

中国·宜兴
城市发展解决方案总览报告

Yixing China

WBCSD城市基础设施(UII)项目



内容提要

本报告旨在为宜兴“中国科学和可持续发展的示范城市”和“东方水城”建设提出相关建议及解决方案。

目前，宜兴市已经具备建设示范城市的先决条件。经过十几年的努力，业已取得了让市民为之骄傲的成绩。为突出自然资源和城市特色，宜兴因地制宜地制定了长期发展规划，力争将其打造成为可持续城镇的典范。

城市基础设施项目(UII)是由世界可持续发展工商理事会(WBCSD)发起的特殊形式的项目，通过集中不同行业专家的建设性建议，力图将城市可持续发展愿景转化为综合实施战略。

UII项目得到了宜兴市长和市政府的大力支持。2012年4月到2013年2月期间，由世界可持续发展工商理事会(WBCSD)城市基础设施建设项目(UII)团队牵头，召集参与该项目的众多全球领先企业以及中国可持续发展工商理事会(CBCSD)，与宜兴

市政府多个部门进行了协商和对话，为宜兴市提供包括城市规划、交通运输和能源效率在内的三项规划框架。本报告就上述议题提供了一系列的建议和解决方案。这些解决方案既注重基础设施和技术发展投资的短期效益，又兼顾长期规划的可行性和可操作性。

城市规划

为确保宜兴市未来可持续发展路线的贯彻执行，需要落实以下两方面内容：

- 合理的土地利用和城市结构。其关键问题是用科学的方法优化土地利用模式，确定合理的密度、结构和边界。

该项措施的出发点主要为：保护包括森林、湿地、水域和农田在内的生态系统；防止城市无序扩张；减少宜兴市生态足迹；

- 通过紧凑型、混合化的利用模式和绿色基础设施策略来实现生态资源、文化资源的保护和利用。解决方案重点对所有的新开发区域采用紧凑型综合利用开发模式。该模式能进一步优化土地利用，提倡使用非机动车和公共交通工具，并且通过持续建设诸如生态保护区、城市公园、湿地和河道等绿色基础设施为实现“东方水城”建设提供保证。

交通运输

宜兴的快速发展，为城市交通带来了巨大的压力。为了改善交通状况，重点推荐的解决方案包括鼓励发展包括步行和自行车在内的出行方式；以公共交通为发展导向，与紧凑型城市规划相契合；采用一致的、多种模式并存的方法，充分利用现有交通设施、信号和交通管理系统。

能源效率

宜兴市是中国发展过渡阶段的典型代表，工业是能源消耗和需求的大户。但是随着生活和服务业的快速发展，工业部门的能源使用强度和能源消费结构正在逐步变化。本报告推荐的解决方案集中在这两个方面，即工业能耗和生活能耗。

对于工业领域，重点推荐的跨行业解决方案包括优化暖通系统(HVAC)、提高电厂效率、优化区域供热以及针对水泥和化工制造行业的具体措施。然而，最重要的是需要建立一个能源管理中心，有效监控能耗形式，为政策的制定和改善提供支持。

UII团队分析了建筑领域的能耗状况，发现其在商用和民用建筑、公共和私营部门之间消费结构相对比较均衡。然而商用和民用能源的实际使用和需求状况的调整将使这种平衡模式迅速改变。在现阶段，对公共建筑和设施采取措施将有助于激励商用和民用建筑采取行动提高能效。

另一个重点推荐的解决方案是应用“城市可持续性检测&管理仪表盘”。该仪表盘可以记录能源、用水消耗以及废弃物的产生情况，以此跟踪并评价建筑物的碳足迹。由于数据可以用来评估翻新和其他改善措施的效果并转换成运营成本，因此作为监控和改变行为工具的“仪表盘”模式已经被多个城市的公共建筑（市政部门、学校、医院、邮局等）采用，并且取得了显著成效。其他针对本领域的推荐解决方案还包括能源需求管理系统、太阳能热水系统和配电系统升级等。

利益相关方参与并跟踪进展

宜兴要成功实现未来愿景，很大程度上取决于其良好的群众基础和利益相关方的积极参与。这需要向公众及时发布相关信息，公布采取的措施和成果，在原有对话的基础上与其他关键参与方进一步加强沟通，为进一步开展深入合作建立一套完整的评价指标体系。这套指标将会使包括政府、公民社会和私人机构在内所有涉及方监测系统总体和局部运行情况，并适时参与其中。强烈推荐采取常规的沟通方式和观念培养方式。

他山之石，可以攻玉，在发展过程中注重交流共通与经验分享。另外，可以采用研讨会或研习班的方式，针对总体规划及其在临界范围内的贯彻效果进行“承压测试”，邀请国内和国际上的专家对取得的进展进行评估，并为政策方针的制定和执行过程提出进一步的指导建议。



背景介绍

从2012年4月到2013年2月，宜兴市与几家全球领先企业合作，为实现“中国科学和可持续发展的示范城”的愿景开发解决方案。

这些企业均是世界可持续发展工商理事会(WBCSD)城市基础设施建设项目组(UII)成员，至此，UII项目专家将为实现城市可持续发展愿景提供切实可行的、跨行业的解决方案。

宜兴是全球参与UII项目的十个城市和地区中的一个。UII团队与宜兴市长、副市长以及相关部门负责人进行了面对面研讨。宜兴市长十分支持该项目，希望以此为契机，通过政府和企业的通力合作，实现宜兴市的可持续发展，而企业也将用实际行动证明其在城市愿景向可持续发展行动转化过程中的重要价值。

UII团队和宜兴市进行合作，选定了包含**城市规划**、**交通运输**和**能源效率**在内的三个领域作为重点发展对象。专家组成员通过建立发展措施、设置发展优先级和设计高级实施方案等一系列举措整合交通系统，提高能源效率。参与方均认为上述议题是该项目的关注重点。

UII项目将用实践证明企业尽早参与制定城市发展战略将为城市创造重要价值。该项目将为城市提供一系列的切实可行的解决方案，进而与企业展开全面合作，而不仅仅局限于个别项目的合作。

可持续发展是当今世界的时代潮流，也是宜兴发展的坚定追求。作为科技部批准的国家可持续发展实验区，宜兴在工业化、城市化加快转型的进程中，始终在积极探寻“绿色经济、城乡统筹、资源节约、环境友好、普惠民生”的可持续发展之路。

此次，有幸与世界可持续发展工商理事会(WBCSD)这一国际知名组织进行密切合作，以城市基础设施项目(UII)为重要载体，以城市规划、交通运输、能源效率为主要方向，形成了具有国际视野、贴近宜兴实际的综合研究报告。相信在与WBCSD的深入合作下，在UII报告的科学指导下，宜兴这座“中国陶都、东方水城”，一定会在可持续发展的道路上，越走越宽、越走越好。

——张立军，宜兴市市长





中国的城市化进程

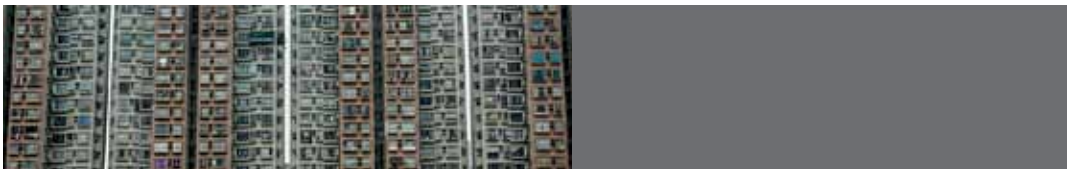
中国的城市化进程面临着一场史无前例的大规模人口大迁徙。

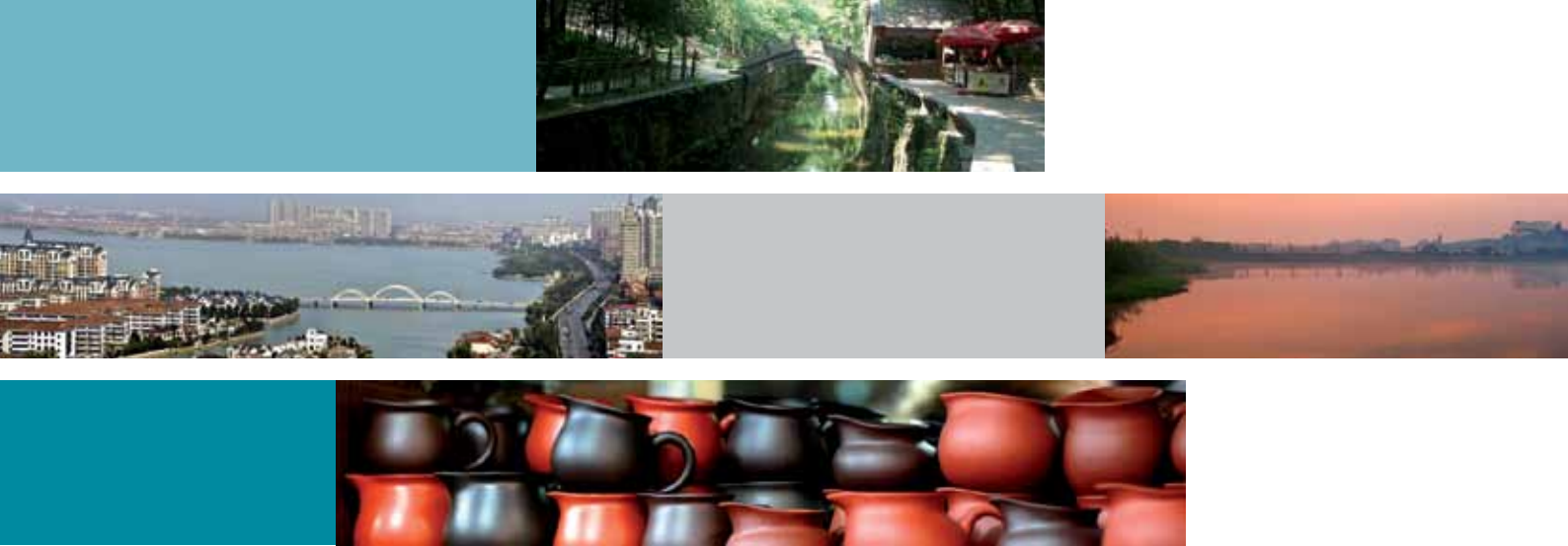
根据世界银行的分析，在未来的20年内，中国的城市人口将会增加3.5亿¹。随着城市人口的增长和富裕程度的提高，人类对环境的影响程度可能会明显增长。中国的城市很有可能更加强烈地感受到由城市化进程所带来的负面影响，例如交通拥堵、空气污染、生态多样性减少、生产力下降等，最终会使许多城市的居民生活质量降低。

然而，中国的许多城市在应对这些挑战方面发挥了表率作用。城市的领导者逐渐意识到，城市环境可持续性提高，将会带动

宜居性、运行效率和城市核心竞争力的同步提升。除此之外，中国的城市“在政治、财政和行政方面都具备健全的组织，能够为实现国家政策目标而迅速地采取行动”²，例如能源效率方面的目标。

作为报告的研究对象，江苏省宜兴市是城市可持续领导方式的一个优秀案例。





宜兴市概况

宜兴被称为“中国陶都”和“东方水城”，是江苏省重点发展的三级一类新兴中心城市，全市总面积2038平方公里，户籍人口107.7万（常住人口124.8万），下辖14个镇、4个街道、和3个开发区。

宜兴地处苏浙皖三省交界、沪宁杭几何中心，宁杭高速、锡宜高速、新长铁路、宁杭高铁及规划中的常宜高速等路网，将宜兴与上海、南京、杭州、苏州、无锡、常州等大中城市紧密相连，交通区位优势非常突出。

图1：中国沿海和江苏省地图



宜兴是著名的“中国陶都·东方水城”，拥有7000多年的制陶史，陶瓷文化源远流长、博大精深，特别是紫砂工艺，集书画、诗文、篆刻、雕塑于一体，堪称世界一绝。宜兴也是典型的江南水乡，东临太湖，北靠溧湖，芜申运河、锡漂漕运河穿境而过，西洩、团洩、东洩紧邻城区，具有打造“东方水城”的优越自然条件。目前，已经基本形成东方水城规划发展战略研究。

近年来，宜兴坚持以建设全国科学发展示范城市为目标，大力实施产业、城市、生态、文化“四位一体”战略，走出了一条具有宜兴特色的转型发展、科学发展之路。先后获得国家园林城市、国家卫生城市、国家环保模范城市、全国生态示范区、国家可持续发展实验区、国家生态市、国家历史文化名城及中国最具幸福感城市金奖等荣誉称号。2012年，宜兴县域经济基本竞争力在全国2000多个县（市）中排名跃居第4位。



课题总览

宜兴市政府与UII团队先后于2012年4月和10月进行过两次对话，就宜兴市所面临的诸多挑战进行了深入探讨。

这些挑战包括：在目前人口高速增长的大环境下，如何精确界定城市的结构、如何平衡工业和其他城市需求、如何实现交通运输的可持续发展、如何进行废弃物管理以及如何提高城市能源效率。

UII团队和城市官员就城市规划中应该关注的首要事项达成共识，将包括交通运输和能源效率等在内的问题形成统一框架。双方共同认可的关键事宜包括：

- **城市规划：**缺乏清晰的城市结构和增长边界；城市发展和旧城保护的利益冲突；城市扩张过程中的后勤保障缺位；
- **交通运输：**宜兴希望体现公共交通优先的原则，并优化道路网络，以便解决日益严峻的交通拥堵问题；
- **能源效率：**实现低碳目标要求城市具备提高能源利用效率的能力，尤其在工业和建筑两个领域。

专栏1：宜兴市的愿景和任务

东方水城

- 作为一种不可再生资源，水资源将以可持续方式进行利用。水资源将被采集、存储与保护，并循环再利用。所以宜兴将没有“废水”这一概念；
- 水与城市景观息息相关。它将公园、森林、湿地等具有内在关联的区域联接成统一整体，这种联接目的有二：帮助恢复并维持生态多样性；为宜兴赋予一个特殊的城市特色和特殊的地方性氛围。

科学和可持续发展示范城市

- 在**规划方面**，一座科学和可持续发展的城市是一个追求低碳和生态发展格局的城市。合理利用土地是规划的第一要务，这样既可以防止城市无序扩张，保护水域和生态多样性，又可以通过建造布局紧密、综合利用的社区，降低对交通运输的需求；
- 在**管理方面**，一座科学和可持续发展的城市应该利用以信息与知识为基础的工具与系统，优化能源与水资源的需求，优化对交通运输的控制、运行与维护；
- 一座示范城市应该是能够让其他城市学习的教材。一个名符其实的示范城市首先、也必须成为一个“学习型城市”，它将会为评估自身进展而建立清晰的标准，并将学到的经验与他人分享。



城市规划

一条多领域交叉的城市综合规划路线是推动城市可持续发展的关键因素。

随着环境影响、碳排放与城市形态之间的关系越来越密切，城市规划便成为实现可持续发展的重要驱动力。而且，城市自身的发展方式一旦确立，后续规划的调整将十分困难（或者成本巨大），因此良好的区域发展规划便显得十分关键。这对于快速发展的中国来说是必须要关注的问题——在过去的十年中，中国许多城市的规模至少扩大了一倍³。

宜兴市希望到2020年成为一个集科学发展和可持续发展于一身的示范城市，城市规划将是实现这一目标的关键。幸运的是，宜兴市本身已具有多项发展优势以供进一步建设。宜兴是中国县级市发展中的佼佼者，拥有成型的城市规划，清晰的可持续发展愿景，先进的城市基础设施以及高质量生活水平。而且，这里拥有丰富的自然资源和悠久的历史，是华东生态旅游城市的典范，被称为中国陶都和东方水城。

当前挑战

在城市可持续发展和生活水平的提高过程中，包括宜兴在内的世界许多城市面临着诸多相同的问题，例如，城市无序扩张，交通效率低下，景观功能单一，生态系统退化，文化遗产保护面临巨大压力，能源消耗过高以及城市风貌特色不足等。针对上述问题，亟待建立系统的解决方案，综合解决来自各个方面的问题。

规划框架

一个综合的城市规划框架可以让宜兴市成为中国可持续发展和精明增长的示范城市。这个规划框架包含了从宏观到微观层次明晰的规划策略，主要包括：

- 支撑低碳城市发展目标的合理的土地利用和城市结构；
- 紧凑型发展以及土地混合利用模式；
- 自然和文化资源的保护和利用；
- 以水系为骨架的绿色开放空间网络；
- 整合的交通系统；
- 绿色建筑以及邻里空间设计；
- 水资源的生态利用以及雨洪管理；
- 绿色能源开发及应用；
- 智能化的城市管理措施；
- 公众参与和市民教育；
- 基础调查，成果评估和反馈。



UII团队根据宜兴市目前的关注重点，筛选了三项主要的城市规划策略和解决方案，以帮助宜兴成为体现可持续发展理念的“明日之城”：

1. 合理的土地利用和城市空间结构；
2. 通过紧凑、混合型城市设计途径，同时兼顾自然和文化资源的保护与利用；
3. 能源高效利用，其中包含交通环境的改善。

专栏2：城市规划需要避免的三大误区：

城市规划中常见误区使得诸如交通拥堵之类的问题迟迟不能够得以有效解决。这些误区包括：

1. 道路网络的设计；
2. 城市街区的规模和尺度；
3. 以通过净容积率(FAR)和综合容积率(GPA)定义的低水平的城市建设密度。

中国许多城市的道路体系设计都违背了按照交通干道、街道小巷进行等级区分的原则。当代中国的道路网络包含了太多的相互交叉的主干路，使得交叉口需要进行交通管制，并增加了行人过街的难度。宜兴可以设计新的道路网络，或是对现有路网进行升级改造：将人行道放在首位，继而是自行车道和助动车道，然后是受大众青睐的公共交通路网（包括水上巴士），最后是机动车道路。采用了这样的道路分级制度的城市，例如阿姆斯特丹、波哥大、格洛斯特和纽约，道路安全都得到了提升，并且交通拥堵减少了30%。另外，交叉口也应当分级进行设置，注重交叉道路等级，例如与六车道道路相交的道路不应超过四车道，与四车道道路相交的道路不应超过二车道，以此类推。

类似的，中国许多城市的城市结构中包含了很多“超级街区”，规模为400米×400米，或者更大。这样的规模和形态并不适于步行、自行车或是公共交通的使用，因为这意味着相邻街区的两个公交站之间的距离至少会有800米；每隔4个或更多个街区的有轨电车或轻轨站之间的距离将至少有1,600米；每隔8个或更多的街区之间的地铁站相距至少3.2公里。这些距离阻碍了人们（特别是老年人）使用公共交通。一个合理的城市街区规模和形态不应大于100米×200米。如此以来，每隔200米将会有有一个公交站（步行3分钟的距离），每隔400米有一个有轨电车或者轻轨车站（步行6分钟的距离），每隔800米一个地铁站（步行12分钟的距离）。

和很多典型的欧洲城市及规划建设北美城市相比，中国很多城市的城市建设密度都很低。中国许多城市的综合容积率低于3:1，北京的综合容积率为2.7:1。纽约的综合容积率高于8:1，而曼哈顿为14:1，伦敦和阿姆斯特丹的综合容积率也高于5:1。提高综合容积率并将其和完善的城市综合利用规划相结合，才能建立其适合步行、自行车和公共交通的使用环境。

合理的土地利用政策和策略

目前，宜兴市人口近125万，市域面积2038.7km²，中心城区面积110km²，其中包括70km²已建成区域。

目前，市区居民约45万，预计这个数字将在2020年增长一倍。面对如此巨大的扩张压力，城市需要更加合理的土地利用规划，并且结合恰当的城市管理政策，用更加低碳和生态的方式来管控城市扩张和新型市镇的发展。

宜兴市可通过一种多途径预测的方式确定合理的土地利用规划，从而适应未来发展。实现这一方式的途径包括：

- 确定城市扩张的生态阻力，从而保护和加强非建设用地（农业用地、水域、生态多样性储备用地等）。这些用地将会构成城市中“禁止占用”的地区，未来的用地规划将不得侵占这部分土地；
- 基于现状城区建设密度、人口和社会经济预测结果，以及相应的土地、能源、水资源利用趋势，制定2-3个生态足迹空间预案，从中选择出最能够支撑“东方水城”可持续发展目标的方案作为城市生态空间框架；
- 将选中的方案转变为规划实施指导纲要和相应的条文规范、标准和可实现的目标。例如人均绿地面积，人均公共设施面积等，并进一步提出首套指标体系，包括居住密度和容积率、通勤时间及距离、非机动车使用率、绿色能源利用率等，以便为实现这一生态宜居的土地利用目标制定相应的政策与策略；
- 利用上述研究方法整合研究结果，从而确定城市的最终规模，形成中心城区和未来战略发展区，政府机构应当使用它来指导土地利用和功能区分划；
- 确定土地资源预留区域，为未来发展制定分阶段规划；
- 制定更有效的政策来管理城市增长边界，保证城市及周边地区的可持续发展。



通过紧凑型的城市规划来兼顾生态和文化资源的保护与利用

老城区的扩张和新城区（高铁新城、滨湖新城、北部工业新区）的出现，将带来新老城区之间的矛盾，可能引发诸如土地利用率低、道路交通超负荷、城市环境恶化、生活质量下降等一系列的问题。

合理的城市规划能够进一步优化土地利用，彰显宜兴文化和生态资源特色，塑造高品质的产业或综合新城。以下四项关键原则将有助于宜兴实现和谐发展：

1. 紧凑型发展模式；
2. 土地的混合利用有助于发展非机动车交通，提高公共服务和就业地点的可达性；
3. 绿色基础设施；
4. 有效的、无缝接驳的公共交通系统。

鉴于其重要性，公共交通将在交通章节中详细阐述。

紧凑型、混合功能的城市规划设计途径将会从以下方面为实现城市可持续发展做出贡献⁵：

- 土地资源的最优化利用；
- 步行或自行车可达的学校、餐馆、娱乐场所、食品店以及其他公共设施；
- 减少对私家车出行的依赖；
- 提高城区能源利用效率和当地能源生产潜能；
- 更有效的公共服务；
- 提高本地公共服务和就业地点的可达性。

为应用紧凑型城市发展原则，我们向宜兴市提出以下具体措施：

- 在市域范围内，形成“主城区+多个卫星城”的区域空间结构，新城之间由农田、森林、湿地及其他生态元素有机分隔，并由公共交通保持快速联系；
- 在中心城区，强化“绿心”的空间结构，并在三个城区组团间依托水系建立绿色廊道；
- 在新城和城市新区强调土地混合利用，鼓励步行通勤，平衡住宅及商业用地的比例，从而减少基础设施投资和能源消耗；
- 用功能置换和插入式开发的方法进行旧城改造，使旧城不再是设施落后、狭窄拥挤的城市病瘤，而成为更加开放，充满活力的新面孔；
- 注重老社区的再发展以及城区内棕地的开发利用，使存量土地的价值最大化。

绿色基础设施

与马路、电线、管道这些灰色基础设施不同，绿色基础设施是由森林、农田、湿地、河湖以及公园绿地组成的一种绿色空间网络。它能保持城市中的生态多样性，并为人们提供必不可少的生态服务。对宜兴来说，绿色基础设施是建设“东方水城”的基础。

绿色基础设施的一个优秀案例就是波士顿的“蓝宝石项链”，它包括了一连串由公园小径和水道连接起来的九个公园，总面积约1,100英亩。这个名称的由来是因为那些规划好的线性景观看起来像挂在波士顿半岛脖子上的项链。而“蓝宝石项链”上每一个独特的“珠宝”——从美丽的河流到曼妙的植物园，从柔软的草地到古老的树木博物馆——都将波士顿居民和大自然紧密联系在一起。

宜兴市独特的自然人文环境和资源为我们制定一个整合性的规划提供了绝佳的机遇。在规划中，我们将整合传统规划中的绿地系统、水系、开放空间、文化遗产保护等多种要素，并将它们形成一个相互融合的整体。在这里，我们可以借鉴绿道、绿色廊道、线性文化遗产廊道等国际先进理念。

宜兴市绿色基础设施构建策略包括：

- 严禁任何破坏生态基质的开发建设行为，并遵从自然法则恢复生态环境遭受破坏的区域；

- 依托河流和交通干道建立起绿色廊道，将孤立的生态斑块串接起来，从而构筑起城市、乡村以及自然环境间的有机联系；
- 通过建立公园、森林、湿地、花园、人工湖等形式，构成众多的生物迁徙跳板，从而完善绿地系统的层次和结构；
- 在进行严格环境影响评价基础上，在绿色基础设施中引入对环境影响较低的生态旅游和休闲项目开发，盈利中的部分资金可反哺生态环境的保护与恢复；
- 设置便捷可达的公园和街头绿地，并鼓励单位、小区打破围墙，共享绿地；
- 为满足旅游观光、体育运动和生活休闲的需要，设立自行车专用道、步行游览路径以及水上巴士游线，通过这些举措增加绿地的连续性和可达性；
- 规划联系历史遗迹、公园、购物场所和当地手工艺的旅游线路，将文化遗产整合到城市脉络中，为公众及游客提供最佳的城市探索和游历体验。

同时，宜兴传统的基础设施建设也可以改造得更加“绿色”。具体措施包括可渗透路面和人行道，以及重新设计的沿街生态走廊。渗透性路面将会帮助补充地下水，并且也能为绿色基础设施建设提供一定量的水源。生态走廊可以对雨水进行过滤和处理，能作为公园、花园和行道树的灌溉用水。生态走廊可以依据从支路到主干道的宽度打造成任何规模。社区中依靠雨水和中水浇灌的树木和灌丛可以为居民提供绿荫，减少城市的热岛效应，为多种鸟类提供栖息地，也有利于植物物种的恢复。

图2：美国波士顿“蓝宝石项链”



来源：www.greeningthegrays.org/trees-do-it

实施策略建议

第一步

实施策略建议将上文提到的关键领域综合在一起，确保将土地利用、城市设计、绿色基础设施和交通运输等领域整合为一个相互支撑的整体。为了提高规划实施的效率2013年应该开展以下研究：

- 为城市经济在未来5年、10年和20年内的发展与增长制定不同的方案；
- 对当地的生态承载力，包括生态区和农田等“非建设用地”区域进行评估；
- 进一步制定不同的生态足迹远景方案，并选择支撑“东方水城”愿景的最佳方案；
- 以“可持续城市指标体系”为基础设定适宜于宜兴的发展指标，以保证每个5年规划更具连续性；
- 按照紧凑型、复合功能开发理念制定一系列的导则、法规和标准，作为规划设计师和开发商依据的准则；
- 为水资源的可持续利用开展具体的研究和实施计划，包括水资源的收集、水资源的循环再利用，以及对水域和湿地的保护与重建；
- 为保护和提升文化遗产开展专项研究并制定行动计划，然后将这一规划整合纳入到打造东方水城的更为宏大的规划中来，进而推动可持续旅游产业的发展；
- 对当地居民的生活方式与出行特征进行专项调查。

第二步

总体规划的执行需要在保持一定的弹性，以备意外情况的发生。更重要的是，可以根据实施过程中取得的经验灵活调整计划。需要关注的关键领域包括：

- 由第三方对从规划到实施的整个项目过程(PM/CM)进行监督和管理；
- 允许所有的职能部门和私人开发者对具体执行的导则（例如城市设计指导准则、实施准则、运行和管理指导准则）进行定期商议和修正；
- 采用包括3S（地理信息系统GIS、全球定位系统GPS、遥感RS）等科技手段和数字建模方法，进行动态监督和可视化监控；
- 建立一个实时在线的评估方法体系，以确保项目进展、遇到的阻碍、处理环节的成功或失败经验均可以在管辖范围内的各部门之间进行共享，避免重复犯错；
- 鼓励公民在项目规划、执行和评估过程的重要节点参与进来。

第三步

对总体规划及其在关键时期内的实施情况开展“负载（压力）测试”。这项测试可以采用“研讨会”或“工作营”的方式开展，邀请本地、国内和国际上的专家对所取得成绩进行评估，并为指导政策性规划和执行过程建言献策。这将帮助宜兴实现其发展目标，打造成一个示范性城市，并供其他城市借鉴。





交通和运输

宜兴市为交通运输领域设立的愿景目标为：“提供安全可靠、群众友好、高度集成并且城市居民和游客均可使用的世界级交通运输基础设施，把对环境的影响降到最低，提高社会公平性并且支持该市经济的长远发展⁶”。

本章将介绍宜兴交通运输的战略规划和解决方案，旨在积极应对挑战，减少交通运输对环境的影响。通过交通工具消耗的化石燃料所产生的碳排放占中国碳排放总量的26%，并且是交通运输行业已经成为化石燃料和碳排放增长最快的消耗源。解决方案的最终目标是为人民提供更好的出行方式，使公众拥有更多的交通选择，到2020年，使宜兴市实现成为中国科学和可持续发展示范城的愿景。

宜兴在交通基础设施方面已经取得了长足的进步，并且将其作为进一步发展所优先考虑的领域之一。对于高铁新城和城东新区之类的城市新区的发展而言，交通运输已经成为最具决定性的因素。在这些新城区的发展规划过程中，交通运输是优先发展的重点项目之一。此外，为落实路网关键节点建设和城乡高速公路的通联性建设，特将详实的交通研究与明确的长期发展规划列为捆绑发展重点。宜兴在道路规划、工程建设、运营管理方面有着十分丰富的经验，并且正在建设一个全新的交通控制中心。

同其它城市类似，宜兴的交通正面临严峻挑战。这些挑战包括：

- 缺少能够平衡规划主体和道路开发者之间利益的综合方案，使得部分地区商业活动过分集中；
- 私家车增长率过快（平均年增长率为20%）；
- 城市中心地区停车设施不足；
- 高峰期交通拥堵严重，并且违章停车等交通行为的存在使交通状况进一步恶化交通控制系统效率低下；
- 路网使用效率不高。

下文论述了为应对这些挑战而量体裁衣制定出的战略目标和解决方案，描绘了到2020年城市交通运输基础设施的实施蓝图。所提出的方案不仅能够使城市交通运输基础设施提高到新的水平，而且能够平衡城市竞争力、生活质量以及可持续性发展之间的关系。



交通战略

基于现场调研以及从研讨会上收集的信息，UII团队制定了着眼于城区以及城市间区域的总体战略，以应对上述挑战。

城市和人口密集地区

宜兴市中心区人口密集，商铺、宾馆、写字楼、学校、医院众多，多个区域及部分路网在高峰时段已经不堪重负。多数地段已经没有足够空间用于建设过街天桥或者诸如停车场之类的其他设施，违规停车和行人不守交规更是加剧了拥堵的发生。

宜兴市在2012年11月开发完成了中心城区慢行系统规划以改善目前的交通状况，致力于解决持续增加的出行需求。UII团队建议，将该规划与“公交为导向”的发展模式(TOD)相结合。TOD包括：

- 整合“慢行交通”（例如步行以及骑自行车）与公共交通资源
- 建设以公共交通为导向的城市空间结构
- 优化现有基础设施利用水平

该战略也适用于宜兴市周边城镇中心区，比如丁蜀、张渚以及规划中的高铁新城、东氿新城等。

市内运输通道

宜兴市主要城区由运输通道联接起来，这些运输通道提供快速交通方式，包括私家车、公交车、轻轨或火车、地铁等。当TOD有一个完善的设计方案并贯彻执行时，那些破坏了城市结构的市内高速路或环线就将逐步被取代。连接城市和城市之间地区的交通廊道是道路网络的决定性部分，宜兴市的迅速扩展以及卫星城、新城、周边市镇的涌现使得交通廊道的地位显得更加重要。潜在设施（比如停车换乘和多样化的信息标志）通常沿交通廊道设置，因而使出行者在进入市区之前可以调整其行程。

专栏3：以公交为导向的发展(TOD)

以公交为导向的发展将土地使用规划和交通运输规划联系起来。它由城市综合利用的节点组成，这些节点囊括了办公区、居住区、商业区和休闲区。每一个节点的设计都可以使每个人在这个节点内生活或工作，在步行或骑车的距离范围内即可满足其日常出行需求。这意味着工作区、居住区、商业区、学校和邮局之间的距离不能超过800米。节点范围内不鼓励使用汽车，并且私人小汽车的使用将会受到严格的管制。节点内部的公共交通方式包括自行车、人力车、出租车、公交车、快速公交(BRT)和有轨电车。鉴于宜兴打造东方水城的决心，水上出租也可以考虑进来。

交通运输解决方案

作为所有新区建设的首要任务，TOD的贯彻执行不能一蹴而就，但与此同时，宜兴同样也可以从更加快捷的解决方案中获益，从而对交通运输进行更有效的管理。以下方案旨在打造一个更具可持续性的城市交通核心，避免对整个系统进行重新设计，而是以当前的交通运输需求为基础进行拓展。

解决方案1：改善步行环境

作为一座东方水城，宜兴在提倡步行方面具有极大的潜力。为更有效地推广此方案，需要对五大关键区域进行调节，从最简单的零成本方案到平稳有序的成本解决方案：

- 对于所有新开发城区来说，零成本的解决方案是居民无需穿越街区就可以完成上学、购买生活必需品、去公交车站等出行行为，而所有新开业的购物广场均可通过地铁或轻轨等大运力公共交通工具实现直达；
- 另一项零成本解决方案是杜绝汽车违章停车或占用人行道及其他区域的行为。一旦行人步行或是骑车的空间被机动车占用，改进措施的实施效果就会大打折扣；
- 低成本的解决方案是改善并升级宜兴市，特别是市中心的行人过街环境。这意味着在交叉口处，缩短人行横道的距离，使人们能更便捷、更快速的实现过街需求。缩短道路横断面宽度，可能导致交通堵塞恶化，但如果在此路口配置行人检测和需求系统，就有望达到机动车与行人间的需

求平衡。综合使用这些措施将会规范行人行为，减少行人穿过交叉口所需时间，进而改善交通拥堵情况，提高交通安全性。这种方案同样也需要在交叉路口安装防护栏，引导行人使用过街设施；

- 中等成本的解决方案则是将选中的街道改造成步行街。这将“美化景观”和缓解交通有机结合起来，适于发展公共交通。选中的街道因此变得更加安静，也更适应城市核心区活动，如精品购物、旅游观光、餐厅和咖啡馆等。对于宜兴来说，亲水主题应该成为改善行人环境方案的一部分⁸；
- 另外一种解决方案是将核心购物区和娱乐区改造成只允许步行和骑自行车的区域。这需要最先进的停车设施和能够解决“最后一公里”问题的公共交通（参见下文）配套发展。这也向车主和所有的居民发出信号，表明宜兴正在转变成为一个适宜步行和骑车的城市，同时这也是能否成功转型为示范城市的关键指标。



解决方案2：覆盖到旅程终点的公共交通系统

作为小型城市，从根本上减轻宜兴道路拥堵状况的唯一出路是进一步开发和拓展该市的公共交通系统。提高公共交通服务已经成为该市管理的重中之重。当地政府已经清晰确立了三年目标：

- 公交车服务线路数量从27条增加到40条；
- 公交车车辆数量从250辆增加到400辆；
- 公共交通出行分担率从目前的8.9%增加到13%；
- 平均等待时间从6.4分钟降低到少于5分钟；
- 平均发车间隔时间从10.4分钟降低到大约8至8.5分钟。

我们提出的帮助实现上述目标的措施包括：

- 公交优先系统和专用车道将保证公共交通服务的可靠性并能促进公众转换出行方式，其中快速公交系统(BRT)是众多解决方案中的重要一环；
- 公共交通车队管理系统应配备先进的通讯技术手段，更好地进行运营管理并且能够提高应急响应效率。宜兴市已经通过3G视频监控系统初步实现了公交车管理的智能化；
- 乘客出行信息服务系统，实时追踪车辆位置、旅程时间并且向乘客发布。

在部分道路空间有限而人流量大的区域（如购物中心、广场、办公场所），道路可以改作步行街，出租车、自动车、公共自行车（取决于旅行的目的）服务延伸到旅程终点，解决“最后一公里”问题。高出路面的轨道甚至可以直接连结旅程终点，如商店和办公场所。

有轨电车可用于长距离运输。有轨电车可以将市中心和停车换乘点(P&R)及新建的高铁站等交通枢纽连接起来，也可以作为新城区的内部交通工具。城市也可以考虑使用低地板有轨电车以方便有特殊需要的乘客。

建议采取的措施：

1. 评估现有公共交通需求并且做30年远景预测；
2. 从技术和经济层面对不同选择做适应性和节能减排潜力评估，如快速公交(BRT)、有轨电车、轻轨(LRT)等；
3. 确立详细的投资和实施计划，包括与其他交通运输模式和系统整合等；
4. 提出运营计划。



解决方案3：提高现有交通基础设施和交通信息的使用效率

该方案是在无需重大投资的情况下，通过以下三种措施对已有基础设施实现利用程度最大化：

1. 通过规划和设计，优化交叉口和道路网络，释放潜在通行能力，均衡路网流量；
2. 优化交通信号配时方案（即交通管理计划）；
3. 提高运营效率（例如通过更好的人员安排和培训）。

上述三种措施可以通过挖掘既有城市交通基础数据来实现。数据分析的价值还在于：

- 更充分地掌握交通流特征；
- 引导未来的城市和交通规划方向及交通政策；
- 建立更有效的交通管理体系；
- 为不同的交通方式数据融合做准备（在解决方案4中另作讨论）。

宜兴交通控制中心运用的数据库软件包为实现这些目的提供了丰富的工具，比如分类、预测和异常情况检测等。通过定期升级和优化，该系统也可以为解决方案4中提到的城市交通管理综合解决方案服务。

针对网络优化建议采取的措施：

1. 识别交通瓶颈（例如交叉口和路段）以及路网容量余量；
2. 进行详细评估（例如通过交通仿真）；
3. 改善交叉口和路网的交通组织和交通设计，消除瓶颈，充分利用路网容量。

针对数据挖掘建议采取的措施

1. 评估现有系统的数据采集能力，评价数据质量；
2. 确定数据分析的操作需要以及分析的细节层面；
3. 利用简化分析方法，获取宏观层面的模式；
4. 在必要情况下，使用专用软件包获取详细分析结果；
5. 在必要情况下，对结果进行验证（例如通过现场观察）；
6. 基于调查结果拟定交通控制战略。



解决方案4：城市交通管理系统

长期的、更可持续的交通管理需要一个综合系统对交通需求和运输能力进行有效监控，这有助于管理者根据不同时段的交通需求变化做出正确的决定。这将在实际应用中实现不同解决方案实施效果的最大化。

宜兴正在建设的交通智能化指挥中心于2013年投入使用，这为系统和数据的进一步整合提供了良好的基础。该指挥中心的最终目标是建立顶级的信息平台，集中全部交通管理模式，平稳高效地实现人员和货物流动。

UII团队建议城区的交通运输管理方案可以分为三个自下而上的层次：交通控制、集成化交通管理平台以及多模式交通管理平台。

自适应交通控制

由于自适应交通控制系统具有实时操作性并能根据交通状况进行自动反馈，因而它将根据实时交通信息和数据进行有效疏导。这种自动自我校正的功能一方面提供了更高的交通控制效率，降低了日常操作的工作负担，另一方面使得交通管理者可以在任何时间调整或重置自适应系统。同时，自适应系统也为交通管理系统集成奠定了坚实的基础。

集成化交通管理平台

集成化交通平台通过计算不同的数据源，来提供实时的一站式服务，更好地向交通管理者和出行者发布信息。出行者可以根据实时交通信息，调整他们的出行时间或出行方式，交通控制者可以切换到手动操纵来调整交通流，公共交通的驾驶员同样也可以自行决定资源分配。

多模式交通管理平台

建立多模式交通管理平台的目的是向公众提供无缝式的出行体验并最大程度地利用城市交通网络。该平台有选择地从独立的交通运输系统中提取实时数据，例如实时的公交车信息系统、列车信息系统、水路运输系统、机场信息系统以及道路交通运输控制系统，然后对数据进行加工，将其与优化的运行措施相结合（比如向驾驶员提供路线建议以及向旅客提供改变出行方式建议），并通过多种媒体和渠道向公众发布信息，比如移动设备、信息标志、广播以及电视等。

上海市的交通信息平台是中国最先进的交通管理系统之一。它涵盖了路网实时状态数据、视频信息、事故检测信息、自动车牌识别数据、道路工程信息、城市交通管制(UTC)路口控制器、公共交通数据等并由先进的数据分析技术进行处理。处理结果包括过往和实时状况分析、未来状况预测、区域路网性能指标、拥堵程度的量化、公共交通乘客数量状况、战略决议支持等，使城市管理和交通指挥员对城市交通系统的总体性有更全面的掌握。

建议采取的措施：

1. 相较于自适应控制系统的功能和标准，评估现有信号控制系统；
2. 评估现有交通管理/控制平台、子系统以及数据的质量；
3. 明确系统整合计划（包括优先级排序和优化方案）；
4. 在多模式层面上系统地整合技术和政策问题并确立行动计划（长远规划和战略）；
5. 选定首个待整合的系统（通常为公共交通、公交车以及列车信息）。

解决方案5：市中心停车和停车换乘(P&R)设施

停车场是所有私家车的终点，它的通达性不仅取决于私家车主的行为，也跟天气、交通拥堵状况以及行人息息相关。如解决方案1所述，当务之急是解决违章停车问题。针对宜兴的实际情况，我们提出了以下三种解决方案：

1. 不仅在停车场附近设置停车诱导信息标志，而且在重要交叉口和主干道设置多级诱导指示牌，提供城市中心区停车场占用率的实时信息；
2. 在互联网和移动设备（例如移动电话和平板电脑）上实时显示停车情况；
3. 更新现有基础设施，使其更加利于用户使用，包括（停车场和路边停车）付费/收费系统。

专栏4：有效的P&R系统

如北京和华盛顿使用的系统是基于火车（如地铁）和私家车为基础的无缝接驳交通系统。因此，P&R基站主要设置在靠近城郊的地铁站附近；在北京，同一天内使用地铁的行人每天需要交纳2元停车费，并且使用同一张地铁公交卡刷卡缴费。停车场和地铁入口之间相隔3-5分钟的步行距离。

停车换乘(P&R)系统有助于缓解停车难的问题，出行者可以根据实时路况选择使用停车换乘系统停靠车辆并转用公共交通。连接宜兴城镇和农村地区的路网是建设停车换乘基础设施的理想选择。停车换乘点可以设置在宜兴靠近主干道和高速公路的郊区。潜在选择包括长深高速公路宜兴出口和沪宜高速公路宜兴出口（西）。

该计划的实施需要城市公共交通网络规划（如公交车和地铁）与停车换乘点的选择相符合。此外，可以使停车换乘更具吸引力的方法还包括：

- 停车引导和占用率检测：引导驾驶员根据停车场占用情况和交通管制措施就近选择停车场；
- 强化公交优先措施：保证连接停车换乘点和市中心公共交通服务的可靠性；
- 车队管理系统（如GPS定位）：优化公共交通服务的运营效果；
- 票务和支付系统：利用便捷性吸引公众使用停车设施；
- 强化系统：通过优化停车换乘点运营，减少违章停车；
- 激励措施：通过比如停车券充当公交票免费进入市中心等优惠方式，促进公众对方案的接受程度。

另外，还可以实施自行车共享计划，以此作为停车点和市中心接驳的公共交通的补充。但是需要对自行车道进行规划，以保证骑乘者的安全。

建议的措施：

1. 对公众进行问卷调查，了解其需求和意见（包括对停车换乘的意见）；
2. 评估现有停车场规模、关联系统以及政府政策情况；
3. 针对该市停车基础设施以及政策规划设计改善措施；
4. 对停车换乘点和公共交通接驳点进行规划，并对其影响进行分析，同时制定一些柔性激励措施提高公众接受程度，比如使用智能停车卡购物可以打折等。



解决方案6：交通政策

宜兴的交通政策应该着眼于提高出行的可持续性和安全性、交通运输通达性以及社会融合度，还应着力于出行价值链的完全整合，通过大力扩展城市公共交通系统提高出行的便捷水平，甚至是进一步实施先进的交通管理系统。

世界发达城市的经验证明，减少私家车使用的最有效方式为经济手段，例如提高税收，实行道路收费制度。然而，对于宜兴而言，在建成并成功运营公共交通网络以向私家车主证明发达的公共交通可以减少出行时间和费用之前，不考虑实行这种方法。



其他措施

城市交通是一个复杂的系统，除了我们提出的解决方案，还有其他几项解决方案可供考虑：

- **与太湖周边城市合作。**成为示范城市意味着致力于向太湖周边城市进行经验分享、交换和学习，这种合作关系极其重要，它将成为打造示范城市的第一步；
- **公私合营模式。**为减轻资金负担，越来越多的工程施工由企业 and 公共部门合作的方式。由于业务模式的灵活性，公私合营在全球范围内变得日益普遍，特别是在建设运营公共交通基础设施方面；
- **交通规划的合作模式。**为实现技术透明度、加强技术交流以及促进知识成果转化，应成立专家组，定期与来自著名公司和组织的交通运输专家以及市民举行研讨会进行讨论，及时获取世界范围内交通运输控制领域的最新进展，以保证在世界其他地方出现的败笔不会在宜兴重演。



高级执行计划

前面章节中建议的方案和措施可以分四个阶段实施。

图3：方案实施的四个阶段

<p>2020 长期</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 在市中心建设轻轨和地铁，连结主要枢纽和城镇 • 自动化实时交通管理和乘客诱导系统 • 智能交通运输作为智慧城市计划的一部分 • 城市内部、城市之间、国道路网与公共交通互动 	<p>着眼于最先进的交通运输技术的实施以及交通运输在宜兴智慧城市倡议中的作用</p>
<p>2017 中期</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 整合多模式交通管理平台，配备实时数据挖掘以及可预见交通运输管理能力 • 在郊区设置停车换乘基础设施(包括公共自行车) • 公共交通覆盖旅程终点(如自动人员运输机和自行车) • 可靠舒适的公共交通(如有轨电车)，连结主要交通运输枢纽和城镇 	<p>着眼于先进信息系统以及多运具交通运输基础设施</p>
<p>2014 短期</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 整合交通管理系统，将公共交通运输作为优先项 • 实时车队控制体系以及先进的乘客信息体系 • 步行街建设以及自行车和汽车共享计划 • 在市中心优化行人过街 	<p>着眼于市中心和主要交通廊道以及主要交通枢纽和系统的整合</p>
<p>6个月 速效方案</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 自适应信号控制均衡路网 • 交通数据挖掘，交通管理战略优化 • 交通流量和道路网络(例如单行道)重组 • 现有停车设施和公交设施升级改造 	<p>着眼于评估和规划，为下一步行动奠定基础</p>

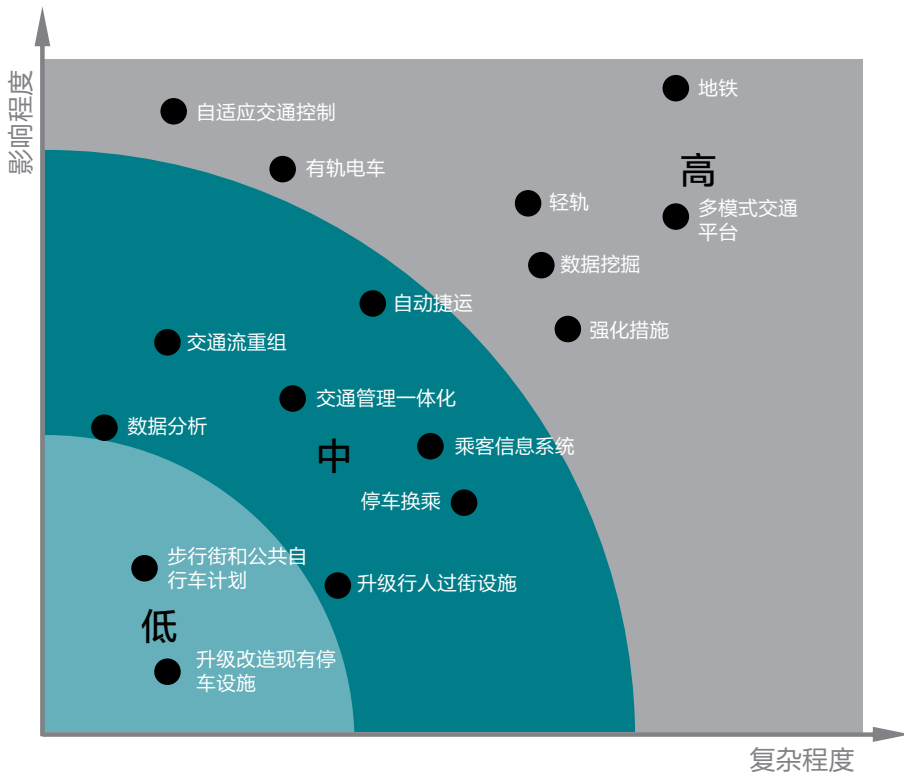
速效方案和措施集中于其他城市业已取得成功的措施和方案。这些措施通过及时了解市内交通热点，缓解该地区的交通拥堵问题，改善现有停车设施从而提高其吸引力，因而具有周期短、见效快的特点，能够满足城市的紧急需要。一般说来，这些方案投资少，实施周期短。

短期方案主要关注交通枢纽以及枢纽之间的公共交通接驳问题，是交通运输基础设施的主要支撑。预期实施之后，至少有20%的私家车驾驶员（就目前而言）将出行模式转向公共交通或其他更有利环境的出行模式（例如骑自行车和步行）。

从长期来看，鉴于宜兴人口、机动车保有量以及经济增长趋势，如果不进一步采取有效措施，那么交通拥堵的恶性结局将不可避免。因此，宜兴到2017年应建设有轨电车作为公交网络和服务的扩展补充，在主要交通运输枢纽和城镇之间提供可靠舒适的服务。到2020年，宜兴市将会需要建造地铁和/或轻轨等设施，以便在特定区域内实现30分钟内点到点交通⁹。

图4显示了从技术和政策层面缓解交通拥堵举措的影响程度和复杂程度关系。前提假定为，宜兴拥有充足资金支持实施这些方案（即图表不考虑筹集基础设施资金的潜在复杂性）。速效方案有重大影响，其实施相对容易。其原则是首先快速建立可持续核心，同时推行改善措施，最终实现真正的集成交通运输系统。

图4：宜兴交通运输解决方案优先级



试验平台以及试点工程

试验平台和试点工程的目的是展示解决方案的优越性，分享方案实践经验。本报告建议的方案大体上着眼于两个方面：更好地控制和管理车辆以及发展公共交通。因此，应设立两个试验平台，作为“速效”方案实施的一部分。

综合性交通运输管理试验平台

试验平台的建设和使用均基于交通控制中心的现有设施。在此试验平台上，逐步建立与交通运输管理试点工程相关的全部方案措施，并循序渐进进行评估。这包括以下几方面：

- 自适应交通控制系统的建设和现有交通控制系统各子系统的整合；
- 升级改善停车设施，并与交通管理系统联网，通过移动设备发布交通信息；
- 在交通运输管理系统内实现公交优先策略。

公共交通试验平台

平台上的试点工程包括：

- 公交车队管理系统以及先进的乘客信息系统；
- 连结宜兴高铁新城和宜兴市中心的有轨电车线路。

这些试点工程不仅提供了知识成果共享和转化的机会，也将成为江苏地区乃至中国未来交通运输系统的繁衍地。试点工程也将促进创新性思维，摒弃羁绊，反向思维，探索宜兴的解决之路。



能源效率

中国在提高能源效率方面处于全球领导者的地位。在“十一五”规划时期内，中国实现了单位GDP能耗下降19.1%这一令人瞩目的成绩。与此有关的重要举措还将进一步贯彻落实，主要的目标如下¹⁰：

- 中国政府承诺，到2020年碳强度占GDP比重比2005年降低40-45%；
- “十二五”规划首次明确指出，至2015年，碳强度在GDP中所占比重进一步下降17%。

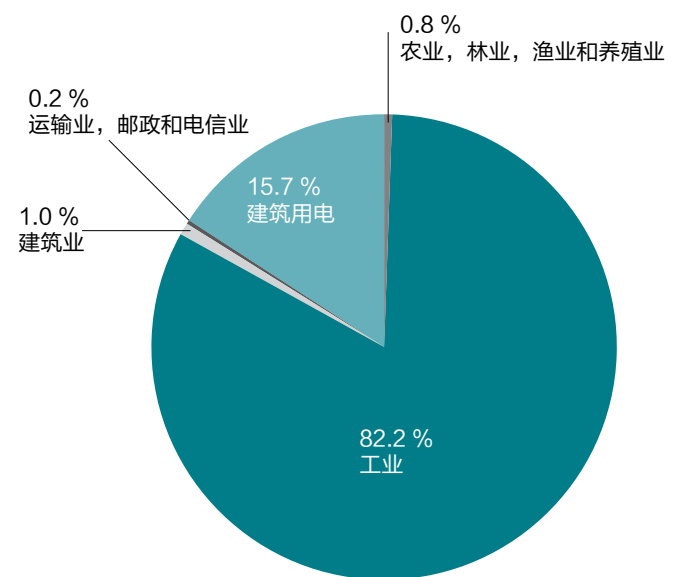
各级政府也制定了各自的目标，例如江苏省“十二五”规划中制定的建筑能源效率目标：

- 30%的新建建筑必须超过绿色建筑二级标准。在接下来的三年时间里，全新二星级建筑面积超过六十万平方米；
- 现有和新建办公楼以及大型公共建筑必须向当地和省监控中心上传能源数据；
- 现有建筑将必须进行能源效率改造；
- 绿色建筑建造面积在两年内应超过两百万平方米。

为确保在宜兴市在中国可持续发展领域的领先地位，势必需要达到甚至超越上述目标。目前宜兴市已经采取了众多措施，以建造更多的节能建筑：东氿新城已经被确立为绿色建筑的主要示范区。

UII项目组确定了宜兴市完成能效可持续发展目标的主要领域。目前宜兴市主要有两大耗电主体：**工业和建筑**（其中工业领域的用电消耗尤为突出，如下图所示）。因此，我们重点关注这两个领域，提出细化的解决方案，分析其优势并提供实施指导意见。

图5：宜兴市电能使用情况



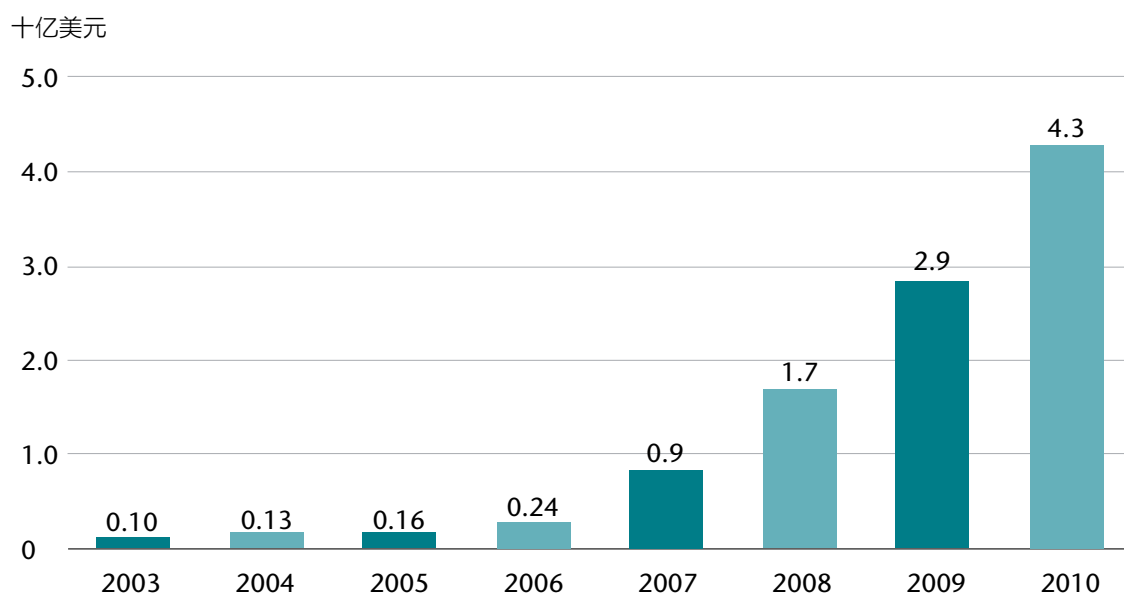
来源：宜兴市



专栏5: 能源服务公司(ESCO)在中国的行动

近年来, 能源服务公司(ESCO)见证了中国的迅速发展。而在未来数年内, ESCO在中国的地位也极有可能继续上升。中国目前大约有50家跨国ESCO, 而国内市场则有约800个不同规模的ESCO在运作。地方层面上, 生态园区和科技园区是ESCO最普遍的切入点。ESCO和其他科技公司必然会在宜兴能源领域应用更多的新技术。

图6: 能源服务公司在中国的总投资, 2003-2010



来源: 孙晓亮 等(2011)。《中国能源服务公司(ESCO)产业: 通过市场每天可以节约更多能源》[非公开发表作品]
ryanschuchard.files.wordpress.com/2011/06/chinas-escoindustry-2010.pdf.

关注点一：工业领域

为了取得最大影响力并获得最大的投资收益，宜兴市需要关注那些高耗能低产出的行业。

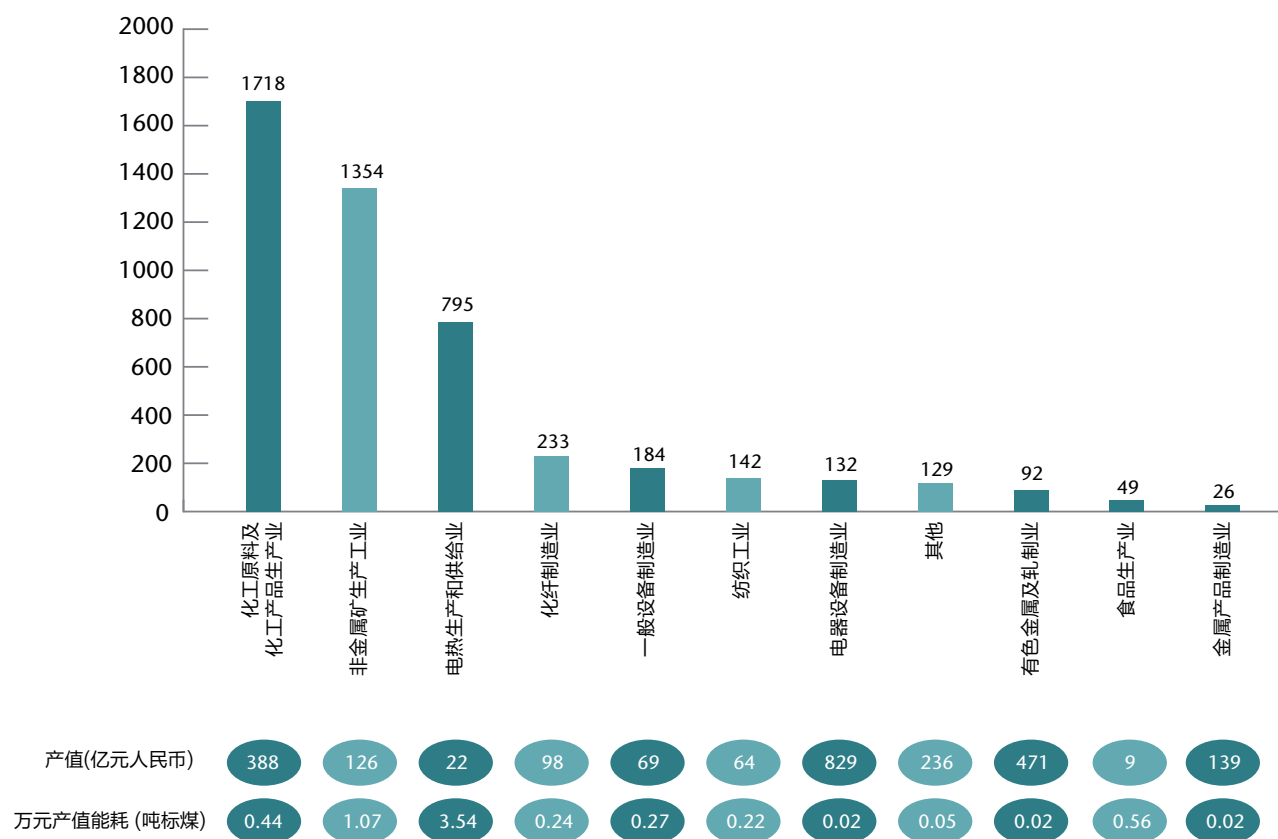
宜兴市有三个行业的能源消耗占整个城市能源消耗总量的80%，而这三个行业的产出只占整个城市工业总产出的22%：

1. 电力生产及供暖行业；
2. 非金属矿物生产业；
3. 化工原料及化工产品制造业。

UII项目团队将重点关注上述三个行业，并提出提高能效的解决方案。

需要注意的是，无论相关企业是国有还是私有性质，该行业都应该纳入政策制定的关键领域。恰当的政策和激励措施能够帮助相关企业步入既能提高竞争力又有助于可持续发展的轨道（详细的行动计划请参看下文相关内容）。

图7：宜兴市不同行业的规模以上企业能源消耗数据（千吨碳当量）



来源：2012宜兴统计年鉴

跨领域解决方案

解决方案1：能源管理中心

要真正实现可持续的节能，第一步是对当前能源利用的有利条件有清晰的认识。能源管理中心可以使建筑物和工厂明确自身的能耗从哪里产生以及采取何种具体措施可以提高能源利用率。对几个工厂的数据进行整合，就可以使整座城市或公司对自身的能源利用率表现有全局的认识。

投资回收期：3-5年

技术新颖性：高

解决方案2：暖通空调系统(HVAC)优化

对空调系统进行改进可以使用户舒适度最大化的同时最大程度地减少费用支出，降低能源损耗，提高室内空气品质。系统改进后，空调系统将具有更优化的运行程序、流量调整、改善资源管理的设备监控、远距离遥控等优点。

投资回收期：约3-5年

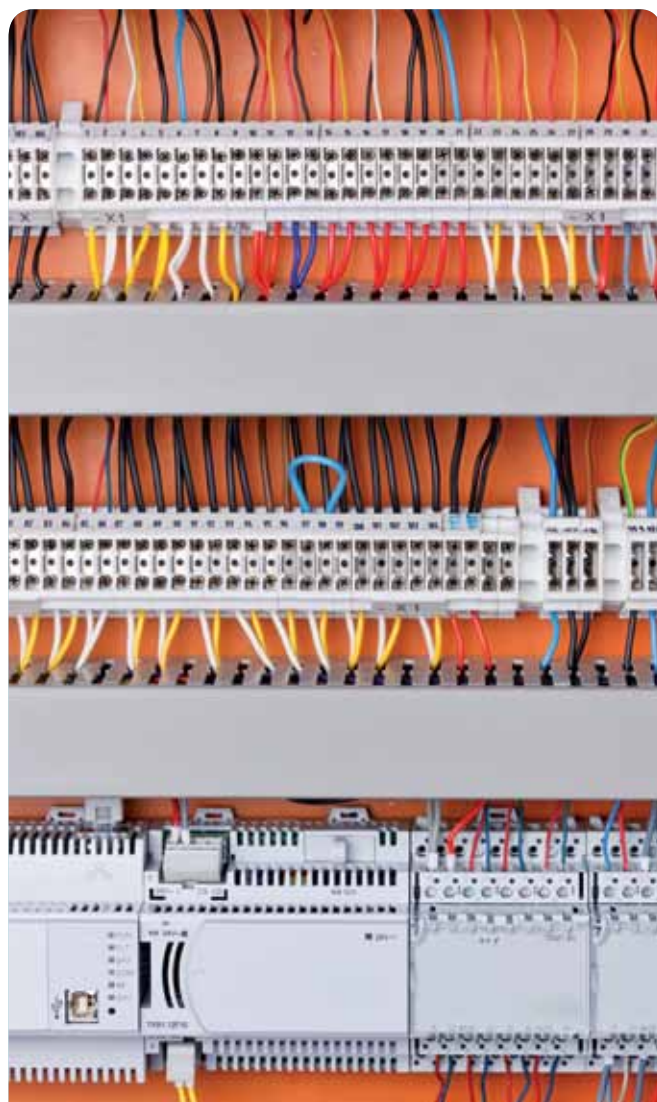
技术新颖性：中

解决方案3：高性能的高速驱动机和风扇

改进工厂常用的风扇、水泵和传送器的电动机性能是一个很重要的解决方案。变速驱动机能有效提高电动机的能效，其优点包括：节能效果显著、控制程序良好、电动机寿命增加、维护费用降低等。

投资回收期：3-5年

技术新颖性：中



具体领域的解决方案：电力生产及供暖

解决方案4：发电流程升级

多数发电过程可以通过升级产生更显著的节能效果。可参考的实例包括升级热泵、热交换系统和管网、蒸汽轮机密封改造以及自动化控制和热能回收锅炉等。

投资回收期：2-3年

技术新颖性：高

解决方案5：集中供热系统最优化

集中供热系统是分布复杂的多个网格。它也可以像电力网格那样变得“更智能”。智能供热系统通过优化资源管理，可提高能源利用率并节约人力成本，主要帮助客户实现以下价值和收益：

1. 应对极端气候变化以及复杂热网结构，随时掌握负荷变化情况（历史/实时/预测）；
2. 针对热网水利失调，专业的数学计算模型，高精度的仿真结果；
3. 运行事故准确定位，实时优化控制策略，响应更加灵活机动，维持高效运行工况；
4. 多途径掌握实时生产经营数据，完善的报表功能使生产计划更加具体准确数字化信息的高效利用，集中供热管网的智能管理。

投资回收期：约2年

技术新颖性：高

专栏 6: 案例研究-山西晋中市直接供暖系统

采用的解决方案

晋中市采用了一种能使该地区供暖管理更高效的系统。这种方案包括实时供暖及供暖设备监测，并以模拟工具为支持，进行更有效的决策和执行规划。这种体系的性能和可用性可以通过GIS管理系统轻松地进行控制。从消费者角度来讲，一套新的信息和加料系统将使热力数据传递更为便捷。

消费者收益

系统更新产生了可观的能源节约：电力消耗降低了30%，水资源消耗降低了20%。总的来说，能源节约20%，相当于每年减少5万吨的二氧化碳排放量。



具体领域的解决方案：水泥业

解决方案6：把废热转化成绿色能源

水泥工业是高能耗行业，在各个不同工艺流程中均需要释放大量的热能。此新技术可以使这些废热成为绿色能源。在世界各地大约一千座工厂已经采用这种成熟的技术。

投资回收期：约3年

技术新颖性：中

解决方案7：质量管理体系及高级过程控制

高级过程控制系统不仅能提高能源利用率，还可以保证水泥质量。高级过程控制可以最大化混合原材料、提高测量精度，并能控制气流、温度、重量、压力、排放、物料平衡和能源利用水平。

EOS帮助管理人员实现下列功能：

- 加强全局能源利用率；
- 出具能源报表；
- 出具环境报告；
- 依据能源法规进行能源消耗和二氧化碳排放对标；
- 依据电费税率进行能耗对标；
- 提高功率因数，避免电力罚单；
- 制定企业、车间和设备的能耗、产量和二氧化碳最优基准；
- 制定绩效目标；
- 查找影响电能质量的因素。

投资回收期：3-5年

技术新颖性：高

专栏 7: 案例研究—都江堰国际水泥厂

采用的解决方案：

都江堰的一处大型水泥厂为其水泥工业配备了一个EOS优化能源系统。新系统包括电力质量管理体系和高性能的替代装置，如驱动器和空气压缩机。项目还通过安装功率测量器，实现对工厂性能进行更好的观察与控制。

消费者收益：

该项目能够大量节约能源（年节约60万—360万kWh电力的潜力），同时还更好地维持财务状况（年节省60万—170万元人民币）和更环保的运行效果（二氧化碳排放量减少2,200吨）。这些性能改进能够迅速收回成本，投资回收期约为一年半。



具体领域的解决方案：化工制造行业

解决方案8：化工工艺改进

化工行业的生产过程可以有多种改进办法，包括提高合成氨能效、回收电石生产过程中的热能等。为了确定最合适的改进方案，需要对整个工艺生产流程进行细致的评估。

投资回收期：平均为3年

技术新颖性：高

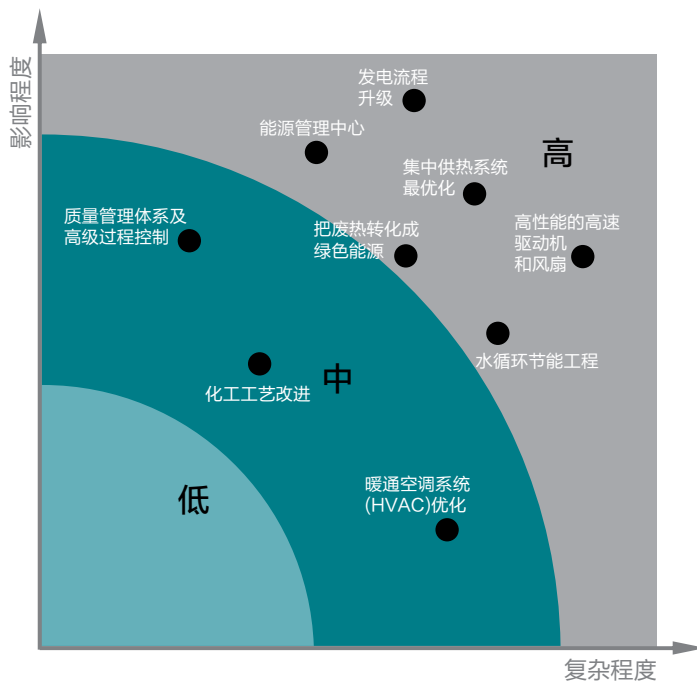
解决方案9：水循环节能工程

化工行业用水量巨大。综合水循环工程能更好地控制水资源的使用，减少运营成本并通过改进水循环再利用措施提高可持续性，达到节能的目的。

投资回收期：1-2年

技术新颖性：高

图8：解决方案实施难度/影响力关系图



关注点二：建筑领域

宜兴市建筑能耗占城市总能耗的15.7%，能源使用在政府、商业以及住宅建筑间分布十分平衡(如图9)。

因此，应该对宜兴市的建筑采取先进的改进措施，确保高水平的能源效率。为有效地实现此目标，应将提高能源效率的两大因素考虑在内：(i)技术和工艺；(ii)市民行为。

第一种因素将帮助宜兴实现其打造科学发展示范城的目标，第二种因素将帮助宜兴实现其打造可持续发展示范城的目标。

解决方案1：城市可持续发展检测&管理仪表盘

城市可持续发展检测&管理仪表盘是为帮助宜兴实现以上两个目标而设计的。采集的数据将帮助宜兴市决策者在关键建筑能耗指标、新建建筑标准、既有建筑改造、水资源保护和再利用以及废弃物管理等方面确定相关政策和优先级。

通过将仪表盘变成公开可视的设备，检测系统同样有助于改变人们的行为。所以，仪表盘为查明高消耗的原因及采取相应的补救措施提供了一个强有力的激励保障机制¹¹。

方案可以从政府主导的公共机构开始实施，如学校、政府主管办公楼、邮局、银行，然后推广到商业和住宅建筑中去。

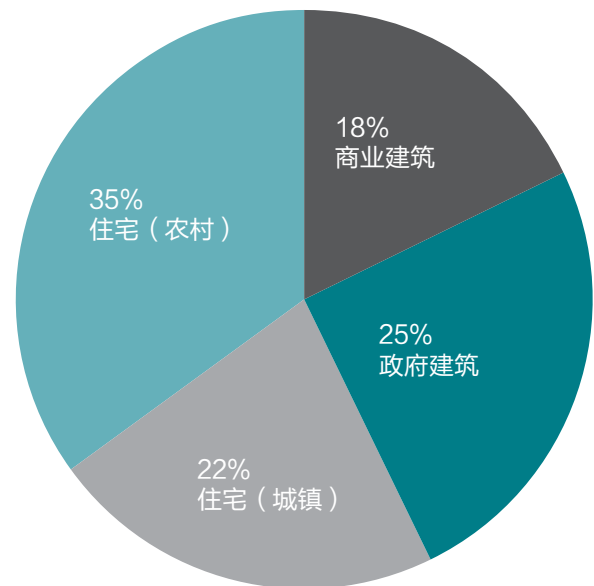
常见的投资回报时间：该软件是一项低投资、高回报的服务。
技术新颖性：非常高

解决方案2：建筑集成管理系统

建筑集成管理系统解决方案能够通过一个或多个点位来监控暖通空调系统(HVAC)，照明设施，入口控制以及其他安防设施。中央控制系统能够优化自然光的使用(通过光通道，电致变色玻璃等)，控制中央感应器和LED灯，还能够提高HVAC系统的效率。该系统整合了故障探测器和智能环境感应器，通过对建筑物重复加热/制冷提高使用效果。

投资回报期：2-4年
技术新颖性：高

图9：宜兴市建筑能耗比例情况



解决方案3：需求管理

需求管理通过使用分配控制系统减少用电高峰时段的负载。该项解决方案能理顺宜兴市的用电需求，从而减少从外市或外地区调配电力的需要，稳定配电网络，提高可再生能源的消费比例。

投资回收期：2-3年
技术新颖性：非常高

解决方案4：屋顶太阳能发电及太阳能热水器

屋顶太阳能电池板可为建筑物提供持续的电能。同时，它又能降低热岛效应，减少对空调的依赖。从太阳辐射中获得的能源还可以直接用于建筑物内的热水器。

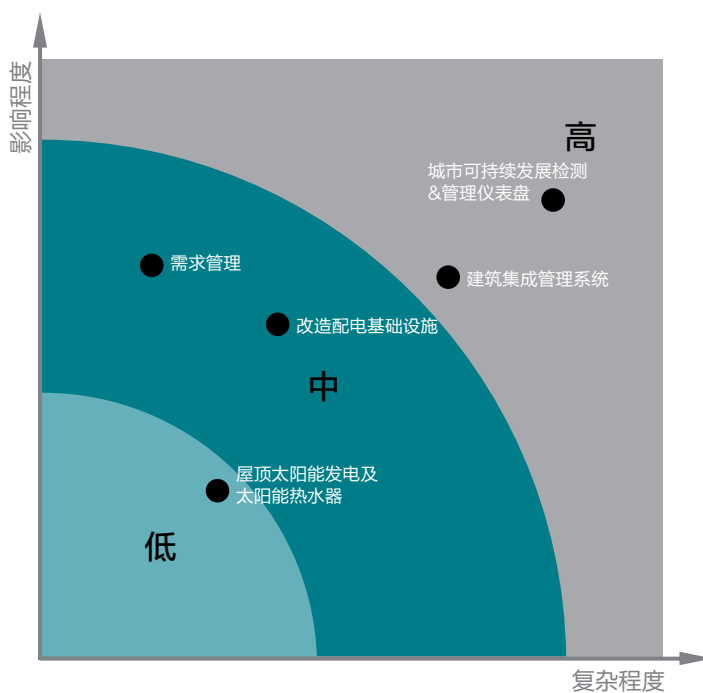
投资回收期：4-5年
技术新颖性：中

解决方案5：改造配电基础设施

配电网络系统是建筑物能源使用的支柱。低电压配电、低电压终端分布、电能质量修正设备和电能监控系统是提高建筑能源利用率的基本建筑构件。

投资回收期：3-5年
技术新颖性：中

图10：解决方案实施难度/影响力关系图



市民参与计划

高水准的能源使用效率不仅仅需要面对技术层面的挑战，个人和组织的行为对预期结果的实现也有极大影响。

因此，UII团队建议开展相关活动，激发个人和组织的参与兴趣，加深市民对提高能效的理解，使市民成为“智能宜兴”工程的一部分。

围绕“智能宜兴”开展沟通行动

对提高能效而言，大量潜在的节能效果实际上与用户的行为息息相关。为了与宜兴市民充分交流节能行动，使得宜兴成为一个智能城市，UII团队建议开展以下活动：

- 开发视觉识别和留言板，分享城市的节能行动和市民采用的节能行为，鼓励共同参与节能行动；
- 建立“可持续性博物馆”，市民不仅可以在其中了解科学技术，还可以学习节能方法；
- 启动评选节能领先者计划（5000位绿色领先个人、10000名学生节能天使），这些获奖者可以参加节能培训，也可以与他们的家人、朋友以及社区分享节能经验。

通过信息共享引导公司进行节能实践

尽管节能行为可以提高能效，降低成本，但由于缺少具体的可操作措施而使节能计划的落实困难重重。因此，为了说服公司采用最佳节能实践，要求公司向政府、其他公司以及公众公开相关信息就显得十分重要。

因此UII团队建议：

- 要求宜兴所有具有一定规模的企业执行可持续发展绩效报告制度；
- 市政府对公司节能绩效进行排名，并奖优惩劣；
- 邀请表现最好的公司参加“可持续发展公司俱乐部”，分享最优实践方法，并且向当地政府领导和外国专家宣传他们的事迹。

这些建议能够给公司以持续的压力，迫使他们将表彰作为竞争优势并超越同行。而这些褒奖措施具有极高的性价比，可以与政府和企业间达成的能效提高协议一起实施。

鼓励宜兴市绿色商业、创业活动

在能源利用领域，宜兴市已经走在全国前列并获得了显著成效。但是，宜兴成为可持续发展领域的创新中心的发展目标必须通过制定配套政策鼓励当地绿色创业来实现：

- 设立绿色基金，为宜兴新成立的环保公司增加融资渠道；
- 以极优惠的条件为新成立的公司提供融资扶持，吸引全球人才来宜兴发展。

工业和建筑高级执行计划

试点项目

实施上述解决方案的最直接的方式就是开展试点（企业自愿参与或由市政府指定试点企业，或在国有企业或建筑物中开展），这能确保方案的成功实施，并为其他行业后续跟进创造条件，逐步涌现优秀案例。

工业部门

如上所述，通过关注电力生产及供暖行业、非矿物质生产加工和化工原料及化工产品制造业这三个行业，宜兴能够取得巨大的积极影响。

2013年，在关注领域内层层推进1-2个项目可以有很大的机会取得成功，然后可以在多个企业和行业中推进实施。

建筑物

在宜兴，尽管公共、商业和住宅方面的电力需求方面占有相近的份额，但是在这三个领域内的能效提高却有着不同的压力和挑战。

公共建筑是这一系列解决方案中最明确、最直接的实施目标。公共建筑使用了建筑能耗的大部分份额并且处于政府的管辖范围内，因而短期内试点和示范项目的首选确定为公共建筑。

商业建筑虽然不在政府的直接管辖范围内，但是由于能效的提高，利益相关者可直接获益，从而可以通过降低价格的方式来提高用户舒适度，所以商业建筑领域对能效提高具备很高的积极性。

住宅区是最棘手的部分。主要是指在房屋持有者与开发商间的矛盾，即提高能效的投资者以及能源的买单者之间很难达成共识，房屋持有者不愿意为投资回收期长的措施进行大规模的投资。对住宅区最好的政策就是对新建楼房采用强制标准，并通过建立高效的沟通计划来改进用户行为。

建筑节能解决方案的第一步是在政府主导下选择能耗突出的公共建筑加以节能改造实施，之后层层推进，计划于2013年将选择1-2座政府公共建筑作为试点，取得成功之后再大范围推广。



工业、建筑和市民参与的行动计划

图11：短期、中期和长期的行动计划

时间	工业	建筑	市民参与
2020 长期	<ul style="list-style-type: none"> 在所选行业执行所有项目并在部分别的行业推行 	<ul style="list-style-type: none"> 扩大至所有政府建筑和30%-40%的商用建筑 	<ul style="list-style-type: none"> 成立绿色企业基金，吸引全球人才
2017 中期	<ul style="list-style-type: none"> 在三个所选行业启动30个项目 	<ul style="list-style-type: none"> 范围扩大至30座政府建筑和10座商用建筑 	<ul style="list-style-type: none"> 可持续发展报告扩大至宜兴所有公司
2014 短期	<ul style="list-style-type: none"> 在所选行业启动三个试点项目 	<ul style="list-style-type: none"> 在10座政府建筑和三座商用建筑中启动试点项目 	<ul style="list-style-type: none"> 启动“智能宜兴”交流项目 建造可持续展览馆 要求宜兴最大的公司提交可持续发展报告
6个月 即时方案	<ul style="list-style-type: none"> 在所选行业启动1-2个试点项目 	<ul style="list-style-type: none"> 在政府建筑中启动1-2个试点项目 	<ul style="list-style-type: none"> 编制并发布企业可持续发展报告标准 要求所有主要企业进行能源审计



财务机制

提高工业和建筑能效需要大量的投资，这对于市政府来说通常十分困难。因此需要创新性的商业模式以减少初始支出：

- **绩效协议：**由第三方为确定可以在年内节约成本的项目支付初始投资，借款则以未来节约的成本偿还；
- **外包：**市政府将管理系统或基础设施外包给第三方；
- **软件服务(SaaS)模式：**由一家公司提供并运营软件，按月或按年收取费用，该模式能显著减少初始投资额；
- **信息和付费服务：**第三方为城市居民和商业客户提供信息或者付款的服务并收取一定的费用；
- **特许经营模式：**在与城市达成共识的前提下，由第三方操控运营系统来为城市创造额外的收益。

这些商业模式已经成功应用于一些具体的技术解决方案。下表提供了一些商业模型和解决方案相结合的很好的例子。

专栏 8：案例研究-北京五星级酒店运行情况总结

采取的解决方案

以一次完整的能源审计和咨询服务为切入点，向酒店提供一个全面的能源改造方案。这一方案包括建立建筑物能源管理平台、升级暖通系统等。最重要的是，项目执行过程中项目执行过程中创造性地采用了绩效合同模式：酒店不用投入任何资金，而公司在项目未来五年的回报期内获得收益。

消费者收益

公司通过改造项目节约25%的能源，从而每年减少160万单位的电能消耗以及1,700吨的二氧化碳排放量。

图12：解决方案和商业融资模式之间的关系

绩效协议	<ul style="list-style-type: none"> • 为提高能效而进行的建筑改造
外包	<ul style="list-style-type: none"> • 建筑物监控和维护 • 交通系统监控和管理
软件服务模式	<ul style="list-style-type: none"> • 建筑管理系统 • 可持续性仪表盘 • 智能交通管理系统
信息和付费服务	<ul style="list-style-type: none"> • 交通付费服务 • 交通和停车信息服务
特许经营模式	<ul style="list-style-type: none"> • 路桥收费 • 交通管制，拥堵收费，交通费收取

参考文献

施耐德电气(2008)。能源部署 — 水泥工业解决方案
<http://www.schneider-electric.at/documents/solutions/application/plantstruxure/337-cement-solution-brochure.pdf>

国际能源署(IEA)(2011)。全球二氧化碳排放

千年生态系统评估(MA)(2005)。生态系统与人类福祉：千年生态系统评估报告。华盛顿特区：MA

经合组织(OECD)(2012a)。OECD白皮书 2011-2012。
巴黎：OECD

经合组织(OECD)(2012b)。紧凑型城市政策 — 比较评估。
巴黎：OECD

孙晓亮等(2011)。中国能源服务公司(ESCO)产业：通过市场每天可以节约更多能源。[非公开发表作品]
ryanschuchard.files.wordpress.com/2011/06/chinas-esco-industry-2010.pdf

联合国人居署(UN-HABITAT)(2012)。城市领导人与城市规划。
内罗毕：UN-HABITAT

世界银行(2012)。中国可持续低碳城市发展。发展方向 — 国家和地区。Baeumler, A, E. Ijjasz-Vasquez, and S. Mehndiratta, Eds. 华盛顿特区：世界银行

宜兴市政府(2010a)。宜兴公共交通系统短期规划。

宜兴市政府(2010b)。宜兴市政府公开信息。[网络信息]
<http://zwgk.yixing.gov.cn/soft/show.asp?id=2897>
[登录日期：2012年10月28日]

宜兴市规划局(2010)。宜兴市详细规划及设计。[网络信息]
http://www.yxghj.gov.cn/ghzs_zhanting.asp?boardid=50&classid=6
[登录日期：2012年10月30日]

标注

1. 世界银行(2012)；
2. 世界银行(2012)；
3. 世界银行(2012)；
4. 城市生态足迹将帮助城市确定在什么地方投资更有利于可持续发展，尤其是实现“十二五”规划目标，即：到2015年碳强度降低17%；
5. 经合组织(OECD)(2012b)。紧凑型城市政策 — 比较评估。巴黎：OECD
6. 源自宜兴市长的话；
7. 世界银行(2012)；
8. 丽江市的步行街建设是一个很好的案例，其内设有众多的纪念品商店、小餐馆和旅游景点。广州市也成功的将步行街引入穿城河，市民只能够沿着河两岸步行，沿途设有公园、人工湖、重建的历史名胜以及小餐馆、纪念品店和古玩店等；
9. 宜兴应该现在就规划轻轨或者地铁线路以引导未来的发展方向。为了确保以交通主导发展策略的有效性，宜兴也应该在允许开发商建设新城区之前规划好轻轨/地铁线路。这不仅能够避免交通规划“事后诸葛亮”式的错误，也将在政府出让土地的过程中提升土地价值；
10. 世界银行(2012)；
11. 仪表盘基于加拿大安大略省近1000所学校的数据。结果显示了碳排放的变化，并表明实施效果最差和最好的学校的运营成本比高于5:1。这迫使学生、家长、老师和学校主管查找原因并提出改进措施。

关于世界可持续发展工商理事会（WBCSD）

WBCSD是一家由具有前瞻性思维的企业组成、由CEO驱动的组织，促进全球工商业共同实现商业、社会和环境的可持续未来。

理事会及其全体会员以其卓越的战略领导力和高效的宣传能力，致力于提供具有建设性的解决方案、促进共同行动。理事会通过与利益相关方建立强大的工商业宣传平台，以可持续的解决方案为导向推动相关政策的改进，引领国际对话。

WBCSD拥有200多家会员企业，会员遍布各行业、各大洲，年收入总和超7万亿美元，理事会为会员提供交流和发展的平台，分享可持续发展最佳实践，开发旨在改变现状的创新工具。理事会同时与60多个国家及地区的区域网络进行合作，其中大多数来自于发展中国家。

www.wbcd.org

致谢

UII项目组向以下为宜兴UII报告做出贡献的人士致以诚挚的谢意：

宜兴市政府：王中苏、张立军、何晓进，以及宜兴市规划局、交通局、发改委、建设局、统计局、经信委、公用事业局、公安局等

中国可持续发展工商理事会(CBCSD)：王基铭、蒋惟明、翟齐、詹鲲、季清、李翔宇

宜兴项目-企业团队：

Cécile Tuil, Régis Largillier, Thomas Graziani, Tim To, 徐学文, 张海琼, 李勇, 齐晓东（施耐德电气公司）；

Neil Perks（潘宁），闫斌，陈如，杨文静（AECOM公司）；
Torsten Kleiss, 王伟国, 梁月林, 蔡荔（西门子公司）。

宜兴项目-WBCSD团队：

Matthew Lynch, Claudia Schweizer (WBCSD);

Nicholas You（UII担保小组主席、城市战略委员会主席）；

Roger Cowe（企业可持续性顾问）。

校对人员：

顾舟宇, 秦梦阳(西门子公司)

法律声明

该报告由WBCSD出版发布。同WBCSD其他出版物一样，本报告是UII项目高级执行方和秘书处成员共同努力的成果。报告已通过UII成员的审核，以确保能够广泛代表WBCSD会员的观点。

版权所有© WBCSD, 2013年6月

图片资料来源：123rf, Flickr (alantang90, AluminumStudios, jackalrama, Lin Pernille Photography, mb17chung, Wendell Syvertson, cathyse97), iStock, Photos.com, Shutterstock, WBCSD, Wikimedia, 宜兴市。

ISBN: 978-2-940521-07-4

UII项目成员

联合主席



西麦斯是一家全球性的建筑材料公司，为50多个国家的客户提供高质量的建材产品和可持续发展解决方案。



苏伊士公司从电力、天然气、能源效率和环保领域为个人、城市、企业提供高效、创新的解决方案。



西门子公司是城市基础设施建设可持续发展领域的全球合作伙伴，提供绿色、高效的产品、解决方案和金融模式。



世界可持续发展工商理事会(WBCSD)是一家由具有前瞻性思维的企业组成、由CEO驱动的组织，促进全球工商商业共同实现商业、社会和环境的可持续未来。

项目成员



安迅公司是可再生能源、可持续基础设施建设及水资源服务领域的专家，具备优秀的创造力、发展能力及管理能力，为可持续发展事业积极贡献力量。



AECOM公司是提供专业技术和管理服务的全球咨询集团，致力于增进世界、自然和社会环境的可持续发展。



旭硝子公司是以玻璃、氟化学、陶瓷和其他相关领域为核心业务的全球材料、零部件供应商。



法国电力集团是能源工业领域的全球领先企业，业务覆盖发、输、配电及电网管理等电力行业全产业链，并正积极拓展天然气业务。



本田集团是世界上最大的摩托车制造商、全球领先的汽车制造商，并为交通、电力、清洁能源生产等领域供应多种高精尖产品。



尼桑公司是全球著名的汽车及水上设备制造商，同时提供相应的服务。



飞利浦公司致力于为消费者在医疗、日常生活及照明等领域提供多样化的专业服务。



施耐德电气是全球能效管理专家，致力于为家庭、建筑物、厂房、数据中心和配电网络提供安全、有效的能源利用整体解决方案。



TNT快递公司是全球领先的物流服务商，致力于提供快速、准时的快递服务。



丰田公司是一家超大型汽车公司，致力于以高品质及创新型的产品及服务为全社会的可持续发展贡献力量。



联合技术公司为全球商用建筑、航空和航天工业提供先进的技术和服 务，客户包括 Carrier, Fire & Security, UTC Power, Pratt & Whitney, Hamilton Sundstrand和 Sikorsky等。



www.wbcd.org



World Business Council for Sustainable Development

4, chemin de Conches, CH-1231 Conches-Geneva, Switzerland, Tel: +41 (0)22 839 31 00, E-mail: info@wbcd.org
1500 K Street NW, Suite 850, Washington, DC 20005, US, Tel: +1 202 383 9505, E-mail: washington@wbcd.org

www.wbcd.org