

Q/GDW

国家电网公司企业标准

Q/GDW XXXXX—XXXX

# 交直流混合配电网综合评价指导原则

The guide of comprehensive evaluation on AC/DC Hybrid Power

Distribution Network

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

（征求意见稿）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家电网公司

发布



目 次

前 言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 综合评价指标体系 ..... 2

5 指标内容及计算方法 ..... 3

6 评价方法 ..... 18

附录 A（资料性附录） 评价指标分类..... 21

附录 B（资料性附录） 交直流混合配电网综合评价流程图..... 23

# 前 言

为规范公司交直流混合配电网规划设计综合评价指标体系，指导配电网的规划建设、技术改造和优化运行工作，特制定本标准。

本标准由国家电网公司发展策划部提出并解释。

本标准由国家电网公司科技部归口。

本标准起草单位：××××、××××、××××。

本标准主要起草人：×××、×××、×××。

本标准首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至国家电网公司科技部。

# 交直流混合配电网综合评价指导原则

## 1 范围

本标准规定了交直流混合配电网规划建设水平综合评价的原则、指标体系、指标内容、指标含义及评价方法。

本标准适用于指导国家电网公司所属各区域电网公司、省（区、市）公司及下属供电公司交流110kV/直流 $\pm 100$ kV及以下各电压等级交直流混合配电网规划建设的评价工作。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 12325 电能质量供电电压允许偏差

DL/T 836 供电系统用户供电可靠性评价规程

DL/T 5729 配电网规划设计技术导则

Q/GDW 565 城市配电网运行水平和供电能力评估导则

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 交直流混合配电网 AC/DC hybrid distribution network

从电源侧（输电网、发电设施、分布式电源等）接受电能，并通过交直流配电设施就地或逐级分配给各类用户的电力网络。其中， $\pm 100$ kV电网为高压直流配电网， $\pm 3$ kV $\sim \pm 50$ kV电网为中压直流配电网， $\pm 1500$ V以下电网为低压直流配电网。

### 3.2 电压源换流器 voltage source converter (VSC)

由采用可关断阀器件的阀及其监控设备、相关辅助设备等组成的成套换流装置。

### 3.3 直流变压器 DC transformer

采用变压器、电力电子器件及其监控设备、相关辅助设备等，实现直流电压变换的一种成套装置。

### 3.4 容载比 capacity-load ratio

一般分电压等级计算，某一供电区域、同一电压等级电网的公用变电设备总容量与对应的总负荷（网供负荷）的比值。

### 3.5 供电可靠性 reliability of power supply

配电网向用户持续供电的能力。

3.6 网供负荷 load by public network

网供负荷一般分电压等级计算，指同一电压等级公用变压器所供负荷。

3.7 N-1 停运 first circuit outage

110~35kV电网中一台变压器或一条线路故障或计划退出运行；10kV线路中一个分段（包括架空线路的一个分段，电缆线路的一个环网单元或一段电缆进线本体）故障或计划退出运行。

3.8 电压瞬时跌落 voltage dips

电压有效值快速下降到额定值的90%~10%且持续时间为10毫秒至1分钟。

3.9 短时中断 interruption

交流一相或多相电压、直流电压瞬时跌落至0.1倍额定电压以下，且持续时间为10毫秒至1分钟。

3.10 敏感负荷 sensitive load

发生电压瞬时跌落或短时中断时不能正常工作或造成严重损失的用户负荷。

3.11 直流负荷 DC load

采用直流方式直接供电的用户负荷。

3.12 指标类型 index type

根据指标特点与在评价中的作用，将指标类型分为限制类、趋势类和参考类。

注：限制类指标指具有目标值或区间范围限值的评价指标，趋势类指标指具有明显的正向或逆向变化趋势的评价指标，参考类指标指除限制类和趋势类指标外的可表征配电网规划水平或发展水平的指标。

4 综合评价指标体系

本评价指标体系由适应性、科学性、经济性三个方面组成，从支撑电源负荷协调发展、保障优质高效供电、提高投资运行经济性等方面全面评价了交直流混合配电网规划建设方案的整体质量，综合评价指标体系结构见下图。

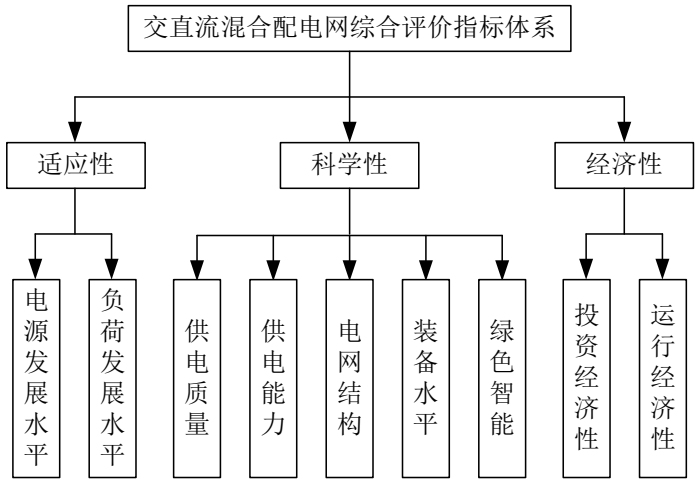


图1 交直流混合配电网综合评价指标体系

## 5 指标内容及计算方法

### 5.1 适应性

#### 5.1.1 电源发展水平

##### 5.1.1.1 直流并网电源容量

计量单位：MW。

指标释义：区域范围内接入直流电网的电源总装机容量。

计算方法：直流并网电源容量(MW)为区域内接入直流配电网的所有直流并网电源装机容量(MW)之和。

$$\text{直流并网电源容量} = \sum \text{接入直流配电网各直流并网电源装机容量} \quad (1)$$

##### 5.1.1.2 直流并网电源渗透率

计量单位：%。

指标释义：区域范围内接入直流电网的电源装机容量占直流配电网年最大负荷的比例。

计算方法：直流并网电源渗透率(%)为直流并网电源容量(MW)与直流配电网年最大负荷(MW)比值的百分数。

$$\text{直流并网电源渗透率} = \frac{\text{直流并网电源装机容量}}{\text{直流配电网年最大负荷}} \quad (2)$$

##### 5.1.1.3 直流并网电源年利用小时数

计量指标：h。

指标释义：区域内各类直流并网电源年发电小时数的平均值。

计算方法：直流并网电源年利用小时数(h)为区域内直流并网电源年发电量总和(kWh)与直流并网电源装机总容量(kW)的比值。

$$\text{直流并网电源年利用小时数} = \frac{\sum \text{各直流并网电源年发电量}}{\text{直流并网电源装机总容量}} \quad (3)$$

#### 5.1.2 负荷发展水平

##### 5.1.2.1 电动汽车充换电设施容量

计量指标：kW。

指标释义：区域内电动汽车充换电设施总容量。

计算方法：电动汽车充换电设施容量(kW)为区域内电动汽车充换电设施充换电容量(kW)总和。

$$\text{电动汽车充换电设施容量} = \sum \text{区域内各电动汽车充换电设施充换电容量} \quad (4)$$

##### 5.1.2.2 储能设施容量

计量指标：kW。

指标释义：区域内储能设施总容量。

计算方法：储能设施容量(kW)为接入交直流混合配电网所有储能设施的容量(kW)之和。

$$\text{储能设施容量} = \sum \text{接入交直流混合配电网各储能设施容量} \quad (5)$$

#### 5.1.2.3 敏感负荷用户数

计量单位：户。

指标释义：区域内敏感负荷用户的总数。

计算方法：敏感负荷用户数（户）为区域内负荷性质属于敏感负荷的用户数（户）之和。

$$\text{敏感负荷用户数} = \sum \text{区域内负荷性质属于敏感负荷的用户数} \quad (6)$$

#### 5.1.2.4 敏感负荷占比

计量单位：%。

指标释义：区域内敏感负荷总容量占总负荷容量的比值。

计算方法：敏感负荷占比（%）为区域内负荷性质属于敏感负荷的用户年最大负荷总和（MW）占区域年最大负荷（MW）比值的百分数。

$$\text{敏感负荷占比} = \frac{\sum \text{区域内各敏感用户年最大负荷}}{\text{区域年最大负荷}} \quad (7)$$

#### 5.1.2.5 直流负荷容量

计量单位：MW。

指标释义：区域内直流负荷的总容量。

计算方法：直流负荷容量（MW）为区域内接入直流配电网的年最大直流负荷容量（MW）。

#### 5.1.2.6 直流负荷容量占比

计量单位：%。

指标释义：区域内直流负荷总容量占总负荷容量的比值。

计算方法：直流负荷容量占比（%）为区域内接入直流配电网的年最大直流负荷容量（MW）占区域内年最大负荷（MW）比值的百分数。

$$\text{直流负荷容量占比} = \frac{\text{接入直流配电网的年最大直流负荷容量}}{\text{区域年最大负荷}} \quad (8)$$

#### 5.1.2.7 直流负荷密度

计量单位：MW/km<sup>2</sup>。

指标释义：每平方公里供电区域内直流负荷分布密集程度。

计算方法：直流负荷密度（MW/km<sup>2</sup>）为区域内接入直流配电网的年最大直流负荷容量（MW）与区域内供电面积（km<sup>2</sup>）的比值。

$$\text{直流负荷密度} = \frac{\text{区域内接入直流配电网的年最大直流负荷容量}}{\text{区域内供电面积}} \quad (9)$$

#### 5.1.2.8 年均直流负荷增长率

计量单位：%。

指标释义：区域内全社会最大直流负荷的年均增长速度。



计算方法：年均直流负荷增长率（%）为区域内交直流混合配电网期末全社会最大直流负荷（MW）与期初全社会最大直流负荷（MW）比值的 $n$ 次方根减1的百分数，其中 $n$ 为统计期内年数。

$$\text{年均直流负荷增长率} = \sqrt[n]{\frac{\text{区域内交直流混合配电网期末全社会最大直流负荷}}{\text{区域内交直流混合配电网期初全社会最大直流负荷}}} - 1 \quad (10)$$

### 5.1.2.9 年最大直流负荷利用小时数

计量单位：h。

指标释义：区域内按照最大直流负荷持续运行所消耗全年直流配电网供电量的时间。

计算方法：年最大直流负荷利用小时数(h)为区域内年直流配电网直流供电量（kWh）与区域年最大直流负荷（kW）的比值。

$$\text{年最大直流负荷利用小时数} = \frac{\text{区域内年直流配电网直流供电量}}{\text{区域年最大直流负荷}} \quad (11)$$

## 5.2 科学性

### 5.2.1 供电质量

#### 5.2.1.1 供电可靠率

计量单位：%。

指标释义：统计期时间内，对用户有效供电时间总小时数与统计期间小时数比值的百分数，记作 $ASAI-1$ 。

计算方法：供电可靠率（%）为统计期时间（h）与用户平均停电时间（h）之差与统计期时间（h）的比值的百分数。

$$\text{供电可靠率} = 1 - \frac{\text{用户平均停电时间}}{\text{统计期时间}} \quad (12)$$

注：计算方法依据DL/T 836。

#### 5.2.1.2 直流负荷供电可靠率

计量单位：%。

指标释义：统计期时间内，对直流负荷有效供电时间总小时数与统计期间小时数比值的百分数。

计算方法：直流负荷供电可靠率（%）为统计期时间（h）与直流用户平均停电时间（h）之差与统计期时间（h）的比值的百分数。

$$\text{直流负荷供电可靠率} = 1 - \frac{\text{直流用户平均停电时间}}{\text{统计期时间}} \quad (13)$$

#### 5.2.1.3 直流配电网可用率

计量单位：%。

指标释义：统计期时间内，交直流混合配电网中直流配电网除去因故障、计划检修等原因的停运外，有效工作小时数与统计期间小时数比值的百分数。

计算方法：直流配电网可用率（%）为统计期时间（h）与交直流混合配电网直流配电网停运时间（h）之差与统计期时间（h）的比值的百分数。

$$\text{直流配电网可用率} = 1 - \frac{\text{直流配电网停运时间}}{\text{统计期时间}} \quad (14)$$

#### 5.2.1.4 综合电压合格率

计量单位：%。

指标释义：实际运行电压偏差在限值范围内的累计运行时间与对应总运行统计时间的百分比。

计算方法：综合电压合格率应按式（15）计算，监测点电压合格率应按式（16）计算。

$$V=0.5 \times V_A + 0.5 \times \frac{V_B + V_C + V_D}{3} \quad (15)$$

$$V_i = \left(1 - \frac{t_{up} + t_{low}}{t}\right) \times 100\% \quad (16)$$

式(14)和(15)中：

$V$ 为综合电压合格率；

$V_A$ 为A类监测点合格率；

$V_B$ 为B类监测点合格率；

$V_C$ 为C类监测点合格率；

$V_D$ 为D类监测点合格率；

$V_i$ 为监测点电压合格率；

$t_{up}$ 为电压超上限时间；

$t_{low}$ 为电压超下限时间；

$t$ 为总运行统计时间。

注：计算方法依据GB/T 12325；直流侧的监测点按交直流互联电压等级参照交流侧进行分类。

#### 5.2.1.5 电压纹波系数

计量单位：%。

指标释义：中压换流器直流母线纹波电压有效值与母线电压有效值比值的平均值。

计算方法：电压纹波系数（%）为各中压换流器直流母线纹波电压有效值（kV）与母线电压(kV)比值的平均值。

$$\text{电压纹波系数} = \frac{\sum \frac{\text{各监测点母线纹波电压有效值}}{\text{各监测点母线电压有效值}}}{\text{监测点总数}} \quad (17)$$

#### 5.2.1.6 电压瞬时跌落及短时中断发生率

计量单位：%。

指标释义：发生电压瞬时跌落及短时中断的天数与总运行统计天数的比值。

计算公式：电压瞬时跌落及短时中断发生率（%）为监测点发生电压瞬时跌落或短时中断的天数与各监测点总运行统计天数比值的百分数。

$$\text{电压瞬时跌落及短时中断发生率} = \frac{\sum \text{各监测点发生电压瞬时跌落或短时中断天数}}{\sum \text{各监测点总运行统计天数}} \quad (18)$$

#### 5.2.1.7 电压均衡度

计量单位：kV<sup>2</sup>。

指标释义：中压直流配电网中同一电压等级所有换流器节点电压平方值的平均数与各节点平均电压平方值之差。

计算方法：电压均衡度（kV<sup>2</sup>）按以下公式计算

$$D = E V^2 - E V^2 \quad (19)$$

其中D为电压均衡度， $E(V^2)$ 为直流配电网各换流器节点电压平方值的平均数， $E(V)^2$ 为各换流器节点平均电压的平方值。

## 5.2.2 供电能力

### 5.2.2.1 高压交直流混合配电网容载比

计量单位：无。

指标释义：高压交直流混合配电网变电站、换流站总容量与对应电压等级的网供负荷的比值。

计算方法：高压交直流混合配电网容载比为同一电压等级水平承担配电功能的变电站以及换流站的总容量（MVA）与该电压等级水平的年网供最大负荷（MW）的比值。

$$\text{高压交直流混合配电网容载比} = \frac{\text{高压交直流混合配电网变电站、换流站总容量}}{\text{高压交直流混合配电网年网供最大负荷}} \quad (20)$$

### 5.2.2.2 高压交直流混合配电网变电（换流）设备重（过）载占比

计量单位：%。

指标释义：高压交直流混合配电网重（过）载变压器、换流器及直流变压器的总数占高压交直流混合配电网变压器、换流器及直流变压器总数的比例。其中，高压交直流混合配电网重载变压器、换流器及直流变压器指最大负载率超过80%且持续时间超过2小时的设备。

计算方法：高压交直流混合配电网变电（换流）设备重（过）载占比（%）为高压交直流混合配电网重（过）载变压器台数（台）、换流器台数（台）及直流变压器台数（台）之和与高压交直流混合配电网变压器台数（台）、换流器台数（台）及直流变压器台数（台）之和的比值的百分数。

$$\text{高压交直流混合配电网变电（换流）设备重（过）载占比} = \frac{\text{重（过）载变压器、换流器及直流变压器台数之和}}{\text{变压器、换流器及直流变压器台数之和}} \quad (21)$$

### 5.2.2.3 高压交直流混合配电网换流设备重（过）载占比

计量单位：%。

指标释义：高压交直流混合配电网重（过）载换流器及直流变压器的总数占高压交直流混合配电网换流器及直流变压器总数的比例。其中，高压交直流混合配电网重载换流器及直流变压器指最大负载率超过80%且持续时间超过2小时的设备。

计算方法：高压交直流混合配电网换流设备重（过）载占比（%）为高压交直流混合配电网重（过）载换流器台数（台）及直流变压器台数（台）之和与高压交直流混合配电网换流器台数（台）及直流变压器台数（台）之和的比值的百分数。

$$\text{高压交直流混合配电网换流设备重（过）载占比} = \frac{\text{重（过）载换流器、直流变压器台数之和}}{\text{换流器、直流变压器台数之和}} \quad (22)$$

### 5.2.2.4 高压交直流混合配电网线路重载占比

计量单位：%。

指标释义：高压交直流混合配电网线路重载的总条数占高压交直流混合配电网线路总条数的比例。其中，高压交直流混合配电网重载线路指最大负载率超过70%的线路。

计算方法：高压交直流混合配电网线路重载占比（%）为高压交直流混合配电网线路重载的总条数（条）与高压交直流混合配电网线路总条数（条）的比值的百分数。

$$\text{高压交直流混合配电网线路重载占比} = \frac{\text{高压交直流混合配电网线路重载的总条数}}{\text{高压交直流混合配电网线路总条数}} \quad (23)$$

#### 5.2.2.5 高压交直流混合配电网直流线路重载占比

计量单位：%。

指标释义：高压交直流混合配电网直流线路重载的总条数占高压交直流混合配电网直流线路总条数的比例。其中，高压交直流混合配电网重载直流线路指最大负载率超过70%的直流线路。

计算方法：高压交直流混合配电网直流线路重载占比（%）为高压交直流混合配电网直流线路重载的总条数（条）与高压交直流混合配电网直流线路总条数（条）的比值的百分数。

$$\text{高压交直流混合配电网直流线路重载占比} = \frac{\text{高压交直流混合配电网直流线路重载的总条数}}{\text{高压交直流混合配电网直流线路总条数}} \quad (24)$$

#### 5.2.2.6 高压交直流混合配电网线路最大负载率平均值

计量单位：%。

指标释义：高压交直流混合配电网线路在正常运行方式下最大负载率的平均值。

计算方法：高压交直流混合配电网线路最大负载率平均值（%）为高压交直流混合配电网线路的最大负载率之和（%）与高压交直流混合配电网线路总条数（条）的比值。其中，单条高压交直流混合配电网线路的最大负载率（%）为单条高压交直流混合配电网线路年最大负荷（MW）与单条高压交直流混合配电网线路额定输送功率（MW）比值的百分数。

$$\text{高压交直流混合配电网线路最大负载率平均值} = \frac{\text{高压交直流混合配电网线路最大负载率之和}}{\text{高压交直流混合配电网线路总条数}} \quad (25)$$

#### 5.2.2.7 高压交直流混合配电网直流线路最大负载率平均值

计量单位：%。

指标释义：高压交直流混合配电网直流线路在正常运行方式下最大负载率的平均值。

计算方法：高压交直流混合配电网直流线路最大负载率平均值（%）为高压交直流混合配电网直流线路的最大负载率之和（%）与直流线路总条数（条）的比值。其中，单条高压交直流混合配电网直流线路的最大负载率（%）为单条高压交直流混合配电网直流线路的年最大负荷（MW）与额定输送功率（MW）比值的百分数。

$$\text{高压交直流混合配电网直流线路最大负载率平均值} = \frac{\text{高压交直流混合配电网直流线路最大负载率之和}}{\text{高压交直流混合配电网直流线路总条数}} \quad (26)$$

#### 5.2.2.8 户均配变（换流）设备容量

计量单位：kVA/户。

指标释义：所有低压居民用户配变、直流变压器及直接用于负荷供电的换流器容量的平均值。

计算方法：户均配变（换流）设备容量（kVA/户）为中压交直流混合配电网公用交流配变、直流变压器及直接用于负荷供电的换流器总容量（kVA）与低压居民用户总户数（户）的比值。

$$\text{户均配变（换流）设备容量} = \frac{\text{公用交流配变总容量} + \text{直流变压器总容量} + \text{用于负荷供电的换流器总容量}}{\text{低压居民用户总户数}} \quad (27)$$

#### 5.2.2.9 中压交直流混合配电网变电（换流）设备重（过）载占比

计量单位：%。

指标释义：中压交直流混合配电网重（过）载变压器、换流器及直流变压器的总数占中压交直流混合配电网变压器、换流器及直流变压器总数的比例。其中，中压交直流混合配电网重载变压器、换流器及直流变压器指最大负载率超过80%且持续时间超过2小时的设备。

计算方法：中压交直流混合配电网变电（换流）设备重（过）载占比（%）为中压交直流混合配电网重（过）载变压器台数（台）、换流器台数（台）及直流变压器台数（台）之和与中压交直流混合配电网变压器台数（台）、换流器台数（台）及直流变压器台数（台）之和的比值的百分数。

$$\text{中压交直流混合配电网变电（换流）设备重（过）载占比} = \frac{\text{重（过）载变压器、换流器、直流变压器台数之和}}{\text{变压器、换流器、直流变压器台数之和}} \quad (28)$$

#### 5.2.2.10 中压交直流混合配电网换流设备重（过）载占比

计量单位：%。

指标释义：中压交直流混合配电网重（过）载换流器及直流变压器的总数占中压交直流混合配电网换流器及直流变压器总数的比例。其中，中压交直流混合配电网重载换流器及直流变压器指最大负载率超过80%且持续时间超过2小时的设备。

计算方法：中压交直流混合配电网换流设备重（过）载占比（%）为中压交直流混合配电网重（过）载换流器台数（台）及直流变压器台数（台）之和与中压交直流混合配电网换流器台数（台）及直流变压器台数（台）之和的比值的百分数。

$$\text{中压交直流混合配电网换流设备重（过）载占比} = \frac{\text{重（过）载换流器、直流变压器台数之和}}{\text{换流器、直流变压器台数之和}} \quad (29)$$

#### 5.2.2.11 中压交直流混合配电网线路重载占比

计量单位：%。

指标释义：中压交直流混合配电网线路重载的总条数占中压交直流混合配电网线路总条数的比例。其中，中压交直流混合配电网重载线路指最大负载率超过70%的线路。

计算方法：中压交直流混合配电网线路重载占比（%）为中压交直流混合配电网线路重载的总条数（条）与中压交直流混合配电网线路总条数（条）的比值的百分数。

$$\text{中压交直流混合配电网线路重载占比} = \frac{\text{中压交直流混合配电网线路重载的总条数}}{\text{中压交直流混合配电网线路总条数}} \quad (30)$$

#### 5.2.2.12 中压交直流混合配电网直流线路重载占比

计量单位：%。

指标释义：中压交直流混合配电网直流线路重载的总条数占中压交直流混合配电网直流线路总条数的比例。其中，中压交直流混合配电网重载直流线路指最大负载率超过70%的线路。

计算方法：中压交直流混合配电网直流线路重载占比（%）为中压交直流混合配电网直流线路重载的总条数（条）与中压交直流混合配电网直流线路总条数（条）的比值的百分数。

$$\text{中压交直流混合配电网直流线路重载占比} = \frac{\text{中压交直流混合配电网直流线路重载的总条数}}{\text{中压交直流混合配电网直流线路总条数}} \quad (31)$$

#### 5.2.2.13 中压交直流混合配电网线路最大负载率平均值

计量单位：%。

指标释义：所有中压交直流混合配电网线路在正常运行方式下最大负载率的平均值。

计算方法：中压交直流混合配电网线路最大负载率平均值（%）为所有中压交直流混合配电网线路的最大负载率之和（%）与中压交直流混合配电网线路总条数（条）的比值。其中，单条中压交直流混

合配电网线路的最大负载率（%）为单条中压交直流混合配电网线路年最大负荷（MW）与单条中压交直流混合配电网线路额定输送功率（MW）比值的百分数。

$$\text{中压交直流混合配电网线路最大负载率平均值} = \frac{\text{中压交直流混合配电网线路最大负载率之和}}{\text{中压交直流混合配电网线路总条数}} \quad (32)$$

#### 5.2.2.14 中压交直流混合配电网直流线路最大负载率平均值

计量单位：%。

指标释义：所有中压交直流混合配电网直流线路在正常运行方式下最大负载率的平均值。

计算方法：中压交直流混合配电网直流线路最大负载率平均值（%）为所有中压交直流混合配电网直流线路的最大负载率之和（%）与中压交直流混合配电网直流线路总条数（条）的比值。其中，单条中压交直流混合配电网直流线路的最大负载率（%）为单条中压交直流混合配电网直流线路年最大负荷（MW）与单条中压交直流混合配电网直流线路额定输送功率（MW）比值的百分数。

$$\text{中压交直流混合配电网直流线路最大负载率平均值} = \frac{\text{中压交直流混合配电网直流线路最大负载率之和}}{\text{中压交直流混合配电网直流线路总条数}} \quad (33)$$

#### 5.2.2.15 中压储能配置与分布式电源匹配率

计量单位：%。

指标释义：中压交直流混合配电网配置储能容量（MW）与分布式电源装机容量（MW）的比值。

计算方法：中压储能配置与分布式电源匹配率（%）为中压交直流混合配电网配置储能容量（MW）与分布式电源装机容量（MW）的比值的百分数。

$$\text{中压储能配置与分布式电源匹配率} = \frac{\text{中压交直流混合配电网配置储能容量}}{\text{分布式电源装机容量}} \quad (34)$$

#### 5.2.2.16 中压交直流换流器净交换电量

计量单位：kWh。

指标释义：连接中压直流配电网与中压交流配电网、实现交直流网络能量交换的换流器年净交换电量。

计算方法：中压交直流换流器净交换电量（kWh）为连接中压直流配电网与中压交流配电网、实现交直流网络能量交换的换流器年整流总电量（kWh）与年逆变总电量（kWh）的差值。

$$\text{中压交直流净交换电量} = \text{换流器年整流总电量} - \text{换流器年逆变总电量} \quad (35)$$

#### 5.2.2.17 中压联络潮流正反向持续时间比

计量单位：无。

指标释义：统计期内交流配电网与直流配电网间交换电量从中压交流配电网净流入运行总时间与交换电量向中压交流配电网净流出运行总时间的比值。

计算方法：中压联络潮流正反向持续时间比为交直流混合配电网在统计期内交直流交换电量从中压交流配电网净流入运行总时间（h）与电量向中压交流配电网净流出运行总时间（h）的比值。

$$\text{中压联络潮流正反向持续时间比} = \frac{\text{统计期内交直流交换电量从中压交流配电网净流入运行总时间}}{\text{统计期内交直流交换电量向中压交流配电网净流出运行总时间}} \quad (36)$$

### 5.2.3 电网结构

#### 5.2.3.1 高压交直流混合配电网变电（换流）设备 N-1 通过率

计量单位：%。

指标释义：满足N-1的高压交直流混合配电网变电（换流）设备占高压交直流混合配电网变电（换流）设备总数的比例。

计算方法：高压交直流混合配电网变电（换流）设备N-1通过率（%）为高压交直流混合配电网满足N-1的变压器（台）、换流器（台）及直流变压器（台）之和与高压交直流混合配电网变压器（台）、换流器（台）及直流变压器（台）之和的比值的百分数。其中，N-1安全准则定义参照DL/T 5729。

$$\text{高压交直流混合配电网变电（换流）设备N-1通过率} = \frac{\text{满足N-1的变压器、换流器、直流变压器台数之和}}{\text{变压器、换流器、直流变压器台数之和}} \quad (37)$$

### 5.2.3.2 高压交直流混合配电网换流设备 N-1 通过率

计量单位：%。

指标释义：满足N-1的高压交直流混合配电网换流设备占高压交直流混合配电网换流设备总数的比例。

计算方法：高压交直流混合配电网换流设备N-1通过率（%）为高压交直流混合配电网满足N-1的换流器台数（台）及直流变压器台数（台）之和与高压交直流混合配电网换流器台数（台）及直流变压器台数（台）之和的比值的百分数。其中，N-1安全准则定义参照DL/T 5729。

$$\text{高压交直流混合配电网换流设备N-1通过率} = \frac{\text{满足N-1的换流器、直流变压器台数之和}}{\text{换流器、直流变压器台数之和}} \quad (38)$$

### 5.2.3.3 高压交直流混合配电网线路 N-1 通过率

计量单位：%。

指标释义：满足N-1的高压交直流混合配电网线路条数占高压交直流混合配电网线路总条数的比例。

计算方法：高压交直流混合配电网线路N-1通过率（%）为满足N-1的高压交直流混合配电网线路条数（条）之和与高压交直流混合配电网线路总条数（条）的比值的百分数。其中，N-1安全准则定义参照DL/T 5729。

$$\text{高压交直流混合配电网线路N-1通过率} = \frac{\text{满足N-1的高压交直流混合配电网线路条数之和}}{\text{高压交直流混合配电网线路总条数}} \quad (39)$$

### 5.2.3.4 高压交直流混合配电网直流线路 N-1 通过率

计量单位：%。

指标释义：满足N-1的高压交直流混合配电网直流线路条数占高压交直流混合配电网直流线路总条数的比例。

计算方法：高压交直流混合配电网直流线路N-1通过率（%）为满足N-1的高压交直流混合配电网直流线路条数（条）之和与高压交直流混合配电网直流线路总条数（条）的比值的百分数。其中，N-1安全准则定义参照DL/T 5729。

$$\text{高压交直流混合配电网直流线路N-1通过率} = \frac{\text{满足N-1的高压交直流混合配电网直流线路条数之和}}{\text{高压交直流混合配电网直流线路总条数}} \quad (40)$$

### 5.2.3.5 中压交直流配电线路平均分段数

计量单位：段/条。

指标释义：所有中压交直流配电线路分段数的平均值。

计算方法：中压交直流配电线路平均分段数（段/条）为所有中压交直流混合配电网线路分段数之

和（段）与中压交直流混合配电网线路总条数（条）的比值。

$$\text{中压交直流配电线路平均分段数} = \frac{\text{交直流混合配电网各中压线路分段数之和}}{\text{交直流混合配电网中压线路总条数}} \quad (41)$$

#### 5.2.3.6 中压交直流混合配电网线路联络率

计量单位：%。

指标释义：实现联络的中压交直流混合配电网线路条数占中压交直流混合配电网线路总条数的比例。

计算方法：中压交直流混合配电网线路联络率（%）为存在联络的中压交直流混合配电网线路总条数（条）之和与中压交直流混合配电网线路总条数（条）的比值的百分数。

$$\text{中压交直流混合配电网线路联络率} = \frac{\text{存在联络的中压交直流混合配电网线路条数之和}}{\text{中压交直流混合配电网线路总条数}} \quad (42)$$

#### 5.2.3.7 中压交直流混合配电网线路 N-1 通过率

计量单位：%。

指标释义：满足N-1的中压交直流混合配电网线路条数占中压交直流混合配电网线路总条数的比例。

计算方法：中压交直流混合配电网线路N-1通过率（%）为满足N-1的中压交直流混合配电网线路条数（条）之和与中压交直流混合配电网线路总条数（条）的比值的百分数。

$$\text{中压交直流混合配电网线路N-1通过率} = \frac{\text{满足N-1的中压交直流混合配电网线路条数之和}}{\text{中压交直流混合配电网线路总条数}} \quad (43)$$

#### 5.2.3.8 中压交直流混合配电网直流线路 N-1 通过率

计量单位：%。

指标释义：满足N-1的中压交直流混合配电网直流线路条数占中压交直流混合配电网直流线路总条数的比例。

计算方法：中压交直流混合配电网直流线路N-1通过率（%）为满足N-1的中压交直流混合配电网直流线路条数（条）之和与中压交直流混合配电网直流线路总条数（条）的比值的百分数。

$$\text{中压交直流混合配电网直流线路N-1通过率} = \frac{\text{满足N-1的中压交直流混合配电网直流线路条数之和}}{\text{中压交直流混合配电网直流线路总条数}} \quad (44)$$

#### 5.2.3.9 中压交直流混合配电网交流线路平均供电半径

计量单位：km。

指标释义：所有中压交直流混合配电网交流线路供电半径的平均值。

计算方法：中压交直流混合配电网交流线路平均供电半径（km）为中压交直流混合配电网交流线路供电半径之和（km）与中压交直流混合配电网交流线路总条数（条）的比值。其中，中压交直流混合配电网交流线路供电半径指从变电站中压出线到其供电的最远负荷点之间的线路长度。

$$\text{中压交直流混合配电网交流线路平均供电半径} = \frac{\text{中压交直流混合配电网交流线路供电半径之和}}{\text{中压交直流混合配电网交流线路总条数}} \quad (45)$$

#### 5.2.3.10 中压交直流混合配电网直流线路平均供电半径

计量单位：km。

指标释义：所有中压交直流混合配电网直流线路供电半径的平均值。



计算方法：中压交直流混合配电网直流线路平均供电半径（km）为中压交直流混合配电网直流线路供电半径之和（km）与中压交直流混合配电网直流线路总条数（条）的比值。其中，中压交直流混合配电网直流线路供电半径指从换流站中压出线到其供电的最远负荷点之间的线路长度。

$$\text{中压交直流混合配电网直流线路平均供电半径} = \frac{\text{中压交直流混合配电网直流线路供电半径之和}}{\text{中压交直流混合配电网直流线路总条数}} \quad (46)$$

#### 5.2.3.11 低压交直流混合配电网交流线路平均供电半径

计量单位：m。

指标释义：所有低压交直流混合配电网交流线路供电半径的平均值。

计算方法：低压交直流混合配电网交流线路平均供电半径（m）为低压交直流混合配电网交流线路供电半径之和（m）与低压交直流混合配电网交流线路总条数（条）的比值。其中，低压交直流混合配电网交流线路的供电半径指从配电变压器低压侧或直接连接负荷的换流器交流侧出线到其供电的最远负荷点之间的线路长度。

$$\text{低压交直流混合配电网交流线路平均供电半径} = \frac{\text{低压交直流混合配电网交流线路供电半径之和}}{\text{低压交直流混合配电网交流线路总条数}} \quad (47)$$

#### 5.2.3.12 低压交直流混合配电网直流线路平均供电半径

计量单位：m。

指标释义：所有低压交直流混合配电网直流线路供电半径的平均值。

计算方法：低压直流线路平均供电半径（m）为低压交直流混合配电网直流线路供电半径之和（m）与低压交直流混合配电网直流线路总条数（条）的比值。其中，低压直流线路供电半径定义指从直流变压器低压侧出线到其供电的最远负荷点之间的线路长度。

$$\text{低压交直流混合配电网直流线路平均供电半径} = \frac{\text{低压交直流混合配电网直流线路供电半径之和}}{\text{低压交直流混合配电网直流线路总条数}} \quad (48)$$

#### 5.2.3.13 中压直流断路器配置与换流器匹配率

计量单位：无。

指标释义：配置在连接中压直流配电网与中压交流配电网、实现交直流网络能量交换的换流器出口的直流断路器台数与换流器台数的比值。

计算方法：中压直流断路器配置与换流器匹配率为配置在连接中压直流配电网与中压交流配电网、实现交直流网络能量交换的换流器出口的直流断路器台数（台）之和与换流器总台数（台）的比值。

$$\text{中压直流断路器配置与换流器匹配率} = \frac{\text{换流器出口直流断路器台数之和}}{\text{换流器总台数}} \quad (49)$$

### 5.2.4 装备水平

#### 5.2.4.1 高压交直流混合配电网设备标准化率

计量单位：%。

指标释义：高压交直流混合配电网变电（换流）设备标准化率与线路设备标准化率的平均值。

计算方法：高压交直流混合配电网设备标准化率（%）为高压交直流混合配电网变电（换流）设备标准化率（%）与高压交直流混合配电网线路截面标准化率（%）平均值。其中，高压交直流混合配电网变电（换流）设备标准化率（%）为采用标准容量的高压主变台数（台）、换流器（台）及直流变压器（台）的总和与高压主变台数（台）、换流器（台）及直流变压器（台）的总和的比值的百分数；高

压交直流混合配电网线路截面标准化率（%）为采用标准截面的高压交直流混合配电网线路长度（km）与高压交直流混合配电网线路总长度（km）比值的百分数。

$$\text{高压交直流混合配电网设备标准化率} = \frac{\text{高压变电（换流）设备标准化率} + \text{高压配电线路截面标准化率}}{2} \quad (50)$$

注：标准容量、标准截面参照DL/T 5729。

#### 5.2.4.2 中压交直流混合配电网变电（换流）设备标准化率

计量单位：%。

指标释义：采用标准容量的中压交直流混合配电网变电（换流）设备数量占中压交直流混合配电网变电设备总数的比例。

计算方法：中压交直流混合配电网变电（换流）设备标准化率（%）为采用标准容量的中压交直流混合配电网变压器台数（台）、换流器台数（台）及直流变压器台数（台）之和与中压交直流混合配电网变压器台数（台）、换流器台数（台）及直流变压器总台数（台）的比值的百分数。

$$\text{中压交直流混合配电网变电（换流）设备标准化率} = \frac{\text{采用标准容量的变压器、换流器、直流变压器台数之和}}{\text{变压器、换流器、直流变压器总台数}} \quad (51)$$

注：标准容量、标准截面参照DL/T 5729。

#### 5.2.4.3 中压交直流混合配电网线路截面标准化率

计量单位：%。

指标释义：采用标准截面的中压交直流混合配电网线路长度占中压交直流混合配电网线路总长度的比例。

计算方法：中压交直流混合配电网线路截面标准化率（%）为采用标准截面的中压交直流混合配电网交直流线路长度之和（km）与中压交直流混合配电网交直流线路总长度（km）的比值的百分数。

$$\text{中压交直流混合配电网线路截面标准化率} = \frac{\text{采用标准容量的中压交直流混合配电网线路长度之和}}{\text{中压交直流混合配电网线路总长度}} \quad (52)$$

#### 5.2.4.4 中压交直流混合配电网直流线路电缆化率

计量单位：%。

指标释义：中压交直流混合配电网直流电缆线路长度占中压交直流混合配电网直流线路总长度的比例。

计算方法：中压交直流混合配电网线路电缆化率（%）为中压交直流混合配电网直流电缆线路长度之和（km）与中压交直流混合配电网直流线路总长度（km）的比值的百分数。

$$\text{中压交直流混合配电网直流线路电缆化率} = \frac{\text{中压交直流混合配电网直流电缆线路长度之和}}{\text{中压交直流混合配电网直流线路总长度}} \quad (53)$$

#### 5.2.4.5 混合型直流断路器占比

计量单位：%。

指标释义：高、中压交直流混合配电网中混合型直流断路器台数占直流断路器总台数的比例。

计算方法：混合型直流断路器占比为高、中压交直流混合配电网中混合型直流断路器台数（台）占直流断路器总台数（台）的比值的百分数。

$$\text{混合型直流断路器占比} = \frac{\text{混合型直流断路器台数}}{\text{直流断路器总台数}} \quad (54)$$

## 5.2.5 绿色智能

### 5.2.5.1 可再生能源渗透率

计量单位：%。

指标释义：交直流混合配电网供电区域内可再生能源发电装机容量占年最大负荷的比例。

计算方法：可再生能源渗透率（%）为交直流混合配电网供电区域内可再生能源发电装机容量（MW）与年最大负荷（MW）比值的百分数。

$$\text{可再生能源渗透率} = \frac{\text{可再生能源发电装机容量}}{\text{区域年最大负荷}} \quad (55)$$

### 5.2.5.2 配电自动化覆盖率

计量单位：%。

指标释义：配置配电自动化终端的中压交流混合配电网线路条数与实现自动化控制的中压直流混合配电网线路条数之和占该区域中压交直流混合配电网线路总条数的比例。

计算方法：配电自动化覆盖率（%）为配置配电自动化终端的中压交直流配电线路条数（条）与实现自动化控制的中压直流混合配电网线路条数（条）之和占该区域中压交直流混合配电网线路总条数的比例的百分数。

$$\text{配电自动化覆盖率} = \frac{\text{配置配电自动化终端的中压交流线路条数} + \text{实现自动化控制的中压直流线路条数}}{\text{中压交直流配电线路总条数}} \quad (56)$$

### 5.2.5.3 通信网络覆盖率

计量单位：%。

指标释义：交直流混合配电网馈线通信网络覆盖率与站所通信网络覆盖率的平均值。

计算方法：通信网络覆盖率（%）为馈线通信网络覆盖率（%）与站所通信网络覆盖率（%）的平均值。其中，馈线通信网络覆盖率（%）为覆盖通信接入网的馈线终端数（个）与馈线终端总数（个）比值的百分数；站所通信网络覆盖率（%）为覆盖通信接入网的站所终端数（个）与站所终端总数（个）比值的百分数。

$$\text{通信网络覆盖率} = \frac{\text{馈线通信网络覆盖率} + \text{站所通信网络覆盖率}}{2} \quad (57)$$

### 5.2.5.4 智能电表覆盖率

计量单位：%。

指标释义：区域内交直流混合配电网结算计量点安装的智能电表数占交直流配电网结算计量点电表总数的比例。

计算方法：智能电表覆盖率（%）为区域内交直流混合配电网结算计量点安装的智能电表数（个）与区域内交直流混合配电网结算计量点安装的电表总数（个）比值的百分数。

$$\text{智能电表覆盖率} = \frac{\text{区域内交直流混合配电网结算计量点安装的智能电表数}}{\text{区域内交直流混合配电网结算计量点安装的电表总数}} \quad (58)$$

### 5.2.5.5 直流开关三遥终端占比

计量单位：%。

指标释义：区域内直流配电网中配置“三遥”终端的开关数量占配置自动化终端开关的比例。

计算方法：直流开关三遥终端占比（%）为区域内直流配电网中配置“三遥”终端的开关数量（台）

与直流配电网配置配电自动化终端的开关总数（台）比值的百分数。

$$\text{直流开关三遥终端占比} = \frac{\text{区域内直流配电网中配置“三遥”终端的开关数}}{\text{直流配电网配置配电自动化终端的开关总数}} \quad (59)$$

#### 5.2.5.6 直流并网电源控制能力

计量单位：%。

指标释义：区域内直流配电网中直流并网电源可控容量占直流并网电源装机总容量的比例。

计算方法：直流并网电源控制能力（%）为直流并网电源可控容量（MW）与直流并网电源装机总容量（MW）比值的百分数。

$$\text{直流并网电源控制能力} = \frac{\text{直流并网电源可控容量}}{\text{直流并网电源装机总容量}} \quad (60)$$

#### 5.2.5.7 负荷控制能力

计量单位：%。

指标释义：区域内交直流混合配电网中可控制负荷占全社会最大负荷的比例。

计算方法：负荷控制能力（%）为区域内交直流混合配电网中可控制负荷总容量（MW）与全社会最大负荷（MW）比值的百分数。

$$\text{负荷控制能力} = \frac{\text{区域内交直流混合配电网可控制负荷总容量}}{\text{全社会最大负荷}} \quad (61)$$

注：该指标来源于发改运行〔2010〕2643号。

### 5.3 经济性

#### 5.3.1 投资经济性

##### 5.3.1.1 交直流混合配电网直流侧投资占比

计量单位：%。

指标释义：交直流混合配电网直流侧基建投资占交直流混合配电网总基建投资的比例，反映交直流混合配电网投资结构情况。

计算方法：交直流混合配电网直流侧投资占比（%）为交直流混合配电网直流侧基建投资（万元）与交直流混合配电网总基建投资（万元）的比值的百分数。

$$\text{交直流混合配电网直流侧投资占比} = \frac{\text{交直流混合配电网直流侧基建投资}}{\text{交直流混合配电网总基建投资}} \quad (52)$$

##### 5.3.1.2 单位投资增供电量

计量单位：kWh/万元。

指标释义：区域内交直流混合配电网期末年供电量与期初年供电量之差与统计期内电网投资的比值。

计算方法：单位投资增供电量（kWh/万元）为区域内交直流混合配电网期末年供电量与期初年供电量之差（kWh）与统计期内电网投资（万元）的比值。

$$\text{单位投资增供电量} = \frac{\text{期末年供电量} - \text{期初年供电量}}{\text{统计期内电网投资}} \quad (53)$$

##### 5.3.1.3 单位投资增供负荷

计量单位：kW/万元。

指标释义：交直流混合配电网期末年供电最大负荷与期初年供电最大负荷之差与统计期内电网投资的比值。

计算方法：单位投资增供负荷（kWh/万元）为交直流混合配电网期末年供电最大负荷与期初年供电最大负荷之差（kW）与统计期内电网投资（万元）的比值。

$$\text{单位投资增供负荷} = \frac{\text{期末年供负荷} - \text{期初年供负荷}}{\text{统计期内电网投资}} \quad (54)$$

#### 5.3.1.4 单位投资减少停电时间

计量单位：h/万元。

指标释义：区域内交直流混合配电网期末用户年平均停电时间与期初用户年平均停电时间之差与统计期内电网投资的比值。

计算方法：单位投资减少停电时间（h/万元）为区域内交直流混合配电网期末用户年平均停电时间与期初用户年平均停电时间之差（h）与统计期内电网投资（万元）的比值。

$$\text{单位投资减少停电时间} = \frac{\text{期初用户年平均停电时间} - \text{期末用户年平均停电时间}}{\text{统计期内电网投资}} \quad (55)$$

### 5.3.2 运行经济性

#### 5.3.2.1 110（±100）kV 及以下配电网综合线损率

计量单位：%。

指标释义：110（±100）kV及以下交直流混合配电网供电量与售电量之差占交直流混合配电网供电量的比例。

计算方法：110（±100）kV及以下交直流混合配电网综合线损率（%）为110（±100）kV及以下交直流混合配电网供电量与售电量之差（kWh）与交直流混合配电网供电量（kWh）的比值的百分数。

$$110(\pm 100)\text{kV及以下配电网综合线损率} = \frac{110(\pm 100)\text{kV及以下电网供电量} - 110(\pm 100)\text{kV及以下电网售电量}}{110(\pm 100)\text{kV及以下电网供电量}} \quad (66)$$

注：计算方法依据DL/T 836。

#### 5.3.2.2 联络换流器综合损耗率

计量单位：%。

指标释义：连接中压直流配电网与中压交流配电网、实现交直流网络能量交换的换流器输入电量与输出电量之差占换流器输入电量的比例。

计算方法：联络换流器综合损耗率（%）为连接中压直流配电网与中压交流配电网、实现交直流网络能量交换的换流器输入总电量与输出总电量差值（kWh）与换流器输入总电量（kWh）比例的百分数。

$$\text{联络换流器综合损耗率} = \frac{\text{换流器输入总电量} - \text{换流器输出总电量}}{\text{换流器输入总电量}} \quad (67)$$

#### 5.3.2.3 换流器综合损耗率

计量单位：%。

指标释义：直流配电网中换流器输入总电量与输出总电量之差占输入总电量的比例。

计算方法：换流器综合损耗率（%）为直流配电网中换流器输入总电量与输出总电量差值(kWh)与换流器输入总电量（kWh）比值的百分数。

$$\text{换流器综合损耗率} = \frac{\text{换流器输入总电量} - \text{换流器输出总电量}}{\text{换流器输入总电量}} \quad (68)$$

#### 5.3.2.4 直流变压器综合损耗率

计量单位：%。

指标释义：直流配电网中直流变压器输入总电量与输出总电量之差占输入总电量的比例。

计算方法：直流变压器综合损耗率（%）为直流配电网中直流变压器输入总电量与输出总电量差值（kWh）与直流变压器输入总电量（kWh）比值的百分数。

$$\text{直流变压器综合损耗率} = \frac{\text{直流变压器输入总电量} - \text{直流变压器输出总电量}}{\text{直流变压器输入总电量}} \quad (69)$$

#### 5.3.2.5 10（±10）kV 及以下配电网综合线损率

计量单位：%。

指标释义：10（±10）kV及以下配电网供电量与售电量之差占10（±10）kV及以下配电网供电量的比例。

计算方法：10（±10）kV及以下配电网综合线损率（%）为10（±10）kV及以下配电网供电量与售电量之差（kWh）与10（±10）kV及以下配电网供电量（kWh）的比值的百分数。

$$10(\pm 10) \text{ kV 及以下配电网综合线损率} = \frac{10(\pm 10) \text{ kV 及以下配电网供电量} - 10(\pm 10) \text{ kV 及以下配电网售电量}}{10(\pm 10) \text{ kV 及以下配电网供电量}} \quad (70)$$

注：计算方法依据DL/T 836。

### 5.4 评价指标类型

按照指标属性可将上述指标分为限制类、趋势类和参考类三类，分类情况详见附录A。

## 6 评价方法

### 6.1 基本要求

6.1.1 交直流混合配电网评价包括但不限于以上指标体系的内容，评价应给出评价结论，并结合配电网发展现状、发展需求与建设目标给出规划建设优化建议。

6.1.2 评价采取定量评价方法，通过对指标进行计算、量化评分实现。

6.1.3 针对评价目的不同，评价分为单项指标评价、层级指标评价和综合评价三类。

6.1.4 在交直流混合配电网发展的不同阶段，评价侧重点有所不同：

- a) 在发展初期，直流电网规划建设以试点工程为主，评价应主要关注直流电网发展适应性及发展水平，宜采取单项指标评价或层级指标评价。
- b) 在发展中后期，直流配电网逐渐发展成熟，评价应关注交流和直流配电网整体的发展水平，宜采取综合评价。

### 6.2 单项指标评价

6.2.1 单项指标评价是对交直流混合配电网规划建设方案中的单个具体指标在规划期内的提升成效进行的评价。

6.2.2 应按照所评价单项指标的类型和数值变化情况，采用横向对标、纵向比较的方法对规划期间指标数值变化进行评价。

6.2.3 单项指标评价的主要流程如下：

- a) 根据评价目的，选定对应单项评价指标。
- b) 计算单项指标在规划期间的变化量。
- c) 根据所评价指标类型，结合区域内交直流配电网发展现状、发展需求和规划目标，得出规划期内单项指标提升情况的评价结论。

### 6.3 层级指标评价

6.3.1 层级指标评价是对交直流混合配电网规划建设方案中的某个特定层级指标（一级或二级指标）在规划期内的提升成效进行的评价。

6.3.2 层级指标评价可根据评价目的选取其中若干个二级或三级指标进行评价，评价应给出总体结论与评分，评分采取百分制，通过对各单项指标赋权、评分，经加权后计算得出层级指标得分，评价结论应根据评分结果横向对标、纵向比较后给出。

6.3.3 单项指标评分可根据指标类型采用专家打分法、分段位评价法、0-1 评价法等方法，指标赋权可选用专家经验法、德尔菲法、层次分析法等方法。

6.3.4 层级指标评价的主要流程如下：

- a) 根据评价目的，选定某一层级及对应层级下的三级指标。
- b) 对三级指标采用单项指标评分方法进行评分。
- c) 对于单项指标，选取适用的指标赋权方法对单项指标进行赋权，将各指标得分进行加权计算，得出层级指标评价得分，并通过比较后给出规划方案对于选定层级指标提升的评价结论。

### 6.4 综合评价

6.4.1 综合评价是对省、地（市）或更大范围内的交直流混合配电网发展规划的综合成效进行的评价。

6.4.2 应依据评价指标体系，从适应性、科学性和经济性三个方面开展综合评价，得到综合评分，评分采用百分制，分数由二级指标评分加权计算得到，二级指标评分参照层级指标评分计算方法，指标权重可选用专家经验法、德尔菲法、层次分析法等方法得到。

6.4.3 综合评价应涵盖指标体系中全部二级指标，但三级指标可根据评价区域实际情况选择。

6.4.4 综合评价应给出总体评价结论和规划建设优化建议。

- a) 评价结论应根据综合评分结果横向对标、纵向比较后给出。
- b) 规划建设优化建议应在总体评价基础上，结合区域交直流混合配电网发展现状、发展需求和规划目标给出。

6.4.5 综合评价的主要流程如下：

- a) 根据区域发展实际情况，选定各二级指标下对应的三级指标。

- b) 对三级指标采用单项指标评分方法进行评分，选取适用的指标赋权方法对单项指标进行赋权，加权计算得到各二级指标的评分。
- c) 根据区域发展情况，选取适用的指标赋权方法对二级指标进行赋权，将各二级指标得分进行加权计算，得出区域交直流混合配电网的综合得分，并经比较后给出区域交直流混合配电网规划建设方案综合成效的评价结论。
- d) 提出区域交直流混合配电网规划建设的优化建议。



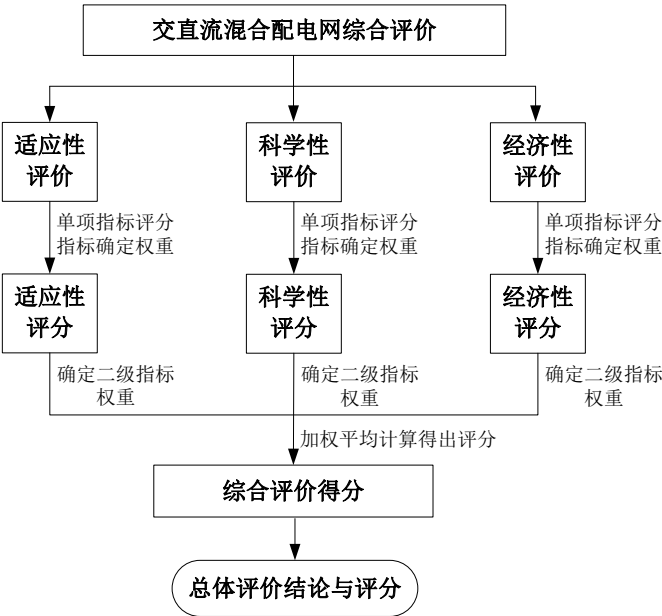
附 录 A  
(资料性附录)  
评价指标分类

表A.1 评价指标分类

一级指标	二级指标	三级指标	限制类	趋势类	参考类
适应性	电源发展水平	直流并网电源容量			√
		直流并网电源渗透率			√
		直流并网电源年利用小时数			√
	负荷发展水平	电动汽车充电设施容量			√
		储能设施容量			√
		敏感负荷用户数			√
		敏感负荷占比			√
		直流负荷容量			√
		直流负荷容量占比			√
		直流负荷密度			√
		年均直流负荷增长率			√
		年最大直流负荷利用小时数			√
科学性	供电质量	供电可靠率	√		
		直流负荷供电可靠率	√		
		直流配电网可用率	√		
		综合电压合格率	√		
		电压纹波系数	√		
		电压瞬时跌落及短时中断发生率	√		
		电压均衡度	√		
	供电能力	高压交直流混合配电网容载比	√		
		高压交直流混合配电网变电（换流）设备重（过）载占比	√		
		高压交直流混合配电网换流设备重（过）载占比	√		
		高压交直流混合配电网线路重载占比	√		
		高压交直流混合配电网直流线路重载占比	√		
		高压交直流混合配电网线路最大负载率平均值	√		
		高压交直流混合配电网直流线路最大负载率平均值	√		
		户均配变（换流）设备容量	√		
		中压交直流混合配电网变电（换流）设备重（过）载占比	√		
		中压交直流混合配电网换流设备重（过）载占比	√		
		中压交直流混合配电网线路重载占比	√		
		中压交直流混合配电网直流线路重载占比	√		
		中压交直流混合配电网线路最大负载率平均值	√		
		中压交直流混合配电网直流线路最大负载率平均值	√		

		中压储能配置与分布式电源匹配率			√
		中压交直流换流器净交换电量			√
		中压联络潮流正反向持续时间比			√
	电网结构	高压交直流混合配电网变电（换流）设备 N-1 通过率	√		
		高压交直流混合配电网换流设备 N-1 通过率	√		
		高压交直流混合配电网线路 N-1 通过率	√		
		高压交直流混合配电网直流线路 N-1 通过率	√		
		中压交直流配电线路平均分段数			√
		中压交直流混合配电网线路联络率		√	
		中压交直流混合配电网线路 N-1 通过率	√		
		中压交直流混合配电网直流线路 N-1 通过率	√		
		中压交直流混合配电网交流线路平均供电半径	√		
		中压交直流混合配电网直流线路平均供电半径	√		
		低压交直流混合配电网交流线路平均供电半径	√		
		低压交直流混合配电网直流线路平均供电半径	√		
		中压直流断路器配置与换流器匹配率			√
	装备水平	高压交直流混合配电网设备标准化率		√	
		中压交直流混合配电网变电（换流）设备标准化率		√	
		中压交直流混合配电网线路截面标准化率		√	
		中压交直流混合配电网直流线路电缆化率			√
		混合型直流断路器占比			√
	绿色智能	可再生能源渗透率			√
		配电自动化覆盖率	√		
		通信网络覆盖率	√		
		智能电表覆盖率	√		
		直流开关三遥终端占比			√
		直流并网电源控制能力			√
		负荷控制能力			√
经济性	投资经济性	交直流混合配电网直流侧投资占比			√
		单位投资增供电量			√
		单位投资增供负荷			√
		单位投资减少停电时间			√
	运行经济性	110（±100）kV 及以下配电网综合线损率	√		
		联络换流器综合损耗率	√		
		换流器综合损耗率	√		
		直流变压器综合损耗率	√		
		10（±10）kV 及以下配电网综合线损率	√		

附录 B  
(资料性附录)  
交直流混合配电网综合评价流程图



图B.1 交直流混合配电网综合评价指标体系

# 交直流混合配电网综合评价指导原则

## 编制说明

目 次

1 编制背景..... 26

2 编制主要原则..... 26

3 与其他标准文件的关系..... 26

4 主要工作过程..... 26

5 标准结构和内容..... 27

6 条文说明..... 27

## 1 编制背景

本标准的编制工作依据《国家电网公司关于下达2017年度公司第一批技术标准制修订计划的通知》（国家电网科〔2017〕72号）开展。

本标准编制主要目的是为公司管辖范围内交直流混合配电网规划方案提供评价依据和方法，评价结果可指导交直流混合配电网规划建设，引导交直流混合配电网的发展方向，助力交直流混合配电网的科学发展。

## 2 编制主要原则

本标准根据以下原则进行编制：

- a) 客观性：评价指标应能够真实、客观地反映所统计对象的实有状态和规划状态；
- b) 准确性：评价指标的内涵和外延界定确定，统计口径无歧义，重复计算的指标数据应具有高度的一致性；
- c) 全面性：评价指标所组成的体系结构应尽量覆盖配电网规划的方方面面，确定单个指标与整个指标体系所要表达的范围无盲区；
- d) 规范性：评价指标的分类、计量单位、计算方法、调查表式等应有统一的规范性要求，以便于在实际工作中推广应用；
- e) 前瞻性：评价指标应充分考虑新技术的发展及应用。

## 3 与其他标准文件的关系

本标准与相关技术领域的国家现行法律、法规和政策保持一致。

本标准不涉及专利、软件著作权等使用问题。

本标准的结构、编写规则、规范性技术要素等，符合GB/T1.1《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》、GB/T1.2《标准化工作导则 第2部分：标准中规范性技术要素内容的确定方法》、DL/T600《电力标准编制的基本规定》及DL/T800《电力企业标准编制规则》等的要求。

本标准涉及的技术内容较为广泛，在对其制订过程中，依据的标准如下：

GB/T 12325 电能质量供电电压允许偏差

DL/T 836 供电系统用户供电可靠性评价规程

DL/T 5729 配电网规划设计技术导则

Q/GDW 565 城市配电网运行水平和供电能力评估导则

## 4 主要工作过程

本标准编制过程中，国家电网公司发展策划部组织多次会议，对本标准的编制给予指导、协调，并多次组织专家对本标准提出修改完善意见。

2017年2月，正式启动本标准编制工作，确定承担单位，成立编制工作组。

2017年2月~5月，编制工作组开展交直流混合配电网综合评价专题研究工作，梳理本标准大纲，提出编制工作要求，明确标准适用范围，确定本标准基本框架。

2017年6月~9月，编制工作组汇编整理相关技术资料，开展标准编制工作。

2017年9月18日，编制工作组召开统稿会，对各承担单位提交的章节进行组稿，经过研讨，修改完善标准框架，形成标准初稿。

2017年9月～10月，编制工作组对标准初稿进行完善，形成本标准征求意见稿。

2017年10月30日，编制工作组在北京召开征求意见稿专家讨论会，根据与会专家意见对标准征求意见稿进行修改完善。

2017年11月X日，完成标准征求意见稿编写，采用发函、会议方式多次在国家电网公司范围内广泛征求意见。整理反馈意见XX条（采纳XX条、适当采用和补充说明XX条、不采纳XX条）。

2017年11月X日，公司规划设计技术标准专业工作组在北京组织召开了标准审查会，听取了编写组汇报，审查结论为：经审查专家组协商一致，同意修改后报批。

2017年12月X日，修改形成标准报批稿。

## 5 标准结构和内容

本标准的主要内容共六部分，并附有两个资料性附录。

第1部分为“范围”，概述了本标准的适用范围及用途。

第2部分为“规范性引用文件”，列出了本标准引用的4项标准。

第3部分为“术语和定义”，主要说明了本标准所涉及的术语及定义。

第4部分为“综合评价指标体系”，主要说明了交直流混合配电网综合评价指标体系的结构和评价的主要内容。

第5部分为“指标内容及计算方法”，主要说明了评价指标体系所涉及的各方面评价指标的详细含义、计算方法及指标类型。

第6部分为“评价方法”，主要说明了交直流混合配电网综合评价基本要求和评价方法。

## 6 条文说明

本标准的主要条文分析和说明如下：

本标准第4章，明确了综合评价交直流混合配电网规划建设水平的指标体系，该指标体系包含适应性、科学性和经济性三大方面。其中适应性指标主要反映交直流混合配电网对电源发展水平和负荷发展水平的适应能力，科学性指标重点反映交直流混合配电网在供电质量、供电能力、电网结构、装备水平和绿色智能五个方面的合理性，经济性指标则主要反映交直流混合配电网的投资经济性和运行经济性。

本标准第5.1.1.1条、第5.1.1.2条中，“直流并网电源容量”与“直流并网电源渗透率”指标，从满足直流并网电源接入需求的角度反映交直流混合配电网规划建设的合理性。

本标准第5.1.2.1条、5.1.2.2条和5.1.2.4条中，“电动汽车充换电设施容量”、“储能设施容量”和“敏感负荷占比”指标，从满足区域内多样化用能需求角度反映交直流混合配电网规划建设的合理性。

本标准第5.2.1.1条、5.2.1.2条中，“供电可靠率”与“直流负荷供电可靠率”指标释义及计算方法，依据DL/T 836中的相关规定。

本标准第5.2.1.4条中，“综合电压合格率”指标释义及计算方法，依据GB/T 12325中的相关规定。

本标准第5.2.2.2条至5.2.2.7条、第5.2.2.9条至5.2.2.14条中，最大负载率是指正常运行方式下的最大负载率；重载设备定义参考Q/GDW 565；各电压等级的电源送出线路选型一般按照相关标准，满足电源送出安全标准即可，不纳入重载线路相关计算指标。

本标准第5.2.2.15条中，“中压储能配置与分布式电源匹配率”指标从储能配置的角度反映交直流混合配电网对不确定性电源出力的调节控制水平。

本标准第5.2.2.17条中，“中压联络潮流正反向持续时间比”指标反映交直流混合配电网中直流配电

网与交流配电网间电能传输交换的整体态势。

本标准第5.2.3.7条中，“满足N-1的中压交直流混合配电网线路”，指任一线路停运时，其所带负荷（故障段负荷除外）均能够被相邻联络线路转供的线路，为检验线路转供能力和简化计算，只计算换流器出口断路器后第一段故障情况。

本标准第5.2.3.13条中，“中压直流断路器配置与换流器匹配率”指标反映交直流混合配电网内直流侧故障处理能力。

本标准第5.2.4条中，所涉及的“标准截面”、“标准容量”参照DL/T 5729和《交直流混合配电网规划设计指导原则》。

本标准第5.3.1条中，所涉及的投资参考国家电网企管〔2014〕215号中的定义，即指电网基建投资，不含特高压、东西帮扶等投资。

本标准第6.3.1条中，从一级指标来看，层级指标评价可分为适应性评价、科学性评价和经济性评价；从二级指标来看，层级指标评价可分为电源发展水平、符合发展水平、供电质量、供电能力、电网结构、装备水平、绿色智能、投资经济性和运行经济性评价。

本标准第6.3.2条中，层级指标评价可根据评价目的，选取该层级的全部下级指标或所关注的其中若干个下级指标，即对一级指标的层级评价，可选取评价层级的全部或其中若干个二级指标即可；对二级指标的层级评价，可选取评价层级的全部或其中若干个三级指标即可。

本标准第6.3.3条中，单项指标评分标准设置应体现不同发展水平配电网或区域配电网发展目标的差异，避免单纯通过指标数据量化排序而忽略区域差异对结果的影响。指标评分根据指标类型不同，可采取不同的评分方法：

a) 对于已有明确区间规定的限制类评价指标，将其规划期末经计算得出的指标值与规定区间进行比较，根据指标计算值与规定区间的偏离程度进行评分。若指标计算值落入规定区间，则该项指标达标，可赋予较高的评分；若该指标数值未达到规定区间，则根据指标值偏离规定区间程度，可设置不同的评分段位来评价偏离程度的大小。

b) 对于规划中明确目标值的限制类评价指标，将其规划期末经计算得出的指标值与目标值进行比较，根据指标计算值与目标值的偏离程度进行评分。若该指标计算值达到目标值，则该项指标达标，可赋予较高的评分；若该指标数值未达到目标值，则根据指标值偏离目标值的程度，可设置不同的评分段位来评价偏离程度的大小。

c) 对于趋势类评价指标，将其在规划期内变化趋势与规划预期趋势进行比较，若趋势相同，则该项指标达标，按100分赋值；若趋势相反，则该项指标未达标，按0分赋值。

本标准第6.4.3条中，为确保综合评价全面客观，同时兼顾不同区域经济社会发展水平、配电网发展现状、发展定位及发展目标的差异，因此综合评价应涵盖指标体系中全部二级指标，但三级指标可根据评价区域实际情况，每个二级指标下选取其中若干个三级指标即可。

本标准第6.4.4条中，综合评分结果的横向对标、纵向比较可借助雷达图的分析方法进行直观的展示分析。