

互为备用潜污泵控制系统设计

为了提高潜污泵控制系统的稳定性，以便污水及时有效排出，一备一用控制系统必不可少。考虑到工程现场应用的实用性及经济性，利用继电器—接触器等开关器件进行控制实现两个回路的相互备用，与常规PLC控制相比，不仅价格低廉，节约成本，而且便于后期维护。

周 源 张 超/中建三局第一建设工程有限责任公司

0 引言

现代生产车间、厂房、重要设备机房及楼宇建筑中都设有集水坑及配套抽水排水系统设备，为了保证集水坑能够及时有效地排除积水，避免设备由于浸水遭受损害，导致整个控制系统无法正常运行，需要一套稳定的水泵控制系统。根据排水系统特性及工程现场应用环境，结合项目建设成本及后期运行维护的便利性，利用接触器及热继电器等保护控制元器件设计了一套互为备用的潜污泵控制系统。当其中一路控制系统出现故障时即可自动切入另一路系统工作，确保水泵正常运行。

1 控制系统功能和结构

控制系统包括手动就地控制、自动控制、高水位起泵、低水位停泵、超高溢流水位双泵投入、故障报警、备用电源自动投入、楼宇自动化系统（Building Automation System, BAS）远程监视控制及工作状态反馈等功能。

潜污泵控制系统由一次主电路和二次控制回路组成。一次主电路作用是给水泵供应电源，主要由断路器、接触器主触头、热继电器热元件及水泵组成，

如图1所示。二次控制回路作用是对水泵进行控制保护及远程监视，主要由接触器线圈及辅助触头、继电器线圈及辅助触头、转换开关、控制按钮和指示灯等组成，如图2所示。

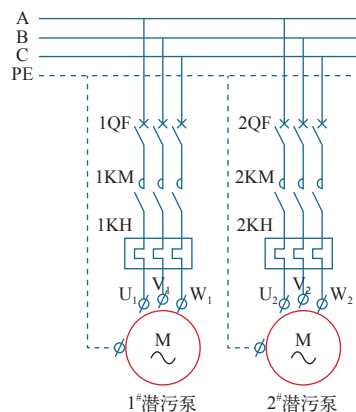


图1 一次主电路

2 控制系统工作原理设计

2.1 手动控制原理

手动控制是本控制系统中最基本的就地控制方式，两台潜污泵分别对应两个控制回路，互不干扰，其控制过程如下：当旋钮开关SA扳到手动位置时，SA⑪—⑫及SA⑰—⑱导通闭合，此时系统处于手动状态位置；当按下起动按钮1SF时，1#泵接触器1KM接通自锁，1KM(n-p)闭合，1#泵运行，运行指示灯1HR点亮；当按下1#泵停止按钮1SS时，1#泵接触器1KM断电失去自锁，1KM(n-p)断开，1#泵停止，运行指示灯1HR熄灭；同理，当按下起动按钮2SF时，2#泵接触器2KM接通自锁，2KM(v-w)闭合，2#泵运行，运行指示



周 源/工程师

关键词/Keywords

互为备用·

潜污泵·

控制系统·

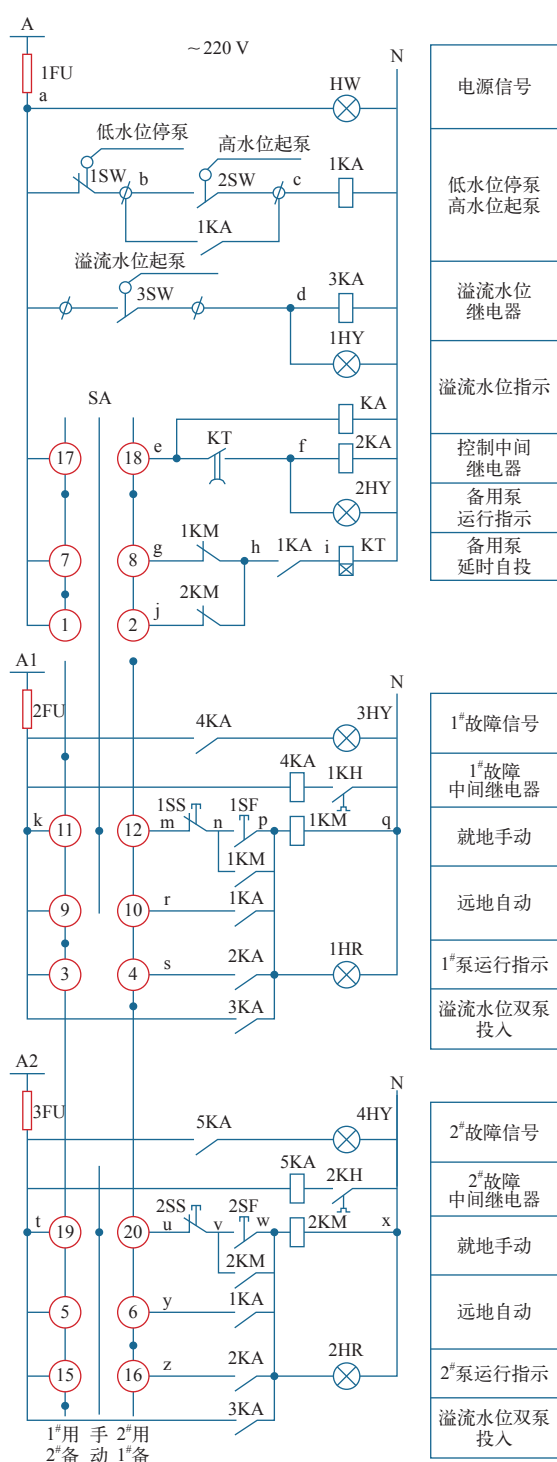


图2 二次控制回路

灯2HR点亮；当按下2#泵停止按钮2SS时，2#泵接触器2KM断电失去自锁，2KM(v-w)断开，2#泵停止，运行指示灯2HR熄灭；当集水坑水位处于超高水位状态时，为了快速排出积水，可以同时按下1SF、2SF起动按钮，使1#泵与2#泵同时投入工作

运行状态。

2.2 自动控制原理

旋钮开关SA扳到左侧1#用2#备位置时，⑨-⑩与⑮-⑯导通闭合，当水位上升到设定高水位状态时，高水位线缆浮球开关2SW接通，使1KA继电器通电自锁，1KA(b-c)闭合，同时1#泵接触器1KM接通自锁，1KM(n-p)闭合，1#泵运行，运行指示灯1HR点亮，1#泵开始工作将水排出，直到水位降到设定低水位状态时，低水位线缆浮球开关1SW则会断开，水泵停止运行。当下一次集水坑水位上升到高水位时，高水位线缆浮球开关再次接通，水泵再次起动排水，直到水位降低到低水位时，低水位线缆浮球开关再次断开而停止，如此循环往复的自动抽水，保证水位处于低水位状态。同理，当旋钮开关SA扳到右侧处于2#用1#备位置时，③-④与⑤-⑥导通闭合，当水位达到设定高水位状态时，高水位线缆浮球开关2SW接通，使1KA继电器通电自锁，1KA(b-c)闭合，2#泵接触器2KM接通自锁，2KM(v-w)闭合，2#泵运行，运行指示灯2HR点亮，2#泵开始工作将水排出，直到水位降到设定低水位状态时，低水位线缆浮球开关1SW则会断开，水泵停止工作。当下一次集水坑水位再次上升到高水位状态时，高水位线缆浮球开关再次接通，水泵再次起动排水，直到水位降低到低水位状态时，低水位线缆浮球开关再次断开使水泵停止工作。1#泵与2#泵工作原理相同，均由同一个浮球开关信号控制。

2.3 系统故障报警及备用自投

系统在运行过程中，两台水泵中的任何一台出现故障时，系统能够自动切换到另一台泵工作，即所谓的1备1用，也就是互为备用的工作状态。例如，假设旋钮开关SA处于左侧1#用2#备状态，1#泵为主用泵，2#泵为备用泵，当1#泵或其控制线路出现故障时，1#泵热继电器1KH常开触点由于热变形作用由常开状态切换为闭合状态，中间继电器4KA通电自锁，4KA常开触点闭合，1#泵故障指示灯3HY点亮，此时1#泵1KM接触器断电失去自锁，1KM(n-p)断开，1KM(g-h)闭合，1#泵停

止运行, 由于此时液位浮球开关处于高水位起泵状态, 故1KA中间继电器仍然保持通电自锁状态, 1KA(b-c)处于闭合状态, 则时间继电器KT也处于通电自锁状态, 即KT时间继电器常开触点KT(e-f)闭合, 导致2KA中间继电器通电自锁, 2KA(z-w)闭合, 由于此时旋钮开关SA1处于1#用2#备位置, ⑮-⑯处于导通闭合状态, 则2#泵接触器2KM通电自锁, 2KM(v-w)闭合, 2#泵运行指示灯2HR点亮, 2#泵投入运行, 系统从1#泵自动切换到2#泵。同理, 当2#泵处于运行状态出现故障时同样会自动切换到1#泵工作, 工作原理同1#泵, 在此不再赘述。系统设计选用时间继电器KT进行备用泵延时自投, 避免了由于浮球开关误动作频繁接通使水泵在短时间内频繁自动启动, 导致水泵在非正常状态下频繁起动而烧毁。

2.4 BA系统反馈信号

为了便于对设备运行状态远程监视及控制, 实现建筑设备智能化管理, 现场设备通常会接入BAS。BAS对现场设备的监视及控制通常取四组I/O信号, 即手动/自动状态、远程启动/停止、运行状态及故障报警。其中远程启动/停止信号取AC 24 V有源信号; 手动/自动状态信号取自旋转开关SA无源信号触点; 运行状态信号通常取自接触器无源常开触点或者接触器辅助触点无源常开触点; 故障报警信号取自热继电器的一组无源常开触点。该四种状态信号通过直接数字控制器 (Direct Digital Control, DDC) 传送到主机后就能实现对设备的远程监视与控制。潜污泵控制系统起停信号由浮球液位开关根据集水坑实时水位进行自动调节控制, 无须BAS远程控制潜污泵的起停, 所以本控制系统中BAS只取手动/自动状态、水泵运行状态及故障报警三个无源反馈信号, 具体情况如图3所示。

3 工程实际应用

以海南万宁石梅湾威斯汀酒店项目为工程实例, 该酒店机电工程集水坑排水、一体化污水提升装置以及油水分离器等设备电气控制系统均采用



图3 BAS反馈信号

用液位浮球开关控制1备1用互为备用的控制方式。根据酒店建筑面积、客房数量及集水坑数量等, 用水排水量按客房入住率达到100%时考虑, 选择某厂家生产的型号为50WQ/C241-1.5的水泵, 具体参数为: 电动机额定功率 $P_e = 1.5 \text{ kW}$, 流量 $Q = 25 \text{ m}^3/\text{h}$, 扬程 $H = 15 \text{ m}$ 。根据水泵电动机额定功率 $P_e = 1.5 \text{ kW}$, 额定电压 $U_e = 380 \text{ V}$, 取需用系数 $K_c = 1$, 功率因数 $\cos \varphi = 0.8$, 则根据公式

$$I_{js} = \frac{P_{js}}{\sqrt{3}U_e \cos \varphi} = \frac{P_e K_c}{\sqrt{3}U_e \cos \varphi} = 2.85 \text{ A}。根据《工业$$

与民用配电设计手册》中电动机保护及相应控制配合表规定, 设计了控制系统主回路及二次回路中的元器件参数选型表, 如下表所示。

表 主要电气元件参数选型

名称	规格型号	数量	备注
微型断路器	iC65N-D25A/3P	1	额定电流25 A
微型断路器	iC65N-D16A/3P	2	额定电流16 A
接触器	LC1E0610M5N	2	额定电流6 A
热继电器	LRE08N	2	整定电流 (2.5~4 A)
时间继电器	CKC-TIMER-AH3-3	1	220 V/0~60 s延时
中间继电器	JZX-22F-4Z	2	AC 220 V
中间继电器	JZX-22D-4Z	2	AC 24 V

4 结束语

以继电器-接触器为核心, 互为备用的潜污泵控制系统与PLC为核心的控制系统相比, 不仅结构简单, 价格低廉, 实用性强, 便于后期的维护管理, 而且在现场恶劣应用环境中更加稳定可靠, 该潜水泵控制系统在工业与民用建筑中有着广泛的应用。

(收稿日期: 2018-03-06) EA