(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 115007009 B
(45)授权公告日 2023.07.07

(21)申请号 202210369368.X
(22)申请日 2022.04.08
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115007009 A
(43)申请公布日 2022.09.06
(73)专利权人 广东空天科技研究院
地址 511458 广东省广州市南沙区海滨路1119号1号楼501房
专利权人 中国科学院力学研究所
(72)发明人 廖志敏 李腾 葛逸飞 李纪明 张钧魁
(74)专利代理机构 北京维正专利代理有限公司 11508
专利代理师 卓凡
(51)Int.Cl.
B01F 25/433(2022.01)
B01F 25/431(2022.01)
B01F 35/00(2022.01)
B01F 35/10(2022.01)
B01F 35/20(2022.01)
B01F 35/21(2022.01)
B01F 35/22(2022.01)
B01F 35/221(2022.01)
B01F 35/71(2022.01)
B01F 35/75(2022.01)
B01F 35/83(2022.01)
B01F 35/92(2022.01)
G05B 19/05(2006.01)

(56)对比文件
DE 102018219555 A1,2020.05.20
JP 2009240855 A,2009.10.22
US 2018015431 A1,2018.01.18
CN 102827717 A,2012.12.19
CN 106552574 A,2017.04.05
CN 210934717 U,2020.07.07
JP 2019008560 A,2019.01.17
US 2010143190 A1,2010.06.10
CN 110354645 A,2019.10.22
CN 104437197 A,2015.03.25
CN 110804186 A,2020.02.18
CN 209901120 U,2020.01.07
WO 2017177288 A1,2017.10.19
CN 206430885 U,2017.08.22 (续)

审查员 田涵

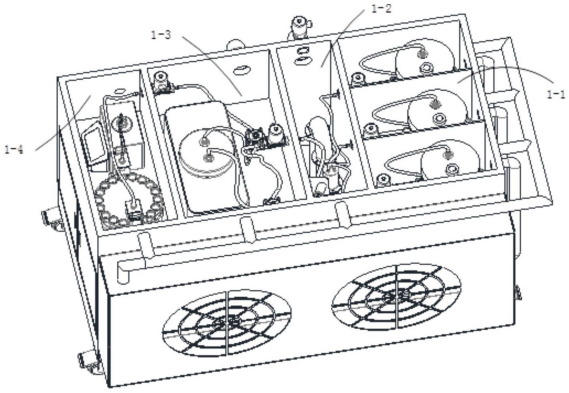
权利要求书4页 说明书12页 附图4页

(54)发明名称

一种燃料推进剂全自动混合配制机构

(57)摘要

本发明公开了一种燃料推进剂全自动混合配制机构,包括外部机构、内部机构、以及下位机控制系统,该外部机构包括机构结构箱体,布设在箱体顶部的箱体密封盖,依次布设在箱体各个侧面的排气管道、排气净化处理模块、电箱、不锈钢电动阀门、以及冷暖气输送管、空调外机;布设在箱体底部的机构脚轮;该内部机构设有多个用不锈钢夹芯板隔开的物理分区:依次为原料存储区域、试剂混合区域、成品存储区域、全自动电位滴定检测区域;所述原料存储区域设有多组原料储存罐、流量可控蠕动泵;本发明可在无人值守条件下进行相关液体混合推进剂的批量生产,精度控制系统将普通自动化生产线离不开的人工操作环节改造为全自动电位滴定仪采集,实现了闭环控制。



CN 115007009 B

[转续页]

[接上页]

(56)对比文件

CN 206604460 U,2017.11.03

US 5192509 A,1993.03.09

孟凡钊等.碳氢燃料超声速燃烧分区实验研究.《力学学报》.2022,第54卷(第6期),第1533-1547页.

肖艳军;朱博;郭维;安伟;.基于PLC多功能锅炉燃烧器控制系统设计.微计算机信息.2008,(第28期),第33-35页.

1.一种燃料推进剂全自动混合配制机构，包括外部机构、内部机构、以及下位机控制系统，该外部机构包括机构结构箱体(1)，布设在箱体顶部的箱体密封盖(2)，依次布设在箱体各个侧面的排气管道(3)、排气净化处理模块(4)、电箱(5)、不锈钢电动阀门(7)、以及冷暖气输送管(8)、空调外机(9)；布设在箱体底部的机构脚轮(6)；

该内部机构设有多个用不锈钢夹芯板隔开的物理分区：依次为原料存储区域(1-1)、试剂混合区域(1-2)、成品存储区域(1-3)、全自动电位滴定检测区域(1-4)；所述原料存储区域(1-1)设有多组原料储存罐(10)、流量可控蠕动泵(11)；所述试剂混合区域(1-2)设有管道静态混合器(13)、红外测温仪(14)、蠕动泵(15)；所述成品存储区域(1-3)设有推进剂成品储存罐(16)；所述全自动电位滴定检测区域(1-4)设有全自动电位滴定仪(17)；各个功能区域还分别安装环境温度传感器、软管(18)、不锈钢微型电动阀(12)，各个功能区的软管(18)分别连接各区的设备和不锈钢微型电动阀(12)，通过各区的软管(18)、以及不锈钢微型电动阀(12)从当前区域连接到下一个区域；

该内部机构和外部机构还设有：横跨多个物理分区或贯穿内部机构和外部机构的试剂混合系统、安全防控系统、数据监测系统、精度控制系统、环境温控系统、通风排气系统；

所述下位机控制系统包括PLC或可编程控制板、分别与PLC或可编程控制板双向连接的用于试剂混合系统的试剂混合控制单元、用于精度控制系统的精度控制单元、用于数据监测系统的数据监测控制单元、用于安全防控系统的安全防控控制单元、用于环境温控系统的环境温度控制单元、用于通风排气系统的通风排气控制单元；

其特征在于：所述安全防控系统划分最小安全单位、通过不锈钢夹芯板将各个最小安全单位物理隔开，从而在保证方便操作维护的前提下将各个最小安全单位在使用状态下与外部环境分隔开；所述数据监测系统针对每个最小安全单位的特点设置有针对性的全方位监测仪器，从而实现对每个最小安全单位的监测；所述精度控制系统设置全自动电位滴定仪(17)，通过内部算法对各流量可控蠕动泵进行流量控制；

所述划分最小安全单位按照以下三个方面：

第一、按照整台设备串联作业区划分最小安全单位，虽然是串联作业，但前后作业区均为独立封闭的安全设计，不会因为整台设备中1个作业区的安全事故而波及到被串联的其他作业区、达到各个作业区的损失最小，具体为：1)将整台设备划分为原料存储区域、试剂混合区域、成品存储区域、全自动电位滴定检测区域；2)将各区域通过不锈钢夹芯板分隔开，箱体密封盖也在保证方便操作维护的前提下将各个区域在使用状态下与外部环境分隔开，如此，原料存储区域，试剂混合区域、成品存储区域、全自动电位滴定检测区域各自与其它三个区分割开；3)每个分区设置专有的温度传感器，通过温度传感器能够把每个局部分区的状态第一时间反应给系统，4)每个分区设置不锈钢微型电动阀(12)，电箱(5)内工控模块控制各区域相互连通的不锈钢微型电动阀(12)关闭；

第二、按照容易发生异常的部位划分最小安全单位；

第三，按照混合试剂中过氧化氢浓度划分最小单位。

2.根据权利要求1所述一种燃料推进剂全自动混合配制机构，其特征在于：

所述下位机控制系统的试剂混合控制单元，其输入端接收PLC或可编程控制板的指令、接收精度控制单元发送的指令，输出端分别连接流量可控蠕动泵(11)、以及蠕动泵(15)，对流量可控蠕动泵(11)进行流量控制、对蠕动泵(15)进行开关控制；

所述下位机控制系统的精度控制单元，其输入端接收PLC或可编程控制板的指令、接收数据监测控制单元发送的数据、接收原料存储区域(1-1)与成品存储区域(1-3)的重量传感器、流量可控蠕动泵(11)、全自动电位滴定仪(17)采集的数据，输出端发送指令给试剂混合控制单元；

所述精度控制单元包括初始化可控蠕动泵流量配比关系子单元、建立精度补偿公式子单元、设置各精度补偿因子单元；所述建立精度补偿公式子单元在所述配比关系的基础上建立各个配比项的精度补偿公式，所述各个配比项包括过氧化氢、乙醇、水；所述设置各精度补偿因子单元是对每个补偿因子的进一步描述，所述各精度补偿因子包括PID补偿因子、外部环境因素补偿因子、全自动电位滴定仪定期检测过氧化氢浓度补偿因子；

所述下位机控制系统的数据监测控制单元，其输入端接收PLC或可编程控制板的指令、接收原料存储区域(1-1)与成品存储区域(1-3)的重量传感器、各区的温度传感器、红外测温仪(14)、各区的微型摄像头、全自动电位滴定仪(17)、流量可控蠕动泵(11)采集的数据，输出端发送数据给下位机控制系统的精度控制单元、安全防控控制单元、以及环境温控控制单元；

所述下位机控制系统的安全防控控制单元，其输入端接收PLC或可编程控制板的指令、接收下位机控制系统的数据监测控制单元发送的数据，输出端控制外部机构的不锈钢电动阀门(7)、各个区的不锈钢微型电动阀(12)、外部机构的冷暖气输送管(8)、以及空调外机(9)、报警蜂鸣器与三色灯、电箱；

所述下位机控制系统的环境温控控制单元，其输入端接收PLC或可编程控制板的指令、接收下位机控制系统的数据监测控制单元发送的数据，输出端控制外部机构的冷暖气输送管(8)、以及空调外机(9)；

所述下位机控制系统的通风排气控制单元，其输入端接收PLC或可编程控制板的指令、其输出端控制外部机构的排气管道(3)、排气净化处理模块(4)；

所述安全防控控制单元、环境温控控制单元对于冷暖气输送管(8)的控制均为开关控制，其中，安全防控控制单元的控制优先级别高于环境温控控制单元的控制优先级别；

所述安全防控控制单元、通风排气控制单元对于排气管道(3)的控制均为开关控制，其中，安全防控控制单元的控制优先级别高于通风排气控制单元的控制优先级别。

3.根据权利要求1所述一种燃料推进剂全自动混合配制机构，其特征在于：所述试剂混合系统，主要由原料存储区域(1-1)的多组原料储存罐(10)以及流量可控蠕动泵(11)、试剂混合区域的管道静态混合器(13)以及蠕动泵(15)、成品存储区域(1-3)的推进剂成品储存罐(16)组成；所述原料存储区域(1-1)的多组原料储存罐(10)内的化学试剂分别通过该区的软管(18)与流量可控蠕动泵(11)抽取至试剂混合区域(1-2)的管道静态混合器(13)中，该管道静态混合器(13)混合充分试剂后，再通过该区的软管(18)与蠕动泵(15)抽取至成品存储区域(1-3)的推进剂成品储存罐(16)中。

4.根据权利要求1所述一种燃料推进剂全自动混合配制机构，其特征在于：所述安全防控系统通过不锈钢夹芯板将各个最小安全单位物理隔开，具体为：该安全防控系统主要由所述外部机构的机构结构箱体(1)、箱体密封盖(2)、不锈钢电动阀门(7)、不锈钢微型电动阀(12)、电箱(5)组成；其中，机构结构箱体(1)为主体，将原料存储区域(1-1)、试剂混合区域(1-2)、成品存储区域(1-3)、全自动电位滴定检测区域(1-4)通过不锈钢夹芯板分隔开，

各区域直接通过不锈钢微型电动阀(12)进行连通;箱体密封盖(2)在保证方便操作维护的前提下将各个区域在使用状态下与外部环境分隔开;当数据监测系统发现温度异常且环境温控系统状态正常则发出报警,电箱(5)内工控模块控制各区域相互连通不锈钢微型电动阀(12)关闭,全部蠕动泵停止工作,电箱(5)断电,进而保证各区域之间以及各区域与外部环境之间完全分隔开,并处于断电状态;若某区域发生燃烧可通过机构结构箱体(1)、箱体密封盖(2)与不锈钢微型电动阀(12)防止火势蔓延;试剂混合过程中发生相应化学反应易出现各种异常情况故而额外增设了不锈钢电动阀门(7),该阀门与外部水管管道连接,当数据监测系统发现管道静态混合器(13)温度异常,在完成上述操作同时将不锈钢电动阀门(7)打开,往试剂混合区域(1-2)注水、液氮;

所述机构结构箱体(1)采用不锈钢夹芯板焊接制作,箱体具有阻燃、防腐、密封、隔热功能;该箱体密封盖(2)采用不锈钢制作,且加装有阻燃橡胶密封圈,具有断电状态保持功能。

5.根据权利要求1所述一种燃料推进剂全自动混合配制机构,其特征在于:所述数据监测系统实现对每个最小安全单位的监测,具体为:该数据监测系统主要由原料存储区域(1-1)的多组原料储存罐(10)与成品存储区域(1-3)的推进剂成品储存罐(16)底部安装的重量传感器、各个功能区域安装的环境温度传感器、原料存储区域(1-1)的流量可控蠕动泵(11)、试剂混合区域(1-2)的流量可控蠕动泵(15)、试剂混合区域(1-2)的红外测温仪(14)、全自动电位滴定检测区域(1-4)的全自动电位滴定仪(17)组成;通过所述重量传感器实时监测原料存储区域(1-1)与成品存储区域(1-3)各原料与成品存量,并根据预先设置的预警线进行缺料报警提示;通过各功能区域安装的环境温度传感器实时监测各区域环境温度,温度异常则会进行报警提示;通过各流量可控蠕动泵实时监测各蠕动泵流量;由于化学试剂混合过程中容易发生异常情况,所以在试剂混合区域(1-2)专门采用红外测温仪(14)实时监测管道静态混合器(13)的温度变化情况,温度异常则会进行报警提示;通过全自动电位滴定仪(17)定期更新混合试剂中的过氧化氢浓度,浓度与预设值差距较大会进行报警提示;各个功能区域安装有微型摄像头可实时上传图像;所有数据通过无线模块实时上传至远程显示监控界面,操作人员可通过移动网络设备实时观察设备运行情况。

6.根据权利要求1所述一种燃料推进剂全自动混合配制机构,其特征在于:所述精度控制系统对各流量可控蠕动泵进行流量控制,具体为:该精度控制系统主要由多组原料储存罐(10)与推进剂成品存储罐(16)底部安装的重量传感器、各流量可控蠕动泵、全自动电位滴定仪(17)组成;精度控制系统根据数据监测系统中重量传感器所提供的各原料与成品实时存量变化数据以及全自动电位滴定仪(17)所检测混合试剂中的过氧化氢浓度数据,通过内部算法对各流量可控蠕动泵进行实时流量控制;整个控制系统为闭环控制进而达到对混合试剂配比精确控制的目标。

7.根据权利要求1所述一种燃料推进剂全自动混合配制机构,其特征在于:所述多组原料储存罐(10)设置为三组,分别存储高浓度过氧化氢、高浓度乙醇、水三种化学试剂;所述管道静态混合器(13)存储互溶性且流动粘性较小的过氧化氢、乙醇、水三种试剂;所述全自动电位滴定仪(17)采用亚硫酸氢钠电位滴定法用于检测推进剂CMP-X中的过氧化氢浓度。

8.根据权利要求3所述一种燃料推进剂全自动混合配制机构,其特征在于:所述管道静态混合器(13),包括试剂混合进口接头(13-1)、U型管道(13-2)、静态混合器(13-3)、混合试剂出口(13-4);其中,核心部件静态混合器(13-3)包括空心管道(13-3-1)与混合单元(13-

3-2)，多种需混合化学试剂通过试剂混合进口接头(13-1)注入由多组静态混合器(13-3)与U型管道(13-2)组成的管道，最终混合充分的试剂通过混合试剂出口(13-4)流出。

9.根据权利要求8所述一种燃料推进剂全自动混合配制机构，其特征在于：所述静态混合器(13-3)让流体在空心管道(13-3-1)中流动冲击混合单元(13-3-2)。

10.根据权利要求1所述一种燃料推进剂全自动混合配制机构，其特征在于：所述环境温控系统主要由冷暖气输送管(8)与空调外机(9)组成，环境温控系统根据数据监测系统提供的各区域实时温度对各区域温度进行调控，进而保证各区域温度符合试剂储存与混合反应需求；所述通风排气系统由排气管道(3)与排气净化处理模块(4)组成，保证各区域空气流通且对各区域化学试剂挥发性有毒气体进行收集净化处理。

一种燃料推进剂全自动混合配制机构

技术领域

[0001] 本发明属于航空航天技术领域，尤其涉及一种适用但不限于立方体卫星的一种燃料推进剂全自动混合配制机构。

背景技术

[0002] 随着小型化技术的进步，立方体卫星单星性能取得显著提升。虽然相对大型卫星，立方体卫星仍在空间分辨率、指向精度、数据传输速率等性能上存在较大差距，但由于其低成本、研制周期短、可批量部署的特点，组成星座后系统具有全球覆盖、高重访率的特性，使其可短时间内实现全球覆盖，并可满足特定区域快速更新数据以及通信响应需求。因此，立方体卫星的应用也日渐增多，在对地观测、通信、科学与技术试验等多个应用领域都发挥了独特的作用。

[0003] 目前卫星的标准推进剂是肼(联氨)类燃料，毒性很大，暴露在高浓度肼中会导致一系列健康问题，包括对肝脏、肾脏和中枢神经系统的损害。如果肼在卫星还在地面时泄漏，其毒性和爆炸性可能会成为一个公共安全问题。

[0004] 从2016年开始，美国CU Aerospace(CUA)公司开始开发一种过氧化氢/乙醇单组元推进剂，目前其开发的代号为CMP-X单元推进剂，已通过了联合国爆炸物分类测试和航空运输认证。与此同时，最近的试验结果表明，使用CMP-X能够采用标准不锈钢制造推力器，避免使用HAN或ADN推力器通常采用的昂贵难熔金属部件。CMP-X推挤剂是一种由乙醇、过氧化氢、水组成的混合物，针对该种类型推进剂设计一种推进剂全自动混合配制机构方案具有较强现实意思与较大的市场的价值。

[0005] CMP-X类推进剂属于易燃易爆产品，部分化学试剂本身具有毒性、腐蚀性、挥发性、易燃易爆性或不同试剂混合过程中发生相应化学反应可能出现有毒气体挥发、燃烧、爆炸等现象。现有技术大多仍采用试验室制备方式进行制备，通过人工手动调配混合各种化学试剂。虽然调配人员穿着特殊防护服等设备，但仍具有较大的生产安全隐患。

[0006] 自动化设备取代人工的难点在于：(1)需确保CMP-X类易燃易爆推进剂生产全过程不需要人工参与；(2)需确保事故隐患发生时不需要人工参与而由系统自动处理；(3)大批量配制混合试剂的同时实现较高的配比精度控制。

[0007] 相比于普通自动化设备区别在于，普通自动化设备并非完全自动化，部分环节仍需人工参与，而CMP-X类推进剂的生产要求高集成化、高自动化、高智能化、完全避免人工参与。所述高自动化，就是将普通自动化设备中需人工介入环节也由设备自动完成，例如将传统设备必不可少的人工进行滴定液采集的环节也封闭在机构内由设备自动采样检测；所述高安全性和高智能化，就是该系统工作状态下是一个全封闭系统，当事故隐患发生时，不需要人工到现场排查隐患，而是由系统自动判断隐患的节点所在，并且自动进行隐患处理，防止事故的进一步蔓延。

发明内容

[0008] 本发明针对现有技术存在的问题，提出一种燃料推进剂全自动混合配制机构，目的在于实现易燃易爆生产线当事故隐患发生时完全不需要人工参而自动排出隐患、以及将普通自动化生产线实验室人工采集标本的环节也纳入全自动化管理，从而实现了实时采集标本并实时调整控制、由阶段控制改进为闭环实时控制，并且避免有毒物质对人体伤害。

[0009] 本发明为解决其技术问题采用以下技术方案：

[0010] 一种燃料推进剂全自动混合配制机构，包括外部机构、内部机构、以及下位机控制系统，该外部机构包括机构结构箱体1，布设在箱体顶部的箱体密封盖2，依次布设在箱体各个侧面的排气管道3、排气净化处理模块4、电箱5、不锈钢电动阀门7、以及冷暖气输送管8、空调外机9；布设在箱体底部的机构脚轮6；

[0011] 该内部机构设有各个功能区域，各个功能区域依次为原料存储区域1-1、试剂混合区域1-2、成品存储区域1-3、全自动电位滴定检测区域1-4；所述原料存储区域1-1设有多组原料储存罐10、流量可控蠕动泵11；所述试剂混合区域1-2设有管道静态混合器13、红外测温仪14、流量可控蠕动泵15；所述成品存储区域1-3设有推进剂成品储存罐16；所述全自动电位滴定检测区域1-4设有全自动电位滴定仪17；各个功能区域还分别安装环境温度传感器、软管18、不锈钢微型电动阀12，各个功能区的软管18分别连接各区的设备和不锈钢微型电动阀12，通过各区的软管18、以及不锈钢微型电动阀12从当前区域连接到下一个区域；

[0012] 该内部机构和外部机构还设有：横跨多个物理分区或贯穿内部机构和外部机构的试剂混合系统、安全防控系统、数据监测系统、精度控制系统、环境温控系统、通风排气系统；

[0013] 所述下位机控制系统包括PLC或可编程控制板、分别与PLC或可编程控制板双向连接的用于试剂混合系统的试剂混合控制单元、用于精度控制系统的精度控制单元、用于数据监测系统的数据监测控制单元、用于安全防控系统的安全防控控制单元、用于环境温控系统的环境温度控制单元、用于通风排气系统的通风排气控制单元；

[0014] 其特点是：所述安全防控系统划分最小安全单位、通过不锈钢夹芯板将各个最小安全单位物理隔开，从而在保证方便操作维护的前提下将各个最小安全单位在使用状态下与外部环境分隔开；所述数据监测系统针对每个最小安全单位的特点设置有针对性的全方位监测仪器，从而实现对每个最小安全单位的监测；所述的精度控制系统设置全自动电位滴定仪(17)，通过内部算法对各流量可控蠕动泵进行流量控制。

[0015] 进一部地，所述下位机控制系统的试剂混合控制单元，其输入端接收PLC或可编程控制板的指令、接受精度控制单元的发送的指令，输出端分别连接流量可控蠕动泵11、以及蠕动泵15，对流量可控蠕动泵11进行流量控制、对蠕动泵15进行开关控制；

[0016] 所述下位机控制系统的精度控制单元，其输入端接收PLC或可编程控制板的指令、接收数据监测控制单元发送的数据、接收原料存储区域1-1与成品存储区域1-3的重量传感器、流量可控蠕动泵11、全自动电位滴定仪17采集的数据，输出端发送指令给试剂混合控制单元；

[0017] 所述精度控制单元包括初始化可控蠕动泵流量配比关系子单元、建立精度补偿公式子单元、设置各精度补偿因子单元；所述建立精度补偿公式子单元在所述配比关系的基础上建立各个配比项的精度补偿公式，所述各个配比项包括过氧化氢、乙醇、水；所述设置

各精度补偿因子单元是对每个补偿因子的进一部描述;所述各精度补偿因子包括PID补偿因子、外部环境因素补偿因子、全自动电位滴定仪定期检测过氧化氢浓度补偿因子;

[0018] 所述下位机控制系统的数据监测控制单元,其输入端接收PLC或可编程控制板的指令、接收原料存储区域1-1与成品存储区域1-3的重量传感器、各区的温度传感器、红外测温仪14、各区的微型摄像头、全自动电位滴定仪17、流量可控蠕动泵11采集的数据,输出端发送数据给下位机控制系统的精度控制单元、安全防控控制单元、以及环境温控控制单元;

[0019] 所述下位机控制系统的安全防控控制单元,其输入端接收PLC或可编程控制板的指令、接收下位机控制系统的数据监测控制单元发送的数据,输出端控制外部机构的不锈钢电动阀7、各个区的不锈钢微型电动阀12、外部机构的冷暖气输送管8、以及空调外机9、报警蜂鸣器与三色灯、电箱;

[0020] 所述下位机控制系统的环境温控控制单元,其输入端接收PLC或可编程控制板的指令、接收下位机控制系统的数据监测控制单元发送的数据,输出端控制外部机构的冷暖气输送管8、以及空调外机9;

[0021] 所述下位机控制系统的通风排气控制单元,其输入端接收PLC或可编程控制板的指令、其输出端控制外部机构的排气管道3、排气净化处理模块4;

[0022] 所述安全防控控制单元、环境温控控制单元对于冷暖气输送管8的控制均为开关控制,其中,安全防控控制单元的控制优先级别高于环境温控控制单元的控制优先级别;

[0023] 所述安全防控控制单元、通风排气控制单元对于排气管道3的控制均为开关控制,其中,安全防控控制单元的控制优先级别高于通风排气控制单元的控制优先级别。

[0024] 进一步地,所述试剂混合系统包括原料存储区域1-1的多组原料储存罐10、以及流量可控蠕动泵11;还包括试剂混合区的管道静态混合器13、以及流量可控蠕动泵15;还包括成品存储区的推进剂成品储存罐16;所述原料存储区域1-1的多组原料储存罐10内的化学试剂分别通过该区的软管18与流量可控蠕动泵11抽取至试剂混合区1-2的管道静态混合器13中,该管道静态混合器13混合充分试剂后,再通过该区的软管18与流量可控蠕动泵15抽取至成品存储区域1-3的推进剂成品储存罐16中。

[0025] 进一步地,所述安全防控系统将各个区域在使用状态下与外部环境分隔开,具体为:该安全防控系统由所述外部机构的机构结构箱体1、箱体密封盖2、不锈钢电动阀门7、不锈钢微型电动阀12、电箱5组成;其中,机构结构箱体1为主体,将原料存储区域1-1、试剂混合区域1-2、成品存储区域1-3、全自动电位滴定检测区域1-4通过不锈钢夹芯板分隔开,各区域直接通过不锈钢微型电动阀12进行连通;箱体密封盖2在保证方便操作维护的前提下将各个区域在使用状态下与外部环境分隔开;当数据监测系统发现温度异常且环境温控系统状态正常则发出报警,电箱5内工控模块控制各区域相互连通不锈钢微型电动阀12关闭,全部蠕动泵停止工作,电箱5断电,进而保证各区域之间以及各区域与外部环境之间完全分隔开,并处于断电状态;若某区域发生燃烧可通过机构结构箱体1、箱体密封盖2与不锈钢微型电动阀12防止火势蔓延;试剂混合过程中发生相应化学反应易出现各种异常情况故而额外增设了不锈钢电动阀门7,该阀门与外部水管管道连接,当数据监测系统发现管道静态混合器13温度异常,在完成上述操作同时将不锈钢电动阀门7打开往试剂混合区域1-2注水、液氮或特殊冷却剂;

[0026] 进一步地,所述机构结构箱体1采用不锈钢夹芯板焊接制作,箱体具有阻燃、防腐、

密封、隔热功能；该箱体密封盖2采用不锈钢制作，且加装有阻燃橡胶密封圈，具有断电状态保持功能。

[0027] 进一步地，所述数据监测系统实现对每个最小安全单位的监测，具体为：该数据监测系统由原料存储区域1-1的多组原料储存罐10与成品存储区域1-3的推进剂成品储存罐16底部安装的重量传感器、各个功能区域安装的环境温度传感器、原料存储区域1-1的流量可控蠕动泵11、试剂混合区域1-2的流量可控蠕动泵15、试剂混合区域1-2的红外测温仪14、全自动电位滴定检测区域1-4的全自动电位滴定仪17组成；通过所述重量传感器实时监测原料存储区域1-1与成品存储区1-2各原料与成品存量，并根据预先设置的预警线进行缺料报警提示；通过各功能区域安装的环境温度传感器实时监测各区域环境温度，温度异常则会进行报警提示；通过各流量可控蠕动泵实时监测各蠕动泵流量；由于化学试剂混合过程中容易发生异常情况，所以在试剂混合区域1-2专门采用红外测温仪14实时监测管道静态混合器13的温度变化情况，温度异常则会进行报警提示；通过全自动电位滴定仪17定期更新混合试剂中的过氧化氢浓度，浓度与预设值差距较大会进行报警提示；各个功能区域安装有微型摄像头可实时上传图像；所有数据通过无线模块实时上传至远程显示监控界面，操作人员可通过移动网络设备实时观察设备运行情况。

[0028] 进一步地，所述精度控制系统对各流量可控蠕动泵进行流量控制，具体为：该精度控制系统由多组原料储存罐10与推进剂成品存储罐16底部安装的重量传感器、各流量可控蠕动泵、全自动电位滴定仪17组成；精度控制系统根据数据监测系统中重量传感器所提供的各原料与成品实时存量变化数据以及全自动电位滴定仪17所检测混合试剂中的过氧化氢浓度数据，通过内部算法对各流量可控蠕动泵进行实时流量控制；整个控制系统为闭环控制进而达到对混合试剂配比精确控制的目标。

[0029] 进一步地，所述多组原料储存罐10设置为三组，分别存储高浓度过氧化氢、高浓度乙醇、水三种化学试剂；所述管道静态混合器13存储互溶性且流动粘性较小的过氧化氢、乙醇、水三种试剂；所述全自动电位滴定仪17采用亚硫酸氢钠电位滴定法用于检测CMP-X中的过氧化氢浓度。

[0030] 所述管道静态混合器13，包括试剂混合进口接头13-1、U型管道13-2、静态混合器13-3、混合试剂出口13-4；其中，核心部件静态混合器13-3包括空心管道13-3-1与混合单元13-3-2，多种需混合化学试剂通过试剂混合进口接头13-1注入管道，所述管道由多组静态混合器13-3与U型管道13-2组成，最终混合充分的试剂通过混合试剂出口13-4流出。

[0031] 所述静态混合13-3让流体在空心管道中13-3-1流动冲击混合单13-3-2，增加流体层流运动的速度梯度或形成湍流，层流时，是“分割-位置移动-重新汇合”，湍流时，流体除上述三种情况外，还会在断面方向产生剧烈的涡流，有很强的剪切力作用于流体，使流体进一步分割混合，最终混合形成所需要的乳状液；之所以称之为“静态”混合器，是指管道内没有运动部件，只有静止元件。系统包括但不局限于CMP-X推进剂，：(1)根据需求设置原料储存罐组数并更换储存罐材质与结构型式；(2)根据互溶性、粘性、化学反应等因素可更换混合器形式，比如更换带动力搅拌子的混合设备；(3)针对推进剂更换检测仪等。

[0032] 所述环境温控系统由冷暖气输送管8与空调外机9组成，系统可根据数据监测系统提供的各区域实时温度对各区域温度进行调控，进而保证各区域温度符合试剂储存与混合反应需求；所述通风排气系统由排气管道3与排气净化处理模块4组成，保证各区域空气流

通且对各区域化学试剂挥发性有毒气体进行收集净化处理。

[0033] 本发明的优点效果

[0034] 1、该机构方案可在无人值守条件下进行相关液体混合推进剂的批量生产，相对于传统人工配制方式效率有显著提升；

[0035] 2、整个机构与外部环境隔绝，并配制有环境温控系统与通风排气系统，故生产环节不受外部环境影响且可对产生的有毒气体进行收集或净化处理；

[0036] 3、由于部分化学试剂本身具有毒性、腐蚀性、挥发性、易燃易爆性或不同试剂混合过程中发生相应化学反应可能出现有毒气体挥发、燃烧、爆炸等现象。方案设计有安全防空系统与数据监测系统，可对突发异常情况进行自动应急防控且人员可使用移动设备对整个生产过程进行远程监测，极大程度上避免了生产安全事故的发生。

[0037] 4、精度控制系统通过将普通自动化生产线离不开的人工操作环节(实验室人工滴定液采集)改造为全自动电位滴定仪17采集，实现了真正意义的闭环控制，不但避免了人工采集标本时吸入有害气体对身体造成伤害，也从实验室到生产线的阶段控制方式改造为全自动设备内部的实时控制方式。这一高集成化设计实现了安全管理从量变到质变的飞跃。

附图说明

[0038] 图1系统机构整体图一；

[0039] 图2系统机构整体图二；

[0040] 图3机箱内部分区图一；

[0041] 图4机箱内部分区图二；

[0042] 图5试剂混合系统示意图；

[0043] 图6管道静态混合器示意图；

[0044] 图7全自动电位滴定仪示意图；

[0045] 图8-1推进剂全自动混合配置机构控制系统示意图；

[0046] 图8-2本发明全自动混合配置机构控制系统精度控制单元示意图。

具体实施方式

[0047] 下面结合附图对本发明做出进一步的解释：

[0048] 本发明设计原理

[0049] 1、划分最小安全单位的设计原理：传统方法是将整台设备作为一个安全管理单位，本发明是将整台设备中每一个可能出现危险的事故点作为最小安全单位，将每一个最小安全单位作为一个独立的封闭区与外界隔开、按照最小安全单位进行安全管理设计，这是本发明和传统方法最大的区别。按照传统方法：混合配置装置中的原料存储区域、试剂混合区域、成品存储区域、全自动电位滴定检测区域，这四个区域作为一个整体进行整体安全设计，机构结构箱体设计是将这四个部分共用1个箱体、温度传感器设计是将这四个部分共用1个温度传感器、不锈钢微型电动阀设计是将这四个部分共用1个不锈钢微型电动阀。本发明从三个方面对整台设备划分最小安全单位：

[0050] 第一、按照整台设备串联作业区划分最小安全单位，虽然是串联作业，但前后作业区均为独立封闭的安全设计，不会因为整台设备中1个作业区的安全事故而波及到被串联

的其他作业区、达到各个作业区的损失最小，具体为：1)将整台设备划分为原料区、混合区、成品区、混合物浓度监测区；2)将各区域通过不锈钢夹芯板分隔开，箱体密封盖也在保证方便操作维护的前提下将各个区域在使用状态下与外部环境分隔开，如此，原料存储区域，试剂混合区域、成品存储区域、全自动电位滴定检测区域各自与其它三个区分割开；3)每个分区设置专有的温度传感器，通过温度传感器能够把每个局部分区的状态第一时间反应给系统，4)每个分区设置不锈钢微型电动阀12，电箱5内工控模块控制各区域相互连通的不锈钢微型电动阀12关闭；

[0051] 第二、按照容易发生异常的部位划分最小安全单位：由于化学试剂混合过程中容易发生异常情况，所以专门采用红外测温仪14实时监测管道静态混合器13的温度变化情况，温度异常则会进行报警提示；

[0052] 第三，按照混合试剂中过氧化氢浓度划分最小单位：全自动电位滴定仪17汇集了前面各区原料与成品实时存量情况、以及前面各区流量可控蠕动泵的情况：精度控制系统根据数据监测系统中重量传感器所提供的各原料与成品实时存量变化数据以及全自动电位滴定仪17所检测混合试剂中的过氧化氢浓度数据，通过内部算法对各流量可控蠕动泵11进行流量控制。

[0053] 2、将实验室和生产线封闭在一起的高集成度设计原理：传统方法，生产线、实验室各为独立的区域，常见全自动化生产车间，但未见全自动化实验室，因为实验室的工作必须由人工操作。本发明将实验室的人工操作也由机器代替，专门设置了全自动电位滴定仪17，所述全自动电位滴定仪17采用亚硫酸氢钠电位滴定法用于检测CMP-X中的过氧化氢浓度，全自动电位滴定仪17定期更新混合试剂中的过氧化氢浓度，浓度与预设值差距较大会进行报警提示；全自动电位滴定仪17相比传统人工采集标本的方法，其优势在于一方面免除了人体受到的伤害，更重要的是全自动电位滴定仪17实时和精度控制系统相连，精度控制系统根据数据监测系统中重量传感器所提供的各原料与成品实时存量变化数据以及全自动电位滴定仪17所检测混合试剂中的过氧化氢浓度数据，通过内部算法对各流量可控蠕动泵进行实时流量控制；全自动电位滴定仪17的方法实现了从阶段控制变为实时控制，而传统的实验室人工滴定仪采集标本的方法只能做到阶段控制而不能做到实时控制。

[0054] 基于以上原理，本发明设计了一种燃料推进剂全自动混合配制机构，包括外部机构、内部机构、以及下位机控制系统，如图1、图2、图8-1、图8-2所示、以及内部机构如图3-6所示，该外部机构包括机构结构箱体1，布设在箱体顶部的箱体密封盖2，依次布设在箱体各个侧面的排气管道3、排气净化处理模块4、电箱5、不锈钢电动阀门7、以及冷暖气输送管8、空调外机9；布设在箱体底部的机构脚轮6；

[0055] 该内部机构设有各个功能区域，各个功能区域如图3所示，依次为原料存储区域1-1、试剂混合区域1-2、成品存储区域1-3、全自动电位滴定检测区域1-4；所述原料存储区域1-1设有多组原料储存罐10、流量可控蠕动泵11；所述试剂混合区域1-2设有管道静态混合器13、红外测温仪14、流量可控蠕动泵15；所述成品存储区域1-3设有推进剂成品储存罐16；所述全自动电位滴定检测区域1-4设有全自动电位滴定仪17；各个功能区域还分别安装环境温度传感器、软管18、不锈钢微型电动阀12，各个功能区的软管18分别连接各区的设备和不锈钢微型电动阀12，通过各区的软管18、以及不锈钢微型电动阀12从当前区域连接到下一个区域；

[0056] 该内部机构和外部机构还设有:横跨多个物理分区或贯穿内部机构和外部机构的试剂混合系统、安全防控系统、数据监测系统、精度控制系统、环境温控系统、通风排气系统;

[0057] 所述下位机控制系统如图8-1、图8-2所示,包括PLC或可编程控制板、分别与PLC或可编程控制板双向连接的用于试剂混合系统的试剂混合控制单元、用于精度控制系统的精度控制单元、用于数据监测系统的数据监测控制单元、用于安全防控系统的安全防控控制单元、用于环境温控系统的环境温度控制单元、用于通风排气系统的通风排气控制单元;

[0058] 其特点是:所述安全防控系统划分最小安全单位、通过不锈钢夹芯板将各个最小安全单位物理隔开,从而在保证方便操作维护的前提下将各个最小安全单位在使用状态下与外部环境分隔开;所述数据监测系统针对每个最小安全单位的特点设置有针对性的全方位监测仪器,从而实现对每个最小安全单位的监测;所述的精度控制系统设置全自动电位滴定仪17,通过内部算法对各流量可控蠕动泵进行实时流量控制。

[0059] 如图8-1、图8-2所示,所述下位机控制系统的精度控制单元,其输入端接收PLC或可编程控制板的指令、接收数据监测控制单元发送的数据、接收原料存储区域1-1与成品存储区域1-3的重量传感器、流量可控蠕动泵11、全自动电位滴定仪17采集的数据,输出端发送指令给试剂混合控制单元;

[0060] 所述精度控制单元包括初始化可控蠕动泵流量配比关系子单元、建立精度补偿公式子单元、设置各精度补偿因子单元;所述建立精度补偿公式子单元在所述配比关系的基础上建立各个配比项的精度补偿公式,所述各个配比项包括过氧化氢、乙醇、水;所述设置各精度补偿因子单元是对每个补偿因子的进一部描述;所述各精度补偿因子包括PID补偿因子、外部环境因素补偿因子、全自动电位滴定仪定期检测过氧化氢浓度补偿因子;

[0061] 所述精度控制单元包括算法处理模块,具体算法如下:

[0062] 步骤一、初始化可控蠕动泵流量配比关系:通过移动端远程控制面板或设备端控制面板设置各原料储存罐内化学试剂浓度,以CMP-X推进剂为例,分别设置过氧化氢与乙醇原料浓度为a、b(水的浓度为1),设置成品混合试剂配比(过氧化氢:乙醇:水)为α:β:γ,通过方程求解可得初始可控蠕动泵流量配比关系(过氧化氢:乙醇:水)为:

$$\frac{\alpha}{a}:\ \frac{\beta}{b}:\ \gamma-\frac{(1-a)}{a}\alpha-\frac{(1-b)}{b}\beta。$$

[0063] 步骤二、建立的精度补偿公式:采用算法对流量可控蠕动泵实时流量进行精度补偿,降低误差累积;理想条件下,流量按上述配比控制即可满足配比精度需求,但由于实际各种环境、传感器精度、设备精度和试剂特性等因素影响,若采用简单固定流量配比将导致误差累积,进而严重影响最终配比精度。因此需采用算法对流量可控蠕动泵实时流量进行精度补偿,降低误差累积。

[0064] 假设流量可控蠕动泵流量基础值为1,则各模块初始流量为:

$\frac{\alpha}{a}$、$\frac{\beta}{b}$、$\gamma-\frac{(1-a)}{a}\alpha-\frac{(1-b)}{b}\beta$。并根据可编程控制板卡时钟将时间切分为毫秒级小段,进而可实时对可控蠕动本流量进行补偿调整,具体公式如下所示:

[0065] $$\frac{\alpha}{a}+u_{\alpha}(t_n)_{PID}+u(t_n)_{环境因素}+u_{\alpha}(t_n)_{滴定浓度补偿}$$

[0066] $$\frac{\beta}{b}+u_{\beta}(t_n)_{PID}+u(t_n)_{环境因素}$$

[0067] $$\gamma-\frac{(1-a)}{a}\alpha-\frac{(1-b)}{b}\beta+u_{\gamma}(t_n)_{PID}+u(t_n)_{环境因素}$$

[0068] 其中：$u_{\alpha}(t_n)_{PID}$、$u_{\beta}(t_n)_{PID}$、$u_{\gamma}(t_n)_{PID}$为实时PID补偿因子；$u(t_n)_{环境因素}$为实时外部环境影响因素补偿因子；$u_{\alpha}(t_n)_{滴定浓度补偿}$为实时全自动电位滴定仪定期检测过氧化氢浓度补偿因子。

[0069] 步骤三、设置各精度补偿因子

[0070] (1)PID补偿

[0071] 理论上单位时间片段内流量可控蠕动泵流量关于时间的积分函数，为对应时间片段Δt（$\Delta t=t_n-t_{n-1}$）内原料存储罐的重量变化（由原料储存罐底部安装的重量传感器实时测量所得）$w_{\alpha}(\Delta t)$、$w_{\beta}(\Delta t)$、$w_{\gamma}(\Delta t)$，如下公式所示：

[0072] $$\int_{t_{n-1}}^{t_n}\left(\frac{\alpha}{a}+u_{\alpha}(t_{n-1})_{PID}+u(t_{n-1})_{环境因素}+u_{\alpha}(t_{n-1})_{滴定浓度补偿}\right)d_t=w_{\alpha}(\Delta t)$$

[0073] $$\int_{t_{n-1}}^{t_n}\left(\frac{\beta}{b}+u_{\beta}(t_{n-1})_{PID}+u(t_{n-1})_{环境因素}\right)d_t=w_{\beta}(\Delta t)$$

[0074] $$\int_{t_{n-1}}^{t_n}\left(\gamma-\frac{(1-a)}{a}\alpha-\frac{(1-b)}{b}\beta+u_{\gamma}(t_{n-1})_{PID}+u(t_{n-1})_{环境因素}\right)d_t=w_{\gamma}(\Delta t)$$

[0075] 但实际上两者存在偏差，为此采用PID算法对其进行精度补偿：

[0076] 1)计算得到偏差值：

[0077] $$error_{\alpha}(t_n)=w_{\alpha}(\Delta t)-\int_{t_{n-1}}^{t_n}\left(\frac{\alpha}{a}+u_{\alpha}(t_{n-1})\right)d_t$$

[0078] $$error_{\beta}(t_n)=w_{\beta}(\Delta t)-\int_{t_{n-1}}^{t_n}\left(\frac{\beta}{b}+u_{\beta}(t_{n-1})\right)d_t$$

[0079] $$error_{\gamma}(t_n)=w_{\gamma}(\Delta t)-\int_{t_{n-1}}^{t_n}\left(\gamma-\frac{(1-a)}{a}\alpha-\frac{(1-b)}{b}\beta+u_{\gamma}(t_{n-1})\right)d_t$$

[0080] 其中：$error_{\alpha}(t_n)$、$error_{\beta}(t_n)$、$error_{\gamma}(t_n)$为单位时间段内重量传感器实时测量值与单位时间段内流量可控蠕动泵积分函数的差值。

[0081] 2)各模块PID补偿因子：

[0082] $$u_{\alpha}(t_n)_{PID}=K_{P\alpha}error_{\alpha}(t_{n-1})+K_{I\alpha}\int_{t_{n-1}}^{t_n}error_{\alpha}(t_{n-1})d_t+K_{D\alpha}\frac{derror_{\alpha}(t_{n-1})}{dt}$$

[0083] $$u_{\beta}(t_n)_{PID}=K_{P\beta}error_{\beta}(t_{n-1})+K_{I\beta}\int_{t_{n-1}}^{t_n}error_{\beta}(t_{n-1})d_t+K_{D\beta}\frac{derror_{\beta}(t_{n-1})}{dt}$$

[0084] $$u_{\gamma}(t_n)_{PID} = K_{P_{\gamma}} error_{\beta}(t_{n-1}) + K_{I_{\gamma}} \int_{t_{n-1}}^{t_n} error_{\gamma}(t_{n-1}) d_t + K_{D_{\gamma}} \frac{derror_{\gamma}(t_{n-1})}{dt}$$

[0085] 其中：$K_{P_{\alpha}}$、$K_{P_{\beta}}$、$K_{P_{\gamma}}$为各模块比例项系数；$K_{I_{\alpha}}$、$K_{I_{\beta}}$、$K_{I_{\gamma}}$为各模块积分项系数；$K_{D_{\alpha}}$、$K_{D_{\beta}}$、$K_{D_{\gamma}}$为各模块微分项系数。

[0086] (2)外部环境影响因素补偿

[0087] 理论上原料存储罐的重量变化之和与成品存储罐重量变化值$w_{总}(\Delta t)$一致，但由于管道残留、传感器精度、化学试剂挥发等因素导致实际值与理论值一定存在相应误差，故引入传感器精度补偿系数$w_{(s)}$、管道残留补偿系数$w_{(p)}$、挥发补偿系数$w_{(v)}$等环境系数。

[0088] 由于各原料模块机构类似，在此理想认为各模块受相同条件环境因素影响，故并未再进行详细区分。

[0089] 采用原料存储罐的重量变化之和与成品存储罐重量变化的差值$(-w_{总}(\Delta t)+w_{\alpha}(\Delta t)+w_{\beta}(\Delta t)+w_{\gamma}(\Delta t))$作为系数锚点。可得实时外部环境影响因素补偿因子，如下公式所示：

[0090] $$u(t_n)_{环境因素} = w_{(s)} w_{(p)} w_{(v)} \cdots (-w_{总}(\Delta t)+w_{\alpha}(\Delta t)+w_{\beta}(\Delta t)+w_{\gamma}(\Delta t))$$

[0091] (3)全自动电位滴定仪定期检测过氧化氢浓度补偿因子

[0092] 由于CMP-X推进剂的核心指标为混合试剂中的过氧化氢浓度系数，因此为提高试剂中过氧化氢浓度精度，在过氧化氢流量可控蠕动泵已有的PID补偿因子与外部环境影响因素补偿因子的基础上，增加一项全自动电位滴定仪定期检测过氧化氢浓度补偿因子。

[0093] 全自动电位滴定仪定期检测过氧化氢浓度补偿因子利用全自动电位滴定仪定期检测的过氧化氢浓度$\delta_{(t_n)}$与成品试剂过氧化氢目标值α的差值，采用PID算法对其进行精度补偿。

[0094] 1)计算偏差值：

[0095] 偏差值：$error_{滴定浓度补偿}(t_n) = \delta_{(t_n)} - \alpha$

[0096] 2)全自动电位滴定仪定期检测过氧化氢浓度补偿因子计算：

[0097] $$u_{\alpha}(t_n)_{滴定浓度补偿} = K_{P滴} error_{滴定浓度补偿}(t_{n-1}) + K_{I滴} \int_{t_{n-1}}^{t_n} error_{滴定浓度补偿}(t_{n-1}) d_t + K_{D滴} \frac{derror_{滴定浓度补偿}(t_{n-1})}{dt}$$

[0098] 其中：$K_{P滴}$为各模块比例项系数；$K_{I滴}$为各模块积分项系数；$K_{D滴}$为各模块微分项系数。

[0099] 上述PID系数与各补偿系数如：$K_{P_{\alpha}}$、$K_{P_{\beta}}$、$K_{P_{\gamma}}$、$K_{P滴}$、$K_{I_{\alpha}}$、$K_{I_{\beta}}$、$K_{I_{\gamma}}$、$K_{I滴}$、$K_{D_{\alpha}}$、$K_{D_{\beta}}$、$K_{D_{\gamma}}$、$K_{D滴}$、$w_{(s)}$、$w_{(p)}$、$w_{(v)}$均需根据多次混合试验测试数据进行调整设置，以达到理想精度补偿效果。此外，随着试验数据量的大量增加后期可引入机器学习

模型对各系数进行设置。

[0100] 所述下位机控制系统的数据监测控制单元，其输入端接收PLC或可编程控制板的指令、接收原料存储区域1-1与成品存储区域1-3的重量传感器、各区的温度传感器、红外测温仪14、各区的微型摄像头、全自动电位滴定仪17、流量可控蠕动泵11采集的数据，输出端发送数据给下位机控制系统的精度控制单元、安全防控控制单元、以及环境温控控制单元；

[0101] 所述下位机控制系统的安全防控控制单元，其输入端接收PLC或可编程控制板的指令、接收下位机控制系统的数据监测控制单元发送的数据，输出端控制外部机构的不锈钢电动阀7、各个区的不锈钢微型电动阀12、外部机构的冷暖气输送管8、以及空调外机9、报警蜂鸣器与三色灯、电箱；

[0102] 所述下位机控制系统的环境温控控制单元，其输入端接收PLC或可编程控制板的指令、接收下位机控制系统的数据监测控制单元发送的数据，输出端控制外部机构的冷暖气输送管8、以及空调外机9；

[0103] 所述下位机控制系统的通风排气控制单元，其输入端接收PLC或可编程控制板的指令、其输出端控制外部机构的排气管道3、排气净化处理模块4；

[0104] 所述安全防控控制单元、环境温控控制单元对于冷暖气输送管8的控制均为开关控制，其中，安全防控控制单元的控制优先级别高于环境温控控制单元的控制优先级别；

[0105] 所述安全防控控制单元、通风排气控制单元对于排气管道3的控制均为开关控制，其中，安全防控控制单元的控制优先级别高于通风排气控制单元的控制优先级别。

[0106] 所述试剂混合系统如图3、图4、图5所示，包括原料存储区域1-1的多组原料储存罐10、以及流量可控蠕动泵11；还包括试剂混合区1-2的管道静态混合器13、以及蠕动泵15；还包括成品存储区1-3的推进剂成品储存罐16；所述原料存储区域1-1的多组原料储存罐10内的化学试剂分别通过该区的软管18与流量可控蠕动泵11抽取至试剂混合区1-2的管道静态混合器13中，该管道静态混合器13混合充分试剂后，再通过该区的软管18与蠕动泵15抽取至成品存储区域1-3的推进剂成品储存罐16中。

[0107] 所述安全防控系统如图1、图3所示，将各个区域在使用状态下与外部环境分隔开，具体为：该安全防控系统由所述外部机构的机构结构箱体1、箱体密封盖2、不锈钢电动阀门7、不锈钢微型电动阀12(不锈钢微型电动阀12为内部机构)、电箱5组成；其中，机构结构箱体1为主体，将原料存储区域1-1、试剂混合区域1-2、成品存储区域1-3、全自动电位滴定检测区域1-4通过不锈钢夹芯板分隔开，各区域直接通过不锈钢微型电动阀12进行连通；箱体密封盖2在保证方便操作维护的前提下将各个区域在使用状态下与外部环境分隔开；当数据监测系统发现温度异常且环境温控系统状态正常则发出报警，电箱5内工控模块控制各区域相互连通不锈钢微型电动阀12关闭，全部蠕动泵停止工作，电箱5断电，进而保证各区域之间以及各区域与外部环境之间完全分隔开，并处于断电状态；若某区域发生燃烧可通过机构结构箱体1、箱体密封盖2与不锈钢微型电动阀12防止火势蔓延；试剂混合过程中发生相应化学反应易出现各种异常情况故而额外增设了不锈钢电动阀门7，该阀门与外部水管管道连接，当数据监测系统发现管道静态混合器13温度异常，在完成上述操作同时将不锈钢电动阀门7打开往试剂混合区域1-2注水、液氮或特殊冷却剂；

[0108] 所述机构结构箱体1采用不锈钢夹芯板焊接制作，箱体具有阻燃、防腐、密封、隔热功能；该箱体密封盖2采用不锈钢制作，且加装有阻燃橡胶密封圈，具有断电状态保持功能。

[0109] 所述数据监测系统如图3、图4实现对燃料配置全过程的监测，具体为：该数据监测系统由原料存储区域1-1的多组原料储存罐10与成品存储区域1-3的推进剂成品储存罐16底部安装的重量传感器、各个功能区域安装的环境温度传感器、原料存储区域1-1的流量可控蠕动泵11、试剂混合区域1-2的蠕动泵15、试剂混合区域1-2的红外测温仪14、全自动电位滴定检测区域1-4的全自动电位滴定仪17组成；如图2、图3所示，通过所述重量传感器实时监测原料存储区域1-1与成品存储区1-2各原料与成品存量，并根据预先设置的预警线进行缺料报警提示；通过各功能区域安装的环境温度传感器实时监测各区域环境温度，温度异常则会进行报警提示；通过各流量可控蠕动泵实时监测各蠕动泵流量；由于化学试剂混合过程中容易发生异常情况，所以在试剂混合区域1-2专门采用红外测温仪14实时监测管道静态混合器13的温度变化情况，温度异常则会进行报警提示；通过全自动电位滴定仪17定期更新混合试剂中的过氧化氢浓度，浓度与预设值差距较大会进行报警提示；各个功能区域安装有微型摄像头可实时上传图像；所有数据通过无线模块实时上传至远程显示监控界面，操作人员可通过移动网络设备实时观察设备运行情况。

[0110] 关于重量传感器的进一部解释：重量传感器用于监测各原料与成品存储罐内部化学试剂含量变化，传感器安装于各存储罐底部，重量传感器精度、外形尺寸、量程、安装位置等可根据具体需求进行选型与设计。

[0111] 关于温度传感器的进一部解释：温度传感器用于监测各区域环境温度(存储区主要是监测化学试剂温度)是否异常，并实时向环境温度系统进行温度反馈。但温度传感器种类与安装方式繁多，各类型传感器与安装方式适用于不同需求情况，如：(1)原料与成品存储罐若采用金属材质，导热性良好，可采用接触式温度传感器安装于存储罐表面用于监测试剂温度变化。若采用陶瓷或玻璃等材质，导热性较差，可采用热电偶温度传感器，将温度探头插入存储罐内部用于监测内部试剂温度变化；(2)化学试剂混合过程常伴随放热化学反应，温度变化快且高，故可采用红外非接触式温度传感器用于监测混合器温度变化。所以各区域温度传感器类型、安装方式、安装位置、量程、精度等需根据具体需求进行选型与设计。

[0112] 所述精度控制系统如图4、图7所示，对各流量可控蠕动泵进行流量控制，具体为：该精度控制系统由多组原料储存罐10与推进剂成品存储罐16底部安装的重量传感器、各流量可控蠕动泵、全自动电位滴定仪17组成；精度控制系统根据数据监测系统中重量传感器所提供的各原料与成品实时存量变化数据以及全自动电位滴定仪17所检测混合试剂中的过氧化氢浓度数据，通过内部算法对各流量可控蠕动泵进行流量控制；整个控制系统为闭环控制进而达到对混合试剂配比精确控制的目标。

[0113] 所述多组原料储存罐10设置为三组，分别存储高浓度过氧化氢、高浓度乙醇、水三种化学试剂；所述管道静态混合器13存储互溶性且流动粘性较小的过氧化氢、乙醇、水三种试剂；所述全自动电位滴定仪17采用亚硫酸氢钠电位滴定法用于检测CMP-X中的过氧化氢浓度。

[0114] 所述管道静态混合器13如图6所示，包括试剂混合进口接头13-1、U型管道13-2、静态混合器13-3、混合试剂出口13-4；其中，核心部件静态混合器13-3包括空心管道13-3-1与混合单元13-3-2，多种需混合化学试剂通过试剂混合进口接头13-1注入管道，所述管道由多组静态混合器13-3与U型管道13-2组成，最终混合充分的试剂通过混合试剂出口13-4流

出。

[0115] 所述静态混合13-3让流体在空心管道中13-3-1流动冲击混合单13-3-2,增加流体层流运动的速度梯度或形成湍流,层流时,是“分割-位置移动-重新汇合”,湍流时,流体除上述三种情况外,还会在断面方向产生剧烈的涡流,有很强的剪切力作用于流体,使流体进一步分割混合,最终混合形成所需要的乳状液;之所以称之为“静态”混合器,是指管道内没有运动部件,只有静止元件。

[0116] 系统包括但不局限于CMP-X推进剂,:(1)根据需求设置原料储存罐组数并更换储存罐材质与结构型式;(2)根据互溶性、粘性、化学反应等因素可更换混合器形式,比如更换带动力搅拌子的混合设备;(3)针对推进剂更换检测仪等。

[0117] 环境温控系统:如图1、2所示,由冷暖气输送管8与空调外机9组成,系统可根据数据监测系统提供的各区域实时温度对各区域温度进行调控,进而保证各区域温度符合试剂储存与混合反应需求;

[0118] 通风排气系统:如图1所示,排气管道3与排气净化处理模块4组成,保证各区域空气流通且对各区域化学试剂挥发性有毒气体进行收集净化处理;

[0119] 需要强调的是,上述具体实施例仅仅是对本发明的解释,其并不是对本发明的限制,本领域技术人员在阅读完本说明书后可以根据需要对上述实施例做出没有创造性贡献的修改,但只要在本发明的权利要求范围内都受到专利法的保护。

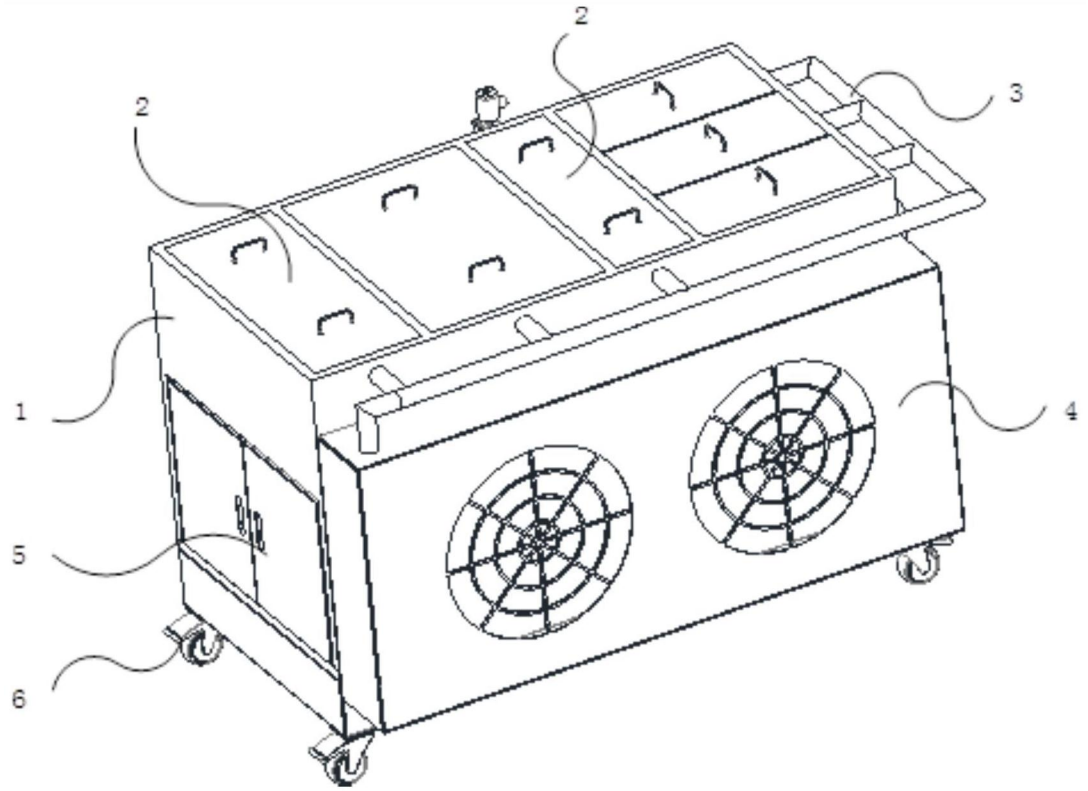


图1

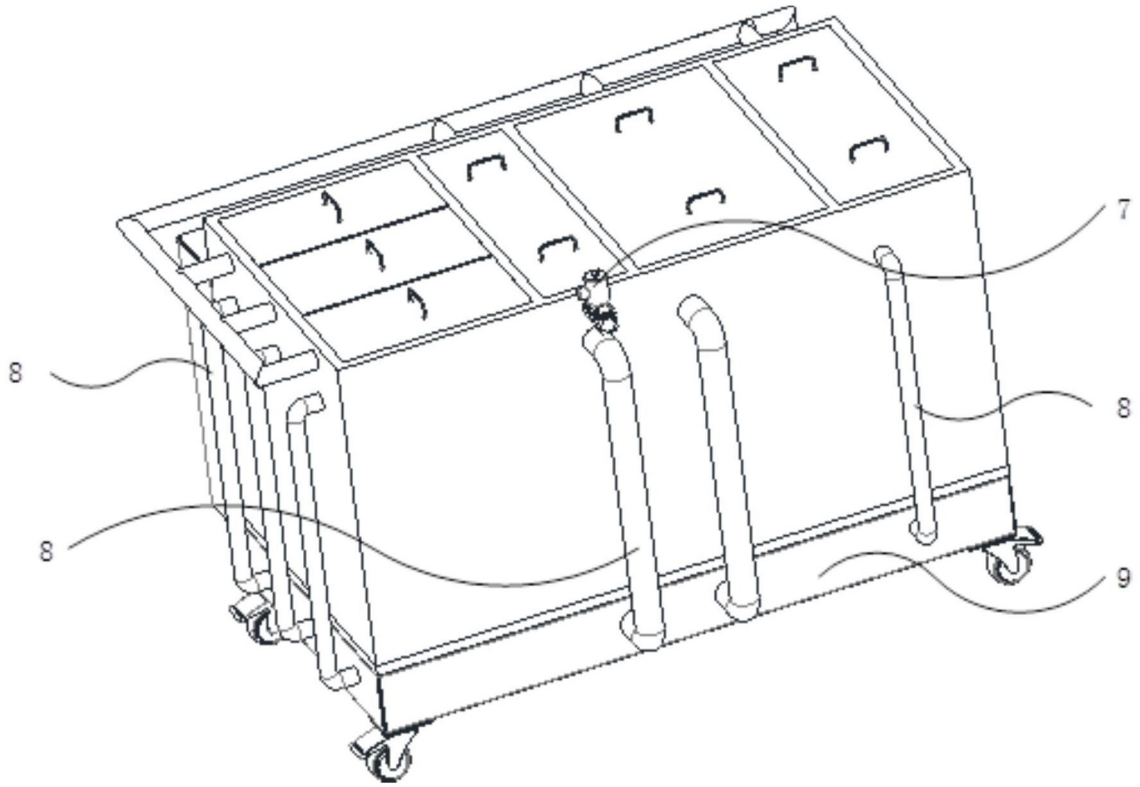


图2

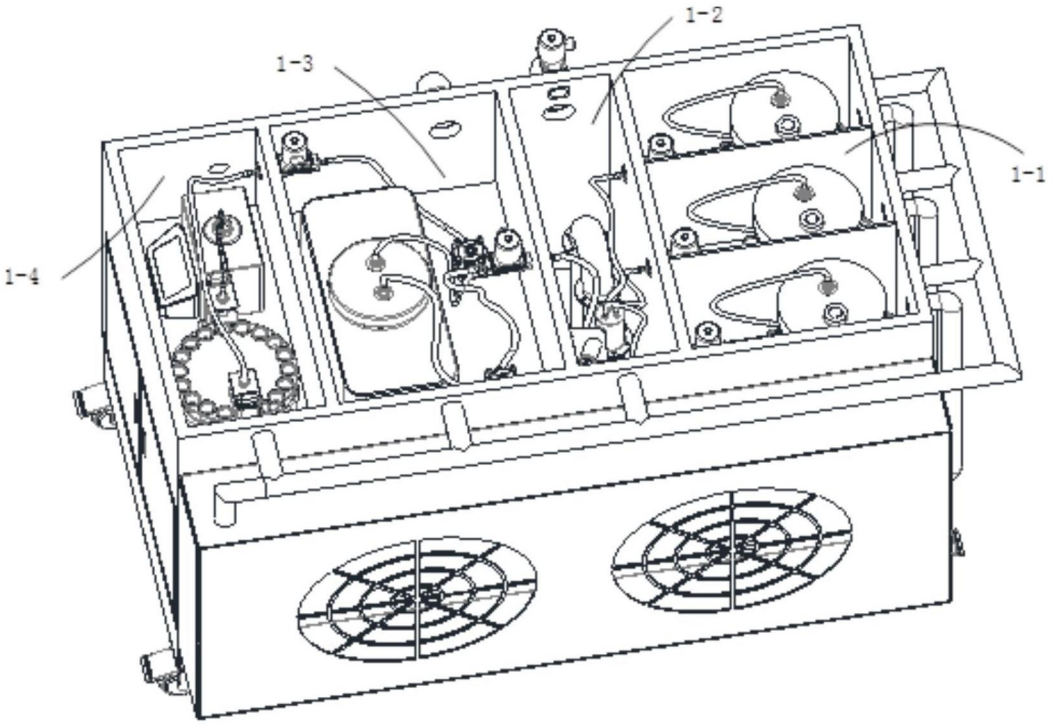


图3

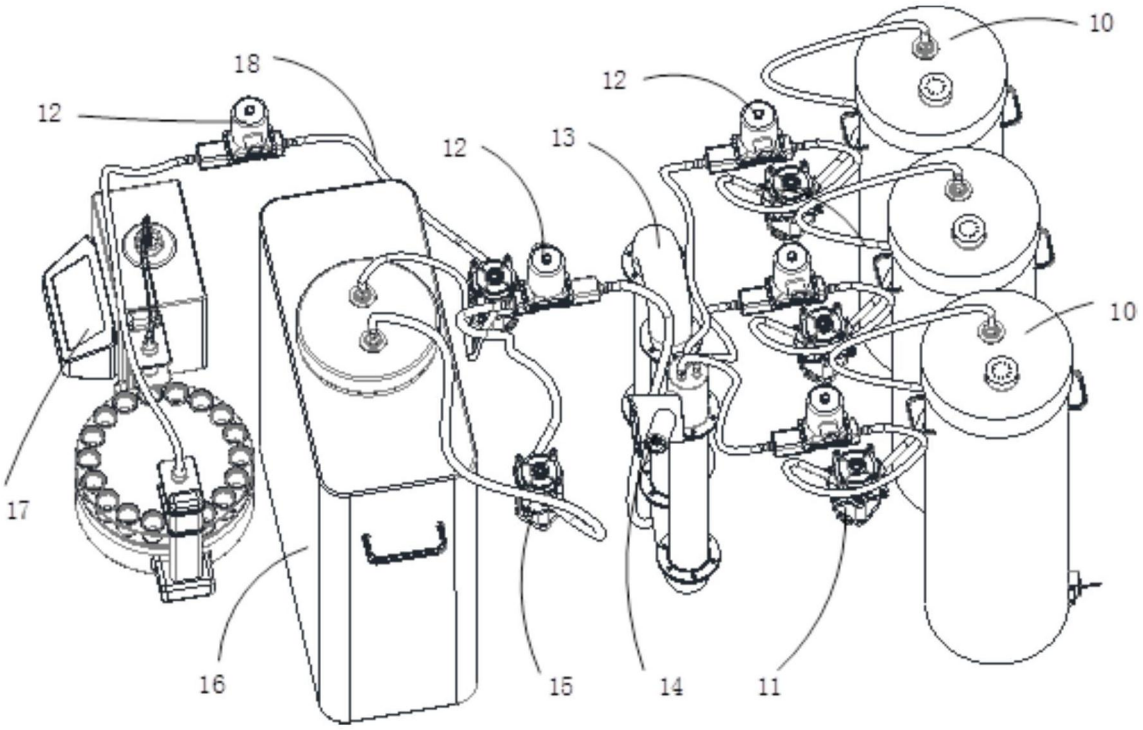


图4

试剂混合系统

图5

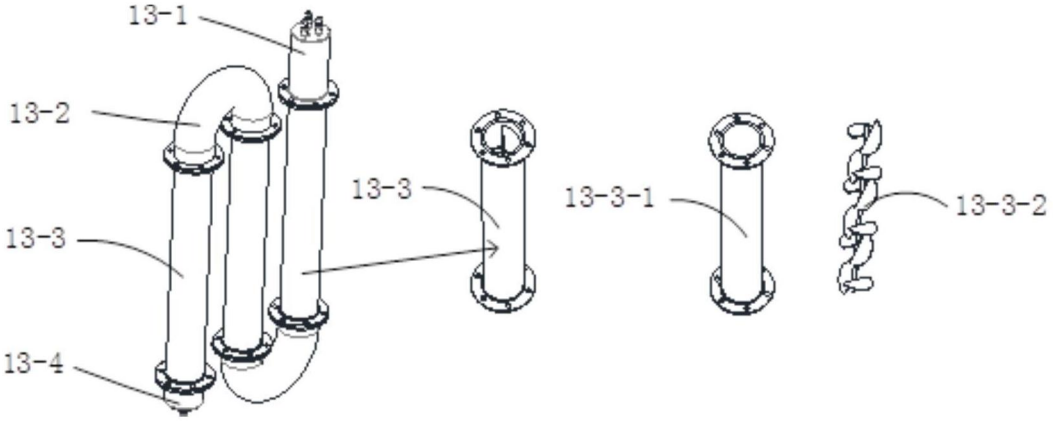


图6

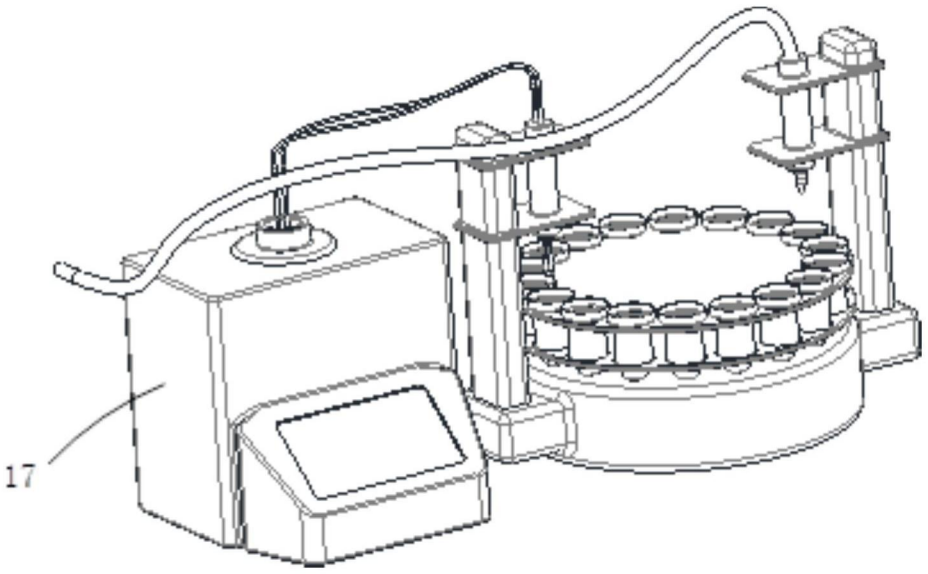


图7

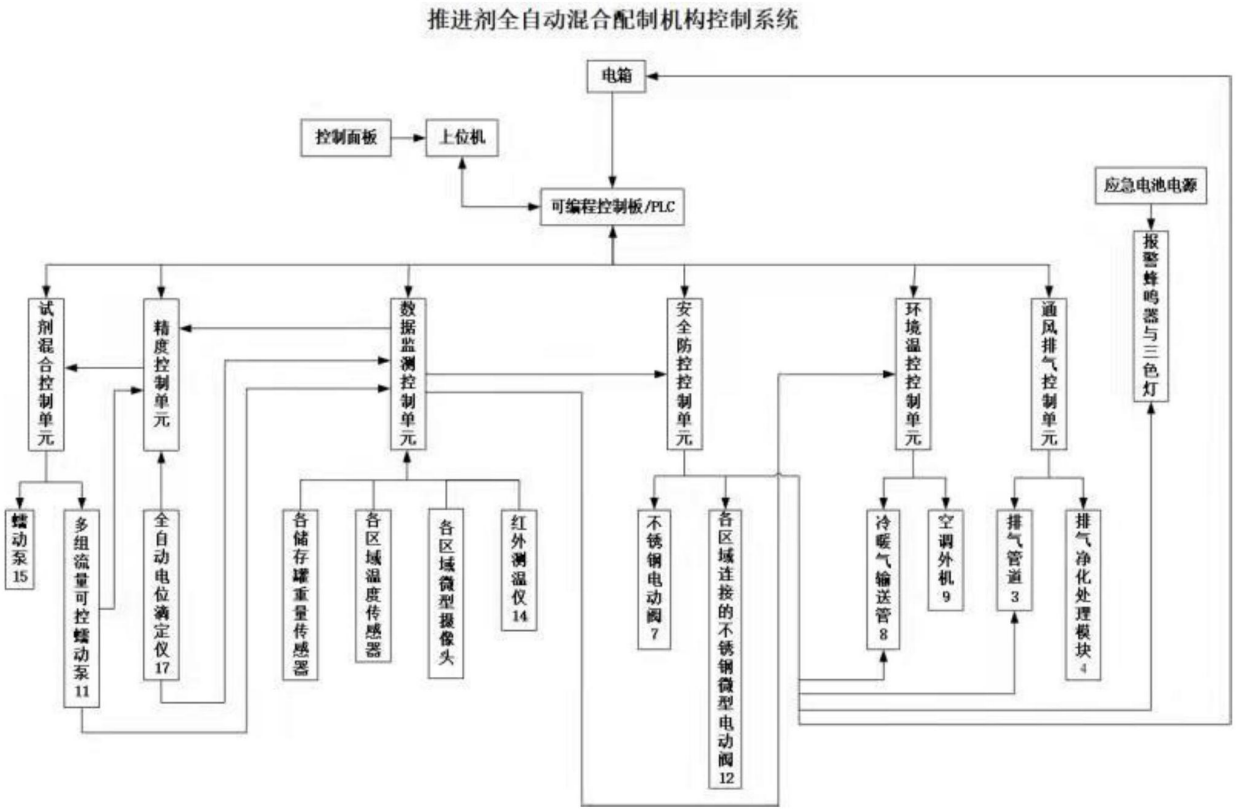

推进剂全自动混合配制机构控制系统
电箱
控制面板
上位机
可编程控制板/PLC
应急电池电源
报警蜂鸣器与三色灯
试剂混合控制单元
精度控制单元
数据监测控制单元
安全防控控制单元
环境温控控制单元
通风排气控制单元
蠕动泵15
多组流量可控蠕动泵11
全自动电位滴定仪17
各储存罐重量传感器
各区域温度传感器
各区域微型摄像头
红外测温仪14
不锈钢电动阀7
各区域连接的不锈钢微型电动阀12
冷暖气输送管8
空调外机9
排气管道3
排气净化处理模块4

图8-1

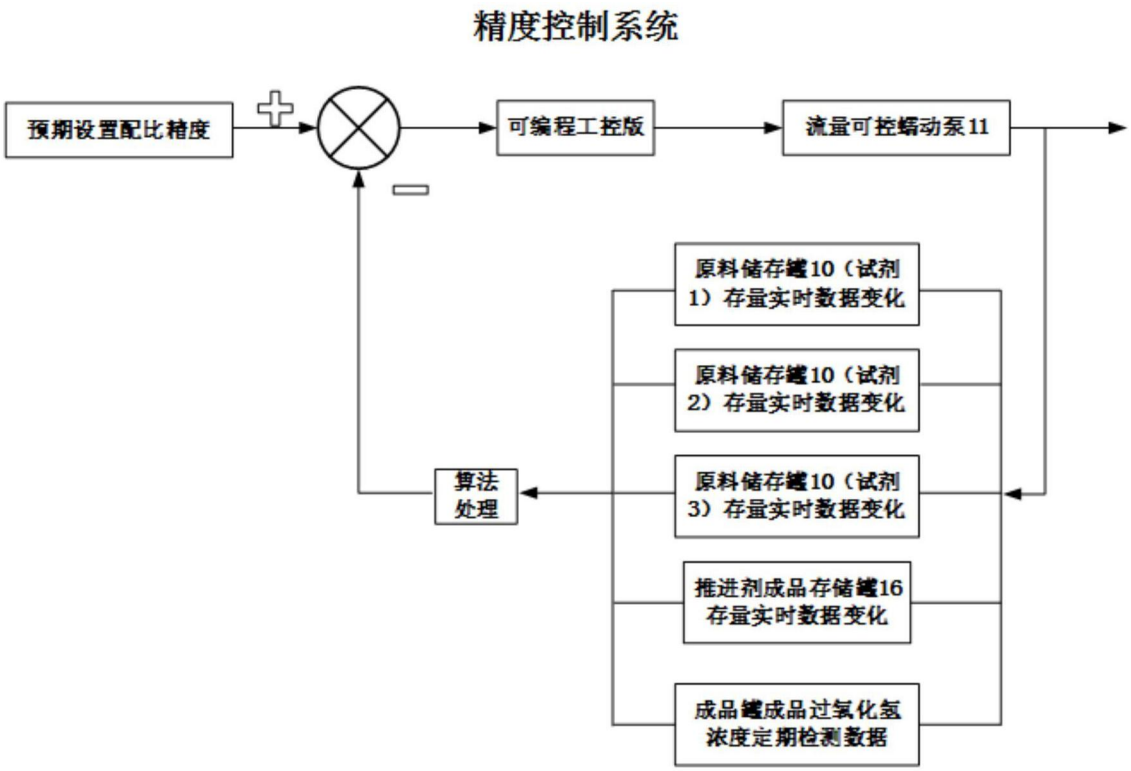

精度控制系统
预期设置配比精度
可编程工控版
流量可控蠕动泵11
原料储存罐10（试剂1）存量实时数据变化
原料储存罐10（试剂2）存量实时数据变化
原料储存罐10（试剂3）存量实时数据变化
推进剂成品存储罐16存量实时数据变化
成品罐成品过氧化氢浓度定期检测数据
算法处理

图8-2