

城市轨道交通运营与服务 第2部分：客流风险管控规范

Operation and service of urban rail transit-

Part 2: Passenger flow risk control specification

2021 - 08 - 02 发布

2021 - 09 - 01 实施

四川省市场监督管理局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本原则	2
5 客流风险影响要素	2
6 客流风险动态分类	2
7 客流风险评估方法	3
8 客流风险管控措施	6
附录 A （资料性） 静态能力计算方式	10
附录 B （资料性） 车站动态输送能力计算方式	12
参考文献	13

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由四川省交通运输厅提出、归口并解释。

本文件起草单位：成都轨道交通集团有限公司、成都地铁运营有限公司、交通运输部科学研究院、交科院科技集团有限公司。

本文件主要起草人：沈卫平、饶咏、徐安雄、谢富刚、贾文峥、凌喜华、苟明中、黄嘉、陈辉、李向红、谢斌、曾东亮、廖理明、熊振兴、刘悦、胡昊、王洋、刘从岗、姚伟国、魏立源、陈英、孙斌、郑洋、孙琼、王鑫、唐相营、陈光富、程云妍、杨磊、刘骄阳、杨伟、黄振东、刘芩瑜、龚云海、熊超。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——本次为首次发布。

城市轨道交通运营与服务 第2部分：客流风险管控规范

1 范围

本文件确立了四川省城市轨道交通客流管控的术语和定义、基本要求、风险要素、风险动态分级类型、风险评估方法及风险管控措施等内容。

本文件适用于四川省城市轨道交通地铁系统客流风险评估判定以及运营管控,其他城市轨道交通系统可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 30012—2013 城市轨道交通运营管理规范

GB 50490—2009 城市轨道交通技术规范

3 术语和定义

GB 50490—2009、GB/T 30012—2013界定的及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

城市轨道交通 urban rail transit

采用专用轨道导向运行的城市公共客运交通系统,包括地铁系统、轻轨系统、单轨系统、有轨电车、磁浮系统、自动导向轨道系统、市域快速轨道系统。

[来源:GB 50490—2009, 2.0.1]

3.2

运营单位 operation company

经营城市轨道交通运营业务的企业。

[来源:GB/T 30012—2013, 3.2]

3.3

客流风险 passenger flow risk

城市轨道交通运营过程中,客流组织存在的安全风险。

3.4

车站静态能力 station static capacity

车站用于乘客通行的各项设备设施单位时间承载能力(人次/小时)。

3.5

车站动态输送能力 station dynamic transport capacity

单位时间内城市轨道交通某一站点的列车输送能力总和(人次/小时)。

3.6

进站能力 inbound capacity

城市轨道交通某一站点的所有进站闸机在单位时间所能通过的乘客数量（人次/小时）。

3.7

出站能力 outbound capacity

城市轨道交通某一站点的所有出站闸机在单位时间所能通过的乘客数量（人次/小时）。

3.8

有效容纳能力 effective standing capacity

城市轨道交通站点某一区域能够容纳的最大乘客数量（人次）。

4 基本原则

4.1 城市轨道交通客流风险管控应提倡科技创新，贯彻节约资源和集约化建设原则，充分利用信息化手段分析和管控客流风险。

4.2 城市轨道交通客流风险管控除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

5 客流风险影响要素**5.1 通用说明**

城市轨道交通客流风险要素包括静态能力与车站动态输送能力，静态能力受售票能力、安检能力、进站能力、出站能力、进站通过能力、出站通过能力及车站有效容纳能力等指标影响；车站动态输送能力受列车车型、上线列车数、列车满载率、断面客流量及乘降量等指标影响。

5.2 静态能力分析

城市轨道交通静态能力以单个车站客服设备设施能力为单位，运营单位在掌握客流数据的基础上，结合城市轨道交通车站的客运组织方式，对客流数据与车站的设备设施能力进行匹配分析。静态能力计算方式见附录A。

5.3 车站动态输送能力分析

城市轨道交通车站动态输送能力即列车的运输能力，主要受列车车型、上线列车数量、列车交路、列车运行间隔、列车满载率以及断面客流等因素影响。车站动态输送能力计算方式见附录B。

6 客流风险动态分类**6.1 风险分类**

根据城市轨道交通运营过程中客流在车站、线路或线网滞留程度，将客流风险划分为单站大客流、线路大客流及线网大客流等三个类别。

6.2 单站大客流

当城市轨道交通某个车站因客流压力过大，出现拥堵现象，定义为单站大客流，包含站台大客流、付费区大客流、非付费区大客流三类，分别定义如下：

——当城市轨道交通某一站点出现站台候车乘客达到站台有效容纳能力的 2/3 以上，定义为站台大客流；

- 当城市轨道交通某一站点出现付费区滞留乘客达到付费区有效容纳能力的 2/3 以上, 定义为付费区大客流;
- 当城市轨道交通某一站点出现非付费区滞留乘客达到非付费区有效容纳能力的 2/3 以上, 定义为非付费区大客流。

6.3 线路大客流

出现以下情形之一, 可定义为线路大客流:

- 城市轨道交通某一条线路 3 个及以上车站同时发生大客流;
- 单个车站客流过大导致线路客流压力过大, 运输能力不足。

6.4 线网大客流

当城市轨道交通 2 条及以上线路发生线路大客流, 定义为线网大客流。

7 客流风险评估方法

7.1 静态能力匹配

城市轨道交通车站进行客流风险管控时, 需要对售票能力、安检能力、进站能力、出站能力、通过能力和有效容纳能力等静态指标进行计算, 利用相关结果进行静态能力匹配分析。

车站设备设施静态能力计算应符合下列规定:

- a) 城市轨道交通车站单位时间单程票能力利用率, 应在单个站点基础上确定, 计算方法见式 1:

$$\beta = \frac{P_{\text{进}} * \alpha}{Q} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

β ——单位时间单程票能力利用率;

$P_{\text{进}}$ ——单位时间进站人数 (人次/小时);

α ——车站单程票使用率;

Q ——单位时间单程票售票能力 (人次/小时)。

- b) 城市轨道交通车站单位时间安检能力利用率, 应在单个站点基础上确定, 计算方法见式 2:

$$\delta = \frac{P_{\text{进}}}{A} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

δ ——单位时间安检能力利用率;

$P_{\text{进}}$ ——单位时间进站人数 (人次/小时);

A ——单位时间安检能力 (人次/小时)。

- c) 城市轨道交通车站单位时间进站能力利用率, 应在单个站点基础上确定, 计算方法见式 3:

$$\phi_{\text{进}} = \frac{P_{\text{进}}}{Z_{\text{进}}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$\phi_{\text{进}}$ ——单位时间进站能力利用率；

$P_{\text{进}}$ ——单位时间进站人数（人次/小时）；

$Z_{\text{进}}$ ——单位时间进闸能力（人次/小时）。

d) 城市轨道交通车站单位时间出站能力利用率，应在单个站点基础上确定，计算方法见式 4：

$$\phi_{\text{出}} = \frac{P_{\text{出}}}{Z_{\text{出}}} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$\phi_{\text{出}}$ ——单位时间出站能力利用率；

$P_{\text{出}}$ ——单位时间出站人数（人次/小时）；

$Z_{\text{出}}$ ——单位时间出闸能力（人次/小时）。

e) 城市轨道交通车站单位时间进站通行能力利用率，应在单个站点基础上确定，计算方法见式 5：

$$\lambda_{\text{进}} = \frac{P_{\text{进}}}{L_{\text{进}}} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$\lambda_{\text{进}}$ ——单位时间进站通行能力利用率；

$P_{\text{进}}$ ——单位时间进站人数（人次/小时）；

$L_{\text{进}}$ ——单位时间进站通过能力（人次/小时）。

f) 城市轨道交通车站单位时间出站通行能力利用率，应在单个站点基础上确定，计算方法见式 6：

$$\lambda_{\text{出}} = \frac{P_{\text{出}}}{L_{\text{出}}} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$\lambda_{\text{出}}$ ——单位时间出站通行能力利用率；

$P_{\text{出}}$ ——单位时间出站人数（人次/小时）；

$L_{\text{出}}$ ——单位时间出站通过能力（人次/小时）。

g) 城市轨道交通车站单位时间换乘通行能力利用率，应在单个站点基础上确定，计算方法见式 7：

$$\lambda_{\text{换}} = \frac{P_{\text{换}}}{L_{\text{换}}} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$\lambda_{\text{换}}$ ——单位时间换乘通行能力利用率；

$P_{\text{换}}$ ——单位时间换乘人数（人次/小时）；

$L_{\text{换}}$ ——单位时间换乘通过能力（人次/小时）。

h) 城市轨道交通车站单位时间车站有效容纳能力利用率,应在单个站点基础上确定,计算方法见式8:

$$\omega = \frac{P_{\text{进}} + P_{\text{换入}} - M}{R} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

- ω ——单位时间车站有效容纳能力利用率;
- $P_{\text{进}}$ ——单位时间进站人数(人次/小时);
- $P_{\text{换入}}$ ——换乘站单位时间换入客运量(人次/小时);
- M ——单位时间车站动态输送能力(人次/小时);
- R ——车站有效容纳能力(人次)。

7.2 车站动态输送能力匹配

7.2.1 城市轨道交通车站进行客流风险管控时,需对单位时间内车站动态输送能力与单位时间进站量进行匹配分析,换乘站还需考虑单位时间换入量对动态能力的影响,由此引入车站动态能力承载率,衡量车站客运量与相对应的断面运能是否匹配。

7.2.2 车站动态能力承载率计算应符合下列规定:

城市轨道交通车站单位时间车站动态能力承载率,应在单个站点基础上确定,计算方法见式9:

$$\theta = \frac{P_{\text{进}} + P_{\text{换入}}}{M} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

- θ ——单位时间车站动态能力承载率;
- $P_{\text{进}}$ ——单位时间进站人数(人次/小时);
- $P_{\text{换入}}$ ——换乘站单位时间换入人数(人次/小时);
- M ——单位时间车站动态输送能力(人次/小时)。

7.3 客流风险评价

城市轨道交通车站进行客流风险分析时,应主要以车站静态能力及车站动态输送能力作为关键因素评价客流风险程度,通过客运量与设备设施能力及运能的匹配分析,定义见式10:

$$x = \max(\beta, \delta, \phi_{\text{进}}, \phi_{\text{出}}, \lambda_{\text{进}}, \lambda_{\text{出}}, \lambda_{\text{换}}, \omega, \theta) \dots\dots\dots (10)$$

式中:

- x ——车站客流风险系数。
- 客流风险评价详见表1。

表1 客流风险评价表

类别	风险评价	风险等级	应对措施
$x < 1$	城市轨道交通车站客流通行截面上的各项设备设施能力充足，运能充足，能有效保证客流通行，客流风险可控。	低	若城市轨道交通某车站客流风险系数 x 长期存在大于1的情况，那么该车站乘客通行截面上至少一项设备设施能力或者该车站某方向断面运能存在不足。此种情况下，车站需要通过新增设备设施或改扩建等方式，提升设备设施能力，亦可通过采取客流管控的方式，减轻客流对设备设施的冲击，还可以通过调整行车组织等方式，以此提升运能，降低客流风险。
$x = 1$	城市轨道交通车站客流通行截面上至少某一项设备设施能力或运能饱和，但能基本保证客流通行，潜在客流风险。	中	
$x > 1$	城市轨道交通车站客流通行截面上的至少一项设备设施能力或运能不足，无法满足客流通行，存在客流风险。	高	

8 客流风险管控措施

8.1 客流控制方式

8.1.1 车站级控制措施

车站级客流控制主要针对进站客流进行管控，若该车站为换乘站时，还需要对换乘客流进行管控。进站客流管控方式主要分为一级客流控制、二级客流控制及三级客流控制；换乘客流控制方式主要分为换乘绕行、控制进站及通道卡控，具体分类措施如下：

——一级客流控制：在付费区采取措施控制进入站台乘客数量的客流组织行为，主要控制措施如下：

- 在站厅与站台的楼梯、扶梯连接处设置控制点；
- 改变扶梯走向；
- 通过停用扶梯及引导乘客走楼梯等方式减缓乘客行走速度；
- 在付费区设施回形线路并分批放行乘客至站台。

——二级客流控制：在非付费区采取措施控制进入付费区乘客数量的客流组织行为，主要控制措施如下：

- 关闭部分进站检票设备；
- 在进站检票设备处设置铁马等设施限制乘客进站或分批放行乘客进站；
- 通过控制安检速度控制乘客进站速度或分批进行乘客安检。

——三级客流控制：在出入口外采取措施控制进站乘客数量的客流组织行为，主要控制措施如下：

- 在出入口用导流、隔离等设施限制或分批放行乘客进站；
- 在出入口外通过设置回形线路控制进站客流；
- 因客流组织需要将出入口改变为“单向通行”的模式；
- 因客流组织需要关闭出入口。

——换乘绕行：在换乘区域，使用隔离设备让乘客进行区域绕行，从而规范客流走向、理顺排队队伍、减少客流冲突。

——控制进站：采取二级或三级客流控制措施，减缓进站乘客速度，降低进站客流与换入客流的叠加效应，从而整体控制换乘客流。

——通道卡控：换乘站某一线路站台客流较大时，通过采取人工措施降低站台直连换乘通道的换乘速度，必要时甚至封闭换乘通道，采取站厅绕行等方式进行换乘，以此减轻换乘站大客流线路的站台压力。

车站级客流控制启动及取消标准如表2所示。

表2 车站级控制措施的启动及取消标准

分项	控制级别	启动标准	取消标准
进站客流	一级控制	车站站台乘客数量达到站台有效容纳能力的 2/3 以上	客流得到有效缓解，滞留人数明显减少，车站恢复正常客流组织。
	二级控制	车站付费区乘客数量达到付费区有效容纳能力的 2/3 以上	
	三级控制	车站非付费区乘客数量达到非付费区有效容纳能力的 2/3 以上	
换乘客流	一级控制 (换乘绕行)	车站站台乘客数量达到站台有效容纳能力的 1/2 以上	
	二级控制 (通道卡控)	采取换乘客流一级控制措施后，站台乘客数量达到有效容纳能力的 2/3 以上。	

8.1.2 线路级控制措施

线路级控制措施应符合下列规则：

——满足下列条件之一，可由换乘站向线路控制中心（OCC）申请启动线路级控制措施（以下简称“线控”）：

- 换乘站启动车站级客流控制后，付费区滞留乘客面积超过付费区有效面积的一半以上；
- 高峰时段预计 5 列及以上列车延误超过 5 分钟。

线路级控制措施的启动及取消标准如表3所示。

表3 线路级控制措施的启动及取消标准

控制级别	启动标准	取消标准
线路联控	1. 换乘站已启动换乘客流二级控制，线路客流量持续增大，换乘站付费区滞留乘客数量面积达到付费区有效容纳能力(站厅付费区及大客流一侧站台有效容纳能力之和)的 1/2 以上。 2. 高峰时段预计 5 列及以上列车延误超过 5 分钟。	1. 本线客流得到有效缓解，大客流车站恢复正常组织。 2. 本线行车组织恢复正常。

——启动线控后，本线运力紧张区段及以近区段（运力紧张区段与该运行交路起始站之间区段为以近区段，下同）各重点站（可单限运力紧张方向，下同）进站客流进行控制，可逐步或越级采取一、二、三级客流控制，限制客流减缓速度，限流车站进站客流不宜高于该站同时段正常客流的 80%。

8.1.3 线网级联控措施

线网级联控措施应符合下列规则：

——满足下列条件之一，可由 OCC 报线网控制中心（COCC）申请启动线网级联控措施（以下简称“网控”）：

- 当某条线路经采取线控措施后，申请启动线控的换乘站客流仍然无法缓解；
- 某条线路不具备邻线换入客流条件；
- 高峰时段预计 5 列及以上列车延误超过 10 分钟。

线网级联控措施的启动及取消标准如表4所示。

表4 线网级联控措施的启动及取消标准

控制级别	启动标准	取消标准
网络联控	1. 某条线路经采取线控措施后，客流仍然无法缓解。 2. 本线路不具备邻线换入客流条件时。 3. 高峰时段预计5列及以上列车延误超过10分钟。	1. 线网客流得到有效缓解，车站恢复正常组织。 2. 故障线路行车组织恢复正常。

——启动网控后，本线运力紧张区段及以近区段换乘站应对邻线换入客流通过绕行、引导等方式延缓客流换入速度，限流车站进站客流不宜高于该站同时段正常客流的80%。

8.1.4 调整行车组织方式

运营单位根据大客流区段断面客流、换乘量、进站量等客流数据，可采取临时加开列车、开行大站快车、增加上线列数、调整大小交路等方式，并做好列车运行图优化调整，缩减列车运行间隔，提升断面、线路或线网运输能力，必要时，与大客流线路有换乘关系的线路采取在换乘站通过（越站）措施，缓解大客流线路压力。

8.2 车站设备设施能力优化

8.2.1 一般要求

车站设备设施能力优化应满足以下要求：

- 车站设备能力分析时，应以城市轨道交通管辖区域内相应设备设施的实际能力为准，设计值可作为参考标准；
- 车站设备能力优化应根据客运组织各环节设备能力的瓶颈点，开展针对性的优化提升工作。

8.2.2 优化原则

车站设备设施能力优化应符合以下原则：

- 车站改造包含客服设备布局调整，设备设施数量优化，新产品新工艺引进，车站空间容纳能力提升，老旧设备的翻新修葺等，车站设备的改造应优先采用智能设备；
- 车站改造可对车站空间容纳能力、售票能力、安检能力、进出站能力、通道及楼扶梯通过能力等方面进行优化或提升。

8.3 客运信息化系统管控

8.3.1 一般要求

客运信息化系统建设应满足以下要求：

- 城市轨道交通客流信息化系统建设应遵循顶层设计，多元参与，统筹推进，集约建设，共建共享，建立机制，保障安全等原则；
- 客流数据采集应充分整合既有的系统资源，打破信息孤岛格局，引入新型或前沿的技术手段，建立稳定可靠的传输通道，保证数据采集的全面性、准确性、及时性和安全性，为客流信息化系统提供优质的数据源；
- 客流信息分析需充分结合城市轨道交通现状，符合运营业务标准，建立完善合理的模型算法；
- 客运信息发布功能应利用既有载体，并充分引入前沿的发布手段及方式，提升信息获取的便捷性。

8.3.2 系统功能

客流信息化系统应建立统一的数据中心及管控平台,应包含客流数据采集功能、客流数据预测功能、客流信息分析功能和客运信息发布功能等内容,同时需要预留与其他潜在系统的接口功能。

8.3.3 系统性能

客运信息化系统的性能应满足以下要求:

- 客流数据采集应覆盖城市轨道交通管辖区域,不得出现数据缺失或漏项;
- 客流数据采集应保证时效性,数据延迟不宜大于2分钟;
- 客流信息分析应按照城市轨道交通的特征,从进站量、出站量、换乘量、客运量、拥挤度等指标进行分析,上述指标的时间粒度不宜大于5分钟;
- 客流数据根据系统分析后产生的结果,与实际数据的误差不宜大于5%;
- 客运信息发布应保证数据的及时性,刷新频率不宜大于2分钟。

附 录 A
(资料性)
静态能力计算方式

表A.1规定了静态能力计算方式。

表A.1 静态能力计算方式表

序号	指标项	计算方式	注释
1	半自动售票机售票能力	$B = \sum_{i=1}^n B_i$	B ——单位时间半自动售票机售票能力(人次/小时)； B_i ——各半自动售票机设备单位时间售票能力(人次/小时)。
2	自动售票机售票能力	$T = \sum_{i=1}^n T_i$	T ——单位时间自动售票机售票能力(人次/小时)； T_i ——各自动售票机设备单位时间售票能力(人次/小时)。
3	预制票售票能力	$Y = \sum_{i=1}^n Y_i$	Y ——单位时间预制票售票能力(人次/小时)； Y_i ——各预制票点位单位时间售票能力(人次/小时)。
4	单程票售票能力	$Q = B + T + Y$	Q ——单位时间单程票售票能力(人次/小时)。
5	安检通过能力	$A = \sum_{i=1}^n A_i$	A ——单位时间安检通过能力(人次/小时)； A_i ——各安检机设备单位时间安检通过能力(人次/小时)。
6	进站能力	$Z_{\text{进}} = \sum_{i=1}^n Z_{\text{进}i}$	$Z_{\text{进}}$ ——单位时间进闸能力(人次/小时)； $Z_{\text{进}i}$ ——各进站闸机单位时间进闸能力(人次/小时)。
7	出站能力	$Z_{\text{出}} = \sum_{i=1}^n Z_{\text{出}i}$	$Z_{\text{出}}$ ——单位时间出闸能力(人次/小时)； $Z_{\text{出}i}$ ——各出站闸机单位时间出闸能力(人次/小时)。
8	进站通过能力	$L_{\text{进}} = \sum_{i=1}^n L_{\text{进}i}$	$L_{\text{进}}$ ——单位时间进站通过能力(人次/小时)； $L_{\text{进}i}$ ——单位时间进站最小通行截面上涉及通道、楼梯及扶梯的通过能力(人次/小时)。
9	出站通过能力	$L_{\text{出}} = \sum_{i=1}^n L_{\text{出}i}$	$L_{\text{出}}$ ——单位时间出站通过能力(人次/小时)； $L_{\text{出}i}$ ——单位时间出站最小通行截面上涉及通道、楼梯及扶梯的通过能力(人次/小时)。

表A.1 静态能力计算方式表（续）

序号	指标项	计算方式	注释
10	车站有效容纳能力	$R = R_{\text{非}} * s_{\text{非}} + R_{\text{付}} * s_{\text{付}}$	R ——车站有效容纳能力（人次）； $R_{\text{非}}$ ——车站非付费区单位面积容纳能力（人次/ m^2 ）； $s_{\text{非}}$ ——车站非付费区有效容纳面积（ m^2 ）； $R_{\text{付}}$ ——车站付费区单位面积容纳能力（人次/ m^2 ）； $s_{\text{付}}$ ——车站付费区有效容纳面积（ m^2 ）。

附 录 B
(资料性)
车站动态输送能力计算方式

表B.1规定了车站动态输送能力计算方式。

表B.1 车站动态输送能力计算方式表

序号	指标项	计算方式	注释
1	断面运能	$C = T * n * \mu$	<p>C—单位时间断面列车运能 (人次/小时);</p> <p>T—列车定员 (人次/辆);</p> <p>n—单位时间通过该断面的列车数量 (辆/小时);</p> <p>μ—列车满载率, 通常定义为 100%, 不宜大于 120%。</p>
2	车站动态输送能力	$M = C - D + X$	<p>M—单位时间车站动态输送能力 (人次/小时);</p> <p>C—单位时间断面列车运能 (人次/小时);</p> <p>D—单位时间断面客流 (人次/小时);</p> <p>X—单位时间下车客流 (人次/小时)。</p>

参 考 文 献

- [1] GB/T 30012 城市轨道交通运营规范
 - [2] GB 50157 地铁设计规范
 - [3] GB/T 50546 城市轨道交通线网规划标准
 - [4] JT/T 1185 城市轨道交通行车组织规则
-