

润滑油站用精过滤器吊装悬臂装置的优化设计

师恩启 刘皓

(沈阳鼓风机集团股份有限公司沈阳通用设备分公司 辽宁 沈阳 110869)

摘要: 针对目前个别大型压缩机装置中润滑油站过滤器上盖组件重量超重导致现场操作人员缺少起吊工具、操作费力、过程繁琐、容易发生安全事故以及用户现场实际操作体验差等背景因素, 结合现有传统精过滤器的设计思路, 在保证安全、改善用户现场体验、方便操作的前提下, 重新设计了精过滤器上盖组件结构并设计了附带悬臂结构式的起吊装置。

关键词: 润滑油系统; 润滑油站; 精过滤器; 悬臂装置; 人孔; 降低成本

1 设计背景及现状总结

目前, 国内一些主流压缩机厂家以及相关配套辅机润滑油站生产厂家在润滑油系统配套使用的精过滤器上盖组件的设计和使用上, 依然在使用传统的设计结构, 即精过滤器上盖组件设备大法兰中心处开孔焊接接管法兰后, 经过阀门等一系列流程回油到主油箱, 如图 1、图 2 所示。

这种结构的精过滤器在更换滤芯的操作过程中, 通常是首先拆掉过滤器上盖与过滤器筒体法兰之间的连



图 2 传统的上盖组件结构 (无悬臂, 不利于安装检修)

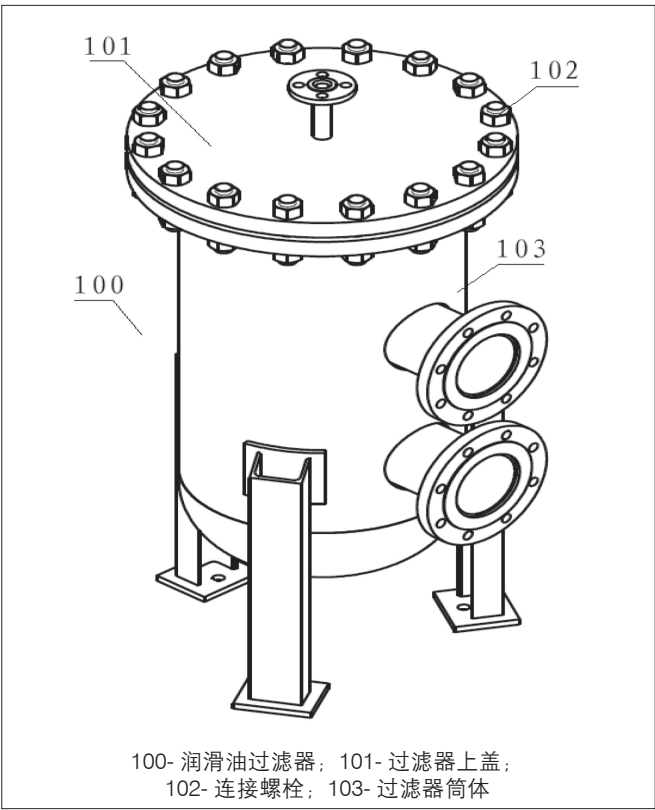


图 1 传统的精过滤器上盖组件结构 (顶部回油、无悬臂)

接螺栓以及回油小管路连接螺栓, 然后移走过滤器上盖以及中间部位的管路部分 (见图 2 端盖上方法兰、阀门等), 这期间需要拆掉所有妨碍顶盖上方空间的所有部件, 才可以对过滤器筒体内的滤芯进行更换、维护等 (滤芯高度通常为 454mm, 更换空间至少需要 600mm)。

这种上盖组件结构在先天设计上有很大的弊端。首先, 由于顶盖回油管路流程配置上要求必须设置必备的检修阀门、管路末端必须设有用于观察的流量视镜, 加之油站布局空间的限制, 在精过滤器现场安装、内件维护、更换滤芯等操作时会占用上盖组件上方的大部分操作空间, 非常不方便, 更有甚者会直接占用更

换滤芯所需要的必备空间。

另外，由于近年来国内大型压缩机组应用越来越广泛，例如沈阳鼓风机集团公司近两年承接了国内多家 120 万吨 / 年大乙烯三机项目以及煤制烯烃等项目，中型以及大中型机组极为普遍，这些大乙烯项目有一个共同的特点就是设备的巨型化、占地面积大、自动化程度高、可靠性高、周期长等。而乙烯大三机组装置其流程和结构设计的先进性、可靠性和可操作性直接影响到装置的整体稳定运行，随之而来的就是润滑油站的设计供油能力也在相应提高，多滤芯精过滤器的使用数量以及频率也随之提高。直接关联的后果就是，过滤器筒体直径越来越大，大重量的上盖组件的应用场景越来越多，难以避免的结果就是过滤器上盖组件重量一直处于上升的趋势。

上盖组件重量由最开始的总重 15kg 左右逐渐发展到比较常见的 130kg 左右。公司现有精过滤器按照滤芯数量可以划分为单个筒体内 1、2、3、4、6、8 个滤芯，其中内置 1 或 2 个滤芯的精过滤器上盖组件重量 $\leq 14\text{kg}$ ，按照 API 614-2008 中 4.6.1 的 a 条款可以使用常规结构的上盖组件（无须吊装悬臂）、3 个及 3 个以上滤芯组件中，上盖组件的重量通常为最小 48kg、最大 130kg，甚至目前公司已经研发生产了设计过滤精度 $10\mu\text{m}$ 、过滤能力大于等于 $4800\text{L}/\text{min}$ 的精过滤器，其上盖组件的重量已经突破 220kg。

随着上盖组件重量的不断增加，搬动上盖组件以及更换滤芯后重新安装的工作就变得较为繁重，如果仅凭操作人员在纯人力操作就非常困难，往往必须借助外力，比如小型吊装设备或吊装工具才能移动过滤器上盖，整个操作过程繁琐费力、操作周期长、工作效率较低、项目配套占地空间大的弊端更加凸显出来，而且操作过程中极易发生脱手、脱钩、坠落甚至伤人等安全事故。这就给实际生产带来了困扰。

2 设计思路及工作原理

为了解决常规结构的上盖组件引发的在实际项目运行中的弊端及安全隐患，吸收借鉴了 HG/T 21514-2014《钢制人孔和手孔的类型与技术条件》和 HG/T 21523-2014《水平吊盖带颈平焊法兰人孔》的悬臂结构并加以改进。

2.1 设计思路

重新设计的新型上盖组件搭配设计了特有的悬臂装置，并按照不同的精过滤器设计型号编写了相应的吊装悬臂设计型谱：精过滤器设计能力 $300\sim 4800\text{L}/\text{min}$ ，涵盖了 96% 以上的压缩机型号，搭配的润滑油站公称容积为 $4\sim 60\text{m}^3$ 。改进后的精过滤器以及配套的吊装悬臂结构如图 3、图 4 所示。

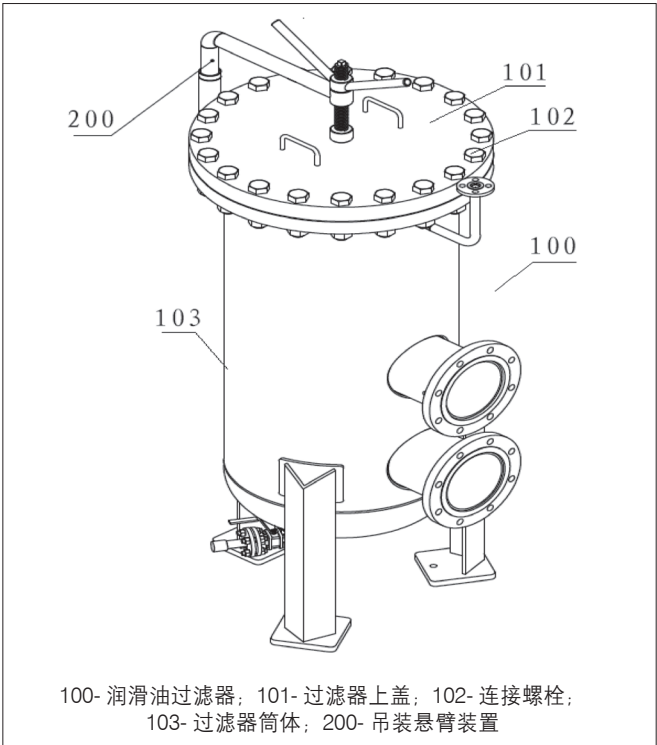


图 3 改进后的上盖结构（带悬臂）

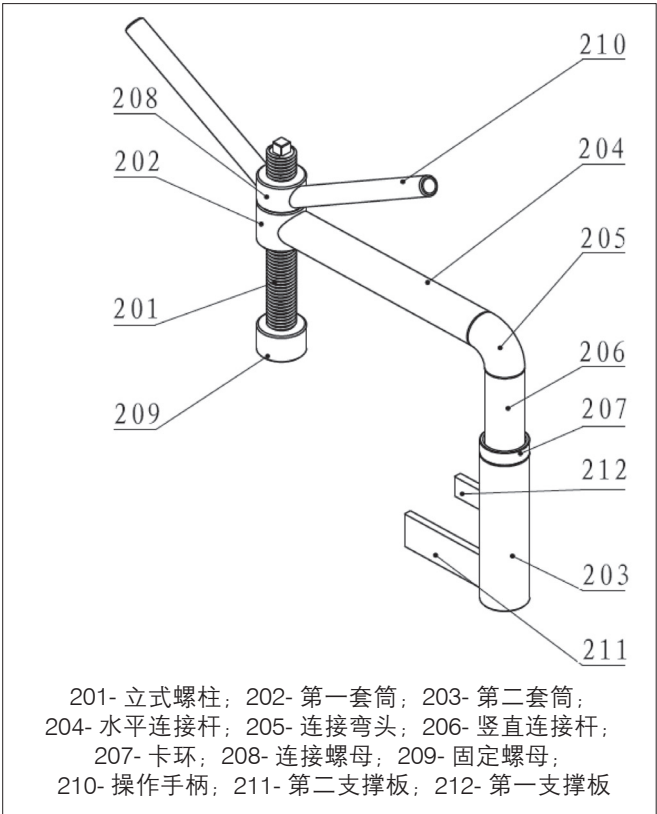


图 4 改进设计后的吊装悬臂结构

改进后的悬臂结构大体可以由 3 个部分组成。

第 1 部分：与过滤器筒体上盖垂直并且下端通过螺母固定与上盖连接，上端穿过第一套筒后连接转动螺

母以及操作手柄的立式螺柱；

第 2 部分：水平连接垂直立式螺柱与平行于过滤器筒体的第二套筒之间的总悬臂；

第 3 部分：第二套筒侧壁固定设置第一支撑板和第二支撑板，设置双点固定可以切实保证吊装悬臂在工作状态下的稳定支撑。

2.2 工作原理

本悬臂装置在通常情况下，默认出厂之前都是安装调试完成后发货到用户现场的，用户无需自己组装，可以直接进行操作。

改进后的悬臂结构工作原理是：逆时针旋转搬动操作杆 210，带动螺母 208 转动以第一套筒 202 为支点，逐渐提升立式螺柱 201，带动螺母 209 将上盖组件整体抬高，然后拆掉过滤器上盖与过滤器筒体法兰之间的所有连接螺栓，过滤器上盖提升到一定高度后，水平推动水平连接杆 204，使其在第二套筒 203 内以竖直连接杆 206 为中心轴转动，将过滤器上盖平移到过滤器上端的其他位置，从而可以对过滤器内的滤芯进行更换，操作十分简单方便。

过滤器内的滤芯更换完成后，可以将上述步骤反向操作，即反向推动水平连接杆 204，使其在第二套筒 203 内以竖直连接杆 206 为中心轴转动，将过滤器上盖平移到过滤器的正上方，然后向下转动连接在螺柱 201 上的螺母 208，使其以第一套筒 202 为支点在螺柱 201 上向上转动，从而使螺柱 201 带动过滤器上盖缓慢下降。当过滤器上盖下落至过滤器上后，再用连接螺栓 102 将过滤器上盖与过滤器筒体的法兰连接在一起即可。

至此，上盖组件的拆卸、回装过程完成。配套的《使用说明书》给出了具体步骤，用户可参照《使用说明书》进行组装。组装的过程还可以深入了解其使用原理，有助于后期现场操作人员更直接清晰地进行相关操作。

通过旋转立式螺柱的配套操作手柄来达到完成套筒式悬臂的升降，从而实现抬升上盖组件高度后将上盖组件旋转到其他位置以实现现场组装、检修、更换滤芯等操作目的，这样整个过滤器筒体上方的操作空间

可以极大地满足相关要求，而且整个操作过程中不需要使用额外的吊装设备，非常的省力、安全。

3 装置应用效果

在吊装悬臂结构的设计以及持续优化改进的过程中，进行了广泛的理论计算、应力分析、吸收借鉴其他案例，以及在实际产品中的运行验证工作。为了保证该装置的整体强度与刚度，对螺母以及立式螺柱的强度进行了修正，改进了套筒与卡环的连接配合精度以及对连接筋板的强度与稳定性的持续验证。以上措施，自 2019 年到 2021 年，从实际运行验证结果、项目现场实际使用情况巡查以及来自集团客服、业主反馈、后期走访来看，已经形成了一套保证产品功能性、经济性、可操作性的精过滤器上盖组件的吊装悬臂的型谱化的对照表。

4 结语

改进设计后的悬臂装置简化了润滑油过滤器上盖的拆卸与安装过程（不需要额外的吊装工具，操作人员自己就可以独立完成操作），更加方便更换过滤器筒体内的滤芯，更主要的是，解决了现场施工或者操作的安全隐患，极大的减轻了用户现场的操作成本，大大缩短了项目运行的准备周期，为用户节约了大量的时间成本、经济成本和安全成本。目前，配置改进后悬臂装置的精过滤器已经应用到超过 120 多个项目现场，得到了用户广大用户、工程公司、现场操作人员的一致好评。

参考文献：

- [1]ANSI/API 614-2008, 润滑、轴密封和控制油系统及辅助设备：第 5 版 [S].
- [2] 意大利新比隆公司燃气轮机技术标准 [Z].
- [3]HG/T 21514-2014, 钢制人孔和手孔的类型与技术条件 [S].
- [4]HG/T 21523-2014, 水平吊盖带颈平焊法兰人孔 [S].