

区域可开发光伏发电资源评估导则

Guideline for evaluation of regional exploitable photovoltaic power
resources

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

浙江省电力学会 发布

目 次

前 言 II

引 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基础数据采集与分析 1

 4.1 光资源普查 1

 4.2 地理信息数据 2

 4.3 经济评价数据 2

5 理论可开发面积评估 2

 5.1 理论可开发条件 2

 5.2 理论可开发面积评估方法 3

6 技术可开发量评估 3

 6.1 技术可开发条件 3

 6.2 技术可开发量评估方法 3

7 经济可开发量评估 4

 7.1 经济可开发条件 4

 7.2 经济可开发量评估方法 4

附 录 A 5

 A.1 资源丰富度等级 5

 A.2 资源稳定度等级 5

 A.3 场景可利用率参考 5

 A.4 每 MW 光伏装机所需面积参考 6

 A.5 建筑密度系数参考 6

 A.6 屋顶可利用系数参考 6

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（或本部分或本指导性技术文件）由浙江省电力学会提出。

本文件由浙江省电力学会清洁能源（节能）专业委员会技术归口和解释。

本文件起草单位：浙江华云电力工程设计咨询有限公司、国网浙江省电力有限公司。

本文件主要起草人：黄锦华、朱维骏、邹波、郁丹、翁华、何勇玲、杨鹏。

本文件首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至浙江省电力学会标准工作委员会（地址：浙江省杭州市南复路1号，邮编：310008，网址：<http://www.zjsee.org/>，邮箱：zjseeorg_bz@163.com）。

引 言

为建立健全光伏发电资源可开发量标准体系，明确指标定义，提出评估方法，促进地区光伏资源摸排和新能源发展，特制定本文件。

区域可开发光伏发电资源评估导则

1 范围

本文件规定了县级以内一定范围区域光伏发电资源可开发量的评估方法。
本文件适用于县级以内一定范围区域光伏发电资源可开发量的评估工作。

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 50797 光伏电站设计规范
- GB/T 37526 太阳能资源评估方法
- GB/T 42766 光伏发电太阳能资源评估规范
- NB/T 10353 太阳能发电工程太阳能资源评估技术规程
- NB/T 10394 光伏发电系统效能规范
- NB/T 32012 光伏电站太阳能资源实时监测技术规范

3 术语和定义

GB/T 37526 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地面反射率 ground reflectivity
太阳反射辐射和太阳总辐射之比。

3.2

理论可开发量 theoretical exploitation amount
根据太阳能辐射量测算一个地区光伏电站开发规模的上限。

3.3

技术可开发量 technical exploitation amount
在当前技术水平条件下，考虑地理环境要素影响，可用于建设光伏电站的开发规模。

3.4

经济可开发量 economical exploitation amount
在当前技术、经济可承受前提下，具有经济开发加持、具备并网条件的光伏电站开发规模。

3.5

平准化度电成本 levelized cost of energy (LCOE)
全生命周期的综合成本与生命周期内发电量的现值之比（元/kWh）。

4 基础数据采集与分析

4.1 光资源普查

4.1.1 主要要素

资源普查数据应包括水平面总辐射，宜包括法向直接辐射、水平面直接辐射、水平面散射辐射、日照时数、日照百分率、地面反射率等要素。

4.1.2 空间代表性

资源普查数据地理位置与普查区域位置应属于同一气候区；地形复杂地区，地形应无明显差异。

4.1.3 时间代表性

资源普查数据应选取太阳辐射现场观测站至少一个完整年实测数据或代表气象站 10 年以上长期观测数据或卫星遥感资料的统计数据。数据应能反映太阳能资源变化特征，至少应包括太阳能资源各要素的逐月均值数据。

4.1.4 数据采集

资源普查区域内的太阳辐射现场观测站、代表气象站以及卫星遥感的光资源数据，数据测量和处理应符合 GB/T 37526 的规定。

4.1.5 数据选择

光资源的数据采集宜优先选择太阳辐射现场观测站的实测数据。当无法获得太阳辐射现场观测站实测数据时，可以选择代表气象站长期观测数据或卫星遥感资料。光资源数据选择优先等级见表 1

表 1 光资源数据选择优先等级

太阳能资源数据来源	数据选择优先等级
太阳辐射现场观测站	A
代表气象站	B
卫星遥感资料	C

4.2 地理信息数据

地理信息应包括以下内容：

- a) 土地性质数据，包括建设用地、林业用地、基本农田、一般农田、旅游用地、工矿用地、其他用地等。
- b) “三区三线”数据，“三区”指城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的国土空间；“三线”分别对应城镇空间、农业空间、生态空间划定的城镇开发边界、永久基本农田、生态保护红线三条控制线。
- c) 行政边界数据，省、市、县等对应的行政边界数据。
- d) 光伏电站数据，资源普查区域内已建光伏电站、已备案未建光伏电站位置及范围。
- e) 其他限制性因素数据，资源普查区域内光伏电站规划时所需考虑规避的地理信息数据。
- f) 基于卫星遥感数据取得的各类屋顶面积数据。
- g) 对于重点地区，可采用无人机测量的方法取得数据。

4.3 经济评价数据

4.3.1 上网电价数据

收集资源普查区域已建光伏电站上网电价、光伏电站其它扶持补贴政策。

4.3.2 投资水平及经营成本

参考资源普查区域已建光伏电站的造价水平并结合装机规模、编制期市场价信息价、地形地貌、建设方案、取费定额差异等造价相关项综合考虑进行预估。

4.3.3 发电量数据

收集资源普查区域内已建光伏项目运行模式（全量并网、余电上网、自发自用），及年发电量情况。

5 理论可开发面积评估

5.1 理论可开发条件

光伏发电资源理论可开发的基本条件是县级区域内的太阳能资源评估满足资源丰富度和资源稳定度两个标准：

- a) 资源丰富度是以年总辐照量的多年平均值为基础,对资源丰富度等级进行划分,划分标准见表 A. 1, 具备理论可开发条件的区域,其资源丰富度等级应在“丰富”及以上。
- b) 资源稳定度评估首先计算总辐射各月平均日辐照量的多年平均值,然后求最小值与最大值之比,从而对资源稳定度等级进行划分,划分标准见表 A. 2, 具备理论可开发条件的区域,其资源稳定度等级应在“稳定”及以上。

5.2 理论可开发面积评估方法

光伏发电资源理论可开发面积的评估见式 (1)。

$$EA_{\text{theory}} = \sum_i^I EA_{\text{the-i}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

EA_{theory} ——区域内光伏理论可开发面积, km^2 ;

$EA_{\text{the-i}}$ ——第*i*种类型具备理论开发条件的面积,包括屋顶、沿海滩涂、陆上平地、陆上山坡、鱼塘水塘等区域, km^2 ;

6 技术可开发量评估

6.1 技术可开发条件

光伏发电资源技术可开发的基本条件是在理论可开发量的基础上进一步提出基于当前技术条件,在具备实际开发潜力场景的面积进行开发规模评估。

6.2 技术可开发量评估方法

6.2.1 集中式光伏技术可开发量

集中式光伏技术可开发量的评估见式 (2)。

$$PC_{\text{technology}} = \sum_i^I EA_{\text{tec-i}} \bullet R_i / W_i \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$PC_{\text{technology}}$ ——区域内光伏技术可开发量, MW;

$EA_{\text{tec-i}}$ ——第*i*种类型具备技术开发条件的面积,包括屋顶、沿海滩涂、陆上平地、陆上山坡、鱼塘水塘等区域, km^2 ;

R_i ——第*i*种类型技术开发面积的可利用率,参考取值详见附表 A. 3。

W_i ——第*i*种类型光伏 1MW 装机的用地指标, hm^2/MW ,参考取值详见附表 A. 4。

6.2.2 屋顶分布式光伏技术可开发量

屋顶光伏技术可开发量的评估见式 (3) ~ (5)。

$$A_{\text{roof}} = A_i \bullet BD_i \dots\dots\dots (3)$$

式中:

A_{roof} ——建筑屋顶面积, km^2 ;

A_i ——第*i*种类型用地性质的用地面积,包括居民住房用地、公共管理设施用地、商业服务业设施用地、工业用地、物流仓储用地, km^2 ;

BD_i ——第*i*种类型用地性质的建筑密度系数,参考取值详见附表 A. 5。

$$A_{r\cdot pv} = f_{r\cdot pv} \bullet A_{\text{roof}} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$A_{r\cdot pv}$ ——屋顶光伏可安装面积, km^2 ;

$f_{r\cdot pv}$ ——屋顶光伏可利用系数,参考取值详见附表 A. 6。

$$PC_{\text{technology}} = A_{r\cdot pv} / W \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$PC_{technology}$ ——区域内光伏技术可开发量，MW；

W ——屋顶光伏1MW装机的用地指标， hm^2/MW ，参考取值详见附表A.4。

7 经济可开发量评估

7.1 经济可开发条件

光伏发电资源经济可开发的基本条件是在技术可开发量的基础上进一步考虑建设条件、开发成本、电价水平、用电需求等影响因素后的可开发规模。

7.2 经济可开发量评估方法

7.2.1 LCOE 测算

通过 LCOE 测算来作为光伏发电资源经济可开发量的约束条件，其计算公式见式（6）。

$$LCOE = \left[I_0 - \sum_{n=1}^N \frac{I_t}{(1+i)^n} - \frac{V_R}{(1+i)^N} + \sum_{n=1}^N \frac{M_n}{(1+i)^n} \right] / \sum_{n=1}^N \frac{Y_n}{(1+i)^n} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

i ——折现率（%）；

n ——系统运行年数（ $n=1, 2, \dots, N$ ）；

N ——光伏发电系统评价周期，单位为年（a）；

I_0 ——光伏系统静态初始投资，单位为元（CNY）；

I_t ——项目增值税抵扣，单位为元（CNY）；

V_R ——光伏系统残值，单位为元（CNY）；

M_n ——第 n 年运营成本（含维修、保险、材料、人工工资、辅助服务费等，不含利息），单位为元（CNY）；

Y_n ——年上网电量，单位为千瓦时（kWh）。

7.2.2 区域经济可开发量评估

基于不同光伏类型（滩涂光伏、陆上光伏、屋顶光伏等）、所在地区，将技术可开发量 $PC_{technology}$ 分为 k 个子项开发量 PC_k ，考虑不同光伏类型、所在地区的建成投资、征地费用、运维成本、税收和贷款政策等因素，分别测算各个 PC_k 的 LCOE，可与当年当地平均上网电价水平、或与当年当地火电平均上网电价相比，或与外送平均上网电价相比。如果 LCOE 小于给定的标准，则该区域的光伏电站具备经济可开发价值。光伏发电资源经济可开发量的评估见式（7）、（8）。

$$PC_{economic} = \sum_{k=1}^N PC_k \dots\dots\dots (7)$$

$$LCOE_{n, PC_k} < P_{n, local} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$PC_{economic}$ ——区域内光伏经济可开发量，MW；

$LCOE_{n, PC_k}$ ——第 n 年 PC_k 地区测算的度电成本，元/kWh；

$P_{n, local}$ ——第 n 年 PC_k 地区的平均上网电价，元/kWh。

附 录 A
(资料性)
资源评估等级划分和可开发量评估相关数据参考值

A.1 资源丰富度等级

资源丰富度评估见表 A.1。

表 A.1 资源丰富度等级

等级名称	分级阈值 kWh/ (m ² ·a)	分级阈值 MJ/ (m ² ·a)	等级符号
最丰富	$G \geq 1750$	$G \geq 6300$	A
很丰富	$1400 \leq G < 1750$	$5040 \leq G < 6300$	B
丰富	$1050 \leq G < 1400$	$3780 \leq G < 5040$	C
一般	$G < 1050$	$G < 3780$	D
注 1: G 表示年总辐照量, 采用多年平均值; 注 2: a (annual) 表示每年。			

A.2 资源稳定度等级

资源稳定度评估见表 A.2。

表 A.2 资源稳定度等级

等级名称	分级阈值	等级符号
很稳定	$R_{\text{w}} \geq 0.47$	A
稳定	$0.36 \leq R_{\text{w}} < 0.47$	B
一般	$0.28 \leq R_{\text{w}} < 0.36$	C
欠稳定	$R_{\text{w}} < 0.28$	D
注: R_{w} 表示稳定度, 计算 R_{w} 时, 首先计算总辐射各月平均日照辐照量的多年平均值, 然后求最小值和最大值之比。		

A.3 场景可利用率参考

各类具备光伏技术开发条件的场景, 其可利用率参考值见表 A.3。

表 A.3 各类场景可利用率合理参考值

开发场景	建筑密度系数 (R_i)
沿海滩涂	85~95%
陆上平地	85~95%
陆上山坡	45~55%
鱼塘水塘	80~90%

A.4 每MW光伏装机所需面积参考

各类光伏每 MW 装机所需面积参考值见表 A.4。

表 A.4 各类光伏1MW装机用地指标合理参考值

光伏类型	每 MW 装机所需面积 (W_i)
滩涂光伏	1.1~1.4 hm^2 /MW
陆上光伏 (平地)	1.1~1.4 hm^2 /MW
陆上光伏 (山坡)	1.6~2.0 hm^2 /MW
水上光伏	1.1~1.4 hm^2 /MW
屋顶光伏	0.8~1.0 hm^2 /MW

A.5 建筑密度系数参考

各类用地建筑密度系数的合理参考值见表 A.5。

表 A.5 各类用地建筑密度系数合理参考值

用地性质	建筑密度系数 (BD)
居住用地	20%~30%
公共管理与公共服务设施用地	20%~30%
商业服务业设施用地	15%~45%
工业用地	30%~50%
物流仓储用地	40%~50%

A.6 屋顶可利用系数参考

各类建筑屋顶可利用系数的合理参考值见表 A.6。

表 A.6 各类建筑屋顶可利用系数合理参考值

用地性质	屋顶可利用系数 ($f_{r,pv}$)
居住用地	30%~50%
公共管理和公共服务设施	20%~40%
商业服务业设施	15%~30%
工业用地	30%~60%
物流仓储	50%~70%

