# 第三章 理论基础

3.1.1 协同模型

协同模型是基于协同理论的研究提出的。协同论是20世纪70年代以来在多学科研究基础上逐渐形成和发展起来的一门新兴学科，是[系统科学](http://baike.baidu.com/view/80024.htm)的重要分支理论。协同论主要研究远离平衡态的开放系统在与外界有物质或能量交换的情况下，如何通过自己内部协同作用，自发地出现时间、空间和功能上的有序结构。协同论以现[系统论](http://baike.baidu.com/view/62521.htm)、[信息论](http://baike.baidu.com/view/15076.htm)、[控制论](http://baike.baidu.com/view/62820.htm)、[突变论](http://baike.baidu.com/view/290926.htm)等为基础，吸取了结构耗散理论的大量营养，采用统计学和动力学相结合的方法，通过对不同的领域的分析，提出了多维相空间理论，建立了一整套的数学模型和处理方案，在[微观](http://baike.baidu.com/view/251133.htm)到[宏观](http://baike.baidu.com/view/563962.htm)的过渡上，描述了各种系统和现象中从无序到有序转变的共同规律。

协同理论有三个主要内容，包括：协同效应、伺服原理、自组织原理。

在机场调度系统中的协同模型中，飞机飞临目的机场所在的终端区，申请进入此终端区，系统向飞机发布一个放行许可，并根据传回的飞行数据对飞机实行实时管制，直至飞机脱离进近管制，安全着陆后离开系统。离港过程中，系统根据飞机及跑道状态为离港飞机分配跑道，情况正常时，飞机到达起飞时刻起飞，飞离终端区后离开系统。基于以上内容，协同模型需要满足开放性、动态性。服务性三个要求。

因此，在机场调度中使用的协同模型，将系统分为三层，三类不同的实体：参与者层、角色层、协调者层。

这三层是相互分离的。其中，参与者层是系统的功能层，完成系统的功能行为；角色层和协调器层是系统的协同层，完成系统的协同任务。在此模型中协同行为分为两部分，一是全局角色协同，完成角色之间的协作与交互的管理，由协调器完成；二是局部角色协同，完成底层参与者的协作和交互的管理，由角色完成。对于飞机实体行为的协调就是局部角色协同，角色完成对飞机的协同和监控。

参与者是模型底层主动的对象，是自治的、独立运行的活动实体。它们拥有自己的状态，在其生命周期中是动态的而且能够改变自身的操作，负责特定的功能任务，只完成系统的功能行为。参与者通过消息传递与其它实体进行通信。参与者有以下基本操作：向角色发送一定数量的消息；接收消息；改变自身的状态；发布自身信息。

角色作为系统功能行为的抽象，提供实体所执行的功能行为的静态抽象。角色拥有参与者成员资格管理的行为，主要管理底层参与者实体加入和离开系统的资格。同时，角色又是一个有状态的主动实体，能够根据侦听到的事件和参与者行为的变化而改变自身状态。角色还能够颁发和强加协同约束行为到扮演此角色的参与者，从而实现系统的功能和服务质量的需求。

协调者对系统拥有比角色更全面更广阔的监测能力，它们能够根据系统状态动态地调整施加在不同角色上的不同的非功能法则，对角色颁发全局角色协同法则。并能够根据观测到的角色事件动态地改变其自身状态，颁发不同的约束行为和功能行为到被协同角色中，从而改变系统功能行为。

这个模型有四个优点：

1. 实现了系统的功能需求与非功能需求的分离。
2. 屏蔽了底层实体的动态性。
3. 降低了系统的复杂性。
4. 降低了协同的复杂性。

## 3.2.1 应用

参与者实现系统的功能行为。在航班调度系统中，底层参与者具体化为飞机实体及跑道实体。飞机实体是主动的动态的对象，负责特定的飞行任务，跑道实体也拥有自身状态，并根据其自身状态绑定到相应的角色下。飞机驶入目的机场所在的终端区，进入终端区调度系统，绑定到相应的角色下，协调器根据飞机及跑道状态为飞机分配跑道后，由角色对飞机传达指令，并对飞机实行实时管制，同时向飞机发布继续向前飞行的放飞许可及着陆指令，飞机在其分配的跑道上着陆，角色解除对其的绑定，飞机释放跑道资源，离开机场调度系统。离港飞机在其分配的跑道上起飞后，释放跑道资源，解除与角色的绑定，离开系统。

在角色内部定义了3 种功能：成员管理行为、协同行为、绑定行为。

协调器作为全局角色的总协调者，负责角色之间的交互连接和约束关系。在航班调度系统中，协调器具体化为地面控制中心。在协调器层定义了4 类协调器：交互协调器﹑时控协调器﹑间距协调器和分配跑道协调器。