



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114074685 A

(43) 申请公布日 2022. 02. 22

(21) 申请号 202010838453.7

(22) 申请日 2020.08.19

(71) 申请人 上海宝信软件股份有限公司  
地址 200120 上海市浦东新区自由贸易试  
验区郭守敬路515号

(72) 发明人 陈胜 邱海 刘一江 吴娟

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限  
公司 31236

代理人 胡晶

(51) Int. Cl.

B61C 17/12 (2006.01)

B61C 5/00 (2006.01)

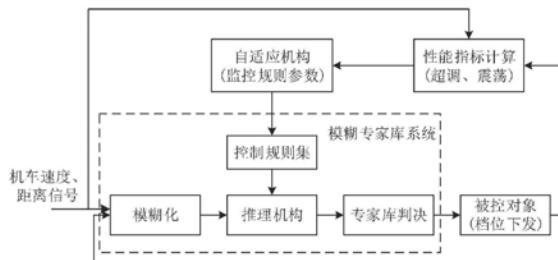
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

厂区内燃机车自动控制系统及方法

(57) 摘要

本发明提供了一种厂区内燃机车自动控制系统及方法,包括:机车控制机柜,在机车控制机柜中内置机车控制器、显示设备、交换机、接入模块、电源模块、急停按钮及相关继电器;自动控制系统通过无线网络从交换机接收上位作业指令给机车控制器,由机车控制器中专家系统对作业指令进行解析实现机车控制;接入模块通过网络与机车控制器直接连接;显示设备通过交换机与机车控制器连接;电源模块与机车控制机柜内所有设备连接并进行供电;急停按钮采用硬线直接与机车控制器相连;继电器作用于机车控制器与机车执行机构之间。本发明利用车载及地面PLC控制器实现了机车的自动控制,减少了运输作业的人力成本,降低了作业的安全风险,同时提高了作业效率。



1. 一种厂区内燃机车自动控制系统,其特征在于,包括:

机车控制机柜,在机车控制机柜中内置机车控制器、显示设备、交换机、接入模块、电源模块、急停按钮及相关继电器;

自动控制系统通过无线网络从交换机接收上位作业指令给机车控制器,由机车控制器中专家系统对机车作业指令进行解析并实现机车控制;

接入模块通过网络与机车控制器直接连接;

显示设备通过交换机与机车控制器连接;

电源模块与机车控制机柜内所有设备连接并进行供电;

急停按钮采用硬线直接与机车控制器相连;

继电器作用于机车控制器与机车执行机构之间。

2. 根据权利要求1所述的厂区内燃机车自动控制系统,其特征在于,接入模块对机车上各执行机构和设备的状态与故障信号进行采集并传输机车控制器下发的控制指令;

显示设备通过可视化人机界面显示机车状态与故障报警。

3. 根据权利要求1所述的厂区内燃机车自动控制系统,其特征在于,急停按钮用于紧急情况下对机车的应急处理,当急停按钮被作用时触发机车的紧急停车,同时切除机车控制器和显示设备的控制权限;

继电器用于信号安全隔离,防护机车控制器受到外界电路的伤害。

4. 一种厂区内燃机车自动控制方法,其特征在于,采用权利要求1所述的厂区内燃机车自动控制系统,包括:

步骤1:将内燃机车在多级负载下的行车速度和距离状态曲线进行拟合,通过对速度与距离历史值的统计分析,建立距离-速度模型,提取机车在不同负载下的多级档位速度控制值,从而完成机车自动控制系统对机车速度规划与车速控制;

步骤2:通过积分的方式处理内燃机车速度信号,通过差商的方式处理内燃机车距离信号,由计算结果判断内燃机车速度、距离信号的异常情况并对内燃机车各控制阀进行控制;

步骤3:根据对内燃机车各控制阀的作用效果分析和操控内燃机车的经验动作构建专家系统,使用专家系统判断并下发机车控制阀动作,实现内燃机车的自动控制。

5. 根据权利要求4所述的厂区内燃机车自动控制方法,其特征在于,每次轮询将上一周期读取的机车速度与程序轮询周期时间相乘,按照机车运行方向计算出预期距离值,与距离信号值相差超过30%时开始累计时间,累计时间超过2秒时开始执行刹车。

6. 根据权利要求4所述的厂区内燃机车自动控制方法,其特征在于,每次轮询将机车相邻周期距离信号差值除周期时间,计算机车预期速度,当机车速度信号发生跳变超出预期值两倍时,依据预期速度进行控制执行刹车或惰行。

7. 根据权利要求4所述的厂区内燃机车自动控制方法,其特征在于,在调用专家系统时设置两个维度的放大因子,增大或减小速度信号的放大因子对应增大或减小刹车控制下发对应的机车速度信号值;增大或减小距离信号的放大因子对应增大或减小刹车控制下发对应的机车距离信号值。

8. 根据权利要求7所述的厂区内燃机车自动控制方法,其特征在于,当机车在固定工位点累计超过三次发生超调,通过专家系统将速度信号放大因子减小一个步长,提前刹车控制;

当机车控制反复交替惰行和刹车档位,则增大速度信号放大因子,减小距离信号放大因子一个步长;

当机车控制反复交替牵引和惰行档位,则减小速度放大因子,增大距离放大因子一个步长。

9.根据权利要求4所述的厂区内燃机车自动控制方法,其特征在于,采用机车速度信号进行积分处理来判断机车位置信号的准确性,消除定位系统带来的位置信息误差;采用机车距离信号进行差分处理来判断机车速度信号是否发生震荡,消除机车在加速与减速时的惯性影响。

10.根据权利要求4所述的厂区内燃机车自动控制方法,其特征在于,修正专家系统的设置参数放大因子和权重因子,实现系统的自适应优化功能,包括:

在机车使用专家系统进行作业的过程中,机车多次不能达到预期设计档位,需要反馈调节档位实现目标控制时,依据机车动作过程速度、距离信息分析机车设计档位的加速度和减速度经验范围值,通过修改输入信号模糊化使用的放大因子和权重因子,对校准模型进行控制。

## 厂区内燃机车自动控制系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及自动控制技术领域,具体地,涉及一种厂区内燃机车自动控制系统及方法。

### 背景技术

[0002] 当前国内大部分的钢铁厂区内均采用内燃机车作为动力来实现厂区内的铁水、钢材及其他材料的运输。但由于内燃机车的速度控制不够精准且对外接口不够灵活,导致其运营自动化程度不高,当前大部分厂区内的机车仍然采用人工驾驶的方式来实现运输作业。为实现厂区无人化发展趋势要求,对内燃机车的改造实现其自动控制势在必行,本系统及相关实施方案正基于这一背景下来进行开发与设计的。

[0003] 为了实现钢铁厂区内燃机车多种作业的自动控制功能,首先需要完成对机车的自动化改造,使其具有自动化控制的基础条件;其次必须对不同负载下的机车多级速度档位及多级刹车档位的加速/减速作用效果有合理的预估,构造相关的行车控制模型。目前大量的研究都集中在对机车遥控控制的优化或者电驱动车车的转速频率控制,前者寻求更为精准的机车无线通讯控制系统,优化人工控制作业的安全性与便捷性,并未考虑开发厂区无人化的控制系统;后者在探究更易于精确控制转速变频的电动机车,设计电动机车的控制系统的集成,并未考虑当前大部分钢铁厂区采用的动力为内燃机车,其同样有无人化的改造需求。

[0004] 专利文献CN206528475U(申请号:201720159213.8)公开了一种内燃机车自动控制系统,包括显控单元、辅助监控单元、车载控制器、转速传感器、压力传感器、温度传感器、电压传感器、电流传感器和改制型平调设备机车台。所述车载控制器为单片机控制装置,转速传感器、压力传感器、温度传感器、显控单元均通过电缆与车载控制器相连接,改制型平调设备机车台通过RS232串口通讯方式与车载控制器进行连接;辅助监控单元通过电缆与显控单元相连接。该专利通过平调设备手持台和改制型平调设备机车台实现机车长距离无线控制,由司机负责监控而调车员负责遥控驾驶。而本发明为全无人化作业,将机车标准的作业操作模型化,即将司机的驾驶经验转变为计算机控制方式,自动规划全程作业并通过传感器信号进行反馈调节。对于内燃机车速度控制,本发明提出了利用自适应的专家规则库实现对机车档位的规划下发,而该专利文献无相关内容。

### 发明内容

[0005] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种厂区内燃机车自动控制系统及方法。

[0006] 根据本发明提供的厂区内燃机车自动控制系统,包括:

[0007] 机车控制机柜,在机车控制机柜中内置机车控制器、显示设备、交换机、接入模块、电源模块、急停按钮及相关继电器;

[0008] 自动控制系统通过无线网络从交换机接收上位作业指令给机车控制器,由机车控

制器中专家系统对机车作业指令进行解析并实现机车控制；

[0009] 接入模块通过网络与机车控制器直接连接；

[0010] 显示设备通过交换机与机车控制器连接；

[0011] 电源模块与机车控制机柜内所有设备连接并进行供电；

[0012] 急停按钮采用硬线直接与机车控制器相连；

[0013] 继电器作用于机车控制器与机车执行机构之间。

[0014] 优选的,接入模块对机车上各执行机构和设备的状态与故障信号进行采集并传输机车控制器下发的控制指令；

[0015] 显示设备通过可视化人机界面显示机车状态与故障报警。

[0016] 优选的,急停按钮用于紧急情况下对机车的应急处理,当急停按钮被作用时触发机车的紧急停车,同时切除机车控制器和显示设备的控制权限；

[0017] 继电器用于信号安全隔离,防护机车控制器受到外界电路的伤害。

[0018] 根据本发明提供的厂区内燃机车自动控制方法,包括：

[0019] 步骤1:将内燃机车在多级负载下的行车速度和距离状态曲线进行拟合,通过对速度与距离历史值的统计分析,建立距离-速度模型,提取机车在不同负载下的多级档位速度控制值,从而完成机车自动控制系统对机车速度规划与车速控制；

[0020] 步骤2:通过积分的方式处理内燃机车速度信号,通过差商的方式处理内燃机车距离信号,由计算结果判断内燃机车速度、距离信号的异常情况并对内燃机车各控制阀进行控制；

[0021] 步骤3:根据对内燃机车各控制阀的作用效果分析和操控内燃机车的经验动作构建专家系统,使用专家系统判断并下发机车控制阀动作,实现内燃机车的自动控制。

[0022] 优选的,每次轮询将上一周期读取的机车速度与程序轮询周期时间相乘,按照机车运行方向计算出预期距离值,与距离信号值相差超过30%时开始累计时间,累计时间超过2秒时开始执行刹车。

[0023] 优选的,每次轮询将机车相邻周期距离信号差值除周期时间,计算机车预期速度,当机车速度信号发生跳变超出预期值两倍时,依据预期速度进行控制执行刹车或惰行。

[0024] 优选的,在调用专家系统时设置两个维度的放大因子,增大或减小速度信号的放大因子对应增大或减小刹车控制下发对应的机车速度信号值;增大或减小距离信号的放大因子对应增大或减小刹车控制下发对应的机车距离信号值。

[0025] 优选的,当机车在固定工位点累计超过三次发生超调,通过专家系统将速度信号放大因子减小一个步长,提前刹车控制；

[0026] 当机车控制反复交替惰行和刹车档位,则增大速度信号放大因子,减小距离信号放大因子一个步长；

[0027] 当机车控制反复交替牵引和惰行档位,则减小速度放大因子,增大距离放大因子一个步长。

[0028] 优选的,采用机车速度信号进行积分处理来判断机车位置信号的准确性,消除定位系统带来的位置信息误差;采用机车距离信号进行差分处理来判断机车速度信号是否发生震荡,消除机车在加速与减速时的惯性影响。

[0029] 优选的,修正专家系统的设置参数放大因子和权重因子,实现系统的自适应优化

功能,包括:

[0030] 在机车使用专家系统进行作业的过程中,机车多次不能达到预期设计档位,需要反馈调节档位实现目标控制时,依据机车动作过程速度、距离信息分析机车设计档位的加速度和减速度经验范围值,通过修改输入信号模糊化使用的放大因子和权重因子,对校准模型进行控制。

[0031] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:

[0032] 1、本发明通过搭建机车自动控制系统将实现内燃机车远程自动控制功能,结合系统内的相关模型可实现机车的自动行车、精准速度控制、定点停车、工位点对位及车钩自动摘挂等功能;

[0033] 2、本发明监视控制效果并校准控制模型的设计参数,达到控制模型自适应功能,并给出机车自动化改造实施方案,满足了厂区无人化设计对机车自动控制的需求;

[0034] 3、本发明可以广泛的解决当前国内大部分的钢铁厂区的无人化改造需求,从而实现厂区内机车作业的无人化,减少了运输作业的人力成本、降低了作业的安全风险、同时提高了作业效率。

#### 附图说明

[0035] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0036] 图1为车载控制机柜结构示意图(前视图);

[0037] 图2为车载控制机柜结构示意图(俯视图);

[0038] 图3为机车行驶状态曲线示意图;

[0039] 图4为机车控制程序块示例图;

[0040] 图5为专家库设计及控制震荡示意图;

[0041] 图6为专家系统的参数修正流程图;

[0042] 图7为本发明的结构图。

#### 具体实施方式

[0043] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变化和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0044] 实施例1:

[0045] 如图1、图2,根据本发明提供的厂区内燃机车自动控制系统,包括:

[0046] 模块M1:在机车控制室内增加设机车控制机柜,内置机车控制器及接入模块等,从而完成对机车控制系统的自动化改造,使其配备远程控制的设备基础。

[0047] 模块M2:通过将内燃机车在多级负载下的行车速度、距离状态曲线的拟合,建立距离-速度模型。同时对照行车实时的档位状态,获得机车多级速度档位、多级刹车压力档位及惰行的加速度\减速度经验范围值,依据机车作业的经验操作步骤定制该机车在不同工况下的专家库模型。再使用保护处理后的速度、距离等信号作为输入量查找专家库,获得机

车当前状态下的反馈控制输出量,将输出量还原到机车的速度档位和刹车压力档位上。

[0048] 模块M3:内燃机车作业时牵引负载远大于自身重量且机车每次作业的负载及路况均不相同,同时,机车的多级速度档位及多级刹车压力档位的加速\减速控制精度满足不了作业要求。本发明将机车司机的经验控制操作流程化,结合机车档位阀门的加速\减速效果范围值,建立离散化的模糊专家控制模型,将机车当前状态、速度、目标距离作为机车输入信号,使用合适的放大因子和权重因子将输入信号模糊化,对应查找模糊规则库中机车的输出控制档位。

[0049] 模块M4:当内燃机车负载作业时,如发生机车加速或者减速,机车与混铁车间的车钩会产生巨大的弹性力;在切掉加速或减速控制时,机车又会由于负载的惯性产生振动,具体表现为机车速度反馈信号的剧烈震荡。本发明采用分段差分计算当前机车位置信息,依据机车位置差分信息与机车速度信号对比判断机车是否处于惯性振动状态,并采用滤波的方式进行控制保护。

[0050] 模块M5:内燃机车的无人化控制系统是基于无线传输技术、GPS及GIS等技术来实现定位的,厂区、厂房内存在相应的盲点,定位信息存在丢失的可能。本发明利用机车自身的脉冲速度检测信号,通过分段积分计算机车当前位置,对标定位系统检测的当前位置信息,当两者位置信息差距大于规定阈值时,即判断定位系统信号存在错误,此时采用机车推算得到的位置信息作为输入信号,实现对机车的保护。

[0051] 模块M6:在专家库模型控制的基础上,通过检测信息反馈校验,判断自动控制效果是否出现震荡或超调的情况;若情况累计多次发生,将修正与优化输入量模糊化使用的放大因子和权重因子,即调整专家库模型设定的档位的加速度\减速度经验范围值,实现自动控制模型的自适应功能。

[0052] 如图3所示,系统实时采集信息,通过专家系统的逻辑判断,实现对机车多级速度、多级刹车阀的实时控制。

[0053] 实施例2:

[0054] 如图7,在机车控制室内设置机车控制机柜,并在机柜里内置有机车控制器、显示设备、交换机、接入模块、电源模块、急停按钮及继电器,实现对机车信号的接入及控制指令的下发,对机车进行远程控制。具体为:上位平台采用无线网络通过交换机下发作业指令给机车控制器,由控制器中专家系统对机车作业指令进行控制,并根据防护策略实现机车的安全防护功能,机车依据当前状态信息及作业指令需求进行阀门档位等控制操作下发,通过信号接入模块实现对机车各个设备的信号接入及设备控制,从而实现机车的自动控制功能;显示设备主要用于显示机车状态与故障报警;电源模块为控制机柜所有设备进行供电;急停按钮可触发机车的紧急停车同时切除控制器及触摸屏控制权限;

[0055] 将内燃机车在多级负载下的行车速度和距离状态曲线进行拟合,建立距离-速度模型;

[0056] 通过积分的方式处理内燃机车速度信号,差商的方式处理内燃机车距离信号,由计算结果判断内燃机车速度、距离信号的异常情况并对内燃机车各控制阀进行控制;

[0057] 根据对内燃机车各控制阀的作用效果分析和操控内燃机车的经验动作构建专家库,使用专家系统判断并下发机车控制阀动作;

[0058] 如图4,每次轮询将上一周期读取的机车速度与程序轮询周期时间相乘,按照机车

运行方向计算出预期距离值,与距离信号值相差超过30%时开始累计时间,累计时间超过2秒时开始执行刹车;

[0059] 每次轮询将机车相邻周期距离信号差值除周期时间,计算机车预期速度,当机车速度信号发生跳变超出预期值两倍时,依据预期速度进行控制执行刹车或惰行。

[0060] 如图5,通过机车专家系统的控制出现震荡、超调特性,修整家库的设置参数放大因子,使得控制模型具有环境自适应能力。具体为:在调用专家模型时设置两个维度的放大因子,增大/减小速度信号的放大因子可对应增大/减小刹车(或惰行、牵引)控制下发对应的机车速度信号值,增大/减小距离信号的放大因子可对应增大/减小刹车(或惰行、牵引)控制下发对应的机车距离信号值;当机车在一固定工位点累计超过三次发生超调,将专家库速度信号放大因子减小一个步长即提前刹车控制;当机车控制反复交替惰行/刹车档位,增大速度信号放大因子,减小距离信号放大因子一个步长,控制反复交替牵引/惰行档位,减小速度放大因子,增大距离放大因子一个步长。

[0061] 使用机车行车采集数据分析机车的多级速度档位、多级刹车压力档位及惰行的加速度和减速度经验范围值,使用司机经验的机车控制规划设计专家系统,专家系统中包含机车在预期状态运行的档位下发以及非理想状态的反馈档位调节的设计。机车行车作业过程中根据机车速度、距离等信息搜寻专家系统并下发控制。

[0062] 异常信号下机车控制的保护,特征如下:

[0063] 采用机车速度信号进行积分处理来判断机车位置信号的准确性,从而消除定位系统带来的位置信息误差;采用机车距离信号进行差分处理来判断机车速度信号是否发生震荡,从而消除机车在加速与减速时的惯性影响。通过以上处理可实现对机车异常情况的控制模型保护,并可通过异常报警实现系统故障运维。

[0064] 如图6,修正专家库的设置参数放大因子和权重因子,使得控制模型具有环境自适应能力,包含以下步骤:

[0065] 在机车使用专家系统进行作业的过程中,机车多次不能达到预期设计档位而需要反馈调节档位实现目标控制时,依据机车动作过程速度、距离信息在分析机车设计档位的加速度\减速度经验范围值,通过修改输入信号模糊化使用的放大因子和权重因子,达到校准模型的控制效果,实现系统的自适应优化功能。

[0066] 在本申请的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。

[0067] 本领域技术人员知道,除了以纯计算机可读程序代码方式实现本发明提供的系统、装置及其各个模块以外,完全可以通过将方法步骤进行逻辑编程来使得本发明提供的系统、装置及其各个模块以逻辑门、开关、专用集成电路、可编程逻辑控制器以及嵌入式微控制器等的形式来实现相同程序。所以,本发明提供的系统、装置及其各个模块可以被认为是一种硬件部件,而对其内包括的用于实现各种程序的模块也可以视为硬件部件内的结构;也可以将用于实现各种功能的模块视为既可以是实现方法的软件程序又可以是硬件部件内的结构。

[0068] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述



特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变化或修改,这并不影响本发明的实质内容。在不冲突的情况下,本申请的实施例和实施例中的特征可以任意相互组合。

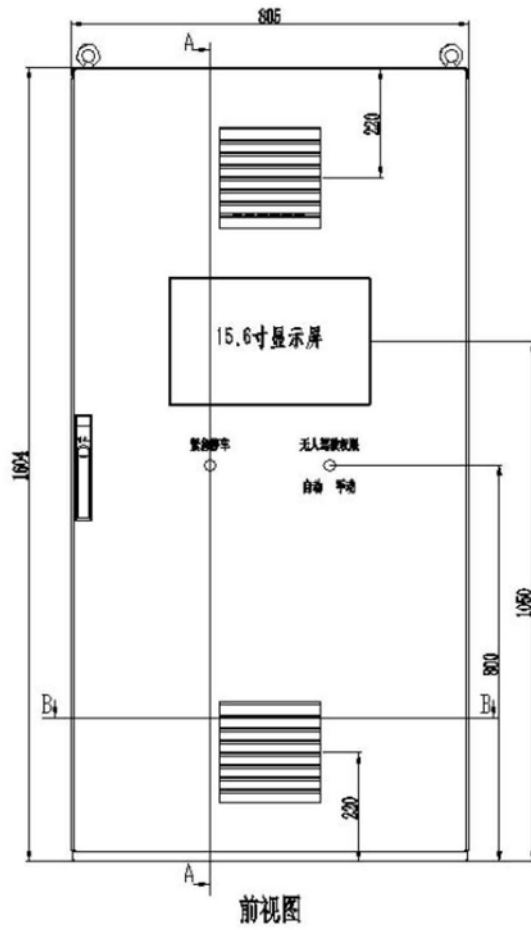


图1

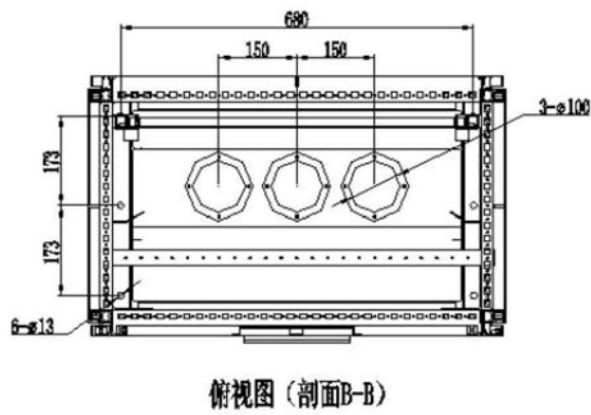


图2

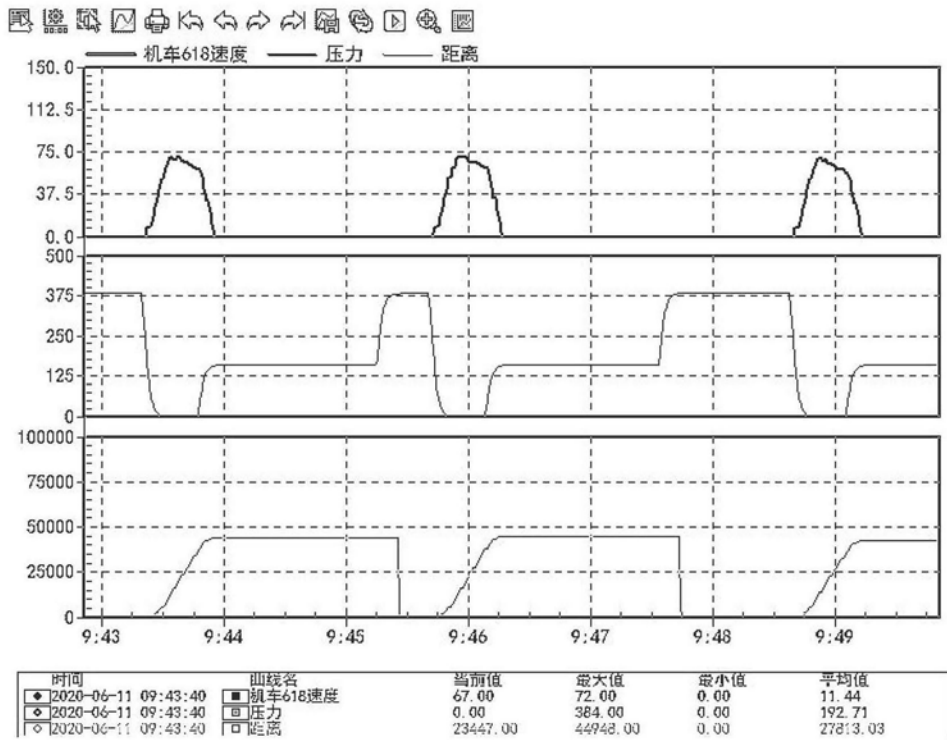


图3

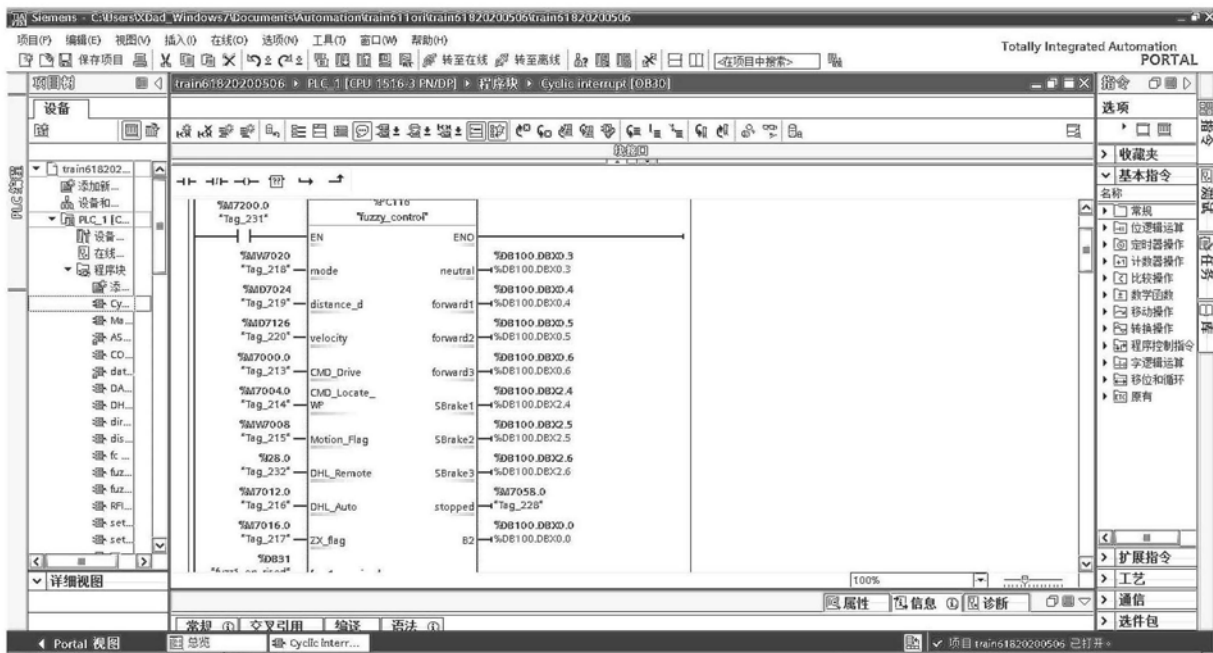


图4

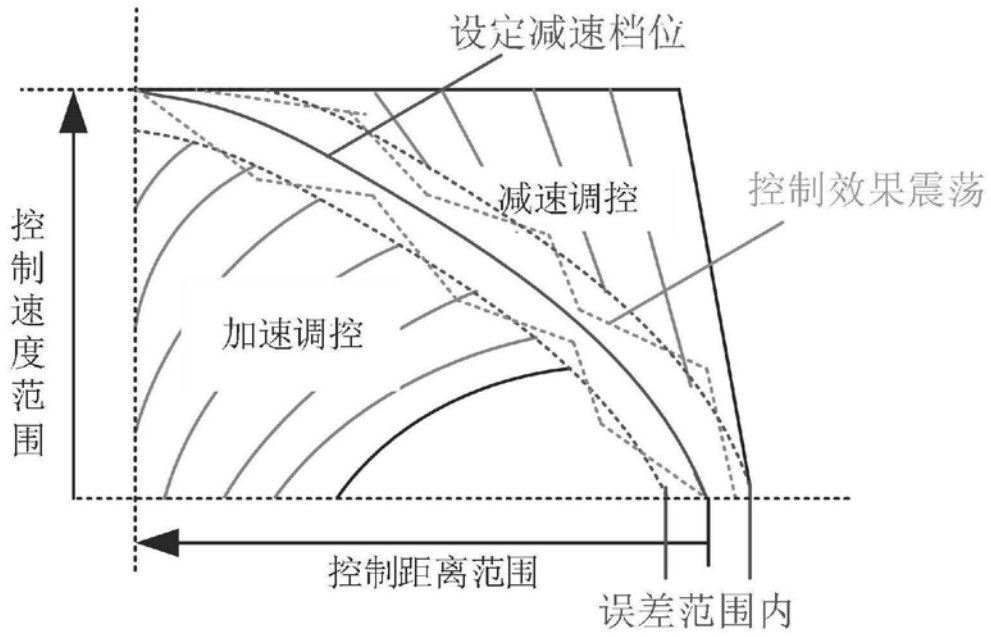


图5

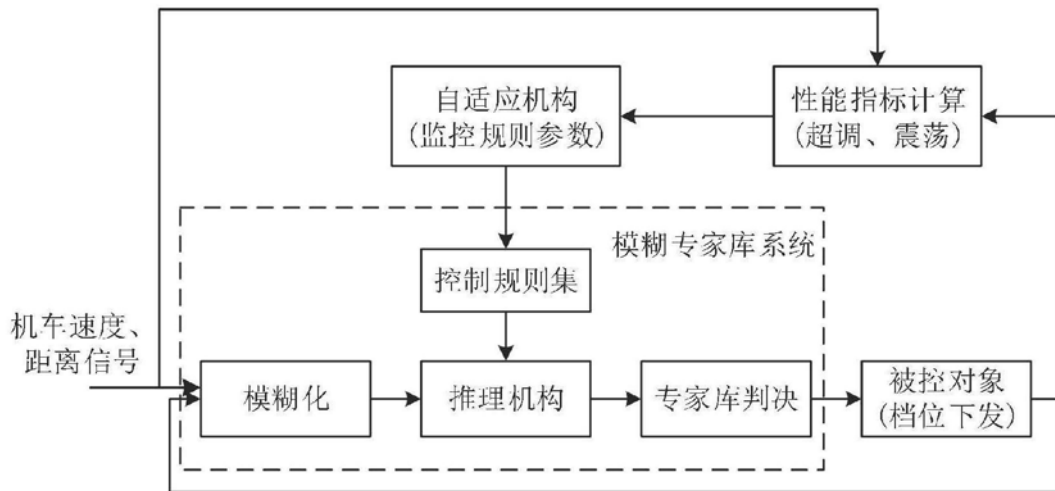


图6

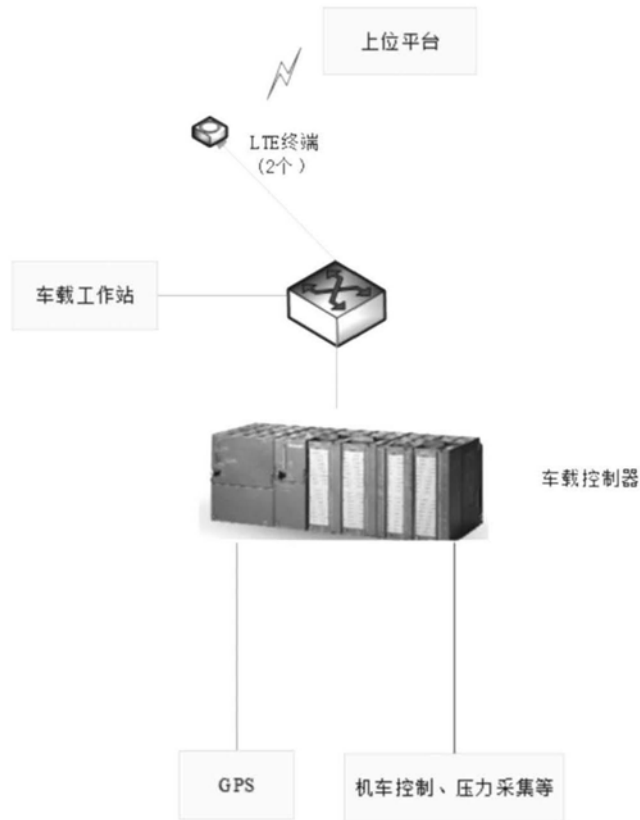


图7