电化学储能项目经济评价导则

Guide for economic evaluation of electrical energy storage projects

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 基本原则 1
5 储能项目支出 2
5.1 项目投资 2
5.2 成本费用 2
5.3 税金 2
6 储能项目收益 2
6.1 节约新建发电机组投资收益 2
6.2 提高可再生能源消纳收益 2
6.3 跟踪计划出力收益 3
6.4 调频辅助服务收益 3
6.5 调峰辅助服务收益 3
6.6 黑启动收益 3
6.7 旋转备用收益 4
6.8 用户分时电价管理收益 4
6.9 用户基本电费管理收益 4
6.10 提高用户供电可靠性收益 5
6.11 提高用户电能质量收益 5
6.12 延迟或替代电网投资收益 5
7 财务评价指标 5
7.1 盈利能力分析 5
7.2 偿债能力 7
7.3 财务生存能力 8
8 不确定性分析 8
8.1 盈亏平衡分析 8
8.2 敏感性分析 8
附录 A （资料性） 投资估算表 9
附录 B （资料性） 投资计划与资金筹措表 10
附录 C （资料性） 总成本费用表 11
附录 D （资料性） 损益和利润分配表 12
附录 E （资料性） 还本付息计算表 13
附录 F （资料性） 财务计划现金流量表 14
附录 G （资料性） 项目投资现金流量表 15
附录 H （资料性） 项目资本金现金流量表 16

附录 I （资料性） 资产负债表 17
附录 J （资料性） 财务指标汇总表 18
附录 K （资料性） 敏感性分析表 19
附录 L （资料性） 投资各方现金流量表 20

电化学储能项目经济评价导则

1 范围

本文件规定了电化学储能项目经济评价的基本原则、储能项目支出与收益计算以及财务评价指标和不确定性分析等要求。

本文件适用于电化学储能项目前期经济评价，项目后评价也可参照使用。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

储能项目经济评价

按照自定的决策目标，通过项目（或方案）的各项费用和投资效益分析，对储能项目是否具有投资价值作出评估，为项目投资决策提供经济性依据。

3.2

基准收益率

企业、行业或投资者以动态的观点所确定的、可接受的投资项目最低标准的收益水平。

3.3

不确定性分析

计算分析因采用的费用和效益的基本数据的估计误差或无法预期的变动，对经济评价结果所产生影响的工作，包括敏感性分析和概率分析。

3.4

折现率

将技术资产的未来收益还原（或转换）为现在价值的比率。

4 基本原则

4.1 电化学储能项目应进行财务评价，必要时可进行国民经济评价。

4.2 财务评价应进行融资前、融资后分析，宜先进行融资前分析，在融资前分析结论满足要求的情况下进行融资后分析。

4.3 电化学储能项目经济评价应遵循定量分析与定性分析相结合、以定量分析为主的原则。

4.4　电化学储能项目经济评价应遵循动态分析与静态分析相结合、以动态分析为主的原则。
4.5　电化学储能项目经济评价中，财务效益和费用估算应遵循“有无对比”原则。
4.6　电化学储能项目经济评价应遵循费用与效益计算范围一致性原则。
4.7　坚持会计与税收政策不一致时，应遵循税收政策的从税原则。
4.8　电化学储能项目经济评价应进行敏感性分析。

5　储能项目支出

5.1　项目投资

项目投资包括建设投资、建设期利息和流动资金。建设投资由工程费用（建筑工程费、设备购置费、安装工程费）、工程建设其他费用和预备费组成。建设期利息包括银行借款和其他债务资金的利息，以及其他融资费用。流动资金等于流动资产与流动负债的差额。

投资估算表、投资计划与资金筹措表见附录A、B。

5.2　成本费用

成本费用系指在运营期内为生产产品或提供服务所发生的全部费用，等于经营成本与折旧费、摊销费和财务费用之和。按生产要素估算法，其构成主要包括工资及福利费、修理费、保险费、折旧费、摊销费、财务费用（利息支出）、外购原材料、动力费及其他费用等。

成本费用可以分解为固定成本和可变成本。固定成本一般包括折旧费、电池回收费用、摊销费、电池更换等修理费、利息、工资及福利和其他费用等。可变成本主要为电池损耗费用、外购原材料燃料和动力费（充电电费）。

总成本费用表见附录C。

5.3　税金

税金主要包括增值税、所得税、城市维护建设税和教育费附加等。

6　储能项目收益

6.1　节约新建发电机组投资收益

储能用于节约新建发电机组投资收益按式（1）计算。

$$I_{TOTAL} = P \times C_{kW} \quad \text{.....(1)}$$

式中：

I_{TOTAL}为节约投资收益额，元；

P为规划新建发电机组装机容量，kW；

C_{kW}为新建发电机组的单位容量投资成本，元/kW。

6.2　提高可再生能源消纳收益

储能用于提高可再生能源消纳时的收益按式（2）计算。

$$\mathrm{I} = p_{RE} \times E_{out} \quad \text{.....(2)}$$

式中：

I为年收益额，元；

p_{RE}为可再生能源发电上网电价，元/kWh；

E_{out}为储能减少可再生能源年弃电电量，kWh。

6.3 跟踪计划出力收益

储能应用于跟踪计划出力的收益按式（3）计算。

$$\mathrm{I} = p_{RE} \times \mathrm{P}_{RE} \times (T_{ES} - T_{RE}) + \Delta R \quad (3)$$

式中：

I为年收益额，元；

p_{RE}为当地可再生能源发电上网电价，元/kWh；

P_{RE}为可再生能源发电系统的装机容量，kW；

T_{ES}和T_{RE}为可再生能源发电系统配置储能系统和未配置储能系统的年利用小时数，h；

△R为有无储能两种情况下考核费用的年减少额度，元。

6.4 调频辅助服务收益

储能用于调频辅助服务时的收益按式（4）计算。

$$I = \sum_1^{365} （R_{AGC} + R_P + \Delta A_{\mathrm{pri}} + \Delta A_{AGC}） \quad (4)$$

其中，

$$R_{AGC} = p_{AGC} \times \mathrm{k} \times D$$

式中：

I为储能系统的年收益，元；

R_{AGC}为调频里程补偿每天收入，元；

R_P为调频容量补偿每天收入，元；

ΔA_{pri}为配置储能系统前后一次调频考核费用的每天减少额度，元；

ΔA_{AGC}为配置储能系统前后AGC调频考核费用的每天减少额度，元；

p_{AGC}为AGC调频补偿单价，元/kW；

k为调节性能指标；

D为储能的每天调节里程，kW。

6.5 调峰辅助服务收益

储能用于深度调峰辅助服务时的收益按式（5）计算。

$$I = \sum_1^{365} (p_{ps} \times \mathrm{E}_{ps}) \quad (5)$$

式中：

I为储能系统的年收益，元；

p_{ps}为储能每天调峰电价，元/kWh；

E_{ps}为储能每天调峰电量，kWh。

储能用于启停调峰辅助服务时的收益按式（6）计算。

$$I = p' \times \mathrm{P}_R \times n \quad (6)$$

式中：

I为储能系统的年收益，元；

p'为储能启停调峰结算电价，元/kW；

P_R为储能启停调峰容量，kW；

n为年启停调峰次数。

6.6 黑启动收益

储能用于黑启动收益按式（7）计算。

$$I = \mathrm{p}_{kW} \times \mathrm{P}_{ES} + p \times n \quad (7)$$

式中：

I为储能系统的年收益，元；

p_{kW}为黑启动容量补偿费，元/kW；

P_{ES}为储能额定容量，kW；

p为单次黑启动使用费，元/次；

n为黑启动年使用次数。

6.7 旋转备用收益

储能参与旋转备用的收益可参考式（8）火电机组的应用补偿算法。

$$\mathrm{I} = p_{back} \times P_{back} \times t_{back} \quad (8)$$

式中：

I为储能系统年收益，元；

$\mathrm{p}_{\mathrm{back}}$为旋转备用补偿标准，元/kWh；

$\mathrm{P}_{\mathrm{back}}$为旋转备用容量，单位为kW；

$\mathrm{t}_{\mathrm{back}}$为提供旋转备用的时间，h。

6.8 用户分时电价管理收益

分时电价管理收益主要通过电价差和用电计划的调整而获得，按式（9）计算。

$$I = \sum_1^{365}(p_{out} \times E_{out} - p_{in} \times E_{in}) \quad (9)$$

式中：

I—储能系统年收益，元；

p_{out}为放电价格，元/kWh；

E_{out}为每天放电电量，kWh；

p_{in}为充电价格，元/kWh；

E_{in}为每天充电电量，kWh。

6.9 用户基本电费管理收益

用户按最大需量缴纳基本电费，储能可帮助用户节约的年收益按式（10）计算。

$$I = \sum_{n=1}^{12} （p \times \Delta P） \quad (10)$$

式中：

I为配置储能系统后的容量费用管理年收益，元；

n为月份数；

p为当月最大需量电价，元/kW；

△P为因配置储能系统使得最大需求容量的减少，kW/月。

若用户通过储能减少变压器安装容量，收益按式（11）计算。

$$I = \sum_{n=1}^{12}(\mathrm{p}_t \times \mathrm{P}_t - \mathrm{p}_{ES} \times \mathrm{P}_{ES}) \quad (11)$$

式中：

I为储能系统年收益，元；

n为月份数；

p_t和p_{ES}分别为没有储能和配置储能系统的情况下的容量电价，元/kVA/月；

P_t和P_{ES}分别为没有储能和配置储能系统的情况下用户的变压器容量，kVA。

6.10 提高用户供电可靠性收益

在提高供电可靠性方面，减少断电损失带来的收益，按式（12）计算。

$$I = p \times n \quad (12)$$

式中：

*I*为储能系统的年收益，元；

p为单次断电损失，元/次；

n为年停电次数。

6.11 提高用户电能质量收益

储能帮助用户减少电能质量事件带来的损失，按式（13）计算。

$$I = p' \times n' \quad (13)$$

式中：

*I*为配置储能系统后的年收益，元；

p’为单次电能质量事件损失，元/次；

*n’*为年发生电能质量事件的次数。

6.12 延迟或替代电网投资收益

储能作为电网输电设施的代替方案，为电网节省输电设施投资所需资金的时间价值，按式（14）计算。

$$I = C_d \times (1 - \frac{1}{e^{\rho\tau}}) \quad (14)$$

式中：

*I*为配置储能系统后的年收益，元；

C_d为配电网扩建所需投资；

ρ为折现率；

τ为延缓时间。

7 财务评价指标

7.1 盈利能力分析

7.1.1 财务内部收益率

财务内部收益率（FIRR）指能使项目计算期内净现金流量现值累计等于零时的折现率，按式（15）计算。

$$\sum_{t=1}^{n}(CI - CO)_t(1 + FIRR)^{-t} = 0 \quad (15)$$

式中：

n，*t* — 项目计算期。

CI — 现金流入量；

CO — 现金流出量；

$(CI\text{-}CO)_t$ — 第 *t* 期的净现金流量；

FIRR — 财务内部收益率。

当 FIRR 不小于行业基准收益率（i_c）时，项目方案在财务上可考虑接受。

7.1.2 财务净现值

财务净现值（FNPV）指按设定的折现率计算项目计算期内净现金流量的现值之和，按式（16）计算。

$$FNPV = \sum_{t=1}^{n}(CI - CO)_t(1 + i_c)^{-t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (16)$$

式中：

FNPV — 财务净现值；

i_c — 设定的折现率（同行业基准收益率）。

当 FNPV 不小于 0 时，项目方案在财务上可考虑接受。

7.1.3 项目投资回收期

项目投资回收期（P_t）指以项目的净收益回收项目投资所需要的时间，一般以年为单位。项目投资回收期宜从项目建设开始年算起，若从项目投产开始年计算，应予以特别注明。

项目投资回收期可借助项目投资现金流量表（参考附录 G）计算。项目投资现金流量表中累计净现金流量由负值变为零的时点，即为项目的投资回收期。投资回收期按式（17）计算。

$$P_t = T - 1 + \frac{\left|\sum_{i=1}^{T-1}(CI-CO)_i\right|}{(CI-CO)_T} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (17)$$

式中：

P_t — 项目投资回收期；

T — 现金流量首次为正值或零的年数。

投资回收期短，表明项目投资回收快，抗风险能力强。

7.1.4 总投资收益率

总投资收益率（*ROI*）表示总投资的盈利水平，指项目达到设计能力后正常年份的年息税前利润或运营期内年平均息税前利润与项目总投资的比率。总投资收益率按式（18）计算。

$$ROI = \frac{EBIT}{TI} \times 100\% \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (18)$$

式中：

ROI — 总投资收益率；

EBIT — 项目正常年份的年息税前利润或运营期内年平均息税前利润；

TI — 项目总投资。

注：EBIT=利润总额+财务费用。利润总额=收益－销售税金附加－总成本费用+增值税退税补贴收入。

总投资收益率高于同行业的收益率参考值，表明用总投资收益率表示的盈利能力满足要求。

7.1.5 项目资本金净利润率

项目资本金净利润率（ROE）指项目达到设计能力后正常年份的年净利润或运营期内年平均净利润与项目资本金的比率。项目资本金净利润率按式（19）计算。

$$ROE = \frac{NP}{EC} \times 100\% \quad \text{.....(19)}$$

式中：

ROE — 项目资本金净利润率；

NP — 项目正常年份的年净利润或运营期内年平均净利润；

EC — 项目资本金。

注：*NP*=利润总额－所得税

项目资本金净利润率高于同行业的净利润率参考值，表明用项目资本金净利润率表示的盈利能力满足要求。

7.2 偿债能力

7.2.1 利息备付率

利息备付率（ICR）指在借款偿还期内的息税前利润与应付利息的比值，按式（20）计算。

$$ICR = \frac{EBIT}{PI} \quad \text{.....(20)}$$

式中：

ICR — 利息备付率；

$EBIT$ — 息税前利润；

PI — 计入总成本费用的应付利息。

利息备付率应分年计算。利息备付率越高，表明利息偿付的保障程度越高。

利息备付率正常情况应当大于 1，并结合债权人的要求确定。

7.2.2 偿债备付率

偿债备付率（DSCR）指在借款偿还期内，用于计算还本付息的资金与应还本付息的比值，按式（21）计算。

$$DSCR = \frac{EBITAD - T_{AX} + A}{PD} \quad \text{.....(21)}$$

式中：

DSCR — 偿债备付率；

$EBITAD$ — 息税前利润加折旧费和摊销费；

T_{AX} — 企业所得税；

A — 当年抵扣固定资产购建增值税进项税的抵扣额；

PD — 应还本付息，包括还本金额和总成本费用中的全部利息。

偿债备付率应分年计算，偿债备付率越高，表明可用于还本付息的资金保障程度越高。

偿债备付率正常情况应大于 1，并结合债权人的要求确定。

7.2.3 资产负债率

资产负债率（LOAR）指各期期末负债总额同资产总额的比率，按式（22）计算。

$$LOAR = \frac{TL}{TA} \times 100\% \quad (22)$$

式中：

LOAR — 资产负债率；

TL — 期末负债总额；

TA — 期末资产总额。

适度的资产负债率，表明企业经营安全、稳健，具有较强的筹资能力，也表明企业和债权人的风险较小。

7.3 财务生存能力

项目运营期内拥有足够的现金流量是项目财务可持续的基础；各年累计盈余资金不为负值是财务生存能力的必要条件。

8 不确定性分析

8.1 盈亏平衡分析

盈亏平衡分析是通过盈亏平衡点分析项目成本与收益的平衡关系的一种方法。当项目收入等于总成本费用时，盈亏平衡。盈亏平衡点越低，抗风险能力越强。

8.2 敏感性分析

敏感性分析指通过分析不确定性因素变化对财务指标的影响，找出敏感因素。电化学储能建设项目可进行单因素变化对财务指标的影响分析，结论应列表表示，并绘制敏感性分析图。敏感性因素主要包括建设投资、发电量、电价等。

敏感性分析表可参见附录 K。

附录 A
（资料性）
投资估算表

单位：万元

序号	费用名称	估算价值	比例（%）	备注
1	施工辅助工程			
2	设备及安装工程			
3	建筑工程			
4	其他费用			
5	预备费			
5.1	基本预备费			
5.2	涨价预备费			
6	固定资产购建增值税进项税额			
	项目建设投资（1-6 项合计）			
7	建设期利息			
	项目动态投资（1-7 项合计）			
8	流动资金			
	项目总投资（1-8 项合计）			

附录 B
（资料性）
投资计划与资金筹措表

单位：万元

序号	项目	合计	建设期		
1	总投资				
1.1	建设投资				
1.2	建设期利息				
1.3	流动资金				
2	资金筹措				
2.1	资本金				
2.2	借款				
2.2.1	长期借款				
2.2.2	流动资金借款				
2.2.3	其他短期借款				

附录 C
（资料性）
总成本费用表

单位：万元

序号	项目	合计	成本比例	建设期			运营期			
1	产量									
2	生产成本									
2.1	折旧费									
2.2	维修费									
2.3	工资及福利费									
2.4	材料费									
2.5	保险费									
2.6	摊销费									
2.7	利息支出									
2.8	其他费用									
3	总成本费用									
4	经营成本									
5	单位成本									
6	单位经营成本									

附录 D
（资料性）
损益和利润分配表

单位：万元

序号	项目	合计	建设期			运营期		
1	产品销售收入							
2	销售税金及附加							
2.1	城市维护建设税							
2.2	教育附加费							
3	总成本费用							
4	销售利润							
5	补贴收入							
6	利润总额							
7	弥补以前年度亏损							
8	所得税							
9	税后利润							
10	所得税							
11	可供分配利润							
12	应付利润							
13	未分配利润							
14	累计未分配利润							
15	息税前利润							
16	息税折旧摊销前利润							

附录 E
（资料性）
还本付息计算表

单位：万元

序号	项目	合计	建设期			运营期		
1	人民币借款及还本付息							
1.1	年初借款本息累计							
1.1.1	本金							
1.1.2	建设期利息							
1.2	本年借款							
1.3	本年应计利息							
1.4	本年偿还本金							
1.5	本年支付利息							
2	外汇借款及还本付息							
2.1	年初借款本息累计							
2.1.1	本金							
2.1.2	建设期利息							
2.2	本年借款							
2.3	本年应计利息							
2.4	本年偿还本金							
2.5	本年支付利息							
2	息税前利润							
3	还本付息的资金来源							
计算指标： 利息备付率： 偿债备付率：								

附录 F
（资料性）
财务计划现金流量表

单位：万元

序号	项目	合计	建设期			运营期		
1	经营活动净现金流量							
1.1	现金流入							
1.1.1	销售收入							
1.1.2	增值税销项税额							
1.1.3	其他流入							
1.2	现金流出							
1.2.1	经营成本							
1.2.2	增值税进项税额							
1.2.3	销售税金及附加							
1.2.4	增值税							
1.2.5	所得税							
1.2.6	现金流出							
2	投资活动净现金流量							
2.1	现金流入							
2.2	现金流出							
2.2.1	建设投资（不含税）							
2.2.2	固定资产购建增值税进项税额							
2.2.3	维持运营投资							
2.2.4	流动资金							
2.2.5	其他流出							
3	筹资活动净现金流量							
3.1	现金流入							
3.1.1	项目资本金投入							
3.1.2	建设投资借款							
3.1.3	流动资金借款							
3.1.4	短期借款							
3.1.5	其他流入							
3.2	现金流出							
3.2.1	各种利息支出							
3.2.2	偿还债务本金							
3.2.3	应付利润							
3.2.4	其他流出							
4	净现金流量							
5	累计盈余资金							

附录 G
（资料性）
项目投资现金流量表

单位：万元

序号	项目	合计	建设期			运营期		
1	现金流入							
1.1	销售收入							
1.2	本年固定资产增值税进项税抵扣额和应纳增值税退税额							
1.3	回收固定资产余值							
1.4	回收流动资金							
2	现金流出							
2.1	建设投资（不含税）							
2.2	固定资产购建增值税进项税额							
2.3	流动资金							
2.4	经营成本							
2.5	销售税金及附加							
2.6	调整所得税							
3	净现金流量(1-2)							
4	累计净现金流量							
5	所得税前净现金流量							
6	所得税前累计净现金流量							
计算指标： 所得税前项目投资财务内部收益率（%）： 所得税后项目投资财务内部收益率（%）： 所得税前项目投资财务净现值（i_c=%）： 所得税后项目投资财务净现值（i_c=%）： 所得税前投资回收期(年)： 所得税后投资回收期(年)：								

附录 H
（资料性）
项目资本金现金流量表

单位：万元

序号	项目	合计	建设期			运营期		
1	现金流入							
1.1	销售收入							
1.2	本年固定资产增值税进项税抵扣额和应纳增值税退税额							
1.3	回收固定资产余值							
1.4	回收流动资金							
2	现金流出							
2.1	项目资本金							
2.2	流动资金中自有资金							
2.3	国外借款本金偿还							
2.4	国内借款本金偿还							
2.5	国外借款利息偿还							
2.6	国内借款利息偿还							
2.7	经营成本							
2.8	销售税金及附加							
2.9	所得税							
3	净现金流量							
4	累计净现金流量							
计算指标： 资本金财务内部收益率（%）： 资本金财务净现值（Ic=%）： 投资回收期(年)：								

附录 I
（资料性）
资产负债表

单位：万元

序号	项目	建设期			运营期		
1	资产						
1.1	流动资产总值						
1.1.1	流动资产						
1.1.2	累计盈余资金						
1.2	在建工程						
1.3	固定资产净值						
1.4	应抵扣固定资产增值税进项税额						
1.5	无形及其他资产净值						
2	负债及所有者权益						
2.1	流动负债总额						
2.2	长期借款						
2.3	负债小计						
2.4	所有者权益						
2.4.1	资本金						
2.4.2	资本公积金						
2.4.3	累计盈余公积						
2.4.4	累计未分配利润						
资产负债率(%)							

附录 J
（资料性）
财务指标汇总表

序号	名称	单位	数值	备注
1	项目规模			
2	年产量			
3	总投资	万元		
4	建设期利息	万元		
5	流动资金	万元		
6	销售收入总额	万元		经营期总额
7	总成本费用	万元		经营期总额
8	销售税金及附加总额	万元		经营期总额
9	销售利润总额	万元		经营期总额
10	产品单价			
10.1	产品单价（不含增值税）	元		
10.2	产品单价（含增值税）	元		
11	投资回收期	年		
12	内部收益率			
12.1	全部投资内部收益率（税前）	%		
12.2	资本金内部收益率	%		
13	财务净现值			
13.1	全部投资财务净现值(Ic= %，税前)	万元		
13.2	资本金财务净现值(Ic= %)	万元		
14	总投资收益率	%		经营期平均值
15	资本金净利润率	%		经营期平均值
16	资产负债率	%		最大值

附录 K
（资料性）
敏感性分析表

序号	项目	项目投资财务内部收益率(%)	项目资本金财务内部收益率(%)
1	基本方案		
2	投资变化		
	10%		
	5%		
	-5%		
	-10%		
3	产量变化		
	10%		
	5%		
	-5%		
	-10%		
4	售价变化		
	10%		
	5%		
	-5%		
	-10%		

注：项目投资财务内部收益率为所得税前指标、项目资本金财务内部收益率为所得税后指标。

附录 L
（资料性）
投资各方现金流量表

股东权益比例： %　　单位：万元

序号	项目	合计	建设期			运营期		
1	现金流入							
1.1	实分利润							
1.2	资产处置收益分配							
1.3	租赁费收入							
1.4	技术转让或使用收入							
1.5	其他现金流入							
2	现金流出							
2.1	收购资本							
2.2	租赁资产支出							
2.3	其他现金流出							
3	净现金流量							
4	累计净现金流量							
计算指标： 股东各方财务内部收益率（%）： 股东各方财务净现值（Ic=　%，万元）：								

注：本表可按不同投资方分别编制。