矿用刮板链条自动拆装设备的结构设计要点分析

叶志华
（安徽绩溪徽山链传动有限公司 安徽 宣城 245300）

摘要：矿用刮板输送机是煤炭生产中的重要设备，工作时随着采煤工作面的推进不断前移，需频繁进行链条拆装。研制能够实现矿用刮板链条自动拆装的设备，需要在掌握链条结构特点的基础上明确设备的工作原理，做到合理进行设备机械结构设计。基于此，通过对设备机械结构总体设计方案展开分析，对拆卸结构、组装结构和传送结构的设计要点展开分析，最终通过对设备进行安装调试，确认设备拆卸效率较高，验证了方案的有效性，可以为同类产品开发提供参考。

关键词：矿用刮板；链条自动拆装设备；机械结构设计

1 矿用刮板链条自动拆装设备概述

1.1 拆装对象结构特点

矿用刮板输送机型号较多，但从链条结构组成上来看主要包含圆环链、连接环、螺母、螺栓和压板等，辅助刮板完成槽内物料推送。利用螺栓、螺母等配件将刮板固定在链条上，可以构成刮板链，能够用于传递动力和牵引导向。拆装刮板链条，需要完成大量螺母拆卸，同时可能遭遇螺母被煤泥糊死等情况，需要现场进行钻铣，导致拆卸效率较低。而矿用刮板输送机配备的刮板数量和链条长度不一，一个工作面上甚至可能同时存在数百个刮板和数百米链条，依靠人力进行手动拆装显然无法满足高效作业要求。

1.2 拆装设备工作原理

研发刮板链条自动拆装设备，强调自动完成上料、拆卸、组装、牵引等工序，要求安装的链条紧固强度、平整度等符合要求，同时达到每小时 60 个的拆卸效率。根据刮板链条的结构特点可知，结构拆装动作主要包含螺栓拆卸、刮板分离、刮板与链条连接、螺栓紧固等。利用设备自动进行刮板链条拆装，可以将机械装置划分为螺栓拆卸、链条组装和传送三个部分。从设备工作原理看，传送装置负责将链条和刮板移动至固定组装工位，并能将组装后的刮板链条移动至组装区域外。而螺栓拆卸和链条组装等装置分布在固定工位上，沿着链条铺设方向进行工位布置，可以实现刮板链条拆装全过程自动化操作，可显著提高拆装效率。

2 矿用刮板链条自动拆装设备机械结构设计

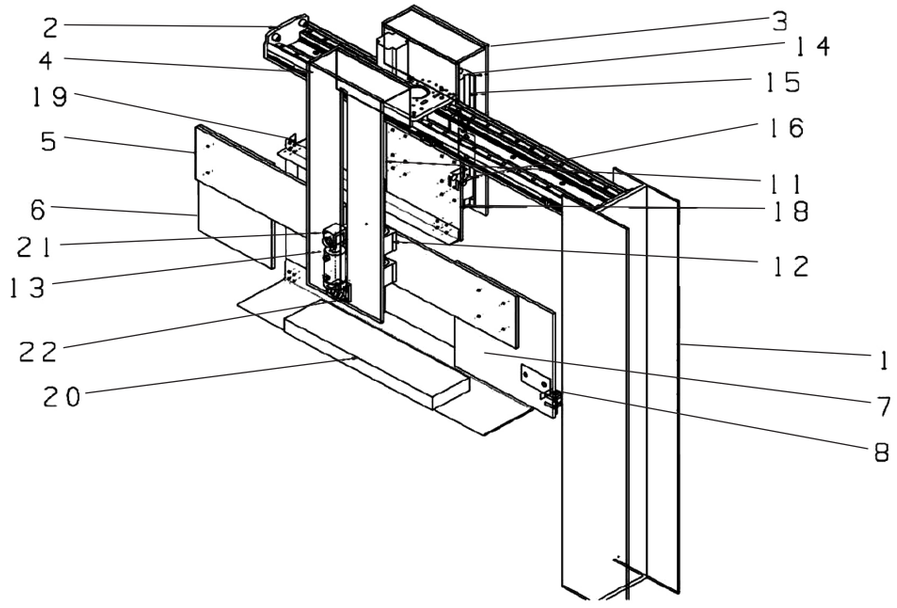
2.1 总体结构设计

在设备机械结构设计上，应认识到拆卸装置和组装装置为核心部分。通过对刮板、链条的拆装动作进行分解，可知包含刮板夹紧、螺栓拆卸、刮板分离、链条平移、刮板与链条装配等动作，因此可以得到机械结构总体设计图，如图 1 所示。设备行程为 530mm，设备油压工作面积为 597mm^2，单根链条承受拉力达到 98.95kN。在设计实践中，选用 ϕ26×92mm 圆环链，链中心距离达到 120mm，选用油缸直径为 100mm，活塞杆直径为 40mm，液压力达到 30MPa。在刮板运输至上料区后，采用气缸爪手将刮板推入预拆装位置后，可以将刮板夹紧，依靠升降气缸对伺服电机进行控制，使前部靠板上升，使背部靠板下降，使刮板和螺栓达到指定位置后进行拆卸，使上、下刮板完全分离。依靠顶部电机进行拆装装置驱动，使装置横向移动至链条上方，利用上背部和下背部气缸使上、下刮板向链条移动，达到指定位置后可以进行螺栓紧固。具体来讲，就是将刮板上、下部门打开后，使连接两部分的螺栓穿过链条圆环，将链条固定在中间，构成刮板链。完成链条装配后，利用传送机构拉动链条，将刮板移动至钻铣位置，使气缸下移带动伺服电机转动，完成螺母钻铣后将其拉出。依靠传送机构将刮板、链条输送至指定位置后，完成链条铺设，然后进行刮板加载和定位，将刮板打开后进行链条穿压，经过定位紧固后完成组装。在完成整个装配过程后，各执行机构将返回原本位置，进行下一组拆装动作。

2.2 拆卸结构设计要点

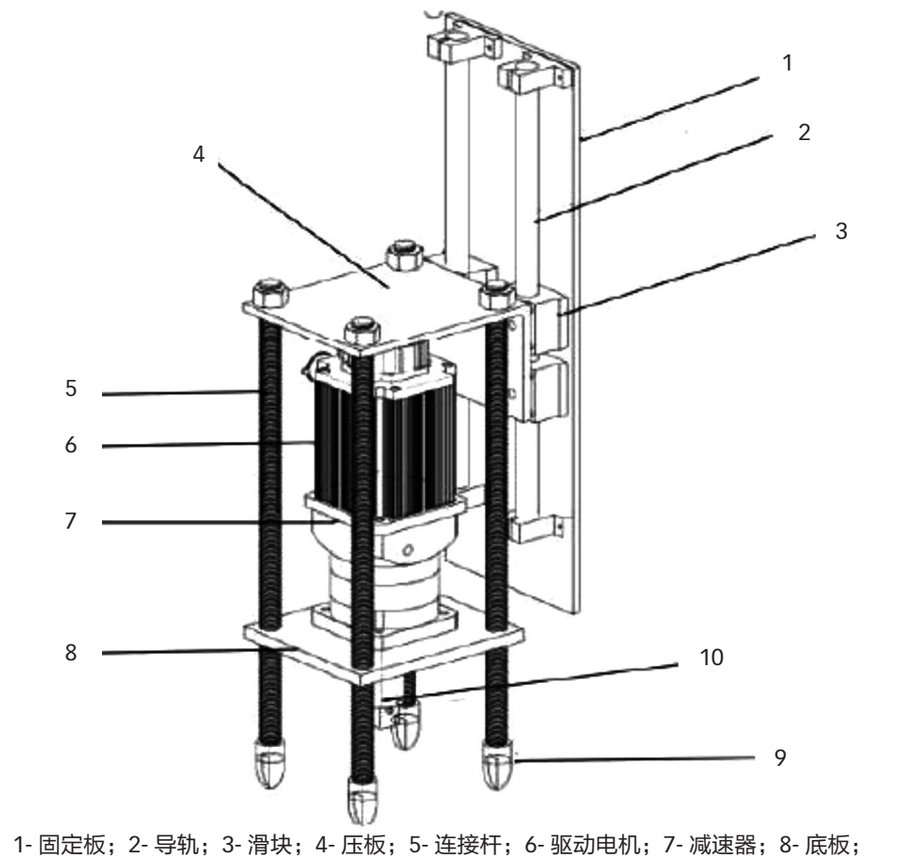
针对刮板和链条间的连接螺栓，需要先拆卸然后安装，在结构设计时应做到精准进行螺栓位置定位，确保在对不同型号刮板链条进行拆卸时装置能够准确落到螺栓孔位。此外，在螺栓被糊死时装置需完成钻铣，保证顺利完成连接螺栓拆卸。图 2 所示为拆卸装置的结构组成图。

04-29 工业设计 22年9月中 第26期.indd 7 2022/10/14 11:21:31



1- 液压支架；2,11,12,15,16- 导轨、滑台；3-7,18- 固定板、靠板；8,13,17- 气缸；9,10- 爪手；14- 背靠板；19- 连接件；20- 电磁铁；21- 连接销；22- 气缸底座

图 1　刮板链条自动拆装设备机械结构设计图



1- 固定板；2- 导轨；3- 滑块；4- 压板；5- 连接杆；6- 驱动电机；7- 减速器；8- 底板；9- 夹具；10- 套筒连接件

图 2　拆卸装置结构组成图

2.2.1　螺栓拆卸

根据装置工作原理可知，刮板在指定位置夹紧后，拆卸装置需要在气缸控制下沿着导轨升降，使配备夹具的连接杆移动至指定位置将需拆卸下的部分夹住，然后利用套筒将螺栓套住。随着连接杆在上、下部分穿越，能够实现位置调节。在减速器运转时，将输出力矩进行螺栓拆卸，夹具等可以提供反向力矩保证刮板位置不动。将螺母拆下后，由于套筒内部存在磁珠可以对螺母进行吸附，能够避免螺母脱落。在气缸抬起后，机构复位，完成拆卸过程。在设计实践中，为保证各部分结构紧密配合，还要做好升降机构设计。在靠板两侧仅向启刚和导轨等部件配置，然后利用连接销将气缸伸出部位固定在滑块上，可以对机构上、下运动进行控制。利用固定板将滑块另一侧连接拆卸装置，可以在装置达到指定位置时完成升降操作。针对拆卸装置和升降机构连接位置，需设置带有长槽孔的横板，与压板安装孔位保持平行。使螺栓穿过长槽孔和安装孔位，在横板上进行拆卸装置固定，可知横板长能够达到最大刮板长，适用于拆卸不同刮板链条。根据螺栓距离对长槽孔上机构位置进行调整，使三组拆卸装置同时动作，能够完成多组螺栓拆卸。

2.2.2　螺栓钻铣

发现螺母锈蚀或糊死等情况时，可以将套筒更换为钻铣刀具，按照相同的动作顺序进行装置操控，使刀具抵上螺母表面，在减速器带动下完成钻铣动作。在装置

04-29 工业设计 22年 9月中 第26期.indd 8 2022/10/14 11:21:31

运行期间，需要更换可以连接刀具的连接件，保证刀具连接稳固。钻铣结束后，装置将复位，等待螺栓达到指定位置，可以将刀具更换为套筒，重新进行拆卸动作。

2.2.3 螺栓紧固

为配合组装装置完成刮板拆分，实际拆卸装置安装在组装工位上，能够通过点击正反转调整完成螺栓拆卸和组装。按照流程，随着气缸下降拆卸装置落下，利用夹具将底部刮板夹紧后，使套筒将螺母套住，按照设定电机输出力矩进行紧固。电机不转后，气缸将抬起，移动至下一紧固位置，重复完成螺栓紧固操作，直至装置复位。

2.3 组装结构设计要点

设计组装结构，需要先将刮板上、下分离，在中间组装链条。铺设链条时，应保证链条平顺，避免与上、下结构相互干涉。

2.3.1 刮板分离

组装装置由支架、横梁机构、升降机构等构成，需要完成刮板分离、平移等操作。对刮板打开过程展开分析可知，刮板需要依靠升降机构上的磁铁进行固定。升降机构同样划分为上、下部分，上部安装气缸能够驱动末端爪手将上部刮板夹紧，而下部安装在连接架竖板上，其上气缸抬起将带动下部刮板向下运动。在两部分升降机构的作用下，能够使刮板上、下部分离开来。在装置工作过程中，拆卸装置固定在上部升降机构上，在刮板被抓紧后将对刮板上的螺栓进行拆卸。确认拆卸完成后，组装装置才会控制升降机构将刮板整体向上抬起。而连接螺栓从下部穿过，将与下部刮板一同分离。设计两套升降机构，沿着各自方向独立动作，能够得到不同的升降要求，顺利将刮板打开。

2.3.2 整体平移

对刮板进行整体平移，需保证拆分离后的上、下刮板和链条铺设位置相互匹配。考虑到上、下刮板随着不同升降机构移动，为避免与铺设链条发生干涉，需要依靠横梁机构进行整体平移。具体来讲，就是先在链条左侧将刮板打开，然后整体平移至铺设位置。采用横移机构进行整体移动量的控制，可以通过调整电动葫芦位移量达到较高的位置控制精度要求。在两部分升降机构之间，设计吊耳连接件保证结构整体稳固性，避免移动时刮板发生晃动。

2.3.3 链条组装

在链条组装环节，确认达到指定工位后，升降机构将同时动作，促使上部刮板和拆卸装置的套筒同时落下，并使下部刮板及螺柱向上穿过链条。在螺母套入螺柱后，可以进行刮板和链条组装。随着上部机构复位，刮板链向前移动至指定位置后可以进行刮板螺栓紧固。依靠 PLC 控制器，能够实现各种机构的运动控制，保证各部分结构独立完成夹紧、升降等操作。实际在螺栓紧固时，将电机和减速器当成是动力源，需要合理确定转动力矩和刮板夹持力，保证结构保持平衡。在此基础上，应确认连接杆件刚度足够，以免出现弯曲、变形等问题。根据设计需求，需选用直径 22mm 的碳钢螺纹连接杆，材料弹性模量为 196 ～ 206GPa，泊松比为 0.24 ～ 0.28，具有较强塑性、韧性和强度，并且能够用于对电机等进行固定调平。

2.4 传送结构设计要点

设计传送结构，需要完成刮板上料、配件传送、成品移动，要求稳定供给材料，在刮板链条组装过程中配合在各工位间进行配件输送，解决链条铺设和刮板行走问题，最终将成品传送至指定区域。

2.4.1 链条铺设

在链条铺设方面，在中槽横向中心位置冲裁出 110mm × 820mm 的矩形凹槽，切口处向下垂直焊接 5mm 厚，构成的矩形钢板和两侧压条组件形成的空间供安放刮板组件。利用基座凹坑控制链条间距，保证链条拉直后处于指定位置，立环和圆环方向一致。对链条进行拉直，需要将一端绑上钢丝绳，然后使用卷扬机进行缠绕，促使链条向前铺设，进入基座凹坑的导轨内，保证间距符合要求。在凹坑内需要布置组装区域，设置安装基座进行拆卸和组装装置安装，确保可以在链条和刮板达到指定工位后进行结构拆装，同时保证各部分结构不会发生相互干涉。

2.4.2 刮板行走

在刮板行走时，需要依靠由挡板、底板、刮板和缓冲槽构成的中部槽进行物料运送。在两端布置挡板，并进行刮板固定，可以使物料保持向前移动。在设备基座上安装底板、靠板等，能够起到使刮板达到指定组装高度和位置的作用。在各工位之间，需要布置移动导轨，依靠卷扬机提供牵引动力，在完成刮板和链条组装后促使整体向前移动，直至到达紧固位置。完成刮板紧固后，依靠卷扬机持续提供向前动力，能够使刮板链条整体离开导轨。刮板组装需要连续完成，其间需要及时供应配件，还需在指定工位布置推料机构，确保将刮板推入到组装区域完成配件安装，保证设备可以自动完成刮板链条拆装。

2.5 结构安装调试

在结构安装调试阶段，需要按照设计方案进行各部分结构组装。在此基础上，需要单独对拆卸装置、组装装置和传送机构进行调试，确认各装置动作正确，完成指定动作。如对拆卸装置进行测试，应确认套筒最终可以顺利套住螺母和完成拆卸和紧固动作。对组装装置进行测试，确认可以顺利完成刮板和链条的装配，各部分升降机构动作正确。在传送机构运行过程中，刮

04-29 工业设计 22年9月中 第26期.indd 9 2022/10/14 11:21:31

板和链条等各部分可以顺利达到指定工位，满足结构拆装要求。完成各部分装置动作调试后，进行整体组装和测试，确认设备能否完成整套刮板链条的自动拆装。在设备研发人员和安装人员相互配合下，通过反复调试确认设备可以正常运行，各部分机械结构可以正确动作，达到设备开发目标。

2.6 设备应用效果

将研制的矿用刮板链条自动拆装设备投入实践生产，经过为期 3 个月的试运行后，通过统计确认设备拆卸效率平均能够达到每小时 63 个，达到了较高的工作效率，并且可以保证拆装质量达到矿用刮板使用要求，能够满足煤矿高效、安全生产需求，具有良好的发展前景。

3 结语

综上，针对人工拆装矿用刮板链条存在的劳动强度大、效率低等问题，研制链条自动拆装设备应做到准确把握链条结构特点，从而明确设备拆装工作原理，结合拆装流程提出有效的机械结构设计方案。在设计实践中，还应做好拆卸、组装和传送等结构设计，掌握螺栓拆装、钻铣和刮板分离、平移等过程设计要点，保证装置能够顺利完成刮板链条拆装动作，配合矿用输送机高效作业。

参考文献：

[1] 路超超，周好斌，徐向前．矿用刮板链自动拆装控制系统设计 [J]．工程机械，2022,53(1):78-81.
[2] 赵连儒．刮板运输机液压自动张紧控制系统设计分析 [J]．能源与节能，2021(4):142-143.
[3] 王发达，王旭东．矿用刮板链条组装系统的设计 [J]．煤矿机械，2021,42(4):8-10.

（上接第 6 页）

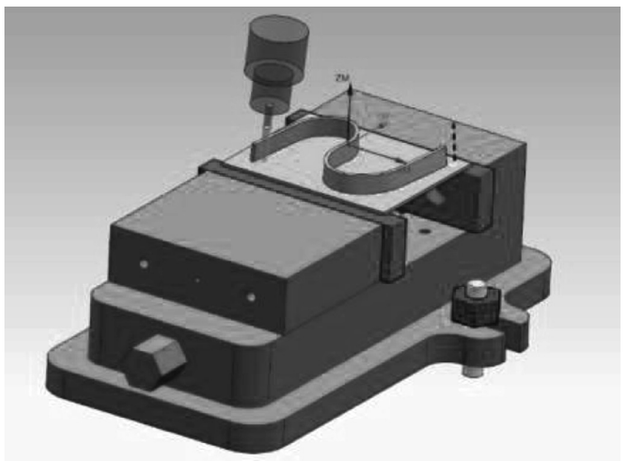


图 3 S 形缘条二次开粗

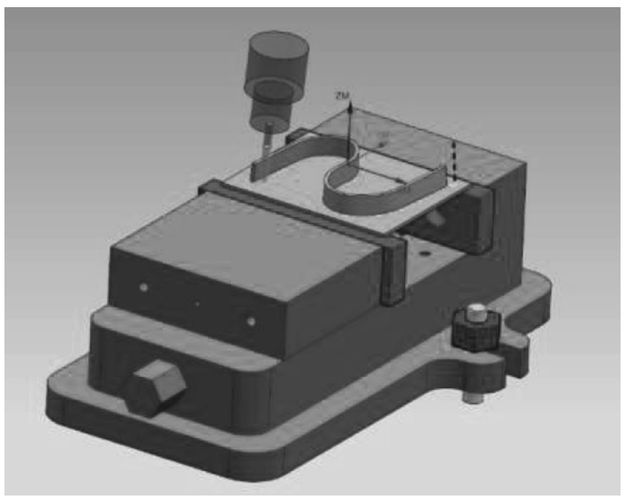


图 4 S 形缘条精加工

出加工模型与设计模型完全一致，说明基于 UG 软件进行的三维建模设计、加工编程策略完全正确且合理，为 S 形试件的设计与编程加工提供一种有参考价值的解决方案。今后可在机床用户企业用于新机床验收、机床日常维修和零件质量分析、机床和数控系统厂家检测、调试精度及优化设计等方面提供有参考价值的设计与编程。

参考文献：

[1] 寇文化．数控铣多轴加工工艺及编程 [M]．北京：化学工业出版社，2015.
[2] 张喜江．多轴数控加工中心编程与加工 [M]．北京：化学工业出版社，2022.
[3] 佛新岗．UG 多轴编程与 UERICUT 仿真加工应用实例 [M]．北京：机械工业出版社，2016.
[4] 王灵珠，许启高．UG NX 12.0 建模与工程图实用教程 [M]．北京：机械工业出版社，2012.
[5] 黄雪梅．UERICUT 数控仿真实例教程 [M]．北京：化学工业出版社，2019.

作者简介：韦筱斌（1980.10-），男，汉族，广西河池人，本科，高级讲师，研究方向：数控加工；王晖（1983.03-），男，汉族，江苏泰州人，本科，高级讲师，研究方向：数控加工。

04-29 工业设计 22年9月中 第26期.indd 10 2022/10/14 11:21:32