

第一章

绪论

交通运输基础设施工程项目通常分为规划、设计、建设、运营几个阶段，设计以运营为导向，并为运营服务；基础设施设计与运营是不能分开的——基础设施的设计优劣取决于其所执行的运营业务的运营效果，反之亦然。交通运输问题一般可以分三个层次：一是宏观层面的问题，主要涉及运输系统发展战略与各种政策；二是中观层面的问题，也是战术层面的问题，主要涉及各类规划以及设计问题；三是微观层面的问题，重点在于运输现象与微观行为。不同层面问题的分析和研究往往是相辅相成的，上层问题的研究需要以下层问题的分析和具体数据为支撑，下层问题的研究则需要以上层成果为指导。

规划属于中观层面的问题，运营需要细致到微观层面，设计则是介于规划与运营之间的过程。实践证明，好的规划与设计离不开对运营阶段关键技术的兼顾。一方面，规划是系统形成的第一步，是做好运营工作的前期；另一方面，规划的许多数据直接来自运营实践，即规划与设计工作中采用的许多参数实际上是以类似系统以往的运营工作为参照的。因此，规划与设计同运营与管理是系统发展的两个密切联系、互相制约的重要阶段，两阶段的工作必须相互支撑、相互参照。

“客（旅客运输组织）、货（货物运输组织）、行（行车组织）、站（交通场站枢纽）”通常被视为交通运输大类专业中的四大支柱课程，可见交通枢纽场站即这四大支柱课程之一；其在交通运输大类专业中具有基础性的重要地位，且具有跨度大、知识覆盖面广、受众面广的特点。作为节点，交通枢纽场站是交通运输系统的重要组成部分，是交通运输的保障性基础设施，设计为运输服务是各种交通系统的共同宗旨；通常，交通枢纽场站设计与运营可被理解为回答如下问题：

（1）交通枢纽场站设计中应该配置哪些设施设备？如何整合布局这些设施设备使其组成一个系统？

（2）如何兼顾运营便利与工程节省，贯彻运营提前介入的思想，选择决策策略与运营控制方案，以便取得最大化的处理效果（如客运快速化、货运物流化）与最小化的资源占用？

交通枢纽场站设计与运营中处理的问题具有以下几方面的特点：

（1）多解性。对一项设计可能有多种符合技术要求和经济要求的解决方案，设计师的任务是从中找出最佳解。

（2）近似性。设计过程中为降低设计的复杂性，往往需要对实际模型做一些简化和近似。

（3）经验性。评价和做出修改的决定很少是完全遵循各种理论模型或通过数值计算的，

而大多是根据经验甚至直觉来判断。

(4) 模糊性。设计中许多知识和经验带有不确定性，有时甚至要解决的问题本身也是不确定的。

(5) 综合性。设计是一个多目标的综合优化问题，众多目标之间往往存在相互矛盾。不同的设计师对各项目的含义和重要性经常持不同的见解，导致对设计方案整体上的优劣观点不完全一致，甚至完全不相同，因此，站场设计人员在交互设计过程中对一个设计做出评价和决策，相当一部分工作是非计算性的，需要推理和判断。所以，交互式站场系统的效率和设计质量很大程度上取决于设计师丰富的实践经验、创造性思维和工作责任心。

在交通枢纽场站的设计过程中，设计人员所需要处理的问题具体有以下几个方面：

(1) 解的非单一性。设计人员在实践的工作中常常会提出多种方案，并需要在这些符合技术要求和社会经济要求的方案中比选出较优的方案。

(2) 经验性。对设计方案的评价和修改，通常应以通过计算各种理论模型得到的数值为参考前提，根据设计人员的设计经验来进行最终判断。

(3) 不确定性。设计工作的经验性特征决定了需要解决的问题本身也具有不确定性。

(4) 综合性。站场的设计所需要考虑的因素很多，本质上其属于多目标优化的复杂问题，而且各优化目标之间往往存在着相互矛盾之处，对于各种目标的重要性不同的设计人员经常持有不同的见解，这些差异导致了在设计方案整体评价上各种优劣观点的不完全一致，甚至完全不相同。

经济发展，交通先行。交通枢纽场站设计与运营是一门交通工程学与运输组织学相结合的交叉学科，应贯彻“以人为本、服务运输、着眼当前与长远发展、系统优化”的方针与新时代“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念，设计以运营为导向，设计为运营服务，交通枢纽场站设计与运营遵循如下基本原则：

(1) 保证必要的运输能力与服务质量。车站及枢纽的单项设备及总体能力应满足近、远期客货运输需求，并应具有必要的储备能力，同时保证在各时段的运营服务质量。

(2) 保证作业安全和人身安全。安全是交通运输业的永恒主题，车站及枢纽的设备布置和设计技术条件应符合有关规章、规程和标准的要求，始终坚持把安全理念贯穿于整个设计与运营过程中。

(3) 系统的思想结合工程技术的方法。交通枢纽车站的设计与运营是一项系统工程，从系统全局的思维观点出发，在工程设计与运营过程中，不仅着眼于交通枢纽场站自身内部各项设备及其与相邻轨道、道路区段的协调，考虑各种运输方式间的统筹配合，还要考虑其所处的系统外部环境，满足城市规划、工农业布局、社会经济发展和国防等多方面的要求。

(4) 注重成本与效益的平衡。在满足设计期运能需求和保证安全的前提下，尽可能节约设计与运营成本，少占土地资源，提高运营效益。

(5) 提高交通枢纽场站装备与运营的现代化技术水平。积极采用国内外先进技术和装备，以实现数字化、智能化、智慧化的设计与运营，适应交通运输现代化的要求。

(6) 重视设计与运营两个阶段间的交互影响。在设计阶段提前介入运营的思想，在运营阶段要充分了解认知基本设计原理。

(7) 对未来的运营需求和科技发展有预见性和前瞻性。布置车站及枢纽各项设备时,要预见其未来潜在的扩大运输需求,预留扩建用地,设计好前瞻性的分期过渡方案,留有足够的发展空间。

围绕“设计以运营为导向,设计为运营服务”这一主题,在总体内容选编安排上,本书不局限于某一种交通方式的枢纽场站设计,本着设计以运营为导向,设计为运营服务的宗旨,顺应国家“交通强国,铁路先行”的大政策背景,以交通需求预测为前提,以绿色低碳、大容量、快捷高效的轨道交通方式(普速铁路、高速铁路、城市轨道交通)的枢纽场站设计与运营为主体,同时涵盖其他各种主要交通方式(公路(道路)交通、航空运输、水运交通)的场站设计与运营,以及综合交通枢纽场站规划设计与运营,跨度大、知识覆盖面广,使得整体课程知识体系构成较为全面系统,在内容编排上着重突出自动化、信息化、智能化的现代化专业特色。

复习思考题

1. 交通枢纽场站设计与运营中处理的问题有哪些特点?
2. 交通枢纽场站设计与运营遵循的基本原则有哪些?

第二章 交通枢纽场站 需求调查与预测

第一节 城市群区域交通运输需求特点分析

在当前全球化时代的国际竞争格局中，一个国家的综合竞争力越来越取决于是否有若干综合经济实力强大的城市群与全球城市区域。20世纪80年代以来，伴随信息化和经济全球化的发展，城市群已成为世界城市化的主流趋势。在我国，受技术革新、要素流动和产业更新换代等因素影响，区域经济也正由传统的省域经济与行政区经济向城市群经济转变，城市群已成为我国区域发展的主要空间形态，代表性城市群如京津冀城市群、长三角城市群（位于长江经济带）、珠三角城市群、粤港澳大湾区、长江中游城市群（位于长江经济带）、成渝城市群（位于长江经济带）、山东半岛城市群等。

随着城市群的发展，城市群区域间的城际铁路快速客运网络迅速形成，铁路网络相对封闭、独立的特征，促成了城市群区域内部交通的相对独立性和整体性特征的显现。城市群区域内部交通需求密度不断升高，需求量日益增大。城市群区域货运方面，由于生产布局与资源的协调优化，同一产品的不同工序、不同零部件的加工可能在区域内的不同地区进行，这就需要交通系统来保障生产过程的连续性。城市群区域客运方面，由于产业的分散，诱导传统城市内部通勤交通流转移到城市群区域地域上，使通勤交通成为城市群区域交通需求的重要构成；各地间的横向联系发展，人员流动性增强，商务、旅游、通勤、消费的结合形成了城市群区域内部巨大的客运需求量。

中共中央、国务院于2019年9月印发实施的《交通强国建设纲要》中提出构建便捷顺畅的城市（群）交通网，建设城市群一体化交通网，推进干线铁路、城际铁路、市域（郊）铁路、城市轨道交通融合发展，完善城市群快速公路网络，加强公路与城市道路衔接；尊重城市发展规律，立足促进城市的整体性、系统性、生长性，统筹安排城市功能和用地布局，科学制定和实施城市综合交通体系规划；推进城市公共交通设施建设，强化城市轨道交通与其他交通方式衔接，完善快速路、主次干路、支路级配和结构合理的城市道路网，打通道路微循环，提高道路通达性，完善城市步行和非机动车交通系统，提升步行、自行车等出行品质，完善无障碍设施；科学规划建设城市停车设施，加强充电、加氢、加气和公交站点等设施建

设；全面提升城市交通基础设施智能化水平。

城市群区域内部交通需求质量要求日益升高。城市群区域内各城市之间广泛而紧密的生产合作关系，必然要求城市群区域内部交通系统具备及时、快捷、经济、安全的特性来与之匹配；货运交通要能满足生产过程连续性的需要，满足现代企业生产管理和“零库存”的需要。客运方面，城市群区域内居民收入水平较高，工作、生活节奏快，必然要求准时、快速、舒适、安全的出行，区域对外交通的一体化趋势日益明显。当城市群区域内部交通发展到一定水平后，内部交通变得非常便捷，客货运按照成本最小化、效益最大化的原则在整个城市群区域内选择最佳的出入地点，城市群区域对外交通出现一体化的特征：即把城市群区域作为一个整体，按照城市群区域整体最优的原则来统一规划、布局、建设对外交通通道与场站枢纽。

第二节 客/货流调查流程与分析技术

一、客/货流调查的一般流程

客/货流调查在于通过各种调查技术，设计信息收集的方法，把消费者、顾客、公众与企业联系在一起，实现消费者和企业之间的双向交流，获得旅客、货主的需求、偏好以及忠诚度等市场信息，管理并实施数据收集过程，进行定性和定量分析，统计分析调查结果，总结出目标顾客群的特征及其需求，作为先验知识用以指导后续需求预测工作。客/货流调查的一般流程如图 2-2-1 所示。

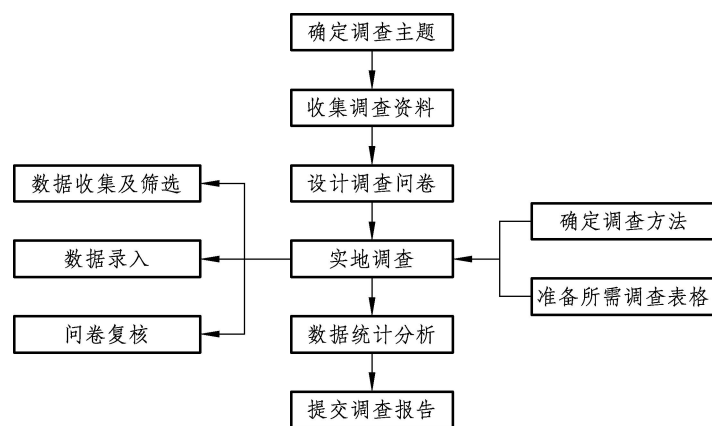


图 2-2-1 客/货流调查的一般流程

二、客/货流调查的统计分析技术

通常首先将调查得到的数据资料划分为 4 类：

- (1) 计量的（如铁路的旅行距离、旅行时间等）。
- (2) 计数的（如外出旅行的总次数、乘坐火车旅行的总次数等）。

(3) 名义的（名义数据指观察值是事物的属性，如人的性别男、女，常用整数来表示属性的分类，例如用“0”和“1”分别表示男和女）。

(4) 有序的（有序数据指有些事物的属性有一个顺序关系，如旅客/货主对交通运输服务的满意程度评价分为“特别不满意”“很不满意”“比较不满意”“一般”“比较满意”“很满意”“特别满意”七类，分别用 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 来表示）。

总体上，可以将以上 4 类指标分为两类：定量的（即计量和计数的）和定性的（即名义的和有序的）；在实际问题中可以将定性资料量化以后，作为定量资料来处理。在此基础上，采用调查统计分析技术，根据调查目的，对经过分类整理的调查数据资料进行分组、汇总、检验和分析，得到客/货流市场需求的本质及规律性结论报告。调查统计分析技术归纳总结如表 2-2-1 所示。

表 2-2-1 调查统计分析技术

统计方法	具体内容
直接统计法	表格法、图示法
组合统计法	表格法、图示法
归纳统计法	属性变量独立检验、回归分析、相对比描述、因子分析、聚类分析

第三节 交通枢纽场站需求预测

一、旅客运输与货物运输异同性分析

1. 旅客运输和货物运输需求的相同方面

(1) 位移需求——每一具体的运输需求都有其始发、终到地点构成位移需求。

(2) 数量需求——都有一定批量构成运输量的需求。

(3) 质量需求——都有一定的对运输过程的运输服务水平（如安全性、快速性、方便性、经济性、舒适性等）的质量需求。

(4) 运输供给与服务需求——都需要利用一定的运载工具和运输线路，在一定地点（港、场、站）完成一定的作业；运输生产过程由多个环节组成，都需要多部门之间的衔接和配合。

2. 旅客运输与货物运输的区别

(1) 旅客运输的运输对象是人，在运输过程中接受运输服务过程有一定的自主性，因此运输组织过程需要旅客的参与和配合。

(2) 在货物运输过程中，货物的仓储、装卸和中转、货物运输载体的各种作业和运动，要由相关运输企业的生产活动来完成，需要运输企业对货物运输及其技术作业过程进行一系列严密、科学、有效的组织管理。

二、运输需求函数

运输需求的大小通常用运输需求量来描述。运输需求量是指在一定时间、空间和一定的条件下，运输消费者愿意购买且能够购买的运输服务数量。运输需求量可表示为影响它的诸多因素的函数：

$$Q = f(P, a_1, a_2, \dots, a_n) \quad (2-3-1)$$

式中 Q ——运输需求量；

P ——运输服务价格；

a_1, a_2, \dots, a_n ——除运价以外的其他影响因素。

上式是运输需求量的一般表达式，并没有表示运输需求量同其他影响因素之间的确定关系。要得到有实际应用价值的函数关系，必须对具体问题进行具体的经济分析和数据统计、数量计算，从而得出确切的函数表达式。

三、运输需求预测思路及方法

把握运能供给与客流需求相互匹配的动态规律，进行运输需求预测，是交通枢纽场站设计与运营的前提和依据，预测思路及方法如图 2-3-1 所示，具体预测流程可按如下步骤进行：

(1) 确定规划预测范围，明确预测目的及通过预测拟解决的问题。

(2) 筛选出与预测对象有关的主要影响因素，并确定各因素间的逻辑关系。

(3) 选择预测方法，建立预测模型。

(4) 模型校验，即采用历史数据检验模型的合理性，并将历史预测结果和实际情况相比较，修正模型。

(5) 灵敏度分析，确定某些条件情况发生变化时预测结果随之变化情况。

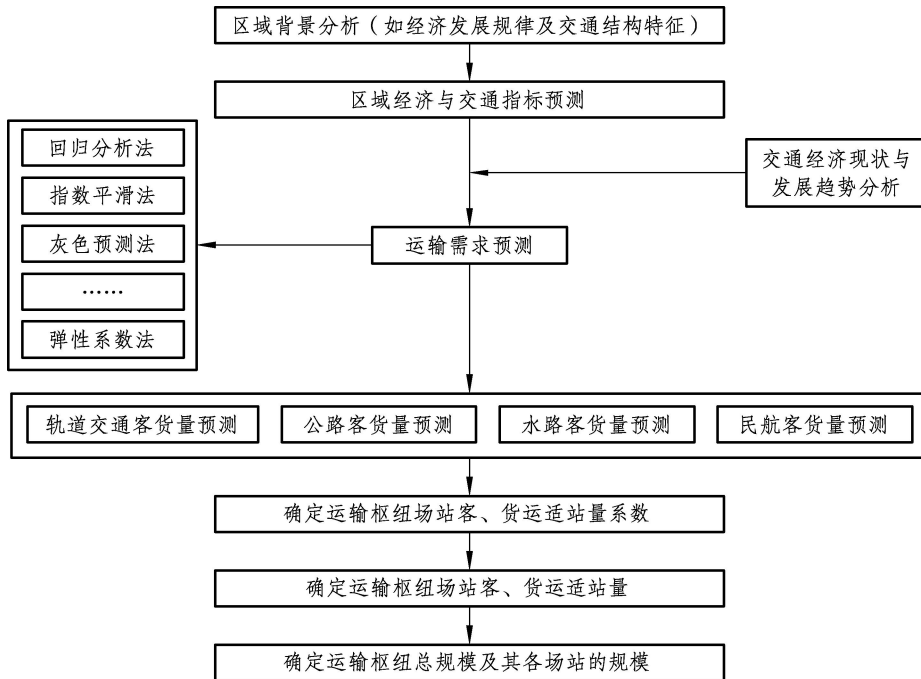


图 2-3-1 交通枢纽场站运输需求预测思路及方法

四、轨道交通枢纽场站客流预测的主要内容

1. 铁路（高速铁路）枢纽场站客运量预测主要资料编制内容

客流按运输性质分为始发旅客、终到旅客及通过旅客；按运输范围分为直通旅客、管内旅客及市郊旅客。铁路枢纽场站客运量预测主要资料编制涉及如下内容：

- (1) 车站旅客发送量表（包括吸引范围人口、乘车率、旅客发送量及其增长情况等项）。
- (2) 旅客列车对数及径路表（包括列车起讫点、列车性质、经由、里程及列车对数（分近远期））。

2. 铁路枢纽场站货运量预测主要资料编制内容

- (1) 枢纽货物交流表（包括枢纽的地方运量、通过运量、总运量）；
- (2) 车站发到运量表（包括近、远期运量及其对应的货物品名）；
- (3) 大宗货物始发终到表（枢纽内车站与工业企业线的大宗货物发到运量和车站的通过运量）；
- (4) 车站仓库、雨棚、货区及工业企业线运量表。

3. 城市轨道交通枢纽场站客流预测主要内容

- (1) 车站客流预测内容：全日各车站的乘降量、车站分时进出站量、早（晚）高峰小时各车站的乘降量、全日站间断面流量、早（晚）高峰小时站间断面流量、超高峰系数、突发

客流量、车站各出入口高峰时段分担客流量。

(2) 枢纽换乘客流预测内容：全日各换乘站换乘客流量、早（晚）高峰小时各换乘站换乘客流量、换乘站分时换乘量。

复习思考题

1. 城市群区域交通运输需求有哪些特点？
2. 客/货流调查的一般流程与统计分析技术有哪些？
3. 交通枢纽场站运输需求预测思路及方法有