

文章编号：1005-8451 (2010) 07-0042-05

## 分散自律调度集中系统的再认识及新问题分析

褚晓锐

(西昌学院 工程技术系, 西昌 615013)

**摘要：**基于自律可控性和自律可协调性描述分散自律调度集中系统的特点，分析分散自律调度集中系统的体系结构和基本功能，进一步分析角色自律分散系统的体系结构，得到其体系结构的特点。将角色自律分散体系结构应用于分散调度集中系统中，在技术上具有可行性，并具有潜在的应用前景。

**关键词：**分散自律调度集中系统；角色自律分散系统；体系结构；功能

**中图分类号：**U284.5      **文献标识码：**A

### Analysis of re-recognition and new issues of Decentralized Autonomous Centralized Traffic Control System

CHU Xiao-rui

(Engineering and Technology of Xichang College, Xichang 615013, China)

**Abstract:** In this paper, it was described the characteristics of Decentralized Autonomous Centralized Traffic Control System based on autonomous controllability and autonomous coordinability, analyzed the architecture and basic functions of the System. Analysis of architecture of Role Autonomous Decentralized System and characteristics were received. The architecture of Role Autonomous Decentralized System had been applied to Decentralized Autonomous Centralized Traffic Control System, which was provided technical feasibility, and potential application prospect.

**Key words:** Decentralized Autonomous Centralized Traffic Control System; Role Autonomous Decentralized System; architecture; function

分散自律概念最初源自日本东京铁路控制系统。由于日本是地震多发国家，为了使控制中心在遭受地震袭击瘫痪后，车站还能在一定时间内正常接发列车，日本东京铁路控制系统专门在车站设立了自律计算机，通过接收控制中心下达运行计划，如与中心通信中断时，仍能自行接发列车。为了解决行车和调车相互干扰的问题，必须实现不影响列车运行的原则下，允许控制中心和车站通过调度集中系统进行自主调车的功能。这对于调度集中系统来讲是一种功能的分散，不同于传统意义上调度集中系统的集中控制，而是出现了分散式控制的功能。因此，如果通过在车站设立自律计算机来完成按照列车运行计划和车站站细正常接发列车以及协调列车、调车冲突的功能，将完全可以实现列车和调车作业的统一控制。这一原则叫做“分散自律”控制原则。

分散自律调度集中系统（Decentralized Autonomous Centralized Traffic Control System）是

综合了计算机技术、网络通信技术和现代控制技术，采用智能化分散自律设计原则，以列车运行调整计划控制为中心，兼顾列车与调车作业高度自动化的调度指挥系统。

### 1 分散自律调度集中系统的特点

#### 1.1 自律可控性

自律可控性是指系统中任何子系统出现故障、正在维护或刚刚加入时，都不影响其它子系统的自我管理及功能的运行。

分散自律调度系统采用了设备分散、危险分散、进路控制分散的技术。各个车站子系统相当于是一个智能的分中心，原来由调度中心统一控制所有车站接发列车作业的方式，转变为车站自行按照调度中心发送过来的列车运行计划和调车计划，排列运行进路的作业方式；系统不仅可以在总、分机之间进行信息的相互传送，而且邻站之间也能互相传送信息；如果车站分机与调度中心通信中断，车站分机在一定时间内仍可以进行列车

收稿日期：2009-12-03

作者简介：褚晓锐，讲师。

跟踪和列车进路控制。

### 1.2 自律可协调性

自律可协调性是指系统中任何子系统出现故障、正在维护或刚刚加入时，其它的子系统能够完成各自的任务并以协作方式运行。

车站分机依据不同车站的运输管理办法对列车作业和调车作业进行协调，使它们互不干扰。

## 2 分散自律调度集中系统体系结构

分散自律调度集中系统由调度中心子系统、车站子系统和中心与车站之间的网络子系统3部分组成。分散自律调度集中系统的体系结构见图1。



图1 分散自律调度集中系统体系结构图

### 2.1 调度中心子系统

调度中心子系统的主要设备有数据库服务器、通信服务器、应用服务器、接口服务器、大屏幕投影系统、调度员工作站、助理调度员工作站、系统维护工作站、值班主任工作站、控制台工作站、计划员工作站以及网络、电源和防雷设备等。调度中心子系统主要负责自动或人工编制列车运行计划和计划内的调车运行计划，并根据各个分机发送来的各种行车信息，实时自动修改列车运行阶段计划，然后通过网络下达到各个车站分机。

### 2.2 网络子系统

网络子系统是由网络通信设备和传输通道构成的双环自愈网络构成，采用迂回、环状、冗余等方式提高其可靠性。正常情况下，总线上任一点都可以接收到其站点发送的信息，环上任一点通信故障不影响其他支点的信息传递，任一车站分机故障不影响其他分机工作。

### 2.3 车站子系统

车站子系统主要设备有车站自律机、车务终端、综合维修终端、电务维护终端以及电源、防雷和接口设备等。车站子系统主要完成冲突检查、进路选排、控制输出以及与其他系统进行信息传输

等功能，所以它在整个系统中发挥着重要作用。车站自律机是分散自律调度集中系统的关键设备，自律智能逻辑运算、输出控制、输入信息采集以及与其他系统的联系等都由车站自律机来完成。

## 3 分散自律调度集中系统的基本功能

- (1) 实时监视站场信号设备和列车运行状态，实现站间和区段透明显示。
- (2) 追踪列车运行位置和到发时刻，自动描绘列车实迹运行图。
- (3) 利用计算机辅助编制和调整列车运行计划，实现调度指挥计算机化。
- (4) 通过系统网络向车站下达计划和调度命令。
- (5) 通过系统网络和无线通信向列车下达调度命令、调车作业单、行车凭证和进路预报等信息。
- (6) 自动编制车站行车日志，生成运统报表。
- (7) 追踪列车编组状态。
- (8) 遥控所有联锁设备按钮，人工遥控列车、调车和非正常作业。
- (9) 按照列车运行计划和车站站细，由自律机自动自主控制列车进路。
- (10) 按照调车作业计划，由自律机根据机车请求和列车运行状况，自动自主控制调车进路并对调车状况进行监控和报警。
- (11) 实现维修作业综合管理和远程登记、销记。
- (12) 具有完备的网络安全防护功能。
- (13) 实现TMIS和DMIS的结合及信息交换。

## 4 分散自律调度集中系统的优越性和局限性

### 4.1 分散自律调度集中系统的优越性

#### (1) 实时性

保证调度员在调度所迅速、可靠地控制所管辖区段内的信号和道岔；能及时、准确地了解列车分布情况及道岔和信号的状态，使系统成为行车指挥的控制系统。

#### (2) 技术先进性和经济合理性

从实际需要出发，系统设计上考虑到既要技术先进，又要经济合理，同时还要留有一定的发展余地。

#### (3) 安全可靠性

系统工作可靠性高，故障便于发现，便于维修，符合故障倒向安全的原则。

#### (4) 通用性和可维护性

系统设计上考虑通用化、系统化和灵活化。调度集中、调度监督、车站遥控和枢纽中心等设备均属于远动系统。硬件和软件的设计采用模块化和结构化，便于移植、扩展和维修。

### 4.2 分散自律调度集中系统的局限性

基于自律分散系统的概念，以解决行车调度指挥与站场调车的矛盾为目标，研发的分散自律调度集中系统未考虑角色（功能）动态表达问题。

在分散自律调度集中系统中，根据不同的运行条件，进路控制的权限需要在调度中心、车站和机车之间动态转移。过去这一转移过程需要人工确认，加之要求频繁转移，导致效率低下，妨碍了分散自律调度集中系统在中国铁路的应用。这一需求意味着系统中的节点具有潜在控制权限的对等性和控制权限表达的动态性。

## 5 角色自律分散系统的出现

### 5.1 角色自律分散系统术语

系统潜在功能的时空可变（自律）表达模式对应着一类独特的自动化系统技术，称之为角色自律分散系统<sup>[6]</sup>。

(1) 角色：指实体在特定时间对外表达的特定功能。

(2) 代理：指一个节点或子系统。其基本构成要素包括：控制器、软件、传感器和执行器等。

(3) 自动化系统：若干代理的集合。他们相互协调实现系统目标。

(4) 自动化系统的角色：指某个代理在特定时间对外表达的特定功能。若干代理的若干角色构成该自动化系统的角色集合。

(5) 角色自律性：指某个代理根据内部状态和外部环境的变化，在不同时间、不同地点自主表达不同功能的能力。

(6) 角色自律分散系统：指由具有角色自律性的若干代理构成的自动化系统。其中代理具有如下性质：

- a. 功能对等性：任何代理具有潜在的对等功能。
- b. 角色自律性：代理根据状态和环境变化自

主地表达功能。

c. 角色协调性：对于任何代理的非工作状态，其他的代理能够根据不同的目的进行协调，行使其实角色。

### 5.2 角色自律分散系统体系结构

角色自律分散系统体系结构<sup>[6]</sup>如图2。该结构包括角色域、数据域、角色自律控制器、数据仲裁器、角色/功能/对象调度器等核心元素。系统中的所有代理具有相同的结构。

#### (1) 角色域

嵌入在一个系统框架中的自律代理，同时可拥有几个角色，并且代理拥有的角色集合可随时间动态地变化，这个系统框架，叫做角色空间。角色对代理是可利用的，并且通过角色，代理能达到单独的或相同的目标。角色域是一个共享的信息空间，任何一个代理可以向其发送或从其接收角色描述信息。角色描述信息包括：角色组态文件、功能组态文件和对象组态文件。见图2。

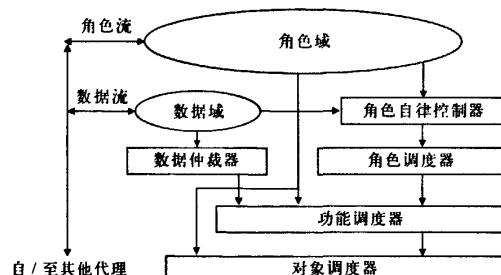


图2 角色自律分散系统体系结构图

#### (2) 数据域

数据域是一个共享的数据空间，任何一个代理可以向其发送或从其接收数据。数据包括对象的属性及其实例（当前值）、代理的内部状态和外部状态等。内部状态包括资源状态、处理能力、智能水平（赋予事件/符号不同行为的能力）等。外部状态包括本地事件、远程事件、通信事件和控制目标的变化等。代理之间交换的数据构成数据流。

#### (3) 角色自律控制器

角色自律控制器是实现角色自律分散系统的核心。它从角色域获取角色组态文件，从数据域获取数据，对代理当前应该行使的角色进行仲裁，驱动相应的角色组件，激活代理的角色。由于代理的

角色可随时间动态地变化，这将引发代理之间角色转换（潜在功能自律表达）时的竞争问题，因而需要建立有效的协调机制。

#### （4）数据仲裁器

各个代理在一个分散的环境中运行，代理之间有大量的数据传输，且很多数据都要求及时更新。由于数据传递的不确定性，可能造成网络上各个代理获得的数据不一致。数据仲裁器的功能就是确保分散环境中的数据一致性。

#### （5）角色 / 功能 / 对象调度器

角色调度器由角色自律控制器驱动，实现角色激活所需要的环境配置，同时与控制界面进行交互，实现角色的自动或强制转换。

功能调度器由角色调度器、功能组态文件、数据和控制界面驱动，实现角色对应的功能配置，并动态激活相应的功能组件。

对象调度器由功能调度器、对象组态文件、数据和控制界面驱动，实现功能对应的对象配置，并动态激活相应的对象。

### 5.3 角色自律分散系统体系结构的特点

（1）角色/功能对象调度器是由相应的组态配置文件驱动的。组态文件提供策略的描述，调度器提供策略的实现机制，所以实现了策略和机制的分离。

（2）每个代理具有潜在的对等功能，一个代理可以根据系统当前的逻辑结构信息和自身的角色组态文件自律表达不同的功能，实现了功能表达和功能的分离。

（3）对象之间的交互通过数据域，系统当前逻辑结构信息的交互通过角色域，静态数据的交互通过第3方数据库，实现了动静态数据的分离。

（4）当角色调度器失效时，代理退化为一个单一角色的节点，系统退化为客户/服务器结构。

（5）当代理受资源限制，不具备某些角色能力时，系统退化为主/从结构。

（6）某个代理加入/退出系统只是代理的局部行为，系统性能不再受制于某个关键节点，通过系统中活动代理间的有机合作，可以实现系统快速的角色逻辑重构，从而实现系统的时空动态进化。

### 5.4 角色自律分散系统实际应用的可能性

角色自律分散系统是在更高层次对自动化系统

的抽象，是对自律分散系统的一种提升和发展。角色自律分散体系结构是角色域与数据域双从驱动体系结构，是一种支持系统进化的、与策略无关的系统构造方法，实现了策略与机制的分离、功能表达与功能的分离和静态数据的分离，同时实现了对主/从结构、客户/服务器结构和对等结构的统一描述，达到了实现系统的时空动态进化的目的。

系统潜在功能时空动态进化表达模式，是铁路分散自律调度集中系统要解决的关键问题之一。将角色自律分散体系结构应用于分散自律调度集中系统中，是面向铁路交通的可动态进化分散控制平台。角色自律分散系统的体系结构及其特点初步展示了系统动态进化的技术可行性，并体现出潜在的应用前景。

## 6 结束语

新一代分散自律调度集中系统是我国铁路信息化建设的重要组成部分，它的发展，必将提高我国铁路现代化装备水平，对促进运输组织方式改革、提高运输客货服务质量、促进效益增长发挥重要作用。

我国正在进入发展新一代分散自律调度集中系统的高峰时期。因此，要在实践中不断地完善和优化分散自律调度集中系统，积极探讨新技术在分散自律调度集中系统的实际应用，使其更好地符合我国铁路发展的需求。

### 参考文献：

- [1] 李鹏. 新一代分散自律调度集中系统技术[J]. 铁道通信信号, 2004, 40 (10): 23-25.
- [2] 许诚, 王洪峰. 胶济线分散自律调度集中系统综合组网方案[J]. 铁路计算机应用, 2005, 14 (9): 17-19.
- [3] 诸晓锐. 自律分散系统特性与体系结构及应用分析[J]. 自动化与仪表, 2009, 24 (5): 32-36.
- [4] 马小玲. 分散自律调度集中系统[J]. 铁道运营技术, 2008, 14 (4): 7-12.
- [5] 金万寿. 浅谈网络化的调度集中系统[J]. 科学之友, 2004, 29 (10): 134-135.
- [6] 谭永东, 钱清泉. 角色自律分散系统概念及体系结构[J]. 中国铁道科学, 2007, 28 (1): 99-105.
- [7] 王秀娟. 基于车站子系统一体化配置的分散自律调度集中系统研究[J]. 铁道通信信号, 2007, 43 (4): 1-3.