

团 体 标 准

T/CES 148—2022

配电网电化学储能系统规划配置导则

**Guidelines for planning and configuration of electrochemical energy storage
system in distribution network**

2022-09-26 发布

2022-09-28 实施

中国电工技术学会 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 一般规定..... 2

5 配电网储能系统接入原则及容量配置分析..... 2

 5.1 接入原则..... 2

 5.2 配电网电化学储能容量需求分析及配置原则..... 3

6 配电网电化学储能系统电池选型原则..... 4

7 配电网电化学储能系统选址原则..... 4

8 技术经济评价..... 4

 8.1 一般规定..... 4

 8.2 技术评价内容..... 4

 8.3 经济评价..... 5

 8.4 技术经济综合分析..... 6

附录 A（资料性附录） 电化学储能系统接入配电网电压等级推荐..... 7

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》给出的规定起草。

本标准由中国电工技术学会提出并归口。

本标准起草单位：国网河南省电力公司经济技术研究院、北方工业大学、国网河南省电力公司南阳供电公司、上海电力大学、北京联智汇能科技有限公司。

本标准主要起草人：樊庆玲、齐桓若、陈晨、吴烜玮、李建林、刘硕、宋景博、赵立宁、梁真、郭放、姚晗、马速良、谭宇良、王茜、周建军、米阳、姜冶蓉、屈树慷、李光辉。

本标准为首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电工技术学会。

配电网电化学储能系统规划配置导则

1 范围

本标准规定了配电网电化学储能系统规划配置时的接入原则和容量配置分析、电池选型原则、技术经济评价的原则。

本标准适用于电压等级 35kV 及以下配电网且电化学储能系统用于配电网频率调节、调峰需求、电能质量和无功支撑的工作场景。

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 12325 电能质量 供电电压偏差
- GB/T 12326 电能质量 电压波动和闪变
- GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程
- GB/T 14594 电能质量 公用电网谐波
- GB/T 15543 电能质量 三相电压不平衡
- GB/T 22473.1—2021 储能用蓄电池 第 1 部分：光伏离网应用技术条件
- GB/T 24337 电能质量 公用电网间谐波
- GB/T 27748.1—2017 固定式燃料电池发电系统 第 1 部分：安全
- GB/T 30137—2013 电能质量 电压暂降与短时中断
- GB/T 31464—2015 电网运行准则
- GB/T 32509—2016 全钒液流电池通用技术条件
- GB/T 34120—2017 电化学储能系统储能变流器技术规范国家标准
- GB/T 36276—2018 电力储能用锂离子电池
- GB/T 36280—2018 电力储能用铅炭电池
- GB/T 36545—2018 移动式电化学储能系统技术要求
- GB/T 36548 电化学储能系统接入电网测试规范
- GB/T 36549 电化学储能电站运行指标及评价
- GB/T 36558 电力系统电化学储能系统通用技术条件
- DL/T 584 3kV~110kV 电网继电保护装置运行整定规程
- NB/T 33015 电化学储能系统接入配电网技术规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电化学储能系统 **electrochemical energy storage system**

以电化学电池为储能载体，通过储能变流器进行可循环电能存储、释放的系统。

注：一般包含电池系统、储能变流器及相关辅助设施等。对于接入 10（6）kV 及以上电压等级的电化学储能系统，通常还包括汇集线路、升压变压器等。

3.2

配电网 distribution network

从电源侧（输电网、发电设施、分布式电源等）接受电能，并通过配电设施采用直流、交流或交直流混合方式就地或逐级向各类用户分配电能的网络。

3.3

功率型储能电池 power type battery

根据高功率应用需求设计，以小于或等于 1 小时率额定功率工作的电池。

3.4

能量型储能电池 energy type battery

根据高能量应用需求设计，以大于 1 小时率额定功率工作的电池。

4 一般规定

4.1 配电网电化学储能系统规划容量配置应充分考虑不同应用场景的实际需求，与配电网现状及规划相适应，应进行潮流计算、短路计算，保证配电网的安全、可靠、高效和经济运行，储能接入电网的安全性测试方法应满足 GB/T 36548 的要求。

4.2 配电网电化学储能规划配置应以需求为导向，遵循技术可行、安全可靠、经济合理、绿色环保的原则，从全寿命周期角度深化成本效益分析。

4.3 配电网电化学储能规划选址布局应充分考虑对周边工业及民用等设施的安全影响，高度重视电化学储能应用的安全风险，电池安全性要求应满足 GB/T 27748.1—2017 的规定。应根据储能电站的功能选择负荷峰谷差悬殊、电网频率波动大、电能质量不稳定、无功支撑需求较高、重要用户及负荷较为密集的地区。

4.4 配电网电化学储能系统所采用的储能设备宜选择技术成熟、低损耗、节能环保的设备，并满足储能变流器和电力储能的相关标准 GB/T 34120—2017 的规定。

4.5 电化学储能系统接入配电网宜满足 NB/T 33015 的要求。

4.6 电化学储能电池一般包含锂离子电池、铅炭/铅酸电池、液流电池等，电池选型应根据运行环境、运行要求综合考虑电池的化学特性、循环寿命、能量转换率、电池容量等因素。其中，锂离子电池相关运行指标应参考 GB/T 36276—2018 执行；铅炭/铅酸电池相关运行指标应参考 GB/T 36280—2018 执行；铅酸电池相关运行指标应参考 GB/T 22473.1—2021 执行；液流电池相关运行指标应参考 GB/T 32509—2016 执行；电力系统电化学储能电池相关运行指标应参考 GB/T 36558 执行；能量转换效率计算应遵循 GB/T 36549—2018 的规定。

5 配电网储能系统接入原则及容量配置分析

5.1 接入原则

5.1.1 接入分析

5.1.1.1 电化学储能接入配电网规划配置应进行现状分析，分析内容应包括电源、配电网和负荷现状：

- a) 电源现状应包括装机规模及电源结构、发电量、年利用小时数和波动特性等；
- b) 电网现状应包括相关电网接线方式、变电容量、线路型号、配网设备负载情况等；

c) 负荷现状应包括多场景的最大用电负荷、用电量、负荷特性和峰谷差率等。

5.1.1.2 电化学储能接入配电网规划配置应根据当地经济和社会发展规划以及历史用电负荷增长情况，对相关配电网的负荷水平及负荷特性进行预测。

5.1.1.3 电化学储能接入配电网规划配置应进行规划分析：

- a) 电化学储能接入配电网规划配置应分析相关配电网电源发展规划，包括电源建设进度及电源结构等；
- b) 电化学储能接入配电网规划配置应分析相关配电网发展规划，包括相关变电站布局及规模、电网接线方式等。

5.1.2 接入配电网电压等级

电化学储能系统接入配电网的电压等级应按照储能系统额定功率、接入点电网网架结构等条件确定，接入电压等级选取参考附录 A。

5.2 配电网电化学储能容量需求分析及配置原则

5.2.1 配电网电化学储能容量需求分析

5.2.1.1 电化学储能系统用于配电网频率调节和无功支撑，容量分析可参考以下原则：

- a) 电化学储能系统参与配电网频率调节和无功支撑，应充分考虑配电网频率调节和无功支撑范围和电化学储能系统的调频和无功支撑能力；
- b) 电化学储能系统参与配电网频率调节应扣减已有的频率响应资源，如电源调频，可中断负荷等。

5.2.1.2 电化学储能系统用于配电网调峰需求，容量分析可参考以下原则：

- a) 日调峰需求应根据全年负荷特性，选取不同季节峰谷差率较大的典型日；
- b) 日调峰需求应结合配电网实际电源调峰系数和统筹负荷响应特性确定电化学储能系统容量需求；
- c) 日顶峰调控需求可考虑日内“多充多放”等运行模式来确定容量需求。

5.2.1.3 电化学储能系统用于改进配电网电能质量，容量分析可参考以下原则：

- a) 电化学储能系统改进配电网电能质量应充分考虑配电网电压偏差、电压波动和电压暂降范围。电网电压偏差应参考 GB/T 12325 的规定，电压波动应参考 GB/T 12326 的规定，电压暂降范围应参考 GB/T 30137—2013 的规定。
- b) 电化学储能系统改进配电网电能质量应充分考虑配电网谐波分量和三相不平衡度。配电网谐波分量应参考 GB/T 14594 和 GB/T 24337 的规定，三相不平衡度应参考 GB/T 15543 的规定。
- c) 电化学储能系统用于改进配电网电能质量的容量应满足上述需求的需求最大值。

5.2.2 配电网电化学储能容量配置原则

配电网电化学储能容量配置原则如下：

- a) 电源侧容量配置宜从满足机组最小技术出力和机组调节速度的角度考虑；应用于削峰填谷的电化学储能系统应根据各地区峰谷差配置储能系统并确定具体峰谷时段，储能系统额定功率宜为变压器功率的 5%~20%。
- b) 配电网电化学储能用于电网日调峰和日顶峰调控，日调峰需求应根据全年负荷特性，选取峰谷差率较大的典型日，在进行调峰需求计算时，应结合实际，合理选择火电、新能源、区外来电调峰系数，确定电网侧电化学储能容量需求；日顶峰调控需求应在典型日电力平衡缺口的基础上，统筹需求响应等手段进行分析，并考虑日内“多充多放”等运行模式确定电网侧电化学储能容量需求；电网侧电化学储能容量配置宜采用调峰需求和调频需求的较大值。
- c) 对于分布式新能源大规模开发的地区，应按照国家 and 地方政府政策要求配置储能设施。宜以不

出现长时间大规模反送、不增加系统调峰负担为原则，综合考虑开发规模、负荷特性等因素，装机容量与运行时长宜根据相关政策和实际情况进行选择。

6 配电网电化学储能系统电池选型原则

6.1 电池应选择安全、可靠、环保型电池，应综合考虑系统容量、系统能量、储能效率、循环寿命、能量密度、功率密度、充放电深度能力、自放电率和环境适应能力等技术条件。宜选择磷酸铁锂电池、液流、铅炭电池。针对不同应用需求下，可采用多类型储能电池互补。

6.2 用于配电网频率调节的电化学储能系统，宜选用功率型储能电池，充放电倍率要满足频率调节范围。

6.3 用于配电网调峰需求的电化学储能系统，宜选用能量型储能电池，充放电倍率满足调峰时间要求。

6.4 用于配电网改进电能质量需求的电化学储能系统，可通过技术经济比较，选择功率型或能量型电池类型。

7 配电网电化学储能系统选址原则

7.1 电化学储能系统站址应根据配电网规划的网络结构、负荷分布、储能系统的应用场景、需求类型、建设规模、国土空间规划、征地拆迁等条件进行选址，应满足防火和防爆要求，通过技术经济比较选择站址方案。

7.2 站址选择应因地制宜，节约用地，合理使用土地，提高土地利用效率，宜利用荒地、劣地、坡地、不占或少占用农田，合理利用地形，减少场地平整土（石）方量和现有设施拆迁工程量。

7.3 站址应有方便、经济的交通运输条件，与站外公路连接应短捷，且工程量小；站址宜靠近可靠的水源。

7.4 站址应满足近期所需的场地面积，并应根据远期发展规划的需要，留有发展的余地。

7.5 下列地段和地区不应选为站址：

- a) 地震断层设防烈度高于九度的地震区；
- b) 有泥石流、滑坡、流沙、溶洞等直接危害的地段；
- c) 采矿陷落（错动）区界限内；
- d) 爆破危险范围内；
- e) 坝或堤决溃后可能淹没的地区；
- f) 重要的供水水源卫生保护区；
- g) 历史文物古迹保护区；
- h) 贴邻或设置在生产、储存、经营易燃、易爆危险品的场所；
- i) 重要电力设施保护区内。

8 技术经济评价

8.1 一般规定

配电网电化学储能系统配置应对规划各备选方案进行技术比较和经济分析，评估规划项目在技术、经济上的可行性和合理性，为规划配置方案优选及投资决策提供依据。

8.2 技术评价内容

配电网电化学储能系统配置技术评价可从配电网频率调节、无功支撑、调峰需求和改进电能质量四个方面进行综合评价，具体评价内容见表 1。

表 1 配电网电化学储能系统配置技术评价内容表

序号	评价内容	评价指标
1	频率调节	频率调节能力指标可参考 GB/T 36547
2	无功支撑	无功支撑能力指标可参考 GB/T 36547
3	调峰需求	调峰能力指标可参考 GB/T 36547
4	改进电能质量	平抑电压波动能力指标可参考 GB/T 12326
		平抑电压偏差能力指标可参考 GB/T 36545
		减少谐波分量指标可参考 GB/T 14549
		改善三相不平衡指标可参考 GB/T 15543

8.3 经济评价

8.3.1 净现值

电化学储能系统净现值可用于评价储能系统当前价值，具体技术公式为：

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CI - CO}{(1+i)^t} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

NPV —— 电化学储能系统净现值；

CI —— 电化学储能系统年收益；

CO —— 电化学储能系统年支出；

i —— 基准收益率。

8.3.2 残值效益

电化学储能系统在达到寿命极限后，可以将电池回收获得收益，具体技术公式为：

$$W_{re} = R_{re} E_{rate} P_y \dots\dots\dots (2)$$

式中：

W_{re} —— 电化学储能系统残值收益；

R_{re} —— 电化学储能系统回收系数；

P_y —— 电化学储能系统寿命极限后剩余容量。

8.3.3 投资成本

投资成本是指电化学储能系统投资建设初期一次性投入的固定资金，具体计算公式为：

$$C_{in} = (P_{rate} * C_P + E_{rate} * C_E) \frac{r(1-r)^n}{(1-r)^n - 1} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

C_{in} —— 初始购置成本；

P_{rate} —— 储能系统额定功率，单位为千瓦（kW）；

C_P —— 储能系统功率的单位投资成本；

E_{rate} —— 储能系统容量，单位为千瓦时（kW·h）；

C_E —— 储能系统容量的单位投资成本；

r —— 基准折现率；

n ——电化学储能系统运行期限（寿命），单位为年。

8.3.4 运维成本

运维成本表示保障电化学储能系统在寿命周期内正常运行投入的资金，具体计算公式为：

$$C_{om} = K_O P_{rate} + K_M E_{rate} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

C_{om} ——电化学储能系统运维成本；

K_O ——储能系统单位功率年运行维护成本系数，计算基于系统功率的成本；

K_M ——储能系统单位容量年运行维护成本系数，计算基于系统容量的成本。

8.3.5 更换成本

更换成本表示因储能系统中电池寿命短于储能寿命周期，为保证系统正常运行需要更换电池所产生的成本，具体计算公示为：

$$C_{ex} = (1 - \alpha)^{\beta n'} \frac{C_E E_{rate}}{\eta} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

C_{ex} ——电化学储能系统更换成本；

α ——储能系统每次更换电池的年均成本下降比率；

β ——第 β 次更换；

n' ——电化学储能系统中储能电池实际寿命周期；

η ——能量效率。

8.3.6 经济评价指标

配电网电化学储能系统见表 2。

表 2 配电网电化学储能系统经济评价指标

评价内容	单位
净现值	万元
投资成本	万元
运行成本	万元
维护成本	万元
更换成本	万元
动态收益率	%
设备预期寿命周期	年

8.4 技术经济综合分析

技术经济综合分析应确定电化学储能系统在特定场景的技术应用价值和全寿命周期内投资费用的最佳组合，根据实际情况选用如下两种评估方式：

- 在给定投资额且达到技术要求的条件下选择电化学储能系统技术应用价值高的方案；
- 在特定应用场景目标的条件下选择投资最小的方案。

附 录 A
(资料性附录)
电化学储能系统接入配电网电压等级推荐

电化学储能系统接入电网的电压等级应按照储能系统额定功率、接入点配电网网架结构等条件确定，不同额定功率电化学储能系统接入配电网电压推荐等级见表 A.1。

表 A.1 电化学储能系统接入交流配电网电压等级推荐表

电化学储能系统额定功率	交流配电网接入电压等级	接入方式
8kW 及以下	220V/380V	单相或三相
8kW~1MW	380V	三相
0.5MW~5MW	6kV~20kV	三相
5MW~10MW	35kV	三相

团 体 标 准

配电网电化学储能系统规划配置导则

T/CES 148—2022

2022 年 9 月第一版

*

北京西城区莲花池东路 102 号天莲大厦 10 层

邮政编码：100055

网址：<http://ces.org.cn/html/category/17060132-1.htm>

电话：010-63256990 63256997

版权专有 侵权必究