

QM-X-500 行星式球磨机控制系统二次开发研究

田文海

(贵州省地勘装备服务中心 贵州 贵阳 550000)

摘要: 随着时代的发展, 实验室为了更好的分析矿物中矿物的含量以及分子结构, 对实验室制备样设备提出了越来越高的要求, 一般要求粒度达到 200 目以上 (0.074 毫米), 有的甚至要求达到纳米级。不仅在矿物加工和制备, 在生物制药、化工冶金等方面, 也运用球磨机进行加工和制备样。因此研发出一款能满足客户需求, 自动化程度较高的粉碎设备是时代所需。QM-X-500 行星式球磨机采用 PLC 可编程逻辑控制器对控制系统进行升级改造, 以致提高设备的自动化水平。

关键词: 行星式球磨机; 自动化; 粉碎设备; PLC

0 引言

在地质矿产制备样实验室中, 球磨机是一个不可或缺的制备样设备。该设备将破碎之后粒度在 10 目左右的矿样物料再粉碎至更小粒度。根据中华人民共和国国土资源部颁布的《关于地质矿产实验室测试质量管理规定》(DZ/T0130.1-2006) 的规定, 对于不同矿样, 为了测试其矿元素含量的需要, 在粉碎之后粒度是不相同的。粉碎是在机械力的作用下, 克服固体物料内部分子之间内部各分子凝聚力的作用, 使矿样直径不断被粉碎、研磨细化的一系列工艺过程。

QM-X-500 行星式球磨机是在转动盘上装有四个球磨罐, 当电机带动转动盘旋转时 (称为公转), 经过三对齿轮的啮合, 改变运动方向, 从而带动球磨罐做与转动盘运动相反的旋转运动 (称为自传), 从而形成行星运动。公转与自传的转速比为 1:2 (公转一周, 自传两周)。此比例是由相互啮合的三对齿轮的齿数来控制的。当主机各设计参数和结构确定后, 球磨过程中球磨罐内磨球的线速度就可确定, 影响粉碎粒度的主要参数就主要有公转转速、球粉配比、球配比和粉碎时间这几个因素。

为了实现人性化、自动化操作, 在控制系统中采用专用变频器对粉碎过程中的转速大小、转动方向、粉碎时间进行控制。尝试采用 PLC 可编程逻辑控制器对 QM-X-500 行星式球磨机进行控制系统的二次开发, 对操作面板进行优化设计, 从而提高自动化水平。

1 二次开发控制系统的硬件组成

1.1 三菱 FX1N-24MR 型 PLC

三菱 FX1N-24MR 型 PLC 是 FX1N 系列一种, 由于它体积小, 因而广泛应用在小型环境中进行控制。它具有高速运算、外部机器通讯简单化、以及紧凑的尺寸, 这使得它们能用在以前常规 PLC 无法安装的地方。输入端子: 14 个; 输出端子: 10 个, 采用继电器输出。

1.2 安川 VS-616G5 变频器

安川 VS-616G5 变频器运用先进的控制理论, 能实现对电流矢量的控制。因为它具有自学功能, 能轻松的实现矢量控制运行。安川 VS-616G5 变频器有 200V 和 400V 级两种电压级别, 适用电机功率由 0.4KW~300KW。

安川 VS-616G5 变频器能实现四种控制方式: 当应用于

全部可变速驱动时, 采用无 PG 矢量控制; 当应用于简易伺服驱动高精度速度控制力矩时, 采用 PG 矢量控制; 当应用于传统的变频器控制多路驱动时, 采用无 PG V/f 控制; 当应用于简易速度反馈控制时, 采用 PG V/f 控制。

1.3Y2-802-4 电机

为了实现 PLC 与变频器结合自动控制电机功能, 常规上电机应为变频调速电机, 且在选择点击上有以下两个要求。

1.3.1 无级调速

PLC 通过给定 4mA~20mA 的标准电流信号实现对电机速度控制的目的, 4mA~20mA 电流分别对应电机频率的 0Hz~50Hz; PLC 方需要 AO 模拟量输出模块实现调速

1.3.2 有级调速

首先在变频器中设定工艺需要的高、中、低等几级速度, 通过变频器的 I/O 板控制端子控制变频器的转速。PLC 方通过 DO 模块即可实现调速。

2 二次开发控制系统的设计方案

在工业自动化方面, 通过变频器对步进电机进行调速控制被广泛运用。采用 PLC 和变频器结合进行控制是最常用的控制方法。这种控制方法通过端子开关量的编码来来实现对多段速度的控制, PLC 配置 DA 数模转换模块对变频器的速度进行连续控制, 使得控制精度大大提高。

变频器可利用继电器接点与上位机进行连接, 得到输入信号, 从而控制电机运行 / 停止、正传 / 反转、微动等。

QM-X-500 行星式球磨机的控制系统设计开发采用三菱 FX1N-24MR 型 PLC 与安川 VS-616G5 变频器共同连接组成控制系统, 对电动机转向、转速大小和时间进行控制。

2.1 安川 VS-616G5 变频器接线端子说明及参数设定

安川 VS-616G5 变频器控制电路端子说明如表 1 所示。

变频器通常利用数字操作器对多功能输入、输出端子的功能进行重新设定, 即对参数 H1-01 ~ H1-06 进行设定, 可实现 9 段速运行, 设定情况如表 2 所示。

补充说明:

(1) 点动运转是一种单步的、以点动频率运行的运行方式, 与设置的速度大小无关。

(2) 变频器 5、6、7 端子经过功能设定后再通过通断组合,

表 1 安川 VS-626G5 变频器控制电路端子及其功能

种类	端子符号	端子名称	功能说明
数字输入信号	1	正转运行停止指令	“闭”正转；“开”反转
	2	反转运行停止指令	“闭”反转；“开”正转
	3	外部故障输入	“闭”故障；“开”正常
	4	异常复位	“闭”复位
	5	主速 / 辅助切换	“闭”辅助频率指示
	6	多段速指令 2	“闭”多段速设定啊有效
	7	点动指令	“闭”点动运行
	8	外部基极封闭	“闭”变频器停止输出
数字输入信号	11	顺序控制输入公共端	
	9	运行信号接点	运行时“闭”
	10		
	25	零速输出	零速值以下“闭”
	26	速度一致输出	在设定频率的 ±2Hz 以内“闭”
	27	多功能输出公共端	
	18	故障输出接口	故障时 18 ~ 20 之间“闭合”
	19		故障时 19 ~ 20 之间“断开”

表 2 安川 VS-626G5 变频器多段速参数的设定

端子	对应参数	设定值	内容
5	H1-03	3	多段速指令 1
6	H1-04	4	多段速指令 2
7	H1-05	5	多段速指令 3
8	H1-06	6	点动频率选择

可以对 8 档频率信号进行控制。再加上端子 8 控制的点动频率，共可进行 9 段速的调节控制。

(3) 通过数字操作器设置参数 d1-01 ~ d1-09，可以控制相应每档的频率。

2.2 三菱 FX1N-24MR 型 PLC 与安川 VS-616G5 变频器结合实现多段速控制接线

如图 1 所示，利用 PX1N-24MR 型 PLC 和 VS-626G5 变频器进行 9 段速的接线图。由图可知 PLC 内置的开关量输入输出模块分别对变频器的多功能输入输出端进行控制，进而控制电机正反转和多速控制。

在 Y6、Y7、Y10 和 Y11 四个触点全为 OFF 时，电机接到以频率指令 1（d1-01 设定的值）对应的频率运转；当 Y6 为 ON、Y7、Y10 和 Y11 全为 OFF 时，电机接到以频率指令 2（d1-02 设定的值）对应的频率运转，以此类推。

在改控制系统中，PLC 的输入端与变频器的数字量检测信号直接相连。在实际控制中，未必全部 9 段速和所有检测信号全部采用，需根据具体控制方式而定。

PLC 与变频器通过各触点的组合连接，PLC 设定的程序信号传入变频器，变频器通过内部分析、转换，从而控制电机运转。这种控制方式具有精度高的特点，而且排除了由漂移和噪音等因素造成的不良影响。

2.3 注意事项

变频器主电路中断路器在运行过程中回产生噪音，这会造成 PLC 产生误运行，影响控制精度。因此，PLC 与变频器的连接应注意以下事项：

(1) 按照 PLC 规定的标准和接地条件接地。PLC 与变频器不可以共同使用一条线，且在接地时二者接地线应保持适当距离。

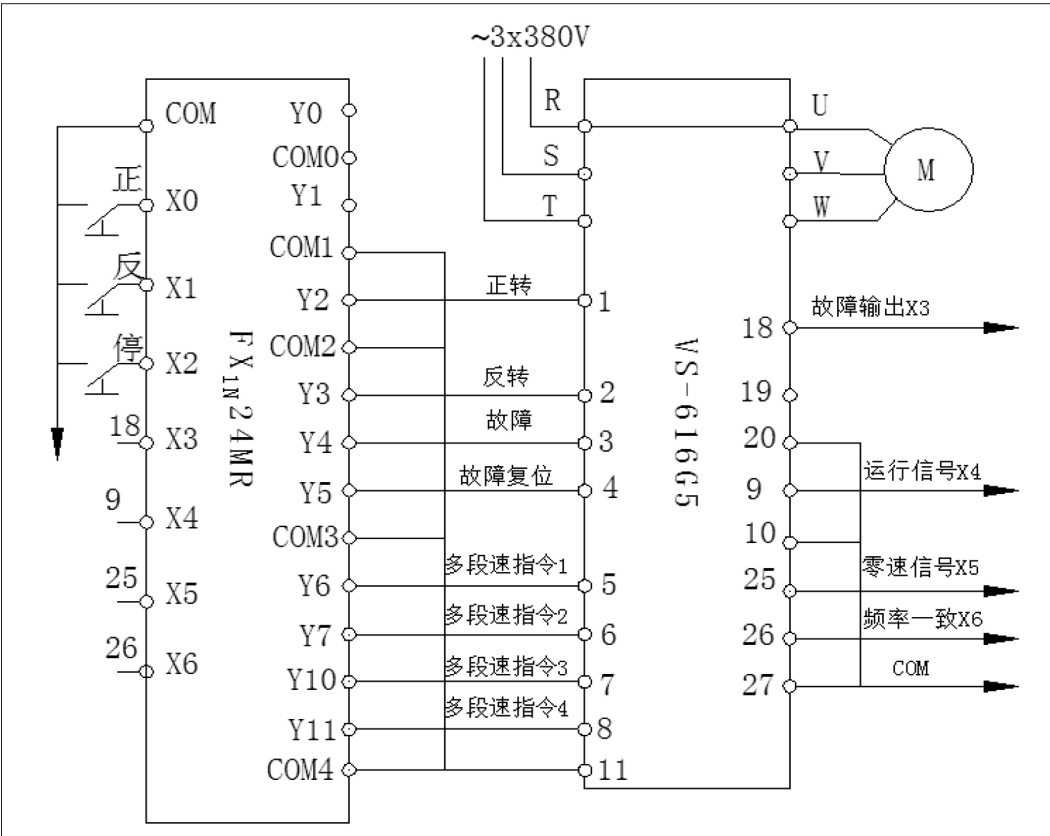


图 1 FX1N-24MR 型 PLC 和 VS-626G5 变频器实现多段速的硬件接线图

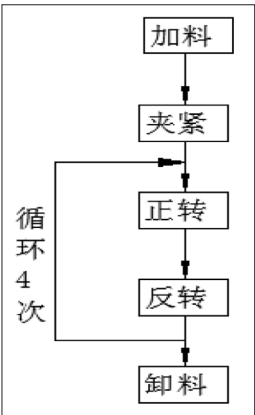


图 2 系统的运行顺序图

3.1 加料

加料需要手工进行，包括加入矿样和磨球，进料的原则是球粉所占体积小于罐体积的 2/3。

3.2 夹紧

加料完成后需要夹紧装置夹紧，确保罐体在旋转过程中的安全和罐体内部矿样不会泄漏出来，

3.3 正转

把防护罩合上，按启动按钮电机将按照程序正向转动 15 分钟。

3.4 反转

正转 15 分钟之后，经过 20 秒的延时反转 15 分钟。这样进行 4 次正、反转循环之后停机。

3.5 卸料

打开防护罩，松开锁紧装置，把罐取出倒出罐内矿样即可。

控制程序梯形图如图 3a、3b 所示。

4 结语

本文主要对 QM-X-500 的控制系统进行二次开发，主要运用 PLC 与变频器结合的方法，对运行时间、转速及正反转等因素进行控制，从而对选矿设备工艺过程的稳定控制。内容包括硬件组成、设计方案以及控制程序的编写。

参考文献：

[1] 陶波，刘学，刘勇，等. 三菱 FX2N-24MR PLC 在皮带送料和过筛中的应用 [J]. 电世界, 2015(6):4-6.

(2) 若 PLC 与变频器同时安装在一个密闭空间时，应尽可能的把二者所使用的电线分开。

(3) 配线时，线路要横平竖直、直角拐弯、交叉处少、与接线端子相连接的导线头弯成羊角圈状等。

3 控制程序的设计

为了能充分的粉碎以至于达到机械合金化，本系统采用正、反转循环的循环粉碎模式，正转 15 分钟，反转 15 分钟，中间延时 20 秒，正、反转循环 4 次。系统的运行顺序如图 2 所示。

[2] 何强. 基于变频技术的电梯 PLC 控制系统设计 [D/OL]. 合肥: 合肥工业大学电气与自动化工程学院, 2010[2010.12.07]. <http://www.doc88.com/p-6803240775195.html>.

[3] 顾忠利. 变频调速异步电动机的起动特性 [J]. 防爆电机, 2002(3):1-6.

[4] 李传伟. PLC 与变频器相结合应用技术 [J]. 通用机械, 2005(5):3-7.

[5] 徐新力, 岑伟明, 刘浩波, 等. PLC 与变频器通讯控制的设计 [J]. 现代机械, 2012, 08(2):2-4.

[6] Karl Heinz-John, Michael Tiegelkamp. IEC 61131-3: Programming Industrial Automation Systems, Springer-verlag Binlin Heidelberg, 2001.

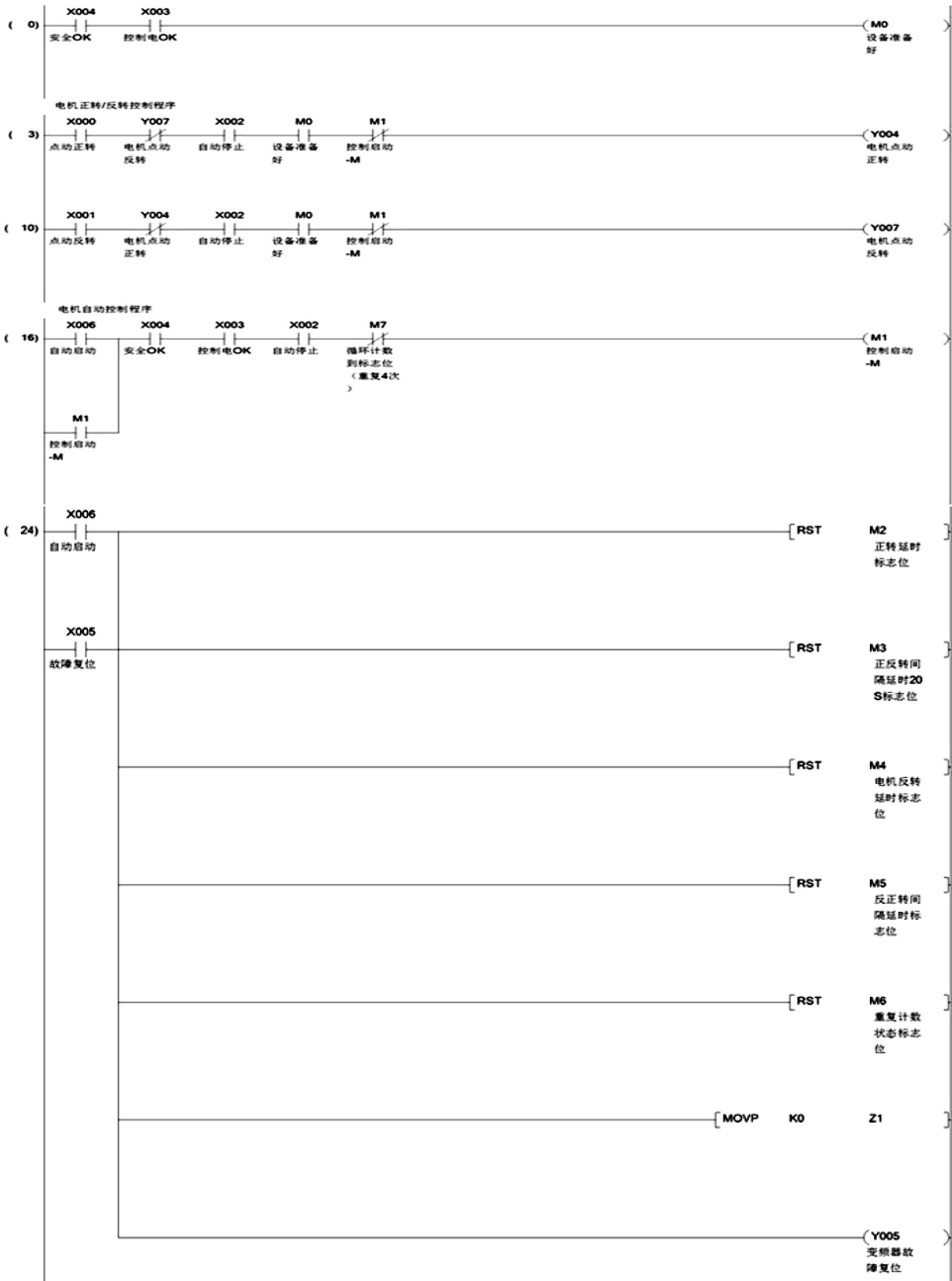


图 3a 系统运行梯形图

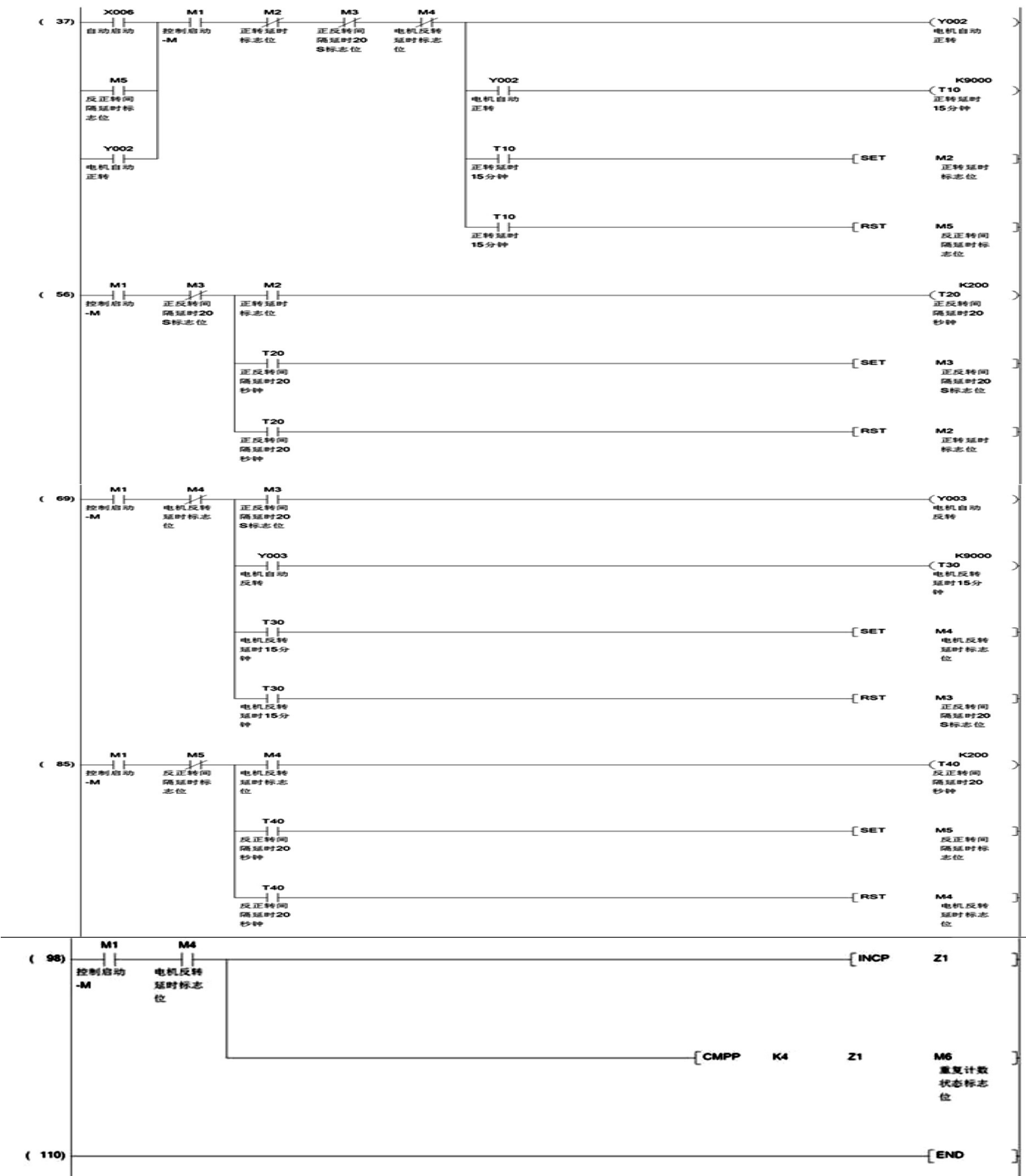


图 3b 系统运行梯形图

[7] 郝晓弘, 张萍. VS-616G5 变频器在电梯调速控制系统中的应用 [J]. 微计算机信息, 2006(1):3-5.

[8] 盖超会, 阳胜峰. 三菱 PLC 与变频器触摸屏综合培训教程 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2014.

[9] 廖常初. FX 系列 PLC 编程及应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.

[10] J.Cwider, K. Foit. The use Mitsubishi PLC systems in student's preparation for realization of industrial tasks[J]. New York: Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 2005.

作者简介: 田文海 (1989.08-), 男, 苗族, 本科, 工程师, 研究方向: 地矿实验室破 (粉) 碎机设计。