

Research on Reliability Prediction Models Based on Power Function of Transmission and Transformation Facilities

Qing Shi¹, Bin Zhao²

¹State Grid Shanghai Maintenance Company, Shanghai

²State Grid Shanghai Shibe Electric Power Supply Company, Shanghai

Email: 232375665@qq.com

Received: Aug. 29th, 2018; accepted: Sep. 13th, 2018; published: Sep. 20th, 2018

Abstract

220 kV and 500 kV transformers, circuit breakers, arresters and current transformers are taken as research objects in this paper. Based on the historical operation reliability data, reliability prediction models of maintenance factor based on power function of transmission and transformation facilities are established. The reliability statistical results of transmission and transformation facilities, such as 220 kV and 500 kV transformers, circuit breakers, arresters and current transformers in China, calculations of undetermined parameters and statistical check results of reliability prediction models are given. The results show that reliability prediction models of maintenance factor based on power function of transmission and transformation facilities are conformed to the change laws of reliability, such as 220 kV and 500 kV transformers, circuit breakers, arresters and current transformers in China.

Keywords

Transmission and Transformation Facilities, Reliability, Reliability Prediction Model

基于幂函数的输变电设施可靠性预测模型研究

史清¹, 赵彬²

¹国网上海市电力公司检修公司, 上海

²国网上海市电力公司市北供电公司, 上海

Email: 232375665@qq.com

收稿日期: 2018年8月29日; 录用日期: 2018年9月13日; 发布日期: 2018年9月20日

摘要

本文以220 kV和500 kV电压等级的变压器、断路器、避雷器与电流互感器为研究对象, 基于现有可靠性统计数据, 建立输变电设施检修系数为幂函数的可靠性预测模型, 给出全国220 kV和500 kV等2个电压等级的变压器、断路器、避雷器和电流互感器等4类输变电设施的可靠性统计结果、可靠性预测模型的待定参数计算与可靠性预测模型的统计检验结果。结果表明: 输变电设施检修系数为幂函数的可靠性预测模型符合国内220 kV和500 kV等2个电压等级的变压器、断路器、避雷器和电流互感器等4类输变电设施的可靠性变化规律。

关键词

输变电设施, 可靠性, 可靠性预测模型

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

输变电设施的可靠性统计评价是输电系统可靠性管理的基础工作, 也是输电系统可靠性提升的一项重要工作。输变电设施的可靠性统计是以设施功能为目标的面向设施的可靠性统计评价。输变电设施可靠性统计评价的重要性体现在四个方面: 一是通过对输变电的可靠性指标统计, 分析输变电设施的可靠性水平, 找出改进措施, 为可靠性管理提供信息; 二是为输电系统规划与设计提供数据, 作为发电厂、变电站、输电系统规划设计的重要依据; 三是把可靠性指标反馈给输变电设施的制造企业, 促进制造企业产品的可靠性增长; 四是确定输变电设施合理的检修周期与检修项目, 为备品备件采购提供依据。

在输变电设施的可靠性统计评价方面, 美国研究工作开展的比较早。1968年1月, 美国成立了全国电力可靠性协会(National Electric Reliability Council), 简称NERC。1987年, IEEE制定了《填报和分析输变电设施停运事件和停运状态术语的IEEE标准》(IEEE Std 859-1987), 最新版本为IEEE Std 859-1987 (R2008) [1]。2006年10月24日, NERC形成了输电可靠性数据系统(Transmission Availability Data System, TADS)工作小组, 旨在定义统一的可靠性数据报送方案和评价输电设施的可靠性指标[2] [3]。

国内从1993年开始, 在全行业全面启动输变电设施可靠性统计评价和可靠性管理工作。2003年, 中国电力企业联合会电力可靠性管理中心制定了中国电力行业标准DL/T 837-2003《输变电设施可靠性评价规程》, 规定了输变电设施可靠性统计办法和评价指标, 适用于发电企业、输电企业与供电企业的输变电设施功能的可靠性评价, 最新版本标准号为DL/T 837-2012 [4]。中国电力企业联合会电力可靠管理中心, 从1994年起, 每年召开新闻发布会, 发表输变电设施的可靠性指标。2004年, 电力可靠性管理中心的陈丽娟等评估了2000年至2002年全国220 kV及以上电压等级13类输变电设施的主要运行可靠性指标[5] [6], 分析了架空线路、变压器、断路器等3类主要设施由于计划停运、非计划停运对可靠性的影响。2007年, 贾立雄等通过对2006年全国220 kV及以上电压等级输变电设施的可靠性统计, 对影响变压器、断路器、架空线路等3类主要输变电设施的计划停运、非计划停运的主要影响因素进行了分析

与评估[7]。2008年至2012年,陈丽娟等通过对2007年至2011年全国220 kV及以上电压等级输变电设施的可靠性统计[8][9][10][11][12],对影响变压器、断路器、架空线路等3类主要输变电设施的计划停运、非计划停运的主要影响因素进行了分析与评估。

现有的输变电设施的可靠性统计评价方法,侧重于输变电设施的运行可靠性历史数据的统计分析,可以得出每年输变电设施的可靠性指标的统计结果,这种方法属于“事后”可靠性统计。现有的可靠性统计方法,给不出今后几年输变电设施的可靠性指标的预测值。输变电设施的可靠性目标管理,又急需可靠性指标的预测值。输变电设施的可靠性预测,缺少合适的预测数学模型。因此,研究输变电设施的可靠性预测的数学模型,“事前”对输变电设施在今后几年进行可靠性指标预测,应用于输变电设施可靠性的目标管理,对于提升输变电设施的可靠性水平有积极作用。

2. 输变电设施可靠性的评价指标

2.1. 可用度和检修系数的计算公式

当可修产品可处理为“工作”和“停机”两种状态时,评价可修产品的主要可靠性指标是可用度 A 和检修系数 ρ 。如图1所示, A 和 ρ 的计算公式分别为

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\sum_{i=1}^n x_i + \sum_{i=1}^n y_i} = \sum_{i=1}^n x_i \left(\sum_{i=1}^n x_i + \sum_{i=1}^n y_i \right)^{-1} \quad (1)$$

$$\rho = \sum_{i=1}^n y_i \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^{-1} \quad (2)$$

式中, x_1, x_2, \dots, x_n ——产品处于“工作”状态的时间;

y_1, y_2, \dots, y_n ——产品处于“停机”状态的时间。

2.2. 可用系数和检修系数的计算公式

当输变电设施的使用状态可处理为“可用”和“不可用”两种状态时,参照式(1)和式(2),输变电设施的可用系数 A_F 和检修系数 ρ 的计算公式分别为

$$A_F = \frac{t_{AH}}{t_{AH} + t_{UH}} = \frac{1}{1 + \rho} \quad (3)$$

$$\rho = \frac{1 - A_F}{A_F} = \frac{t_{UH}}{t_{AH}} \quad (4)$$

式中, t_{AH} 为输变电设施的可用小时数, t_{UH} 为输变电设施的不可用小时数。

输变电设施的可用系数 A_F 的计算公式,电力行业标准 DL/T837-2012 [4]的规定,完全一致。检修系数 ρ 定义为不可用小时数 t_{UH} 与可用小时数 t_{AH} 之比,物理意义明确。在输变电设施的可靠性研究中,

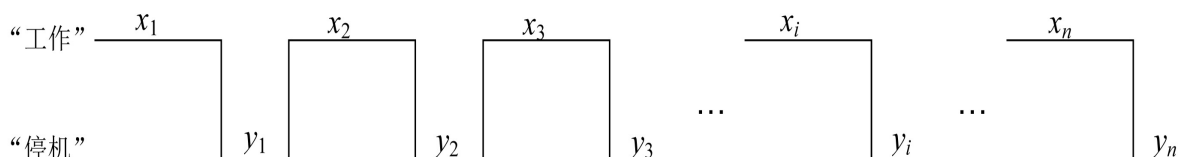


Figure 1. States of repairable products

图1. 可修产品的状态

检修系数是一个重要的可靠性特征量, 用来研究输变电设施的可靠性变化规律, 有很好的应用前景。

3. 基于幂函数的可靠性预测模型

3.1. 检修系数为幂函数的可靠性预测模型

根据大型变压器的可靠性增长模型[13], 采用幂函数表示输变电设施的检修系数的变化规律, 建立输变电设施检修系数为幂函数的可靠性预测模型表示为

$$\rho(t) = rt^{-\alpha} \quad (5)$$

式中, $\rho(t)$ 为第 t 年的检修系数, r 为尺度参数, α 为增长系数。

增长系数 α 的物理意义, α 定量表示输变电设施的可靠性变化趋势。 $\alpha < 0$ 时, 表明输变电设施的可靠性在减少; $\alpha > 0$ 时, 表明输变电设施的可靠性在增长。

尺度参数 r 的物理意义, 反映了在使用初期 $t = 1$ 时输变电设施的检修系数的水平。当 $t = 1$, 有 $\rho(t) = r$, $A_F = (1+r)^{-1}$ 。 $(1+r)$ 的倒数反映了在使用初期 $t = 1$ 时输变电设施的可用系数的水平。

3.2. 可用系数的预测模型

将式(5)代入式(3), 可得输变电设施的检修系数为幂函数的可用系数 $A_F(t)$ 预测的数学模型为

$$A_F(t) = \frac{1}{1 + rt^{-\alpha}} \quad (6)$$

3.3. 可靠性预测模型的参数估计与拟合检验

对于输变电设施的第 t_i 年可用系数的统计数据 $A_F(t_i)$, 由式(4)可以计算得出检修系数 $\rho(t_i)$, 令 $x_i = \ln t_i$, $y_i = \ln \rho(t_i)$, 采用最小二乘法可以确定式(5)和式(6)中的待定参数 r 和 α [13]。

根据文献[14], 判定输变电设施可靠性的变化规律是否符合式(5)或式(6)可靠性预测模型的拟合检验方法的检验统计量为

$$F = \frac{bS_{xy}(n-2)}{S_{yy} - bS_{xy}} \quad (7)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (8)$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (9)$$

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2 \quad (10)$$

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n x_i y_i - n\bar{x}\bar{y} \quad (11)$$

$$S_{yy} = \sum_{i=1}^n y_i^2 - n\bar{y}^2 \quad (12)$$

$$b = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} \quad (13)$$

给定显著性水平 β , 由文献[15]查 F 分布上侧分位数表有 $F_\beta(1, n-2)$, 当 $F > F_\beta(1, n-2)$ 时, 接受式(6)检修系数为幂函数的可靠性预测模型; 当 $F \leq F_\beta(1, n-2)$ 时, 拒绝式(6)检修系数为幂函数的可靠性预

测模型。

4. 220 kV 输变电设施检修系数为幂函数可靠性预测模型的验证

4.1. 220 kV 输变电设施可靠性的统计结果

在输变电设施可靠性数据跟踪与调研的基础上, 表 1 给出了 2002~2011 年全国 220 kV 变压器、断路器、避雷器和电流互感器等 4 类 220 kV 输变电设施可用系数 $A_F(t_i)$ 的统计结果[16], 利用表 1 数据, 得出 2002~2011 年全国 220 kV 变压器、断路器、避雷器和电流互感器等 4 类 220 kV 输变电设施的可靠性逐年变化的柱形图如图 2~5 所示。从图 2~5 的 220 kV 输变电设施可靠性的变化趋势定性分析, 可以看出 4 类 220 kV 输变电设施的可靠性呈增长趋势。

4.2. 220 kV 输变电设施检修系数为幂函数可靠性预测模型的验证结果

应用文中建立的输变电设施可靠性预测模型及其分析方法, 定量分析国内 4 类 220 kV 输变电设施的可靠性的变化趋势, 2002 年至 2008 年以及 2002 年至 2011 年的可靠性预测模型的验证结果分别列于表 2 和表 3。给定显著性水平 $\beta = 0.1$, 对于 2002 年至 2008 年的数据, $n = 7$, 查文献[15], 有

Table 1. Statistical results of availability factor of 220 kV transmission and transformation facilities

表 1. 220 kV 输变电设施可用系数的统计结果

第 t_i 年	年份	可用系数 $A_F(t_i)/\%$			
		变压器	断路器	避雷器	电流互感器
1	2002	99.173	99.548	99.831	99.779
2	2003	99.175	99.612	99.846	99.803
3	2004	99.312	99.691	99.866	99.838
4	2005	99.371	99.680	99.881	99.828
5	2006	99.489	99.744	99.892	99.853
6	2007	99.579	99.803	99.894	99.878
7	2008	99.646	99.856	99.920	99.912
8	2009	99.722	99.892	99.931	99.921
9	2010	99.733	99.921	99.945	99.936
10	2011	99.849	99.958	99.975	99.968

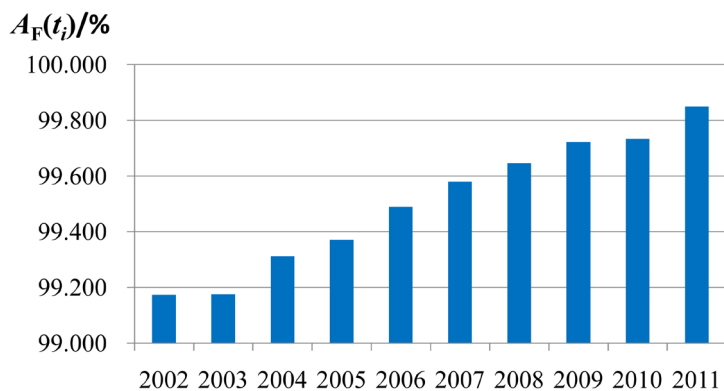


Figure 2. Trend of 220 kV transformer reliability in China

图 2. 全国 220 kV 变压器可靠性的变化趋势

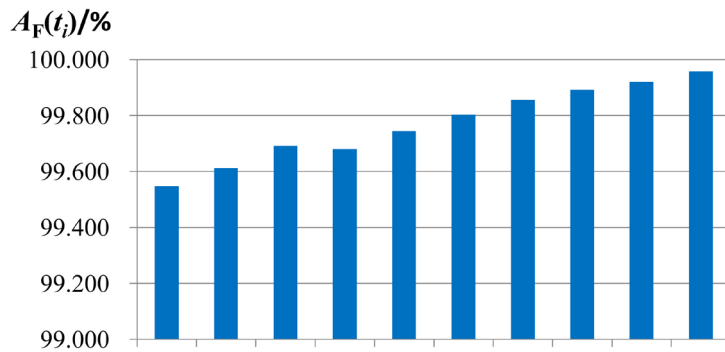


Figure 3. Trend of 220 kV circuit breaker reliability in China

图 3. 全国 220 kV 断路器可靠性的变化趋势

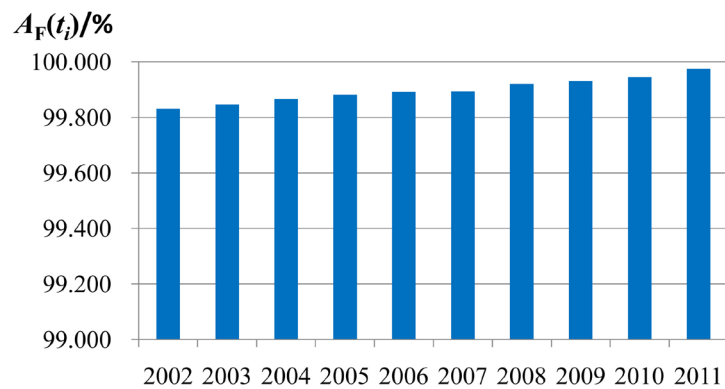


Figure 4. Trend of 220 kV arrester reliability in China

图 4. 全国 220 kV 避雷器可靠性的变化趋势

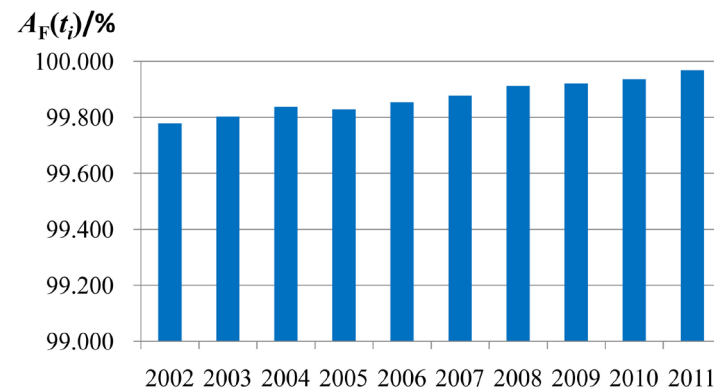


Figure 5. Trend of 220 kV current transformer reliability in China

图 5. 全国 220 kV 电流互感器可靠性的变化趋势

$F_{0.10}(1, n-2) = F_{0.10}(1, 5) = 4.06$; 对于 2002 年至 2011 年的数据, $n = 10$, 查文献 [15], 有 $F_{0.10}(1, n-2) = F_{0.10}(1, 8) = 3.46$, 由于 $F > F_{\beta}$, 表明国内 4 类 220 kV 输变电设施以可用系数 A_F 为特征量的可靠性变化规律符合式(5)和式(6)表示的可靠性预测模型。由表 2 和表 3 知, $\alpha > 0$, 定量分析结果表明这 4 类 220 kV 输变电设施的可靠性呈增长趋势。

应用表 2 给出的 220 kV 输变电设施可靠性预测模型的待定参数, 得出 2011 年 220 kV 输变电设施可靠性的预测结果列于表 4。从表 4 知, 与 2011 年统计值相比, 220 kV 输变电设施可靠性预测结果相对误

Table 2. Verification results of reliability prediction model based on power function of 220 kV transmission and transformation facilities from 2002 to 2008 in China**表 2.** 2002 年至 2008 年 220 kV 输变电设施检修系数为幂函数预测模型的验证结果

设备名称	r	α	F	F_α
变压器	0.0099367468	0.43492092	21.58	4.06
断路器	0.0052512521	0.52200993	21.95	4.06
避雷器	0.0018448500	0.34519699	35.12	4.06
电流互感器	0.0024769101	0.39716870	16.74	4.06

Table 3. Verification results of reliability prediction model based on power function of 220 kV transmission and transformation facilities from 2002 to 2011 in China**表 3.** 2002 年至 2011 年 220 kV 输变电设施检修系数为幂函数预测模型的验证结果

设备名称	r	α	F	F_α
变压器	0.0121263797	0.67293698	27.82	3.46
断路器	0.0072248215	0.90305725	23.05	3.46
避雷器	0.0023681005	0.63760576	15.92	3.46
电流互感器	0.0031688138	0.68788577	19.01	3.46

Table 4. Prediction results of 220 kV transmission and transformation facilities from 2002 to 2011 in China**表 4.** 220 kV 输变电设施可靠性预测结果

输变电设施	年份	预测值 $A_F(t_i)/\%$	统计值 $A_F(t_i)/\%$	相对误差/ $\%$
变压器	2011	99.636	99.849	-0.213
断路器	2011	99.842	99.958	-0.116
避雷器	2011	99.917	99.975	-0.058
电流互感器	2011	99.901	99.968	-0.067

差的绝对值小于 0.25%，文中所建立的输变电设施可靠性预测模型的预测精度比较高。

5. 500 kV 输变电设施检修系数为幂函数可靠性预测模型的验证

5.1. 500 kV 输变电设施可靠性的统计结果

在输变电设施可靠性数据跟踪调研的基础上,表 5 给出了 2002~2011 年全国 500 kV 变压器、断路器、避雷器和电流互感器等 4 类 500 kV 输变电设施运可用系数 $A_F(t_i)$ 的统计结果[16], 利用表 5 数据, 得出 2002~2011 年全国 500 kV 变压器、断路器、避雷器和电流互感器等 4 类 500 kV 输变电设施的可靠性逐年变化的柱形图如图 6~9 所示。从图 6~9 的 500 kV 输变电设施可靠性的变化趋势定性分析, 可以看出 4 类 500 kV 输变电设施的可靠性呈增长趋势。

5.2. 500 kV 输变电设施检修系数为幂函数可靠性预测模型的验证结果

应用检修系数基于幂函数的输变电设施可靠性预测模型及其拟合检验方法, 定量分析国内 4 类 500 kV 输变电设施的可靠性的变化趋势, 2002 年至 2008 年以及 2002 年至 2011 年的可靠性预测模型的验证结果分别列于表 6 和表 7。给定显著性水平 $\beta = 0.1$, 查文献[15], 有 $F_{0.10}(1,5) = 4.06$, $F_{0.10}(1,8) = 3.46$, 由于 $F > F_\beta$, 表明国内 4 类 500 kV 输变电设施以可用系数 A_F 为特征量的可靠性变化规律符合式(5)和式(6)表示的可靠性预测模型。由表 6 和表 7 知, $\alpha > 0$, 定量分析结果表明这 4 类 500 kV 输变电设施的可

Table 5. Statistical results of availability factor of 500 kV transmission and transformation facilities
表 5. 500 kV 输变电设施可用系数的统计结果

第 t_i 年	年份	可用系数 $A_F(t_i)/\%$			
		变压器	断路器	避雷器	电流互感器
1	2002	98.816	99.243	99.636	99.538
2	2003	98.936	99.103	99.570	99.440
3	2004	98.973	99.373	99.673	99.640
4	2005	99.200	99.328	99.673	99.595
5	2006	99.444	99.502	99.674	99.614
6	2007	99.491	99.602	99.753	99.732
7	2008	99.404	99.713	99.812	99.807
8	2009	99.470	99.776	99.786	99.794
9	2010	99.539	99.848	99.862	99.826
10	2011	99.662	99.879	99.920	99.895

Table 6. Verification results of reliability prediction model based on power function of 500 kV transmission and transformation facilities from 2002 to 2008 in China

表 6. 2002 年至 2008 年 500 kV 输变电设施检修系数为幂函数预测模型的验证结果

设备名称	r	α	F	F_α
变压器	0.0136956779	0.45620529	20.63	4.06
断路器	0.0099454771	0.47369918	10.05	4.06
避雷器	0.0044245871	0.29919859	6.54	4.06
电流互感器	0.0058234133	0.39647296	7.03	4.06

Table 7. Verification results of reliability prediction model based on power function of 500 kV transmission and transformation facilities from 2002 to 2011 in China

表 7. 2002 年至 2011 年 500kV 输变电设施检修系数为幂函数预测模型的验证结果

设备名称	r	α	F	F_α
变压器	0.0145415257	0.52386114	46.58	3.46
断路器	0.0132174614	0.81784999	22.14	3.46
避雷器	0.0054933478	0.55028865	12.59	3.46
电流互感器	0.0069212448	0.59999094	19.11	3.46

可靠性呈增长趋势。

应用表 6 给出的 500 kV 输变电设施可靠性预测模型的待定参数, 得出 2011 年 500 kV 输变电设施可靠性的预测结果列于表 8。从表 8 知, 与 2011 年统计值相比, 500 kV 输变电设施可靠性预测结果相对误差的绝对值小于 0.25%, 文中所建立的输变电设施可靠性预测模型的预测精度比较高。

6. 结论

1) 输变电设施可靠性的主要评价指标是可用系数, 通过可靠性数据跟踪, 给出了全国 220 kV 和 500 kV 2 个电压等级的变压器、断路器、避雷器和电流互感器等 4 类 8 种输变电设施的可用系数的统计结果。

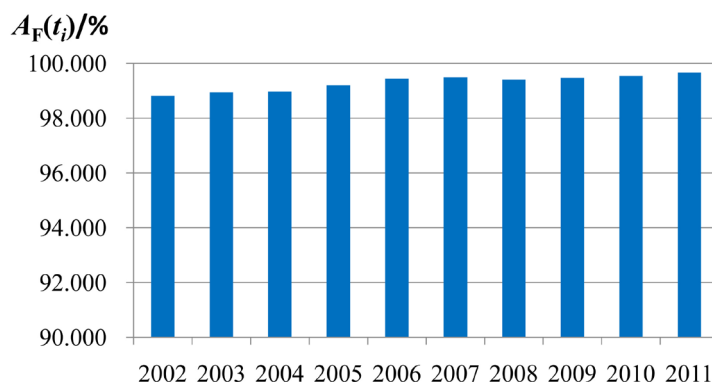


Figure 6. Trend of 500 kV transformer reliability in China

图 6. 全国 500 kV 变压器可靠性的变化趋势

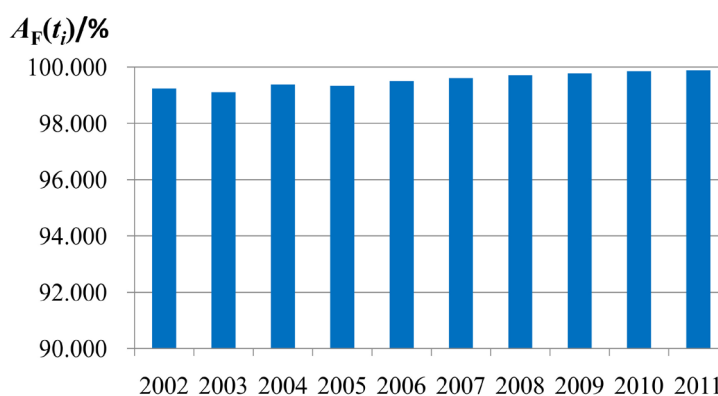


Figure 7. Trend of 500 kV circuit breaker reliability in China

图 7. 全国 500 kV 断路器可靠性的变化趋势

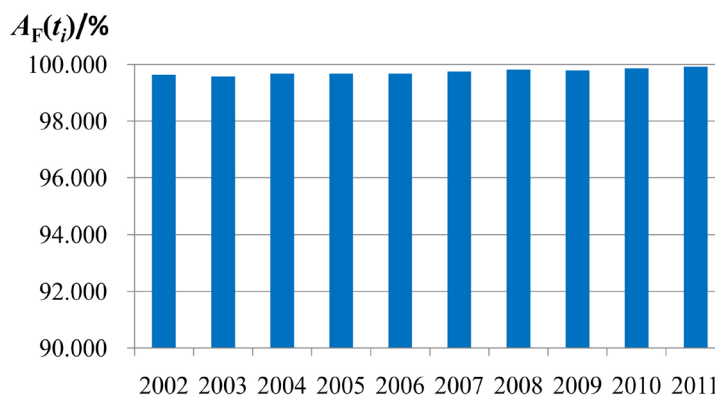


Figure 8. Trend of 500 kV arrester reliability in China

图 8. 全国 500 kV 避雷器可靠性的变化趋势

2) 采用柱形图表示全国 220 kV 和 500 kV 等 2 个电压等级的 4 类 8 种输变电设施可用系数逐年变化趋势并进行定性分析, 可以看出这 2 个电压等级的 4 类 8 种输变电设施的可靠性呈增长趋势。

3) 全国 220 kV 和 500 kV 等 2 个电压等级的 4 类 8 种输变电设施的可靠性预测模型的定量分析, 这 4 类 8 种输变电设施的可靠性预测模型的增长系数大于 0, 表明国内电力企业采取的可靠性改进措施是有效的, 国内输变电设施的可靠性呈增长趋势。

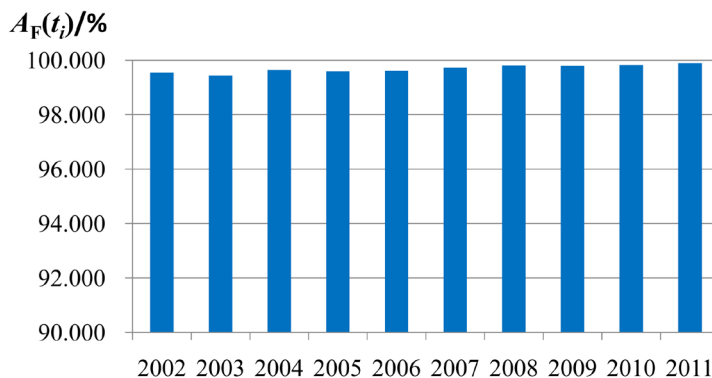


Figure 9. Trend of 500 kV current transformer reliability in China
图 9. 全国 500 kV 电流互感器可靠性的变化趋势

Table 8. Prediction results of 500 kV transmission and transformation facilities from 2002 to 2011 in China
表 8. 500 kV 输变电设施可靠性预测结果

输变电设施	年份	预测值 $A_F(t_i)/\%$	统计值 $A_F(t_i)/\%$	相对误差/ $\%$
变压器	2011	99.523	99.662	-0.139
断路器	2011	99.667	99.879	-0.212
避雷器	2011	99.778	99.920	-0.142
电流互感器	2011	99.767	99.895	-0.128

4) 全国 220 kV 和 500 kV 等 2 个电压等级的 4 类 8 种输变电设施的可靠性预测模型的拟合检验, 表明这 4 类 8 种输变电设施的可靠性变化规律符合本文提出的检修系数为幂函数的可靠性预测模型。

5) 应用文中给出的 220 kV 和 500 kV 输变电设施可靠性预测模型的待定参数, 得出输变电设施可靠性的预测结果, 与统计值相比, 相对误差的绝对值小于 0.25%, 表明文中所建立的输变电设施可靠性预测模型的预测精度比较高。

参考文献

- [1] IEEE Power Systems Engineering Committee (2008) IEEE Std 859TM-1987 (R2008). IEEE Standard Terms for Reporting and Analyzing Outage Occurrences and Outage States Electrical Transmission Facilities. IEEE Standards Board, New York.
- [2] Transmission Availability Data System Task Force (2007) Transmission Availability Data System Revised Final Report. NERC Planning Committee, Brattleboro, VT, USA.
- [3] Transmission Availability Data System Task Force for the NERC Planning Committee (2008) Transmission Availability Data System Phase II Final Report. NERC Planning Committee, Brattleboro, VT, USA.
- [4] 国家能源局. DL/T 837-2012. 输变电设施可靠性评价规程[S]. 北京: 中国电力出版社, 2012.
- [5] 陈丽娟, 蒋锦峰, 赵凯, 等. 2002 年全国 220kV 及以上电压等级输变电设施可靠性分析报告(上) [J]. 电力设备, 2004, 5(2): 60-66.
- [6] 陈丽娟, 蒋锦峰, 赵凯, 等. 2002 年全国 220kV 及以上电压等级输变电设施可靠性分析报告(下) [J]. 电力设备, 2004, 5(3): 64-69.
- [7] 贾立雄, 陈丽娟, 胡小正. 2006 年全国输变电设施和城市用户供电可靠性分析[J]. 中国电力, 2007, 40(5): 1-7.
- [8] 陈丽娟, 贾立雄, 胡小正. 2007 年全国输变电设施和城市用户供电可靠性分析[J]. 中国电力, 2008, 41(5): 1-8.
- [9] 陈丽娟, 胡小正. 2008 年全国输变电设施可靠性分析[J]. 中国电力, 2009, 42(5): 1-6.
- [10] 陈丽娟, 胡小正. 2009 年全国输变电设施可靠性分析[J]. 中国电力, 2010, 43(5): 1-6.
- [11] 陈丽娟, 胡小正. 2010 年全国输变电设施可靠性分析[J]. 中国电力, 2011, 44(11): 71-77.

-
- [12] 陈丽娟, 李霞. 2011 年全国输变电设施可靠性分析[J]. 中国电力, 2012, 45(7): 89-93.
- [13] 史清. 大型电力变压器可靠性增长模型研究[J]. 上海电力学院学报, 2007, 23(2): 105-108.
- [14] 方开泰, 全辉, 陈庆云. 实用回归分析[M]. 北京: 科学出版社, 1988.
- [15] 茆诗松, 王玲玲. 可靠性统计[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1984.
- [16] 电力可靠性管理中心. 2003-2012 电力可靠性指标发布报告[R]. 北京: 中国电力企业联合会, 2012.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2333-5394, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: jee@hanspub.org