

铁路客货运输组织系统特性的比较分析

闫海峰^{1,2} 彭其渊²

1. 铁道科学研究院, 运输及经济研究所, 北京 100081

2. 西南交通大学, 交通运输学院, 成都 610031

摘要: 论文以理论研究为主, 运用具体的系统概念和方法对铁路旅客运输组织和货物运输组织两者的系统结构、功能进行了详细的分析和研究。在研究过程中, 通过对铁路旅客和货物运输组织系统的特点和本质进行比较, 从信息传递和控制等角度提出了两者的基本特性, 最后, 总结了两者的主要区别和联系。

关键词: 铁路; 旅客运输组织; 货物运输组织; 系统比较

中图分类号: U292

文件标识码: A

文章编号: 1672-4747(2006)03-0046-07

Characteristic Comparison Between Railway Passenger and Freight Transportation Organizing Systems

YAN Hai-feng^{1,2} PENG Qi-yuan²

1. Institute of Transport and Economy,

China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China;

2. College of Traffic and Transportation,

Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China

Abstract: The thesis analyzed the structure and function of railway passenger and freight transportation organizing systems using the systematic idea and method. With comparison of specialty and essence of the two systems, we put forward their basic characteristics from the viewpoint of information transfer and control. Finally, the major difference and relation between them are summarized.

Key word: Railway, passenger transportation organizing, freight transportation organizing, system comparison

收稿日期: 2006-03-31.

基金项目: 铁道部科技研究开发计划项目(2002X019-B)

作者简介: 闫海峰(1974-), 男, 山西定襄人, 铁道科学研究院博士后, 主要从事铁路行车组织理论研究。

0 引言

系统是一切事物的存在方式之一,因而事物都可以用系统观点来考虑,用系统方法来描述^{[1]~[3]}。对铁路旅客和货物运输组织的研究始终是铁路科研人员的研究重点,以具体的系统概念和方法来分析其特点和本质,用系统的观点来重新认识它们,对掌握铁路运输组织的本质和进行更深入的理论研究,具有积极的作用。

1 研究对象的系统界定

(1) 系统边界、环境

该系统以运输组织为研究对象,是一个抽象的功能系统,也是一个开放的人造系统^[4]。运输需求和运输系统中的“非组织形式、原理”,客货运需求,以及运输系统提供的各类设备、能力、服务质量等等供给构成了系统的环境。系统的物理边界为系统中的运输组织对功能对象起作用 and 结束作用的状态节点,即功能对象产生和消失的 OD 点。

(2) 系统结构

就铁路运输组织来讲,系统结构(实际上就是组织的结构)可以从运输组织的层次、形式、对象,以及功能等方面进行描述。但从组织的实质或组织结果所产生的实物形式来讲,就是关于运输对象所编制、采用的组织方案、方法、作业方式。当系统尚未对运输对象产生作用时,这些运输组织方案、方法、作业方式就是系统的框架结构。当它们作用于运输对象

上,并通过一定的作用形式体现出系统的功能时,他们就共同构成了系统的运行结构^[3]。

(3) 系统功能

系统的功能对象,就是处于系统边界之外的无序的,有运输需求这个共同特性的旅客或货物。运输组织系统则根据相关的运输需求的特点,调整自身的状态,通过自身的组织行为,尽量使功能对象满足自身的运输需求。

功能是系统行为的作用表现,当系统的外部环境相对稳定时,系统的功能与结构有着异常密切的联系,可以说系统的功能决定于系统的结构。为了尽可能提高系统的功能,就必须不断的完善系统的结构。另外,当功能对象发生一定的变化(包括它的实体或属性,实质上就是需求特性发生了变化),系统结构也应当作相应的改变。因为系统结构是对应于本征功能对象的,作用于非本征功能对象的系统结构一般都难以充分发挥它的功能。因此,为了充分发挥系统的功能,也需要营造和改善一定的系统环境,比如说在组织运输流之前的排序工作、等待工作、信息提供、中转手续的办理等等。

(4) 系统状态、过程

铁路运输组织系统存在和作用于功能对象的整个运输过程,且在整个过程中不断的对功能对象施以一定形式的作用。由于该系统是一个比较抽象的功能系统,需要依靠其功能对象在系统中所表现出来的状态来描述系统自身的状态,比如说,始发、终到、中转、途中运送、有序、无序等等过程状态。

综上所述,系统相关组成的客观描述如表 1 所示。

表 1 系统相关组成的客观事物描述

Tab.1 External characterization description of system composition

系统相关组成	对应客观事物	系统相关组成	对应客观事物
系统对象	运输组织方式、原理(编组计划、列车开行方案、车流组织等)	系统结构	中转组织、直达组织(编组计划形式,列车开行方案形式)等
系统类型	开放系统、人造系统、功能系统	系统行为	对功能对象的组织作用
系统环境	运输需求;非运输组织方式性供给	系统功能	使无序的功能对象在一定程度上组织形成有序流形
系统边界	一定范围内的路网节点集合	系统状态	功能对象在系统作用下的状态
功能对象	运输对象(货物、旅客)		

2 系统功能分析

具体来说,铁路运输组织系统的功能可以抽象为两个主要方面:

(1) 将自发、无序的作用在系统各个状态节点(时间、空间)上的输入,按照一定的组织形式和方法,使其形成在一定程度上的有序“流形”。它作用于系统输入的边界,对应于运输过程中的始发和中转作业,是系统的主体功能;

(2) 将按照一定组织形式和方法所形成的在一定程度上的有序“流形”,在系统状态连续转移的过程中始终保持此种组织形式和方法的效用或效用的趋势。它是系统主体功能所发挥作用的一种表现及延续。

从图1中可以看出,铁路运输组织系统的这种作用和其形式在整个运输过程中都发挥着它的效用,同时,这种效用始终都与其形式和输入、输出之间发生着密切的因果联系(反馈),并不断的以此来进行自我调节。这种联系和调节在很大程度上取决于输入、作用和作用对象三者之间的主动性,而“主动性”在很大程度上又是由系统功能对象的特性决定的。

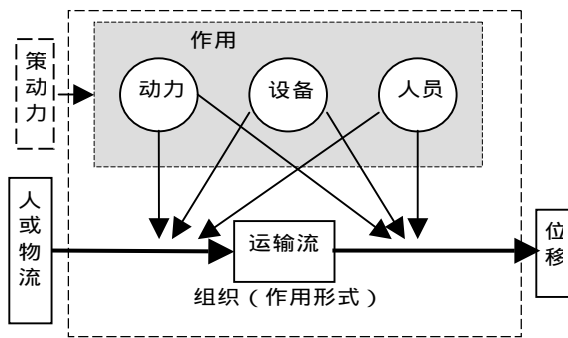


图1 Illustration of system composition and its function

由于运输对象的不同,而使铁路旅客和货物运输组织系统两者之间有着特点截然不同的系统功能作用形式。以下将针对旅客和货物两种运输对象,主要从作用于始发和中转作业环节的系统主体功能的作用形式、控制作用,以及其他特性进行详细的分析。

3 铁路旅客运输组织分析

3.1 中转过过程的消耗

客流运输的完整过程^[5]如图2所示。从图中可以看出,在客流运输的整个过程中存在两种性质的中转:不同运输方式之间的中转和同种运输方式(铁路)之间的中转。

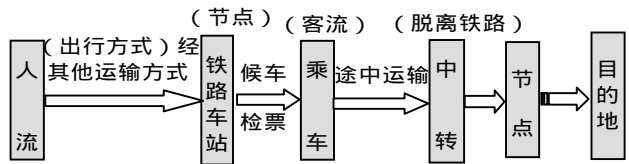


图2 客流运输过程示意

Fig.2 Process of passenger flow transport

3.2 中转过过程状态转化分析

图3描述了系统从有序转化为无序,又从无序转化为有序的过程。从有序转化为无序的过程符合自然系统演化的规律,是由于客流主动的在某些节点上选择了放弃系统组织形式对其的作用,也可以说是系统施于客流主体的组织形式的作用在时间和空间上受到了限制;而在从无序转化为有序的过程中,必须要对系统的输入施加一定的控制作用,消耗一定的时间、活动,来重新组织有序的客流。

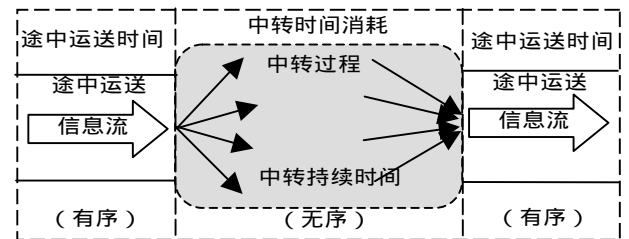


图3 系统状态与信息传递过程示意

Fig.3 System state and the information transfer process

客流的初始状态,对应于系统状态从无序到有序的组织过程;终结状态对应于系统状态从有序到无序的放散过程,与中转过过程的转化存在一定的相似性。但是,客流在系统初始状态的组织过程是系统功能的

施加,而在系统终结状态的放散过程是系统功能的完结,是在这两个状态上系统功能作用形式的自然体现。而中转过过程则是系统功能在一定阶段的丧失(暂时性的丧失),是由于系统功能作用形式的不完善(指作用形式的连续性在时空上无法包含客流的连续性)而导致的。

因此,中转过过程是由于系统功能的暂时性丧失而使运输对象(人流)产生的系统转嫁活动。客流主观上希望(要求)中转过过程尽量减少,甚至消失,其实质上就是要求客流的连续性——运输系统功能作用形式的连续性——实现直达化,即在一定组织水平条件下,通过对组织方法的优化尽可能的完善系统结构,以及提高中转过过程的系统服务质量以降低客流的消耗。

从上面的论述中也可以看出,客流的中转(或始发)过程,实质上是系统对输入(旅客)在系统边界上的控制过程(如图4),并通过这样的控制作用,



图4 中转子系统控制作用示意

Fig.4 Illustration of transit sub-system control function

使其建立、维持或提高旅客进入系统后的有序性。在控制过程中,旅客自身通过一定的方式,利用获得的系统结构和功能的信息进行决策,自发的适应或主动的形成控制的某个过程环节,表现出高度的自组织特性^[6]。旅客在中转(始发)过程中所获取的关于系统内部的确切信息,是输入与系统之间相互作用、相互配合的必要条件,其获取的信息量越大,控制作用越有效,旅客的自组织特性也越强。反之,系统也利用旅客的相关信息(旅客需求),来自我调节、改善控制手段和系统结构,以适应旅客的需求。

3.3 中转过过程信息作用分析

信息是指客流主体所接受到的关于系统和自身

在运送过程中的状态信息,以及对自身状态的判断结果和决策信息。它一部分来自于系统的结构和功能,另一部分来自于客流主体。

只要客流稳定有序,来自于客流主体的信息也同样具有相应的稳定性。它随着客流主体在流动,始终保持在系统有序化的流形内部,称之为约束型的信息流。中转(中转的决策是由客流主体在一定客观条件前提下的自我决策和意愿的表现)时,客流被截断暂时失去有序性,有序稳定的信息流也被截断了(如图3),信息由约束型转变成发散型。而在运送过程中,客流主体可以实时的获得自身的状态信息,并充分利用该信息动态的进行决策和决策的实施。

对于中转子系统的结构和功能信息与旅客输入系统的需求信息两者之间存在三个特点。

(1)来自于系统的结构和功能信息具有一定的确定性。无论中转子系统是否利用旅客的需求信息进行自身的调整,旅客都会利用中转子系统的相关信息,产生自组织、自适应的过程,自发的形成有序的客流。由于中转子系统的信息在一定的时间、空间范围内是确定的,旅客的个体行为不会对系统的结构、功能形式产生影响。

(2)来自于系统的结构和功能信息会产生阶段性的变化。在大多数情况下,系统为了适应不断变化和增长的运输需求,当输入达到一定程度后会对自身的结构和功能进行一定的调整。此时,系统会通过多种方式将自身产生的新信息,及时的反馈到输入主体中,使得输入仍然能够产生较高层次的自组织和自适应特性。

(3)中转子系统的信息与旅客群体需求信息相互影响。一般来讲,运输供给总是滞后于运输需求的,即中转系统结构和功能的变化是滞后于旅客群体需求的。变化后的系统结构和功能,又会对旅客的需求产生一定的影响。但两者间存在的这种“振荡”关系,在功能对象自身负反馈的作用下,“振荡”将逐渐减弱和消失^[1]。这是旅客运输组织比较高级的形式,它需要准确的完整的信息交流和获取,是系统自组织自适应的过程和表现。在大尺度(宏观过程)上看,中

转子系统结构的改变就是这种形式。

在铁路旅客运输组织系统中,无论是在始发、终到还是中转过程中,系统的功能对象始终与运输的需求主体(人)保持相同——同一性,且客流和列流在系统内部是重合的。同时,系统的功能对象始终带有需求主体的性质,能够反映出需求主体的意愿,在整个运输过程中都表现出了一定的主动性,包括决策的主动性,自组织自适应的主动性等方面。

4 铁路货物运输组织分析

4.1 铁路货物运输组织的过程

铁路货物运输组织系统中的功能对象是进入(输入)系统的,具有一定运输需求的货物。如果不考虑与其他运输方式之间的衔接问题,传统的铁路货物运输组织的过程^[5]可以简单的用图5描述。

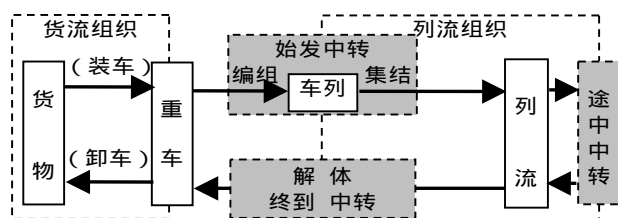


图5 铁路货运组织过程示意

Fig.5 Railway freight transport organization process

在上面的过程中存在有以下几个环节:

- 始发、终到及途中中转环节;
- 货物进入系统时的装卸作业组织;
- 形成列流后的途中运送环节。

如果将列流的组织也归纳入中转环节的作用,则对于货物运输组织来讲,途中的运送环节,只是对于组织的一种执行,而不涉及到组织的具体方式和方法。因此,在讨论铁路货物运输组织时,也同样以中转环节和货物进入系统时的作业组织环节为重点研究的内容。

4.2 系统状态转化分析

系统有序化的过程存在有两种形式。货物装

车过程中的有序化。在此过程中,将无序的货物按照一定的组织方式使其有序化,形成重车,即货流形成车流的有序过程,称为第一有序化。如图6所示。

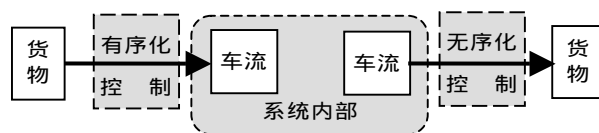


图6 第一有序化及其逆过程示意

Fig.6 The first ordering and the reverse

车流集结、编组(中转)过程中的有序化。

在这个此过程中,将车流按照一定的组织方式使其有序化,形成列流,即车流形成列流的有序化过程,称为第二有序化。

一般第一有序化总会与第二有序化连续出现的,其逆过程也是如此;但途中中转过,第二有序化和其逆过程则是单独出现的。

对于货物运输组织系统,输入的货物在系统边界处的控制作用下产生了性质上的变化,生成了新的流形——车流,并以车流的形式进入系统内部。如图6所示。

从这个角度可以说,货物运输组织实质上就是在系统边界对货物和在系统内部对车流的有序化组织这两个基本功能,所对应的功能对象为输入的货物和具有一定有序化的货物载体——车流。始发终到过程,系统需要对货物和车流分别实施控制;而途中中转过,系统只需要对车流实施一次控制。由于车流的有序性较货物的有序性高,因此,在途中中转过中对系统功能对象进行控制所消耗的时间和能量也较始发终到过程少。但需要指出的是,车流并不是系统的本征功能对象,只是本征功能对象在结构上一种更加有序的表现形式,本征功能对象仍旧是带有一定需求主体主观意愿信息的货物。

4.3 系统状态控制分析

铁路货物运输系统中货物与需求主体不具备同一性,货物附带的有关需求主体的信息,是在货物进入组织系统时——货物与其主体脱离时,被需求主体一

次性施加的。因此，在运输组织过程特别是中转过程中，只能由系统通过一定的方式去利用和适应货物的运输需求对功能对象进行有目的的控制和组织，而货物本身无法利用系统信息进行自组织（但是在在大尺度上，以车流演化的角度分析，这种过程也会发生^[7]）。

另外，系统组织结构（列车开行计划）的不断变化增加了中转到达的随机性，如此将形成系统信息不确定性的正反馈循环放大过程，使系统产生巨大的紊乱现象。事实证明，系统内部必定存在某种负反馈的作用机制^[1]，列车运行线（列车开行计划）的随机调整和中转集结过程就是两个非常重要的调节方式。

列车运行线的随机调整是对车流随机到达的一种宏观控制，实质上是以运行线的认为调整来适应车流中转到达的随机性，以抵消系统状态波动所带来的影响和减少影响的扩散程度。对于整个运输组织过程，这种控制方式是以信息的不确定性为代价的。

中转集结过程是车流的他组织（使车流有序化为列流）过程，是对车流个体随机到达的一种微观控制。随着集结过程中时间和能量的消耗，车流个体随机到达的这种无序状态被转化成了有序的列流。由此可以看出，选择车流来代替货流作为中转集结对象，可以减少集结过程消耗的时间和能量。

5 铁路旅客与货物运输组织形式的比较

5.1 相同点

从前述分析可以看出，铁路货物和旅客运输组织两者具有本质相同的功能——使输入流有序化，系统功能（有序化）主要作用于始发、终到和中转两个环节，且始发、终到环节的组织都是在系统的边界上完成的，都是有序和无序相互转化的过程。

输入流在系统内部中转与始发终到环节的时间消耗与系统功能有着非常密切的联系，不断的完善系统功能，尽量减少功能对象在系统内停留的时间，是需求主体的共同愿望。因此，不论是旅客运输还是货物运输，减少中转次数，缩短在途时间，实现快速化、

直达化、智能化，尽量的保持系统功能的连续性，是两者共同的发展方向。

5.2 不同点

铁路旅客运输组织和货物运输组织的本质区别就是功能对象的不同，其它系统特性方面的差别，可以说都是由此而产生的。

在铁路旅客运输组织中，功能对象与需求主体是相互重合的，系统结构信息也是基本确定的，需求主体在一定程度上可以了解到系统的状态信息，系统对于需求主体在一定程度上相当于“白箱^[1]”。如图7所示。

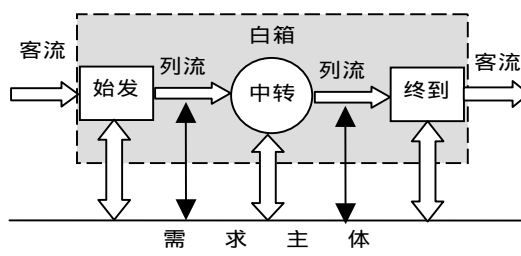


图7 旅客运输组织“白箱”系统示意

Fig.7 Illustration of passenger transport organization—white box system

在铁路货物运输组织中，功能对象——货流和车流，与需求主体在运输过程中是相互分离的，需求主体只有在始发、终到环节（功能对象处于系统边界上时）才了解功能对象的状态信息，系统对于需求主体在一定程度上相当于“黑箱^[1]”。如图8所示。

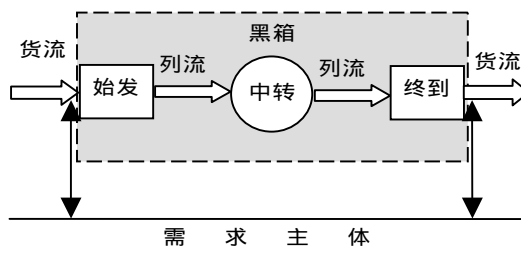


图8 货物运输组织“黑箱”系统示意

Fig.8 Illustration of freight transport organization—black box system

总的说来，铁路货物运输组织和旅客运输组织系

统两者间的区别主要体现在铁路旅客运输组织的人性化和铁路货物运输组织的物性化方面。

综上所述,铁路传统旅客、货物运输组织系统两者具体的区别和共同点如表2所示。

表2 铁路旅客、货物运输组织系统的区别与联系

Tab.2 Difference and relation between railway passenger and freight transport organization systems

共同点/不同点		客运组织系统	货运组织系统
系统功能		将自发的,无序的作用在系统各个状态(时间、空间)节点上的输入流依照一定的组织形式和方法,使其形成在一定程度上的有序化“流形”,并在系统状态连续转移的过程中,始终保持组织形式和方法的效用或效用的趋势。	
环节构成		始发、终到环节	中转环节 途中运送环节
组织环节	表现形式	始发,终到和中转过程均为控制过程,表现为功能对象无序和有序之间的转化	
	发生位置	始发,终到环节都是在系统的边界上发生的	
系统功能		完善、连续性	
发展方向	组织过程	快速化、快捷化、智能化	
	系统结构	直达化	
功能对象		客流	货流、车流
与需求主体的关系	功能对象	两者相互重合,同一性、统一性	两者相互分离
	系统本身	白箱(信息化程度高)	黑箱(信息化程度低)
中转过程	功能对象适应形式	主动性,自组织、自协调、自适应	被动性,他组织
	功能对象本质	本征功能对象——客流	车流——货流的替代者,具有更高有序性
	发生位置	系统的边界	系统的内部
有序化形式	始发、终到	客流 列流	货流 车流 列流
	中转	客流 列流	车流 列流
	地点	同一形式节点(客运站)	不同形式节点(货运站和技术站)
系统结构表现形式		比较确定	比较不确定
整体特性		人性化	物性化

参考文献

[1] 许国志.系统科学[M].上海:上海科技教育出版社, 2000:17-30,31-36.

[2] 许国志.系统科学与工程研究[M].上海:上海科技教育出版社,2000.

[3] 汪应洛.系统工程理论、方法与应用[M].北京:高等教育出版社,1998:1-15.

[4] 刘舒燕.交通运输系统工程[M].北京:人民交通出版社,2002:1-10,24-43.

[5] 郑时德,吴汉琳.铁路行车组织[M].北京:中国铁道出版社,1996:40-44,98-100.

[6] 吴彤.自组织方法论研究[M].北京:清华大学出版社,2001.

[7] 姜璐,李克强.简单巨系统演化理论[M].北京:北京师范大学出版社,2002:243,255.