

人工智能驱动的未来城市

王鹏
腾讯研究院

国务院关于深入实施“人工智能+”行动的意见



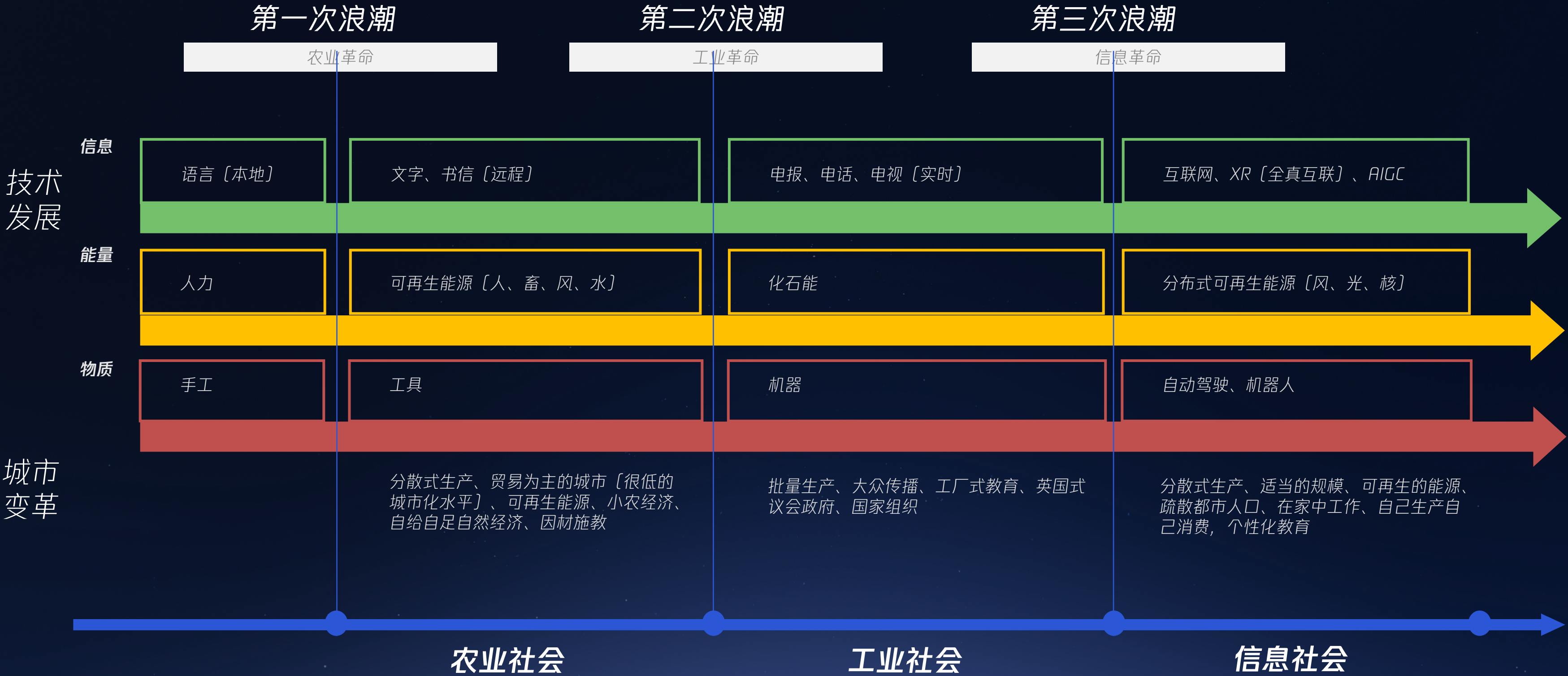
互联网+ ——降本增效
人工智能+ ——范式重塑

推动人工智能与经济社会各行业各领域广泛深度融合，重塑人类生产生活范式，促进生产力革命性跃迁和生产关系深层次变革，加快形成人机协同、跨界融合、共创分享的智能经济和智能社会新形态。

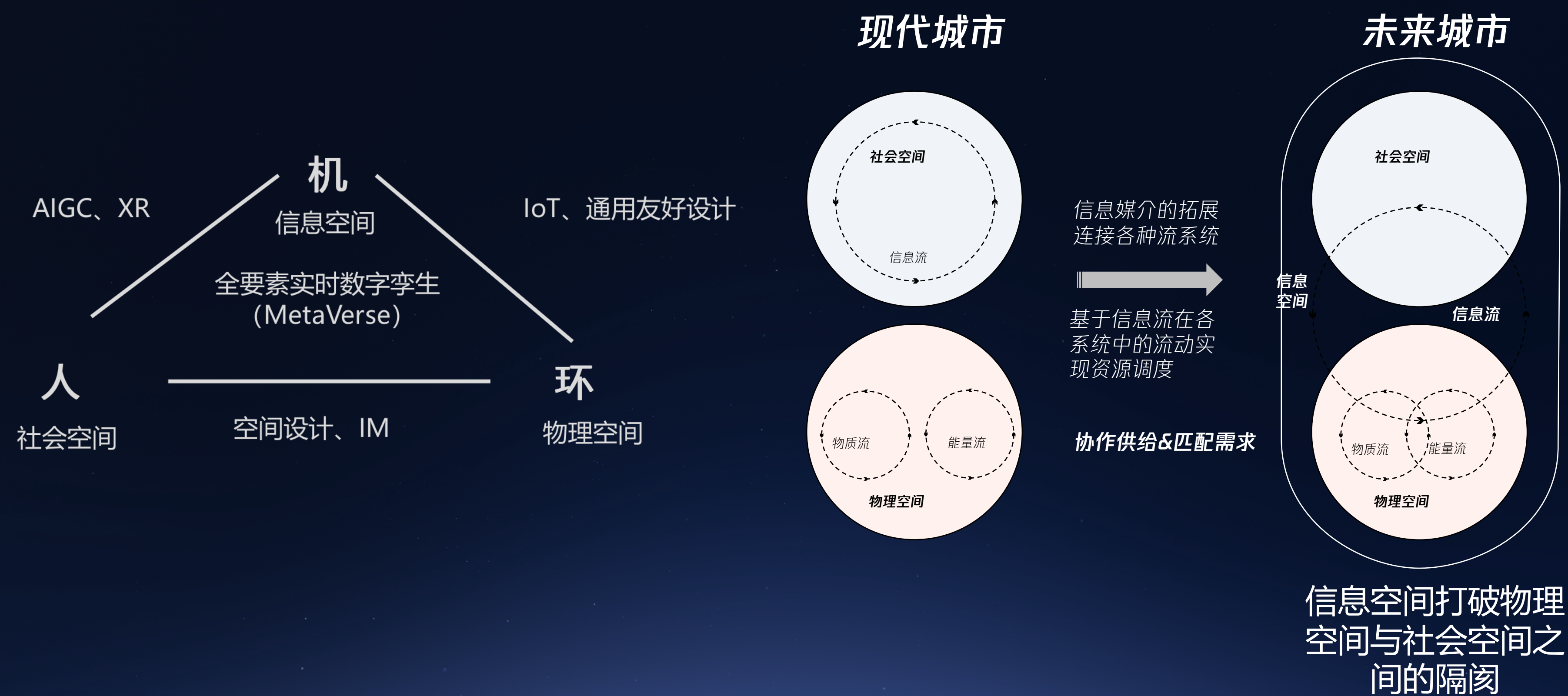
企鹅岛：未来城市的实验室



新技术革命驱动城市全面变革



人、机、环境形成的全新三元关联



未来城市说明书

数字化的城市



是什么让WeCityX如此不同？和传统城市相比，WeCityX最大的区别就是，它是一座从内而外充分数字化的城市。每时每刻，连接、计算和交互都在城市的各个角落发生，使城市的高效安全运营和精细化管理成为可能。



在数字技术的帮助下，城市可共享的空间和资源日益增多，让人可以轻装上阵



常见的路灯集成了传感器、雷达等各种数字智能硬件



可交互的数字景观丰富了市民的公共生活



WeCityX的数字孪生使城市空间成为了可以被计算的对象，这会产生什么结果呢？



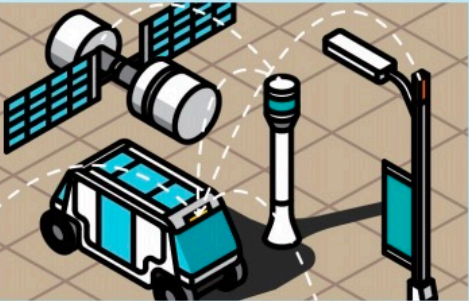
数字化调控的能源互联网使能源的开发、管理和利用更高效，甚至可以想象一座碳中和的城市！



建筑立面、人行步道都可以发电，分布式微电网能成为大电网的有力补充，而这离不开有效的数字化连接



在这座数字化的城市中，机器人承担着越来越多的职责



自动驾驶系统可以让城市交通变的更安全、更通畅，但它也需要一个强大的数字网络支撑



在传感器的协助下，数字云端可以精确定位机器人位置并实施全局调度



VR、AR等数字技术更普遍地出现在课堂上



数字技术让空间本身拥有了智慧，可以自主对温湿度、噪音等进行调节



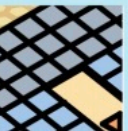
数字身份让人们可以拓展自己的人生体验



可穿戴智能硬件根据使用者的需要感知体征，通过云边协同计算辅助健康监测



在数字技术的赋能下，市民们拥有了更多参与城市共建、共治的途径，真正成为了城市的主人



未来城市的交通系统

城市交通系统从来没有停止过进化。未来城市中我们会看到越来越多更为高效新型交通系统以及更加绿色的城市交通工具，为市民带来更加便利的日常通勤以及各类交通服务。让我们来看看未来城市交通系统出现了哪些变化？

服务每一个人的城市公共交通系统

地铁、轻轨等拓展了城市交通的利用空间，给市民带来了更加高效的公共交通体系；随着城市空间在垂直方向上的复合高强度开发，垂直方向交通也变得尤为为作用。快速的高层垂直电梯、地铁站中的扶梯变得越来越普遍，虽然他们只发挥局部作用，但也必不可少

交通工具更高效、安全、舒适

随着基础科学以及技术的发展而不断进化，我们未来城市里将会看到各类新型的交通工具，比如磁悬浮、电动汽车等，他们更为高效、更安全、更节能、且更舒适。

串联贯通、绿色健康的慢行系统

未来的城市交通不仅仅只服务于交通工具，更重要地是服务于我们的双脚。各类慢行交通将深入渗透在我们的城市空间中，串联贯通形成慢行网络，为步行和骑行提高信号优先权。让城市不仅宜居，也宜行。

交通运营形式更多样化

除了公共交通、私人交通，随着共享汽车、共享单车、网约车等新运营形式的交通工具出现，交通服务形式也越发多样化，通过一些新的商业模式激活限制交通资源或高效重复使用一些交通资源，从而补足一些现有交通系统的空缺。

自动交通系统带来的大革新

未来城市交通发展的一个核心技术就是无人技术，小到无人驾驶、大到自主车路协同系统。正如当时蒸汽机的发现，我们对无人技术寄予了厚望，其发展将有可能彻底重构我们的城市交通系统，为我们带来更为便利快捷舒适的城市交通系统。

与城市交通衔接无缝的城际交通

城市间的交通也是城市交通的重要组成部分，高铁和飞机的出现让城市的距离更近了，城市间社会经济的距离也更近了。未来城市的交通系统中，城市间交通与城市内部交通系统的无缝衔接也将是重要一个组成部分。

更灵活地输送能源

未来城市中无处不在产生新的能源，它们通过智能的管理系统与传统的远程集中供能模式弹性互补。这不仅仅减少了能源在转电和传输过程中的损失，也为用能端提供了更为灵活的用能选择，降低成本的同时也减少了碳排放。

微型能源网络

未来城市中，分布在城市各个角落的新能源“收集、传输、储蓄”系统形成一个个微型能源网络，它们共同构成整体能源大网。

1 降低传输损耗

微型能源网络的传输距离大大缩短，降低了传输过程中的损耗。

2 减少转电损耗

采集到的能源可以直接以其本身的形式被利用，避免了能源转电过程中的损失。

3 接入统一电网

微型能源网络不仅接收集中供能，也可以将产生的能源反馈回统一电网，分担集中供能压力。

传统集中供能

传统集中供能采用“以需定供”的模式，优势是持续、稳定，它仍是工业和大型商业的主要供能来源。

智慧能源输配

未来城市的能源输配系统更加智慧，它利用人工智能技术，监测用能和供能情况，对多种能源进行综合调控，形成更优的输配方案，实现能源互联。

1 全时监测

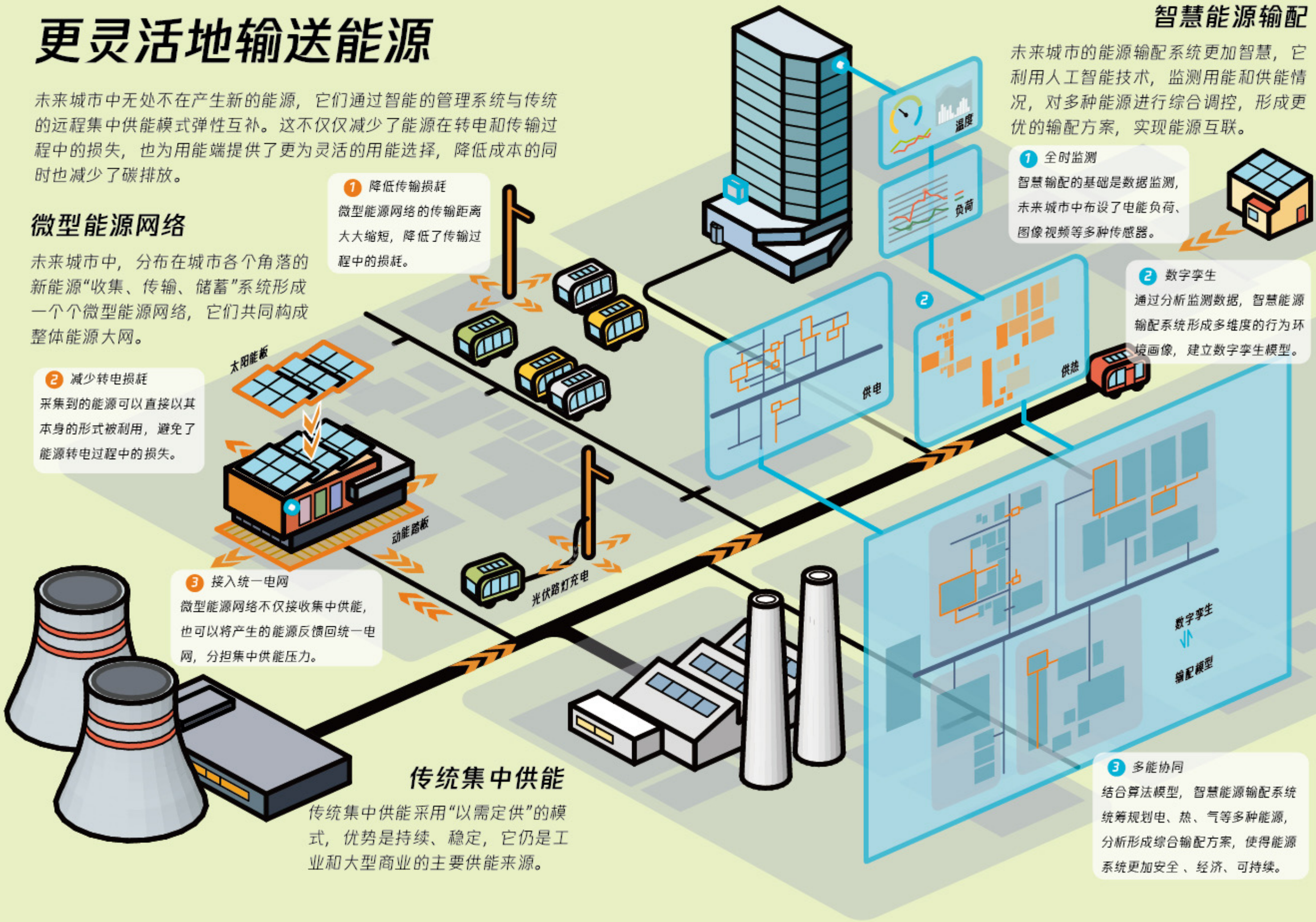
智慧输配的基础是数据监测，未来城市中布设了电能负荷、图像视频等多种传感器。

2 数字孪生

通过分析监测数据，智慧能源输配系统形成多维度的行为环境画像，建立数字孪生模型。

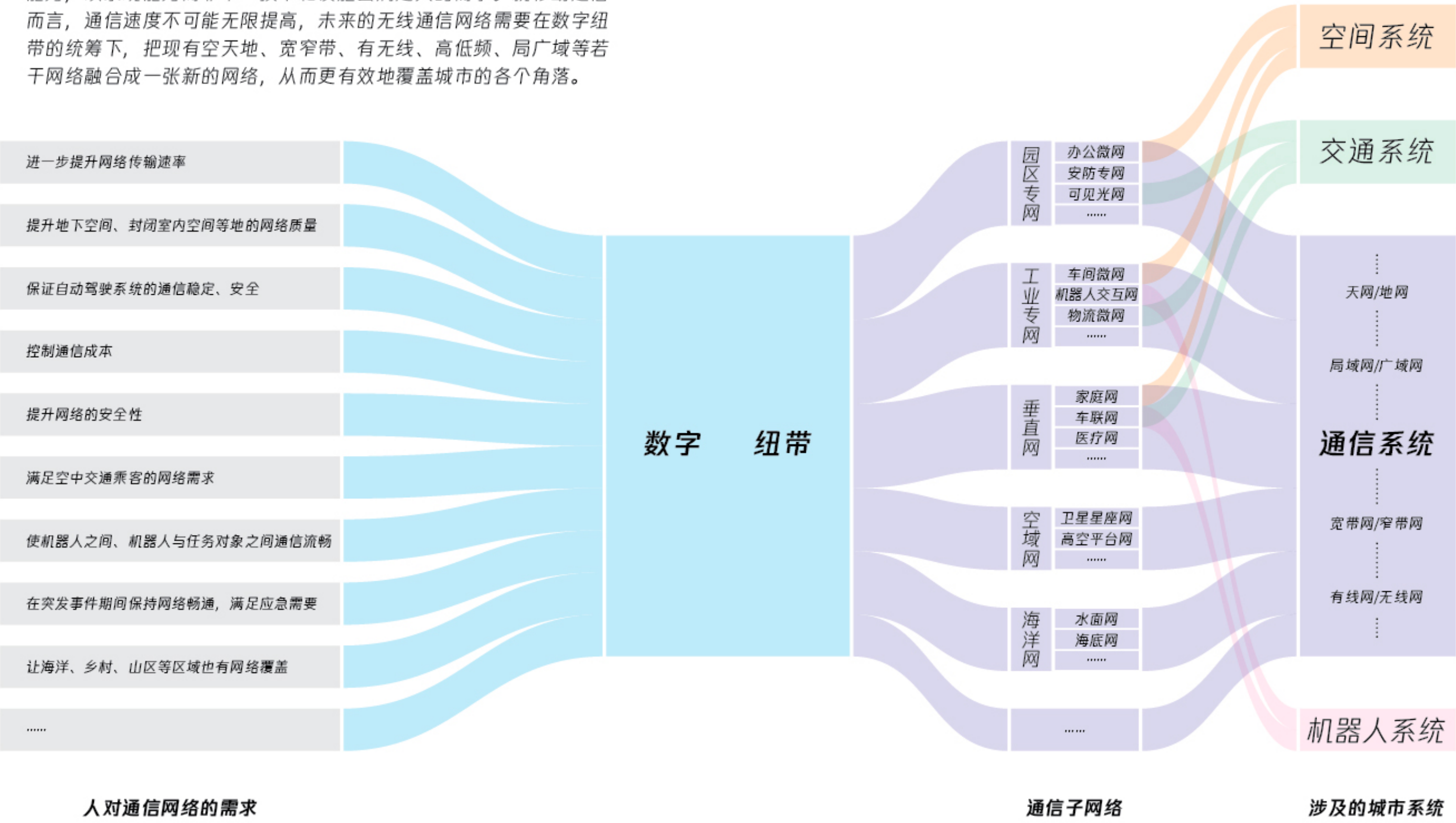
3 多能协同

结合算法模型，智慧能源输配系统统筹规划电、热、气等多种能源，分析形成综合输配方案，使得能源系统更加安全、经济、可持续。

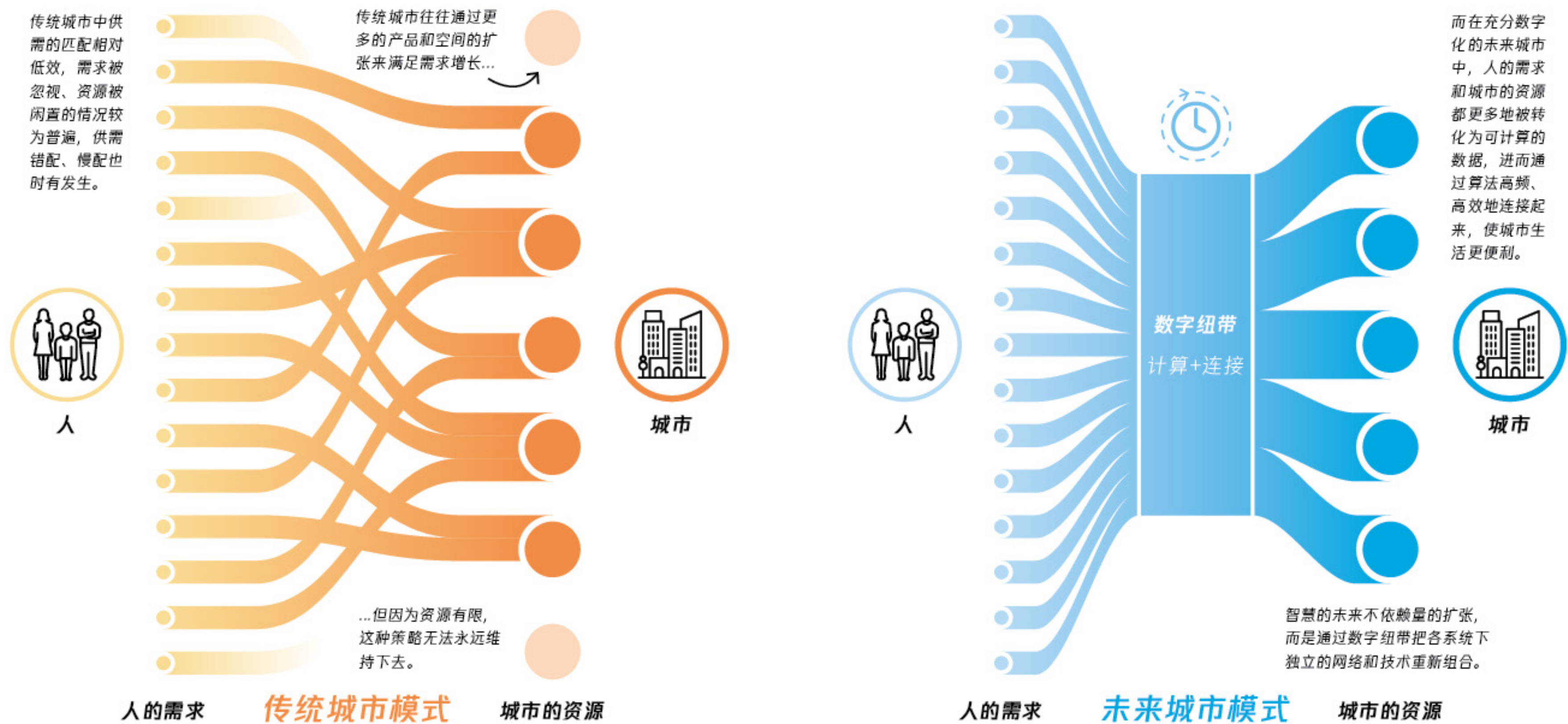


WeCityX通信系统图示

WeCityX希望通过数字技术的计算与连接能力，充分发挥既有系统的能力，以系统能力而非单一技术和设施去满足人的需求。就移动通信而言，通信速度不可能无限提高，未来的无线网络需要在数字纽带的统筹下，把现有空天地、宽窄带、有无线、高低频、局广域等若干网络融合成一张新的网络，从而更有效地覆盖城市的各个角落。



城市的第一性原理



城市各系统演进路径都不是在现有的系统基础上量的简单扩张或内卷，而是利用互联网、物联网、人工智能等技术重新把各系统下相对独立的网络、技术，重新组合成一个**高频度、分布式、松耦合**的新系统，以系统能力而非单一技术和设施去解决需求问题。如果说工业城市是靠生产更多的产品和空间满足人的需求，未来城市则是靠供需的精确匹配，用有限的空间和资源满足更多的需求。我们把这种基于数字化的连接和供需匹配能力称为数字纽带。

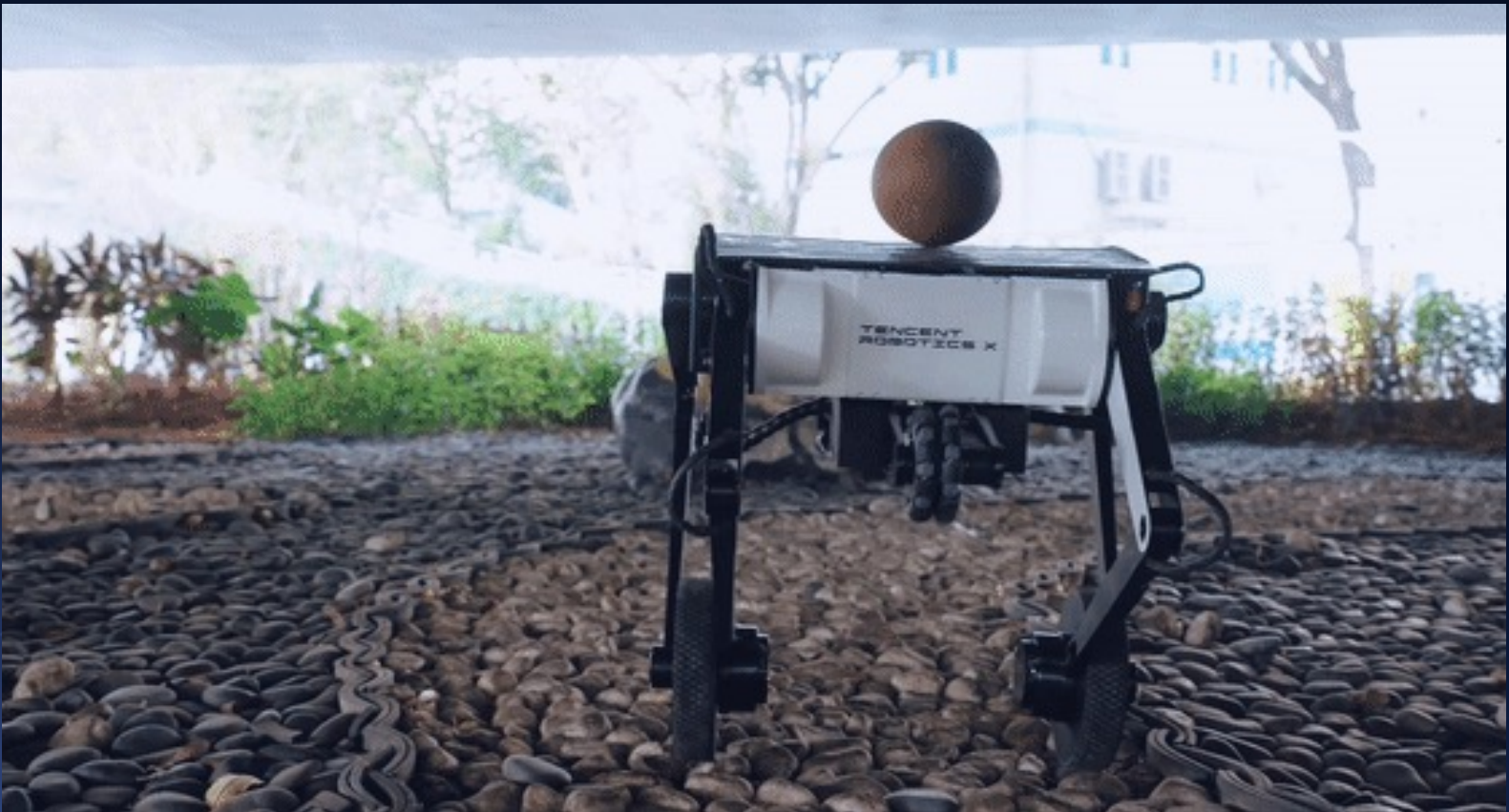
从红旗法案到雅典宪章



红旗法案，是英国议会1865年制定的一部道路交通法。旨在规范早期汽车的使用，确保道路安全。法案规定，汽车必须由三人驾驶，其中一人需在车前50米外步行引导，并挥舞红旗，提前警示前方行人和马车。此外，汽车的速度被严格限制，通常不超过每小时4英里（约6.4公里）。

1933年诞生的《雅典宪章》，可以说是现代城市规划诞生的标志。从那时开始，城市规划师和建筑师们才开始把城市按居住、工作和游憩等不同功能分区，用道路分隔和连接；按车辆行驶的速度区分道路的类型和宽度，用绿化带分隔道路和建筑物。

腾讯的ollie机器人



人机友好空间探索

ROBOTIC URBANISM:
EXPLORING THE FUTURE OF HUMAN-BOT-FRIENDLY SPACE

腾讯研究院
×
清华大学未来实验室
×
清华大学无障碍发展研究院
×
帝都绘工作室



通用无障碍发展理念：从理论框架到实施原则

在未来，个体需求的个性化分异将持续受到关注和讨论，为实现权力的平等和共享，机器人将不仅是重要赋能工具，还将成为人与社会的桥梁。为了进一步支持人与机器的最佳交互效果，环境的适应性发展也将成为重要的研究话题。因此我们有必要重新认识人工智能时代的“人-机器-环境”关系，从人机友好的新趋势，建立良性循环关系，实现通用无障碍发展的新目标。

通用无障碍理念理论框架



从业者说

何川〔中国盲文图书馆副馆长〕：无所谓残障就是残障人跟普通人没有任何差别，所有的障碍都能被抹平...我们其实在很多地方都迫切需要机器人的服务，比如说导医服务。视障群体或者是听障群体去医院看病非常不方便。医院本身很繁忙，请一个工作人员专门来接待不现实。所以用机器人来替代就有非常大的优势。而且我个人觉得还有一个心理层面的问题，如果你给我提供一个服务机器人，我有什么要求我自己操作它，哪怕效率低一点，因为它是个机器，我不会觉得亏欠它。要一个人站在这给我服务的话，我还挺不好意思，我觉得给人添麻烦了。我觉得很多残障人都有这样的心理，机器人其实提供了它一个媒介，相当于自己独立完成了这件事。导盲犬在国内应用也不过十几年的事，但是也遇到了很多困难。我们现在在想用机器人替代导盲犬的可能性，这在研发、投入方面还面临难点，可能需要未来几年持续的迭代、升级，和更多的决心。

通用无障碍理念五大实施原则

平等通用

在人居环境建设和社会基础设施与基本服务配套中，应秉持通用原则，为所有人提供实现基本权力的平等机会，包括衣食住行以及信息获取等。

多样包容

尊重差异的存在，重点关注那些对消除障碍、实现平等更加敏感、高度依赖的群体，比如儿童、妇女、残障群体、老年人、低收入群体等。

合理便利

以用户为中心、以实际需求为基础，权衡并选择合理的目标与方式，充分认识到通用无障碍发展是一个达成“全社会最大公约数”的动态协调过程。

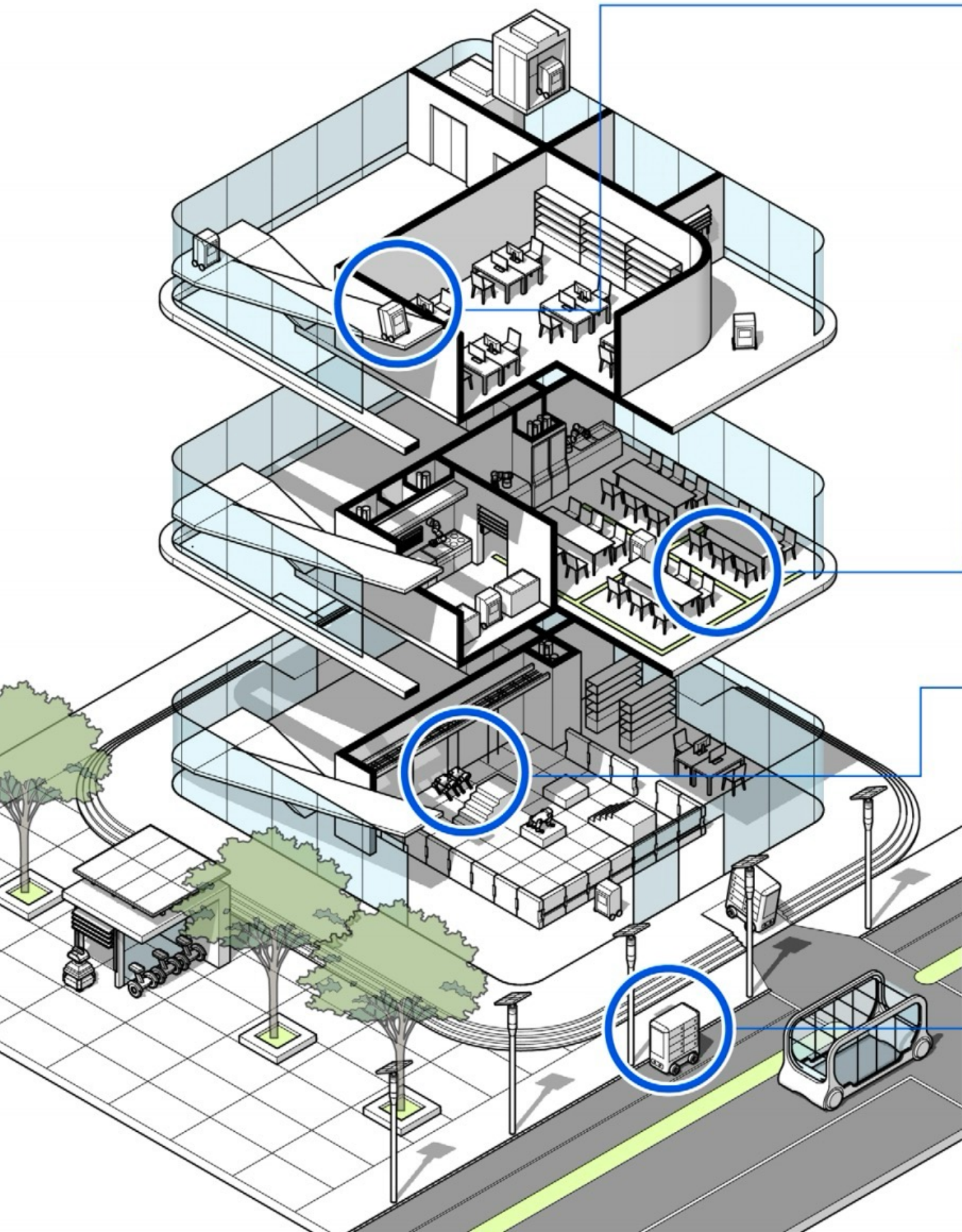
系统协调

在定义和实施通用无障碍发展的过程中，从规划、建设、运行、维护、治理的各个环节在系统化衔接、同步化实施等方面进行思考。

多元参与

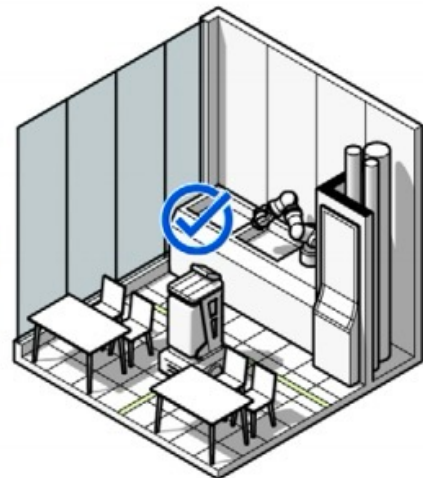
在不同层面、不同领域、不同环节提升人机环友好通用的水平，需要包括政府、企业、社会组织、个体在内的多方利益主体的充分参与与合作。

综合考虑机器人模数和空间需求， 应该为机器人提供四类新空间



1.机器人行动友好新空间

在这一类新空间指南中，描述了机器人通行、出入、定位识别等方面的空间设计要求。从调研案例总结出的机器人形态、尺寸、通行能力等指标出发，在水平和垂直交通空间设置、流线组织、户外场景配套等方面提出建议性导则。以更高效率的专用交通空间提升机器人运作效率并减少可能的事故，在人机共处场景下增加安全性。



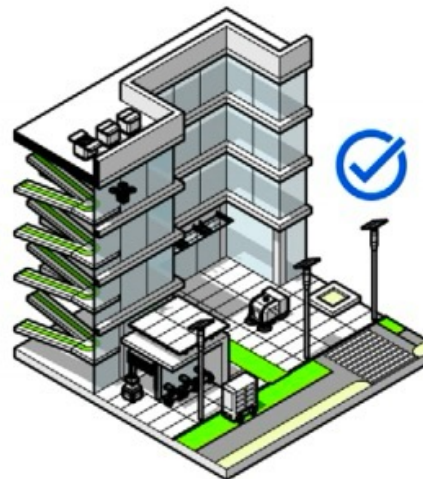
2.机器人工作环境友好新空间

在这一类新空间指南中，描述了供机器人工作的专用空间的设计要求。从以机器人为中心的原则出发，在空间结构处理、室内外空间界面、功能布局等方面提出建议性导则。机器人专用的工作空间根据服务场景不同需设置不同类型的设备预留接口，建筑内此类工作空间的排布方式也可根据机器人的工作模式特点做出调整。



3.机器人维护测试友好新空间

在这一类新空间指南中，描述了支撑机器人系统运作的辅助空间设计要求。根据不同机器人结束工作后所需的充电、停放和维护需求，以及不同研发阶段机器人的测试需求，在辅助空间如何与城市和建筑空间结合的方面提出建议性导则。维护测试类空间尽可能利用城市和建筑内不适合人类久居的空间，由此提高空间利用的效率。



4.机器人与建筑一体化友好新空间

在这一类新空间指南中，从顶层策划的视角描述了机器人友好新空间的设计要求。根据上述所有涉及的机器人友好空间类型，对这些空间的组合方式、与建筑形态的结合方式等方面提出建议性导则。通过集中设置机器人工作和对应辅助空间，将可供人类使用的空间尽可能放大，并且在必要的位置留出供保障人员进入的通道，保证系统安全运行。



适应自动驾驶演进的道路系统

表 1 自动驾驶发展阶段及其路网演进的三种模式

发展阶段	人工驾驶阶段	交通结构转型阶段	自动驾驶为主阶段	特点
与人工驾驶道路混行方式	共享路权混行	共享路权混行	共享路权混行	混行方式无法解决安全问题
完全独立路网方式	自动驾驶、人工驾驶道路（、行人）专属路权断面分离	自动驾驶、人工驾驶道路（、行人）专属路权断面分离	自动驾驶、人工驾驶道路（、行人）专属路权断面分离	适用于新建区域，需占用较多空间
与慢行系统协同进化方式	利用慢行系统兼容部分 AVs，与人工驾驶路网相对独立	利用原有步行系统和支路系统，建立独立的自动驾驶路网系统，独立承担地块间的交通功能	自动驾驶道路系统逐渐扩容直至完全取代人工驾驶路网	既适用于新建区域，也可用于既有道路系统改造

[1]王鹏,徐蜀辰,苏奎峰.适应自动驾驶技术演进的城市空间策略研究[J].城市与区域规划研究,2023,15(01):72-86.

WeCityX的道路



城市交通系统从来没有停止过进化。未来城市中我们会看到越来越多更为高效新型交通系统以及更加绿色的城市交通工具，为市民带来更加便利的日常通勤以及各类交通服务。让我们来看看未来城市交通系统出现了哪些变化？

干线

主干路车行部分为宽3.5米的两条双向车道，车辆可随时原地掉头或借用对向车道超车。慢行系统通过绿地与车行道分隔。

无人巴士站

主干路沿线设置无人巴士站，可实时查看车辆到达时间。

末梢路

末梢路主要作为接落客，以及连接充电桩、停车场等终端。步行和骑行的行人享有优先通行权。

停车位

供无人车停靠的景观车位，车辆入库后与充电桩自动连接。可容纳具有零售、影音娱乐、移动办公等功能的无人车，成为景观节点配套服务设施。

停靠点

在中央绿轴与公共道路的连接处、楼宇出入口、景观节点处设置停靠点，用以接驳乘客。

智能灯杆

太阳能灯杆无需与城市电力系统连接，可独立储电供电。全天提供wifi热点和usb充电服务，夜间利用储能照明。

无人车充电设施

停放于停车场和停靠点的无人车可以使用快充桩与无线充电铺装进行充电。同时设有独立的换电站，可以快速更换无人车电池。

支线

支线路与主干线相连，主要为接落客线路，在路口设有路侧传感器，智能调整人车通行优先权，使道路通行更加高效。

数字地面

数字地面可动态优化路权，铺装模块在乘客上下车时亮灯构成实时落客空间，其余时间恢复成可供游憩的公共空间。

智慧停车场

设有充电桩的停车点，具备智能抬杆、车辆定位、自动计费和无感支付等功能。

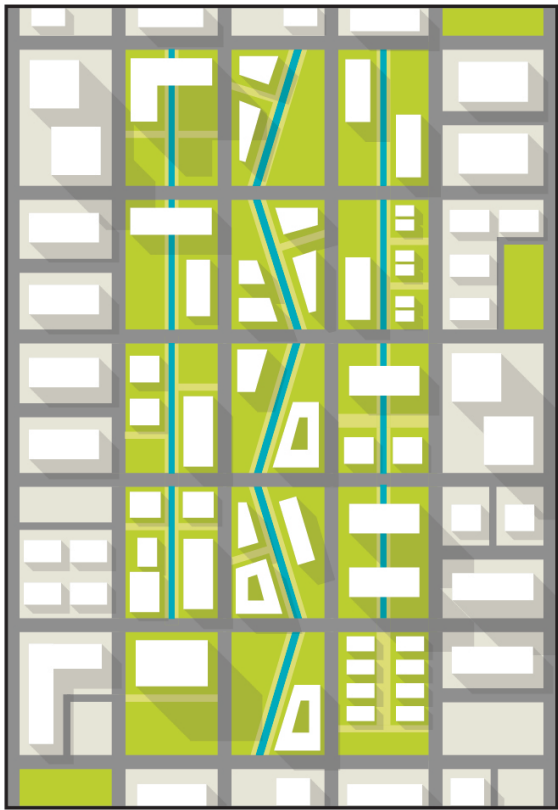
如何让自动技术融入城市交通



传统城市对自动驾驶车辆并不友好。若希望自动驾驶车辆实现全面应用，并取代传统车辆，必然需要对传统的道路系统进行改造，但并非一定要大拆大建。这不仅是一个技术问题，更是一个城市规划问题。

为什么传统城市道路系统与自动交通难以兼容？

以目前主流的自动驾驶技术水平依靠多传感器协同与深度学习技术，其实可以基本上解决常规道路条件下的绝大多数问题，在低速、封闭道路、非载人场景下已经有了非常好的表现。然而，技术全面普及应用需要的是近乎绝对的安全性。只要与人类驾驶汽车和行人混行，各种极小概率的突发事件和人类行为的不确定性，使自动驾驶车辆几乎不可能基于现有道路系统，通过混行演进到完全取代传统车辆的状态。V2X〔车路协同〕技术思想的出现，通过对道路基础设施的数字化改造，实现了对整体路网和车辆态势更全面的感知和群控，也实现了比单车智能更高的安全性和整体效率，然而还是无法根本解决混行的安全问题。



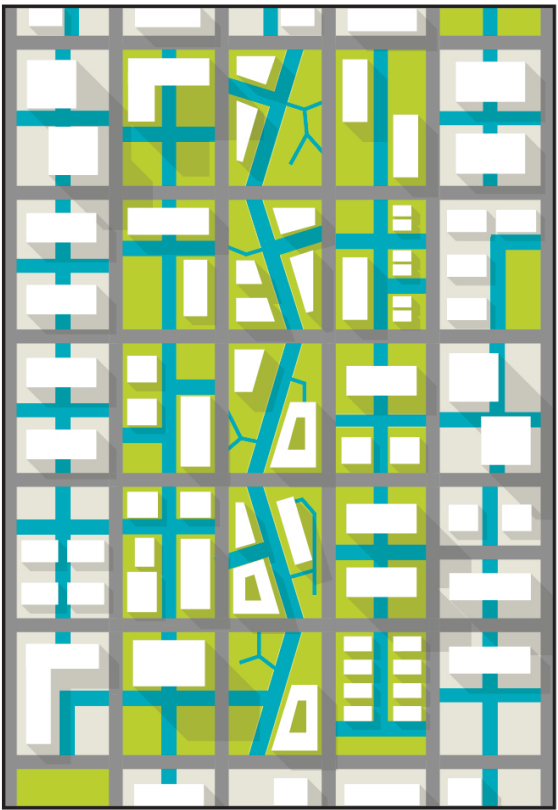
1 - 个别试点

基于自动驾驶对行人友好的特征，将原有的绿轴空间设置为自动驾驶的试点，与行人共享。



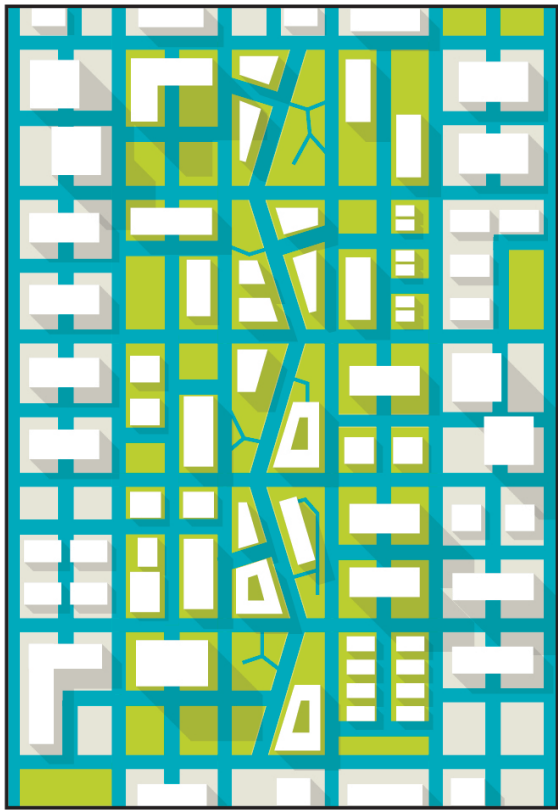
2 - 小规模并存

进一步利用地块内部原有步行系统和支路系统，建立独立的自动驾驶路网系统，独立承担地块间的交通功能，与原有的机动车道路体系互不影响。



3 - 平衡与扩容

这套新的路网系统可以一定程度上独立承担地块之间的交通功能，开始通过加宽绿道，增加车辆并编队行驶等方式实现扩容。扩容后的自动驾驶绿道系统与传统道路并存。



4 - 更进一步

在两套路网负荷实现平衡之后可以将更多的传统道路改造为慢行系统与自动驾驶结合的道路，最终实现完全的取代。

自动交通系统 不只是无人车

5G微基站

5G技术传输速度快，延时低，支持海量设备传输，无人汽车可以利用5G网络和V2X技术与其他无人汽车和路侧传感器交互更多信息，检测隐藏的危险，扩大感知范围，从而进一步提升自动驾驶的安全性、效率和舒适性。

路侧感知

在交叉路口结合路侧感知，智能调整人车通行优先权，提升道路通行效率。

雷达系统

车侧雷达系统分为视觉雷达、毫米波雷达和激光雷达。视觉雷达利用摄像头识别车辆周围环境；毫米波雷达通常安装在车辆前后部，用于辅助紧急制动、跟车、测距、测速等功能；激光雷达通常安装在车顶，利用脉冲激光进行测距。

地下物流通道

在城市地下兴建专用的物流通道，并搭配串联物流运输车/机器人，实现货物的高效运输。并通过地面的物流转运中心，实现地上地下物流系统连接。

充电机器人

充电机器人游走于街道和停车点之间，使无人车可以停靠在任意地点进行充电。

卫星定位系统

无人车同时接收多颗导航卫星的信号，并通过计算辅助车辆定位。

卫星基准站

卫星基准站可以减小无人车定位的误差。通过比对无人车辆的坐标和基准站的实时坐标来校正因障碍物、大气等因素带来的定位误差。

数字化路面

数字化的地面铺装可以根据交通接驳和活动需求，动态塑造路缘边界的上落客区域，赋予道路灵活性和韧性。

电力网

电力网络将分布式发电、储能系统、负荷等组成微型能源网络，为充电桩等终端设备提供电力支持。

无人充电站

数字孪生平台会根据车辆回传的剩余电量信息以及当前位置信息，判断车辆的续航距离，从而选择相应位置的充电站，并控制车辆自动行驶至目标充电设备进行充电。

WeCityX的车辆

在广泛采用自动驾驶系统的WeCityX内部，市民使用的大都是自动驾驶的电动车辆。我们暂且不讨论这些车辆的设计、性能和价格，而是去看一个更大的方面——在WeCityX，车不只是“车”了。

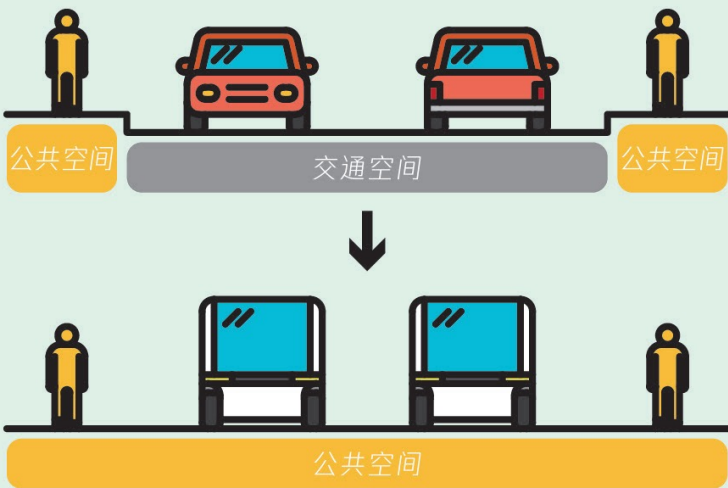
车的更多角色

得益于自动驾驶系统和能源互联网，未来城市中的车辆不再只是交通工具，就像智能手机不只是手机一样。



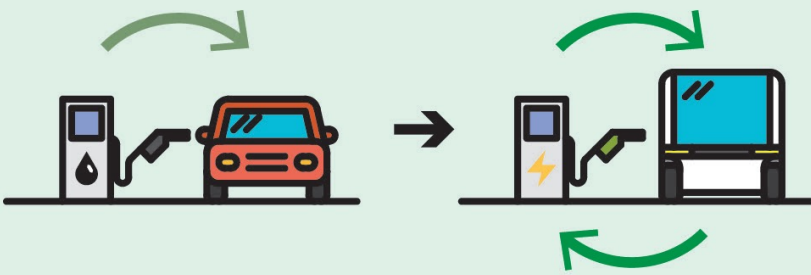
车辆成为空间的延伸

传统车辆单一的交通运输功能使其占用的空间——车行路的功能也较为单一。但未来车辆共享与自动驾驶的属性，使它们本身就成了公共空间，交通空间与公共空间的边界几乎消失。这一改变将影响和改变城市用地和道路布局，同时可以适应城市空间减量化发展，提高空间利用效率。



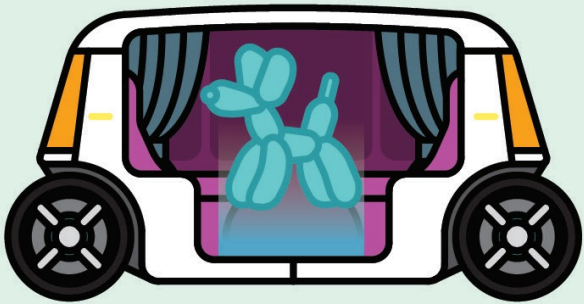
车辆成为“充电宝”

电动车不只是能源的消费者，也作为分布式储能设备，可以反向向电网输电，辅助调节电网负荷压力。这一部分将在第94-95页详细阐述。

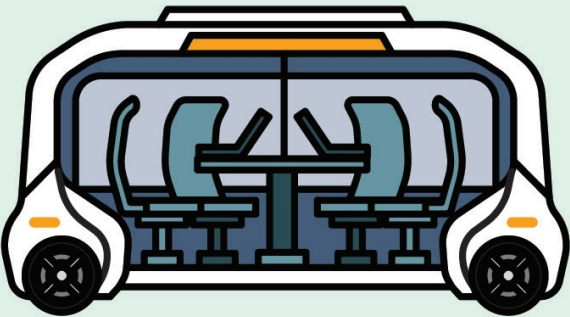


成为公共空间的车辆

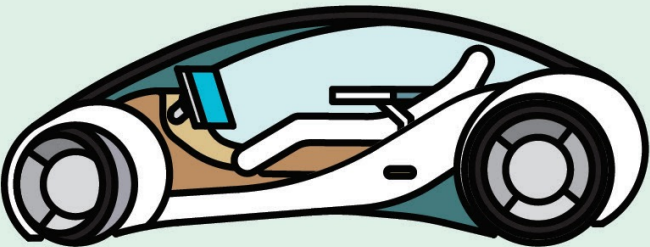
这些车辆使用类似的滑板底盘，并在车内植入不同的功能，从而实现一种微型化、可共享、单次使用时间短，且对流动性容忍度高的新型空间。



车内植入实体或虚拟的展示内容，使车成为展厅，乘客在路程中体验展示内容



可以在路上实现基本的移动办公和会议功能，为你节约更多时间



平稳的驾驶和宽敞的空间能让你舒适地短暂躺平休息一会儿



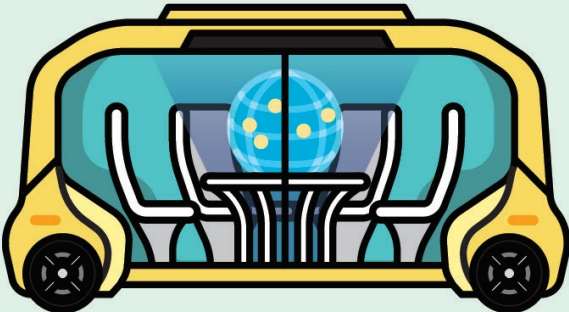
搭配车载烹饪机器人，成为不断运行的流动餐车，供预约、消费



车辆成为一台移动的无人商店〔如书店〕，促进乘客乘坐时顺便购买



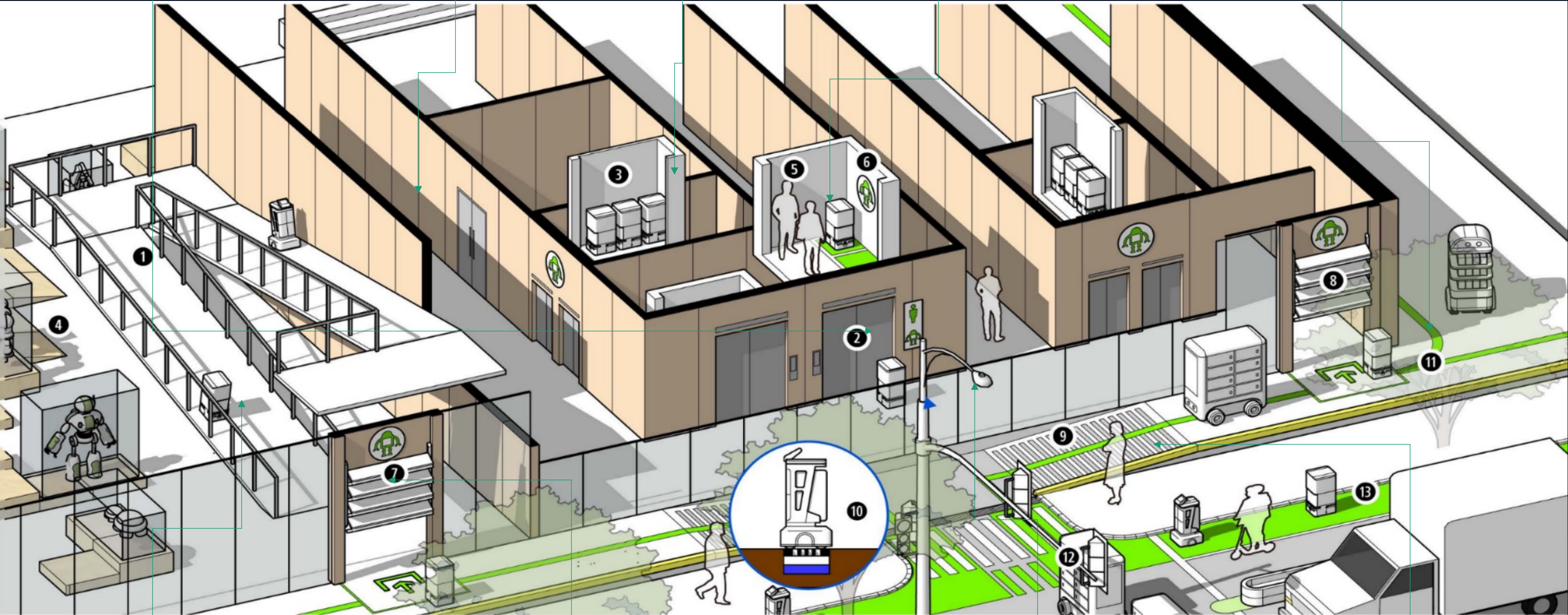
自动驾驶的急救车也兼具了流动诊所和药房的职能



景区附近的车辆也是游客中心，在路程中为游客推荐定制化信息

人机友好的无障碍街区

机器人呼梯系统 墙、地材料达标 物流专梯 人机混行空间标识 无人车机器人通行标识系统



室内无障碍坡道 门和闸机按照机器人模数设计 与红绿灯打通交通协议 室外无障碍通道

企鹅岛—未来城市科技的试验场



腾讯研究院
Tencent
Research Institute

| WeCityX

UE5 实时渲染

人机友好
共创未来

THANKS