

大会

Distr.: General  
28 July 1998  
Chinese  
Original: English

第五十三届会议

临时议程\* 项目 67

科学和技术在国际安全和裁军领域的作用

秘书长的报告

目录

段次 页次

导言.....	1-3	2
某些领域中的技术趋势.....	4-151	2
A. 核技术.....	4-28	2
B. 空间技术.....	29-56	5
C. 材料技术.....	57-84	10
D. 信息技术.....	85-112	13
E. 生物技术.....	113-151	16

\* A/53/150

## 导言

1. 本报告是根据 1996 年 12 月 10 日第 51/39 号决议和 1997 年 12 月 9 日第 52/33 号决议提交的。第 51/39 号决议请秘书长增补并扩大 1990 年 10 月 17 日的一份早先提出的报告,题为“科学和技术发展及其对国际安全的影响”(A/45/568),以评价最新科学和技术发展、尤其是具有潜在军事用途的发展带来的影响。大会在第 52/33 号决议中忆及其 1996 年 12 月 10 日第 51/39 号决议,以及关于请秘书长至迟在大会第五十三届会议提交增订报告的要求。

2. 1990 年报告评估了以下五个重大领域的趋势和动态:核技术、空间技术、材料技术、信息技术和生物技术。这些评估是由 1990 年 4 月在日本仙台举行的高级别会议上提交论文供讨论的科学家编写的,该会议题为“科学和技术新趋势:对国际和平与安全的影响”,是由日本政府担任东道国。提交的这些论文又根据在会上的讨论结果得到更加详尽的阐述。

3. 按照第 51/39 号和第 52/33 号决议所载的请求,要求最初为 1990 年报告编写论文的专家更新他们早先的评估,办法是概述自上份报告以来出现的大的新趋势;尽可能用实例具体说明任何新趋势;并对和平利用和为其他目的利用最新发展提出看法。下文所载的增订评估代表这些作者的看法。

## 某些领域中的技术趋势

### A. 核技术\*

4. 1990 年的报告指出,经过几十年的迅速发展,核技术似已成熟,现已处于在今后若干年内不太可能有任何重大改进的地步。“改进”一词不是指科学研究的正常进步,而是指可能会对国际安全政策和裁军努力造成积极或消极影响的发展。如下文所示,这项预测已得到证实。

5. 在 1970 年代和 1980 年代,人们有时会说,技术已领先于政治。1990 年代国际关系的彻底改变,某种程度上已使得政治恢复到首要地位。与许多其他领域相比,这

一点在核领域更加明显,因为目前正进行的核研究和发展的主要旨在执行这些改变之后作出的政治决定。

6. 自编写上份报告以来,除其他外,世界上已发生苏联解体,苏联所有核武器转移到俄罗斯联邦的领土;从欧洲撤出几乎所有不具备头等战略重要性的核武器,并很可能已将其中许多武器销毁;继续致力于执行《裁减战略武器条约》(《裁武条约》)、签署《第二阶段裁武条约》(尽管尚未批准)以及就未来《第三阶段裁武条约》进行的初步讨论。在多边一级,《不扩散核武器条约》(《不扩散条约》)已得到无限期延长;缔结一项《全面禁止试验条约》(《全面禁试条约》)(尽管一些条款可能会使得以目前形式存在的该条约无法生效);以及重新致力于达成一项禁止生产核武器材料的条约。波斯湾战争及其后果已提供重要的教训。最近,印度和巴基斯坦分别公开试验几个爆炸装置,表明它们有能力生产核武器。

7. 在修订涉及下列各方面的 1990 年报告时,最理想的是将上述所有新动态考虑在内:

- 核武器的发展;
- 民用核能生产的发展;
- 核材料的生产办法;
- 所谓放射性武器;
- 激光或粒子束作为积极导弹防御的备选办法或在核武器方面的其他应用;
- 用于侦测和条约核查的核技术。

8. 实际上,上述变化的状况使得与 1990 年代的比较需转变侧重点。另外还需介绍在上份报告中仅简单讨论或根本未讨论的课题,以反映出根据最近的事态已具备重要性的进一步发展的方向。如上份报告一样,运载工具(导弹等)和武器发射台领域中的发展不包括在内,因为它们科学方面被认为与核技术无关。

### 核武器

9. 1990 年的报告较为注意武器爆炸威力和可能操纵(即“特制”)武器效果方面可以达致的最高程度。这些主题似乎在今天不太被人重视。原因之一就是新的核武器系统似乎已停止进一步发展。另一项原因是,爆发

\* 本节作者为瑞典斯德哥尔摩国防研究机构有关核武器问题的研究协调员托尔·拉松博士。

核战争的可能性现在似乎非常小,而这类武器特色只会核战争中被视为有用。

10. 如果说过去的确曾寻求研制新型核爆炸装置,现在则已减缓或停止,其中的主要因素是美国、俄罗斯联邦和联合王国在很长一段时间里已暂停核试验。这三国最近一次也可能是最后一次试爆,分别在 1992 年、1990 年和 1991 年。而中国和法国直到 1996 年仍在试爆。然而在 1996 年年底,所有五个传统上被确认的核武器国家共同签署了《禁试条约》,保证停止试爆。虽然印度和巴基斯坦在 1998 年 5 月的试爆产生十分重大的政治影响,但没有任何理由可以相信,这些试爆标志着已超越原来五个核武器国家长久以来拥有的技术。

11. 另一方面,如果不再进行全面试爆,一些核武器国家则对于如何保持它们核储备(或在削减武器后遗留的储备)的技术质量问题感到关切。为此,美国政府拨出大量资金,用于通常称作“管理员方案”,法国也正在执行一项类似但规模较小的方案。然而,人们对于这些方案的未来内容相当不确定,因此也无法确定这些方案会对他们打算“管理”的核弹头在技术方面的改造和改进会提供哪些可能性。

12. 如“管理员方案”的支持者所述,该方案应确保:1)从早先试爆所得到的所有知识应得到保存和理解;2)在最大的程度上模拟武器的效果;和 3)对于更换、革新或改进使用年限已到武器部件,应该具有充分的计算方法。第二点主要涉及辐射对现代微电子效果,这对于进攻和防御系统均是至关重要的。对这方面的强调可以表明,核战略对抗所提出的要求仍然被视为是具有现实意义。第三点所强调的这个方面是众所周知的,但在编写上份报告时,基本上没有得到讨论,这个方面是指核弹头中各个组件的老化问题。

13. 众所周知,假如弹头的功能依赖于氚的存在,该物质需定期更换,因为它的半衰期约为 12 年。然而,其他许多非核部件也会老化。例如,辐射造成烈性炸药的分解和一些部件因温度引起的退化,或在不同物质之间交接处的腐蚀。总的来说,据信核弹头需在 5 至 10 年期间内进行全面检修。由于俄罗斯联邦的经济困境,使得该国难以保持原先的维修做法,因此,俄国的一些评论员认为,俄罗斯现在的核武库很大程度上在技术方面已经不可靠。然而,有许多观察家怀疑,是否真正需要这些雄心勃勃和耗资巨大的大型研究方案来提供处理这些问题

的能力。因此,他们认为有些国家可能会试图规避核禁试,并研制新武器。

### 核能生产

14. 尽管民用核能的发展无疑会有可能造成武器扩散,但上份报告指出,实际情况尚未表明这两者之间的关系十分明显。今天仍然没有任何理由可以改变这种评估,因为已发生的扩散是由政治因素造成,而且即使有关国家不太依赖核能,也可能发生这些扩散。不过,核能会间接地以其他方式影响国际安全,主要通过其在全球核能供应方面的作用,而且也因为大众对环境和安全的关切。对这些问题的关切很可能已减缓许多国家核能的发展。

15. 核能生产这种缓慢的演变造成的结果之一是,根本不缺乏核燃料或作为核燃料原料的铀矿。尽管国际原子能机构(原子能机构)估计在 2050 年之前可能必须审议更为有效地利用铀资源的问题,以现在所能获得的技术和增长率来看,目前已知的铀储量估计能在许多年里满足全球的需要。关于反应堆的燃料问题,如果将钚考虑在内,则供过于求。

16. 1990 年的报告指出,人们对所谓混合氧化物燃料技术越发感兴趣,这是因为需要对日益增多的钚储量采取一些措施。其中一些钚产生于被销毁的核武器,但大部分来源于经辐照的核能反应堆燃料。该趋势仍在继续,今天有若干研究方案专门处理钚的问题,其中有些方案还同时支持核能生产。这方面提出的想法之一是由加速器驱动的次临界反应堆。这将是几乎不会发生反应堆事故的一种安排,因为只要停止加速器的运作便可关闭反应堆。下文将进一步讨论钚处理的问题。

17. 目前正在一步步寻找利用非裂变过程来产生核能的办法。尽管有一些大型国际研究方案,如联合欧洲核聚变实验环装置计划和 ITER(国际热核试验反应堆),未来实际利用聚变能源的情况仍然无法确定。对于其他正采取的、在科学方面令人感兴趣的办法来说,特别是“惯性限制聚变办法”,情况似乎也是如此。

18. 其他相当离奇的想法包括利用核自旋异构办法和静电加速氘离子办法来产生高中子通量,这些想法仍然是更为推测性的。提到这些想法只是为了周全起见,因为它们尚未被视为潜在的能源,因为这两种方法所产生的能源都不超过它所损耗的能源。

### 核材料的生产和处理

19. 在 1990 年左右,人们对于产生裂变材料的新办法,尤其是利用激光辐射的办法十分感兴趣。这在很大程度上与担心武器扩散的问题有关,但也由于有能以较便宜的方式生产低浓缩铀用于反应堆燃料的前景。第一项原因似乎已失去光彩。武器扩散已发生,所涉及的材料已通过传统方式加以制造。伊拉克已中止的扩散努力部分是通过使用电磁同位素分离办法加以进行,由于该办法效率低、成本高,五个已被确认的核武器国家很早便放弃该办法。

20. 关于反应堆燃料问题,上文已指出,当今的主要问题是裂变材料过剩,而非不足。此外,世界上总的浓缩能力只有约 80%得到利用。不过,商业方面仍有兴趣研制生产浓缩铀的更为经济的办法。为此,美国和其他国家继续研究所谓 AVLIS(原子蒸气激光同位素分离)和 MLIS(分子激光同位素分离)的技术。此外,正在研究被称作 SILEX(激光激发同位素分离)的新办法。据信所有这些办法最终有可能比离心分离法优越。气体扩散法曾是主要的浓缩技术,现被视为过时,而且对今后来说在经济上也是不可行的。这些考虑因素不会直接影响裁军努力,但在考虑未来可能达成的禁止公约的核查办法时,必须考虑到这些因素。

21. 上份报告未讨论嬗变技术,因为该技术在当时仍被视为是相当猜测性的,生产裂变材料的多余办法。然而,在 1990 年期间,嬗变研究变得具有重要性,因为它既能处理核能反应堆的核废料,也能处理生产核武器的剩余材料。若干国家正在执行这方面的研究方案,其中包括美国、俄罗斯联邦、法国和日本。其基本想法是利用粒子加速器通过所谓散裂过程产生高通量的快速(高能)中子。当这些中子与需处理的材料发生相互作用时,它们会将该材料转变成不太容易扩散的其他核素,并减少(虽然无法完全消除)最后存放在地质贮藏库的必要性。一些拟议的解决办法被具体视为处理废料的办法,而其他一些办法如能被证明在经济上具有吸引力,则可能增加能源供应。尽管许多技术问题尚未解决,嬗变技术可被视为核技术中最有希望和最重要的分支领域。

22. 使钚问题更加复杂化的一项原因是,目前尚没有关于钚的商定政策。基本上来说,共有两派不同想法:一派认为,目前所掌握的钚具有很高经济价值,应尽可能用于核能生产。俄国许多科学家属于该派。另一派则认为,剩余的钚具有消极价值,因为不需要将它们用于核能生

产,而且将其用于混合氧化物燃料或其他燃料将需要很高的成本。许多美国科学家支持这派想法。

### 放射性武器

23. 上份报告将该专题包括在内,主要是为了涵盖所有情况,但未详述,因为由于若干原因,包括军事原因,这类武器十分不吸引人。迄今为止尚未出现任何动态能改变该评估,据知没有任何国家正在研制这类武器。然而,仍没有任何禁止这类武器的国际协定。

### 弹道导弹防御技术

24. 美国政府于 1983 年决定开始实施“战略防御计划”,这引起人们讨论使飞行中的弹道导弹丧失能力的各种技术办法,包括各种类型的激光束和粒子束。由于弹道导弹防御显然与核战略考虑有关,尽管人们对这方面的兴趣已经减弱,而且所讨论的技术不属于核领域本身,但 1990 年的报告仍对光束武器提供一些评语。

25. 波斯湾战争既表明所谓战区防御系统的效用,但矛盾的是,也表明当时所拥有的该系统存在的缺陷。因此,该战争之后的数年里,人们在该领域进行大量的研究和开发努力,目前在美国约有十个不同方案正在进行中。尽管激光并非已成为完全不相干之物,所设想的绝大部分系统仍属于“动能武器”,即它们通过相撞来摧毁飞来的导弹。尽管该技术迄今尚不成熟,许多支持者仍将其视为未来国家安全的一个重要基石。这项发展对于核武器领域仍然相关的主要原因是,它使得俄国一些观察家感到担忧,因为他们认为其中一两个系统会在未来得到改进,以发挥战略作用。这对于取得双边核裁军的进展制造另一个障碍。

### 侦测和核查技术

26. 1990 年的报告谈到确定某个特定物体是否为核装置所需要的仪器。报告指出,尽管在许多情况中实际应用可能较为困难,原则上已拥有这种仪器。在随后几年里,该问题出现一个新的层面,因为现在令许多国家感到关切的是,核材料可能会被盗窃并运出国境,这会产生扩散和核恐怖的影响。因此,许多国家的海关和警察当局已认为需加强他们探测放射性物体的能力,因此,已设计和销售更能满足这些要求的仪器。虽然这些仪器并非新技术,它们却标志着核时代出现一个新的方面。

27. 上份报告还提到条约核查问题。该报告指出,对核武器辐射和核现象学有更深入的了解,有助于研制核查办法。该报告同时也指出,大部分核查办法仍属非核性

质。这种看法当然仍然正确。然而,在 1990 年代普遍存在的政治气候中,尤其在缔结《全面禁止试验条约》之后,核查也进入一个新阶段。虽然在这方面仍不牵涉任何基本上属于新的核技术,但现在人们强调通过不同技术手段在世界范围内合作进行监测却是一项重要的发展。这些技术手段包括空中放射性自动测量站网络,该网络现在也能探测惰性气体放射同位素情况。原子能机构提出的所谓“93+2 方案”是另一种形式的合作监测。它旨在通过增强国家核技术工作的透明度,减少扩散的危险和担忧。该方案也是意义重大,因为发展了新办法,甚至可以说发展了新技术手段。

28. 最后,应提及 1990 年报告根本没有谈到的一项课题:由于早期核武器的生产和试验以及诸如潜艇反应堆等核系统部件缺乏维修而造成环境的放射性污染。在 1990 年之前,这些问题基本上被认为不如国家安全的问题重要,而被忽略,在一些情况中甚至不为人们所知。然而,在大国之间政治紧张关系得到缓和之后,环境问题变成人们注意的重点,而且现在国际上正就该问题进行研究。同时,在切尔诺贝利事故之后,已发展出许多放射生态测量和分析方法。虽然公众辩论有时跨大了这些污染对人体的危害,但在一个不断改善国际气候(无论是从比喻或是字面意义上来说)的世界里,重视这些问题都是十分恰当的。

## B. 空间技术\*

29. 从安全角度来看,外层空间主要活动领域可以列出如下:

- 使用以空间为基地的资产来提高地面核武器和传统核武器的能力。
- 意识到需要发展并在一定程度上部署反卫星武器。
- 一国利用空间能力防御敌国长短程导弹的攻击。
- 提高民用遥感卫星的能力和由此产生的图象。

下文各节简短回顾这些领域的趋势以及一些新的发展情况。

\* 由伦敦大学王家学院、战争研究系教授布彭德拉·贾沙尼博士撰写。

### 用于军事支援任务的导弹

30. 1990 年以来的这段期间出现外层空间使用方式有所变化,空间能力有所提高。在美国,外层空间军事用途继续扩张,因为空间系统被认为已起到“独特作用”。<sup>1</sup> 在俄罗斯联邦,军事空间活动继续传统领域,诸如气象学、导航、通讯和侦察,继续开展。

31. **气象卫星。**在美国,军事和民用低空气象卫星分别发射进入轨道,两者都可供军队使用,并由同一家公司制造。军用航天器由防御气象卫星方案发射。目前趋势是合并军队的军用卫星,供战斗用途。气象卫星也无例外。例如,它们设计用途是在军队登陆或空投供应品期间。<sup>2</sup> 俄罗斯联邦部署了一个单一气象卫星网络。没有理由认为他们使用空间资产会与美国不同。

32. 现在重点又放在“空间气象”预测。这主要是指太阳活动,例如耀斑和太阳表面喷出物。这样造成电磁放射线,从无线电波到 X 射线,高能质子和太阳系内太阳风的变化。它们与环绕地球轨道运行的卫星相互作用,影响到卫星的传感器和电子系统。

33. **导航卫星。**俄罗斯联邦使用同种导航台,操作离散的军用和民用低空导航卫星。与此相反,军方和民间用户使用美国中转和全球定位系统卫星。全球定位系统的航天器包括一系列 24 个卫星,发出两个不同信号。一供军用,其准确程度约 10 米。民用的精确程度则降低到约 100 米。这称为“选择性的使利用”,在 2006 年以前可能终止。<sup>3</sup> 这就是说,其他使睹可获的定位准确性将改善,从 100 米到 10 米。如果采用差异校正,则可改善到约 5 米以下。<sup>4</sup> 美国最近又宣布利用第二个全球定位系统频率作为民用导航信号的计划。建议差异校正信号利用这个新频率播送供做民用。<sup>5</sup>

34. **通讯卫星。**美国和俄罗斯联邦都分别发射通讯卫星,供军用和民用。美国通讯卫星系统包括空军卫星通讯、国防卫星通讯系统、舰队卫星通讯和军事战略和战术中继卫星。所有的军种和一些政府机构都使用国防卫星通讯系统。战略通讯和情报数据利用卫星数据系统转发,以后将由军事战略和战术中继卫星取代。后者的设计可以抵御核武器或甚至反卫星武器的攻击。军事战略和战术中继卫星第 1 系列已有 3 个卫星制成,并加改装提高很大能力,成为军事战略和战术中继卫星第 2 系列。<sup>6</sup>

35. **侦察卫星。**侦察卫星基本上有四型,即:摄影、电子、海洋监测和预警卫星。美国和俄罗斯联邦都继续放射这种航天器进入轨道。唯一差别是总数下降。举

例来说,1990年,中国、法国、以色列、联合王国、美国和前苏联共发射约132个与国防有关的卫星,1992年则下降至约74个,1998年更少。这主要因为俄罗斯联邦发射的卫星不如往年多。中国、法国和以色列发射光学观测卫星。美国已有好几年没有发射大数量的卫星,大概是因为美国已发展更精密、能力更强和维持更久的卫星。

36. 过去,摄影侦察是例行工作。最近,美国行政当局核准1960年至1972年间一些早期美国摄影侦察卫星所收集的情报图象解除保密。这些卫星所收集的图象现在已可供商业使用。分辨率约15公分的最好图象是由较先进的KH型人造卫星、KH-11型和KH-11/改良型或KH-12收集的,这些卫星装有传感器对可见光和近红外线光以及热红外线放射敏感,侦察工业设施放射的热。红外线传感器可以侦察伪装。可通过观察差异热特征来侦察掩埋结构。上述第一种新卫星于1992年11月28日发射。

37. 为克服上述卫星不能穿透云层观看的能力,又发展并装置了雷达传感器。从图象雷达,例如综合孔径雷达收集的资料与从光学传感器所得的资料大为不同。这是因为综合孔径雷达对地面和监测对象的几何特性以及其电介性能特别敏感。微波放射可以相当深地穿透对象,其深度可与放射波长相当。一般来说,波长越长穿透越深。举例来说,C带波长的放射穿越距离很短,而L带、SIR-C雷达射束据知,可以穿透几米深的干沙。<sup>7</sup>

38. 迄今为止,只有美国和俄罗斯联邦有军事雷达卫星在轨道上。最近的美国轨道航天器是拉克罗斯综合孔径雷达卫星。它在环绕地球的轨道上飞行,高度刚低于700公里,综合孔径雷达的分辨率约1米。这类卫星已发射3个;第1个在1988年12月发射,已经不在轨道上;第2个于1991年3月发射,第3个于1997年。新的改良拉克罗斯于1997年10月23日发射,轨道倾角68°,高度约680公里。<sup>8</sup>俄罗斯联邦继续发射阿尔马斯和宇宙系列航天器的雷达卫星。

39. 其他非常重要的卫星类别是电子侦察航天器,但是直到现在对其能力还是所知很少,因为它们至今仍属高度机密。美国部署了4群这类卫星,即:地球同步轨道上的通讯情报卫星,地球同步轨道和高椭圆地球轨道和低地球轨道上的信号或电子情报卫星。电子情报卫星的目的是侦察经由无线电和电话以及导弹在试测时发出的无线电和遥测信号的传送。

**表1. 各国当前和未来的商用遥感卫星简表**

40. 大多数美国SIGINT/ELINT卫星都放在地球同步轨道上,不能很好地覆盖地球北边和极南边。这个缺点由Trumpet系列卫星克服,这一系列卫星放在北半球上方极点(离地球表面最远之点)为37000公里左右的高椭圆轨道上,轨道倾角为63°。1994年和1995年放射两个卫星,第3个改良卫星准备于1997年年底发射,携带长约90米的复杂的相控阵列宽带电子收听天线。<sup>9</sup>这一卫星能够监测从中国和俄罗斯联邦发出的各型军事电子信号通讯。同样的天线技术也将用于先进的商业通讯卫星。

41. 美国和俄罗斯联邦都部署了早期预警卫星。美国的部署在地球同步轨道上。这种卫星利用红外线遥感器侦测导弹一旦发射所出现火舌的热气,或在大气层或空间进行核爆炸产生的热。它们也追踪导弹,确定其弹道。1991年海湾战争期间证明了这些航天器的有效性。美国早期预警卫星侦知伊拉克发射飞毛腿导弹,及时警告联合部队。这类卫星在地面站容易遭受攻击,但可以部署星载激光通讯系统尽量减低这种危险。<sup>10</sup>新型改良早期预警系统预计部署在战略防御计划下发展的明亮卵石和明亮眼睛系统。后者将有星载数据处理能力,以便它能将早期预警信息直接送达战场供作战术用途。

#### 一些新的发展

42. 除了上述的技术发展之外,美国又在加紧努力发展几种新的情报收集系统。早期发展性卫星例如拉克罗斯雷达和先进的KH-11型光学情报卫星现在已进入运作阶段。此外,又正在发展新的导弹发射侦察卫星,可能利用战略防御计划助推器侦察和追踪系统方案发展的遥感器技术。

43. 其他新的发展还有小型、轻型、所谓的廉价型卫星和信号情报卫星,放在地球同步轨道上,以及新的以空间为基地的宽区域侦察系统,供全球、空中和海上侦察用途。例如,正在考虑由装有星载综合孔径雷达的24个航天器组成的卫星系统。这将供作战场上指挥官的战术用途,可达到快速重访时间约15分钟。预计发展可能继续小型、便宜的卫星。

44. 民用遥感卫星的质量大有改进。过去25年来,民用遥感卫星的能力增加约180倍,分辨率从2米至30米不等。现在已能买到各国所得到的图象。这类商用卫星列于表1。

国别卫星	发射第一个卫星日期	分辨率: 象素大小 (米)		
		全色	多色谱	热
中国/巴西 CBERS	1998	20	20	160
法国 SPOT-1,-2,-3,-4 SPOT-5A,-5B	1986 2002-3	10 2.5,5	20 10	
印度 IRS-1C,-2D IRS-P6	1995,1997 1998	5.8 2.5	23	
以色列 Eros-1,-2 David	1998 1998	1.5 5	5(3-4 带)	
日本 ALOS	2002	2.5	10	
俄罗斯 Kosmos	1991	2	20	
美国 Landsat-4,-5 Landsat-7 IKONOS-1.-2 Quickbird-1,-2 Orbview-3.-4 Earlybird-1	1982 1998 1998 1999 1999 2000	  0.8-1 1 1 3	 30  4 3.3 4 15	 120 60

45. 若干国家正在操作装有星载综合孔径雷达传感器的卫星。这些卫星列在表 2。微波能与材料的互相作用不仅取决于其频率,而且也依赖雷达射束的偏振。因此,利用各种频率和偏振程度不同的射束,并给予它们不同的颜色,就能产生多波谱图象。1994 年 4 月和 10 月美国 SIR-C/X-SAR 试验产生来自空间的多

在民用遥感卫星能用于收集有关敌方军事目标的资料。它们也可以用于监测军备控制协议以及建立信任措施。现在这些因素使他们成为反卫星武器的潜在目标。

参数综合孔径雷达数据。如果与光学数据结合,这种技术可以成为监测地球表面的非常有用的工具。现

表 2. 一些过去、当前和未来商用雷达(综合孔径雷达)卫星的特征

国名卫星	发射日期	分辨率(米)	带/频率(千兆赫)	偏振 n
加拿大				
Radarsat-1	1995	8-100	C/5.3	HH
Radarsat-2	2001	3	C/5.3	QUAD
欧洲(欧洲航天局)				
ERS-1、-2	1991,1995	26-28	C/5.3	W
ENVISAT	1999	30	C/5.3	HH,W
日本				
JERS-1	1992	18	L/1.3	HH
ALOS	2002	10	L/1.3	HH,VV
俄罗斯				
ALMAZ-1	1991	15	S/3.125	HH
ALMAZ-2	1998	5	S/3.125	HH
美国				
SEASAT	1978	25	L/1.3	HH
SIR-C	1981	8-30	L/1.28,C/53	HH,VV,HV

### 反卫星武器和相关的卫星与防御

46. 在 1991 年海湾战争期间,可广泛看出卫星的重要性。在该冲突开始时,美国在轨道内置有一个拉克罗斯合成孔径雷达卫星、三个较旧式的 KH-11 和三个先进的 KH-11 光学侦察卫星。用这些卫星,所以可以每天在冲突地区上空飞越 12 次。<sup>11</sup> 此外,该处还有大约 15 至 20 个可拦截低功率和高功率<sup>12</sup> 讯息转播的信号情报卫星。在冲突期间内,轨道内曾置有三个防御气象卫星方案的卫星、<sup>13</sup> 大约 15 个全球定位系统卫星<sup>14</sup> 以及两个舰队通讯卫星<sup>15</sup> 和至少两个防御卫星通讯系统-三型卫星。<sup>16</sup> 美国还把从美国民用的陆地卫星和法国 SPOT 遥感卫星所获得的图象用于更新冲突地区的地图。<sup>17</sup>

47. 上述情况是为一场冲突首次积极利用了几乎一切类型的卫星。最近出版的 2020 年之前的美国军事空间方案计划内载有几项建议。其中之一是发展和部署一种以空间为基地的武器,以用于摧毁地球上的目标。另一项建议涉及关于攻击空间系统的方法(即反卫星武器)以及如何防止此类攻击。<sup>18</sup> 关于前者,虽然它是长期性

计划,但是,美国空军已展开了有关以空间为基地的激光武器的设计比赛。<sup>19</sup> 虽然这只能证明激光有可能在弹道导弹飞行的助推阶段就将它摧毁,但是,在短期内,反卫星武器有可能成为事实。

48. **反卫星武器。**现在正在研发和试验两类反卫星武器。它们是:可以用撞击方式摧毁目标的动能反卫星武器以及可以损坏传感器或卫星本身的中红外线尖端化学激光器。正在研究若干类型的动能反卫星武器,其中包括电磁轨炮、猎杀运载器和小型自动寻的飞行器。后二者可以成为从外空、空中或地面进行攻击的武器。

49. 前苏联和在某种程度上目前的俄罗斯联邦也都拥有与美国的许多空间武器系统相同的武器系统。主要的差别是前者极为强调其中的反卫星武器的作用。1970 年代早期分两个阶段发展空间武器。第一阶段的代号是 Fon-1,应发展出先进的概念和技术,Fon-2 阶段则应将它们转变成为现实。<sup>20</sup> Fon-1 方案大约在 1976 年正式展开,力量大都放在反卫星武器上,而非弹道导弹防

御。研究的重点放在装置在飞机、装甲车辆和舰船上的战略性的战术性激光武器。除了在使用以陆地为基地的直接升空截击导弹的常规动能反卫星武器之外,已在斯托罗热瓦亚建造了一座自由电子激光器原型设备,在莫斯科附近的特罗伊斯克建造了一座一兆瓦气体激光器,而且在萨雷沙甘建造了一座主要的激光武器基地。俄罗斯联邦已承认拥有反卫星系统。<sup>21</sup>

50. 弹道导弹防御。因为诸如侦察、通讯和导航卫星等某些空间资产形成了弹道导弹防御系统的一个重要组成部分,所以在此处应审议本系统,尽管本系统主要以陆地为基地。例如,观测卫星可查出导弹部署地点;预警卫星可警告将有人发射导弹;军事通讯卫星可传送这类情报和后来的电讯;最后由导航的航天器导引发射任何反导弹武器。此外,将要对付的某些导弹将会在外层空间飞行。

51. 美国目前的弹道导弹防御方案包括战区导弹防御、全国导弹防御和先进弹道导弹防御技术。某些导弹可能会达到外层空间,所以也可视为潜在的反卫星武器。美国更重要的战区导弹防御方案称为战区高空区域防御。这是为了防御射程为数百公里的导弹。战区高空区域防御导弹是为了用于撞击弹道导弹,而非用于在目标附近爆炸的方式加以摧毁。因此,战区高空区域防御所采用的是一种撞毁式的截击武器。这种撞毁式的飞行器所装置的红外线自动导引头部可最终导引击中目标。这种截击可以发生在地球的大气层高处,也可能发生在更高的外层空间内。战区高空区域防御系统的防区的水平面宽度将为 200 公里,垂直高度则将为 150 公里。因此,该系统是一种潜在的反卫星武器。

52. 最后,将会根据先进弹道导弹防御技术,从事研究装有改良的传感器的撞毁式截击武器、投射结构、制导和控制系统。为了另外建立以空间为基地的助推阶段全球截击能力,将会助力于导向能量武器,尤其是化学激光器。这些系统将必须具备诸如焦距面阵列和激光雷达等先进传感器技术。为了辨别导弹和追踪导弹,将必须研究并且编集导弹火舌特征图和其他特征。导向能量武器主要是一种机载激光器。该类飞机(YAL-1A 型)将在大约 12 公里的高度飞行。预期中的此型激光器如果不装置调整性的光学设备,则其有效猎杀距离可能大约为 240 公里,如果装置此类设备,即能扩展为大约 400

公里。机载激光器在 2002 年初次试验时可能会击落其第一枚战区弹道导弹目标。<sup>22</sup>

53. 关于俄国的战区导弹防御,目前没有多少公开的资料。然而,俄罗斯联邦已决定不将核弹头装于部署在莫斯科附近的一处反弹道导弹防御系统内的 SH-11 套鞋式导弹和 SH-08 瞪羚式导弹。<sup>23</sup> 1970 年代初期,前苏联在地球-3 号方案下曾在萨雷沙甘防空武器试验场内建造了一个试验激光器。该地球-3 号方案虽然使苏联获得很多的有关激光器同导弹再入飞行器之间的相互作用的知识,但却未能证明它可作为一种可用的武器。

### 一些结论

54. 在过去八年内,已在军用空间能力及其应用方面取得了极大的进展。最重大的应用之一是将空间资产实际用于一场常规战争,即 1991 年海湾危机,当时美国至少使用 40 个卫星来增强地面部队收集情报的能力。获得这种能力可能越来越对另一些国家具有吸引力,因为一国极少同别国分享由侦察卫星收集到的情报。因此,这极可能触发尚未获得这类能力的国家希望亦能获得这类能力。因此,将有越来越多的国家致力于获得军事卫星,这并不令人惊奇。

55. 如果可以证明可以制成小型的、不昂贵的卫星,在经置于轨道后并不丧失太多功能,那么,此类航天器的扩散将会增加。此类卫星可提高透明度,从而可以在核查双边和多边军备控制条约方面发挥极重要的作用。在这点上,民用观察卫星能力的增强就极为重要。有能力购买图象的任何人都可以购得来自此类卫星的资料。但是这类能力的扩散已引起一些人关注,即这会鼓励一些国家从事建立反卫星武器能力,从而导致外层空间进一步的军备竞赛。为了避免此项情况,或许应鼓励设立区域性军备控制核查机构。例如欧洲的西欧联盟已在西班牙马德里附近建立了西欧联盟卫星中心,从事条约核查、危机监测和环境监测。<sup>24</sup> 如果由一个多国的或国际机构执行核查与建立信任措施,那么,卫星资料或许不易被滥用。

56. 战略防御能力是正在取得某些进展的另一个领域。美国和前苏联尽管在 1972 年签订了《限制反弹道导弹系统条约》,但是,仍在研究、发展和在某种范围内试验某些类型的武器。其中的实例包括以地面和以空间为基地的动能武器和激光武器。这正在进展中,因为某些此类武器系统被认为是反战术弹道导弹防御系统,而非反战略弹道导弹防御系统。无论如何,因为美国

俄罗斯联邦均已同意,《限制反弹道导弹武器系统条约》并不禁止前一种系统,所以,这种系统目前是获得允许的。但是,反战术和反弹道导弹防御与反卫星系统需要的技术有极大量的重叠,而且已经将许多此类武器界定为空间武器。<sup>25</sup> 因此,即使冷战已告结束,但是,外层空间内的军备竞赛很可能正越演越烈。

### C. 材料技术\*

57. 材料科学是研究物质有用性质的原则的科学。材料技术是利用材料来提高产品性能或工艺以达到商业目标的技术。把重点放在用途上意味着,材料技术基本上是由应用所推动的。在过去十年中,新的应用主要是在民间商业市场上发现的,在那个市场上,成本和能否大量生产是主要的考虑因素。国防方面往往要求能达到最高性能的少量昂贵产品,而这种要求在材料发展上已经成了比较不重要的刺激因素。

58. 先进材料的性能和可靠性是取决于它们的组成和微结构,组成和微结构使产品和装置具有独特的功能。先进的材料技术方面有三个主要的技术趋势,它们都是为了要精确地制造出微结构,使其具有人们所要的物理和化学组成,这三个趋势是:

(a) 制造结构越来越小的装置 随着某一材料的实际体积或其组成的微结构变得越来越小,它的性质一般会发生变化。同包含体积较大的晶体或颗粒的类似材料相比,毫微结构材料的机械、电、热和化学性质都测量到有增强的情况。研究人员目前正在开发具有成本效益的方法,以产生这些人们希望得到的毫微结构。

(b) 生产高度专门用途所需的新材料并鉴定其特性 工业发展蓝图和其他指标都确认到了许多人们对成长率高的领域,例如生物医学装置、计算机部件和通讯等领域内的将来需求。人们正在有系统地开发新材料,或性能更好和更可靠的材料,以满足那些需要。此外,人们正在积极研究各种意外发现的新分子,以便了解如何利用它们的不寻常性质。

(c) 生物学启发人们用材料的分子组成来自动建人们想要的微结构 把材料加工成受到精确控制而且

往往是极微小的结构对于以低成本大量生产高技术的

装置来说是一项难以克服的障碍。生物结构是由分子组合起来的,那些分子的结构中载有指导它们组合的信息。自动地形成具有有用的性能的微结构的想法正推进着材料方面的研究,特别是在那些可以应用到医学和电子学方面的领域。

59. 以下各节将简要地说明若干特定类型的材料,它们目前的状况和影响到它们的研究问题,说明中我们可以明显地看到上面提到的趋势。

#### 毫微材料

60. 这些材料的大小一般在 1 至 100 毫微米之间,正是在这样的大小尺度内人们观察到了某些新的有用的性质。毫微结构材料的物理、化学和机械性质与类似组成的大体积材料可以有很大的差别。造成性质上出现这些变化的关键因素是相和结构的体积和体积分布状况、相的化学组成、和在分界面上不同相之间的相互作用。

61. 在金属、聚合物或陶瓷连续相内加入毫微米大小的增强物质的超微合成物是重要的一组毫微结构材料。在市场上可以买到特殊用途的以陶瓷为基的毫微合成物。有些以黏土增强的聚合物只要加上仅仅几个百分点的黏土附加物就可以使经剥落处理生产出的毫微米间隔的薄片的机械性质大大得到加强,并大大提高它们操作温度。如果人们可以了解这种行为并把它扩大到一般大量生产的聚合物,那么此种毫微合成物将可以同价钱较高的工程塑料展开有效竞争,并找到广泛的应用。所有毫微结构材料的前途最终取决于能否为它们开发出商业上可行的生产方法。

#### 薄膜和表面

62. 一个材料的表面与它的内部具有不同的性质,随着材料体积的缩小,表面性质的重要性就随之增加了。表面和分界面的微结构主宰了许多先进材料的性能和可靠性。对先进的电子和通讯器材的需求使人们对制造和调整其结构和组成受到精确控制的膜面产生了巨大的兴趣。

63. 为了制造这些材料,已经广泛地开发出了若干加工技术。化学蒸汽沉淀法、物理蒸汽沉淀法、和利用激光、电子束和离子束的方法已经演变成了形成薄膜的

\* 本节的作者是 Leslie E. Smith 博士,美利坚合众国马利兰州国家标准和技术研究所,材料科学和工程实验室主任。

可靠技术。化学蒸汽沉淀法是一种高温的薄膜沉淀技术,主要用于硅、陶瓷或炭基底上。物理蒸汽沉淀法所需温度较低(低于摄氏 500 度),因此可以用来生产含铁材料表面的涂层。

64. 人们知道以高温压力合成法来生产金刚石已经有五十年了。但直到最近才开发出效率高的和(在某些情况下)能量较低的工艺来合成金刚石和类似金刚石的炭的薄膜。金刚石和类似金刚石的炭的薄膜由于它的高导热性和电的绝缘性等独特性质而在电子线路方面的可能用途,以及可能用来做为切割和碾磨工具的表面等已引起了越来越多的商业兴趣和活动。

### 无定形的炭结构

65. 长期以来人们认为炭只有两种基本的存在形式,它们以金刚石和石墨为代表。金刚石是一种三维的晶体,而石墨则是由二维的片重叠起来的。在 1985 年,在高温弧光中形成了一种新的全炭分子的惊人发现使得人们作出了密集的努力,设法利用它们的独特性质。这些混合物被称为富勒体,因为它们的弯曲形状类似有名的建筑师,巴克明斯特·富勒(Buckminster Fuller)采用的各种形状。最对称的形式是  $C_{60}$ ,它是由 60 个炭原子形成的中空圆球。它们具有相当不寻常的性质,包括在溶剂中的高溶解度和对全炭混合物来说十分不寻常的高蒸汽压力。人们已经发现了产生这些混合物的新合成法,从而可以产生足够的数量,供进行广泛的研究。它们独特的笼状结构促使科学家们利用它们的中空的内部来装载各种原子,然后把它们保护起来或运送到其他的地方。这些材料将来可能可以用来作为催化剂、超导体、储存氢的材料或光生伏打电池。譬如, $C_{60}$  插入三个碱金属原子形成的超导体的超导临界温度仅次于陶瓷的超导体材料。

66. 毫微管是巨大的富勒体,其管状结构包括许多同心管。它们的几何形状以及纵横比使它们具有不寻常的电、热和机械性质。富勒体和它们的衍生物还没有受到商业利用,但过去四年中报导的令人兴奋的研究成果显示出,在未来十年里这些材料将会在各种产品和装置中得到重要的应用。

### 结构陶瓷

67. 先进的结构陶瓷在以下各种性质成为关键性能参数的方面受到了利用:高温时具有高机械强度、抗磨损性、密度低、抗腐蚀性、硬度强、劲度高、和重量轻。这些性质使得先进的结构性陶瓷成为了许多能源、航空和国防有关的应用方面所选择采用的材料。先进的结构陶瓷目前被用来制造抗磨损部件(密封装置和阀)、切割工具、轴承和隔热外层。先进的结构材料最大的市场是在抗磨损部件方面。

68. 在未来十年里,在热交换器、热发动机、生物陶瓷等产品中将会更多地利用先进的结构陶瓷。在美国,预测这些和其他应用到 2000 年时将会值 20 至 30 亿美元。但这项成长将取决于工业是否有能力克服更普遍地应用这些部件方面的主要技术和经济障碍。其中包括通过更好的加工技术以改进先进的结构陶瓷的性能和可靠性以及降低先进的结构陶瓷部件的成本,使它们相对于传统的材料更具有竞争力。

### 复合材料

69. 在 1980 年代期间,人们对复合材料的兴趣提高了,这主要是由于人们认识到,如果这些材料是毫微结晶,它们的机械、电、光学、和化学的性质将会发生巨大的变化。复合材料是将一种结构增强材料加入第二种物质或母体中产生的。这些复合物的行为和性质是由各部分的形态和结构安排、它们的组成和各部分间的任何相互作用决定的。

70. 目前正在积极进行关于陶瓷母体复合物、金属/金属间母体复合物和聚合物母体复合物的研究。陶瓷母体复合物可以分为不连续增强和连续增强两种。连续增强陶瓷母体复合物,即将一组陈列构形的陶瓷纤维埋置在一陶瓷母体中的陶瓷基质母体复合物目前正处于前商品化阶段,供发生高温和高压的情况下应用(例如用于高压热交换器、气体涡轮燃烧室和气体涡轮喷嘴和密封物质)。非连续增强陶瓷母体复合物是由一种增强相加入一母体相组成的,目前处于商品化的早期阶段,目前的应用包括切割工具、耐用部件、封装模具、挤塑模具、装甲和天线屏蔽器。目前美国的陶瓷母体复合物市场估计超过 2 亿美元,大部分市场属于非连续的一类。

71. 聚合物母体复合物技术目前比陶瓷母体复合物技术成熟。许多工业,包括医疗装置、岸外石油、运输、建筑和海洋活动已在商业上对这些材料进行了利用。

更广泛地利用聚合物母体复合物将需要能更好地预测长期的性能和掌握更具有成本效益的制造方法。

72. 金属基质复合物是经过设计制造的材料,它们是在加工过程中在金属或金属间母体内加入了一个或多个内部增强的相。金属/金属间母体复合物同未增强的金属合金相比具有以下优点:重量轻、抗磨损和抗冲击能力强、热膨胀系数低、强度和劲度高。这些材料制造费用很高,因此只在专门性市场上受到利用(例如导弹、航天器部件和某些飞机)。此种复合物和金属间金属母体复合物将来的应用将在飞机机体和表层部件、和将来新世代的军事飞机的先进涡轮发动机以及国家的航天飞机方面特别是未来两三年在汽车制造方面,产量增加成本降低将为这些材料带来更多的需要。

### 磁性薄膜

73. 在过去十年中,磁性薄膜已经取代金属氧化颗粒成为了硬磁碟储存媒介中的磁感应来源。这些结构精确的多层薄膜具有巨大和庞大的磁致电阻,即当磁场方向倒转时,电导率出现巨大的变化。人们已了解一般的现象,但有关实际系统产生反应的许多因素仍在密集的研究之中。目前控制这些材料的微结构的技术已可生产出每平方英寸可储存 500 兆字节的薄膜碟片,预期在未来十年内将会提高到每平方英寸储存 10 千兆字节的能力。<sup>2</sup>

### 智慧材料

74. 智慧材料是那些能够“感觉”到外在刺激(例如热、压力、电位、光等),并以十分特定和适当的方式作出反应的材料。智慧材料的种类包括压电聚合物、导电聚合物、压电和电致伸缩陶瓷、电致流变液体、磁致流变液体、电致色变涂层、磁致伸缩材料、微定型综合装置、和生物模仿聚合物和凝胶体、形态记忆合金和聚合物。这些材料处于不同的研究和开发或商品化的阶段。

75. 在智慧材料市场上压电材料占最大的部分。它们是随着电流而改变尺寸的电机材料。它们主要应用在消费品方面,例如计时器、电视摄影机自动对焦部件、计算机硬碟磁头定位器等,这些应用已使压电材料成为了价值几乎达 10 亿美元的工业。

76. 发色材料会随着外在刺激变化颜色。目前研究工作主要是关于电致色变(电位)、热致色变和光致色变材料。汽车用和建筑用玻璃的发色涂层可能是促使智慧材料经济增长的最大潜力所在。不过,短期的市场增长可能来自微定型综合硅传感装置。智慧警卫系统、智慧噪音和震动控制和利用纤维光学传感器的智慧结构等是智慧材料将来会有巨大成长的其他市场。智慧材料在军事和国防方面的市场正在减小,双重用途的应用在将来会变得越来越重要。

77. 生物模仿材料会对化学和电的刺激作出改变大小或化学扩散率的反应。它们是生物系统很好的模仿者。虽然生物模仿聚合物和凝胶体目前还在研究和开发的阶段,但将来有可能利用它们来制造生物传感器和神经修补物质。

78. 经过热机械条件定形的形态记忆合金和聚合物一旦加热到较高温度后可恢复原来的形状。形态记忆合金在市场上被用来做为正牙弧线、眼镜架、和盘簧热致动器。市场上可以购买到若干种不同物质状态的形态记忆聚合物,包括颗粒、溶液、和液体。它们的性质可用于医疗、工业和消费用途,包括医疗用导管和定制的保护用装备。

79. 导电聚合物可因化学和电子刺激改变颜色和导电度。它们在市场上用于二次电池和屏蔽无线电波和电磁干扰的涂层。

### 电子材料

80. 以聚合材料为基础的主动电子装备现在看来具有一些或许是相当大的商业潜力。聚合发光二极管已经具备了与无机发光二极管可以相比的性能。聚合材料可置在重量轻而且可弯曲的底质上,让设计人员在设计新装置时有相当大的自由度。材料所发的光的颜色可由掺杂分子决定,因此相同的聚合物母体可以发出不同颜色的光。已经发展出了可用于相当简单的集成电路的聚合晶体管。就算最终能够,这些装置不会很快就能在速度和密度方面同以硅为基础的装置相比,但如果置在可弯曲的底质上它们确具有多少有一些灵活性的优点。有人还示范了若干其他的电光学部件,例如波导、转换器和调制器,其中有些很可能成为纤维光学通讯和计算机系统的小型廉价部件。

81. 这些材料面临的技术挑战在于延长它们的服务寿命和发展出廉价大量生产这些装置的加工方法。随着制造技术的改进,有用的寿命已经大大加长了。

### 超分子集合体

82. 可以经设计把天然和合成的聚合物形成成为具有某些有用的性质的大型分子集合体。这种集合体中受到最多研究的是自行集合单层体,其中适当结构的分子会自动在适当的底质上排列起来形成均匀紧密堆集分子层。由于这些分子层是自动形成的,包含这些材料的装置可以大量廉价地制造。这些材料可能还可以自行修补损坏的分子层,在正确的地方集合更多的分子对损坏进行修补。可以在这些分子层的表面上安置各种不同的功能团,以发挥特定的功用。例如,它们可以载有特定化学分子的结合位置,作为一个传感器。它们可以载有一个模仿某一生理因素的位置,以期在身体中产生所要的反应。这样的表面可以用来作为发展替代组织的支架材料。还有人提议利用自行集合单层体的润湿性质来保护硅表面的电子线路微观图形,以代替传统的光刻技术。通过复杂的合成方法已生产出了更复杂精细的三维集合体。随着人们对这些分子集合体的原则有了更好的了解,它们将能够发挥更复杂的功能。

### 技术趋势的影响

83. 这些材料技术趋势的社会、经济和政治影响取决于它们能够有什么样的用途。最容易预测的应用是在电子学和通讯方面,那两方面设备的发展和市场的趋势十分明确,而且没有任何减弱的迹象。固定价格的计算能力继续以与过去十年相同的步伐快速增长。无线电通讯随着手提计算机和电话变得越来越小越来越轻而变得十分普遍而且在非常迅速地增长之中。这让全世界比以往任何时候都有多得多的人掌握到种种信息,这肯定改变了人们对自己的看法,改变了各国政府控制和领导它们的国民的方法。智慧材料方面的进展以及根据它们制造的传感器将会导致十分精确的探测系统,它们可以对化学和生物威胁提供保护,不论那些威胁是天然的还是人为的。预期先进材料可能会为医疗方面带来真正革命性的进展。利用在人工支架上生长活细胞的方法来产生新的细胞、组织或甚至整个器官看来不仅是可能的,而且或许很快就会实现。

84. 材料技术方面最大的推动力仍然是需要能够开发和制造具有可预测的性能和可靠的材料来。材料微结构的大小和组成对它们在最后产品和装置中的性能具有关键的重要性,而目前正在利用受控制造技术在原子一级和分子一级组合材料。先进材料的市场继续在扩大,通常以性能比成本更重要的专门性市场作为开始。先进或在分子一级设计制作的材料更普遍的商品化将

取决于我们是否能够开发出可靠的、在成本一级设计上能与传统的材料竞争的工艺。

### D. 信息技术\*

85. 处理器和数据交换的速度、体积和价格至少是继续成指数下降。由于通讯基础设施的改进以及信息交换规约和电脑通用的软件的发展,数码形式信息的散布发生了革命性的变化。非字母数字信息的存储、处理和运用取得很大的进展,而我们通过更小型、更集成的装置来对环境进行传感的能力已经与机器人效应器方面的发展不相上下。然而,开发大型系统所涉及的复杂问题仍然是朝向全球信息网迈进路上的一个障碍。

86. 本节探讨 1990 年报告以来的改变,首先回顾先前的评估:由于信息技术为管理和应用信息提供了工具和技术,所以很可能涉及到社会和军事方面的所有活动,从机器操作所回馈的低层次控制信息一直到支持高层次的战略或哲学争论。

87. 象所有技术一样,信息技术的影响只能以其应用来加以说明。而应用的影响又取决于信息技术与其他技术结合成装置或系统的情况,取决于发展和使用这些装置或系统所要用的程序,以及取决于人和组织对此种应用的反应。每一个主要指数都反映信息技术的无孔不入情况在继续在增加:应用的普及;涉及信息技术的物品和产品的种类;采用的速度;以及投资者的支持。<sup>26</sup> 过去十年来全球数码信息资源库有了巨大的扩充,反映在“信息时代”一词的通行,造成了经济和军事方面对信息系统的依赖。<sup>27</sup> 因而,信息技术在竞争方面的优势与在战略方面的脆弱性之间的双重性为新世纪的到来提出了各种新的安全问题。

### 处理技术和通讯技术方面的进步

88. 信息技术扩展的核心是电子处理单元。其体积小、速度一直在成指数下降,处理的时间、成本、体积和重量也以相应的速度减少。<sup>28</sup> 预计这种性能的改进将随着更多的功能集成在同一块晶片上而继续往前发展。

\* 本节的撰稿人为澳大利亚纽卡斯尔的纽卡斯尔大学管理学院兼信息技术学院院长 Janet Aisbett 教授。

89. 然而,过去 8 年来信息技术的关键发展是电算机系统的联网以及互联网所带来的技术。在电算机业、电子和媒体界方面的创新,加上对兼容标准达成的协议,均

造成了互联网被接纳的程度出现了革命性的发展。已经公布了许多关于互联网普及情况的统计数字。根据其中一些估计,<sup>29</sup> 预计到 1998 年年中会有 12 200 万用户,其中差不多 60% 是在北美洲。在非洲目前只有 0.75%。

90. 互联网的渗透程度将继续取决于其所依靠的通讯基础设施的扩充程度。在发达国家内,高频带光纤正在取代现有的铜线网,并且其综合光学技术很有希望克服通讯交换方面的问题。每秒百万比特的能力已经开始用在家庭服务方面。

91. 对于陆地线路基础设施较差的国家,互联网的扩充将取决于以人造卫星为基础的通讯的成本下降和能力增大。这方面将通过采用功率更大的转发器,改善数字压缩技术、减底发射成本、以及较廉价的地面接受站来实现。另外一个可能的发展是以高空航空平台为基础的无线通讯服务,这种服务方式将促成高频带通讯服务的迅速发展。

92. 万维网作为一种互联网技术的特别成功处在于它在互动式数字多媒体方面得到了创新。万维网根本地改进了信息交流的灵活性,从前的各种远距离通讯、信息交流和娱乐的各种模式,如电话、书籍和电视,就没有这种灵活性。通过有监督地进行诸如外科手术等专业工作,通过远程教育等等,来分享稀少的教育资源和技能资源的潜力才正在开始被人们探讨。考虑到万维网的广大使用面,所以真正有可能解决国内和国际所存在的信息“有者”和“无者”之间的不平衡。

93. 在这方面提供帮助的是压缩技术,这项技术能使现有的通讯频带和数字存储能力更有效率地获得使用。这些方面将受到诸如动画专家组等前瞻性标准机构的驱动。<sup>30</sup> 实现有效率的压缩的方式是通过所谓的“智能”方法,这种方法对原始数据进行部分的诠释,从而不仅改变了对通讯和存储的基础设施的需求,同时还具备了自动地判读压缩的信息来改进检索和过滤。

### 多媒体和信息

94. 信息技术方面的研究努力放在与信息有关的问题方面的比率,将比放在与技术有关问题(处理器、汇编语言等)方面会继续增加,不过由于所涉及的研究活动范围很广,所以很难准确加以量度。互动式数字多媒体技术用上了从前分开发展的信息处理机制和表演机制,例如那些与图象、声音、文字或者空间数据有关的机制。因而,关于危险性或者昂贵的民间工作和军事任务的训

练已经得到诸如电子教室、虚拟实境和仿真器等信息技术的帮助。有关技术的教育潜力只在最近才开始被人们探讨中。

95. 通过认知科学方面的研究,人们正在更好地了解到人是怎么使用这种信息的。其结果将是,人们自动地检索与一个人的任务有关的信息的能力将会改进,不论这种信息是存在于一个图象、一个文字文件等。由于紧密的研究努力,过滤信息以防止“信息超载”已将逐渐地越来越有效。找寻和过滤信息的能力改进对于其在授权监视以及谍报方面的应用均具有着安全方面的影响。

### 传感和机器人两方面的趋势

96. 信息技术的进步使得商业和军事两方面在收集情报和监视信息方面均能够加强。现在已经能够从星球的另一面进行 24 小时的情报收集工作,并因为互联网的连接以及在定位、传感和监测工具方面的改进而得到帮助。这些工具得益于以下方面创新的组合:有源和无源传感器技术,处理的基础设施,以及依赖关于环境和传感器的复杂模式的各种精密的处理算法。

97. 小型化、加上传感器技术的发展,将继续降低传感器的成本和体积,就象降低处理器的成本和体积一样。许多小型的智慧型的传感器有协调的联成网络对情报的收集、监测和侦查提供了增强后的低成本能力。同样地,改进的电算资源以及更好的传感器和设计环境模式,将继续提高融合后数据的用途——例如,由无人看管的地面传感器所收集的电子光学、红外线、声学 and 地震数据,或者空中侦察系统所收集的红外线和雷达数据。这些数据能够就地加以处理、压缩、传送、分析以及最终存放在数据仓库内,从而能够为民事、军事与维持和平目的提供低成本的监测和跟踪,包括武器的跟踪以及处置情况的监测。

98. 与传感器的小型化一道,在运输技术方面发生的演进就是发展了更小型、更自动、更机动的监测单元。这个趋势将导致厘米以下尺寸的廉价“微型机器人”,他们可以组成小组来执行复杂的任务。运用智能型的控制和通讯,更智慧的传感工具,能够使人们发展更有能力的无人自动化车辆,它们才正在开始发挥几十年前已经预测的那些重大的军事和商业作用。存在着一种可能性,那就是原来为监测交通事故等任务而推销的相对廉价的无人飞机或自动车辆被改用在军事或者恐怖分子的用途上面。一般来说,自动车辆日益增加的能力打

开了一种可能性,那就是各国可以进行战争而不受到其人民反对牺牲人命的限制。一个有关的关切方面是成本下降后获取这种技术的情况。

99. 通过个人数码助理器的发展,人类在许多领域的的能力正在增加。所谓的“信息衣装”,也就是在衣服内,或者作为衣服来穿戴各种传感、处理和分配信息的工具,不久将会从诸如医疗或军事监测等专门性领域扩充出来。更广地来看,专门用于执行诸如监测车辆引擎或者交通流量等具体任务的“信息电器”将越来越普遍,这是因为新一代的“一片晶片上的一个系统”,及诸如差动全球定位系统等支助传感器,使得价格越来越负担得起,功能越来越强大。<sup>31</sup> 传感、处理和启动技术的汇合,正被应用来发展自动武器和武器系统。

### 信息战争和非法使用信息

100. 要处于武器发展的领先地位很困难,报酬也相对很差,从而人们将继续看到较穷的国家依赖于相对廉价和粗糙的武器,恐怖分子也是这样(或者可能依赖于雇用高级技术的雇佣兵部队)。由于成本方面的类似理由,对于较穷的国家和恐怖主义集团来说,破坏稳定的政治好处,相对于控制和使用精密的武器来说,可能更有吸引力。

101. 破坏稳定在信息时代可以说容易起来,因为信息战争的可能影响在民间部门被低估了;尽管新闻媒介和互联网等方面均非常重视信息攻击。<sup>32</sup> 新一代保密工具和程序书所将提供的保护阻挡不住非常精密化的侵袭者或者非常粗笨的实体侵袭者。存在真实的可能性,那就是本钱小的恐怖分子集团和较小的国家能够打断重大的服务业。然而在另一方面,根据商业经验所得到的经过改良的保密方法将会使得监测武器交易商、罪犯以及恐怖分子的工作更为困难。

102. 在军事部门,系统联接和兼容操作的好处使人们认识到必须采用安全风险战略,而不是避免风险的战略。在 C3I 系统方面尤其如此。虽然北约组织国家和类似国家内的这种系统普遍地仍然非常安全,但信息战争在这些国家中已经吸引到大量的经费,并且因而冒出了一些电脑名词,如电脑行动、电脑攻击、电脑军火等。信息战争象恐怖主义,就是说很难找出攻击者而对其进行反击。在军事系统以及民间系统内经常经历到小号人物的低级次攻击。

103. 象信息技术对法律通讯趋势的影响一样,信息技术增强了国际罪犯的网络,让少数者团体,包括色情业者,

为训练及其他非法目的而能进行交流信息。犯罪的途径已经改变了,电子金融欺诈案件,工业间谍案件及其他电讯欺诈案件,均能在全球范围进行。<sup>33</sup>

### 信息技术发展的趋势

104. 在信息技术的发展方面,民间的研究与发展依赖军事的研究与发展的趋势将继续下去,在工业、大学和政府之间形成紧密的工作伙伴关系。与之相呼应的是军事设备交由商业设施综合生产,以及把商用部件使用在军事系统上。现成取用的解决方法总是要比量身订做的软件系统来得价廉,并且随着微型化后,现成的设备正越来越耐用。

105. 小规模、专业化的信息技术开发商和生产商越来越普及、越来越多。这部分原因是由于组成部件价格的普遍下降,以及发展出诸如电脑补助软件设计等工具,后使得进入高科技工业的成本下降。这个趋势可能导致在监测具有重大军事能力的中间技术器具的生产方面有了困难。

106. 信息技术的业者和开发商还有一个有力的趋向,就是在民用和军事两部门方面采用开放系统结构。<sup>34</sup> 这造成了武器和传感器系统的结构性根本改变,从而有可能随使用而进行模组增强。尽管如此,因为在重大软件系统的完成和维护方面继续难以控制成本和时间的大幅增加,例如 C3I 所涉的情况,这将与信息器具方面所用部件的成本日低和精密程度日增的情况成显明的对比。造成这种情况的原因是需求的软件越来越复杂,并要求其能够集成化或者天衣无缝地联接,以及信息系统的研究界没有做到与用户积极交流。<sup>35</sup>

107. 大型系统的开发对军事和民间部门都是一个重大的问题,响应这个问题,最近有一个趋势便是集中化的系统开发和操作。推销综合解决方法的业者已经全球性地在民用市场占有了巨大的力量,显著的例子便是微软以及 SAP AG 两家公司占领了不同的市场,并且还形成了同盟。这些公司的力量正在向传统的国家力量挑战。目前这种巨型公司控制某些部门软件生产的趋势正在反射到大型跨国信息系统支助公司的兴起。这种兴起也能归因与传统跨国公司内的软件供应者未能向信息系统提供攸关生存的支助。然而,随着发展出更聪明的方法来通过中间调解和翻译而打破信息系统和分系统

的分界后,这种集中化的趋势在下一个十年内很可能会反转过来。

### 将来情况

108. 我们正处于一个全球相互联接的时代,实际上已无法防卫国家疆界不让信息通过。信息在互联网上没有国界的传播既有其稳定因素,也有其破坏稳定因素,涉及到复杂的文化、政治、法律和商业问题。万维网具有宣传或信息的坏应用,与之相制衡的是各式各样稳定作用的软件应用,从危机管理一直到对诸如生物武器等问题的提高认识。在万维网的世界中,语言和时间以及距离等障碍已经大为减少。全球学术界是互联网的首先受益者之一;现在,几乎全世界每一个地方最少有一些学校的儿童能够与他们的同龄儿童直接通讯。

109. 信息技术的商业应用改变了公司力量与国家力量之间的平衡。越来越多的公司拥有超过某些国内生产总值的年生产量。发达国家拉拢这些公司。信息技术公司尤其能够在提供物质奖励吸引信息技术制造工厂和软件工作室的不同拉拢者之间自由的换来换去。

110. 信息技术的发展已经改变了金融和股票市场的性质,提供各种手段,以电子方法大量收集全球资料,监测价格以及用许多金融交易办法实行交易。全球零售市场的性质,通过消费者一级的电子资金转移,以及连线提供某些服务方式,而正在起着变化。更多人正在竞争取得有政府背后支持的资金。

111. 面对着这些改变,传统上关于贸易行为和保护消费者等的以全国为重点的立法必须不断地加以修订。<sup>36</sup> 各国将会被迫调整和商定它们对跨国产品、劳务和交易增加税率的依据,而在许多领域执行国家条例将越来越困难,或者不可能。

112. 然而,对于信息的文化或民族具体特征,商业的理由或许会比条例规章更具有说服力。文化、宗教和种族的多样性在过去已经证明能抗拒技术。由于有可能在这些不同中作好求同存异,同时消除因为不同所造成的误解,所以信息时代为创造一个共同的和平前景提供了我们迄今所拥有的最大希望。

## E. 生物技术\*

113. 自 1990 年印发秘书长题为“科学和技术的发展及其对国际安全的影响”的报告以来,世界各国人民对生物武器扩散及具侵略性的国家领导人和恐怖主义分子可能使用生物武器的关切程度大增。出现这一事态发展主要有三个原因: (a) 日本奥姆真理教恐怖主义集团的行动; (b) 披露前苏联大规模尖端生物战方案; 及(c) 联合国特别委员会发现伊拉克的生物武器能力。可以理解,各类报刊上出现许多牵强附会的故事,讲述生物武器的威胁和无所顾忌的科学家运用生物技术创造更恐怖的细菌和病毒病原体用以武装这些武器。事实上,目前为军事或险恶目的应用分子生物学方法的威胁仍主要停留在理论阶段。

114. 但已超越理论阶段的是,分子生物研究已导致许多正用于基础和应用研究中的尖端技术的开发,新产品和新工艺的开发,药品和专用化学品的工业化生产和其他许多用途。与本报告有关的是,分子生物学为公共卫生干事提供了强有力的方法,用于检测环境和人为结构中的病原体和毒素;诊断和处理被感染的人、动物和植物;在发生流行病和全球性流行病期间监测病原体的活动情况。如下文所述,这些技术主要是在和平事业中开发的,但从事生物防御和国际军备控制者也可使用。<sup>37</sup>

115. 1990 年报告阐述和论述了生物技术的发展趋势。但在随后的八年中,在该领域中取得了许多新的进展,有必要更新该报告,这即是本节的内容。因此,本节包括四个部分:第一,简述有关军备控制活动的背景;第二,审查新生物技术中较重要的内容;第三,论述新生物技术对生物防御和军备控制的适用性;第四,审议未来可能的发展。

### 有关国际军备控制活动的背景

116. 联合国特别委员会在伊拉克工作的视察员在其揭露伊拉克大规模毁灭性武器详细情况的工作中运用了广泛的生物、化学和物理技术。<sup>38</sup> 有一个例子与本报告特别有关。在销毁伊拉克哈卡姆和马纳尔的主要生物武器工厂之前,<sup>39</sup> 联合国特别委员会工作队从设备、地板、污水系统和设施周围环境收集了 350 个样品。

\* 本节由美利坚合众国马里兰大学马里兰生物技术研究所生物技术公共问题中心副教授雷蒙德·齐林斯克斯博士撰写。

在三个国家的基准实验室,包括在美国马里兰贝赛斯达的美国海军医学研究所对这些样品进行分析。该研究所科学家运用了许多先进的方法(下文予以更详细阐述),包括免疫分析和聚合酶链反应,在 15 个样品中侦测生物武器的两种物剂-肉毒毒素和病原体炭疽杆菌。一个阳性试验结果后来证明非常重要,因为它表明伊拉克在其声称从未生产某种特定的生物武器物剂的设施中进行此类生产。

117. 特别委员会是第一个在实地检测生物和化学物剂(以确定遵守情况)的国际军备控制机构。假定其经验对于今后负责实施国际军备控制协议制定的遵守制度的机构将十分宝贵并非没有道理。首先,这一经验将使禁止化学武器组织受益,该组织负责监督 1997 年《禁止化学武器公约》。<sup>40</sup> 联合国特别委员会的经验还将使将成为目前谈判的 1972 年生物和毒素武器公约遵守制度的视察员受益。<sup>41</sup>

### 先进的生物技术方法概况

118. 1980 年代和 1990 年代开发了许多用于研究、开发、试验和生产的新颖技术。但本节只审议秘书长 1990 年报告中未曾阐述但似乎对生物防御和军备控制特别有希望的技术。共有三类这样的技术:生物传感器,核酸分析法和质谱分析法。

### 生物传感器

119. 一般使用传感器进行测量。在传统的生物工艺程序中,传感器通常是分析仪器,其复杂程度从温度计和 pH 计到放射免疫分析和气相色谱不等。但本节重点是一种特殊类型的传感器,即生物传感器。

120. 所有生物传感器都包括两部分:固定化生物物质(如酶、抗体,或整个细胞)及与其连接的转换器或信号产生部件。当固定化生物物质附着在一个分析物上或与之起化学反应时,这种情况被传送到转换器。转换器的职能是将生物物质收到的信息变为信号,如电流、热或光。数据处理设备测量这项反应,将信号用数量化,并在几秒钟或几分钟内(视收到的数据性质而定)将结果提供给操作员。

121. 两种特定类型的生物传感器值得一谈。第一类是电化学生物传感器。在这种传感器中,用于感测的分子,通常是酶,被固定在探针头上或定在薄膜上。用于感测的分子与要测试其存在的物质发生反应,产生与所测出物质的浓度成正比的电子信号。视用于感测的分子而

定,可设计出与各种反应物(从某一特定化学物到一整类化合物)发生反应的传感器。

122. 第二类是免疫传感器,包括两个部分,即抗体部分和分子识别部分。抗体能够有选择地与抗原结合,后者理论上可以是许多物质中的任何一种,包括生物分子、药物、细菌、病毒和细胞物质。观察到的信号定量地显示抗体-抗原的作用。

123. 为完整起见,还需简述另外三种生物传感器。尽管它们似乎未能立即用于生物安全和军备控制,但这种情况今后会改变。第一种是光学传感器。这种传感器对穿过试验溶液的光行为起反应,记录诸如光吸收、荧光、光散射或分光光度等现象。通过使用不同波长可测定多种分析物。光学生物传感器在临床实验室中特别有用。第二种是压电生物传感器。在这一装置中,用于感测的分子对分析物的反应方式是机械振动,这种振动可转化为与分析物数量成正比的电子信号。第三种是化学接受体。这种生物传感器实际上是涉及生理职能(如嗅觉和味觉)及代谢和神经生化途径的生物分子组合。利用自然资源如在甲壳纲动物和鱼的完整化学接受体结构的生物传感器,已证实对氨基酸、激素、核苷酸、药物和毒素呈定量反应。

124. 生物传感器相对于常规传感器的主要优势是出结果更快,可能更灵敏而且更具选择性。例如,在工业生物工艺程序控制中,生物传感器使技术员和工程师能够即时监测复杂的反应,需要时还可调整反应速率将产量提至最高。可在环境中用生物传感器检测空气、土壤和水中是否存在污染物,并跟踪污染从污染源,包括工厂、农业联合企业、废物处理工厂等的扩散情况。随着技术进步,将开发出廉价,甚至可能廉价至只使用一次的生物传感器。

125. 使用生物传感器也存在不利条件和费用问题。在其当前的发展阶段,需要非常训练有素的技术员使用生物传感器,特别是在实地。生物传感器很容易“中毒”,即环境中遇到的某些化学品可损害或毁坏感测元件。某些生物传感器十分昂贵而且不能重复使用,一旦感测元件测到目标物质,即发生单向化学反应,必须替换用过的感测元件。

### 核酸分析

126. 每种生命都包括该生物遗传组成部分特有的顺序,因此理论上能够确定任何原始遗传顺序。例如,如果联

联合国特别委员会视察员从内装遗传物质的发酵罐和干燥器采样,适当进行分析后原则上可确定生物来源。

127. 但实际上,经常出现困难,尤其是通常遇到两个问题。第一,样品中发现的遗传物质可能数量极少。由于中央化验室使用的标准方法通常需要数量超过毫克、有时超过克的分析物,数量较小时无法进行结论性的分析。第二,自然界中绝大部分的微生物还未被确定或分类。即使最少量的土壤样品中也包含数十亿的微生物,而微生物学家只鉴定了其中不到 5% 的微生物。因此,在环境中和在其它样品中发现的大多数遗传物质是未知的物质,分析员将很难确定其来源。

128. 可运用三种先进的生物技术方法来克服在样品(特别是环境样品)分析上遇到的困难:聚合酶链反应放大法,限制断片长度多态体分析法和核糖分型分析法。

129. 简言之,聚合酶链反应放大法是放大在样品中找到的遗传物质,即一个拷贝的 DNA 顺序可被复制数百万次。已经发展出这一方法的多种技术(见 1995 年,英尼斯等人),<sup>42</sup> 但工作原则都是一样的。分析员通过往样品中加入一对短的合成 DNA 顺序(称为引物)开始聚合酶反应。每一引物与所要放大的 DNA 一端的已知顺序粘合。在随后的反应中,形成有关顺序的一个拷贝。反应一直重复,直到 DNA 的拷贝数量足以按标准方法进行分析。通常用电泳分离被放大的产物,然后测定被分离产物的顺序,再将定出的顺序与数据库中储存的已知顺序进行比较。

130. 虽然只能对 DNA 进行聚合酶反应分析,但如果修改这项方法,也可放大 RNA 病毒基因组中的 RNA。如果分析员认为,样品中可能有 RNA,第一步是用逆转录酶加以处理,产生 RNA 的 DNA 拷贝。现在即可用聚合酶反应将该 DNA 拷贝放大。

131. 在限制断片长度多态体分析法中,在样品中添加某些切割 DNA 顺序的酶,产生的反应混合物经受电泳,以分离大小不一的片段。每种生物的片段电泳图谱都是独一无二的,通常被称为分析物的“指纹”或更准确地说遗传指纹或剖视图。然后将分析物产生的电泳图谱与储存在数据库的已知电泳图进行比较。当分析员大概知道样品中可能有何种物剂时,这种方法有助于进行快速分析。

132. 核糖分型分析法由限制断片长度多态体分析法演化而成。核糖分型分析法的第一步是分析员溶解(溶化)样品中的细胞,然后用限制酶对溶解细胞释放出来的

DNA 进行切割。分析员随后用凝胶电泳将片段按分子量分离,接着用 DNA 探针与片段进行杂交,并添加化学发光剂。数字照相机摄下发光的片段图象,然后通过一系列按已知分子量标记调整的算法处理这些图象。

133. 使用核糖分型法的原型仪器已经上市。所谓的 Riboprinter 是由特拉化威尔明顿的 Qualicon 公司开发的,用于农业检测和确定分割动物的细菌病原体。该系统计算机软件使仪器能够迅速将未知生物图谱与储存在数据库中的已知生物图谱进行比较。如果找到互补图谱,即完成确定过程。测定结果自动印出并储存在数据库供今后参考。对大多数类型的细菌而言,分析可在八小时内完成。<sup>43</sup>

134. 核酸分析技术具有很高的灵敏度和特异性,即能够极为精确地确定环境中很少量的 DNA 或临床样品。但这些方法操作困难,而且必须很小心地做试验。因此,需要非常训练有素的技术员或科学家进行这项工作。此外,必须使用很纯、很昂贵的生化试剂进行反应,还需要尖端设备进行分析。因此,这些技术现在只适用于试验室。还需要若干年才能用便携式设备在实地进行例常核酸分析。此外,虽然数据库中记录的 DNA 顺序迅速增加,仍需鉴定更多的 DNA 顺序,才能广泛检测和确定环境中的微生物。

### 质谱

135. 质谱是化学家和物理学家用于鉴定小分子的已被确定的传统技术。在进行质谱分析时操作员先以物理方式击碎分析物,使其成为带电离子,而每个离子都有其特定的质量。气相中的离子被注入仪器,然后测量其在电场中移动的距离(或测量其移动一定距离所需的时间)。离子移动的距离或移动一定距离所需要的时间与其质量成正比。样品的质谱特征图谱包括其组成离子的分布谱图,可将其与用实验确定的已知物质特征图谱进行比较。还可用计算机帮助比较未知物质特征图谱和储存在数据库中的特征图谱。<sup>44</sup>

136. 传统上,质谱设备庞大、笨重、耗电。但这一技术正迅速发展。质谱的三项改进与本报告有关。第一,在过去几年中,开发了多种方法,使质谱能够分析大分子,包括蛋白质和 DNA。第二,为使质谱设备小型化进行了大量的工作;已能在吉普车内安装便携式仪器,或带到实地进行现场样品分析。第三,正在开发一种计算机程序,

这种程序能够大大提高分析员解读质谱分析产生的数据的能力。

137. 最近开发的一项技术是基质协助的激光脱附电离法,可以对大分子进行质谱分析。简言之,运用这种方法时需将样品沉积在适宜的有机物质上。然后,用激光形式的能量对准沉积物质,使该物质分解为从基质释放出(脱附)的离子。现在可将这些离子注入上述仪器中。<sup>45</sup>

138. 与其他物质一样,适当确定质谱特征图谱至关重要。由于含有生物和(或)毒素物剂的样品通常包含许多外来有机物质,所以需要滤出它们产生的所有特征图谱。此外,由于生物和毒素物剂的化学成分通常较为复杂,其谱图也复杂。因此,需要进一步研究和开发滤出背景噪音的计算机程序,从进行质谱分析的含蛋白质的样品中产生可识别的图谱。这方面还需要有已知细菌、病毒和毒素谱图的大型数据库。

### 结论

139. 即使现在不能轻易应用各种先进的生物技术,但是,从事生物安全和军备控制工作的人必须准备采用这些技术。现代的生物技术进步的十分快速;现在基于实验室的研究技术将能在不久的将来供实地工作使用。这些侦测办法将加强各政府保护其人口不受生物武器协助和提高各项国际生物战军备控制努力的信用和效率。

140. 在保障大众不受生物武器的协助方面,如果民防当局能部署各种能实时侦测病原体和毒素的传感器,便可以达到高水平的保护。这种能力应与公共卫生准备工作配合,包括例如发展通信网络和储存治疗药品和消除沾染设备。为军事目的,如部署在前线和后防地区的部队每人都配备生物传感器便能有更好的准备保护自己不受生物武器的威胁,因为如果这种传感器在携带者附近测出有气悬病原体或毒素将立即发出警报。

141. 不幸的是,现有的生物传感器只能侦测极少数的病原体和毒素,而它们也能作实时的侦测。一般来说,大多数国家的各级政府极其缺乏应付生物战事件的应急计划。可以毫不夸张地说,世界上大多数国家没有作好应付生物威胁准备,无论这种威胁来自自然界或实验室。

142. 由于目前不能作事先侦测,因此,发现发生生物事件的第一个迹象就是有许多病人突然到紧急医院或军事急救站求救。这个时候民事和/或军事医疗所便将面对它们没有充分准备的危急情况,而伤亡人数将很多。例

如,如果所使用的物剂是炭疽杆菌,即导致炭疽的物剂,便必须在第一次出现病症的几小时内对感染者给以抗生素治疗,否则死亡率将超过 60%。<sup>46</sup> 为对受影响者给以适当的治疗,医疗人员将需要有迅速辨明致病物剂的方法和能充分供应有关的抗生素。

143. 各临床微生物实验室目前所使用的办法不能迅速产生结果。细菌的培养和鉴定至少需要 24 小时;而要鉴定病毒可能需要超过三个星期,毒素则可能需要六星期或更多的时间。公共卫生显然需要拥有各种可以迅速侦测和鉴定病原体和毒素的技术。

144. 在过去几年内已在发展新的侦测和鉴定技术,并已即将完成。极有希望的两种技术为加强的质谱分析和以阵列为基础的应用。

145. 虽然传统的质谱分析方法有若干重大缺点,使其无法作为一种实地技术来使用;但是,上述各种进展不久便可以克服这些缺点。已发展出各种技术,可以用质谱分析法来对细菌和毒素进行分析;质谱分析仪器和设备不断缩小,而且也做得十分坚固,足以经受实地的情况;目前也正在对已知的病原体和毒素进行质谱分析,将这些物剂的特征记录在数据库内和开展从“嘈杂”的背景中认出特征的软件。这些进展正在结合起来。在五年内我们预计可以看到机动的质谱分析仪,这些仪器具有特别配备以供分析生物武器特质,与数据库远距离联结,以便从实地收集来的物剂的特性可与已知的储存特征立即作比较。分析专家将能在 30 分钟内作准备和分析环境或临床的样本,并在一小时内明确辨明致病的病原体或毒素。

146. 目前,应付生物战事件的公共卫生官员和医疗人员将不会知道引起疾病爆发的是那一种物剂。因此,如果能有一种单一迅速的化验办法立刻辨明大量的病原体和毒素将是极有帮助的。一个有希望的技术就是使用例如微芯片形的微型生物(例如抗体)传感器阵列。<sup>47</sup> 可以在微芯片表面上固定许多抗体,然后将微芯片浸在含有该分析物的液体内。在抗体与抗原结合时将产生让操作员看见的信号。由于抗体——抗原的反应是十分明确的,因此两者的结合把抗体准确地鉴定出来。虽然已有了含有阵列装置的化验盒;但是,要能在现场可靠地使用之前仍需克服各种与样品准备有关的问题。这个问题很可能在五年内获得解决。

147. 在例如生物武器攻击的严重情况下,最高优先事项是要立即侦测和鉴定致病的剂,与此不同的是在军备控

制的情况下,所收集的样品的安全及其分析的准确性是最重要的考虑。运输中和储存中的样品的安全必须得到保证,否则,其作为证据的价值将减少或丧失。分析的准确性也是同样的;如果那些将遵守情况进行裁定的人不能获得保证,样品作出的分析是准确和明确的,分析的结果便不能被接受作为证据。

148. 处理与样品有关的问题的一个方法就是在收集样品的地方进行试验。这将有助于减轻另一个问题,即在对各个设施进行检查时,如何确保不泄露可能包含在所收集样品内的任何专有资料。如果使化学武器公约遵守制度检查员——及今后的生物武器公约遵守制度检查员——能现场分析样品,这个问题便将减少。但是,要在现场进行测验,检查员将必须带去所有很必要的设备、试剂和用品。他们执行适当现场测试将需要什么材料和设备呢?

149. 如果我们考虑到特别委员会的经验,即包括从各个设施收集几百种样品并进行分析,我们知道如果一个样本内有可疑的物质,这些物质的数量很可能极少。因此,为放大极少的脱氧核糖核酸片段,检查员便必须能够进行聚合酶链反应。一旦放大后,便可以用标准的免疫测定程序来分析该产物。但是,如上面所讨论的,如果可携带质谱分析仪器证明有效用,在几年内可供检查员使用的各种分析技术将大大加强。在制定生物武器公约的遵守制度时,视查员便能实地使用许多这些技术,这不是不可想象的。

150. 最后,在过去十年,国际社会在控制核武器扩散方面取得了重大进展,包括核不扩散条约继续有效和全面禁止试验条约(尚未生效)的制定。如果得不到核武器,一个国家或恐怖主义集团便可能转向使用其他大规模毁灭系统的武器,特别是化学或生物武器。但是,要取得化学武器也需要昂贵和技术先进的工艺(虽然比核武器少),也需要建造各种国家技术办法可以比较容易侦测出来的特别设施。此外,由于生产化学武器剂的先质化学品不是常用的物剂,因此其进出口,特别是大量的进出口,便可以由各国家情报局和执行化学武器公约的禁止化学武器组织技术秘书处侦测和监测到。由于各国和各国内集团的具有侵略性的领导人可能很难取得核武器或化学武器,因此有些人便可能试图取得生物武器。如本节内所讨论和分析的,分子生物技术可能是监测对国际制度的遵守情况、侦查生物武器的非法发展和试图迅速确定疾病蔓延的原因的有效工具。由于一般生物技术迅速增长和发展,因此,在各国政府和国际机构试图

为保护世界人口不患病和制止生物武器的扩散方面,分子生物技术所起的作用肯定将日益增加。

151. 尖端分子生物技术的应用当然大大超出军备控制的范围。各发达国家和发展中国家都在将分子生物研究所得出的结果应用于与下列各种用途和许多其他用途:改进农业和畜牧的生产、以基本上无污染的技术促进工业生产、改善被污染的海洋和地球的环境和发展各种如果只用传统化学技术将决无法问世的新药物。因此,最重要的是要记着,诸如基因的分子克隆、基因转移、操纵动物胚胎和植物种子的基因、胚胎转移、操纵胃微生物的基因、建造供进行免疫诊断和制作免疫预防剂的用遗传工程技术产生的细胞,例如单克隆抗体、和发展遗传探针的各种技术正在用于,并将为日益用于有助全世界人类的和平研究、发展和生产。铭记着这一点,生物武器公约各缔约国必须采取一些行动,使该公约第十条开始起作用,因为这一条责令那些选择加入该条约的国家为和平目的,在应用微生物方面进行国际合作。不幸的是,生物武器公约各缔约国迄今没有执行第十条,这可能是因为它们不愿意为此目的提供必要的资金。如果明确指出,若支持第十条(合作进行和平用途的研究)将有助于使那些本来想进行有利可图的非法武器研究的研究人员不这样做,也许就能克服这项障碍。

#### 注

- 1 Faga, Martin (First Secretary of the Air Force for Space and Director of the National Reconnaissance Office), "Prepared remarks to the National Space Club", 29 November 1989, p. 2.
- 2 Scott, W. B., "Army, Navy space resources focus on tactical support", *Aviation Week and Space Technology*, 1 September 1997, vol. 147, No. 9, pp. 56-57.
- 3 Presidential directive on GPS, *Office of Science and Technology Policy*, National Security Council, 29 March 1996, Washington, D.C.
- 4 Gilbert, C., "The end of Selective Availability: a signal difference, or just a different signal?", *Mapping Awareness*, vol. 10, No. 6, July 1996, pp. 30-32.
- 5 Klass, P. J., "New GPS policy attempts to resolve key user issues", *Aviation Week and Space Technology*, vol. 146, No. 24, 9 June 1997, pp. 42-43.

- 6 Dornheim, M., "Milstar 2 brings new program role", *Aviation Week and Space Technology*, 16 November 1992, p. 93.
- 7 McCanley, J. F., et al., "Surface valley and geochronology of the Eastern Sahara revealed by Shuttle radar", *Science*, vol. 218, No. 4576, 3 December 1982, pp. 104-129.
- 8 Covault, C., "NRO radar, SIGINT launches readied", *Aviation Week and Space Technology*, vol. 147, No. 9, 1 September 1997, pp. 22-24; and "Secret relay, Lacrosse NRO spacecraft revealed", *Aviation Week and Space Technology*, vol. 148, No. 12, 23 March 1998, pp. 26-28.
- 9 Ibid.
- 10 Cushman, J., "AF seeks invulnerable warning satellites", *Defense Week*, 16 January 1984, p. 12.
- 11 Pike, J., Lang, S., and Stambler, E., "Military use of space", *SIPRI Yearbook 1992, World Armaments and Disarmament*, 1992 (Oxford University Press/Stockholm International Peace Research Institute, 1992), pp. 121-146.
- 12 Richelson, J., *The U.S. Intelligence Community*, (Ballinger: Cambridge, Mass., 1985), pp. 40-43.
- 13 Keirnan, V., "DMSP satellite launched to aid troops in Middle East", *Space News*, 10 December 1990, p. 6.
- 14 "Sluggers pinch hit Army GPS", *Military Space*, 24 September 1990, pp. 1-8.
- 15 "Last FLTSATCOM satellite planned for launch September 22", *Aerospace Daily*, 15 September 1989, p. 466.
- 16 "Satcom gears up for Desert Shield", *Military Space*, 24 September 1990, pp. 3-5.
- 17 Kierman, V., "Satellite data boosts map quality for US troops", *Space News*, 15 October 1990, pp. 1, 20.
- 18 Ferster, W., "U.S. Space priorities unveiled", *Space News*, 13-19 April 1998, vol. 9, No. 15, pp. 3, 20.
- 19 "U.S. Air Force launches laser design competition", *Space News*, 9-15 March 1998, vol. 9, No. 10, p. 17; and Ferster, W., "Partners TRW, Lockheed Battle for test laser", *Space News*, 20-26 April 1998, vol. 9, No. 15, p. 8.
- 20 Zalgo, S. J., "Re Star Wars", *Jane's Intelligence Review*, May 1997, vol. 9, No. 5, pp. 205-208.
- 21 Gertz, W., "Yeltsin letter reveals anti-satellite weapons" *The Washington Times*, 7 October 1997.
- 22 Fulghum, D. A., "Airborne laser tested, weighed for new missions", *Aviation Week and Space Technology*, 27 October 1997, vol. 147, No. 17, p. 26.
- 23 *Aviation Week and Space Technology*, 2 March 1997, vol. 148, No. 8, p. 21.
- 24 Jasani, B., and Mara, S., "The Western European Union Satellite Centre", *Journal of the British Interplanetary Society*, June 1993, vol. 46, No. 6, pp. 209-211.
- 25 *Peaceful and non-peaceful uses of space-Problems of definition for the prevention of an arms race*, Jasani, B., (ed.) 1991, (UNIDIR, Geneva, and Taylor and Francis, London, 1991).
- 26 High-Level Experts Group on the Social Aspects of New Technologies (1988), Paris.
- 27 Wriston, W. (1997). "Bits, bytes, and diplomacy", *Foreign Affairs*, vol. 76, No. 5, pp. 172-181.
- 28 Dipert, B. (1997). "Trends toward faster, bigger, lower power designs emerge at ISSCC", *Electrical Design News*, vol. 42, No. 6, pp. 16-18.
- 29 Nua Internet Surveys (1998):  
[http://www.nua.ie/surveys/how\\_many\\_online/index.html](http://www.nua.ie/surveys/how_many_online/index.html).
- 30 Chiariglione, L. (1977). "Special Issue of Image Communication on MPEG-4", *Image Communication*, vol. 9, No. 4, pp. 295-304.
- 31 Lamarre, L. (1998). "The digital revolution", *Electronic Power Research Institute Journal*, vol. 23, No. 1, pp. 26-35.
- 32 Munro, N. (1996). "Sketching a national information warfare defense plan", *Communications of the Association for Computing Machinery*, vol. 39, No. 11, pp. 15-18.

- Fraumann, E. (1997) Economic espionage: security missions redefined. *Public administration review*, vol. 57, No. 4, pp. 303-309.
- 33 Grabosky and Smith (1996), "Fraud: an overview of current and emerging risks", *Trends and Issues in Crime and Criminal Justice* (Australian Institute of Criminology, November, Canberra).
- 34 Farish, M. (1997). "Evolving solutions", *Engineering*, vol. 238, No. 10, pp. 62-64.
- 35 Fitzgerald, B. (1996). "Formalized systems development methodologies: a critical perspective", *Information systems journal*, vol. 6, pp. 3-23.
- 36 OECD (1997) *Distant Selling in a Global Marketplace: Codes of Conduct*, DAFFE/CP[97]8, Paris.
- 37 Zilinskas, R. A. (ed.) (1998). *Biological Warfare and Defense in the Era of Molecular Biology* (Boulder, CO: Lynne Rienner Publishers) (in press).
- 38 Zilinskas, R. A. (ed.) (1995). Symposium of United Nations Biological Weapons Inspectors: Implications of the Iraqi Experience for Biological Arms Control. *Politics and the Life Sciences*, vol. 14, pp. 229-262.
- 39 Zilinskas, R. A. (1997), "Iraq's biological weapons: The past as future?" *Journal of the American Medical Association*, vol. 278, pp. 418-424.
- 40 Tucker, J. B. (1998). "Verification provisions of the Chemical Weapons Convention and their relevance to the Biological Weapons Convention", in: Chevrier, M. I., Pearson, G. S., Smithson, A. E., Tucker, J. B. and Woollett, G. R. (eds.) *Biological weapons proliferation: reasons for concern, courses of action*. Report No. 24, pp. 77-105 (Washington, D. C.: the Henry L. Stimson Center).
- 41 Chevrier, M. I. (1998). "Doubts about confidence: the potential and limits of confidence-building measures for the Biological Weapons Convention", in: Chevrier, M. I., Pearson, G. S., Smithson, A. E., Tucker, J. B. and Woollett, G. R. (eds.) *Biological weapons proliferation: reasons for concern, courses of action*, Report No. 24, pp. 53-75 (Washington, D.C.: The Henry L. Stimson Center).
- 42 Innis, M. A., D. H. Gelfand and J. J. Sninsky (eds.) (1995). *PCR Strategies* (San Diego, CA: Academic Press).
- 43 LaBudde, Robert A. Genetic typing, microbial food contaminants--USA. *Food Quality*, April 1998. 5-12-1998. (electronic citation).
- 44 Morse, S. S. (1998). "Methods for detecting biological warfare (BW) agents", in: Zilinskas, R. A. (ed.), *Biological warfare and defense in the era of molecular biology* (Boulder, CO: Lynne Rienner Publishers) (in press).
- 45 Claydon, M. A., Davey, S. N., Edward-Jones, V. and Gordon, D. B. (1996). "The rapid identification of intact microorganisms using mass spectrometry", *Nature biotechnology*, vol. 14, 1584-1586.
- 46 Friedlander, A. M. (1997). "Anthrax", in: Sidell, F. R., Takafuji, E. T. and Franz, D. R. (eds.), *Medical aspects of chemical and biological warfare*, pp. 467-478 (Washington, D.C.: Office of the Surgeon General).
- 47 Abramowitz, S. (1996). "Towards inexpensive DNA diagnostics", *Trends in biotechnology*, vol. 14, pp. 397-401.
-