

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2014 年 11 月 20 日 (20.11.2014)



(10) 国际公布号  
WO 2014/183399 A1

(51) 国际专利分类号:  
G01R 19/165 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2013/087209

(22) 国际申请日: 2013 年 11 月 15 日 (15.11.2013)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
201310182431.X 2013 年 5 月 16 日 (16.05.2013) CN  
201310182420.1 2013 年 5 月 16 日 (16.05.2013) CN

(71) 申请人: 国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国北京市西长安街 86 号, Beijing 100761 (CN)。 国网陕西省电力公司电力科学研究院 (STATE GRID SHAANXI ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE) [CN/CN]; 中国陕西省西安市友谊东路 308 号, Shaanxi 710054 (CN)。

(72) 发明人: 王森 (WANG, Sen); 中国陕西省西安市友谊东路 308 号, Shaanxi 710054 (CN)。 胡攀峰 (HU, Panfeng); 中国陕西省西安市友谊东路 308 号, Shaanxi 710054 (CN)。 郭洁 (GUO, Jie); 中国陕西省西安市友谊东路 308 号, Shaanxi 710054 (CN)。 牛博 (NIU, Bo); 中国陕西省西安市友谊东路 308 号, Shaanxi 710054 (CN)。 高峰 (GAO, Feng); 中国

陕西省西安市友谊东路 308 号, Shaanxi 710054 (CN)。 李志忠 (LI, Zhizhong); 中国陕西省西安市友谊东路 308 号, Shaanxi 710054 (CN)。 吉宏亮 (JI, Hongliang); 中国陕西省西安市友谊东路 308 号, Shaanxi 710054 (CN)。

(74) 代理人: 西安通大专利代理有限公司 (XI'AN TONG DA PATENT AGENCY CO., LTD.); 中国陕西省西安市咸宁路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[见续页]

(54) Title: OVERVOLTAGE ONLINE MONITORING SYSTEM AND METHOD BASED ON FULL IMPACT CURRENT OF LIGHTNING ARRESTER

(54) 发明名称: 基于避雷器冲击全电流的过电压在线监测系统及方法



图 1 / Fig. 1

(57) Abstract: Disclosed are an overvoltage online monitoring system and method based on a full impact current of a lightning arrester. The system comprises a front-end sensor, a USB high-speed data acquisition card, a USB optical fibre transmission system and a computer recording and displaying system which are connected in sequence, wherein the front-end sensor is arranged at a node of the lightning arrester of a substation and used for acquiring the impact current of the lightning arrester in real time; the USB high-speed data acquisition card acquires an electrical signal output by the front-end sensor in real time, and transmits the electrical signal to the computer recording and displaying system through the USB optical fibre transmission system; and the computer recording and displaying system computes the voltage of the node of the lightning arrester according to the obtained impact current and wave head time of the lightning arrester, and displays same. The system of the present invention can effectively monitor the overvoltage in a power system without the need for the measures of adding a device into the power system, changing the structure of the device or adopting a sleeve tap with special design and the like, and meets the requirement for secure and reliable operation of the power system.

(57) 摘要: 本发明公开一种基于避雷器冲击全电流的过电压在线监测系统及方法, 所述系统包括依次连接的前端传感器、USB 高速数据采集卡、USB 光纤传输系统和计算机记录显示系统; 所述前端传感器设置于变电站的避雷器节点处, 用于实时采集避雷器的冲击电流; USB 高速数据采集卡实时采集前端传感器输出的电信号, 并通过 USB 光纤传输系统传输给计算机记录显示系统, 计算机记录显示系统根据获得的避雷器冲击电流和波头时间计算出避雷器节点的电压, 并进行显示。本发明系统可有效监测电力系统中过电压, 而不需要在电力系统中增加设备、改变设备结构或采用设计特殊的套管抽头等措施, 符合电力系统对运行安全可靠的要求。

WO 2014/183399 A1



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,  
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD,  
TG)。

**本国际公布:**

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

## 基于避雷器冲击全电流的过电压在线监测系统及方法

### 技术领域

本发明属于超、特高压输电系统过电压监测技术领域，特别涉及一种避雷器节点的过  
5 电压在线监测系统及方法。

### 背景技术

电网中发生的各种事故绝大部分是由于系统中过电压引起的。但当系统出现过电压事  
故时，往往由于缺乏有效的监测手段，无法确定事故原因是过电压幅值或陡度超过设备的  
承受能力，还是设备的绝缘水平降低所造成，这些使得分析判断变得十分困难，使得无法  
10 提出有效的针对措施。实现过电压监测对正确分析事故原因，改进电网绝缘配合，防止内  
外过电压事故等都有明确的指导意义。

国内外现有的过电压在线监测系统一般采用高压分压器来直接获取过电压信号，或通  
过对变压器高压套管末屏电流的测量，采用特殊设计的电路还原套管母线处过电压波形。  
但这些方法还处于起步阶段，且需要在高压侧增补设备、设计特殊的套管抽头等影响系统  
15 运行可靠性，这些过电压在线监测方法主要应用在配电网，对超、特高压系统过电压的监  
测目前还尚未使用。

加装避雷器是电力系统过电压保护的基本手段。在变电站中，进线、母线、变压器、  
电抗器等重要节点上均设置避雷器达到防雷保护、限制操作过电压的目的。现阶段使用的  
避雷器以金属氧化锌避雷器为主，国内外对避雷器所用氧化锌电阻片在雷电、操作冲击电  
20 流下伏安特性的研究已取得一些具有实际应用价值的结论，如氧化锌电阻片在陡波冲击电  
流下呈现明显的电感效应，电阻片残压与冲击电流陡度有关。

### 发明内容

本发明的目的在于提供一种基于避雷器冲击全电流的过电压在线监测系统及方法，以

解决现有技术存在的问题。

为了实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

基于避雷器冲击全电流的过电压在线监测系统，包括依次连接的前端传感器、USB 高速数据采集卡、USB 光纤传输系统和计算机记录显示系统；所述前端传感器设置于变电站的避雷器节点处，用于实时采集避雷器的冲击电流；USB 高速数据采集卡实时采集前端传感器输出的电信号，并通过 USB 光纤传输系统传输给计算机记录显示系统，计算机记录显示系统根据获得的避雷器冲击电流和波头时间计算出避雷器节点的电压，并进行显示。

本发明进一步的改进在于：计算机记录显示系统根据冲击电流的波头时间  $x$  采用式

(1) 或式 (2) 计算出该避雷器节点的电压，并实时进行显示：

1)、当  $0 < x \leq 20$  时，冲击电流与节点电压的关系：

$$y = y_0 + Ae^{-x/t} \quad (1)$$

$$y_0 = 6.06568 + 0.15081I - 0.00354I^2$$

$$A = \begin{cases} 0.498(0 \leq I \leq 9) \\ 0.530(9 < I \leq 13) \\ 0.555(13 < I \leq 20) \end{cases}$$

$$t = \begin{cases} 4.9(0 \leq I \leq 9) \\ 5.165(9 < I \leq 13) \\ 5.307(13 < I \leq 20) \end{cases}$$

其中， $y$  为避雷器节点的电压； $I$  为前端传感器所采集的冲击电流，单位为千安培(kA)；

$x$  为波头时间，范围为  $0 < x \leq 20$ ，单位为微秒；

2)、当  $20 < x \leq 40$  时，冲击电流与节点电压的关系：

$$U = U_0(I) + U_1(I)e^{-x/U_2(I)} \quad (2)$$

其中， $U$  为避雷器节点的电压；

$$U_0(I) = 5.86074 + 1.8223E-4I - 5.42355E-9I^2$$

$$U_1(I) = \begin{cases} 0.87436(250 \leq I \leq 300) \\ 0.70555(300 < I \leq 500) \\ 0.8062(500 < I \leq 800) \\ 0.82024(800 < I \leq 1000) \end{cases}$$

$$U_2(I) = \begin{cases} 14.18453(250 \leq I \leq 300) \\ 17.40393(300 < I \leq 500) \\ 13.67742(500 < I \leq 800) \\ 12.48046(800 < I \leq 1000) \end{cases}$$

其中  $I$  为前端传感器所采集的冲击电流，单位为安培； $x$  为波头时间，范围为  $20 < x \leq 40$ ，单位为微秒。

5 本发明进一步的改进在于：所述前端传感器为自积分的罗氏线圈。

本发明进一步的改进在于：USB 光纤传输系统将 USB 高速数据采集卡采集的电信号转换成光信号，然后通过光纤传输到远端进行光/电转换，然后将转换后的光信号通过 USB 接口传输给计算机记录显示系统。

基于避雷器冲击全电流的过电压在线监测方法，包括以下步骤：

10 1)、设置于变电站的避雷器节点处的前端传感器实时采集避雷器的冲击电流；

2)、前端传感器采集的避雷器的冲击电流传输给 USB 高速数据采集卡，USB 高速数据采集卡将该数据传输给 USB 光纤传输系统；USB 光纤传输系统将 USB 高速数据采集卡采集的电信号传输给计算机记录显示系统；

3)、计算机记录显示系统根据冲击电流的波头时间  $x$  采用式 (1) 或式 (2) 计算出该  
15 避雷器节点的电压，并实时进行显示：

3.1)、当  $0 < x \leq 20$  时，冲击电流与节点电压的关系：

$$y = y_0 + Ae^{-x/t} \quad (1)$$

$$y_0 = 6.06568 + 0.15081I - 0.00354I^2$$

$$A = \begin{cases} 0.498(0 \leq I \leq 9) \\ 0.530(9 < I \leq 13) \\ 0.555(13 < I \leq 20) \end{cases}$$

$$t = \begin{cases} 4.9(0 \leq I \leq 9) \\ 5.165(9 < I \leq 13) \\ 5.307(13 < I \leq 20) \end{cases}$$

其中,  $y$  为避雷器节点的电压;  $I$  为前端传感器所采集的冲击电流, 单位为千安培(kA);

$x$  为波头时间, 范围为  $0 < x \leq 20$ , 单位为微秒;

5 3.2)、当  $20 < x \leq 40$  时, 冲击电流与节点电压的关系:

$$U = U_0(I) + U_1(I)e^{-x/U_2(I)} \quad (2)$$

其中,  $U$  为避雷器节点的电压;

$$U_0(I) = 5.86074 + 1.8223E-4I - 5.42355E-9I^2$$

$$U_1(I) = \begin{cases} 0.87436(250 \leq I \leq 300) \\ 0.70555(300 < I \leq 500) \\ 0.8062(500 < I \leq 800) \\ 0.82024(800 < I \leq 1000) \end{cases}$$

$$U_2(I) = \begin{cases} 14.18453(250 \leq I \leq 300) \\ 17.40393(300 < I \leq 500) \\ 13.67742(500 < I \leq 800) \\ 12.48046(800 < I \leq 1000) \end{cases}$$

其中  $I$  为前端传感器所采集的冲击电流, 单位为安培;  $x$  为波头时间, 范围为

$20 < x \leq 40$ , 单位为微秒。

本发明进一步的改进在于: USB 光纤传输系统将 USB 高速数据采集卡采集的电信号转换成光信号, 然后通过光纤传输到远端进行光/电转换, 然后将转换后的光信号通过 USB  
15 接口传输给计算机记录显示系统。

相对于现有技术, 本发明具有以下优点: 本发明基于氧化锌电阻片在雷电、操作冲击电流下伏安特性具有的特点, 利用避雷器冲击全电流还原避雷器节点电压从而实现过电压在线监测。本系统考虑了雷电冲击下, 冲击电流波形、幅值等对避雷器节点过电压的影响,

能够有效计算避雷器节点过电压。本发明提出采用避雷器冲击电流还原避雷器节点过电压在线监测系统，可有效监测电力系统中过电压，而不需要在电力系统中增加设备、改变设备结构或采用设计特殊的套管抽头等措施，符合电力系统对运行安全可靠的要求。

## 附图说明

5 图 1 为本发明在线监测系统的结构框图。

## 具体实施方式

本发明提出的基于避雷器冲击全电流的过电压在线监测系统及方法，结合实例说明如下：

10 请参阅图 1 所以，本发明一种基于避雷器冲击全电流的过电压在线监测系统，包括依次连接的前端传感器（自积分的 Rogowski 线圈）、USB 高速数据采集卡、USB 光纤传输系统和计算机记录显示系统。

前端传感器设置于变电站的避雷器节点处，用于实时采集避雷器的冲击电流；前端传感器采集的避雷器的冲击电流传输给 USB 高速数据采集卡，USB 高速数据采集卡将该数据传输给 USB 光纤传输系统；USB 光纤传输系统将 USB 高速数据采集卡采集的电信号转换成  
15 光信号通过光纤传输到远端进行光/电转换，然后将转换后的光信号通过 USB 接口传输给计算机记录显示系统。

计算机记录显示系统根据冲击电流的波头时间  $x$  采用式（1）或式（2）计算出该避雷器节点的电压，并实时进行显示：

1、当  $0 < x \leq 20$  时（雷电冲击电流），冲击电流与节点电压的关系：

$$20 \quad y = y_0 + Ae^{-x/t} \quad (1)$$

$$y_0 = 6.06568 + 0.15081I - 0.00354I^2$$

$$A = \begin{cases} 0.498(0 \leq I \leq 9) \\ 0.530(9 < I \leq 13) \\ 0.555(13 < I \leq 20) \end{cases}$$

$$t = \begin{cases} 4.9(0 \leq I \leq 9) \\ 5.165(9 < I \leq 13) \\ 5.307(13 < I \leq 20) \end{cases}$$

其中,  $y$  为避雷器节点的电压;  $I$  为前端传感器所采集的冲击电流, 单位为千安培(kA);  
 $x$  为波头时间, 范围为  $0 < x \leq 20$ , 单位为微秒 ( $\mu\text{s}$ )。

5        2、当  $20 < x \leq 40$  时 (操作冲击电流), 冲击电流与节点电压的关系:

$$U = U_0(I) + U_1(I)e^{-x/U_2(I)} \quad (2)$$

其中,  $U$  为避雷器节点的电压;

$$U_0(I) = 5.86074 + 1.8223E-4I - 5.42355E-9I^2$$

$$U_1(I) = \begin{cases} 0.87436(250 \leq I \leq 300) \\ 0.70555(300 < I \leq 500) \\ 0.8062(500 < I \leq 800) \\ 0.82024(800 < I \leq 1000) \end{cases}$$

$$U_2(I) = \begin{cases} 14.18453(250 \leq I \leq 300) \\ 17.40393(300 < I \leq 500) \\ 13.67742(500 < I \leq 800) \\ 12.48046(800 < I \leq 1000) \end{cases}$$

10        其中  $I$  为前端传感器所采集的冲击电流, 单位为安培;  $x$  为波头时间, 范围为  
 $20 < x \leq 40$ , 单位为微秒。

上述计算公式, 是通过比例元件试验得到系统各种不同类型氧化锌避雷器的冲击电流幅值、波头与节点电压 (残压) 幅值样本数据库; 运用函数拟合的方法对系统氧化锌避雷  
15        器的冲击电流幅值、波头与节点电压 (残压) 之间的对应关系所得到的。

本发明一种基于避雷器冲击全电流的过电压在线监测方法, 包括以下步骤:

1)、设置于变电站的避雷器节点处的前端传感器实时采集避雷器的冲击电流;

2)、前端传感器采集的避雷器的冲击电流传输给 USB 高速数据采集卡, USB 高速数据

采集卡将该数据传输给 USB 光纤传输系统；USB 光纤传输系统将 USB 高速数据采集卡采集的电信号转换成光信号通过光纤传输到远端进行光/电转换，然后将转换后的光信号通过 USB 接口传输给计算机记录显示系统；

3)、计算机记录显示系统根据冲击电流的波头时间  $x$  采用式 (1) 或式 (2) 计算出该

5 避雷器节点的电压，并实时进行显示：

3.1)、当  $0 < x \leq 20$  时，冲击电流与节点电压的关系：

$$y = y_0 + Ae^{-x/t} \quad (1)$$

$$y_0 = 6.06568 + 0.15081I - 0.00354I^2$$

$$A = \begin{cases} 0.498(0 \leq I \leq 9) \\ 0.530(9 < I \leq 13) \\ 0.555(13 < I \leq 20) \end{cases}$$

$$t = \begin{cases} 4.9(0 \leq I \leq 9) \\ 5.165(9 < I \leq 13) \\ 5.307(13 < I \leq 20) \end{cases}$$

其中,  $y$  为避雷器节点的电压;  $I$  为前端传感器所采集的冲击电流, 单位为千安培(kA);

$x$  为波头时间, 范围为  $0 < x \leq 20$ , 单位为微秒 ( $\mu s$ )。

3.2)、当  $20 < x \leq 40$  时，冲击电流与节点电压的关系：

$$U = U_0(I) + U_1(I)e^{-x/U_2(I)} \quad (2)$$

15 其中,  $U$  为避雷器节点的电压；

$$U_0(I) = 5.86074 + 1.8223E-4I - 5.42355E-9I^2$$

$$U_1(I) = \begin{cases} 0.87436(250 \leq I \leq 300) \\ 0.70555(300 < I \leq 500) \\ 0.8062(500 < I \leq 800) \\ 0.82024(800 < I \leq 1000) \end{cases}$$

$$U_2(I) = \begin{cases} 14.18453(250 \leq I \leq 300) \\ 17.40393(300 < I \leq 500) \\ 13.67742(500 < I \leq 800) \\ 12.48046(800 < I \leq 1000) \end{cases}$$

其中  $I$  为前端传感器所采集的冲击电流，单位为安培； $x$  为波头时间，范围为  $20 < x \leq 40$ ，单位为微秒。

上述计算公式，是通过比例元件试验得到系统各种不同类型氧化锌避雷器的冲击电  
5 幅值、波头与节点电压（残压）幅值样本数据库；运用函数拟合的方法对系统氧化锌避  
雷器的冲击电流幅值、波头与节点电压（残压）之间的对应关系所得到的。

#### 实施例 1:

以 35kV 电力系统中额定电压 51kV 无间隙金属氧化物避雷器为例，采用无铁芯的自  
积分 Rogowski 线圈作为电流传感头对氧化锌避雷器冲击电流进行实时测量，测量的数据  
10 通过 USB 高速数据采集卡采集，然后通过 USB 光纤传输系统传输给计算机记录显示系统，  
计算机记录显示系统得到电流幅值、波头时间参数，如冲击电流幅值为 10.211kA，冲击  
电流波头时间为 8μs，计算机记录显示系统计算得到冲击电流条件下避雷器节点电压为  
147.32kV，使用高压分压器测量得到避雷器节点电压为 138.93kV，误差在 5%以内。实现  
对避雷器节点过电压的实时在线监测。通过计算机记录显示系统实时显示的避雷器节点电  
15 压，当系统出现过电压事故时，能够准确的确定事故原因是过电压幅值或陡度超过设备的  
承受能力，还是设备的绝缘水平降低所造成，可以帮助变电站监控人员提出有效的针对措  
施。实现过电压监测对正确分析事故原因，改进电网绝缘配合，防止内外过电压事故等都  
有明确的指导意义。

#### 实施例 2:

20 以 35kV 电力系统中额定电压 51kV 无间隙金属氧化物避雷器为例，采用无铁芯的自  
积分 Rogowski 线圈作为电流传感头对氧化锌避雷器冲击电流进行实时测量，测量的数据

通过 USB 高速数据采集卡采集,然后通过 USB 光纤传输系统传输给计算机记录显示系统,计算机记录显示系统得到电流幅值、波头时间参数,如冲击电流幅值为 0.537kA,冲击电流波头时间为 20 $\mu$ s,计算机记录显示系统计算得到操作冲击电流条件下避雷器节点电压为 107.4kV,使用高压分压器测量得到避雷器节点电压为 112.16kV,误差在 5%以内。实

5 现对避雷器节点过电压的实时在线监测。通过计算机记录显示系统实时显示的避雷器节点电压,当系统出现过电压事故时,能够准确的确定事故原因是过电压幅值或陡度超过设备的承受能力,还是设备的绝缘水平降低所造成,可以帮助变电站监控人员提出有效的针对措施。实现过电压监测对正确分析事故原因,改进电网绝缘配合,防止内外过电压事故等都有明确的指导意义。

10 本发明提出采用避雷器冲击全电流还原避雷器节点过电压在线监测系统及方法,可有效监测电力系统中过电压,而不需要在电力系统中增加设备、改变设备结构或采用设计特殊的套管抽头等措施,符合电力系统对运行安全可靠的要求。

## 权 利 要 求 书

1、基于避雷器冲击全电流的过电压在线监测系统，其特征在于，包括依次连接的前端传感器、USB 高速数据采集卡、USB 光纤传输系统和计算机记录显示系统；所述前端传感器设置于变电站的避雷器节点处，用于实时采集避雷器的冲击电流；USB 高速数据采集卡实时采集前端传感器输出的电信号，并通过 USB 光纤传输系统传输给计算机记录显示系统，计算机记录显示系统根据获得的避雷器冲击电流和波头时间计算出避雷器节点的电压，并进行显示。

2、根据权利要求 1 所述的基于避雷器冲击全电流的过电压在线监测系统，其特征在于，计算机记录显示系统根据冲击电流的波头时间  $x$  采用式 (1) 或式 (2) 计算出该避雷器节点的电压，并实时进行显示：

1)、当  $0 < x \leq 20$  时，冲击电流与节点电压的关系：

$$y = y_0 + Ae^{-x/t} \quad (1)$$

$$y_0 = 6.06568 + 0.15081I - 0.00354I^2$$

$$A = \begin{cases} 0.498(0 \leq I \leq 9) \\ 0.530(9 < I \leq 13) \\ 0.555(13 < I \leq 20) \end{cases}$$

$$t = \begin{cases} 4.9(0 \leq I \leq 9) \\ 5.165(9 < I \leq 13) \\ 5.307(13 < I \leq 20) \end{cases}$$

其中,  $y$  为避雷器节点的电压;  $I$  为前端传感器所采集的冲击电流, 单位为千安培(kA);

$x$  为波头时间, 范围为  $0 < x \leq 20$ , 单位为微秒;

2)、当  $20 < x \leq 40$  时，冲击电流与节点电压的关系：

$$U = U_0(I) + U_1(I)e^{-x/U_2(I)} \quad (2)$$

其中,  $U$  为避雷器节点的电压;

$$U_0(I) = 5.86074 + 1.8223E-4I - 5.42355E-9I^2$$

$$U_1(I) = \begin{cases} 0.87436(250 \leq I \leq 300) \\ 0.70555(300 < I \leq 500) \\ 0.8062(500 < I \leq 800) \\ 0.82024(800 < I \leq 1000) \end{cases}$$

$$U_2(I) = \begin{cases} 14.18453(250 \leq I \leq 300) \\ 17.40393(300 < I \leq 500) \\ 13.67742(500 < I \leq 800) \\ 12.48046(800 < I \leq 1000) \end{cases}$$

其中  $I$  为前端传感器所采集的冲击电流，单位为安培； $x$  为波头时间，范围为

5  $20 < x \leq 40$ ，单位为微秒。

3、根据权利要求 1 所述的基于避雷器冲击全电流的过电压在线监测系统，其特征在于，所述前端传感器为自积分的罗氏线圈。

4、根据权利要求 1 所述的基于避雷器冲击全电流的过电压在线监测系统，其特征在于，USB 光纤传输系统将 USB 高速数据采集卡采集的电信号转换成光信号，然后通过光纤  
10 传输到远端进行光/电转换，然后将转换后的光信号通过 USB 接口传输给计算机记录显示系统。

5、基于避雷器冲击全电流的过电压在线监测方法，其特征在于，包括以下步骤：

1)、设置于变电站的避雷器节点处的前端传感器实时采集避雷器的冲击电流；

2)、前端传感器采集的避雷器的冲击电流传输给 USB 高速数据采集卡，USB 高速数据  
15 采集卡将该数据传输给 USB 光纤传输系统；USB 光纤传输系统将 USB 高速数据采集卡采集的电信号传输给计算机记录显示系统；

3)、计算机记录显示系统根据冲击电流的波头时间  $x$  采用式 (1) 或式 (2) 计算出该

避雷器节点的电压，并实时进行显示：

3.1)、当  $0 < x \leq 20$  时，冲击电流与节点电压的关系：

$$y = y_0 + Ae^{-x/t} \quad (1)$$

$$y_0 = 6.06568 + 0.15081I - 0.00354I^2$$

5

$$A = \begin{cases} 0.498(0 \leq I \leq 9) \\ 0.530(9 < I \leq 13) \\ 0.555(13 < I \leq 20) \end{cases}$$

$$t = \begin{cases} 4.9(0 \leq I \leq 9) \\ 5.165(9 < I \leq 13) \\ 5.307(13 < I \leq 20) \end{cases}$$

其中，y 为避雷器节点的电压；I 为前端传感器所采集的冲击电流，单位为千安培(kA)；

x 为波头时间，范围为  $0 < x \leq 20$ ，单位为微秒；

3.2)、当  $20 < x \leq 40$  时，冲击电流与节点电压的关系：

10

$$U = U_0(I) + U_1(I)e^{-x/U_2(I)} \quad (2)$$

其中，U 为避雷器节点的电压；

$$U_0(I) = 5.86074 + 1.8223E-4I - 5.42355E-9I^2$$

$$U_1(I) = \begin{cases} 0.87436(250 \leq I \leq 300) \\ 0.70555(300 < I \leq 500) \\ 0.8062(500 < I \leq 800) \\ 0.82024(800 < I \leq 1000) \end{cases}$$

$$U_2(I) = \begin{cases} 14.18453(250 \leq I \leq 300) \\ 17.40393(300 < I \leq 500) \\ 13.67742(500 < I \leq 800) \\ 12.48046(800 < I \leq 1000) \end{cases}$$

15

其中 I 为前端传感器所采集的冲击电流，单位为安培；x 为波头时间，范围为

$20 < x \leq 40$ ，单位为微秒。

6、根据权利要求 1 所述的基于避雷器冲击全电流的过电压在线监测方法，其特征在于，USB 光纤传输系统将 USB 高速数据采集卡采集的电信号转换成光信号，然后通过光纤传输到远端进行光/电转换，然后将转换后的光信号通过 USB 接口传输给计算机记录显示系统。

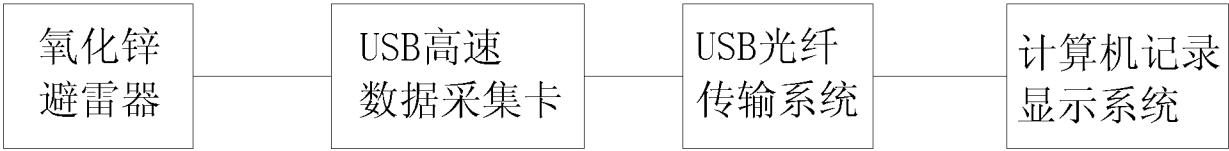


图 1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2013/087209

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 19/165 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G01R 19/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: arrester, SPD, sensor, rogowsky coil, MOA, rogowski, arrest?r, overvoltage or (over 1w voltage), current

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                            | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| PY        | CN 103308754 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.) 18 September 2013 (18.09.2013) description, paragraphs [0020] to [0029] and figure 1  | 1-6                   |
| PY        | CN 103308753 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.) 18 September 2013 (18.09.2013) description , paragraphs [0020] to [0030] and figure 1 | 1-6                   |
| A         | CN 101598757 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE) 09 December 2009 (09.12.2009) the whole document                                     | 1-6                   |
| A         | CN 201489039 U (TSINGHUA UNIVERSITY) 26 May 2010 (26.05.2010) the whole document                                                              | 1-6                   |
| A         | US 5621309 A (ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE) 15 April 1997 (15.04.1997) the whole document                                                | 1-6                   |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents:                                                                                                                                | “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention                                              |
| “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                                                                | “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone                                                                     |
| “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date                                                                               | “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | “&” document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |
| “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                                                                               |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Date of the actual completion of the international search<br>13 January 2014 (13.01.2014)                                                                                                                     | Date of mailing of the international search report<br>20 February 2014 (20.02.2014) |
| Name and mailing address of the ISA<br>State Intellectual Property Office of the P. R. China<br>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao<br>Haidian District, Beijing 100088, China<br>Facsimile No. (86-10) 62019451 | Authorized officer<br><br>SHI, Wenqing<br><br>Telephone No. (86-10) 82245258        |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2013/087209

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                     | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | WO 2011/015820 A1 (EA TECHNOLOGY LIMITED) 10 February 2011 (10.02.2011) the whole document                                                                                             | 1-6                   |
| A         | WANG, Sen et al. A New Approach for Online Overvoltage Monitoring Based on Action Current Of MOA. Power System Technology. January 2013, vol. 37, no. 1, pages 201-205, ISSN 1000-3673 | 1-6                   |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CN2013/087209

| Patent Documents referred<br>in the Report | Publication Date | Patent Family  | Publication Date |
|--------------------------------------------|------------------|----------------|------------------|
| CN 103308754 A                             | 18.09.2013       | None           |                  |
| CN 103308753 A                             | 18.09.2013       | None           |                  |
| CN 101598757 A                             | 09.12.2009       | CN 101598757 B | 16.03.2011       |
| CN 201489039 U                             | 26.05.2010       | None           |                  |
| US 5621309 A                               | 15.04.1997       | None           |                  |
| WO 2011/015820 A1                          | 10.02.2011       | None           |                  |

# 国际检索报告

国际申请号

**PCT/CN2013/087209**

## A. 主题的分类

G01R 19/165 (2006.01) i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

## B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: G01R 19/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI, 避雷器, 防雷器, 电涌保护器, 前端传感器, 罗氏线圈, 罗哥夫斯基线圈, 过电压, 过压, MOA, rogowski, arrest?r, overvoltage or (over 1w voltage), current

## C. 相关文件

| 类 型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                               | 相关的权利要求 |
|------|---------------------------------------------------------------------------------|---------|
| PY   | CN 103308754 A (国家电网公司 等) 18.9 月 2013 (18.09.2013)<br>说明书第 0020-0029 段, 图 1     | 1-6     |
| PY   | CN 103308753 A (国家电网公司 等) 18.9 月 2013 (18.09.2013)<br>说明书第 0020-0030 段, 图 1     | 1-6     |
| A    | CN 101598757 A (中国电力科学研究院) 09.12 月 2009 (09.12.2009) 全文                         | 1-6     |
| A    | CN 201489039 U (清华大学) 26.5 月 2010 (26.05.2010) 全文                               | 1-6     |
| A    | US 5621309 A (ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE)<br>15.4 月 1997 (15.04.1997) 全文 | 1-6     |
| A    | WO 2011/015820 A1 (EA TECHNOLOGY LIMITED) 10.2 月 2011<br>(10.02.2011) 全文        | 1-6     |

☒ 其余文件在 C 栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

\* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

13.1 月 2014 (13.01.2014)

国际检索报告邮寄日期

**20.2 月 2014 (20.02.2014)**

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

授权官员

史文庆

电话号码: (86-10) **82245258**

| C(续). 相关文件 |                                                                                         |         |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 类 型        | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                                       | 相关的权利要求 |
| A          | 王森 等 采用避雷器动作电流实现过电压在线监测的新方法. 电网技术<br>1 月 2013, 37 卷, 第 1 期, 第 201~205 页, ISSN 1000-3673 | 1-6     |

**国际检索报告**  
关于同族专利的信息

国际申请号  
**PCT/CN2013/087209**

| 检索报告中引用的<br>专利文件  | 公布日期       | 同族专利           | 公布日期       |
|-------------------|------------|----------------|------------|
| CN 103308754 A    | 18.09.2013 | 无              |            |
| CN 103308753 A    | 18.09.2013 | 无              |            |
| CN 101598757 A    | 09.12.2009 | CN 101598757 B | 16.03.2011 |
| CN 201489039 U    | 26.05.2010 | 无              |            |
| US 5621309 A      | 15.04.1997 | 无              |            |
| WO 2011/015820 A1 | 10.02.2011 | 无              |            |