思維，常常在於其備了很多 CCIO 或火場指揮的幕僚、團隊，甚或已經發揮了組織的功能了，可是卻常常陷入「見樹不見林」的聖彼得堡矛盾，抑或是在多準則、多維度決策思考下失焦在某些不是救災重點的「牌告賠率」迷思裡。或許，現場民眾的人云亦云正如進入馬場購買彩票的賭客，每個人都如同敬業專業、老謀深算的指揮官一樣，空口白話的指揮消防人員要往這射水、往那

射水……，殊不知真正的賠率取捨端看指揮官能否洞見「抓大放小」，耐心應付黃金法則出現前的執著陷阱，正確的依輕重緩急來決定救災順序，進而能替一次完美的消防救災畫下句點、贏得民眾掌聲。

秉此，還是殷殷企盼我消防救災同仁，都能以一份虛懷、謙沖的上進心，精進於消防、救災工作的本質戰術、技能，在出世入世之間點亮人間希望、恆久的光輝。

## 結語

（火場指揮-靠大數據夠嗎？）

**資料探勘**（Data Mining）大數據（Big Data）是一個在全球能高達 1,000 億美元的產業，小至網路賣家、大至跨國企業，乃至於世界局勢預測（像著名美商決策智庫蘭德 Random corporation）等等，幾乎都爭相採用大數據（亦稱：巨量資料 Mega Data）作為其決策、方針基礎。

同樣，在某種程度試圖從過去經驗、應變，演繹流脈軌跡中建立規則模型的消防、救災領域（Fields）來說，過去累積、統計分析、信效檢定與成功模式的種種數據，很快就會有系統地整理成吾人熟悉之標準作業程序（Standard Operation Procedure, SOP）、防災案例或教育宣導範例。然而，我們不禁會問……足夠資料的數據，講出來的話就是聖經嗎？抓一把鏟子探勘出來的數據，就一定能找到沙金？恐怕未必。你可能反而更易受到誤導，最後發現僅是空歡喜一場。

以偏差問題來說，從經過揀選的上億個資料點（Nodal Point），遠比經過妥善、隨機樣本中取得的少許資料，更容易讓人產生誤導。

除非您本身就是**無數據論** (Dataless)，抑或許您有個人偏好之決策模式或思維習慣。

現今量化科研顯學，一旦取得乾淨無偏差資料集 (Data Set)，緊接著就是利用各種方法論 (Methodology) 來創造、形塑完美預測模型 (Model)、架構 (Hierarchy)，如果再經過相關檢定程序確認無誤，通常就能減少掉 90% 的風險，並且讓人欣喜地自以為創造出新的數據論說 (Theory)，殊不知這樣的沾沾自喜小則會讓人誤信胡說八道、大則暗藏著毀滅性災難，因為剩餘 10% 仍有著關鍵的影響力。

減低這種風險的一個辦法，就是緊縮統計顯著性的標準；這雖在數理運算上有所幫助，但卻也導致**傑佛瑞斯·林德利矛盾** (Jeffreys Lindley Paradox)。這是個在統計圈內素負惡名的怪異現象，即資料愈大，用來檢定出「純屬僥倖」顯著性測試的效果就愈差。另一個習慣以演算法 (Algorithm) 加入愈多變數就以為預測愈準確的人，還有一個討人厭的驚喜等著他們，那就是一**變異兩難** (bias-variance dilemma)，即變數愈多預測愈準確、偏差愈少，也就更契合假設資料，但是該模型一旦加入新變數或改變模型邏輯，就變得岌岌可危、甚至大大失靈。因此，預測的模糊性控制 (Fuzzy Control) 就必須加以取捨：變數要多到足以進行預測，但又不能多到始預測結果過於模糊。所以我們說，資料探勘不是規模大就萬事 OK，奉為圭臬。

最後，消防救災除了從大數據、機率歸納、或然率演繹，乃至於建構預測模型等，這都僅是指揮官用以斟酌決策的參考與分析。長年來，自從「數理統計」輔以「計算機科學」加入「防救災決策」，專家們便野心勃勃地想建構出各式各樣流程、守則或標準範例，來取代第一線指揮官該具備之獨到判斷；殊不知專家們的野心，卻也錯誤的製造出不當的標準（Protocol）或不合宜、不清楚決策模型、架構，甚而因此使基層防救災人員陷入迷思、錯思，進而肇致毀滅性災難降臨。

筆者在最近一次的組訓（主題為化災）中了然於胸的憂心，現行內、外勤人員在殷殷企盼中努力建立起「熟能生巧」的古言明訓下，卻也忘了差異化、變異性的快速適應、及時反應與靈活應變的策略（戰術）變化，終致造成了桃園敬鵬火災的可挽回的悲劇。

**「謙虛、自持、勤篤、上進、堅毅、任事、靈活與迅捷」**，這應該具備有擔當的指揮官心法，不吝與讀者共享及惠請賜教。