

# 视障儿童触视觉融合认知图形设计研究

徐佳<sup>1</sup>, 林子翔<sup>2</sup>, 高卉<sup>3</sup>, 禩宇明<sup>4</sup>

(1.广东海洋大学, 广东 湛江 524088; 2.大连民族大学, 辽宁 大连 116600; 3.宁波大学科学技术学院, 浙江 慈溪 315212; 4.中国科学院心理研究所, 北京 100101)

**摘要:** **目的** 针对视障儿童群体认知渠道受限、感觉通道缺失导致的图形图像认知困难的问题, 设计帮助他们加深理解对象, 提高认知水平, 增加学习趣味的辅助认知图形工具。**方法** 通过融合多种感觉信息的方法提高触摸图形的信息量, 基于盲人的 V-T-M 图像认知模式, 采用结构化问卷调查、结构化设计流程, 对小学教材中的主要内容对象进行触视觉融合图形设计, 并采用 CAT 同感评估技术评估设计效果。**结果** 设计了适用于小学视障儿童学习使用的视觉与触觉融合系列图形, 显著改善了视障儿童对课文对象的认知清晰度, 同时增加了他们的理解程度、想象力、学习兴趣和美感体验。**结论** 基于触视觉融合的图形设计在一定程度上满足了视障儿童的图形认知需求, 明显改善了视障儿童对课堂学习内容的认知效果。

**关键词:** 感觉融合; 触摸图形; 视障儿童; CAT 同感评估

**中图分类号:** J524; G761; TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)04-0255-07

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.04.031

## Cognitive Graphic Design of Tactile Visual Fusion in Visually Impaired Children

XU Jia<sup>1</sup>, LIN Zi-xiang<sup>2</sup>, GAO Hui<sup>3</sup>, XUAN Yu-Ming<sup>4</sup>

(1.Guangdong Ocean University, Guangdong Zhanjiang 524088, China; 2.Dalian Minzu University, Liaoning Dalian 116600, China; 3.School of Science and Technology, Ningbo University, Zhejiang Cixi 315212, China; 4 Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

**ABSTRACT:** The work aims to design an auxiliary cognitive graphics tool to solve the problem of graphics and image cognitive difficulties caused by limited cognitive channels and lack of sensory channels in visually impaired children, to help them deepen their understanding of objects, improve their cognitive level and increase their learning interest. The amount of information of tactile graphics was improved by combining many kinds of sensory information. Based on the V-T-M graphic cognitive model of the blind, structured questionnaire survey and structured design flow were adopted to design the visual and tactile fusion graphics of the main content objects in primary school textbooks. And CAT empathy evaluation technology was used to evaluate the design effect. A series of visual and tactile fusion graphics suitable for visually impaired children in primary schools were designed, which significantly improved the cognitive clarity of the text objects of visually impaired children. At the same time, it increased their understanding, imagination, learning interest and aesthetic experience. The graphic design based on visual and tactile fusion meets the graphic cognitive needs of visually impaired children to a certain extent, and significantly improves the cognitive effect of visually impaired children on classroom learning content.

**KEY WORDS:** sensory fusion; tactile graphics; visually impaired children; CAT empathy assessment

收稿日期: 2022-09-12

基金项目: 广东省教育科学“十三五”规划 2020 年度研究项目 (2020GXJK339)

作者简介: 徐佳 (1973—), 男, 硕士, 副教授, 主要研究方向为视觉传达设计、感觉融合设计、设计心理学。

通信作者: 林子翔 (1991—), 男, 博士, 讲师, 主要研究方向为美术设计、无障碍设计、通用设计。

多感觉通道研究是心理学研究中的一个方向,心理学认为人的认知可以由视觉构建,也可以由其他感觉构建,不同感觉之间具有联系与转化以及共同响应的机制<sup>[1]</sup>。将两种及以上的感觉通道信息融入一个对象之中的设计就是多感觉融合设计,如触觉和视觉的融合、触觉和听觉的融合等。这种融合设计是联系不同感觉通道与大脑皮层认知的关键环节,也是一种面向特殊人群的感官和具身设计方式。

## 1 跨感觉通道重组与触觉图形设计

多感觉整合 (Multisensory Integration, MSI) 是指个体将来自不同感觉通道 (如视觉、听觉、触觉等) 的信息有效地整合为统一、连贯而稳定的知觉对象的知觉加工过程<sup>[2]</sup>。如果失去视觉感觉通道, 躯体会通过其他通道进行行为代偿, 如触觉和听觉。同时大脑结构也会发生跨通道重组, 通过建立触觉、听觉与视觉皮层之间的神经回路, 来形成盲人特有的感觉世界<sup>[3]</sup>。

有研究证实, 盲文阅读、触觉感知的非视觉任务可以激活大脑视觉皮层。Goldreich 等<sup>[4]</sup>的研究证实了盲人触觉感知能力显著高于正常人。Burton 等<sup>[5]</sup>、Pietrini 等<sup>[6]</sup>利用 fMRI (functional Magnetic Resonance Imaging) 扫描发现词语和触觉的输入广泛激活了人脑与视觉有关的枕叶、颞叶部分。Gizewski 等<sup>[7]</sup>的研究证实盲文阅读和圆点辨别任务显著激活了大脑的 V1、V2 及更高级的视觉皮层区域, 而纯粹的运动和碰触却不会激活视觉皮层。Cohen 等<sup>[8]</sup>用重复透颅磁刺激 (rTMS) 对 7 处大脑位置进行刺激干扰盲人触摸识读, 结果发现对中部枕区视觉皮层的刺激显著影响了盲人的任务成绩, 而对感觉运动皮层的刺激没有影响盲人的任务成绩, 正常人则相反, 说明盲人中部枕区皮层参与了触觉的认知。这些研究证实, 盲人的触觉感知会在神经生理层面进行视觉通道重组。

神经生理学的研究为触视觉融合图形设计的有效性奠定了科学基础, 为探索有利于盲人认识世界的信息传达设计方法指明了方向。目前, 这一方向仍处于理论和实践的初步阶段。有研究者针对视障儿童的触觉绘本、地理课程触觉图形及触摸设计准则等进行了一定的探索, 如张宁芯<sup>[9]</sup>从认知心理学的角度, 对不同年龄段视障儿童的认知规律进行了一定程度的解析, 提出根据认知阶段来进行有针对性的图形设计, 并对触摸书籍材料进行了一定的探讨; 张蕾等<sup>[10]</sup>对视障儿童的触摸习惯进行了一定的调查与分析, 提出了触觉地图册的制作过程和注意要点; 杨璐<sup>[11]</sup>从视觉认知经验推移到触觉, 设计了利用点线面原理, 采用材料进行手工拼贴的图册。罗椅民等<sup>[12]</sup>制定了设计触觉图形的一些规范, 成为了设计触觉图形时可用的参考标准。这些研究是基础理论研究向实践应用的转化, 是帮助盲人认知世界的有益探索。

## 2 视障儿童触视觉融合图形设计问题的提出

人的发展受先天条件制约也受后天条件影响。D'Angiulli 等<sup>[13]</sup>证实先天全盲者触摸日常对象的触觉图形 (Tactual Patterns of Common Objects) 成功率虽仅达 45%, 但已经和蒙眼的正常儿童和成人相当, 他们可以通过触觉信息建立图形对象的认知。先天条件让他们具备了这样一种能力, 即通过触觉来看到对象, 并且这种能力相当于正常人的视觉经验与触觉感知之和。在此条件下, 决定他们认知高度的主要因素便是后天的教育环境。其中便包括了外界提供给他们们的触摸图形的数量和质量。在以学校为主体的当代教育模式中, 盲校主干课程提供的触觉图形尤其重要, 这一重要性在数学、物理、化学的特殊教学中都能看到 (见图 1)。

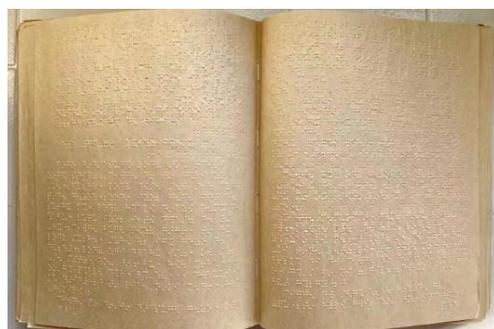


图 1 我国现行盲校课本

Fig.1 Current textbook in School for the Blind in China

2021 年 5 月由罗椅民等<sup>[14]</sup>主导推出的触摸图形设计与图例国家标准 GB/T40142-2021 附录有数理化相关符号和标志设计图例。然而对更多自然实物的形体却没有辅助图形可供参考。通过使用问卷星 APP 工具对来自国内 9 个不同省市 36 位盲校教师的问卷调查显示: 100% 的教师均认为辅助教具对盲生理解对象有帮助; 方法选择最多的是触摸图形方法 (94.44%), 然后依次是信息融合方法 (88.89%)、立体模型 (86.11%)、口述影像 (58.33%) 和其他 (2.78%), 基于触觉的融合图形是大多数人选择的方法; 同时 97% 的教师认为他们缺少视障图形教学工具; 91.67% 的教师倾向于优先选择标准化的辅助教具, 他们一般是自己动手制作一些工具, 只能在有限的课堂进行有限时间的个体触摸认知, 数量和质量上均不能满足实际的需要。

基于此, 本研究确定了为视障儿童设计触视觉融合图形的工作方案, 目的是改善我国视障学生的后天教育条件, 提高他们认知发展高度的可能性。整个研究过程采用问卷调查、专家拟题、设计思维导图、标准化设计、标准化制作和 CAT 同感评估实验的方法, 选取国家义务教育小学课堂涉及的名词对象, 进行了动物、植物、交通工具三类设计。由来自中国和日本

的4位专家,经多次商讨筛选确定了初步设计框架,再按盲校教育的特点与需求,结合课本内容描述,在根据视障儿童所在年龄段的认知能力和触摸习惯的前提下展开了触视觉融合图形的设计工作。

### 3 视障儿童触觉认知发展及其特点

皮亚杰认为学龄儿童7~12岁处于具体运算阶段,是认识事物从主观到客观转换的关键期。学龄期儿童初步形成了意识和思维活动状态,理解能力增强,心理也日渐成熟,有了一定的逻辑思维判断力,但对极其抽象的事物还不易理解。Cohen<sup>[15]</sup>的研究证实建立视觉跨通道重组能力也具有一定的关键期,视觉皮层的激活与高级和复杂的认知活动有关,复杂的任务能更显著地激活视皮层,错过关键期的后期,盲人将很难建立视觉跨通道重组。由于视障儿童对复杂触觉图形的认知事实上具有客观认知的特点,且和正常人具体运算阶段的视觉任务具有一定的相似性,所以具体运算阶段很可能与视觉跨通道重组关键期出现高度重合。这一阶段的复杂图形经验将有可能促进视觉跨通道重组能力的构建,对具象客体的理解将有助于视障儿童完成具体运算阶段的发展任务。

处于学龄期的视障儿童具有同龄人具体运算阶段的特点,但是又有所不同。这些不同主要表现在以下几个方面。

1) 与普通人视觉识别的快速反应不同,触摸图形识别的时间受图形的大小、难易程度影响。图形过大或过小且较复杂所消耗的时间较长,图形大小适中且简略触摸识别速度快。

2) 与普通人视觉识别先整体后局部的过程不同,触觉认知具有从局部到整体的认知特性,视障者触摸习惯一般是左手固定,右手顺线触摸,反复若干次,寻找点或块面结构的相对位置关系。所有局部特征触摸完毕后,才能建立起完整对象的感知。

3) 与普通人视觉的精细加工不同,触觉的认知分辨率远低于视觉认知,视障儿童需要通过一个个点位来确定信息,两点之间存在最小识别阈值为2.5 mm。

4) 与普通人已有生活中的大量视觉经验不同。对图像图形认知经验的缺失导致其缺少对复杂图形的触觉识别能力,如深度线索经验的缺失让其不能理解平面上的透视关系,又如基础图形触觉经验越丰富的视障儿童手指灵敏度越高。

这些不同决定了在触摸图形设计上应遵循一定的特殊原则。

### 4 视障儿童触摸图形设计原则

有研究曾总结了针对视觉障碍群体触摸图形的基础设计原则<sup>[16]</sup>包括:对象选取原则、特征识别原则、

部件识别原则、大小适用原则、趣味原则、平面原则、认知发展原则、逻辑先后原则、关键辅助原则、校正原则。以上述原则为基础,根据小学视障儿童触觉认知的特殊性对每条原则进行如下操作细化。

1) 对象选取方面,由专业特殊教育教师从课文中选择亟需的内容对象,要求易于触摸识别,轮廓简单,学生平时难以实际触摸的对象,如较简单的花卉、动物等。

2) 大小适用方面,儿童手掌相对成年人来说比较小,以单个图形独立成页,尺寸以A4盲纸大小为准(25行盲文,每行40方),儿童使用时身体不需要移动,可减少多余的动作和干扰。

3) 特征识别方面,心理学认为人对特征的识别主要以轮廓识别为主,视障者触摸图形时一般对粗线条比较敏感,因此可尝试将图形的外轮廓使用较粗线条,内部结构用较细线条的方法区分不同的信息,并强化突出最主要特征,删除所有次要特征,注重局部特征,沿顺线位置突出唯一特征,各特征点之间应具有连续性。

4) 部件识别方面,通过拆解部件再转化成图形元素并构成整体,对类似或相同的部件尽量规范统一,在整体造型不同的情况下利用不同部件组合进行统一的建构设计。通过图形对象内在的联系及相似特征,建立较系统化的图形组合模式。适应其由部分识别整体的分析认知方式。

5) 趣味方面,首先以视障儿童主动提出希望了解的对象为第一选择,满足他们的主观兴趣点;其次可以考虑结合课文内容的语音配合讲解,增加触摸阅读的趣味性。

6) 平面原则方面,直接三维形式的呈现会使触摸图形识别变得复杂<sup>[17]</sup>,三维空间中距离与大小的关系在二维空间中容易表现为错觉或矛盾空间<sup>[18]</sup>,由于视障儿童视觉经验的缺失,易导致触觉认知的混乱,所以必须消除图形中的空间视觉线索。选取具有代表性的视角转化或进行多视角组合。此外,将点线面的基本构成方法转换到触觉识别之中,用以区分对象的各部分之间的触摸形态,如外轮廓范围较大则适当添加点、线来使轮廓空间效果得到强化;强化表现某一突出特征时,可以用点填充强化处理,给予触摸者一些特殊信号;动物的毛发、尾巴等可用细线条表示其特征,使触觉感知富有层次感等。

7) 认知发展方面,可设计不同复杂度的触摸图形,以适应不同经验和发展水平的视障儿童,面向低年级的内容图形可以适当简化,面向高年级的图形可以适当复杂。

8) 逻辑关系方面,注意各个图形中类似部分的学习迁移,如对翅膀羽毛、尾巴等的形状表现遵循相同的规则,对脚的处理都用方形块面来表现;部位的重要特征用点状填充标出等,视障儿童可反复触摸通

过学习迁移来增强记忆,理解触觉形体与对象之间的逻辑关系。

9) 关键辅助设计,针对具有微弱视力的视障者,在设计中的触摸图形中使用高饱和度与高对比度色彩填充,设置清晰突出的视觉轮廓边界以达到多感官通道共同认知的效果。也可以对局部细节进行放大处理和增加盲文注释、方向指示等。同时设计关键语音提示,配合动作方位的引导,提高认知效果。

10) 图形校正方面,经特殊教育教师的认可和修正,再经视障儿童的触摸辨认,对其不能理解或理解困难的部分进行迭代修改。

## 5 基于盲人 V-T-M 图像认知模型的触视觉融合设计

### 5.1 V-T-M 图像认知模型

於文苑<sup>[19]</sup>等指出触觉二维图像 (Tactile Graphic) 可以辅助视觉受损人群,将视觉信息转化为触觉信息,从而感知外部世界,触觉二维图像的识别可能是通过触觉信息在大脑中进行“视觉转化”<sup>[19]</sup>的方式完成。从发展心理学的心理理论 (Theory of Mind) 来看,即使盲人从未见过对象的真实模样,他们对外部世界仍然会有自己的看法,而且这种看法具有普遍性。从内隐理论 (Implicit Theories) 来看,它是一种内在的信念,人们用它来解释环境中的事件,做出判断,并计划自己的行动。这种“视觉转化”的创造过程,实际上是一种内隐。“视觉转化”之后形成的图像实际上是一种内在的心理视觉影像 (Mind Graphic),具有强烈的内隐特质。因此,盲人对图形认知的完整过程便是从视觉图像 (Vision Graphic) 到触觉图像再到心理视觉图像的编码转化过程,即 V-T-M 图像认知结构。从这种特殊的认知模型 (见图 2) 出发,首先要求图形设计过程将视觉图形和触觉图形进行同步融合。这种融合同时符合了多样化冗余设计原则,提高了系统的可靠性,有利于提高 M 图像信息转化的完整性。

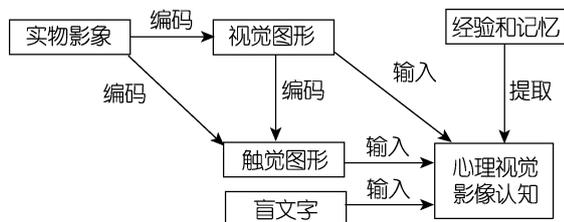


图 2 V-T-M 图像认知模型结构

Fig.2 Cognitive model structure of V-T-M images

### 5.2 视觉图形设计

在视觉图形设计上,以部件结构和对象特征设计为重点,以特征分析—角度选择—结构拆分—几何

化—重组设计为一个标准化设计流程。以蜜蜂的设计为例,具体步骤如下。

第 1 步,先分析蜜蜂在人们印象中的记忆特征,如有尾针、条纹、透明的翅膀、复眼等。

第 2 步,选择一个能表现这些特征的合适角度。

第 3 步,将对象进行分解,蜜蜂拆解为头部、身体、翅膀、足部和尾部。

第 4 步,将部件转化为基础几何形。

第 5 步,在保持几何结构的基础上增加蜜蜂的简化特征,如眼睛大、圆和复眼结构、翅膀大约为三角形且有一定的线结构、身体为椭圆且有横线特征、尾部有细长针等。

### 5.3 触觉图形设计

心理学认为,对形状的知觉是视觉、触觉、动觉协同活动的结果,对二维图像的识别开始于对原始特征 (Primitive Feature) 的分析与检测,包括点、线条、角度、朝向和运动等。江宁等<sup>[20]</sup>的研究证实,基于触觉的“T-图像”特征比基于视觉的“V-图像”特征更容易让盲人识别,在设计过程中必须进行“V-T 图像转化”设计。好的触觉图像 (T-图像) 应该尽量简洁和清晰,且相互之间没有干扰,在触觉图像中只需要保留最重要、区别性的特征信息。早期触觉研究者 Lebaz 等<sup>[17]</sup>的研究发现,简略和清晰的线条可以使图形更容易触摸识别,细节繁杂的对象不易被触觉感知,设计中曲线弯折数量应减少并不做多余装饰。

触觉图形设计以 V-T 转化设计和触摸图形国家标准为重点,以“V-T 图像转化”设计—触点信息分布设计—触觉校正为一个标准流程<sup>[21]</sup>。以蜜蜂的设计为例。

第 1 步,“V-T 图像转化”设计与视觉图形设计的第 4 步重合。实验证明,超过一定边线或特征的几何形盲人较难识别<sup>[16]</sup>。此阶段的设计重点是将对象部件纳入能被盲人识别的概括简化图形,并将其进行触觉特征的组合 (见表 1)。

第 2 步,依图形关键信息点进行触点信息的分布设计 (见图 3),分别以不同大小和间距的触点表现细节特征。如转折处均以点为尖端,线段均具有明确的起始点与终点,主次轮廓走向的汇合处触点间距区分,主体纹样区域触点的填充,图形尖端的触点合并等。对点的大小和点线的使用进行标准化设置。如所使用点的大小分别为,直径 1.0 mm 的小点、直径 1.5 mm 的中点和直径 3.0 mm 的大点。图形的外轮廓统一用中点组成的点线进行表现;图形的内轮廓统一用小点组成的点线进行表现。不同部件之间的间隔不小于 5 mm 等。设计标准符合 JISS0052:2011<sup>[22]</sup>、GB/T 40142—2021<sup>[13]</sup>。

第 3 步,让视障儿童触摸识别进行触觉校正,以能在一定时间内识别出对象则视为通过 (见图 4),

对识别错误、困难的或盲人被试者提出异议的图形部分进行修改, 并重复上一步操作, 直至通过盲人被试者的认可。

表 1 视障儿童课本部分 V-T 图形特征转化示例  
Tab.1 Example of V-T graphic feature transformation in textbook for visually impaired children

图形	V 图像特征	T 图像特征转化
蜻蜓	眼睛又大又鼓、前后翅长而狭、腹部细长、扁形或呈圆筒形	圆形、椭圆形、长方形、细线
苍蝇	体躯三段、大头、两只复眼、腿上有毛、一对翅	椭圆形、五边形、半圆形、细线
蜜蜂	尾巴带有尖刺、腹部条纹状、复眼、三角形翅	三角形、圆形、六边形、长方形、细线
萤火虫	身形扁平细长、头较小、尾部发光、两对翅	椭圆形、半圆形、梯形、圆、细线

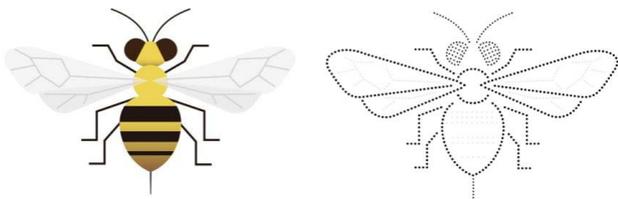


图 3 触点信息点分布设计  
Fig.3 Distribution design of contact information point



图 4 图形识别实验现场  
Fig.4 Experiment site of graphic recognition

### 5.4 触视觉图形的融合

最终将视觉图形、触觉图形进行叠加融合, 成为一个复合图形对象。并设置口述语音和页面提示信息, 设定触点高度, 制作成型并编辑成册 (见图 5)。

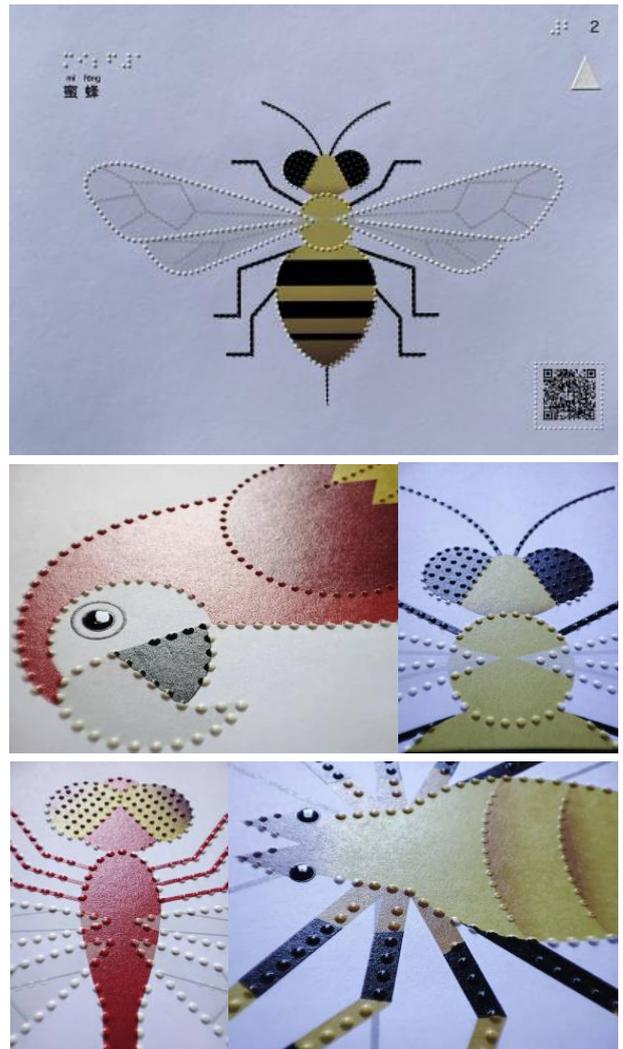


图 5 视障儿童触视觉融合图形成品及效果  
Fig.5 Visual and tactile fusion graphics for visually impaired children and its effect

## 6 基于 CAT 同感评估技术的设计评价

触视觉融合图形的设计效果体现在盲人内隐的 M 图像之上, 即他们“视觉转化”后“看到”的对象效果。内隐是一种内在的信念, 人们依靠它来解释和判断日常中面临的人或事, 它是 CAT 同感评估技术 (Consensus Assessment Technique) 的基础。触视觉融合图形的认知终端是 M 图像, 而 M 图像始终存在于盲人的脑海或想象中, 具有明显的内隐特点, 适合通过 CAT 同感评估技术进行测量。人们对客观事物的主观评价具有共性。这种观点得到了当前内隐理论 (Implicit Theory) 研究的支持, 在实际的研究中也证明 CAT 评估技术有很好的适用范围, 主要用于与言语或语言、艺术或表演或具有多种解决方案的问题解决等有关的作品或反应的创造性。拼贴画、绘画、手工艺品和动作非常适合使用这种技术进行评估<sup>[23]</sup>。

实验方法: 采用 CAT 同感评估技术进行设计效

果评价, CAT 技术要求信度达到 0.7 以上<sup>[23]</sup>, 与问题解决有关的产品需要至少 4 个评分者, 而对艺术领域产品的评价则至少需要 7 个评分者<sup>[23]</sup>。

实验假设: 基于触视觉融合图形形成的 M 图像优于现有 M 图像

实验材料: 随机抽取 6 组触视觉融合图形, 对照组为与该图形匹配的盲文课文

评价维度: 想象力、理解度、清晰度、美观度、趣味性

实验过程: CAT 评估打分维度围绕创造力(想象)、功能(理解、清晰)和美学(美观、趣味)进行, 让盲人被试者作为评价专家, 对融合图形和盲文以李克特量表的形式进行打分。实验被试者为 10 位全盲在校学生, 年龄在 11~20 岁, 性别比例为 1:1。评价材料是 6 组融合图形和对应的盲文课文, 其中一组图形和盲文作为前置预习, 5 组图形为正式实验材

料。盲人被试者分开独立进行评分, 每个盲人被试者的测试环境、实验材料和指导语相同, 每个评分的时间控制在 3 分钟以内。盲人被试者被要求分别在盲文字摸读和融合图摸读之后针对脑中的心理影像(M 图像)进行理解度、想象力、清晰度、美观度和趣味性的评分(见图 6—7)。

实验结果: 评估数据使用 spss17.0 进行分析, 因子分析结果显示, 整体数据的结构效度 KMO 值为 0.829; Bartlett 球形检验显著性为 0.000; 信度 Cronbach'alpha 系数为 0.859, 实验的效度和信度均较高, 说明数据可靠效果理想。均值比较显示, 触视觉融合图形形成的 M 图像得分高于普通学习形成的 M 图像。在理解课文上平均高 2.37 分; 在想象力上平均高 2.52 分; 在对象认知清晰度上平均高 2.66 分; 在图形审美上平均高 1.2 分; 在学习趣味性上平均高 2.38 分。五项得分的差值均达到非常显著水平(见表 2)。

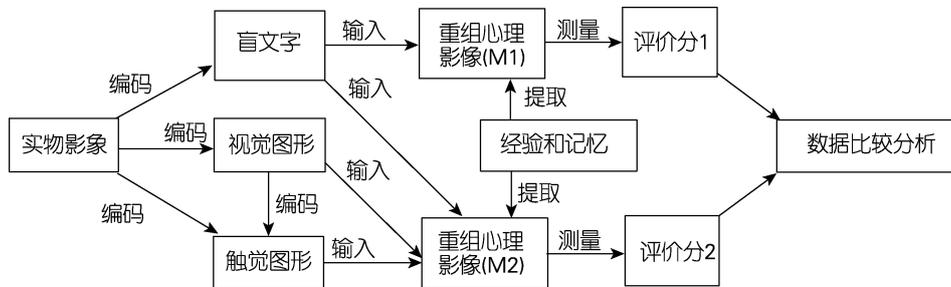


图 6 效果评估实验模型  
Fig.6 Experimental model for effect evaluation



图 7 认知评价实验现场  
Fig.7 Experiment site of cognitive evaluation

表 2 触视觉图形对盲童学习认知的评价得分与配对 T 检验结果 (N=50)

Tab.2 Evaluation scores and paired T-test results of visual and tactile graphics on learning cognition of blind children

评价维度	第一水平 M 值	第二水平 M 值	M 提高分值	T	df	P
理解课文	5.02±2.36	7.38±1.86	2.36±1.24***	-13.442	49	0.000
想象能力	4.88±2.47	7.40±2.04	2.52±2.06***	-8.639	49	0.000
清晰度	4.26±2.48	6.92±2.05	2.66±2.16***	-8.696	49	0.000
美观度	6.16±2.87	7.36±2.37	1.20±3.26**	-2.605	49	0.012
趣味性	5.30±2.58	7.68±1.37	2.38±1.41***	-11.913	49	0.000

注: \*P<0.05; \*\*P<0.01; \*\*\*P<0.001。

实验结论:假设成立,触视觉融合图形产生的M图像效果优于盲文形成的M图像。融合图形能显著改善视障儿童对课文的学习认知效果,尤其是对对象的认知清晰度改善最为明显,同时能增加学习中的理解度、想象力、趣味性和美感体验。在个案访谈中,参与实验的盲人学生均表示这种图形给他们带来了新颖愉悦的阅读感受,并希望获得更多的触摸内容和机会。

## 7 结语

研究的成果是供视障儿童学习和图形认知训练的系列工具书,其采用的标准化设计方法提高了快速生产和普及推广的可能。相对于标本、模型、实物、手工制作图册等工具来说,此工具书不易损坏、不需后期维护与修复,具有丰富的细节和趣味性,同时还具有便携性、耐久性、便于存储等优点。基于CAT同感评估技术的评价实验证明该成果能一定程度上提高视障儿童学习中通过触觉通道获得图像信息的精确度、直观性和趣味性,优化他们对外部世界认知的可能性。

2021年7月国务院在“十四五”残疾人保障和发展规划中将残疾儿童少年义务教育巩固提高列为教育类的重点项目内容。由中国残联、宣传部、教育部、国家语委、科技部工业和信息化部、文化和旅游部、国家广播电视总局共同颁布的第二期国家手语和盲文规范化行动计划(2021—2025年)中提出将大力支持盲文工具书、教学辅导手册等的研制和出版。中国盲文出版社已于2022年末正式出版和发行本套工具书,它是中国也是世界首套面向盲人的触摸图形正式出版物,为盲人提供了一种全新的阅读体验形式,推开了一扇了解世界之窗,打开了一扇触摸艺术之门。

## 参考文献:

- [1] 徐佳. 艺术的感觉寻求[M]. 长沙: 湖南美术出版社, 2015.  
XU Jia. Artistic Sensation Seeking[M]. Changsha: Hunan Fine Arts Publishing House, 2015.
- [2] 李才文, 禰宇明, 傅小兰. 反映多感觉整合的指标[C]// 第二十届全国心理学学术会议——心理学与国民心理健康摘要集. 重庆, 2017: 566-567.
- [3] LI Cai-wen, XUAN Yu-ming, FU Xiao-lan. Indicators for Reflecting Multisensory Integration[C]// The 20<sup>th</sup> National Academic Conference on Psychology: Summary Set of Psychology and National Mental Health. Chongqing, 2017: 566-567.
- [4] 吴健辉, 罗跃嘉. 盲人的跨感觉通道重组[J]. 心理学进展, 2005, 13(4): 406-412.  
WU Jian-hui, LUO Yue-jia. Cross-Modal Reorganization in the Blind[J]. Advances in Psychological Science, 2005, 13(4): 406-412.
- [5] GOLDREICH D, KANICS I M. Tactile Acuity is Enhanced in Blindness[J]. The Journal of Neuroscience: the Official Journal of the Society for Neuroscience, 2003, 23(8): 3439-3445.
- [6] BURTON H, SNYDER A Z, DIAMOND J B, et al. Adaptive Changes in Early and Late Blind: A FMRI Study of Verb Generation to Heard Nouns[J]. Journal of Neurophysiology, 2002, 88(6): 3359-3371.
- [7] PIETRINI P, FUREY M L, RICCIARDI E, et al. Beyond Sensory Images: Object-Based Representation in the Human Ventral Pathway[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2004, 101(15): 5658-5663.
- [8] GIZEWSKI E R, GASSER T, DE GREIFF A, et al. Cross-Modal Plasticity for Sensory and Motor Activation Patterns in Blind Subjects[J]. NeuroImage, 2003, 19(3): 968-975.
- [9] COHEN L G, CELNIK P, PASCUAL-LEONE A, et al. Functional Relevance of Cross-Modal Plasticity in Blind Humans[J]. Nature, 1997, 389(6647): 180-183.
- [10] 张宁芯. 基于认知心理学的视障儿童书籍设计研究[D]. 桂林: 广西师范大学, 2018.  
ZHANG Ning-xin. Research on Books Design of Visually Impaired Children Based on Cognitive Psychology[D]. Guilin: Guangxi Normal University, 2018.
- [11] 张蕾, 刘建英. 盲校地理课程触觉地图的开发与应用研究[J]. 中国特殊教育, 2014(3): 24-29.  
ZHANG Lei, LIU Jian-ying. The Development and Application of Tactile Maps for Visually Impaired Students in Schools for the Blind[J]. Chinese Journal of Special Education, 2014(3): 24-29.
- [12] 杨璐. 中国盲童触摸认知图形书的设计研发探索[J]. 装饰, 2019(4): 112-115.  
YANG Lu. Research on the Design of Cognitive Graphic Touch Book for Chinese Blind Children[J]. Art & Design, 2019(4): 112-115.
- [13] 罗椅民, 杨世峰. 《触摸图形设计指南及图例》国家标准的研制[J]. 标准科学, 2018(7): 166-169.  
LUO Yi-min, YANG Shi-feng. The Development of National Standards on Tactile Graphic Design Guide and Illustration[J]. Standard Science, 2018(7): 166-169.
- [14] D'ANGIULLI A, KENNEDY J M, HELLER M A. Blind Children Recognizing Tactile Pictures Respond Like Sighted Children Given Guidance in Exploration[J]. Scandinavian Journal of Psychology, 1998, 39(3): 187-190.

(下转第335页)