JC50DB 绞车电驱动方案的分析研究

□ 张 力[1] □ 周海领[1] □ 徐 乐[2]
1. 兰州理工大学 机电工程学院 兰州 730050
2. 邦迪管路系统天津有限公司广州分公司 广州 510800

摘 要:例举了 JC50DB 绞车四种典型电传动方案,分别介绍了其组成、结构、性能及其优缺点,并从其工艺性、可靠性、经济性等方面进行分析比较,找出最佳方案。

关键词:电驱动绞车 变频技术应用 绞车方案优化
中图分类号:TE923 文献标识码:A 文章编号:1000-4998(2011)03-0051-02

绞车是钻机最重要的设备之一,直接决定着钻机钻进能力。为了适应浅海、海滩、沙漠和丘陵等不同地带油气的勘探和开发,迫切需要一种体积小和质量轻的新型结构绞车以适应模块化钻机的需求。交流变频电传动绞车克服了传统机械驱动绞车体积大质量重的缺点,具有钻井性能好、启动平稳、过载性能强、恒功率调速范围大、功率利用率高、电机无电刷火花隐患等独特优势,较好地简化了绞车结构,使绞车适应性强、经济性好[1]~[2]。

1 绞车独立电驱动方案形式

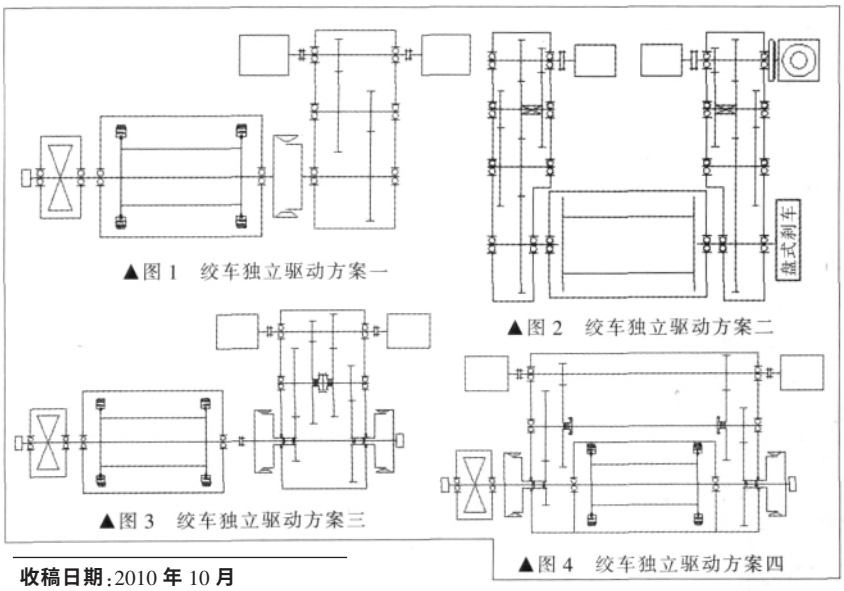
依据绞车功能原理和组成绞车的主要部件,设计了图 1 至图 4 所示四种绞车传动方案,以下分别介绍其组成和结构特点[3]。

方案一,如图 1 所示,主要由 2 台同规格的交流电机、两级一挡变速箱、一套离合器、滚筒和主、辅刹车等组成。该方案的结构特点为动力通过变速箱从滚筒轴的一侧输入,滚筒的正挡和倒挡依靠电机换向旋转实现;变速箱输出端与滚筒轴之间靠离合器挂接,绞车下钻时离合器打开,由刹车控制其下放速度,绞车起升钻杆时离合器挂合,由变速箱通过电机提供的转矩传给滚筒轴实现钻机的起升;主、辅刹车分别安装在滚筒体两侧和滚筒轴左端。该方案从总体上来说,其特点是结构简单、紧凑、使用元件少、重量轻、体积小。

方案二,如图 2 所示,主要由 2 台相同规格的交流电机、联轴器、两级两挡变速箱、滚筒和主、辅刹车装置等组成。变速箱设计为两挡结构,其特点是一方面可以缓解电机的转速范围,另一方面可以使绞车实现 2 个正挡和 2 个倒挡,从而增加了绞车工作的灵活性。该方案总体结构特点是:结构简单、紧凑,绞车工作灵活性好,重量较轻,体积较小。

方案三,如图 3 所示,变速箱中间轴上增加了一套换挡装置,加上用低速离合器换挡,可实现 4 个正挡、4 个倒挡。该结构除输入方式上与传统的 2×2=4 挡变速绞车不同外,工作方式完全相同。绞车采用这种方案的主要优点是变速调解范围宽,变速箱齿轮等主要零件使用寿命长,如果与方案一和方案二比较,在变速范围大致相同的情况下,交流电机的变速范围可以很小。但该结构的不足是因增加了齿轮数量和一套双向换挡装置等,从而使绞车的体积和重量会有所增大,结构比较复杂。

方案四,如图 4 所示,结构与方案三的传动效果相同,不同的是该方案在变速箱中间轴上装了两套单向换挡机构,滚筒轴与变速箱轴出轴同轴,少了一套联轴器。它的优点是整体对称性好,输入方式比较直接。缺点是箱体尺寸大,输入轴、中间轴尺寸较长,绞车整体尺寸变大,重量增加,刚性相对较差。



▲图 1 绞车独立驱动方案一

▲图 2 绞车独立驱动方案二

▲图 3 绞车独立驱动方案三

▲图 4 绞车独立驱动方案四

收稿日期:2010 年 10 月

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2 绞车独立电驱动方案的对比分析

从钻井实际需要出发，对四种绞车方案进行全面的对比分析，综合考虑其工艺性、可靠性、经济性、运输安装维修性、通用性、互换性等许多问题，科学合理地选择出一种理想的方案。

2.1 工艺性分析

从四种绞车方案的总体情况来看，方案一和方案二的工艺性相对较好，主要原因是绞车使用元件少，变速箱体积小，从而降低整台绞车的生产加工难度。另外，这两种方案中各传动轴的尺寸较小，加之轴上安装零件少，从而降低了轴的加工难度，但不足是由于受变速箱外形尺寸的影响，手工装配的难度会有所增加，装配工艺性较差。

方案三和方案四由于元件多、箱体尺寸大、轴长等因素，生产加工量大，产品生产周期长，但手工装配的空间大，装配工艺性较好。

2.2 可靠性分析

对钻井绞车来说，其可靠性来源于三个方面，一是电机及控制系统的可靠程度；二是传动系统的可靠程度；三是主、辅刹车的可靠性程度。以下主要从前两个方面对绞车方案进行可靠性分析。

方案一为一挡变速，变速完全依靠电机的调速来完成绞车的变速范围，要想满足绞车的工作性能，则电机的转速范围大约需要在 0~1 800 r/min 左右，如此大的变速范围，其电机及其变频控制系统设计必然复杂，可靠性相对较低；同时，由于电机的高速运转，使得变速箱、特别是输入轴轴承、齿轮等使用寿命降低，可靠性差。所以，对可靠性来说，该方案不是最理想。

方案二为两挡变速，与方案一比较，电机的调速只需其一半的转速范围便能满足绞车的工作要求。由于电机转速范围的变小，其电机及变频调速系统将大大简化，可靠性增高。同时，变速箱输入轴轴承、齿轮等元件的可靠性、安全性也得到明显改善，齿轮的分布结构也更趋合理。主要原因：一是由于变速箱输入端转矩较小，设计布置一副齿轮便有较高的可靠性，如果设计成人字齿轮，克服轴向力的影响，可靠性更好。二是输出端采用两副齿轮，如果一副齿轮失效，还可利用另一副齿轮维持短时工作，不致造成方案一齿轮失效时带来的严重后果。

方案三和方案四单从电机控制性能及主要传动件的可靠性和安全性上来说都比前两个方案要好，这是由于电机变速范围小，使电机控制系统更简单。但这两种方案由于传动件的增多，结构复杂，会引起整台设备故障率的增加，同样限制了绞车总体可靠性的提高，不利于绞车正常工作。

2.3 经济性分析

方案一自制传动元件最小，重量轻，加工成本最低，运费最省。但该方案由于电机调速范围很大，从而实现该方案所配的电机、输入轴轴承等必须特制，其价格是非常昂贵的，大约比常规价值要高出 40%左右。因此，方案一从整体经济性能上来说，其成本和费用还是相当高的，不是一种非常理想的方案。

方案二自制传动元件较少，体积小，重量轻，结构简单，生产加工成本和运输安装费用较低，该方案由于可靠性高，并且由于电机调速范围很小，选用常规交流电机便能满足使用要求，输入轴轴承等零件的技术要求也不是很高，不需外购国外高价格的产品，其经济效益非常明显，与方案一比较虽多增加了齿轮等元件，但所增加的费用要远远低于选用特种电机所需的费用。

方案三和方案四在电机规格的选择上与方案二相同，没有明显的经济优势。从传动及整体结构性上来说，由于结构复杂，配套元件较多，导致生产加工成本上升。另外，从运输安装维修上来说，这两种方案由于体积较大，包装运输较困难，同时由于元件多，出现故障的概率也大，从而使安装维修费用也相应增多。所以整体看来，这两种方案的经济性不是很理想。

2.4 标准化、通用性分析

从当前的技术条件来看，方案一由于电机的特殊性，其标准化、通用性较差；方案三和方案四由于传动系统的结构特点，虽比方案一有较大的改观，但由于选配元件增多的缘故，其标准化水平也不会很高；相比较，方案二实现标准化、通用化的情况要比其它方案成熟的多，这是因为：①电机的标准化、通用性相对很高，可供选择的范围较广；②由于该方案选配的电动机、变速箱、滚筒等单元部件均采用联轴器连接，这便为产品的通用化、模块化设计提供了方便，使其之间的匹配更灵活，选择现套范围更广。

3 结论

鉴于以上分析，方案二的综合性能最好，结构最优，为此，本文选择方案二作为 JC50DB 绞车电驱动方案，该方案从外购配套元件、生产加工件均具有可行性。不足之处是轴承、离合器及阀等部分元件从国外进口，增加了绞车的制造费用。

参考文献

[1] 李继志，陈荣振.石油钻采机械概论[M].山东东营：石油大学出版社，2000.

[2] 陈如恒，沈家骏.钻井机械的设计计算[M].北京：石油工业出版社，1992.

[3] 符达良，张晓东.石油机械现代化设计技术与方法[M].北京：石油工业出版社，1992.

(编辑 禾 禾)

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net