

城市轨道交通车站等级评定 及中心站划分方法研究

董云周

(重庆市轨道交通(集团)有限公司, 重庆 401120)

摘要: 针对城市轨道交通车站等级划分的实际管理问题, 以定量分析为切入点, 深入研究城市轨道交通车站等级量化评定标准, 构建包含客运量指标、行车指标、服务指标的车站等级评价体系, 客观反映各车站作业量, 使车站等级评价工作具有系统性、科学性、可量性和可操作性, 有效弥补当前诸多评价工作多以定性分析为主的不足。将研究成果运用到重庆轨道交通1号线及环线各站点, 对所有车站进行等级评定并将定量计算结果运用到中心站的划分中。实际演算证明: 本研究成果符合重庆轨道交通运营现状, 具有兼顾减少管理架构和均衡各中心站工作量的特点。本研究成果对城市轨道交通运营站点的运作管理有一定的指导意义, 且能够为后续资源配置、人员配置、应急处置、绩效考评等工作提供决策支撑。

关键词: 城市轨道交通; 车站等级; 等级评价; 定量分析; 评定标准

中图分类号: U231

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2023)05-0146-06

Grade Evaluation of Urban Rail Transit Stations and Method for Grading of Regional Stations

DONG Yunzhou

(Chongqing Rail Transit (Group) Co., Ltd., Chongqing 401120)

Abstract: In view of the practical management problem of the classification of urban rail transit stations, the author built a station grade evaluation system, including a passenger volume index, railway traffic index, and service index, which objectively reflects the operation volume of each station. This system makes station grade evaluations systematic, scientific, quantifiable, and operable. This compensates the deficiency of qualitative analysis in many evaluation studies. In this study, the research results were applied to the stations of the Chongqing Rail Transit Line 1 and Circle Line. All stations were graded, and the quantitative calculation results were applied to the division of regional stations. The actual calculations proved that the research results were in line with the operational status of Chongqing rail transit. This reduced the management structure and balanced the workload of each regional station. The results of this study have strong guiding significance for the operation and management of urban rail transit stations. It can also provide decision-making support for subsequent resource and personnel allocation, emergency response, performance evaluation, and other management tasks.

Keywords: urban rail transit; grade of station; grade evaluation; quantitative analysis; evaluation standard

城市轨道交通车站等级的概念多用于城市轨道交通
线网规划中, 通常以预测高峰小时客流、日乘降量

为主要评定指标, 更倾向于工程造价、工程体量方面
的考虑, 鲜用于城市轨道交通车站运作及管理工作。

收稿日期: 2022-12-21 修回日期: 2023-04-07

作者简介: 董云周, 男, 硕士, 高级工程师, 从事城市轨道交通运营安全与管理研究, dyz1221@my.swjtu.edu.cn

引用格式: 董云周. 城市轨道交通车站等级评定及中心站划分方法研究[J]. 都市轨道交通, 2023, 36(5): 146-151.

DONG Yunzhou. Grade evaluation of urban rail transit stations and method for grading of regional stations[J]. Urban rapid rail transit, 2023, 36(5): 146-151.

然而，城市轨道交通车站等级的评定工作是实现城市轨道交通运营单位精细化、标准化管理的基础，也是城市轨道交通运营单位资源配置的重要参考依据，因此研究城市轨道交通车站等级的评定标准对城市轨道交通运营单位显得尤为重要。当前，各城市轨道交通运营单位对车站等级的评定工作多以车站性质或地理位置进行判定，如换乘站、交通枢纽站、景点站、商圈站等，该类判定方法均以定性分析为主，适用性较差^[1]，缺乏系统的定量指标且相关研究较少。

本研究以车站运营管理为切入点，将车站等级概念引入车站管理，将常规定性分析变为定量分析，制定出符合重庆轨道交通运营特点的评价体系，分析结果有利于后期车站定员、资源配置、绩效考评、人员晋升、中心站拆分、应急管理、行车组织等工作，体现了城市轨道交通车站运作管理工作的科学性、系统性、可量性和可操作性。截至 2022 年底，重庆轨道交通运营线路长度共计 478.29 km，运营车站 245 座，其中换乘站 31 座，日最大客流 471.9 万人次，在建规模 233.31 km^[2]。做好车站等级评定工作有利于运营单位进一步深化企业改革，做细、做精、做强运营管理工作，精准提高运营服务质量，有效降低企业运营成本，科学提高运营管理水平。

1 评价体系的建立

1.1 评定指标的选择原则

城市轨道交通车站等级评定指标的选择应围绕系

统性、科学性、可量性和可操作性开展^[3]。

1.1.1 系统性

评定指标应该围绕城市轨道交通车站运作的核心要素开展，每一项指标应该体现 1 个或多个方面的工作，全要素指标通过量化方法能够系统地反映车站运作的整体工作量。

1.1.2 科学性

评定指标应该具备充分的科学依据，具有较强的说服力和严谨性，能够合理地反映出影响城市轨道交通车站分级的重要因素。

1.1.3 可量性

评定指标应该具备较强的量化属性，从而使得评定工作彻底量化，便于比较、计算和统计。

1.1.4 可操作性

评定结果将会广泛运用于城市轨道交通运营一线，由此评定指标应该具备可操作性，便于运营单位及时根据运输现状进行调整，即指标应该易获取、易分析、易统计。

1.2 车站等级评定指标

重庆是少有的特大型、多中心式、山地组团空间结构，整个城市依山而建并且具有两江交汇的独特地理环境^[4]，重庆轨道交通线网车站以深埋式地下站为主^[5]。本研究以重庆轨道交通运营特点为基础，选取了 3 大特征指标，13 个子考评项目，按百分制计算，构建出符合重庆轨道交通运营现状的车站等级评定体系，如表 1 所示。

表 1 城市轨道交通车站分级评定指标
Table 1 Grade evaluation index of urban rail transit station

指标		总分	第一档	第二档	第三档	第四档	第五档	第六档
客运量 指标	月度日均客运量	45	0.5w 人次/d 为一阶，每阶加 3 分，45 分封顶					
	单程票日均客运量	6	(0, 2w]	(2w, 3w]	(3w, 4w]	(4w, 5w]	(5w, 6w]	(6w, +∞)
	优惠卡日均客运量	6	1	2	3	4	5	6
			(0, 0.2w]	(0.2w, 0.3w]	(0.3w, 0.4w]	(0.4w, 0.5w]	(0.5w, 0.6w]	(0.6w, +∞)
	换乘日均客运量	6	1	2	3	4	5	6
			(0, 2w]	(2w, 4w]	(4w, 6w]	(6w, 8w]	(8w, 10w]	(10w, +∞)
行车 指标	日均高峰占比	6	(0, 30%]	(30%, 35%]	(35%, 40%]	(40%, 45%]	(45%, 50%]	(50%, +∞]
	折返站	2	1	2	3	4	5	6
	联锁站	2	是					
	出入段站	2	是					

续表

指标		总分	第一档	第二档	第三档	第四档	第五档	第六档
结构 指标	换乘站	6	换乘站基本分为4分，每增加一条换乘线路加2分，6分封顶					
	接口站	4	基本分为2分；交通枢纽(景点)加2分；4分封顶					
	AFC设备数	5	(0, 10]	[11, 20]	[21, 30]	[31, 40]	(40, +∞)	
			1	2	3	4	5	
	出入口数量	5	(0, 2]	[3, 4]	[5, 6]	[7, 8]	(8, +∞)	
			1	2	3	4	5	
	车站埋深	5	(0, 20)	[20, 40)	[40, 60]	[60, 80)	[80, +∞)	
			1	2	3	4	5	

1.2.1 客运量指标

客运量指标是反映车站客运工作量最直接的指标，是车站等级评定工作中最直接的量化指标。

1) 月度日均客运量。该指标反映车站日客运作业工作量，数据源于车站售检票系统，包括日进站量和日出站量。

2) 单程票日均客运量。由于无线支付方式的日益普及，传统意义的单程票售检模式已不再是乘客出行的首选支付方式。当前，重庆轨道线网“储值票+扫码过闸”的使用率已经超过90%。因此，本研究中的单程票数据包括普通卡、交通联合卡、一码通、电子单程票、单程纪念票、轨道一日票、单程票、预赋值单程票、成人优惠卡、轨道定次票。

3) 优惠卡日均客运量。优惠卡持有者往往是需要特别关注或主动提供帮助的特定人群，因此该指标也能从一个方面反映车站客运服务工作量。本研究中的优惠卡数据包括学生卡、爱心优惠卡、免费卡。

4) 换乘日均客运量。换乘日均客运量是线网换乘站换乘客流组织工作量的重要指标。

5) 日均高峰占比。日均高峰占比是指早晚高峰客运量与全日客运量的比值。它可以反映早晚高峰期间客流的集中程度，亦是早晚高峰期间客运工作量的体现。

1.2.2 行车指标

行车指标是体现城市轨道交通行车作业量的指标。

1) 折返站。折返站是指线路配属折返线的车站，折返线均设有道岔，可能涉及人工排列列车进路的情况，因此人工办理折返作业也是行车作业工作量的体现。

2) 联锁站。联锁站是指具备区域联锁区控制权的车站。在控制中心下放控制权后，联锁区内的信号操

作及进路排列全由该站值班员负责。联锁区内的行车组织工作是城市轨道交通车站级行车工作最直接的内容。

3) 出入段站。正线与车辆段衔接的车站称为出入段站。组织运营列车及工程车出入段作业时，往往需要人工办理闭塞^[6]，因此该站的出入段作业也是车站级行车作业工作量的重要组成部分。

1.2.3 结构指标

1) 换乘站。换乘站涉及付费区内换乘客流的组织，与车站客运服务紧密相关，也体现了车站在网络化运营中的作用^[7]，即与线网其他车站的关联性^[8]。

2) 接口站。接口站是指与商业毗邻且有接口的车站，包括毗邻交通枢纽、商圈、景区的站点。接口站最大的特点为毗邻单元能够提供充足且稳定的通勤、观光客流。

3) AFC(auto fare collection，自动售检票系统)设备数量，从设备维度体现本站售检票工作量。

4) 出入口数量。出入口数量可以体现本站非付费区的客运组织工作量，特别是大客流期间三级客流控制情况下，多方向进出站客运组织。

5) 车站埋深。车站埋深是指地面到站台的最大深度，将车站埋深作为评定指标确为重庆特色，该类指标主要体现进出站客运组织的工作量及设备设施(电扶梯、环控等)保养、巡查工作量。本研究中，只对地下站记分，地面站及高架站不得分。

1.3 车站等级的评定标准

1.3.1 车站等级级差值的计算

$$[X] = \max \left\{ \frac{M_i}{N} \right\} \quad (1)$$

式中： M_i 表示线网中第*i*个车站的综合得分值； N 表示拟划分的等级数，本研究取值为6。

1.3.2 车站等级核定标准

特等站 $Y_{\text{特}}$: $5X < Y_{\text{特}} \leq 100$

一等站 Y_1 : $4X < Y_1 \leq 5X$

二等站 Y_2 : $3X < Y_2 \leq 4X$

三等站 Y_3 : $2X < Y_3 \leq 3X$

四等站 Y_4 : $X < Y_4 \leq 2X$

五等站 Y_5 : $Y_5 \leq X$

2 中心站划分依据

在城市轨道交通线网中,若干个车站组织一个中心站,中心站是城市轨道交通运营单位以客运专业为基础的车间级生产单元。做好中心站的划分工作有利于基层生产单元的运作,保证车站(班组)安全生产及管理。当前,中心站的划分多以信号联锁设备管界范围或简单以车站数量作为划分依据,随着车站客运作业量的不断攀升,该类划分方法已经不能适应现场的工作需求。本研究以车站等级划分为依据,建立中心站划分的方法及原则。同时,按线路总体综合指标的得分,均衡各中心站工作量,并且适度扩大中心站的管理范围,逐步实现“大车间”的管理理念。

2.1 单线均衡法

$$D_{\text{单}} = \frac{\sum M_i}{n} \quad (2)$$

式中: $D_{\text{单}}$ 表示用单线均衡法计算出的综合得分; M_i 表示第*i*个车站的综合得分值; n 表示拟划定中心站的数量。

该算法的优势在于计算简单,且能确保同一线路中各中心站的工作量基本一致;缺点在于可能出现无法切割的情况且线网各中心站的综合得分不统一。

2.2 线网均衡法

$$D_{\text{网}} = \max \left\{ \frac{\sum M_i^j}{n_i / k}, 5 \leq k \leq 8 \right\} \quad (3)$$

式中: $D_{\text{网}}$ 表示用线网均衡法计算出的综合得分; M_i^j 表示*i*号线第*j*个车站的综合得分; n_i 表示*i*号线路的自然站数; k 表示中心站包含车站的数量。

该算法的优点在于能够统一线网各中心站的划定标准,即各中心站的综合得分基本一致;缺点在于受*k*值的影响,可能出现各中心站管理站点数量不一致或差异较大的情形,不利于中心城区(客流密集区段)车站的划分。

2.3 动态调整法

同一线路相邻车站随机组合,每个中心站单元分

值相当即可。该方法的优势同样在于各中心站工作量相对均衡,劣势亦在于每个中心站的管理站点数不一致,不利于建立标准。

3 案例应用

本文案例演算中,全部使用2021年5月的线网特征数据,以期最大限度抵消疫情对客流的影响并还原当时的线网换乘关系。

3.1 重庆轨道交通1号线

3.1.1 1号线各站等级计算

重庆轨道交通1号线共计45.34 km,运营车站25座(其中,1座车站划归另外的运营管理主体,本算例中计入)。重庆轨道交通1号线车站等级及中心站划分计算如表2所示。

表2 重庆轨道交通1号线各站等级计算
Table 2 Grade calculation table of each station of Chongqing Rail Line 1

车站 i	综合得分 M_i	车站等级 Y_i	车站 i	综合得分 M_i	车站等级 Y_i
朝天门	36	三	沙坪坝	76	特
较场口	41	三	杨公桥	26	四
七星岗	41	三	烈士墓	31	三
两路口	85	特	磁器口	31	三
鹅岭	27	四	石井坡	17	四
大坪	62	一	双碑	37	三
石油路	57	二	赖家桥	27	四
歇台子	30	四	微电园	46	二
石桥铺	50	二	陈家桥	25	四
高庙村	41	三	大学城	48	二
马家岩	20	四	尖顶坡	41	三
小龙坎	40	三	璧山	47	二

3.1.2 1号线各中心站划分

本线路使用单线均衡法进行中心站的划分计算,1号线拟设中心站4个。 $D_{\text{单}}=982/4=[245.5]=250$,即1号线根据线路综合得分,以250分为基准划分中心站。

1) 朝天门中心站:朝天门、较场口、七星岗、两路口、鹅岭(5站,230分)。

2) 石桥铺中心站:大坪、石油路、石桥铺、歇台子、高庙村、马家岩(6站,260分)。

3) 沙坪坝中心站:小龙坎、沙坪坝、杨公桥、烈士墓、石井坡、磁器口、双碑(7站,258分)。

4) 大学城中心站:赖家桥、微电园、陈家桥、微

电园、大学城、尖顶坡、璧山(7站, 234分)。

3.1.3 方案可行性分析

1) 朝天门中心站综合得分 230 分, 低于基准分 250 分。朝天门中心站位于渝中腹地, 在线网中有复杂的换乘关系, 且沿线旅游观光开发力度大。2021 年, 受疫情影响, 存在客流下降的情况。客流下降部分可视为旅游观光客流。按照本研究的评价标准, 20 分的差异折算成月度日均客流约为 3.5 万人次。在后疫情时代, 3.5 万人次客运量可以随着渝中母城都市旅游热的复苏完全弥补。

2) 大学城中心站综合得分 234 分, 低于基准分 250 分。赖家桥站属于接口站, 连接长途汽车枢纽, 进出站客流受到影响(疫情影响)。在后疫情时代, 约 2.5 万人次的日均客流差异可以得到填补。

3) 本研究成果与现实运作管理相比较, 将双碑站划归沙坪坝中心站管理, 有助于实现联锁设备区在 1 个中心站管辖范围内, 同时缓解原大学城中心站(7 站, 5 站为设备集中站)管辖内的行车作业压力, 使得各中心站工作量相对均衡。

3.2 重庆轨道交通环线

3.2.1 环线各站等级计算

重庆轨道交通环线共计 50.88 km, 运营车站 33 座(其中有 5 座车站划归另外的运营管理主体, 本算例中不计入)。重庆轨道交通环线车站等级及中心站划分计算如表 3 所示。

表 3 重庆轨道环线各站等级计算

Table 3 Grade calculation table of each station of Chongqing Rail Circle Line

车站 i	综合得分 M_i	车站等级 Y_i	车站 i	综合得分 M_i	车站等级 Y_i
沙坪坝	70	一	四公里	32	三
重庆大学	39	三	南湖	29	四
玉带山	30	四	海峡路	29	四
南桥寺	50	二	谢家湾	36	三
体育公园	39	三	奥体中心	27	四
动步公园	24	四	陈家坪	28	四
洪湖东路	35	三	彩云湖	23	四
渝鲁	41	三	二郎	32	三
弹子石	43	三	华龙	23	四
涂山	35	三	重庆西	50	二
仁济	19	四	上桥	22	四
上浩	6	暂未建成	凤鸣山	17	四
海棠溪	25	四	图书馆	38	三
罗家坝	19	四	天星桥	22	四

3.2.2 环线各中心站划分

本线路采用动态调整法进行中心站划分计算, 根据环线综合得分, 经反复测算, 以 220 分为基准划分中心站。

1) 玉带山中心站: 沙坪坝、重庆大学、玉带山、南桥寺、体育公园(5 站, 228 分)。

2) 渝鲁中心站: 动步公园、洪湖东路、渝鲁、弹子石、涂山、仁济、上浩(7 站, 203 分)。

3) 谢家湾中心站: 海棠溪、罗家坝、四公里、南湖、海峡路、谢家湾、奥体中心、陈家坪(8 站, 225 分)。

4) 重庆西中心站: 彩云湖、二郎、华龙、重庆西、上桥、凤鸣山、图书馆、天星桥(8 站, 227 分)。

3.2.3 方案可行性分析

1) 渝鲁中心站综合得分 203 分, 略低于线路基准分 220 分。这是由于管辖内的上浩站还未建成移交, 就目前运营掌握的建设情况对照本研究进行核算, 上浩站约为五等站。该中心站在上浩站建成投用后, 其综合得分是可以达到基准要求的。

2) 本研究成果与现实运作管理相比较, 撤销 1 个中心站, 压缩了管理架构, 增加了管理力量, 逐步实现“大车间”的管理变革。

4 结论

本研究中的车站等级评价体系及中心站的划分方法, 经过重庆轨道交通 1 号线、环线的真实数据验证, 能够客观评价出各车站的工作量, 符合运营实际, 而对车站等级评定及中心站的划分有较强的参考价值。

1) 研究成果与现场运营管理相比较, 对现行的管理架构进行了科学的调整和规划。其中, 1 号线将 1 个车站(双碑站)调整到相邻的中心站(从原大学城中心站划归沙坪坝中心站), 均衡了各中心站间的工作量; 环线减少 1 个中心站的管理架构, 实现了“大车间”的管理理念, 进一步压缩了管理架构。

2) 本研究成果亦可延伸至车站定员、资源配置、绩效考评、人员晋升、中心站拆分、应急管理等工作, 也可在大站快车、互联互通^[9]等列车运行图铺画工作中作重要的参考。

3) 本研究成果在实际运营过程中还应注意以下问题: 新线在划分中心站时, 应该考虑设计客流与实际客流的对比; 线网换乘关系发生变化时, 应考虑相邻车站的归属问题; 划分中心站时, 应考虑联锁关系; 线网客流阶段性攀升时, 应重新计算车站等级并对评价体系进行进一步的研究和修改。

参考文献

- [1] 戴子文, 谭国威, 戴子龙. 城市轨道交通车站分类及等级划分研究[J]. 都市快轨交通, 2016, 29(4): 38-42.
DAI Ziwen, TAN Guowei, DAI Zilong. Classification and grading of urban rail transit stations[J]. Urban rapid rail transit, 2016, 29(4): 38-42.
- [2] 中国城市轨道交通协会. 城市轨道交通 2022 年度统计和分析报告[R]. 北京, 2023.
- [3] 陈扶崑, 吴海军. 基于定量分析的城市轨道交通车站分级探讨[J]. 现代城市轨道交通, 2010(3): 78-80.
CHEN Fukun, WU Haijun. Study on classification the urban rail stations based on the quantitative analysis[J]. Modern urban transit, 2010(3): 78-80.
- [4] 王凌, 董云周. 重庆轨道交通 P+R 换乘研究[J]. 现代城市轨道交通, 2014(4): 79-82.
WANG Ling, DONG Yunzhou. Study on P+R interchanges of Chongqing rail transit[J]. Modern urban transit, 2014(4): 79-82.
- [5] 董云周. 重庆轨道交通应急事件分级分类及预案编制方法研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2020.
DONG Yunzhou. Study on the classification of Chongqing rail transit emergency events and the method of preparing the plan[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2020.
- [6] 全永彬, 董云周. 重庆轨道交通电话闭塞(解除)法行车工作组织[J]. 城市轨道交通研究, 2017, 20(1): 120-123.
QUAN Yongbin, DONG Yunzhou. Analysis of the telephone block (clear) method in traffic organization[J]. Urban mass transit, 2017, 20(1): 120-123.
- [7] 韩宝明, 王莹, 张琦, 等. 高速铁路网络系统中心性的车站综合分级方法[J]. 北京交通大学学报, 2018, 42(1): 69-74.
HAN Baoming, WANG Ying, ZHANG Qi, et al. Stations classification method based on system centrality for high-speed railway network[J]. Journal of Beijing Jiaotong University, 2018, 42(1): 69-74.
- [8] 孔德越, 闫力斌, 周姗姗, 等. 基于层次分析法的全路客运车站等级评定研究[J]. 铁路计算机应用, 2021, 30(3): 10-14.
KONG Deyue, YAN Libin, ZHOU Shanqi, et al. Rank rating of all railway passenger stations based on analytic hierarchy process[J]. Railway computer application, 2021, 30(3): 10-14.
- [9] 董云周, 鲁工圆, 董健. 城市轨道交通应急预案编制与优化[J]. 都市快轨交通, 2019, 32(3): 138-144.
DONG Yunzhou, LU Gongyuan, DONG Jian. Preparation and optimization suggestions on urban rail transit emergency plan[J]. Urban rapid rail transit, 2019, 32(3): 138-144.
- (编辑: 傅依萱)
-
- (上接第 138 页)
- [18] ZHANG Y R, MARSHALL S, MANLEY E. Network criticality and the node-place-design model: Classifying metro station areas in Greater London[J]. Journal of transport geography, 2019, 79: 102485.
- [19] 西安市自然资源和规划局. 2019 年西安市城市交通发展年度报告[R]. 西安, 2020.
Xi'an Natural Resources and Planning Bureau. Xi'an transportation annual report (2019)[R]. Xi'an, 2020.
- [20] AN D D, TONG X, LIU K, et al. Understanding the impact of built environment on metro ridership using open source in Shanghai[J]. Cities, 2019, 93: 177-187.
- [21] JUN M J, CHOI K, JEONG J E, et al. Land use characteristics of subway catchment areas and their influence on subway ridership in Seoul[J]. Journal of transport geography, 2015, 48: 30-40.
- [22] 杨仙, 于洋, 周睿. 国外节点—场所模型的研究进展及其启示: 应用、扩展与系统化开发[J/OL]. 国际城市规划, 2009. doi: 10.19830/j.upi.2022.013.
- YANG Xian, YU Yang, ZHOU Rui. Research progress of the Node-place model abroad and its enlightenments: Applications, extensions and systematic development[J/OL]. Urban planning international, 2009. doi: 10.19830/j.upi.2022.013.
- [23] 西安市人民政府. 西安市城市总体规划(2008 年-2020 年)[R]. 西安, 2008.
Xi'an Municipal People's Government. Planning of Xi'an (2008-2020)[R]. Xi'an, 2008.
- [24] 陕西省发展和改革委员会. 西安市城市轨道交通第三期建设规划(2019-2024 年)[R]. 西安, 2019.
Shaanxi Provincial Development and Reform Commission. Third phase construction planning of urban rail transit in Xi'an (2019-2024)[R]. Xi'an, 2019.
- (编辑: 王艳菊)