

# 教训与经验： 新冠疫情下美国养老设施防疫改造设计研究

Research on the Design of Elderly Care Facilities in the United States under the COVID-19 Epidemic

李明帅 | LI Mingshuai 章慧洁 | ZHANG Huijie 吴鹏 | WU Peng 张玉 | ZHANG Yu

中图分类号: TU201.1; TU29 文献标志码: A 文章编号: 1001-6740(2022)06-0099-09 DOI: 10.12285/jzs.20220909001

**摘要:** 研究表明, 养老设施内的长期隔离会对老年居民身心造成较大负面影响。如何在新冠疫情背景下既守护养老设施的防疫安全, 又能平衡老年居民的生活质量, 是当前养老设施改造亟待探讨的问题。美国付出百万生命的惨痛代价后, 养老设施疫情防控方面初见成效, 在室内分区、定向通风、病卧负压及设备更新等方面形成了体系化的适应性防疫改造, 借鉴其相关经验, 可为当下我国养老设施的防疫改造设计提供参考与借鉴。

**关键词:** 新冠疫情、美国养老设施、防疫改造

**Abstract:** Long-term isolation in old-age care facilities will have a great negative impact on the physical and mental health of elderly residents. How to balance the quality of life of elderly residents with the epidemic prevention of elderly care facilities under the background of COVID-19 is an urgent issue to be discussed in the renovation of elderly care facilities. Epidemic prevention and control in elderly care facilities in the United States has achieved initial success, with systematic adaptive epidemic prevention and control transformation in indoor zoning, ventilation, negative pressure in wards, and equipment renewal. The relevant experience of the United States can provide reference for the epidemic prevention renovation design of elderly care facilities in China.

**Keywords:** COVID-19, Elderly Care Facilities in the United States, Epidemic Prevention Renovation Design, United States

## 一、研究背景

新型冠状病毒肺炎疫情(下文简称新冠疫情)在世界范围内广泛传播肆虐, 老年群体聚集的养老设施受影响较为严重。据美国健康政策研究机构凯泽家庭基金会的统计数据显示, 截至2022年2月, 美国养老设施内死于新冠肺炎的老年居民与工作人员人数超过20万, 约占总死亡病例的23%, 设施内老人的感染死亡率是全国平均水平3倍以上。在美国老龄化较为严重的亚利桑那州, 养老设施中的死亡病例一度占到全州总死亡病例数的82%~84%<sup>[1]</sup>。这些

数据已充分证明, 养老设施内的老年人新冠肺炎病毒感染率和死亡率较高, 是预防感染的重点人群<sup>[2]</sup>。

与其他呼吸道传染病一样, 建筑环境对新冠肺炎在室内的传播有较大影响<sup>[3]</sup>。实行一系列防疫管控措施及设施适应性改造, 且在新冠死亡人数突破百万的惨痛教训后, 美国养老设施疫情防控初见成效: 2020年8月, 美国42%的患病死亡病例与养老设施有关<sup>[4]</sup>。关于建筑环境改造的呼声愈高<sup>[5]</sup>; 2021年10月, 这一数字降低至约20%; 至2022年6月, 美国每日新增感染人数已降低至历史较低水平<sup>①</sup>。在养老设施疫情防控方

### 作者:

李明帅(通讯作者), 天津大学建筑学院, 博士生;

章慧洁, 河北工程大学建筑与艺术学院, 硕士;

吴鹏, 中科建(北京)建筑规划设计有限公司建筑师;

张玉, 河北美术学院, 副教授。

天津大学研究生教育专项基金2021年度资助项目(2021-13)。

面,进行了室内分区、定向通风、病卧负压及设备更新等体系化的防疫改造实践。新冠疫情是人类社会面对的共同挑战,我国新冠疫情尚未完全消灭,养老设施防疫设计亟待探讨,借鉴他国实践经验以未雨绸缪,具有重要的前瞻性意义。

## 二、新冠疫情下美国养老设施的主要问题及改造需求

### 1. 新冠疫情下美国养老设施的主要问题

美国国家科学院、工程院和医学院联合发布的报告 *The National Imperative to Improve Nursing Home Quality* (下文简称 NIINHQ) 指出,“新冠疫情暴露了美国养老设施的系统性问题”,未对重大公共卫生事件做好准备:新冠流行前,大量研究指出养老设施“感染防控”(infection control)存在重大漏洞;新冠流行后,各养老设施的聚集性感染案例成了“不可否认的证据”<sup>[6]</sup>。

由于准备不足,新冠疫情初期美国各养老设施采用强制隔离措施,研究表明,长期隔离对老年人身心造成巨大隐患,焦虑和孤独感显著增加<sup>[7]</sup>;其中阿尔兹海默症(又称老年痴呆症)风险增加约50%,冠心病等风险增加29%,中风风险增加32%<sup>[8]</sup>;对于有认知障碍的老年人,隔离会促发多项并发症<sup>[9]</sup>。因此,NIINHQ报告指出,目前养老设施的主要问题是如何在疫情防控与老年居民生活质量之间取得“谨慎”的平衡。Stone P. W. 的研究也表明,“最大限度地提高居民的生活质量,同时减少感染传播是养老设施面临的重大挑战。”<sup>[10]</sup>

### 2. 养老设施的防疫改造需求

#### (1) 防疫安全需求

美国国家疾病预防控制中心(CDC)建议,当养老设施内部出现疑似或确诊病例后,满足条件的老年人可留在设施内进行隔离及治疗<sup>②</sup>。

#### (2) 生活质量需求

养老设施中“应为生活而非生存”<sup>[11]</sup>,老年居民的生活质量需求见表1<sup>[12]</sup>。

### 三、满足防疫安全的设施适应性改造

#### 1. 人员配置:感染预防和控制专员(IPC)

养老设施内应设有感染预防和控制专员(IPC),是疫情防控的重要职位。NIINHQ报告建议其应为注册护士(RN)、高级执业注册护士(APRN)或医生,研究发现,感染预防和控制专员的数量及执业水平对设施内老年人的患病率、死亡率有直接影响<sup>[13]</sup>。当老年居住人数大于100人或设施内提供呼吸机、血液透析等医疗服务时,应至少设一名全职IPC专员<sup>[5]</sup>,每日对所有老年居民及到访者进行症状检查。当设施内出现疑似或确诊病例、因呼吸道感染住院或死亡病例,或72小时内相继出现3名及以上新冠疑似症状(发热、

腹泻等)病例时,立即上报疾控部门并启动防疫预案。IPC专员开展的防疫预防措施中,与设施改造相关的要求见表2<sup>[14]</sup>。

#### 2. 区域划分:空间隔离

当养老设施内出现感染病例后,对平面进行区域(units)划分,限制跨区域移动,以减少感染传播<sup>[15]</sup>。场地应规划洁净区、半洁净区和污染区等专用区域,之间设置物理阻挡及过渡区。各区域应有独立出入口和垃圾收集路线。在理想状态下,养老设施内的照护人员(HCP)、环境服务人员(EVS)应专用于某一区域,尽可能避免其同一班次期间同时在康复区、生活区和其他区域工作。

调查哈莱姆(Harlem)老年康复中心可见,原有集中式布局的主门厅变为医护人员工作区,同时分隔病患区与健康区。建筑西侧为健康老人生活区,建筑东侧黄色区域为疑似病症观察区,红

老年居民生活质量需求

表 1

需求类型	隔离状态及具体需求内容	
	设施内隔离老人	房间内隔离老人
身体:物理环境	安全的设施及庭院环境	封闭房间的清洁空气流通
社会:社会联系	与社区周边的联系	与设施内其他居民的联系
场所:家庭氛围	隔离区域的归属感	
心理:亲友关怀	接受亲友、子女的探访	

建成环境防疫改造措施

表 2

防疫措施		具体要求
室内分区		养老设施区域划分,确定各区防护级别
增设区域	缓冲区	在室内分区交接处结合走廊特点设置缓冲区,用于消毒、工作人员防护设备更换、存放可再利用的医疗设备
	待回收储存区	设有待处理储存区放置医疗及非医疗待清洗物品,以运送至设施外指定机构清洗
	待处理储存区	储存医疗废弃物的区域,可配置有消毒、低温保存功能
卫浴配置		当养老设施内房间充足时,隔离病房应为独立卫浴 当居住房间为开放式大空间时,每20人至少有1个卫生间;每6名残疾人至少有1个无障碍卫生间 每25人至少有1个浴室,每6名残疾人至少有1个无障碍浴室
空气调节		分区通风、定向气流原则,联系暖通人员调整室内通风
患者容量估算		保证病患老人的最小安全间隔:当居住房间为开放式大空间时,床间距最少为1.83米(6英尺),床之间应设置物理屏障,布置方向应与室内空气方向一致,并基于此估算养老设施内最多可容纳的隔离人数

色区域为患病老人康复区(图1)。养老设施分离病患活动区域与医务人员活动区域后,形成“健康生活区—医护工作区—疑似观察区—患病康复区”的划分,医护人员根据区域佩戴不同等级的个人防护用品(PPE)。

为防止病毒空气传播,各区域间缓冲区两端应设有防护门帘,且不可同时开启,缓冲区放置消杀及防护用品以对触摸位置及防护用具消毒(图2)。此外,患病老人康复区的走廊中布置防护门帘,减小病毒沿走廊扩散的可能性(图3)。

### 3. 病卧负压:基于HEPA装置的负压改造

目前国内大多数养老机构未设置负压隔离室(AII),实践表明养老设施可通过安装额外的排气兼空气过滤装置(HEPA)、室内气压监测装置(如PresSura)形成对于相邻房间和走廊的轻微负压,以减少空气传播风险(图4)<sup>[16]</sup>。

负压隔离室改造步骤如下:首先根

据美国供暖制冷与空调工程师协会ASHRAE170指南按房间总容积、通风量、压差确定HEPA装置的功率<sup>[17]</sup>。其次,根据房间类型确定HEPA位置及室内通风流向(图5):当房间有对外窗户时(类型一),关闭回风口,在房间窗户上安装HEPA装置,并保持门关闭;当房间没有对外窗户时(类型二),在门外建立一个密封的“前厅”,面积至少为0.9m×1.8m,HEPA装置安装在前厅内部,前厅门关闭、房间门打开;当房间内有多名老年人且无单独隔离条件时(类型三),患病老人床位应临窗,周边添加塑料床帘以形成密封,在内部临窗位置安装HEPA装置,并保持房间门关闭。在紧急状态或缺少气压监测装置的情况下,可在房间门口处设置纸巾或轻薄塑料片来验证气流方向以保障负压有效性。

### 4. 室内通风:分区通风、定向气流

根据世卫组织发布的报告,良好的通风对减少新冠病毒在室内空间的传播至关重要<sup>[18]</sup>。美国供暖制冷与空调工程师协会

的疫情期间指南<sup>[19]</sup>对建成环境通风提供了一系列建议,包括分区通风、定向气流两种主要类型:

(1) 分区通风:空调系统需要与分区相结合,按区域提供有序的气流设计,以确保患病老人康复区的负压通风;可考虑采用窗式空调,确保病房的空调专用;对于无法实现充分自然通风的房间,应采用机械通风以空气更新,如保持卫生间排风扇开启等。

(2) 定向气流:根据设施特点评估并重新定位进/排气设施位置,产生从安全区域到感染区域的走廊空气流动;单一房间理想状态应由上侧进气,在较低处(30~60cm)排出空气,可在窗户上方安装专用排风扇增强定向通风效果;患病康复区及隔离房间应设置相对较高的室内净高,并将进气口设置在顶棚附近。每日使用有效氯含量为500mg/L的消毒剂清洁空调的进风口、出风口及风机盘管机组,设置冷凝水收集器并每日进行病毒RNA快速检测,以在传播前及时预警疫情。

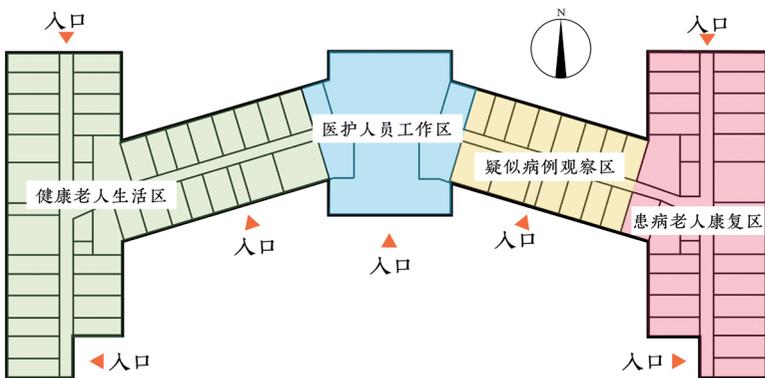


图1: 养老设施区域划分示意图



图2: 走廊加设缓冲区



图3: 走廊门帘分隔



图4: HEPA装置与负压居室改造

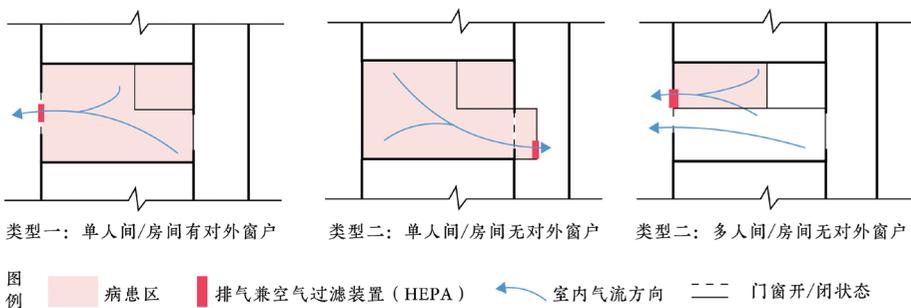


图5: 房间类型及负压改造示意

此外，电梯作为密闭空间是设施内的重点通风区域，针对电梯中的气溶胶传播的特性采取以下改造措施：确保通风方向为天花板向下单向流动到地板；电梯在空闲位置应保持电梯门开敞 1~2 分钟；增加电梯的机械通风能力，保证电梯机械通气换气率在每小时 10 次左右。<sup>[20]</sup>

### 5. 设施更新：智能及抑菌技术应用

#### (1) 远程医疗技术 (Telemedicine)

在医护人员短缺、提倡减少接触的防疫背景下，远程医疗凸显保障老年人医疗需求的关键性，有助于提高护理、医疗效率，减少医护人员在多个设施间通勤工作带来的交叉感染风险。与 2018/2019 年的平均就诊人数相比，2020 年第 2 至 4 季度，美国初级远程保健医疗人数增加了 2250%，远程外科医疗就诊人数增加了 1485%。<sup>[21]</sup> 调查所见，远程医疗空间由问诊室与准备室组成，问诊室的走廊侧做大面积玻璃窗，兼做值班功能，远程医疗技术使养老设施内配置执业护士即可满足日常医疗服务，缓解了疫情期间医疗资源紧张的情况 (图 6)。

#### (2) 免接触控制技术

门把、水龙头、灯开关、洗手液分配器等高频接触设施可替换为自动感应装置。以智能室内照明系统 (UC Light) 为例，该系统采用带传感器的 LED 智能灯具，各灯具对半径 1.5m (5 英尺) 的范围进行监控。当老年人进入感应区域，灯具接收信号自动开启，感知老年人的步行轨迹以向周边灯具传输信号<sup>[22]</sup>。在免触开关的同时，降低了老年人夜间黑暗环境走动带来的安全风险。

#### (3) 表面抗菌材质及消毒

设施表面材质对于新冠病毒在室内的二次传播具有重要影响，病毒在不同材质表面附着后，新冠病毒的存活时间、存活情况均有不同<sup>[23]</sup>。铜表层对于新冠疫情控制具有较好效果，其破坏 RNA 的特性可在两小时内消除 99.9% 以上的病毒。此外，应避免使用多孔表面材质的共享用品，如

软垫家具、地毯等 (表 3)。

无法及时更新设施材质前，应每日使用有效氯含量为 250mg/L 的消毒剂对居室内高接触频率表面消毒，加州大学欧文医学院总结了老年居室的高频率接触表面范围 (图示绿色区)，并制定出由“接触低频至高频” (clean-to-dirty) 的消毒顺序 (图 7)，目前已在加利福尼亚州的养老设施中应用。

## 四、满足生活质量的设施适应性改造

### 1. 家庭氛围：小型化与组团化

尺度较小的养老设施“易于接近、进入和移动”且“易于理解、使用和管理”，在感官层面更像家<sup>[24]</sup>，同时在防疫方面有较好效果<sup>[25]</sup>。NIINHQ 报告中鼓励将大型

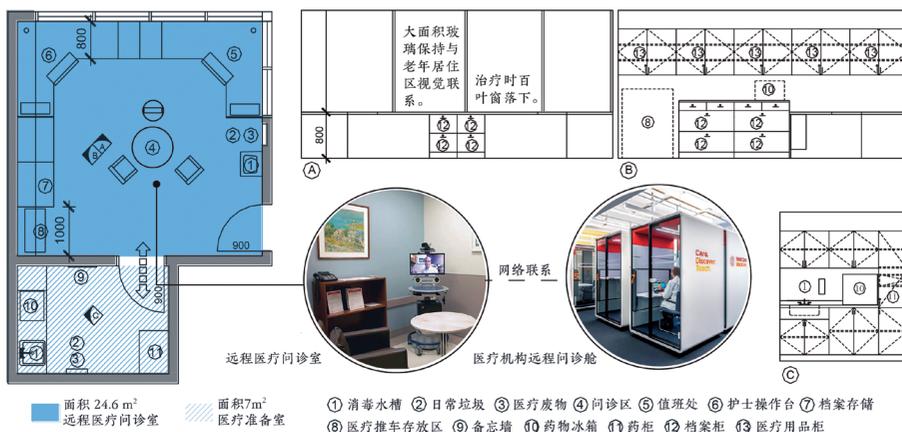


图 6: 养老设施远程医疗空间

新冠病毒在不同材质表面的存活时间表

表 3

表面材质	病毒效价 (TCID50)	测试温度 (°C)	生存情况 (天)
不锈钢	$1.4 \times 10^3 \sim 1 \times 10^6$	20-24	2-28
铜	$1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^4$	21-23	0.17-1
铝	$5 \times 10^3$	21	0.08-0.5
木	$5 \times 10^5 \sim 1 \times 10^6$	RT-22	1-5
玻璃	$1.4 \times 10^3 \sim 1 \times 10^6$	20-25	2-28
纸	$5 \times 10^3 \sim 1 \times 10^6$	RT-23	0.02-28
陶瓷	$1.4 \times 10^3$	21	>5
乙烯基化合物	$3.38 \times 10^5$	20	>28



图 7: 老年居室高接触表面及消毒顺序

养老设施进行可调改造和灵活划分，以形成多个照护单元。调查发现，密西西比州柯林斯老年疗养中心作为集中式“L”形设施，将核心活动区变为医护工作区，划分出四个相对独立的护理组团（图8），组团间设置缓冲区及物理隔挡（图9）。由于两个组团各自都有组团内的独立电梯及疏散楼梯，垂直交通不会受到影响。

## 2. 亲友关怀：探望设施置入

对于新冠疫情期间生活在养老设施中的老年居民，亲友探访对其身体和精神支持极其重要<sup>[26]</sup>。探访活动需要一个安全、舒适的物理环境，使会面的同时能够保障防疫安全。目前相对成熟的设施类型及改造方式如下：

### (1) 前厅置入式访客舱 (Carepods)

访客舱由具有刚性、易于清洁的泡沫墙板搭建而成。墙体内置对讲系统、感应式洗手液分配器，白色墙板可根据养老设施室内环境换色（图10）。访客舱的基本尺度为2.7m(长)×1.2m(宽)×2.4m(高)，可根据设施情况进行调整。

根据调查发现，前厅置入式访客舱多数兼做过渡性质的消毒区，根据入口位置有门廊式、转角式两种类型（表4）。

### (2) 室外置入式访客舱 (Garden Visiting Pods)

室外置入式访客舱包括有机玻璃墙、对讲系统、抗菌表面，可局部添加由柔性材料制成“拥抱墙”。尺寸根据室外场地需求选择，包括6m×6m，3m×2m等，可分别设于庭院或入口（表5）。

## 3. 社会联系：阳台与庭院

老年人对周边环境的观察会带来感官刺激，阳台、庭院的设施改造有助于老年人与社区的视觉互动，对于暂时隔离的老年人保持群体联系感具有重要意义<sup>[27]</sup>。

### (1) 阳台

社区的日常活动对室内隔离的老年人极具吸引力<sup>[28]</sup>，在新建养老设施中应尽量

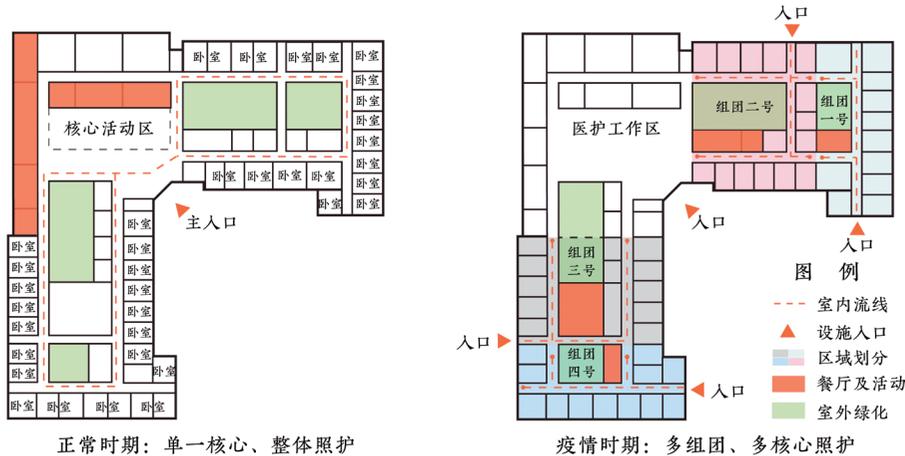


图8：设施组团化改造



图9：组团间设置缓冲区进行隔离



图10：前厅置入式访客舱示意图

前厅置入式访客舱类型

表4

图例	门廊式	转角式
平面图		
实景图		

室外置入式访客舱类型

表5

图例	庭院置入	入口置入
平面图		
实景图		
特点	位于室外庭院中，交流氛围感、空间品质较好	位于入口处，访客可达性强、流线短

设置阳台，缺少阳台的卧室可通过改造飘窗、增设临窗家具的形式增强窗边环境舒适性。

(2) 庭院

养老设施主要有组团式、集中式布局，分别形成了内庭院和开敞庭院两种形式。内庭院的空间私密性、封闭性较强，能够形成较强的社区氛围。例如在 Holf van Nassau 照护设施中，通过将商店、理疗室、美发室、洗衣房等辅助空间分散布置在内庭院周边，在设施隔离期间营造出内街的生活氛围（图 11）。尽管内庭院属于室外，通风设计仍值得注意，应去除有顶棚的室外设施，对檐/廊下空间进行重点消杀，新建设施宜结合消防通道做建筑底层架空处理。

开敞式庭院易于通风，且与社区周边联系性较好，但对于老年居民有病毒空气传播的风险。因此，美国建筑师协会（AIA）建议在庭院周边种植较低的绿化隔离带，保证老年居民与外界环境的安全社交距离（1m 及以上）<sup>[29]</sup>。



图 11: Holf van Nassau 设施及内庭院

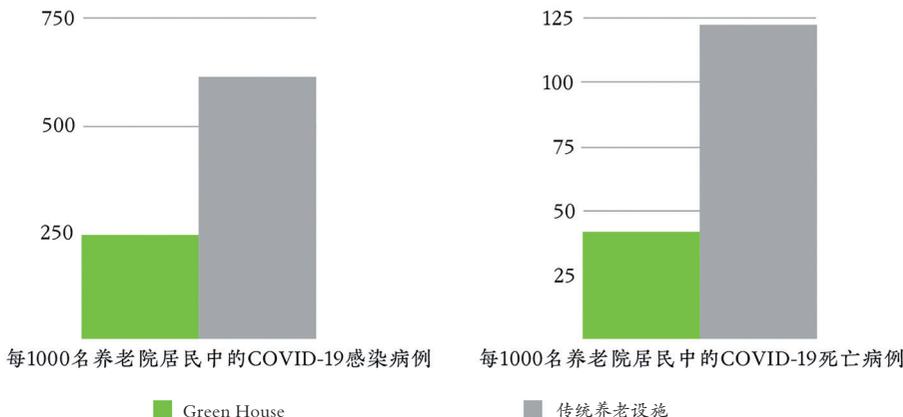


图 12: 绿屋设施与传统养老设施的感染、死亡病例对比

五、兼顾防疫安全与生活质量的养老模式与设计

1. 设施隔离：绿屋养老模式

绿屋模式（Green house）旨在创造家庭环境的养老设施，让每位老年人有尊严地生活。该模式在新冠疫情期间取得了较好的居民生活满意度和防疫效果，其老年居民的新冠感染率、死亡率远低于传统养老设施（图 12）<sup>[30]</sup>，截至 2021 年 5 月 21 日，245 个绿屋设施中的 2653 名居民中，仅 9 人感染，导致 6 人死亡。生活方面，研究指出“绿屋”使老年人获得了更好的照护效果及较少的经济支出，“相关政策制定者应在养老设施建设方面给予这一新模式的指导”<sup>[31]</sup>。

绿屋由卧室、开放式厨房、餐厅、客厅、辅助房间及后院组成，嵌入于社区中，与周边环境有较强联系，且具有以下特征（图 13）：（1）小规模组团化：设施居民低于 12 人，家庭式生活模式可提升居民生

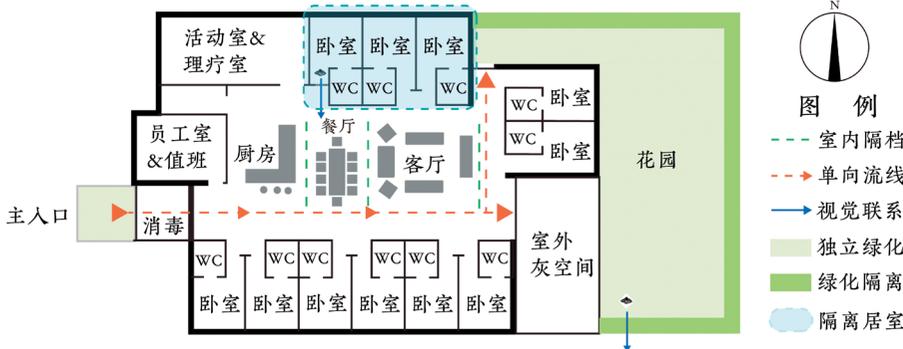


图 13: 绿屋平面图

活质量，同时可减少设施内人员流量。工作人员仅服务于单一设施，与老年人更为熟悉，且降低了通勤其他设施的潜在交叉感染风险。（2）积极养老：由于居民及工作人员人数较少，老年人更深入的参与内部生活与决策。调查发现，75% 的居民被允许进入开放式厨房，25% 可参与烹饪；75% 的居民日常使用室外庭院（传统设施中仅为 38%）；67% 的居民可以自主决定起床与就寝时间（传统设施中仅为 8%）等<sup>[32]</sup>。（3）隐私与尊严：独立卫浴的单人间使生活、隔离或私人访问更具有安全性

及便利性；卫浴的非共享性质降低了感染传播的风险<sup>[33]</sup>。（4）认知适老化：“卧室——室内客厅（社交中心）——室外庭院”之间具有直接的视觉/行为联系通廊。

防疫改造措施：（1）弹性设计：设施内的多个出入口可限制进出方向，形成室内单向交通。次入口可改造为消毒区、访客接待点，设置访客舱。（2）隔离与联系：各房间紧邻与客厅、餐厅等社交区域，通过门上副窗保持有较好的视觉联系；设有独立的后院花园，沿花园边界种植 1 米以上宽度绿化带，使居民在安全距离的保

护下观察并感知周边社区。

## 2. 房间隔离：智能化房间设计

美国建筑师协会推进老年居民房间的更新设计目标，在纽约的安德鲁斯养老机构进行平衡防疫安全与生活质量的老年居民卧房改造实践（图 14）：

(1) 医疗设备隐藏设计：医用设备、电源及监控仪器隐藏置于床头墙，以带有艺术装饰的滑轨面板覆盖，保持室内居家环境，减弱护理氛围。

(2) 昼夜规律照明：有助于保持隔离期间正常的睡眠周期，对于维持健康至关重要。

(3) 窗式 HEPA 及空调：独立的换气及温度调节避免病原体的空气传播，必要时形成房间负压，灵活性调节更具成本效益。

(4) 地面运动传感系统：自动感知室内老人的行为模式、所处位置及停留、移动时长，可监控摔倒等意外情况并发出求救信息，及提示运动量不足等功能，满足疫情期间减少护工非必要接触等需求，提供老年人独立居住的安全保障。

(5) 预制模块化多功能墙：墙体采用显示屏、扬声器、摄像头等集成技术模块化制作，既可用于日常娱乐，又能使患病老年人与亲友保持线上联系，以改善卧床、隔离带来的孤独感。

(6) 远程医疗设备：责任医生通过该设备每日远程查访，提高效率以应对医护资源不足，减少交叉传播风险。

(7) 感应控制系统：包括房门、马桶、水龙头、照明控制，以挥手或语音代替触摸控制，减少触摸带来的病毒二次传播风险。

(8) 抗菌涂层：对适老化扶手、柜门把等高频率接触设施增加抗菌涂层。

## 六、结语

综上所述发现，美国养老设施平衡防疫安全与生活质量有以下措施（表 6）。



图 14: 养老设施隔离房间设计

养老设施适应性防疫改造措施

表 6

保障需求	改造措施		
	设施隔离	多人间	居室隔离
防疫安全	区域划分	健康生活区—医护工作区—疑似观察区—患病康复区	基于 HEPA 装置、预制墙的室内分区 床位摆放方向及间距
	室内环境	空调系统进行分区通风	保障定向气流的居室负压改造
		定向气流：上侧进风下侧出风，采用窗式空调或窗上侧安排气扇	
	设备更新	远程医疗问诊房间及护士护理	远程医疗终端机移至隔离房间
		高接触的共享设施替换为自动感应装置	
		地板、家具的多孔表面材质替换为易清洁材质	
人员配置	IPC 专员按要求开展设施环境等防疫预防措施		
生活质量	家庭氛围	小规模化：10~12 床位 / 设施	单人间：保障隐私与尊严
		组团化：多组团多核心照护	独立卫浴：减少病毒传播
	社会联系	安全的室外庭院环境	阳台、门副窗分别与室内社交区域和庭院、社区保持视线联系
	亲友关怀	室内外置入式访客舱	远程通信设备

“长兄于病视神，未有形而除之，医道最善”<sup>[34]</sup>，我国在新冠疫情初期采用有效防控政策，使得疫情在蔓延之前得以遏制，尚属“最善”。但是新冠病毒演变难以预料，养老类设施防疫方面我国缺少实践经验。他山之石可以攻玉，美国在抗击新冠疫情过程中付出了沉重代价，养老设施防疫适应性改造已取得一定成效，其经验具有参考借鉴意义。

[致谢：感谢南加州大学(USC) Jasmine Yao 女士为本文提供的部分资料及照片。]

### 注释

① 截至 2021 年 11 月，美国疾控中心等官方机构暂停养老类机构数据统计，2022 年 6 月美国日均新增感染人数约 35000 人，已处于历史相对低值。

② 美国疾控中心规定，在养老设施内隔离治疗的老年

人应满足以下条件：能够独自进行日常生活活动；有工作人员进行单独送餐服务；在患病期间配有单独房间隔离；房间内有及时语音求助设备。

参考文献

[1] Melissa K Andrew, Lisa Barrett. COVID-19 susceptibility in long-term care facilities[J].THE LANCET Healthy Longevity,2021.6DOI: [https://doi.org/10.1016/S2666-7568\(21\)00119-7](https://doi.org/10.1016/S2666-7568(21)00119-7).

[2] S. P.Kennelly, A. H.Dyer, C.Noonan, R.Martin, S. M.KENNELLY.Asymptomatic carriage rates and case fatality of SARS-CoV-2 .infection in residents and staff in Irish nursing homes[J]. Age Ageing, 2021.50: 49-54.

[3] N.A.Megahed, E.M.Ghoneim. Antivirus-built environment: Lessons learned from Covid-19 pandemic[J]. Sustainable Cities and Society, 2020: 61.

[4] The Most Important Coronavirus Statistic: 42% Of U.S. Deaths Are From 0.6% Of The Population[EB/OL].[2022-06-8].<https://www.forbes.com/sites/theapothecary/2020/05/26/nursing-homes-assisted-living-facilities-0-6-of-the-u-s-population-43-of-u-s-covid-19-deaths/>

[5] J. Margolies.As death toll in nursing homes climbs, calls to redesign them grow[EB/OL].[2020-5-12]. Available at: <https://www.nytimes.com/2020/05/12/business/nursing-homes-coronavirus.html>, Accessed 23rd Mar 2021.

[6] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine of The United States, The National Imperative to Improve Nursing Home Quality.[R/OL].[2022-06-8].[https://https://nap.nationalacademies.org/read/26526](https://nap.nationalacademies.org/read/26526).

[7] M.Mccarron , D.Mccausland, R. L-UUS , A.Allen. The impact of coronavirus disease 2019 (COVID-19) on older adults with an intellectual disability during the first wave of the pandemic in Ireland[J]. HRB Open Res, 2021, 4, 93.

[8] Experts Offer 10 Ways to Reform and Improve Nursing Homes [EB/OL]. [2021-1-13].<https://www.aarp.org/caregiving/health/info-2021/steps-to-improve-nursing-homes.html>.

[9] FALLON, A., DUKELOW, T., KENNELLY, S. P. & O' NEILL, D. 2020. COVID-19 in Nursing Homes[J]. QJM: An International Journal of Medicine.

[10] Stone P.W.Herzig C.T.A.Pogorzelska-Maziarz M. Understanding infection prevention and control in nursing homes: A qualitative study[J]. Geriatr Nurs, 2015; 36: 267-272.

[11] BERGLAND, A. & KIRKEVOLD, M.Thriving in nursing homes in Norway: contributing aspects described by residents[J]. Int J Nurs Stud, 2006.43:

681-691.

[12] Anne Montgomery, Sarah Slocum, Christine Stanik.Experiences of Nursing Home Residents During the Pandemic: What we learned from residents about life underCovid-19 restrictions and what we can do about it[R].ALTARUM.2020.

[13] C. Harrington, L. Ross, S. Chapman, et al.Nurse staffing and coronavirus infections in California nursing homes[J].Policy Polit Nurs Pract.2020.21: 174-186.

[14] 预防新冠疫情在养老设施传播的预防和控制建议 (CDC) [EB/OL].<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/long-term-care.html>.

[15] SCOPETTI, M., SANTURRO, A., TARTAGLIA, R., FRATI, P. & FINESCHI, V. Expanding frontiers of risk management: care safety in nursing home during COVID-19 pandemic[J]. International Journal for Quality in Health Care, 2020; 33.

[16] Lynch R.M., Goring R. Practical steps to improve air flow in long-term care resident rooms to reduce COVID-19 infection risk[J]. J Am Med Dir Assoc. 2020; 21: 893-894.

[17] American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers Ventilation of health care facilities[M].Standard 170 ASHRAE, Atlanta, GA.2008.

[18] WHO 2021. Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the context of COVID-19[EB/OL]. World Health Organization.

[19] Guidance for Building Operations During the COVID-19 Pandemic[EB/OL]. [2020-5-13]. [https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/ashrae%20journal/2020journaldocuments/72-74\\_ieq\\_schoen.pdf](https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/ashrae%20journal/2020journaldocuments/72-74_ieq_schoen.pdf).

[20] C.Van Rijn, G. A. Somsen, L. Hofstra, G.Dahhan, R. A.Bem, S.Kooij.Reducing aerosol transmission of SARS-CoV-2 in hospital elevators[J]. Indoor Air, 2020.30: 1065-1066.

[21] Cortez C, Mansour O, Qato DM, Stafford RS, Alexander GC. Changes in Short-term, Long-term, and Preventive Care Delivery in US Office-Based and Telemedicine Visits During the COVID-19 Pandemic. JAMA Health Forum. 2021; 2 (7) : e211529. doi: 10.1001/jamahealthforum.2021.1529.

[22] Chiu, Hsin-Hsien.Toward Healthy and Successful Aging: Intelligent Home Care Environments for the Elderly[D].ProQuest Dissertations and Theses Full-text Search Platform, 2013.

[23] Aaron A.Cortes, Jorge M. Zuñiga, The use of copper to help prevent transmission of SARS-coronavirus and influenza viruses[J].Diagnostic Microbiology and Infectious Disease.2020, 4, 98, 115-176.<https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2020>.

[24] R. Fleming, K. Bennett.Environmental Design Resources. [J]. Dementia Training Australia, 2017.

[25] Sheryl Zimmerman, Carol Dumond-Stryker, Meera Tandan, John S. Preisser, Christopher J. Wretman, Abigail Howell, Susan Ryan.

Nontraditional Small House Nursing Homes Have Fewer COVID-19 Cases and Deaths[J].Journal of the American Medical Directors Association, 2021.

[26] C. Ickert,H.Rozak ,J. Masek ,K.Eigner,S.Schaefer. Maintaining Resident Social Connections During COVID-19: Considerations for Long-Term Care[J]. Gerontology and Geriatric Medicine, 2020, 6.

[27] W.Granger.Viewing, Watching, Observing: Aging and the Architecture of Intermediate Space [EB/OL].[2020-08-22] PLATFORM. 2020. Available: <https://www.platformspace.net/home/viewing-watching-observing-aging-and-the-architecture-of-intermediate-space>.

[28] J. M. Torrington, & P. R. Tregenza.Lighting for people with dementia[J]. Lighting Research & Technology, 2007, 39: 81-97.

[29] AIA 2020. AIA - Re-occupancy Assessment Tool V3.0.[R/OL].[2022-06-8].<https://www.aia.org/resources/6292441-re-occupancy-assessment-tool>.

[30] S. Zimmerman, C.Dumond-Stryker, M.Tandan, etc.Nontraditional Small House Nursing Homes Have Fewer COVID-19 Cases and Deaths[J]. Journal of the American Medical Directors Association, 2021.22, 489-493.

[31] G. A. Heckman, K.Kay, A.Morrison , D. C. Grabowski etc. Proceedings from an International Virtual Townhall: Reflecting on the COVID-19 Pandemic: Themes from Long-Term Care[J]. Journal of the American Medical Directors Association, 2021, 22, 1128-1132.

[32] W. Cohen, Sheryl Zimmerman.The Green House Model of Nursing Home Care in Design and Implementation[J].Health Serv Res.2016: 352-377. doi: 10.1111/1475-6773.12418.

[33] K. A.Brown, A.Jones, N.Daneman, A. K. Chan, etc.Association Between Nursing Home Crowding and COVID-19 Infection and Mortality in Ontario [J]. JAMA Internal Medicine, 2021, 181, 229-236.

[34] 鹞冠子.鹞冠子·卷下·世贤第十六[M].北京: 国家图书馆出版社, 2016.

图片来源

图4: 引自<https://www3.ha.org.hk/ehaslink/issue109/en/csB-03.html>

图9: 引自<https://www.kxan.com/news/coronavirus/nursing-home-investigations/redesigning-the-nursing-home-system-health-design-experts-study-covid-19-spread-and-how-to-stop-it/>

图10: 引自<https://www.nimlok.co.uk/care-home-visitor-pods/>

其余图表均为作者及团队手绘或自摄。