

天战呼唤物理学

徐润君 陈心中

(中国人民解放军汽车管理学院物理系 蚌埠 233011)

一、控制太空是新的军事战略制高点

太空是全人类的财产,和平开发与利用太空、造福于人类是全世界人民的共同心愿。然而,自从1957年人类发射第一颗人造地球卫星以来,世界各国已向太空发射的5000多颗卫星中70%是用于军事目的。在现代战争中,从情报到侦察监视、从预警识别目标到精确制导武器的使用、从天气预报到战场情况的核查、从通信到计算机网络的防御和攻击,都要利用太空资源。“谁能控制空间谁就能控制地球”。天战已不再是科学幻想。

2001年1月22—26日,美国空军空间作战中心在科罗拉多州施利弗空军基地举行了代号为“施利弗2001”的太空战计算机模拟演习,这是美国历史上首次以太空为“主要战场”的大规模军事演习,标志着美军太空战略正在发生转变。美国认为空间是未来全维战场的战略制高点,夺取制天权对于维护国家安全至关重要。在2000年5月30日美军参联会颁发的《2020年联合构想》中,首次提出要从空间攻击陆、海、空、天的目标,还明确规定了空间作战的原则:空间控制、全球交战、力量集成、全球合作,即以太空战作为新手段、新途径。

2001年1月25日,俄罗斯总统普京主持召开了航天工作会议。普京说:“如果没有航天部队和航天军事力量就根本谈不上加强全球的战略稳定。”这次会议通过了10年航天计划,决定在一年内组建一支航天部队(即天军)。然而随着美国布什新政府上任后对国家导弹防御系统(NMD系统)和太空计划情有独钟,普京再次颁布总统令,要求提前组建天军。因为俄罗斯认为在未来高技术战争中制天权将成为夺取制空权和制海权的首要条件。

法国、德国、意大利、西班牙联合研制的两代“太阳神”光学成像侦察卫星已经升空并投入使用,第三代“太阳神”在加快研制中。日本、印度、巴基斯坦等国为了各自的利益都紧锣密鼓地研制太空军事装备。

由此可见,争夺未来战略制高点的太空战已悄然拉开帷幕。天战的军事准备已位居各国军事战略的重要地位。争夺空间信息优势、研制天战兵器、增强太空的防御和反击能力等都是太空战面临的问题。

二、卫星的侦察和防御需要物理学作“后盾”

处于空间的卫星,对于夺取信息优势并转化为决策优势具有举足轻重的作用。1991年海湾战争中70多颗卫星在海湾上空来往穿梭,交构成空间侦察监视、空间通信保障、空间导航定位和空间气象保障四大系统。1999年科索沃战争中,巴尔干上空天眼密布,北约动用15~20种共计50多颗卫星参与互通情报和空袭行动。成像侦察卫星可用来搜索战略情报、识别目标和监视军备控制条约执行情况,其地面分辨率可达0.1米;电子侦察卫星可用来探明军用电子系统性质、位置和活动情况以及新武器试验和装备发展情况;用于探测导弹发射情况的导弹预警卫星通过星载红外探测器和可见光摄像机感受导弹灼热尾焰的红外辐射;现代海洋监视卫星已可探测水下潜艇,能敏感海水0.003℃的温度变化。

卫星在现代战争中有过卓越表现,然而也有不尽如人意之处。海湾战争开战初期,7颗图像侦察卫星只有1颗能透过云层,卫星在战争中很难发现“飞毛腿”导弹的机动发射架,对伊拉克伪装的坑道、沟渠难以识别;印度用声东击西的方法使其核试验也躲过了美国卫星的侦察。而且成像侦察卫星体积庞大、价格昂贵(每颗造价为10亿美元以上),一旦遭到破坏,损失惨重。

为了加强空间信息优势、克服现有卫星的不足、防范敌方对己方卫星的攻击,一方面要提高大型卫星的综合侦察能力,另一方面要研制侦察能力强、体积小、成本低、研制周期短、易于机动发射、生存力高的小卫星。美国在未来20年将斥资250亿美元发展新一代间谍卫星,其耗资规模超过当年研制原子弹的“曼哈顿工程”。俄罗斯前军事航天部队司令伊万诺上将称:“优先发展空间信息资源系统,确保有

效的支援部队行动是俄罗斯国家安全利益和维持世界战略稳定而必须的。”

一般认为重量不到 500 千克的为小卫星,重量在 10—100 千克的为微小卫星,重量低于 10 千克的为超微卫星。从军事应用角度出发,小卫星体积小,单颗卫星的生存能力高,加之有多颗卫星组成互为备份的星座,则敌方要使星座失效,将付出高昂的代价。美国于 1995 年又提出纳米卫星的概念,体积比麻雀略大,重量不足 10 千克,一枚小型火箭可以发射数百颗纳米卫星,若在太阳同步轨道上间隔部署 648 颗功能不同的纳米卫星就可以保证在任何时刻对地球上任何地点进行观察和监视。

值得注意的是提高卫星信息获取能力和防御能力的过程涉及到许多科技(如传感器、小卫星群的数据链技术及纳米技术等)突破的过程。

传感器被认为是高科技的触角,可见光相机、红外相机及导弹防御激光器代表了传感器的发展趋势。新型传感器不仅将使用兆像素阵列,而且重量轻、耗电少、能产生分辨率高的图像,能对水蒸汽和气象要素进行空间和瞬时的可读数测量,这就要求计算机、兆像素、可见光和红外线阵列激光器、合成孔径雷达、微波探测等技术有新的突破。

数据链技术包括高效远距离光学通信、用于抗干扰通信的多波束自指零天线、数据融合技术以及目标自动识别技术等。

研制小卫星则要借助于微机电技术和专用集成微型仪器技术,把常规卫星上的许多部件(如气相层析仪、环形激光光纤陀螺、固体图像传感器、微波发射机以及电动机等)都做得很小,并集成在半导体基片上。因此,研制小卫星和纳米卫星离不开纳米技术。通过研究、分析纳米材料的表面效应、量子尺寸效应等物理效应,以达到掌握纳米材料的特性、制备各种纳米材料的目的。纳米材料的研究给凝聚态物理、原子物理提出了许多新课题。

美国加州大学已研制了一种微型机械式加速度表,霍尼韦尔公司已研制出一种微型机械式陀螺,并正重点研究在芯片上制造光纤陀螺,罗克韦尔公司已研制了卫星通信系统的微型部件(如开槽波导、单片短形波导和大型阵列波导等),这些携有物理学闪光点的新技术都大大促进了卫星军用功能的发展。

由此可见,发展空间信息系统对光电子技术、红外照相、精密机械、计算机技术、纳米技术、声控等技术手段提出了更高的要求,物理学理论则是其坚强

的“后盾”。

三、天战平台的建立需要物理学作“基石”

半个多世纪以来,美国在政治、经济、军事、外交等方面对空间技术的依赖越来越大,因此迫切需要保护其在太空的既得利益。1996 年公布的美国国家航天政策、1998 年公布的美军航天司令部“2020 年设想”和 1999 年公布的美国国防部最新航天政策中都明确提出了要发展控制空间的能力,声称必要时要从空间使用武力攻击敌方陆、海、空、天的重要目标。这就需要卫星、空天飞机等空间作战飞行器作天基作战平台。

从物理学原理看,相对于地基(地面)、海基(舰艇)和空基(飞机)武器而言,天基反导武器的优势在于可实现全球范围的目标拦截、能实现高效率的助推段拦截。处于助推段的导弹,速度低、贮箱体积大、结构脆弱、容易被摧毁,而且尚未投放子弹头和诱饵,最容易被拦截。助推段拦截意味着充分利用了可用的拦截时域和空域。由于地球的自转和天基反导武器绕地球运动,通过适当选择轨道、合理布局拦截器,可以缩短拦截器的作战距离和实现全球范围的拦截。而且天基反导武器是在近似于真空的太空环境中使用,可以减小反导能量因大气而衰减等。

反卫星卫星上装有高能炸药,利用变轨机动技术使其运行到敌方卫星附近,引爆炸药,用破片杀伤敌方卫星并“同归于尽”。前苏联在 1968—1984 年期间就进行了 20 次共轨式“杀手卫星”的试验。目前俄罗斯具有实战能力的反卫星卫星可拦截的卫星高度范围是 150—2000 千米,美国机载反卫星导弹只能拦截 1000 千米以下的低轨卫星,对高轨卫星还只能“仰天长叹”。

利用空天飞机作天战武器的平台已进入人们的设计方案。空天飞机集飞机、运载器、航天器等多种功能于一身,既能在大气层内作高超音速飞行,又能进入轨道运行。人们预计,若空天飞机投入实战,将是 21 世纪控制空间、争夺制天权的关键武器装备之一。相对于目前一次性使用的运载火箭、飞船和部分重复使用的航天飞机而言,空天飞机在重复使用性、发射操作费用、可维修性和时间周转、灵活机动性方面都具有很大优越性,还可以作为快速运输机。美国计划空天飞机能从普通机场起飞,在 1 小时内快速到达地球上的任何地方;空天飞机携带的侦察设备可以对地球或太空的目标进行预警、监视,比侦察卫星具有更大的灵活性;空天飞机还可以在未来

的天战中作为各种武器(包括动能武器和高能激光武器、微波武器等)的发射平台,对敌方陆、海、空、天重要目标进行攻击,包括对敌方卫星进行跟踪、干扰和摧毁。

从目前的趋势看,研制反导武器、空天飞机的关键之一是研制以超燃冲压发动机为动力、飞行速度为8—10马赫的跨大气层飞行器和两级入轨的空间作战飞行器。因此必须具有高超音速推进技术、气动力与气动热技术、飞行控制技术、轻型结构材料技术等,而这些技术无一不与物理学有关。天战兵器作战平台的建立必须以物理学作“基石”。

四、天战兵器需要物理学提供能量

从物理学的能量角度来看,天战兵器的杀伤能量主要有核能、动能、定向能等。

核能杀伤:核能杀伤是利用核装置在目标航天器附近爆炸产生强烈的热辐射、核辐射和电磁脉冲等效应将其结构部件与电子设备毁坏,或使其丧失工作能力,这是迄今威力最大的一种反空间目标的杀伤手段。由于它的作用距离远、破坏范围大,即使武器本身的制导精度较差仍能达到破坏目标的效果,所以被用作反卫星武器的最早期的杀伤手段。1962年6月9日,美国在太平洋的约翰斯顿岛上空约400千米的高度爆炸了一颗140万吨梯恩梯当量的原子弹,企图使前苏联的一颗卫星报废。在1963~1970年期间,美国先后利用“奈基-宙斯”反弹道导弹和“雷神”中程弹道导弹进行了24次反卫星试验。但是,核杀伤手段的缺点是附加破坏效应大(美国在约翰斯顿上空进行的核爆炸造成距爆点1280千米的夏威夷岛大面积停电、电话中断),也容易给己方卫星造成威胁。因此,如何利用核能在有效杀伤敌方的同时减小对己方的影响,这是有待进一步研究的问题,也期待物理学提供较好的方法和手段。目前只有俄罗斯具有反低轨道卫星能力的“橡皮套鞋”反导武器仍采用核杀伤手段。

动能杀伤:动能杀伤是依靠高速运动物体的动能破坏目标的。从目前的研制情况来看,动能武器主要有动能拦截弹、电磁炮等。

美国等西方大国和俄罗斯(前苏联)对动能拦截弹进行了多次试验和研究,其中最为成熟的是火箭类动能武器。作战使用时,先用一枚较大的助推火箭将射弹送入高空并加速,攻击目标前火箭脱落,射弹依靠弹载寻的弹头进行制导,直至命中目标。美国于1976年正式开始机载反卫星导弹的研制,1985

年美国曾经用F-15战斗机发射反卫星导弹击毁在500千米轨道上运行的一颗废旧卫星,靶星被击成150多块碎片,溅落在太平洋中。

电磁炮是利用电磁发射技术制成的一种先进的动能杀伤武器。从物理学原理来看,电磁炮弹的飞行速度可达每秒几千米甚至更高。电磁炮具有威慑力强、隐蔽性好、射程可调、效费比高等优点。但是,电磁炮要由实验室走向战场还存在许多技术问题,例如导轨材料性能问题(强大的电磁力会使导轨结构离散、大电流密度和金属等离子体会对导轨产生烧蚀作用)、弹丸的烧蚀问题(超高速运动的弹丸与大气摩擦会产生气动热效应)、弹丸与加速装置的界面排斥力问题、强功率能源问题(电磁炮发射瞬时功率高达200万千瓦,故需配置一个功率巨大的能源系统)、能承受强大电流的开关装置以及强电磁辐射对操作人员的健康影响等问题,都还有待于进一步解决。物理学的突破将给这些问题的解决带来最大的“福音”。例如,若高温超导材料被廉价使用,那么强功率能源问题、大电流的热损耗问题、电磁炮的导轨材料、开关装置等问题也都能迎刃而解。

定向能杀伤:定向能杀伤是通过高能激光武器、粒子束武器与高功率微波武器分别发射高能激光束、粒子束与微波束来破坏目标的。

高能激光武器是一种以产生强激光束的激光器为核心,加上瞄准跟踪系统、光束控制系统和发送系统组成的高技术武器。高能激光束照射目标后,部分能量被目标吸收转化为热能,可能引起热软化和烧蚀效应,即可能引起目标部分材料受热变形或穿孔。与此同时,由于目标的表面材料急剧汽化,蒸汽高速向外膨胀,在极短的时间内给目标以强大的反冲作用,在目标中形成激波,其激波又引起目标材料的断裂或损坏,此即激波效应。而且,由于目标表面材料汽化,还会形成等离子体云,造成辐射效应,破坏目标内部的仪器设备,这比激光直接照射引起的破坏更厉害。

战略高能激光武器的研制已取得重要进展,开始走向实用化。前苏联从20世纪60年代就开始研制激光武器,有12个激光武器研究试验基地和6个激光武器试验场,研制的小型反卫星激光装置可以装配在拦截卫星上,利用磁流体动力发生器能发出15兆瓦的瞬时电流作为激光器发射激光的能源。1997年10月美国在白沙导弹靶场利用220千瓦的高功率中红外化学激光照射了高度为425千米的已

老化的 MSF1-3 号卫星。美国还进行过多次试验,已具备一定的反卫星能力。美空军还设想在 800 英里高的空间部署 20 颗“激光卫星”,其激光武器可在 10 秒内摧毁 2500 英里外的导弹,1 秒内转向下一个打击目标,每一个激光器发射激光的总时间在 200—500 秒,大约可摧毁 100 枚导弹。

粒子束武器是利用高能粒子束杀伤目标的武器。从物理原理来讲,是用高能粒子加速器将注入其中的电子、质子、中子、离子等微粒加速到接近光速,使其具有极高的动能,然后用磁场将它们聚集成密集的高能束流射向目标。粒子束和目标材料的相互碰撞可使结构材料温度急剧升高以致汽化和熔化;或使目标内的炸药产生电离并形成附加电场,附加电场以及高能粒子流对目标的撞击都可能提前引爆目标中的炸药或热核材料;或由带电粒子流的大电流脉冲来破坏目标的电子设备和其他器件。从 20 世纪 70 年代末开始,前苏联在外层空间至少进行了近 10 次粒子束(电子束)传输试验。

高功率微波武器主要是利用高功率微波破坏敌方的电子系统。

从物理学原理来看,制成高能激光武器、粒子束武器和高功率微波武器是可行的,而且在杀伤能量方面都具有一定的优点。高能激光系统已被认为是目前最具有挑战性的天战防御和进攻武器。但是从技术角度来看,要研制出实战使用的定向能武器还必须解决一系列难题,例如与激光反导武器相配用的高功率天基激光器、发射定向能束所需的精确跟

踪定位系统、体积庞大的粒子加速器、定向能束在传播过程中产生的电磁效应、高功率能源等问题都需要解决。为了解决这些问题,人们对物理理论的突破、先进物理方法的产生寄予厚望。例如,在物理学原理基础上研制的高功率激光器、磁力存贮开关、特殊的 X 光仪、超宽带天线等给人们研制定向能武器带来希望。

综上所述,物理学的发展推动了科学技术的发展,促进了军事航天技术的发展。而军事战略的需求又对航天技术提出了更高的要求,也大大丰富了 21 世纪物理学的研究范围。

要获得天战的主动权,要获得军事制高点,还必须依托基础学科的进展,天战在呼唤物理学的进展。

作者简介



徐润君(女, 1946 年 4 月出生, 江苏淮安人)、陈心中(男, 1945 年 5

月出生, 江苏建湖人), 均为中国人民解放军汽车管理学院物理教研室教授, 主要从事应用物理及军校物理教学研究, 共同出版《物理与军事》、《军事高技术教程》等著作 4 本, 发表论文 50 余篇, 获军队级教学成果一等奖一项、军队科技进步奖一项。

北京 2001 年第二届亚原子物理国际暑期学校

每两年举办一次的北京亚原子物理国际暑期学校第二期“天体物理中的核结构与核反应”于 2001 年 8 月 21 至 25 日在北京瑶台山庄举行。参加暑期学校的国内学员有 80 多位。该暑期学校是由日本理化学研究所 I. Tanihata 教授和北京大学物理学院孟杰教授于 1998 年共同发起的, 目的在于促进核科学领域青年人才的成长和学术交流。此举得到了国内外核物理学界的大力支持, 日本理化学研究所、中国科学院近代物理研究所、中国科学院理论物理研究所、北京现代物理研究中心、中国高等科学技术中心、中国原子能科学研究院和北京大学等单位为暑期学校的组织单位。中国国家自然科学基金委一直对暑期学校给予了大力支持。暑期学校的组织、协

调和承办工作由北京大学负责。

本暑期学校邀请了 15 位活跃在核物理和天体物理领域的国际著名学者授课, 他们主要来自美国、德国、波兰、法国、日本和中国。讲师们详细介绍了核物理以及天体物理相关领域的基础知识和最新研究进展, 深入浅出地介绍了自大爆炸以来宇宙演化中的核过程, 以及当今世界上主要核物理实验室正在进行的天体物理研究。

本期暑期学校的一个显著特点是, 学员普遍非常活跃, 上课下课后与讲师的讨论十分热烈。本期学校除讲师授课、学员的学术交流活动以外, 在 C. Rolfs 教授等讲师的建议下, 还尝试进行了晚间的自由讨论, 收到了很好的效果。(周善贵 供稿)

现代物理知识