



中华人民共和国国家标准

GB/T 36490—2018

风力发电机组 防雷装置检测技术规范

Wind turbines—Technical specification of lightning
protection system inspection

2018-07-13 发布

2019-02-01 实施

国家市场监督管理总局
中国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 检测项目	2
5 一般规定	2
5.1 检测依据	2
5.2 检测仪器要求	3
5.3 检测周期	3
5.4 检测程序	3
6 检测要求和方法	3
6.1 叶片防雷装置	3
6.2 机舱防雷装置	5
6.3 接地装置	6
6.4 等电位装置	7
6.5 电涌保护器(SPD)	8
附录 A (资料性附录) 部分检测仪器的主要性能和参数指标	9
附录 B (资料性附录) 检测数据整理	13
附录 C (资料性附录) 机组接地电阻测量方法	16

前　　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国风力机械标准化技术委员会(SAC/TC 50)归口。

本标准起草单位:国家风电设备质量监督检验中心(江苏)、北京乾源风电科技有限公司、广东粤电阳江海上风电有限公司、云南能投新能源投资开发有限公司、国际铜专业协会(中国)、中节能风力发电(张北)有限公司、中国船舶重工集团海装风电股份有限公司、中国大唐集团新能源股份有限公司、内蒙古久和新能源装备有限公司、北京鉴衡认证中心有限公司、山东中车风电有限公司、河北建投新能源有限公司、国电联合动力技术有限公司、新疆金风科技股份有限公司。

本标准主要起草人:叶霖、徐林、庄严、周歧斌、汪锋、曾涛、赵矛、王大刚、李群星、吴亚飞、吕彬、刘蕴华、霍连文、杨洪源、周新亮、于雪原、井延伟、李朋辉、褚景春、李强。

风力发电机组 防雷装置检测技术规范

1 范围

本标准规定了风力发电机组(以下简称机组)防雷装置的检测程序、检测项目、检测要求、检测方法、检测周期和检测数据整理。

本标准适用于 600 kW 及以上的陆上机组的防雷装置检测。

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 2900.53 电工术语 风力发电机组

GB/T 16895.22—2004 建筑物电气装置 第 5-53 部分:电气设备的选择和安装-隔离、开关和控制设备 第 534 节:过电压保护电器

GB/T 18802.1 低压电涌保护器(SPD) 第 1 部分:低压配电系统的电涌保护器 性能要求和试验方法

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

GB/T 21431—2015 建筑物防雷装置检测技术规范

GB/T 33629—2017 风力发电机组 雷电防护

3 术语和定义

GB/T 2900.53 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

防雷装置 lightning protection system;LPS

用以对某一空间进行雷电效应防护的整套装置,它由外部防雷装置、内部防雷装置两部分组成。

3.2

外部防雷装置 external lightning protection system

由接闪器、引下线和接地装置组成,主要用于防护直击雷的防雷装置。

本标准中外部防雷装置指叶片接闪器、机舱接闪器、引下线、接地装置组成的防雷系统。

3.3

内部防雷装置 internal lightning protection system

除外部防雷装置外,所有其他附加设施均为内部防雷装置,主要用于减小和防护雷电流在需要防护空间内所产生的电磁效应。

3.4

电涌保护器 surge protection device;SPD

用来限制瞬态过电压及泄放相应的瞬态过电流的装置,它至少含有一个非线性元件。

3.5

等电位连接 equipotential bonding

将分开的诸金属物体直接用连接导体或经电涌保护器连接到防雷装置上以减小雷电流引发的电位差。

3.6

接闪器 air-termination system

外部 LPS 的一部分,用于截获雷击的金属部件,如叶片接闪器、机舱接闪器。

3.7

引下线 down conductor

用于将雷电流从接闪器传导至接地装置的导体。如叶片引下线、金属塔筒或塔架等。

3.8

接地电阻 earthing resistance

人工接地极或自然接地极的对地电阻和接地线电阻的总和,称为接地装置的接地电阻。

3.9

雷电防护水平 lightning protection level;LPL

与一组雷电流参数值有关的序数,该组参数值与在自然界发生雷电时最大和最小设计值不被超出的概率有关。

注:雷电防护水平用于根据雷电流一组相关参数值设计防雷措施。

3.10

协调配合的 SPD 装置 coordinated SPD protection

一套适当选择的电涌保护器,在配合和安装后可以减少电气和电子装置的故障。

注:SPD 的配合包含连接电路,从而实现整个装置的绝缘配合。

3.11

接地体 earth electric rode

埋入土壤中或混凝土基础中作散流用的导体。

3.12

接地装置 earth-termination system

由接地体和连接网络组成的完整装置。

4 检测项目

4.1 外部防雷装置包括以下部分:

- a) 叶片防雷装置:接闪器、引下线;
- b) 机舱防雷装置:机舱接闪器、引下线、外部裸露金属装置;
- c) 接地装置:机组基础接地电阻。

4.2 内部防雷装置包括以下部分:

- a) 等电位连接装置:电气柜、机组附属装置(金属爬梯、电器设备,如免爬器、振动监测仪等);
- b) 电涌保护器。

5 一般规定

5.1 检测依据

风力发电机组应依据 GB/T 33629—2017 的规定进行雷电防护水平分类。

5.2 检测仪器要求

测量和测试仪器应符合国家计量法规的规定,部分检测仪器的主要性能和参数指标参见附录 A。

5.3 检测周期

防雷装置宜每年检测一次,对于雷电特殊地区的机组可适当调整检测周期。

5.4 检测程序

5.4.1 检测应在机组停机的状态下进行。

5.4.2 检测前应对使用仪器仪表和测量工具进行检查,保证其在计量合格证有效期内并能正常使用。

5.4.3 首次检测时,应先通过查阅机组防雷设计技术资料和图纸,了解并记录受检单位防雷装置的基本情况,再与受检单位协商制定检测方案后进行现场检测。

5.4.4 现场检测时,可按先检测外部防雷装置,后检测内部防雷装置的顺序进行,将检测结果填入防雷装置安全检测原始记录表(参见附录 B)。

5.4.5 对受检单位出具检测报告。

6 检测要求和方法

6.1 叶片防雷装置

6.1.1 接闪器

6.1.1.1 要求

6.1.1.1.1 叶片接闪器的数量应符合设计文件中的技术要求。

6.1.1.1.2 叶片接闪器的材质规格应符合表 1 的要求。

6.1.1.2 检测

6.1.1.2.1 检测接闪器的数量,应符合 6.1.1.1 的规定。

6.1.1.2.2 检测接闪器的材质规格与设计,应符合表 1 的规定。

6.1.1.2.3 检测现场接闪器与原设计图纸是否一致。

6.1.1.2.4 检测接闪器的固定是否可靠,接闪器截面积不应小于表 1 的要求。

表 1 接闪线(带)、接闪杆的材料、结构和最小截面

材料	结构	最小截面 mm ²	备注
铜 镀锡钢	单根扁钢	50	厚度 2 mm
	单根圆铜	50	直径 8 mm
	钢绞线	50	—
	单根圆钢	176	直径 15 mm
铝	单根扁铝	70	厚度 3 mm
	单根圆铝	50	直径 8 mm
	铝绞线	50	—

表 1 (续)

材料	结构	最小截面 mm ²	备注
铝合金	单根扁型导体	50	厚度 2.5 mm
	单根圆形导体	50	直径 8 mm
	绞线	50	直径 15 mm
	外表面镀铜的单根圆形导体	50	径向镀铜厚度至少 250 μm, 镀铜纯度 99.9%
热浸镀锌钢	单根扁钢	50	厚度 2.5 mm
	单根圆钢	50	直径 8 mm
	绞线	50	—
	单根圆钢	176	直径 15 mm
不锈钢	单根扁钢	50	厚度 2 mm
	单根圆钢	50	直径 8 mm
	绞线	70	—
外表面镀铜的钢	单根圆钢	50	直径 15 mm
	单根扁钢(厚 2.5 mm)	50	镀铜厚度至少 250 μm, 镀铜纯度 99.9%

6.1.2 引下线

6.1.2.1 要求

6.1.2.1.1 引下线的材质规格应符合表 2 的要求。

6.1.2.1.2 叶片接闪器至叶根引下线末端的过渡电阻宜不大于 0.24 Ω。

6.1.2.2 检测

6.1.2.2.1 检测引下线的材质规格与设计,应符合表 2 的要求。

6.1.2.2.2 检测引下线生产厂家提供的质量证明文件。

6.1.2.2.3 检测引下线与叶片根部法兰或其他连接处的连接是否可靠,引下线截面应符合表 2 的要求。

6.1.2.2.4 检测引下线与接闪器的电气连接性能,其过渡电阻应满足 6.1.2.1.2 的要求。

表 2 引下线材质规格要求

单位为平方毫米

材料	结构	最小截面
铜 镀锡铜	单根扁铜	50
	单根圆铜	50
	铜绞线	50
	单根圆铜	176

表 2 (续)

单位为平方毫米

材料	结构	最小截面
铝	单根扁铝	70
	单根圆铝	50
	铝绞线	50
铝合金	单根扁型导体	50
	单根圆形导体	50
	绞线	50
	外表面镀铜的单根圆形导体	50
热浸镀锌钢	单根扁钢	50
	单根圆钢	50
	绞线	50
	单根圆钢	176
不锈钢	单根扁钢	50
	单根圆钢	50
	绞线	70
外表面镀铜的钢	单根圆钢	50
	单根扁钢(厚 2.5 mm)	50

6.2 机舱防雷装置

6.2.1 接闪器

6.2.1.1 要求

接闪器的材质规格应符合表 1 的要求。

6.2.1.2 检测

6.2.1.2.1 检测接闪器的材质规格与设计,应符合表 1 的规定。

6.2.1.2.2 检测现场接闪器与原设计图纸是否一致。

6.2.1.2.3 检查接闪器的焊接固定的焊缝是否饱满无遗漏,焊接部分补刷的防锈漆是否完整,接闪器截面是否开焊、截面积应满足表 1 要求,接闪器的固定支架应能承受 49 N 的垂直拉力。

6.2.2 引下线

6.2.2.1 要求

检测引下线的材质规格应符合表 2 的要求。

6.2.2.2 检测

6.2.2.2.1 检测引下线的材质规格与设计,应符合表 2 的规定。

6.2.2.2.2 检测引下线生产产家提供的质量证明文件。

6.2.2.2.3 检测引下线与叶片根部法兰或其他连接处的连接是否可靠,引下线截面应符合表 2 的要求。

6.2.2.2.4 检测引下线与接闪器的电气连接性能,其过渡电阻应不大于 0.24Ω 的要求。

6.3 接地装置

6.3.1 要求

6.3.1.1 单机工频接地电阻值不应大于 10Ω 。

6.3.1.2 塔筒底部末端与接地扁钢的连接应不少于 3 处,连接导体的规格材质应符合表 3 的要求,导体表面应做防腐处理并做接地标识。

6.3.1.3 连接导体与接地体的搭接。扁钢使用焊条焊接时,搭接长度应不小于其宽度的 2 倍。

表 3 接地体最小截面要求

单位为平方毫米

材料	结构	最小截面
铜 镀锡钢	单根扁钢	50
	单根圆铜	50
	钢绞线	50
	单根圆钢	176
铝	单根扁铝	70
	单根圆铝	50
	铝绞线	50
铝合金	单根扁型导体	50
	单根圆形导体	50
	绞线	50
	外表面镀铜的单根圆形导体	50
热浸镀锌钢	单根扁钢	50
	单根圆钢	50
	绞线	50
	单根圆钢	176
不锈钢	单根扁钢	50
	单根圆钢	50
	绞线	70
外表面镀铜的钢	单根圆钢	50
	单根扁钢(厚 2.5 mm)	50

6.3.2 检测

6.3.2.1 连接导体接触面的过渡电阻不应大于 0.24Ω 。

6.3.2.2 接地电阻测量应在雨后连续 3 天晴天后进行测量。

6.3.2.3 测量使用的接地电阻测试仪应具备异频测量功能,测试电流不应小于 3 A,测试方法参见附录 C。

6.3.2.4 当对机组进行测量时,应断开:

- a) 箱变高压侧电源;
- b) 机组接地体与塔筒底部末端的连接;
- c) 升压变压器高压侧电缆屏蔽接地线;
- d) 有光纤金属加强筋存在时,应断开光纤金属加强筋;
- e) 与之连接的邻近其他机组的地网。

6.3.2.5 测试前应查看接地装置的验收图纸,避免与接地网的施工方向重叠;一般宜对机组进行至少两个测向的接地电阻测试,接地电阻值取各测向的平均值。

6.3.2.6 检测塔筒底部末端与接地扁钢的连接,应不大于 0.24Ω 的要求。

6.3.2.7 检测接地体与连接导体的搭接,应符合 6.4.1.2 的要求。

6.4 等电位装置

6.4.1 要求

6.4.1.1 等电位连接应满足表 4 的要求,等电位连接尽可能走直线,连接线尽可能短。

6.4.1.2 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的最小截面积应符合表 4 的要求。内部金属装置和连接排之间连接导线的最小截面积应符合表 5 的要求。

6.4.1.3 风力发电机组轴承的等电位应满足 GB/T 33629—2017 中 8.4.4 的要求。

表 4 连接排之间、连接排和接地装置之间连接导线的最小截面积

LPS 类型	材料	截面积/mm ²
I - IV	铜	14
	铝	22
	钢	50

表 5 内部金属装置和连接排之间连接导线的最小截面积

连接电涌保护器的导体	电气系统	I 级试验的电涌保护器	铜	5	
		II 级试验的电涌保护器	铝	8	
		III 级试验的电涌保护器	钢	16	
	电子系统	D1 类电涌保护器	铜	6	
		其他类的电涌保护器 (连接导体截面积可小于 1.2 mm^2)		2.5	
				1.5	
				1.2	
				根据具体情况确定	

6.4.2 检测

6.4.2.1 检测等电位连接线是否满足表 4 的规定。

6.4.2.2 检测接地线两端的连接应可靠,接地线应有黄绿颜色标识,或在连接点处应有接地标识。

6.4.2.3 检测接地线的连接处不应有松动和锈蚀。

6.4.2.4 对于轴承两端采用石墨或其他低阻抗导体作等电位连接时,其过渡电阻不应大于 $0.24\ \Omega$;采用间隙结构时,需要测量间隙距离并与设计文件保持一致。

6.4.2.5 检测设备、构架、均压环、钢骨架(爬梯)等大尺寸金属物(塔筒、机舱内的金属附属物)与共用接地装置连接处的过渡电阻,测量结果不应大于 $0.24\ \Omega$ 。

6.5 电涌保护器(SPD)

6.5.1 要求

6.5.1.1 机组电气柜的防雷分区应满足 GB/T 33629—2017 中附录 E、附录 F 的规定。

6.5.1.2 应使用经国家认可的检测实验室的检测,SPD 的性能要求和试验方法应符合 GB/T 18802.1 和 GB/T 18802.21 的规定。

6.5.1.3 SPD 安装的位置和等电位连接位置应在各防雷区的交界处,当线路能承受预期的电涌时 SPD 可安装在被保护设备处。

6.5.2 检测

6.5.2.1 检查电气柜的防雷分区和电涌保护器配置是否符合 GB/T 33629—2017 中附录 E、附录 F 的规定。

6.5.2.2 SPD 运行期间,会因长时间工作或因处在恶劣环境中而老化,也可能因受雷击电涌而引起性能下降、失效等故障,因此应定期进行检查。如测试结果表明 SPD 劣化或状态指示指出 SPD 失效,应及时更换。

6.5.2.3 用 N-PE 环路电阻测试仪,测试从并网柜(环网柜)引出的分支线路上的中性线(N)与保护线(PE)之间的阻值,确认线路为 TN-C 或 TN-C-S 或 TN-S 或 TT 或 IT 系统。

6.5.2.4 对 SPD 进行外观检查,SPD 的表面应平整、光洁、无划伤、无裂痕和烧灼痕或变形,SPD 的标示应完整和清晰。

6.5.2.5 检查 SPD 是否具有状态指示器,电源 SPD 状态指示器是否指示“正常”状态。

6.5.2.6 检查安装在电路上的 SPD 限压元件前端是否有脱离器。如 SPD 无内置脱离器,则检查是否有过电流保护器,检查安装的过电流保护器是否符合 GB/T 16895.22—2004 中 534.2.4 的规定;检查安装在配电系统中的 SPD 的 U_c 值应符合 GB/T 21431—2015 中表 4 的规定。

6.5.2.7 检查安装的电信、信号 SPD 的 U_c 值应符合 GB/T 21431—2015 中表 6 的规定。

6.5.2.8 检查 SPD 安装工艺,检测接地线与等电位连接带之间的过渡电阻不应大于 $0.24\ \Omega$ 。

6.5.2.9 检测并记录各级 SPD 的安装位置,安装数量、型号、主要性能参数(如 U_c 、 I_n 、 I_{max} 、 I_{imp} 、 U_p 等)和安装工艺(连接导体的材质和导线截面,连接导线的色标,连接牢固程度)。

6.5.2.10 SPD 两端的连接导体应符合相线采用黄色、绿色、红色、中性线用蓝色,保护地线采用黄绿双色线,其截面积规格应符合表 5 的规定。并联接线时,电源 SPD 引入至引出端的引线长度不宜超过 50 cm。

6.5.2.11 检测安装在电路上的电源 SPD 的过电流保护模式(优先供电或优先保护)。如优先供电,则检测 SPD 过电流保护器(熔断器)是否符合 GB/T 16895.22—2004 中 534.2.4 的规定。

6.5.2.12 检测 SPD 安装工艺,检测 SPD 接地线是否松动,接地线应符合黄绿色标的规定。

6.5.2.13 检测 SPD 的压敏电压、泄漏电流和绝缘电阻,测量方法和合格判据应符合 GB/T 21431—2015 中 5.8.5 的规定。

附录 A
(资料性附录)
部分检测仪器的主要性能和参数指标

A.1 测量工具和仪器

A.1.1 尺

钢直尺:测量上限(mm):150、300、500、1 000、1 500、2 000。
 钢卷尺:自卷式或制动式测量上限(m):1、2、3、3.5、5。
 摆卷盒式或捆卷架式测量上限(m):5、10、15、20、50、100。
 卡钳:全长(mm):100、125、200、250、300、350、400、450、500、600。
 游标卡尺:全长(mm):0~150。
 分度值(mm):0.02E.1.2。

A.1.2 经纬仪

测风经纬仪:
 测量范围:仰角:-5°~180°。
 方位:0°~360°。
 读数最小格值:0.1°。

A.2 接地电阻测试仪

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

接地电阻测试仪应采用异频测试,测试电流不应小于3A。

A.3 土壤电阻率测试仪

许多工频接地电阻测试仪具有土壤电阻率测试功能,综合多种测试仪,仪器主要参数指标见表A.1。

表 A.1 土壤电阻率测试仪主要参数指标

测量范围/(Ω·m)	分辨率/(Ω·m)	精度
0~19.99	0.01	$\pm(2\% + 2\pi a \times 0.02 \Omega)$ $\frac{\rho}{2\pi a} \leqslant 19.99 \Omega$
20~199.9	0.1	
200~1 999	1	

表 A.1 (续)

测量范围/($\Omega \cdot m$)	分辨率/($\Omega \cdot m$)	精度
$2 \times 10^3 \sim 19.99 \times 10^3$	10	$\pm(2\% + 2\pi a \times 0.2 \Omega)$ $19.99 \frac{\rho}{2\pi a} \leqslant 199.9 \Omega$
$20 \times 10^3 \sim 199.99 \times 10^3$	100	$\pm(2\% + 2\pi a \times 2 \Omega)$ $\frac{\rho}{2\pi a} \leqslant 199.9 \Omega$

A.4 毫欧计

毫欧计主要用以电气连接过渡电阻的测试,含等电位连接有效性的测试,主要参数指标见表 A.2。

表 A.2 毫欧表参数指标

显示范围/mΩ	分辨率/mΩ	测量电流/A	精度
0~19.9	0.01	0.1	$\pm(0.1\% + 3d)$
20~200	0.1	0.1	$\pm(0.1\% + 2d)$

A.5 绝缘电阻

A.5.1 绝缘电阻测试应用及主要仪器

绝缘电阻测试主要用于采用 S 型连接网络时,除在接地基准点(ERP)外,是否达到规定的绝缘要求和 SPD 的绝缘电阻测试要求。

绝缘电阻测试仪器主要为兆欧表,按其测量原理可分为:

- 直接测量试品的微弱漏电流兆欧表;
- 测量漏电流在标准电阻上电压降的电流电压法兆欧表;
- 电桥法兆欧表;
- 测量一定时间内漏电流在标准电容器上积聚电荷的电容充电法兆欧表。兆欧表可制成手摇式、晶体管式或数字式。

除兆欧表外,也可以使用 1.2/50 μs 波形的冲击电流发生器进行冲击,以测试 S 型网络除 ERP 外的绝缘。

A.5.2 兆欧表或绝缘电阻测试仪主要参数指标

兆欧表或绝缘电阻测试仪主要参数指标见表 A.3。

表 A.3 兆欧表或绝缘电阻测试仪主要参数指标

额定电压/V	量限/MΩ	延长量限/MΩ	准确度等级
100	0~200	500	1.0
250	0~500	1 000	1.0

表 A.3 (续)

额定电压/V	量限/MΩ	延长量限/MΩ	准确度等级
500	0~2 000	∞	1.0
1 000	0~5 000	∞	1.0
2 500	0~10 000	∞	1.5
5 000	$2 \times 10^3 \sim 5 \times 10^5$		1.5

A.6 环路电阻测试仪

N-PE 环路电阻测试仪不仅可应用于低压配电装置接地型式的判定,也可用于等电位连接网络有效性的测试,其主要参数指标见表 A.4。

表 A.4 环路电阻测试仪主要参数指标

显示范围/Ω	分辨率/Ω	精度
0.00~19.99	0.01	$\pm(2\%+3d)$
20.00~199.9	0.1	
200~1 999	1	

A.7 指针或数字万用表

万用表应有交流(a.c.)和直流(d.c.)的电压、电流、电阻等基本测量功能,也可有频率测量的性能,其主要参数指标见表 A.5。

表 A.5 万用表主要参数指标

性能	量程	分辨率	精度
电流电压(d.c.)	0.2 V	0.1 mV	$\pm(0.8\%+2d)$
	2 V	1 mV	
	20 V	10 mV	
	200 V	100 mV	
	400 V	1 000 mV	
交流电压(a.c.)	200 V	0.1 mV	$\pm(1.5\%+10d)$
	400 V	1 mV	
	750 V	10 mV	
电流(a.c.或 d.c.)	10 A	1 mA	$\pm(0.5\%+30d)$
电阻	30 MΩ	1 Ω	$\pm(0.1\%+5d)$

A.8 压敏电压测试仪

压敏电压测试仪主要参数指标见表 A.6。

表 A.6 压敏电压测试仪主要参数指标

量程	允许误差	恒流误差	$0.75U_{1mA}$ 下漏 电流量程	漏电流测试 允许误差	漏电流 分辨率
0 V~1 700 V	$\leq (\pm 2\% + 1d)$	5 μ A	0.1 μ A~199.9 μ A	$\leq (2 \mu A + 1d)$	0.1 μ A

A.9 电磁屏蔽用测试仪

电磁屏蔽用测试仪主要参数指标见表 A.7。

表 A.7 电磁屏蔽用测试仪主要参数指标

频率范围	输入电平范围	参考电平准确度
0.15 MHz~1 GHz	-100 dBm~20 dBm	± 1 dBm(80 MHz)

附录 B
(资料性附录)
检测数据整理

B.1 检测结果的记录

在现场将各项检测结果如实记入原始记录表,如有雷电辅助记录装置,可对其数据记录保存。

B.2 检测结果的判定

将各项检测结果与相应的技术要求进行比较,判定各检测项目是否合格。

B.3 防雷装置检测报告

依据本标准进行检测后,检测机构应出具相应检测报告。

B.4 防雷装置检测业务表格式样

B.4.1 接闪器检测记录表见表 B.1,叶片雷电记录卡检测记录表见表 B.2。

表 B.1 接闪器检测表

形式	金属叶尖接闪器	点状接闪器 (导流条)	标准符合性 (或与设计文件)
接闪器数量			
接闪器截面积			
接闪器材料			
备注			

表 B.2 叶片雷击记录装置检测表

叶片雷电记录卡检测记录	叶片 A/kA	叶片 B/kA	叶片 C/kA
叶片编码:			
读卡时间:			
品牌型号:			
卡片编码:			
卡片数据:			

B.4.2 叶片引下线检测记录表见表 B.3。

表 B.3 叶片引下线检测表

形式	铜导线	铝合金导线	标准符合性 (或与设计文件)
引下线长度			
引下线截面积			
与叶尖电气导通性			
导线执行标准			
备注			

B.4.3 轴承两端、塔筒连接法兰接触电阻检测记录表见表 B.4。

表 B.4 轴承两端、塔筒连接法兰接触电阻检测表(不适用间隙旁路)

序号	检测部位	标准值/Ω	测量值/Ω			测量结果 (平均值)
1	1#叶片变桨轴承旁路	0.24 Ω				
2	2#叶片变桨轴承旁路					
3	3#叶片变桨轴承旁路					
4	主轴承旁路					
5	偏航轴承旁路					
6	第一段与第二段塔段等电位跨线					
7	第二段与第三段塔段等电位跨线					
8	第三段与第四段塔段等电位跨线					
9	第四段与第五段塔段等电位跨线					
10	水泥基础塔架及其他形式与塔筒连接跨线					

B.4.4 配电装置电涌保护器检测记录表见表 B.5,信号装置电涌保护器的检测记录表见表 B.6。

表 B.5 配电装置电涌保护器检测表

级别	第一级	第二级	第三级
编号			
安装位置			
产品型号			
安装数量			
U_c 标称值			
标称电流 I_{imp} 或 I_n			
U_p 检测值			
I_{ie} 测试值			

表 B.5 (续)

级别	第一级	第二级	第三级
状态指示器			
引线长度			
连线截面/mm ²			
过电流保护			
遥信状态			

表 B.6 信号装置电涌保护器的检测表

安装位置	1	2	3
产品型号			
安装数量			
U_c 标称值			
电流 I_{imp} 或 I_n			
U_p 检测值			
I_{te} 测试值			
引线长度			
连线截面/mm ²			

B.4.5 接地电阻检测表见表 B.7。

表 B.7 接地电阻检测表

项目名称：		测量方法：			测量时间：	
标准值	第 1 测向	第 2 测向	第 3 测向	测试结果 (平均值)	机组编号	
按设计值确定 ()						

附录 C
(资料性附录)
机组接地电阻测量方法

C.1 接地电阻测量方法

接地装置接地电阻的测量应采用三极法。

接地装置接地电阻的数值,等于接地装置的对地电压与通过接地装置流入地中的工频电流的比值。接地装置的对地电压是指接地装置与地中电流场的实际零位区之间的电位差。

C.2 电极布置

C.2.1 三角形布置

采用三极法测量接地电阻,电极可采用三角形布置,见图 C.1。电压极与接地网之间的距离 d_{12} ,电流极与接地网之间的距离 d_{13} ,一般取 $d_{12}=d_{13}\geqslant 2D$,夹角 $\approx 30^\circ$, D 为接地网最大对角线长度。测量时,沿接地网和电流极的连线移动 3 次,每次移动距离为 d_{13} 的 5% 左右,如 3 次测得的电阻值接近即可。

接地电阻值应不大于设计要求,如无特殊规定,单台机组的接地电阻值应不大于设计值。

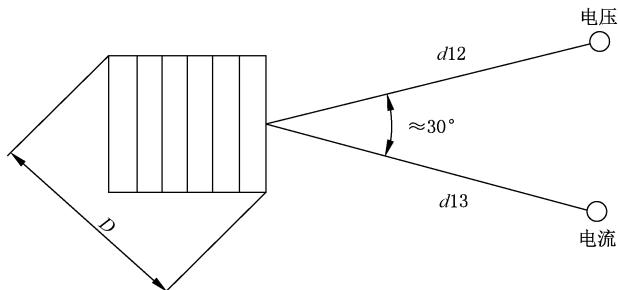


图 C.1 三角形布置

C.2.2 直线形布置

采用交流电流表-电压表法测量接地电阻,电极可采用直线形布置,见图 C.2。电压极与接地网之间的距离 d_{12} ,一般取 $d_{12}\geqslant 2D$ 。电流极与接地网之间的距离 d_{13} ,一般取 $d_{13}\geqslant 4D$ 。 D 为接地网最大对角线长度。测量时,沿接地网和电流极的连线移动 3 次,每次移动距离为 d_{13} 的 5% 左右,如 3 次测得的电阻值接近即可。

接地电阻值应不大于设计要求,如无特殊规定,单台机组的接地电阻值应不大于设计值。

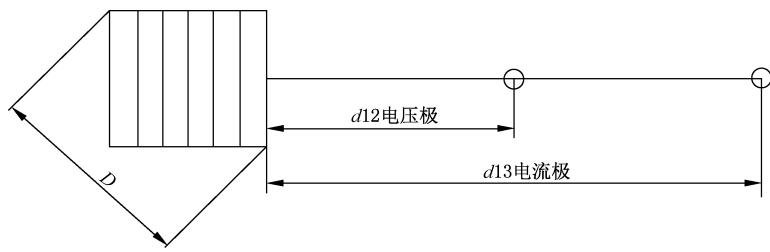


图 C.2 直线形布置

C.3 测量注意事项

测量接地电阻时应注意：

- a) 测量时接地装置应与基础环断开；
 - b) 电流极、电压极应布置在与线路或地下金属管道垂直的方向上；
 - c) 应避免在雨后立即测量接地电阻；
 - d) 允许采用其他等效的方法进行测量。
-