

## **NXAirS 12kV 开关柜电动操作技术说明**

上海西门子开关有限公司

**2020.04.05**

## 目录

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| <b>NXAirS 12kV 开关柜电动操作技术说明 .....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>1.NXAirS 12kV 开关柜电动操作功能描述.....</b> | <b>3</b>  |
| 1.1 电动底盘车.....                        | 3         |
| 1.1.1 总体结构.....                       | 3         |
| 1.1.2 电动模块.....                       | 4         |
| 1.1.2.1 电动进车 .....                    | 4         |
| 1.1.2.2 电动出车 .....                    | 4         |
| 1.1.2.3 过载保护 .....                    | 4         |
| 1.1.2.4 手动优先及手动-电动转换.....             | 4         |
| 1.1.3 电动底盘车主要技术参数.....                | 5         |
| 2.2 电动接地开关.....                       | 6         |
| 2.2.1 总体结构.....                       | 6         |
| 2.2.2 电动模块.....                       | 6         |
| 2.2.2.1 电动合闸 .....                    | 6         |
| 2.2.2.2 电动分闸 .....                    | 6         |
| 2.2.2.3 过载保护 .....                    | 6         |
| 2.2.2.4 手动-电动转换.....                  | 6         |
| 2.2.3 电动接地开关主要技术参数.....               | 7         |
| 2.3 电动操作控制器.....                      | 8         |
| 2.3.1 概述.....                         | 8         |
| 2.3.1.1 电动操作控制器的可靠性测试 .....           | 8         |
| 2.3.1.2 使用条件 .....                    | 8         |
| 2.3.1.3 电动操作控制器主要功能及操作 .....          | 8         |
| 2.3.2 电动操作控制器逻辑表.....                 | 9         |
| 2.3.3 电动操作控制器接线图.....                 | 11        |
| 2.3.4 电动操作控制器主要技术指标.....              | 11        |
| <b>3.参数整定及型式试验.....</b>               | <b>11</b> |

## NXAirS 12kV 开关柜电动操作技术说明

### 1. 开关柜电动操作功能描述

随着配电网自动化以及电力系统自动化的快速发展，自动控制和电力电子的应用范围越来越广泛。常规的开关设备可抽出单元在开关柜内的推进和退出以及接地开关的合分闸需要由人工手动操作完成，虽然每台开关设备都有五防系统，但在一定程度上受人为因素影响，存在着一定的安全隐患。如果基于严格的逻辑判断，通过电动驱动单元实现可抽出单元底盘车及接地开关的电动操作，将实现开关设备主要操作的自动控制，进而消除这些人为因素的影响，整个电网系统的操作将会更加可靠、安全，为实现开关柜智能化、程序化、远程控制等要求提供必要的硬件基础。

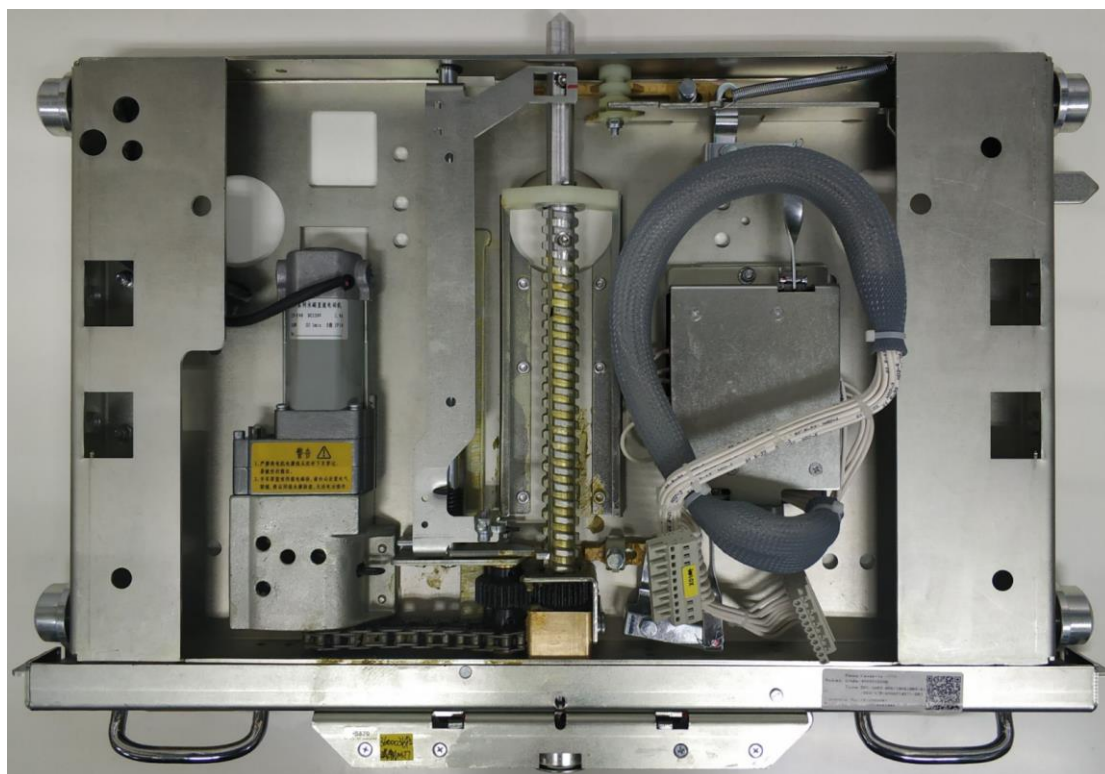
开关设备的电动控制系统主要包括可抽出单元的电动驱动系统，接地开关的电动驱动系统及电动驱动系统控制器。

#### 1.1 电动底盘车

可抽出单元的电动驱动系统在原手动操作底盘车上增加电动操作功能，该机构采用专业设计的微型永磁直流电机，充分利用原底盘车的内部空间，加装后，不会改变原手动操作底盘车的安装尺寸、操作及联锁等功能，结构简单、通用性强。

##### 1.1.1 总体结构

可抽出单元的电动驱动系统包括电动模块、控制模块和控制回路。电动模块布置于底盘车车架内，与底盘车构成一个整体。电动模块采用专用电机并以离合器和链齿机构实现底盘车进出，并同时适用于手动及电动操作。控制回路采用集成式线路将相关线路与断路器的航空插头连接，并通过航空插头与电动单元控制模块相连接。



## 1.1.2 电动模块

### 1.1.2.1 电动进车

底盘车处于试验位置，当电动模块通电并得到进车指令时，电机带动离合器及链齿传动机构，进而使得丝杠顺时针转动，底盘车车架向工作位置行进。车架到达工作位置后丝杠上的轴销压住工作位置开关，切断正向电机回路，到达工作位置。同时接通反转电机回路，离合器动作，在设定的时间内切断反转电机回路后电机停转，为下一次操作做准备。

### 1.1.2.2 电动出车

底盘车位于工作位置，当电动模块通电并得到出车指令时，电机带动离合器及链齿传动机构，进而使得丝杠逆时针转动，底盘车车架向试验位置行进。车架到达试验位置后丝杠上的轴销压住试验位置开关，切断正向电机回路，到达试验位置。同时接通反转电机回路，离合器动作，在设定的时间内切断反转电机回路后电机停转，为下一次操作做准备。

### 1.1.2.3 过载保护

当底盘车在行进或退出过程中出现过载或卡滞现象时，驱动电机回路电流超出限值，电动控制器的过载保护会迅速切断电机电源，电机停转，控制器故障指示灯亮，进而保护电机和传动机构。

此时可以按住控制器复位按钮 3 秒以上，当满足电动操作条件时，为保证设备安全，此时只能进行电动退出到试验位置。

### 1.1.2.4 手动优先及手动-电动转换

在电动操作的运行过程中，如要进行手动操作，均需将底盘车手动操作孔的挡板抬起，挡板带动位置开关的常闭触点断开，切断正向电机回路，同时接通反转电机回路，离合器动作，在设定的时间内切断反转电机回路，电机停转，从而保证手动操作安全可靠进行。



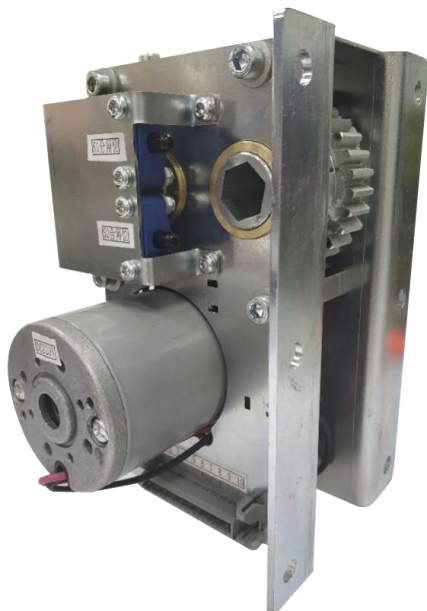
1.1.3 电动底盘车主要技术参数

| 序号 | 项 目                |        | 单位  | 数 值                                |       |       |       |            |       |
|----|--------------------|--------|-----|------------------------------------|-------|-------|-------|------------|-------|
| 1  | 额定电压（参考）           |        |     | 标准 DC 220V （可选 AC110/220V； DC110V） |       |       |       |            |       |
| 2  | 二次回路工频耐压 1min      |        | V   | 2000                               |       |       |       |            |       |
| 3  | 底盘车机械寿命（配合断路器测试）   |        | 次   | > 1000                             |       |       |       |            |       |
| 4  | 底盘车和断路器的联锁可靠试验（配合） |        | 次   | 同步断路器寿命（出厂测试 50 次循环）               |       |       |       |            |       |
| 5  | 底盘车允许承载重量          |        | kg  | ≤230(800 宽柜);≤310(1000 宽柜)         |       |       |       |            |       |
| 6  | 不同规格所需摇进力矩参考（浮动）   |        | N.m | 630A                               | 1250A | 1600A | 2000A | 2500~3150A | 4000A |
|    |                    |        |     | 6                                  | 8     | 12    | 12~14 | 15~17.5    | 21~25 |
| 7  | 丝杆额定输出扭矩           |        | N.m | 标准≤31.3                            |       |       |       |            |       |
| 8  | 摇进行程               |        | mm  | 200                                |       |       |       |            |       |
| 9  | 电动摇进时间             |        | s   | 30                                 |       |       |       |            |       |
| 10 | 电 动 底 盘 车<br>模块参数  | 脉宽     | ms  | 100                                |       |       |       |            |       |
|    |                    | 模块许用电压 | %   | 85%-110% 额定电压                      |       |       |       |            |       |
|    |                    | 叠加功能   | 强制  | 过流保护、堵转反馈、电磁兼容等                    |       |       |       |            |       |
| 11 | 工作方式               |        |     | S2 1min                            |       |       |       |            |       |
| 12 | 辅助回路（及电动控制回路）额定电压  |        | V   | 220                                |       |       |       |            |       |
| 13 | 电机额定功率             |        | W   | 180                                |       |       |       |            |       |

## 2.2 电动接地开关

### 2.2.1 总体结构

电动接地开关驱动装置采用一体化模块结构，装于开关柜前下柜内，与接地开关六角轴及前下柜柜体形成整体。模块将电机，齿轮传动机构，凸轮及限位开关组成一体，配以专用离合器，与接地开关配套使用，实现接地开关的电动和手动操作。



### 2.2.2 电动模块

#### 2.2.2.1 电动合闸

当电机得到合闸指令时，电机带动离合器及齿轮传动机构，进而带动六角轴顺时针转动。当接地开关动触头到达合闸位置，位于六角轴上的凸轮压住行程开关，切断正向电机回路。同时接通反转电机回路，离合器动作，在设定的时间内切断反转电机回路，电机停转，为下一次操作做准备。电动合闸时接地开关操作孔处的挡板会随着接地开关的动作而上下运动。

#### 2.2.2.2 电动分闸

当电机得到分闸指令时，电机带动离合器及齿轮传动机构，进而带动六角轴逆时针转动。当接地开关动触头到达分闸位置，位于六角轴上的凸轮压住行程开关，切断正向电机回路。同时接通反转电机回路，离合器动作，在设定的时间内切断反转电机回路，电机停转，为下一次操作做准备。电动分闸时接地开关操作孔处的挡板会随着接地开关的动作而上下运动。

#### 2.2.2.3 过载保护

当接地开关在合闸和分闸过程中出现过载或卡滞现象时，驱动电机回路电流超出限制，电动控制器的过载保护会迅速切断电机电源，电机停转，控制器故障指示灯亮，进而保护电机和传动机构。

此时可以按住控制器复位按钮 3 秒以上，当满足电动操作条件时，为保证设备安全，此时只能进行电动分闸。

#### 2.2.2.4 手动-电动转换

电动操作到位后，电机按照设定的时间和程序回转一定角度，离合装置自动断开，可直接进行手动操作，也可继续进行电动操作。

## 2.2.3 电动接地开关驱动机构主要技术参数

| 序号  | 项目                   |        | 单位  | 数 值                             |        |      |
|-----|----------------------|--------|-----|---------------------------------|--------|------|
| 1   | 额定电压（参考）             |        |     | DC 220V （可选 AC110/220V； DC110V） |        |      |
| 2   | 二次回路工频耐压 1min        |        | V   | 2000                            |        |      |
|     | 电动机机构机械寿命（配合接地开关测试）  |        | 次   | > 3000                          |        |      |
| 3   | 电动机机构和接地开关可靠试验（配合）   |        | 次   | 出厂测试 50 次循环                     |        |      |
|     | 不同规格接地开关所需合闸力矩参考（浮动） |        | N.m | 25kA                            | 31.5kA | 40kA |
| 100 |                      |        |     | 130                             | 170    |      |
| 4   | 电动机构输出额定扭矩           |        | N.m | 195                             |        |      |
| 5   | 操作角度                 |        | /   | 90 度                            |        |      |
| 6   | 电动合闸时间               |        | s   | 5                               |        |      |
| 11  | 电动底盘车模块参数            | 脉宽     | ms  | 100                             |        |      |
|     |                      | 模块许用电压 | %   | 85%-110% 额定电压                   |        |      |
|     |                      | 叠加功能   | 强制  | 过流保护、堵转反馈、电磁兼容等                 |        |      |
| 12  | 工作方式                 |        |     | S2 1min                         |        |      |
| 13  | 辅助回路（及电动控制回路）额定电压    |        | V   | 220                             |        |      |
| 14  | 电机额定功率               |        | W   | 200                             |        |      |

## 2.3 电动操作控制器

### 2.3.1 概述

电动操作控制器是专为电动操作研发的控制单元，包括硬件和软件。

电动操作控制器的硬件为模块化设计，主要由三块功能模块组成，包括指示操作板（指示灯、按键操作），联锁板及主板（电源、CPU）。

电动操作控制器的软件开发以 Microchip 的 PIC 系列单片机为载体，基于 MPLAB IDE 集成开发环境进行软件开发。

电动操作控制器电源采用开关电源，集成于控制器内，功耗小，效率高，适用电源范围宽，无需额外配置电源，产品集成度高，现场抗干扰能力更强，产品更可靠。

功能模块非功率电阻采用 0805 或 1206 封装，带一定功率的电阻用金属氧化膜电阻。主板上的芯片全部采用工业级或者军品级。为了有效防止电磁干扰，输入输出端口均采用抗干扰器件。



#### 2.3.1.1 电动操作控制器的可靠性测试

为保证电动操作控制器的安全可靠工作，控制器均经过可靠性测试。

测试需要达到的技术性能指标包括通电指示灯显示正常、正常启动与停止设备、驱动故障正常显示报警信息、逻辑操作正常及操作状态显示等。

平均无故障时间 MTBF>20000 小时。

外壳防护等级 IP40。

电磁兼容 EMC 试验。

环境试验。

#### 2.3.1.2 使用条件

海拔高度不超过 2500 米。

相对湿度≤90%。

周围环境无腐蚀气体，无导电性尘埃，无易燃易爆介质。

安装场所无剧烈振动。

#### 2.3.1.3 电动操作控制器主要功能及操作

电动操作控制器内部设定有多种启动、停止与保护逻辑，在驱动电机运转受阻时能及时有效地输出保护信号，保证电动操作系统安全，是开关柜实现程序化控制的首选设备。

本控制器上电自检成功后电动手车故障输出接点断开，电动地刀故障输出接点断开，手车电机输出端口无输出，地刀电机输出端口无输出，控制器进入待命状态。

当输入操作命令后系统立即根据当前手车或地刀位置与其它联锁信号状态（如地刀分闸位、地刀合闸位、手车工作位、手车试验位、远方位置、允许手车电动、允许地刀电动、禁止手车电动、禁止地刀电动、断路器合闸位、断路器分闸位、前门关闭位置、后门关闭位置等）进行判断处理，并进行如下应答响应：

1.不符合启动逻辑时，不响应本次命令，输出状态不改变，未就绪指示灯点亮。

2.符合启动逻辑时（详见操作逻辑表），立即通过底盘车驱动电机或地刀驱动电机带动机构向目标方向运行，同时连续检测手车或地刀位置与联锁信号，并对电机运行电流与运行时间进行判断，当检测到某个停止条件符合时（详见操作逻辑表），如手车或地刀运行到达指定位置、堵转、超时等，立即关闭电机驱动信号并迅速制动，完成一次操作。

由于在操作过程中会出现电机启动与停止情况，因此每台设备都有相应的电机保护与报警装置。堵转超载引起的停机，系统将进入故障锁定状态，不再响应任何运行命令，此时控制器故障指示灯点亮、电动手车故障输出接点或电动地刀故障输出接点接通。

故障排除后，为保证设备和人身的安全，需按压控制器面板**复位按键 3 秒以上**才能清除故障信息，恢复待命状态。

## 2.3.2 电动操作控制器逻辑表

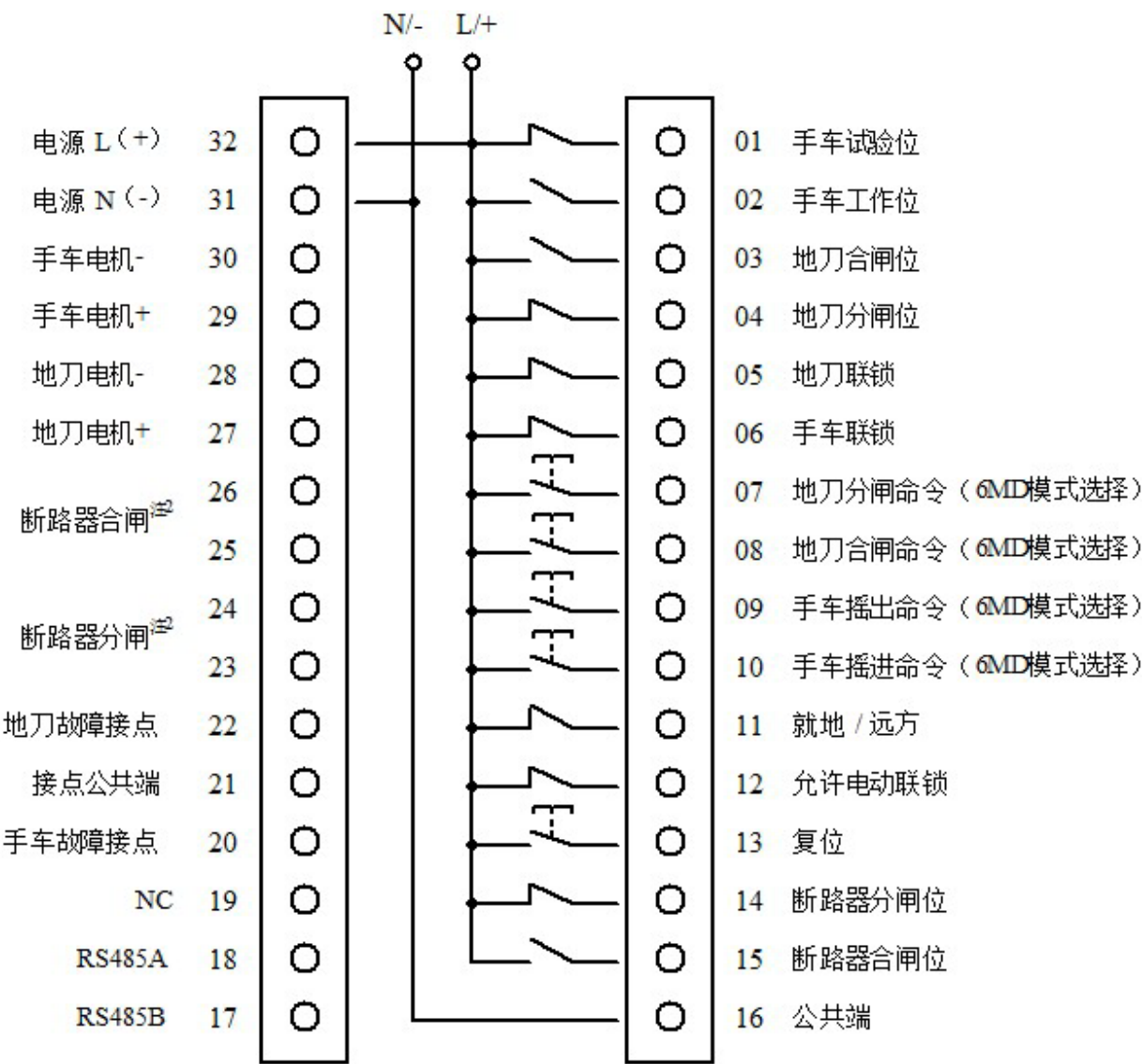
开关柜电动操作功能的实现充分考虑了开关柜内开关元件的状态，位置等物理参量，通过复杂的逻辑关系对不同的参量进行制约，不影响包括五防联锁在内的开关柜的所有联锁。

开关柜可实现对手车和接地开关的手动/电动控制，并经由位于低压门上的手动/电动旋钮进行选择。也可由中央控制室进行远方遥控操作。

| 操作状态 \ 信号状态 |                      | 地刀分闸位 | 地刀合闸位 | 手车工作位 | 手车试验位 | 就地 / 远方 | 6MD模式 <sup>注1</sup> | 手车联锁 | 地刀联锁 | 断路器合闸位 | 断路器分闸位 | 允许电动联锁 |
|-------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|---------|---------------------|------|------|--------|--------|--------|
| 电动手车控制      | 手车摇进启动（6MD685 RS485） | 1     | 0     | 0     | 1     | X       | 1                   | 1    | X    | 0      | 1      | 1      |
|             | 手车摇进启动（RS485）        | 1     | 0     | 0     | 1     | 1       | 0                   | 1    | X    | 0      | 1      | 1      |
|             | 手车摇进启动（10#端子）        | 1     | 0     | 0     | 1     | 0       | 0                   | 1    | X    | 0      | 1      | 1      |
|             | 手车推进                 | X     | X     | 1     | X     | X       | X                   | X    | X    | X      | X      | X      |
|             | 手车到“工作位”             |       |       |       |       |         |                     |      |      |        |        |        |
|             | 任一联锁状态改变             | √     | X     | X     | X     | X       | X                   | √    | X    | X      | √      | √      |
|             | 手车摇出启动（6MD685 RS485） | 1     | 0     | X     | 0     | X       | 1                   | 1    | X    | 0      | 1      | 1      |
|             | 手车摇出启动（RS485）        | 1     | 0     | X     | 0     | 1       | 0                   | 1    | X    | 0      | 1      | 1      |
|             | 手车摇出启动（09#端子）        | 1     | 0     | X     | 0     | 0       | 0                   | 1    | X    | 0      | 1      | 1      |
| 电           | 手车退出                 | X     | X     | X     | 1     | X       | X                   | X    | X    | X      | X      | X      |
|             | 手车到“试验位”             |       |       |       |       |         |                     |      |      |        |        |        |
|             | 任一联锁状态改变             | √     | X     | X     | X     | X       | X                   | √    | X    | X      | √      | √      |
|             | 地刀合闸启动（6MD685 RS485） | 1     | 0     | 0     | 1     | X       | 1                   | X    | 1    | X      | X      | 1      |
| 电           | 地刀合闸启动（RS485）        | 1     | 0     | 0     | 1     | 1       | 0                   | X    | 1    | X      | X      | 1      |
|             | 地刀合闸启动（08#端子）        | 1     | 0     | 0     | 1     | 0       | 0                   | X    | 1    | X      | X      | 1      |
|             | 地刀到“合闸位”             | X     | 1     | X     | X     | X       | X                   | X    | X    | X      | X      | X      |

|                                  |                                                                                                                                                      |          |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 动<br>地<br>刀<br>控<br>制            | 合闸<br>停止                                                                                                                                             | 任一联锁状态改变 | X        | X | X | √ | X | X | X | √ | X | X | √ |
|                                  | 地刀分闸启动（6MD685 RS485）                                                                                                                                 |          | 0        | X | 0 | 1 | X | 1 | X | 1 | X | X | 1 |
|                                  | 地刀分闸启动（RS485）                                                                                                                                        |          | 0        | X | 0 | 1 | 1 | 0 | X | 1 | X | X | 1 |
|                                  | 地刀分闸启动（07#端子）                                                                                                                                        |          | 0        | X | 0 | 1 | 0 | 0 | X | 1 | X | X | 1 |
|                                  | 地刀<br>分闸<br>停止                                                                                                                                       | 地刀到“分闸位” | 1        | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
|                                  |                                                                                                                                                      |          | 任一联锁状态改变 | X | X | X | √ | X | X | X | √ | X | X |
| 断<br>路<br>器<br>控<br>制<br><br>注 2 | 断路器分闸启动（6MD685 RS485）                                                                                                                                |          | X        | X | 0 | 1 | X | 1 | X | X | 1 | 0 | X |
|                                  |                                                                                                                                                      |          | 1        | 0 | 1 | 0 | X | 1 | X | X | 1 | 0 | 1 |
|                                  | 断路器分闸启动（RS485）                                                                                                                                       |          | X        | X | 0 | 1 | 1 | 0 | X | X | 1 | 0 | X |
|                                  |                                                                                                                                                      |          | 1        | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | X | X | 1 | 0 | 1 |
|                                  | 断路器合闸启动（6MD685 RS485）                                                                                                                                |          | X        | X | 0 | 1 | X | 1 | X | X | 0 | 1 | X |
|                                  |                                                                                                                                                      |          | 1        | 0 | 1 | 0 | X | 1 | X | X | 0 | 1 | 1 |
|                                  | 断路器合闸启动（RS485）                                                                                                                                       |          | X        | X | 0 | 1 | 1 | 0 | X | X | 0 | 1 | X |
|                                  |                                                                                                                                                      |          | 1        | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | X | X | 0 | 1 | 1 |
| 备<br>注                           | “1” 信号有效，接点闭合； “0” 信号无效，接点断开                                                                                                                         |          |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                  | “X” 任意值，不参与判断                                                                                                                                        |          |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                  | “√” 维持电机启动前状态，参与联锁失效判断                                                                                                                               |          |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                  | 1、当控制器上电时读到开入 07、08、09、10 端子都为 1，寄存器 00019 状态设置为 1，即 6MD 模式；当控制器上电时读到开入 07、08、09、10 端子都为 0，寄存器 00019 状态设置为 0，即非 6MD 模式。<br>2、断路器控制功能仅型号中第12位为1的产品支持。 |          |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

## 2.3.3 电动操作控制器接线图



为保证电动操作系统的可靠稳定运行，电动底盘车及电动接地开关的相关参数，如底盘车正常工作电流及推进/退出堵转保护电流，接地开关正常工作电流及合闸/分闸堵转保护电流，允许运行超时时间，超行程时间，接地开关反转时间等参数均经过研究性试验的反复验证，相关的整定值在开关柜出厂前已经录入电动操作控制器中，不需额外的现场调试。

| 参数     | 电动单元 | 运行位置 | 控制电压<br>DC220V | 控制电压<br>DC110V | 控制电压<br>AC220V | 控制电压<br>AC110V |
|--------|------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|        |      |      | 设定值            |                |                |                |
| 保护电流   | MT   |      | 2.5A           | 5A             | 2.5A           | 5A             |
|        | ES   |      | 2.8A           | 5.6A           | 2.8A           | 5.6A           |
| 运行超时   | MT   |      | 60s            | 60s            | 60s            | 60s            |
|        | ES   |      | 7s             | 7s             | 7s             | 7s             |
| 逆向时间   | MT   | 到工作位 | 0.5s           | 0.5s           | 0.5s           | 0.5s           |
|        |      | 到试验位 | 0.5s           | 0.5s           | 0.5s           | 0.5s           |
|        | ES   | 到合闸位 | 2.32s          | 2.32s          | 1.78s          | 1.78s          |
|        |      | 到分闸位 | 2.32s          | 2.32s          | 1.78s          | 1.78s          |
| 超行程时间  | MT   | 到工作位 | 60ms           | 60ms           | 60ms           | 60ms           |
|        |      | 到试验位 | 0s             | 0s             | 0s             | 0s             |
|        | ES   | 到合闸位 | 0ms            | 0ms            | 0ms            | 86ms           |
|        |      | 到分闸位 | 0ms            | 0ms            | 0ms            | 86ms           |
| 保护逆向时间 | MT   |      | 1s             | 1s             | 1s             | 1s             |
|        | ES   |      | 0.5s           | 0.5s           | 0.5s           | 0.5s           |

MT 电动底盘车

ES 电动接地开关