

【减速机】

行星减速机 在煤炭挖掘机械上的应用



我国是世界产煤大国，为适应煤炭需求的迅猛增加，煤炭挖掘机械的装机功率均成倍增加，因此对机械传动部分的要求愈来愈高，传统的定轴轮系传动结构已不能适应新的工作要求，煤炭挖掘机械采用行星齿轮传动势在必行。

文 / 彭新飞 · 湖北行星传动设备有限公司

我国是世界产煤大国，为适应煤炭需求的迅猛增加，很多煤炭挖掘机械的装机功率都成倍增加，因此对机械传动部分的要求愈来愈高，传统的定轴轮系传动结构已不能适应新的工作要求，煤炭挖掘机械采用行星齿轮传动势在必行。

行星减速机的行星齿轮传动具有功率分流的特点，其各中心轮可构成共轴线性传动，而且合理应用了内啮合齿轮副，因此可以做到体积小、质量轻、结构紧凑和承载能力强等特点。另外，

行星齿轮传动结构的对称性，也使得作用于中心轮和转臂轴承中的反作用力相互平衡，从而有利于提高传动效率，效率值可达 0.97 ~ 0.99；由于采用了多个结构相同的行星轮，均匀分布在中心轮周围，从而可使行星轮与转臂的惯性力相互平衡，使参与啮合的齿轮数增多，实现了行星传动的运转平稳，增强了抵抗冲击和振动的能力，工作可靠性更高；而且只要选择合适的行星齿轮传动类型及配齿方案，便可以用少数齿轮来获得很大的传动比。

下面以 PWZW900 挖掘煤炭用行星减速机为例进行分析（图 1）。

PWZW900 减速机采用三级减速（速比可达 1000:1），各级减速采用外形逐级递增的方式（输入功率一定，速度降低转矩会增大），这样可限制输入功率，满足输出扭矩要求的同时避免输入功率过大造成浪费。图 1 所示输入行星机构由太阳轮 1、3 个行星轮 2、内齿圈 3 和行星架 4

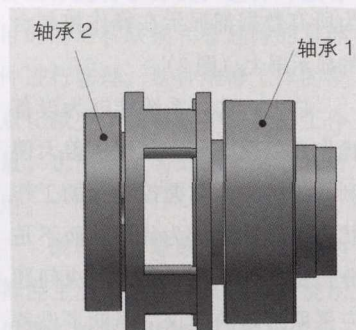


图 2 PWZW 900 的输出轴承分布在轴的两端，可实现径向受力最大化

组成，其中行星架和太阳轮是浮动的（速度较高，太阳轮末端轴承采用间隙配合，为轴向定位）；中间级行星机构由太阳轮 5、3 个行星轮 6、内齿圈 7 和行星架 8 组成，其中行星架和太阳轮是浮动的；输出级行星机构由太阳轮 9、4 个行星轮 10、内齿圈 11 和输出轴 12 组成，其中太阳轮浮动。动力马达力矩通过减速机输入轴传递到太阳轮 1，由太阳轮 1 与多个行星轮 2 产生外啮合（力矩分流），行星轮 2 与内齿圈 3 内啮合，内齿圈 3 固定，扭矩转化到行星架 4；行星架与第二级太阳轮 5 通过花键连接，依次

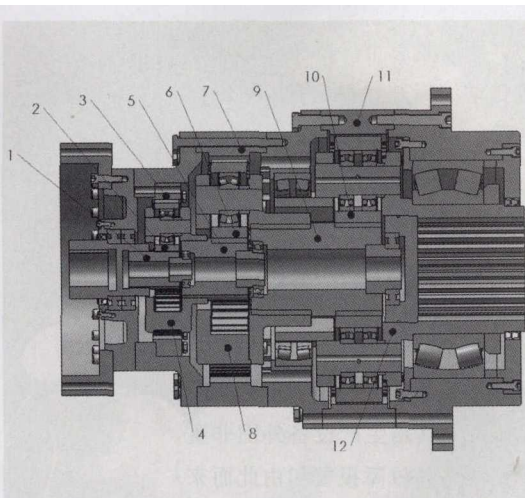


图 1 PWZW900 挖掘煤炭用行星减速机的剖面图

传递到输出轴 12。输出端盖通过圆柱销和止口定位,依靠螺钉紧固在设备的机壳上以承受扭矩。该行星机构承载能力大,结构紧凑,传动比大,适应了挖掘机械的发展需要,同时也可使用在掘进机械和顶管机械等工程机械中。

对 PWZW900 挖掘煤炭用行星减速机的结构性能分析如下:

(1) 图中输出轴承分布在输出轴的两端,把轴承距离最大化,实现了径向受力最大化。轴承系列为调心滚子轴承,满足承载力的同时,也实现了加工和安装误差的补偿(如图 2)。

(2) 输出方式采用内花键输出(通常挖掘机主刀盘是通过传动轴过渡传递的),这种方式满足了传动轴减速机输出的最大径向受力,受力支点近似在输出轴承上(如图 1)。

(3) 多级减速;为提高工作时的效率,应尽量避免机械摩擦,此减速机在各级中间太阳轮前增加了一个轴承,来防止行星架之间产生机械摩擦,同时降低了噪声与温升(如图 1)。

(4) 各级行星轮内轴承采用调心滚子轴承来替换传统的圆柱滚子轴承,能够更好的防止加工和安装误差对齿轮啮合的影响(如图 1)。

(5) 行星架采用分体笼式结构,有效避免了受力不均的情况,分体结构中太阳轮连接部采用锻件合金钢,非主受力部件采用普通铸钢,可以降低铸造成本又能保证质量,分体间联结采用螺钉与定位销共存(如图 3)。

(6) 行星架与中间太阳轮采



图 3 行星架采用分体式结构,有效避免了受力不均的情况

用花键联结,保证足够的力矩传递,与中间太阳轮联结增强了销轴的轴向定位,防止减速机高速运转时离心力不均导致的行星架整体轴向串动(如图 4)。

(7) 各法兰部件为了减轻重量,在不影响受力的情况下增加了工艺孔,增大了内腔空间体积,可以更加有效的润滑各零部件(如图 5)。

(8) 减速机外形最大尺寸为 900 mm,最大扭矩达 340 000 Nm,有效节约了安装空间,减轻了机重。

(9) 由于挖掘机械工作环境较为恶劣,针对密封需求,在输出/输入法兰端面上增加“O”形密封圈,保证了安装后减速机内部的密封等级,输出轴在转速 $\leq 5 \text{ m/s}$,使用温度在 $-35 \sim 200^\circ\text{C}$,工作介质为水、汽和油的情况下可采用轴用方形圈 GSI 来密封(耐压范围 $0 \sim 40 \text{ MPa}$),各零部件固定联结时均增加了“O”形密封圈。

为使行星减速机的设计更合理,性能更好,在齿轮材料上采用了低碳合金钢。外齿轮精度等级可达 6 级,齿面采用渗碳处



图 4 行星架与太阳轮采用花键联结,保证了足够的力矩传递



图 5 法兰部件在不影响受力的情况下增加了工艺孔,能更加有效地减轻质量和润滑各零部件

理,保持心部韧性的同时提高了齿面硬度(表面 HRC58-62,芯部 HRC33-42),内齿轮也进行了特殊的调质处理。

在煤巷掘进机中,行星传动主要用于被广泛使用的外伸缩悬臂式工作机构中,在该机构中,减速装置需与电动装置一起装入伸缩架中,这就要求传动装置体积小,结构紧凑。同时,由于地下作业,工况较为恶劣,对减速机的密封、润滑和冷却都提出了新的挑战,图 1 设计的行星减速机在润滑上采用了油脂与稀油共同润滑的方式,可根据工况任意选择(稀油润滑建议在速度较高时使用)。MM