基于 POE 与 FAHP 的城市公园老幼共享健身设施设计研究

文源，向言词，王睿妮
（湖南科技大学，湖南 湘潭 411201）

摘要：目的 调研现有城市公园健身设施设计的不足之处，总结老幼群体对城市公园健身设施的共同需求并提出创新设计方案。**方法** 基于使用后评价（POE），实地调研湘潭市、长沙市的六个城市的公园健身设施，并运用模糊层次分析法（FAHP）评价健身设施可用性。同时，基于老幼同行用户访谈总结其对于使用城市公园健身设施的共同需求。**结果** 依据城市公园健身设施可用性影响因素权重排序与老幼群体共同需求分析结果，从使用安全性、结构灵活性、环境融合性、社交互动性、健身适用性五方面进行城市公园老幼共享健身设施创新设计。**结论** 通过 POE 法和 FAHP 法进行的城市公园健身设施可用性影响因素权重排序及老幼同行用户共同需求总结，以及以此为基础进行的城市公园老幼共享健身设施设计，可有效满足老幼群体对城市公园健身设施的个性化需求，增强老幼群体代际交流，缓解代际冲突。

关键词：健身设施；老幼共享；城市公园；模糊层次分析
中图分类号：TB472 **文献标识码：**A **文章编号：**1001-3563(2023)06-0352-10
DOI：10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.06.040

Design of Shared Fitness Facilities in Urban Parks Based on POE and FAHP

WEN Yuan, *XIANG Yan-ci*, *WANG Rui-ni*
(Hunan University of Science and Technology, Hunan Xiangtan 411201, China)

ABSTRACT: The work aims to investigate the deficiencies in the design of existing fitness facilities in urban parks, sum up the common needs of the elderly and children groups for such fitness facilities and propose innovative design solutions. Based on post occupancy evaluation (POE), the fitness facilities of six urban parks in Xiangtan City and Changsha City were investigated, and the usability of fitness facilities was evaluated by fuzzy analytic hierarchy process (FAHP). Based on the interviews of the elderly and children groups, their common needs for using fitness facilities in urban parks were summarized. According to the weight ranking of influencing factors on the usability of fitness facilities in urban parks and the analysis results of the common needs of the elderly and children groups, the innovative design of fitness facilities shared by the elderly and children in urban parks was carried out from five aspects: safety of use, structural flexibility, environmental integration, social interaction and fitness applicability. The weight ranking of influencing factors on usability of fitness facilities in urban parks established by POE and FAHP and the summary of common needs of the elderly and children are used as the basis for the design of shared fitness facilities for the elderly and children in urban parks, which effectively meets the personalized needs of the elderly and children for fitness facilities in urban parks, enhances intergenerational communication between the elderly and children, and alleviates intergenerational conflicts.

KEY WORDS: fitness facilities; shared by the elderly and children; urban parks; fuzzy analytic hierarchy process

收稿日期：2022–10–28
基金项目：国家自然科学基金项目（31671628）；湖南省自然科学基金项目（2020JJ4294）；中国科学院 A 类战略性先导科技专项（XDA13020503，XDA13020602）
作者简介：文源（1997—），男，硕士生，主攻产品设计、人机交互设计。
通信作者：向言词（1969—），男，博士，教授，主要研究方向为生态景观营建和景观植物研发。

随着我国人口老龄化加深、“三孩政策”正式推行，隔代抚养已成为中国社会的普遍抚养模式之一[1]。城市公园健身设施是老年人强身健体、儿童户外游乐、老幼代际沟通的重要载体，但现有设计的不完善导致老幼群体之间的“代际冲突”愈发明显。同时，由于短期经济效益较低，很少有公司愿意投入相关研究，导致中国隔代抚养下的公共健身设施设计迟迟无法更新[2]。

近年来，针对供老年人与儿童使用的城市公园健身设施，国内学者进行了大量相关探索。安莹丽等[3]提出公共健身设施适老性设计策略；吴俭涛等[4]通过模糊聚类分析构建适老健身设施功能集；张婉璐等[5]研究儿童户外娱乐设施的人性化设计；殷阳怡等[6]结合触觉感受探索儿童设施设计。以上研究虽都对城市公园健身设施老幼使用进行了研究，但都以老人或儿童单方需求为主要研究内容，并未关注到隔代抚养普遍化背景下老幼同行群体对城市公园健身设施的共同需求。

使用后评价（POE）是系统收集用户评价、分析用户需求以优化设计的研究体系[7]，在建筑设计、城市设计、风景园林设计等多个领域皆有所运用，主要包括问卷调查、用户访谈、行为观察等[8]。层次分析法（AHP）是一种系统化、层级化的分析方法，主要运用于工业设计、产品优化、方案筛优等领域[9]。本文采取的模糊层次分析法（FAHP）是在层次分析法的基础上，结合模糊数学原理，综合用户与专家评价以避免极值对分析结果的影响。本文聚焦于城市公园中老幼同行用户，首先，采用 POE 相关方法收集城市公园健身设施现状，并利用 FAHP 法对现有健身设施进行可用性评估分析；其次，结合老幼群体使用评价与相关理论分析其共同需求；最后，结合城市公园健身设施可用性评估与老幼用户需求分析进行城市公园老幼共享健身设施创新设计实践探索。

1　城市公园健身设施现状

1.1　城市公园健身设施基本现状

本研究选取了湖南省湘潭市、长沙市的六个城市公园作为主要研究场所，对公园内健身设施数量、类型、颜色、尺寸等基本情况进行调研。其中，健身设施数量按可供同时使用人数进行统计，例如双位太空漫步机可供两人同时使用，因此统计太空漫步机时将其数量计为 2；健身设施类型按基础类型进行统计，例如双位扭腰器与三位扭腰器的类型都统一为扭腰器；健身设施配色按主要配色进行统计，以主体色与点缀色顺序进行命名。各城市公园基本信息及健身设施基本情况，见表 1。

表 1　各城市公园基本信息及健身设施基本情况
Tab.1 Basic information of urban parks and fitness facilities in various cities

公园名称	公园面积/hm^2	健身设施情况			访谈人数/名	公园类型
		数量/个	类型/种	主要配色		
雨湖公园	12	28	10	灰橙、蓝橙	24	综合公园
白石公园	32	15	10	蓝白、蓝橙	18	综合公园
九华湖中华德文化公园	66	11	11	灰棕	6	综合公园
吉利社区公园	3	13	8	紫绿、黄蓝、蓝绿黄	19	社区公园
西湖公园	130	26	13	绿红、棕黄、绿白	13	综合公园
梅溪湖银杏公园	4.5	20	9	绿灰红、绿白、蓝黄	8	综合公园

1.1.1　健身设施分布现状

为明确各类型健身设施具体分布及使用现状，在表 1 的基础上，对六个城市公园内的健身设施按类型根据其分布及使用现状进行统计，见表 2。通过各类型健身设施的分布情况计算城市公园健身设施使用率 f_i，并计算各健身设施数量与使用率乘积作为各类健身设施使用率权重 ω。最后，利用加权平均法计算城市公园健身设施综合使用率 $\bar{\omega}$。加权平均法计算方法如下：

$$\bar{\omega}=\frac{x_1f_1+x_2f_2+x_3f_3++x_if_i}{\sum_1^i x_i} \tag{1}$$

据表 2 可知，所调研的六个城市公园中共有健身设施 113 个，共计 16 种类型，加权综合使用率为 78.6%。其中，太空漫步机、太极推揉器、扭腰器在所调研城市公园中皆有设置，且使用率皆在 90%以上，腰背按摩器、健身车、骑马机、腿部训练器、膝关节训练器、上肢拉伸器、腹部训练器、平衡训练器和象棋桌 9 类健身设施分布在一半以上的城市公园中，且使用率皆在 60%以上。

1.1.2　健身设施配色现状

为明确城市公园健身设施配色现状，在表 1 的基础上，统计各城市公园内健身设施的主要配色及采用各配色的健身设施类型数。健身设施配色以主体色与点缀色顺序进行命名，其中主体色为健身设施框架所用色彩，点缀色为健身设施功能部件所用色彩，例如坐垫、扶手等。城市公园健身设施配色情况，见表 3。

表 2 各类型健身设施分布及使用情况

Tab.2 Distribution and usage of various types of fitness facilities

设施类型	设施数量 x_i/个	分布公园数/座	使用率 f_i/%	权重 ω	设施类型	设施数量 x_i/个	分布公园数/座	使用率 f_i/%	权重 ω
太极推揉器	15	6	92	13.8	上肢拉伸器	8	3	83	6.64
太空漫步机	15	6	100	15	腹部训练器	6	3	75	4.5
扭腰训练器	12	6	95	11.4	平衡训练器	6	3	66	3.96
腰背按摩器	9	5	60	5.4	象棋桌	4	3	62	2.48
健身车	9	5	62	5.58	肩部活动器	2	2	82	1.64
骑马机	8	5	65	5.2	肋木架	5	2	63	3.15
腿部训练器	9	4	72	6.48	椭圆机	2	1	32	0.64
膝关节训练器	4	4	62	2.48	训练杠	1	1	47	0.47

表 3 各城市公园健身设施配色情况

Tab.3 Color matching of fitness facilities in urban parks of various cities

公园名称	健身设施图例	主体色/点缀色（类型数）
雨湖公园		灰/橙（7）、蓝/橙（3）
白石公园		蓝/白（6）、蓝/橙（4）
九华湖中华德文化公园		灰/棕（11）
吉利社区公园		紫/绿（4）、蓝/黄（3）、蓝/绿黄（2）
西湖公园		绿/红（10）、棕/黄（7）、绿/白（6）
梅溪湖银杏公园		绿/灰红（3）、绿/白（3）、蓝/黄（3）

依据表 3 可知，六个城市公园中健身设施的配色虽各有不同，但也存在配色选择相同的情况。为进一步明确城市公园健身设施的配色构成情况，根据不同配色健身设施的类型数量绘制城市公园健身设施的主要配色占比图，若同一类型健身设施有多种配色则都记入相应的配色统计中，见图 1。

1.2 城市公园健身设施设计不足

1.2.1 健身设施尺寸不合理导致安全隐患

城市公园健身设施符合老幼用户身体尺寸是保障老幼群体使用安全和提升使用舒适性的基础。通过《中国未成年人人体尺寸》[10]明确儿童身体尺寸详细

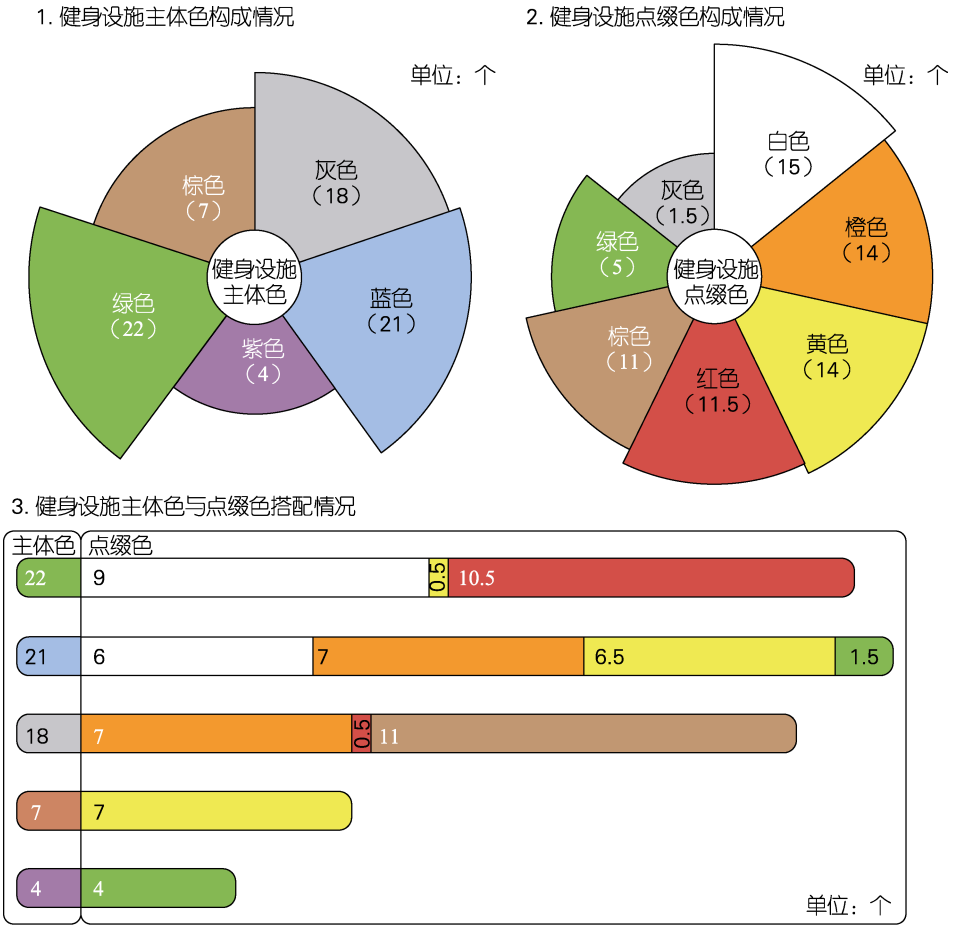

图 1　城市公园健身设施配色构成

Fig.1 Color composition of fitness facilities in urban parks of various cities

数据，参考国内学者对老年人身体尺寸的研究[11-13]，总结老年人站姿及坐姿身体尺寸，见图 2。通过对比城市公园中三类最常见的健身设施（太空漫步机、太极推揉器、扭腰器）的主要数据，发现现有健身设施存在的尺寸不合理及安全隐患如下：

1）太空漫步机：踏板尺寸不合理，约为 360 mm*110 mm，与图 2 中男女老年人的足部尺寸相比明显偏大；踏板离地高度约为 200 mm，符合大部分老年

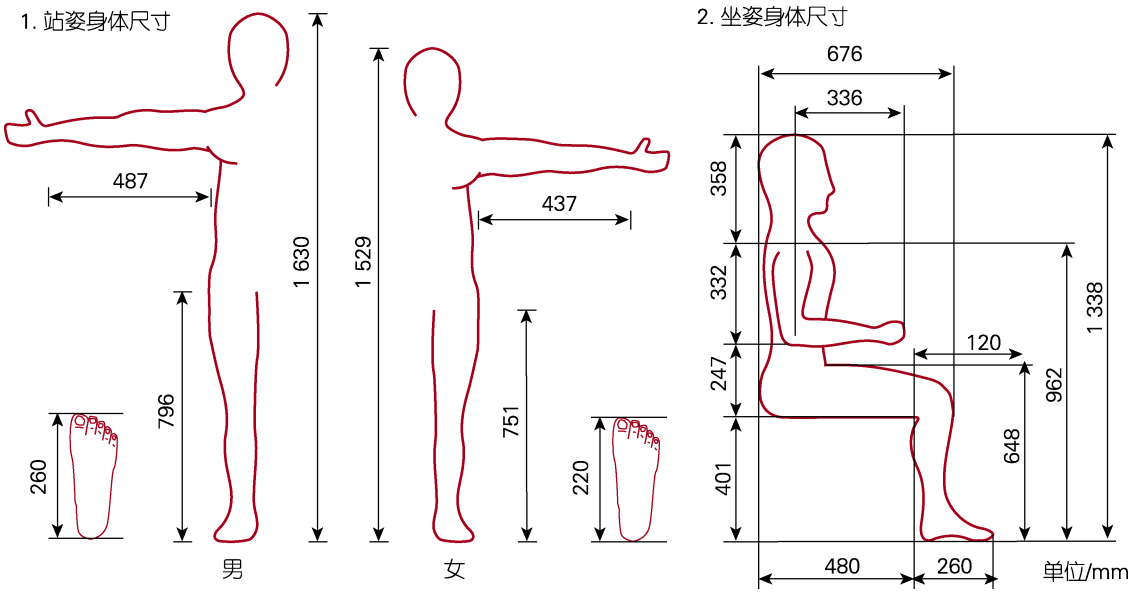

图 2　老年人站姿及坐姿身体尺寸

Fig.2 Standing posture and sitting posture of the elderly

人的抬腿高度，但仍存在部分老年人因身体原因导致抬腿动态范围相对较小的问题；踏板前后摆动无限位装置易导致老年人在使用中因滑动而站立不稳，引发安全隐患。

2）扭腰训练器：扶手高度不合理，约为 750 mm，明显低于图 2 中老年人站姿时尺寸；转盘缺乏限位装置，导致老年人使用时容易打滑，导致老年腰酸背痛，长期使用可能造成腰部扭伤，甚至诱发新的慢性疾病。

3）太极推揉器：转盘直径超出部分老年人臂长，容易造成手臂肌肉拉伤，同时部分老年人又反映转盘直径较小，无法起到锻炼效果。

针对三类常见的健身设施的尺寸设计，除不符合老年人身体尺寸外，还缺少针对儿童身体尺寸的设计，如安全限位设计等。同时，因气候潮湿或安装年代久远等原因，现有健身设施还存在因年久失修导致的健身设施零件损坏、操作指示铭牌、安全警示标识不清晰等问题。以上设计的不合理之处体现出了现有城市公园健身设施无法满足老幼群体的需求，同时缺乏安全保障。

1.2.2 健身设施色彩浓艳导致环境融合性差

符合老幼群体感官需求的健身设施色彩及周边环境对提升老幼群体健身心情舒适度、增强老年人健身活动康养性、提升老幼健身互动氛围具有重要作用。现有城市公园健身设施的主体色主要由冷色调组成，其中绿、蓝、灰色运用最多；点缀色则以中性色或暖色为主。在具体色彩搭配中，绿白、绿红、蓝白、蓝橙、灰橙、灰棕色搭配最常见。虽然以冷色为主体色、暖色为点缀色的色彩搭配模式在一定程度上符合冷色更为坚实可靠，暖色更为柔和亲近的视觉心理感受，但高饱和度油漆色彩的大面积滥用、设施上装饰细节的缺失、与周边环境融合设计的缺乏都导致了现有城市公园健身设施在优美宜人的自然环境中显得格格不入。

1.3 城市公园健身设施可用性分析

1.3.1 健身设施可用性决策模型

基于上文对城市公园健身设施的调研结果分析，结合模糊层次分析法（FAHP）构建城市公园健身设施可用性决策模型，以层次分析模型图的方式分析老幼群体认为影响城市公园健身设施可用性的影响因素，见图 3。其中，目标层为城市公园健身设施可用性；准则层包括结构、外观、效果三个因素，编号分别为 B_1、B_2、B_3。结构方案层包括操作安全性、结构灵活性、使用便捷性三个因素，编号分别为 B_{11}、B_{12}、B_{13}；外观方案层包括设施造型、色彩、材质三个因素，编号分别为 B_{21}、B_{23}；效果方案层包括生理与心理两个层面，编号分别为 B_{31}、B_{32}。

1.3.2 可用性判断矩阵构建

在矩阵构建时，为避免老年人与儿童用户群体对分析标准认知模糊而影响因素权重分析，缩小判断思维不一致造成的偏差，确保分析结果具备参考性，采用 1—9 标度法进行赋值[14]。同时，设计评价过程无法回避评价者的主观性，而综合模糊评价法则可以有效解决指标因素过多、判断主观性强等问题[15]。因此，为避免评价极值对分析结果的影响，综合老幼群体与行业专家评价共同构建各判断矩阵。

通过向老幼群体发放问卷的形式，对城市公园健身设施可用性影响因素进行结果分析，结合层次分析法构造各层次判断矩阵，并计算各影响因素权重以进行一致性检测。考虑到健身设施对老幼群体生理及心理的影响效果需要依托更精准的数据进行分析判断，如脑电、肌电等生物电信号数据。因此，准则层判断矩阵构建中只构建结构准则层和外观准则层。各层级判断矩阵见表 4—6。

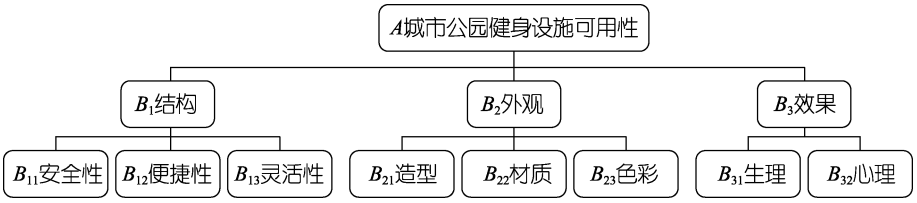

图 3 城市公园健身设施可用性影响因素分析模型

Fig.3 Analysis model of influencing factors on usability of fitness facilities in urban parks

表 4 目标层判断矩阵

Tab.4 Target layer judgment matrix

项目	B_1	B_2	B_3	权重 ω_A	一致性结果
B_1	1	3	5	0.568 6	
B_2	1/3	1	3	0.230 5	0.028 4
B_3	1/5	1/3	1	0.200 7	

表 5 结构准则层判断矩阵

Tab.5 Structure criterion layer judgment matrix

项目	B_{11}	B_{12}	B_{13}	权重 ω_B	一致性结果
B_{11}	1	3	2	0.539 9	
B_{12}	1/3	1	1/2	0.162 9	0.004 7
B_{13}	1/2	2	1	0.297 1	

表 6　外观准则层判断矩阵
Tab.6 Appearance criterion layer judgment matrix

B_2	B_{21}	B_{22}	B_{23}	权重 ω_B	一致性结果
B_{21}	1	2	3	0.547 7	
B_{22}	1/3	1	2	0.262 4	0.750 0
B_{23}	1/2	1/2	1	0.189 8	

1.3.3　综合权重排序

在各层级判断矩阵构建完成后，将准则层各影响因素权重值（ω_A）与方案层中各影响因素权重值（ω_B）合并，并以乘积（ω_{AB}）作为各影响因素的综合权重进行排序，综合权重排序结果见表 7。由表 7 可知，城市公园健身设施老幼群体可用性的影响因素排序为：安全性>灵活性>造型>便捷性>色彩>材质，以此权重排序为参考进行城市公园老幼共享健身设施创新设计。

表 7　影响因素权重排序
Tab.7 Weight ranking of influencing factors

准则层影响因素及权重 ω_A	方案层影响因素及权重 ω	影响因素综合权重 ω_{AB}	权重排序
结构 B_1 0.568 6	安全性 B_{11} 0.539 9	0.306 9	1
	便捷性 B_{12} 0.162 9	0.092 6	4
	灵活性 B_{13} 0.297 1	0.168 9	2
外观 B_2 0.230 5	造型 B_{21} 0.547 7	0.126 2	3
	色彩 B_{22} 0.262 4	0.060 4	5
	材质 B_{23} 0.189 8	0.043 7	6

2　老幼群体分析

2.1　老幼群体界定

2.1.1　老年人群体

联合国世界卫生组织 WHO 按照年龄将老年人分为：年轻老年人（60~74 岁）、老年人（75~89 岁）、长寿老年人（90 岁以上）；而我国《中华人民共和国老年人权益保障法》中也将 60 岁老年人作为老年人的年龄起点[16]。考虑到高龄老年人由于身体原因，多选择在家附近进行活动[8]。因此，城市公园老幼共享健身设施设计选取 60~74 岁的年轻老年人群体为主要服务对象。

2.1.2　儿童群体

我国将未满 14 周岁的未成年人称为儿童，其中需要老年人陪伴的多是 1~6 岁的学龄前儿童[17]，考虑到 4 岁以下儿童无法单独使用健身设施，而 5~9 岁年龄阶段的儿童已具有分辨细小事物的能力，对周围环境充满好奇且能够与设施产生简单互动。同时，笔者调研发现在城市公园中与老年人共用健身设施的儿童年龄主要集中于 3~8 岁。因此选取 3~8 岁的学龄前儿童群体为主要服务对象。

2.2　老幼群体特征分析

在生理层面上，老幼群体展现出相似性。随着身体机能的衰退，老年人运动能力下降在体能、力量、耐力、平衡、反应等多方面都有所体现，因此老年人在运动中都特别注重柔韧性与平衡性训练[18]；儿童因尚处于身体发育阶段，力量、体能、心智都不及成年人，特别是 3~8 岁的学龄前儿童，体能、力量、耐力基本只达成年人的一半[19]。同时，两者在进行体育活动时都表现出一定的依赖性，即都需要在旁人或器械辅助下进行体育运动。

在心理层面上，老幼群体间展现出互补性。一方面，老年人丰富的阅历是儿童渴望快速了解和学习世界的重要助力，同时，这种教导活动在一定程度上也满足了老年人渴望社会认同的心理；另一方面，儿童展现出的活力足、好奇心强等特点也在一定程度上缓解了老年人因身体机能衰退、社会地位下降导致的焦虑、抑郁、孤独、不安、恐惧等消极情绪带来的影响，让老年人更愿意积极参与社会活动。

2.3　老幼群体需求整理

为了解老幼群体对健身设施的需求，分别在工作日和休息日对城市公园中使用健身设施的同行老幼进行访谈。访谈信息主要包括用户基本信息及健身设施使用情况、使用痛点、改进建议等。访谈采用半结构型访谈，即事先确定好访谈内容与提纲，再让受访者根据自身感受进行回答，以确保访谈结果的一致性与多样性。通过整理访谈信息，归纳针对城市公园健身设施的老幼群体访谈信息与需求对应关系，其中共有一级需求三类，分别为功能与安全需求、社交与尊重需求、康养与环境需求；每类一级需求中包含二级需求 3~4 项。老幼群体访谈信息与需求对应关系见图 4。

2.4　老幼群体需求分析

在老幼群体访谈信息的基础上整理老幼群体需求，并结合马斯洛需求层次理论与阿尔德弗尔 ERG 理论进行分析总结，建立老幼群体城市公园健身设施需求映射关系，见图 5。其中，功能与安全需求聚焦老幼群体对健身设施功能与安全的基本需求，社交与尊重需求聚焦老幼群体渴望社交与互动的精神需求，康复与环境需求聚焦老幼群体对空间环境的康复性及探索欲需求。

马斯洛需求层次理论认为人的需求从低到高分别为生理需求、安全需求、社交需求、尊重需求、自我实现需求，各需求间存在层级关系，即高层级需求在低层级需求满足后产生；而 ERG 理论则是对马斯洛需求层次理论的补全，其将人的需求合并为生存需求、关系需求、成长需求三类，并认为各需求间无固定的层级关系。

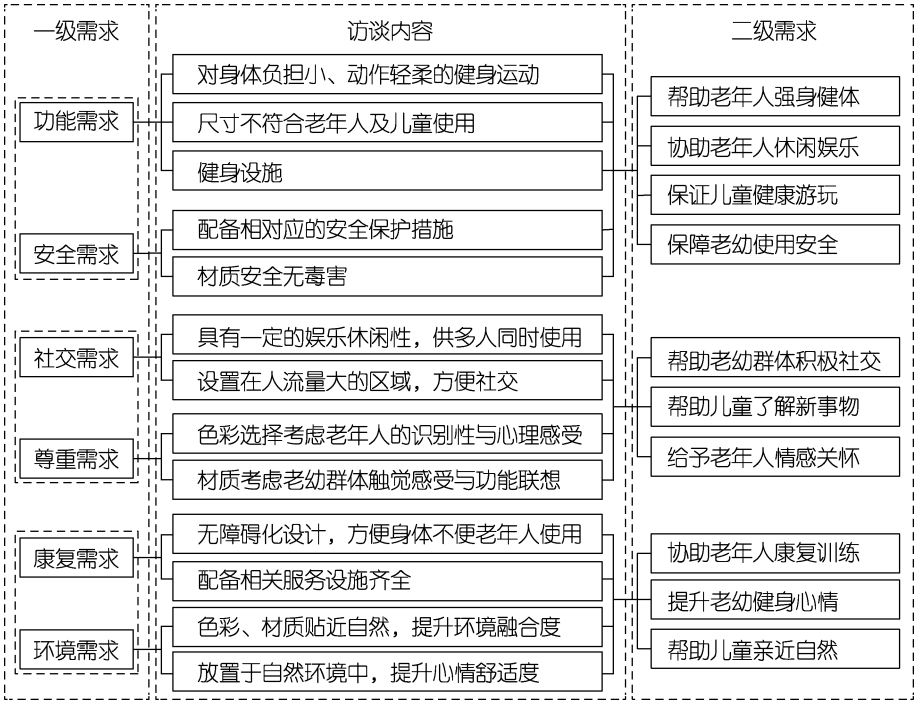

图 4 老幼群体访谈信息与需求对应关系

Fig.4 Relationship between interview information and needs of the elderly and children groups

图 5 老幼需求映射关系图

Fig.5 Mapping relationship between the needs of the elderly and the children

2.4.1 功能与安全需求

老年人与儿童群体由于身体机能的限制，相较于其他年龄段的健身设施用户，都更为注重健身设施的科学指导性与使用安全性。受限于身体机能，老年人使用健身设施的主要目的是强身健体，因此更偏好于身体负担低的健身方式；而学龄前儿童由于身体尚未发育完全，其对于健身设施的功能需求则更多侧重于游乐方面。

2.4.2 社交与尊重需求

老幼群体都表现出希望借助健身设施进行社会交往与获取尊重感的需求。老年人因社会角色、经济实力的变化，内心变得更加敏感和渴求尊重，同时更渴望参与社交活动；而学龄前儿童可借助健身设施的游乐属性，满足其社交需求。同时，符合老幼群体生理及心理特征的健身设施材质、色彩、功能等设计被认为是尊重老幼群体的重要体现。

2.4.3 康复与环境需求

老幼群体都对健身环境有所需求。老年人普遍患有慢性病，而宜人的健身环境能够有效提升健身效果，有效缓解因慢性病所致的生活不便问题，帮助其实现康养健身的目标；而对学龄前儿童来说，大自然是最好的老师，宜人环境在助力健康成长的同时，也能满足其求知欲与探索欲。

3 城市公园老幼共享健身设施设计优化策略

在明确现有城市公园健身设施设计的不足与老幼群体的共同需求后，针对老幼群体的共同需求，结合城市公园健身设施可用性影响因素权重排序，从功能结构、适用人群和环境构建三方面提出城市公园老幼共享健身设施设计优化策略。

3.1 多功能合并与模块化组合

城市公园内健身设施普遍功能单一且重复率高，导致老年用户健身效率差、儿童群体兴趣缺乏，同时长时间使用单一功能设施，也导致老年用户健身成效不明显。老年人因生理机能衰退，其身体灵活性及平衡能力下降，因此不喜运动幅度太大的健身活动。而儿童因身体尚处于发育阶段，同样不适合进行高强度

运动。应针对老幼群体的生理特点，结合科学化健身指导对健身设施功能进行筛选合并，提升单个设施的功能密度与易用性。

模块化设计具有节约设计资源、缩短设计周期和提高设计灵活度等特点[20]。通过模块化设计理念进行健身设施设计，一方面能满足老年群体的个性化健身需求，有效提高其健身效率，另一方面各模块自由组合所具备的娱乐属性也能迎合儿童群体的心理特征。同时，不同形式的功能模块组合，丰富了健身设施的使用方法，提供了多样化的互动方式，提供了老幼群体共同娱乐健身的代际沟通桥梁，为加深代际关系、增强代际沟通提供了有效途径。

3.2　全年龄覆盖与社交空间营造

城市公园健身设施普遍存在闲置率高且分布疏散的问题，导致空间活力不足，各使用者间难以进行社交，代际沟通困难。健身设施作为代际沟通的重要载体，应扩大健身设施适用人群，促进健身设施全年龄共享，转化健身设施为社交平台。

调研发现，城市公园健身设施的主要用户是老年人与儿童，但其健身设施却主要针对成年人特征进行设计，在尺寸、材质、造型等方面都缺乏针对老幼群体的针对性设计，导致老幼群体使用体验不佳、健身效果差。因此，通过增强健身设施尺寸灵活性、选取安全耐用且符合老年人习惯的材质、结合地域特色与文化符号进行造型设计等方式，积极适应各类用户的个性化使用需求，完成城市公园健身设施用户的全年龄覆盖，提升健身设施用户范围与使用率。同时结合模块化结构与互联网通信功能，实现线下与线上双向社交模式，在进一步满足用户个性化需求的前提下提高用户间的沟通频率，形成氛围浓厚的社交空间。

3.3　促进景观融合与提升感官体验

城市公园健身设施作为公园景观的组成部分，现存的色彩突兀、材料使用不合理等问题都对老幼群体积极性、公园整体观感有所影响。调研发现，老年人偏好淡绿色植被、淡蓝色水体等自然元素；儿童则对自然景观充满好奇心。应对自然要素进行采样，赋予健身设施更多有机感，使其更好地融入景观空间。

首先，结合自然造物特征对城市公园健身设施的造型、色彩与装饰纹样等进行重构，增强健身设施的自然观感。其次，运用材质给予人视觉、触觉及心理感受，提升健身设施的亲切感，如木材自然亲和、金属冰冷坚固、橡胶温润柔和等，见表 8。最后，综合灯光变化（视觉）、植物气味（嗅觉）、材质肌理（触觉）、发生装置（听觉）等多种方式构建综合性感官体验空间，使老幼群体充分感知自然环境魅力，舒缓老年人健身疲惫感、赋予儿童新鲜探索感，提升健身沉浸感，营造有利于老幼群体健身娱乐的康养健身氛围。

表 8　5 种常见材料的材料特性
Tab.8 Properties of five common materials

材料名称	优点	缺点	心理感受
橡胶	具有一定的延展性、耐用性高、可作为缓冲物	材料易燃、自身较重、持续高温下容易变硬	柔软、耐用、防滑
木材	具有一定延展性、易被接受、稳固	耐用性较低、易燃、易变形	自然、熟悉、绿色
塑料	成本低、耐腐蚀、易着色	易变形、不耐高温、紫外线长久照射下易褪色	易碎、轻便
金属	硬度高、耐用性高、易加工	导热性高、易腐蚀、易掉漆	坚硬、光滑、冰冷
纺织物	触感柔软、亲和	不耐脏、易燃、易变性	柔软、舒适

4　老幼共享健身设施创新设计实践

遵循城市公园老幼共享健身设施设计优化策略，得出面向隔代抚养人群的城市公园老幼共享健身设施创新设计方案，见图 6。主要集中于城市公园中最为常见的三类健身设施进行设计：有益于提升平衡协调性的太空漫步机（见图 6a）、有益于提升手臂灵活性的太极推揉器（见图 6b）、有益于提升身体柔韧性的扭腰机（见图 6c）。

4.1　保障使用安全

借助引导性设计和安全限位装置，保障老幼群体使用城市公园健身设施的安全性。在城市公园健身设施设计中使用具有引导性的纹理与色彩设计，如太空漫步机踏板面（见图 7a）、扭腰器踏板面（见图 7b）

图 6　城市公园老幼共享健身设施场景图
Fig.6 Scenes of fitness facilities shared by the elderly and children in urban parks

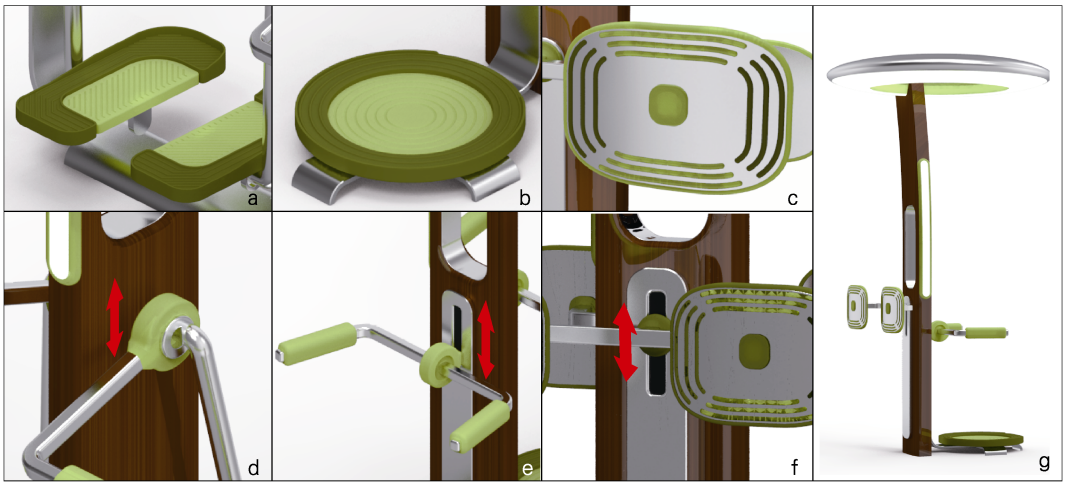

图 7 城市公园老幼共享健身设施设计细节图
Fig.7 Details of fitness facilities shared by the elderly and children in urban parks

都利用平面高低差提供适应老幼群体不同足部长度的踏板区域，太极推揉器面板（见图 7c）依据老幼用户臂长尺寸设计为类椭圆形，通过两个区域在表面纹理与颜色上的差异化对比进一步增强引导，防止误触。同时引入安全限位装置，一方面合理控制老幼群体的运动幅度，进而保障老幼群体使用的安全性，减轻运动时的身体负荷；另一方面也具有锁定踏板模块的效果，避免进行其他功能时踏板滑动造成的安全隐患，为模块化设计提供安全保障。

4.2 增强结构灵活

为实现老幼共享，在健身设施设计时应充分考虑老幼群体的静态及动态人体尺寸，而不同年龄段的老幼群体尺寸又有所不同。因此，此城市公园健身设施设计具有一定的结构灵活性：太空漫步机的把手（见图 7d）、太极推揉器的面板倾斜角度（见图 7e）、扭腰器的扶手高度（见图 7f）均可依据用户需求进行调整，以符合不同身体条件（包括身高、臂展、腿长等尺寸）用户的使用习惯。同时，为实现模块化功能重构，各健身设施构件采用统一规格的链接卡扣，方便用户根据需求替换并重组健身功能模块（见图 7g）。

4.3 融合自然元素

健身设施造型在设计上参考树木的自然形态；色彩采用绿色、银色、棕色等，以色彩区分功能，进而提供一定的引导；在材质运用上，健身设施与人体直接接触的部分都采用柔软性高、防滑耐用的橡胶材质，结构框架部分则采用坚硬的金属材质与木材。同时，在健身设施上设置发光发声装置，通过模拟自然光变化、播放自然声音等方式营造静谧、生机的自然氛围，提升老幼群体的健身沉浸感与心情舒适度。

4.4 拓宽社交形式

通过鼓励线下社交与构建线上社区两条途径拓宽用户间的互动与社交形式。调研发现，老幼同行用户进行健身活动时以老年人照顾与指导儿童为主，同时，单独进行健身的老年人也常在健身时与旁人进行交谈。因此，在健身设施支撑柱中开设窗口，从而方便老幼间以及健身用户间的沟通交流，并具备一定的临时储物功能。同时，借助内嵌蓝牙模块识别老人的智能设备，通过实时监控老年人健身状态、分析老年人健身成效、记录老年人健身习惯等方式帮助老年人更科学地有效健身，老人间也能借助互联网服务相互分享健身心得经验、展示健身成果等。

4.5 设计评价

将设计方案展示给城市公园内使用健身设施的 20 组老幼同行用户与前文中参与健身设施可用性评价的 5 名行业专家，对安全保障度、功能适合度、操作便携度、环境融合度、综合满意度 5 项指标进行设计评价，并采用李克特量表对评价结果进行量化，设置 1 分、3 分、5 分、7 分为评分基准，每项评价指标分值越高代表用户满意度越高。依据设计评价结果可知，基于 POE 和 FAHP 的城市公园老幼共享健身设施综合满意度较高，基本上符合大部分老幼用户的需求。城市公园老幼共享健身设施设计评价结果，见图 8。

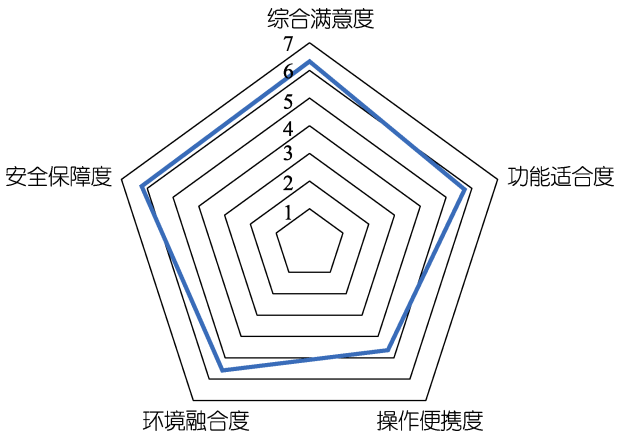

图 8 设计评价结果
Fig.8 Design evaluation results

5　结语

在城市公园中老幼同行现象日益增多的背景下，本文将 POE 法与 FAHP 法相结合，通过对城市公园健身设施的现状分析与可用性评价，进行可用性影响因素权重排序。同时，在用户访谈与特征分析的基础上，总结老幼群体对城市公园健身设施的需求。在此基础上，对供老幼群体共享使用的城市公园健身设施进行设计实践，为解决当下城市公园健身设施数量与老幼群体需求不平衡的问题提供一种新思路。

参考文献：

[1] 郭凯明, 余靖雯, 龚六堂. 家庭隔代抚养文化、延迟退休年龄与劳动力供给[J]. 经济研究, 2021, 56(6): 127-141.
GUO Kai-ming, YU Jing-wen, GONG Liu-tang. Family Grandparenting Culture, Postponing Retirement Age and Labor Supply[J]. Economic Research Journal, 2021, 56(6): 127-141.

[2] 黄晶晶. 人口老龄化下厦门社区公共设施通用设计探讨[J]. 厦门理工学院学报, 2014, 22(2): 93-97.
HUANG Jing-jing. Universal Design of Public Facilities for the Aging Community in Xiamen[J]. Journal of Xiamen University of Technology, 2014, 22(2): 93-97.

[3] 安莹丽, 马广韬. 小区公共健身设施的适老化设计研究[J]. 设计, 2021, 34(23): 114-116.
AN Ying-li, MA Guang-tao. Study on Aging Design of Community Public Fitness Facilities[J]. Design, 2021, 34(23): 114-116.

[4] 吴俭涛, 张硕, 孙利, 等. 基于模糊聚类分析的适老健身设施功能集构建[J]. 包装工程, 2022, 43(6): 96-102.
WU Jian-tao, ZHANG Shuo, SUN Li, et al. Function Set of Fitness Facilities for the Elderly Based on Fuzzy Cluster Analysis[J]. Packaging Engineering, 2022, 43(6): 96-102.

[5] 张婉璐, 朱立珊. 儿童户外公共娱乐设施的人性化设计研究[J]. 包装工程, 2014, 35(6): 122-125.
ZHANG Wan-lu, ZHU Li-shan. Humanized Design of Outdoor Public Entertainment Facilities for Children[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(6): 122-125.

[6] 殷阳怡, 李昊平. 基于触觉体验的居住区儿童游乐设施设计研究[J]. 湖南包装, 2022, 37(1): 178-182.
YIN Yang-yi, LI Hao-ping. Research on Design of Children's Play Equipment in Residential Area Based on Tactile Experience[J]. Hunan Packaging, 2022, 37(1): 178-182.

[7] 赵东汉. 使用后评价 POE 在国外的发展特点及在中国的适用性研究[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2007, 43(6): 797-802.
ZHAO Dong-han. The Development of Post Occupancy Evaluation Abroad and Its Feasibility in China[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2007, 43(6): 797-802.

[8] 余卓璠. 基于老年人需求的城市体育公园使用状况评价研究——以重庆市为例[D]. 重庆: 西南大学, 2018.
YU Zhuo-fan. Research on the post occupancy evaluation of urban sports park based on the needs of the elderly— a case study in Chong Qing[D]. Chongqing: Southwest University, 2018.

[9] THOMAS L S. Fundamentals of Decision Making: the Analytic Hierarchy Process[M]. Pittsburgh: RWS Publications, 2006.

[10] 国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 中国未成年人人体尺寸: GB/T 26158—2010[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. Human Dimensions of Chinese Minors: GB/T 26158—2010[S]. Beijing: Standards Press of China, 2011.

[11] 胡海滔, 李志忠, 肖惠, 等. 北京地区老年人人体尺寸测量[J]. 人类工效学, 2006, 12(1): 39-42.
HU Hai-tao, LI Zhi-zhong, XIAO Hui, et al. Measurement of Body Size of the Elderly in Beijing[J]. Chinese Journal of Ergonomics, 2006, 12(1): 39-42.

[12] 余漾, 王羽, 郝俊红, 等. 老年人人体尺寸测量数据应用报告[J]. 住区, 2016(3): 107-112, 106.
YU Yang, WANG Yu, HAO Jun-hong, et al. A Report on the Application of Anthropometric Data of Elders[J]. Design Community, 2016(3): 107-112, 106.

[13] 林琳. 基于人体测量学的广州市老年人社区运云力健身设施研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2017.
LIN Lin. Research on Guangzhou elderly community fitness facilities based on anthropometry[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2017.

[14] SAATY T L. Modeling Unstructured Decision Problems—The Theory of Analytical Hierarchies[J]. Mathematics and Computers in Simulation, 1978, 20(3): 147-158.

[15] 齐继阳, 任丽娜, 高健, 等. 基于模糊层次分析法的海洋平台健康评估[J]. 机械设计与制造, 2016(6): 218-221.
QI Ji-yang, REN Li-na, GAO Jian, et al. Research on Evaluation of Health Status of Offshore Platforms Structure in Service[J]. Machinery Design & Manufacture, 2016(6): 218-221.

[16] 陈济洲, 张健健. 社区公园空间与老年人户外活动特征关联研究[J]. 中国园林, 2022, 38(4): 86-91.
CHEN Ji-zhou, ZHANG Jian-jian. Research on the Relationship between Community Park Space and Characteristics of Outdoor Activities of the Elderly[J]. Chinese Landscape Architecture, 2022, 38(4): 86-91.

（下转第 374 页）