

战术车辆的迷彩涂装伪装技术

- 中国第一汽车集团公司技术中心 周胜蓝 高成勇 王纳新
- 中国第一汽车集团公司规划部 于清翠
- 中国人民解放军驻第一汽车集团公司军事代表室 李孟华
- 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所 王希军

战术车辆在执行任务中会面临不同的季节、环境、地貌和地况等诸多复杂的情况，迷彩涂装伪装的根本法则和目的是使战术车辆与不同的环境和地貌的颜色差别达到最低限度，从而满足其隐蔽性要求。具体而言，就是应根据具体的环境特点来决定所使用涂料的红外特性、颜色轻重、色种搭配和迷彩斑点大小等问题，如迷彩斑点图形要呈不规则状、背光及阴影部分必须采用亮斑点等；注意南方和北方对迷彩伪装有不同的要求——同是冬季，北方要以冰雪的白色为主色，而南方则主要还是绿色，等等。

1 战术军车的伪装形式

多色仿造迷彩通常在复杂背景上使用，目标表面模仿背景的斑点图案，并使目标上的斑点成为背景

斑点图案的延续部分，与自然背景的斑点融为一体（参见图1）。仿造迷彩主要适用于固定目标，也可



图1 德国奔驰中型战术车

用于在某处停留时间较长的活动目标。变形迷彩是多色迷彩的一种，既适用于活动目标，又可用于固定目标，是使用最广泛的一种迷彩伪装技术（参见图2）。数码迷彩是对典型和特殊的军需战况图案的主要色素进行矩形密集分割，在此基础上，制作由小斑点和小面积非规则图像构成的分割涂层（参见图3）。



图2 德国SX MEN中型战术车

2 战术军车面对的侦察设备及伪装难点

一般侦察设备的工作波段范围为：紫外波段的波长主要为 $0.30\sim 0.38\ \mu\text{m}$ ，可见光和近红外波段波长为 $0.38\sim 0.76\ \mu\text{m}$ 和 $0.76\sim 1.2\ \mu\text{m}$ ，热红外波段的工作波长为 $3\sim 5\ \mu\text{m}$ 和 $8\sim 12\ \mu\text{m}$ 。

红外探测器的工作原理是通过探测目标和背景之间的红外辐射率之差来感知目标的存在，其工作波段

要达到 $1\ 500\ \text{MPa}$ ，伸长率要超过6%，硬度达到45 HRC以上。

图7为上述开发的两款加强梁的典型金相组织。图8为典型的工程应力-应变曲线。这两款加强梁的屈服强度达到 $1\ 000\ \text{MPa}$ ，抗拉强度超过 $1\ 500\ \text{MPa}$ ，硬度达到46 HRC以上，马氏体均匀转换率达到95%以上，伸长率达到8%左右，达到了高

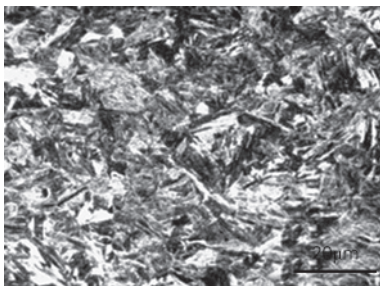


图7 试样的典型微观组织
强度钢板热成形产品的性能要求。

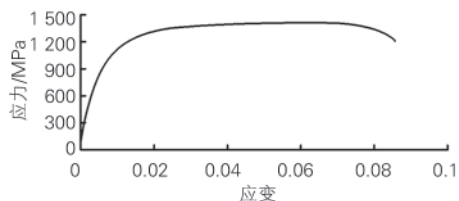


图8 22MnB5热成形件典型的工程应力-应变曲线

基金项目：国家自然科学基金重点项目（No.10932003）资助。AT&M

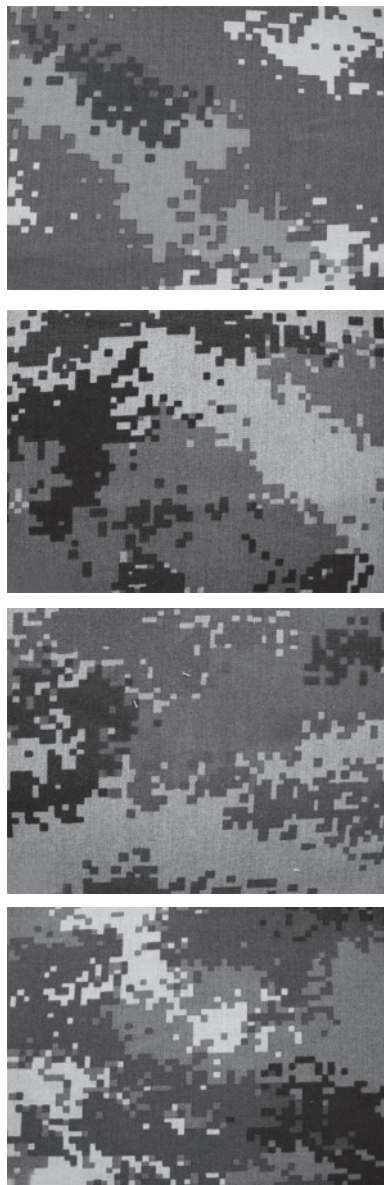


图3 几种数码迷彩伪装图案

为 $3\sim 5\ \mu\text{m}$ 和 $8\sim 12\ \mu\text{m}$ ，对战术车辆来说， $8\sim 12\ \mu\text{m}$ 红外热像仪是主要威胁。目前最主要的红外探测器主要是通过景物各部分的温度差形成可见的辐射热图像，这种辐射热图像再现了景物各部分的辐射起伏，因而显示出景物的特征。人眼是看不到红外辐射的，但热像仪却能透过尘埃和雾霭，在 $2\sim 3\ \text{km}$ 甚至更远的距离范围内接受到红外辐射，且能全天候在战场上工作，也不会像微光夜视仪那样由于强闪光和炸弹硝烟而产生迷雾效应。更重要的

是，热像仪能够透过伪装探测出隐蔽的军事目标，甚至能识别出刚离去的飞机、坦克和装甲车辆等所留下的热痕轮廓。高性能的热像仪还能在几个小时或者更长时间之前敌方驻过的营地中确定出战术车辆的位置，因为这些位置的红外辐射特性与周围其他部位是不同的。

实现红外隐身的主要途径是使用具有不同发射率的红外迷彩涂料，通过涂层的不同发射率，对目标外形进行有效的红外图像分割，尽可能地缩小被探测物体与背景之间的表现温度或发射率的差异，达到使目标与背景相融合的目的。由Planck公式和Stefan-Boltzmann定律等热辐射的基本规律可知，目标的红外特征主要是由目标材料的表面温度和发射率所决定的。车辆往往和背景之间存在热惯性的差异，随着环境和热源的变化，车辆和背景的温度都会发生变化。对于热惯性大于环境背景的中型战术车而言，日出以后，其表面温度通常比环境背景温度低，而在日落以后，车辆的表面温度反而高于环境背景，这使车辆的温度很难和背景融为一体，带来车辆红外特征抑制的难题；另外，车辆的动力部位（如发动机和排气管等）处于较高温度状态，伪装涂料无法掩盖其高温特征，遮障热屏蔽和热迷彩的难度加大。基于以上原因，机动目标的周围环境和背景处于时刻变化状态，常规的、针对特定环境和背景的红外伪装技术和器材不能确保被保护的机动目标在全时刻和全天候的伪装效果，即对机动目标而言，传统的红外迷彩和隔热技术很难达到好的红外伪装效果，必须采用其他方法进行伪装。

3 战术军车用伪装涂料

除了伪装图案的设计及伪装涂料的施工工艺外，用什么样的涂料来绘制迷彩图案同样是决定伪装能否取得成功的重要因素。据某部队反映，传统迷彩伪装涂料存在以下一些不足：**a.**附着力不高，易出现开裂、翘皮和分层脱落现象；**b.**抗压和耐磨性能不好，难以承受大负荷装备的反复碾压；**c.**抗紫外线能力不强，易褪色；**d.**耐酸碱能力不强。由此导致迷彩涂料在使用很短时间后就需要重新涂刷，既浪费人力物力，又容易暴露重要目标。国内早期伪装涂料是硝基伪装磁漆，在20世纪70年代末研制出了过氯乙烯迷彩涂料，该涂料目前仍是陆军地面装备上使用的主要漆种。这种涂料是针对内陆气候设计的，过氯乙烯树脂在紫外线照射下易分解。自然环境老化试验表明，该迷彩漆在漠河户外贮存5年无变化，而在海南贮存6个月（有的甚至3个月）就开始起泡、生锈、脱落，涂膜性能不能满足我国东南沿海紫外照射强的“三高”地域（高温、高湿、高盐分）的使用要求。近几年来，国内不少军工单位都在开发聚氨酯迷彩漆，但因工艺及涂装设备的局限性，还未见到这类新产品在现役武器装备上大面积推广应用的报道。

目前，国内红外隐身涂料的研制主要采取两种技术途径，即树脂的研制和低发射率颜料的研制，利用树脂不含有吸收 $8\sim 12\ \mu\text{m}$ 红外线的基团来实现涂料本身的红外低辐射特性。

伪装涂料技术的严格保密制度使得各国的真实研制情况很少有具体披露，在光学伪装波段，国外已设计定型了很多产品。国外早期典型的涂料产品有美国的醇酸型伪装瓷

漆、英国的自干型无光泽伪装涂料、法国的F1伪装漆、瑞典的C5-350伪装涂料以及水性的伪装乳胶漆等。随着材料技术的发展,美国、英国和加拿大等国家在20世纪80年代后期又相继研发了耐化学战剂的脂肪族聚氨酯伪装涂料。这种伪装涂料依托迷彩伪装技术的发展,对伪装颜色的种类、色度坐标及可见光、近红外亮度因数提出了更合理的分类和要求,不仅提高了伪装性能,而且涂料的力学性能和使用性能也大有提高,可以满足防止毒剂渗透的要求,且伪装涂层表面的毒剂易于清洗,代表了当今光学迷彩伪装涂料的先进水平,美国Hentzen化学涂料公司生产的耐化学战剂脂肪族聚氨酯涂料是其中具有代表性的产品。

目前,伪装涂料科研工作的重点在于,研制在可见光、3~5 μm 及8~12 μm 两个红外波段多频谱兼容,涂层防护功能多样化、颜色可调、发射率可调,涂层耐候性、施工性能及防护性能优良的涂料。涂层发射率应可变,通过采用新型树脂(包括对热红外具有高透明性或高反射性的聚合物)和颜料来实现。此外,还要加快以下研究工作的进度, a.在现有原材料的基础上,掌握在较大范围内自由调控发射率的配方技术,以满足兼容可见光和红外伪装的使用需求; b.研制低发射率的薄膜以及隔热材料、相变材料、树脂基复合材料等用于热隐身; c.降低

材料的光学性能对表面污染敏感性的研究; d.研制多频段兼容性好、结构简单、轻便坚固的涂料; e.完善热隐身涂层的性能测评系统。

4 红外伪装涂层伪装性能的影响因素

涂层发射率不仅与原漆性能有关,而且还与成膜后涂层的表面状态有关。具体来说,涂层的辐射特性与其透过性、反射性、表面粗糙度以及环境的温/湿度、基底涂层等因素有密切关系。在特定条件下,这些因素甚至会对涂层的发射率有非常重要的影响。

4.1 涂层厚度

涂层厚度对红外光谱的强度和分辨率有影响。涂层的红外发射性能主要受最外层红外伪装涂层(厚度40 μm 左右为最佳)的影响:当厚度为15 μm 左右时,涂层发射率与底涂层表面粗糙度有关;当厚度大于80 μm 时,对红外涂层发射率的影响较小。

4.2 底涂层

红外伪装涂料是涂覆在面漆上。为准确研究各种红外辐射涂料的发射特性,必须考虑底涂层对最终漆膜发射特性的影响。资料表明,复合底涂层的厚度对红外发射率有明显影响。

4.3 温度

金属的发射率较低,并随温度上升而增加,若金属表面形成氧化层,则发射率可以成十倍或更大倍数的增加;非金属的发射率较高,

在 $T < 350 \text{ K}$ 时一般超过0.8,并随温度的上升而减小。

对于掺杂型涂料而言,由于杂质离子的进入,破坏了部分正常晶格的平移对称性,因此将产生以杂质离子或缺陷为中心的局域振动模式;此外,杂质能级处于禁带之内,容易发生跃迁,增加自由载流子的浓度。在受热条件下,这些自由载流子的带内跃迁或电子从杂质能级到导带之间的直接跃迁都将产生强能量的辐射。这些因素使得掺杂型涂料的红外辐射谱在很大程度上不同于单纯材料的辐射谱,一般表现为轻杂质成分的加入使涂料的辐射波段向短波方向移动;重杂质成分的加入则使涂料的辐射波段向长波方向移动。当有选择地加入多种杂质离子时,涂料的辐射波段可变宽,辐射强度会增大。

4.4 红外伪装涂料细度

涂料颗粒粒径应小于热红外波长、大于近红外波长,这是涂料配方设计中的一个重要依据。只有这样,颜料、填料才会既有良好的热红外透明性,又有一定的可见光和近红外反射能力。

4.5 其他因素

红外伪装涂层表面的灰尘、油污和水分都能影响涂层的光学性能,使涂层的发射率提高。另外,制造伪装涂料的原材料中所含的杂质和水分对涂层的红外性能也有明显影响。AT&M

欢迎订购EEC指令(中英文对照版)

为了满足目前我国汽车行业对国外汽车法规了解和掌握的迫切需要,国家汽车质量监督检验中心(长春)与莱茵技术(上海)有限公司北京办事处合作组织汽车行业专业人士翻译了最新EEC指令,并委托《汽车文摘》杂志编辑出版。全套EEC指令共计58本,并附光盘一张,为中英文逐页对照形式,便于使用。

该EEC指令由《汽车文摘》杂志编辑部负责向汽车行业各企业推广销售,价格为7500元/套,欢迎各企业来电咨询购买。

联系人:杜女士 电话:0431-85789859 传真:0431-85789810 E-mail:dlly_qy@163.com