

采煤机高速轴行星机构截割部分分析及改进

白文莹¹ 任杰琼² 时瑞²

(1 山东能源重装集团中矿采煤机制造有限公司 山东 新泰 271222; 2 山东能源重型装备制造集团有限公司再制造分公司 山东 新泰 271222)

摘要: 本文介绍了一种新型采煤机截割部的结构创新改进, 该截割部是为满足极薄煤层采煤工作面采煤机配套, 对其齿轮传动系统结构进行了改造设计, 其亮点是将截割部行星机构由低速输出轴组改造为高速传动轴组, 在保留采煤机截割部行星机构及不降低采煤机产品质量性能的前提下, 完成了采煤机截割部输出轴组尺寸最小化的改造, 实现了极薄煤层采煤工作面采煤机配套改造的简单化和经济化。

关键词: 极薄煤层; 高速轴; 行星机构; 截割部

0 引言

文中介绍的采煤机高速轴行星机构截割部是山东能源重装集团中矿采煤机制造有限公司针对极薄煤层采煤工作面研发设计并成功完成工业性试验的一种新型采煤机截割部。本文首先论述了该截割部的研发背景, 然后通过对新旧截割部结构的对比说明和性能验证, 总结出新型截割部的设计亮点, 使读者对文中介绍的采煤机高速轴行星机构截割部有了一个全面详细的了解和认识。

1 研发背景

采煤机用户需要开采的采煤工作面各有不同。公司在生产制造极薄煤层采煤工作面用采煤机时通常需要对现有成熟机型进行优化设计, 以满足用户的使用要求。常规优化方案主要是通过调整采煤机机身高度或更改采煤机配套滚筒尺寸。长时间的生产实践证实, 相对于调整采煤机机身高度的方案, 更改采煤机配套滚筒尺寸才是最简单、最经济的方案。但是, 在采用更改采煤机配套滚筒尺寸的方案时, 只能小范围地减小滚筒尺寸, 如果是大幅度减小滚筒尺寸就需要相应地减小采煤机截割部的输出轴尺寸, 来满足滚筒与截割部输出轴配套连接面的连接要求。

采煤机截割部输出轴通常为行星机构, 外形尺寸较大, 当滚筒尺寸减小到一定程度时已无法与其配套连接, 而行星机构又是采煤机截割部齿轮传动系统中一个减速比极高的机构, 如果将行星机构在截割部中取消会导致截割部总传动比降低, 达不到预期的减速效果, 产品性能会受到影响。

最终, 公司以“在保留采煤机截割部行星机构、不降低采煤机产品质量性能的前提下, 实现采煤机截割部输出轴尺寸最小化”为研究方向, 设计了本文介绍

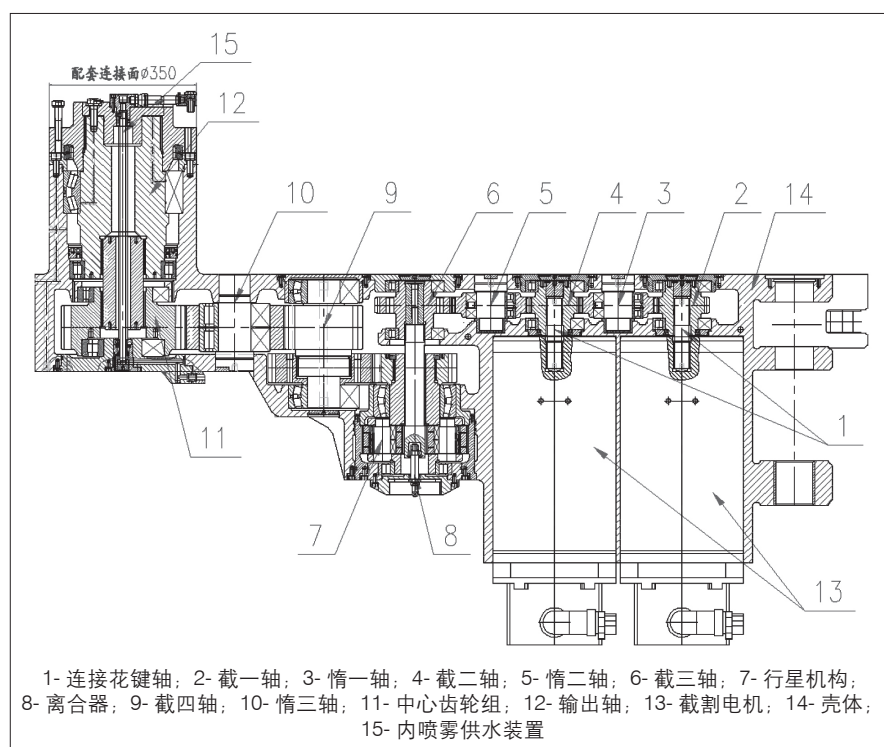


图1 高速轴行星机构截割部

的采煤机高速轴行星机构截割部^[1]。

2 结构对比验证

高速轴行星机构截割部的齿轮传动系统主要包括：连接花键轴（2件）、截一轴、惰一轴、截二轴、惰二轴、截三轴、行星机构、离合器、截四轴、惰三轴、中心齿轮组、输出轴，以及截割部动力源——截割电机（2件）、截割部齿轮传动系统安装架——壳体和截割部喷雾降尘装置——内喷雾供水装置（图1）。

高速轴行星机构截割部齿轮传动系统的动力传动过程如下：

2件花键连接轴为双头外花键，它们是齿轮传动系统的动力输入装置，其一端连接截割电机内花键，一端连接截一轴（截二轴）轴齿轮内花键，将截割电机通电时输出动力传递到截割部齿轮传动系统^[2]。

截一轴、截二轴转动带动惰一轴、惰二轴转动将动力传递到截三轴。截三轴轴齿轮内花键与离合器花键轴（太阳轮）外花键配合。当离合器处于“离”状态时，截三轴转动无法将动力通过离合器花键轴（太阳轮）传递到行星机构，由此动力即无法向下一级轴组传递，截割部不工作；当离合器处于“合”状态时截三轴转动将动力通过离合器花键轴（太阳轮）传递到行星机构，行星机构转动进而将动力传递到截四轴，后面齿轮依次动力传动至惰三轴、中心齿轮组，输出轴将动力输出带动与图示配套连接面配套连接的滚筒转动工作，完成动力传递^[3]。

普通截割部的齿轮传动系统主要包括：连接花键轴（2件）、截一轴、惰一轴、截二轴、惰二轴、截三轴、离合器、截四轴、惰三轴、中心齿轮组、行星机构，以及与高速轴行星机构截割部相同的截割部动力源——截割电机（2件）、截割部齿轮传动系统安装架——壳体和截割部喷雾降尘装置——内喷雾供

水装置。

通过图1和图2的对比，可以看出两种截割部的齿轮传动系统动力传动过程从连接花键轴到截三轴都是一致的，高速轴行星机构截割部是对截三轴以后的传动轴组进行了优化改进，将行星机构设置为了截三轴组后面的减速轴组，并将齿轮传动系统的最后一传动轴组设计成结构简单的花键轴组，成功将截割部与滚筒连接的配套连接面尺寸缩小至 $\phi 350\text{mm}$ ，可与最小直径 $\phi 760\text{mm}$ 的滚筒连接，适应极薄煤层采煤工作面

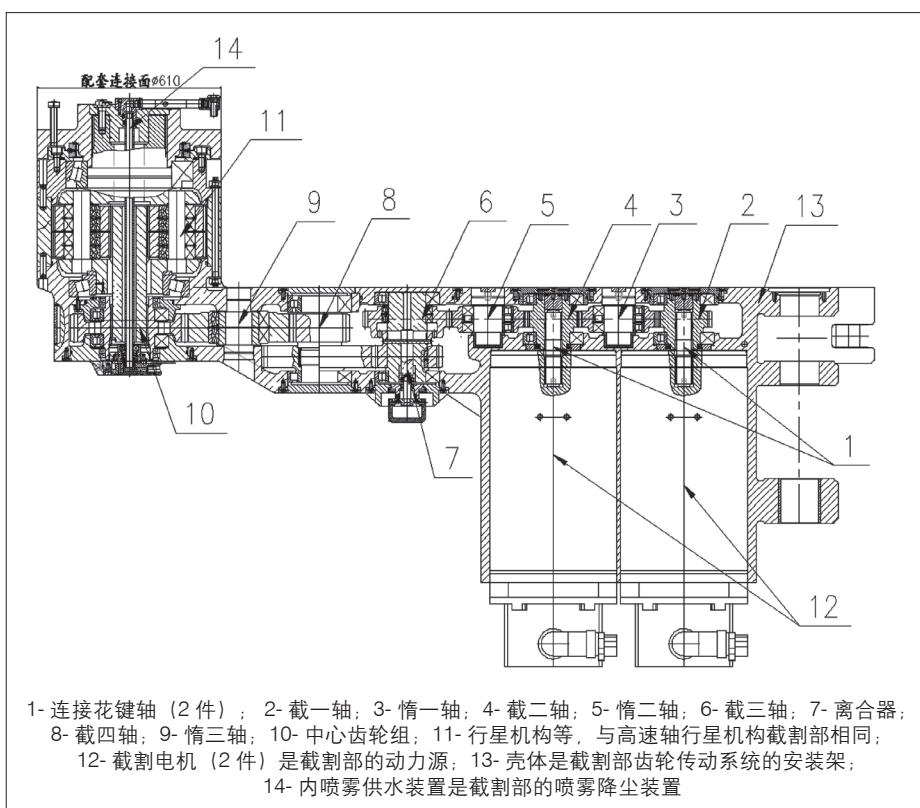


图2 普通截割部

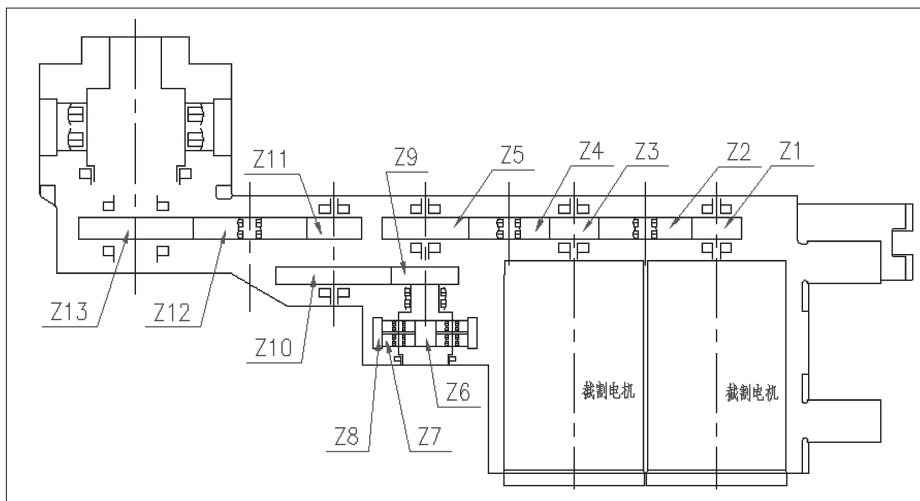


图3 高速轴行星机构截割部齿轮传动系统图

表 高速轴行星机构截割部齿轮传动系统传动参数表

齿轮代号	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13
齿轮齿数	24	36	24	36	36	19	34	89	21	29	16	26	28
齿轮模数	7	7	7	7	7	4	4	4	12	12	14	14	14
转速 / (r/min)	1475	983.3	1475	983.3	983.3	983.3	—	0	173	125.3	125.3	77.1	71.6

的配套需要^[4]。

在产品设计时，产品质量性能非常关键，而传动比是衡量截割部产品质量性的一个重要性能指标，对极薄煤层采煤机用截割部在设计时，通常需要将输出转速控制在 70 ~ 80r/min。高速轴行星机构截割部齿轮传动系统图如图 3 所示。为证明文中所述高速轴行星机构截割部的产品可靠性，下面对其输出转速进行计算说明，具体参数详见表。

综上，高速轴行星机构截割部齿轮传动系统输出转速为 71.6r/min，符合采煤机截割部设计标准，产品性能可靠^[5]。

3 设计亮点

(1) 在保证采煤机截割部产品质量性能的前提下，成功实现采煤机截割部输出轴尺寸最小化的研发目标，解决了极薄煤层采煤工作面采煤机截割部无法与小尺寸滚筒配套的难题；

(2) 将行星机构设置的高速轴组截三轴后方，充分利用了截割电机安装筒处的空间，摇臂结构紧凑、机身小巧，更适合极薄煤层采煤工作面开采的需要；

(3) 设计思路通用性强，可运用在不同型号的采煤机截割部上，推广应用前景好；

(4) 只对截割部齿轮传动系统传动轴组的布局进行优化，仍采用传统截割部的齿轮传动减速原理，技术成熟，试验测试成本较低^[6]。

4 结语

通过对常规采煤机的结构优化，使该型产品恰好地适应了对应煤矿的井下开采条件，深得矿方的一致好评。在采煤机改造创新方面，本文进行了一个较典型的大胆改进，填补了采煤机此项改进创新的空白，具有一定的参考价值。

参考文献：

[1] 王昉．采煤机截割升降油缸常见故障分析及改进[J]．煤矿机械，2022，43(08)：192-195.

[2] 霍晶．采煤机自适应变速截割控制策略及仿真分析[J]．机械管理开发，2022，37(06)：46-47+51.

[3] 姬新文．薄煤层采煤机开底槽截割部动力学特性及装煤性能分析[J]．机械管理开发，2022，37(06)：86-88.

[4] 温文文．大功率薄煤层采煤机摇臂及其关键部件力学性能分析[J]．机械管理开发，2022，37(06)：105-106+109.

[5] 盛永林．薄煤层采煤机截割部改进设计[J]．煤矿机电，2018(02)：30-32.

[6] 钱沛云．采煤机截割传动系统故障诊断及可靠性分析[D]．北京：中国矿业大学，2015.

作者简介：白文莹(1990.01-)，女，汉族，山东临沂人，本科，工程师，研究方向：采煤机产品生产、再制造的研发、设计和升级改造。