

I. 典型的风电场系统构成

	录	
CO	ntents	

•	风力发电机组:	句括机舱	(主机)	、叶轮、	塔架、	基础、	控制系统、	附件
_	1/10/JJ/X: U:1/ U-11 •	تازی را الا ال	(——————————————————————————————————————	\		(土)	コールコンコンシレン	171311

- 风机出口升压变压器:包括变压器、风机连接电缆、变压器基础;
- 变压器至变电站的连接线路(电缆、架空)、保证风机远程监控专用通讯电缆;
- 变电站:包括汇集风机出口升压变压器输电线路开关组、母线、主变压器、变压器高压侧控制开关及电器(PT、CT、隔离、避雷器等)、变电站接地及防雷系统、自动化控制保护装置、计量装置、无功补偿装置等;

• 变电站至系统上网线路;

44. ****		_		_	1-1-11	
		√/ -	-67		7500	
III KATA	- 1	P. 4 III -	- 7	// 45	ATT VA	1 1 1 / 4
典型						

风力发电机组维护

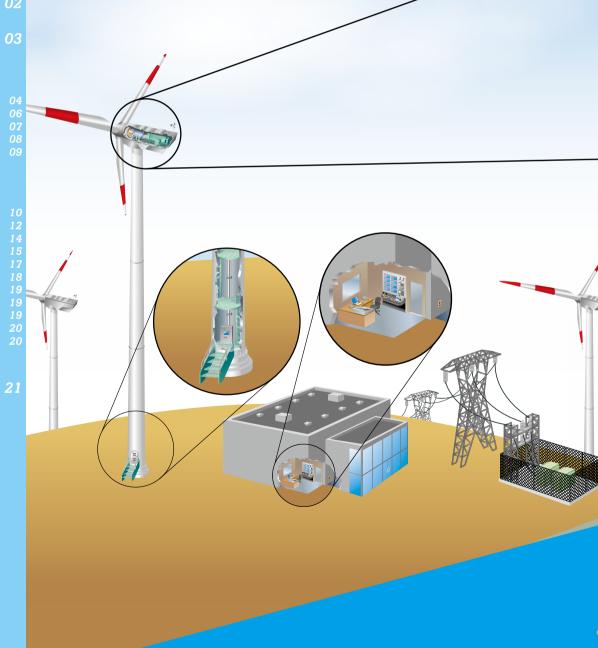
风力发电机组机械维护

振动幅值信号分析 04 轴对中 06 齿轮探伤 07 电腐蚀问题,需要检测轴电压 08 温度检测 09

风力发电机组电气维护

风力发电机组的并网电能质量 温度检测 发电机,逆变器,电机等绝缘测试 风力发电机组及辅助设备接地检修 蓄电池维护 UPS维护 风机监测系统 场区内输变电设备的维护 SF6泄露点测试 绝缘电阻检测及路径探测 经制室环境检测

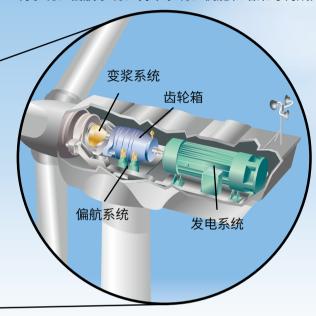
福禄克推荐风电场运行维 护整体解决方案



II. 风力发电机组维护

风力发电机组构成

风力发电机组主要由风轮、变桨距系统、传动装置、齿轮箱、发电机、电气系统、控制系统、偏航系统、刹车系统、机舱和塔架等构成如图所示:



为了提高风力发电机组的可靠性,延长机组的使用寿命,日常维护十分重要。风力发电机组重在维护,而不在维修。风力发电机组维护包含:**风力发电机组的机械维护和电气维护**两部分



III. 风力发电机组的机械维护

普通的测振笔可以获取设备的振动总值,但是,振动总值往往只能用于评估设备总体 的健康状态,无法识别设备的故障类型和故障根源。

专业的振动分析仪,可以通过获取设备全面的振动信号,再由专业的振动分析工程师 进行频谱分析,从而得出设备故障的根本原因,并以此制定相应的设备维护方案。 然而,大部分客户往往不具备采购专业的振动分析设备的条件,也没有专业的振动 分析师。

振动幅值信号分析

Fluke 810测振仪、您贴身的振动诊断专家

不仅可以给出振动原因,还可以给出维护建议,同时,可以通过软件管理需要做振动 检测的设备,给出对应设备振动幅值变化趋势;也可以给出振动信号分析的频谱图, 方便大家给出测试报告。

带专家系统的振动分析仪



获得的结果



更换电机轴承——优先级3 | 联系振动专家——优先级2

简单三步完成振动测试

1. Fluke 810 询问一些用户已知的 2. Fluke 810 非常容易与用户的 基本机器信息。板载信息功能提 供现场提示,使用户像专家一样 进行设置和测量



维修程序融为一体,利用Fluke 810 快速诊断故障或监测机器 状态



3. 第一时间正确修复故障, 仅需 按一下按钮, Fluke 810即可判 断问题根源、位置,以及故障的 严重度



Viewer PC 软件





利用VIEWER软件,用户可将其机器数据(机器设置和诊断数据)上传,以便储存、跟踪以及更详细的观察。用户亦可利用PC更快、更方便地设置机器。



与诊断仪之间交换数据; 导出机器数据,进行更多的专家分析



利用键盘方便地创建、编辑、删除机器设置



检查全部的机器诊断信息;详细地观 察频谱



更改应用软件设置(例如语言、日期时 间、单位、分数单位等)

轴对中

Fluke 830 激光轴对中工具,快速为您提供您准确有效的结果

联轴器通常连接电机和负载,确保设备旋转动能的正常传递,为了保证联轴器的使用寿命,必须每一年使用激光对中仪进行对中检测。

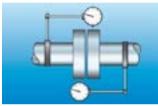
目前常见的三种方式实现轴对中有:

● 直尺:不精确、失实

• 千分表:准确,但复杂、耗时

• 激光对中: 非常精确、易于使用、相对快速、可存档结果







功能和优点

- 采用单束激光测量技术,从而降低干涉误差,提高数据精度
- 直观的引导式用户界面让您可以轻松快速地完成设备对中。
- 罗盘测量模式使用激活的电子倾斜仪,确保测量结果灵活、可靠、可重复
- 动态机械偏差检查持续评估对中调整情况,让您知道设备对中数据在可接受范围内
- 独特的扩展模式可通过增加激光探测器测量范围(相当于增加激光探测器尺寸)应对 严重未对中情形



齿轮探伤

Fluke DS 701/703 FC工业内窥镜

传统的检测方法费时费力,极大地影响风电企业的效益,而工业内窥镜则提供了一种新的检测手段。小巧轻便的设计,直观的检测效果,非常适合在紧凑的发电机机舱中使用。对风电齿轮箱的检测,风电叶片检测(包括内部和外部)和风电齿轮箱内部轴承的检测等都有很好的效果。

风机齿轮损伤方面,按严重程度由轻到重主要分为四类损伤:微点蚀、胶合、静止压痕、短齿。

内窥镜可以清楚看到齿轮箱中齿轮损伤情况:是否有磨损,是否有微点蚀,是否有胶合等在不打开齿轮箱看不到的内部状态。

福禄克工业诊断窥镜Fluke DS701/703 FC,能够满足各种严酷工业现场的要求,使操作者能够轻松操作对弯曲管道深处探查,观察不能直视到的部位,能在密封空腔内观察内部空间结构与状态,坚固的摄像头外壳可抵御各种严酷和恶劣检测环境,最终缩短检查时间,提高工作效率。

- 带有前、侧双摄像头的高清探头,带来更多视角适用各种工况。
- 7英寸液晶触摸显示屏,便于操作和观看。
- Up is Up®福禄克自适应屏幕旋转技术,总是以适当的方向显示图像,无论探头的位置和方向。
- 缩放变焦功能,精确检测细小缺陷。
- 可调节照明,捕捉最佳图像。
- IP68防护等级探头满足严苛工况要求





电腐蚀问题,需要检测轴电压 Fluke 190II多通道便携式示波器

轴电压测试难题: 在旋转轴上如何取信号? 波动的信号如何扑捉? 信号幅值范围大,

从毫伏到几十伏,是否都可以测量?不仅需要给出幅值还需要看到波形。

如何测量:示波表配置专用的电压碳刷



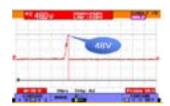


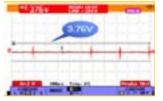
Fluke 190II-204: 轴电压的测量

通过示波表我们看到什么



根据测试结果可以判断造成电腐蚀的原因是否来自于轴电压,就可以使用消除办法消除轴电压: 绝缘轴承或轴接地环等,也可以再查看采取措施后情况怎么样?







温度检测

Fluke红外热像仪及红外测温仪

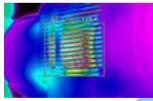
大部分故障的表现都是温度升高,了解设备温度的变化,我们就能发现问题,避免事故的发生。由于许多地方无法接触或接近,因此我们采用的测温手段是非接触式红外测温仪,而我们在用的是红外点温仪很难快速找到一个面上温度的区别和最高点,为了解决此问题,采用的手段是红外热成像仪和点温仪配合。

温度检测规程中常见设备的故障判断依据

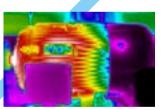
参考标准: DL/T664-2008《带电设备红外诊断应用规范》,GB763-90 交流高压电器长时间工作时的发热

旋转类设备的系统化检测

序号	设备名称	故障状态	可能故障	进一步措施
1	电机外壳	局部过热,热 点温度>90℃	内部铁芯、绕 组因绝缘层老 化或损坏导致 短路	确定绝缘处,使用绝缘测试仪检测,处理后用绝缘 测试仪和热像仪进行复查
2	电机外壳	整体温度过高,热点温度 >90℃	电压不平衡或 空气流动不 充分导致散热 故障	使用电能质量分析仪确认电压不平衡状态;如果停机时间短,则只对电机空气进口格栅进行清洗;并在下一次有计划的停机检修中,安排一次彻底的电机清洗。处理后使用热像仪进行复查
3	轴承、连 轴器	过热,最高温 度点出现在轴 承或连轴器上	润滑不良或轴 未对中	检查润滑情况或对轴进行调整,如果有轴承振动仪,使用振动仪进行检测,处理后使用热像仪和振动仪进行复查,如果是轴不对中,需要使用F830激光轴对中仪进行处理。



电机由于过载



电机轴润滑不良 (最高温度出现在轴上)



其它设备: 发电机定子过热

Fluke TiS75红外热像仪

- 像素320×240,图像清晰;
- 激光瞄准及LED照明,直观准确;
- 500万像素可见光;
- 功能全面:高低温自动捕捉、红外可见光融合、可移动点、录像、无线输出等, 并可使用趋势分析软件。



IV. 风力发电机组电气部分维护

风力发电机组的并网电能质量 Fluke 435II /Fluke 1748

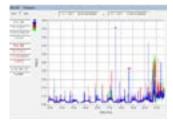
风力发电的电能质量问题

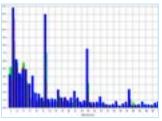
风电并网对电能质量的影响

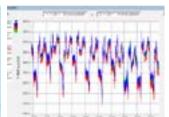
电压闪变:风速波动、风剪切、塔影效应、无功功率变化、控制参数改变、频繁切换操作均会引起风电并网点电压波动和闪变

电压偏差:在系统运行水平和负荷水平不变的条件下,并网节点的电压偏差由风电场输出有功功率和无功功率共同决定

谐波:风电机组变流器的采用不可避免地会产生各种频率的谐波,对电网电能质量产生明显影响。

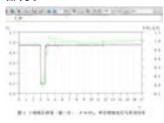






电能质量对风力发电的影响

电网电压跌落: (1) 机械、电气功率的不平衡影响机组稳定运行; (2) 暂态过程导致发电机中出现过流,可能损坏器件; (3) 附加的转矩、应力可能损坏机械部分。



系统三相电压不对称:导致风电机组频繁出现负序电流,风电机组因"电流不对称"故障而停机

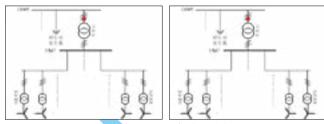


风力发电机组的并网电能质量

电能质量状态评估和基础数据测量: Fluke 435-II

并网电能质量评估和问题分析: Fluke 1748

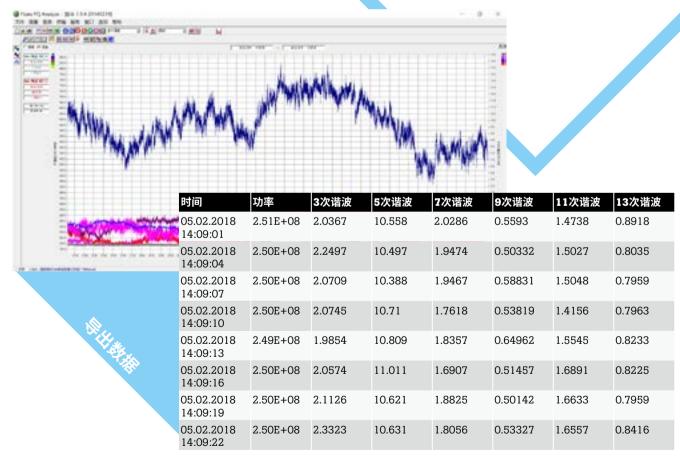




GB/T20320-2006标准

风电场升压变高压侧

Fluke 1748或Fluke 435-II的数据叠拼分析功能(把功率曲线与各次谐波曲线放在同一坐标下)非常方便帮助大家完成上面电能评估要求:



Fluke 435-II: 经典性手持式电能质量测试仪,是一款完全满足IEC61000-4-30标准A级仪器,是一款符合企业运行维护中电能质量测试仪器。同时具备逆变器效率测量和线损测量功能。也是唯一一款具备三种功率计算一体的仪器

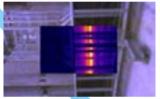
温度检测 Fluke Ti400红外热像仪

电气线路

序号	设备名称	故障状态	可能故障	进一步措施
1	接头	线路接头过 热,热点温度 ≥70℃,或温 差≥15℃	接头接触不 良、氧化腐 蚀、过紧	重新连接或更换接头,处理完毕后,热像仪复查
2	线路	单相线路整体 过热,温度 ≥70°C,或温 差>15°C	过载、三相不 平衡或谐波	用万用表/钳表检测是否过载;用电能质量测试仪 检测三相不平衡或谐波;处理后用热像仪复查



电气连接过热



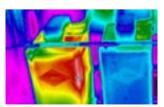
线路过载

配电盘/开关柜

序号	设备名称	故障状态	可能故障	进一步措施
1	断路器	过热,热点温 度≥70℃	过载、谐波	使用万用表/钳表检测过载;使用电能质量分析仪检测谐波;处理后用热像仪进行复查
2	电容器	过热,热点温 度≥55℃	过载、谐波	使用万用表/钳表检测过载;使用电能质量分析仪 检测谐波;处理后用热像仪进行复查
3	母排	连接处过热, 温差≥15℃	接触不良、过 紧、氧化腐蚀	重新连接接头,处理完毕后,热像仪复查
4	母排	单相过热,温 差≥15℃	三相不平衡、 过载	使用钳表检测过载;使用电能质量分析仪检测三相 不平衡;处理后用热像仪进行复查
5	导线	整体过热,温 差≥15℃	三相不平衡、 过载、谐波	使用钳表检测过载;使用电能质量分析仪检测三相不平衡或谐波;处理后用热像仪进行复查
6	熔断器	接头过热,热 点温度≥70℃	接触不良、过 紧、氧化腐蚀	重新连接接头,处理完毕后,热像仪复查
7	熔断器	整体过热,温 差≥15℃	过载,三相不 平衡	使用钳表检测过载;使用电能质量分析仪检测三相不平衡;处理后用热像仪进行复查



干式变压器铁芯发热



电容器老化

Wi Fi 无线传输 高灵敏触摸屏 LaserSharp™ 激光自动对焦 H⊒ⅢII 高清视频输出 USB 数据输出 SmartView® App 应用

锐智系列 Ti400 红外热像仪

- 320×240高灵敏电 容触摸屏设计, 极易触 摸和滑动, 使操作更便 捷。高清晰度,呈现 完美画
- LaserSharpTM 激光自 动对焦,实现快速、精 准对焦。利用精密激 光技术,以精确的精 度聚焦于你的目标, 并得到你需要的正确 的图像和温度测量
- 500 万像素工业级高 清晰度数码相机,提 供高清现场可见光图 片。
- 长焦和广角可互换智 能镜头,观察所需的一 切细节。
- IR-Fusion 红外可见 光融合技术,将可视 图像与热图覆盖相融 合,使您能够即时查 看可能指示潜在问题 的温度记录图。
- 使用IR-PhotoNotes™ 注释系统,有效减少 现场记笔记的需要。 语音记录和注释获取 与图像文件一起保存 的其他详细信息。

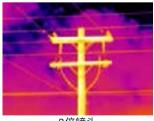


长焦镜头

较之于标准镜头,可将目 标放大 2 倍 或 4 倍,让用 户可以看到更多细节。



标准镜头



2倍镜头



4倍镜头



广角镜头

在狭窄的空间里工作时, 使用广角镜头可以近距离 观看较大的目标。



标准镜头



标准镜头



广角镜头 - 可以从同一距离看到 建筑物的两侧

发电机,逆变器,电机等绝缘测试 Fluke 1537绝缘电阻测试仪

根据预测性维护要求: 绝缘测试不仅需要看每次测量值是否在合格范围内,更重要的是记录每次测量值,关注测量值的变化趋势,从而判断设备绝缘是否被破怀。

根据绝缘测试情况,记录每次测量值做比较,就要求每次测试条件是 一致的,特别是:测试电压与测试时间

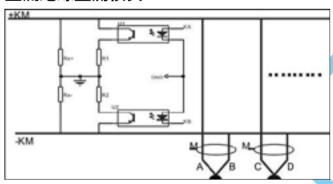
福禄克提供的绝缘电阻测试解决方案

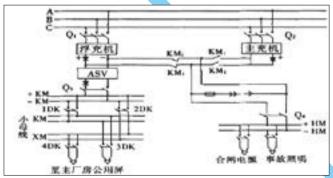
Fluke 1537是一款2500V绝缘电阻测试仪

- 带可以设定测试时间功能
- 带极化指数和吸收比直接读数功能
- 独有介质吸收比功能(DD)快速评估电机、电缆等是否存在内部 多层绝缘故障
- 带数据存储功能,方便看趋势
- 仪器测试完成自动放电

该方案最大优势是:可以设置每次测量时间时间长度,并保存测试数据,利用软件可以导出数据,查看趋势!

直流绝缘监测核实







风力发电机组及其辅助设备接地检修 Fluke 1625-II KIT接地电阻测试仪

一般在雷雨季节前完成,可结合主设备检修进行,检修工作应遵守相关规程规范中对 检修工艺和质量标准的要求。

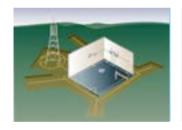
75 E	内容	
项目		周期
	叶片防雷引下线	
	轮毂与机舱接地装置	
	塔筒间接地装置	
风电机组防雷接地	塔筒与地网接地装置	每季度一次
	接地引下线	
	主接地网	
	外漏接地极	
	接地标志	
	高压侧避雷器或防雷保护装置	
箱变防雷接地	低压侧避雷器或防雷保护装置	每月一次
和文/// 田汉· 0	接地引下线	4/3 //
	接地标志	
	线路避雷器	
集电线路接地	接地线	每月一次
未电线面设置	接地引下线	母/7 //
	主接地网	
	设备构架接地引下线	
	气体绝缘全封闭组合电气接地端子	
	主变压器外壳、铁芯、中性点引下线	
站内电气装置防雷接地	封闭母线外壳接地装置	每月一次
	电力电缆外皮接地	
	互感器二次接地	
	避雷器外观及接地引下线	
	避雷针本体	
	接地引下线	
避雷针防雷接地	地网 每月一次	
	避雷针及其接地装置	
	接地标志	

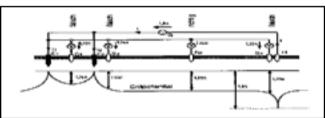
风力发电机组规范

中华人民共和国能源行业标准(NB/T 31056-2014): 在整个接地网施工完工后,再对每组接地网电阻进行测量。目前,国内普遍采用5D - 0.618直线法和2D - 30°三角法测量风机接地电阻,测量原理如图所示。电流极引线和电压极引线间的夹角为30°

准确测试接地电阻的挑战

- 各种接地方式的接地电阻仪器均能测量
- 满足测试标准要求,又可以排除地下干扰信号
- 能判断接地回路是否接通
- 可以测量等电位电阻
- 辅助地极是否可靠?





Fluke 1625-II KIT的优势

- 多种接地电阻测试方法集中在一台仪器上,可以测试所有接地系统接地电阻;
- 无需在增加仪器就可以测试等电位电阻;
- 仪器完全满足测试标准要求:测试电压24/48V,测试电流大于200mA(实际测试电流250mA)
- 仪器首先测试干扰信号频率和电压,再选择测试信号
- 接地回路测试让客户知道接地回路是否有断点
- 防错误连接---避免错误测试数据



蓄电池维护

Fluke BT521 蓄电池内阻测试仪

蓄电池在风场主要作为储能的关键部件和UPS的后备电源。蓄电池需要在恒温恒湿的 状态下才能达到最佳寿命。而风场的工况往往不能满足上述需求,从而会造成蓄电 池过早老化,容量损失而不能提供额定电能,甚至造成着火的事故。因此,可以在 蓄电池仍处于工作状态的情况下,同时采集内阻和电压数据,进行蓄电池的健康状 态分析。

电池运行维护的主要内容及注意事项

- 内阳或电导测试阳值与设备参数偏差不小干土10%
- 测量和记录电池房内环境温度,电池外壳温度和极柱温度。
- 测量和记录电池系统的总电压、浮充电流。
- 测量和记录各在线电池的浮充电压。若经过温度校正有两只以上电池电压低于 2.18V,则电池组需进行均衡充电,如问题仍然存在,继续进行电池年检乃至三 年维护中的项目检查。以上方法均失效,需与设备厂家联系
- 每年电池组以实际负荷进行一次核对性放电试验,放出额定容量的30%至40%

电池内阻测试常见问题

- 测试点选择哪里---电池的极柱还是其他点
- 测试探头与极柱力度不一样---测试结果差异
- 一组电池测试会漏了电池
- 一组电池中需要更换一节电池,怎么选择更换电池的内阻
- 方便快捷查看电池内阻变化
- 负极柱温度测量还需要测一次
- 需要另外用仪器测试一组电池之间的连接片的电阻

Fluke BT521优势

- 集电池内阻,放电电压,负极柱温度,连接片电阻,纹波电压等功能一体
- 同轴弹簧式设计探头
- 整组电池测试管理(方便看到是否漏测和给出整组电池内阻平均值)
- 数据存储,自动生成趋势报告
- 多种测试探头(加长,带显示和操作探头等)
- 携带方便



UPS维护

Fluke 190II 多通道便携式示波器

UPS带满载测试检查:

确定UPS设备运行正常,负载连接线安装是否正确,测试设备和检测仪表是否连接正确:

UPS负载过载测试检查:

负载超过额定负载时设备是否告警,负载超过逆变带载能力时,系统是否切旁路;

UPS负载切换测试检查:

根据负载切换测试要求调整UPS带载量的大小,一般测试负载量为: 0%-30%-80%-100%;

负载切换过程中测量UPS输出电压值,电流值,相位值等技术参数;

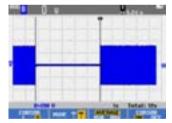
UPS并联运行测试检查:

并联系统带载量及负载均分情况,并机系统切换旁路测试,系统技术参数、警报功 能、电池放电等测试。

福禄克测试方案

UPS切换时间的测量

Fluke 190 II系列示波表具有2.5 Gs/s的采样率,即纳秒级的分辨率。对于微妙差别的UPS切换时间可以进清晰的分辨和记录。



切换时间测试界面

通道完全隔离(隔离电压1000V)的便携式示波表可以方便和直观给出UPS切换的时间,电池供电,适合现场使用,高采样率可以得到高的切换时间的高分辨率。

UPS容量及输出电能质量测量:从下图可以看到F435II可以解决相关问题:测量UPS输出电流电压,功率和功率因数(有功,无功及无功特性);谐波等电能质量(各次谐波和总谐波含量)



风机监测系统

Fluke 773 高精度毫安型过程电流钳表

包括信号检测、数据采集,而这些传感器输出信号是否有问题?是否准确?需要测 量传感器输出信号。

传统方法测量: 万用表,需要断开回路,容易出现不小心断开了其他信;

推荐测量方法: 直流毫安钳形电流表FLUKE 773, 不需要断开回路, 精度: 0.1%.

Fluke 773不需要断开回路直接测量传感器输出电流信号,测试精度达到0.2%,而 且还可以输出电流和电压信号,帮助你查找故障原因



场区内输变电设备的维护

主要包含:

- 各主要节点和设备温度测试
- 高压设备SF6气体泄漏点检测
- 开关柜安规测试
- 升压站各设备及地网接地电阻测试 升压站变压器等各设备绝缘电阻测试
 - 集电电缆故障和路径测试
 - 控制室环境检测
 - 控制信号传输网络测试

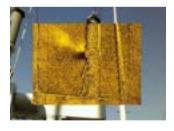
SF6泄露点测试

Fluke Ti450 SF6 气体检漏热像仪

SF6泄漏可视化,发现泄漏,定位泄漏点,准确定位SF6气体泄漏,无需关断设备







Ti450 SF6: 高性能红外热像仪+SF6泄漏的检测

- SF6气体泄漏可视化,轻松定位泄漏点
- 优异热灵敏度≤0.025°C,捕捉更多细节
- 高达640*480的实测红外像素,实现精确测量
- 标配2倍长焦镜头,观测更远更小目标
- 多种对焦方式,轻松获得清晰图像
- HDMI高清目镜,无惧外界光线干扰,可分辨屏幕上更多微小细节



绝缘电阻检测及路径探测

色缘电阻测试值需要符合设计要求和查看绝缘电阻变化趋势,及时发现潜在绝缘问 2 埋入地下电缆,如不清楚电缆走向,可以借助电缆路径探测仪,帮助查找线缆 走[-

AT3500 以探测地下3米的电缆或管道,可以探测有源或无源电缆。



控制室颗粒物含量检测

Fluke 985 粒子计数器/Fluke 975 多功能环境测试仪

颗粒物附着在服务器上,在一定湿度情况下会导致设备短路。

控制室内温度,湿度需要符合设计要求,颗粒物含量也要符合设计和规范要求,否则会导致服务器或其他电子设备出现故障。

- 同时进行测量、记录,及利用高亮度、背光 LCD 显示屏进行温、湿度、 $\mathrm{CO_2}$ CO 显示。
- 一键式气流和流速测量,带有探头。
- 湿球和露点温度
- %外部空气计算
- CO2 和 CO 现场校准功能
- 开机自检功能
- 自动背光显示
- 自动气压变化补偿
- 显示所有测量和计算的最小值/最大值/平均值读数
- 多种语言用户界面
- 公制或标准单位
- 声音或视觉阈值报警
- 丰富的断续或连续数据记录功能,可通过USB接口下载至PC。
- 键盘锁定,以确保安全。



V. 福禄克推荐风电场运行维护整体解决方案

高端方案

适合于100兆瓦以上的大型风电场,有自己的运维团队。 适合于第三方运维检测团队。

仪器名称	型号	功能	作用
接地电阻测试仪	Fluke 1625-2 KIT	测试风机及设备接地电阻值	确保设备信号地,安全地和防雷地符合要 求,确保安全
绝缘电阻测试仪	Fluke 1550C	测试各设备绝缘电阻值(测试电压 250V、500V、1000V、2500V、5000V)	确保设备绝缘符合要求
绝缘万用表	Fluke 1587FC	测试各设备绝缘电阻值(测试电压 50V、100V、250V、500V、1000V)	确保设备绝缘符合要求
气体检漏热像仪	Fluke Ti450 SF6	快速查找和发现热斑或电气设备的温度异常点, 查找SF6绝缘气体的泄漏点。	可以及时排除温度异常问题,及高压电气设备的SF6泄漏问题。
红外热成像仪	Fluke Ti480PRO	640*480像素,高分辨率更清晰快速查找和发现 电气及机械设备的温度异常点	可以及时排除温度异常问题。
红外点温仪	Fluke 572-2	测试各设备及节点温度	了解温度变化,及早发现问题
电能质量分析仪	Fluke 435II	并网电能质量测试和故障排除测试	达到上网电能质量要求和找到影响设备运行 的电能质量因素
多通道便携式示 波器	Fluke 190-204/S	故障排除时查看波形	发现问题
总线物理层测试仪	Fluke 125B		
钳形电流表	Fluke 376FC	各导线电流测量	
万用表	Fluke 117C		
振动测试仪	Fluke 810	除风力发电机之外旋转设备的振动测试	
激光对中仪	Fluke 830	旋转设备安装时对中	
电缆路径探测仪	Fluke AT 3500	探测地下电缆的路径	
毫安钳形表	Fluke 773	传感器输出信号	
工业内窥镜	Fluke DS703 FC	齿轮,风叶和发电机损伤检测	准确定位问题点
蓄电池内阻测试仪	Fluke BT521	蓄电池内阻测试	
三相功率计	Fluke 1732	测量三相电流,电压,功率和功率因数,及检 查相序	检查相序

中端方案

适合于60-100兆瓦的中型风电场。 重视现场设备的运行维护。

仪器名称	型号	功能	作用
接地电阻测试仪	Fluke 1625-2 KIT	测试风机及设备接地电阻值	确保设备信号地,安全地和防雷地符合要 求,确保安全
绝缘电阻测试仪	Fluke 1537	测试各设备绝缘电阻值(测试电压 250V、500V、1000V、2500V)	确保设备绝缘符合要求
红外热成像仪	Fluke Ti400	可接镜头、激光自动对焦速快速查找和发现电气 及机械设备的温度异常点	可以及时排除温度异常问题。
电能质量分析仪	Fluke 434 II	并网电能质量测试和故障排除测试	达到上网电能质量要求和找到影响设备运行 的电能质量因素
手持式示波表	Fluke 125B	故障排除时查看波形	发现问题,及总线物理层检测
钳形电流表	Fluke 376	各导线电流测量	
万用表	Fluke 117C		
振动测试仪	Fluke 810	除风力发电机之外旋转设备的振动测试	
激光对中仪	Fluke 830	旋转设备安装时对中	
电缆路径探测仪	AT 3500	探测地下电缆的路径	
毫安钳形表	Fluke 773	传感器输出信号	
工业内窥镜	Fluke DS703 FC	齿轮,风叶和发电机损伤检测	准确定位问题点
蓄电池内阻测试仪	Fluke BT520	蓄电池内阻测试	
功率计及相位伏 安表	Fluke 1732	测量三相电流,电压,功率和功率因数,及检 查相序	

低端方案

适合于60兆瓦以下的小型风电场。 重视现场设备的运行维护。

必备的检测工具。

仪器名称	型号	功能	作用
接地电阻测试仪	Fluke 1623-2 KIT	测试风机及设备接地电阻值	确保设备信号地,安全地和防雷地符合要 求,确保安全
绝缘万用表	Fluke 1587 FC	测试各设备绝缘电阻值(测试电压 50V、100V、250V、500V、1000V)	确保设备绝缘符合要求
红外热成像仪	TiS75	手动对焦更精准,快速查找和发现电气及机械设 备的温度异常点	可以及时排除温度异常问题。
电能质量分析及相 位伏安表	Fluke 1738	并网电能质量测试和故障排除测试,测量三相电流,电压,功率和功率因数,及检查相序	达到上网电能质量要求和找到影响设备运行 的电能质量因素
手持式示波表	Fluke 125B	故障排除时查看波形	发现问题,及总线物理层检测
钳形电流表	Fluke 375	各导线电流测量	
万用表	Fluke 17B		
振动测试仪	Fluke 802	除风力发电机之外旋转设备的振动测试	
毫安钳形表	Fluke 773	传感器输出信号	
蓄电池内阻测试仪	Fluke BT510	蓄电池内阻测试	
工业内窥镜	Fluke DS701	齿轮,风叶和发电机损伤检测	准确定位问题点

