

文章编号：1005-8451（2016）12-0055-05

车站计算机联锁系统配置信息软件设计

李笑涵，殷田一男，杨扬

（西南交通大学 信息科学与技术学院，成都 611756）

摘要：车站计算机联锁系统配置信息软件是显示车站各类静态和动态资料的一款软件。其主要目的是为降低远程故障诊断的难度和减少其对技术人员水平的依赖程度。对于车站的技术图和电路图，以及其配置信息，软件根据在现有图纸上搜集到的数据通过Visual Studio平台，使用C#语言编写程序，实现了这类静态资料的电子化。对于跑电路法的实现，软件通过图的深度遍历的方法，找到并显示电路中的各条通路，还可以根据改变继电器的接点连接情况，改变电路的显示。这款软件具有较好的通用性，对于不同的车站，通过统一格式的数据输入后，均可以实现对该站的配置信息的显示和各类电路的选路操作及显示。计算机联锁设备的故障诊断时常费时费力，这款软件较好地解决了诊断过程中资料查找方面的困难，提高了故障诊断过程的自动化程度。

关键词：车站计算机联锁；配置信息；图深度搜索；跑电路法

中图分类号：U284.37；TP311 **文献标识码：**A

Configuration information software of Computer based Interlocking System for railway station

LI Xiaohan, YIN Tianyinan, YANG Yang

(School of Information Science and Technology, Southwest Jiaotong University, Chengdu 611756, China)

Abstract: The configuration information software of Computer based Interlocking System for railway station is the software that could be used to display all kinds of static and dynamic data of stations. The purpose of this software was to lower the difficulties of remote fault diagnosis and decrease the dependence on technical personnel. For technical graph and circuit diagrams, as well as configuration information for railway station, this software was used C# programming language on Visual Studio platform, based on the data from existing drawings to implement the function of display static information electronically. For the method of circuit running, in this software, the graph depth traversal method was used to find and display each circuit path. Users could click to change the connection of the relay contacts, and change the circuit path display. The characteristic of this software is its generality. For different stations, after inputting data with unified standard, the software could be used to display the operation of circuit choosing and configuration information. With the help of this software, in practical circumstances, many difficulties of searching information can be solved properly, and enhancing the automation degree of fault diagnosis.

Key words: computer based interlocking for station railway; configuration information; graph depth searching; circuit running method

车站计算机联锁系统是执行车站逻辑控制功能、保证车站作业顺利执行的安全 - 关键系统，然而其运营过程中会出现各种设备故障。因此，及时正确处理设备故障对保障作业安全、提高作业效率非常重要。目前，车站技术人员处理设备故障时，需参考各种类型静态资料和动态信息，故障处理的好坏依赖于技术人员水平的高低。同时，也会出现缺少站内设备的完整信息的情况，这些都使得远程故障诊

断耗时费力。由此可见，收集车站联锁设备完整的数据资料对指导维护非常重要。

本文为解决以上问题编写了一个车站计算机联锁系统配置信息软件。该软件可以对计算机联锁系统的室内外设备进行配置，并形成相应的配置数据，以供电务各级部门使用。在该软件中，可以收集的信息包括：室外站场各信号设备（信号机、转辙机、轨道电路等）的布置情况、各设备的履历及各种属性信息；室内电源设备、控制设备及接口设备等的布局情况、配置情况及各设备的基础信息；室内外设备的连接情

收稿日期：2016-05-18

作者简介：李笑涵，在读硕士研究生；殷田一男，在读硕士研究生。

况、工作原理图等^[1]。对该软件的应用，可以较好地提高处理车站联锁设备故障过程中的自动化程度，从而降低远程故障诊断的困难程度。

1 资料与数据收集

1.1 车站计算机联锁资料收集

由于较难收集每个车站的完整数据，我们仅收集了恭城站的联锁设备及工程图来进行计算机联锁配置软件的设计，实现了对技术图和电路图的相关配置信息的显示。当要收集其他站场的数据时，可以根据与后文所述相同的数据统计方法将其他站场的数据统计并输入，从而形成属于其他站的计算机联锁配置软件。

1.2 设备数据格式

要实现这款配置软件的实用功能，就需要提高它的通用性。当变换站场时，通过改变数据就可以实现对该站场的配置信息、电路图等的电子化。通过改进最后基于不同的分类确定方便合理、易于统计的数据输入格式。

需描述的设备包括继电器节点、线圈继电器、接线端子、连线、变压器、断路器、正电源、负电源、电容、电阻、二极管、色灯信号机灯泡、室外扼流变压器、断相保护器、室内微电子接收器、室内防护盒、采集板、驱动板、普通型断路器底板、零层大四柱、零层18柱、配线箱盒、转辙机线圈、直流转辙机电机、ZPW2000发送器、ZPW2000接收器和ZPW2000衰耗器^[2]共29类。每一类设备的描述均包含类型码、子类型码、ID、名称坐标等基本信息。同时，不同设备根据其需要增加了其他特有的描述。以继电器节点为例，描述的设备数据格式包括：类型码、子类型码、ID、继电器名称、中节点名称、中节点位置、放置方式、节点状态、上节点所连设备ID、中节点所连设备ID和下节点所连设备ID。对其中部分数据说明如表1所示。

子类型码：工程节点、原理图节点；中开、分开；

节点状态：吸起、落下；

上、中、下节点所连设备ID：如该节点未连接任何设备，则填0。

表1 继电器接点数据格式

放置方式	平左上	平左下	平右上	平右下	竖左上	竖右上	竖左下	竖右下
图样								
数值 (1 Byte)	0X01	0X02 2-10	0X04	0X08 4-12	0X10	X20 6-14	0X40	0X80
常量名称 (程序用)	RN_ SHP_ LLU	RN_ SHP_ LLD	RN_ SHP_ LRU	RN_ SHP_ LRD	RN_ SHP_ VLU	RN_ SHP_ VLD	RN_ SHP_ VRU	RN_ SHP_ VRD

2 软件设计过程

2.1 需求调研分析

设计这样一款软件主要基于功能需求方面的考量。在软件设计之初，我们对目前铁路站场的现场维护工作进行调研，发现车站技术人员处理设备故障时，需参考各种类型静态资料（如查看工程图纸、查找设备位置、分析电路原理图）和参考现场动态信息，对照分析才能进行设备的维修。同时，也会出现缺少站内设备的完整信息的情况，尤其在远程指导的故障处理中，技术人员不了解现场状况，同时缺少相关设备信息，从而导致故障处理耗时费力。为了能够提高技术人员的设备维护维修效率，保证行车安全，在市面上缺少类似软件工具的前提下，确定该配置软件的设计方案，并明确软件的大致功能模块。

2.2 详细设计

在明确了软件大致功能模块的基础上，进一步细化软件的处理流程、功能模块划分、数据接口、数据结构和出错处理等。通过Visual Studio平台，使用C#语言编写程序，数据存储采用Office Access2013进行统计与管理。其中，对于软件处理流程与功能模块划分，主要通过Visio做出示意图，明确软件功能和处理流程，为后面软件的编码做好铺垫。数据接口设计为技术人员或第三方开发商提供标准规范，主要体现为具体的数据格式（或数据库形式），对软件的使用和后续软件的开发具有很大的意义。数据结构主要使用列表和堆栈，主要用来存储所有的类和在跑点路时进行深度搜索。

2.2.1 软件处理流程

对于站场图和电路图的绘制，主要将相关信号设备（站场图包括信号机、轨道电路、道岔、计轴器、绝缘节等；电路图包括继电器接点、继电器线圈、

熔断器、正负电源、变压器、灯丝等)、端子以及连线进行类的编写, 使用 C# 中的 Draw() 函数, 此处不再赘述。

本软件电路图的通路搜索功能能够根据相关继电器接点状态, 实现所有进、出站点灯电路图、调车电路图、微机接口电路图以及轨道电路图的通路寻找。通路搜寻功能依靠堆栈, 实行“正电源出发, 负电源结束”的搜索原则, 通过使用 Next() 与 NextID() 等主要函数实现。其中, Next() 函数用来将当前对象 ID 入栈, 而 NextID() 函数用于在统计数据 list (拓扑数据) 中寻找与当前设备对象所连设备的 ID。通路搜索功能的处理流程如图 1 所示。

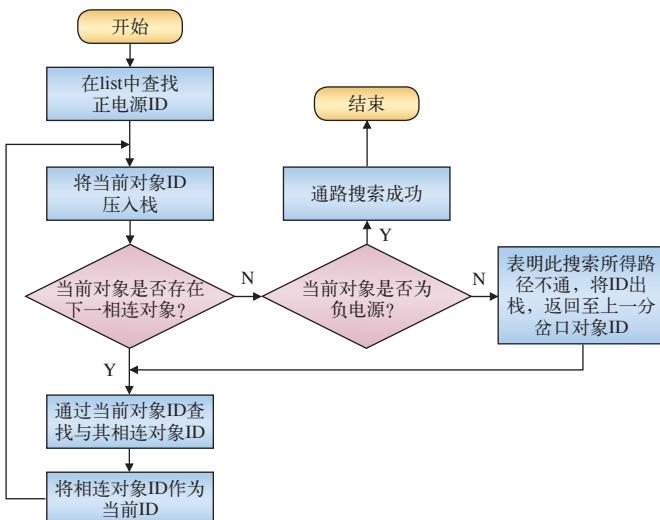


图1 电路图通路搜索算法流程图

2.2.2 功能模块划分

软件功能模块分 3 个部分: 室外站场图、室内平面图以及技术电路图, 同时每个模块下有对应的子功能模块。值得一提的是, 每个模块之间并非相互独立, 而是相互关联的, 通过室外站场各个信号机的选择, 可以直接打开相应信号设备的技术电路图并获得设备信息, 点击室内的平面布置图中的组合柜, 可以获得所有继电器信息。功能模块示意图如图 2 所示。

2.2.3 数据接口

统计数据主要分为 3 个模块: 类型数据 (ID)、位置数据和拓扑数据。

类型数据 (ID) 用来描述所有相关设备的属性, 通过人为拟定, 作为程序中每一个设备对象的“身

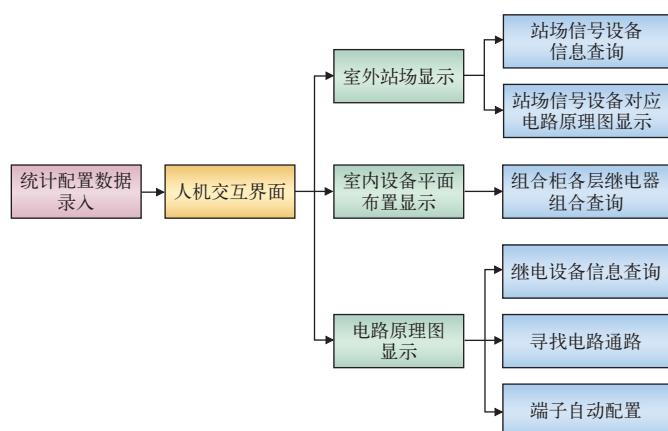


图2 软件功能模块

份标识”和图中对象的绘制基础而必不可少。

位置数据为所有设备图例绘制提供位置属性。位置数据主要包含两方面:(1)设备对象的关键节点坐标或中心坐标, 用来描述设备对象在图中方位;(2)设备对象的放置方式, 用来确定描述设备的放置方向。此部分的数据收集主要通过 CAD 软件进行描点获取位置坐标。需要注意的是: 由于 C# 作图时默认位置坐标原点为左上角, 而通常实例站场图与电路图在 CAD 中的坐标原点为左下角, 因此需要在 CAD 中通过 ucs 命令改变原坐标轴位置。

拓扑数据作为上述通路搜索功能的实现基础, 实际将所有统计好的设备对象在逻辑上连接了起来, 从而形成了一个完整的“关系网”, 如果说位置数据的统计使电路设备完成了形式上的统一, 那么拓扑数据的统计则完成了所有设备真正的连接, 使各个电路图成为了一个完整独立的整体。拓扑数据对于不同类型设备的统计要求也不同, 例如, 熔断器 RD 只有两个端口, 自然统计两个所连设备的 ID, 而继电器接点有上、中、下 3 个接点, 因此, 要给出 3 个接点各自所连设备的 ID。另外, 电路图中的分岔点作为连接设备中的一部分, 所在的端子也要进行拓扑数据的统计。

将上述数据整理完毕, 通过如图 3 所示的方式, 则可以完成程序对统计数据的读取。

2.2.4 数据结构

数据结构主要使用列表和堆栈。在软件的设计过程中, 对某一站场图, 包含有多种现场设备, 如信号机、道岔和轨道电路等。对于每个计算机联锁

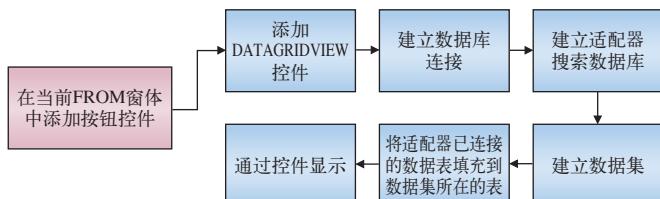


图3 数据接口实现

设备的相应电路图，也存在继电器等多种设备。将这些设备的属性在 C# 程序中，封装为各自的类。并且，将所有的类储存与列表中，以便程序运行过程时的搜索和调用。堆栈的使用，主要是为了实现跑电路的功能。当计算机联锁设备发生故障，分析该设备的电路图时，跑电路法是必要的分析方法之一。为了软件实现这一功能，从而减少人工出错的可能，使用图的深度遍历来搜索跑电路的路径。将记录和采集的电路图中各个继电器节点的状态压入堆栈，结合需跑电路法分析的电路的起止位置，得到正确的跑电路路径。

2.2.5 出错处理

(1) 对录入的联锁设备信息的出错处理，若所使用的设备没有相应的属性信息，则显示出“未找到匹配的设备”的提示信息。(2) 对跑电路法的出错处理，若无法找到正确的电路，则显示提示信息“无法找到正确的电路”。

2.3 编码

完成配置软件的详细设计之后，根据数据结构和模块实现等方面的要求，开始具体的程序编写工作。在编码时需要注意：(1) 类的编写，即各个现场设备的属性分析与分类，属性描述要尽可能完整，以求在实际电路图中能够尽可能完美还原现场设备情况。(2) 做好程序注释工作，这是在程序过长同时考虑到团队合作的必然要求。(3) 代码备份工作，在代码编写过程中，对每一周的代码进行更新式备份，以做到有据可循，防止出现存在 bug 却无法找到原因的现象。

3 软件功能

3.1 车站计算机联锁配置信息的显示

3.1.1 信号平面布置图

信号平面图的设计包括：股道的编号、道岔编号、

信号机的布置、轨道区段的划分等。

对于信号机，分别可以显示进站信号机、出站信号机和调车信号机^[3]。出站信号机和进站信号机在信号平面布置图上显示红灯（禁止灯光）及各灯位。调车信号机显示蓝灯（禁止灯光）及各灯位。对于每一个信号机，都可以在配置软件中查找到相应的详细资料和电路图。在信号机的电路图中，有多个型号和功能的继电器、熔断器、变压器、灯泡、电阻和电容。在配置软件中，可以查找到不同信号机电路图中各部件的详细资料，如图4～图6所示。

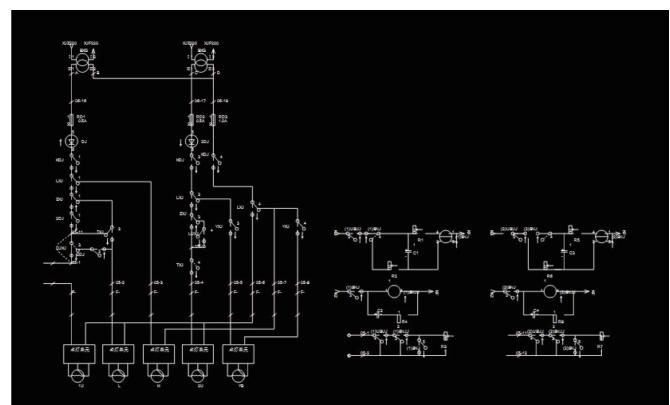


图4 进站信号机电路图

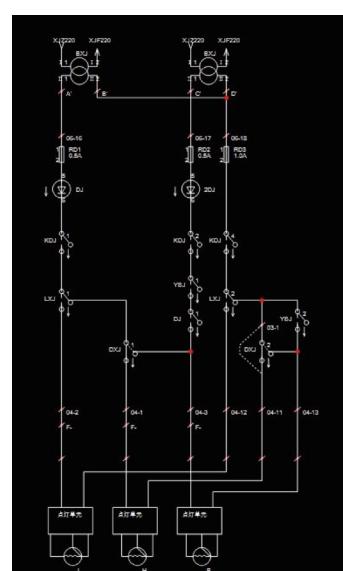


图5 出站信号机电路图

3.1.2 室内平面布置图

恭城站的室内平面布置图包括客运总控室、综合值班室、信号值班室、信号电源室、防雷分线室、继电器室和计算机房。其中，信号电源室放置有智能电源屏，防雷分线室放置有防雷分线柜和区间综合柜；继电器室放置有区间组合柜、区间移频柜、25周轨道架、组合柜、联锁接口柜、列

控接口柜、微机监控组合柜和微机监控采集柜；计算机房放置联锁机柜、微机监测站机、移动通信监测、CTC 机柜和列控中心机柜^[2]。在配置软件中通过点击室内平面布置图中室内的各机柜，显示出该机柜中继电器或接口的放置及连线。

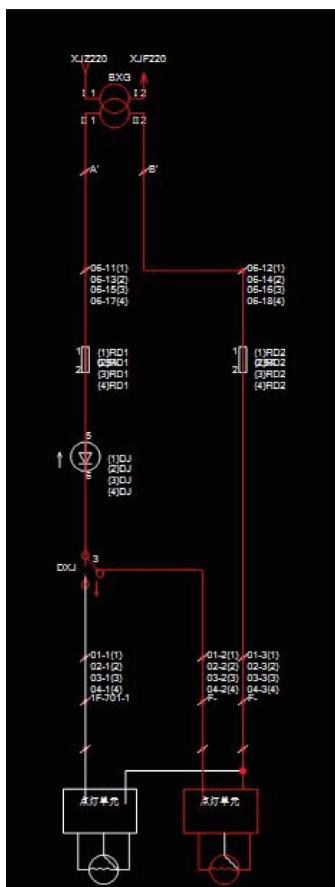


图6 调车信号机电路图

在远程故障诊断中，时常需要用跑电路法进行分析^[3]。在这款软件中，通过软件实现了跑电路法。

利用图的深度遍历^[4]算法可以实现跑电路法功能。以电路图的各个拐点为图的节点，建立起无向图。从正电源所对应的节点出发，依次向下一级做深度遍历^[5]。如果一次即找到负电源，则显示通路。若第一次深度搜索最终未找到负电源，则弹出堆栈中存储的上一级节点，从而得以重新搜索其他的电路通路，直到寻找到负电源便找到了正确的电路通路。当用鼠标点击，使得电路图中的一些继电器节点的连接发生变化时，也就改变了所建立的图的结构，运用同样的算法，可以选择出改变后的正确跑电路法下的通路，同时，以红线勾勒出，如图7和图8所示。

4 结束语

车站计算机联锁系统配置软件的特点在于对计算机联锁系统的室内外设备配置信息的电子化，以及良好的通用性。该软件提高了计算机联锁配置的自动化程度，可以快速准确地获得设备信息并显示出

3.1.3 其他电路图

其他电路图中涵盖了未归入其他几类的恭城站电路图，包括主副电源轨道停电电路、一体化轨道停电电路、轨道电路类型图、轨道电路25 G电路图和轨道条件电路。

3.1.4 微机接口电路图

对于微机接口电路图部分，可以通过下拉列表选择查看对应车站的微机接口电路图（恭城站为LS、WGJ、ZWQ、JZ、TSD、JDD、DX、CX和USU的微机接口电路图）。

3.2 跑电路

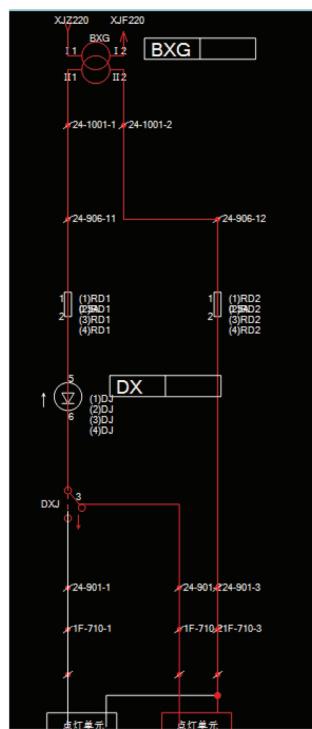


图7 DXJ后接点接通

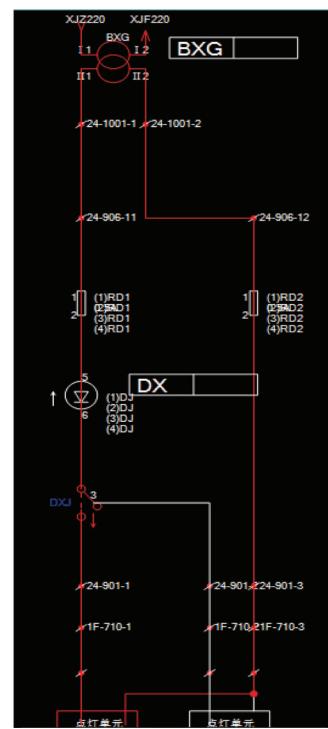


图8 DXJ前接电接通

电路图在各种情况下的电路通路，降低远程故障诊断的困难程度。这款软件是基于恭城火车站设计的，但是通过对其他车站的配置信息的数据统计，仍然可以使用本软件的程序读取数据，使这些车站的计算机联锁配置信息实现电子化和自动化。

参考文献：

- [1] 林瑜筠, 刘连峰, 洪冠. 计算机联锁图册 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2012 : 5-71.
- [2] 林瑜筠, 吕永昌. 计算机联锁 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2013 : 1-80.
- [3] 杨扬, 郭进. 车站信号控制系统 [M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2015 : 35-237.
- [4] Thomas H.Cormen Charles E.Leiserson, Ronald L.Rivest Clifford Stein. 算法导论 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2015:341-449.
- [5] 孙鑫. VC++深入详解 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2015 : 404-409.

责任编辑 陈蓉