

ICS27.160

P. 61

备案号: JXXXX-201X

**NB**

中华人民共和国能源行业标准

P NB/T ×××××—201×

---

## 太阳能热发电项目监测评估规程

Code for monitoring and evaluation of concentrating solar power projects

(征求意见稿)

201×-××-××发布

201×-××-××实施

---

国家能源局 发布

中华人民共和国能源行业标准

# 太阳能热发电项目监测评估规程

Code for monitoring and evaluation of concentrating solar power projects

NB/T ×××××-201××

主编部门：水电水利规划设计总院

批准部门：国 家 能 源 局

施行日期：201X 年 xx 月 xx 日

中国电力出版社

201X 北 京

# 国家能源局 公告

201X年第号

依据《国家能源局关于印发<能源领域行业标准化管理办法（试行）>及实施细则的通知》（国能局科技〔2009〕52号）的规定，经审查，国家能源局批准《××××××××》等××项行业标准（见附件），其中能源标准（NB）××项、电力标准（DL）××项，石油天然气标准（SY）××项，现予以发布。

附件：行业标准目录

国家能源局

201×年×月×日

## 行业标准目录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	批准日期	实施日期
...						
xx	NB/Txxxxx-201x	太阳能热发电项目 监测评估规程			201x-xx-xx	201x-xx-xx
...						

## 前言

本规程是根据《国家能源局综合司关于印发 2017 年能源领域行业标准制（修）订计划及英文版翻译出版计划的通知》（国能综通科技【2017】52 号）的要求，水电水利规划设计总院会同有关单位共同编制而成。本规程在编制过程中，规程编制组先后完成了规程工作大纲编制、规程大纲审查、规程征求意见稿编制、规程送审稿编制等各阶段的工作，最后经审查定稿。

本规程主要内容是：总则，术语，基本规定，监测内容与方法，项目评估，附录，标准用词说明，引用标准目录，条文说明等。

本规程由国家能源局负责日常管理，由水电水利规划设计总院负责解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送水电水利规划设计总院（地址：北京西城区六铺炕北小街 2 号邮编：100120）

本规程主编单位：水电水利规划设计总院

本规程参编单位：中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司

中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司

湖北省电力勘测设计院有限公司

上海电力设计院有限公司

浙江中控太阳能技术有限公司

首航节能光热技术股份有限公司

国家绿色镀膜技术与装备工程技术研究中心

常州龙腾光热科技技术股份有限公司

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

## 目次

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 基本规定.....	3
4 监测内容与方法.....	4
4.1 太阳能资源及气象要素.....	4
4.2 集热系统.....	4
4.3 储热系统.....	5
4.4 蒸汽发生系统.....	5
4.5 热能动力发电及辅助系统.....	5
4.6 项目整体性能.....	6
4.7 监测仪表与设备.....	7
4.8 监测数据处理方法.....	7
5 项目评估.....	9
5.1 集热系统.....	9
5.2 储热系统.....	9
5.3 蒸汽发生系统.....	9
5.4 热能动力发电及辅助系统.....	9
5.5 项目整体性能评估.....	10
附录 A 监测内容.....	11
附录 B 数据处理方法.....	17
附录 C 性能参数的计算方法.....	18
附录 D 性能评估.....	22
标准用词说明.....	26
引用标准目录.....	27
条文说明.....	28

## Contents

1	General Provisions .....	(1)
2	Terms.....	(2)
3	Basic Requirement .....	(3)
4	Monitoring Contents and Methods.....	(4)
4.1	Solar Energy Resources and Meteorological Elements.....	(4)
4.2	Heat CollectingSystem.....	(4)
4.3	Thermal Energy Storage System.....	(5)
4.4	Steam Generation System .....	(5)
4.5	Thermal Power Generation and Auxiliary Systems .....	(6)
4.6	Overall Operating Parameter Monitoring .....	(7)
4.7	Monitoring Instrument .....	(8)
4.8	Data Processing.....	(8)
5	Project Assessment.....	(10)
5.1	Heat CollectingSystem.....	(10)
5.2	Thermal EnergyStorage System.....	(11)
5.3	Steam Generation System .....	(11)
5.4	Thermal Power Generation and Auxiliary Systems .....	(12)
5.5	Overall Assessment .....	(12)
	Appendix A Monitoring Data .....	(15)
	Appendix B Data Processing Method .....	(24)
	Appendix C Performance Parameters Calculating Method .....	(25)
	Appendix D Project Performance Assessment.....	(28)
	Explanation of Wording in this Specification .....	(49)
	List of Qouted Standards.....	(50)
	Explanation of Provisions .....	(51)

# 1 总则

**1.0.1** 为规范太阳能热发电项目监测评估的范围、内容、方法，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于槽式、塔式、线性菲涅耳式太阳能热发电项目的监测评估，也适用于以上类型太阳能热发电与其它发电方式互补的项目中与太阳能热发电有关内容的监测评估。

**1.0.3** 项目监测评估业务承担机构应根据国家及行业相关规定，独立开展项目监测评估工作，并应承担相应的保密责任。

**1.0.4** 太阳能热发电项目监测评估除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 集热系统效率 efficiency of heat collecting system

指塔式吸热器或槽式、线性菲涅耳式集热回路中吸热介质获得的总能量（塔式以吸热器输出热量计，槽式和线性菲涅耳式以集热回路出口输出总热量计）与入射在集热场采光口面积的太阳法向直接辐射总能量之比。

### 2.0.2 储热系统效率 efficiency of thermal energy storage system

指储热系统对外输出能量与输出能量和储热设施散热损失之和的比值。

### 2.0.3 蒸汽发生系统效率 efficiency of steam generation system

指蒸汽发生系统汽水侧吸收热量与放热介质侧释放热量的比值。

### 2.0.4 在线运行厂用电率 online auxiliary power consumption rate

监测评估期内，汽轮发电机出力大于 0 时，厂用电总量与发电机出口发电量总和的比值。厂用电量统计时应减去太阳能热发电项目无关的厂用电量，包含厂用电母线上接入的分布式电源电量（如有）。

### 2.0.5 离线运行厂用电率 offline auxiliary power consumption rate

监测评估期内，汽轮发电机出力等于 0 时，厂用电总量与发电机出口发电量总和的比值。厂用电量统计时应减去太阳能热发电项目无关的厂用电量，包含厂用电母线上接入的分布式电源电量（如有）。

### 2.0.6 设备利用率 equipment availability

指整套系统扣除因故障、检修等原因降低出力的等效停运小时数与计划或设计年利用小时数的比值。

### 3 基本规定

**3.0.1** 太阳能热发电项目监测评估应遵循独立、准确、客观的原则。

**3.0.2** 太阳能热发电项目监测评估应对太阳能资源及气象要素、集热系统、储热系统、蒸汽发生系统、热能动力发电及辅助系统等的主要运行数据进行监测，结合项目建设资料，对各分系统及整体性能进行评估，必要时提出改进措施和建议。

**3.0.3** 太阳能热发电项目监测评估工作应在项目移交生产或并网运行后进行，且数据采集周期不宜少于一个完整年。

**3.0.4** 太阳能热发电项目监测评估应结合项目实际情况，编制监测评估工作计划，保证监测评估工作顺利开展。

## 4 监测内容与方法

### 4.1 太阳能资源及气象要素

**4.1.1** 在项目运行期内，太阳能资源及气象要素监测数据应为现场观测站实测数据，且数据源不宜小于2组，其中至少有一个观测站的监测精度为副基准级。

**4.1.2** 太阳能资源及气象要素监测内容应包括法向直射辐射、温度、风速、风向、湿度、气压、雨量、能见度、云量、沙尘、冰雹、雷暴等。

**4.1.3** 现场实测数据时间分辨率不应低于1分钟，且数据应为连续观测记录，时间序列不少于一年，并应明确采用的时区。

**4.1.4** 太阳辐射监测数据和气象要素监测数据表格式见附录A中表A.0.1。

### 4.2 集热系统

**4.2.1** 应对聚光场的镜面清洁度进行监测。

**4.2.2** 应对吸热介质主循环泵进口、出口的压力、温度等运行参数进行监测。

**4.2.3** 应根据太阳能资源、气象条件、聚光集热系统输出热量等，提出集热系统效率。塔式集热系统效率计算方法见附录C.1.1，槽式与线性菲涅耳式集热系统效率计算方法见附录C.1.2。

**4.2.4** 塔式集热系统监测应满足下列要求：

1 应在吸热器进口设置流量、温度等仪表，对吸热器进口熔盐的流量、温度等运行参数进行监测。

2 应在吸热器出口设置温度仪表，对吸热器出口熔盐温度运行参数进行监测。

3 应设置红外摄像仪，对吸热器表面温度进行监测。

**4.2.5** 槽式与线性菲涅耳式集热系统监测应满足下列要求：

1 应在聚光场吸热介质进口母管设置流量、温度、压力等仪表，对聚光场进口吸热介质的流量、温度、压力等运行参数进行监测。

2 应在聚光场吸热介质出口母管设置温度、压力等仪表，对聚光场出口吸热介质的温度、压力等运行参数进行监测。

**4.2.6** 塔式集热系统监测数据表格式见附录A中表A.0.2；槽式、线性菲涅耳式集热系统监测数据表格式见附录A中表A.0.3。

## 4.3 储热系统

### 4.3.1 储热系统监测应满足下列要求：

- 1 应在放热介质主泵出口母管设置温度、流量、压力等仪表，对放热介质的温度、流量、压力等运行参数进行监测。
- 2 应在储热介质储罐（或储热设施）内部及内壁设置温度仪表，对储热介质温度、储罐（或储热设施）内壁温度等运行参数进行监测。
- 3 当储热介质为液态介质时，应在储热介质储罐顶部设置液位仪表，对储热介质液位进行监测。
- 4 应在储热介质储罐（或储热设施）基础设置温度仪表，对储罐（或储热设施）基础温度运行参数进行监测。

### 4.3.2 储热系统监测数据统计表格式见附录A中表A.0.4-1。

### 4.3.3 应根据储热系统对外输出热量及储热系统散热损失，提出储热系统效率。储热系统计算方法见附录C。

## 4.4 蒸汽发生系统

### 4.4.1 蒸汽发生系统监测应满足下列要求：

- 1 应在蒸汽发生系统进口给水母管设置流量、温度、压力等仪表，对蒸汽发生系统进口母管给水的流量、温度、压力等运行参数进行监测。
- 2 应在过热器出口蒸汽母管、再热器出口母管设置流量、温度、压力等仪表，对过热器蒸汽出口母管和再热器蒸汽出口母管的流量、温度、压力等运行参数进行监测。
- 3 应在蒸汽发生系统放热介质进口母管设置流量、温度、压力等仪表，对蒸汽发生系统进口母管放热介质的流量、温度、压力等运行参数进行监测。
- 4 应在蒸汽发生系统放热介质出口母管设置温度、压力等仪表，对蒸汽发生系统出口母管放热介质的温度、压力等运行参数进行监测。

### 4.4.2 蒸汽发生系统监测数据统计表格式见附录A中表A.0.5。

### 4.4.3 根据蒸汽发生系统中放热介质的输入热量、汽水侧的输出热量，提出蒸汽发生系统效率。蒸汽发生系统效率计算方法见附录C。

## 4.5 热能动力发电及辅助系统

### 4.5.1 热能动力发电及辅助系统监测应满足下列要求：

- 1 应在冷再热蒸汽母管、热再热蒸汽母管、汽轮机主汽阀进口，过热器和再热器的减温

装置减温水进口分别设置流量、温度、压力等仪表，对冷再热蒸汽、热再热蒸汽、汽轮机主蒸汽，以及过热器和再热器减温水的流量、温度、压力等运行参数进行监测。

2 应在各级加热器抽汽管道上设置压力、温度仪表，对各级加热器抽汽压力、温度等指标进行监测。

3 应在热力系统补充水母管管道上设置流量、温度等仪表，对补水的流量、温度等指标进行监测。

4 应在连续排污扩容器进口设置流量、温度、压力等仪表，对蒸发器排污流量、温度、压力等指标进行监测。

5 应在凝汽器设置压力表，对凝汽器真空度进行监测。

6 对于参与供热的项目，应在外供蒸汽（或热水）管道、凝结水（或回水）管道分别设置流量、压力、温度等仪表，对外供蒸汽（或热水）和凝结水（或回水）的流量、压力、温度进行监测。

4.5.2 热动力发电系统监测数据统计表格式见附录A中表A.0.6。

4.5.3 根据汽轮发电机组的热耗量、发电机出线端的电功率，提出汽轮机热耗率、汽轮发电机组热效率。计算方法见附录C。

## 4.6 项目整体性能

4.6.1 项目整体性能监测应包括年上网电量、年运行小时数、厂用电率（离线、在线）、辅助能源用量、耗水指标、光电转换效率、机组启动时间、机组负荷变化速率等指标。

4.6.2 当项目以天然气为辅助能源时，应在天然气供气母管进口处设置流量、压力、温度等仪表，对天然气的流量、压力、温度等指标进行监测，并提出天然气用量。天然气的发热量计算应满足《天然气计量系统技术要求》GB/T 18603。

4.6.3 应对防凝加热炉进口、出口传热介质的流量、温度进行监测，提出集热系统防凝辅助能源用量。

4.6.4 当项目应在起备变高压侧、厂用变高压侧安装电能计量表，对外购电量进行监测。

4.6.5 应在项目供水进口母管设置流量仪表，对项目用水量进行监测，提出项目年用水量。

4.6.6 应根据项目年发电量和年用水量，提出发电耗水指标。发电耗水指标计算方法见附录C。

4.6.7 应根据项目太阳能资源及气象条件、集热效率、储热效率、蒸发换热效率、汽轮发电机效率，提出项目光电转换效率；应根据项目年发电量、项目场址区域太阳能资源及其他气

象要素条件，提出年均光电转换效率。

**4.6.8** 应根据项目运行监测数据，统计分析，提出机组启动时间、机组负荷变化速率等指标。

**4.6.9** 项目发电量、上网电量、外购电量与辅助能源、用水量的监测数据统计表格式见附录A中表A.0.7和表A.0.8。

## 4.7 监测仪表与设备

**4.7.1** 太阳能热发电项目监测评估所需的数据应尽可能利用电站已设置的热工仪表测得的数据。对于监测评估内容需要的数据，而电站未设置采集点，可在监测评估时加装相应的仪表，待监测评估后拆除或保留做运行监视用。

**4.7.2** 监测仪表的测量形式应根据被测介质参数的特性、用途选择，并应反映主设备及工艺系统在正常运行、启停、异常及事故工况下安全、经济运行的参数。仪表的设置和精度应满足《塔式太阳能光热发电站设计标准GB/T51307》、《小型火力发电厂设计规范GB50049》、《大中型火力发电厂设计规范GB50660》等相关规范中仪表与控制部分要求。

**4.7.3** 电能计量表、电流互感器、电压互感器的配置应满足以下要求：

1 主接线采用发电机-变压器-线路组接线方式时，应在110/220kV出线侧配置2块0.2s级双向关口计量表（主副表配置）；主接线除发变线组外，在110/220kV出线侧、主变高压侧各配置2块0.2s级关口计量表（主副表配置），主变高压侧配置双向计量表。计量回路均采用0.2s级电流互感器绕组、0.2级电压互感器绕组。

2 在发电机出口定子回路配置1块0.2s级单向考核表，计量回路采用0.2s级电流互感器绕组，0.2级电压互感器绕组。

3 在厂用变高压侧设置1块0.2s级单向考核表计，计量回路采用0.2s级电流互感器绕组，0.2级电压互感器绕组。

4 在起备变高压侧设置1块0.2s级单向计量表计，计量回路采用0.2s级电流互感器绕组，0.2级电压互感器绕组。

## 4.8 监测数据处理方法

**4.8.1** 太阳能热发电项目集热系统、储热系统、蒸汽发生系统、热动力发电及辅助系统应依托DCS、SIS、MIS、NCS等系统，对监测数据进行采集。

**4.8.2** 太阳能热发电项目监测数据应为逐分钟数据，且数据应为连续检测记录，时间序列应不少于一年。

**4.8.3** 太阳能热发电项目监测数据的传输应采用有线或无线传输方式。

- 4.8.4** 太阳能热发电项目采集的监测数据应作为原始资料正本保存,用复制件进行数据整理。
- 4.8.5** 太阳能热发电项目监测数据的采集、储存、传输及使用过程中应采取保密和安全措施。
- 4.8.6** 监测数据的应符合预期的开始时间、结束时间。现场采集的测量数据完整率应在95%以上。
- 4.8.7** 应对原始数据进行处理。数据处理方法见附录B。

## 5 项目评估

### 5.1 集热系统

**5.1.1** 应根据集热系统的运行参数数据，对集热系统运行效果进行评估，并说明集热系统流量、温度、压力等运行参数能否达到设计值或保证值要求。

**5.1.2** 应对集热系统效率与设计值或保证值进行对比分析，说明集热系统效率的达效程度。

**5.1.3** 应分析集热系统投运率水平和运行的可靠性、设备选型的合理性、技术及配置水平的先进性。

**5.1.4** 集热系统评估指标可按附录 D 表 D.0.1 和表 D.0.2 执行。

### 5.2 储热系统

**5.2.1** 应根据储热系统的运行参数数据，对储热系统运行效果进行评估，并说明储热系统储热介质温度、液位，储罐（或储热设施）日平均温降等运行参数能否达到设计值或保证值要求。

**5.2.2** 应对储热系统效率与设计值或保证值进行对比分析，说明储热系统效率的达效程度。

**5.2.3** 应分析储热系统运行的可靠性及设备选型的合理性。

**5.2.4** 储热系统评估指标可按附录 D 表 D.0.3 执行。

### 5.3 蒸汽发生系统

**5.3.1** 应根据蒸汽发生系统的运行参数数据，对蒸汽发生系统运行效果进行评估，并说明蒸汽发生系统放热侧、吸热侧的流量、温度、压力等运行参数能否达到设计值或保证值要求。

**5.3.2** 应对蒸汽发生系统效率与设计值或保证值进行对比分析，说明蒸汽发生系统效率的达效程度。

**5.3.3** 应分析电站负荷率等指标对过热器出口蒸汽温度、再热器进口蒸汽温度及压力、再热器进出口蒸汽温度及压力、蒸汽发生系统效率等指标的影响。

**5.3.4** 应分析蒸汽发生系统运行的可靠性及设备选型的合理性。

**5.3.5** 蒸汽发生系统评估指标可按附录 D 表 D.0.4 执行。

### 5.4 热能动力发电及辅助系统

**5.4.1** 应对汽轮机、发电机等设备的运行状态和运行参数进行评估，能否达到设计值或保证值要求。

**5.4.2** 应对热能动力发电及辅助系统实际运行系统效率与设计值或保证值进行对比分析，说

明热能动力发电及辅助系统的达效程度。

**5.4.3** 应分析电站负荷率等指标对热耗率、汽轮发电机组热效率等指标的影响。

**5.4.4** 应分析热能动力发电及辅助系统能耗水平的合理性。

**5.4.5** 应分析热能动力发电及辅助系统运行的可靠性及设备选型的合理性。

**5.4.6** 热能动力发电及辅助系统评估指标可按附录 D 表 D.0.5 执行。

## 5.5 项目整体性能评估

**5.5.1** 应对项目性能指标与设计值进行对比分析，说明项目性能指标的达效程度。对于项目性能达到或优于设计值或保证值要求的情况，应分析原因并总结经验；对于项目性能未达到设计值或保证值要求的情况，应分析原因并总结教训，必要时提出改进措施和建议。

**5.5.2** 应根据机组启动时间、机组负荷调节速率等指标，说明项目运行的可靠性。

**5.5.3** 应根据项目装机容量及机组负荷调节速率，评估项目对电网调峰的能力及响应程度。

**5.5.4** 应结合项目各系统运行指标及性能指标，对项目整体性能进行总体评估。

**5.5.5** 项目整体性能评估指标可按附录 D 表 D.0.6 执行。

## 附录 A 监测内容

**表 A.0.1 太阳辐射监测数据和气象要素监测数据统计表**

日期	时间	水平总 辐射 (W/m <sup>2</sup> )	法向直 接辐射 (W/m <sup>2</sup> )	散射 辐射 (W/m <sup>2</sup> )	干球 温度 (°C)	日照 时数 (h)	温度 (°C)	风向	风速 (m/s)	气压 (MPa)	雨量 (mm)	气溶胶 (mg/m <sup>3</sup> )	紫外线 (W/m <sup>2</sup> )	能见 度 (m)	云量 1~10	沙尘 (μm)	湿度 (%)
01.01	00:00																
01.01	00:01																
01.01	00:02																
...	...																
12.31	23:59																

表 A.0.2 塔式集热系统监测数据统计表

日期	时间	低温储罐（或储热设施）泵出口母管			吸热器吸热介质进口			吸热器吸热介质出口温度 (°C)	吸热器表面温度 (°C)	有效工作定日镜的总采光面积 (m <sup>2</sup> )
		流量 (kg/s)	温度 (°C)	压力 (MPa)	流量 (kg/s)	温度 (°C)	压力 (MPa)			
01.01	00:00									
01.01	00:01									
01.01	00:02									
...	...									
12.31	23:59									

表 A.0.3 槽式、线性菲涅耳式集热系统监测数据统计表

日期	时间	导热油膨胀罐出口母管			导热油主油泵出口母管			集热场进口吸热介质母管			集热场出口吸热介质母管		有效工作定日镜的总 采光面积 (m <sup>2</sup> )
		流量 (kg/s)	温度 (°C)	压力 (MPa)	流量 (kg/s)	温度 (°C)	压力 (MP)	流量 (kg/s)	温度 (°C)	压力 (MP)	温度 (°C)	压力 (MPa)	
01.01	00:00												
01.01	00:01												
01.01	00:02												
...	...												
12.31	23:59												

表 A.0.4-1 储热系统监测数据统计表

日期	时间	低温储罐（或储热设施）内储热介质温度（℃）	低温储罐（或储热设施）液位（m）	低温储罐（或储热设施）保温层温度（℃）	低温储罐（或储热设施）基础温度（℃）	高温储罐（或储热设施）内储热介质温度（℃）	高温储罐（或储热设施）液位（m）	高温储罐（或储热设施）保温层温度（℃）	高温储罐（或储热设施）基础温度（℃）
01.01	00:00								
01.01	00:01								
01.01	00:02								
...	...								
12.31	23:59								

表 A.0.4-2 储热系统监测数据统计表

（导热油为吸热和放热介质，熔盐为储热介质）

日期	时间	油-盐换热系统导热油						冷熔盐泵出口母管			热熔盐泵出口母管		
		进口母管温度（℃）	进口母管流量（kg/s）	进口母管压力(MPa)	出口母管温度（℃）	出口母管流量（kg/s）	出口母管压力(MPa)	温度（℃）	流量（kg/s）	压力(MPa)	温度（℃）	流量（kg/s）	压力(MPa)
01.01	00:00												
01.01	00:01												
01.01	00:02												
...	...												
12.31	23:59												

表 A.0.5 蒸汽发生系统监测数据统计表

日期	时间	蒸汽发生系统进口给水母管			过热器出口蒸汽母管			再热器进口蒸汽母管			再热器出口蒸汽母管		
		温度 (°C)	流量 (kg/s)	压力(MPa)	温度 (°C)	流量 (kg/s)	压力(MPa)	温度 (°C)	流量 (kg/s)	压力(MPa)	温度 (°C)	流量 (kg/s)	压力(MPa)
01.01	00:00												
01.01	00:01												
01.01	00:02												
...	...												
12.31	23:59												

续表

日期	时间	蒸汽发生系统放热介质 进口母管			蒸汽发生系统放热介质 出口母管			蒸汽发生系统排污管道		高温储热介质泵出口母管 (塔式)		
		温度 (°C)	流量 (kg/s)	压力 (MPa)	温度 (°C)	流量 (kg/s)	压力 (MPa)	温度 (°C)	流量 (kg/s)	温度 (°C)	流量 (kg/s)	压力 (MPa)
01.01	00:00											
01.01	00:01											
01.01	00:02											
...	...											
12.31	23:59											

表 A.0.6 热能动力发电系统监测数据统计表

日期	时间	最终给水			主蒸汽			热再热蒸汽			过热器减温水		
		流量 (kg/s)	压力 (MPa)	温度 (°C)									
01.01	00:00												
01.01	00:10												
01.01	00:20												
...	...												
12.31	23:50												

续表

日期	时间	再热器减温水			汽轮机排气		外供蒸汽			回水			热力系统补给水		
		流量 (kg/s)	压力 (MPa)	温度 (°C)	温度 (°C)	压力 (kPa)	流量 (kg/s)	压力 (MPa)	温度 (°C)	流量 (kg/s)	压力 (MPa)	温度 (°C)	流量 (kg/s)	压力 (kg/s)	温度 (°C)
01.01	00:00														
01.01	00:10														
01.01	00:20														
...	...														
12.31	23:50														

表 A.0.7 辅助系统监测数据统计表

日期	时间	天然气用量 (m <sup>3</sup> /s)	天然气压力 (MPa)	用水量 (m <sup>3</sup> /s)
01.01	00:00			
01.01	00:01			
01.01	00:02			
...	...			
12.31	23:59			

表 A.0.8 电量监测数据统计表

日期	时间	发电机出口定子侧考核表		110/220kV 出线侧计量表		主变高压侧计量表		厂用变高压侧考核表		启备变高压侧计量表	
		有功电量 P	无功电量 Q	有功电量 P	无功电量 Q	有功电量 P	无功电量 Q	有功电量 P	无功电量 Q	有功电量 P	无功电量 Q
01.01	0:00										
01.01	0:01										
01.01	0:02										
...	...										
12.31	23:59										

## 附录 B 数据处理方法

### B.1 数据检验

**B.1.1** 应对观测数据的完整性和合理性进行检验。剔除由于仪器故障、传输错误等原因造成的数据错误和缺失。现场采集的测量数据的完整率应在95%以上。

**B.1.2** 观测数据的合理性检验应检测出数据的异常值，包括极值的合理性检验和相关性的合理性检验等。

**B.1.3** 应对取得的测量数据之间的相关性和变化趋势进行比较，判断其是否合理。

### B.2 数据订正

**B.2.1** 观测数据经完整性和合理性检验后应对其中不合理和缺测数据进行订正。

**B.2.2** 数据订正前应确认参证资料或参考数据来源的有效性。

**B.2.3** 数据订正的方法可采用相关性插补或直接替换等方法。

## 附录 C 性能参数的计算方法

### C.1 集热效率

C.1.1 塔式太阳能热发电项目集热效率按下式计算：

$$\eta_{s-t} = \frac{1000 \times \int \dot{m}(h_{T2} - h_{T1}) dt}{\int DNI \cdot A dt} \times 100\% \quad (\text{C. 1. 1-1})$$

式中： $\dot{m}$ —吸热器入口吸热介质流量，单位 kg/s；

$h_{T2}$ —吸热器出口吸热介质焓值，单位 kJ/kg；

$h_{T1}$ —吸热器入口吸热介质焓值，单位 kJ/kg；

$A$ —有效工作定日镜的总采光面积，单位  $\text{m}^2$ ；

$DNI$ —法向直接辐射，单位  $\text{W}/\text{m}^2$ ；

$dt$ —时间单位，一般取 1min 时间间隔的平均值。

C.1.2 槽式、线性菲涅耳式太阳能热发电项目集热效率按下式计算：

$$\eta_{s-t} = \frac{1000 \times \int \dot{m}(h_{T,out} - h_{T,in}) dt}{\int DNI \cdot A dt} \times 100\% \quad (\text{C. 1. 2-1})$$

式中： $\dot{m}$ —集热场入口母管吸热介质流量，单位 kg/s；

$h_{T,out}$ —集热场出口母管吸热介质焓值，单位 kJ/kg；

$h_{T,in}$ —集热场入口母管吸热介质焓值，单位 kJ/kg；

$A$ —有效工作一次反射镜场的采光面积，单位  $\text{m}^2$ ；

$DNI$ —太阳能直接辐射，单位  $\text{W}/\text{m}^2$ ；

$dt$ —时间单位，一般取 1min 时间间隔的平均值。

### C.2 储热系统效率

C.2.1 储热系统效率按下式计算：

$$\eta_{TSS} = \frac{\int \Delta h \dot{m}_h dt}{\int (\Delta h \dot{m}_h + P_{loss,TSS}) dt} \times 100\% \quad (\text{C. 2. 1-1})$$

式中： $\Delta h$ —高温和低温储热介质的焓差，单位 kJ/kg；

$\dot{m}_h$ —高温储热介质的流量, 单位 kg/s;

$P_{loss,TSS}$ —储罐(或储热设施)的散热损失, 单位 kW。

### C.3 蒸汽发生系统效率

C.3.1 蒸汽发生系统效率按下式计算:

$$\eta_t = \frac{\int (\dot{m}_{j2}(h_{j2} - h_{j1}) + \dot{m}_{j3}(h_{j4} - h_{j3})) dt}{\int \dot{m}_s (C_{Ps2} \cdot T_{s2} - C_{Ps1} \cdot T_{s1}) dt} \times 100\% \quad (\text{C. 3. 1-1})$$

式中:  $\dot{m}_{j2}$ —预热器给水流量, 单位 kg/s;

$h_{j1}$ —给水焓值, 单位 kJ/kg;

$h_{j2}$ —过热器出口蒸汽焓值, 单位 kJ/kg;

$\dot{m}_{j3}$ —再热器蒸汽流量, 单位 kg/s;

$h_{j3}$ —再热器入口蒸汽焓值, 单位 kJ/kg;

$h_{j4}$ —再热器出口蒸汽焓值, 单位 kJ/kg;

$\dot{m}_s$ —放热介质入口母管流量, 单位 kg/s;

$T_{s2}$ —放热介质入口母管温度, 单位 K;

$T_{s1}$ —放热介质出口母管温度, 单位 K;

$C_{Ps2}$ —放热介质入口母管比热, 单位 kJ/kg·K;

$C_{Ps1}$ —放热介质出口母管比热, 单位 kJ/kg·K。

### C.4 光电转换效率

C.4.1 光电转换效率按下式计算:

$$\eta_{s-e} = \eta_{s-t} \cdot \eta_{TSS} \cdot \eta_t \cdot \eta_q \quad (\text{C. 4. 1-1})$$

式中:  $\eta_{s-t}$ —为光热转换效率;

$\eta_{TSS}$ —为储热系统效率;

$\eta_t$ —为蒸汽发生系统效率;

$\eta_q$ —为汽轮发电机组热效率。

**C.4.2** 年均光电转换效率按下式计算：

$$\eta_{s-e} = \frac{\int Edt}{\int DNI \cdot Adt} \times 100\% \quad (\text{C. 4. 2-1})$$

式中： $E$ —发电机输出功率，W；

$DNI$ —法向直接辐射，W/m<sup>2</sup>；

$A$ —聚光场采光面积，m<sup>2</sup>。

## C.5 厂用电率

**C.5.1** 发电机出口定子回路功率大于0时，在线厂用电率按下式计算：

$$e_{\text{在线}} = \frac{\sum_{t=1}^{52560} (P_1 + P_2)}{6 \times E_a} \times 100\% \quad (\text{C. 5. 1-1})$$

式中： $P_1$ —起备变高压侧电表功率，kW；

$P_2$ —厂高变高压侧电表功率，kW；

$E_a$ —全年发电机出口定子电量和，kW·h。

**C.5.2** 发电机出口定子回路功率等于0时，离线厂用电率按下式计算：

$$e_{\text{离线}} = \frac{\sum_{t=1}^{52560} (P_1 + P_2)}{6 \times E_a} \times 100\% \quad (\text{C. 5. 2-1})$$

式中： $P_1$ —起备变高压侧电表功率，kW；

$P_2$ —厂高变高压侧电表功率，kW；

$E_a$ —全年发电机出口定子电量和，kW·h。

**C.5.3** 厂用电率按下式计算：

$$e = e_{\text{在线}} + e_{\text{离线}} \quad (\text{C. 5. 3-1})$$

## C.6 耗水指标

**C.6.1** 机组耗水指标按下式计算：

$$\gamma = \frac{Q}{3.6P} \quad (\text{C. 6. 1-1})$$

式中： $\gamma$ —耗水指标， $\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{GW})$ ；

$Q$ ——全厂平均耗水量， $\text{m}^3/\text{h}$ ；

$P$ ——机组额定功率，MW。

## C.7 热能动力发电系统效率

C.7.1 汽轮机热耗率按下式计算：

$$q = \frac{Q_{sr} - Q_{gr}}{P_{qj}} \quad (\text{C. 7. 1-1})$$

式中： $q$ —热耗率， $\text{kJ}/(/( \text{kWh}) )$ ；

$Q_{sr}$ ——汽轮机热耗量， $\text{kJ}/\text{h}$ ；

$Q_{gr}$ ——汽轮机供热量， $\text{kJ}/\text{h}$ ；

$P_{qj}$ ——发电机出线端电功率，kW。

汽轮机组热耗量、供热量的计算应满足《火力发电厂技术经济指标计算方法》(DL/T904)的相关要求。

C.7.2 汽轮发电机组热效率按下式计算：

$$\eta_q = \frac{3600}{q} \times 100\% \quad (\text{C. 7. 2-1})$$

式中： $\eta_q$ ——汽轮发电机组发电效率，%；

3600—电的热当量， $\text{kJ}/(\text{kWh})$ ；

$q$ ——热耗率， $\text{kJ}/(\text{kWh})$ 。

C.7.3 机组负荷变化速率按下式计算：

$$r = \frac{\Delta\%Pe}{\Delta t} \times 100\% \quad (\text{C. 7. 3-1})$$

式中： $r$ —机组负荷变化速率， $\%Pe/\text{min}$ ；

$\Delta\%Pe$ —机组负荷量， $\%Pe$ ；

$\Delta t$ —负荷指令开始变化至实际负荷变化到达新的目标值所经历的时间， $\text{min}$ ；

$Pe$ —机组额定负荷。

## 附录 D 性能评估

**表 D.0.1 塔式集热系统运行参数与性能指标表**

序号	指 标 内 容	单 位	设计值/ 保证值	监测值	备注
1	镜面清洁度	%			
2	吸热器进口传热介质流量	kg/s			
3	吸热器进口传热介质温度	℃			
4	吸热器出口传热介质温度	℃			
5	吸热器外表面温度	℃			
6	年集热量	GJ			
7	光热转换效率	%			

**表 D.0.2 槽式与线性菲涅耳式集热系统运行参数与性能指标表**

序号	指 标 内 容	单 位	设计值/ 保证值	监测值	备注
1	镜面清洁度	%			
2	集热系统传热介质进口母管流量	kg/s			
3	集热系统传热介质进口母管温度	℃			
4	集热系统传热介质出口母管温度	℃			
5	年集热量	GJ			
6	槽式集热系统光热效率	%			

**表 D.0.3 储热系统运行参数与性能指标表**

序号	指 标 内 容	单 位	设计值/ 保证值	监测值	备注
1	放热介质出口母管流量	kg/s			
2	放热介质出口母管温度	℃			
3	放热介质出口母管压力	MPa			

序号	指 标 内 容	单 位	设计值/ 保证值	监测值	备注
4	储热容量	MWh			
5	热熔盐储罐熔盐温度	℃			
6	冷熔盐储罐熔盐温度	℃			
7	热盐罐日平均温降	℃			
8	冷盐罐日平均温降	℃			
9	储热系统效率	%			

表 D.0.4 蒸汽发生系统系统运行参数与性能指标表

序号	指 标 内 容	单 位	设计值/ 保证值	监测值	备注
1	预热器进口给水流量	kg/s			
2	预热器进口给水温度	℃			
3	预热器进口给水压力	MPa			
4	过热器出口蒸汽流量	kg/s			
5	过热器出口蒸汽温度	℃			
6	过热器出口蒸汽压力	MPa			
7	再热器蒸汽出口流量	kg/s			
8	再热器出口蒸汽温度	℃			
9	再热器出口蒸汽压力	MPa			
10	蒸汽发生系统放热介质出口母管流量	kg/s			
11	蒸汽发生系统放热介质出口母管温度	℃			
12	蒸汽发生系统放热介质出口母管压力	MPa			
13	蒸汽发生系统系统效率	%			

表 D.0.5 热动力发电及辅助系统运行参数与性能指标表

序号	指 标 内 容	单 位	设计值/ 保证值	监测值	备注
----	---------	-----	-------------	-----	----

序号	指 标 内 容	单 位	设计值/ 保证值	监测值	备注
1	主蒸汽压力	MPa			
2	主蒸汽温度	℃			
3	再热蒸汽压力	MPa			
4	再热蒸汽温度	℃			
5	汽轮机排汽背压	kPa			
6	凝汽器（空冷凝汽器）真空度	kPa			
7	汽耗率	kg/(kW·h)			
8	热耗率	kJ/(kW·h)			
9	发电机组发电热效率	%			
10	热电比（对于供热机组）	%			

D.0.6 项目整体性能主要指标表格式和内容宜符合表 D.0.6 的规定

表 D.0.6 项目整体性能主要指标表

序号	指 标 内 容	单 位	设计值/ 保证值	监测值	结论
1	年发电量	kW·h			
2	年上网电量	kW·h			
3	年外购电量	kW·h			
4	厂用电率	%			
4.1	在线厂用电率				
4.2	离线厂用电率				
5	发电机组平均负荷	kW			
6	年运行小时数	h			
7	辅助能源用量				
8	设备可利用率	%			
9	发电耗水指标	m <sup>3</sup> /(s·GW)			
10	机组启停次数	次			
11	冷态启动时间	min			

序号	指 标 内 容	单 位	设计值/ 保证值	监测值	结论
12	热态启动时间	min			
13	汽轮发电机升组负荷速率	%/min			
14	汽轮发电机组负荷速率	%/min			
15	汽轮发电机最低稳定负荷	MW			
16	光电转换效率	%			
17	年均光电转换效率	%			

## 标准用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……的执行”。

## 引用标准目录

- 《聚光型太阳能热发电术语》GB/T26972-2011
- 《太阳能资源等级 总辐射》GB/T31155-2014
- 《铠装热电偶元件》GB/T 18404
- 《工业过程测量和控制系统用电动仪表通用技术条件》GB/T 2613
- 《机械振动 在旋转轴上测量评价机器振动》GB/T 11348
- 《汽轮机热力性能验收试验规程第 1 部分：方法 A 大型凝汽式汽轮机高准确度试验》GB 8117.1
- 《汽轮机热力性能验收试验规程第 2 部分：方法 B 各种类型和容量的汽轮机宽准确度试验》GB8117.2
- 《火力发电厂机组及蒸汽动力设备水汽质量》GB/T 12145
- 《旋转电机绝缘结构功能性评定总则》GB/T 17948.7
- 《火力发电机组性能试验导则》DL/T 1616
- 《火力发电厂凝汽式汽轮机的检测与控制技术条件》DL/T 590
- 《火力发电厂汽轮发电机的检测与控制技术条件》DL/T 591
- 《火力发电厂热工自动化就地设备安装、管路及电缆设计技术规定》DL/T 5182
- 《火力发电厂技术经济指标计算方法》DL/T 904
- 《工业热电偶技术条件及分度表》JB/T 9238
- 《电能质量评估技术导则供电电压偏差》DL/T-1208
- 《电测技术监督规程》DL/T 1199
- 《电力系统继电保护及安全自动装置运行评价规程》DL/T 623
- 《化学监督导则》DL/T 246
- 《空冷凝汽器性能验收试验导则》VGB R131 Me

中华人民共和国能源行业标准

# 太阳能热发电项目监测评估规程

NB/T××××—201×

条文说明

## 制定说明

《太阳能热发电项目监测评估规程》NB/T 201x-xxxx，经国家能源局 201x 年 xx 月 xx 日以第 xx 号公告批准发布。

本规程制定过程中，编制组经广泛调查研究，结合近年来太阳能热发电项目设计、建设运行，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《太阳能热发电项目监测评估规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

## 目 次

1 总则 .....	31
4 监测内容与方法.....	32
4.7 监测仪表与设备.....	32
4.8 监测数据处理方法.....	32

# 1 总则

**1.0.1** 本标准的目的是通过对项目监测提高项目评估工作的质量和水平,进一步发挥评估工作在太阳能热发电项目监管方面的支持和在新能源综合管理部门制定相关产业政策方面的参考作用,提高项目监测和评估工作在企业投资人及项目单位在工程项目科学决策水平和项目方面的指导作用。

## 4 监测内容与方法

### 4.2 集热系统

**4.2.2** 吸热介质主循环泵进口、出口的压力、温度等运行参数的监测应在集热场的总母管上进行。

### 4.4 蒸汽发生系统

**4.4.1** 蒸汽发生系统放热介质指与低温给水及蒸汽进行热交换的高温介质。

## 4.8 监测数据处理方法

**4.8.6** 数据平均错误率=各检测项错误数据量之和/（总数×检测数据项数）；

数据完整率=100%—数据平均错误率；

相对误差：将计算法取得的误差与被测量的实际值的百分比值成为相对误差，记为：

$$\delta_A = \frac{d}{A} \times 100\%$$

**4.8.7** 对多次采集的数据应进行算数平均。