



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103559811 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 08

(21) 申请号 201310564648. 7

(22) 申请日 2013. 11. 14

(73) 专利权人 中环天仪股份有限公司

地址 300384 天津市西青区华苑产业区(环  
外)海泰发展二路1号

(72) 发明人 曲海 高明璋 杨彬 陈会庆  
孙丽梅

(74) 专利代理机构 天津中环专利商标代理有限  
公司 12105

代理人 王凤英

(51) Int. Cl.

G09B 5/08(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2898998 Y, 2007. 05. 09,

CN 101556181 A, 2009. 10. 14,

CN 201229202 Y, 2009. 04. 29,

CN 101221057 A, 2008. 07. 16,

CN 203630995 U, 2014. 06. 04,

孙丽梅. 基于HART协议的智能电磁流量变送器  
器关键技术研究. 《CNKI 优秀硕士学位论文全文  
库》. 2007,

张辉等. HART 协议在智能电磁流量计中的应  
用. 《仪器仪表学报》. 2008, 第 29 卷 (第 8 期),

温阳东等. 基于 HART 协议的储罐自动计量  
系统的设计. 《工业控制计算机》. 2006, 第 19 卷  
(第 4 期),

审查员 马燕玲

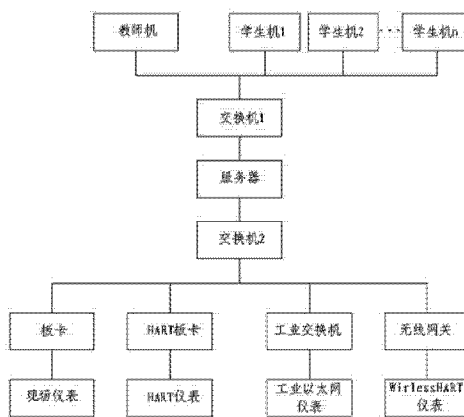
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种工业网络实训教学平台

(57) 摘要

本发明涉及一种工业网络实训教学平台。该  
教学平台包括构成现场仪表的标定系统、构成  
HART、工业以太网、Wireless HART 三种总线仪表  
的演示系统和上位机监控系统三部分，上位机监  
控系统包括教师终端机和数台学生终端机，其中，  
教师终端机和数台学生终端机分别通过第一交换  
机与服务器连接，服务器经第二交换机通过板卡、  
HART 板卡、工业交换机和无线网关分别与现场仪  
表、HART 仪表、工业以太网仪表和 Wireless HART  
仪表相连接。本发明用于教学、演示和实验课程，  
让学生对常用的自动化仪表、现场总线、系统组态  
控制等有一直观、系统的了解，增加学生的实践经  
验，以满足当今高校现代化教学需求。



1. 一种工业网络实训教学平台,其特征在于:包括构成现场仪表的标定系统、构成 HART、工业以太网、Wireless HART 三种总线仪表的演示系统和上位机监控系统三部分,上位机监控系统包括教师终端机和数台学生终端机,其中,教师终端机和数台学生终端机分别通过第一交换机与服务器连接,服务器经第二交换机通过板卡、HART 板卡、工业交换机和无线网关分别与现场仪表、HART 仪表、工业以太网仪表和 Wireless HART 仪表相连接;

所述的演示系统包括 HART 通信、工业以太网通信和 Wireless HART 通信三个子系统,HART 通信系统分别与工业以太网通信系统和 Wireless HART 通信系统相通,工业以太网通信系统和 Wireless HART 通信系统分别与标定系统相通;

所述的标定系统设有称重罐(100)、称重秤(101)、储水箱(102)、稳压罐(103),换向器(104)、旁路(105)、第一变频泵(106)、第一电磁流量计(109)、夹表器(110)、第一电动 0 型球阀(111)、第二电动 0 型球阀(112)和两块标准表,其中储水箱(102)通过第一气动阀(113)与称重罐(100)连接,称重罐(100)底部安装称重秤(101),储水箱(102)通过旁路(105)与换向器(104)连接,称重罐(100)与换向器(104)连接,储水箱(102)通过第一变频泵(106)与稳压罐(103)连接,稳压罐(103)分别连接第一标准表(107)和第二标准表(108),第一标准表(107)和第二标准表(108)分别通过第二气动阀(114)和第三气动阀(115)连接第一电磁流量计(109),夹表器(110)通过第一电动 0 型球阀(111)和第二电动 0 型球阀(112)与换向器(104)连接;

所述的 HART 通信系统设有两条支路,其中第一条支路上设有加热罐(200)、第二变频泵(201)、第二电磁流量计(202)、第一气动执行器(203)和第一压力变送器(204),第二条支路上设有第三电磁流量计(205)、第二气动执行器(206)和第二压力变送器(207);工业以太网通信系统设有三条支路以及设有差压变送器(300)、第三气动执行器(301)、电动执行器(302)、电动调节器(303)和第三压力变送器(304),其中第一条支路上设有涡街流量计(305);第二条支路上设有第四电磁流量计(306);第三条支路上设有涡轮流量计(307);Wireless HART 通信系统设有温水罐(400)、第三变频泵(401)、第三温度变送器(402)、第四压力变送器(403)、第五电磁流量计(404)和第五压力变送器(405),其中,所述的标定系统的稳压罐(102)通过第四气动阀(308)分别连接工业以太网通信系统第一条支路上的涡街流量计(305)、第二条支路上的第四电磁流量计(306)和第三条支路上的涡轮流量计(307),涡街流量计(305)、第四电磁流量计(306)和涡轮流量计(307)分别通过第五气动阀(309)、第六气动阀(310)和第七气动阀(311)与第三气动执行器(301)连接,同时差压变送器(300)也与第三气动执行器(301)连接,电动调节器(303)与第三压力变送器(304)连接,第三气动执行器(301)、电动调节器(303)和第三压力变送器(304)分别与电动执行器(302)连接,连接后通过第一手动阀(312)和第八气动阀(313)连接到所述的标定系统的储水箱(102);工业以太网通信系统连接后通过第九气动阀(208)与所述的 HART 通信系统第一条支路的加热罐(200)连接,加热罐(200)通过第二手动阀(209)和第十气动阀(210)与第二变频泵(201)连接,第二变频泵(201)与第二电磁流量计(202)连接,第二电磁流量计(202)与第一气动执行器(203)连接,第一气动执行器(203)与第一压力变送器(204)连接,同时工业以太网通信系统连接后通过第三手动阀(211)和第十一气动阀(212)与 HART 通信系统第二条支路的第三电磁流量计(205)连接,第三电磁流量计(205)与第二气动执行器(206)连接,第二气动执行器(206)与第二压力变送器(207)连接;HART 通信系统的两条支

路连接后同时与所述的 Wireless HART 通信系统的温水罐(400)连接,温水罐(400)通过第四手动阀(406)和第十二气动阀(407)与第三变频泵(401)连接,第三变频泵(401)与第三温度变送器(402)连接,第三温度变送器(402)与第四压力变送器(403)连接,第四压力变送器(403)与第五电磁流量计(404)连接,第五电磁流量计(404)与第五压力变送器(405)连接,第五压力变送器(405)连接到所述的标定系统的储水箱(102)。

## 一种工业网络实训教学平台

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于教学、演示和实验课程的自动化仪表系统,尤其涉及一种工业网络实训教学平台。

### 背景技术

[0002] 试验教学在高校的整个教学体系中占有十分重要的地位,工业网络实训教学平台的研制应用于教学实验是高等教育改革的大势所趋,符合现代实验教育的需求。但现有的教学平台往往过于单一,缺乏多样性,不能满足多方面的教学需求。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是为满足多方面的教学需求,搭建了一种工业网络实训教学平台,该教学平台分为标定系统、演示系统和上位机监控系统三部分。标定系统实现 DN15、DN20 和 DN25 三个口径流量仪表的标定;演示装系统实现 HART、工业以太网、WirelessHART 三种总线仪表的通信;上位机监控系统由教师终端机和学生终端机组成,教师终端机负责系统控制,学生终端机可以观看系统控制过程,共享系统数据,能够独立处理数据。

[0004] 本发明采取的技术方案是:一种工业网络实训教学平台,其特征在于:包括构成现场仪表的标定系统、构成 HART、工业以太网、Wireless HART 三种总线仪表的演示系统和上位机监控系统三部分,上位机监控系统包括教师终端机和数台学生终端机,其中,教师终端机和数台学生终端机分别通过第一交换机与服务器连接,服务器经第二交换机通过板卡、HART 板卡、工业交换机和无线网关分别与现场仪表、HART 仪表、工业以太网仪表和 Wireless HART 仪表相连接。

[0005] 本发明所产生的有益效果是:用于教学、演示和实验课程,让学生对常用的自动化仪表、现场总线、系统组态控制等有一直观、系统的了解,增加学生的实践经验,以满足当今高校现代化教学需求。

### 附图说明

[0006] 图 1 是工业网络实训教学平台系统配置框图;

[0007] 图 2 是工业网络实训教学平台流程框图;

[0008] 图 3 是图 2 中标定系统流程图;

[0009] 图 4 是图 2 中演示系统流程图。

### 具体实施方式

[0010] 以下结合附图对本发明作进一步说明:一种工业网络实训教学平台包括构成现场仪表的标定系统、构成 HART、工业以太网、Wireless HART 三种总线仪表的演示系统和上位机监控系统三部分,上位机监控系统包括教师终端机和数台学生终端机,其中,教师终端机和数台学生终端机分别通过第一交换机与服务器连接,服务器经第二交换机通过板卡(普

通板卡)、HART 板卡、工业交换机和无线网关分别与现场仪表、HART 仪表、工业以太网仪表和 Wireless HART 仪表相连接,如图 1 所示。

[0011] 本发明的演示系统包括 HART 通信、工业以太网通信和 Wireless HART 通信三个子系统, HART 通信系统分别与工业以太网通信系统和 Wireless HART 通信系统相通;标定系统为一独立循环系统,如图 2 所示。

[0012] 本发明的标定系统设有称重罐 100、称重秤 101、储水箱 102、稳压罐 103,换向器 104、第一变频泵 106、第一电磁流量计 109、夹表器 110、第一电动 0 型球阀 111、第二电动 0 型球阀 112 和两块标准表,其中储水箱 102 通过第一气动阀 113 与称重罐 100 连接,称重罐 100 底部安装称重秤 101,称重罐 100 和储水箱 102 与换向器 103 连接,储水箱 102 通过第一变频泵 106 与稳压罐 103 连接,稳压罐 103 分别连接第一标准表 107 和第二标准表 108,第一标准表 107 和第二标准表 108 分别通过第二气动阀 114 和第三气动阀 115 连接第一电磁流量计 109,夹表器 110 通过第一电动 0 型球阀 111 和第二电动 0 型球阀 112 与换向器 103 连接,如图 3 所示。

[0013] 标定系统基本功能和工作原理如下:标定系统完成三种口径(DN15\DN20\DN25)不同流速条件下流量计的两种标定(标准表法和称重法),以满足系统精度要求,即标准表法精度达到 0.5%,称重法精度达到 0.2%。

[0014] 标准表法是利用流体力学的连续性原理,将标准表和被测流量计串联,由标准表和相关参数测量仪表给出标准流量,与被测流量计的输出流量比较,确定被检测流量计的技术指标。

[0015] 本系统中,第一标准表 107 用来标定 DN20、DN25 电磁流量计,第二标准表 108 用来标定 DN15 电磁流量计;在标定过程中,换向器 104 一直与旁路 105 相通,直接流回储水箱 102。

[0016] 称重法:称重法是在规定的时间内将流入称重罐 100 的液体通过称重秤 101 计量,进而转化为流量平均值的一种方法,是流量标定最准确的方法。

[0017] 当标定开始时,换向器 104 由旁路 105 换向到称重罐 100 里,液体流入称重罐 100,待液体体积累积到设定值后,换向器由称重罐 100 换向到旁路 105,将测得的流量数据存储在储水箱 102 上的第一气动阀 113 排水,标定结束。

[0018] 本系统中,夹表器是个气缸,活塞前端为法兰结构。装表时活塞伸出,活塞前端法兰与电磁流量计法兰贴紧;卸表时活塞收缩,活塞前端法兰与电磁流量计法兰脱离。

[0019] 当流量较小时,开启第一电动 0 型球阀 111;当流量较大时,开启第二电动 0 型球阀 112。

[0020] 本发明的 HART 通信系统设有两条支路,其中第一条支路上设有加热罐 200、第二变频泵 201、第二电磁流量计 202、第一气动执行器 203 和第一压力变送器 204,第二条支路上设有第三电磁流量计 205、第二气动执行器 206 和第二压力变送器 207;工业以太网通信系统设有三条支路以及设有差压变送器 300、第三气动执行器 301、电动执行器 302、电动调节器 303 和第三压力变送器 304,其中第一条支路上设有涡街流量计 305;第二条支路上设有第四电磁流量计 306;第三条支路上设有涡轮流量计 307;Wireless HART 通信系统设有温水罐 400、第三变频泵 401、第三温度变送器 402、第四压力变送器 403、第五电磁流量计 404 和第五压力变送器 405,如图 4 所示。

[0021] 其中,本发明的标定系统的稳压罐 103 通过第四气动阀 308 分别连接工业以太网通信系统第一条支路上的涡街流量计 305、第二条支路上的第四电磁流量计 306 和第三条支路上的涡轮流量计 307,涡街流量计 305、第四电磁流量计 306 和涡轮流量计 307 分别通过第五气动阀 309、第六气动阀 310 和第七气动阀 311 与第三气动执行器 301 连接,同时差压变送器 300 也与第三气动执行器 301 连接,电动调节器 303 与第三压力变送器 304 连接,第三气动执行器 301、电动调节器 303 和第三压力变送器 304 分别与电动执行器 302 连接,连接后通过第一手动阀 312 和第八气动阀 313 连接到标定系统的储水箱 102。

[0022] 本发明的工业以太网通信系统连接后通过第九气动阀 208 与 HART 通信系统第一条支路的加热罐 200 连接,加热罐 200 上安装有翻板式液位计、加热电阻和第一温度变送器 213,加热罐 200 通过第二手动阀 209 和第十气动阀 210 与第二变频泵 201 连接,第二变频泵 201 与第二电磁流量计 202 连接,第二电磁流量计 202 与第一气动执行器 203 连接,第一气动执行器 203 与第一压力变送器 204 连接,同时工业以太网通信系统连接后通过第三手动阀 211 和第十气动阀 212 与 HART 通信系统第二条支路的第三电磁流量计 205 连接,第三电磁流量计 205 与第二气动执行器 206 连接,第二气动执行器 206 与第二压力变送器 207 连接。

[0023] 本发明的 HART 通信系统的两条支路连接后同时与 Wireless HART 通信系统的温水罐 400 连接,温水罐 400 上安装有翻板式液位计和第二温度变送器 408,温水罐 400 通过第四手动阀 406 和第十二气动阀 407 与第三变频泵 401 连接,第三变频泵 401 与第三温度变送器 402 连接,第三温度变送器 402 与第四压力变送器 403 连接,第四压力变送器 403 与第五电磁流量计 404 连接,第五电磁流量计 404 与第五压力变送器 405 连接,第五压力变送器 405 连接到标定系统的储水箱 102。

[0024] 本发明的演示系统包括以上三个子系统:工业以太网通信系统、HART 通信系统和 WirelessHART 通信系统。三个子系统的基本功能和工作原理如下:

[0025] 1、工业以太网通信系统

[0026] 本系统中的电动执行器 302 处于全开状态,电动调节器 303 停止工作,通过第五气动阀 309、第六气动阀 310 和第七气动阀 311 来选择其中任意一条支路后,调节第三气动执行器 301 的开度(0-100%),待流速稳定后,测量当前工作支路的流量和压力差(读取差压变送器 300)。

[0027] 如果选择第七气动阀 311 开通,其它气动阀关闭,通过 PID(比例、积分、微分控制器)调节第三气动执行器 301,使该支路达到设定流量。

[0028] 在第七气动阀 311 开通,其它气动阀关闭,第三气动执行器 301 全开的条件下,电动调节器 303 开始工作,通过 PID 调节电动执行器 302,使该支路达到设定流量。

[0029] 如果第九气动阀 208、第十气动阀 212 关闭,第八气动阀 313 打开,工业以太网通信系统可以单独成为一个回路。

[0030] 2、HART 通信系统

[0031] 工业以太网通信系统中任意一条支路畅通,将稳压水源提供给本系统。

[0032] 1) 第十气动阀 212、第十气动阀 210 关闭,第九气动阀 208 打开,冷水流入加热罐 200 内,到达设定高度后,关闭第九气动阀 208,开始加热达到设定值(第一温度变送器的设定)。

[0033] 2) 设定温水罐 400 水温(第二温度变送器的设定)和体积,通过计算机计算得出冷水和热水的混合比例后,先使第十一气动阀 212 所在支路达到所需流量(通过第二气动执行器 206 来控制),并显示和记录该支路流量和压力;第十一气动阀 212 关闭,第十气动阀 210 打开,使第十气动阀 210 所在支路达到所需流量(通过第一气动执行器 203 来控制),并显示和记录该支路流量和压力。

[0034] 3) 待温水罐 400 注水完毕后,测量温水罐液位和温度。

[0035] 4) 不经过加热处理,将稳压罐 103 内水源直接引入加热罐内达到设定液位,在第二变频泵 201 的变频器输出不同频率(10HZ-50HZ)情况下,使第十气动阀 210 所在支路达到所需流量(通过第一气动执行器 203 来控制)。

[0036] 3、Wireless HART 通信系统

[0037] 工业以太网通信系统和 HART 通信系统中任意一条支路畅通,将稳压水源提供给本系统。在第三变频泵 401 的变频器输出不同频率(10HZ-50HZ)情况下,测量管道压力(两个)、温度和流量。

[0038] 上位机监控系统提供上位机监控所有软件源程序。所有过程数据以及计量结果在上位机中储存保留,提供简单文本、图形和表格。标定系统中各个仪表和设备的数据实时显示,并按照标定规则完成数据的记录和输出(包括表格和图形);带有数据分析,自动完成计算相应仪表参数。各系统数据和曲线实时显示,集成在一个界面,并且可以对其进行相应操作。上位机由教师终端机和学生终端机组成,教师终端机负责系统控制,其余学生终端机可以观看系统控制过程,共享系统数据,能够独立处理数据。

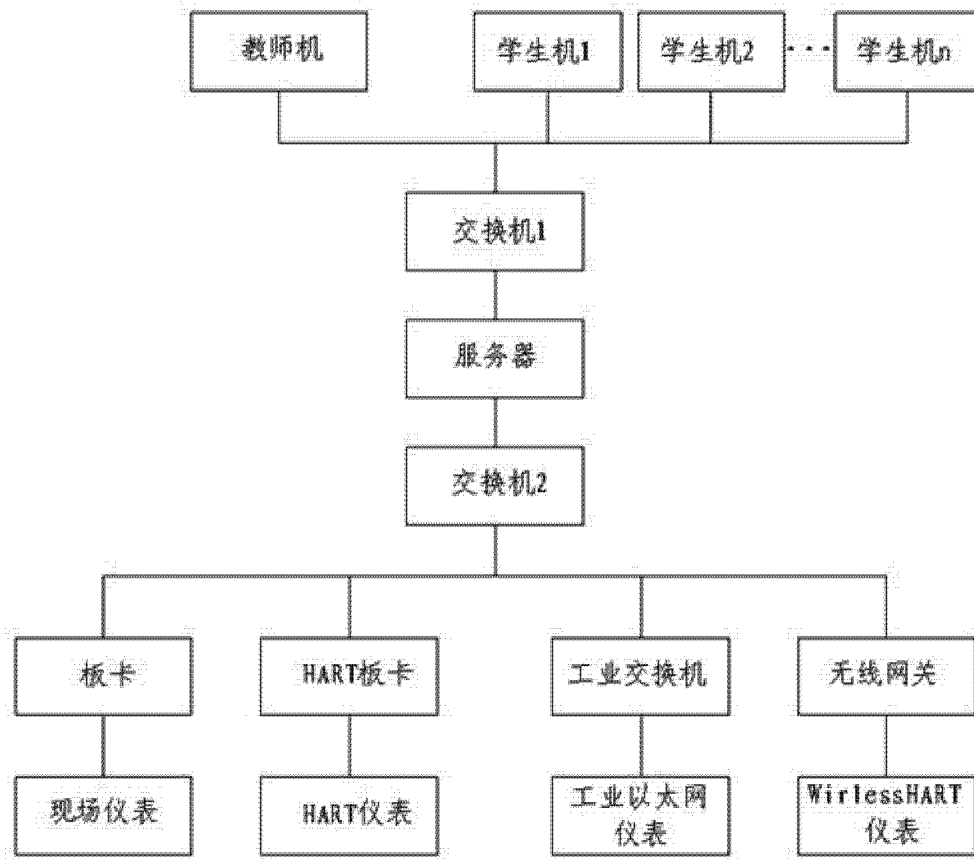


图 1

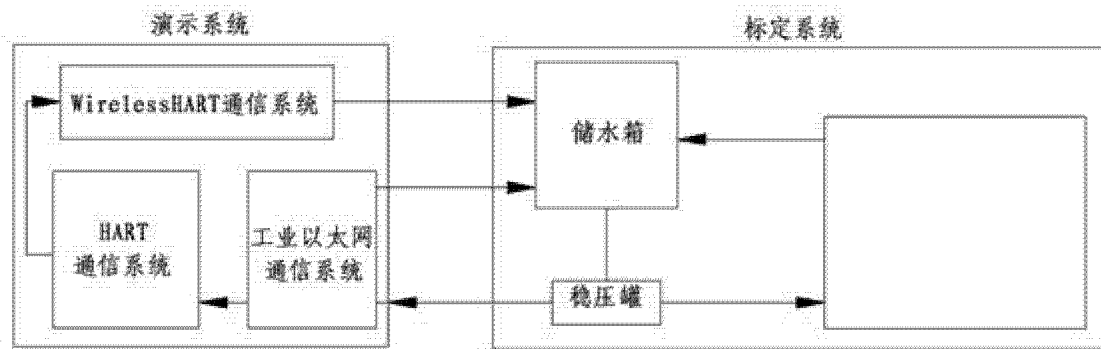


图 2



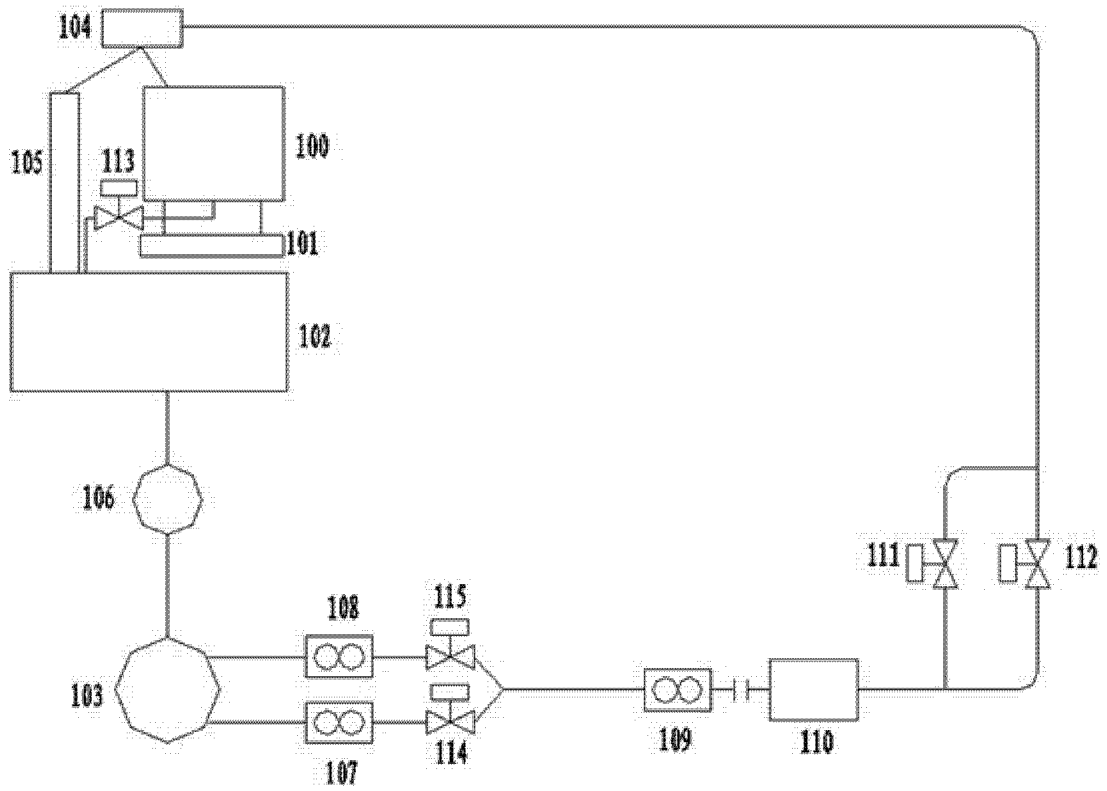


图 3

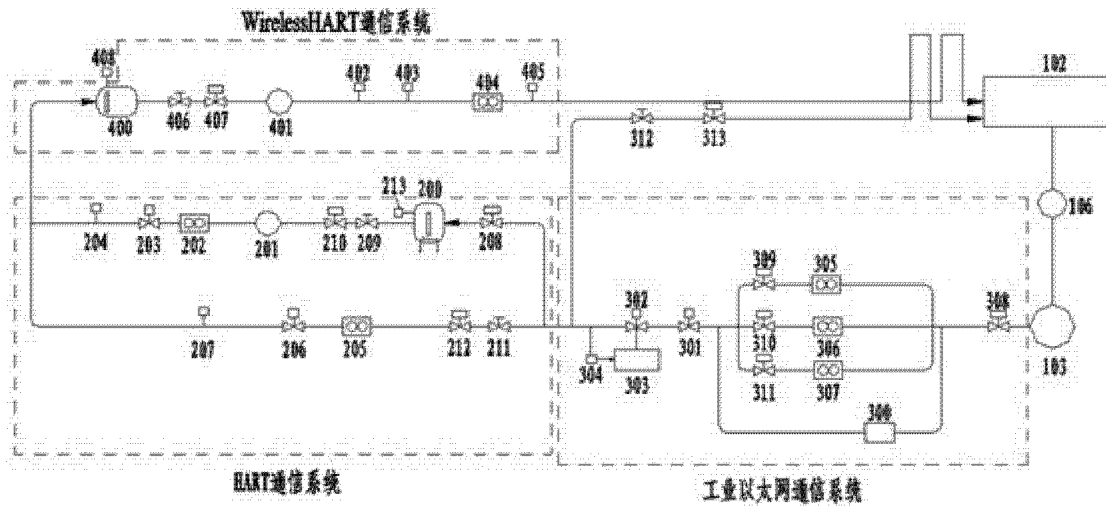


图 4