

文章编号: 2095 - 6835 (2016) 19 - 0117 - 02

柔性太阳能支架耐久性研究进展

郑云汉, 黄华, 何银涛, 张梅

(特变电工新疆新能源股份有限公司, 陕西 西安 710119)

摘要: 随着光伏行业的快速发展, 民用建筑、桥梁结构中常用的单层悬索体系被引进光伏发电项目中, 统称为柔性太阳能光伏支架。与传统的固定式光伏支架相比, 柔性光伏支架优势明显, 但拉索材料的使用寿命及耐久性问题成为了限制其大规模推广应用的关键因素。对柔性太阳能支架耐久性相关研究现状进行了介绍, 并针对一些主要问题进行了讨论。
关键词: 柔性光伏支架; 耐久性; 拉索材料; 钢绞线

中图分类号: TK513

文献标识码: A

DOI: 10.15913/j.cnki.kjycx.2016.19.117

随着光伏发电项目的大规模建设, 为适应山地、水面等各种复杂地形状况, 浙江国利英核能源有限公司、羲和太阳能电力有限公司都推出各自的柔性光伏支架, 如图1所示。光伏组件固定于拉索之上, 主索选用钢绞线等材料, 具有强度高、弹性模量大、松弛率低的特点, 两端与钢框架连接, 在主索上间隔设置次索, 将其固定于地面, 以抵抗水平风振。

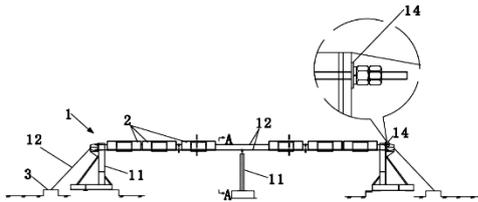


图1 柔性光伏支架

1 柔性光伏支架的优势

柔性光伏支架在山地、荒坡、水池、鱼塘以及林地等复杂地形条件下具更强的环境适应性。相对于固定式光伏支架, 采用柔性支架有显著的优势: 加大环境空间的利用率, 成功解决大跨度、抗风能力弱等传统光伏支架系统存在的问题; 与传统钢架结构相比, 柔性光伏支架用钢材量少、承重小、造价低; 场地基础要求小, 预装性强, 大大缩短了整体施工周期等。长远来看, 随着大型荒漠电站建设指标的减少, 在国家大力推广渔光互补、农光互补、山地以及分布式光伏的背景下, 柔性光伏支架具有广阔的应用前景。

2 柔性光伏支架的应用环境及缺点

拉索承重结构多应用于江河、峡谷、山川、沙漠、海湾等环境恶劣的区域, 它们长期暴露在潮湿、酸雨、太阳辐射或盐雾含量较高的环境中, 这使钢绞结构在严酷环境中的耐久性研究显得尤为重要, 加之长期的连续荷载与振动作用, 加快了钢绞线的腐蚀, 拉索截面不断减小, 承载性能降低, 进而影响了其承重结构的使用寿命和安全性能。

一般在大气环境中, 空气中的水分、氧气与钢绞线中的金属元素 Fe 会在钢绞线表面发生原电池电化学反应 (金属元素 Fe 失去电子发生氧化反应, 生成 Fe^{2+} , 与电化学反应生成的 OH^- 离子结合生成 $Fe(OH)_2$, 氧气充分时继续氧化为 $Fe(OH)_3$, 受热分解为 Fe_2O_3 ; 氧气不充分时, 氧化为体积膨胀较大的 Fe_3O_4), 钢绞线内钢丝锈蚀后, 截面面积减少, 承载能力降低。

近海环境的大气中往往含有大量的氯离子, 容易在钢绞线表面发生不消耗氯离子含量的电化学反应, 导致钢绞线锈蚀。此外, 在酸雨环境条件下, 氢离子 H^+ 直接与金属发生化学反应, 生成 Fe^{2+} , 进而生成铁锈, 降低了材料有效承载面积。

这些因素都对拉索的使用年限造成了影响, 作为柔性支架

的主要受力部件, 拉索的材料性能很难满足光伏电站 25 年的设计使用年限, 因而拉索材料的耐久性能研究成为了柔性支架大规模推广应用的关键所在。

3 拉索材料防护现状

在实际工程中, 拉索长期承受疲劳荷载, 同时暴露在风雨、潮湿和污染空气的环境中, 既有“应力腐蚀”“疲劳腐蚀”, 又有“金属腐蚀”。索体防腐是拉索防护的基础。

索体防腐是斜拉索防护的基础。一是对基材钢丝的防护, 主要方式是对高强度钢丝表面实施热镀锌工艺或环氧材料涂层工艺, 对钢丝本体进行表面保护, 防止锈蚀; 二是对整个索体的保护, 主要方式是对钢丝束和钢绞线热挤高密度聚乙烯 (PE) 护套或外套 PE 管进行防护, 依靠 PE 材料的气密性、水密性、抗紫外线性能好的特点, 达到防护效果。拉索索体防护形式如表 1 所示。

表 1 拉索索体防护形式

索体结构	基本防护	外层防护	备注
平行钢丝束	热镀锌钢丝	热挤黑 PE (高密度聚乙烯)	
	热镀锌钢丝	黑 PE + PU (高密度聚氨酯)	分层热挤
	热镀锌钢丝	黑 PE + 彩色 PE	一次热挤
平行钢绞线索	钢绞线 + 油脂或石蜡 + 热挤 PE	PE 套管	
	热镀锌钢绞线 + 油脂或石蜡 + 热挤 PE	PE 套管	
	热镀锌钢绞线 + 环氧涂层	PE 套管	
	钢绞线 + 环氧涂层 + 热挤 PE	PE 套管	

考虑到柔性光伏支架的结构特殊性 (电池组件要固定于拉索之上), 传统防护措施中索体外套 PE 管的方法不可行, 只能通过对基材钢丝表面进行热镀锌或涂防腐涂层的方式进行防护。另外, 可开发应用新的材料和工艺, 例如应用纤维加劲塑料 (FRP) 材料代替钢丝和钢绞线, 这种材料的特点是高强度、耐腐蚀、耐疲劳、质量轻, 但此种材料仍有抗剪强度低、防火性能差等应用局限性。

4 柔性支架拉索材料耐久性试验思路

如上文所述, 影响柔性支架索体材料使用寿命的主要因素为酸雨、氯离子侵蚀、高低温循环作用、紫外线照射等。为定量考察其影响程度, 应设计索体材料加速老化试验。除考虑单因素影响外, 还应考虑多因素交叉影响。每组试验后, 分析索体材料表观变化 (溶蚀情况)、截面锈蚀率 (质量损失变化) 及力学性能 (断裂伸长率、承载力) 等。最后通过数据回归分析, 建立不同因素下索体材料腐蚀模型曲线, 对索体材料的使用年限进行预测, 从而指导柔性支架在实际工程中的应用。

(下转第 119 页)

信息的流水线处理,降低了信息通信双方时间上的关联性,带来了操作人员层面的系统零死时间。同时,提高了CPU的利用率和软件的效率。通过增加资源能力来避免拥塞。比如,增加网络带宽,将传输分配在多个路由器进行,也可使用备份路由器来增加网络带宽等。在VxWorks系统中,通讯双方建立超时和确认重传机制,但超时太短将造成不必要的重传,既浪费主机的处理时间,又浪费网络资源。超时太长,又将导致数据的低吞吐量和短响应时间。理想化的超时值应正好等于一个数据包穿过网络到达目的地,接收方对它进行处理,然后发回的数据包又回到发送方的时间。合适的超时时间是实施超时重传的关键。为加强网络拥塞控制,通讯双方各建立两个socket端口,一个作为数据通道专门用来传递数据信息,另一个用作监控通道,传递应答信号,监测网络的连通性,并监控通道负责管理和维护数据通道。在每个循环周期内,采样节点都会向服务器发起一次连接,服务器接收到采样节点的连接请求后,与其建立连接,然后向其发送命令信号。采样节点收到信号指令后,向服务器发送应答信号,服务器如果能在规定的时间内收到应答信号,则判定网络通畅,否则认为网络中断。如果某时刻网络出现断线,那么重新建立连接后,服务器会向采样节点发送重新连接指令,采样节点收到重新连接指令后,会关闭

原有的数据传输 socket,重新和服务器建立数据传输通道。上述做法使系统能够快速发现网络故障并作出响应,待网络故障排除后系统仍可正常运行。

3 结束语

本文对实时以太网在VxWorks系统数据链路层协议栈中发送数据帧的过程中建立数学模型,得出数据帧排队延时及丢包是影响VxWorks系统通信性能的主要因素。结合排队论推导出通讯损失代价最小的最佳消息缓存队列长度,从而对VxWorks系统缓冲队列的长度进行了优化,并给出了实现网络数据可靠传输的一些思路和建议,在一定程度上对改善在VxWorks系统中以太网的通讯性能具有指导意义。

参考文献

- [1] 王刚,岳韶华,李延磊,等.网络化作战指挥控制系统软件体系结构研究[J].现代防御技术,2013(2).
 - [2] 邱爱华,张涛,顾逸东.航天器可应用实时以太网分析[J].空间科学学报,2015(3).
 - [3] 缪学勤.基于国际标准的十一种工业实时以太网体系结构研究(上)[J].仪器仪表标准化与计量,2009(3).
 - [4] 陆传来.排队论[M].北京:北京邮电大学出版社,2000.
- [编辑:王霞]

(上接第116页)

3.3 相对标准偏差和测量重复性的控制

在测量当中,如果管道连接处发生漏气问题,就会对测量结构重复性产生不良的影响。对此,要检查气液分离系统,检查管道连接处的仪器背面、氦气管道气嘴口的位置是否存在漏气现象。可以在管口连接位置涂抹肥皂水,如果产生了气泡,则证明存在漏气现象。另外,应检查水封当中的水是否足量。如果水封当中水量不足或没有水,则加水口的位置会泄漏出氯化物气体。

如果没调节好空心阴极灯的位置,则会对测定分析的重复性、灵敏度等产生影响。对此,要调整空心阴极灯的位置,使聚光镜汇聚空心阴极灯发射光束之后,能够准确地照射在石英炉原子化器的火焰中心位置;同时,要使灯的光斑与光电倍增管的透镜中心点在一个水平面上。另外,元素灯必须充分预热,尤其是汞灯、铯灯。这样,才能保证仪器测量的稳定性,确保相对标准偏差和测量重复性符合检定规程要求。

仪器的环境要求较高,应保持实验室内环境温度在15~30的范围内,相对湿度小于80%,通风良好,仪器的透镜、元素灯前端石英玻璃窗保持清洁,原子化发生器透明度较高,从而确保仪器相对标准偏差和测量重复性指标不会因污染而出现测量结果偏大的情况。

如果没有恰当地使用标准溶液,也会造成一定的影响。在线性检定工作曲线、相对标准偏差的过程中,在配置完成铈铈

混合标准溶液之后,如果马上开始使用,则会造成较大的测量数据波动,工作曲线的线性、相对标准偏差等都会受到不良影响。对此,要在配置完铈铈溶液后静置30 min,将铈、铈还原为三价,然后才能对标准溶液进行使用。

4 结束语

在化学计量与检测领域当中,原子荧光光度计是一种十分重要的仪器,同时,由于其属于大型精密仪器,具有较高的灵敏度和较低的检出限,因而在检定中容易受到一些因素的影响。对此,应根据原子荧光光度计的类型及检定方法,针对其中存在的一些常见问题采取有效的措施进行解决,从而确保原子荧光光度计良好的检测精度和应用效果。

参考文献

- [1] 河北省计量科学研究院,河北省计量监督检测院.JJG 939—2009 原子荧光光度计[S].北京:中国标准出版社,2009.
 - [2] 秦宏伟,朱爱国,姜国华,等.原子荧光光度计常见干扰因素与排除[J].化学分析计量,2009(3).
 - [3] 郝金竹.原子荧光光度计检定中常见的问题及解决方法[J].化学分析计量,2005(2).
 - [4] 周大颖,龚小见.AFS-8220 双道原子荧光光度计的常见故障及排除方法[J].光谱实验室,2011(1).
- [编辑:王霞]

(上接第117页)

5 柔性支架拉索材料防护展望

在柔性光伏支架中引入架空输电线路广泛使用的镀锌钢绞线和铝包钢绞线等,由于其基材钢丝表面镀膜的存在,可以延长索体材料的使用寿命。

目前业内出现的柔性光伏支架方案结构形式固定单一,不能满足精细化设计使用的需求,未来可效仿固定式光伏支架,考虑单组形式的柔性支架,可根据具体地形地貌进行差异化设计布置。

6 结束语

柔性光伏支架由于其环境适用性强、施工安装便捷等特点,

未来有广阔的应用前景,但由于其近年来刚刚兴起,应用规模还有限,因而支架厂家对柔性光伏支架的耐久性、合理结构形式的研究还有待进一步加强。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部.GB 50797—2012 光伏发电站设计规范[S].北京:中国计划出版社,2012.
 - [2] 叶觉明,钟建驰.大桥斜拉索腐蚀防护技术的应用和探讨[J].腐蚀与防护,2003,24(5).
- [编辑:王霞]

word版下载: <http://www.ixueshu.com>

免费论文查重: <http://www.paperyy.com>

3亿免费文献下载: <http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重: http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载: <http://ppt.ixueshu.com>
