



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 548—2020

太阳能电池发电效率温度影响等级

Grade of solar cell temperature impact to generation efficiency

2020-04-14 发布

2020-07-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 影响等级	1
附录 A(规范性附录) \bar{C}_T 计算方法	3
附录 B(资料性附录) 全国主要辐射站 \bar{C}_T 值	4
附录 C(资料性附录) 太阳能电池发电效率温度影响等级区划示意图	6
参考文献	8

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国气候与气候变化标准化技术委员会风能太阳能气候资源分技术委员会(SAC/TC 540/SC 2)提出并归口。

本标准起草单位:中国气象局公共气象服务中心、北京玖天气象科技有限公司、北京华新天力能源气象科技中心。

本标准主要起草人:张永山、赵晓栋、王香云、郭鹏。

太阳电池发电效率温度影响等级

1 范围

本标准规定了温度对太阳电池发电效率的影响等级。
本标准适用于光伏电站晶硅类太阳电池发电效率的影响评估。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

[太阳能]光伏电站 **solar photovoltaic power plant**

通过太阳能电池方阵将太阳能转为电能的发电站。

注:改写 QX/T 397—2017,定义 3.6。

2.2

[太阳电池]温度 **solar cell temperature**

T_c

太阳电池板表面 P-N 结的温度。

注:与环境气温、辐照度、风速等相关。单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

2.3

[太阳电池]温度系数 **solar cell temperature coefficient**

γ

在规定的试验条件下(电池温度 25°C ,辐照度 1000 W/m^2),太阳电池温度每升高 1°C ,输出功率变化量与温度变化前输出功率的比值。

注:单位为百分比每摄氏度($\%/^{\circ}\text{C}$)。

2.4

太阳电池年平均温度折减系数 **average annual solar cell reduction coefficient**

\bar{C}_T

全年白天(日出至日落时段)所有时段太阳电池温度变化导致的输出功率损耗。

注:用百分数($\%$)表示。

3 影响等级

3.1 划分指标

太阳电池温度对发电效率的影响,采用太阳电池年平均温度折减系数(\bar{C}_T)进行等级划分。

\bar{C}_T 是环境气温、辐照度和风速的函数,计算方法见附录 A。

根据附录 A 计算的全国主要辐射站 \bar{C}_T 值参见附录 B 的表 B.1。

3.2 等级划分

太阳电池温度对发电效率影响分为五个等级,分别为影响很小(I级)、影响较小(II级)、影响中等

(Ⅲ级)、影响较大(Ⅳ级)、影响很大(Ⅴ级)。各等级对应的 \bar{C}_T 值见表 1。

根据全国主要辐射站 \bar{C}_T 值绘制的等级区划示意图参见附录 C 的图 C.1 和图 C.2。

表 1 太阳能电池发电效率温度影响等级

等级	指标		含义
	固定式光伏电站	跟踪式光伏电站	
I 级	$\bar{C}_T \leq 1\%$	$\bar{C}_T \leq 3\%$	影响很小
II 级	$1\% < \bar{C}_T \leq 2\%$	$3\% < \bar{C}_T \leq 4\%$	影响较小
III 级	$2\% < \bar{C}_T \leq 3\%$	$4\% < \bar{C}_T \leq 5\%$	影响中等
IV 级	$3\% < \bar{C}_T \leq 4\%$	$5\% < \bar{C}_T \leq 6\%$	影响较大
V 级	$\bar{C}_T > 4\%$	$\bar{C}_T > 6\%$	影响很大

对于太阳能电池板倾角可调的光伏电站, \bar{C}_T 值介于固定式和跟踪式光伏电站之间, 可根据情况适当调整 \bar{C}_T 值。

附 录 A
(规范性附录)
 \bar{C}_T 计算方法

A.1 太阳电池温度

太阳电池温度与环境气温、辐照度、平均风速之间的换算关系见式(A.1):

$$T_c = T_a + G \times (c + e^{a+b \times V}) \quad \dots\dots\dots(A.1)$$

式中:

- T_c —— 太阳电池温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- T_a —— 环境气温,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- G —— 辐照度观测值,单位为瓦每平方米(W/m^2);
- V —— 平均风速,单位为米每秒(m/s);
- e —— 常数,为自然对数的底数;
- a, b, c —— 参数。对于固定式光伏电站, $a = -3.66, b = -0.08, c = 0.003$; 对于跟踪式聚光光伏电站, $a = -3.23, b = -0.13, c = 0.013$ 。

A.2 太阳电池年平均温度折减系数

太阳电池年平均温度折减系数计算见式(A.2):

$$\bar{C}_T = \frac{N_2 \times [(\bar{T}_c - T_{c0}) \times \gamma]}{N_1} \quad \dots\dots\dots(A.2)$$

式中:

- \bar{C}_T —— 太阳电池年平均温度折减系数,用百分数($\%$)表示;
- N_2 —— 全年白天太阳电池温度大于 T_{c0} 的小时数,单位为小时(h);
- \bar{T}_c —— 全年白天太阳电池温度大于 T_{c0} 对应时次的平均温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- T_{c0} —— 临界温度,即由于太阳电池温度升高发电效率开始下降时对应的电池温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- γ —— 温度系数,单位为百分比每摄氏度($\%/^{\circ}\text{C}$);
- N_1 —— 全年白天小时数,单位为小时(h)。

本标准不考虑太阳电池温度和辐照度对 γ 的影响,取 $T_{c0} = 25^{\circ}\text{C}$, $\gamma = 0.4\%/^{\circ}\text{C}$,即在温度 25°C 以上,温度每升高 1°C ,太阳电池的发电效率下降 0.4% 。实际应用中,可根据电池性能调整 γ 。

附录 B
(资料性附录)
全国主要辐射站 \bar{C}_T 值

表 B.1 全国主要辐射站 \bar{C}_T 值

地区	站名	海拔高度 m	固定式 折减率 %	跟踪式 折减率 %	地区	站名	海拔高度 m	固定式 折减率 %	跟踪式 折减率 %
北京	北京	31.3	2.29	4.04	广东	广州	70.7	3.25	5.26
天津	西青	3.5	2.23	3.88	广东	汕头	2.3	3.53	5.87
河北	乐亭	8.5	2.04	3.76	广西	桂林	164.4	2.82	4.63
山西	大同	1052.6	1.76	3.47	广西	南宁	152.0	3.42	5.55
山西	太原	776.3	2.06	3.89	广西	北海	12.8	3.64	5.78
山西	侯马	433.8	2.29	3.99	海南	琼山	9.9	3.85	5.99
内蒙古	海拉尔	649.6	1.14	2.34	海南	三亚	419.4	3.66	5.96
内蒙古	索伦	499.7	1.45	2.92	海南	西沙	4.7	4.89	7.41
内蒙古	额济纳旗	940.5	2.83	4.9	重庆	沙坪坝	259.1	2.27	3.65
内蒙古	二连浩特	963.1	2.07	3.82	四川	甘孜	3393.5	1.33	3.59
内蒙古	乌拉特中旗	1288.0	1.98	3.98	四川	红原	3491.6	0.89	2.61
内蒙古	东胜	1461.9	1.64	3.41	四川	温江	547.7	1.92	3.47
内蒙古	锡林浩特	1003.0	1.58	3.1	四川	绵阳	522.7	1.92	3.36
内蒙古	通辽	178.7	1.79	3.28	四川	攀枝花	1224.8	3.95	6.71
辽宁	朝阳	174.3	1.96	3.52	四川	纳溪	368.8	2.12	3.54
辽宁	沈阳	49.0	1.83	3.43	贵州	贵阳	1223.8	1.55	2.92
辽宁	大连	91.5	1.40	2.79	云南	丽江	2380.9	1.78	4.06
吉林	长春	236.8	1.51	2.90	云南	腾冲	1695.9	2.18	4.63
吉林	延吉	257.3	1.26	2.56	云南	昆明	1888.1	2.18	4.44
黑龙江	漠河	438.5	1.07	2.30	云南	景洪	582.0	4.55	7.52
黑龙江	爱辉	166.4	1.27	2.53	云南	蒙自	1313.6	3.16	5.69
黑龙江	富裕	162.7	1.48	2.92	西藏	那曲	4507.0	0.80	2.57
黑龙江	佳木斯	82.0	1.36	2.68	西藏	拉萨	3648.9	1.98	4.94
黑龙江	哈尔滨	118.3	1.54	2.96	西藏	昌都	3315.0	1.70	4.14
上海	宝山	5.5	2.31	3.95	陕西	延安	1180.5	2.01	3.84
江苏	淮安	12.5	2.19	3.89	陕西	泾河	410.0	2.25	3.88
江苏	南京	35.2	2.39	4.12	陕西	安康	290.8	2.31	4.01
江苏	吕泗	3.6	2.04	3.62	甘肃	敦煌	1139.0	2.95	5.28

表 B.1 全国主要辐射站 \bar{C}_T 值(续)

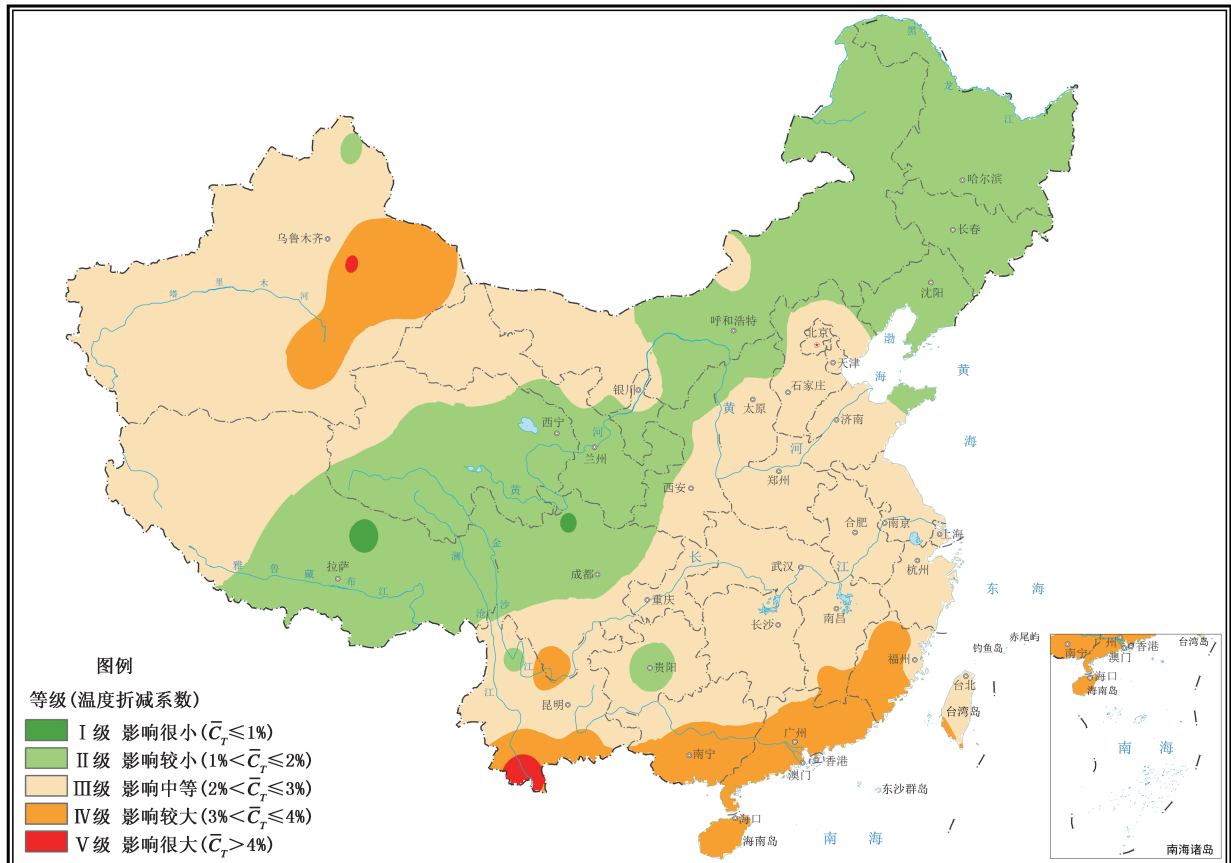
地区	站名	海拔高度 m	固定式 折减率 %	跟踪式 折减率 %	地区	站名	海拔高度 m	固定式 折减率 %	跟踪式 折减率 %
浙江	杭州	41.7	2.59	4.35	甘肃	酒泉	1477.2	2.12	4.15
浙江	洪家	4.6	2.63	4.54	甘肃	民勤	1367.5	2.28	4.28
安徽	合肥	27.0	2.45	4.20	甘肃	榆中	1874.4	1.55	3.34
安徽	屯溪	142.7	2.72	4.71	甘肃	西峰	1421.0	1.59	3.29
福建	建瓯	154.9	3.21	5.40	青海	格尔木	2807.6	1.76	4.05
福建	福州	84.0	2.97	4.87	青海	西宁	2295.2	1.48	3.56
江西	赣县	137.5	3.02	4.93	青海	玉树	3716.9	1.10	3.08
江西	南昌	46.9	2.78	4.63	宁夏	银川	1110.9	2.27	4.30
山东	福山	53.9	1.98	3.60	宁夏	固原	1753.0	1.50	3.26
山东	济南	170.3	2.29	3.94	新疆	阿勒泰	735.3	1.91	3.77
山东	莒县	107.4	2.08	3.83	新疆	塔城	534.9	2.25	4.17
河南	郑州	110.4	2.49	4.29	新疆	伊宁	662.5	2.63	4.78
河南	南阳	180.6	2.34	4.07	新疆	乌鲁木齐	935.0	2.16	4.03
河南	固始	42.9	2.33	4.08	新疆	焉耆	1055.3	2.56	4.72
湖北	宜昌	256.5	2.38	4.05	新疆	吐鲁番	39.3	4.15	6.39
湖北	武汉	23.6	2.68	4.54	新疆	阿克苏	1107.1	2.62	4.66
湖南	吉首	254.6	2.28	3.82	新疆	喀什	1385.6	2.70	4.77
湖南	长沙	119.0	2.50	4.08	新疆	若羌	887.7	3.24	5.43
湖南	常宁	116.6	2.70	4.39	新疆	和田	1375.0	2.95	5.24
—	—	—	—	—	新疆	哈密	737.2	3.45	5.97

表中数据根据全国主要辐射站 2004—2018 年逐小时气温、辐照度和风速观测数据得到。使用时应根据当地海拔高度差异做适当修正。

附录 C
(资料性附录)

太阳能电池发电效率温度影响等级区划示意图

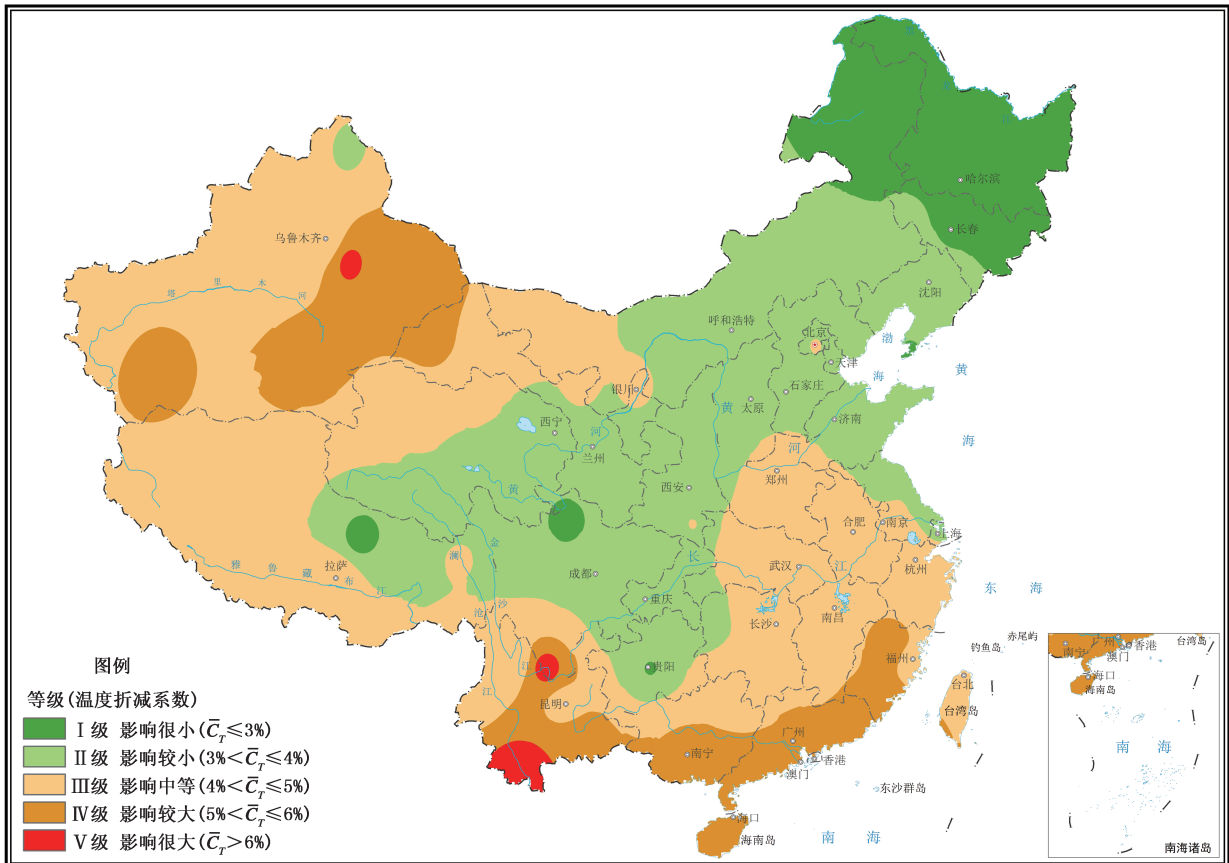
C.1 全国固定式光伏电站太阳能电池发电效率温度影响等级区划示意图



审图号:GS(2020)2835号

图 C.1 全国固定式光伏电站太阳能电池发电效率温度影响等级区划示意图

C.2 全国跟踪式光伏电站太阳电池发电效率温度影响等级区划示意图



审图号:GS(2020)2835号

图 C.2 全国跟踪式光伏电站太阳电池发电效率温度影响等级区划示意图

参 考 文 献

- [1] GB 2297—1989 太阳光伏能源系统术语
 - [2] QX/T 89—2018 太阳能资源评估方法
 - [3] QX/T 397—2017 太阳能光伏发电规划编制规定
 - [4] IEC/TS 61724-2-2016 Photovoltaic system performance—Part 2: Capacity evaluation method
 - [5] 潘进军,申彦波,边泽强,等. 气象要素对太阳能电池板温度的影响[J]. 应用气象学报,2014, 25(2):150-157
 - [6] 刘玉兰,孙银川,桑建人,等. 影响太阳能光伏发电功率的环境气象因子诊断分析[J]. 水电能源科学,2011,29(12):200-202
 - [7] 张传升. 北京地区多种光伏组件发电性能对比试验研究[J]. 可再生能源,2016,34(8): 1117-1122
 - [8] 王建军. 太阳能光伏发电应用中的温度影响[J]. 青海师范大学学报(自然科学版),2005(1): 28-30
-

中华人民共和国
气象行业标准
太阳能电池发电效率温度影响等级
QX/T 548—2020

*

气象出版社出版发行
北京市海淀区中关村南大街46号
邮政编码:100081
网址:<http://www.qxcbs.com>
发行部:010-68408042
中国电影出版社印刷厂印刷

*

开本:880 mm×1230 mm 1/16 印张:1 字数:30千字
2020年6月第1版 2020年6月第1次印刷

*

书号:135029-6139 定价:15.00元

如有印装差错 由本社发行部调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68406301