

保护环境倡导绿色

微机变频恒压给水控制系统方案



沈阳博斯特科技有限公司

SHENYANG BEST TECHNOLOGY CO., LTD

2012-01-01

目录

1 绪论	3
1.1 恒压供水方案的意义	3
1.1.1 一台恒速泵供水系统	3
1.1.2 恒速泵加水塔的供水方式	4
1.1.3 恒速泵加气压罐供水方式	4
1.1.4 变频调速供水方式	4
1.2 变频恒压供水系统的国内研究现状	5
1.3 变频恒压供水系统的优点	7
2 需求分析	7
2.1 需求分析	8
2.2 方案的确定	12
3 变频恒压供水系统的原理及其分析	13
3.1 系统的构成	13
3.2 恒压控制的理论模型	15
3.3 系统的工作原理	15
4 变频恒压供水系统的设计	18
4.1 系统控制功能及特点	18
4.2 系统的硬件设计	18
4.2.1 PLC 及其扩展模块的选型	18
4.2.2 变频器及控制方式选择	20
4.2.3 检测元件	22
4.2.4 电气控制系统原理图设计	22
4.2.5 PLC 外围接线图	25
4.3 系统的软件设计	25
5 WinCC 组态软件	27
5.1 监控组态软件概述	28
5.1.1、组态软件的系统构成	28
5.1.2 组态软件的主要作用及性能	29
5.2 WinCC 软件简介	31
5.2.1 WinCC 软件的性能特点	31
5.2.2 WinCC 的系统结构及选项	33
5.3 WinCC 的组态	34
5.3.1 创建 WinCC 项目	34
5.3.2 WinCC 资源管理器	35
结束语	38
致谢	40
参考文献	40
附录	40

变频恒压供水系统设计

1 绪论

变频调速技术是一种新型的、成熟的交流电机无级调速驱动技术，它以其独特优良的控制性被广泛应用在速度控制领域。特别是在供水行业中，由于生产安全和供水质量的特殊需要，对恒压供水压力有着严格要求，变频调速技术也得到了更加深入的应用。我们把水压力控制在一定量，采用变频调速控制是保证压力恒定有效的方法。据对供水区供水量的了解，发现全天各时段用水量变化较大，如果不对供水量进行调节，管网压力的波动也会很大，容易出现管网失压或爆管事故。采用变频恒压供水控制后，当用水量较小时，这时相应管道和泵出口压力均较大，变频恒压控制方式将会降低泵的频率，减小泵出水量，从而降低管网压力；反之亦然。这样，用水量变化较大也不会造成管网压力有较大的波动。变频调速实现恒压供水不仅保证厂内自用高压水足够且稳定，而且保证了供水的安全可靠性。

1.1 恒压供水方案的意义

众所周知，水是生产生活中不可缺少的重要组成部分，在节水节能已成为时代特征的现实条件下，我们这个水资源和电能短缺的国家，长期以来在市政供水、高层建筑供水、工业生产循环供水等方面技术一直比较落后，自动化程度低。主要表现在用水高峰期，水的供给量常常低于需求量，出现水压降低供不应求的现象，而在用水低峰期，水的供给量常常高于需求量，出现水压升高供过于求的情况，此时将会造成能量的浪费，同时有可能使水管爆破和用水设备的损坏。在恒压供水技术出现以前，出现过许多供水方式。以下就逐一分析。

1.1.1 一台恒速泵供水系统

这种供水方式，水泵从蓄水池中抽水加压直接送往用户，有的甚至连蓄水池也没有，直接从城市公用管网中抽水，严重影响城市公用管网压力的稳定。这种供水方式，水泵整日不停运转，有的可能在夜间用水低谷时段停止运行。这种系统形式简单、造价最低，但耗电、耗水严重，水压不稳，供水质量极差。

1.1.2 恒速泵加水塔的供水方式

这种方式是水泵先向水塔供水，再由水塔向用户供水。水塔的合理高度是要求水塔最低水位略高于供水系统所需要压力。水塔注满后水泵停止，水塔水位低于某一位置时再启动水泵。水泵处于断续工作状态中。这种供水方式，水泵工作在额定流量额定扬程的条件下，水泵处于高效区。这种方式显然比前一种节电，其节电率与水塔容量、水泵额定流量、用水不均匀系数、水泵的开、停时间比、开、停频率等有关。供水压力比较稳定。但这种供水方式基建设备投资最大，占地面积也最大；水压不可调，不能兼顾近期与远期的需要；而且系统水压不能随系统所需流量和系统所需要压力下降而下降，故还存在一些能量损失和二次污染问题。而且在使用过程中，如果该系统水塔的水位监控装置损坏的话，水泵不能进行自动的开、停，这样水泵的开、停，将完全由人操作，这时将会出现能量的严重浪费和供水质量的严重下降。

恒速泵加高位水箱的供水方式

这种方式原理与水塔是相同的，只是水箱设在建筑物的顶层。高层建筑还可分层设立水箱。占地面积与设备投资都有所减少，但这对建筑物的造价与设计都有影响，同时水箱受建筑物的限制，容积不能过大，所以供水范围较小。一些动物甚至人都可能进入水箱污染水质。水箱的水位监控装置也容易损坏，这样系统的开、停，将完全由人操作，使系统的供水质量下降能耗增加。

1.1.3 恒速泵加气压罐供水方式

这种方式是利用封闭的气压罐代替高位水箱蓄水，通过监测罐内压力来控制泵的开、停。罐的占地面积与水塔水箱供水方式相比较小，而且可以放在地上，设备的成本比水塔要低得多。而且气压罐是密封的，所以大大减少了水质因异物进入而被污染的可能性。但气压罐供水方式也存在着许多缺点，在介绍完变频调速供水方式后，再将二者作一比较。

1.1.4 变频调速供水方式

这种系统的原理是通过安装在系统中的压力传感器将系统压力信号与设定压力值作比较，再通过控制器调节变频器的输出，无级调节水泵转速。使系统水压无论流量如何变化始终稳定在一定的范围内。变频调速水泵调速控制方式有三种：水泵出口恒压控制、水泵出口变压控制、给水系统最不利点恒压控制。

变频调速的方式在节能效果上明显优于气压罐方式。气压罐方式依靠压力罐中的压缩空气送水，气压罐配套水泵运行时，水泵在额定转速、额定流量的条件下工作。当系统所需水量下降时，供水压力将超出系统所需要的压力从而造成能量的浪费。同时水泵是工频率启动，且启动频繁，又会造成一定的能耗。而变频恒压供水在系统用水量下降时可无级调节水泵转速，使供水压力与系统所需水压大致相等，这样就节省了许多电能，同时变频器对水泵采用软启动，启动时冲击电流很小，启动能耗比较小。另外气压罐要消耗一定的钢量，这也是它的一个较大的缺点。而变频调速供水系统的变频器是一台由微机控制的电气设备，不存在消耗多少钢材的问题。同时由于气压罐体积大，占地面积一般为几十平米。而变频调速式中的调速装置占地面积仅为几平米。由此可见变频调速供水方式比气压罐供水方式将节省大量占地面积。在运行效果上，气压罐方式与调速式相比也存在着一定差距。气压罐方式的运行不稳定，突出表现在它的频繁启动。由于气压罐的调节容量仅占其总容积的 $1/3 \sim 1/6$ ，因而每个罐的调节能力很小，只得依靠频繁的启动来保证供水，这样将产生较大的噪声，同时由于启动过于频繁，压力不稳，加之硬启动，电气和机械冲击较大，设备损坏很快。变频调速式的运行十分稳定可靠，没有频繁的启动现象，加之启动方式为软启动，设备运行十分平稳，避免了电气、机械冲击。在小区供水中，而且由于调速式是经水泵加压后直接送往用户的，防止了的水质二次污染，保证了饮用水水质可靠。

由此可见，变频调速式供水系统具有节约能源、节省钢材、节省占地、节省投资、调节能力大、运行稳定可靠的优势，具有广阔的应用前景和明显的经济效益与社会效益。

1.2 变频恒压供水系统的国内研究现状

变频恒压供水是在变频调速技术的发展之后逐渐发展起来的。在早期，由于国外生产的变频器的功能主要限定在频率控制、升降速控制、正反转控制、起制动控制、起制动控制、压频比控制及各种保护功能。应用在变频恒压供水系统中，变频器仅作为执行机构，为了满足供水量大小需求不同时，保证管网压力恒定，需在变频器外部提供压力控制器和压力传感器，对压力进行闭环控制。从查阅的资料的情况来看，国外的恒压供水工程在设计时都采用一台变频器只带一台水泵

机组的方式，几乎没有用一台变频器拖动多台水泵机组运行的情况，因而投资成本高。随着变频技术的发展和变频恒压供水系统的稳定性、可靠性以及自动化程度高等方面的优点以及显著的节能效果被大家发现和认可后，国外许多生产变频器的厂家开始重视并推出具有恒压供水功能的变频器，像日本 Samco 公司，就推出了恒压供水基板，备有“变频泵固定方式”，“变频泵循环方式”两种模式。它将 PID 调节器和 PLC 可编程控制器等硬件集成在变频器控制基板上，通过设置指令代码实现 PLC 和 PID 等电控系统的功能，只要搭载配套的恒压供水单元，便可直接控制多个内置的电磁接触器工作，可构成最多 7 台电机(泵)的供水系统。这类设备虽微化了电路结构，降低了设备成本，但其输出接口的扩展功能缺乏灵活性，系统的动态性能和稳定性不高，与别的监控系统(如 BA 系统)和组态软件难以实现数据通信，并且限制了带负载的容量，因此在实际使用时其范围将会受到限制。

目前国内有不少公司在做变频恒压供水的工程，大多采用国外的变频器控制水泵的转速，水管管网压力的闭环调节及多台水泵的循环控制，有的采用可编程控制器(PLC)及相应的软件予以实现；有的采用单片机及相应的软件予以实现。但在系统的动态性能、稳定性能、抗扰性能以及开放性等多方面的综合技术指标来说，还远远没能达到所有用户的要求。原深圳华为(现已更名为艾默生)电气公司和成都希望集团(森兰变频器)也推出了恒压供水专用变频器，无需外接 PLC 和 PID 调节器，可完成最多 4 台水泵的循环切换、定时起、停和定时循环。该变频器将压力闭环调节与循环逻辑控制功能集成在变频器内部实现，但其输出接口限制了带负载容量，同时操作不方便且不具有数据通信功能，因此只适用于小容量，控制要求不高的供水场所^[1]。

可以看出，目前在国内外变频调速恒压供水控制系统的研究设计中，对于能适应不同的用水场合，结合现代控制技术、网络和通讯技术同时兼顾系统的电磁兼容性的变频恒压供水系统的水压闭环控制研究得不够。因此，有待于进一步研究改善变频恒压供水系统的性能，使其能被更好的应用于生活、生产实践。

1.3 变频恒压供水系统的优点

相对与传统的加压供水方式，变频恒压供水系统的优点突出的体现在以下几

个方面：

1、高效节能。变频恒压供水系统的最显著优点就是节约电能，节能量通常在 10-40%。从单台水泵的节能来看，流量越小，节能量越大。

2、恒压供水。变频恒压供水系统实现了系统供水压力稳定而流量可在大范围内连续变化，从而可以保证用户任何时候的用水压力，不会出现在用水高峰期热水器不能正常使用的情况。

3、安全卫生。系统实行闭环供水后，用户的水全部由管道直接供给，取消了水塔、天面水池、气压罐等设施，避免了用水的“二次污染”，取消了水池定期清理的工作。

4、自动运行、管理简便。新型的小区变频恒压供水系统具备了过流、过压、欠压、欠相、短路保护、瞬时停电保护、过载、失速保护、低液位保护、主泵定时轮换控制、密码设定等功能，功能完善，全自动控制，自动运行，泵房不设岗位，只需派人定期检查、保养。

5、延长设备寿命、保护电网稳定。使用变频器后，机泵的转速不再是长期维持额定转速运行，减少了机械磨损，降低了机泵故障率，而且主泵定时轮换控制功能自动定时轮换主泵运行，保证各泵磨损均匀且不锈死，延长了机泵使用寿命。变频器的无级调速运行，实现了机泵软启动，避免了电机开停时的大电流对电机线圈和电网的冲击，消除了水泵的水锤效应。

6、占地少、投资回收期短。新型的小区变频恒压供水系统采用水池上直接安装立式泵，控制间只要安放一到两个控制柜，体积很小，整个系统占地就非常小，可以节省投资。另外不用水塔或天面水池、控制间不设专人管理、设备故障率极低等方面都实现了进一步减少投资，运行管理费低的特点，再加上变频供水的节能优点，都决定了小区变频恒压供水系统的投资回收期短，一般约 2 年。

2 需求分析

2.1 需求分析

参照云南昆钢集团公司“塔山花园”生活小区建于“团山片”生活片区，共有住户 228 户，加上原有住户约一千余户。已建有的生活供水设施由 200 M³ 伞形水塔和供水管网组成。由于水资源日益紧张，市政管网的供水极为不正常，特别

是枯水季节，用水高峰时段常会出现断流或流量偏小的现象，现有供水设施远远不能满足用户的正常供水要求。为解决新建小区“塔山花园”的供水问题，受昆钢机制公司的委托，我公司经过对新建小区和原生活区的实地考察和认真研究，提出以下供水方案。

供水方案：

据了解，海源寺有一股水源，已引至新建小区附近，据此提出两种建设方案，我公司经过认真、细致的考察和研究，现将两种建设方案提供如下：

方案一

将海源寺这股水源直接用 DN80 钢管敷设至低位水池。这种方法投资规模稍小，但从根本上解决不了“塔山花园”内住户的用水问题。因为，海源寺这股水源的供水也极为不正常，特别到了枯水季节，情况更为严重。因此将它引至低位水池，只能起到少量补水的作用。要用它来解决团山片的用水紧张问题简直就是“杯水车薪”。并且管路敷设距离较远（600m 左右），难免会破坏许多基础设施，对以后厂区整体规划不利。

方案二

在塔山花园小区附近新建一蓄水池和泵房，专供塔山花园内住户用，这种方法虽然投资规模稍大一点，但其优点却非常多，新泵房建成后，将和塔山花园共同组成设施完善独立性较强的现代化小区。其供水设施达到智能化管理，对以后综合管理非常有利，新建蓄水池具有调节作用，即便市政管网停水，此蓄水池也可维持塔山花园住户至少 1~2 天的用水，同时可以缓解其余用户水源紧张的压力。因此可实现全天候供水。控制采用最先进的变频调速恒压供水控制系统。该系统具有压力恒定、高效、节能运行可靠等特点，可实现全自动无人值守的供水。

比较上述两种方案，要从根本上解决塔山花园的供水问题，我公司建议采用方案二，现将方案二的实施规模和细节提供如下。

1、用水指标及新建供水系统规模

根据国家建委有关规定和设计规范，塔山花园小区生活用水指标按目前小区用水配套设施情况划定为 180~210 升 / 人·日。以每户平均三人计，288 户日均耗水量为 $175M^3$ / 天。

按以上用水指标核算新增供水设施规模为：

正常供水能力 $Q=14.5\sim 22M^3/h$

按最不利配水点与蓄水池低水位差和管网沿程水头损失核算供水扬程为：

水泵供水扬程 $H=54\sim 60\sim 66m$ 。

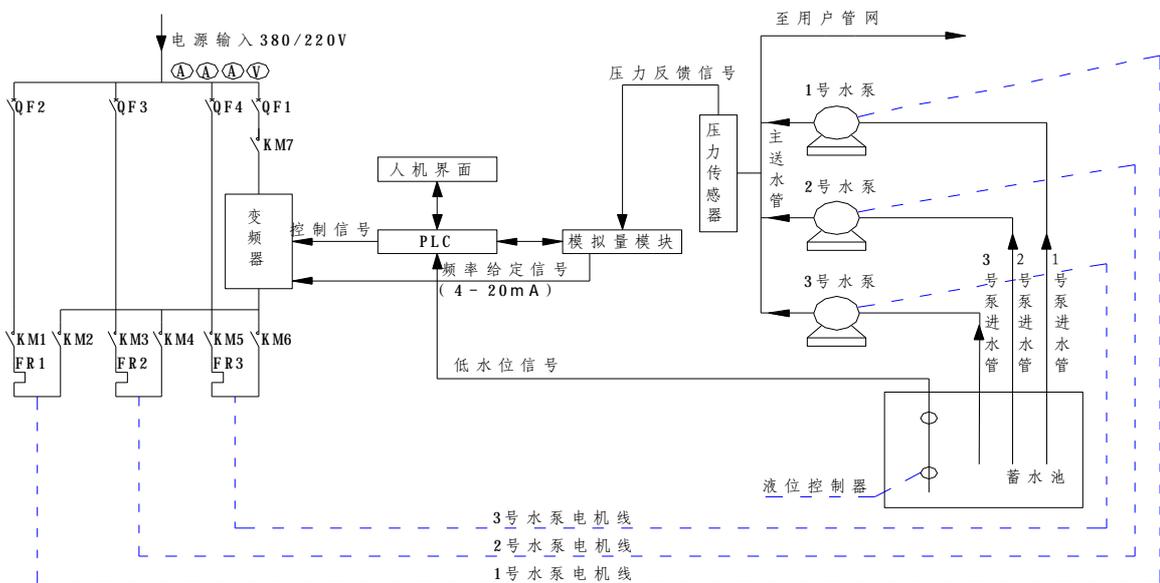
泵组配置：

选择三台型号为 LDD12-12×5 的水泵作为供水泵。

蓄水池容量：设计蓄水池容量 $V=100M^3$ ，水池循环次数为 1.75 次 / 天，基本上使用新鲜水。

新建设施供水方案

按照新建规模，本方案不增设分级高位水池。而采用无塔、无罐，变频调速恒压供水设备技术作为小区的给水设施。系统流程图如下：



系统流程图

流程简述：外来的供水干管通过蓄水池先导浮球阀、电动蝶阀，根据蓄水池水位位置自动开闭，提供水源。供水系统通过安装在设备出口总管上的压力传感器将压力信号转换成电信号，并送至 PID 调节器进行运算处理。同时与设定值不断进行比较，其输出信号送至变频器进行 VVVF 控制，自动调节变频器的输出频率，从而改变水泵运转速度。当用水量升高时，使水泵运行速度加快；当用水量减小时，使水泵速度降低。多泵并列运行时，该设备利用可编程控制器根据用水需要并按照一定规律自动调节投入运行的水泵台数。总之，通过改变供水机泵的转速和台数，使设备供水量与用水量平衡，从而达到压力稳定、高效节能的供水

效果。

采用该技术，供水泵的配套设施可以大大的减少，免去了高位蓄水池，低位压力罐等装置。采用计算机芯片制作的压力检测系统，变频调速系统，工作运转稳定，运行安全可靠，已作为给水工程中推荐使用的新技术，被广泛的采用。

蓄水池和泵房的布局：

本次新建的蓄水池和泵房的结构从安全、适用、外观协调等方面综合考虑后，提出采用半地下结构式蓄水池、泵房结构。另外外部装饰也与小区环境相协调。

（见附图三）

布局方案有以下两种（见附图一、二）

方案(1) 蓄水池和泵房位置选择职工楼西侧的空地和绿化带用地建设。本方案优点是选择地的地势较低，有利于水池蓄水。缺点是进出水池主管网敷设距离较远，并且距旁边职工楼较近，建设后一楼住户采光被损害。（见附图一）

方案(2) 蓄水池和泵房位置选择现新建小区大门左侧第一幢楼西端空地建设。本方案优点是克服了方案一的缺点，对周边几乎没有影响。缺点是水池西边为一毛石挡土墙，土建工程量可能增加。（见附图二）

比较两个方案，我们推荐采用方案二作为本次改造的实施方案。

(2) 设计要求

本次毕业设计以综合训练三年学过的专业知识为目的，针对以上小区供水系统进行设计，但并不完全局限于现有参数，为使同学有更多的锻炼机会，将参数调整为以下几种方案，每组可依据一种方案分别进行设计。

设计方案一、供水系统参数

根据国家建委有关规定和设计规范，塔山花园小区生活用水指标按目前小区用水配套设施情况划定为 180~210 升 / 人·日。以每户平均三人计，288 户日均耗水量为 $175M^3$ / 天。

按以上用水指标核算新增供水设施规模为：

正常供水能力 $Q=14.5\sim 22M^3/h$ （按供水时间 8~12h/天计算）

按最不利配水点与蓄水池低水位差和管网沿程水头损失核算供水扬程为：

水泵供水扬程 $H=54m$ 。

泵组配置：

选择三台型号为 LDD12—12×5 的水泵作为供水泵（查询相关资料可知水泵功率和转速等参数，亦可根据教师提供资料采用相同流量、扬程的其他型号水泵进行替换）。

蓄水池容量：设计蓄水池容量 $V=100M^3$ ，水池循环次数为 1.75 次 / 天，基本上使用新鲜水。

设计方案二、供水系统参数

根据国家建委有关规定和设计规范，塔山花园小区生活用水指标按目前小区用水配套设施情况划定为 180~210 升 / 人·日。以每户平均三人计，288 户日均耗水量为 $175M^3$ / 天。

按以上用水指标核算新增供水设施规模为：

正常供水能力 $Q=14.5\sim 22M^3/h$ （按供水时间 8~12h/天计算）

按最不利配水点与蓄水池低水位差和管网沿程水头损失核算供水扬程为：

水泵供水扬程 $H=66m$ 。

泵组配置：

选择三台型号为 LDD12—12×5 的水泵作为供水泵（查询相关资料可知水泵功率和转速等参数（查询相关资料可知水泵功率和转速等参数，亦可根据教师提供资料采用相同流量、扬程的其他型号水泵进行替换）。

蓄水池容量：设计蓄水池容量 $V=200M^3$ ，其中 50% 的水留作消防用水，另设一组水泵对消火栓供水，以保证 $Q=2M^3/m$ 的供水能力，持续时间为 1 小时，水泵供水扬程 $H=80m$ 。

设计方案三、供水系统参数

根据国家建委有关规定和设计规范，塔山花园小区生活用水指标按目前小区用水配套设施情况划定为 180~210 升 / 人·日。以每户平均三人计，2*288 户日均耗水量为 $2*175M^3$ / 天。

按以上用水指标核算新增供水设施规模为：

正常供水能力 $Q=2*(14.5\sim 22M^3/h)$ （按供水时间 $2*(8\sim 12h)$ /天计算）

按最不利配水点与蓄水池低水位差和管网沿程水头损失核算供水扬程为：

水泵供水扬程 $H=54m$ 。

泵组配置：

选择 2 组三台型号为 LDD12—12×5 的水泵作为供水泵（查询相关资料可知水泵功率和转速等参数，亦可根据教师提供资料采用相同流量、扬程的其他型号水泵进行替换）。

蓄水池容量：设计蓄水池容量 $V=300M^3$ ，其中 30% 的水留作消防用水，另设一组水泵对消火栓供水，以保证 $Q=2M^3/m$ 的供水能力，持续时间为 1 小时，水泵供水扬程 $H=80m$ 。

设计方案四、供水系统参数

根据国家建委有关规定和设计规范，塔山花园小区生活用水指标按目前小区用水配套设施情况划定为 180~210 升 / 人·日。以每户平均三人计，368 户日均耗水量为 $220M^3$ / 天。

按以上用水指标核算新增供水设施规模为：

正常供水能力 $Q=18.5\sim 28M^3/h$ （按供水时间 8~12h/天计算）

按最不利配水点与蓄水池低水位差和管网沿程水头损失核算供水扬程为：

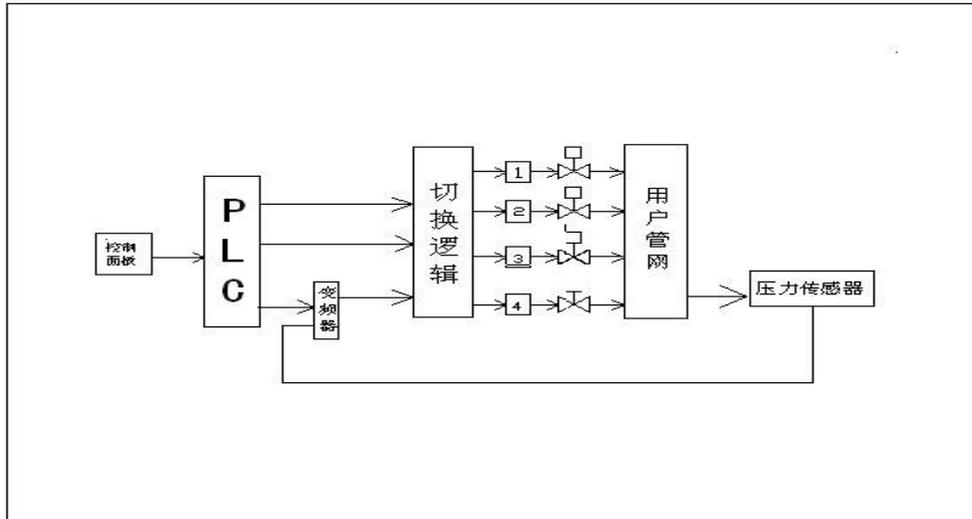
水泵供水扬程 $H=60m$ 。

泵组配置：

选择四台型号为 LDD12—12×5 的水泵作为供水泵（查询相关资料可知水泵功率和转速等参数（查询相关资料可知水泵功率和转速等参数，亦可根据教师提供资料采用相同流量、扬程的其他型号水泵进行替换）。

蓄水池容量：设计蓄水池容量 $V=200M^3$ ，其中 50% 的水留作消防用水，另设一组水泵对消火栓供水，以保证 $Q=2M^3/m$ 的供水能力，持续时间为 1 小时，水泵供水扬程 $H=80m$ 。

2. 2 方案的确定



参照市自来水公司关于二次供水的有关规定，结合普通住宅小区的实际情况，在国家建委有关规定和设计规范，本着节能、环保、节约占地面积的原则下，特提出以下方案：

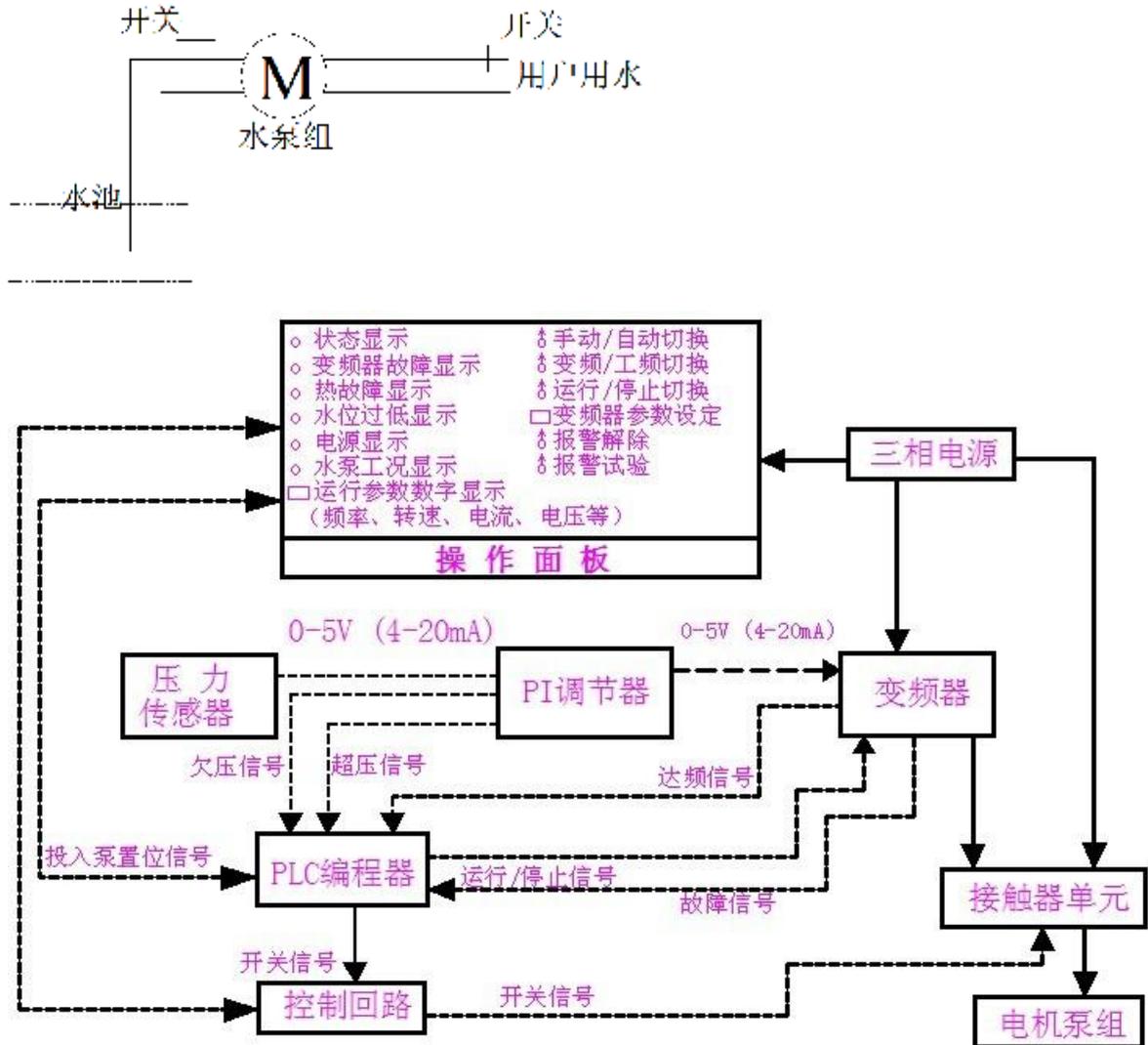
- ①住宅小区供水户数为 500 户，供水高度约为 36 米。
- ②根据国家建委有关规定和设计规范，普通住宅小区生活用水指标按目前小区用水配套设施情况划定为 180~210 升 / 人·日。以每户平均三人计，500 户日均耗水量为 $292.5\text{M}^3 / \text{天}$ 。
- ③小区供水高度约为 36 米，考虑供水阻力损耗，供水压力约为 0.4~0.6MPa，取最大值 0.6MPa（扬程 60 米）。所以选择四台 80AAB50-60 型水泵，一台西门子 MICROMASTER430 型变频（ $Q=50\text{m}^3/\text{h}$, $H=60\text{m}$, $N=11\text{KW}$ ）。
- ④、蓄水池容量：设计蓄水池容量 $V=200\text{M}^3$ ，水池循环次数为 1.46 次 / 天，基本上使用新鲜水。其中 50% 的水留作消防用水，另设一组水泵对消火栓供水，以保证 $Q=2\text{M}^3 / \text{m}$ 的供水能力，持续时间为 1 小时，水泵供水扬程 $H=80\text{m}$ 。

3 变频恒压供水系统的原理及其分析

3.1 系统的构成

由于本设计的供水系统要适用生活水、消防用水等场合的供水，密闭的水池在地下主要为应急用水的缓冲，还可以避免以往方案引起的二次污染。系统采用

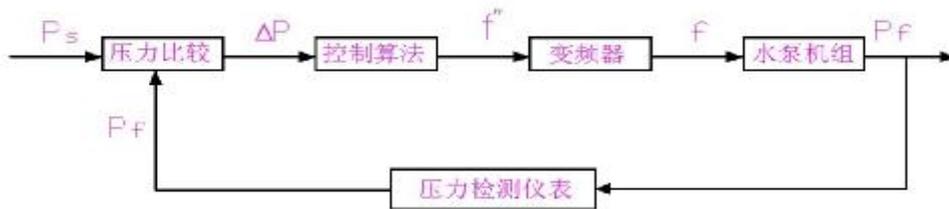
了四台水泵（一台为辅助泵），一台 PLC，一台变频器和压力传感器组成的供水系统，当用水量很少时只开动辅助泵即可，系统检测到管压很低实会自动增加泵的数量或加快抽水速度的同时会关闭辅助泵，以满足用水需求；反之，会自动减泵或降低抽水速度。其原理框图如下图所示



整个系统以 PLC 为核心，完成系统的控制功能。它主要负责将压力传感器传送来的标准电流信号与其内部预先设定好的初值进行比较，若两个值存在偏差，它就会输出一个标准的电流控制信号，传送给变频器的模拟量调节控制端。变频器根据送来的电流值的大小，产生一个与之对应的控制水泵速度的频率值，使水泵的供电频率发生变化，改变了水泵的运转速度，从而改变了向管道供水的压力大小，使管道的实际水压值恢复到预先设定好的值上。

3.2 恒压控制的理论模型

对变频恒压供水的主要特点进行分析，我们可以得出如下结论：变频调速恒压供水系统控制对象是一个时变的、非线性的、滞后的、模型不稳定的对象。对它的控制仍属于工业过程控制的范畴，它以供水出口管网水压为控制目标，在控制上实现出口总管网的实际供水压力跟随设定的供水压力。设定的供水压力可以是一个常数，也可以是一个时间分段函数，在每一个时段内是一个常数^[3]。所以，在某个特定时段内，恒压控制的目标就是使出口总管网的实际供水压力维持在设定的供水压力上。变频恒压控制的原理图如下：



从恒压控制的原理图中可以看出，在系统运行过程中，如果实际供水压力低于设定压力，控制系统将得到正的压力差，这个差值经过计算和转换，计算出变频器输出频率的增加值，该值就是为了减小实际供水压力与设定压力的差值，将这个增量和变频器当前的输出值相加，得出的值即为变频器当前应该输出的频率。该频率使水泵机组转速增大，从而使实际供水压力提高，在运行过程中该过程将被重复，直到实际供水压力和设定压力相等为止。如果运行过程中实际供水压力高于设定压力，情况刚好相反，变频器的输出频率将会降低，水泵机组的转速减小，实际供水压力因此而减小。同样，最后调节的结果是实际供水压力和设定压力相等。

3.3 系统的工作原理

该系统具有手动和自动两种运行方式：

1. 手动运行方式。选择此方式时，按启动按钮泵或停止按钮，可根据需要而分别启停各水泵。这种方式仅供检修或控制系统出现故障时使用。

2. 自动运行方式

(1) 启动程序。在自动运行方式下开始启动运行时，首先检测水池水位，若水池水位符合设定水位要求，辅助泵首先启动，如果检测到压力不合要求，再将变频交流接触器吸合，电机与变频器连通，水泵变频启动，

变频器输出频率从 0Hz 开始上升，此时压力变送器检测压力信号反馈 PLC，由 PLC 经 PID 运算后控制变频器的频率输出；如压力不够，则频率上升至 50Hz，延时一定时间后，将变频泵切换为工频，另一变频交流接触器吸合，变频启动水泵，频率逐渐上升，直至出水压力达到设定压力，依次类推增加水泵。

(2) 水泵切换程序。如用水量减小，出水压力超过设定压力，则 PLC 控制变频器降低输出频率，减少出水量来稳定出水压力。若变频器输出频率低于某一设定值（水泵出水频率，一般为 25Hz），而出水压力仍高于设定压力值时，PLC 开始计时，若在一定时间内，出水压力降低到设定压力，PLC 放弃计时，继续变频调速运行；若在一定时间内出水压力仍高于设定压力，根据先投先停的原则，PLC 将停止正在运行的水泵中运行时间最长的工频泵，直至出水压力达到设定值。

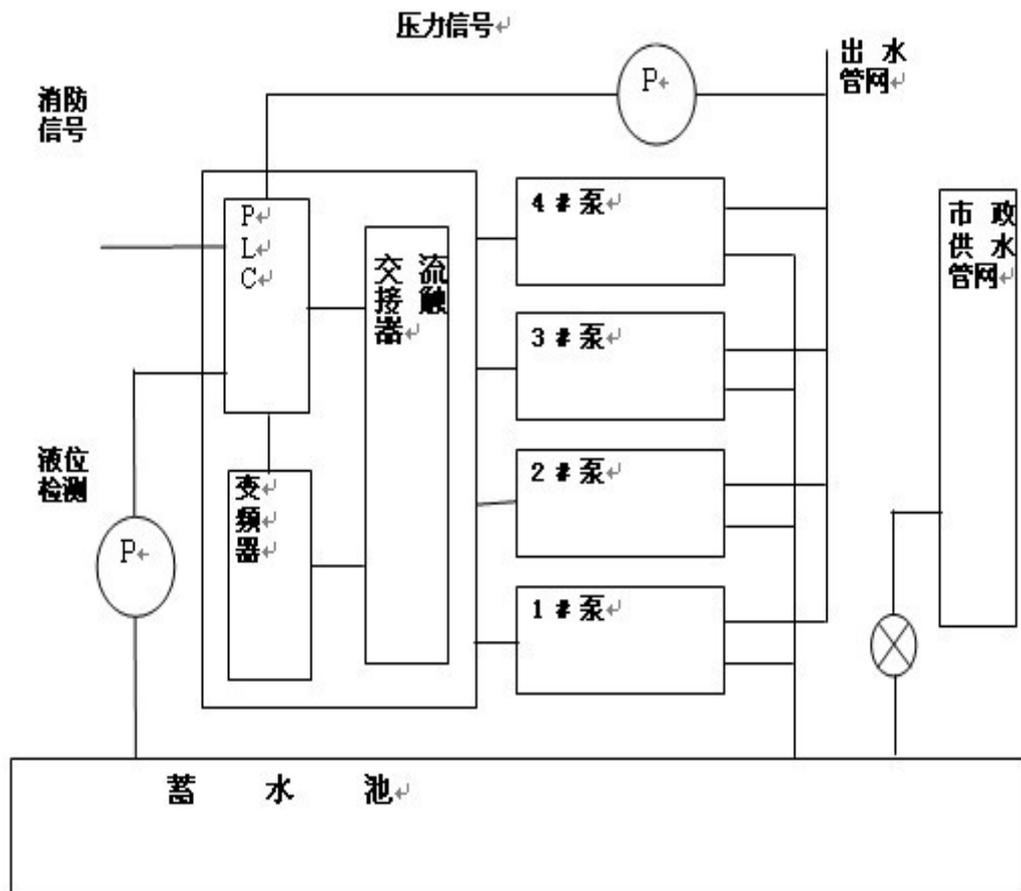
(3) 启动小流量泵。对于居民生活供水或其它用水时段性较强的供水系统，可设置一台小流量水泵。例如在晚上 12 点到凌晨 5 点，居民生活用水很少，一台 15kW 的水泵为了维持供水压力也需要长时间工作在 25Hz 左右，电动机不仅要消耗十几个千瓦的电能，同时还要长期工作在低频状态，大大影响电动机的寿命。若系统中设置一台 5KW 左右的小流量水泵，为了维持出水压力，由小流量水泵变频工作，不仅电动机工作在较高频率，而且消耗的电能也很小。在小流量水泵的选择上，其功率一般是主水泵功率的 1/4 到 1/6，扬程和主泵相同。

(4) 水池水位检测。在自动供水的过程中，PLC 实时检测水池水位，若水位低于设定的报警水位时，蜂鸣器发出缺水报警信号；若水位低于设定的停机水位时，停止全部水泵工作，防止水泵干抽，并发出停机报警信号；若水池水位高于设定的水池上限水位时，自动关断水池给水管电动阀门。

(5) 自动启动。有时电源会突然断电，若无人值班，恢复供电后若系统无法启动会造成断水，为此本系统设置了通电后自动变频启动方式。在电源恢复后，PLC 会发出指令，蜂鸣器发出警告，然后按自动运行方式变频启动 1#泵，直到稳定地运行在给定水压值。

(6) 消防报警。当出现消防报警信号时，系统立即按照消防压力运行。

(7) 故障处理。变频故障从冗余设计原则考虑，在变频器发生故障时也要不间断供水。当变频器突然发生故障，蜂鸣器报警，PLC 发指令使全部水泵停机，然后 1#泵工频运行（若水泵功率大于 37KW，则需要采用降压启动或其它启动方式），经一定延时后根据压力变化情况再使 2#泵工频运行。此时，PLC 切换泵则根据实际水压的变化在工频泵间切换。当出现水池无水停机、电动机欠压、过压、错相、电机故障等情况时，均能由蜂鸣器发出警报声。条件许可时可以添加 MODEM 模块，在变频器、电动机发生故障时能通过远程通信口拨叫值班人员电话，通知有关人员前来维修。所有故障解决、恢复正常后，自启动前也要发出报警信号。



4 变频恒压供水系统的设计

本系统设计的是一个三水泵生活/消防双恒压无塔供水系统。市政管网来的自来水经过电动阀门控制自动把水注入水池，水位达到上限时阀门自动关闭，停止注水；水位低于下限值时，阀门打开，对水池进行注水。水池的高低水位信号也直接传送给 PLC，作为高低水位报警。为了保证供水的连续性，水位上下限传感器的高低距离较小。

4. 1 系统控制功能及特点

- 1、全自动运行无须人工操作。
- 2、用水量少时，自动切入小泵运行；无人用水时自动进入休眠状态。
- 3、手动状态设有单泵变频运行方式，可手动指定运行哪个泵，停止哪个泵，易于检修。
- 4、手动状态设有工频运行方式，提高系统可靠性，当变频器出现故障时可切换的工频运行方式，不会影响供水。
- 5、变频器对电机进行软启软停，减少设备损耗，延长电机使用寿命。
- 6、管网压力无冲击，无水锤现象，压力恒定
- 7、故障自诊断和自处理功能，对过流、欠压、过压、过载、断水和变频器故障均能自行诊断。

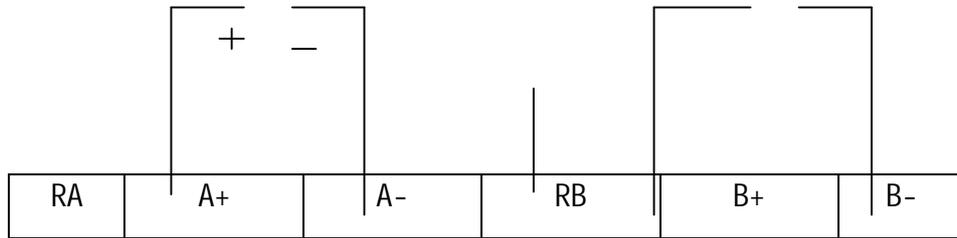
4. 2 系统的硬件设计

4.2.1 PLC 及其扩展模块的选型

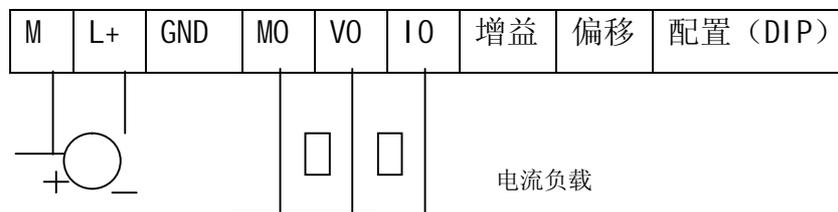
由系统的组成分析知，系统共有输入点 8 个、开关量输出点 14 个、模拟量输入输出各一个。若用 CPU222 点数不够，在扩展也用好几个模块。若选用 CPU226 则价格太高，浪费业大。所以选用 CPU224 一台。加一台数字量扩展模块 EM235（8 继电器输出）。

PLC 的普通输入输出端口均为开关量端口，为了使 PLC 能完成模拟量的处理，常见的方法是为整体式 PLC 加配模拟量扩展单元。模拟量扩展单元可将外部模拟量转换为 PLC 可以处理的数字量及将 PLC 内部运算结果数字量转换为机外所需的

模拟量，S7-200 系列的模拟量扩展模块 EM235，它具有四路模拟量输入及一路，模拟量输出，可以用于恒压供水系统控制中^[4]。EM235 的输入端口的接线方式如下：



EM235 的输出端口的接线方式如下：



模拟模块在接入开路工作前需完成配置及校准，配置指根据实际需接入的信号类型对模块进行的一些设定。校准是为仪器仪表作使用前的调零及调满刻度。EM235 增益及偏置使用电位器进行调整，配置使用 6 只开关。开关状态组合成对应的输入范围及分辨率，根据本系统的实际需要，6 个开关可配置为单极性，满量程输入为 0~20mA，分辨率为 5uA。开关状态如下：

EM235 配置端口的配置值

SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6	满量程	分辨率
ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	0~20mA	5uA

由于压力传感器送来的电流信号为标准的 4~20mA 的信号，因此此电流信号的具体转换值为：

$$(32000/20) * 4 \sim (32000/20) * 20, \text{ 即 } 6400 \sim 32000。$$

采用 CPU430 单元加数字量扩展单元和模拟量扩展单元，这样就使系统的配置最经济。配置图如下：



4.2.2 变频器及控制方式选择

在传统的变频控制系统中，变频器的启动/停止由 PLC 通过开关量输出控制，变频器频率是由 PLC 通过模拟量输出端口输出 0~5(10)V 或 4~20mA 信号控制的，这需要购买 PLC 比较昂贵的模拟量输出端口模块。对变频器故障的检测是由 PLC 读取变频器的故障报警触点，只是知道变频器出现故障，但具体什么故障并不清楚，需操作人员查询变频器报警信息后再阅读变频器说明书才知道，这对于一般值班人员来说太难了。

因此在本系统中 PLC 对变频器的控制是通过串行通讯的方式实现的，变频器选用 SIEMENS 的 MICROMASTER 4 变频器，它们具有 RS-485 通讯接口，性价比较高。PLC 通过自由通讯口方式与变频器通讯，控制变频器的运行，读取变频器自身的电压、电流、功率、频率、累计运行时间和过压、过流、过负荷等全部报警信息等参数，这比通过外部端口控制变频器的运行具有较高的可靠性，节省了 PLC 宝贵的 I/O 端口，又获得了大量变频器的信息。

此外，变频器的容量和周围环境(温度、湿度、振动、干扰等的选择也很重要。

1、输出容量是指：三相情况下的额定输出电压与输出电流决定的三相视在功率。额定输出电流为变频器可以连续输出的最大交流电流有效值，不管与用于何种用途，都不允许电流连续流过值超过此值。

一般根据电机电流选择变频器的容量。使用 6 极以上的电机或多台电机并联运转时，如果仅用适用电机功率来选择变频器变得不确切时，可按以下关系来决定变频器的容量

$$I_o \geq \sum n K I_m$$

式中 I_o ——变频器的额定输出电流，A;

I_m ——电动机的额定电流，A;

K ——裕度修正系数，如果是小容量电动机 K 取 1，大容量电动机 K 取 1.1;

n 并联运转的电机总台数。

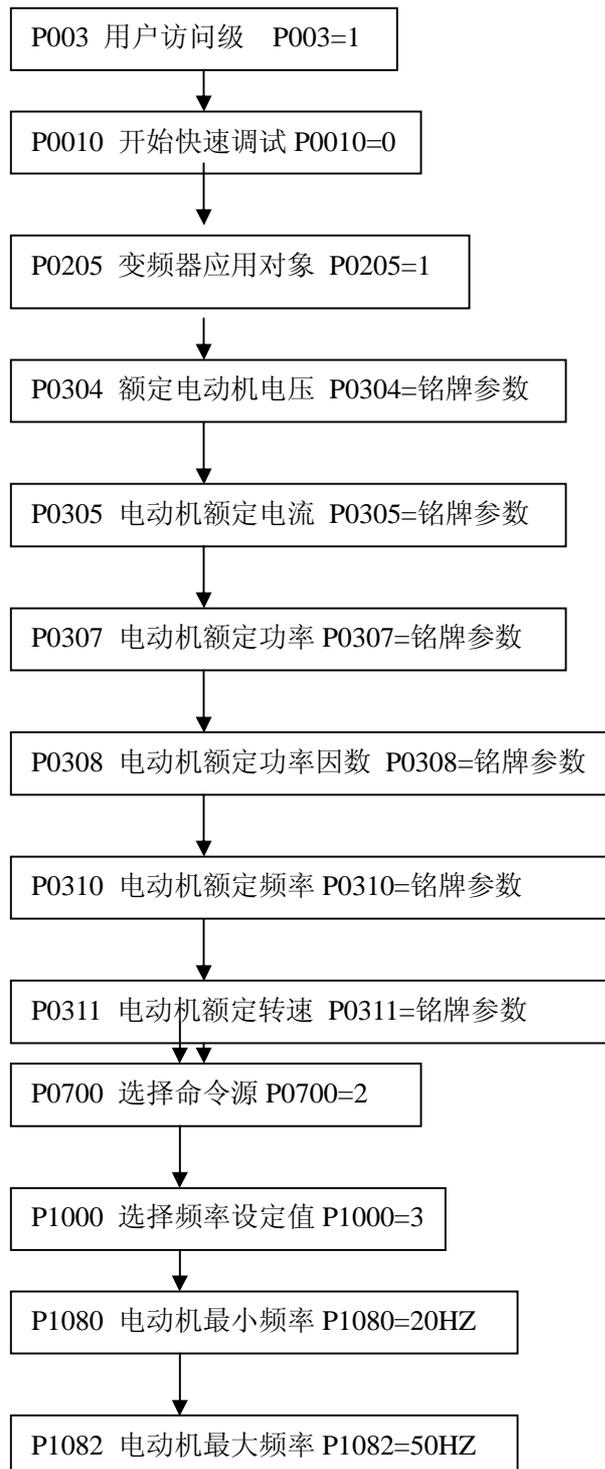
使用逆变器的传动电机比直接用工频电源接入电机时，产生同样功率时的电动机电流有所增加，故用裕度系数 K 。但对小容量电动机，裕度系数

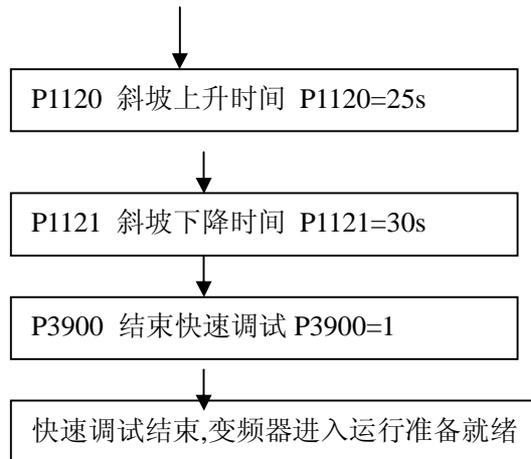
取为 1。

2、变频器输出电压与输出频率的选择

变频器输出电压可按电动机额定电压选定. 进行频率选择时可根据逆变器的使用目的来确定最高输出频率.

附:变频器的快速调试步骤:

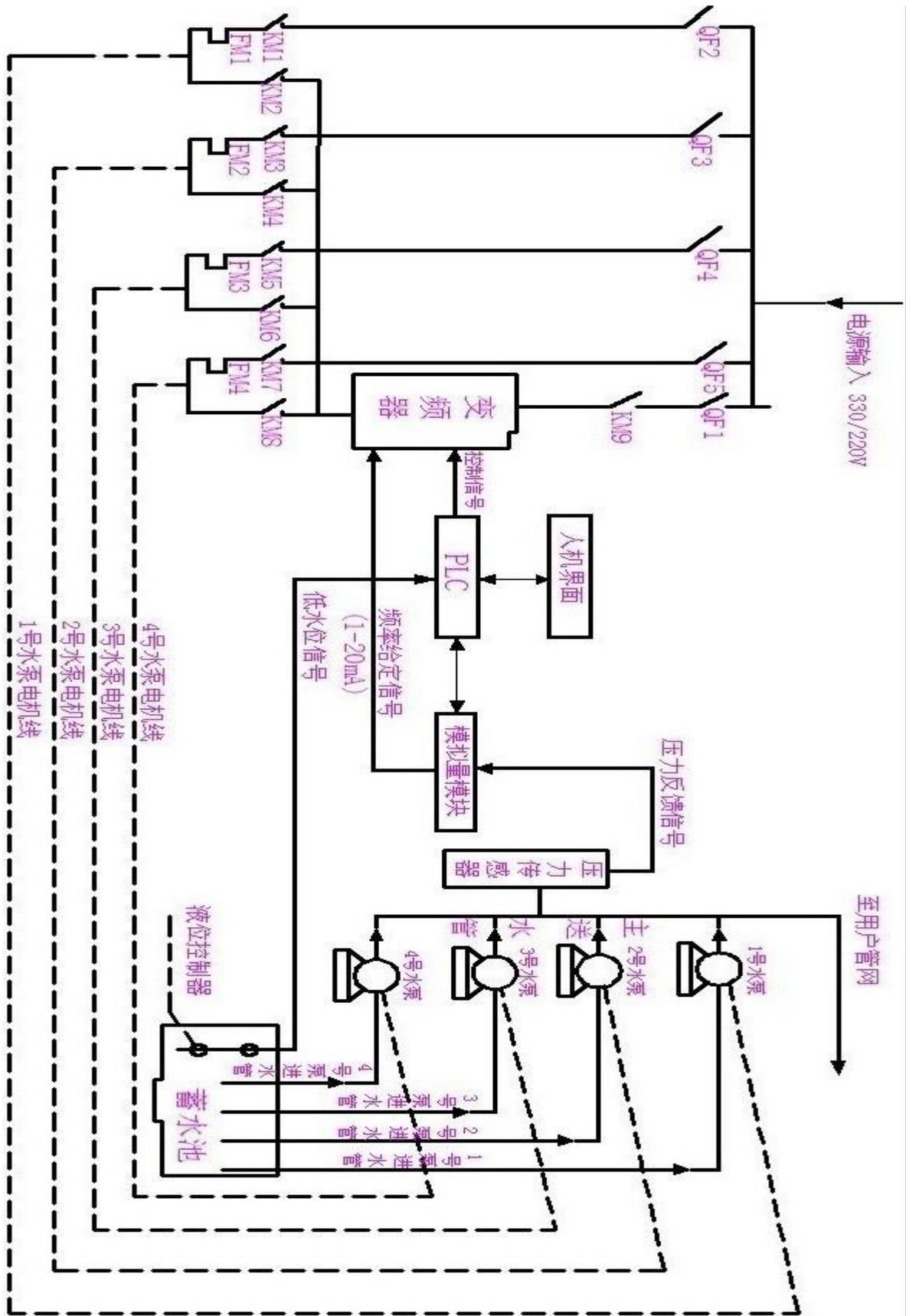




4.2.3 检测元件

监控技术是依靠变送器等设备来检测信息的,根据系统采用分布式数据采集装置,来自生产现场的生产过程参数经过变送器测量变送后变为 4~ 20mA 的标准仪表信号,经电缆传送至仪表室的 PLC,经模数转换后变为数字信号。

4.2.4 电气控制系统原理图设计



电控系统主电路图中四台水泵分别为 M1、M2、M3、M4。接触器 KM2、KM4、

KM6、KM8 分别控制 M1、M2、M3、M4 的工频运行；接触器 KM1、KM3、KM5、KM7 分别控制 M1、M2、M3、M4 的变频运行；FM1、FM2、FM3、FM4 分别为四台水泵的过载保护用的热继电器；QS1QS2、QS3、QS4、QS5 分别为变频器和四台水泵主电路的隔离开关，MM440 为变频器。

在硬件系统设计中，采用一台变频器连接 4 台电动机，每台电机通过一个接触器与变频输出电源连接。变频器输入电源前面接入一个自动空气开关，来实现电机、变频器的过流过载保护接通，空气开关的容量依据电机的额定电流来确定。

变频器主电路电源输入端子(R, S, T)经过空气开关与三相电源连接，变频器主电路输出端子(U, V, W)经接触器接至三相电动机上，当旋转方向和预设定不一致时，需要调换输出端子(U, V, W)的任意两相。一定要保证在工频电源拖动和变频输出电源拖动两种情况下电机旋向的一致性，否则在变频/工频的切换过程中会产生很大的转换电流，致使转换无法成功。在变频器起动、运行和停止操作中，必须用控制台面板或控制柜的运行和停止键或者是外控端子 FWD (REV)来操作，不得以主电路的通断来进行。

控制电路图见附录

电控系统控制电路图中 SA 为手动/自动转换开关，SA 打在 1 的位置时为手动控制状态；打在位置 2 时为自动控制状态。手动运行时，可用按钮 SB1~SB8 控制三台泵的启停和电磁阀 F2 的通断；自动运行时，系统在 PLC 的程序控制下运行。HL10 为自动运行状态下的电源指示灯。对变频器频率进行复位时有一个触点信号，由于 PLC 为 4 个输出点为一组共用一个 COM 端口，而本系统又没有剩下单独的 COM 端输出组，所以通过一个中间继电器 KA 的触点对变频器进行复频操作控制。

在控制电路的设计中，首先要考虑弱电和强电之间的隔离的问题。在整个控制系统中，所有控制电机、阀门接触器的动作，都是按照 PLC 的程序逻辑来完成的。为了保护 PLC 设备，PLC 输出端口并不是直接和交流接触器连接，而是通过中间继电器去控制电机或者阀门的动作。在 PLC 输出端口和交流接触器之间引入中间继电器，其目的是为了实现系统中的强电和弱电之间的隔离，保护系统，延长系统的使用寿命，增强系统工作的可靠性。

控制电路之中存在电路之间互锁的问题，由于控制系统是实现自动循环，所

以电路的互锁是指电机之间运行的互锁。严禁出现一台电动机同时接在工频电源和变频电源的情况，同时要求变频器始终只与一台电动机相连。控制电路中还必须考虑系统电机当前工作状态指示灯的设计，为了节省 PLC 的输出端口，在电路中可以采用 PLC 输出端子的中间继电器的相应常开触点的断开和闭合来控制相应电机的指示灯的亮和熄灭，指示当前系统电机和阀门的工作状态。

4.2.5 PLC 外围接线图

本系统采用以西门子 PLC 为控制核心，再加上模拟量扩展模块 EM235，构成了较经济的控制系统。PLC 的外围接线图请参看附录。

本系统在电气控制部分规划时，充分考虑到用户的功能需求和设备本身的机械特性及系统的通用性，在具体实现过程中，又以系统的可靠性、易用性和节能为准则，尽量把本系统开发成为一个功能齐全、可靠性高、自动化程度高且适用场合比较广的供水控制系统。

4.3 系统的软件设计

4.3.1 参数初始化程序

其中包括变频器频率电压标准值，水管压力的上下限，设定压力值，PID 控制器的 P, I, D 参数，系统的采样时间以及定时中断的时间间隔和相关的寄存器。

4.3.2 水泵工作顺序控制程序

由于用户用水的非线性，泵会往复工作且一泵容易长期工作，减少泵的使用寿命，增加维护费用，故加入此控制程序。且设定换泵周期为一天。

4.3.3 自动/手动加减泵控制程序

用户用水的非线性，为提高供水的质量和可靠性采用自动切换。而当系统维修时可采用手动方式以免影响供水

4.3.4 中断程序

由于压力的不断变化，要求系统不断对压力和水位进行检测。每次的变化 CPU 都要中断检测，运算。

4.3.5 主程序。开机上电后，系统会自动调用相关的子程序。

4.3.6 软件流程图见附录

4.3.7 附表

1、PLC 程序分配表

符号	地址	注释
PID_CH	SBR0	初始化 PID 参数
VD101	SBR1	工作顺序控制
VD103	SBR2	自动加减泵控制
VD105	SBR3	手动加减泵控制

2、软件分配表

符号	地址	注释
KM1	Q0.0	1#工频接触器
KM2	Q0.1	1#变频接触器
KM3	Q0.2	2#变频接触器
KM4	Q0.3	2#工频接触器
KM5	Q0.4	3#变频接触器
KM6	Q0.5	3#工频接触器
RST	Q0.6	变频器复位控制
	AQW0	输出模拟信号到变频器
	Q0.7	启动变频器, 辅助泵启动
	VB11	规律控制
	VB12	顺序控制
	VB13	手动加减泵
	M20.0	自动运行标志
	SMB34	定时中断
	VD224	微分时间
	VD220	积分时间

	VD212	比例增益
	SMO.5	1 秒脉冲
	VW498	变频频率
	VD100	标准频率值
	VD504	供水设定值
	AQW0	输出控制值
	VD208	PID 输出
	VB200	PID 开始
	AIW0	采样数据
	VD300	一天计时
	ACO	采样数据
	I0.0	-1 手动-0 自动
	I0.3	启动
	I0.4	停止
	I0.5	-1 消防-0 生活

5 WinCC 组态软件

WinCC(Windows Control Center, 视窗控制中心)是 SIEMENS 与 Microsoft 公司合作开发的、开放的过程可视化系统。无论是简单的工业应用, 还是复杂的多客户应用领域, 甚至

在有若干服务器和客户机的分布式控制系统中, 都可以应用 WinCC 系统。

WinCC 是在 PC(Personal Computer)基础上的操作员监控系统软件, WinCC V5.0+SP2

是运行在 Windows NT+SP6(或 SP6a)或 Windows2000+SP1 (或 SP2)标准环境下的 HMI (Human Machine Interface, 人机界面), 具有控制自动化过程的强大功能和极高性能价格比的 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition, 监视控制与数据采集)级的操作监视系统。

WinCC 的显著特性就是全面开放, 它很容易将标准的用户程序结合起来, 建立人机界面, 精确地满足生产实际要求。通过系统集成, 可将 WinCC 作为其系统扩展的基础, 通过开放接口开发自己的应用软件。

5.1 监控组态软件概述

5.1.1、组态软件的系统构成

在组态软件中, 通过组态生成的一个目标应用项目在计算机硬盘中占据唯一的物理空间

(逻辑空间), 可以用唯一的名称来标识, 称为应用程序。在同一计算机中可以存储多个应用程序, 组态软件通过应用程序的名称来访问其组态内容, 打开其组态内容进行修改或将其应用程序装入计算机内存投入实时运行。

组态软件的结构划分有多种标准, 下面按照软件的系统环境和软件体系组成两种标准讨论其体系结构。

1 以使用软件的系统环境划分

按照使用软件的系统环境划分, 组态软件包括系统开发环境和系统运行环境两大部分。

(1)系统开发环境

设计人员为实施其控制方案, 在组态软件的支持下, 进行应用程序的系统生成工作所必须依赖的工作环境。通过建立一系列用户数据文件, 生成最终的图形目标应用系统, 供系统运行环境运行时使用。

系统开发环境由若干个组态程序组成, 如图形界面组态程序、实时数据库组态程序等。

(2)系统运行环境

在系统运行环境下, 目标应用程序装入计算机内存并投入实时运行。系统运行环境由若干个运行程序组成, 如图形界面运行程序、实时数据库运行程序等。

设计人员最先接触的一定是系统开发环境, 通过系统组态和调试, 最终将目标应用程序

在系统运行环境投入实时运行, 完成工程项目。

2 • 按照软件组成划分

组态软件因为其功能强大, 而每个功能相对来说又具有一定的独立性, 因此其组成形式

是一个集成软件平台, 由若干程序组件构成。其中必备的典型组件有以下几种。

(1) 应用程序管理器

应用程序管理器是提供应用程序的搜索、备份、解压缩、建立新应用等功能的专用管理工具。设计人员应用组态软件进行工程设计时, 经常要进行组态数据的备份; 需要引用以往成功应用项目中的部分组态成果 (如画面); 需要迅速了解计算机中保存了哪些应用项目。虽然这些要求可以用手工方式实现, 但效率较

低，极易出错。有了应用程序管理器，这些操作就变得非常简单。

(2) 图形界面开发程序

这是设计人员为实施其控制方案，在图形编辑工具的支持下进行图形系统生成工作所依赖的开发环境。通过建立一系列用户数据文件，生成最终的图形目标应用系统，供图形运行环境运行时使用。

(3) 图形界面运行程序

在系统运行环境下，图形界面运行程序将图形目标应用系统装入计算机内存并投入实时运行。

(4) 实时数据库系统组态程序

目前比较先进的组态软件都有独立的实时数据库组件，以提高系统的实时性，增强处理能力。实时数据库系统组态程序是建立实时数据库的组态工具，可以定义实时数据库的结构、数据来源、数据连接、数据类型及相关的各种参数。

(5) 实时数据库系统运行程序

在系统运行环境下，实时数据库系统运行程序将目标实时数据库及其应用系统装入计算机内存并执行预定的各种数据计算、数据处理任务。历史数据的查询、检索、报警的管理都是在实时数据库系统运行程序中完成的。

(6) I/O 驱动程序

I/O 驱动程序是组态软件中必不可少的组成部分，用于系统与 I/O 设备通信、互相交换数据。DDE 和 OPC Client 是两个通用的标准 I/O 驱动程序，用来和支持 DDE 标准和 OPC 标准的 I/O 设备通信。多数组态软件的 DDE 驱动程序整合在实时数据库系统或图形系统中，而 OPC Client 则单独存在。

5.1.2 组态软件的主要作用及性能

1 主要作用

组态软件一般都由若干个组件构成，操作系统直接支持多任务，而且组态软件普遍使用

“面向对象”(Object Oriented)的编程和设计方法，使软件更加易于学习和掌握，功能也更强大。

在图形画面生成方面，构成现场过程的图形画面被划分成三类简单的对象：线、填充图形和文本。每个简单对象都有影响其外观的属性，对象的基本属性包括：线的颜色、填充颜色、高度、宽度、取向、位置移动等。这些属性可以是静态的，也可以是动态的。静态属性在系统投入运行后保持不变，与原来组态时一致。而动态属性则与表达式的值有关，表达式可以是来自 I/O 设备的变量，也可以是由变量和运算符组成的数学表达式。这种对象的动态属性随表达式的值的变化而实时改变，这种组态过程通常叫做动画链接。

在图形界面上还具备报警通知和确认、报表组态及打印、历史数据查询与显示等功能。各种报警、报表、趋势都是动画链接的对象，其数据源都可以通过组态来指定。这样每个画面的内容就可以根据实际情况由设计人员灵活设计，每幅画面中的对象数量均不受限制。

控制功能组件以基于 PC 的策略编辑/生成组件（也称为软逻辑或软 PLC）为代表，是组态软件的重要组成部分。目前多数组态软件都提供了基于 IEC1131-3 标准的策略编辑/生成控制组件，它也是面向对象的，但并不是惟一由事件触发，它象 PLC 中的梯形图一样按照顺序周期地执行。策略编辑/生成组件可以大

幅度地降低成本。

实时数据库是更为重要的一个组件，随着 PC 处理能力的增强，实时数据库更加充分地体现了组态软件的长处。实时数据库可以存储每个工艺点的多年数据，用户既可以浏览工厂当前的生产情况，又可以了解过去的生产情况。

通信及第三程序接口组件是系统开放的标志，是组态软件与第三程序交互及实现远程数据访问的重要手段之一。它主要有三个作用：

- 1) 用于双机冗余系统中，主机与从机之间的通信。
- 2) 用于构建分布式 HMI /SCADA 应用时多机间的通信。
- 3) 在基于 Internet 或 Browser/Server (B/S) 应用中实现通信功能。

2 性能要求

1) 实时性

实时性是指控制器在限定的时间内对外来事件做出反应的特性。在具体确定“限定时间”时，主要考虑两个因素：其一，根据工业生产过程中出现的事件能够保持多长的时间；其二，该事件要求计算机在多长时间以内必须做出反应，否则将对生产过程造成影响甚至造成损害。可见，实时性是相对的。工业控制计算机及监控组态软件具有时间驱动能力和事件驱动能力，即在按一定的周期时间对所有事件进行巡检扫描的同时，可以随时响应事件的中断请求。

实时性一般都要求计算机具有多任务的处理能力，以便将监控任务分解成若干并行的多个任务，加速程序执行速度。可以把那些变化并不显著、即使不能立即做出反应也不至于造成影响或损害的事件，作为顺序执行的任务，按照一定的巡检周期有规律地执行；而把那些保持时间很短且需要计算机立即做出反应的事件，作为中断请求源或事件触发信号，为其专门编写程序，以便在该类事件一旦出现时计算机能够立即响应。如果监控范围庞大、变量繁多，这样分配仍然不能保证所要求的实时性时，则表明计算机的资源已经不够使用，只得对结构进行重新设计，或者提高计算机的档次。

2) 可靠性

在计算机、数据采集控制设备正常工作的情况下，如果供电系统正常，当监控组态软件的目标应用系统所占的系统资源不超过负荷时，则要求软件系统稳定可靠地运行。

如果对系统的可靠性要求更高，就要应用冗余技术构成双机备用系统。冗余资源是指在系统完成正常工作所需资源以外的附加资源。例如，一个软件运行系统采用双机热备用，可以指定一台机器为主机，另一台作为从机，从机内容与主机内容实时同步，主机、从机可同时操作，从机实时监视主机状态，一旦发现主机停止响应，便接管控制，从而提高系统的可靠性。

3) 标准化

IEC1131-3 提供了用于规范 DCS 和 PLC 中的控制用编程语言，它规定了四种编程语言标准（梯形图、机构化高级语言、方框图、指令助记符）。

此外，OLE（目标的连接与嵌入）、OPC（过程控制用 OLE）是微软公司的编程技术标准，目前也被广泛应用。TCP/IP 是网络通信的标准协议，广泛地应用于现场测控设备之间及测控设备与操作站之间的通信。

3 组态软件的数据流

组态软件通过 I/O 驱动程序从现场 I/O 设备获得实时数据，对数据进行必要的加工后，一方面以图形方式直观地显示在计算机屏幕上，另一方面按照组态要求和操作人员的指令将

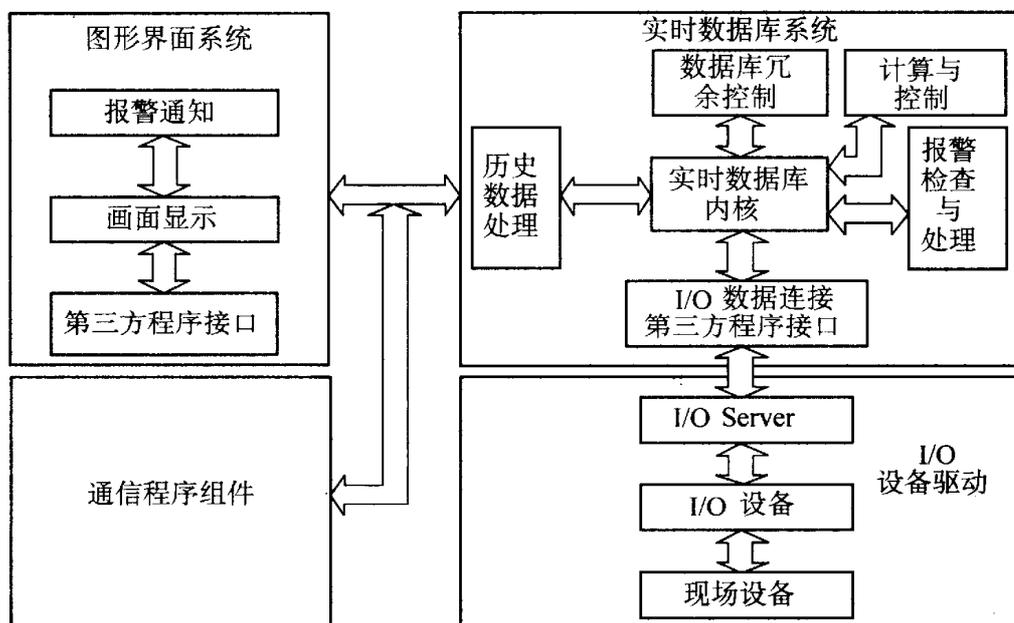
控制数据送给 I/O 设备，对执行机构实施控制或调整控制参数。

对已经组态的历史趋势的变量存储历史数据，对历史数据检索请求给予响应。当发生报

警时及时将报警以声音、图像的方式通知给操作人员，并记录报警的历史信息，以备检索。

图 5.1.1 直观地表示出了组态软件的数据处理流程。

图 5.1.1 组态软件的数据处理流程



从图中可以看出，实时数据库是组态软件的核心和引擎，历史数据的存储与检索、报警处理与存储、数据的运算处理、数据库冗余控制、I/O 数据连接都是由实时数据库系统完成的。

图形界面系统、I/O 驱动程序等组件以实时数据库为核心，通过高效的内部协议互相通

信，共享数据。

5.2 WinCC 软件简介

5.2.1 WinCC 软件的性能特点

WinCC 作为一个功能强大的操作监控组态软件，其主要性能特点如下：

1 应用最新的软件技术

WinCC 是由 SIEMENS 公司与 Microsoft 公司合作开发的用于控制工程的人机界面组态软件，正是基于 Microsoft 公司技术的先进性与创新性，保证用户能够获得不断创新的技术。

2 包括所有 SCADA 功能在内的客户-服务器系统

WinCC 是世界上 3 个 (WinCC, iFix, InTatch) 最成功的 SCADA 系统之一，由 WinCC 系统组件建立的各种编辑器可以生成画面、脚本、报警、趋势和报告，即使是最基本的 WinCC

系统，也能提供生成复杂可视化任务的组件和函数。

3 可灵活裁剪，由简单任务扩展到复杂任务

WinCC 是一个模块化的自动化软件，可以灵活地进行扩展，可应用在办公室和机械制造系统中。从简单的工程应用到复杂的多用户应用，从直接表示机械到高度复杂的工业过程图像的可视化监控和操作。

4 可由专用工业和专用工艺的选件和附件进行扩展

WinCC 在开放式编程接口的基础上开发了范围广泛的选件和附件，使之能够适应各个工业领域不同工业分支的不同需求。

5 集成 ODBC/SQL 数据库

WinCC 集成了 Sybase SQL Anywhere 标准数据库，使得所有面向列表的组态数据和过程数据均存储在 WinCC 数据库中，可以容易地使用标准查询语言 (SQL) 或使用 ODBC (Open Data Base Connectivity) 驱动访问 WinCC 数据库。这些访问选项允许 WinCC 对其他的 Windows 程序和数据库开放其数据，例如，将其自身集成到工厂级或公司级的应用系统中。

6 具有强大的标准接口

WinCC 建立了 DDE (Dynamic Data Exchange)、OLE (Object Link and Embed)、OPC (OLE For process Control) 等在 Windows 程序间交换数据的标准接口，因此，能够毫无困难地集成 Active X 控制和 OPC 服务器、客户端功能。

7 统一脚本语言

WinCC 的脚本语言由 ANSI-C 标准编程语言生成。

8 开放 API 编程接口可以访问 WinCC 的模块

所有的 WinCC 模块都有一个开放的 C 编程接口 (C-API)，可以在用户程序中集成 WinCC 组态和运行时的功能。

9 通过向导进行简易的(在线)组态

组态工程师除了可利用综合库，在一个 WYSIWYG 环境中，进行简单的对话和向导外，在调试阶段，同样可进行在线修改。

10 选择组态软件的语言

WinCC 软件是基于多种语言开发的，可以在德文、法文、意大利文、西班牙文、中文及其他多种亚洲语言之间进行选择。可以存储用户喜爱的任何一种语言文本，可以在线进行语言转换。

11 提供所有主要 PLC 系统的通信通道

作为标准，WinCC 支持所有连接到 SIMATIC S5/S7/505 控制器的通信通道，还包括 PROFIBUS-DP、DDE、OPC 等非特定控制器的通信通道。此外，还可以通过选件或附件提供广泛的非特定控制器的通信通道。

12 具有与基于 PC 的控制器 SIMATIC WinAC 的紧密接口

将软/插槽 PLC 集成在 PC 上，在 PC 上实现 PLC 的操作和监控，WinCC 提供了与 WinAC 连接的接口。

13 是全集成自动化工 TIA 的部件

TIA(Total Integrated Automation)集成了包括 WinCC 在内的所有 SIEMENS 产品，WinCC 是所有过程控制的窗口，是 TIA 的中心部件。TIA 意味着在组态、编程、数据存储和通信等方面的一致性。

14 作为 SIMATIC PCS7 过程控制系统中的操作员站

SIMATIC PCS7 是 TIA 中的过程控制系统。PCS7 是结合了基于控制器的制造业自动化的优点和基于 PC 的过程工业自动化的优点的过程处理系统 (PCS)，它对过程可视化使用包括 WinCC 的标准 SIMATIC 部件。

15 可集成到 MES 和 ERP 中

WinCC 的标准接口使 WinCC 成为全公司范围 IT 环境下的一个完整部件。这超越了自动控制过程，将范围扩展到工厂监控级，以及为公司管理系统提供管理数据。

5.2.2 WinCC 的系统结构及选项

WinCC 具有模块化的结构，其基本组件是组态软件(CS)和运行软件(RT)，并有许多 WinCC 选项和 WinCC 附加软件。

1 组态软件

启动 WinCC 后，WinCC 资源管理器随即打开。WinCC 资源管理器是组态软件的核心，

整个项目结构都显示在 WinCC 资源管理器中。从 WinCC 资源管理器中调用特定的编辑器，

既可用于组态，也可对项目进行管理，每个编辑器分别形成特定的 WinCC 子系统。

主要的 WinCC 子系统包括：

- 1) 图形系统 用于创建画面的编辑器，也称作图形编辑器。
- 2) 报警系统 对报警信号进行组态的过程，也称作报警记录。
- 3) 归档系统 变量记录编辑器，用于确定对何种数据进行归档。
- 4) 报表系统 用于创建报表布局的编辑器，也称作报表编辑器。
- 5) 用户管理器 用于对用户进行管理的编辑器。
- 6) 通信 提供 WinCC 与 SIMATIC 各系列可编程控制器的连接。

2 运行软件

用户通过运行软件对过程进行操作和监控，主要执行下列任务：

- 1) 读出已经保存在 CS 数据库中的数据。
- 2) 显示屏幕中的画面。
- 3) 与自动化系统通信。
- 4) 对当前的运行系统数据进行归档。
- 5) 对过程进行控制。

3 • WinCC 选项

用户通过 WinCC 选项扩展基本的 WinCC 系统功能，每个选项均需要一个专门的许可证，

这些选项及功能如表 5.2.1 所示。

表 5.2.1 WinCC 选项及功能

WinCC 选项包	功 能
WinCC/Web 浏览器	通过 intranet 和 Internet 对过程进行操作和观察
WinCC/服务器	一台或多个 WinCC 客户机连接到 WinCC 服务器
WinCC/用户归档	创建具有任何数据结构的单独定义的归档, 存储在这些用户归档中的数据记录可在 WinCC 与其他相连系统之间进行交换。操作员可以在 WinCC 中输入配方数据, 将该数据保存在用户归档中, 并在必要时将其传递给自动化系统
WinCC 冗余	可以操作冗余服务器
WinCC/ProAgent	对 S7 自动化系统进行全面过程诊断
WinCC/Messenger	自动或由操作员控制发送带有声音、图像和动画的电子邮件。通过电子邮件将报警信号、报表、报警画面发送到需要的位置, 实现远程诊断
WinCC/Guardian	视频监控系统的敏感区域, 如果状态、颜色或动作发生变化, 则产生一条报警信号, 并执行自己定义的动作, 由摄像机记录过程, 数据保存到视频数据库内
WinCC/Industrial	在使用 Visual Basic 创建单个画面或控制元素 (ActiveX 控件) 时提供支持, 可将这些 ActiveX 控件集成到 WinCC 画面中
WinCC/ODK	为开发访问 WinCC 组态和运行系统数据的单个应用程序提供支持, 将 WinCC 的 C 编程接口 (C-API) 制作成文档
WinCC/基本过程控制	为过程控制项目和包含大量画面大型系统提供支持, 可以利用图形化的方式创建过程画面分层结构, 向导指导用户完成各种组态任务
WinCC/CDK	为用户开发自己的通道提供支持, 并将用于与自动化系统进行通信的 WinCC 编程接口制作成文档

5.3 WinCC 的组态

5.3.1 创建 WinCC 项目

创建 WinCC 项目的过程主要包括: 启动 WinCC、创建项目、选择并安装 PLC 或驱动程序、定义变量、创建并编辑过程画面、设置 WinCC 运行系统属性、激活 WinCC 运行系统中的画面、使用模拟器测试过程画面等。

1 启动 WinCC

点击 Windows 任务栏中的“开始”, 通过“SIMATIC”启动 WinCC, 操作顺序为: “SIMATIC” → “WinCC” → “Windows control center” 如图 5.3.1 所示。

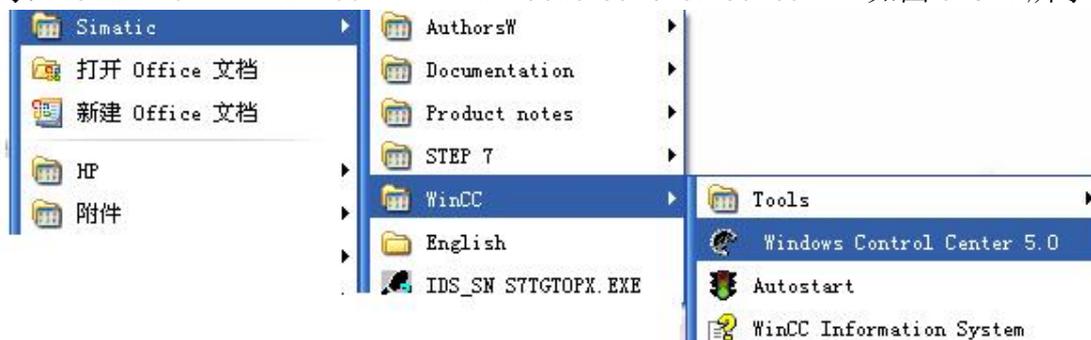


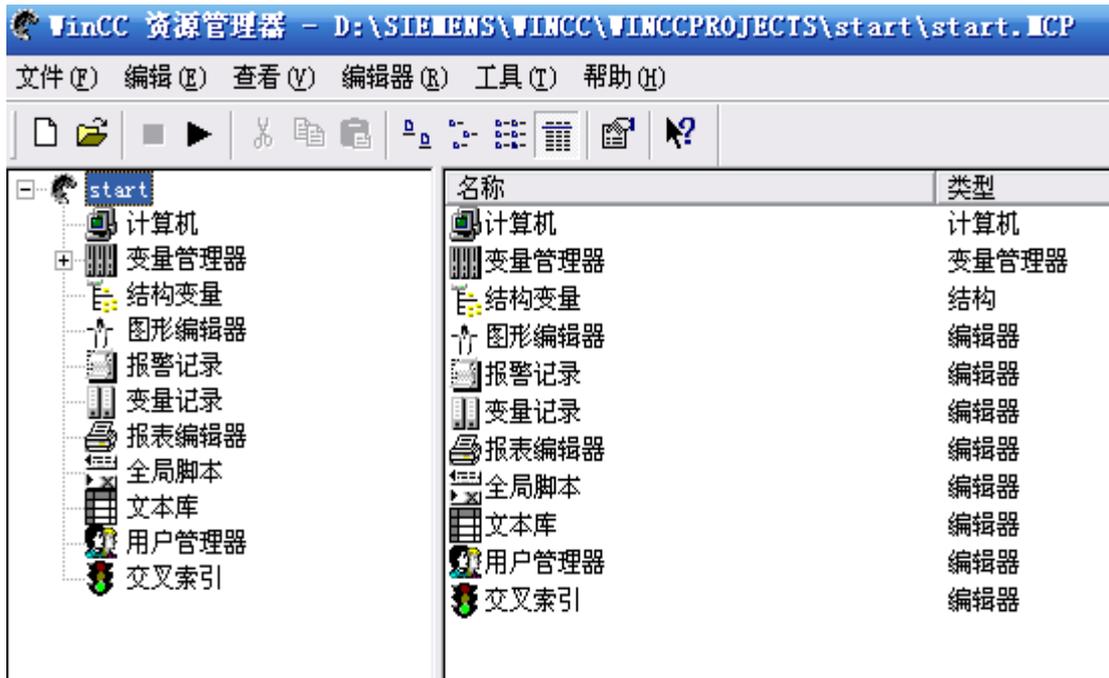
图 5.3.1 启动 WinCC

2 创建新项目

打开 WinCC 的对话框，此对话框提供三个选项：①创建“单用户项目（默认设置）”；②创建“单用户项目”；③创建“多客户机项目”。

例如要创建一个名为“start”的项目，选择“单用户项目”，按“确定”键，输入项目名称“start”。

如果项目已经存在，选择“打开”对话框，搜索扩展名为“.mcp”的文件，下次启动 WinCC 时，系统自动打开上次建立的项目，图 5.3.2 所示为 WinCC 资源管理器窗口显示的内容。



5.3.2 WinCC 资源管理器

图中左边浏览器窗口显示了 WinCC 资源管理器的体系结构，从根目录一直到单个项目。右边数据窗口显示所选对象的内容，在 WinCC 资源管理器浏览器窗口中，点击“计算机”图标，在数据窗口中即可看到一个带有计算机名称（NetBIOS 名称）的服务器，用鼠标右键点击此计算机，弹出“属性”菜单，在随后出现的对话框中，设置 WinCC 运行系统的属性，例如：启动程序、使用语言以及取消激活等等。

3 添加 PLC 驱动程序

为了使 WinCC 能够与 PLC 通信，需要选择 PLC 驱动程序，所选的驱动程序取决于使用的 PLC 的类型，在此选择 SIMATIC S7 PLC

用鼠标右键点击 WinCC 资源管理器浏览器窗口中的“变量管理器”，添加 PLC 驱动程序，在弹出的菜单中，点击“添加新的驱动程序”，在“添加新的驱动程序”对话框中，选择所需要的驱动程序（例如 SIMATIC S7 Protocol Suite），点击“打开”按钮进行确定，所选的驱动程序就出现在变量管理器下。

单击显示程序前方的+图标，将显示所有可用的通道单元。

用鼠标右键单击通道单元 MPI，在弹出的菜单中，点击“新建驱动程序连接”，在随后显示的“连接属性”对话框中，输入名称（如 SPS），点击“确定”按钮即可。

4 变量和变量组

如果 WinCC 资源管理器中的“变量管理器”处于关闭状态，则必须先双击，将其激活，然后用鼠标右键点击“内部变量”，在弹出的菜单中，点击“新建变量”，在“变量属性”对话框中，将变量命名为“TankLevel”，从数据类型列表中，选择“无符号的 16 位数”，然后点击“确定”即可。

在“变量属性”对话框中，单击“选择”按钮，打开“地址属性”对话框，从变量的数据区域列表框中，选择数据区域“位存储器”，检查地址类型是否为“字”，设置 MW “0”。

如图 5.3.5 所示。

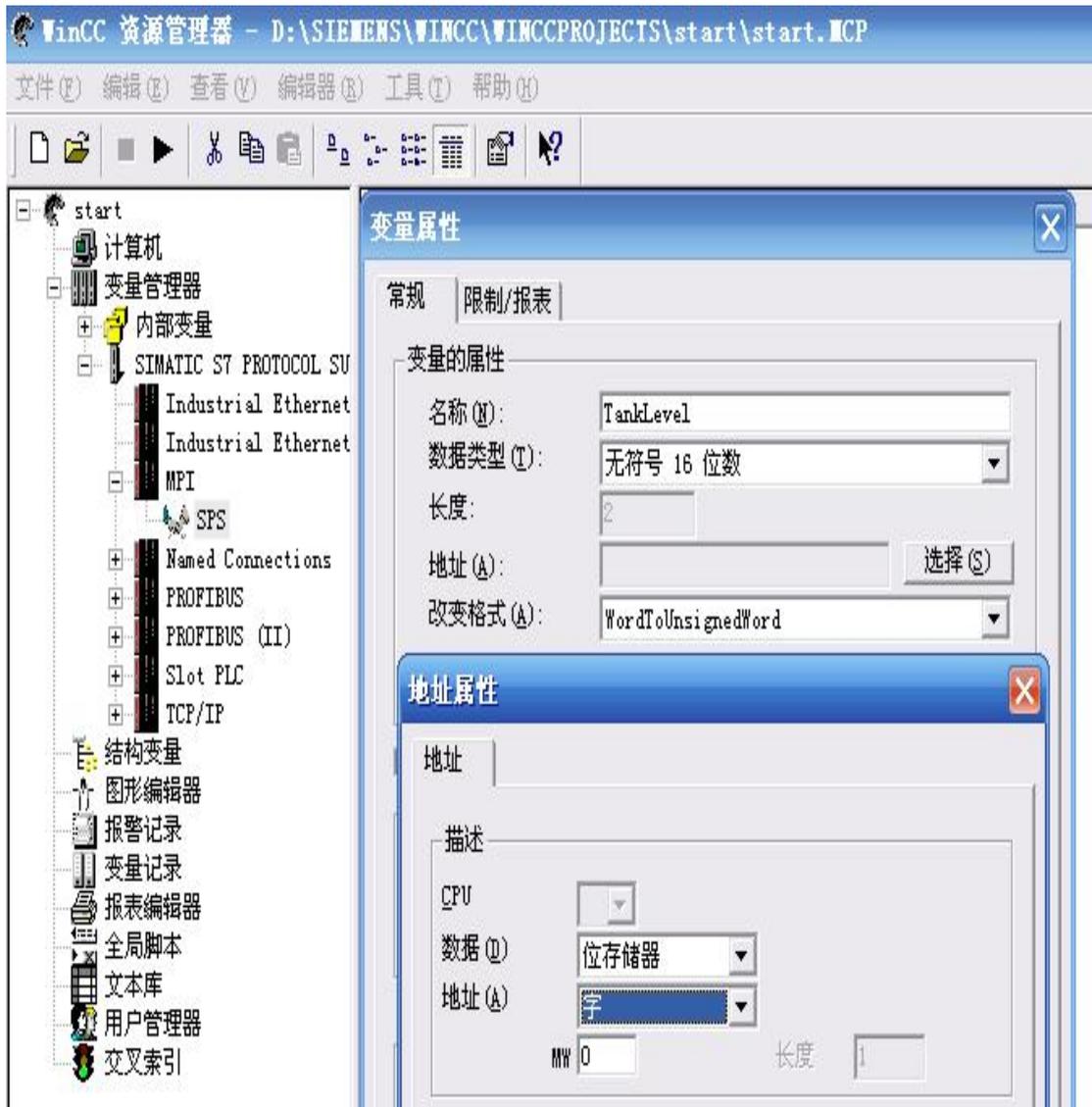


图 5.3.5 新建变量

线性标度只能用于过程变量，单击“线性标度”复选框，激活输入域“过程值范围”和“变量值范围”；设置过程值范围（如 0-20），变量值范围（如 0-100），单击“确定”按钮，结束新建变量过程，如图 5.3.6 所示。

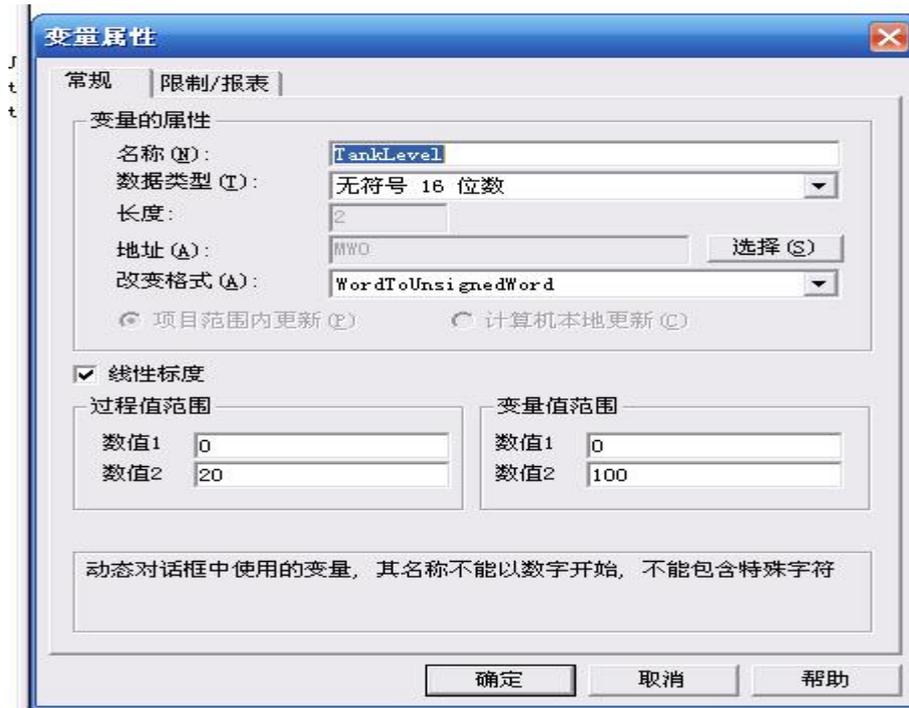


图 5.3.6 设置线性标度

如果需要继续进行新建变量的过程，在 WinCC 资源管理器的右边子窗口中，可显示出所有已经创建的变量，通过“复制”、“粘贴”等操作，可新建变量。

5 创建过程画面

在 WinCC 资源管理器中，右击“图形编辑器”，在弹出的菜单中，单击“新建画面”选项，选择新建画面，系统默认画面名为“NewPdl.pdl”（pdl 为画面描述文件），右击“NewPdl.pdl”，在弹出的菜单中，单击“重命名画面”选项，如图 5.3.7 所示。

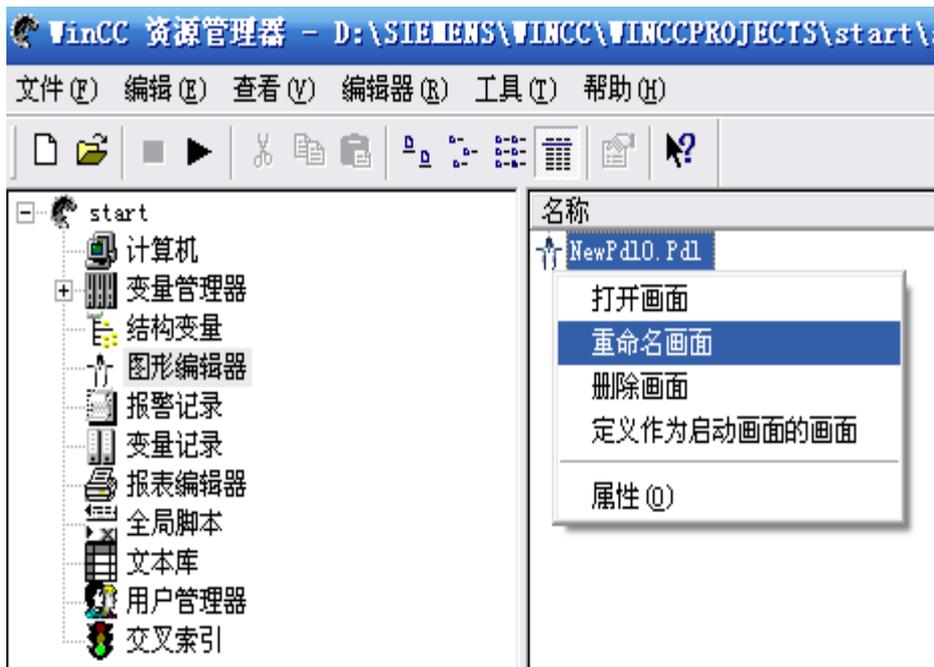


图 5.3.7 创建画面

在下一个对话框中，输入画面名“Start.pdl”，再创建一个画面，输入名称

“Sample.pdl”。

为了实现两个画面“Start.pdl”和“Sample.pdl”的切换，先创建画面切换按钮。在“Start.pdl”画面中，在对象选项板中，选择“Windows 对象”按钮，在文件窗口中，单击放置按钮，按下鼠标左键，拖动对象来调节大小，一旦释放鼠标，将出现“按钮组态”对话框，在文本域中，输入所选按钮的名称，例如，可以输入准备切换到的画面名称“Sample”，如图 5.3.8 所示。

单击图标，在右边子窗口中选择要切换到的画面，如“Sample.pdl”。在下一个对话框中，双击画面“Sample.pdl”，

关闭“按钮组态”对话框，保存画面“Start.pdl”。

为了能够在运行时从“Sample.pdl”画面切换到“Start.pdl”画面，还需要在“Sample.pdl”画面中组态一个切换按钮 Start，方法同前。

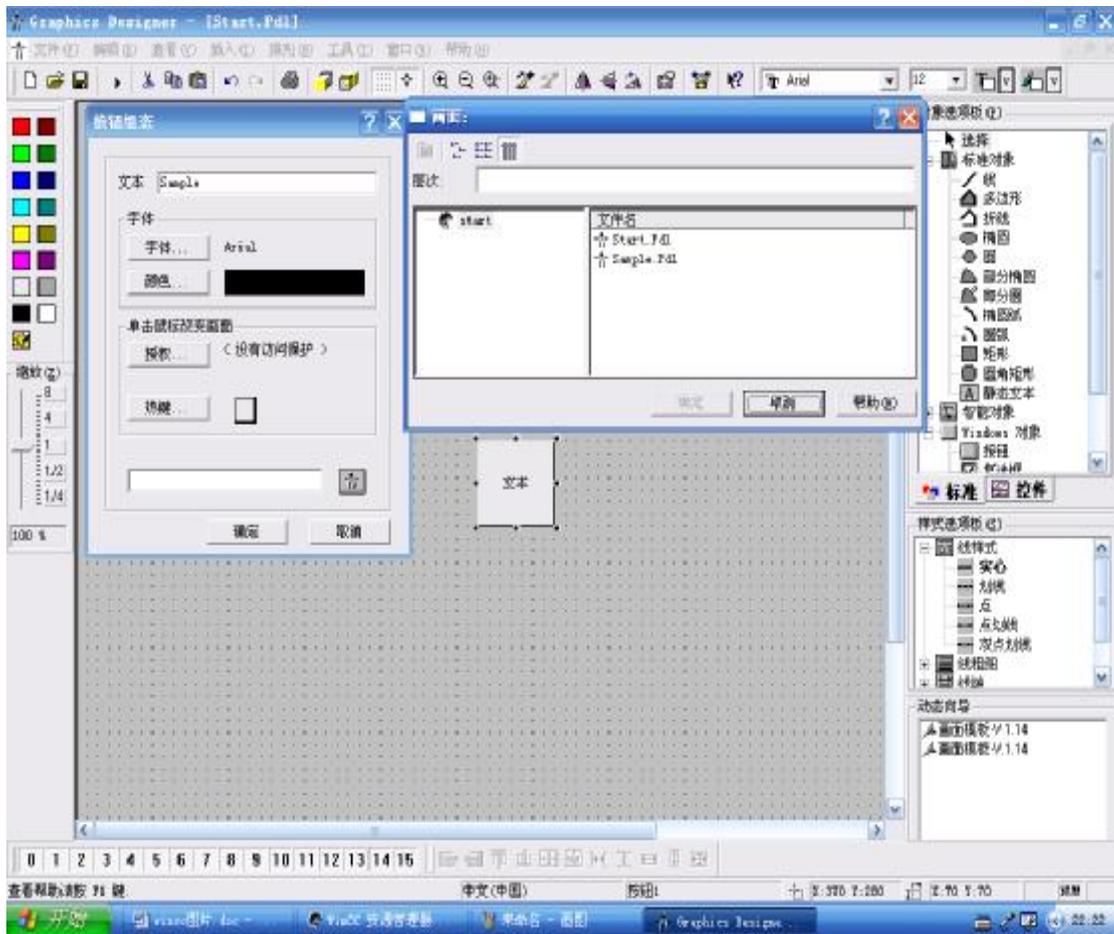


图 5.3.8 切换按钮的创建

创建供水系统的组态图见附录：

结束语

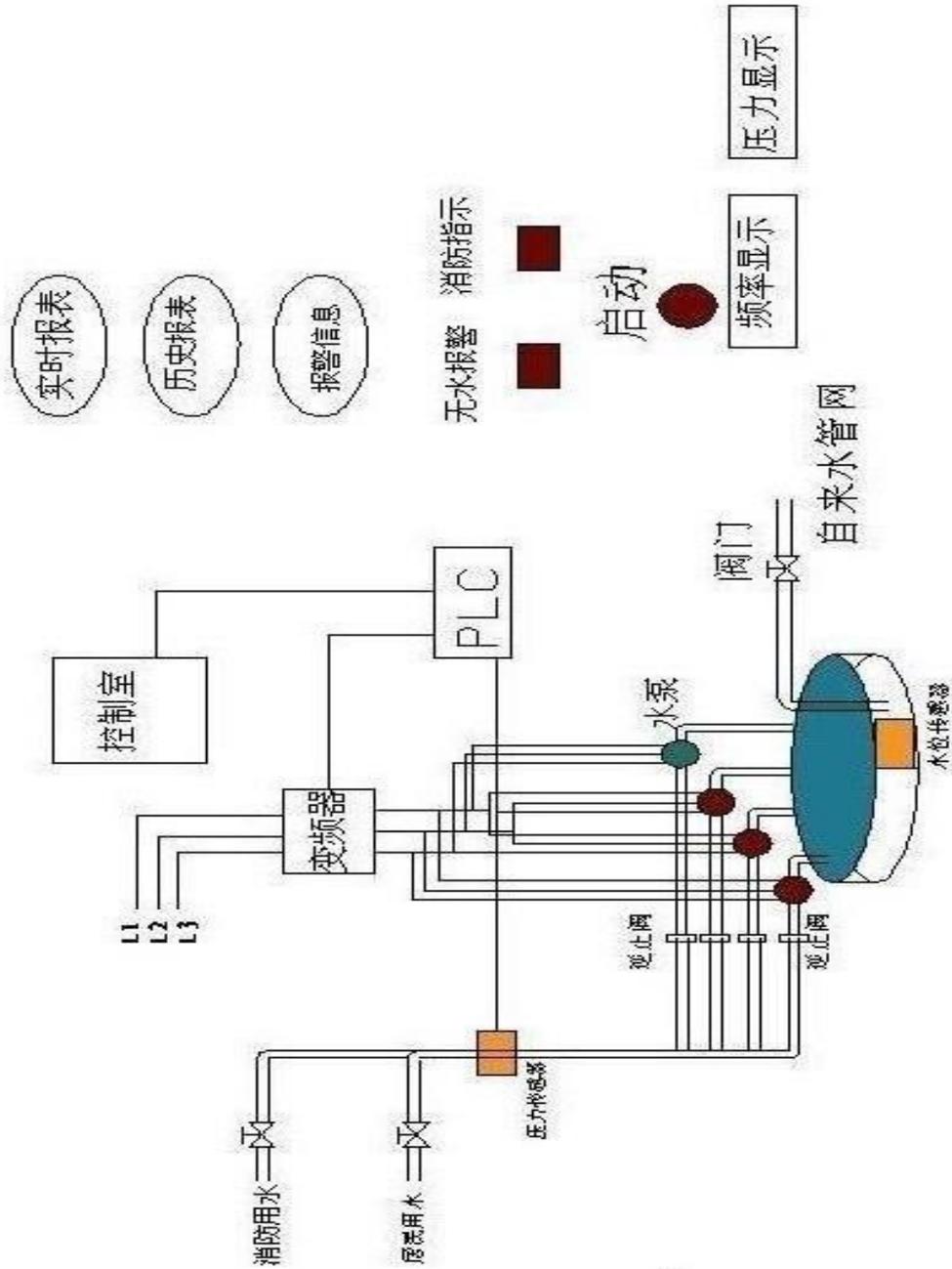
恒压供水系统以PLC和变频器为核心进行设计,借助于PLC强大而灵活的控制功能和内置PID的变频器优良的变频调速性能,实现了恒压供水的控制。该系统采用PCL控制变频器进行PID调节,按实际需要随意设定压力给定值,根据压差调整水泵的工作情况,实现恒压供水,使给水泵始终在高效率下运行,在启动时压力波动小,可控制在给定值的5%范围内。

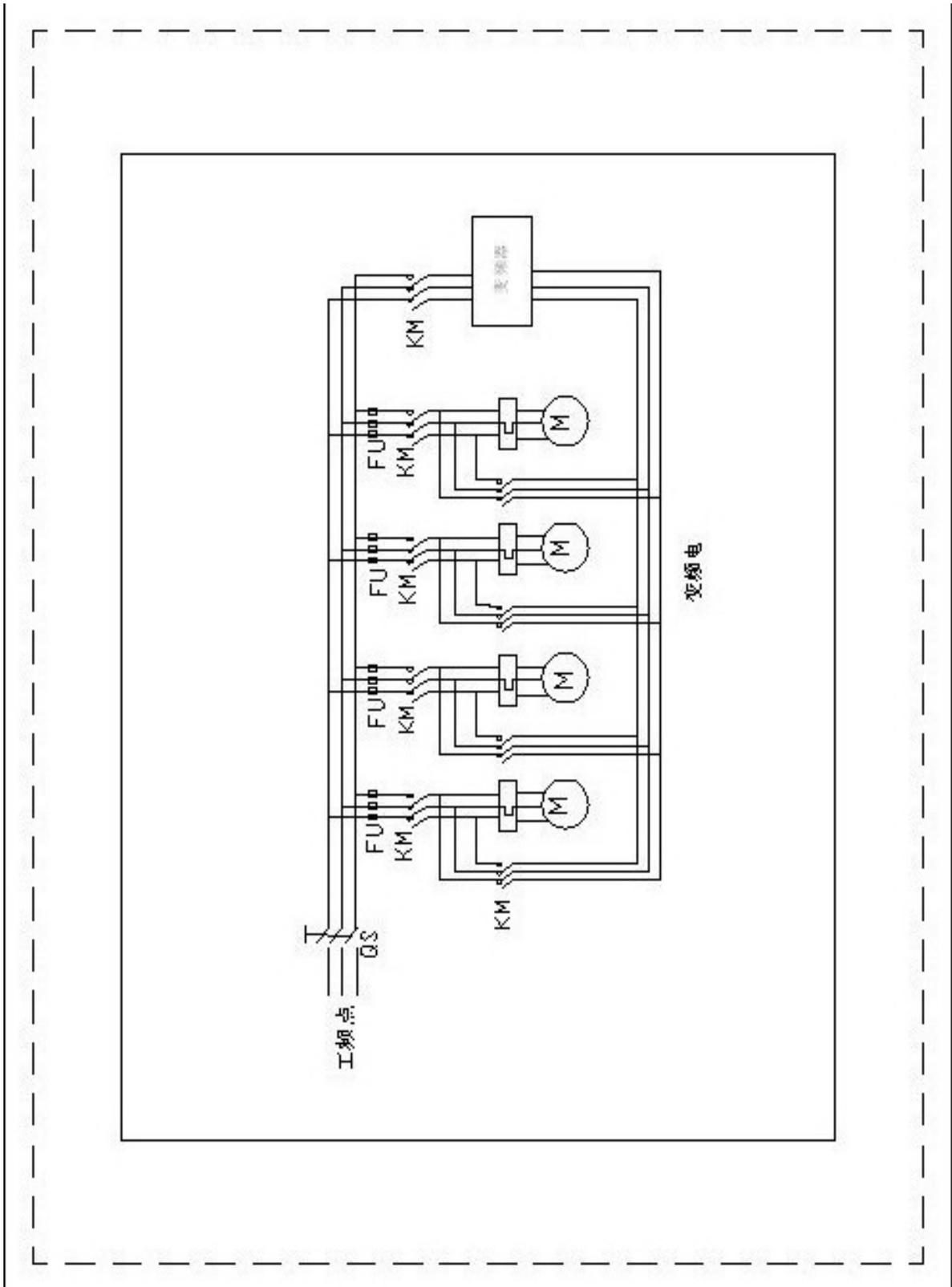
恒压供水在日常生活中非常重要,基于PLC和变频器技术设计的生活恒压供水控制系统可靠性高、效率高、节能效果显著、动态响应速度快。因实现了恒压自动控制,不需要操作人员频繁操作,节省了人力,提高了供水质量,减轻了劳动强度,可实现无人值班,节约管理费用。对整个供水过程来说,系统的可扩展性好,管理人员可根据每个季节的用水情况,选择不同的压力设定范围,不但节约了用水,而且节约了电能,达到了更优的节能方式,实现供水的最优化控制和稳定性控制。

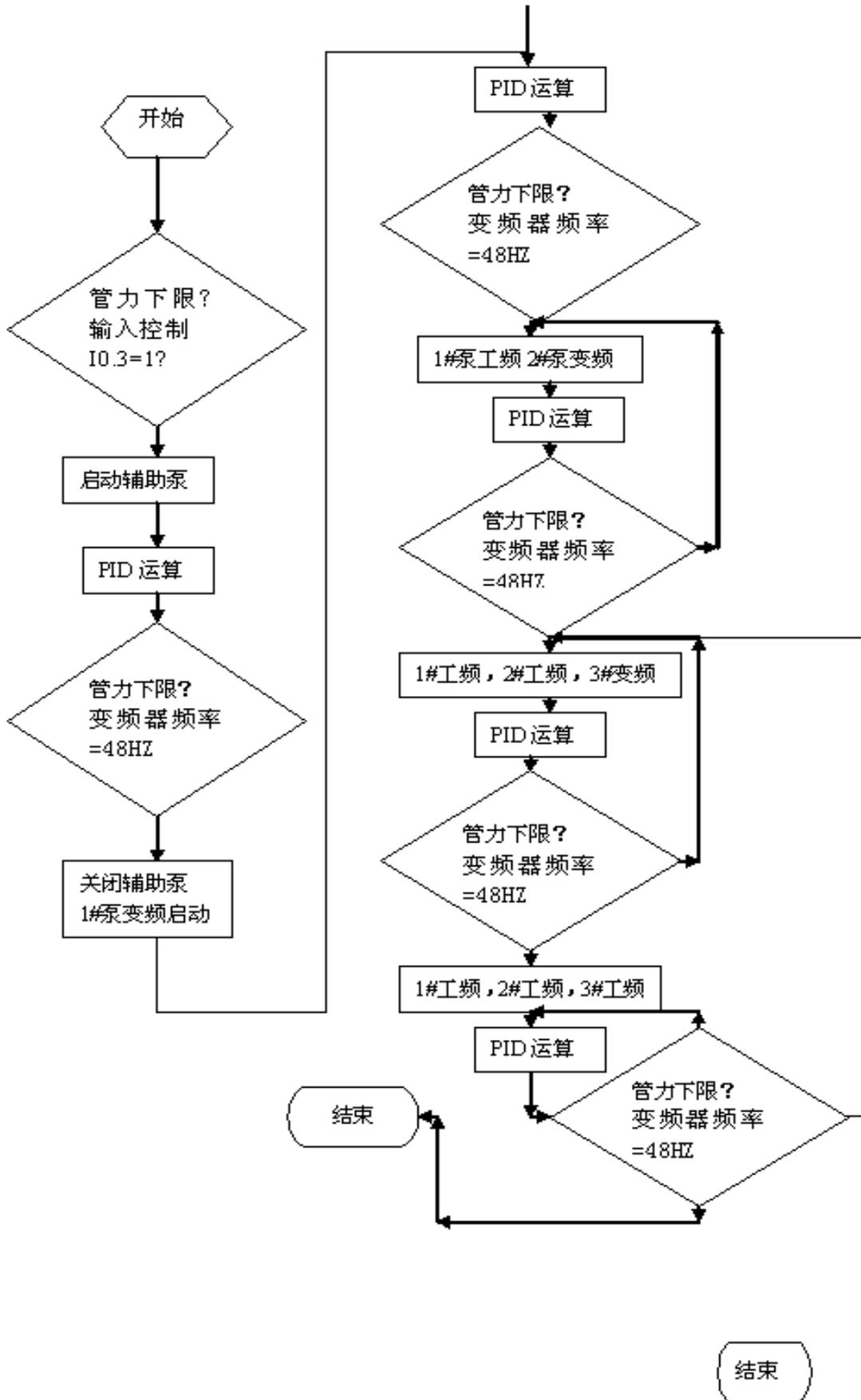
目前在国内外变频调速恒压供水控制系统的研究设计中,对于能适应不同的用水场合,结合现代控制技术、网络和通讯技术同时兼顾系统的电磁兼容性(EMC)的变频但压供水系统的水压闭环控制的研究还是不够的。因此,有待于进一步研究改善变频恒压供水系统的性能,使其能被更好的应用于生活、生产实践中。

附录

供水系统的组态图

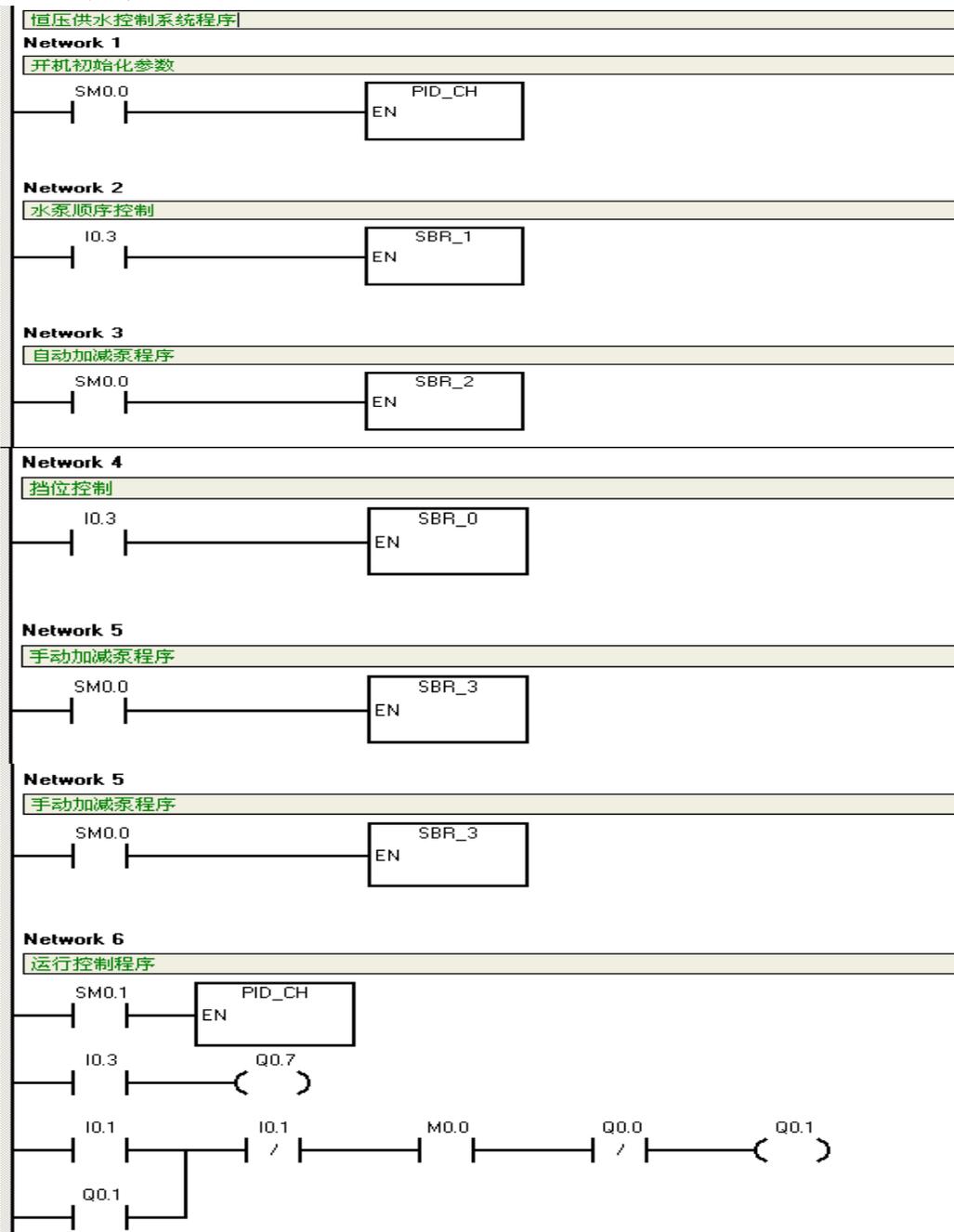


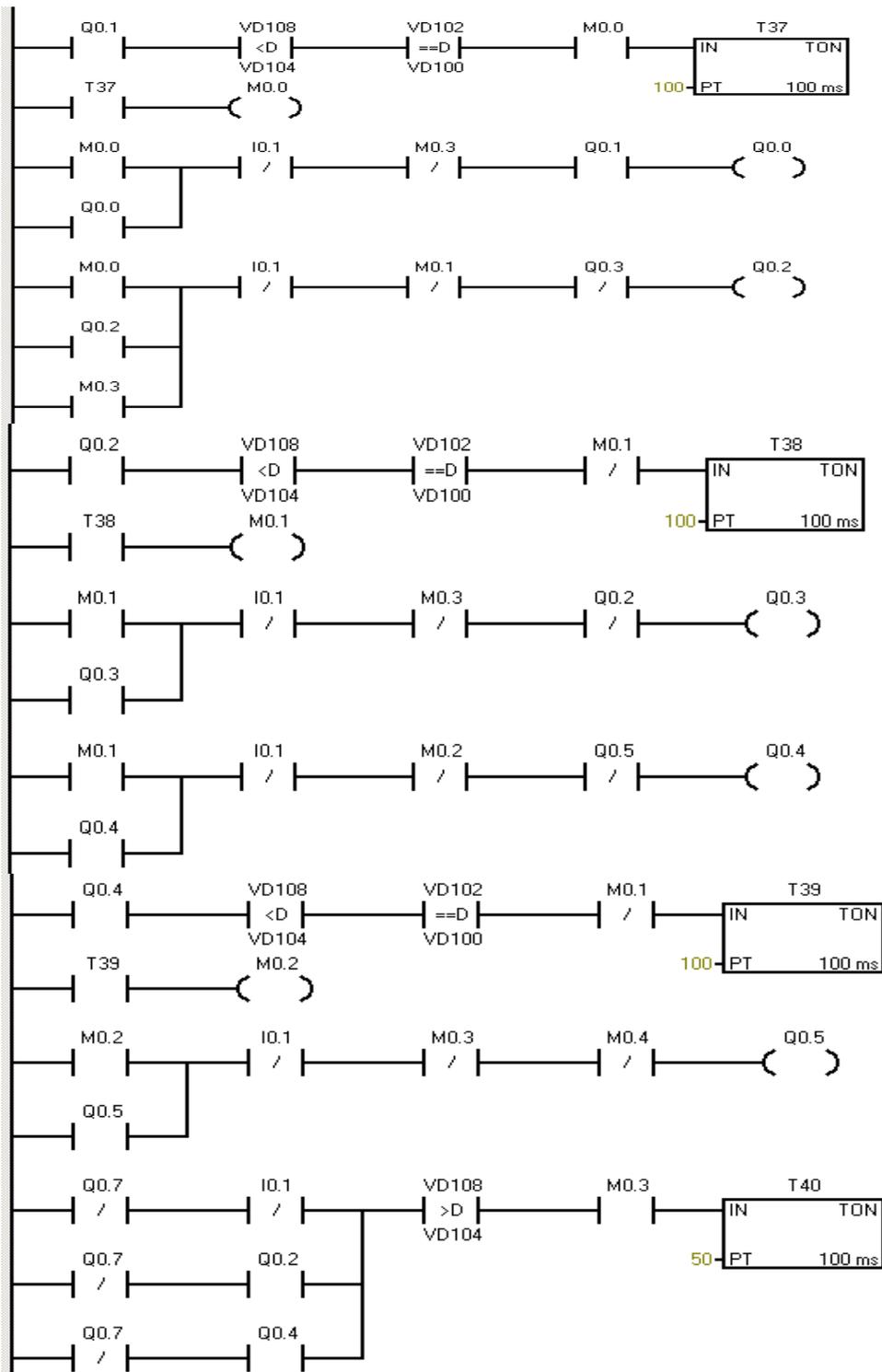


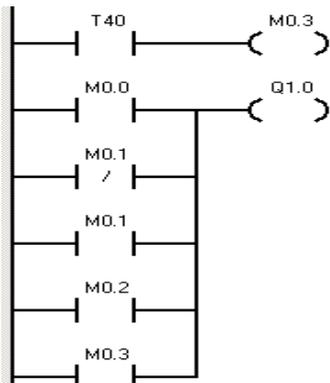


PLC 程序

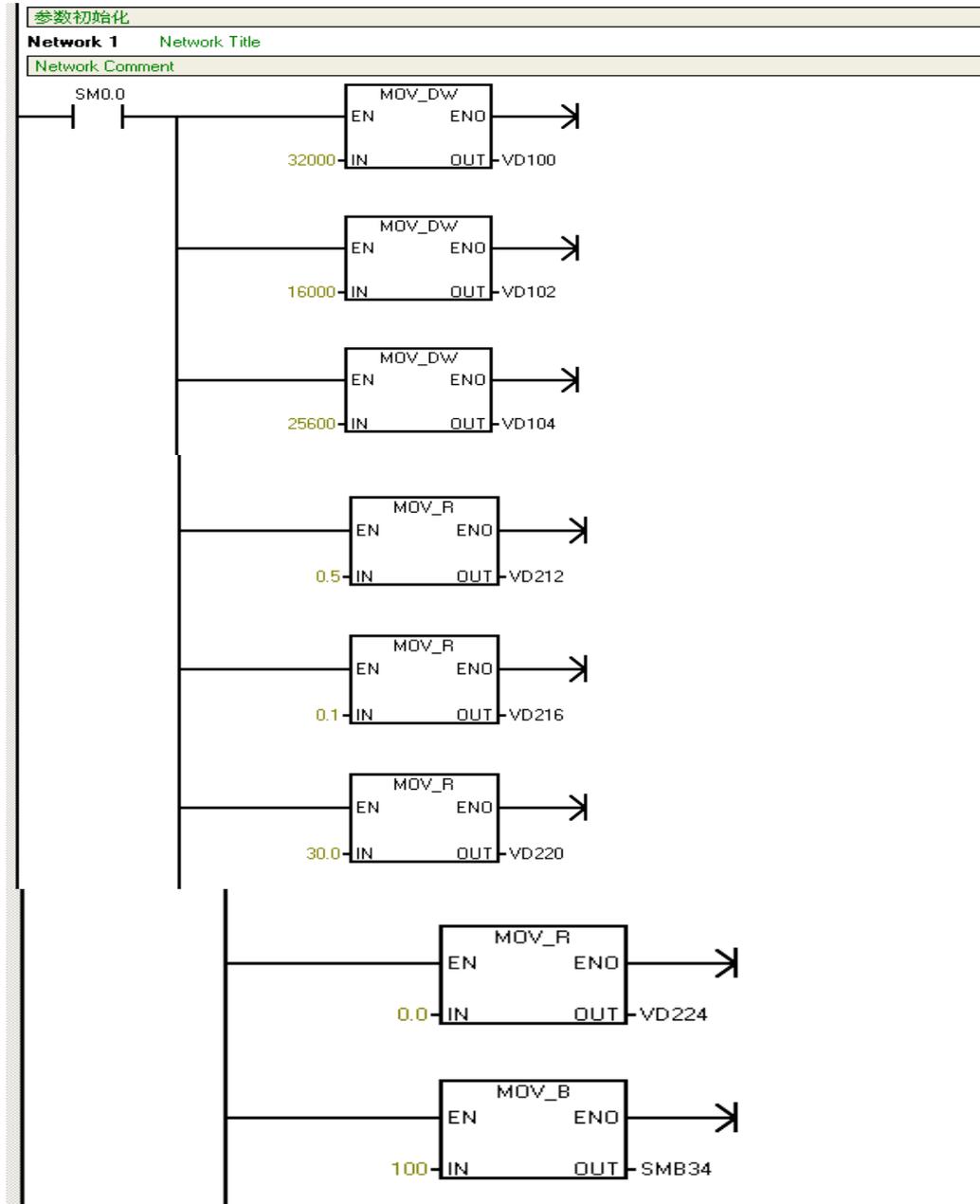
3.1 主程序

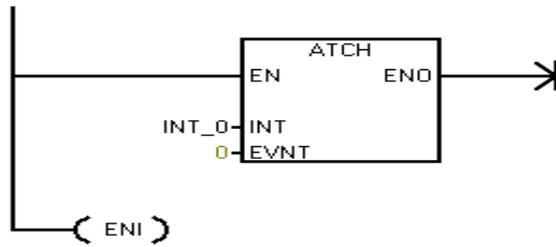




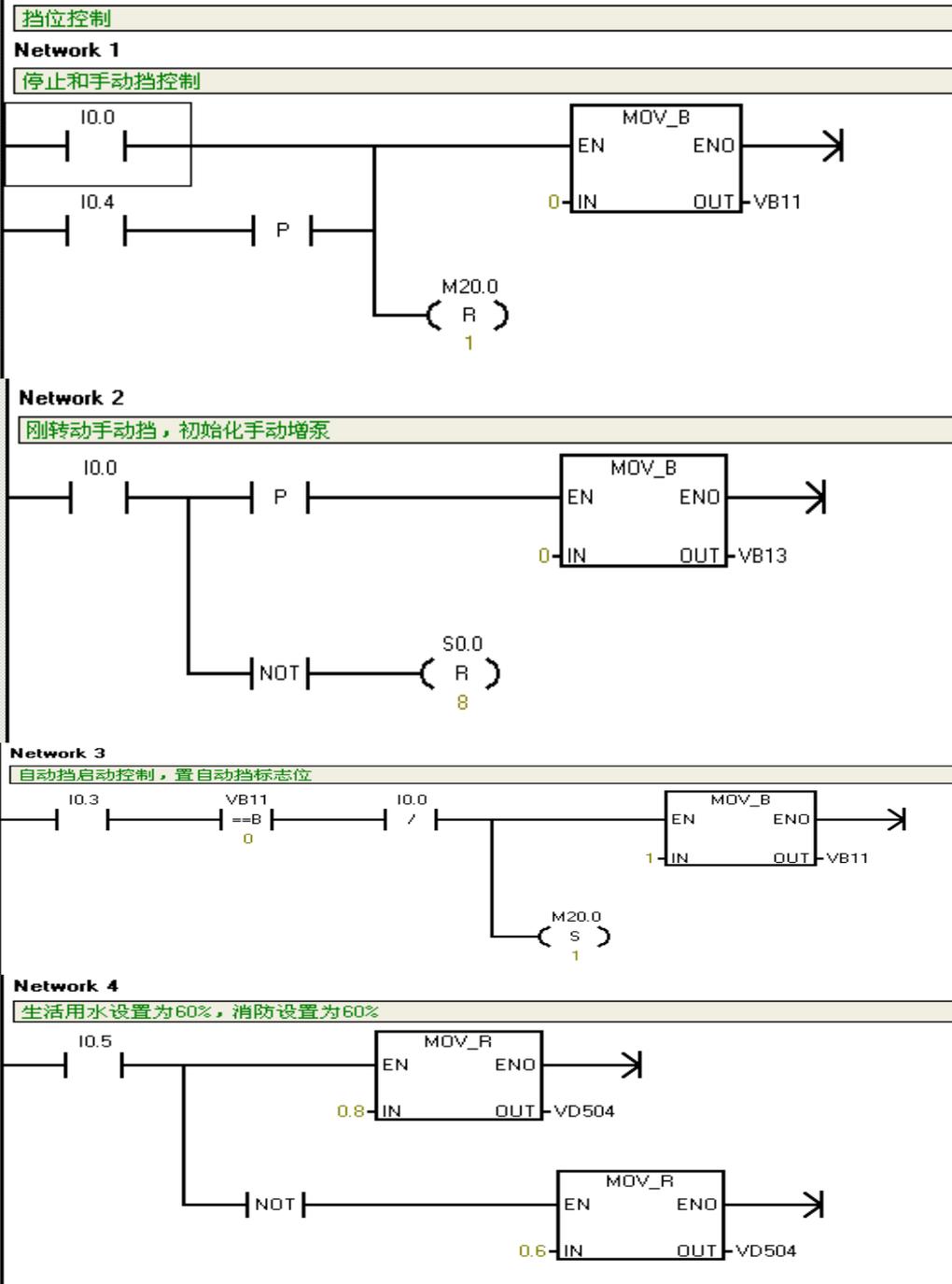


3.2 参数初始化子程序

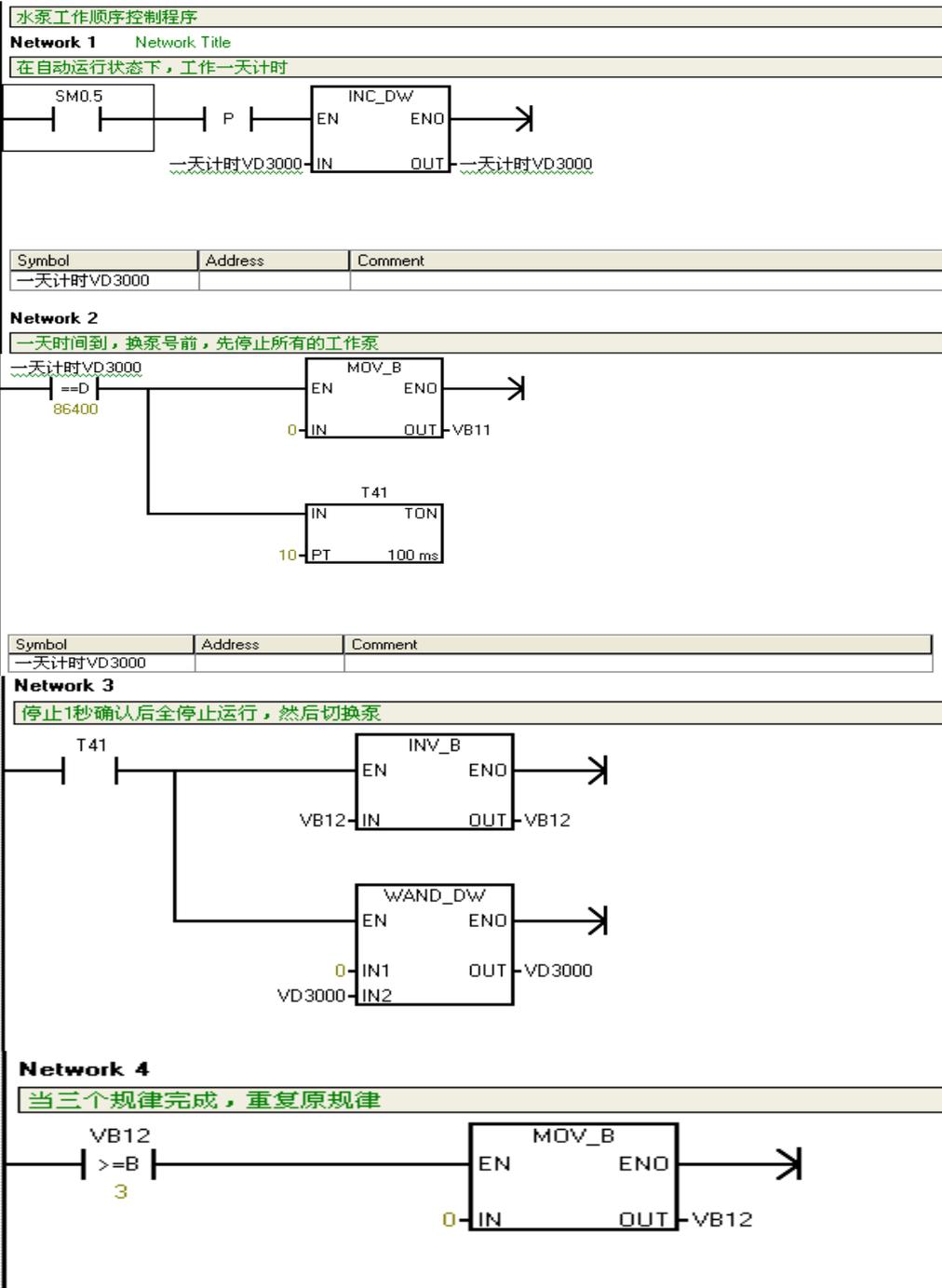




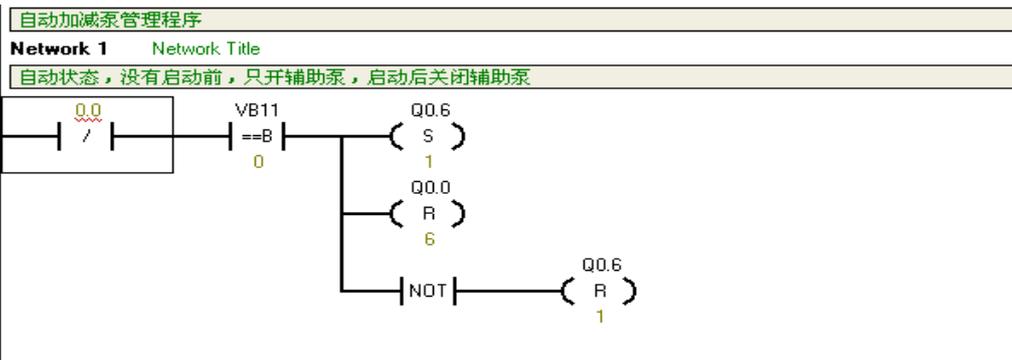
3.3 挡位控制子程序



3.4 水泵工作顺序子程序

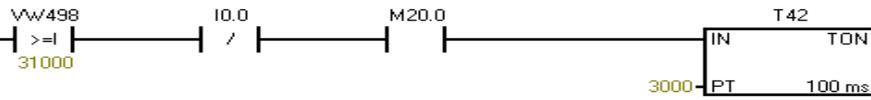


3.5 自动加减泵控制子程序



Network 2

在自动挡和已经启动状态，如果变频器输出在48HZ以上工作超5分钟，需增泵



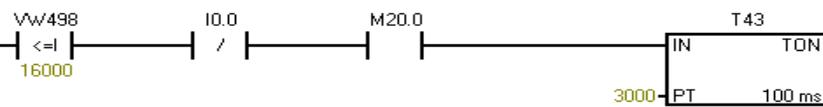
Network 3

当五分到，增泵



Network 4

在自动挡和已启动状态，若变频器输出在25 HZ以下工作超5分钟，需减泵



Network 5

当五分到，减泵



3.6 中断子程序

系统中断子程序

Network 1 Network Title

Network Comment

