



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111522329 A

(43)申请公布日 2020.08.11

(21)申请号 202010382290.6

(22)申请日 2020.05.08

(71)申请人 扬州工业职业技术学院

地址 225000 江苏省扬州市邗江区华扬西路199号

(72)发明人 杨润贤 王斌 陶涛 花良浩 周杰

(74)专利代理机构 北京盛凡智荣知识产权代理有限公司 11616

代理人 刘玉珠

(51)Int.Cl.

G05B 23/02(2006.01)

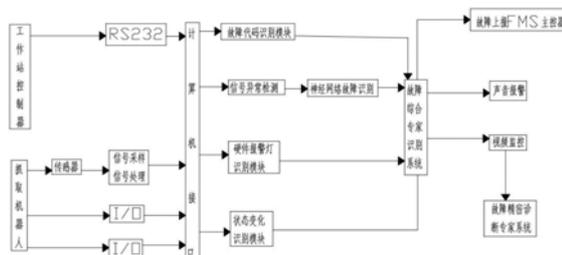
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种工业机器人故障诊断方法

(57)摘要

本发明公开了一种工业机器人故障诊断方法,采用了在线监测和简易诊断与离线精密诊断的两级诊断方法,并建立了在、离线状态监测和故障诊断集成系统,抓取机器人通过设备内部控制器进行自诊断,并生成代码利用RS232和计算机接口上传至在线监测计算机,传感器为安装在机器人上的监测传感器包括位置反馈、速度反馈等传感器,这些传感器对信号进行采集、经过预处理后由相应的神经网络进行故障初级识别,然后利用故障综合识别专家系统对信息进行融合,实现故障确认、初级诊断和分类一经确认后,立即进行报警工作,并通知主控机采取相应措施同时对于需要精密诊断的故障自动的启动离线精密诊断专家系统进行故障精密诊断。



CN 111522329 A

1. 一种工业机器人故障诊断方法,其特征在于:包括抓取机器人实时状态监测与故障诊断系统、故障诊断专家系统和在、离线诊断计算机的硬件接口组成;

所述抓取机器人实时状态监测与故障诊断系统包括工作站控制器、抓取机器人、计算机接口和故障综合专家识别系统,所述工作站控制器与计算机接口之间通过RS232连接,所述抓取机器人上安装有用于检测的传感器,所述传感器采集的数据通过信号采集和信号处理后接入到计算机接口上,所述抓取机器人上的硬件报警指示灯通过I/O后接入到计算机接口,所述抓取机器人上的状态变化指示灯也通过I/O后接入到计算机接口,所述计算机接口和故障综合专家识别系统之间设置有故障代码识别模块、检测模块、硬件报警灯识别模块和状态变化识别模块,所述故障代码识别模块、检测模块、硬件报警灯识别模块和状态变化识别模块分别与故障综合专家识别系统连接;

所述检测模块包括信号异常检测和神经网络故障识别组成;

所述故障综合专家识别系统包括故障上报FMS主控器、声音报警、和视频监控,所述视频监控通过网络与故障精密诊断专家系统连接。

2. 根据权利要求1所述的一种工业机器人故障诊断方法工业机器人故障诊断方法,其特征在于:所述故障精密诊断专家系统包括故障诊断计算机、状态监视计算机和现场设备,所述现场设备主要有抓取机器人、有轨运输车、立式放置零件、卧式放置零件、放置中心库和三坐标测量机组成,所述转态监视计算机主要有信号采样模块、A/D、I/O处理模块、信号检测模块、简易诊断模块和通讯模块组成,所述故障诊断计算机主要有控制模块、状态监视与报警模块、精密诊断推理模块、数据库、解释机构模块、维修决策模块、知识库、知识更新检验和获取模块、统计分析维修记录模块、知识库管理系统、维修库管理系统、维修记录库、人机接口和机器接口组成。

3. 根据权利要求2所述的一种工业机器人故障诊断方法工业机器人故障诊断方法,其特征在于:所述现场设备与状态监视计算机之间的连接为:所述抓取机器人、有轨运输车、立式放置零件、卧式放置零件、放置中心库和三坐标测量机的数据通过导线输送到信号采样模块中,所述故障诊断计算机与现场设备之间的连接为:所述抓取机器人、有轨运输车、立式放置零件、卧式放置零件、放置中心库和三坐标测量机的数据通过导线输送到知识库中,所述状态监视计算和故障诊断计算机之间的连接为:通讯模块通过导线把数据传输至状态监视与报警模块。

4. 根据权利要求2所述的一种工业机器人故障诊断方法工业机器人故障诊断方法,其特征在于:所述状态监视计算机的内部连接为:所述信号采样模块把采集的信号输送至A/D、I/O处理模块,所述A/D、I/O处理模块处理后的数据进入到信号检测模块,所述信号检测模块处理后的数据进入到简易诊断模块,所述信号检测模块处理后的数据通过通讯模块进行发送。

5. 根据权利要求2所述的一种工业机器人故障诊断方法工业机器人故障诊断方法,其特征在于:所述状态监视与报警模块把数据通过导线发送至控制模块,所述控制模块通过精密诊断推理模块对数据进行处理,所述精密诊断推理模块在进行数据处理时从知识库中调取数据,所述精密诊断推理模块把处理后的数据在与维修记录库中储存,所述维修记录库通过机器接口实现内部的连接然后把数据发送到知识库管理系统,所述知识库管理系统与知识更新检验和获取模块之间进行双向的数据交流,所述知识更新检验和获取模块把更

新后的数控发送至知识库中进行储存,所述知识库管理系统通过人机接口与维修库管理系统之间实现数据的双向交流,所述维修库管理系统与统计分析维修记录模块之间也设置为双向的数据交流,所述统计分析维修记录模块把数据分别的发送至维修记录库和维修决策模块中,所述精密诊断推理模块与数据库之间设置为双向的数据交流,所述数据库与人机接口之间、数据库与解释机构模块之间、解释机构模块与人机接口之间均设置为双向的数据交流。

6.根据权利要求1所述的一种工业机器人故障诊断方法工业机器人故障诊断方法,其特征在于:所述在、离线诊断计算机的硬件接口包括在线诊断计算机、RS-232串行接口、零调制解调器、RS-232串行接口和离线诊断计算机,所述离线诊断计算机与零调制解调器之间、在线诊断计算机与零调制解调器之间均通过RS-232串行接口进行双向的数据交流。

7.根据权利要求2所述的一种工业机器人故障诊断方法工业机器人故障诊断方法,其特征在于:所述知识库有概念库、规则库和图形库组成。

## 一种工业机器人故障诊断方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及故障诊断技术领域,具体为一种工业机器人故障诊断方法。

### 背景技术

[0002] 随着我国国内劳动力的日益短缺,劳动力成本的不断增长,大量的劳动密集型生产企业面临着转型升级。工业机器人由于具有通用性强、高效可靠、重复精度高等优点,在传统制造业等劳动密集型产业的转型升级中发挥着越来越重要的作用,成为了企业提高生产效率、改进产品质量和一致性、降低企业生产及劳动力成本的关键。生产企业对工业机器人的需求也因此大幅增长。

[0003] 据国际机器人联合会的数据显示,2015全球工业机器人销量达到了近240000台,销量增长达8%,连续8年创历史新高。其中中国再次成为了销量增长的主要驱动力。作为目前世界上最大的工业机器人销售市场,据估计,到2017年,我国的工业机器人数量将超过北美和欧洲,达到400000台;到2018年,我国的工业机器人数量将达世界总安装量的8分之一。

[0004] 尽管工业机器人在工业生产和产业升级的过程中起到越来越重要的作用,并在全球范围、尤其是中国迅速普及,但是由于工业机器人作为一种结构精密复杂的机电一体化系统,集机械工程技术、电子工程技术、信息传感器技术及计算机科学技术于一身,其日常维护与保养成本颇高,并且对日常维护保养人员有较高的技术要求;特别是当发生故障时,往往需要由工业机器人制造企业的专业技术人员到达现场提供诊断、维修服务。用户企业由于对工业机器人的定期维护保养及不可避免的故障情况,而导致的停工停产所带来的损失是巨大的,尤其是故障时甚至可能危及设备与员工的安全。此外当由工业机器人制造企业的技术人员在对工业机器人提供维修服务时,由于到达故障现场前不能全面详尽地获得故障工业机器人的日常运行状况及具体故障发生前后的运行数据信息,因此往往不能及时迅速地对故障做出诊断及处理,更拖慢了生产线复工的时间,加剧了停工企业的损失。出于上原因,基于日常运行状态监测和故障诊断的工业机器人售后服务已经得到工业机器人制造企业的广泛重视,成为提高企业竞争力的重要一环。

[0005] 因此,研究开发一种针对工业机器人的故障诊断系统,通过对工业机器人运行数据进行实时的监测,由此对工业机器人的运行状态,为工业机器人是否需要维护保养提供依据,减少不必要的维护维修时间,预警潜在的故障可能,并在故障发生时,为工业机器人的故障诊断及处理提供依据,具有重要意义。

### 发明内容

[0006] 为实现上述目的,本发明提供一种工业机器人故障诊断方法,能够实时的对抓取机器人进行监测,便于对抓取机器人的运行状态进行观察,为抓取机器人的维护保养提供依据,缩短了维修所需的时间,通过实时的监测实现了潜在故障的预警,同时在故障发生后能够快速的对故障位置进行确认,并通过故障诊断专家系统对故障进行处理,缩短了故障处理所需时间。

[0007] 本发明技术方案：一种工业机器人故障诊断方法，包括抓取机器人实时状态监测与故障诊断系统、故障诊断专家系统和在、离线诊断计算机的硬件接口组成；

[0008] 所述抓取机器人实时状态监测与故障诊断系统包括工作站控制器、抓取机器人、计算机接口和故障综合专家识别系统，所述工作站控制器与计算机接口之间通过RS232连接，所述抓取机器人上安装有用于检测的传感器，所述传感器采集的数据通过信号采集和信号处理后接入到计算机接口上，所述抓取机器人上的硬件报警指示灯通过I/O后接入到计算机接口，所述抓取机器人上的状态变化指示灯也通过I/O后接入到计算机接口，所述计算机接口和故障综合专家识别系统之间设置有故障代码识别模块、检测模块、硬件报警灯识别模块和状态变化识别模块，所述故障代码识别模块、检测模块、硬件报警灯识别模块和状态变化识别模块分别与故障综合专家识别系统连接；

[0009] 所述检测模块包括信号异常检测和神经网络故障识别组成；

[0010] 所述故障综合专家识别系统包括故障上报FMS主控器、声音报警、和视频监控，所述视频监控通过网络与故障精密诊断专家系统连接。

[0011] 作为本发明的一种优选技术方案，所述故障精密诊断专家系统包括故障诊断计算机、状态监视计算机和现场设备，所述现场设备主要有抓取机器人、有轨运输车、立式放置零件、卧式放置零件、放置中心库和三坐标测量机组成，所述状态监视计算机主要有信号采样模块、A/D、I/O处理模块、信号检测模块、简易诊断模块和通讯模块组成，所述故障诊断计算机主要有控制模块、状态监视与报警模块、精密诊断推理模块、数据库、解释机构模块、维修决策模块、知识库、知识更新检验和获取模块、统计分析维修记录模块、知识库管理系统、维修库管理系统、维修记录库、人机接口和机器接口组成。

[0012] 作为本发明的一种优选技术方案，所述现场设备与状态监视计算机之间的连接为：所述抓取机器人、有轨运输车、立式放置零件、卧式放置零件、放置中心库和三坐标测量机的数据通过导线输送到信号采样模块中，所述故障诊断计算机与现场设备之间的连接为：所述抓取机器人、有轨运输车、立式放置零件、卧式放置零件、放置中心库和三坐标测量机的数据通过导线输送到知识库中，所述状态监视计算和故障诊断计算机之间的连接为：通讯模块通过导线把数据传输至状态监视与报警模块。

[0013] 作为本发明的一种优选技术方案，所述状态监视计算机的内部连接为：所述信号采样模块把采集的信号输送至A/D、I/O处理模块，所述A/D、I/O处理模块处理后的数据进入到信号检测模块，所述信号检测模块处理后的数据进入到简易诊断模块，所述信号检测模块处理后的数据通过通讯模块进行发送。

[0014] 作为本发明的一种优选技术方案，所述状态监视与报警模块把数据通过导线发送至控制模块，所述控制模块通过精密诊断推理模块对数据进行处理，所述精密诊断推理模块在进行数据处理时从知识库中调取数据，所述精密诊断推理模块把处理后的数据在与维修记录库中储存，所述维修记录库通过机器接口实现内部的连接然后把数据发送到知识库管理系统，所述知识库管理系统与知识更新检验和获取模块之间进行双向的数据交流，所述知识更新检验和获取模块把更新后的数控发送至知识库中进行储存，所述知识库管理系统通过人机接口与维修库管理系统之间实现数据的双向交流，所述维修库管理系统与统计分析维修记录模块之间也设置为双向的数据交流，所述统计分析维修记录模块把数据分别的发送至维修记录库和维修决策模块中，所述精密诊断推理模块与数据库之间设置为双向

的数据交流,所述数据库与人机接口之间、数据库与解释机构模块之间、解释机构模块与人机接口之间均设置为双向的数据交流。

[0015] 作为本发明的一种优选技术方案,所述在、离线诊断计算机的硬件接口包括在线诊断计算机、RS-232串行接口、零调制解调器、RS-232串行接口和离线诊断计算机,所述离线诊断计算机与零调制解调器之间、在线诊断计算机与零调制解调器之间均通过RS-232串行接口进行双向的数据交流。

[0016] 作为本发明的一种优选技术方案,所述知识库有概念库、规则库和图形库组成。

[0017] 本发明的有益效果为:在故障发生后把代码发送至离线诊断计算机通信端,离线诊断计算机接收代码,并将代码翻译为故障信息,然后显示故障信息并发出报警;再对故障进行精密诊断,启动故障诊断专家系统,进行故障精密诊断;排除故障后离线诊断计算机重新显示抓取机器人工作正常;离线诊断计算机停止工作关闭通信端口,结束程序的运行。

## 附图说明

[0018] 图1为本发明抓取机器人实时状态监测与故障诊断系统总体结构图。

[0019] 图2为本发明故障诊断精密诊断专家系统总体结构图。

[0020] 图3为本发明在、离线诊断计算机的硬件接口结构图。

## 具体实施方式

[0021] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0022] 请参阅图1-3,本发明提供一种技术方案:一种工业机器人故障诊断方法,其特征在于:包括抓取机器人实时状态监测与故障诊断系统、故障诊断专家系统和在、离线诊断计算机的硬件接口组成;

[0023] 所述抓取机器人实时状态监测与故障诊断系统包括工作站控制器、抓取机器人、计算机接口和故障综合专家识别系统,所述工作站控制器与计算机接口之间通过RS232连接,所述抓取机器人上安装有用于检测的传感器,所述传感器采集的数据通过信号采集和信号处理后接入到计算机接口上,所述抓取机器人上的硬件报警指示灯通过I/O后接入到计算机接口,所述抓取机器人上的状态变化指示灯也通过I/O后接入到计算机接口,所述计算机接口和故障综合专家识别系统之间设置有故障代码识别模块、检测模块、硬件报警灯识别模块和状态变化识别模块,所述故障代码识别模块、检测模块、硬件报警灯识别模块和状态变化识别模块分别与故障综合专家识别系统连接;

[0024] 所述检测模块包括信号异常检测和神经网络故障识别组成;

[0025] 所述故障综合专家识别系统包括故障上报FMS主控器、声音报警、和视频监控,所述视频监控通过网络与故障精密诊断专家系统连接。

[0026] 优选的:所述故障精密诊断专家系统包括故障诊断计算机、状态监视计算机和现场设备,所述现场设备主要有抓取机器人、有轨运输车、立式放置零件、卧式放置零件、放置中心库和三坐标测量机组成,所述转态监视计算机主要有信号采样模块、A/D、I/O处理模

块、信号检测模块、简易诊断模块和通讯模块组成,所述故障诊断计算机主要有控制模块、状态监视与报警模块、精密诊断推理模块、数据库、解释机构模块、维修决策模块、知识库、知识更新检验和获取模块、统计分析维修记录模块、知识库管理系统、维修库管理系统、维修记录库、人机接口和机器接口组成,抓取机器人常见故障有机器人失控、机器人不运动等,故障发生后如果不被及时发现并排除的话,将会机械事故或者对工作人员造成损伤,造成重大损失。采用了在线监测和简易诊断与离线精密诊断的两级诊断方法,并建立了在、离线状态监测和故障诊断集成系统,抓取机器人通过设备内部控制器进行自诊断,并生成代码利用RS232和计算机接口上传至在线监测计算机,传感器为安装在机器人上的监测传感器包括位置反馈、速度反馈等传感器,这些传感器对信号进行采集、经过预处理后由相应的神经网络进行故障初级识别,然后利用故障综合识别专家系统对信息进行融合,实现故障确认、初级诊断和分类一经确认后,立即进行报警工作,并通知主控机采取相应措施同时对于需要精密诊断的故障自动的启动离线精密诊断专家系统进行故障精密诊断。

[0027] 优选的:所述抓取机器人、有轨运输车、立式放置零件、卧式放置零件、放置中心库和三坐标测量机的数据通过导线输送到信号采样模块中,所述故障诊断计算机与现场设备之间的连接为:所述抓取机器人、有轨运输车、立式放置零件、卧式放置零件、放置中心库和三坐标测量机的数据通过导线输送到知识库中,所述状态监视计算和故障诊断计算机之间的连接为:通讯模块通过导线把数据传输至状态监视与报警模块,在线诊断计算机由信号采集、处理且I/O接口、状态识别和初级诊断两部分组成监测和诊断均在在线诊断计算机内进行。在线诊断计算机有3种信息输入:即从机器人控制系统中检测的运行状态信息、硬件报警信息和控制器指令信息。3种信息分别由不同模块分析处理。运行状态信息由具有自学习功能的神经网络故障诊断模块处理,采用查询方式进行实时监测。硬件报警灯信息由故障查询定位模块处理控制器指令信息由具有故障代码识别模块处理,后两种模块采用硬件中断方式工作一旦某监测模块发现异常,则启动初级诊断的故障综合识别专家系统进行数据融合和故障初步定位,然后将处理结果上报主控机和离线精密诊断专家系统。

[0028] 优选的:所述状态监视计算机的内部连接为:所述信号采样模块把采集的信号输送至A/D、I/O处理模块,所述A/D、I/O处理模块处理后的数据进入到信号检测模块,所述信号检测模块处理后的数据进入到简易诊断模块,所述信号检测模块处理后的数据通过通讯模块进行发送,通过传感器对信号进行采集作业,然后经过状态监视计算机对信号进行处理,把处理后的信号通过通过通讯模块发送到故障诊断计算机的内部。

[0029] 优选的:所述状态监视与报警模块把数据通过导线发送至控制模块,所述控制模块通过精密诊断推理模块对数据进行处理,所述精密诊断推理模块在进行数据处理时从知识库中调取数据,所述精密诊断推理模块把处理后的数据在与维修记录库中储存,所述维修记录库通过机器接口实现内部的连接然后把数据发送到知识库管理系统,所述知识库管理系统与知识更新检验和获取模块之间进行双向的数据交流,所述知识更新检验和获取模块把更新后的数控发送至知识库中进行储存,所述知识库管理系统通过人机接口与维修库管理系统之间实现数据的双向交流,所述维修库管理系统与统计分析维修记录模块之间也设置为双向的数据交流,所述统计分析维修记录模块把数据分别的发送至维修记录库和维修决策模块中,所述精密诊断推理模块与数据库之间设置为双向的数据交流,所述数据库与人机接口之间、数据库与解释机构模块之间、解释机构模块与人机接口之间均设置为双

向的数据交流,通过知识库对现场使用的设备信息进行录入,然后进行储存,通过把实时采集的数据和原始数据进行对比分析,由此对设备的状态进行监测,做到的故障的及时发现,同时能够快速的把故障信息进行发送上传,由此便于工作人员进行快速的相应,做到的故障的早发现早处理,同时能够对故障信息进行储存,由此使得在发生类似故障时,为下次的维修提供一定的参考。

[0030] 优选的:所述在、离线诊断计算机的硬件接口包括在线诊断计算机、RS-232串行接口、零调制解调器、RS-232串行接口和离线诊断计算机,所述离线诊断计算机与零调制解调器之间、在线诊断计算机与零调制解调器之间均通过RS-232串行接口进行双向的数据交流,实现了在线和离线时信息的传递和交流,便于使用者进行查询、记录、上传等作业。

[0031] 优选的:所述知识库有概念库、规则库和图形库组成,通过知识更新检验和获取模块能够对知识库的内部储存相信进行实时的更新作业,使得知识库与现场信息实时对应,由此保证故障判断的准确性。

[0032] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

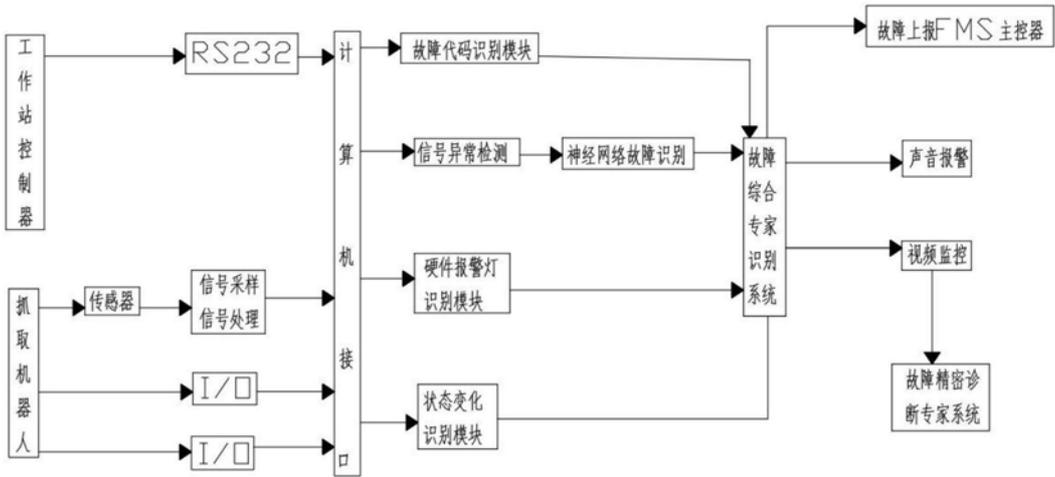


图1

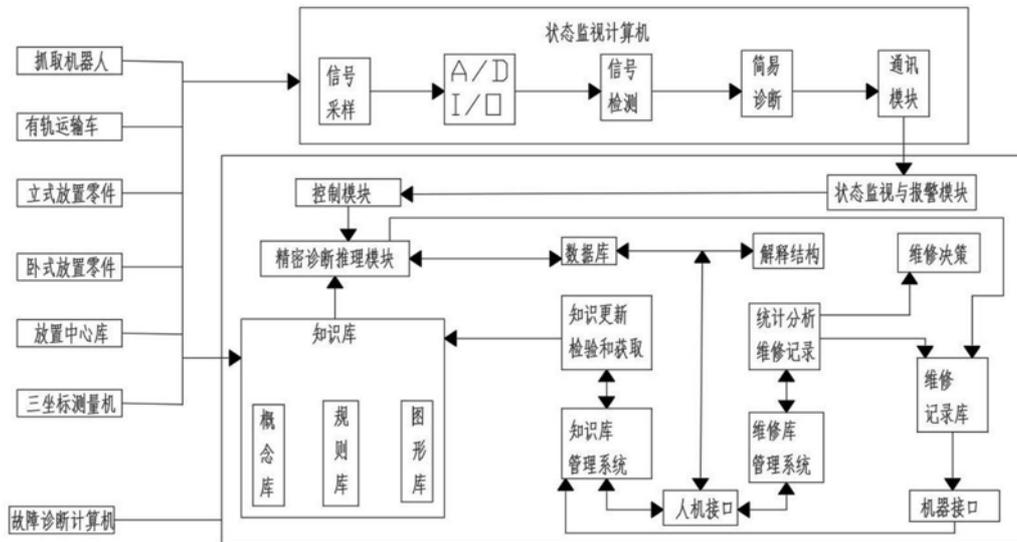


图2



图3