

优化人们在地下车库的体验

DT team 2 Constellar

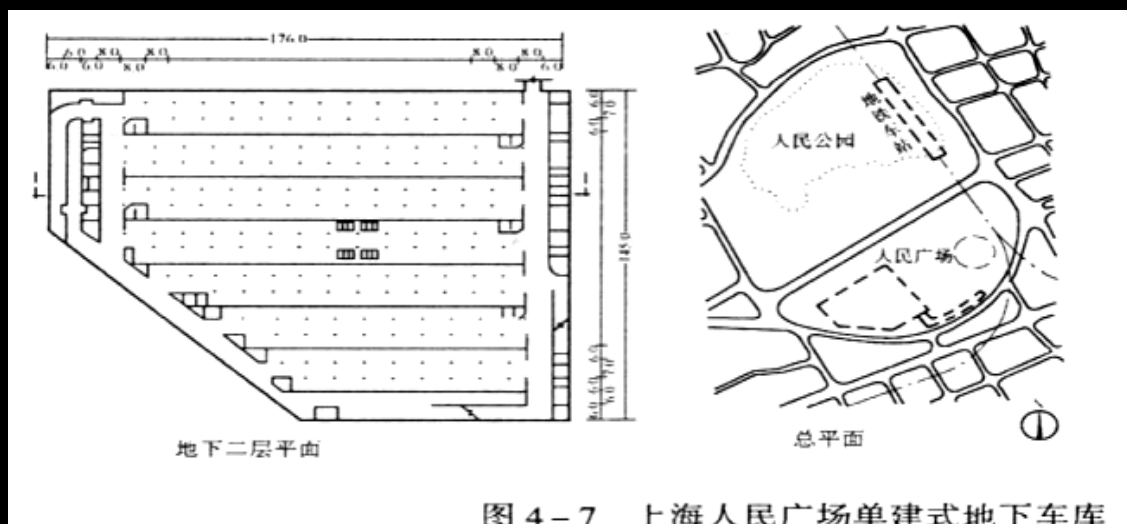
Data pack

停车场的分类

- 固定 & 流动
- 停车时间长 & 短
- 停车场位置：商场、工作单位、活动场所和住宅
- 目的：停车 & 抄近路
- 大小

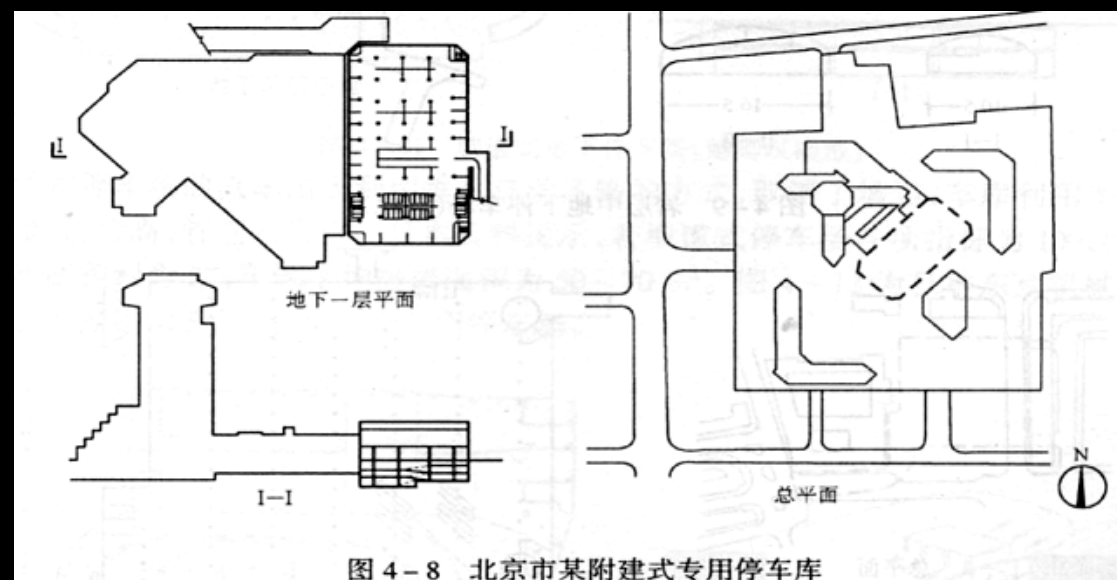
停车场的分类

- 单建地下停车场
- 定义：是指不受地面建筑的制约而独立建在地下的停车场，一般建在广场、道路、绿地、空地之下。
- 特点：此种停车设施主要功能由车辆运行及停放的功能来确定，对地面设施基本不影响。
- 图为上海人民广场单建式地下停车场，共两层，一层为商场，二层为车库，可容纳 600 台小汽车，，平均 $36.3 \text{ m}^2/\text{台}$ 。



停车场的分类

- 附建式地下停车场
- 定义：附建式地下停车场是建在地面建筑地下部分的停车场。
- 特点：此种设计必须同时满足地面建筑及地下停车场两种使用功能要求，因而对柱网选择上有一定的困难
- 图为北京市的一个附建式专用停车库。



停车场的分类

- 坡道式停车场
- 定义：坡道式停车场是利用坡道出入车辆的地下停车场
- 优点：造价低，进出车方便、快速，不受机、电设备运行状况影响，运行成本低。
- 缺点：占地面积大，使用面积的有效利用率较低，增大了通风量、增加了管理人员。
- 图为德国汉诺威坡道式停车场，可停放小型车 352 台，平均 33m²/ 台，地面为广场，地下 2 层

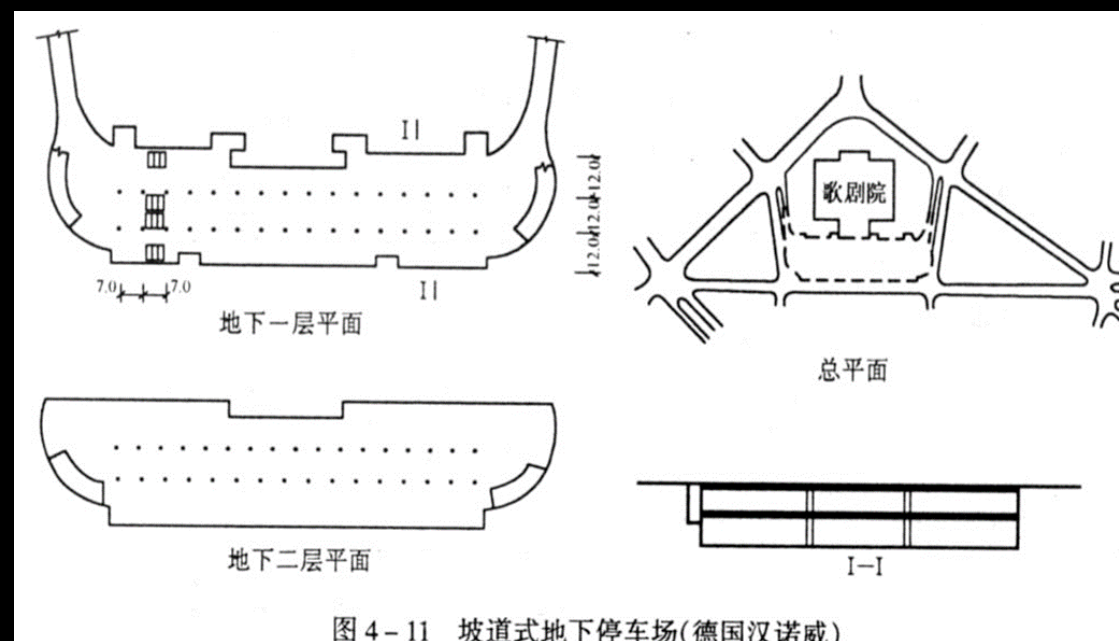


图 4-11 坡道式地下停车场(德国汉诺威)

停车场的分类

- 机械式停车场
- 定义：机械式停车场是利用垂直自动运输的方式出入汽车的停车场。
- 优点：取消了坡道，车库利用率高，管理人员少。
- 缺点：进出车速度较慢，造价高



停车场的分类

- 土层中地下停车场
- 定义：土层中地下停车场是指软土层中建造的地下停车场。
- 特点：可集中布局，开挖较容易
- 岩层中地下停车场
- 定义：岩层中地下停车场是指周围以岩石为介质建造的地下停车场。
- 特点：岩层中停车场主要特点为条状通道式布局，洞室开挖走向灵活

停车场的分类

规模	特大型	大型	中型	小型
停车数	>500	301~500	51~300	<50

类别	I	II	III	IV
汽车库	> 300辆	151~300辆	51~150辆	≤50辆

停车场的规范

- 《汽车库建筑设计规范》
- 《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》
- 地方性“停车场（库）配建标准”
- 《建筑设计资料集》第 6 册
- 《城市汽车停车场（库）设计手册》

停车场的规范

- 汽车库的汽车出入口一般不应少于 2 个。
- IV 类 (≤ 50 辆) 汽车库, 可设 1 个单车道出入口, 但必须完善交通信号和安全设施, 出入口外应设置 ≥ 2 个等候车位。
- III 类 (51 ~ 150 辆) 地上汽车库、停车数 < 100 辆的地下汽车库, 可设 1 个双车道出入口。
- 特大型汽车库 (> 501 辆) 库址, 车辆出入口应 ≥ 3 个。
- IV 类的汽车库在设置汽车坡道有困难时, 可采用垂直升降梯作汽车疏散出口, 其升降梯的数量两台, 或设置 1 台升降梯和 1 个单车道的出入口, 出入口外应设置 ≥ 2 个等候车位。停车数少于 10 辆的可设一台升降梯

停车数	汽车出入口
<25辆	1个单车道, 但必须完善交通信号和安全设施, 出入口外应设置 ≥ 2 个等候车位。
26~99辆	1个双车道或2个单车道
100~199辆	2个单车道
200~699辆	2个双车道
≥ 700 辆	3个双车道, 并应进行服务水平评价, 确定出入口数量

停车场的规范

各汽车出入口之间的净距应 $> 15\text{m}$

特大、大、中型汽车库（ > 50 辆）库址出入口应设于城市次干道，不应直接与主干道连接。

汽车库库址的车辆出入口，距离城市道路的规划红线应 $\geq 7.5\text{m}$ ，并在距出入口边线内 2m 处作视点的 120° 范围内至边线外 7.5m 以上不应有遮挡视线障碍物。（附图）

库址车辆出入口与城市人行过街天桥、地道、桥梁或隧道等引道口的距离应 $> 50\text{m}$ ；距离道路交叉口应 $> 80\text{m}$ 。

两个汽车坡道毗邻设置时（如剪刀式），应采用防火隔墙隔开。

车库之间以及车库与其他建筑物（除甲类物品库房外）之间的防火间距应 $\geq 10\text{m}$ 。

汽车库周围应设环形车道，当有困难时，可沿建筑物的一个长边和另一边设置消防车道，消防车道宜利用交通道路

- 坡道式汽车库
- （一）坡道设计常用数据和要求
- 1. 最小净宽（按防火疏散要求）：单车道 4m ，双车道 7m 。
- 2. 坡道、通车道的最大坡度（小型车）：直线坡道 15% （ $1: 6.67$ ），曲线 12% （ $1: 8.3$ ）。。
- 3. 缓坡段：当坡度大于 10% 时设置。直线缓坡段的水平长度应 $\geq 3.6\text{m}$ ，坡度应为坡道坡度的 $1/2$ ；曲线缓坡段的水平长度应 $\geq 2.4\text{m}$ ，曲线半径应 $\geq 20\text{m}$ ，缓坡段的中点为坡道原起点或止点。（附图）
- 4. 道牙和护栏：当坡道横向两侧无墙时应设置，道牙宽度应 $\geq 0.3\text{m}$ ，高度应 $\geq 0.15\text{m}$ 。
- 5. 封闭式汽车库的坡道墙上不得开窗

停车场的规范

- 汽车与汽车、墙、柱、护栏之间的最小净距（小型车）
- 汽车与汽车0.5；汽车与墙、护栏0.5；汽车与柱0.3。
- 设计最小停车带、停车位、通车道宽度（小型车）
- 最小转弯半径（小型车）：6m（以内车道中心线计）。
- 最小净高（小型车）：2.2m。
- 辅助房间：可按管理方式和停车位数量设置管理办公室、控制室、贮藏室、卫生间等辅助房间，以及取卡和收费等设施。
- 客梯：三层以上的多层汽车库或二层以下地下汽车库应设置客梯。
- 车轮挡：设于距汽车后悬200mm处，其高度宜为150～200mm

停车方式	停车带宽度（m）	停车位宽度（m）	通车道宽度（m）
垂直式	5.3	2.4	5.5
平行式	2.4	6.0	3.8

停车场的规范

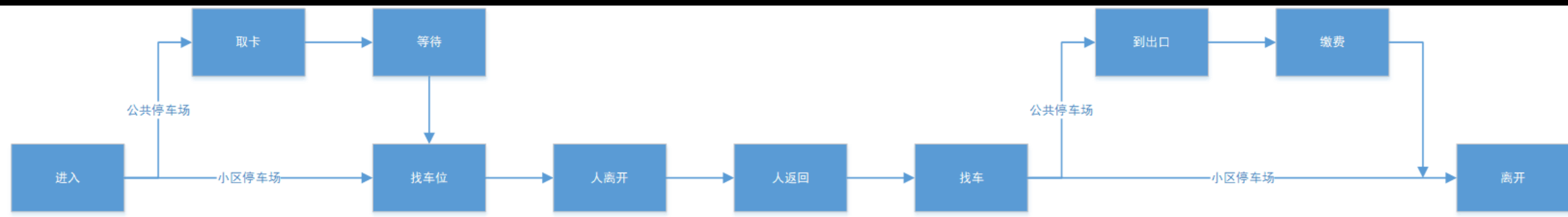
- 汽车与汽车、柱、墙或护栏之间的最净距

	汽车间纵向		汽车间横向	汽车与柱	汽车与墙、护栏	
	平行停车	垂直斜列			纵向	横向
JGJ100-98	1.20	0.50	0.60	0.30	0.50	0.60
GB50067-97		0.50		0.3	0.50	
上 海 DBJ08-7-2006	1.2	0.5 背对停车时尾距1.00	0.60	0.3	0.5	0.6

- 最小停车带、停车位、通车道宽度（垂直式）

		垂直通车道方向最小停车带宽度 We	平行通车道方向最小停车带长度 L1	通车道宽度 Wd	单位停车位面积 (m²)
JGJ 100-98	前进停车	5.30	2.40	9.00	
	后退停车	5.30	2.40	5.50	
上海 DBJ08-7-2006	前进停车	5.3	2.40	9.0	23.5
	后退停车	5.3	2.40	5.5	19.3

在地下车库停车的主要流程



目前地下停车库的主要问题

- 客户
- 商场和客户
- 开发商

客户

- 车库进出口积压大量车辆
- 取卡速度过慢
- 找不到空车位
- 场内车辆拥堵
- 人离开时找不到正确的出口
- 人在地下车库时人身安全
- 人返回时找不到车
- 车库内车辆擦碰
- 人难以进出车辆
- 车难以进出车位
- 出车库时找不到合适出口
- 缴费时间过长
- 车位被占
- 环境恶劣

商场、物业和开发商

商场和物业

- 车位不足
- 车辆随意停放
- 环境卫生的问题
- 成本过高
- 人力
- 消耗品
- 车库内商家的管理

开发商的困扰

- 停车场建造成本
- 停车场设计有漏洞
- 出入口安排和电梯设置
- 如何标识空车位
- 消防隐患和逃生路线

地下停车场的空气质量问题

Table 3 Main VOC levels in the underground car parks ($\mu\text{g m}^{-3}$)

Compound	Indoor ($n = 75$)					Outdoor ($n = 70$)					I/O ^a
	Max	Min	Med	Mean	SD	Max	Min	Med	Mean	SD	
CO (ppm)	69	3	20	17.0	6.6	26	3	7	8.7	1.9	2.0
PM ₁₀ (mg m^{-3})	0.698	0.086	0.221	0.228	0.100	0.478	0.066	0.121	0.135	0.027	1.7
MTBE	352.5	3.9	73.1	90.5	89.6	68.5	1.1	9.3	16.0	19.2	5.7
Benzene	106.4	8.6	40.4	54.8	22.9	43.1	9.0	24.3	29.8	11.9	1.8
Toluene	559.7	27.4	233.9	239.9	183.4	412.2	18.3	69.8	117.8	124.8	2.0
Ethyl-benzene	105.0	3.3	47.7	44.0	34.2	58.1	1.0	9.4	15.8	16.1	2.8
<i>m</i> - and <i>p</i> -xylene	361.8	4.0	135.2	129.8	104.8	138.2	2.9	22.5	38.9	40.1	3.3
<i>o</i> -xylene	155.7	2.9	54.1	52.7	43.4	55.0	1.1	11.1	15.3	15.6	3.4
Trichloroethylene	13.3	0.0	0.0	2.8	4.4	12.9	0.0	4.4	5.0	4.5	0.6
Tetrachloroethylene	46.5	0.0	0.0	16.1	29.1	39.7	0.0	2.2	8.7	14.0	1.9
Alpha-pinene	38.2	0.8	4.0	10.2	11.3	31.0	0.9	3.3	8.7	10.7	1.2
D-limonene	20.5	0.7	4.5	6.6	5.4	23.9	0.5	2.0	6.4	8.3	1.0

Max maximum, *Min* minimum, *Med* median, *SD* standard deviation

^a Mean indoor to outdoor concentration ratio

Serious air pollution in car parks, especially in underground parks, has gotten widely attention during the past years. (Yan et al., 2016)

大城市商业区停车行为

- 经常性的存在停车空间利用的非均衡现象
- 平日与假日的停车特征存在多处不同
- 停车场的选择结果可以通过完善停车诱导系统来解决
- 利用价格杠杆调整停车供需关系存在着较大的空间 (关宏志 and 刘兰辉 , 2003)

需求

需求对象

- 车
- 人
- 车位
- 停车场

需求内容

- 空间
- 时间
- 舒适度
- 安全
- 成本
- 管理

大型场所机动车进出口设计

大型公共建筑机动车出入口的机动车微观交通组织措施包括左转港湾式车道设置，直行辅助车道设置，右转港湾式车道设置和交通管制措施。左转港湾式车道指在中央分隔带上开辟一条左转专用车道，使得左转进入大型公共建筑机动车出入口的车辆能够及时减速，并且在高峰时段有足够的空间进行排队。大型公共建筑吸引大量的机动车交通，有足够的中央分隔带宽度，且满足出入口间距，可以设置左转港湾式车道。直行辅助车道指在路段直行车道被左转进入大型公共建筑的车辆占用时，为直行车辆提供的一条辅助车道。此车道多是将车行道临时拓宽得到，具体形式见图1。直行辅助车道针对车辆跟驰现象设置，有占地面积小，尾撞可能性，路段直行通行效率高等优点。大型公共建筑机动车出入口衔接路段为宽度窄，车道较少的支路时，可以采用直行辅助车道。右转港湾式车道针对车辆分流现象，将右转车辆从直行车辆中分离出来，减轻右转车与直行车的尾撞危险，提高交通安全性，提高通行能力，减少行车延误。大型公共建筑吸引大量的右转机动车交通量，右转交通严重阻碍了直行交通，且有足够的道路红线宽度时，可采用右转港湾式车道，便于车辆分流。出入口交通管制措施可包括限制车辆流向，限制出入车型，实行减速让行或停车让行等。这些措施有利于更好地组织出入口交通。在高峰时段或特殊时期，可对大型公共建筑机动车出入口处通行的机动车交通采取这些交通管制措施。（卓曦，2008）

地下车库通风及排烟系统

- 地下车库的安全设计标准决定着人员安全疏散时间，根据我国学者常用的生命危险判据，如果火灾发展 30 min 内冷空气的高度不低于 1.5m，距地板 1.8 m 内，气体中氧气体积分数大于 12%，CO₂，CO 体积分数分别小于 6 和 1400×10^{-6} ，距地板 1.8 m 冷空气的温度不高于 65 °C，热烟气层的温度不高于 600 °C，认为是安全状态。
- 地下车库具有高度的密闭性，汽车排出的废气和火灾时产生的高温烟气很难自行扩散，设置合理的通风系统和排烟系统对灭火和控火起着至关重要的作用。变风量排烟系统和诱导式的排烟系统，可以有效控制烟气的蔓延和火灾热释放速率，具有投资费用和运行成本低、节省资源等优点，将会更广泛地运用在地下车库通风及排烟设计中。(潘翀, 2015)

地下空间心理环境营造

- 地下空间与地上空间最大的区别就是自然环境的缺失。在地下空间与室内设计的时候，要充分以人在自然环境下的感知为出发点，抓住人在视觉与知觉方面的体验，运用光线、色彩、界面等多种设计元素来营造舒适的心理环境氛围。（李奕阳，2017）

地下停车位自动检测与跟踪技术

- It has shown that: 1) parking spaces can reliably be detected by taking advantage of two complementary approaches: Free space-based and parking slot marking-based; 2) pillars can effectively be detected by fusing AVM images and ultrasonic sensor data and are useful to enhance both parking space detection and tracking performance; and 3) parking slot markings can robustly be recognized by RANSAC and chamfer matching-based parallel line detection.(Jung, 2016)

在地下停车库中通过声音定位车辆

- Criminal activities frequently occur in various indoor or outdoor areas. People have strong safety concerns walking or working in those areas [1, 2]. Closed-circuit TV (CCTV) cameras are usually deployed as surveillance cameras to monitor those areas to give people some safety assurance. Surveillance cameras can provide hints to the police for them to arrest the suspect quickly. However, there are blind spots which even multiple surveillance cameras cannot cover because most of surveillance cameras directly focus on their responsible spots. So it is very difficult to monitor criminal activities if they unfortunately happen at a blind spot. (Dong Myung Lee, 2014)

博弈模型在地下停车的运用

个性化诱导控制的博弈模型在驾驶员可接受的步行距离范围内，能够实现泊位均衡利用，减少高峰泊位溢出和停车拥堵，同时，也反应出在驾驶员与停车设施管理者的博弈关系中，通过实施有效管理，可以实现二者关系的双赢，说明模型在均衡利用停车资源，改善城市停车环境方面具有重要意义和作用。（段满珍 et al., 2017）

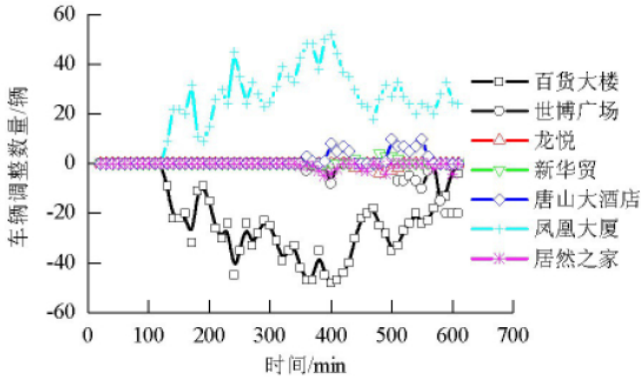


图1 车辆分配曲线

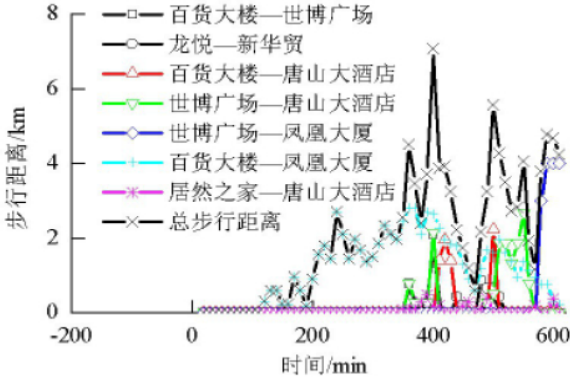


图2 分配方案的停车步行距离

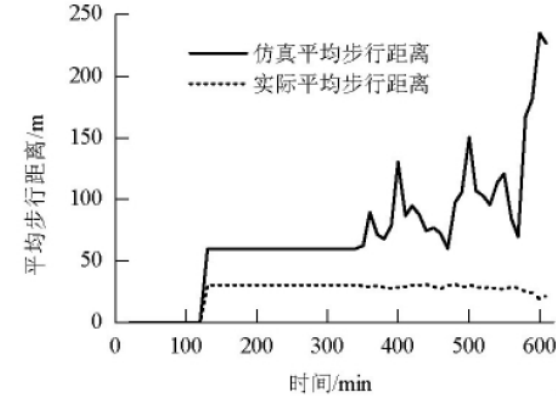


图3 分配方案的平均步行距离

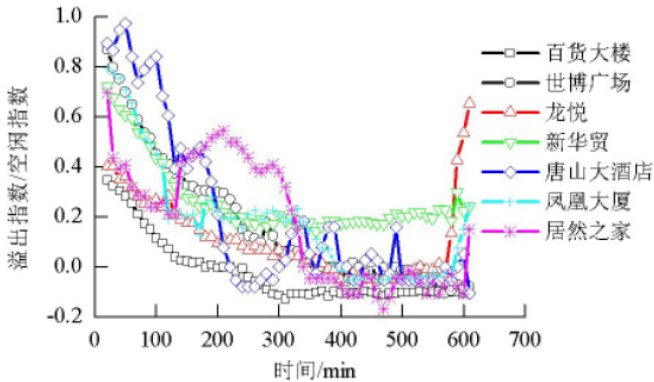


图4 泊位利用曲线仿真结果

优化案例

- 一、智能化
- 二、导引标识
- 三、空间布局及设置
- 四、人性化关怀
- 五、体验性指标及规范
- 六、材质材料
- 七、综合配套

优化案例

一、智能化

- 引导屏及指示灯引导，快速找到空车位
- 采用分布嵌入式系统（DSP）就地进行信息处理和用视频终端摄像头，确保对单个车位的车牌、形状、颜色等进行识别准确率
- 设置反寻查询机，查询系统应能够按照车位号、车牌号、停车时间查询
- 刷卡缴费方式和停车自助缴费机收费
- 停车异常处理
- 系统的安全性

二、导引标识

- 通过字母数字、颜色和图案分级分区
- 显示每一个级和区的最大停车数量和已停数量
- 柱体和墙面上贴有标识（出入口、车位、店面引导标识）

优化案例

- 三、空间布局及相关设置（出入口设置与卸货区布局）
- 主力庖卸货区宜放置在 B1 层
- 车库高度：设备安装完成面不低于 2.4m, 导示安装完成面低于 2.2m
- 主要车行道宽度：建议在大型车库中设置主通道，主线宽度不低于 6 米。
- 合理设置广告牌和灯光
- 建议电梯厅划分在人防区之外
- 停车场每层配置客用卫生间不少于 1 处
- 停车场地地下停车场配置洗车行，一般要求至少 3 个标准车位
- 贩物中心沿不同方向主要道路应设两个及两个以上车库出入口

优化案例

- 四、人性化关怀（电梯厅）
- 女性特殊关怀：女士专用停车位区域需 24 小时摄像头覆盖
- 设置一定宽度的人行专用道
- 电梯间的光照强度要显著强于停车场内的光照强度
- 电梯间配置：找车机、缴费机、垃圾桶、监控探头、广播音响（不卖场同步）、自助售货机、绿植、休息椅、安全提示牌等
- 低转速、低噪音的通风和散热装置，空调间里设置空调
- 排水装置和照明装置
- 增强移动网络信号、WIFI 信号

优化案例

六、材质材料

- 耐脏色系的地坪颜色
- 坡道应选用环氧地坪

七、综合配套

- 在车道拐弯处设置指示镜，使车辆可查看前方来车，有安全保障。
- 消防栓等设备需配置醒目色防护栏保护
- 以反光贴 + 标识限高的限高栏

参考文献

- Yan, Y., He, Q., Song, Q., Guo, L., He, Q., and Wang, X. (2016). Exposure to hazardous air pollutants in underground car parks in Guangzhou, China. *Air Quality, Atmosphere & Health* 10, 555-563.
- Jung, J.K.S.H.G. (2016). Automatic Parking Space Detection and Tracking for Underground and Indoor Environments. *IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS* 63.
- 关宏志, and 刘兰辉 (2003). 大城市商业区停车行为模型——以北京西单地区为例. *土木工程学报*, 46-51.
- 李奕阳 (2017). 地下空间心理环境营造——以重庆市三峡广场地下商场为例. *建筑与文化*, 145-146.
- 卓曦 (2008). 大型公共建筑机动车出入口交通组织. *中国集体经济*, 194-195.
- 段满珍, 陈光, 曹会云, and 周户星 (2017). 停车场均衡利用博弈模型. *西南交通大学学报*, 810-816.
- Dong Myung Lee, M.K.J., Chang Yong Choi, and Hongchi Shi (2014). Localization of Sound Sources in Underground Parking Lots. *International Journal of Distributed Sensor Networks* 2014.
- 潘翀 (2015). 地下车库通风及排烟系统防火对策技术分析. *山西建筑*, 121-122.