

(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
2015 年 6 月 4 日 (04.06.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/078232 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02J 3/36 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/087824
- (22) 国际申请日: 2014 年 9 月 29 日 (29.09.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310628728.4 2013 年 11 月 30 日 (30.11.2013) CN
- (71) 申请人: 国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。 许继集团有限公司 (XJ GROUP CORPORATION) [CN/CN]; 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。 许继电气股份有限公司 (XJ ELECTRIC CO., LTD) [CN/CN]; 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。
- (72) 发明人: 荆雪记 (JING, Xueji); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。 李少华 (LI, Shaohua); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。 胡永昌 (HU, Yongchang); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。 李泰 (LI, Tai); 中国河南省许昌市许继大

道 1298 号, Henan 461000 (CN)。 苏匀 (SU, Yun); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。 彭忠 (PENG, Zhong); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。 苏进国 (SU, Jinguo); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。 李艳梅 (LI, Yanmei); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。 周金萍 (ZHOU, Jinping); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。 徐留杰 (XU, Liujie); 中国河南省许昌市许继大道 1298 号, Henan 461000 (CN)。

(74) 代理人: 郑州睿信知识产权代理有限公司 (ZHENGZHOU RUIXIN INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD); 中国河南省郑州市郑州高新区科学大道 57 号中原广告产业园 2 幢 17 层 275 号, Henan 450001 (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,

[见续页]

(54) Title: ON-LINE LOGIN AND LOGOUT CONTROL METHOD FOR CONVERTER OF PARALLEL HIGH-VOLTAGE DIRECT-CURRENT POWER TRANSMISSION SYSTEM

(54) 发明名称: 并联高压直流输电系统换流器在线投入、退出控制方法

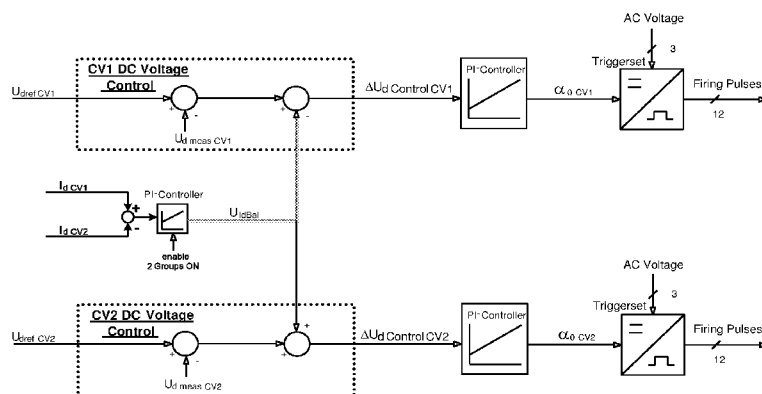


图2 / Fig. 2

(57) Abstract: An on-line login and logout control method for a converter of a parallel high-voltage direct-current power transmission system. The method is based on the voltage and current operation control manners of the traditional parallel high-voltage direct-current power transmission, i.e. a rectifier station adopts constant current control, and an inverter station adopts constant voltage control. A current balance controller is particularly added to an inverter side, and operates in the case of unlocking two converters simultaneously for eliminating an unbalance phenomenon which is generated when the two converters conduct voltage control independently.

(57) 摘要: 一种并联高压直流输电系统换流器在线投入、退出控制方法, 基于传统并联型高压直流输电电压电流运行控制方式: 整流站采用定电流控制, 逆变站采用定电压控制; 在逆变侧特别加入了电流平衡控制, 在两换流器同时解锁情况下起作用, 用来消除两换流器独立电压控制所产生的不平衡现象。



WO 2015/078232 A1



SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW。

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, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG)。

- (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,

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

说明书

并联高压直流输电系统换流器在线投入、退出控制方法

技术领域

本发明涉及一种并联高压直流输电系统换流器在线投退控制方法。

背景技术

特高压直流输电领域中，并联型直流系统换流器范围大，换流站的扩展比较灵活，整个系统绝缘配合方便，运行经济性高。世界上已经投运的意大利—科西嘉—撒丁岛三端直流输电工程及魁北克—新英格兰 5 端直流输电工程均采用并联接线结构。

多换流器并联结构主接线如图 1 所示，图 1 表示一个双端系统，也可以是多端系统，每端可以双极运行，也可以单级运行，每个站可以两个换流器（一组 CV1、CV2）并联运行，也可以单个换流器独立运行。一般并联直流系统的控制方法为：整流站采用定电流控制，逆变站采用定电压控制；而在线投退换流器的要求是极运行状态下投入或退出某个换流器而不影响同级另一个换流器的正常运行。

目前国内对串联型直流系统研究较多，对并联型结构没有成熟的在线投退策略。

发明内容

本发明的目的是提供一种并联高压直流输电系统换流器在线投退控制方法，用以弥补现有技术在该领域的空白，本发明的方法能够在极运行状态下在线投切换流器，而不影响同极并联的另一个换流器正常运行。

为实现上述目的，本发明的方案包括：

并联高压直流输电系统换流器在线投入控制方法，整流侧换流器投入时，首先运行于电压控制模式，进行空载升压，待出口电压和运行换流器一致时合

上连接开关，稳定设定长度时间后切换为电流控制方式，使直流电流以一定斜率上升到给定值；逆变侧两换流器同时解锁，解锁前需投入换流器的电压控制环的 PI 输出跟随运行换流器；解锁的同时合上连接开关，开始进行电流平衡控制：测量两换流器输出直流电流，将两换流器的直流电流的差值经比例积分调节后，得出的电压参考值调整量（ U_{IdBa1} ）分别送往两换流器的电压控制环中对电压控制环实际输入进行调整。

并联高压直流输电系统换流器在线退出控制方法，整流侧换流器退出时，首先以设定斜率降电流，待电流降到设置值时，拉开连接开关，同时闭锁脉冲；逆变侧需退出换流器收到整流侧需退出换流器已经闭锁信号时封锁触发脉冲；同时拉开连接开关，并禁止电流平衡控制。

基于传统并联型高压直流输电电压电流运行控制方式：整流站采用定电流控制，逆变站采用定电压控制；本发明在逆变侧特别加入了电流平衡控制，在两换流器同时解锁情况下起作用，用来消除两换流器独立电压控制所产生的不平衡现象。

电流平衡控制的原理是：逆变侧单极两换流器同时解锁时，电流平衡控制起作用。换流器电流平衡控制提供了一附加的电压调制值来保持两组电压在平衡方式下运行。在每极并联两换流器平抗出口处添加直流电流测点，分别测得两换流器的直流电流，将第1换流器电流 I_{dCV1} 与第2换流器电流 I_{dCV2} 的差值经比例积分后，得出的电压参考值调整量 U_{IdBa1} 分别送往两换流器层的电压控制环中，从而达到控制两换流器电流平衡的目的。

本发明的有益效果是：首次提出适合多换流器并联高压直流输电结构的在线投退控制策略，并且该控制策略投退比较快速，对交流系统的无功冲击小，控制逻辑简单。

附图说明

图1是多换流器并联结构主接线图；

图2是逆变侧电流平衡控制原理图； $U_{drefCV1}$ ：阀组1电压给定值， $U_{dmeasCV1}$ ：阀组1电压测量值， α_{0CV1} ：阀组1触发角， I_{dCV1} ：阀组1电流测量值，Firing Pulses：触发脉冲， $U_{drefCV2}$ ：阀组2电压给定值， $U_{dmeasCV2}$ ：阀组2电压测量值， α_{0CV2} ：阀组2触发角， I_{dCV2} ：阀组2电流测量值， U_{IdBal} ：电流平衡调制量；

图3是实施例的换流器在线投退时序图。

具体实施方式

下面结合附图对本发明做进一步详细的说明。

以下关于投入和退出的说明中，均以整流侧第2换流器（即图中第2阀组） CV_{REC2} ，逆变侧第2换流器 CV_{INV2} 为需要投入或者需要退出的换流器为例。

电流平衡控制的原理是：逆变侧每极两换流器同时解锁时，进行电流平衡控制，如图2所示：换流器电流平衡控制提供了一附加的电压调制值来保持两组电压在平衡方式下运行。在每极并联两端换流器平抗出口处添加直流电流测点，分别测得两换流器的直流电流，将第1换流器电流 I_{dCV1} 与第2换流器电流 I_{dCV2} 的差值经比例积分后，得出的电压参考值调整量 U_{IdBal} 分别送往两换流器层的电压控制环中，调整电压环的实际输入，从而达到控制两换流器电流平衡的目的。

基于上述电流平衡控制原理，整流侧第2换流器在线投入时，整流侧第2换流器投入时，首先电压控制方式起作用进行空载升压，待出口电压和第1换流器一致时合上连接开关，稳定一段时间后切换为电流控制方式使直流电流以一定斜率上升到给定值。逆变侧第2换流器与整流侧第2换流器同时解锁，解锁前其PI输出（如图2所示）跟随逆变侧第1换流器的输出；解锁的同时合上连接开关，电流平衡控制起作用。整流侧第2在线换流器退出时，首先以一定斜率降电流，待电流降到接近零时拉开连接开关，同时闭锁脉冲。逆变侧第2换流器收到整流侧第2换流器已经闭锁信号时封锁触发脉冲；同时拉开连接开关，禁

止电流平衡控制功能。

如图3所示：整流侧第2换流器 CV_{RCE2} 投入时：整流侧第2换流器 CV_{RCE2} 释放触发脉冲时，首先电压控制方式起作用进行空载升压，待 CV_{RCE2} 出口电压和第1换流器 CV_{RCE1} 一致时，合上连接开关，稳定一段时间（例如0.5s）后 CV_{RCE2} 切换为电流控制方式控制直流电流以一定斜率上升到给定值。逆变侧第2换流器 CV_{INV2} 与 CV_{RCE2} 同时释放触发脉冲，解锁前其PI控制器输出跟随逆变侧换流器1 CV_{INV1} 的PI输出；解锁的同时合上连接开关，电流平衡控制起作用；由于两换流器参数完全一致，故解锁后流过 CV_{INV1} 的电流被 CV_{INV2} 分流，最终两换流器电流一致。整个投入过程结束。

整流侧第2换流器 CV_{RCE2} 退出时，首先以一定斜率降电流，待电流降到接近零（例如0.05pu）后拉开连接开关，同时封闭触发脉冲。逆变侧第2换流器 CV_{INV2} 接到整流侧第2换流器已经闭锁信号后闭锁脉冲，同时拉开连接开关，电流平衡控制功能禁止。整个退出过程结束。

以上给出一种具体的实施方式，但本发明不局限于所描述的实施方式。本发明的基本思路在于上述方案，对本领域普通技术人员而言，根据本发明的教导，设计出各种变形的方案、手段、参数并不需要花费创造性劳动。在不脱离本发明的原理和精神的情况下对实施方式进行的变化、修改、替换和变型仍落入本发明的保护范围内。

权利要求书

1. 并联高压直流输电系统换流器在线投入控制方法，其特征在于，整流侧换流器投入时，首先运行于电压控制模式，进行空载升压，待出口电压和运行换流器一致时合上连接开关，稳定设定长度时间后切换为电流控制方式，使直流电流以一定斜率上升到给定值；

逆变侧两换流器同时解锁，解锁前需投入换流器的电压控制环的 PI 输出跟随运行换流器；解锁的同时合上连接开关，开始进行电流平衡控制：测量两换流器输出直流电流，将两换流器的直流电流的差值经比例积分调节后，得出的电压参考值调整量（ U_{IdBa1} ）分别送往两换流器的电压控制环中对电压控制环实际输入进行调整。

2. 并联高压直流输电系统换流器在线退出控制方法，其特征在于，整流侧换流器退出时，首先以设定斜率降电流，待电流降到设置值时，拉开连接开关，同时闭锁脉冲；

逆变侧需退出换流器收到整流侧需退出换流器已经闭锁信号时封锁触发脉冲；同时拉开连接开关，并禁止电流平衡控制。

说明书附图

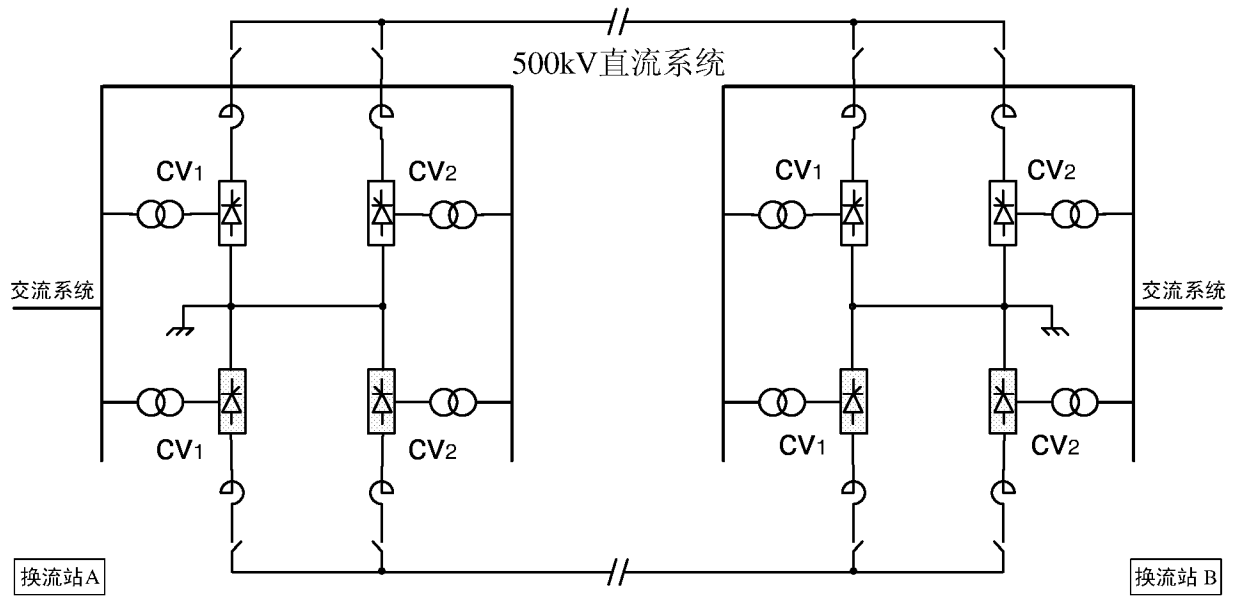


图1

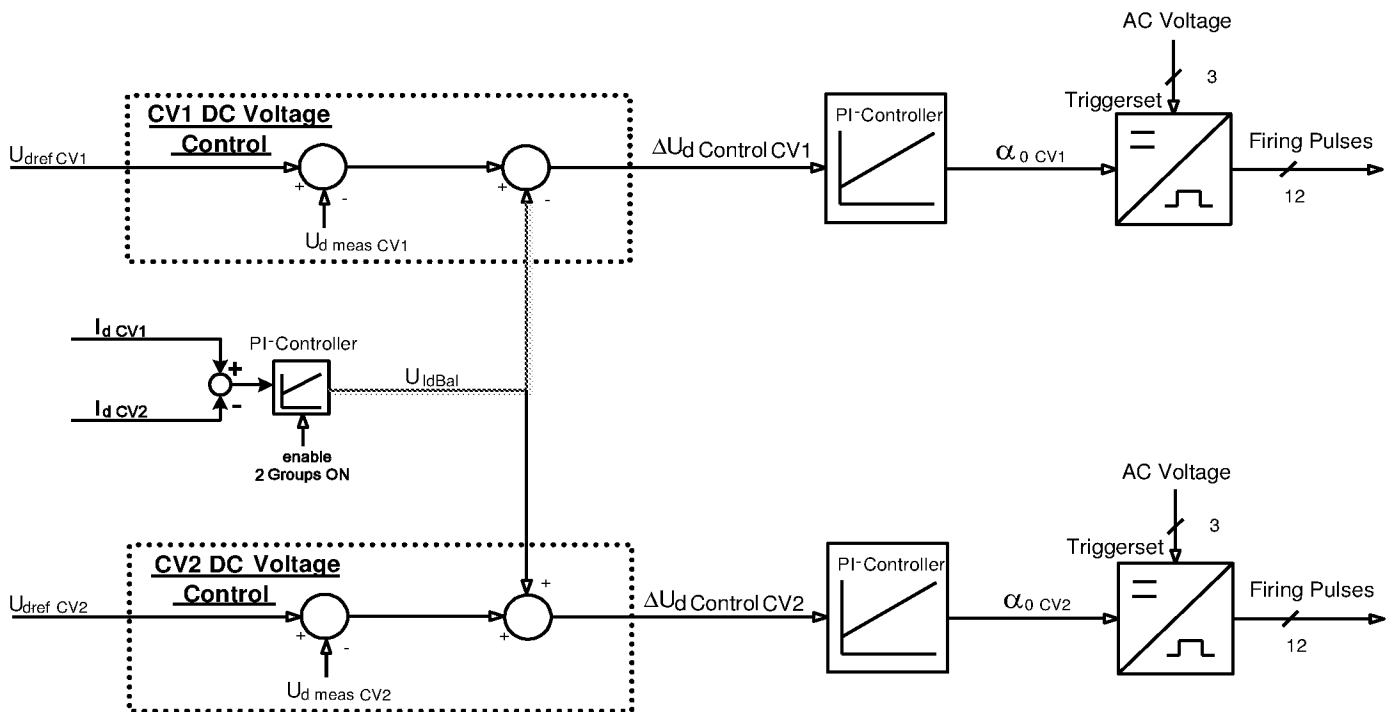


图2

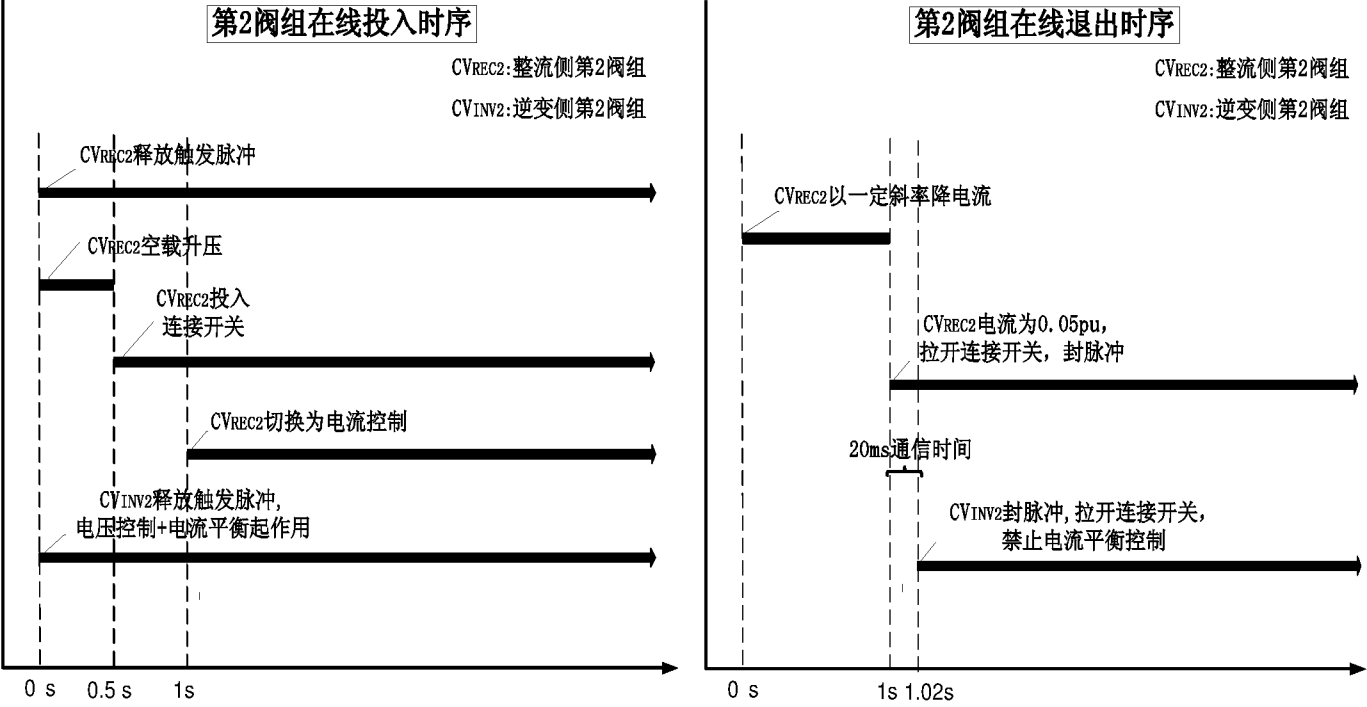


图3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/087824

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 3/36 (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)

H02J

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: high voltage direct current, HVDC, entry, start, current sharing, exit, high, voltage, DC, direct, current, rectific+, inverter?, balanc+, switch+, parallel

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 103647299 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.), 19 March 2014 (19.03.2014), claims 1-2	1-2
A	LI, Xinnian et al., "Analysis on the Strategy of Converter Entry/Exit for Xiangjiaba to Shanghai UHVDC Project", HIGH VOLTAGE ENGINEERING, number 05, volume 37, 31 May 2011 (31.05.2011), ISSN: parts 1-2	1-2
A	CN 101719722 A (XJ ELECTRIC CO., LTD. et al.), 02 June 2010 (02.06.2010), the whole document	1-2
A	CN 101359828 A (NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY (BAODING)), 04 February 2009 (04.02.2009), the whole document	1-2
A	US 4429357 A (BBC BROWN BOVERI COMPANY LIMITED), 31 January 1984 (31.01.1984), the whole document	1-2

☐ 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 24 November 2014 (24.11.2014)	Date of mailing of the international search report 04 January 2015 (04.01.2015)
Name and mailing address of the ISA/CN: 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 FANG, Lei Telephone No.: (86-10) 61648120

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2014/087824

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103647299 A	19 March 2014	None	
CN 101719722 A	02 June 2010	CN 101719722 B	18 July 2012
CN 101359828 A	04 February 2009	CN 101359828 B	02 June 2010
US 4429357 A	31 January 1984	EP 0043146 A1	06 January 1982
		EP 0043146 81	30 May 1984
		CA 1175902 A1	09 October 1984
		DE 3023698 A1	14 January 1982
		DE 3163844 G	05 July 1984

A. 主题的分类 H02J 3/36(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) H02J 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, EPDOC, CNPAT, CNKI:高压直流, 电流, HVDC, 整流, 平衡, 投入, 逆变, 启动, 均流, 均衡, 退出, 并联, high, voltage, DC, direct, current, rectific+, inverter?, balanc+, switch+, parallel		
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
PX	CN 103647299 A (国家电网公司等) 2014年 3月 19日 (2014 - 03 - 19) 权利要求1-2	1-2
A	李新年等. "向家坝至上海特高压直流输电工程换流器的投退策略分析" 高电压技术, 第05期卷, 第37卷期, 2011年 5月 31日 (2011 - 05 - 31), ISSN: , 第1-2部分	1-2
A	CN 101719722 A (许继电气股份有限公司等) 2010年 6月 02日 (2010 - 06 - 02) 全文	1-2
A	CN 101359828 A (华北电力大学保定) 2009年 2月 04日 (2009 - 02 - 04) 全文	1-2
A	US 4429357 A (BBC BROWN BOVERI COMPANY LIMITED) 1984年 1月 31日 (1984 - 01 - 31) 全文	1-2
☐ 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 2014年 11月 24日		国际检索报告邮寄日期 2015年 1月 04日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国 传真号 (86-10)62019451		授权官员 方蕾 电话号码 (86-10)61648120

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/087824

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	103647299	A	2014年 3月 19日	无	
CN	101719722	A	2010年 6月 02日	CN	101719722 B 2012年 7月 18日
CN	101359828	A	2009年 2月 04日	CN	101359828 B 2010年 6月 02日
US	4429357	A	1984年 1月 31日	EP	0043146 A1 1982年 1月 06日
				EP	0043146 B1 1984年 5月 30日
				CA	1175902 A1 1984年 10月 09日
				DE	3023698 A1 1982年 1月 14日
				DE	3163844 G 1984年 7月 05日