



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102324206 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 28

(21) 申请号 201110131764. 0

(22) 申请日 2011. 05. 20

(73) 专利权人 广州数控设备有限公司

地址 510530 广东省广州市萝岗区云埔工业
区观达路 22 号

(72) 发明人 耿海飞 蔡维纶 江文明 游继强
孔得朋 黄江

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

代理人 陈燕娴

(51) Int. Cl.

G09B 25/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101913149 A, 2010. 12. 15, 附图 1-6, 说
明书第 4-62 段。

CN 101278244 A, 2008. 10. 01, 全文。

CN 101200064 A, 2008. 06. 18, 全文。

US 2009/0055024 A1, 2009. 02. 26, 全文。

EP 0107968 A1, 1984. 05. 09, 全文。

审查员 何理

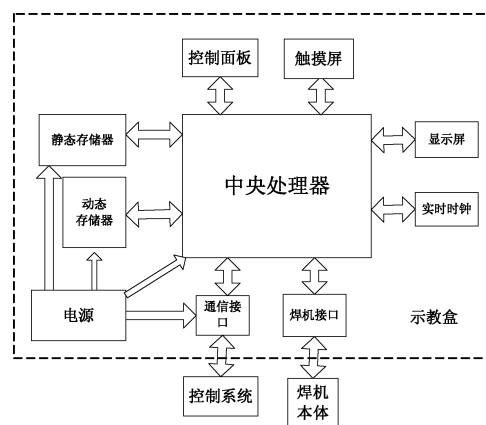
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

一种具备总线通信的机器人示教盒及其控制
方法

(57) 摘要

本发明公开了一种具备总线通信的机器人示教盒及其控制方法。示教盒包括中央处理器, 以及分别与中央处理器连接的显示屏、控制面板、存储器、焊机接口以及通信接口, 通过通信接口与下层的机器人控制器连接, 其特征在于: 还包括与中央处理器连接的触摸屏; 所述通信接口为基于 NRP 通信协议的通信接口; 所述 NRP 通信协议的报文结构由报文头和字段域组成, 报文头由报文信息、信息码、报文长度及位图组成, 报文信息包括命令索引、请求码或响应码标志、字段域的个数。与现有示教盒相比, 本示教盒可实现远程操作机器人, 提高了操作人员的安全性; 采用 NRP 通信协议进行数据交互, 使数据丢失率降到了最低, 增强了系统的抗干扰性。



1. 基于具备总线通信的机器人示教盒的控制方法,所述具备总线通信的机器人示教盒,包括中央处理器,以及分别与中央处理器连接的显示屏、控制面板、存储器、焊机接口以及通信接口,通过通信接口与下层的机器人控制器连接,还包括与中央处理器连接的触摸屏;所述通信接口为基于 NRP 通信协议的通信接口;所述 NRP 通信协议的报文结构由报文头和字段域组成,报文头由报文信息、信息码、报文长度及位图组成,报文信息包括命令索引、请求码或响应码标志、字段域的个数;所述控制方法包括参数设置、参数监控及对机器人的主调度,其特征在于,

所述参数设置包括以下步骤:打包设置参数;示教盒基于 NRP 通信协议与下层服务器进行数据交互;若所述数据交互成功则结束参数设置流程,否则提示用户进行纠错操作;

所述参数监控包括以下步骤:示教盒发起监控;设置监控域位图;下层服务器基于 NRP 通信协议对示教盒的监控数据进行响应,若响应成功,则解包监控数据并将监控数据显示到人机界面;

所述对机器人的主调度包括以下步骤:

S1、初始化示教盒,开启主调度;

S2、判断机器人的当前运行状态:如果有人工设定的机器人单轴摆动范围输入,则读取机器人单轴摆动的轴号并将轴号显示到人机界面;如果发生警告,则处理警告信息并显示到人机界面;如果机器人处于示教检查模式,则判断是处于停止态还是运动态,若是停止态则关闭监控示教检查状态,若是运动态则开启监控示教检查状态,如果机器人未处于示教检查模式但当前行号发生了变化则刷新行号;如果机器人处于示教再现模式,则判断是处于停止态还是运动态,若是停止态则关闭监控再现状态,若是运动态则开启监控再现状态,如果机器人未处于示教再现模式但当前行号发生了变化则刷新行号;

S3、机器人状态发生变化后,刷新显示机器人状态的状态图标。

2. 根据权利要求 1 所述的控制方法,其特征在于,所述参数设置中,示教盒基于 NRP 通信协议与下层服务器进行数据交互,为了检测数据交互成功与否,采用如下握手协议:

S431:获取已经编辑好的设置参数数值,将其保存到相应的数据发送域,接着将数据发送域的数据通过 NRP 通信协议发送到下层服务器;

S432:下层服务器在收到上层发来的数据后,返回一个应答包;

S433:示教盒接收到发送来的应答包后,表示发送成功;如果在设定的时间内示教盒没有收到应答包,则启动定时器,重新发送一次应答包,如果在设定的时间内示教盒仍然没有收到应答包,则判断参数发送失败,提示用户进行纠错操作。

3. 根据权利要求 1 所述的控制方法,其特征在于,所述参数监控中,下层服务器基于 NRP 通信协议对示教盒的监控数据进行响应,采用以下握手协议:

S541:首先调用设置监控域函数,打开相应的监控项,等待数据的到来;

S542:当监控数据到来后,网络数据处理线程根据当前网络数据中的索引号和信息类别,调用监控状态响应函数进行解包操作,将读取的监控数据发送到相应窗口,并调用显示函数进行显示;

S543:当步骤 S542 成功读取监控数据后,上层服务器发送应答包到下层服务器。

4. 根据权利要求 1 所述的控制方法,其特征在于,步骤 S2 所述示教检查包括以下步骤:

S71、初始化操作面板,定时扫描控制面板;

S72、在检测到有示教检查键按下时,判断当前模式,若不是示教模式,则切换到示教模式;接着判断当前是否处于急停状态或报警状态,若是提示用户非法示教检查,若不是基于NRP通信协议将示教检查参数打包发送到下层服务器,同时等待下层服务器响应;如下层服务器不能及时响应则提示用户示教检查失败,如下层服务器及时响应则监控示教检查状态,并根据监控到的信息将当前执行的行号高亮显示;若当前行执行完毕,切换示教的焦点到指定行,否则监控示教检查状态,并根据监控到的信息将当前执行的行号高亮显示。

5. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,步骤S2所述示教再现包括以下步骤:

S81、定时扫描控制面板;

S82、在检测到有启动键按下时,判断机器人当前位置是否在程序起点,若不是提示用户再现非法,若是则接着判断当前模式是否为再现模式,若不是再现模式切换到再现模式;若是再现模式接着判断是否处于急停或报警状态,若是则提示用户再现非法,若不是基于NRP通信协议将再现参数发送到下层服务器,同时等待下层服务器响应,如下层服务器未及时响应提示用户示教再现失败,如下层服务器及时响应则监控再现状态;根据监控到的信息,将当前执行的行号高亮显示。

6. 根据权利要求1所述的控制方法,所述具备总线通信的机器人示教盒的中央处理器为嵌入式芯片。

7. 根据权利要求1所述的控制方法,所述具备总线通信的机器人示教盒的控制面板采用中央处理器内置的矩阵键盘。

8. 根据权利要求1所述的控制方法,所述具备总线通信的机器人示教盒的显示屏集成在示教盒内。

一种具备总线通信的机器人示教盒及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及工业机器人操控领域,特别涉及一种用于工业机器人编程、控制的示教盒及其控制方法。

背景技术

[0002] 随着我国工业企业自动化水平的不断提高,机器人自动化线的市场也会越来越大,并且逐渐成为自动化生产线的主要方式,这样就对机器人的安全操控、生产提出了更高的要求,而监控数据的丢失、现场对控制器的干扰,都会导致生产的不安全性。而目前现有示教盒都不能远离机器人本体进行远程操作,这对操作人员的安全极为不利,而且绝大部分厂家都没有触摸屏功能,示教编程不太方便。为此,设计一款安全可靠、操控方便的示教盒具有很好的市场前景和应用价值。

发明内容

[0003] 本发明的首要目的在于克服现有示教盒的不足,提供一种具备总线通信的机器人示教盒。该示教盒带触摸屏控制功能,可远程操控机器人,极大地方便了示教编程,同时也增强了操作人员的安全性。

[0004] 本发明的另一目的是提供一种具备总线通信的机器人示教盒控制方法。

[0005] 本发明采用以下技术方案来实现上述首要目的:本具备总线通信的机器人示教盒,包括中央处理器,以及分别与中央处理器连接的显示屏、控制面板、存储器、焊机接口以及通信接口,通过通信接口与下层的机器人控制器连接;还包括与中央处理器连接的触摸屏;所述通信接口为基于 NRP 通信协议的通信接口;所述 NRP 通信协议的报文结构由报文头和字段域组成,报文头由报文信息、信息码、报文长度及位图组成,报文信息包括命令索引、请求码或响应码标志、字段域的个数。

[0006] 本发明采用以下技术方案来实现上述另一目的:基于上述具备总线通信的机器人示教盒的控制方法,包括参数设置、参数监控及对机器人的主调度,所述参数设置包括以下步骤:打包设置参数;示教盒基于 NRP 通信协议与下层服务器进行数据交互;若所述数据交互成功则结束参数设置流程,否则提示用户进行纠错操作;所述参数监控包括以下步骤:示教盒发起监控;设置监控域位图;下层服务器基于 NRP 通信协议对示教盒的监控数据进行响应,若响应成功,则解包监控数据并将监控数据显示到人机界面;

[0007] 所述对机器人的主调度包括以下步骤:

[0008] S1、初始化示教盒,开启主调度;

[0009] S2、判断机器人的当前运行状态:如果有人工设定的机器人单轴摆动范围输入,则读取机器人单轴摆动的轴号并将轴号显示到人机界面;如果发生警告,则处理警告信息并显示到人机界面;如果机器人处于示教检查模式,则判断是处于停止态还是运动态,若是停止态则关闭监控示教检查状态,若是运动态则开启监控示教检查状态,如果机器人未处于示教检查模式但当前行号发生了变化则刷新行号;如果机器人处于再现模式,则判断是处

于停止态还是运动态,若是停止态则关闭监控再现状态,若是运动态则开启监控再现状态,如果机器人未处于再现模式但当前行号发生了变化则刷新行号;

[0010] S3、机器人状态发生变化后,刷新显示机器人状态的状态图标。

[0011] 所述参数设置中,示教盒基于 NRP 通信协议与下层服务器进行数据交互,为了检测数据交互成功与否,采用如下握手协议:

[0012] S431:获取已经编辑好的设置参数数值,将其保存到相应的数据发送域,接着将数据发送域的数据通过 NRP 通信协议发送到下层服务器;

[0013] S432:下层服务器在收到上层发来的数据后,返回一个应答包;

[0014] S433:示教盒接收到发送来的应答包后,表示发送成功;如果在设定的时间内示教盒没有收到应答包,则启动定时器,重新发送一次应答包,如果在设定的时间内示教盒仍然没有收到应答包,则判断参数发送失败,提示用户进行纠错操作。

[0015] 所述参数监控中,下层服务器基于 NRP 通信协议对示教盒的监控数据进行响应,采用以下握手协议:

[0016] S541:首先调用设置监控域函数,打开相应的监控项,等待数据的到来;

[0017] S542:当监控数据到来后,网络数据处理线程根据当前网络数据中的索引号和信息类别,调用监控状态响应函数进行解包操作,将读取的监控数据发送到相应窗口,并调用显示函数进行显示;

[0018] S543:当步骤 S542 成功读取监控数据后,上层服务器发送应答包到下层服务器。

[0019] 优选地,步骤 S2 所述示教检查包括以下步骤:

[0020] S71、初始化操作面板,定时扫描控制面板;

[0021] S72、在检测到有示教检查键按下时,判断当前模式,若不是示教模式,则切换到示教模式;接着判断当前是否出于急停状态或报警状态,若是提示用户非法示教检查,若不是基于 NRP 通信协议将示教检查参数打包发送到下层服务器,同时等待下层服务器响应;如下层服务器不能及时响应则提示用户示教检查失败,如下层服务器及时响应则监控示教检查状态,并根据监控到的信息将当前执行的行号高亮显示;若当前行执行完毕,切换示教的焦点到指定行,否则监控示教检查状态,并根据监控到的信息将当前执行的行号高亮显示。

[0022] 优选地,步骤 S2 所述示教再现包括以下步骤:

[0023] S81、定时扫描控制面板;

[0024] S82、在检测到有启动键按下时,判断机器人当前位置是否在程序起点,若不是提示用户示教再现非法,若是则接着判断当前模式是否为再现模式,若不是再现模式切换到再现模式;若是再现模式接着判断是否处于急停或报警状态,若是则提示用户示教再现非法,若不是基于 NRP 通信协议将再现参数发送到下层服务器,同时等待下层服务器响应,如下层服务器未及时响应提示用户示教再现失败,如下层服务器及时响应则监控再现状态;根据监控到的信息,将当前执行的行号高亮显示。

[0025] 本发明特别适用于脱离 PC 机进行控制的工业机器人,可用于多自由度的工业机器人,典型应用为 6 轴或 8 轴工业机器人。与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:

[0026] 1、示教盒采用性能较高的嵌入式芯片做独立的中央处理器,与下层控制系统隔离开来,使得整体设计简单,调试更加方便。

[0027] 2、示教盒与控制系统的下层服务器采用 NRP 通信协议进行数据交互,加快了数据

的传输,使数据丢失率降到了最低,增强了系统的抗干扰性强。

[0028] 3、增加了触摸屏,提高了操作人员的工作效率,且触摸屏和显示屏结合使校正精度可精确到 1 个像素点,使得用户点击准确,操作方便。

[0029] 4、由于显示屏集成在示教盒内,避免了由于数据线过长而引起的屏幕抖动。

附图说明

[0030] 图 1 是本发明示教盒的结构框图;

[0031] 图 2 是 NRP 传输协议的报文结构图;

[0032] 图 3 是机器人主调度线程的流程图;

[0033] 图 4 是参数设置流程图;

[0034] 图 5 是参数监控流程图;

[0035] 图 6 是示教流程图;

[0036] 图 7 是示教检查流程图;

[0037] 图 8 是示教再现流程图。

具体实施方式

[0038] 下面结合说明书附图,对本发明作进一步的详细说明,但本发明的实施方式不限于此。

[0039] 实施例

[0040] 本发明示教盒所要具备的主要功能是机器人各参数的设置与监控,示教编程,示教检查以及再现运行。参数的设置监控包括机器人结构参数、伺服参数、机器人当前位姿、I/O 变量等;示教编程操作包括程序的编辑、删除、剪切、复制以及程序文件的管理包括新建、删除、重命名等;示教检查分前进和后退两种方式,前进方式是执行完当前行后再执行当前行的下一行,后退方式是执行完当前行后再执行当前行的上一行;再现运行包括单步和连续两种运行方式,单步运行是启动程序的一次运行,连续运行是启动程序的连续运行,直至收到用户的停止操作。

[0041] 如图 1 所示,本发明示教盒包括中央处理器,分别与中央处理器连接的显示屏、触摸屏、控制面板、实时时钟、存储器、焊机接口以及通信接口,以及给示教盒各组成部分供电的电源模块。中央处理器用于运行 LINUX 操作系统和可执行主代码,通过焊机接口与焊机连接,通过通信接口与下层的机器人控制器连接。控制面板用于用户与设备之间的信息交互,采用中央处理器内置的 8*8 矩阵键盘,可防抖动,无需再进行键盘扫描模块的设计与处理;人机界面用于实时显示用户的输入输出操作。焊机接口可采用 RS485 接口;通信接口为基于 NRP 协议的通信接口,还可包括可扩展接口 I2C、RS232、USB、SPI 等。示教盒借助中央处理器,主要负责键盘扫描、参数的设置与监控、示教、示教检查、示教再现、系统报警信息显示以及开启焊接功能等。在本实施例中,中央处理器采用嵌入式 PXA270 芯片。示教盒的各主要部件描述如下:

[0042] (1) 控制面板包括文字键、图形键、方向键、轴操作键。文字键主要用于程序的编辑,图形键用于程序的启停、伺服开关、急停等,方向键用于图形界面焦点切换,轴操作键用于机器人各轴的单独操作。

[0043] (2) 显示屏集成在示教盒内,大小 6.4 寸,采用 16 色显示,用于提示用户进行相关操作。显示屏直连到中央处理器内置的 LCD 控制模块,而且集成在示教盒内部,避免了由于数据线过长而引起的屏幕抖动。

[0044] (3) 触摸屏采用标准的 USB2.0 接口,大小 6.4 寸,连接到嵌入式 PXA270 芯片的 USBHOST (USB 主设备) 接口,驱动程序由 LINUX 操作系统完成,校正算法基于 5 点法进行,与 6.4 寸液晶显示屏相结合,校正精度可精确到一个像素点,极大地方便了用户的操作。

[0045] (4) 实时时钟用于人机界面日期、时间的显示和设置,可用于记录机器人的运行时间。示教盒掉电之后时间保存在精密时钟存储芯片中。

[0046] (5) 焊机接口采用 RS485 接口,用于连接外部焊机,通过控制焊机电源来控制焊机的起弧熄弧。

[0047] (6) 存储器包括动态存储器 SDRAM 和静态存储器 NORFLASH,其中 SDRAM 用于程序的动态存储;NORFLASH 用于程序的静态存储,包括启动引导程序、内核镜像、文件系统以及可执行主程序。

[0048] 示教盒通过通信接口与下层的机器人控制器之间采用基于总线通信的 NRP(Network Robot Protocol) 通信协议进行数据交互,主要包括参数的传输,编程文件、报警文件、I/O 注释文件以及 PR 变量注释文件的传输。NRP 通信协议是一种由本申请人自行定制的机器人网络通信协议,对 NRP 通信协议的编程主要是对通信数据进行打包和解包。NRP 通信协议的报文结构如图 2 所示,由报文头和 128 个字段域组成。其中报文头由 4 部分组成,分别是报文信息、信息码、报文长度、位图,报文信息包括命令索引、请求码或响应码标志、字段域的个数;信息码由 ASC 码组成,用以表示不同命令的索引;报文长度用 2 个字节 BCD 码组成;位图由 16 个字节组成,128 位中的用于表示响应码的那一位为 1 时表示发送数据包的响应域存在,16 个字节低字节的低位表示第 1 域,从低字节的低位到高字节的高位依次为第 1 至第 128 域。假如示教盒要保存一个文件,数据域规定如下:

[0049] 1 号域:流水号

[0050] 2 号域:响应码

[0051] 3 号域:完整路径文件名

[0052] 4 号域:文件长度

[0053] 5 号域:整个数据包分几包发送

[0054] 6 号域:当前为第几包

[0055] 7 号域:当前发送数据内容

[0056] 14 号域:终端类型

[0057] 64 号域:校验码

[0058] 那么位图数据从低到高依次为:0b01111111,0b00000010,0x0,0x0,0x0,0x0,0x0,0x0,0x0,0b10000000,0x0,0x0,0x0,0x0,0x0,0x0,0x0。

[0059] 所述中央处理器的软件部分基于 LINUX2.6 和 MINIGUI1.6 进行设计,主要由 4 个线程组成。各线程任务分配如下:

[0060] (1)MINIGUI(迷你柜)线程:负责键盘扫描、参数的设置与监控、示教编程、系统报警信息显示等;

[0061] (2)NET_DATA_RECEIVE(网络数据接收)线程:监控下层控制器发送的网络数据,

并将接受的数据写入网络数据队列；

[0062] (3)NET_DATA_DEAL(网络数据分配)线程:从网络数据队列中读取数据,并将其进行解包处理,送往 MINIGUI 线程,用于监控数据、编程文件的实时显示；

[0063] (4)SCHED_PROC(主调度)线程:实时监控机器人运行状态、示教检查状态、示教再现状态,显示错误报警信息,同时定时刷新时钟界面。

[0064] 图 3 是机器人主调度线程的流程图。示教盒上电之后,首先获取人机界面必须的文件信息或数据,包括各变量注释、干涉区点信息、机器人运行状态以及机器人位姿值;接着判断机器人的当前运行状态,如发生警告,处理警告信息,如有软极限,处理软极限信息,如当前为示教检查状态,则监控 21 号示教检查状态域,根据检查到的信息,高亮显示当前执行的程序行,如当前为示教再现状态,则监控 22 号再现状态域,根据监控到的信息,高亮显示当前执行的程序行,同时将再现运行时间实时显示在再现运行窗口;最后根据机器人运行状态,及时刷新运行状态标志。示教盒对机器人的主调度,具体包括以下步骤:

[0065] S1、初始化示教盒:获取 I/O 注释、R 变量注释、PR 变量注释,打开对 I/O 变量域、R 变量域、PR 变量域及伺服参数域的监控,获取当前的系统时间,开启主调度;

[0066] S2、判断机器人的当前运行状态:如果有软极限(即有人工设定的机器人单轴摆动范围)输入,则读取机器人单轴摆动的轴号并将轴号显示到人机界面;如果发生警告,则处理警告信息并显示到人机界面;如果机器人处于示教检查模式,则判断是处于停止态还是运动态,若是停止态则关闭监控示教检查状态,若是运动态则开启监控示教检查状态,如果机器人未处于示教检查模式但当前行号发生了变化则刷新行号;如果机器人处于再现模式,则判断是处于停止态还是运动态,若是停止态则关闭监控再现状态,若是运动态则开启监控再现状态,如果机器人未处于再现模式但当前行号发生了变化则刷新行号;

[0067] S3、机器人状态发生变化后,刷新显示机器人状态的状态图标。到此,主调度线程结束。所述的状态图标,在本实施例中,显示在显示屏的右上角。

[0068] 在主调度线程之前,由中央处理器对参数进行设置。参数设置的流程如图 4 所示。参数设置的完成在 MINIGUI 线程中,首先初始化设置界面,其次将设置好的参数值调用 NRP 协议进行数据打包,最后将打包好的数据发送到下层主控单元,若不成功,提示用户进行纠错操作。

[0069] 参数设置主要包括绝对零点设置、工具坐标系设置、用户坐标系设置、系统参数设置以及机器设置。其中系统参数设置包括各轴速度、加减速、伺服参数等的设置;机器设置包括软极限、再现运行方式、减速比、干涉区等的设置。参数设置包括以下步骤:

[0070] S41、初始化示教盒;

[0071] S42、打包设置参数;

[0072] S43、示教盒基于 NRP 通信协议与服务器进行数据交互;

[0073] S44、若步骤 S43 数据交互成功则结束参数设置流程,否则提示用户进行纠错操作。

[0074] 参数设置采用 NRP 通信协议与下层主控 CPU(即服务器)进行数据交互,为了检测数据交互成功与否,定义如下握手协议:

[0075] S431:从参数设置界面编辑框内获取已经编辑好的设置参数数值,将其保存到相应的数据发送域,接着调用参数设置发送函数(SetParam_Command)将数据发送域的数据

通过 NRP 通信协议发送到下层服务器；

[0076] S432：下层服务器在收到上层发来的数据后，返回一个快速应答包；这里的快速响应包是指没有数据域只有报文头的简单应答包，用于快速响应示教盒发来的请求包；

[0077] S433：上层示教盒接收到发送来的应答包后，表示发送成功，如果设定的时间内没有收到应答包，则启动定时器，重新发送一次应答包，如果仍然没收到应答包，则判断参数发送失败，以提示用户进行相应纠错操作。

[0078] 在主调度线程的同时，由中央处理器对参数进行监控。中央处理器对参数监控的流程如图 5 所示。参数监控在 MINIGUI 线程中完成。首先初始化监控界面，由操作人员操作界面发起监控，然后打开响应的数据监控域，等待下层服务器响应，最后判断响应结果，如成功响应，将数据显示与监控界面，如否，提示用户进行纠错操作。

[0079] 参数监控包括当前位姿、I/O 监控、变量监控。在参数设置的过程中，各参数在第一次创建界面时，也必须读上来，因此也需对所设置的参数进行监控。参数监控包括以下步骤：

[0080] S51、初始化示教盒；

[0081] S52、示教盒发起监控；

[0082] S53、设置监控域位图；

[0083] S54、下层服务器基于 NRP 通信协议对示教盒的监控数据进行响应，若响应成功，则解包监控数据并将监控数据显示到人机界面，否则执行其他任务。

[0084] 同参数设置一样，参数监控也调用 NRP 通信协议，下层服务器基于 NRP 通信协议对示教盒所传输过来的监控数据的应答，采用以下握手协议：

[0085] S541：由于不同的参数是在不同的监控域中传输的，故首先应调用设置监控域函数 (SetWatchBit_Command)，打开相应的监控项，等待数据的到来；在打开监控项后，由于采用多线程进行软件设计，系统不需一直等待数据的到来，可以进行其他的操作；

[0086] S542：当监控数据到来后，网络数据处理线程 (netdatadeal_pro) 根据当前网络数据中的索引号和信息类别，调用监控状态响应函数 (WatchStatus_proc) 进行解包操作，将读取的监控数据通过迷你柜 (minigui) 消息的方式发送到相应窗口，并调用显示函数进行显示；

[0087] S543：当 S542 成功读取监控数据后，上层服务器发送快速应答包到下层服务器，以通知其转向对其他网络数据的收发。

[0088] 示教是在 MINIGUI 线程中完成的，示教的主要目的是根据操控人员的意愿，将各轴移到指定的位置，然后获取示教点，并保存到文件中。此过程各个轴是单独运行的，不涉及多轴联动。其流程如图 6 所示，包括以下步骤：

[0089] S61、初始化操作面板，定时扫描控制面板；用户操作通过控制面板输入到示教盒上，所以扫描控制面板即可扫描到用户操作；

[0090] S62、在检测到有示教键按下时，判断当前模式，若不是示教模式则切换到示教模式；接着判断当前是否出于急停状态或报警状态，若是提示用户非法示教，若不是基于 NRP 通信协议将示教参数（包括示教参数轴号、状态、示教速度等）打包发送到下层服务器，同时等待下层服务器响应，如下层服务器不能及时响应，提示用户示教失败。

[0091] 示教检查的目的是手动检查示教编程文件的合理性及安全性，包括运行过程中是

否有奇异点,运动指令之间的过度是否合理等。示教检查的流程如图 7 所示,包括以下步骤:

[0092] S71、初始化操作面板,定时扫描控制面板;用户操作通过控制面板输入到示教盒上,所以扫描控制面板即可扫描到用户操作;

[0093] S72、在检测到有示教检查键按下时,判断当前模式,若不是示教模式,则切换到示教模式;接着判断当前是否出于急停状态或报警状态,若是提示用户非法示教检查,若不是基于 NRP 通信协议将示教检查参数(包括键值、状态、速度、当前程序号等)打包发送到下层服务器,同时等待下层服务器响应;如下层服务器不能及时响应则提示用户示教检查失败,如下层服务器及时响应则监控示教检查状态,并根据监控到的信息将当前执行的行号高亮显示;若当前行执行完毕,切换示教的焦点到指定行,否则监控示教检查状态,并根据监控到的信息将当前执行的行号高亮显示。

[0094] 再现的目的是启动程序的连续执行,使得机器人按照指定的轨迹路径运行。示教再现的过程中,可暂停机器人的运行,也可从暂停点继续运行。示教再现的流程如图 8 所示,包括以下步骤:

[0095] S81、定时扫描控制面板;

[0096] S82、在检测到有启动键按下时,判断机器人当前位置是否在程序起点,若不是提示用户再现非法,若是则接着判断当前模式是否为再现模式,若不是再现模式切换到再现模式;若是再现模式接着判断是否处于急停或报警状态,若是则提示用户再现非法,若不是基于 NRP 通信协议将再现参数(包括程序文件名、再现速度、伺服状态等)发送到下层服务器,同时等待下层服务器响应,如下层服务器未及时响应提示用户示教再现失败,如下层服务器及时响应则监控再现状态;根据监控到的信息,将当前执行的行号高亮显示。

[0097] 以下是不同示教盒功能下各线程运行状态:

[0098]

线程 功能	参数设置	参数监控	示教	示教检查	再现
界面显示线程	RUN	RUN	RUN	RUN	RUN
网络数据接收线程	RUN	RUN	RUN	RUN	RUN
网络数据处理线程	RUN	RUN	SUSPEND	RUN	RUN
主调度线程	SUSPEND	SUSPEND	RUN	RUN	RUN

[0099] 示教盒各功能都是由控制面板触发,故界面显示线程一直在运行;机器人的运行状态由下层服务器定时发送,故网络接收线程也一直运行;示教检查打开了对示教检查状态的监控,故涉及网络数据处理线程的运行,同理,再现打开了对再现状态的监控;参数的设置与监控涉及数据的打包和解包,故网络数据处理线程和网络数据接收线程运行。

[0100] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

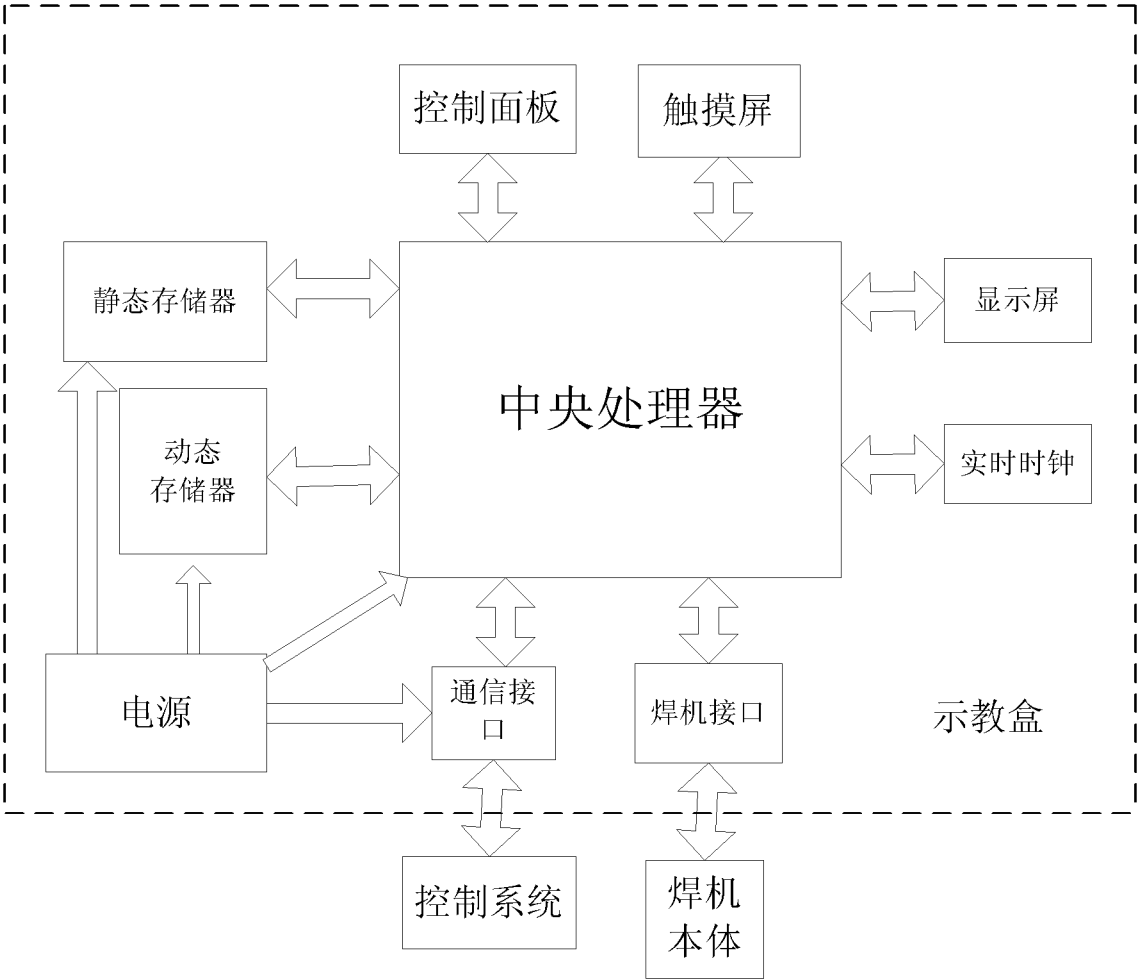


图 1

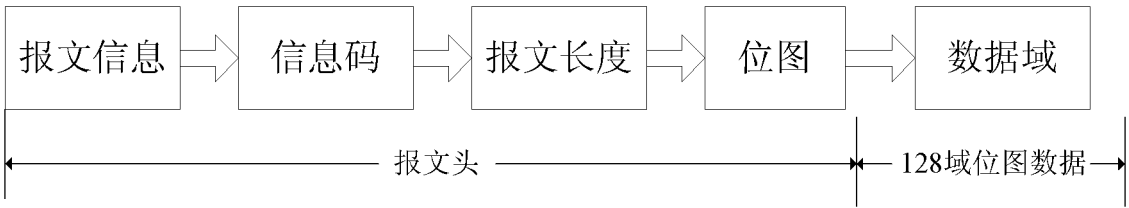


图 2

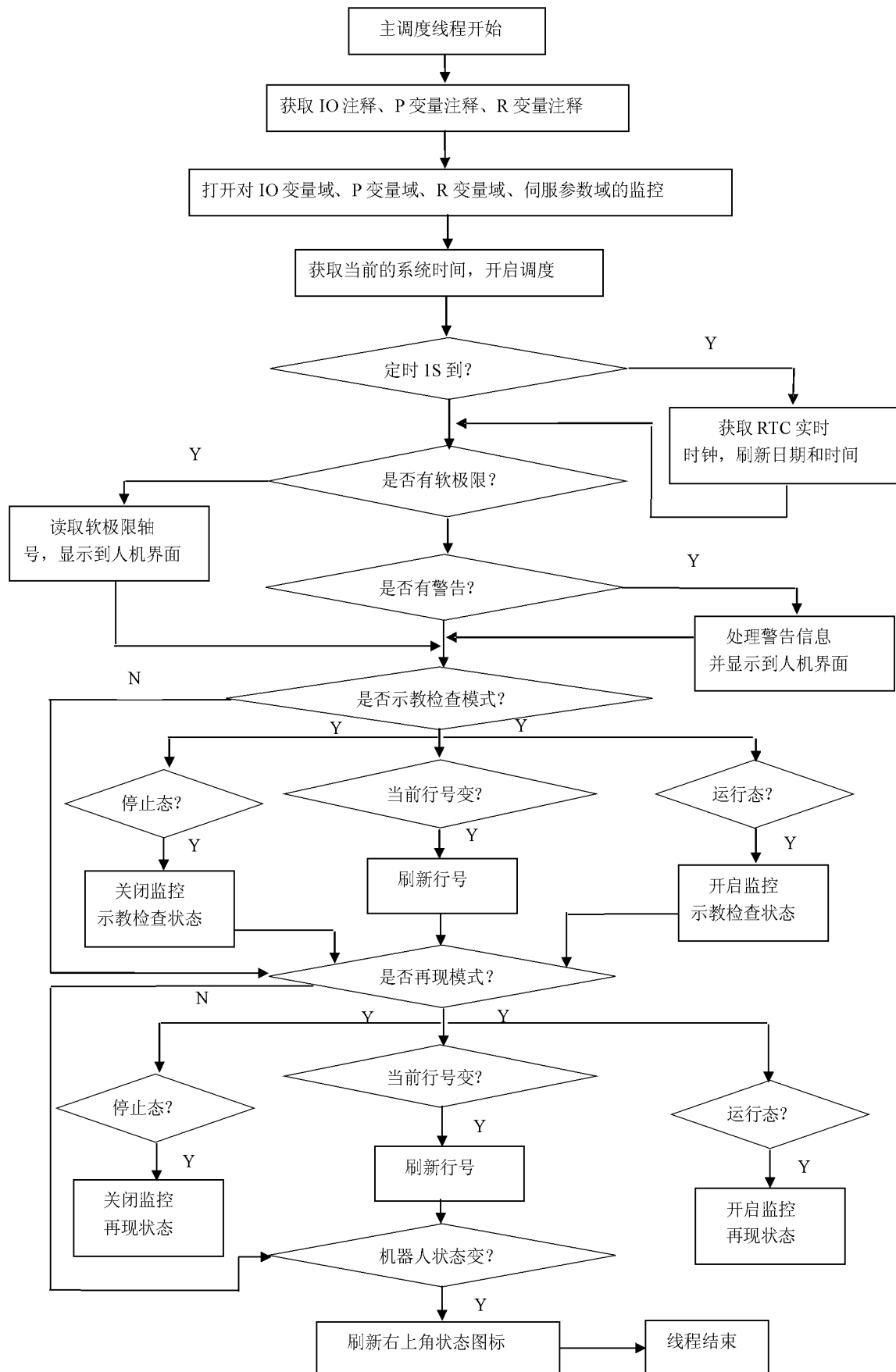


图 3

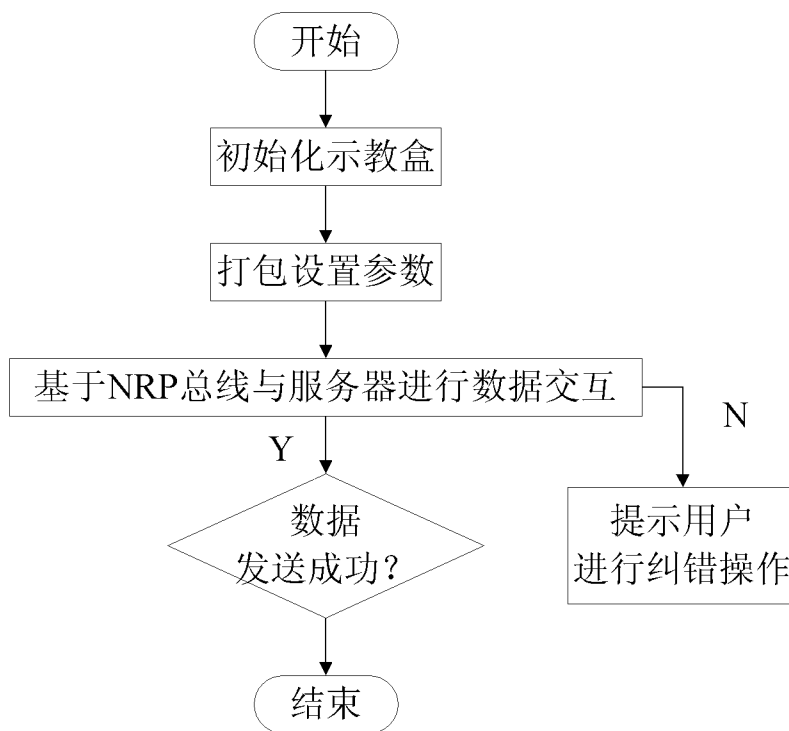


图 4

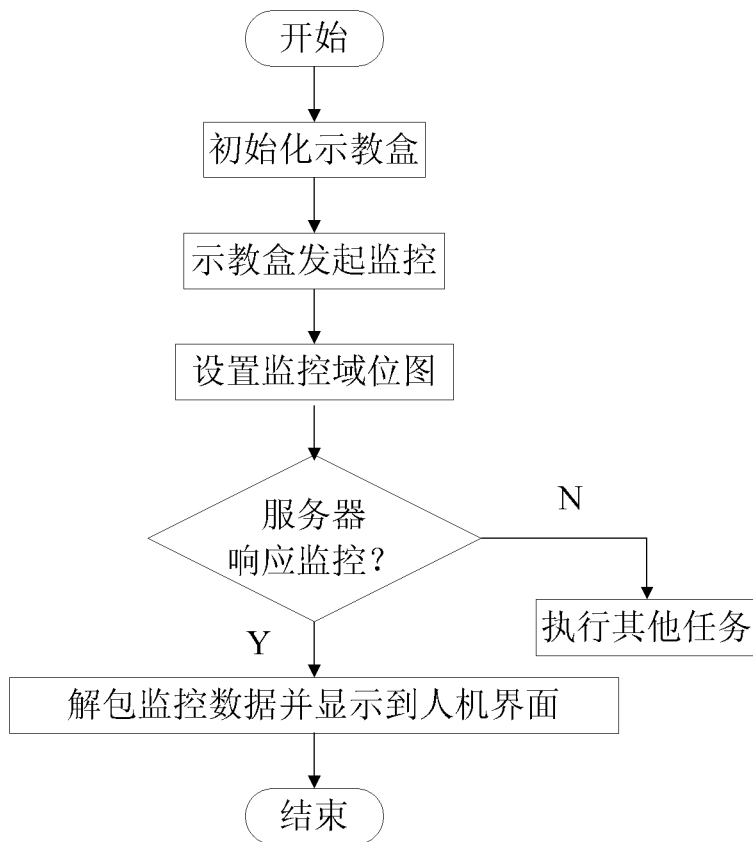


图 5

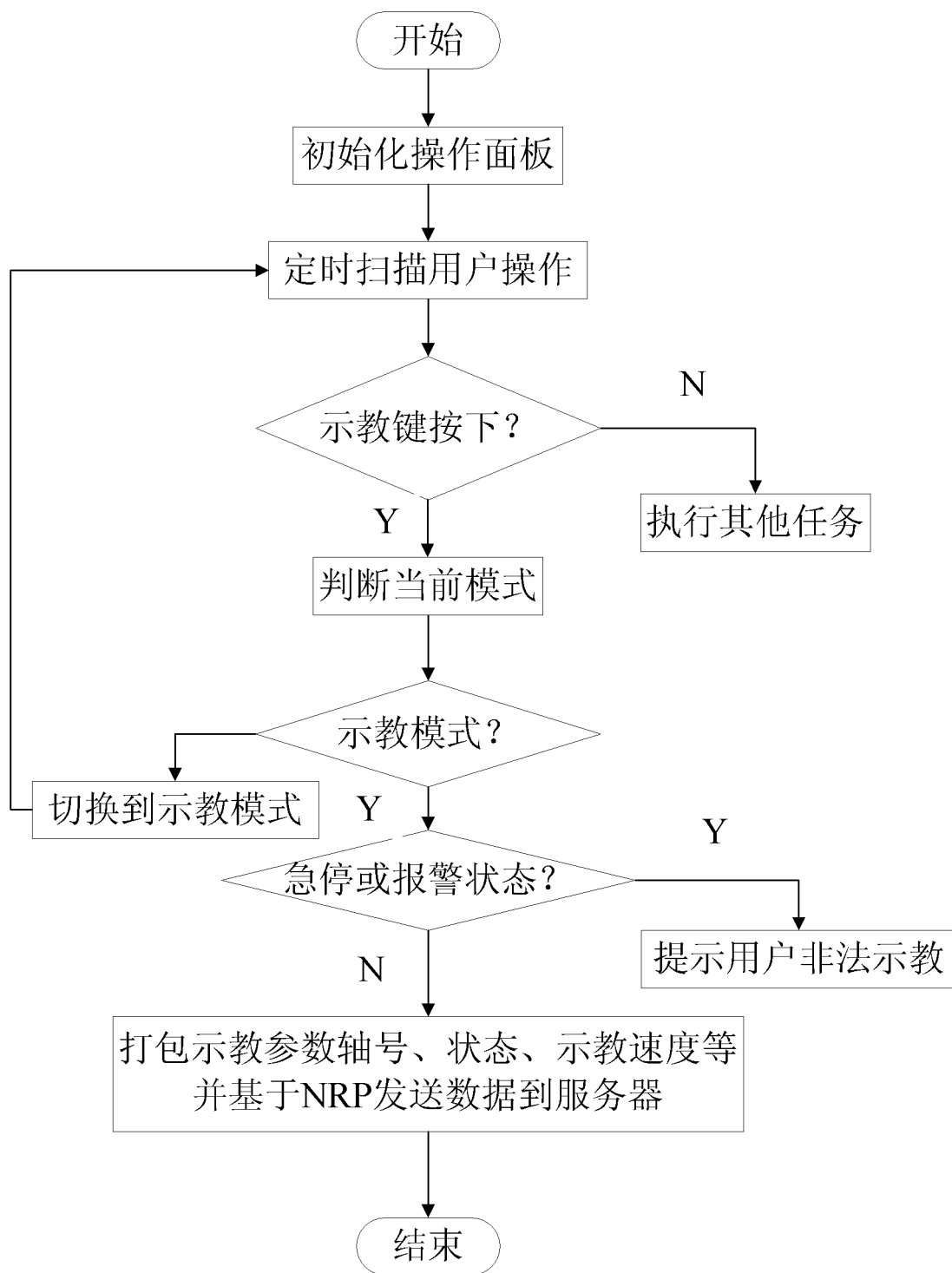


图 6

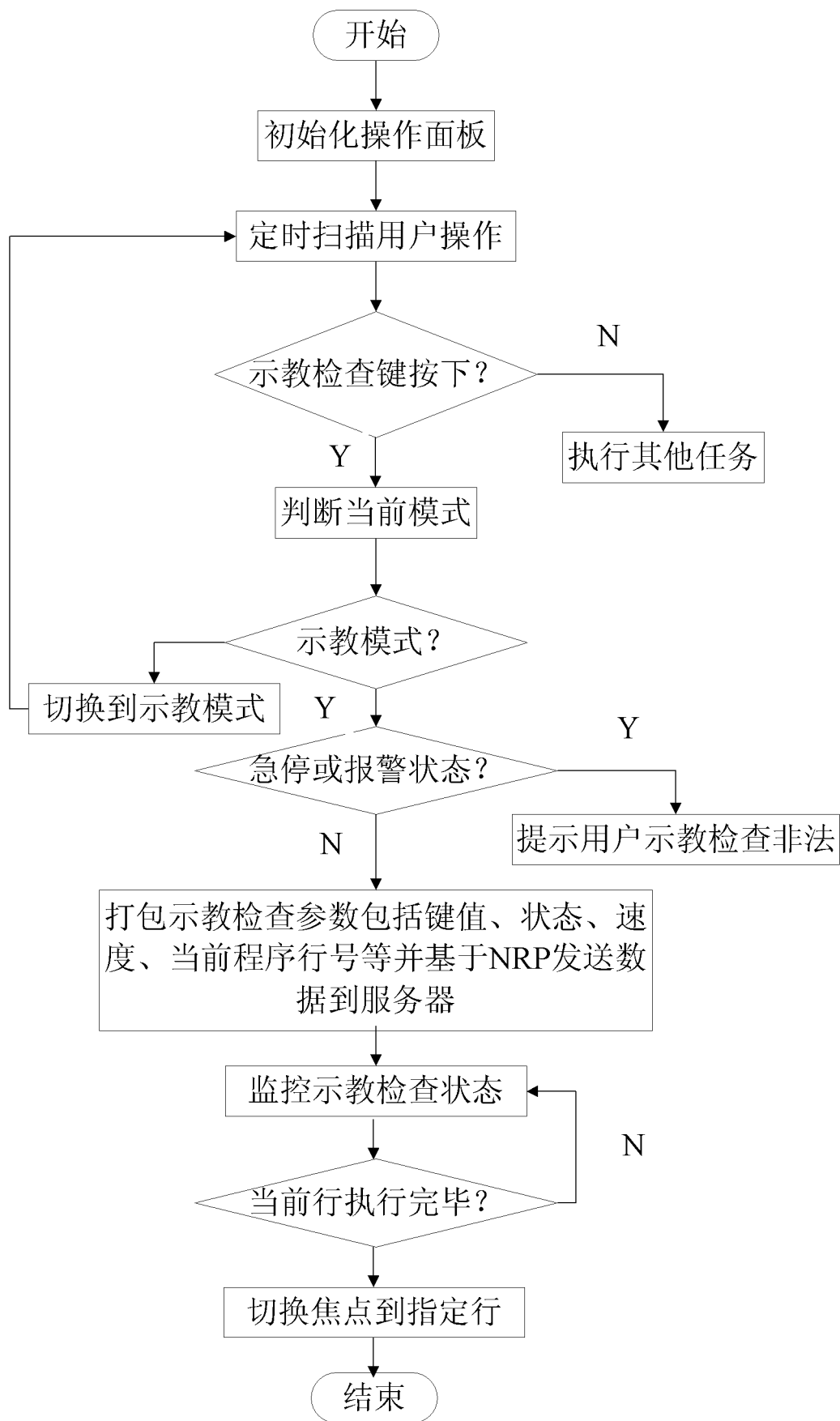


图 7

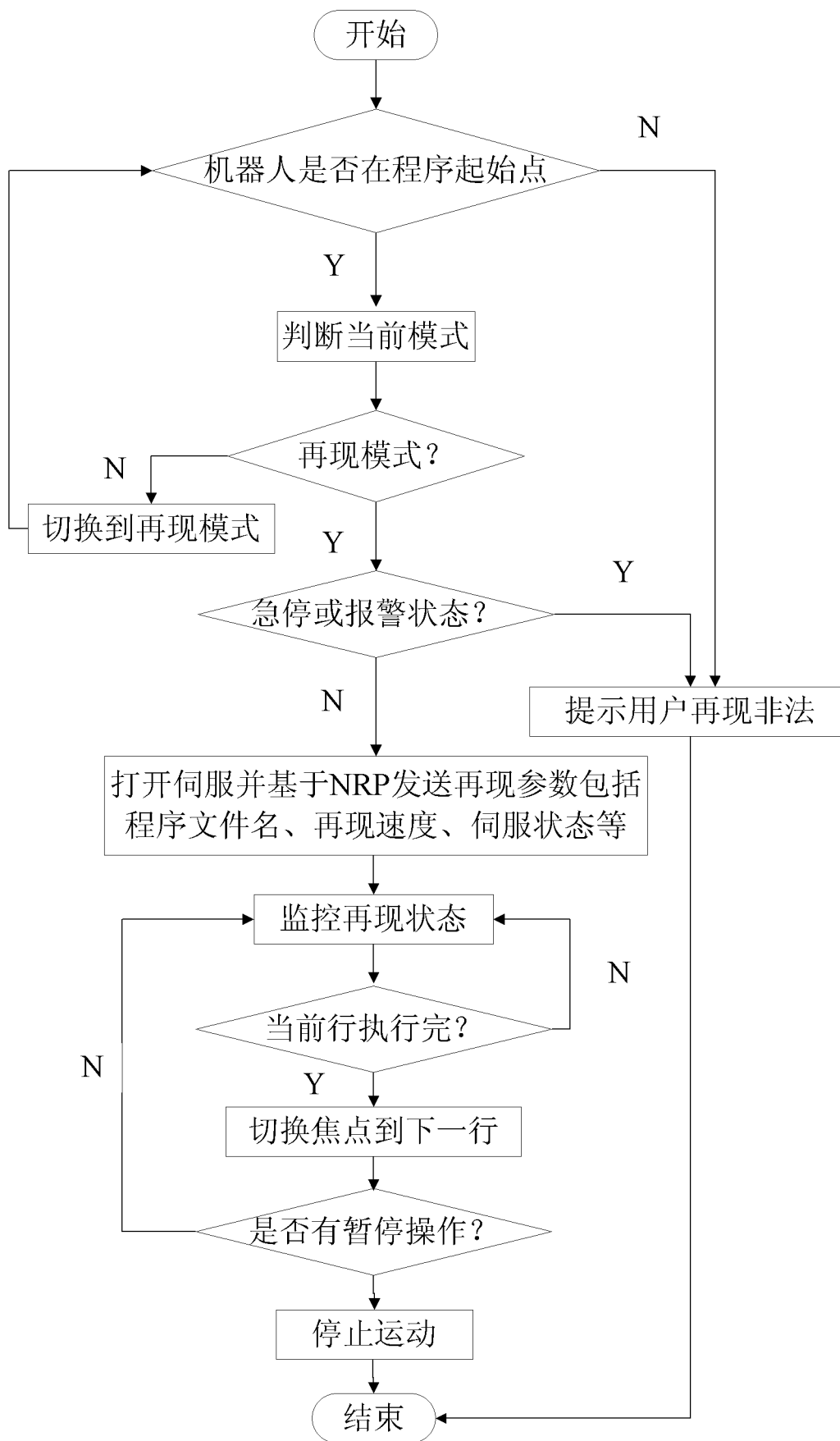


图 8