

工业园区道路网络优化研究

——以苏州市工业园区为例

纪魁 马健霄 李铭

【摘要】随着工业园区经济发展，原始的大尺度路网已经不能满足用地规划和交通增长带来的需求，“宜居园区”、“智慧园区”建设对路网规划提出了新的要求。文章以苏州工业园区为研究对象，对其路网提出了明确道路功能、改善交叉口通行能力、设置二次行人过街、加密路网、道路路权分配优化和组织单向交通的优化建议，以交通模型对优化后路网进行测试，优化方案对于园区道路运行确实起到了一定的改善作用。文章对园区路网研究提出优化建议，期望能够对园区交通起到一定的改善作用，为其他园区路网优化提供一定的参考。

【关键词】工业园区；道路网络；路网优化

1 基于出行成本比较的公共交通与小汽车交通竞争的判别模型

1.1 引言

20 世纪 70 年代末，深圳创办蛇口工业区，拉开了中国工业园区建设的大幕，截至 2012 年末，国内已建成的国家级经济技术开发区共有 153 个，国家级高新技术开发区共有 105 个^[1]。工业园区作为区域经济发展的焦点，带来一定的经济效益的同时，甚至会成为区域的形象工程。伴随着园区经济的发展，园区吸引越来越多的居民和游客，由“吸引交通”转为“治理交通”，对于园区内部的道路网络，提出了更高的要求。

苏州市工业园区是中国和新加坡两国政府的合作项目，规划面积 278 平方公里，中新区建设较为完善，随着越来越多人口的涌入，传统的工业园区需要逐渐向“宜居园区”、“智慧园区”转型，其内部路网面临新的挑战：大尺度的路网导致行人过街困难重重；低密度的路网使得无线全面覆盖成为难题，园区道路网规划的不完善成为制约其有序发展的瓶颈。本文以苏州工业园区为例，对其道路网络进行优化研究，提出相应的改善措施和建议，为其他园区路网优化提供一定的参考。

2 园区路网问题分析

从全市范围看，苏州市以“井字加环”快速路为骨架，“八横八纵”的主干路框架体系。该路网络有效连接园区、吴中、新区与相城等主要发展区，并对古城形成较好的保护。

工业园区位于苏州东部，骨架路网建设基本成型，形成了较为完善的骨架网络，“两横

“两纵”的快速路网中娄江大道（园区界-星湖街）、独墅湖大道（园区界-星湖街）、东环路已经建设，娄江大道东延、星华街在建；湖西 CBD 和湖东 CWD 道路建设标准较高。但是和很多园区一样，前期由于以工业用地为主，道路建设尺度较大，园区现状已建道路总长度约 850 公里，路网密度为 4.17 公里/平方公里^[2]。



图 1 园区现状路网图

经历了“吸引交通”、“吸引投资”之后，目前园区进入了“治理交通”、“产业转型”的新阶段。分析现状路网，主要存在以下问题：

（1）道路等级结构不合理

同很多园区一样，苏州工业园区前期注重主要道路建设，导致主干路网密集，次干路、支路偏少，路网级配主干路：次干路：支路为 1：:1.16：1.13，与规范值相差较多。等级结构的不合理，直接导致微循环不畅，交通向主干路聚集，发生交通拥堵。

（2）道路交通功能紊乱

对于主次干路仅做规划层面等级的区别，而没有实质的在沿线开口、车行速度、过街间距等制定相应的规范要求，导致道路实际使用功能与规划功能不一致。长距离交通与短距离交通重叠；快速交通流与普通交通流重叠；过境交通穿越城市道路等问题，降低居民出行安全感，同时混行交通使得城市交通控制系统难以奏效，路网整体性功效无法得到有效发挥。

（3）道路资源分配向小汽车倾斜严重

小汽车占用道路资源接近 60%；路内停车过多的设置占用了大量道路空间（中新区设置

了 85 处路内停车,共 5673 个泊位)。园区公交专用道 13.4 公里,占主干路的比例仅为 5.5%,与江苏省要求达到 20%相比,尚存在一定差距。从空间资源分配来说,公交专用道占用道路空间资源不到 1%,公交路权优先的落实仍较为滞后。

(4) 慢行过街较难

为了保证机动车的快速通行,一味追求大幅度的路宽,导致道路空间尺度过大。虽然道路红线范围内,慢行路权得到保障,但是慢行过街问题较大,导致城市功能的割裂。

以上苏州工业园区的问题,其实在很多园区及城市中也存在着相同的问题,重点针对以上问题进行优化研究。

3 园区路网优化

道路网络优化是指在一定的约束下,通过确定优化目标、建立预测模型、进行道路网络的平面轮廓设计,形成区域未来路网规划方案的过程^[3]。本文主要在现状和预测模型的基础上,发现问题并给出优化建议,以期规划出持续实现和支撑城市发展的道路网络。

3.1 明确道路功能

不同等级的道路,对于车速、支路接入,应该有不同的要求。园区现阶段,主干路和次干路断面形式接近(双向 4 车道),规划预留主干路拓展空间充足,近期应该以拓宽主要道路来满足日趋增强的交通需求。

主干道满足“通”,次干道主要为主干路和快速路分流和集散,支路满足“达”^[4],所以对于不同的道路,根据服务功能不同,做出等级调整,同时将主干路细分为交通型、公交优先型道路,次干路细分为交通型和生活型道路,提出了面向规划管理的控制要求,包括沿线各等级道路接入条件、机动车和慢行出入口设置要求、公共交通线路布局要求、慢行过街通道设置要求等(详见表 1)。

表 1 不同等级路网控制要求

道路等级	道路功能层次	主要功能	控制要求
快速路	——	片区间机动车出行	<ul style="list-style-type: none"> • 主线快速通行,以立交或者匝道形式与主干路或者次干路相交; • 匝道出入口满足规范要求
主干路	交通型主干路	以机动车化交通通行功能为主,主要承担跨片区、较长距离的机动车	<ul style="list-style-type: none"> • 与主干路相交以平面交叉口或节点分离式; • 与次干路相交采用平面交叉口;限制支路接入,如需接入一般间距不小于 500 米; • 一般禁止开设机动车出入口和慢行出入口; • 公交线路站点设置一般在 500-800 米。 • 慢行过街通道设置距离应为 300-500 米,路

		出行需求。 兼顾机动化交通和公共交通，承担机动化出行需求的同时应加强慢行和公交的接驳。	段过街可采用立体过街设施； <ul style="list-style-type: none"> • 允许支路接入，但一般控制支路间距，应不小于 250 米； • 一般禁止开设机动车出入口，但应开设专用慢行出入口； • 公交线路站点设置应为 400-600 米 • 慢行过街通道设置距离应在 200-300 米，主要以平面过街形式为主。
次干路	公交优先型主干路	补充骨架路网，提高通行效率。	<ul style="list-style-type: none"> • 可以接入主干路，以平面交叉口信号控制的形式；控制支路开口； • 允许开设机动车出入口和慢行出入口； • 公交线路站点设置应为 400-500 米； • 过街设施间距 250~350 米，平面过街形式为主。
	交通型次干路	服务于慢行交通。	<ul style="list-style-type: none"> • 一般不接入交通型主干路，与其他主干路以平面交叉形式接入； • 允许开设机动车、慢行出入口； • 公交线路站点设置为 300-400 米； • 过街设施间距 200~250 米，平面过街形式为主。
支路	生活型次干路	服务于慢行交通。	<ul style="list-style-type: none"> • 原则上不接入交通型主干路，其他主干路以平面交叉形式接入； • 允许开设机动车、慢行出入口； • 公交线路站点设置为 300 米以内； • 过街设施间距不超过 150 米，平面过街形式为主。



图 1 苏州工业园区路网规划图

3.2 改善交叉口通行能力

园区道路（非快速路）交叉口基本以展宽一个车道或两个车道的方式，进行了通行能力的提升，但是对于某些路段的交叉口，在方案测试中，依然较为拥堵，将会成为未来交通的瓶颈；行人过街需求的增大与机动车通行要道在交叉口的矛盾，需要以分离式立交的形式进行处理。由于园区轨道线网较为密集，至 2020 年将会开工建成 6 条城市轨道（包括已建轨道），所以在建设交叉口分离式立交时，需要充分考虑建设时序和可行性。在 TransCAD 平台，测试各主要交叉口服务水平，D 级服务水平的交叉口主要以优化信号控制和平面渠化进行处理，E、F 级交叉口作为需要分离式处理的交叉口，研究推荐建设 8 处分离式立交，改善交叉口通行能力。

表 2 交叉口服务水平特征

服务水平	饱和度特征	每辆车延误时间/s	运行状况
A	$V/C \leq 0.25$	≤ 5.0	自由交通流（通畅）
B	$0.25 < V/C \leq 0.5$	5.1-15.0	稳定车流（稍有延误）
C	$0.5 < V/C \leq 0.7$	15.1-25.0	稳定车流（能接受的延误）
D	$0.7 < V/C \leq 0.85$	25.1-40.0	接近不稳定车流（能忍受的延误）
E	$0.85 < V/C \leq 0.95$	40.1-60.0	不稳定车流（拥挤、不能忍受的延误）
F	$V/C > 0.95$	≥ 60.0	强制性车流（堵塞）

表 3 分离式立交设置

序号	位置	推荐形式
1	现代大道—星港街	分离式立交，现代大道下穿星港街
2	星港街（现代大道北—苏惠路南）	分离式立交，星港街下穿
3	星港街—中新大道西	分离式立交，中新大道下穿星港街
4	星港街—独墅湖大道（现状）	分离式立交，星港街下穿独墅湖大道
5	苏虹路—星湖街	分离式立交，苏虹路下穿星湖街
6	现代大道—星湖街	分离式立交，现代大道下穿星湖街
7	星湖街—中新大道东	分离式立交，中新大道东下穿星湖街
8	港田路—钟南街（在建）	分离式立交，钟南街上跨港田路

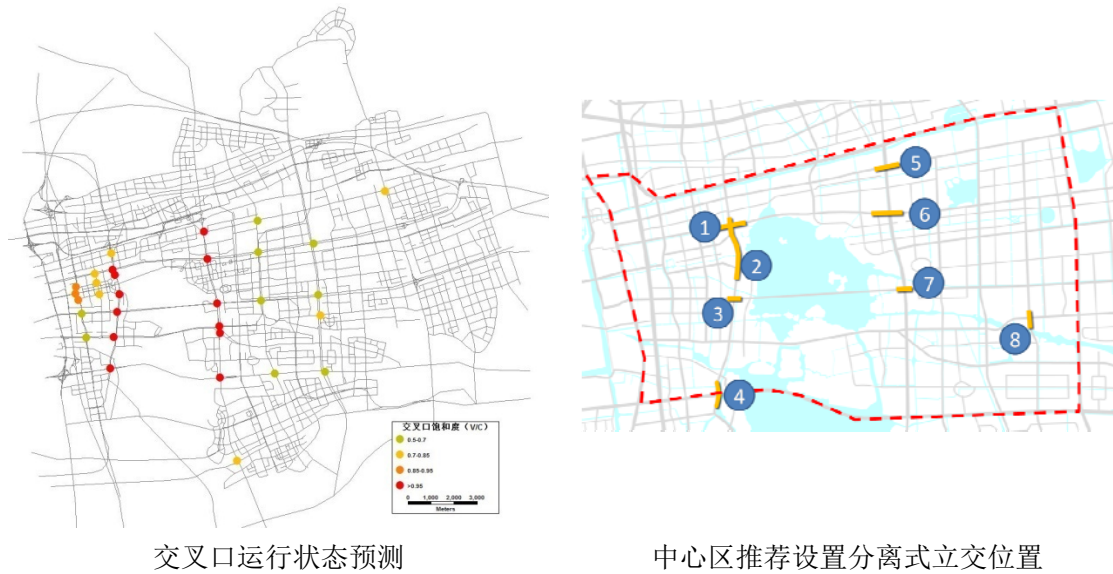


图 2 交叉口运行状态及分离式立交设置位置

3.3 设置二次行人过街

大尺度的道路网使得过街成为一个难题，除了按照一定要求布设过街横道，应该在道路机动车车道宽度大于 16 米，建议设置行人二次过街^[5]，当行人穿过半幅路时，停在安全驻足区，给行人明确的空间占用权静止等待下一次穿过剩余半幅路的机会。其相比一次过街而言，具有提高交叉口的容量和通行能力、增加主干路的绿信比、缩短行人一次性过街的距离、方便老年人和交通弱者过街等优点。无中央分隔带时利用栅栏形成安全驻足区的形式、有中央分隔带利用中央分隔带形成安全驻足区和错位人行横道。

立体过街设施可以有效分离行人与机动车的冲突，在中央商贸区、月亮湾、城铁商务区、轨道车站可以结合周边建筑设计立体过街；客运枢纽、学校周边、文体场馆等行人流量较大的地区，适宜设置立体过街；车流量较大的主干路，行人过街需求较大，以立体过街形式保证交通安全。

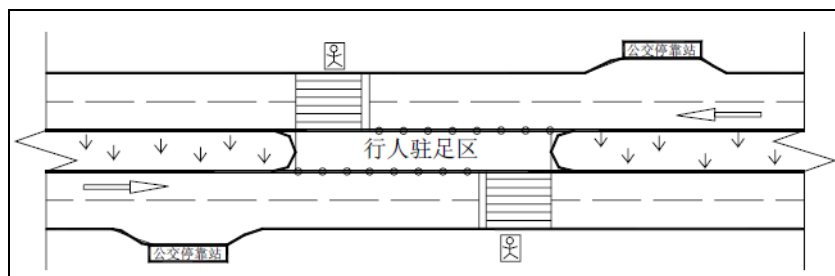


图 3 慢行二次过街示意图

3.4 加密路网

加密地块周边道路，既能服务于内部出行需求，又增加地块的临街面，提高地块价值，

形成良性循环。园区大尺度路网建设基本完成，进行路网加密应该以不破坏地块为前提，保证地块的完整性；对于需要拆迁建筑进行建设的道路，尽量拆迁单侧建筑增加红线。

加密的策略主要有：

(1) 既有断头道路的打通

对于生活区内的断头支路，进行打通，以沟通慢行；断头次干路，在不破坏地块的前提下，予以打通，以形成循环系统。

(2) 地块改造建设道路

园区进行新一轮的总体规划，给路网的加密提供了一定的契机。结合项目变迁，地块改造，进行道路建设，加密道路网络。

(3) 小尺度路网建设

在园区内，可以效仿香港等先进城市，建设 3-5 米的小尺度路网，服务于慢行休闲或者作为单向交通道路，以加密道路网络。

(4) 共享路径建设

对于园区现状各个封闭的居住小区，将其主要轴线进行串联，打通形成共享路径，服务于小区居民步行休闲。

由于园区现实情况所限，进行路网加密之后，对于道路密度有所提高，但是尚未达到较为理想的密度值。

3.5 道路路权分配优化

园区居民家庭小汽车拥有量达到 13.8 万辆，平均 193 辆/千人，机动化水平与上海、新加坡相当；中新合作区平均 267 辆/千人，接近户均 1 辆。按照国际机动化发展一般规律，园区现状机动化水平已经进入第一个普及期，仍将保持较高的增长速度。

在小汽车快速发展的时期，需要一定的公交专用道以提升公交竞争力。在路网层面，支持公交优先体现在道路资源向公交方式倾斜。在路段上设立公交专用道，提升公交竞争力的同时，压缩了小汽车的行驶空间，对小汽车的通行产生一定影响，有一定的敏感效应^[6]。所以对于有限的道路资源，需要合理的分配，提升公交吸引力的同时，保证路网整体运行的畅通。

本次路网优化研究，在客流廊道设置公交专用道。设置公交专用道长度约为 124 公里，其中路段式公交专用道 56.5 公里；中运量公交专用路权 54.3 公里。



图 4 公交专用道布局规划图

3.6 单向交通组织

单向交通是一种投资少、见效快的管理措施，对于中心路网较密区域且距离较短的拥堵路段，可以考虑试行^[7]。单向交通在减少对象交通的冲突的同时可以在路侧设置路内停车位，以满足中心区域的泊位需求。

园区湖西 CBD 区域，路网呈方格网形，道路面积率达到 32%，线密度为 11 公里/平方公里，路网密度较高、路网结构合理，有利于支持其高强度开发。外围主干路双向交通，内部道路组织单向交通。

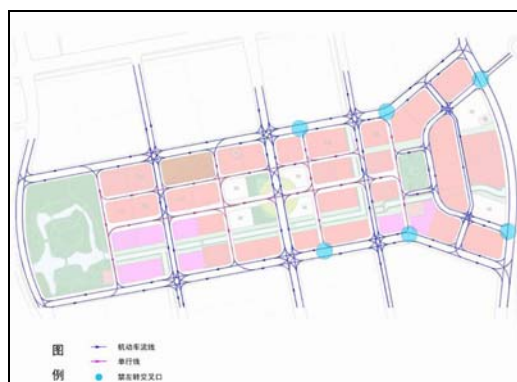


图 5 CBD 机动车交通组织图

3.7 优化评价

本次路网优化研究，主要是提升了园区路网的“宜居”性能，期望在进行优化之后，对于小汽车交通运行效率有一定的提升，同时均衡好慢行和机动出行环境。依托综合交通规划

所建立的模型和参数，进行路网运行水平测试。对于整个园区，道路运行基本流畅，车流平均速度由 30 公里/小时上升到了 35 公里/小时，主要道路饱和度由 0.75 降到了 0.7；由于公交专用道的设置，此类道路上公交线路行程车速由原先的 20 公里/小时上升至 25 公里/小时，增加园区公交出行分担率近一个百分点，此类道路上的公交客流也有较大幅度增长，增长约 28%。



图 6 优化方案测试图

4 结语

道路网络规划是城市稳定、有序发展的重要组成部分，本文对苏州工业园区路网提出优化研究建议，期望能够为国内类似转型中的园区交通发展提供一定的借鉴，为其他园区的道路优化提供一定的参考。值得注意的是，交通问题是一个系统问题，路网优化还需要配合其他的交通政策和措施，进行深化探析，才能构建出畅通、有序的交通环境，实现城市的现代化建设。

【参考文献】

- [1] <http://www.51report.com/free/3037893.html>.
- [2] 江苏省城市规划设计研究院,《苏州市工业园区综合交通规划》,2013.
- [3] 夏博,何韵瑶,马燕玲.《城市道路网络优化设计方法初探》[J].城市交通,2004,2(3):3-6.
- [4] 黄良会,叶嘉安.保持城市交通畅通——香港城市交通管理经验[M].北京:中国建筑工业出版社,1996.
- [5] 熊文,陈小鸿,胡显标等.《城市干路行人过街设施选型研究》[J].城市交通,2013.11(1):49-59.
- [6] 程琳,纪魁,蒲自源等.路段型随机用户均衡敏感度分析[J].东南大学学报,2013.43(1):221-225
- [7] 蔡晓禹,杨远祥,刘文清.《城市单向交通组织探讨——重庆市江北城 CBD 案例分析》[J].交通建

设,2013.4:209-212.

【作者简介】

纪魁，男，博士，江苏省城市规划设计研究院，工程师。电子信箱：397299100@qq.com

马健霄，男，博士，南京林业大学，教授

李铭，男，博士，江苏省城市规划设计研究院，高级工程师，主任工程师