

飞机和导弹的隐身技术浅议

李斌 李玉海

隐身技术实质上是目标特征信号的控制技术,通过各种技术途径控制,实现降低飞机、导弹和其他武器装备所产生的特征信号,使其难以被发现、识别,免于遭受攻击或大大降低被敌人攻击的概率,提高飞机、巡航导弹等武器系统的突防能力、生存能力而发挥作战效能。飞机、导弹等武器的主要特征信号有可见的几何形状信号、机载雷达特征信号、热力学上的红外特征信号、磁特征信号、声频特征信号和电磁辐射等方面的特征信号等。降低和减少这些特征信号主要用设计技术、材料技术、信息技术、电磁场理论和物理、化学中消除或减小声、光、电、热、力学方面所产生的信号特征。

目前除了在总体设计上减少雷达等目标的电磁信号特征、红外辐射特征和几何形状信号特征外,主要选择隐身材料来实现隐身。

减少飞机和导弹的强散射部件

飞机和导弹系统中的雷达、通信、电子战、进气道、尾喷管、座舱、机翼和导航等系统以及各种传感器等都是强散射源,主要是雷达截面(RCS)散射和辐射。目前强散射源部件(主要是RCS)的控制技术有:降低武器系统进气道的RCS主要采用S型或埋入技术相结合的新型结构吸波材料技术,或在发动机前安装挡板控制进气道散射;空射巡航导弹采用背负式进气道;尾喷管主要采用材料或改变外形设计减少散射;飞机座舱或光学传感器窗口采用透明电膜,如锡锡氧化物膜,或用金属镀膜材料减少散射;对机翼和导弹弹翼用涂层或阻抗加载、匹配的结构吸波材料以降低RCS面积。

雷达吸波材料

雷达吸波材料是减少雷达RCS的隐身技术关键。吸波材料主要有涂覆型和结构型吸波材料。

涂覆型吸波材料美国已研制成功一系列铁氧吸波材料用以制作飞机、导弹表面的涂料,如锂-镉氧体、锂-锌所产体、镍-镉氧体和陶瓷铁氧体等;后又研制出一种非铁氧体为基底的涂料,可以使飞机的雷达散射波衰减80%,而重量只有铁质体材料的1/10;还研制出一种“铁球”涂料,它因包含有大量极微小的铁球而得名,其功能是将雷达波能量分散到整个飞机

表面,在飞机蒙皮上产生弱电流,它可使雷达波能量分散,使雷达接收机收不到这种能量,这种铁球吸波涂料已在多种飞机上使用(如SR-71、A-12等);90年代又研制出一种“超黑粉”涂料,可以将该涂料电镀在飞机金属表面,它吸收雷达波能量非常强,可以吸收99%的雷达波;此外还研制出一种等离子体涂料如钋-20、钷-242、铈-90、钋-210等放射性同位素涂料,利用飞行过程中放射出的 α 射线使空气电离而形成包围整个飞机的等离子体层,它不仅吸收无线电波,还可以吸收红外辐射,而且具有吸收频带宽、吸收率高、作用时间长等特点。

结构性吸波材料主要有雷达波层板型、吸波夹层结构和复合材料型。吸波层板结构主要利用新型热塑性和固性树脂及一些陶瓷基材料的介电性能和玻璃纤维、芳纶纤维等具有较高的电磁透射率等材料制作成吸波层板结构,在工艺上用热塑性树脂纺成单丝或复丝,然后与碳纤维、陶瓷纤维编织成各种织物,与同类树脂制成复合材料而构成透波吸波性能好的高强度和高韧性的轻质复合材料,主要用在飞机机身、机翼和导弹壳体上,F-35飞机的结构可能有50%的结构采用这种吸波材料。吸波夹层结构,在夹层结构的夹芯层采用透波和吸波性能好的蜂窝、波纹、角锥或其他类型芯材,在夹芯壁上和夹芯中填充各种吸波介质,反射背衬用碳纤维复合材料。例如美国已成功研制出由7层吸波材料构成的蜂窝结构,这种材料可用于飞机蒙皮、发动机进气道和排气管衬里,还在研制一种瓷磁性夹芯材料,其吸收电磁波能力可达99.2%;高温隐身复合材料主要用氧化铝、硼酸铝、碳化硅和氮化硅纤维制造高温隐身复合材料,目前发展最快的是碳化硅纤维、陶瓷纤维复合材料。

红外隐身材料

主要用隔热吸热涂料、低发射率薄膜和红外迷彩涂料和降温涂料实现隐身,目前有两种途径,一是研制多层复合材料,如将隐身材料与雷达吸波材料



光盘——激光存储技术的应用

艾延宝

光盘是激光技术在信息记录、存储、提取、传输等方面的重要应用，是光电子技术和计算机技术相结合的产物。自70年代诞生以来，由于其高密度、大容量的信息存储优势获得了广泛的关注，其推广和应用日趋活跃，并迅疾形成一个专门的信息产业。

微光存储的基本原理

光盘是利用激光相干性好的特点，将光束聚焦到直径 $1\mu\text{m}$ 以下的焦斑上，使处在该区域内的记录介质受高功率密度光的烧蚀形成小孔，或产生其他改变物质性质的影响。光束受欲存储的信息调制，于是在介质上便记录下这种信息。为了操作方便，记录介质基层都制成圆盘形状，故得名光盘，英文Compact Optical Disk，简称CD。

尽管光盘与普通唱片在形状上十分相似，但其工作原理和内部结构有本质的区别。普通唱片上刻有螺旋形的槽，槽的深浅或横向宽度正比于声音信号的强弱，即受音频信号振幅所调制。它是属于一种模拟调制方式，所记录的信号在幅度和时间上都是连续变化的。光盘则不然，它采用“数字”方式记录信息，通过编码过程将信号编成一系列“0”和“1”的数字代码后，记录到光盘上。

作为光储存方式，已有近百年的发展历史，常见的照相术就是最早的光存储技术，无论是胶片感光灵敏度、分辨率、色彩，还是照相仪器，都取得

了长足的进步，不仅能拍摄静止景物，还能通过电影、电视将活动图像记录和再现。然而，包括全息照相在内的照相术，都属于模拟光存储范畴，它在存储容量、存储密度及传输速率等方面都受到一定限制。随着信息社会的发展，特别是激光的出现和计算机的日益普及，数字光储技术开始兴起，数字光盘的诞生成为存储技术的一项重大突破。

一般说来，语言、音乐、图像等信号都是模拟电信号，其值随时间连续变化，为转换成数字信号，需依次通过取样、量化和编码过程。所谓取样是指每隔一定时间间隔对所传的信号幅度做出测量，使时间上连续变化的模拟信号变成间断变化的脉冲信号。取样的频率取决于所要传信号的最高频率，一般要求不低于信号最高频率的两倍。例如，若声道最高频率为 22kHz ，则取样频率应大于 44kHz ，意即至少每隔 $22.7\mu\text{s}$ 应进行一次采样。经取样获得的脉冲信号还不是数字信号，因为其幅度仍然是连续变化的。再进行量化处理，即用一个等分的尺子去量脉冲幅度的大小，将所测到数值取整后再进行二进制编码，最后得到各取样值的数字编码信号。显然，量化时等分得越细，编码位数越多，就越能反映取样脉冲信号幅度的真实值。例如，采用16位的二进制编码，则量化处理时等分的数目为 $2^{16}=65536$ 。

衬底结合或者将金属超细粉末与金属薄膜多层结构混合，可以制成兼顾红外、雷达波的吸波材料；二是新型功能材料，利用有机聚合物研制具有吸波性的电致变色材料。美国空军在F-117、F-22战斗机上涂覆的隐身材料不仅可以在宽带范围内吸收雷达波，而且可以使飞机表面的红外辐射下降60%—70%。美国研制的放射性等离子体和半导体涂料，不仅可以对雷达波的吸收频带宽、反射衰减高，而且可以吸收红外和声波信号。美国还在研制纳米薄膜隐身材料，纳米薄膜可在很宽频谱范围内对光和电磁波的辐射具有非常好的吸收性能，例如用氮化硅、碳化硅、氧化铝和氧化锌纳米薄膜，可对红外光、雷达波具有宽频带的吸收能力，在2010年以后可用于飞机、

航天器、卫星和导弹等武器装备的隐身。

目前美国已在B-2轰炸机、F-117N、F-22、F/A-18E/F、F-35、各种直升机以及“联合防区外发射空地巡航导弹”(JASSM)、AGM-137巡航导弹、AGM-129、“联合防区外发射武器”JSOW(AGM-154)导弹等均采用了隐身技术。由于探测系统到2010年前后高度发达，届时没有隐身能力的飞机和导弹将失去作战能力。

预计到2020年前后，纳米隐身材料、智能隐身材料将广泛应用于各种飞机和导弹上。而且智能隐身武器将能够实现自检测、自监控、自修复、自校正、自适应，使飞机和导弹系统真正实现自动化、智能化隐身。

(江苏徐州空军后勤学院二系 221000)

现代物理知识