

# 配线标识管理工具应用效果评估<sup>①</sup>

李伟青, 周永强

(广东电网有限责任公司梅州供电局 电力调度控制中心, 梅州 514021)

**摘要:** 针对调度自动化机房接线质量和标识管理不规范的情况, 自主研发了一套配线标识管理工具. 管理工具的绘图功能解决了机房配线“无图可依”的局面; 其高级应用功能提高了配线维护效率和标签标识的规范性. 为了研究机房配线管理工具对自动化系统运行风险降低的可行性和有效性, 引用了设备状态评价模型对自动化系统进行风险量化评估. 根据标识管理要素对风险量化评估结果的影响, 从数据上论证了机房标识管理工具应用效果和推广价值.

**关键词:** 状态评价; 风险评估; 配线标识; 自动化系统; 管理工具

## Wiring Labeling Management Tool's Application Effect Assessment

LI Wei-Qing, ZHOU Yong-Qiang

(Guangdong Power Grid Co., Ltd. Meizhou Power Supply Bureau, Meizhou 514021, China)

**Abstract:** For dispatching automation engine room wiring quality and labeling are not standardized, this paper introduced the application of independent research and development of wiring labeling management tool. The tool's drawing function resolves the room wiring “no plans to follow”; its advanced applications improved wiring maintenance efficiency and promoted the standardization of the label. In order to study the feasibility of reducing the risk of the automation system by wiring labeling management tool, this paper cited the equipment state evaluation model to quantify risk assessment automation system. According to the impact of identity management elements to the assessment result of risk quantification, the application effects and promotion value of room labeling management tools was demonstrated.

**Key words:** state evaluation; risk assessment; wiring label; automation system; management tool

调度自动化系统主站机房是服务器、工作站、交换机、路由器等网络设备密集分布的场所. 自动化系统建设初期一般根据设备应用功能特性、系统可靠性、管理需求等因素<sup>[1]</sup>, 将设备分类安装在不同机柜中, 由此产生大量机柜间的连接跳线. 另外, 自动化系统是采用星型的网络结构, 交换机屏柜汇总了大量设备的网络接入, 该屏柜的网线往往捆绑成股. 因此, 如果设备之间的网络标识不清晰、不规范, 将给自动化系统带来管理难度和运行风险.

为了解决我局机房配线标识不规范、布线比较凌乱现状, 我们从技术上和管理上采取相关措施<sup>[2-3]</sup>. 目前, 自主研发了一款机房配线可视化管理工具, 可

解决机房配线连接“无图可依”和标签规范管理问题. 为了研究管理工具对自动化系统运行风险降低的可行性和有效性, 本文引用设备状态评价模型对自动化系统进行风险量化评估<sup>[4]</sup>, 通过对比应用前后风险值的变化, 反映工具应用的效果.

### 1 机房配线标识管理工具的应用

据统计, 我局自动化系统机房有 28 台服务器, 33 台工作站接入主干交换机, 交换机屏柜与其他屏柜之间的跳线(含预留)超过 100 条, 为了保证屏柜布线的整洁、美观, 多根跳线捆扎成股, 导致维护作业时难以逐根厘清连接关系, 迫切需求一幅涵盖整个机房配线连

<sup>①</sup> 收稿时间:2015-09-10;收到修改稿时间:2015-11-06

接关系的“网络图”，才能有效管理网络预设布线和运维中新增的跳线。为此，配线可视化工具开发了图形绘制功能，系统管理人员根据现场设备的连接关系，绘制成网络接线图并可保存成电子文档和打印出纸质图。一旦网络物理链路出现故障时，系统管理人员可根据已绘制的系统网络全图进行针对性排查，避免无图可依排查时间长，或者在难以厘清线序的情况下误插拔运行网络造成系统网络异常、业务中断。

管理工具除了基本的绘图功能外，还有具有网络拓扑追踪和标签模板自动生成两项高级应用功能。管理工具的高级应用功能是区别于一般绘图软件的核心特征，也是管理工具研发的实用价值所在。软件在绘制网络接线图的基础上，通过端口之间的连线可以在软件后台自动建立端口的映射关系，应用拓扑算法实现指定端口连通的网络路径高亮显示，如图 1 所示，类似电力调度自动化系统中的电压拓扑着色功能，从而便于系统管理人员索引、分析各根网线的连接情况和承载业务。

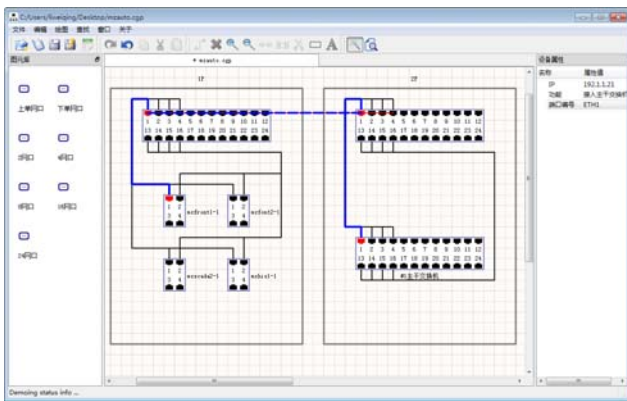


图 1 软件应用实例

在自动化系统管理中网线标签是机房配线标识管理的关键。机房网络接口繁多，网线分布复杂，既有设备之间直接互联的接线，也有通过配线架端口连接的跳线。为了标识接线对端端口和线路承载业务，一般会在网线两端粘贴标签注明起点终点位置、业务功能等信息。在自动化系统运行维护过程，增加设备接入网络、更改接线端口、临时转接跳线等维护工作时时有发生，如何确保现场接线的变化与网线标签同步更新是系统标识管理的一大难题。配线管理工具在绘图的基础上，增加设备图元端口的应用属性，包括本端口位置，对端口位置，端口业务，端口 IP 信息，端

口所属设备等等。软件工具根据设备属性，按预设格式导出系统全量标签信息或者选定设备端口、连线的标签数据，最终将标签数据输出至专用标签设备批量打印。

本标签自动生成功能改变了过去依靠人工手动输入、编辑标签信息的生成方式，保证了标签数据源的唯一性和正确性，避免了编辑标签过程中出现的人为错误，确保了系统标识管理的同步性和高效性，实现了标签信息化管理和标签格式的规范管理。

机房配线管理工具在自动化系统标识管理中取得立竿见影的效果，不仅提高系统运维效率，而且规范标签格式和打印规范。作为一项应用工具，其对自动化系统的应用成效，不能仅凭主观判断得出结论，需要通过一些指标进行量化才能比较客观反映实际情况。为此，本文引用自动化系统运行状态模型进行状态量化评估，再根据状态评估结果推测运行风险等级。

为了通过自动化系统设备状态评价和风险评估得到配线管理工具的应用效果，需对以下几方面进行研究：自动化系统设备的风险量化评估理论；自动化系统设备的状态评价方法，即状态量的确定和状态模型的建立；以设备状态为基础，结合设备资产损失、设备平均故障概率等因素，进行自动化设备的风险评估；根据风险评估结果，优化自动化系统的运行维护管理策略。

## 2 自动化系统风险量化评估

自动化系统风险评估是在危害辨识的基础上，分析各种风险因素发生的概率、对自动化系统运行安全和对电网安全的影响程度，确定风险等级的过程<sup>[5]</sup>。

### 2.1 风险评估计算模型

风险评估以风险值为指标，综合考虑自动化设备的可能损失及设备发生故障的概率二者的作用得出风险值大小，确定风险的等级。风险值计算公式为<sup>[6]</sup>：

$$R(t) = LE(t) \times P(t) \quad (1)$$

式中：R 为风险值(Risk)，LE 为可能损失 (Loss Expectancy) P 为平均故障率(Probability)，t 为状态评价时刻(Time)。

由式(1)知，对二次设备进行风险评估，其可能损失 LE(t)是重要的基础数据。本文以调度自动化主站系统为例，主要考虑服务器、网络交换机、UPS 电源、机房空调四类设备影响的业务类型、所属调度等级作

为 LE(t)的影响因素. 可能损失的计算公式<sup>[6]</sup>:

$$LE = \sum_{i=1}^n a_i \times (\sum_{j=1}^m a_j \times P_j) \quad (2)$$

其中,  $n$  为故障类型数量,  $a_i$  为该项故障类型相对于设备故障的权重;  $m$  为该项故障类型  $i$  中的可能损失类型数量,  $a_j$  为该项可能损失类型相对于其对应故障类型的权重,  $P_j$  为该项可能损失类型的评分.

计算风险值的另一基础数据是平均故障率  $P(t)$ . 自动化设备基本为电子装置, 其运行状态及故障情况受设备型号、运行环境、验收质量、检修、反措落实情况、运行年限、厂家支持等因素影响较大, 单纯按统计方法得出的设备平均故障率无法准确反映并推测同类设备的运行情况, 自动化系统作为设备的有机组合体, 不能以单独的设备的平均故障率推测出整个系统的故障概率. 故将系统运行状态作为系统平均故障率影响因素的方法更可行<sup>[7]</sup>. 将状态评价结果  $S(t)$  和  $P(t)$  关联, 建立失效模型:

$$P(t) = f [S(t)] \quad (3)$$

$S(t)$  通过选取影响设备状态的参量, 进行量化评估和加权计算获得. 依据评价结果对处于不同风险等级的设备故障情况进行统计和平均值求取. 该方法使得自动化设备状态评价成为量化设备风险的基础<sup>[8]</sup>.

### 2.2 状态评价方法

风险量化评估流程分以下三个步骤, 首先对自动化系统、设备进行运行状态评价, 然后由状态结果推导出平均故障概率, 最后根据系统的危害值计算出系统的风险值. 从评估流程可以看出风险值评估的依据是运行状态, 状态值的评价是风险评估的关键环节.

#### 1) 风险评估流程

设备风险评估以设备状态评价为基础, 需要获得以下初始信息: a) 设备基本信息(主要包括设备台帐信息); b) 设备故障案例(设备故障的可能损失程度及设备故障可能性); c) 设备状态评价结果(设备状态评价分值与等级). 设备状态评价与风险评估流程如图 2 所示.

#### 2) 状态评价计算模型

调度自动化主站系统的状态评价主要考虑系统的状态量, 由状态量权重和状态量劣化程度两个维度组成. 所有状态量权重之和为 1, 状态量劣化程度按具体状态的反映情况, 以量化计分的方式进行评价. 状态评价计量模型为:

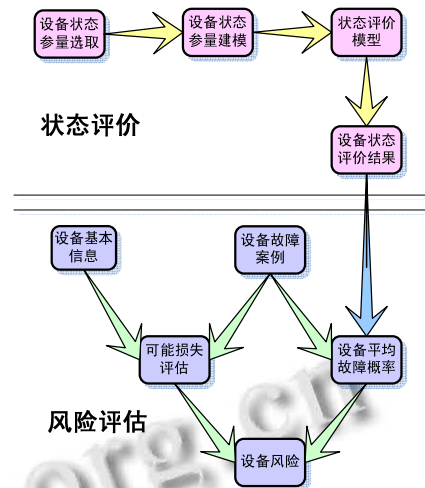


图 2 二次设备状态评价与风险评估流程

$$S = 10 \times \sum_{i=1}^n a_i \times \left[ \sum_{j=1}^m a_j \times \left( \sum_{k=1}^l a_k \times P_k \right) \right] \quad (4)$$

其中,  $S$  为评价对象的状态评价结果,  $n$  为准则层的准则数量,  $a_i$  为该项准则相对于目标的权重;  $m$  为在准则  $i$  中的子准则数量,  $a_j$  为该项子准则相对于其对应准则的权重;  $l$  为子准则  $j$  中的状态参量数量,  $a_k$  为该项状态量相对于其对应子准则的权重,  $P_k$  为该项状态量的评分. 本文研究调度自动化主站系统为例, 各层之间的关系模型如图 3 所示.

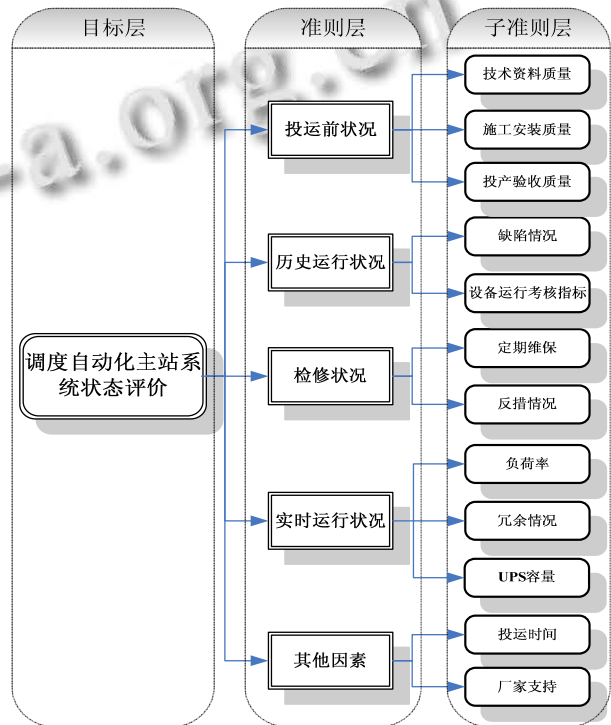


图 3 调度自动化系统状态参量模型



### 2.3 设备平均故障率

根据设备数据统计规律,并结合目前国际通用做法,取设备状态和故障概率关联关系<sup>[9-10]</sup>:

$$P = K \times e^{-C \times ISE} \quad (5)$$

即假定设备故障概率和健康指数之间存在如上式中的关系.其中 P 为设备故障率(Probability,取值范围 0~1),K 为比例系数,C 为曲率系数,ISE 为设备状态评价分值(Index of State Evaluation).K 和 C 是与设备种类、运行环境等诸多因素有关的常量,由历史数据依据数理统计相关理论求得.对于自动化系统设备,通常将 K 取值范围 8550~8760,C 取值为 0.159.

### 3 应用成效评估

根据风险评估理论,可能损失部分是定量,影响评估结果的是平均故障概率,而平均故障率又由状态值获得,即状态量间接影响风险评估结果.自动化系统涉及的指标层变量多达几十项,每项指标评分乘以相应权重即是子准则层得分,以“投运前状况”为例,如下图 4 所示.

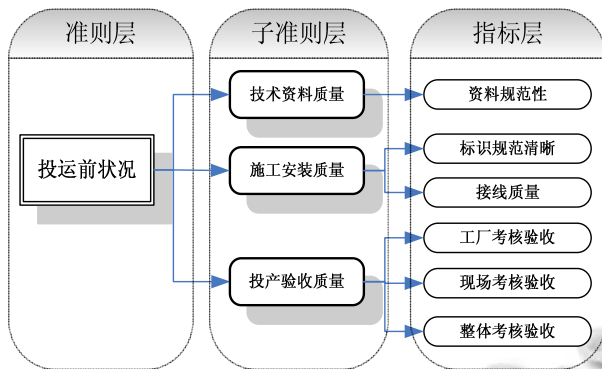


图 4 投运前状况的指标层因素

机房配线管理工具的应用直接影响“施工安装质量”得分,具体而言是“标识规范清晰”和“接线质量”两项指标,详细评分标准如表 1 所示.

表 1 施工安装质量评价内容标准

评价内容	评价指标	评价标准
施工安 装质量	标识规范清 晰【30%】	规范、清晰,记 10 分
		基本规范、清晰,记 5 分
		不规范、不清晰,记 0 分
	接线质量 【70%】	接线正确、整齐,记 10 分 出现接线错误、布线凌乱,记 0 分

在应用管理工具之前,标识规范清晰和接线质量均不得分,即施工安装质量得 0 分.当应用管理工具后,两项指标得满分,施工安装质量即可得 10 分.根据文献[6]各层权重系数,应用公式(4)可算出应用工具后可增加状态值 3 分.除此以外,在检修状况准则层也因为管理工具的应用得到一定加分.我局自动化系统状态值一直处于注意状态与正常状态边界附近,通过上述项加分后,可以稳定在正常范围内.即在其他状态量不变的情况下,由公式(1)、(2)、(5)计算得出系统风险等级由 V 级降低至 VI 级.

### 4 结语

配线管理工具的应用可以有效降低自动化系统运行风险,提高了系统维护管理效率.本文通过引用状态评价和风险评估方法,论证了机房配线管理工具对自动化系统的有效性.为此,管理工具不仅有助于调度自动化机房配线管理,还可以推广应用至变电站主控室、信息机房、通信机房等场合的配线管理.另外,通过自动化状态评价,找到系统状态的薄弱环节,进行有针对性地完善系统管理.

### 参考文献

- 1 吴国沛.电力网一、二次可靠性分析与应用[学位论文].广州:华南理工大学,2012.
- 2 中国南方电网有限责任公司.安全生产风险管理体系.北京:中国标准出版社,2012.
- 3 左黎,卜峰.基于模糊层次分析法的自动化机房供电风险评估.电力系统及其自动化,2014,36(6):80-82.
- 4 吴姜,王奕,王仁民.电气二次设备风险量化评估体系设计.中国电力,2013,46(1):75-80.
- 5 Q/CSG 11104002-2012.南方电网运行安全风险量化评估技术规范.
- 6 广东电网.广东电网公司二次设备状态评价与风险评估工作方法.广东电网,2014
- 7 Sun YJ, Huang RF, et al. Fuzzy set-based risk evaluation model for real estate projects. Tsinghua Science and Technology, 2008, 13(8): 158-164.
- 8 李文沅.电力系统风险评估模型、方法和应用.北京:科学出版社,2006.
- 9 喇元,王红斌,陈忠东.基于状态评价及风险评估的输变电设备状态检修策略的研究.广东电力,2010,23(10):36-40.
- 10 柯春俊,彭发东,刘梦娜.输变电设备状态评价与风险评估在广东电网的应用.广东电力,2012,25(9):92-94.