

# 城市轨道交通综合自动生产工具平台的研究

韩丽颖

通号城市轨道交通技术有限公司 北京市 100070

**摘要：**数字化转型已成为城市轨道交通领域未来发展的趋势，传统的信息化建设模式存在重复建设和冗余建设、信息孤岛等问题，从而导致系统集成效能低。基于城轨信号平面图开发一体化综合自动生产工具平台，为信号系统集成设计、数据配置、软件编译及自动测试等系统集成业务提供生产平台，提升了城轨信号系统集成实施效率，实现了降本增效的目标。

**关键词：**数字化；城市轨道交通；信号平面图；一体化综合自动生产工具平台；系统集成业务

## 引言

随着城市轨道交通业务的不断发展，城市轨道交通信号系统集成项目随之增加，多个项目的并行开展对集成项目的效率提出了更高要求。集成项目各个生产环节均是人工完成，耗时多，且易出现笔误，尤其是人工绘制平面图和产品数据配置阶段，各个环节存在自动化工具少、资料共享实时性差、自动化程度不够等问题，完全由人工完成集成相关生产任务的模式已经无法与日益增长的工作量相匹配。

本文研究一体化综合自动化生产工具平台的架构及实现方案，详细介绍平台中两大工具的设计方案及工程项目的应用效果，进一步验证了平台研究的重要性<sup>[1]</sup>。

## 1 一体化综合自动生产工具平台架构设计

一体化综合自动生产工具平台主要包含城轨综合数据库、一体化绘图工具、各子系统数据转换以及配置工具等。图1是平台的组成示意图。

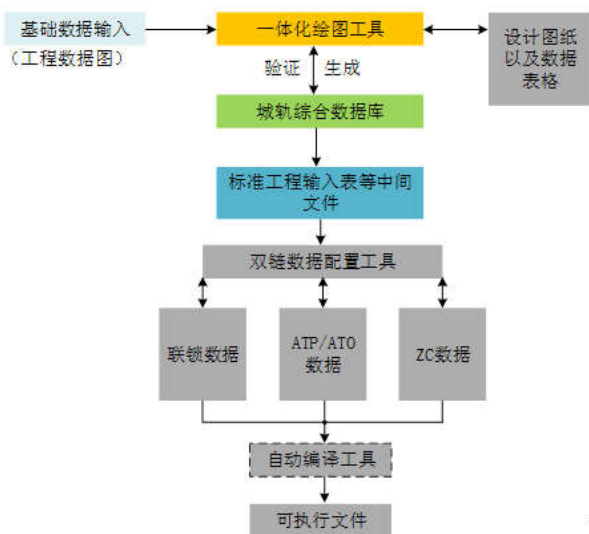


图1 平台组成示意图

**一体化绘图工具：**一体化绘图工具是整个平台的基础数据源，实现工程数据图的辅助绘制，定义图中各元素属性，并生成设计数据表（联锁表、工程数据对照表、驱采表等）。工具提供界面对相关数据进行校核，并生成各子系统统一数据库<sup>[2]</sup>。

**城轨综合数据库：**综合数据库是整个平台的底层数据库，作为CBTC集成业务的统一数据源，数据库包含设计阶段以及数据配置阶段的所有数据，为后续图纸以及数据配置文件的生成提供基础。

**各子系统数据转换以及配置工具：**通过提取数据库中数据，实现各子系统数据的自动生成，同时提供校核以及修改界面，实现数据的校核以及修改。

## 2 平台设计实现方案

一体化综合自动生产工具平台采用C/S架构，平台由三个部分组成，主要包括员工的个人终端、应用服务器以及数据库服务器<sup>[3]</sup>。

**个人终端：**个人终端是运行一体化绘图软件或数据配置相关客户端，用于提供用户界面以及相关辅助功能；

**应用服务器：**应用服务器运行平台的核心运算部分，提供辅助绘图、数据采集以及图纸、数据版本管理等CBTC系统配套生产工具服务；

**数据库服务器：**数据库服务器运行综合数据平台相关组件，设计以及数据配置阶段的数据存储。CBTC集成业务的统一数据源，数据库包含设计阶段以及数据配置阶段的所有数据，为后续图纸以及数据配置文件的生成提供基础。

一体化工具平台基于Spring Cloud框架，采用了微服务的设计理念，实现配套生产工具的平台化管理及数据管理。同时，一体化工具平台还将CBTC系统所有的配套生产工具的设计作为一个整体来考虑，将设计图纸作为统一的数据来源，并梳理提取出所有生产工具需要的数据输

入,避免单产品各自一套输入带来数据的重复录入。

### 3 一体化绘图工具设计方案

#### 3.1 整体设计思路

设计一整套人机交互流程,包括图元的绘制、属性的设置、命令的执行、表格的导入与导出等,以及与之相匹配的用户操作界面,提示人机交互过程中的报警与错误信息。根据设计规则和人工操作计算图元间的关联信息,生

成信息丰富的平面图,并可以根据平面图形成数据模型,导出一体化数据配置表。选取合适的数据库,设计数据库接口,存储设计数据以及数据配置数据。

如下图2所示,一体化绘图工具分为三个部分,使用面向对象语言进行开发,主要包括辅助绘图模块、数据管理模块、数据库平台。

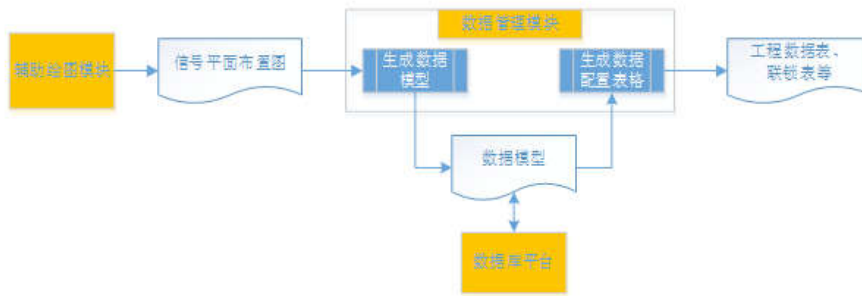


图2 一体化绘图工具架构

**辅助绘图模块:**采用基于ObjectARX的Autocad二次开发技术,用于提供用户绘图界面以及相关辅助功能,并根据图元内在关联信息,经过逻辑计算形成信息丰富的信号平面图,形成数据模型。

**数据管理模块:**用于对统一数据源进行管理,与绘图计算模块和数据库平台进行交互,将平面图生成的数据模型存至数据库,并能从数据库中导出当前一体化配置数据工具需要的工程数据表、联锁表等,供各单产品

数据配置工具使用以及审核。

**数据库平台:**包含数据库相关组件,用于存储设计数据以及数据配置数据。

#### 3.2 一体化绘图工具设计流程

利用标准化图元,提供信号图元绘制、编辑、属性编辑及部分自动绘制、图元关系导出及存储的功能,通过设计图纸获取工程相关数据,建立统一的数据平台。如下图3所示:

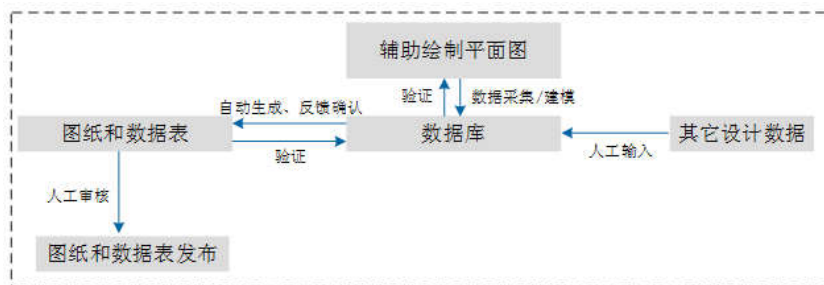


图3 一体化绘图工具流程示意图

#### 3.3 一体化绘图工具功能

一体化绘图工具具有辅助绘图功能和数据管理功能。

辅助绘图功能提供平面图的绘制,主要实现的功能如下:(1)在既有CAD界面的基础上增加相关图形库界面,通过使用图形库中图元完成工程数据图绘制。图形库支持人工编辑以及定义,以方便后期维护、拓展;(2)在CAD界面上提供各图元的属性定义界面,完成工程数据图中各图元的属性定义,从而提供配置阶段的数据;(3)对于具有高度重复性的工作提供部分自动绘图

功能,并可进行设备数量统计;(4)根据设计绘图阶段的成果建立设计数据模型,为保证生成数据的一致性与正确性,数据生成后支持进行反向验证;(5)提供信号平面图/工程数据图辅助绘制,并提供自动化绘图功能;(6)通过绘制的工程数据图作为项目统一的数据源,并提供工程数据图相关的工程数据表、联锁表等自动生成功能。

数据管理功能实现数据模型的存储、数据表格的生成、统一数据源的配置管理、版本管理、变更记录等功

能。实现的主要功能如下：（1）直接采用设计绘制的CAD格式的信号平面图或工程数据图作为输入，避免绘制的图纸与工程数据表的编制相互独立而容易出现图纸与数据无法完全对应的情况导致设计质量的降低；（2）软件结合不同项目的工程设计原则，提供设备自动布置、自动命名、自动编号、自动生成图元链接关系和归属关系，提供自动化绘图及信号图元及属性自定义；（3）设计图纸和内部图纸对内对外一张图设计，以设计给出的工程数据图及相关数据表作为统一数据源，避免传统不同产品配置工具单独设计一套站场图形化录入格式及列控工程数据录入格式，各个产品采用相同的输入数据，避免不同产品由于数据格式和结构不一致导致无法共享；（4）提供设计图纸保存、更新上传、下载及版本管理功能。

### 3.4 一体化绘图工具应用

一体化绘图工具在既有CAD界面的基础上增加相关图形库界面，通过使用图形库中图元完成工程数据图绘制，工具已在多个工程项目进行验证，效果达到预期

## 4 双链数据配置工具设计方案

### 4.1 一体化标准数据表设计

为了进一步提升效率，一体化标准数据表可通过一体化工具平台根据工程数据图及相关输入完全自动导出，在使用工具前只需人工完成这些输入表的审核确认工作<sup>[4]</sup>。

#### （1）数据涵盖所有产品的输入

所有数据表的格式统一前后版本，可根据CBTC信号系统升级灵活扩展新的输入数据。

#### （2）数据不存在重复

一体化标准数据表中的数据之间不存在重复，且方便录入校核，配套产品工具可直接读取相应数据列或根据相应数据列经逻辑推理转换得到其需要的输入数据。

#### （3）按照工作阶段、职责权限、专业分工进行分类

一体化标准数据表按照集成业务中的工作阶段、内容范围、职责权限、产品或专业进行分表、分页、分列，并设置标记和权限，便于录入、校核和管理。

### 4.2 数据配置工具的使用

数据配置通过双链技术、工具校验、人工审核等手段保证了数据的正确性，其主要包括以下两个环节：

#### （1）核对或填写一体化数据表

一体化数据表由经过专业培训的数据配置人员从设计图纸、设计资料中提炼形成，包含了数据配置需要的全部信息。

#### （2）生成数据配置文件

数据配置人员分别使用I链和II链工具进行数据配置。若工具运行过程中产生提示，数据配置人员需要根据工具日志检查输入表格相关内容是否正确，确认无误后通过工具导出数据配置结果文件<sup>[5]</sup>。

### 4.3 双链数据配置工具应用

双链数据配置工具具有容错性和可维护性，能100%生成数据配置文件，生成的文件符合数据配置手册规范。

双链的设计增加了数据配置的准确性和可靠性。双链工具开发时，根据相同的需求，使用不同语言，由不同人员开发。

对于常规CBTC系统工程项目（以一个集中区为例），双链数据工具使用前后工时对比如下：

表1 双链数据工具使用前后工时对比

任务	人工配置数据时间	使用工具后配置数据时间
车载数据	10天/集中区	5天/集中区
ZC数据	3周/集中区	1周/集中区
CI数据	1个月/集中区	2周/集中区

通过调查发现，工具的使用缩短了工时且减少了人为的笔误。目前，双链数据配置工具已通过天津4号线、杭海线、西安机场线、西安9号线、西安14号线、重庆6号线支线二期等实际工程的检验，将为进一步提升产品数据配置的质量及自动化程度，实现城市轨道交通设计和产品集成一体化打下基础。

### 结束语

一体化综合自动生产工具平台的实现大大提升了信号系统设计及产品数据配置的效率，避免了人为失误。未来地铁信号系统设计不再需要更多的人力资源，利用互联网、大数据和人工智能等数字技术将人力从繁杂的工作中解放出来是城轨领域未来发展的趋势，是逐步向数字化转型时代迈进的必经之路。

### 参考文献

- [1]马兰.一体化出行服务平台架构及实现分析[J].铁路通信信号工程技术, 2022, 19(3):33-38.
- [2]王默.基于多系统融合的一体化平台架构研究[J].中国电子科学研究院学报, 2021, 16(8):834-838.
- [3]赵俊华.城市轨道交通智慧车站运行与综合管理平台的设计与实现[J].铁路计算机应用, 2022,31(6):79-82.
- [4]李樊.数字化转型下的城市轨道交通信息化规划总体方案研究[J].铁路计算机应用, 2020,29(11):14-17.
- [5]刘启刚.城市轨道交通建设数字化转型分析[J].交通建设, 2021,145-146.