

# (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  
2017年9月8日 (08.09.2017)



(10) 国际公布号  
WO 2017/148279 A1

- (51) 国际专利分类号:  
G05B 19/042 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/073922
- (22) 国际申请日: 2017年2月17日 (17.02.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201610113558.X 2016年2月29日 (29.02.2016) CN
- (71) 申请人: 北京天诚同创电气有限公司 (BEIJING ETECHWIN ELECTRIC CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市大兴区北京经济技术开发区博兴一路8号, Beijing 100176 (CN)。
- (72) 发明人: 杨志千 (YANG, Zhiqian); 中国北京市大兴区北京经济技术开发区博兴一路8号, Beijing 100176 (CN)。 高瑞 (GAO, Rui); 中国北京市大兴区北京经济技术开发区博兴一路8号, Beijing 100176 (CN)。
- (74) 代理人: 北京东方亿思知识产权代理有限公司 (BEIJING EAST IP LTD.); 中国北京市东城区东长安街1号东方广场东方经贸城东2座1601室, Beijing 100738 (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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, 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, 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)。

(54) Title: SYNCHRONIZATION CONTROL METHOD AND SYNCHRONIZATION CONTROL SYSTEM FOR A PLURALITY OF CONTROLLED COMPONENTS

(54) 发明名称: 多个受控部件的同步控制方法和同步控制系统

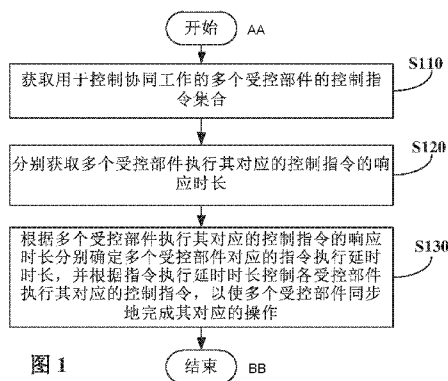


图 1

S110 ACQUIRING A CONTROL INSTRUCTION SET FOR CONTROLLING A PLURALITY OF CONTROLLED COMPONENTS THAT WORK COOPERATIVELY

S120 RESPECTIVELY ACQUIRING A RESPONSE DURATION FOR THE PLURALITY OF CONTROLLED COMPONENTS TO EXECUTE A CONTROL INSTRUCTION CORRESPONDING THERETO

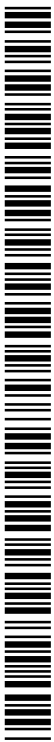
S130 ACCORDING TO THE RESPONSE DURATION FOR THE PLURALITY OF CONTROLLED COMPONENTS TO EXECUTE THE CONTROL INSTRUCTION CORRESPONDING THERETO, RESPECTIVELY DETERMINING AN INSTRUCTION EXECUTION DELAY DURATION CORRESPONDING TO THE PLURALITY OF CONTROLLED COMPONENTS, AND ACCORDING TO THE INSTRUCTION EXECUTION DELAY DURATION, CONTROLLING THE CONTROLLED COMPONENTS TO EXECUTE A CONTROL INSTRUCTION CORRESPONDING THERETO, SO THAT THE PLURALITY OF CONTROLLED COMPONENTS SYNCHRONOUSLY COMPLETE AN OPERATION CORRESPONDING THERETO

AA START  
BB END

(57) Abstract: A synchronization control method and synchronization control system for a plurality of controlled components. The synchronization control method comprises: respectively acquiring a response duration for a plurality of controlled components (420) to execute a control instruction corresponding thereto (S120, S220); according to the response duration for the plurality of controlled components (420) executing the control instructions corresponding thereto, respectively determining an instruction execution delay duration corresponding to the plurality of controlled components (420), and according to the instruction execution delay duration of the plurality of controlled components (420), controlling the plurality of controlled components (420) to execute a control instruction corresponding thereto, so that the plurality of controlled components (420) synchronously complete an operation corresponding thereto (S130). The synchronization control method and synchronization control system can prevent the controlled components (420) from a mechanical or electrical overload fault, and reduce the damage rate of the controlled components (420).

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2017/148279 A1



**本国际公布:**

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

---

一种多个受控部件的同步控制方法和同步控制系统。所述同步控制方法包括：分别获取多个受控部件（420）执行其对应的控制指令的响应时长（S120、S220）；根据多个受控部件（420）执行其对应的控制指令的响应时长分别确定多个受控部件（420）对应的指令执行延时时长，并根据多个受控部件（420）的指令执行延时时长控制多个受控部件（420）执行其对应的控制指令，以使多个受控部件（420）同步地完成其对应的操作（S130）。该同步控制方法和同步控制系统可以避免受控部件（420）发生机械或电气过载故障，降低受控部件（420）的损坏率。

## 多个受控部件的同步控制方法和同步控制系统

### 技术领域

本发明涉及控制技术，尤其涉及一种多个受控部件的同步控制方法和同步控制系统。

### 背景技术

在包括集中式控制系统和分布式控制系统在内的各种控制系统中，往往需要控制多个受控部件协同工作来完成一个或多个控制功能。例如，风力发电系统的变流器中通常包括多个控制器，这些控制器构成一个分布式控制系统；这些控制器包括一个主控制器和多个从控制器；在执行某一控制功能，例如变流器过载保护功能时，主控制器生成控制指令发送给从控制器和/或受控部件，从控制器接收到主控制器发送的控制指令后将其转发给相应的受控部件。

然而，由于分布式控制系统中的主控制器与从控制器之间的通信延时、以及受控部件执行其对应的控制指令的响应时长存在不同，使得协同工作的各受控部件不能同步完成相应的操作，从而导致受控部件出现机械或电气过载，造成受控部件损坏。

### 发明内容

本发明提供了一种用于协同工作的多个受控部件的同步控制方法以及实现该方法的同步控制系统，以使得协同工作的多个受控部件可以同步完成相应的控制指令对应的操作，从而避免受控部件发生机械或电气过载故障，降低受控部件的损坏率。

根据本发明的一方面，提供一种多个受控部件的同步控制方法。所述同步控制方法包括：分别获取多个受控部件执行其对应的控制指令的响应时长；根据所述多个受控部件执行其对应的控制指令的响应时长分别确定

所述多个受控部件对应的指令执行延时时长，并根据所述多个受控部件对应的指令执行延时时长控制所述多个受控部件执行其对应的控制指令，以使所述多个受控部件同步地完成其对应的操作。

在根据本发明的一方面的一些实施例中，所述多个受控部件包括直接接收第一控制器发送的控制指令的第一受控部件和/或通过第二控制器接收第一控制器发送的控制指令的第二受控部件。

在根据本发明的一方面的一些实施例中，所述根据所述多个受控部件执行其对应的控制指令的响应时长分别确定所述多个受控部件对应的指令执行延时时长的处理包括：选取所述多个受控部件的响应时长当中的最大响应时长；如果所述最大响应时长对应的受控部件是第二受控部件，则将所述最大响应时长增加第一控制器与第二控制器之间的通信周期；将所述最大响应时长与所述第一受控部件的响应时长之间的差值作为所述第一受控部件的指令执行延时时长，和/或将所述最大响应时长减去所述第二受控部件的响应时长与第一控制器与第二控制器之间的通信周期的和值的差值作为所述第二受控部件的指令执行延时时长。

在根据本发明的一方面的一些实施例中，所述根据所述多个受控部件对应的指令执行延时时长控制所述多个受控部件执行其对应的控制指令的处理包括：所述第一控制器在等待所述第二受控部件的指令执行延时时长或所述第二受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数后向所述第二控制器发送所述第二受控部件的控制指令，或者将所述第二受控部件的控制指令和指令执行延时时长发送给所述第二控制器，以使所述第二控制器在等待所述第二受控部件的指令执行延时时长或所述第二受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数后向所述第二受控部件发送所述第二受控部件的控制指令，所述第二受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数为所述第二受控部件的指令执行延时时长与所述第二控制器的采样周期的比值；或者/并且所述第一控制器在等待所述第一受控部件的指令执行延时时长或所述第一受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数后向所述第一受控部件发送所述第一受控部件的控制指令，所述第一受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数为所述第一受控部件的指令执行延时时长与所述第一控制器

的采样周期的比值。

在根据本发明的一方面的一些实施例中，所述同步控制方法还包括：从所述多个受控部件的响应时长中获取最小响应时长；根据所述最小响应时长确定第一控制器与第二控制器之间的通信周期。

根据本发明的另一方面，提供一种多个受控部件的同步控制系统。所述同步控制系统包括第一控制器和与所述第一控制器连接的多个受控部件，其中，所述第一控制器包括：响应时长获取模块，用于分别获取多个受控部件执行其对应的控制指令的响应时长；控制模块，用于根据所述多个受控部件执行其对应的控制指令的响应时长分别确定所述多个受控部件对应的指令执行延时时长，并根据所述多个受控部件的指令执行延时时长控制所述多个受控部件执行其对应的控制指令，以使所述多个受控部件同步地完成其对应的操作。

在根据本发明的另一方面的一些实施例中，所述同步控制系统还包括第二控制器，所述多个受控部件包括直接接收所述第一控制器发送的控制指令的第一受控部件和/或通过所述第二控制器接收所述第一控制器发送的控制指令的第二受控部件，所述第一控制器与所述第二控制器信号连接。

在根据本发明的另一方面的一些实施例中，所述控制模块包括：选取单元，用于选取所述多个受控部件的响应时长当中的最大响应时长；调整单元，用于如果所述最大响应时长对应的受控部件是第二受控部件，则将所述最大响应时长增加第一控制器与第二控制器之间的通信周期；指令执行延时时长确定单元，用于将所述最大响应时长与所述第一受控部件的响应时长之间的差值作为所述第一受控部件的指令执行延时时长；和/或将所述最大响应时长减去所述第二受控部件的响应时长与第一控制器与第二控制器之间的通信周期的和值的差值作为所述第二受控部件的指令执行延时时长。

在根据本发明的另一方面的一些实施例中，所述控制模块还包括：协同控制单元，用于在等待所述第二受控部件的指令执行延时时长或所述第二受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数后向所述第二控制器发送所述第二受控部件的控制指令，或者将所述第二受控部件的控制指令和指令

执行延时时长发送给所述第二控制器，以使所述第二控制器在等待所述第二受控部件的指令执行延时时长或所述第二受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数后向所述第二受控部件发送所述第二受控部件的控制指令，所述第二受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数为所述第二受控部件的指令执行延时时长与所述第二控制器的采样周期的比值；或者/并且在等待所述第一受控部件的指令执行延时时长或所述第一受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数后向所述第一受控部件发送所述第一受控部件的控制指令，所述第一受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数为所述第一受控部件的指令执行延时时长与所述第一控制器的采样周期的比值。

在根据本发明的另一方面的一些实施例中，所述第一控制器还包括：最小响应时长获取模块，用于从所述多个受控部件的响应时长中获取最小响应时长；通信周期确定模块，用于根据所述最小响应时长确定第一控制器与第二控制器之间的通信周期。

根据本发明实施例的多个受控部件的同步控制方法和同步控制系统，通过分别获取协同工作的多个受控部件执行其对应的控制指令的响应时长，并根据获取的响应时长分别确定上述多个受控部件的指令执行延时时长，然后分别根据上述多个受控部件的指令执行延时时长控制上述多个受控部件执行其对应的控制指令，以使上述多个受控部件同步地完成其对应的操作，从而避免这些受控部件发生机械或电气过载故障，降低这些受控部件的损坏率。

## 附图说明

图 1 是示出根据本发明实施例一的一个或多个受控部件的同步控制方法的流程图；

图 2 是示出根据本发明实施例二的一个或多个受控部件的同步控制方法的流程图；

图 3 是示出根据本发明实施例的一种分布式同步控制系统结构的示例性框图；

图 4 是示出根据本发明实施例三的一个或多个受控部件的同步控制系统的一

个逻辑框图；

图 5 是示出根据本发明实施例三的三个受控部件的同步控制系统的另一个逻辑框图；

图 6 是示出根据本发明实施例三的三个受控部件的同步控制系统中第一控制器的一个逻辑框图；

图 7 是示出根据本发明实施例三的三个受控部件的同步控制系统中第一控制器的又一个逻辑框图。

### 具体实施方式

本方案的发明构思是，通过控制受控部件的控制指令的发送时间来控制相应的受控部件完成该控制指令的时间，以使得协同工作的多个受控部件可以同步完成相应的控制指令对应的操作，从而避免受控部件发生机械或电气过载故障，降低受控部件的损坏率。

下面结合附图详细描述本发明的示例性实施例。

#### 实施例一

图 1 是示出根据本发明实施例一的一个受控部件的同步控制方法的流程图。图 1 所示的同步控制方法可以由图 4 所示的同步控制系统执行，其中，该同步控制方法具体可以由该同步控制系统中的控制器等执行。

参照图 1，本发明实施例一的一个受控部件的同步控制方法包括：

在 S110，获取用于控制协同工作的多个受控部件的控制指令集合。

其中，受控部件可以为能够接受控制器控制的任意电气部件、机械部件等，电气部件如空气开关、互感器、电流表和电压表等，机械部件如制动器、传动轴和联轴器等。控制指令可以是用于控制受控部件执行某项操作的指令，如用于控制断路器分闸的控制指令等。上述控制器可以是例如，可编程逻辑控制器 PLC 等，其可以通过将要执行的控制功能生成控制指令，然后将控制指令发送给受控部件来控制受控部件执行相应的操作。

具体地，在同步控制系统中，通常包括控制器和受控部件，控制器可以通过向受控部件发送控制指令来控制受控部件执行相应的操作。在同步控制系统正常工作时，控制器通过对受控部件的工作状态的监控，来确定

各受控部件是否正常工作。对于控制器执行的某控制功能，往往需要多个受控部件协同工作才能实现，因此，当执行该控制功能时，控制器可以分析该控制功能，并将其分解为用于控制协同工作的多个受控部件的控制指令，从而得到由多个受控部件的控制指令组成的控制指令集合。

在 S120，分别获取多个受控部件执行其对应的控制指令的响应时长。

其中，响应时长可以为从受控部件接收到控制指令开始到该受控部件完成该控制指令对应的操作时的时间长度。例如，受控部件为断路器，控制指令对应的操作为断路器分闸，如果该断路器接收到该控制指令的时间为 10:05:30150，该断路器根据该控制指令将其开关状态由合闸调整为分闸从而完成分闸操作的时间为 10:05:30350，则该断路器执行分闸操作对应的控制指令的响应时长即为 200 毫秒。

具体地，可以从控制指令集合中提取一个控制指令，通过该控制指令进行分析确定其对应的受控部件，然后可以获取该受控部件执行相应控制指令的响应时长。其中，获取受控部件执行相应控制指令的响应时长的方式可以包括多种。例如，可以通过计时器测量并记录（或标定）该受控部件执行相应控制指令的响应时长；也可以预先通过计时器测量并记录同步控制系统中各个受控部件执行相应控制指令的响应时长，以表格的形式存储已记录的响应时长并将该表格存储在控制器中，当从控制指令集合中提取一个控制指令后可以从上述表格中查找到相应的受控部件执行该控制指令的响应时长。

在 S130，根据多个受控部件执行其对应的控制指令的响应时长分别确定多个受控部件对应的指令执行延时时长，并根据多个受控部件对应的指令执行延时时长控制多个受控部件执行其对应的控制指令，以使多个受控部件同步地完成其对应的操作。

具体地，指令执行延时时长可以是为了使协同工作的多个受控部件同步完成其相应的控制指令而确定的从控制指令被生成到被发送给受控部件的时间长度。例如，协同工作的多个受控部件为断路器和 IGBT，断路器的控制指令为用于控制断路器分闸的指令，IGBT 的控制指令为用于控制 IGBT 停止调制的指令，断路器执行与其相应的控制指令的响应时长为 200

毫秒，IGBT 执行与其相应的控制指令的响应时长为 0.4 毫秒，如果控制器同时将相应的控制指令分别发送给断路器和 IGBT，则 IGBT 会先完成停止调制的控制指令，此时断路器仍然处于合闸状态，这样会使得与断路器连接的部件（如直流支撑电容等）仍然处于工作状态，从而导致该部件损坏；为此，可以基于断路器和 IGBT 执行相应的控制指令的响应时长分别确定断路器和 IGBT 的指令执行延时时长。基于上述示例，为使断路器和 IGBT 同时完成相应的操作，断路器的指令执行延时时长可以为 0（即  $200-200$ ），IGBT 的指令执行延时时长可以为 199.6（即  $200-0.4$ ）毫秒。如果断路器由分布式同步控制系统中的主控制器直接控制，IGBT 由主控制器通过从控制器间接控制，且主从控制器之间的通信周期为 2 毫秒，则断路器的指令执行延时时长可以为 0（即  $200-200$ ），IGBT 的指令执行延时时长可以为 197.6（即  $200-0.4-2$ ）毫秒。

基于上述 S110~S130 的相关内容可知，对于每一个受控部件，其对应的参数包括控制指令、响应时长和指令执行延时时长。

控制器通过上述处理得到受控部件的指令执行延时时长，然后可以控制相应的受控部件在与其相应的指令执行延时时长后执行相应的控制指令。例如，基于上述 S130 的示例，断路器的指令执行延时时长为 0，IGBT 的指令执行延时时长为 199.6 毫秒；因此，控制器生成控制指令后，可以先将断路器的控制指令发送给断路器即时执行，而对于 IGBT，控制器可以在 199.6 毫秒后再将 IGBT 的控制指令发送给 IGBT 即时执行。

需要说明的是，S110 与 S120 并没有严格的执行顺序限定，具体操作时可以先根据 S120 及 S130 指令执行延时时长，然后在收到多个受控部件执行其对应的控制指令时，再根据多个受控部件对应的指令执行延时时长控制多个受控部件执行其对应的控制指令。

根据本发明实施例的多个受控部件的同步控制方法，通过分别获取协同工作的多个受控部件执行其对应的控制指令的响应时长，并根据获取的响应时长分别确定上述多个受控部件的指令执行延时时长，然后分别根据多个受控部件的指令执行延时时长控制多个受控部件执行其对应的控制指

令，以使多个受控部件同步地完成其对应的操作，从而避免受控部件发生机械或电气过载故障，降低受控部件的损坏率。

## 实施例二

图 2 是示出根据本发明实施例二的多个受控部件的同步控制方法的流程图。图 2 所示的实施例可视为图 1 所示的同步控制方法的一种具体实现方案。图 1 所示的多个受控部件的同步控制方法可以应用于集中式同步控制系统中，也可以应用于分布式同步控制系统中。下面结合图 2，以分布式同步控制系统为例对图 1 所示的同步控制方法进行详细说明，其中，执行该同步控制方法的主体可以为主控制器或生成控制指令的控制器。

分布式同步控制系统中可以包括主控制器和从控制器。主控制器可以与从控制器完全相同，此时可以在多个控制器中选择一个控制器作为主控制器，其它控制器作为从控制器。此外，主控制器与从控制器也可以不同，例如主控制器可以是可编程逻辑控制器，从控制器可以是非可编程逻辑控制器。主控制器可以用于控制信号汇总、逻辑判断、控制指令分发、总线通信监控和受控部件监控等，从控制器可以用于接收主控制器发送的控制指令并执行、与主控制器通信、控制动作下发和受控部件监控等。在下面结合图 2 至图 3 说明的实施例中，为了方便描述，将主控制器称为第一控制器，将从控制器称为第二控制器，将直接接收第一控制器发送的控制指令的受控部件称为第一受控部件，并将通过第二控制器接收第一控制器发送的控制指令的受控部件称为第二受控部件。

具体地，S210 及 S220 与图 1 中的 S110 及 S120 基本一致，S230-S290 为图 1 中的 S130 的具体实施方式。

在一些实施例中，S290 可以通过以下处理实现：第一控制器在等待第二受控部件的指令执行延时时长或第二受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数后向第二控制器发送第二受控部件的控制指令，或者将第二受控部件的控制指令和指令执行延时时长发送给第二控制器，以使第二控制器在等待第二受控部件的指令执行延时时长或第二受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数后向第二受控部件发送第二受控部件对应的控制指令。

第二受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数为第二受控部件的指令执行延时时长与第二控制器的采样周期的比值。

在一些实施例中，S260 可以通过以下处理实现：第一控制器在等待第一受控部件的指令执行延时时长或第一受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数后向第一受控部件发送第一受控部件的控制指令。第一受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数为第一受控部件的指令执行延时时长与第一控制器的采样周期的比值。

图 3 为根据本发明实施例的一种分布式同步控制系统的结构示意图，如图 3 所示，该分布式同步控制系统中包括主控制器 S（即控制器 1）和从控制器（即控制器 2、控制器 3……控制器 p），主控制器 S 和各个从控制器下各连接有多个受控部件，即部件 S1、部件 S2、部件 21、部件 22、部件 31、部件 32、部件 p1 和部件 p2 等，控制器与受控部件之间可通过信号线或通信线连接，主控制器与每个从控制器之间通过通信总线连接。可以通过测量部件（如计时器）测量上述分布式同步控制系统中每个受控部件执行相应控制指令的响应时长，可以将测得的响应时长、控制指令和受控部件的信息（如受控部件的部件编号等）以表格的形式对应存储在主控制器中，可如表 1 所示。

表 1

受控部件	控制指令	响应时长
部件 S1	指令 1	100 毫秒
部件 S1	指令 2	120 毫秒
部件 21	指令 3	5 毫秒
部件 22	指令 4	20 毫秒
部件 31	指令 5	10 毫秒
部件 S2	指令 6	200 毫秒

需要说明的是，同一受控部件执行不同控制指令的响应时长可以不同。例如，断路器执行合闸操作对应的控制指令的响应时长可以为 210 毫秒，执行分闸操作对应的控制指令的响应时长可以为 200 毫秒。

参照图 2，在 S210，获取用于控制协同工作的多个受控部件的控制指令集合。

具体地，在图 3 的分布式同步控制系统中，如果某控制功能需要部件 S1、部件 S2、部件 21、部件 22 和部件 31 协同完成，则主控制器 S 对该控制功能进行分析后，可以得到受控部件（即部件 S1、部件 S2、部件 21、部件 22 和部件 31）需要执行的控制指令，例如，部件 S1 需要执行表 1 中的指令 2，部件 S2 需要执行表 1 中的指令 6，部件 21 需要执行表 1 中的指令 3，部件 22 需要执行表 1 中的指令 4，部件 31 需要执行表 1 中的指令 5，从而得到多个控制指令组成的控制指令集合。

其中，控制功能可以是对受控部件的保护控制功能。具体地，主控制器 S 及各从控制器分别对其控制的受控部件进行监控，当发现某个或多个受控部件工作异常时，需要通过相关的保护控制功能控制相应的受控部件执行对应的操作。控制功能也可以是同步控制系统正常工作过程中需要执行的一系列操作所达到的系统功能。基于上述相关内容可知，保护控制功能可以是在某几个受控部件异常或它们的检测参数异常时，需要发起控制的控制器经过逻辑处理形成相应受控部件的组合控制动作，这样可以通过该保护控制功能保护异常的受控部件或异常的检测参量等。

在 S220，分别获取多个受控部件执行其对应的控制指令的响应时长。

具体地，基于上述 S210 的示例以及表 1，可以得到部件 S1（即受控部件）执行指令 2（即控制指令）的响应时长为 120 毫秒，部件 S2 执行指令 6 的响应时长为 200 毫秒，部件 21 执行指令 3 的响应时长为 5 毫秒，部件 22 执行指令 4 的响应时长为 20 毫秒，部件 31 执行指令 5 的响应时长为 10 毫秒。

在 S230，选取多个受控部件的响应时长当中的最大响应时长。

具体地，为了获取各个受控部件的指令执行延时时长，可以选定一个基准响应时长。为了简化处理过程，可以选择使用上述 S220 中获取的响应时长中的最大响应时长作为本次处理的基准响应时长，该处理具体可包括：控制器将获取到的多个响应时长进行比较，从中选择最大响应时长。

基于上述 S220 的示例，获取的响应时长包括 120 毫秒、200 毫秒、5 毫秒、20 毫秒和 10 毫秒，通过比较可知，其中的最大响应时长为 200 毫秒。

在 S240，如果该最大响应时长对应的受控部件是第二受控部件，则将该最大响应时长增加第一控制器与第二控制器之间的通信周期。

具体地，如果多个受控部件的响应时长分别为 5 毫秒、10 毫秒、15 毫秒和 20 毫米，则其中的最大响应时长为 20 毫秒。如果 20 毫秒的响应时长对应的受控部件为第二受控部件，主控制器和从控制器之间的通信周期为 2 毫秒（其中，主控制器中可以预先存储有控制器的通信周期），则第二受控部件接收并执行对应的控制指令的时长为 22 毫秒，即最大响应时长增加主控制器和从控制器之间的通信周期，为 22 毫秒。

在上述 S240 的情况下，对于同步控制系统中包含的第一受控部件，其指令执行延时时长的确定方式以及根据该指令执行延时时长控制第一受控部件执行其对应的控制指令的处理可参见下述 S250 和 S260；对于同步控制系统中包含的第二受控部件，其指令执行延时时长的确定方式、以及根据该指令执行延时时长控制第二受控部件执行其对应的控制指令的处理可参见下述 S270~S290。

在 S250，将最大响应时长与第一受控部件的响应时长之间的差值作为第一受控部件的指令执行延时时长。

具体地，基于上述 S240 的示例，增加后的最大响应时长为 22 毫秒，如果响应时长分别为 5 毫秒和 10 毫秒对应的受控部件为第一受控部件，则响应时长分别为 5 毫秒和 10 毫秒对应的受控部件的指令执行延时时长为 17（即  $22-5$ ）毫秒和 12（即  $22-10$ ）毫秒。

在 S260，对于每个第一受控部件，与第一受控部件连接的第一控制器在等待第一受控部件相应的指令执行延时时长后向第一受控部件发送该第一受控部件对应的控制指令。

对于每个第一受控部件，当主控制器将控制指令发送给第一受控部件后，第一受控部件可即时执行该控制指令，整个过程中不需要耗用其它时间；因此，主控制器在向第一受控部件发送相应的控制指令时，只需要等

待该第一受控部件对应的指令执行延时时长即可。对于第二受控部件，由于控制指令由主控制器生成并发送给从控制器，从控制器再将接收到的控制指令转发给相应的受控部件，而控制指令从主控制器发送到从控制器需要一定的通信周期；因此，第二受控部件仅仅通过指令执行延时时长无法达到同步的预期结果，还需要考虑主从控制器之间的通信周期，相应的处理可参见下述 S270~S290。

在 S270，从多个受控部件的响应时长中获取最小响应时长，并根据该最小响应时长确定第一控制器与第二控制器之间的通信周期。

具体地，主控制器中可以存储有受控部件以及与其连接的控制器的信息之间的对应关系，其中，与受控部件连接的控制器的信息可以为控制器的编号等。主控制器在执行某控制功能时确定需要协同工作的多个受控部件后，可以从上述对应关系中查找到与各个受控部件连接的控制器的信息，从而确定与各个第二受控部件连接的控制器。

当通过上述 S220 的处理获取到多个受控部件执行其对应的控制指令的响应时长后，可以在获取的响应时长中通过比较得到最小响应时长，然后可以根据公式

$$T_{com}=T_{min}/N..... (1)$$

计算第一控制器与第二控制器之间的通信周期  $T_{com}$ ，其中， $T_{com}$  为第一控制器与第二控制器之间的通信周期， $T_{min}$  为最小响应时长， $N$  为预定参数， $N$  的取值可以是大于 0 的任意数值。在一些实施例中，为了使得控制器之间的通信周期远小于最小响应时长， $N$  可以取大于 10 的任意数值。

基于上述 S230 的示例，协同工作的多个受控部件执行其对应的控制指令的响应时长分别为 120 毫秒、200 毫秒、5 毫秒、20 毫秒和 10 毫秒，其中最小响应时长为 5 毫秒。如果  $N=20$ ，则通过上述公式 (1) 计算可得控制器之间的通信周期为 0.25 毫秒。

在 S280，将最大响应时长减去第二受控部件的响应时长与第一控制器与第二控制器之间的通信周期的和值的差值作为第二受控部件的指令执行延时时长。

具体地，在控制指令由主控制器传输到第二受控部件的过程中，由于主控制器与从控制器之间需要进行通信，因此需要进一步考虑主从控制器之间的通信周期。即，对于每一个第二受控部件，可以利用上述最大响应时长、第二受控部件的响应时长、以及第一控制器与第二控制器（即本实施例中的主从控制器）之间的通信周期，使用预定算法计算该第二受控部件的指令执行延时时长，具体处理可以为：计算第二受控部件的响应时长与主从控制器之间的通信周期的和得到和值，再使用上述最大响应时长减去上述和值，得到的差值可以作为第二受控部件的指令执行延时时长。通过上述处理方式，可以计算得到协同工作的其它第二受控部件的指令执行延时时长。

基于上述 S240 的示例，增加后的最大响应时长为 22 毫秒，如果响应时长分别为 15 毫秒和 20 毫秒对应的受控部件为第二受控部件，则响应时长分别为 15 毫秒和 20 毫秒对应的受控部件的指令执行延时时长为 7（即  $22-15$ ）毫秒和 2（ $22-20$ ）毫秒。

在 S290，分别根据第二受控部件的指令执行延时时长向与第二受控部件连接的第二控制器发送第二受控部件对应的控制指令。

具体地，对于任一第二受控部件，主控制器需要先将该第二受控部件的控制指令发送给与该第二受控部件连接的控制器，该控制器将该控制指令发送给该第二受控部件，该第二受控部件可以执行该控制指令，上述过程中，考虑到主控制器与从控制器之间存在通信周期，并且存在该第二受控部件执行该控制指令的响应时长，因此，主控制器生成控制指令后，可以等待该第二受控部件的指令执行延时时长后再将该控制指令发送给该第二受控部件。

进一步地，上述 S290 的处理可以有多种处理方式，以下提供两种可行的处理方式，具体包括：

方式一，根据第二受控部件的指令执行延时时长延迟地向与第二受控部件连接的第二控制器发送第二受控部件的控制指令。

方式一的处理可参见上述 S290 的相关内容，在此不再赘述。

方式二，将第二受控部件的控制指令以及指令执行延时时长发送给与第二受控部件连接的第二控制器，以使与第二受控部件连接的第二控制器延迟地控制第二受控部件执行其对应的控制指令。

具体地，主控制器生成相应的控制指令后，可以获取该控制指令对应的第二受控部件的信息，进而可以得到该第二受控部件的指令执行延时时长，同时可以确定与该第二受控部件连接的控制器；然后，主控制器可以将该控制指令和该第二受控部件的指令执行延时时长发送给上述控制器，该控制器接收到该控制指令和指令执行延时时长后，可以等待指令执行延时时长后再将该控制指令发送给该第二受控部件，该第二受控部件可以执行该控制指令。

另外，如果该最大响应时长对应的受控部件不是第二受控部件而是第一受控部件，则不需要执行上述 S240 的处理，而直接执行后续 S250~S290。

具体地，基于上述 S230 的示例，得到的最大响应时长为 200 毫秒，其中最大响应时长对应的受控部件为第一受控部件，协同工作的多个受控部件执行其对应的控制指令的响应时长分别为 120 毫秒、200 毫秒、5 毫秒、20 毫秒和 10 毫秒，通过使用最大响应时长减去各受控部件执行其对应的控制指令的响应时长得到相应受控部件的指令执行延时时长，即部件 S1（即受控部件）的指令执行延时时长为 80 毫秒，部件 S2 的指令执行延时时长为 0 毫秒，部件 21 的指令执行延时时长为 115 毫秒，部件 22 的指令执行延时时长为 180 毫秒，部件 31 的指令执行延时时长为 190 毫秒。

特别地，如果该最大响应时长对应的受控部件是第一受控部件，但是第二受控部件的响应时长中的最大响应时长加上通信周期的数值大于上述获取的最大响应时长，则将第二受控部件的响应时长中的最大响应时长加上通信周期的数值作为最大响应时长。例如，第一受控部件的响应时长为 201 毫秒，第二受控部件的响应时长为 200 毫秒，通信周期为 5 毫秒，则最大响应时长为 205 毫秒（即 200 毫秒+5 毫秒），后续处理可参见 S250~S290。

在实际应用中，为了简化数值的存储和表示方式，上述确定指令执行延时时长的处理还可以通过延时拍数的方式确定，其中，控制器的每个采样周期可称为一拍，采样周期长度可以预先设定。不同的控制器，其延时拍数可以不同，如与第一受控部件连接的控制器（如主控制器）的延时拍数可与第二受控部件连接的控制器（如从控制器）的延时拍数不同，其中，与第一受控部件连接的控制器的延时拍数为指令执行延时时长与生成控制指令的控制器（如主控制器）的采样周期的比值，与第二受控部件连接的控制器的延时拍数为指令执行延时时长与该第二受控部件连接的控制器的采样周期的比值，具体处理可包括：根据最大响应时长、第一受控部件的响应时长和与第一受控部件连接的控制器的采样周期，通过公式  $P1 = (T_{max} - T1) / Ts1$ ，确定与第一受控部件连接的控制器的延时拍数；和/或根据最大响应时长、第二受控部件的响应时长、通信周期和与第二受控部件连接的控制器的采样周期，通过公式  $P2 = (T_{max} - T2 - T_{com}) / Ts2$ ，确定与第二受控部件连接的控制器的延时拍数。

其中， $T_{max}$  为最大响应时长， $T1$  为第一受控部件的响应时长， $T2$  为第二受控部件的响应时长， $T_{com}$  为通信周期， $Ts1$  为与第一受控部件连接的控制器的采样周期， $Ts2$  为与第二受控部件连接的控制器的采样周期， $P1$  为与第一受控部件连接的控制器的延时拍数， $P2$  为与第二受控部件连接的控制器的延时拍数。

为了便于理解，现对上述过程进行举例说明，具体如下：

假设某一个控制功能由 C1 控制器发起，C2 控制器转发控制指令。其中，控制器 C1 与 C2 之间的通信周期为 5ms，C1 控制器的采样频率为 2.5kHz，即采样周期长度为 0.4ms，C2 控制器的采样频率为 2kHz，即采样周期长度为 0.5ms。此外，C1 控制器控制的受控部件（即第一受控部件）为 IGBT，C2 控制器控制的受控部件（即第二受控部件）为机侧断路器。C1 控制器对该控制功能分析后，确定 IGBT 需要执行停止调制的控制指令，机侧断路器需要执行分闸操作的控制指令，其中，IGBT 执行停止调制的控制指令的响应时长为 0.4ms，机侧断路器执行分闸操作的控制指令的响应时长为 200ms，为避免上述两种受控部件执行相应的控制指令的完

成时间不一致导致的电气过载问题，则可以通过上述 S210~S260 的处理，确定最大响应时长 200 毫秒对应的受控部件为第二受控部件，此时需要为最大响应时长增加通信周期，即 205 毫秒，进而计算得出 C1 控制器下的第一受控部件 IGBT 的指令执行延时拍数为  $(205-0.4)/0.4=511.5$ ，其中，如果指令执行延时拍数大于零，则可以对其计算值取整，因此，511.5 取整即为 512。进一步地，可以通过上述 S270~S280 的处理计算得出 C2 控制器下的第二受控部件机侧断路器的指令执行延时拍数为  $(205-5-200)/0.5=0$ 。这样，可以计算得出 C2 控制器的延时拍数为 0，而响应较快的 IGBT 经过 512 拍的延时后，在第 513 拍时执行停止调制的控制指令，机侧断路器的控制指令不做延时，这样就保证了 IGBT 与机侧断路器完成相应控制指令对应的操作的时刻在误差允许的范围内基本一致，防止协同工作的多个受控部件由于完成相应控制指令对应的操作的时刻不一致导致的机械载荷或电气负载的过载问题。

本发明实施例提供的多个受控部件的同步控制系统，一方面，由于分布式同步控制系统的特有结构，控制器间采用总线进行通信，如果总线通信周期大于受控部件的响应时长，则控制器对于受控部件的监控将出现较长时间的盲区而降低控制精度，为此，本发明通过测量和记录（或标定）分布式同步控制系统中各个受控部件执行相应控制指令的响应时长，并通过设定控制器通信周期远小于相应受控部件的响应时长，从而保证控制精度；另一方面，通过测量得到的每个控制器的受控部件的响应时长，以及建立的受控部件执行相应控制指令的延时算法，使得协同工作的不同受控部件同步地完成相应的控制指令对应的操作，这样可以减小受控部件的电气和机械载荷，提高系统稳定性和受控部件寿命，降低系统的运行维护成本。

### 实施例三

基于相同的技术构思，图 4 是示出根据本发明实施例三的多个受控部件的同步控制系统的逻辑框图。参照图 4，该同步控制系统包括第一控制器 410 和多个受控部件 420，其中，第一控制器 410 包括控制指令获取模

块 411、响应时长获取模块 412 和控制模块 413。第一控制器 410 可以为如图 3 中的主控制器 S，多个受控部件 420 可以为如图 3 中的部件 S1、部件 S2、部件 21、部件 22、部件 31、部件 32、部件 p1 和部件 p2 等。

控制指令获取模块 411 用于获取用于控制协同工作的多个受控部件 420 的控制指令集合。

响应时长获取模块 412 用于分别获取多个受控部件 420 执行其对应的控制指令的响应时长。

控制模块 413 用于根据多个受控部件 420 执行其对应的控制指令的响应时长分别确定多个受控部件 420 对应的指令执行延时时长，并根据各受控部件 420 的指令执行延时时长控制各受控部件 420 执行其对应的控制指令，以使多个受控部件 420 同步地完成其对应的操作。

进一步地，在如图 4 的实施例的基础上，如图 5 所示的同步控制系统还包括第二控制器 430，多个受控部件 420 包括直接接收第一控制器 410 发送的控制指令的第一受控部件和/或通过第二控制器 430 接收第一控制器 410 发送的控制指令的第二受控部件，第一控制器 410 与第二控制器 430 信号连接。其中，第二控制器 430 可以为如图 3 中的控制器 2、控制器 3.....控制器 p。

进一步地，控制模块 413 包括：选取单元，用于选取多个受控部件 420 的响应时长当中的最大响应时长；调整单元，用于如果最大响应时长对应的受控部件是第二受控部件，则将最大响应时长增加第一控制器与第二控制器之间的通信周期；指令执行延时时长确定单元，用于将最大响应时长与第一受控部件的响应时长之间的差值作为第一受控部件的指令执行延时时长，和/或将最大响应时长减去第二受控部件的响应时长与第一控制器与第二控制器之间的通信周期的和值的差值作为第二受控部件的指令执行延时时长。

此外，控制模块 413 还包括协同控制单元，用于在等待第二受控部件的指令执行延时时长或第二受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数后向第二控制器 430 发送第二受控部件的控制指令，或者将第二受控部件的控制指令以及指令执行延时时长发送给第二控制器 430，以使第二控制器

430 在等待第二受控部件的指令执行延时时长或第二受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数后向第二受控部件发送第二受控部件的控制指令，第二受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数为第二受控部件的指令执行延时时长与第二控制器 430 的采样周期的比值；或者/并且在等待第一受控部件相应的指令执行延时时长或第一受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数后向第一受控部件发送第一受控部件的控制指令，第一受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数为第一受控部件的指令执行延时时长与第一控制器 410 的采样周期的比值。

进一步地，在如图 5 的实施例的基础上，如图 6 所示的第一控制器 410 还包括：最小响应时长获取模块 414，用于从该多个受控部件 420 的响应时长中获取最小响应时长；通信周期确定模块 415，用于根据该最小响应时长确定第一控制器与第二控制器之间的通信周期。

进一步地，在如图 6 的实施例的基础上，如图 7 所示的第一控制器 410 还包括：延时拍数确定模块 416，用于根据该最大响应时长、该第一受控部件的响应时长和与该第一受控部件连接的第一控制器的采样周期，通过公式  $P1 = (T_{max} - T1) / Ts1$ ，确定与该第一受控部件连接的第一控制器的延时拍数；和/或根据该最大响应时长、该第二受控部件的响应时长、第一控制器与第二控制器之间的通信周期、和与该第二受控部件连接的第二控制器的采样周期，通过公式  $P2 = (T_{max} - T2 - T_{com}) / Ts2$ ，确定与该第二受控部件连接的第二控制器的延时拍数；其中， $T_{max}$  为该最大响应时长， $T1$  为该第一受控部件的响应时长， $T2$  为该第二受控部件的响应时长， $T_{com}$  为第一控制器与第二控制器之间的通信周期， $Ts1$  为与该第一受控部件连接的第一控制器的采样周期， $Ts2$  为与该第二受控部件连接的第二控制器的采样周期， $P1$  为与该第一受控部件连接的第一控制器的延时拍数， $P2$  为与该第二受控部件连接的第二控制器的延时拍数。

本发明实施例提供的多个受控部件的同步控制系统，通过分别获取协同工作的多个受控部件执行其对应的控制指令的响应时长，并根据获取的响应时长分别确定上述多个受控部件的指令执行延时时长，然后，分别根据该指令执行延时时长控制上述多个受控部件执行其对应的控制指令，以

使多个受控部件同步地完成其对应的操作，从而避免受控部件发生机械或电气过载故障，降低受控部件的损坏率。

进一步地，本发明实施例中，一方面，由于分布式同步控制系统的特有结构，控制器间采用总线进行通信，如果总线通信周期大于受控部件的响应时长，则控制器对于受控部件的监控将出现较长时间的盲区而降低控制精度，为此，本发明通过测量和记录（或标定）分布式同步控制系统中各个受控部件执行相应控制指令的响应时长，并通过设定控制器通信周期远小于相应受控部件的响应时长，从而保证控制精度；另一方面，通过测量得到的每个控制器的受控部件的响应时长，以及建立的受控部件执行相应控制指令的延时算法，使得协同工作的不同受控部件同步地完成相应的控制指令对应的操作，这样可以减小受控部件的电气和机械载荷，提高系统稳定性和受控部件的寿命，降低系统的运行维护成本。

需要指出，根据实施的需要，可将本申请中描述的各个步骤/部件拆分为更多步骤/部件，也可将两个或多个步骤/部件或者步骤/部件的部分操作组合成新的步骤/部件，以实现本发明的目的。

上述根据本发明的方法可在硬件、固件中实现，或者被实现为可存储在记录介质（诸如 CD ROM、RAM、软盘、硬盘或磁光盘）中的软件或计算机代码，或者被实现通过网络下载的原始存储在远程记录介质或非暂时机器可读介质中并将被存储在本地记录介质中的计算机代码，从而在此描述的方法可被存储在使用通用计算机、专用处理器或者可编程或专用硬件（诸如 ASIC 或 FPGA）的记录介质上的这样的软件处理。可以理解，计算机、处理器、微处理器控制器或可编程硬件包括可存储或接收软件或计算机代码的存储组件（例如，RAM、ROM、闪存等），当所述软件或计算机代码被计算机、处理器或硬件访问且执行时，实现在此描述的处理方法。此外，当通用计算机访问用于实现在此示出的处理的代码时，代码的执行将通用计算机转换为用于执行在此示出的处理的专用计算机。

以上所述，仅为本发明的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可

轻易想到变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

## 权 利 要 求 书

---

1、一种多个受控部件的同步控制方法，其特征在于，所述同步控制方法包括：

分别获取多个受控部件执行其对应的控制指令的响应时长；

根据所述多个受控部件执行其对应的控制指令的响应时长分别确定所述多个受控部件对应的指令执行延时时长，并根据所述多个受控部件对应的指令执行延时时长控制所述多个受控部件执行其对应的控制指令，以使所述多个受控部件同步地完成其对应的操作。

2、根据权利要求 1 所述的同步控制方法，其特征在于，所述多个受控部件包括直接接收第一控制器发送的控制指令的第一受控部件和/或通过第二控制器接收所述第一控制器发送的控制指令的第二受控部件。

3、根据权利要求 2 所述的同步控制方法，其特征在于，所述根据所述多个受控部件执行其对应的控制指令的响应时长分别确定所述多个受控部件对应的指令执行延时时长的处理包括：

选取所述多个受控部件的响应时长当中的最大响应时长；

如果所述最大响应时长对应的受控部件是第二受控部件，则将所述最大响应时长增加所述第一控制器与所述第二控制器之间的通信周期；

将所述最大响应时长与所述第一受控部件的响应时长之间的差值作为所述第一受控部件的指令执行延时时长，和/或将所述最大响应时长减去所述第二受控部件的响应时长与所述第一控制器与所述第二控制器之间的通信周期的和值的差值作为所述第二受控部件的指令执行延时时长。

4、根据权利要求 2 或 3 所述的同步控制方法，其特征在于，所述根据所述多个受控部件对应的指令执行延时时长控制所述多个受控部件执行其对应的控制指令的处理包括：

所述第一控制器在等待所述第二受控部件的指令执行延时时长或所述第二受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数后向所述第二控制器发送所述第二受控部件的控制指令，或者将所述第二受控部件的控制指令和指令执行延时时长发送给所述第二控制器，以使所述第二控制器在等待所述

第二受控部件的指令执行延时时长或所述第二受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数后向所述第二受控部件发送所述第二受控部件的控制指令，所述第二受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数为所述第二受控部件的指令执行延时时长与所述第二控制器的采样周期的比值；或者/并且

所述第一控制器在等待所述第一受控部件的指令执行延时时长或所述第一受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数后向所述第一受控部件发送所述第一受控部件的控制指令，所述第一受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数为所述第一受控部件的指令执行延时时长与所述第一控制器的采样周期的比值。

5、根据权利要求 4 所述的同步控制方法，其特征在于，所述同步控制方法还包括：

从所述多个受控部件的响应时长中获取最小响应时长；

根据所述最小响应时长确定所述第一控制器与所述第二控制器之间的通信周期。

6、一种多个受控部件的同步控制系统，其特征在于，所述同步控制系统包括第一控制器和与所述第一控制器连接的多个受控部件，其中，所述第一控制器包括：

响应时长获取模块，用于分别获取多个受控部件执行其对应的控制指令的响应时长；

控制模块，用于根据所述多个受控部件执行其对应的控制指令的响应时长分别确定所述多个受控部件对应的指令执行延时时长，并根据所述多个受控部件对应的指令执行延时时长控制所述多个受控部件执行其对应的控制指令，以使所述多个受控部件同步地完成其对应的操作。

7、根据权利要求 6 所述的同步控制系统，其特征在于，所述同步控制系统还包括第二控制器，所述多个受控部件包括直接接收所述第一控制器发送的控制指令的第一受控部件和/或通过所述第二控制器接收所述第一控制器发送的控制指令的第二受控部件，所述第一控制器与所述第二控制器信号连接。

8、根据权利要求 7 所述的同步控制系统，其特征在于，所述控制模

块包括：

选取单元，用于选取所述多个受控部件的响应时长当中的最大响应时长；

调整单元，用于如果所述最大响应时长对应的受控部件是第二受控部件，则将所述最大响应时长增加所述第一控制器与所述第二控制器之间的通信周期；

指令执行延时时长确定单元，用于将所述最大响应时长与所述第一受控部件的响应时长之间的差值作为所述第一受控部件的指令执行延时时长，和/或将所述最大响应时长减去所述第二受控部件的响应时长与所述第一控制器与所述第二控制器之间的通信周期的和值的差值作为所述第二受控部件的指令执行延时时长。

9、根据权利要求 7 或 8 所述的同步控制系统，其特征在于，所述控制模块还包括：

协同控制单元，用于

在等待所述第二受控部件的指令执行延时时长或所述第二受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数后向所述第二控制器发送所述第二受控部件的控制指令，或者将所述第二受控部件的控制指令和指令执行延时时长发送给所述第二控制器，以使所述第二控制器在等待所述第二受控部件的指令执行延时时长或所述第二受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数后向所述第二受控部件发送所述第二受控部件的控制指令，所述第二受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数为所述第二受控部件的指令执行延时时长与所述第二控制器的采样周期的比值；或者/并且

在等待所述第一受控部件的指令执行延时时长或所述第一受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数后向所述第一受控部件发送所述第一受控部件的控制指令，所述第一受控部件的指令执行延时时长对应的节拍数为所述第一受控部件的指令执行延时时长与所述第一控制器的采样周期的比值。

10、根据权利要求 9 所述的同步控制系统，其特征在于，所述第一控制器还包括：

最小响应时长获取模块，用于从所述多个受控部件的响应时长中获取最小响应时长；

通信周期确定模块，用于根据所述最小响应时长确定所述第一控制器与所述第二控制器之间的通信周期。

11. 一种用于多个受控部件的同步控制系统，包括：

存储器，存储有计算机可执行指令；

处理器，在执行所述计算机可执行指令时可操作以执行权利要求 1 至 5 中任一项所述的多个受控部件的同步控制方法。

12. 一种存储介质，存储有能够实现权利要求 1 至 5 中任一项所述的多个受控部件的同步控制方法的计算机可执行指令。

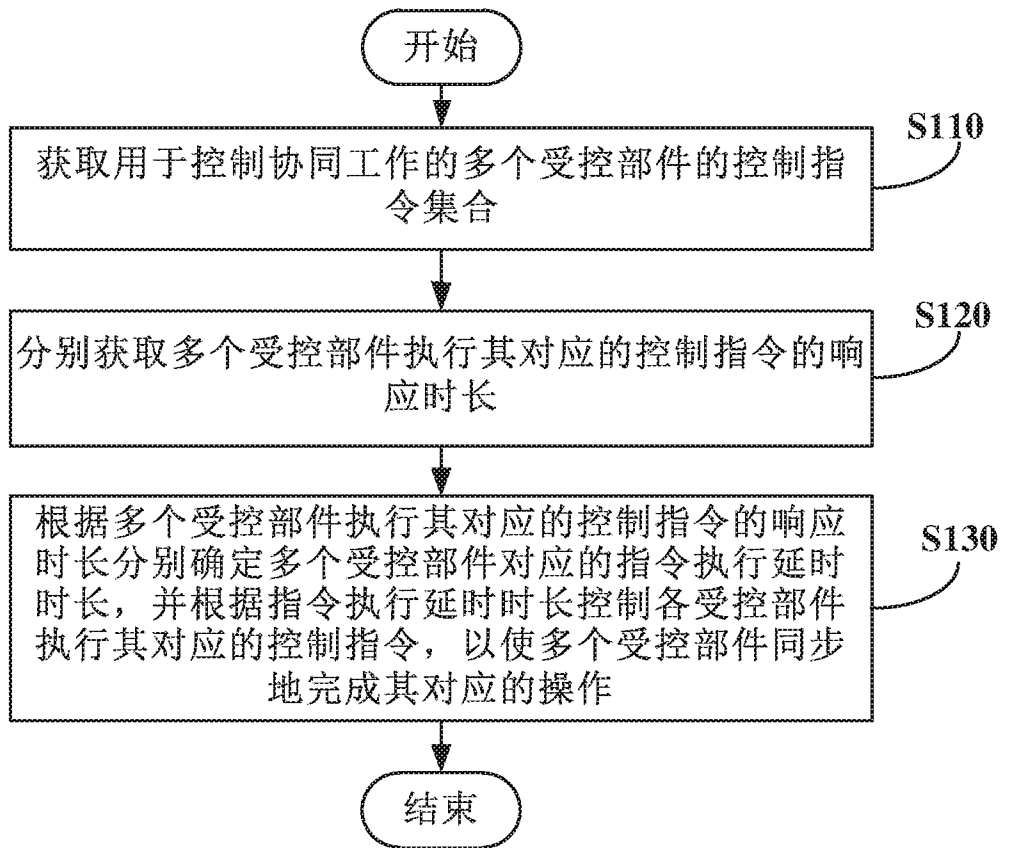


图 1

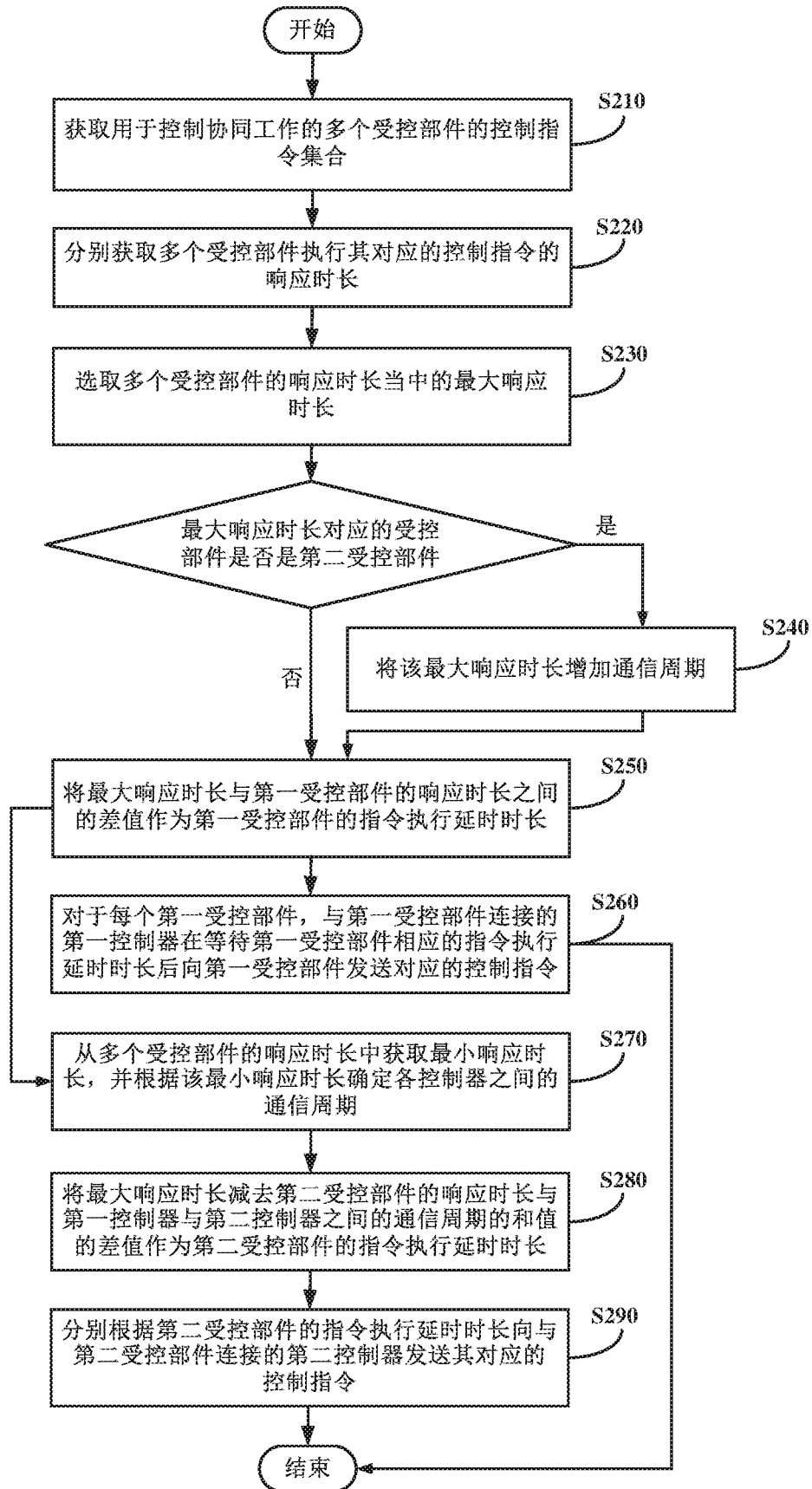


图 2

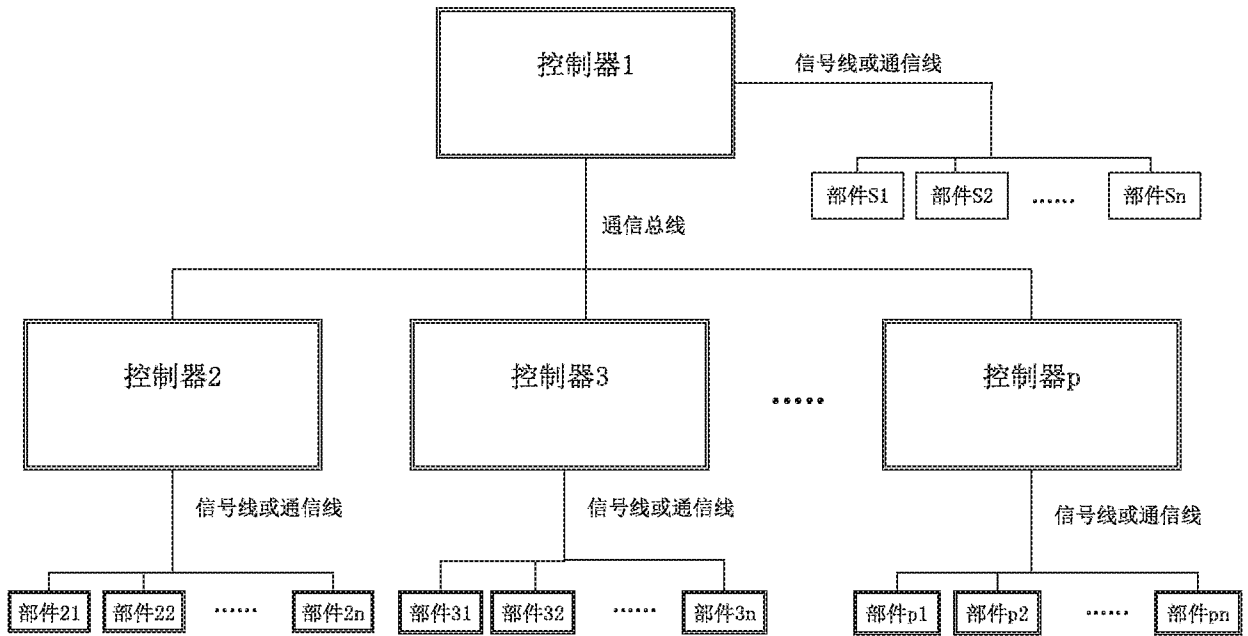


图 3

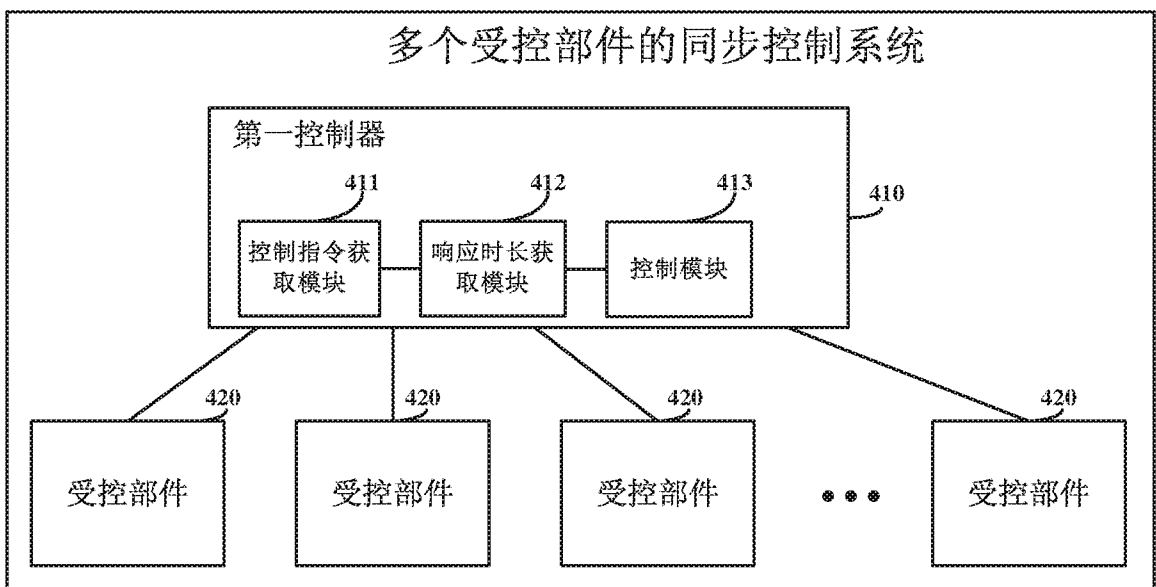


图 4

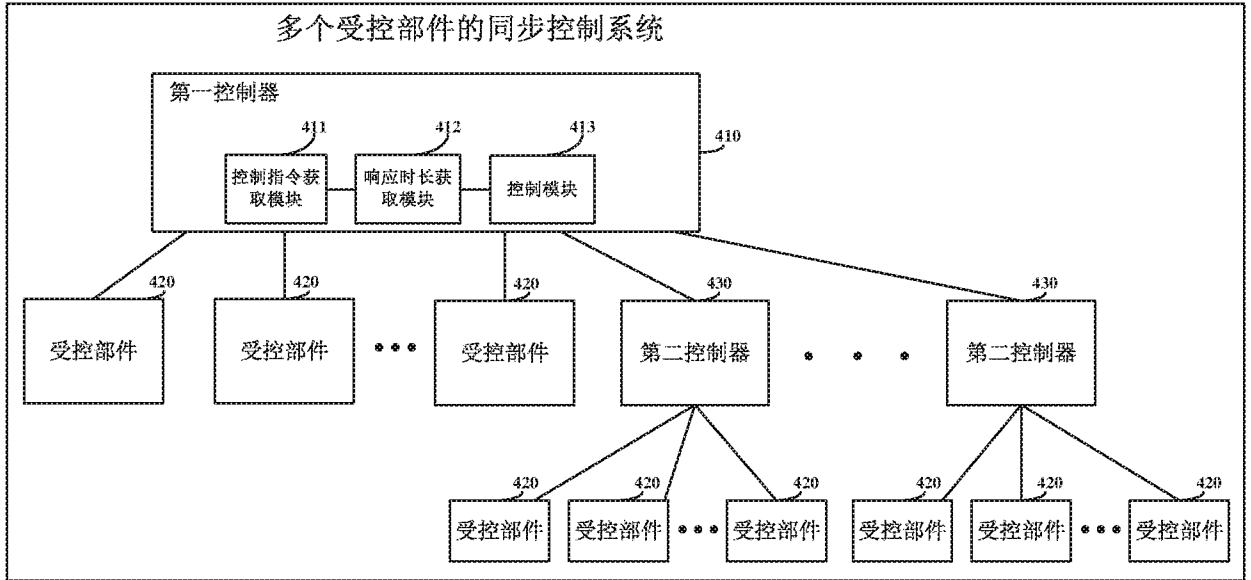


图 5

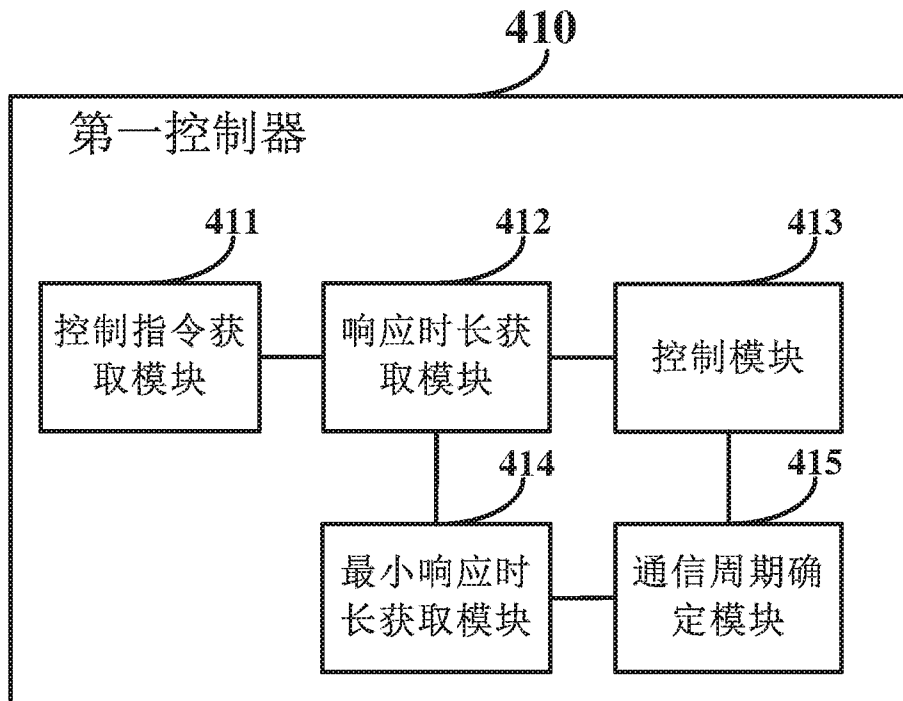


图 6

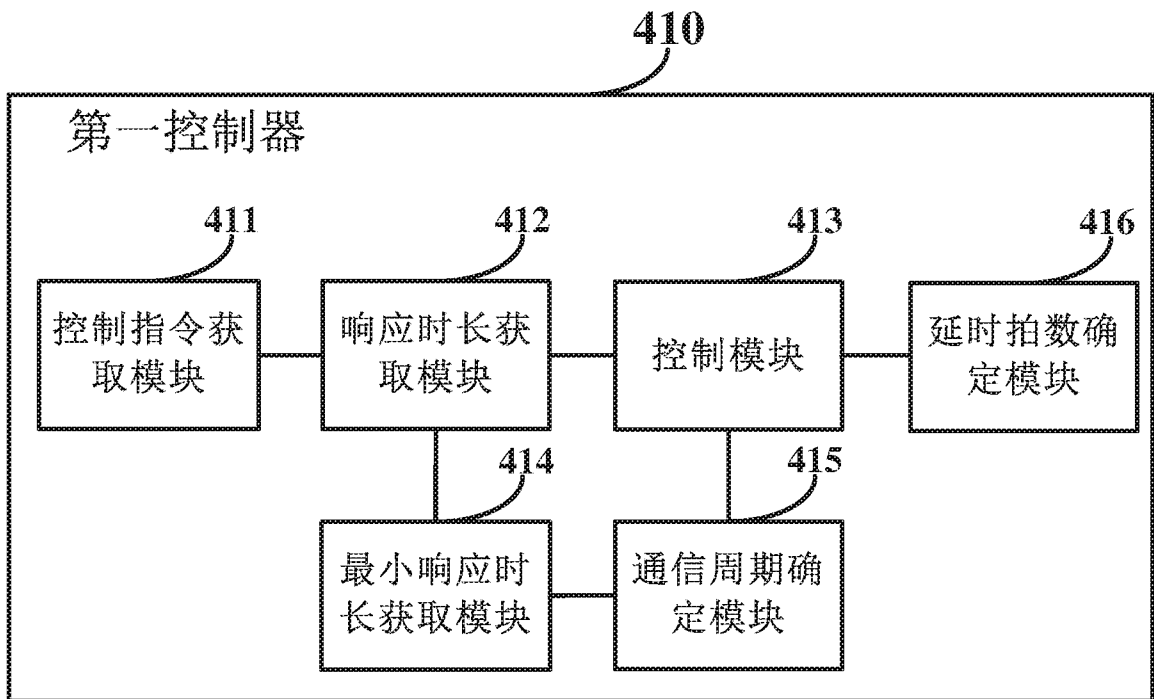


图 7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2017/073922**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05B 19/042 (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)

G05B

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, EPODOC, WPI, CNKI: BEIJING ETECHWIN ELECTRIC CO., LTD.; CONTROL+, SYNCHRON+, TIME, DELAY+, DECAY, EXPAND, COOPERAT+

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105652749 A (BEIJING ETECHWIN ELECTRIC CO., LTD.), 08 June 2016 (08.06.2016), claims 1-10, and description, paragraph 0103	1-12
X	CN 105204477 A (TELINK SEMICONDUCTOR (SHANGHAI) CO, LTD.), 30 December 2015 (30.12.2015), description, paragraphs 0026-0040, and figure 1	1-12
A	CN 103197978 A (ZHEJIANG SUPCON TECHNOLOGY CO., LTD.), 10 July 2013 (10.07.2013), the whole document	1-12
A	US 5913053 A (OKUMA CORPORATION), 15 June 1999 (15.06.1999), the whole document	1-12
A	US 5222017 A (THE UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA), 22 June 1993 (22.06.1993), the whole document	1-12

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search

05 May 2017 (05.05.2017)

Date of mailing of the international search report

**22 May 2017 (22.05.2017)**

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

**JIA, Qifeng**

Telephone No.: (86-10) **53318965**

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

International application No.  
**PCT/CN2017/073922**

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105652749 A	08 June 2016	None	
CN 105204477 A	30 December 2015	None	
CN 103197978 A	10 July 2013	CN 103197978 B	24 August 2016
US 5913053 A	15 June 1999	JP 3372430 B2	04 February 2003
		JP H1091222 A	10 April 1998
US 5222017 A	22 June 1993	CA 2055883 A1	24 May 1992

<p>A. 主题的分类</p> <p>G05B 19/042(2006.01)i</p> <p>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</p>																				
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G05B</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNPAT, EPODOC, WPI, CNKI:北京天诚同创电气有限公司, CONTROL+, 控制, 同步, SYNCHRON+, 延时, TIME, DELAY+, DECAY, EXPAND, 协同, COOPERAT+</p>																				
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 105652749 A (北京天诚同创电气有限公司) 2016年 6月 8日 (2016 - 06 - 08) 权利要求1-10、说明书第0103段</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 105204477 A (泰凌微电子上海有限公司) 2015年 12月 30日 (2015 - 12 - 30) 说明书第0026-0040段、图1</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103197978 A (浙江中控技术股份有限公司) 2013年 7月 10日 (2013 - 07 - 10) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 5913053 A (OKUMA CORPORATION) 1999年 6月 15日 (1999 - 06 - 15) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 5222017 A (THE UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA) 1993年 6月 22日 (1993 - 06 - 22) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 105652749 A (北京天诚同创电气有限公司) 2016年 6月 8日 (2016 - 06 - 08) 权利要求1-10、说明书第0103段	1-12	X	CN 105204477 A (泰凌微电子上海有限公司) 2015年 12月 30日 (2015 - 12 - 30) 说明书第0026-0040段、图1	1-12	A	CN 103197978 A (浙江中控技术股份有限公司) 2013年 7月 10日 (2013 - 07 - 10) 全文	1-12	A	US 5913053 A (OKUMA CORPORATION) 1999年 6月 15日 (1999 - 06 - 15) 全文	1-12	A	US 5222017 A (THE UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA) 1993年 6月 22日 (1993 - 06 - 22) 全文	1-12
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
PX	CN 105652749 A (北京天诚同创电气有限公司) 2016年 6月 8日 (2016 - 06 - 08) 权利要求1-10、说明书第0103段	1-12																		
X	CN 105204477 A (泰凌微电子上海有限公司) 2015年 12月 30日 (2015 - 12 - 30) 说明书第0026-0040段、图1	1-12																		
A	CN 103197978 A (浙江中控技术股份有限公司) 2013年 7月 10日 (2013 - 07 - 10) 全文	1-12																		
A	US 5913053 A (OKUMA CORPORATION) 1999年 6月 15日 (1999 - 06 - 15) 全文	1-12																		
A	US 5222017 A (THE UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA) 1993年 6月 22日 (1993 - 06 - 22) 全文	1-12																		
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																				
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																				
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2017年 5月 5日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2017年 5月 22日</p>																		
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>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</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>贾奇峰</p> <p>电话号码 (86-10)53318965</p>																		

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/073922

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	105652749	A	2016年 6月 8日	无			
CN	105204477	A	2015年 12月 30日	无			
CN	103197978	A	2013年 7月 10日	CN	103197978	B	2016年 8月 24日
US	5913053	A	1999年 6月 15日	JP	3372430	B2	2003年 2月 4日
				JP	H1091222	A	1998年 4月 10日
US	5222017	A	1993年 6月 22日	CA	2055883	A1	1992年 5月 24日