北湖社区“净零碳社区”建设项目计划书

绿色和基于自然的解决方式

互联互通

可持续的生活方式

绿色建筑与能源

包容共享

项目背景

北湖街道位于武汉市江汉区中部，是江汉区委、区政府所在地。辖区以西北湖为核心，是集文旅、教育、医疗、金融、自然等为一体的完整示范社区。“林荫道、碧水湖、芦苇荡”，辖区内的西北湖公园是隐藏在城市的绿水青山，占地面积为 28.29 万平方米，其中水域面积 14.39 万平方米，作为江汉之肺，在调节整个社区的气候及自然氛围上起到重要作用。从开发至今，因其生态平衡由人工辅助来完成，面临水体的生态系统脆弱，自净能力差，极易受到外界破外和污染等困境；此外，在环保建设方面，前期已在小区居民端、商业消费端等多维度、多场景进行绿色低碳改造，但北湖社区部分区域因开发年代较久，仍存在老旧小区众多，道路狭窄，交通压力大等问题。

本设计方案基于前期改造产生的问题，在此基础上制定战略，重点关注绿色和基于自然的解决方案、互联互通、可持续的生活方式三大领域，通过充分利用自然条件，打通社区内各类交通网、生活网以及引导居民践行绿色的环保方式来改善北湖街道目前的生活环境，提高居民们的生活质量和幸福指数，融合自然与人文，促进“近零碳社区”目标的实现。

项目具体方案

绿色和基于自然的解决方式

现状分析：

在调研北湖和西湖公园湖水水质时，我们发现水底植被小范围聚集为同一种水生植物，但整体植被种类不同，导致相邻水体水质情况有区别，水生动物出现区域多为临近公园拐角处、水质较清澈且植被统一处；整个西北湖附近居民楼、学习过于聚集，绿化率空间不足。

解决方案设计：

增加蓝色空间

- **构建公园水下生态系统**

1.水平维度：通过水动力计算，在一个泵或两个泵情况下可以提升水体流动速度，构建水体内循环系统，将河流断面速度提升 2 倍左右。

2.垂向维度：进行水面漂浮物收集，沉水植物收割，水底淤泥清除作业。结合现有的纵向水底垃圾清理装置，安排人工对水体环境进行清理，水底淤泥和植被清理，基于目前水底生态分析规划种植水体植物，适当使用药物，构建水下生态系统。由图片可知小范围湖水较清澈，西湖主体水质相比较浑浊。

图 1 左 1 为西湖主体　　左 2 为西湖旁侧景观台侧　　右 1 北湖右侧治理后水体

增加泵来提升水体流动速度，在湖心设置景观喷泉促进水体流动，避免绿藻等水华现象，多区域投放观赏鱼类如：中国金鱼，锦鲤鱼，龙鱼，孔雀鱼。（价格合适，性情温和，可混养）

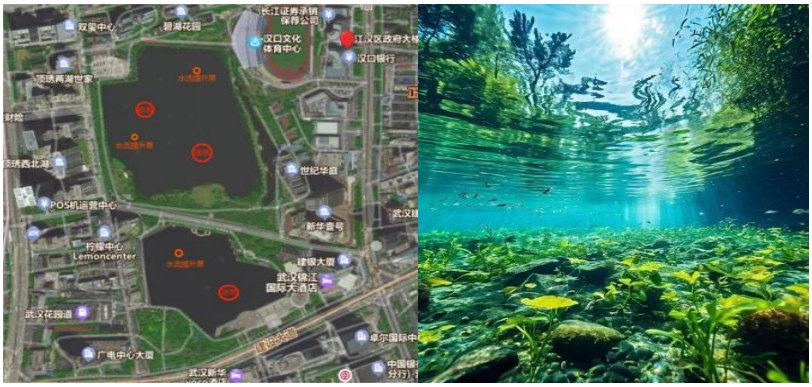
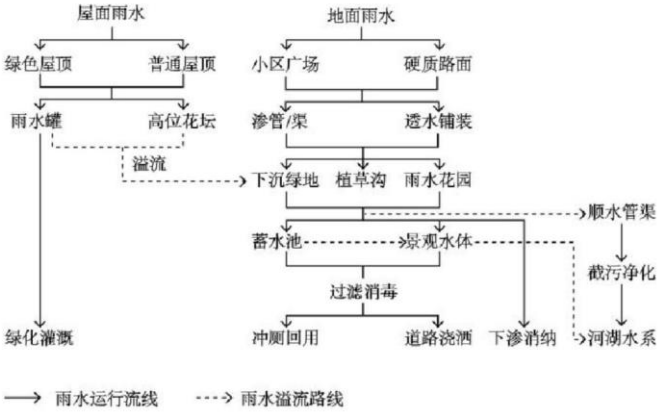


图 2 左 1 泵和喷泉置点 右 1 生态系统预设图

- **雨污分流，打造水文调节网络**

在街道两侧的地面使用海绵砖，并在地下设计并铺设雨水管道和污水管道。当雨水降落到地面，经海绵砖渗透到地底进入雨水独立管道，同时可在地下设置不同蓄水池其中采用生物炭等进行简单净化，最后排入公园湖区。污水经污水管网进入污水处理厂进行处理并通过水质检测后再排入河、湖水中，进而实现雨污分流。

- **雨水花园/绿色屋顶（靠近西湖的小区）**



以西北湖壹号御玺湾为例顶楼面积约为 1360㎡，武汉市 2023 年平均降雨量 1313.2mm 计算。根据研究表明，在海绵城市中，运用简单式绿色屋顶时其对降临的雨水截留量约为 21.5%,而建造使用花园式绿色屋顶时，其降临的雨水截留量约为 64.6%；可计算其对则其对雨水的截留量为 1360㎡*0.215=292.4㎥。计算可得降临于西北湖壹号御玺湾屋面的年平均雨水量为 1785.95㎥，可知西北湖壹号御玺湾绿色屋顶可截留雨水量占西北湖壹号御玺湾区域年平均雨水量的 16.37%。

- **草沟/浅草沟**

在社区中心与公园草坪区设置草沟。植草沟是指种植植被的景观性地表沟渠排水系统。在街区采用类似材料在道路人行道侧设置浅草沟，等比缩小连接植被，形成绿化带。地表径流以较低流速经植草沟持留、植物过滤和渗透雨水径流中的多数悬浮颗粒污染物和部分溶解态污染物有效去除。

生态草沟不仅具有功能性，同时也具有美化作用。它可以柔化空间界限，减轻地界的冷硬感觉，改善空间感，为城市或景观增添一抹自然的绿色。作为生态设施的一部分，生态草沟能够增强生态功能，保护生物多样性。适用于道路、广场、停车场等不透水面的周边，以及城市道路及城市绿地等区域。

植草沟的横切面通常为三角形或梯形，在水流速度较快的情况下，底部可用砾石等铺砌来减缓水流侵蚀。沟内植物应选择根系较深、抗冲击的草本植物，以确保其固土、防止水土流失的作用。相比传统的排水系统，生态草沟在初期建设成本上可能稍高，但其长期维护成本较低，且能够带来显著的生态效益和景观效益。

图 4 左 1（环保小区）左 2（西北湖广场）空地可置草沟增加下渗与净化水体，右 3 为街道两侧花坛均可向下铺置浅草沟净化。

增加绿色空间

- **公园绿肺扩容**

Q：公园绿道侧植被种植种类杂乱且中间空隙较大留有余地，未形成整体生态。

A:增加街区景观，联通绿色网络。对于北湖街区可以分为公园区域和廊道区域。

1、围绕两个公园湖将周围植被的种植进行规范化管理，增加绿化量。

可以加强立体绿化、垂直绿化、护坡绿化、停车场绿化等。

绿化原则：

以根深叶茂的乡土树种为主，因地制宜，适地适树；采用本土植物群落，逐步去除无天敌的入侵植物。

营造当地植物群落，注重植物种类的多样性，植物群落的层次性，同时注意塑造滨水植物景观。

乔灌草花卉搭配使用，做到细致景观。

推荐植被：

开敞草地空间（在广场周围）	半封闭林地空间（临近马路）	封闭林地空间（公园绿道两侧）	湿地空间（挨着湖内圈道路）
狗牙根	樱花	红叶石楠	大叶黄杨	法国梧桐	紫荆	女贞	小叶女贞	油松	垂柳	国槐	黄菖蒲	芦苇

2、建立公园廊道区连接公园与小区

该通道主要用途为行车进出小区和居民来往公园，以及小区周边商店经营。近小区侧植被应以观赏性较强且不遮挡居民采光的乔灌草花搭配使用，有层次但不杂乱，近公园侧可以乔木＋草本地被进行衔接， 连接北湖与西湖中间的主干道两侧绿植进行统一，主干道上有车辆通行较多，可在两边绿道专项连接，形成一条绿道包揽两个公园。既使植被统一便于后期维护治理，同时促进“10 分钟公共活动圈”的形成。

在湖边建设一条运动绿道

在马路间可建立人行步道天桥，促进人车分流，提高交通效率。

现状分析：

考虑到老旧社区（例：环保社区）楼间距较窄，小区中的水平绿化面积有限，居民的生活环境质量不高，环境育人养人氛围也较差。

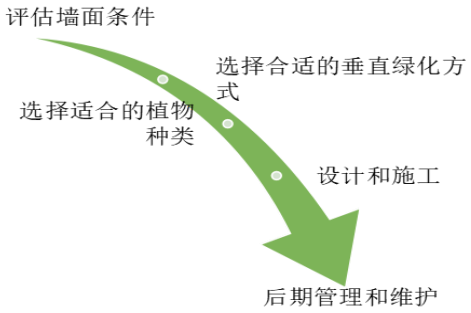
解决方案设计：

- **垂直绿化**

考虑充分利用居民楼的纵向空间，对楼栋墙面及阳台进行垂直绿化改造，在改造过程中需考虑到以下因素：中间有较多的居民晾衣区，在做垂直绿化方面时不能遮挡采光。多为较老旧的水泥墙面，粉刷面易脱落。

增加左 1 植被覆盖面积

具体实施流程：



1、评估墙面条件：对老旧社区的墙面进行评估，建筑建造时间过长，墙面承重能力较弱、高层防水性能较弱，水管衔接处易渗水，墙面材料仅为水泥面。

2、选择合适的垂直绿化方式：根据不同社区环境墙面条件，可以选择模块式、铺贴式、攀爬或垂吊式、摆花式、布袋式或板槽式等不同的垂直绿化方式。老旧社区墙面承重能力弱，墙面易脱落，可以选择攀爬或垂吊式垂直绿化，利用藤本植物的攀爬特性进行绿化。在居民窗外处，两户晾衣杆间种植垂吊式小盆栽，底层墙侧建造小花坛带。

3、选择适合的植物种类：在选择植物时，要考虑到植物的生长习性、观赏价值和适应性。可以选择一些生长迅速、耐阴、耐旱、耐寒的植物种类，如爬山虎、常春藤、绿萝等。同时，也要考虑到植物的生态习性，避免引入对当地生态环境造成破坏的外来物种。

4、设计和施工：在设计和施工过程中，要充分考虑到垂直绿化的整体效果和美观度。可以采用多种绿化方式相结合的方式，打造出层次丰富、色彩多样的绿化景观。同时，也要注重施工质量和安全性，确保垂直绿化的持久性和稳定性。

5、后期管理和维护：定期修剪植物、施肥、浇水等，保持植物的健康生长和绿化效果的持久性。同时，也要加强宣传教育，提高居民对垂直绿化的认识和保护意识。可采用西湖东侧植物墙处滴管系统，连接雨水净化管道进行精准滴管。

互联互通

在深入武汉北湖街道环保小区进行实地调研时，我们发现社区在交通与停车管理方面存在较大压力，通过设计一种智慧交通、智能立体停车系统，充分运用现代科技手段，旨在利用智能化管理提升交通效率、停车效率从而为居民提供更加便捷、高效的出行体验。

- **智慧交通**

设计理念：

在复杂路口的红绿灯处，安装车流检测仪，实时采集经过该路段的车流数据，并将其反馈给云平台。云平台将进一步处理这些数据，并将其反馈给车载系统，以便车主实时了解交通状况。通过这一系统，车主可根据车流情况灵活选择行驶路线，避开拥堵路段，从而节省行车时间，并降低油耗，实现省时节能的目标。

智慧交通系统效果图

三、预期实施效果

1.提高交通运行效率：通过实时监测和数据分析，车主可避开拥堵路段，减少因交通拥堵导致的耗时；2.降低能耗与排放：优化行驶路线有助于减少车辆的怠速时间和不必要的加速减速，从而降低油耗和尾气排放；3.提升驾驶体验：车主可以实时获取路况信息，避免盲目等待和无效绕行，提升驾驶过程的舒适度和便捷性；4.促进智慧城市发展：智能行车系统是智慧城市的重要组成部分，有助于推动城市交通管理的智能化和现代化。

- **智能立体停车系统**

一、　设计理念

采用钢筋混凝土结构构建稳定安全的立体车库，外墙选用净化空气、调节室温且环保的硅藻泥材料；设计多类停车层模块，精确适配各种车型，并配备防护设施确保安全；搭建电子系统提高停车效率，实现智能化管理；设置直观触摸屏界面，用户可轻松选择车位并打印条码保存，后续凭条码或车牌快速取车，实现便捷存取体验。

智能停车系统

二、实施效果

1. 提高停车效率

智能引导和预约功能：通过车载系统与云平台的数据交互，实现停车位的智能引导和预约。车主可提前了解停车场的实时空位情况，并进行预约，从而减少寻找停车位的时间。

实时更新停车位信息：云平台能够实时更新停车位信息，包括空位数量、位置等。这有助于避免车主因信息滞后而导致的无效停车和占道停车现象，进一步提高停车效率。

2. 减少燃油消耗

提高停车效率与减少巡航：通过减少车主寻找停车位的时间和车辆巡航距离，智能停车系统能够有效降低燃油消耗，进而减少尾气排放。

3. 促进绿色出行

普及绿色出行理念：智能停车系统作为城市智能交通系统的重要组成部分，其成功实施有助于推动绿色出行理念的普及和实践。通过提供便捷、高效的停车服务，鼓励居民更多选择公共交通、骑行或步行等低碳出行方式。

可持续的生活方式

国务院在 2024 年 3 月印发《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》的通知，政府大力支持消费品以旧换新，给社区低碳发展带来新的机遇。

目前问题分析：

社区居民角度

1、北湖街道老旧小区居民家中有年岁较久的家用电器，不仅会有发生漏电短路自燃引起用户触电、起火等风险，同时，老旧家电受限当年技术、材料和工艺等问题造成能耗高、占用资源多，给社会和家庭带来不小的能源压力。

2、对于社区居民家中基本设施老旧，居民对旧房装修和厨卫局部空间改造需求量较大，房内装修愈发适老化。

3、居民日常生活中产生的高值可回收物和低值可回收物处理不便利。

社区角度：

1、对家电销售刺激性的消费政策宣传不够，居民对相关政策及政策执行流程不熟悉，缺乏一场对以旧换新政策深入人心的解读，政策公信力不强。

2、参与以旧换新政策的社区购买群体领取政府补贴程序复杂，社区购买群体对象多为老年群体，极大降低了公众消费欲望。

3、社区对参与以旧换新的家电销售网点业务检查力度不够，易出现以次充好，虚构交易活动，虚报冒领补贴资金等，造成财政资金效益低下，不能切实将居民利益保障好。

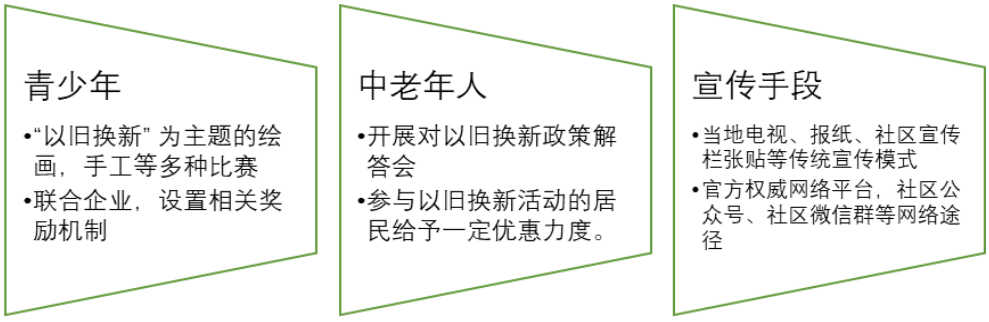
4、社区对于以旧换新的产品，售后服务保障工作力度监察不够。

解决方案设计：

- **旧物换新的需求导向型转化**

1、社区居委会应当做好以旧换新政策的宣传工作。政策的宣传，需要广泛的社会参与，让

社区不同年龄段都能够参与其中。针对不同年龄段采取不同的组织形式。



2、政策的补贴流程需要简化。参与社区以旧换新活动的，多以中老年为主，应当建立绿色通道，建立好完善的家电数字化追溯机制，由相关的专业人员负责信息数据收集的录入，在核实无误后，及时发放家电补贴到购买者手中。让社区居民直接享受以旧换新带来的政策红利。

- **建立小型旧物换新交易商店**

在小区人流量较大的空地建设一个小型的以旧换新交易商店，居民可自行将不需要的陈旧物品例如电饭煲等拿到商店进行换新，回收某些旧式的电器，换入新型节能电器，既能促进居民参与环保行动的热情，同时实现资源的回收再利用，避免其长期闲置耗能的情况。

1.布局选址：在老旧社区环保小区附近

2.优势：日常人流量较大，交通便捷

3.换购规则的设定：其中包括明确的换购规则，包括可接受的旧物类型、新旧物品的换购比例、换购条件等。

4.采购与分类:针对武汉北湖街道居民实际需求采购一些商品。例如街道夏天天气炎热，居民需置换更加节能的制冷器，促进节能减排。商店针对不同季节需要，采购相关商品。

5.宣传与后期改进：利用社交媒体、社区公告栏、及开展线下活动等途径进行宣传推广，提高商店知名度。后期改进应根据顾客反馈和市场变化，不断进行调整和优化商店经营策略。可以通过问卷调查、顾客访谈等方式收集顾客意见，了解需求和期望。

- **智绿回收到家**

对于可回收物，居民的做法一般为堆在家中待人来回收或混杂在一起投入垃圾箱中，造成资源的滞留与浪费，因此，社区与回收人员进行联系定期例如每周来社区进行一次集体上门回收，便利居民的生活，避免了此类可回收物在家中堆积过多造成安全隐患，促进可回收物的资源化规范化处理。

1.宣传：利用社区公告栏、微信群、公众号等渠道，向居民宣传可回收物的重要性和回收流程。

2.制定上门回收计划：根据社区实际情况，制定上门回收的时间表和路线。提前通知居民上门回收的具体时间和注意事项，居民可通过手机 app 进行回收预约

3.组建回收团队：根据社区实际情况，组建招募志愿者或雇佣专业人员组成回收团队，根据平台预约数据精准到户，进行上门回收工作。对回收团队成员进行培训，确保了解回收流程和操作规范。

4.分类与称重：在上门回收过程中，对可回收物进行分类，如纸张、塑料、金属等。使用专业设备对可回收物进行称重，确保回收量的准确性。

5.建立积分兑换机制：社区应当针对居民提供的可回收物进行价值预估，给居民给予积分兑换机制。积分可用于兑换生活用品或抵扣社区服务费用等

6. 后续处理与反馈：将收集到的可回收物进行分类处理，并联系专业回收机构进行转运和处理。根据居民反馈和回收工作的实际情况，对上门回收工作进行调整和优化。不断进行新的回收方式和手段，提高回收效率和居民参与度。

绿色建筑与能源

老旧小区的现状分析

通过走访北湖街区内的部分老旧小区，发现这些老旧小区均不同程度地出现了功能退化、物质损耗、设备老化等现象：

1. 建筑性能退化

建筑外观衰败，老旧小区整体环境较为陈旧，建筑外墙饰面剥落、破损，且乱搭乱建现象普遍，部分阳台封闭、杂乱，各式防盗网、雨蓬、空调和晾衣架五花八门，致使建筑立面和形态极为混乱，加之部分小区的封闭性较差，临近街区，感官上影响社区风貌。

2. 设备老化落后耗能

老旧小区的许多设备，如供暖系统、空调系统、电梯、照明等，由于使用年限较长，其能效往往较低。这不仅导致能源浪费，还增加了小区的运营成本。并且由于设备老化，其维护和修理的频率增加，进一步增加了小区的运营成本。同时，老旧设备的高耗能不仅增加了能源消耗，还会加剧环境负担，如温室气体排放增加、空气污染等，影响居民的生活质量。

解决方案设计：

- **节能改造——环保材料的推广应用**

1. 高效建筑外墙保温材料：

一些老旧小区存在大面积墙体老化，墙皮脱落，内里红砖裸露现象，我们运用高效保温材料例如聚苯乙烯和聚氨酯泡沫等，将小区外墙进行升级改造，对比使用其他普通材料降低产生过多的能源消耗，同时，利用其隔热性能改善室内温度的季节变化。既美化外观，使小区整体面貌上更加整洁协调，也提高了居民家居生活的自然舒适度。

2. 智能节能窗户材料：

通过使用智能窗户材料例如电致变色玻璃和低辐射涂层玻璃，对小区内各户居民及物业等公共基础建筑的窗户进行替换改造，充分利用其对紫外线、红外线反射率较高，能够根据外部环境进行变化自动调整透光性的优点。在夏季和冬季，进行有效阻热和防止热能外泄，双向节能恒温，可以降低居民对空调和照明的依赖。

环境效益评估：以 1000m^2 建筑面积来进行计算，建成绿色建筑平均单位面积能耗=ΣX·E=48.49kWh/m2a，基准建筑平均单位面积能耗=ΣX·E=131.78kWh/m2a 则该绿色建筑比基准建筑节约的总能耗为：（131.78-48.49）×1000=82390kWh/a 相当于减少使用标煤 10t，减少排放 $CO_2$95.74t。

社区效益评估：通过使用环保材料，首先减少本身材料的能耗，同时通过材料的特性，使建筑物能够阻挡季节性的热量侵入及外泄，形成类似于“窑洞”冬暖夏凉的效果，增加居民生活基于自然的舒适度，减少其对空调和人为照明的依赖。对于社区，在原本破损的裸露的建筑外观上增加美观度，改善社区风貌。同时，采用环保建筑材料的建筑物在维护方面的投入较低，为运营者带来显著的经济效益。据研究显示，在绿色建筑建造成本比传统建筑额外增加 2%的情况下，建筑在使用年限的通过节能，运行成本及维修成本降低的收益将增加 10 倍。

包容共享

- **打造公共活动空间**

通过打造公共活动的空间，促进居民间的交流和互动，由居委会牵头，建立居民线上线下交流平台。除了设计专属的青年活动室和老年活动室外，在活动室楼顶还可以利用社区的废弃物布置一个共享花园，由居委会统一管理，社区每个居住者都可以布置自己想要种植的花卉植物等，也可以种植一些简单的蔬果，比如樱桃萝卜，葱，香菜等。让居民自己参与到花园的初步建设和后期维护中，花园的每一步变化都能让他们直观的看见，居民能获得更好的满足感和成就感。共享花园的费用全凭自愿，但是居委会需要做好登记，避免出现纠纷。

- **户外文化活动展**

加强社区文化建设，定期举办文化活动，改变附近“汉口非遗园”的模式，增加居民参与度，利用收集的瓶子，塑料布或者不穿的旧衣服，旧布等废物进行二次利用，做成文化小集市，结合非遗园里的技术、社区里自己的文创和外面的文化举办创意文化展，包括室内的非遗文化传承讲座和室外的小摊。在每个月末举行文化小集市，既是一种文化传递，也可以增进居民之间的感情。同时举办社区户外徒步，去社区附近的公园里一起徒步，呼吸新鲜空

气，野餐等等。同时可围绕春节.元宵.清明.端午.中秋等重大节庆和中华民族传统节目，并融入节能减排等环保元素，开展主题庆祝或纪念活动，例如：用废弃纸片和可回收的环保材料做成剪纸，皮影等物品。在继承和发扬中华民族优秀传统文化的同时，也能让环保观念深入人心。

江汉区文旅局定期组织非遗文化传承人下社区宣传传统文化和举办相关文化活

利用遗弃的瓶子和太阳能电灯做成照明灯笼悬挂在汉口文化体育中心和社区之间。

- **建立基层公共服务队**

建立新时代节能减排实践站以及运行机制，组织志愿服务队伍，建立志愿服务岗位，结合活动及居民需求，定期组织志愿者协助居民进行垃圾分类，普及环保知识，教学环保生活方式等各类相关活动。

具体措施：

1. 每天安排不同的服务志愿者轮流对减排实践站进行站岗巡回。
2. 每月进行一次环保知识大讲座，帮助居民们定期巩固环保知识。
3. 每周组织一次居民对小区及周边进行垃圾清理，让居民们在实践中增强环保意识。

- **普及个人碳账户 APP**

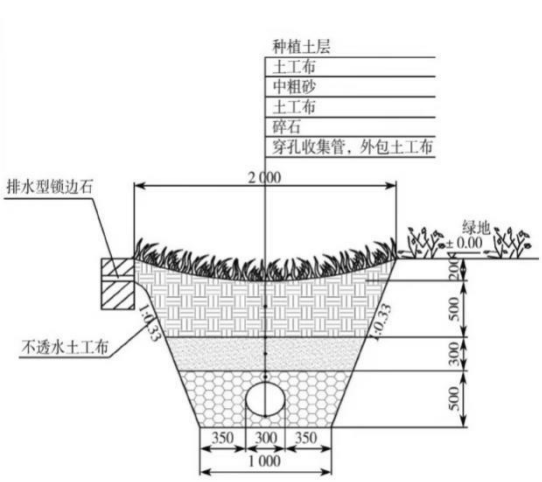
居民开通个人碳账户，通过践行环保生活方式，平台自动生成相应的减排能量，居民可自行进行收取累计，平台不断追踪检测每位居民的减排行动，并每个月进行结算排名奖励一些生活用品，提高居民的参与性，促进全民低碳行动的开展。

具体措施：

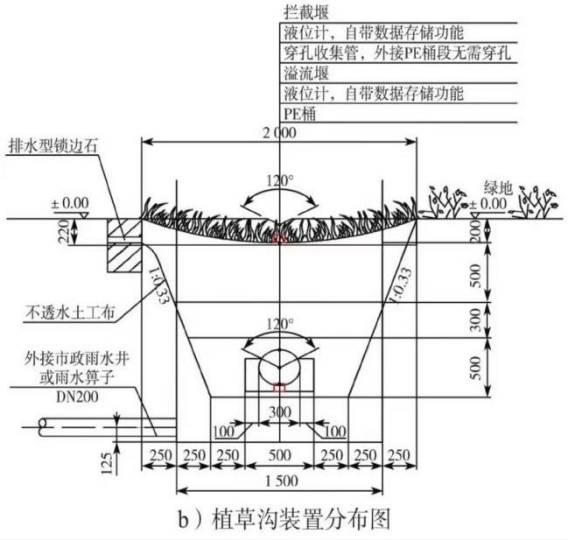
1. 可以先做一个调查问卷了解居民对于新的 app 的开发的意见与建议，根据居民们的反馈，更好的进行 app 的制作与设计。
2. 该 app 可以从居民每日的排放量，减排量以及对于排放的建议三方面进行规划。
3. 该 app 每周或每月，每季度为居民推送这段时间内的总排放量，总减排量，并对该季度进行总结然后提出更适合该居民的建议。
4. 居民也可以定期对该 app 进行反馈与建议，方便 app 更好的改进。

附录：

- **生态草沟生态效益评估**



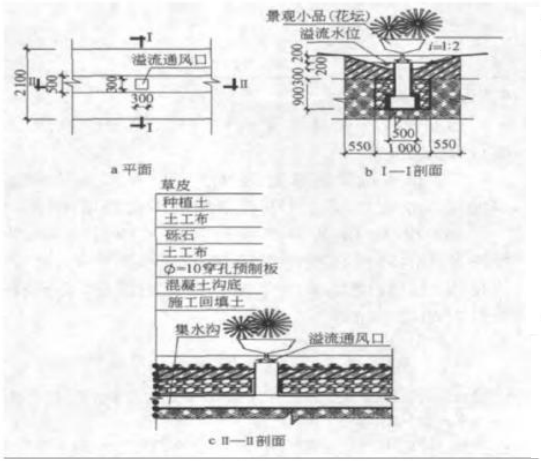
a）植草沟结构图



b）植草沟装置分布图

参考案例净化试验结果表明，在外壁尺寸为 5m×2m×1.2m 的植草沟对雨水浊度、NH3-N、COD 和 TP 的去除率分别为 50%～83%,49%～88%,59%～98%,64%～93%，波动范围虽然有点大，但整体效果理想，净化能力显著。

景观花坛：



水质指标	进水平均值	出水平均值	去除率/%
pH	6	6.5	
COD_{Cr}/mg/L	70	22	68.5
BOD_5/mg/L	22.4	5.8	74.1
SS/mg/L	93	7	92.5
NH_3－N/mg/L	5.07	2.75	45.7
TP/mg/L	0.71	0.53	25.4
DO/mg/L	2	1.3	

有机质/%	土壤溶液pH	密度 g/cm³	平均渗透系数 K /10^{-5}m/s	孔隙率/%
1.16	7.5	1.03	4.2	44～54

土工布采用 300 g/m2 规格双层铺设，砾石粒径为 20~40 mm。集水沟采用非满流设计，沟顶盖板为 ϕ=10 mm 的穿孔预制板。根据参考土壤性质计算得到上表

$$V_{s(\max)} = 1.25[6\times 10^{-6} q(\varphi A + A_0)t] - 60 K A_s t$$

$$q = 10^7 K A_s / (A_0 + \varphi A)$$

式中$V_{s\ (max)}$———渗滤设施的最大雨水储存容积，m^3；

q———暴雨强度，L/（hm^2·s）；

A———汇水区域面积，m^2；

A_0———渗滤设施直接接受降雨的面积，m^2；

t———降雨历时，min；

K———平均渗透系数，m/s；

$_s$有效渗透面积^2

φ———平均径流系数，采用加权平均法求得为0.75。

- **智慧交通具体实施计划：**

一、安装检测仪

对北湖街道主要路口进行调研，选择车流量较大、交通状况复杂的路口作为检测仪的安装地点；根据所选路口的具体条件，选购合适的车流检测仪；组织专业施工队伍，按照设备安装规范进行现场施工；安装完成后，对检测仪进行调试和测试，确保其能够正常工作，并将数据准确传输至云平台。

二、云平台搭建

选择分布式微服务架构，确划分数据采集、存储、分析、可视化及用户管理模块，独立设计，便于后续维护；根据需求租赁云服务器和存储资源，部署基础软件并进行性能优化，定期备份数据，确保环境安全；接收车流检测仪数据，设计数据库表结构并使用缓存技术提高访问速度；开发算法模型进行实时数据分析和预测，提供关键指标结果；全面测试云平台功能、性能和稳定性，持续监控维护，根据反馈和需求进行迭代优化。

三、车载系统开发与集成

结合车载显示屏特点，设计简洁直观的用户界面，方便用户查看车流数据和路况信息。确定车载系统的核心功能，如实时车流显示、路况提醒、导航优化等，同时添加语音交互、系统设置等辅助功能，提升用户体验。根据测试结果和用户反馈调整优化，提升系统稳定性和用户体验。

- **智慧交通预期减碳效果评估**

减少燃油消耗

汽油、柴油、天然气作为车用燃料的二氧化碳排放量计算方法如下：

根据 CO2 潜在排放系数和燃料的平均低位发热量，可计算出燃料燃烧产生 CO2 的量：

① 基础数据：

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会节能信息传播中心（National Development and Reform Commission -Energy Conservation Information Dissemination Center ，简称 NDRC-ECIDC）发布的数据，CO2 潜在排放系数见表 1。

CO2 潜在排放系数是指一种能源燃烧或使用过程中单位热值所产生的 CO2 排放数量(kg/GJ)。

表 1　燃料排放系数表

燃料种类	CO2 潜在排放系数（kg/GJ）
汽油	69.363
柴油	74.024
天然气	56.224

表 2　能源发热量

能源名称	平均低位发热量（kJ/kg）
汽油	43124
柴油	42705
天然气	35588

② 燃料燃烧产生 CO2 的量按下式计算

$$m_{co_2} = m_f Q_l k$$

式中：— 燃料燃烧产生 CO2 的质量（kg）；

mf — 燃料消耗的质量（kg）；

Ql — 燃料平均低位发热量（kJ/kg）；

k — CO2 潜在排放系数（kg/GJ）。

将表 1、表 2 的基础数据代入式中，经计算，

燃烧 1 吨汽油产生 CO2 的质量　　mco2=2.99t

燃烧 1 吨柴油产生 CO2 的质量　　mco2=3.16t

燃烧 1 吨天然气产生 CO2 的质量　　mco2=2.00t