

(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
2012年7月12日 (12.07.2012) WIPO | PCT



(10) 国际公布号
WO 2012/092698 A1

(51) 国际专利分类号:
H02H 9/02 (2006.01)

CO., LTD); 中国山东省济南市历下区千佛山路 3 号, Shandong 250061 (CN).

(21) 国际申请号: PCT/CN2011/001985

(22) 国际申请日: 2011 年 11 月 29 日 (29.11.2011)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201110001816.2 2011 年 1 月 6 日 (06.01.2011) CN

(71) 申请人(对除美国外的所有指定国): 山东大学
(SHANDONG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国山东省
济南市历城区山大南路 27 号, Shandong 250100
(CN)。

(72) 发明人; 及

(75) 发明人/申请人(仅对美国): 李晓明 (LI, Xiaoming)
[CN/CN]; 中国山东省济南市历下区经十路 17923
号, Shandong 250061 (CN)。

(74) 代理人: 济南圣达知识产权代理有限公司 (JINAN
SHENGDA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY

(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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, MD, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

[见续页]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR LIMITING THREE-PHASE CURRENT

(54) 发明名称: 一种三相电流限制装置及方法

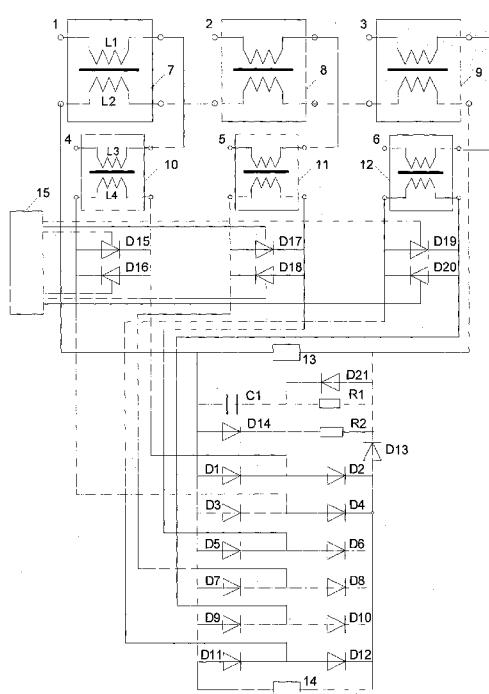


图 1 /Fig.1

(57) Abstract: A device and a method for limiting three-phase current are disclosed. The device includes three magnetically saturated reactors (7, 8, 9), each provided with a reactive coil (L1) and a direct-current coil (L2) respectively; three current transformers (10, 11, 12), each provided with a primary coil (L3) and a secondary coil (L4) respectively; three pairs of anti-parallel thyristors (D15, D16, D17, D18, D19, D20), connected in parallel with the secondary coil (L4) of each current transformer respectively; a three-phase bridge rectification circuit; and a control circuit. Wherein, the reactive coils (L1) of the magnetically saturated reactors are connected in series with the primary coils (L3) of the current transformers; the remaining terminals (1, 2, 3) of the reactive coils (L1) act as input terminals of phase A, phase B and phase C of the device; and the remaining terminals (4, 5, 6) of the primary coils (L3) of the current transformers act as output terminals of phase A, phase B and phase C of the device. The secondary coils (L4) of the current transformers act as inputs of the three-phase bridge rectification circuit, and the outputs of the three-phase bridge rectification circuit, after they are connected in series with a forward diode (D13), are connected in series with the direct-current coils (L2) of the magnetically saturated reactors, so as to form a closed direct-current circuit. The outputs of the control circuit determine breakdown or cut-off of the three pairs of anti-parallel thyristors respectively.

[见续页]

**根据细则 4.17 的声明:**

- 关于申请人有权申请并被授予专利(细则 4.17(ii))
- 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(57) 摘要:

一种三相电流限制装置及方法。该装置包括分别具有电抗线圈 (L1) 和直流线圈 (L2) 的三台磁饱和电抗器 (7,8,9)；分别具有一、二次线圈 (L3, L4) 的三台电流互感器 (10,11,12)；三对反向并联的晶闸管 (D15,D16,D17,D18,D19,D20)，其分别与各电流互感器的二次线圈 (L4) 并联；一个三相桥式整流电路；以及控制电路。其中，磁饱和电抗器的电抗线圈 (L1) 与电流互感器一次线圈 (L3) 串联，电抗线圈 (L1) 的其余端子 (1,2,3) 作为该装置的 A 相、B 相以及 C 相的输入端子，电流互感器的一次线圈 (L3) 的其余端子 (4,5,6) 作为该装置的 A 相、B 相以及 C 相的输出端子。电流互感器二次线圈 (L4) 作为该三相桥式整流电路的输入，该三相桥式整流电路的输出与一个正向二极管 (D13) 串联后，与各磁饱和电抗器的直流线圈 (L2) 串联，形成直流闭合电路。该控制电路的输出分别控制三对反向并联的晶闸管的导通或截断。

一种三相电流限制装置及方法

技术领域

本发明涉及电力系统送变电技术领域，特别涉及一种三相电流限制装置及方法。

背景技术

随着电力系统的不断发展，发电容量的不断上升，电力系统发生短路引起的短路电流很大。电力系统发生短路引起的短路电流对电力系统的危害是很大的。继电保护装置在电力系统发生短路时，发出跳闸命令，使断路器跳闸，切断短路电流。断路器切断短路电流的能力有限制，短路电流超过断路器最大切断电流值时，断路器无法切断短路电流。因此，减小短路电流，使断路器能够切断短路电流，可减小电力设备在短路时的损害程度，提高电力系统的稳定性。

近年来研究限制短路电流的方法与装置（也称电流限制器）成为热门课题。

发明专利号为：2003101235398 的“超导饱和铁心故障限流器”提出了一种利用磁饱和电抗器铁芯的饱和特性构成电流限制器，这种故障限流器需要超导材料，价格贵，超导材料性能不稳定，维护设备复杂。发明专利号为：2004100802846 的“一种故障电流限制器”也提出了一种利用磁饱和电抗器铁芯的饱和特性构成电流限制器，这种电流限制器的缺点是：给直流线圈提供直流电流的电路复杂；限制短路电流的效果有限；只有限制短路电流作用，性价比不高，等等。

发明专利号为：2010105753926 的“具有柔性开关特性的电流限制装置及方法”提出了一种性价比较好的电流限制装置及方法，这种装置是单相设置。电力系统一般是 A、B、C 三相系统，所以，采用该装置需设置三套。三套单相设置分别工作，管理比较方便；但是，不能发挥 A、B、C 三相系统联合工作的综合优点，一些 A、B、C 三相系统相互支持的资源得不到充分利用；对短路电流的限制需要通过控制器的触发命令执行，可靠性不够好。

发明内容

本发明的目的就是为了解决上述问题，提供一种能发挥 A、B、C 三相系统联合工作的综合优势，A、B、C 三相系统的资源可得到充分利用；对短路电流有自动限制功能，安全可靠，性能更优的三相电流限制装置及方法。

为实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

一种三相电流限制装置，它包括：

A 相磁饱和电抗器、B 相磁饱和电抗器和 C 相磁饱和电抗器；各磁饱和电抗器分别有闭环铁芯，在各闭环铁芯上分别安装有各自的电抗线圈 L1、直流线圈 L2；

A 相电流互感器、B 相电流互感器和 C 相电流互感器；各电流互感器分别有闭环铁芯，在各闭环铁芯上分别安装有各自的一次线圈 L3、二次线圈 L4；

三对反向并联的晶闸管，每对反向并联的晶闸管分别与三台电流互感器中相应的二次线

圈 L4 并联；

三台磁饱和电抗器的三个电抗线圈 L1 则分别与三台电流互感器中对应的一次线圈 L3 串联，三个电抗线圈 L1 余下的端子分别作为装置 A、B、C 三相输入端子，三个电流互感器一次线圈 L3 余下的端子分别作为装置 A、B、C 三相输出端子；

三个三相桥式全桥整流电路，三只电流互感器二次线圈 L4 分别作为该三相桥式全桥整流电路输入，三个三相桥式全桥整流电路的输出并联后与一只正向二极管 D13 串联，再与三台磁饱和电抗器的直流线圈依次串连，形成直流闭合电路；

一个控制电路，其输出分别控制三对反向并联的晶闸管的导通或截断。

所述三个三相桥式全桥整流电路是由 12 只二极管组成，其中二极管 D1、二极管 D2、二极管 D3、二极管 D4 构成一个三相桥式全桥整流电路；二极管 D5、二极管 D6、二极管 D7、二极管 D8 构成一个三相桥式全桥整流电路；二极管 D9、二极管 D10、二极管 D11、二极管 D12 构成一个三相桥式全桥整流电路；所述三个三相桥式全桥整流电路输出端并联，同时输出端还并联过电压保护器 II。

所述三台磁饱和电抗器的三个直流线圈 L2 串接后，该串联电路两端还分别并联有串联的电阻 R1 和电容 C1，并联有串联的电阻 R2 和二极管 D14，还并联过电压保护器 I；其中电阻 R1 两端还并联一只二极管 D21，二极管 D21 的正极在直流回路的高电位，负极在直流回路的低电位。

所述三台电流互感器的一次线圈 L3 流过的电流大于设计值时，电流互感器进入饱和状态；该设计值大于输电回路额定电流值。

一种三相电流限制装置的工作方法，它的过程为：

三相电流限制装置接到导通命令时，控制模块控制三对反向并联的晶闸管处于截止状态；输入装置的三相交流电流分别经各相别的磁饱和电抗器的电抗线圈 L1 和电流互感器一次线圈 L3 流通；各三相电流互感器二次线圈 L4 流出的电流都流入三相桥式全桥整流电路，三相桥式全桥整流电路把三相交流电变为直流电流，三相直流电流相加后流入串行连接的三个磁饱和电抗器直流线圈 L2，三个直流线圈 L2 中的直流电流在铁芯产生的磁通大于电抗线圈中交流电流所产生的磁通，磁饱和电抗器铁芯深度饱和；三个磁饱和电抗器的电抗线圈 L1 对输电回路的阻抗有最小值；

当三相电流限制装置接到限制电流命令时，控制模块控制三对反向并联的晶闸管处于全导通状态；三个三相电流互感器二次线圈 L4 的电流全部从反向并联的晶闸管流通，不流入三相桥式全桥整流电路，也不流入磁饱和电抗器直流线圈 L2；磁饱和电抗器铁芯脱离饱和状态，

串联在输电回路中的磁饱和电抗器线圈 L1 的电抗有最大值。

所述三个电流互感器设计有对应短路电流的电流互感器饱和点，使三个电流互感器通过的短路电流大于该设计值时快速饱和，自动减小磁饱和电抗器直流线圈的电流，在控制电路失去控制的情况下，也能自动限制短路电流。

所述三个磁饱和电抗器直流线圈 L2 的电流为 A、B、C 三相电流之和，当电力系统发生不对称短路，在没有控制电路控制的情况下，非故障相电流能自动减小磁饱和电抗器直流线圈的电流，在控制电路失去控制的情况下，也能自动限制短路电流。

所述过电压保护器 I、II 的放电设计值为短路电流流过直流线圈时过电压保护器两端的最高电压值；当流过三相电流限制装置的短路电流大于该设计值时，电压保护模块 I、II 放电，自动减小磁饱和电抗器直流线圈的电流，在控制电路失去控制的情况下，也能自动限制短路电流。

本发明提供了一种能发挥 A、B、C 三相系统联合工作的综合优势，A、B、C 三相系统的资源得到充分利用；对短路电流有自动限制功能，安全可靠，性能更优的三相电流限制装置。

本发明的有益效果是：A、B、C 三相系统的控制电路可以设置一个接地点，使整个控制电路对大地的电位为零，控制电路更加安全。可以通过改变电流互感器一次线圈与二次线圈之间的变比，来减小或增加磁饱和电抗器直流线圈的匝数，使三相电流限制装置的参数指标设计更加灵活和方便。可以通过设计电流互感器的饱和点，使电流互感器在短路电流时快速饱和，自动减小磁饱和电抗器直流线圈的电流，在控制电路失去控制的情况下，也能自动限制短路电流，并且保护了晶闸管和二极管。磁饱和电抗器直流线圈的电流由 A、B、C 三相提供，供给磁饱和电抗器直流线圈的电流为 A、B、C 三相电流之和，电力系统正常运行时，供给磁饱和电抗器直流线圈的电流比分相式电流限制装置大，可减少磁饱和电抗器直流线圈匝数。当电力系统发生不对称短路，特别是发生故障概率最多的单相接地短路时，只有故障相有短路电流，非故障相为负荷电流，减小了磁饱和电抗器直流线圈的总电流，在没有控制电路控制的情况下，也能自动限制短路电流，该特点优于分相式电流限制装置。过电压保护器的放电设计值为短路电流流过直流线圈时过电压保护器两端的最高电压值；当流过三相电流限制装置的短路电流大于该设计值时，过电压保护器放电，自动减小磁饱和电抗器直流线圈的电流，在控制电路失去控制的情况下，也能自动限制短路电流。

附图说明

图 1 表示一种三相电流限制装置结构与连接方式；

其中，1. A 相输入端子，2. B 相输入端子，3. C 相输入端子，4. A 相输出端子，5. B

相输出端子，6. C 相输出端子，7. A 相磁饱和电抗器，8. B 相磁饱和电抗器，9. C 相磁饱和电抗器，10. A 相电流互感器，11. B 相电流互感器，12. C 相电流互感器，13. 过电压保护器 I，14. 过电压保护器 II，15. 控制模块。

具体实施方式

下面结合附图与实施例对本发明做进一步说明。

一种三相电流限制装置结构与连接方式如图 1 所示。它包括：

A 相磁饱和电抗器 7、B 相磁饱和电抗器 8 和 C 相磁饱和电抗器 9；各磁饱和电抗器分别有闭环铁芯，在各闭环铁芯上分别安装有各自的电抗线圈 L1、直流线圈 L2；

A 相电流互感器 10、B 相电流互感器 11 和 C 相电流互感器 12；各电流互感器分别有闭环铁芯，在各闭环铁芯上分别安装有一次线圈 L3、二次线圈 L4；

三对反向并联的晶闸管，三对反向并联的晶闸管分别与三台电流互感器的二次线圈 L4 并联；

三台磁饱和电抗器的三个电抗线圈 L1 分别与三台电流互感器一次线圈 L3 串联，三个电抗线圈 L1 余下的端子分别作为装置 A 相输入端子 1、B 相输入端子 2、C 相输入端子，三个电流互感器一次线圈 L3 余下的端子分别作为装置 A 相输出端子 4、B 相输出端子 5、C 相输出端子 6；

三个三相桥式全桥整流电路，三只电流互感器二次线圈 L4 分别作为该三相桥式全桥整流电路输入，三个三相桥式全桥整流电路的输出并联后与一只正向二极管 D13 串联，再与三台磁饱和电抗器的直流线圈依次串连，形成直流闭合电路；

一个控制电路，其输出分别控制三对反向并联的晶闸管的导通或截断。

所述三个三相桥式全桥整流电路是由 12 只二极管组成，其中二极管 D1、二极管 D2、二极管 D3、二极管 D4 构成一个三相桥式全桥整流电路；二极管 D5、二极管 D6、二极管 D7、二极管 D8 构成一个三相桥式全桥整流电路；二极管 D9、二极管 D10、二极管 D11、二极管 D12 构成一个三相桥式全桥整流电路；所述三个三相桥式全桥整流电路输出并联，同时输出端还并联过电压保护器 II14。

所述三台磁饱和电抗器的三个直流线圈 L2 串接后，该串联电路两端还分别并联有串联的电阻 R1 和电容 C1，并联有串联的电阻 R2 和二极管 D14，还并联过电压保护器 I13；其中电阻 R1 两端还并联一只二极管 D21，二极管 D21 的正极在直流回路的高电位，负极在直流回路的低电位。

所述三台电流互感器的一次线圈 L3 流过的电流大于设计值时，电流互感器进入饱和状

态；该设计值大于输电回路额定电流值。

当三相电流限制装置投入正常运行的电力系统和接到导通命令时，控制模块 15 控制三对反向并联的晶闸管 D15、晶闸管 D16、晶闸管 D17、晶闸管 D18、晶闸管 D19、晶闸管 D20 处于截止状态。输入装置的 A、B、C 三相交流电流经各相别的磁饱和电抗器的电抗线圈 L1 和电流互感器一次线圈 L3 流通。A、B、C 三相电流互感器二次线圈 L4 流出与一次线圈 L3 成比例的电流，A、B、C 三相电流互感器二次线圈 L4 的电流分别流入三相桥式全桥整流电路，三相桥式全桥整流电路把三相交流电流变为直流电流，经直流端子正极输出，经正向串行连接的二极管 D13，直流电流流入依次串行连接的三个磁饱和电抗器直流线圈 L2，从三相桥式全桥整流电路负极流回三相桥式全桥整流电路。三相桥式全桥整流电路输出的直流电流是 A、B、C 三相电流之和。磁饱和电抗器直流线圈 L2 中的电流在磁饱和电抗器铁芯中产生磁通，各直流线圈 L2 中的直流电流在铁芯产生的磁通大于电抗线圈 L1 中的交流电流所产生的磁通，磁饱和电抗器铁芯深度饱和。磁饱和电抗器直流线圈 L2 对直流电的电抗为零，磁饱和电抗器直流线圈 L2 对直流电有电阻，但电阻很小；加大各磁饱和电抗器直流线圈 L2 的直径，可进一步减小电阻。各磁饱和电抗器直流线圈 L2 对于输电回路的阻抗很小。输电回路的负荷电流小，输电回路电流给各磁饱和电抗器直流线圈 L2 提供的直流电流就小；输电回路的负荷电流大，输电回路电流给各磁饱和电抗器直流线圈 L2 提供的直流电流就大。不论输电回路的负荷电流大小，各磁饱和电抗器铁芯始终处于饱和状态；各磁饱和电抗器铁芯处于饱和状态，各磁饱和电抗器线圈 L1 对输电回路的阻抗很小，不会影响负载的用电。由于直流线圈 L2 中的直流电流有自我调节能力，负荷电流小时，直流线圈 L2 中的直流电流自动减小，可减低电力系统正常运行时的损耗。

当输电回路正常运行时接到限制电流命令或发生短路故障时接到限制电流命令，控制模块 15 控制三对反向并联的晶闸管 D15、晶闸管 D16、晶闸管 D17、晶闸管 D18、晶闸管 D19、晶闸管 D20 处于全导通状态。反向并联的各晶闸管全导通，使 A、B、C 相电流互感器二次线圈 L4 旁路，各电流互感器二次线圈 L4 的电流全部从各晶闸管流通，不流入三相桥式全桥整流电路，也不流入各磁饱和电抗器直流线圈 L2。这样，A、B、C 三相磁饱和电抗器直流线圈 L2 中的直流电流为零；各磁饱和电抗器铁芯脱离饱和状态，串联在输电回路中的各磁饱和电抗器线圈 L1 的电抗很大。从而达到限制交流电流幅值的目的。

各磁饱和电抗器的直流线圈 L1 是储能元件。控制模块 15 控制三对反向并联的晶闸管 D15、晶闸管 D16、晶闸管 D17、晶闸管 D18、晶闸管 D19、晶闸管 D20 处于全导通状态后，各磁饱和电抗器的直流线圈 L2 中的直流电流不能马上降为零。二极管 D14 与串接的电阻 R2，为其

提供续流通路。电阻 R2 消耗能量，加快各磁饱和电抗器直流线圈 L2 中的直流电流降为零。电容 C1 与串接的电阻 R1，也可加快各磁饱和电抗器直流线圈 L2 中的直流电流下降为零。根据需要，在与各磁饱和电抗器直流线圈 L2 串联的直流电流回路中还可以增加其他灭磁装置，有许多现有的灭磁装置可供选择。加快各磁饱和电抗器直流线圈 L2 中的直流电流下降为零，即可提高电流限制装置的性能。

过电压保护器 I13、II14 用于保护各个二极管、晶闸管和有关元件。可以设定输电回路 K 倍数的额定电流时各过电压保护器两端的最高电压为过电压保护器 I13、II14 的放电值，K 大于 1；这样，当短路电流超过 K 倍数的额定电流时，电压保护器 I13、II14 放电，各磁饱和电抗器直流线圈 L2 中的直流下降为零，各磁饱和电抗器的电抗线圈 L1 的电抗增大，限制短路电流，使通过三相电流限制装置的短路电流不大于 K 倍数的额定电流。

所述各磁饱和电抗器中的铁芯可以采用一个口子形铁芯，A、B、C 三相磁饱和电抗器中的直流线圈 L2 串行连接成开口三角形。所述各磁饱和电抗器中的铁芯还可以采用二个口子形铁芯，各磁饱和电抗器的电抗线圈 L1 由分别绕制在两个铁芯上的电抗线圈 L1 组成，各磁饱和电抗器的直流线圈 L2 由分别绕制在两个铁芯上的直流线圈组成，例如：发明专利号为：2008101592788 的“短路电流限制装置及方法”提出的结构；所述磁饱和电抗器可以采用发明专利号为：2010105840411 的“一种磁饱和电抗器”提出的结构；还可以是其它类型的磁饱和电抗器。采用不同的磁饱和电抗器，其装置的性能各有特点，以便应用于不同的场合。各磁饱和电抗器如果选用发明专利号为：2010105753926 的“具有柔性开关特性的电流限制装置及方法”的磁饱和电抗器，则所述三相电流限制装置可在几乎完全导通至正常励磁电流两种状态之间变化。

可以在电流互感器二次线圈侧设置一个接地点，使控制电路 15 对大地的电位为零，控制电路更加安全。

可以通过改变各电流互感器一次线圈 L3 与二次线圈 L4 之间的变比，来减小或增加各磁饱和电抗器直流线圈 L2 的匝数，使三相电流限制装置的参数指标设计更加灵活和方便；例如：一次线圈 L3 是二次线圈 L4 的 2 倍，流过各磁饱和电抗器直流线圈 L2 的直流电流就增大 2 倍，直流线圈 L2 的匝数减小一半即可获得同等磁通。本发明的各磁饱和电抗器直流线圈 L2 的匝数可以小于电抗线圈 L1 的匝数。

可以通过设计各电流互感器的饱和点，使各电流互感器在短路电流时快速饱和，自动减小各磁饱和电抗器直流线圈 L2 的电流，在控制电路失去控制的情况下，也能自动限制短路电流，并且保护了各晶闸管和各二极管。例如：设定输电回路二倍额定电流时为各电流互感器

饱和值，这样，各电流互感器一旦饱和，各电流互感器二次线圈 L4 电流很小，各磁饱和电抗器的直流线圈 L2 中的直流电流下降到很小，各磁饱和电抗器的电抗线圈 L1 的电抗增大，限制短路电流，使短路电流不大于二倍额定电流。

各磁饱和电抗器直流线圈 L2 的电流由 A、B、C 三相提供，供给各磁饱和电抗器直流线圈 L2 的电流为 A、B、C 三相电流之和，电力系统正常运行时，供给各磁饱和电抗器直流线圈 L2 的电流比分相式电流限制装置大，三相电流限制装置所用各磁饱和电抗器直流线圈 L2 匝数比分相式电流限制装置的少。当电力系统发生不对称短路，特别是发生故障概率最大的单相接地短路时，只有故障相有短路电流，非故障相为负荷电流，（与三相短路电流比较）减小了磁饱和电抗器直流线圈的总电流，在没有控制电路控制的情况下，也能自动限制不对称短路的短路电流，该特点优于分相式电流限制装置。

当控制模块 15 控制三对反向并联的晶闸管 D15、晶闸管 D16 晶闸管 D17、晶闸管 D18、晶闸管 D19、晶闸管 D20 处于截止状态。各磁饱和电抗器铁芯处于饱和状态，各磁饱和电抗器线圈 L1 对输电回路的阻抗有最小值。当控制模块 15 控制三对反向并联的晶闸管 D15、晶闸管 D16、晶闸管 D17、晶闸管 D18、晶闸管 D19、晶闸管 D20 处于全导通状态。各三相磁饱和电抗器直流线圈 L2 中的直流电流为零；各磁饱和电抗器铁芯脱离饱和状态，串联在输电回路中的各磁饱和电抗器线圈 L1 的电抗有最大值。当控制模块 15 控制三对反向并联的晶闸管 D15、晶闸管 D16、晶闸管 D17、晶闸管 D18、晶闸管 D19、晶闸管 D20 从全截止状态逐步加大导通角，各磁饱和电抗器线圈 L1 的电抗就从最小值连续变化到最大值。各三相电流限制装置就变为连续磁控电抗器。

所述一种三相电流限制装置及方法的各部件可用现有技术设计制造，完全可以实现。有广阔应用前景。

1. 一种三相电流限制装置，其特征是，它包括：

A 相磁饱和电抗器、B 相磁饱和电抗器和 C 相磁饱和电抗器；各磁饱和电抗器分别有闭环铁芯，在各闭环铁芯上分别安装有各自的电抗线圈 L1、直流线圈 L2；

A 相电流互感器、B 相电流互感器和 C 相电流互感器；各电流互感器分别有闭环铁芯，在各闭环铁芯上分别安装有各自的一次线圈 L3、二次线圈 L4；

三对反向并联的晶闸管，每对反向并联的晶闸管分别与三台电流互感器中相应的二次线圈 L4 并联；

三台磁饱和电抗器的三个电抗线圈 L1 则分别与三台电流互感器中对应的一次线圈 L3 串联，三个电抗线圈 L1 余下的端子分别作为装置 A、B、C 三相输入端子，三个电流互感器一次线圈 L3 余下的端子分别作为装置 A、B、C 三相输出端子；

三个三相桥式全桥整流电路，三只电流互感器二次线圈 L4 分别作为该三相桥式全桥整流电路输入，三个三相桥式全桥整流电路的输出并联后与一只正向二极管 D13 串联，再与三台磁饱和电抗器的直流线圈依次串连，形成直流闭合电路；

一个控制电路，其输出分别控制三对反向并联的晶闸管的导通或截断。

2. 如权利要求 1 所述的三相电流限制装置，其特征是，所述三个三相桥式全桥整流电路是由 12 只二极管组成，其中二极管 D1、二极管 D2、二极管 D3、二极管 D4 构成一个三相桥式全桥整流电路；二极管 D5、二极管 D6、二极管 D7、二极管 D8 构成一个三相桥式全桥整流电路；二极管 D9、二极管 D10、二极管 D11、二极管 D12 构成一个三相桥式全桥整流电路；所述三个三相桥式全桥整流电路输出端并联，同时输出端还并联过电压保护器 II。

3. 如权利要求 1 所述的三相电流限制装置，其特征是，所述三台磁饱和电抗器的三个直流线圈 L2 串接后，该串联电路两端还分别并联有串联的电阻 R1 和电容 C1，并联有串联的电阻 R2 和二极管 D14，还并联过电压保护器 I；其中电阻 R1 两端还并联一只二极管 D21，二极管 D21 的正极在直流回路的高电位，负极在直流回路的低电位。

4. 如权利要求 1 所述的三相电流限制装置，其特征是，所述三台电流互感器的一次线圈 L3 流过的电流大于设计值时，电流互感器进入饱和状态；该设计值大于输电回路额定电流值。

5. 一种采用权利要求 1 所述的三相电流限制装置的工作方法，其特征是，它的过程为：

三相电流限制装置接到导通命令时，控制模块控制三对反向并联的晶闸管处于截止状态；输入装置的三相交流电流分别经各相别的磁饱和电抗器的电抗线圈 L1 和电流互感器一次线圈 L3 流通；各三相电流互感器二次线圈 L4 流出的电流都流入三相桥式全桥整流电路，三相桥式全桥整流电路把三相交流电变为直流电流，三相直流电流相加后流入串行连接的三个磁

饱和电抗器直流线圈 L2，三个直流线圈 L2 中的直流电流在铁芯产生的磁通大于电抗线圈中交流电流所产生的磁通，磁饱和电抗器铁芯深度饱和；三个磁饱和电抗器的电抗线圈 L1 对输电回路的阻抗有最小值；

当三相电流限制装置接到限制电流命令时，控制模块控制三对反向并联的晶闸管处于全导通状态；三个三相电流互感器二次线圈 L4 的电流全部从反向并联的晶闸管流通，不流入三相桥式全桥整流电路，也不流入磁饱和电抗器直流线圈 L2；磁饱和电抗器铁芯脱离饱和状态，串联在输电回路中的磁饱和电抗器线圈 L1 的电抗有最大值。

6. 一种权利要求 5 所述的三相电流限制装置的工作方法，其特征是，所述三个电流互感器设计有对应短路电流的电流互感器饱和点，使三个电流互感器通过的短路电流大于该设计值时快速饱和，自动减小磁饱和电抗器直流线圈的电流，在控制电路失去控制的情况下，也能自动限制短路电流。

7. 一种权利要求 5 所述的三相电流限制装置的工作方法，其特征是，所述三个磁饱和电抗器直流线圈 L2 的电流为 A、B、C 三相电流之和，当电力系统发生不对称短路，在没有控制电路控制的情况下，非故障相电流能自动减小磁饱和电抗器直流线圈的电流，在控制电路失去控制的情况下，也能自动限制短路电流。

8. 一种权利要求 5 所述的三相电流限制装置的工作方法，其特征是，所述过电压保护器 I、II 的放电设计值为短路电流流过直流线圈时过电压保护器两端的最高电压值；当流过三相电流限制装置的短路电流大于该设计值时，电压保护模块 I、II 放电，自动减小磁饱和电抗器直流线圈的电流，在控制电路失去控制的情况下，也能自动限制短路电流。

说明书附图

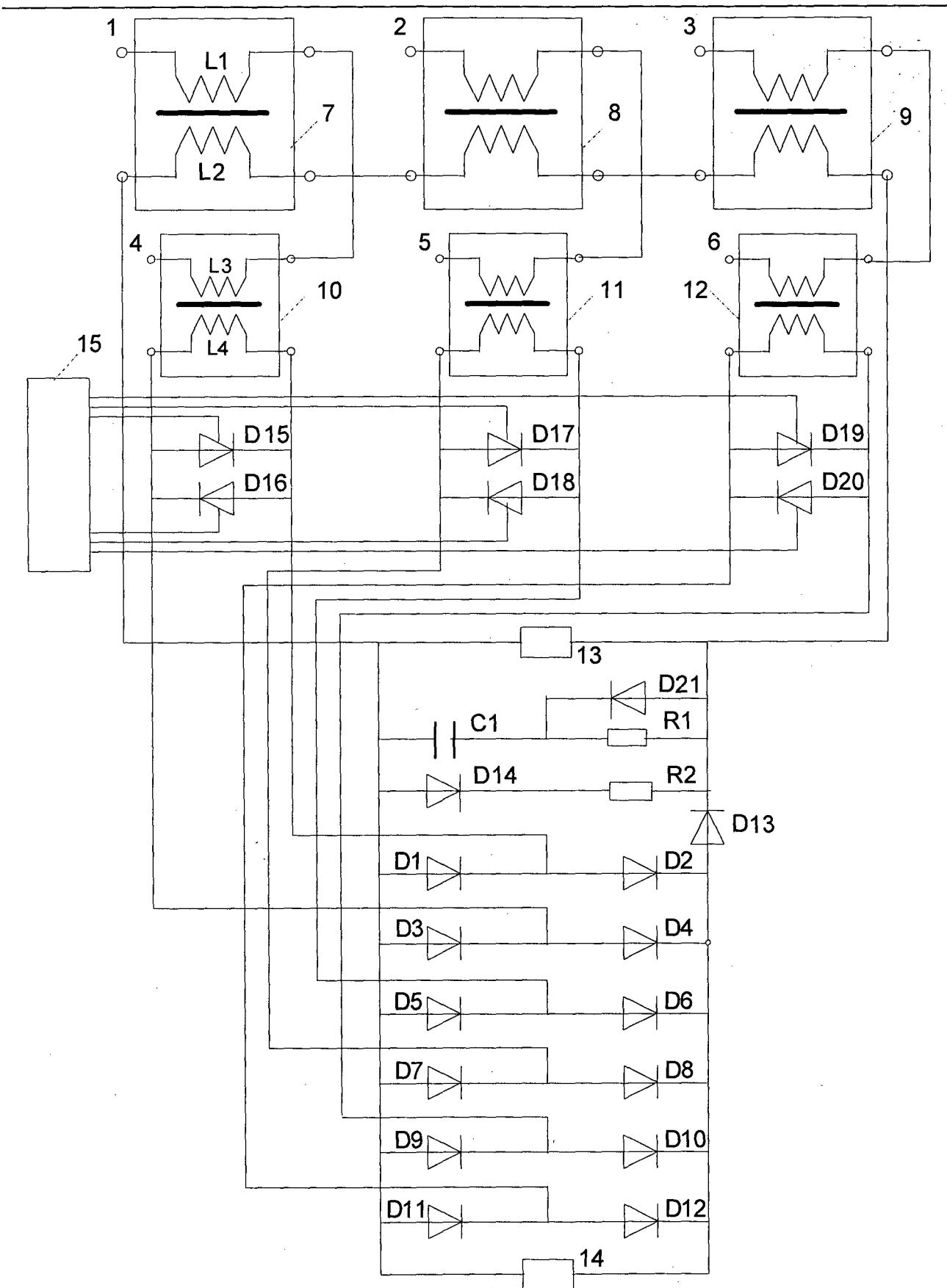


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/001985

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02H 9/02 (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: H02H

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)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: current, limit, suppress, reactor, inductor, magnetic, saturate, three phase

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	CN 102035197 A (UNIV SHANDONG) 27 April 2011 (27.04.2011) see claims 1-8	1-8
A	CN 101521374 A (LI, Xiaoming) 02 September 2009 (02.09.2009) see description, page 3 to page 4 and figure1	1-8
A	JP 11-332090 A (TOKYO ELECTRIC POWER CO INC et al.) 30 November 1999 (30.11.1999) see the whole document	1-8
A	CN 101022217 A (UNIV QINGHUA et al.) 22 August 2007 (22.08.2007) see the whole document	1-8
A	CN 2854888 Y (UNIV NANJING NORMAL) 03 January 2007 (03.01.2007) see the whole document	1-8

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
09 February 2012 (09.02.2012)

Date of mailing of the international search report
08 March 2012 (08.03.2012)

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
HUANG, Jun
Telephone No. (86-10)62411799

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2011/001985

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102035197 A	27.04.2011	NONE	
CN 101521374 A	02.09.2009	CN 101521374 B	12.01.2011
JP 11-332090 A	30.11.1999	JP 3756669 B2	15.03.2006
CN 101022217 A	22.08.2007	CN 100470991 C	18.03.2009
CN 2854888 Y	03.01.2007	NONE	

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2011/001985

A. 主题的分类

H02H 9/02 (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: H02H

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))

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: 限流, 电流, 限制, 抑制, 三相, 浪涌, 短路, 磁饱和电抗, current, limit, suppress, reactor, inductor, magnetic, saturate, three phase

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
P, X	CN 102035197 A (山东大学) 27.4 月 2011 (27.04.2011) 见权利要求 1-8	1-8
A	CN 101521374 A (李晓明) 02.9 月 2009 (02.09.2009) 见说明书第 3-4 页, 附图 1	1-8
A	JP 11-332090 A (TOKYO ELECTRIC POWER CO INC 等) 30.11 月 1999 (30.11.1999) 见全文	1-8
A	CN 101022217 A (清华大学 等) 22.8 月 2007 (22.08.2007) 见全文	1-8
A	CN 2854888 Y (南京师范大学) 03.1 月 2007 (03.01.2007) 见全文	1-8

 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 09.2 月 2012 (09.02.2012)	国际检索报告邮寄日期 08.3 月 2012 (08.03.2012)
---	---

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	受权官员 黄君 电话号码: (86-10) 62411799
--	---

国际检索报告
关于同族专利的信息

**国际申请号
PCT/CN2011/001985**

检索报告中引用的专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 102035197 A	27.04.2011	无	
CN 101521374 A	02.09.2009	CN 101521374 B	12.01.2011
JP 11-332090 A	30.11.1999	JP 3756669 B2	15.03.2006
CN 101022217 A	22.08.2007	CN 100470991 C	18.03.2009
CN 2854888 Y	03.01.2007	无	