

基于 SET 与 KE 的城市管理无人机设计

石元伍, 王玮剑

(湖北工业大学, 武汉 430068)

摘要: **目的** 为了设计出满足于城市管理需求的无人机, 对无人机产品的现状进行研究。**方法** 运用 SET 因素分析法, 以发现产品机会缺口, 从中获取无人机在城市管理中的客观需求。同时结合感性工学的理论方法, 将 SET 因素作为约束条件, 筛选与细分无人机意象词汇, 选取与感性意象词汇相匹配的样本, 提取出代表样本的造型特征, 应用于造型设计中, 并通过调整造型细节, 达到有限条件下最优化的造型方案。**结论** 以城市管理无人机造型为研究对象, 表明 SET 与感性工学相结合对城市管理无人机造型设计的可行性。

关键词: 工业设计; SET 因素; 感性工学; 探测无人机; 城市管理

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)12-0113-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.12.021

Design of Urban Management UAV Based on SET and KE

SHI Yuan-wu, WANG Wei-jian

(Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China)

ABSTRACT: In order to better design the UAV products to meet the needs of urban management, the current situation of UAV products is studied. The analysis method of SET (society-economy-technology) is used to find the market opportunities of products and obtain the objective demands of UAV in urban management. Combined with the theories of Kansei Engineering, the SET factor is utilized as the constraint element to select and separate the image words of UAV. The samples matching with the perceptual image words will be selected to extract the modeling features of these representative samples, which will be applied to the modeling design. The optimal design scheme is settled under limited conditions by adjusting the modeling details. Based on the case study of modeling design of urban management UAV, this thesis verifies that the combination of SET and Kansei Engineering is feasible for designing the UAV used for urban management.

KEY WORDS: industrial design; SET factors; Kansei engineering; detection UAV; city management

在航空装备无人化、小型化和智能化的趋势下, 随着无人机技术的发展, 无人机应用在民用领域的范围越来越大^[1]。目前, 无人机逐渐受到重视, 已应用于城市规划测量、城市违章建筑监管和城市建设工程等城市管理方面。在城市的未来发展、合理布局和城市各项工作中起着重要作用, 但目前市面上没有一款应用于城市管理工作的专业无人机工作平台, 且存在着现有无人机功能单一, 不能完全胜任于城市管理中各个部门工作任务, 并难以停放和收纳等问题。运用 SET 缺口分析法, 获取无人机在城市管理应用中的用户需求, 并从中寻找产品缺口, 结合感性工学的理论

方法, 分析用户的主观需求, 获取用户的感性意象词汇, 收集和选取与意象词汇相匹配的代表性样本, 从中归纳和提取造型特征, 并将设计元素特征整理分类, 应用于设计方案中, 最后研究出符合城市管理需求的无人机造型设计方案。

1 城市管理无人机 SET 因素分析

SET 分析法由 Craig Vogel 和 Jonathan Cagan 提出^[2], 通过社会、经济、技术 3 个方面综合分析产品机会缺口, 从中发现产品的潜在需求, 产生新的产品机遇^[3]。

收稿日期: 2018-01-12

作者简介: 石元伍 (1971—), 男, 湖北人, 硕士, 湖北工业大学教授, 主要研究方向为工业设计。

1.1 城市管理无人机 SET 因素分析

为了寻找符合城市管理需求的无人机的突破口,对市政人员、城市管理人员和设计师等各行各业人员进行问卷调查,并在问卷内容中设问 SET 在城市管理无人机的因素分析中,哪个方面占比更为重要,通过实收 35 份问卷,并运用比重分析法得到 3 个方面的占有比重,见表 1 所示。

表 1 SET3 个方面的因素占比
Tab.1 The proportion of three factors in SET

	S (社会)	E (经济)	T (技术)
份数	15	8	12
占比	43%	23%	34%

从表 1 中的占有比重可以得出,用户对于城市管

表 2 城市管理无人机 SET 因素分析
Tab.2 Analysis of SET factors for urban unmanned aerial vehicles

S (社会)	E (经济)	T (技术)
在城市管理中作用逐渐提高; 城市管理中高危工作且繁多; 复杂任务与多变环境; 城市管理相关人员工作的危险系数; 城市管理人员工作环境和性质可得到关注; 使城市整体更加和谐、整洁有序;	工作效率提高; 减少人力成本费用; 无人机成本低廉; 扩大商业效应; 多元化领域应用;	无人机技术的快速发展; 智能避障及路径优化; 智能设备的逐渐成熟提高; 物联网的普及; GPS定位、传感等技术的完善; 平台传送;

理无人机的社会因素方面更为看重,其次是技术和经济因素方面。通过了解人们对无人机在城市管理中应用的需求和看法,列出其 SET 因素进行分析,见表 2,并对城市管理无人机进行 SET 产品机会缺口的分析。

1.2 城市管理无人机 SET 产品机会缺口分析

城市管理无人机 SET 产品机会缺口分析成为无人机创新设计中的关键因素,将产品机会缺口的价值机遇转化为产品设计准则^[4],见图 1。

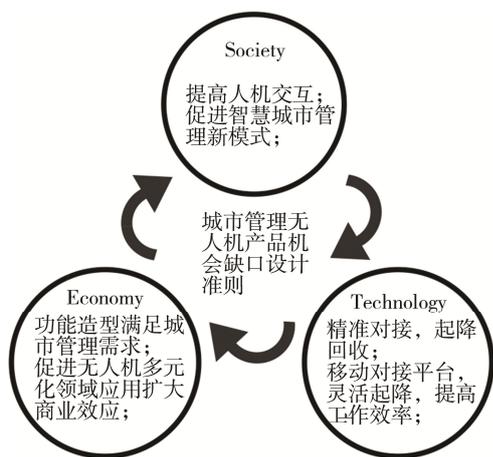


图 1 SET 产品机会缺口分析
Fig.1 Analysis of SET product opportunity gap

基于无人机现有产品的不足以及 SET 因素分析,城市管理无人机设计应解决以下几个问题。首先,在社会上逐渐代替人工执行城市管理中比较复杂、危险的任务且考虑无人机造型自身的安全性;其次,在经济上提高工作效率,考虑无人机模块化,对城市管理中不同任务要求进行工具等方面的替换以及如何停

放回收,减少多余的操作过程;再次,在先进技术上利用无人机自主控制、GPS 定位等技术优势,建立无人机起降对接平台系统模块,解决无人机续航时间短等问题。确定城市无人机产品设计准则,通过无人机产品创新提高人机交互,促进智慧城市管理新模式;最后,功能造型满足城市管理需求,利用无人机扩大商业效应,精准对接起降回收,实现移动对接平台,提高工作效率。将上述产品机会缺口准则作为城市管理无人机设计的出发点,提出城市管理无人机的创新设计。

2 基于 SET 因素用户需求的城市管理无人机感性意象分析

2.1 建立城市管理无人机感性词汇

第一个阶段是城市管理无人机感性词汇的搜集和筛选阶段,通过网络、访谈、问卷等多种途径,搜集了 105 个关于用户对无人机情感表达的形容词,在筛选过程中邀请了 1 位工业设计专业教授、1 位从事城市管理工作人员、2 位从事工业设计的设计师、4 位工业设计专业研究生,通过小组讨论、归纳法等方法将不常用的意象词汇进行比较和删减。并以 SET 因素及现有造型作为客观限制条件对感性词汇进行分类挑选^[5],最终获得 20 个感性词汇,即社会、经济、技术、造型、安全、良好、实用、简洁、稳重、高效、易用、硬朗、亲和、合理、方便、流线、人性、实惠、通用、整体、民用、价值高、精密、前瞻。

第二个阶段是城市管理无人机造型感性词汇的确定阶段。利用 Likert 量表^[6]制作成感性词汇重要度问卷,问卷采用 5 分制进行市场问卷调查,共发放

40 份，实收 35 份，有效率 95%。通过问卷数据统计，最终选取平均值最高的 5 个感性词汇，即安全的、硬朗的、简洁的、亲和的、前瞻的。

2.2 无人机产品样本的收集与筛选

通过多途径调研，分别从无人机产品和起降对接平台两方面收集整体造型相异的产品样本，市面上暂时没有相对成熟的产品作为参考样本，需收集一些与对接平台设计构想相似风格的造型产品，将车顶箱作为起降对接平台的样本。利用 Likert 量表制作成 35 份感性词汇重要度问卷，进行相应的市场调查，根据不适合、比较适合、适合、很适合、非常适合 5 个偏好程度对无人机样本进行打分。通过问卷调查和分析专家小组的讨论结果，将所收集的无人机产品样本和起降对接平台参考样本进行初步的筛选后，共保留 12 款无人机产品代表性样本和 20

款起降对接平台参考样本。为了提高产品样本研究的全面性和色彩因素影响，样本均去掉品牌商标并进行黑白处理无人机产品代表样本见图 2，起降对接平台参考样本见图 3。

2.3 无人机造型形态元素的简化拆分

本阶段根据造型设计原理和形态分析学等相关理论基础，以此建立形态元素图表^[7]。将城市管理无人机的每个单元进行细分并用简化示意图表示，见表 3。

通过对无人机造型样本进行大量收集与观察，将无人机造型设计构成元素分为机身轮廓、螺旋桨、支架、摄像头等独立单元，进行造型元素的提取与分析。将所保留的无人机的样本与图 4 中提取的简化造型元素编码一一进行匹配，得到每个样本的分类形态元素编码表，见表 4。



图 2 无人机产品代表样本
Fig.2 Unmanned aerial vehicle product representative sample

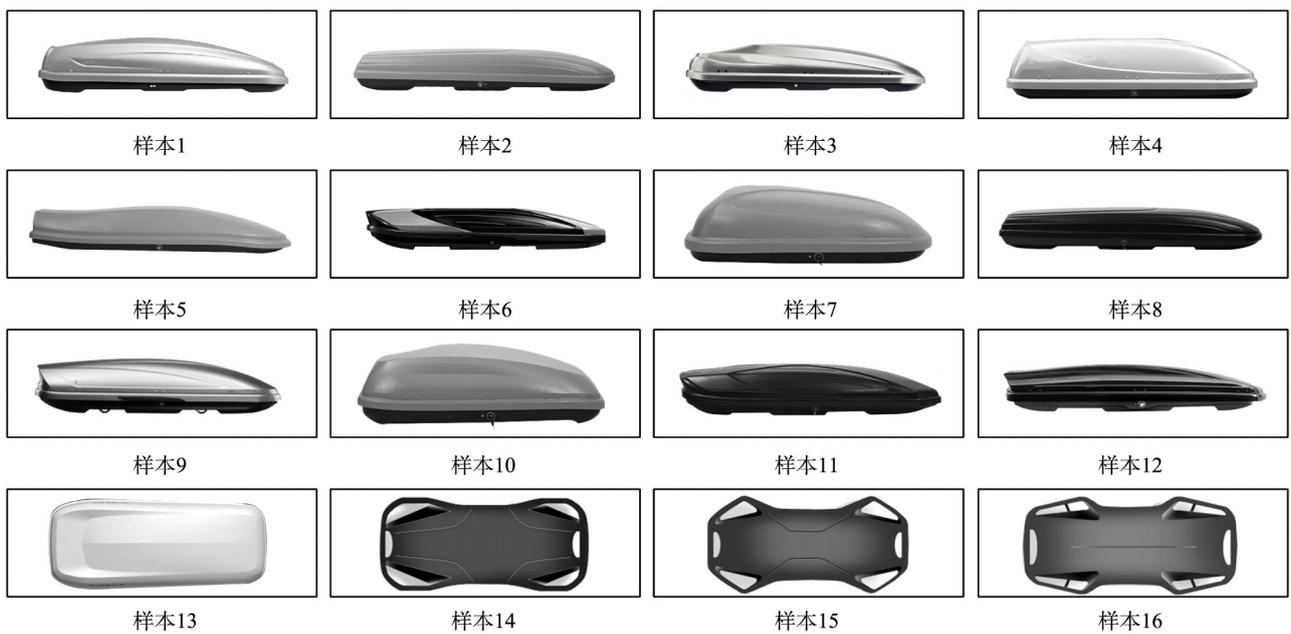


图3 起降对接平台参考样本
Fig.3 Reference sample for landing and landing platform

表3 造型形态简化示意
Tab.3 Simplified sketch map

设计元素	细分示意					
机身 (X1)	X11	X12	X13	X14	X15	其他 X16
螺旋桨 (X2)	全包裹 X21	半包裹 X22	无包裹 X23			
机翼支架 (X3)	X31	X32	X33	其他 X34		
底座支架 (X4)	X41	X42	X43	其他 X44		
摄像头 (X5)	X51	X52	X53			
平台侧视 (X6)	X61	X62	其他 X63			
平台俯视 (X7)	X71	X72	其他 X73			

将对接平台造型作为一个整体,提取所参照的车顶箱及其他箱体的造型元素。人们在观察车顶箱时,主要以侧面为观察视角,考虑车顶箱的流线度和俯视造型。依据样本中车顶箱形态规律,总结概括两组典型侧视和俯视的简化造型示意图,并与样本相匹配,起降对接平台分类形态元素编码见表5。

2.4 感性意象评价

由于参照的车顶箱所概括的样本造型元素相对形似,没有太大的差异性,所以此阶段只针对于无人机的造型进行感性意象评价。将5对感性词汇与其的反义词配对组成感性词汇,与无人机提取造型元素进行感性评价,采用语义差异法建立七级SD调

表 4 分类形态元素编码
Tab.4 Classified form element coding table

样本	机身	螺旋桨	机翼支架	底座支架	摄像头
01	x14	x21	x34	x44	x53
02	x16	x21	x31	x44	x51
03	x14	x22	x34	x41	x53
04	x11	x21	x34	x43	x52
05	x12	x22	x34	x44	x53
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
11	x16	x23	x32	x42	x51
12	x11	x23	x33	x44	x52

表 5 起降对接平台分类形态元素编码
Tab.5 Classification form element coding table for landing and landing docking platform

样本	平台侧视	平台俯视
01	x61	x71
02	x61	x72
03	x61	x71
⋮	⋮	⋮
16	x61	x72

查问卷^[8]，共发放 20 份，对每组样本所对应的感性词汇进行评价打分，得到样本感性评价平均值，见表 6。

表 6 感性评价均值结果

Tab.6 Mean value of perceptual evaluation

无人机样本	01	02	03	04	05	06
安全的—危险的	1.40	1.05	1.10	0.95	0.85	0.75
硬朗的—柔和的	1.05	0.30	-0.35	1.15	-1.10	0.00
简洁的—繁琐的	0.65	0.85	-0.40	-0.25	0.35	0.35
亲和的—冷峻的	1.20	-0.65	1.05	0.9	-0.40	-0.85
前瞻的—过时的	0.40	-0.05	0.90	1.35	-0.20	0.85
无人机样本	07	08	09	10	11	12
安全的—危险的	1.60	-1.25	-0.25	-1.25	-1.15	-1.35
硬朗的—柔和的	0.80	0.65	-0.03	0.45	1.30	-0.50
简洁的—繁琐的	0.45	-0.55	1.60	-0.35	0.60	-0.55
亲和的—冷峻的	1.10	-0.55	-1.45	0.35	-1.05	-0.60
前瞻的—过时的	0.08	-0.90	0.70	0.15	1.35	0.70

通过感性评价结果，选出更偏向于感性词汇的样本，并提取它们的造型特征，作为城市管理无人机造型设计的参考依据，见表 7。

表 7 造型特征
Tab.7 Modeling features

样本	造型特征
安全的	07 螺旋桨全包裹
硬朗的	11 机身轮廓线条
简洁的	09 机身轮廓、侧面腰线
亲和的	01 机身轮廓
前瞻的	04 机身轮廓、与螺旋桨连接交汇处

3 城市管理无人机造型设计

3.1 无人机在城市中的考虑因素

首先是环境因素。在城市中，楼宇之间的间距通常比较狭窄，对于无人机的飞行来说，就形成了典型的密集不规整障碍飞行空间，而无人机必须有能力到城市中的任意地点进行工作^[9]，螺旋桨应采用全包裹形式，以增加对无人机的保护。其次是车载起降对接平台因素。应将无人机起降对接平台放置在车顶，方便无人机工作运行时起降、停放，使其工作更加灵活，并且不需要工作人员进行收纳。无人机停滞在平台上也需考虑车在行驶过程中的风阻因素，两者结合时在造型上需更加富有流线感和整体感，减少复杂的支架结构设计^[10]。

3.2 城市管理无人机造型设计方案

首先是具体造型元素提取。根据表 6 的感性词汇所对应的样本进行具体造型特征提取。圆形、弧线的应用体现更加具有安全感；面与面之间的直线、折角线条体现了机身轮廓的硬朗；同心圆形、直线穿插轮廓显得更加简洁；机身轮廓的流体弧线、简洁的侧面腰线体现出了速度感；多边形、简洁平行直线、多面过渡衔接体现了前瞻的设计感，见图 4。



图 4 造型元素提取

Fig.4 Modeling element extraction

其次是色彩应用。为了使无人机适用于城市环境中，在配色的选择上应更为简洁干净，无人机与起降对接平台主体应采用黑色和白色相结合，机身与机翼细节部分采用绿色点缀，给大众带来更多的亲和力和安全感。

最后是最终方案。基于提取的造型线条和配色的选定应用，进行创新设计，最终得出方案。无人机采用全包裹螺旋桨设计，不仅能在螺旋桨工作时起到保护作用，而且能减少对操作人员的意外伤害。在无人机机身底部与平台上分别装有摄像头和传感器，并利用定位技术实现无人机起降、停落。平台系统模块可为无人机增加续航时间以及加快实时图像的传输工作，从而也体现出“前瞻的”感性意象。为了适用于城市管理中不同的工作任务，在机头底部设定了开放式悬载模块，支持航拍相机、探测器、探照灯等多种悬挂设备，满足城市管理中各个任务需求。城市管理无人机造型方案效果图见图 5。



图5 城市管理无人机造型方案

Fig.5 Effect map of urban management unmanned aerial vehicle

4 结语

以城市管理无人机造型作为研究对象,利用 SET 因素分析法和感性工学相结合的方法,获得大量用户对城市管理无人机的需求,表明了成熟管理无人机出现的必要性。通过 SET 分析寻找产品机会缺口,获取用户需求作为设计方向,并结合感性工学的方法,以 SET 作为约束条件筛选感性意象词汇,从中选取与意象词汇相匹配的最优样本,并提取造型设计元素应用于最终方案中,从而研发出符合城市管理需求无人机。通过实例,也验证了 SET 因素分析与感性工学方法相结合的可行性,该方法也可为其他相关产品造型设计提供参考。

参考文献:

[1] 胡碧滢, 罗嘉琳. 小型旋翼无人机在城市管理中的应用[J]. 科技创新与应用, 2016(21): 78.

- HU Bi-ying, LUO Jia-lin. Application of Small Rotor Unmanned Aerial Vehicle in Urban Management[J]. Technology Innovation and Application, 2016(21): 78.
- [2] 陈旺, 石元伍. 基于 SET 与 FAHP 的老年助行机器人创新设计[J]. 机械设计, 2016, 33(10): 116—117.
- CHENG Wang, SHI Yuan-wu. Innovative Design of Walking Robot for the Elderly Based on SET and FAHP[J]. Machine Design, 2016, 33(10): 116—117.
- [3] 陈亮. 基于 SET 因素的高层建筑幕墙自动清洗机设计[J]. 机械设计, 2015, 32(3): 123—125.
- CHEN Liang. Curtain Wall Automatic Cleaning Machine Design for High-rise Building Based on SET Factors[J]. Machine Design, 2015, 32(3): 123—125.
- [4] 曹恩国, 张歆, 张嵘, 等. 基于 SET 分析法的居家养老交互产品系统设计研究[J]. 机械设计, 2014, 31(12): 119—122.
- CAO En-guo, ZHANG Xin, ZHANG Rong, et al. Research on the Home Care Interactive Product System Design Based on SET Analysis[J]. Machine Design, 2014, 31(12): 119—122.
- [5] 沙春发, 卢章平, 何灿群, 等. 基于意象约束的植保无人直升机造型设计[J]. 机械设计, 2015, 32(11): 363—366.
- SHA Chun-fa, LU Zhang-ping, HE Can-qun, et al. Modeling Design of Unmanned Helicopter with Plant Protection Based on Image Constraint[J]. Machine Design, 2015, 32(11): 363—366.
- [6] 罗丽弦, 洪玲. 感性工学设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2015.
- LUO Li-xian, HONG Ling. Kansei Engineering Design[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2015.
- [7] 景楠, 方海, 张秦玮. 基于类型学的产品风格创新设计研究[J]. 机械设计, 2015, 32(4): 273—275.
- JING Nan, FANG Hai, ZHANG Qin-wei. Research on Product Style Innovation Design Based on Typology[J]. Machine Design, 2015, 32(4): 273—275.
- [8] 曾富洪, 谢永春, 李云国. 产品创新设计与开发[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2008.
- ZENG Fu-hong, XIE Yong-chun, LI Yun-guo. Product Innovative Design and Development[M]. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 2008.
- [9] 张启瑞, 魏瑞轩, 何仁珂, 等. 城市密集不规则障碍空间无人机航路规划[J]. 控制理论, 2015, 32(10): 1408.
- ZHANG Qi-ru, WEI Rui-xuan, HE Ren-ke, et al. Path Planning for Urban UAV with Dense Irregular Obstacles[J]. Control Theory and Applications, 2015, 32(10): 1408.
- [10] ANDRZEJ M. The Analysis of the Influence of the Design Parameters on the Performance Characteristics of a Mini UAV[J]. Solid State Phenomena, 2013: 248—253.