

文章编号：1005-8451（2017）05-0053-06

地铁列车运行图编制系统的设计与实现

刘庆磊，赵疆昀，曾小旭，王其才

（天津市地下铁道运营有限公司，天津 300392）

摘要：为解决地铁人工编制运行图效率低、工作量大、易出错等弊端，结合运行图编制业务现状特征，分析并提出了列车运行图编制系统的功能需求与建设目标。基于SQLite数据库、运用Visual Studio开发工具，设计并开发完成了列车运行图编制系统，实现了运行图基本图铺画、在线优化调整、时刻表一键生成等功能。该系统已在天津地铁行车管理工作中进行了实际应用，效果良好，有效提升了运行图编制效率与质量。

关键词：地铁；城市轨道交通；列车运行图；编制系统

中图分类号：U231.92 : TP39 **文献标识码：**A

Metro train diagram compilation system

LIU Qinglei, ZHAO Jiangyun, ZENG Xiaoxu, WANG Qicai

（Tianjin Metro Operation Co. Ltd., Tianjin 300392, China）

Abstract: In order to solve the disadvantages of low efficiency, large workload and easy to make mistakes, this article combined with the current situation of train diagram compilation, analyzed and put forward the functional requirements and construction objectives of the train diagram compilation system, designed and developed the SQLite database based train diagram compilation system by using Visual Studio development tools, implement the functions such as basic drawing of train diagram, online optimization and adjustment, train timetable key generation. The system has been applied in the operation management of Tianjin Metro, effectively improved the efficiency and quality of the operation drawing.

Keywords: metro; urban rail transit; train diagram; compilation system

列车运行图是利用坐标原理对列车运行时间与空间关系的图解，它规定了各次列车占用区间的顺序、列车在一个车站到达和出发的时刻、列车区间运行时分、站停时分、折返作业时间等，是行车组织工作的基础^[1-2]。作为地铁运营组织的基础，列车运行图的编制效率与质量是运营管理人所重点关注的一项问题，而以计算机软件为辅助工具，是运行图编制的必要手段。运行图编制功能一般是地铁列车自动监控（ATS，Automatic train supervision）系统的一项基本配置，但由于不同系统厂商研发思路、对业务需求把握程度等的不同，不同线路系统编图功能在直观性、灵活性、便捷性上往往存在较大差异。

1 运行图编制业务现状

1.1 运行图编制基本流程

收稿日期：2016-12-14

作者简介：刘庆磊，工程师；赵疆昀，高级工程师。

运行图编制的相关工作环节主要包括行车方案的制定、运行图的铺画、运行图的下发执行等环节。其中，运行图铺画环节包括基本图的编制、基本图的优化调整、时刻表的生成等工作内容。

1.2 既有系统功能现状

以天津地铁为例，天津地铁1号线的ATS系统提供了直观的人机交互界面，用户可在线编辑运行图，但系统的优化调整功能较为简单，在实际操作时局限性大，影响编图效率，可行性低。因此，编图人员往往需在线下铺画完运行图后，摘录时刻表逐项录入ATS系统，生成运行图。2、3号线的ATS系统以时刻表数据录入的形式生成运行图，系统不具备在线可视化编辑功能，需在线下编制完成后，摘录时刻表数据并逐项录入系统。

1.3 人工编制运行图基本流程

基于系统以上局限性，运行图的实际编制过程中，大量工作均需在线下由人工完成，其基本流程

如图1所示。

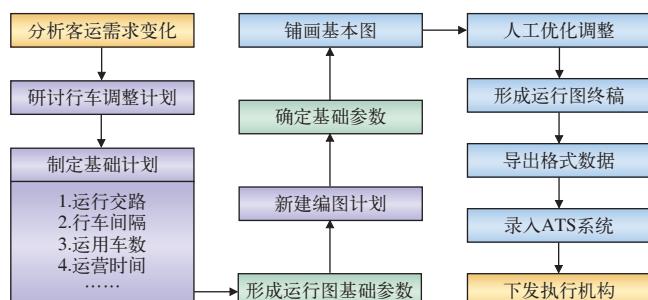


图1 运行图编制业务流程

(1) 在编制好的行车方案基础上, 编图人员运用 Excel 或 Auto CAD 为画图工具, 逐条铺画符合计划要求的运行轨迹, 形成基本图。运行图基本图的铺画原则是首先满足高峰时段的开行列车对数, 兼顾效率^[5]。

(2) 基本图铺画完成后, 根据行车间隔要求及列车上下线计划, 对基本图进行优化调整, 形成运行图终稿。

(3) 依据运行图终稿, 编图人员摘录 ATS 系统所需的时刻表数据, 并将数据逐项录入系统。

(4) 同时, 编图人员摘录时刻表数据, 编制形成不同格式的列车运行时刻表, 下发至乘务、车务、车辆等部门作为运行图执行依据。

以当前方式编制列车运行图, 工作过程复杂, 且存在工作量大、效率低、出错率高等弊端。因此, 开发软件功能灵活、操作具有统一性、结果输出多样化、系统便于扩展的第三方运行图编制软件, 是行车管理部门的必然选择^[6]。

2 系统建设目标及关键功能

结合人工编制列车运行图的现状及弊端, 运行图编制系统的基本建设目标为: 以专用的列车运行图编制系统为基本工具, 代替人工编图, 最大程度减少人工编图工作量, 提高编图效率与质量, 提升地铁精细化管理水平。为实现该目标, 应重点考虑以下各项关键功能。

2.1 基本图的自动铺画

城市轨道交通列车在周期时间段内一般是按规律重复运行的, 将周期运行图复制到轨道交通全天运营时段内, 可以得到初始全天列车运行图^[7]。列车运

行图各项指标要素对其编制形成基本约束, 各要素主要包括: 列车区间运行时分、站停时分、折返时分、运行交路、列车出入库方式及时间、全天对外运营时间、运用车数、高平低峰时段、列车追踪间隔、运营期间列车下线整备方式等^[8]。系统应在各项要素约束下, 实现基本图的自动铺画, 避免编图人员逐条铺画列车运行轨迹, 形成具备可行性、满足使用需求的基本图。

2.2 运行图在线优化调整

系统应提供基本图的在线可视化编辑功能, 编图人员可对基本图进行灵活调整与优化。可视化编辑功能应重点包括列车早晚高峰时段上下线、折返作业时间调整、行车间隔调整、运行交路变更等项目。

2.3 时刻表的一键生成

系统应针对运行图建立结构规范的基础数据表, 调整优化后的运行图终稿, 应以数据形式存储至后台数据库。编图人员可根据需求, 查询生成固定格式的列车运行时刻表, 避免人工摘录数据、人工编辑时刻表。

3 运行图编制系统功能需求

3.1 系统功能模块

依据运行图编制业务的基本流程, 运行图编制系统应包含的功能模块如表1所示。

表1 运行图编制系统功能模块

功能模块	子功能模块
数据管理	基础数据添加 基础数据管理
运行图管理	新建或打开 运行图参数管理
基本图编制	自动编制基本图
运行图优化调整	快速增加运行计划表 增加运行计划表 调整列车运行计划 调整列车停站时间 合并运行计划 调整列车车次
时刻表/ 运行图生成	保存运行图文件 导出运行图图片 导出运行图时刻表

在此功能结构下, 运行图编制流程如图2所示, 以下将对各功能模块需求进行论述。

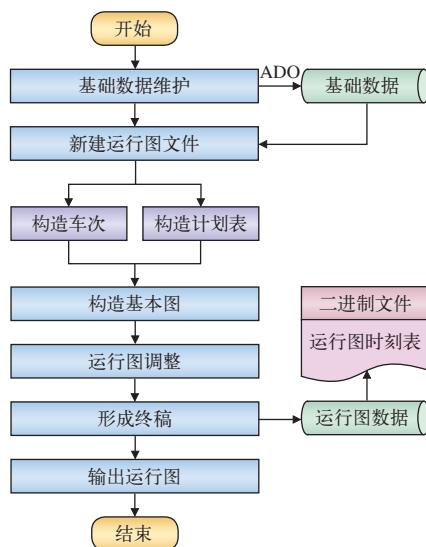


图2 运行图编制系统功能流程

3.2 基础数据管理功能

(1) 基础数据添加

基础数据是指列车在线运行的基础时间参数，主要包括运行标尺、停站标尺、追踪间隔时间、折返时间等^[9]。该子模块主要完成此类基础数据的添加，以作为列车在线运行的基本标尺。该功能可在系统所预设的几个模板基础上进行快速修改，也可针对每个区间、车站作自定义添加。

(2) 基础数据管理

该子模块可对已添加的基础数据进行查看、编辑等管理操作。

3.3 运行图管理功能

(1) 运行图新建或打开

该子模块用于建立新的运行图文件，或打开既有运行图文件。

(2) 运行图参数管理

该子模块可查看、管理运行图的参数及指标信息，可查询运行图所有计划表所对应的详细信息，例如该计划表对应的各列车车次。

3.4 基本图编制功能

该模块用于铺画列车运行图的基本图。通过输入段场上线车数、折返作业时间、行车间隔等基础约束条件，系统可在运营时间范围内自动铺画列车运行轨迹，形成基本图。

3.5 运行图优化调整功能

该模块在基本图的基础上，通过安排列车上下

线、调整折返作业时间、停站时间等，实现行车间隔的调整，最终形成符合运营实际需求的终版运行图。

(1) 快速增加运行计划表

该子模块通过输入发车时间、初始运行方向、运行单程数、折返时间等参数，可快速创建单个列车运用计划。

(2) 增加运行计划表

该子模块通过手动添加车次的方式创建列车运用计划，可添加、删除、修改列车运用计划中的单个车次的车次号、车次类型、始发时间、运行方向、折返时间、始发站编号和到达站编号等。

(3) 调整列车运行计划

该子模块可采用图形化方式调整列车运行轨迹，实现人机直接交互。列车运行计划的调整主要涉及运行时刻的前后移动、列车下线、运行计划删除等。

(4) 调整列车停站时间

通过检索列车车次号，系统选择相应的列车运行轨迹，并在列表框中列出相应的车站到达、出发及停站时间数据，并具备可编辑性。

(5) 合并运行计划

输入两个运用计划的任意一个车次即可检索相应的运用计划，可将两个运用计划进行合并。

(6) 调整列车车次

对运行图的列车车次按照上下行、车次类型等进行调整。

3.6 时刻表生成功能

(1) 保存运行图文件

保存已编辑好的运行图数据文件。

(2) 导出运行图图片

将已编辑的运行图数据文件保存为图片。

(3) 导出运行图时刻表

根据自定义的格式导出时刻表。

4 运行图编制系统功能的实现

4.1 系统框架设计

(1) 操作系统

Win7。

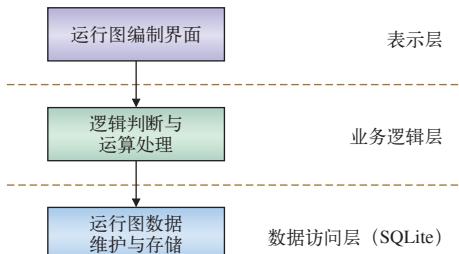
(2) 开发工具

Visual Studio 2013。

- (3) 数据库
SQLite 3.0。
(4) 编程语言
Visual C#。
(5) 框架
Microsoft .NET Framework 4.0。

(6) 系统软件功能框架

系统采用单机 C/S 结构,其系统框架如图 3 所示。



4.2 系统操作界面

此节主要结合系统操作界面,以系统关键功能为例,对系统开发完成情况进行介绍。

4.2.1 基础数据添加

“基础数据添加”功能界面如图 4 所示,可通过左侧文本框和列表框单个添加基础数据模板中所需的编图信息,也可通过调用右侧 1、2、3 号线的快捷标签快速设置模板信息,并通过点击列表框中相关信息进行修改、更新。信息录入完毕后可通过点击“保存”按钮将模板保存至系统中,系统将自动调用该模板信息。



图4 基础数据添加功能界面

4.2.2 创建基本图

“创建基本图”功能界面如图 5 所示,通过输入段场运用车数量、折返时间、发车间隔等基础数据,系统可自动根据运营时间创建基本图。

4.2.3 创建列车运行计划



图5 基本图创建功能界面

“创建列车运行计划”功能如图 6 所示,可通过手动添加车次的方式创建列车运行计划,可添加、删除、修改列车运行计划中的单个车次的车次号、车次类型、始发时间、运行方向、折返时间、始发站编号和到达站编号。

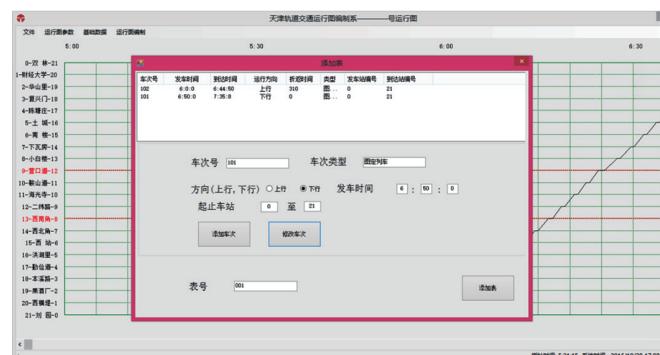


图6 创建列车运行计划功能界面

4.2.4 调整列车运行线

“调整列车运行线”功能如图 7 所示,根据列车车次号选择需进行调整的运行轨迹,当选中该运行线后,其颜色变红加粗显示,则可对其进行左移、右移、下线、删除等操作,操作时遵循以下原则。

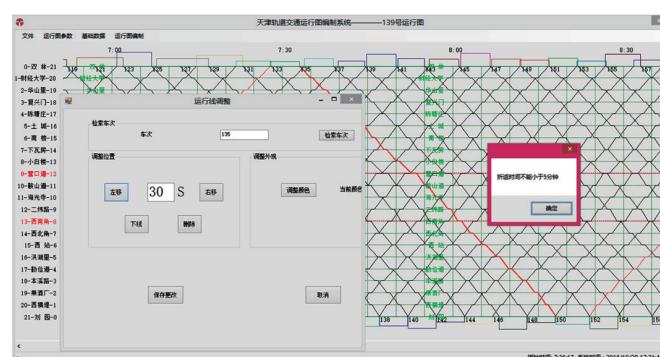


图7 调整列车运行线功能界面

(1) 运行线左移

当前运行线及该列车运行计划中的所有运行线均进行相应移动,但该运行线与前一车次的折返时

间应满足预先设置的折返时间要求。

(2) 运行线有移

当前运行线及该列车运行计划中的所有运行线均进行移动。

(3) 运行线下线

该列车运行计划中当前运行线之后的运行线均删除。

(4) 删除运行线

该列车运行计划中当前运行线及之后的运行线均删除。

(5) 调整运行线颜色

将作为运行图参数保存到运行文件之中。

4.2.5 程序开发流程图及代码示例

以列车运行图调整功能为例，该功能模块程序开发流程图如图 8 所示。

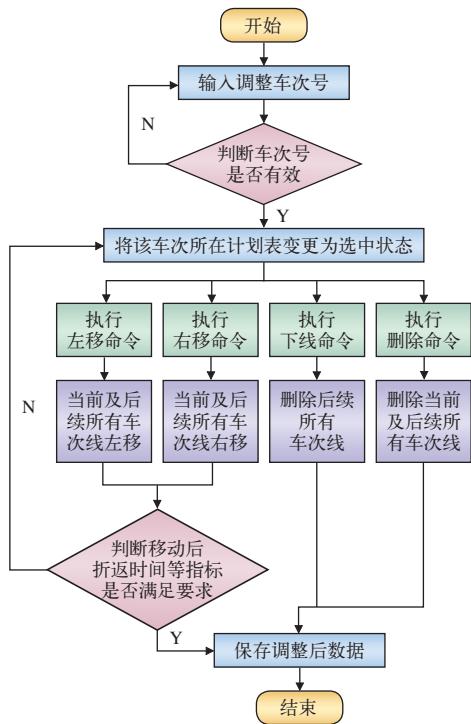


图8 列车运行图调整功能程序流程图

以“车次号左移”命令为例，其程序代码为：

```
private void Button_Click(object sender,
EventArgs e)
{
    if (SelectMode == false)
    {
        return;
```

```
        }

        int time = int.Parse(textBox_Adjust.Text);
        if (SelectTrainNo == 0)
        {
            if (((Train)((Schedule)PublicAttribute.m_TrainDiagram.schedules[SelectSchedule])).trains[0]).StartTime
                < (time + 21600))
            {
                if (DialogResult.No == MessageBox.Show("始发早于六点", "始发早于六点,是否移动",
                    MessageBoxButtons.YesNo))
                {
                    return;
                }
                MessageBox.Show("不能早于六点");
            }
            ((Schedule)PublicAttribute.m_TrainDiagram.schedules[SelectSchedule]).ChangeSwitchTime(SelectTrainNo - 1, -time);
            this.Owner.Invalidate();
        }
        else
        {
            if(((int)((Schedule)PublicAttribute.m_TrainDiagram.schedules[SelectSchedule]).zheFans[SelectTrainNo - 1]) - time < 300)
            {
                if (DialogResult.No == MessageBox.Show("折返时间小于5分", "折返时间小于5分是否移动",
                    MessageBoxButtons.YesNo))
                {
                    return;
                }
            }
            ((Schedule)PublicAttribute.m_TrainDiagram.schedules[SelectSchedule]).ChangeSwitchTime(SelectTrainNo - 1, -time);
            this.Owner.Invalidate();
        }
    }
    inttemptime = PublicAttribute.m_TrainDiagram.
```

```

        schedules[SelectSchedule].trains[SelectTrainNo].StartTime;
        label_FacheTime.Text = "发车时间：" + PublicAttribute.TimeIntToString(temptime);
    }
}

```

5 结束语

列车运行图编制系统的研发与应用，实现了基本图的自动铺画、运行计划的在线调整、数据报表的一键导出等功能，解决了限制运行图编制效率的关键问题，大幅降低了编图人员人工编图工作量，提升了运行图质量。系统的后续相关研究，将以线网为管理整体，编制行车计划时，统筹考虑各线路在换乘站的衔接配合。

参考文献：

- [1] 天津市地下铁道运营有限公司.天津地铁行车组织规则 [Z].天津：天津市地下铁道运营有限公司，2016.
- [2] 天津市地下铁道运营有限公司.天津地铁行车管理制度 [Z].

责任编辑 付思

天津：天津市地下铁道运营有限公司，2016.

- [3] 彭其渊, 吕红霞. 计算机编制列车运行图实验教程 [M]. 成都：西南交通大学出版社，2009.
- [4] 王媛媛. 城市轨道交通列车运行图编制理论与方法 [M]. 成都：西南交通大学出版社，2015.
- [5] 王成, 蔡哲扬, 李容. 城市轨道交通列车运行图自动生成与 CAD 转换 [J]. 铁路计算机应用, 2015 (8) : 39-45.
- [6] 刘纪俭. 第三方运行图编制软件在轨道交通线网中的应用 [J]. 都市快轨交通, 2014 (5) : 32-34.
- [7] 汪波. 城市轨道交通网络列车周期运行图编制研究 [C]. 2013 中国城市轨道交通关键技术论坛文集—高水平地建设城市轨道交通, 北京：中国科学技术出版社，2013 : 252-260.
- [8] 史小俊. 关于城市轨道交通列车运行图编制的探讨 [J]. 都市快轨交通, 2008 (2) : 24-27.
- [9] 徐瑞华, 江志彬, 朱效洁, 等. 城市轨道交通列车运行图计算机编制的关键问题研究 [J]. 城市轨道交通研究, 2005 (5) : 31-35.

企业专用铁路可视化运输生产调度指挥系统 (iT MIS) 免费应用

iT MIS 不仅是一套企业铁路运输生产管控系统软件，更是针对拥有专用铁路的大型企业“整合资源、流程优化，建设企业专用铁路运输管控一体化信息平台”的全面解决方案，它是企业专用铁路物流系统的 MES（生产执行管理系统）。它可以使您在更短时间内，更好地完成企业对货物及铁路运输车辆的实时管控，降低铁路车辆停时费用，加快企业过轨自备车的周转，提高运输生产作业的效率，降低企业的运输成本，并为企业各部门管理及决策提供系统的信息服务与决策支持。该系统获得 2010 年度国家科技部创新基金的无偿资助。

推出基于互联网+的合作方式：

iT MIS 系统免费使用，有偿运维！

- 1. 无需投入，保证第一年至少降低 10% 以上的铁路延时费。2. 无建设周期，投入即使用，专业运维、贴心服务。
- 3. 优化人员配置，可替代或精简部分岗位人员工作，降低企业人力成本。4. 低运维成本，高效益回报。



成都劳杰斯信息技术有限公司

研发中心：西南交通大学科技园现代工业中心 A 座 211 号

营销中心：成都市二环路北一段 10 号万科加州湾 V 派 1712 室

邮箱：logistics_it@126.com 邮编：610031

咨询电话：18980847041 18980847040 服务热线：400-000-5129