

# 健康小屋空间布局设计研究

魏芊蕙, 支锦亦, 陆宁  
(西南交通大学, 成都 611756)

**摘要:** **目的** 探讨健康小屋空间布局设计原则。**方法** 通过实地调研与分析, 获得现有健康小屋空间布局设计的室内空间特征与用户的室内活动流线, 从行为需求与环境特征两个方面分析得到健康小屋空间布局设计因素, 通过量表对具体的健康小屋空间布局设计因素进行问卷调查, 使用 spss 软件对调研数据进行统计分析。根据调研结果, 获得健康小屋室内空间布局设计原则。根据提出的健康小屋空间布局设计原则进行设计实践, 使用 JACK 虚拟仿真软件对设计案例进行合理性验证。**结论** 根据调研分析得到的健康小屋空间布局设计原则有流线路径的最优性原则、功能区域的秩序性与服务性原则、空间环境的通用性与情感性原则。

**关键词:** 健康小屋; 空间布局设计; 活动流线; 用户需求

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)22-0104-07

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.22.018

## Spatial Distribution Design of the Health Room

WEI Qian-hui, ZHI Jin-yi, LU Ning  
(Southwest Jiaotong University, Chengdu 611756, China)

**ABSTRACT:** The work aims to explore the principle of spatial distribution design of the health room. The interior spatial characteristics of spatial distribution design of the existing health room and the user's interior activity route were obtained through field research and analysis. The spatial distribution design factors of health room were obtained through the analysis on the behavioral needs and environment characteristics. The questionnaires on the specific spatial distribution design factors of health room were conducted by the scale. spss software was used for the statistical analysis of research data. According to the research results, the interior spatial distribution design principle of health room was obtained. Then, the design practice was carried out according to the proposed principle of spatial distribution design of the health room. Finally, JACK virtual simulation software was used to rationally validate the design case. The principle of spatial distribution design of the health room obtained according to the research analysis is as follows: make the streamline route optimal, make different functional areas orderly and offer better service, and make the space environment universal and emotional.

**KEY WORDS:** health room; spatial distribution design; activity route; user demand

随着我国人口老龄化加速, 生活水平提高, 居民对于慢性病的防控需求也越来越多<sup>[1]</sup>, 健康保健意识逐渐增强, 全国各地纷纷开始设立健康小屋<sup>[2]</sup>。健康小屋是政府相关部门设立的为群众提供自助健康检测和健康教育的场所, 能促进居民养成自我健康管理意

识, 更加注重对慢性病的防控与自身健康状况的改善<sup>[1]</sup>。

在现有的关于健康小屋的研究中, 有文献从开放时间、使用情况、人员配置、仪器维护等方面对我国健康小屋的发展现状进行了调研与分析。有文献对普通小区居民以及患有糖尿病等慢性病的患者使用自

收稿日期: 2018-09-25

基金项目: 四川省科技支持计划项目重点研发计划项目(2016GFW0171)

作者简介: 魏芊蕙(1992—), 女, 四川人, 西南交通大学硕士生, 主攻产品设计理论。

通信作者: 支锦亦(1974—), 女, 北京人, 博士, 西南交通大学教授、博士生导师, 主要研究方向为交通工具设计、产品可用性。

助健康小屋前后的健康指标、有关健康情况的知晓率、生活方式与运动情况的改变情况进行了研究。基于对上述文献的分析可以发现,现有研究侧重于对健康小屋的使用情况以及使用效果的研究,但对于健康小屋的设计,尤其是健康小屋空间布局设计的研究较为缺乏。本文通过实地调研,根据健康小屋的使用环境与使用人群的行为特点,对健康小屋空间布局设计原则进行研究,并以案例对其合理性进行论证。

## 1 室内空间布局设计概述

室内空间布局设计分为两类:以“设备”为中心的工程空间布局设计和以“人”为中心的室内空间布局。

### 1.1 以“设备”为中心的工程空间布局设计理论概述

工程空间布局问题属于复杂的组合优化问题<sup>[5]</sup>,研究的范围涉及航天器舱<sup>[6]</sup>、船舶舱<sup>[7]</sup>、企业车间<sup>[8]</sup>等。布局设计与求解的方法有如下<sup>[5,9-10]</sup>:数学规划法、图论法、启发式算法、人工智能领域的演化计算法(如遗传算法与模拟退火算法等)、基于知识与准则的求解法、虚拟分析与设计、神经网络算法、人机交互与人机结合算法等。工程上大量的布局设计属于带性能约束的求解问题<sup>[5]</sup>,需要考虑惯性、不平衡性、温度场、电磁场<sup>[5]</sup>等性能特征。这些研究主要解决在有限空间里更合理的布置更多的工程设备,并且缩短工程周期,减少生产与运营费用等技术和经济性需求。

### 1.2 以“人”为中心的室内空间布局设计理论概述

与工程空间布局不同的是,在以“人”为中心的室内空间布局中,人的行为需求是一个主要的研究因素<sup>[11]</sup>。现有的相关研究中,有文献<sup>[11]</sup>从信息共享空间的环境,行为和人的需求出发对图书馆电子阅览室的功能改造与布局进行优化设计。有文献<sup>[12]</sup>从分析我国铁路客车乘客的需求出发,建立了乘客的需求模型,车厢的无障碍流线模型和无障碍区域的基本布局模型,得到了我国铁路客车无障碍最优理论布局方案。这些研究主要解决用户在目标环境中获得一个更加舒适的体验的需求。

健康小屋的空间布局设计属于以“人”为中心的室内空间布局设计问题,用户在健康小屋中的活动规律,影响着健康小屋的空间布局、尺度以及环境等因素。本文将从用户行为出发,探求健康小屋室内活动流线与用户的行为需求和环境特征,对健康小屋进行空间布局设计研究。

## 2 健康小屋空间布局设计现状调研

### 2.1 调研对象

按照健康小屋的空间布局形式及采用设备,将调

研对象分为两类:(1)采用非集成设备,将非集成设备按一定顺序贴墙布置在房间四周的健康小屋;(2)采用一体化集成设备的健康小屋。

### 2.2 调研方法

选取成都市两家具具有代表性的健康小屋,见图 1, A 社区健康小屋采用非集成设备,并将非集成设备分布在房间四周, B 社区健康小屋采用一体化集成设备。对进入健康小屋的人员进行行为观察,观察时间持续 1 h, 1 h 后进入健康小屋内部对内部空间细节处进行观察与拍摄。



a 社区卫生服务中心健康小屋



b 社区卫生服务中心健康小屋

图 1 现有健康小屋空间布局设计  
Fig.1 The spatial distribution design of the existing health room

### 2.3 调研结果

#### 2.3.1 室内空间特征

从健康小屋的功能分区、设备构成、环境导视与环境特征 4 个方面对健康小屋空间布局设计进行调研与分析,表 1 为健康小屋空间布局调研分析内容。

根据现有健康小屋的空间布局调研分析内容,得出现有健康小屋空间布局优点与不足,见表 2。

表 1 健康小屋空间布局调研分析内容  
 Tab.1 Research and analysis contents of health room spatial distribution

| 编码 | 功能分区                       | 设备构成                        | 环境导视        | 环境特征                                 |
|----|----------------------------|-----------------------------|-------------|--------------------------------------|
| A  | 护士工作区；<br>设备使用区；<br>附加服务区； | 血压计；<br>身高体重仪；<br>体成分分析仪；   | 墙面有消毒装置的指示； | 墙体以温暖蓝色为主，色彩淡雅；<br>布局松散，设备与桌椅少；      |
| B  | 护士工作区；<br>设备使用区；           | 自助检测集成设备；<br>血压计；<br>身高体重秤； | 地面贴有路线导视足迹； | 白墙，没有其他装饰；<br>布局紧凑，功能区多，<br>设备大，桌椅多； |

表 2 健康小屋空间布局优点与不足  
 Tab.2 Advantages and disadvantages of health room spatial distribution

|    | 功能分区                        | 设备构成                                    | 环境导视                   | 环境特征                                    |
|----|-----------------------------|---|------------------------|---|
| 优点 | 区域类别划分明确；                   | 一台集成设备能检测<br>多项指标；                      |                        | 小屋整体色彩淡雅舒适；                             |
| 不足 | 未按需设置不同区域的面积；<br>功能区域数量不适中； | 未使用集成设备的健康小屋<br>设备类型少，以血压计<br>与身高体重仪为主； | 环境导视内容少，不便于<br>用户自助使用； | 布局密度，设备数量与设备<br>大小安排不适中；设备<br>与桌椅摆放不规律； |

2.3.2 室内活动流线

剔除掉不使用设备进行自助检测的人员数据，分析得到用户如下几条活动流线：

- 1) “咨询↔使用设备↔咨询→离开”；
- 2) “咨询↔使用设备→离开”；
- 3) “使用设备↔咨询→离开”；
- 4) “使用设备→离开”。

图 2 为用户在健康小屋内活动的流程图。

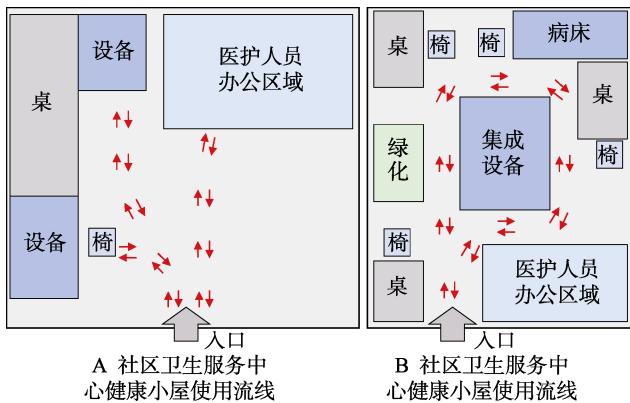


图 2 室内活动路线图  
 Fig.2 Interior activity route

3 基于用户需求的健康小屋用户空间布局设计因素调研

3.1 调研内容

目前，健康小屋的主要使用人群为老年慢性病人。老年人的生理机能随着年龄的增长而减退，由于

骨骼失水与钙化等原因，关节无法自由伸展，导致行动越发不方便<sup>[13]</sup>。并且老年慢性病患者会由于自身疾病的影响，更容易产生孤独、紧张、焦虑与抑郁等情绪<sup>[14]</sup>。充分考虑老年人的需求特征，对健康小屋用户空间布局进行因素分析，见表 3。

表 3 基于用户需求的健康小屋用户空间布局因素分析  
 Tab.3 Factor analysis of health room spatial distribution based on user demand

| 大因素  | 小因素  | 因素描述  |
|------|------|---|
| 行为需求 | 使用顺序 | 设备布局是按照检测项目的顺序进行顺序布置；                             |
|      | 功能分区 | 健康宣传教育区、自助体检区是分开且相对独立的；<br>设置专门的附加服务区（文具租用、报告打印）； |
|      | 人机特征 | 在进行自助检测时能有独立的空间，避免磕碰；                             |
| 环境需求 | 隐私   | 避免他人查看个人数据；                                       |
|      | 情感化  | 室内安排绿色植物或者装饰照明；                                   |
|      | 空间感  | 采用集成设备，一体机；<br>合理安排桌椅等物品的数量；                      |

3.2 调研方法

将因素描述转化为对应的问卷问题，制作李克特五点量表问卷，根据对健康小屋空间布局描述的内容，从“非常不认同”到“非常认同”依次记为 1—5 分。将用户所需的检测项目，制作成多选题。在网络

上共发放问卷 124 份，回收答卷 124 份，其中有效答卷 124 份。使用 spss 22.0 软件对回收的问卷数据进行统计分析。

### 3.3 调研结果

对量表数据进行效度分析与信度分析。KMO 值为 0.922，Bartlett'S 球形检验的自由度为 45， $P$  值为  $0.000 < 0.001$ ，统计结果具有显著性，说明量表具有良好的结构效度。Cronbach  $\alpha$  值为 0.949，说明量表具有良好的信度。对调研获得的量表数据进行描述性统计分析，见图 3。

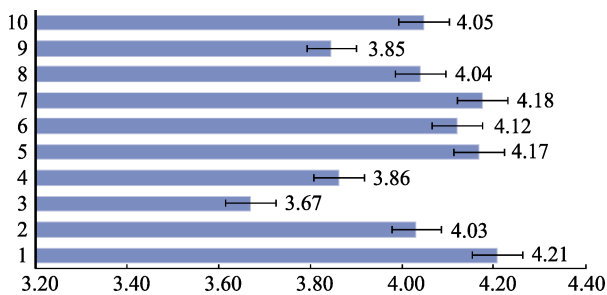


图 3 量表数据平均值  
Fig.3 The mean value of the scale data

## 4 健康小屋空间布局设计原则

### 4.1 流线路径的最优性

根据实地调研的健康小屋室内活动流线结果，简化获得健康小屋室内活动流线模型，见图 4，其中 D 代表健康小屋的入口，Z 代表医护人员咨询台，用户可以咨询相关信息，U 代表自助检测设备。

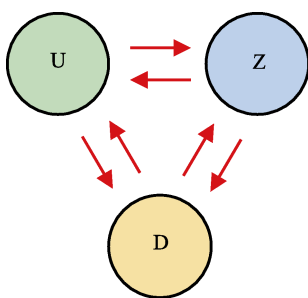


图 4 室内活动流线简化模型  
Fig.4 The simplified model of interior activity route

用户的行进时间越长，生理负荷越大，对其他用户的正常通行的干扰越严重<sup>[12]</sup>。所以应尽量减少用户的行进路程。将用户在健康小屋内的总路程最小的布局视为最优布局。

如果 Z 与 D 重合，医护人员工作区布置在小屋的门口会造成拥堵，因此  $\overline{DZ}$  与  $\overline{ZD}$  在保证人员正常活动的情况下应接近于 0 但不等于 0。如果 U 与 D 重合，自助检测设备布置在小屋的门口会造成拥堵，

且不利于自助检测设备的保养与维护，因此  $\overline{UD}$  与  $\overline{DU}$  在保证人员正常活动情况下应接近于 0 但不等于 0。如果 U 与 Z 重合，自助检测设备布置在医护人员工作区会造成拥堵，并且影响医护人员正常工作，因此在保证人员正常活动的情况下  $\overline{ZU}$  与  $\overline{UZ}$  应接近于 0 但不等于 0。

因此检测区、医护人员工作区与健康小屋入口呈三角形布置，自助检测区与医护人员工作区布置于健康小屋入门可见的左右两侧位置，宣传区灵活的布置于自助检测区与医护人员工作区之间。这能最大程度减少用户在小屋内行进的路程，同时保证各个区域正常运行。

### 4.2 功能区域的秩序性与服务性

根据基于用户需求的健康小屋用户空间布局设计因素调研结果，量表数据平均值高于 4.10 的高分因素项目均与检测空间的独立性与秩序性有关，健康小屋应采用智慧集成式检测设备，集成式检测设备构成检测区。用户使用集成式检测设备可集中检测各项数据，避免来回找寻不同检测设备，使检测区更具秩序感。

采用的智慧集成设备应能进行个人健康电子档案建立，并且能够实时上传检测数据，用户能通过手机客户端或 PC 端进行个人健康电子档案管理，同时相关的健康云平台能够对用户的健康数据进行分析与评估，提出相应的健康干预措施，督促用户进行健康改进，形成一个良性的健康管理<sup>[3]</sup>闭环，打破传统健康检测设备仅能检测数据的单一功能形式，以符合信息时代的特征。

健康小屋是政府相关部门设立的为群众提供自助健康检测和健康教育的场所<sup>[2]</sup>，以提供健康服务为要点的场所应遵循服务设计的相关原则<sup>[15]</sup>：用户控制服务过程，分割愉快，整合不满，强有力地结束。因此，健康小屋中的检测区、宣传区与医护人员工作区应相对独立，使用户有足够的自主控制服务的过程，即用户在检测区中进行自助检测，在宣传区中自助选择与查看宣传教育内容。另外，相对独立的区域将用户在健康小屋中的行为类型分为“咨询”、“查询”与“检测”3 个部分，不仅能提高健康小屋的服务质量，而且能起到分流人群，避免拥挤的效果。同时，相对独立的区域能保护用户隐私。

### 4.3 空间环境的通用性与情感性

通用设计具有人本价值、社会价值、生态价值与道德价值<sup>[16]</sup>，在健康小屋等与医疗健康相关的机构中更是需要体现最大价值的人文关怀、社会关怀、生态关怀与道德关怀。因此，在健康小屋空间环境设计中需要着重考虑通用设计的 7 项基本原则<sup>[17]</sup>：平等、灵活、简单与直观、信息易理解、容错、减少体力消耗、

尺寸与空间的接近性与使用性。

根据基于用户需求的健康小屋用户空间布局设计因素调研结果,量表数据平均值高于 4.00 的较高分因素项目中,用户的情感化需求也是布局设计过程中的一个要点。空间中采用装饰照明、设置绿化等,打破传统医疗场所的冰冷感。健康小屋内部摆放的设备与物品应注意造型圆润、色彩淡雅,并且控制设备与物品的数量,节约空间,避免压抑感,提高使用效率,为健康小屋提供一个轻松的环境氛围。

## 5 设计实践

根据陈骏籍等<sup>[2]</sup>在全国范围内对 5363 家健康小屋调研的结果来看,健康小屋的平均占地面积为 15 m<sup>2</sup>,其中有 45.40%的健康小屋具有独立的房间。本文的设计实践选择一个独立的房间。

设计实践遵循从整体到细节的设计流程,即“整体空间布局规划→具体空间布局规划→空间细节设计”,具体设计流程如下。

### 5.1 根据流线路径的最优性原则进行布局分区规划

检测区、医护人员工作区与健康小屋入口呈三角形布置,医护人员工作区与检测区布置于健康小屋入门可见的左右两侧位置,宣传区灵活地布置于自助检测区与医护人员工作区之间。

### 5.2 根据功能区域的秩序性与服务性原则进行区域功能规划与自助设备选择

检测区中,本案例选取集成设备徕康 LK-100F,该集成设备可以测量血压、脉率、血糖、血氧、人体代谢率、脂肪含量等数据,同时配备身高体重仪。本案例将集成设备 LK-100F 的操作台面与显示设备嵌入到检测区墙体中,并且检测区、医护人员工作区与宣传区相对独立。

另外,选用的集成检测设备 LK-100F 支持刷二代居民身份证或 IC 卡进行个人数据建档,检测数据支持有线及无线网络传输,用户可直接在手机客户端或 PC 端查询个人健康数据,通过徕康健康云平台能够进行健康跟踪、智能评估、健康预警等相关智慧服务。

医护人员工作区中,本案例设置一张咨询台,医护人员可在咨询台上办公,同时用户可咨询医护人员相关事宜。

宣传区中,本案例设置自助健康信息查阅一体机,用户可以在一体机上查询相关健康宣传教育信息,观看相关健康宣传教育视频。

### 5.3 根据空间环境的通用性与情感性原则设计

智慧健康小屋采用自动感应门,入口地面采用斜坡,用户在入口即可看见横向分布的 3 个区域,3 个区域划分明确,用户可以简单而直观地辨别各区域的

功能信息并迅速找到自己的目标区域。

在 3 个功能区域设置用户在坐姿与站姿情况下均能使用的设备与物品。小屋内部设置折叠座椅,用户可根据自己的需求选择使用。检测区设置扶手,方便用户调整姿态。

设备与摆放的物品造型圆润,色彩淡雅,控制摆放的设备以及物品数量,给用户营造一种简约、轻松的环境氛围。

本案例的平面布局图,见图 5。本案例的设计效果图,见图 6。

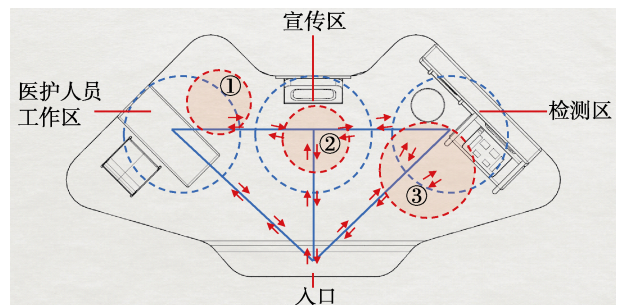


图 5 平面布局图  
Fig.5 The layout scheme

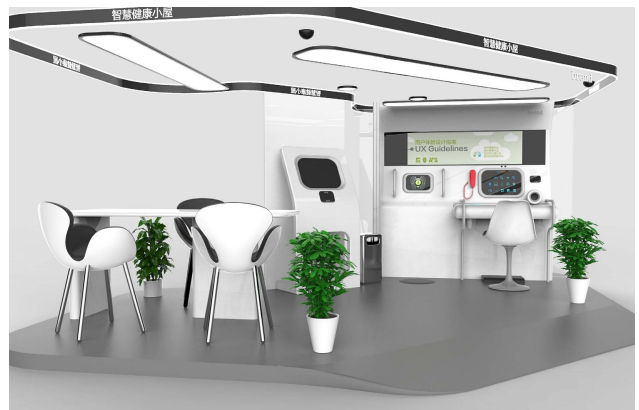


图 6 设计效果图  
Fig.6 The 3D rendering

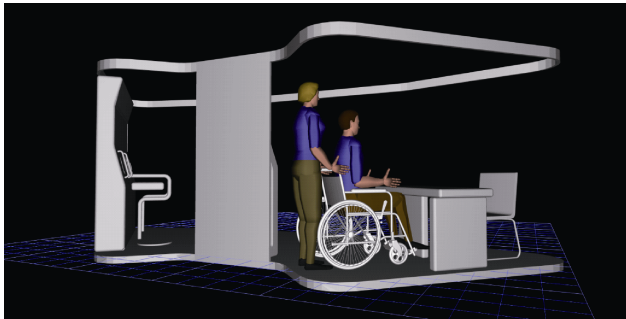
## 6 设计评估

身材矮小者、老年人、轮椅使用者等群体行动不方便,其中轮椅使用者是典型的具有通行空间障碍的群体<sup>[12]</sup>。本文以轮椅使用者为对象,使用 JACK 虚拟仿真软件对设计案例的关键人机尺寸进行仿真验证。

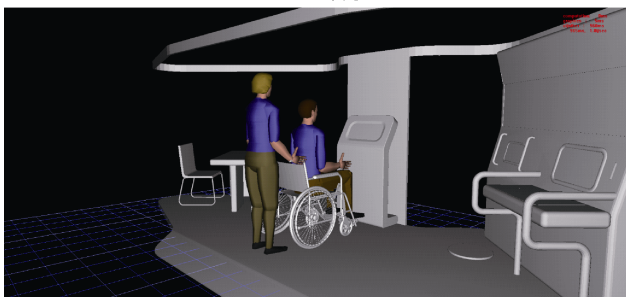
人机工程分析中,常以第 95 百分位中国成年人体尺寸作为尺寸设计的上限<sup>[12,18]</sup>。选取第 95 百分位的成年男性作为轮椅使用者,第 95 百分位的成年女性作为护理人员(目前中国大多数专职护理人员为女性),负责推动轮椅。在图 7 中的 3 个区域进行关键通行尺寸的静态仿真。

将简化后的健康小屋模型与轮椅模型导入 JACK

软件，并载入第 95 百分位的成年男性人体模型与第 95 百分位的成年女性人体模型。对男性人体模型添加坐姿约束使其坐在轮椅上，对女性人体模型添加站姿约束，使其双手握住轮椅把手模拟推动轮椅动作。



a 区域①



b 区域②



c 区域③

图 7 关键通行尺寸分析

Fig.7 The analysis of key pass size

图 7 中显示区域①能容纳一位轮椅使用者与一名护理人员一起咨询医护人员相关事宜。区域②能容纳一名轮椅使用者与一名护理人员一同查看健康宣传教育内容。区域③能容纳两名轮椅使用者共同使用检测设备，并且两名护理人员能分别照顾两名轮椅使用者。护理人员与轮椅使用者能共同够通过关键尺寸，那么其他人员也能通过关键尺寸，因此，虚拟仿真验证结果表明设计案例的关键通行尺寸是合理的。

可及范围分析中，常以第 5 百分位中国成年人尺寸作为尺寸设计的下限<sup>[12,15]</sup>。选取第 5 百分位成年女性作为轮椅使用者，对女性人体模型添加坐姿约束，使其坐在轮椅上，独自操作集成设备。轮椅使用者使用集成设备的可及范围分析，虚拟人可以触碰到集成设备的屏幕并进行独立操作见图 8。因此，虚拟仿真验证结果表明设计案例的集成设备选择是合理的。

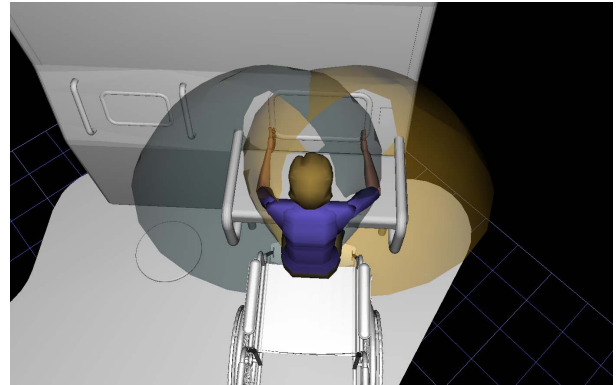


图 8 可及范围分析

Fig.8 The analysis of accessible range

## 7 结语

本文对健康小屋空间布局设计进行调研与分析，得到了健康小屋空间布局设计的原则。

1) 流线路径的最优性原则。检测区、医护人员工作区与健康小屋入口呈三角形布置，自助检测区与医护人员工作区布置于健康小屋入门可见的左右两侧位置，宣传区灵活的布置于自助检测区与医护人员工作区之间。

2) 功能区域的秩序性与服务性原则。健康小屋应采用智慧集成式检测设备，智慧集成式检测设备构成检测区，根据服务设计原则对健康小屋进行区域分隔与功能分段，健康小屋中的检测区、宣传区与医护人员工作区应相独立，用户在各个区域进行自主操作。

3) 空间环境的通用性与情感性原则。即根据通用设计理念进行功能布置，并采用装饰照明，设置绿化等；健康小屋内部摆放的设备与物品应注意造型圆润，色彩淡雅，并且控制设备与物品的数量。

## 参考文献：

- [1] 陈骏籍, 李园, 张晓畅. 我国“健康小屋”发展现状分析[J]. 中国预防医学杂志, 2016, 17(5): 397—399.  
CHEN Jun-ji, LI Yuan, ZHANG Xiao-chang. An Analysis of the Development of "Health Room" in China[J]. Chinese Preventive Medicine, 2016, 17(5): 397—399.
- [2] 刘冬梅. 医院-社区一体化的社区糖尿病健康小屋模式探讨[J]. 护理研究, 2012(26): 3064—3065.  
LIU Dong-mei. Probe into Hospital-community Integrated Community Diabetes Health Hut Mode[J]. Chinese Nursing Research, 2012(26): 3064—3065.
- [3] 陈利群, 王蓉, 曹晓玲, 等. 自助式健康管理模式对社区居民健康行为的影响[J]. 护理学杂志, 2011, 26(17): 1—3.  
CHEN Li-qun, WANG Rong, CAO Xiao-ling, et al. Influence of Self-service Health Management Model on Health Behaviors of Community Residents[J]. Journal

- of Nursing Science, 2011, 26(17): 1—3.
- [4] 陈观连, 范穗光, 沈丽琼, 等. 糖尿病健康小屋在糖尿病社区护理管理上的应用[J]. 实用医学杂志, 2015, 31(16): 2748—2750.  
CHEN Lian-guan, FAN Sui-guang, SHEN Li-qiong, et al. Application of Diabetes Health Room in Diabetes Community Nursing Management[J]. The Journal of Practical Medicine, 2015, 31(16): 2748—2750.
- [5] 李广强. 布局方案设计的若干理论、方法及其应用[D]. 大连: 大连理工大学, 2003.  
LI Guang-qiang. Research on the Theory and Methods of Layout Design and Their Applications[D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2003.
- [6] 滕弘飞, 张宝, 刘峻, 等. 航天器布局方案设计[J]. 大连理工大学学报, 2003, 43(1): 86—92.  
TENG Hong-fei, ZHANG Bao, LIU Jun, et al. Spacecraft Layout Design[J]. Journal of Dalian University of Technology, 2003, 43(1): 86—92.
- [7] 王运龙, 王晨, 纪卓尚, 等. 船舶居住舱室智能布局优化设计方法研究[J]. 中国造船, 2013, 54(3): 139—146.  
WANG Yun-long, WANG Chen, JI Zhuo-shang, et al. A Study on Intelligent Layout Design of Ship Cabin[J]. Shipbuilding of China, 2013, 54(3): 139—146.
- [8] 李红英, 朱华炳, 宋守许, 等. 设施布置对生产物流的影响及应用方案评价[J]. 合肥工业大学学报, 2005, 28(1): 91—94.  
LI Hong-ying, ZHU Hua-bing, SONG Shou-xu, et al. Influence of Layout Planning on Production Flow System and Evaluation of Application Schemes[J]. Journal of Heifei University of Technology, 2005, 28(1): 91—94.
- [9] 刘占伟, 滕弘飞. 基于人智-图形-计算的布局设计方法[J]. 大连理工大学学报, 2006, 46(2): 228—234.  
LIU Zhan-wei, TENG Hong-fei. Human Intelligence-diagram-computation-based Layout Designing Method[J]. Journal of Dalian University of Technology, 2008, 28(6): 240—244.
- [10] 钱志勤, 滕弘飞. 复杂布局设计问题的算法[J]. 中国机械工程, 2002, 13(8): 696—699.  
QIAN Zhi-qin, TENG Hong-fei. Algorithm of Complex Layout Design Problems[J]. China Mechanical Engineering, 2002, 13(8): 696—699.
- [11] 袁曦临, 冯慧瑛. 信息共享空间的室内空间设计—关于电子阅览室的功能改造与布局[J]. 图书馆杂志, 2009, 28(6): 53—55.  
YUAN Xi-lin, FENG Hui-ying. On Indoor Space Design in the Information Commons[J]. Library Journal, 2009, 28(6): 53—55.
- [12] 向泽锐, 徐伯初, 支锦亦, 等. 中国铁路客车无障碍设计研究[J]. 西南交通大学学报, 2014, 49(3): 485—493.  
XIANG Ze-rui, XU Bo-chu, ZHI Jin-yi, et al. Barrier-free Design of Passenger Trains in China[J]. Journal of Southwest Jiaotong University, 2014, 49(3): 485—493.
- [13] 苗艳凤, 朱新艳. 基于老年人健身的助步工具设计原则研究[J]. 包装工程, 2016, 37(24): 114—118.  
MIAO Yan-feng, ZHU Xin-yan. Design Principle for Walking Tool Based on the Elderly Bodybuilding[J]. Packing Engineering, 2016, 37(24): 114—118.
- [14] 张涵. 老年慢性病患者心理健康状况及应对方式分析[J]. 中华疾病控制杂志, 2016, 20(7): 659—662.  
ZHANG Han. Analysis of the Mental Status and Coping Modes among Elderly Patients with Chronic Diseases[J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2016, 20(7): 659—662.
- [15] 李冬, 明新国, 孔繁斌, 等. 服务设计研究初探[J]. 机械设计与研究, 2008, 24(6): 6—10.  
LI Dong, MING Xin-guo, KONG Fan-bin, et al. A Preliminary Study on Service Design[J]. Machine Design and Research, 2014, 35(20): 6—10.
- [16] 胡蓉. 通用设计价值及其设计思维研究[J]. 包装工程, 2014, 35(20): 122—125.  
HU Rong. The Value and Thinking of Universal Design[J]. Packing Engineering, 2014, 35(20): 122—125.
- [17] 范劲松, 安军. 论通用设计思想指导下的工业设计[J]. 包装工程, 2006, 27(4): 223—226.  
FAN Jin-song, AN Jun. Discussion on Industrial Design Under the Ideology of Universal Design[J]. Packing Engineering, 2006, 27(4): 223—226.
- [18] 支锦亦, 向泽锐, 梁刚毅. 面向轨道装备的可视化人因综合仿真分析平台研究[J]. 包装工程, 2017, 38(2): 1—7.  
ZHI Jin-yi, XIANG Ze-rui, LIANG Gang-yi. Visual Comprehensive Human Factors Simulation Analysis Platform for Rail Equipment[J]. Packing Engineering, 2017, 38(2): 1—7.