

# 关于小型污水处理厂电机电气自控设计的思考

曾育兴

云南省设计院集团有限公司 云南 昆明 650228

**摘要:** 小型污水处理厂主要控制对象为各种类型的电机,需设置手动按钮控制、就地PLC自动控制、远程控制三个层次的控制,以云南某1万m<sup>3</sup>/d处理规模的A2O池为例,通过IO点数计算并结合普通干式电机控制原理图设计,对比分析双点控制双点反馈方式与单点控制单点反馈方式的优缺点,最后建议小型污水处理厂的电机控制采用单点控制单点反馈的方式。

**关键词:** 电机控制; 电气自控设计; IO点数; 污水处理厂

## 引言

污水处理厂设备应设基本、就地和远控三种控制方式<sup>[1]</sup>,在设备旁设置现场控制箱满足手动基本控制要求,同时需预留数据接口给PLC控制站用于就地自控,最终PLC控制站再把数据打包至污水处理厂中控室上位组态软件,在中控室实现对全厂的集中远控。

CJJ/T 120-2018中要求自动控制系统宜通过2个独立的控制信号分别控制机电设备的运行和停止,控制信号撤除时,机电设备或电气开关应保持原运行状态不变,宜采用2个独立的状态信号分别表示机电设备的运行和停止状态<sup>[2]</sup>。这种控制方式一定程度上增加了系统的可靠性,但也会带来自控投资明显升高的问题且对于小型污水处理厂来说尤为明显,因此在满足技术性、经济性、稳定性、可靠性的前提下,如何合理选择电机的控制方式,是小型污水处理厂电机电气自控设计的重点部分内容。

### 1 电机控制需求

具备手动按钮控制、就地PLC自动控制、远程控制3种控制模式;通过按钮控制电机启停/正反转,通过状态指示灯显示电机的运行/停止/故障/全开/全关/软启动旁路状态;预留PLC远程开/关控制命令(包括频率给定)、运行/停止/故障/全开/全关/开度/软启动旁路状态及电机运行电流/频率反馈至PLC的信号接口;潜水电机还应具备电机泄露、低液位故障报警。

### 2 电机 IO 点数统计

以云南某1万m<sup>3</sup>/d处理规模的污水处理厂A2O池为例,计算IO点数如下表所示:

表1 A2O池IO点数统计表

设备编号	设备	设备台数	信号描述	信号类型			
				DI	DO	AI	AO
1	1.5KW水下搅拌机	2	启停控制	<input type="checkbox"/>	4(2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

续表:

设备编号	设备	设备台数	信号描述	信号类型			
				DI	DO	AI	AO
			手/自动	4(2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			运行/停止	4(2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			故障	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	2.2KW水下搅拌机	3	启停控制	<input type="checkbox"/>	6(3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			手/自动	6(3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			运行/停止	6(3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			故障	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	4KW水下搅拌机	2	启停控制	<input type="checkbox"/>	4(2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			手/自动	4(2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			运行/停止	4(2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			故障	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	内回流泵	2	启停控制	<input type="checkbox"/>	4(2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			手/自动	4(2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			运行/停止	4(2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			变频器故障	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			频率给定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
			频率反馈	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>
			电机电流	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>
5	闸门起闭机	3	开控制	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			关控制	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			手/自动	6(3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			开到位	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			关到位	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			故障	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			开闭过程	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	电动空气调节蝶阀	1	开控制	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			关控制	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			手/自动	2(1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			开到位	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

续表:

设备编号	设备	设备台数	信号描述	信号类型			
				DI	DO	AI	AO
			关到位	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			故障	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			开闭过程	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			开度控制	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>
			开度反馈	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
双点控制双点反馈-IO点数汇总				69	26	5	3
单点控制单点反馈-IO点数汇总				47	17	5	3

注: ①括号内的数字代表单点控制单点反馈方式的IO点数; ②若没有括号, 则代表两种控制方式的IO点数为同一数值。

当采用双点控制双点反馈时, 经计算A2O反应池数字量输入点数69点, 数字量输出点数26点, 模拟量输入点数5点, 模拟量输出点数3点; 当采用单点控制单点反馈时, A2O反应池需要数字量输入点数47点, 数字量输出点数17点, 模拟量输入点数11点, 模拟量输出点数3点; 通过对比分析, 采用单点控制单点反馈时, 数字量输入输出点数可以大幅减少, 其中数字量输入点数减少比例为31.9%, 数字量输出点数减少比例为34.6%。

### 3 普通干式电机控制原理图设计

普通干式电机控制原理图(双点控制双点反馈)如下图所示:

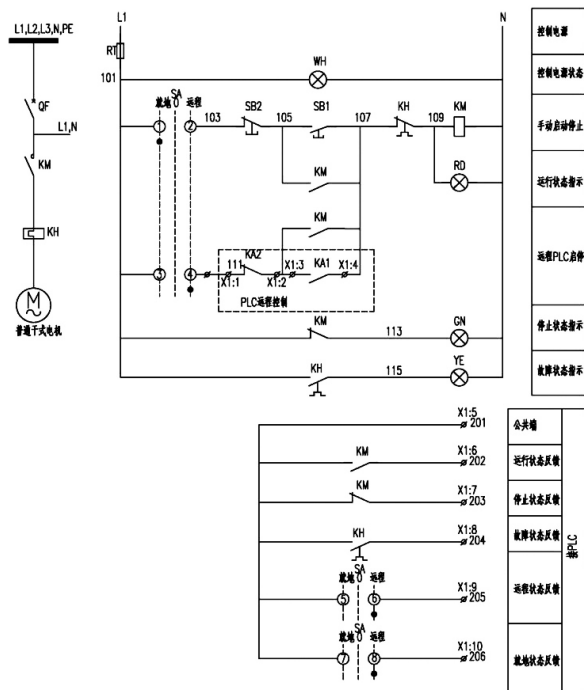


图1 普通干式电机控制原理图(双点控制双点反馈)

- (1) 断路器QF合闸后, WH白色指示灯点亮;
- (2) 当转换开关SA打到就地手动状态时, 按下SB1

启动按钮、热继电器KH不动作时, KM线圈得电后自锁, 电机启动, RD红色指示灯点亮; 此时按下SB2停止按钮, KM线圈失电后电机停止运行, GN绿色指示灯点亮; 若热继电器KH动作, 电机停止运行, 同时YE黄色指示灯点亮。

(3) 当转换开关SA打到远程自动状态时, PLC下发脉冲信号触发中间继电器KA1线圈得电、KA1常开触点闭合、热继电器KH不动作时, KM线圈得电后自锁, 电机启动, RD红色指示灯点亮; 此时PLC下发脉冲信号触发中间继电器KA2线圈得电、KA2常闭触点断开, KM线圈失电后电机停止运行, GN绿色指示灯点亮; 若热继电器KH动作时, 电机停止运行, 同时YE黄色指示灯点亮。

普通干式电机控制原理图(单点控制单点反馈)如下图所示:

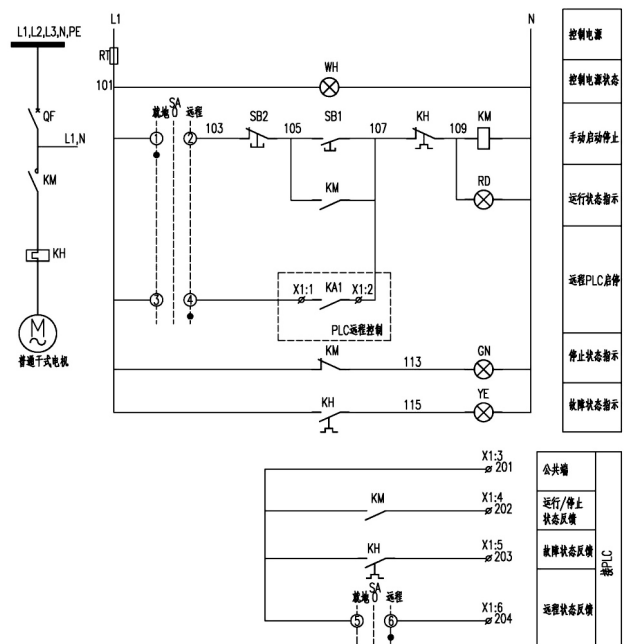


图2 普通干式电机控制原理图(单点控制单点反馈)

(1) 电机手动控制同普通干式电机控制原理图(双点控制双点反馈);

(2) 当转换开关SA打到远程自动状态时, PLC下发的保持信号触发中间继电器KA1线圈得电、KA1常开触点闭合、热继电器KH不动作时, KM线圈得电, 电机启动, RD红色指示灯点亮; 此时PLC下发的保持信号消失, 中间继电器KA1线圈失电、KA1常开触点断开、KM线圈失电后电机停止运行, GN绿色指示灯点亮; 若热继电器KH动作时, 电机停止运行, 同时YE黄色指示灯点亮。

### 4 控制对比分析

PLC远程控制输出信号的差异: 双点控制时PLC输出

的启停信号应为脉冲信号,启动和停止控制命令分别触发2只独立的中间继电器,可靠性较高,但编程复杂,投资较高;单点控制时PLC输出的启停信号应为保持信号,启动和停止控制命令共同触发1只中间继电器,接线简单,编程容易,投资较低,但可靠性相较于双点控制低。

接触器KM辅助触点的差异:双点反馈时接触器KM至少需要3个常开触点,2个常闭触点;单点反馈时接触器KM至少需要2个常开触点,1个常闭触点;采用双点反馈时,需增加辅助触点数量,投资升高。

转换开关SA触点的差异:双点反馈时转换开关SA至少需要4对触点,单点反馈时转换开关SA至少需要3对触点。采用双点反馈时,需增加转换开关的触点数量,投资升高。

控制线缆芯数的差异:采用双点控制双点反馈方式时,现场控制箱至PLC柜应至少采用10芯控制线缆;采用单点控制单点反馈方式时,现场控制箱至PLC柜应至少采用6芯控制线缆,相较于双点控制双点反馈所需线缆芯数

明显减少。

### 结语

电机控制采用双点控制双点反馈的方式,很多程度上增加了控制的可靠性,降低了因接触器/继电器/转换开关触点粘连而导致设备不正常运行的风险,但也带来了自控投资大幅提高的问题,笔者走访了云南10余个小型污水处理厂,现场电机控制均采用单点控制单点反馈的方式且常年运行稳定可靠。小型污水处理厂的自动控制多为简单的逻辑和时间控制,I~III类污水处理厂(处理规模0.1~1万m<sup>3</sup>/d),以集中手动控制为主,单元自动控制为辅<sup>[1]</sup>,因此笔者建议小型污水处理厂在满足工艺控制要求的前提下电机采用单点控制单点反馈的方式。

### 参考文献

- [1]室外排水设计标准GB50014-2021
- [2]城镇排水系统电气与自动化工程技术标准CJJ/T 120-2018
- [3]小城镇污水处理工程建设标准 建标148-2010