(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106244450 A
(43)申请公布日 2016.12.21

(21)申请号 201610865049.2

(22)申请日 2016.09.29

(71)申请人 电子科技大学
地址 610097 四川省成都市西源大道2006号

(72)发明人 冯代伟 李友铖 李鹏 王露 黄大贵 葛森 吴献钢

(74)专利代理机构 四川君士达律师事务所 51216
代理人 芶忠义

(51)Int.Cl.
C12M 1/38(2006.01)
C12M 1/36(2006.01)

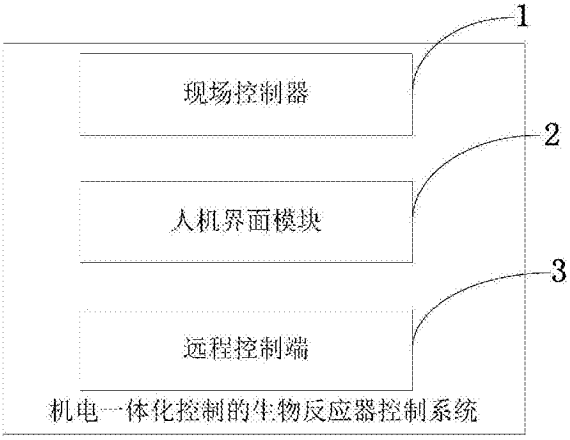
权利要求书3页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

一种机电一体化控制的生物反应器控制系统

(57)摘要

本发明公开了一种机电一体化控制的生物反应器控制系统，包括：现场控制器，用于保证生物反应器控制系统控制的实时性和现场操作的便利性；人机界面模块，采用LED触控屏并与现场控制器通信进而实现人机交互；远程控制端，用于远程操作与监视，实现数据的记录，并可以与企业生产管理系统集成；物料反应本发明保证了生物反应器控制系统控制的实时性；实现了交互功能；实现了数据的最优化管理。本发明的结构简单，操作方便，较好的解决了现有的生物反应器控制系统存在操作复杂，智能化程度和工作效率较低的问题。



CN 106244450 A

1.一种机电一体化控制的生物反应器控制方法，其特征在于，所述机电一体化控制的生物反应器控制方法包括：

生物反应器控制系统控制的实时性；

生物反应器控制系统操作控制的便利性，系统具有现场控制显示器和远程操作控制端，具备现场和远程的双重操作功能，双重操作具备操作同步和互锁保护机制；

用户在企业网络的所有层次的各个位置上及时获得系统的实时信息与历史信息；将物料反应各种生产系统和应用以及信息交流汇集在一起，实现数据的最优化管理。

2.如权利要求1所述的机电一体化控制的生物反应器控制方法，其特征在于，所述生物反应器控制系统控制的实时性进一步包括：

反应过程的自动化和智能化控制，按照反应参数实现反应过程的自动化，负责反应过程当中各种突发情况和异常情况的处理；

系统当前的各种信息可实时显示给用户，并可以实时接收和识别用户操作；

生物反应过程中实时数据的采集和处理、系统当前状态和参数的实时存储。

3.如权利要求1所述的机电一体化控制的生物反应器控制方法，其特征在于，系统操作控制的便利性，进一步包括：

系统具有现场控制显示器和远程操作控制端；

具备现场和远程双重操作控制功能；

双重操作控制具备操作同步和操作互锁功能。

4.如权利要求1所述的机电一体化控制的生物反应器控制方法，其特征在于，所述用户在企业网络的所有层次的各个位置上及时获得系统的实时信息与历史信息；将物料反应各种生产系统和应用以及信息交流汇集在一起，实现数据的最优化管理，进一步包括：

显示当前系统的各种信息也可接收和识别用户操作；

对系统的各种信息进行分析、处理、记录和查询；

能够与企业生产管理系统集成；

当系统出现温度异常或压力异常时实时报警界面会弹出，在确认并消除异常后退出实时报警界面；

当故障信息为压力异常时压力异常界面弹出确认异常后退出，当故障信息为温度异常时温度异常界面弹出确认异常后退出。

5.如权利要求1所述的机电一体化控制的生物反应器控制方法，其特征在于，所述机电一体化控制的生物反应器控制方法包括：

关闭热水箱排污水手动阀、保温层进冷水支路手动阀、保温层回废水支路手动阀、反应器底部排污水支路手动阀；CIP清洗支路手动阀；反应器底部出料支路手动阀；打开热水箱进水手动阀，保温层回水干路手动阀、打开压缩空气进气支路手动阀、惰性气体进气支路手动阀、进气干路手动阀、蒸汽支路手动阀、保温层回水箱支路手动阀、真空泵进冷却水支路手动阀、真空泵排水支路手动阀；

确认是否进料，进料则进行下一步，不进料则结束；

进料后，先排出空气，同时反应器保温进行；排出空气后，启用惰性气体搅拌并等待反应结束；反应时间到后，系统提示反应时间已到，提示是否出料，出料则进行下一步，不出料，则读取键入延时反应时间，继续等待反应；

出料完成后，进行两次回卤水操作，结束。

6.如权利要求5所述的机电一体化控制的生物反应器控制方法，其特征在于，所述进料的方法具体包括：

关闭反应器底部进气支路气动阀、反应器出料支路气动阀、反应器排气支路气动阀、回卤水支路气动阀；开启进料支路气动阀、真空支路气动阀和真空泵；

判断压力是否正常，压力异常则判断液位开关是否返回IO量0；压力异常，则判断反应器内气压传感器的参量值是否大于等于参量值，大于参量值则报警，小于参量值，则判断液位开关是否返回IO量0；判断液位开关返回IO量0，则关闭真空泵、真空支路气动阀、进料支路气动阀，开始计算反应时间；

液位开关没有返回IO量0，液位读数H不变化或反应器内气压传感器的量值突然变大，等待时间，返回判断压力是否异常。

7.如权利要求5所述的机电一体化控制的生物反应器控制方法，其特征在于，所述机电一体化控制的生物反应器控制方法中的异常判断和处理方法包括：

系统具有异常状态检查和处理专家知识库，系统运行时，对系统的所有信息进行实时监测，并和专家知识库信息进行匹配；若系统异常状态匹配成功，则系统根据异常级别进行分别处理；

当系统异常级别为“提示”时，系统仍正常运行，异常信息将被存入系统日志备查；当系统异常级别为“警告”时，系统仍正常运行，但会在界面上对故障点进行闪烁且系统黄色警示灯闪烁，异常信息将被存入系统日志备查；当系统异常级别为“错误”时，系统将停止正在进行的工作，并在界面上弹出消息框、系统红色警示灯闪烁且报警声音响起，异常信息将被存入故障日志备查。

8.一种如权利要求1所述机电一体化控制的生物反应器控制方法的机电一体化控制的生物反应器控制系统，其特征在于，所述机电一体化控制的生物反应器控制系统包括：

现场控制器，采用嵌入式系统，用于保证生物反应器控制系统控制的实时性；

人机界面模块，用于实现用户在接口函数内编写C语言程序，通过串行通信操作触控屏硬件的寄存器，进而实现交互功能；

远程控制端，用于实现用户在企业网络的所有层次的各个位置上及时获得系统的实时信息与历史信息；将各种生产系统和应用以及信息交流汇集在一起，实现数据的最优化管理。

9.如权利要求8所述的机电一体化控制的生物反应器控制系统，其特征在于，所述现场控制器进一步包括：

过程控制模块，用于反应过程的自动化和智能化控制，按照反应参数实现反应过程的自动化，负责反应过程当中各种突发情况和异常情况的处理；

人机交互模块，用于将系统的当前状态的各种信息显示给用户，接收和识别用户操作；

数据处理模块，用于实现反应过程中实时数据的采集和处理、系统参数的设置和系统当前状态参数的存储；

底层驱动模块，用于完成硬件的调用和配置；

故障诊断模块，用于负责系统状态的监视，以及当发现系统异常时及时告知用户，操作员根据人机交互界面上提示出的系统故障类型执行相应的维修操作。

10.如权利要求8所述的机电一体化控制的生物反应器控制系统，其特征在于，所述人机界面模块进一步包括手动操作、半自动操作、自动操作、故障处理和报警提示五种界面；

所述远程控制端包括：

控制界面单元，用于显示当前系统的各种信息也可接收和识别用户操作；

数据分析界面单元，用于对系统的各种信息进行分析和处理；

报警界面单元，用于当系统出现温度异常或压力异常时实时报警界面会弹出，再确认并消除异常后退出实时报警界面；

故障信息界面单元，用于当故障信息为压力异常时压力异常界面弹出确认异常后退出，当故障信息为温度异常时温度异常界面弹出确认异常后退出；

所述控制界面包括自动控制界面、半自动控制界面和手动控制界面；

所述数据分析界面包括图形分析处理界面和报表查询界面；

所述报警界面包括实时报警和报警查询界面；

所述故障信息包括压力异常界面和温度异常界面。

一种机电一体化控制的生物反应器控制系统

技术领域

[0001] 本发明属于生物反应器技术领域，尤其涉及一种机电一体化控制的生物反应器控制系统。

背景技术

[0002] 生物反应器，指以活细胞或酶为生物催化剂进行细胞增殖或生化反应提供适宜环境的设备，它是生物反应过程中的关键设备。生物反应器的结构、操作方式和操作条件的选定对生物反应产品的质量、收率(转化率)和能耗有密切关系。生物反应器的设计、过程控制是生物反应工程的中心内容，也是生物工程的重要组成部分。

[0003] 但是现有的生物反应器控制系统存在操作复杂，智能化程度和工作效率较低的问题。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种机电一体化控制的生物反应器控制系统，旨在解决现有的生物反应器控制系统存在操作复杂，智能化程度和工作效率较低的问题。

[0005] 本发明是这样实现的，一种机电一体化控制的生物反应器控制方法，所述机电一体化控制的生物反应器控制方法包括：

[0006] 生物反应器控制系统控制的实时性；

[0007] 用户在函数内编写C语言程序，对串口数据进行收发，并对收发的数据进行解析用于操作触控屏硬件的寄存器，进而实现交互功能；

[0008] 用户在企业网络的所有层次的各个位置上及时获得系统的实时信息与历史信息；将物料反应各种生产系统和应用以及信息交流汇集在一起，实现数据的最优化管理。

[0009] 进一步，所述生物反应器控制系统控制的实时性进一步包括：

[0010] 反应过程的自动化和智能化控制，按照反应参数实现反应过程的自动化，负责反应过程当中各种突发情况和异常情况的处理；

[0011] 当前状态的各种信息显示给用户，接收和识别用户操作；

[0012] 反应过程中实时数据的采集和处理、系统参数的设置和系统当前状态参数的存储；

[0013] 硬件的调用和配置；

[0014] 系统状态的监视，以及当发现系统异常时及时告知用户，操作员根据人机交互界面上提示出的系统故障类型执行相应的维修操作。

[0015] 进一步，所述用户在企业网络的所有层次的各个位置上及时获得系统的实时信息与历史信息；将物料反应各种生产系统和应用以及信息交流汇集在一起，实现数据的最优化管理进一步包括：

[0016] 显示当前系统的各种信息也可接收和识别用户操作；

[0017] 对系统的各种信息进行分析和处理；

[0018] 当系统出现温度异常或压力异常时实时报警界面会弹出，再确认并消除异常后退出实时报警界面；

[0019] 当故障信息为压力异常时压力异常界面弹出确认异常后退出，当故障信息为温度异常时温度异常界面弹出确认异常后退出。

[0020] 进一步，所述机电一体化控制的生物反应器控制方法进一步包括以下步骤：

[0021] 关闭热水箱排污水手动阀、保温层进冷水支路手动阀、保温层回废水支路手动阀、反应器底部排污水支路手动阀；CIP清洗支路手动阀；反应器底部出料支路手动阀；打开热水箱进水手动阀，保温层回水干路手动阀、打开压缩空气进气支路手动阀、惰性气体进气支路手动阀、进气干路手动阀、蒸汽支路手动阀、保温层回水箱支路手动阀、真空泵进冷却水支路手动阀、真空泵排水支路手动阀；

[0022] 确认是否进料，进料则进行下一步，不进料则结束；

[0023] 进料后，先排出空气，同时反应器保温进行；排出空气后，启用惰性气体搅拌并等待反应结束；反应时间到后，系统提示反应时间已到，提示是否出料，出料则进行下一步，不出料，则读取键入延时反应时间，继续等待反应；

[0024] 出料完成后，进行两次回卤水操作，结束。

[0025] 所述进料的方法具体包括：

[0026] 关闭反应器底部进气支路气动阀、反应器出料支路气动阀、反应器排气支路气动阀、回卤水支路气动阀；开启进料支路气动阀、真空支路气动阀和真空泵；

[0027] 判断压力是否正常，压力异常则判断液位开关是否返回IO量0；压力异常，则判断反应器内气压传感器的参量值是否大于等于参量值，大于参量值则报警，小于参量值，则判断液位开关是否返回IO量0；判断液位开关返回IO量0，则关闭真空泵、真空支路气动阀、进料支路气动阀，开始计算反应时间；

[0028] 液位开关没有返回IO量0，液位读数H不变化或反应器内气压传感器的量值突然变大，等待时间，返回判断压力是否异常。

[0029] 所述机电一体化控制的生物反应器控制方法中的异常判断和处理方法包括：

[0030] 系统具有异常状态检查和处理专家知识库，系统运行时，对系统的所有信息进行实时监测，并和专家知识库信息进行匹配；若系统异常状态匹配成功，则系统根据异常级别(提示、警告、错误)进行分别处理。

[0031] 当系统异常级别为“提示”时，系统仍正常运行，异常信息将被存入系统日志备查；当系统异常级别为“警告”时，系统仍正常运行，但会在界面上对故障点进行闪烁且系统黄色警示灯闪烁，异常信息将被存入系统日志备查；当系统异常级别为“错误”时，系统将停止正在进行的工作，并在界面上弹出消息框、系统红色警示灯闪烁且报警声音响起，异常信息将被存入故障日志备查。

[0032] 本发明的另一目的在于提供一种所述机电一体化控制的生物反应器控制方法的机电一体化控制的生物反应器控制系统，所述机电一体化控制的生物反应器控制系统包括：

[0033] 现场控制器，采用嵌入式系统，用于保证生物反应器控制系统控制的实时性；

[0034] 人机界面模块，用于实现用户在函数内编写C语言程序，对串口数据进行收发，并对收发的数据进行解析用于操作触控屏硬件的寄存器，进而实现交互功能；

[0035] 远程控制端，用于实现用户在企业网络的所有层次的各个位置上及时获得系统的实时信息与历史信息；将物料反应各种生产系统和应用以及信息交流汇集在一起，实现数据的最优化管理。

[0036] 进一步，所述现场控制器进一步包括：

[0037] 过程控制模块，用于反应过程的自动化和智能化控制，按照反应参数实现反应过程的自动化，负责反应过程当中各种突发情况和异常情况的处理；

[0038] 人机交互模块，用于将系统的当前状态的各种信息显示给用户，接收和识别用户操作；

[0039] 数据处理模块，用于实现反应过程中实时数据的采集和处理、系统参数的设置和系统当前状态参数的存储；

[0040] 底层驱动模块，用于完成硬件的调用和配置；

[0041] 故障诊断模块，用于负责系统状态的监视，以及当发现系统异常时及时告知用户，操作员根据人机交互界面上提示出的系统故障类型执行相应的维修操作。

[0042] 进一步，所述人机界面模块进一步包括手动操作、半自动操作、自动操作、故障处理和报警提示五种界面。

[0043] 进一步，所述远程控制端包括：

[0044] 控制界面单元，用于显示当前系统的各种信息也可接收和识别用户操作；

[0045] 数据分析界面单元，用于对系统的各种信息进行分析和处理；

[0046] 报警界面单元，用于当系统出现温度异常或压力异常时实时报警界面会弹出，再确认并消除异常后退出实时报警界面；

[0047] 故障信息界面单元，用于当故障信息为压力异常时压力异常界面弹出确认异常后退出，当故障信息为温度异常时温度异常界面弹出确认异常后退出。

[0048] 进一步，所述控制界面包括自动控制界面、半自动控制界面和手动控制界面；

[0049] 所述数据分析界面包括图形分析处理界面和报表查询界面；

[0050] 所述报警界面包括实时报警和报警查询界面；

[0051] 所述故障信息包括压力异常界面和温度异常界面。

[0052] 本发明提供的机电一体化控制的生物反应器控制系统，现场控制器采用嵌入式系统，用于保证生物反应器控制系统控制的实时性；人机界面模块，实现了交互功能；远程控制端，将各种生产系统和应用以及信息交流汇集在一起，实现了数据的最优化管理。本发明的结构简单，操作方便，较好的解决了现有的生物反应器控制系统存在操作复杂，智能化程度和工作效率较低的问题。

附图说明

[0053] 图1是本发明实施例提供的机电一体化控制的生物反应器控制系统结构示意图；

[0054] 图中：1、现场控制器；2、人机界面模块；3、远程控制端。

[0055] 图2是本发明实施例提供的现场控制器结构示意图。

[0056] 图3是本发明实施例提供的机电一体化控制的生物反应器控制系统的装置结构示意图。

具体实施方式

[0057] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0058] 下面结合附图对本发明的应用原理作详细的描述。

[0059] 如图1所示，本发明实施例的机电一体化控制的生物反应器控制系统包括：现场控制器1、人机界面模块2、远程控制端3。

[0060] 现场控制器1，采用嵌入式系统，用于保证生物反应器控制系统控制的实时性；

[0061] 人机界面模块2，用于实现用户在接口函数内编写C语言程序，通过串行通信操作触控屏硬件的寄存器，进而实现交互功能；

[0062] 远程控制端3，用于实现用户在企业网络的所有层次的各个位置上及时获得系统的实时信息与历史信息；将各种生产系统和应用以及信息交流汇集在一起，实现数据的最优化管理。

[0063] 本发明实施例提供的机电一体化控制的生物反应器控制方法包括以下步骤：

[0064] 开始→操作准备(打开和关闭相应的阀门)→抽真空→进料→排出反应器内空气→搅拌→反应(并行保温)→出料→回卤水→结束。

[0065] 所述进料的方法具体包括：

[0066] 开启真空泵→根据反应器内气压和液位信号判断是否进料完毕→进料完毕→关闭真空泵→结束。

[0067] 所述机电一体化控制的生物反应器控制方法中的出料处理方法包括：

[0068] 反应开始出料→打开和关闭相应阀门→打开出料口进气阀门并持续一段时间后再关闭→打开出料口手动阀和容器底部底进气阀→根据容器内气体压力和液位信号判断是否出料完毕→出料完毕→关闭容器底部进气阀→出料结束。

[0069] 反应如图3所示，本发明实施例提供的机电一体化控制的生物反应器控制系统装置结构包括：反应器1、第一手动阀2、第一电动阀3、第一气体净化器4、第二手动阀5、第二电动阀6、第三手动阀7、气体流量计8、第二气体净化器9、第三电动阀10、第十一手动阀11、第十二手动阀12、第四电动阀13、第十三手动阀14、第五电动阀15、第六电动阀16、第七电动阀17、第四手动阀18、第八电动阀19、第五手动阀20、第六手动阀21、第十四手动阀22、第九电动阀23、第十五手动阀24、第十六手动阀25、第十电动阀26、第七手动阀27、第八手动阀28、第九手动阀29、第十手动阀30、第十一电动阀31。

[0070] 第一手动阀2通过管道与压缩空气连接，第二手动阀5通过管道与惰性气体连接，第一手动阀2通过管道连接第一电动阀3，第二手动阀5通过管道连接第二电动阀6，第一电动阀3与第二电动阀6并接后与第一气体净化器4连接，第一气体净化器4通过管道与第三手动阀7连接，第三手动阀7通过管道与气体流量计8连接，气体流量计8通过管道与第二气体净化器9连接，第二气体净化器9通过管道与第三电动阀10连接，第三电动阀10通过管道与反应器1的底部进气口和第十电动阀连接。

[0071] 反应器1顶端的两个补料口分别通过管道连接有第十一手动阀11和第十二手动阀12。

[0072] 第四电动阀13的一端通过管道与反应器1顶端的抽气孔连接，第四电动阀13的另一端通过管道与真空泵连接；第十三手动阀14的一端通过管道与反应器1顶端的两个清洗喷头连接，第十三手动阀14的另一端与CIP清洗系统的接口连接；第五电动阀15的一端通过管道与反应器1顶端的进料口连接，第五电动阀15的另一端通过管道与配料池连接；反应器1顶端通过管道连接有第六电动阀16；反应器1顶端通过管道连接有第七电动阀17，第七电动阀17通过管道连接储料池清液。

[0073] 反应器1的右侧通过管道连接有第八电动阀19，反应器1和第八电动阀19之间的官道上安装有第四手动阀18，第八电动阀19通过管道与第五手动阀20和第六手动阀21并接，第五手动阀20通过管道实现热水的回水，第六手动阀21通过管道实现冷却水回水；反应器1右侧的取样和传感器接口通过管道连接有第十四手动阀22。

[0074] 第九电动阀23的一端通过管道与反应器1底部的出料口连接，第九电动阀23的另一端通过管道与第十六手动阀25连接，第十五手动阀24和第十电动阀26与第九电动阀23和第十六手动阀25之间的管道连接，第十五手动阀24通过管道与第二气体净化器9连接。

[0075] 第七手动阀27通过管道与第八手动阀28连接，第八手动阀28与第九手动阀29并接后通过管道与第十一电动阀31连接，第十一电动阀31与第十手动阀30并接后通过管道与反应器1保温层底部进水口连接；第七手动阀27通过管道实现冷却上水，第九手动阀29通过管道实现热水进入反应器1，第十手动阀30实现反应器1的底部进气。

[0076] 反应器1为立式压力容器，具有保温层，立式设计使得整个容易占用厂房面积小，而且便于温度控制和搅拌。容易能够承受一定程度的正压和负压，用于进料和出料。顶层具有人工口用于设备维护、照明灯用于人工维护时为内部照明、清洗口用于CIP清洗以及补料口；容器内设有扶梯，便于人工维护时在容器内上下；容器顶部以下具有保温层，保温层水流从底部流入顶部流出；容器中下部具有取样和传感器口，用于人工取样检查反应状态和安装pH值、盐度等传感器。容器底部设有进气口和出料口，进气口用于反应过程中的搅拌；另外在与出料口连接的管道上也设有进气口，用于出料时搅拌。容器具有四个支柱，便于厂房内安装和固定。

[0077] 设置有：进气系统用于出料和搅拌。该系统需要压缩空气和惰性气体两种气源，压缩空气用于出料及出料前的搅拌，惰性气体用于反应过程中的搅拌和排出容器内的空气。从进气系统管路看，两种气源的入口干路上都具有一个手动阀(第一手动阀2和第二手动阀5)和电动阀(第一电动阀3和第二电动阀6)，手动阀在设备空闲时，通过人工关闭该阀避免气体泄漏。其后的电动阀用于控制系统进行气路选择，当系统处于工作状态时，首先需要手动阀打开，控制系统根据需要对这两个电动阀进行开闭，选择用哪种气体工作；之后两种气体管路合并，公用一个干路对反应器1供气。在该干路上设有两级气体净化器(第一气体净化器1和第二气体净化器9)，使进入反应器内的气体达到食品级气体品质要求。再者该干路还设有气体流量计8和一个第三手动阀7，该手动阀用于系统不工作时的气路保护，在系统工作时需要手动打开。最后进气干路分成两个支路，用于两个反应器1的底部和出料口进气，并分别配有电动阀(第三电动阀10和第十电动阀26)，进而实现自动控制的功能。

[0078] 排气系统用于进料和平衡容器内气体压力，包含两个支路——主动排气支路和被动排气支路。主动排气支路用于进料时将容器内抽成负压，该支路包含一个真空泵和第四电动阀13。被动排气支路包含一个第八电动阀19、一个单向阀和两个分别用于监测容器内

气压的一次和二次仪表。该支路中的一次仪表用现场查看时便于监视容器内压力；二次仪表将容器内压力变送至控制器用于自动控制和远程监视；第八电动阀19用于在反应过程中如果管内压力增大，则打开用于泄压；单向阀防止外部空气进入容器内造成菌类生花等对正常反应的不利影响。

[0079] 进料系统采用负压进料，不仅效率高，能够将配好的盐水和菜丝一同抽进反应器，而且不会损伤菜丝。再者，这种进料方式的机械及其控制部分也很简单，进料部分包含进料管和第五电动阀15。当配料箱里的料已配好且系统需要进料时，首先排气部分的第四电动阀13和第五电动阀15都打开，随后打开真空泵。随着真空泵的工作，容器内压强越来越低，配料箱里的料会被抽进容器内且进料速率越来越快，直到达到负压和进料速率的平衡。当配料箱里配料被抽完或者容器已满时，系统关闭真空泵并随后关闭第四电动阀13和第五电动阀15，停止进料。

[0080] 出料系统，出料方式采用压力出料。在出料前先打开第九电动阀23，再打开第十电动阀26，进而使压缩空气进入反应器1。在气体进入的时候会在反应器1内产生搅拌作用，使反应器1内的卤水和物料混合均匀，同时也增加容器内的气压；当容器内气体压力达到一定数值的时候，通过人工操作打开第十五手动阀24，反应器内1的卤水和物料在压力的作用下从出料口喷出，进入出料箱。出料箱内设有隔层，当容器内的卤水和物料被喷入出料箱后，通过滤板将物料和卤水分离。这种出料方式可避免传统螺旋机构出料等出料方式对物料造成的破坏作用，不仅出料效率高，而且效果好。

[0081] 回卤水系统，反应后的卤水含有高浓度乳酸菌，可回收用于下次物料反应，不仅节约了菌种，还可加快反应速率。因此，有在将物料和卤水分离后将卤水抽回反应器1内的功能，出料箱底部的卤水，在打开第七电动阀17后可经卤水泵泵入反应器。。

[0082] 保温系统，为达到生物反应的最佳适宜温度，需要为反应器加温。系统设计有一热水箱，热水箱的热水通过热水泵从反应器外层底部泵入反应器保温层，并从外层上部回流至热水箱。反应器保温层内部为螺旋上升结构，可使保温层内水温均匀。反应器内设有温度传感器，系统可通过热水箱内和反应器内的两个温度传感器，进行双环路闭环温度控制，保证最佳的反应器内的温度。另外，反应器需要温度降低的时候，可通过人工切换阀门(即关闭第九手动阀29，打开第七手动阀27和第八手动阀28)使冷水进入反应器保温层，系统利用反应器内温度反馈通过操作保温气动阀调节反应器内温度。保温水还可通过人工开关第五手动阀20和第四手动阀18决定保温水的是回热水箱还是直接当做废水排出，其中回水的直接排出主要用于保温回路的清洁。

[0083] 清洁和补料系统，反应器在使用一算时间后，问了彻底清洁，系统可兼容CIP清洗系统。在反应器内的顶部设有两个CIP清洗喷头，外接CIP清洗设备后，打开第十三手动阀14，高压的消毒水、清洁水可经喷头冲洗反应器内壁。在反应过程中系统检测出需要补盐、补碱、补香料等需要时，可外接补料设备，打开第十一手动阀11或第十二手动阀12，分别通过相应的补料口向反应器1内添加。

[0084] 进一步，所述机电一体化控制的生物反应器控制方法进一步包括以下步骤：

[0085] 关闭热水箱排污水手动阀、保温层进冷水支路手动阀、保温层回废水支路手动阀、反应器底部排污水支路手动阀；CIP清洗支路手动阀；反应器底部出料支路手动阀；打开热水箱进水手动阀，保温层回水干路手动阀、打开压缩空气进气支路手动阀、惰性气体进气支

路手动阀、进气干路手动阀、蒸汽支路手动阀、保温层回水箱支路手动阀、真空泵进冷却水支路手动阀、真空泵排水支路手动阀；

[0086] 确认是否进料，进料则进行下一步，不进料则结束；

[0087] 进料后，先排出空气，同时反应器保温进行；排出空气后，启用惰性气体搅拌并等待反应结束；反应时间到后，系统提示反应时间已到，提示是否出料，出料则进行下一步，不出料，则读取键入延时反应时间，继续等待反应；

[0088] 出料完成后，进行两次回卤水操作，结束。

[0089] 所述进料的方法具体包括：

[0090] 关闭反应器底部进气支路气动阀、反应器出料支路气动阀、反应器排气支路气动阀、回卤水支路气动阀；开启进料支路气动阀、真空支路气动阀和真空泵；

[0091] 判断压力是否正常，压力异常则判断液位开关是否返回IO量0；压力异常，则判断反应器内气压传感器的参量值是否大于等于参量值，大于参量值则报警，小于参量值，则判断液位开关是否返回IO量0；判断液位开关返回IO量0，则关闭真空泵、真空支路气动阀、进料支路气动阀，开始计算反应时间；

[0092] 液位开关没有返回IO量0，液位读数H不变化或反应器内气压传感器的量值突然变大，等待时间，返回判断压力是否异常。

[0093] 所述机电一体化控制的生物反应器控制方法中的异常判断和处理方法包括：

[0094] 系统具有异常状态检查和处理专家知识库，系统运行时，对系统的所有信息进行实时监测，并和专家知识库信息进行匹配；若系统异常状态匹配成功，则系统根据异常级别(提示、警告、错误)进行分别处理。

[0095] 当系统异常级别为“提示”时，系统仍正常运行，异常信息将被存入系统日志备查；当系统异常级别为“警告”时，系统仍正常运行，但会在界面上对故障点进行闪烁且系统黄色警示灯闪烁，异常信息将被存入系统日志备查；当系统异常级别为“错误”时，系统将停止正在进行的工作，并在界面上弹出消息框、系统红色警示灯闪烁且报警声音响起，异常信息将被存入故障日志备查。

[0096] 在本发明的实施例中：

[0097] 现场控制器1采用嵌入式系统设计，即在嵌入式实时操作系统上进行开发。嵌入式实时操作系统不仅保证系统控制的实时性，而且嵌入式系统的多任务特性便于开发功能复杂的应用，实现平常技术手段难以实现的各种功能；控制系统软件采用模块化设计，如图2所示，可划分为五大模块，即过程控制模块、人机交互模块、数据处理模块、底层驱动模块和故障诊断模块。

[0098] 过程控制模块，主要负责反应过程的自动化和智能化控制，是系统软件的核心。该模块不仅按照给定的反应参数实现反应过程的自动化，而且负责反应过程当中各种突发情况和异常情况的处理，是系统软件中逻辑、流程等最为复杂的部分；在开发过程中，将反应过程的操作经验，开发成专家系统的知识库，软件在运行时，根据该知识库进行推理，进而实现反应过程的专家系统智能控制，是系统智能化的体现；嵌入式系统动态多线程过程控制策略，多线程技术不仅挖掘了潜在的CPU空闲时间，提高程序的反应速度和运行效率，而且有利于程序的模块化，特别适用于有多个任务的系统中。在本系统中，对每个独立的子流程，创建一个对应的线程负责其流程控制，并使线程的生命周期与对应流程的执行时间相

同。通过将线程函数设计成一个死循环，在该循环内结合流程的运行状态对其进行实时监管，直至流程结束，这便是动态多线程控制策略的基本思想。由于一个线程负责一个独立流程的管理，在独立多个流程同时或顺序运行时，该策略实现起来逻辑清晰，便于编程实现和整个过程的监管；反应过程启动后，系统创建反应过程控制主线程，该主线程负责创建与管理各个子线程。为了最大程度利用主线程和简化线程管理。

[0099] 人机交互模块，主要有两大功能，一是将系统的当前状态的各种信息显示给用户，二是接收和识别用户操作。软件将系统各种状态和信息(包括运行状态、温度压力等物理量参数、提示信息、故障信息等等)通过触控屏显示给用户。再者，操作员可通过触控屏来实现整个反应过程控制的启停(比如启动或停止进料，启动或停止热水箱加热等)等操作。

[0100] 数据处理模块，主要实现以下几个主要功能，①反应过程中实时数据的采集和处理，这些数据包括温度、压力、液位、继电器输出状态和系统状态等。这些数据处理与过程控制紧密结合，实现反应过程的自动化、智能化和安全性等；②系统参数的设置。负责对系统参数的默认初始化以及操作员通过人机交互界面输入当前系统相关参数；③系统当前状态参数的存储。系统的当前状态以及必要的参数都会通过文件的形式进行及时保存，以防止断电后能够恢复到系统断电前的状态。

[0101] 底层驱动模块，现场控制器的主控芯片内集成多种功能和柔性十分丰富的模块，开发人员需要通过调用芯片厂家提供的驱动程序，来完成所需硬件模块的调用和配置，实现模数转换、开关量的输入输出、通信、中断等功能。

[0102] 故障诊断模块，主要负责系统状态的监视，以及当发现系统异常时及时告知用户，操作员可以根据人机交互界面上提示出的系统故障类型执行相应的维修操作。系统故障诊断是在系统运行流程中实时监测的，例如在抽负压进料过程中系统会根据设定的时间参数每隔一个时间段对系统当前压强进行检测，如果发现系统压强没有达到要求的负压值就会向人机交互界面发送进料过程压力异常的故障信息，同时停止进料过程，关闭进料阀、真空泵等，并对反应器内压强进行调节使其平衡至标准大气压水平。

[0103] 人机界面模块2，硬件上为LED触控屏，在其上开发有含手动操作、半自动操作、自动操作、故障处理和报警提示五种界面，涵盖了系统所有操作和故障特殊处理功能。用户在该接口函数内编写C语言程序，利用串行通信操作触控屏硬件的寄存器，进而实现交互功能。

[0104] 远程控制端3，它融过程控制设计、现场操作以及工厂资源管理于一体，用户可以在企业网络的所有层次的各个位置上及时获得系统的实时信息与历史信息。用该软件设计界面可将物料反应各种生产系统和应用以及信息交流汇集在一起，实现数据的最优化管理。

[0105] 远程控制端3由控制界面、数据分析界面、报警界面及故障信息界面四部分组成。控制界面包括自动控制界面、半自动控制界面和手动控制界面，主要由反应器、控制阀和泵组成，既可显示当前系统的各种信息也可接收和识别用户操作。数据分析界面包括图形分析处理界面和报表查询界面。报警界面包括实时报警和报警查询界面，当系统出现温度异常或压力异常时实时报警界面会弹出，再确认并消除异常后退出实时报警界面。故障信息由压力异常界面和温度异常界面组成，当故障信息为压力异常时压力异常界面弹出确认异常后退出，当故障信息为温度异常时温度异常界面弹出确认异常后退出。

[0106] 本发明实施例的机电一体化控制的生物反应器控制系统的IO变量包括开关量(阀门及泵)和模拟量(温度、液位、压力、PH)在远程端这些IO变量存储在特定的寄存器中,即每一个IO变量对应一个寄存器,可以通过读取寄存器的值获得当前系统的状态,同时也可通过改变寄存器的值来改变阀门及泵的状态。远程端通过RS485与现场控制器进行通讯,现场控制器采集到当前系统的状态和信息(包括温度、压力、液位、阀门及泵的状态)打包并通过RS485总线发给远程端,远程端解析接收到的数据并通过控制界面显示给用户。用户也可在远程端控制界面上控制反应过程,远程端将控制界面上的数据信息发送给现场控制器,现场控制器接收并解析数据后再控制现场设备去执行相应的操作;当系统处于自动反应状态或半自动状态时,远程端切换到自动界面或半自动界面,此时用户不能改变阀门或泵的状态但可以控制反应的启停。用户点击自动界面的启/停按钮并发送指令给现场控制器,现场控制器收到指令后控制现场设备执行启/停操作。自动界面接收并识别用户启动操作后将“开始反应”命令发送给现场控制器,现场控制器去控制现场设备执行进料、排空气、反应、出料、回卤水。与自动状态不同的是在半自动状态时,用户通过点击反应进程按钮(进料按钮、排空气按钮、反应按钮、出料按钮、回卤水按钮)发送相应命令给现场控制器,现场控制器去控制现场设备执行进料、排空气、反应、出料、回卤水。当系统处于手动反应状态时,远程端切换到手动状态界面,此时用户通过改变阀门或泵的状态来控制反应进程。

[0107] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

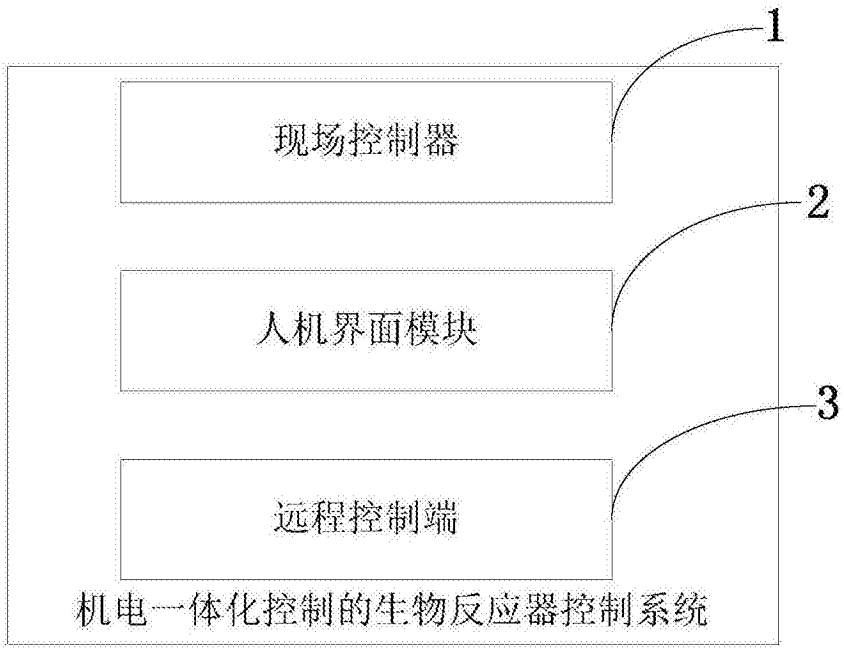

1
现场控制器
2
人机界面模块
3
远程控制端
机电一体化控制的生物反应器控制系统

图1

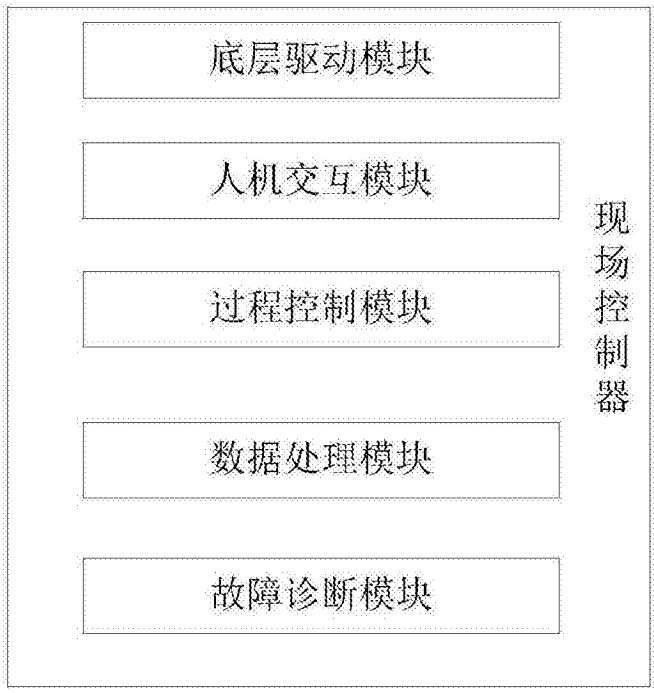

底层驱动模块
人机交互模块
过程控制模块
数据处理模块
故障诊断模块
现场控制器

图2

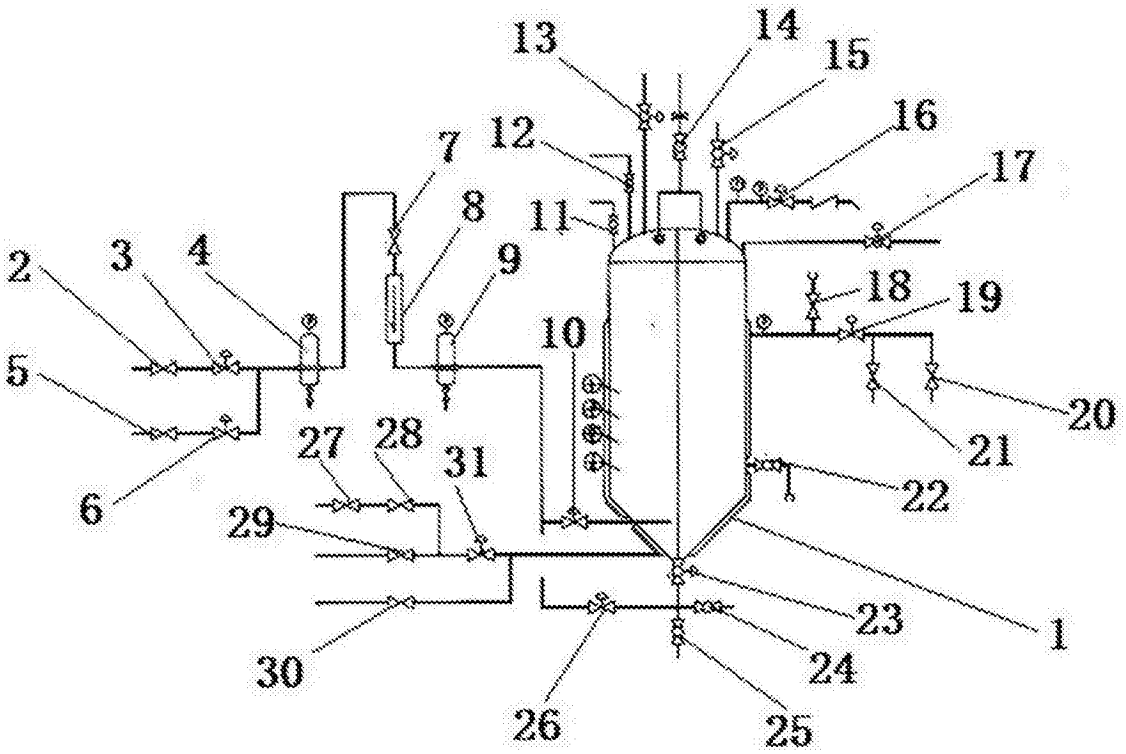

13
14
15
16
17
12
7
8
11
2
3
4
9
18
19
10
5
20
21
27
28
31
22
6
29
1
23
24
30
26
25

图3