

大型活动

地面公共交通运营 组织与调度系统

周里捷 姚振平 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

大型活动地面公共交通 运营组织与调度系统

周里捷 姚振平 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书分为两篇,基础与理论篇介绍了大型活动的地面公共交通需求预测、线网规划方法、运营组织与调度系统总体设计、运力资源优化配置、运营组织仿真优化、运营调度和抢修救援调度等方面的相关理论、模型和算法。案例篇介绍了北京奥运会地面公共交通运营组织与调度的相关开发、建设和实际应用情况。本书可为从事大型活动公共交通运营组织与管理的相关开发、建设和管理人员提供参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

大型活动地面公共交通运营组织与调度系统/周里捷,姚振平编著. —北京:电子工业出版社, 2011.1

ISBN 978-7-121-12316-0

I. ①大… II. ①周… ②姚… III. ①活动—交通运输管理

②活动—交通运输—运输调度 IV. ①U49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 224537 号

策划编辑:徐蔷薇

责任编辑:徐蔷薇 特约编辑:史 涛

印 刷:北京市天竺颖华印刷厂

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:720×1000 1/16 印张:16.25 字数:347 千字

印 次:2011 年 1 月第 1 次印刷

定 价:59.90 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

随着我国经济社会的飞速发展，城市化、机动化和现代化进程不断加速。大城市的居民出行量持续攀升，日常客运需求越来越大，由于小汽车出行比例居高不下，使得道路交通负荷日益加重，交通拥堵状况日趋严重。同时，大型活动呈现出频次增加、规模增大、持续时间增长等特点，大型活动产生的客运交通对承办城市的影响愈加显著。因此，如何处理好大型活动产生的突发性高强度人流集散问题，减少大型活动对居民日常出行的影响，成为城市交通系统在大型活动期间面临的首要问题。

公共交通具有线网覆盖面广、运量大、运送效率高、运输成本低、能源消耗低、污染少等优点。采用公共交通出行，可降低道路交通负荷、保障道路畅通、减少尾气排放、改善城市环境等。因此，举办大型活动的城市都倡导参与者采用公共交通方式出行，同时也通过建设公共交通运营组织与调度的信息化系统来提高对公共交通的管理能力和运营效率，为乘客提供经济、快捷、准点、方便和舒适的服务，吸引更多的市民选择公共交通方式出行。

本书在学术方面进行研究的同时，结合 2008 年奥运会的实际，案例部分介绍了北京奥运会期间地面公共交通运营组织与调度系统的建设和应用情况。其主要内容包括：介绍了大型活动的定义和特点及公共交通在大型活动中的作用，分析了大型活动对日常交通出行的影响和大型活动公共交通需求，提出了大型活动公交专线线网的功能定位、目标和原则，编制了运行计划方案和应急调度预案，进行了系统总体设计、应用系统设计和技术支持系统设计，建立了大型活动区域公共交通时刻表的生成模型及求解算法和劳动排班模型，实现了公共交通运输力资源的优化配置，同时还研究了地面公交组织仿真过程、结果评价指标和评价方法，以及大型活动公交应急救援技术和多队列资源调度算法等。

本书是依托作者主持的“十一五”国家科技攻关计划课题《北京奥运公共交通运营管理系统》的支持，根据该课题及本书作者参与主持的《奥运专线公交线路规划与运营组织计划》等课题的研究成果综合整理而成。参加编写人员包括周里捷、姚振平、王湘萍、林正、关伟、马继辉、荣建、熊桂喜、曹炎、徐立泉、

孙国萍、许辉、陈剑雄、吴家庆、魏中华、黄爱玲、李宝文、季晓京、许华、杨宏伟、王昊明、罗大明、卢峰、杨士伟、武勇彦、刘松岩、于昕等，在此一并表示衷心感谢！

本书所阐述的内容可作为大型活动运营组织与调度实施的参考，其实践成果“北京奥运公共交通运营管理系统”为北京奥运会及残奥会期间观众交通运输工作提供了技术保障，在圆满完成奥运会公共交通运输任务的过程中发挥了重要作用。

由于作者水平有限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

周里捷
2010年8月

目 录

基础与理论篇

第 1 章 绪论	2
1.1 大型活动概述	2
1.1.1 国内外关于大型活动的描述	2
1.1.2 大型活动的定义和特点	3
1.1.3 大型活动的特征指标	4
1.1.4 大型活动对交通系统的影响	5
1.1.5 地面公共交通在大型活动中的作用	5
1.2 大型活动公共交通运营组织与调度概述	6
1.2.1 大型活动公共交通运营组织与调度	6
1.2.2 大型活动公共交通运营组织与调度对智能公共交通系统的需求	14
第 2 章 大型活动公共交通需求预测	16
2.1 日常公共交通需求预测	16
2.1.1 城市背景的公共交通需求预测	17
2.1.2 大型活动对日常交通需求的影响机理	20
2.1.3 大型活动下城市日常公共交通需求	22
2.2 大型活动的公共交通需求预测	23
2.2.1 大型活动公共交通需求预测流程	25
2.2.2 大型活动交通生成预测	26
2.2.3 大型活动交通分布预测	29
2.2.4 大型活动交通方式预测	30
2.2.5 大型活动公共交通分配预测	31
第 3 章 大型活动公共交通线网规划	32
3.1 大型活动公共交通线网的功能定位	32
3.2 大型活动公共交通线网规划的目标和原则	32
3.3 大型活动公共交通线网规划应考虑的因素	33
3.4 公共交通线网规划与优化的方法	33
3.4.1 解析优化法	34
3.4.2 逐步优化法	35

3.4.3	大型活动公共交通线网规划方法	42
第4章	大型活动公共交通运营组织与调度系统总体设计	44
4.1	系统总体设计	44
4.1.1	总体目标	44
4.1.2	总体设计原则	44
4.1.3	系统总体框架	45
4.1.4	系统总体设计技术路线	46
4.1.5	系统物理结构	47
4.2	应用系统设计	47
4.2.1	系统功能概述	47
4.2.2	系统逻辑结构设计	48
4.2.3	运力资源优化配置系统	49
4.2.4	运营调度系统	50
4.2.5	运输仿真系统	51
4.2.6	应急指挥系统	52
4.2.7	抢修救援调度系统	53
4.3	技术支持系统设计	54
4.3.1	软件支撑平台	54
4.3.2	地理信息系统	55
4.3.3	主机及存储系统	56
4.3.4	网络通信系统	56
4.3.5	大屏幕系统	58
4.3.6	车载定位系统	59
4.3.7	GPRS 数据转发系统	60
第5章	大型活动公共交通运输力资源优化配置	61
5.1	运力资源优化配置策略	61
5.2	专线驻车优化	62
5.2.1	线路车辆配置的一般方法	63
5.2.2	车辆驻车优化研究	64
5.3	行车计划优化	67
5.3.1	行车计划编制的基本原理	67
5.3.2	大型活动公共交通时刻表的编制	68
5.3.3	大型活动区域时刻表的生成模型	75
5.4	劳动排班优化	76
5.4.1	劳动排班概述	76
5.4.2	劳动排班方法	79

5.4.3	劳动排班推理流程	87
5.4.4	劳动排班系统推理机设计	88
5.4.5	劳动排班系统设计与实现	92
第6章	大型活动公共交通运营组织仿真优化	94
6.1	交通组织优化方法	95
6.1.1	专家经验法	95
6.1.2	交通理论模型分析法	95
6.1.3	交通系统仿真法	96
6.2	仿真软件的选择	97
6.3	仿真优化	100
6.3.1	仿真优化内容	101
6.3.2	仿真优化流程	101
6.3.3	仿真优化步骤	102
6.4	仿真结果评价	109
6.4.1	构建指标体系的意义	110
6.4.2	指标体系构建原则	111
6.4.3	评价指标	112
6.4.4	综合评价方法	113
6.4.5	评价步骤	115
第7章	大型活动公共交通运营调度	119
7.1	公共交通运营调度的基本方法	119
7.1.1	调度方法	119
7.1.2	行车计划恢复方法	124
7.2	公共交通运营调度模型与算法	124
7.2.1	基于神经网络的公共交通实时调度模型	124
7.2.2	车辆运行时间模型	126
7.2.3	车辆实时调度算法	130
7.3	大型活动公共交通实时调度与监控	133
7.3.1	大型活动公共交通实时调度系统	134
7.3.2	大型活动公共交通车辆实时监控	136
第8章	大型活动公共交通抢修救援调度	139
8.1	大型活动公共交通抢修救援调度模式	139
8.1.1	按区域进行调度的抢修救援调度模式	139
8.1.2	集中式抢修救援调度模式	140
8.1.3	分布式抢修救援调度模式	143
8.2	抢修救援调度系统的实现	144

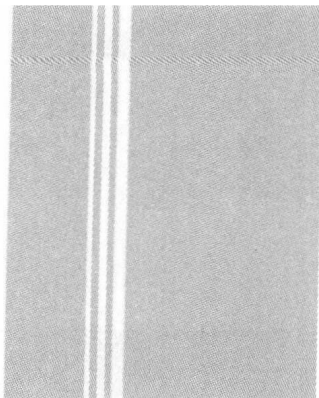
8.2.1	系统物理组成	144
8.2.2	系统应用设计	145
8.2.3	主要支撑技术	150
8.3	抢修救援调度算法及实现	150
8.3.1	多级队列算法	151
8.3.2	基于多级队列的 ITS 资源调度策略	151

案 例 篇

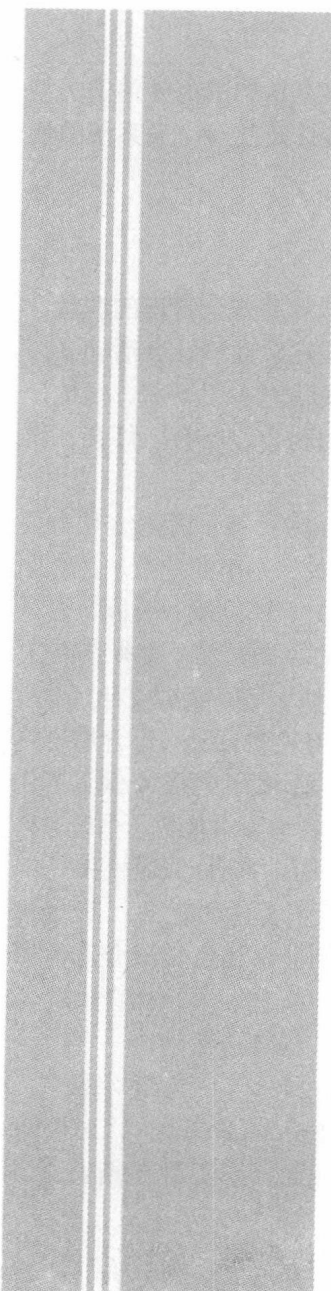
第 9 章	北京奥运会公共交通专线规划	156
9.1	规划目标原则、功能定位	157
9.1.1	规划目标	157
9.1.2	规划原则	158
9.1.3	功能定位	158
9.2	奥运公共交通专线需求分析	158
9.2.1	服务对象	158
9.2.2	需求特征	159
9.2.3	观众交通生成量预测	159
9.2.4	观众出行空间分布预测	167
9.2.5	观众公共交通分担量预测	170
9.2.6	公共交通服务区分析	171
9.3	奥运公共交通专线线网规划	171
9.3.1	专线线网规划方法	171
9.3.2	专线场站规划	172
9.3.3	与快速公共交通网络接驳规划	173
9.4	规划结果	174
9.4.1	普线规划	174
9.4.2	快线规划	175
9.4.3	赛时夜间服务规划	176
9.5	重点地区规划	177
9.5.1	奥林匹克中心区	177
9.5.2	顺义奥林匹克水上公园	181
9.6	运行筹备和组织	182
9.6.1	调度指挥系统	182
9.6.2	组织筹备	183
9.6.3	运营时间安排	184
9.6.4	车辆资源配置	185

9.7 赛后保留	186
第 10 章 北京奥运会公共交通运营调度系统	187
10.1 需求分析	187
10.1.1 业务需求	187
10.1.2 功能需求	189
10.1.3 技术需求	190
10.2 总体方案	191
10.2.1 设计目标	191
10.2.2 功能结构	191
10.2.3 物理结构	192
10.2.4 网络架构	194
10.3 系统软件介绍	195
10.3.1 调度计划管理系统	195
10.3.2 劳动排班管理系统	200
10.3.3 车队实时调度系统	203
10.3.4 车辆监控系统	210
第 11 章 北京奥运会五棵松场馆（群）公共交通组织仿真优化	219
11.1 五棵松场馆（群）概况	219
11.1.1 位置及组成	219
11.1.2 比赛日程	220
11.1.3 周边公共交通概况	220
11.2 组织与管理	221
11.2.1 车辆交通组织	221
11.2.2 行人交通组织	222
11.2.3 车辆交通管理	223
11.2.4 行人交通管理	223
11.3 仿真时段与范围	225
11.3.1 仿真时段	225
11.3.2 仿真范围	225
11.4 仿真建模与组织优化	226
11.4.1 车辆仿真建模	227
11.4.2 车辆交通组织仿真优化	227
11.4.3 行人仿真建模	229
11.4.4 行人交通组织仿真优化	230
11.5 仿真评价	232
11.5.1 仿真评价指标	232

11.5.2 仿真方案评价	233
第 12 章 北京奥运会地面公共交通抢修救援调度系统	235
12.1 系统总体描述	235
12.1.1 系统工作过程	235
12.1.2 系统总体业务流程	236
12.1.3 系统运行的硬件平台	237
12.1.4 系统运行的软件平台	238
12.2 系统划分及功能描述	238
12.2.1 请求处理子系统	239
12.2.2 调度处理子系统	239
12.2.3 车辆图形监控子系统	239
12.2.4 统计分析子系统	239
12.2.5 综合信息管理子系统	240
12.2.6 用户管理子系统	240
12.3 系统应用	240
12.4 运行情况	243
结束语	245
参考文献	247



基础与理论篇



第 1 章

绪 论

1.1 大型活动概述

迄今为止,关于大型活动还没有确切的定义,本节将在总结国内外关于大型活动描述的基础上,阐述大型活动的定义、特点、特征指标及其对交通系统的影响,并重点探讨地面公共交通在大型活动中的作用。

1.1.1 国内外关于大型活动的描述

《北京市大型社会活动安全管理条例》对北京市大型活动安全管理的职责、许可、规范及法律责任进行了具体规定。该《条例》中规定,大型社会活动(以下简称大型活动)是指主办者租用、借用或者以其他形式临时占用场所、场地,面向社会公众举办的文艺演出、体育比赛、展览展销、招聘会、庙会、灯会、游园会等群体性活动。

《西宁市大型活动治安管理办法》对大型活动的主管机关、审批手续、申办要求进行了明确规定。该《办法》中规定,大型活动是指机关、企事业单位、社会团体、其他组织及个人在广场、道路、展览馆、体育场(馆)、影剧院、公园、游乐园等公共场所面向社会举办的下列活动:①1 000 人以上的各类庆祝、庆典、集会等活动;②占地 500 平方米以上的产品展览、展销、艺术博览等商贸或文化活动;③可容纳 500 人以上的公共场所内举办的文艺演出、体育竞赛等活动(不含影剧院的电影放映等日常性活动);④举办单位认为需要公安机关协助进行治安保卫工作的大型活动。单位场所内举办或虽在公共场所举办但参加者均为本单位(系统)人员的各类内部活动,以及在宗教活动场所内举办的宗教活动,不适用本办法。

河南省公安厅《关于印发〈关于做好大型活动安全保卫工作的意见〉(试行)的通知》规定,大型活动包括大型订货会、展览会、展销会、物资交流会,各类大型工程、场所奠基、开业仪式,各类文化艺术节、大型文艺表演、体育比赛、重大节庆、大型纪念,募捐、抽奖活动和有较大规模的广告宣传活动。

美国联邦公路署(Federal Highway Administration)于 2003 年 9 月组织编写了《大型活动交通管理手册》(Managing Travel for Planned Special Events),对俄勒冈州、犹他州、威斯康星州、加利福尼亚州、肯塔基州、田纳西州、路易斯安那州

的大型活动交通管理工作进行了系统总结，首次对大型活动交通管理的相关问题进行了初步的、较为全面的研究。《手册》中对大型活动（Planned Special Events）进行了如下定义：大型活动包括在固定的、多用途的集会地点（音乐厅、体育馆、体育场、游乐园、会议中心等）举办的运动会、音乐会、节日庆典及会议，同时还包括在临时场地举办的发生频率较小的游行、火灾演习、体育比赛、采摘节及其他大型活动。其中，单词“Planned”用于描述大型活动有事先知道的地点、时间安排及相应的运营管理特点。

1.1.2 大型活动的定义和特点

大型活动既会带来显著的交通影响，也会产生显著的经济、政治和文化影响。

在全面研究大型活动交通影响及参考国内外关于大型活动的研究资料的基础上，从交通的角度对大型活动的定义是：指具有预先可知的时间和空间范围，具有大量参与者，能够产生显著交通影响的社会活动。

大型活动通常具有以下一个或几个方面的特点。

1. 规模大

大型活动参与人员数量巨大，通常会超过 10 万人，甚至达到数百万人。

2. 持续时间长

有些大型活动筹备时间、组织时间和运行时间都比较长，如世界博览会、奥运会都持续数月。

3. 所在区域集中

大型活动举办地点和直接影响区域非常集中，使得局部交通压力大增。

4. 举办地点多样

有些大型活动定期在固定的场地举行，有些在新建或改建的场地举行，有些同时在几个不同的场地举行，有些在临时建设的场地举行，有些在广场、道路或公园举行。

5. 通常使用临时场地和设备设施

大型活动的场地大多是临时占用的，为了满足活动的需求，经常会有一些临时增加的设备设施，有时还可能会改变固有场地的使用性质。在活动结束后，这些区域的临时功能将会取消，交通量也相应降低并恢复日常水平。

6. 不确定性因素多

大型活动规模大、持续时间长，受恶劣天气、地震、火灾、人为破坏等因素

影响的可能性大。因此，在组织管理过程中需要针对各种不确定因素进行全面的风险评估，提前制定预案。

7. 社会影响大

大型活动可以体现承办城市的人文精神、道德风尚和社会面貌。一些区域性、国际性大型活动，更是展现当地政治、经济、文化发展成果的重要窗口，是展示当地风土人情、居民素养、政府管理水平的一面镜子，是拓展对外交流、增进了解和融合的重要机会。

8. 交通影响大

大型活动会产生和吸引大量客流，同时由于道路封闭、车辆限行等交通管制措施的应用，对公共交通系统运行、社会车辆出行都会产生较大影响。例如，一些路段只允许公共交通工具通行，公共交通客流量会显著增加。

1.1.3 大型活动的特征指标

大型活动的类型、规模及交通影响具有非常大的差异，因而很难对其进行既简明又恰当的分类和分级，下面从时间、空间和规模三个方面分析大型活动的特征指标。

时间方面的特征指标包括：开始时刻、持续时间和举办时段。开始时刻是指活动是否有明确的开始时刻，该参数关系到活动参与者是否需要准时到达活动举办地点。持续时间不仅与活动影响交通的时间长度相关，还与活动影响交通的集中程度相关。例如，持续一整天的活动通常允许参与者中途退场，因而疏散交通的强度较小。举办时段指活动是在上午、下午还是晚上举行，是在工作日还是节假日举行。例如，举办时段为周一上午的活动通常会对通勤交通产生较大影响。

空间方面的特征指标包括：场馆属性、区域属性和影响范围。场馆属性包括场馆的规模及是否是专用场馆。专用大型体育场馆通常具备较好的交通条件，而临时场地通常会有公共交通能否抵达和停车等方面的问题。区域属性指场馆所在区域是乡村、城镇、城市还是城市中心区。例如，城市中心区的背景交通压力通常较大，而乡村的交通条件较差。影响范围是指活动参与者的来源及活动的影响范围。例如，奥运会的观众来自世界各地，而 CBA 篮球赛常规比赛的观众则主要是本地观众。

规模方面的特征指标主要是指活动参与者的数量和类别。例如，奥运会参与者数量通常超过 100 万，并且包括官员、贵宾、运动员、裁判员、新闻媒体工作人员、观众、组织者、志愿者等各类需要提供不同层次交通服务的人员。而音乐会参与者数量则通常少于 1 万，人员类别也比较单一。

针对我国大城市（人口数量大于100万）的大型活动的分类如下：

（1）满足以下条件之一的社会活动为一般规模大型活动：单日参与人员数量占城市人口数量比例大于0.2%；活动举办过程中占用城市主干道路主要路段的时间超过1小时。

（2）满足以下条件之一的社会活动为超大规模大型活动：单日参与人员数量占城市人口数量比例大于5%；单日参与人员数量超过10万人。

一般规模大型活动通常需要制定专门的交通组织和管理规划，超大规模大型活动通常还需要改扩建城市交通设施。

1.1.4 大型活动对交通系统的影响

随着我国社会经济的发展，我国的综合国力和国际地位不断提升，举办奥运会、世界博览会等大型活动的机会也将越来越多。大型活动对于承办城市既是机遇，又是挑战。大型活动通常会对承办城市的经济发展、社会进步及政治影响力产生巨大的促进作用，而大型活动产生的交通需求、资源需求和资金需求也会影响城市居民的生产和生活。

大型活动可以显著影响社会交通的安全程度、畅通程度和出行时间可靠性，其交通影响主要体现在三个方面：产生新的交通需求、减少现有交通系统的容量和带来安全隐患。其中，减少现有交通系统的容量是指大型活动交通管制措施会占用或封闭周边交通设施（部分道路、车道和停车场），从而减少交通供给；安全隐患是指大型活动期间可能产生的交通事故、人群拥挤踩踏事故、活动参与者骚乱和恐怖袭击等。以奥运会的交通影响为例，历届奥运会的交通系统面临的首要问题是突发性高强度人流疏散管理，能否妥善处理该问题是决定奥运会交通运行系统成败的关键。奥运会开幕式散场是人流量最大，组织最为复杂的人流集散过程。

安全、高效和经济的交通组织规划与管理是成功举办大型活动的重要保障。制定大型活动交通组织规划与管理方案，有助于适当调节城市交通系统、管理大型活动产生的交通需求、缓解活动期间的交通供需矛盾，在成功举办大型活动的同时减少对承办城市交通系统的不利影响。

1.1.5 地面公共交通在大型活动中的作用

地面公共交通（以下简称公共交通）相对于小汽车来说是一种更高效的出行方式，采用公共交通方式出行，可降低道路交通负荷，保障道路畅通，减少尾气排放，改善城市环境；可减少举办大型活动地点的停车场建设，缓解城市停车场建设对城市土地利用的压力，降低道路交通基础设施建设投资，因此，历届举办奥运会的城市都倡导参与者采用公共交通方式出行，同时限制小汽车的出行。北京奥运会采用凭奥运门票可免费乘坐公共交通的方式倡导参与者采用公共交通方式出行，采用单双号限行措施限制小汽车的出行。



当然,在引导参与者采用公共交通方式出行的同时,也需要提供更加完善的公共交通服务,主要包括提高服务水平、扩建公共交通系统和建设信息系统三个方面的措施。提高服务水平的主要措施包括在现有服务基础上延长服务时间、增加发车频率、提高舒适程度。扩建公共交通系统主要包括:新建快速公共交通线路(轨道交通线路、BRT线路),增设地面常规公共交通线路,设置公共交通专用道路、专用车道和优先车道,调整公共交通路线(在场馆附近增设车站等)。建设公共交通运营组织与调度的信息系统可以挖掘公共交通系统潜力,提高对公共交通系统的管理能力和运营效率,为乘客提供高质量的服务。

1.2 大型活动公共交通运营组织与调度概述

在大型活动中,公共交通的运营组织与调度是其中一个非常重要的环节,本节将在阐述大型活动交通需求特点、大型活动对公共交通运营需求、大型活动公共交通组织特点等的基础上。提出大型活动公共交通组织与调度对智能公共交通系统的需求。

1.2.1 大型活动公共交通运营组织与调度

公共交通组织通常是大型活动交通保障工作中的一部分,往往是要由政府或组委会牵头建立交通组织机构,成立运行指挥中心,各相关单位作为成员在交通保障任务中各负其责地开展工作。大型活动公共交通运营组织与调度的主要工作包括:

(1) 成立交通保障和指挥机构。在政府或组委会的指导下,负责协调大型活动临时公共交通设施的建设;负责大型活动内部用车服务和外围公共交通运力资源筹集;负责交通运行政策协调;负责协调交通管理和安保部门;负责协调宣传工作;负责活动期间的交通运行指挥协调等。

(2) 明确公共交通所承担的任务。包括:活动引发的客流规模、特点的需求预测,对外承诺的公共交通服务水平,政府对公共交通的要求,活动举办地点的情况,活动自身特征,交管安保等外围政策,活动起止时间及有关交通的时间节点,周边轨道交通的情况等。

(3) 制定公共交通调度措施。明确活动对公共交通影响的范围、道路、线路、时段、影响的形式和程度。以公安交管部门发布的管制通告为蓝本,制定常规公共交通的运行预案和临时调度措施。

(4) 制定公共交通保障方案。根据活动需求和现有公共交通、轨道交通的条件,结合活动所能提供的场站和现有公共交通设施制定公共交通保障方案。当遇到奥运会等大型活动时,还要提前筹备,规划公共交通专线,增加公共交通工具人员等运力投入。