

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G05B 19/414 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710018569.0

[43] 公开日 2008 年 2 月 6 日

[11] 公开号 CN 101118436A

[22] 申请日 2007.9.3

[21] 申请号 200710018569.0

[71] 申请人 石毅

地址 710043 陕西省西安市新城区爱民路韩
森寨街道办事处家属楼三号楼 2 单元
602 室

[72] 发明人 石毅

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称

一种新型的基于多 CPU 并行处理技术的开放式数控系统实现方法

[57] 摘要

本发明公开了一种新型的多 CPU 并行处理的开放式数控系统的实现方法,属于数控系统、并行信息处理、网络技术、工业控制技术领域,涉及数控系统、并行控制、远程测控、故障诊断、网络通讯、自动控制和信号处理,主要是利用多 CPU 并行处理技术,将数控系统、实时运动控制和辅助控制系统,冗余实时运动控制和辅助控制系统,以及远程服务系统(包括 FMS 调度管理,远程状态监测和故障诊断、远程编程服务、远程系统升级等)分为四个并行工作的子系统,数控系统和远程服务系统运行于多任务处理操作系统平台,实时运动控制/辅助控制系统和冗余实时运动控制/辅助控制系统运行于强实时处理操作系统平台。对于运动控制和辅助控制系统既可以采用直接电机/辅助设备控制方法,也

可以采用运动控制板卡或基于总线通讯实现的运动控制器完成实时控制;数控系统人机交互操作和数控编程采用多任务处理方式,操作灵活,兼容性、扩展性和通用性极强,而实时运动控制和辅助控制基于强实时操作环境,保证了实时精度;该方法实现的数控系统对于第三方软件作为部件加入进来具有通用的接口,具有良好的软件兼容性;该方法实现的数控系统可以根据用户需求自行配置各种软、硬件模块,不仅具有“即插即用”的特点,更具有良好的扩展性和互换性;同时,该方法实现的数控系统具有强大的远程通讯能力,可以非常方便地接入各种有线和无线网络,实现远程控制、远程调度管理和远程服务,适合进行各种级别上的协同工作。

1. 本发明公开了一种新型的多 CPU 并行处理的开放式数控系统的实现方法，其特征在于：是利用多 CPU 并行处理技术，将主控系统、实时运动控制和辅助控制系统，冗余实时运动控制和辅助控制系统，以及远程服务系统（包括 FMS 调度管理，远程状态监测和故障诊断、远程编程服务、远程系统升级等）分为四个并行工作的子系统，数控系统和远程服务系统运行于多任务处理操作系统平台，实时运动控制/辅助控制系统和冗余实时运动控制/辅助控制系统运行于强实时处理操作系统平台。对于运动控制和辅助控制系统既可以采用直接电机/辅助设备控制方法，也可以采用运动控制板卡或基于总线通讯实现的 PLC 或运动控制器完成实时控制；数控系统人机交互操作和数控编程采用多任务处理方式，操作灵活，兼容性、扩展性和通用性极强，而实时运动控制和辅助控制基于强实时操作环境，保证了实时精度；该方法实现的数控系统对于第三方软件作为部件加入进来具有通用的接口，具有良好的软件兼容性；该方法实现的数控系统可以根据用户需求自行配置各种软、硬件模块，不仅具有“即插即用”的特点，更具有良好的扩展性和互换性；同时，该方法实现的数控系统具有强大的远程通讯能力，可以非常方便地接入各种有线和无线网络，实现远程控制、远程调度管理和远程服务，适合进行各种级别上的协同工作。
2. 如权利要求 1 中所述的主控系统，其特征在于：完成主控软件功能，包括数控加工代码编程、数控加工代码检查和仿真验证、系统软/硬件自定义配置和外接扩展接口、加工过程监控、手动/自动控制切换、机电系统状态监测和故障预处理等功能，可以选择采用 PCI, ISA, CompactPCI 等多种计算机通用总线体系结构，配各种多功能采集板卡用于实现机电系统状态监测和故障预处理功能；该子系统为并行处理主程序运行机，与其他子系统进行并行处理，并行处理数据链路实现数据交互；。
3. 如权利要求 1 中所述的实时运动控制和辅助控制系统，其特征在于：完成实时运动控制和辅助控制功能，包括实时在线插补和刀补功能、直接运动控制和辅助控制功能、通过各种总线通讯加运动控制器实现的控制功能、实时控制系统状态监测功能等；该子系统可根据用户需求通过配置不同的 PCI, ISA, CompactPCI 等多种计算机通用总线多功能板卡、运动控制板卡、总线通讯板卡加运动控制器来实现不同的实时运动控制和辅助控制功能；该子系统服从主控系统的监控与管理，与主控系统实时并行工作。
4. 如权利要求 1 中所述的冗余实时运动控制和辅助控制系统，其特征在于：为主实时运动控制和辅助控制系统的冗余系统，在前者出现问题的时候，通过主控系统的调度控制，实现快速切换，从而避免加工过程的不连续情况和事故的发生。该系统的具体硬件配置同主实时运动控制和辅助控制系统。
5. 如权利要求 1 中所述的远程服务系统，其特征在于：完成远程服务的功能，包括远程 FMS 调度管理功能、远程数控编程功能、远程系统升级功能、远程状态监测和故障诊断功能等；该子系统可以通过有线和无线网络的远程通讯功能，从而实现异地、远距离的各种服务中心提供的各种服务功能；该子系统可以跟其它子系统进行并行处理，将远程服务功能在其它子系统中具体实现。

一种新型的基于多 CPU 并行处理技术的开放式数控系统实现方法

一. 所属技术领域

本发明公开了一种新型的多 CPU 并行处理的开放式数控系统的实现方法,属于数控系统、并行信息处理、网络技术、工业控制技术领域,涉及数控系统、并行控制、远程测控、故障诊断、网络通讯、自动控制 and 信号处理。

二. 背景技术

当前的数控系统一般采用两种方式,一种是传统专用单片机处理器模式的封闭结构的数控系统,另一种是处于初期阶段的基于工控机和 PLC、运动控制卡组合模式的开放式数控系统。

传统模式的数控系统采用专用单片机为硬件核心,封闭式的体系结构对外屏蔽了所有的技术细节,只为用户提供功能固定的对外通用控制接口,用户必须按系统要求选择匹配的外围驱动设备来实现数控机床的构建。一旦系统定型,用户很难进行原有功能的改进、监控、诊断和新功能增加,造成无法适应不断变化的生产加工工艺需求的问题。软件结构上,封闭式数控系统一般采用与专用单片机配套的汇编语言来构成系统,对硬件依赖性很强,软件功能扩展和硬件改变后的兼容性都很差。

当前的工控机和 PLC、运动控制卡组合模式,由于 PC 计算机在运行时采用通用的多任务处理操作系统,占用了比较多的系统资源从事多任务队列式处理,干扰着系统对现场加工的及时响应,降低了系统对重要控制事件的处理速度,实时性和可靠性方面无法保证足够的性能,这台工控机同时再完成网络通讯,更是影响了整体运行的效能,因此这种开放式数控系统的结构还处在初期阶段,需要大范围改变实现结构和实现方法,不具备真正开放的意义。

三. 发明内容

本发明公开了一种新型的多 CPU 并行处理的开放式数控系统的实现方法,主要是利用多 CPU 并行处理技术,将数控系统、实时运动控制和辅助控制系统,冗余实时运动控制和辅助控制系统,以及远程服务系统(包括 FMS 调度管理,远程状态监测和故障诊断、远程编程服务、远程系统升级等)分为四个并行工作的子系统,数控系统和远程服务系统运行于多任务处理操作系统平台,实时运动控制/辅助控制系统和冗余实时运动控制/辅助控制系统运行于强实时处理操作系统平台。对于运动控制和辅助控制系统既可以采用直接电机/辅助设备控制方法,也可以采用运动控制板卡或基于总线通讯实现的 PLC 或运动控制器完成实时控制;数控系统人机交互操作和数控编程采用多任务处理方式,操作灵活,兼容性、扩展性和通用性极强,而实时运动控制和辅助控制基于强实时操作环境,保证了实时精度;该方法实现的数控系统对于第三方软件作为部件加入进来具有通用的接口,具有良好的软件兼容性;该方法实现的数控系统可以根据用户需求自行配置各种软、硬件模块,不仅具有“即插即用”的特点,更具有良好的扩展性和互换性;同时,

该方法实现的数控系统具有强大的远程通讯能力，可以非常方便地接入各种有线和无线网络，实现远程控制、远程调度管理和远程服务，适合进行各种级别上的协同工作。

本发明实现的新型的多 CPU 并行处理开放式数控系统结构见附图 1。

其中 5 为新型的多 CPU 并行处理开放式数控系统，包括 1、2、3、4 共四个子系统。

1 为 CNC 主控子系统，完成主控软件功能，包括数控加工代码编程、数控加工代码检查和仿真验证、系统软/硬件自定义配置和外接扩展接口、加工过程监控、手动/自动控制切换、机电系统状态监测和故障预处理等功能，可以选择采用 PCI，ISA，CompactPCI 等多种计算机通用总线体系结构，配各种多功能采集板卡用于实现机电系统状态监测和故障预处理功能；该子系统为并行处理主程序运行机，与其他子系统进行并行处理，并行处理数据链路实现数据交互；

3 为主实时控制系统，完成实时运动控制和辅助控制功能，包括实时在线插补和刀补功能、直接运动控制和辅助控制功能、通过各种总线通讯加运动控制器实现的控制功能、实时控制系统状态监测功能等；该子系统可根据用户需求通过配置不同的 PCI，ISA，CompactPCI 等多种计算机通用总线多功能板卡、运动控制板卡、总线通讯板卡加运动控制器来实现不同的实时运动控制和辅助控制功能；该子系统服从子系统 1 的监控与管理，与子系统 1 实时并行工作；

2 为远程服务子系统，完成远程服务的功能，包括远程 FMS 调度管理功能、远程数控编程功能、远程系统升级功能、远程状态监测和故障诊断功能等；该子系统可以通过有线和无线网络的远程通讯功能，从而实现异地、远距离的各种服务中心提供的各种服务功能；该子系统可以跟子系统 1、3、4 进行并行处理，将远程服务功能在其它子系统中具体实现；

4 为冗余实时控制系统，为子系统 3 的冗余系统，在子系统 3 出现问题的时候，通过子系统 1 的调度控制，实现快速切换，从而避免加工过程的不连续情况和事故的发生。该子系统的硬件配置同子系统 3；

6 为 FMS 远程制造管理中心平台，它根据 FMS 具体需求提供调度指令，发给子系统 2 实现远程制造调度管理；

7 为远程状态监测和故障诊断中心，它根据子系统 1 对数控机床整体机电系统状态监测和故障预处理得到的数据包，实现远程状态监测和故障诊断、分析、处理的功能；

8 为远程技术升级和维护服务中心，它根据具体需求，提供给本发明实现的开放式数控系统以系统技术升级和维护指令、程序与数据包，实现远程升级和维护服务；

9 为远程数控编程服务和技术支持中心，它可以根据用户具体需求，将定制的加工程序发送到子系统 2，由子系统 2 转发给子系统 1，帮助用户实现特殊部件的数控编程服务，同时，它还提供相应的技术支持方式，协助用户正确操作数控机床。

本发明实现的新型的多 CPU 并行处理开放式数控系统软件结构见附图 2。整体系统软件对应于附图 1 中的子系统结构也划分为 1、2、3、4 共四个部分。

附图 2 中的 1 为数控系统软件，运行于附图 1 中的子系统 1，该软件部分运行于多任务处理操作系统平台（如 Windows，Linux 等），主要包括数控编程软件模块（G 代码编辑软件模块和自动编程软件模块）、仿真加工软件模块（数控加工程序逻辑检查软件模块和仿真加工结果分析软件模块）、数控加工执行软件模块（数控加工主同步控制软件模块、数控加工过程监控软件模块）、系统配置软件模块（数控系统硬件配置软件模块和数控软件基本配置软件模块）、手动控制软件模块（无缝切换控制软件模块和手动控制配置软件模块）、和系统状态监测和故障处理终端软件模块（机电系统状态监测软件模块和故障预处理软件模块）；

附图 2 中的 3 为实时控制系统软件，运行于附图 1 中的子系统 3，该软件部分运行于强实时处理操作系统平台（如 DOS，QNX，Pharlap 等），主要包括数控加工同步控制软件模块（实时端）、直接控制数控加工软件模块（多功能板卡控制软件模块和运动控制板卡控制软件模块）、总线控制数控加工软件模块和实时系统状态检测软件模块；

附图 2 中的 2 为远程服务系统软件，运行于附图 1 中的子系统 2，该软件部分运行于多任务处理操作系统平台（如 Windows，Linux 等），主要包括远程通讯服务软件模块、数据库服务器软件模块和远程服务模块（FMS 制造管理处理模块、远程故障处理模块、远程数控编码服务处理模块、远程数控系统升级服务模块和远程数控系统调试服务模块等）；

附图 2 中的 4 为冗余实时控制系统软件，运行于附图 1 中的子系统 4，该软件部分运行于强实时处理操作系统平台（如 DOS，QNX，Pharlap 等），跟 3 的软件结构基本相同。

四. 附图说明

图 1 为本发明的硬件结构框图；

图 2 为本发明的软件结构框图；

图 3 为本发明的实现流程图。

五. 具体实施方式

具体实施方式参见图 3 本发明的实现流程图，按以下步骤执行：

- 1) 系统启动后，各子系统分别进行自检，包括主控子系统 1、远程服务子系统 2、主实时控制系统 3 和冗余实时子系统 4，自检通过进入下一步，否则进行故障处理；
- 2) 远程服务子系统 2 分别运行远程 FMS 调度服务处理、远程系统升级服务处理、远程数控编程服务处理，如果这三个处理步骤有来自各远程中心的指令和处理要求，分别进行对应处理，之后运行远程状态监

测和故障处理服务；

- 3) 主控系统 1 检测各子系统 1、3、4 的硬件配置，形成配置文件，保存；
- 4) 验证用户使用权限，进行系统配置选择，确定各种板卡各通道的功能，形成执行配置文件，保存；
- 5) 用户在主控系统 1 上进行数控编程（分为手工编程、自动编程和程序远程下载几种方式），保存加工程序文件；
- 6) 主控系统 1 进行数控加工程序逻辑检查和仿真加工验证；
- 7) 如通过程序验证，主控系统 1 将加工程序并行传输到主实时控制系统 3，同时启动主控系统 1 的数控机床状态监测和预处理功能，在线监测数控机床整体运行状态；
- 8) 主实时控制系统 3 接受主控系统 1 的加工程序并存储；
- 9) 主实时控制系统 3 读取执行配置文件，确定运动控制和辅助控制硬件配置，选择不同执行方式；
- 10) 根据数控加工程序实时在线进行数控插补和刀具补偿计算；
- 11) 根据步骤 9) 确定的不同执行方式，选择各种板卡进行各种控制输出或总线通讯控制输出，实现运动控制和辅助控制，同步进行实时控制系统状态参数反馈；
- 12) 如加工结束，则主实时系统 3 回复初始状态，等待主控系统 1 的执行命令；
- 13) 如加工过程中出现故障或潜在故障，主控系统 1 在线检测到相关信息之后，确认是否执行实时控制系统切换，如需要，则停止主实时控制系统运行，将当前加工状态传输到冗余实时控制系统，启动冗余控制系统继续进行加工控制；
- 14) 如加工过程出现故障或潜在故障，无法通过切换到冗余实时控制系统来解决，主控系统 1 进行故障预处理工作，并将故障数据包提交到远程服务系统 2，进一步远程提交到远程状态监测和故障处理中心进行深入故障处理；
- 15) 上述过程执行完毕，回到步骤 2)，完成当前工作流程，等待下一次执行命令。

本发明是在基于多 CPU 并行处理的基于工业控制计算机平台的开放式数控系统方面说明的，然而，应该理解，本发明同样适用于类似的或相关的其它平台上。

通过阅读本公开内容，其它的修改对于熟悉本技术领域的人是显然的。这种修改可以包括在系统及其它部件的设计和使用中已经公知的其它特征，这些特征可以代替这里已经说明的特征或者在它们之外被使用，虽然在本申请中对于特征的特定组合提出了权利要求书，但是可以理解，本申请的公开范围还包括本文所公开的任何新颖特征或所述特征的任何新颖的组合（无论这些特征明确的或是隐含的被公开），或者是对熟悉本技术领域的人明显的、对那些特征中的一个或多个的任何推广，而不管它是否涉及现在在任何

权利要求中要求的同一发明，也不管它是否介绍了任何或者所有如本发明所介绍的同样的技术问题。在此申请人指出，在执行本申请或者从其中导出的任何另外的申请期间，对于这种特征和/或这种特征的组合本申请人将完全可以提出新的权利要求。

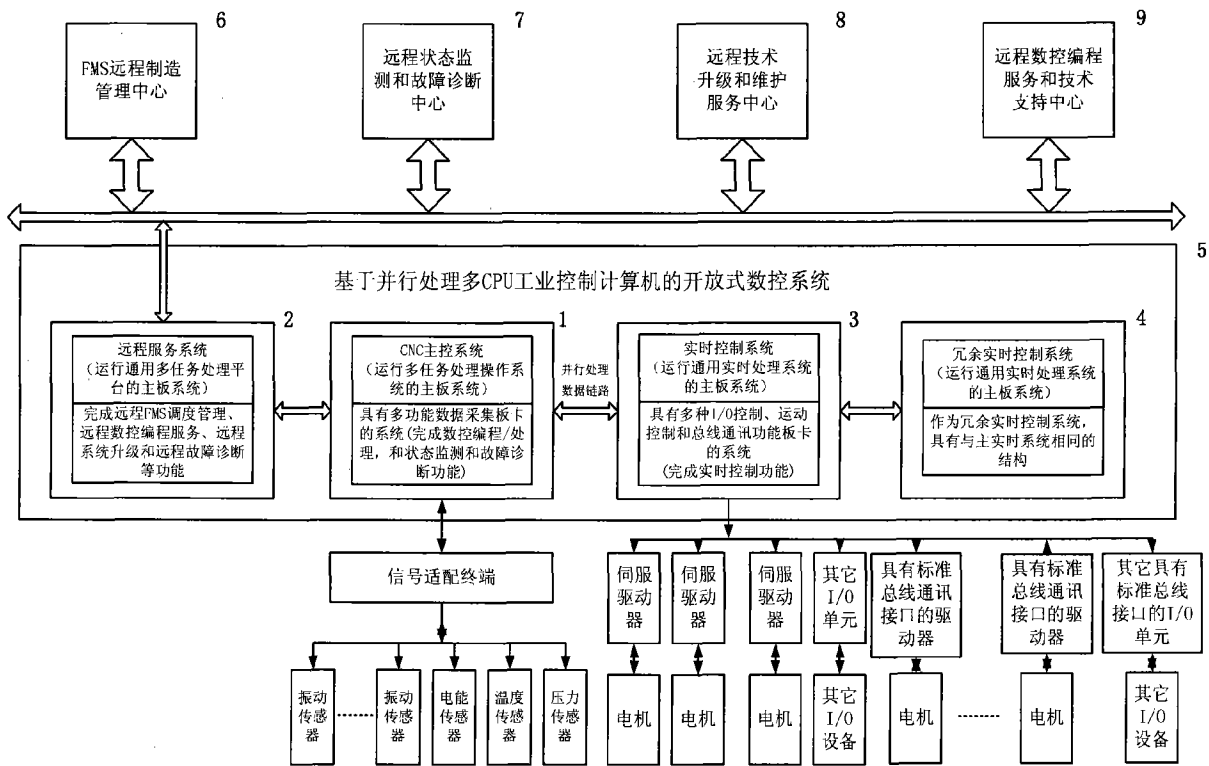


图 1

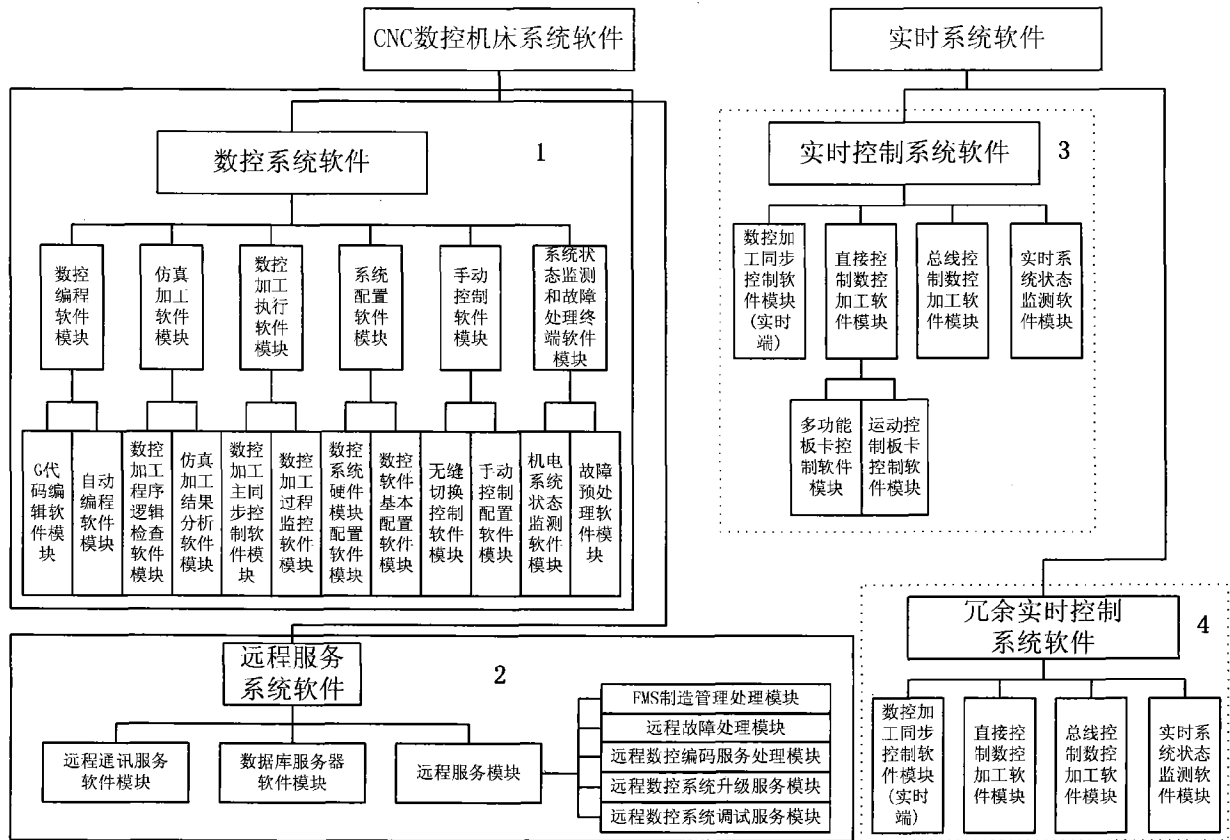


图 2

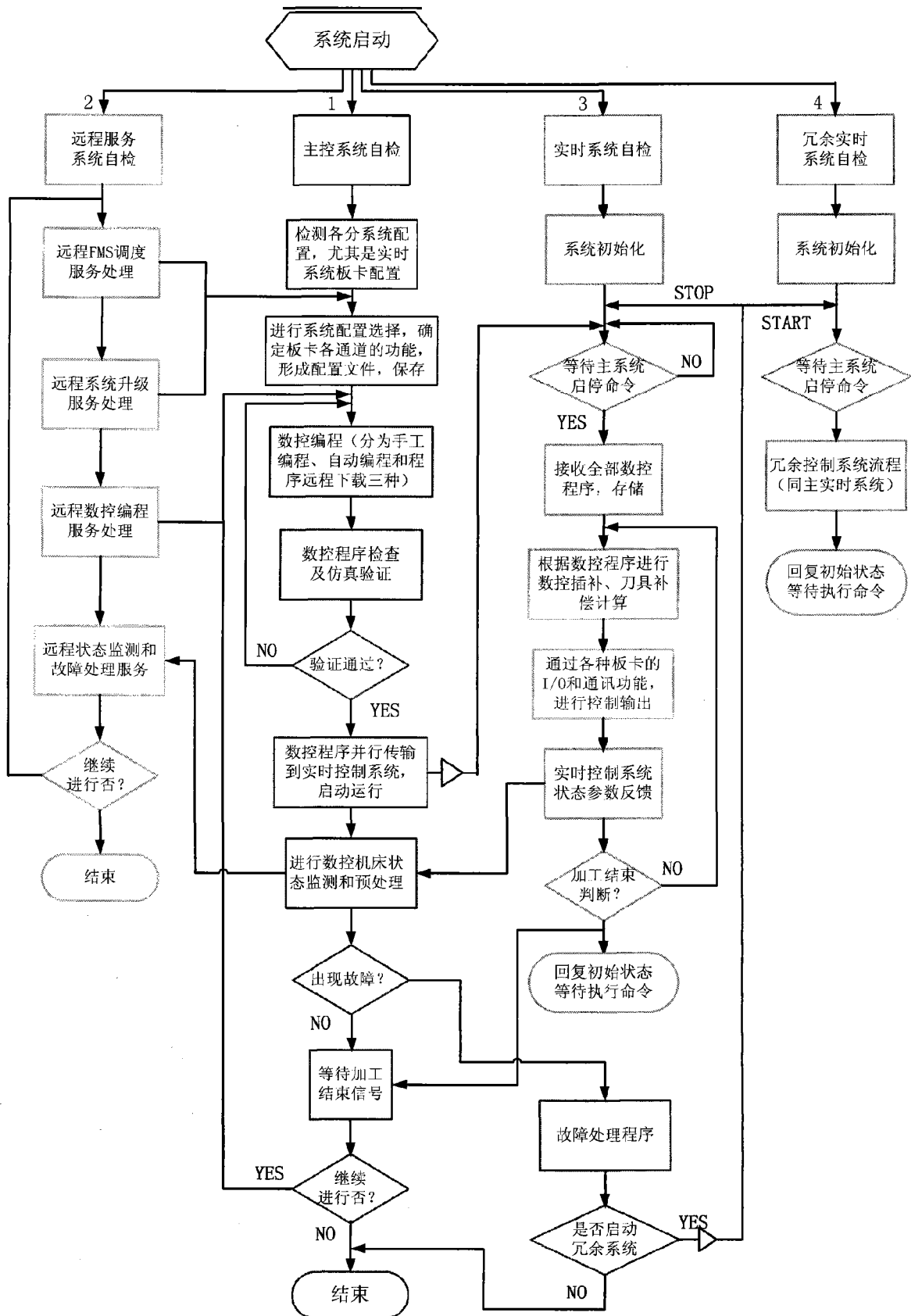


图 3