世纪大道站的早高峰

The morning peak of Century Avenue Station

——地铁站拥堵状态下的空间拓扑深度与标识引导问题

背景：世纪大道站的早高峰

现象：被缓和的拥堵，被投诉的站长

分析：限流措施与标识引导

反思：地铁寻路设计的拓扑深度原理

郭荣春 吴夏安 赵釜剑 李牧纯 周奕辰 2022.10.14

世纪大道站

大流量：世纪大道站日均客流量突破60万，四线换乘，是全国客运量最大的地铁站之一。

易拥堵：工作日早高峰，世纪大道站拥挤不堪，媒体调查其客流承载时间不足3分钟。

被投诉：为了缓和拥堵，站厅标识更新，工作人员开展限流措施，却屡遭乘客投诉举报。

区位条件 Site Conditions

(Number of passengers carried: 600 thousands/day, 18 millions/month)

2号线是上海最繁忙的地铁线：它链接了人民广场、中山公园等重要城市节点，通达陆家嘴、南京东等商圈，还负责了上海虹桥高铁与轨道交通的衔接。

世纪大道站作为四线换乘站，承载着2、4、6、9号线换乘的重任。周围还有大都会、世纪汇两个百货广场

站区布局 Station Layout

Line_6 (4 carriages)

(Passenger area: 19969.26m²)

世纪大道站呈现“丰”字布局，6号线将站厅一分为二，2、4、9号线在站厅下方，通过自动扶梯和楼梯链接。

Entrance_3 (未开放)

Entrance_4 (未开放)

Entrance_2

Entrance_5

Entrance_1

Entrance_6

Line_4 (8C)

Hall_A

Hall_B

Line_2 (8C)

Line_9 (8C)

Entrance_12

Entrance_7

Entrance_8

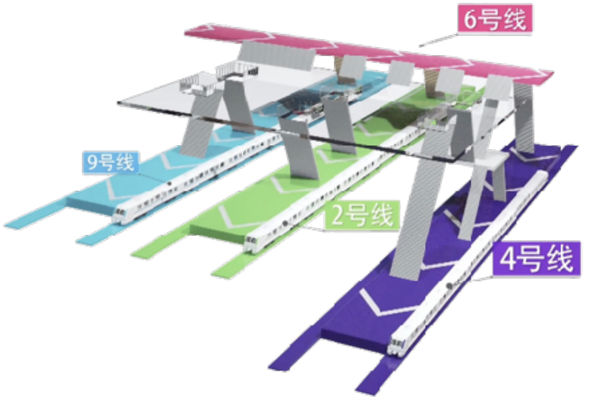
Entrance_10 (未开放)

Entrance_9 (未开放)

Entrance_11

Traffic Core

Passenger Area



A站厅面积较小，但承载流量更大，加之2、12号口链接大都会和世纪汇两个商业综合体，是**拥堵的重灾区**。

现象：被缓和的拥堵，被投诉的站长

资料来自于纪录片《上海大发现·地铁》

Scene_1

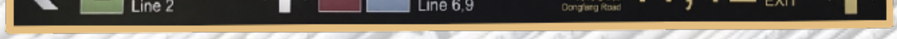
早上7:30，4、6、9号线换乘**2号线**的乘客开始聚集在楼梯口附近

Scene_2

很快2号线**狭小的站台**被挤得水泄不通，进出列车的人员都被迫停滞

Scene_3

地铁全体**工作人员**按照既定规定操作栅栏，这已是工作日常态。



标识系统

据**经常往来的乘客**反映，地铁站的标识设置似乎并不合理。

Scene_4

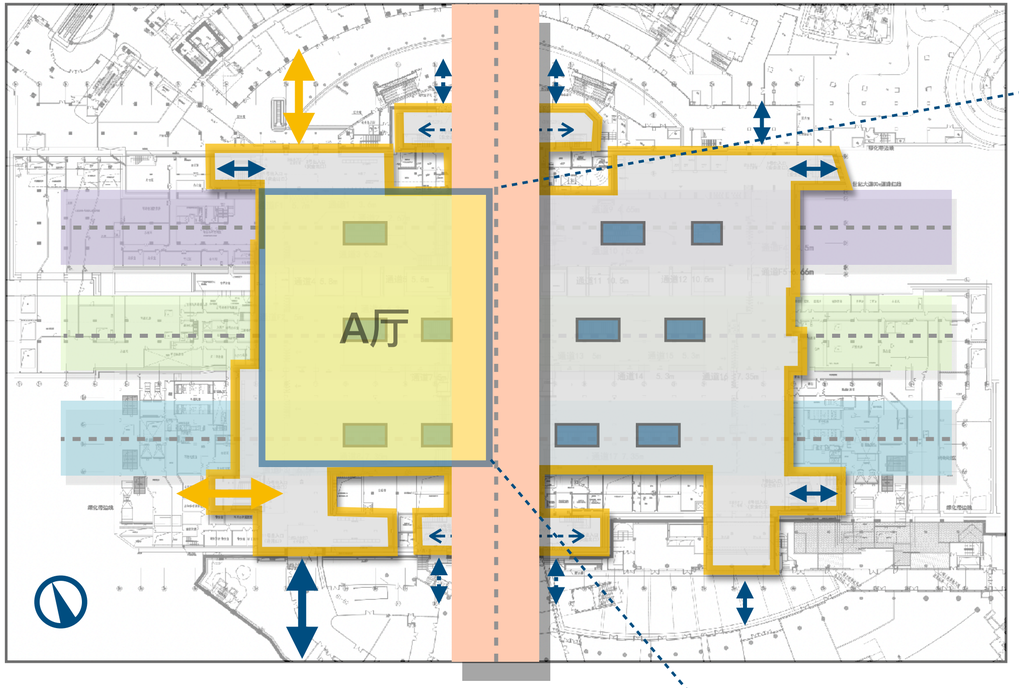
栅栏的强指引下、人群绕行，为站台列车运走积压乘客争取时间

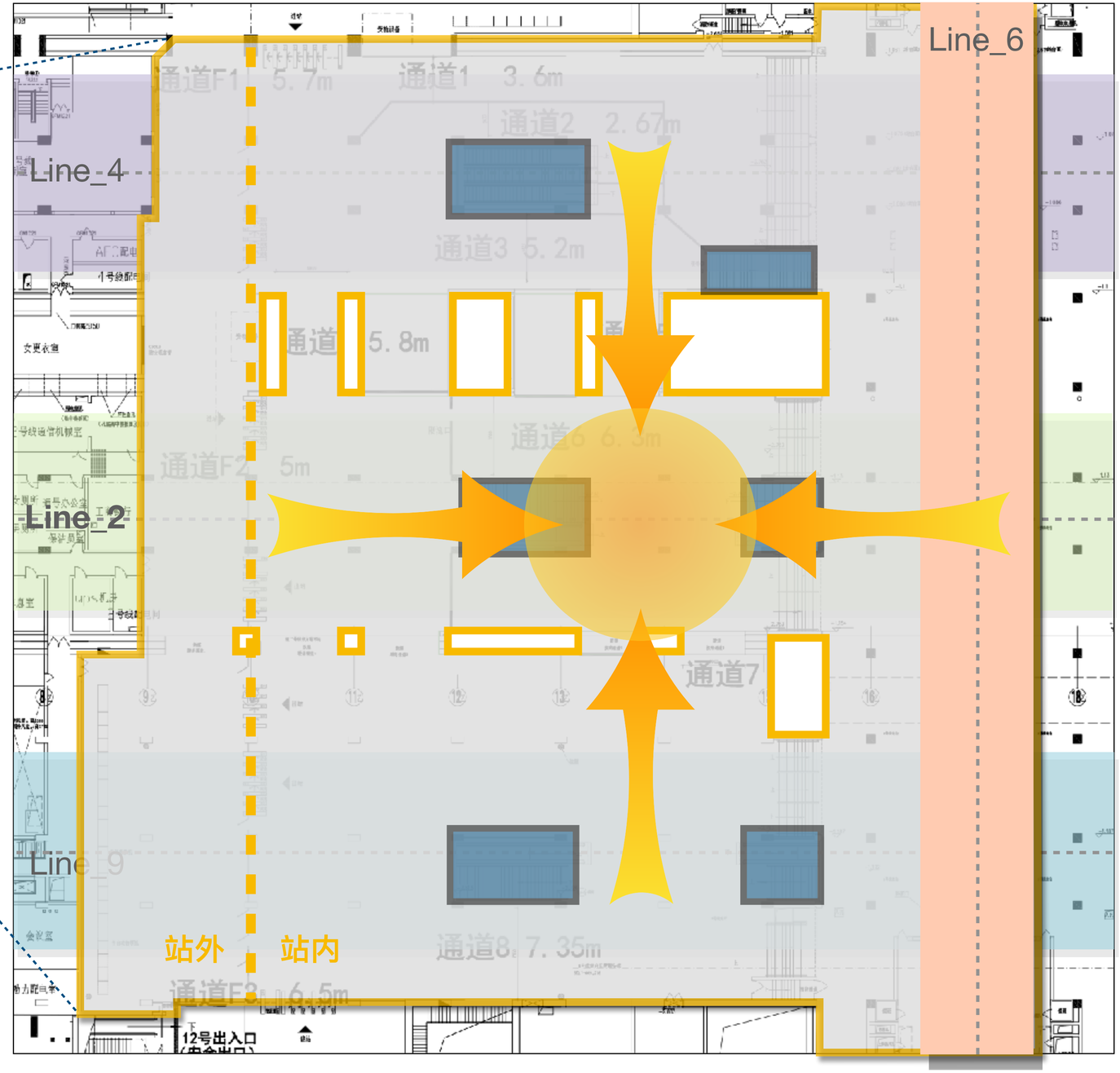
冯站长

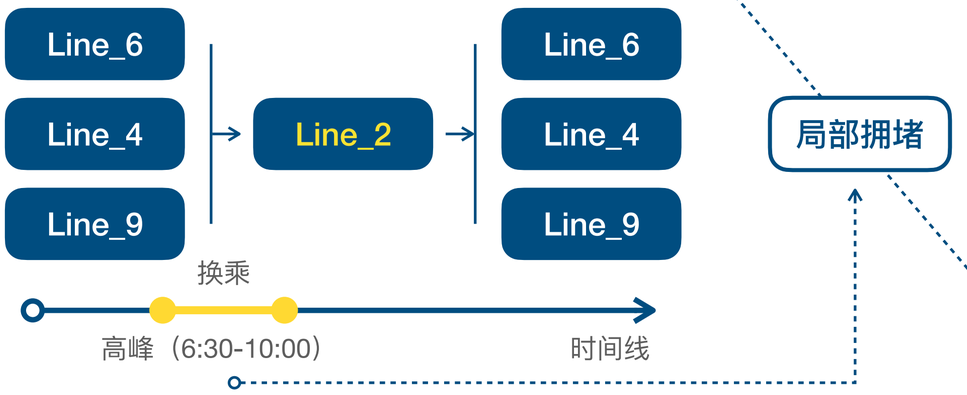
尽管站厅的**相应措施**缓和了拥堵，但由于部分乘客的不理解，本站总是会收到举报。

研究范围 Scope of Research

(Main scope of research: Hall_A)







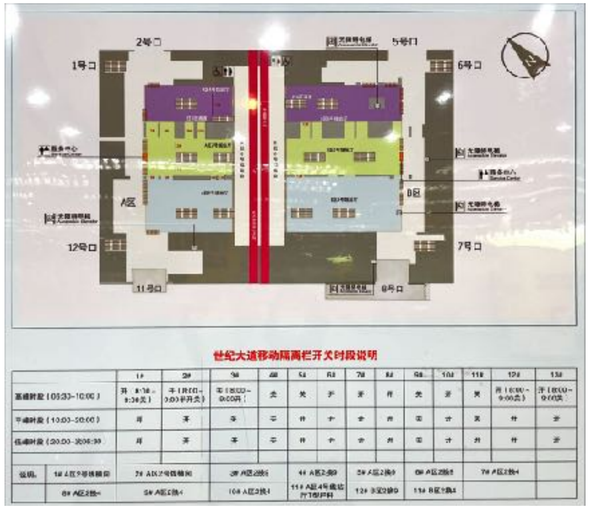
此次分析在空间上主要关注**A站厅**，时间上主要集中在**早高峰（7:30–9:00）**，事件上是**4、6、9号线换乘2号线**的拥堵现象与限流措施。

分析：限流措施与标识引导

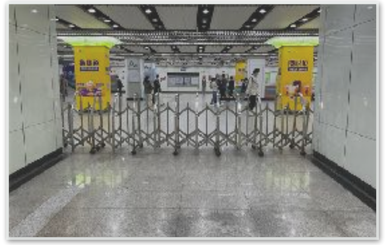

限流措施

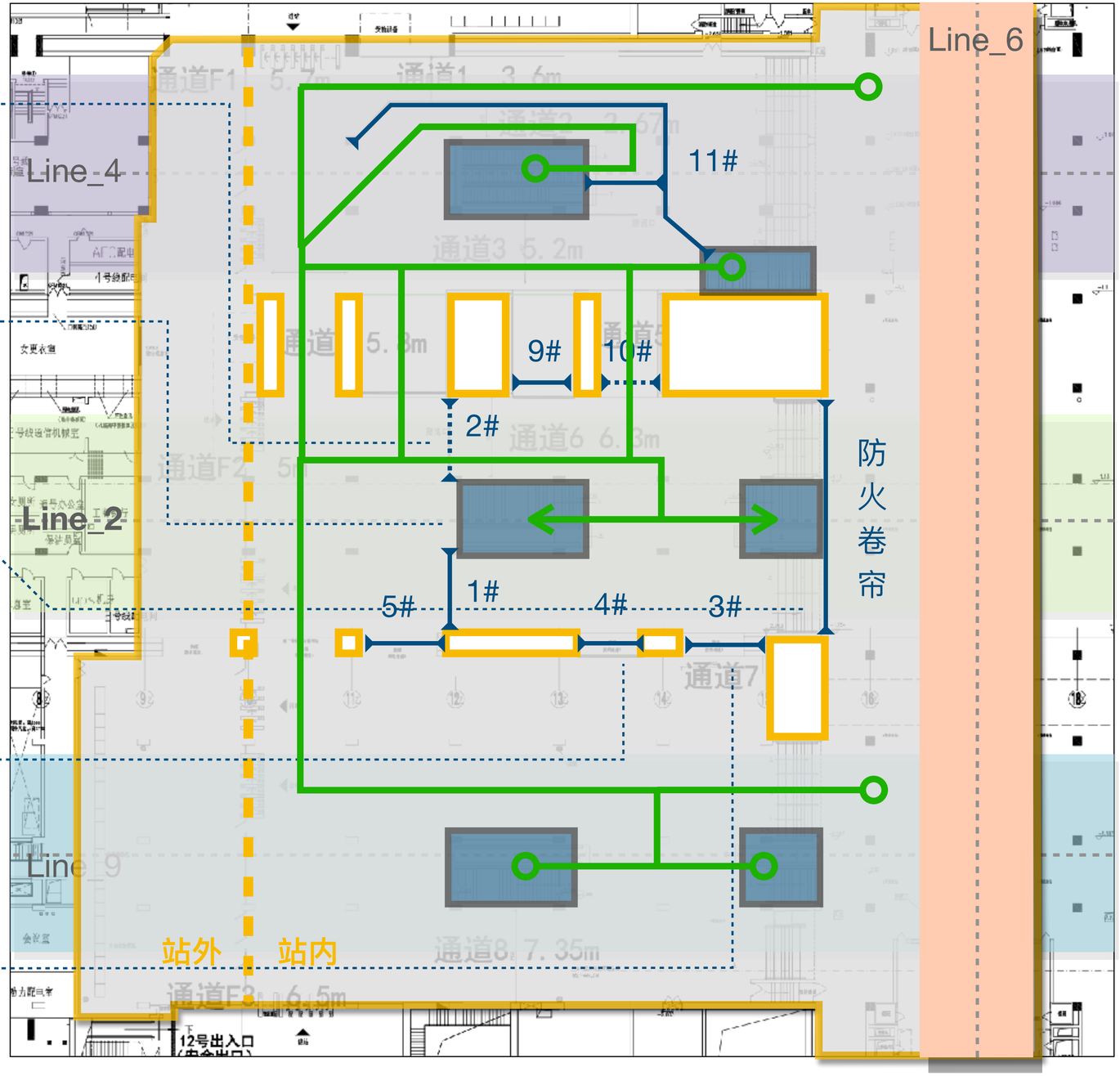
限流措施 Crowd restriction measures

(Main scope of research: Hall_A)



（站厅栅栏开关时刻表）





局部拥堵

限流操作

空间利用

避免交叉

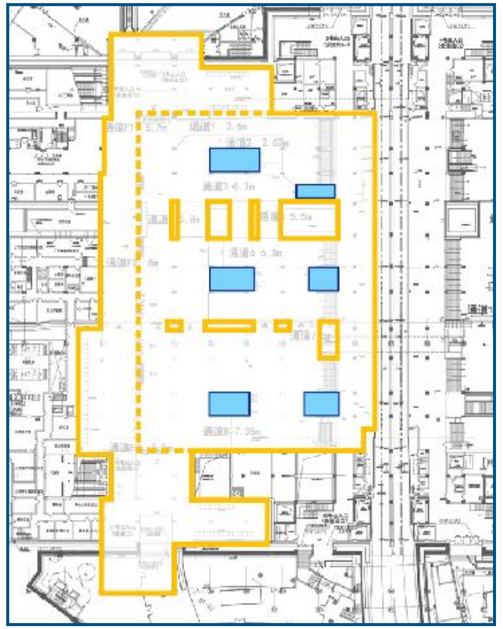
V.S.

绕路

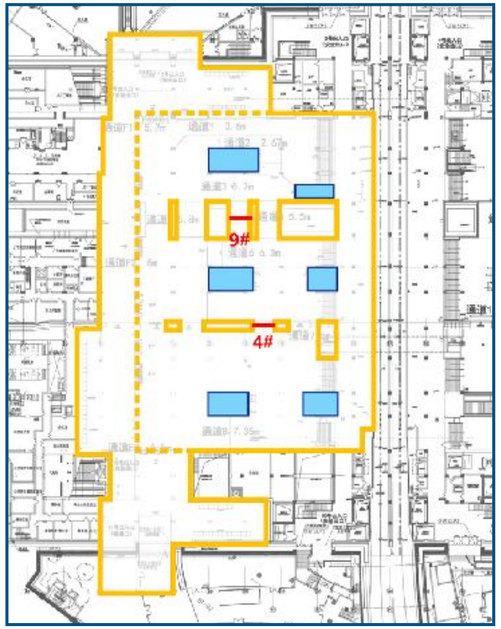
人力资源

舆论投诉

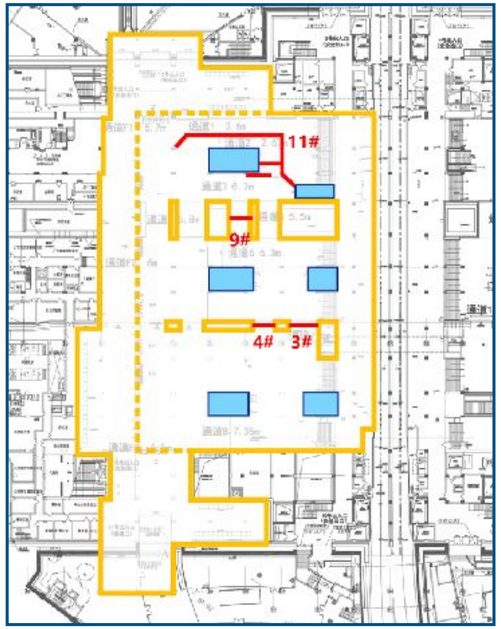
限流操作与整合度 Current-limiting operation and topological depth



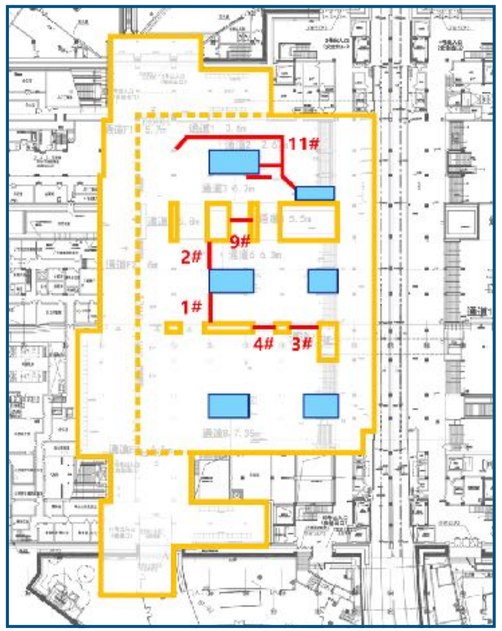
无措施



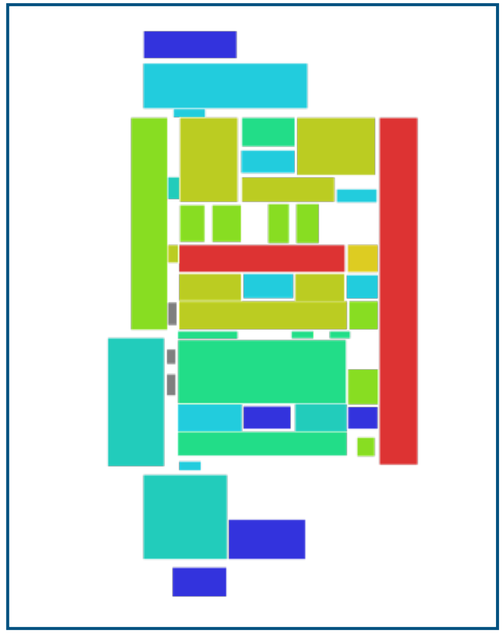
低峰态



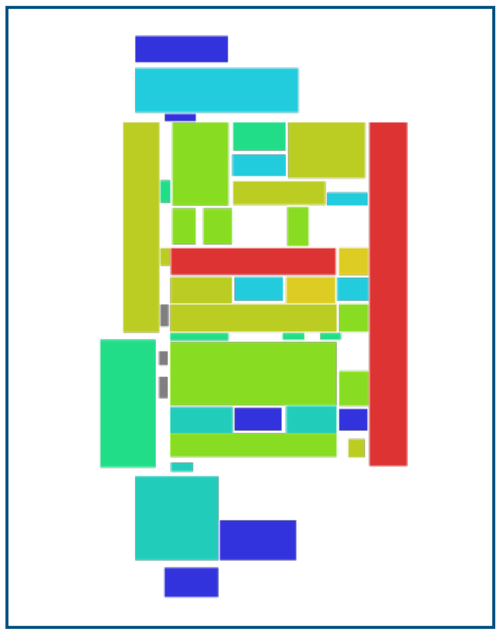
平峰态



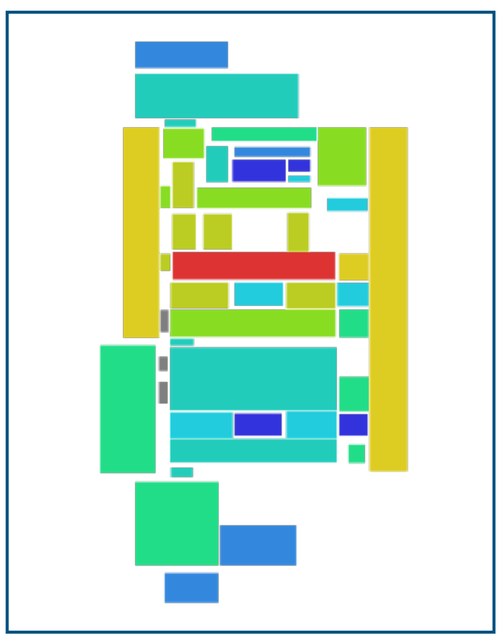
高峰态



整合度集中在6号线站台和二号线大厅



整合度集中在6号线站台和二号线大厅



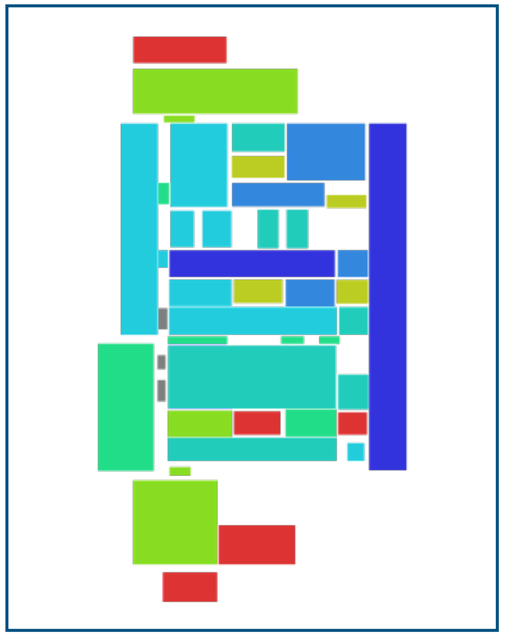
整合度集中在二号线大厅

整合度分布更加均匀

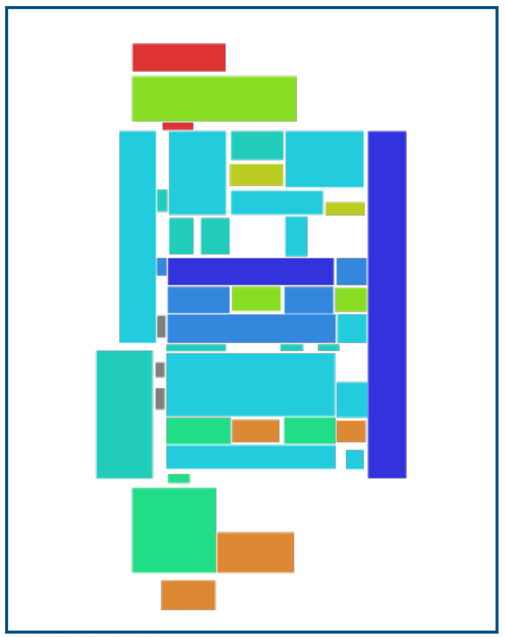
站厅空间经过改造后，打破了原站厅中心**高整合度的核心空间**，整合度分布更加均匀，避免了人群在高可达性的中心空间聚集

限流操作与拓扑深度 Current-limiting operation and topological depth

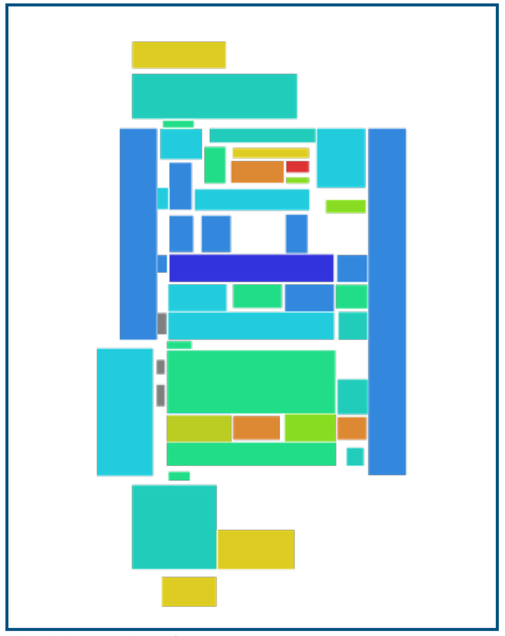
(Main scope of research: Hall A)



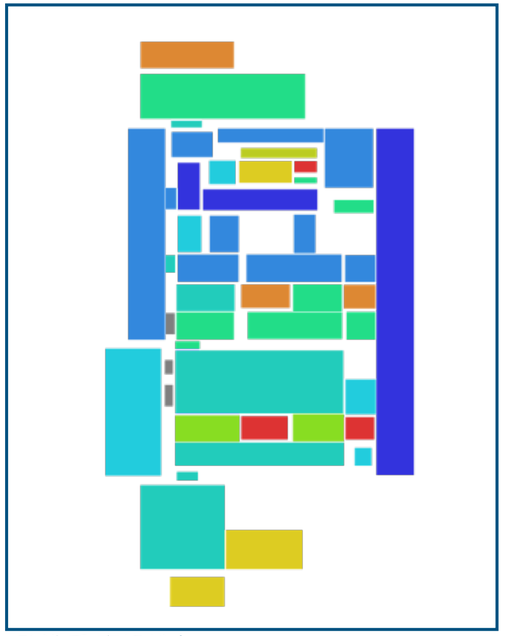
改造前-Total Depth



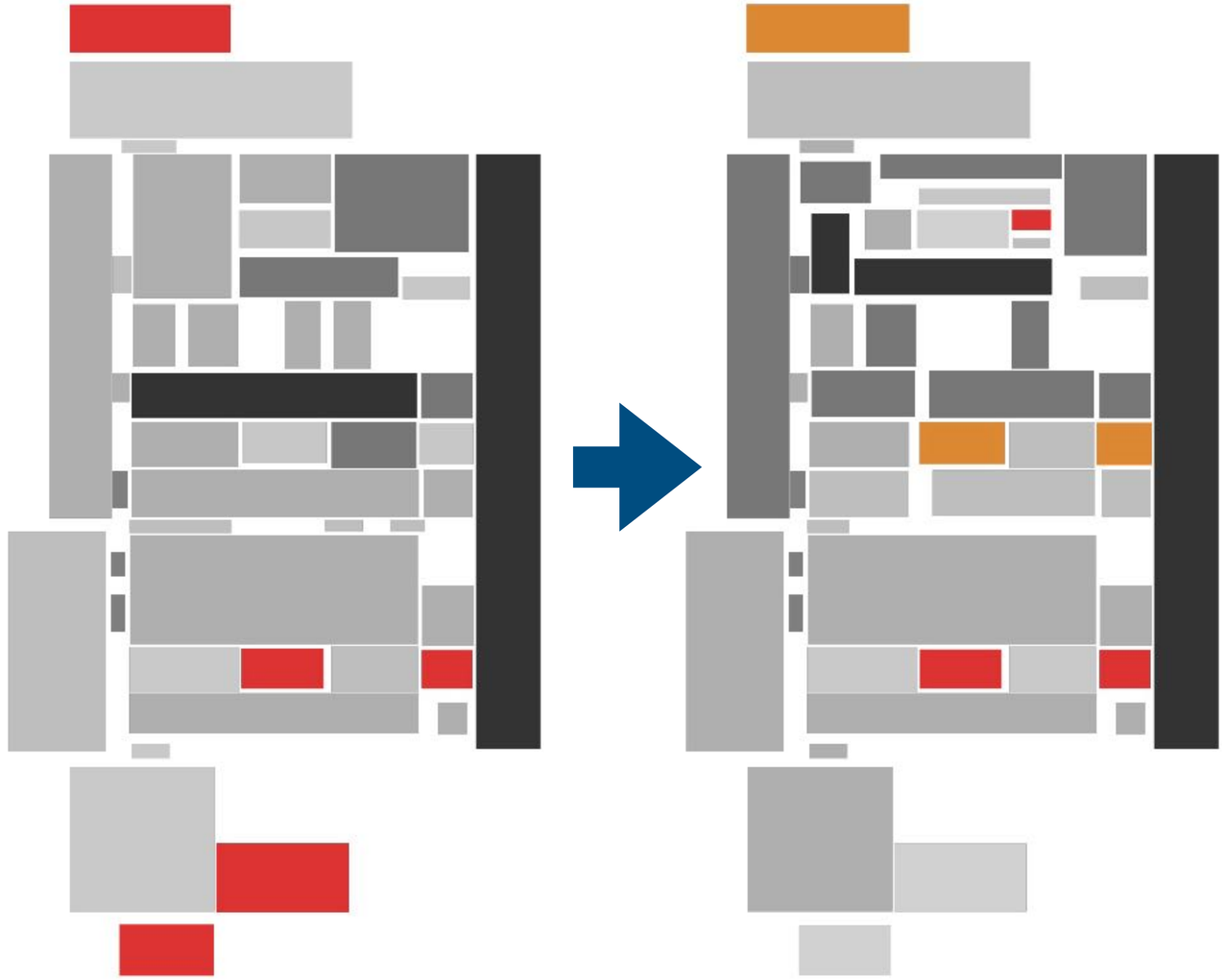
改造后 低峰状态- Total Depth



改造后 平峰状态- Total Depth

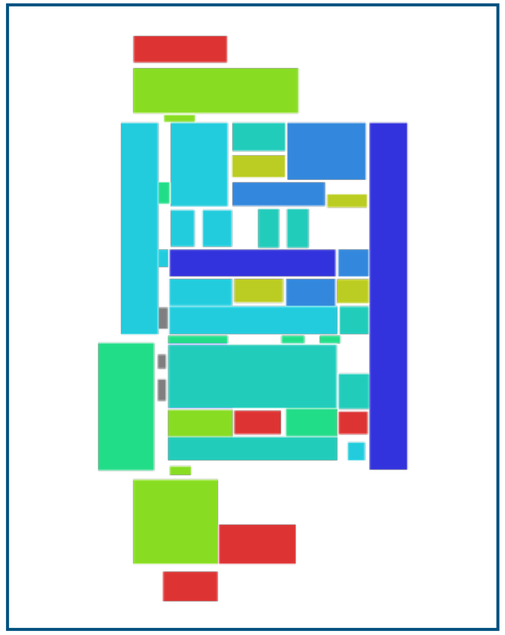


改造后 高峰状态- Total Depth

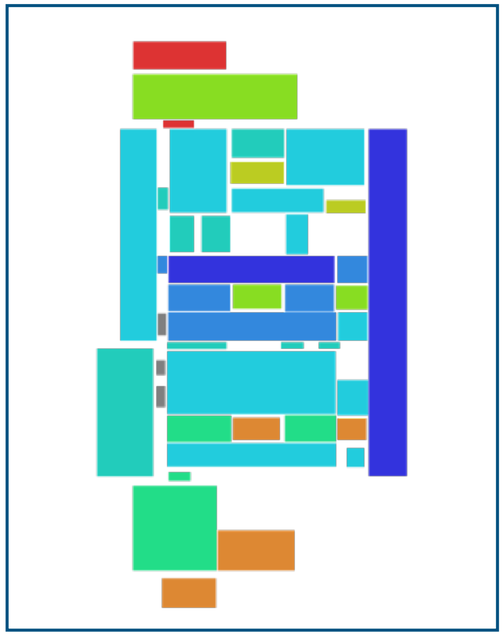


站厅空间经过改造后，空间深度极值点由**站厅四周的出口空间**转移到展厅内各**换乘楼梯口空间**

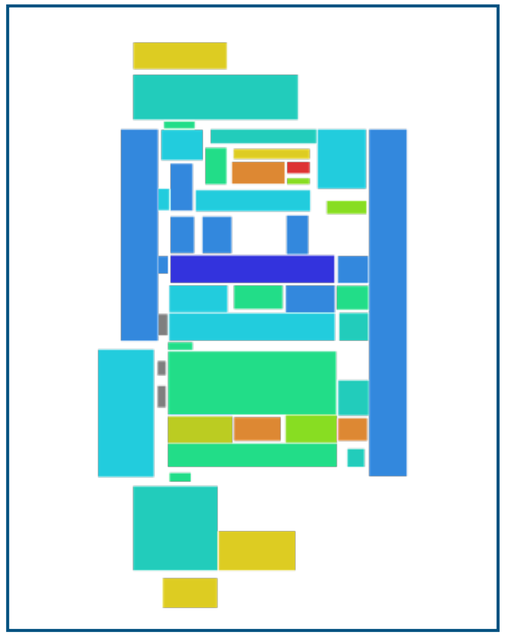
限流操作与拓扑深度 Current-limiting operation and topological depth



改造前-Total Depth



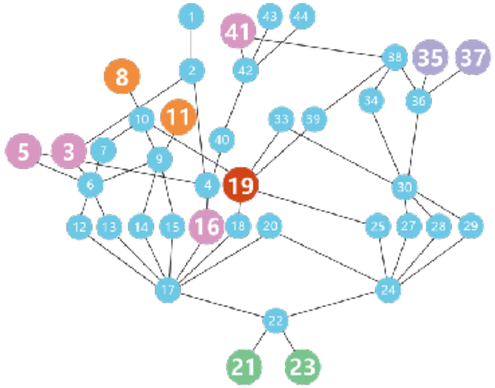
改造后 低峰状态- Total Depth

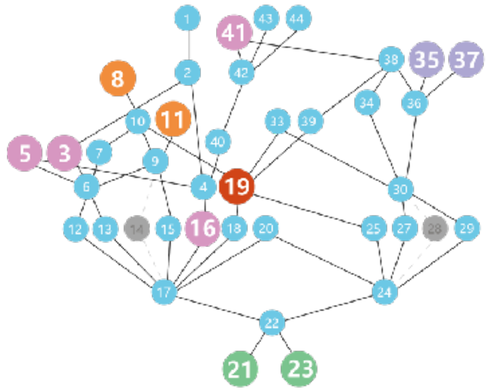


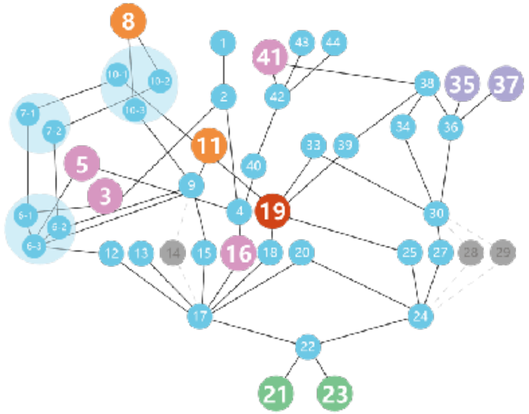
改造后 平峰状态- Total Depth

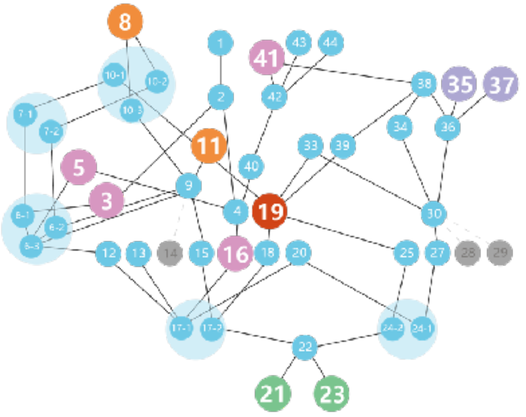
改造后 高峰状态- Total Depth

以2号线为中心重构拓扑深度







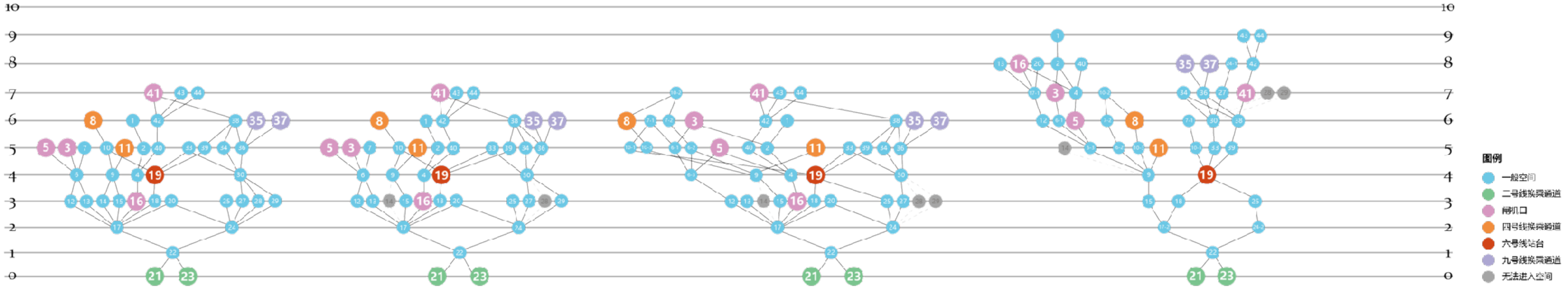


图例

- 一般空间
- 二号线换乘通道
- 闸机口
- 四号线换乘换道
- 六号线站台
- 九号线换乘通道
- 无法进入空间

限流操作与拓扑深度 Current-limiting operation and topological depth

(Main scope of research: Hall A)



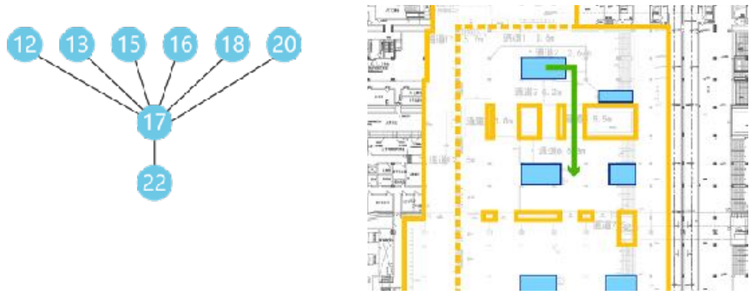
改造前　改造后-低峰状态　改造后-平峰状态　改造后-高峰状态

改造方式1 空间阻断

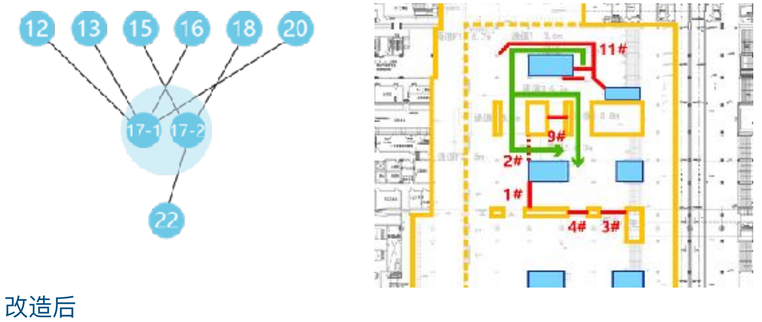
改造前

改造后

改造方式2 空间细分



改造前



改造后

改造前

二号线换乘通道口到**其他各换乘空间**的总拓扑深度

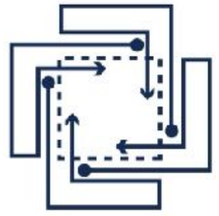
47

改造后（高峰）

二号线换乘通道口到**其他各换乘空间**的总拓扑深度

59

人群趋向于点对点最高效行动，拓扑空间深度最低



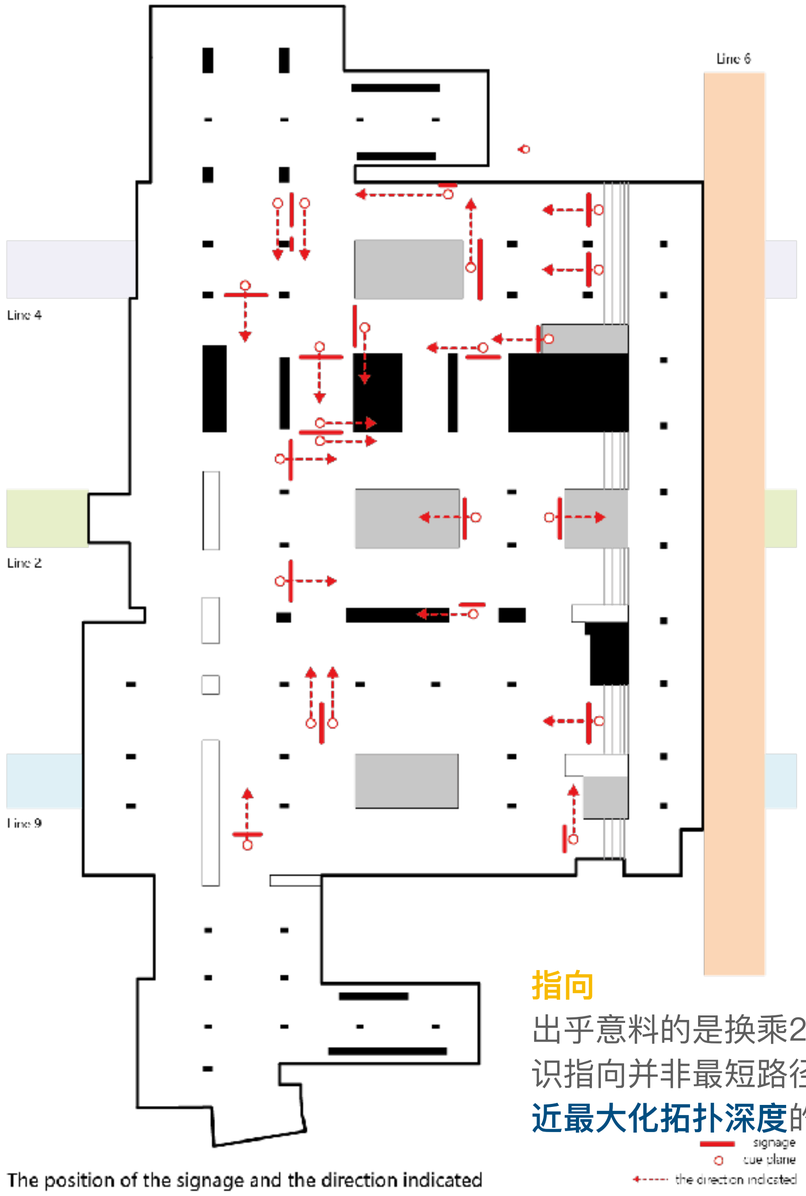
引导人群在专门通道中有序行动，增加了拓扑空间深度，但保证了整体站厅的有序性


2 号线
Line 2
6 9 号线
世纪大道
Century Avenue
东方路
Dongfang Road
11,12 出口
EXIT
4 号线
换赛道
换职位
换赛道

标识系统

标识系统与视域分析 Identification systems and view-shed analysis

A站厅换乘2号线标识落位及指向关系

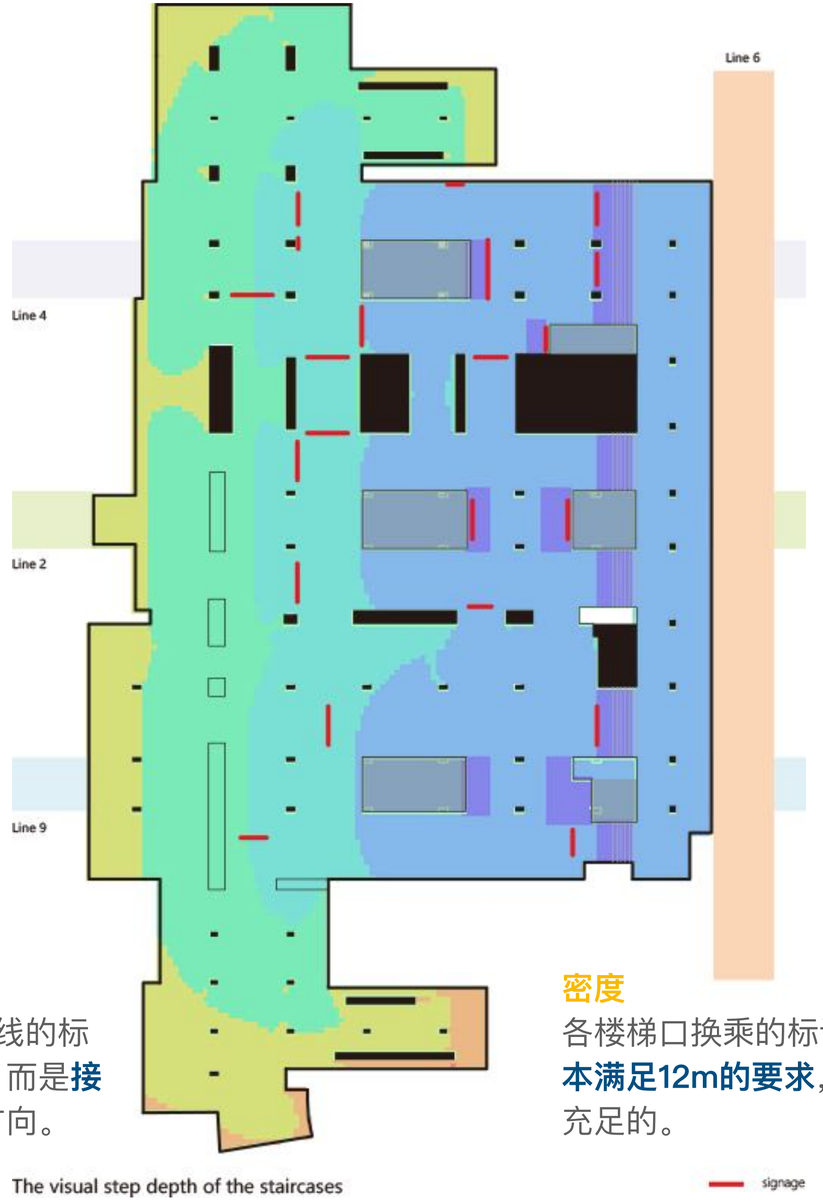


The position of the signage and the direction indicated

指向

出乎意料的是换乘2号线的标识指向并非最短路径，而是**接近最大化拓扑深度**的方向。

A站厅不同视域深度内标识密度（2、4、6、9号线楼梯口）



The visual step depth of the staircases

密度

各楼梯口换乘的标识**密度基本满足12m的要求**，信息是充足的。

（12m的密度值参考了徐磊青的相关研究）

标识系统与视域分析 Identification systems and view-shed analysis

A站厅换乘2号线标识落位及指向关系

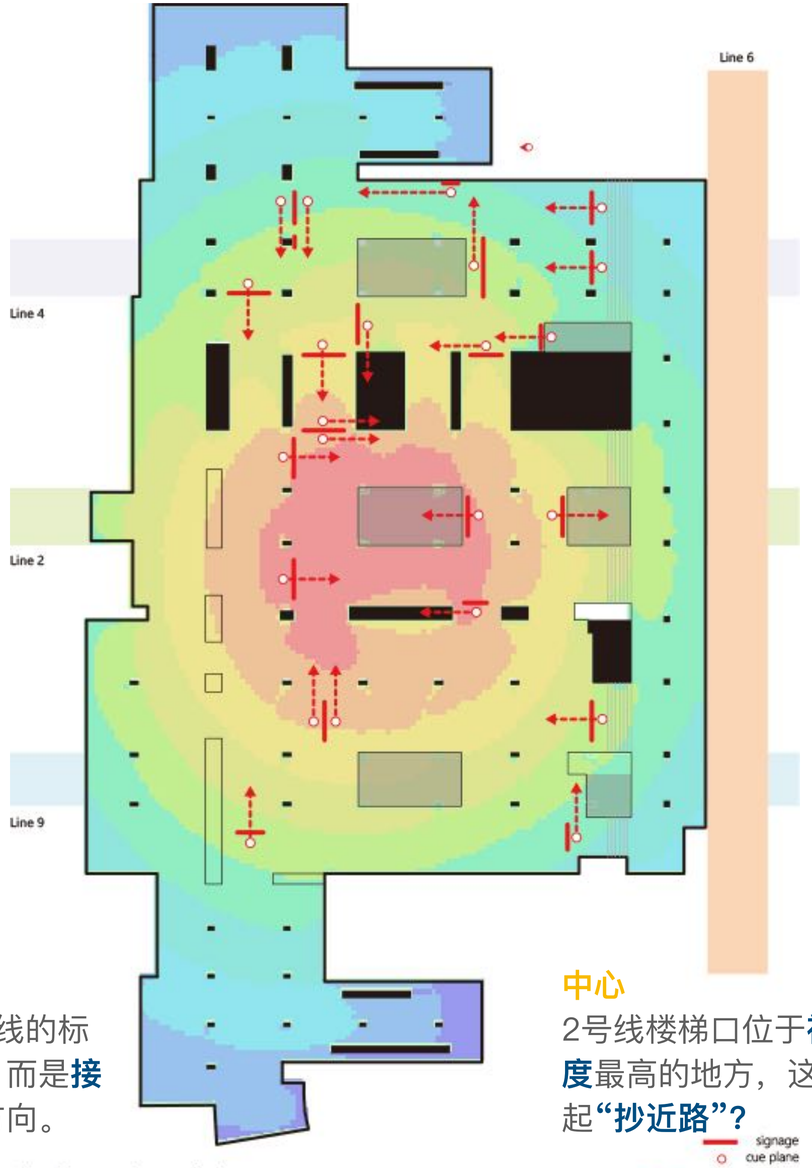
The position of the signage and the direction indicated

指向

出乎意料的是换乘2号线的标识指向并非最短路径，而是**接近最大化拓扑深度**的方向。

signage
cue plane
the direction indicated

A站厅视线整合度与标识系统关系



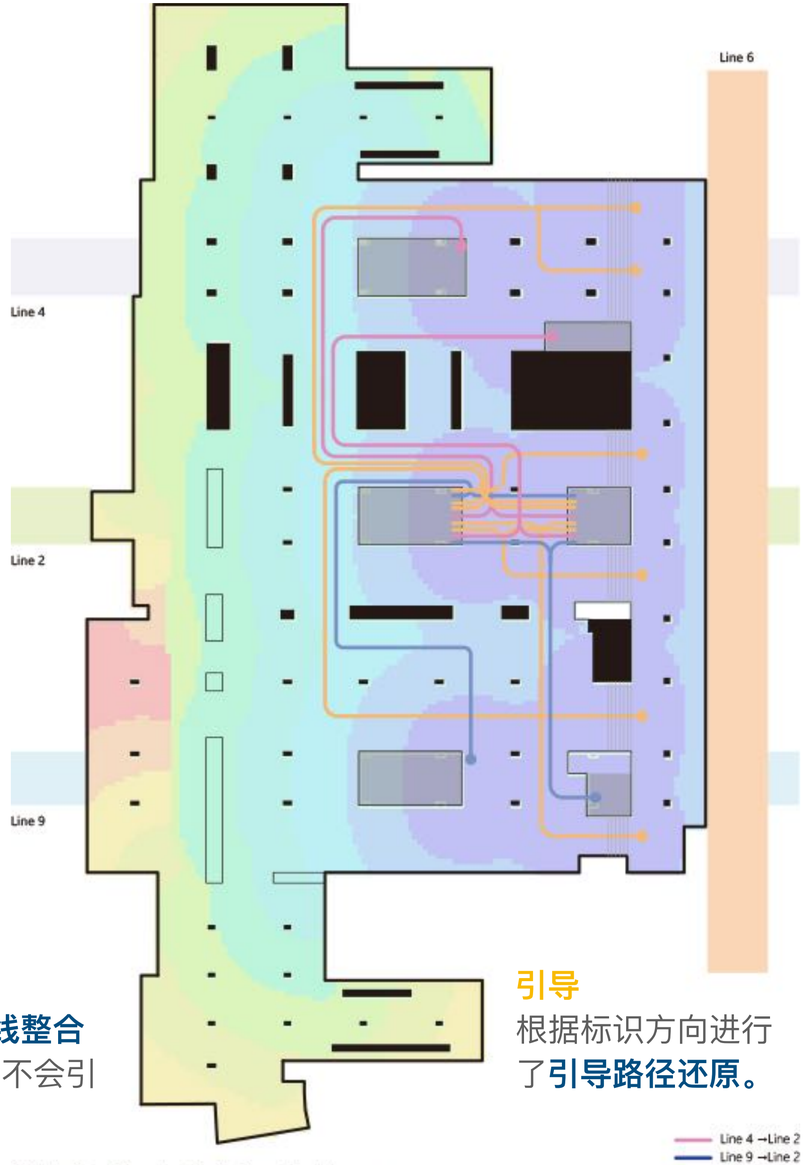
Visual intrgration analysis

中心

2号线楼梯口位于**视线整合度**最高的地方，这会不会引起**“抄近路”?**

signage
cue plane
the direction indicated

A站厅标识系统引导方向还原



Metric Step Shortest-Path Length-staircase

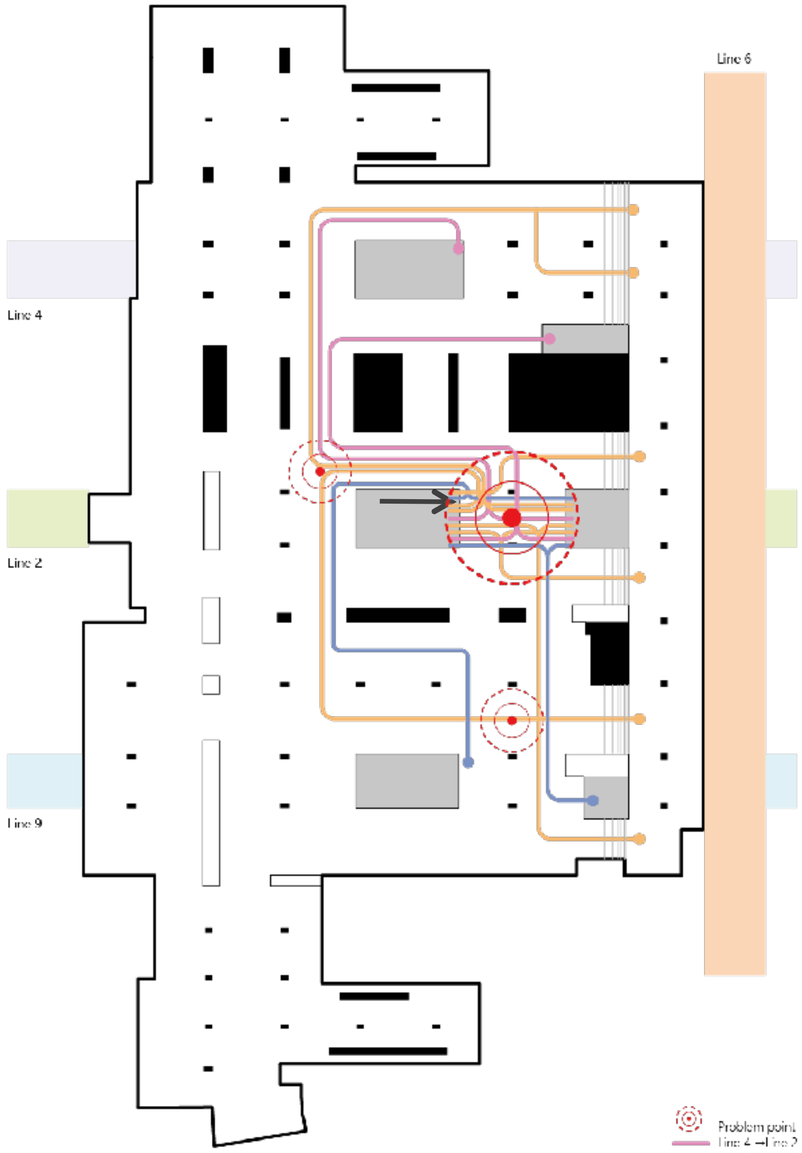
引导

根据标识方向进行了**引导路径还原。**

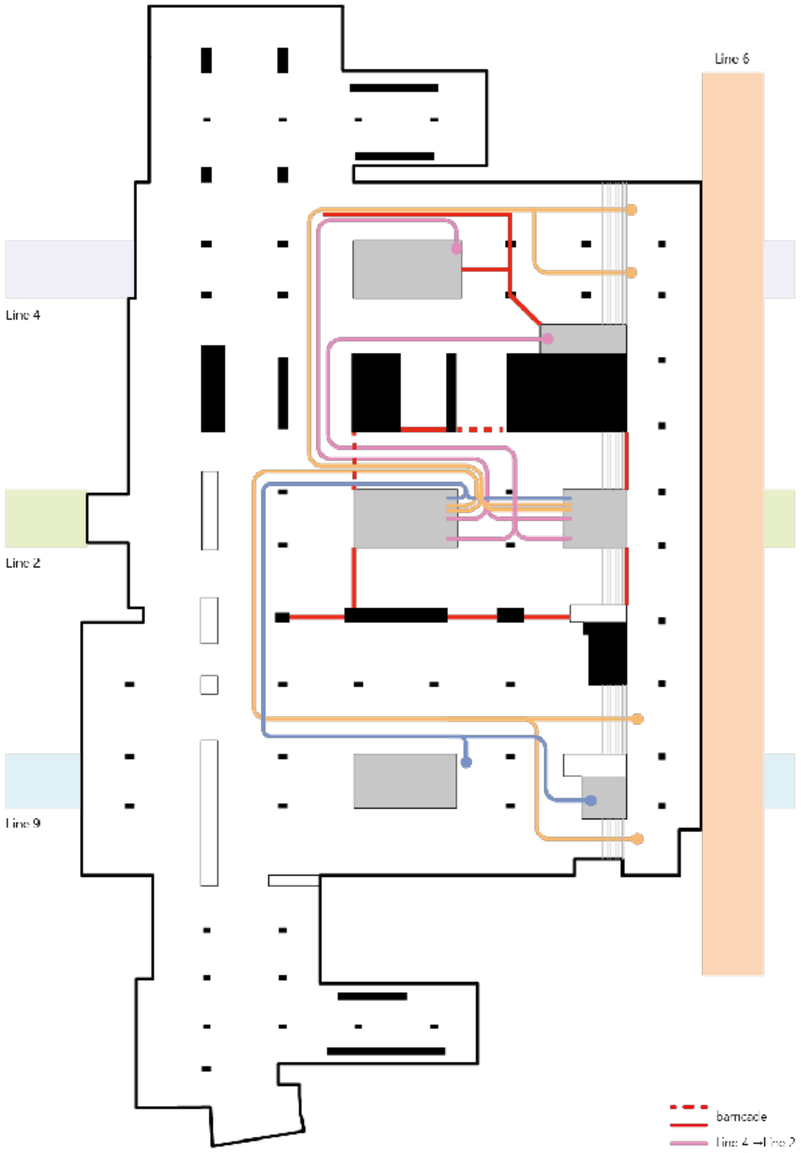
Line 4 →Line 2
Line 9 →Line 2
Line 6 →Line 2

标识系统与视域分析 Identification systems and view-shed analysis

The position of the signage and the direction indicated



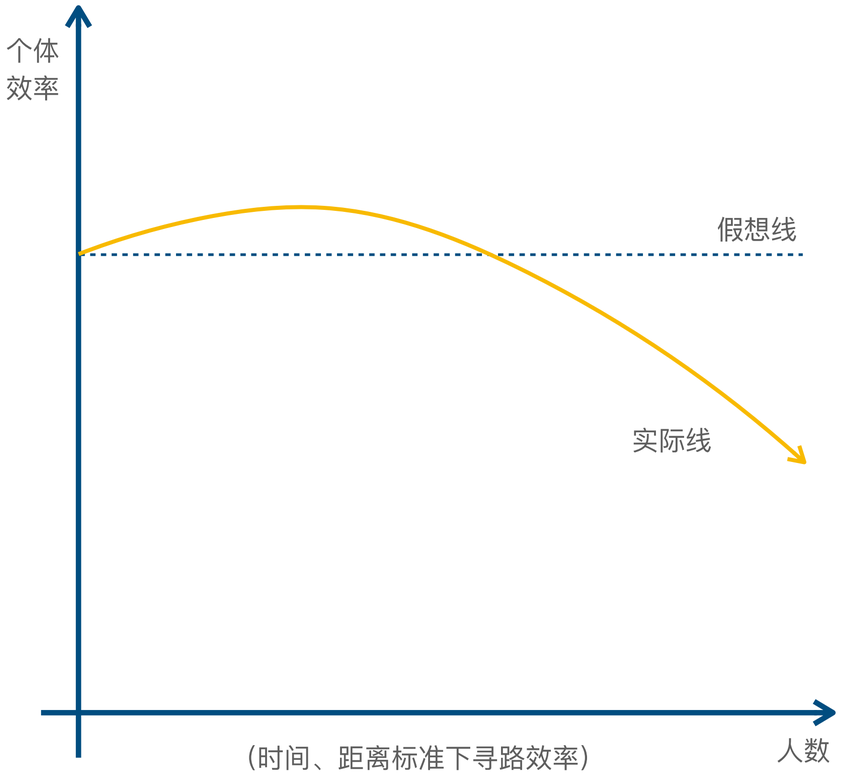
Problem points



New interchange streamline

反思：地铁寻路设计的拓扑深度原理

寻路效率 Way-finding Efficiency



当我们只按照**时间、距离**的标准去评判寻路效率的时候，由于实验的视角局限于个体，在高峰期，每个人都追求效率，反而会导致**拥堵**，**群体效率**急剧下降，最终反过来影响**个体效率**。

孙澄宇：

实验中也发现，无论虚拟还是现场实验，被试都会潜意识下受到**周边其他旅客的影响**，特别是在产生困惑的时候——这与一些现有研究的成果不谋而合因此，团队正尝试在虚拟环境中引入可参数化控制的**背景人群**，进一步提高虚拟实验的可信度。

Bechtel：

Way-finding is not synonymous with “signage” as is often mistakenly thought…in the design fields, where sign fabrication firms advertise “Today’s way-finding solution”…“**way-finding system**”: a combination of behavior, operations, and design…Not only do they need to **find their own way around**, they are also expected to **assist and direct unfamiliar users**. But confusing places can lead staff as well as visitors to become disoriented. Such disorientation causes them to **lose face and become embarrassed** when they are unable to direct visitors, and it can detract from their abilities to do their jobs:

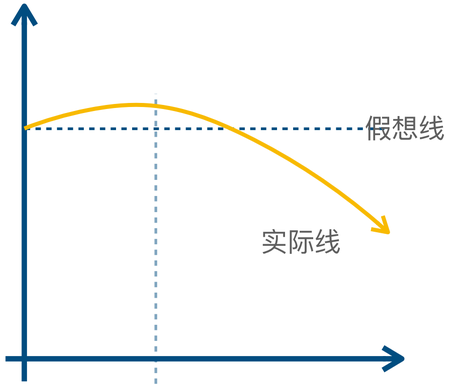
顾宗超:

Through simulation, we obtain pedestrians’ time-specific positions in the network, enabling us to study the **interactions between people** and the underground space with regard to crowds. We define several crowd condition variables as indicators of the degree of relative congestion in terms of **safety, efficiency, and comfort**, and we examine some environmental and **individual factors’** influence on crowd variations.

影响寻路的因素（猜想） Way-finding Factors

冯站长

标识其实已经更新过一次，没有必要再增多了，**反正也没人看。**



（时间、距离标准下寻路效率）

水平/效益 （高）

标识作用

群体效率

个体效率

孙澄宇

被试都会潜意识下受到**周边其他旅客的影响**

标识系统

据**经常往来的乘客**反映，地铁站的标识设置似乎并不合理。

初期阶段

熟悉阶段

拥堵阶段

管制阶段

时间/事件

传统寻路

更加关注场所建设初期，人群**刚开始使用**的情景，此时**标识作用**较大。

熟悉寻路

地铁站一类的空间，使用者多数为**熟悉环境**的人，依赖经验寻求**个体效率**是其目标。

拥堵寻路

在**承载压力大**的情况下，个体效率的放大，导致了**群体拥堵**，反过来作用于个体。

凡例

B1 进出口

A5* 带有*的进出口有使用时间限制

1.检票口内
2.检票口
3.检票口外

自动扶梯

检票口内楼梯

电梯

检票口外楼梯

轮椅使用者斜坡道

人工瘘者专用洗手间

轮椅使用者专用自动扶梯

AED（自动体外除颤器）

轮椅升降平台

无障碍上下通道

轮椅使用者专用洗手间

工作人员专用上下通道

婴幼儿用设备

洗手间

寄存柜

候车室

ATM

公用电话

小卖部

Echika(商业设施区域)

MP metropia商业区

E Esola(商业设施大楼区域)

售票处
多功能售票机

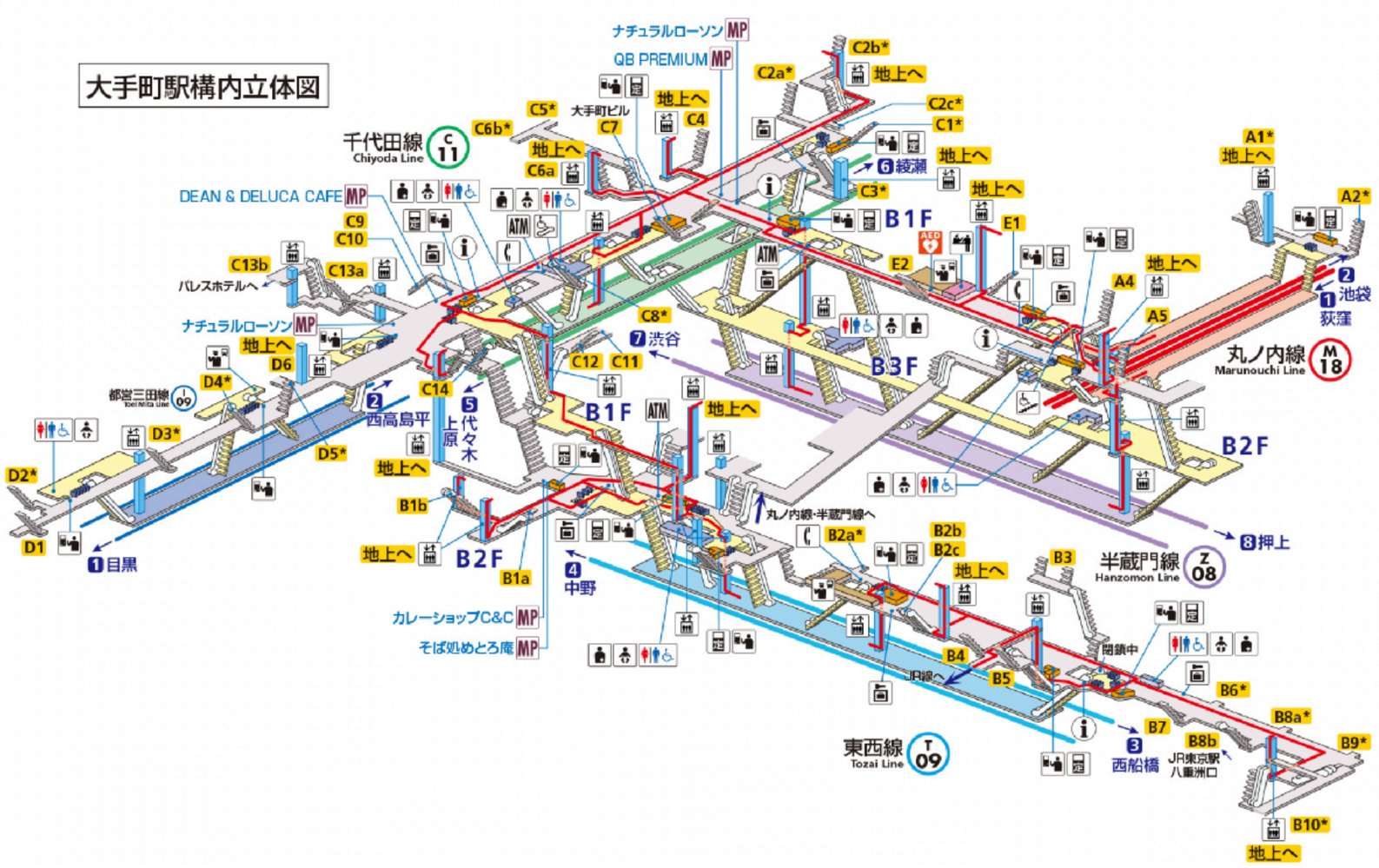
站务室/失物招领

月票售票处/补票处

问讯处

盲文引导牌

大手町駅構内立体図



特殊场所的寻路?

拥挤状态的寻路?

寻路标识的效益?

空间设计的原则?

.....


Thank You for Listening!