



分接开关选型技术手册

目录

| | |
|--------------------|----|
| 1 概述 | 2 |
| 2 分接开关选型的通用要求 | 3 |
| 3 变压器设计与分接开关安装注意事项 | 14 |
| 4 分接开关附件 | 14 |
| 5 分接开关的选型 | 17 |
| 6 附图 | 20 |

1 概述

1.1 产品大类列表

本技术手册将介绍下列有载分接开关、无励磁分接开关、驱动装置及其附件的技术数据：

| 产品 | 技术数据 |
|-----------------------|--------------|
| SHZV 型真空有载分接开关 | HMO.154.3901 |
| VCM 型真空有载分接开关 | HMO.154.5701 |
| VCV 型真空有载分接开关 | HMO.154.4101 |
| CZ 型真空有载分接开关 | HMO.154.1102 |
| CVT 型真空有载分接开关 | HMO.154.3301 |
| CM 型有载分接开关 | HMO.154.301 |
| CMD 型有载分接开关 | HMO.154.1901 |
| CV/SV 型有载分接开关 | HMO.154.001 |
| SY□ZZ 型有载分接开关 | HMO.154.631 |
| CF 型有载分接开关 | HMO.154.501 |
| SHGV 型气体绝缘真空有载分接开关 | HMO.154.3401 |
| W□L 笼型无励磁分接开关 | HMO.154.602 |
| WG 鼓型无励磁分接开关 | HMO.154.601 |
| SHM-D 型分接开关数控操作机构 | HMO.154.1381 |
| ZXJY-II 型有载分接开关在线净油装置 | HMO.154.1840 |

表格1 概览

相关的装配说明书、调试说明书和/或使用说明书将随产品一同提供。这些说明书包含了安全及正确安装、连接、调试及监控产品的相关内容。

1.2 引用标准

如果提供作为参考的标准或指南未指定版本（发表年份），则应采用打印本文档时适用的版本。

1.3 修改权

本技术资料中的信息均满足现有产品标准，如有更改，华明享有更改的权力。

1.4 有载分接开关及无励磁分接开关的操作模式

有载分接开关及无励磁分接开关用于调节变压器电压。通过变更变比率来逐级设置电压。为此，变压器必须配备细调分接绕组，且相应分接头必须连接至有载分接开关的分接选择器或无励磁分接开关上。有载分接开关是变压器在负载下不间断地进行电压调整的装置，无励磁分接开关进行电压调整需要将变压器断电。

1.4.1 油浸式变压器的有载分接开关及无励磁分接开关

变压器油箱大多数有载分接开关及设计成埋入变压器油箱内的安装形式，因此细调分接绕组引出端子只需要很少的到分接选择器或无励磁分接开关的引线。有载分接开关由电动机构操作。电动机构通过传动轴及伞齿轮盒以机械方式连接至有载分接开关。无励磁分接开关可通过电动机构或手动机构操作。

1.4.2 干式变压器的有载分接开关

CVT、CZ 有载分接开关可用于对干式变压器进行无间断电压调整。

1.4.3 六氟化硫气体绝缘真空有载分接开关

2 分接开关选型的通用要求

为了正确选用并安全可靠地使用分接开关，本手册依据 IEC60214和 GB10230.2对分接开关的选型提出了指导性建议，并重点指出了分接开关选型时应注意的部分特性。另外，还列举了变压器设计制造单位在分接开关的询价或订货时应提供的技术数据。在分接开关的选型过程中，除本手册之外的其他特殊要求请与华明技术部联系。

2.1 绝缘水平

在变压器所有分接位置上出现的如下绝缘强度数值，要与分接开关制造厂保证的允许电压负荷进行核对。按照 IEC60214和 GB10230.1第 5.2.6.4款规定，这些电压是：

- 1) 运行时出现在分接开关上的正常工频工作电压；
- 2) 变压器试验时在分接开关上出现的额定外施耐受电压；
- 3) 变压器试验时在分接开关上出现的冲击耐受电压。

因调压方式和分接开关的规格型号不同，上述绝缘要求也不尽相同，各个绝缘间距和它与变压器绕组电压的相互关系在各不同规格的分接开关技术数据中进行了相应的规定。变压器设计单位负责按照所需的绝缘配合选择正确的绝缘耐压值。

2.2 电流和级电压

分接开关选型时应满足下述电流和级电压的技术要求：

2.2.1 额定通过电流 (I_u)

经分接开关流到外部电路的电流，此电流在相关级电压下，能被分接开关从一个分接转移到另一个分接去。在满足本部分要求的情况下，分接开关能连续地承载此电流。

分接开关额定通过电流应不小于 IEC60076-1、GB1094.1第 4.1款规定的变压器额定容量下分接绕组中的分接电流最大值。额定通过电流与连续负载相关。若变压器在不同环境下（例如不同的冷却方式下）有不同的视在容量，则应取其最大值作为额定容量，从而也是分接开关额定通过电流的基准值。

2.2.2 过载电流

符合 IEC60214和 GB10230.1第 5.2.1款的分接开关应满足 IEC60354和 GB/T15164的过载要求。

对于每次偶发性过载期间的分接变换次数应限制在从分接范围的一个终端转移到另一个终端需要的操作次数。

当某一特殊用途的变压器受到的负载条件超过了 IEC60354和 GB/T15164所规定的限度时，应向分接开关生产单位咨询，以便推荐一台额定值合适的分接开关。

2.2.3 额定级电压 (U_i)

对于每个额定通过电流，接到变压器相邻两个分接抽头上的分接开关两个端子间的最大允许电压。

分接开关的额定级电压至少等于分接绕组的最高级电压，只要施加在变压器上的电压不超过 IEC60076-1、GB1094.1 第 4.4 款规定的限制，分接开关应能进行变换操作。

如果在变压器施加更高电压下需要频繁的操作分接开关，则应相应的提高其额定级电压。

有载分接开关的过渡电阻是按使用该分接开关的变压器最大级电压 U_{st} 和额定通过电流 I_u 的实际值设计的。因此，如果将有载分接开关用在与订货单的级电压和通过电流不相同的另一台变压器上，则必须通过华明公司校核这种用法是否可行，过渡电阻是否需要更换，既使新的额定值低于原来的最大级电压 U_{st} 和额定通过电流值 I_u ，也必须进行校核。因为过渡电阻的匹配不仅影响到触头的切换容量而且也会影响到触头烧损的均匀性。

2.3 开断容量

如果变压器的最大分接电流和每级的电压在分接开关标称的额定通过电流和相应的额定级电压数值之内，则该分接开关的开断容量即满足要求。

对于标称值之外数值，应向分接开关制造单位咨询。

当分接开关用于有几种不同的电流和级电压的变压器时，过渡阻抗值的设计应使分接开关的切换电流和恢复电压不超过型式试验中的那些数值。

在电流和电压发生畸变的情况下，如果用户要求，制造单位应说明它们对开断容量的影响。

2.4 短路电流

作用在分接开关上的允许短路电流有以下三个参数：

- 1) 额定短时耐受电流，以允许短路电流的有效值来表示；
- 2) 额定峰值耐受电流，以短路电流的最大允许峰值来表示；
- 3) 短路电流持续时间，以承受额定短时耐受电流期间的允许短路持续时间来表示。

按照 IEC60214 和 GB10230.1 第 5.2.3 款的规定，分接开关的短路电流应不小于所配套变压器允许的短路电流限值，该短路电流限值是按 IEC60076-5、GB1094.5 的第 3.2 款计算出来的。对于短路电流大于额定短时耐受电流情况下的允许短路时间，或者短路持续时间大于额定短路持续时间情况下的允许短路电流值，均可利用下面的等式进行换算：

$$I_x^2 \cdot t_x = I_k^2 \cdot t_k$$

其中： I_k ：额定短时耐受电流；

t_k ：额定短路持续时间；

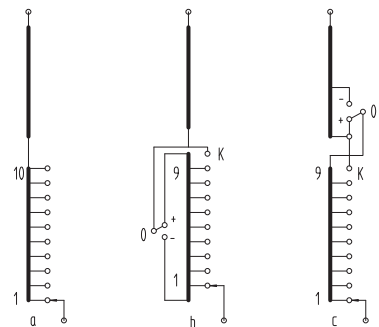
I_x ：短路时间 t_x 时的允许短时电流； t_x ：短路电流 I_x 时的允许短路持续时间。

变压器在运行中承受短路电流冲击的情况通常很少发生，对于频繁受到短路电流冲击作用的应用场合（例如工业变压器、试验变压器、低阻抗变压器等），必须根据短路强度的大小和频率选择具有较高抗短路能力的分接开关。

2.5 有载分解开关功能

2.5.1 细调分接绕组的基本连接

右图显示了常见的细调分接绕组的基本连接。请参阅各种有载分接开关型号可能的基本连接的相关技术数据。



a 不带转换选择器
 b 带有极性转换选择器
 c 带有粗细调的转换选择器

2.5.2 有载分接开关标识

有些型号提供了各种类型的有载分接开关，这些有载分接开关具有不同的相数、最大额定通过电流、设备最高工作电压 U_m 、分接选择器等级及基本接线图。特殊有载分接开关型号的标识取决于这些特点，因此应确保不会弄错且不可互换的有载分接开关标识。

2.5.2.1 有载分接开关标识

VCM有载分接开关，单相，最大额定通过电流 $I_{um}=650A$ ，设备最高工作电压 $U_m=123kV$ ，分接选择器等级B，分接选择器遵循基本接线图10191W。

| | |
|--------|--|
| 类型标识 | VCM1600-123/B-10191W |
| VCM | 有载分接开关类型 |
| I | 相数 |
| 600 | 单相有载分接开关的最大额定通过电流 I_{um} (A)和并联过渡触头数 (最后一位数) |
| 123 | 设备最高工作电压 U_m (kV) |
| B | 分接选择器等级 |
| 10191W | 基本接线图 |

表格2 有载分接开关的标识示例

2.5.2.2 位置数及基本连接图

分接选择器可以在很大程度上适应位置数及细调分接绕组电路。相应的基本接线图在分接选择器触头数、工作位置数、中间位置数及转换选择器型号这些方面有所不同。

示例：分接选择器触头数10、最多19个工作位置、1个中间位置、设计转换选择器作为极性转换选择器

| | |
|---------|--------------------------------|
| 基本接线图标识 | 10191W |
| 10 | 分接选择器的触头数 |
| 19 | 最多工作位置数 |
| 1 | 中间位置数 |
| W | 转换选择器型号 (W=极性转换选择器, G=粗级转换选择器) |

表格3 基本接线图的标识示例

2.5.2.2 位置数及基本连接图

下列表格对不同有载分接开关类型的相数、最大额定通过电流 I_{um} 、设备最高工作电压 U_m 及最多工作位置数进行了概述。

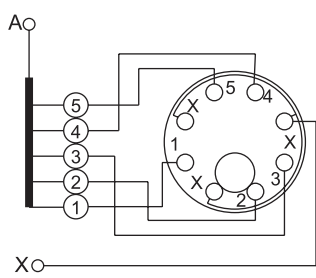
| 有载分接开关类型 | 相数 | 最大 I_{um} [A] | 最大 U_m [kV] | 最多工作位置数 | |
|----------|-------|-----------------------|---------------------|-------------|-------------|
| | | | | 不带 转换选择器 | 带有 转换选择器 |
| SHZV | III | 1000 | 252 | 14 | 27 |
| | I | 2400 | 252 | 14 | 27 |
| VCM | III | 600 | 252 | 12 | 23 |
| VCV | III | 500 | 145 | 12 | 23 |
| CZ | I、III | 500 | 40.5 | 17 | |
| CVT | I、III | 200 | 12 | 9 | |
| CM | III | 600 | 252 | 34 | 107 |
| | I | 1500 | 252 | 14 | 107 |
| CMD | III | 1000 | 252 | 14 | 27 |
| | I | 2400 | 252 | 14 | 27 |
| CV | III | 330 | 126 | 14 | 27 |
| SV | I | 500 | 126 | 14 | 27 |
| SY□ZZ | III | 200 | 40.5 | 10 | |
| CF | I、III | 200 | 40.5 | 14 | |
| SHGV | III | 600 | 126 | 14 | 27 |

表格4 有载分接开关类型
有关特殊型号的更多详细信息，请参阅相应有载分接开关的技术数据手册

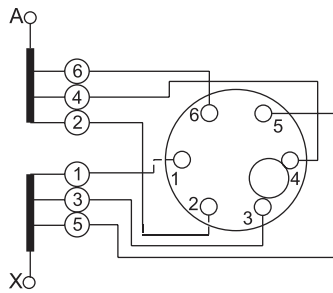
2.6 无励磁分接开关功能

2.6.1 切换原理及基本连接

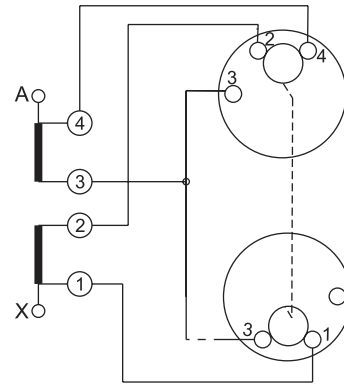
无励磁分接开关通过旋转绝缘切换轴从一个工作位置转换至下一个工作位置。无励磁分解开关可通过电动机构或手动机构操作。



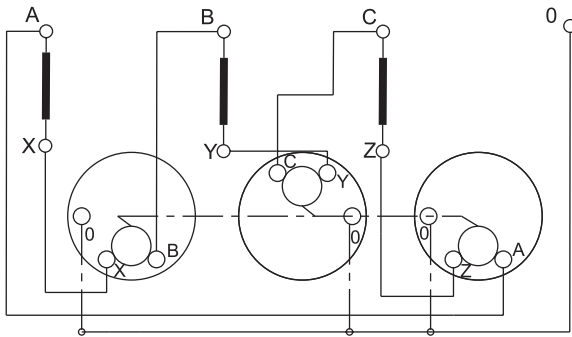
IV:线性调压



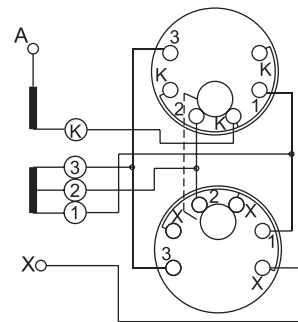
V:单桥跨接



VIII:串并联变换

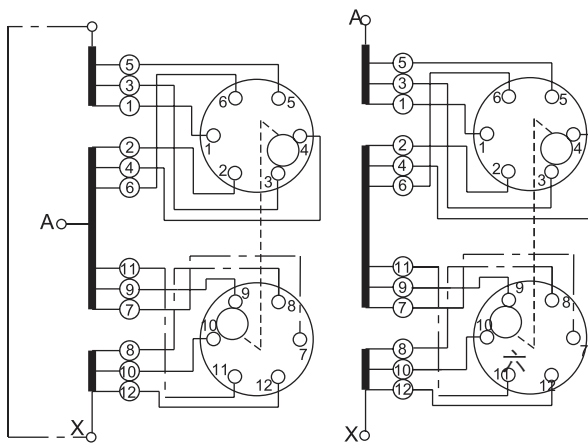


VI:Y-D变换

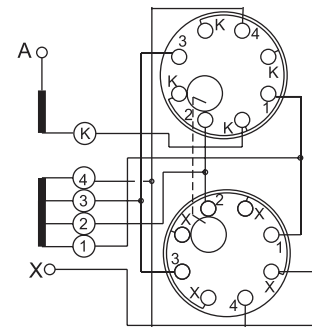


| | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 分接档位 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 调压位置 | +2 | +1 | 0 | -1 | -2 |
| 联接方式 | K-3 | K-2 | K-2 | K-1 | K-1 |
| 联接方式 | 1-X | 1-X | 2-X | 2-X | 3-X |

正反调压档位表4×5(±2)档



VII:双桥跨接



| | | | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 分接档位 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 调压位置 | +3 | +2 | +1 | 0 | -1 | -2 | -3 |
| 联接方式 | K-4 | K-3 | K-3 | K-2 | K-2 | K-1 | K-1 |
| 联接方式 | 1-X | 1-X | 2-X | 2-X | 3-X | 3-X | 4-X |

正反调压档位表5×7(±3)档

II:正反调压

注: 1.图中除分接抽头引线以外所有联接均在开关本体内部完成(特殊说明除外)
 2.图中所示均以A相为例(Y-D变换除外)

图1 调压绕组的基本接线方式

2.7 分接位置数

分接开关制造单位已对分接开关的固有分接位置数进行了标准化，工作分接位置数应优先在标准化系列中选择。

因分接范围的增加，与之相适应的电压也相应增加。因此必须采取必要的措施，使在绕组最小匝数的位置上操作或试验时，避免在分接范围内产生过高的电压。在分接范围较宽的电炉变压器或整流变压器中，这种现象会非常显著，并且分接开关是处在恒电压的绕组内，变压器的铁心磁通量变化范围很大。

2.8 转换选择器的恢复电压

在高压等级大调压范围有载调压变压器中，分接开关转换选择器在操作期间，调压绕组将瞬间与主绕组在电气上脱离，处于“悬浮”状态。此时，调压绕组将得到一个对地耦合电容 C_e 和对相邻绕组间耦合电容 C_w 所确定的新电位（详见图 2），通常此电位与转换选择器操作前的调压绕组电位不同，这两者之间的电位差称为偏移电压，这个偏移电压在转换选择器触头断口上表现为恢复电压 U_w 。当偏移电压达到某一临界值时有可能在转换选择器触头上切断电容电流导致较大放电，同时产生大量气体，这个电流称为开断电流 I_s 。不同型号分接开关的恢复电压 U_w 和开断电流 I_s 允许值不同。其允许开断强度如图 3 所示。

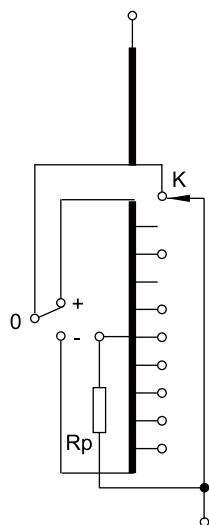


图 2 电位电阻恒定连接方式

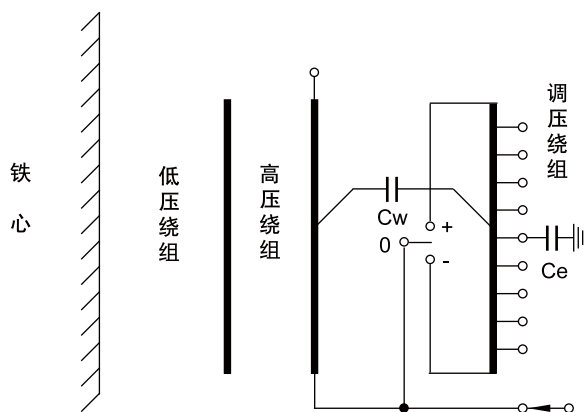


图 3 双绕组变压器正反调绕组布置

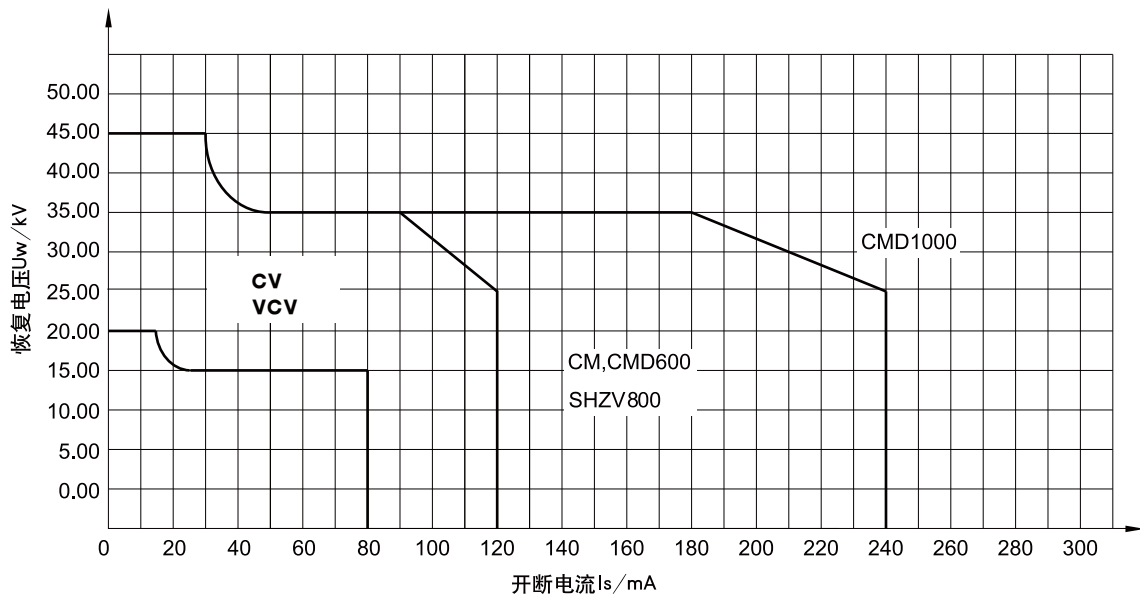


图 4 不带电位电阻的转换选择器触头上的开断强度

所以，在分接开关选型时必须对粗细调和正反调转换选择器触头的实际开断强度进行核算，如果初步计算所得数值超出图 3 中允许数值，分接绕组必须在分接转换操作过程中接到一个固定电位（如图 1 所示）以防止转换选择器在操作期间放电现象的发生，但不论配置电位电阻与否，变压器设计单位在绕组设计时其开断强度不应超过分接开关制造单位标称的开断强度标称值。

由于分接绕组用电位电阻进行了电位连接，转换选择器触头上的恢复电压 U_w 减小了，开断电流 I_s 却由于流过电位电阻的附加电流而升高了，图 4 分别列出了不同型号分接开关接入电位电阻后的开断强度的允许值，并在图 6 中列出了不同调压方式的转换选择器触头开断强度的计算方法，变压器设计单位在分接开关选型时可以参照公式进行核算，如果转换选择器的开断强度超出上述允许值则必须向华明公司技术部门咨询。分接开关转换选择器的开断强度以及电位电阻的设计计算可以由华明公司进行，用户或变压器设计单位必须提供下属技术资料：

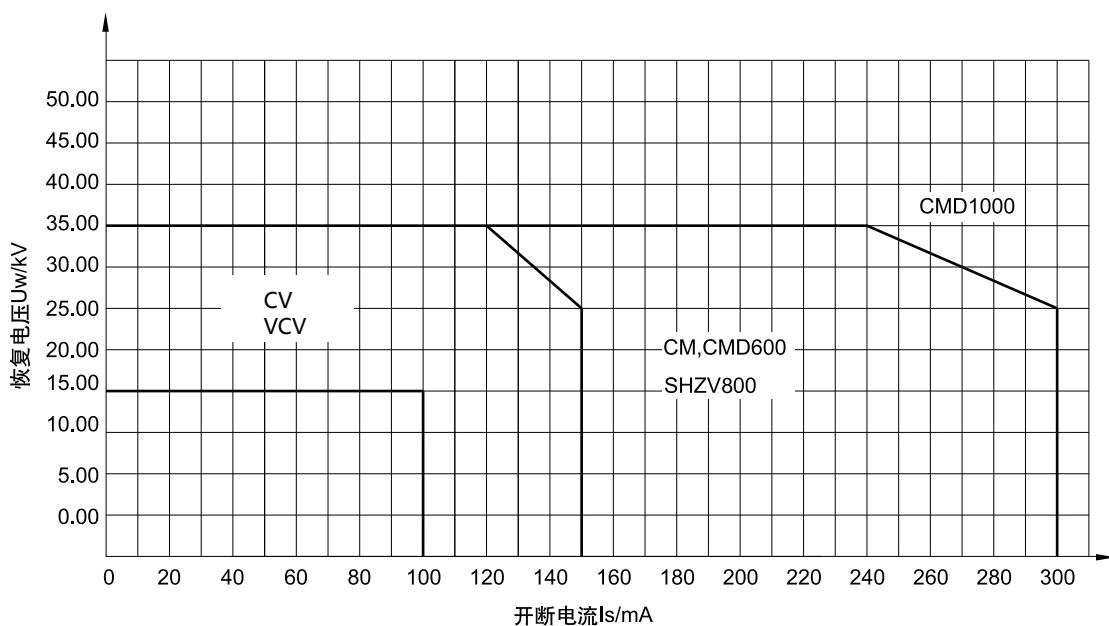


图 5 带电位电阻的转换选择器触头上的开断强度

- 1) 变压器所有性能参数：额定容量、额定电压、调压范围、绕组的连接方式和绝缘水平等；
- 2) 绕组的相对布置方式：调压绕组与邻近绕组或绕组部件的相对位置；
- 3) 与调压绕组相邻的两端电压和该线圈在变压器绕组中的电气位置；
- 4) 调压绕组与相邻绕组部件间的电容量；
- 5) 调压绕组和地或邻近接地绕组（如果存在时）之间的电容量；
- 6) 跨越一半的调压绕组的冲击负荷；
- 7) 跨越一半的调压绕组的工作电压和工频试验电压。

电位电阻与连接有恒定连接和借助电位开关连接两种方式。电位电阻恒定连接方式（如图 1 所示）是把电位电阻恒定连接在调压绕组中部和电流引出端之间，电位电阻两端的电压随分接位置不同在零和调压绕组的电压一半之间变动，由于电位电阻永久连接在调压绕组上，其热负载强度允许限制较低。电位电阻的另一种连接方式为借助电位开关连接（见图 5），电位开关与电位电阻器串联连接，在转换选择器操作期间电位开关闭合或断开电位电阻与调压绕组的连接，用这种方法可以提高转换选择器闭合时的热负载允许限值，同时可以避免由于电阻器的永久接入而增加变压器的空载损耗。

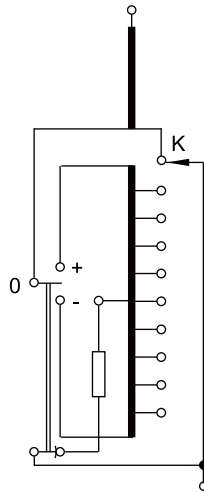


图 6 电位电阻借助电位开关连接方式

| 调压方式 | 调压电路 | 转换选择器触头开断强度 (恢复电压 U_r 和开断电流 I_s) |
|------|---------------|---|
| 正反调 | Y 联结中性点调压 | $ U_{r+} = \frac{U_1}{2\sqrt{3}} \left(\frac{C_1}{C_1+C_2} \right) + \frac{U_T}{2\sqrt{3}}$ $ U_{r-} = \frac{U_1}{2\sqrt{3}} \left(\frac{C_1}{C_1+C_2} \right) - \frac{U_T}{2\sqrt{3}}$ $ I_{s+} = \omega \left[\frac{U_1}{2\sqrt{3}} C_1 + \frac{U_T}{2\sqrt{3}} (C_1+C_2) \right]$ $ I_{s-} = \omega \left[\frac{U_1}{2\sqrt{3}} C_1 - \frac{U_T}{2\sqrt{3}} (C_1+C_2) \right]$ |
| | D 联结调压 | $U_{r+/-} = \frac{U_1}{2} \pm \frac{U_T}{2} - j \frac{U_1}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{C_2}{C_1+C_2}$ $ U_{r+/-} = \sqrt{\left(\frac{U_1}{2} \pm \frac{U_T}{2} \right)^2 + \left(\frac{U_1}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{C_2}{C_1+C_2} \right)^2}$ $ I_{s+/-} = \omega \sqrt{\left(\frac{U_1}{2\sqrt{3}} C_2 \right)^2 + \left[\left(\frac{U_1 \pm U_T}{2} \right) (C_1+C_2) \right]^2}$ |
| | 自耦变中部调 | $ U_{r+/-} = -\frac{U_2}{2\sqrt{3}} + \frac{U_1}{2\sqrt{3}} \left(\frac{C_2}{C_1+C_2} \right) \mp \frac{U_T}{2\sqrt{3}}$ $ I_{s+/-} = \omega \left[\frac{U_1}{2\sqrt{3}} C_2 \mp \frac{U_T}{2\sqrt{3}} (C_1+C_2) - \frac{U_2}{2\sqrt{3}} (C_1+C_2) \right]$ |
| 粗细调 | Y 联结中性点调压 | $ U_{r+} = -\frac{U_c}{2\sqrt{3}} \left(\frac{C_1}{C_1+C_2} \right) - \frac{U_T}{2\sqrt{3}}$ $ U_{r-} = -\frac{U_c}{2\sqrt{3}} \left(\frac{C_1}{C_1+C_2} \right) - \frac{U_T}{2\sqrt{3}} + \frac{U_c}{\sqrt{3}}$ $ I_{s+} = \omega \left[\frac{U_T}{2\sqrt{3}} (C_1+C_2) + \frac{U_c}{2\sqrt{3}} C_1 \right]$ $ I_{s-} = \omega \left[\frac{U_T}{2\sqrt{3}} (C_1+C_2) + \frac{U_c}{2\sqrt{3}} C_1 - \frac{U_c}{\sqrt{3}} (C_1+C_2) \right]$ |
| | D 联结调压 | $ U_{r+} = \sqrt{\left[\frac{U_1}{2} \left(\frac{C_1}{C_1+C_2} \right) - \frac{U_1+U_c+U_T}{2} \right]^2 + \left[\frac{U_1+U_c}{2\sqrt{3}} \left(1 - \frac{C_2}{C_1+C_2} \right) \right]^2}$ $ U_{r-} = \sqrt{\left[\frac{U_1}{2} \left(\frac{C_1}{C_1+C_2} \right) - \frac{U_1+U_c+U_T}{2} + U_c \right]^2 + \left[\frac{U_1+U_c}{2\sqrt{3}} \left(1 - \frac{C_1}{C_1+C_2} \right) \right]^2}$ $ I_{s+} = \omega \sqrt{\left[\frac{U_1+U_c}{2\sqrt{3}} C_2 \right]^2 + \left[\frac{U_T+U_c}{2} C_1 + \frac{U_T+U_1+U_c}{2} C_2 \right]^2}$ $ I_{s-} = \omega \sqrt{\left[\frac{U_1+U_c}{2\sqrt{3}} C_2 \right]^2 + \left[\frac{U_T+U_c}{2} C_1 + \frac{U_T+U_1+U_c}{2} C_2 - U_c (C_1+C_2) \right]^2}$ |

图 7 不同调压方式的转换选择器触头开断强度的计算

转换选择器上恢复电压初步计算示例：

变压器参数为 Y 联结中性点调压

额定容量： $P_N=325\text{MVA}$

高压绕组： $240\text{kV}(1 \pm 10 \times 1.25\%)$

绕组电容： $C_1=1950\text{pF}$ （主绕组和调压绕组之间）；

$C_2=450\text{pF}$ （调压绕组和地之间）。

假定绕组电容 C_1 和 C_2 集中在绕组中部，由上部参数可知： $U_1=240\text{kV}$ ； $U_T=240 \times 12.5\%=30\text{kV}$

$$|U_{r+}| = \frac{U_1}{2\sqrt{3}} \left(\frac{C_1}{C_1+C_2} \right) + \frac{U_T}{2\sqrt{3}} = (240/2\sqrt{3}) \times [1950/(1950+450)] + 30/2\sqrt{3} = 64.95\text{kV}$$

$$|U_{r-}| = \frac{U_1}{2\sqrt{3}} \left(\frac{C_1}{C_1+C_2} \right) - \frac{U_T}{2\sqrt{3}} = (240/2\sqrt{3}) \times [1950/(1950+450)] - 30/2\sqrt{3} = 47.63\text{kV}$$

$$I_{s+} = 2\pi \times 50 [240 \times 1950/2\sqrt{3} + (30/2\sqrt{3}) \times (1950+450)] = 48.97\text{mA}$$

$$I_{s-} = 2\pi \times 50 [240 \times 1950/2\sqrt{3} - (30/2\sqrt{3}) \times (1950+450)] = 35.91\text{mA}$$

2.9 粗细调漏磁感应的切换

电阻式分接开关当从细调分接绕组的末端变换到粗调绕组末端的操作过程中，在两个绕组反向串接下会在分接开关的切换回路中产生很大的漏磁感应（如图 7 所示），该漏磁感应将会成为该串接的内阻，使切换开关或选择开关的切换电流与恢复电压间产生相位移，从而延长切换电弧的熄弧时间。而在其他操作过程中仅有一个分接级漏磁感应的感抗，其与过渡电阻值相比级间绕组漏抗可以忽略不计。

在特殊情况下，该漏磁感应可能成为选择有载分接开关的决定因素，因此变压器设计单位在进行绕组设计时应保证不超过任一漏抗水平或分接开关指导单位宣称的切换参数。

2.10 变压器和相间失步状态

当两台（或以上）调压变压器并联运行时，可能由于不同分接开关的动作不同步而发生持续时间短暂的失步状态，它将导致变压器和有载分接开关的负载不相等。阻抗电压不同将引起负载电流不均衡。解释一下，不均衡与不相等是两个概念，比如两台容量不相等的变压器并联运行时，本身负载电流就不相等，按照内部阻抗进行合理分配。除此之外，电压的不同将在变压器之间产生循环电流，该循环电流被回路内的阻抗所限制。这些循环电流叠加在变压器负载电流上，影响最后操作的有载分接开关的开断强度。当评估开断条件时，不仅要考虑切换电流的绝对值，也要考虑产生在切换开关触头端口上的相位移。

如果在角接或星接的接线中采用单个单柱有载分接开关，即可能发生失步情况。不论有载分接开关的各个单柱是采用一台电动机构操动，还是由一个控制信号操动三台电动机构，都不可能保证切换开关或选择开关同步操作。如果分接绕组是角接，不平衡电压产生一个环流。在变压器绕组设计和采用合适的分接开关电流额定值时，应考虑此附加电流。

2.11 强制分流

对于额定通过电流大的单相分接开关，如果分接开关特殊型式或特殊应用上需要强制分流，

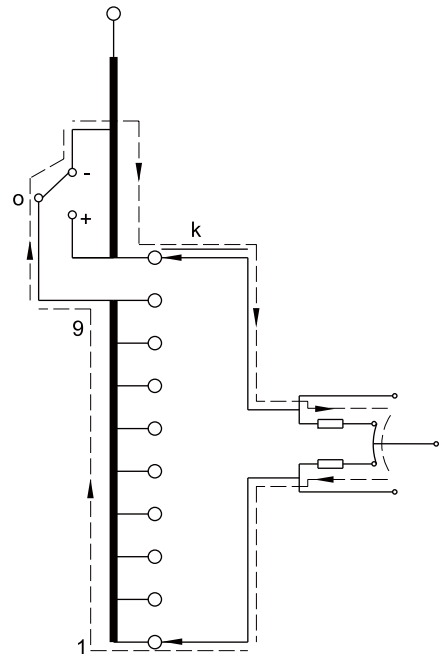


图 8 粗细调漏磁感应原理图

则考虑采用多个电流支路并联结构，变压器设计必须充分考虑两路或更多的并联绕组支路，并且要求分接绕组和主绕组都采用分流结构，并联绕组间的阻抗必须比切换开关的实际过渡电阻值至少高两到三倍，从而保证切换开关即便是在切换操作过程中也能强制分流，限制循环电流。在并联绕组支路之间任何附加循环电流不会引起最后操作的切换开关在标称的切换参数之外进行切换。在强制分流结构中，并联触头不可以短接。

当面临这种情况时，应向华明公司技术部门咨询。同时必须提供与并联绕组相关的完整的绕组布置图。

2.12 有载分接开关在非正弦电流的特种变压器上的应用

如果有载分接开关用于通过电流含有高次谐波的特种变压器时，变压器设计单位必须对通过电流的非正弦波的波形做出规定。这些非正弦通过电流对开断强度有很大的影响，必须通过切换开关进行控制。按旗循环或多电阻循环法工作的电阻式分接开关，主通断触头上的恢复电压升高等于通过电流在过渡电阻两端产生的电压降。因此恢复电压也是一个非正弦的波形。

变压器设计制造单位应向华明公司技术部门提供波形和过载状况的详细说明。

2.13 用于可变级电压的有载分接开关

有载分接开关在变磁通调压、分接绕组每匝级电压不相等、移相变压器级电压随负载和分接位置变化和电压波动很大等可变级电压系统中应用时，对分接开关的选型必须考虑可能出现的最大级电压。

当实际要求的级电压和相关通过电流不相同，必须在有载分接开关允许的切换容量范围内选择最大级电压和最大通过电流组合。有载分接开关必须按照最高级电压和最大通过电流同时发生进行设计。如果这对数值超出有载分接开关允许切换容量标称值，则应向华明公司技术部门进行咨询。

2.14 用于电炉变压器的有载分接开关

电炉变压器的负载特性较为特殊，运行中的过负载可达额定负载的 2.5 倍。因此，其匹配的有载分接开关也同样要承担相应的过负载，在分接开关选型时必须以实际过负载情况调整额定值，额定通过电流时允许级电压值必须降低到相应技术数据标称级电压值的 80%。

变压器设计单位在电炉变压器有载分接开关选型时应将变压器接线原理图和变压器铭牌提供给华明公司技术部门，以便分接开关的设计和生。

2.15 触头寿命

有载分接开关的工作负载试验为分接开关在最大额定通过电流和相关级电压下的基本操作次数确定了一条底线，各型号分接开关技术数据中标称的触头寿命数据是在相同的基础上确定的，例如：电流水平、电压水平、功率因数和分接变换范围等，各型号分接开关技术数据中分别给出了不同负载电流下的触头寿命。但是，当要求某台分接开关每年进行分接变换的操作次数异常高时，例如：电解变压器、电炉变压器等，其触头寿命应特殊对待。如果为了达到所要求的触头寿命而选用额定值较高的分接开关时，应注意环流的影响，分接开关过渡触头的烧损可能不均衡。

2.16 分接开关低温运行

如果有载分接开关油温预计低于 -25°C ，则必须在订货时特殊说明，以便华明公司采取相应的技术措施。如采用更适合低温的材料和元器件。

3 变压器设计与分接开关安装注意事项

分接开关必须垂直安装在变压器上，安装最大倾斜度不得超过 2%。各规格型号的分接开关与变压器的安装连接方式因变压器的结构而不同，详细安装方式见相应的分接开关技术数据。

4 分接开关附件

4.1 抽油管

有载分接开关通常都配置一个抽油管，变压器设计单位在设计抽油管高度时应参照图 8 高度要求。

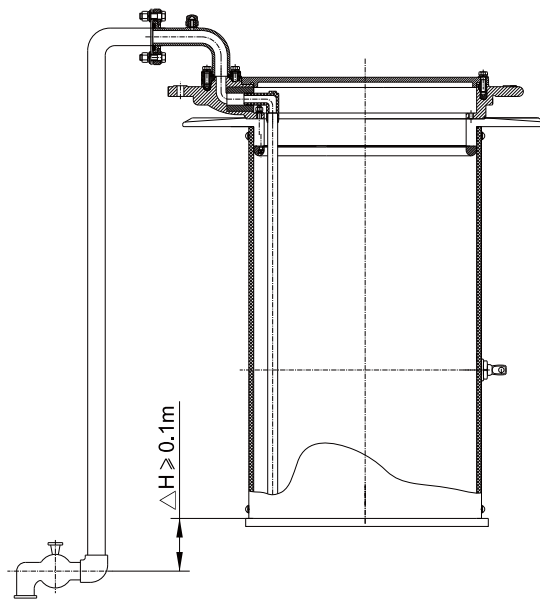


图 9 分接开关抽油管高度示意图

4.2 保护继电器

保护继电器是油浸式分接开关所用的一种保护装置，由于分接开关内部故障而使油分解产生气体或造成油流涌动时，使继电器的接点动作，接通指定的控制回路，并及时发出信号或自动切除变压器。

保护继电器安装在分接开关头部弯油管与储油柜之间的连接管路中，安装时使继电器上的箭头指向储油柜一侧。华明公司分接开关配置的保护继电器有 QJ4-25、QJ4G-25、QJ6-25 和 QJ4-25A 四种，但不同型号有载分接开关配置保护继电器型式不同。油中熄弧的油浸式有载分接开关适宜配置带保护接点的保护继电器，即配置 QJ4G-25 或 QJ6-25。真空管熄弧有载分接开关适宜配置带跳闸和报警双重接点的保护继电器，即配置 QJ4-25 或 QJ4-25A。保护继电器的外形尺寸和接点原理图见附图 1。

4.3 压力释放装置

压力释放阀和爆破盖是油浸式有载分接开关的安全保护装置，当分接开关内部发生事故时，油室内的油被气化，产生大量气体，使油室内部压力急剧升高，此压力如不及时释放将造成分接开关油室变形甚至爆裂，因此，安装压力释放装置可以避免事故的扩大化。

压力释放阀最初是安装在变压器油箱上的安全保护装置，它是一种自动密封释放阀，当过压

动作时阀盖打开,过压力立即被释放,并重新闭合,可重复使用,并将动作时刻的液体流失控制至最小。

爆破盖是在油室的顶盖上制造一个薄弱环节,一旦油室压力超过整定值时,顶破爆破盖,释放油室内的过压,从而起到避免油室被破坏的作用。

压力释放阀为低能故障保护装置,爆破盖为高能保护装置,而分接开关事故多为高能事故,因此建议分接开关不要配置压力释放阀,或采用以爆破盖为主压力释放阀为辅的双重安全保护装置。因此,压力释放阀作为分接开关的备选附件,用户可根据需要在分接开关订货时提出配置要求。

4.4 传动轴

传动轴是电动机构和分接开关之间的传动装置,其安装与连接布置图详见附图2。

4.5 伞齿轮盒

伞齿轮盒用于连接分接开关的水平轴和电动机构的垂直轴,使电动机构的驱动转矩传至分接开关,不同的分接开关配备不同传动比的伞齿轮盒,其外形尺寸见附图3和附图4。

4.6 在线净油装置

在线净油装置用于有载分接开关所用变压器油的循环过滤。该装置能够在变压器系统正常运行地情况下有效地滤除分接开关内变压器油中的游离碳及金属颗粒,并降低油中的水分含量,从而提高有载分接开关运行可靠性,延长维护周期。对于操作相对频繁的有载分接开关,例如:电炉变压器、整流变压器等,建议配备在线净油装置。与此同时,对于超高压变压器所配用有载分接开关,也需配置在线净油装置。

4.7 电动机构

有载分接开关由 SHM-D 及 CMA7 电动机构驱动,用户可依据不同型号分接开关选用所需要的电动机构,电动机构技术参数见表1。

4.8 分接开关操作控制器

3.8.1 HMC-3C型有载分接开关档位显示器

HMC-3C型有载分接开关位置显示器可与 CMA7 电动机构远方位置指示回路配合作为有载分接开关档位的远方显示,同时也具有有载分接开关的“1-N”、“停”、“N-1”功能及输出BCD码位置信号,并配有远控指示灯。

表 5 电动机构技术参数

| 项 目 | | 电动机构 | | CMA7 | | SHM-D |
|-------------------------|------------|------|--|-----------|------|------------|
| | | | | 750 | 1100 | 750 |
| 电 机 | 额定功率 (W) | | | 750 | 1100 | 750 |
| | 额定电压 (V) | | | 交流 380 三相 | | 200~240/AC |
| | 额定电流 (A) | | | 2.0 | 2.8 | 4 |
| | 频率 (Hz) | | | 50 或 60 | | 50 或 60 |
| | 转速 (r/min) | | | 1400 | | 330直驱 |
| 输出轴转动力矩 (Nm) | | | | 18 | 26 | 35静力矩 |
| 每级分接变换传动轴转数 (圈) | | | | 33 | | 33 |
| 每级分接变换手柄转数 (圈) | | | | 33 | | 33 |
| 每级分接变换电动操作时间 (s) | | | | 约 5 | | 约 6 |
| 最大工作位置数 | | | | 107 | | 107 |
| 控制回路及加热器电压 (V) | | | | ~ 220 | | ~ 220 |
| 加热器功率消耗 (W) | | | | 50 | | 100 |
| 辅助线路绝缘试验 (kV/50Hz,1min) | | | | 2 | | 2 |
| 重量 (kg) | | | | 90 | | 80 |
| 防护等级 | | | | IP66 | | IP66 |
| 电动机构机械寿命 (万次) | | | | ≥ 80 | | ≥ 200 |

HMC-3C显示器技术参数:

工作电压: AC220V

工作频率: 50Hz/60Hz

最大显示位置数: 107

工作温度: -10°C ~ +40°C

3.8.2 ET-SZ6自动控制器

ET-SZ6自动控制器(以下简称ET-SZ6),可与CMA7电动操作机构配合使用及通过与HMK8控制器连接与SHM-III电动机构配合使用。实现有载分接开关的手动和自动控制,3台自动控制器可以实现并联操作。ET-SZ6具有档位显示、动作次数记录功能,并可将档位信号转换为4-20mA模拟量信号输出远传,同时具有BCD(触点容量:AC220V/5A)码输出功能。也可通过RS-485(或RS-232)通讯接口与上位机通讯,实现分接开关档位的远程监控。

ET-SZ6自动控制器技术参数:

工作电压: AC220V ~ 240V

工作频率: 50Hz/60Hz

最大显示位置数: 35

工作温度: -20°C ~ +40°C

3.8.3 HMK-2A自动控制器

HMK-2A自动控制器(以下简称HMK-2A),实现有载分接开关的手动和自动控制。HMK-2A可以对上限电压、下限电压、欠电压、过电压、过电流、延时时间六个参数进行预置设定,并具有过电压、欠电压、过电流报警及闭锁功能,一旦电网出现故障,HMK-2A立即闭锁调压并输

出报警信号。HMK-2A同时具有BCD码（触点容量：DC28V/1A）输出功能。

HMK-2A自动控制器技术参数：

工作电压：AC220V

工作频率：50Hz/60Hz

最大显示位置数：35

工作温度：-20℃ +40℃

注：对于上述控制器其它电源技术要求，请用户订货时说明。

3.8.4 SHM-K远方数字控制器

SHM-K远方数字控制器(以下简称SHM-K)，可与SHM-D电动操作机构配合使用，实现分接开关的手动和自动控制，SHM-D电动操作机是本公司推出的新一代具有自主知识产权的智能化产品，SHM-K采用彩色高分辨率触摸屏，其主屏400M，FRASH256M，RAM64M，具有极快的运行速度及巨大的内存空间。它通过光纤与就地控制模块进行双向数字通讯。

SHM-K远方数字控制器技术参数

工作电压：AC 85~264V，50/60HZ；DC100~250V

功耗：约7W

最大显示位置数：107

工作环境：室内0℃~50℃；相对湿度<RH95%非凝露

5 分接开关的选型

5.1 选型原则和选型步骤

分接开关选型以满足变压器实际运行和试验条件为原则，一般情况下，电力变压器选用时不必要考虑分接开关参数的安全裕度，从而选择最高性价比的有载分接开关。但工业变压器选用时，必须考虑安全裕度。

分接开关选型时，变压器设计单位必须提供详细的与分接开关匹配的变压器参数。

变压器主要参数：

- 1) 额定容量 P_N
- 2) 变压器绕组连接方式（Y接中性点、D接、单相）
- 3) 额定电压，调压范围 $U_N(1 \pm x\%)$
- 4) 级数，分接绕组接线图
- 5) 额定绝缘水平
- 6) 冲击试验和交流感应试验时分接绕组上的电压梯度

由上述数据可以按下述步骤确定分接开关的基本数据、选择合适的分接开关型号：

第一、计算分接开关的切换参数：

- 1) 最大通过电流 I_{max} ：通过第 1、2和 3项计算
- 2) 级电压 U_{st} ：通过第 3和 4项计算
- 3) 切换容量： $P_{st}=U_{st} \times I_{max}$

第二、根据上述基本数据确定分接开关基本型号：

- 1) 有载分接开关的型号
- 2) 相数
- 3) 最大额定通过电流

第三、确定有载分接开关的绝缘水平和分接选择器（或选择开关）规格：

- 1) 确定有载分接开关的主绝缘水平

2) 确定有载分接开关的内部绝缘水平

3) 基本接线原理图

第四、核对以下参数：

1) 切换开关的开断容量

2) 短时过负载

3) 允许短路电流

4) 切换开关的触头寿命

5.2.1.1 电力变压器技术规范

a) 额定容量： $P_N=50\text{MVA}$

b) 变压器绕组连接方式：Y接中性点

c) 额定电压，调压范围：110 (1±10%) kV

d) 级数：±8级，带极性选择器，分接绕组接线图见图9

e) 额定绝缘水平：高压绕组 PF：230kV 50Hz, 1min

BIL：550kV 1.2/50 μs

f) 冲击试验和交流感应试验时分接绕组上的电压梯度

5.2.1.2 计算分接开关的切换参数

a) 最大通过电流 I_{max} ：

$$I_{N_{\text{max}}}=50 \times 10^3 / [110 \times (1-10\%) \times \sqrt{3}] \text{A} = 291.6 \text{A}$$

b) 级电压 U_{st} ：

$$U_{\text{st}}=110 \times 10^3 \times 10\% / [8 \times \sqrt{3}] = 793.9 \text{V}$$

c) 切换容量：

$$P_{\text{st}}=I_{N_{\text{max}}} \times U_{\text{st}}=291.6 \times 793.9 \times 10^{-3} \text{kVA} = 231.5 \text{kVA}$$

5.2.1.3 根据上述基本数据确定分接开关基本型号

a) 有载分接开关的型号：CM型

b) 相数：III相

c) 最大额定通过电流：500A

5.2.1.4 确定有载分接开关的绝缘水平和分接选择器规格

a) 确定有载分接开关的对地绝缘水平

由变压器调压原理图可知，该电力变压器为 Y 接中性点调压方式，分接开关对地绝缘水平可选 60kV 电压等级，即分接开关设备最高工作电压 $U_{\text{st}}=72.5\text{kV}$ ，PF：140kV 50Hz, 1min；BIL：350kV 1.2/50 μs。

b) 确定有载分接开关的内部绝缘水平

分接绕组最大最小分接“a”和不同相分接绕组的任意分接间“b”呈现最大冲击电压负荷可由电压梯度 K 计算，其中取 $K=3.5$ ，则 $U_{\text{max}}=3.5 \times 10\% \times 550\text{kV}=192.5\text{kV}$ 。

绝缘间距“a”和“b”上呈现的交流工作电压负荷 $\Sigma U_i=793.9\text{V} \times 8=6351\text{V}$ ，则绝缘间距“a”和“b”的额定外施耐受电压值应为 2—3 倍的交流工作电压负荷，即 $6351\text{V} \times 3=19053\text{V}$ 。因此，选 20kV 50Hz, 1min。

由上述数据可知分接选择器选择 B 级。

c) 基本接线原理图

由上述参数可知分接选择器应为：10193W。

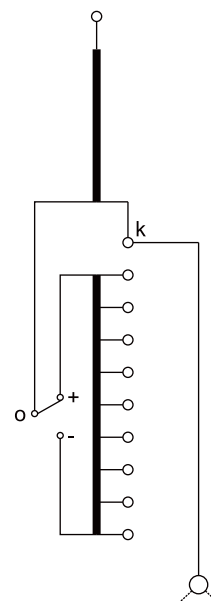


图 10 变压器接线原理图

5.2.1.5 选择合适的分接开关

经进一步核实，选定分接开关的规格为：CMIII-500Y/72.5B-10193W

| | | | | |
|------------------------------|---------|---------------------------|--|-------------------------|
| 额定容量：50MVA； 最大通过电流：291.6A | Y接中性点调压 | 额定电压调压范围： 110(1±10%)kV | 对地绝缘PF：140kV 50Hz,1min BIL：350kV 1.2/50μs 内绝缘PF：20kV 50Hz,1min BIL：192.5kV 1.2/50μs | 分接开关为 ±8级,带极 性选择器 |
| 型号、相数、额定通过电流 | | Um、分接选择器绝缘等级 | | 基本接线图 |
| CMIII-500Y | | 72.5/B | | 10193W |

5.2.2 选型示例 2

5.2.2.1 电力变压器技术规范

- 额定容量 $P_N=600\text{MVA}$
- 变压器绕组连接方式：Y接
- 额定电压，调压范围：220 (1±10%) kV
- 级数：±8级，带极性选择器，分接绕组接线图见图 10
- 额定绝缘水平：高压绕组 PF：230kV 50Hz, 1min
BIL：550kV 1.2/50 μs
- 冲击试验和交流感应试验时分接绕组上的电压梯度

5.2.2.2 计算分接开关的切换参数

- 最大通过电流 I_{\max} ：
 $I_{N\max}=600 \times 10^3 / [220 \times (1-10\%) \times \sqrt{3}] \text{A}=1750\text{A}$
- 级电压 U_{st} ：
 $U_{st}=220 \times 10^3 \times 10\% / [8 \times \sqrt{3}] = 1587.7\text{V}$
- 切换容量：
 $P_{st}=I_{N\max} \times U_{st}=1750 \times 1587.7 \times 10^{-3} \text{kVA}=2778.5\text{kVA}$

5.2.2.3 根据上述基本数据确定分接开关基本型号

- 有载分接开关的型号：CMD型
- 相数：1相
- 最大额定通过电流：2400A

5.2.2.4 确定有载分接开关的绝缘水平和分接选择器

- 确定有载分接开关的对地绝缘水平

由变压器调压原理图可知，该自耦变压器为中部调压方式，分接开关对地绝缘水平可选 110kV 电压等级，即分接开关设备最高工作电压 $U_{st}=126\text{kV}$ ，PF：230kV 50Hz, 1min；BIL：550kV 1.2/50 μs。

- 确定有载分接开关的内部绝缘水平

分接绕组最大最小分接“a”上呈现最大冲击电压负荷可由电压梯度 K 计算，其中取 $K=5$ ，则 $U_{\max}=5 \times 10\% \times 550\text{kV}=275\text{kV}$ 。

绝缘间距“a”上呈现的交流工作电压负荷 $\Sigma U_i=1587.7\text{V} \times 8=12701.6\text{V}$ ，则绝缘间距“a”的额定外施耐受电压值应为 2~3 倍的交流工作电压负荷，即 $12701.6\text{V} \times 3=38\text{kV}$ 。因此，选 50kV 50Hz, 1min。

由上述数据可知分接选择器选择 C 级。

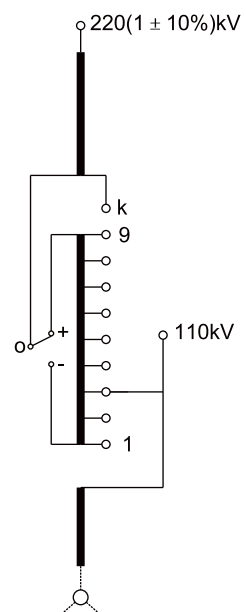


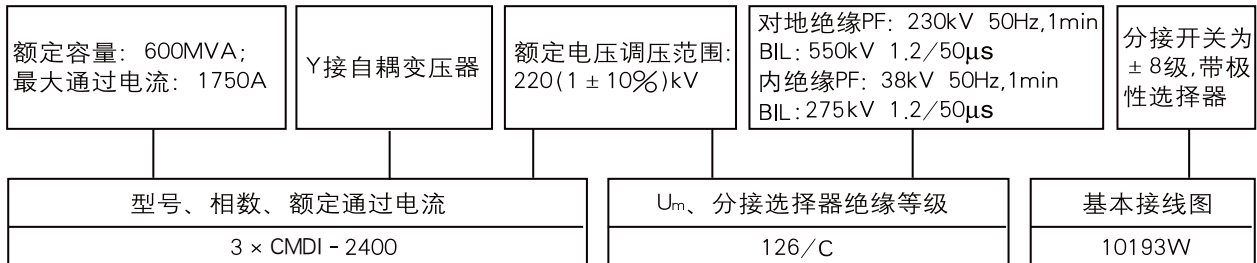
图 11 变压器接线原理图

c) 基本接线原理图

由上述参数可知分接选择器应为：10193W。

4.2.2.5、选择合适的分接开关

经进一步核实，选定分接开关的规格为：3 × CMDI-2400/126C-10193W

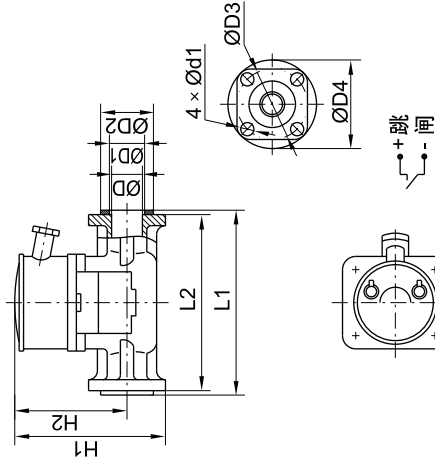


6 附录

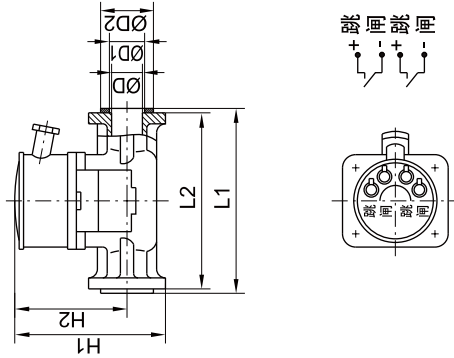
| | |
|----------------------------------|----|
| 附图 1 气体继电器外形尺寸图 | 21 |
| 附图 2 传动轴安装示意图 | 22 |
| 附图 3 伞齿轮盒外型尺寸图 | 23 |
| 附图 4 4 : 1 齿轮盒尺寸图 | 24 |
| 附图 5 CMA7电动机机构外形尺寸图 | 25 |
| 附图 6 SHM-D电动机机构外形尺寸图 | 26 |
| 附图 7 SHM-DL电动机机构外形尺寸图 | 27 |
| 附图 8 CMA7电动机机构电气原理图 | 28 |
| 附图 9 SHM-D电动机机构电气原理图 | 29 |
| 附图 10 HMC-3C档位显示器示意图及尺寸 | 30 |
| 附图 11 ET-SZ6自动控制器示意图及尺寸 | 31 |
| 附图 12 HMK-2A自动控制器示意图及尺寸 | 32 |
| 附图 13 HMC-3C档位显示器接线原理图 | 33 |
| 附图 14 ET-SZ6自动控制器接线原理图 | 34 |
| 附图 15 HMK-2A 自动控制器接线原理图 | 35 |
| 附图 16 SHM-K控制器示意图及尺寸 | 36 |
| 附表 1 ET-SZ6自动控制器与 CMA7电动机机构连接对应表 | 37 |
| 附表 2 HMK-2A自动控制器与 CMA7电动机机构连接对应表 | 38 |

附图 1 气体继电器外形尺寸图

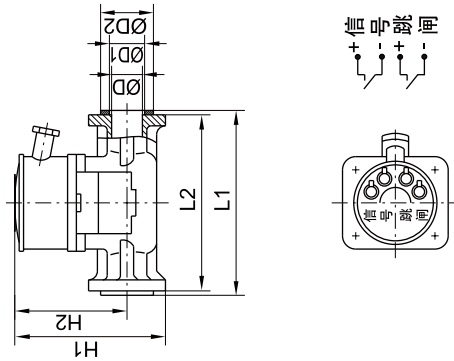
QJ4G-25 型气体继电器



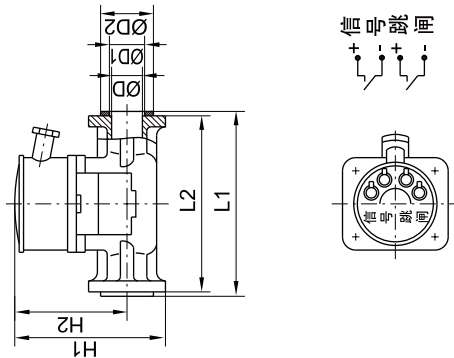
QJ6G-25 型气体继电器



QJ4-25 型气体继电器



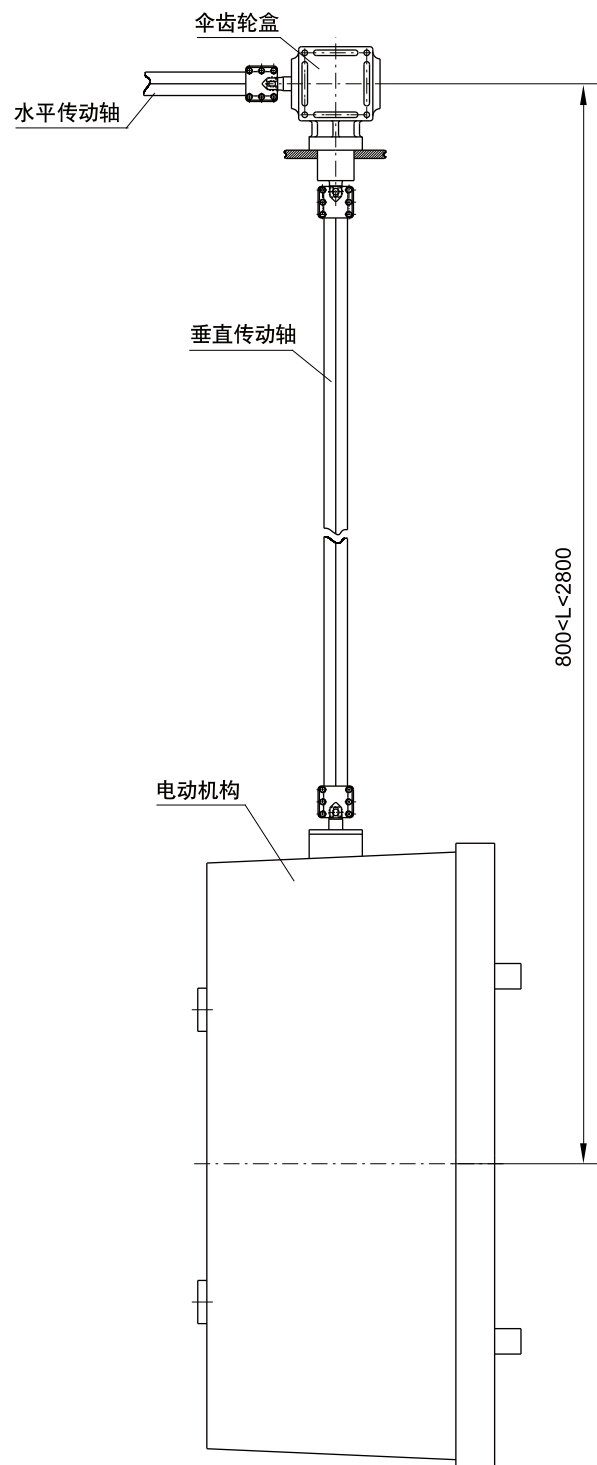
QJ4-25A 型气体继电器



| 型号 | D | D1 | D2 | D3 | D4 | d1 | H1 | H2 | L1 | L2 | 备注 |
|---------|----|----|----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-------------------------|
| QJ4-25A | 25 | 35 | 65 | 85 | 115 | 14 | 215 | 153 | 208 | 200 | 单跳闸, 单信号, 配装取气盒, 用于有载开关 |
| QJ4-25 | 25 | 35 | 65 | 85 | 115 | 14 | 215 | 153 | 208 | 200 | 单跳闸, 单信号, 用于有载开关 |
| QJ4G-25 | 25 | 35 | 65 | 85 | 115 | 14 | 195 | 133 | 208 | 200 | 单跳闸, 用于有载开关 |
| QJ6-25 | 25 | 35 | 65 | 85 | 115 | 14 | 215 | 153 | 208 | 200 | 双跳闸, 用于有载开关 |

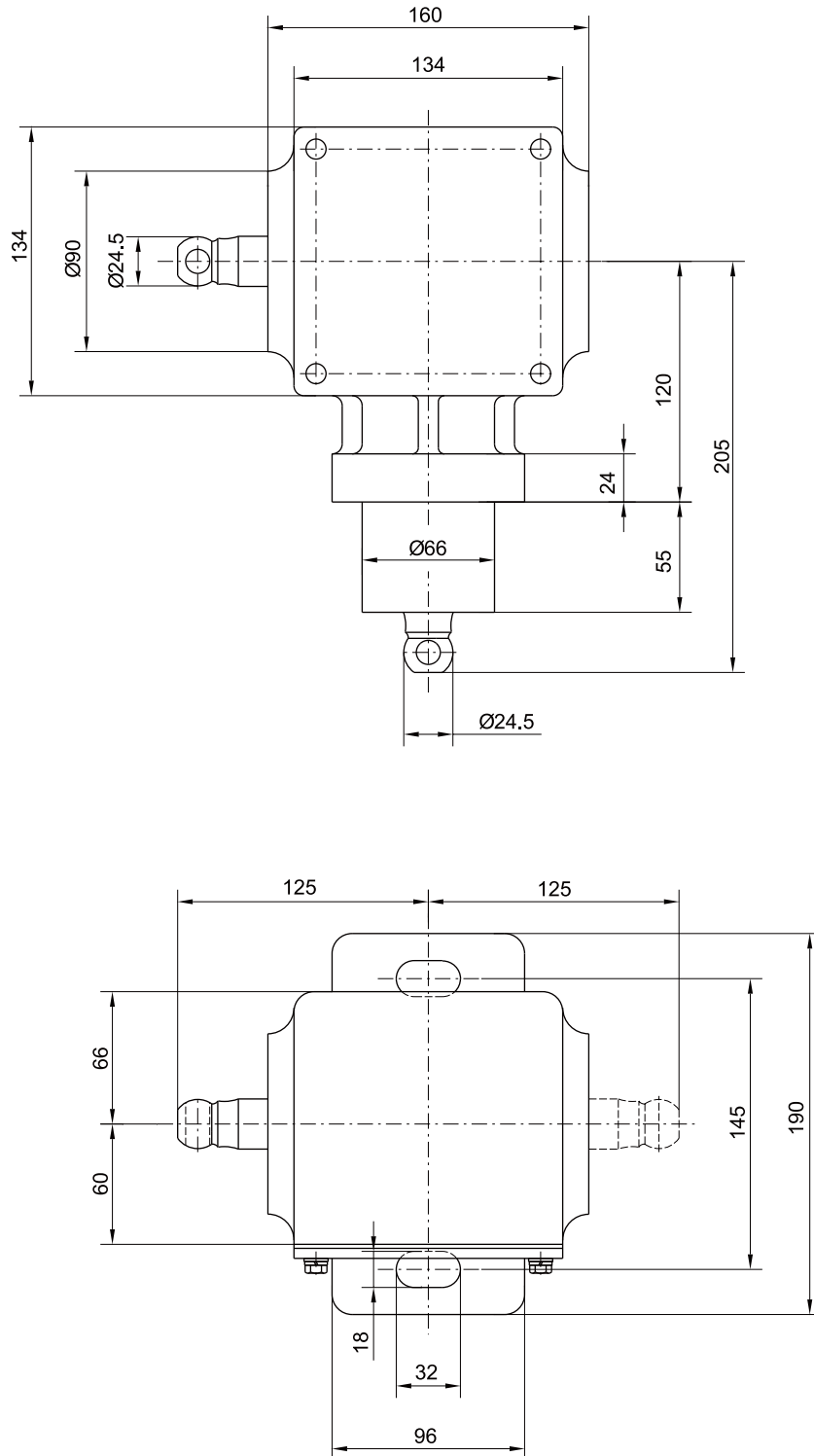
单位: mm

附图 2 传动轴安装示意图

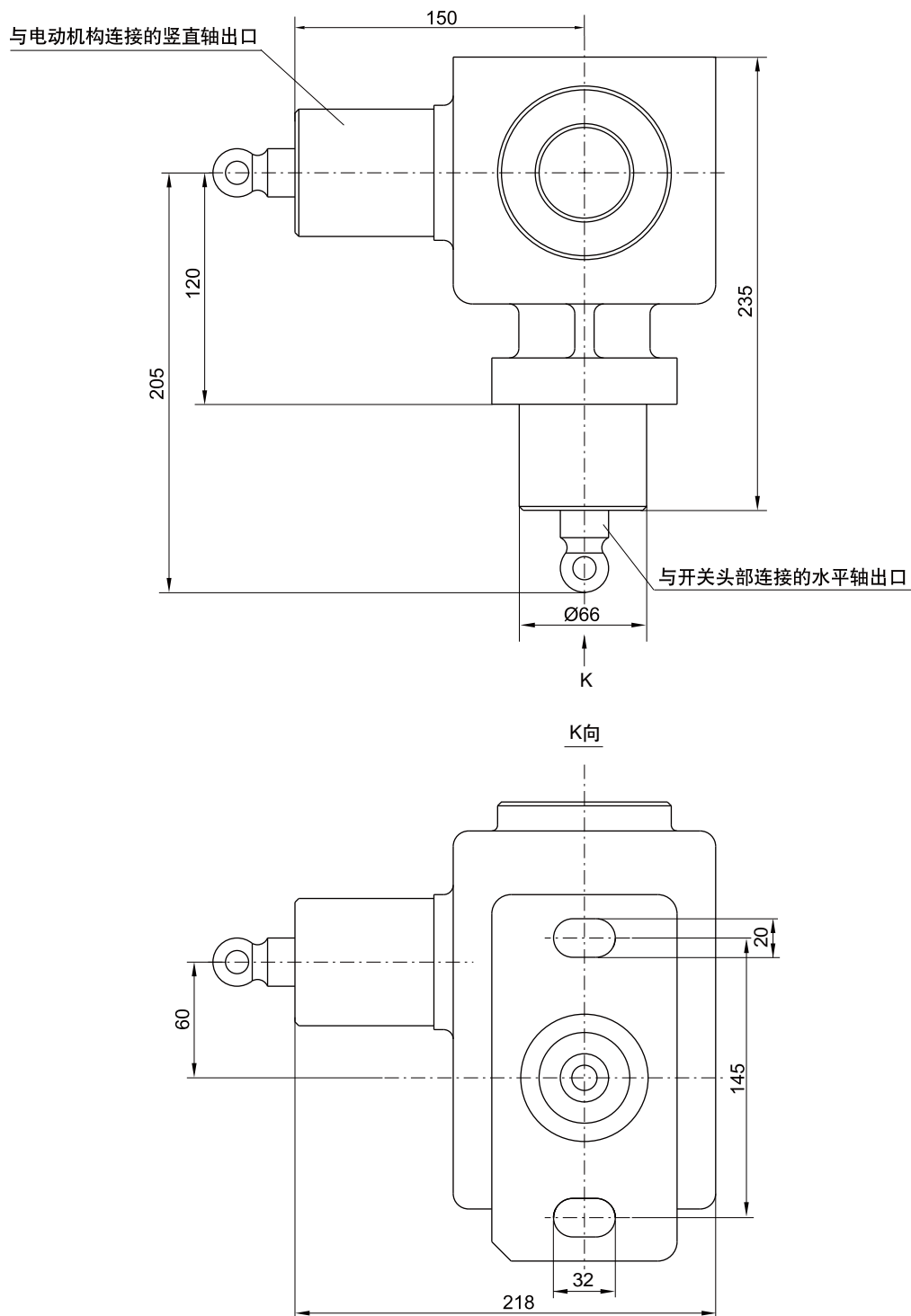


单位: mm

附图 3 伞齿轮盒外型尺寸图



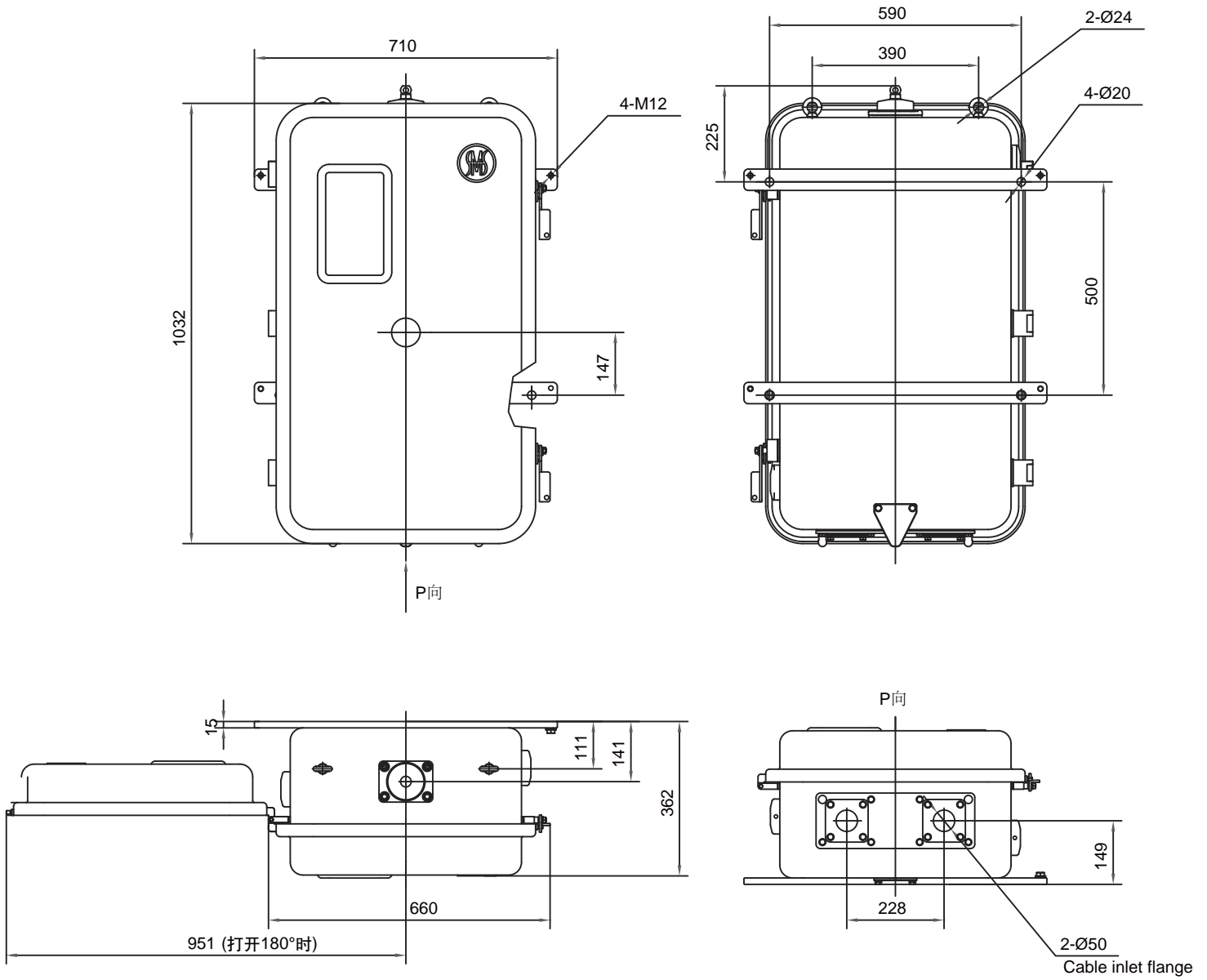
单位: mm

附图 4 4 : 1 齿轮盒尺寸图


注：4:1齿轮盒用在CMA7和SHM-III电动机构配CMD、SHZV开关传动上

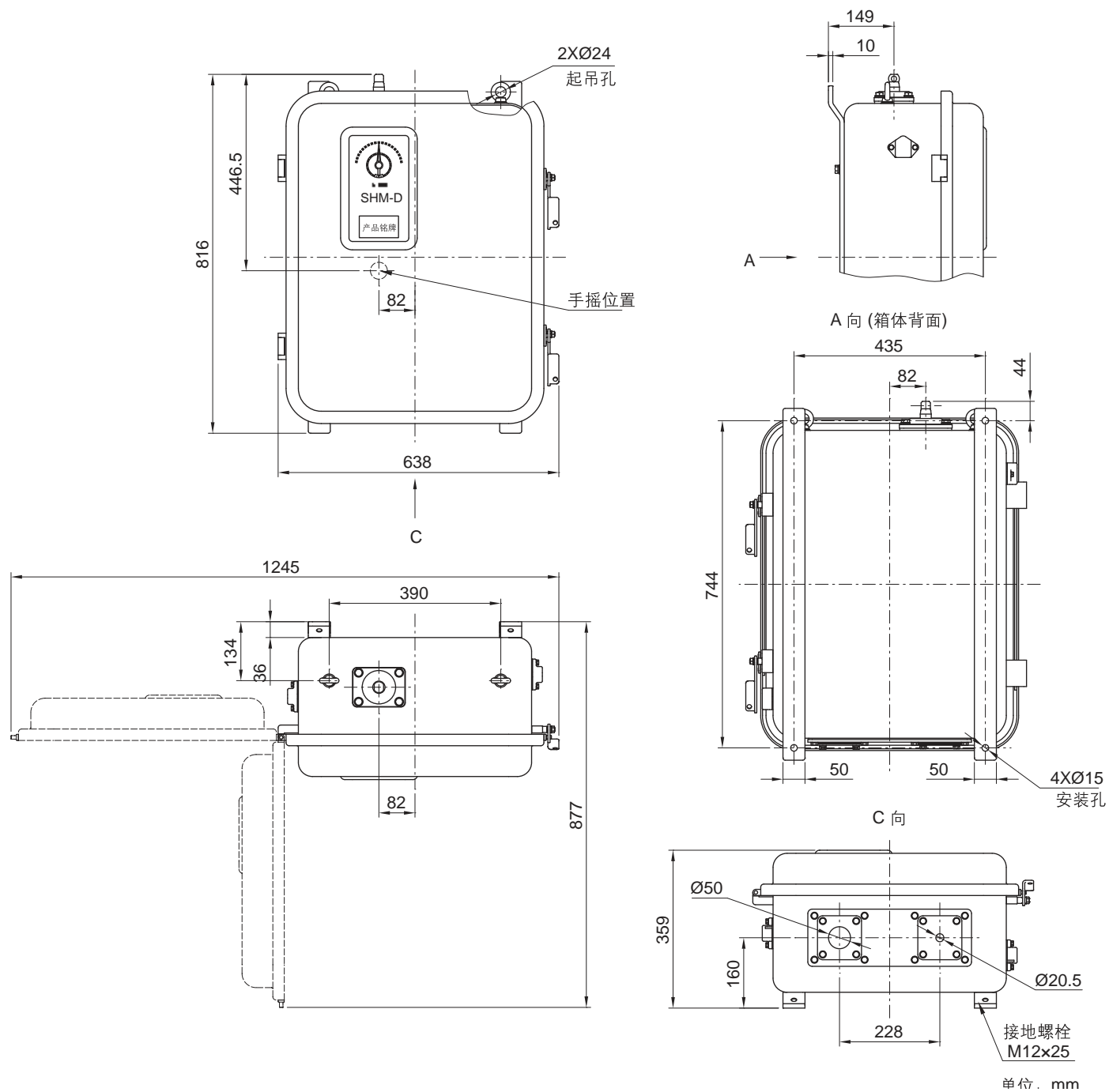
单位：mm

附图 5 CMA7 电动机构外形尺寸图



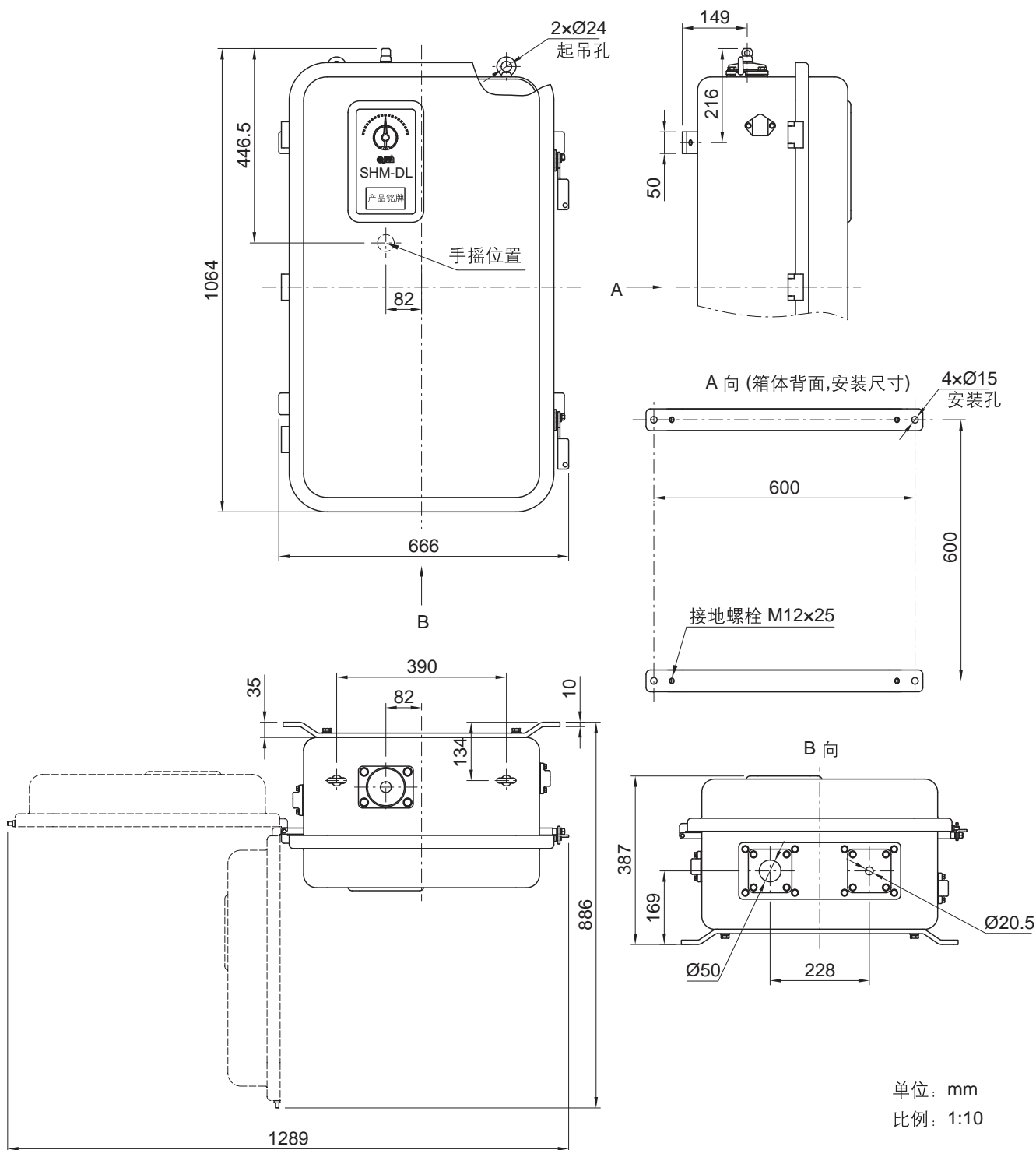
单位: mm

附图 6 SHM-D 电动机构外形尺寸图

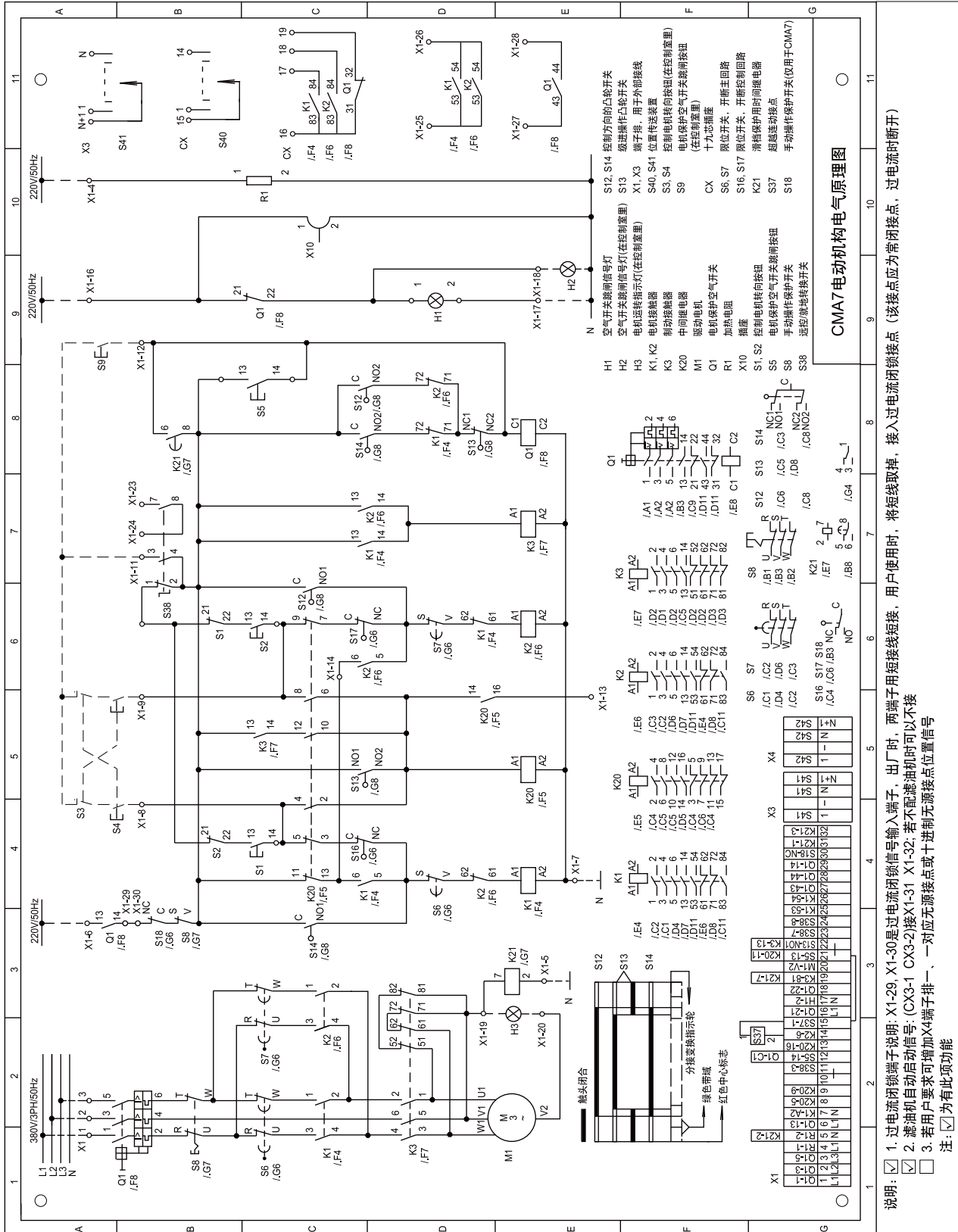


单位: mm

附图 7 SHM-DL 电动机构外形尺寸图

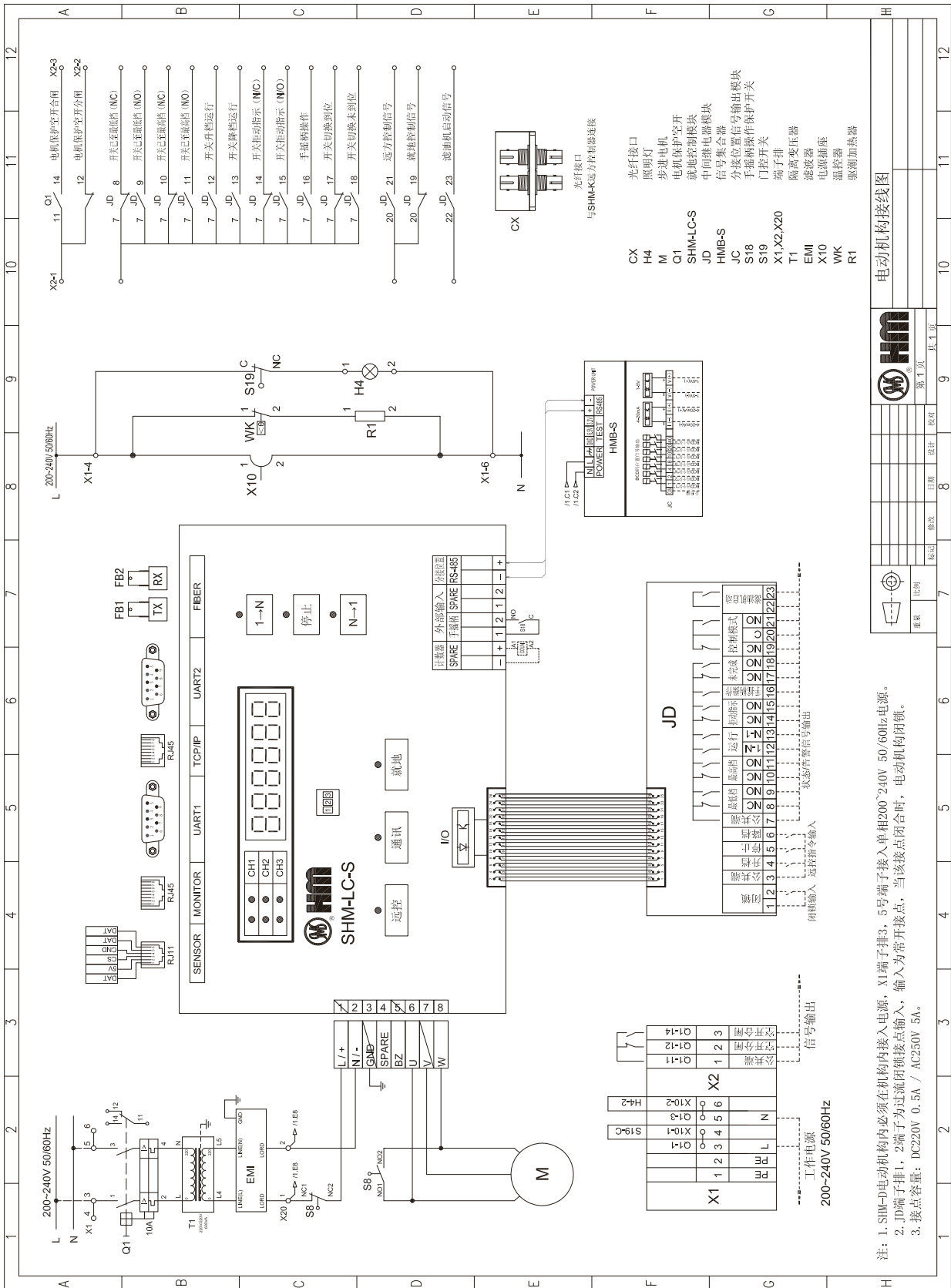


附图 8 CMA7 电动机构电气原理图

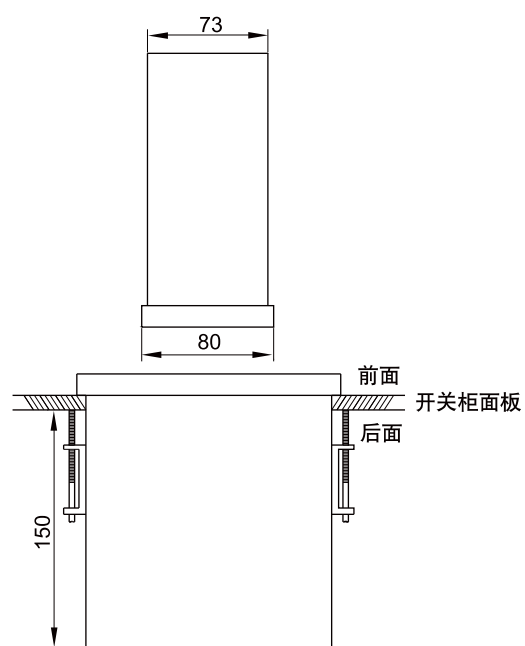
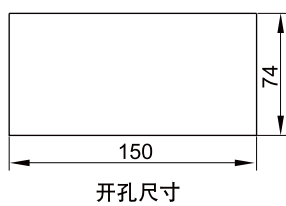
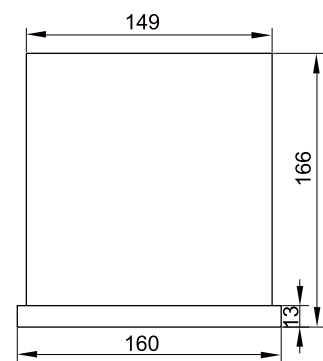
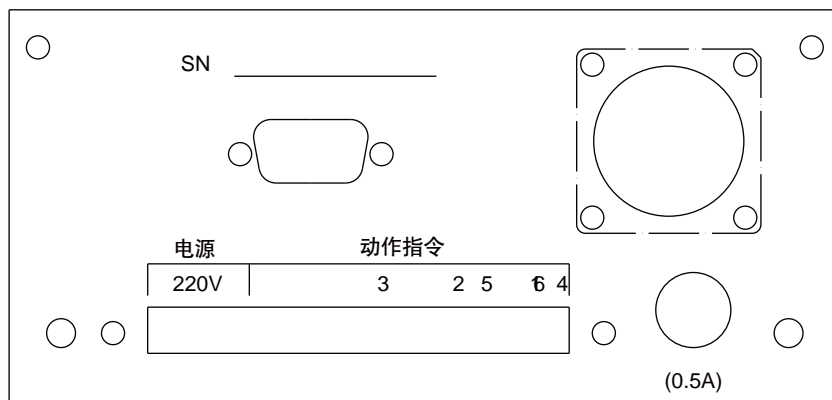
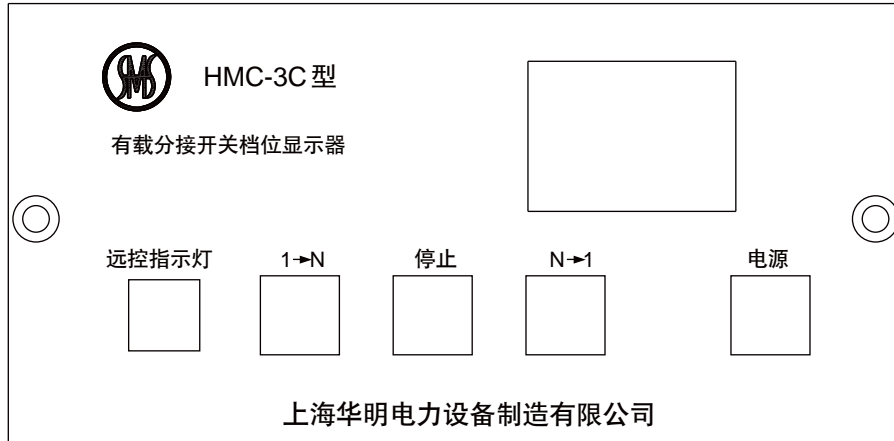


说明: 1. 过电流闭锁端子说明: X1-29, X1-30是过电流闭锁信号输入端子, 出厂时, 两端子用短接线连接, 用户使用时, 将短接线去掉, 接入过电流闭锁触点 (该触点应为常闭触点, 过电流时断开)
 2. 燃油机自动启动信号: (CX3-1 CX3-2)接X1-31 X1-32; 若不配燃油机时可以不接
 3. 若用户要求可增加X4端子排, 一对应无源触点或十进制无源触点位置信号
 注: 为此项功能

附图 9 SHM-D 电动机构电气原理图



附图 10 HMC-3C 档位显示器示意图及尺寸

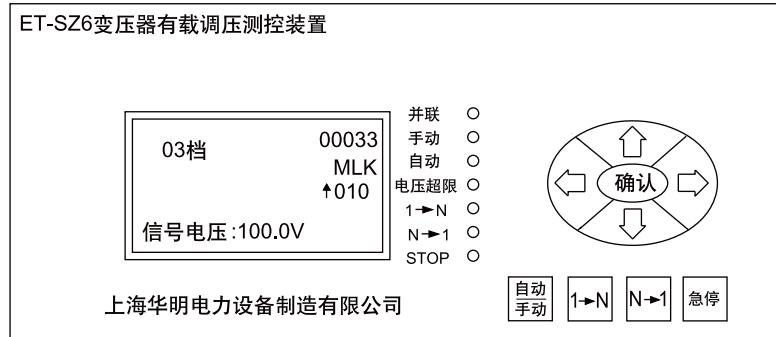


安装示意图

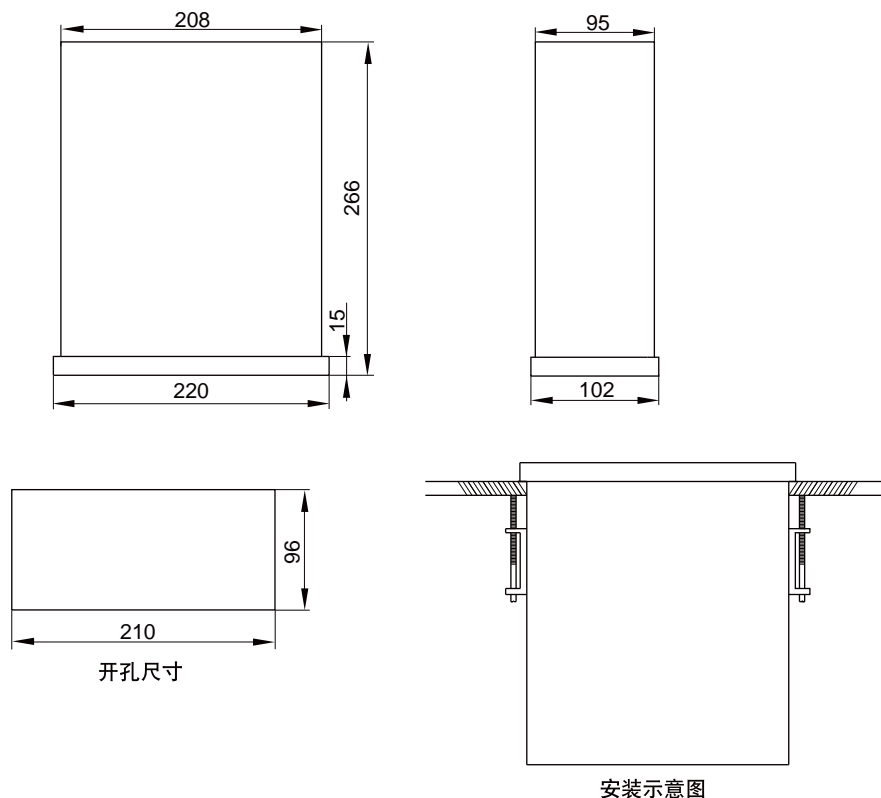
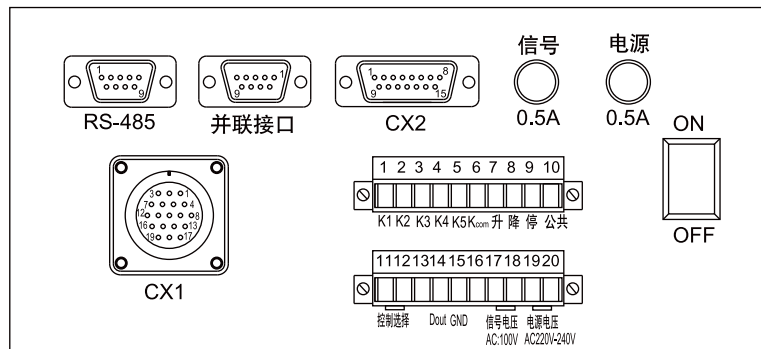
单位: mm

附图 11 ET-SZ6 自动控制器示意图及尺寸

ET-SZ6自动控制器前面板



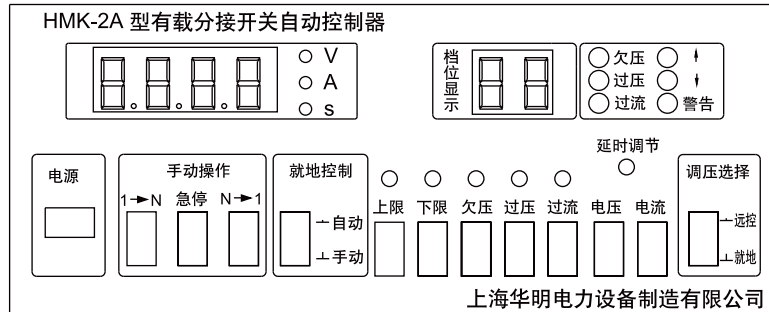
ET-SZ6自动控制器后面板



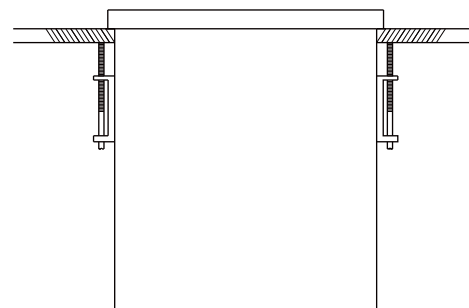
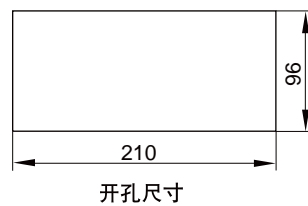
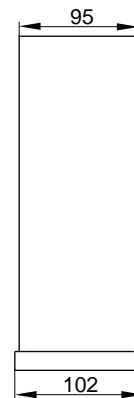
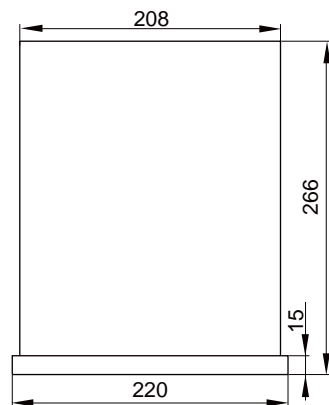
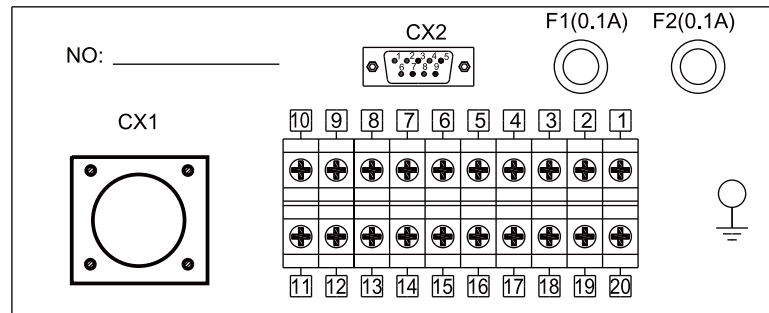
单位: mm

附图 12 HMK-2A 自动控制器示意图及尺寸

HMK-2A 自动控制器前面板



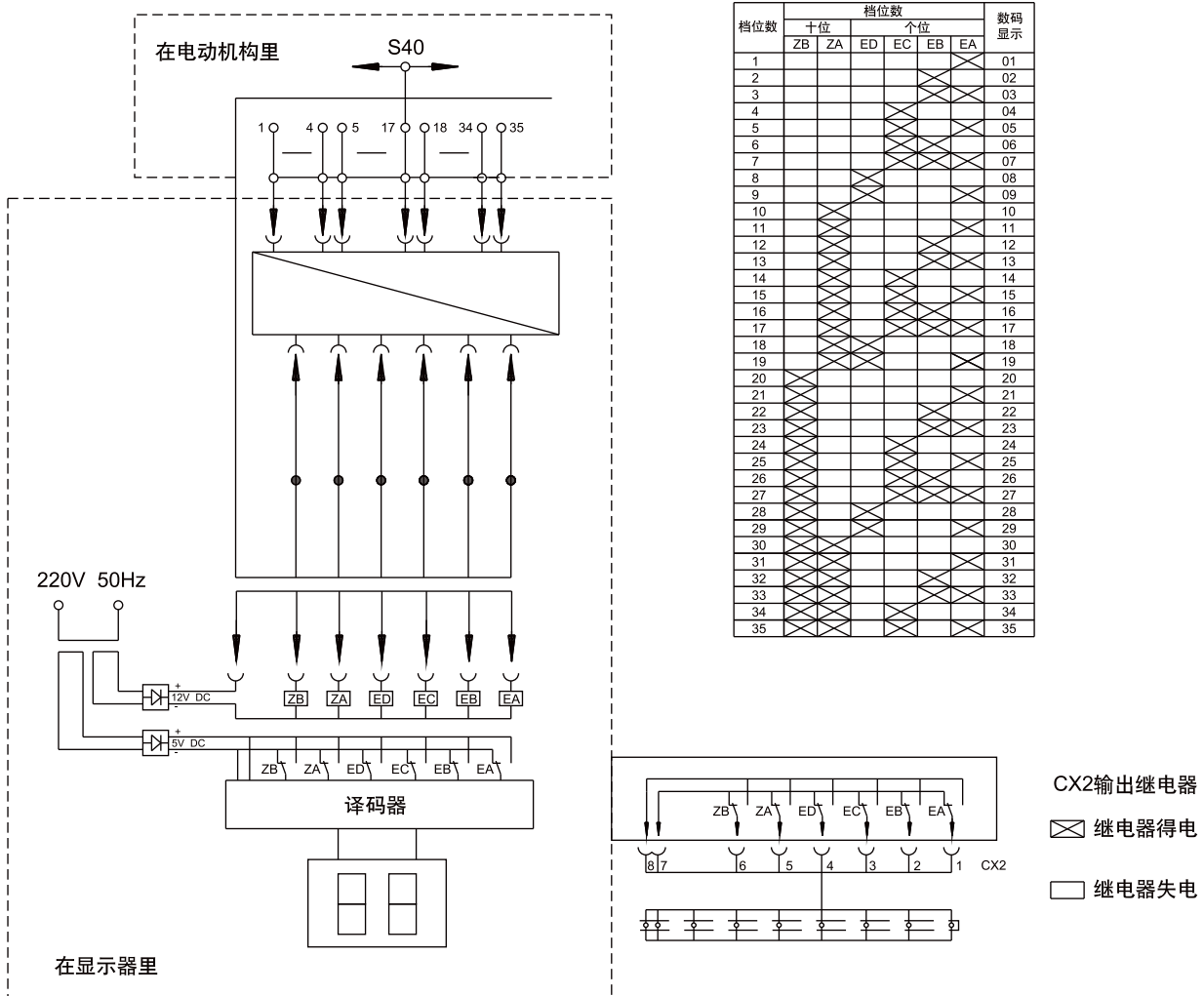
HMK-2A 自动控制器后面板



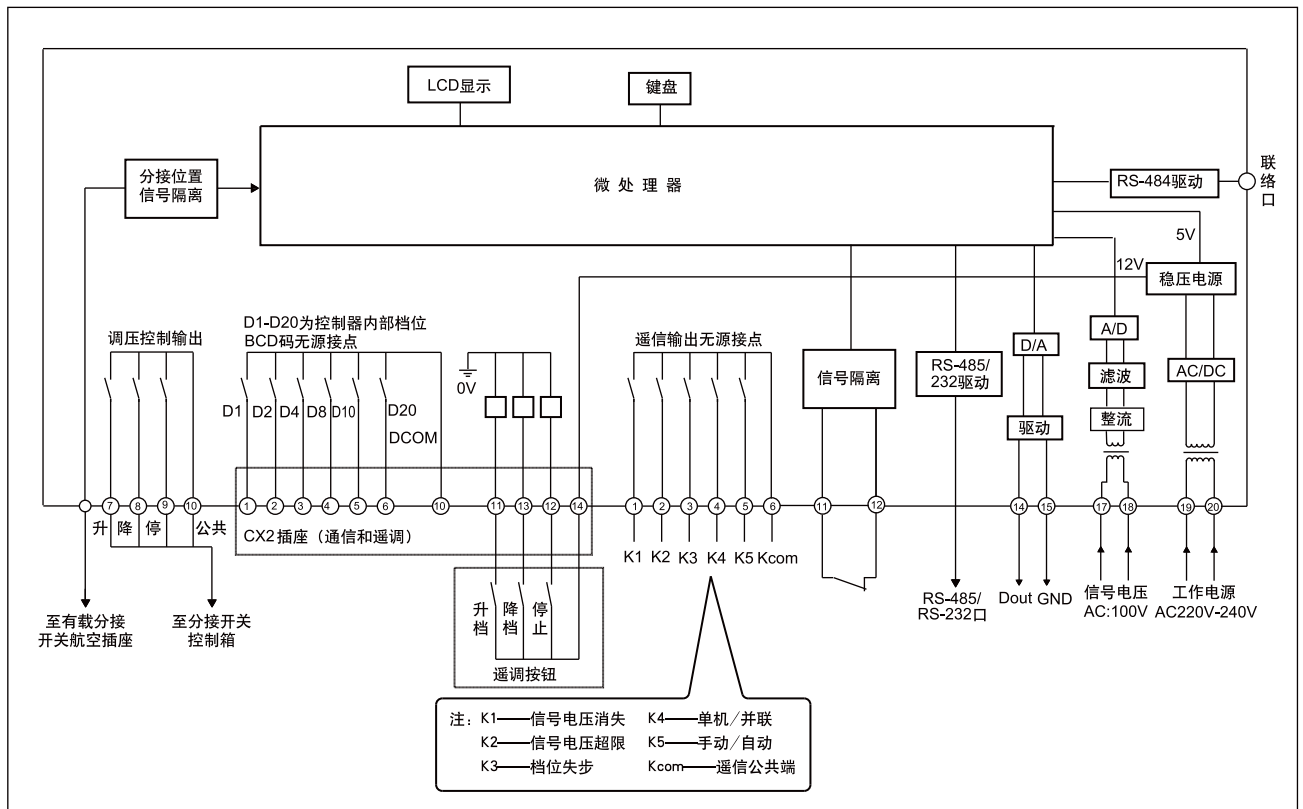
安装示意图

单位: mm

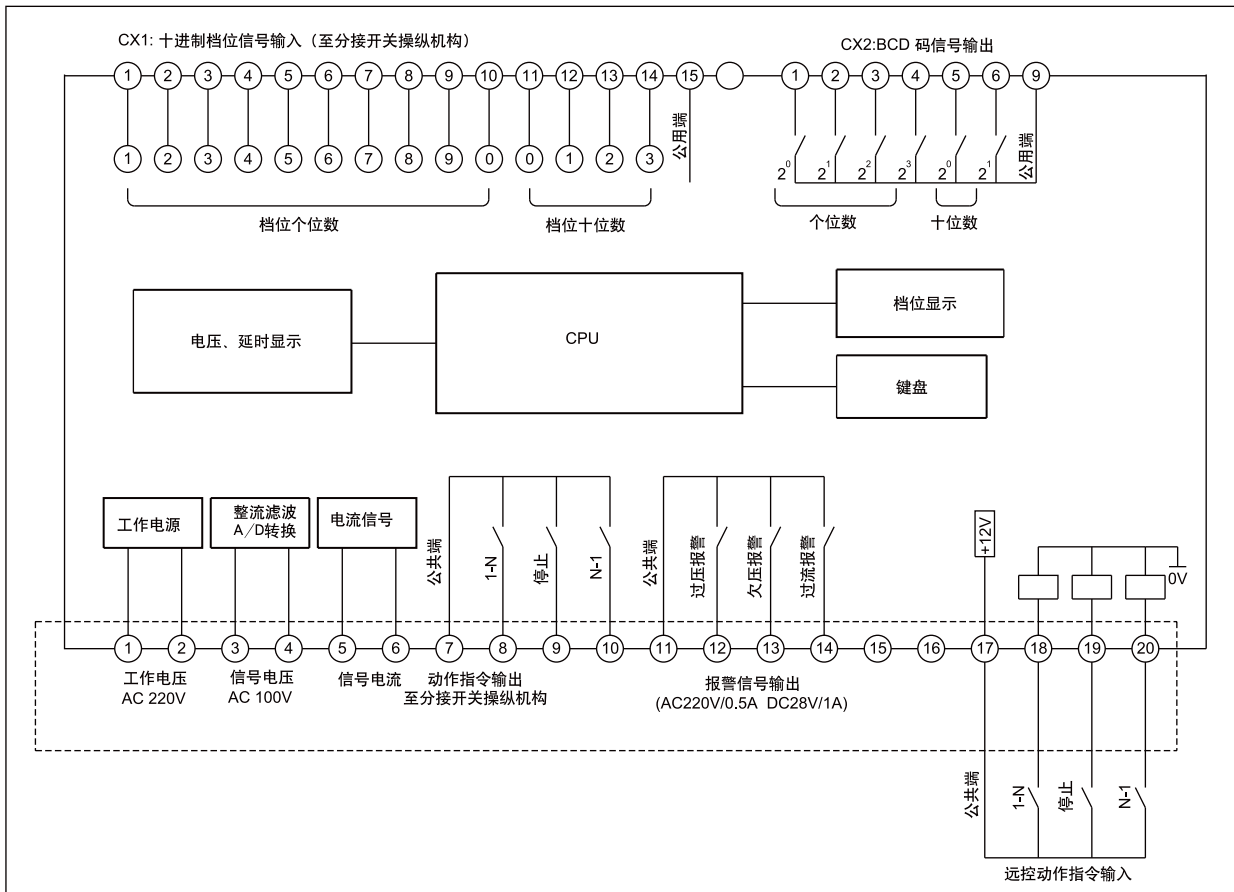
附图 13 HMC-3C 档位显示器接线原理图

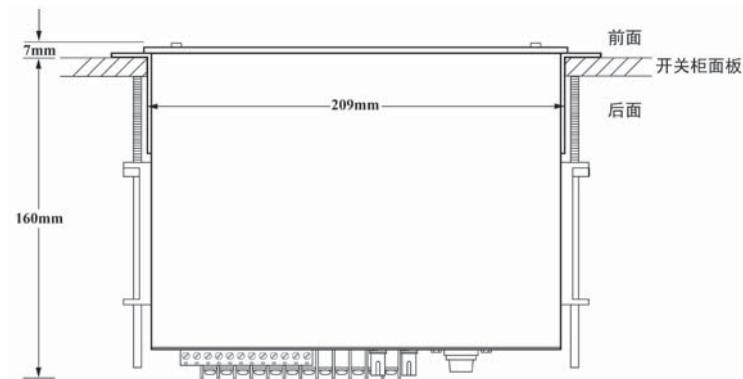
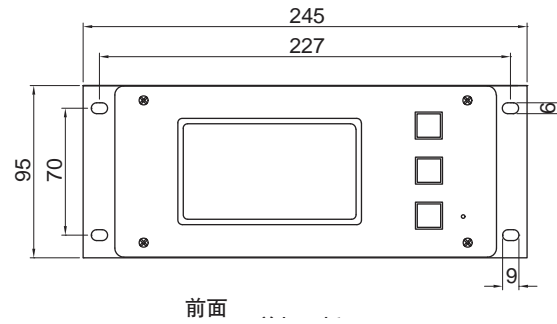


附图 14 ET-SZ6 自动控制器接线原理图



附图 15 HMK-2A 自动控制器接线原理图



附图 16 SHM-K控制器示意图及尺寸


安装方式可采用前面螺丝固定安装，也可如右上图采用两侧的卡销锁紧安装
 开孔尺寸：210mm×96mm（长×宽）

附表 1 ET-SZ6 自动控制器与 CMA7 电动机构连接对应表

| ET-SZ6 自动控制器 | | CMA7 电动机构 | 说明 |
|--------------|--------|-----------|------------|
| 端子排 | 7 | X1-8 | 1-N 指令 |
| | 9 | X1-12 | 停止指令 |
| | 8 | X1-9 | N-1 指令 |
| | 10 | X1-11 | 指令输出公共端 |
| CX1 航空插头 | CX1-1 | CX-1 | 分接开关档位个位 1 |
| | CX1-2 | CX-2 | 分接开关档位个位 2 |
| | CX1-3 | CX-3 | 分接开关档位个位 3 |
| | CX1-4 | CX-4 | 分接开关档位个位 4 |
| | CX1-5 | CX-5 | 分接开关档位个位 5 |
| | CX1-6 | CX-6 | 分接开关档位个位 6 |
| | CX1-7 | CX-7 | 分接开关档位个位 7 |
| | CX1-8 | CX-8 | 分接开关档位个位 8 |
| | CX1-9 | CX-9 | 分接开关档位个位 9 |
| | CX1-10 | CX-10 | 空 |
| | CX1-11 | CX-11 | 空 |
| | CX1-12 | CX-12 | 分接开关档位十位 1 |
| | CX1-13 | CX-13 | 分接开关档位十位 2 |
| | CX1-14 | CX-14 | 分接开关档位十位 3 |
| | CX1-15 | CX-15 | 分接开关档位公共端 |
| | CX1-16 | CX-16 | 动作指示灯公共端 |
| | CX1-17 | CX-17 | 1-N 指示 |
| | CX1-18 | CX-18 | N-1 指示 |
| | CX1-19 | CX-19 | 停止指示 |

附表 2 HMK-2A 自动控制器与 CMA7 电动机构连接对应表

| HMK-2A 自动控制器 | | CMA7 电动机构 | 说明 |
|--------------|--------|-----------|------------|
| 端子排 | 8 | X1-8 | 1-N 指令 |
| | 9 | X1-12 | 停止指令 |
| | 10 | X1-9 | N-1 指令 |
| | 7 | X1-11 | 指令输出公共端 |
| CX1 航空插头 | CX1-1 | CX-1 | 分接开关档位个位 1 |
| | CX1-2 | CX-2 | 分接开关档位个位 2 |
| | CX1-3 | CX-3 | 分接开关档位个位 3 |
| | CX1-4 | CX-4 | 分接开关档位个位 4 |
| | CX1-5 | CX-5 | 分接开关档位个位 5 |
| | CX1-6 | CX-6 | 分接开关档位个位 6 |
| | CX1-7 | CX-7 | 分接开关档位个位 7 |
| | CX1-8 | CX-8 | 分接开关档位个位 8 |
| | CX1-9 | CX-9 | 分接开关档位个位 9 |
| | CX1-10 | CX-10 | 空 |
| | CX1-11 | CX-11 | 空 |
| | CX1-12 | CX-12 | 分接开关档位十位 1 |
| | CX1-13 | CX-13 | 分接开关档位十位 2 |
| | CX1-14 | CX-14 | 分接开关档位十位 3 |
| | CX1-15 | CX-15 | 分接开关档位公共端 |
| | CX1-16 | CX-16 | 空 |
| | CX1-17 | CX-17 | 空 |
| | CX1-18 | CX-18 | 空 |
| | CX1-19 | CX-19 | 空 |

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