

北京地铁早高峰相邻平行路段拥挤度的对比分析

——以 2 号线和 4 号线宣武门至西直门路段为例

◆张昊予 王醇逸

（1 北京市第十三中学 北京 100009；2 北京师范大学附属实验中学 北京 100032）

摘要：本文基于对北京轨道 AFC 数据库数据进行整理、提炼，运用假设检验的统计学方法，以 2、4 号线宣武门至西直门路段为例，分析了早高峰期间相邻平行路段拥挤度的差异状况，检验了在早高峰期间，在该路段上地铁 4 号线的拥挤程度显著高于地铁 2 号线，并对这种差异性的原因进行了分析。本文的分析与结论不仅能够为居民出行提供最佳乘车线路的选择，同时也能够在一定程度上起到缓解该路段高峰期交通压力的作用。

关键词：北京地铁；拥挤度；统计分析

地铁是我们生活中必不可少的公共交通工具，北京纵横交错的地铁网路为每天必须通勤、出行的人们提供了极大的方便，然而在早晚高峰期间由于地铁乘客过多，有时甚至超出其运载能力，从而使得车厢内拥挤不堪，令人感到烦躁和疲惫。尽管如此，各条线路的拥挤程度可能存在较大的差异，本文拟就早高峰时期，对 2 号线与 4 号线宣武门至西直门（见图 1）这两条相邻的平行路段的拥挤度进行对比分析，为在早高峰期间在这两点之间通勤的乘客提供一个较好的出行线路选择。

1.北京地铁 2 号线和 4 号线概况

北京地铁 2 号线是一条环线地铁，沿原北京城池内城而建，该线全长 23.1 千米，设有 18 座车站（换乘车站 10 座），环行一周用时约 40 分钟。在工作日，2 号线早高峰时内环发车间隔 2 分半，外环 3 分钟。白天非高峰时段的发车间隔约 5 分钟，每列核定载客为 1356 人。

地铁 4 号线是一条打通南北的线路。该线南起北京市大兴区天宫院站，北至海淀区安河桥北站，全长 28.2km，总定员 1440 人，站总数为 35 个。由于经过颐和园、动物园、西单等著名旅游景点和商业街，并且与北京南站无缝接驳，因此是全国地铁系统中唯一突破 2 分钟间隔的路线。工作日早高峰期间，北上列车开至陶然亭、菜市口往往已经拥挤不堪，在菜市口-宣武门区间出现最大满载率。4 号线日均客流接近 80 万人次，最高日客流量达 116 万人次，是北京地铁中较繁忙的路线之一。

2.地铁 2 号线和 4 号线宣武门-西直门段的对比

（1）行车距离的对比

如图 1 所示，地铁 2 号线从宣武门至西直门经过长椿街、复兴门、阜成门、车公庄四个站点，4 号线则经过西单、灵境胡同、西四、平安里、新街口等五个站点。各自相邻两个站点之间的距离如表 1 所示。

在宣武门-西直门之间，尽管 4 号线比 2 号线长 56 米，但对于时速 80km 的地铁来说，在到达时间相差不到 3 秒，4 号线由于多了一站，停车时间比 2 号线多 1 分钟左右，这些因素可以忽略不计。

表 1 2 号线和 4 号线宣武门-西直门路段相邻站间距信息统计表

2 号线起始/终到车站	区间距离（m）	4 号线起始/终到车站	区间距离（m）
西直门—车公庄	909	西直门—新街口	1025
车公庄—阜成门	960	新街口—平安里	1100
阜成门—	1832	平安里—	1100



图1 地铁2号线和4号线示意图

—复兴门			西四	
复兴门— —长椿街	1234		西四——灵 境胡同	869
长椿街— —宣武门	929		灵境胡同— —西单	1011
			西单——宣 武门	815
合计	5864		合计	5920

（2）两条线路客流增量的对比

网络化运营条件下，线路客运量由两部分构成：本线进（出）站量和换乘量。北京等城市轨道交通系统采用了各线路间“一票换乘”模式，即无障碍站内换乘模式，该模式增加了客运量推算与换乘交易清分的难度。

借助 2018 年 4 月至 9 月共 6 个月 126 个工作日早高峰时段（6:30-8:00）的 IC 卡数据，分别计算出两条线路宣武门-西直门间各站乘客进站量和出站量之差，将其作为本站乘客的净增（减）量，再计算出每个站点的 126 个净增（减）量的均值，如表 2 所示：

表2 2018年4月-9月早高峰时段各站乘客的净增（减）量均值						
4号线	西直门	新街口	平安里	西四	灵境胡同	西单
		-1599	-1471	-2004	-2499	-2729
2号线	西直门	车公庄	阜成门	西单	宣武门	
		-1414	-4863	-5434	2244	543

由于两条线路在宣武门-西直门间都有 3 个换乘点，假设在各换乘点乘客流入和流出的数量大体相当，从而对各站点上车的乘客数量的影响可以忽略不计，在此基础上，对表 2 给出的 4 号线与 2 号线沿途各站乘客净增（减）量的均值数据，运用 t-检验方法，检验两条线路在宣武门-西直门间的乘客净增（减）量是否有明显的差异。

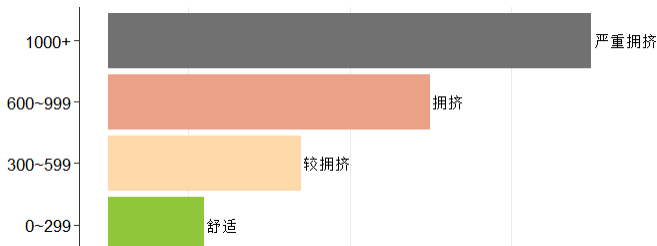
$H_0: \mu_4 = \mu_2$
 $H_1: \mu_4 \neq \mu_2$
由 excel 表，得分析结果如下：

P=0.9553, 这个概率值很大，不能拒绝原假设，可以说宣武门-西直门间的乘客净增（减）量没有多大的差异。

（3）两条线路拥挤度的对比

目前地铁拥挤度分为 4 级，如图 2 所示：按拥挤度由低至高、颜色由浅到深，颜色越深车厢越拥挤。用绿、黄、红、黑 4 种不同颜色，表现任意相邻两站之间单位时间里车厢内乘客的数量范围：人数在 0-299 之间显示为绿色，意为舒适，乘客可以在车厢内走动；人数在 300-599 之间显示为黄色，表示车厢内比较拥挤，乘客移动有困难，但尚有看手机的空隙；600-999 人之间会显示为红色，意为拥挤，乘客此时已经很难在车厢内移动；而 1000 人及以上的人数则显示为黑色，属于严重拥挤了，表现为一列车开走后，站台上仍会有乘客滞留。当超载严重时，将采取限流措施。

图 2 北京地铁拥挤度等级示意图



从如上的分析可知各站的乘客数量的增减量没有多大差异，以净流量最大的长椿街站为例，本站在早高峰 90 分钟的时间内，净进站人数平均增加 2244 人，假设北向南和南向北的乘客各占 50%，地铁发车间隔为 2.5 分钟，每辆车共 6 节车厢，则平均进入每节车厢的乘客数量为 $2244 \div 2 \div (90/2.5) \div 6 \approx 5$ 人。可见，地铁 2 号线和 4 号线宣武门-西直门间的乘客净增（减）量对两条线路该路段的拥挤程度的差异没有多大影响。影响拥挤度的最大因素应该是车到宣武门站时，车厢内乘客的存量，而不是之后沿途各站乘客的净增量，其实从表 2 可以看出，大多数站点的乘客数量不是净增加而是净减少。

由 IC 卡刷卡数据整理出的早高峰期间满载率情况如表 4 所示。

表 4 2018.4-9 早高峰期间最大满载率情况

月份	线路名称	上下行	区间	满载率 (%)	客流量 (人次)/车	拥挤度
4	2 号线	上行	车公庄->阜成门	67	447	较拥挤
	4-大兴线	上行	菜市口->宣武门	132	931	拥挤
5	2 号线	下行	东直门->东四十条	57	396	较拥挤
	4-大兴线	上行	菜市口->宣武门	119	925	拥挤
6	2 号线	下行	东直门->东四十条	64	427	较拥挤
	4-大兴线	上行	菜市口->宣武门	125	912	拥挤
7	2 号线	下行	东直门->东四十条	64	428	较拥挤
	4-大兴线	上行	菜市口->宣武门	122	946	拥挤
8	2 号线	下行	东直门->东四十条	64	424	较拥挤
	4-大兴线	上行	菜市口->宣武门	130	942	拥挤
9	2 号线	下行	东直门->东四十条	63	417	较拥挤
	4-大兴线	上行	菜市口->宣武门	126	949	拥挤

表 4 显示，早高峰期间，2 号线每列车的平均人数低于 450 人，处于较拥挤级别，而 4 号线每列车的乘客数量一般会高于 900 人，处于拥挤级别，而且拥挤区间都是菜市口-宣武门段，这就意味着 4 号线北向南方向在宣武门站乘客人数达到最大超载量。

近年来，4 号线及大兴线客流持续上升，特别在早高峰期间，上行方向的列车在西直门站至宣武门站区段满载率极高，4 号线南段承担了来自丰台区马家堡、西罗园、南苑以及大兴区的通勤客流，以及早晨到达北京南站的火车客流。北上列车开至菜市口、陶然亭往往已经拥挤不堪，在菜市口-宣武门区间出现最大满载率。位于西单、西直门之间中心城区的车站，进出站人数反而有限。

3. 结语

在早晚高峰时期，北京地铁的各条线路都比较拥挤，但拥挤程度却可能大相径庭。由于南北东西方向的线路星罗棋布、纵横交错，从而使得在某些两个站点之间，有两条或两条以上的线路相连接，这就为乘客在这样两个站点之间的通行提供了较多的路径选择。

本文通过对北京轨道 AFC 数据的分析，对地铁 2 号线和 4 号线宣武门-西直门段拥挤程度进行了对比分析，得出如下的结论：（1）行车距离与时间方面，两条线路行车距离与时间几乎相同。（2）线路客流增量方面，两条线路在宣武门-西直门间的乘客净增（减）量不存在统计意义上的显著性差异，说明这一因素对两条线路该路段的拥挤程度的差异没有多大影响。（3）线路拥挤度方面，早高峰期间，2 号线列车处于比较拥挤程度，4 号线列车处于拥挤程度且 4 号线北向南方向在宣武门站乘客人数达到最大拥挤度。（4）早高峰期拥挤度最严重的菜市口->宣武门单行段，其拥挤因素不是由于新进入的乘客，而是过路的乘客。在宣武门站时就车厢内的乘客存量而言，4 号线要远远高于 2 号线。

本文给出如下建议：（1）对于类似于 2 号线和 4 号线这样的相邻平行路段而言，如果乘客从宣武门进站，在西直门及该站之前出站或换乘 1、6 或 13 号线等，选择乘坐 2 号线乘车的舒适程度要远高于乘坐 4 号线。（2）建议北京公共交通部门能够合理安排地面、地下交通流量布局，重点加强该线路段交通疏导与流量管理。

参考文献：

[1]王凯北京地铁客流特征分析管理科学与工程 2014 年 3 月 51-56
[2]段卫静陈艳艳赖见辉北京地铁 4 号线客流特征分析都市快轨交通•第 26 卷第 4 期 2013 年 8 月