

文章编号: 1005-8451 (2014) 06-0055-04

# ATS仿真系统列车自动排列进路技术研究

田晓莉, 谭在龙, 徐志根

(西南交通大学 信息科学与技术学院, 成都 610031)

**摘要:** 通过列车进路系统实现进路自动排列, 节约调度员的操作工作量, 提高行车效率。对进路自动排列设计进行分析, 给出一种进路搜索算法, 在此算法的基础上提出一种自动排列进路的方法, 从而实现自动排列进路的功能。

**关键词:** 列车自动监控; 仿真; 列车自动排列进路

**中图分类号:** U284.482 : TP39 **文献标识码:** A

## Automatic route setting in ATS Simulation System

TIAN Xiaoli, TAN Zailong, XU Zhigen

(School of Information Science and Technology, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

**Abstract:** The Train Route System, implemented the automatic route setting, reduced operating workload of dispatcher, improved the efficiency of the train journey. By analyzing the design of automatic route setting, presented a route searching algorithm, proposed a method to implement automatic route setting based on the algorithm.

**Key words:** Automatic Train Supervision(ATS); simulation; automatic route setting

城市交通通信信号系统是保证行车安全和提高运输效率的有利工具, 通常被称为轨道交通的“神经系统”。列车自动监控(ATS)系统主要实现对列车运行的监督和控制, 它在提高运输效率和保障运行安全方面起着十分重要的作用。因此, ATS系统能否进行正常操作, 将直接关系到列车安全。

目前我国城市轨道交通领域, 随着客流量的不断增加, 运营间隔不断缩短, 如何提高运营效率成为运营管理者和系统开发人员越来越关注的问题。自动排列进路功能的实现降低了调度员的工作量, 减少失误率, 从而提高ATS系统的效率。本文以西安一号线ATS系统的列车自动排列进路模块为例, 介绍列车自动排列进路的原理及实现过程。

## 1 列车自动排列进路的原理

列车自动排列进路软件需要不断轮询列车信息和设备占用位置, 查看是否有计划车和头码车满足自动触发的条件。为了保证运行规律性, 也

要考虑运行触发点, 在正线上定义若干个触发点。同时为正线上的每一条列车进路分配可达节点。将列车的进路信息存放在一个进路文件里, 并为进路文件中配置一个触发点文件。可由列车识别与跟踪软件确定列车的位置, 列车自动排列进路软件根据列车位置首先进行触发时机的检查, 如果触发时机满足列车自动排列进路软件会确定列车运行触发点, 随后进行进路选择, 在进路选择之后要进行进路间的冲突检查, 列车进路选排条件检查是命令输入到联锁之间的最后一步, 如果以上条件都满足后进路将会自动排列出来。

## 2 列车自动排列进路的过程

列车自动排列进路的过程, 如图1所示。



图1 列车自动排列进路的过程

### 2.1 列车触发时机检查

列车自动排列子系统从列车识别与跟踪子系统获取列车的位置和列车停稳信息。若列车所处的位置是触发点时, 则继续获取列车所处区段的车次窗和车次信息。

收稿日期: 2013-11-14

作者简介: 田晓莉, 在读硕士研究生; 谭在龙, 在读硕士研究生。

在 ATS 系统中, 列车的类型主要分为 3 种: 计划车、头码车和人工车。不同的列车类型, 判定触发时机是否满足的要求也不一样。

(1) 计划车: 即在运行图中编制出的赋予表号、车次号和线路号的列车。当列车为计划车时触发时机的确定要考虑的因素较多。大体上可分为两种情况: a. 当列车不处于停车场/车辆段时, 则满足触发时机; b. 当列车处于停车场/车辆段时, 要判定列车是否处于转换轨的位置, 当不处于转换轨时, 则不能满足触发时机(停车场/车辆段不能自动排列进路)。当列车处于停车场/车辆段的转换轨, 且(计划出库时间 - 当前时间) < 10 min 时, 则触发时机满足。

(2) 头码车: 即赋予运行目的地及车组号的非计划车。列车为头码车时, 要根据列车的位置来判定是否满足触发时机。若列车所处的位置恰好是目的地时, 则不满足触发时机(到达目的地不能进行触发); 反之, 满足触发时机。

(3) 人工车: 即由调度员手动添加并人工组织运行, 只赋予车组号的非计划车。人工车不具备自动排列进路的功能。

## 2.2 列车运行触发点的确定

运行触发点, 即信号机防护方向后方一定范围内的设备(一般为无岔设备或道岔设备), 可以进行配置; 当列车驶过该设备开始进行进路自动触发流程。

运行触发点的设置应该使列车在正常运行条件下以区段所允许的最高速度运行, 具体应根据列车速度和轨道长度确定。运行触发点不能触发的太早, 否则会引起其它列车不必要的麻烦, 从而影响运行效率。

运行触发点文件包含进路始端信号机及触发轨等信息。本次将进路触发点信息以 XML 文件的形式存放在进路文件中。

本文介绍的列车自动排列进路, 以西安地铁一号线的部分线路为例进行说明, 如图 2 所示。

以信号机 X2902 为例, 介绍运行触发点的数据结构:

```
<Signalstation_brief="FZCZ" line_brief="1"
```

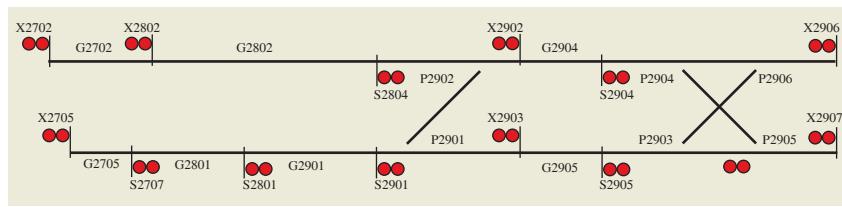


图2 西安地铁一号线的部分线路

```
dev_name="X2902">
<Dev station_brief="FZCZ" line_brief="1">
  <DevName>G2904</DevName>
  <DevName>P2904</DevName>
  <DevName>P2906</DevName>
</Dev>
</Signal>
```

其中, Signal station\_brief 表示信号设备所在站的名称; line\_brief 表示信号设备所在线路号; dev\_name 表示信号设备名称; Dev station\_brief 表示触发区段所在站的名称; DevName 表示进路触发设备的名称。

## 2.3 列车进路选择

当列车进入触发点请求进路时, 可以根据已配置的进路数据被确定。因此, 为每一个带有有效目的地号的触发点配置一条进路。每一个具有有效目的地号的进路还应该配置一条替代进路。替代进路的配置是有必要的, 因为如果该进路被其它列车占用时, 就可以根据替代进路的优先顺序, 触发对应的替代进路。

每条进路的数据以 XML 的形式存储在进路文件里, 下面以图 2 中 S2707—S2801 为例, 介绍进路文件的数据结构:

```
<Route no="12" name="S2707 - S2801">
  <StartButtonstation_brief="CHZZ">S2707A
  </StartButton>
  <EndButtonstation_brief="BPZZ">S2801A
  </EndButton>
  <StartSignalstation_brief="CHZZ">S2707
  </StartSignal>
  <Sectionstation_brief="BPZZ">G2801
  </Section>
  <TrainSubtendProtectstation_brief="CHZZ">
  G2705</TrainSubtendProtect>
  <ReachableNodes>
    <Node station_brief="BPZZ">G2801</
```

```

Node>
  <Node station_brief="FZCZ">G2905</
Node>
  <Node station_brief="FZCZ">G2904</
Node>
</ReachableNodes>
</Route>

```

其中, Route no 表示进路号; StartButton station\_brief 表示开始信号设备的信号按钮; EndButton station\_brief 表示结束信号设备的信号按钮; StartSignal station\_brief 表示开始信号设备; Section station\_brief 表示进路所包含的区段; TrainSubtendProtect station\_brief 表示进路外方的第一个区段; ReachableNodes 表示进路的可达节点。

进路的确定根据列车类型的不同而有所区别, 头码车和计划车进路选择的流程如图 3、图 4 所示。

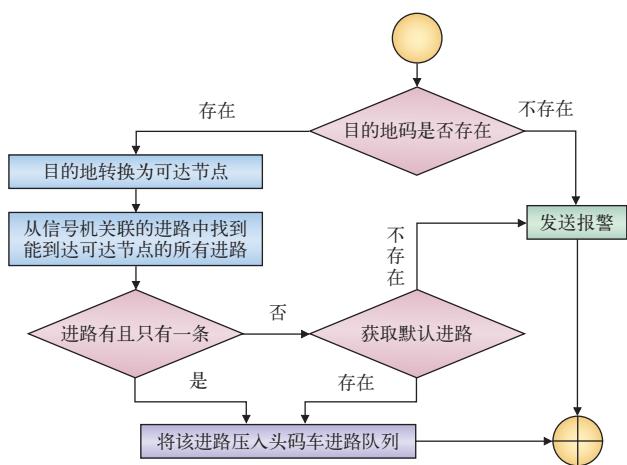


图3 头码车选择流程

## 2.4 进路间冲突检查

进路自动排列的过程中, 关键的一步就是进路间的冲突检查。

头码车进路冲突检查策略: 检查当前待排列的进路与已经排列出的进路有没有重合的区段, 包括进路内区段和进路的保护区段有无重合。若重合则进路冲突, 联锁无法同时执行进路排列。

计划车进路冲突检查策略:

(1) 计划车与头码车冲突检查: 检查当前待排列的进路与已经排列出的头码车进路有没有重合的区段, 包括进路内区段和进路的保护区段有无重合。若重合则认为进路冲突, 联锁无法同时执行进路排列。

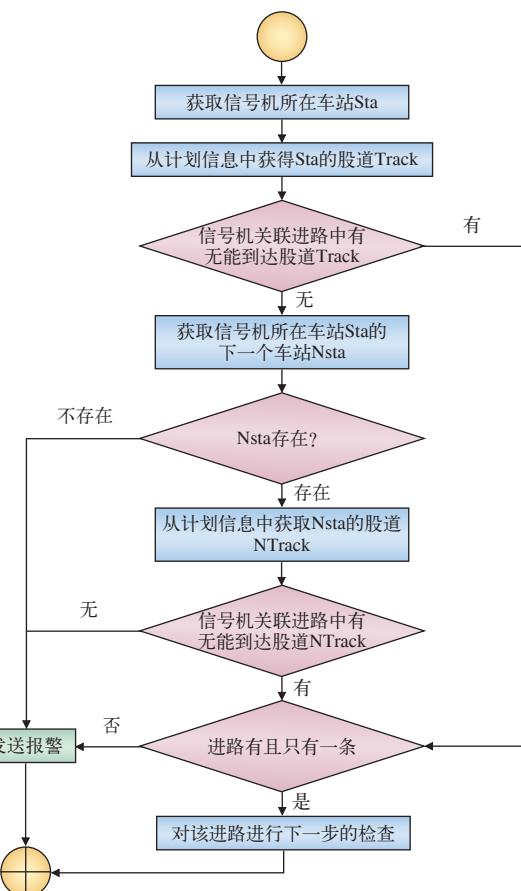


图4 计划车进路选择流程

(2) 计划车与计划车冲突检查: 计划车折返或出库作业; 该进路需要进行计划冲突检查。检查时根据下一站节点选择最近的也需经过该节点的计划线, 若该车为计划点, 且时间在一定范围, 则认为进路冲突。

(3) 目前并未进行实际的进路级别路径的冲突检查, 计划车仍然是根据计划车到达节点的时间冲突检查。

## 2.5 列车进路选排条件检查

在进路排列命令输入到联锁设备之前, 还需要进行进路选排条件检查, 该检查能否通过将直接影响进路命令的执行或拒绝。ATS 系统开放进路信号必须同时具备以下条件: (1) 进路内区段的道岔区段在所需位置或可扳到所需位置; (2) 进路始端信号机未开放; (3) 进路相关按钮检查通过; (4) 所有轨道设备均无单封、单解。列车进路选排条件检查流程如图 5 所示。

列车经过以上 5 个步骤的检查, 就可以根据列车的实际运行情况自动排列出一条满足系统需求的进路。

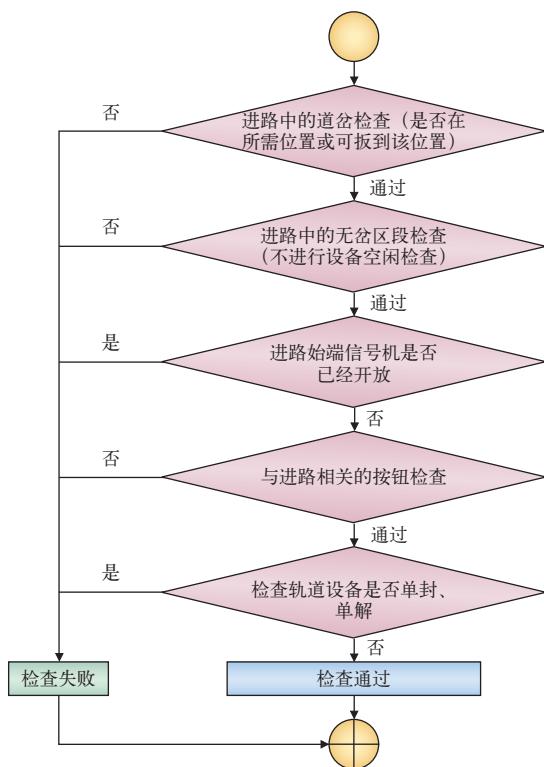


图5 列车进路选排条件检查流程图

### 3 结束语

本文介绍了 ATS 仿真系统列车自动排列进路的方案，并详细阐述了列车自动排列进路的过程。在这个过程中，列车进路选择极为重要。列车自动排列进路技术已经在西安一号线一期应用，减轻了调度人员的工作量并减少了出错率，减缓了客流压力，从而提高了整个系统的运行效率。

#### 参考文献：

- [1] 林瑜筠. 城市轨道交通信号 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2008.
- [2] 张晓娟, 张雁鹏, 汤自安. 城市轨道交通智能控制系统 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2008.
- [3] 吴江, 郭秀清. 上海地铁 ATS 仿真系统进路自动排列的设计与实现 [J]. 微型机与应用, 2012, 31 (17): 7-10.
- [4] 孙旺, 王俊峰. 自动进路原理中提前开放距离的最优化分析 [J]. 铁道通信信号, 2013, 49 (增刊): 138-140.

责任编辑 陈蓉

(上接 P54)

面来说，用户能够更快速的获取报警提示，及时得到报警信息的内容并进行处理。

### 5 结束语

本文在 ATS 调度员工作站人机交互界面设计中，利用生态界面设计理论中的抽象层级分析法，对调度员工作站系统进行了系统的分析、总结和归纳，通过对各个功能层级的分析，对界面显示内容进行了模块化的分类和合并。在具体显示设计时，提出了一种新的设计方法流程。结合调度员在实际过程中对当前工作界面的真实感受以及对界面显示的一些功能需求，重新设计了界面的显示构架。按照调度员处理突发事件的任务要求和人类的视觉规律，利用眼动实验验证生态界面和传统界面的优劣。由结果可知对于复杂系统界面的布局，这一方法是可行的。

#### 参考文献：

- [1] 卡斯柯信号有限公司. 北京地铁 1 号线自动列车监控系统工作站操作手册 [Z]. 2008.

- [2] 石庆馨, 张侃. 生态学界面设计研究综述 [J]. 人类工效学, 2004, 10 (3): 65.
- [3] K. J. Vicente, & J. Rasmussen, Ecological interface design: Theoretical Foundations [J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 1992, 22 (4): 589-606.
- [4] K. J. Vicente. A few implications of an ecological approach to human factors [R]. In J. Flach, P. Hanock, J. Caird & K. J. Vicente (Eds), Global perspectives on the ecology of human-machine systems (pp. 54-67). Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1995.
- [5] Burns, Catherine M, Hajdukiewicz, John R. Ecological Interface Design [M]. Boca Raton: CRC Press, 2004.
- [6] Dowsland K A, Dowsland W B. Packing problems [J]. European Journal of Operational Research, 1992, 56 (1): 2-14.
- [7] Kim W C, Foley J D. Providing high-level control and expert assistance in the user interface presentation design [C]. Conference on Human Factors in Computing Systems, 1993: 430-436.
- [8] 王海燕, 卞婷, 薛澄岐. 新一代战斗机显控界面布局设计研究 [J]. 电子机械工程, 2011, 27 (4): 57-61.

责任编辑 方圆