



中华人民共和国国家标准

GB/T 38946—2020

分布式光伏发电系统集中运维技术规范

Specification of centralized operation and maintenance for distributed
photovoltaic power system

2020-06-02 发布

2020-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	2
5 集中运维技术条件	2
6 运行管理	2
6.1 集中监视	2
6.2 控制与操作	2
6.3 巡视检查	3
6.4 异常与故障处理	3
6.5 安全管理	3
6.6 缺陷管理	3
6.7 物资管理	4
6.8 运行指标评价	4
6.9 智能运维	5
7 设备检修	5
附录 A (资料性附录) 运维管理制度和技术文件	6
附录 B (资料性附录) 安全工器具配置	7
附录 C (资料性附录) 集中运维系统	9
附录 D (资料性附录) 巡视检查项目	13
参考文献	24

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由中国电力企业联合会提出并归口。

本标准起草单位：广州健新科技股份有限公司、国网浙江省电力有限公司嘉兴供电公司、南方电网综合能源有限公司、广东电网有限责任公司电力科学研究院、北京光耀电力科技股份有限公司、北京岳能科技股份有限公司、积成能源有限公司、上海禹创电力新能源有限公司、中国葛洲坝集团电力有限责任公司、晟投电力发展有限公司、优得新能源科技(宁波)有限公司、浙江电腾云光伏科技有限公司、嘉兴恒创电力设计研究院有限公司、南京绿新能源研究院有限公司、江苏固德威电源科技股份有限公司、江苏和网源电气有限公司、霍尔果斯正泰科技服务有限公司、江西展宇光伏科技有限公司。

本标准主要起草人：张振华、唐票林、刘勇、李朝、周建其、方景辉、刘维亮、唐昕、倪国强、李达、周其进、翁军华、林金、曾杰、张弛、徐琪、张轶、孙大舰、朱永峰、吴静波、臧鑫、袁文广、金晓敏、尹红波、刘海洋、莫继才、文庭荣、罗群芳、范方军、程小勇、姜松奕、孙一凡、李佳鹏、贾艳刚、黄敏、方刚、林永清、张天文、张玉发。

分布式光伏发电系统集中运维技术规范

1 范围

本标准规定了分布式光伏发电系统集中运维技术条件、运行管理以及检修维护要求。
本标准适用于并网电压等级在 35 kV(66 kV)及以下的分布式光伏发电系统集中运维。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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/T 3906 3.6 kV~40.5 kV 交流金属封闭开关设备和控制设备

GB/T 20270 信息安全技术 网络基础安全技术要求

GB 26859 电力安全工作规程 电力线路部分

GB 26860 电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分

GB/T 29319 光伏发电系统接入配电网技术规定

GB/T 33592 分布式电源并网运行控制规范

GB/T 34933 光伏发电站汇流箱检测技术规程

GB 50797 光伏发电站设计规范

DL/T 573 电力变压器检修导则

DL/T 995 继电保护和电网安全自动装置检验规程

DL/T 1476 电力安全工器具预防性试验规程

NB/T 32008 光伏发电站逆变器电能质量检测技术规程

NB/T 32009 光伏发电站逆变器电压与频率响应检测技术规程

NB/T 32010 光伏发电站逆变器防孤岛效应检测技术规程

NB/T 32032 光伏发电站逆变器效率检测技术要求

NB/T 32034 光伏发电站现场组件检测规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

分布式光伏发电系统 distributed photovoltaic power system

在用户现场或靠近用户现场,采用光伏组件,将太阳辐射能直接转换为电能的发电系统。

3.2

集中运维系统 centralized operation and maintenance system

对多个分布式光伏发电系统实现集中运维管控的计算机系统。

注:集中运维系统包括集中运维主站和运维子站。

3.3

集中运维主站 centralized operation and maintenance master station

面向分布式光伏发电系统集中运维管理的中心控制系统。

3.4

运维子站 operation and maintenance sub station

分布式光伏发电系统中实现数据的采集、处理、通信等功能的设备。

4 基本规定

- 4.1 通过集中运维系统对分布式光伏发电系统进行集中监控,并结合设备运行状态进行检修维护。
- 4.2 根据分布式光伏发电系统特点及并网运行要求,建立安全管理、运维管理、物资管理和档案管理等制度,制定运行规程、检修维护规程、巡视检查规程、应急管理和事故分级处理等相关技术文件。需要建立的制度和文件列表参见附录 A。
- 4.3 分布式光伏发电系统设计应符合 GB 50797 要求,并网运行控制应符合 GB/T 33592 要求,电能质量应符合 GB/T 29319 要求,安全操作应遵守 GB 26859、GB 26860 相关规定。
- 4.4 集中运维人员应熟悉分布式光伏发电系统设备状况及接入电网技术要求,并具备相应的作业资质。
- 4.5 根据分布式光伏发电系统特点配置运维人员、备品备件、工器具(含安全工器具)等运维资源,并对安全工器具有效管理,安全工器具配置要求参见附录 B。

5 集中运维技术条件

- 5.1 集中运维系统应具有运行监视、操作与控制、故障告警、运行管理、安全管理、检修维修管理等基本功能,采用开放式体系结构,具备标准接口和良好的可扩展性,具体要求参见附录 C。
- 5.2 集中运维主站应接入运维子站的设备监测和视频信息,集中运维主站与运维子站及外部系统间应具有可靠的通信通道和通信接口。
- 5.3 运维子站应具有数据采集、存储、通信功能。
- 5.4 集中运维系统信息安全应符合 GB/T 20270 要求,涉及电网操作的分布式光伏发电系统应符合电力监控系统安全防护规范要求。
- 5.5 纳入集中运维系统的分布式光伏发电系统应具有生产所需相关资料,系统缺陷记录,生产设备、备品备件、安全工器具及其他物资的核查记录。

6 运行管理

6.1 集中监视

- 6.1.1 集中监视人员通过集中运维系统实现对分布式光伏发电系统的监视、控制与故障分析处理,进行电网协调、运维人员协调等工作。
- 6.1.2 分布式光伏发电系统监视内容主要包含对并网节点、逆变器、汇流箱以及环境的模拟量和断路器与刀闸位置、保护动作和告警信号、逆变器运行状态与告警信号等状态量监视。
- 6.1.3 集中监视人员通过分布式光伏发电系统视频监控进行现场监视,视频监控系统应具备周边防盗报警和摄像记忆功能。监视内容包括:光伏区设备和周围环境、一次和二次设备室、电站周围的人员活动。

6.2 控制与操作

集中运维系统应根据电网调度指令,执行涉网设备操作。

6.3 巡视检查

6.3.1 分布式光伏发电系统应定期进行设备巡视检查,具体巡视检查内容、检查周期及检查要求参见附录D。

6.3.2 在异常气候时应加强巡视检查。

6.3.3 巡检人员应做好巡检记录,发现设备缺陷及时上报处理。

6.4 异常与故障处理

6.4.1 集中监视人员应对异常信息做出初步分析,通知现场运维人员进行检查处理。

6.4.2 集中运维主站与运维子站通信通道中断时,应转为现场运行模式。

6.4.3 分布式光伏发电系统发生故障时,影响到建筑物安全的,应及时报告屋顶业主;影响到电网安全的故障,应及时报告当地电网企业。

6.4.4 事故发生后应查明事故发生的时间、经过、原因、影响范围、人员伤亡情况及直接经济损失等,并根据有关证据、资料,分析事故的直接、间接原因和事故责任,制定防范措施,编制事故调查报告。

6.5 安全管理

6.5.1 应定期开展安全风险辨识与评估,并制定相应的控制措施。安全风险辨识应至少考虑以下过程:

- 运维过程中的常规和非常规的活动及情形,包括:工作场所的基础设施、设备、物资和工作条件;
- 紧急情况,包括涉及人身安全及设备安全的各种突发事件(含火灾、触电、高空坠落等);
- 人员,包括进入工作场所的人员(含运维人员、承包商人员、访客及其他人员)、工作场所附近可能受运维活动影响的人员、因公外出在工作场所外的人员;
- 其他问题,包括:运维内容的变更、发电系统的历史事件、工作附近的外部因素等。

6.5.2 应对识别出的安全风险制定控制措施,保障安全投入,特别是登高作业、组件清洗、除雪等高风险作业应制定专项方案和应急措施;宜使用无人机和机器人进行巡检和组件清洗,减少人员登高作业。

6.6 缺陷管理

6.6.1 分布式光伏系统缺陷可分为以下类型:

- 危急缺陷:直接威胁系统安全运行并应立即处理,可能造成局部电网冲击、人员伤亡、火灾等事故的缺陷;
- 严重缺陷:对设备有严重威胁,对光伏系统发电能力有较大影响,可能造成重大设备损坏的缺陷;
- 一般缺陷:除危急、严重缺陷以外的缺陷,通常指性质一般,危害程度较轻,对系统安全运行影响不大的缺陷。

6.6.2 缺陷发现应遵循以下规定:

- 远程运维人员发现异常监控信息,应及时进行故障初步诊断并通知运维人员进行现场检查确认;
- 运维人员在定期巡检时按要求对设备应认真排查,及时发现设备缺陷。

6.6.3 缺陷处理应遵循以下规定:

- 缺陷的处理时限:危急缺陷应立即响应,严重缺陷和一般缺陷应分析判断缺陷原因,编制处置方案并执行;
- 危急、严重缺陷,应采取应急处理措施,并将缺陷情况及时报告业主、电网企业及相关方。

6.7 物资管理

6.7.1 集中运维系统应根据物资管理制度建立多级物资库存管理体系,按备品备件、低值易耗品、安全工器具、普通工器具、辅助生产物资进行分类统一编码,统一管理,并建立物资台账进行统一管理,其中安全工器具管理应按照 DL/T 1476 的标准执行,相关内容参见附录 C。

6.7.2 集中运维系统应根据所辖场站现场存储条件,按物资分类制定相应的存储策略。对现场具备存储条件的分布式光伏发电项目,宜将低值易耗品(如:组件连接器、熔断器、直流线缆、绝缘胶带、铜线鼻子、防火泥、紧固件等)、安全工器具存放于现场。

6.7.3 集中运维系统应制定统一采购计划,统一采购管理,其中安全工器具的采购要求应符合国家和行业相关标准。

6.8 运行指标评价

6.8.1 分布式光伏发电系统集中运维工作指标项应包括:年发电量指标、缺陷消除率指标、主要设备可利用率指标、场站能耗指标、安全生产指标等。

- a) 年发电量指标:分布式光伏系统一年内累计发电量;
b) 缺陷消除率指标按下式计算:

$$\gamma = \frac{n}{N} \times 100\%$$

式中:

- γ ——缺陷消除率;
 n ——消除缺陷项数;
 N ——统计期间存在、发生的缺陷总项数。

- c) 主要设备可利用率指标:

主要设备可利用率是指统计周期内除去光伏电站主要设备因定期维修和故障时间后剩余时间与总时间除去非设备自身责任停机时间后剩余时间的比值按下式计算:

$$A = \left(1 - \frac{TB}{T - TD}\right) \times 100\%$$

式中:

- A ——统计周期内光伏电站主要设备可利用率;
 TB ——统计周期内光伏电站主要设备停机小时数(不包括待机时间);
 T ——统计周期内的公历小时数,考核时间为(9:00~16:00);
 TD ——统计周期内光伏电站主要设备非设备自身责任的停机小时数。

注:非设备自身责任的停机小时数 TD 包括:

- 1) 电网故障(电网参数在技术规范范围之外);
- 2) 气象条件(包括天气状况和环境温度)超出技术规范规定的运行范围;
- 3) 其他不可抗力因素;

- d) 场站能耗指标按下式计算:

$$R = \frac{E_{in}}{E_{out}}$$

式中:

- R ——场站能耗指标;
 E_{in} ——统计周期内光伏电站的上网电量;
 E_{out} ——统计周期内光伏电站的发电量。

- e) 安全生产指标:火灾发生率为 0%,伤亡事故率为 0%。

6.8.2 集中运维单位应定期针对各分布式光伏发电系统形成运维工作日报、月报、年报等报告报表。

6.9 智能运维

6.9.1 根据运行监控数据,结合系统类型、工况条件,实现对光伏系统进行故障预判、系统效率分析评估。

6.9.2 根据设备生产性能数据,结合气象数据,实现对光伏系统发电功率预测。

6.9.3 根据系统运行数据,结合经济性分析,实现对组件清洗评估、技术改造建议的功能。

6.9.4 根据系统运行数据,结合管理策略,实现对运行检修决策、库存优化管理、设备巡检优化管理决策支持。

6.9.5 根据系统生产、运营数据及财务数据进行综合分析,提供电站投资方面包括系统投资回报率、度电成本以及未来项目投资建设等的分析与建议。

7 设备检修

7.1 集中运维系统应对设备状态进行分析判断,达不到要求的部件应及时维修或更换。

7.2 分布式光伏发电系统所配置的检修工具应具有检验合格证,并在有效期内。

7.3 分布式光伏发电系统检修人员应具备与自身职责相应的专业技能,在检修工作之前应制定安全措施。

7.4 组件检修内容应包含组件安装紧固情况、电气连接情况、热成像测试、接地电阻测试等,相关检修要求应符合 NB/T 32034。

7.5 逆变器检修内容应包含逆变器温度检测装置检验,散热系统运行情况、通风滤网积灰情况、内部器件热成像测试等,相关检修要求应符合 NB/T 32008、NB/T 32009、NB/T 32010、NB/T 32032。

7.6 汇流箱检修内容应包含汇流箱防雷器状态、熔断器状态、通信装置检测等,相关检修要求应符合 GB/T 34933。

7.7 变压器检修内容应包含变压器主体外观检查、基础及底座清洁、温度计和油位计等传感器检验等,相关检修要求应符合 DL/T 573。

7.8 开关柜检修内容应包含开关柜外观检查、母线夹件及绝缘支撑检查、内部元器件高压试验、带电状态下红外检测、带电状态下工作状态检查等,相关检修要求应符合 GB/T 3906。

7.9 继电保护装置检修内容应包含继电保护装置外观检查、二次回路及绝缘电阻检查、开关量输入回路检查、输出触点及输出信号检查、整定值校验等,相关检修要求应符合 DL/T 995。

附 录 A
(资料性附录)

运维管理制度和技术文件

分布式光伏发电系统集中运维管理制度和技术文件清单见表 A.1。

表 A.1 运维管理制度和技术文件清单

分类	文件名称
运维管理制度	分布式光伏发电系统人员管理制度
	分布式光伏发电系统两票管理制度
	分布式光伏发电系统运维计划管理制度
	分布式光伏发电系统 5S 管理制度
	集中运维系统维护管理制度
	集中运维系统远程监控管理制度
	集中运维系统工单管理程序
安全管理制度	分布式光伏发电系统运维安全责任制
	分布式光伏发电系统特种作业人员管理制度
	分布式光伏发电系统安全培训教育制度
	分布式光伏发电系统安全检查和隐患排查治理制度
	分布式光伏发电系统消防安全管理制度
	分布式光伏发电系统高风险作业管理规定
	分布式光伏发电系统车辆安全管理规定
	分布式光伏发电系统相关方安全管理规定
	分布式光伏发电系统缺陷管理制度
物资管理制度	分布式光伏发电系统安全工器具首理制度
	分布式光伏发电系统仓库管理制度
档案管理制度	分布式光伏发电系统运营报告管理制度
	分布式光伏发电系统检测试验报告管理制度
	分布式光伏发电系统基础信息维护管理制度
	分布式光伏发电系统运维记录存档管理制度
技术文件	分布式光伏发电系统运行规程
	分布式光伏发电系统检修规程
	分布式光伏发电系统巡视检查规程
	分布式光伏发电系统危险应急指导书
	分布式光伏发电系统事故分级和处理控制规范

附录 B
(资料性附录)
安全工器具配置

分布式光伏发电系统安全工器具的具体配置种类、数量和规格宜根据系统的电压等级、装机容量和工况条件进行配置。

分布式光伏发电系统安全工器具配置可参考表 B.1。

表 B.1 分布式光伏发电系统安全工器具配置

名称	用途	检验周期
绝缘杆	用于短时间对带电设备进行操作或测量的绝缘工具	1年
接地线	用于防止设备、线路突然来电、消除感应电压、放尽剩余电荷的临时接地装置	5年
验电杆	通过检测通过验电器对地杂散电容中的电流,检验高压电气设备、线路是否带有运行电压的装置	1年
验电笔	通过检测通过验电器对地杂散电容中的电流,检验高压电气设备、线路是否带有运行电压的装置	1年
安全电压检测仪	通过检测通过验电器对地杂散电容中的电流,检验高压电气设备、线路是否带有运行电压的装置	1年
核相仪	用于检测待连接设备、电气回路是否相位相同的装置	1年
绝缘绳	用于交流高压各电压等级的电气设备上带电作业的绝缘绳索	半年
绝缘夹钳	主要在 35 kV 及以下电力系统中,用于安装和拆卸高压熔断器或执行其他类似工作的工具	1年
绝缘拉闸杆	用于短时间对带电设备进行操作的绝缘工具,如拔通或断开高压隔离开关、跌落熔丝具等	无
地刀操作手柄	断开及闭合接地刀闸	无
箱变高压操作杆	箱变操作使用	无
个人保安线	用于防止感应电压危害的个人用接地装置	5年
绝缘罩	用于遮蔽带电导体或非带电导体的保护罩	1年
绝缘隔板	用于隔离带电部件、限制工作人员活动范围的绝缘平板	1年
绝缘胶垫	用于加强工作人员对地绝缘的橡胶板	1年
人字梯	登高作业的工具	1年
直梯	登高作业的工具	1年
三步绝缘凳	登高作业的工具	1年
临时安全围栏或警戒线	现场围护	无
标识牌	提示牌、警示牌、警告牌、警示带、设备标识等	无
安全帽	用于保护工作人员头部免受外力冲击伤害的帽子	1年

表 B.1 (续)

名称	用途	检验周期
安全帽(冬季)	用于保护工作人员头部免受外力冲击伤害的帽子	1年
高压近电报警安全帽	带有高压近电报警功能的安全帽	1年
安全带(带自锁器)	预防高处作业人员坠落伤亡的个人防护用品	1年
安全绳	安全带上面的保护人体不坠落的系绳	1年
绝缘靴(分电压等级)	用于使人体与地面绝缘的靴子	半年
绝缘手套(分电压等级)	电气绝缘作用的手套	半年
防电弧服	用于减轻或避免电弧发生时散发出的大量热能辐射和飞溅液体的伤害	无
护目眼镜	在维护电气设备和进行检修工作时,保护工作人员不受电弧灼伤以及防止异物落入眼内的防护用具	无
纱手套	普通作业防护	无
反光背心	低能见度情况下的警示	无

附录 C
(资料性附录)
集中运维系统

C.1 系统构成

C.1.1 集中运维系统可包括主站和子站以及之间的通信通道,系统结构可参照图 C.1。

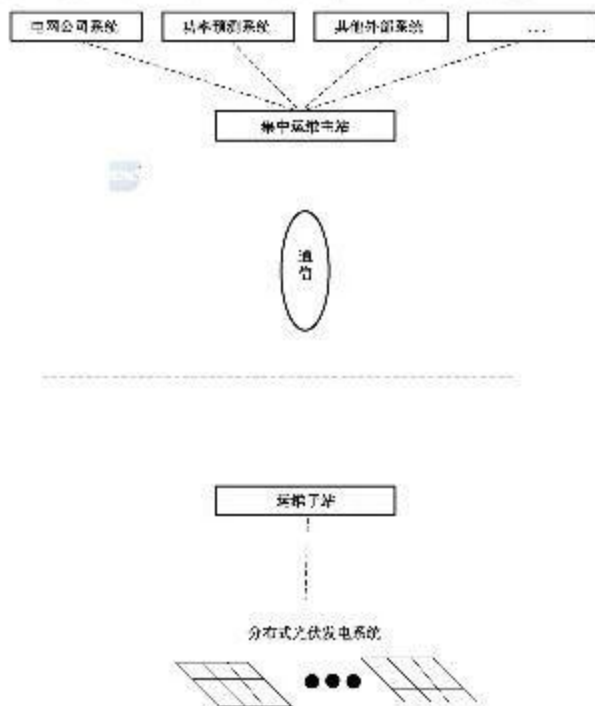


图 C.1 集中运维系统结构图

C.1.2 集中运维主站应具备以下功能：

- 主站实现对分布式光伏发电系统的集中运行监视、操作与控制、异常分析与故障预警、运行维护与检修管理、生产计划及物资管理等功能,并可与电网系统通信,进行信息交换;
- 主站由服务器、工作站、交换机/路由器、防火墙、打印机和时钟设备等构成,服务器和工作站的数量可根据系统规模以及运算量合理配置;
- 主站宜配置数据库及其管理系统,数据存储时间不少于3年;
- 主站宜进行冗余配置,具备灾备功能。

C.1.3 运维子站应具备以下功能：

- 子站实现分布式光伏发电系统的数据采集、处理及与主站的信息交换等功能;

- b) 子站可单独配置,也可作为功能模块集成于其他设备中。

C.1.4 主站和子站之间的通信通道宜配置如下:

- a) 主站与子站间的通信可采用无线(GPRS/3G/4G)、公网、专网(专线/VPN加密链路)方式,宜采取相应的信息安全防护措施;
- b) 主站与外部系统的通信满足相应系统的接入要求;
- c) 视频信息不宜与监控数据传输共用一个通道;
- d) 支持与电网调度系统通信,通信规约宜采用 DL/T 634.5101, DL/T 634.5104;支持与各子站通信。

C.1.5 安全防护措施宜按如下:

- a) 系统宜设置防火墙、隔离装置、加密装置等安全防护设备,网络安全防护可参照 GB/T 20270;
- b) 集中运维系统的数据库、服务器宜制定信息安全策略及相关实施办法。

C.2 系统功能

C.2.1 集中运维主站功能

C.2.1.1 集中运行监视应具备以下功能:

- a) 基础信息展示:基础信息包括场站名称、场站地理位置、场站容量、场站组件面积等;
- b) 电站实时监视:具备主要测点的分时、分日、分月以及分年的数值展示图表;
- c) 电站统计分析:具备主要性能参数的分时、分日、分月以及分年的数值展示图表,主要性能指标包括系统 PR、等效利用小时数等;
- d) 历史信息查询:逆变器、汇流箱、电表、环境监测仪、并网点、变压器等设备监测点的历史数据查询与导出;
- e) 单电站数据展示:直观展示电站全年、各月的计划完成情况、上网电量、综合效率等统计指标;
- f) 多场站数据展示:对集团级的多电站计划完成率、上网电量、综合效率和资源分布等关键指标进行多角度、多维度的分析;
- g) 报表管理:根据需求选择历史数据,生成不同格式和类型的报表;报表应支持文件导出和打印等功能。

C.2.1.2 操作与控制应具备以下功能:

- a) 支持对电站设备的操作与控制,包括遥控、遥调、人工置数、标识牌操作、闭锁和解锁等操作;
- b) 防误闭锁:支持多种类型自动防误闭锁功能,包括基于预定义规则的常规防误闭锁和基于拓扑分析的防误闭锁功能;操作指令宜经过防误验证,并有出错告警功能;
- c) 顺序控制:能够按照预先设定的顺序和流程控制电站设备动作;
- d) 支持操作与控制可视化;
- e) 操作与控制宜有记录,包括操作人、操作对象、操作内容、操作时间、操作结果等,可供调阅和打印。

C.2.1.3 故障告警管理应具备以下功能:

- a) 能够将分布式光伏发电系统现场所采集到的各设备故障类通信信号上报至集中运维系统进行展示;
- b) 能够记录故障告警的发生时间、设备位置、最近操作记录、故障状态等信息;
- c) 能够对在集中运维系统中展示出来的故障类通信信号的信息进行基本操作,如删除、信息修改、查询;
- d) 能够对故障信息排查解决完毕后对故障造成的损失进行评估;
- e) 能够对由故障告警及处置过程形成的故障案例进行分类管理,具备快速访问和查询的功能。

C.2.1.4 集中运营管理宜具备以下功能：

- a) 运行值班管理对将电站生产运行值班过程中的主要事件进行记录；
- b) 巡检管理：制定巡检的操作方案，包含巡检设备、巡检检路线、巡检检任务以及异常数据反馈等功能，异常数据可以自动触发故障单；
- c) 报告报表功能：能够按照既定要求形成相应的报告和报表功能，并支持文件导出要求；
- d) 资料管理功能：具备对系统相关资料进行分类管理的功能，并支持快速访问和查阅。

C.2.1.5 设备、工器具及备品备件管理宜具备以下功能：

- a) 物资编码管理：系统宜支持按照 GB/T 50549 要求进行编码设定的功能；
- b) 物资台账管理：系统宜支持对设备和部件、备品备件、工器具等物资信息和资料进行分类录入、删除、修改和查询的功能；
- c) 工器具管理：集中运维系统宜具备对场站配备的工器具的种类和数量统计功能，同时宜具备对工器具校验周期提醒的功能；
- d) 备品备件管理：集中运维系统宜具备场站配备的备品备件的种类和数量统计功能，同时宜具备对备品备件安全库存的定义和缺库提醒的功能。

C.2.1.6 安全管理宜具备以下功能：

- a) 安全组织管理：实现集团公司、电站区域公司安全组织架构设定功能；
- b) 安全综合管理：各种安全相关的制度、培训、考核、应急等的文档管理功能；
- c) 安全检查管理：实现安全检查计划、任务、结果的管理功能；
- d) 安全事故管理：实现安全事故登记与处理闭环管理功能。

C.2.1.7 检修维修管理宜具备以下功能：

- a) 检修维修单管理：实现各种故障检修维修工作的单据登记、检修维修过程的资料，检修维修结果的信息管理功能；
- b) 检修计划管理：实现检修计划信息的登记管理功能，信息内容包括基本的季度、月度检查计划等；
- c) 缺陷管理：实现各种设备、各来源的缺陷信息登记、缺陷处理及处理结果信息登记功能；
- d) 隐患管理：实现各种设备、各来源的隐患信息登记、隐患治理及治理的记过信息登记功能；
- e) 预防性维护管理：实现预防性维护计划，维护工作的内容登记维护管理，包括预防性维护计划、定期预防性维护检验等维护保养信息内容管理功能。

C.2.1.8 系统管理宜具备以下功能：

- a) 权限设置：登录权限、场站权限、功能权限、数据权限；
- b) 在线用户管理：用户登录、操作记录；
- c) 时间同步：宜采用简单网络时间协议(SNTP)对时方式，并以此同步各子站；
- d) Web 功能：主站宜具备相关数据的信息发布、浏览和下载等 Web 功能。

C.2.2 运维子站功能**C.2.2.1 数据信号采集****C.2.2.1.1 运维子站采集的模拟量数据包括下列内容：**

- a) 分布式光伏发电系统每个并网节点有功功率、无功功率、电压、电流、频率、电能量等数据；
- b) 分布式光伏逆变器有功功率、无功功率、电压、电流、功率、温度等数据；
- c) 汇流箱各路电流、汇总输出电流、母线电压量等数据；
- d) 分布式光伏发电系统周围环境包括环境温度、辐照度、电池板温度等数据；
- e) 子站应建立数据存储，存储时间应不少于 7 d。

C.2.2.1.2 运维子站采集的状态信号包括下列内容：

- 分布式光伏发电公共连接点断路器、隔离刀闸和接地刀闸位置、保护硬接点状态以及远方/就地控制等各种开关量信号；
- 分布式光伏发电每个并网点断路器和隔离开关的位置信号、重合闸位置、保护动作及告警信号；
- 光伏逆变器运行状态及告警信号；
- 分布式光伏发电主升压变压器分接头挡位(当采用有载调压变压器)；
- 光伏汇流箱保护动作及告警信号；
- 分布式光伏发电保护、安全自动装置等设备状态、保护动作及告警信号、运行人员操作顺序记录信息。

C.2.2.2 数据信息处理

子站宜对所采集的实时信息进行数字滤波、有效性检查、工程值转换、信号接点抖动消除、刻度计算等加工。数据采集子系统可进行数据合理性检查、异常数据分析、事件分类等处理,并支持常用的计算功能,支持对采集的各类原始数据和应用数据分类存储和管理。

C.3 系统性能指标

C.3.1 系统数据规模宜满足以下要求：

- 模拟量： $\geq 20\ 000$ 点；
- 开关量： $\geq 40\ 000$ 点；
- 控制量： $\geq 2\ 000$ 点；
- 设定值： $\geq 2\ 000$ 点；
- 计算量： $\geq 5\ 000$ 点；
- 数据库的历史数据存储时间： ≥ 3 个月；
- 至少能在线保存240个事故追忆数据集。

C.3.2 系统对时精度宜满足以下要求：

- 时钟精度： $\pm 1 \times 10^{-6}$ s；
- 与标准时间的误差： ≤ 1 ms。

C.3.3 远动技术指标和实时性指标宜参照 DL/T 5003 的相关要求。

C.3.4 计算机中央处理器(CPU)负载应留有适当裕度,在重载情况下,其最大负荷率不宜超过70%。

C.3.5 可靠性指标宜满足以下要求：

- 系统年可用率： $\geq 99.5\%$ ；
- 平均无故障间隔时间(MTBF)： $\geq 4\ 000$ h；
- 控制操作正确率： $\geq 99.9\%$ ；
- 系统运行寿命： ≥ 10 年。

附录 D
(资料性附录)
巡视检查项目

D.1 基础与支架

基础与支架的巡视检查宜参照表 D.1 的规定。

表 D.1 基础与支架巡视检查

编号	巡视检查内容	巡视检查方法	执行周期	异常情况	处理措施及注意事项
01	基础	目测及工具检测	1次/半年	基础沉降、移位、歪斜超出设计要求	按设计要求修正 由具有专业资质的设计单位出具修正加固方案进行加固回编
			1次/半年 (异常天气需增加临时巡检)	基础表面被根致裸露地脚螺栓或配筋	修补
02	支架结构情况	目测及工具检测	1次/半年 (异常天气需增加临时巡检)	光伏方阵整体存在变形、错位、松动	按设计要求修正
				受力构件、连接构件和连接螺栓损坏、松动、焊缝开裂	紧固、更换
				组件压块松动、损坏	紧固、更换
				支承结构之间存在对光伏系统运行及安全可能产生影响的设施	清理会产生影响的设施
03	防腐情况	目测或仪器测量	1次/半年	金属材料的防腐涂层剥落和腐蚀	用砂纸人工打磨除锈,补刷环氧富锌漆或热镀锌修补剂,涂层厚度不小于120 μm; 锈蚀严重者更换
04	支架接地情况	仪器测量	1次/年	支架接地位置异常、接地电阻大于 ± 0	检查接地线路,修正接地位置或更换接地部分线路

D.2 光伏组件

光伏组件的巡视检查宜参照表 D.2 的规定。

表 D.2 光伏组件巡视检查

编号	巡视检查内容	巡视检查方法	执行周期	异常情况	处理措施及注意事项
01	外观检查	目测	1次/月	带电警告标识丢失	重新粘贴标识
				玻璃破碎、背板均焦、明显的颜色变化	更换组件
				组件边缘或任何电路之间形成连通通道的气泡	
			接线盒变形、扭曲,开裂或烧蚀,接线端子无法良好连接		
02	组件表面积灰情况及遮挡情况	目测及仪器测量	1次/月 (根据当地情况适当调整维护密度)	光伏组件表面堆积灰尘或污垢,因灰尘堆积造成发电效率明显降低	<ul style="list-style-type: none"> a) 根据实际情况选择人工擦拭、冲洗、机器清洗或配备自动清洗机器人自动清洗; b) 清洗过程严禁踩踏光伏组件,严禁使用腐蚀性溶剂或硬物工具,严禁在风力大于4级、大雨或大雪的气象条件下清洗光伏组件; c) 采取砍伐树枝、清理杂草、增设围栏等措施消除遮挡及遮挡出现的隐患
03	工作温度	仪器测量	1次/半年	在太阳辐照度不小于 500 W/m^2 、风速不大于 2 m/s 的条件下,同一光伏组件外表面温度差异大于 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$	更换或持续观察
04	绝缘测试	仪器测量	1次/半年 (抽查)	测试电压为 1000 V ,正极与负极短路时对地,正极对地以及负极对地的绝缘电阻小于 $1\text{ M}\Omega$	检查绝缘问题点,采取绝缘处理
05	异常组件排查	仪器测量	及时处理	太阳辐射强度基本一致的条件 下测量接入同一个直流汇流设备的各光伏组件串中输入电流偏差超过5%	排查和更换工作异常组件
注:系统运行不正常或遇自然灾害时应立即检查。					

D.3 汇流箱

汇流箱的巡视检查宜参照表 D.3 的规定。

表 D.3 汇流箱巡视检查

编号	巡视检查内容	巡视检查方法	执行周期	异常情况	处理措施及注意事项
01	外观检查	目测及操作检验	1次/半年	箱体变形、锈蚀、漏水、积灰	重新喷漆,清理灰尘,检查更换密封部件
				安全警示标识缺损	重新粘贴安全警示标识
				防水锁启闭失灵	更换防水锁
02	箱体内接线端子检查	目测及仪器测量	1次/半年	松动、锈蚀	加固、更换
03	箱内温度检测	仪器测量	1次/半年 和更换元件后	元器件湿度异常	接头加固,或元器件更换
04	直流熔丝	目测及仪器测量	及时处理	损坏	更换
05	绝缘测试	仪器测量	1次/半年 (与光伏组件绝缘测试同步进行)	测试电压为1kV,直流输出母线的正极与负极短路时对地,正极对地,负极对地的绝缘电阻小于1M Ω	检查绝缘问题点,进行绝缘处理
06	浪涌保护器	目测	雷雨季节前或发现问题及时处理	装置失效	更换
07	直流断路器	操作检验	1次/半年	装置失灵、失效	更换
注:系统运行不正常或遇自然灾害时宜立即检查。					

D.4 直流配电柜(箱)

直流配电柜(箱)的巡视检查宜参照表 D.4 的规定。

表 D.4 直流配电柜(箱)巡视检查

编号	巡视检查内容	巡视检查方法	执行周期	异常情况	处理措施及注意事项
01	外观检查	目测及操作检验	1次/半年	箱体变形、锈蚀、漏水、积灰	重新喷漆,清理灰尘,检查更换密封部件
				安全警示标识缺损	重新粘贴安全警示标识
				排风扇转动不顺畅	转轴润滑或更换
				指示灯显示异常	更换
	防水锁启闭失灵(室外安装时检查)				更换
02	箱体内接线端子检查	目测及仪器测量	1次/半年	松动、锈蚀	加固,更换
03	绝缘测试	仪器测量	1次/半年	测试电压为1kV,直流输出母线的正极对地,负极对地的绝缘电阻小于1M Ω	检查绝缘问题点,进行绝缘处理
04	湿度检测	仪器测量	1次/半年和更换元件后	元器件湿度异常	加固线头,或元器件更换
05	输入输出接口	目测及仪器测量	1次/半年	直流输入接口与汇流箱连接不牢靠	紧固加固
				直流输出与下级设备直流输入处连接不牢靠	
06	直流断路器	操作检验	1次/半年	直流断路器动作不灵活	更换
07	接地导体连接性测试	仪器测量	1次/年	相邻设备接地线之间的电气导通(直流电阻值)大于0.2 Ω	改造接地线或接地桩(网)
08	浪涌保护器	目测	雷雨季节前或发现问题及时处理	装置失效	更换

注:系统运行不正常或遇自然灾害时宜立即检查。

D.5 逆变器

逆变器的巡视检查宜参照表 D.5 的规定。

表 D.5 逆变器巡视检查

编号	巡视检查内容	巡视检查方法	执行周期	异常情况	处理措施及注意事项
01	系统运行状态	目测及操作检验	1次/半年	逆变器外观损伤、变形	检修
				逆变器运行时有较大振动和异常噪声	
				逆变器外壳发热情况异常	使用热成像仪监测系统温度,检查逆变器各项参数
02	系统清洁	目测	1次/半年	逆变器表面积灰,进出口堵塞	及时清理积灰
03	电气连接	目测及操作检验	1次/半年	电缆连接松动	断电检修,严重情况及时更换
				与金属表面接触的电缆表面存在刮伤的痕迹	
04	警示标识	目测	1次/半年	逆变器上的警示标识破损、卷边、脱落	更换标识
05	风扇	目测及操作检验	1次/半年	散热风扇运行时有较大振动及异常噪音	应断电检查,及时更换
				风扇叶片有裂缝	
06	断路器	操作检验	1次/半年	交/直流断路器异常,开关失效	及时更换
07	输入输出端子	目测	1次/半年	端子松动,断裂	紧固、更换端子
08	逆变器的输出电能质量	操作检验	1次/半年	超出标准限值	优化软件、整改
09	逆变器报错检查	记录信息查询	1次/半年	逆变器功能报错	针对报错事项进行整改
10	逆变器内部防雷	目测	雷雨季节前或发现问题及时处理	装置失效	更换
注:系统运行不正常或遇自然灾害时应立即检查。					

D.6 交流配电柜

交流配电柜的巡视检查宜参照符合表 D.6 的规定。

表 D.6 交流配电装置巡视检查

编号	巡视检查内容	巡视检查方法	执行周期	异常情况	处理措施及注意事项
01	外观检查	目测及操作检查	1次/半年	箱体变形、锈蚀、漏水、积灰	重新喷漆,清理灰尘,检查更换密封部件
				安全警示标识磨损	重新粘贴安全警示标识
02	运行指示检查	目测	1次/月	带电指示、位置指示、故障指示灯异常	停电更换
03	温度检测	仪器测量	1次/半年 和更换元件后	元器件温度异常	紧固接头,或更换元器件
04	开关柜内保护控制、回路检查	目测	停电检修时	松动	紧固加固
05	保护装置保护定值核对检查	目测核对	1次/年	定值变化	重新输入定值并固化,无效则更换装置
06	断路器	操作检查	1次/年	无法操作	维修操作机构
07	互感器	目测及感官	1次/半年	互感器本体异常声音、异味	停电,检查互感器绝缘,如绝缘不合格则进行更换
				套管支柱绝缘子积灰	按计划停电对积灰进行清扫
				瓷件有裂纹损坏	停电,更换绝缘子
08	高压开关柜保护装置定期检验	仪器测量	1次/3年	装置动作特性不合格	更换
09	高压开关柜耐压、回路电阻、机械特性试验	仪器测量	1次/6年	特性不合格	更换
10	防雷装置(拿出米形成一个新的表格:防雷接地)	目测	雷雨季节前或发现问题及时处理	装置失效	更换
11	电能质量	仪器测量	1次/半年	电能质量不满足相关标准	检测整改

注:系统运行不正常或遇自然灾害时应立即检查。

D.7 干式变压器

干式变压器干式变压器巡视检查宜参照表 D.7 的规定。

表 D.7 干式变压器的巡视检查

编号	巡视检查内容	巡视检查方法	执行周期	异常情况	处理措施及注意事项
01	支持绝缘子	感官	1次/月	放电痕迹或其他异常现象	负荷应切换至合适的备用变压器上运行,再对异常变压器停电开票处理;如没有合适备用变压器,情况严重则应及时停电处理
02	变压器声响	感官	1次/月	变压器声响非正常的“嗡嗡”声	重点关注并及时联系维护人员查明原因,情况严重应及时切换至备用变压器或停电处理
03	引线接头、电感、母线温度、本体	仪器测量	1次/月 (重负荷、酷暑季节加强巡检)	异常发热	停电检查处理
04	各控制箱和二次端子箱、机构箱	感官	1次/月,和风雨过后	受潮;温控装置工作异常	检查箱体密封和温控装置,进行修理或更换
05	风机或风扇	感官	1次/月	运转不畅	做好记录,待机处理 温度超标时,应立即开票处理
06	温度控制器	目测比对 (记录温控器温度并与 DCS 数据比对)	1次/月	就地记录数据与分散控制系统(DCS)显示不一,三相温度显示不平衡;温度高报警	及时联系维护人员查看处理;降负荷或停运
07	绝缘电阻	仪器测量	投运前	绝缘电阻值不符合 DL/T 596 的相关规定	检查试验回路接地线是否被拆除; 用电吹风对线圈进行吹扫; 用大功率白炽灯烘烤,直到绝缘合格为止
注:系统运行不正常或遇自然灾害时宜立即检查。					

D.8 油式变压器

油式变压器巡视检查宜参照表 D.8 的规定。

表 D.8 油式变压器巡视检查

编号	巡视检查内容	巡视检查方法	执行周期	异常情况	处理措施及注意事项
01	变压器储油柜	感观及仪器测量	1次/月 (负荷、环境温度变化大加强巡检)	变压器上层油温或温升超过允许值	查看三相负荷是否平衡,是否过负荷运行,根据当时负荷、周围气温,核对油温是否超标; 检查油循环有无不正常情况,若因系统不正常,则应降低负荷使油温下降,或手动开启风扇;(若因负荷过重造成油温过高,应增加散热器的投入或降负荷) 在正常负载和冷却条件下,变压器温度超标且不断上升,应立即停运
				漏油	油面缓慢下降,通知检修人员处理漏点并加油。 若因大量漏油而使油位迅速下降时,应迅速采取止漏措施,或及时停电处理。 若因漏油已造成油量低于液位计下限时,应立即停运再作检修处理
				呼吸器堵塞,硅胶变色	联系维护人员开票处理
02	变压器声响	感官	1次/月	变压器声响不正常地明显增大,内部有爆裂声	立即停运,联系专业人员进行修复
03	引线接头,电缆,母线温度	仪器测量	1次/月	异常发热	做好情况跟踪,分析发热原因,必要时停电重新接线或更换
04	各控制箱和二次端子箱、机构箱	感官	1次/月	受潮;加热器、温控装置工作异常	检查密闭机构加热器等装置状况,进行修理或更换
05	套管油位和油色	感观	1次/月	套管渗漏油	做好记录,密切关注,待机处理;若渗漏严重及时停电处理
				套管有严重破损和放电现象	立即停运,联系专业人员进行修复
06	散热器	感观	1次/月	严重脏污	停电清扫
07	有载调压装置的动作情况	操作检验	1次/半年或带载调压时,检修时	机构卡涩或直阻不正常	检查处理
08	各种保护装置应齐全、良好	目测,仪器检测	结合变压器检修时	保护装置校验及保护传动异常	检查保护接线及定值设定情况
09	绝缘电阻	仪器测量	在线监测或投运前	绝缘电阻值不符合DL/T 596的相关规定	运行中发现绝缘不合格,及时停运处理;投运前测试不合格进行回路检查恢复绝缘
注:系统运行不正常或遇自然灾害时应立即检查。					

D.9 交直流电缆

交直流电缆巡视检查宜参照表 D.9 的规定。

表 D.9 交直流电缆巡视检查

编号	巡视检查内容	巡视检查方法	执行周期	异常情况	处理措施及注意事项
01	电缆进出设备处部位	目测	1次/半年	存在直径大于10mm的孔洞	用防火堵泥封堵
02	电缆固定支撑点	操作检验	1次/半年	电缆支撑点不完好	固定或调整支撑点
03	电气竖井检查	目测	1次/半年	电缆井内有异物或积水	清除堆积物、垃圾等,及时处理
04	室内电缆沟	目测	1次/年	电缆外皮损坏	保护或更换
05	直埋电缆沿线沿线检查	目测	1次/年	路径附近地面出现挖掘、堆放重物、建材及临时设施,有腐蚀性物质堆积	及时修补地面、清理堆积物
06	室外电缆沟	目测	1次/年	电缆沟或电缆井的盖板有损坏;沟道中有积水或杂物;沟内支架不牢固,有锈蚀、松动现象;铠装电缆外皮及铠装有严重锈蚀	更换盖板,清除杂物,外皮破损电缆应进行修补并加以保护,严重锈蚀电缆应进行更换
07	电缆连接器	操作检验	1次/半年	电缆连接器出现接触不良、浸水,变形发热现象	更换
08	电缆接头	操作检验	1次/半年	电缆接头直接置在金属表面上(即扎电缆脱落)	重新绑扎
09	室外线槽	目测	1次/半年	线槽表面不清洁,槽盖固定不完好;连接片、螺栓等有锈蚀	清理,固定槽盖,更换连接器件
10	电缆接头温度	仪器检测	1次/半年 (与光伏组件工作温度检测同期进行)	局部温升超过15%或10℃	断电检修,对电缆接头进行紧固或更换

注:系统运行不正常或遇自然灾害时应立即检查。

D.10 数据采集与监控装置

数据采集及监控装置巡视检查宜参照表 D.10 的规定。

表 D.10 数据采集与监控装置巡视检查

编号	巡视检查内容	巡视检查方法	执行周期	日常维护	异常情况	处理措施及注意事项
01	采集设备	目测与仪器测量	1次/半年	检查主机数据及电源连接线, 打扫灰尘等	监控主机指示灯显示异常或监控主机异常导致监控无法上传数据	检查主机本身是否工作正常, 不正常则应进行维修或更换; 检查传感器是否工作正常, 不正常则应进行维修或更换
02	网络及传输设备	目测与仪器测量	1次/半年	备份传输设备配置; 检查传输设备电源连接线, 打扫灰尘等	传输中断或者传输变慢, 所有数据显示中断或者网络导致上传数据变慢	检查传输线路和传输接口, 有问题则应维修处理; 检查传输设备配置是否正确, 是否被更改, 不正常则应重新配置; 检查传输设备本身是否工作正常, 不正常则应进行维修或更换; 检查网络中的设备是否有病毒感染, 有病毒则应查杀病毒
03	监控服务器	目测与软件测试	1次/月	检查硬盘存储空间并备份数据片; 升级杀毒软件, 清理优化服务器; 检查主机数据及电源连接线, 打扫灰尘等	服务器运行速度变慢或 CPU 与内存使用率异常	用杀毒软件查杀病毒, 清理磁盘及内存空间, 清理进程等, 不能解决问题则应重新安装系统及服务软件
04	监控终端主机	目测与软件测试	1次/半年	升级杀毒软件, 清理优化服务器; 检查主机数据及电源连接线, 打扫灰尘等	监控终端主机运行速度变慢或 CPU 与内存使用率异常	用杀毒软件查杀病毒, 清理磁盘及内存空间, 清理进程等, 不能解决问题则应重新安装系统及终端软件
05	风速仪	目测与仪器测量	1次/半年	清理传感器污垢等	监控页面显示风速数据异常 风速传感器异常, 不转动或迎风下轻微转动	与手持设备对比测试, 异常则应拆卸维修或更换
05	空气温湿度表计	目测与仪器测量	1次/半年	清理传感器污垢等	监控页面显示温度、湿度数据异常	与手持设备对比测试, 异常则应拆卸维修或更换

表 D.10 (续)

编号	巡视检查内容	巡视检查方法	执行周期	日常维护	异常情况	处理措施及注意事项
67	降水量	目测与仪器测量	1次/半年	检查传感器表面是否有污垢以及排水口是否畅通	监控页面显示降水量数据异常	拆卸维修或更换
68	太阳辐照表计	目测与仪器测量	1次/月	参考 GB/T 31156 进行	监控页面显示辐射量数据异常	确认传感器倾斜角及方位角与设计是否一致,偏移则应校准; 校准后依旧异常,则应拆卸维修或更换
69	逆变器输入/输出电量	数据对比	1次/半年	无	逆变器显示电量与电表数据对比,显示数据异常	进行逆变器检修或更换
16	监控的电量数据	数据对比或仪器测量	1次/半年	无	与关口表的人工抄表数据或仪器测量数据对比,显示异常	对监控设备进行校准或更换
注:系统运行不正常或遇自然灾害时宜立即检查。						

参 考 文 献

- [1] GB/T 31156 太阳能资源测量 总辐射
 - [2] GB 50549 电厂标识系统编码标准
 - [3] DL/T 572 电力变压器运行规程
 - [4] DL/T 596 电力设备预防性试验规程
 - [5] DL/T 634.5101 远动设备及系统 第 5-101 部分:传输规约 基本远动任务配套标准
 - [6] DL/T 634.5104 远动设备及系统 第 5-104 部分:传输规约 采用标准传输协议集的 IEC 60870-5-101 网络访问
 - [7] DL/T 5003 电力系统调度自动化设计规程
-