

# 基于离差最大化方法的电力通信网传输部分的综合评估

李春华<sup>1</sup>, 冉静学<sup>2</sup>, 高会生<sup>2</sup>

(1. 河北科技大学信息科学与工程学院, 河北 石家庄 050054; 2. 华北电力大学电子与通信工程系, 河北 保定 071003)

**摘要:** 由于电力通信传输网传输部分在整个电力通信传输网中起着十分重要的作用, 有必要对其传输部分进行综合评估, 得到传输部分的整体评估值, 增加对传输部分整体的安全性情况的了解, 有利于对整体的检修和维护。为了增加评估过程和评估结果的客观性, 引入离差最大化方法, 并对其进行了详细地介绍。应用离差最大化方法来确定指标权重, 应用实际数据来进行综合评估。通过对广东 2006 年的情况进行实例分析和评估方法的证明, 证实了评估方法的有效性和实用性。

**关键词:** 电力通信网; 离差最大化方法; 综合评估; 权重确定; 横向评估

## Comprehensive evaluation of the transmission part of communication network of electric power based on the method of maximizing deviations

LI Chun-hua<sup>1</sup>, RAN Jing-xue<sup>2</sup>, GAO Hui-sheng<sup>3</sup>

(1. Institute of Information Science and Engineering, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang 050054, China;  
2. Department of Electronic and Telecommunication Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

**Abstract:** Because the transmission part of communication network of electric power is more important in the whole communication network of electric power, it's necessary to evaluate the transmission part, and the whole evaluating value is got. It will increase understanding for the whole thing of security of the transmission part, and it's advantageous for the whole overhaul and maintenance. To increase the objectivity of the process and result of evaluation, method of maximizing deviations is introduced and presented in detail. The power weight is made with method of maximizing deviations, and the practical data is used to evaluate. The example is made using the whole thing of security of the transmission part of communication network of electric power in Guangdong province, and the evaluating method is tested.

**Key words:** communication network of electric power; method of maximizing deviations; comprehensive evaluation; power weight ascertain; evaluation of landscape orientation

中图分类号: TM764 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2008)15-0033-04

## 0 引言

随着电力系统自动化水平的不断提高, 电力通信网在电力生产和电力调度中发挥的作用越来越重要, 其安全性要求有所提升<sup>[1]</sup>。同时, 随着电力通信网传输数据和信号的质量和数量的不断增加, 传输部分的重要性日益显现。由于每一路信号对电力调度以及其它的像继电保护等方面都起着十分重要的作用, 因此, 对电力通信网传输部分的安全性要求也越来越高, 有必要对其进行风险评估。通过风险评估, 可以识别出电力通信传输部分存在经常发生故障的位置和设备及这些故障事件将给系统的使用带来的可能性影响。根据评估结果可以选择相应的安全防范措施, 通过改进管理措施, 有效地降低

故障发生的可能性, 提高系统的安全性, 为电力通信网以及电力系统提供更加安全可靠的服务。

文章为了增加评估结果的客观性, 采用离差最大化的方法来确定电力通信传输部分的指标权重, 同时这种方法增加了评估结果之间的差异, 使得评估结果更加突出; 同时采用电力通信传输部分的实际运行数据进行横向评估, 使得评估过程的每一个步骤都体现出客观性。文章采用这种方法对广东省的各个供电公司的电力通信传输部分进行实例评估, 证明了评估方法的有效性和实用性。

## 1 电力通信传输网

电力通信网作为电力系统中的支撑和保障体系, 不仅承担着电力系统的生产指挥和调度, 同时

也为行政管理和自动化信息的传输提供服务。传输网络承担着电力公司之间和内部之间的业务调度和行政管理,要求传输部分具有很高的可靠性。

为了提高传输的可靠性,采用多种形式措施来降低网络的风险。为了提高传输介质的可靠性,采用了多种形式的光纤,例如 ADSS、OPGW、管道式光纤等等来代替其它形式传输介质,在全国逐渐形成了以光纤为主的主干传输网络;同时为了提高网络的可靠性,先后采用了 PCM、SDH 等网络形式。同时,在传输一些要求不及时和重要程度不太高的信号和数据时,继续应用原有的微波传输和电力线载波传输,增加现有资源的合理利用率。

电力通信网传输的主要是自动化业务、保护业务、语音业务、管理信息业务、视频业务和宽带数据及多媒体业务等业务。

## 2 离差最大化方法<sup>[3]</sup>

对于某一多属性评估问题,属性权重信息完全未知。模糊综合评估矩阵为  $A=(a_{ij})_{n \times m}$ 。模糊矩阵  $A$  经过规范化处理后,经过规范化处理,得到规范化矩阵  $R=(r_{ij})_{n \times m}$ 。

假设指标属性权重向量为  $W=(w_1, w_2, \dots, w_n)$ ,  $w_j \geq 0, j \in N$ , 并且满足单位化约束条件  $\sum_{j=1}^n w_j^2 = 1$

则各评估等级的综合程度值可定义为

$$z_i(w) = \sum_{j=1}^n r_{ij} w_j \quad (1)$$

多指标属性评估,一般是对这些评估等级的综合程度值的排序进行比较,得到系统的综合程度值。若系统的指标属性  $u_j$  下的指标属性值差异越小,则说明该指标属性对系统评估与排序所起的作用越小;反之,如果指标属性  $u_j$  能使所有系统指标属性值有较大的差异,则说明其对系统评估排序将起重要作用。因此,从对系统评估等级进行排序的角度考虑,指标属性值偏差越大的指标属性应该赋予越大的权重。特别地,若所有指标属性  $u_j$  下的指标值无差异,则对评估排序结果不起作用,这时可令其权重为 0。对于指标属性  $u_j$ , 用  $F_{ij}(w)$  表示评估等级  $i$  与其它等级之间的离差,可以定义为:

$$F_{ij}(w) = \sum_{k=1}^m |r_{ij} w_j - r_{kj} w_j|, \quad i \in M, j \in N \quad (2)$$

令

$$F_j(w) = \sum_{i=1}^m F_{ij}(w) = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |r_{ij} w_j - r_{kj} w_j|, \quad j \in N \quad (3)$$

则  $F_j(w)$  表示对指标属性  $u_j$  而言,所有评估等级与其它评估等级的总偏差,根据上述分析,加权向量的  $w$  的选择应使所有指标属性对评估等级的总离差最大。因此,可以构造目标函数为:

$$\max F(w) = \sum_{j=1}^n F_j(w) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |r_{ij} - r_{kj}| w_j \quad (4)$$

于是,求解权重向量  $w$  等价于求解如下最优化模型:

$$\begin{cases} \max F(w) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |r_{ij} - r_{kj}| \cdot w_j \\ \text{s.t. } w_j \geq 0, j \in N, \sum_{j=1}^n w_j^2 = 1 \end{cases} \quad (5)$$

对上述模型作拉格朗日(Lagrange)函数

$$L(w, \xi) = 0.5 \xi (\sum_{j=1}^n w_j^2 - 1) + \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m w_j |r_{ij} - r_{kj}| \quad (6)$$

对上式求  $w$  和  $\xi$  的偏导数,并且令

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial w_j} = \xi w_j + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |r_{ij} - r_{kj}| = 0, j \in N \\ \frac{\partial L}{\partial \xi} = \sum_{j=1}^n w_j^2 - 1 = 0 \end{cases} \quad (7)$$

对上式进行求解得到

$$w_j^* = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |r_{ij} - r_{kj}|}{\sqrt{\sum_{j=1}^n \left[ \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |r_{ij} - r_{kj}| \right]^2}}, \quad j \in N \quad (8)$$

把得到的指标属性向量按照下式进行归一化得到基于模糊综合评估矩阵和离差最大化的指标属性的权重向量

$$w_j = \frac{w_j^*}{\sum_{j=1}^n w_j^*}, \quad j \in N \quad (9)$$

$$w_j = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |r_{ij} - r_{kj}|}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |r_{ij} - r_{kj}|}, \quad j \in N \quad (10)$$

离差最大化方法的优点:

(1) 离差最大化确定权重方法应用了模糊综合评估矩阵中的数据,它是一种根据客观数据来确定权重的方法,避免了过多人为因素的影响,能使评

估结果以来与评估系统中存在的实际数据, 使评估结果不失公平性、客观性。

(2)在离差最大化确定权重的方法中应用了指标属性值之间的差异, 使得确定的权重对评估结果产生很大影响, 能够更加清晰地从排序结果中分析出被评估系统的状态, 增强了排序结果之间的差异以及分辨能力。

### 3 实例评估

根据《2006 年广东电网通信系统规模以及装备、运行及故障评价分析》<sup>[2]</sup>中的分析情况以及电力通信网的整体层次结构, 分析每一部分发生时间或事故的情况得到电力通信传输部分的层次结构图如图 1。

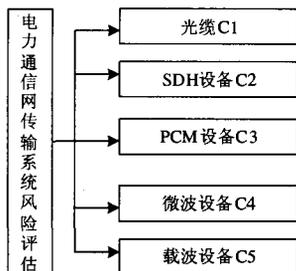


图 1 电力通信网传输部分层次结构图

Fig.1 Hierarchy of transmission part in electric power communication network

根据广东电网各个市供电局的运行统计记录可

知, 电力通信网传输部分中各类通信设备故障原因统计如表 1。

表1 2006年广东供电企业电力通信网传输系统中各类通信设备故障原因统计表

Tab.1 Fault reasons statistics of the transmission part of communication network of electric power in Guangdong province in 2006

故障类型c	光缆c1	SDH设备c2	PCM设备c3	微波设备c4	载波设备c5
广州局x1	11	8	3	0	4
深圳局x2	22	7	44	0	4
东莞局x3	2	3	0	0	3
佛山局x4	15	5	3	3	4
江门局x5	3	1	4	0	1
韶关局x6	6	5	13	2	8
惠州局x7	1	1	4	0	0
中山局x8	0	2	19	0	0
肇庆局x9	1	2	4	4	4
珠海局x10	5	0	6	2	0
清远局x11	1	4	10	0	3
湛江局x12	2	0	0	1	0
揭阳局x13	2	2	3	1	6
河源局x14	4	0	2	0	3
梅州局x15	1	0	0	0	0
云浮局x16	1	2	1	0	0
汕头局x17	7	1	4	7	2
汕尾局x18	2	0	8	0	3
阳江局x19	2	0	0	0	0
茂名局x20	0	0	0	0	0
潮州局x21	2	3	2	0	1

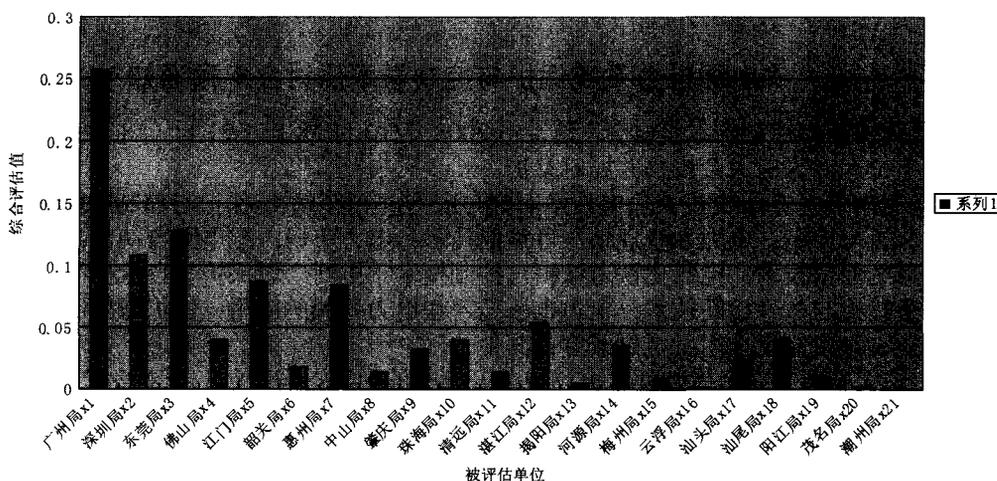


图 2 被评估单位的综合评估值比较

Fig.2 Comparison of comprehensive evaluating value among evaluated companies

根据规范化方法对其进行处理, 得到规范化矩

阵  $R=(r_{ij})_{21 \times 5}$ , 根据离差最大化公式 (11) 计算得

到指标的权重向量

$$w=(0.0875,0.7061,0.0682,0.0613,0.0769)$$

根据公式(1)对规范化矩阵和指标向量进行简单加权求和得到每个评估单位的评估值,  $Z=(0.2572,0.1076,0.1281,0.0395,0.087,0.0177,0.0833,0.0143,0.0319,0.0399,0.0134,0.0537,0.0048,0.0354,0.009,0.0012,0.0238,0.0409,0.0093,0.0023,0)$ , 其综合评估值的大小如图2。

结果分析:

从图2中可以看出,相比较之下发生风险事件在0.1~0.25之间有广州局、深圳局、东莞局,在0.05~0.1之间有江门局、惠州局和湛江局,其余的被评估单位发生风险事件的可能性都在0.05以下。同时,这次实例分析只是对被评估单位在2006年发生故障的可能性综合值之间的比较,并不代表被评估单位的风险的大小,风险的因素还包括风险事件的影响。同时存在风险事件的概率比较大的单位,由于被评估单位设备和措施比较完备,因此造成的影响比较低,也存在相反的现象。

#### 4 结束语

由于电力通信网传输部分的重要性,需要对其进行评估,通过评估识别出发生故障频率大的设备和线路,通过改进措施以及加强管理,增加维护和检修的次数,来降低故障事件发生的可能性。为了增加评估的客观性,文章采用了离差最大化的方法来确定指标的权重,利用运行中的实际数据进行评估,增加了评估结果的客观性。

#### 参考文献

- [1] GAO Hui-sheng, RAN Jing-xue, SUN Yi-qun. Risk Evaluation of Communication Network of Electric Power Based on Restriction Coefficient[A]. In: The 3rd IEEE International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (WiCOM2007)[C]. 2001. 3127-3134.
- [2] 2006年广东电网通信系统规模以及装备、运行及故障评价分析[Z]. 广东电网公司电力通信中心,2007.
- [3] 徐泽水.不确定多属性决策方法及应用[M]. 北京:清华大学出版社,2004.  
XU Ze-shui. Uncertain Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2004.
- [4] 许伟成,黄俊华,等.光放大技术应用于长距离电力通信传输网[J].电力系统通信,2005,26(151):14-17.  
XU Wei-cheng, HUANG Jun-hua, et al. Application of Optic Amplification Technique in Long Distance Power Communication Network[J]. Telecommunications for Electric Power, 2005. 26(151):14-17.

收稿日期:2007-11-12; 修回日期:2008-01-23

作者简介:

李春华(1974-),女,讲师,硕士,长期从事通信系统研究;E-mail:lch@hebust.edu.cn

冉静学(1981-),男,硕士研究生,主要研究方向为电力通信网风险与安全评估;

高会生(1963-),男,博士研究生,教授,研究方向为通信网管理和安全风险评估。

### “中国电力系统保护与控制学术研讨会”预通知

“中国电力系统保护与控制学术研讨会”预定于2008年10月18日-21日(18日报到)在山东烟台隆重召开,敬邀各单位和专家向大会投稿并届时参加。

**会议征文内容:** 超(特)高压交直流输电技术研究与应用;电力系统保护与控制的新理论、新技术;电力系统安全稳定分析与控制;电力系统规划与可靠性技术;电力市场;配电网自动化;厂、站自动化;调度自动化;电力系统通信技术;电气化铁道保护与控制技术;电网广域保护与自愈控制;数字化变电站技术研究;电力设备检测与故障诊断技术;电力电子技术在电力系统的应用;保护与控制设备运行经验与事故分析;保护与控制设备制造技术及电磁兼容;其他。

**会议征文办法:** 论文必须未在全国性学术会议或公开发行的刊物上发表过;论文格式参照《继电器》论文格式,图表清晰、规范;论文篇幅在6000字以内(含空格,图表);来稿请务必写明:作者简介、地址、单位、邮编、联系电话、电子邮件;请用电子邮件投稿并使用回执确认收到投稿。

**征文截止日期:** 2008年8月15日,经专家评审后,由《继电器》杂志社在8月31日前发论文录用通知,并出版论文集。投稿邮箱:dlbh2008@126.com;dlbh@dlwg.net

地址:河南省许昌市许继大道32号;邮编:461000 联系电话:0374-3212254 0374-3212234