

基于“黄金四分钟”医疗辐射下的AED置入公交站点排布优化性策略探究

贺孟冉, 孙川淇, 刘云歌, 朱泓睿

天津城建大学, 天津

收稿日期: 2022年8月24日; 录用日期: 2022年9月23日; 发布日期: 2022年9月30日

摘要

后疫情时代, 医疗大健康生态圈加速重构, 在双循环格局和“健康中国”背景下, 医疗资源的可分配成为人们关注的重点。本文聚焦急需特需的、范围“年轻化”的心源性猝死, 把天津市南开区作为研究对象, 以“黄金四分钟”的核心法则为切入点, 以公共交通路线为视角, 以ArcGIS数据监控为支撑, 发现南开区AED分布存在“低普及 + 边缘化 + 难发现”的特征。在此基础上, 调研周边公交线路及站点的分布情况, 提出AED的基于不同类型公交站点的嵌入式合理布局优化性解决策略, 对其进行空间上的合理配置、政策上的合理完善、公众上的有效科普, 分级别建立不同“功能结合型”AED救助站点, 使其满足急救的同时赋活功能要素, 为公众健康保驾护航。

关键词

心源性猝死, “黄金四分钟”, AED嵌入式合理布局, 公交线路及站点

Research on the Optimization Strategy of AED Placement into Bus Station Based on “Golden Four Minutes” Medical Radiation

Mengran He, Chuanqi Sun, Yunge Liu, Hongrui Zhu

Tianjin Chengjian University, Tianjin

Received: Aug. 24th, 2022; accepted: Sep. 23rd, 2022; published: Sep. 30th, 2022

Abstract

In the post-epidemic era, the reconstruction of the medical and health ecosystem is accelerated. Under the background of the double-cycle pattern and the “healthy China”, the allocation of medical resources has become the focus of people’s attention. This paper focuses on the urgent need of special, range of “young” cardiac sudden death, the Tianjin Nankai district as a research object,

文章引用: 贺孟冉, 孙川淇, 刘云歌, 朱泓睿. 基于“黄金四分钟”医疗辐射下的 AED 置入公交站点排布优化性策略探究[J]. 可持续发展, 2022, 12(5): 1501-1514. DOI: 10.12677/sd.2022.125171

with the core law of “golden four minutes” as the breakthrough point, from the perspective of public transportation route, supported by ArcGIS data monitoring, and finds that Nankai district AED distribution has the characteristics of “low popularization + marginalization + difficult to find”. On this basis, this paper investigates the distribution of the surrounding bus routes and stations, and put forward AED based on different types of bus station embedded reasonable layout optimization solution strategy with reasonable spatial allocation, reasonable improvement of policy, and effective science popularization of the public, different “functional combination” AED rescue stations will be established at different levels, so that they can meet the first aid and activate the functional elements, and escort the public health.

Keywords

Sudden Cardiac Death, “Golden Four Minutes”, AED Embedded Reasonable Layout, Bus Route and Stops

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

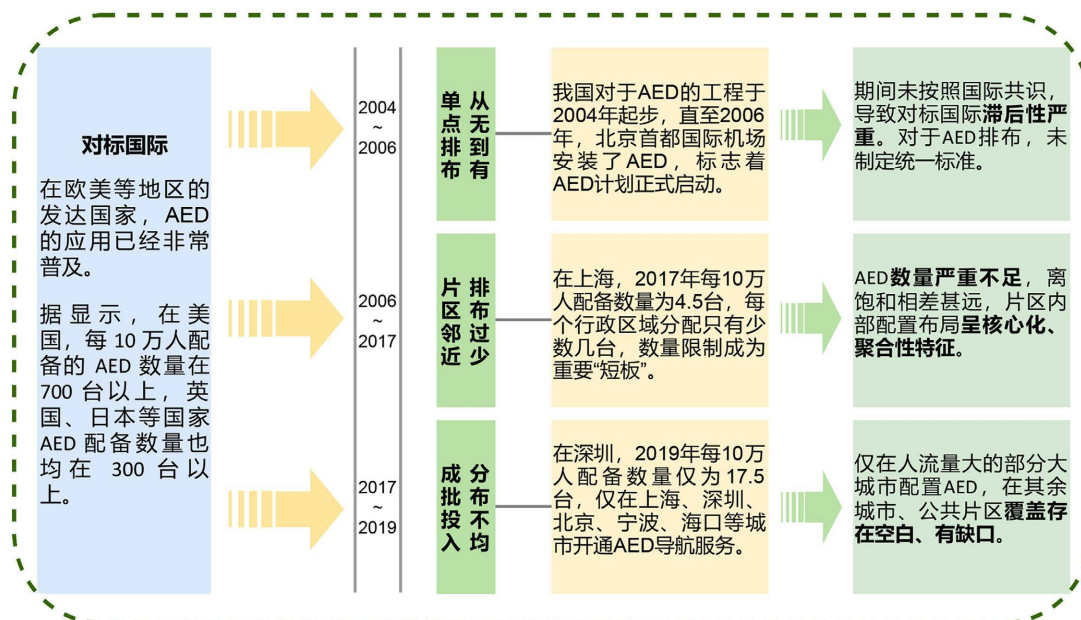
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 研究背景

发生心源性猝死后,如在 1 分钟之内通过 AED 对患者进行除颤,救活率为 90%,此后每延迟 1 分钟,成功率约下降 7%~10%。因此,在“黄金四分钟”内利用 AED 设施进行急救[1],才是最有效制止猝死的最佳办法。以国际权威发布的心源性猝死急救率、性别比例和年龄结构为对照原点,反观国内,国内心源性猝死的比率逐年上升,急救率对标国际尚有明显差距,AED 投放比例、分布范围、布设时间也仍出现滞后性与缺乏性;猝死人群中,70%为男性、40 岁以下为高危易感人群,呈年轻化趋势(图 1)。



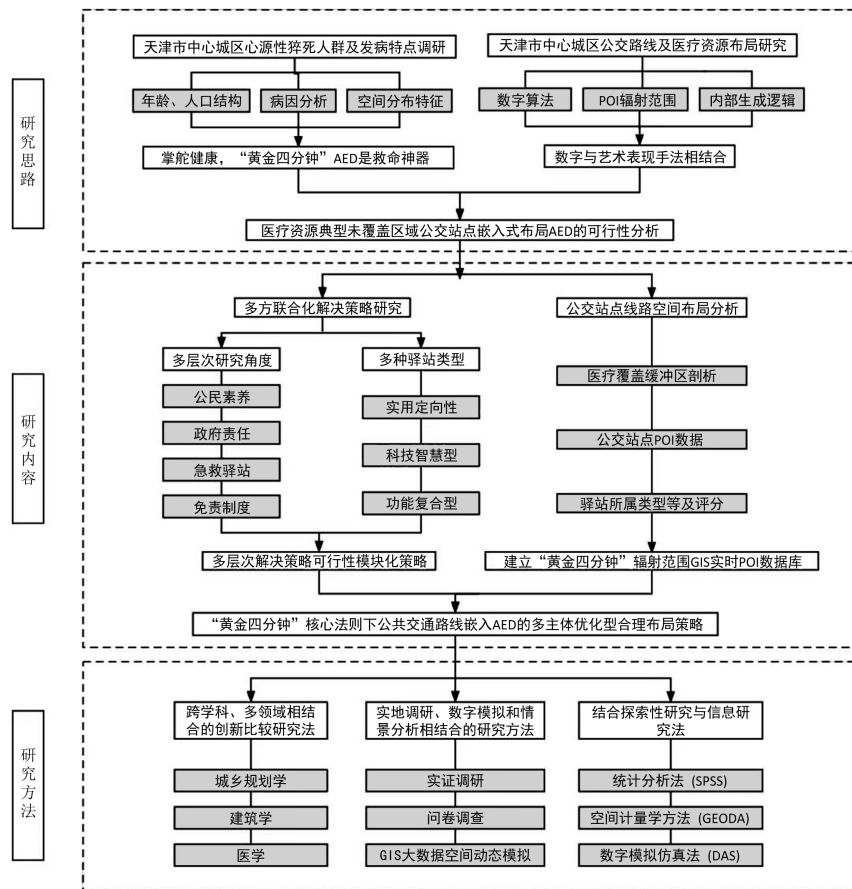
图片来源: 笔者自绘

Figure 1. Comparison of domestic and foreign AED equipment layout development process and different stages
图 1. 国内外 AED 配备布局发展历程及不同阶段的对比

AED 作为“急救神器”，是打造突发情况院前急救的重要一环。但目前天津市南开区急救辐射范围衔接松散、存在缺口，且 AED 分布不合理，需要打通 AED 应用的“最后一公里”，充分发挥救命“超能力”。本文从“医疗辐射半径 + 入院前公交站点排布”的“黄金四分钟”覆盖现状问题出发，分析调研区域内 4 分钟步行覆盖医疗范围的现存问题，探究其与居民急救现状的关联程度；归纳典型未覆盖急救区域的公交站点排布的四分钟服务半径规律及基于此的嵌入式排布可行性；分析不同功能区域内 AED 需求，打造嵌入式急救驿站，以此合理分布 AED 救助站点；并探究出公众化的、高普及的政策性文件。

2. 研究方法

本文运用 **POI 点(兴趣点)数据、SWOT 分析法、SPSS 分析法、GIS 精准测算法**对数据进行分析。为保证 AED 配置全覆盖、合理化、急速化，划定 4 分钟为辐射半径，选取公交站点、医疗服务场所作为 POI 数据源，充分强调心源性猝死救助医疗、公交站点布局与 AED 配置分布之间的联结关系，为突发室颤锚定导航目标，打造 AED 分布数字地图。从优势、劣势、机会、挑战 4 个方面利用 **SWOT 分析法**评析心源性猝死高危人群与救治的矛盾：AED 与 CPR 打造院前救治关键优势；AED 配置与人群需求相差甚远成为劣势；公交站点分布合理性成为机会；神器分布不均衡、不全面成为挑战。对所得调查问卷数据进行 **SPSS 统计学分析**，使结果逐步可视化，使数据更生动、更科学、更精准。借助 GIS 大数据空间分析能力，构建基于“黄金四分钟”辐射半径下 AED 分布数据库。技术框架如图 2。



图片来源：笔者自绘

Figure 2. Technical route framework diagram

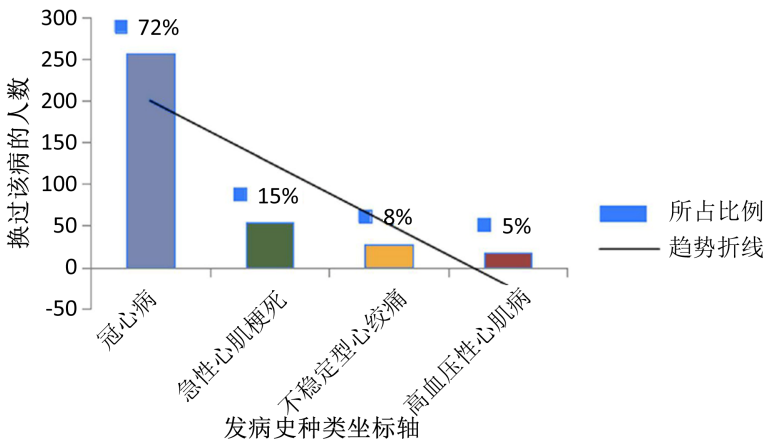
图 2. 技术路线框架图

3. 南开区猝死高危人群现状

3.1. 心源性猝死人群病因分布

“心源性猝死”指由心脏原因引起急性症状发作后 1 h 内患者丧失意识导致的自然死亡。随着我国心血管疾病患者人数剧增，心源性猝死率也呈明显上升的趋势。其中导致猝死的突发因素方很多种，例如性别、年龄、发病史等。

对心源性猝死患者的病史资料进行分析后不难发现，患有冠心病的患者占比高达 72%，患有急性心肌梗死，不稳定型心绞痛、高血压性心肌病发病率分别为 15%、8%、5%，由此可见具有心脏发病史的人群患心源性猝死的概率更大，其中患过冠心病的人几率最大[2] (图 3)。

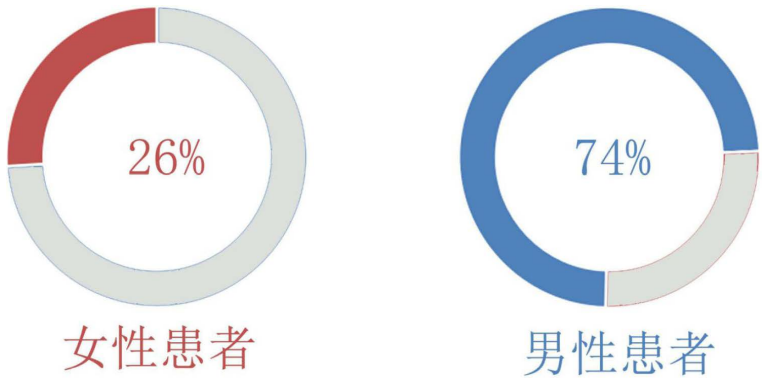


图片来源：笔者自绘

Figure 3. Proportion of incidence history types
图 3. 发病史种类占比图

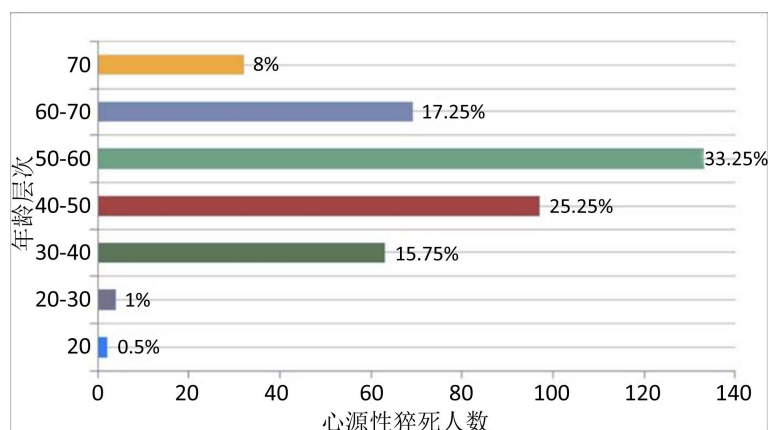
3.2 心源性猝死患者性别与年龄分布

查阅相关记录数据可见，男性患者占 74%，女性患者占 26%，男女比例为 2.8:1，由此可知心源性猝死在男性群体中更常见；心源性猝死病人的年龄主要集中在 50~60 岁，并以 60 岁作为分界线，60 岁以下的患者随着年龄的增加，发病率逐渐增加，>60 岁的患者随着年龄的增加，发病率则逐渐降低[2] (图 4、图 5)。



图片来源：笔者自绘

Figure 4. Scale map of male patients vs. female patients
图 4. 男女患者比例图

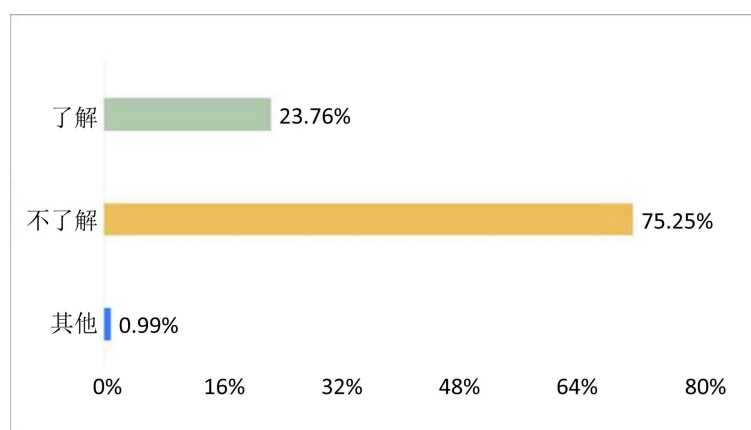


图片来源：笔者自绘

Figure 5. Age distribution of patients with sudden cardiac death
图 5. 心源性猝死患者年龄分布

3.3. AED 的公共认知及需求分布特点

为了解公众对现存 AED 分布现状的态度以及定位优化高度,笔者采取实地 + 线上方式发放问卷 200 份,回收 188 份,有效问卷数 183 份。实地调研访谈了南开区的 32 位公众,结果如下: **1) 公众对 AED 现状了解不足:** 报告显示, 75.25% 的公共大众对 AED 的了解严重不足, 表示并未听过; 仅有 23.76% 人群表示对 AED 具有一定的了解。 **2) 公众对 AED 仪器增设充满期待:** 公众对 AED 各项指标的评分普遍较高。其中对其外观“美观”“独特”、功能“良好”、“内涵”重大这四个关键形容词持较满意态度, 因此, 公众对 AED 的增设充满期待(图 6、图 7)。

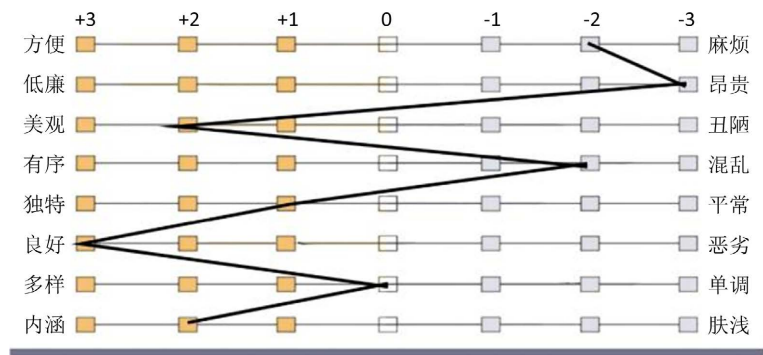


图片来源：笔者自绘

Figure 6. Questionnaire: AED understanding degree statistical chart
图 6. 调查问卷: AED 了解程度统计图

调研得出, 心源性猝死及 AED 现状布局存在“早发现 + 早救治”、“威胁性 + 隐蔽性”的特点。对于人群密集场所, 突发心源性猝死后, 由于人群分布密集, 其被及早救治的概率高于其他地区; 而人群分布少、较为松散的地区, 存在隐蔽性, 救治过程具有难发挥性、威胁性, 高危人群一旦发病, 很难得到行之有效的救治。

根据实际情况即为: 高危人群若分布在人流密集场所, 更容易被发现, 更容易被救治; 高危人群对突发性的的心源性猝死了解不深, 形成“当局者迷”; 所处地区隐蔽, 不能及时有效施救, 无法达到“旁



图片来源：笔者自绘

Figure 7. Questionnaire: public evaluation chart of AED

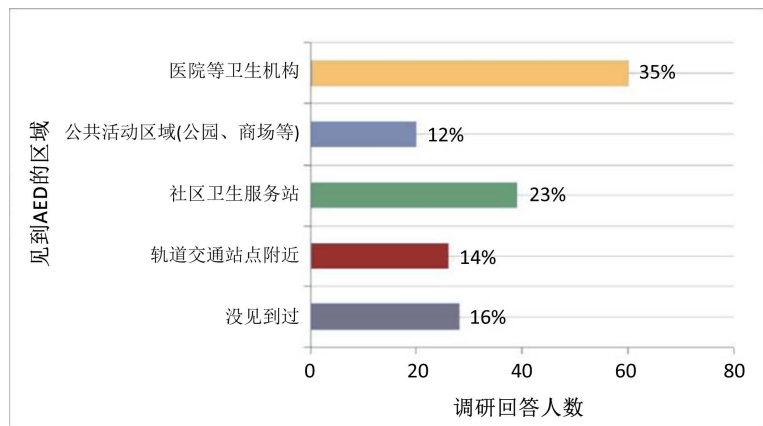
图 7. 调查问卷：公众对 AED 评价图

观者清”；隐蔽性地区不设置 AED 设备，具有双重隐患，施救难度极高。

4. 南开区 AED 现状分析

4.1. 现有南开区 AED 布点位置分布

天津市南开区现拥有的 AED 医疗设施分布呈现较为散乱。根据问卷调查发现，57.3%的南开区区域未有 AED 医疗设施分布，其中 23.6%集中分布在社区卫生服务中心及医疗机构旁侧，具体结论如下(图 8)。



图片来源：笔者自绘

Figure 8. Current distribution position of AED in Nankai District

图 8. 南开区 AED 现状分布位置

AED 分布不均衡，无法满足群众需求：南开区的 AED 设施大多分布在医院、社区卫生服务站等卫生机构，难以深入居民的生活，大多居民对当前 AED 的点位持一般或不满意的态度。

AED 硬件设施不足，急救知识普及缺乏：急救设施数量不足，政府的扶持较少，急救知识宣传缺乏其次是居民的急救归识不足。

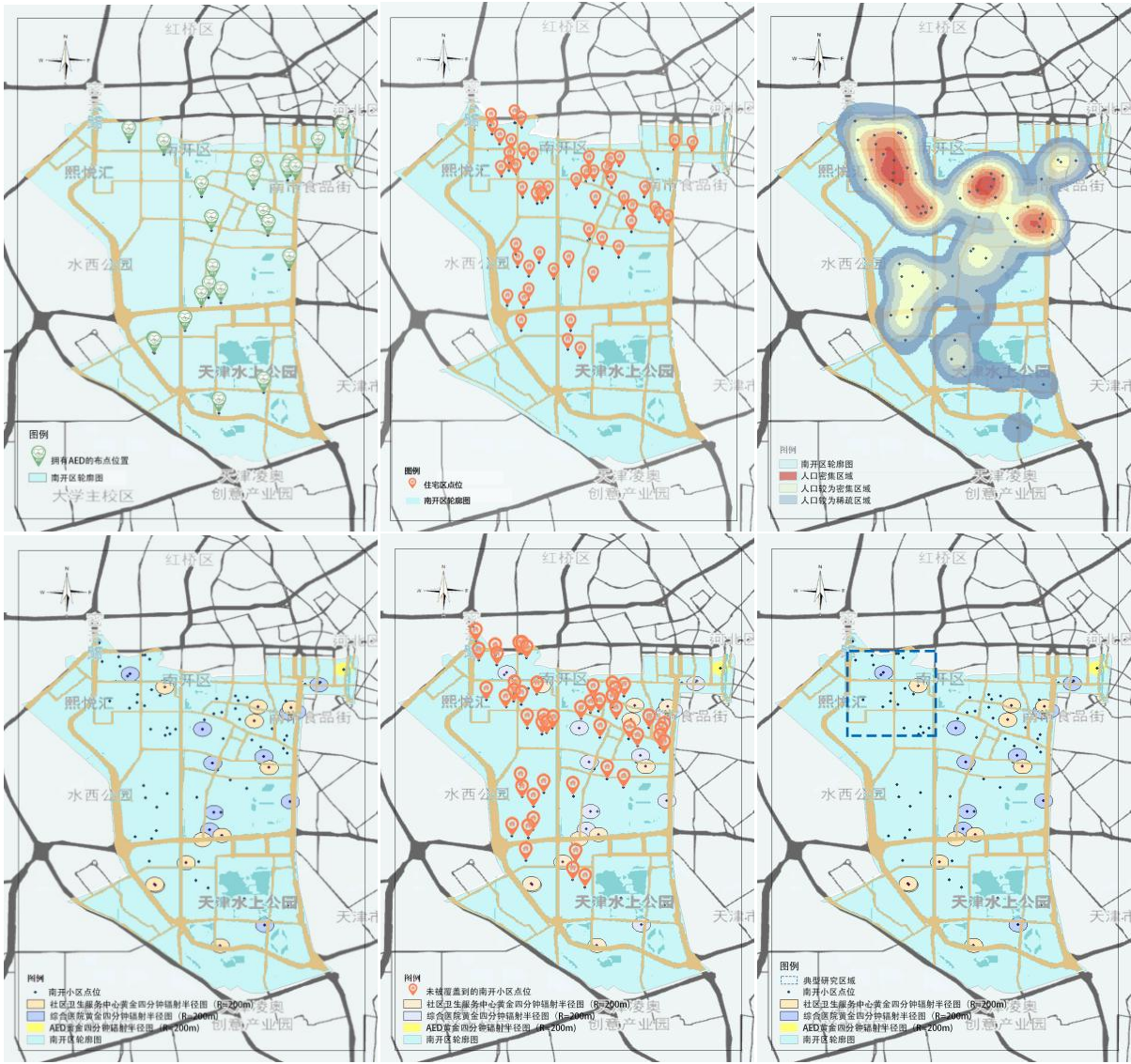
AED 分布与生活轨迹高度重合，为公共服务加码：公共大众更希望增设公共活动空间和交通站点附近的 AED 设施，其次是居住区内和办公区域。

4.2. 南开区急救辐射范围及 AED 覆盖现状结论

随着现代人生活节奏的加快，每年因心脏疾病猝死的人数不断增加，对于心脏骤停的患者，若 4 分

钟内进行复苏可能有半数患者被救活，因此它被称为心源性猝死的救命“黄金四分钟”。

对于南开区，经笔者调研得到其存在着现状 AED 的分布呈现“医疗机构 > 公共活动 + 居住区”的特征；AED “分布区位≠人群密集所在地”；AED 基于“黄金四分钟”其服务半径大约在 200 m 左右，而现存 AED 的分布情况无法满足该片区所有人的需求的调查结论(图 9)。



图片来源：笔者自绘

Figure 9. The relationship between the location distribution of AED and population clusters in the study scope of Nankai District

图 9. 南开区研究范围内 AED 的区位分布与人群聚集地的关系图

5. 典型未覆盖区域公交站点分布及 AED 嵌入布局可行性探索

5.1.4 分钟急救未覆盖区域公交站点布局

公交站点排布呈“聚群化 + 功能化”。本文从南开区中选取一个矩形中心为研究对象，其内部人口年龄结构、人口层次及密度比例等指标与南开区整体区域基本相似，指标衡量结果较为典型，满足推广

性、特异性、科学性的特点，适用于后期推广。

充分利用 ArcGIS 软件的数据分析能力，导入所选区块公交站点的 POI 数据，以各公交站为圆心，200 m 为四分钟步行半径，建立伞状的众多辐射范围圆探索其布局排布规律，分析其不同功能区域的公交站点情况(图 10)。



图片来源：笔者自绘

Figure 10. An analysis of bus station arrangement based on ArcGIS
图 10. 基于 ArcGIS 的公交站点排布情况分析

通过观测其范围分布情况，得出如下结论：公交站点排布根据社区、学校、公共空间等不同功能有散点、中心、放射等不同的密集排布程度；由于不同功能区域吸引的人数不同，交通站点随周边人流密集程度分层排布。因此，在研究区域内，交通站点呈现“核心型、聚群性”的特征。

公交站点布局辐射指标呈“急速性 + 交融性”。将所选区域除去医院 AED 的覆盖范围后，在公交站点置入 AED 进行二次覆盖，探究其结果是否满足国际 AED 分布标准。

不同功能分区下，由于人口聚集程度的不同，人口分布规律的不同，所有公交站点要叠合人口的不同层次需求，满足到达的最大便捷性和最小到达时数。为了建立统一的指标评价体系，一定要保证满足单程 2 分钟慢跑的距离(200 米)排布。过与国际 AED 分布规律对标，结合国内外的现实条件，二次覆盖后未覆盖的区域要小于 50%，慢跑四分钟在此基础上提高 40% (图 11)。

结合未覆盖到的区域，从中选取其中四个典型地块，包含了公园、社区、学校三种不同功能(图 12)。不同功能对于公交站的选取和距离分布是有区别的，结合路口、路况要素，对其公交站点排布进行分析，可以得到如下规律：不同类型高危易感人群对“救助站”的可达性要求不同；结合不同功能分区，打造功能与到达出行交融的服务站点；公交站点排布合理，符合覆盖 50% 的指标，可以应对突发情况。

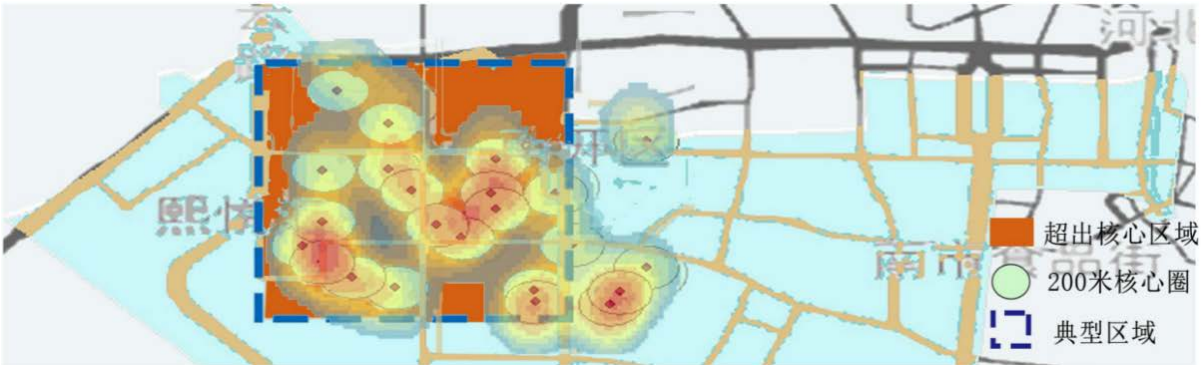
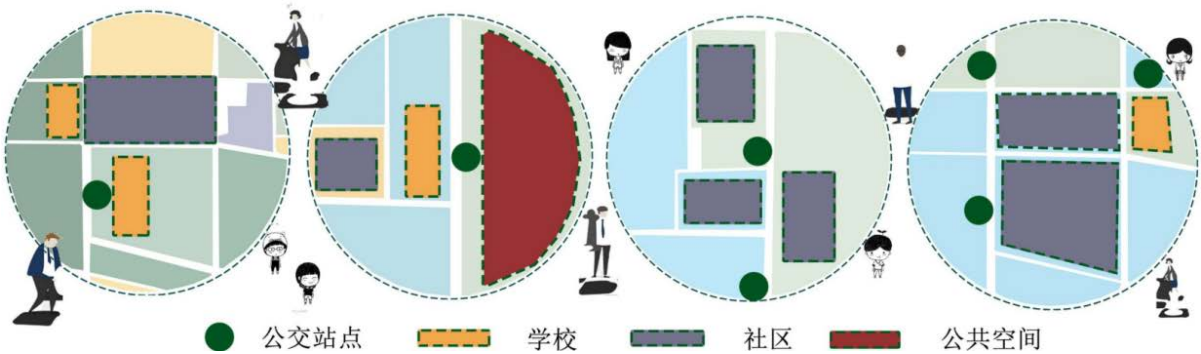


Figure 11. Analysis of the radiation situation of the layout of the internal bus stops in the typical area
图 11. 典型区域内部公交站点布局辐射情况分析



图片来源：笔者自绘

Figure 12. Layout of bus stops in the four typical uncovered areas
图 12. 四个典型未覆盖区域公交站点布局情况

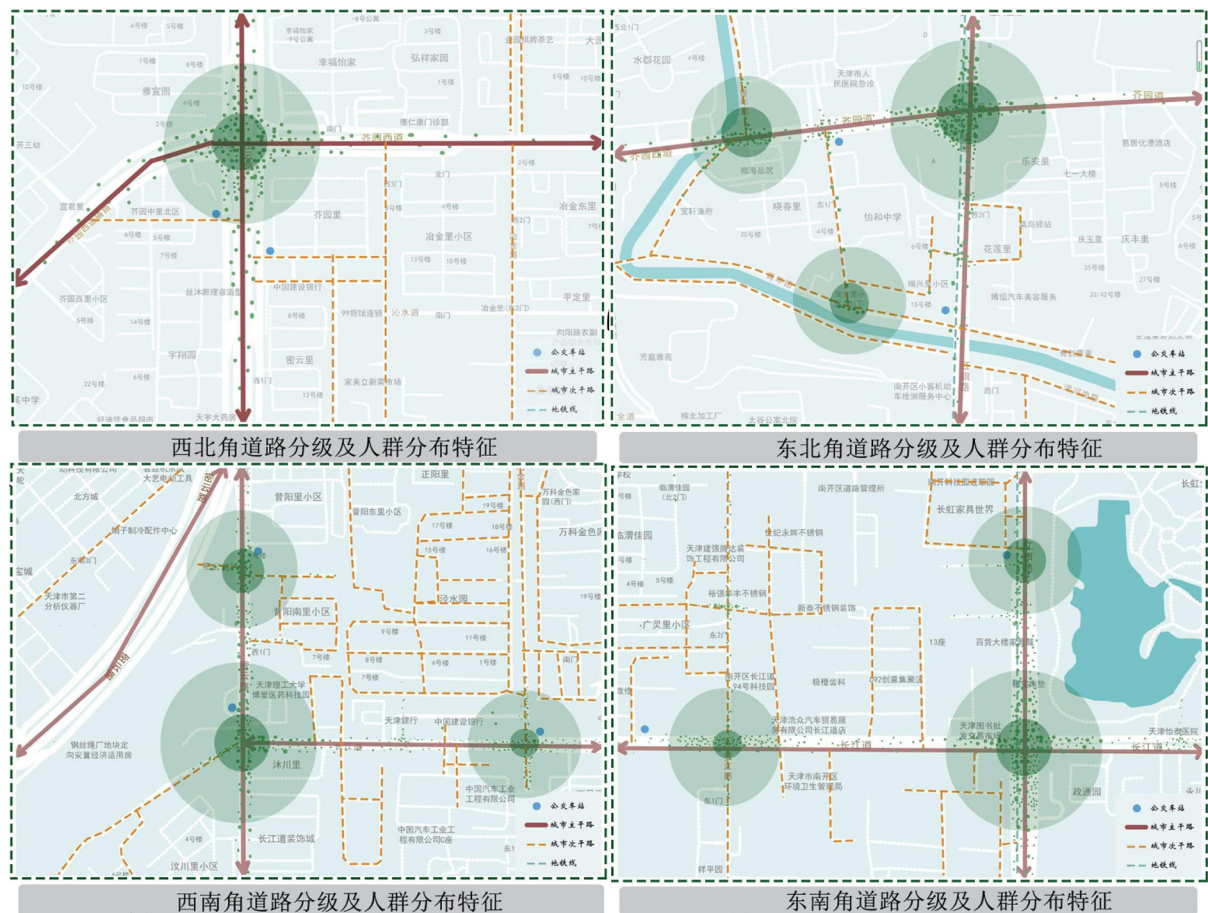
5.2. AED 配备与公交站点排布耦合合理性探究

公交站点服务人群呈“多层次 + 普及化”规律。通过调研南开区公交站点分布情况，得出 AED 配备与公交站点排布具有相当的耦合合理性。公交属于公共交通方式，公交站点的人群分布及服务对象范围覆盖了各年龄层、各社会阶层。而通过前期调查可得，心源性猝死高危人群为 40 岁以下的男性人群，且近年来猝死发生率呈明显上升趋势。

在南开区选取天泰小区站、长虹公园站、向阳路站、咸阳北里站四个公交站周边，保证调查的全面性及准确性，公交站点服务人群分布特征如下图所示。所有公交站点排布覆盖大致符合全面化、辐射化、聚集化的规律特点；公交站点服务人群覆盖幼、青、中、老四个年龄层级；在面对面访谈中可以得出，公交站点普及度高，公众知晓率高，但对 AED 或其他急救设施了解少(图 13)。

由于高危性 AED 面向的人群与多层次的公交站点服务的人群高度相符、基本相关，得出两者具有密切关联。AED 与公交站点呈现“高对标 + 低差距”的功能相似性。通过分析周边人群公交站点区位及交通功能，能够得出 AED 的配置和排布是十分合理的(图 14)。

笔者对所选的典型的未覆盖区域的公交站点包括天泰小区站、长虹小区站、向阳路站和咸阳北里站，以单程为 100 m 和 200 m 为辐射范围。各个公交站点 100 m 圈级内部，人群差距不大，服务的人群结构层次相似。而人群差距较小能较好地反映 AED 的配置地图。AED 配置地图具有如下规律：公交站点与 AED “急救四分钟”范围圈大体重合。若 AED 分布符合公交站点分布，具有准确性、客观性。不同站点功能不同，提供服务及 AED 救治的效果也会不同。

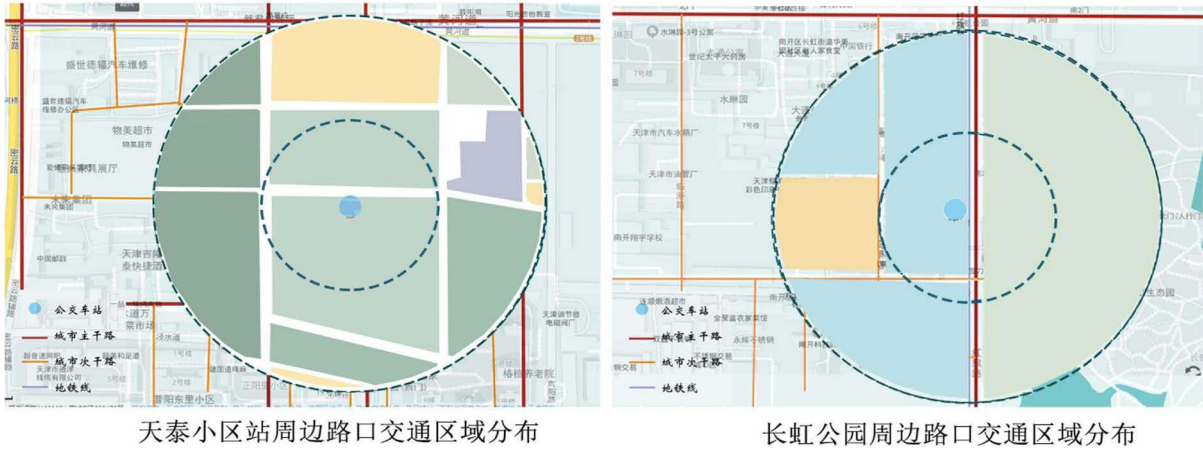


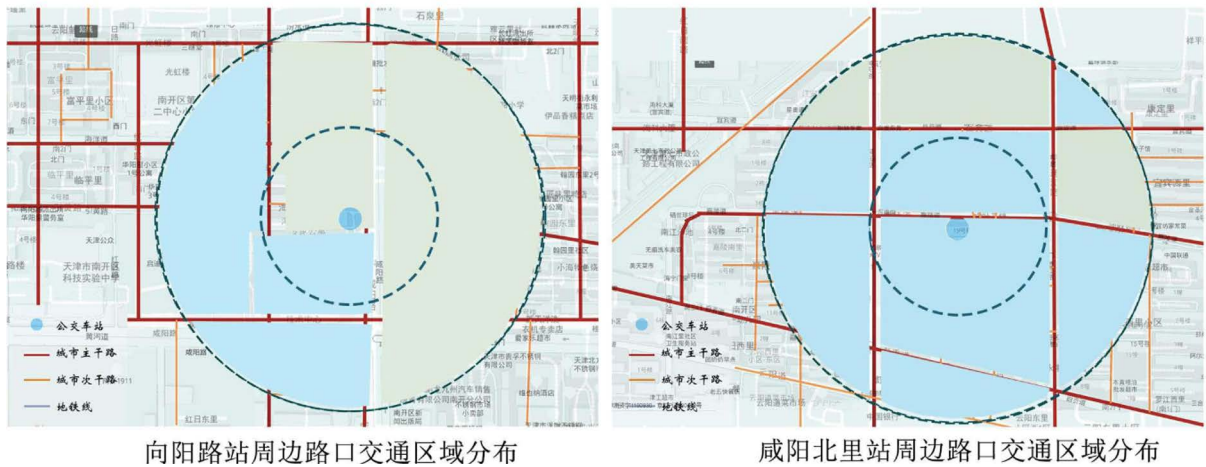
图片来源：笔者自绘

Figure 13. Road classification and population distribution characteristics
图 13. 道路分级及人群分布特征

5.3. 各类型公交站 AED 不同定位分析

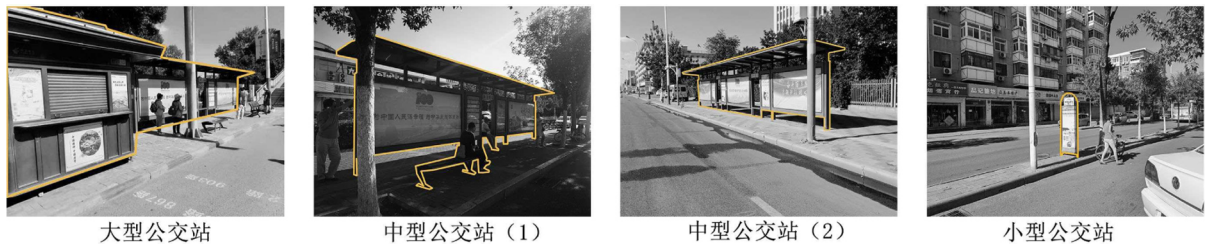
现存公交站功能用途呈“单一型 + 实用化”。经过实地调查，发现调研区域内已有的公共汽车站大致可以分为三种类型和规模：(图 15)分别是具有遮阳棚、若干座椅以及附属公共共享较完善的大型公交站、只具有遮阳棚的中型公交站、只有单独站牌的小型公交站。





图片来源：笔者自绘

Figure 14. The traffic area around bus stations in the four typical areas
图 14. 四个典型地段公交站点周边交通区域分布



图片来源：笔者拍摄

Figure 15. Scale real scene of three types of bus stations
图 15. 公交车站三种类型规模实景

对于三种不同规模的公交站，考虑设置规模和功能不尽相同的 AED 心脏抢救站点。将较完善的大型公交站赋予 AED 心脏抢救功能之后还可以叠加其他相应的医疗急救功能；而功能单一的小型公交站则将其打造成为纯粹的 AED 心脏急救点。

塑造内外联动“附属型 + 多功能”公交站。在未来的城市发展中，AED 心脏急救站不仅能提供医疗急救服务，也能作为城市医疗应急单元，在例如非典、新型冠状病毒疫情等重大城市公共卫生事件来临时，迅速反应，减少社会影响，保障人们的生命安全，而且通过现代社会发展的大浪潮可知，多功能性产品往往更受人们的青睐，更能满足人们的日常生活需求，因此，依附城市公交站，打造出多功能、智能化、服务体系完善的 AED 心脏急救站将是一种新趋势(图 16)。

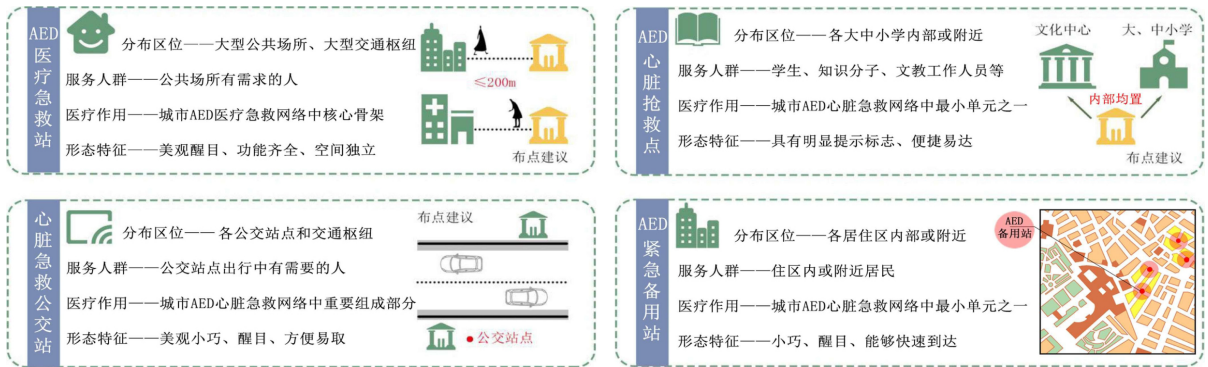


图片来源：笔者拍摄

Figure 16. Multi-functional city bus station street view
图 16. 多功能型城市公交站街景

AED 与公交站“智慧型 + 定向型”嵌入式布局。嵌入是指牢固地或者深深地固定或树立，将一个

事物嵌入另一个事物中，使其成为一个整体。因此，AED 与公交站嵌入式布局是将 AED 的心脏急救功能与公交站结合起来，赋予传统公交站新的功能和使命：(图 17)作为心脏“护航员”，AED 覆盖力求全面化——依附不同的交通工具，定向设置大小不一不同规模类型的 AED 急救站。智慧赋能大数据，实现心脏守护智能化——利用先进的科技和已有的大数据平台，分析人们的心脏健康状况。



图片来源：笔者自绘

Figure 17. AED four embedded layout mode conception

图 17. AED 四种嵌入式布局方式构想

6. 多层次解决策略定向模块化探究

6.1. AED 高效使用优化策略

1) 提高公民急救素养

我国公民整体应急素养水平较低，急救意识薄弱[3]。大数据时代，应充分发挥微信、微博等网络媒体信息传播速度快、传播范围广的特点，将急救相关的科普文章、视频等通过多样性、便捷性的方式进行报道，充分利用“互联网 + 医疗平台”，普及、传播急救知识。

此外，我国公众目前对急救重要性的认知水平不高，应将 AED 的培训整合到公众的利益需求中，通过政策引导改变民众对急救的认知，加强急救知识的培训。

2) 政府应承担 AED 配置责任

根据调研我们可以发现我国 AED 的配置分布存在较大的经济地域差异，其中费用问题是较大的阻碍。政府应充分考虑地域经济差异，主动承担公众场所急救设备配置的责任，对经济发展落后地区，配置相应的 AED 设备，满足当地基本公共卫生服务需求，使公民的生命健康得到平等的保障。

3) 加大急救免责法落实力度

目前我国部分地区例如上海、杭州等已经颁布了急救免责法，但因宣传工作不到位导致公众认知少，“不敢救”观念仍根深蒂固。为最大程度发挥急救作用，我们可以通过具有公信力的媒体精细传播，报道更多相关的事例，不断增强公众信心，并在公共场所配置的 AED 旁简要标明急救免责规定，消除公众顾虑。

6.2. 急救驿站理想模型置入推广

通过实地调研可发现，天津市主要存在四类公交站设计样式，结合上文公交站点可行性分析以及站点周边现状情况，特设计出以下四类功能“救助站”，将 AED 设备与之有机结合。

1) 新突破，功能化——复合型“救助站”

随着时代的进步，人们对高科技、多功能方面的需求不断增加，城市公交站站点也可结合相应特点，

向展示化、包容化、互联化方向发展。

第一类公交站原周边风格混乱、空间使用浪费现象严重，为充分利用其空间，特将此类设计报刊亭与公交站台相结合，嵌入 AED 设施，扩增落脚空间，保留原有功能的同时，置入新的功能空间，形成复合型救助站。此类救助站的空间层次设计特点如下：①规模较大②多功能空间开拓③AED 设施置入，智能显示屏直传④透明化商品售卖空间。

2) 新亮点，实用化——定向型“救助站”

第二类公交站因受其周边空间的限制，仅设有一个简易的公交站牌，标识性不，功能性不足，针对需求，我们设计增建亭子、嵌入 AED 设施、扩增落脚空间，通过合理组织空间，保留其灵巧的外观，满足定向性。此类救助站的空间层次设计特点如下：①灵巧的外观②智能显示屏置入③AED 设施置入，定向性明确④符合人体尺度设计。

3) 新技术，智能化——智能型“救助站”

第三类公交站样式普遍、功能老旧、占地面积大，缺乏特点，根据数字化、智能化的需求特设计电子信息类公交亭，主要提供电子阅读、公交查询、AED 有关知识宣传、天气信息以及实时路况转播、临时充电桩等服务。其中，公交站中间设有 AED 设施，两侧显示屏叮循环播放 AED 相关的救助操作以此达到积极宣传、精准教授、全面科普的目的。此类救助站的空间层次设计特点如下：①AED 设施嵌入②两侧巨型电子显示屏③中部智能搜索等功能置入④形体简约美观，具有科技感。

4) 新亮点，实用化——定向型“救助站”

第四类公交站样式普遍、缺乏标识性、功能老旧且规模较小，根据当今电子信息技术无人化、自主化的发展特点，置入智能显示屏便于群众自主查询相关信息，扩增的落脚空间延长群众驻足时间，有效输出 AED 的相关急救知识，突出鲜明外观，满足标识性的需求，指向性明确。此类救助站的空间层次设计特点如下：①灵巧的外观②智能显示屏置入③AED 设施置入，定向性明确④符合人体尺度设计(图 18)。



图片来源：笔者自绘

Figure 18. Four functional relief station models of AED

图 18. AED 四种功能救助站模型构想

7. 总结与展望

后疫情时代，医疗大健康生态圈加速重构，在双循环格局和“健康中国”背景下，进行不同区位调研发现 AED 设施布局存在：“医疗机构 > 公共活动 + 居住区”、“分布区位≠人群密集所在地”的现

状问题。对此，我们以“黄金四分钟”为切入点，公交线路为视角，融合公交站现存情况，打造出定向型、智慧型、复合型的“救助站”，基于时代的发展要求及大众的多元需求，构建新突破、新技术、新亮点的 AED 急救驿站，并结合相关策略建议，以期 AED 布局更为合理、覆盖范围更广，以达到“生命速递，心跳就位”的目的。

参考文献

- [1] 王建廷, 刘雅文. 基于 GIS 的天津市中心城区综合医院空间布局分析[J]. 地理与地理信息科学, 2018, 34(5): 25-30.
- [2] 吴家辉, 钟伟济, 杨笑芳, 吴铁赞. 400 例心源性猝死病例的临床分析[J]. 中国当代医药, 2016, 23(1): 26-28.
- [3] 张静雯. “救命神器”AED, 要扩面增量更要会用敢用[N]. 福建日报, 2021-06-18(006).