ICS 13.260
CCS A47

DB 63

青 海 省 地 方 标 准

DB 63/T 1514—2023
代替 DB 63/T1514-2016

风力发电场雷电防护装置检测技术规范

点击此处添加标准名称的英文译名

（报批稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2023－XX－XX 发布　　2023－XX－XX 实施

青海省市场监督管理局　　发 布

目　　次

前言 II
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　风力发电场防雷类别和风力发电机组防雷区划分 2
5　检测步骤 2
6　检测项目 3
7　技术要求 4
8　检测方法 8
9　检测设备 12
10　检测周期 12
11　检测数据记录与结果判断 12
12　检测报告 12
附录A（规范性）　风力发电机组防雷区和风力发电场防雷类别划分 13
附录B（规范性）　接触电位差和跨步电位差测试原理与方法 15
附录C（规范性）　接地阻抗测试原理和方法 17
附录D（规范性）　土壤电阻率测试原理与方法 19
附录E（规范性）　升压变电站（开关站）场区地表电位梯度测试原理与方法 21
附录F（规范性）　主要检测仪器设备性能及参数要求 22
附录G（资料性）　原始记录与检测报告表格式样 24
参考文献 41

前　　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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专利的责任。本文件代替DB63/T 1514-2016《风力发电场雷电防护装置检测技术规范》，与DB63/T 1514-2016相比，除结构性调整和编辑性改动外，主要技术变化如下:

——更改了“接地线”的术语和定义（见 3.5,2016 版 3.4）；

——删除了 “雷电防护装置检测”“接地装置”和“土壤电阻率”的术语和定义（见2016版3.1,3.5， 3.21）；

——增加了“箱式变电站”“集电线路”的术语和定义（见3.4,3.5）；

——更改了“内部防雷装置”的术语和定义（见3.13,2016版3.14）；

——更改了“外部防雷装置”的术语和定义（见3.14,2016版3.15）；

——更改了第4章“风力发电场防雷类别的划分”（见第4章，2016版第4章）；

——增加了检测程序一章（见第5章）；

——增加了风力发电机组检测项目“划分防雷区”检测内容（见6.1）；

——增加了升压变电站（开关站）检测项目“独立接闪杆保护范围”内容（见6.2）；

——增加了建（构）筑物“生活用房”“路灯灯杆”“监控设施”和“门卫室”检测内容（见6.3）；

——增加了“箱式变电站”“集电线路”“总配电室”“信号网络机房”的检测内容和方法（见6.3,6.4,6.5，6.6）；

——更改了接闪器防腐要求（见7.1.1,2016版6.1.1）；

——更改了等电位连接“应尽可能走直线”“连接线尽可能短”的表述（见7.1.3，2016版6.1.3）；

——更改了电涌保护器安装要求的表述（见7.1.5,2016版6.1.5）；

——增加了电涌保护器连接导体色标的要求（见7.1.5,）；

——更改了接触电位差的表述（见7.1.7,2016版6.1.7）；

——更改了接触电位差的表述（见7.2.2,2016版6.2.2）；

——更改了跨步电位差的表述（见7.2.3,2016版6.2.3）；

——更改了场区地表电位梯度的表述（见7.2.4,2016版6.2.4）；

——更改了建（构）筑物接闪带敷设的表述（见7.3.1,2016版6.3.1）；

——更改了过渡电阻标准值（见7.7.3，2016版的6.3.3）；

——更改了建筑物接地装置的表述（见7.3.4,2016版6.3.4）；

——增加了接闪器的检查内容（见8.1.1，2016版7.1.1）；

——增加了明敷引下线的检查内容（见8.1.2）；

——增加了电涌保护器“泄漏电流”“压敏电压”“绝缘电阻”检测内容（见8.1.5）

——增加了静电电位测试内容（见8.2.9）；

——更改了防雷装置名称（见11.1,2016版第9章，10.1）；

——更改了首次检测应绘制防雷装置检测平面图的表述（见11.1,2016版10.1）；

——更改了附录G检测报告表格式样（见附录G，2016版的附录G）；

——增加了检测报告封面式样和声明（见附录G.1）；

——增加了雷电防护装置检测报告总表（见附录G.2）；

——增加了风力发电场各项目检测原始记录表（见附录G.3-G.16）；

——增加了“表G.1检测报告封面”“扉页”“G.2检测报告总表式样”（见附录G.1，G.2）；

——更改了附录G.1中的“资格证号”（见附录G.1,2016版的G.1）；

——更改附录G中的表格式样（见附录G,2016版的附录G）；

——增加了参考文献。

本文件由青海省气象局提出并归口。

本文件主要起草单位：青海省气象灾害防御技术中心、玉树州气象局、海东市气象局、海西州气象局。

本文件主要起草人：蔡忠周、欧建芳、王玉娟、王治邦、罗少辉、赵玮、唐生昊、王英建、吉秀娟周文峰、李智刚、张继红、张维福、徐炜、吕文正、达鹏奎、龚梅竹。

本文件历次版本发布情况：

——DB63/T1514-2016

本文件由青海省气象局监督实施。

风力发电场雷电防护装置检测技术规范

1 范围

本文件规定了风力发电场雷电防护装置的术语和定义、防雷类别划分、检测步骤、检测项目、技术要求、检测方法、检测周期、检测设备、检测周期、检测数据记录与结果判断、检测报告等的要求。

本文件适用于陆上额定功率在600kW及以上的大型水平轴风力发电机组的雷电防护装置性能及接地特性参数检测，其他类型的风力发电机组可参照本规范进行检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 2900.53 电工术语 风力发电机组

GB/T 17949.1 接地系统的土壤电阻率、接地阻抗和地面电位测量导则 第1部分：常规测量

GB/T 18802.11 低压电涌保护器（SPD） 第11部分：低压电源系统的电涌保护器 性能要求和试验方法

GB/T 18802.21 低压电涌保护器（SPD） 第21部分：电信和网络的电涌保护器（SPD） 性能要求和试验方法

GB/T 21431 建筑物防雷装置检测技术规范

GB/Z 25427 风力发电机组 雷电防护

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范

GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范

GB 51096 风力发电场设计规范

DL/T 475 接地装置特性参数测量导则

NB/T 31039 风力发电机组雷电防护系统技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

风力发电场

由一批风力发电机组或风力发电机组群组成的电站。

[来源：GB/T 2900.53—2001，2.1.3]

3.2

风力发电机组

将风的动能转换为电能的系统。

[来源：GB/T 2900.53—2001，2.1.2]

3.3

集电线路

风力发电场内用于汇集多台风力发电机组发出的电能输送至变电站的线路。

[来源：GB 51096-2015，2.0.9]

3.4

箱式变电站

由高压开关设备、电力变压器、低压开关设备、辅助设备和联结件等元件组成的成套设备，这些元件在工厂内被预先组装在一个箱壳内。

[来源：GB 51096-2015，2.0.11]

3.5

接地阻抗

接地网对远方电位零点的阻抗。数值上为接地网与远方电位零点间的电位差，与通过接地网流入地中电流的比值。

[来源：DL/T 475-2017，3.7]

3.6

场区地表电位梯度

接地短路电流或试验电流流过接地装置时，被测试接地装置所在的场区地表面形成的电位梯度。

[来源：DL/T 475-2017，3.9，有更改]

3.7

接触电位差

当接地短路电流流过接地装置时，在地面上距设备水平距离1.0m处与沿设备外壳、架构或墙壁离地面的垂直距离2.0m处两点间电位差。

[来源：DL/T 475-2017，3.11]

3.8

跨步电位差

当接地短路电流流过接地装置时，地面上水平距离为1.0m的两点间的电位差。

[来源：DL/T 475-2017，3.10]

3.9

防雷等电位连接

将分开的装置、诸导电物体用等电位连接导体或电涌保护器连接起来以减小雷电流或其它外来电位在它们之间产生的电位差。

[来源：GB/T 21431-2015，3.8]

4 风力发电场防雷类别和风力发电机组防雷区划分

升压站（开关站）防雷类别应划分为第二类防雷建（构）筑物，风力发电机组防雷区划分和风力发电场其他装置的防雷类别划分方法见附录Ａ。

5 检测步骤

按以下要求执行：

——现场勘查风电场地理位置、土壤类别、闪电日数、闪电高发时间、雷击史；

——查阅风电场电气施工图；

——查阅防雷隐蔽工程施工图纸及施工记录；
——测试场区周围土壤电阻率，不应少于 4 个点；
——测试风电机组及场区建（构）筑物外部雷电防护装置性能，包括接闪器、引下线、接地装置；
——测试内部雷电防护装置性能，包括等电位连接、屏蔽、合理布线、电涌保护器、接地装置；
——测试各金属设备及金属构件接地、等电位连接性能；
——填写原始记录；
——修正各项测试数据；
——编制雷电防护装置检测报告。

6 检测项目

6.1 构筑物

6.1.1 风力发电机组

应检测以下内容：
——划分防雷区；
——接闪器；
——引下线；
——等电位连接；
——电涌保护器；
——过渡电阻；
——接地装置；
——接触电位差；
——跨步电位差；
——接地阻抗；
——土壤电阻率。

6.1.2 升压变电站

应检测以下内容：
——独立接闪杆接地、保护范围；
——接触电位差；
——跨步电位差；
——接地阻抗；
——场区地表电位梯度；
——电气完整性；
——接地装置；
——过渡电阻；
——土壤电阻率。

6.1.3 箱式变电站

应检测以下内容：
——接闪器；
——引下线；

——等电位连接；
——接地装置；
——浪涌保护器。

6.1.4 集电线路

应检测以下内容：
——接闪线；
——引下线；
——接地装置；

6.1.5 总配电室与信息网络机房

应检测以下内容：
——接闪器；
——引下线；
——接地装置；
——屏蔽和等电位连接；
——浪涌保护器。

6.1.6 监控设施

应检测以下内容：
——接闪器；
——引下线；
——接地装置；
——等电位连接；
——浪涌保护器。

6.2 建筑物

风力发电场区内建筑物（包括办公用房、生活用房、门卫室等辅助设施）应检测以下内容：
——接闪器；
——引下线；
——接地装置；
——等电位连接；
——浪涌保护器。

7 技术要求

7.1 构筑物

7.1.1 风力发电机组

7.1.1.1 接闪器

接闪器敷设及材料规格要求如下：
——接闪器的敷设应确保所保护建（构）筑物及设备处于接闪器的保护范围之内；

——接闪杆的材料规格应符合表 1 规定；
——叶片应通过装设接收器(小型接闪器)、引下线及其连接元件组成雷电防护系统。叶片接收器和引下线的材料、形状及最小截面积应符合 NB/T 31039-2012 第 5.1.1.4 的规定；
——架空接闪线宜采用截面不小于 50 mm^2 的热镀锌钢绞线或铜绞线，且要求每股线直径不小于 1.7mm；
——接闪器应做防腐处理。

表1　接闪杆材料规格

杆长	圆钢规格	钢管规格
杆长1m以下	圆钢不应小于12mm	钢管不应小于20mm
杆长1m～2m	圆钢不应小于16mm	钢管不应小于25mm
注：接闪杆长度≤2 m。		

7.1.1.2　引下线

材料规格和敷设要求如下：
——引下线的材料规格应符合 GB 50057-2010 第 5.2.1 的规定；
——金属塔架可作为良好的自然引下线，各段端部和底座环应引出接地端子；
——引下线应做防腐处理。

7.1.1.3　等电位连接

风力发电机组机舱舱体内、机组电气和电子系统各部件的等电位连接要求如下：
——根据风力发电机组防雷区的划分，在其不同保护区的交界处应设置等电位连接装置；
——舱体内应建立等电位连接网络，内部主要金属构件、金属管道以及线路屏蔽均应进行等电位连接。舱内宜设置环形等电位母排；
——风力发电机组的电气和电子系统各组件的金属外壳（风力发电机及其部件的外壳，变流器及其部件的机柜金属外壳，开关柜、控制柜金属外壳，变压器金属外壳等）、各电气和电子线路的屏蔽和金属管道外壁应在本防雷分区就近与雷电流引下系统进行等电位连接；
——各电气和电子线路的屏蔽和金属管道外壁的两端均应进行等电位连接；
——利用金属轮毂、轮毂罩，轮毂罩的金属构架，机舱的金属底盘和机舱外壳的金属构架、全金属的塔架等作为等电位连接母排；
——等电位连接线宜平直，不应过长；
——连接导线最小截面积见表 2。

表2　连接导线最小截面积

不同连接排之间的连接导线		连接排和接地装置之间连接导线		金属装置和连接排之间连接导线	
材料	最小截面积（mm^2）	材料	最小截面积（mm^2）	材料	最小截面积（mm^2）
铜	14	铜	14	铜	5
铝	22	铝	22	铝	8
钢	50	钢	50	钢	16

7.1.1.4　接地装置

材料规格及特性参数要求如下：

——接地装置材料规格应符合 GB 50057 的规定，并应做防腐处理；

——风力发电机组与配套变压器采用共用接地系统时，其接地阻抗、跨步电位差、接触电位差应符合设计要求值。

7.1.1.5 电涌保护器

使用与安装要求如下：

——应选用适用于海拔高度 2000m 以上且为 G3-G5 等级的电涌保护器，最大持续运行电压 Uc 下的电气间隙距离不应小于最小电气间隙的要求。

——电涌保护器应符合 GB/T 18802.11 和 GB/T 18802.21 的规定；

——电涌保护器应安装在各防雷区的交界处，当线路能承受预期的电涌电压时，可安装在被保护设备处；

——电涌保护器须能承受预期通过的雷电流，并具有通过电涌时的电压保护水平和熄灭工频续流的能力；

——电涌保护器的 *Uc* 值应符合 GB 50343 的规定；

——电涌保护器连接导体的色标应符合相线采用黄、绿、红色，中性线采用浅蓝色，接地线采用绿/黄双色线的要求；

——电涌保护器的连接铜导线最小截面积按表 3 执行；各级电涌保护器的接地连接导线要短而直，长度不宜超过 0.5m；

——当线路上多处安装电涌保护器时，开关型电涌保护器与限压型电涌保护器之间的线路长度不宜小于 10m，限压型电涌保护器之间线路长度不宜小于 5 m。若长度达不到要求应加装退耦元件。

表3 电涌保护器连接铜导线最小截面积

SPD 级数	SPD 的类型	导线截面积（mm^2）	
		SPD 连接相线铜导线	SPD 接地端连接铜导线
第一级	开关型或限压型	6	10
第二级	限压型	4	6
第三级	限压型	2.5	4
第四级	限压型	2.5	4

7.1.1.6 接地阻抗

接地阻抗应符合设计要求，如无具体设计要求值时，应符合GB/Z 25427的规定，不应大于4.0Ω。

7.1.1.7 接触电位差

接触电位差的计算应依据GB/T 50065的规定，但不应超过附录B公式B.3确定的值。

7.1.1.8 跨步电位差

跨步电位差的计算应依据GB/T 50065的规定，但不应超过附录B公式B.4确定的值。

7.1.2 升压变电站（开关站）

7.1.2.1 独立接闪杆

敷设及材料规格要求如下：

——独立接闪杆的敷设应确保升压变电站(开关站)的电气设备处于接闪杆的保护范围之内，接闪杆保护范围按照 GB 50057 方法计算；

——独立接闪杆材料规格同风力发电机组，见表 1；

——独立接闪杆应敷设两根引下线，对称布置；引下线入地点应设置接地标志，3m 范围内应设置护栏或悬挂警示牌；引下线应做防腐处理；

——独立接闪杆的每一引下线的冲击接地电阻不应大于 10Ω。在土壤电阻率高的地区，可适当增大接地电阻，但在 3000Ωm 以下的地区，冲击接地电阻不应大于 30Ω。

7.1.2.2 接地阻抗

接地阻抗应符合设计要求，无具体设计要求值时，不应大于0.5Ω。

7.1.2.3 接触电位差

接触电位差的计算应依据GB/T 50065的规定，但不应超过附录B公式B.3确定的值。

7.1.2.4 跨步电位差

跨步电位差的计算应依据GB/T 50065的规定，但不应超过附录B公式B.4确定的值。

7.1.2.5 场区地表电位梯度

场区地表电位梯度应根据现场实测值按附录D给出的方法绘制曲线，绘制的曲线应平滑，无明显起伏和突变，两端略有抬高，曲线图应符合DL/T 475的规定。

7.1.2.6 电气导通性

升压变电站(开关站)各设备之间、配电柜、开关柜、金属构架等之间的电气导通性良好，导通电阻要求如下：

——检测值在 50mΩ以下设备表示状况良好；

——50mΩ～200mΩ的设备状况尚可，宜在以后例行检测中重点关注其变化，重要的设备宜在适当时候检查处理；

——200mΩ～1Ω的设备状况不佳，对重要的设备应尽快检查处理，其他设备宜在适当时候检查处理；

——1Ω以上的设备与主地网未连接，应检查处理。

7.1.2.7 接地装置

材料规格及特性参数要求如下：

——接地装置材料规格应符合 GB 50057 规定，并应防腐处理；

——升压变电站(开关站)应采用共用接地装置，接地阻抗、跨步电位差、接触电位差、地表电位梯度、电气导通性应达到设计要求；

——升压变电站(开关站)的独立接闪杆应采用独立接地装置，接地电阻不应大于 10Ω；与主地网之间的导通阻值应大于 500mΩ。

7.1.2.8 土壤电阻率

测试要求如下：

——测试点不应少于 4 个，宜按东南西北四个方向选取；

——土壤电阻率的测试一般采用四极等距法，电极间距为5m、10m、15m、20m、30m、40m；使用等距法时，两电极间的距离不应小于电极埋设深度的20倍；
——土壤电阻率测试应避免在雨后或雪后立即进行，宜在连续晴天3天后或在干燥的季节进行；
——在冻土区测试时，电极须打入冻土层以下。

8 检测方法

8.1 风力发电机组

8.1.1 接闪器

安装敷设及材料规格检测要求如下：
——采用滚球法计算保护范围，风力发电机组电气设备应处在接闪器的保护范围之内；
——测量接闪器的材料及规格；
——测量架空接闪线尺寸；
——检查接闪器是否存在锈蚀、塌陷断裂现象。

8.1.2 引下线

材料规格及间距检测要求如下：
——测量引下线的材料规格；
——检查明敷引下线是否存在锈蚀、断裂现象。

8.1.3 等电位连接

检测要求如下：
——测试风力发电机机组舱体内部金属构件与接地装置的电气连接，检测等电位连接的材料、规格、连接方式及工艺要求；
——测试风力发电机机组的电气和电子系统各组件的金属外壳、各电气和电子线路的屏蔽和金属管道外壁与接地装置的电气连接，检测等电位连接的材料、规格、连接方式及工艺要求；
——测试各电气和电子线路的屏蔽和金属管道外壁的电气连接；
——测试金属轮毂、轮毂罩、机舱的金属底盘和机舱外壳的金属构架、全金属的塔架作为大型等电位连接母排时的电气连接。

8.1.4 接地装置

检测要求如下：
——检查接地装置的结构和安装位置；检查接地体的埋设间距、深度、安装方法；检查接地装置的材质、连接方法、防腐处理；
——首次检测时应检查相邻接地体在未进行等电位连接时的地中距离。

8.1.5 电涌保护器

检测要求如下：
——检查电涌保护器的安装位置、接入方式、数量、型号、主要性能参数（Uc最大持续运行电压，In标称放电电流，I_{max}最大放电电流，I_{imp}冲击电流，Up电压保护水平）；
——检查电涌保护器连接导线的色标、牢固程度；
——测量电涌保护器接地线的材料规格；

——测量电涌保护器接地线的长度以及电涌保护器之间的线路长度；
——测试仪检测电涌保护器接地线与接地装置的连接情况；
——测试泄漏电流 I_{ie}，应符合 GB/T 21431-2015 第 5.8.5.1 条对泄漏电流测试的规定；
——测试压敏电压 U_{Ima}，应符合 GB/T 21431-2015 第 5.8.5.2 条对压敏电压测试的规定；
——测试绝缘电阻，应符合 GB/T 21431-2015 第 5.8.5.3 条对绝缘电阻测试的规定。

8.1.6 接触电位差

接触电位差以每个塔架和电气设备为检测对象，使用专用设备检测，检测方法见附录B。

8.1.7 跨步电位差

跨步电位差以每个塔架周围和工作人员经常出入的通道为检测对象，使用专用设备检测，检测方法见附录B。

8.1.8 接地阻抗

接地阻抗的检测应符合GB/T 17949.1的规定，使用专用设备进行检测，检测方法见附录C。

8.1.9 土壤电阻率

土壤电阻率的检测方法见附录D。

8.2 升压变电站（开关站）

8.2.1 独立接闪杆

检测要求如下：
——利用滚球法计算保护范围，升压变电站(开关站)电气设备应处在独立接闪杆的保护范围内；
——测量独立接闪杆的材料规格；
——检查独立接闪杆是否存在锈蚀现象。

8.2.2 接触电位差

接触电位差以站区设备为检测对象，使用专用设备检测，检测方法见本规范第8.1.6条。

8.2.3 跨步电位差

跨步电位差以站区设备周围及工作人员经常出入通道为检测对象，使用专用设备检测，检测方法见本规范第8.1.7条。

8.2.4 接地阻抗

接地阻抗的检测方法见本规范第8.1.8条。

8.2.5 场区地表电位梯度

场区地表电位梯度应使用专用设备检测，检测方法见附录E。

8.2.6 电气导通性

检测要求如下：
——利用电气导通性测试仪检测升压变电站(开关站)各设备之间、配电柜、开关柜、金属构架等

之间的电气导通性，导通阻值应达到技术要求；

——检测独立接闪杆接地装置与升压变电站(开关站)主地网之间的电气导通性，导通阻值应达到技术要求。

8.2.7 接地装置

检测要求如下：

——升压变电站(开关站)的共用接地装置，其材料规格及安装同风力发电机组，检测方法见本规范第 8.1.4 条；

——升压变电站(开关站)独立接闪杆的接地装置，用毫欧表检测两相邻接地装置的电气连接情况，判断是否断开。

8.2.8 土壤电阻率

土壤电阻率的检测方法见本规范第8.1.9条。

8.3 箱式变电站

检测要求如下：

——检查接地装置的结构和安装位置，接地体的埋地间距、深度和安装方法；

——测试箱式变电站金属外壳接地电阻，电阻值不应大于 4Ω；

——测试箱式变电站引下线接地电阻，测试点不应少于两处，电阻值不应大于 4Ω；

——测试配电柜保护接地、工作接地、防雷防静电接地、电涌保护器接地电阻，电阻值不应大于 4Ω；

——检查与箱式变电站相连的铠装电缆金属护套或钢管接地，测试金属护套或钢管端部接地电阻，电阻值不应大于 4Ω；

——检查箱式变电站低压进线侧与高压侧出线端电涌保护器选型与安装情况，并测试低压侧电涌保护器各项参数，测试方法见本规范第 8.1.5 条规定。

8.4 集电线路

检测要求如下：

——检查集电线路敷设方式；

——检查架空集电线路是否架设接闪线，测试杆塔接地电阻值，电阻值应不大于 30Ω；若杆塔接地与风电机组采用共用接地装置时，电阻值应不大于 4Ω；

——检查集电线路进入箱式变电站及升压站中压母线处电涌保护器选型与安装情况，并测试低压侧电涌保护器各项参数，测试方法见本规范第 8.1.5 条规定。

8.5 总配电室

检测要求如下：

——检查配电室接闪器、引下线、接地装置敷设方式、形式、数量，测试接地电阻、过渡电阻；

——测试配电室接地母排、配电柜外壳保护接地、工作接地、防雷防静电接地电阻，电阻值不应大于 4Ω；

——检查配电柜电涌保护器安装级数，安装位置、性能参数，测试低压侧电涌保护器各项参数，测试方法见本规范第 8.1.5 条规定。

8.6 信息网络机房

检测要求如下：

——检查信息网络机房所处建筑物的接闪装置、引下线、接地装置敷设方式、形式、数量，测试接地电阻、过渡电阻；

——检查机房屏蔽及等电位连接措施，各线路连接处过渡电阻不大于 0.2Ω；

——测试机房接地母排、配电柜外壳保护接地、工作接地、防雷接地、防静电地板接地电阻，电阻值不应大于 4Ω；

——检查机柜及设备浪涌保护器安装级数，安装位置、性能参数，测试电涌保护器各项参数，测试方法见本规范第 8.1.5 条规定。

8.7 建筑物

8.7.1 接闪器

检测要求如下：

——利用滚球法计算保护范围，建筑物和电气设备应处在接闪器的保护范围内；

——测量接闪器的材料规格；

——测量接闪带固定支架高度、间距及接闪网格尺寸；

——测量接闪带承受的垂直或水平拉力；

——利用等电位连接测试仪测试接闪带焊接处的过渡电阻，过渡电阻值不应大于 0.2Ω；

——检查接闪带、接闪网格敷设方式、焊接方式，拐弯处弧度应大于 90°；

——检查接闪器是否存在锈蚀现象。

8.7.2 引下线

检测要求如下：

——测量引下线的材料规格；

——测量引下线的间距；

——利用等电位连接测试仪测试接闪带与引下线焊接处、引下线焊接处的过渡电阻，过渡电阻值不应大于 0.2Ω；

——检查明敷引下线是否存在锈蚀现象。

8.7.3 屏蔽和等电位

检测要求如下：

——利用毫欧表测试屏蔽网格、金属管、（槽）防静电地板支撑金属网格、大尺寸金属件等的电气连接，过渡电阻值不应大于 0.2Ω；

——测量屏蔽材料的规格尺寸；

——测量等电位连接导体的材料规格。

8.7.4 接地装置

检测要求如下：

——检查接地装置的结构和安装位置，接地体的埋地间距、深度和安装方法；

——测量接地装置的材料规格，连接方法和防腐处理；

——测试接地装置的接地电阻，接地电阻值不应大于 4Ω；

——接地装置与其他地网连接时，宜断开连接后再进行测试。

8.7.5 电涌保护器

电涌保护器的选型及检测方法同风力发电机组，见本规范第8.1.5条规定。

8.8 监控设施

监控设施的雷电防护装置检测方法同建筑物，见本规范第8.7条的规定。

9 检测设备

检测仪器设备应在检定有效期内，其性能及参数要求见附录F。

10 检测周期

风力发电机组和风力发电场检测周期要求如下：

——风力发电机组的接地阻抗每年检测一次，接触电位差、跨步电位差每三年检测一次；

——升压变电站（开关站）的接地阻抗、电气完整性每年检测一次；接触电位差、跨步电位差、地表电位梯度每三年检测一次；

——独立接闪杆的接地电阻每年检测一次；

——建（构）筑物的内部和外部雷电防护装置性能每年检测一次；

——土壤电阻率仅在竣工验收时进行检测。

11 检测数据记录与结果判断

11.1 检测数据记录

检测数据记录要求如下：

——现场将各项检查结果如实记入原始记录表格，并由检测人员、校对人员和现场负责人签名；

——检测时应绘制雷电防护装置平面示意图。

11.2 数据分析判断

将经计算或修正后的各项检测数据与设计要求和相应的技术标准要求进行比较分析，判断检测项目是否符合要求，并将结论填入相应的栏目。

12 检测报告

检测报告要求如下：

——检测报告表格式样见附录G；

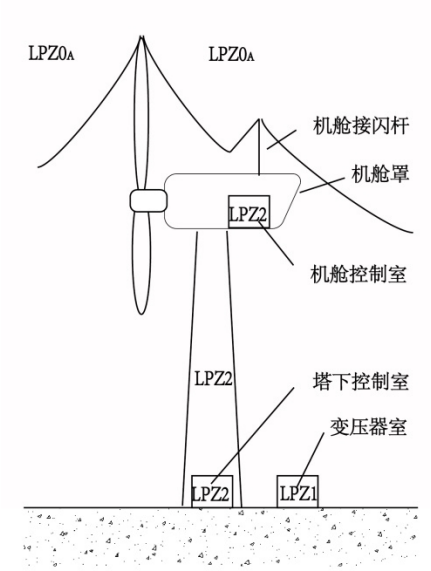
——检测报告由检测人员按内容和要求编制，并由检测员、报告编制人、审核人、技术负责人签字，并加盖单位公章；

——检测报告一式两份，一份提交受检单位，一份由检测单位存档。

附 录 A
（规范性）
风力发电机组防雷区和风力发电场防雷类别划分

A.1 风力发电机组防雷区划分

根据GB 50057的规定，结合风力发电机组防雷装置设计情况，将防雷击电磁脉冲的环境按图A.1划分为LPZ0区（LPZ0A、LPZ0B），LPZ1区，LPZ2区。



图A.1 风力发电机组防雷分区示意图

A.2 风力发电场防雷类别划分

根据发生雷电事故的可能性和后果，风力发电机组、建（构）筑物的防雷类别按以下规定划分：

——当预计雷击次数大于每年0.25次的风力发电机组、建（构）筑物，划分为第二类防雷建筑物；

——预计雷击次数大于或等于每年0.05次，且小于或等于每年0.25次的风力发电机组、建（构）筑物，划分为第三类防雷建筑物；

——在设有低压电气系统和电子系统的建筑物需要防雷击电磁脉冲的情况下，当该建筑物不属于第二类和第三类防雷建筑物和不处于其他建筑物或物体的保护范围时，宜将其划分为第三类防雷建筑物；

——年预计雷击次数计算方法应符合GB 50057的规定；

——闪电日数见表A.1。

各地年平均闪电日数见表A.1。

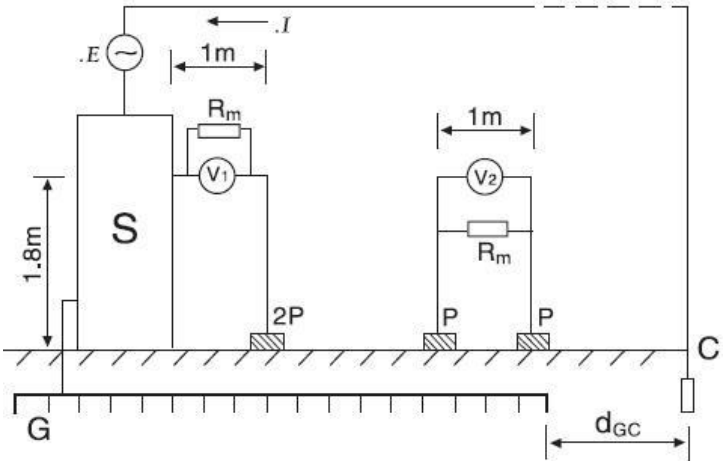
表A.1 各地年平均闪电日数

站点名称	年平均雷暴日数（天/年）	站点名称	年平均雷暴日数（天/年）	站点名称	年平均雷暴日数（天/年）
西宁	40.3	大通	57.7	湟中	40.6
湟源	40.2	平安	25.5	互助	47.7
乐都	29.0	化隆	44.9	民和	31.7
循化	31.1	门源	55.0	祁连	48.1
海晏	45.2	野牛沟	41.7	托勒	28.2
刚察	40.0	同仁	42.1	尖扎	33.3
泽库	44.6	河南	51.8	共和	39.1
贵南	38.6	兴海	49.8	贵德	36.1
同德	49.8	玛沁	53.1	达日	56.6
甘德	62.2	玛多	41.1	班玛	64.8
久治	67.9	玉树	64.3	治多	54.6
囊谦	73.1	曲麻莱	60.9	杂多	67.1
称多	52.8	德令哈	19.0	乌兰	18.9
大柴旦	7.7	茫崖	5.2	茶卡	22.3
冷湖	2.4	天峻	40.0	格尔木	2.8
沱沱河	48.9	都兰	8.9	小灶火	3.3
五道梁	37.2	诺木洪	3.8		
注： 表中的闪电日数是40年平均闪电日数，其中平安的闪电日数为25年平均闪电日数，都兰的闪电日数为28年平均闪电日数，海晏和甘德的闪电日数为30年平均闪电日数。					

附　录　B
（规范性）
接触电位差和跨步电位差测试原理与方法

B.1　测试原理

在接地装置注入异频电流的前提下，用多功能调频万用表按图B.1所示方法连接并测试。



说明:
G—接地网；
S—设备构架；
P—模拟人体金属铁脚；
C—电流极；
Rm—等效人体电阻；
d_{GC}—电流极到接地网之间的距离；
I—检测电流。

图 B.1 接触电位差和跨步电位差测试原理示意图

B.2　测试方法

B.2.1　接触电位差

地网注入异频测试电流，多功能调频万用表的一端接检测设备，距地1.8m高度处，另一端接模拟人体金属铁脚，距测试设备1m，万用表显示电压值即为该设备的接触电位差的测试值。

实际的接触电位差U_T可按公式B.1换算为：

$$U_T = U'_T \frac{I_s}{I_m} \quad \text{(B.1)}$$

式中：
U_T-接触电位差实际值 ；
U_T'-接触电位差检测值；
I_m-注入地网中的检测电流；
I_s-单相接地短路电流（风力发电机组按遭受雷击时首次负极性雷击的参量确定）。

B.2.2 跨步电位差

地网注入异频检测电流，多功能万用表的两端分别连接间距1m的两块模拟人体金属铁脚，万用表显示电压值即为被测场区地面两点之间的跨步电位差的检测值。

实际的跨步电位差U_S可按公式B.2换算为：

$$U_s = U'_S \frac{I_s}{I_m} \quad \text{(B.2)}$$

式中：

U_S-接触电位差实际值；

U_S'-接触电位差检测值；

I_m-注入地网中的检测电流；

I_s-单相接地短路电流（风力发电机组按遭受雷击时首次负极性雷击的参量确定）。

B.3 测试结果判断

B.3.1 接触电位差

接地系统发生单相接地或两相接地时，接触电位差不应超过公式B.3确定的值：

$$U_T = \frac{174 + 0.17\rho_f}{\sqrt{t}} \quad \text{(B.3)}$$

式中：

U_s—跨步电位差（V）；

ρ_f—人站立处地表面的土壤电阻率（Ωm）；

t—接地短路电流的持续时间（s）。

B.3.2 跨步电位差

接地系统发生单相接地或两相接地时，跨步电位差不应超过公式B.4确定的值：

$$U_T = \frac{174 + 0.7\rho_f}{\sqrt{t}} \quad \text{(B.4)}$$

式中：

U_s—跨步电位差（V）；

ρ_f—人站立处地表面的土壤电阻率（Ω·m）；

t—接地短路电流的持续时间（s）。

注：风力发电机组遭受雷击的最大入地电流和持续时间按以下方法确定。风力发电机组遭受雷击时的雷电流幅值按首次负极性雷击的雷电流参量确定，持续时间按首次负极性雷击、后续雷击、长时间雷击的波头时间和半值时间的和确定。

附　录　C
（规范性）
接地阻抗测试原理和方法

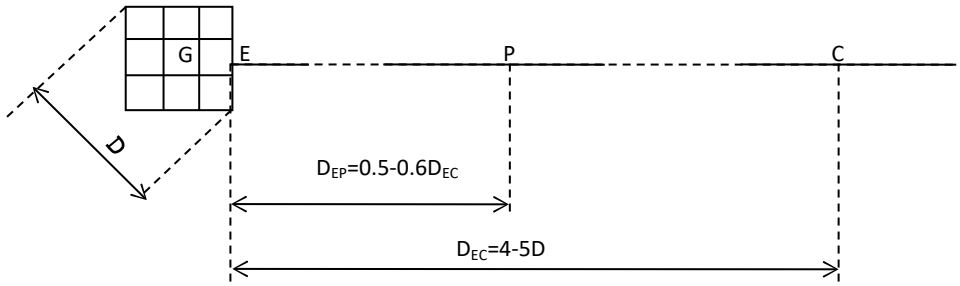
C.1　测试要求

测试电流应采用异频小电流，宜在3A~20A之间，频率宜在40H_Z~60H_Z范围但不等于50H_Z。

C.2　测试方法

C.2.1　直线法

直线法检测接地阻抗，接线方法如图C.1所示。检测电流线和电压线同方向布设，并保持足够远的间距，以减小互感耦合的影响。电流极长度D_{EC}通常为最大对角线长度D的4~5倍；电压极长度D_{EP}通常为（0.5~0.6）D_{EC}。当远距离放线有困难时，在土壤电阻率均匀地区D_{EC}可取2D，土壤电阻率不均匀地区D_{EC}可取3D。检测时电压极P在被测接地装置E与电流极C连线方向移动三次，每次移动的距离为D_{EC}的5%左右，三次检测结果误差在5%以内即可。

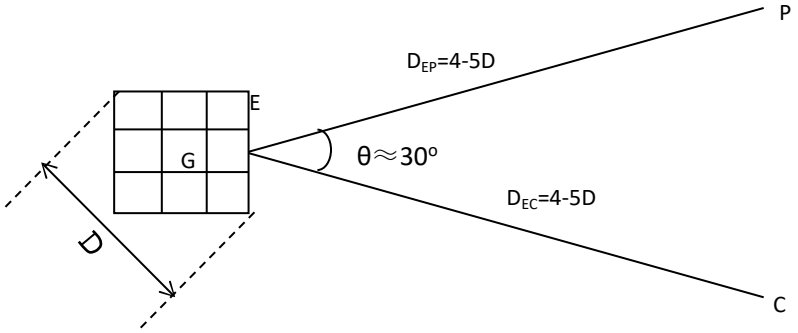


说明：
D—地网最大对角线长度；
G—地网；
E—接地网边缘测试点；
P—电压极；
C—电流极；
D_{EP}—电压极到接地网边缘测试点之间的距离；
D_{EC}—电流极到接地网边缘测试点之间的距离。

图 C.1 直线法测试接线图

C.2.2　30°夹角法

30° 夹角法检测接地阻抗，接线图如图C.2所示。检测电流线和电压线采用等腰三角形呈30° 夹角布线，电流极D_{EC}和电压极D_{EP}长度相近，为最大对角线长度D的4~5倍，当远距离放线有困难时，在土壤电阻率均匀地区D_{EC}和D_{EP}可取2D。



说明：

D—地网最大对角线长度；

G—地网；

E—接地网边缘测试点；

P—电压极；

C—电流极；

θ—电压极与电流极之间的夹角；

D_{EP}—电压极到接地网边缘测试点之间的距离；

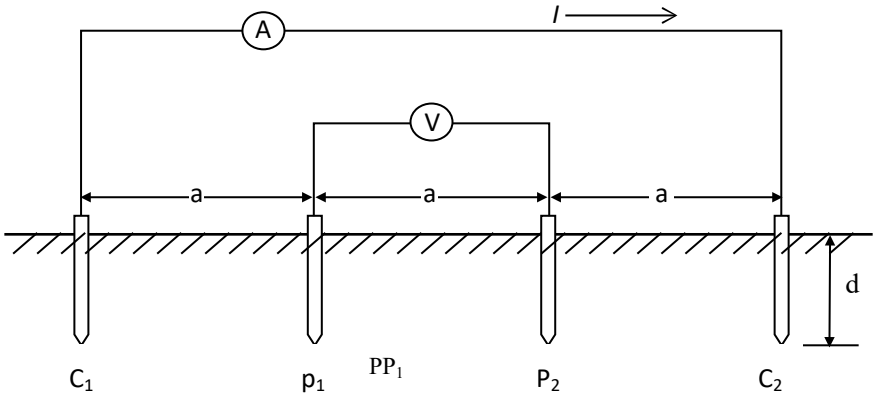
D_{EC}—电流极到接地网边缘测试点之间的距离。

图 C.2 30° 夹角法测试接线图

附　录　D
（规范性）
土壤电阻率测试原理与方法

D.1　测试原理

土壤电阻率按图D.1所示方法连接并进行测试。



说明：
I—测试电流；
a—电极间距(m)；
d—电极深度(m)。

图 D.1 土壤电阻率测试原理示意图

D.2　测试方法

常用的方法为四极等距法，将四根电极(C_1、P_1、P_2和C_2)排成直线等距打入地下，对电流极C_1、C_2通以电流*I*，测定电位极P_1与P_2间的电压*U*，则得到电阻值*R*=*U*/*I*，其土壤电阻率按公式D.1计算：

$$\rho = \frac{4\pi aR}{1 + -\frac{2a}{\sqrt{a^2+4d^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2+d^2}}} \quad \text{(D.1)}$$

式中：
ρ—视在土壤电阻率(Ωm)；
R—所测电阻(Ω)；
a—电极间距(m)；
d—电极深度(m)。
当电极深度*d*不大于电极间距*a*的1/20时，公式D.1可简化为公式D.2：

$$\rho = 4\pi aR \quad \text{(D.2)}$$

D.3　土壤电阻率的修正方法

土壤电阻率应在干燥积极或天气晴朗多日后测试，所测试的土壤电阻率数据按公式D.3进行季节修正：

$$\rho = \varphi\rho_0 \quad \text{(D.3)}$$

式中：

ρ_0—实测土壤电阻率

ψ—季节修正系数，取值见表D.1。

表 D.1 各种性质土壤的季节系数

土壤性质	深度/m	ψ_1	ψ_2	ψ_3
粘土	0.5—0.8	3	2	1.5
	0.8—3	2	1.5	1.4
陶土	0—2	2.4	1.4	1.2
砂砾盖陶土	0—2	1.8	1.2	1.1
园地	0—3		1.3	1.2
黄沙	0—2	2.4	1.6	1.2
杂以黄沙的砂砾	0—2	1.5	1.3	1.2
泥炭	0—2	1.4	1.1	1.0
石灰石	0—2	2.5	1.5	1.2

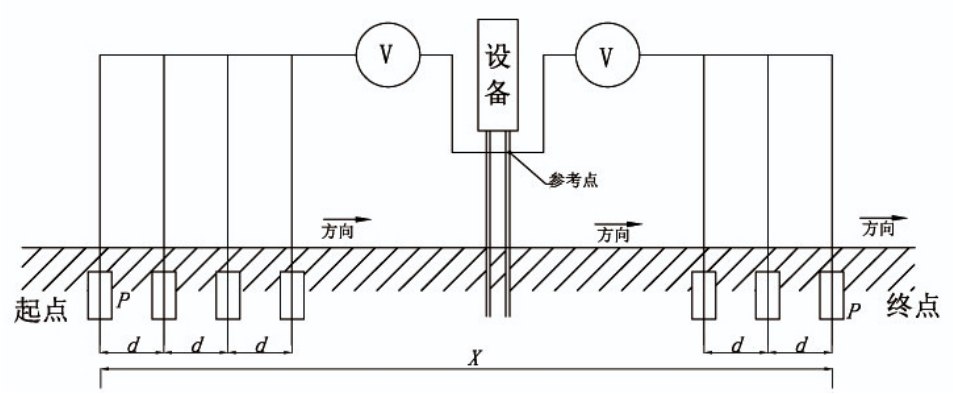
注：ψ_1—测量前数天下过较长时间的雨，土壤很潮湿时选用；

ψ_2—测量时土壤较潮湿，具有中等含水量时选用；

ψ_3—测量时土壤干燥或测量前降雨不大时选用。

附　录　E
（规范性）
升压变电站（开关站）场区地表电位梯度测试原理与方法

E.1　测试原理



说明：
P-模拟人体金属铁脚；
d-测试间距；
x-测试曲线长度。

图 E.1 电位梯度测试示意图

E.2　测试方法

将检测场区合理划分成纵横相间的若干条曲线，间距一般不应大于30m，在曲线路径上选一点与主设备连接良好的引下线作为参考点，万用表一端接设备接地，另一端接模拟人体金属铁脚，按图E.1所示，从起点每间隔1m-2m测试一次地表电位，直至终点，然后绘制出*U*-*x*曲线。

E.3　测试结果判断

以测试数据绘制的*U*-*x*曲线来判断，曲线比较平滑，没有明显起伏和突变，两端略有抬高，说明接地装置状况良好；反之，接地装置状况不良。

附　录　F
（规范性）
主要检测仪器设备性能及参数要求

F.1　测距工具

F.1.1　GPS定位仪

用于确定受检对象的地理位置，准确测量电流极和电压极的直线距离。要求中文界面、功能齐全、操作方便。

F.1.2　激光测距仪

用于测量被测对象的长、宽、高。
测量范围：0m-200m
精　　度：0.01m

F.2　工频接地电阻测试仪

测量范围：0-1Ω　　最小分度值：0.01Ω
0-10Ω　　0.1Ω
0-100Ω　　1Ω

F.3　异频接地阻抗检测设备

F.3.1　异频信号源

检测频率：40Hz-60Hz　　频率步进幅度：1Hz
输出功率：≥1500VA
测试电流：≥5A

F.3.2　多功能调频万用表

电流量程:200mA-200A
电压量程：0.1mV-800V
频率范围:40Hz-60Hz　　频率步进幅度：1Hz

F.4　电气导通性测试仪

直流电阻测量范围：1 mΩ-20.0Ω　　分辨率：1mΩ

F.5　毫欧表

量程：1 mΩ-20.0kΩ　　分辨率：0.1mΩ
测量时间：2秒/次
最大测试电流：1.2A

F.6　数字温湿度计

温度范围为-10-50℃，湿度范围为10-90%RH。

F.7 米尺

长度为100m以上，精度为1cm。

F.8 土壤电阻率测试仪

具有测试土壤电阻率功能的多功能工频电阻测试仪或土壤电阻率专用测试仪，主要参数指标见表F.1。

表F.1 土壤电阻率检测仪主要参数指标

测量范围/Ωm	分辨率/Ωm	精度
0-19.99	0.01	±（2%+2πa×0.02Ω）$\frac{\rho}{2\pi\alpha} \leq 19.99\Omega$
20-199.9	0.1	
200-1999	1	
2×10^3-19.99×10^3	10	±（2%+2πa×0.2Ω）$19.99\frac{\rho}{2\pi\alpha} \leq 19.9\Omega$
20×10^3-199.9×10^3	100	±（2%+2πa×2Ω）$\frac{\rho}{2\pi\alpha} \geq 199.9\Omega$

附　录　G
（资料性）
原始记录与检测报告表格式样

表G.1～G.16分别给出了检测报告封面式样、雷电防护装置检测报告总表式样、受检单位和检测单位基本情况表式样、检测说明式样、风力发电机组检测记录表式样、升压变电站(开关站)检测记录表式样、建筑物防雷装置安全性能检测记录表式样。打印空白式样表作为现场原始记录表格使用。

表 G.1 检测报告封面式样

编号：（×）雷检字【年份】FL×××号

××××××××××风力发电场雷电防护装置
检测报告

资质证编号：

项 目 名 称：××××××××××雷电防护装置检测项目

受 检 单 位：　××××××××××

检 测 机 构：××××××××××（盖章）

签 发 日 期：××××年××月××日

声　　明

1. 本检测报告无“检测专用章”、“检测单位公章”无效。

2. 复制本报告未重新加盖“检测专用章”、“检测单位公章”无效。

3. 本检测报告无审核、批准人签字无效。

4. 本检测报告涂改无效。

5. 检测报告有异议，应于收到之日起十五日内向检测单位提出，逾期不予受理。

6. 本检测报告仅对本次检测时的建（构）筑物、设施及其防雷装置（措施）等检测对象有效，有效期壹年。

地址：××××××××××××××
电话：××××××
邮编：××××××

表 G.2 雷电防护装置检测报告总表式样

雷电防护装置检测报告总表

档案编号：(×)雷检字【年份】FL×××号

<table>
<tr><td>受检单位名称</td><td colspan="4"></td><td>地
址</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>联系部门</td><td></td><td>负责人</td><td></td><td>电话</td><td></td><td>邮编</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="8">检测项目列表</td></tr>
<tr><td>序号</td><td colspan="6">检测项目名称</td><td colspan="2">备注</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="6"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="6"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="6"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="6"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="6"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="6"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="6"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="6"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="6"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="6"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4">本次检测时间</td><td colspan="4" rowspan="4">检测单位（盖章）
年　月　日</td></tr>
<tr><td colspan="2">年　月　日</td><td>至</td><td colspan="2">年　月　日</td></tr>
<tr><td colspan="4">下次检测时间</td></tr>
<tr><td colspan="4">年　月　日以前</td></tr>
</table>

表 G.3 受检单位与检测单位基本情况表式样

<table>
<tr><td rowspan="6">受检单位基本情况</td><td>项目名称</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>委托单位</td><td></td><td>负 责 人</td><td></td></tr>
<tr><td>工程地址</td><td></td><td>地址邮编</td><td></td></tr>
<tr><td>海拔高度</td><td>m</td><td>经 纬 度</td><td>E：　　N：</td></tr>
<tr><td rowspan="2">联系部门</td><td rowspan="2"></td><td>联 系 人</td><td></td></tr>
<tr><td>联系电话</td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="12">检测单位基本情况</td><td>单位名称</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>地　　址</td><td></td><td>负责人</td><td></td><td>联系电话</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="8">检测人员</td><td colspan="2">检测能力评价证号</td><td></td><td>签　名</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">检测能力评价证号</td><td></td><td>签　名</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">检测能力评价证号</td><td></td><td>签　名</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">检测能力评价证号</td><td></td><td>签　名</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">检测能力评价证号</td><td></td><td>签　名</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">检测能力评价证号</td><td></td><td>签　名</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">检测能力评价证号</td><td></td><td>签　名</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">检测能力评价证号</td><td></td><td>签　名</td><td></td></tr>
<tr><td>报告编制人</td><td colspan="2">检测能力评价证号</td><td></td><td>签　名</td><td></td></tr>
<tr><td>审　核　人</td><td colspan="2">检测能力评价证号</td><td></td><td>签　名</td><td></td></tr>
<tr><td>技术负责人</td><td colspan="2">检测能力评价证号</td><td></td><td>签　名</td><td></td></tr>
<tr><td>签　发　人</td><td></td><td>签发日期</td><td colspan="3">年　　月　　日</td></tr>
</table>

表 G.4 检测说明式样

检测日期：　　天气状况：　　温度：　　湿度：

检测单位资质声明: 资质审批单位： 资质证号：
风力发电场防雷类别：
接地装置构成概况：
检测技术标准依据：
检测使用的主要仪器设备：
受检单位所在地的气候特征及环境条件：
电流极和电压极的放线情况：
其他特殊说明：
综合评定结论： （盖章） 年　　月　　日

表 G.5 风力发电机组（风机）检测报告（原始记录）表式样

检测项目：风机　　风机编号：

LPZ 划分								LPZ0	LPZ1	LPZ2
风轮桨叶										
机舱罩的外部部件										
无金属罩的机舱内所有设备(发电机、辅助传动装置、电缆、传感器和调节器)										
金属开关柜的外部部件										
非金属开关柜的内部结构件										
无屏蔽措施情况下风力发电机组操作间或变压器室土壤中的电缆连接线										
装有接闪杆或外部防雷装置的测风设备的传感器										
采取了雷电流导引和屏蔽措施的风轮桨叶的设备										
具有相应的雷电流导引措施的全金属覆盖的机舱罩内设备										
金属塔筒或混凝土塔筒的内部设备										
所有金属包层的内部设备										
操作间的内部设备										
接闪器	接闪杆	材料规格		高度		保护范围				
		接地电阻			防腐措施与现状					
	接闪线	材料规格		接地电阻（Ω）						
引下线	材料规格									
	金属爬梯是否作引下线									
	金属爬梯与防雷装置的过渡电阻（Ω）									
	接地电阻（Ω）									
	防腐措施与现状									
等电位连接	材料规格			接地电阻（Ω）						
接地装置	水平接地体材料规格			长度、埋设深度						
	垂直接地体材料规格			间距、埋设深度						
	和相邻接地体之间的防反击距离（m）									
电涌保护器	防护等级	安装位置	产品型号	数量						
	U_C标称值	I_n检查电流	U_P检查值	接地引线长度						
	接地连线截面（mm^2）	接地电阻（Ω）	接地电阻（Ω）	接地电阻（Ω）						
	泄漏电流(uA)	压敏电压(U_{1mA})	绝缘电阻（MΩ）							
检测结论										

表 G.6 风力发电机组检测报告（原始记录）表式样（续）

检测项目：接地阻抗

第一检测点						
频率（Hz）	47	48	49	51	52	53
电流（A）						
电压（V）						
接地阻抗(Ω)						
阻抗平均值(Ω)						
第二检测点						
频率（Hz）	47	48	49	51	52	53
电流（A）						
电压（V）						
接地阻抗(Ω)						
阻抗平均值(Ω)						
第三检测点						
频率（Hz）	47	48	49	51	52	53
电流（A）						
电压（V）						
接地阻抗(Ω)						
阻抗平均值(Ω)						
检测结论						

表 G.7 风力发电机组检测报告（原始记录）表式样（续）

检测项目：接触电位差

序号	检测点	检测频率（Hz）	检测电流(A)	检测值(mV)	换算值(V)
检测结论					

表 G.8 风力发电机组检测报告（原始记录）表式样（续）

检测项目：跨步电位差

序号	检测点	检测频率（Hz）	检测电流(A)	检测值(mV)	换算值(V)
检测结论					

表 G.9 风力发电机组检测报告（原始记录）表式样（续）

检测项目：土壤电阻率

<table>
<tr><td>序号</td><td>检测点经度</td><td>检测点纬度</td><td colspan="3">___m 间距</td><td colspan="3">___m 间距</td><td colspan="3">___m 间距</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">季节校正前平均土壤电阻率（Ωm）</td><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="3">校正后土壤电阻率平均值（Ωm）</td><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>地面状况</td><td colspan="11"></td></tr>
<tr><td>检测点平面图</td><td colspan="11"></td></tr>
<tr><td>结果</td><td colspan="11">平均土壤电阻率为　　Ωm</td></tr>
</table>

表 G.10 升压变电站(开关站)检测报告(原始记录)表式样

第一检测点						
频率（Hz）	47	48	49	51	52	53
电流（A）						
电压（V）						
接地阻抗(Ω)						
阻抗平均值(Ω)						
第二检测点						
频率（Hz）	47	48	49	51	52	53
电流（A）						
电压（V）						
接地阻抗(Ω)						
阻抗平均值(Ω)						
第三检测点						
频率（Hz）	47	48	49	51	52	53
电流（A）						
电压（V）						
接地阻抗(Ω)						
阻抗平均值(Ω)						
检测结论						

表 G.11 升压变电站(开关站)检测报告(原始记录)表式样(续)

检测项目：接触电位差

序号	检测点	检测频率（Hz）	检测电流(A)	检测值(mV)	换算值(V)
检测结论					

表 G.12 升压变电站(开关站)检测拔高(原始记录)表式样(续)

检测项目：场区地表电位梯度

检测曲线 1											
检测间距（m）	2	4	6	8	10	参考点	12	14	16	18	20
电位（mV）											
检测曲线 2											
检测间距（m）	2	4	6	8	10	参考点	12	14	16	18	20
电位（mV）											
检测曲线 3											
检测间距（m）	2	4	6	8	10	参考点	12	14	16	18	20
电位（mV）											
检测曲线 4											
检测间距（m）	2	4	6	8	10	参考点	12	14	16	18	20
电位（mV）											
电位梯度曲线图											
检测结论											

表 G.13 升压变电站(开关站)检测报告(原始记录)表式样(续)

检测项目：电气完整性

序号	检测点	阻值（mΩ）
检测 结论		

表 G.14 升压变电站(开关站)检测报告(原始记录)表式样(续)

检测项目：接地装置、独立接闪杆（塔杆）

<table>
<tr><td rowspan="3">接地装置</td><td colspan="2">水平接地体材料规格</td><td></td><td>长度、埋设深度</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">垂直接地体材料规格</td><td></td><td>间距、埋设深度</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">和相邻接地体之间的防反击距离（m）</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="7">独立接闪杆</td><td>编号</td><td>高度、保护范围(m)</td><td>材料、规格</td><td>防腐措施与现状</td><td>接地电阻（Ω）</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>独立接闪杆
平面布局图</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>检测
结论</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

表 G.15 升压变电站(开关站)检测报告(原始记录)表式样(续)

检测项目：土壤电阻率

序号	检测点经度	检测点纬度	___m 间距			___m 间距			___m 间距		
季节校正前平均土壤电阻率（Ωm）											
校正后土壤电阻率平均值（Ωm）											
地面状况											
检测点平面图											
结果	平均土壤电阻率为　　Ωm										

表 G.16 建筑物防雷装置安全性能检测报告（原始记录）表式样

受检装置名称：

<table>
<tr><td rowspan="8">接闪器</td><td rowspan="3">接闪带</td><td>材料规格</td><td></td><td>防腐措施与现状</td><td></td><td>保护范围</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">弯角度数、承受的垂直或水平拉力</td><td></td><td colspan="2">固定支架高度、间距</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">闭合环路电阻（Ω）</td><td></td><td colspan="2">接地电阻（Ω）</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">接闪杆</td><td>材料规格</td><td></td><td>防腐措施与现状</td><td></td><td>高度</td><td></td></tr>
<tr><td>保护范围</td><td></td><td>接地电阻</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">接闪网格</td><td>材料规格</td><td></td><td>防腐措施与现状</td><td></td><td>网格尺寸</td><td></td></tr>
<tr><td>接地电阻</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>接闪线</td><td>材料规格</td><td></td><td>接地电阻（Ω）</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="5">引下线</td><td>材料规格</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>平均间距</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">接地电阻（Ω）</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>防腐措施与现状</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">屏蔽与等电位连接</td><td>屏蔽材料规格尺寸</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>等电位导体材料规格</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>过渡电阻</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">接地装置</td><td>材料规格</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">接地电阻（Ω）</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>防腐措施与现状</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">电涌保护器</td><td>防护等级</td><td>安装位置</td><td colspan="2">产品型号</td><td colspan="2">数量</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>U_C标称值</td><td>I_n检查电流</td><td colspan="2">U_P检查值</td><td colspan="2">接地引线长度</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>接地连线截面（mm²）</td><td>接地电阻（Ω）</td><td colspan="2">接地电阻（Ω）</td><td colspan="2">接地电阻（Ω）</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>检测结论</td><td colspan="7"></td></tr>
</table>

参 考 文 献

[1] DL/T 621-1997 电力设备接地设计技术规程
[2] GB/T 36490-2018 风力发电机组　防雷装置检测技术规范
[3] QX/T 312-2015 风力发电机组雷电防护装置检测技术规范
[4] 风电场防雷与接地 中国水力水电出版社