

歷史上的 人因工程

「科技始終來自於人性」這句話，
傳達了人因工程的精髓。

你知道嗎？早在九百年前的宋代，
老祖先就已經開始發展以人為本的科技。

如果你喜歡金庸武俠、《三國演義》、《水滸傳》、運動，
或者玩過網路遊戲〈金庸群俠傳〉，
其實你已與人因工程有過接觸……

■ 饒培倫

從金庸談起

在金庸的武俠世界中，人人欽羨的韋小寶有石灰粉、烏蠶背心、西洋火槍、含沙射影幾項法寶武器；內功深厚的張無忌曾經用過倚天劍、屠龍刀以及聖火令；丐幫幫主洪七公及黃蓉的打狗棒，看來簡單實則奧妙無窮；不幸獨臂的楊過，使起無刃無鋒的玄鐵重劍，與小龍女合練的玉女劍更是出神入化，小龍女的兵器，從蠶絲手套到軟金索，皆屬以柔克剛之器；還有胡斐的胡家刀、袁承志的金蛇劍、張翠山的鐵劃銀鉤、與鱷嘴剪、軟鞭、鐵杖、算盤、棋盤、火叉等兵器，這些武功高強的人物，在金庸筆下栩栩如生，塑造了許許多多的傳奇，充實了我們的想像空間。

或許在媒體充斥的今天，要讀完全套金庸小說，會被歸類為少數的蛀書蟲，最起碼在看過劇情越改越離譜的台

製金庸武俠電視劇、港版漫畫或電影金庸，或者玩過風靡兩岸三地的〈金庸群俠傳〉後，不能不對故事中刻劃鮮明的人物與兵器，留下深刻的印象。如果沒玩過〈金庸群俠傳〉，沒看過周迅的廣告，一定也聽過〈三國志〉。三國故事中的英雄好漢，手邊總有一樣獨一無二的兵器，如關羽的青龍偃月刀、張飛的丈八蛇矛、趙雲縱橫長阪坡的



中華網龍提供

鋼鑄軟鞭 軟鞭是鞭的一種，不論是軟鞭或硬鞭都依賴揮擊的力量而非鋒利的刃口傷敵，對穿著盔甲的敵人也能造成相當的殺傷力，是對付裝甲步兵或裝甲騎兵的重要兵器。

寶劍、以及呂布的方天畫戟。最後若還有極少數六、七年級的朋友看過《水滸傳》或是玩過單機版的《水滸傳》，相信也會記得一百零八位好漢中李逵的板斧、林沖的槍棒、魯智深的禪杖、花榮的神箭及呼延灼的九節鞭。

善用兵器能讓你在線上遊戲中如虎添翼，打敗其他玩家，也能讓你對本文的主題體會更深，那就是真實歷史上的人因工程。也許你認為「科技來自於人性」是現代高科技的產物，可能你只相信以人為本的科技與手機電腦有關而已，不管你知不知道九百年前的中國，為保護士兵而訂定了製造兵器的國家標準，看完本文之後你會知道，人因工程是一個講述人與科技的故事。

兵器的使用原理

一般兵器的發展可以用火藥的

使用來作為分野，中國

歷史上，在宋代之以前以不使用火藥的冷兵器

為主，軍隊裝備著刀、槍、弓箭等兵器。自宋代發明火藥兵器之後，因為火藥的化學能可以殺傷敵人也可以用在火銃、槍、炮、燒夷彈、地雷等之中，成為元、明、清各代軍隊的重要兵器。此外兵器也可依使用方式區分為：近戰兵器，包括斬兵器（如刀、劍）、打兵器（如錘、鞭、鎗）、扎兵器（如槍、矛、戟、槊），遠射兵器（如弓、弩、砲），火藥兵器（如銃、火槍、火炮）以及攻城與城防兵器（如雲梯、衝車）等。

以上談到的各種兵器都需要人員的操作，

尤其是冷兵器。首先就斬兵器來說，如在《金庸群俠傳》中的虎頭金刀，在宋代常稱為朴刀，使用時以刀刃或刀的重量殺傷敵人。用刀者必須以人體的關節作為支點，以肢體帶動或旋轉刀體砍劈敵人，肢體的力量越大，刀體距支點的距離越長，砍劈的效果便越佳。這個道理也可以用來解釋以揮擊傷敵，而不像刀以

刀傷敵的錘、鞭、鎗等打兵器。

若以槓桿原理來說明刀的操作，對一位立定不動的用刀者而言，若身體保持不動，而以肩膀為支點，帶動手臂將刀劈向敵人時，用刀者的肩膀、手臂都必須發出很大的力量，力量越大，手臂及刀體的加速度越大，殺傷力也越大；如用刀者肩膀保持不動，以手肘作為支點，僅以前臂的力量帶動刀體，這時刀體無法被快速帶動，殺傷力將遠不如前者；如用刀者以手腕為支點，身體與肩膀保持不動，那麼他恐怕無法使這樣的大刀，僅能用美工刀或超級小刀切紙刻木頭而已。

棒球與撞球

如果力量乘以力臂（距離）等於力矩的公式，對各位有些陌生，我們就用棒球運動來說明其中的奧妙。一位棒球打者在本壘板前瞄準來球，以身體為軸用雙臂帶動球棒，運用下半身、腰、肩膀、手臂及手腕的力量加速揮擊球棒，將球擊出。球員的力量越大，揮棒的速度越快，才能將肌肉產生的能量轉化為來球的動能，使棒球飛出並旋轉。而短打時，打者的目的不在將球擊遠，而是控制球落點的方向，所以不需要使出很大的力量，也不必將球棒帶動很長的距離。所以通常短打打者只需要巧妙地控制球棒，甚至於要減少球與球棒接觸的力

虎頭金刀 刀是常見的實戰冷兵器，不論是以刃或以重量傷人都具有相當的威力。

中華網龍提供

道，而不需要用力大幅轉動身體或揮動雙臂。從打棒球的例子便不難推想，同樣依賴人體力量才能使用的兵器了。

同樣屬於斬兵器的劍，在使用時與扎兵器，如槍、矛、戟、槊一樣，是以刺擊為主，想必上過軍訓課或當兵練習過刺槍術的人，一定很了解扎兵器的原理，不過扎兵器屬長兵器，能從遠距離攻擊敵人。以槍為例，持槍者以全身的力量帶動兵器，使出的力量越大，槍的刺擊速度越快，扎中敵人要害時越容易造成傷亡。這類長兵器是古代戰鬥中的重要武器，如金庸在《倚天屠龍記》中所言，「一寸長，一寸強；一寸短，一寸險。」從近來流行的撞球運動，也可推想槍矛使用的原理，以球桿向前推送的動作便與用槍矛刺擊的動作相仿。好比撞球名人趙豐邦、陳純甄或柳信美在開球時的姿勢，一定以全身的力量用力推出球桿，使母球快速撞擊檯上的球，而平時則不需使用那樣大的力量擊球，反倒是求準確更為重要。

人與兵器

想像一下《倚天屠龍記》中，謝遜與張無忌在全力砍劈敵人時，應如棒球打者長打一般，以身體或肩膀全力揮動手臂，帶動屠龍刀斬向成昆之流的惡徒；而擅長胡家刀法的胡斐，在近戰防禦時則似棒球短打一般，不全力揮刀而以準確的移動抵擋敵人的攻擊。

沉重的屠龍刀若沒有謝遜、張無忌的深厚內力顯不出威力，就好像美國邦茲、日本松井秀喜這樣的強打者，沒有適當的球棒也無法打出全壘打，所以人與器具必須適當配合，才能發揮人的力量，過或不及都不好，而這也就是本文介紹人因工程的核心概念。

人因工程的重要精神，在於以人類體能及心理的能力與限制為基礎，進行機器與環境的設計與評量。而設計製造決定使用者生死的兵器，當然也必須具備這樣的基礎。不然試想，隨便塞給你一把楊過的玄鐵重劍或是關公的青龍偃月刀，連抬起來都有問題了，又如何能帶著它上戰場去攻擊敵人或防衛自己。可是重量輕也不一定好，一來偷工減料的兵器可能容易損壞，二來也無法發揮使用者的力量，好比想用紙團把釘子釘進牆中一樣不可能。除了重量要適合外，兵器長度也很要緊，太短了根本構不到敵人，太長了好

想像張無忌在光明頂用一根短樹枝，與華山派高矮師兄弟及崑崙派何太沖夫婦比鬥劍法時的困窘便可比擬。

為量身訂作的科技

既然兵器與人因工程關係如此密切，那麼我們的老祖宗是如何地將科技來自人性的觀念發揚光大呢？答案記載在宋代古書中。北宋曾公亮與丁度編撰了一部《武經總要》，它是一部軍事百科全書，全書分成前後兩集共四十卷。前集前五卷是歷代軍事制度，後五卷是宋代邊防；後集前五卷是歷代戰史，後五卷是軍事相關之天文地理。書中對於各式兵器式樣的設計、製造、及使用方法都有簡要的說明與圖樣。

《武經總要》提供了宋代軍事科技的面貌，同時也是宋代製造武器戰具的依據標準，以書中的紀錄為準，宋代的武器作坊大量生產製造可供百萬部隊所使用的裝備。其中各式裝備的設

鐵槍 扎兵器的代表，適合步騎兵使用，長度從接近一個人的身高到五公尺以上都有，一般以約三公尺的長度較為適合，太長不易使用，太短威力不夠。

中華網龍提供

計，已考慮到使用者——宋軍士卒的身材與體力，甚至已建立某些明確的重量或長度的標準，以防止裝備超出人力的負荷，讓士兵的戰力無法充分發揮，這種不一味追求器械鋒利，而忽視使用器械的操作人員的觀念，可視為人因工程應用的一大步，同時也是維繫國家存亡的重要關鍵。

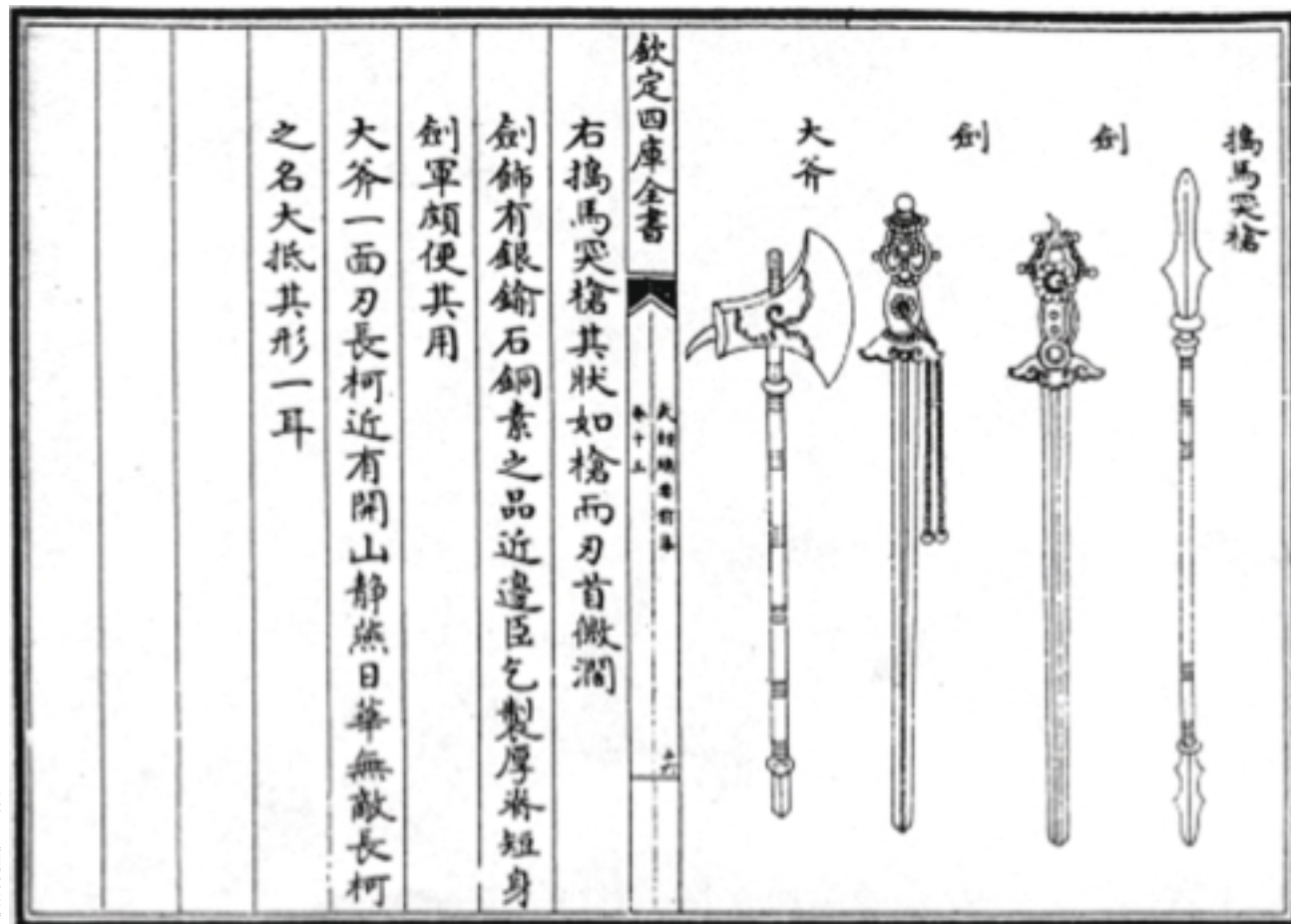
前面提到，為了保護士兵而訂定了製造兵器的國家標準，也就是有關士兵盔甲的設計，在《武經總要》與《宋史兵志》中都有紀載。步人甲是宋代步兵的防護裝備，在《武經總要》前集，卷十三器圖一節的最後有詳盡的介紹，作為戰鬥護具的鎧甲，在宋仁宗時已有定制，整套裝甲共1,825張甲葉，後來高宗的詔命規定不得超過約30公斤，避免重裝步兵的負荷過重。若再加上刀斧或槍劍等兵器及其他裝備，宋代重裝步兵的負荷會超過35公斤，可能達40

公斤以上。而現代美軍戰鬥負荷的標準重量是31.97公斤，與宋代重步兵的盔甲差不多。此外，根據紀載一七七七年美國獨立戰爭的沙拉托加戰役中，一般英軍步兵負荷約為60磅（相當於27.2公斤），相較之下又輕了一點點。

從人因工程討論人與周圍環境器具的配合，在研究器具的同時也得看人的體能條件。宋代人體尺寸的量測以身高為主要的指標，作為主力部隊的禁軍，以身高計測為主要的選拔標準之一。從宋太祖開始，宋代建立了完整的量測制度，從北宋末年依士兵身高分發部隊的紀載，可以稍稍看出當時男性身高的分配比率，士兵身高以五尺三寸（約156.4公分）至五尺五寸（約162.3公分）占大部份，五尺八寸（約171.1公分）左右的士兵如鳳毛麟角。

而宋朝的死對頭金國的士兵又如何呢？根據金史紀載，金國皇帝選拔親軍合格的身高標

《武經總要》中的兵器圖 書中介紹了各種兵器及特色，讓後人得以窺見宋代軍事科技的進步。



準為五尺六寸（約165.2公分）至五尺五寸（約162.3公分），比宋的一般禁軍選拔標準稍高一些，但看不出宋金士兵身高有很大的差異，不過不論宋或金，當時的成年男性身高比起現代人算是矮了一些。我們可以想像背景在宋代的《天龍八部》與《神雕俠侶》中，一般人物的身高大約為160公分左右，高一點的接近170公分，為了不要煞風景，讓我們相信段譽、蕭峰、楊過、郭靖等大俠應該都是170公分以上英俊瀟灑的高個子。

以人為本

以上我們從金庸武俠、兵器、現代運動談到了宋代一般人的身高，還有以人為本的科技應用在軍事上的成果，目的不外乎讓大家知道，兼顧人類體能、心理以及器具環境設計的人因工程，早就是科技應用不可或缺的一環，

小自保護人身安全，大到免於亡國滅種之虞。享受人性科技絕不只是現代人的特權，也不是電腦網路時代的產物，或者應該說，人因工程是人類文明進步的重要指標之一。盲目地發展科技而要求人類順從，不應是科學發展的目的，以人的能力與限制作為科技發展的條件才是文明進步的表徵，不管在宋代、在今天都是如此。今日，人因工程的研究者仍然秉持著以人為本的精神，在工業、商業、設計、教育、資訊等領域不斷地努力，以建立更美好、更舒適與安全的未來世界。 □

《武經總要》中的
步人甲圖 宋代
重甲步兵騎兵的
護具，根據中央
政府標準設計製
造，標準的制定
則基於當時士兵
的體能限制。

饒培倫
中原大學資訊管理學系

