

作战标号颜色与几何视觉编码融合显示技术

周笑语

(华北计算技术研究所, 北京 100083)

摘要: 针对作战装备及野外战场环境的信息呈现, 基于作战标号颜色与几何视觉编码的融合显示技术, 提出一种对颜色军事语义通过几何辅助进行强化表征的方法, 采用贝塞尔曲线对作战标号进行视觉优化处理; 设计了“矩形+贝塞尔曲线”的融合显示样式, 对作战标号的可视化方式进行研究, 使显示样式具有较好的光滑性、视觉分离等效果; 增强了作战标号的军事表达能力与人机交互功能, 该设计能较好地提升战场态势的信息呈现水平。

关键词: 作战标号; 颜色军事语义; 几何辅助; 视觉编码; 贝塞尔曲线; 人机交互

Fusion Display Technology of Combat Symbol Colors and Geometric Visual Coding

ZHOU Xiaoyu

(The North China Institute of Computing Technology, Beijing 100083, China)

Abstract: Aiming at the information presentations of combat equipment and field battlefield environment, based on the fusion display technology of combat mark colors and geometric visual coding, a method for strengthening the representation of color military semantics through geometric assistance is proposed, and the Bezier curve is used to visually optimize the combat markers. A fusion display style of the rectangle and Bezier curve is designed, and the visualization method of the combat designation is studied, so that the display style has the effects of good smoothness, visual separation. The military expression ability and human-computer interaction function of the combat symbols are enhanced, and the design can better improve the information presentation level of the battlefield situation.

Keywords: combat symbols; color military semantics; geometric aids; visual coding; bezier curves; human-computer interaction

0 引言

现代化战争瞬息万变, 牵一发而动全身, 作战标号作为一种专用的军事图形语言, 是对各方作战部队、武器平台、指挥机构、军事活动和战场环境的抽象化表达^[1]。军事信息通过作战标号进行表述, 能形象直观地反映战场环境、状态及其发展变化趋势, 提供战场态势信息的显示及共享。

在各国作战标号标准中, 均规定采用不同颜色的作战标号区分敌、我、友等作战角色, 颜色所携带的视觉编码信息为作战标号增加了军事语义。在目前的作战体系中, 数字化单兵手持终端^[2]、武器装备小型显示器等设备大量普及, 但因受功耗大的约束, 许多情况下无法使用彩色显示, 经常使用黑白显示模式, 在黑白模式下作战标号的颜色军事语义表达失效, 识别标号十分困难; 在野外作战环境下, 由于外界光线的影响、电子地图相近颜色的干扰^[3], 即使能够彩色显示, 也削弱了彩色变量带给视觉的差异感, 不易辨识带有颜色军事语义的作战标号; 而且, 传统的标号选中矩形框没有军事语义, 需要加强视觉编码使标号携

带丰富的军事信息, 实现标绘层面的人机交互。因此, 仅依靠颜色表征军事作战中的各方, 对于实际作战应用不利, 一定程度上阻碍了装备的信息呈现, 需要研究颜色语义的视觉强化解决方案。

本文提出了一种对颜色军事语义通过辅助几何形状进行强化的表征方法, 针对装备及野外作战环境等应用场景, 对作战标号的颜色军事语义给出了新型的辅助几何对象设计, 可支撑作战指挥系统的信息化建设。

1 作战标号颜色语义的几何替代表征方法

1.1 不同作战标号标准体系中颜色军事语义描述

现代战争胜利的关键需要复杂且精准的战场态势信息作为支撑。作战标号承载着重要的军事信息, 作为军事作战要图中不可或缺的元素, 作战标号的发展逐渐成熟, 各国根据各自军事标图需求规定了形制各异的军队标号标准, 相同图形符号在不同国家标准下所描述的军事语义也会有所不同。其中, 颜色这一属性在不同的作战标号标准体系中均有不同描述。

我军相关规定指出, 军队标号通常使用红色、粉红色、

收稿日期: 2023-03-03; 修回日期: 2023-03-09。

基金项目: 省部级军方基金项目-基础加强重点专项计划(2020JCJQZD01412)。

作者简介: 周笑语(1998-), 女, 河南洛阳人, 硕士研究生, 主要从事战场态势可视化、图形标绘技术方向的研究。

引用格式: 周笑语. 作战标号颜色与几何视觉编码融合显示技术[J]. 计算机测量与控制, 2023, 31(5): 260-264, 270.

黑色、蓝色和绿色，需要时，可以加衬黄色或其他颜色。主要规则如下：我军情况的队标用红色、队号用黑色；友军情况的队标用粉红色，队号用黑色；敌军情况的队标和队号均使用蓝色；不明国籍或中立国（地区）情况的队标和队号均使用绿色。美军关于通用作战符号的研究起步早，且系统全面。美军的作战符号标准体系 2014 版 MIL-STD-2525D^[4]中，对作战标号颜色进行其它表达的说明（矩形、棱形、梅花等），其中主要规定敌方情况的队标用红色，友方情况的队标用蓝色，中立方的队标使用绿色，而未知方的队标使用黄色。北约^[5]等基本采用的是基于美军的作战标号标准体系。

综合上述，我军与外军的颜色军事语义的差异明显，在我军颁发的相关作战标图标准中，没有考虑黑白显示模式下颜色军事语义的等价显示方法，目前研究处于空白，美军的作战标号标准体系在几何形状上面已有设计，主要侧重空间位置的表达，在作战角色的区分上也有几何辅助的手段，如基本图元和简单曲线，与我军所代表的军事语义相重叠，与本文侧重的几何辅助对象设计思路有所不同。在上述各国的作战标号标准体系中，颜色具有特定的军事语义表达效果，是一种表征作战信息的重要视觉编码手段，因此，颜色的视觉强化设计在作战态势显示中处于重要地位。

1.2 颜色军事语义与辅助几何对象的逻辑映射设计

在如今的军事作战领域，作战标号如何能够为标图作业提供有效信息，态势可视化效果如何呈现是作战人员关注的核心要点。信息可视化表达的通道取决于视觉编码的呈现手段，从视觉编码的概念出发理解战场态势信息呈现的过程，即将处理后的态势数据信息映射成可视化元素，且同一数据集映射后可能对应多种视觉呈现形式^[6]。最终处理的结果可以理解为一组图形元素的组合，这些图形元素携带了被编码的态势信息，当作战人员从这些图形元素中读取信息时，即作战人员解码了一些态势信息，变更好的理解与掌握了态势情况。借鉴视觉编码的原理，设计作战符号的呈现形式使思路更加清晰，能更加准确、高效地传达军事作战信息。

《图形符号学》一书中曾提出了 7 个图形符号，包括位置、大小、数值、纹理、颜色、方向和形状及其与信息的一一对应关系。对这些图形符号进行处理，映射到点、线、面等基本图元之后，可以组合、演变、生成 21 种编码方式可用的视觉通道^[7]，这些视觉通道在一定程度上影响了用户读图的视觉认知。而在作战符号的态势呈现中，仅仅依靠颜色区分作战角色的设计显然应用场景比较受限。由此，针对我军作战标号中几何增强设计较为缺乏的问题，本文提出了一种新的设计思路，即对作战符号的颜色视觉编码，再辅助几何形状视觉编码，通过增加视觉通道，利用颜色空间与几何空间的双重表征，实现辅助几何对象强化标号颜色军事语义的目标。

在我军的作战标号中，已经存在如矩形（指挥所等）、

菱形（坦克等）、圆形（士兵等）等几何形状，所以，如果仅用单一的基础图元（圆、矩形等）作为辅助几何元素，与我军的多种作战标号在标绘时造成视觉混淆。因此，本文设计了“矩形+贝塞尔曲线”融合显示样式，基于几何辅助的构造方法对作战角色的各方进行标号重塑与加强^[8]，并对生成的作战标号军事信息进行表征，能够很好地解决现有设备中单纯依靠颜色军事语义辨别作战信息的问题，这种设计的优点体现在 3 个方面。

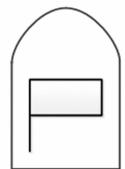
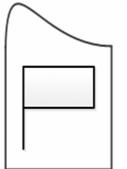
1) 差异化：视觉认知方式是一个多维度的信息转化过程。数据显示信息与用户发生视觉刺激行为时，用户读取的信息持续发生转化，最终形成视觉刺激反应^[9]。贝塞尔曲线的加入，使得设计的辅助几何形状能较好地与已有的标号进行良好的视觉分离，从而影响作战人员对标号的视觉认知；

2) 视觉效果：通过位移调整曲线的控制节点可以任意设计贝塞尔曲线的形态，通过设置参数调整贝塞尔曲线的光滑程度，利用曲线的光滑性^[10]，可保证具有较好的视觉效果；

3) 军事语义：在设计新的标号时需着重考虑标号的军事语义，在原有标号的颜色语义基础上，将曲线形态同样赋予军事信息。例如作战标号中的红色标号，几何辅助设计为上凸曲线边框，形状饱满，突出军事作战中以我方为主导的必胜理念；粉色的标号设计为左凸右平曲线边框，较好地体现了作战友方对我方友好的偏向意图；蓝色的标号呈现出尖锐突出的曲线边框，凸显了敌方的危险性，造成视觉感官上的强烈冲击；绿色的标号设计为较低的对称平缓曲线边框，表达了未知方或中立方无危险性及没有偏向性的军事语义。

具体设计思路和呈现效果如表 1 中所示。

表 1 颜色军事语义与辅助几何对象的逻辑映射表

军事语义	我方	友方	敌方	未知方或中立方
规定颜色	红色	粉色	蓝色	绿色
映射几何形状				

上面示意图中内部为作战标号指挥所，本文的设计思路均以指挥所的设计为例，其他标号的设计方法参照指挥所，外部黑色的封闭几何曲线为与该颜色对应的辅助几何对象。

2 总体设计

传统的作战标号虽然具有矩形选中框，但没有任何军事语义，本文中设计的包围曲线从军事语义角度增强了人机交互功能。贝塞尔曲线作为一种基本的曲线绘制方法，在计算机图形学中有广泛的应用。贝塞尔曲线插值因具

有多种利于曲线设计的优良特性而成为计算机辅助几何设计的重要方法之一^[11]。本文从作战中的各参战方出发,从几何角度和算法实现两个方面对“矩形+贝塞尔曲线”的融合显示设计进行深入阐述,充分体现了贝塞尔曲线的几何不变性、对称性、凸包性、变差缩减性、光滑性和保凸性等显著优点。

2.1 几何设计方法

2.1.1 贝塞尔曲线

贝塞尔曲线 (Bézier curve) 是一种数学曲线,一般可应用于二维图形应用程序^[12]。这一曲线通常是计算机图形图像研究的基本工具,是经典的曲线逼近方法。贝塞尔曲线常用的是二次贝塞尔曲线和三次贝塞尔曲线,本文曲线的绘制主要用到三次贝塞尔曲线。

三次贝塞尔曲线结合了插值和近似,在不改变多项式基函数类型、不增大多项式基函数次数的双项前提下,对贝塞尔曲线的顶点引入了参数,这些顶点控制多边形,并将其与基函数进行线性组合,从而构造出新的含参数的扩展基,各点前面的多项式是点的权重,也可以看成是多项式的基。起点和终点在曲线上,中间两个点是近似的。 P_0 处的切线过 P_1 , P_2 处的切线过 P_3 。 P_0 、 P_1 、 P_2 、 P_3 四个点在平面或在三维空间定义了三次贝塞尔曲线^[13]。曲线起始于 P_0 点,走向 P_3 ,并从 P_1 的方向来到 P_2 。一般不会经过 P_1 或 P_2 ;这两个点只是提供趋势和方向信息。三次贝塞尔曲线的示意如图 1 所示。

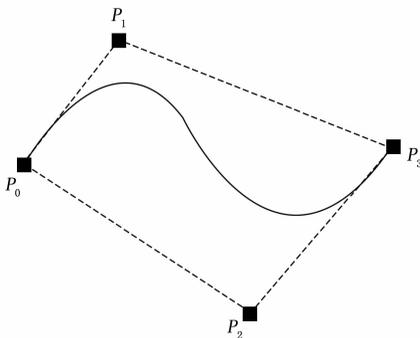


图 1 三次贝塞尔曲线控制点分布示意图

插值曲线的参数形式:

$$B(t) = P_0(1-t)^3 + 3P_1t(1-t)^2 + 3P_2t^2(1-t) + P_3t^3, t \in [0,1]$$

2.1.2 作战各方的贝塞尔曲线设计

在几何辅助设计下,作战各方的作战标号均采用“矩形+贝塞尔曲线”的融合绘制方式。新的组合标号整体分为两个部分,包括原有颜色语义标号和外层曲线包络。其中,矩形框部分为与各个作战方对应的几何辅助对象,取自作战标号的矩形包围盒,再将标号矩形包围盒向外扩大 10%,然后再去掉上边框;标号上方的贝塞尔曲线主要是通过不同的布局来控制处理曲线的走向,进而调整曲线形状。各作战方标号对应的几何辅助对象的详细绘制方法如下。

1) 红色 (我方) 标号贝塞尔曲线设计:

首先,我方作战标号使用红色,贝塞尔曲线的设计采用凸出、饱满的曲线线型,绘制方法如图 2 所示。过 AB 的水平线为 H_1 ,过中点 O 做垂直平分线 OM ,取 OM 上的 C 点, OC 的长度为 AB 长度的 $1/2$,过 C 点作与 H_1 平行的直线 H_2 ,在 C 点左右两侧取 P_2 、 P_3 两点,使 $CP_2=CP_3$,长度为 AB 长度的 $1/6$ 。在点 A 的上方取 P_1 ,在点 B 的上方取 P_4 ,使 $AP_1=BP_4=CP_2=CP_3$ 。整个曲线的形状分为两段,曲线 AC 采用三次贝塞尔曲线插值,通过 A 、 P_1 、 P_2 、 C 四个控制点使曲线逼近成下图形状;曲线 CB 同样采用三次贝塞尔曲线插值,通过 C 、 P_3 、 P_4 、 B 四个控制点使曲线逼近成下图形状。

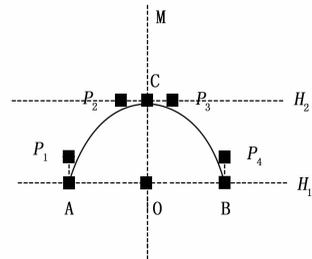


图 2 红色 (我方) 贝塞尔曲线控制点分布示意图

2) 粉色 (友方) 标号贝塞尔曲线设计:

军事作战中,友方作战标号规定为粉色,在颜色语义的支撑下,设计几何辅助曲线形状为上方为左侧凸起右侧下滑形态,具体绘制方法如图 3 所示,过 AB 的水平线为 H_1 ,过中点 O 做垂直平分线 OM ,作与 H_1 平行的直线 H_2 ,其高度为 AB 长度的 $1/2$ 。在 H_2 上取 C 点,点 C 的位置在与过 A 的垂线的距离为 AB 长度的 $1/6$ 处。沿直线 CB 方向,在点 C 的左右两侧取 P_2 、 P_3 两点,使 $CP_2=CP_3$,为 AB 长度的 $1/6$ 。在点 A 的上方取 P_1 , AP_1 长度为 AB 长度的 $1/6$ 。在点 B 的左侧取 P_4 , BP_4 长度为 AB 长度的 $1/2$ 。整个曲线的形状同样分为两段,曲线 AC 采用三次贝塞尔曲线插值,通过 A 、 P_1 、 P_2 、 C 四个控制点使曲线呈凸形;曲线 CB 同样采用三次贝塞尔曲线插值,通过 C 、 P_3 、 P_4 、 B 四个控制点使曲线逼近成下图形状。

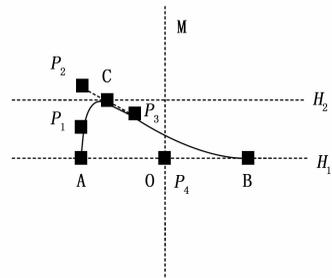


图 3 粉色 (友方) 贝塞尔曲线控制点分布示意图

3) 蓝色 (敌方) 贝塞尔曲线设计:

敌方的作战标号通常为蓝色,蓝色的标号映射几何形状为尖锐突出的曲线,要突出对我方作战的危险性,要求视觉效果带来的冲击显著,所以设计为上方曲线中间凸

出,具体绘制方法如图4所示。过 AB 的水平线为 H_1 ,过中点 O 做垂直平分线 OM ,取 OM 上的 C 点, OC 的长度为 AB 长度的 $1/2$,过 C 点作与 H_1 平行的直线 H_2 ,在 C 点左右两侧取 P_2 、 P_3 两点,使 $CP_2=CP_3$,长度为 AB 长度的 $1/6$ 。在点 A 的右侧取 P_1 ,在点 B 的左侧取 P_4 ,使 $AP_1=BP_4$,为 AO 长度的 $2/3$ 。同样,整个曲线的形状分为两段,曲线 AC 采用三次贝塞尔曲线插值,通过 A 、 P_1 、 P_2 、 C 四个控制点使控制左侧曲线;曲线 CB 同样采用三次贝塞尔曲线插值,通过 C 、 P_3 、 P_4 、 B 四个控制点控制右侧形状。

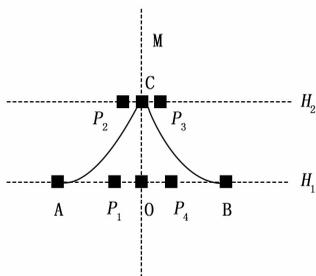


图4 蓝色(敌方)贝塞尔曲线控制点分布示意图

4) 绿色(未知或中立方)贝塞尔曲线设计:

作战中的未知方和中立方被规定为绿色的标号,映射的几何形状需要针对军事语义进行设计,较低的对称平缓曲线边框,体现了作战角色的中立态度及对战场态势的无偏向性,具体绘制方法如图5所示,过 AB 的水平线为 H_1 ,过中点 O 做垂直平分线 OM ,取 OM 上的 C 点, OC 的长度为 AB 长度的 $1/6$,过 C 点作与 H_1 平行的直线 H_2 ,在 C 点左右两侧取 P_2 、 P_3 两点,使 $CP_2=CP_3$,长度为 AB 长度的 $1/4$ 。点 A 的上方取 P_1 ,在点 B 的上方取 P_4 ,使 $AP_1=BP_4$,为 AB 长度的 $1/6$ 。同样,整个曲线的形状分为两段,曲线 AC 采用三次贝塞尔曲线插值,通过 A 、 P_1 、 P_2 、 C 四个控制点使控制左侧曲线;曲线 CB 同样采用三次贝塞尔曲线插值,通过 C 、 P_3 、 P_4 、 B 四个控制点控制右侧形状。

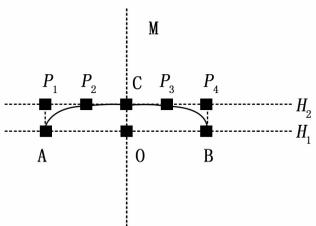


图5 绿色(未知或中立方)贝塞尔曲线控制点分布示意图

以上几何辅助对象的曲线绘制,利用“矩形+贝塞尔曲线”的融合显示设计方法,对于作战标号的几何强化表达具有十分重要的意义。首先,在颜色军事语义的辅助几何对象强化表征设计层面,可为各类终端设备显示提供关键的颜色军事语义增强表达,极大推进装备级态势信息显示技术;其次,在人文设计层面,颜色语义的几何增强表达设计思路,可为世界上的色弱人士提供颜色视觉增强设

计^[14],具有较为广泛的社会价值;在人机交互方面,可以加强作战人员读图与标绘过程中的视觉感受,为指挥作战领域提供了一种新的思路。

2.2 作战标号颜色语义的几何强化表征绘制流程

基于上述相关设计与研究,下面给出由标号到生成辅助几何对象的完整流程。作战符号颜色语义的几何强化表征处理流程分为七步,如图6所示。

1) 计算标号的矩形AABB包围盒^[15]:AABB构造比较简单,存储空间小,具有相交测试的简单性及较好的紧密性,因此从几何逻辑映射角度出发确定包围盒策略,并根据几何特征构造对应的AABB包围盒;

2) 扩展包围盒10%:再将标号矩形包围盒向外扩大10%,矩形包围盒的外扩可以造成良好的分离效果,与原始作战标号形成几何与视觉上的分离;

3) 绘制下部折线:依据扩展的矩形,绘制包围盒的左、底、右三边;

4) 绘制上部贝塞尔曲线:依据扩展的矩形,及标号的军事语义,敌、我、友等各个作战角色等,基于前文所述的几何辅助设计,通过将贝塞尔插值算法封装,求控制点位置,提供接口函数,绘制与之对应的上部贝塞尔曲线;

5) 曲线优化与生成:控制起始点、终止点和中间点来拟合首段曲线,以首段末点为起点保证位置和斜率一致^[16]。拟合第二段曲线,需要对单段的贝塞尔曲线进行局部有效控制,在曲线绘制过程中对曲线进行光滑处理,实现绘制过程的优化。保证下部折线及上部曲线在连接处的连贯性与吻合度,可绘制出一条完整光滑的封闭曲线;

6) 视觉融合显示:为强化标号与辅助几何对象的整体性,可将封闭的辅助几何对象进行颜色半透明填充,填充颜色采用标号的颜色,透明度采用30%~50%^[17],填充色优先绘制,标号绘制在上面,保证不被遮挡。而且,通过填充颜色,可将标号与背景进行良好的视觉分离,可实现标号的突出显示。

7) 交互测试:绘制生成的曲线组合生成新的作战标号,需要设置颜色、线型、线宽、角度、是否填充等多种可更改属性,并将其保存到相应的容器中^[18]。为了增加用户使用的舒适度,符合用户的读图习惯,需要对生成的作战标号进行多次试验与测试,使得在绘制不同曲线的时候以达到更好的显示效果,同时保证军事信息的准确性。

为了快速展现态势信息,提高计算能力与绘制效率,可进行绘制底层接口封装的可视化处理。整个绘制处理流程通过对贝塞尔曲线控制点的不同布局,生成4种特定的光滑曲线,这些曲线形状对应了不同颜色的军事语义,与美军作战符号颜色的几何辅助设计相比,这些新型的几何形状更加适合我军作战人员的认知习惯^[19],形象性强,简洁易记。

2.3 融合显示效果图

4种曲线设计的显示效果采用地理信息系统及标绘软件进行可视化处理。模拟的过程是在没有彩色显示模式下,

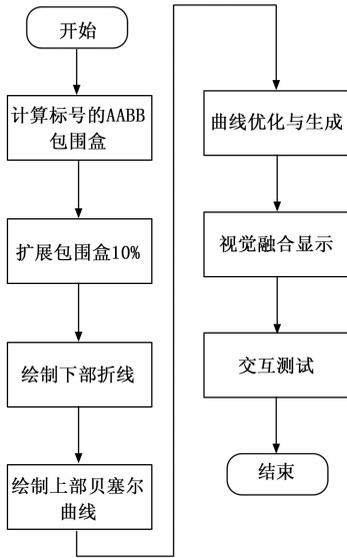


图 6 作战标号颜色语义的几何强化表征流程图

以地形图作为底部显示图层，以作战指挥所作为引例的设计效果。几何辅助下的作战标号使得标绘人员关注态势变化，可较好地突显各军事参战方，传达军事作战信息，在颜色军事语义削弱的情況下，为作战读图和战场指挥做好了强化保障。各作战标号设计的显示效果如文末图 8 所示。

3 实验验证分析

本文将系统部署到 XX 基地工作现场进行联试环境下的实验验证。在我方及敌方的各类态势主题下，对新设计标号的显示样式进行接入和管理，利用黑盒测试的方法对绘制处理效果以及态势可视化优化等模块进行实验验证，并结合现场态势数据进行了图形绘制样式的改善，达到了预期的结果，从时间、数量等两个指标出发，验证了新标号的快速显示、在各应用场景下的应用显示以及军事表达能力，如表 2 所示^[20]。

表 2 实验性能测试

测试步骤	预期结果	测试结果
小型装备标号的显示	在 0.7 s 以内	与预期一致
手持终端标号的显示	在 0.7 s 以内	与预期一致
眼动识别要素时间	在 0.7 s 以内	与预期一致
眼动识别要素个数	在 3 个以上	与预期一致

作战标号的融合强化设计主要考虑到人类功效学的因素进行显示，由简单标号上升为携带军事表达能力的作战单元，在态势可视化阶段给作战人员传达的视觉效果达到了量变的层面。通过对不同应用场景的分析可以看出，基于新的标号进行的作战任务可从视觉通道、能力表达、流程步骤的数量进行对比，使得筹划态势可以有多种可视化呈现形式，极大地提高了作战效率与信息承载能力。

融合几何视觉编码的作战符号设计，在形状、文字、颜色 3 个视觉变量的基础上，增加了几何特征、符号、线

条、角度，增加了对实体、身份、级别、状态、关系等属性的信息传达，表达丰富且完整，增强了作战任务中的交互性与视觉性，同时手持终端设备的视觉冲突问题得以解决^[21]。

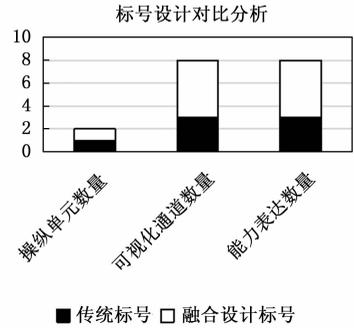


图 7 标号设计对比分析

4 结束语

本文针对装备及野外环境等作战标号的识别应用场景，以作战标号中的指挥所为例，对作战标号的颜色军事语义给出了新型的辅助几何对象设计，对作战指挥及训练系统的建设提供了一定的支撑。未来可借鉴该思路，进一步优化指挥中心等的作战标号显示，通过多种视觉编码方式（颜色、透明度、形状等），协同提升态势显示效果，将几何辅助的强化表征设计应用于更加广泛的标号类型，不断提升从联合指挥中心到武器终端等的多尺度态势显示能力^[22]。

参考文献:

- [1] 周陆旺. 面向复杂军事信息表达的军队标号设计与实现 [D]. 北京: 中国电子科技集团公司电子科学研究院, 2021.
- [2] 刘晓鹏. 基于数据装定的单兵手持终端系统设计 [D]. 南京: 南京理工大学, 2018.
- [3] 毛文芳. 电子地图的干扰因素对视觉变量量级感受的影响 [J]. 工业设计, 2019 (2): 154-156.
- [4] 王 涵, 王 英, 程 煜, 等. 美军联合作战军用符号 [J]. 指挥信息系统与技术, 2021, 12 (4): 52-56.
- [5] 刘煦嘉, 宋昕宇, 袁 峰. 北约军队标号标准概览 [J]. 科技资讯, 2012 (30): 178.
- [6] 夏 玲. 数据可视化中的视觉编码研究及应用实例 [J]. 大众文艺, 2021 (18): 220-221.
- [7] 陈 为, 沈则潜, 陶煜波. 数据可视化 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2019.
- [8] 李 睿, 孙瑾秋, 朱 宇, 等. 基于几何结构辅助的单帧图像三维重建方法 [C] // 第十六届中国体视学与图像分析学术会议论文集——交叉、融合、创新, 2019: 174-175.
- [9] 刘 翔, 吕 健, 虞 杰. 基于界面指定任务的用户视觉认知差异研究 [J]. 包装工程, 2018, 39 (22): 97-103.
- [10] 李靖涵. 海底地貌自动制图综合算法研究 [D]. 郑州: 战略支援部队信息工程大学, 2018.

(下转第 270 页)