



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 47032—2026

## 风光储联合发电站运行评价规程

Code of operation evaluation for wind-photovoltaic-energy storage power station

2026-01-28 发布

2026-05-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布



## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 符号 .....	1
5 总体要求 .....	3
6 评价程序 .....	3
7 评价资料 .....	4
7.1 基本资料 .....	4
7.2 运行资料 .....	4
7.3 资料处理 .....	4
8 评价指标与计算方法 .....	4
8.1 评价指标 .....	4
8.2 计算方法 .....	5
9 分析评价 .....	8
10 追溯方法 .....	10
10.1 标记方法 .....	10
10.2 过程记录 .....	10
附录 A (资料性) 风光储联合发电站运行评价资料 .....	11
A.1 基本资料 .....	11
A.2 运行资料 .....	12
附录 B (规范性) 风电、光伏及储能分系统评价指标计算方法 .....	19
B.1 光伏分系统能量利用率 .....	19
B.2 等效利用小时 .....	19
B.3 可靠性指标 .....	20
B.4 运行维护指标 .....	22



## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出并归口。

本文件起草单位：中国电力科学研究院有限公司、国家电网有限公司、国网安徽省电力有限公司电力科学研究院、国网山东省电力公司电力科学研究院、国网冀北电力有限公司电力科学研究院、国网福建省电力有限公司、华电电力科学研究院有限公司、国网青海省电力公司、国网湖南省电力有限公司经济技术研究院、国网新疆电力有限公司、国网冀北张家口风光储输新能源有限公司、国家电投集团新疆能源化工有限责任公司、能建时代(上海)新型储能技术研究院有限公司、国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司、国家能源集团科学技术研究院有限公司。

本文件主要起草人：秦世耀、李克成、陶以彬、桑丙玉、周才期、孙文文、陈志磊、王亦婷、田云峰、孙学军、徐斌、李国庆、杨志豪、李泽、程艳、朱少杰、李智诚、王珂、刘艳章、禹海峰、袁力翔、赵洲、谢玉荣、范炳建、王俊、马伟、杨迪、由龙、孙博、李官军、张雷、贺敬、王士柏、姜华、黄谋、王翼飞、陈雨鸽、朱法华。



# 风光储联合发电站运行评价规程

## 1 范围

本文件规定了风光储联合发电站运行评价的总体要求、评价程序、评价资料、评价指标与计算方法、分析评价和追溯方法。

本文件适用于风储、光储和风光储联合发电站的运行评价。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 36549 电化学储能电站运行指标及评价
- GB/T 51311 风光储联合发电站调试及验收标准
- GB/T 51437 风光储联合发电站设计标准
- DL/T 793.6 发电设备可靠性评价规程 第6部分：风力发电机组
- DL/T 793.7 发电设备可靠性评价规程 第7部分：光伏发电设备
- DL/T 1815 电化学储能电站设备可靠性评价规程
- DL/T 2528 电力储能基本术语
- NB/T 10586 风力发电场标准能量利用率评价规程
- NB/T 31045 风电场运行指标与评价导则

## 3 术语和定义

GB/T 36549、GB/T 51311、GB/T 51437、DL/T 793.6、DL/T 793.7、DL/T 1815、DL/T 2528、NB/T 10586、NB/T 31045 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 联合运行小时 joint operation hours

风光储联合发电站处于风光储联合运行模式、风光联合运行模式、风储联合运行模式和光储联合运行模式的小时数之和。

### 3.2

#### 联合运行系数 joint operation factor

风光储联合发电站联合运行小时(3.1)占统计期间小时的百分比。

## 4 符号

下列符号适用于本文件。

$E_{\text{Mar}}$	统计周期内风光储联合发电站市场结算电量	kWh
$E_{\text{on}}$	统计周期内风光储联合发电站上网电量	kWh

$E_P^R$	统计周期内光伏分系统实际发电量	kWh
$E_P^T$	统计周期内光伏分系统理论发电量	kWh
$E_{S,C}^R$	统计周期内储能分系统实际充电量	kWh
$E_{S,D}^R$	统计周期内储能分系统实际放电量	kWh
$E_W^R$	统计周期内风电分系统的实际发电量	kWh
$E_W^T$	统计周期内风电分系统理论发电量	kWh
$F_A$	统计周期内风光储联合发电站可用系数	%
$F_{A,P}$	统计周期内光伏分系统可用系数	%
$F_{A,P,i}$	统计周期内第 $i$ 台光伏发电机组可用系数	%
$F_{A,S}$	统计周期内储能分系统可用系数	%
$F_{A,S,i}$	统计周期内第 $i$ 个储能单元可用系数	%
$F_{A,W}$	统计周期内风电分系统可用系数	%
$F_{A,W,i}$	统计周期内第 $i$ 台风电机组可用系数	%
$F_{COS}$	统计周期内风光储联合发电站运行维护费	元
$F_{COS,P}$	统计周期内光伏分系统运行维护费	元
$F_{COS,S}$	统计周期内储能分系统运行维护费	元
$F_{COS,W}$	统计周期内风电分系统运行维护费	元
$F_{JO}$	统计周期内风光储联合发电站联合运行系数	%
$F_{UO}$	统计周期内风光储联合发电站非计划停运系数	%
$F_{UO,P}$	统计周期内光伏分系统非计划停运系数	%
$F_{UO,P,i}$	统计周期内第 $i$ 台光伏发电机组非计划停运系数	%
$F_{UO,S}$	统计周期内储能分系统非计划停运系数	%
$F_{UO,S,i}$	统计周期内第 $i$ 个储能单元非计划停运系数	%
$F_{UO,W}$	统计周期内风电分系统非计划停运系数	%
$F_{UO,W,i}$	统计周期内第 $i$ 台风电机组非计划停运系数	%
$f_{kW}$	统计周期内风光储联合发电站单位容量运行维护费	元/kW
$f_{kW,P}$	统计周期内光伏分系统单位容量运行维护费	元/kW
$f_{kW,S}$	统计周期内储能分系统单位容量运行维护费	元/kW
$f_{kW,W}$	统计周期内风电分系统单位容量运行维护费	元/kW
$f_{kWh}$	统计周期内风光储联合发电站度电运行维护费	元/kWh
$f_{kWh,P}$	统计周期内光伏分系统度电运行维护费	元/kWh
$f_{kWh,S}$	统计周期内储能分系统度电运行维护费	元/kWh
$f_{kWh,W}$	统计周期内风电分系统度电运行维护费	元/kWh
$h_{JO}$	统计周期内风光储联合发电站联合运行小时	h
$h_P$	统计期间小时	h
$h_{UT}$	统计周期内风光储联合发电站风光等效利用小时	h
$h_{UT,P}$	统计周期内光伏分系统等效利用小时	h
$h_{UT,S}$	统计周期内储能分系统等效利用小时	h
$h_{UT,W}$	统计周期内风电分系统等效利用小时	h
$K$	统计周期内风光储联合发电站能量利用率	%
$K_P$	统计周期内光伏分系统能量利用率	%

$k_i$	第 $i$ 个评价指标所占权重	%
$N_P$	光伏分系统机组总台数	台
$N_S$	储能分系统储能单元总数	个
$N_W$	风电分系统机组总台数	台
$N_V$	评价指标总数	个
$P_{Mar}$	统计周期内风光储联合发电站市场结算电费	元
$P_P$	光伏分系统额定容量	kW
$P_{P,i}$	第 $i$ 台光伏发电机组额定容量	kW
$P_S$	储能分系统额定功率	kW
$P_{S,i}$	第 $i$ 个储能单元额定功率	kW
$P_W$	风电分系统额定容量	kW
$P_{W,i}$	第 $i$ 台风电机组额定容量	kW
$p_{Mar,Avg}$	统计周期内风光储联合发电站市场化交易平均结算电价	元/kWh
$r$	统计周期内风光储联合发电站市场化交易电量占比	%
$S$	风光储联合发电站综合评分	
$S_i$	第 $i$ 个评价指标得分	
$V_i$	第 $i$ 个评价指标计算结果数值	
$V_i^S$	第 $i$ 个评价指标基准值	

## 5 总体要求

5.1 风光储联合发电站应通过能效、可靠性、运行维护等指标的计算分析对其运行管理水平进行评价,评价过程应具有可追溯性。

5.2 风光储联合发电站运行评价前应收集电站的装机容量、地理位置、投运日期、发电量、上网电量、故障与检修记录等资料,收集资料的时间范围与评价周期时间范围一致。

5.3 风光储联合发电站运行评价指标应包括能效指标、可靠性指标、运行维护指标和市场化交易指标。

5.4 风光储联合发电站可采用同比、环比、综合评分等方法进行综合评价,结合风光资源变化、故障检修情况和电力市场波动等因素分析,形成评价结论和改进措施。

5.5 风光储联合发电站运行评价报告应包括电站概况、评价指标与方法、评价过程记录、结果分析、结论与建议等。

5.6 风光储联合发电站的运行评价应在电站整体调试完成并联合运行 1 年后进行,宜以月和年为周期。

## 6 评价程序

风光储联合发电站运行评价程序由资料收集、指标计算和分析评价 3 个阶段构成,程序流程图如图 1 所示。

- 资料收集阶段。按照第 7 章要求收集待评价电站的基本资料和运行资料,并校核、处理缺失和错误信息,保障资料信息的准确性,为电站运行评价提供数据基础。
- 指标计算阶段。基于评价资料,按照第 8 章要求计算风光储联合发电站及其风电分系统、光伏分系统和储能分系统的各项评价指标。
- 分析评价阶段。基于各项评价指标计算结果,按照第 9 章要求采用同比、环比、综合评分等方

法进行综合评价,分析指标变化原因,提出改进措施。

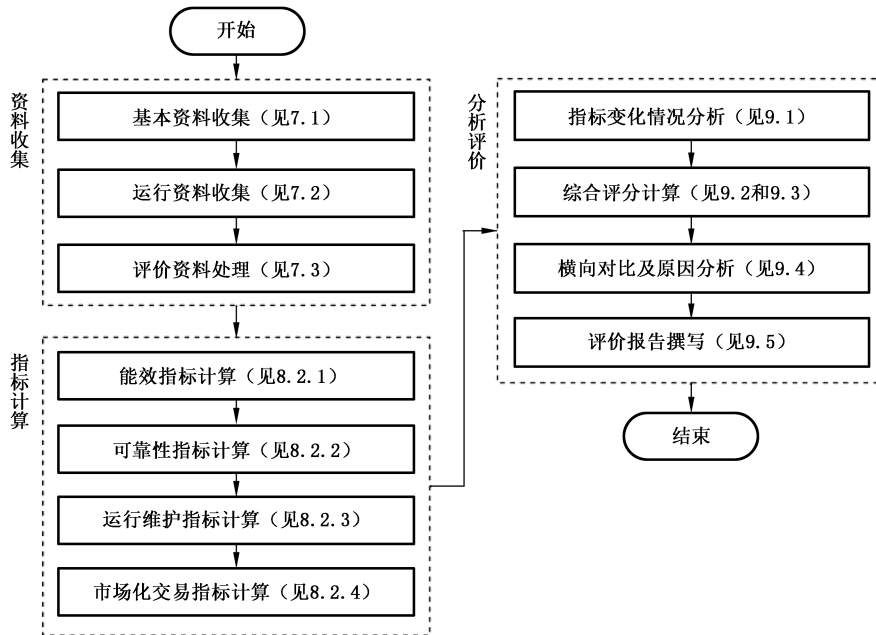


图 1 评价程序流程图

## 7 评价资料

### 7.1 基本资料

风光储联合发电站的基本资料包括电站名称、类型、地理位置、风电分系统容量、风电机组型号及数量、光伏分系统容量、光伏逆变器型号及数量、储能分系统容量、储能单元型号及数量等,主要内容见附录 A 的表 A.1。

### 7.2 运行资料

风光储联合发电站的运行资料包括运行日报、月报和年报,由发电量、上网电量、下网电量、气象数据、市场结算电量、故障与检修记录等信息构成,主要内容见表 A.2。

### 7.3 资料处理

风光储联合发电站运行评价前应通过各资料信息间的交叉比对,校核基本资料和运行资料的完整性、准确性,并对缺失和错误的资料信息进行补充或更正。

## 8 评价指标与计算方法

### 8.1 评价指标

风光储联合发电站运行评价包含能效、可靠性、运行维护和市场化交易 4 个方面,联合发电站及其风电分系统、光伏分系统和储能分系统的运行评价指标和周期见表 1。

表 1 风光储联合发电站运行评价指标、周期及对象

评价指标		评价周期	评价对象			
一级指标	二级指标		联合发电站	风电分系统	光伏分系统	储能分系统
能效指标	能量利用率	月、年	√	√	√	—
	等效利用小时	月、年	√	√	√	√
可靠性指标	可用系数	月、年	√	√	√	√
	非计划停运系数	月、年	√	√	√	√
	联合运行系数	月、年	√	—	—	—
运行维护指标	单位容量运行维护费	年	√	√	√	√
	度电运行维护费	年	√	√	√	√
市场化交易指标	市场化交易电量占比	月、年	√	—	—	—
	市场化交易平均结算电价	月、年	√	—	—	—

注：“√”代表评价；“—”代表不评价。

## 8.2 计算方法

### 8.2.1 能效指标计算方法

#### 8.2.1.1 能量利用率

根据收集的风电分系统的实际和理论发电量、光伏分系统的实际和理论发电量、风光储联合发电上网电量信息，依次计算风电分系统、光伏分系统和风光储联合发电站的能量利用率。

- 按照 NB/T 10586 方法计算风电分系统的能量利用率。
- 按照附录 B 中 B.1 的方法计算光伏分系统的能量利用率。
- 按照公式(1)计算风光储联合发电站的能量利用率。

$$K = \frac{E_{on}}{E_w^T + E_p^T} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$K$  ——统计周期内风光储联合发电站能量利用率；

$E_{on}$  ——统计周期内风光储联合发电站上网电量，单位为千瓦时(kWh)；

$E_w^T$  ——统计周期内风电分系统理论发电量，单位为千瓦时(kWh)；

$E_p^T$  ——统计周期内光伏分系统理论发电量，单位为千瓦时(kWh)。

注 1：对于风储联合发电站， $E_p^T$  数值为 0。

注 2：对于光储联合发电站， $E_w^T$  数值为 0。

#### 8.2.1.2 等效利用小时

根据收集的风电分系统的额定容量和实际发电量、光伏分系统的额定容量和实际发电量、储能分系统的额定功率和实际充/放电量信息，依次计算风电分系统、光伏分系统、储能分系统和风光储联合发电站的等效利用小时。

- 按照 B.2.1 的方法计算风电分系统的等效利用小时。

- b) 按照 B.2.2 的方法计算光伏分系统的等效利用小时。
- c) 按照 B.2.3 的方法计算储能分系统的等效利用小时。
- d) 按照公式(2)计算风光储联合发电站的风光等效利用小时。

$$h_{UT} = \frac{P_w \times h_{UT,w} + P_p \times h_{UT,p}}{P_w + P_p} \dots\dots\dots(2)$$

式中：

- $h_{UT}$  ——统计周期内风光储联合发电站风光等效利用小时,单位为小时(h);
- $h_{UT,w}$  ——统计周期内风电分系统等效利用小时,单位为小时(h);
- $h_{UT,p}$  ——统计周期内光伏分系统等效利用小时,单位为小时(h);
- $P_w$  ——风电分系统额定容量,单位为千瓦(kW);
- $P_p$  ——光伏分系统额定容量,单位为千瓦(kW)。

注 1: 对于风储联合发电站, $P_p$  数值为 0。  
 注 2: 对于光储联合发电站, $P_w$  数值为 0。



### 8.2.2 可靠性指标计算方法

#### 8.2.2.1 可用系数

根据收集的风电机组、光伏单元和储能单元的运行小时、备用小时及装机信息,依次计算风电分系统、光伏分系统、储能分系统和风光储联合发电站的可用系数。

- a) 按照 B.3.1 的方法计算风电分系统的可用系数。
- b) 按照 B.3.2 的方法计算光伏分系统的可用系数。
- c) 按照 B.3.3 的方法计算储能分系统的可用系数。
- d) 按照公式(3)计算风光储联合发电站的可用系数。

$$F_A = \frac{P_w \times F_{A,w} + P_p \times F_{A,p} + P_s \times F_{A,s}}{P_w + P_p + P_s} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

式中：

- $F_A$  ——统计周期内风光储联合发电站可用系数;
- $F_{A,w}$  ——统计周期内风电分系统可用系数;
- $F_{A,p}$  ——统计周期内光伏分系统可用系数;
- $F_{A,s}$  ——统计周期内储能分系统可用系数;
- $P_w$  ——风电分系统额定容量,单位为千瓦(kW);
- $P_p$  ——光伏分系统额定容量,单位为千瓦(kW);
- $P_s$  ——储能分系统额定功率,单位为千瓦(kW)。

注 1: 对于风储联合发电站, $P_p$  数值为 0。  
 注 2: 对于光储联合发电站, $P_w$  数值为 0。

#### 8.2.2.2 非计划停运系数

根据收集的风电机组、光伏单元和储能单元的非计划停运小时及装机信息,依次计算风电分系统、光伏分系统、储能分系统和风光储联合发电站的非计划停运系数。

- a) 按照 B.3.4 方法计算风电分系统的非计划停运系数。
- b) 按照 B.3.5 方法计算光伏分系统的非计划停运系数。
- c) 按照 B.3.6 方法计算储能分系统的非计划停运系数。
- d) 按照公式(4)计算风光储联合发电站的非计划停运系数。

$$F_{\text{UO}} = \frac{P_{\text{W}} \times F_{\text{UO,W}} + P_{\text{P}} \times F_{\text{UO,P}} + P_{\text{S}} \times F_{\text{UO,S}}}{P_{\text{W}} + P_{\text{P}} + P_{\text{S}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$F_{\text{UO}}$  ——统计周期内风光储联合发电站非计划停运系数；

$F_{\text{UO,W}}$  ——统计周期内风电分系统非计划停运系数；

$F_{\text{UO,P}}$  ——统计周期内光伏分系统非计划停运系数；

$F_{\text{UO,S}}$  ——统计周期内储能分系统非计划停运系数；

$P_{\text{W}}$  ——风电分系统额定容量,单位为千瓦(kW)；

$P_{\text{P}}$  ——光伏分系统额定容量,单位为千瓦(kW)；

$P_{\text{S}}$  ——储能分系统额定功率,单位为千瓦(kW)。

注1：对于风储联合发电站, $P_{\text{P}}$  数值为0。

注2：对于光储联合发电站, $P_{\text{W}}$  数值为0。

### 8.2.2.3 联合运行系数

根据收集的风光储联合发电站各运行模式持续时长,按照公式(5)计算风光储联合发电站的联合运行系数。

$$F_{\text{JO}} = \frac{h_{\text{JO}}}{h_{\text{P}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$F_{\text{JO}}$  ——统计周期内风光储联合发电站联合运行系数；

$h_{\text{JO}}$  ——统计周期内风光储联合发电站联合运行小时,等于风光储联合发电站处于风光储联合运行模式、风光联合运行模式、风储联合运行模式和光储联合运行模式的小时数之和,单位为小时(h)；

$h_{\text{P}}$  ——统计期间小时,单位为小时(h)。

## 8.2.3 运行维护指标计算方法

### 8.2.3.1 单位容量运行维护费

根据收集的风电分系统、光伏分系统和储能分系统的运行维护费及装机信息,依次计算风电分系统、光伏分系统、储能分系统和风光储联合发电站的单位容量运行维护费。

a) 按照 B.4.1 的方法计算风电分系统的单位容量运行维护费。

b) 按照 B.4.2 方法计算光伏分系统的单位容量运行维护费。

c) 按照 B.4.3 方法计算储能分系统的单位容量运行维护费。

d) 按照公式(6)计算风光储联合发电站的单位容量运行维护费。

$$f_{\text{kW}} = \frac{P_{\text{W}} \times f_{\text{kW,W}} + P_{\text{P}} \times f_{\text{kW,P}} + P_{\text{S}} \times f_{\text{kW,S}}}{P_{\text{W}} + P_{\text{P}} + P_{\text{S}}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$f_{\text{kW}}$  ——统计周期内风光储联合发电站单位容量运行维护费,单位为元每千瓦(元/kW)；

$f_{\text{kW,W}}$  ——统计周期内风电分系统单位容量运行维护费,单位为元每千瓦(元/kW)；

$f_{\text{kW,P}}$  ——统计周期内光伏分系统单位容量运行维护费,单位为元每千瓦(元/kW)；

$f_{\text{kW,S}}$  ——统计周期内储能分系统单位容量运行维护费,单位为元每千瓦(元/kW)；

$P_{\text{W}}$  ——风电分系统额定容量,单位为千瓦(kW)；

$P_{\text{P}}$  ——光伏分系统额定容量,单位为千瓦(kW)；

$P_{\text{S}}$  ——储能分系统额定功率,单位为千瓦(kW)。

注 1：对于风储联合发电站， $P_p$  数值为 0。

注 2：对于光储联合发电站， $P_w$  数值为 0。

### 8.2.3.2 度电运行维护费

根据收集的风电分系统、光伏分系统和储能分系统的运行维护费和实际发电量，以及风光储联合发电站的运行维护费和上网电量信息，依次计算风电分系统、光伏分系统、储能分系统和风光储联合发电站的度电运行维护费。

- a) 按照 B.4.4 的方法计算风电分系统的度电运行维护费。
- b) 按照 B.4.5 方法计算光伏分系统的度电运行维护费。
- c) 按照 B.4.6 方法计算储能分系统的度电运行维护费。
- d) 按照公式(7)计算风光储联合发电站的度电运行维护费。

$$f_{\text{kWh}} = \frac{F_{\text{COS}}}{E_{\text{on}}} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$f_{\text{kWh}}$ ——统计周期内风光储联合发电站度电运行维护费，单位为元每千瓦时(元/kWh)；

$F_{\text{COS}}$ ——统计周期内风光储联合发电站运行维护费，单位为元；

$E_{\text{on}}$ ——统计周期内风光储联合发电站上网电量，单位为千瓦时(kWh)。

### 8.2.4 市场化交易指标计算方法

#### 8.2.4.1 市场化交易电量占比

根据风光储联合发电站的上网电量和市场结算电量信息，按照公式(8)计算风光储联合发电站的市场化交易电量占比。

$$r = \frac{E_{\text{Mar}}}{E_{\text{on}}} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$r$ ——统计周期内风光储联合发电站市场化交易电量占比；

$E_{\text{on}}$ ——统计周期内风光储联合发电站上网电量，单位为千瓦时(kWh)；

$E_{\text{Mar}}$ ——统计周期内风光储联合发电站市场结算电量，单位为千瓦时(kWh)。

#### 8.2.4.2 市场化交易平均结算电价

根据风光储联合发电站的市场结算电费和市场结算电量信息，按照公式(9)计算风光储联合发电站的市场化交易平均结算电价。

$$p_{\text{Mar, Avg}} = \frac{P_{\text{Mar}}}{E_{\text{Mar}}} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$p_{\text{Mar, Avg}}$ ——统计周期内风光储联合发电站市场化交易平均结算电价，单位为元每千瓦时(元/kWh)；

$P_{\text{Mar}}$ ——统计周期内风光储联合发电站市场结算电费，单位为元；

$E_{\text{Mar}}$ ——统计周期内风光储联合发电站市场结算电量，单位为千瓦时(kWh)。

## 9 分析评价

9.1 针对表 1 中评价指标计算结果，采用同比和环比方法分析风光储联合发电站及其风电分系统、光伏分系统和储能分系统各项评价指标数值的变化情况，并结合风光资源变化、故障检修情况和电力市场

波动等因素分析变化原因。

9.2 采用表 2 中指标评价风光储联合发电站的运行管理水平,可采用层次分析法、熵权法、灰色关联等方法确定各指标权重。

表 2 风光储联合发电站综合评价指标

序号	一级指标	二级指标	指标计算结果数值	指标权重
1	能效指标	能量利用率	$V_1$	$k_1$
2		等效利用小时	$V_2$	$k_2$
3	可靠性指标	可用系数	$V_3$	$k_3$
4		非计划停运系数	$V_4$	$k_4$
5		联合运行系数	$V_5$	$k_5$
6	运行维护指标	单位容量运行维护费	$V_6$	$k_6$
7		度电运行维护费	$V_7$	$k_7$
8	市场化交易指标	市场化交易电量占比	$V_8$	$k_8$
9		市场化交易平均结算电价	$V_9$	$k_9$

9.3 以电站历史平均值、电站设计值或同区域同类型电站平均值等为基准值,通过将各项指标数值与基准值对比,按公式(10)计算风光储联合发电站的综合评分。

$$S = \sum_i^{N_V} \left( k_i \times \frac{V_i}{V_i^S} \times 100 \right) \dots\dots\dots (10)$$

式中:

$S$  ——风光储联合发电站综合评分;

$N_V$  ——评价指标总数,单位为个;

$k_i$  ——第  $i$  个评价指标所占权重;

$S_i$  ——第  $i$  个评价指标得分,按公式(11)计算。

$$S_i = \begin{cases} \frac{V_i}{V_i^S}, & \text{评价指标数值大于基准值为优} \\ \frac{V_i^S}{V_i}, & \text{评价指标数值小于基准值为优} \end{cases} \dots\dots\dots (11)$$

式中:

$V_i$  ——第  $i$  个评价指标计算结果数值;

$V_i^S$  ——第  $i$  个评价指标基准值。

9.4 将风光储联合发电站的各项评价指标计算结果和综合评分结果与同地区同类型电站进行对比,结合风电/光伏/储能分系统装机占比、故障检修情况和电力市场情况等因素分析风光储联合发电站运行管理水平差异及原因,并提出改进措施。

9.5 根据分析评价结果撰写评价报告,报告内容应包括电站概况、评价指标与方法、评价过程记录、结果分析、结论与建议等。

## 10 追溯方法

### 10.1 标记方法

在执行第 7 章～第 9 章所规定的程序过程中,标记的内容包括:

- a) 评价资料来源、编号、收集日期等;
- b) 指标计算及分析评价的时间等。

### 10.2 过程记录

在执行第 7 章～第 9 章所规定的程序过程中,记录并保持以下内容:

- a) 执行各程序的日期、内容等;
- b) 执行各程序的中间过程、评价结果等。

## 附录 A

(资料性)

## 风光储联合发电站运行评价资料

## A.1 基本资料

风光储联合发电站基本资料见表 A.1。

表 A.1 风光储联合发电站基本资料

一、联合电站信息			
电站名称	××××	电站类型	风光储/风储/光储联合发电站
地理位置	××××省××市××县/区	接入电网	××××电网
投运日期	××××年××月××日	并网电压等级	××××
业主单位	××××	运维单位	××××
二、风电分系统信息			
2.1 基本信息			
额定容量/kW	×××	投运日期	××××年××月××日
风机台数/台	×××	设计年利用小时数/h	×××
2.2 风电机组信息			
序号	型号	容量/kW	数量/台
1	×××	×××	×××
2	×××	×××	×××
...	×××	×××	×××
三、光伏分系统信息			
3.1 基本信息			
额定容量/kW	×××	安装容量/kWp	×××
投运日期	××××年××月××日	逆变器台数/台	×××
设计利用小时数	×××	—	—
3.2 逆变器信息			
序号	型号	容量/kW	数量/台
1	×××	×××	×××
2	×××	×××	×××
...	×××	×××	×××

表 A.1 风光储联合发电站基本资料 (续)

3.3 光伏组件信息					
序号	型号	容量/kWp	倾角	有效面积/m <sup>2</sup>	数量/台
1	×××	×××	×××	×××	×××
2	×××	×××	×××	×××	×××
...	×××	×××	×××	×××	×××
四、储能分系统信息					
4.1 基本信息					
额定功率/kW	×××		额定能量/kWh	×××	
投运日期	××××年××月××日		PCS 台数/台	×××	
储能介质	×××		—	—	
4.2 储能单元信息					
序号	型号	额定功率/kW	额定能量/kWh	数量/台	
1	×××	×××	×××	×××	
2	×××	×××	×××	×××	
...	×××	×××	×××	×××	
五、相关附件:立项批复、型式试验报告、施工验收报告、调试报告等					

A.2 运行资料

A.2.1 风光储联合发电站运行日报资料见表 A.2。

表 A.2 风光储联合发电站运行日报资料

 电站名称: _____ 日期:20××年××月××日									
一、日统计指标									
1.1 气象信息									
天气情况		环境温度		环境湿度		主风向			
日平均风速 m/s		日最高风速 m/s		日最低风速 m/s					
日平均辐照度 W/m <sup>2</sup>		日最高辐照度 W/m <sup>2</sup>		日最低辐照度 W/m <sup>2</sup>		日辐照量 WJ/m <sup>2</sup>			
1.2 电站电量信息									
实际 发电量 kWh	日计	上网电量 kWh	日计	下网电量 kWh	日计	站用电量 kWh	日计		
	月累		月累		月累		月累		
	年累		年累		年累		年累		

表 A.2 风光储联合发电站运行日报资料（续）

电站名称：

日期：20××年××月××日

二、风电分系统							
2.1 电量信息							
日实际发电量 kWh		月累计实际发电量 kWh		年累计实际发电量 kWh			
日理论发电量 kWh		月累计理论发电量 kWh		年累计理论发电量 kWh			
2.2 设备故障情况							
设备编号	型号	故障时间	故障描述	故障处理情况	恢复时间	停机小时	备注
2.3 机组例行维护情况							
风电机组编号	型号	维护开始时间	恢复运行时间	材料消耗情况	维护小时		
三、光伏分系统							
3.1 电量信息							
日实际发电量 kWh		月累计实际发电量 kWh		年累计实际发电量 kWh			
日理论发电量 kWh		月累计理论发电量 kWh		年累计理论发电量 kWh			
3.2 设备故障情况							
设备编号	型号	故障时间	故障描述	故障处理情况	恢复时间	停机小时	备注
3.3 单元例行维护情况							
单元组件编号	型号	维护开始时间	恢复运行时间	材料消耗情况	维护小时		
四、储能分系统							
4.1 电量信息							
日充电量 kWh		月累计充电量 kWh		年累计充电量 kWh			
日放电量 kWh		月累计放电量 kWh		年累计放电量 kWh			

表 A.2 风光储联合发电站运行日报资料 (续)

电站名称:

日期:20××年××月××日

4.2 设备故障情况							
设备编号	型号	故障时间	故障描述	故障处理情况	恢复时间	停机小时	备注
4.3 单元例行维护情况							
储能单元编号	型号	维护开始时间	恢复运行时间	材料消耗情况	维护小时		
五、运行模式及持续时长							
风光储联合运行 时长/h	风储联合运行 时长/h	光储联合运行 时长/h	风光联合运行 时长/h	风电独立运行 时长/h	光伏独立运行 时长/h	储能独立运行 时长/h	
六、主要记事							
包括设备启停情况、设备异常/缺陷及处理情况、倒闸操作等主要操作记录、运行模式改变记录、安全情况等。							
							

A.2.2 风光储联合发电站运行月报资料见表 A.3。

表 A.3 风光储联合发电站运行月报资料

电站名称:

月份:20××年××月

一、月统计指标						
月统计指标		月计划	月实际	完成计划 %	同比 %	年累计
实际 发电量 kWh	总					
	风电					
	光伏					
理论 发电量 kWh	总	—		—		
	风电	—		—		
	光伏	—		—		
上网电量 kWh						
下网电量 kWh						

表 A.3 风光储联合发电站运行月报资料（续）

电站名称：

月份：20××年××月

站用电量 kWh	—		—			
储能充电量 kWh						
储能放电量 kWh						
<b>二、风电分系统</b>						
2.1 机组运行指标						
机组编号	型号	月发电量/kWh	年发电量/kWh	备注		
2.2 设备维护(缺陷)统计						
机组编号	型号	运行小时	计划停运小时	非计划停运小时	备用小时	
<b>三、光伏分系统</b>						
3.1 单元运行指标						
单元编号	型号	月发电量/kWh	年发电量/kWh	备注		
3.2 设备维护(缺陷)统计						
单元编号	型号	运行小时	计划停运小时	非计划停运小时	备用小时	
<b>四、储能分系统</b>						
4.1 单元运行指标						
单元编号	型号	月充电量/kWh	月放电量/kWh	年充电量/kWh	年放电量/kWh	备注
4.2 设备维护(缺陷)统计						
单元编号	型号	运行小时	计划停运小时	非计划停运小时	备用小时	

表 A.3 风光储联合发电站运行月报资料 (续)

电站名称:

月份: 20××年××月

五、运行模式及持续时长						
风光储联合运行 时长/h	风储联合运行 时长/h	光储联合运行 时长/h	风光联合运行 时长/h	风电独立运行 时长/h	光伏独立运行 时长/h	储能独立运行 时长/h
六、市场结算信息						
5.1 中长期交易						
结算电量/kWh		结算电费/元		平均结算电价/(元/kWh)		
5.2 现货交易						
结算电量/kWh		结算电费/元		平均结算电价/(元/kWh)		
5.3 辅助服务交易						
结算电量/kWh		结算电费/元		平均结算电价/(元/kWh)		
合计						
结算电量/kWh		结算电费/元		—		
七、主要记事						
包括风电/光伏分系统发电量、储能分系统充放电量、联合发电站上网电量等运行情况,设备管理与维护情况,安全事件记录,电力市场交易情况等						

A.2.3 风光储联合发电站运行年报资料见表 A.4。

表 A.4 风光储联合发电站运行年报资料

电站名称:

年度: 20××年

一、年统计指标					
指标		年计划	年实际	完成计划 %	同比 %
实际 发电量 kWh	总				
	风电				
	光伏				

表 A.4 风光储联合发电站运行年报资料（续）

电站名称：

年度：20××年

理论 发电量 kWh	总	—		—		
	风电	—		—		
	光伏	—		—		
上网电量 kWh						
下网电量 kWh						
站用电量 kWh		—		—		
储能充电量 kWh						
储能放电量 kWh						
<b>二、市场结算信息</b>						
2.1 中长期交易						
结算电量/kWh		结算电费/元		平均结算电价/(元/kWh)		
2.2 现货交易						
结算电量/kWh		结算电费/元		平均结算电价/(元/kWh)		
2.3 辅助服务交易						
结算电量/kWh		结算电费/元		平均结算电价/(元/kWh)		
合计						
结算电量/kWh		结算电费/元		—		
				—		
<b>三、设备维护(缺陷)统计</b>						
分系统	累计故障台次	累计故障小时	累计例行维护 时间	平均无故障 时间	平均例行维护 时间	评价修复时间
风电						
光伏						
储能						

表 A.4 风光储联合发电站运行年报资料 (续)

电站名称:

年度:20××年

四、运行维护统计						
联合发电站年运行维护费 元	风电分系统年运行维护费 元	光伏分系统年运行维护费 元	储能分系统年运行维护费 元			
五、运行模式及持续时长						
风光储联合运行 时长/h	风储联合运行 时长/h	光储联合运行 时长/h	风光联合运行 时长/h	风电独立运行 时长/h	光伏独立运行 时长/h	储能独立运行 时长/h
六、主要记事						
包括风电/光伏分系统发电量、储能分系统充放电量、联合发电站上网电量等运行情况,设备管理与维护情况,电力市场交易情况等						

## 附录 B

(规范性)

## 风电、光伏及储能分系统评价指标计算方法

## B.1 光伏分系统能量利用率

按照公式(B.1)计算光伏分系统的能量利用率。

$$K_P = \frac{E_P^R}{E_P^T} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

- $K_P$  —— 统计周期内光伏分系统能量利用率；
- $E_P^R$  —— 统计周期内光伏分系统实际发电量，单位为千瓦时(kWh)；
- $E_P^T$  —— 统计周期内光伏分系统理论发电量，单位为千瓦时(kWh)。

## B.2 等效利用小时

## B.2.1 风电分系统等效利用小时

按照公式(B.2)方法计算风电分系统的等效利用小时。

$$h_{UT,W} = \frac{E_W^R}{P_W} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

- $h_{UT,W}$  —— 统计周期内风电分系统等效利用小时，单位为小时(h)；
- $E_W^R$  —— 统计周期内风电分系统的实际发电量，单位为千瓦时(kWh)；
- $P_W$  —— 风电分系统额定容量，单位为千瓦(kW)。

## B.2.2 光伏分系统等效利用小时

按照公式(B.3)方法计算光伏分系统的等效利用小时。

$$h_{UT,P} = \frac{E_P^R}{P_P} \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

- $h_{UT,P}$  —— 统计周期内光伏分系统等效利用小时，单位为小时(h)；
- $E_P^R$  —— 统计周期内光伏分系统的实际发电量，单位为千瓦时(kWh)；
- $P_P$  —— 光伏分系统额定容量，单位为千瓦(kW)。

## B.2.3 储能分系统等效利用小时

按照公式(B.4)方法计算储能分系统的等效利用小时。

$$h_{UT,S} = \frac{E_{S,C}^R + E_{S,D}^R}{P_S} \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：

- $h_{UT,S}$  —— 统计周期内储能分系统等效利用小时，单位为小时(h)；
- $E_{S,C}^R$  —— 统计周期内储能分系统实际充电量，单位为千瓦时(kWh)；
- $E_{S,D}^R$  —— 统计周期内储能分系统实际放电量，单位为千瓦时(kWh)；

$P_s$  ——储能分系统额定功率,单位为千瓦(kW)。

### B.3 可靠性指标

#### B.3.1 风电分系统可用系数

风力发电机组、风电分系统的可用系数按以下方法计算。

- a) 按照 DL/T 793.6 方法,计算风力发电机组的可用系数。
- b) 按照公式(B.5)计算风电分系统的可用系数。

$$F_{A,W} = \frac{\sum_i^{N_W} (P_{W,i} \times F_{A,W,i})}{\sum_i^{N_W} P_{W,i}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.5)$$

式中:

- $F_{A,W}$  ——统计周期内风电分系统可用系数;
- $F_{A,W,i}$  ——统计周期内第  $i$  台风电机组可用系数;
- $P_{W,i}$  ——第  $i$  台风电机组额定容量,单位为千瓦(kW);
- $N_W$  ——风电分系统机组总台数,单位为台。

#### B.3.2 光伏分系统可用系数

光伏发电机组、光伏分系统的可用系数按以下方法计算。

- a) 按照 DL/T 793.7 的方法,计算光伏发电机组的可用系数。
- b) 按照公式(B.6)计算光伏分系统的可用系数。

$$F_{A,P} = \frac{\sum_i^{N_P} (P_{P,i} \times F_{A,P,i})}{\sum_i^{N_P} P_{P,i}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.6)$$

式中:

- $F_{A,P}$  ——统计周期内光伏分系统可用系数;
- $F_{A,P,i}$  ——统计周期内第  $i$  台光伏发电机组可用系数;
- $P_{P,i}$  ——第  $i$  台光伏发电机组额定容量,单位为千瓦(kW);
- $N_P$  ——光伏分系统机组总台数,单位为台。

#### B.3.3 储能分系统可用系数

储能单元、储能分系统的可用系数按以下方法计算。

- a) 按照 DL/T 1815 方法,计算储能单元的可用系数和非计划停运系数。
- b) 按照公式(B.7)计算储能分系统的可用系数。

$$F_{A,S} = \frac{\sum_i^{N_S} (P_{S,i} \times F_{A,S,i})}{\sum_i^{N_S} P_{S,i}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.7)$$

式中:

- $F_{A,S}$  ——统计周期内储能分系统可用系数;
- $F_{A,S,i}$  ——统计周期内第  $i$  个储能单元可用系数;
- $P_{S,i}$  ——第  $i$  个储能单元额定功率,单位为千瓦(kW);

$N_s$  ——储能分系统储能单元总数,单位为台。

### B.3.4 风电分系统非计划停运系数

风力发电机组、风电分系统的非计划停运系数按以下方法计算。

- 按照 DL/T 793.6 方法,计算风力发电机组的非计划停运系数。
- 按照公式(B.8)计算风电分系统的非计划停运系数。

$$F_{UO,W} = \frac{\sum_i^{N_W} (P_{W,i} \times F_{UO,W,i})}{\sum_i^{N_W} P_{W,i}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.8)$$

式中:

$F_{UO,W}$  ——统计周期内风电分系统非计划停运系数;

$F_{UO,W,i}$  ——统计周期内第  $i$  台风电机组非计划停运系数;

$P_{W,i}$  ——第  $i$  台风电机组额定容量,单位为千瓦(kW);

$N_W$  ——风电分系统机组总台数,单位为台。

### B.3.5 光伏分系统非计划停运系数

光伏发电机组、光伏分系统的非计划停运系数按以下方法计算。

- 按照 DL/T 793.7 方法,计算光伏发电机组的非计划停运系数。
- 按照公式(B.9)计算光伏分系统的非计划停运系数。

$$F_{UO,P} = \frac{\sum_i^{N_P} (P_{P,i} \times F_{UO,P,i})}{\sum_i^{N_P} P_{P,i}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.9)$$

式中:

$F_{UO,P}$  ——统计周期内光伏分系统非计划停运系数;

$F_{UO,P,i}$  ——统计周期内第  $i$  台光伏发电机组非计划停运系数;

$P_{P,i}$  ——第  $i$  台光伏发电机组额定容量,单位为千瓦(kW);

$N_P$  ——光伏分系统机组总台数,单位为台。

### B.3.6 储能分系统非计划停运系数

储能单元、储能分系统的非计划停运系数按以下方法计算。

- 按照 DL/T 1815 方法,计算储能单元的非计划停运系数。
- 按照公式(B.10)计算储能分系统的非计划停运系数。

$$F_{UO,S} = \frac{\sum_i^{N_S} (P_{S,i} \times F_{UO,S,i})}{\sum_i^{N_S} P_{S,i}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.10)$$

式中:

$F_{UO,S}$  ——统计周期内储能分系统非计划停运系数;

$F_{UO,S,i}$  ——统计周期内第  $i$  个储能单元非计划停运系数;

$P_{S,i}$  ——第  $i$  个储能单元额定功率,单位为千瓦(kW);

$N_S$  ——储能分系统储能单元总数,单位为台。

**B.4 运行维护指标**

**B.4.1 风电分系统单位容量运行维护费**

按照公式(B.11)计算风电分系统的单位容量运行维护费。

$$f_{kW,W} = \frac{F_{COS,W}}{P_W} \dots\dots\dots(B.11)$$

式中：

$f_{kW,W}$  ——统计周期内风电分系统单位容量运行维护费,单位为元每千瓦(元/kW)；

$F_{COS,W}$  ——统计周期内风电分系统运行维护费,单位为元；

$P_W$  ——风电分系统额定容量,单位为千瓦(kW)。

**B.4.2 光伏分系统单位容量运行维护费**

按照公式(B.12)方法计算光伏分系统的单位容量运行维护费。

$$f_{kW,P} = \frac{F_{COS,P}}{P_P} \dots\dots\dots(B.12)$$

式中：

$f_{kW,P}$  ——统计周期内光伏分系统单位容量运行维护费,单位为元每千瓦(元/kW)；

$F_{COS,P}$  ——统计周期内光伏分系统运行维护费,单位为元；

$P_P$  ——光伏分系统额定容量,单位为千瓦(kW)。

**B.4.3 储能分系统单位容量运行维护费**

按照公式(B.13)方法计算储能分系统的单位容量运行维护费。

$$f_{kW,S} = \frac{F_{COS,S}}{P_S} \dots\dots\dots(B.13)$$

式中：

$f_{kW,S}$  ——统计周期内储能分系统单位容量运行维护费,单位为元每千瓦(元/kW)；

$F_{COS,S}$  ——统计周期内储能分系统运行维护费,单位为元；

$P_S$  ——储能分系统额定功率,单位为千瓦(kW)。

**B.4.4 风电分系统度电运行维护费**

按照公式(B.14)计算风电分系统的度电运行维护费。

$$f_{kWh,W} = \frac{F_{COS,W}}{E_W^R} \dots\dots\dots(B.14)$$

式中：

$f_{kWh,W}$  ——统计周期内风电分系统度电运行维护费,单位为元每千瓦时(元/kWh)；

$F_{COS,W}$  ——统计周期内风电分系统运行维护费,单位为元；

$E_W^R$  ——统计周期内风电分系统实际发电量,单位为千瓦时(kWh)。

**B.4.5 光伏分系统度电运行维护费**

按照公式(B.15)计算光伏分系统的度电运行维护费。

$$f_{kWh,P} = \frac{F_{COS,P}}{E_P^R} \dots\dots\dots(B.15)$$

式中：

$f_{\text{kWh},P}$ ——统计周期内光伏分系统度电运行维护费,单位为元每千瓦时(元/kWh)；

$F_{\text{COS},P}$ ——统计周期内光伏分系统运行维护费,单位为元；

$E_P^R$ ——统计周期内光伏分系统实际发电量,单位为千瓦时(kWh)。

#### B.4.6 储能分系统度电运行维护费

按照公式(B.16)计算储能分系统的度电运行维护费。

$$f_{\text{kWh},S} = \frac{F_{\text{COS},S}}{E_{S,D}^R} \dots\dots\dots (B.16)$$

式中：

$f_{\text{kWh},S}$ ——储能分系统度电运行维护费,单位为元每千瓦时(元/kWh)；

$F_{\text{COS},S}$ ——统计周期内储能分系统运行维护费,单位为元；

$E_{S,D}^R$ ——统计周期内储能分系统实际放电量,单位为千瓦时(kWh)。



