

ICS
A



中华人民共和国国家标准

GB--T-

光伏并网电站太阳能资源评估规范

The solar energy resource criterion of solar PV grid-connected plant

(征求意见稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家质量监督检验检疫总局
国家标准化管理委员会

发布

前 言

本标准由中国气象局提出。

本标准由全国气象防灾减灾标准化技术委员会(SAC/TC345)归口。

本标准起草单位：陕西省气候中心，国家气候中心，吉林省气候中心。

本标准主要起草人：孙娴、姜创业、申彦波、谢今范、王娟敏、何晓媛、张文静。

引 言

太阳能的开发利用符合我国能源发展战略、实现电力可持续发展、电力结构调整和环境保护的需要，目前世界各国太阳能产业迅猛发展，随之对太阳能行业评估标准的需求日益迫切。为建立和规范我国光伏并网电站太阳能资源评估规范及评估内容，特制定本标准。

本标准是在总结我国光伏并网电站项目选址过程中评估太阳能资源的经验基础上，参考国内外有关标准和规范编制的。

光伏并网电站太阳能资源评估规范

1 范围

本规范规定了光伏并网电站太阳能资源评估应收集的气象数据、数据处理方法、应计算的主要参数、光伏并网电站太阳能资源评估内容等。

本规范适用于光伏并网电站太阳能资源评估，分布式太阳能电站资源评估可参照本规范。

2 引用标准、规范

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是标注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究使用这些文件的最新版本。凡是未标注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

QX/T 89-2008 太阳能资源评估方法

QX/T 55-2007 地面气象观测规范 第11部分：辐射观测

GB/T 12936-2007 太阳能热利用术语

GB 2297-89 太阳光伏能源系统术语

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

光伏并网电站 photovoltaic grid-connected plant

由一批产生光伏效应的太阳能发电机组或太阳能发电机组群组成的太阳

能光伏电站与常规电网相联并向电网输送电力的光伏发电系统。

3.2

太阳总辐射 global solar irradiances

水平面从上方 2π 立体角范围内接收到的直接辐射和散射辐射。

3.3

倾斜面太阳总辐射 total solar irradiance

在规定的一段时间内照射到某个倾斜表面的单位面积上的太阳辐射能量。

3.4

峰值日照时数 peak sunshine hours

将当地的太阳辐照量折算成标准测试条件（辐照度 $1000\text{W}/\text{m}^2$ ）下的小时数。

3.5

光伏阵列倾斜角 photovoltaic array gradient angle

太阳能光伏阵列平面与水平地面的夹角。

3.6

日照时数 sunshine duration

地表给定地区每天实际接收日照的时间。以日照记录仪记录的结果累计计算。单位为小时 (h)。

3.7

直接辐射 direct solar radiation; beamsolar radiation

从日面及其周围一小立体角内发出的太阳辐射。

3.8

散射辐射 diffuse solar radiation; scattering solar radiation

太阳辐射被空气分子、云和空气中的各种微粒分散成无方向性的、但不改变其单色组成的辐射。

4 辐射数据要求

4.1

太阳能电站附近气象站、生态站等长期测站的辐射观测数据

4.1.1

收集长期测站的辐射观测数据时，应包括观测记录数据的辐射仪器型号、场地周围环境、周围遮蔽情况，以及建站以来站址、辐射观测仪器及其周围环境变动的时间和情况等。

4.1.2

应收集长期测站以下数据：

- a) 有代表性的连续近 10 年逐年各月总辐射量、日照时数。
- b) 近 30 年来月平均气温，建站以来记录到的极端最低气温、极端最高气温。
- c) 建站以来记录到的最大风速、极大风速及其发生的时间及风向、冻土深度、积雪深度、每年出现的雷暴日数、冰雹日数、沙尘暴日数等。

4.2

太阳能电站辐射观测数据

应按照 QX/T 55-2007 的规定进行总辐射观测，获取太阳能场的总辐射、

气温、风速、风向、日照时数等的实测时间序列数据，现场测量应连续进行，不应少于一年。

5 辐射数据处理

5.1

总则

辐射数据处理包括数据的验证、订正以及计算太阳能资源所需要的参数。

5.2

数据验证

5.2.1

完整性检验

- a) 数量：数据数量应等于预期记录的数据数量。
- b) 时间顺序：数据的时间顺序应符合预期开始、结束时间。

5.2.2

合理性检验

- a) 依据日天文辐射量等对其合理性进行判断；
- b) 总辐射最大辐照度 $<2000\text{w}/\text{m}^2$ ；
- c) 日总辐射曝辐量 $<$ 可能的日总辐射曝辐量（见附录 A）。

5.2.3

不合理和缺测数据的处理

- a) 检验后列出所有不合理的数据和缺测的数据及其发生的时间。
- b) 对不合理数据再次进行判别，挑出符合实际情况的有效数据，回归原

始数据组。

c) 将备用的或可供参考的同期记录数据，经过分析处理，替换已确认为无效的数据或填补缺测的数据。

5.3

数据订正

5.3.1

目的

数据订正是根据长期站的总辐射观测数据，将验证后的光伏并网电站的辐射数据订正为一套反映光伏并网电站长期水平的太阳辐射数据。

5.3.2

长期测站具备的条件：

- a) 与临时辐射观测站同期辐射观测相关性较好。
- b) 具有 10 年以上的辐射观测资料。
- c) 距离光伏并网电站较近。

5.3.3

订正方法

将电站辐射观测资料与同期长期气象站辐射观测资料作相关性计算，确定经验系数，将临时观测站辐射资料订正为反映光伏并网电站长期水平的代表性数据。

应收集的长期测站有关数据见 4.1.2。

5.4

数据处理

将订正后的数据处理成评估光伏并网电站太阳能资源所需要的各种参数，包括水平面太阳总辐射量、水平面峰值小时数、光伏阵列太阳总辐射量、光伏阵列最佳倾斜角、光伏阵列峰值小时数等。

5.4.1

水平面平均总辐射量

10年平均的月平均、年平均总辐射量。

5.4.2

水平面峰值日照时数

10年平均的月平均、年平均峰值日照时数。峰值日照时数计算方法见附录 B。

5.4.3

光伏阵列太阳总辐射量

a) 固定安装式：根据水平面太阳总辐射量结果，按照推荐的计算方法计算不同角度（ 10° - 90° ）倾斜面上各月太阳总辐射量（见附录 C）。

b) 单轴跟踪系统：以固定倾角，随着太阳轨迹的季节性位置的变换而改变方位角，计算其接收到得太阳总辐射量。

注：固定倾角一般取光伏阵列的最佳倾斜角。

c) 双轴跟踪系统：随着太阳轨迹的季节性位置的变换而改变方位角和倾角，计算其接收到得太阳总辐射量。

5.4.4

光伏阵列最佳倾斜角

光伏阵列最佳倾斜角是指太阳能电池方阵一年中发电量为最大时的最佳

倾斜角度。比较倾斜面不同倾角的月平均太阳总辐照量计算结果，得出全年最大太阳总辐照量时对应的倾角，即为光伏阵列最佳倾斜角。

5.4.5

光伏阵列峰值日照时数

根据光伏阵列获得的太阳总辐射量，计算其各月峰值日照时数(见附录B)。

6 太阳能资源评估的参考判据

6.1

日峰值日照时数评估

以日峰值日照时数为指标，进行并网发电适宜程度评估，其等级见表1。

表 1. 水平面日峰值日照时数等级

等级	太阳总辐射年总量	日峰值日照时数	并网发电适宜程度
1	$>6660\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ $>1850\text{ kwh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$	$>5.1\text{h}$	很适宜
2	$6300\sim 6660\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ $1750\sim 1850\text{ kwh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$	$4.8\sim 5.1\text{h}$	适宜
3	$5040\sim 6300\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ $1400\sim 1750\text{ kwh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$	$3.8\sim 4.8\text{h}$	较适宜
4	$<5040\text{ MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ $<1400\text{ kwh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$	$<3.8\text{h}$	较差

6.2

其他气象因素的影响

不利的气象条件对太阳能光伏电池组的影响，大风、冰雹、雾霾、沙尘

暴、大雪等灾害性天气光伏并网电站的受影响程度和实际太阳能资源的利用率。

附录 A: 可能的总辐射日曝辐量

表1. 可能的总辐射日曝辐量 (单位为MJ/m²·d)

北纬	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
90	0.0	0.0	0.2	14.0	30.7	36.6	33.3	18.1	3.3	0.0	0.0	0.0
85	0.0	0.0	1.0	14.3	30.6	36.1	32.9	18.4	4.3	0.0	0.0	0.0
80	0.0	0.0	2.9	15.1	30.1	35.4	32.2	18.7	6.0	0.6	0.0	0.0
75	0.0	0.8	5.6	16.4	29.5	34.4	31.0	19.4	8.2	1.9	0.0	0.0
70	0.0	2.2	8.5	18.4	28.8	33.0	29.9	20.5	10.6	3.8	0.7	0.0
65	1.0	3.9	11.3	20.4	28.7	32.1	29.5	26.2	13.3	6.1	1.9	0.3
60	2.5	6.1	13.9	22.5	29.2	32.2	30.0	23.5	15.8	8.5	3.6	1.6
55	4.4	8.7	16.4	24.3	30.2	32.8	30.8	25.2	18.1	11.0	5.7	3.0
50	6.8	11.5	18.7	26.0	31.1	33.3	31.7	26.8	20.2	13.6	8.1	5.6
45	9.4	14.5	21.6	27.4	31.9	33.6	32.1	28.3	22.2	14.4	10.9	8.2
40	12.4	17.2	23.0	28.5	32.4	33.7	33.0	29.0	23.9	18.5	13.6	11.1
35	15.0	19.6	24.8	29.4	32.6	33.6	33.1	30.1	25.4	20.6	16.0	13.7
30	17.5	21.7	26.2	30.0	32.6	33.3	32.9	30.6	26.8	22.6	18.4	16.1
25	19.8	23.6	27.3	30.3	32.2	32.8	32.5	30.7	27.9	24.4	20.6	18.4
20	21.8	25.2	28.3	30.3	31.6	32.0	31.7	30.6	28.7	26.0	22.6	20.7
15	23.7	26.6	29.1	30.1	30.8	30.9	30.8	30.3	29.4	27.2	24.4	22.6
10	25.4	27.8	29.7	29.8	29.7	29.5	29.6	29.8	29.8	28.2	26.0	24.6
5	27.7	28.7	30.1	29.4	28.5	28.0	28.3	29.0	29.9	29.1	27.5	26.4
0	28.4	29.4	30.2	28.7	27.1	26.4	26.8	28.2	29.8	29.7	28.7	28.0

附录 B: 峰值日照时数计算方法

$$T_p = Q / (1000W/m^2)$$

式中: T_p 是一段时间的峰值日照时数, Q 是一段时间的总辐射曝辐量, $1000W/m^2$ 指的是太阳能电池的标准光源测试条件; Q 在气象站的测量单位是 MJ/m^2 , 计算中首先将其转换为 kWh/m^2 , $1kWh/m^2 = 3.6MJ/m^2$ 。

附录 C: 倾斜面太阳能总辐射量计算方法

从气象站得到的资料, 均为水平面上的太阳辐射量, 需要换算成光伏阵列倾斜面的辐射量才能进行发电量的计算。

假定散射和地面反射是各向同性的, 参考 Klein (1977) 的计算方法, 倾斜面上的太阳总辐射月曝辐量计算公式为:

$$Q_s = D_s + S_s + R_s$$

$$D_s = D_H \cdot R_b$$

$$S_s = S_H \cdot \left(\frac{1 + \cos \beta}{2} \right)$$

$$R_s = Q_H \cdot \left(\frac{1 - \cos \beta}{2} \right) \cdot \rho$$

$$R_b = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega + \frac{\pi}{180} \omega \cdot \sin(\varphi - \beta) \sin \delta}{\cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega + \frac{\pi}{180} \omega \cdot \sin \varphi \cdot \sin \delta}$$

$$\omega = \min \left[\cos^{-1}(-\tan \varphi \cdot \tan \delta), \cos^{-1}(-\tan(\varphi - \beta) \cdot \tan \delta) \right]$$

式中 Q_s 、 D_s 、 S_s 、 R_s 分别是倾斜面上的总辐射、直接辐射、散射辐射和反射辐射月曝辐量; Q_H 、 D_H 、 S_H 分别是水平面上的总辐射、直接辐射和散射辐射月曝辐量; R_b 是倾斜面与水平面上的日太阳直接辐射曝辐量之比的月平均值; φ 是纬度, β 是倾斜面与水平面之间的夹角 (倾角), δ 是各月代表日的太阳赤纬, ω 是各月代表日的日落时角, 这四个量的单位均为角度, 各月代表日的选择见表 2; ρ 是月平均地表反照率, 典型下垫面的地表反照率如表 3 所示。

表 2. 各月代表日及其赤纬角

月份	代表日	n (日期序号) (平年/闰年)	δ (o) (平年/闰年)
1月	17日	17	-21.1
2月	16日	47	-13.0
3月	16日	75/76	-2.5/-2.1
4月	15日	105/106	9.1/9.5
5月	15日	135/136	18.4/18.7
6月	11日	162/163	22.9/23.0
7月	17日	198/199	21.5/21.3
8月	16日	228/229	14.3/14.0
9月	15日	258/259	3.7/3.3
10	15日	288/289	-7.8/-8.2
11	14日	318/319	-17.8/-18.0
12	10日	344/345	-22.7/-22.8

注：各月代表日的选择参考杨金焕等《太阳能光伏发电应用技术》（电子工业出版社，2009，P27）；各代表日的赤纬角引自中国气象局《地面气象观测规范》（气象出版社，2003，P140）。

表 3. 典型下垫面的地表反照率 (%)

裸地	沙漠	草地	森林	雪 (紧、洁)	雪 (湿、脏)	海面 (太阳高度角 >25°)	海面 (太阳高度角 <25°)
10-25	25-46	15-25	10-20	75-95	25-75	<10	10-70

注：引自《大气科学辞典》

参 考 文 献

- [1] 太阳能光伏能源系统术语, GB2297-89.
- [2] 太阳能资源评估方法, QX/T89-2008.
- [3] 地面气象观测规范 第 11 部分: 辐射观测, QX/T 55-2007.
- [4] 太阳能热利用术语, GB/T 12936-2007.
- [5] Photovoltaic system-characteristics of the utility interface. IEC61727-1995.
- [6] Recommended practice for Utility Interface of PV system. IEEE929-2000.
- [7] Direct coupled photovoltaic (PV) pumping systems- Design qualification and type approval. IEC 62253.
- [8] Photovoltaic stand-alone systems- Design qualification and type approval. IEC 62124.
- [9] Certification and accreditation program for photovoltaic (PV) components and systems-Guidelines for a total quality system. IEC 62078.
- [10] 光伏系统并网技术要求, GB/T19939-2005.
- [11] 地面用光伏 (PV) 发电系统, 概述和导则, GB/T18479-2001.
- [12] 家用太阳能光伏电源系统技术条件和试验方, GB/T19064-2003.
- [13] 翁笃鸣, 孙治安, 史兵. 中国坡地总辐射的计算和分析[J], 气象科学, 1990, 10(4):348-357.
- [14] 翁笃鸣著, 中国辐射气候[M], 北京: 气象出版社, 1997.

- [15] Garnier, B J., Ohmura, A. A method of calculating the direct shortwave radiation income of slopes[J]. J. Appl. Meteor. 1968, 7, 796-800.
- [16] Garnier, B J., Ohmura, A. The evaluation of surface variations in solar radiation income[J]. Solar Energy. 1970, 13, 21-34.
- [17] Kumar I, Skidmore A K, Knowles E. Modeling topographic variation in solar radiation in a GIS environment[J]. International Journal of Geographic Information Science. 1997, 11:475-497.
- [18] 孙娴, 姜创业, 肖科丽等. 山地太阳散射辐射分布式模拟[J]. 自然资源学报, 2009 (2) .
- [19] 杨金焕, 毛家俊, 陈中华. 不同方位倾斜面上太阳辐射量及最佳倾角的计算[J]. 上海交通大学学报. 2002, 7(36).
- [20] 汪东翔, 董俊, 陈庭金. 固定式光伏方阵最佳倾角选择[J], 太阳能学报, 1993, 3.
- [21] 朱超群, 虞静明. 我国最佳倾角的计算及其变化[J], 太阳能学报, 1992, 1(13).
- [22] 陈俊. 光伏系统发电量计算的分析[J], 农村牧区机械化, 2006(2).
- [23] 杨金焕, 于化丛, 葛亮编著. 太阳能光伏发电应用技术[M], 北京: 电子工业出版社, 2009.
- [24] 罗运俊, 何梓年, 王长贵编著. 太阳能利用技术[M], 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [25] 《大气科学辞典》编委会, 大气科学辞典, 气象出版社, 1994。

《光伏并网电站太阳能资源评估规范》 编制说明书

《光伏并网电站太阳能资源评估》标准编制组

2009年9月

目 录

1、	任务来源	16
2、	编制原则	16
3、	编制情况	16
4、	开展本项目的背景情况	16
5、	项目组成员及其主要工作	17
6、	标准内容介绍	18
7、	标准水平	19
8、	与执行现行法律、法规政策及相关标准的关系	19
9、	标准属性	19
10、	实施本标准的措施建议	19

1、任务来源

本标准制定任务由中国气象局 [2009]28 号文件《关于下达 2009 年国家标准和 2010 年气象行业标准项目指南的通知》下达，由陕西省气候中心和国家气候中心共同负责起草，计划于 2009 年 12 月完成。

2、编制原则

为建立和规范我国并网光伏电站的太阳能资源评估方法及评估内容，促进光伏发电潜在市场的开发，为经济建设和社会发展提供气象服务，同时与国外先进标准接轨，特制定本标准。

3、编制情况

接受标准制定任务后，标准起草人查阅了大量技术资料和信息资料，并召集有关专家进行讨论，根据社会需求，结合实际调查情况，对光伏并网电站太阳能资源评估应收集的气象数据、数据处理方法、应计算的主要参数、光伏并网电站太阳能资源评估内容等进行了规定等。2009 年 9 月提出标准草案，并向各有关单位征求意见，根据讨论意见进一步完善标准文本。

4、开展本项目的背景情况

在当今世界能源紧缺、生态环境恶化以及全球气候变暖的背景下，世界各国都在积极开发包括太阳能在内的新能源及可再生能源。充分开发并合理利用太阳能是世界各国可持续发展的能源战略决策。太阳能光伏发电技术作为太阳能利用中最具意义的技术，成为世界各国竞相研究应用的热点。最近 10 年以每年平均 30% 的速度递增，最近 3 年更是以每年 50% 以上的速度高速增长。太阳能光伏发电已成为可再生能源领域中继风力发电之后产业化发展最快、最大的产业。

《中华人民共和国可再生能源法》将太阳能作为十一五期间重点发展方向。《可再生能源中长期发展规划》要求：我国到 2010 年，太阳能发电总容量达到 30 万千瓦，到 2020 年达到 180 万千瓦。2009 年 3 月财政部会同住房和城乡建设部印发《[关于加快推进太阳能光电建筑应用的实施意见](#)》及《太阳能光电建筑应用财政补助资金管理暂行办法》，2009 年 7 月财政部、科技部、国家能源局联合印发了《关于实施金太阳示范工程的通知》。这一系列的扶持政策，极大地促进了我国太阳能光电的发展。我国近年来实施的“阳光计划”、“光明工程”，“送电到乡”工程等，全国共建设了 1000 多个独立的发电站，一些西部省区如青海、甘肃等建立了光伏和风光互补电站；另外太阳能在通信、广播电视、通讯、建筑一体化等方面也有了广泛的应用，2008 年我国太阳能装机总量超过了 140 兆瓦，已建成 100 多个并网光伏发电项目。

但是随着光伏产业在近两年的疾行，其标准化进程已经远远落后于产业发展速度。目前国内外在太阳能光伏电池及组件设计等方面已经有一系列的标准，但对于光伏发电的太阳能资源评估标准却很少。我国目前尚未有相关的标准体系，致使各企业资源评估时对于资料使用、评估方法以及评估太阳能资源的参考判据等呈现混乱的局面，面临技术标准、管理规程等方面很不完善的情况，不便于太阳能资源的合理评估，也不便于管理部门统一管理。因此，规范太阳能光伏产业的相应标准备受关注。

5、项目组成员及其主要工作

本标准主要起草人有：孙娴，姜创业，申彦波，王娟敏，何晓媛。具体工作如下：

——孙娴为该项目总负责人，负责项目组人员具体分工，确定标准的具

体实施方案，组织技术人员对国内外太阳能资源评估方法的现状、需求及目前已有标准等进行调研，组织人员进行光伏并网电站太阳能资源评估标准的编写工作，并参与标准的验证工作。

——姜创业、申彦波为该项目主管，对整个项目全面管理及组织实施，协调内外部工作，审查标准文本内容及格式，组织标准审定，对技术性内容审核把关，并对送审稿进行审核把关工作。

——王娟敏、何晓媛负责推动项目的实施、控制项目进度，对标准制定过程中的每一个环节进行把关并组织实施，调研市场情况，解决标准起草过程中出现的技术性问题，负责标准的验证工作。

6、标准内容介绍

6.1 本标准的前言

依照GB/T 1.1的要求，编写本标准的前言。

6.2 本标准的范围

根据GB/T 1.1的要求，范围应明确表明标准的对象和所涉及的方面，指明标准的适用范围。本标准的对象为光伏并网电站太阳能资源评估规范的编制。标准的主题是对光伏并网电站太阳能资源评估应收集的气象数据、数据处理方法、应计算的主要参数、光伏并网电站太阳能资源评估的参考判据等方面进行规定，适用于光伏并网电站太阳能资源评估，分布式太阳能电站资源评估可参照本规范。

6.3 本标准内容编制依据介绍

(1) 本标准对光伏并网电站太阳能资源评估关键专业术语的定义由《太阳能热利用术语》、《太阳光伏能源系统术语》及参考国内外相关文献制定；

(2) 本标准对光伏并网电站评估太阳能资源时应收集的气象资料的内容和要求，辐射数据的处理方法等主要是根据《地面气象观测规范》中相关内容进行制定；

(3) 本标准中规定的太阳能资源评估时需要计算的参数主要在对企业实际调研的基础上制定；

(4) 本标准中规定的太阳能资源评估内容是在已有的《太阳能资源评估方法》标准基础上，将全国太阳能资源评估结果与本省太阳能实际开发利用情况相结合，并向一些企业做实际咨询之后，在对比研究的基础上确定。

7、标准水平

本标准达国际先进水平。

8、与执行现行法律、法规政策及相关标准的关系

本标准制定的内容符合国家相关法律、法规、政策的规定，并且符合 GB/T 1《标准化工作导则》系列标准的要求。本标准不存在与相关法律法规相抵触之处，也不与其他标准相冲突。

9、标准属性

本标准为国家推荐性标准。

10、实施本标准的措施建议

本标准为首次制定，在实施过程中，根据实际应用情况，进行进一步的修订完善，以适应太阳能资源评估标准制修订工作的要求。

