

浅谈电弧光保护在风力发电机中的应用

江苏安科瑞微电网研究院有限公司 江苏江阴 214432

摘要：

随着全球变暖的加剧，经济发展所带来的环境保护问题越来越突出，中国也相应地制定了“碳达峰、碳中和”目标，发展清洁能源已是必要的途径。近几年，风力发电机单机容量不断增加，安装地点也从陆上发展到了海上，针对海上大容量风电机组提出了一种新的保护方案，该保护方案是将弧光传感器及电流测量综合应用于海上风力发电机的保护中去，提出了单判据和双判据方案，提高了海上风电机组运行的安全性。本文主要通过对风力发电技术的研究和分析，进而对电弧光保护在风力发电机中的应用进行几点建议提出。

关键词：电弧光，保护，风力发电机，应用

风力发电系统类型

1.1 依据机组容量划分

风力发电系统如果是依照机组的容量进行划分，一般可以分为四种类型，这四种类型的容量也存在一定的差异性。第一种：小型机组。这种类型的机组容量一般在0.1~1kW。第二种：中型机组。这种类型的机组容量一般在1~1000kW。第三种：大型机组。这种类型的机组容量一般在1~10MW。第四种：巨型机组。这种类型的机组容量一般在10MW以上。

1.2 依据发电机运行特征及控制方式划分

如果是依照发电机的运行特征，或者是依照发电机的控制方式，来进行划分，一般能够分为两种。第一种是变速恒频风力发电系统。这种系统的风力机，其转速一般是能够进行调节的，并且能够从一定程度上合理利用风能来提升系统的发电率。第二种是恒速恒频风力发电系统。这种系统在当今时期使用的比较少，这一类型的系统虽然使用起来比较便捷，但是，对于风能的利用率一般比较低，且发电率往往也不高，存在一定的不足。

1.3 运行方式分类

依照风力发电的运行方式来进行分类，一般可以分为两种类型。首先，是并网型风力发电系统。这种系统和一般的发电模式相同，一般需要利用大电网来提升对风能的利用率。其优势是费用较低，在当前这一时期中是比较常见的。其次，是离网型风力发电系统。这种发电系统一般是独立运行的，并且这一系统的容量比较小。在一般的城乡公路中会比较常见此种系统。

弧光保护原理

2.1 电弧光的产生

电弧光是气体放电的最终形式。当围绕气体原子的电子被电离为等离子体后，称为游离的自由电子，并在外界因素或较高电场作用下向外辐射电磁波，这种在放电通道周围向外辐射的电磁波就是电弧光。根据相关文献，电弧光的能量主要集中在300~400nm的紫外光波段和500~600nm的可见光波段，中心波长分别约为330nm和530nm，并且，电弧光具有在紫外光波段的能量大于其在可见光能量的趋势。

2.2 弧光传感器

弧光传感器是一种光感应元件。当发生短路产生弧光时，光的强度将突然增加，弧光传感器内电子元件就会将光信号转换为电信号，通过专用光纤将光信号传送给弧光采集单元或弧光保护单元，光电转换在弧光采集单元或弧光保护单元完成，从而对后续的动作作出判据支撑。弧光传感器应具有抗干扰能力强、光学计量精度准确、可靠性高等特点。

2.3 快速性保护

电弧光故障的危害程度取决于电弧光电流的大小及切除时间长短，电弧光产生的能量 I^2t 与切除时间 T 成指数规律快速

上升，如图1所示。从图1可以看出，电弧燃烧持续时间超过100ms，所释放的能量开始急剧增加，接着各种故障效应对开关设备的电缆、铜排等造成严重损坏，超过200ms，其能量已达到柜体燃烧级别，所以保护动作时间越快越好。要保证设备不受结构性损伤，必须尽量缩短切除时间，根据相关标准，纯弧光跳闸时间小于10ms，带电流双重判据的动作时间小于20ms。

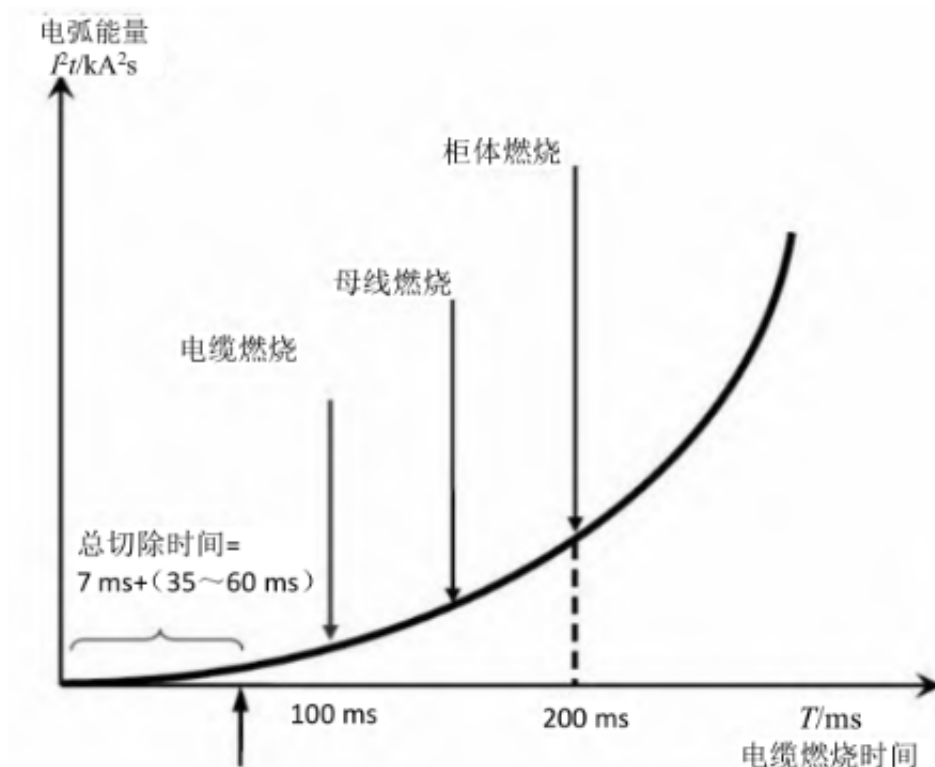


图1电弧光的危害示意图

3.弧光保护在风电中的应用

风力发电用电弧光保护装置安装在塔基控制柜内，主要由主控单元和弧光传感器等几部分组成，主控单元用于管理、控制整套电弧光保护系统，通过检测弧光和电流增量信号，并对收到的单个信号或2种信号进行处理、判断，弧光传感器安装在中压开关柜及塔基变频器内部。在满足跳闸条件时，发出跳闸指令以切除故障。弧光传感器先将检测到的弧光信号传输给弧光采集单元，弧光采集单元再通过光纤信号反馈给主控单元。

3.1总体结构设计

在风力发电机箱变高压侧、低压侧、变频器内部分别单一布置弧光传感器，称之为单判据；若在布置弧光传感器的同时，一并在变频器内部布置测量电流的互感器，弧光装置主控单元将接收到的弧光传感器信号及电流的增量信号同时进行判断，任意一相电流的增量以及弧光传感器信号被触发，则弧光主控单元向中压开关柜发送切除指令，使风力发电机快速切除电网，这种方式称之为双判据。

3.2电流监测

采用电流互感器实现对变频器内进线或出线电流的测量，电流互感器主要是用来将交流电路中的大电流转换为一定比例的小电流（中国的国家标准为5A），以供测量和继电保护之用；同时使测量、保护和控制装置与高电压隔离。在使用时，它的原线圈应与待测电流的负载线路相串联，副边线圈则与电阻接成闭合回路，工作原理同变压器类似，但具体选型需要区分是为了用于测量还是为了用于保护。保护设备要根据被测线路特点选型，最后主要从电流比和容量考虑选择合适的参数。风力发电机电流检测装置放置在中压开关柜柜体进线电缆处，共安装有3个电流互感器，分别测量A相、B相、C相电流，电流互感器将测量到的电流值传送给弧光主控单元。

3.3主控单元功能设计

弧光装置的主控单元除了完成弧光传感器和电流互感器的信号逻辑处理之外，还应满足以下功能：①具有自检功能，包括装置硬件故障、软件故障、弧光传感器异常等自检，当装置检测到本身故障时，发出告警信号，同时闭锁整套保护；②具备运行、装置异常等状态指示；③具有时间、定值、配置、采集量、动作等信息显示，并有事件记录、操作记录查询功能；④通讯功能，支持RS485、以太网，满足MODBUS规约或IEC60870-5-103、104通讯规约等。

4 风力发电机组的控制

4.1 定桨距控制技术

定桨距控制技术要求在风力发电设备的轮毂上固定好叶片，如果叶片出现失速，便可以对功率的最大值进行控制，以实现风力发电质量控制的目的，而这便是定桨距风力发电机的工作原理。该项技术来自丹麦风力发电机组技术，运用的是桨叶翼型失速理论，能够使气流攻角在额定的风速上促使机械设备达到特定值，涡流便可以在桨叶表面出现，而且可降低效率，以实现限制功率的目的。定桨距控制技术已经被世界上诸多先进的制造商所使用，生产出很多大型的风电发电机组设备，在行业内的使用率高达70%。

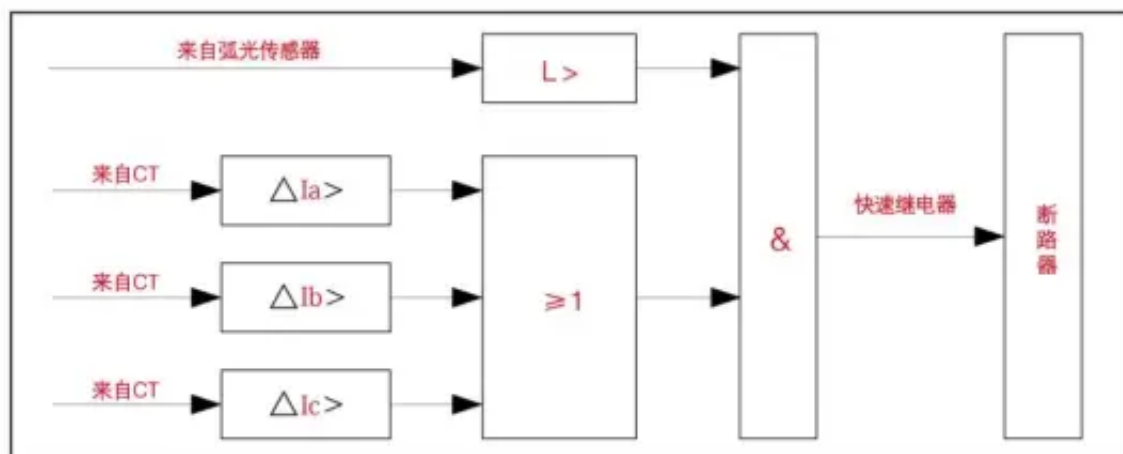
4.2 变桨距控制技术

变桨距控制技术所具备的变桨距风电机组调节功能，实现途径是纵向轴心叶片的变化结果[6-8]。关于这一领域，可以对Vestas公司的风力机进行研究。该技术调节阶段分为三个阶段：（1）第一个阶段是开机运行。变桨距风电机组的风力机如果正处于运行状态，对于定桨叶节距角计算将逐渐展开，此时需要将节距角进行调整，如果已经达到了0.5倍额定转速，则需要全面调整节距角，使其处于合适的角度位置，这样才能够使风力机处于可控的转速状态，完成并网发电功能。（2）进入到第二阶段，此时风速低于额定风速，其功率输出完全取决于桨叶的气动性能。根据风速的大小，调整发电机转差率，使其尽量运行在最佳叶尖速比，以优化功率输出。（3）进入到第三阶段，功率如果能够与额定功率保持一致，系统将逐渐开始稳定的运行，这个时候要对输出功率进行调节，如果输出功率大于额定功率，则需要对桨叶节距角进行调整。一般而言，如果风力发电机组容量超过了750kW则可以使用变桨距调节技术，如果不足750kW，则可以使用定桨距失速调节技术。

5 安科瑞 ARB5系列弧光保护的原理及系统组成

弧光保护装置通过弧光+电流突变量双重判据或弧光单判据启动保护，其动作时间为

弧光单判据动作时间 $\leq 7\text{ms}$ ；弧光+电流双判据时间 $\leq 20\text{ms}$ 。



ARB5系列弧光保护装置由ARB5-M主控单元、ARB5-E扩展单元、ARB5-S弧光探头、弧光光纤以及尾纤等配件构成。

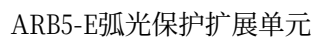
型号	主要功能	技术参数



ARB5-M弧光保护主控单元

4组失灵保护	集板的探头，共支持120路弧光探头采
4组电流回路TA监测	集。
4组三相电流采集	
11路弧光保护出口	可选配4块采集板，1块采集板可采集5
8组编程脉冲	
非电量保护	路探头，共支持20路弧光探头直接采集
装置故障告警	。
2路RS485	
	亦可选配4块主控板（即可接入4台ARB

	2路以太网	
	1路打印接口	
	1路IRIG-B码对时接口	
	支持IEC61850、modbusRTU、modbusT	
	CP、IEC103	
	支持GOOSE输入输出（选配）	



路探头，共支持30路弧光探头直接采集

C

可选配6块采集板，1块采集板可采集5



点式弧光传感器，可安装于母线室、电

缆室或断路器室。

现场调试及工程服务费

视项目情况核价



7、结语

电弧光产品在风力发电机上的应用才刚刚起步，能够较好地对风力发电机中的电弧光及过流现象进行及时告警和切断断路器保护，有效地避免了风力发电机起火等严重事故，后续可以结合气溶胶等相关的消防系统产品，进行更加完善的保护。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/204629.html>