

关于矿用千斤顶多工位拆装设备的研发及应用

强志阳
(宁夏煤业矿山机械制造维修分公司 宁夏 银川 751400)

摘要: 本文全面介绍矿用千斤顶自动化一体拆装设备组成结构、工作原理及经济效益。主要由液压系统、电气系统及机械系统组成, 所涉及的液压元件、机械结构等关键零部件的工作原理及其结构分别进行了相应的分析计算和选型; 对矿用千斤顶自动化一体拆装设备中的旋转机构和升降机构等主要元器件的结构组成和工作原理进行了分析; 最后对矿用千斤顶自动化一体拆装设备产生的经济、社会效益及推广应用前景进行分析。

关键词: 千斤顶; 多工位; 自动化; 旋转; 拆解组装

0 引言

随着国家能源集团宁夏煤业有限责任公司跨越式发展, 各煤矿生产单位综采、综掘工作面机械化水平日新月异, 自动化程度越来越高, 千斤顶作为煤矿综采、综掘设备的重要执行元件, 不仅能精准地完成特定任务动作, 更为煤矿高产、高效、安全出煤提供了有力保障。宁夏煤业矿山机械制造维修分公司主要维修千斤顶, 数量较大, 目前维修大部分依靠人力完成, 且效率不高, 从拆解千斤顶到组装千斤顶都离不开体力劳动, 公司着力打造矿用千斤顶自动化一体拆装设备。实现多工位拆解、组装千斤顶, 从而减轻工人劳动力, 提升生产效率。

1 研究内容及整体设计方案

1.1 项目的技术路线

本项目通过调研国内外同类设备及技术, 参照我国现有煤矿机械标准及试验方法的要求, 结合矿机公式实际检修工艺, 研制出适用于快速拆装矿用千斤顶的多工位旋转拆装设备。

本项目是通过层次化研究、逐步推进的方法进行的。项目实施的技术路线图 1 所示。

1.2 研究内容

本项目针对矿用千斤顶拆解和组装过程中存在的低效率和低质量的问题, 自主设计研发矿用千斤顶多工位旋转拆装设备, 可以大大提高千斤顶的拆解和组装的工作效率, 也进一步提高千斤顶的维修质量。主要研究内容如下:

(1) 本项目首先分析了矿机公司现有千斤顶维修工艺流程, 它主要包括千斤顶拆解工艺、千斤顶修复工艺、千斤顶组装工艺以及千斤顶试验工艺等。

其中, 千斤顶拆解工艺包括导向套组件拆解、活塞杆组件拆解、导向套组件分解及活塞杆组件分解; 千斤顶组装工艺包括活塞杆组件组装、导向套组件组装、活塞杆组件与千斤顶外缸装配以及导向套组件与千斤顶外缸装配。每个工艺中的工序流转。

通过千斤顶维修工艺流程, 了解到千斤顶的结构和检修流程, 以便更好地设计设备各机构。

(2) 针对传统的人工方式拆装千斤顶和利用简单机械设备拆装千斤顶, 提出了一套基于矿用千斤顶多工位旋转拆装

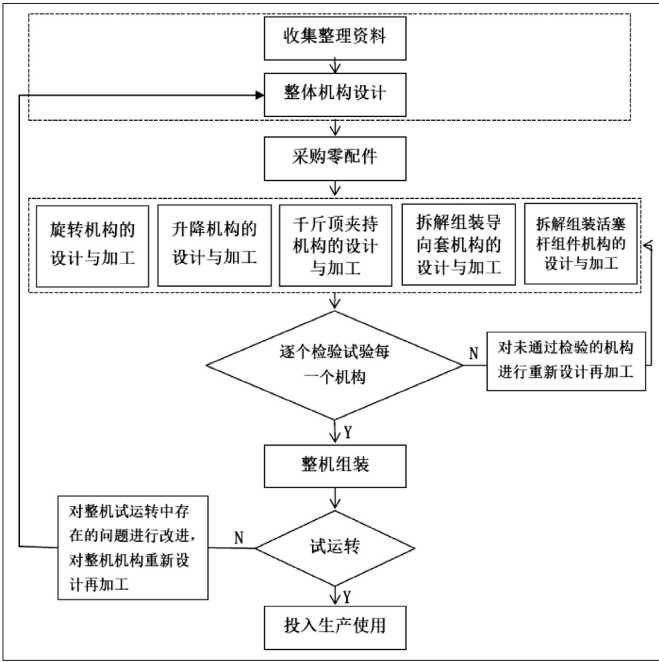


图 1 项目技术路线

设备的千斤顶拆装工艺方案。

(3) 确定矿机公司所维修千斤顶的规格参数, 制定矿用千斤顶多工位旋转拆装设备总体设计方案。

(4) 对矿用千斤顶导向到拧紧力和活塞杆组件从千斤顶外缸取出时所需要的力进行分析, 对旋转机构、升降机构、千斤顶夹持机构、拆解组装导向套机构及拆解组装活塞杆组件机构等主要结构进行了结构设计和强度校核。

(5) 采用 SolidWorks 对矿用千斤顶多工位旋转拆装设备进行三维建模和有限元分析。

(6) 对液压系统的动力部件、执行元件、控制元件等进行选型并对液压系统进行设计。

1.3 设计需求分析

经分析矿用千斤顶拆解和组装工艺及关键技术要求, 总结出以下设计需求:

(1) 该项目需建立一套快速拆装矿用千斤顶技术, 需编制适合该设备拆装千斤顶的工艺和设备操作规程。

(2) 研制一台矿用千斤顶多工位旋转拆装设备。采用马达和回转轴承, 实现了多工位协调同时作业, 互不干扰, 提高工作效率; 也可以完成千斤顶的拆解工艺和组装工艺。

(3) 实现对不同规格的千斤顶进行夹持固定。

(4) 实现对不同规格的千斤顶导向套进行拆装。

(5) 对不同规格的千斤顶活塞杆组件进行拆装。

(6) 为了保障作业人员安全, 需设计防护装置和外部控制平台, 作业人员在安全区域作业。

1.4 总体方案设计

根据矿机公司千斤顶维修工艺和矿用千斤顶结构, 公司自主设计研发的矿用千斤顶自动化一体拆装设备, 能够实现完成千斤顶拆解工艺和千斤顶的组装工艺。

1.5 矿用千斤顶多工位旋转拆装设备整体结构设计工作原理

1.5.1 实现千斤顶拆解工作原理

在第一工位进行千斤顶装夹工作, 首先, 将千斤顶缸体的耳子穿过主旋转平台上的长方形孔; 其次, 再用千斤顶夹持工装将千斤顶缸体固定; 最后, 将防转固定结构的销轴插入千斤顶缸体的耳子; 完成千斤顶装夹工作。

启动平台旋转马达带动主旋转平台顺时针旋转 120° , 到达第二工位。

在第二工位完成导向套拆解工作, 首先, 通过控制升降千斤顶的伸缩, 带动升降机构升降, 完成拆解与组导向套工装与千斤顶导向套的距离调节; 其次, 将拆解与组导向套工装锁紧千斤顶导向套; 最后, 通过控制液压马达逆时针旋转带动拆解与组导向套工装转动完成千斤顶导向套拆解。

启动平台旋转马达带动主旋转平台顺时针旋转 120° , 到达第三工位。

在第三工位完成活塞杆组件的拆解; 首先, 在工装连接结构上安装活塞杆组件拆解工装; 其次, 通过控制升降千斤顶的伸缩, 带动升降机构升降, 完成活塞杆组件拆解工装与千斤顶活塞杆的距离调节, 利用插销将活塞杆组件拆解工装与千斤顶活塞杆连接一起; 最后, 通过控制升降千斤顶向外伸带动升降机构向上移动, 完成活塞杆组件拆解。

分别将缸体和活塞杆组件从多功能千斤顶拆装平台拆解下来, 完成千斤顶拆解工作 (每个工位可以进行两个千斤顶的拆解工作)。

1.5.2 实现千斤顶组装工作原理

在第一工位进行千斤顶缸体装夹工作, 首先, 将千斤顶缸体的耳子穿过主旋转平台上的长方形孔; 其次, 再用千斤顶夹持工装将千斤顶固定; 再次, 将防转固定结构的销轴插入千斤顶缸体的耳子; 最后, 将检修完成的活塞杆组件和导向套与千斤顶缸体初步装配。

启动平台旋转马达带动主旋转平台逆时针旋转 120° , 到达第三工位。

在第三工位完成活塞杆组件的组装; 首先, 在工装连接结构上安装活塞杆组件组装工装; 其次, 通过控制升降千斤顶的伸缩, 带动升降机构升降, 完成活塞杆组件组装工装与

千斤顶活塞杆的距离调节; 最后, 通过控制升降千斤顶向内收缩带动升降机构向下移动, 完成活塞杆组件组装。

启动平台旋转马达带动主旋转平台逆时针旋转 120° , 到达第二工位。

在第二工位完成导向套组装工作, 首先, 通过控制升降千斤顶的伸缩, 带动升降机构升降, 完成拆解与组导向套工装与千斤顶导向套的距离调节; 其次, 将拆解与组导向套工装锁紧千斤顶导向套; 最后, 通过控制液压马达顺时针旋转带动拆解与组导向套工装转动完成千斤顶导向套组装。

将千斤顶从多功能千斤顶拆装平台拆解下来, 完成千斤顶组装工作。(每个工位可以进行两个千斤顶的组装工作)

2 主要机构的设计

2.1 千斤顶夹持机构的设计

2.1.1 设计需求分析

矿机公司所维修的千斤顶规格型号多, 千斤顶的外缸体直径不一, 若进队外缸体进行夹持固定, 在拆解导向套时很难保证千斤不转动; 为了保障千斤顶被固定的水平竖直, 因此采用对千斤顶后端耳子和外缸体夹持进行固定, 使千斤顶在该设备上能够竖直固定。

2.1.2 机构设计

在主回转平台上均等切割 6 个长方形孔, 用于将千斤顶后端卡在孔内防止千斤顶在拆解与组装时旋转; 在主回转平台上再设计一个夹具用于夹持千斤顶防止千斤顶在拆解与组装时倾倒。

2.2 拆解组导向套机构的设计

2.2.1 设计需求分析

矿机公司所维修的千斤顶规格型号多, 导向套的规格不一, 所以要设计一系列导向套拆解工装, 并且能统一配套适用于导套套旋转拆解结构中, 该设备只能拆解导向套与千斤顶外缸体螺纹连接方式的。

2.2.2 机构设计

利用升降机构根据千斤顶的长短来控制拆解组导向套机构的升降, 通过液压系统控制液压马达正反转, 带动拆解组工装转动, 实现导向套的拆解与组装。

2.3 拆解组活塞杆组件机构的设计

2.3.1 设计需求分析

拆解活塞杆组件时, 是将活塞杆组件从千斤顶的外缸体内提出来的; 而组装活塞杆组件时, 是将活塞杆组件压进千斤顶的外缸体内的。所以要分别设计活塞杆组件拆解工装和活塞杆组件组装工装, 并且均能与升降机构配套使用, 实现活塞杆组件的拆解与组装功能。

2.3.2 机构设计

根据千斤顶活塞杆的结构特点, 分别设计活塞杆组件拆解工装和活塞杆组件组装工装。通过液压系统控制千斤顶的向内缩回功能实现把活塞杆组件从油缸体内分离出来, 通过液压系统控制千斤顶的向外伸出功能实现把活塞杆组件压进油缸体内。

2.4 旋转机构的设计

2.4.1 设计需求分析

根据整体结构设计, 需要实现多工位协同作业旋转平台, 一个工位装卸千斤顶, 一个工位拆解导向套, 一个工位分解活塞杆组件与缸体, 每个工位旋转角度是 120° , 三个工位同时进行, 互不干涉, 以提高千斤顶拆解效率, 这样就可以节省人力、简化工序流转、提高维修效率、操作更安全更可靠。

2.4.2 机构设计

利用掘进机回转轴承作为支撑、液压马达作为执行元件、液压系统作为驱动力, 实现旋转机构的旋转功能, 进一步实现液压马达每执行一次使工作平台旋转 120° 到达下一工位。

2.5 升降机构的设计

2.5.1 设计需求分析

矿机公司所维修的千斤顶规格型号多, 以至于千斤顶的长短不一, 需要设计一个机构根据千斤顶的长短来调节拆解或组装工装与千斤顶的位置, 使它们能够有效连接。

2.5.2 机构设计

将升降机构与设备的三角形主架体组装一起, 再通过液压系统控制千斤顶的伸缩功能实现升降机构的升与降。

2.6 液压系统的设计

2.6.1 液压系统设计方案

矿用千斤顶自动化一体拆装设备要求控制升降机构的上下移动, 控制导向套拆装机构的液压马达正反转以及控制旋转平台的正反转等, 因此该液压系统需要 6 个独立控制开关。

该液压系统由执行元件、控制元件、动力元件及辅助元件构成。执行元件由液压马达和千斤顶等组成; 控制元件包括操作阀等; 动力元件包括乳化液泵站; 辅助元件由胶管、弯头、三通等组成; 通过乳化液泵站提供的动力源, 由执行元件, 即各液压马达正反转、千斤顶油缸的伸缩, 使该千斤顶导向套和活塞杆组件等拆解或组装动作完成。

2.6.2 液压系统的选型设计

液压系统的选型设计就是通过计算确定各个液压元件的型号, 具体包括控制元件、动力元件、辅助元件及执行元件。并绘制液压系统图。

基于矿用千斤顶多工位旋转拆装设备液压系统及各液压元件的工作要求, 通过计算并查液压手册, 完成液压系统主要元件的选型设计, 计算、选型过程详见设计说明书。

3 设备性能试验

为了验证自主研发的矿用千斤顶多工位旋转拆装设备的可行性和实用性。具体包括检验其结构性能是否适应满足拆装千斤顶; 测试其动作是否能运行星评委; 检验其工作阻力是否能满足拆装导向套和拆装活塞杆组件的能力要求; 检验其强度是否满足最大规格千斤顶的拆装要求。

4 关键技术及创新点

4.1 解决的关键技术问题

- (1) 同时完成了两个千斤顶的拆解(或组装)的工作;
- (2) 完善了千斤顶拆解(或组装)工序之间的脱节性;
- (3) 保证作业安全, 降低劳动强度, 提高千斤顶拆装效率和维修质量。

4.2 创新点

(1) 多工位协调同时作业, 互不干扰, 提高工作效率。该设备为圆形旋转机构, 并三个相等的扇形工作区域(工位), 分别为千斤顶外缸夹持固定工位(第一工位)、导向套拆解与与组装工位(第二工位)和活塞杆组件拆解与组装工位(第三工位), 每个工位可以同时完成两件油缸的工序操作, 互不干扰。当所有工位完成千斤顶拆解或组装相应的工序后, 通过旋转机构到达下一工序(即下一工位), 直到完成千斤顶的拆解或组装。

(2) 该设备可以完成千斤顶的拆解工艺和组装工艺。

(3) 千斤顶夹持固定机构; ①将千斤顶缸体的耳子穿过主旋转平台上的长方形孔; ②再用千斤顶夹持工装将千斤顶固定; ③将防转固定结构的销轴插入千斤顶缸体的耳子。

(4) 千斤顶导向套拆装机构; ①根据千斤顶规格型号, 选择合适的拆装导向套工装; ②通过控制升降千斤顶的伸缩, 带动升降机构升降, 完成拆装导向套工装与千斤顶导向套的距离调节; ③将拆装导向套工装锁紧千斤顶导向套; ④通过控制液压马达旋转方向带动拆装导向套工装顺时针转动或逆时针转动, 完成千斤顶导向套组装或拆解。

(5) 千斤顶活塞杆组件拆装机构; ①根据千斤顶的规格型号, 选择合适的活塞杆组件工装(拆解工装或组装工装); ②根据千斤顶拆解或组装的工作需求, 在工装连接结构上安装活塞杆组件拆解工装或组装工装; ③通过控制升降千斤顶的伸缩, 带动升降机构升降, 完成活塞杆组件工装与千斤顶活塞杆的距离调节, 并完成将活塞杆组件工装与千斤顶活塞杆连接; ④通过控制升降千斤顶伸缩, 带动升降机构向上或向下移动, 完成活塞杆组件与千斤顶外缸体的拆解或组装。

参考文献:

- [1] 汪峰元, 马明星. 机械设计手册联合编写组. 机械设计手册上册[M]. 北京: 燃料化学工业出版社, 1971.
- [2] 机械设计课程设计指导书[M] 北京: 中国电力出版社, 2009.
- [3] 赵磊. 液压支架千斤顶密封泄漏分析与解决措施[J]. 机械管理开发, 2019(04).
- [4] 张铁建. 液压支架推移千斤顶结构设计及试验研究[J]. 机电工程技术, 2019(06).
- [5] 赵继虎. 液压支架推移千斤顶自动化控制系统设计[J]. 水力采煤与管道运输, 2018(03).
- [6] 宋志峰, 张楠. 一种综采工作面液压支架推移千斤顶系统设计[J]. 煤矿现代化, 2018(04).
- [7] 张彦博. 井下液压支架千斤顶泄漏故障的分析及维修[J]. 山西焦煤科技, 2018(07).
- [8] 薄文忠, 孙强, 宋广占. 浅谈综采工作面液压支架电液控制系统的应用[J]. 山东工业技术, 2018(06).
- [9] 郭刘勇. 煤矿液压支架电液控制系统端头控制技术升级与探究[J]. 能源与节能, 2018(05).
- [10] 液压支架电液控制系统研发成功[J]. 机械工程师, 2009(11).

作者简介: 强志阳(1982.11-), 男, 汉族, 宁夏银川人, 大学本科, 工程师, 研究方向: 煤矿设备维修。