

电力光纤保护通道安全风险评价指标的研究

高会生, 孙逸群, 冉静学

(华北电力大学电子与通信工程系, 河北 保定 071003)

摘要: 提出了一套用于电力光纤保护通道安全风险评价指标体系。阐述了光纤保护通道安全风险评价指标体系的研究意义, 简单介绍了电力通信安全风险评估的发展现状和当前主要的光纤保护通道方式。随后提出了评估的指标建立原则和体系框架, 建立了从网络传输、设备、运行统计、管理和人力资源等方面反映光纤保护通道安全风险程度的评估指标体系, 选择性地简要描述了一些重要指标。该指标体系可多角度和综合性地体现出系统的安全风险程度, 同时也为光纤保护通信系统的建设、运行和管理指出了可能的风险隐患所在。

关键词: 电力光纤保护通道; 安全风险评估; 指标体系

Research of the security risk evaluation indices for electric power optical-fiber relay protection channel

GAO Hui-sheng, SUN Yi-qun, RAN Jing-xue

(Department of Electronic and Telecommunication Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

Abstract: The paper proposes a set of security risk evaluation indices for optical-fiber relay protection channel for electric power business enterprise. The significance of research for the security risk evaluation indices are explained. The developing condition of risk evaluation on power communication system and the main types of optical-fiber relay protection channels are briefly described. Then it gives the principle of the indices establishment and the frame of the indices system. According to network transmission, equipments, statistics, management and human resource's characteristic, it establishes indices to reflect the security risk condition of optical-fiber relay protection channel. And a lots of important indices is described briefly. The indices can reflect the security risk condition from different and synthetical views, and can point out possible risk hidden troubles in construction, performance and management of the optical-fiber relay protection's communication system.

Key words: electric power optical-fiber relay protection channel; security risk evaluation; evaluation indices system

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2007)03-0061-05

0 引言

电力通信网经过多年来的安全管理, 安全生产局面平稳, 安全生产指标稳步提高, 但随着电网规模迅速扩展, 技术复杂性相应增加, 客观上需要建立与现代电力工业及其通信系统相适应的现代化管理体系。安全性评价属于风险管理范畴, 是一种风险评估的方法^[1,2]。2004年, 国家电力调度通信中心开始组织网、省电网调度系统以及地区调度系统开展安全性评价工作。《国家电网公司2006年安全生产工作意见》更是要求积极探索安全性评价的新思路, 建立安全风险评价体系。这意味着我国已经

越来越认识到电力通信安全的重要与迫切, 提高电力通信运行性能和对其进行安全风险研究将势在必行。

电力通信系统安全风险是一个多角度、多层次的系统, 本文将就电力通信中的光纤保护通道^[3]安全风险评价指标及相关问题做一些探讨, 从传输、设备、运行统计、管理和人力资源等角度考虑光纤保护通道的安全风险, 初步拟定出了评估的指标体系。

1 光纤保护通道安全风险评价指标体系的研究意义

电力通信安全风险是对电力企业现有的

通信网及其安全策略进行的风险分析,并根据风险评估分析结论提出安全建议的过程。通过对电力通信系统的安全评估,可以掌握通信系统的安全现状和面临的安全风险;明确通信系统面对的主要风险以及这些风险产生的原因;为通信系统的建设、运行、维护、使用和改进提供安全建议;改进与完善企业现有安全策略,实施有效的通信系统风险管理,加强像光纤保护通道等重要信息系统的安全保障。

指标体系就是具体化了的评估标准,具有明确、可测量、可被观察的特性。从指标体系整体看,评估指标为电力光纤保护通道安全水平的横向比较评选提供了依据,为电力企业开展安全状况的自评提供了参考模型;从单项指标看,可为电力企业认识光纤保护通信方面的安全状况提供参考框架和指标体系。评估指标让电力企业在面对众多的基础设施时,懂得如何去管理和治理,且为企业提供了一个很好的管理尺度。有了严谨、可靠的指标体系,才能得到准确的评估结果;有了正确的安全标准,才能有电力通信系统安全运行的规矩。

作为提供继电保护信号的保护通道是保证继电保护系统稳定运行的基础环节,光纤保护通道由于具有不怕超高压与雷电电磁干扰、绝缘性能好、衰耗低、可靠性高、传输容量大等优点,已成为继电保护信号传输的首选方式,且具有良好的发展前景。因此,对光纤保护通道安全风险指标的研究,不仅是进行光纤保护通道评估与建设的基础,而且对整个电力系统的安全运行有着非常重要的意义。

2 电力通信安全风险现状

目前,虽然国家已将电力行业纳入信息安全风险评估行列,评估工作也即将展开,但在我国电力通信系统安全风险评估仍然是一个涉足不深的领域,对这方面评估工作经验匮乏,相关的研究和评估工作发展滞缓。

近年来,随着对电力通信安全程度要求的提高,部分研究人员已经开始了这一方面的研究。得益于科学风险分析方法在通信领域的不断发展,人们已经取得了一定研究成果。目前的研究大都根据相关理论设计出评估的步骤,提出了对电力通信网中关键性基本构成进行计算识别的方法,但是其评估指标制定的较为粗略,不能系统和真实地反映电力通信系统的安全风险程度。

对于电力通信系统安全风险指标体系,以

往的研究工作还处于部分性、片段性的研究阶段,在实际的工作应用中较为不方便,缺乏科学和系统的指标体系。因此,需要我们对电力通信系统进一步分析,将其分成主要的若干部分,每一部分又要分成若干个层面,最后得出具体的评估指标。只有这样一步步细致地分析筛选出的科学、系统的指标才能体现电力通信的风险程度,从而促进我国电力通信安全保障体系的建立,推动我国电力事业的建设历程。

3 光纤保护通道概述

我国现有的光纤保护中通道方式并不是完全相同的,主要有以下两种通道模式^[3]。

3.1 专用通道方式

专用保护通道方式所采用的是两端的保护装置直接通过光纤连接,不经过任何复接设备的通道方式,如图1所示。这种方式传输环节较少,系统构成简单,但光芯利用率太低。其可靠性依赖于站点间的直通光缆,光缆中断时保护远传信号全部中断,无替代传输路由,且光纤利用率太低。

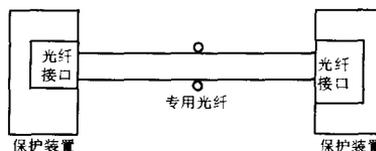


图1 光纤保护专用通道方式

Fig.1 Mode of optical-fiber relay protection channel

3.2 复接通道方式

光纤保护复接通道方式如图2所示,这种方式主要的光纤芯利用率大大提高,而综合成本却有可能比专用纤芯方式低。并且具有自愈切换保护功能,在一定条件下,其传输可靠性还比专用光纤芯方式高。

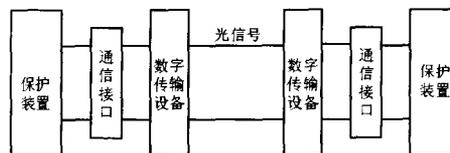


图2 光纤保护复接通道方式

Fig.2 Mode of optical-fiber relay protection channel

4 光纤保护通道安全风险指标体系的设计

4.1 指标的建立原则

学习以往的指标设计原则和经验^[4-5],为确保

评估结论科学合理, 指标体系的建立应遵循以下原则:

- 1) 科学性和适用性。科学、客观的反映评估对象的内涵和目标, 目标明确、普遍适用。
- 2) 全面性和简要性。既要全面反映电力光纤通信安全, 又要层次分明, 简明扼要, 宏观把握。
- 3) 操作性和独立性。所需指标数据原则上从现有统计数据中产生, 少量需重新统计的指标应是确定的且易于采集的, 且指标间尽量减少内涵交叉、重叠。

4.2 指标体系框架

在评估中, 由于选取的指标要反映不同系统、不同方面的信息, 需要进行合理的、综合的评价。考虑到上述问题, 我们采取层次化结构的指标体系结构(如图 3 所示), 这种分层结构有利于对多种指标进行综合分析, 最后形成符合指标建立原则的综合指标。

1) 目标层

表示评估的总体目标, 是指标体系结构中的最高层。

2) 准则层

也称目标层, 根据不同问题, 准则层可以再进一步划分为子准则层, 以便更详细的评估分析。从评估的工作量和层次简明的角度考虑, 准则层不易划分得太多, 否则会重点不突出, 影响评估效果。

3) 指标层

也称为因素层, 是体系结构的最低层。表示影响目标实现的各种因素, 各层之间的连线表示下层对上层的影响程度。

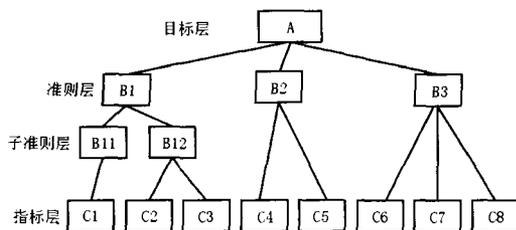


图 3 简单指标体系框架

Fig.3 Simple frame of the index system

4.3 指标体系的初步建立

在指标的选取过程中, 基于指标建立原则和体系框架, 采用频度统计法、理论分析法、专家咨询法^[6,7]设置和筛选指标, 建立了关于光纤保护通道的网络传输类、设备类、运行统计类、管理类和人力资源类的安全指标。将这几大块再加以细化, 可以

初步得到详细的安全风险评估指标体系(如表 1 所示)。

表 1 光纤保护通道安全风险评估指标体系

Tab.1 Security risk evaluation index for optical-fiber relay protection channel

序号	一级指标	二级指标
1		光缆传输时延
2		光缆传输损耗
3	网络传输类指标	网络时钟同步状况
4		网络结构及自愈能力
5		光缆运行环境
6		光端机安全度
7		复接设备安全度
8		PCM 设备安全度
9	设备类指标	传输设备时延
10		设备切换时延
11		保护专用光芯冗余度
12		复用保护通道的分离性
13		电源的配备合理性
14		光缆线路运行率
15		光纤设备运行率
16	运行统计类指标	光纤电路运行率
17		光纤故障时间及次数
18		站内设备故障时间及次数
19		维护分工管理
20		通信和保护工作界面
21	技术管理类指标	备品备件管理
22		各种资料管理
23		通信机房管理
24		人员的素质
25	人力资源类指标	人员的构成
26		人员的变动
27		人员的劳动报酬

4.4 部分指标的简述

限于篇幅问题, 本文不能将所有指标逐一的具体介绍, 只能挑选性的对一些重要指标作简要的介绍。

4.4.1 网络结构及自愈能力

在通信网中, 只有当网络结构的安全性高时, 才能保证任意两个节点间的安全性高于仅由设备性能决定的单路径点点通信的安全性; 网络的自我恢复能力包括采用的保护方式、维修策略和路由算法等。它能根据网络拓扑结构的变化(如节点或链路发生故障), 而通过改变相应的路径等动态地调节信息传输, 保证其任务的完成。

4.4.2 光缆的运行状态

安全运行的各种光缆应注意以下事项^[8]。

架空光缆应及时添补或更换缺损的挂钩, 光缆

无明显下垂,外护层,接续箱无异常,与其它设施、树木、建筑物等的最小净距应分别满足相关规程的要求;与电力线路同杆架挂的光缆,应特别注意电力线与钢绞吊线间可能发生的碰触。

直埋光缆的线路标志不能缺损或挪动,路由覆盖土是否出现明显异常;是否有新的建筑物覆盖。直埋光缆的埋深及与其它建筑物间的最小净距应满足要求。

管道光缆应定期检查光缆托架、托板是否完好;走线是否合理、排列整齐;光缆标志是否醒目;光缆外护层、光缆接续盒有无腐蚀、损坏变形等。管道或人(手)孔发生沉陷、破损及井盖丢失等情况。

4.4.3 光缆周围的环境状况

光缆周围的自然环境、灾害和工程施工给光缆时常带来严重的损伤。自然灾害包括:雷击电流对光纤材料、结构造成严重损伤,导致光纤断裂和通信设备电路板短路、烧坏;在重冰区,由于春季脱冰导致光缆跳跃、舞动,造成光纤变形,断裂;风吹造成光缆损坏,其中长期的微风振动和不稳定的高频舞动会造成严重的危害。近些年我国经济和社会的高速发展,在施工中导致光缆断裂的事件频繁出现。

4.4.4 保护专用光芯的冗余度

电力通信光缆中保护专用纤芯应在保护室成端,通信机房与保护室之间应敷设适当纤芯的光缆,并根据保护应用情况考虑光缆至少有1:1的冗余。

4.4.5 复接光纤保护通道的分离性

当采用复接光纤保护通道方式时,保护系统包括:继保装置、光电转换装置、PCM设备、SDH设备和电源。分离性是指,使一条线路具有两套或两套以上独立的保护系统,之间实现物理和电气上的隔离。当线路保护通道均采用复用光纤通道配置时,应有两套独立的PCM、及通信电源等设备,以便在有通信设备检修或故障时两套主保护仍有通道。保护采用光纤复用接口时,应设置光电信号调制设备,不同线路保护用的光电信号调制设备可共同组屏,但电源和接口必须清晰,并相互独立。

4.4.6 各种电源的配置合理性

通信电源是通信系统的核心,同一条线路的两套继保装置、安全自动装置、复用通信装置等,应由两套独立通信电源系统分别供给,通信电源系统的也要有分离性。近年来,通信电源故障引起的通信电路中断在通信的故障中已占有很大的比例,因

此电源系统设计的合理性直接影响通信电路的安全稳定运行。

4.4.7 保护和通信工作的界面

随着光纤通信技术在继电保护中的广泛应用,继电保护专业和通信专业的管理界线日益模糊。这些光纤通道设备的运行维护牵涉到调度、保护、通信等多个专业,现有的有关运行规程在实际中往往难以操作。好多通信人员不了解复用光纤保护的进退情况,有时保护装置通道告警后,难以区分是保护的的问题,还是通信的问题。这不仅不利于通信系统的稳定运行,也对系统保护的安全带来了隐患。

4.4.8 通信机房的管理

光纤通信机房应具备符合光纤通信终端设备要求的环境条件,并尽可能维持在设备最佳工作的温度和湿度等的范围;设备供电电源必须稳定、可靠,设置不停电电源;当交流电源中断时,由通信专用蓄电池组单独供电的时间应符合有关技术规定;配置合格的防静电措施;防雷技术措施应符合部颁有关防雷规程、规定的技术要求。

4.4.9 人员的劳动薪酬

在某些电力部门内部通信人员的待遇水平和所处地位相对较低是个不争的事实,劳动薪酬的不合理会使得职工的工作积极性、创新性低下,倒致人才流失,间接的危害着电力系统的安全运行。

5 结束语

1) 电力企业各部门、专业的安全性评价工作已全面展开。同时,国家电网公司在现有的安全性评价基础上,特别强调人员责任事故问题,要求开展企业综合安全风险评估研究。本文提出了比较适合我国电力企业进行光纤保护通道安全风险评估的指标建立原则和体系框架。

2) 基于提出的指标原则和体系框架,建立了从网络传输、设备、运行统计、管理和人力资源等方面反映光纤保护通道安全风险的评估指标体系,可多角度的体现出通道的安全风险程度,并且在注重人为因素,探索电力安全性评价新思路做了初步的探索。

3) 本文对光纤保护通道安全风险评估指标的研究尚处于初步的探索阶段,由于本人相关信息掌握的不完整和理论研究基础的不扎实,难免出现疏漏和错误。下阶段,会将提出的指标通过实践给予校验,分析结果与实际相结合才能制定出可行的改

善措施。

参考文献

- [1] 王金萍,樊凤林,等.安全性评价在电力企业中的应用研究[J].华北电力技术,2005,(5):23-26.
WANG Jin-ping,FAN Feng-lin, et al. Research on Security Evaluation' Application in Power Company[J].North China Power Technology, 2005, (5): 23-26.
- [2] 吉林省电力有限公司.电网调度系统安全性评价[M].北京:中国电力出版社,2005.
Power Limited Company of Jilin Province. Security Evaluation of Power Grid Dispatching[M]. Beijing: China Electric Power Press,2005.
- [3] 王延恒,贺家李,徐刚.光纤通信技术及其在电力系统中的应用[M].北京:中国电力出版社,2006.
WANG Yan-heng,HE Jia-li,XU Gang. Optical Fiber Communication Technology and Its Applications in Electric Power System[M].Beijing:China Electric Power Press,2006.
- [4] 陈明.风险投资项目评估指标体系研究[D].杭州:浙江大学,2004.
CHEN Ming.Analysis of the Project-evaluation Indices in Venture Capital[D].Hangzhou: Zhejiang University, 2004.
- [5] 董丽丽.基于灰色模式识别理论的海底管道系统的路由定量风险评估[D].天津:天津大学,2003.
DONG Li-li.Submarine Pipeline Routing Risk Quantitative Assessment Based on Grey-mode Identification Theory[D].Tianjin: Tianjin University, 2003.
- [6] 曹利军,王华东.可持续发展评价指标体系建立原理与方法研究[J].环境科学学报,1998,18(5):526-532.
CAO Li-jun,WANG Hua-dong. A Study on the Principle and Method of Installation of Sustainable Development Assessment Indices[J].Acta Scientiae Circumstantiae, 1998,18(5):526-532.
- [7] 郝永红,王学萌.中国可持续发展的灰色综合评估[J].世界科技研究与发展,2002,24(1):59-63.
HAO Yong-hong,WANG Xue-meng.A Gray Comprehensive Evaluation to Sustainable Development on China[J].Research and Development of Science and Technology in the World,2002,24(1):59-63.
- [8] DL/T 547-94, 电力系统光纤通信运行管理规程[S].
DL/T 547-94, The Performance Management Rules for Optical-fiber Communication of Electric Power System[S].
-
- 收稿日期:2006-07-26; 修回日期:2006-11-26
- 作者简介:
高会生(1963-),男,博士研究生,教授,研究方向为通信网的管理和安全风险评估、信息处理; E-mail: sunyiqun777@126.com
孙逸群(1981-),男,硕士研究生,助理工程师,研究方向为电力通信系统安全风险评估,曾从事电力自动化运行维护工作;
冉静学(1981-),男,硕士研究生,研究方向为电力通信系统安全风险评估。
-
- (上接第40页 continued from page 40)
- WANG Ping, SUN Yu-geng, XU Hui-jun, et al. Harmonic Analysis and Active Compensation for the DC-link of Inverter[J]. Proceedings of the CSEE,2005,25(14): 52-56.
- [2] 李战鹰,任震.基于三脉波模型的高压直流输电系统直流侧谐波分析及滤波方案设计[J].继电器,2004,32(23):15-17.
LI Zhan-ying, REN Zhen. DC Side Harmonic Analysis and Filter Scheme Design Using the Three-pulse Model in HVDC System[J].Relay, 2004,32(23):15-17.
- [3] 游林儒,王炎,毕淑娥.可控整流器在非理想运行条件下的谐波分析[J].电力电子技术,2000,34(3):9-10.
YOU Lin-ru, WANG Yan, BI Shu-e. Harmonic Analysis of Rectifier Under Nonideal Operating Conditions[J]. Power Electronics, 2000, 34(3):9-10.
- [4] Emanuel A E, Orr JA, Emanuel A E. Six-Pulse Converter Atypical Harmonics Caused by Second Harmonic Voltage[A]. In:10th International Conference on Harmonics and Quality of Power[C].2002.340-346.
- [5] 李裕能.开关函数法用于变流装置的谐波分析[J].电网技术,2000,24(6):18-20.
L I Yu-neng. Harmonic Analysis of Applying Switching Function Method to Current Converter[J]. Power System Technology,2000,24(6):18-20.
- [6] 荆勇,任震,欧开健.天广直流输电系统换相失败的研究[J].继电器,2003,31(10):32-36.
JING Yong, REN Zhen, OU Kai-jian. Research on Commutation Failure in Tian-Guang HVDC Transmission System[J].Relay, 2003,31(10):32-36
- [7] Galloway J. Harmonic Instability in Phase Controlled Rectifiers[A].In:Industry Applications Society 46th Annual Petroleum and Chemical Industry Conference[C]. 1999.171-175.
- [8] 夏道止,沈赞坝.高压直流输电系统的谐波分析及滤波[M].北京:水利电力出版社,1994.
XIA Dao-zhi, SHEN Zan-xun. Harmonic Analysis and Filter in HVDC System[M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press,1994.
-
- 收稿日期:2006-08-07; 修回日期:2006-10-12
- 作者简介:
王磊(1978-),男,博士研究生,研究方向为大功率变流技术; E-mail:lwang@ipp.ac.cn
刘小宁(1962-),男,研究员,博士生导师,主要研究领域为大功率变流技术和脉冲功率技术;
王伟利(1982-),男,硕士研究生,研究方向为大功率变流技术。