

病床呼叫系统

设计要求

1、控制要求：

(1) 共有 3 个病房，每间病房 4 个床位。每一病床床头均有紧急呼叫按钮及重置按钮，以利病人不适时紧急呼叫。

(2) 设每一层楼有一护士站，每一护士站均有该层楼病人紧急呼叫与处理完毕的重置按钮。

(3) 每一病床床头均有一紧急指示灯，一旦病人按下紧急呼叫按钮且未在 5s 内按下重置按钮时，该病床床头紧急指示灯动作且病房门口紧急指示灯闪烁，同时同楼层的护士站显示病房紧急呼叫并闪烁指示灯。

(4) 在护士站的病房紧急呼叫中心，每一病房都有编号，用指示灯显示哪一病房先按下病人紧急呼叫按钮，并要具有优先级判别的能力。

(5) 一旦护士看见护士站紧急呼叫闪烁灯后，须先按下护士处理按钮以取消闪烁情况，再依病房紧急呼叫顺序处理病房紧急事故，若事故处理妥当后，病房紧急闪烁指示灯和病床上的紧急指示灯方灯被重置。

2、设计任务：

(1) 设计出硬件系统的结构图，接线图等；

(2) 系统有启动、停止功能；

(3) 运用功能指令进行 PLC 控制程序设计；

(4) 程序结构与控制功能自行设计；

(5) 进行系统调试，实现病床呼叫系统的控制要求。

第 1 章 绪论

1.1 电气控制技术概述

电气控制技术在工业生产、科学研究以及其他各个领域的应用十分广泛，已经成为实现生产过程自动化的重要技术手段之一。尽管电气控制设备种类繁多、功能各异，但其控制原理、基本线路、设计基础都是类似的。

在工业、农业、交通运输等行业中都要用到各类生产机械，这些机械的电力拖动及

设备主要使用电动机作为动力，例如各种生产流水线等。中国生产的电能约 60% 用于电动机，其中的 70% 以上又用于一般用途的交流异步和同步电动机。因此，掌握电气控制技术的应用很重要。

电气控制就是通过电气自动控制方式来控制生产过程。电气控制线路是把各种有触点的接触器、继电器以及按钮、行程开关等电气元件，用导线按一定方式连接起来的控制线路。电气控制线路能够实现对电动机及其他执行电器的启停、正反转、调速及制动等运行方式的控制，所以，电气控制通常被我们称为继电器控制，这种控制方式比较传统。

由于继电器控制线路图简单，装置简单容易，价格便宜，抗干扰能力强，它可以很方便地实现简单和复杂的、集中和远距离的生产过程的自动控制。但是继电器控制线路采用固定接线形式，其通用性和灵活性差，一旦做成不易改变，另外不能实现系列化生产。由于采用有触电的开关电器，触点易发生故障，尽管如此，电气控制线路仍然应用广泛。

虽然不同的生产工艺要求不同的电气控制线路，但是大多数都是由一些典型控制环节组成的。因此，掌握基本环节的典型控制系统，结合具体的控制要求按照由浅入深、循序渐进的步骤，电气控制线路的阅读及设计能大致掌握。

电气控制线路有两种设计方法：一种是经验设计法；另一种是逻辑代数设计法。两种设计方法各有利弊，使用时需要根据生产工艺及一些特殊要求选择最佳的电气控制线路。

电气控制线路的各种图形及文字符号必须按国际标准绘制，典型环节需要牢固掌握，以便设计出最省电器设备元件且控制性能最佳的电气控制线路。

目前，电气控制技术将与其他高新技术相结合，以便更好地控制生产线。

1.2 可编程控制器简介

可程序逻辑控制器（PLC，Programmable Logic Controller）乃是一种固态电子装置，主要利用输入/输出装置的回授信号及储存程序，控制机械或程序的操作。在工厂自动化（FA）系统中，PLC 因为具备价格便宜、系统稳定及环境适应性佳的特点，故一直为自动化业界所采用。近几年来，各 PLC 制造厂家无不致力于新机种的研发，所以在 CPU 处理速度、扩展模块及通讯的功能上，相较于早期 PLC 控制器，已有长足的进展。

在工业生产过程中，大量的开关量顺序控制，它按照逻辑条件进行顺序动作，并按

照逻辑关系进行连锁保护动作的控制，及大量离散量的数据采集。传统上，这些功能是通过气动或电气控制系统来实现的。1968年美国通用汽车公司提出取代继电气控制装置的要求，第二年，美国数字公司研制出了基于集成电路和电子技术的控制装置，首次采用程序化的手段应用于电气控制，这就是第一代可编程序控制器，称 Programmable Controller (PC)

个人计算机(简称PC)发展起来后,为了方便,也为了反映可编程控制器的功能特点,可编程序控制器定名为Programmable Logic Controller (PLC)

为了避免与个人计算机 (Personal Computer) PC 这一简写名称术语混乱,仍沿用早期的 PLC 表示可编程控制器,但 PLC 并不意味着只具有逻辑运算的功能。

国际电工委员会在 1987 年颁布的 PLC 标准草案中对 PLC 做了定义:“PLC 是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、定时、计数和算术运算等操作的指令,并能通过数字式或模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其有关的外部设备都应按照易于与工业控制系统形成一个整体,易于扩展其功能的原则而设计。”

我们这一次所设计的病床呼叫系统的 PLC 控制设计采用了日本著名的三菱公司生产的 FX_{2N}-48MR 作为核心的控制器件,充分发挥了 PLC 的优越性能,比企鹅考虑了 PLC 的扩展功能惊醒梯形图程序的设计,能够实现病床呼叫系统的所有功能。本系统所涉及的定时器与中间继电器软组件完美组合,完全符合 PLC 控制系统设计的一般设计方法,能激发我们的学习兴趣。

1.3 PLC工作原理

1.3.1 PLC主要组成部分

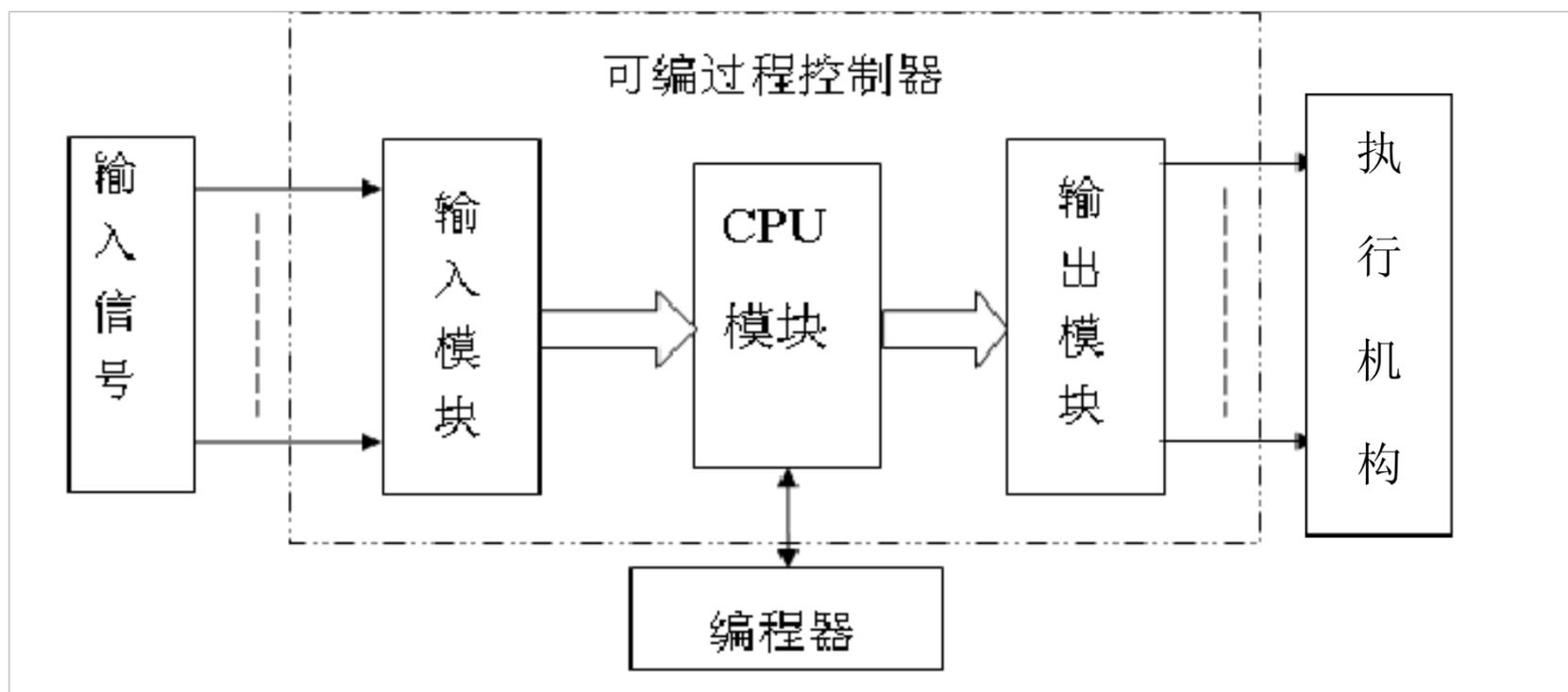


图 1-1 PLC 的结构组成

CPU 模块：

CPU 模块主要由微处理器（CPU 芯片）和存储器组成。在 PLC 控制系统中，CPU 模块相当于人的大脑和心脏，它不断的采集输入信号，执行用户程序，刷新系统的输出；存储器用来储存程序和数据。

I/O 模块：

输入 (Input) 模块和输出 (Output) 模块统称 I/O 模块，是联系外部现场和 CPU 模块的桥梁。输入模块主要用来接受和采集输入信号，输入信号包括两类：一类是从按钮，选择开关，接近开关，光电开关等来的开关量输入信号；另一类就是由电位器，测速发电机等提供的连续变化的模拟量信号。

PLC 通过输出模块控制接触器、电磁阀等执行机构，另外也可以驱动指示灯、数字显示装置等

CPU 模块的工作电压一般是 5V，而其输入/输出信号电压一般较高，如 DC24V 和 AC220V。为防止外部引入的尖峰电压和干扰噪声损坏 CPU 模块，影响其正常工作，在 I/O 模块中，用光电耦合器、可控硅，小型继电器等器件来隔离外部输入电路和负载。I/O 模块除了传递信号外，还有电平转换与隔离的作用。

1.3.2 PLC 的扫描过程

PLC 有两种基本的工作状态，即运行（RUN）状态与停止（STOP）状态。在运行状态，PLC 通过执行反映控制要求的用户程序来实现控制功能。为了使 PLC 的输出及时响应随时变化的输入信号，用户程序不是执行了一次，而是反复不断地重复执行，直至 PLC 停机或切换到 STOP 工作状态。

除了执行用户程序之外，在每次循环中，PLC 还要完成内部处理，通讯处理等工作，一次循环可分为 5 个阶段。



图 1-2 PLC 的扫描过程

在内部处理阶段，进行 PLC 自检，检查内部硬件是否正常，对监视定时器（WDT）复位以及完成其它一些内部处理工作。

在通信服务阶段，PLC 与其它智能装置实现通信，响应编程器键入的命令，更新编程器的显示内容等。

当 PLC 处于停止（STOP）状态时，只完成内部处理和通信服务工作。当 PLC 处于运行（RUN）状态时，除完成内部处理和通信服务工作外，还要完成输入采样、程序执行、输出刷新工作。

PLC 的扫描工作方式简单直观，便于程序的设计，并为可靠运行提供了保障。当 PLC 扫描到的指令被执行后，其结果马上就被后面将要扫描到的指令所利用，而且还可通过 CPU 内部设置的监视定时器来监视每次扫描是否超过规定时间，避免由于 CPU 内部故障使程序执行进入死循环。

1.3.3 PLC 执行程序的过程及特点

1. 输入采样阶段

在输入采样阶段，PLC 以扫描工作方式按顺序对所有输入端的输入状态进行采样，并存入输入映象寄存器中，此时输入映象寄存器被刷新。接着进入程序处理阶段，在程序执行阶段或其它阶段，即使输入状态发生变化，输入映象寄存器的内容也不会改变，输入状态的变化只有在下一个扫描周期的输入处理阶段才能被采样到。

2. 程序执行阶段

在程序执行阶段，PLC 对程序按顺序进行扫描执行。若程序用梯形图来表示，则总是按先上后下，先左后右的顺序进行。当遇到程序跳转指令时，则根据跳转条件是否满足来决定程序是否跳转。当指令中涉及到输入、输出状态时，PLC 从输入映像寄存器和元件映像寄存器中读出，根据用户程序进行运算，运算的结果再存入元件映像寄存器中。对于元件映像寄存器来说，其内容会随程序执行的过程而变化。

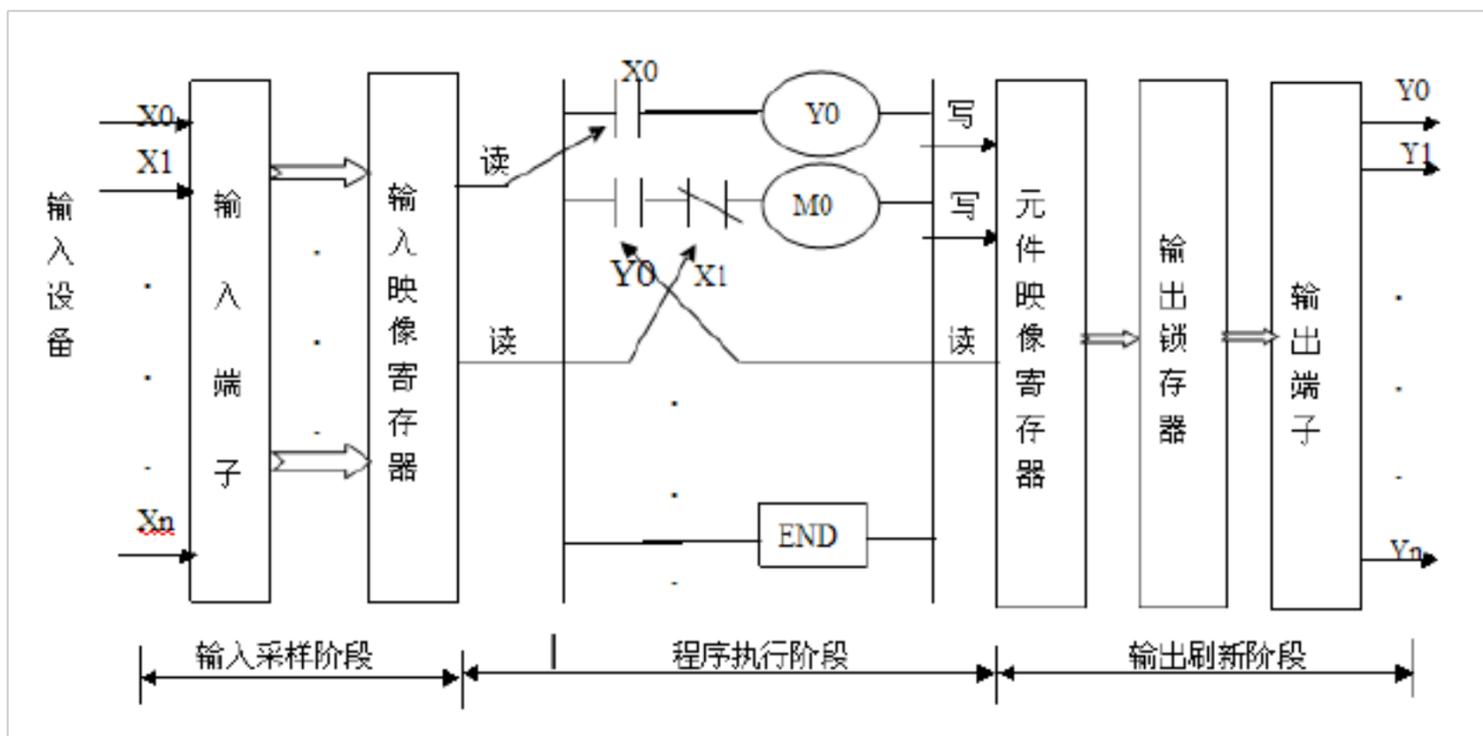


图 1-3

PLC 执行程序过程示意图

3. 输出刷新阶段

当所有程序执行完毕后，进入输出处理阶段。在这一阶段里，PLC 将输出映像寄存器中与输出有关的状态（输出继电器状态）转存到输出锁存器中，并通过一定方式输出，驱动外部负载。

因此，PLC 在一个扫描周期内，对输入状态的采样只在输入采样阶段进行。当 PLC 进入程序执行阶段后输入端将被封锁，直到下一个扫描周期的输入采样阶段才对输入状态进行重新采样。这种方式称为集中采样，即在一个扫描周期内，集中一段时间对输入状态进行采样。

在用户程序中如果对输出结果多次赋值，则最后一次有效。在一个扫描周期内，只在输出刷新阶段才将输出状态从输出映像寄存器中输出，对输出接口进行刷新。在其它阶段里输出状态一直保存在输出映像寄存器中。这种方式称为集中输出。

对于小型 PLC，其 I/O 点数较少，用户程序较短，一般采用集中采样、集中输出的工作方式，虽然在一定程度上降低了系统的响应速度，但使 PLC 工作时大多数时间与

外部输入/输出设备隔离，从根本上提高了系统的抗干扰能力，增强了系统的可靠性。

而对于大中型 PLC，其 I/O 点数较多，控制功能强，用户程序较长，为提高系统响应速度，可以采用定期采样、定期输出方式，或中断输入、输出方式以及采用智能 I/O 接口等多种方式。

从上述分析可知，当 PLC 的输入端输入信号发生变化到 PLC 输出端对该输入变化作出反应，需要一段时间，这种现象称为 PLC 输入 / 输出响应滞后。对一般的工业控制，这种滞后是完全允许的。应该注意的是，这种响应滞后不仅是由于 PLC 扫描工作方式造成，更主要是 PLC 输入接口的滤波环节带来的输入延迟，以及输出接口中驱动器件的动作时间带来输出延迟，同时还与程序设计有关。滞后时间是设计 PLC 应用系统时应注意把握的一个参数。

第二章 系统方案设计

2.1 病床呼叫系统方框图

病床呼叫系统由从机、主机等两部分组成。从机(呼叫源)即病床按钮,主机包括 PLC 及显示和监护系统,如图 5 所示。

呼叫源每长病床配备一个,呼叫源一般放在病床床头。患者有呼叫请求时,按下按钮向护士站呼叫。主机中 PLC 工作方式为循环扫描方式,在系统程序控制下,PLC 顺序读入输入端口各呼叫源的状态,并且不断地循环扫描。一旦有呼叫按钮按下,PLC 立即响应,通过设置的程序实现对系统的控制,启动振铃,并通过报警指示灯指出病号房;同时。在病房通道显示呼叫病床号。此外,还将显示某个时间段内患者呼叫次数。主机监控系统响应后,将出现相应的声、光报警指示,以便提示医护人员尽快赶到现场。

系统采用主从结构形式后,主机中的 PLC 还可以通过网线与计算机相连,将多个护士站连网构成病房监护管理中心,这里不作此设计。

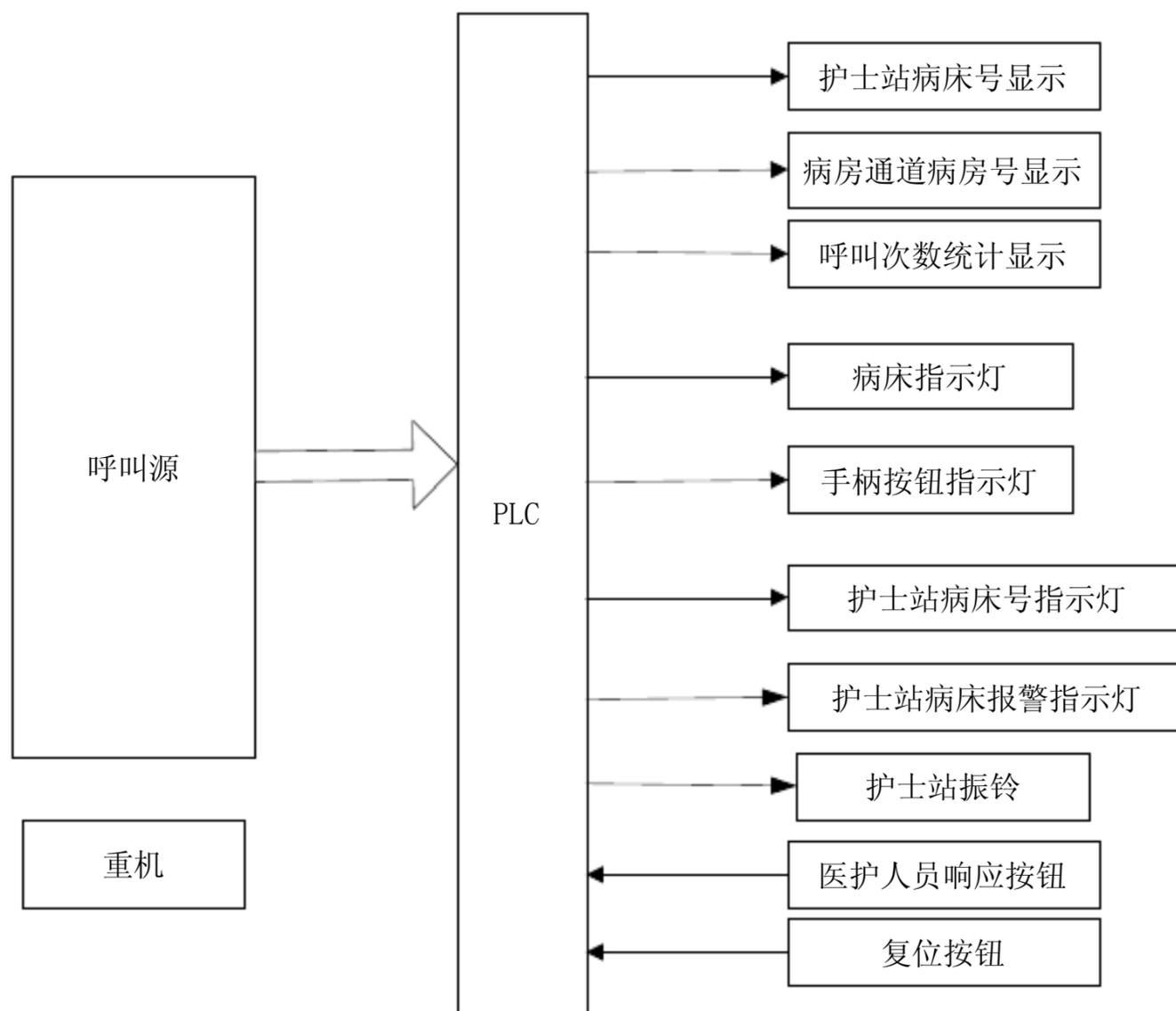


图5 病床呼叫系统原理方框图

2.2 病床呼叫系统控制系统硬件设计

2.2.1 控制要求分析

根据控制要求，呼叫源和重置按钮每床配置一个，一般放在病床床头。每个病床配置一个紧急指示灯，病房紧急呼叫中心配置所有病床的紧急指示灯。每个病房外配置一个紧急指示灯。患者有呼叫请求时，按下按钮向护士站呼叫，一旦有呼叫按钮按下，PLC立即响应，通过设置的程序实现对系统的控制，并通过病房紧急呼叫中心报警指示灯指出病号房。同时，在病房通道显示呼叫病床号，以便医护人员尽快赶到现场。医务人员处理完毕，通过复位按钮消除所有信号。被消除信号包括病床指示灯、护士站病房报警指示灯。

按设计要求选好 PLC 型号，务必要切合实际的状况。按设计的实际工程要求做好 PLC 的 I/O 分配情况。连接好硬件电路和写好程序下载到 PLC 芯片上。

2.2.2 I/O 点统计与 I/O 分配表

由表 1 可知输入有 36 个，输出有 19 个。由此可以知道 PLC 的 I/O 最低要求。以很快的了解 PLC 的控制功能与实现的具体功能，从而可以得出 IO 分配表，见表 2。

表 2 中总共有 54 个接线端子，全是 24V 直流的电源供电端子。

表 1 I/O 点统计

输入		输出	
输入点	数量	输出点	数量
紧急呼叫按钮	12	紧急指示灯	19
重置按钮	12		
复位按钮	12		
合计	36	合计	19

表格 2 I/O 分配表

序号	PLC 地址 (PLC 端子)	电器符号 (面板端子)	功能说明
1	X000	SB1	1 房 1 床紧急按钮
2	X001	SB2	1 房 2 床紧急按钮
3	X002	SB3	1 房 3 床紧急按钮
4	X003	SB4	1 房 4 床紧急按钮
5	X004	SB5	2 房 1 床紧急按钮
6	X005	SB6	2 房 2 床紧急按钮
7	X006	SB7	2 房 3 床紧急按钮
8	X007	SB8	2 房 4 床紧急按钮
9	X008	SB9	3 房 1 床紧急按钮
10	X009	SB10	3 房 2 床紧急按钮
11	X010	SB11	3 房 3 床紧急按钮
12	X011	SB12	3 房 4 床紧急按钮
13	X012	SB13	1 房 1 床重置按钮
14	X013	SB14	1 房 2 床重置按钮
15	X014	SB15	1 房 3 床重置按钮
16	X015	SB16	1 房 4 床重置按钮

17	X016	SB17	2 房 1 床重置按钮
18	X017	SB18	2 房 2 床重置按钮
19	X018	SB19	2 房 3 床重置按钮
20	X019	SB20	2 房 4 床重置按钮
21	X020	SB21	3 房 1 床重置按钮
22	X021	SB22	3 房 2 床重置按钮
23	X022	SB23	3 房 3 床重置按钮
24	X023	SB24	3 房 4 床重置按钮
25	Y000	HL1	1 房 1 床闪灯
26	Y001	HL2	1 房 2 床闪灯
27	Y002	HL3	1 房 3 床闪灯
28	Y003	HL4	1 房 4 床闪灯
29	Y004	HL5	2 房 1 床闪灯
30	Y005	HL6	2 房 2 床闪灯
31	Y006	HL7	2 房 3 床闪灯
32	Y007	HL8	2 房 4 床闪灯
33	Y008	HL9	3 房 1 床闪灯
34	Y009	HL10	3 房 2 床闪灯
35	Y010	HL11	3 房 3 床闪灯
36	Y011	HL12	3 房 4 床闪灯
37	Y012	HL13	护士站 1 房闪灯
38	Y013	HL14	护士站 2 房闪灯
39	Y014	HL15	护士站 3 房闪灯
40	Y015	HL16	1 房闪灯
41	Y016	HL17	2 房闪灯
42	Y017	HL18	3 房闪灯
43	Y018	HL19	输出保持

2.2.3 PLC 选择

现在世界上 PLC 的生产厂家有 200 多家，提供 400 多个品种的 PLC 供用户选择，目前我国市场上主要的 PLC 产品有：西门子公司的 S7-400/300/200 系列、施耐德公司的 momentum 等、还有就是日本的欧姆龙、三菱、松下等公司的产品。西门子公司生产的 PLC 可靠性高，特别适用于大的工业控制系统，造价比较高，对于小型的自动售货机的控制系统来说成本过高^[3]。目前我国市场上主流的小型三菱 PLC 比较适合此设计控制，三菱公司生产的小型 PLC 的代表为 FX-2N 系列的 PLC^[4]、它具有丰富的内部资源：程序存储器具有 16K 步的最大存储容量，128 种应用指令，还具有 184 点 8 进制编号的输入点数，184 点 8 进制编号的输出点数，普通型、掉电保持性和赋予特殊用途型三种内部

继电器，以及状态寄存器、定时器、计数器、数据寄存器、常数与指针等功能与资源。可靠性高、造价低，对于自动售货机的控制中心就特别的合适。因此，本次设计采用的 PLC 为三菱公司生产的 FX-2N 系列 PLC 软组件，控制系统选用 FX_{2N}-32MR-001，I/O 点数各为 16 点，可以满足要求，且有一定裕量。

2.2.4 硬件接线图

该模块图 6^[5]硬件接线图根据控制系统的 I/O 分配表接线，左边是开关输入量，接开关按钮。右边是输出量，接灯泡作为输出显示。

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/217115042104010005>