



超导体的军用前景

陈心中 徐润君

(解放军汽车管理学院,安徽蚌埠,233011)

巨大的变革。

一、超导体在杀伤手段聚能化方面的应用

从目前的研究情况来看,超导技术的应用基本上可分为两类:一是用超导材料制作磁性极强的超导磁铁,用于磁约束核聚变研究和制造大容量储能装置、高能加速器、超导发电机等,以解决人类未来的能源问题;二是用超导材料薄片制作约瑟夫逊器件,用于制造高速电子计算机和灵敏度极高的电磁探测设备。

军事家们历来就是科学技术新成果的酷爱者,科学技术发展的最新成果往往首先被应用于军事。

由于超导体具有优异的物理特性,所以它在军事方面具有广阔的应用前景,它必将对军事领域产生极为深远的影响,它将使武器装备和军队作战样式发生

我们知道,热兵器的杀伤能量主要来自炸药的化学能,核武器的杀伤能量则主要是来自原子核能。热兵器和核武器是利用能量的球形扩散(如空中爆炸)或半球形扩散(如地面爆炸),或一定方向的扩散(如枪弹),来对目标进行杀伤的。聚能武器(如激光武器、粒子束武器、微波波束武器等)则不同,它是把能量汇聚成极细的能束,沿着精确的方向,以接近或等于光速的速度发射出去,对目标进行杀伤。因此,聚能武器也常被称为定向能武器。

美国的“星球大战”计划已把定向能武器的研制摆在突出的地位。但是,目前研制定向能武器的各种方案几乎都遇到能源的难题,即如何在瞬间向定向能武器提供大量的电能,这就需要改革现有的储能设备和

如果宇宙的平均质量密度非常接近于 ρ_c , 暗物质一定充斥宇宙,在没有恒星构造的地方很可能找到它。研究者们相信,联系着星系和星团内部区域的暗物质数量总共占 ρ_c 的 10—20%, 所以迫切需要研究星团外部边界和似乎是空洞的区域,那里大概躲藏着其余暗物质。

事实证明引力透镜是检测和描绘暗物质积聚物的有效方法。把透镜映象技术应用到更大的尺度将最终带到与它们的星系或星系团无关的暗物质团块上去,比如,宇宙学家的“冷暗物质”模型预示了前景暗物质团块的存在,这种暗物质很大,足以使背景星系产生透镜畸变,所占的天空区域大到 1° 。

早期参照底片的研究已经建立了大尺度切畸变的上限。这种切畸变是千兆秒差距甚至宇宙整体的旋转所引起的。对几度宽的暗淡背景星系进行超深层像的研究,可能会发现各种理论描述所期望的庞大的无恒星暗物质团块。CCD 大区域感光镶嵌幕使大尺度研究显得特别景色迷人。

五、追寻暗物质的来踪去迹

如果知道了宇宙演变过程中任一时期的暗物质,就可以计算出它在另一个时期的分布,并确定它的物理含义。现在驻留在星系团内的暗物质是与星系同时被装配在一起的,还是先期就存在着暗物质团块,再由

它去帮助播种星系和星系团的构造?

在执行这种播种任务上有些暗物质候选者比另一些有效得多。因为有些模型中的暗物质粒子的热运动是相对论性的,因而不能产生 1 万秒差距(1 秒差距约 3 光年)尺度的具有星系特征的结构。另一些暗物质模型中的粒子太冷,它能产生的兆秒差距尺度的星系团结构又太多。比如说,如果由质量不过几个电子伏的相对论性中微子支配质量密度,这样小的质量,其引力就无法去聚集那样大尺度的星系;自由流动的轻中微子妨碍着星系的成长。

引力透镜的初步研究证实了稠密星系团内的巨大暗质量;一个星系团内的暗物质分布看起来很象是许多星系在星系团内的平滑分布;在迄今已研究过的星系团中,有证据证明暗物质分布中有一个其半径大到 7 万秒差距的半流动软核,核外的密度降落还不清楚。所以目前要估算出与稠密星团相关的暗物质总量是困难的。比如,要是密度按 r^{-2} 降落而无外部截止点,则质量积分将是发散的!然而,由于星团质量为暗物质所支配,其中质量的详细分布情况对检验我们对暗物质本质的推测是必不可少的。我们想知道,它是在何种距离、什么时标下团聚起的?它的空间分布与星系亮物质分布有着什么联系?

这些问题的求解是在动力学测量的基础上创立和发展引力透镜技术的目的。

传能系统。超导技术的发展则提供了解定向能武器能源问题的可能途径。

电感储能装置是激光武器目前常用的能源之一，其储存能量的多少与通过的电流平方成正比，储能密度与磁感应强度平方成正比。超导材料的零电阻和高载流能力，使电感储能装置可以长时间无损耗地储存大量电能。需用时，储存的能量可以连续地或脉冲式地放出。如果将来能实现室温超导电感储能，这不仅可以用作陆基激光武器的能源，甚至有可能用作机载或天基激光武器的能源。

倘若超导储能装置储存的强大电力能在一瞬间释放出来，就可以产生强大的脉冲电流，这是制造击落洲际导弹的电磁轨道炮等未来武器不可缺少的技术。发展电磁炮有两个关键问题需要解决：一是开发体积小、重量轻、可重复使用的电源；二是减小导轨的磁能损失和焦耳热损耗，提高系统效率。除了可能采用超导技术解决电源问题外，目前已在研究用超导线圈产生强磁场，以便减小通过导轨的电流，从而减小导轨的剩磁损耗和热损耗，增加弹丸动能，达到提高电磁炮系统效率的目的。

自由电子激光武器和粒子束武器的研制，都需利用高能加速器获得高能粒子。为使被加速的粒子获得高的能量，必须增大加速器的直径或提高磁场强度。建造大型高能加速器费用昂贵，耗电巨大。超导技术的发展，有可能为高能加速器提供既省电又能产生极强磁场的小体积超导磁铁，为激光武器和粒子束武器的发展开辟道路。

二、超导体在指挥、控制智能化方面的应用

现代电子计算机技术的迅速发展，将使各种智能化武器在战争中得到综合使用。过去的武器变革，往往局限于杀伤能量的扩大、操作者体力消耗的减轻和手的延伸，而现代武器变革则主要是指指挥者和操作者智力的扩大和大脑的延伸。

在提高电子计算机系统的性能方面，硅集成电路技术曾经起了很大的作用。但是，要想继续提高电子计算机系统的性能和计算速度，功耗将是一个实际的限制。利用约瑟夫逊器件(超导开关)有希望将电路速度提高一个数量级，功耗却比同等功能的硅集成电路低三个数量级。超导计算机可在元器件不发热、无电阻的情况下高效率地运行，超导存储器和逻辑电路能把计算机的运算速度提高到每秒几十亿次。美、日等国还准备以可靠性极高的巨型超导计算机作为新一代的舰载、车载、机载、星载计算机，以解决极其复杂的作战管理问题。因此，超导技术将使作战飞机、坦克、舰船等各种兵器具备大量的计算、图象处理和人工智能能力。

超导技术还将大大提高部队的指挥控制能力。例

如，利用约瑟夫逊器件制成的高灵敏度超导磁场计，可测量极弱的磁场及磁场的微小变化，利用它能探测、追踪潜入领海的对方潜艇，能探测地雷或制成灵敏度极高的磁性水雷。用约瑟夫逊器件制成的超导量子干涉仪，可以用来探察对方的军事设施和武器装备的质量；制成的超导天线，可以使潜艇在水下一百多米深处就能接收到超长无线电信号，甚至可以实现超远距离的遥控侦察。超导开关对某些种类的辐射非常敏感，用它制成的超导接收机，具有噪声低等显著特点，可用于探测对方卫星的微弱的红外辐射，从而确定其位置。如果用超导材料制成超导卫星，虽然体积只有蓝球那么大，却能满足全向通信的需要，并实现全球不间断卫星通信和长距离无衰减通信。超导技术可大大提高信息传递质量，这对增强部队战斗力有着不可低估的作用。

三、超导体在作战区域空间化方面的应用

未来战争将冲出大气层，进入太空。战争的胜负不再象过去那样首先决定于对领土的占领、对物资的控制，而首先取决于对空间的占领、对信息的控制。这就要求作战指挥的反应速度和决策速度要相应地提高。速度(也就是时间)成了未来争夺空间、争夺主动权、争夺优势的关键环节。

设计、制造大功率、小体积的发电机，对提高飞机、舰艇的作战性能起着至关重要的作用。目前，磁流体发电是一种高效发电方式，其基本原理是：当导电的流体流过一条通道并受到横向磁场作用时，会产生感应电动势，在通道管壁中放置两个电极即可提取电力。磁流体发电的输出功率与磁场强度的平方成正比。但是利用普通磁体，很难使磁场强度高于15千高斯。利用超导磁体就可产生数万至十几万高斯的磁场，从而大大提高磁流体发电的输出功率。超导技术的不断突破，必将加速大容量、小型化磁流体发电机的研制工作。这种超导发电机实用化后，中、小型舰艇和飞机都可用它作能源，装备高能激光武器，用以抗击来袭的飞机和导弹，大大提高空防能力。

随着军事科学技术的发展，不仅有些机载武器(如激光武器等)需要大量电能，而且现代化飞机，尤其是空中指挥所和预警机，都安装有大型雷达、大型电子计算机、各种通信设备等非常耗电的设备。目前，有些国家已在研制几百至一千兆瓦的体积小、重量轻的超导发电机。估计这种机载大功率超导发电机将是超导技术在军事上最先得到应用的项目之一。

潜艇的最大特点是隐蔽性好，然而潜艇航行时总会发出各种杂音，螺旋桨等转动部分又是主要的杂音源，其中的低频部分衰减小，可以传播得更远，容易被对方的舰载或机载音响探测系统发现。采用超导电磁推进系统，是减小潜艇低频杂音的有效措施。超导电磁推进系统是在潜艇内装置一个超导磁体，它在海水

谁能聆听“上帝”的声音？

——反谈科学发现的逻辑

徐 飞

(中国科技大学科学史研究室)



在人类探索自然奥秘的历程中，有过无数传奇般的故事。类似“苹果落地”之类的传说，虽然家喻户晓，未必引人深思。连日来翻检史籍，发现这样两件科学史案例，在常人看来，这两件科学事件相去多年，似乎无甚关联。可是，认真追寻下去，我仿佛隐隐约约看到了“上帝”的影子；它促使我们不断在想：人类究竟能在何种程度上认识神奇的大自然？如果真的存在一个上帝的话，那么究竟是谁能聆听上帝的声音？

这两件科学事件其实都很著名。一是勒维烈通过数学计算，预见到海王星的存在；另一件则是科学巨匠爱因斯坦创立广义相对论。

大家知道，自从1687年牛顿的不朽著作《自然哲学的数学原理》问世以后，牛顿力学便逐渐成为时代精神的代表，从天上诸星运行，到地下潮汐涨落，它都能

中产生很强的磁场；在艇体两侧安装一对电极，使两极间的海水中产生很大的电流。由于磁场和海水中电流的相互作用，海水对艇体产生强大的推力。超导电磁推进系统具有速度快、推进效率高、结构简单(无需转动密封)、易于维修和噪音小等特点，消耗的能量还不到同样吨位其他船舶推进器的一半，因此将大大提高舰艇的生存能力，并使舰艇的航速和续航力倍增，从而大大提高其机动作战能力。据论证，将超导技术用于大型驱逐舰的动力系统，不仅能使舰船的重量减轻、体积减小，而且可使舰船满载时续航燃油减少25%、建造费减少9%。

现在美国已设计出了用高温超导磁铁制作的新型电动机，用以节约大量能源。体积小、容量大的超导储能装置和超导电动机，将会取代目前坦克、汽车上的那些易燃易爆的油箱和内燃机，使军队的武器装备发生划时代的变革。

用超导体制成的超导磁铁无损耗，也可用在卫星

提供统一的物理解释，这个关于物理因果性的理论体系几乎是所向披靡。到了1821年，似乎只有天王星不愿意服从这种因果性的安排，若无其事地在牛顿理论所描述的椭圆轨道上摄动着。

为了解决这种大有颠覆牛顿体系的危机，科学家们不惜重兵，投入到深入的推算当中。德国天文学家贝塞耳提出，在天王星附近，可能有一颗未知的行星干扰着它的运动。然而，要推算并找出这颗不知在哪里的行星，实在不是一件容易的事。它首先需要的，不是科学的能力，而是科学的勇气。从1834年起，历史一次又一次将机遇留给了那些科学名流们，可惜的是他们居然一次次的失之交臂。起先是一位来自肯特郡海斯镇的教区长赫西牧师将类似的想法写信告诉了英国皇家天文学家艾里，这位科学家大概实在没有把一个小小牧师的建议放在眼里，草草回了封信了事，牧师赫西也就因此而放弃了对这个问题的继续研究。1845年10月，剑桥大学毕业的学生亚当斯计算出了引起天王星摄动的行星位置，他的计算结果同样地被送到了艾里的手中，大概是因为亚当斯当时还是个初出茅庐的小伙子，艾里还是没当回事，压根儿就没想用望远镜去探寻一下。1846年8月31日，法国年轻的数学家

上以防止对方粒子束武器的袭击；在飞机、导弹的风洞实验中还能作为悬浮系统来代替传统支架。利用超导体抗磁性制成的超导陀螺仪，将会大大提高飞机的航行精度。

超导体具有诱人的军事应用前景。可以预言，随着高温超导材料的不断问世，在不久的将来，各种类型的超导武器和装备必将在巨大的武器库中占据愈益重要的地位。超导技术也必将引起军事能源构成的重大变革。人们预计，超导技术将成为二十一世纪的战略技术，因而正受到世界各国的高度重视。

值得注意的是，随着对超导体的研究开发不断取得进展，中国在超导研究竞争中的作用越来越被人们强调。中国科学家的努力进取是一个重要的方面，而且，中国有着丰富的稀土资源，这是开发超导材料不可缺少的原料，是一种新的战略资源，世界上80%的稀土资源在中国。