

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

世界科技全景百卷书 (41)

智能武器

BOOK
百卷百科 中国篇

军事科技系列 41

智能武器

没有“生命”的战争

21 世纪的战争将如何进行？未来战场是个什么样子？以往的社会形态将会被动摇或摧毁吗？军事领导人将采取与现在完全不同的指挥方式吗？战略和战术是否将变成复杂的远距离计算机游戏？显然，没有任何人能够作出肯定的回答，也没有谁能准确地预言 21 世纪的战争是否将由机器人或无人系统进行。我们将对军用机器人系统进行全景式描述，意在使一般有兴趣的读者、决策者、政府官员和军事领导人认识到，军事技术发展的下一个重大步骤必将很快影响到我们的军事思想，无人战争最终会出现，如果我们不能驾驭这种战争，那么它可能将让我们的后代付出极高的代价。

军用机器人的大规模研究与开发使我们确信，在下个世纪发生的最大的一次作战将是人与机器人的较量，尽管在钢铁与人的肉体之间将有一场殊死搏斗，但是主要的斗争却将在五角大楼与外国军事机关内按部就班地进行，这场冲突将决定是自主式机器人使战场上的人员大大减少，还是人作为士兵仍然发挥主要作用。同工业生产中的情况一样，整个武器系统在朝着自动化的方向发展，机器人系统已开始应用并正不断获得发展的动力。将有越来越多的职业士兵从作战岗位转到计算机终端上，在某些情况下，传统的由有人系统完成的任务被自动机器装置所替代，这种以机器人系统替代有人操作系统的设想正在迅速成为现实。

许多军事领导人自然还习惯于采用经过验证的战略战术并依靠熟悉的军事装备应付下一场战争，职业士兵也常常怀疑由民用工程师们构想出来的武器系统，他们认为这些人根本不懂得实战环境，他们尤其不喜欢那些很少需要由人直接控制的武器系统。然而，战争将在没有感情的机器与它们的目标之间进行，这决非虚构。最终，迅速发展的武器技术可能威胁那些管理这些技术发展的官员们的个人地位，因此，机器人参与作战在社会方面带来问题或许要比技术问题更难以解决。美国军方可能也出于这种考虑而放慢了遥控飞行器和另一种“灵巧武器系统”的开发，尽管其中许多技术已经有把握实现的。美国国家统计局向国会提供的一份报告证实，在使遥控飞行器获得足够的经费和应用方面，国防部遇到了阻力，报告还认为，在那些可以因应用机器人而节省人力和财力的地方应当最广泛地应用机器人技术。

机器人武器将会怎样发展

机器人武器系统可能定义为：用于完成以往由人员承担的军事任务的自主式、半自主式和人遥控的系统或运载器。这个定义多少有些含糊，也许对于在机器人名下的某个特定系统而言仍然是不确切的。本书所涉及的武器系统包括遥控飞行器、无人舰船和潜艇、无人宇宙飞船以及地面机器人车辆。

无人军用运载器的发展最早可追溯到第一次世界大战。当时，小型飞行器捆绑上炸药冲向它们的目标，至于能否直接命中，部分地取决于发射操作人员的熟练程度，更多的还是靠运气。在估测了目标的距离并考虑到风力之后，地面操作员选准方向，让它按估测的时间起飞，就能恰好击中目标。在装配了控制方向和高度的陀螺仪和气压计以后，这种无人机的性能稍稍有所改善。这类系统很原始，实用中也很难奏效，因此很少使用，但不管怎么说，它们是现代制导导弹和遥控飞行器的先驱。

第一次大战后期出现的无线电遥控飞行器，使无人系统的发展发生了一次飞跃，到本世纪 30 年代，不少富有的飞行爱好者已经能使无线电遥控的飞行器在世界上空穿行。首次的自动化飞行是 20 年代末在英国实现的，这一成功导致了二次大战期间德国 V-1 火箭的出现；到了 40 年代，无线电遥控飞行器已被用作空中靶机，小型遥控坦克也已用于引爆地雷。

在整个 50 年代中，机动靶机技术得到稳步发展，同期，第一代巡航导弹也开始应用，尽管那时导弹的精密度还不高，但毕竟已能进行洲际目标攻击。当时的美国空军抵制使用巡航导弹，宁愿把钱花在有人轰炸机上，后来出现的弹道导弹取代了许多原来计划由巡航导弹完成的任务。

越战期间，让有人侦察机接近严密的地对空导弹防御阵地实在太危险，因而遥控飞行器便应运而生。除了能完成侦察与情报任务，遥控飞行器还被用作电子袭扰诱饵，还能抛撒宣传品。60 年代到 70 年代初的太空计划包括发展使用无人航天飞机在月球、火星和金星上着陆的技术，以及进行环绕地球的探测性飞行，这对军用机器人计划产生了影响。由于有人轰炸机进入敌方领土纵深轰炸越来越危险，加之可编程技术已获得长足进展，因此高级官员们开始接受巡航导弹。目前巡航导弹的飞行距离能够超过 1000 英里，它们依靠自身的计算机和传感器紧贴起伏的地面飞行攻击目标。然而，受飞行员、舰长和坦克车长左右的军界官员们仍然不愿意接受这种系统，因为这种武器系统将把他们置于前线后面次要的位置上。

1982 年在黎巴嫩战场上的情形证明了有必要广泛使用军用无人运载器。以色列击毁叙利亚 79 架飞机和 19 个地对空导弹阵地，而自己仅损失 1 架飞机，这在很大程度上应归功于遥控飞行器。以色列人巧妙地利用遥控飞行器获得了叙利亚地空导弹的雷达特征情报及用叙利亚地空导弹的导雷达特征情报，并利用这种信息干扰迷惑叙利亚操作手，随后以辐射源寻的弹摧毁了这些地空导弹阵地。

以色列人成功之后，美国海军在对黎巴嫩贝卡谷地的叙利亚阵地的报复性打击中，有 3 架飞机被叙利亚防空导弹击落。美国在人员、飞机和政治声誉方面付出的代价远超过攻击所获得的好处。美海军转而使用“新泽西”（New Jersey）号战列舰上的 16 英寸口径舰炮猛轰叙利亚阵地，但由于不能使用侦察机进入黎巴嫩为战舰提供精确坐标，轰击效果平平。黎巴嫩战场上的成功与失利向美国军方那些对先进的遥控飞行器持怀疑态度的人证明，遥控飞行器能够完成某些有人驾驶飞机无法担当的任务。

目前的机器人武器系统采用了遥控或可编程技术，简单的遥控系统正在让位于可编程机器人系统，这种半自主式机器人系统能够对程序编制人员预计的情况作出反应。近期，大型计算机体系结构、人工智能、机器人以及传感器和观测研究领域所获得的成就正在加速使有人武器系统进入最后的发展阶段，这是它们到达终点前最好的一段路程。美国国防部高级研究计划局的发展部正在着手一项雄心勃勃的计划，他们要在今后几年内生产一种自主式地面车辆，这种自主式地面车辆能够自主绕过非目标物体，以 25 英里的时速在起伏的地形上行进。这一技术为发展能在愈加危险的战场环境中保持优良性能的武器创造了机会，并最终将使人扮演幕后操纵者的角色，而把战争留给机器去打。如果目前的趋势继续下去，那么问题将不是上述情形是否会发生，而是将在什么时候发生。

哪些机器人将被首先投入战场

地面无人车辆的一项直接而重要的应用是作为不大引人注意的后勤车辆。在承担复杂的作战任务以前，让机器人先尝试自动化后勤任务，这对机器人计划的拥护者来说是比较慎重的方案。我们现在拥有的技术已经能够以自行导航取代有人驾驶车辆和需要来回走动的体力劳动者。自主式系统不仅具有较高的运行效率，从而可能取代士兵，并且可在前线重复使用。工业上已经研制和安装了柔性制造系统，工厂里的自动拖车能够按预定路线从一个工位运行到另一个工位。工业机器人或数控机床在工件上、拖车内以及各个工位完成特定的操作任务，柔性制造系统已经使整个工厂的人员数量有所减少。

尽管工厂事务方面的自动化不如军用系统复杂，但其核心技术为各种军用无人地面系统提供了依据。机器人车辆可以按预先确定的路线在道路上行进，可依靠特殊的道路标志、护栏柱及其他信号装置穿过村镇。机器人相当有力的手臂、肘关节和机械手能灵活地提升物体，我们目前有能力制造一种无人机动运输系统，它能够在载荷或空载情况下自主行进到预定地点。

不久的将来，自主式车辆将在战场上担当重要的角色，到那时，智能机器人将执行重要的作战任务，用于作战和后勤任务的简单遥控和半自主式机器人也将得到重视。我们已基本掌握了生产这些简单机器人运载器的技术和专门技能，在这方面所获得的经验可用于促进自主式战场机器人的研制。

在今后 20~50 年内可能将出现自主式机器人大规模投入战争的场面。未来的军官可能要接受有关人工智能和机器人方面的完善教育，成为熟练的领航员或坦克及舰船的指挥官。占居领导职位的人将要求具有类似于高段棋手那样的专门技能，那时的无人系统将像棋盘上的棋子一样被调动。高级军事领导人将把更多的时间和精力集中在重要的战略战术问题上，而不是陷在琐碎的作战事务中。

对于外行来说，这些预测也许像是科学幻想，但这的确是以军用机器人的发展及其在作战中日益扩大的应用为依据的。

那么，好吧！先让我们步入机器人深潜器，随后是模拟靶机，当然，还有你感兴趣的无人侦察飞行器、未来遥控飞行器及天基机器人；最后是未来战场上的机器人。无论那一章，对你都是十分重要的，它不但可以使你得出结论和推测，并且当机器人系统成为军事计划中的一部分时，你还可以学会思考一些问题。

未来战场上的机器人

1. 机器人的发展与规划

目前世界上已有十几个国家对民用及军用机器人进行了大量的研究。机器人系统在我们生活领域中已经承担了不少重要角色，尤其是在生产装配线上。机器人的机械能力正逐步改善，机动性也在加强，更先进的传感器、数据处理系统和通信网络将装配在机器人上。展望未来战场，必将也一定会有机器人参与，即便 21 世纪不发生大规模战争，在小规模的冲突中，相互厮杀的也将不再是人类本身，进攻与防守都将在机器人之间进行。

我们不可能精确地预见 21 世纪将要发生的一切，然而为了对那些模糊的

论题和扑朔迷离的未来有比较清楚的认识，从现在起我们就应认真探讨，探讨怎样在愈加无生还可能的未来战场上部署机器人，探讨为什么机器人遥控系统虽然现在占据优势而在不久的将来定会被自主式机器人和多环境机器人代替，哪一种机器人系统首先占领地面、空中、海上或是宇宙空间，如何利用机器人进行反恐怖活动，为什么军用机器人的发展不可避免地会引起政界和社会舆论的抵制。最后，我们要反复告诫我们自己，在发展军用机器人的同时，不要忘记最重要的一点，那就是人类必须千方百计确保把握对这些魔鬼般钢铁机械的绝对控制权。

2. 人类无法涉足的未来战场

人类为什么一定要发展军用机器人，又要如此费尽心机地控制机器人呢？通过分析未来战争的经济消耗、对国家的破坏及其残酷性，人们会发现机器人武器系统的发展是一种逻辑上的必然，未来战场环境必将导致大量机器人的投入。

在遇到以下情况时，机器人系统要明显地优于载人系统：

第一，当战争环境极为险恶，或是只有使用某种自杀性行动才能挽救战局时，唯一的选择是机器人系统，它能在毒气弥漫和炮火连天的环境中生存和执行作战任务，一旦它被毁坏，另一个机器人即可马上代替它继续完成任务。

第二，当更重要的任务需要人去完成时，机器人可以代替人完成那些不太复杂的任务，可成为战场上的有生力量。

第三，还有其他一些任务，如果使用自动比系统定能比载人系统更有效。

人类将愈加无法忍受残酷的未来战场，我们正努力发展使用核生化武器的技术手段，以保障我们的“不动产”免遭敌手。美国人曾因为某种政治考虑或担心遭受同样的报复一度放弃或削弱了对核生化武器的试验研究，但随着精确制导弹药、激光、动能和带电粒子束武器的发展，美国人御敌及在战场上机动的能力仍在大大地增强。我们现在还很难真实地预测未来战场上两军对峙将以怎样的方式抗衡，但有一点是肯定的，在未来战场上只有无人系统能在毒气袭击的情况下执行任务，并能抵抗冲击波和热辐射，就像现在我们在核电站、外层空间、海底及不适于人操作的装配线等危险环境中出色地工作一样。

我们现在进行的许多研究的目的是为了保护战场上士兵的生命，增加他们生还的机会。为了防止士兵受到核生化污染物的侵害，人们正在研究一种重量轻和更有效的防护衣。即使如此，士兵穿上了这种最新型的防护衣仍很难顺利完成基本的军事科目，防护会影响士兵高质量地完成任务；同时这一身穿戴——防护面具、防护衣、手套、长靴也是一笔不小的作战费用。防护衣的体积虽然减少了，可其他的问题又出现了，如不便除热、除潮，使用时间较短，在沙漠作战时这种轻型防护衣只能穿用几分钟。此外防护衣还影响了士兵的触觉、嗅觉、视觉及听觉能力，连吃饭和方便一下的程序都麻烦，要想维修电子器件或是打字简直就是不可能的事了。在做修理汽车一类的工作时，防护衣等其他穿戴也极易破损，而在沾染区工作时，手套一旦磨损，士兵受到的伤害将是致命的。机器人和自动化机械系统最适合在核生化战场上部署，它们能在这种情况下安全高效地检修装备，维修车辆，灭火和抢救伤员，它们是核生化战场上唯一的生力军。

不可否认，敌方核生化武器的部署对我们是一个极大的威慑力量，我们

必须用大量的时间、精力，投入大量的人力、物力进行防御，而这必然要削弱其他一些基本的军事力量，很可能在防御核生化武器的攻击之后却无力抵御常规武器的进攻。机器人系统的使用能够弥补由于遭受核生化武器进攻造成的延误和防御不足。

此外，要真正把握核生化战场就必须获取第一手资料，必须对沾染区进行侦察，探测各项数据和搜集其他情报，特别是当战局要求战车穿越沾染区到达某一战略位置时，只有机器人能完成这样的任务。

机器人除了在危险区域独具优势，在一些载人系统无法介入的地区，机器人也可大显身手。机器人没有人类恐惧的本能，能完成对人类来说是不可思议的极危险的动作，它能以大加速度转向，能毫不迟疑地承担自杀性作战任务；机器人武器系统的耐受力大大超过载人系统，不会像载人系统那样因人的精力和体力的疲劳而影响它的操作性能。

美国负责国防研究和工程的前国防部副部长多纳德·海克斯认为，面对前苏联人致命性防御系统不断增长，美国的空中载人系统受到极大的威胁，他表示极力支持发展无人武器系统。1983年12月，3架美国海军的飞机在黎巴嫩贝卡谷地被叙利亚的苏制地对空导弹击落，一名飞行员丧生；而17个月前，以色列人正是在贝卡谷地用无人驾驶飞机大获全胜，这一事实更加坚定了海克斯发展不载人系统的决心。

另一方面，人员短缺也是人们主张发展机器人武器系统的原因之一。机器人可以接管一些一般性工作，诸如安全、消防、维修、后勤等方面的任务，受过良好训练的人员如驾驶员，可以去承担更重要的任务，把那些不太重要或没有生还可能的任务留给机器人去完成。

3. 军用机器人的主要用途

随着世界各国争相实施军用无人系统计划，机器人正在战场上崭露头角。1982年以色列人在黎巴嫩战场上使用“侦察兵”（Scout）和“猛犬”（Mastiff）无人机频频告捷，这一战果大大加速了美国、英国、西德、意大利、南非和前苏联军用机器人的研究和应用。英国人使用法国的PAP104型机器人猎雷器在马岛海战和红海扫雷中大显身手，证明了机器人猎雷器的成功。目前，美国、英国、法国、西德、瑞典和意大利都拥有较完善的军用机器人遥控系统，英国人率先将地面机器人系统用于反恐怖行动，美国和以色列也在紧锣密鼓地加紧这方面的研制工作，他们研制的那些机动的机器人已经能够完成搬运弹药及拆除弹药引信等极端危险的任务。美国警察曾使用一种装配上机枪的机器人射击一名拒捕的持枪罪犯；日本也正在研制先进的机器人，日本的机器人系统包括轮式、履带式、步行式和水下机器人，尽管这些机器人是为商业需求而设计的，但其制造技术及技术水平已具有军事应用的价值。

（1）军用机器人的工作方式

机器人应以怎样的方式参与战争呢？讨论这一问题的前提是我们首先认定未来战场上将投入大批机器人，我认为作战机器人的作战方式在很大程度上取决于它们采用哪种操作方法：遥控式、自主式或是半自主式。

在国防科技工程领域里，遥控式机器人系统与自主式机器人系统的研究者们正在开展一场论证，前者认为遥控式是人参与操作的系统，它具有较高的灵活性，这种系统可不断增加人工智能和预编程序，发展成兼有遥控式和自主式两种操作方式的系统；而后者认为遥控式和自主式系统基于两种完全

不同的技术，兼容两种技术系统的后果势必影响各自的最佳设计和技术水平。

美国奥德迪克斯公司的“奥德”型和机器人防御系统公司的“觅食兽”基本上属于遥控式机器人，增加了预编程序之后，它们已具有一定的半自主能力。随着遥控式机器人功能的不断增加，如规避障碍等，慢慢导致了一种自主式系统的产生，而美国海军的“罗拜特”和国防高级研究计划局与马丁·玛丽埃塔公司联合建造的自主式地面车辆的设计摒弃了遥控装置，发展另一种自主式系统。尽管迫于政治和经费上的压力使研究者们不得不考虑将遥控式与自主式系统结合在一起设计，但从技术上讲，遥控式系统与自主式系统的确适于各自单独发展。目前军方仍在极力强调发展人参与操作的遥控式系统，也许他们能够逐步接受将这种操作方式用于自主式系统，而美国国防高级研究计划局等一些独立防御研究机构和私营部门则在极力推进自主式技术的研制与发展。

遥控式机器人系统的制造技术相对简单，而且更容易被军方接受，所以现在遥控式机器人系统已经率先部署于战场；而自主式系统由于研制费用昂贵，特别是人们对它是否能确保不伤害人类本身仍持怀疑态度，使得自主式系统的发展面临困境。

近期已装备部队的遥控式机器人正是军方所冀求的“勇士”和“技师”。如果遥控器与操作手之间有更加安全的传输线路，比如用卫星远距离遥控，那么未来战争的性质与参战士兵的类型将与现在完全不同而且不可思议。试想，一个五角大楼的官员坐在办公室里代替前线的士兵操纵坦克，或是一个电子游戏通过遥控机器人执行特种作战任务，它们的战斗力可能大大超过现代战场上的勇士。操作手还受年龄、性别、身体状况的限制，使军方有更大的人员选择的余地。将来，掌握先进的遥控技术的国家将更热衷于远距离作战。

（2）多环境机器人系统（MERV）

在无人系统的发展中，多环境机器人系统异军突起，这种机器人系统的出现受益于使美国青少年着迷的日本机器人玩具——“变形金刚”（Transformers）和“格博兹”（Go-Bots）。研究者们希望这一系统能适应各种环境，陆地、空中、海洋及空间，并已开始尝试，比如美国人能在潜艇上发射“战斧”（Tomahawk）式导弹，这种自动控制导弹可以用鱼雷发射管发射入水，游出水面后脱掉外壳展开尾翼升空。可以预言，更先进的多环境机器人系统将成为未来机器人研究发展的大趋势。

一些人设想在多环境机器人上安装逆向旋转叶片，就像加拿大航空公司的“哨兵”CL-227（CL-227 Sentinel）机器人系统一样，并兼有奥德迪克斯公司的步行式机器人的功能。在地面上它将叶片折叠，能在茂密的灌木丛中行驶，也可隐蔽潜伏数日，用传感器收集各种情报。一旦需要升空时，机器人可马上伸展旋翼，像直升机一样在空中侦察或执行其他空中任务。

还有些人想把多环境机器人系统设计成一种遥控航行器，像小型潜艇一样在水下部署。这种系统在水面行驶时可拖带传声阵列，在水下可用磁探仪完成非声探测任务，它还能作为一种突击潜艇跟踪敌艇并发动攻击。目前，人们还未对多环境机器人系统作大量的研究工作，有些人认为开拓这一领域的时机已经成熟。

（3）其他战场机器人的发展趋势

本世纪，人们正在尝试将作战机器人部署于空中、海洋、陆地及空间，在下一个世纪这些作战机器人将如何发展呢？

现在，一些主要的武器系统，像坦克、飞机、战舰的自动化程度都在不断提高，这大大减少了参战人员的数量，同时也节省了训练费用。在系统设计上也减少了武器的重量与空间，如自动枪炮装弹机一类的自动化装置的安装，减少了坦克乘员和车体体积，从而增加了坦克在战场上生存的机会。美国空军驾驶员协作计划和美国陆军先进旋翼飞机技术综合计划的实施都是为了减少领航员、武器操作人员及其他飞机操作人员，随着自动化程度不断提高，越来越多的人控职能逐步被计算机、电子辅助装置和机器人所代替。有朝一日，这些系统全部自动化了，我们人类将不作为驾驶员坐在舰船或飞机上，也许唯一需要我们做的是照管乘客的旅途生活。

目前我们正在使用的机器人系统种类繁多，而有关这些系统发展的构想更是令人兴奋不已。现在正在研制或即将投入使用的机器人的制造技术比较简单，一般只能执行简单的任务，没有与载人系统竞争的实力，它们大都承担地面维修、后勤及扫雷等与载人系统不冲突的任务。

遥控挖掘机是近期将在战场上部署的机器人，因为欧洲的空军基地有可能成为今后战争中精密弹药，甚至包括化学武器进攻的目标，他们的飞机不可能在弹坑累累的跑道上起飞。对机场来说，急需解决的问题是填平弹坑和排除爆炸物。让人穿上笨重的核生化防护衣去执行任务必然会延误战机，使用跑道快速修复遥控挖掘机既可确保及时有效地修复跑道，又能避免操作手受到核生化沾染的侵害。这种遥控挖掘机可以由人驾驶，也可以通过“黑匣子”遥控操作，这两种操作方法由指挥员依现场的情况选择。还有一种扫雷机器人正准备投入使用，它能在无人驾驶的条件下跨越陷阱、穿越雷场和排雷。

最早投入战场的作战机器人将是装备了轻型反坦克导弹的小型遥控车，它的使用给西方国家提供了对抗前苏联装甲数量上优势的實力。以往用载人坦克发射导弹后，坦克的位置就暴露了，这极大地威胁着士兵的安全，改用机器人发射导弹保证了士兵的人身安全。主张发展有人系统的人不反对发展这种装有轻型反坦克导弹的小型遥控车，因为他们认为它不能代替坦克。

在侦察机和无人驾驶诱饵机上很快也将装配完成进攻任务的机器人系统，在电子战中装载弹药的遥控飞行器在未来几年里将大批出现。21世纪以后，携带导弹及炸弹的遥控器将在空战中普遍使用，一次性进攻遥控飞行器也将在空战中露面，这些空中无人驾驶飞行系统大都采用光纤控制线路，其中一部分遥控系统具有预编程序输入的功能。

机器人遥控猎雷器很快将在海上部署，猎雷器将和它的缆线连接通信系统护航或探测潜艇，使用它不是为了代替载人舰船，而是要加强载人舰船的机动性。装有先进控制器的遥控深潜器能在海底安装传感器，回收沉船残体或设备。这以后，海军将试用装载弹药的深潜器，并逐步完善其性能，让它携带鱼雷，使这些游弋海中的机器人能对敌舰实施攻击。

第一种出现在空间的机器人系统将是遥控飞行器，这种遥控飞行器将被用来装配载人空间站和“战略防御倡议”计划中的机器人作战平台。美国将大笔军备预算和各部门的赞助资金投入“战略防御倡议”计划，而对作战机器人系统的投资重点是空间遥控机器人。

“战略防御倡议”计划的实施依靠的是作战机器人技术，与电影“星球

大战”所描绘的情景完全是两回事。针对载人系统无法在高杀伤性的空间作战环境中生存和作战这一难题，“战略防御倡议”计划使用无人武器系统，整个系统是一个大型环球无人装置。这个无人装置的传感器就是预警卫星和地面雷达系统。它们的大脑由先进的人工智能和计算机硬件、软件构成，装备的攻击武器由反弹道导弹武器系统组成。它包括定向能武器和动能侵彻体以及其他反弹道导弹武器。“战略防御倡议”体系由各自独立的系统组成，系统之间高速转换数据以对付战略性的进攻，人类几乎无法控制和指挥这个系统，更没有能力有效地把握它的发展，这个体系就是把各个独立系统联结在一起的巨型自主式机器人，它能在没有人控制的条件下独立思维、决断和操作。制造这种机器人的设想自然引起了许多行家的怀疑，其中包括一些著名的计算机专家，同时，政界对它也是舆论哗然。

即便美国总统里根提出的这个“战略防御倡议”无法为美国民众筑起一个全面防御的屏障，但至少这种空间机器人系统对美国的重要目标起了点防御的作用，诸如导弹发射井、指挥中枢、控制中心及航空母舰。点防御系统所需要的人工智能结构十分复杂，但要比实施一个综合性“战略防御倡议”计划简便得多，它不需要众多的传感器和武器平台之间的相互联接。空间战场是人类难以涉足的战场，今后那里将被核抽运 X 射线激光器、电磁轨道炮和带电粒子束所充斥，对人类来说它们就是毁灭之神，所以，未来空间作战站的主人非机器人莫属。

2. 机器人恐怖分子与反恐怖分子

机器人的另一种准军事应用是参与反恐怖活动，这些无人系统既能保护公民免受恐怖分子的威胁，又能及时对恐怖分子实施暴力。

美国人建造的机器人自然也不懂得什么社会道德和良心，不畏任何自杀性行为，这一点越来越引起人们的关注，担心有一天它们也会成为十足的恐怖分子。试想装有梯恩梯的自动卡车，载有爆炸物的深潜器遥控航空炸弹落入恐怖分子之手，将会给人类带来多大的灾难。所以各国的防务、执法及情报机构应高度谨慎，不能让无人武器系统及其制造技术被恐怖分子所掌握。

恐怖分子能通过编程指令或遥控使机器人实施恐怖活动，我们也可以将它们用于反恐怖活动。当然，机器人不可能完全消灭恐怖分子，但我们能利用我们的自主式海、陆、空机器人对机场、使馆、港口及其他可能遭受攻击的目标和地区进行巡查，而且机器人系统在这方面的使用比载人系统更加优越，它花费少，隐蔽性好，受到的威胁也小。目前凭借先进的自动化和机器人技术，反恐怖机器人能拦阻和检查有可能携带爆炸物的车辆，避免了人在执行这类检查时有可能受到的直接伤害，同时，使用反恐怖机器人系统也能防止诸如 1983 年驻黎巴嫩美国海军陆战队司令部和美国使馆大楼处发生的卡车弹药爆炸事件。美国机器人防御系统的“觅食兽”机器人在这方面已有了成功的例子，这表明无人系统完全可以胜任拦阻、检查和进入车辆的任务。

装配了先进的摄像机和传感器（包括红外、传声、雷达、传感器）的遥控飞行器的使用范围也很广阔，遥控飞行器能够执行周密的侦察任务、干扰恐怖分子的联络、引导灵巧武器命中目标。美国科学开发公司研制的 RPMB 遥控飞行器和 ILC 多佛空气动力公司建造的可充气遥控器均属于遥控飞艇，这种飞艇能连续在空中盘旋数日，监视杂乱的城区，用摄像机和传感器对目标区和选定的建筑物进行监控。

排除恐怖分子安放的爆炸物需要坚强的毅力和巨大的勇气，尽管我们的士兵具备这些品格，但人们仍希望能让机器人完成这类任务，只要机器人有办法接近爆炸物，我们的士兵就不必再去冒此风险了。在爆炸物处理机器人还没有出现以前，爆炸物需要专门人员排除。首先要小心地取下引信，取下引信帽，使雷管失效，然后或是冒险卸下雷管，或是用控制爆破销毁爆炸物。许多人在排除爆炸物时由于出了极小的差错失去手指、胳膊乃至生命。机器人的使用可使爆炸物处理专门人员远离爆炸物进行操作，他们遥控机器人到作业位置，这时机器人将现场画面用电视摄像机传给操作手，之后，操作手发送指令让机器人用机械手打开爆炸装置。然后拆除引爆装置或是用轻机枪射击破坏引爆装置。然而目前恐怖分子对付机器人的技术也在不断提高。有一次在美国曾出现过这种情况：爆炸物处理操作手的无线电控制信号被由其他人发射的指令信号压制住了，使机器人反戈向操作手进攻，操作手险些被自己的机器人炸得粉身碎骨。后来，安全可靠的缆线控制机器人的使用解决了这一问题。

3. 军用机器人使用策略

有些防御分析家们怀疑高技术武器在战场上的使用价值，他们对作战机器人的使用也持有同样的怀疑态度。在越南战场上，美军用他们“惊人的”技术与越共作战，但战果却不怎么样；第二次世界大战中，纳粹德国装配了先进的、优于盟军的武器，但这些数量有限的先进武器并没能遏制美国军工企业巨大的生产能力，这些历史事实为防御分析家们的论点提供了论据。一些军事改革运动成员，包括部分美国国会的成员也对美国过于强调高技术武器表示极为不满，他们认为高技术武器这一“偏方”治不好整个美国国防御系统中出现的弊病。美国前参议员加里·哈特和威廉·林德在他们的《美国能够取胜》（《America Can Win》）一书中指出，武器改革家们极力追求的是武器的质量而不是数量，他们希望所研制的新式武器体积小、结构简单、花费低，他们研制的诸如遥控器一类的机器人系统均满足这些要求。然而没有正确的战略战术，即便掌握最精良的武器也未必能取得战争的胜利。正如特沃·杜拜上校在《武器及战争之演变》（《The Evolution of Weapons and Warfare》）一书中所指出的，技术是众多决定交战双方胜负因素中的一个因素，也是极为重要的因素，但只是取得战斗或战争胜利的一种附加的优势。显然，机器人武器系统不是解决所有防御问题的灵丹妙药，但在未来10年内（直到21世纪），机器人防御系统在战略及常规防御中起主要作用。

（1）对机器人系统使用的异议

无人系统和载人系统的倡导者们在各自军界要人的支持下，为争取军费预算在政治上展开了激烈的角逐，他们的争斗不仅仅是为了争夺美元，同时也反映了那些载人武器系统的操纵者们是如何看重他们为之服务的军队，并且他们已经感到机器人武器系统的使用撼动了他们的宝座。工厂的工人一度极为抵制工业机器人的使用，而目前军方对作战机器人排斥的程度大大超过工人人们的反抗。在工厂里，机器人的使用最多引起一部分“蓝领工人”失业，而上层的管理人员和“白领工人”不但会继续留用，还会由于机器人高效的工作得到更多的利益；而在军队里，机器人遥控器的使用会使以往直接操纵武器系统的上层管理者的权力岌岌可危，因而军方对机器人系统的抵制要比工厂里的情形严重得多。

在世界各国的军队中，武器大多掌握在技术熟练的操作者手中，这些人

凭借着他们的技术按照军衔等级步步提升，美国空军的将级军衔大多属于飞行员；在海军中，占据军队要职的也是飞行员和舰艇指挥官；在当今的美国陆军中，参战士兵对武器控制的权力正在不断增长。其他国家军队的状况也基本如此，计划管理官员、情报官员、通信官员、武器采购官员以及其他非作战专家很少能够上升到权力的顶峰。所以军官们对机器人遥控系统有一种本能的抵触，担心机器人遥控系统会削弱载人系统及其操作手们在军队中的地位及影响力。解决这一问题的办法之一是发展由人或附加的“黑匣子”操纵的机器人遥控器系统，约翰·迪尔设计的跑道修复挖掘机器就属于这类系统，它既可由自动化控制，又可由人操作。其实，人员短缺、日益增长的人员费用、高作战消耗、高物资费用以及防御工业基地退化等因素都将成为促进机器人系统发展的因素而最终削弱军界对机器人系统的抵制力。

同美国国会和国防部内部的军事体系改革相比，改革家们较少直接牵涉武器获取过程，他们只关心机器人系统本身，但仍被卷入了美国国防系统各派的论战之中。一种武器系统或是一种武器系统的设想能够引起社会多方面的关注，能使科学家和政治家大为兴奋，并使社会分裂成两大截然对立的派别，这一切恰恰表明了这种武器系统或设想对社会的重要意义。在历年的美国武器研制计划中，很少有像机器人系统这样引起广泛的政治关注及情感介入，只有卡特总统任职期间确定研制的MX导弹系统和里根总统的“战略防御倡议”引起社会对其功过是非的不断争论。

从技术上讲，机器人武器系统已不再是科幻小说家的臆造，它已日臻成熟。现在，普通科学团体和政治活动家都在为机器人武器系统的部署以及在未来战场上广泛的使用具体的设想，由于机器人武器系统的问世，美国还出现了像“计算机专业人员社会责任协会”一类的团体。“计算机专业人员社会责任协会”的总部设在加利福尼亚州的帕洛·艾尔多，有1100名会员，这个协会的发言人加里·查普曼把机器人武器系统称为“机器人杀手”，他认为发展机器人武器系统触犯法律，必将导致科技伦理危机。查普曼认为研制作战机器人违反了日内瓦公约中有关战争的条款，该公约规定在一方士兵投降的情况下开战属于违法，而机器人却很难辨认一个士兵是否已经投降。查普曼坚持认为，如果一个士兵胡乱地向他周围所有的人扫射，那么他就应该作为战犯受到审判，而机器人武器系统就像受到世界法院和联合国谴责的生物化学武器一样，都是些不分青红皂白的杀手。特尔弗德·泰勒将军曾在纽伦堡战犯审判中担任美方首席检查官，现在已经退休，他曾建议查普曼就机器人武器系统的发展向世界法院提出诉讼。麻省理工学院的约瑟夫·韦金鲍姆教授也持有相同的观点，尽管他支持人工智能的研究，也深信军队能逐步将自主式机器人部署于战场，但他反对让机器人成为作战的士兵。

（2）机器人武器系统支持者的论点

针对查普曼对机器人武器系统的异议，目前也有几种不同的观点。研制机器人武器系统主要是用于摧毁敌方的诸如坦克、飞机及其他“高价值”目标，不是用它携带的弹药寻找和杀伤某个步兵目标。只要有战争，总会有人惨遭不幸，平民百姓也自然会有伤亡，火炮发射的炮弹，有人驾驶飞机投下的炸弹以及坦克的扫射同样会造成这类人身伤亡和破坏。现代技术还不可能让机器人武器系统在它的主要攻击目标中辨别出某一个敌方士兵已经举手投降。事实上，当今主要的载人武器系统也做不到这一点，它们在进攻目标时所采用的传感器和技术很多都是与机器人武器系统所用的相同。

操作手在安全地带接收实时视觉、听觉及其他机器人遥控器对现场周围真实情形“感知”的传感数据，如同身临其境，如果操作手通过摄像机发现了举手投降的敌兵，他会像载人装甲车中的射手一样停止射击，即遥控机器人遥控器接受他的指令。当然，我们目前研制的自主式作战机器人系统主要用于攻击战场上敌方的重要目标，还无暇顾及车内或设施内的人员是否已放下武器。美国正在制造的“罗拜特”型自主式保安机器人系统能够监视并使入侵者丧失抵抗能力，设计者给这一系统输入了预编程序，使之能识别投降者，不对其使用致命性武器。其实，载人武器系统并不比机器人武器系统更人道，那种认为机器人武器系统的使用必定会违背现有的战争法规的指责完全没有理由。

人工智能及军用机器人的研制受到了一些科技工程组织的支持。总部设在华盛顿特区，拥有 1800 名会员的无人系统协会一直将其活动的重点放在促进美国国防部研制发展机器人上，这个协会还通过录像和季刊《无人系统》向社会宣传。

查普曼的异议的确是个重要的问题，一个普通公民对政府的计划不仅在道德和法律上提出质疑，还对计划的技术及使用进行分析，这是正常的。计算机专业人员社会责任协会和无人系统协会等社会团体的活动正是民主政治权力正常行使的组织，他们向公众及政策的制订者提出了防御问题争议的论点。有关机器人武器系统的争论以后还会不断加剧，里根总统的防御计划“战略防御倡议”更是给这场论战来了个火上浇油。

包括共和党和民主党在内的美国主要政治势力都倾向于加强国防力量，一些学者认为核战争使敌对的双方“共同毁灭”，为扼制这柄“达摩克里斯剑”，“战略防御倡议”计划的策划者们希望这一计划的实施能使美国在核战争中取胜而不被“共同毁灭”，同时也有些人将此计划作为制止前苏联对美国采取行动的巨大大威慑力量。而“战略防御倡议”计划的反对者们则指责这一计划中的防御系统脱离实际，不稳定，还占用了应该在常规部署方面投入的物力和财力。多纳德·海克斯警告说，对“战略防御倡议”计划研究的巨额投入减少了其他武器领域技术突破的机会，而那些领域正是美国同前苏联数量上优势的武器系统相匹敌的基础。

3. 人类能否控制未来机器人

本世纪结束时，遥控机器人系统已在战场上为自己争得了一席之地，当 21 世纪的曙光降临之时，它们已牢牢地确立了自己在战争中的地位。但遥控机器人不会长期占居战场，它的寿命也许只有几十年，它们将会被一种基本上仍为遥控式的半自主式机器人系统所代替，这种系统在没有人直接操纵的情况下也能独立完成某些任务。随着机器人武器系统研制技术的愈加成熟，带有人工智能的新型武器系统将会不断产生、迅速发展，并将更加有效地执行作战任务。到 21 世纪中叶，大多数遥控系统和载人系统会被自主式机器人武器系统代替，成为战场上的佼佼者，但到那时人类必须小心警惕自主式机器人武器系统的发展趋势，提防这个“妖魔逃出瓶子”，危及人类的生存。

机器人武器系统是否会滥用人类为它们创造的智能，是否会武断行事、独自做出超出常理的决策，许多对机器人武器系统持否定态度的人都会提出相似问题。威·丹尼尔·亨特曾出版过几部有关工业机器人和人工智能的专著，他说：

“我们能否就凭一个在战场上游荡的作战机器人用它的软件规则系统寻

找定义中的敌人？我们能否承受由于这个金属人的错误决定造成的后果和花费？我们对此有过估价吗？机器人武器系统这种由内部控制操纵的大型武器系统的发展逐步升级势在必行，而这种武器系统的操作方式的不可预测性也将不可避免地不断增长。”

同所有的机械一样，作战机器人也免不了出故障或是操作失误，虽然人们为减少软件系统的故障十分重视对它的试验和质量要求，但机器人系统的编程和输入仍不可能十全十美。人们必须定期检查机器人是否有反常举动，停止使用那些有可能造成极大危害的失控的作战机器人。其实，人类所有努力的最佳效果就是能够控制住由于机器人的失误造成的局面，这同载人武器系统是一样的。过去若干年里，美国的巡航导弹已经携带核弹头，如果这些巡航导弹发生故障就会带来极大的灾难；同时，轰炸机投弹手或是导弹发射手的精神与情绪状况不佳也同样会给人类带来灭顶之灾。从长远的观点上看，使用机器人武器系统利大于弊，机器人能无所畏惧地执行作战任务，一旦被敌方擒获它们能引爆自毁装置。起码有一点是肯定的，机器人技术在近期还不可能发展到登峰造极的地步，机器人还不会因贪财、好色或思想原因而背叛自己的祖国。

另一方面，我们目前还很难对自主式机器人武器系统未来的发展做出全面的估价，在这方面科幻小说家们已经走到了未来军事家的前面，他们已在幻想中设计出未来的“灵巧”军用机器人的更佳方案，如果没有卡帕克和阿西莫夫等作家笔下的机器人的故事，恐怕也就没有当今机器人技术领域的长足进展。这些文学幻想激励了许多科学家在机器人、人工智能和传感器等领域的研究，科幻小说家们常常为科学技术设定目标和里程碑并以此评价科学发展的进程。著名科幻小说家凯斯·劳玛在小说中描述的无人坦克与后来科学家们的设计完全一样，他笔下的“博罗”（Bolo）系列车也于1989年在通用汽车公司博罗分公司开始研制。最初的“博罗”MK B型车是一辆加重的主战坦克（136吨），它能驱动辅助的伺服机构，作战时通常由3名乘员操作，也可按输入的预编程序指令进行无人驾驶遥控操作，这种操作方式的用途之一是巡逻。新型的MK型坦克将于1995年投入使用，它比MK坦克的自动化程度高，装有计算机火控系统，省去了两名乘员，所以MK坦克在作战时只需1名驾驶员操纵。MK的改进型坦克具有更猛的火力，它的耐久力更强，由于机械操作复杂，它又恢复了3名乘员。或许是出于保守，在劳玛的小说中，直到25世纪时全自主式“博罗”MK坦克才出现，它不用任何驾驶员操纵，能载运乘客。冲破了官方的重重阻力，劳玛笔下的MK机器人坦克也终于诞生了，但军官们担心它会失去控制，反过来向主人施加暴力。劳玛写道，当“博罗”MK机器人战车出现时，人类的战略战术在实际作战中已毫无用处，具有思维和决策能力的机器人已经把人类从两军对峙的战场上排挤出去了。

也许本书的论述能同劳玛对无人坦克的描述一样能对机器人的发展有所贡献，另外，有关无人系统科幻作品，从1917年凯罗尔·卡帕克的短篇小说《罗萨姆的宇宙机器人》到现代电影《2001年：宇宙旅行》和《弗宾方案》都有不少的描述。它们都在警告人们防备机器人的人工智能有朝一日将会毁灭人类，阿西莫夫制定的“机器人三法则”就是为了防止机器人具有毁灭人类的能力。当然，如果使用这个法则作战机器人就无法生存，因此目前不会使用这个法则，但这种实际存在的危险却不可忽视。未来机器人的计算机大

脑能存储百万个数据，具有高速的数据处理能力，能解方程、推理解答难题，对某些情况的反应速度也超过人类。机器人还很可能具备战术甚至战略决策的能力，如果允许未来机器人选择制定主要战略及决策的基本原则，那么它们最终必将摆脱人类的控制，所以未来机器人武器系统的研制者们必须小心把握这个尺度，让机器人使用受安全标准约束的人工智能。在设计人工智能时，未来的科学家也必须对机器人的类型作出最佳的选择：有情感的、中立的、冷酷无情的或是逻辑思维的，而无论哪一种选择都将利弊共存。

在研制发展机器人遥控器的人工智能时，工程师和计划管理人员自然会联想到人类的智能，希望机器人能模仿人类的思维，而实际上非人工智能或低等生命形式的本能特征更适合于军用机器人，一个装备了导弹的沙滩车型机器人攻击敌坦克或无人潜艇的方式同兵蚁、黄蜂或南美洲河中凶猛的比拉鱼攻击、咬伤其他动物的方式是一样的。

美国国家高级研究计划局对实施“沙克”(SHARC)计划的一组自主式机器人系统之间配合及相互性能进行了检验，结果表明“沙克”计划的实施能产生一种机器人之间相互理解和相通的心灵感应式智能，这种智能是在机器人之间连续不断的数据传输中产生的。将来，组成一个系统的每个自主式机器人各自都将具有一套计算处理功能，将这些数据并入总网络就能产生一个并列的增强型数据处理系统，系统化的机器人智能要高于任何独立的机器人。未来的机器人将以推理和感觉理解事物，它的思维方式与自然界中任何一种生物都不相同，也许人类也不能完全了解它的思维和动机，所以发展和研制机器人这种人造生物对人类来说也是很危险的。

人类目前仍是万物之主，人类正致力于开拓无人战场，人类肯定会使机器人掌握更高的智能和数据处理能力，但人类必须保证最终把握控制机器人的能力。有识之士、在野官员、决策者和军界首脑从现在起就必须准备迎接由于机器人进入未来战场所引发的一场革命。历史上一些文明创造弓弩、火药战胜了另一些文明，我们的思想也应适应技术的飞速发展，保证我们的社会和文明不被他人赶超，必须认识到未来社会中致命武器、领导方式、个人及组织的需要等方面都会发生极大的变革。到了我们论及的机器人都发展成武器系统的时候，希望我们也有十足的把握让这些机器人能同设计它们的人类一样明辨是非曲直，有道德感。

模拟靶机

遥控飞行器的基本用途之一是作为空中靶机。没有飞行员愿意承担拖挂靶机的任务，至少他们不乐意承担非战斗任务。在过去数十年中，机载武器的射程、速度、高度和杀伤力呈指数增长，用于模拟飞机和导弹性能的空中靶机亦变得更加先进和复杂，而目前在预算计划中靶机一直处于次要地位，所以靶机的费用应引起重视，现在我们要做的是如何在不显著增加成本的前提下提高靶机的性能。

使用靶机，有助于新型武器系统的研制，可用于确认新型武器完成预定任务的能力，比如它是否能击落由靶机模拟的飞机，靶机也可检验现有系统应付新的威胁的能力，空中靶机是一种检验武器系统的可维护性、可靠性和质量的装置，它还用于空勤人员和面对空导弹操作人员的训练。

飞机和导弹的性能与战术运用可以由缩尺寸或全尺寸靶机模拟。缩尺寸

靶机的研制、维护和操作费用较低，它常被用于模拟飞机的航速、高度特性、简单的飞行动作以及红外和雷达特征；全尺寸靶机常常是由导弹或有人驾驶飞机改装的，不过并非所有的靶机在试验中都真的被导弹或炮弹击中，空中靶机可用于跟踪目标和导弹发射以及模拟导弹飞行过程的试验和训练，在这种情况下靶机可重复使用。

1. “鹪鹩” (Chukar) 11 和 NV - 144 诺思罗普公司曾经研制了一种涡轮驱动的缩尺寸无线电遥控靶机，即“鹪鹩” 11MQM - 74C，它被世界各国广泛用作空中靶机，自 1968 年美国海军最先使用以来，它已在 12 个国家承担过飞行任务。这种高亚音速靶机适用于炮手和导弹操作手的训练以及武器系统的鉴定，增强型“鹪鹩” 11 是从战术飞机上发射的，它增加了载荷，输入了预编的飞行程序，并有一个可使机身降到 9.2 米飞行高度的自动低空控制装置。

诺思罗普公司最新推出的空中靶机是 NV - 144，用于携带较大较重的载荷作高亚音速飞行。NV - 144 装有数字式控制系统，并采用了先进的塑料机体。

2. “火蜂” (Firebee) 232 和“火栓” (Firebolt)

“火蜂”系列空中靶机是由美国特莱汀·瑞安航空公司于 1951 年开始制造的，此后经过不断改进，最新型号的“火蜂”与初期的样机已完全不同。最近研制的“火蜂” 232 装有以三坐标飞行控制器为核心的电子设备，机上计算机能够执行模仿有人驾驶飞机性能的复杂的飞行程序。这种重 1125 公斤的飞行器能够持续飞行 1062 公里，具有 6 重力加速度机动能力，并能以 0.97 马赫的速度在 18280 米到 3.18 米的高度范围内飞行。“火蜂”还可以携带一部拖曳式雷达转发器和红外模拟器，以免遭雷达或红外制导弹头的攻击。目前“火蜂”作为美国海军模拟掠海飞行的靶机。

由设在埃格林空军基地的美国空军武器装备实验室出资，特莱汀·瑞安公司研制出了他们的第一部数字式计算机控制的靶机，即火箭推动的 AQM - 81A “火栓”。它可以在 30460 米高空以 1.2~4.0 马赫的速度飞行，目前还没有哪一种飞行器在作水平飞行时能像它飞得这样高、这样快。“火栓”用于模拟空对空和面对空导弹，美国海军还在使用这种飞行器模拟对“宙斯盾”舰队防空系统进行攻击的巡航导弹。“火栓”在由 F - 4 型飞机发射的同时其发动机点火并按预定任务飞行，它在末段急剧下降到较低高度，并在预定位置展开回收伞，回收时可由直升机悬吊或从海上收回。“火栓”长 5.29 米，直径 33 厘米，全重约 5400 公斤，这种靶机有一个 16 比特微处理器，它控制着不断变化的火箭发动机、操纵飞行控制器、存储和执行任务程序，以及控制有效载荷、导航和通信。“火栓”的载荷包括一部主动雷达增强器和一部自动记分系统，前者反射的雷达截面可以变化，根据所要模拟的威胁确定，后者采用多普勒雷达记分系统测量脱靶误差。每架“火栓”能飞行 20 次，只要它能完成 3 次飞行任务就划算了。

3. 山毛榉飞机公司的遥控飞行器

山毛榉飞机公司是美国军方高性能空中靶机的另一个主要生产者，他们的 AQM - 37A 目标导弹自 1963 年起就已为美国海军所采用，这种导弹能以超音速和亚音速飞行，新近研制的型号装有改进的机翼和一个固态自动驾驶仪。该公司的 MQM - 107 采用了一个助飞箭，它的飞行和回收受无线电指令控制，但也可按预编程序飞行。山毛榉公司最新的目标导弹是 BQM - 126A，主

要用于检验舰队防空系统，它可模拟敌机和巡航导弹的攻击，能够以 0.9 马赫速度在紧贴海面到 12186 米的高度内飞行，具有 7 重力加速度的机动能力，它能够从地面、舰船甲板或飞机机翼上发射。

4. 超音速低空靶机 (SLAT)

美国海军与马丁·马丽埃塔-奥兰多公司签订了一项研制超音速低空靶机的合同，美国海军要求这种低空靶机能够携带全套威胁再现载荷，从 80 公里外在 9.2 米高度上以 2.5 马赫速度作飞行袭击，这一系列性能要求是为了模拟前苏联 SS-N-22 巡航导弹。超音速低空靶机的引擎是整体安装的冲压喷气发动机，由于模拟飞行时它不可能真的从敌方的舰艇上发射，所以它的飞行中段必须更为可靠和精确，与导弹不同，它不需要有末段。

5. 全尺寸靶机

生产经济的高性能靶机的方法之一是将退役的飞机改装成全尺寸靶机。美国空军所使用的这类靶机有：OF - 106、PQMF - 102 和 OF - 100，它们分别由编余的 F - 106、F - 102 和 F - 100 改装而成，这些靶机可逼真地模仿敌机，为新型武器的试验和战斗机飞行员的训练提供帮助。它们可以由载机发射，新型号的靶机可以自行起落。美国的斯帕里公司是最早研制遥控飞行器的厂商之一，1986 年 6 月该公司同美国空军签定了一份 1670 万美元的合同，为美国空军生产 6 架 OF - 106 全尺寸空中靶机。美国空军也已计划将 184 架 F - 106 改装成无人机。

6. 前苏联和欧洲国家的遥控靶机

前苏联的好几项空中靶机计划都很少为外界所知。UR-1 是一种近距缩尺寸靶机，可在 1~20000 米高度上飞行，它可从飞机上发射，然后再由飞机遥控。全尺寸“鬼药”靶机是“雅克”—25 高空侦察机的改型，这种靶机为遥控型，新装了一种垂直翼，用于面对空导弹的试验。

其他国家也在进行一些空中靶机的研制或全尺寸生产。法国宇航公司是靶机研制方面的开拓者，他们制造出的第二代 C22 无人靶机是 CT20 的改进型，它能够以 0.95 马赫速度并携带 6 加仑以上的载荷飞行在 15~14000 米高度之间，模拟敌机和导弹，它的续航时间为 2 小时，用降落伞在地面或水上回收。C22 的海用型于 1984 年 10 月首次展出，出售给其他国家的这种靶机尚无地面发射型。

意大利大气公司研制了“米拉奇”(Mirach)系列无人靶机。米拉奇-70 是一种普通的单翼机，装有 70 马力发动机；米拉奇—100 是一种小型涡轮喷气靶机，续航时间为一小时。“米拉奇”—300 比 100 型体积小，但它的发动机比 100 型的大些，续航时间为 2 小时。阿根廷已获得了生产“米拉奇”—7 和米拉奇—100 型靶机的许可证。英国空中加油公司的反潜攻击练习“小猎鹰”无人靶机是专为英军制造的。它有一部较小的涡轮喷气发动机，续航时间为 90 分钟。

中国制造的“长征”B - 2 装配了一种 16 马力活塞发动机，它是兵器训练用靶机；印度航空研究院在 1984 年首次试验了舰/地发射可变速亚音速靶机 PTA，它靠一台涡轮喷气发动机提供动力，续航时间为 1 小时。

无人侦察飞行器

采用可互换的载荷装备遥控飞行器可以完成多种任务，包括监视、电子

对抗、演练靶机以及作为武器运载平台。然而，遥控飞行器最常见的用途和大部分功能都是针对侦察任务的。战场指挥官对及时情报的需求不断增长，加之面对空导弹对有人系统的威胁使其费用和易损性不断增大，使各国都更加愿意为侦察型无人机投入力量。

1. 近距遥控飞行器

(1) “苍鹰” (Aquila)

1985年，美国国防部联合物资局为指导遥控飞行器的开发制定了一份“路线图”式的计划，指定美国陆军负责管理新型近距遥控飞行器的全部研究工作。洛克希德公司的“苍鹰”是军用侦察型遥控飞行器开发计划的重点项目，不过由于许多技术和管理上的障碍耽搁了这项计划，因而没能赢得国会中一些议员的支持。作为暂时的过渡方案，军方决定购买已有的通用型遥控飞行器来完成某些任务，等待“苍鹰”的完善。在“苍鹰”进入现役后，上述性能较差的无人机可交预备役使用。

以色列的“侦察兵”无人机和美国陆军“苍鹰”的发展过程，在设计探测原理以及实践方面形成了有趣的对比。这两个项目都是在1973年中东战争后不久着手进行的，当时以色列迫切希望尽快部署一种小型遥控飞行器，他们在近期作战方面的需求尤胜于远期研究的利益考虑，他们的“侦察兵”和“猛犬”遥控飞行器早在1978年就投入现役。此后若干年，以色列人利用无人机进行训练和实战演练，并在1982年对叙利亚部队进行的攻击中发挥了不容置疑的作用。

相比之下，苍鹰的研制到着手装备却经历了12年。1976年设计的“苍鹰”成本较低，每架10万美元，最初的三角翼机体由一种不易被探测的尼龙材料制成，它由一部改进的轻型发动机提供动力。目前的“苍鹰”则先进和复杂得多，具有抗干扰数据链、极小的雷达反射特征以及一个能在夜间对目标精确定位的激光波束系统。“苍鹰”计划的一些批评者指责它是一具“黄金玩物”，美国陆军的官员们则认为“苍鹰”将用于欧洲战场，苏联的电子对抗和防空系统会比在中东所出现的更具有威胁性，数量也将更多。为了能够在这种环境下生存，“苍鹰”一定要比以色列的无人机具有更先进的技术，所以它的造价比最初预算增加了8倍，使国会很难接受。军方或许只被获准先生产一种性能较低的“苍鹰”，然后再逐步增加技术成分，以代替起初准备制造尽善尽美的无人机的计划。

洛克希德公司为弥补“苍鹰”从截获、跟踪、自动回收到可靠性和续航能力等方面的不足做了许多努力，1986年2月军方决定继续进行全尺寸“苍鹰”的研制。全尺寸“苍鹰”的机体是由预浸渍的凯芙拉环氧树脂材料制成，重79公斤，长不足2.1米，翼展不足3.9米，它所带的燃料足够飞行3小时，可以挂载27.2公斤的载荷。任务载荷包括：昼夜黑白电视摄像机、激光测距指示器、稳定的光学镜片以及精密的电子传感器机箱，它通过光学旋转关节与转动架相连。地面控制人员可以选择电视摄像机的三个不同机场。激光测距指示器与电视摄像机校准，能够精确跟踪目标和测距，或为激光制导武器指示目标。光学和激光探测器对与自身飞行无关的固定和运动目标同样保持跟踪。由扩频抗干扰数据链向空中的飞行器传送指令，并将飞行状态和图像信息传回地面站。

“苍鹰”由车载液压弹射器发射，发射时它的推进器由液压起动马达提供推力。活塞通过一个绞缆行程放大器进行动作，使整个系统沿轨道移动，

加速到发射速度。回收系统是一个装在车上的立式涤纶网，当“苍鹰”返回时，飞行器的冲击使回收网拉得很长，以动能吸收的方式达到减速目的。

(2) “先锋”1型 (Pioneer 1)

美国海军和海军陆战队已经开始接收“先锋”1型近距遥控飞行器。“先锋”1由以色列玛兹莱特公司与设在巴尔的摩的AAI公司联合制造，玛兹莱特是以色列飞机制造厂和塔迪兰公司合办的企业，可以预料，“先锋”1在很大程度上模仿了获得成功运用的“侦察兵”和“猛犬”无人机方案。181公斤的“先锋”1型是一种用金属的玻璃纤维制造的单翼机，它由装在机尾的西德造萨格斯26马力发动机提供推力，它的翼展为4.8米，在携带45公斤最大载荷时的最大飞行高度达4570米，它的续航时间长达7个小时。使用以色列飞机制造厂所属子公司制造的设备，只需一名地面观测员和一名飞行器操作员便可以控制它。地面控制站十分小巧，显示系统可由一名士兵背负，也可装在吉普车或坦克上。“先锋”1型可从发射器上发射，或借助自身的发动机从短跑道上起飞，它可以依靠自身的机轮在跑道上着陆，或由回收网回收。

(3) “天眼” (Skyeye)

1984年，美国陆军购置了一个中队的“天眼”R4E-40遥控飞行器，该机由利尔·西格勒有限公司的天文电子学开发分部制造。这些无人机经过了飞行试验，并曾在中美洲的洪都拉斯和靠近美国的地方用于军事飞行。尽管有一架“天眼”在中美洲的飞行中坠落，但美国陆军仍对“天眼”的总体性能表示满意，并正在考虑追加购买数量，以充实“苍鹰”遥控飞行器机群的配备。泰国皇家空军自1982年起装备了一个中队的较低动力的“天眼”R4E-30，埃及也正在积极考虑至少购买30架“天眼”无人机。

“天眼”是小型遥控飞行器中最大的一种，其最大发射重量为241公斤，由于其翼展达5.36米、机长为3.75米，所以购买者把它当作一种多用途的空中货车，它无需按常规将载荷小型化，节省了费用，可以携带114公斤的燃料和任务载荷持续飞行8小时以上。

“天眼”可以在简单的自动驾驶信号或程序模块的操纵下飞行，当使用程序控制时，它的飞行数据如航向、高度、航速及传感器指令使其能够在一定时间内不依靠无线电联系。然后它记录下有关图像并在飞行中恢复无线电联系，以获得进一步指令。“天眼”的机体由凯芙拉、玻璃纤维和石墨复合材料制成，大约使用了3.6公斤的雷达吸波材料，以减少雷达波反射。“天眼”的正面雷达反射截面没有“苍鹰”的那么大，它一共需要6名地面操纵人员，指挥控制中心和弹射式发射器都安装在卡车上。它的进行缓冲滑行着陆时，需要一个长122米的场地，在紧急情况下可以在机尾放出一个减速伞。

(4) 其他小型遥控飞行器

1985年，英国国防部选定由GEC航空电子有限公司和空中加油有限公司为英军生产“不死鸟”遥控监视系统。这是一种小型固定翼、低造价的遥控飞行器，能够提供可靠的实时图像和数据情报。它在携带约45公斤载荷时的续航时间为4小时。飞行器和地面站之间的指挥控制信号经由一条可靠的数据链传递。为实现系统的全部功能，英军将把“不死鸟”无人机作为战场炮兵目标捕捉系统的一部分。这种飞行器的机体由复合材料制成，旨在降低雷达、红外和声学信号特征，从而不易被探测。它采用带有接插导线的组合式结构，一名稍经训练的士兵就能将它装配起来。“不死鸟”依靠压缩空气推

力发射，利用在机尾散开的减速伞回收，着陆的冲力由机背一个可充气的容器吸收。

美国圣地亚哥的由意大利大气公司派员创办的太平洋航空系统公司研制出了“苍鹭”26 小型遥控飞行器，它是大气公司的“米拉奇”-20“塘鹅”遥控飞行器的改型，全部采用复合材料（碳-石墨），意大利陆军和海军已经购买了这种飞行器。“苍鹭”26 有一个很大的机翼，支撑一对尾撑，飞行器的内部装有一部推进用的发动机。“苍鹭”26 遥控飞行器长 3.9 米，高 1.2 米，在机身上装有标准的 4.4 米机翼或特殊的高空型（6.3 米）机翼，传感器单元既可装在机首，也可悬挂在机身下面。“苍鹭”26 可以遥控或在预编程序控制下飞行，这种飞行器利用一次性发射助推火箭起飞，并利用机上携带的减速伞进行回收。它在携带 28 公斤载荷执行任务时可持续飞行 5 小时，最大飞行高度 6093 米。

美国 E 系统公司研制了一种侦察用小型遥控飞行器 E-90，它是从 E-75 袭扰型无人机发展而来的，带有一个 13 马力两冲程发动机，能携带 9 公斤载荷持续飞行 3 小时。

1985 年，以色列击落了一架叙利亚的苏制无人侦察机，这种小型遥控飞行器叫作 DR-3，外形与“天眼”相似，它有一对尾撑和后掠机翼。这种无人机上有一架固定（未装万向架）的电视摄像机。据料，前苏联较新型号的这种无人机上装有带变焦镜头的稳定而可控的摄像机。

日本、巴西、中国和南非等国也都在研制小型遥控飞行器。不过，在设计 and 性能上具有代表性的是前面所述及的那些侦察型无人飞行器。

2. 中型遥控飞行器

（1）美国的研究

在中型遥控飞行器的研究计划方面，美国海军一直在寻求能以高亚音速进行侦察飞行并获取高分辨率图像的无人机，海军还要求这种飞行器具有探测和目标识别能力，并能在干扰的情况下实时发回信息。美国空军与海军签署了一份谅解备忘录，联合研制和采购这一系统，海军在研制过程中起主要作用，空军承担机上光电传感器单元。美国诺思罗普公司的 NV-144 有可能被选中，它能够执行预编程飞行任务或遥控飞行，机身长 5.9 米，直径为 50 厘米，NV-144 的最大飞行高度达 15842 米，续航时间为 2 小时。

另外，美国比奇飞机公司的“入侵者”（Raider）也有可能中选，它是一种中型遥控飞行器，派生于比奇公司的 407 公斤的 MQM-107B 型导弹靶机，设计为可携带雷达干扰机、闪光弹、箔条、侦察器材、雷达回波增强器，以及测定敌方武器系统的装备，它的续航时间超过 2.6 小时。

（2）欧洲和前苏联的研究

1986 年，西德购买了 11 套加拿大航空公司的 CL-289 发射与回收侦察系统，总共包括 200 架遥控飞行器，道尼尔公司将与加拿大航空公司合作制造这些飞行器。法国也订购了两套 CL-289 系统，共 40 架飞行器。CL-289 靠火箭助推器从一个机动系统上发射，然后按预编的任务程序飞行。它由一台涡轮喷气发动机推动，按对数电平以近似地形跟随的状态飞行，并且受机上的多普勒雷达控制。这种遥控飞行器依靠数据传输链发回照像和红外行扫描图像信息，在完成任务后返回基地，当它接收到导航信标的引导波束时便停止飞行，关闭涡轮发动机，打开减速伞。着陆气袋将被充气以保护机体和传感器。西德官员预计，他们购置的这 11 套 CL-289 系统将提供相当于 60

架麦·道 RF - 4E 有人侦察机的侦察能力。

在 70 年代中期以前，“小鹰”一直是苏联主要的无人侦察机，它是由 T - 4A 战略巡航导弹改装的一种超音速、涡轮喷气动力遥控飞行器。苏联依据从在越南坠毁的美制“火蜂”遥控飞行器残骸上获得的数据，加快了微型化电子技术的发展，制造出更小的遥控飞行器。较小的“袖子”/“萼片”（Shaddock / Sepal SS - N - 3 / SS - C - 1）取代了“小鹰”，后来又出现了“沙箱”（SS - N - 12），性能一个比一个好，“沙箱”的速度是“袖子”的两倍。苏联的 BL - 10 发射巡航导弹也正处在鉴定中，它有可能成为未来的侦察遥控飞行器。

3. 长续航时间的遥控飞行器

在高空遥控监视飞行器领域里，人们已经进行了大量的理论研究和样机试验。美国特莱汀·瑞安公司推出了一种高空、长续航时间飞机，取名为“幽灵”（Spirit），设计用于电子情报搜集、通信中继、靶机，为舰队反潜战提供声纳监测以及远距离气象检测。这种遥控飞行器的翼展为 26 米，机身长 12 米，它可携带 112 公斤载荷在 15232 米高度上巡航，并能够以此种状态滞空达 80 个小时。

美国海军认为高空监视无人机的最大价值在于它能够在海上为舰只提供长续航时间和大覆盖区域的早期预警，波音电子公司在其华盛顿摩西莱克实验制造了一种很大的试验型无人机。该计划高度保密，据波音公司的官员们透露，这种无人机具有完成各种任务的潜力，包括侦察、无线电中继以及边境巡逻。波音公司在高空遥控飞行器方面是有经验的，他们在 70 年代末首先研制了战略型 YQM - 94A “罗盘帽”（YQM - 91A Compass Cope）高空遥控飞行器，它在最近被取消了。美国国防高级研究计划局正在实施一项名为“琥珀”的远期研究计划，旨在研制续航时间比现有无人机多一个数量级的自主式遥控飞行器。

4. 空中诱饵

许多侦察型遥控飞行器可以通过加装特殊的电子对抗设备而进行结构变形，辐射模拟有人飞机乃至舰船的信号，欺骗敌方，从而使敌方错误地判断目标的位置，盲目跟踪作为诱饵的无人机，同时暴露他们的防空导弹阵地的频率，为我方反辐射导弹打击这些目标提供信息。诱饵型遥控飞行器也可用于将敌方导弹从其预定目标上引开，为保护舰船而牺牲自己。

有几种无人机基本上是为执行诱饵任务而设计的，其中之一是由布鲁斯威克公司防御系统分部于 1975 年生产的“大力士”，它是空中发射的战术诱饵无人机，尽管美国空军在佛罗里达州埃格林空军基地从一架 F - 4 飞机上试射了这种诱饵机，但空军和海军一架也未购买，理由是不能满足需求量。这里有一个不便说明的理由，即旨在防止各军种在购买装备方面受制于外国公司。

以色列购买了大批“大力士”无人机。在 1982 年叙以贝卡谷地冲突中，以色列就使用了这种重 130 公斤，速度为 0.9 马赫的无人机。以色列人用“大力士”有效地辐射模拟 F - 4 飞机的电子信号，使叙利亚人受骗，打开了他们的“萨姆”-6 防空导弹阵地的主动雷达，捕捉这个明目张胆的入侵者，这时以色列用他们真正的飞机发射雷达寻的导弹，摧毁了叙利亚的“萨姆”导弹阵地。此后，1983 年，美国海军在攻击同样的导弹阵地时却损失了 3 架有人驾驶飞机。1985 年 4 月，美国海军部长约翰·莱曼和以色列国防部长拉宾签

订了一份联合研制和生产导弹的协定，一些分析家认为这实际上是一种较新型的“大力士”无人机。美国国会在 1986 年为海军拨款购买一种先进型号的“大力士”无人机，这种新型系统叫作战术空中发射诱饵（TALD），是由布鲁斯威克公司制造的。它设计用于在先进防空系统面前模拟一架攻击机，以期在未来作战中吸引敌方火力。

未来遥控飞行器

遥控飞行器可以攻击和直接撞击敌机，杀伤力与有人系统相当。以色列使用美制“鹞”（Chukar）遥控飞行器证明了无人机在实践中能够作为一种导弹发射平台。大量在研究的原理型和试验型遥控飞行器是为执行防御压制和突防任务而设计的，包括投射破片炸弹和燃烧弹作为制导和非制导导弹发射平台，乃至用无人机上装备的机炮向目标射击。重复使用的遥控飞行器，如科学发展有限公司的“天眼” R4E - 40 能够携带制导火箭或制导导弹打击各种目标。罗特克工程有限公司计划用“毒刺”导弹和头部有激光跟踪传感器的火箭，装备他们的遥控型“黑豹”（Panther）2 吨超轻型飞机。这种造价极低的飞行器包括机体、发动机和传动装置在内成本仅 1.5 万美元，它能持续飞行两小时以上。

西德道尼尔公司已在研制一种无人机，它可先由一架有人攻击机携带到目标附近，然后无人机被投放出来，在自身传感器的引导下飞临目标投弹。

南非国家动力公司研制的“高巢”（Eyrie）小型攻击遥控飞行器具有独特的长菱形机翼和低可见特性，它能携带 4 枚 2.75 英寸火箭并装有机炮，续航时间为 7.2 小时，航程可达 160 公里。

1. 一次性遥控飞行器和靶机

使用一次性遥控飞行器向目标投弹，已成为攻击型无人机最受重视的运用方式。1986 年 4 月，美国国防部负责工程与研究的副部长弗雷德里克森声称，美国正在实施若干项“神风式”遥控飞行器的计划。这种飞行器有弹头，按预定程序鉴定并打击敌方运载装置、雷达以及其他辐射无线电波的设施。这些袭扰型无人机不是一种平台，而是专为搜索特定的频率而设计的，它能沿着该辐射源的波束飞去并将其炸毁。

70 年代，通用动力公司的波莫纳分部与西德 VFW 公司达成一项联合计划，为美国空军和西德生产一种低造价一次性小型无人机，用于摧毁敌防空雷达。这种名为“蝗虫”（Locust）的飞行器是一种挺不错的设计，遗憾的是由于西德方面的拖延这一计划最终被取消了。

1979 年，波音军用飞机公司研制的一次性无人机是“蝗虫”计划的继续，这种机器人空中飞行器名为“勇敢” - 200（BRAVE - 200），它重 120 公斤，由两名地勤人员操纵和维护。“勇敢” - 200 是一种一次性无人机，能摧毁敌方雷达，干扰敌机和其他辐射源，还能实施电子对抗和监视。在“勇敢” - 200 上可加装可替换的寻的器、载荷和软件，从而根据敌方采取的对抗措施改变任务剖面图和调整飞行航迹。这种飞行器能爬升到 2500 ~ 3500 米高度飞往目标区域，然后待机巡航，一旦敌辐射源开机，它便锁定目标并立即俯冲，以小型常规弹头打击敌方的辐射源。

西德军方重新拟订了一项小型攻击无人机计划，称作 KZ0。目前有几个竞争者，包括波音公司的“勇敢” - 200 和道尼尔公司推荐的克莱恩·德罗

汉反雷达 (KDAR) 飞行器。每架无人机的成本在 4~10 万美元之间。道尼尔公司还在研究用不同的传感器装备这种飞行器,用于攻击坦克和其他目标。

西德 MBB 公司也在研制一种自主式机器人无人机——“帕德”(PAD)是为西德陆军摧毁敌方坦克、自行火炮和直升机而设计的。“帕德”无人机装在一个用于贮藏、运输、待命和发射的箱体,每个箱体可容纳 20 部“帕德”并能由民用卡车运载,它同时也是发射平台。它靠火箭助推器发射,方法简便,当燃料烧尽助推火箭便与无人机分离,发射时这种攻击型无人机的霰弹机翼是未展开的,搜索状态时“帕德”能预编程序持续飞行数小时。一旦发现目标,它便立即急剧俯冲,以高精度综合末制导传感器瞄准目标,其弹头能够摧毁坚固的目标。目前 MBB 公司正在研制一种利用不同的传感器组合完成反雷达任务的“帕德”无人机。

麦科克尔是设在亚拉巴马亨茨维尔的美国陆军导弹实验室的负责人,他自 1974 年来一直在争取人们对 FOG - M 遥控攻击导弹(光纤制导)的关注,并在他自家的地下室内利用现成零部件研制改进了这种火箭助推攻击型遥控飞行器的部分组件。FOG - M 从一个箱体中发射,发射后机身上伸出短粗的机翼,像单丝鱼线的光导纤维绕在光箭的尾部。它的头部装有一个带变焦镜头的电视摄像机,能够通过光导纤维将电视图像发送给操纵手,操纵手遥控引导攻击型无人机飞向目标,麦科克尔倾注心血的这个项目首先在销售方面遇到了很大困难,它无法与那些既定的计划竞争。不过,FOG - M 的一次成功的表演终于使它时来运转,在那次表演中,一名仅受过几小时训练的陆军下士在 6 英里(约 9.7 公里)外一架目标直升机的挡风玻璃内操纵它做进攻飞行动作,FOG - M 超群的性能和低廉的成本——每架 2 万美元,为它赢得了大批用户,五角大楼也表示有可能将 FOG - M 列入有专款保证的计划中。

2. 对付有人驾驶飞机的遥控飞行器

若干年来,遥控飞行器的研究者们一直想使无人战斗机具有攻击有人驾驶飞机的能力。1972 年,美国海军的战斗机驾驶员在地面遥控一架改装的“火蜂”无人机与一架有人驾驶 F - 4“鬼怪”式飞机进行了一场近距离模拟空战,这种“火蜂”无人机能够在不改变高度的情况下完成 6 重力加速度翻转,能避开“鬼怪”式飞机发射的“麻雀”导弹和“响尾蛇”导弹,并数次使对手遭到模拟攻击。

然而这次成功的空战以及其他一些类似的试验却未促成一项研制无人战斗机的计划。在无人运载器系统协会华盛顿特区分会于 1986 年 4 月召开的一次会议上,美国陆军研究局分管科学与工程分部并负责机动性技术的官员赫尔利指出,研究部门正在探讨使用没有飞行员的飞行中队,以加强在战场前沿的空中优势。人们期望利用先进的计算机来控制 and 引导这种“小型空中格斗者”在预定空域攻击敌机。赫尔利认为,目前计算机导航技术正在超过飞行员应付同样情况的能力。穿着抗过载飞行服的飞行员所能承受的重力加速度值不超过 4~5 个,而遥控飞行器则能够在更高的重力加速度值域内飞行。自主式近距格斗遥控飞行器能够按预编程序在预定空域攻击任何运动目标,还有可能安装一种敌我识别传感器系统。从遥控飞行器上能够发射像 AIM - 9“响尾蛇”这样的空对空导弹。

(1) 北约的研究工作

北约的空军航空研究与发展咨询部研究了 2000 年后使用的无人空中优势飞机的问题。这种无人机将安装人工智能系统,不需要飞行员,但重要的

决定仍然要取决于一名地面控制人员，这种飞行器能在极为危险的环境中支援或替代有人驾驶飞机。目前，正在对这一系统的费效比进行论证。

英国计算机公司西康有限公司的一种机器人飞行器的原理模型机也有可能列入北约空军航空研究与发展咨询部的计划，它曾在 1986 年英国军事装备展览会上露面。这种重 11 公斤、长 1.5 米的原理模型机是一种未来的监视和攻击型无人机，取名“西康监视与攻击机器人”。它能从一个发射管中发射，采用 X 型机翼，机翼旋转时，这种飞行器很像直升机；若机翼固定在某一位置，它就能作喷气式飞行。在以直升机状态飞行时，X 型机翼靠装在翼尖的排气喷嘴旋转。这种飞行器由电动发动机提供推力，该发动机的动力来自一块锂蓄电池。它能爬升到预定的飞行高度执行侦察任务，并在不依赖地面控制的情况下，以自身的雷达和红外传感器控制敌方的活动。这种飞行器能够对观察到的目标进行分析，并对敌方的装备加以识别，把某些值得报告的情况进行数据编码发回情报中心。当它观察到一个值得自己作出牺牲的敌方目标时，便利用机头下面的炸药载荷作自杀性攻击。“西康监视与攻击机器人”的设计航程为 161 公里，最大航速 161 公里/小时。

(2) 巡航导弹

巡航导弹是一种政治上很敏感的机器人飞行器，这主要因为它是一种无人的、昂贵的装备。美国在这方面的研究重点是提高现役系统的性能，美国海军在通用公司的“战斧”式导弹的基础上开发了一种新型的对地攻击型。这种 TLAM - D 导弹装填有 200 枚 BLU - 97B 子弹头，在飞行中从导弹两侧射出，由一部弹上计算机控制这些子弹头飞向各个目标，这种武器能有效地攻击停在地面包括在掩体或机库内的飞机。美国海军还生产了一种垂直发射系统，以减小“战斧”导弹所占用的空间，使舰艇能装备更多的导弹，也可减少作战人员。

美国空军正在考虑改进波音公司制造的 AGM - 86B 巡航导弹的电子系统。包括增加它的突防手段，如箔条、诱饵和闪光弹，从而能够突破苏联的防空系统。

设在加利福尼亚州圣地亚哥的通用动力公司康的维尔分部正在研制一种采用隐身技术的先进的巡航导弹(ACM)，包括采用特殊的几何外形、复合材料和一部低红外特征的发动机。从 1989 年底开始，一共要生产 1300 枚这种巡航导弹。美国研制的其他巡航导弹则着眼于具有超音速能力的飞行器。

苏联曾研制过 AS - 15 导弹的海上和地面发射型，AS - 15 是与“战斧”导弹相似的小型空中发射超音速低空巡航导弹。其海上发射型 SS - NX - 21 很小巧，可以从鱼雷管中发射。其地面发射型 SSC - X - 4 是一种支援欧亚战场作战的机动式系统。较大型的 SS - NX - 24 巡航导弹已从一艘专门改装的 Y 级核动力巡航导弹攻击潜艇上进行了飞行试验。尽管苏联的巡航导弹可能是为安装核弹头而设计的，但它们非常精确，能装常规弹头，能对机场和雷达站一类的高价值目标构成有效的非核威胁。

3. 灵巧炸弹

美国空军已在通过加紧研制新的“宝石”系列炸弹提高灵巧炸弹的智能，这种炸弹能够在没有人员制导的情况下自行跟踪目标。这种重 906 公斤的自导引炸弹的研制工作是在埃格林空军基地的军械分部进行的。它存储了计算机化的目标图像，并使用红外传感器做出相应的地形判读。有人飞机可以在远离某一敌方防空系统的情况下使用灵巧炸弹攻击目标。每枚灵巧炸弹的成

本约 10 万美元，如果能够减少以往在近距投弹时面临的困难，那么这笔费用还是合算的。在此之前，飞行员事实上不得不飞临目标上空，借助激光束对目标的照射来引导炸弹。

1986 年袭击利比亚时，美国空军的一架 F-111 飞机在投掷一枚激光制导灵巧炸弹时被地对空导弹击中。新研制的“宝石”机器人炸弹则可以完成对于飞行员和领航员来说十分危险的任务。美国空军在 1990 年初将自导引炸弹列入武器清单，首先是对这种炸弹进行 6 个月的高速飞行试验，从 F-4 “鬼怪”式飞机上投放。下一步，F-15、F-16、A-7A 和 A-10 飞机都将装备“宝石”炸弹。

直升机的出现不仅是航空学上的革命，同时也改变了现代战争的进程。直升机能够在固定位置上盘旋，能垂直起降，这导致了空中作战任务、战术和作战能力的新的的发展。直升机的运用在很大程度上使美国陆军从单纯的地面作战部队变为能够越过敌方的部队和地域的一支快速机动的作战力量。海军可将许多由水面舰只承担的反潜和扫雷任务交给旋翼飞行器去完成。海陆空军都需要直升机执行搜索与营救任务，并且都已使用这些多用途平台完成特殊的使命。

本世纪 60 年代在美国海军反潜无人直升机计划(DASH)中首次试验了旋翼无人机，但担负作战任务的海军部队却不接受这种无人机，因为几次试验表明这些早期的系留式无人机严重影响了水面舰船甲板上的其他行动。康涅狄格州布卢姆费尔德的卡曼航空空间公司在 70 年代的舰用系留空中平台的尝试中也经历了同样的失败，该计划是与美国海军研究局签订的合同。像无人反潜直升机一样，舰用系留空中平台在海军研究与发展部门中拥有支持者，但是来自作战人员方面的许多批评意见最终占了上风，这项计划未能实施。

当今的技术进步已经能够使旋翼遥控飞行器自由地飞行（不必系留）。旋翼遥控飞行器适合当今作战的需要，它对美国海军和世界其他国家的军队具有吸引力，尽管美国海军为满足当前需要在 1986 年购买了以色列研制的“先锋”固定翼遥控飞行器，但是美国海军航空系统司令部已经将目光集中在完成未来使命的小型垂直起降无人机上。

旋翼遥控飞行器能够在所有舰船上使用，从最小的巡逻艇到最大的航空母舰，并具有超视距观察能力。它们能在三维空间上迅速全方位机动，亦能与特定的舰只或特遣舰队保持相对固定的位置，配合海上和地面的作战行动。旋翼遥控飞行器能够有效地完成各种海上任务，如舰对岸炮击的目标指示和射击校正、声纳浮标的投放，还能在任务所要求的特定位置上作诱饵，模拟一架盘旋的直升机或一艘锚定的船只。它们不需要固定翼遥控器所必需的笨重装置，如发射器和包括减速伞、回收网或拦阻装置的回收系统。遥控直升机的起飞与回收的操作几乎不需要什么训练和技能。

发射和回收旋翼遥控飞行器面临不少困难，如夜间、恶劣气象条件、不停摆动的舰船及有限的飞行甲板，这些都阻碍了 60 年代和 70 年代在旋翼遥控飞行器的进展。旋翼遥控飞行器无法靠有人飞机从空中发射，而美国空军认为这种发射形式对大多数任务来说是必不可少的，在这方面海军也有同样的要求。

4. “哨兵”(Sentinel)

加拿大航空公司 CL-227 “哨兵”无人机的作战型正在为其他一些遥控

直升机所仿效，它采用了与轻型多用途直升机“兰普斯”（LAMPS）相似的降落系统。“哨兵”由发射与回收数据链控制在舰船周围数英里范围内活动，控制信息从作战室传送到发射/回收台，飞行器在发射/回收台的操纵下可以悬停在着舰平台上。空中飞行器依据指令放出一个吊索盘，拉出一条凯芙拉吊索，将这条吊索系在着舰平台的绞盘上，便可以将旋翼无人机拉住。一名舰上操纵手根据飞行器接收的信息及电视图像，通过遥控指令操纵其飞行，无人机按预编程序指令，也可以进行某种程序的独立飞行。未来人工智能方面的进展将提供完全自主飞行的系统。

美国海军研究人员认为“哨兵”是一种特别有吸引力的遥控直升机，至少可以作为验证旋翼无人机方案的试验机型。由于它独特的水滴式外形，还被称为“花生”。在它的顶部装有一部 50 马力燃气涡轮发动机，中部是控制部分并装有两部反转 3 叶片螺旋桨，下部是数据链和载荷，可包括图像、声响、红外和雷达单元，视任务情况而定。CL - 227 的发射重量为 127 公斤，它能够携带 22 公斤的炸药载荷。包括着陆架在内，只有 1.6 米高，机身部分的直径仅 0.6 米，旋翼叶面的直径为 2.5 米，因而能够从较小的舰船上起飞。“哨兵”续航时间 4 小时，在时速超过 129 公里时的最大飞行高度可达 2800 米。由于飞行速度低，有些人认为它容易成为敌方的目标。事实上其他一些因素可以保证使这种遥控直升机及类似的飞行器不易成为打击的目标。由于旋翼下冲气流将机内排出的废气冲淡，因而对红外制导武器来说它排出的热辐射很少。CL - 227 机身的曲度及其表面没有锐角的特点，使其雷达反射特征不明显，雷达反射截面积约 1 平方米。它的旋翼叶片由低反射复合材料制成，并在选定的部位使用了雷达吸波材料。它没有固定翼，是一个目标特性很小的目标，被发现的距离小于 2 海里。低速旋转的机翼噪声很低，被发现的距离不到 0.24 海里，用于执行秘密监视任务确实很理想。也许这种飞行器最大的优点是其造价不比面对空导弹高多少，如果敌方为它而耗费弹药就很不合算。美国陆军正在鉴定 CL - 227 在旅一级作为近-中程作战监视系统的性能，加拿大人也在试验将遥控直升机用在他们的护卫舰上，英国则试图将它作为一种诱饵。英国人在马尔维纳斯群岛的经验表明，箔条虽然可以诱骗攻击舰船的导弹改变方向，但结果却使它转向了另一艘舰只。遥控直升机则能以自身作为吸引导弹的诱饵，保护舰船免受攻击。按计划，CL-227 在全尺寸研制阶段之后于 1988 年投入生产。

5. 美国的旋翼遥控飞行器

美国陆军希望用旋翼遥控飞行器作为模拟苏联有人直升机的靶机。坐落在俄克拉荷马州弗雷德里克的海因斯航空工业公司接到了军方的一份合同，生产若干架 H-5 遥控直升机。其外观就像苏联的“雌鹿”直升机。这种飞行器全长 8.2 米，高 2.5 米，机舱宽 137 厘米，空重 634 公斤。陆军正在使用 H-5 作为试验雷达控制的防空火炮和地面导弹的低造价靶机，并打算在今后几年内购买约 400 架遥控直升机靶机。海因斯公司计划用 H-5 无人机担负极为危险的飞越防区的侦察，以及作为进攻武器遥控定点投放的平台。携带炸弹的遥控直升机在高威胁环境中执行某些任务，可能是直升机作为空对空武器平台使用的方向，美国陆军研究局已在研究使用空中格斗遥控飞行器在战场前沿夺取空中优势，H-5 这样的旋翼无人机也许能胜任这类角色。

特莱汀瑞安公司研制了一种装 50 马力发动机的 1/4 尺寸米-24“雌鹿”D 型直升机的靶机，最初它是作为防空火炮靶机而构想的，但该公司一度曾

希望得到美国海军陆战队的支持，以这种飞行器为基础研制一种战术监视型无人机，后来企业的破产使该公司中断了研制未来遥控直升机的努力。旋翼遥控飞行器会给海军陆战队带来方便，因为海军陆战队不像其他部队那样要求远距离监视，况且在海滩上几乎无法发射、回收和控制固定翼无人机。

飞行器系统有限公司参与了两项遥控直升机研制计划。“大黄蜂”是得克萨斯直升机公司“黄蜂”直升机的遥控型。“飞马”CH-84 共轴遥控直升机的外观类似于 60 年代的反潜无人直升机，不过它采用了最新的监视、侦察和通信技术。它是一种相当庞大的飞行器，空重为 278 公斤，最大起飞重量为 969 公斤，旋翼直径为 6.1 米，机身高度为 2.7 米。它的有效载荷包括前视红外系统和激光测距 / 指示器。

美国迈阿密的航空电子公司推出两种“蜻蜓”小型遥控直升机（RPH），一种携带电视摄像机，另一种可携带雷达 / 红外传感器。RPH-1 长 2.4 米，主旋翼直径 3 米，该机空重仅 26 公斤，能携带包括燃料在内的 26 公斤有效载荷，它的航速可达每小时 122 公里，最大飞行高度为 3046 米。较大的 RPH-2 长 2.7 米，旋翼直径 3.6 米，其空重为 38 公斤，能够携带 26 公斤的载荷和燃料。“蜻蜓”由高频无线电指令控制，马丁·马丽埃塔公司在试验中曾用它为防空反坦克系统提供视频图像。“蜻蜓”无人机潜在的军事用途包括：侦察、监视、攻击、小型器材的运送、假目标、中继和空中照相。

6. 欧洲和中国的旋翼无人机研究

法国多兰德公司的 D5.7 是在 70 年代初进行的一项尝试，这是一种从飞机上投放的遥控旋翼滑翔机，可携带载荷进行软着陆，目前这种系统还只限于试验性飞行。70 年代中期，法国和西德共同着手一项称为“百眼巨人”（Argus）的联合计划，研制一种系留型自主式战场雷达监视系统。它以道尼尔公司的“田凫”（Kiebitz）旋翼机为平台，安装了法国 LCT 公司的“俄耳甫斯”（Orphee）侦察雷达，这种飞行器在 1979 年 5 月成功地进行了数次试验，它的飞行高度在 305 米以下，通过电缆将雷达数据发回到地面站。波音公司在美国继承了“田凫”的研制和应用成果，并作为对道尼公司的回报，将波音的“罗盘帽”系统提供给西德。尽管“百眼巨人”系统最终因采用了“百眼巨人”2 型而被取消，但它毕竟是一种自由飞行的遥控直升机，以 MTC 遥控直升机为基础的“百眼巨人”2 型监视系统在 1985 年巴黎航展上首次露面，这种飞行器装有一部 40 马力活塞发动机，并有一部共轴反转旋翼，它的最大载荷为 49 公斤，续航时间为 2 小时，能执行战场监视、地面目标侦察，以及探测直升机目标等任务。

英国 ML 航空电子公司的“精灵”（SPRITE）小型遥控直升机，由五角大楼主持在华盛顿外的杜勒斯机场进行了飞行试验。“精灵”的机身直径仅 650 毫米，高 900 毫米，旋翼直径 1600 毫米。它能够携带 6 公斤的传感器单元，最大时速达 110 公里，续航时间为 2.5 小时。它设计用于战术侦察、炮兵观测，核、生、化武器的早期探测、目标指示以及警戒监视。美国空军打算把“精灵”作为空基损伤评价飞行器，美国海军则有意将它作为检查接近舰船前方浮游物的系统。“精灵”也引起了美国陆军的注意，它有可能为前方作战坦克指示目标，也可作为美国快速部署部队的一部分，因为一辆轻便越野车就可运载这种遥控直升机及其附属设备。

英国的传感器制造商文特姆有限公司正在寻求获得旋翼遥控直升机，为该公司的一些新型传感器找到理想的平台。他们决定制造自己的无人旋翼

飞行器，这种飞行器类似于普通旋翼直升机，只是其旋翼叶片是无动力的并保持在零迎角上。它直接从发动机获得水平推力，并由于旋翼相对于气流存在着一个斜面而获得升力。尽管不能垂直起降，但性能与短距起降飞机相当。

中国南京某研究院制造了一种小型试验性旋翼遥控直升机，定名为“南京”2-2。它尾部有一部主旋翼，靠一部5马力发动机提供动力。中国试验这种飞行器是为了研制更先进的遥控直升机。

7. 非旋翼垂直起降飞机

有一些非旋翼但具有垂直起降能力的遥控飞行器正在用于完成某些军事任务。总部设在巴尔的摩的美国AAI公司正致力于研制一种用于实时电视侦察的垂直起降高速高空遥控飞行器。西德道尼尔公司研制了一种十分新颖的可变推力矢量垂直起降遥控飞行器，这项研究是德国工程师A·利皮希于二次大战后最先在美国开始的，二次大战期间他曾负责研制纳粹的“彗星”火箭拦截器。道尼尔公司通过与西德国防部签订合同获得了利皮希的研究成果。这种飞行器的涡轮轴流式发动机通过偏转燃烧室和非活动叶栅获得垂直升空的偏转推力，它能够进行亚音速飞行。道尼尔公司已经在与英国HSD有限公司合作研制这种可变推力矢量垂直起降飞行器的海用型，取名为“海上飞行器”(Maritime Aerdyne)。“海上飞行器”上将安装一部涡轮轴发动机，能驱动两个九叶片有罩螺旋桨，以级联型矢量可变推力控制装在每个喷管后方的螺旋翼片。

美海军陆战队在桑地亚国家实验室的帮助下研制了一种36公斤带罩叶片飞行平台——机载遥控装置(AROD)，它的剖面直径仅0.9米。机载遥控装置的电动样机已经面世，更先进的采用25马力汽油或柴油发动机的系统正在开发研制中。机载遥控装置可作为前线指挥官对陆战队营、连级的直接支援，它能帮助指挥官观察到25公里外的小山一类的自然地物。除用于侦察外，它还可以进行导航和激光测距，是有效的炮兵前方观察哨，还能执行探明并排除雷场、发现敌核生化力量以及实施反装甲战等任务。装载超高速火箭的机载遥控装置可能成为坦克的克星，例如为美国陆军研制的小型“长钉”(SPIKE)火箭，能攻击坦克防御最薄弱的顶部。机载遥控装置依靠纤维光缆把图像从机上摄像机传递到操纵手的头盔平面显示器上，操纵手用操纵杆控制机载遥控装置的动作，精密的陀螺系统足以使该平台在风速达50公里/小时的情况下保持平稳。

未来战场上可能会出现令人耳目一新的飞机，它们能够在瞬间发射、转向、前冲、爬升、俯冲，在作战中能够像蜂鸟那样机动。遥控直升机和其他垂直起降遥控飞行器在无人机系统的发展及战术运用方面将具有深远的影响，旋翼无人机将像有人直升机那样在现代战争中产生惊人的效果。

浮空式无人飞行器

为满足空中监视和预警任务的要求，又要兼顾经济和尽可能长的续航的时间，于是比空气还轻的飞行器再次出现，我们也称之为飞艇。美国海军和其他国家的舰队正在研究和试验新型飞艇的构造和原理，以期提供对低空巡航导弹的超视距探测能力。采用新技术和新设计的飞艇在某些任务中可以胜过飞机。无人飞艇，包括浮空器和遥控软式飞艇具有某些异乎寻常的能力，在完成监视及其他任务方面比载人飞行器更胜一筹。

1. 浮空器

地面雷达系统在探测低空飞机时受到多种因素的制约，并会受到自然地物的遮挡。在某些情况下使用飞机提供昼夜不间断的雷达覆盖的费用太高，极不经济，并且飞机有重量和构造限制，这同时也限制了雷达的体积。系留式浮空器是一种探测气球，它的外形同软式飞艇相似，用结实的绳索与地面相连，它有助于克服上述机载雷达的某些缺点，因而自 60 年代以来在执法和军事方面发挥了重要作用。这些能悬浮在 4570 米高空的飞艇装备有精密的雷达和传感器，美国空军的“空中利爪”（Seek - Sky - Hook）计划就是依靠浮空器提供覆盖佛罗里达海峡的雷达探测范围，以防止古巴对美国飞机采取不友好举动。美国海关总署使用浮空器监视全部空中交通，发现和截获可疑的毒品走私。在加勒比海，美国海岸警备队用一艘停在海面的船只控制一艘飞艇，从而为巡逻艇转发信息。西屋电子公司的塔康莫分公司和 ILC 多佛公司是先进的飞艇系统的主要承包者，产品的级别从 15.3 立方米的小飞艇到 63649.7 立方米的巨大飞艇。

2. 其他浮空器构想

目前已有几种创新的飞艇方案处在研究之中，加利福尼亚的科学发展股份有限公司成功地试飞了他们的小型遥控软式飞艇（RPMB），它特别适合于市区监视。这种无人飞艇的样机长 4.88 米，直径 1.25 米，能够携带 1.3 公斤有效载荷以及电子设备、摄像机和推进系统。执法部门和美国联邦航空局已经在使用一种长 15.25 米的较大型飞艇完成交通管制监视以及其他监视任务。这种遥控小型软式飞艇的低噪声特性使它有可能成为执行反恐怖任务的有效手段，它可用于周密地监视市区的隐匿之处。日本实验飞机公司制造了一种小型 7.62 米无人科研飞艇，命名的“飞行潜艇”（Flying Sub-marine），它的底部有一个机翼，能增加升力和控制飞行高度。

美国海军出资由洛克希德导弹和空间公司进行“高台”（Hi-Spot）高空飞艇的原理性设计，这种飞艇能够在 21350 米高空悬 100 天，它的 152.5 米长的软式艇体内充入了约 127 万立方米氦气，“高台”的预定任务包括空 / 海监视、通信中继和传感器信息的传送。这种飞艇能够大大扩展对陆地和水面军事活动的观察范围，特别是在卫星监视未能覆盖的区域。可以肯定，英国皇家海军在马岛战争中使用了这种飞艇。美国还为马丁、马丽埃塔公司提供资金，开发高中超压动力飞艇，这种飞艇长 101.5 米，直径 20.4 米，能够上升到 20740 米的高度。

苏联也曾对遥控飞艇进行了实验，并完成了“安格伦”（Angren）84 样机的试验飞行。这种飞行器有两部轮流工作的发动机。它的翼展为 9.1 米，直径 3 米。“安格伦”84 可能是作为更大型的浮空器的原型机，后者可完成货物运输和空中照相。

一些浮空器制造厂商还研制了较大型遥控飞艇的有人和无人系统样机。通常的飞艇是茄形的，麦格纽斯宇航公司新近推出了三种新颖的球型遥控无人机，其中 LTA20-1 飞行器事实上是一种综合了氦气的浮力、发动机涡轮动力和该公司空气动力升力技术的产物。在水平直线飞行时，球形机壳沿水平轴旋转，这是该公司的技术。球形体上部的旋转方向不同于飞行方向，在其上部和下部之间产生一个速度差，由此出现一个压力差，从而产生空气动力升力。该公司在一座飞机厂房中使用 3 部 6 信道无线电发射机对 LTA20-1 进行了遥控飞行试验。

新泽两州普林斯的艾里奥公司对艾里奥 26 三角形硬式飞艇进行了试验。它采用氦气的静止升力与空气动力机翼升力相结合的设计。美国战略防御计划局探讨了将它用于针对潜射弹道导弹的海岸预警系统的可行性。在 12200 米高空巡航的无人三角形飞艇能够作为击毁洲际弹道导弹的激光武器平台，这种飞艇处在影响波速传播的大气环境之上，适于安装激光器件，由于艇上没有任何操作人员，所以它可在空中滞留数星期，无需换人或添加燃料，此外三角形艇身所固有的隐身特性也优于雪茄形浮空器。

斯特夫杰空气动力公司是英格兰多赛特郡的一家小公司，它生产了一些有趣的遥控充气型升空装置，并已经接受皇家海军的试验。其中有一种叫作“浮空飞机”(Float-a-plane)的飞行器，长 5.8 米，翼展 7 米，由两台直流电动机提供无噪声动力，采用透明的充气材料，在执行监视任务时不易被目视观察或雷达发现。英国国防部对该公司设计的更为奇异的“小碟”(Sauceror)飞艇产生了兴趣，这种遥控飞艇有两个充气雪茄状球体，它们是反转的。这种飞艇是通过与发动机圆轮边缘相接的小翼控制方向和升力，由一部艇上计算机控制升降和方位。据推测，“小碟”非常坚固并能够携带重载荷。ILC 多佛公司对一种翼展为 1.55 米的充气型遥控飞行器进行了飞行试验，并推出了一种翼展为 23 米、能携带 91 公斤监视载荷的遥控飞艇。

新技术和不断创新的设计使飞艇重新受到一些国家武装部队的欢迎，使用无人飞艇完成任务所具有的优点，将成为武器发展的决策制订者们所考虑的因素。

美国海军陆战队已在试验采用一种空中轻型系留监视系统，它能在两栖部队在滩头时提供不受地物遮挡的俯式观察能力。在滩头阵地上往往缺少充分的监视和目标指示信息，这种系留监视平台如同一套十分精密的仪器，是获取信息的有效途径。

设在加利福尼亚森尼韦尔的洛克希德导弹与空间公司设计和试验了一种称作翼伞的全纤维矩形无人降落伞，这种电子控制的飞行器用于携带载荷，并可精确地定点空投。翼伞分无动力和有动力两种类型，由一名地面操纵手通过无线电控制，也可由飞机遥控。它除了为远距离外的部队空投补给之外，还可以执行侦察任务。设在马萨诸塞州内蒂克的美国陆军研究发展与工程中心开发的一种空投系统，可将载荷从高空空投到精确定位的目标区域，该系统能为特种作战准确而秘密地投送物资。使用时，载机可在离开回收区域的安全距离上发射充气滑翔降落装置，再由机械寻的与制导系统和发射机控制器引导该装置到达预定区域，随即张开伞盖，进行软着陆。

使用缩尺寸模型无人机对有人飞机的设计、新型复合材料、金属结构、飞行和推力系统进行试验，可避免危险，节省大量研究经费。特别是对风险较大的技术进行试验时，更能体现遥控飞行器低造价、无乘员的优越性。

3. 北约的试飞遥控飞行器

北约的德赖登飞行研究中心制造了一种 F-15 的 3/8 模型遥控飞行器，这种模型机从 B-52 上发射，由地面驾驶舱中的一名飞行员操纵，驾驶舱中有完备的飞行控制装置和电视屏幕，飞行员通过一部计算机给遥控飞行器发送指令，并对其进行遥测。当经费不允许制造一架全尺寸有人飞机时，可用这种模型对飞机作危险的旋冲或危险高度情况下的结构特性等方面的试验。

北约研制了一种斜翼遥控飞行器，这种机翼能够绕枢轴转动，从而在飞行中处于效率最高的角度上。因此，它在高空具有后掠翼结构飞机的全部优

点，同时又避免了通常采取拖曳方式时因空气扰动而引起的偏斜。这项研究对于 LTV 公司所从事的先进设计极为有益，它与 A-7 飞机的斜翼机身相似。

北约的航空及结构试验计划包括以超临界翼面的机翼取代 BOM-34F “火蜂”靶机的普通机翼，使其成为既灵活而又抑制震颤的系统。

4. 高机动性飞机设计技术

洛克威尔公司制造的高机动性飞行器是一种得到推广的样机试验型遥控飞行器，它用于试验在跨音速机动性方面的新设计。这种缩尺寸模型飞行器将风洞试验和模拟器提供的数据与地面试验时所不能获得的数据结合起来。它告诉人们在下一步制造全尺寸有人飞机的试验中应注意的事情。高机动性飞行器由一架 B-52 飞机在 13700 米高度上发射，它飞行起来与 F-15 的模型遥控飞行器相像，由一名飞行员通过地面设备进行控制。这种地面驾驶舱中包括节流阀、操纵杆、方向舵踏板和传感器显示器，由一部计算机将飞行员的动作转换成电子遥控信号发给飞行器。遥控飞行器上的计算机则通过数字式遥控自动加强仪将自己的信号回送给地面飞行控制设备，并用遥测发射机将每秒成千比特的实时飞行数据发回地面计算机。高机动性飞行器的滑行式起落架能够在干涸荒芜的河床上着陆。洛克威尔公司的两架高机动性遥控飞行器已用于验证以 965 ~ 1287 公里时速作高加速度飞行的情况，它尺寸约为未来有人飞机的一半，长 6.9 米，高 1.3 米，翼为 4.7 米，它采用通用电力公司 J85 - 21 加力式发动机，发驱重量为 1544 公斤。

其他一些飞行器技术，包括高长宽比、低燃料消耗机翼、前掠翼、斜翼以及低截获概率几何形状设计，这些都可以在遥控飞行器上进行试验。

在充气型空中运载器领域内正大量采用机器人技术，一些最先进的技术和新材料正在与精密的传感器、计算机、指挥和控制设备相结合。这些系统是否用作军事设备取决于其性能以及空军领导人是否愿意在规划中采纳这些无人系统。

5. 行星式“漫游者”宇宙火箭

美国国家宇航局有好几项雄心勃勃的计划，其中包括在 2000 年以前研制出无人“漫游者”运载器。这种运载器可携带科学仪器在月球表面“行走”约 1930 公里，可装载一个分析土质的自动化实验室，并借助电视摄像机对所覆盖的区域绘制详细的地图，这些信息对于建立第一个月球站是必不可少的。美国已初步计划在 2007 年，即在开始空间时代的 50 周年时建立该站。在一项类似的计划中，国家宇航局的马歇尔空间飞行中心研究了“火星漫游者”构想，即弹性环状机动系统 (ELMS)。它是一种弹性环状轨道装置，将取代用在宇宙飞船上的三种着陆舱，比如“海盗”着陆舱。在这种装置上安装立体摄像机、机械手以及用于研究火星表面的各种科学仪器。

系留式遥控机器人深潜器

现在我们正在设计和使用的遥控机器人深潜器绝大部分是依靠与舰船联接的缆线操纵行动。使用电缆遥控操纵深潜器的优点是：(1) 能长时间提供动力；(2) 有高速率数据传送能力；(3) 与辅助舰船之间的联系可靠，不会受到无线电或其他信号的干扰。但同时又限制了深潜器的机动能力，电缆像风筝线一样地拴住了它，而且电缆还需经常维修更换。

1. 美国海军的系留式机器人深潜器

在美国加利福尼亚州纳斯岛上有一支机器人遥控舰船救援支队，这个支队曾在世界上许多海域出色地完成了海上搜寻、测位、救援及打捞任务，支队使用的深潜器绝大多数是系留式遥控机器人深潜器，其中包括霍尼威尔公司水上产品公司建造的 RCV - 150 型。美海军把 RCV - 150 型深潜器租给在夏威夷的海军海洋系统中心实验室进行作战和后勤救援等方面的研究，这个中心多次将 RCV - 150 深潜器用于搜索目标和回收物体，RCV - 150 能在 110 米深的海底用机器臂钩住一只锚链把铁锚拖出水面。

(1) CURV 型和“深海雄蜂”(Deep Drone) 遥控机器人深潜器

CURV 型电缆控制水下打捞艇是美国海军的大型遥控深潜器，它能完成在指定海域安装水声传感器、救援失事潜艇、回收鱼雷等一系列作业。1984 年以来 CURV 逐渐被淘汰，取而代之的是一种名为“深海雄蜂”的遥控机器人深潜器，“深海雄蜂”适用于抢险及深海打捞作业，最大潜水深度 1828 米，航速 3 节，安装有黑白及彩色摄像机各一台，一个可旋转 360° 的声纳搜索系统以及有七功能和四功能控制器的海底导航系统。目前“深海雄蜂”属美国海军海上系统司令部统管，该部门以最先进的机器人技术不断更新改进“深海雄蜂”，使“深海雄蜂”一直在遥控机器人深潜器技术上占居领先地位。

(2) “侦察”(Recon 4)、“疾奔”(Sprit)和“天蝎”(Scorpio) 机器人遥控深潜器

1986 年 1 月 28 日，“挑战者”(Challenger)号航天飞机升空爆炸，为查明事故原因，研究人员必须把爆炸碎片拼接起来，困难程度无异于考古学家修复恐龙。遥控机器人深潜器负责寻找打捞“挑战者”号的部分碎片。它要在过去 30 年里从卡那维拉尔角发射火箭的无数碎片中找出“挑战者”的遗骨，在它找到的那些化石般的碎片中甚至还有 16 世纪西班牙“征服者”(Conquistador)号战舰的残骸。

最初几天，美国海军在海岸巡逻队和空军的配合下派出了大量舰船、巡逻艇及直升机对 15540 平方公里的海域仔细搜索，寻找“挑战者”号航天飞机的碎片。搜索很快转到海底，水面舰船只能通过声纳探测航天飞机碎片可能溅落的区域。当时气候条件极为恶劣，碎片大多散落在 305 米深的海底，加上打捞卫星火箭发动机异常危险，稍有不慎就会引起燃料爆炸，所以对潜水员和载人深潜器来说无疑是一种极大的威胁。

有三个遥控机器人深潜器参加了打捞，它们是帕里近海公司建造的“侦察”4 号、“疾奔”号和“天蝎”号，它们依据声纳提供的线索发现了航天飞机的碎片。首先找到的是部分“挑战者”号宇航员座舱，“天蝎”号用它的两条机械臂把部分座舱捞出水面。“天蝎”的一条七功能机器臂由主、从导臂系统控制，水面舰船操纵控制室内的主导臂由计算机控制运动，并通过缆线将指令信号传送给“天蝎”号上的从导臂，另一条五功能机器臂直接由操纵杆控制。这两条机械臂均为电液驱动，每分钟需要 102 升液压油。

机器人深潜器证实了“挑战者”号破片溅落的区域，几星期之后，“约翰海链”型载人搜索深潜器和美国海军的 NR - 型核动力深水探索工程潜艇都参加了“挑战者”号碎片的打捞工作，对机器人深潜器勘测过的地区展开进一步的调查。

伍德赫海洋学院在美海军的资助下研制了一种名为“佳森”(Jason)的小型机器人遥控深潜器，这种遥控深潜器长 71 厘米，装有一台 170° 广角摄

像机，新闻界称其为“机器人摄像机”。它可从载人深潜器或潜艇上吊放入水，靠一条 60 米长的缆线接受指令。伍德赫海洋学院为展示“佳森”潜水作业的能力，让它对沉在 3810 米海底深处的豪华沉船“泰坦尼克”号的内部进行拍摄，整个拍摄过程由“阿尔文”(Alvin) 载人深潜器遥控操纵，“佳森”拍摄的照片令公众惊叹不已。

(3) 美国的电缆遥控深潜器和猎雷器

过去 10 年里，美国的电缆遥控深潜器大都用于猎雷。1984 年 9 月，美国海军海上系统司令部出资 3010 万美元与霍尼威尔公司海上系统分公司签订了一项生产一批猎雷器的合同，这种猎雷系统利用一个 1135 公斤的深潜器去寻找、识别并摧毁海底水雷和锚雷。霍尼威尔公司从 1978 年就开始研制这种猎雷器，他们在海军海洋系统中心和海岸系统中心的指导下进行了一系列试验，生产出了控制台、操作监控器、声纳、电视显示器（电视荧光屏）以及遥控器的状态数据监控器，霍尼威尔公司生产的 RCV - 125、150 和 225 型机器人遥控深潜器大都租给了美国海军用于海上救援和打捞。美国海军可能最先在“阿拉伯霍”(Arapaho) 集装箱船上装配机器人猎雷器，因为“阿拉伯霍”上的集装箱在战时能改装成装载猎雷器的仓室和操纵控制间。同时，还准备在下一代扫雷艇上装配机器人猎雷器。

霍尼威尔公司的猎雷器靠中和浮力缆线传送电驱动力，能无限制续航，最长放线距离 1067 米，放线速度 6 节，与猎雷器的行驶速度相同。在执行典型的任务时，遥控猎雷器的母船可向猎雷器提供用声纳搜集的最初的目标探测情况及导向信息，通过传声装置指示器跟踪猎雷器运行并确保它在正确航向上行驶，猎雷器上的高分辨率声纳自动接收舰船声纳发出的导向指令。当猎雷器接近水雷时微光全景电视对附近区域进行图像处理，并将信息传送给操作手，之后按照操作手的指令用缆线切割器或用猎雷装药将水雷排除。

2. 欧洲的机器人深潜器和猎雷器

(1) 法国的 PAP - 104 猎雷器

在法国，ECA 公司最先销售了专门用于猎雷的遥控机器人深潜器，从 70 年代中期至今，法国已向 6 个欧洲国家的海军和澳大利亚海军出售了 250 多台 PAP - 104 猎雷器。PAP - 104 猎雷器重 700 公斤，圆柱形防水机身长 2.7 米，机身两侧各有一个推进器，顶上装有线轴、转换器、闪光灯，机身底部有探照灯、引导索和充电器。英阿马岛海战中，英军曾有效地使用了 PAP - 104MK 型猎雷器。PAP - 104MK 型猎雷器的潜水深度达 300 米，最新的 MKV 型猎雷器上装配了现代电子设备和电视图像传送装置。

PAP - 104 遥控猎雷器内装有一台电视摄像机，摄像机在机首窗口监视外部环境，猎雷器内部设有电子仪器舱、回转仪和动力装置，电池安装在机身尾部。

猎雷作业时，猎雷器还可以携带炸药，把炸药投放在水雷附近，然后同猎雷舰船一起行驶至安全地带，15 ~ 30 分钟后，猎雷器发射一枚榴弹引爆炸药。在排除锚雷时，操作手遥控操纵猎雷器接近锚链，在电视摄像系统的配合下猎雷器确认锚链位置，用切割器的两只机械臂卡住锚链，然后切割器脱离猎雷器，此时遥控舰船收回 PAP - 104 猎雷器；20 分钟后切割器上的延期引爆装置将锚链切断，水雷上浮并在水面被摧毁。

(2) 意大利水雷识别及扫除 (MIN) 装置

意大利 MIN 财团由两家公司合作组成，该财团为意大利海军建造了 4 台

MIN 水雷识别及扫除式遥控机器人深潜器，装备在意大利海军新型的“莱里西”（Leric）级猎雷艇上。MIN 猎雷器重 120 公斤，是一种小型的有线导向深潜器，由猎雷艇或辅助舰船上的操作手在控制台上遥控操纵。操作手的控制台上调整遥控深潜器速度和方向的操纵杆、引爆炸药、释放压舱物的控制装置、电视摄像机和声纳等控制装置。扫雷作业时 MIN 可反复投入使用，使用间隔时间仅 20 分钟。MIN 遥控深潜器的同轴缆线长 1000 米，由猎雷艇直接放送的作业半径 250 米，最大潜深 150 米，最大航速 5 节。

MIN 遥控深潜器携带炸药先由猎雷艇船尾上的辅助操作手遥控行驶至安全距离，再由主控制台的主操作手遥控下潜 10 米，然后打开声纳开始探测行驶，操作手收到声纳显示的不明物体的位置信号后，马上操纵深潜器靠近目标，深潜器的这一切活动均由操作手通过操纵杆调整主螺旋桨完成，主控制台上的回声指示器可随时报告深潜器与海底的距离。当遥控深潜器离水雷 2 米时，操作手操纵主推进控制器减速，同时启动遥控深潜器精确运动的首尾推进器，深潜器上的电视摄像机和照明灯帮助操作手确认水雷，声纳系统能在极其恶劣的气候条件下确定和识别水雷。水雷一经确认，操作手便遥控调整深潜器的位置，投放它随身携带的炸药，随后迅速上浮行至安全区域，操作手再调整回收遥控深潜器，一个训练有素的操作手需要 20 分钟才能完成这一系列操作。在排除锚雷时，可在 MIN 遥控深潜器上安装一种爆破切割器，这种爆破切割器与霍尼威尔公司猎雷器上安装的那种相似。

（3）英国和加拿大的“追踪者”（Trail Blazer）机器人猎雷器

英国费尔雷水力机械有限公司与加拿大温哥华国际潜艇有限公司合作研制出了“追踪者”系列电缆联接式遥控猎雷器，这一系列遥控猎雷器重量从 248~772 公斤不等，航速从 2.5~5.8 节，最大潜水深度 500 米。“追踪者”的推进系统包括 5 台液压推进器：猎雷器尾部有两台，用于前后驱动，中部有两台，用于左右驱动；另有一台用于垂直上下驱动。猎雷器的运动均由控制台上的操纵杆控制，操作手将操纵杆向前推，猎雷器向前运行；操纵杆后拉，猎雷器随之后退；操纵杆旋转，猎雷器左右舷推进器因推力不同呈差速旋转行驶；操纵杆横移，猎雷器侧行。此外，控制台上还有一个单独的遥控器遥控驱动垂直运动的推进器。从外观上看，“追踪者”与其他电缆联接式猎雷器没什么两样，但它比同类猎雷器净负载能力强得多，能同时携带多枚反水雷装药并在一次航行中投放，不像其他猎雷器每投放一次排雷装药就要返回母船一次。

（4）其他机器人猎雷器

西德 MBB 公司研制的“平格恩”（PINGUIN）B3 型猎雷器长 3.5 米，重 1350 公斤。“平格恩”B3 虽属遥控式，但它在预编程序编制上比其他遥控器更强，操作运行时具有更多的自主能力，减少了操作手的工作压力。在实际作业时，“平格恩”首先要依靠母船上的声纳系统对几百英尺的海域进行搜索，一旦声纳发现有类似水雷的物体，“平格恩”立即进入猎雷作业状态，母船将它释放出去，遥控其水面航行至可疑物体水域之后，“平格恩”便依预编程序，以预先选择的航线、航速、下潜深度自主接近目标。当猎雷器到达水雷附近时，操作手通过猎雷器上的电视摄像机传送的信息再对猎雷器遥控操纵，使它到达最佳的工作位置。之后，猎雷器施放一枚引爆弹，然后浮出水面回到母船上，“平格恩”猎雷器一次携带两枚引爆弹，能在一次航行中扫除两枚水雷。

瑞典的 SUTEC 公司也制造出一种名为“海鹰”(SeaEagle)的遥控猎雷器,目前一批“海鹰”已装备了瑞典海军,“海鹰”遥控猎雷器由商用“海猫头鹰”(Sea Owl)改装而成,1984 年英国人使用“海猫头鹰”在红海猎雷,扫除了一枚以前没有被发现的水雷。

商用遥控深潜器被成功地用于猎雷,这一事实引起了不少争论:战争来临时能否将商用遥控深潜器在军队中部署? 1984 年 6 月,国际水雷战舰与系统会议在英国伦敦举行,威廉·凯对这一问题进行了论证。威廉是美国新罕布什尔州萨勒姆克伦公司的董事,他论述了如何采取正确的战术,以最小的花费把包括遥控深潜器在内的商用海上装置用于猎雷作业,他以国际潜艇工程有限公司制造的“达特”(DART)遥控深潜器为例,说明这一类轻型商用遥控深潜器能够用于军事部署。他认为尽管商用遥控深潜器在某些操作方面很难达到军用技术标准的要求,比如“达特”遥控深潜器在磁场、机械噪声和音响噪声等方面不符合军用要求,这些缺陷会在海战中给它带来极大的危险;但从另一方面来看,“达特”一类的商用遥控深潜器造价极低,大约同一枚水雷等值,仅此一点,商用遥控深潜器就应该在军队中部署,弥补军用遥控深潜器的不足和作为海战时猎雷艇上的补充装备。

无线遥控机器人深潜器

电缆联接式深潜器在机动性和航速上都受到限制,而且深潜器也无法远离母船。长期以来,人们一直试图发展无线遥控深潜器,为了使这种深潜器更有效地传送和接收控制信号和信息,人们正在研究设计这类通信系统。

首先是传声通信系统。

目前我们已经使用的传声通信系统有不少严重的缺陷:

第一,深潜器与母船的距离越远,声波损失越快。随着遥控机器人深潜器远离水面母船,传声系统的传声能力必须呈几何级数增加。

第二,现有的传声通信只能传递极低速率的声频信息,在水下每秒钟只能传输 1 万比特,而普通的电视荧光屏每秒钟能接收 6600 万比特的信息。传声深潜器采用慢速扫描摄像系统,每次只能向操作手提供几张静止的画面,不能传递连续活动画面,大部分资料被录制在录像带中,待深潜器收回后查阅,这种慢速扫描电视画面的作用主要是使操作手确信摄像系统运转正常。

第三,传声信号还会因其他原因受到干扰,如海底的变化、水温度的变化、较大的障碍物都可能极大地减弱传声信号。

第四,传声信号的传递速度为 1524 米/秒,与声波的速度相近,同近似光速的缆线传输电磁信号的传递速度无法相比。当传声遥控器在水下 2.4 公里作业时,它与母船之间的信息传递一次需要 3 秒钟,操作手在发出指令时必须计算出深潜遥控器与母船之间的距离。

大多数传声深潜器被作为搜集海洋学与工程学方面资料的工具,美国西雅图市华盛顿大学的应用物理实验室从 1963 年以来一直在研究一种水下自动推进研究船(SPURV),这种船作业时靠美国海军的海洋研究船(AGOR)导航,搜集海洋物性资料和进行潜艇尾流研究。最新研制的水下自推进研究船长 4.6 米,重 454 公斤,最大下潜深度 1524 米,一名操作手通过传声线路导航和控制运行。

圣地亚哥美国海军海洋系统中心研制出了 AUSS 高技术无人搜索系统

(AUSS)深潜器,这种机器人深潜器的筒形外壳由石墨柱体构成,两端为钛质锥体,最大下潜6100米。高技术无人搜索系统深潜器上装有先进的传声通信系统,能传送慢速扫描电视图像,这种深潜器是专为搜索海底地物而设计和装备的。

“逆戟鲸”(Epaulard)遥控机器人深潜器是法国ECA公司制造的,根据法国国家海洋勘探局提供的法国政府规范,“逆戟鲸”最大下潜深度6000米,它能在6000米深的海底进行拍摄和探测,航速2.5节。美国海军曾使用“逆戟鲸”对二次大战期间坠落在1280米深海底的“道格拉斯无敌”(Douglas Dauntless)式轰炸机搜寻定位和拍摄。“逆戟鲸”主要靠传声通信遥控,也可以靠预先输入的预编制指令航行,在寻找“无敌”式轰炸机时,“逆戟鲸”先是按照预编程序自动搜索,直到声纳探测到有障碍物时才由操作手协助遥控行动。“逆戟鲸”先把障碍物的情况报告给辅助舰船上的操作手,然后按照操作手的指令准确地接近目标,“逆戟鲸”这次作业向美国海军提供了这架有40年历史飞机的黑白照片,它搜集的许多资料在作业时先储存起来,待返回后处理。

其次是无线和激光通信。

由于传声通信受到多方面的限制,专家们正在研究用无线电或蓝-绿激光传递信号,新近研制出的无线电遥控器能高速远距离(电波作用范围内)传递无线电信号。加拿大温哥华国际潜艇工程公司制造出一种高速深海导航计程平台(DOLPHIN)无线电遥控深潜器,它能在4级海情下用超高频无线电波实时向母船传递对海底勘测的计算机数据。国际潜艇工程公司总裁詹姆斯·麦克法伦认为,如果在这种无线电遥控深潜器(RRCV)上安装电子战、反潜作战和反水雷装置,可大大提高它的能力,使用时可依作战对象的不同选用不同体积和性能的无线电遥控深潜器。

1. 美国海军的自主式机器人深潜器

美国军方和私人研究机构目前都在探索发展自主式深潜器的能力与技术。1975年华盛顿特区的美国海军研究实验所首次研制出了无人驾驶自航式深潜器(UFSS),这是一种自主式机器人深潜器,它重2460公斤,长6米,潜水深度457米,作业范围230公里。这种深潜器最初是为收集海洋科学数据、测试海洋层流特性而设计的,它的航线和航速均由预编程序控制。研制中有人主张给它安装人工智能系统、奥米伽远程序导航系统或多普勒声纳,提高精确导航图像处理、物体识别、人工智能以及机械操作的能力,这样可以大大扩展它的使用范围,如寻找沉在海底的潜艇、搜索水雷以及确认不明物体。但由于这种深潜器的壳体只有0.3厘米厚,强度不够,耐压性能差,很难搜集到完整的海洋流层数据,UFSS研制项目最终下马了。

圣地亚哥的美国海军海洋系统中心还研制出了名为“西部”(EAVE - West)的试验自主式机器人深潜器,它与另一名为“东部”的深潜器不同,这在以后我们再作讨论。“西部”深潜器上安装回转式罗盘、侧视声纳和观测管道磁场的管道追踪辅助系统。“西部”重182公斤,长2.8米,光纤传输缆线与它的端部联接,将“西部”摄制的电视图像传送给母船上的操作手,这种光纤传输缆线不会给深潜器的运行增加阻力,“西部”的航行速度为5节,它的电池需要每小时充电一次。

位于罗得岛州新港的美国海军水下系统中心制造了一种B-1型机器人深潜器,这种深潜器的头部为锥形,身体是球形的,还有一个小尾翼,这样

的形体很适于在海洋层流中活动。B - 1 型深潜器上安装了障碍规避声纳、一套水声反射研究仪器、用环境对本体噪声及振动研究的侧视声纳和重新定位声波发射器。它的仪器能记录 52 条通道的操作数据和 12 条通道的热膜探测数据。

佛罗里达州巴拿马城的美国海军海岸系统中心建造了一种 9 米长的可运行式潜艇模型，这个模型艇的设计是为了研究提高海军潜艇在几种突变情况下的控制性能，模型潜艇的航行由艇上的一台计算机控制，还安装了用于测定本体动力振动的检测仪和记录动力振动的磁带录制系统。

2. 商用自主式机器人深潜器

目前美国有两种商用自主式机器人深潜器经技术改进后可作为军用系统部署，一种是名为“东部”（EAVE - East）的试验自主式机器人深潜器，它由新罕布什尔大学海上系统工程实验室建造，这种深潜器安装了称作结构检验任务系统（SIMS）的三维解维系统，这一系统使它能够确定所要搜寻研究的物体的位置，能安全地穿越敌海域，能从多个角度收集水中物体的数据。若在“东部”自主式机器人深潜器上安装北极检验任务系统（AIMS），它就能绘制北极冰层下面的海域图，收集测量数据并存入磁泡存储器。海上系统工程实验室现在还在为“东部”深潜器研制其他仪器，他们准备为“东部”安装分辨力为 0.25 厘米的精密传声导航系统，这样，“东部”可进入特殊地区或沉没海底的物体内部作业并确认自己的位置；他们还努力开发计算机的功能，使它尽可能占据最小的空间和完成尽可能多的工作，并准备在“东部”上安装电荷耦合器件摄像机，为了排除其他信息的干扰，“东部”上还安装采用了新算法的电视图像增强器。

国际潜艇工程公司制造的自主式机器人深潜器也是为收集探测北极冰层以下的海底和海水数据资料而设计的，这种深潜器能在水下 386 米深处工作 23 小时，航速 5 节，靠它的 5 个独立的声纳，计算机按照预编程序对 5 平方公里的流域进行自主探测，同时把有关的航标、海水比重、盐的浓度、水深等信息存入存储器，它的软件系统能使深潜器躲避声纳探测到障碍物。

3. 布雷器和潜艇诱饵

美国国防科学委员会在 1985 年发表了一篇关于“新一代计算机技术的军事应用”的报告，这个委员会的委员查里斯·赫兹费尔德博士在报告中写道，计算机人工智能技术目前还不完善，但这一技术却很可能给海军带来一种新型的自主式机器人深潜器。身兼美国国际电话电报公司副总裁的赫兹费尔德认为，以后必将出现的这种深潜器上装配的自主式系统应具有监视和决断能力，能自主航行几千英里，能深入敌防区完成对载人舰船来说危险极大的任务。赫兹费尔德还在报告中提出了两个设想，一是制造一种自主式机器人远距离水下布雷器，这种布雷器能航行几千英里、布设几十枚水雷，布雷器上还可装配声纳探测仪和拖曳声纳。在远距离航行中布雷器靠人工智能系统决定航向在什么地方布设水雷、怎样对付敌舰和敌方的防御以及适应环境条件。赫兹费尔德博士的第二个设想是用自主式机器人深潜器模拟潜艇的运动及特征，作为潜艇诱饵。自主式机器人深潜器的续航能力极强，能够模拟潜艇的离港情况，美国人有了它，就会使前苏联人建立抵御或拦截潜艇弹道导弹的梦想化为泡影；这种潜艇诱饵可在潜艇上部署用于突破敌方的反潜防线，迫使敌船进入误区，或诱使敌方耗尽攻击力量和传感器工作饱和。

很显然，无人深潜器比载人潜艇在某些方面更具优势，设计这种机器人

深潜器不必再为了给驾驶员创造舒适、温暖而良好的通气空间而大伤脑筋，机器人深潜器的内部压力可以与它周围海水的压力相等；它也不会像人那样在危急时刻产生恐慌和怯懦，而正是在这种时刻它能给敌方以更大的打击。

(1) 美国的研究工作

新罕布什尔大学的海上系统工程公司与弗吉尼亚州维也纳的申多赫系统公司在美国海军的赞助下，正在为美国海军研究设计用于 21 世纪的军用机器人深潜器，这种远距离续航自主式机器人深潜器长 20~26 米，直径 4~4.6 米，装载重 45 吨货物时可连续航行 16096 公里。机器人深潜器上装有水听器，在执行监视任务时，把它部署在战略抑制点上监听敌通信，它能自动将获取的敌方雷达信号及通信数据分析处理。远距离续航自主式机器人深潜器能在载人深潜器无法进入的海域执行侦察任务，如在敌方布设了大量水雷的区域，它还可以侦察敌方反潜及水面部队，并对他们的作战能力做出判断。这种先进的远距离自主式机器人深潜器还可布雷，发射鱼雷或导弹，能按预编程序输入的任何目标实施攻击或防御，它还配备了敌舰船传声信号或其他非传声信号鉴别器，使计算机系统确认机器人深潜器的环境，鉴别器识别出的敌信号密集时，计算机将命令机器人深潜器进入进攻状态并启动武器系统。

巴尔的摩西屋防御中心海洋分公司已将人工智能和专家系统用于自主式机器人深潜布雷器，西屋公司从其研究发展基金中拿出 100 多万美元用于该项目基础信息控制系统的研究。这种自主式机器人深潜布雷器能深入港口绘制地图，然后离港确定最佳布雷位置，之后再进港布雷，布雷后即自行离去。美国的古德公司和电力船舶公司也在研制自主式机器人深潜器和潜艇。

美国国防高级研究计划局与美国国家标准局机器人系统部正在联合研制“沙克”(SHARC：分级自主式机器人实时控制深潜器)，国防高级研究计划局把几台新罕布什尔大学海上系统工程实验室建造的“东部”试验型自主式机器人深潜器作为实现 SHARC 设计方案的平台。他们在“东部”上装配了美国国家标准局研制的分级实时控制系统(RCS)，这一系统包括一个组合式分级的信息处理器网络，它与共用存储器保持着通信联系。设计分级实时控制的指导思想是将综合部署指令分解成依次降低的级和执行功能，这些不同的级把控制信号传递给深潜器的发动机、传动装置和转换器；同时传感器将接收的信息并入程序处理，使预编程序与实时环境相适应，分级实时控制系统是这样让机械理解环境的，这一系统的高技术还体现在它的专家系统上，如果把专家系统装配在“东部”深潜器上，它就能作为“旗舰”从战略战术上对其他深潜器编队导航。1987 年，美国国防高级研究计划局和美国国家标准局研究试验如何使深潜器联网，实现“思维”与传感信息共享。

(2) 英国的研究工作

1985 年 9 月的皇家海军装备展览会上，英国西康公司宣布了他们对下个世纪海军机器人深潜器的设想。他们设计的“西康”水下巡逻机器人(SPUR)长 11 米，重 45 吨，潜水深度超过 6000 米，航速 12 节，实施进攻时的设计航速为 50 节，靠封闭式循环内燃机驱动。水下巡逻机器人通过数字水文数据库自主导航，它的地形模拟取景器与高安全定向回波器配合将测得的水深与数据库存储的资料进行比较之后确认航向，当它在地势比较平坦的海域航行时，惯性导航系统自动启动导航。

“西康”水下巡逻机器人上装配的人工智能系统能保证它在海上自主巡逻两个月，它携带的战术武器包括自备鱼雷和固定战斗部，这种战斗部在自

杀性攻击时同它体内剩余的燃料一同爆炸，它还能往敌舰船的螺旋桨上缠绕金属缆线，实施隐蔽性破坏。

在执行任务时可将“西康”水下巡逻机器人编成一个分舰队，由辅助舰船送到作业海域，辅助舰船侧翼的水下释放装置释放机器人入水，在紧急情况下也可由直升机释放。作业时机器人深潜器能巡查传感器有效作用的所有区域，在燃料和军需装备不足或自身受到毁坏时，它的内部控制器便立即启动归航系统及时返回母舰。“西康”水下巡逻机器人还可以部署在遥远的敌海岸附近，它能伪装成商船在水面上行驶，也可以入水隐蔽靠载人潜艇操纵执行任务。

英国的机器人专家 M·W·斯林提出了建造另一种小型机器人深潜器的设想，这种小型机器人深潜器能携带核武器，利用航位推测法和声纳导航系统航行数千英里侦察敌港口及海岸设施，必要时用核爆炸将其摧毁。小型机器人深潜器在计算机控制下可搜索潜艇、航空母舰及大型商船，当它的声纳和磁性传感器探测到敌舰船之后也可以以自身撞击敌舰船，但有一个先决条件，即撞击时小型机器人深潜器的航速要达到 93 海里 / 小时，而这个速度只有采用以小型核反应堆为推进动力源才有可能达到。

近年来人工智能、机器人系统、水下通信及其他相关技术的进展，使自主式武器系统日臻完善并引起公众的关注，遥控深潜器已能完成搜索、回收、救险、布雷和排雷等多种军事任务，“机器人杀手”将会对未来海战产生极大的影响，也许那时机器人能指挥自己的舰队巡逻，或用新式武器实施进攻，所以现在就有不少人怀疑未来的海战是否还有载人舰船的立锥之地。

天基机器人

1. 新高地

在作战中致胜的关键步骤是占领“高地”，从这种俯瞰的位置更容易监视敌人，也更容易打击敌人。在现代战争中，占据高地就意味着控制太空，因此，通信、导航、照相侦察、电子侦察、信号、侦察以及战略武器系统都在很大程度上取决于太空作战。在今后二三十年内战争的焦点是控制这个“高地”，各国都将发展极为有效的军用空间站和天基武器系统，而机器人技术正是产生这些非常完善的系统的要素之一。人们在和平时期将不断向太空进军，然而，核抽运 X 射线激光器、电磁轨道炮和带电粒子束所构成的作战环境将极大地危害人们的生命。因射线、波束和粒子束释放而造成的泄露，将对太空平台上的人员造成伤害，机器人太空平台是太空武器的唯一的选择。

在目前所有环绕地球飞行的系统中，至少有四分之三具有军事用途，其中绝大部分是无人的。军用卫星对战略和战术行动都是必不可少的，天基机器人是国防机构越来越依赖的耳目。

2. 空间站及其机器人

即使是有人空间站计划也需要大量的机器人和自动化装置。建造空间站对国家安全至关重要，同时也能为民用事业服务。前苏联拥有永久性空间站，“联盟”号宇宙飞船在地球和“礼炮”空间站之间运送宇航员和给养；美国的空间站计划涉及的范围更广，它的航天飞机能运送研究器材和宇航员。未来的空间站可作为太空武器平台和特种天基部队（人或机器人）的基地，可对抗敌方的卫星、空间站、空间战略防御网及任何地面目标。

美国国家宇航局在 1984 年的一项研究中评估了可能采用的空间站的设计和构想，认为空间站和载人计划一般要包括先进的自动化、机器人和人工智能技术的广泛使用。其中某些技术目前已能够为空间站所采用，但大量引入则还需要在机器人技术的开发和完善方面投入不少经费。

美国国家宇航局分析了机器人和自动化技术带来的最明显的好处。看来，宇航员将更多地作为利用空间站的管理者，而较少作为担负一般职能的操作者。专家系统和先进的机器智能的采用足以使站上人员不依赖地面控制台即可识别、判定、维修和排除不正常状态，因此，宇航员们可获得较大的自主性。

机器人运载工具和系统将减少人员在危险场合的工作，比如飞行器外的活动（即空间站外），包括加注燃料的作业和在很高的同步轨道上进行与卫星有关的操作。机器人能够承受特殊的有害辐射。

使用机器人空间站对商业和工业应用具有更强的通用性和适应性。无人系统的使用可使生产效率提高，成本降低。伴随着空间机器人和自动化技术的进展，将会带来经济利益；空间领域的机器人技术同样适用于地球上的危险场合，如大洋深处、核电站以及战场。

（1）进行空间机器人应用研究的公司

在一项评估机器人和先进的自动化系统如何最有效地应用于空间站的研究项目中，美国国家宇航局与数家航空公司签订了具体应用领域的研究合同。波音公司试制了一种人机接口，并认为到 90 年代中期开发一种初级的舱外机器人系统在技术上是可行的，到 2010 年可望研制出更复杂的舱外机器人。使用这种比人稍大的机器人将减少宇航员的常规和危险工作，增加在空间站周围的舱外活动。

砷化镓晶体和微电子 - 芯片制造厂商的初步工作具体体现在通用电气公司生产的自动化机械中，该公司发现，为太空实验室制造的机器人和遥控装置需要采用比目前地球上的设备轻得多的材料，以符合微重力环境运动学和动力学，所以首先要研制可进行维护、修理和设备更新的“智能”工具。

休斯公司研究了分系统控制和任务操作的自动化，重点研究宇航员的操作。考虑到电源、热控制和通信问题，休斯公司提出应当把自动语音识别及合成与人机接口结合在一起，实现对空间站的指挥与控制。采用自动化装置能够检测和隔离空间站的故障，并作出相应的修复动作。

马丁·马丽埃塔公司研究了 2000 年的空间站在装配、结构、维修和调整方面的自动化。他们认为自动化技术将迅速发展，并告诫人们，空间站的设计必须适应这种发展。比如进出路径、舱内通道和工作现场的“休息处”应当有足够的空间，还要考虑扩展已有控制设备功能的支援设施。马丁·马丽埃塔公司预言，太空基地在初期需要投入大量人员，但最终需要人来做的工作只有管理和处理意外事件等工作。

TRW 公司致力于研究空间站的卫星自动管理，包括支援低地球轨道卫星和轨道信息处理设备、装载有效载荷，并由可回收的轨道运载器管理地球同步卫星。TRW 公司认为，卫星的管理要求加速采用遥控设备，但仍然需要由人员处理各种各样意想不到的事情。

（2）美国国家宇航局的机器人运载器

宇宙拖船

国家宇航局的近期计划中包括在空间采用几种机器人运载器和系统。轨

道机动运载器 (OMV) 通常称为宇宙拖船, 是一种遥控飞行器, 用于增大航天飞机的作用范围。它先由航天飞机运载到高空, 然后被发射到 2254 公里以外, 在很高的轨道回收卫星。这些卫星由航天飞机上的人员维护或送回地球修理。然后, 轨道机动运载器可以把它们重新置于原来的位置上。美国国防部证实, 这样一来, 由于延长了卫星的使用寿命, 可节省大量费用。

这种机器人运载器由地面站的人员通过手动控制器操纵。LTV、马丁·玛丽埃塔和 TRW 公司都参与了这项合同的竞争, 而国家宇航局在 1986 年 7 月将它包给了 TRW 公司。国家宇航局希望在 90 年代完成该项工作。这种宇宙拖船还将与空间站一起清除太空垃圾并完成各种建站工作。

轨道运载器 (OTV)

另一种试验性的无人运载器是轨道运载器。设想将它作为一种高空平台, 能够在离地球 35900 公里的高空进入同步轨道, 运送有效载荷。之后, 它能够自己返回, 以便再次使用。国家宇航局设想使轨道运载器既能停留在太空, 又能往返飞往于地球与太空之间。美国国防部和国家宇航局对一种名为“达特”(DART) 的系统十分感兴趣, 它还在由匹兹堡的太空技术国际公司进行研制。该公司估计, 这种重复使用型轨道运载器的全部研制过程, 从正式拨款之日起将需要约 30 个月。该公司采取项目管理, 选择麦克唐纳·道格拉斯公司作为系统研制的主要承包商。美国空军与波音航空公司签订了一项合同, 建造另一种类型的轨道运载器, 即惯性高空平台 (IUS) 助推器, 它可将卫星从宇宙飞船所运达的轨道上进一步推送到地球同步轨道上。不过, 这种惯性高空平台不能重复使用。

遥控维护单元 (TSU)

有一种类似于国家宇航局有人航天器的运载器, 只是不搭载宇航员, 这就是遥控维护单元, 它能像人那样在空间进行维护操作。它是由麻省理工学院与国家宇航局共同设计的一种方形运载器, 其前部有两只大型机械手, 侧面有两只较小的手臂, 在这些手臂的下面装有工具架和备件。遥控维护单元依靠宇宙拖船作为工作站之间的交通工具, 为电池充电, 还能储存较大型的部件。

机械手

美国国家宇航局计划为空间站安装几处类似于宇宙飞船上安装的机器人手臂。这些机械手与活动架相连, 能够伸到空间站的任何部位, 为空间站的构建和站上工作提供帮助。这种机械手可以装在一个架子上, 从而在空间站的主体部分往来运行, 或利用末端操纵装置在站上移动。像在宇宙飞船的研制上一样, 加拿大在空间站机械手的研制方面发挥着重要作用。在综合和测试方面的工作包括: 安装带有触觉和视觉传感器的操纵装置, 提供较高级别的自主能力, 提高灵巧性, 对有效载荷进行维护。像拧卸螺丝之类乏味而琐碎的工作, 将由遥控装置完成, 使宇航员得以执行管理和监控者的职能。设在加拿大安大略省的斯帕尔宇航有限公司遥控系统分部是该项目的主要承包者, 他们预计机器人综合维护和测试技术将在下个世纪的宇宙拖船、轨道运载器及空间站上推广。

(3) 军事应用方面的研究

1986 年 2 月, 美国空军系统司令部公布了《工程发展纲要 ()》的草案, 旨在确认和采用新兴的技术和系统, 提高美空军 21 世纪的作战能力。与许多远期军事计划不同, 美空军已经准备在 6 年内使这方面的投资占空军全

部科学和技术预算的 10%。用在发展《工程发展纲要()》所提出的技术和系统上的费用约 20 亿美元，其中以对机器人技术的研究为重点，包括遥控机器人如何承担原来由宇航员承担的任务，减小人员在空间飞行对抗中的危险。美空军对遥控器尤其感兴趣，这种遥控器并不是一个智囊，而是一个视觉和臂力都很强的操作系统，这种遥控系统的空间应用是在同步轨道空间站上维修卫星，不久的将来它还将在月球上工作。

机器人完成繁重而单调工作的能力会比人高十倍甚至百倍，原来由操作人员在大型线路控制板上进行的工作，现在由机器人在微集成电路片上就能完成。除空间应用以外，空军也认为拟人的遥控器在飞机维修和在核生化条件下补充给养方面也有应用价值。

设在加利福尼亚州圣地亚哥的美国海军海洋系统中心已在着手一项拟人系统的研制工作，这一系统将用于空间和其他危险场合。在该系统中操作员接收来自各种传感器的信息，犹如身临其境。这种遥控包括一个液压驱动的“头”，有三个摆动角度，装在同样具有三个摆动角度的“躯干”上。除此之外，还有两只类似于手臂的操作装置，有七个转动角度。由两部电视摄像机和两路听觉系统为操作员提供远距离视觉和听觉。操作员的动作控制遥控器的动作，操作员的头、身体和手臂的位置经电位计监视和记录后，将信号传给遥控器，再由遥控器相应地控制机器人的身体和机械手。

3. 战略防御机器人

人们在 20 世纪初的作品中曾幻想火箭飞船飞越太空 地球人与外星人展开搏斗，双方使用致命的“死亡射线”相互交战。这种幻想导致了德国人的“齐柏林”飞艇的出现。儿童影片中也出现了不少像巴克·罗杰斯和弗拉什·戈登那样的英雄，在这种影片影响下充满幻想的孩子们如今已成为科学家、军事首脑甚至国家总统，他们正在将这些梦想变为现实。当 20 世纪接近尾声的时候，人类已进入“星球大战”的时代，然而与人们熟知的乔治·卢卡斯影片不同，发射激光和带电粒子束的宇宙飞船将无需搭乘人员，无生命、无情感，人类有史以来的具有最强计算机处理能力的机器人将成为选择目标和攻击目标的主宰。

(1) “战略防御倡议”

1983 年 3 月，里根总统发表政策演说时提出一项计划，其核心是要拦截并击毁核武器——战略弹道导弹。美国弹道导弹防御的全部研究计划是在独立的战略防御司令部的领导下实施的。

美国“战略防御倡议”计划包括一整套共三个层次的防御系统。来袭的大部分洲际弹道导弹将在发射后不久被击毁。在火箭助推器从发射到燃料耗尽的 3~5 分钟的助推阶段中，导弹目标明显，易受攻击。那些突防的导弹将在弹道中段受到第二次攻击，此时弹道导弹在被击毁前已进入太空，这个阶段最长不超过 20 分钟。最后残存下来的弹头将在再入大气层时受到陆基反弹道导弹系统的攻击，这个最后阶段所剩的时间不足 1 分钟。在导弹爬升阶段的弹道中段，机器人天基武器网将是主要的防御系统。

目前，这些系统尚处在概念阶段，不过人们已经提出了各种配置上的设想。“星球大战”计划设想了一种有 50 个空间作战平台的系统，用于在前苏联导弹来袭时保护整个美国。每个空间作战平台有一个极为先进的计算机系统，能够对数枚导弹进行探测、识别、跟踪，并以强激光束对准导弹，迅速依次击毁。在陆基指挥中心设置一台控制每个作战平台的中央计算机，预警

卫星能够在导弹刚一发射时就探测到它们，并将信息转发到指挥中心，指挥中心发出指令启动空间作战平台。

激光和带电粒子束

目前有好几种激光器正在研制，拟用于作战平台，它主要包括化学和 X 射线激光器。化学激光器是通过两种气体混合反应而获得能量，如氢 / 氟、氧 / 磺及氙 / 氟。战略防御计划的设想之一是研制一种 2 兆瓦氢 - 氟激光器，以验证建造一部 25 兆瓦天基激光器的可行性。X 射线激光器或许是最有争义的战略防御项目，它是在一个小当量核爆炸源周围放置达 50 个激光棒。用这些激光棒对准各个来袭导弹，引爆核弹头后，它们便辐射强烈的 X 射线脉冲。X 射线能够毁坏导弹的电子器件，并产生足以击毁导弹外壳的冲击波。

因受激准分子和自由电子激光器体积太大，在天基平台上要消耗太多的功率，所以另一种防御系统理论则设想采用装有巨型反射镜的天基运载器，以直径 4 米的反射镜将陆基自由电子和受激准分子激光器的波束折射到目标上。

“战略防御倡议”计划包括研究带电粒子束的应用。粒子束如同一道可控制的闪电，它是通过粒子加速器中的电场将亚原子粒子加速到接近光速而形成的波束。产生这种波束的加速器必须相当轻，才能装配在太空平台上。带电粒子束的波束，在远距离传播时，由于地球磁场的作用会发生弯曲，在地球低轨道上使用这种波束时可用激光在稀薄的近空间层面上穿一个可使波束通过的孔来发射粒子束，假若带电的气体离子具有静电复原能力，那就能抵消地球磁场力的作用。

动能装置

摧毁目标的传统的方法是一个比目标飞得更快的弹头打击它，而动能天基武器将以运动物体本身的动能撞击来摧毁导弹，这就是电磁轨道炮。电磁轨道炮是一种动能发射装置，它有很强的电流，若干个放大器和两条平行的轨道，弹丸沿着轨道推出。试验型轨道炮能够将 25 克的颗粒物加速到 8.6 公里 / 秒，并能击穿 0.5 厘米厚的钢板，对重 300 克的弹丸能加速到 4.2 公里 / 秒。科学家们相信，在发射速率为 60 发 / 秒时，弹丸速度可以提高到 100 公里 / 秒。战略防御机构正在研制一种采用带电粒子束的轨道炮，并准备将它用于对付苏联的反卫星武器系统。

电磁轨道炮还能发射较重的弹丸，这种弹丸带有自己的制导装置。“高边疆”理论提出了一种由 400 个天基机器人平台组成的防御网，每个平台装备 50 个拦截器，这种拦截器包括自身带有动力装置的微型寻的器。一位美空军军官估计，一个有效的反卫星系统可能需要多达 3200 个置于 40 个不同轨道上的由火箭运载的作战平台，并需要由星载雷达和其他传感器支援这些作战平台。

(2) “战略防御倡议”计划的规模及构成

在美国，对把金钱花在天基机器人运载器的研究与开发上的做法并没有引起什么争论，因为起码有一点是人所共识的，那就是这样做至少可以保证在技术上处于世界领先地位。真正引起争论是这项计划的规模到底应该有多大，它是否能保护所有美国人，并使核武器像里根总统预想的那样失去作用，抑或仅仅用于保护美国战略力量中易受攻击的部分，如洲际弹道导弹发射井和指挥、控制节点。重点防御与整个国土防御相比在经济上要节省得多，在技术上也更容易实现。对易损的战略力量进行重点防御，将具有更为可靠的

报复性威慑和遏制战争的作用，但这一观点也迎合了把各国人民作为人质的“相互确保摧毁”的理论，因而遭到了不少战略防御计划支持者的反对。1986年6月18日，美国参议院武装力量委员会通过的一项决议指出，战略防御计划应继续进行有关人员防护能力方面的研究，不过重点将放在研究保护二次打击力量及其指挥与通信系统的可生存和低造价的防御方案上。当时的国防部长温伯格不赞成这个决议，他认为国防部的方针应是保护人员而不是导弹。他指出，战略防御计划成功的关键是在前苏联导弹反射后能及时予以攻击，因为防御力量无法分辨对方发射的导弹是打击社会财富的还是打击武装力量的。不过，温伯格表示，已研制成功的武器样机对接近己方导弹发射井的末段防御，即当弹头再入大气层时的防御是有效的，因此参议院委员会也能接受这一方案。总之，政治上的考虑、技术上的进展、经济状况以及武器控制谈判都将决定战略防御计划的发展。

（3）穿越大气层的飞行器

在经历了“挑战者”号航天飞机爆炸的悲剧之后，里根总统在1986年度国情咨文中重申了美国政府的空间计划，并宣布了一项志在必夺的航天器研制方案，称作穿越大气层飞行器（TAV），或太空飞机。这种飞行器能够穿过大气层，在地球与太空之间往返飞行，飞行速度大于5马赫。它具有军事和民防双重用途。它的基本军事用途像军方熟知的X-30一样是把战略防御载荷发射到太空中去，预料，它与航天飞机相比，运载量将大得多，而造价却较低。据美国国防高级研究计划局局长C·邓肯说，美国已在考虑将穿越大气层飞行器作为一种远程防空拦截器，用于攻击来袭的弹道导弹。

尽管这种飞行器基本上仍是一种载人系统，但在其设计中将引入大量的自动化和机器人技术。无人运载器的倡导者们主张通过遥控或人工控制使穿越大气层飞行器具备自主飞行能力。

英国国家空间局也开始了类似于穿越大气层飞行器的研究，定名为水平起落（HOTOL）飞行器。英国宇航公司和罗尔斯·罗伊斯公司正在进行这种飞行器主体的原理性和可行性研究。目前的重点是将不载人的水平起落飞行器用在军用和商用卫星方面。

