

球形储罐内辅助检验与打磨收尘设备

闫继伟 李承哲 郑颖峰（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：针对球罐开罐检验前脚手架的搭设和前期表面打磨处理工作复杂、繁重、不安全、周期长、费用高且球罐使用单位基于时间成本的考虑往往要求检验时间尽可能的短，研制一种球罐内辅助检验与收尘打磨设备。本设备用一种快捷安全的球罐检验与收尘打磨辅助平台来替代传统的脚手架搭设和手工打磨粉尘污染，本设备拆装方便、易于操作、工作效率高、安全性好、环保健康、成本低，能够快速方便无死角地对球罐进行检验。

关键词：球罐；检验；打磨；设备；脚手架

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，必须进行定期检验。河南省现有已登记球罐 320 余台，每年检验检测数量可观。国内已开展对球罐检验用辅助装置的研究，如球罐内表面接近系统、万向载人工作平台、电动升降塔架、大型球罐旋转梯等，但均存在理论上缺陷，不能安全、快速、便捷、检验检测球罐内部以及球罐使用单位检验前后准备、恢复工作。国内外同类研究处于理论阶段，未见实际应用推广。

1 结构组成和工作原理

1.1 术语

①基座：基座安装在上人孔的上部；②支撑架：支撑架安装在球罐内的底部；③立柱：立柱通过基座、支撑架可旋转地定位在球罐的竖直中心线上；④连接杆：一根或多根连接杆沿球罐的竖直中心线的圆周方向均匀布置，每个连接杆的一端和立柱的球罐中心处铰接，每个连接杆的另一端和一个工作吊篮铰接；⑤驱动部：所述驱动部安装在基座上，用于驱动立柱旋转；⑥提升部：所述提升部包括沿所述球罐的竖直中心线的圆周方向与连接杆一一对应的滑轮组，对应每个滑轮组，采用钢丝绳穿过滑轮组和对工作吊篮连接。

1.2 结构组成

本设备包括：基座、支撑架、立柱、连接杆、驱动部、提升部。打磨除尘装置安装在工作吊篮前端。

1.3 工作原理

本设备主要利用杠杆原理、滑轮原理、旋风除尘原理借助电机驱动、遥控装置等辅助装置实现球罐内部全面检验检测及检验前环保处理。通过结合下面示意图对其实施例进行描述。

下面将参考图 1 来描述本装置所述的球罐内辅助

检验与收尘打磨设备及球罐检验方法的实施例。本领域的普通技术人员可以认识到，在不偏离本装置的精神和范围的情况下，可以用各种不同的方式或其组合对所描述的实施例进行修正。因此，附图和描述在本质上是说明性的，而不是用于限制权利要求的保护范围。此外，附图未按比例画出，并且相同的附图标记表示相同的部分。

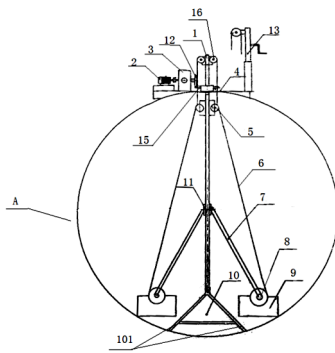


图 1

本装置提供球罐内辅助检验与收尘打磨设备，如图所示，球罐 A 具有上人孔和 下人孔（图中未示出），上人孔和下人孔位于球罐的竖直中心线上。该球罐检验用辅助装置用于检验球罐内壁，主要包括基座 4、立柱 1、驱动部、提升部、工作吊篮 9 等部件。在上人孔的上部安装有基座 4，在球罐内的底部固定有支撑架 10。支撑架 10 可以通过下人孔放入球罐内的底部，支撑架 10 具有多个支杆 101 支撑在球罐底部，并且多个支杆 101 向上下人孔的中心轴处交汇形成转动支撑座。立柱 1 竖直地穿过基座 4 支撑在支撑架 10 上的转动支撑座上，使得立柱 1 可旋转地定位在球罐的竖直中心线上。并且，立柱 1 伸出上人孔以及基座的部分和驱动部连接，在本实施例中，驱动部包括旋转电机 2、蜗轮减速机 3 以及伞齿轮 12、15，其中，伞齿轮 15 的中心和立柱 1 连接，旋转电机 2 驱动蜗

轮减速机 3 转动, 蜗轮减速机 3 驱动伞齿轮 12 转动, 并进一步带动伞齿轮 15 转动, 伞齿轮 15 将转动转换到水平面内, 而伞齿轮 15 的中心和立柱 1 具有连接关系, 从而使得立柱 1 能够绕上下人孔的中心轴旋转。所述立柱 1 和伞齿轮 15 可以通过内外四方的形式连接, 例如, 立柱位于上人孔的上端的外壁为外四方的形式, 伞齿轮 15 的径向内侧是内四方的形式, 通过内外四方配合, 由伞齿轮 15 带动立柱旋转。当然, 立柱和伞齿轮的连接关系并不限于这一种, 还可以是内外三角、内外六方、键连接或其他锁紧形式形式。另外, 因为立柱只需要在转动一周的情况下调整检测位置, 不需要频繁转动, 因此, 也可以采用手动控制方式控制立柱旋转, 例如使用蜗轮蜗杆传动, 蜗轮的径向内侧和立柱 1 连接, 蜗杆和转动手柄连接, 拧动手柄可以控制立柱的转动。

在立柱 1 的外壁上, 还套有固定套 11。该固定套 11 可以是类似管卡的结构, 扣合并固定在立柱 1 的外壁上, 具体地说, 是固定在立柱 1 的位于球罐中心处的外壁上。使用螺栓将固定套固定在球罐中心位置后, 在立柱的外侧, 沿球罐的竖直中心线的圆周方向, 均匀地布置一个或多个连接杆 7, 图 1 中是采用两个连接杆 7 对称地设置在立柱的外侧, 每个连接杆 7 的一端和立柱 1 上的固定套 11 铰接, 每个连接杆 7 的另一端和一个工作吊篮 9 铰接。使得工作吊篮 9 既能够绕固定套 11 的铰接点转动, 又可以绕自身的铰接点摆动, 这样工作吊篮 9 能够始终保持水平状态。由于连接杆 7 和球罐中心处的固定套 11 铰接, 因此, 连接杆 7 可以带着工作吊篮 9 绕球罐 A 的中心在竖直平面内转动, 连接杆 7 的长度可以设置成和球罐的半径大致相当, 使得连接杆 7 在竖直平面内转动时, 工作吊篮 9 能够紧邻球罐内壁, 检测人员能够施行检测任务。以上仅是以两个连接杆举例说明, 实际上, 连接杆可以是一个或多个均匀设置在球罐的竖直中心线的圆周方向, 能够将工作吊篮均匀分布在球罐的水平圆周方向上。

该球罐检验用辅助装置还包括提升部, 所述提升部包括沿球罐的竖直中心线的圆周方向和连接杆一一对应的滑轮组以及钢丝绳。每个滑轮组包括设置在上人孔上方的第一滑轮 16, 以及设置在上人孔下方的第二滑轮 5, 钢丝绳 6 的一端和第一滑轮 16 固定连接, 钢丝绳的另一端缠绕过第二滑轮 5 后固定在工作吊篮 9 和连接杆 7 的铰接轴上。图 1 中连接杆 7 和工作吊篮 9 通过滑轮 8 铰接, 钢丝绳的另一端缠绕过第二滑

轮 5 后可以固定在滑轮 8 上。第一滑轮 16 的轴端安装有提升电机 (图中未示出), 提升电机转动使得钢丝绳缠绕或退出第一滑轮 16, 从而带动工作吊篮 9 绕球罐中心在竖直平面内摆动。

立柱 1 由驱动部的伞齿轮 15 带动旋转, 因此, 连接杆 7 还可以在水平面内转动, 也就是说, 和连接杆 7 连接的工作吊篮 9 能够到达球罐内的任意水平和竖直平面内的任意位置, 使得检测无死角, 并且, 当工作吊篮摆动到上人孔附近时, 工作吊篮内的人员可以和上人孔外的人员接触, 也便于沟通或传递工具等。

该球罐检验用辅助装置能够通过立柱旋转带动工作吊篮在球罐内的水平平面内转动, 通过提升部带动工作吊篮在竖直平面内转动, 使得工作吊篮能够在水平和竖直平面内均能够对球罐壁进行全方位 360° 检测。球罐内部没有检测盲区, 可减少施工人员、提高工作效率, 且相对于以往的搭建脚手架的方式, 提高了检测的安全性。

所述立柱包括分体式立柱和整体式立柱, 分体式立柱可以通过例如螺纹连接, 或者法兰连接, 或者连接套连接等多种形式, 本实施例并不用于限制分体式立柱的连接方式。

在单根立柱外壁上还设置有夹持槽, 在基座 4 上设置有可扣合的夹持体, 所述分体式立柱连接时, 使用夹持体夹持在下根立柱的所述夹持槽内, 也就是使得下根立柱悬停住, 即可将上根立柱与下根立柱连接, 重复进行分体式立柱连接作业。当然, 也可以直接在伞齿轮 15 上设置夹持体, 这样夹持体和夹持槽既可以用于辅助连接分体式立柱, 又可以驱动立柱旋转。

在所述基座上还可以设置吊装部 13, 该吊装部 13 具有滑轮、支撑杆等部件, 用于安装该检验用辅助装置。例如连接分体式立柱, 通过滑轮将单根立柱吊起, 和悬停的下根立柱连接。该吊装部 13 是可拆装式的, 在组装完立柱后, 可以将吊装部 13 拆卸取下。所述连接杆 7 为伸缩式, 其在球罐径向具有一定的伸缩量, 使得工作吊篮 9 能够更加灵活的适应球罐内壁。

所述连接杆 7 和固定套 11 连接的铰接轴上还设置有制动部 (图中未示出), 该制动部安装在连接杆 7 与固定套 11 连接的铰接轴上, 并且, 在该铰接轴上还设置有转速传感器 (图中未示出), 转速传感器和制动部具有电路连接。如果连接杆转动超速的话, 为安全起见, 制动部会将连接杆制动, 限制其在竖直平面内转动。

该球罐检验用辅助装置还具有遥控控制方式。可

以利用例如电磁波、红外灯等常规遥控方式来控制工作吊篮的位置,也就是说,工作人员可以在工作吊篮内手持遥控器来控制旋转电机、提升电机工作,控制工作吊篮的移动,能够精确控制工作吊篮 9 到达待检测点,给工作人员带来便利。

根据本装置的另一个方面,还提供一种使用该球罐检验辅助装置进行球罐检验的方法,包括以下步骤:检测人员进入工作吊篮内,启动旋转电机 2 和提升电机,将工作吊篮调整到某一检测点,检测人员开始检测;该点检测完成后,控制提升部的提升电机转动,由钢丝绳拉动工作吊篮沿球罐壁移动到同一竖直平面内下一检测点,继续检测;完成该竖直平面内的检测工作后,控制立柱 1 旋转,使工作吊篮转动到下一竖直检测平面内,继续完成下一竖直平面内的检测工作,直到检测完整个球罐内的检测点。以上仅是举例说明检测方法,当然也可以先完成某一水平面内的检测点,再提升工作吊篮,完成下一水平面内的检测点,直至检测完整个球罐内的检测点。或者仅对某几个特定点进行检测,都可以用该辅助装置到达检测位置。

2 技术特征

2.1 结构特征

①基座上设置有利于组装该辅助装置的吊装部;②每个滑轮组包括设置于上人孔上方的第一滑轮,以及设置于上人孔下方的第二滑轮,钢丝绳的一端和第一滑轮固定连接,钢丝绳的另一端缠绕过第二滑轮后固定在对的工作吊篮和连接杆的铰接轴上,其中,每个第一滑轮分别由一个提升电机驱动;③立柱包括分体式立柱和整体式立柱,立柱上还设置有夹持槽;④基座上设置有可扣合的夹持体,分体式立柱连接时,使用夹持体夹持在下根立柱的所述夹持槽内,即可进行分体式立柱连接作业;⑤连接杆为伸缩式;⑥连接杆和立柱连接的铰接轴上还设置有制动部;⑦立柱的球罐中心处安装有固定套,每个连接杆和固定套铰接;⑧驱动部通过旋转电机驱动伞齿轮带动立柱转动;⑨驱动部通过蜗杆蜗轮手动控制立柱转动;⑩立柱位于上人孔的上端为外四方的形式,所述驱动部通过内四方的伞齿轮或蜗轮带动立柱旋转;⑪旋转电机和提升电机还具有遥控控制方式;⑫打磨收尘装置安装在工作篮筐前端采用负压旋风除尘,并且可以翻转打磨方向 90 度。

2.2 适用性

本装置配备不同长度的立柱和支撑臂,从 200m³ 到 2000m³ 的体积均可实现检验。本设备用于辅助检

验时操作步骤如下:启动旋转电机和提升电机,将工作吊篮调整到某一检测点,检测人员开始检测;该点检测完成后,控制提升电机转动,由钢丝绳拉动工作吊篮沿球罐壁移动到同一竖直检测平面内的下一检测点,继续检测,或控制旋转电机转动,由立柱带动工作吊篮转动到同一水平检测平面内的下一检测点,继续检测;完成该竖直检测平面或该水平检测平面内的检测工作后,将工作吊篮移动到下一竖直检测平面或下一水平检测平面内,继续检测,直到检测完整个球罐内的检测点。本设备用于收尘打磨时操作步骤与上述一致。

2.3 经济性

以河南现有在用球罐 324 台为例:①平均每台节约搭拆脚手架费用 1-2 万元,总体节约 300 万元以上;②每台球罐检验平均节约时间 3 天,节约总时间 972 天。为企业节约的时间用于生产按每天 1 万利润来算可创收 972 万元;③球罐的检验周期一般为 3-6 年,此装置研发成功投用后,每年至少为企业节约 400 万元。

2.4 技术优势

传统脚手架搭建需要上千件架杆、架板、扣件,整体重量大。运输到现场后再通过仅 500mm 的人孔送入球罐内部进行组装,需要多人高强度长时间的劳动才能完成,且费用成本高,平均每台球罐的脚手架搭撤工作要耗费 7 天的时间,利用该装置,只需要 2 天,大大简化了球罐检验的前期准备、后期恢复工作,节省人力、费用和时间。本设备球罐内部的工作吊篮在摆动到上人孔时,能够和上人孔外部的的工作人员进行沟通或传递工具等,使用非常方便。

3 结论

本设备快速、安全的把检验人员送到高空进行作业同时也为使用单位检验前的打磨准备工作提供一个清洁环保的机械平台,填补一下国内这一领域没有环保收尘机械辅助装置的现状。本设备工作效率远高于传统的检验检测方法,以 1000m³ 球罐检验为例:检验时间由原来的 7 天缩短为现在的 3 天提高效率 50% 以上,给企业节约的时间成本不可估量,同时检验人员的高空作业、粉尘吸入风险大幅降低。本设备操作简单方便,在功能拓展性和性价比等方面,相比之国内检验检测搭脚手架的方式具有明显的优势,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] 晓禾.棒材用自动磁粉探伤装置[J].轧钢,1993(03).