



# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 861 — 2004

---

## 电力可靠性基本名词术语

Basic vocabulary of electric power reliability

(IEC60050—191:1990, NEQ;

IEC60050—191, Amend 1—1999 and Amend 2—2002, NEQ;

IEEE Std. 859, NEQ;

IEEE Std. 1366—1998, Part4, NEQ)

2004-03-09 发布

2004-06-01 实施

---

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 基本概念 .....	1
3 特性 .....	2
4 事件与状态 .....	2
5 维修 .....	5
6 时间概念 .....	7
7 特征量 .....	10
8 设计与分析 .....	12
9 电力系统可靠性通用术语 .....	15
10 发电系统可靠性 .....	21
11 输电系统可靠性 .....	22
12 供电系统可靠性 .....	26
13 电力系统可靠性评估 .....	29
14 电力系统可靠性经济分析 .....	30
参考文献 .....	32
索引 .....	33

## 前 言

本标准规定了电力可靠性领域有关的基本名词、术语及定义。

本标准主要参考了以下标准：

——GB/T 3187 可靠性、维修性术语；

——IEC 60050-191（所有部分）国际电工术语 第191部分 可靠性和服务质量；

——IEC 60050-191 国际电工术语第191部分 修订版1 1999；

——IEEE Std 859（所有部分）输电设施停运事故和停运状态统计报告的标准术语；

——IEEE Std 1366—1998（第4部分 可靠性指标）配电系统可靠性指标试用导则。

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、重庆大学、重庆市电力公司。

本标准的主要起草人：周家启、蒋锦峰、孙渝江、谢开贵。

本标准由电力行业可靠性管理标准化技术委员会负责解释。

本标准首次制定。

## 电力可靠性基本名词术语

### 1 范围

本标准规定了电力可靠性领域有关的基本名词、术语及定义。

本标准适用于电力可靠性技术和管理的有关领域。

### 2 基本概念

#### 2.1

##### **元件 component**

在可靠性统计、分析、评估中不需要再细化的视为整体的一组器件或设备的通称。

示例：一台机组或一条线路。

#### 2.2

##### **系统 system**

为完成规定功能按照一定规则连接构成的一组元件的集合。

#### 2.3

##### **规定功能 required function**

为提供给定的服务，元件或系统所必须具备的功能或功能组合。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-01-05]

#### 2.4

##### **时刻 instant of time**

时间标尺上的一个单点。

注：时间标尺可能是连续的，或是离散的。

[GB/T 3187—1994, 定义 2.6]

#### 2.5

##### **时间区间 time interval**

时间标尺上两个给定时刻之间的部分。

[GB/T 3187—1994, 定义 2.7]

#### 2.6

##### **持续时间 time duration**

时间区间的端点之差。

[GB/T 3187—1994, 定义 2.8]

#### 2.7

##### **累积时间 accumulated time**

给定时间区间内的具有给定条件的持续时间之和。

[GB/T 3187—1994, 定义 2.9]

#### 2.8

##### **量度 measure**

用于描述随机变量或随机过程的函数或量。

注：如分布函数和均值就是随机变量的量度。

[GB/T 3187—1994, 定义 2.10]

### 3 特性

#### 3.1

##### 能力 **capability**

元件或系统自身具有的能完成某种规定工作的一种内在品质的度量。

注 1: 有时也称为“固有能”。

注 2: 改写自 IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-02-04。

#### 3.2

##### 可靠性 **reliability**

元件或系统在规定的条件下和规定的时间区间内能完成规定功能的能力。

注 1: 用概率量度表示完成规定功能的能力时通常称为“可靠度”。并定义为: 在规定的条件下和规定的时间区间

$(t_1, t_2)$  内无故障完成规定功能的概率。

注 2: 改写自 IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-02-06。

#### 3.3

##### 固有可靠性 **inherent reliability**

元件或系统在理想的使用条件下, 只包括设计和制造影响的可靠性。

#### 3.4

##### 可用性 **availability**

在要求的外部资源得到保证的前提下, 元件或系统在规定的条件下和规定的时刻或时间区间内处于可执行规定功能状态的能力。

注 1: 可用性是元件可靠性、可维修性和维修保障性的综合反映。

注 2: 外部资源不同于维修资源, 它对元件或系统的可用性没有影响。

注 3: 用概率量度表示可执行规定功能状态的能力时通常称为“可用度”。并定义为: 在规定的条件下和规定的时刻或规定的时间区间内完成规定功能的累积时间百分比。

注 4: 改写自 IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-02-05。

#### 3.5

##### 可维修性 **maintainability**

在规定的条件下并按规定的程序和手段实施维修时, 元件或系统在规定的使用条件下, 保持或恢复能执行规定功能状态的能力。

注: 用概率量度表示保持或恢复能执行规定功能状态的能力时通常称为“可维修度”。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-02-07]

#### 3.6

##### 维修保障性 **maintenance support performance**

维修机构在规定的条件下, 按照规定的维修策略提供维修元件或系统所需资源的能力。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-02-08]

### 4 事件与状态

#### 4.1 失效与故障

##### 4.1.1

##### 失效 **failure**

元件或系统丧失完成规定功能的能力的事件。

注: 某些情形下与“故障”同义。

## 4.1.2

**故障 fault**

元件或系统完成规定功能的能力下降或丧失的状态。

## 4.1.3

**误用失效 misuse failure**

使用中负荷超出元件允许范围引起的失效。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-04-04]

## 4.1.4

**弱质失效 weakness failure**

负荷未超出元件允许范围, 由于元件本身薄弱部分造成的失效。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-04-06]

## 4.1.5

**设计失效 design failure**

元件设计不当引起的失效。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-04-07]

## 4.1.6

**制造失效 manufacturing failure**

元件的制造未按照设计或规定的制造工艺造成的失效。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-04-08]

## 4.1.7

**损耗失效 wear-out failure**

元件因老化或磨损的失效, 其特征表现为失效概率随时间的推移而增大。它是元件固有老化过程的结果。

注: 改写自 IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-04-09。

## 4.1.8

**误操作失效 mishandling failure**

对元件操作不当引起的失效。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-04-05]

## 4.1.9

**渐变失效 gradual failure**

元件规定的性能随时间的推移逐渐变化产生的失效。

注: 这种失效有可能通过事前的检查或监测来预测, 有时可能通过预防性维修加以避免。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-04-11]

## 4.1.10

**突然失效 sudden failure**

事前的检查或监测不能预测到的失效。

[GB/T 3187—1994, 定义 4.1.10]

## 4.1.11

**灾难性失效 cataleptic failure; catastrophic failure**

造成元件或系统完全不能完成所有规定功能的突然失效。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-04-12]

## 4.1.12

**原发性失效 primary failure**

不是由另一个元件的失效或故障直接或间接引起的元件或系统的失效。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-04-15]

#### 4.1.13

##### 从属性失效 **secondary failure**

由另一个元件的失效或故障直接或间接引起的元件或系统的失效。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-04-16]

#### 4.1.14

##### 部分失效 **partial failure**

元件或系统能够完成某些规定功能,但不能完成全部规定功能的失效。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-04-21]

#### 4.1.15

##### 完全失效 **complete failure**

元件或系统的规定功能全部不能完成的失效。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-04-20]

#### 4.1.16

##### 失效机理 **failure mechanism**

引起失效的物理、化学或其他的过程。

[GB/T 3187—1994, 定义 4.1.18]

#### 4.1.17

##### 失效模式 **failure mode**

失效发生的方式。

#### 4.1.18

##### 潜在故障 **latent fault**

确实存在而尚未被发觉的故障。

[GB/T 3187—1994, 定义 4.2.20]

#### 4.1.19

##### 瞬时故障 **temporary fault**

能够自身消除,或能够通过保护装置快速断电而消除的故障。

#### 4.1.20

##### 间歇故障 **intermittent fault**

元件未经任何矫正性维修而在有限的持续时间内自行恢复执行规定功能的故障。

注:这种故障往往反复出现。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-05-17]

#### 4.1.21

##### 持久故障 **persistent fault**

元件在完成矫正性维修之前,持续存在的故障。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-05-16]

#### 4.1.22

##### 严重故障 **critical fault**

可能导致人员伤亡、重要物件损坏或其他不可容忍后果的故障。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-05-02]

### 4.2 元件或系统的状态

#### 4.2.1

**工作状态 operating state**

元件或系统正在执行规定功能时的状态。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-06-01]

## 4.2.2

**不工作状态 non-operating state**

元件或系统不处于执行规定功能时的状态。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-06-02]

## 4.2.3

**可用状态 available state; up state**

要求的外部资源得到保证的条件下, 元件或系统能够执行规定功能的状态。

注: 改写自 GB/T 3187—1994, 定义 4.4.8。

## 4.2.4

**备用状态 standby state; reserve state**

在需求时间区间内元件处于可用状态, 但不处于执行规定功能的状态。

注: 改写自 IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-06-03。

## 4.2.5

**闲置状态 idle state**

在无需求时间区间内元件处于可用状态, 但不处于执行规定功能的状态。

注: 改写自 IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-06-04。

## 4.2.6

**不可用状态 unavailable state; down state**

元件或系统出现故障或在维修期间不能执行规定功能的状态。

注 1: 不可用状态有时也称为“内因不能工作状态”。

注 2: 改写自 GB/T 3187—1994, 定义 4.4.7。

## 4.2.7

**降额状态 derated state**

元件低于额定值执行功能的状态或只执行部分规定功能的状态。

注: 改写自 IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-06-11。

## 5 维修

## 5.1

**维修 maintenance**

为保持或恢复元件处于能执行规定功能的状态所进行的包括监督活动在内的一切技术和管理活动。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-07-01]

## 5.2

**维修理念 maintenance philosophy**

组织与实施维修的原则体系。

注: 改写自 GB/T 3187—1994, 定义 5.2。

## 5.3

**预防性维修 preventive maintenance**

为降低元件失效的概率或防止功能退化, 按预定时间间隔或按规定准则实施的维修。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-07-07]



5.4

**矫正性维修 corrective maintenance**

故障确认后，使元件或系统恢复到能执行规定功能状态所实施的维修。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-07-08]

5.5

**逾期维修 deferred maintenance**

故障确认后，未按维修规程立即着手而推迟的矫正性维修。

注：改写自 GB/T 3187—1994，定义 5.16。

5.6

**计划性维修 scheduled maintenance**

按预定的进度计划实施的预防性维修。

[GB/T 3187—1994，定义 5.10]

5.7

**非计划性维修 unscheduled maintenance**

不是按预定的进度计划，而是在发现元件或系统状态的异常迹象后实施的维修。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-07-11]

5.8

**以可靠性为中心的维修 RCM reliability-centered maintenance**

按可靠性工程原理组织维修的一种科学管理策略。即按最少维修资源消耗保持产品固有可靠性和安全性进行预防性维修的原理逻辑或系统性方法。

例：在美国核发电可靠性计划中定义为：对系统和子系统功能、功能失效和主要故障模式进行识别、排序以及选择可行而有效的预防性维修作业的一系列有序步骤。

5.9

**修复 repair**

人工对元件实施的矫正性维修。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-07-19]

5.10

**故障识别 fault recognition**

识别故障的活动。

[GB/T 3187—1994，定义 5.20]

5.11

**故障定位 fault localization**

确定故障大致部位的过程。

5.12

**故障诊断 fault diagnosis**

为故障识别、故障定位和确定故障原因所采取的行动。

[GB/T 3187—1994，定义 5.22]

5.13

**故障隔离 fault isolation**

把故障部位确定到应当进行检修的范围以及能够安全地进行检修的过程。

5.14

**功能核查 function check-out**

故障排除后，为核查元件已恢复执行规定功能的能力所采取的行动。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-07-24]

## 5.15

**恢复 restoration; recovery**

故障元件恢复执行规定功能的能力的事件。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-07-25]

## 6 时间概念

### 6.1 维修的有关时间

#### 6.1.1

**维修时间 maintenance time**

对元件实施维修的时间区间。包括技术延迟和后勤延迟。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-08-01]

#### 6.1.2

**维修工时 maintenance man-hours**

所有维修人员在规定的维修工作中或规定时间区间内所用的以小时表示的累积维修时间。

[GB/T 3187—1994, 定义 6.1.2]

#### 6.1.3

**实际维修时间 active maintenance time**

不包括后勤延迟的维修时间。

[GB/T 3187—1994, 定义 6.1.3]

#### 6.1.4

**预防性维修时间 preventive maintenance time**

对元件实施预防性维修的时间。包括预防性维修所固有的技术延迟和后勤延迟。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-08-04]

#### 6.1.5

**实际预防性维修时间 active preventive maintenance time**

对元件实施预防性维修所用的实际维修时间。

注：改写自 GB/T 3187—1994, 定义 6.1.6。

#### 6.1.6

**矫正性维修时间 corrective maintenance time**

对元件实施矫正性维修的时间。包括矫正性维修所固有的技术延迟和后勤延迟。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-08-05]

#### 6.1.7

**实际矫正性维修时间 active corrective maintenance time**

对元件实施矫正性维修所用的实际维修时间。

注：改写自 GB/T 3187—1994, 定义 6.1.7。

#### 6.1.8

**管理延迟 administrative delay**

管理原因造成未进行故障元件的矫正性维修工作的累计时间。

注：改写自 GB/T 3187—1994, 定义 6.1.9。

#### 6.1.9

**技术延迟 technical delay**

与维修活动本身有关的辅助技术活动所用的累积时间。

[GB/T 3187—1994, 定义 6.1.12]

6.1.10

**后勤延迟 logistic delay**

为取得需要的维修资源而未能实施维修的累积时间。不包括管理延迟。

后勤延迟可能由下列原因引起：到达无人值守所在地的时间，或未得到备件、专家、测试设备、资料和适宜的环境条件等。

[GB/T 3187—1994, 定义 6.1.10]

6.1.11

**故障定位时间 fault localization time**

实际矫正性维修中实施故障定位的时间。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-08-15]

6.1.12

**故障矫正时间 fault correction time**

实际矫正性维修中实施故障矫正的时间。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-08-11]

6.1.13

**核查时间 check-out time**

实际矫正性维修中实施功能核查的时间。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-08-13]

6.1.14

**修复时间 repair time**

对元件实施修复所用的实际矫正性维修时间。包括故障定位时间、故障矫正时间和核查时间。

注 1：对电力系统即为元件故障导致停电到故障元件通过修复或更换设备而恢复供电经历的时间。

注 2：改写自 GB/T 3187—1994, 定义 6.1.16。

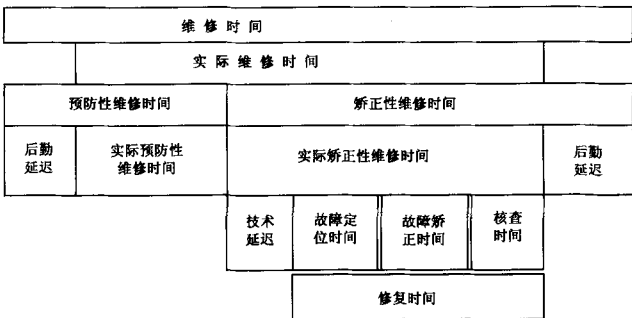


图 1 维修有关时间图

6.2 状态的有关时间

6.2.1

**工作时间 operating time**

元件或系统处于工作状态的时间区间。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-09-01]

## 6.2.2

**不工作时间 non-operating time**

元件或系统处于不工作状态的时间区间。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-09-02]

## 6.2.3

**需求时间 required time**

用户要求元件或系统处于能执行规定功能状态的时间区间。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-09-03]

## 6.2.4

**无需求时间 non-required time**

用户不要求元件或系统处于能执行规定功能状态的时间区间。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-09-04]

## 6.2.5

**可用时间 available time; up time**

元件或系统处于可用状态的时间区间。

注：当用小时表示时，称为“可用小时 (available hours)”。

## 6.2.6

**备用时间 reserve time; standby time**

元件处于备用状态的时间区间。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-09-05]

## 6.2.7

**不可用时间 unavailable time; down time**

元件或系统处于不可用状态的时间区间。

注：当用小时表示时，称为“不可用小时 (unavailable hours)”。

## 6.3 元件可靠性特征的有关时间

## 6.3.1

**使用寿命 useful life**

元件在规定的条件下，从规定时刻开始，到失效率增大至不可接受或元件被认为已无修复价值时止的时间区间。

注：改写自 GB/T 3187—1994，定义 6.3.6。

## 6.3.2

**早期失效期 early failure period**

元件寿命早期可能存在的一段时间区间，在该区间内失效率明显高于随后的时间。

注：改写自 GB/T 3187—1994，定义 6.3.7。

## 6.3.3

**恒定失效率期 constant failure rate period**

元件可能存在的失效率近似恒定的时间区间。

注：改写自 GB/T 3187—1994，定义 6.3.9。

## 6.3.4

**耗损失效期 wear-out failure period**

元件寿命后期可能存在的一段时间区间，在该区间的失效率明显高于先前的时间。

注：改写自 GB/T 3187—1994，定义 6.3.10。

## 7 特征量

## 7.1 可靠性特征量

## 7.1.1

**瞬时失效率 instantaneous failure rate**

不可修元件在时刻  $t$  以前正常工作条件下, 在时间区间  $(t, t+\Delta t)$  内出现失效的条件概率与该区间持续时间  $\Delta t$  之商当  $\Delta t$  趋近于 0 时的极限 (如果存在)。即

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{1}{\Delta t} \frac{F(t+\Delta t) - F(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (1)$$

式中:

$F(t)$  ——失效累积分布函数;

$f(t)$  ——失效概率密度函数;

$R(t)$  ——可靠度函数  $R(t) = R(0, t)$ 。

注: 瞬时失效率有时也称为“瞬时故障率”。

[IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-12-02]

## 7.1.2

**平均首次失效前时间 MTTF mean time to first failure**

首次失效前时间的期望。

[GB/T 3187—1994, 定义 7.2.6]

## 7.1.3

**平均无故障工作时间 MTTF mean time to failure**

失效前时间的期望。

注 1: 电力系统元件统计中也称为: “停运前平均工作时间 (mean time to outage)”。其计算式为: 运行时间/停运事件的次数。

注 2: 改写 GB/T 3187—1994, 定义 7.2.7。

## 7.1.4

**平均失效间隔时间 MTBF mean time between failures**

元件或系统两次相继失效间隔时间的期望。

[GB/T 3187—1994, 定义 7.2.8]

## 7.2 可用性特征量

## 7.2.1

**瞬时可用度 instantaneous availability**

在要求的外部资源得到保证的前提下, 元件或系统在规定的条件下和规定的时刻处于能执行规定功能状态的概率。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-11-01]

## 7.2.2

**瞬时不可用度 instantaneous unavailability**

在要求的外部资源得到保证的前提下, 元件或系统在规定的条件下和规定的时刻处于不能执行规定功能状态的概率。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-11-02]

## 7.2.3

**平均可用度 mean availability**

$\bar{A}(t_1, t_2)$

给定时间区间  $(t_1, t_2)$  内瞬时可用度的均值。即

$$\bar{A}(t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} A(t) dt \quad (2)$$

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-11-03]

#### 7.2.4

**平均不可用度 mean unavailability**

$\bar{U}(t_1, t_2)$

给定时间区间  $(t_1, t_2)$  内瞬时不可用度的均值, 即

$$\bar{U}(t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} U(t) dt \quad (3)$$

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-11-04]

#### 7.2.5

**稳态可用度 steady state availability**

$A$

稳态条件下, 给定时间区间内的瞬时可用度的均值。

在某些条件下, 例如失效率与修复率均为恒定, 稳态可用度即

$$A = \frac{MUT}{MUT + MDT} \quad (4)$$

式中:

$MUT$ ——平均可用时间;

$MDT$ ——平均不可用时间。

注 1: 在这种条件下, 稳态可用度简称为“可用度”。

注 2: 改写 GB/T 3187—1994, 定义 7.1.6。

#### 7.2.6

**稳态不可用度 steady-state unavailability**

$U$

稳态条件下, 给定时间区间内的瞬时不可用度的均值。

在某些条件下, 例如失效率与修复率为恒定, 稳态不可用度可表示为:

$$U = \frac{MDT}{MDT + MUT} \quad (5)$$

式中:

$MDT$ ——平均不可用时间;

$MUT$ ——平均可用时间。

注 1: 在这种条件下, 稳态不可用度简称“不可用度”或“不可用率”。

注 2: 改写 GB/T 3187—1994, 定义 7.1.8。

### 7.3 可维修性特征量

#### 7.3.1

**瞬时修复率 instantaneous repair rate**

元件在时刻  $t$  处于未修复状态的条件下在时间区间  $(t, t+\Delta t)$  内能修复的条件概率与该区间长度  $\Delta t$  之比, 当  $\Delta t$  趋近于 0 时的极限 (如果存在)。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-13-02]

#### 7.3.2

**平均修复率 mean repair rate**

$$\overline{\mu}(t_1, t_2)$$

给定的时间区间  $(t_1, t_2)$  内的瞬时修复率的均值，表达式为：

$$\overline{\mu}(t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \mu(t) dt \quad (6)$$

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-13-03]

### 7.3.3

**平均修复时间** *MTTR mean time to restoration*

修复时间的期望。

注：改写自 GB/T 3187—1994，定义 7.3.9。

## 8 设计与分析

### 8.1 设计概念

#### 8.1.1

**冗余** *redundancy*

系统中具有两种或两种以上手段执行同一种规定功能。

注：改写自 GB/T 3187—1994，定义 8.3.1。

#### 8.1.2

**工作冗余** *active redundancy*

执行规定功能的所有手段同时处于工作状态的冗余。

[GB/T 3187—1994，定义 8.3.2]

#### 8.1.3

**备用冗余** *standby redundancy*

执行规定功能的一部分手段处于工作状态，而其余部分在需要之前处于不工作状态的冗余。

[GB/T 3187—1994，定义 8.3.3]

#### 8.1.4

**容错** *fault tolerance*

元件在它的某个组成部分出现故障的情况下，仍能执行规定功能的属性。

注：改写自 GB/T 3187—1994，定义 8.3.5。

### 8.2 分析概念

#### 8.2.1

**可靠性工程** *reliability engineering*

为了达到元件或系统的可靠性要求而进行的一套设计、研制、生产和试验工作。

#### 8.2.2

**可靠性模型** *reliability model*

预测、估计或评价元件或系统的可靠性所使用的数学模型。

注：改写自 GB/T 3187—1994，定义 8.4.2。

#### 8.2.3

**预计** *prediction*

获得某个量的预测值的计算过程。

[GB/T 3187—1994，定义 8.4.1]

#### 8.2.4

**可靠性预计** *reliability prediction*

根据元件或系统各组成部分的可靠性，预测元件或系统在规定的条件下的可靠性所进行的工作。

注：改写自 GB/T 3187—1994，定义 8.4.3。

### 8.2.5

#### 可靠性评价 reliability assessment

对现有系统或系统组成部分的可靠性所达到的水平进行了分析和确认的过程。

### 8.2.6

#### 可靠性评估 reliability evaluation

对元件或系统的工作或固有能力或性能改进措施的效果是否满足规定的可靠性准则而进行分析、预计和认定的过程。

### 8.2.7

#### 可靠性计算 reliability accounting

确定和分配元件或系统的定量可靠性要求，预计和评估元件的可靠性量值而进行的一系列数学工作。

### 8.2.8

#### 可靠性分配 reliability allocation; reliability apportionment

元件或系统设计阶段，将元件的可靠性定量要求按给定的准则分配给各组成部分的过程。

注：改写自 GB/T 3187—1994，定义 8.4.4。

### 8.2.9

#### 失效模式与影响分析 FMEA failure modes and effects analysis

研究系统中每一个可能的失效模式，确定各个失效模式的后果或对系统可靠性的影响，并按其影响的严重程度进行分类的分析方法。

### 8.2.10

#### 故障树 fault tree

描述导致元件或系统给定故障模式的各组成部分的故障模式或外部事件或它们的组合的一种逻辑图。

[IEC 60050 (191) 1990，定义 191-16-08]

### 8.2.11

#### 故障树分析 FTA fault tree analysis

用故障树的形式确定可能导致元件给定故障模式的各组成部分的故障模式或外部事件或它们的组合的一种分析方法。

[IEC 60050 (191) 1990，定义 191-16-05]

### 8.2.12

#### 可靠性框图 reliability block diagram

用代表各组成部分故障或各种故障组合的方框，按复杂元件或系统的一个或多个功能模式表示出该元件或系统失效逻辑关系的一种框图。

注：改写自 GB/T 3187—1994，定义 8.4.9。

### 8.2.13

#### 状态转移图 state-transition diagram

描述元件或系统可能状态的集合和这些状态之间可能的一步转移图。

注：改写自 GB/T 3187—1994，定义 8.4.11。

### 8.2.14

#### 失效分析 failure analysis

为确定和分析失效机理、失效原因及失效后果对失效元件或系统所作的系统性检查。

[IEC 60050 (191) 1990，定义 191-16-12]

## 8.3 可靠性管理

### 8.3.1



**可靠性管理 reliability management**

确定和满足实体的可靠性要求所进行的一系列组织、计划、规划、控制、协调、监督、决策等活动和功能的管理。

**8.3.2**

**可靠性改进 reliability improvement**

有目的地通过消除系统性失效的原因和（或）降低其他失效的发生概率，使元件或系统的可靠性得到提高的过程。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-17-05]

**8.3.3**

**可靠性和可维修性保证 reliability and maintainability assurance**

使人们确信元件满足规定的可靠性和可维修性要求进行的有计划、有组织、有系统的全部活动。

注：可靠性保证的目的在于确保元件或系统的可靠性符合规定的要求。这就应当对工作的是否充分和有限不断地进行评价，以便采取及时的纠正措施和在必要时进行反馈。因此，具体的可靠性与可维修性保证应包括必要的计划和措施，通过检验、评审和评估以确保目标的实现。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-17-07]

**8.3.4**

**可靠性和可维修性控制 reliability and maintainability control**

使元件或系统满足规定的可靠性和可维修性要求所采取的操作技术与活动。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-17-08]

**8.3.5**

**可靠性和可维修性大纲 reliability and maintainability programme**

确保元件满足合同或计划规定的可靠性和可维修性要求而制定的一套文件。包括工作进度、组织机构及其职责、工作程序、活动、能力和需要的资源等。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-17-09]

**8.3.6**

**可靠性和可维修性计划 reliability and maintainability plan**

根据可靠性和可维修性大纲的要求作出具体安排的文件。

[GB/T 3187—1994, 定义 8.5.8]

**8.3.7**

**可靠性和可维修性审核 reliability and maintainability audit**

确定工作和结果是否遵守计划的安排和这些安排是否有效地落实并适应于满足可靠性和可维修性目标的一种系统的、独立的检查。

[GB/T 3187—1994, 定义 8.5.9]

**8.3.8**

**可靠性和可维修性监察 reliability and maintainability surveillance**

为保证满足规定的可靠性和可维修性，对程序、方法、条件、生产、工艺、过程和服务状况进行的连续的观察以及对记录的分析。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-17-11]

**8.3.9**

**设计评审 design review**

对现有的或建议的设计进行的正式的和独立的检查，发现和补救可能影响可靠性、可维修性、维修保障性等的要求和设计中的缺陷，以及确认可能的改进建议。

[IEC 60050 (191) 1990, 定义 191-17-13]

## 9 电力系统可靠性通用术语

### 9.1 元件状态、时间及统计评价参数

#### 9.1.1

**运行状态 state in service; in-service state**

元件与系统联接并处于带电的工作状态。

#### 9.1.2

**停运状态 outage state**

元件完全或部分与系统断开的非运行状态。

注 1：元件可能因内部单元失效，或因另一个元件的停运而造成停运。

注 2：双卷变压器的一侧或两侧与系统断开属停运状态。

注 3：三端连接架空输电线的一端与系统断开时，断开的一侧线路段属停运状态。仍然承载功率的另两侧线路段则属运行状态。任何一侧不带电的断路器属停运状态，断路器本身处于断开或闭合位置不影响断路器在系统中所处的状态。

[IEEE Std 859-1987, 定义 4.1.2]

#### 9.1.3

**部分停运状态 partial outage state**

元件部分断电或（和）其出线端未全部接入系统，不执行它在系统中的某些规定功能的状态。

示例：三绕组变压器中一侧断开，另两侧仍承载功率，属部分停运状态。

[IEEE Std 859-1987, 定义 4.1.2.2]

#### 9.1.4

**完全停运状态 complete outage state**

元件完全断电，或不执行它在电力系统中的任何规定功能。

[IEEE Std 859-1987, 定义 4.1.2.1]

#### 9.1.5

**计划停运状态 planned outage state**

维修或其他目的预先安排的停运的状态。

#### 9.1.6

**预安排停运 scheduled outage**

不会引起人身设备和资产损害风险的、可延迟的、人为预先安排的停运。

示例：防止元件过负荷，或防止中断用户供电，可能要求推迟已安排的停运。

[IEEE Std 859-1987, 定义 4.4.2]

#### 9.1.7

**非计划停运状态 unplanned outage state**

元件处于不可用而又不是计划停运的状态。

#### 9.1.8

**强迫停运状态 forced outage state**

不能延迟的或不能延迟超过规定时间区间的停运状态。

#### 9.1.9

**运行小时 service hours**

元件处于运行状态的小时数。

#### 9.1.10

**备用小时 reserve hours**

元件处于备用状态的小时数。

## 9.1.11

**非计划停运小时 unplanned outage hours**

元件处于非计划停运状态的小时数。

## 9.1.12

**强迫停运小时 forced outage hours**

元件处于强迫停运状态的小时数。

## 9.1.13

**暴露时间 exposure time**

元件面临可能发生规定的连续功能失效的累积时间。

注：对不同类型的元件和失效模式，暴露时间可能只包括运行时间，也可能还包括停运时间。

[IEEE Std 859-1987, 定义 6.1]

## 9.1.14

**规定的连续功能失效 failure of continuously required function**

元件不能执行规定的连续功能。

示例：元件短路或断路、开闭型设备误分闸或误合闸。

注：规定的连续功能包括承载电流、电气隔离以及防误动作等。

## 9.1.15

**故障持续时间期望 expected failure duration**

故障事件的平均持续时间。

## 9.1.16

**可用系数 AF availability factor**

元件在给定时间区间的可用小时数与该时间区间比值的百分数。即

$$AF = \frac{\text{可用小时}}{\text{给定时间区间}} \times 100\% \quad (7)$$

## 9.1.17

**运行系数 SF service factor**

元件在给定时间区间内的运行小时数与该时间区间比值的百分数。即

$$SF = \frac{\text{运行小时}}{\text{给定时间区间}} \times 100\% \quad (8)$$

## 9.1.18

**暴露率 EXR exposure rate**

元件的运行小时与可用小时之比的百分数。即

$$EXR = \frac{\text{运行小时}}{\text{可用小时}} \times 100\% \quad (9)$$

## 9.1.19

**故障率 failure rate**

元件在单位暴露时间内因故障不能执行规定的连续功能的次数。即

$$\text{故障率} = \frac{\text{故障次数}}{\text{暴露时间}} \quad (10)$$

注：可以按单一元件或某类型元件、单位线路长度、同杆架设线路，或同一走廊线路等分类计算其故障率。

[IEEE Std 859-1987, 定义 7.1.2]

## 9.1.20

**停运率 outage rate**

元件在单位运行时间的停运次数。即

$$\text{停运率} = \frac{\text{停运次数}}{\text{运行时间}} \quad (11)$$

注：停运率可以按气候条件或季节等细分成各种类型，例如：

- a) 计划停运率：单位运行时间的计划停运次数，或单位暴露时间的停运次数。
- b) 正常气候强迫停运率：正常气候条件下单位运行时间的强迫停运次数。
- c) 夏季停运率：夏季单位运行时间的停运次数。

[IEEE Std 859-1987, 定义 7.1.1]

## 9.1.21

**持续强迫停运率 permanent forced outage rate**

元件损坏直至修复或更换以前不能恢复工作的停运率。

## 9.1.22

**元件瞬时性强迫停运率 transient forced outage rate**

元件未损坏或未完全损坏并能立即恢复工作的停运率。

## 9.2 电力系统停运及停电

## 9.2.1

**停运 outage**

与元件或系统直接相关的事件引起的系统不能执行规定功能的一种状态。

## 9.2.2

**瞬时停运 transient outage**

受影响的元件在规定的时间内自动恢复供电的强迫停运。

[IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-24-05]

## 9.2.3

**临时性停运 temporary outage**

不属于长期停运的持续停运。

[IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-24-08]

## 9.2.4

**可延迟停运 deferrable outage**

可延迟一个限定持续时间的停运。

注：在这个限定的时间内可进行网络重组、负荷转移或重新调度。

[IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-24-04]

## 9.2.5

**持续停运 sustained outage**

受影响的元件不能在规定的时间内自动恢复供电的非计划停运。

注 1：持续停运可以是强迫停运，也可以是可延迟停运。

注 2：持续停运包括永久性停运和临时性停运。

[IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-24-06]

## 9.2.6

**永久性停运 permanent outage**

受影响的元件遭到损坏，不经修复不能重新使用的持续停运。

[IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-24-07]

## 9.2.7

**停运事件 outage occurrence**

一个或多个元件从运行状态、备用状态或闲置状态向停运状态转移的事件。

注 1: 停运事件包括造成一个或多个元件停运的一个或多个同时或顺序的状态转移。

注 2: 如果停运造成故障, 则该停运事件是一个失效事件。

[IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-25-01]

9.2.8

**单一停运事件 single outage occurrence**

只涉及一个元件的停运事件。

[IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-25-02]

9.2.9

**多重停运事件 multiple outage occurrence**

造成两个或两个以上元件同时停运的停运事件。

[IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-25-03]

9.2.10

**共因停运事件 common cause outage occurrence**

源于单一外部事件的相关多重停运事件, 这些多重停运事件之间没有相互因果关系。

示例: 雷击和反击雷闪络使双回线同时停运。

[IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-25-07]

9.2.11

**停电 interruption**

用户中断供电的事件。

注: 如果需要, 可按供电电压等级和用户性质, 规定出相应的供电电压幅值降低的百分数和持续时间限值, 作为进一步识别停电的依据。

9.2.12

**瞬时停电 momentary interruption**

能在规定的持续时间内恢复供电的停电。

[IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-26-02]

9.2.13

**持续停电 sustained interruption**

不能在规定的持续时间内恢复供电的停电。

[IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-26-01]

9.3 电力系统有关概念

9.3.1

**电力系统可靠性 electric power system reliability**

电力系统按可接受的质量标准和所需数量不间断地向电力用户提供电力和电量的能力的量度。

电力系统可靠性包括充裕性和安全性两个方面。

9.3.2

**(电力系统的) 充裕性 adequacy (of an electric power system)**

电力系统稳态运行时, 在系统元件额定容量、母线电压和系统频率等的允许范围内, 考虑系统中元件的计划停运以及合理的非计划停运条件下, 向用户提供全部所需的电力和电量的能力。

9.3.3

**(电力系统的) 安全性 security (of an electric power system)**

电力系统在运行中承受例如短路或系统中元件意外退出运行等突然扰动的能力。

注 1：安全性可用一个或几个适当的指标度量。

注 2：安全性的概念通常适用于大电力系统。

注 3：改写自 IEC 60050 (191) 1999，定义 191-21-03。

### 9.3.4

**大电力系统** **bulk power system**

**发输电系统** **composite generation and transmission system**

统一调度的公用电力系统的一个组成部分，包括电源、输电线路、联络线以及它们的相关设施。

注：运行电压一般为 220kV 及其以上的系统。

### 9.3.5

**大电力系统的整体性** **integrity (of a bulk power system)**

大电力系统保持互联运行的能力。

[IEC 60050 (191) 1999，定义 191-21-04]

### 9.3.6

**(电力系统事故的) 连锁反应** **cascading; cascade failure (of an electric power system)**

由于元件的过负荷或事故跳闸引起其他输电设备和发电机的相继跳闸（包括为防止设备损坏进行的人员操作）。

## 9.4 电力系统的运行状态

### 9.4.1

**(电力系统的) 运行工况** **operation condition (of an electric power system)**

电力系统在不同运行条件（系统接线、出力配置、负荷水平、故障等）下的工作状况。

### 9.4.2

**(电力系统) 正常状态** **normal state (of an electric power system)**

当任何一个常见单一故障扰动的发生均不造成电力系统失稳并能正常供电时的一种运行状态。

### 9.4.3

**(电力系统的) 警戒状态** **alert state (of an electric power system)**

当一个常见单一故障扰动的发生将造成电力系统失稳的一种状态。

### 9.4.4

**(电力系统的) 紧急状态** **emergency state (of an electric power system)**

当电力系统处于警戒状态下，一个不常见的严重故障扰动的发生将造成失稳、电压崩溃或连锁反应等后果时的一种状态。

### 9.4.5

**(电力系统的) 严重事故状态** **extreme emergency state (of an electric power system)**

电力系统的部分元件过负荷或部分母线电压或系统频率超出允许范围而未能有效控制的一种失稳状态。

### 9.4.6

**(电力系统的) 恢复过程** **restoration process (of an electric power system)**

重新建立电力系统正常状态的一系列活动。

注：这个过程可能包括发电机组的启动、再同步（重新并网）、输电线路重新投运、负荷恢复供电，以及系统中解列部分的重新并网等工作。

## 9.5 基本充裕性指标

### 9.5.1

**(电力系统的) 缺电概率** **LOLP loss of load probability (of an electric power system)**

给定时间区间内系统不能满足负荷需求的概率。即

$$LOLP = \sum_{i \in S} P_i \quad (12)$$

式中:

$P_i$ ——系统处于状态  $i$  的概率;

$S$ ——给定时间区间内不能满足负荷需求的系统状态全集。

注: 改写自 IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-29-03。

### 9.5.2

**缺电时间期望  $LOLE$  loss of load expectation (of an electric power system)**

给定时间区间内系统不能满足负荷需求的小时或天数的期望值。即

$$LOLE = \sum_{i \in S} P_i T \quad (13)$$

式中:

$P_i$ ——系统处于状态  $i$  的概率;

$S$ ——给定时间区间内系统不能满足负荷需求的系统状态全集;

$T$ ——给定的时间区间的小时数或天数。

注 1: 缺电时间期望通常用 h/a 或 d/a 表示。

注 2: 改写自 IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-29-02。

### 9.5.3

**缺电频率  $LOLF$  loss of load frequency (of an electric power system)**

给定时间区间内系统不能满足负荷需求的次数。即

$$LOLF = \sum_{i \in S} F_i \quad (14)$$

式中:

$F_i$ ——系统处于状态  $i$  的频率;

$S$ ——给定时间区间内不能满足负荷需求的系统状态全集。

注:  $LOLF$  通常用次/a 表示。

### 9.5.4

**缺电持续时间  $LOLD$  loss of load duration (of an electric power system)**

给定时间区间内系统不能满足负荷需求的平均每次持续时间。即

$$LOLD = \frac{LOLE}{LOLF} \quad (15)$$

式中:

$LOLE$ ——缺电时间期望;

$LOLF$ ——缺电频率。

注:  $LOLD$  通常用 h/次表示。

### 9.5.5

**期望缺供电力  $EDNS$  expected demand not supplied**

系统在给定时间区间内因发电容量短缺或电网约束造成负荷需求电力削减的期望数。即

$$EDNS = \sum_{i \in S} C_i P_i \quad (16)$$

式中:

$P_i$ ——系统处于状态  $i$  的概率;

$C_i$ ——状态  $i$  条件下削减的负荷功率;

$S$ ——给定时间区间内造成系统负荷削减的状态全集。

注：期望供电电力通常用 MW 表示。

### 9.5.6

#### 期望缺供电量 *EENS* expected energy not supplied

系统在给定时间区间内因发电容量短缺或电网约束造成负荷需求电量削减的期望数。即

$$EENS = \sum_{i \in S} C_i F_i D_i = \sum_{i \in S} C_i P_i T \quad (17)$$

式中：

$P_i$ ——系统处于状态  $i$  的概率；

$F_i$ ——系统处于状态  $i$  的频率；

$D_i$ ——状态  $i$  的持续时间；

$C_i$ ——状态  $i$  条件下削减的负荷功率；

$S$ ——给定时间区间内造成系统负荷削减的状态全集；

$T$ ——给定时间区间的小时数；

注：期望缺供电量通常用 MW · h/a 表示。

## 10 发电系统可靠性

### 10.1 发电系统有关概念

#### 10.1.1

##### 毛最大容量 gross maximum capacity

机组在给定时间区间内能够连续承载的最大容量。一般可取机组的铭牌额定容量。

#### 10.1.2

##### 机组降低出力量 unit derating capacity

机组在降低出力状态时，实际能达到的最大连续出力与毛最大容量的差值。

#### 10.1.3

##### 停用状态 inactive state

机组按国家有关政策，经规定部门批准封存停用或长时间改造而停用的状态。

#### 10.1.4

##### 降低出力状态 unit derated state

机组达不到毛最大容量运行或备用的状态。

#### 10.1.5

##### 降低出力小时 unit derated hours

机组处于降低出力状态的可用小时数。

#### 10.1.6

##### 启动成功 starting success

在给定时间区间内，机组按规程规定从停运状态成功地转移到运行状态的事件。

#### 10.1.7

##### 启动失败 starting failure

给定时间区间内，机组未能按规程规定从停运转移到运行状态的事件。

### 10.2 机组和辅助设备的统计评价参数

#### 10.2.1

##### 强迫停运系数 *FOF* forced outage factor

给定时间区间内机组或辅助设备的强迫停运小时与该时间区间的比值的百分数。即



$$FOF = \frac{\text{强迫停运小时}}{\text{给定时间区间}} \times 100\% \quad (18)$$

## 10.2.2

**机组降低出力系数 UDF unit derated factor**

给定时间区间内机组降低出力等效停运小时与该时间区间比值的百分数。即

$$UDF = \frac{\text{降低出力等效停运小时}}{\text{给定时间区间}} \times 100\% \quad (19)$$

注：降低出力等效停运小时为机组降低出力小时数折合成按毛最大容量计算的停运小时数。

## 10.2.3

**等效可用系数 EAF equivalent available factor**

给定时间区间内考虑降低出力影响的机组可用时间的百分比。即

$$EAF = \frac{\text{可用小时} - \text{降低出力等效停运小时}}{\text{给定时间区间}} \times 100\% \quad (20)$$

注：降低出力等效停运小时为机组降低出力小时数折合成按毛最大容量计算的停运小时数。

## 10.2.4

**(机组的) 平均无故障可用小时 MTBFU mean time between failures (of a unit)**

机组相继两次失效间工作时间的期望。即

$$MTBFU = \frac{\text{可用小时}}{\text{强迫停运次数}} \quad (21)$$

## 10.2.5

**(辅助设备的) 平均无故障可用小时 MTBFA mean time between failures of auxiliary equipment**

辅助设备相继两次失效间工作时间的期望。即

$$MTBFA = \frac{\text{可用小时}}{\text{非计划停运次数}} \quad (22)$$

## 10.2.6

**启动可靠度 SR starting reliability**

给定时间区间内机组按规定启动成功的概率。即

$$SR = \frac{\text{启动成功次数}}{\text{启动成功次数} + \text{启动失败次数}} \quad (23)$$

## 10.2.7

**系统黑启动发电机 system blackstart generator**

全网停电时能向系统提供发电机启动电源和系统恢复运行所需电源的发电机。也包括可安全地将负荷降至自用电负荷的那些发电机。

## 10.2.8

**系统黑启动容量 system blackstart capacity**

系统黑启动发电机能提供的可用容量。

## 11 输电系统可靠性

## 11.1 容量及有关概念

## 11.1.1

**输电总容量 TTC total transfer capability**

在规定的系统工况下，经由全部输电线路从互联系统的一个区域能够可靠地传输到另一个区域的功率总量。

## 11.1.2

**输电可靠性裕度** *TRM* **transmission reliability margin**

在系统工况各种不确定性影响的条件下用于保证系统安全性所必需的传输容量。

## 11.1.3

**可用输电容量** *ATC* **available transfer capability**

输电系统在约定以外可进一步提供商用的实际剩余传输容量的量度。即

$$ATC = TTC - \text{约定的输电容量} - TRM \quad (24)$$

式中：

*TTC*——输电总容量；

*TRM*——输电可靠性裕度；

注：约定的输电容量包括零售用户供电容量和容量效益裕度。

## 11.1.4

**容量效益裕度** *CBM* **capacity benefit margin**

供电实体用于为满足规定的发电可靠性应保证的互联系统与发电系统间的备用通过容量。

## 11.2 输变电元件状态及相关因素

## 11.2.1

**系统相关停运** *system related outage*

元件因受系统工况影响造成非自身原因的强迫停运。

[IEEE Std 859—1987, 定义 4.4.1.4]

## 11.2.2

**运行相关停运** *operations related outage*

为改善系统运行工况安排元件退出运行的一种预先安排停运。

[IEEE Std 859—1987, 定义 4.4.2.1]

## 11.2.3

**暴露次数** *exposure operations*

元件面临可能发生响应功能失效的动作次数。

[IEEE Std 859—1987, 定义 6.2]

## 11.2.4

**响应功能失效** *failure of response function*

元件不能执行规定的对系统工况或对人工或自动装置动作命令的响应功能。

注：响应功能包括对故障（保护系统）、对操作命令（断路器）以及对人工操作（隔离开关）等的响应。

[IEEE Std 859—1987, 定义 4.5.2]

## 11.2.5

**正常气候** *normal weather*

不属于恶劣气候和灾害气候的全部气候条件。

[IEEE Std 859—1987, 定义 6.3.3]

## 11.2.6

**恶劣气候** *adverse weather*

引起暴露的元件异常高的强迫停运率的一种气候条件。

注：不同的系统可按以下因素和适当的量值来定义恶劣气候：雷雨、龙卷风、风速、雨量、以及气温等。

[IEEE Std 859—1987, 定义 6.3.1]

## 11.2.7

**灾害气候** *major storm disaster*

引起元件超出设计标准限值（临界值）而产生以下后果的气候条件：

- a) 元件的严重机械损害。
- b) 超出规定的百分比的用户停电。
- c) 超出规定的恢复供电时间。

注 1：典型临界值的工业准则可由有关部门规定。

注 2：改写自 IEEE Std 859-1987，定义 6.3.2。

### 11.3 元件可靠性参数

#### 11.3.1

**平均停运持续时间 mean outage duration**

元件在给定时间区间内停运事件的平均持续时间，即

$$\text{平均停运持续时间} = \frac{\text{规定类型的停运时间}}{\text{规定类型的停运次数}} \quad (25)$$

注：平均停运持续时间与平均恢复时间同义。

[IEEE Std 859—1987，定义 7.2.2]

#### 11.3.2

**继电保护误动作率 protective system false operation rate**

保护系统在单位暴露时间的误动作次数。即

$$\text{继电保护误动作率} = \frac{\text{误动作次数}}{\text{暴露时间}} \quad (26)$$

[IEEE Std 859—1987，定义 7.1.3]

#### 11.3.3

**拒分闸概率 probability of failure to open on command**

开闭型设备不能按操作命令完成断开电路动作的概率。即

$$\text{拒分闸概率} = \frac{\text{拒分闸次数}}{\text{分闸命令次数}} \quad (27)$$

[IEEE Std 859—1987，定义 7.4.1]

#### 11.3.4

**拒合闸概率 probability of failure to close on command**

开闭型设备不能按操作命令完成闭合电路动作的概率。即

$$\text{拒合闸概率} = \frac{\text{拒合闸次数}}{\text{合闸命令次数}} \quad (28)$$

[IEEE Std 859—1987，定义 7.4.2]

#### 11.3.5

**拒动概率 probability of failure to operate on command**

保护系统不能按命令（信号）执行规定动作的概率。即

$$\text{拒动概率} = \frac{\text{拒动的次数}}{\text{命令动作次数}} \quad (29)$$

[IEEE Std 859—1987，定义 7.4.3]

#### 11.3.6

**误动概率 false operation probability**

保护系统不按整定要求动作的概率。即

$$\text{误动概率} = \frac{\text{误动次数}}{\text{不应当响应的暴露次数}} \quad (30)$$

[IEEE Std 859—1987, 定义 7.4.4]

## 11.4 大电力系统可靠性指标

### 11.4.1

**缺供负荷 load not supplied**

电力系统容量限制未能供电的负荷量。

[IEEE 60050 (191) 1999, 定义 191-28-01]

### 11.4.2

**停电负荷 load interrupted**

大电力系统停运或母线解列中断供电的负荷量。

[IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-28-02]

### 11.4.3

**切负荷 load shed**

电力系统响应非正常工况为保持系统非故障部分的整体性而人为安排切除的负荷量。

[IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-28-03]

### 11.4.4

**减负荷 load reduction**

电力系统响应非正常工况, 人为安排降低电压运行减少的负荷量。

[IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-28-04]

### 11.4.5

**等效平均停电持续时间 equivalent mean interruption duration**

电力系统缺供电量与年平均负荷之商。

注: 通常用分钟表示。

[IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-30-02]

### 11.4.6

**等效峰荷停电持续时间 equivalent peak interruption duration**

电力系统中给定事故引起的系统缺供电量除以年峰荷之商。

注: 如果缺供电量用 MW-min 表示, 年峰荷用 MW 表示, 则这个指标用“系统-分钟”表示。这个指标的 1min 量度等效于整个系统在峰荷期间停电 1min 所缺供电量。

[IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-30-03]

### 11.4.7

**等效峰荷累计停电持续时间 aggregate equivalent peak interruption duration**

给定时间区间内等效峰荷停电持续时间之和。

注: 如果缺供电量用 MW-min 表示, 年峰荷用 MW 表示, 则这个指标常称作“累计系统-分钟”。

[IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-30-04]

### 11.4.8

**大电力系统电量削减指标 BPECI bulk power energy curtailment index**

一年内等效峰荷停电持续时间之和。

注: 如果缺供电量用 MW-min 表示, 年峰荷用 MW 表示, 则这个指标是一年的系统分钟累计, 并且用 min/a 表示。

[IEC 60050 (191) 1999, 定义 191-30-05]

## 11.5 直流输电

### 11.5.1

**额定输送容量 maximum continuous capacity**

系统的设计输送容量。

## 11.5.2

**降额容量 outage capacity**

系统在降额运行状态下，由于设备或其他非调度原因使系统降低的输送容量。

## 11.5.3

**能量可用率 EA energy availability**

给定时间区间内直流输电系统能够输送能量的能力。即

$$EA = \frac{\text{可用小时} - \text{降额运行等效停运小时}}{\text{给定时间区间}} \quad (31)$$

注：降额运行等效停运小时为按额定输送容量（11.5.1）为基准折算的停运小时。

## 11.5.4

**能量不可用率 EU energy unavailability**

给定时间区间内由于计划停运、非计划停运或降额运行造成的直流输电系统的输送能量能力的降低。即

$$EU = 1 - EA \quad (32)$$

## 11.5.5

**能量利用率 energy utilization**

给定时间区间内直流输电系统实际输送能量的能力。即

$$\text{能量利用率} = \frac{\text{总输送电量}}{\text{额定输送容量} \times \text{给定时间区间}} \quad (33)$$

## 11.5.6

**单极计划停运次数 MPOT monopole planned outage times**

在规定时间区间内，直流输电系统发生单极计划停运的次数。

## 11.5.7

**双极计划停运次数 BPOT bipole planned outage times**

在规定时间区间内，直流输电系统发生双极计划停运的次数。

## 11.5.8

**单极非计划停运次数 MUOT monopole unplanned outage times**

在规定时间区间内，直流输电系统发生单极非计划停运的次数。

## 11.5.9

**双极非计划停运次数 BUOT bipole unplanned outage times**

在规定时间区间内，直流输电系统发生双极非计划停运的次数。

## 12 供电系统可靠性

## 12.1 供电系统有关概念

## 12.1.1

**用户供电可靠性 service reliability of customers**

供电系统对用户持续供电的能力。

## 12.1.2

**供电系统 power supply system**

电力系统中从输电系统向电力用户传送电能的一个组成部分。

## 12.1.3

**元件故障 failure of a component**

引发以下任一事件的供电系统元件本身的功能障碍：

- a) 用户部分或全部电气设备停运,或在低于允许标准的条件下运行。
- b) 用户设备超出允许限值的条件下运行。
- c) 继电保护动作或用户紧急备用方式下运行。
- d) 任何电路或设备断电。

#### 12.1.4

##### 投切时间 switching time

发生故障后按规程规定的操作从开始到完成的时间。

注:操作时间包括投切备用回路,分合分段隔离开关和断路器,瞬时性故障分闸后的开关重合等。

### 12.2 元件故障参数

#### 12.2.1

##### 短路故障率 rate of occurrence of short-circuit events

元件单位时间发生短路事故的平均次数。

#### 12.2.2

##### 误分闸故障率 rate of occurrence of opening without proper command

开闭型设备在无命令情况下发生分闸事故的故障率。

#### 12.2.3

##### 误合闸故障率 rate of occurrence of closing without proper command

开闭型设备在无命令的情况下发生合闸事故的故障率。

#### 12.2.4

##### 越级误分闸故障概率 probability of incorrect trip due to fault outside protection zone

保护装置越过本身保护区发生不正确跳闸事故的概率。

### 12.3 可靠性指标

#### 12.3.1

##### 用户平均停电时间 AIHC average interruption hours of customer

供电用户在给定时间区间内的平均停电小时数。即

$$AIHC = \frac{\sum_{i \in R} U_i N_i}{\sum_{i \in R} N_i} = \frac{\text{用户停电持续时间总和}}{\text{总用户数}} \quad (34)$$

式中:

$U_i$ ——负荷点的平均每年停电时间,通常用 h/a 表示;

$N_i$ ——负荷点  $i$  的用户数。

$R$ ——系统负荷点集合。

注 1: 给定时间区间通常为 1 年,则 AIHC 用 h/户·a 表示。

注 2: 在北美称为“系统平均停电持续时间指标 SAIDI (System average interruption duration index)”。

#### 12.3.2

##### 供电可用率 SA service availability

在给定时间区间内用户用电需求得到满足的时间百分比。即

$$SA = \frac{\sum_{i \in R} 8760 N_i - \sum_{i \in R} U_i N_i}{\sum_{i \in R} 8760 N_i} = \frac{\text{实际供电总时户数}}{\text{要求供电总时户数}} \quad (35)$$

式中:

$U_i$ ——负荷点的平均每年停电时间,通常用 h/a 表示;

$N_i$ ——负荷点  $i$  的用户数。

$R$ ——系统负荷点集合。

注：在北美称为“平均供电可用率指标 ASAI (Average service availability index)”。

### 12.3.3

**用户平均停电次数 AITC average interruption times of customer**

供电用户在给定时间区间内的平均停电次数。即

$$AITC = \frac{\sum_{i \in R} \lambda_i N_i}{\sum_{i \in R} N_i} = \frac{\text{用户停电总次数}}{\text{总用户数}} \quad (36)$$

式中：

$\lambda_i$ ——负荷点  $i$  的用户停运率；

$N_i$ ——负荷点  $i$  的用户数；

$R$ ——系统负荷点集合。

注 1：AITC 通常用次/户·a 表示。

注 2：在北美称为“系统平均停电频率指标 SAIFI (System average interruption frequency index)”。

### 12.3.4

**故障停电平均持续时间 AID average interruption duration**

故障停电的每次平均停电小时数。即

$$AID = \frac{\sum_{i \in R} U_i N_i}{\sum_{i \in R} \lambda_i N_i} = \frac{\text{用户停电持续时间总和}}{\text{用户停电总次数}} \quad (37)$$

式中：

$U_i$ ——负荷点的平均每年停电时间，通常用 h/a 来表示；

$\lambda_i$ ——负荷点  $i$  的用户停运率；

$N_i$ ——负荷点  $i$  的用户数；

$R$ ——系统负荷点集合。

注 1：AID 通常用 h/次或 min/次表示。

注 2：在北美称为“用户平均停电持续时间 CAIDA (Customer average interruption duration index)”。

### 12.3.5

**(用户) 平均停电缺供电量 AENS Average energy not supplied**

在给定时间区间内，平均每一户用户因停电缺供电的电量。即

$$AENS = \frac{\sum_{i \in R} P_{ai} U_i}{\sum_{i \in R} N_i} = \frac{\text{总缺电量}}{\text{总用户数}} \quad (38)$$

式中：

$P_{ai}$ ——接入负荷点  $i$  的平均负荷，kW；

$U_i$ ——负荷点的平均每年停电时间，通常用 h/a 表示；

$N_i$ ——负荷点  $i$  的用户数；

$R$ ——系统负荷点集合。

注：AENS 通常用 kW·h/户·a 表示。

## 12.3.6

停电用户平均停电次数 **AICA** average interruptions of customer affected

在给定时间区间内，发生停电用户的平均停电次数。

$$AICA = \frac{\sum_{i \in R} \lambda_i N_i}{\sum_{i \in R} M_i} = \frac{\text{用户停电总次数}}{\text{停电总用户数}} \quad (39)$$

式中：

$\lambda_i$ ——负荷点  $i$  的用户停运率；

$N_i$ ——负荷点  $i$  的用户数；

$M_i$ ——负荷点  $i$  的故障停电用户数。

注 1: AICA 通常用次/户·a 表示。

注 2: 在北美称为“用户平均停电频率指标 CAIFI (Customer average interruption frequency index)”。

## 13 电力系统可靠性评估

## 13.1 评估概念

## 13.1.1

电力系统可靠性评估 reliability evaluation of electric power system

对电力系统设施或网架结构的静态或动态性能，或各种性能改进措施的效果是否满足规定的可靠性准则进行分析、预计和认定的系列工作。

## 13.1.2

发电容量可靠性评估 reliability evaluation of generating capacity

系统中发电装机容量满足系统综合最大负荷需求的能力的评估。

注：发电容量可靠性评估中不计入输电和配电子系统的影响。

## 13.2 电力系统可靠性准则概念

## 13.2.1

电力系统可靠性准则 electric power system reliability criteria

在电力系统规划或运行中为使系统可靠性达到一定的要求应当满足的指标、条件或规定。

## 13.2.2

技术性准则 technical criteria (for electric power system reliability)

保证系统供电质量和供电连续性系统应承受的考核和检验条件。

示例：N-1 准则。即正常运行方式下的电力系统中任一元件故障或因故障断开，电力系统应能保持稳定运行和正常供电，其他元件不过负荷，电压和频率均在允许范围内。

## 13.2.3

经济性准则 economic criteria (for electric power system reliability)

按事故停电损失、固定费用和运行费用等总费用最小为目标的最优化。

## 13.2.4

确定性准则 deterministic criteria (for electric power system reliability)

电力系统连续运行应能承受的一组性能检验条件。

## 13.2.5

概率性准则 probabilistic criteria (for electric power system reliability)

规定电力系统可靠度目标水平或不可靠度上限的一组概率数值量。

## 13.3 电力系统可靠性评估模型

## 13.3.1



**解析模型 analytical model**

根据元件之间的功能关系，用公式显式表示的系统的可靠性评估模型。

13.3.2

**网流模型 network flow model**

将电力系统元件的连接关系用图表示，以电网最大可行流代替实际潮流建立的一种可靠性评估解析模型。

13.3.3

**潮流模型 power flow model**

运用潮流方程分析电力系统的运行状态建立的一种可靠性评估解析模型。

13.3.4

**状态空间模型 state space model**

应用马尔可夫随机过程理论的状态及状态转移关系建立的一种可靠性评估解析模型。

13.3.5

**蒙特卡洛模型 Monte Carlo model**

用计算机产生随机数对系统元件的失效事件随机抽样构成系统失效事件集，并通过概率统计方法建立可靠性指标计算公式的一种电力系统可靠性评估模拟模型。

**14 电力系统可靠性经济分析**

14.1

**电力系统可靠性价值评估 reliability worth assessment**

运用成本—效益分析对电力系统可靠性进行经济分析的一种评估方法。

注：可靠性价值通常用提高可靠性取得的效益或降低可靠性增加的损失来体现。

14.2

**电力系统可靠性经济学 reliability economics of an electric power system**

研究电力系统可靠性水平与经济效益之间合理关系的分支学科。主要内容包括：可靠性投资与可靠性效益分析，停电损失调查统计和估计方法。

14.3

**停电损失 outage cost; cost of interruption**

缺电或停电对用户造成的经济和社会损失。

注：停电损失包括直接停电损失和间接停电损失。

14.4

**直接停电损失 direct interruption cost**

停电直接造成的用户损失。例如停产、减产、生产设备损坏或闲置、人工浪费或闲置、原材料损失、食品或药品腐坏、计算机服务或信息传递破坏、商务活动中断或交通中断等。

14.5

**间接停电损失 indirect interruption cost**

停电造成的用户间接损失。例如：供水系统中断、交通阻塞和生活工作秩序混乱、治安秩序破坏或社会活动中止、用户为避免停电影响的备用电源投资等。

14.6

**临界停电持续时间 critical service loss duration**

不致造成工业用户停产或不致造成商业用户重大损失的最大停电持续时间。

14.7

**可停电负荷 interruptible load**

按合同规定可以被停供的电力需量。

注：可停电负荷是保证电能质量和提高供用电效益的一种经济手段。

#### 14.8

**可停电负荷备用 interruptible load reserve**

通过断开可停电负荷而可用的运行备用容量。

注：可停电负荷备用是保证电能质量和提高供用电效益的一种经济手段。

## 参 考 文 献

- 1 IEC 60050 (191) International Electro-technical Vocabulary Chapter 191: Dependability and quality of service, 1990
- 2 GB/T 3187-94 可靠性、维修性术语, 1994
- 3 ANSI/IEEE Std 762-1987, IEEE standard Definitions for Use in Reporting Electric Generating Unit Reliability, Availability, and Productivity.
- 4 IEEE Std 493-1997, IEEE Recommended Practice for the Design of Reliable Industrial and Commercial Power Systems
- 5 IEEE Std 100-2000, The Authoritative Dictionary of IEEE standards Terms
- 6 NERC planning standards, 1997
- 7 R. Billinton, Wenyuan Li, reliability Assessment of Electric Power Systems Using Monte Carlo Methods, 1994
- 8 Protocol for Reporting the Operational Performance of HVDC Transmission Systems, CIGRE study Committee 14-DC Links 14-97 (WGD4)
- 9 Reliability Criteria used in various countries, Summary of the Papers presented to the Meeting of Study Committee 37 in Oslo June 1983
- 10 周孝信主编. 中国电力百科全书, 电力系统卷 (第二版). 北京: 中国电力出版社, 2000
- 11 DL 755—2001 电力系统安全稳定导则, 2001
- 12 曾天翔等编. 可靠性维修性保障性术语集. 北京: 国防工业出版社, 2002
- 13 英汉计算机技术大辞典. 上海: 上海交通大学出版社, 1997
- 14 曹晋华等著. 可靠性数学引论. 北京: 科学出版社, 1986

# 索引

## 中文索引

### A

(电力系统的) 安全性	security (of an electric power system)	9.3.3	18
-------------	--	-------	----

### B

暴露率 <i>EXR</i>	exposure rate	9.1.18	16
暴露时间	exposure time	9.1.13	16
备用冗余	standby redundancy	8.1.3	12
备用时间	reserve time; standby time	6.2.6	9
备用小时	reserve hours	9.1.10	15
备用状态	standby state; reserve state	4.2.4	5
不工作时间	non-operating time	6.2.2	9
不工作状态	non-operating state	4.2.2	5
不可用时间	unavailable time; down time	6.2.7	9
不可用状态	unavailable state; down state	4.2.6	5
部分失效	partial failure	4.1.14	4
部分停运状态	partial outage state	9.1.3	15

### C

潮流模型	power flow model	13.3.3	30
持久故障	persistent fault	4.1.21	4
持续强迫停运率	permanent forced outage rate	9.1.21	17
持续时间	time duration	2.6	1
持续停电	sustained interruption	9.2.13	18
持续停运	sustained outage	9.2.5	17
(电力系统的) 充裕性	adequacy (of an electric power system)	9.3.2	18
从属性失效	secondary failure	4.1.13	4

### D

大电力系统	bulk power system	9.3.4	19
大电力系统的整体性	integrity (of a bulk power system)	9.3.5	19
大电力系统电量削减	bulk power energy curtailment index	11.4.8	25
指标 <i>BPECI</i>			
单极非计划停运次数 <i>MUOT</i>	monopole unplanned outage times	11.5.8	26
单极计划停运次数 <i>MPOT</i>	monopole planned outage times	11.5.6	26
单一停运事件	single outage occurrence	9.2.8	18
等效峰荷累计停电持续时间	aggregate equivalent peak interruption duration	11.4.7	25
等效峰荷停电持续时间	equivalent peak interruption duration	11.4.6	25
等效可用系数 <i>EAF</i>	equivalent available factor	10.2.3	22

等效平均停电持续时间	equivalent mean interruption duration	11.4.5	25
电力系统可靠性	electric power system reliability	9.3.1	18
电力系统可靠性价值评估	reliability worth assessment	14.1	30
电力系统可靠性经济学	reliability economics of an electric power system	14.2	30
电力系统可靠性评估	reliability evaluation of electric power system	13.1.1	29
电力系统可靠性准则	electric power system reliability criteria	13.2.1	29
短路故障率	rate of occurrence of short-circuit events	12.2.1	27
多重停运事件	multiple outage occurrence	9.2.9	18

## E

额定输送容量	maximum continuous capacity	11.5.1	25
恶劣气候	adverse weather	11.2.6	23

## F

发电容量可靠性评估	reliability evaluation of generating capacity	13.1.2	29
发输电系统	composite generation and transmission system	9.3.4	19
非计划停运小时	unplanned outage hours	9.1.11	16
非计划停运状态	unplanned outage state	9.1.7	15
非计划性维修	unscheduled maintenance	5.7	6

## G

概率性准则	probabilistic criteria (for electric power system reliability)	13.2.5	29
工作冗余	active redundancy	8.1.2	12
工作时间	operating time	6.2.1	8
工作状态	operating state	4.2.1	4
功能核查	function check-out	5.14	6
供电可用率 SA	service availability	12.3.2	27
供电系统	power supply system	12.1.2	26
共因停运事件	common cause outage occurrence	9.2.10	18
故障	fault	4.1.2	3
故障持续时间期望	expected failure duration	9.1.15	16
故障定位	fault localization	5.11	6
故障定位时间	fault localization time	6.1.11	8
故障隔离	fault isolation	5.13	6
故障矫正时间	fault correction time	6.1.12	8
故障率	failure rate	9.1.19	16
故障识别	fault recognition	5.10	6
故障树	fault tree	8.2.11	13
故障树分析 FTA	fault tree analysis	8.2.10	13
故障停电平均持续时间 AID	average interruption duration	12.3.4	28
故障诊断	fault diagnosis	5.12	6

固有可靠性	inherent reliability	3.3	2
管理延迟	administrative delay	6.1.8	7
规定的连续功能失效	failure of continuously required function	9.1.14	16
规定功能	required function	2.3	1

## H

耗损失效	wear-out failure	4.1.7	3
耗损失效期	wear-out failure period	6.3.4	9
核查时间	check-out time	6.1.13	8
恒定失效率期	constant failure rate period	6.3.3	9
后勤延迟	logistic delay	6.1.10	8
恢复	restoration; recovery	5.15	7
（电力系统的）恢复过程	restoration process (of an electric power system)	9.4.6	19

## J

机组降低出力量	unit derating capacity	10.1.2	21
机组降低出力系数 <i>UDF</i>	unit derated factor	10.2.2	22
技术性准则	technical criteria	13.2.2	29
	(for electric power system reliability)		
技术延迟	technical delay	6.1.9	7
计划停运状态	planned outage state	9.1.5	15
计划性维修	scheduled maintenance	5.6	6
继电保护误动作率	protective system false operation rate	11.3.2	24
间接停电损失	indirect interruption cost	14.5	30
间歇故障	intermittent fault	4.1.20	4
减负荷	load reduction	11.4.4	25
渐变失效	gradual failure	4.1.9	3
降低出力小时	unit derated hours	10.1.5	21
降低出力状态	unit derated state	10.1.4	21
降额容量	outage capacity	11.5.2	26
降额状态	derated state	4.2.7	5
矫正性维修	corrective maintenance	5.4	6
矫正性维修时间	corrective maintenance time	6.1.6	7
解析模型	analytical model	13.3.1	29
（电力系统的）紧急状态	emergency state (of an electric power system)	9.4.4	19
经济性准则	economic criteria	13.2.3	29
	(for electric power system reliability)		
（电力系统的）警戒状态	alert state (of an electric power system)	9.4.3	19
拒动概率	probability of failure to operate on command	11.3.5	24
拒分闸概率	probability of failure to open on command	11.3.3	24
拒合闸概率	probability of failure to close on command	11.3.4	24

## K

可靠性	reliability	3.2	2
可靠性分配	reliability allocation; reliability apportionment	8.2.8	13
可靠性改进	reliability improvement	8.3.2	14
可靠性工程	reliability engineering	8.2.1	12
可靠性管理	reliability management	8.3.1	13
可靠性和可维修性保证	reliability and maintainability assurance	8.3.3	14
可靠性和可维修性大纲	reliability and maintainability programme	8.3.5	14
可靠性和可维修性计划	reliability and maintainability plan	8.3.6	14
可靠性和可维修性监察	reliability and maintainability surveillance	8.3.8	14
可靠性和可维修性控制	reliability and maintainability control	8.3.4	14
可靠性和可维修性审计	reliability and maintainability audit	8.3.7	14
可靠性计算	reliability accounting	8.2.7	13
可靠性框图	reliability block diagram	8.2.12	13
可靠性模型	reliability model	8.2.2	12
可靠性评估	reliability evaluation	8.2.6	13
可靠性评价	reliability assessment	8.2.5	13
可靠性预计	reliability prediction	8.2.4	12
可停电负荷	interruptible load	14.7	30
可停电负荷备用	interruptible load reserve	14.8	31
可维修性	maintainability	3.5	2
可延迟停运	deferrable outage	9.2.4	17
可用时间	available time; up time	6.2.5	9
可用输电容量 <i>ATC</i>	available transfer capability	11.1.3	23
可用系数 <i>AF</i>	availability factor	9.1.16	16
可用性	availability	3.4	2
可用状态	available state; up state	4.2.3	5

## L

累积时间	accumulated time	2.7	1
(电力系统事故的) 连锁反应	cascading, cascade failure (of an electric power system)	9.3.6	19
量度	measure	2.8	1
临界停电持续时间	critical service loss duration	14.6	30
临时性停运	temporary outage	9.2.3	17

## M

毛最大容量	gross maximum capacity	10.1.1	21
蒙特卡洛模型	Monte Carlo model	13.3.5	30

## N

能力	capability	3.1	2
----	------------	-----	---

能量不可用率 <i>EU</i>	energy unavailability	11.5.4	26
能量可用率 <i>EA</i>	energy availability	11.5.3	26
能量利用率	energy utilization	11.5.5	26

## P

平均不可用度	mean unavailability	7.2.4	11
平均恢复前时间 <i>MTTR</i>	mean time to restoration	7.3.3	12
平均可用度	mean availability	7.2.3	10
平均失效间隔时间 <i>MTBF</i>	mean time between failures	7.1.4	10
平均首次失效前时间 <i>MTTFF</i>	mean time to first failure	7.1.2	10
(用户) 平均停用缺供电量 <i>AENS</i>	Average energy not supplied	12.3.5	28
平均停运持续时间	mean outage duration	11.3.1	24
平均无故障持续工作时间 <i>MTTF</i>	mean time to failure	7.1.3	10
(辅助设备的) 平均无故障	mean time between failures of auxiliary	10.2.5	22
可用小时 <i>MTBFA</i>	equipment		
(机组的) 平均无故障可用	mean time between failures (of a unit)	10.2.4	22
小时 <i>MTBFU</i>			
平均修复率	mean repair rate	7.3.2	11

## Q

期望缺供电力 <i>EDNS</i>	expected demand not supplied	9.5.5	20
期望缺供电量 <i>EENS</i>	expected energy not supplied	9.5.6	21
启动成功	starting success	10.1.6	21
启动可靠度 <i>SR</i>	starting reliability	10.2.6	22
启动失败	starting failure	10.1.7	21
潜在故障	latent fault	4.1.18	3
强迫停运系数 <i>FOF</i>	forced outage factor	10.2.1	21
强迫停运小时	forced outage hours	9.1.12	16
强迫停运状态	forced outage state	9.1.8	15
切负荷	load shed	11.4.3	25
缺电持续时间 <i>LOLD</i>	loss of load duration	9.5.4	20
	(of an electric power system)		
(电力系统的) 缺电概率 <i>LOLP</i>	loss of load probability	9.5.1	19
	(of an electric power system)		
缺电频率 <i>LOLF</i>	loss of load frequency	9.5.3	20
	(of an electric power system)		
缺电时间期望 <i>LOLE</i>	loss of load expectation	9.5.2	20
	(of an electric power system)		
缺供负荷	load not supplied	11.4.1	25
确定性准则	deterministic criteria	13.2.4	29
	(for electric power system reliability)		



## R

容错	fault tolerance	8.1.4	12
容量效益裕度 <i>CBM</i>	capacity benefit margin	11.1.4	23
冗余	redundancy	8.1.1	12
弱质失效	weakness failure	4.1.4	3

## S

设计评审	design review	8.3.9	14
设计失效	design failure	4.1.5	3
失效	failure	4.1.1	3
失效分析	failure analysis	8.2.14	13
失效机理	failure mechanism	4.1.16	4
失效模式	failure mode	4.1.17	4
失效模式与影响分析 <i>FMEA</i>	failure modes and effects analysis	8.2.9	13
时间区间	time interval	2.5	1
时刻	instant of time	2.4	1
实际矫正性维修时间	active corrective maintenance time	6.1.7	7
实际维修时间	active maintenance time	6.1.3	7
实际预防性维修时间	active preventive maintenance time	6.1.5	7
输电可靠性裕度 <i>TRM</i>	transmission reliability margin	11.1.2	23
输电总容量 <i>TTC</i>	total transfer capability	11.1.1	22
双极非计划停运次数 <i>BUOT</i>	bipole unplanned outage times	11.5.9	26
双极计划停运次数 <i>BPOT</i>	bipole planned outage times	11.5.7	26
瞬时不可用度	instantaneous unavailability	7.2.2	10
瞬时故障	temporary fault	4.1.19	4
瞬时可用度	instantaneous availability	7.2.1	10
瞬时失效率	instantaneous failure rate	7.1.1	10
瞬时停电	momentary interruption	9.2.12	18
瞬时停运	transient outage	9.2.2	17
瞬时修复率	instantaneous repair rate	7.3.1	14

## T

停电	interruption	9.2.11	18
停电负荷	load interrupted	11.4.2	25
停电损失	outage cost; cost of interruption	14.3	30
停电用户平均停电次数 <i>AICA</i>	average interruptions of customer affected	12.3.6	29
停用状态	inactive state	10.1.3	21
停运	outage	9.2.1	17
停运率	outage rate	9.1.20	16
停运事件	outage occurrence	9.2.7	17
停运状态	outage state	9.1.2	15
投切时间	switching time	12.1.4	27

突然失效	sudden failure	4.1.10	3
<b>W</b>			
完全失效	complete failure	4.1.15	4
完全停运状态	complete outage state	9.1.4	15
网流模型	network flow model	13.3.2	30
维修	maintenance	5.1	5
维修保障性	maintenance support performance	3.6	2
维修工时	maintenance man-hours	6.1.2	7
维修理念	maintenance philosophy	5.2	5
维修时间	maintenance time	6.1.1	7
稳态不可用度	steady-state unavailability	7.2.6	11
稳态可用度	steady state availability	7.2.5	11
无需求时间	non-required time	6.2.4	9
误操作失效	mishandling failure	4.1.8	3
误动概率	false operation probability	11.3.6	24
误分闸故障率	rate of occurrence of opening without proper command	12.2.2	27
误合闸故障率	rate of occurrence of closing without proper command	12.2.3	27
误用失效	misuse failure	4.1.3	3
<b>X</b>			
系统	system	2.2	1
系统黑启动发电机	system blackstart generator	10.2.7	22
系统黑启动容量	system blackstart capacity	10.2.8	22
系统相关停运	system related outage	11.2.1	23
闲置状态	idle state	4.2.5	5
响应功能失效	failure of response function	11.2.4	23
修复	repair	5.9	6
修复时间	repair time	6.1.14	8
需求时间	required time	6.2.3	9
<b>Y</b>			
严重故障	critical fault	4.1.22	4
(电力系统的)严重事故状态	extreme emergency state (of an electric power system)	9.4.5	19
以可靠性为中心的维修 RCM	reliability-centered maintenance	5.8	6
永久性停运	permanent outage	9.2.6	17
用户供电可靠性	service reliability of customers	12.1.1	26
用户平均停电次数 AITC	average interruption times of customer	12.3.3	28
用户平均停电时间 AIHC	average interruption hours of customer	12.3.1	27
有效寿命	useful life	6.3.1	9

逾期维修	deferred maintenance	5.5	6
预安排停运	scheduled outage	9.1.6	15
预防性维修	preventive maintenance	5.3	5
预防性维修时间	preventive maintenance time	6.1.4	7
预计	prediction	8.2.3	12
元件	component	2.1	1
元件故障	failure of a component	12.1.3	26
元件瞬时性强迫停运率	transient forced outage rate	9.1.22	17
原发性失效	primary failure	4.1.12	3
越级误分闸故障概率	probability of incorrect trip due to fault	12.2.4	27
	outside protection zone		
(电力系统的) 运行工况	operation condition	9.4.1	19
	(of an electric power system)		
运行系数 $SF$	service factor	9.1.17	16
运行相关停运	operations related outage	11.2.2	23
运行小时	service hours	9.1.9	15
运行状态	state in service; in-service state	9.1.1	15

## Z

灾害气候	major storm disaster	11.2.7	23
灾难性失效	cataleptic failure; catastrophic failure	4.1.11	3
早期失效期	early failure period	6.3.2	9
正常气候	normal weather	11.2.5	23
(电力系统) 正常状态	normal state (of an electric power system)	9.4.2	19
直接停电损失	direct interruption cost	14.4	30
制造失效	manufacturing failure	4.1.6	3
状态空间模型	state space model	13.3.4	28
状态转移图	state-transition diagram	8.2.13	13

## 英文索引

## A

accumulated time	累积时间	2.7	1
active corrective maintenance time	实际矫正性维修时间	6.1.7	7
active maintenance time	实际维修时间	6.1.3	7
active preventive maintenance time	实际预防性维修时间	6.1.5	7
active redundancy	工作冗余	8.1.2	12
adequacy (of an electric power system)	(电力系统的) 充裕性	9.3.2	18
administrative delay	管理延迟	6.1.8	7
adverse weather	恶劣气候	11.2.6	23
aggregate equivalent peak interruption duration	等效峰荷累计停电持续时间	11.4.7	25
alert state (of an electric power system)	(电力系统的) 警戒状态	9.4.3	19
analytical model	解析模型	13.3.1	29
availability	可用性	3.4	2
availability factor	可用系数 <i>AF</i>	9.1.16	16
avaklable state	可用状态	4.2.3	5
available time	可用时间	6.2.5	9
available transfer capability	可用输电容量 <i>ATC</i>	11.1.3	23
average energy not supplied	(用户) 平均停电缺供电量 <i>AENS</i>	12.3.5	28
average interruption duration	故障停电平均持续时间 <i>AID</i>	12.3.4	28
average interruption hours of customer	用户平均停电时间 <i>AIHC</i>	12.3.1	27
average interruption times of customer	用户平均停电次数 <i>AITC</i>	12.3.3	28
average interruptions of customer affected	停电用户平均停电次数 <i>AICA</i>	12.3.6	29

## B

bipole planned outage times	双极计划停运次数 <i>BPOT</i>	11.5.7	26
bipole unplanned outage times	双极非计划停运次数 <i>BUOT</i>	11.5.9	26
bulk power energy curtailment index	大电力系统电量削减指标 <i>BPECI</i>	11.4.8	25
bulk power system	大电力系统	9.3.4	19

## C

capability	能力	3.1	2
capacity benefit margin	容量效益裕度 <i>CBM</i>	11.1.4	25
cascade failure (of an electric power system)	(电力系统事故的) 连锁反应	9.3.6	19
cascading	(电力系统事故的) 连锁反应	9.3.6	19
cataleptic failure	灾难性失效	4.1.11	3
catastrophic failure	灾难性失效	4.1.11	3
check-out time	核查时间	6.1.13	8
common cause outage occurrence	共因停运事件	9.2.10	18
complete failure	完全失效	4.1.15	4

complete outage state	完全停运状态	9.1.4	15
component	元件	2.1	1
composite generation and transmission system	发输电系统	9.3.4	19
constant failure rate period	恒定失效率期	6.3.3	9
corrective maintenance	矫正性维修	5.4	6
corrective maintenance time	矫正性维修时间	6.1.6	7
cost of interruption	停电损失	14.3	30
critical fault	严重故障	4.1.22	4
critical service loss duration	临界停电持续时间	14.6	30

## D

deferrable outage	可延迟停运	9.2.4	17
deferred maintenance	逾期维修	5.5	6
derated state	降额状态	4.2.7	5
design failure	设计失效	4.1.5	3
design review	设计评审	8.3.9	14
deterministic criteria	确定性准则	13.2.4	29
(for electric power system reliability)			
direct interruption cost	直接停电损失	14.4	30
down state	不可用状态	4.2.6	5
down time	不可用时间	6.2.7	9

## E

early failure period	早期失效期	6.3.2	9
economic criteria	经济性准则	13.2.3	29
(for electric power system reliability)			
electric power system reliability	电力系统可靠性	9.3.1	18
electric power system reliability criteria	电力系统可靠性准则	13.2.1	29
emergency state (of an electric power system)	(电力系统的) 紧急状态	9.4.4	19
energy availability	能量可用率 $EA$	11.5.3	26
energy unavailability	能量不可用率 $EU$	11.5.4	26
energy utilization	能量利用率	11.5.5	26
equivalent available factor	等效可用系数 $EAF$	10.2.3	22
equivalent mean interruption duration	等效平均停电持续时间	11.4.5	25
equivalent peak interruption duration	等效峰荷停电持续时间	11.4.6	25
expected demand not supplied	期望缺供电力 $EDNS$	9.5.5	20
expected energy not supplied	期望缺供电量 $EENS$	9.5.6	21
expected failure duration	故障持续时间期望	9.1.15	16
exposure operations	暴露次数	11.2.3	23
exposure rate	暴露率 $EXR$	9.1.18	16
exposure time	暴露时间	9.1.13	16
extreme emergency state	(电力系统的) 严重事故状态	9.4.5	19
(of an electric power system)			

## F

failure	失效	4.1.1	2
failure analysis	失效分析	8.2.14	13
failure mechanism	失效机理	4.1.16	4
failure mode	失效模式	4.1.17	4
failure modes and effects analysis	失效模式与影响分析 FMEA	8.2.9	13
failure of a component	元件故障	12.1.3	26
failure of continuously required function	规定的连续功能失效	9.1.14	16
failure of response function	响应功能失效	11.2.4	23
failure rate	故障率	9.1.19	16
false operation probability	误动概率	11.3.6	24
fault	故障	4.1.2	3
fault correction time	故障矫正时间	6.1.12	8
fault diagnosis	故障诊断	5.12	6
fault isolation	故障隔离	5.13	6
fault localization	故障定位	5.11	6
fault localization time	故障定位时间	6.1.11	8
fault recognition	故障识别	5.10	6
fault tolerance	容错	8.1.4	12
fault tree	故障树	8.2.11	13
fault tree analysis	故障树分析 FTA	8.2.10	13
forced outage factor	强迫停运系数 $FOF$	10.2.1	21
forced outage hours	强迫停运小时	9.1.12	16
forced outage state	强迫停运状态	9.1.8	15
function check-out	功能核查	5.14	6

## G

gradual failure	渐变失效	4.1.9	3
gross maximum capacity	毛最大容量	10.1.1	21

## I

idle state	闲置状态	4.2.5	5
in-service state	运行状态	9.1.1	15
inactive state	停用状态	10.1.3	21
indirect interruption cost	间接停电损失	14.5	30
inherent reliability	固有可靠性	3.3	2
instant of time	时刻	2.4	1
instantaneous availability	瞬时可用度	7.2.1	10
instantaneous failure rate	瞬时失效率	7.1.1	10
instantaneous repair rate	瞬时修复率	7.3.1	11
instantaneous unavailability	瞬时不可用度	7.2.2	10
integrity (of a bulk power system)	大电力系统的整体性	9.3.5	19

intermittent fault	间歇故障	4.1.20	4
interruptible load	可停电负荷	14.7	30
interinptible load reserve	可停电负荷备用	14.8	31
interruption	停电	9.2.11	18

## L

latent fault	潜在故障	4.1.18	4
load interrupted	停电负荷	11.4.2	25
load not supplied	缺供负荷	11.4.1	25
load reduction	减负荷	11.4.4	25
load shed	切负荷	11.4.3	25
logistic delay	后勤延迟	6.1.10	8
loss of load duration (of an electric power system)	缺电持续时间 <i>LOLD</i>	9.5.4	20
loss of load expectation (of an electric power system)	缺电时间期望 <i>LOLE</i>	9.5.2	20
loss of load frequency (of an electric power system)	缺电频率 <i>LOLF</i>	9.5.3	20
loss of load probability (of an electric power system)	(电力系统的) 缺电概率 <i>LOLP</i>	9.5.1	19

## M

maintainability	可维修性	3.5	2
maintenance	维修	5.1	5
maintenance man-hours	维修工时	6.1.2	7
maintenance philosophy	维修理念	5.2	5
maintenance support performance	维修保障性	3.6	2
maintenance time	维修时间	6.1.1	7
major storm disaster	灾害气候	11.2.7	23
manufacturing failure	制造失效	4.1.6	3
maximum continuous capacity	额定输送容量	11.5.1	25
mean availability	平均可用度	7.2.3	10
mean outage duration	平均停运持续时间	11.3.1	24
mean repair rate	平均修复率	7.3.2	11
mean time between failures	平均失效间隔时间 <i>MTBF</i>	7.1.4	10
mean time between failures (of a unit)	(机组的) 平均无故障可用 小时 <i>MTBFU</i>	10.2.4	22
mean time between failures of auxillary equipment	(辅助设备的) 平均无故障 可用小时 <i>MTBFA</i>	10.2.5	22
mean time to failure	平均无故障持续工作时间 <i>MTTF</i>	7.1.3	10
mean time to first failure	平均首次失效前时间 <i>MTTFF</i>	7.1.2	10
mean time to restoration	平均恢复前时间 <i>MTTR</i>	7.3.3	12
mean unavailability	平均不可用度	7.2.4	11

measure	量度	2.8	1
mishandling failure	误操作失效	4.1.8	3
misuse failure	误用失效	4.1.3	3
momentary interruption	瞬时停电	9.2.12	18
monopole planned outage times	单极计划停运次数 <i>MPOT</i>	11.5.6	26
monopole unplanned outage times	单极非计划停运次数 <i>MUOT</i>	11.5.8	26
Monte Carlo model	蒙特卡洛模型	13.3.5	30
multiple outage occurrence	多重停运事件	9.2.9	18
<b>N</b>			
network flow model	网流模型	13.3.2	30
non-operating state	不工作状态	4.2.2	5
non-operating time	不工作时间	6.2.2	9
non-required time	无需求时间	6.2.4	9
normal state (of an electric power system)	(电力系统) 正常状态	9.4.2	19
normal weather	正常气候	11.2.5	23
<b>O</b>			
operating state	工作状态	4.2.1	4
operating time	工作时间	6.2.1	8
operation condition (of an electric power system)	(电力系统的) 运行工况	9.4.1	19
operations related outage	运行相关停运	11.2.2	23
outage	停运	9.2.1	17
outage capacity	降额容量	11.5.2	26
outage cost	停电损失	14.3	30
outage occurrence	停运事件	9.2.7	17
outage rate	停运率	9.1.20	16
outage state	停运状态	9.1.2	15
<b>P</b>			
partial failure	部分失效	4.1.14	4
partial outage state	部分停运状态	9.1.3	15
permanent forced outage rate	持续强迫停运率	9.1.21	17
permanent outage	永久性停运	9.2.6	17
persistent fault	持久故障	4.1.21	4
planned outage state	计划停运状态	9.1.5	15
power flow model	潮流模型	13.3.3	30
power supply system	供电系统	12.1.2	26
prediction	预计	8.2.3	12
preventive maintenance	预防性维修	5.3	5
preventive maintenance time	预防性维修时间	6.1.4	7
primary failure	原发性失效	4.1.12	3



probabilistic criteria (for electric power system reliability)	概率性准则	13.2.5	29
probability of failure to close on command	拒合闸概率	11.3.4	24
probability of failure to open on command	拒分闸概率	11.3.3	24
probability of failure to operate on command	拒动概率	11.3.5	24
probability of incorrect trip due to fault outside protection zone	越级误分闸故障概率	12.2.4	27
protective system false operation rate	继电保护误动作率	11.3.2	24
<b>R</b>			
rate of occurrence of closing without proper command	误合闸故障率	12.2.3	27
rate of occurrence of opening without proper command	误分闸故障率	12.2.2	27
rate of occurrence of short-circuit events	短路故障率	12.2.1	27
recovery	恢复	5.15	7
redundancy	冗余	8.1.1	12
reliability	可靠性	3.2	2
reliability accounting	可靠性计算	8.2.7	13
reliability allocation	可靠性分配	8.2.8	13
reliability and maintainability assurance	可靠性和可维修性保证	8.3.3	14
reliability and maintainability audit	可靠性和可维修性审计	8.3.7	14
reliability and maintainability control	可靠性和可维修性控制	8.3.4	14
reliability and maintainability plan	可靠性和可维修性计划	8.3.6	14
reliability and maintainability programme	可靠性和可维修性大纲	8.3.5	14
reliability and maintainability surveillance	可靠性和可维修性监察	8.3.8	14
reliability apportionment	可靠性分配	8.2.8	13
reliability assessment	可靠性评价	8.2.5	13
reliability block diagram	可靠性框图	8.2.12	13
reliability economics of an electric power system	电力系统可靠性经济学	14.2	30
reliability engineering	可靠性工程	8.2.1	12
reliability evaluation	可靠性评估	8.2.6	13
reliability evaluation of electric power system	电力系统可靠性评估	13.1.1	29
reliability evaluation of generating capacity	发电容量可靠性评估	13.1.2	29
reliability improvement	可靠性改进	8.3.2	14
reliability management	可靠性管理	8.3.1	13
reliability model	可靠性模型	8.2.2	12
reliability prediction	可靠性预计	8.2.4	12
reliability worth assessment	电力系统可靠性价值评估	14.1	30
reliability-centered maintenance	以可靠性为中心的维修 RCM	5.8	6
repair	修复	5.9	6
repair time	修复时间	6.1.14	8
required function	规定功能	2.3	1

required time	需求时间	6.2.3	9
reserve hours	备用小时	9.1.10	15
reserve state	备用状态	4.2.4	5
reserve time	备用时间	6.2.6	9
restoration	恢复	5.15	7
restoration process (of an electric power system)	(电力系统的) 恢复过程	9.4.6	19

## S

scheduled maintenance	计划性维修	5.6	6
scheduled outage	预安排停运	9.1.6	15
secondary failure	从属性失效	4.1.13	4
security (of an electric power system)	(电力系统的) 安全性	9.3.3	18
service availability	供电可用率 $SA$	12.3.2	27
service factor	运行系数 $SF$	9.1.17	16
service hours	运行小时	9.1.9	15
service reliability of customers	用户供电可靠性	12.1.1	26
single outage occurrence	单一停运事件	9.2.8	18
standby redundancy	备用冗余	8.1.3	12
standby state	备用状态	4.2.4	5
standby time	备用时间	6.2.6	9
starting failure	启动失败	10.1.7	21
starting reliability	启动可靠性 $SR$	10.2.6	22
starting success	启动成功	10.1.6	21
state in service	运行状态	9.1.1	15
state space model	状态空间模型	13.3.4	30
state-transition diagram	状态转移图	8.2.13	13
steady state availability	稳态可用度	7.2.5	11
steady-state unavailability	稳态不可用度	7.2.6	11
sudden failure	突然失效	4.1.10	3
sustained interruption	持续停电	9.2.13	18
sustained outage	持续停运	9.2.5	17
switching time	投切时间	12.1.4	27
system	系统	2.2	1
system blackstart capacity	系统黑启动容量	10.2.8	22
system blackstart generator	系统黑启动发电机	10.2.7	22
system related outage	系统相关停运	11.2.1	23

## T

technical criteria (for electric power system reliability)	技术性准则	13.2.2	29
technical delay	技术延迟	6.1.9	7
temporary fault	瞬时故障	4.1.19	4

temporary outage	临时性停运	9.2.3	17
time duration	持续时间	2.6	1
time interval	时间区间	2.5	1
total transfer capability	输电总容量 <i>TTC</i>	11.1.1	22
transient forced outage rate	元件瞬时性强迫停运率	9.1.22	17
transient outage	瞬时停运	9.2.2	17
transmission reliability margin	输电可靠性裕度 <i>TRM</i>	11.1.2	23

## U

unavailable state	不可用状态	4.2.6	5
unavailable time	不可用时间	6.2.7	9
unit derated factor	机组降低出力系数 <i>UDF</i>	10.2.2	22
unit derated hours	降低出力小时	10.1.5	21
unit derated state	降低出力状态	10.1.4	21
unit derating capacity	机组降低出力量	10.1.2	21
unplanned outage hours	非计划停运小时	9.1.11	16
unplanned outage state	非计划停运状态	9.1.7	15
unscheduled maintenance	非计划性维修	5.7	6
up state	可用状态	4.2.3	5
up time	可用时间	6.2.5	9
useful life	有效寿命	6.3.1	9

## W

weakness failure	弱质失效	4.1.4	3
wear-out failure	耗损失效	4.1.7	3
wear-out failure period	耗损失效期	6.3.4	9

---