

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 837—2012
代替 DL/T837—2003

输变电设施可靠性评价规程

Reliability evaluation code for transmission and
distribution installation

2012-01-04 发布

2012-03-01 实施

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 术语和定义.....	1
3 基本要求.....	5
4 统计设施的种类和统计单位.....	5
5 评价指标.....	6
6 统计评价报告.....	19
附录 A（资料性附录）输变电设施可靠性统计状态英文及缩写.....	24
附录 B（资料性附录）输变电设施可靠性指标中英文对照表.....	25

前 言

本标准是对 DL/T837-2003 的修订。

本标准与原标准相比较，主要有以下变化：

- 对计划停运重新进行了定义,由原来“设施由于大修、小修、试验、清扫和改造施工的需要而有计划安排的停运状态”修改为“在年度、季度、月度检修计划上安排的停运状态，分为大修、小修、试验、清扫和改造施工”，见第 2.1.2.1 条；
- 对第一类非计划停运，保留其中一部分内容，将“另：处于备用状态的设施，经调度批准进行检修工作时，若检修工作超过调度规定的时间，则超过规定时间的停运部分”删掉，见第 2.1.2.2.1 条；
- 对第四类非计划停运重新进行了定义，将“并且检修工作时间在调度批准时间内的停运”删掉，见第 2.1.2.2.4 条；
- 对组合电器的类型做了详细分类，并做了说明，见第 4.1 条；
- 对统计单位“套”的定义做了修改，修改为“套，指一个变电（升压）站内通过壳体及盆式绝缘子封闭连接或者通过架空连接线（电缆）相连接的一个或多个间隔称为一套组合电器”，见第 4.2 条；
- 增加了间隔的概念，并给出了组合电器间隔的功能分类，见第 4.2 条；
- 组合电器指标除保留原来单元件指标、某套组合电器指标、多套组合电器指标计算以外，增加了按间隔计算的指标。见第 5.4.1.1.2 条、第 5.4.1.1.3 条、第 5.4.1.1.4 条、第 5.4.1.2.2 条、第 5.4.1.2.3 条、第 5.4.1.2.4 条、第 5.4.2 条、第 5.4.3 条。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业可靠性管理标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国电力企业联合会电力可靠性管理中心。

本标准主要起草人：胡小正、蒋锦峰、陈丽娟、程学庆、李玉生。

本标准实施后代替 DL/T837-2003。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）

输变电设施可靠性评价规程

1 范围

本标准规定了输变电设施可靠性统计办法和评价指标。

本标准适用于发、输、供电企业输变电设施功能的可靠性评价。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

2.1

使用 active

设施自投产之日起，即作为统计对象进入使用状态。使用状态分为可用状态和不可用状态。状态分类见图 1，状态英文及缩写参见附录 A。

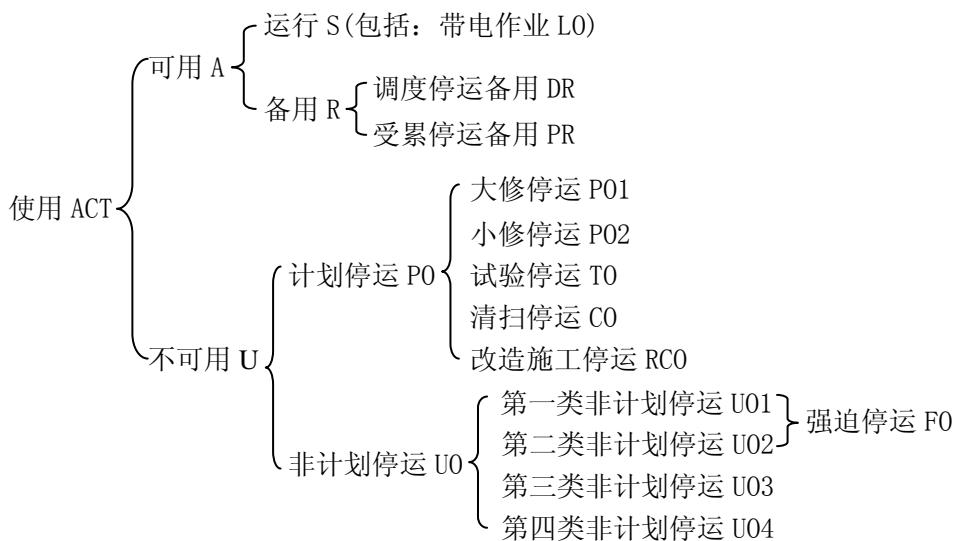


图 1 状态分类

2.1.1

可用 available

设施处于能够完成预定功能的状态，分为运行状态和备用状态。

2.1.1.1

运行 in service

设施与电网相联接，并处于带电的状态。

2.1.1.1.1

带电作业 live-line operation

在设施带电的情况下，对设备进行维护维修、更换部件和消除缺陷的作业。

2.1.1.2

备用 reserve shutdown

设施可用，但在运行的状态，分为调度停运备用状态和受累停运备用状态。

2.1.1.2.1

调度停运备用 dispatching reserve shutdown

设施本身可用，但因系统运行方式的需要，由调度命令而备用者。

2.1.1.2.2

受累停运备用 passive reserve shutdown

设施本身可用，但因相关设施的停运而被迫退出运行状态者。

2.1.2

不可用 unavailable

设施不论何种原因引起不能完成预定功能的状态，分为计划停运状态和非计划停运状态。

2.1.2.1

计划停运 planned outage

在年度、季度、月度检修计划上安排的停运状态，分为大修、小修、试验、清扫和改造施工。

2.1.2.1.1

大修停运 planned outage 1

在年度检修计划上安排的检修时间较长的计划停运。

2.1.2.1.2

小修停运 planned outage 2

在年度、季度、月度检修计划上安排的检修时间相对较短的计划停运。

2.1.2.1.3

试验停运 test outage

事先经主管部门批准对各类设施进行试验的停运。

2.1.2.1.4

清扫停运 clean outage

为清除设施外绝缘污秽进行的季节性停运。

2.1.2.1.5

改造施工停运 reform construction outage

由于基础设施建设或电网新建、扩建引起的线路迁移或升高杆塔等施工改造，以及由于扩容、绝缘改造、变压器的无励磁调压改有载调压等改造施工引起的停运。

2.1.2.2

非计划停运 unplanned outage

设施处于不可用而又不是计划停运的状态，分为第一类非计划停运状态、第二类非计划停运状态、第三类非计划停运状态和第四类非计划停运状态。

2.1.2.2.1

第一类非计划停运 unplanned outage 1

设施立即从可用状态改变到不可用状态。

2.1.2.2.2

第二类非计划停运 unplanned outage 2

设施虽非立即停运，但不能延至 24h 以后停运者（从向调度申请开始计时）。

2.1.2.2.3

第三类非计划停运 unplanned outage 3

设施能延迟至 24h 以后停运。

2.1.2.2.4

第四类非计划停运 unplanned outage 4

对计划停运的各类设施，若不能如期恢复其可用状态，则超过预定计划时间的停运部分记为第四类

非计划停运。计划停运时间为调度最初批准的停运时间。处于备用状态的设施，经调度批准进行检修工作的停运，也应记为第四类非计划停运。

2.1.2.2.5

强迫停运 forced outage

设施的第一类、第二类非计划停运均称为强迫停运。

2.2

可用小时 available hours

设施处于可用状态下的小时数。

2.2.1

运行小时 service hours

设施处于运行状态下的小时数。

2.2.2

备用小时 reserve shutdown hours

设施处于备用状态下的小时数。

2.2.2.1

调度停运备用小时 dispatching reserve shutdown hours

设施处于调度停运备用状态下的小时数。

2.2.2.2

受累停运备用小时 passive reserve shutdown hours

设施处于受累停运备用状态下的小时数。

2.3

不可用小时 unavaible hours

设施处于不可用状态下的小时数。

2.3.1

计划停运小时 planned outage hours

设施处于计划停运状态下的小时数。

2.3.1.1

大修停运小时 planned outage hours 1

设施处于大修停运状态下的小时数。

2.3.1.2

小修停运小时 planned outage hours 2

设施处于小修停运状态下的小时数。

2.3.1.3

试验停运小时 test outage hours

设施处于试验停运状态下的小时数。

2.3.1.4

清扫停运小时 clean outage hours

设施处于清扫停运状态下的小时数。

2.3.1.5

改造施工停运小时 reform construction outage hours

设施处于改造施工停运状态下的小时数。

2.3.2

非计划停运小时 unplanned outage hours

设施处于非计划停运状态下的小时数。

2.3.2.1

第一类非计划停运小时 unplanned outage hours 1

设施处于第一类非计划停运状态下的小时数。

2.3.2.2

第二类非计划停运小时 unplanned outage hours 2

设施处于第二类非计划停运状态下的小时数。

2.3.2.3

第三类非计划停运小时 unplanned outage hours 3

设施处于第三类非计划停运状态下的小时数。

2.3.2.4

第四类非计划停运小时 unplanned outage hours 4

设施处于第四类非计划停运状态下的小时数。

2.3.2.5

强迫停运小时 forced outage hours

设施处于强迫停运状态下的小时数。

2.4

统计期间小时 period hours

设施处于使用状态下，根据统计需要选取期间的小时数。

2.5

统计台[100km(km)、元件、段、条]·年 unit years

统计期间设施的台[100km(km)、元件、段、条]·年数。

若投运当年统计期间不满一年的则按实际投运时间折算。

其折算公式为：

$$\text{统计台[100km(km)、元件、段、条]·年} = \frac{\text{当年投运天数}}{365} \text{台[100km(km)、元件、段、条]·年} \quad (1)$$

2.6

计划停运次数 planned outage times

设施处于计划停运状态下的次数。

2.6.1

大修停运次数 planned outage times 1

设施处于大修停运状态下的次数。

2.6.2

小修停运次数 planned outage times 2

设施处于小修停运状态下的次数。

2.6.3

试验停运次数 test outage times

设施处于试验停运状态下的次数。

2.6.4

清扫停运次数 clean outage times

设施处于清扫停运状态下的次数。

2.6.5

改造施工停运次数 reform construction outage times

设施处于改造施工停运状态下的次数。

2.7

备用停运次数 **reserve shutdown times**

设施处于备用停运状态下的次数。

2.7.1

调度停运备用次数 **dispatching reserve shutdown times**

设施处于调度停运备用状态下的次数。

2.7.2

受累停运备用次数 **passive reserve shutdown times**

设施处于受累停运备用状态下的次数。

2.8

非计划停运次数 **unplanned outage times**

设施处于非计划停运状态下的次数。

对断路器而言，非计划停运次数还应包括其本身的拒分拒合、自分自合、慢分慢合及不同期分合的次数。

2.8.1

第一类非计划停运次数 **unplanned outage times 1**

设施处于第一类非计划停运状态下的次数。

2.8.2

第二类非计划停运次数 **unplanned outage times 2**

设施处于第二类非计划停运状态下的次数。

2.8.3

第三类非计划停运次数 **unplanned outage times 3**

设施处于第三类非计划停运状态下的次数。

2.8.4

第四类非计划停运次数 **unplanned outage times 4**

设施处于第四类非计划停运状态下的次数。

2.8.5

强迫停运次数 **forced outage times**

设施处于强迫停运状态下的次数。

3 基本要求

本标准中指标评价所要求的各种基础数据报告，必须尊重科学、实事求是、严肃认真、全面而客观地反应输变电设施的真实状况，做到准确、及时、完整。

4 统计设施的种类和统计单位

4.1 统计设施的种类

统计的输变电设施包括变压器、电抗器、断路器（仅包括柱式断路器和罐式断路器）、电流互感器（不含附设于变压器、断路器内不作独立设施注册的套管型电流互感器）、电压互感器（含电容式电压互感器）、隔离开关、避雷器、耦合电容器、阻波器、架空线路、电缆线路、组合电器、母线，其中组合电器包括三种类型：

- a) 气体绝缘金属封闭组合电器。是指全部或部分采用 SF₆ 气体而不采用大气压下的空气作为绝缘介质的金属封闭开关设备。它利用 SF₆ 气体的高绝缘性能，将断路器、隔离开关、接地开关、电流互感器、电压互感器等多种设备以及主母线、分支母线组合封装在金属封闭的外壳

内，除出线套管外，无外漏带电体。

- b) 复合式气体绝缘金属封闭组合电器。是以 SF₆ 断路器为核心，集隔离开关、接地开关、电流互感器为一体的 SF₆ 气体绝缘开关。它与气体绝缘金属封闭组合电器最大的区别在于不包括电压互感器、避雷器及主母线和分支母线，设备两侧通过出线套管与敞开式主母线相连。
- c) 紧凑型组合电器。既可以由空气绝缘的开关设备的元件也可以由空气绝缘的开关设备和复合式气体绝缘的开关设备组合而成。包括：①通常是以瓷柱式断路器为核心，通过紧凑布置，充分利用各设备自身的结构组成部件，相互配合，将敞开式的隔离开关、接地开关、互感器等设备机械地连接组合在一起，各组成部分均为敞开式的独立功能设备。②通常是以罐式断路器为核心，将断路器、隔离开关、电压和电流互感器等多个功能元件封闭在标准模块内，模块在工厂预装。

4.2 统计单位

变压器——台，三相变压器为 1 台；单相变压器一相为 1 台(包括备用相)。

电抗器——台，三相电抗器为 1 台；单相电抗器一相为 1 台。

断路器——三相为 1 台。

隔离开关——三相为 1 台。

架空线路——100km（架空线路统计长度按每回线路的杆线长度计算）。

电缆线路——km。

母线——一段，指变电（升压）站中的母线系统。

组合电器——套，指一个变电（升压）站内通过壳体及盆式绝缘子封闭连接或者通过架空连接线（电缆）相连接的一个或多个间隔称为一套组合电器。

其中，“间隔”通常是指一个具有完整功能的电气单元，一般包含断路器、隔离开关及接地开关、电流互感器、电压互感器、避雷器、套管、主母线或分支母线等元件的全部或一部分。按照间隔实现的功能可分为出线间隔、变压器间隔、母联（分段）开关间隔、3/2 接线中开关间隔、不完整间隔、桥开关间隔、母线间隔等。

其他设施一律按相统计并分别注册。

5 评价指标

评价指标中英文对照表参见附录 B。

5.1 变压器、电抗器、电压互感器、电流互感器、隔离开关、耦合电容器、阻波器、避雷器、母线

5.1.1 单台(段)指标

a) 可用系数：

$$AF = \frac{\text{可用小时 } AH}{\text{统计期间小时 } PH} \times 100\% \quad (2)$$

b) 运行系数：

$$SF = \frac{\text{运行小时 } SH}{\text{统计期间小时 } PH} \times 100\% \quad (3)$$

c) 计划停运系数：

$$POF = \frac{\text{计划停运小时 } POH}{\text{统计期间小时 } PH} \times 100\% \quad (4)$$

d) 非计划停运系数：

$$UOF = \frac{\text{非计划停运小时 } UOH}{\text{统计期间小时 } PH} \times 100\% \quad (5)$$

e) 强迫停运系数:

$$FOF = \frac{\text{强迫停运小时} FOH}{\text{统计期间小时} PH} \times 100\% \quad (6)$$

f) 计划停运率:

$$POR = \frac{\text{计划停运次数} POT}{\text{统计台(段)} \cdot \text{年数} UY} [\text{次/台(段)} \cdot \text{年}] \quad (7)$$

g) 非计划停运率:

$$UOR = \frac{\text{非计划停运次数} UOT}{\text{统计台(段)} \cdot \text{年数} UY} [\text{次/台(段)} \cdot \text{年}] \quad (8)$$

h) 强迫停运率:

$$FOR = \frac{\text{强迫停运次数} FOT}{\text{统计台(段)} \cdot \text{年数} UY} [\text{次/台(段)} \cdot \text{年}] \quad (9)$$

i) 连续可用小时:

$$CSH = \frac{\text{可用小时} AH}{\text{计划停运次数} POT + \text{非计划停运次数} UOT} (\text{小时/次}) \quad (10)$$

j) 暴露率:

$$EXR = \frac{\text{运行小时} SH}{\text{可用小时} AH} \times 100\% \quad (11)$$

5.1.2 同一电压等级同类设备多台(段)综合指标

a) 可用系数:

$$\begin{aligned} AF &= \frac{\sum \text{可用小时} AH}{\sum \text{统计期间小时} PH} \times 100\% \\ &= \frac{\sum [\text{某台设备可用系数} AF \times \text{该设备统计台(段)} \cdot \text{年数}]}{\sum \text{某台设备统计台(段)} \cdot \text{年数}} \times 100\% \end{aligned} \quad (12)$$

b) 运行系数:

$$\begin{aligned} SF &= \frac{\sum \text{运行小时} SH}{\sum \text{统计期间小时} PH} \times 100\% \\ &= \frac{\sum [\text{某台设备运行系数} SF \times \text{该设备统计台(段)} \cdot \text{年数}]}{\sum \text{某台设备统计台(段)} \cdot \text{年数}} \times 100\% \end{aligned} \quad (13)$$

c) 计划停运系数:

$$\begin{aligned} POF &= \frac{\sum \text{计划停运小时} POH}{\sum \text{统计期间小时} PH} \times 100\% \\ &= \frac{\sum [\text{某台设备计划停运系数} POF \times \text{该设备统计台(段)} \cdot \text{年数}]}{\sum \text{某台设备统计台(段)} \cdot \text{年数}} \times 100\% \end{aligned} \quad (14)$$

d) 非计划停运系数:

$$\begin{aligned} UOF &= \frac{\sum \text{非计划停运小时} UOH}{\sum \text{统计期间小时} PH} \times 100\% \\ &= \frac{\sum [\text{某台设备非计划停运系数} UOF \times \text{该设备统计台(段)} \cdot \text{年数}]}{\sum \text{某台设备统计台(段)} \cdot \text{年数}} \times 100\% \end{aligned} \quad (15)$$

e) 强迫停运系数:

$$\begin{aligned}
 FOF &= \frac{\sum \text{强迫停运小时 } FOH}{\sum \text{统计期间小时 } PH} \times 100\% \\
 &= \frac{\sum [\text{某台设备强迫停运系数 } FOF \times \text{该设备统计台(段) \cdot 年数}]}{\sum \text{某台设备统计台(段) \cdot 年数}} \times 100\%
 \end{aligned} \quad (16)$$

f) 计划停运率:

$$\begin{aligned}
 POR &= \frac{\sum \text{计划停运次数 } POT}{\sum \text{统计台(段) \cdot 年数}} \\
 &= \frac{\sum [\text{某台设备计划停运率 } POR \times \text{该设备统计台(段) \cdot 年数}]}{\sum \text{某台设备统计台(段) \cdot 年数}} \quad [\text{次/台(段) \cdot 年}]
 \end{aligned} \quad (17)$$

g) 非计划停运率:

$$\begin{aligned}
 UOR &= \frac{\sum \text{非计划停运次数 } UOT}{\sum \text{统计台(段) \cdot 年数}} \\
 &= \frac{\sum [\text{某台设备非计划停运率 } UOR \times \text{该设备统计台(段) \cdot 年数}]}{\sum \text{某台设备统计台(段) \cdot 年数}} \quad [\text{次/台(段) \cdot 年}]
 \end{aligned} \quad (18)$$

h) 强迫停运率:

$$\begin{aligned}
 FOR &= \frac{\sum \text{强迫停运次数 } FOT}{\sum \text{统计台(段) \cdot 年数}} \\
 &= \frac{\sum [\text{某台设备强迫停运率 } FOR \times \text{该设备统计台(段) \cdot 年数}]}{\sum \text{某台设备统计台(段) \cdot 年数}} \quad [\text{次/台(段) \cdot 年}]
 \end{aligned} \quad (19)$$

i) 连续可用小时:

$$CSH = \frac{\sum \text{可用小时 } AH}{\sum (\text{计划停运次数 } POT + \text{非计划停运次数 } UOT)} \quad (\text{小时/次}) \quad (20)$$

j) 暴露率:

$$EXR = \frac{\sum \text{运行小时 } SH}{\sum \text{可用小时 } AH} \times 100\% \quad (21)$$

5.1.3 不同电压等级多台(段)同类设备综合指标

a) 可用系数:

$$AF = \frac{\sum [\text{某电压等级设备的可用系数 } AF \times \text{该电压等级设备统计百台(段) \cdot 年数}]}{\sum \text{某电压等级设备统计百台(段) \cdot 年数}} \times 100\% \quad (22)$$

b) 运行系数:

$$SF = \frac{\sum [\text{某电压等级设备的运行系数 } SF \times \text{该电压等级设备统计百台(段) \cdot 年数}]}{\sum \text{某电压等级设备统计百台(段) \cdot 年数}} \times 100\% \quad (23)$$

c) 计划停运系数:

$$POF = \frac{\sum [\text{某电压等级设备的计划停运系数 } POF \times \text{该电压等级设备统计百台(段) \cdot 年数}]}{\sum \text{某电压等级设备统计百台(段) \cdot 年数}} \times 100\% \quad (24)$$

d) 非计划停运系数:

$$UOF = \frac{\sum [\text{某电压等级设备的非计划停运系数 } UOF \times \text{该电压等级设备统计百台(段) \cdot 年数}]}{\sum \text{某电压等级设备统计百台(段) \cdot 年数}} \times 100\% \quad (25)$$

e) 强迫停运系数:

$$FOF = \frac{\sum [\text{某电压等级设备的强迫停运系数 } FOF \times \text{该电压等级设备统计百台(段) \cdot 年数}]}{\sum \text{某电压等级设备统计百台(段) \cdot 年数}} \times 100\% \quad (26)$$

f) 计划停运率:

$$POR = \frac{\sum[\text{某电压等级设备的计划停运率}POR \times \text{该电压等级设备统计百台(段)} \cdot \text{年数}]}{\sum \text{某电压等级设备统计百台(段)} \cdot \text{年数}} \quad [\text{次/百台(段)} \cdot \text{年}] \quad (27)$$

g) 非计划停运率:

$$UOR = \frac{\sum[\text{某电压等级设备的非计划停运率}UOR \times \text{该电压等级设备统计百台(段)} \cdot \text{年数}]}{\sum \text{某电压等级设备统计百台(段)} \cdot \text{年数}} \quad [\text{次/百台(段)} \cdot \text{年}] \quad (28)$$

h) 强迫停运率:

$$FOR = \frac{\sum[\text{某电压等级设备的强迫停运率}FOR \times \text{该电压等级设备统计百台(段)} \cdot \text{年数}]}{\sum \text{某电压等级设备统计百台(段)} \cdot \text{年数}} \quad [\text{次/百台(段)} \cdot \text{年}] \quad (29)$$

i) 连续可用小时: 同公式(20)。

j) 暴露率: 同公式(21)。

5.2 断路器

5.2.1 单台指标

a) 可用系数: 同公式(2)。

b) 运行系数: 同公式(3)。

c) 计划停运系数: 同公式(4)。

d) 非计划停运系数: 同公式(5)。

e) 强迫停运系数: 同公式(6)。

f) 计划停运率: 同公式(7)。

g) 非计划停运率: 同公式(8)。

h) 强迫停运率: 同公式(9)。

i) 暴露率: 同公式(11)。

j) 平均无故障操作次数:

$$MTBF = \frac{\text{操作次数}}{\text{非计划停运间隔数}} \quad (\text{次/非计划停运间隔数}) \quad (30)$$

式中, 非计划停运间隔数采用非计划停运次数; 操作次数按断路器的分闸次数统计, 分闸次数为正常操作分闸次数、切除故障分闸次数及调试分闸次数之和。

k) 正确动作率:

$$CMR = \left(1 - \frac{\text{非正确动作次数}}{\text{切除故障分闸次数} + \text{正常操作分闸次数} + \text{非正确动作次数}} \right) \times 100\% \quad (31)$$

式中, 非正确动作次数包括其本身的拒分拒合、慢分慢合及不同期分合的次数。

5.2.2 同一电压等级多台设备综合指标

a) 可用系数: 同公式(12)。

b) 运行系数: 同公式(13)。

c) 计划停运系数: 同公式(14)。

d) 非计划停运系数: 同公式(15)。

e) 强迫停运系数: 同公式(16)。

f) 计划停运率: 同公式(17)。

g) 非计划停运率: 同公式(18)。

h) 强迫停运率: 同公式(19)。

i) 暴露率: 同公式(21)。

j) 平均无故障操作次数:

$$MTBF = \frac{\sum \text{操作次数}}{\sum \text{非计划停运间隔数}} (\text{次/非计划停运间隔数}) \quad (32)$$

式中，非计划停运间隔数采用非计划停运次数；操作次数按断路器的分闸次数统计，分闸次数为正常操作分闸次数、切除故障分闸次数及调试分闸次数之和。

k) 正确动作率：

$$CMR = \left[1 - \frac{\sum \text{非正确动作次数}}{\sum (\text{切除故障分闸次数} + \text{正常操作分闸次数} + \text{非正确动作次数})} \right] \times 100\% \quad (33)$$

式中，非正确动作次数包括其本身的拒分拒合、慢分慢合及不同期分合的次数。

5.2.3 不同电压等级多台设备综合指标

- a) 可用系数：同公式 (22)。
- b) 运行系数：同公式 (23)。
- c) 计划停运系数：同公式 (24)。
- d) 非计划停运系数：同公式 (25)。
- e) 强迫停运系数：同公式 (26)。
- f) 计划停运率：同公式 (27)。
- g) 非计划停运率：同公式 (28)。
- h) 强迫停运率：同公式 (29)。
- i) 暴露率：同公式 (21)。
- j) 平均无故障操作次数：同公式 (32)。
- k) 正确动作率：同公式 (33)。

5.3 架空线路、电缆线路

5.3.1 单条线路的指标

- a) 可用系数：同公式 (2)。
- b) 运行系数：同公式 (3)。
- c) 计划停运系数：同公式 (4)。
- d) 非计划停运系数：同公式 (5)。
- e) 强迫停运系数：同公式 (6)。
- f) 计划停运率：

1) 按统计 100km(km)•年计算：

$$POR = \frac{\text{计划停运次数} POT}{\text{统计} 100\text{km} (km) \bullet \text{年数}} [\text{次}/100\text{km} (km) \bullet \text{年}] \quad (34)$$

2) 按统计条•年计算：

$$POR = \frac{\text{计划停运次数} POT}{\text{统计条} \bullet \text{年数}} [\text{次}/(\text{条} \bullet \text{年})] \quad (35)$$

g) 非计划停运率：

1) 按统计 100km(km)•年计算：

$$UOR = \frac{\text{非计划停运次数} UOT}{\text{统计} 100\text{km} (km) \bullet \text{年数}} [\text{次}/100\text{km} (km) \bullet \text{年}] \quad (36)$$

2) 按统计条•年计算：

$$UOR = \frac{\text{非计划停运次数} UOT}{\text{统计条} \bullet \text{年数}} [\text{次}/(\text{条} \bullet \text{年})] \quad (37)$$

h) 强迫停运率：

1) 按统计 100km(km)·年计算:

$$FOR = \frac{\text{强迫停运次数}FOR}{\text{统计}100\text{km}(\text{km})\cdot\text{年数}}[\text{次}/100\text{km}(\text{km})\cdot\text{年}] \quad (38)$$

2) 按统计条·年计算:

$$FOR = \frac{\text{强迫停运次数}FOR}{\text{统计条}\cdot\text{年数}}[\text{次}/(\text{条}\cdot\text{年})] \quad (39)$$

i) 连续可用小时: 同公式 (10)。

j) 暴露率: 同公式 (11)。

5.3.2 同一电压等级多条线路综合指标

a) 可用系数:

1) 按统计 100km(km)·年计算:

$$AF = \frac{\sum[\text{某条线可用系数}AF \times \text{该条线}100\text{km}(\text{km})\cdot\text{年数}]}{\sum\text{某条线}100\text{km}(\text{km})\cdot\text{年数}} \times 100\% \quad (40)$$

2) 按统计条·年计算:

$$AF = \frac{\sum(\text{某条线可用系数}AF \times \text{该条线条}\cdot\text{年数})}{\sum\text{某条线条}\cdot\text{年数}} \times 100\% \quad (41)$$

b) 运行系数:

1) 按统计 100km(km)·年计算:

$$SF = \frac{\sum[\text{某条线运行系数}SF \times \text{该条线}100\text{km}(\text{km})\cdot\text{年数}]}{\sum\text{某条线}100\text{km}(\text{km})\cdot\text{年数}} \times 100\% \quad (42)$$

2) 按统计条·年计算:

$$SF = \frac{\sum(\text{某条线运行系数}SF \times \text{该条线条}\cdot\text{年数})}{\sum\text{某条线条}\cdot\text{年数}} \times 100\% \quad (43)$$

c) 计划停运系数:

1) 按统计 100km(km)·年计算:

$$POF = \frac{\sum[\text{某条线计划停运系数}POF \times \text{该条线}100\text{km}(\text{km})\cdot\text{年数}]}{\sum\text{某条线}100\text{km}(\text{km})\cdot\text{年数}} \times 100\% \quad (44)$$

2) 按统计条·年计算:

$$POF = \frac{\sum(\text{某条线计划停运系数}POF \times \text{该条线条}\cdot\text{年数})}{\sum\text{某条线条}\cdot\text{年数}} \times 100\% \quad (45)$$

d) 非计划停运系数:

1) 按统计 100km(km)·年计算:

$$UOF = \frac{\sum[\text{某条线非计划停运系数}UOF \times \text{该条线}100\text{km}(\text{km})\cdot\text{年数}]}{\sum\text{某条线}100\text{km}(\text{km})\cdot\text{年数}} \times 100\% \quad (46)$$

2) 按统计条·年计算:

$$UOF = \frac{\sum(\text{某条线非计划停运系数}UOF \times \text{该条线条}\cdot\text{年数})}{\sum\text{某条线条}\cdot\text{年数}} \times 100\% \quad (47)$$

e) 强迫停运系数:

1) 按统计 100km(km)·年计算:

$$FOF = \frac{\sum[\text{某条线强迫停运系数}FOF \times \text{该条线}100\text{km}(\text{km})\cdot\text{年数}]}{\sum\text{某条线}100\text{km}(\text{km})\cdot\text{年数}} \times 100\% \quad (48)$$

2) 按统计条·年计算:

$$FOF = \frac{\sum(\text{某条线强迫停运系数} FOF \times \text{该条线条} \cdot \text{年数})}{\sum \text{某条线条} \cdot \text{年数}} \times 100\% \quad (49)$$

f) 计划停运率:

1) 按统计 100km(km)·年计算:

$$\begin{aligned} POR &= \frac{\sum \text{计划停运次数} POT}{\sum \text{统计} 100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数}} \\ &= \frac{\sum(\text{某条线计划停运率} POR \times \text{该条线} 100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数})}{\sum \text{某条线} 100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数}} [\text{次}/100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年}] \end{aligned} \quad (50)$$

2) 按统计条·年计算:

$$\begin{aligned} POR &= \frac{\sum \text{计划停运次数} POT}{\sum \text{统计条} \cdot \text{年数}} \\ &= \frac{\sum(\text{某条线计划停运率} POR \times \text{该条线条} \cdot \text{年数})}{\sum \text{某条线条} \cdot \text{年数}} [\text{次}/(\text{条} \cdot \text{年})] \end{aligned} \quad (51)$$

g) 非计划停运率:

1) 按统计 100km(km)·年计算:

$$\begin{aligned} UOR &= \frac{\sum \text{非计划停运次数} UOT}{\sum \text{统计} 100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数}} \\ &= \frac{\sum(\text{某条线非计划停运率} UOR \times \text{该条线} 100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数})}{\sum \text{某条线} 100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数}} [\text{次}/100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年}] \end{aligned} \quad (52)$$

2) 按统计条·年计算:

$$\begin{aligned} UOR &= \frac{\sum \text{非计划停运次数} UOT}{\sum \text{统计条} \cdot \text{年数}} \\ &= \frac{\sum(\text{某条线非计划停运率} UOR \times \text{该条线条} \cdot \text{年数})}{\sum \text{某条线条} \cdot \text{年数}} [\text{次}/(\text{条} \cdot \text{年})] \end{aligned} \quad (53)$$

h) 强迫停运率:

1) 按统计 100km(km)·年计算:

$$\begin{aligned} FOR &= \frac{\sum \text{强迫停运次数} FOT}{\sum \text{统计} 100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数}} \\ &= \frac{\sum[\text{某条线强迫停运率} FOR \times \text{该条线} 100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数}]}{\sum \text{某条线} 100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数}} [\text{次}/100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年}] \end{aligned} \quad (54)$$

2) 按统计条·年计算:

$$\begin{aligned} FOR &= \frac{\sum \text{强迫停运次数} FOT}{\sum \text{统计条} \cdot \text{年数}} \\ &= \frac{\sum(\text{某条线强迫停运率} FOR \times \text{该条线条} \cdot \text{年数})}{\sum \text{某条线条} \cdot \text{年数}} [\text{次}/(\text{条} \cdot \text{年})] \end{aligned} \quad (55)$$

i) 连续可用小时: 同公式 (20)。

j) 暴露率: 同公式 (21)。

k) 非计划停运条次比:

$$UORC = \frac{\sum \text{某条线路非计划停运次数}}{\text{线路总条数}} (\text{次}/\text{条}) \quad (56)$$

5.3.3 不同电压等级多条线路综合指标

a) 可用系数:

1) 按统计 100km(km)·年计算:

$$AF = \frac{\sum[\text{某电压等级线路的可用系数}AF \times \text{该电压等级线路统计}100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数}]}{\sum \text{某电压等级线路的统计}100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数}} \times 100\% \quad (5.7)$$

2) 按统计条·年计算:

$$AF = \frac{\sum(\text{某电压等级线路的可用系数}AF \times \text{该电压等级线路统计条} \cdot \text{年数})}{\sum \text{某电压等级线路的统计条} \cdot \text{年数}} \times 100\% \quad (5.8)$$

b) 运行系数:

1) 按统计 100km(km)·年计算:

$$SF = \frac{\sum[\text{某电压等级线路的运行系数}SF \times \text{该电压等级线路统计}100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数}]}{\sum \text{某电压等级线路的统计}100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数}} \times 100\% \quad (5.9)$$

2) 按统计条·年计算:

$$SF = \frac{\sum(\text{某电压等级线路的运行系数}SF \times \text{该电压等级线路统计条} \cdot \text{年数})}{\sum \text{某电压等级线路的统计条} \cdot \text{年数}} \times 100\% \quad (6.0)$$

c) 计划停运系数:

1) 按统计 100km(km)·年计算:

$$POF = \frac{\sum[\text{某电压等级线路的计划停运系数}POF \times \text{该电压等级线路统计}100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数}]}{\sum \text{某电压等级线路的统计}100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数}} \times 100\% \quad (6.1)$$

2) 按统计条·年计算:

$$POF = \frac{\sum(\text{某电压等级线路的计划停运系数}POF \times \text{该电压等级线路统计条} \cdot \text{年数})}{\sum \text{某电压等级线路的统计条} \cdot \text{年数}} \times 100\% \quad (6.2)$$

d) 非计划停运系数:

1) 按统计 100km(km)·年计算:

$$UOF = \frac{\sum[\text{某电压等级线路的非计划停运系数}UOF \times \text{该电压等级线路统计}100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数}]}{\sum \text{某电压等级线路的统计}100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数}} \times 100\% \quad (6.3)$$

2) 按统计条·年计算:

$$UOF = \frac{\sum(\text{某电压等级线路的非计划停运系数}UOF \times \text{该电压等级线路统计条} \cdot \text{年数})}{\sum \text{某电压等级线路的统计条} \cdot \text{年数}} \times 100\% \quad (6.4)$$

e) 强迫停运系数:

1) 按统计 100km(km)·年计算:

$$FOF = \frac{\sum[\text{某电压等级线路的强迫停运系数}FOF \times \text{该电压等级线路统计}100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数}]}{\sum \text{某电压等级线路的统计}100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数}} \times 100\% \quad (6.5)$$

2) 按统计条·年计算:

$$FOF = \frac{\sum(\text{某电压等级线路的强迫停运系数}FOF \times \text{该电压等级线路统计条} \cdot \text{年数})}{\sum \text{某电压等级线路的统计条} \cdot \text{年数}} \times 100\% \quad (6.6)$$

f) 计划停运率:

1) 按统计 100km(km)·年计算:

$$POR = \frac{\sum[\text{某电压等级线路的计划停运率}POR \times \text{该电压等级线路统计}100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数}]}{\sum \text{某电压等级线路的统计}100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年数}} \quad [\text{次}/100\text{km}(\text{km}) \cdot \text{年}] \quad (6.7)$$

2) 按统计条·年计算:

$$POR = \frac{\sum(\text{某电压等级线路的计划停运率}POR \times \text{该电压等级线路统计条} \cdot \text{年数})}{\sum \text{某电压等级线路的统计条} \cdot \text{年数}} \quad [次/(条 \cdot 年)] \quad (68)$$

g) 非计划停运率:

1) 按统计 100km(km)·年计算:

$$UOR = \frac{\sum[\text{某电压等级线路的非计划停运率}UOR \times \text{该电压等级线路统计}100\text{km}(km) \cdot \text{年数}]}{\sum \text{某电压等级线路的统计}100\text{km}(km) \cdot \text{年数}} \quad [次/100\text{km}(km) \cdot 年] \quad (69)$$

2) 按统计条·年计算:

$$UOR = \frac{\sum(\text{某电压等级线路的非计划停运率}UOR \times \text{该电压等级线路统计条} \cdot \text{年数})}{\sum \text{某电压等级线路的统计条} \cdot \text{年数}} \quad [次/(条 \cdot 年)] \quad (70)$$

h) 强迫停运率:

1) 按统计 100km(km)·年计算:

$$FOR = \frac{\sum[\text{某电压等级线路的强迫停运率}FOR \times \text{该电压等级线路统计}100\text{km}(km) \cdot \text{年数}]}{\sum \text{某电压等级线路的统计}100\text{km}(km) \cdot \text{年数}} \quad [次/100\text{km}(km) \cdot 年] \quad (71)$$

2) 按统计条·年计算:

$$FOR = \frac{\sum(\text{某电压等级线路的强迫停运率}FOR \times \text{该电压等级线路统计条} \cdot \text{年数})}{\sum \text{某电压等级线路的统计条} \cdot \text{年数}} \quad [次/(条 \cdot 年)] \quad (72)$$

5.3.4 分段维护、管理的线路综合指标

5.3.4.1 管辖段线路指标

应视为单条线路,计算公式参照单条线路指标,其指标计算参数取管辖段线路的实际值。

5.3.4.2 全线指标

应视为一条线路计算指标。先将第 j 次 ($j=1, 2, 3, \dots, k$) 各段的停运事件进行合并,即停运次数合并为 1 次,停运时间应为全线的实际停运时间,然后再按照单条线路的指标计算公式进行计算。

5.4 组合电器(以下简称 GIS)

包括元件指标、间隔指标和套指标。间隔指标按两种方式进行计算:①按间隔内元件停运事件加权方式计算;②按间隔内元件停运事件合并方式计算。合并方式是将间隔视为一个整体部件计算指标。先将间隔内第 j 次 ($j=1, 2, 3, \dots, k$) 各元件的停运事件进行合并,即停运次数合并为 1 次,停运时间应为间隔的实际停运时间,然后再按照单台设备的指标计算公式进行计算。

5.4.1 GIS 内部元件指标

5.4.1.1 电压互感器、电流互感器、隔离开关、避雷器、母线的指标与计算公式

5.4.1.1.1 单元件指标

同 5.1.1。

5.4.1.1.2 单间隔 GIS 内部同类元件综合指标

同 5.1.2。

5.4.1.1.3 同一电压等级多间隔 GIS 内部同类元件综合指标

同 5.1.2。

5.4.1.1.4 不同电压等级多间隔 GIS 内部同类元件综合指标

同 5.1.3。

5.4.1.2 断路器的指标与计算公式

5.4.1.2.1 单台指标

同 5.2.1。

5.4.1.2.2 单间隔 GIS 内部断路器综合指标

同 5.2.2。

5.4.1.2.3 同一电压等级多间隔 GIS 内部断路器综合指标

同 5.2.2。

5.4.1.2.4 不同电压等级多间隔 GIS 内部断路器的综合指标

同 5.2.3。

5.4.2 某间隔 GIS 指标

5.4.2.1 按间隔内元件停运事件加权方式计算

a) 可用系数:

$$AF = \left\{ 1 - \frac{\sum_i \sum_j [\text{统计期间内第 } j \text{ 次(计停, 非停)的第 } i \text{ 类元件} \times \text{第 } j \text{ 次(计停, 非停)小时}]}{\sum_i (\text{该间隔 GIS 的第 } i \text{ 类元件总数} \times \text{统计期间小时})} \right\} \times 100\% \quad (73)$$

式中, 计停为计划停运, 非停为非计划停运。

b) 运行系数:

$$SF = \frac{\sum_i \text{统计期间内第 } i \text{ 类元件的运行小时}}{\sum_i (\text{该间隔 GIS 的第 } i \text{ 类元件总数} \times \text{统计期间小时})} \times 100\% \quad (74)$$

c) 计划停运系数:

$$POF = \frac{\sum_i \sum_j (\text{统计期间内第 } j \text{ 次计划停运的第 } i \text{ 类元件数} \times \text{第 } j \text{ 次计划停运小时})}{\sum_i (\text{该间隔 GIS 的第 } i \text{ 类元件总数} \times \text{统计期间小时})} \times 100\% \quad (75)$$

d) 非计划停运系数:

$$UOF = \frac{\sum_i \sum_j (\text{统计期间内第 } j \text{ 次非计划停运的第 } i \text{ 类元件数} \times \text{第 } j \text{ 次非计划停运小时})}{\sum_i (\text{该间隔 GIS 的第 } i \text{ 类元件总数} \times \text{统计期间小时})} \times 100\% \quad (76)$$

e) 强迫停运系数:

$$FOF = \frac{\sum_i \sum_j (\text{统计期间内第 } j \text{ 次强迫停运的第 } i \text{ 类元件数} \times \text{第 } j \text{ 次强迫停运小时})}{\sum_i (\text{该间隔 GIS 的第 } i \text{ 类元件总数} \times \text{统计期间小时})} \times 100\% \quad (77)$$

f) 计划停运率:

$$POR = \frac{\sum_i \sum_j (\text{统计期间内第 } j \text{ 次计划停运的第 } i \text{ 类元件数})}{\sum_i (\text{该间隔 GIS 的第 } i \text{ 类元件总数} \times \text{统计期间小时} / 8760)} [\text{次/台(段)} \cdot \text{年}] \quad (78)$$

g) 非计划停运率:

$$UOR = \frac{\sum_i \sum_j (\text{统计期间内第 } j \text{ 次非计划停运的第 } i \text{ 类元件数})}{\sum_i (\text{该间隔 GIS 的第 } i \text{ 类元件总数} \times \text{统计期间小时} / 8760)} [\text{次/台(段)} \cdot \text{年}] \quad (79)$$

h) 强迫停运率:

$$FOR = \frac{\sum_i \sum_j (\text{统计期间内第}j\text{次强迫停运的第}i\text{类元件数})}{\sum_i (\text{该间隔GIS的第}i\text{类元件总数} \times \text{统计期间小时} / 8760)} [\text{次/台(段)} \cdot \text{年}] \quad (80)$$

i) 暴露率:

$$EXR = \frac{\sum_i \text{统计期间内第}i\text{类元件的运行小时}}{\sum_i \text{统计期间内第}i\text{类元件的可用小时}} \times 100\% \quad (81)$$

5.4.2.2 按间隔内元件停运事件合并方式计算

同 5.1.1。

5.4.3 多间隔 GIS 的指标

5.4.3.1 按元件停运事件加权方式计算

a) 可用系数:

$$AF = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS可用系数} \times \text{第}k\text{间隔GIS元件总数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})}{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS元件总数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})} \times 100\% \quad (82)$$

b) 运行系数:

$$SF = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS运行系数} \times \text{第}k\text{间隔GIS元件总数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})}{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS元件总数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})} \times 100\% \quad (83)$$

c) 计划停运系数:

$$POF = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS计划停运系数} \times \text{第}k\text{间隔GIS元件总数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})}{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS元件总数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})} \times 100\% \quad (84)$$

d) 非计划停运系数:

$$UOF = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS非计划停运系数} \times \text{第}k\text{间隔GIS元件总数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})}{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS元件总数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})} \times 100\% \quad (85)$$

e) 强迫停运系数:

$$FOF = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS强迫停运系数} \times \text{第}k\text{间隔GIS元件总数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})}{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS元件总数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})} \times 100\% \quad (86)$$

f) 计划停运率:

$$POR = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS计划停运率} \times \text{第}k\text{间隔GIS元件总数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})}{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS元件总数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})} [\text{次/台(段)} \cdot \text{年}] \quad (87)$$

g) 非计划停运率:

$$UOR = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS非计划停运率} \times \text{第}k\text{间隔GIS元件总数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})}{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS元件总数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})} [\text{次/台(段)} \cdot \text{年}] \quad (88)$$

h) 强迫停运率:

$$FOR = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS强迫停运率} \times \text{第}k\text{间隔GIS元件总数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})}{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS元件总数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})} \text{[次/台(段)•年]} \quad (89)$$

i) 暴露率:

$$EXR = \frac{\sum_k \text{统计期间第}k\text{间隔GIS运行小时}}{\sum_k \text{统计期间第}k\text{间隔GIS可用小时}} \times 100\% \quad (90)$$

5.4.3.2 按元件停运事件合并方式计算

a) 可用系数:

$$AF = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS可用系数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})}{\sum_k \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时}} \times 100\% \quad (91)$$

b) 运行系数:

$$SF = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS运行系数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})}{\sum_k \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时}} \times 100\% \quad (92)$$

c) 计划停运系数:

$$POF = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS计划停运系数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})}{\sum_k \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时}} \times 100\% \quad (93)$$

d) 非计划停运系数:

$$UOF = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS非计划停运系数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})}{\sum_k \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时}} \times 100\% \quad (94)$$

e) 强迫停运系数:

$$FOF = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS强迫停运系数} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})}{\sum_k \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时}} \times 100\% \quad (95)$$

f) 计划停运率:

$$POR = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS计划停运率} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})}{\sum_k \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时}} \text{[次/台(段)•年]} \quad (96)$$

g) 非计划停运率:

$$UOR = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS非计划停运率} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})}{\sum_k \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时}} \text{[次/台(段)•年]} \quad (97)$$

h) 强迫停运率:

$$FOR = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{间隔GIS强迫停运率} \times \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时})}{\sum_k \text{第}k\text{间隔GIS统计期间小时}} \text{[次/台(段)•年]} \quad (98)$$

i) 暴露率:

$$EXR = \frac{\sum_k \text{统计期间第}k\text{间隔GIS运行小时}}{\sum_k \text{统计期间第}k\text{间隔GIS可用小时}} \times 100\% \quad (99)$$

5.4.4 单套组合电器的指标

5.4.4.1 按元件停运事件加权方式计算

同 5.4.3.1。

5.4.4.2 按元件停运事件合并方式计算

同 5.4.3.2。

5.4.5 多套组合电器的指标

5.4.5.1 按元件停运事件加权方式计算

同 5.4.4.1。

5.4.5.2 按元件停运事件合并方式计算

a) 可用系数:

$$AF = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{套GIS可用系数} \times \text{第}k\text{套GIS间隔总数} \times \text{第}k\text{套GIS统计期间小时})}{\sum_k (\text{第}k\text{套GIS总间隔数} \times \text{第}k\text{套GIS统计期间小时})} \times 100\% \quad (100)$$

b) 运行系数:

$$SF = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{套GIS运行系数} \times \text{第}k\text{套GIS间隔总数} \times \text{第}k\text{套GIS统计期间小时})}{\sum_k (\text{第}k\text{套GIS总间隔数} \times \text{第}k\text{套GIS统计期间小时})} \times 100\% \quad (101)$$

c) 计划停运系数:

$$POF = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{套GIS计划停运系数} \times \text{第}k\text{套GIS间隔总数} \times \text{第}k\text{套GIS统计期间小时})}{\sum_k (\text{第}k\text{套GIS总间隔数} \times \text{第}k\text{套GIS统计期间小时})} \times 100\% \quad (102)$$

d) 非计划停运系数:

$$UOF = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{套GIS非计划停运系数} \times \text{第}k\text{套GIS间隔总数} \times \text{第}k\text{套GIS统计期间小时})}{\sum_k (\text{第}k\text{套GIS总间隔数} \times \text{第}k\text{套GIS统计期间小时})} \times 100\% \quad (103)$$

e) 强迫停运系数:

$$FOF = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{套GIS强迫停运系数} \times \text{第}k\text{套GIS间隔总数} \times \text{第}k\text{套GIS统计期间小时})}{\sum_k (\text{第}k\text{套GIS总间隔数} \times \text{第}k\text{套GIS统计期间小时})} \times 100\% \quad (104)$$

f) 计划停运率:

$$POR = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{套GIS计划停运率} \times \text{第}k\text{套GIS间隔总数} \times \text{第}k\text{套GIS统计期间小时})}{\sum_k (\text{第}k\text{套GIS总间隔数} \times \text{第}k\text{套GIS统计期间小时})} \text{[次/(间隔} \cdot \text{年)]} \quad (105)$$

g) 非计划停运率:

$$UOR = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{套GIS非计划停运率} \times \text{第}k\text{套GIS间隔总数} \times \text{第}k\text{套GIS统计期间小时})}{\sum_k (\text{第}k\text{套GIS总间隔数} \times \text{第}k\text{套GIS统计期间小时})} \text{[次/(间隔} \cdot \text{年)]} \quad (106)$$

h) 强迫停运率:

$$FOR = \frac{\sum_k (\text{第}k\text{套GIS强迫停运率} \times \text{第}k\text{套GIS间隔总数} \times \text{第}k\text{套GIS统计期间小时})}{\sum_k (\text{第}k\text{套GIS总间隔数} \times \text{第}k\text{套GIS统计期间小时})} \times 100\% \quad (107)$$

i) 暴露率:

$$EXR = \frac{\sum_k \text{统计期间第}k\text{套GIS运行小时}}{\sum_k \text{统计期间第}k\text{套GIS可用小时}} \times 100\% \quad (108)$$

6 统计评价报告

6.1 凡电压等级为 220kV 及以上的输变电设施, 均应按本标准进行可靠性统计、评价, 并按照电力行业可靠性管理归口部门规定的报送时间和审核程序逐级上报输变电设施可靠性基础数据。对 220kV 以下电压的输变电设施实行分级管理。

6.2 报告若需修改, 应以文件的形式逐级上报, 详细说明更改内容和变更原因; 各级主管部门对上报的报告应认真核实后进行转报; 修改已报出的基础数据须在下次报告时一并完成。

6.3 各类设施注册表的格式及说明见表 1~表 9。

6.3.1 架空线路长度、铁塔或水泥杆基数按其管辖段数进行注册。由不同部门管理的同一条输电线路的编码必须一致, 编码由上级部门统一制定。

6.3.2 一条线路由架空线路和电缆线路连接而成时, 按架空线路与电缆线路分别注册, 并取用同一个线路编号。

6.3.3 一条线路由几种规格的导线连接而成时, 应将各截面导线的长度加以说明。

6.3.4 GIS 除以套为单位注册外, 还应注册间隔并将间隔中包含的母线、断路器、电流互感器、电压互感器、隔离开关及避雷器等分别注册。

6.4 各类设施运行情况统计表的格式见表 10、表 11。

6.4.1 各类设施的运行情况应根据现场的工作票和操作票随时进行记录, 不得遗漏。对带电作业、计划停运及非计划停运状态, 要求填写事件编码 (对大修状态, 要求填写检修中主要处理的前三个事件编码)。造成停运的主事件及并存事件按主次排列, 编码应填写完整, 不得遗漏。

6.4.2 输变电设施带电体上的带电作业属于运行状态, 应列入统计范畴, 此时设施停运次数及其停运时间均为零; 但要记录其带电作业起、止时间和事件编码。

6.4.3 GIS 的运行事件, 应按照引起停运的部件, 在组合电器运行情况统计表 (表 11) 中填报。组合电器的断路器也应按要求填报操作次数及切除短路电流的统计表。

6.4.4 输电线路发生跳闸事件, 如果自动重合闸成功, 应计为第一类非计划停运一次, 停运时间计为零; 如果自动重合闸失败后停运, 无论手动强送是否成功, 均按第一类非计划停运统计。

6.4.5 统计期间计划停运次数与非计划停运次数之和为零时, 其连续可用小时记为: 连续可用小时大于统计期间小时。

6.4.6 断路器分闸次数情况统计表见表 12, 应每月综合填报一次, 分相重合闸次数应说明。

6.4.7 断路器开断短路电流情况统计表见表 13, 每季度填报一次。

6.5 为跟踪设施变动, 每季须将设施变动 (含退役) 的情况填报一次。设施变动情况表的格式见表 14。

变动包括退役和退出两种情况。其中, 退役指设施报废; 退出指设施由于某种原因离开安装位置, 并且在该安装位置上又有同类设施投运, 则离开安装位置的设施记作退出, 由于改造工作等原因引起线路相关参数变化应记作退出。

6.6 各类设施可靠性指标汇总表见表 15。

表 1 变压器注册表

单位代码 及名称	变电站代码 及名称	安装位置代码 及名称	电压等级 kV	型号	型式	容量 MVA	制造厂代码 及名称	出厂日期 y/m/d	投运日期 y/m/d	备注

表 2 变压器型式注册表

第一位	第二位	第三位	第四位	第五位	第六位	第七位	第八位
S: 三相 D: 单相	S: 三绕组 E: 双绕组	O: 自耦 F: 非自耦	Z: 有载调压 W: 无励磁调压	O: 油绝缘 G: SF ₆ 绝缘	内部冷却方式 N: 自然循环 F: 强迫循环 D: 强迫导向循环	外部冷却方式 A: 空气 W: 水	N: 自然循环 F: 强迫循环

表 3 断路器注册表

单位代码 及名称	变电站代码 及名称	安装位置代码 及名称	电压等级 kV	型式 ^a	型号	断口 数量	额定 电流 A	额定开断 电流 kA	操动机构 型式 ^b	操动 机构 型号	制造厂代码 及名称	出厂日期 y/m/d	投运日期 y/m/d	备注
<p>注：对于超高压断路器(330 kV、500kV)，如果有合闸电阻，应填写电阻阻值。</p> <p>a 断路器型式按灭弧介质分为：①Z 表示真空断路器；②D 表示多油断路器；③S 表示少油断路器；④K 表示空气断路器；⑤L 表示 SF₆ 断路器。</p> <p>b 操动机构型式分为：①D 表示电磁操动机构；②T 表示弹簧操动机构；③Y 表示液压操动机构；④Q 表示气动操动机构；⑤L 表示其它操动机构。</p>														

表 4 电流互感器、电压互感器、避雷器注册表

单位代码 及名称	变电站代码 及名称	安装位置代码 及名称	电压等级 ^a kV	型式 ^b	型号	制造厂代码 及名称	出厂日期 y/m/d	投运日期 y/m/d	备注
<p>^a 避雷器的电压等级按所运行系统的额定电压注册，不按灭弧电压注册。</p> <p>^b 型式的填写：①电流互感器：S 表示 SF₆ 绝缘；Y 表示油绝缘。②电压互感器：C 表示电磁式；R 表示电容式。③避雷器：P 表示普阀型；C 表示磁吹阀型；Y 表示氧化锌型；G 表示管型。</p>									

表 5 电抗器、耦合电容器、阻波器、隔离开关注册表

单位代码 及名称	变电站代码 及名称	安装位置代码及 名称	电压等级 kV	型号	制造厂代码 及名称	出厂日期 y/m/d	投运日期 y/m/d	备注

表 6 组合电器注册表

单位 代码 及名称	变电站 代码 及名称	安装位置 代码 及名称	电压 等级 kV	主接线 方式 ^a	型式 ^b	热稳定 电流 A	制造厂 代码 及名称	出厂 日期 y/m/d	投运 日期 y/m/d	间隔 数量	间隔安装 位置代码 及名称	母线 段数	断路 器数	TA 数	TV 数	隔离 开关数	避雷 器数	电缆 ^c 室数	连接 ^d 件数	主控 ^e 柜数

^a 主接线方式：指本套组合电器的主接线方式。线路变压器组代码为 XBZ；内桥型（含扩大内桥接线）代码为 NQ；外桥型（含扩大外桥接线）代码为 WQ；单母线代码为 D；单母线分段代码为 DF；单母线分段带旁路代码为 DFP；单母线带旁路代码为 DP；双母线代码为 S；双母线分段[包括单(双)分段]代码为 SF；双母线分段带旁路代码为 SFP；双母线带旁路代码为 SP；角型代码为 J；3/2 或 4/3 开关代码为 K；其它代码为 Q。

^b 型式的填写：GIS 全分相式代码为 D；GIS 三相共筒式代码为 S；GIS 主母线三相共筒式代码为 M；C-GIS(又称充气柜, 多为 66kV 以下) 代码为 C；H-GIS 代码为 H；紧凑型组合电器代码为 Q。

^c 电缆室：连接电缆的气室以及一切由 GIS 厂家提供安装电缆的元件。

^d 连接件：指隔室内除导体外无任何其他元件，只起连接作用的独立气室，如三通，连接架空线路的 SF₆ 封闭导线及套管(只统计 GIS 厂家提供的封闭导线及套管)。

^e 主控制柜：就地控制断路器及刀闸的装置，通常一台断路器一个。

表 7 架空线路注册表

单位代码 及名称	线路代码 及名称	电压等级 kV	交、直流类型	杆塔类型及基数		导线型号	线路长度 100km		设计单位代码 及名称	施工单位 代码及名称	投运日期 y/m/d	备注
				铁塔	水泥		全长	管段长				

表 8 电缆线路注册表

单位代码及名称	线路代码及名称	电压等级 kV	交、直流类型	电缆型号	管辖段线路长度 km	制造单位代码及名称	施工单位单码及名称	投运日期 y/m/d	备注

表 13 断路器开断短路电流情况统计表

单位代码 及名称	变电站代码 及名称	安装位置 代码及名称	电压等级 kV	开断短路电流时间 y. m. d. h. min	短路点距离 km	开断短路电流有效值 kA	短路原因编码	备 注
注 1: 单相开断需在备注中说明。								
注 2: 短路原因编码填写应按照事件原因编码的规定填写, 停运部件代码应填写引起短路的设施的部件代码。								

表 14 输变电设施变动情况统计表

设施类型	单位代码及名称	变电站代码及名称	安装位置代码/线路 代码及名称	电压等级 kV	退出日期 y/m/d	修复日期 y/m/d	变动号	备 注
注 1: 设施变动(退役或退出)均应填入此表。								
注 2: 设施退役还需在备注中说明。								

表 15 输变电设施可靠性指标汇总表

填报单位：

统计期限：

单位代码 及名称	设施类型	电压等级 kV	设施总数 ^a	统计百台 (段、元件、km) 年数	强迫停运率 ^b	可用系数%	连续可用小时 h/次	非计划停运次数 次	非计划停运时间 h	计划停运次数 次	计划停运时间 h
^a 架空线路的单位为 100km; 电缆线路的单位为 km; 母线的单位为段; GIS 的单位为套; 其它设备的单位为台。 ^b 架空线路的单位为次/(100km·年); 电缆的单位为次/(km·年); 其它设备单位为次/[百台(段、元件)·年]。											

填报人：

主管：

单位盖章：

附录 A
(资料性附录)
输变电设施可靠性统计状态英文及缩写

表 A.1 输变电设施可靠性统计状态英文及缩写

中文	英文	缩写
使用	active	ACT
可用	available	A
运行	in service	S
带电作业	live-line operation	LO
备用	reserve shutdown	R
调度停运备用	dispatching reserve shutdown	DR
受累停运备用	passive reserve shutdown	PR
不可用	unavailable	U
计划停运	planned outage	PO
大修停运	planned outage 1(overhaul)	PO1
小修停运	planned outage 2(maintenance outage)	PO2
试验停运	test outage	TO
清扫停运	clean outage	CO
改造施工停运	reform construction outage	RCO
非计划停运	unplanned outage	UO
第一类非计划停运	unplanned outage 1(immediate)	UO1
第二类非计划停运	unplanned outage 2(delayed)	UO2
第三类非计划停运	unplanned outage3(postponed)	UO3
第四类非计划停运	unplanned outage 4(deferred)	UO4
强迫停运	forced outage	FO

附录 B
(资料性附录)
输变电设施可靠性指标中英文对照表

表 B.1 输变电设施可靠性指标中英文对照表

指标名称	英文全称	英文缩写
可用系数	available factor	AF
运行系数	service factor	SF
计划停运系数	planned outage factor	POF
非计划停运系数	unplanned outage factor	UOF
强迫停运系数	forced outage factor	FOF
计划停运率	planned outage rate	POR
非计划停运率	unplanned outage rate	UOR
强迫停运率	forced outage rate	FOR
连续可用小时	continuously service hours	CSH
暴露率	exposure rate	EXR
平均无故障操作次数	mean times between failure	MTBF
正确动作率	correctly motion rate	CMR
非计划停运条次比	unplanned outage ratio of circuits	UORC
统计台·年数	unit years	UY
计划停运小时	planned outage hours	POH
非计划停运小时	unplanned outage hours	UOH
强迫停运小时	forced outage hours	FOH
可用小时	available hours	AH
运行小时	service hours	SH
备用小时	reserve shutdown hours	RH
统计期间小时	period hours	PH
计划停运次数	planned outage times	POT
非计划停运次数	unplanned outage times	UOT
强迫停运次数	forced outage times	FOT