



光伏电站 运营维护与效益提升

新疆华电石城子光伏电站

徐光诚

2016年11月22日

目 录

一、哈密石城子光伏发电产业示范园区及华电光伏项目简介

二、华电石城子区域光伏电站设备易发故障及解决方法

三、通过7S推进提高工作效率

四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

一、哈密石城子光伏发电产业示范园区及华电光伏项目简介

1、哈密石城子光伏发电产业示范园区介绍

哈密石城子光伏发电园区位于北纬43度，东经93度左右，规划面积24平方公里，园区具体位置在哈密市北郊，离哈密市约30公里处。哈密市太阳能资源丰富，太阳辐射年总量6221MJ/M²是全疆最具潜力的光伏发电基地。哈密石城子区域戈壁、荒漠较为集中，地势开阔、平坦，无遮挡，地质地型非常适合建立大型光伏电站。

石城子光伏发电产业园区在建设过程中积极采用新技术，组件基础技术有：**螺旋桩、灌注桩、水泥条形桩**；支架安装技术有：**固定式、单轴旋转式、双轴旋转式**；光伏板技术有：**单晶硅、多晶硅、聚光光伏、薄膜光伏板**。目前石城子光伏发电产业园区已建成采用国内光伏发电技术装机规模较大的光伏发电产业示范园区。

一、哈密石城子光伏发电产业示范园区及华电光伏项目简介

2、新疆华电石城子光伏220kV汇集站及4个光伏项目介绍

新疆华电石城子光伏220kV汇集站工程，于2012年05月16日正式开工建设，2013年5月28日实现反送电成功。2013年5月30日正式接待第一家光伏并网发电项目的负荷。截止到2014年12月31日共接入**21家光伏企业的26个光伏并网发电项目**，目前**总装机容量达到540MWp**。新疆华电石城子光伏220kV汇集站220kV为双母线接线，220kV出线二回，主变3台总容量为540MVA。

一、哈密石城子光伏发电产业示范园区及华电光伏项目简介

2、新疆华电石城子光伏220kV汇集站及4个光伏项目介绍

华电石城子一二期40MWp光伏电站，2012年6月25取得自治区发改委核准。2012年7月开工建设，2013年5月30日并网送电。本光伏电站所发电力经8回集电线路送至35kV配电装置主母线汇集后，再以35kV二回YJV22-26/35-3×240高压电缆接入220kV汇集站35kV配电装置，电缆长度2.5kM。主要发电设备供货厂家：光伏组件厂家：浙江昱辉，江西晶科。汇流箱厂家：特变电工。逆变器厂家：特变电工、北京辰源。

一、哈密石城子光伏发电产业示范园区及华电光伏项目简介

2、新疆华电石城子光伏220kV汇集站及4个光伏项目介绍

华电石城子三期20MWp光伏电站，2013年6月29取得自治区发改委核准。2013年7月开工建设，2013年12月8日并网送电。本光伏电站所发电力经4回集电线路送至35kV配电装置主母线汇集后，再以35kV一回高压电缆YJV22-26/35-3×240接入220kV汇集站35kV配电装置，电缆长度0.95km。

主要发电设备供货厂家：光伏组件厂家：特变电工，江西晶科。汇流箱厂家：深圳金宏威。逆变器厂家：北京辰源。

一、哈密石城子光伏发电产业示范园区及华电光伏项目简介

2、新疆华电石城子光伏220kV汇集站及4个光伏项目介绍

东方民生石城子50MWp光伏电站，2013年1月24取得自治区发改委核准。于2013年5月13日开工建设。2013年11月6日并网发电。本光伏电站所发电量经10回集电线路送至35kV配电装置主母线汇集后，再以35kV二回高压电缆接入220kV汇集站35kV配电装置，电缆长度3.6kM。主要发电设备供货厂家：光伏组件厂家：常州天合。汇流箱厂家：北京辰源。逆变器厂家：北京辰源。

一、哈密石城子光伏发电产业示范园区及华电光伏项目简介

2、新疆华电石城子光伏220kV汇集站及4个光伏项目介绍

哈密力诺石城子20WMP光伏电站,于2013年7月2日取得自治区发改委核准。2013年8月1日开工建设,2013年12月9日并网发电。本光伏电站所发电力经4回集电线路送至35kV配电装置主母线汇集后,再以35kV一回高压电缆接入220kV汇集站35kV配电装置,电缆长度1.3kM。主要发电设备厂家:光伏组件厂家:常州天合。汇流箱厂家:北京辰源。逆变器厂家:北京辰源。

二、华电石城子区域光伏电站设备易发故障及解决方法



随着光伏电站的陆续建设和装机规模的快速增长，光伏电站日常运行中可能会出现许多故障，华电石城子光伏电站在运维过程中总结了一些典型的常见故障及解决方法，愿和大家一起分享。

二、华电石城子区域光伏电站设备易发故障及解决方法

1、光伏电站个别逆变器不能按时自启

故障情况：逆变器内部软件设置是根据电站经纬度（日出日落的时间）确定每天逆变器开机和关机时间，有时时间跑偏，就造成逆变器不能按时启动，运行人员需要及时后台启动。

处理结果：联系厂家到场，重新下装经纬度程序，时间跑偏缺陷消除。

开机启动时碰到阴天或云层遮挡，辐照强度在启机的临界状态徘徊，开机电压在（650V）值左右摆动，暂时没有明显超过650V并持续保持，这种情况也不能按时自启动，自启动时间会推后1-5分钟，属于正常情况。

二、华电石城子区域光伏电站设备易发故障及解决方法

2、逆变器通信经常中断

故障情况：逆变器网线（约2.7米长）离门太近，设计及施工不合理，关门开门多次后，网线受力折断，通信中断。

处理结果：增大网线与门的距离，更换网线后缺陷消除。

3、光伏电站投产初期汇流箱保险底座易烧坏

故障情况：工作人员查看后台监控数据，发现其中一个汇流箱输出电流偏低，到达现场后发现汇流箱内一路组串的保险底座在接线处烧坏，原因为施工单位人员没拧紧保险底座螺栓造成。

处理结果：工作人员及时更换汇流箱保险底座，将螺栓全部紧固。举一反三紧固电站全部汇流箱内保险底座螺栓和接线端子，此类缺陷再无发生。

二、华电石城子区域光伏电站设备易发故障及解决方法

4、光伏电站夏季汇流箱保险管易熔断

故障情况：夏季环境温度高、辐照强度大，输入到汇流箱的电流增加许多，时常电流超过10A运行，经一段时间后汇流箱保险管（10A）过流烧断。

处理结果：通过计算将10A保险更换为12A保险，故障排除，之后保险管熔断的情况很少发生。

5、汇流箱通讯中断

故障情况：工作人员查看后台监控数据，发现其中一个汇流箱各路电流均为零，而逆变器功率显示正常，经工作人员现场确认判定为汇流箱通讯故障。

处理结果：紧固此汇流箱485通讯线，更换采样及通信板，随即故障排除，汇流箱通讯恢复，各路电流显示正常。

二、华电石城子区域光伏电站设备易发故障及解决方法

6、汇流箱输出电流小

故障情况：工作人员查看后台监控数据，发现其中一个汇流箱输出电流偏低，到达现场后使用钳形电流表测量汇流箱各路输出电流，发现有一路组串电流明显偏低，其它各路组串电流正常。

处理结果：在汇流箱处把问题组串和主电路隔离，断开组串后分别测量每个组件开路电压，发现其中一块组件开路电压为28V，其余19块光伏组件开路电压均在33-34V之间，更换同型号组件，投运后组串电流输出正常。

二、华电石城子区域光伏电站设备易发故障及解决方法

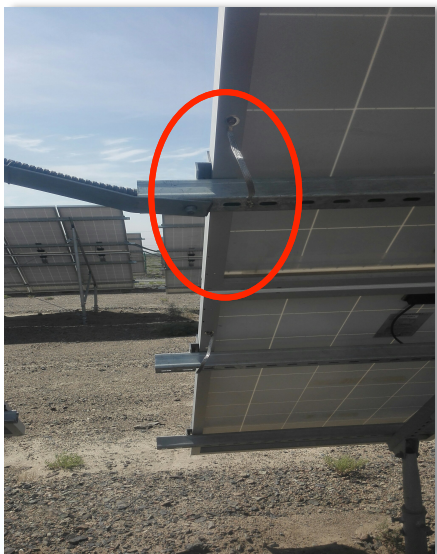
7、光伏组件边框未接地、光伏组件易遭雷击而损坏

故障情况：使用万用表，测量光伏组件的铝边框与镀锌支架之间电阻值是不导通的。这是因为光伏组件的铝边框表面进行了阳极氧化，而氧化铝并不导电。虽然支架是接地的，但是由于光伏组件边框外表面和压块外表面都是绝缘的，所以组件与支架之间是绝缘的，光伏组件边框与地之间没有形成接地回路，光伏组件不具备防雷、接地、过电压保护的能力。光伏发电系统在直流汇流箱、直流配电柜、逆变器及35kV 箱式变电站内逐级装设避雷器各级均具备防雷、接地、过电压保护的能力。

处理结果：查看图纸、可研、技术协议、合同等，要求有关单位在光伏组件边框加装接地线，制作接地线，将光伏组件的铝边框与镀锌支架进行连接。**具体做法：**制作一根接地线，两端压上相应的线鼻子，一个线鼻子通过自攻丝与组件铝边框连接，另一个线鼻子通过自攻丝与镀锌支架连接；达到组件与支架连接的目的。光伏组件边框未接地缺陷已由原施工单位完成整改。

二、华电石城子区域光伏电站设备易发故障及解决方法

7、光伏组件边框未接地、光伏组件易遭雷击而损坏



光伏组件边框与支架连接图1



光伏组件边框与支架连接图2

三、通过7S推进提高工作效率

为认真贯彻落实新疆华电新能源公司关于推广7S管理的安排部署，进一步强化公司管理，夯实公司发展基础，做强优企业，提高生产效率，保证安全生产，华电石城子光伏电站开展了7S样板区打造和推进工作。

石城子光伏电站通过半年多7S打造，面貌已焕然一新，如今生产现场的主要设备均设置了“点检告知牌”，告知牌中明确了巡检内容、质量标准、巡检周期等。调高了生产效率，保证了安全生产，减少了故障。办公场所也做到了整洁美观，标识清晰准确。营造了整洁、舒适的工作空间，让员工们在一个整洁雅致的环境中工作，心情愉悦，提高了工作效率。



四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

1、建设原因

目前华电石城子产业园区华电石城子一、二、三期共60MW容量光伏电站的数据已接入，并实现了数据的统计分析和对标管理等应用；同时石城子力诺、东方民生两电站（合计70MW）的数据接入也正在进行中。本项目以光伏电站监测和运营为切入点，通过构建**监测、维护、评估、运行**之间的关系，建立光伏电站的智能监测及优化运营的系统，来指导现场工作人员的行为，为光伏电站故障预判及清洗预判提供依据，**有利于提高光伏电站数据的分析能力，提升集团乃至全国光伏产业管理水平，促进光伏电站的生产安全经济运行。**

目前华电集团下属光伏电站所普遍采用的电站监控系统，往往只具备对电站内实际测点的实时显示功能，其应用价值主要依赖于频繁的人工翻查，和运维人员的经验分析，无法实现电站运行数据的存储记录和自动分析。

为适应光伏电站生产运营管理的新形势、新要求，提高生产运营管理水平，提升效益，光伏电站运营优化诊断平台在集团公司“**远程集控、少人维护**”的基础上，通过光伏电站设备数据监测，来实现**故障诊断、指标分析及对标、运维决策等方面功能**，以进一步提升光伏电站效益。

四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

2、概述

2.1、系统网络结构

系统通过通信专网将各个光伏电站的数据汇集到区域公司（项目公司），并将数据存储在三区的实时数据库服务器中，电站和公司人员通过访问三区应用服务器，实现对电站运行情况的监视和分析。

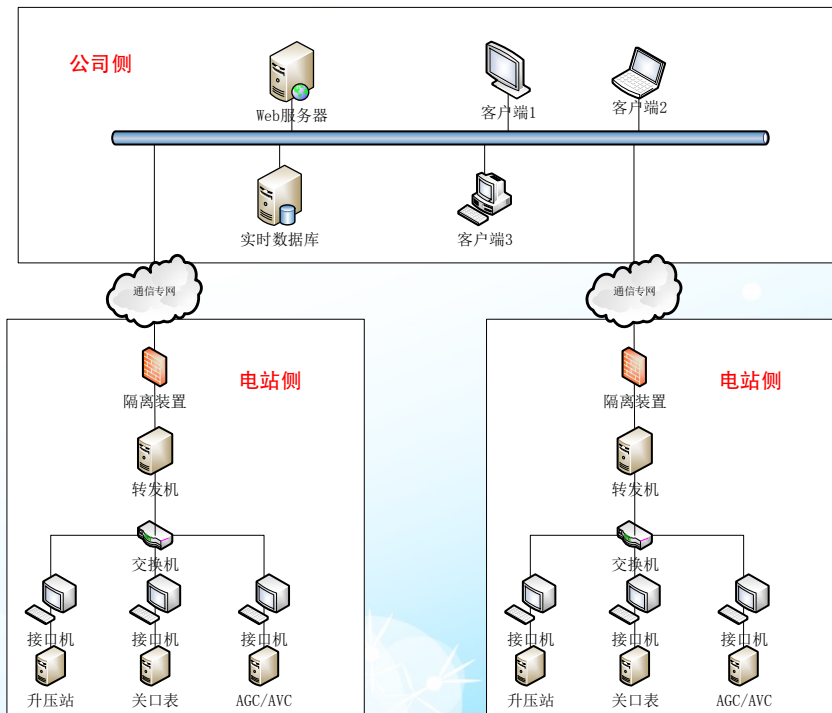


图1 网拓扑示意图

四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

3、数据采集

- 3.1、电站数据采集；
- 3.2、采集升压站数据；
- 3.3、场站天气数据，例如辐照度、温度等。

4、平台功能

平台共分实时监测、性能分析、故障诊断、智能运维、设备档案、报表管理6大功能模块，每个模块下分若干功能子模块，具体如下：

实时监测模块

实时监测模块包括：**电站总览、箱变逆变监测、组串监测3个子模块。**

四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

4、平台功能

4.1 电站总览

- (1) 统计电站逐月、逐日等效利用小时数。
- (2) 显示全站计划发电量、实际发电量。
- (3) 统计电站当年及累计的二氧化碳减排量，节约标准煤量。
- (4) 计算电站日效率及月效率。



图2 电站总览界面

四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

4、平台功能

4.2箱变逆变监测

- (1) 监测箱变实时功率、工作状态。
- (2) 监测每台逆变器实时转换效率、功率、工作状态。



图3 箱变逆变监测界面

四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

4.3 组串监测

- (1) 监测全站每台汇流箱实时直流侧电压。
- (2) 监测全站每条组串实时电流值。

中国华电 光伏远程诊断平台

实时监测 | 性能分析 | 故障诊断 | 智能运维 | 设备档案 | 报表管理 | 系统管理

任务期 | 新疆地区区域 | 电站总览 | 组串逆变监测 | 组串监测

光伏电站: 石城子二期 | 精度: 10区 | 查询

设备名称	直流电压(V)	01路电流(A)	02路电流(A)	03路电流(A)	04路电流(A)	05路电流(A)	06路电流(A)	07路电流(A)	08路电流(A)	09路电流(A)	10路电流(A)	11路电流(A)	12路电流(A)	13路电流(A)	14路电流(A)	15路电流(A)	16路电流(A)
01号汇流箱	600.00	4.03	3.65	3.17	4.66	4.30	3.91	4.22	3.52	4.25	3.42	3.93	3.64	3.48	4.39	3.99	3.23
02号汇流箱	508.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
03号汇流箱	603.00	3.10	4.43	4.77	4.57	4.55	4.67	4.62	4.11	3.49	4.28	4.97	4.55	4.67	4.47	4.39	5.02
04号汇流箱	615.00	0.00	0.61	0.00	0.62	0.60	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
05号汇流箱	606.00	4.77	3.13	4.35	4.18	4.48	4.30	4.25	3.26	3.71	3.96	3.40	4.16	3.68	4.00	4.77	5.17
06号汇流箱	601.00	4.62	2.90	4.35	4.28	4.68	4.49	4.60	3.65	3.80	4.36	4.37	4.29	4.40	4.75	5.03	4.72
07号汇流箱	601.00	4.09	4.38	4.44	5.32	4.72	4.26	3.97	5.06								
08号汇流箱	612.00	3.92	4.43	4.01	4.39	4.04	4.00	3.32	3.63	3.94	3.66	4.16	4.24	3.69	4.23	3.26	4.11
09号汇流箱	598.00	3.57	3.98	4.27	4.26	3.21	4.48	3.93	4.16	3.94	3.66	4.16	4.24	3.69	4.23	3.26	4.11
10号汇流箱	601.00	3.10	4.49	3.24	4.51	3.44	3.81	4.11	4.31	3.80	4.24	3.74	3.41	3.93	3.40	3.64	3.00
11号汇流箱	601.00	2.71	4.48	3.68	4.03	3.20	4.08	3.23	4.43	3.79	5.02	4.58	4.93	3.29	4.83	4.33	5.56
12号汇流箱	594.00	3.86	4.27	4.24	3.54	3.29	4.63	4.36	3.30	3.51	4.51						
13号汇流箱	599.00	3.20	4.30	3.29	4.41	3.48	4.16	3.36	4.60	3.15	3.97	4.18	4.17	3.11	4.08	3.91	4.32
14号汇流箱	609.00	2.72	3.02	2.95	4.03	3.73	4.07	3.62	4.49	4.38	4.28	4.69	4.75	4.59	4.19	4.35	2.88

图4 组串监测界面

四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

4.4 损失分析

给出全站温升损失



图5 温升损失分析界面

四、建设光伏发电运营诊断平台促进光伏电站效益

4.4 损失分析

给出全站交流线损

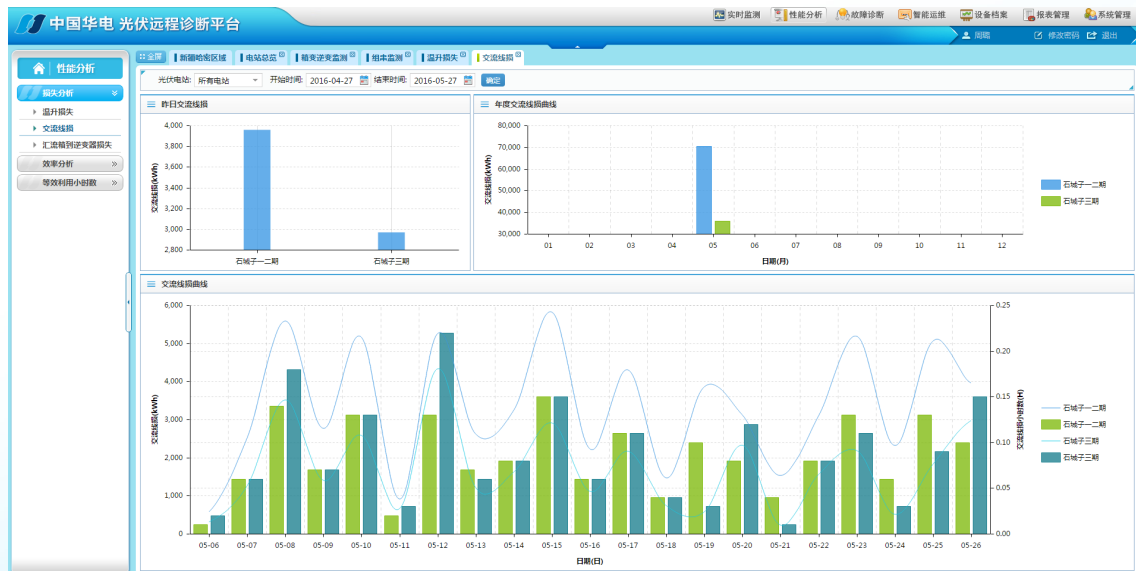


图6 交流线损分析界面

四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

4.4 损失分析

给出汇流箱到逆变器损失



图7 汇流箱到逆变器损失界面

四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

4.5 逆变器效率分析

分析逆变器到并网点效率。



图8 逆变器到并网点效率分析界面

四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

4.6 计算全站每台逆变器转换效率，效率曲线。



图9 全站逆变器转换效率界面

四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

4.7等效利用小时

统计全站逆变器等效利用小时，并按高低排序。

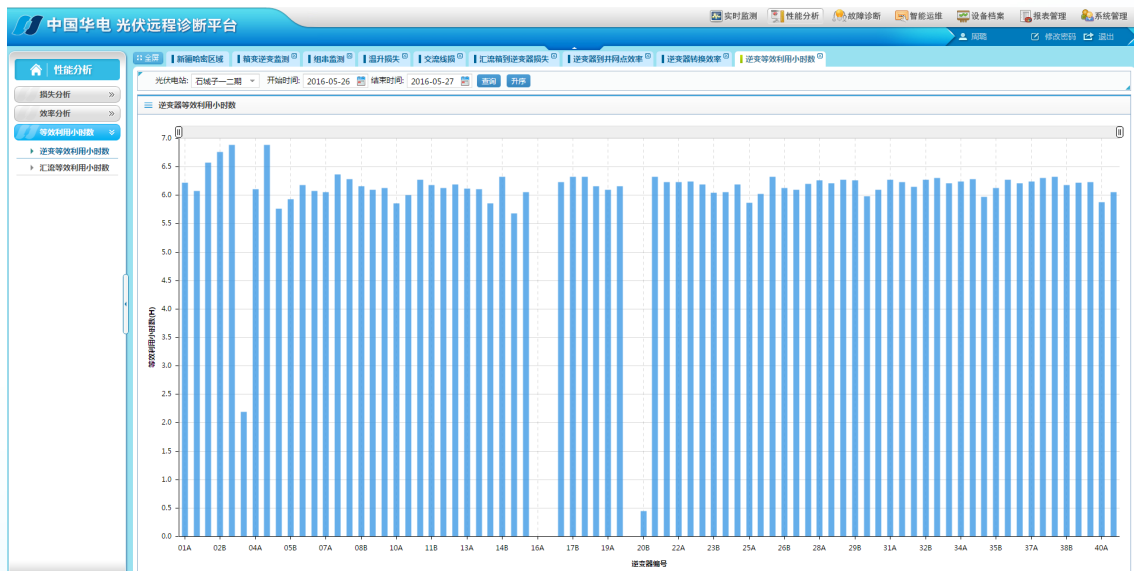


图10 全站逆变器等效利用小时对标界面

四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

4.8 统计全站汇流箱等效利用小时，并按高低排序。

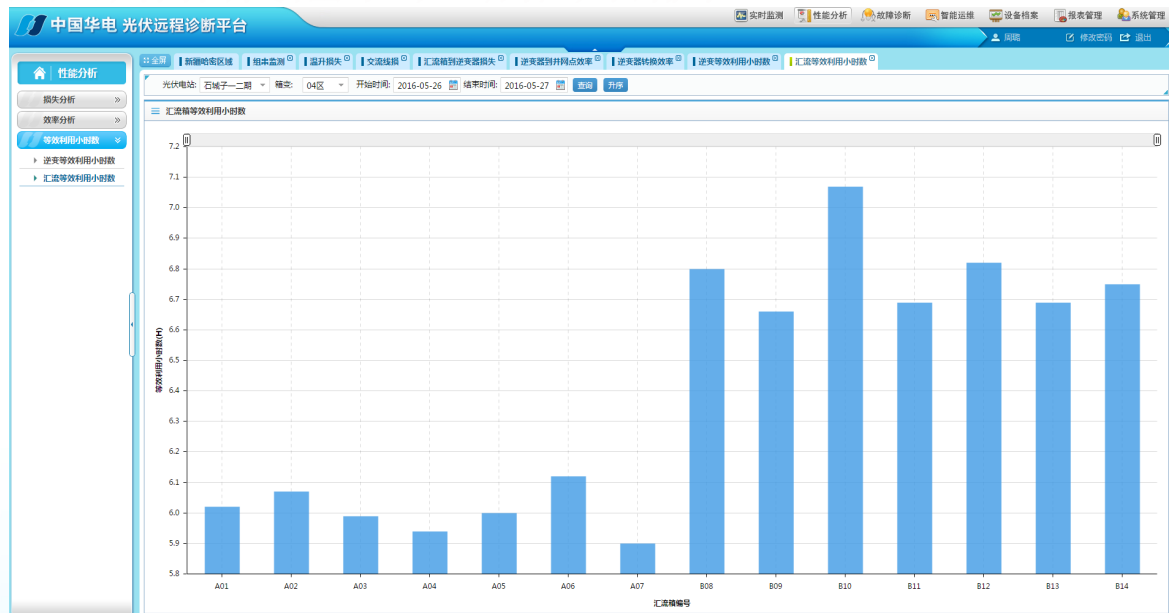


图11 汇流箱等效利用小时对标界面

四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

4.9故障诊断

故障诊断模块包括**组串故障诊断**、**箱变逆变器故障诊断**2个子模块。

(1) 组串故障诊断

采集电站所有组串电流、电压值，结合限电情况，通过算法短期分析与长期分析结合，实现故障组串准确定位，可为电站光伏组件消缺提供有力指导。

The screenshot displays the '组串故障诊断' (String Fault Diagnosis) module. The main table lists the following data:

序号	电站名	设备名称	故障开始时间	电流偏差(%)	故障描述	故障级别	分析处理	趋势图
1	石城子二期	[12区01号汇流箱]光伏组串通道06	2016-05-27 13:59:00	-84.97	电流短期过低	警告	分析处理	📈
2	石城子二期	[13区12号汇流箱]光伏组串通道16	2016-05-27 13:59:00	-45.58	电流短期过低	警告	分析处理	📈
3	石城子二期	[19区03号汇流箱]光伏组串通道08	2016-05-27 13:59:00	-45.4	电流短期过低	警告	分析处理	📈
4	石城子二期	[11区08号汇流箱]光伏组串通道06	2016-05-27 13:59:00	-53.53	电流短期过低	警告	分析处理	📈
5	石城子二期	[17区04号汇流箱]光伏组串通道07	2016-05-27 13:59:00	-57.18	电流短期过低	警告	分析处理	📈
6	石城子二期	[18区13号汇流箱]光伏组串通道09	2016-05-27 13:59:00	-55.36	电流短期过低	警告	分析处理	📈

Below the main table, there is a section for '正在处理故障' (In Progress Faults) with columns for '序号', '电站名', '设备名称', '故障开始时间', '故障处理时间', '故障描述', '故障级别', '处理人员', and '操作'.

图12 组串故障诊断界面

四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

4.9 故障诊断

故障诊断模块包括组串故障诊断、

箱变逆变故障诊断2个子模块。

(2) 箱变、逆变器故障诊断

采集箱变、逆变器故障编码，开展箱变、逆变器故障故障报警。

The screenshot shows the '箱变逆变故障诊断' (Box Transformer and Inverter Fault Diagnosis) interface. The browser address bar shows '10.172.245.128:8082/chdgf/index.do#here'. The page title is '中国华电 光伏远程诊断平台'. The left sidebar has '故障诊断' (Fault Diagnosis) selected, with sub-options for '组串故障诊断' (String Fault Diagnosis) and '箱变逆变故障诊断' (Box Transformer and Inverter Fault Diagnosis). The main content area shows a dropdown for '光伏电站: 石城子二期' and a search button. Below is a table for '待处理故障' (Pending Faults) with columns for '序号' (Serial Number), '电站名' (Station Name), '设备名称' (Equipment Name), '故障开始时间' (Fault Start Time), '故障描述' (Fault Description), '故障级别' (Fault Level), and '分析处理' (Analysis/Action). Two rows of data are visible, both reporting '逆变器直流防雷故障' (Inverter DC Surge Protection Fault) at 2016-07-07 12:10:31. Below this is a table for '在处理故障' (In Progress Faults) with columns for '序号' (Serial Number), '电站名' (Station Name), '设备名称' (Equipment Name), '故障开始时间' (Fault Start Time), '故障处理时间' (Fault Handling Time), '故障描述' (Fault Description), '故障级别' (Fault Level), '处理人员' (Handling Personnel), and '操作' (Action).

序号	电站名	设备名称	故障开始时间	故障描述	故障级别	分析处理
1	石城子二期	21区逆变器A	2016-07-07 12:10:31	逆变器直流防雷故障	警告	分析处理
2	石城子二期	37区逆变器B	2016-07-07 12:10:31	逆变器直流防雷故障	警告	分析处理

图13 箱变逆变故障诊断界面

四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

4.10 智能运维

智能运维主要为电站统计受灰尘影响的电站出力情况，包括提供**电流、电压变化趋势**，并提供**最佳组件清洗决策时间**，获得最高的清洗效益。

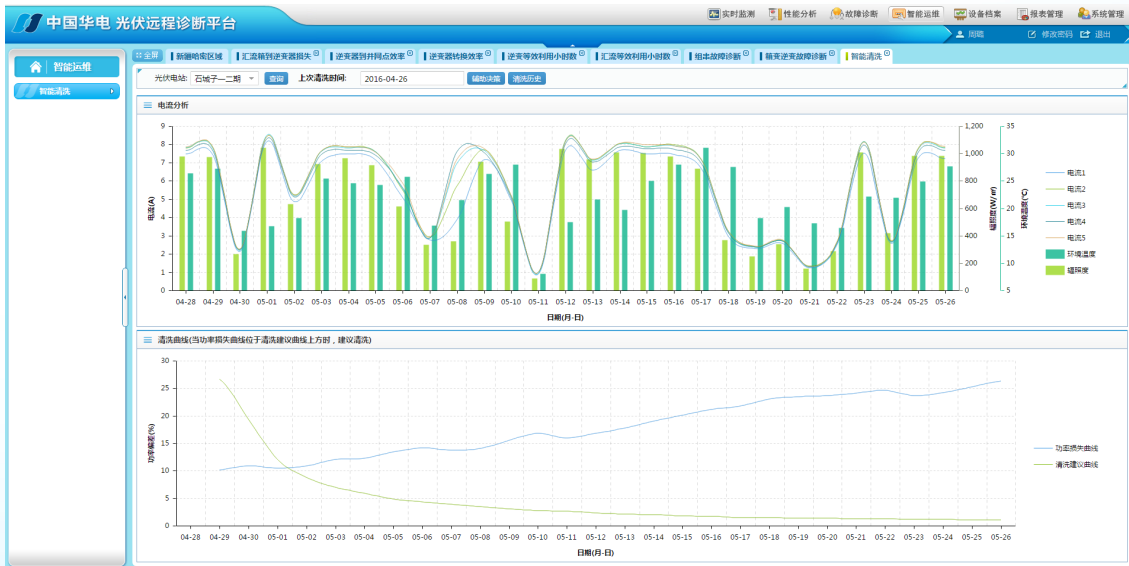


图14 清洗决策界面（损失曲线与清洗曲线相交点为建议清洗时间）

四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

4.11 电站设备档案

对**组串**、逆变器、箱变故障信息、消缺信息、故障次数（频率）等分设备进行统计，并**自动生产统计表**。

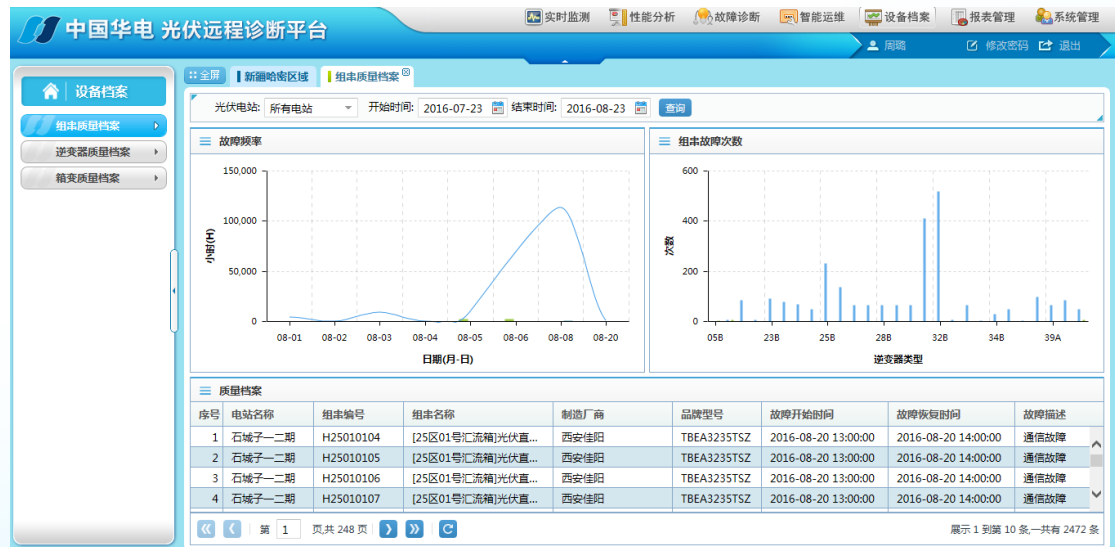


图15 组串质量档案

四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

4.11 电站设备档案

对组串、逆变器、箱变故障信息、消缺信息、故障次数（频率）等分设备进行统计，并自动生产统计表。

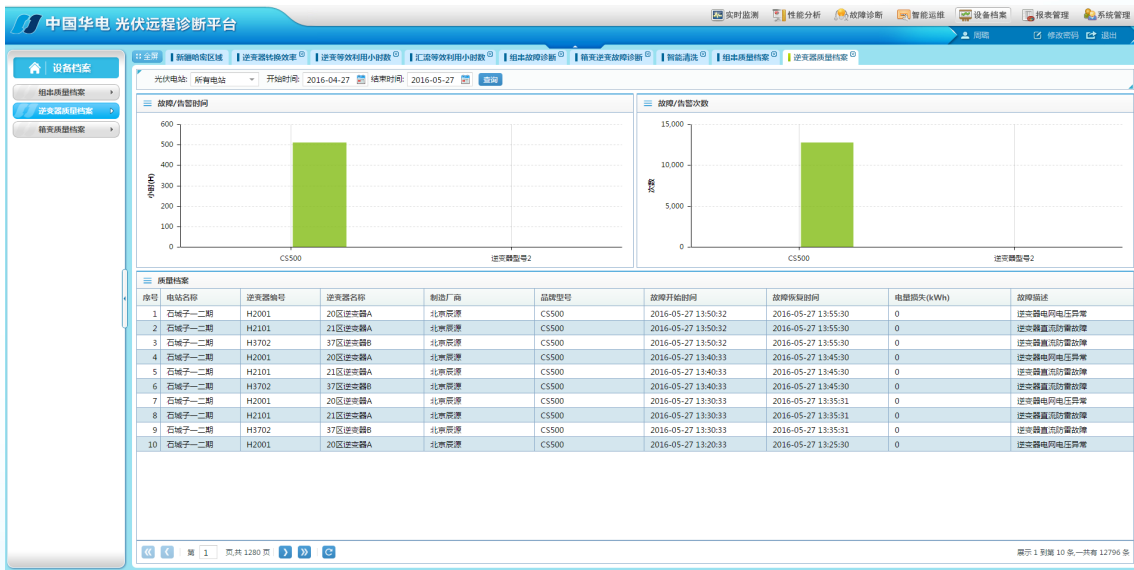


图16 逆变器质量档案

四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

4.11 电站设备档案

对组串、逆变器、箱变故障信息、消缺信息、故障次数（频率）等分设备进行统计，并自动生产统计表。



图17 箱变质量档案

四、建设光伏发电运营诊断平台提升光伏电站效益

4.12 报表管理

可按公司的报表要求，自动形成并导出生产日报、生产月报、生产年报，减少电站人员工作量，并避免手填出错。

光伏电站: 石城子二期		日期: 2016-05-26	
发电总量(万kWh)	23.10	厂用电量(万kWh)	0.10
系统效率(%)	84.19	上网电量(万kWh)	22.93
温升损耗(kWh)	16532.36	馈电率(%)	14.60
交流损耗(kWh)	3960.12		

逆变器名称	等效利用小时数(H)	逆变器转换效率(%)	逆变器		
			汇流箱编号	等效利用小时数(H)	汇流箱到逆变器损失(kWh)
01区逆变器A	6.22	98.18	01	6.09	20.27
			02	6.02	11.21
			03	0.00	0.00
			04	6.07	15.09
			05	6.04	8.71
			06	5.93	15.91
			07	6.19	4.40
			08	4.85	3.09
			09	6.08	7.77
01区逆变器B	6.08	98.13	10	5.82	1.97
			11	5.88	5.68
			12	5.98	5.49
			13	6.04	3.97
			14	5.82	0.18
			15	6.22	6.40
			01	6.47	5.66
02区逆变器A	6.57	98.35	02	6.60	16.05
			03	6.41	4.86
			04	6.43	3.77
			05	6.51	9.54

图18 报表管理界面

THE END