

大电力系统可靠性评估的灵敏度分析

董晋明

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司 广东广州 510663)

摘要:近年来,我国电力企业发展迅速,且为推动国民经济的增长作出了较大贡献。大电力系统是满足人们日益增长的电力需求的重要保障,其日常运行的效率和安全直接影响了电力企业的供电情况。作为反映系统安全性与可靠性的关键性指标,大电力系统的可靠性指标对于大电力系统的运行效率和运行安全具有重要影响。为了进一步提高大电力系统的可靠性,该文通过对大电力系统可靠性指标的计算公式进行分析,进而以大电力系统可靠性的灵敏度作为主要研究内容,分别探究了可靠性指标LOLP、LOLF和EDNS对系统元件可靠性参数的灵敏度。

关键词:大电力系统 可靠性 灵敏度

中图分类号:TM72

文献标识码:A

文章编号:1672-3791(2015)10(c)-0045-02

电力系统运行安全性与可靠性现已成为了各个电力企业共同关注的重要问题,而电力企业投资的经济性和可靠性的综合指标也成为了确保其投资费用 and 用户停电损失最大限度降低的关键。对于大电力系统而言,其可靠性的灵敏度分析不仅能够帮助企业工作人员找到系统的薄弱环节,而且能够有效提高系统的可靠性和安全性,从而满足人们用电需求。基于此,该文则着重对大电力系统可靠性评估的灵敏度展开了深入研究。

1 大电力系统可靠性指标计算公式

对大电力系统进行分析可知,其可靠性指标的计算公式均可以以公式(1)进行表示。

$$E(F) = \sum_{x \in X} F(x) P(x) \quad (1)$$

公式(1)中, x 表示大电力系统状态(假定系统由 m 个元件构成), S_k 表示第 k 个系统元件的状态,为一随机变量,而 x 为一随机矢量。 X 表示系统的状态空间; $F(x)$ 即以系统状态 x 作为自变量的可靠性指标的测试函数,而 $P(x)$ 则为大电力系统的状态为 x 时的概率,其实质为 x 的概率分布函数^[1]。给出大电力系统的3种基本可靠性指标LOLO,失负荷概率,即系统原件容量不足所导致的系统失负荷的概率;LOLF,失负荷频率,即大电力系统的年均停电次数;EDNS,电力不足期望,即大电力系统的年均缺少电力。

2 大电力系统可靠性灵敏度研究

设元件 k 的故障发生概率、正常工作概率以及故障率和修复率分别为 u_k 、 a_k 、 l_k 和 m_k ,对LOLO、LOLF和EDNS的可靠性灵敏度分析如下。

2.1 失负荷概率对元件可靠性参数灵敏度

LOLP反映了系统元件可靠性参数所发生的细微变化对整个大电力系统失效概率的影响程度和发展趋势。若LOLP对某一设备元件可靠性参数的灵敏度处于较高水平,则对此参数进行改善有利于降低系统的失负荷概率,从而促使大电力系统的供电可靠

性得以显著提升^[3]。LOLP对系统中元件 k 可靠性参数的灵敏度分别表示为如下公式。

$$\frac{LOLP}{u_k} = - \frac{LOLP}{a_k} = \sum_{x \in X} I_1(x) A_k(x) P(x)$$

$$\frac{LOLP}{l_k} = \sum_{x \in X} I_1(x) B_k(x) P(x)$$

$$\frac{LOLP}{m_k} = \sum_{x \in X} I_1(x) C_k(x) P(x)$$

2.2 失负荷频率对元件可靠性参数灵敏度

LOLF,即失负荷频率,表示系统元件可靠性参数发生的细微变化对大电力系统年均失效次数所产生的影响程度和发展趋势,当LOLF对系统中某一设备元件可靠性参数的灵敏度处于较高水平时,则对其进行改善和修正能够有效减少大电力系统的年均停电次数。LOLF对大电力系统元件 k 可靠性参数的灵敏度表示以下公式。

$$\frac{LOLF}{u_k} = - \frac{LOLF}{a_k} = \sum_{x \in X} [I_1(x) D_k(x) P(x) + A_k(x) F_1(x) P(x)]$$

$$\frac{LOLF}{l_k} = \sum_{x \in X} [-S_k I_1(x) P(x) + B_k(x) F_1(x) P(x)]$$

$$\frac{LOLF}{m_k} = \sum_{x \in X} [I_1(x) (1 - S_k) P(x) + C_k(x) F_1(x) P(x)]$$

2.3 电力不足期望对元件可靠性参数灵敏度

EDNS,即电力不足期望,此灵敏度主要反映系统元件可靠性参数所发生的细微变化对大电力系统年均负荷消减量的影响程度。当EDNS对系统中某一设备元件可靠性参数的灵敏度较大时,对其进行改进和完善,能够有效降低电力不足期望。EDNS对系统设备元件可靠性参数的灵敏度可表示为如下形式。

$$\frac{EDNS}{u_k} = - \frac{EDNS}{a_k} = \sum_{x \in X} A_k(x) I_1(x) L_c(x) P(x)$$

$$\frac{EDNS}{l_k} = \sum_{x \in X} B_k(x) I_1(x) L_c(x) P(x)$$

(下转 47 页)

计算机智能化终端能够对信息采集终端采集的抄表信息进行自动审查,即使庞大的数据信息,计算机智能化也能够轻松、快速、准确地对所有的数据信息进行处理和计算,并进行审查和验证,一旦出现问题或者错误,能够及时地做出相应的调整,或者通知电力工作人员进行维修并解决,以此保证数据信息的真实性、准确性,进而保证电力抄表核算业务能够高效、稳定地进行。

2.5 计算机智能化在智能收费中的应用分析

计算机智能化电表对采集的数据信息进行整理,然后将统计好的数据传递至各项费用核算终端,按照相应的计算方式进行计算,然后将计算好的电费信息,通过短信、电子邮件等方式告知电力用户,让用户在规定的时间内进行缴费。这种智能化的电费计算与收费方式,能够显著地提高电费计算效率,同时还能够节约大量的人力、物力以及财力。

2.6 计算机智能化在报警系统中的应用分析

计算机智能系统还创建了一套完善的自动报警系统,既能够对电力数据信息的采集过程进行实时监控,也能够对抄表核算业务的整个流程进行监控,一旦某一个环节出现问题,或者时间超过预算时间,计算机智能化系统将会发出报警信号,通知电力企业管理人员进行处理,电力工作人员在接收到报警信号之后应该第一时间赶到故障现象,对出现错误的硬件设备进行维修或者更换,这样既能够快速恢复供电,又能够提高电力企业的供电质量以及服务水平。

3 计算机智能化在电力抄表核算业务中的应用成效

计算机智能化在电力抄表核算业务中的应用,充分地利用先进的智能化技术手段,完善的管理机制以及健全的业务流程,从根本上改变了传统人工抄表核算模式,在很大程度上提高了电力

抄表核算工作效率,提高电力抄表核算工作质量和准确性,并且还能够显著降低电力工作人员工作量,实施闭环管理,能够准确地检测出电力核算信息是否存在异常或者误差,然后通知电力工作人员及时地采取有效的措施进行处理,以此提高电力企业对电力抄表核算、营销业务的管理和控制能力,提高电能供应的可靠性以及服务水平,获得更多电力用户的青睐,最终实现电力企业和电力用户的双赢。

4 结语

总而言之,随着计算机智能化技术的快速发展,其计算机智能化在电力抄表核算中的应用已经成为一种必然趋势,尤其是在电力集约化、规范化发展环境中,计算机智能化技术的应用,能够显著地提高工作效率,改进和完善电力抄表核算工作与技术,优化人力资源配置,逐渐实现电力抄表核算由传统人工抄表向自动化、智能化方向发展。因此,电力企业应该充分地认识到计算机智能化的重要性,顺应时代的发展需求,将其推广和应用在企业电力抄表核算工作中。

参考文献

- [1] 李瑞姝,张艳丽.电力抄表核算业务智能化应用探析[J].企业技术开发,2015,34(5):53-54.
- [2] 郭骞平.试论电力抄表核算业务智能化应用[J].科技与创新,2014(15):45-46.
- [3] 郦铭.浅析电力企业抄表核算收费智能化及应用[J].电力讯息,2015(9):127-128.
- [4] 纪芳,耿延凤.计算机智能化在电力抄表核算业务中的应用[J].民营科技,2014(10):27.

(上接45页)

$$\frac{EDNS}{m_k} = \sum_{x \in X} C_k(x) I_f(x) L_c(x) P(x)$$

在上述各式中, $A_k(x)$ 、 $B_k(x)$ 、 $C_k(x)$ 和 $D_k(x)$ 的表达式为分别为: $A_k(x) = (a_k - S_k) / u_k a_k$; $B_k(x) = (a_k - S_k) / l k$; $C_k(x) = (S_k - a_k) / m_k$; $D_k(x) = -S_k m_k / a k_2$ 。

2.4 实例分析

利用MATLAB软件对大电力系统可靠性评估与灵敏度分析程序予以编写,并对IEEE-RTS79系统进行计算分析,进而分别给出LOLP、LOLF和EDNS对系统元件可靠性参数的灵敏度指标。并分别在LOLP、LOLF和EDNS分析过程中,按照各元件对系统失负荷概率、失负荷频率和电力不足期望值影响的大小予以排列,通过给出12个元件的灵敏度指标并进行分析,进而发现对IEEE-RST-79LOLP影响最大的元件为发电机#18G1和发电机#21G1,原因是其不仅是系统中单机容量最大的发电机,而且也是整个79系统中无效度(u_k)最高的机组,故降低其LOLP、LOLF和EDNS的发生率有利于提高系统可靠性。

3 结语

该文通过对大电力系统的可靠性指标计算公式进行分析,分别从失负荷概率、失负荷频率以及电力不足期望等方面对系统元件可靠性参数的灵敏度做出了计算和分析,并以IEEE-RST79系统为例,借助MATLAB数学软件对其LOLP、LOLF和EDNS对系统可靠性的评估的灵敏度进行排序,并得到发电机#18G1和发电机#21G1是对IEEE-RST79系统具有最大影响的元件的结论,因此,对二者的失负荷概率、失负荷频率以及电力不足期望予以降低,能够有效提高IEEE-RST-79系统的可靠性。

参考文献

- [1] 杨媛,吴俊勇,张小瑜.外部电力系统对高速铁路供电的RAMS评估及其灵敏度分析[J].电力系统自动化,2011,20(12):98-102.
- [2] 周家启,陈炜骏,谢开贵,等.高压直流输电系统可靠性灵敏度分析模型[J].电网技术,2011,10(23):18-23.
- [3] 丁明,罗初田.电力系统可靠性指标的灵敏度分析[J].合肥工业大学学报:自然科学版,2011,3(5):72-81.