(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
2016 年 8 月 4 日 (04.08.2016)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2016/119510 A1

(51) 国际专利分类号:
G01R 31/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2015/094565

(22) 国际申请日: 2015 年 11 月 13 日 (13.11.2015)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201510041675.5 2015 年 1 月 27 日 (27.01.2015) CN

(71) 申请人: **中车青岛四方机车车辆股份有限公司 (CRRC QINGDAO SIFANG CO., LTD.)** [CN/CN]; 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。

(72) 发明人: **贾步超 (JIA, Buchao)**; 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。 **焦京海 (JIAO, Jinghai)**; 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。 **侯方东 (HOU, Fangdong)**; 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。 **由建宏 (YOU, Jianhong)**; 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。 **于治国 (YU, Zhiguo)**; 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。 **周海军 (ZHOU, Haijun)**; 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。 **杨盼奎 (YANG, Pankui)**; 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。

(74) 代理人: **北京集佳知识产权代理有限公司 (UNITALEN ATTORNEYS AT LAW)**; 中国北京市朝阳区建国门外大街 22 号赛特广场 7 层, Beijing 100004 (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, 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, ST, 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,

[见续页]

(54) Title: DETECTION METHOD AND SYSTEM FOR PANTOGRAPH ARC BASED ON TRAIN POWER SUPPLY SYSTEM

(54) 发明名称 : 基于列车供电系统的弓网电弧的检测方法及系统

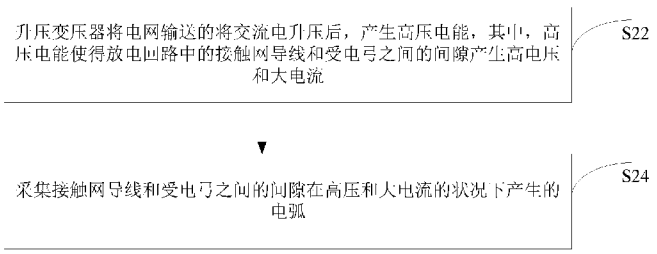


图 2

S22 A BOOST CONVERTER BOOSTS AN ALTERNATING CURRENT CONVEYED BY A POWER GRID SO AS TO GENERATE HIGH-VOLTAGE ELECTRIC ENERGY, WHEREIN, THE HIGH-VOLTAGE ELECTRIC ENERGY ENABLES A GAP BETWEEN A CATENARY WIRE AND A PANTOGRAPH IN A DISCHARGE LOOP TO GENERATE HIGH VOLTAGE AND A HIGH CURRENT

S24 ACQUIRE AN ARC GENERATED BY THE GAP BETWEEN THE CATENARY WIRE AND THE PANTOGRAPH UNDER THE HIGH VOLTAGE AND CURRENT

(57) **Abstract**: A detection method and system for a pantograph arc based on a train power supply system, the detection method comprising: boosting, by a boost converter (20), an alternating current conveyed by a power grid (10) so as to generate high-voltage electric energy, wherein, the high-voltage electric energy enables a gap between a catenary wire (50) and a pantograph (60) in a discharge loop to generate high voltage and a high current (S22); and acquiring an arc generated by the gap between the catenary wire (50) and the pantograph (60) under the high voltage and current (S24), for addressing the problem in the prior art of high energy consumption due to powering by using a high-voltage alternating current power source for enabling the pantograph gap to generate high voltage and current in a pantograph arc simulation test method.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2016/119510 A1

IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, 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))。

一种基于列车供电系统的弓网电弧的检测方法及系统。其中，基于列车供电系统的弓网电弧的检测方法包括：升压变压器（20）将电网（10）输送的将交流电升压，产生高压电能，其中，高压电能使放电回路中的接触网导线（50）和受电弓（60）之间的间隙产生高电压和大电流（S22）；采集接触网导线（50）和受电弓（60）之间的间隙在高压和大电流的状况下产生的电弧（S24），以解决现有技术中弓网电弧模拟试验的方法中，为使弓网间隙产生高电压、大电流，采用高压交流电压源来供电，导致耗能大的技术问题。

基于列车供电系统的弓网电弧的检测方法及系统

本申请要求于 2015 年 01 月 27 日提交中国专利局、申请号为**201510041675.5**、发明名称为“**基于列车供电系统的弓网电弧的检测方法及系统**”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明涉及列车领域，具体而言，涉及一种基于列车供电系统的弓网电弧的检测方法及系统。

背景技术

近年来，高速铁路飞速发展，高速列车获得电能的原理为：通过接触网导线与受电弓滑板滑动接触，从接触网上获取电能。但随着列车运行速度的提高，在接触网和受电弓接触的过程中，耦合振动加剧，使得受电弓与接触网的电接触状态严重恶化，导致弓网（受电弓与接触网）离线频频发生，而离线时产生的弓网电弧使接触网导线和受电弓滑板严重烧蚀，对高速铁路行车安全带来巨大威胁，已成为制约我国高速铁路进一步发展的技术瓶颈。因此，亟需对弓网电弧的特性进行系统深入的研究。在实际运行的高速列车上，由于现场条件、设备安装空间等因素的限制，使得现场测试弓网电弧的性能参数存在很大的困难。现有技术往往采用模拟试验系统来研究弓网电弧的特性。在检测弓网电弧的模拟试验中，如何提供高电压大电流的条件是弓网电弧试验的关键。

这里需要说明的是，目前，现有的弓网电弧试验方法存在如下缺陷：第一，当采用传统高电压大电流电源时，需要数兆瓦级的电源，而且根据试验的需要，电网端需要频繁的输入和切断数兆瓦的功率，容易造成供电系统不稳定。第二，当采用低电压大电流或高电压小电流的方案时，与实际现场弓网间隙间高电压大电流工况存在一定的差异。第三，采用电容器储能，通过电感放电来进行弓网电弧试验，由于放电回路电阻难以降低，因此产生的电压电流以指数形式迅速衰减，难以满足弓网电弧试验的需要。

针对现有技术中弓网电弧模拟试验的方法中，为使弓网间隙产生高电

压、大电流，采用高压交流电压源来供电，导致耗能大的技术问题，目前尚未提出有效的解决方案

发明内容

本发明的主要目的在于提供一种基于列车供电系统的弓网电弧的检测方法及系统，以解决现有技术中弓网电弧模拟试验的方法中，为使弓网间隙产生高电压、大电流，采用高压交流电压源来供电，导致耗能大的技术问题。

为了实现上述目的，根据本发明实施例的一个方面，提供了一种基于列车供电系统的弓网电弧的检测方法。其中列车供电系统包括：电网以及升压变压器、限流电阻、降压变压器、接触网导线、受电弓构成的放电回路，该检测方法包括：升压变压器将电网输送的交流电升压，产生高压电能，其中，高压电能使放电回路中的接触网导线和受电弓之间的间隙产生高电压和大电流；采集接触网导线和受电弓之间的间隙在高压和大电流的状况下产生的电弧。

为了实现上述目的，根据本发明实施例的另一方面，提供了一种基于列车供电系统的弓网电弧的检测系统。该系统包括：电网，用于输送电能；放电回路，包括：升压变压器、限流电阻、接触网导线、受电弓，其中，升压变压器用于将电网输送的交流电升压，产生高压电能，其中，高压电能使放电回路中的接触网导线和受电弓之间的间隙产生高电压和大电流；采集设备，用于采集接触网导线和受电弓之间的间隙在高压和大电流的状况下产生的电弧。

根据本发明实施例，采用升压变压器将电网输送的交流电升压，产生高压电能，其中，高压电能使放电回路中的接触网导线和受电弓之间的间隙产生高电压和大电流；采集接触网导线和受电弓之间的间隙在高压和大电流的状况下产生的电弧的方法，解决了现有的弓网电弧模拟试验的方法中，为使弓网间隙产生高电压、大电流，采用高压交流电压源来供电，导致耗能大的技术问题。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据提供的附图获得其他的附图。

图 1 是根据本发明实施例一的列车供电系统的示意图；

图 2 是根据本发明实施例一的基于列车供电系统的弓网电弧的检测方法的流程图；以及

图 3 是根据本发明实施例二的基于列车供电系统的弓网电弧的检测系统的示意图。

具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都应当属于本发明保护的范围。

需要说明的是，本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本发明的实施例。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包

括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

实施例一

本发明实施例提供了一种基于列车供电系统的弓网电弧的检测方法。如图1所示，该供电系统可以包括：电网10以及升压变压器20、限流电阻30、降压变压器40、接触网导线50、受电弓60构成的放电回路。

如图2所示，该方法可以包括步骤如下：

步骤S22，升压变压器将电网输送的交流电升压，产生高压电能，其中，高压电能使放电回路中的接触网导线和受电弓之间的间隙产生高电压和大电流。

具体的，在本方案中，上述升压变压器可以将上述升压之后的高压电能输送至放电回路，即升压变压器20、限流电阻30、降压变压器40、接触网导线50、受电弓60构成的放电回路，使放电回路中的接触网导线50和受电弓60之间的间隙产生高电压和大电流。

步骤S24，采集接触网导线和受电弓之间的间隙在高压和大电流的状况下产生的电弧。

具体的，在本方案中，在弓网（受电弓和接触网）产生电弧之后，可以采集接触网导线和受电弓之间的间隙在高压和大电流的状况下产生的电弧，用于进一步的研究。

这里需要说明的是，在高速列车在实际的运行中，弓网（受电弓和接触网）产生的电弧是在受电弓和接触网之间的间隙在高电压和大电流的条件下产生的，因此通过上述步骤在弓网间隙产生的电弧满足了研究弓网电弧的需要，能够真实的反映弓网电弧的特性。

本实施例通过升压变压器将电网输送的电能升压，再将高压电能输送至放电回路，使放电回路中的接触网导线和受电弓之间的间隙产生高电压和大电流，最后采集弓网间隙在上述高电压和大电流状况下产生的电弧，本实施例满足了弓网间隙中高电压以及高电压过后大电流的要求，对电网输入端的功率需求降低到50千瓦以内，避免了对电网瞬态数兆瓦输入功率的要求，解决了现有的弓网电弧模拟试验的方法中，为使弓网间隙产生高

电压、大电流，采用高压交流电压源来供电，导致耗能大的技术问题。

可选地，步骤S22，在升压变压器将电网输送的交流电升压，产生高压电能之后，本实施例提供的方法还可以包括：

步骤S23，降压变压器将高压电能降压后，输送至升压变压器。

具体的，在本方案中，结合图1，可以使降压变压器40的输出端接到升压变压器20的输入端构成能量反馈系统，这样高压电能则可以重新输入到升压变压器20，降低了对电能的消耗，且上述方法对电源的能耗低、稳定性强、可靠性高。可选地，上述降压变压器可以采用变比为1:125，容量为60KVA。

可选地，步骤S22中的高压电能使放电回路中的接触网导线和受电弓之间的间隙产生高电压和大电流的步骤可以包括：

步骤S221，在接触网导线和受电弓之间的间隙被高压电能击穿后，放电回路导通，并产生大电流的高压电能。

这里需要说明的是，结合图1，可以采取两相交流电经电网10接入升压变压器20的输入端，升压变压器20的输出端、限流电阻30、降压变压器40的输入端、接触网导线50、受电弓60组成放电回路，在弓网间隙没有击穿以前，放电回路中没有电流，降压变压器40没有工作，在弓网间隙击穿以后，放电回路形成电流，即产生大电流的高压电能。

在一种可选地实施例中，升压变压器20输出的能量通过降压变压器40反馈回升压变压器20输入端，从而保证电网系统的安全运行。

可选地，步骤S24，采集接触网导线和受电弓之间的间隙在高压和大电流的状况下产生的电弧的步骤可以包括：

步骤S241，使接触网导线与受电弓之间产生耦合振动并离线。

具体的，在本方案中，可以使接触网与受电弓之间产生耦合振动以模拟列车在真实运行时接触网导线和受电弓之间的运动状态，当接触网导线和受电弓耦合振动加剧的时候，接触网导线和受电弓之的电接触状态会严重恶化导致离线。

步骤S242，采集接触网导线和受电弓之间的间隙在离线时产生的电弧。

可选地，步骤S242，采集接触网导线和受电弓之间的间隙在离线时产

生的电弧的步骤可以包括：

步骤S2421，使用摄像设备捕捉电弧从产生至熄灭之间的影像。

具体的，在本方案中，可以使用摄像设备来捕捉弓网电弧从产生至熄灭之间的影像，通过分析弓网电弧在燃弧、猝灭、重燃的时间，进而对列车的制造、运行提供策略。

下面结合具体场景对本申请进行描述：

本实施例还可以提供一种高电压大电流弓网电弧试验电源装置，结合图1，该装置可以包括：电网10、升压变压器20、限流电阻30、降压变压器40、接触网导线50、受电弓60；两相交流电经电网10接入升压变压器20的输入端，升压变压器20的输出端、限流电阻30、降压变压器40的输入端、接触网导线50、受电弓60组成放电回路，在弓网间隙击穿以后，放电回路形成电流，升压变压器20输出的能量通过降压变压器40反馈回升压变压器20输入端，从而保证电网系统的安全运行。这里需要说明的是，上述电源装置可以用于执行实施例一的方法。

本申请可以分别采用一台升压变压器和一台降压变压器来取代高压交流电压源，并将其连接成推挽式结构，升压变压器的输出端连接降压变压器的输入端，降压变压器的输出端接入升压变压器的输入端，接触网导线与受电弓滑板（简称弓网）连接在升变压器两端，当弓网之间的间隙被高压击穿时，升压变压器输出的能量通过降压变压器反馈回升压变压器输入端，给弓网间隙提供击穿后的大电流。通过该方法满足了弓网间隙高电压以及高电压过后大电流的要求，对电网输入端的功率需求降低到50千瓦以内，避免了对电网瞬态数兆瓦输入功率要求。

结合图1，上述装置的工作过程是：两相交流电经电网10接入升压变压器20的输入端，升压变压器20的输出端、限流电阻30、降压变压器40的输入端、接触网导线50、受电弓60组成放电回路，在弓网间隙没有击穿以前，放电回路中没有电流，降压变压器40没有工作；在弓网间隙击穿以后，放电回路形成电流，升压变压器20输出的能量通过降压变压器40反馈回升压变压器20输入端，从而保证电网系统的安全运行。

本申请由于采用升、降压变压器推挽式结构，并实现了电能的反馈控

制，具有如下积极效果：输出电流稳定，能够真实反映弓网电弧的特点；该电源能耗低、稳定性强、可靠性高。本申请针对弓网电弧的特点，提供的电弧试验电源装置对供电电网影响小、能耗低、供电波形稳定。

实施例二

本发明实施例提供了一种基于列车供电系统的弓网电弧的检测系统。如图3所示，该系统可以包括：

电网10，用于输送电能。

放电回路70，包括：升压变压器20、限流电阻30、接触网导线50、受电弓60，其中，升压变压器20用于将电网输送的交流电升压，产生高压电能，其中，高压电能使放电回路中的接触网导线50和受电弓60之间的间隙产生高电压和大电流。

采集设备80，用于采集接触网导线和受电弓之间的间隙在高电压和大电流的状况下产生的电弧。

具体的，上述升压变压器可以将上述升压之后的高压电能输送至放电回路，即升压变压器20、限流电阻30、降压变压器40、接触网导线50、受电弓60构成的放电回路，使放电回路中的接触网导线50和受电弓60之间的间隙产生高电压和大电流，在弓网（受电弓和接触网）产生电弧之后，可以采集接触网导线和受电弓之间的间隙在高压和大电流的状况下产生的电弧，用于进一步的研究。

这里需要说明的是，在高速列车在实际的运行中，弓网（受电弓和接触网）产生的电弧是在受电弓和接触网之间的间隙在高电压和大电流的条件下产生的，因此通过上述步骤在弓网间隙产生的电弧满足了研究弓网电弧的需要，能够真实的反映弓网电弧的特性。

本实施例通过升压变压器将电网输送的电能升压，再将高压电能输送至放电回路，使放电回路中的接触网导线和受电弓之间的间隙产生高电压和大电流，最后采集弓网间隙在上述高电压和大电流状况下产生的电弧，本实施例满足了弓网间隙中高电压以及高电压过后大电流的要求，对电网输入端的功率需求降低到50千瓦以内，避免了对电网瞬态数兆瓦输入功率的要求，解决了现有的弓网电弧模拟试验的方法中，为使弓网间隙产生高

电压、大电流，采用高压交流电压源来供电，导致耗能大的技术问题。

可选地，放电回路70还可以包括：

降压变压器，与限流电阻和受电弓相连接，用于高压电能降压后，输送至升压变压器。

具体的，在本方案中，结合图1，可以使降压变压器的输出端接到升压变压器的输入端构成能量反馈系统，这样高压电能则可以重新输入到升压变压器，降低了对电能的消耗，且上述方法对电源的能耗低、稳定性强、可靠性高。可选地，上述降压变压器可以采用变比为1:125,容量为60KVA。

可选地，采集设备80还可以包括：

振动装置801，用于使接触网导线与受电弓之间产生耦合振动并离线。

具体的，在本方案中，可以使接触网与受电弓之间产生耦合振动以模拟列车在真实运行时接触网导线和受电弓之间的运动状态，当接触网导线和受电弓耦合振动加剧的时候，接触网导线和受电弓之的电接触状态会严重恶化导致离线。

采集器802,用于采集接触网导线和受电弓之间的间隙在离线时产生的电弧。

可选地，在上述采集器为摄像设备的情况下，则采用上述摄像设备捕捉电弧从产生至熄灭之间的影像。

具体的，在本方案中，可以使用摄像设备来捕捉弓网电弧从产生至熄灭之间的影像，通过分析弓网电弧在燃弧、猝灭、重燃的时间，进而对列车的制造、运行提供策略。

具体的，在本方案中，可以使用摄像设备来捕捉弓网电弧从产生至熄灭之间的影像，通过分析弓网电弧在燃弧、猝灭、重燃的时间，进而对列车的制造、运行提供策略。

在一种可选地实施例中，弓网电弧的检测系统可以采用变比为1:125,容量为60KVA的升压变压器将电网10输送的交流电能进行升压。

下面结合具体场景对本申请进行描述：

本实施例还可以提供一种高电压大电流弓网电弧试验电源装置，结合图1，该装置可以包括：电网10、升压变压器20、限流电阻30、降压变压器

40、接触网导线50、受电弓60；两相交流电经电网10接入升压变压器20的输入端，升压变压器20的输出端、限流电阻30、降压变压器40的输入端、接触网导线50、受电弓60组成放电回路，在弓网间隙击穿以后，放电回路形成电流，升压变压器20输出的能量通过降压变压器40反馈回升压变压器20输入端，从而保证电网系统的安全运行。

本申请可以分别采用一台升压变压器和一台降压变压器来取代高压交流电压源，并将其连接成推挽式结构，升压变压器的输出端连接降压变压器的输入端，降压变压器的输出端接入升压变压器的输入端，接触网导线与受电弓滑板（简称弓网）连接在升变压器两端，当弓网之间的间隙被高压击穿时，升压变压器输出的能量通过降压变压器反馈回升压变压器输入端，给弓网间隙提供击穿后的大电流。通过该方法满足了弓网间隙高电压以及高电压过后大电流的要求，对电网输入端的功率需求降低到50千瓦以内，避免了对电网瞬态数兆瓦输入功率要求。

结合图1，上述各个部件的工作过程是：两相交流电经电网10接入升压变压器20的输入端，升压变压器20的输出端、限流电阻30降压变压器40的输入端、接触网导线50、受电弓60组成放电回路，在弓网间隙没有击穿以前，放电回路中没有电流，降压变压器40没有工作；在弓网间隙击穿以后，放电回路形成电流，升压变压器20输出的能量通过降压变压器40反馈回升压变压器20输入端，从而保证电网系统的安全运行。

本申请由于采用升、降压变压器推挽式结构，并实现了电能的反馈控制，具有如下积极效果：输出电流稳定，能够真实反映弓网电弧的特点；该电源能耗低、稳定性强、可靠性高。本申请针对弓网电弧的特点，提供的电弧试验电源装置对供电电网影响小、能耗低、供电波形稳定。

需要说明的是，对于前述的各方法实施例，为了简单描述，故将其都表述为一系列的动作组合，但是本领域技术人员应该知悉，本发明并不受所描述的动作顺序的限制，因为依据本发明，某些步骤可以采用其他顺序或者同时进行。其次，本领域技术人员也应该知悉，说明书中所描述的实施例均属于优选实施例，所涉及的动作和模块并不一定是本发明所必须的。

在上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中没

有详述的部分，可以参见其他实施例的相关描述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的装置，可通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使一台计算机设备（可为个人计算机、移动终端、服务器或者网络设备等）执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U盘、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求

1.一种基于列车供电系统的弓网电弧的检测方法，其特征在于，所述列车供电系统包括：电网以及升压变压器、限流电阻、降压变压器、接触网导线、受电弓构成的放电回路，其中，所述检测方法包括：

所述升压变压器将所述电网输送的交流电升压，产生高压电能，其中，所述高压电能使所述放电回路中的所述接触网导线和所述受电弓之间的间隙产生高电压和大电流；

采集所述接触网导线和所述受电弓之间的间隙在所述高压和大电流的状况下产生的电弧。

2.根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在所述升压变压器将所述电网输送的交流电升压，产生高压电能之后，所述方法还包括：

所述降压变压器将所述高压电能降压后，输送至所述升压变压器。

3.根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述高压电能使所述放电回路中的所述接触网导线和所述受电弓之间的间隙产生高电压和大电流的步骤包括：

在所述接触网导线和所述受电弓之间的间隙被所述高压电能击穿后，所述放电回路导通，并产生大电流的高压电能。

4.根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，采集所述接触网导线和所述受电弓之间的间隙在所述高压和大电流的状况下产生的电弧的步骤包括：

所述接触网导线与所述受电弓之间产生耦合振动并离线；

采集所述接触网导线和受电弓之间的间隙在离线时产生的电弧。

5.根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，采集所述接触网导线和所述受电弓之间的间隙在离线时产生的所述电弧的步骤包括：

使用摄像设备捕捉所述电弧从产生至熄灭之间的影像。

6.一种基于列车供电系统的弓网电弧的检测系统，其特征在于，所述系统包括：

电网，用于输送电能；

放电回路，包括：升压变压器、限流电阻、接触网导线、受电弓，

其中，所述升压变压器用于将所述电网输送的交流电升压，产生高压电能，其中，所述高压电能使所述放电回路中的所述接触网导线和所述受电弓之间的间隙产生高电压和大电流；

采集设备，用于采集所述接触网导线和所述受电弓之间的间隙在所述高电压和大电流的状况下产生的所述电弧。

7.根据权利要求 6 所述的系统，其特征在于，所述放电回路还包括：

降压变压器，与所述限流电阻和所述受电弓相连接，用于所述高压电能降压后，输送至所述升压变压器。

8.根据权利要求 6 所述的系统，其特征在于，所述采集设备还包括：

振动装置，用于使所述接触网导线与所述受电弓之间产生耦合振动并离线；

采集器，用于采集所述接触网导线和受所述电弓之间的间隙在离线时产生的所述电弧。

9.根据权利要求 8 所述的系统，其特征在于，在所述采集器为摄像设备的情况下，所述摄像设备，用于捕捉所述电弧从产生至熄灭之间的影像。

10. 根据权利要求 9 所述的系统，其特征在于，所述升压变压器的变比为 1:125，容量为 60KVA。

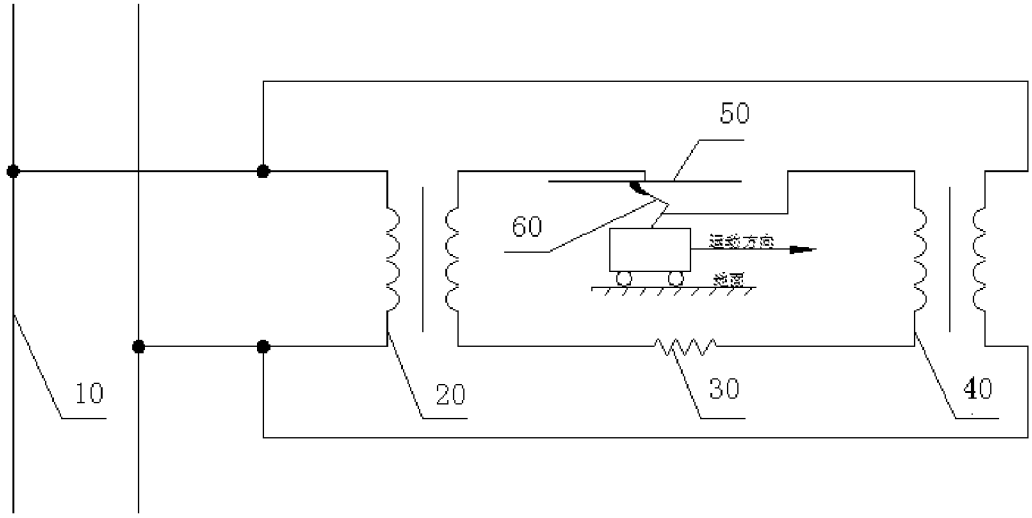

50
60
运动方向
10
20
30
40

图 1

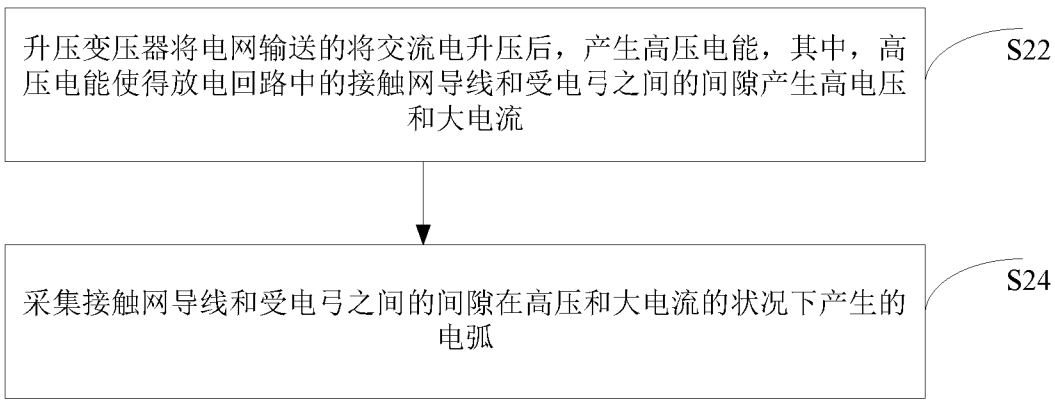

升压变压器将电网输送的将交流电升压后，产生高压电能，其中，高压电能使得放电回路中的接触网导线和受电弓之间的间隙产生高电压和大电流
S22
采集接触网导线和受电弓之间的间隙在高压和大电流的状况下产生的电弧
S24

图 2



图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/094565

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/00(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

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)

USTXT; EPTXT; CNTXT; CNABS; WOTXT; VEN; CNKI: pantograph, arcing, transformer, grid, network, power line, camera, image

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102616156 A (UNIVERSITY JIAOTONG EAST CHINA) 01 August 2012 (01.08.2012) description, paragraphs [0021] and [0033], and figure 1	1-10
Y	WANG, Junru et al. Influence on Bow Net Arc by Electric Locomotive Load Characteristic, China Water Transport, 30 September 2010 (30.09.2010) vol.10, no.9 ISSN:1006-7973 pages 108-110	1-10
Y	CN 102879679 A (TANG, Liang) 16 January 2013 (16.01.2013) description, paragraph [0011]	5, 9
PX	CN 104597354 A (CSR SIFANG LOCOMOTIVE & ROLLING STOCK) 06 May 2015 (06.05.2015) claims 1-10	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&"document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
29 January 2016	16 February 2016
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer SUN, Yi Telephone No. (86-10) 62085713

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/094565

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 201457094 U (UNIVERSITY SOUTHWEST JIAOTONG) 12 May 2010 (12.05.2010) the whole document	1-10
A	CN 102053196 A (UNIVERSITY SOUTHWEST JIAOTONG) 11 May 2011 (11.05.2011) the whole document	1-10
A	US 2002139629 A1 (ALSTOM) 03 October 2002 (03.10.2002) the whole document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/094565

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102616156 A	01 August 2012	CN 102616156 B	05 March 2014
CN 102879679 A	16 January 2013	None	
CN 104597354 A	06 May 2015	None	
CN 201457094 U	12 May 2010	None	
CN 102053196 A	11 May 2011	CN 102053196 B	22 May 2013
US 2002139629 A1	03 October 2002	JP 4049601 B2	20 February 2008
		CZ 20021140 A3	13 November 2002
		JP 2002315110 A	25 October 2002
		US 6864598 B2	08 March 2005
		EP 1245432 A1	02 October 2002
		ES 2363330 T3	01 August 2011
		AU 2933102 A	03 October 2002
		HU 224396 B1	29 August 2005
		HU 0200987 D0	29 May 2002
		CA 2378636 C	14 September 2010
		FR 2822764 B1	16 May 2003
		AU 781429 B2	26 May 2005
		AT 507104 T	15 May 2011
		DE 60239847 D1	09 June 2011
		CA 2378636 A1	29 September 2002
		EP 1245432 B1	27 April 2011
		HU 0200987 A2	28 April 2003
		P L353047 A1	07 October 2002
		KR 100843040 B1	01 July 2008
		FR2822764 A1	04 October 2002
		KR 20020077083 A	11 October 2002
		CZ 298810 B6	13 February 2008

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2015/094565

A. 主题的分类

G01R 31/00(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)

G01R

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））

USTXT;EPTXT;CNTXT;CNABS;WOTXT;VEN;CNKI:弓网,电弧,受电弓,导电弓,变压器,摄像,影像,pantograph,arcing, transformer,grid,network,power line

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
Y	CN 102616156 A (华东交通大学) 2012年 8月 1日 (2012-08-01) 说明书第0021、0033段，附图1	1—10
Y	王俊儒 等. "电力机车负载特性对弓网电弧的影响" 中国水运，第10卷，第9期，2010年 9月 30日 (2010-09-30)， ISSN：1006-7973， 第108—110页	1—10
Y	CN 102879679 A (唐粮) 2013年 1月 16日 (2013-01-16) 说明书第0011段	5、9
PX	CN 104597354 A (南车青岛四方机车车辆股份有限公司) 2015年 5月 6日 (2015-05-06) 权利要求1—10	1—10
A	CN 201457094 U (西南交通大学) 2010年 5月 12日 (2010-05-12) 全文	1—10
A	CN 102053196 A (西南交通大学) 2011年 5月 11日 (2011-05-11) 全文	1—10

☑ 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	国际检索报告邮寄日期
2016年 1月 29日	2016年 2月 16日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	孙毅
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)62085713

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
A	US 2002139629 A1 (ALSTOM) 2002年 10月 3日 (2002-10-03) 全文	1—10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2015/094565

检索报告引用的专利文件			公布日（年/月/日）	同族专利			公布日（年/月/日）
CN	102616156	A	2012年 8月 1日	CN	102616156	B	2014年 3月 5日
CN	102879679	A	2013年 1月 16日		无		
CN	104597354	A	2015年 5月 6日		无		
CN	201457094	U	2010年 5月 12日		无		
CN	102053196	A	2011年 5月 11日	CN	102053196	B	2013年 5月 22日
US	2002139629	A1	2002年 10月 3日	JP	4049601	B2	2008年 2月 20日
				CZ	20021140	A3	2002年 11月 13日
				JP	2002315110	A	2002年 10月 25日
				US	6864598	B2	2005年 3月 8日
				EP	1245432	A1	2002年 10月 2日
				ES	2363330	T3	2011年 8月 1日
				AU	2933102	A	2002年 10月 3日
				HU	224396	B1	2005年 8月 29日
				HU	0200987	D0	2002年 5月 29日
				CA	2378636	C	2010年 9月 14日
				FR	2822764	B1	2003年 5月 16日
				AU	781429	B2	2005年 5月 26日
				AT	507104	T	2011年 5月 15日
				DE	60239847	D1	2011年 6月 9日
				CA	2378636	A1	2002年 9月 29日
				EP	1245432	B1	2011年 4月 27日
				HU	0200987	A2	2003年 4月 28日
				PL	353047	A1	2002年 10月 7日
				KR	100843040	B1	2008年 7月 1日
				FR	2822764	A1	2002年 10月 4日
				KR	20020077083	A	2002年 10月 11日
				CZ	298810	B6	2008年 2月 13日