

CFZ-1500 型冲击反循环钻机研制中的几个问题

胡定成

(铁道建筑研究设计院,北京 大兴 102600)

摘 要 探讨了 CFZ-1500 型冲击反循环钻机研制中的几个关键技术问题:采用曲柄摇杆自动冲击机构;采用潜水砂石泵实现反循环;采用同步卷筒解决 2 根钢丝绳的受力平衡;采用棘轮式可旋转冲击反循环钻头。

关键词 冲击反循环钻机;冲击机构;同步卷筒;反循环系统;冲击钻头

中图分类号:P634.3 文献标识码:A 文章编号:1000-3746(2000)02-0023-02

Several Problems Encountered in Research and Manufacture of CFZ-1500 Percussion Reverse-circulation Drill/HU Ding-cheng (Institute of Railway Construction Research and Design, Daxing Beijing 102600, China)

Abstract: Some key technical problems in research and manufacture of CFZ-1500 percussion reverse-circulation drill are discussed in this paper, including crank-connecting rod cleavel automatical percussion mechanism, forced balance of synchronous hoist system, reverse-circulation system as well as percussion bit.

Key words: percussion reverse-circulation drill; percussion mechanism; synchronous hoist barrel; reverse-circulation system; percussion bit

冲击反循环钻机既保留了传统钻机施工成本低、适应地层广的优点,又克服了其不能排渣、重复破碎多、钻进效率低的不足,可大大提高钻进效率,是近年来发展较快的新型大口径钻孔设备。

由我院主持研制的 CFZ-1500 型冲击反循环钻机,经过多个工点的试验和不断改进完善,于 1999 年 1 月通过了部级技术鉴定。鉴定认为,该钻机在技术上达到国内领先水平。钻机总体结构见图 1。

1 自动冲击机构

1.1 机构选型

目前的冲击钻机主要采用卷筒式或曲柄摇杆式。前者具有结构紧凑、单次冲击功大等优点,后者具有结构简单、钢丝绳磨损小、易于实现自动冲击等优点。经比选确定采用在技术上已比较成熟的曲柄摇杆式自动冲击机构。

1.2 几何参数设计

在曲柄摇杆冲击机构中,冲程和冲击频率具有一定的相关关系^[1]。为了尽可能增加单次冲击功,须加大冲程,但冲程的加大又会导致频率的下降,并可能制约钻头的自由落体运动。充分利用四杆机构的“急回”作用可有效缓解这一矛盾。文献[1]指出,冲击机构的“上升角”一般比“下落角”大 15°~20°。在



图 1 钻机总体示意图

1—钻架及底盘;2—冲击机构;3—传动系统;4—提引系统;
5—排渣系统;6—冲击钻头;7—电气控制柜

本钻机中大胆加大了冲击机构的“上升角”,“上升角”比“下落角”大 28°,达到了较好的“慢提快放”的效果,

收稿日期:1999-07-08

基金项目:铁道部科技发展计划项目(95G35)

作者简介:胡定成(1968-),男(汉族),湖南人,铁道建筑研究设计院桥梁工程研究所副所长,高级工程师,钻探工程专业,硕士,从事桥梁及基础工程施工技术、数据的研究工作,北京市大兴县康庄路 9 号(010)69243153-8068,63255191。

同时节省了电机功率。尽管冲击机构“上升角”的增大会导致曲柄、连杆和冲击梁内力的增加,但这可以通过加强各杆件的强度予以解决。

1.3 结构设计

冲击机构在工作中承受重型冲击载荷且受力十分复杂。在设计中应用专门编制的 BASIC 程序对各杆的受力进行了全面计算。计算得出,本冲击机构冲击过程中钢丝绳的最大拉力为 $2.23P$ (P 为钻头重力),连杆所受的最大拉力为 $3.47P$ 。

冲击梁上的主缓冲弹簧是冲击机构中的易损件,CZ 系列冲击钻在施工中往往需准备大量的备用弹簧,这是其缓冲弹簧工作极限载荷过小所致。在本钻机的设计中,根据计算得出的弹簧受力状态,合理确定了弹簧的几何尺寸和工作极限载荷。实践证明该弹簧具有较长的使用寿命。

在冲击机构中采用大齿轮兼作曲柄,省去了专门的曲柄,并且大齿轮轴不承受扭矩。适当加大冲击梁的质量,使电机的负载较为均匀,并节省了动力。

2 反循环系统

目前国内通常采用地面砂石泵作为反循环设备,需另配启动设备,且需利用泵的吸程工作,当钻孔深度 $> 50\text{ m}$ 时,排渣效率急剧降低。CFZ-1500 型钻机中 2 根钢丝绳之间的间距设计为 650 mm ,钻机工作时排渣管不作上下及旋转运动,因而可采用我院研制的 150SBQ-30 型潜水砂石泵作为反循环设备。该泵主要性能参数:流量 $180\text{ m}^3/\text{h}$;扬程 30 m ;潜水电机功率 30 kW ;叶轮转速 1450 r/min ;质量 600 kg (含潜水电机)。将潜水砂石泵接入排渣管中并潜入水下即可开始反循环作业。潜水砂石泵的优点是启动方便,可利用泵的扬程克服流道阻力,实现泵举反循环,从而可用于深度大于 50 m 的井孔钻进。

3 同步卷筒

采用同步卷筒来解决 2 根钢丝绳的受力平衡问题。它是冲击反循环钻机的核心部件,也是区别于传统冲击钻机的主要标志。同步卷筒由 2 个卷筒和 1 个圆锥齿轮差速器组成,动力由卷筒轴输入后通过差速器分配给 2 个卷筒,从而实现双绳受力的平衡。

2 个卷筒均用隔板分成工作段和储绳段,工作段只缠绕一层钢丝绳。圆锥齿轮差速器可保证 2 卷筒的转矩以及 2 根钢丝绳的拉力在理论上完全相等。由于差速器及卷筒内部存在摩擦阻力和损耗,实际上 2 根钢丝的拉力存在差异。但只要将 2 绳拉力差 ΔF 控制在万方数据

在允许的范围内,即可满足使用要求。

通过对卷筒的受力分析可知, ΔF_{\max} 与系统内部各摩擦力矩的等效力矩之和及圆锥齿轮齿宽中点半径成正比,与卷筒直径及行星锥齿轮齿宽中点半径成反比。要减小 ΔF_{\max} ,必须最大限度地减小各处的摩擦阻力,并在结构允许的范围内加大卷筒直径和行星锥齿轮齿宽中点半径,减小圆锥齿轮齿宽中点半径。在设计中克服了空间狭窄的困难,在圆锥齿轮和行星齿轮内均设置了圆锥滚子轴承,有效降低了摩擦力矩。并借助计算机确定了各部件的最优几何尺寸。通过采取以上措施,本卷筒拉力调整误差被控制在容许范围内,实际应用表明完全可以满足工作需要。

钻头作上下冲击运动时卷扬机处于制动状态,因而在卷扬机制动时也必须保证 2 绳张力相等。为此,采用了轴制动方式,即制动轮和卷筒轴相连,通过制动轴来制动卷筒,这样在卷扬机处于制动状态时差速器仍发挥作用,避免了分别制动 2 个卷筒引起的钢丝绳受力不平衡。由于冲击机构在驱动钻头作冲击运动时会对钢丝绳产生巨大的反作用力,采用制动轴的类型会使差速器在钻头冲击时承受巨大的冲击载荷,在设计、制造上均采取了措施以保证其强度。

4 冲击反循环钻头

本钻机采用可旋转双绳提引冲击钻头,独特的旋转机构成功地突破了双绳提引冲击钻头旋转的难题。冲击钻进中钻头的旋转可改变冲击刃每次冲击地层的位置,并可减少钻头底面上冲击刃的数量,从而有效提高钻进速度,在硬地层中效果尤为明显。

通过反复试验,研制成功棘轮式可旋转冲击反循环钻头,实现了双绳提引冲击钻头在冲击过程中的旋转运动^[2],实际使用表明,该机构工作可靠,钻头体坚固耐用,钻孔效率高。该钻头已获国家实用新型专利(专利号:ZL 97243776.2)

5 结语

实际应用表明,本钻机的设计是成功的,有效地解决了漂卵石、硬岩等复杂地层桩孔的钻进难题,与同类产品相比,具有技术参数合理、综合技术经济效益好、实现了双绳提引冲击钻头的旋转、采用“泵举反循环”等特点,具有较大的推广应用价值。

参考文献:

- [1] 李世忠,等. 钻探工艺学[M]. 北京:地质出版社,1989.
- [2] 胡定成. 棘轮式可旋转冲击反循环钻头的研究[J]. 西部探矿工程,1998(3).