

海上钻井平台电气传动装置的数字化升级

曹福军

(安全监管总局海油安办石化分部胜利海上监督处)

摘要 利用小功率西门子6RA24系列全数字直流调速装置的控制单元,改造升级大功率钻井平台可控硅系统,改善原系统工作性能,其改造成本远低于整体更换,具有很好的推广价值。

关键词 调速装置 改造升级 数字元件 模拟元件 硬件匹配

胜利五号平台属于胜利油田海洋钻井公司,由美国贝克海洋公司于1980年建成,1990年引进,属于4桩腿自升式钻井船。钻井船原主要动力配置包括:4台Detroit 149柴油机发电机组、4台美国IPS公司model-1200型可控硅调速装置、2台泥浆泵、1台6千米钻机、1台美国VARCO公司IDS-1顶部驱动、1台转盘。

美国IPS公司的可控硅调速装置控制元件已使用多年,严重老化,系统参数不稳定,经常出现可控硅整流块烧坏现象,影响了正常生产。2000年对可控硅整流系统进行了数字化升级改造,使用西门子SIMOREG-K-6RA24全数字控制单元为核心,动力主电路部分保持不变。为了降低成本,厂家在改造方案采用西门子6RA24小功率单元,配套自行设计的接口电路和功率放大模块来实现,从而减少经济投入。这种装置即减少了原来模拟系统的运算误差,又节约了成本,下面介绍该系统的结构,并分析该系统的性能。

1 数字直流传动装置的结构

1.1 主回路

系统主回路由4台1200KW Detroit149柴油机发电机组并联供电,交流母线电压为3 /600V/60HZ;使用4台美国IPS1200型直流传动柜,采用转速、电流双闭环三相全控桥式调速的方式^[1];其中1#、3#可控硅可以互为备用,可分别驱动顶驱、转盘、1#泥浆泵;2#、4#可控硅可以互相备用,可分别驱动绞车、2#泥浆泵。绞车、泥浆泵、转盘直流电机采用串励激磁,顶部驱动电机采用外部恒流源激磁。如图1所示:

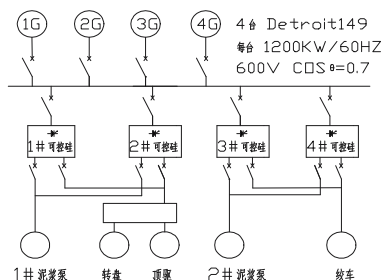


图1 系统主回路单线图

1.2 控制回路

使用西门子SIMOREG-K-6RA24系统作为控制单元;同步变压器、脉冲功率放大器、反馈计算电路使用自制元件;逻辑开关、手轮、整流器、接触器、母线等使用原装置。其系统硬件连接如图2所示:

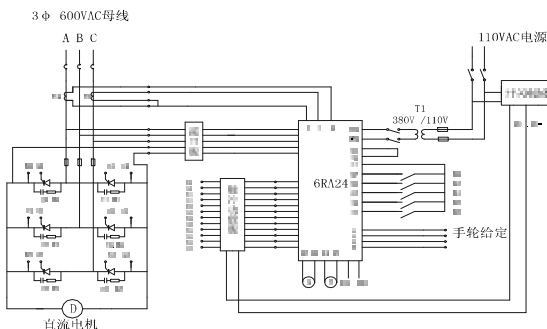


图2 设备硬件连接框图

(1) 手轮给定。由一个滑动电位器组成,能实现0v~10v连续可

调输出,电路选通时,手轮的位置将对应设备一定的转速。

(2) 整流器。采用三相桥式全控整流电路,由6组SCR元件组成,根据触发脉冲相位角的不同,SCR元件导通角也不同,系统的直流输出电压就不同。

(3) 同步变压器T1。同步变压器用来驱动触发电路,同时保证触发电路与主电源频率同步。改造前的进口控制单元的额定输入电压比较低,改造后的电路使用自制的同步变压器以满足电压匹配,图2中的同步变压器还起到了降压的作用。

(4) 中间继电器。外部选择开关的逻辑信号,通过K1-K5中间继电器,输入到6RA24,系统将自动调整参数,满足不同类型设备的调速要求。

(5) 直流电动机。最终把电能转化为机械能的装置,按照激磁方式可分为串励、并励、复励、它励等,不同型号的直流电动机,磁化曲线和调速特性都不同,其转速受到电枢电压、激磁电流、负载大小等因素影响。

(6) 脉冲功率放大器。就是接受控制系统调速信号,并将信号进行放大最终传送到可控硅元件的装置。该单元利用同步变压器作为驱动,将来自控制单元的3个脉冲信号为6个双窄脉冲信号,分别触发3相6组SCR元件,该元件为改造单位自行制造。

(7) SIMOREG K 6RA24控制单元。该装置是近年来西门子公司开发的数字直流调速单元,应用范围为三相交流电源直接供电的全数字控制装置,可用于直流电机电枢和激磁供电,完成调速任务。根据功率的不同输入电压分别为三相400VAC、500VAC、750VAC,设计电流范围为15A~1200A,并可通过并联SITOR晶闸管单元进行扩展。

所有的控制调节监控及附加功能都由微处理器来实现,可选择给定值和反馈值为数字量或模拟量。外部信号的连接(开关量输入/输出、模拟量输入/输出、脉冲信号等)通过相互隔离的组合式端子排实现,主电子板与端子排之间的信号交换通过两根扁平电缆完成,装置软件存放于直插式EPROM中,更换方便。装置本身带有参数设定单元,不需其它任何附加设备便可完成参数的设定。

2 软件主要参数

最基本的系统软件已经固化控制单元SIMOREG K 6RA24的EPROM中,现场工作人员只是根据设备实际参数和外围电路的情况,对内部调节器做一些逻辑选择、定义输入输出端口、定义内部连接量和运算器。胜利五号平台改造使用的是西门子SIMOREG K 6RA2418-6D22型,额定输入电压为3 /400VAC、30A,整流器为全数字、紧凑型变流器,经过改造后作为额定输出电流15A~1200A的直流变速驱动电机的电枢电源,属于典型的“小马拉大车”现象。控制单元有4个模拟输入、5个模拟输出、8个开关量输入、4个开关量输出,所有开环和闭环及通讯有功能极强的16位微处理器实现。

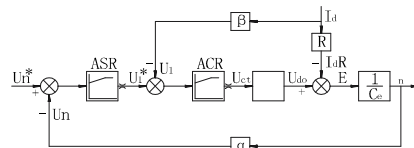


图3 双闭环调速原理图^[2]

- 转速反馈系数; - 电流反馈系数; ASR-转速调节器; ACR-电流调节器

6RA24控制单元的功能非常强大,软件设计之初要根据实际设备选取内部模块的使用情况,具体包括系统输入、输出端口定义,内部

调节器使用和连接情况定义,以及所选取模块输入输出定义、性能参数选取等等。其中主要的几个环节包括:

(1) ASR、ACR参数的选取。6RA24控制单元内部使用的是转速、电流双闭环调速系统,ASR、ACR的特性均可以通过改变此参数来设定。下列为ASR和ACR的重要设置参数:P224可以将ASR设置成P、I或PI调节器;P255调节ASR的P增益;P256调节ASR的I增益;P154可以将ACR设置成P、I或PI调节器;P155调节ACR的P增益;P156调节则I增益。

另外,通过P550、P556、P559和P551、P557、P560来调节ACR和ASR的自适应特性。当被调节量偏差较大时,为了快速响应应用一个参数;而偏差小时,为了调节过程的稳定则用另一个参数。通过调整上述参数,可以直接改变ASR、ACR的运算特性,从而满足不同参数设备的需求,直接改变系统的响应速度和稳定性,满足不同设备的调速要求。

(2) 当指令开关选择不同设备时,要求ASR自动选取不同的反馈输入。6RA24可以通过外部输入来选择ASR的反馈输入(图2中 U_n),实际应用中反馈系数并不是一个常数,而是通过一个或几个公式组成。例如,当调速对象是它励直流电动机时,根据电磁关系 $E=C_n \cdot n$ 得 $n=E/C_n \cdot U/C_n \cdot n$ 。其中, C_n 是常数,转速和电枢电压基本成正比关系,将反馈电压按一定转换比例输入到反馈输入端即可。而当调速对象是串励直流电机,情况就有些复杂了。首先要根据电动机的磁化曲线构造一个函数,根据电流大小来计算磁通量,然后再计算出转速 n 端。对于并励、复励电机也有相应的算法,不再赘述。

(3) 当外部选择不同设备时,要求ACR要自动选取不同的输出限幅值。当指令开关选取不同设备时,同样要求ACR的输出限幅值(即系统扭矩电流限制)也不同,保证所有设备都不能超过自身最大电流。通过设置6RA24的P701参数可以设定系统总的电流限制,但是往往要求同一台调速单元驱动多台设备,这就要求根据驱动设备不同自动选择ACR输出限幅值,这种切换工作方式也需要软件工作人员结合实际情况的进行逻辑选择设计。

3 系统性能

本文简介一种直流调速装置“小马拉大车”系统软硬件结构。系统设计的基本要求是:硬件性能可靠、抗干扰能力强;软件运行可靠,修改和维护方便等。下面简要地分析一下该系统的优缺点:

(1) 优点: 经济性良好。使用小功率6RA24控制单元作为直

流调速装置的核心元件,能从很大程度上节约了成本,1套400VAC 30A 6RA24控制单元价格只有2万左右,同类型1套2000A的装置成本为几十万。控制单元基本工作稳定。西门子直流传动技术目前在国际上比较先进,系统控制单元运行可靠,内部数字运算电路的使用,减少了过去使用模拟运算电路所带来的运算误差,排除了以前模拟元件老化造成系统性能变化的现象。控制单元内置多种可设参数的运算模块。6RA24控制单元内的多种运算模块,每个模块实际应用中的参数均可以修改,甚至可以通过参数设置实现不规则函数运算,设计人员可以自由组合以实现各种复杂的运算。控制单元设置多重保护。控制电源内之多重保护功能,并可以实现保护输出,实现逻辑互锁,防止各类误操作发生,做到设备本质安全化。

(2) 缺点: 现场接口对接复杂,自制电路部分和6RA24很难做到完全匹配。要完成系统改造,首先要完全清楚原来系统的结构,原来设备的各种参数,然后对系统进行初步设计。现场对接需要查找原来系统各种节点,纠正很多实际电路与原图纸不符的错误。控制单元参数选取比较难。改造前的系统运行参数,是国外IPS、GE等大型传动公司经过多年实践而设定的。而国内从事改造时间不长,对于许多保密的系统参数并不掌握,加上许多设备老化造成实际参数与标准参数不符,现场调试需要反复纠正预先设置的参数,才能达到系统稳定运行。

4 结论

当前,国内部分厂家在大型直流传动系统改造升级中喜欢使用“小马拉大车”装置。该系统一定程度上节约了成本,减少了算误差,提高了调速的可靠性,基本可以满足设备的调速要求。如果改造厂家能够进一步提高自制硬件的稳定性,并在硬件匹配方面多做工作,减小系统的不稳定因素,可以推广应用于制造和改造大功率成套直流调速装置。

参考文献

- [1] 黄俊主编. 半导体变流技术. 机械工业出版社, 1991
- [2] 周期节主编. 自动控制原理. 华南理工大学出版社, 1996
- 作者简介 曹福军(1975-), 电气工程师, 1998年毕业于山东工程学院工业自动化专业, 2005年取得上海交大船舶与建筑工程专业工程硕士学位, 1998年-2005年任胜利海洋钻井五号平台电气工程师, 现任国家安全监管总局海油安办石化分部胜利海上监督处安全监督。

(收稿日期: 2008·03·26)

(接40页) 位置和战术行为,来决定自己的战术行动,以便在相对短的时间内凭借记忆、想象等心理活动对多个有效视野进行整合,这样才不会导致动作失误。

4.3 加强技战术训练,将视野训练同技战术训练结合起来

良好的视野是为技战术的合理运用奠定基础,二者有机的结合才能将运动员的技术水平发挥得淋漓尽致。篮球运动中不存在单纯的视野,有些运动员测得静止状态下的视野很广,但在比赛中却显得很狭窄,阻碍技战术水平的发挥;相反,有些运动员视野相对较窄,但他能最大限度地表现在动态的技战术运用中,当然这种视野最有效。所以,在平时的技战术训练中,有机地渗透一些提高运动员视野的训练内容,这样既加强了运动员的技术水平,同时又可以扩大运动员有效视野的范围。

4.4 提高篮球意识,将视野训练同心理训练有机地结合起来

一个具有临场丰富经验的运动员,是根据场上具体情况的需要而有目的选择观察对象,这样不仅显得观察范围大,而且重点突出、主次分明,而初次参加比赛的运动员,对观察对象的选择则具有更大的被动性和盲目性。这种观察不仅是运动员根据自己的经验、知识对外部事物的直接反映,而且与运动员的意识有关。

心理学家认为,人在同一时间内做到“一心二用”是有可能的,

其生理机制是:支配当前主要活动的是大脑皮质的优势兴奋中心,支配那些熟练活动的相应区域处于一定程度的抑制状态。在几种活动中必须使其中某一活动达到“自动化”的程度,才有可能同时进行其它工作,这就是注意的分配。而篮球运动本身就动态为主,注意的对象包括自身动作随时随地都在变化,因此要求运动员还要有较强的注意转移的能力。注意的分配是视野的核心,而注意的转移能力是视野的有力保证。所以,教练员在训练中要重视运动员心理状态的调试。

参考文献

- [1] 王家宏. 球类运动—篮球[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005, (12)
- [2] 全国体育学院教材委员会. 篮球运动高级教程[M]. 北京: 人民体育出版社, 2000, (5)
- [3] 全国体育学院教材委员会. 运动心理学[M]. 北京: 人民体育出版社, 2005, (6)
- [4] 李庆波. 关于篮球运动员视野运用的探讨[J]. 中国学校体育, 2007, (6)
- [5] 梁超勋, 于振峰. 论视觉观察在篮球运动中的基本规律及其特征[J]. 西安体育学院学报, 2000, (7): 29-3

作者简介 李春兰(1975-), 女, 渭南师范学院体育系讲师, 西安体育学院体育硕士。

(收稿日期: 2008·04·03)