



CMA7 电动操作机构 使用说明书

HM 0.460.302-03.25/2025



上海华明电力设备制造有限公司

目录

一、概述	2
二、性能参数	2
三、结构	3
四、工作原理	5
五、安装	16
六、投入使用	19
七、维护检修	19
八、附录	
附录1. 电动机构基本参数表	21
附录2. CMA7电动机构技术要求编号表	22
附录3. X1端子说明	23
附录4. CX插座说明	24
附录5. CMA7电气原理图	25

一、概述

CMA7型电动操作机构是有载分接开关分接变换操作的驱动和控制机构。

CMA7电动机构箱内装有驱动有载分接开关工作所需要的全部电气和机械装置，控制是按照逐级控制原理，即分接开关从一个工作位置变换到相邻的一个工作位置时，电动机构的动作是单一控制信号启动的，完成一次操作后自动停止。

整个电动机构安装在变压器油箱的箱壁上，借助水平传动轴、中间伞齿轮盒及垂直传动轴与分接开关联结。

1.1 使用范围

CMA7电动操作机构用于驱动CM、CV型有载分接开关，以及无励磁分接开关。

1.2 使用条件：CMA7电动机构的使用环境必须满足下列条件

- 1.2.1 海拔高度不超过2000m，如超过须特殊注明。
- 1.2.2 环境温度不高于+55℃，不低于-25℃；
- 1.2.3 与地平面的垂直度偏差不超过5%；
- 1.2.4 安装场所无严重尘埃及其它爆炸性和腐蚀性气体。



图1 CMA7 电动机构内部结构图

二、性能参数

2.1 电动机构的性能参数见附录1

2.2 电动机构的机械寿命大于80 万次

三、结构

CMA7电动机构由箱体、机械传动机构、位置指示机构、电气控制元件等部分组成，如图1所示。

3.1 箱体

箱体包括箱底箱盖两部分，均由抗腐蚀的铝合金铸造成型，箱体外表涂有户外漆。箱底和箱盖通过铰链装置联结，铰链装置可以互换，形成向左或向右开的门，因此旋转方向可根据用户需要指定，箱底和箱盖间用成型橡胶密封。

箱体的背后有两个迷宫通气孔，传动轴、观察窗、手柄以及按钮等处的孔均采用密封结构，因此箱体能达到防雨、防尘、防虫等要求。

箱底的下部有两个电缆进线孔，电动机构出厂时两电缆孔由密封垫暂封，电动机构安装时，拆去无孔密封垫，电缆线可直接从有孔密封垫里穿出。

3.2 传动机构

传动机构包括皮带轮，皮带轮盒、电动机，两个终点位置保护，手动操作的传动装置，具体结构如图2所示。

皮带轮安装在铸铝合金的箱体里，皮带轮轴与输出传动轴采用同轴结构，当机械限位时，终点位置杆带动掣子轴旋转，转动的掣子顶住皮带轮，造成电机堵转，电机保护空气开关跳闸，输出轴停止转动。

3.3 位置指示机构

位置指示机构包括凸轮行程开关的凸轮盘，分接变换指示轮以及机构位置指示器，位置信号输出盘等。位置指示机构固定在皮带轮传动机构的一侧。

分接变换和凸轮盘均为每个分接变换操作转动一圈，分接变换指示轮分成33段，绿色带域指示凸轮行程开关的停止工作位置。

计数器显示分接开关累计进行的分接变换次数。

观察机械位置指示器档位指示和计数器的操作次数不需打开箱盖，远方位置信号发送器与位置显示器连用，位置指示机构结构见图2所示。

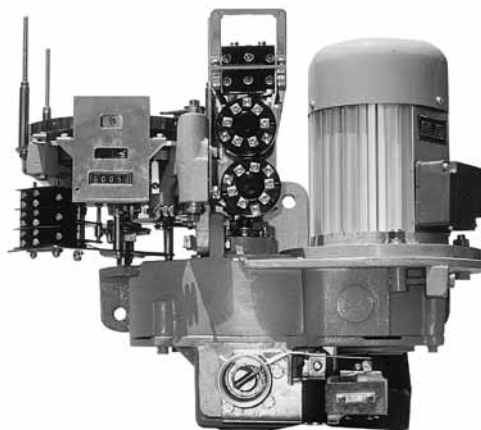


图2 传动机构

3.4 电器元件(见图3)

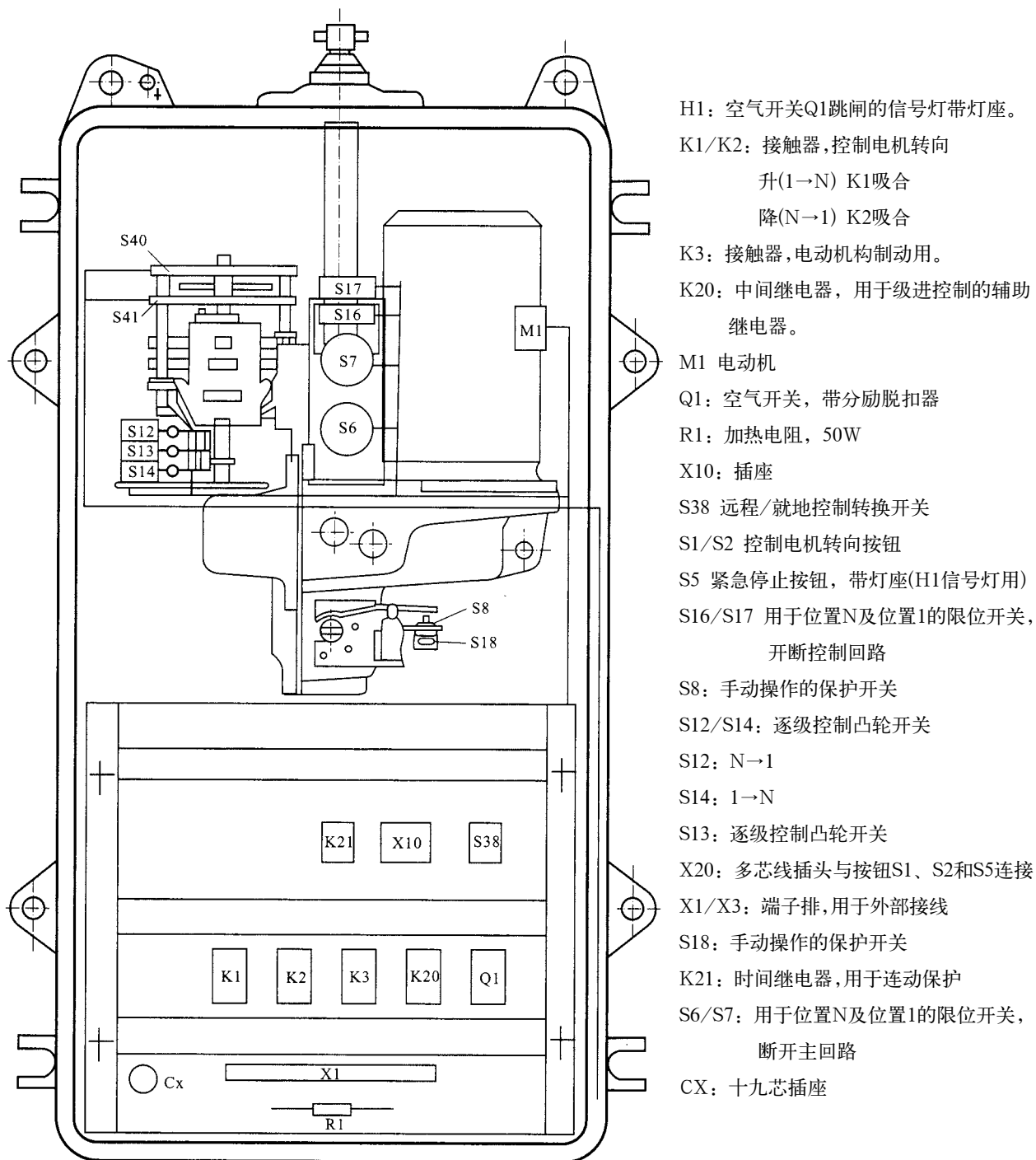


图3 CMA7 电器元件排列图

四、工作原理

4.1 机械动作原理(见图4)

电动机构的正常使用为电动操作，当检修或调试时，也可以手动操作。

当电动机1启动时，经小皮带轮2带动大皮带轮3转动，大皮带轮3的传动力传至输出轴4，从而带动分接开关进行分接变换操作。

位置指示的控制齿轮经传动轴4上的轴齿轮传至101齿轮，带动分接开关指示轮104及行星齿轮转动，于是机械位置指示盘108跟随转动，并指示机构动作的工作位置，远方位置信号输出盘121根据不同位置传送出分接变换工作位置的讯号，计数器116由分接变换指示轮控制，每一次分接变换操作，计数器动作一次，显示分接开关累计操作的次数，当分接变换指示轮上4格绿色带域出现在观察孔时，机械控制的凸轮开关处于释放状态，电动机经交流接触器K3短接制动，完成一次分接变换操作。

当电动机构操作至1或N两终点极限位置时，机械位置指示盘继续转动，带动该盘槽内限位档块，拨动端点位置杠杆机构115，断开相应N位置的电气限位开关110，使电动机构不能向超越1或n的位置方向转动。如果限位开关失灵，则电动机构继续向超越1或N位置方向转动，此时终点位置杠杆机构就会拨动垫子轴，转动的垫子轴顶住皮带轮造成电机堵转，从而引起空气开关跳闸，于是传动轴8停止转动，由此形成双级保护。

极限位置保护装置应符合以下的动作顺序。

4.1.1 控制回路的电气限位开关动作

4.1.2 电动机主回路的电气限位开关动作

4.1.3 机械终端位置杆动作

4.2 电气工作原理

CMA7电动机构的电气工作原理见附录2，它包括电机回路(主回路)、控制回路、保护回路、指示回路及加热回路。

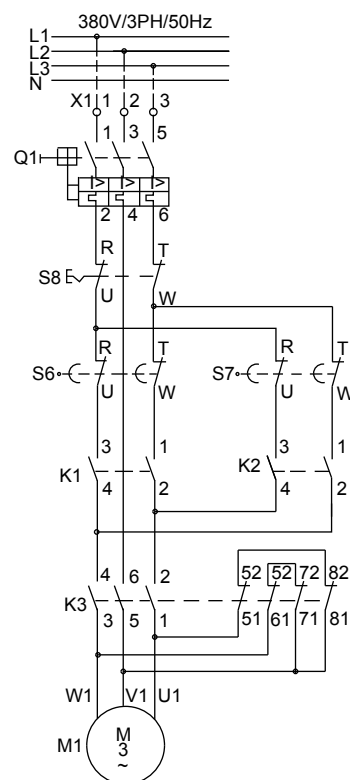
4.2.1 电机回路

电机端子U、V、W经接触器K3、K1 / K2，限位开关S6 / S7，手动保护开关S8和电机保护用开关Q1接到电源L1、L2、L3的端子排X1上的 / 1、2、3端子。

4.2.2 控制回路

控制回路经端子X1的 / 6、7端子，接至L1和N，中间接入Q1的辅助触点和S8、S18，所以Q1、S8或S18动作，控制电压即中断。电机保护开关Q1的跳闸回路与控制回路连锁。

电机保护开关Q1带有分励脱扣线圈，可由按钮S5、安全电路或连动保护电路激励，安全电路是由凸轮开关S12、S13 和S14以及电机接触器K1、K2的辅助触点组成的，连动保护用时间继电器K21的常开触点。



4.2.1 电机回路

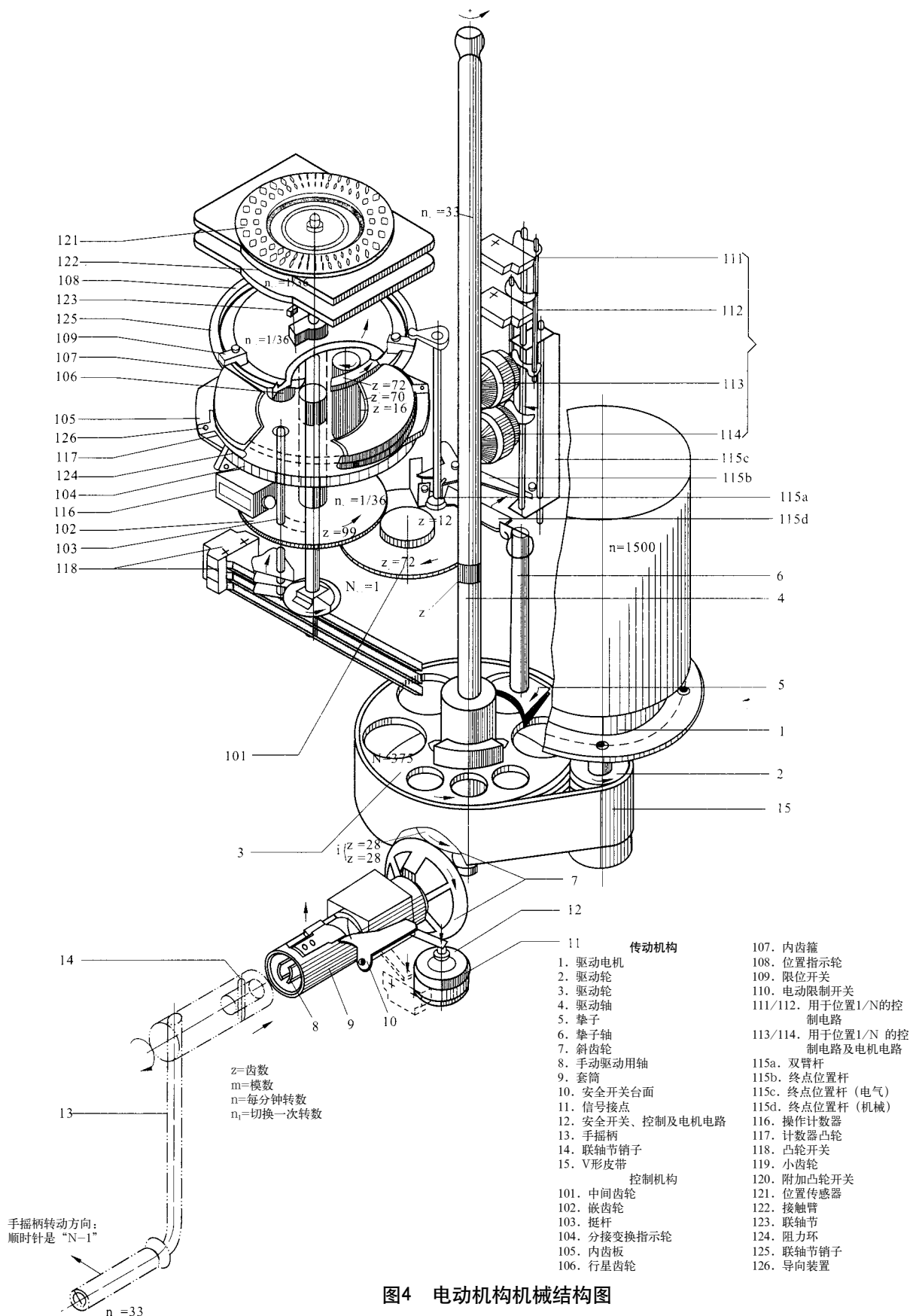
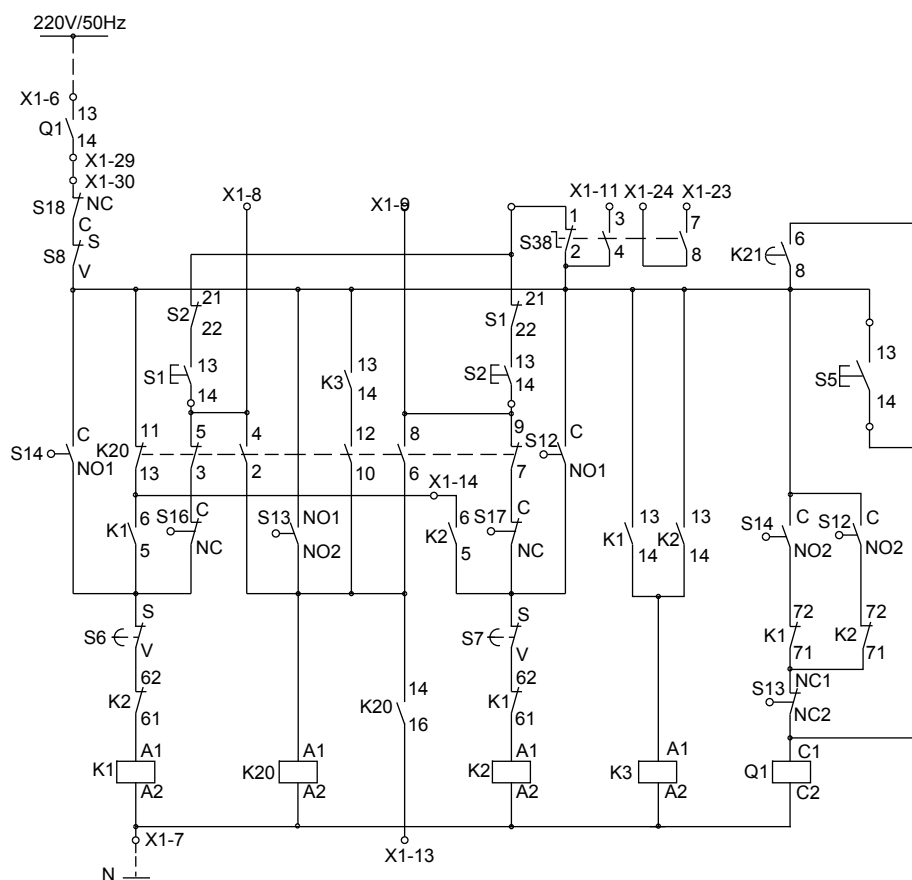


图4 电动机机构机械结构图



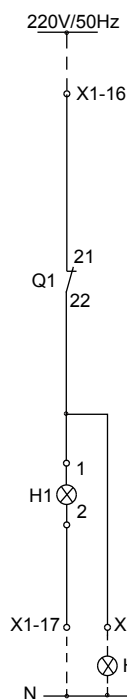
4.2.2 控制回路

4.2.3 电机保护开关Q1跳闸显示回路

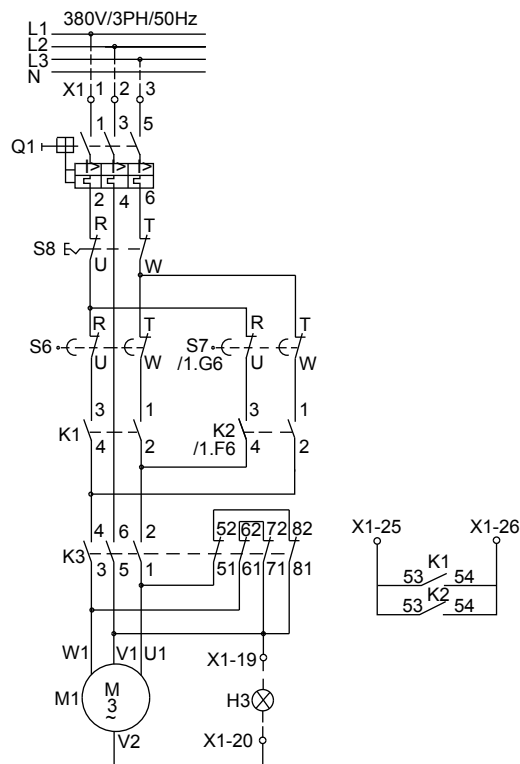
该电路通过端子X1上的 / 18和17端子接至Q1 / 22和N 信号灯H1安装在紧急跳闸按钮 S5内。电机保护开关的辅助触头Q1 (43, 44) 接在X1的 / 27、28端子，无源接点Q1处在“合”的状态。

4.2.4 电机运转显示回路

电机M1的V1、V2接在X1上的 / 19、20端子上。运转指示灯H3（在控制室里）另由K1 (53, 54)、K2 (53,54) 并联而成的接点信号作为电机运转无源信号接点从X1 / 25、26端子上引出。



4.2.3 电机保护开关
Q1跳闸指示回路



4.2.4 电机运转指示回路

4.2.5 远方位置指示回路

数码式位置信号输出盘采用拨码式的滑动触头组，定触头按十进位编码连接到插座的接线端子上，动触头从一个位置到一个位置以先分后合方式动作，与显示器配合，以显示位置数。

4.2.6 加热器回路

加热器回路经X1 / 4和5端子接至电源L1和N，加热电阻R1长期接通。

4.3 操作

4.3.1 控制

电机驱动的控制是采用逐级原理，即在分接变换动作启动后，不管S1到S4按钮是否按下，都自动的，不可撤消地完成（紧急停止除外）一级操作。只有当控制系统重新处于停止位置，才能进行另一次操作，其停止位置由分接变换指示轮上的绿色区域上的红线进入观察孔为标志。

操作的必要条件

电机保护Q1必须闭合

L1、L2、L3的进线电压：交流380伏，三相，L1，N的电压交流220伏、50赫兹。

注意：操作S1、S2 时，S38 必须处于“就地”位置，操作S3、S4、S9 时S38 必须处于“远控”位置。

操作：（向位置N 方向动作的控制）

4.3.1.1 起动

按下S1 按钮，S1 的13-14 闭合（同时21-22 断开），此时电流从X1/6 通过Q1(13,14)，S8(S,V)，S38(2,1)，S2(21,22)，S1(13,14)，K20(5,3)，S16(C,NC)，S6(S,V)，K2(62,61)，接通K1 线圈，接触器K1 吸合，K1 吸合使辅助触点K1c闭合，通过K20(11,13)使K1线圈保持有电，从而实现自锁。

K1 吸合同时，其触点K1（13，14）闭合，使K3 线圈接通。K1，K3 吸合，电机M1 运转。同时K21（A1，A2）得电，开始延时。

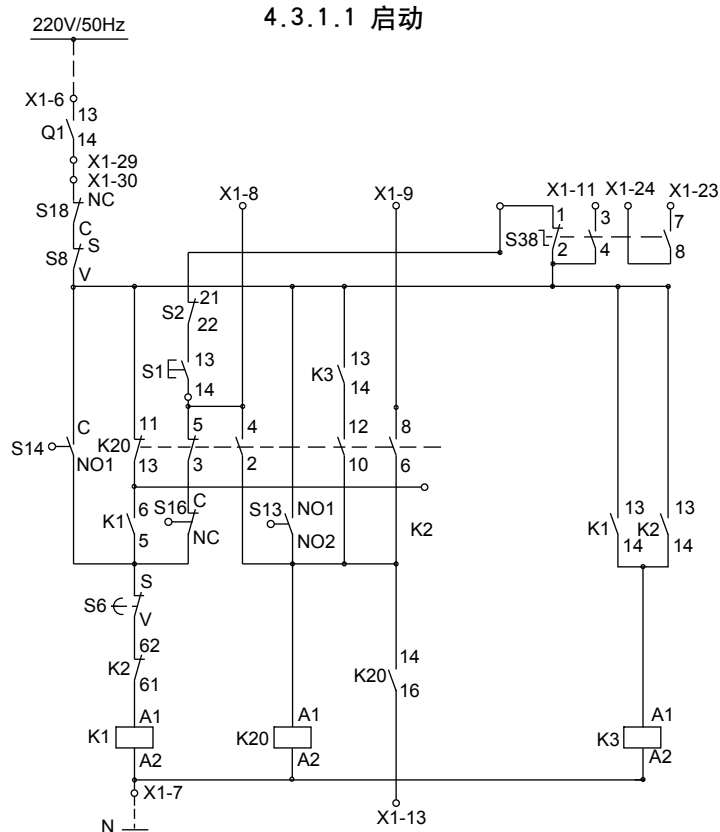
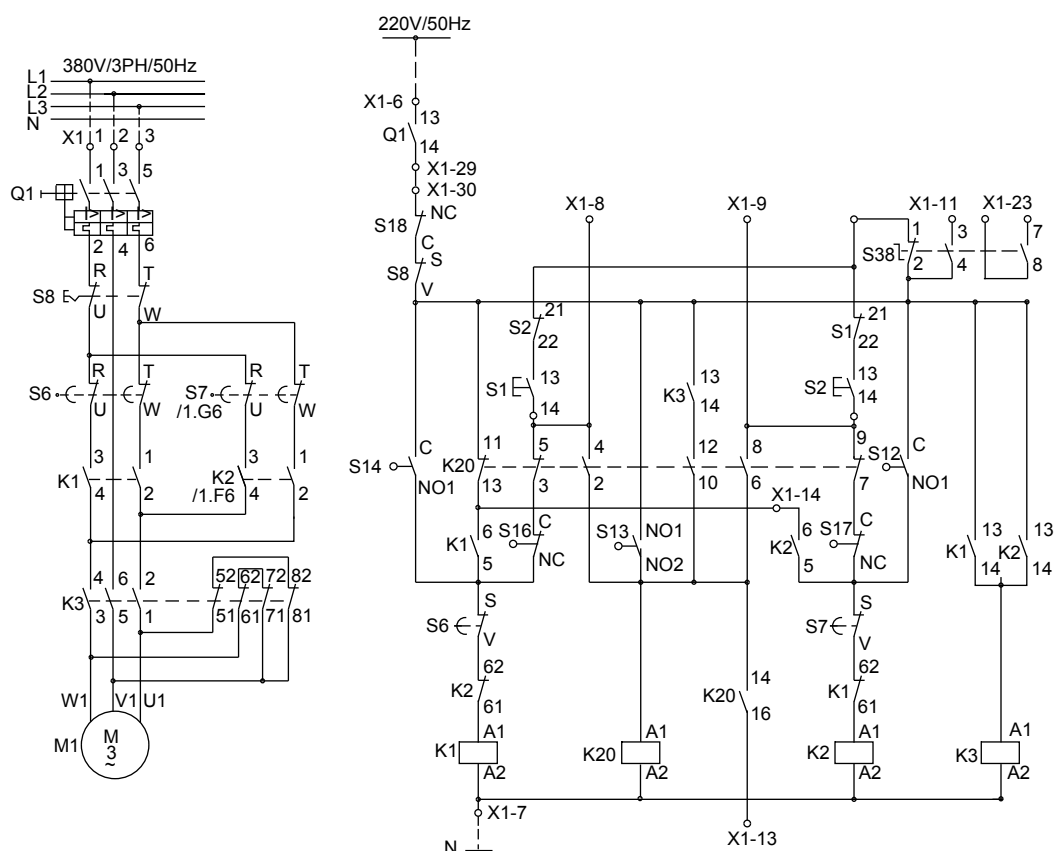
4.3.1.2 逐级控制

电机运转后，级进位置显示盘转出绿区，凸轮行程开关S14（C,NO1）闭合，此时接触器K1（A1,A2）同时可由S14（C,NO1）供电。

当电动机构逐级位置显示盘再转过一小格时，凸轮开关S13 动作，S13（NO1,NO2）闭合使中间继电器K20 线圈通电吸合，K20（5,3），K20（11,13）断开，K20（4,2），K20（12,10）闭合，此时K20 通过S13（NO1,NO2）先断开，而K20 仍通过K3（13,14），K20（12,10）通电，保持吸合。



4.2.6 加热器回路



4.3.1.3 停止

当一级分接变换操作结束，凸轮开关S14 (C,NO1) 断开，K1失电释放，K1的触点13-14断开，K3失电释放，断开主回路，接通电机短接制动接点51-52,61-62,71-72,81-82自激能耗制动，电机M1停止。

同时，K3触点13-14断开，造成K20失电，但如果此时按钮S1 (或S2) 已被按下，K20则经其触点2-4 (或6-8) 自锁，防止了经K20的3-5 (或7-9) 使K1 (或K2) 再一次被激磁，如果按钮S1 (或S2) 未按下，则K20释放。

向位置1变换的控制

按动按钮S2

接触器K2通电吸合

电机M1反方向运转

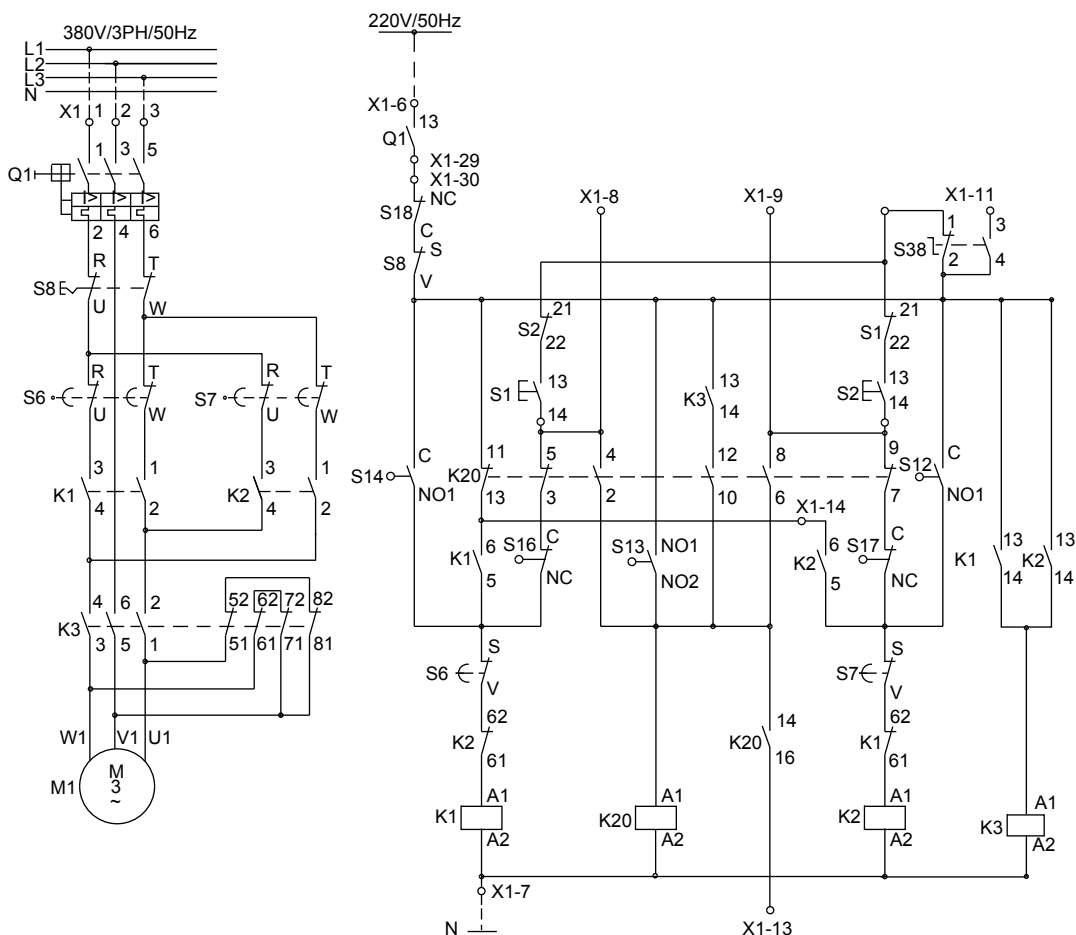
方向记忆凸轮开关S12动作

接下去的控制与位置n变换的相同。

从一个分接位置变换到下一个分接位置的开关动作顺序中 (= 级进位置显示盘上的33格)，各控制元件的工作情况为：

闭合顺序：S1 (S2)，K1 (K2)，K3

S14 (S12)，S13，K20



4.3.1.3 停止

4.3.2 中间位置的超越动作性能

从附录5中可看出，S37-1，S37-2短接后，电机机构将连续操作，因此，对于有超越连续要求的电动机构，可通过接入中间超越接点S37来实现，这个超越接点是利用远方位置信号发送器上增加的接点来实现的。

4.3.3 安全保护性能

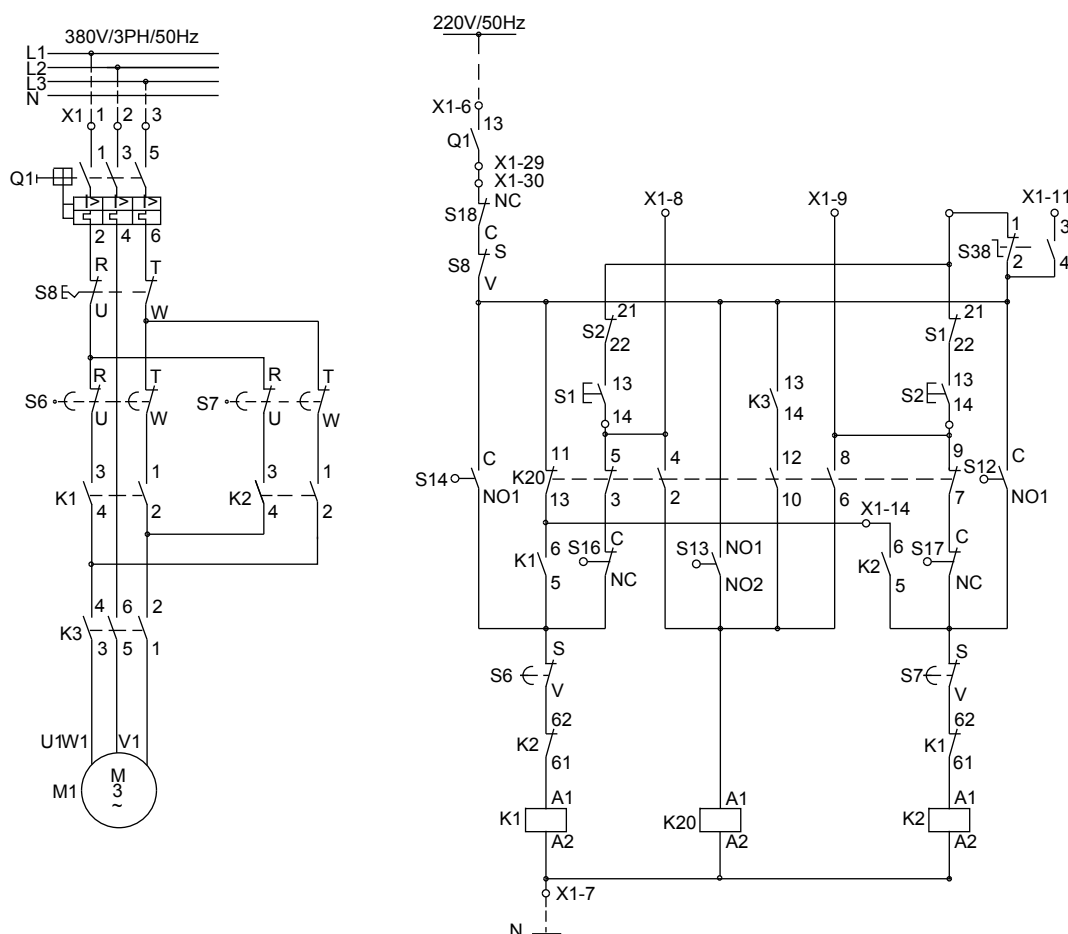
4.3.3.1 端点位置保护

当电动机构到达端点位置时，限位开关S16（在位置N）或S17（在位置1）的常闭触点C-NC断开，因而接触器K1或K2不能激励，进行N或1方向操作。

当超越终点位置时，限位开关S6（或S7）断开主回路触点R-U，T-W，从而使电机回路断电，并经触点S-V使电机接触器K1（或K2）回路断开。

4.3.3.2 手动操作保护

将手摇柄插在手动输出轴上，手动保护开关S8动作，切断电机电源和控制电源，手摇柄从手动轴上取出，手动保护开关S8重新闭合。注意：为了防止电动机构自动再启动，在手动操作之后，必须将电动机构摇到级进位置显示盘中央的红线处，此处为机械驱动的凸轮开关的静止位置。



4.3.3.1 两端点位置保护

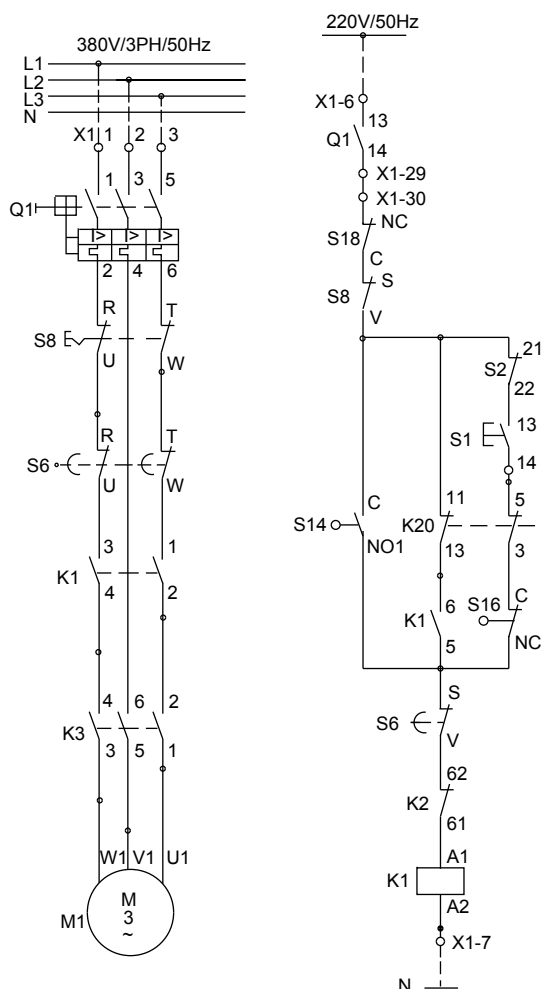
4.3.3.3 相序保护

为了保证电动机构的电机按预定要求的方向转动，对电动机三相电源的相序有一定的要求，如果L1, L2, L3的相序不对，则通过相序保护回路使电机保护开关Q1跳闸，见图5，相序错误时，按下S1按K1吸合，K1 (71,72) 断开，但电机反转，电动机构也随之向相反方向操作，使S12 (C,NO2) 闭合，则通过S12 (C,NO2) , K2 (71,72) , S13 (NC1, Nc2) 使Q1脱扣线圈有电，电机保护开关跳闸，切断主回路及控制回路，电机停转，此时应调整相序 (L1、L2、L3之中任意二根进线互换)，手动操作至逐级位置显示盘绿色区中央的红线外，再合上Q1才能进行操作。

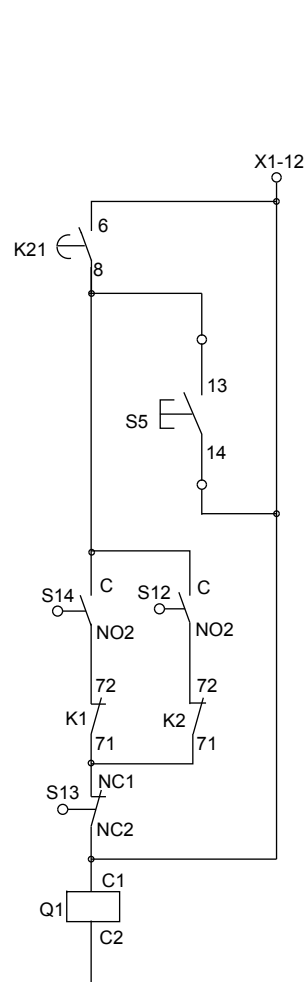
另外，若电动机构不是由按钮S1/S2而是由方向记忆凸轮触点S14/S12启动 (非自动通过工作位置)，空气开关Q1也通过S14 (C,NO2) , K1 (71, 72) , S13 (NC1,NC2)或S12 (C,NO2) , K2 (71,72) , S13 (NC1,NC2) 而跳闸。

4.3.3.4 控制电压临时中断，恢复后自动再启动

如果电动操作机构正在进行分接变换操作中控制电压中断后又重新恢复，电动机构自动



4.3.3.2 手动操作保护



4.3.3.3 相序保护

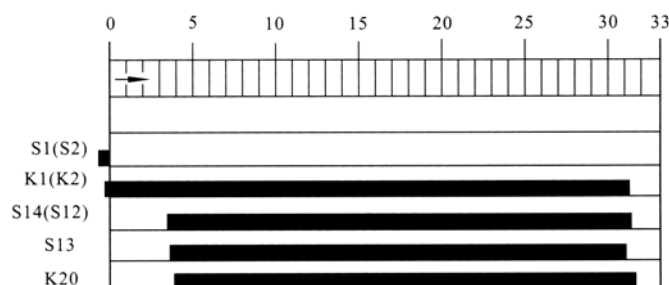
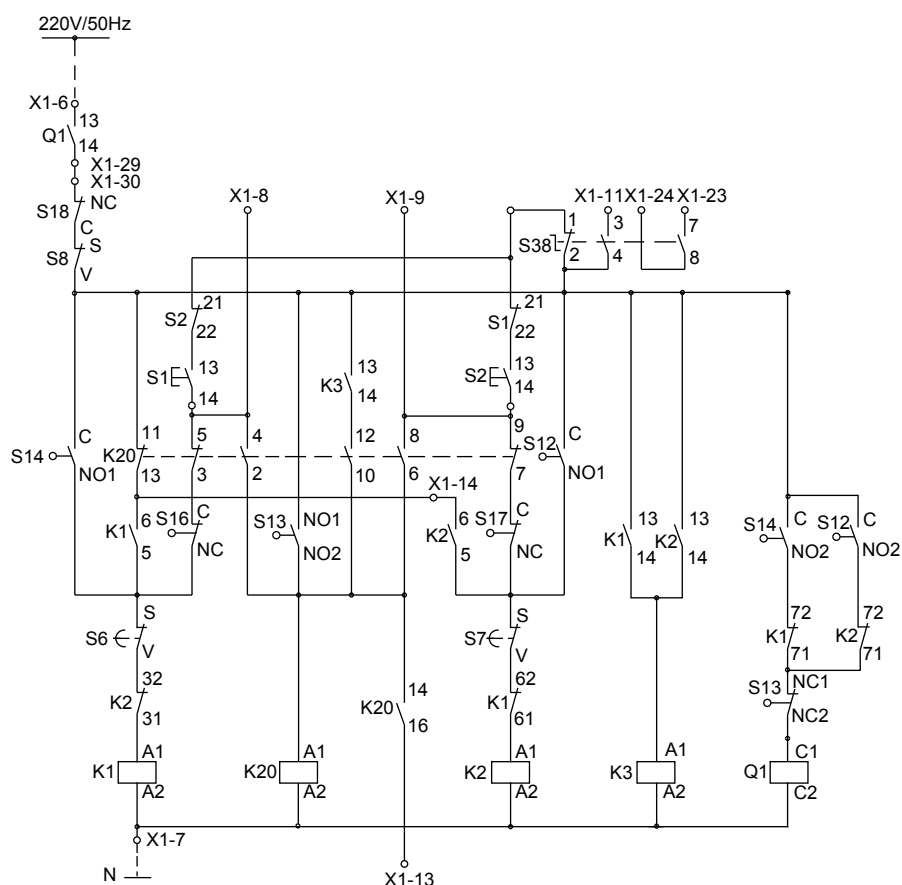


图5 切换操作状态图

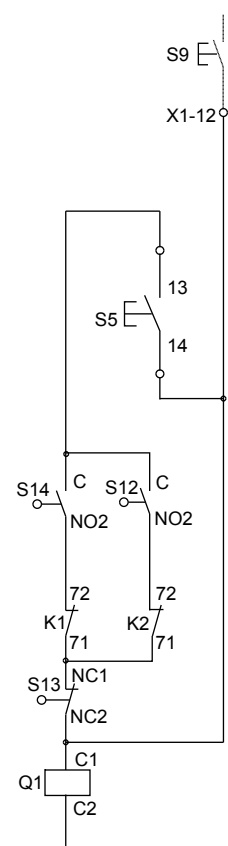
再启动，一旦再启动，完成原来没有完成的分接变换操作，仍是由闭合的方向记忆凸轮开关S14（或S12）完成。在这种情况下，电机保护开关Q1的跳闸回路不动作因为凸轮开关S13（NC1,NC2）是打开的。

4.3.3.5 紧急断开电源保护（紧急停止）

按下紧急脱扣按钮S5(控制室中S9)，电机保护开关Q1即跳闸，Q1跳闸后，只有打开电动机构的门，重新合上Q1后，才能进行电动操作。



4.3.3.4 控制电压临时失压后自动再启动保护



4.3.3.5 紧急停止

4.3.3.6 联动保护

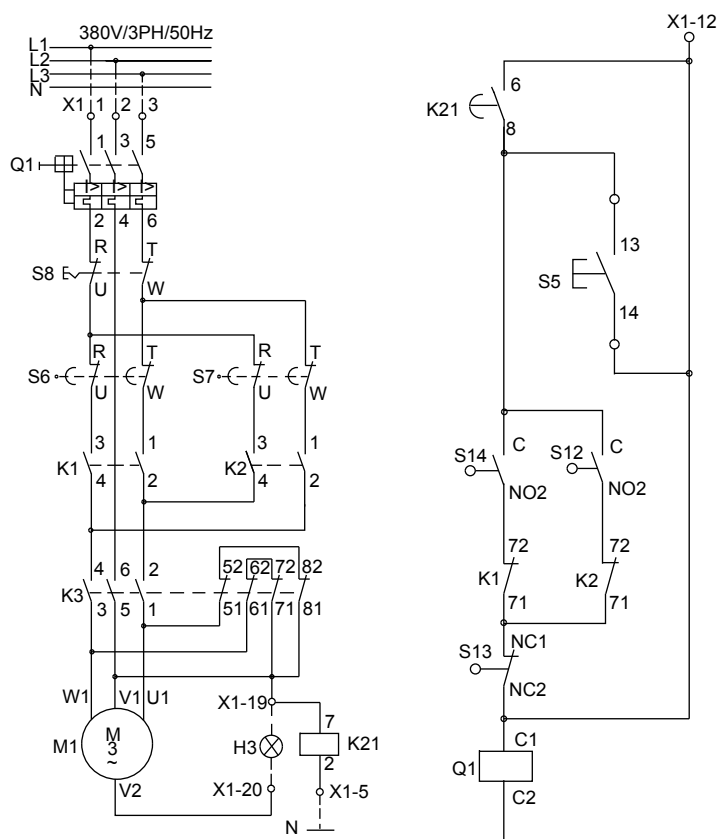
时间继电器K21的延时时间设定在整定值，如果机构在没有控制信号的情况下连续进行分接变换，K21的激励时间将超过整定值，触点6-8接通，保护开关Q1跳闸。

4.4 外部线路的接线

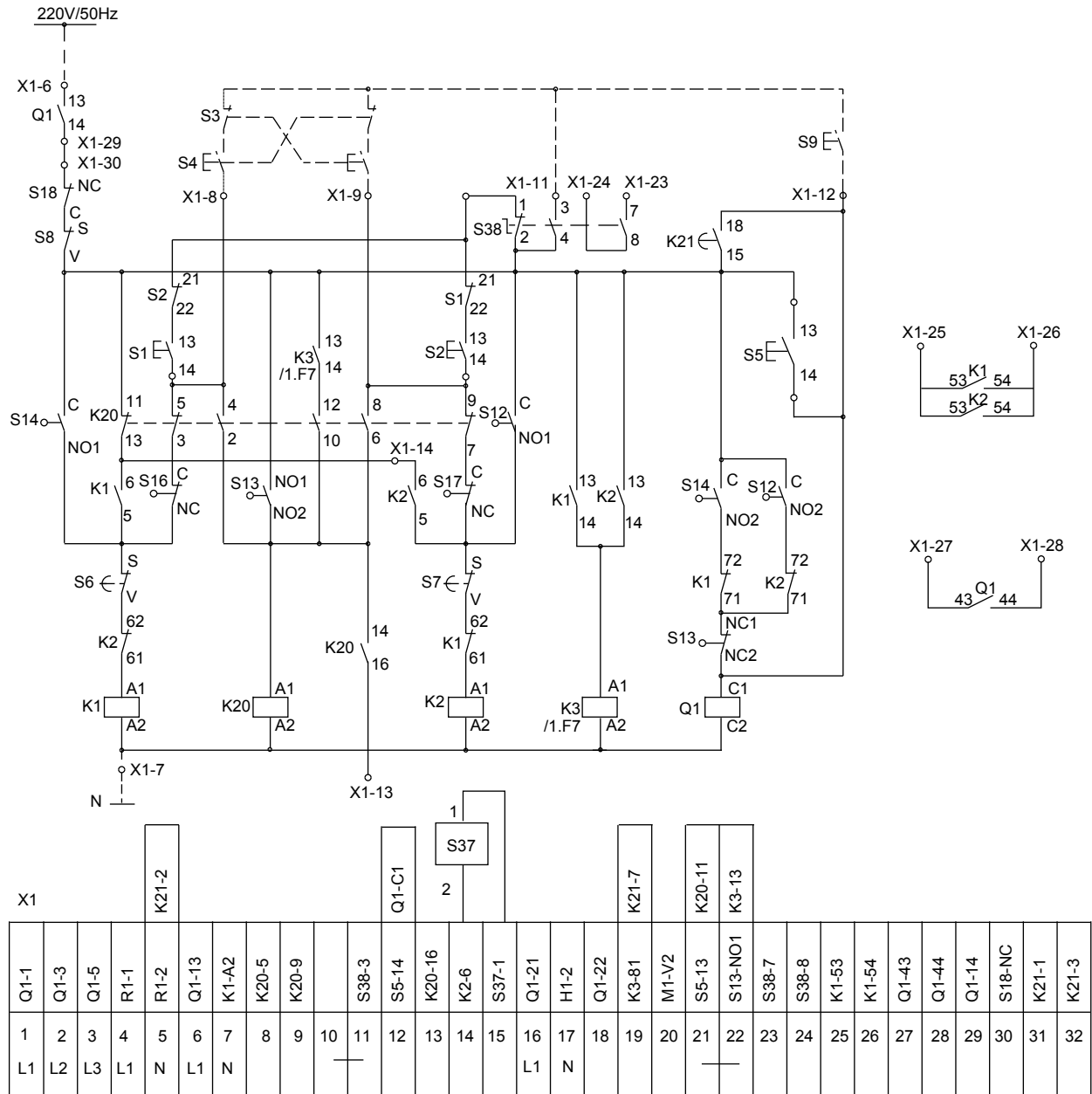
电动机构箱内有专门的接线端子X1，作为电源进线和远方控制及信号指示的接线端子，可以完成上升、下降、紧急脱扣的远距离控制和操作状态信号的远距离显示。（X1-1、X1-2、X1-3、X1-5为电源进线端）。

4.5 位置信号无源端子

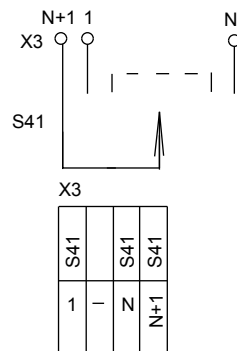
在位置信号输出盘上增加一组滑动触头组，其定触头与位置指示回路部分的定触头位置相对应，按1 → N 的顺序，联结到接线端子排X3 上，与动触头相联的公共端引到X3 上，动触头从一个位置到下一个位置以先分后合方式动作。两组触头组仅在机械上保持同步操作，电气上是相互独立的，X3 端子提供的是一组在静止状态下是闭合的、无源的位置信号接点。



4.3.3.6 联动保护



4.4 X1 端子排接线排



4.5 位置信号无源接点端子

五、安装

5.1 将电动机构安装在变压器箱体上

(参阅：外形尺寸见图8)

电动机构是借助四颗圆柱头螺栓安装在变压器箱壁上，安装电动机构的板必须平直，否则电动机构将产生扭曲变形，使箱盖不能盖上，甚至影响使用。注意电动机构要垂直安装并方便操作，轴与伞齿轮的轴在一条垂直线上。

如果变压器产生非常严重的机械振动，建议使用振动阻尼连接器。

5.2 驱动轴与伞齿轮盒的安装(见图6)

5.3 分接开关与电动机构的联接

在电动机构停止运转之前，分接开关的切换必须完成。

二者之间要有明显的时间间隔，即切换动作与分接变换指示轮上的绿色区域上的红线到达观察孔中间之前的2~2.5格完成。

一次分接变换操作对应分接变换指示轮转一圈，分接变换指示轮分为33格，一格对应于手柄转一圈。

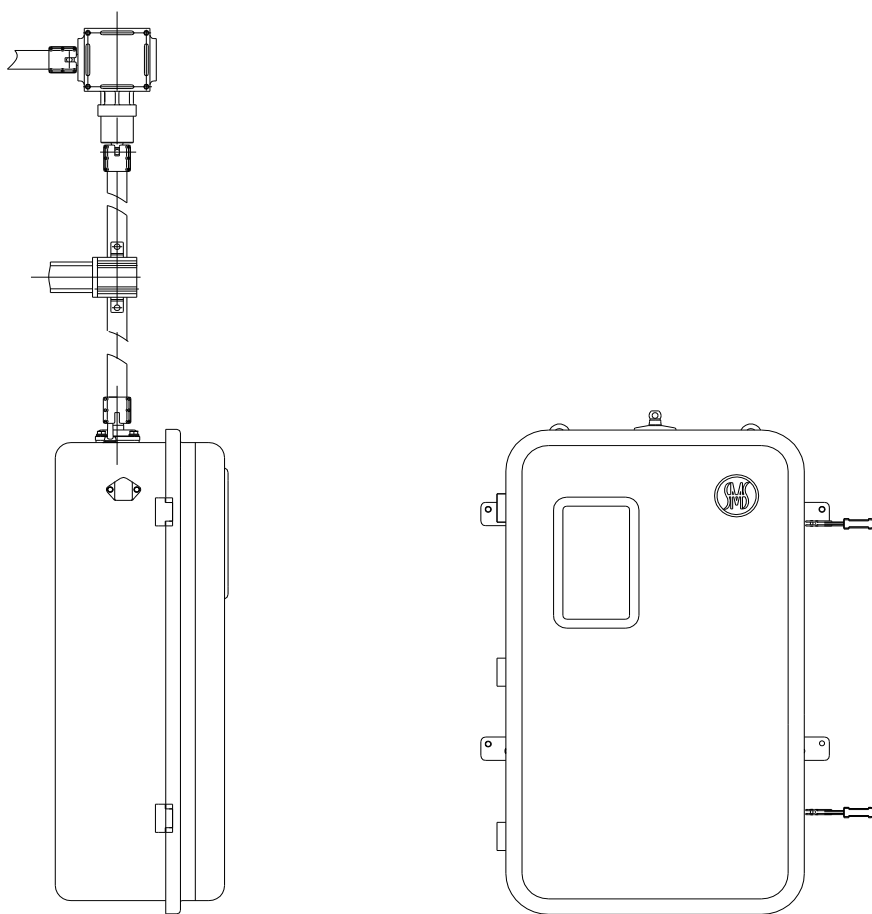


图6 CMA7电动机构的安装

从分接开关动作结束到分接变换指示轮红线对准观察孔中间所转的格数在两个方向上应基本一致，微小的不对称是允许的。

平衡连接按下述方法达到：

5.3.1 用手动操作进行调节。

5.3.2 每次调节时，注意电动机构和分接开关位置指示必须一致。

5.3.3 分接开关和电动机构必须在整定位置。

5.3.4 联接分接开关和电动机构。

5.3.5 朝一个方向旋转手柄，直到开关切换动作完成。

5.3.6 计算分接指示轮红色中心标志在观察窗中部可看见时的多余的格数。

5.3.7 在相反方向，重复这个过程。

5.3.8 如果在两个方向，记录的格数有差别，应按这个差数的一半，再调节电动机构与分接开关的联接。例：（见图7）

5.3.8.1 分接开关在第10工作位置，转动手柄朝11位转动直到切换开关动作，记录红色中心标志出现时的格数。

结果：7 格

5.3.8.2 分接开关在11 工作位置，转动手柄朝第10 位转动，直至切换开关动作，记录红色中心标志出现时格数。

结果：1.5 格

校正值：

$1/2 (7 \text{ 格} - 1.5 \text{ 格}) = 2.75 \text{ 格}$ ，选择3 格

$1/2 (7 \text{ lattice} - 1.5 \text{ lattice}) = 2.75 \text{ lattice}$ ，seleccione 3 lattice

5.3.8.3 转动手柄朝第11 位置直至红色中心标志出现。

5.3.8.4 松开垂直传动轴

5.3.8.5 同一方向转动3 格（朝12 位置方向）

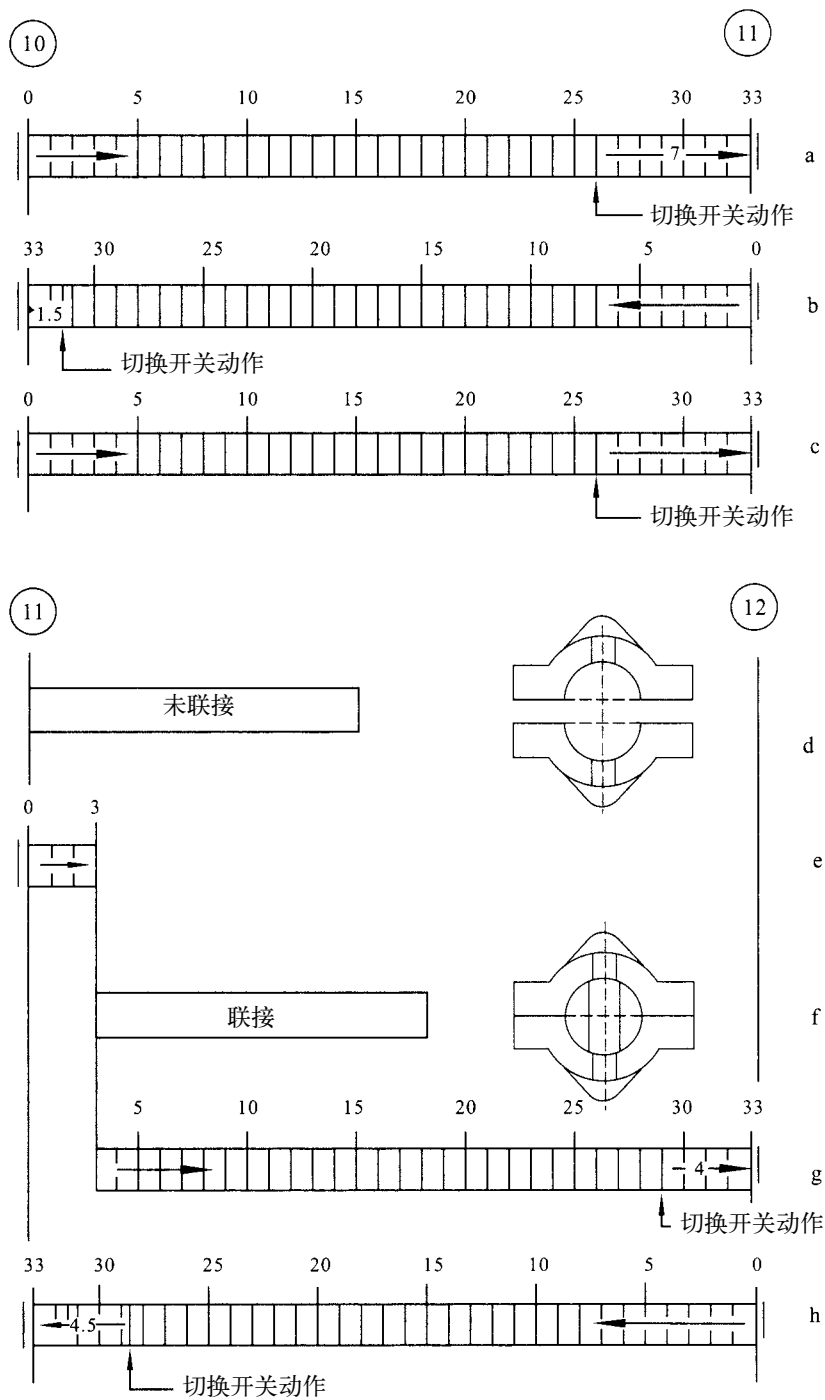
5.3.8.6 重新连接

5.3.8.7 朝同一个方向转动，直到切换开关动作，打响开始记录分接变换指示轮上的红线到达观察孔中间所摇的圈数

结果：4.5 格

5.3.8.8 按同样方法相反方向检查。结果：4 格

这时分接开关与电动机构联接对称了。取出手摇柄，由手动改为电动。



- a,b 在两个方向切换开关动作后,记录指示轮格数
 c- 朝较大指示轮格数方向转动手柄
 d-松开
 e-按校准值转动手柄
 f-联接
 g-完成操作检查格数
 h-反方向检查

图7 电动机构与分接开关的联接

六、投入使用

6.1 操作试验

在向电机回路、控制和辅助回路提供电源电压之前，先检查电压、电流和整个的输出是否与需要的值相吻合。

6.1.1 检查逐级控制功能操作

按下按钮S1或S2不放，只能完成一次分接变换操作，而完成后电机能自动停下。

6.1.2 间断齿轮的操动试验

(终端位置的机械限位)

分接开关在其分接范围内可以一直调到最后一个位置，但达不到极限位置，电动机构只能手动操作到达极限位置，在手柄转动了大约2~3圈后，机械限位动作。反方向转动手柄使机械限位装置释放，再转到红线处，电动机构回到最后一级。

在另一个终端位置进行试验时重复上述一样的过程。

6.1.3 极限开关的操动试验：

(终端位置的电气限位)

在调节到一个终端位置后，进一步的电气控制不能导致电机在同一个调节方向作电动操作，但是，可以在相反的旋转方向进行驱动操作。为了检测另一个限位开关，可重复上述过程。

6.2 变压器的运输

在把变压器从制造厂运至使用地点时，如果因尺寸超过了运输允许尺寸而必须将电动机构拆下，分接开关和电动机构必须按生产厂家交付时的放置情况置放。电动机构的复装按第5节进行。

6.3 在工作地点投入运行

按第6.1节进行完操作性试验后，变压器可投入运行。

七、维护检修

我们推荐，定期地作以下检查：

——箱壳是否防水

——电热器性能（检查发热器）

——电动操作机构内机械元件以及电器元件的外观

如果分接开关进行检查时，电动机构除了以上检查外，还应按6.1进行功能检查。

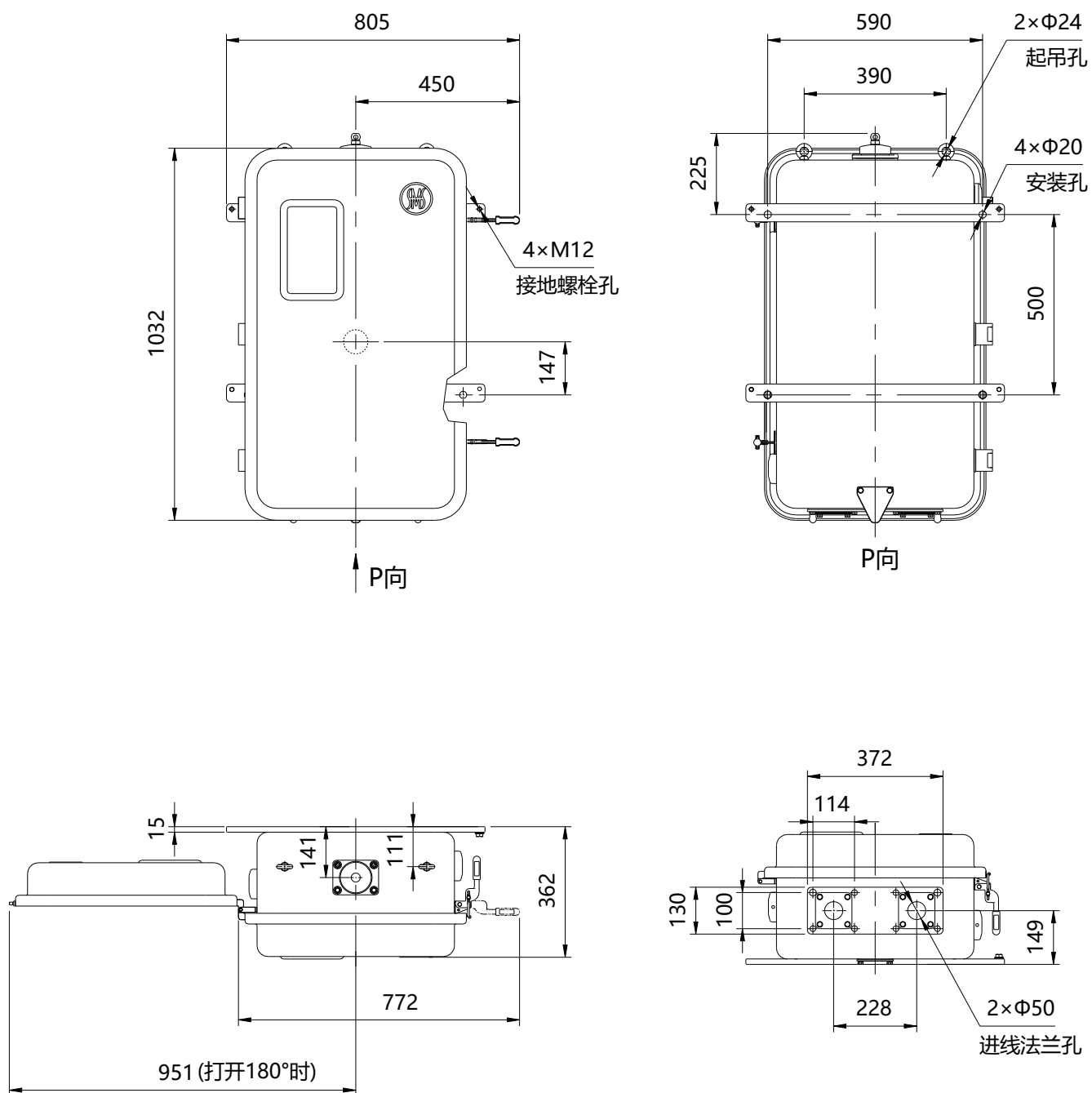


图8 CMA7电动机构安装尺寸图

单位尺寸:mm

附录1 电动机构基本参数

电机功率(kW)		0.75	1.1	2.2
项 目				
额定电压(V)	三相	380	380	380
	单相	220	220	220
额定电流(A)	三相	2.0	2.8	5.1
	单相	3.4	5	8.8
额定频率(Hz)		50,60	50,60	50,60
同步转速(转/ 分)		1400	1400	1400
每次分接变换传动轴转数 (圈)		33		
每次分接变换电动操作时间		约5秒		
传动轴转矩(Nm).		18	26	52
最大工作位置数		35		
控制及加热器电压(V)		220		
控制线路功耗(W)	起动	52		
	工作	24		
加热器功率(W)		50		
对地试验电压(kV)		2/(1min)		
重量(kg)		90		

注：1) 工作位置数应与有载分接开关配合。
2) 耐压试验中电动机、空气开关的辅助触点除外。

附录2 CMA7 电动机构技术要求编号表

序 号	内 容	备 注
1	手动操作	常 规
2	电动操作	
3	远控操作	
4	极限位置保护	
5	相序保护	
6	手动操作保护	
7	控制电压临时失压后自动再启动保护	
8	紧急断开电源保护（即紧急脱扣）	
9	位置指示功能	
10	调压（上升/下降）功能	
11	有一组采用十进制编码方式的插头，专用于HMC-3 型远方档位显示器的联接	
12	级进控制	
13	加热驱潮功能	
14	计数器	
15	一组一一对应的位置信号无源接点接至端子排	
16	一组用于远方控制的接线端子	
17	电动运转指示引一对接点至端子排	
18	L/R “远方” 位置指示接点引往端子排	
19	过流闭锁节点X1-29，X1-30（输入无源常闭接点NC）	
20	滤油机启动信号X1-31，X1-32（输出无源常开接点NO）	
21	在档位显示器输出一组BCD 码位置信号	
22	调压电源消失无源接点一组（Q1 脱扣信号NO）	
23	增加L/R（远方/就地）转换开关接点一组	可增加 内容
24	增加一组一一对应的位置信号无源接点接至端子排	
25	增加一组十进制的位置信号无源接点接至端子排	
26	有载调压位置指示不用插头，直接接至端子排	
27	加热器加熔丝保护	
28	加热加温湿度控制器	

附录3 X1端子说明

X1 端子排端子	说 明
1 、 2 、 3 、 5	电源进线端，L1、L2、L3 的电压：380V/50Hz； L1、N 的电压：220V/50Hz
8	远控“1-N” 动作指令输入端
9	远控“N-1” 动作指令输入端
10 、 11	远控动作指令公用端
12	远控“ 停” 指令输入端
18	紧急跳闸信号输出端（ 输出220V/50Hz 电源信号）
19 、 20	电机运转信号输出端（ 输出220V/50Hz 电源信号）
23 、 24	“ 远控/ 就地” 转换开关 “ 远控” 状态信号输出端(输出无源信号)
25 、 26	电机运转信号输出端(输出无源信号)
27 、 28	空气开关 “ 合闸” 状态信号输出端(输出无源信号)
29 、 30	过电流闭锁节点
31 、 32	滤油机自动启动信号

X3 端子说明：

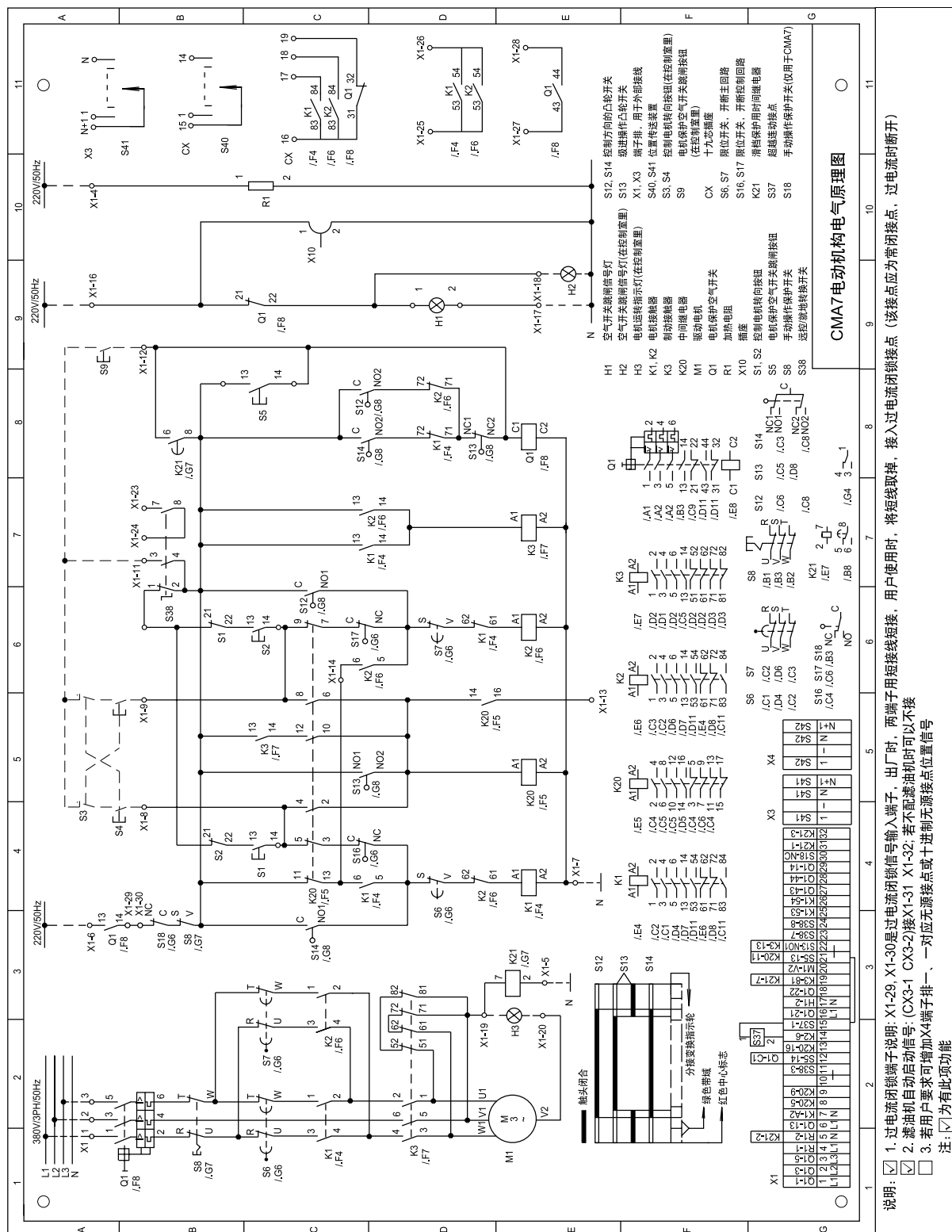
X3提供的是一组一一对应的档位无源信号，其中X3-N+1是档位公用端，X3-1至X3-N对应分接开关的1至N档。

附录4 CX插座说明

CX 输出十进制位置信号，标准产品与HMC-3C型显示器相连。

CX 插座信号	说 明
CX-1	开关档位信号个位数字 “1”
CX-2	开关档位信号个位数字 “2”
CX-3	开关档位信号个位数字 “3”
CX-4	开关档位信号个位数字 “4”
CX-5	开关档位信号个位数字 “5”
CX-6	开关档位信号个位数字 “6”
CX-7	开关档位信号个位数字 “7”
CX-8	开关档位信号个位数字 “8”
CX-9	开关档位信号个位数字 “9”
CX-10	开关档位信号个位数字 “0”
CX-11	开关档位信号十位数字 “0”
CX-12	开关档位信号十位数字 “1”
CX-13	开关档位信号十位数字 “2”
CX-14	开关档位信号十位数字 “3”
CX-15	开关档位信号公用端
CX-16	显示器正面指示灯公用端
CX-17	“1-N” 指示
CX-18	“N-1” 指示
CX-19	“停止” 指示

附录5 CMA7电气原理图



上海华明电力设备制造有限公司

地址: 上海市 普陀区 同普路 977 号 邮编: 200333
电话: +86 21 5270 8966(总机)
传真: +86 21 5270 3385
网址: www.huaming.com 邮箱: Public@huaming.com