

題目：基因生物戰劑發展簡介



備役少校鄧坤誠，中正理工學院專十五期，化校正規班四十二期，曾任排長、副連長、射線官、防護官、步校軍聯組教官。

提要：

- 一、生物戰劑之研發可隱藏於製藥與生物技術之發展，並且不容易被發覺，未來，就算是有新的禁止生物戰劑使用與發展條約達成共識，相信還是難以遏止有些國家持續、隱藏的發展基因生物戰劑。
- 二、運用基因工程技術，透過基因重組，人爲的改變致病微生物的遺傳基因，培養出新的、危害性更大的生物戰劑，這種生物戰劑就稱爲基因生物戰劑。
- 三、未來出現的基因生物戰劑可能主要有 4 大類型：(一)微生物基因戰劑；(二)毒素基因生物戰劑；(三)種族基因生物戰劑；(四)基因生物戰士。
- 四、人類基因圖譜雖是醫學的一大突破，但是各國政府若不善加監督，2010 年前便很有可能研製出基因生物戰劑。依據目前蒐集之中共各項生物科技發展情資，研判中共應已具有發展基因生物戰劑能力。
- 五、我對基因生物戰劑攻擊因應之道為(一)注重科技研發，爭取領先地位；(二)綿密情資蒐整，爭取機先反制；(三)研發基因疫苗，事先預防接種。(四)更新檢測儀器，縮短檢測時間。(五)定期實施演訓，檢討防疫缺失。

1、前言：

「人類基因組計畫(HGP)」、「曼哈頓原子彈計畫」、「阿波羅登月計畫」並稱爲人類自然科學史上的三大計畫。基因技術是把雙面刃，基因技術能改良、改造物種，也就必然能破壞、毀滅物種；能創造有益於人類的物種，也必然能製造出威脅人類的物種；對人類有治療作用，其反作用必然是對人類的殺傷，自歷史經驗來說，幾乎所有的先進科技都會轉用到軍事領域中，基因技術也不例外。據報導，美國經由基因工程技術研製的一種新型生物戰劑，萬分之一毫克就能毒死 100 隻貓，20 克就足以致 55 億人死亡，難怪有人稱基因生物戰劑是「世界末日武器」¹。所以目前許多國家正在密切注視基因工程技術發展的動向，以便充分了解基因生物戰劑擴散的潛在威脅。中共近年來在生物工程科技領域有突飛猛進之發展，研判應已具發展基因生物戰劑能力。本文旨在介紹基因生物戰劑特性，各國基因生物戰劑發展

¹ 第四軍醫大學網站，〈基因武器〉，<http://www.fmmu.edu.cn/magazine/mili/199901>

情資，並提出因應之道，俾供參考。

2、禁止生物戰劑條約無法禁止研發基因生物戰劑：

1971年12月16日由聯合國第26屆大會通過《禁止細菌（生物）及毒素武器的發展、生產及儲存以及銷毀武器公約》，1972年4月10日在華盛頓、倫敦、莫斯科開放簽署，1975年3月26日生效，無限期有效。共有143個國家簽署。然而，由於從一開始就缺乏基本的實施監督核查機制，公約的執行始終存在困難。1990年代中期，部分國家開始商議條約的實施辦法。但此份協定草案，各方意見相當分歧，製藥公司和生物技術公司反對的理由是，草案允許對它們進行隨機檢查，這會使它們的商業機密因此曝光；而強烈要求控制生物戰劑的各方對草案也不滿意，因為被檢查者會提前2周，特殊情況下也會提前108小時接到通知，如此，即便有發展生物戰劑的秘密，也很容易隱藏²。由此可知，生物戰劑之研發可隱藏於製藥與生物技術之發展，並且不容易被發覺，未來，就算是有新的條約達成共識，相信還是難以遏止有些國家持續、隱藏的發展新型生物戰劑。

參、何謂基因、基因工程、基因生物戰劑：

一、何謂基因：

自然界中的一切生物體都是由細胞組成的，細胞是一切生命活動的基本單位。細胞是由細胞膜、細胞質和細胞核三部分組成的。細胞核主要成分有兩種：一是核糖核酸(RNA)；一是去氧核糖核酸(DNA)。去氧核糖核酸和蛋白質構成染色體。1970年代，科學家們發現人類遺傳特徵與染色體有很大關係，生物性狀的千差萬別，主要決定於該生物細胞中的去氧核糖核酸。去氧核糖核酸是遺傳的基本單位，現代生物學中就把這種能控制生物性狀的功能結構單位稱之為基因（圖一）。人體內的一切性狀，如皮膚的顏色、身材高矮、胖瘦、性別等都是由基因控制的。生物的特性也是藉基因一代一代向下遺傳的。去氧核糖核酸的科學發現，為人類揭示了生命的起源³。



圖一 基因示意圖，左側X型代表染色體，右側標示子母的為基因

資料來源：<http://www.people.com>

² 《廣州日報》（廣州），2001年6月11日，網路版。

³ 同註1。

二、何謂基因工程：

基因工程又稱遺傳工程，即為透過分子遺傳學以及合成生物學的技術，以重組 DNA 的方式將基因混合以及結合的方式製造⁴。它的功能是經由改換生物基因（基因重組），即對基因進行人為的轉殖，使生物的

遺傳性狀發生改變，從而產生出符合人們需求的具有新遺傳特性的新生物。用基因工程方法培養出的新生物品種，要比自然進化過程快幾倍乃至幾十億倍，而且可朝著人為的方向發展。近些年來，利用基因工程技術已經培育出許多優良的生物品種和抗病毒藥物，帶給人類巨大的利益。1982 年，美國科學家把大白鼠的生長激素基因轉殖到小白鼠的受精卵中，培育出的小白鼠比普通的大 2 倍多；1992 年美國科學家克里斯把塑料接入一種芥類植物而分離出一種基因，這種基因可作為生產塑膠的原料；有些科學家還利用這項技術培育出高蛋白小麥、高產量棉花、藍色玫瑰花等；1997 年 2 月 22 日，人類培育出第一隻複製羊，人類於基因工程的技術又往前邁出一大步。基因工程技術開創了按照人類的意願實施再造「生命」、再造「物種」的技術⁵（圖二）。



圖二 出生於美 A&M 大學複製豬

資料來源：<http://www.people.com>

三、何謂基因生物戰劑：

基因生物戰劑就是運用基因工程技術，透過基因重組，人為的改變致病微生物的遺傳基因，培養出新的、危害性更大的生物戰劑，這種生物戰劑就稱為基因生物戰劑。隨著基因組學的進展，肺結核、麻風病、霍亂等病菌的完整基因序列已經發表，鼠疫桿菌等的基因組測序工作也將完成，這些天然的細菌和病毒都可能經由基因重組而被改造成易存儲、便攜、毒性更大的生物戰劑⁶。例如，炭疽熱可以用青霉素的衍生

⁴維基百科網站，〈遺傳工程武器〉，<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%9F%BA%E5%9B%A0%E6%AD%A6%E5%99%A8>

⁵

王瑩等著，〈新概念兵器〉（北京，兵器工業出版社，1998 年 1 月），頁 71。

⁶中國醫療衛生消毒網，〈生化武器的發展趨勢—基因武器〉，<http://www.cn-mds.com/TradeNews/ViewTradeInfo.aspx?InfoId=1764>

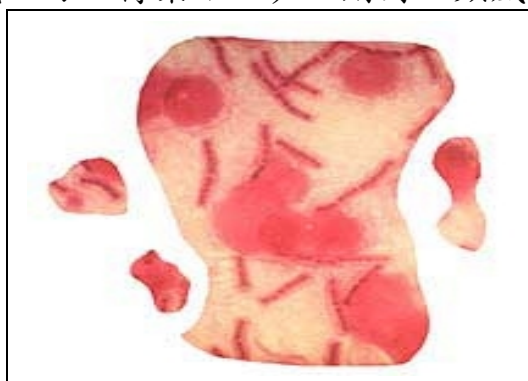
物來治療，但是，如果在炭疽桿菌中殖入某種基因，就可能使抗生素失效。類似的操作，對高級生物實驗室來說極為容易。除此之外，對病菌稍加改造，提高其毒性，或者使其不容易被檢測出來等，都是今天的技術完全可做到的⁷。

3、基因生物戰劑的種類：

未來出現的基因生物戰劑可能主要有 4 大類型：

一、微生物基因生物戰劑：

微生物基因戰劑是一種是專門破壞人體免疫系統的生物戰劑。它主要是利用一些本來不致病的微生物體內「轉殖」入致病基因或在一些致病細菌中殖入能對抗普通疫苗或藥物的基因，來培養出新的抗藥性很強的病菌或致病微生物⁸。如美國 2001 年 10 月初遭恐怖份子以炭疽熱病毒實施攻擊（圖三、圖四），有 17 人感染，5 人死亡，造成全世界的驚慌，此次的炭疽熱生物戰劑是一古老病毒，其醫療、預防作為等早為專家所熟知，但若此病毒經過基因改造，其傳染性可能會有所改變（說不定改變成人可以傳染給人），則對人類威脅性大為提高。



圖三 顯微鏡下的炭疽菌

資料來源：<http://www.sina.com>



圖四 美聯邦調查局人員於佛州調查炭疽菌危害情形

資料來源：<http://www.sina.com>

二、毒素基因生物戰劑：

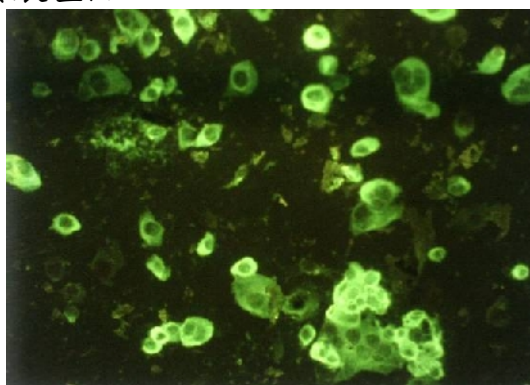
⁷同註 1。

⁸〈中共 民兵〉雜誌，2000 年第 10 期。

自然毒素是自然生物產生的，現已可經由基因技術增強其毒性，還能製成自然界所沒有的毒性更強的混種病毒基因生物武器，未來也將是最具殺傷力的生物戰劑⁹。

三、種族基因生物戰劑：

有實驗分析顯示，每一個人與另一個人的遺傳差別在 0.1% 左右，所以在人群中，確實存在著一些特殊的、對某一疾病具有抵抗性或易感性的基因。最近發現在白種人中有 1% 至 5% 的人由於一個「受體」基因缺少了 31 個核醣酸，就不會被愛滋病感染，而黃種人中有這一種缺失的人要少得多¹⁰。種族基因生物戰劑 就是一種專門攻擊特定種族的人種密碼武器。因為每類人種都有自己特定的基因密碼，一旦不同種族的 DNA 被排列出來，就可生產出來針對不同種族的人種密碼武器，造成敵方種族滅絕¹¹。以 2003 年 SARS 病毒為例（如圖五、六），至 2003 年 7 月 11 日，全球感染 SARS 累計確診病人為 8,437 人，據分析 SARS 病人集中在大陸以及香港、澳門和臺灣以及華人比較集中的新加坡，合計 7,960 例，再加上加拿大華人 SARS 確診病人，共占全球 SARS 確診病例的 96% 以上。其餘世界包括美國在內的地區，合計不到 400 例。全球 SARS 累積死亡人數為 813 人，大陸、香港、澳門、臺灣以及新加坡為 762 人，如果再加上加拿大華人死亡病例，也占全球非典死亡率的 96% 以上¹²。顯見由於各類人種的基因差異或缺陷，對病毒之抵抗能力也有所不同，故以種族為對象之基因生物戰劑，未來將是敵對種族之國家發展重點。



圖五 SARS 病毒

資料來源：<http://www.sina.com>

⁹ 百度網，〈基因武器〉，<http://baike.baidu.com/view/53870.htm>

¹⁰ 《北京日報》（北京），2000 年 8 月 25 日，網路板。

¹¹ 同註 8。

¹² 新浪網，〈中國新書提出：非典可能是針對中國的基因武器〉，<http://news.sina.com.cn/c/2003-10-08/0301874173s.shtml>



圖六 防疫人員實施防疫情形

資料來源：<http://www.yahoo.com>

四、基因生物戰士：

未來如果將人類的基因與某些動物結合，培育出來的「新人類」恐怕將更具有殺傷力，它們能根據作戰的需要，培育出所需求之基因生物戰士，以不同的體積、不同的作用對敵展開進攻。如果將這種技術與水中生物結合，可以培育出天生的「水下殺手」，其水中作戰能力將會比海軍陸戰隊員更強大。這些非人非獸的陸地和水下怪物，如果意志堅定的去攻擊陸上目標和水面艦船，陸戰和海戰的作戰方式將被改寫。或許未來出現在戰場上的不僅僅是智能機器人部隊，而且還有大量能夠思維的奇形怪狀的生物戰士，到那時出現在我們眼前的生物恐怕都是敵人¹³。

4、基因生物戰劑的特性：

一、殺傷力強：

現代生物技術可以把多個致病基因融合、轉殖在一起，使致病基因的擴散效率和致病能力大幅提高。有人估算，用 5,000 萬美元建造一個基因生物戰劑庫，其殺傷效能遠遠超過 50 億美元建造的核武器庫¹⁴。世界衛生組織曾經做過估算，1 架戰略轟炸機對完全沒有防護的人群進行襲擊所造成的殺傷面積是：100 萬噸 TNT 當量的核武器為 300 平方公里，10 噸普通生物戰劑可達 10 萬平方公里，而基因武器殺傷力更強，例如：在一個有 50 萬人口的城市釋放 50 公克炭疽桿菌，就可導致 9.5 萬人死亡、12.5 萬人受傷。可見基因武器殺傷力極強，遠非一般生物戰劑和核武器所能比擬¹⁵。

二、難以檢測：

應用現行檢測裝備只能檢測出一般的生物戰劑。而經過改造的病毒和病菌基因，只有製造者才知道它的遺傳「密碼」，其他人很難破譯和控

¹³ 新浪網，〈機器人基因納米高科技武器隨想〉，<http://ofind.sina.com.tw/cgi-bin/news>

¹⁴ 21com 網，〈基因生物戰劑：未來戰爭的神秘殺手〉，
<http://www.21com.com.cn/weng821.html2001033>

¹⁵ 彭小龍 徐宏建 周文卿 李勇軍，〈聚焦基因武器(下)〉，<http://qkzz.net/magazine/1000-9701/2008/02/2548713.htm>

制。同時，基因生物戰劑的殺傷作用過程是在秘密之中進行的，且易隱藏在我們周圍的正常菌群裡，既無色、又無味、肉眼又難以辨識，不知不覺就會侵入人體的呼吸道、消化器官或傷口內。所以要想快速、準確的把周圍的無害微生物和有害微生物分離開來，並採取相對應的防護措施，是過去一般檢測儀器和檢測方法無法做到的，必須依賴更加先進、敏感的新一代檢測儀器¹⁶。

三、運用彈性化：

基因生物戰劑可作為戰略武器和戰術武器使用，既可作為戰略武器攻擊主要戰略要地，也可作為戰術武器攻擊主要戰場目標。基因武器一經使用，不僅會極大地削弱敵方的戰鬥力，而且會使某一個種族的人群失去正常的智力或留下某種生理缺陷，甚至代代相傳¹⁷。

四、現有藥物無法醫治：

目前人類發現的疾病中有些是暫時無法治療或治療困難的，如愛滋病、癌症、炭疽病、狂犬病等，甚至最常見的感冒，現在藥物的治療作用也僅僅是緩解感冒症狀。而有些疾病即使能夠醫治，但由於時間、診斷、乃至治療程序等方面原因，死亡率也相對偏高。基因生物戰劑所採用的致病基因大都包含有那些無法醫療或者極難治療的致病基因，而且這些基因生物戰劑一般還含有抗藥性基因，現有的藥物難以醫療¹⁸。

五、具有定向感染性：

利用現代基因技術，可針對不同民族或種族基因排列差異，製造出具有定向感染的基因生物戰劑，從而使其專門危害有些民族或種族，而其他民族或種族並不會遭受感染¹⁹。

六、作戰能力極強：

可根據不同的作戰需求、地形、特性等，改造出大量能夠思維的各種基因生物戰士。經過改造過的基因生物戰士結合了特殊的生物特性，以及不怕死的堅定意志，作戰能力將大增。

七、不破壞各類設施：

基因生物戰劑只大規模殺傷有生力量而不破壞非生命物質。攻擊敵方時，可保存基礎設施及武器裝備不受損壞。

八、便於使用：

基因武器可以用人工、火炮、軍艦、飛機、氣球或飛彈等進行施放，可以投在敵對方的前線、後方、湖泊、水庫、河流、城市和交通要道等，使疫病迅速傳播。

九、強大的威懾作用：

¹⁶ 李杰等著，〈未來戰場上的撒手鎚〉（北京，國防科技大學出版社，2000年9月），頁203。

¹⁷ 同註15。

¹⁸ 同註16。

¹⁹ 同註16，頁204。

由於殺傷力強、難以檢測與治療，能給敵方造成極大的心理壓力，使敵方士氣大落，驚慌失措，作戰能力大為減低。

伍、世界各國基因生物戰劑發展情資：

人類基因圖譜雖是醫學的一大突破，但是各國政府若不善加監督，便很有可能出現基因生物戰劑。基因生物戰劑被稱為第三代生物戰劑。它的研製成本低，施放手段多樣化，沒有輻射而難於監測。目前世界上已經有 10～15 個國家在積極推進基因武器發展計畫²⁰。茲將各國基因生物戰劑發展情資敘述如後：

一、美國基因生物戰劑發展：

- ①據美國國防部專家希達爾博士的報告指出，在美國國防部的生物工程計畫中，國防部內排定 11 項，部外資助 32 項遺傳工程技術研究課題，美國政府每年用於生物工程研究的經費均達數十億美元。位於馬里蘭州的美國軍事醫學研究所，其實就是基因武器研究中心。美國自 1983 年以來，已用現代生物技術繁殖成功炭疽桿菌、A 型肉毒桿菌、霍亂弧菌等基因。據報告指出，他們還在研究用加入基因的方法使本來不引起疾病的細菌轉化為病菌。
- ②1995 年，美國利用基因工程技術研發出衍生天花病毒，這種病毒可使我們過去接種的牛痘疫苗全部失效，因而有可能感染衍生天花病毒。另用基因工程合成的霍亂毒素，其產量比原來增加了 100 多倍²¹。
- ③美國一些公司和研究所經過共同研究發展，已經成功的把響尾蛇蛇毒基因轉殖到感冒病毒中，如果感染這類感冒病毒，不僅會打噴嚏、流鼻涕，還可能會像毒蛇咬過一樣，搶救不及時就會因呼吸停止而死亡²²。
- ④美國政府 2000 年用於生物工程研究的經費為 20 億美元。據報導，位於馬里蘭州的美國軍事醫學研究所，已經研製了一些具有實戰價值的基因生物戰劑。他們在普通釀酒菌中接入一種在非洲和中東引起可怕的裂各熱細菌的基因，從而使釀酒菌可以傳播裂各熱病。另外，據說美國已完成了把具有抗四環素作用的大腸桿菌遺傳基因與具有抗青黴素作用的金色葡萄球菌的基因拼接，再把拼接的分子引入大腸桿菌中，培養出具有抗上述兩種抗生素的新大腸桿菌²³。

²⁰ 新華網，〈基因武器：寧可信其有〉，
http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/mil/2008-07/04/content_8486883.htm

²¹ 黃波等著，〈核生化武器〉（北京，軍事文出版社，2000 年 10 月），頁 89。

²² 同註 16。

²³ 《解放軍報》（北京），2000 年 12 月 06 日，版 6。

- ⑤美國曾利用細胞中的去氧核糖核酸的生物催化作用，把一種病毒的DNA分離出來，再與另一種病毒的DNA相結合，拼接成一種具有劇毒的「熱毒素」基因毒劑，用其萬分之一毫克就能毒死100只貓；倘用其20克，就足以使55億人死於一旦²⁴。

二、英國基因生物戰劑發展情資：

從1997年開始，英國就召集了一批軍事專家、遺傳學家、生物學家，組建了一個專門研究基因武器的對策小組²⁵。據英國國防部透露，英國政府轄下的化學及生物防疫中心的科學家們正運用基因工程技術做深入研究，就基因殺人「蟲」（Gmsupergerms）發展的可能性進行試驗。雖然英國政府對於基因殺人「蟲」的研究秘而不談，但英國報紙指政府秘密進行這項研究至少已有5年²⁶。

三、俄羅斯基因生物戰劑發展情資：

- ①前蘇聯一直處於世界基因武器領先地位。早在1983年，英國前國防部長溫伯格在國會提交的財年報告中就指出：「蘇聯在基因工程方面最近進行廣泛研究。」即使是現在，俄羅斯仍有4個主要實驗室在從事生物戰劑包括基因武器的研究工作。據西方情報部門透露，俄羅斯的基因生物戰劑可在規定的時間內使作戰人員腹瀉不停或淚流不止，以致不能操作武器進行作戰，並且可穿透北約目前正在使用的防化裝備。從不造成人員傷亡的角度看，俄羅斯的基因武器比西方國家要先進許多。普亭擔任總統後，多次表示要研製儲備更多的「撒手鎗」武器，以對抗北約和美國，以應付國家安全的威脅，其中就包括基因生物戰劑²⁷。
- ②俄羅斯軍方曾成功的將炭疽病毒基因轉殖到大腸桿菌基因鏈上。炭疽病是一種野生動物和家畜（特別是牛、羊）易患的傳染病，感染後會引起大出血，此種疾病致死率極高，而大腸桿菌廣泛的存在於我們周圍環境中，普通的飲用水中就含有不少，而這種特殊的大腸桿菌如果被投放，將會產生嚴重的後果。1979年4月3日，前蘇聯某生物戰劑基地發生爆炸，造成炭疽菌外洩，附近居民有66人死亡，據研判與新型炭疽菌研發相關²⁸。
- ③俄羅斯已利用遺傳工程學方法，研究了一種屬於炭疽病的新型毒素，

²⁴同註14。

²⁵中國評論新聞網，〈基因武器一旦問世 殺傷力比核彈大幾十倍〉，
<http://www.chinareviewnews.com/doc/1005/9/6/5/100596510.html?coluid=6&kindid=113&docid=100596510&mdate=0319091659>

²⁶奇摩網，〈國外基因生物戰劑 研製內幕〉，
http://home.kimo.com.tw/feng_cindy/89121201.htm

²⁷財團法人國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心網，〈俄羅斯研製「殺手鎗」——基因武器〉，
http://nano.stpi.org.tw/Nano_Literature/Search_Project_Contents.php?id=261&textfield0

²⁸同註16。

可對任何抗生素產生抗藥性，目前找不到任何解毒劑²⁹。

四、南非基因生物戰劑發展情資：

南非在1980年代種族隔離時期，曾下令南非科學家進行種族生物基因戰劑研究，以釋放某種病毒，使黑人體質變弱或死亡，卻不影響白人；或給黑人服用一種基因藥品，使其生育能力不斷下降，這些研究隨著白人政府的下臺而中止，據說一些成果已被一些國家拿走³⁰。

五、以色列基因生物戰劑發展情資：

⊖英國《泰晤士報》曾於1998年9月披露一則秘聞：為了報復伊拉克的飛彈襲擊，以色列軍方正在加緊研製一種專門對付阿拉伯人而對猶太人沒有危害的基因生物戰劑「人種炸彈」。「人種炸彈」的研製計畫由以色列的尼斯提茲尤納生物研究院負責，該研究院是以色列研製生化武器的秘密中心。雖然目前基因病毒尚未研製出來，但據《詹氏防衛周刊》報導，以色列科學家利用南非「染色體武器」的某些研究成果，已發現阿拉伯人、特別是伊拉克人的基因組成³¹。

⊖2006年～2007年間，美國35個州的養蜂人不約而同地發現，他們放飛的蜜蜂，無緣無故消失不見蹤影。蜜蜂出走蒙受的損失高達140億美元，美國農業部立即委託哥倫比亞大學傳染病專家伊恩·利普金，展開調查研究。結果發現：美國1/3的蜂群受到一種名為「以色列急性麻痹病毒」的襲擊，這是以色列奧登裏奇博士研製的基因武器之一。美國國防部專家懷疑，由於奧登裏奇管理不嚴，使得部分攜帶病毒的實驗用蜜蜂被帶進美國，而美國的環境正好有利於這種病毒的傳播，造成大量蜂群之死亡。國防部官員還懷疑，攻擊美國蜜蜂的病毒，可能也是奧登裏奇用來對付伊朗的基因武器中的一種³²。

六、澳大利亞基因生物戰劑發展情資：

澳大利亞有害動物控制合作研究中心的羅恩·傑克遜和澳大利亞國立大學的伊恩·拉姆肖，本來是希望經由改造鼠痘病毒的基因，製造一種替老鼠避孕的疫苗，以控制日益嚴重的鼠害。可是在2001年1月，卻在無意之中培育出一個罕見的鼠痘變種病毒。他們知道，如果將類似技術用來改造天花，這個可怕的殺手會變得更加恐怖³³。

七、中共基因生物戰劑發展情資：

至目前為止雖然沒有確實中共發展基因生物戰劑的情資，但中共於1980年即積極發展生物科技，且在「1986年高科技計畫」中將生物科

²⁹ 百度網，〈基因武器〉，<http://baike.baidu.com/view/53870.htm>

³⁰ 同註25。

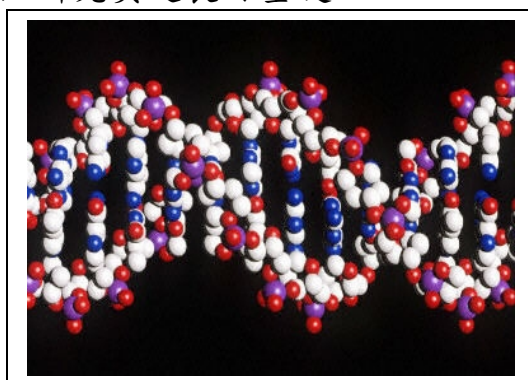
³¹ 《解放軍報》（北京），2000年12月6日，版6。

³² 同註25。

³³ 《廣州日報》（廣州），2001年6月11日，網路版。

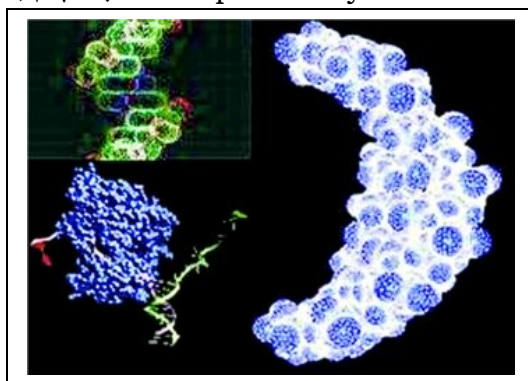
技列為重點研發項目³⁴。依據目前蒐集之中共各項生物科技發展情資，研判中共應已具發展基因生物戰劑之能力。茲將中共生物科技發展情資敘述如後：

(一) 2000 年 6 月 26 日國際公共基金資助的「人類基因組計畫」6 個主要參與國，以及總部設在美國馬里蘭州的民營「瑟雷拉機能性基因體」公司，分別在 6 國首都召開記者會，正式宣布破解人類基因密碼，繪製人類基因組圖譜工作草圖的劃時代創舉已告完成（如圖七、八）。中共科學家承擔了這個工程 1% 的工作量。中共透過參與這項計畫，與在基因組研究領域領先的開發國家分享了數據、資源和技術，建立中共自己的基因組大規模測序的全套技術及科學技術團隊，為往後生物資源基因組研究奠定良好基礎³⁵。



圖七 人類基因草圖

資料來源：<http://www.yahoo.com.tw>



圖八 顯微鏡下的人體基因

資料來源：<http://www.chinareviewnews.com/>

(二) 中共防空砲兵成立 50 年之際，中共中央軍委機關報——解放軍報報導指出，中共防空砲兵正在研製動能武器、定向能武器和軟殺傷武器等高科技武器，提升共軍的快速反應能力。文章所說軟殺傷武器主要是

³⁴ 羅傑·克里夫著，謝豐安譯，〈中共商用科技的軍事潛力〉（台北，國防部史政編譯局，民 90 年 8 月），

頁 24～25。

³⁵ 中國時報（台北），民國 89 年 6 月 27 日，網路版。

指基因生物戰劑、次聲波武器和電腦病毒等，分別用以對敵方人員的非致命殺傷和攻擊自動化指揮系統。

(三)中共於2000年從美國引進了30台世界上最先進的基因測序儀，使中共的基因測序能力提高5倍，超過原來領先於中共的德國和法國，僅次於美國、英國和日本³⁶。

(四)繼2001年1月21日中共科學院基因組信息學南方基地及杭州華大基因研究發展中心揭牌成立後，2001年4月2日同時掛牌的，分別有國家高性能計算中心（杭州）、浙江省基因組信息學重點實驗室、浙江大學基因組信息學研究所。這些單位都以杭州華大基因研究中心為基礎建成。至此，杭州華大基因研究中心完成了基因組學和生物信息學的兩個基礎科學的平臺建設³⁷。使中共生物科技基礎科學的水準又向前邁出一大步。

(五)中共已有18種基因工程藥物與疫苗流通於市場，藥物的研製初步實現了由引進、仿冒到創新研發。另外，在治療B型肝炎疫苗、人工血液代用品、微生物基因組測序、疾病相關基因研究、農業重組微生物、基因治療、幹細胞複製等許多方面，技術上也取得一系列突破與進展³⁸。

(六)國際人類基因組計畫中共部分「完成圖」已提前二年於2001年8月26日繪就，是繼2000年6月26日中共科學家與五國共同發佈「人類基因組工作草圖」，以及於2001年2月15日在《自然》雜誌上發表「人類基因組：初步測序及分析」論文之後，中共科學家所取得的又一階段性成果。參與此項研究的科學家和工作人員來自中共科學院基因組資訊學中心、國家人類基因組南方中心以及國家人類基因組北方中心³⁹。

(七)中共本元正陽基因技術股份有限公司是中共「1986年高科技計畫」生物領域病毒基因載體研究開發基地，從事病毒基因載體之研究，而病毒載體的研究是建立在對病毒的生活周期和分子生物學認識的基礎之上。研究病毒載體首先要對病毒的基因組結構和功能有充分的瞭解，最好能獲得病毒基因組全序列資訊。病毒基因組可分為編碼區和非編碼區。編碼區基因產生病毒的結構蛋白和非結構蛋白；根據其對病毒感染性複製的影響，又可分為必需基因和非必需基因。非編碼區中含有病毒進行複製和包裝等功能所必需的作用元件⁴⁰。由此研判中共對某些病毒的基因組結構和功能已有充分的瞭解，從事基因病毒

³⁶ 夜光新聞網，〈中共力爭基因研究繼續領先〉，2001年2月14日。

³⁷ 夜光新聞網，2001年4月2日。

³⁸ 夜光新聞網，〈中共生物技術步入國際先進行列〉，2001年4月18日。

³⁹ 《北京日報》（北京），2001年8月27日，網路版。

⁴⁰ agtc網，〈基因武器〉，<http://www.agtc.com.cn/study/study02.htm#02>

的開發對其而言並不是難事。

- (八)中共 2000 年 6 月 22 日誕生的複製羊「陽陽」(如圖九)，於 2001 年 7 月已經懷孕 4 個多月，而使「陽陽」懷孕的公羊是同關在一起的五隻複製羊之一⁴¹。由此可知中共在幹細胞複製技術已達一定水準。



圖九 中共培育複製羊「陽陽」

資料來源：<http://www.people.com>

- (九)由中共深圳市輸血醫學研究所開展的中國人群血型基因結構研究，於 2005 年 9 月發表研究成果，其率先在國際上發現中國人群的血型等位元基因序列結構及其相關的新等位基因，據該研究負責人吳國光教授介紹，該研究在中國人群中發現了 10 個新的 ABO 血型等位基因，兩個 Dombrock 基因，兩個 FUT2 基因和 1 個 FUT1 新等位基因。其中，有 11 個等位基因在國際上是第一次被發現，並已被國際基因庫、國際血型抗原基因突變資料庫收集和認可。該研究還建立中國人群相關血型的基因資訊庫、中國人群特有的血型基因變異體複製庫等。在此基礎上，研究人員還利用分子生物學技術，在國際上首創了中國人群紅細胞血型的 ABO 等 4 個血型系統的 DNA 基因分型技術，並研製出基因分型試劑盒—可在數小時內完成親子鑒定，有望取代傳統的血清學血型鑒定方法⁴²。
- (十)2007 年「第一個中國人基因組圖譜」(定名「炎黃一號」)已研究完成，「炎黃一號」為中國人參照基因組序列，從基因組學上對這些差異作出相關解釋，揭示中國人自主的基因組研究與中國人的醫學健康事業發展的重要關聯性和必要性。《自然》雜誌對中共科學家的成就表示高度肯定，確定中共在基因研究領域的國際一流和亞洲領先地位。

⁴¹ 人民網，〈基因武器〉，<http://www.people.com>，2001 年 7 月 19 日。

⁴² 中華人民共和國駐日本大使館網站，〈中國完成 1500 個人類新基因研究〉，<http://jp.china-embassy.org/chn/zgbk/t213966.htm>

八、其他基因生物戰劑發展情資：

英國《自然》雜誌引述科學家的話指出，各種病毒的基因染色體密碼已被破解，而基因改造工程發展又十分迅速，恐怖組織在技術上已經能夠設立實驗室，進行病毒病原體基因改造，令它們的毒性加劇、壽命延長、更難檢測及消滅。例如抽取葡萄球菌抵抗抗生素的基因，注入肺結核、霍亂及天花病菌中，它們便變成無法阻遏、威力驚人的生物戰劑⁴³。

陸、我對基因生物戰劑攻擊因應之道：

一、注重科技研發，爭取領先地位：

不同種族、不同人群都有其特異性基因，當這些特異性基因被破解後，有可能成為敵國或一些無德科學家（如美國此次炭疽菌攻擊可能是一位怪異科學家所發動）攻擊的破綻，所以我們要認真研究我們的基因密碼，及早察明其中的特異性和易感性基因，並且在生物科技領域能取得世界領先地位，才能遏止敵實施基因生物戰劑攻擊之可能性。

二、綿密情資蒐整，爭取機先反制：

經過改造的病毒和病菌基因，只有製造者才知道它的遺傳「密碼」，其他人很難破譯和控制，且現行的一般治療藥物無法發揮作用，為減少基因生物戰劑之殺傷性，最有效之作為就是綿密情資蒐整，及早獲知敵研發出何種基因生物戰劑，破譯其遺傳「密碼」，才能儘早採取各項防疫作為，減少人員傷亡。

三、研發基因疫苗，事先預防接種：

1996年10月，美國一些軍事官員建議給所有的美軍官兵接種疫苗，他們十分擔心美軍在未來的戰爭中遭受生物戰劑的襲擊，尤其當前掌握基因生物戰劑技術的國家越來越多。而建議中美軍將接種的第一個疫苗可能就是炭疽疫苗，以防止美軍士兵在生物戰中感染致命的炭疽病。但美軍若要為150萬軍人接種炭疽疫苗（如圖十），至少要花費1億美元，如果還要接種天花疫苗、霍亂疫苗等，花費之金錢、時間將更多。美軍近幾年來美軍已在研發利用基因技術將可防治多種疾病的疫苗轉殖在一起，只要一次接種就可能獲得多種生物戰劑的免疫力⁴⁴。目前我國內亦有開發此項技術的能力，如登革熱疫苗的研發便有新發展，過去的研究多朝單一型登革熱疫苗的方向前進，而國內醫界現在已研發出基因疫苗，打一劑，便能產生四型登革熱的抗體，該疫苗目前已進入動物實驗，效果良好⁴⁵。故我們應結合民間科技，針對敵可能實施之基因生物戰劑研發基因綜合疫苗，當敵實施基因生物戰劑攻擊前，便可先期實施預防注射，減低敵使用效能。

⁴³《揚子晚報》（揚州），2001年5月23日，網路版。

⁴⁴同註16，頁205。

⁴⁵中時電子報，民國90年11月13日。



圖十 美軍人員注射炭疽菌疫苗

<http://www.people.com>

四、更新檢測儀器，縮短檢測時間：

民國 90 年花蓮吳姓夫婦的妻子 1 月 12 日因為類似感冒症狀急診就醫，13 日上午凌晨三時猝死，以及後來吳姓先生、及女兒先後入院，慈濟醫院方便經由病毒實驗室培養病菌檢體，16 日就開始懷疑是漢他病毒感染，有的研究單位認為是砒中毒。直到 19 日，慈濟醫院依據吳姓夫婦病理組織分子生物學檢驗發現呈陽性，1 月 21 日衛生署委託的另外三家實驗室化驗同樣為陽性結果，再經基因定序比對，才確認為漢他病毒感染。1 月 22 日，衛生署長再度召集疫情專家們研商，綜合各項報告結果，才確定發布花蓮吳姓夫婦感染漢他病毒。此次事件可暴露出現今我國內檢測儀器、檢測方式無法迅速、靈敏的檢測某些病毒，直至疫病發生近 8 天的時間才確定病毒種類，已喪失防疫先機。若此次發生是傳染快速的傳染病，則將因無法確定那種病毒傳播，無法根據其特性實施防疫作為，疫情恐怕難以遏止。所以為能夠早期撲滅疫情，防止其蔓延，應及早更新檢測儀器或研發新的檢測方式，以縮短檢測時間，儘早實施各項防疫作為，才能避免疫情擴大。

五、定期實施演訓，檢討防疫缺失：

2001 年 6 月美國用天花病毒進行了一次代名為「黑暗冬天」模擬演習，根據模擬演習，一旦發生生化恐怖攻擊，會有大約 24 人因為不明原因的病因住進俄克拉荷馬州醫院。隨後發現這些病毒包括天花，還有一些在美國已經消失 50 多年的致命傳染病。幾天之後，在另外兩個州，以及墨西哥、加拿大和英國都出現類似的病毒。在這次演習中，有 100 名美國民眾在 12 天內死亡，而美國也耗盡了所有的疫苗。兩個月內大約有 100 萬人面臨死亡。演習結果證明，美國官方根本沒有做好這種準備。這批專家包括前國防部副部長哈姆雷、俄克拉荷馬州州長基特以及前參議員南恩。戰略國際研究中心的哈姆雷在眾議院政府改革委員會作證說，如果這樣的事情發生，美國可能會癱瘓。哈姆雷補充說，沒有一座城市、一個州做好了應付這種事件的準備。另有專家們說，疫苗供應遠不能滿足全國爆發天花的需求，需要數周的時間才能準備好

足夠多的疫苗應付全國危機，在演習中，當疫苗用完時就發生了騷亂和搶劫。俄克拉荷馬州州長基特告訴國會，一個重要的問題是，聯邦官員和地方緊急事務人員在職責上劃分不清。基特表示，真正令他感到吃驚的是，聯邦級官員對州級和地方官員即使未存有偏見，卻流露出高度的無知⁴⁶。就連美國生物科技領先全球、經費如此充裕之國家，對生物戰劑攻擊之整備還是不足，更何況是一般國家。由此可知，我對基因生物戰劑之防護作為一定存在許多缺失，故我們平時應聘請專家、學者對各種傳染性高的疾病，制定各種不同之現行作業程序，現行作業程序可參考其他疫區國家之防疫經驗，再考量我們自己國情，制定一套屬於自己的現行作業程序（應包括防範、如何進行消毒、如何統合軍方及民間與大學相關科系人員、如何控制疫情、醫療、如何焚毀病死屍體、數量過多如何掩埋、地點如何選擇才不會造成二次污染等），並定期實施演訓，使大家熟悉作業方式及檢討防疫缺失，逐步改善，才能有效防範敵基因生物戰劑之攻擊。

柒、結語：

依現今基因科技的蓬勃發展來看，基因生物戰劑問世指日可待，英國生物學家甚至斷言，基因生物戰劑將於2010年出現。為此，他們向全球發出強烈呼籲，各國政府有必要採取緊急措施，以制止基因生物戰劑的研製與擴散。然許多專家覺得，有關基因生物戰劑的報導有炒作嫌疑，目前需要關注的重點依然是傳統生物戰劑，令這些專家感到樂觀的一個原因是，經過基因工程改造的病菌，一旦離開實驗室，可能難以生存，或者迅速失去新的特性。但生物科技一日千里，難保這些因素不會被科學家克服。所以我們應居安思危，針對未來敵可能實施基因生物戰的戰法、途徑和手段進行專門研究，及早制定防疫行動方案。惟有如此，才能防範於未然，降低敵使用基因生物戰劑攻擊之效能。

作者簡介：

備役少校鄧坤誠，中正理工學院專十五期，化校正規班四十二期，曾任排長、副連長、射線官、防護官、步校軍聯組教官。

46

新浪網，〈天花能讓美癱瘓〉，<http://ofind.sina.com.tw/cgi-bin/news>