

SGZ - III A 型钻机变速分动箱改进设计

陈冰山

(浙江杭钻机械制造股份有限公司, 浙江 杭州 310016)

摘要:利用转速图设计和分析钻机的传动系统,是一种比较简便和有效的辅助设计方法,能清晰而有条理地反映传动系统各传动副的关系。根据转速图分析了SGZ - III A型钻机变速箱传动结构存在的问题,对变速箱的结构进行了改进设计,采用变速箱和分动箱的组合形式,使传动路线更合理。

关键词:变速分动箱;改进设计;转速图;钻机;传动系统

中图分类号:P634.3⁺1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2009)10-0039-03

Design Improvement on Variable Transfer Case of GZ - III A Drilling Rig/CHEN Bing-shan (Zhejiang Hangzhou Drilling Machine Manufactory Co., Ltd., Hangzhou Zhejiang 310016, China)

Abstract: It is convenient and effective to design and analyze the transmission system of drilling rig by speed diagram, so the relationship of transmission pairs could be distinctly reflected. The existing problems of gearbox structure of GZ - III A drilling rig were analyzed according to the speed diagram, modification was made on gearbox, the combination of gearbox and transfer case were adopted, which made the transmission route more reasonable.

Key words: variable; design modification; speed diagram; drilling rig; transmission system

1 变速分动箱的作用

SGZ - III A型钻机为机械传动、液压给进的立轴式钻机,主要用于水电工程地质勘探、坝基固结灌浆钻孔、煤矿瓦斯抽放、防治水灌浆钻孔、软地基桩孔的施工。钻进主要技术参数:钻深300 m,立轴转速128、198、297、510、793、1190 r/min,立轴通孔60 mm,配套钻杆直径42、50、53 mm,开孔直径150 mm,终孔直径91 mm,金刚石钻进最小孔径56 mm,配套电动机功率18.5 kW。

在钻机的机械传动系统中,变速分动箱是核心部分,它的性能直接决定钻机的机械性能。其作用有:

- (1) 变换回转器和升降机的转速和转矩;
- (2) 分配动力,将动力传输分配给回转器和卷扬机,或两者联动;
- (3) 为回转器提供反转转速。

2 转速图

转速图是传动路线和计算传动比的图解方法,转速图可以清楚地反映传动组的基本结构,传动副数,传动顺序和传动比的分配情况,有助于分析和确定变速系统的布置结构,转速图是传动系统设计的最简便的有效的辅助方法。

转速图的绘制:以相互平行的垂直线按传动顺序分别代表钻机的各传动轴;横坐标代表转速,以对数值表示。各挡的速度即垂直线和水平线的交点(见图1)。从转速图上可以清楚地看出:

- (1) 传动系统的组成,传动组的数量,传动副的数目;
- (2) 传动的路线,各转速的大小,级数;
- (3) 各传动副的传动比。

3 SGZ - III A 型钻机变速箱存在的问题分析

3.1 低速挡小齿轮容易损坏

SGZ - III A型钻机的变速箱是变速、分动合为一个整体,又称为变速分动箱,结构紧凑,传动链短,这是该钻机的优点。有6个正转速度,最低转速128 r/min,最高转速1190 r/min,其转速图见图1,传动系统图见图2。

从图1可以清楚地看出,动力输入的转速为 $n_i = 1500$ r/min时,低速挡经过两对传动副的减速,减速比为4:1,再经过三联滑移齿轮的变速,输出3个低挡速度(161、250、375 r/min)到回转器。高速挡为直接挡,经过滑移齿轮的变速,输出3个高挡转速(643、1000、1500 r/min)到回转器。变速箱输出的最低转速161 r/min,是经过3对传动副的降速,

收稿日期:2009-03-10; 改回日期:2009-08-10

作者简介:陈冰山(1953-),男(汉族),浙江人,浙江杭钻机械制造股份有限公司高级工程师,勘探机械设计专业,从事勘探钻机、泥浆泵、工程钻机、电厂除灰柱塞泵、煤采样设备的设计研发工作,浙江省杭州市凯旋路116号,chenying_06@163.com。

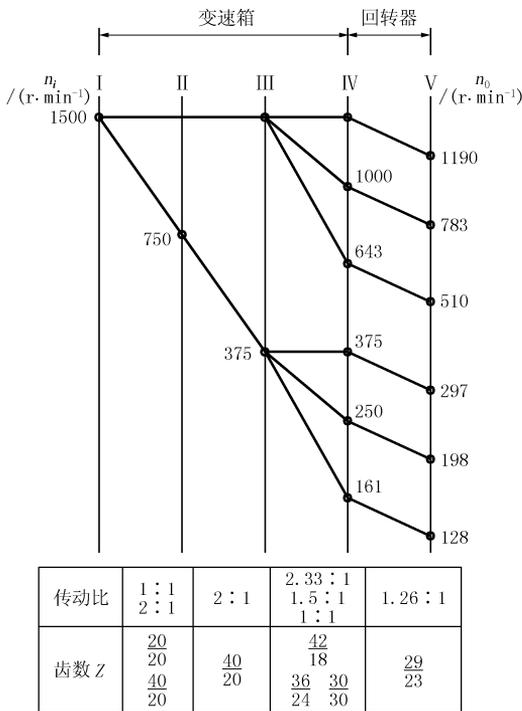


图 1 SGZ - III A 型钻机转速图

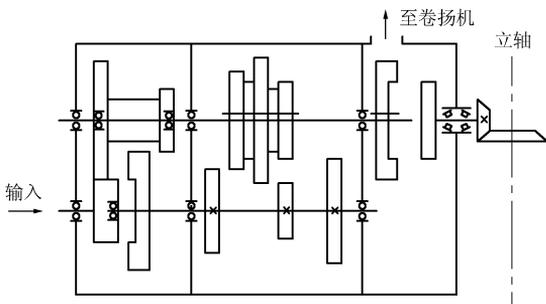


图 2 SGZ - III A 型钻机传动系统图

的办法是从小齿轮 ($Z = 18$) 处将动力引出,但反挡的减速比须达到 3: 1 以上,这将使结构尺寸增大。如果缩小反挡减速比,回转器输出的反转转速高于正转最低转速。反转速度快,转矩小,满足不了工艺需要。而且小齿轮的强度也满足不了要求。

此外,变速箱与分动箱合为一体,上、下两根传动轴较长,更换齿轮较麻烦;箱体采用钢板焊接结构,结构紧凑,但加工要求较高;回转器输入轴与变速箱输出轴在同一中心线上,为满足回转器立轴的高度要求,需将变速箱提高,整机重心偏高。

4 改进措施

为解决上述问题,对变速箱和分动箱的结构进行了调整。在保持原有转速基本不变的前提下,重新设计了变速箱和分动箱。根据传动副“前多后少”,传动比“降速要晚”的原则重新分配各级减速比。传动副较多的变速组处于传动链的前面,由于前面的转速高,传动比较小,转矩也较小,各传动副、轴承等零件尺寸将随转矩的降低而减小,更有利于结构紧凑。改进后的转速图见图 3,传动系统图见图 4。

从图 3 可以看出,变速箱输出的 3 个速度即 648、1000、1500 r/min 减速比分别为 2.3: 1, 1.5: 1, 1: 1。分动箱可以变换 2 个速度,即高、低速,大的降速比放在分动箱上,减速比达 4: 1,同时变速箱增加一个反挡,反挡速比 2.24: 1,从变速箱输出的反转速度为 446 r/min,通过分动箱和回转器的伞齿轮的减速,回转器输出 87 r/min 的反转速度。

减速比达到 9.33: 1,降速过快,过早,造成轴、齿轮、轴承承受的转矩和径向力较大,为了满足强度的要求,就得加大结构尺寸。在减速比和中心距已定的条件下,受结构的限制,为了满足低速挡的要求,小齿轮的结构尺寸应尽量小。而低速挡常用于开孔,受力条件又比较恶劣,承受的转矩较大,小齿轮所处位置轴的弯矩也是最大的,这是低速挡小齿轮 ($Z = 18$) 容易损坏的主要原因。

3.2 变速箱没有反挡

SGZ - III A 钻机变速箱没设反挡机构。为适应孔内特殊工序(处理事故,纠斜等)需要,钻机一般都有 1~2 挡转速在 70~200 r/min 的反挡转速,反挡是钻机适应工艺过程完善性的指标之一。

从图 1 可以看出,按 SGZ - III A 型钻机现在变速箱的结构要增加反挡机构比较困难。因为要使回转器的输出有低于 100 r/min 的反转转速,最经济

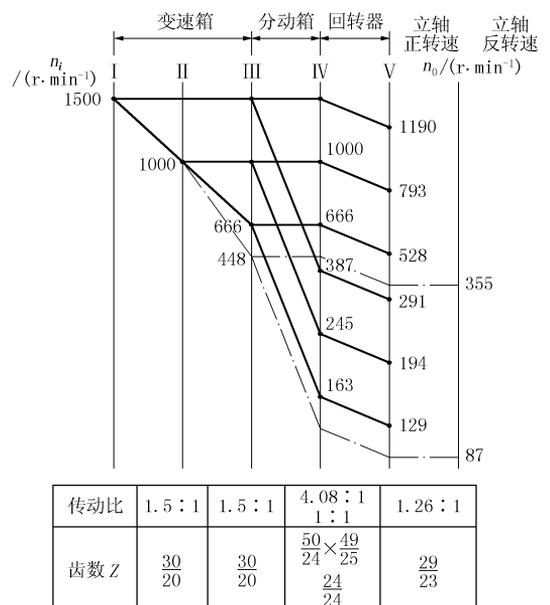


图 3 改进后的转速图

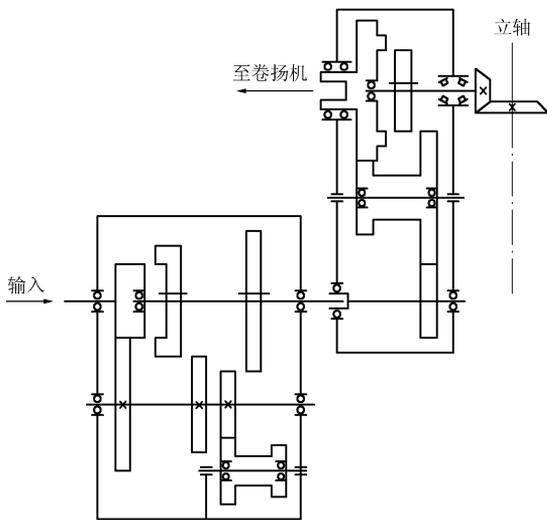


图 4 改进后的传动系统图

结构上,减小变速箱的减速比,提高变速箱的输出转速,减小转矩,同时增大最小齿轮的齿数,由原来 18 齿增大到 20 齿,齿轮材料由原来的 40Cr 改为 20CrMnTi,提高了最小齿轮的强度,轴和轴承的受力条件也得到了改善,提高了使用寿命。同时降低了卷扬机的高度,使卷扬机操作更方便。将大的减速比布置在分动箱,分动箱的轴向距离短,明显提高了传动轴的支撑刚性,卷扬机与回转器从分动箱的上部输出,降低了变速箱和卷扬机的高度,变速箱与分动箱采用直联结构,拆装方便,钻机的解体性好。箱体采用铸造结构,简化了加工工艺,降低了制造成本。

5 使用情况

SGZ - IIIA 型钻机传动系统经改进后,采用变速箱加分动箱的结构形式,取得了较好的效果。变速箱的齿轮、轴、轴承的强度提高了。在湖州内河桥软地基桩孔施工,孔径 600 ~ 1000 mm,孔深 20 ~ 30 m,用最低挡转速 128 r/min 施工,累计进尺 2400 多米,变速箱齿轮没有出现损坏的情况。用立轴式钻机代替工程钻机进行软地基浅桩孔施工,投入成本低,效率高。在煤矿井下施工,钻机解体性好,组合方便,适合井下狭窄空间的拆装、搬运。

6 结语

在钻机的传动系统设计过程中,利用转速图可以直观地反映传动系统的传动关系。按照传动副“前多后少”,传动比“前缓后急”的原则,合理地布置传动系统各传动副的传动比,将大的减速比布置在分动箱,有利于改善变速箱各传动副的受力条件,提高可靠性。采用变速箱加分动箱的结构,对立轴式钻机是较合理的布置形式。变速箱和分动箱的结构设计应力求加工简单,性能可靠,拆装、维修方便。

参考文献:

[1] 武汉地质学院,等. 岩心钻探设备及设计原理[M]. 北京:地质出版社,1980.
 [2] 杨惠民,等. 钻探设备[M]. 北京:地质出版社,1988.
 [3] 孙振均,等. 金属切削机床构造与设计[M]. 北京:国防工业出版社,1984.

(上接第 38 页)

表 5 深孔取心钻探装备配置建议

钻孔深度/m	1500	2000	≥2500
钻机	液动力头钻机	液压顶驱钻机	液压顶驱钻机
钻塔	塔高≥24 m,立根长度 18 m	塔高≥24 m,立根长度 18 m	塔高≥24 m,立根长度 18 m
取心钻进方法	绳索取心液动锤钻进	绳索取心液动锤钻进	绳索取心液动锤钻进
材质	屈服强度≥700 MPa,延伸率≥12%	屈服强度≥850 MPa,延伸率≥12%	屈服强度≥1000 MPa,延伸率≥12%
钻杆	接头形式 长度/m	常规接头 4.5 ~ 6	加厚接头,根据孔深确定加厚尺寸 4.5 ~ 6
钻杆拆卸工具	液压钻杆钳	液压钻杆钳	液压钻杆钳
泥浆固控装置	离心机	离心机	离心机
金刚石钻头	高胎体长寿命钻头	高胎体长寿命钻头,超径钻头	高胎体长寿命钻头,超径钻头
纠斜(造斜)钻具	螺杆马达/弯外管	螺杆马达/弯外管	螺杆马达/弯外管
泥浆泵	BW - 320 型	BW - 300/12 型	BW - 300/12 型或压力更高的泥浆泵

[5] 张伟. 二十一世纪大陆科学深钻技术发展展望[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(S1):169 - 171.
 [6] 况学军,孙建华. XJY850 高强度精密地质管材的研制[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2008,36(6):28 - 30.
 [7] 王达,张伟,张晓西,等. 中国大陆科学钻探工程科钻一井钻探工程技术[M]. 北京:科学出版社,2007.
 [8] 胡世彬,刘兆平. 我国首次完成全方位多分枝受控定向深孔钻探[J]. 探矿工程,1989,(2).