

一种球形储罐内部多功能自动打磨与检验装置

闫继伟 张栓成 李承哲 (河南省锅炉压力容器检验技术科学研究院, 河南 济源 459000)

摘要: 针对目前球形储罐检验前的准备及检验实施借助脚手架等存在的困难而研制一种球形储罐内部多功能自动打磨与检验设备。本装置适应多规格罐体检验需求, 通过遥控能够把检验人员及检测设备安全送达罐体内需检测部位, 实现自动无人打磨功能、磁粉检测功能, 实现宏观和电磁测厚的远程控制和自动扫查, 实现快速全方位无盲区检验, 降低检验准备成本、提高工作效率、降低检验人员的劳动强度。

关键词: 球形储罐; 检验; 打磨; 设备

0 引言

球形储罐是一种大容积的钢制压力容器, 在石油、化工、冶金、燃气行业广泛应用, 根据《中华人民共和国特种设备安全法》的要求, 为了保证使用安全, 需要对罐体内部做定期检验, 为了使检验人员能够到达罐体内的各焊缝部位, 一般需要在罐体内部搭设临时脚手架, 供检验人员攀爬使用, 而传统的临时脚手架搭建需钢管、扣件、架板需上千件, 不仅费用成本高, 而且工作量大架设周期长, 安全性、稳定性、可达性差, 使用不方便, 移动范围受限, 工作效率低。为了解决上述问题, 研制一种球形储罐内部多功能自动打磨与检验设备。在国内所列检索范围内, 未见有与本装置技术特征相同的文献报道。

1 结构组成和工作原理

1.1 结构组成

本装置包括: 立柱、横臂、回转支撑座、伸缩支腿、回转平台、脚杯、主动轮、从动轮、电机、链条、滑块、连杆、导轨、回转轴承、横臂单元、连接梁、钢丝绳、钢丝绳支撑柱、导向轮、电动推杆、工作框、人孔导向机构、打磨机器人手、测厚和无损检测机械手。

1.2 工作原理

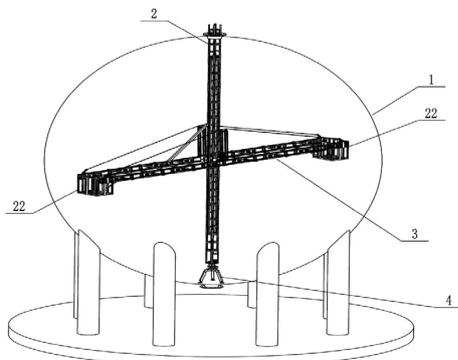


图1 本装置在储存罐中的安装示意图

本装置涉及到的技术和原理包括: 涡轮蜗杆原理、

杠杆和滑轮原理、机器人机械手有关原理、机电一体化、电磁测厚、磁粉检测、缺陷图像识别等。通过结合下面附图对其实施例进行描述。

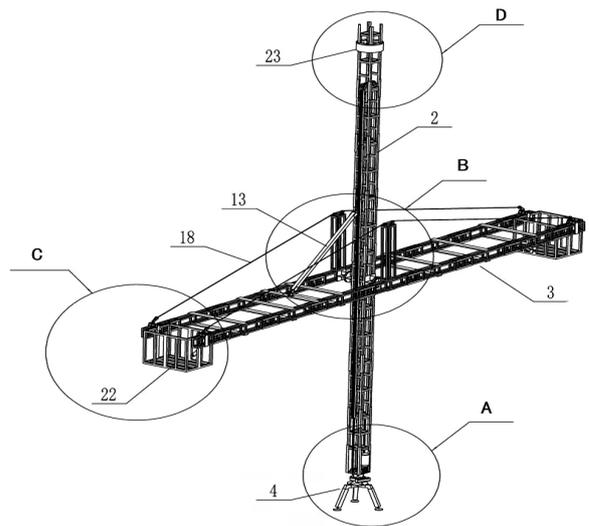


图2 本装置的结构示意图

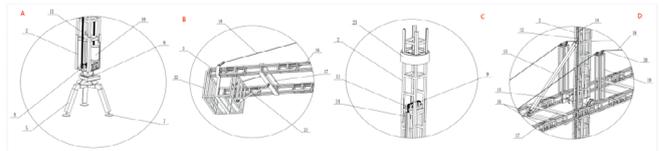


图3 A、B、C、D 放大图

其中, 1、球形储罐; 2、立柱; 3、横臂; 4、回转支撑座; 5、伸缩支腿; 6、回转平台; 7、脚杯; 8、主动轮; 9、从动轮; 10、电机; 11、链条; 12、滑块; 13、连杆; 14、导轨; 15、回转轴承; 16、横臂单元; 17、连接梁; 18、钢丝绳; 19、钢丝绳支撑柱; 20、导向轮; 21、电动推杆; 22、工作框; 23、人孔导向机构。

如图1~图6, 球形储罐内部多功能自动打磨与检验装置, 包括固定在储罐1内部的回转支撑座4、立

柱 2 和横臂 3, 立柱 2 固定在回转支撑座 4 的回转输出端, 横臂 3 的两端部均铰接有工作框 22, 横臂 3 的中部转动连接在立柱 2 的中部, 且连接位置位于储罐 1 的球心; 立柱 2 上还设置有用于驱动横臂 3 在竖直平面内摆动的俯仰驱动机构。

工作时, 回转支撑座 4 带动立柱 2 绕竖直旋转轴进行旋转, 俯仰驱动机构能够带动横臂 3 在竖直平面内绕储存罐 1 的球心进行转动, 将横臂 3 的长度设置为略小于球形储罐 1 的内径, 工作框 22 则能够达到球形储罐 1 内壁上的各个位置并进行检测。

由此, 本装置替代了传统搭设脚手架进行球形储罐 1 内壁检测的方式, 可以明显提高检测效率; 并且, 本装置中立柱 2 中部与横臂 3 的中部进行转动连接, 需要很小的力就能破坏横臂 3 的平衡状态, 使横臂 3 一侧上升时, 另一侧下降, 使其在竖直平面内进行摆动, 不需要使用大推力的液压油缸, 也不需要使用卷筒配合高强度的吊索, 可以降低对俯仰驱动机构的要求, 使得作业装置的结构更加简单, 成本更低。

回转支撑座 4 包括若干伸缩支腿 5 和位于伸缩支腿 5 顶部的回转平台 6, 立柱 2 的底端固定在回转平台 6 上, 伸缩支腿 5 的底端通过万向节铰接有脚杯 7。

俯仰驱动机构包括连杆 13 和沿立柱 2 长度方向间隔设置的主动轮 7、从动轮 8, 其中, 主动轮 7 设置在立柱 2 的底部, 从动轮 8 设置在立柱 2 的顶部, 位置高于横臂 3, 主动轮 7 连接有电机 10, 主动轮 7 和从动轮 8 间传动连接有链条 11, 链条 11 上还固定有滑块 12, 连杆 13 的一端铰接在滑块 12 上, 另一端铰接在横臂 3 上, 通过电机 10 正转、反转, 使链条 11 带动滑块 12 向上或者向下移动, 进而通过连杆 13 带动横臂 3 的一侧上升或者下降, 实现在竖直平面内进行偏摆。

为了避免滑块 12 在连杆 13 的作用下, 带动链条 11 向连杆 13 的一侧张拉, 本装置中立柱 2 的侧壁上还设置有导轨 14, 链条 11 的一部分穿设在导轨 14 中, 滑块 12 滑动设置在导轨 14 中, 通过导轨 14 能够对滑块 12 进行限位, 并且滑块 12 的外表面与导轨 14 的内表面尽量光滑, 降低二者发生摩擦时的摩擦阻力。

立柱 2 中部设置有回转轴承 15, 横臂 3 通过横臂 3 安装座安装在回转轴承 15 上。

横臂 3 包括平行设置的两横臂单元 16, 两横臂单元 16 通过间隔设置的连接梁 17 进行连接, 两横臂单元 16 均连接有回转轴承 15, 并分别位于立柱 2 两侧;

其中连杆 13 的一端铰接在连接梁 17 的中部。

本装置中的工作装置还包括钢丝绳 18 和钢丝绳支撑柱 19, 钢丝绳 18 的两端分别连接在横臂单元 16 的两端部, 钢丝绳支撑柱 19 设置在横臂单元 16 的中部, 顶端具有导向轮 20, 钢丝绳 18 的中部搭接在导向轮 20 上, 通过设置钢丝绳 18, 可以将横臂 3 的两端向上进行牵拉, 防止横臂 3 向下弯曲, 保证横臂 3 的平直状态。

横梁单元和立柱 2 均为方钢组成的结构, 横梁单元包括若干利用螺栓进行连接的横梁分体, 立柱 2 包括若干利用螺栓进行连接的立柱 2 分体; 组装整体结构时, 先将横梁分体与立柱 2 分体自球形储罐 1 的底部的人孔送入球形储罐 1 的内部, 然后在球形储罐 1 顶部的人孔设置起吊装置, 可以是小型的卷扬机和起吊葫芦, 利用起吊装置将横梁分体与立柱 2 分体拼装即可。

工作装置还包括电动推杆 21, 电动推杆 21 的两端分别铰接在横臂 3 上和工作框 22 的底部。电动推杆 21、回转平台 6 和电机 10 均与控制器进行连接, 通过控制器控制立柱 2 的旋转角度、横臂 3 的俯仰角度和电动推杆 21 的伸缩, 电动推杆 21 处设置有无线信号接收模块, 能够在接收控制器发出的无线信号, 电动推杆 21 伸缩主要是为了在横臂 3 进行俯仰动作时, 工作框 22 能够始终保证竖直状态, 便于工作框 22 内的工作人员进行检测作业。控制器是本领域中的常用装置, 而控制程序的设定也是本领域技术人员所熟知的, 对此, 本装置并不进行赘述。

立柱 2 的顶部还设置有筒状的人孔导向机构 23, 人孔导向机构 23 转动设置在储罐 1 的顶部人孔处, 使得立柱 2 的顶端和底端均进行固定, 结构更加稳固, 具体的, 人孔导向机构 23 可以采用轴瓦。

平台和机械手衔接, 实现回旋平台与打磨机械手、检测机械手多端口便捷衔接。打磨机器人, 实现自动无人打磨收尘功能。测厚、无损检测机械手, 实现自动检验检测功能。控制和跟踪功能, 实现遥控控制、视频传输、快速定位功能。

2 技术特征

2.1 结构特征

综合利用涡轮蜗杆、杠杆和滑轮原理, 借助电机驱动、遥控装置等组成球罐内部全方位回旋机构, 实现匀速、平稳、无噪音检验检测; 利用球罐的球心对称特点, 极大简化设计, 保证全方位到达; 所有组装

构件模块化、轻量化,小型化设计,3人配合即可完成组装拆卸工作;中空主立柱和可伸缩式举升臂不仅降低自身重量且适应多规格罐体检验需求;所有组成部件采用专用自助升降式集装箱归类整体运输,节约散装部件装车卸车时间,专用集装箱内设临时办公休息设施。

本装置所有用电设施均布置在球罐外部并采用双重漏电保护装置杜绝了检验人员触电危险;载人框与主立柱连接除了由能承载3倍以上载荷的钢丝绳外还加装了防坠装置,加上人员安全绳,给检验人员的人身安全设置三重各自独立的安全保护;升降臂和主立柱之间装设限位和安全连锁装置防止意外原因造成的事故发生;配套两部大功率引风装置,确保在高温环境下及高粉尘环境下罐体内部通风良好,给相关人员提供安全舒适的作业环境;配备耳麦式防爆通讯系统保证相关人员在球罐内外沟通顺畅。

本装置主要组成件均实现模块化管理、标识数字代码、配备快装接头,组装人员只需依照代码进行对接即可完成整个装置,安装拆卸速度快、效率高,易于学习普及推广;所有组成部件均实现简约化、小型化、轻量化,借助自备小型起重装置即可完成组装拆卸工作,操作简便、无需外援、节约资金、缩短时间;配备自助专用运输小车解决最后100m的问题,即适应独立罐体也可以在罐体群狭窄空间之间进行运输。

2.2 适用性

本装置从 400m^3 – 3000m^3 的体积均可实现检验。

2.3 经济性

以河南现有在用球罐500台为例:

①平均每台节约搭拆脚手架费用1–2万元,一个检验周期总体节约300万元以上;②每台球罐检验平均节约时间3天,一个检验周期可节约总时间972天。为企业节约的时间用于生产按平均每天1万元利润来算可间接创造经济效益972万元;③球罐的检验周期一般为3–6年,此设备成功投用后,每年至少为企业节约400万元。

全国的检验机构300余家,专业无损检测机构400余家,球罐维修单位上百家,球罐使用单位上千家,球罐数量10000台左右,应用前景广阔。如每年有1000台球罐的检验采用该设备,将节约费用1–3千万元,累计节约时间约9年。

本装置的设计制造立足常规通用材料和设备,设备总造价控制在60万元以内。便于科技成果的转化

和实际推广及应用。

2.4 技术优势

传统的脚手架搭建需钢管、扣件、架板上千件,不仅费用成本高,而且工作量架设周期长,安全性、稳定性、可达性差,使用不方便,移动范围受限,工作效率低。

本装置适应多规格罐体检验需求,通过遥控能够把检验人员及检测设备安全送达球罐内需检测部位,实现自动无人打磨功能、磁粉检测功能,实现宏观和电磁测厚的远程控制和自动扫查,实现整套设备检验过程的球罐内定位、显示、记录、控制和跟踪。由于装置结构简单,占用空间少,可以有效地减少罐内作业时对罐壁所造成的损坏。其拆装方便、功能完善、易于操作、工作效率高、安全性好、成本低,能够快速全方位无盲区对球罐进行检验。

3 结论

本装置通过遥控人机多用可升降回旋平台能够把检验人员及检测设备安全送达球罐内需检测部位,具备自动无人打磨功能、磁粉检测功能,具备宏观和电磁测厚的远程控制和自动扫查功能,具备整套设备检验过程的球罐内定位、显示、记录、控制和跟踪功能,实现快速全方位无盲区检验。填补一下国内这一领域没有球形储罐内部多功能自动打磨与检验设备的现状。本装置工作效率远高于传统的检验检测方法,每台球罐检验平均节约时间3天,给企业节约的时间成本不可估量,每台球罐平均节约搭拆脚手架费用至少1–2万元,同时检验人员的劳动强度和高空作业风险大幅降低。本装置结构简单、占用空间少、拆装方便、功能完善、易于操作,在自动化和性价比等方面,相比之国内检验检测搭脚手架的方式具有明显的优势,推广使用该技术和装置,可以取得显著的社会效益和经济效益。

参考文献:

- [1] 张玉凤.对球罐结构两种应力消除法的评定[J].压力容器,1988(2):48.
- [2] 王嘉麟,冯泽民,李友.球罐焊后整体热处理及其质量控制[J].焊接,1983(3):29-32.
- [3] GBJ 94-1986.球形储罐施工及验收规范[S].中华人民共和国建设部,1986.
- [4] 杨振顺编著.流量仪表的性能与选用[M].北京:中国计量出版社,1996.