
目 录

<u>摘 要</u>	1
关键字.....	1
一、概述.....	2
1.1 液体混合系统的发展前景.....	2
1.2 液体混合系统的应用价值.....	3
二、 <u>混料罐控制系统方案设计</u>	4
2.1 <u>方案设计原则</u>	4
2.2 <u>系统的总体设计要求</u>	4
2.3 <u>总体结构设计方案</u>	5
2.4 <u>控制对象分析</u>	5
三、 <u>混料罐控制系统的硬件设计</u>	6
3.1 <u>选择 PLC</u>	6
3.2 <u>选择接触器</u>	7
3.3 <u>选择搅拌电机</u>	8
3.4 <u>小型三极断路器的选择</u>	9
3.5 <u>液位传感器的选择</u>	10
3.6 <u>选择电磁阀</u>	11
3.7 <u>选择热继电器</u>	12
3.8 <u>PLC I/O 点分配</u>	12
3.9 <u>主电路的设计</u>	13
四、 <u>混料罐控制系统的程序设计</u>	15
4.1 <u>分析控制要求</u>	15
4.2 <u>梯形图执行原理分析</u>	16
五、 <u>总结</u>	22
<u>参考文献</u>	23

基于 PLC 的液体混料罐控制系统设计

摘 要

随着科技的发展，PLC 的开发与应用把各国的工业推向自动化、智能化。强大的抗干扰能力使它在工业方面取代了微型计算机，方便的软件编程使他代替了继电器的繁杂连线，灵活、方便，效率高。

本设计主要是对两种液体混合搅拌机 PLC 控制系统的设计，在设计中针对控制对象：三只传感器监视容器高、中、低液位，设三电磁阀控制液体 A、B 输入与混合液体 C 输出，设搅拌电机 M。工艺流程是：启动后放入液体 A 至中液位后，关 A，放液体 B 至高液位，关 B，启动搅拌电机 M，当搅拌电机正反转 3 次后停止搅拌，开阀放出混合液体 C，当到达低液位后延时 2S 放空后关阀，又重复上述过程，要求工作过程中按下停止按钮后搅拌器不立即停止工作，完成当前工作循环后再停止搅拌器。

关键字：液体混料装置 自动控制 PLC 电动机传感器

一、概述

1.1 液体混合系统的发展前景

为了提高产品质量，缩短生产周期，适应产品迅速更新换代的要求，产品生产正想缩短生产周期、降低成本、提高生产质量等方向发展。在炼油、化工、制药等行业中，多种液体混合是必不可少的工序，而且也是其生产过程中十分重要的组成部分。但由于这些行业中多为易燃易爆、有毒有腐蚀性的介质，以至现场工作环境十分恶劣，不适合人工现场操作。另外，生产要求该系统要具有混合精确、控制可靠等特点，这也是人工操作和半自动化控制所难以实现的。所以为了帮助相关行业，特别是其中的中小型企业实现多种液体混合的自动控制，从而达到液体混合的目的，液体混合自动配料势必就是摆在我们眼前的一大课题，借助实验室设备熟悉工业生产中 PLC 的应用，了解不同公司的可编程控制器的型号和原理，熟悉其编程方式，而多种液体混合装置的控制更常见于工业生产中，适合大中型饮料生产厂家，尤其见于化学化工业中，便于学以致用。

计算机的出现给大规模工业自动化带来了曙光。1968 年，美国最大的汽车制造厂商通用汽车（GM）公司提出了公开招标方案，设想将功能完备、灵活、通用的计算机技术与继电器便于使用的特点相结合，把计算机的编程方法和程序输入方式加以简化，用面向过程、面向问题“自然语言”编程，生产一种新型的工业通用继电器，使人们不必花费大量的精力进行计算机编程，也能想几点起那样方便地使用。这个方案首先得到了美国数字设备（DEC）公司的积极响应，并中标。该公司于 1969 年研制出了第一台符合招标要求的工业控制器，命名为可编程逻辑控制器（PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER），简称 PLC（有的称为 PC），并在 GM 公司的汽车自动装配线上实验获得了成功。

PLC 一经出现，由于它的自动化程度高、可靠性好、设计周期短、使用和维护简便等独特优点，备受国内外工程技术人员和工商业界厂商的极大关注，生产 PLC 的厂商云起。随着大规模集成电路和微处理器在 PLC 中的应用，是 PLC 的功能不断得到增强，产品得到飞速发展。

采用基于 PLC 的控制系统来取代原来由单片机、继电器等构成的控制系统，采用模块化结构，具有良好的可移植性和可维护性，对提高企业生产和管理自动水平有很大的帮助，同时又提高了生产线的效率、使用寿命和质量，减少了企业产品质量的波动，因此具有广阔的市场前景。用 PLC 进行开关量控制的实例很多，在冶金、机械、纺织、轻工、化工、铁路等行业几乎都需要它，如灯光照明、机床电控、食品加工、印刷机械、电梯、自动化仓库、液体混合自动配料系统、生产流水线等方面的逻辑控制，都广泛应用 PLC 来取代传统的继电气控制。本次设计是将 PLC 用于两种液体混合灌装设置的控

制，对学习与实用是很好的结合。

本设计的主要研究范围及要求达到的技术参数有：1. 液体灌装机能够实现对混料罐安全、高效的加料、混料、出料的控制；2. 满足混料罐的各项技术要求；3. 具体内容包括两种液体混料控制方案的设计、软硬件电路的设计、常见故障分析等等。

1.2液体混合系统的应用价值

液体的混合操作是一些工厂关键的或不可捎带一个环节。对液体混合装置的要求是设备对液体的混合质量，生产效率和自动化程度高，适应范围广，抗恶劣环境等。采用PLC对液体混合装置进行控制满足现在经济的需要，因此多种液体混合的PLC控制广泛的应用。基于PLC的液体混料罐控制系统具有混合精确高、效率高、控制可靠等特点，它避免了人工在恶劣的工作现场操作，降低了危险系数，同时提高了企业生产和管理的自动化水平，减少了人员的使用，减轻了员工的劳动强度，提高了人员的使用效率，在某些工作环境恶劣的行业中应用十分广泛，具有良好的经济和社会效益。

二、 混料罐控制系统方案设计

2.1 方案设计原则

整个设计过程是按思想工艺流程设计，为设备安装、运行和保护检修服务，设计的编写按照国家关于电气自动化工程设计中的电气设备常用基本图形符号(GB4728)及其他相关标准和规范编写。设计原则主要包括：工作条件；工程对电气控制线路提供的具体资料，系统在保证安全、可靠、稳定、快速的前提下，尽量做到经济、合理、合用，减小设备成本。在方案的选择、元器件的选型时更多的考虑新技术、新产品。控制由人工控制到自动控制，由模拟控制到微机控制，使功能的实现由一到多而且更加趋于完善。

对于本课题来说，液体混合系统部分是一个较大规模工业控制系统的改适升级，新控制装置需要据企业设备和工艺现况来构成并需尽可能的利用旧系统中的元器件。从企业的改造要求可以看出在新控制系统中既需要处理模拟量也需要处理大量的开关量。系统的可靠性要高。

要实现整个液体混合控制系统的设计，需要从怎样实现各电磁阀的开关以及电动机启动的控制这个角度去考虑，现在就这个问题如何实现以及选择怎样的方法来确定系统方案。

2.2 系统的总体设计要求

在该混合液体装置中，需要完成两种液体的进料、混合、卸料的功能，控制要求如下：

当按下启动按钮 **SB1**时，执行自动混料操作，液阀 1 打开，**A**液体流入容器，液位上升。当液位上升到一定时，进液阀 1 关闭，**A**液体停止流入，同时打开进液阀 2，**B**液体开始流入容器。当液位上升到一定处，进液阀 2 关闭，**B**液体停止流入，同时搅拌电动机开始工作。搅拌完成后液体 **A**、**B** 阀门关闭，混合液体卸料阀门开，使液面下降至液面传感器 **L** 处，当液面传感器 **L** 检测到信号时计时 2 秒，用来将混合液体装置中的液体放空，然后将混合液体卸料阀门关闭，自动进入下一个循环。按下停止按钮 **SB2**，等待本次混合液体操作处理完成后，系统停止运行。

1. 本设计主要实现对混料罐的加料、混料、出料的控制。

2. 本设计使用液位 **H** 液位 **I** 和液位 **L** 共 3 个传感器控制液体 **A**、液体 **B** 的进入和混合液体 **C** 排出的 3 个电磁阀门及搅拌机的启停。

2.3 总体结构设计方案

H、I、L分别为高、中、低液位传感器，液位淹没时接通，液体 A、B 电磁阀与混合液 C 电磁阀由 YV1 YV2 YV3 控制，M 为搅匀电动机。

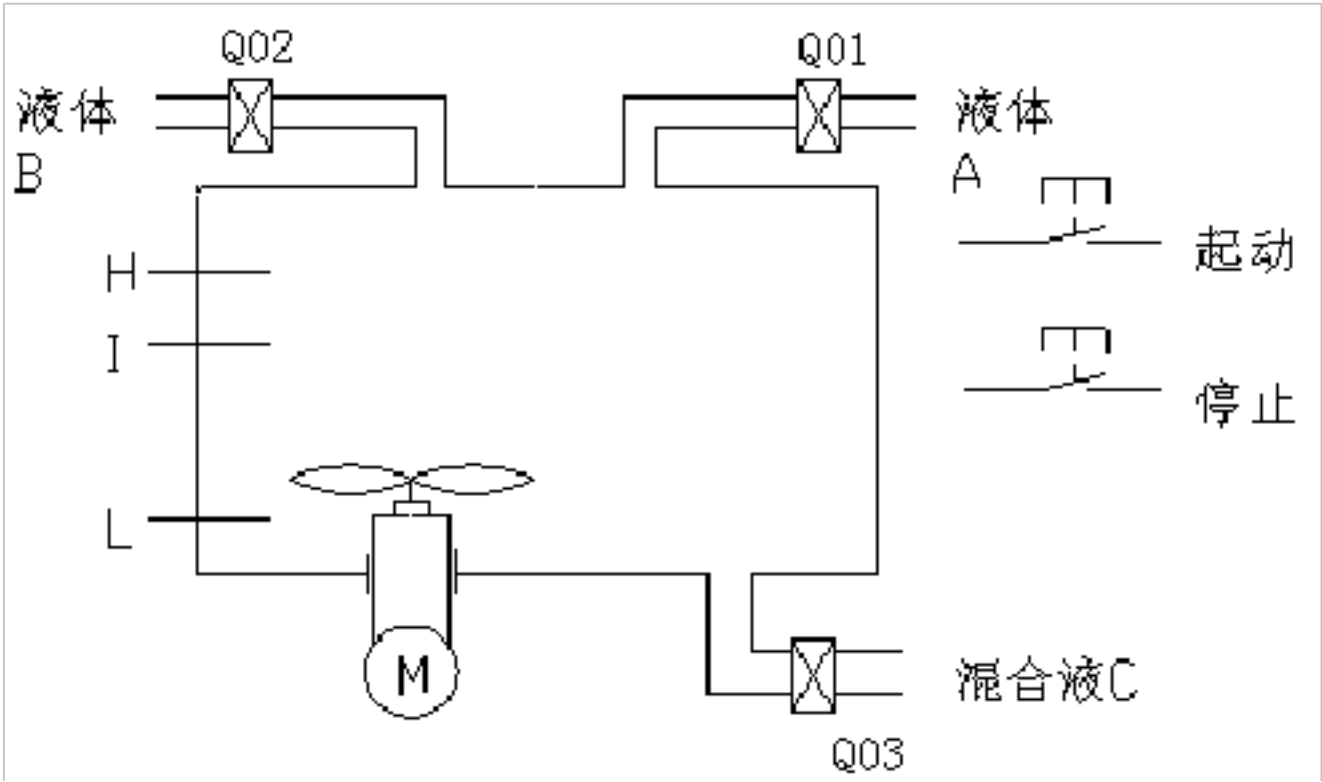


图 2-1 搅拌控制系统示意图

2.4 系统控制要求

控制要求：

如图 1-1 所示，SL1(H)、SL2(I)、SL3(L)为 3 个液位传感器，液体淹没时接通。进液阀 Q01、Q02 分别控制 A 液体和 B 液体进液，出液阀控制混合液体出液。

1. 起动操作 按下起动按钮 SB1，液体混合装置开始按以下顺序工作：

- (1) 进液阀 Q0.1 打开，A 液体流入容器，液位上升。
- (2) 当液位上升到 SQ2(I) 处时，进液阀 Q0.1 关闭，A 液体停止流入，同时打开进液阀 Q0.2，B 液体开始流入容器。
- (3) 当液位上升到 SL1(H)处，进液阀 Q0.2 关闭，B 液体停止流入，同时搅拌电动机开始工作。
- (4) 混合液体搅拌，先正转 2 秒，停 1 秒，再反转 2 秒，停 1 秒。
- (5) 当搅拌电机正反转 3 次后停止搅拌，放液阀 Q0.3 打开，开始放液，液位开始下降。
- (6) 当液位下降到 SL3(L)处时，开始计时且装置继续放液，将容器放空，计时满 2 秒后关闭放液阀 Q0.3，自动开始下一个循环。

2. 停止操作 工作中，若按下停止按钮 SB2，装置不会立即停止，而是完成当前工作循环后再停止。

三、混料罐控制系统的硬件设计

3.1 选择 PLC

传统的控制方法是采用继电器—接触器控制。这种控制系统较复杂，并且大量的硬件接线使系统可靠性降低，也简洁地降低了设备的工作效率，采用可编程控制器较好地解决了这一问题，可编程控制器是一种将计算机技术、自动控制技术和通信技术结合在一起的新型工业自动控制设备，不仅能实现对开关量信号的逻辑控制，还能实现与上位计算机等智能设备之间的通信。因此，将可编程控制器应用于多种液体混合灌装机，完全能满足控制要求。且具有操作简单，运行可靠、工艺参数修改方便、自动化程度高等优点。

在本控制系统中，所需的开关量输入为 5 点，开关量输出为 4 点，考虑到系统的可扩展性和维修的方便性。最终选用西门子 S7-200 CPU224PLC控制整个系统。

PLC的一般结构主要有 6 个部分组成，包括 CPU(中央处理器)、存储器、输入 / 输出接口电路、电源、外设接口、I/O 扩展接口。

1. 中央处理单元（CPU）

CPU一样，PLC中的 CPU也是整个系统的核心部件，主要有运算器、控制器、寄存器及实现它们之间联系的地址总线、数据总线和控制总线构成，此外还有外围芯片、总线接口及有关电路。CPU在很大程度上决定了 PLC的整体性能，如整个系统的控制规模、工作速度和内存容量等

2. 存储器

存储器存放系统软件的存储器称为系统程序存储器。存放应用程序的存储器称为用户程序存储器。PLC常用的存储器类型有 RAM EPROMEEPROM等。

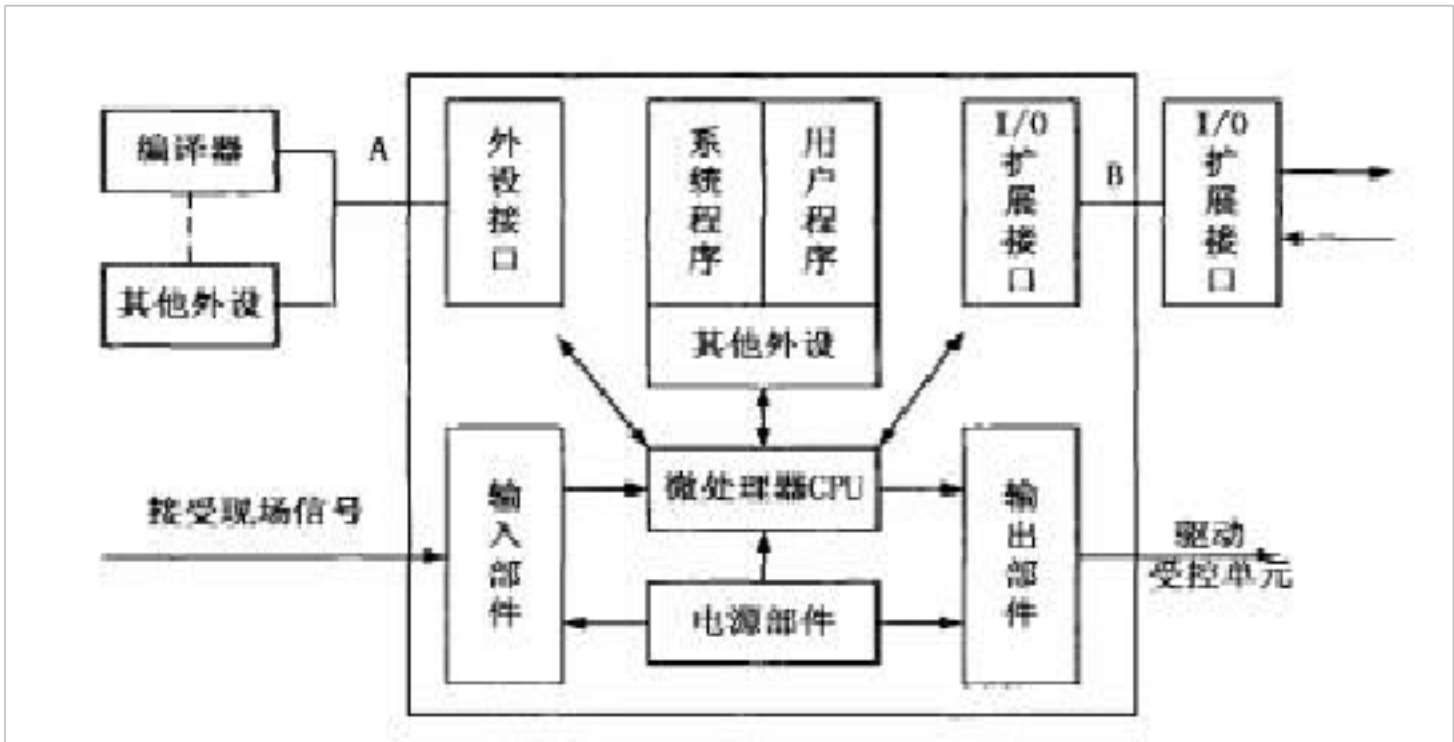


图 3-1 PLC 机构图

3. I/O 模块

输入模块和输出模块通常称为 I/O 模块或 I/O 单元。PLC 的对外功能主要是通过各种 I/O 接口模块与外界联系而实现的。输入模块和输出模块是 PLC 与现场 I/O 装置或设备之间的连接部件。起着 PLC 与外部设备之间传递信息的作用。通常 I/O 模块上还有状态显示和 I/O 接线端子排，以便于连接和监视。

4. 电源模块

输入、输出接口电路是 PLC 与现场设备相连接的部件。它的作用是将输入信号转换为 PLC 能够接收和处理的信号，将 CPU 送来的弱电信号转换为外部设备所需要的强电信号。

3.2 选择接触器

选用正泰牌 CJX1-9，220V 型接触器，其中“C”表示接触器，“J”表示交流。如图 3-2 所示：



图 3-2 CJX1-9，220V 型交流接触器

1. 用途

CJX1 系列交流接触器 (以下简称接触器) 适用于交流 50Hz 或 60Hz，电压至 660V，额定绝缘电压至 660V；电流 9~475A（380V、AC-3 使用类别）的电力线路中供远距离接通或分断电路之用，可频繁地起动及控制交流电动机。适用于控制交流电动机的起动、停止及反转。

2. 工作条件

海拔高度不超过 2000 米；

周围环境温度：-25~+40℃；

空气相对湿度：在 40℃ 时不超过 50%，在较低温度下允许有较大的相对湿度；

大气条件：没有会引起爆炸危险的介质，也没有会腐蚀金属和破坏绝缘的气体 and 导

电尘埃。

安装位置：安装面与垂直面的倾斜度不超过 $\pm 5^\circ$ ；

在无显著摇动和冲击的地方；

在没有雨雪侵袭的地方；

控制电压允许变动范围：85% ~ 110%US。

3. 结构特征

总体结构：接触器为E字形铁芯，双断点触头的直动式运动结构。接触器动作机构灵活，手动检查方便，结构设计紧凑，可防止外界杂物及灰尘落入接触器活动部位。接线端有罩盖，人手不会直接接触带电部位，可确保使用安全。接触器外形尺寸小巧，安装面积小。安装方式可用螺钉坚固，9~38A也可扣装在35毫米宽的标准安装导轨上，具有装卸迅速、方便之优点。

触头系统：主触头、辅助触头均为桥式双断点结构，触头材料由导电性能优越的银合金制成，具有使用寿命长及良好的接触可靠性，灭弧室成封闭型，并由阻燃性材料阻挡电弧向外喷溅，保证人身及邻近电器的安全。

磁系统：9~38A接触器的磁系统是通用的，电磁铁工作可靠、损耗小、具有很高的机械强度，线圈的接线端装有电压规格的标志牌，标志牌按电压等级著有特定的颜色，清晰醒目，接线方便，可避免因接错电压规格而导致线圈烧毁。

3.3 选择搅拌电机

三相异步电动机应用非常广泛，因而正确的选择电动机显得极为重要。三相异步电动机的选择包括它的功率、种类、方式、电压和转速等。

3.3.1 功率选择

合理选择电动机的功率是运行安全和经济的可靠保证。所选电动机的功率是由生产机械所需的功率确定的。

1. 连续运行电动机功率的选择

原则：对于连续运行的电动机，若负载是恒定负载，先算出生产机械的功率，所选电动机的额

定功率稍大于或等于生产机械功率，（即若负载是变化的，计算比较复杂，通常根据生产机械负载的变化规律（负载图）求出等效的恒定负载，然后选择电动机。）

2. 短时运行电动机功率的选择

原则：通常是根据过载系数 λ 来选择短时运行电动机的功率。（原因由于发热惯性，在短时运行时可以容许过载。工作时间愈短，过载可以愈大。但电动机的过载是受限制的）

$1/\lambda$ 。

3.3.2 种类和型式的选择

种类选择原则：主要从交流或直流、机械特性、调速与起动性能、维护及价格等方面来考虑。

结构型式选择原则：根据生产机械的周围环境条件来确定。

电动机常用的结构型式有：开启式、防护式、封闭式、防爆式。

3.3.3 电压和转速的选择

电压等级选择原则：要根据电动机类型、功率以及使用地点的电源电压来决定。Y系列笼型电动机的额定电压只有380V一个等级；大功率异步电动机才采用3000V、6000V的电压等级。

转速选择原则：根据生产机械的要求而选定。

Y系列三相异步电动机是一般用途低压三相鼠笼型异步电动机基本系列。该系列可以满足国内外一般用途的需要，机座范围80-315，是全国统一设计的系列产品。Y系列电动机具有高效、节能、性能好、振动小、噪声低、寿命长、可靠性高、维护方便、起动转矩大等优点。安装尺寸和功率等级完全符合IEC标准。采用B级绝缘、外壳防护等级为IP44，冷却方式IC418。

本系统中选用的电动机型号是Y90S-6/0.75KW。

3.4 小型三极断路器的选择



图 3-3 DZ47LE 系列小型断路器

适用范围：

DZ47LE断路器适用于交流50Hz或60Hz，额定电压三极、三极四线、四极400V，额定电流至60A的线路中，系列小型断路器（以下简称断路器），主要用于交流50Hz，额定工作电压至380V，额定电流至63A，额定短路分断能力不超过6000A的配电线路中，作为过载和短路保护之用，亦可作为线路不频繁通断操作与转换之用，断路器符合GB10963.标准。

液位传感器的选择

选用 LSF-2.5 型液位传感器



图 3-4 LSF-2.5 型液位传感器

其中“L”表示光电的，“S”表示传感器，“F”表示防腐的，2.5 为最大工作压力。

LSF 系列液位开关可提供非常准确、可靠的液位检测，其原理是依据光的反射折射原理，当没有液体时，光被前端的棱镜面或球面反射回来；有液体覆盖光电探头球面时，光被折射出去，这使得输出发生变化，相应的晶体管或继电器动作并输出一个开关量。应用此原理可制成单点或多点液位开关。LSF 光电液位开关具有较高的适应环境的能力，在耐腐蚀方面有较好的抵抗能力。

相关元件主要技术参数及原理如下：

- (1) 工作压力可达 2.5Mpa;
- (2) 工作温度上限为 125℃;
- (3) 触点寿命为 100 万次;
- (4) 触点容量为 70W
- (5) 开关电压为 24VDC
- (6) 切换电流为 0.5A。

选择电磁阀

3.6.1 入罐液体的选用

入罐液体的选用 VF4-25 型电磁阀，如图 3-5 所示：



图 3-5 VF4-25 型电磁阀

其中“v”表示电磁阀，“F”表示防腐蚀，4 表示设计序号，25 表示口径（mm）宽度。
相关元件主要技术参数及原理如下：

- （1） 材质：聚四氟乙烯。使用介质：硫酸、盐酸、有机溶剂、化学试剂等酸碱性的液体；
- （2） 介质温度 $\leq 150^{\circ}\text{C}$ / 环境温度 $-20 - 60^{\circ}\text{C}$ ；
- （3） 使用电压：AC:220V50HZ/60HZ DC:24V
- （4） 功率：AC:2.5KW
- （5） 操作方式：常闭：通电打开，断电关闭，动作响应迅速，高频率。

3.6.2 出罐液体的选用

出罐液体的选用 AVF-40型电磁阀，如图 3-6 所示：



图 3-6 -AVF-40 型电磁阀

其中“A”表示可调节流量，“V”表示电磁阀，“F”表示防腐蚀，40 为口径（mm）
相关元件主要技术参数及原理如下：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/108102013124006056>