

【工业设计】

## 基于多维设计信息整合的设计目标定位方法

刘震元, 邓天任

(同济大学, 上海 200092)

**摘要:** **目的** 提出多维设计信息的整合方法, 为设计思维过程中, 设计机会的定位与设计目标的确立提供系统化的参照。**方法** 对设计调研信息中的信息元进行界定, 根据设计项目的属性与特点, 将不同信息元组织起来, 生成不同的设计信息维度模块。通过不同模块中的相同信息元, 将多维度信息模块进行匹配与整合, 对其结构加以解析, 发现潜在的问题, 并对设计目标进行定位。通过解析与整合模型中特定的信息元结构特点, 对设计目标进行具体的界定。**结论** 以上海儿童医学中心小儿静脉输液系统的优化设计为例, 针对0~2岁小儿静脉注射时输液针滑出的问题, 对设计目标定位方法及其应用进行了介绍。最终, 通过设计报告对设计目标产生催化和管理作用。

**关键词:** 多维度; 设计信息整合; 设计目标定位; 信息元

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)02-0125-09

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.02.019

## Orientation Method for Design Objectives Based on Multi-aspect Design Information Integration

LIU Zhen-yuan, DENG Tian-ren

(Tongji University, Shanghai 200092, China)

**ABSTRACT:** The work aims to propose an integration method for multi-aspect design information, and provide a systematic reference for the orientation of design opportunities and establishment of design objectives in the process of design thought. Based on the definition of information primitives in the design survey information, different information primitives were organized to generate different design information aspect modules based on natures and features of the design project. The multi-aspect information modules were matched and integrated according to the same information primitives in different modules to analyze the structure and find potential issues, and the design objective was oriented. The design objective was specifically defined by analyzing and integrating structural features of information primitives in modules. Taking the optimal design of venous transfusion system for children in the Shanghai Children's Medical Center as an example, the design orientation method and its application are introduced in allusion to the problem that the transfusion needle slips off during venous transfusion for children between 0-2. Finally, the design objective is promoted and managed through the design report.

**KEY WORDS:** multi-aspect; design information integration; design objective orientation; information primitives

设计是典型的知识与信息相结合的密集型工作<sup>[1]</sup>。现代设计是以知识为基础, 以新知识的获取为中心的<sup>[2]</sup>。设计师在设计过程中, 为了解决设计问题并提

出合适的设计方案, 需要收集大量的知识和信息<sup>[3]</sup>。这是高度密集的信息处理和传递过程, 也是设计师获取、处理和解析设计信息的过程。设计信息指的是在

收稿日期: 2019-09-30

基金项目: 同济大学中央高校基本科研业务费资助项目(22120180154); 上海市设计学IV类高峰学科开放基金资助项目(DB18114)

作者简介: 刘震元(1982—), 男, 上海人, 同济大学副教授, 主要研究方向为设计思维与设计方法。

通信作者: 邓天任(1995—), 男, 江苏人, 同济大学硕士生, 主攻工业设计工程。

设计过程中,产生、获取和影响最终设计概念与方案的所有信息要素的集合。设计信息可以通过文字、图形、符号、图像、音频、视频等载体进行记录,同一设计信息或信息集合可以有不同的信息媒体表现方式<sup>[4]</sup>。面对复杂的社会技术性的系统问题,设计信息纷繁复杂,应该用什么样的方法定位设计机会,并且确立有针对性的设计目标,从而实现对复杂系统的优化?本文将以上海儿童医学中心的小儿静脉输液系统的优化设计为例,介绍一种基于多维设计信息整合结构的设计定位方法,以及其在案例中的应用。

## 1 案例概况

上海儿童医学中心是浦东唯一一家儿童专科的三级甲等医院,它承载着上海,乃至全国的儿童医疗任务。目前,上海儿童医学中心每年门诊、急诊的总量超过140万人次,门诊、急诊的每日手术量为0.7万人次。上海市儿童医学中心的输液区位于医院的急诊区内,每日的输液就诊量约为600人次,旺季更达1000多人次。在有限的医疗资源下,儿童就医不仅困扰着病患和家属,而且使医务人员始终处于高压力的状态。

为解决有限医疗资源与大量就医需求之间的矛盾,上海儿童医学中心设计了特有的输液流程,保证了少数医务人员可以为大量的患儿进行输液治疗。然而,在这一过程中,患儿与家属需要穿梭于几个房间内来进行注射、输液、换药、拔针等一系列步骤,这样产生了大量的移动与等待的时间。对0~2岁的小患儿采用头皮静脉注射时,输液针的滑出率高达10%。这样的现象在很大程度上影响了输液的效率,增加了患儿的痛苦和医患纠纷的可能性。尽管如此,目前上海儿童医学中心的输液流程设计仍然是非常高效的。

在硬件设施方面,输液区包含治疗室一间、拔针室一间,以及病房四间,可提供约200个病床。其中,治疗室主要用于对患儿进行穿刺,内部硬件设施包含五张病床。病房为患者与家属等待输液完成的区域,平均每间病房内有50~100个床位,每个床位均安装有输液架,各个床位之间,通过隔板进行隔断。拔针处为输液完成将针拔出后,回收废弃医疗用品的地方。

在医务人员配置方面,输液区的医务人员以三班制的形式轮班,分别在治疗室、病房、治疗室值班。其中,治疗室每次大约配置5~6名护士,负责取药与穿刺;每个病房配置1~2名护士,负责处理病房内的紧急情况及更换药袋;拔针处配置1名护士,负责拔针与回收医疗用品,值班地点也为轮流形式。

在流程上,以0~2岁患儿的头皮静脉注射为例,按照上海儿童医学中心设计的输液流程,首先,家长需要前往前台进行付款取号,护士会为其安排床位号,药房开始为其配药。其次,家长可以带着患儿前往病床等待叫号,当走廊的LED屏幕上显示出自己

的号码后,就可以移动至治疗室接受穿刺。在治疗室内,护士核对患儿的信息后,将药房送来的药放置在治疗病床,开始为患儿穿刺,此过程中家长需要控制住患儿身体,防止其因为过度挣扎而干扰穿刺。当穿刺完成后,家长需要横着抱起患儿,高举输液袋,移动至病床。到达病床后,根据不同的药量和滴药速度,家长和患儿将等待0.5~2h,直至输液结束。最后,家长抱着患儿移动至拔针处,拔针处的护士进行拔针,并且回收药袋针管,结束整个输液流程。

对医院验血过程的设计调研中,设计师发现,医生用一只手握住扎在病人手部静脉中的针筒时,需要通过另一只手来替换握住验血试管。在这样的情况下,医生有可能无法很好地控制扎在病人手臂中的针管,从而使病人产生疼痛感,或是匆忙中打乱验血试管的顺序,造成化学试剂污染验血样本,并最终导致错误的验血结果。为了解决这一问题,设计师提出了可以将验血试管按预先设定的顺序进行排列的构想。这一方案是通过医生特定的工作流程所提出的,代表的是医院作为主体对于医疗管理的需求,它可以有效降低验血试管顺序被打乱的可能性,也可以间接提升病人的医疗体验。然而,设计师很快就意识到,这样的设计方案在解决问题的同时,也产生了其他的问题,不仅使医生已经非常狭小的工作空间变得更加拥挤,而且为医生的准备工作增加了额外的负担。这是一个关于设计过程中,设计概念如何产生的案例<sup>[5]</sup>。案例中的设计概念专注于某一维度下的设计信息,从医疗管理和医疗效果的维度,提出了设计概念。然而,在解决了问题的同时,却产生了其他的问题。究其原因,是在复杂系统的设计情境下,过于依靠单一维度视角下的设计信息来发展设计方案,从而失去了系统的全局观。

## 2 多维度设计信息整合

从以上情况可以发现,静脉注射治疗会涉及到不同的治疗环节、空间场地、参与主体、医疗手段和工具,从现场收集到的设计信息复杂、多样,且相互作用与影响,设计信息具有多主体、多层次、多维度和多种表述方法等复杂性和不确定性<sup>[6]</sup>。在设计过程中,当设计师获取了大量的相关设计信息之后,会发现其中大多数的设计信息是非结构化的,很难在不经过处理的情况下被直接使用,因此,处理设计信息是设计师在开展设计过程中的重要环节,也是定位设计机会的重要手段。创造一个有效的、知识密集的设计环境,增强在设计活动中获取、交换、生成知识的能力变得尤为重要<sup>[7]</sup>。

信息整合是以信息的有效传达为目的,对信息进行整理的一种方式<sup>[8]</sup>。为了更好地解决上海儿童医学中心静脉注射治疗过程中的效率和安全问题,需要从多维度对设计信息进行有效地组织,生成面向复杂系

统的设计概念、设计机制和方法，为设计机会的定位与设计目标的确立提供参照和可能。

### 2.1 相关名词与概念界定

在结合案例展开方法的介绍前，有必要对方法中所涉及的相关名词及其概念进行界定与介绍。

#### 2.1.1 设计信息元

设计信息元 (Design Information Primitives)，指的是设计信息中不可再分割的具有可表述性的最小设计信息单位<sup>[9]</sup>。常用的设计信息元有：时间 (T<sup>i</sup>)，表示时间的信息元，包括时间的长度和节点等；地点 (L<sup>o</sup>)，表示空间位置的信息元，对应主体、对象和工具的描述；主体 (E<sup>n</sup>)，表示动作被施主体的信息元，在设计情境中的主体通常为人；对象 (O<sup>b</sup>)，表示动作所施客体或动作所施结果的信息元，对象也可以是主体或地点；动作 (A<sup>c</sup>)，表示具体动作的信息元；工具 (T<sup>l</sup>)，表示动作所用工具的信息元。

#### 2.1.2 设计信息的维度模块

设计信息的维度模块 (Design Information Aspect Module)，指从某一维度以某一组特定的设计信息元，对目标系统现状进行表述的信息模块。一些常用的设计信息如下。

1) 问题类型维度 (PC)。此类设计信息指从问题类型方面，对相关设计信息进行表述的维度模块。并且根据问题类型对相关信息元进行标注，通常包括 E<sup>n</sup>、A<sup>c</sup>、O<sup>b</sup>、T<sup>l</sup> 和 T<sup>i</sup> 等。

2) 任务层级维度 (HTA)<sup>[9]</sup>。此类设计信息指从任务层级的视角，对相关设计信息进行表述的维度模块。它由多组 E<sup>n</sup>、A<sup>c</sup> 和 O<sup>b</sup> 的组合层级关系来进行表述。

3) 步骤情境维度 (PS)。此类设计信息指从事件或行动步骤方面，对相关设计信息进行表述的维度模块。它由多组 E<sup>n</sup>、A<sup>c</sup>、O<sup>b</sup>、T<sup>l</sup> 的组合及一组对应的 T<sup>i</sup> 来进行表述。

4) 时间表分析维度 (TA)<sup>[9]</sup>。此类设计信息指以时间表的方式对相关设计信息进行表述和分析的维度模块。它由多组 E<sup>n</sup> 和 A<sup>c</sup> 的组合及一组对应的 T<sup>i</sup>

所组成的图表来进行表述。

5) 空间布局维度 (SL)<sup>[9]</sup>。此类设计信息指对空间布局信息进行表述的维度模块。它由一组 E<sup>n</sup>、O<sup>b</sup>、T<sup>l</sup>、L<sup>o</sup> 和 L<sup>o</sup> 的对应或相互关系来进行表述。

6) 程序流程维度 (PF)。此类设计信息指从流程方面，以图表形式，对系统程序进行抽象表述的维度模块。它由一组 E<sup>n</sup> 及基于步骤的 T<sup>i</sup> 所组成的图表来进行表述。

## 2.2 基于项目的设计信息维度模块

基于项目的设计信息维度模块，指针对每个不同的设计项目 (P)，所生成的具体、特定的设计信息维度模块，如 P-FS、P-HTA、P-PS、P-TA、P-PF 等。下面以上海儿童医学中心小儿静脉输液系统为例，进行介绍。

#### 2.2.1 项目的空间序列维度模块

设计信息的维度模块是由不同的设计信息元组合与配置构成的。设计信息的维度可以是多种多样的，基于设计信息的维度模块可以根据不同的设计项目和特定情况，对设计信息元进行组合与配置。

在本案例中，结合常用的空间布局 (Space Layout) 模块与信息元时间 (T<sup>i</sup>)，生成基于案例项目的空间序列维度的设计信息模块 (P-SLS)，见图 1。

#### 2.2.2 项目的步骤情境维度模块

步骤情境 (Procedure Situation) 模块，是设计信息维度模块中相对综合和具体的信息表述模块。此模块所涉及的信息元包括 E<sup>n</sup>、A<sup>c</sup>、O<sup>b</sup>、T<sup>l</sup> 和 T<sup>i</sup>。步骤情境模块是指系统中的主体为完成某一任务所经历的程序、步骤的分镜头式表述，它侧重于步骤的顺序和每一步骤的具体微观情境。根据案例的具体情况，生成了基于项目步骤情境维度的设计信息模块。基于项目的步骤情境维度设计信息模块-1 (P-PS1) 见图 2。基于项目的步骤情境维度设计信息模块-2 (P-PS2) 见图 3。基于项目的步骤情境维度设计信息模块-3 (P-PS3) 见图 4。基于项目的步骤情境维度设计信息模块-4 (P-PS4) 见图 5。基于项目的步骤情境维度设计信息模块-5 (P-PS5) 见图 6。

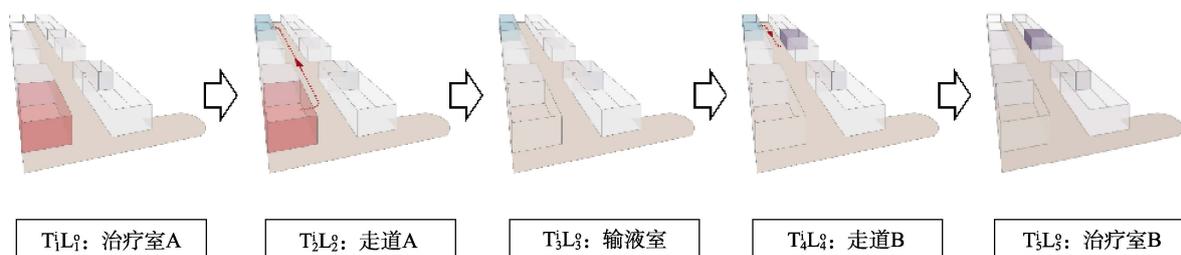


图 1 基于案例项目的空间序列维度的设计信息模块 (P-SLS)  
Fig.1 Design information module of project-based specialseries aspect (P-SLS)

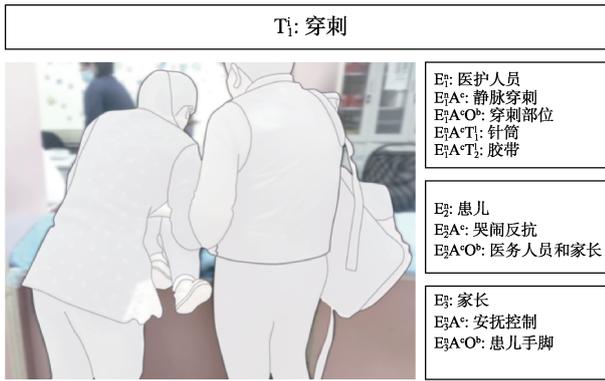


图2 基于项目的步骤情境维度设计信息模块-1 (P-PS1)  
 Fig.2 Design information module of project-based procedure situation aspect-1 (P-PS1)



图3 基于项目的步骤情境维度设计信息模块-2 (P-PS2)  
 Fig.3 Design information module of project-based procedure situation aspect-2 (P-PS2)



图4 基于项目的步骤情境维度设计信息模块-3 (P-PS3)  
 Fig.4 Design information module of project-based procedure situation aspect-3 (P-PS3)

### 2.2.3 项目的程序流程维度模块

程序流程 (Process Flow) 模块是一种从宏观维度设计的信息表述模块,它主要侧重于事件或任务的概括与梳理。根据案例的具体情况,生成了基于案例项目的程序流程维度的设计信息模块 (P-PF),见图7。

### 2.2.4 项目的问题类型维度模块

问题类型 (Problem Category) 模块是针对目标设计问题的发生情况,进行类型化表述的设计信息维度模块。具体是根据问题类型,对涉及的相关信息元进行标注,通常包括 E<sup>n</sup>、A<sup>c</sup>、O<sup>b</sup>、T<sup>l</sup>和 T<sup>r</sup>等。根据不同的目标问题,其描述和标注的信息元会有所不同。



图5 基于项目的步骤情境维度设计信息模块-4 (P-PS4)  
 Fig.5 Design information module of project-based procedure situation aspect-4 (P-PS4)

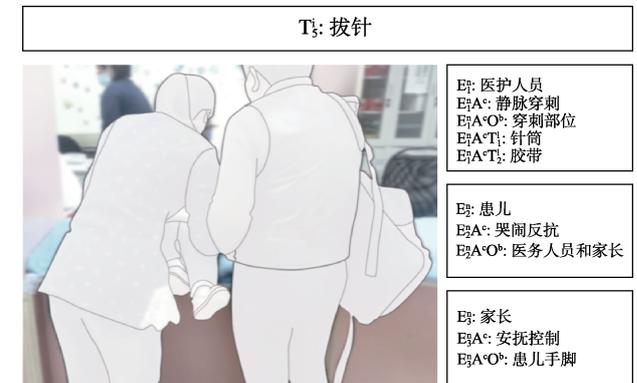


图6 基于项目的步骤情境维度设计信息模块-5 (P-PS5)  
 Fig.6 Design information module of project-based procedure situation aspect-5 (P-PS5)

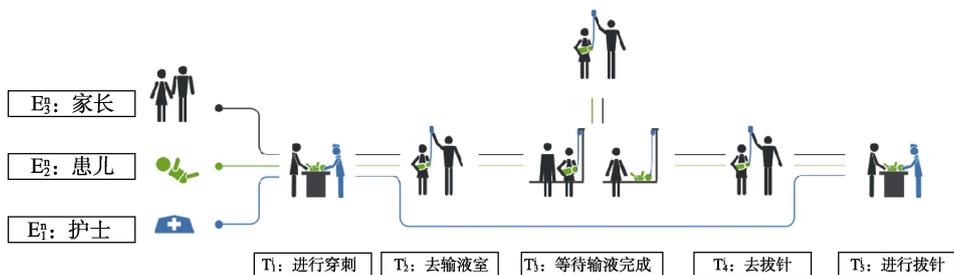


图7 基于案例项目的程序流程维度的设计信息模块 (P-PF)

Fig.7 Design information module of project-based process flow aspect (P-PF)

由于复杂系统的设计问题，如医疗中的交叉感染问题，或是本案例中的小儿静脉输液时输液针滑出问题，往往都具有多面性，所以从问题类型的维度，对项目中的相关的设计信息进行组织和表述，是非常重要的一个维度模块。这有助于系统和全面地描述和理解问题，也将会在多维设计信息模块的整合过程中，帮助定位与问题相关的信息元，从而为设计机会和目标的定位提供线索。

根据案例的具体情况，对儿童静脉注射时的输液针滑出问题进行了类型学方面的调研，并与现场调研结果进行比较，得到三个产生此问题的原因：家长怀抱姿势不正确；幼儿不适所产生的抓挠等反抗动作；家长在怀抱幼儿的移动过程中造成的输液管牵拉。基于案例项目的问题类型维度的设计信息模块（P-PC）见图 8。

### 2.3 多维度设计信息整合

本文提出的设计机会和目标的定位方法，主要利用多维度设计信息的整合式结构进行解析与洞察，其产生过程主要分为三个步骤：（1）尽可能掌握和收集与设计项目或设计问题有关的设计信息；（2）根据特定的项目情况与特点，利用设计信息元组织，并生成基于项目的多维度设计信息模块组；（3）利用并集原则，通过相同或对应的设计信息元或信息元组合，将不同维度的多组设计信息模块进行结构化的配对与融合，生成基于项目的包含所有已建维度信息的设计信息整合体（Design Information Integration），多维度设计信息整合（P-DII）见表 1。

## 3 基于多维设计信息结构化整合的设计定位方法与机制

当设计信息整合之后，将需要分析的模块及其中

的要素提取出来，对其进行解构和重组，得到设计信息的结构化模型<sup>[10]</sup>，设计信息结构化模型的形成过程见图 9。结构化模型由维度信息层和映射关联线组成，维度信息层指的是主体（ $E^a$ ）、对象（ $O^b$ ）等不同维度的信息，又可细分为中心层和外围层。其中，中心层处于核心地位，是整个体系中最重要信息维度。映射关联线表示中心层中的信息元和外围层中的信息元之间是相互联系的，不同的信息元之间可以通过不同的方式，如工具、动作等方式产生关联。

从时间视角切入，观察调研目标用户在全过程中的行为和动作的方法，往往存在结果片段化的问题，仅通过时间顺序难以直观地发现整个流程中各个信息元间的关系。针对这一问题，本文在建立设计信息结构模型的过程中，确立了两条核心思路。

1) 主体中心视角，将主体（ $E^a$ ）设定为中间层。设计目标定位就是为了明确设计的最终服务对象，其主体是设计师心中的核心概念<sup>[11]</sup>，因此，将主体放在结构模型的中间层可以更好地分析主体在整个流程中处理的对象、使用的工具，以便更准确地发现存在的问题。

2) 整合时间序列。基于多维设计信息在整合过程中的片段化问题，本文提出在主体中心视角的基础上，打破原有时间维度对设计信息整合的障碍，将时间维度作为映射连接线而非维度信息层的方法，对设计信息结构化模型进行构建。

表 1 中，根据婴儿输液过程中的时间顺序，将医务人员、婴儿和家长的位置、动作、对象、工具进行了整合处理，并进一步对时间序列予以整合，将时间序列作为映射连接线。在确立主体为中间层的基础上，选取其他信息元作为分析对象，将不同环节的主体与动作、对象、工具之间所产生的联系用不同颜色的连线予以区分，就可以将在不同时间顺序下相同或

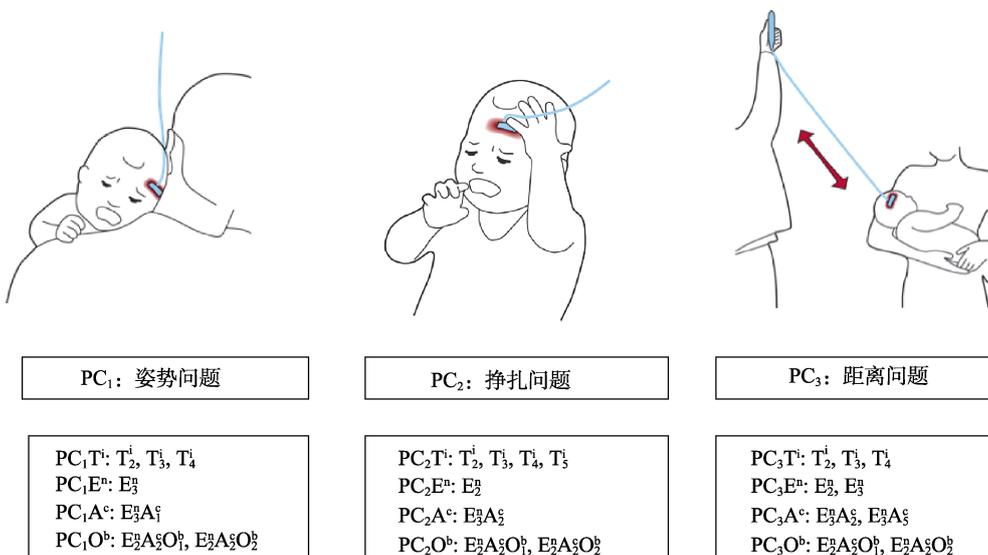


图 8 基于案例项目的问题类型维度的设计信息模块（P-PC）  
 Fig.8 Design information module of project-based problem category aspect (P-PC)

表1 多维度设计信息整合 (P-DII)  
Tab.1 Multi-aspect design information integration (P-DII)

程序流程 (P-PF)	空间序列 (P-SL/T <sup>i</sup> )	E <sup>n</sup> <sub>1</sub> : 医务人员			E <sup>n</sup> <sub>2</sub> : 患儿			E <sup>n</sup> <sub>3</sub> : 家长	
		A <sup>c</sup> : 动作	O <sup>b</sup> : 对象	T <sup>l</sup> : 工具	A <sup>c</sup> : 动作	O <sup>b</sup> : 对象	A <sup>c</sup> : 动作	O <sup>b</sup> : 对象	
步骤 情境 (P-PS)	T <sup>i</sup> <sub>1</sub> : 穿刺	L <sup>o</sup> <sub>1</sub> : 治疗室 A	A <sup>c</sup> : 静脉穿 刺	O <sup>b</sup> : 穿刺部 位	T <sup>l</sup> <sub>1</sub> : 针筒 T <sup>l</sup> <sub>2</sub> : 胶带	A <sup>c</sup> : 哭闹反抗	E <sup>n</sup> <sub>1</sub> E <sup>n</sup> <sub>3</sub>	A <sup>c</sup> : 控制安 抚	O <sup>b</sup> : 患儿手脚
	T <sup>i</sup> <sub>2</sub> : 去输液室	L <sup>o</sup> <sub>2</sub> : 走道 A				A <sup>c</sup> <sub>1</sub> : 哭闹 A <sup>c</sup> <sub>2</sub> : 抓挠	E <sup>n</sup> <sub>3</sub> O <sup>b</sup> <sub>1</sub> : 穿刺部 位 O <sup>b</sup> <sub>2</sub> : 输液管	A <sup>c</sup> <sub>1</sub> : 怀抱 A <sup>c</sup> <sub>2</sub> : 高举 A <sup>c</sup> <sub>3</sub> : 携带 A <sup>c</sup> <sub>4</sub> : 安抚 A <sup>c</sup> <sub>5</sub> : 走动	E <sup>n</sup> <sub>2</sub> O <sup>b</sup> <sub>1</sub> : 输液袋 O <sup>b</sup> <sub>2</sub> : 输液管 O <sup>b</sup> <sub>1</sub> : 随身物品 O <sup>b</sup> <sub>2</sub> : 就诊资料 E <sup>n</sup> <sub>2</sub> L <sup>o</sup> <sub>3</sub>
	T <sup>i</sup> <sub>3</sub> : 等待 输液完成	L <sup>o</sup> <sub>3</sub> : 输液室	A <sup>c</sup> <sub>1</sub> : 巡视 A <sup>c</sup> <sub>2</sub> : 处理	E <sup>n</sup> <sub>2</sub> O <sup>b</sup> : 输液袋 O <sup>b</sup> : 突发状 况	T <sup>l</sup> <sub>1</sub> : 输液 床位 T <sup>l</sup> <sub>2</sub> : 输液 支架	A <sup>c</sup> <sub>1</sub> : 哭闹 A <sup>c</sup> <sub>2</sub> : 偶尔抓 挠	E <sup>n</sup> <sub>3</sub> O <sup>b</sup> <sub>1</sub> : 穿刺部 位 O <sup>b</sup> <sub>2</sub> : 输液管	A <sup>c</sup> <sub>1</sub> : 怀抱 A <sup>c</sup> <sub>2</sub> : 安抚 A <sup>c</sup> <sub>3</sub> : 坐 A <sup>c</sup> <sub>4</sub> : 站立 A <sup>c</sup> <sub>5</sub> : 检查	E <sup>n</sup> <sub>2</sub> E <sup>n</sup> <sub>2</sub> T <sup>l</sup> <sub>1</sub> L <sup>o</sup> <sub>3</sub> O <sup>b</sup> : 输液余量
	T <sup>i</sup> <sub>3x</sub> : 放风	L <sup>o</sup> <sub>x</sub> : 开阔空间				A <sup>c</sup> <sub>2</sub> : 放风 A <sup>c</sup> <sub>2</sub> : 偶尔抓 挠	L <sup>o</sup> <sub>x</sub> : O <sup>b</sup> <sub>1</sub> : 穿刺部 位 O <sup>b</sup> <sub>2</sub> : 输液管	A <sup>c</sup> <sub>1</sub> : 怀抱 A <sup>c</sup> <sub>7</sub> : 高举 A <sup>c</sup> <sub>8</sub> : 携带 A <sup>c</sup> <sub>4</sub> : 走动	E <sup>n</sup> <sub>2</sub> O <sup>b</sup> <sub>1</sub> : 输液袋 O <sup>b</sup> <sub>2</sub> : 输液管 O <sup>b</sup> : 随身物品 L <sup>o</sup> <sub>x</sub>
	T <sup>i</sup> <sub>4</sub> : 去拔针	L <sup>o</sup> <sub>4</sub> : 走道 B				A <sup>c</sup> <sub>1</sub> : 哭闹 A <sup>c</sup> <sub>2</sub> : 偶尔抓 挠	E <sup>n</sup> <sub>3</sub> O <sup>b</sup> <sub>1</sub> : 穿刺部 位 O <sup>b</sup> <sub>2</sub> : 输液管	A <sup>c</sup> <sub>1</sub> : 怀抱 A <sup>c</sup> <sub>2</sub> : 高举 A <sup>c</sup> <sub>3</sub> : 携带 A <sup>c</sup> <sub>4</sub> : 安抚 A <sup>c</sup> <sub>5</sub> : 走动	E <sup>n</sup> <sub>2</sub> O <sup>b</sup> <sub>1</sub> : 输液袋 O <sup>b</sup> <sub>2</sub> : 输液管 O <sup>b</sup> <sub>1</sub> : 随身物品 O <sup>b</sup> <sub>2</sub> : 就诊资料 E <sup>n</sup> <sub>2</sub> L <sup>o</sup> <sub>5</sub>
T <sup>i</sup> <sub>5</sub> : 拔针	L <sup>o</sup> <sub>5</sub> : 治疗室 B	A <sup>c</sup> : 拔针	O <sup>b</sup> : 穿刺部 位	T <sup>l</sup> <sub>1</sub> : 棉花 T <sup>l</sup> <sub>2</sub> : 胶带	A <sup>c</sup> : 哭闹反抗	E <sup>n</sup> <sub>1</sub> E <sup>n</sup> <sub>3</sub>	A <sup>c</sup> : 控制安 抚	O <sup>b</sup> <sub>1</sub> : 患儿手脚	

问题类型 (P-PC) 各问题类型中所牵涉到的信息元 T<sup>i</sup>、L<sup>o</sup>、E<sup>n</sup>、A<sup>c</sup>、O<sup>b</sup>和 T<sup>l</sup>作并集, 并进行标注

注: 本案例中涉及到的信息以红色标出

相近的环节进行匹配。由此, 可以更加直观地分析出在全程中各信息元之间的关联, 以便发现存在的问题。

通过多维设计信息的整合模型, 主要从两个方面发现并定位设计机会和设计目标。一是从整合式的模型结构中, 找到特殊结构或极端结构, 例如“缺失”、“断层”, 或“疏松”、“密集”等, 从而发现潜在的问题关系与设计机会。二是从整合模型的问题信息元标注中, 发现定位设计准备实现的具体目标。

以项目为例, 从表 1 的结构中可以发现, E<sup>n</sup><sub>1</sub> 在 T<sup>i</sup><sub>2</sub>、T<sup>i</sup><sub>3x</sub> 和 T<sup>i</sup><sub>4</sub> 存在明显缺失。而对应的时段内, E<sup>n</sup><sub>3</sub> 的 A<sup>c</sup> 和 O<sup>b</sup> 参数呈现明显的密集化发展, 属于高任务负荷的指标。如果将主体在不同环节中各自涉及的动作和对象相连, 可以明显地看出 E<sup>n</sup><sub>3</sub> 在整个过程中的动作和处理的对象均多于 E<sup>n</sup><sub>1</sub>。输液过程中主体、

动作、对象的结构化模型见图 10。由此可以发现, 在婴儿输液过程中, 虽然家长承担了大量的任务, 但是他们缺乏必要的医疗辅助。

基于整合模型的结构特征, 结合案例实际情况, 得到的设计机会定位如下。E<sup>n</sup><sub>1</sub> 在 T<sup>i</sup><sub>2</sub>、T<sup>i</sup><sub>3x</sub> 和 T<sup>i</sup><sub>4</sub> 的缺失与 E<sup>n</sup><sub>3</sub> 的 A<sup>c</sup> 和 O<sup>b</sup> 参数结构化密集有对应关系。这反映出, 医务人员 (医疗辅助手段) 的缺失与患儿家长在去输液室、等待输液完成, 以及去拔针的过程中的任务量有对应关系。拟对此对应关系进行优化, 增加在 T<sup>i</sup><sub>2</sub>、T<sup>i</sup><sub>3x</sub> 和 T<sup>i</sup><sub>4</sub> 的医疗辅助。根据以上定位, 鉴于实际情况, E<sup>n</sup><sub>1</sub> 与 T<sup>i</sup><sub>2</sub>、T<sup>i</sup><sub>4</sub> 相斥 (医院已无额外人力支援此环节), 拟从 T<sup>l</sup> 入手, 进行干预和优化问题, 以工具的方式提供医疗辅助手段 T<sup>l</sup> (Design), 减少家长在去输液室、等待输液完成, 以及去拔针的过程中的任务量, 从而对问题进行优化。

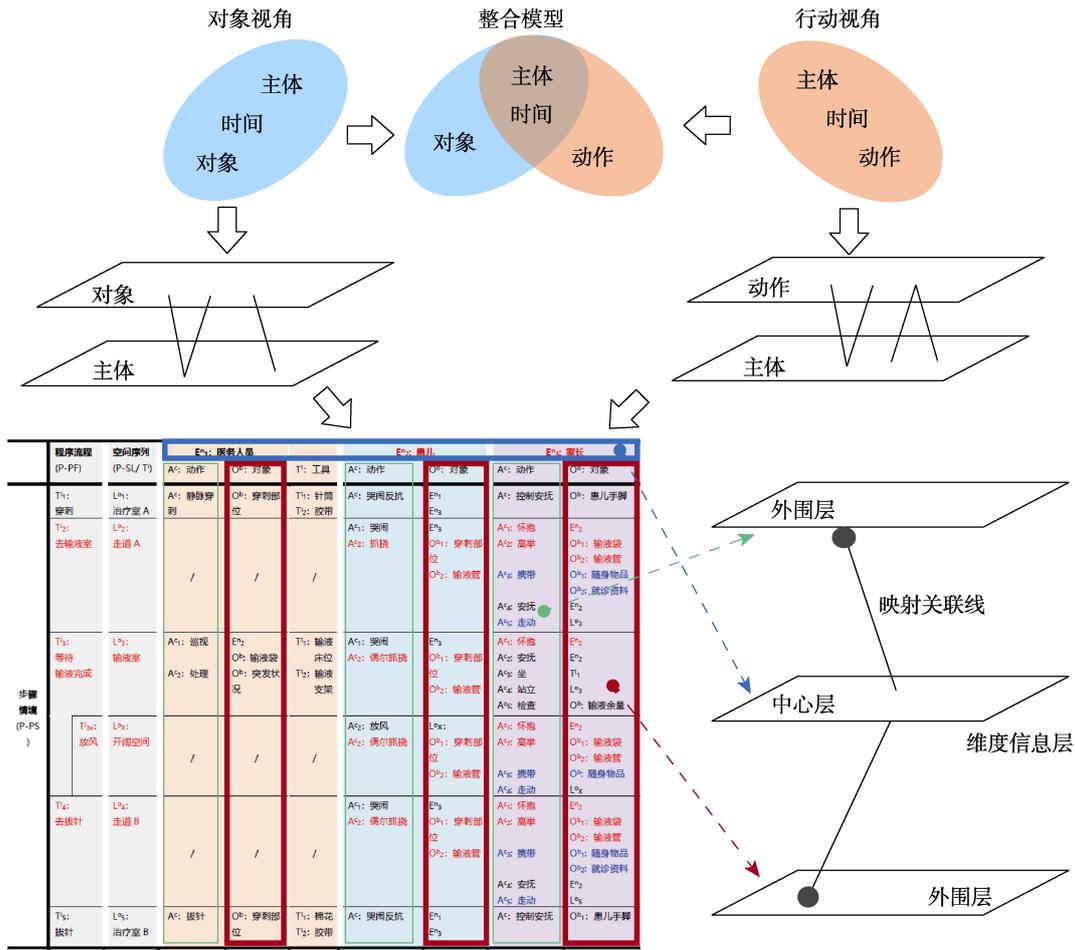


图 9 设计信息结构化模型的形成过程

Fig.9 Formation process of design information structure model

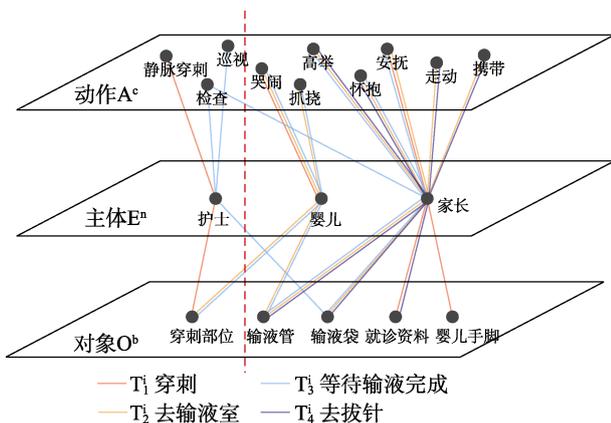


图 10 输液过程中主体、动作、对象的结构化模型

Fig.10 Structure model of subject, action and object during transfusion

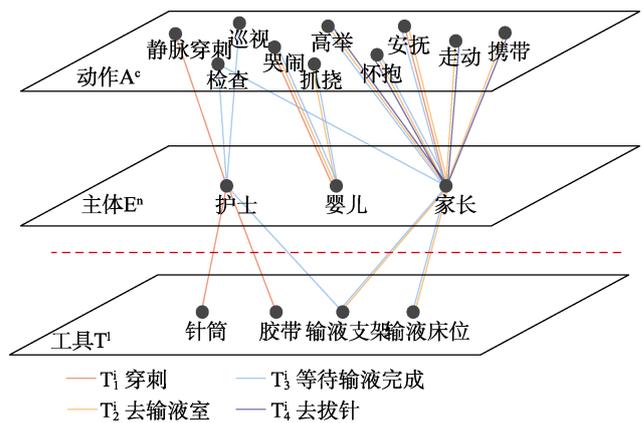


图 11 输液过程中主体、动作、工具整合

Fig.11 Integration of subject, action and tool during transfusion

基于问题类型维度的信息元（问题系信息元）标注情况可以发现， $E_2$  和  $E_3$  为高频问题系主体信息元， $E_2(A_2)$  和  $E_3(A_1, A_2)$  为高频问题系动作信息元， $E_2[A_2(O^b_1, O^b_2)]$  和  $E_3[A_2(O^b), A_3(O^b_1, O^b_2)]$  为高频问题系高频对象信息元， $O^b_2$  为最高频问题系信息元。 $E_1$  在整个输液过程中动作变更较少，使用的工具在一定程度上可以辅助其完成工作；相对应  $E_3$  在输液

过程中的动作变更较为频繁，相应的辅助工具却较少。输液过程中主体、动作、工具的整合见图 11，这样导致家长难以及时、有效地处理婴儿哭闹的问题。

基于整合模型中信息元标注特点，根据以上定位的设计机会，结合案例实际情况，得到设计目标具体定位如下。 $T^1$  (Design) 面向主体  $E_2$  和  $E_3$ ，解释为医疗辅助工具的功能应当同时面向患儿和家长； $T^1$

(Design) 针对动作  $E_2^0(A_2^c)$  和  $E_3^0(A_1^c, A_2^c)$  进行改善, 解释为医疗辅助工具的设计应当对患儿的抓挠动作进行约束, 以及对家长怀抱和高举动作产生的负担感进行改善;  $T^1$  (Design) 处理对象  $O_1^b$ ,  $O_2^b$  和  $O^b$ , 解释为医疗辅助工具的设计应当对患儿的穿刺部位、输液管和输液袋这三个重点动作对象进行针对性的处理和考量;  $T^1$  (Design) 着重处理  $O_2^b$  及其相关问题系信息元, 解释为医疗辅助工具的设计应当以处理输液管问题为重中之重。

#### 4 实例验证

为验证该方法的合理性和有效性, 设计团队以上海儿童医学中心小儿静脉输液系统为例, 对方法进行分步介绍。利用基于方法的定位结果, 设计师进行了如下设计。基于设计定位的设计方案探索, 设计了侧背式小儿静脉输液辅助工具, 见图 12。侧背与手托结合为两个主体时分时合的需求提供保障, 侧背与手托结合的细节见图 13。对小儿抓挠动作的有效约束见图 14。通过外力挤压方式替代高度差来产生压力的方式, 将输液袋置于背带部分, 有效地解决了家长在怀抱和高举动作时产生的问题, 并对输液管的管理进行了优化。最后, 在院方的大力支持下, 对设计方案进行了现场测试, 得到了积极的效果和反馈。设计方案的现场测试见图 15。现场测试结果得到患儿家属和院方的肯定, 见图 16。

通过对设计师进行口头采访, 了解到这种方法有以下几个特点: (1) 对帮助理解复杂系统情境下的设计问题, 发现并定位设计机会, 具有启发性; (2) 在多维设计信息情境下, 对具体设计目标的制定具有催化和管理作用; (3) 在设计过程和设计方案的呈现环节, 对设计专业人员和非设计专业人员, 都是一种系统、高效的沟通工具。

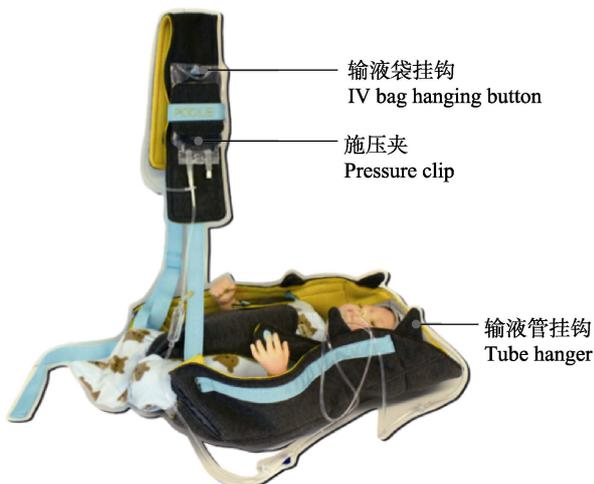


图 12 侧背式小儿静脉输液辅助工具  
Fig.12 Lateral carrying venous transfusion auxiliary means for children



图 13 侧背与手托结合的细节  
Fig.13 Details of combination of lateral carrying and hand holding



图 14 对小儿抓挠动作的有效约束  
Fig.14 Design for effectively preventing children from self-scratching

#### 5 结语

本文介绍了一种基于多维度设计信息的设计定位方法, 其机制如下: (1) 对目标复杂系统进行设计调研与信息收集; (2) 对设计调研信息中的信息元进行界定; (3) 根据项目属性与特点, 将不同的信息元进行组织, 生成相应的项目设计信息维度模块; (4) 通过不同模块中的相同信息元, 将多维度的信息模块进行结构化匹配与整合; (5) 通过解析整合模型的结构特征, 发现潜在的问题, 并对设计机会进行定位; (6) 通过解析整合模型中特定的信息元结构特点, 对设计目标进行具体界定。通过以上方法, 可以有效地组织多维度设计信息, 其整合后的结构对设计定位起到了指导性的作用, 基于此设计定位方法制定的具体设计方案, 以一种更加系统的方式, 对目标问题进行了优化。



图 15 设计方案的现场测试  
Fig.15 Site test of design scheme



图 16 现场测试结果得到患儿家属和院方的肯定  
Fig.16 Test outcome gained positive feedbacks from both the parents and medical staff

#### 参考文献：

- [1] 张东民, 廖文和, 胡建, 等. 基于本体的设计知识建模[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 2005, 33(5): 26-31.  
ZHANG Dong-min, LIAO Wen-he, HU Jian, et al. Design Knowledge Modeling Based on Ontology[J]. Journal of South China University of Technology(Natural Science Edition), 2005, 33(5): 26-31.
- [2] 谢友柏. 现代设计与知识获取[J]. 中国机械工程, 1996, 7(6): 36-41.  
XIE You-bai. Modern Design and Knowledge Acquisition[J]. Chinese Mechanical Engineering, 1996, 7(6): 36-41.
- [3] 王英林, 王卫东, 王宗江, 等. 基于本体的可重构知识管理平台[J]. 计算机集成制造系统, 2003, 9(12): 1136-1144.  
WANG Ying-lin, WANG Wei-dong, WANG Zong-jiang, et al. Reconfigurable Platform Knowledge Management Based on Ontology[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2003, 9(12): 1136-1144.
- [4] NORMAN D A, STAPPERS P J. DesignX: Design of Complex Sociotechnical System[J]. Journal of Design, Economics and Innovation, 2015, 1(2): 83-94.
- [5] GALVAO A B. Design for Phlebotomy: User-Studies and Conceptual Development Research and Demonstration Project Report[R]. Chicago: Illinois Institute of Technology, 2001.
- [6] 齐峰. 产品设计信息可重用性及产品设计资源管理关键技术研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2004.  
QI Feng. Research on Reusability of Artifact Design Information and Key Technology of Design Resource Management. Hangzhou: Zhejiang University, 2004.
- [7] VEER G C, VLIET J C, LENTING B F. Designing Complex Systems- a Structured Activity[C]. New York: ACM Publications, 1995.
- [8] 秦泽雅. 感官认知视角下的产品设计信息整合研究[D]. 桂林: 广西师范大学, 2016.  
Qin Ze-ya. Integration Research on Product Design Information from the Perspective of Sensory Cognition. Guilin: Guangxi Normal University, 2016.
- [9] LIM Y K, SATO K. Describing Multiple Aspects of Use Situation: Application of Design Information Framework (DIF) to Scenario Development[J]. Design Studies, 2006(27): 57-76.
- [10] KEI K. A Scenario-driven Conceptual Design Information Model and Its Formation[J]. Research in Engineering Design, 2004, 15(2): 122-137.
- [11] TOMIYAMA T. General Design Theory and its Extensions and Applications[C]. Aachen: Shaker Ver-lag, 1998.