

自动控制理论在海上钻井平台的应用

曹福军

(胜利石油管理局海上监督处)

摘要 自动控制理论在钻井平台电气系统中应用广泛,其中既有利用PI调节器的单闭环调节系统,也有利用PI调节器的转速、电流双闭环直流调速系统。通过合理调节这些系统内部PI调节器的比例增益和积分时间常数,可以使系统获得良好的静、动态特性,使设备工作状态稳定,并延长使用寿命。

关键词 自动控制理论 单闭环调节系统 双闭环调节系统 比例增益 积分增益

自动控制是指在不直接参与的情况下,利用外加的设备或装置使整个生产过程或工作机械自动的按其预定规律运行,或是整个参数按预定要求变化。自动控制按其发展过程分为经典控制理论和现代控制理论两大部分。经典控制理论在五十年代末期形成比较完整的体系,它以传递函数为基础研究单输入、单输出的反馈控制系统,采用的主要研究方法有时域分析法、根轨迹法和频率法。现代控制理论以状态空间法为基础研究多变量、变参数、非线性、高精度等各种复杂控制系统理论。自动控制系统从信号传送的特点或系统结构特点来看,可分成开环控制系统和闭环控制系统。开环控制系统的输出量对系统的控制作用没有任何影响。从控制作用的产生来看,和偏差控制系统不同的另一类系统是扰动控制系统。同时具有由偏差产生控制作用和由扰动产生控制作用的系统或同时具有开环结构和闭环结构的系统叫复合控制系统。

1 钻井平台自动控制系统的种类

目前,钻井平台一些设备主要应用的是经典控制理论中的闭环控制理论,其中有一些属于单闭环控制系统,如柴油机转速控制元件 - 沃德沃特 2301A 转速及功率分配调节器 (WOODWARD 2301A LOAD SHARING AND SPEED CONTROL)、发电机电压调节器 - 卡特匹勒数字电压调节器 (CATERPILLAR DIGITAL VOLTAGE REGULATOR) 等。而转速、电流双闭环调速系统在直流电机调速中应用非常广泛,如西门子 6RA24 整流装置 (SIMOREG K 6RA24) 就是使用这种调速方法。

2 单闭环调节系统的结构特点及调节方法

单闭环控制系统又叫反馈控制系统。反馈控制系统是按照调节量的偏差进行控制的系统,只要调节量产生偏差,系统会自动产生纠正偏差的作用。这种调节器通常有三种形式: P 调节器 (比例调节器)、I 调节器 (积分调节器)、PI 调节器 (比例积分调节器)。其中 P 调节器响应快,但有稳态误差。I 调节器无稳态误差,但响应慢。而 2301A 调速器和 DVR 数字电压调节器采用的是 PI 调节器,这种调节器综合了 P 调节器和 I 调节器的优点,在外界负载变化的过程中能迅速地做出反应来增大或减小输出量,最终实现输出量无稳态误差。其稳态结构如图 1 所示:

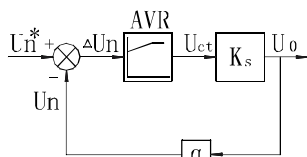


图 1

U_n^* - 输入量 AVR - 内部调节器 K_s - 传输环节放大系数 α - 反馈环节放大系数

以 WOODWARD 2301A 调速器为例,调速系统的稳定性主要由三个电位器控制: GAIN(增益) - PI 调节器的 P 增益,用来调节系统的响应速度; RESET(恢复时间) - PI 调节器的积分时间常数,用来调节积分增益; ACTUATOR COMPENSATION(执行器补偿) - 用来调节执行器阻尼系数。系统的响应速度和稳定性主要由这几个参数控制,增加 GAIN 可使系统足够的响应速度,但不要太大而使系统不稳定。减小 RESET 使系统过渡过程缩短,但不要太小使系统不稳定。ACTUATOR COMPENSATION 用来调节执行器的阻尼系数,对于柴油机、汽轮机、燃油喷射式汽油机要求调到 20% 位置;对于汽油机和

蒸汽轮机要求调到 60% 位置。一般不需要进一步调整,但如果系统出现缓慢的周期性的不稳定可以适当增加该值,若出现较快的不稳定可以适当的减小该值。CATERPILLAR DVR 电压调节器内部参数 17 为 PROPORTIONAL GAIN (比例增益 P), 16 为 INTEGRAL GAIN (积分增益 I), 其调节方法和 2301A 类似,针对不同的发电机以及无功负载的特点可以做不同的调节。合理调节上述参数可以使单闭环调节系统反应快、稳定、超调量低,使设备运行更加可靠,延长使用寿命。

3 双闭环调节系统的结构特点及调节方法

采用 PI 调节器的单闭环调节系统只能保证系统在稳定条件下实现调节量无静差,而对于直流电机调速装置要求系统具有快速起制动、实现负载动态速降小等,单闭环系统就难以满足需要。这主要是因为单闭环系统不能完全按照要求来控制动态过程的电流或转矩,为了满足上述要求所以用作直流电机调速的 SCR 装置,如西门子 6RA24 装置,一般采用转速、电流双闭环调速系统。其稳态结构如图 2 所示:

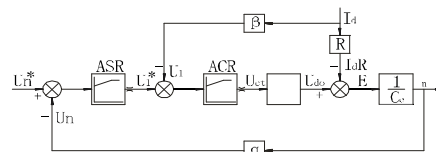


图 2

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

为了获得良好的静、动态特性,6RA24 的两个调节器通常都采用 PI 调节器 (比例积分调节器)。这两个调节器都是带限幅的,转速调节器 ASR 的输出限幅 (饱和) 电压是 U_{im}^* ,它决定了电流调节器给定电压的最大值。该调速系统的负载电流小于 I_{dm} 时表现为转速无静差,这时转速负反馈起主要作用。当负载电流达到 I_{dm} 后,转速调节器饱和,电流调节器起主要调节作用,系统表现为电流无静差,得到了电流自动保护,使系统电流不会超过 I_{dm} 。这就是利用 PI 调节器分别形成内外两个闭环的效果,这样的静特性显然要比单闭环调速的静特性要好。其静特性如图 3 所示:

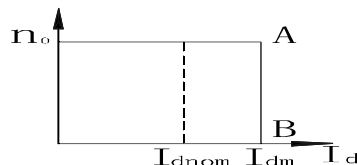


图 3

其静特性可以分为两段: 转速调节器不饱和段。这个阶段稳态时,它的输入偏差都是 0,因此: $U_n^* = U_n = n$ (即转速环输入值和反馈值相等); $U_i^* = U_i = I_d$ (即电流环输入值和反馈值相等); $N = U_n^* / \alpha = n$ (转速实际值等于速度给定值);从而得到图 3 中 $n_0 \sim A$ 段。转速调节器饱和段。这时, ASR 达到输出限幅值 U_{im}^* ,转速外环呈开环状态,转速的变化对系统不再产生影响,双闭环调速变成了一个电流无静差的单闭环调速系统。稳态时 $I_d = U_{im}^* / \alpha = I_{dm}$ (即电流已达到了限幅值,系统转速实际值低于速度给定值),即图 3 中 $A \sim B$ 段。

西门子 6RA24 直流调速装置,是利用双闭环调速系统的原理,把双闭环系统所用的速度环比较环节、速度调节器、电流 (转 143 页)

况,学习她如何积极面对AIDS的态度以及她的心声和愿望。启发学生联系实际思考自己如何面对人生的疾病问题,交谈感想体会,这样有助于学生和教材产生共鸣将所学语言用于实践从而达到英语教学的目的。

3.2 教师以情感为目标有效地利用教学内容中的情感资源并引发学生积极学习的动力和热情

比如,在教学SEFC Book2 Unit 10 Frightening nature时,联系刚发生的印度洋大海啸启发学生思考和讨论如下问题:

When do you hear about the tsunami (海啸) around The Indian Ocean?

How do you feel when you know so many people were killed and injured in this natural disaster?

What will you do to help the people in trouble?

What other natural disasters do you know about?

How does nature form a danger to people in the world and how can science help reduce that threat?

这些问题能激活学生关于自然灾害如火山爆发、飓风和台风的思维,引起学生对地质学、气象学、天文学和生物学等几门自然科学和日常生活的关系的思考;通过想象印度洋海啸造成的可怕后果及火山爆发时城市被掩埋的悲惨景象激发学生关爱生命的人道主义情感,从而启发他们学习新知识的动力。

4 对教学活动进行情感加工

对教学活动进行情感加工指的是在组织学生进行教学活动时加大师生互动的力度,充分利用pair work和group work加强学生的合作,使课堂教学节奏松弛有度、快慢有变、动静交替、活动多样,使课堂英语气氛浓厚,创设出有利于学生学习的氛围,这都是体现外语教学的人文主义精神的。

4.1 使学生学习有安全感并乐于表达

传统教学中,发言机会属于一些善于表现的学生,害羞的或不善于言谈的学生不敢举手发言,即使被点名发言,在众目睽睽之下,往往会产生紧张心理而发挥不好,造成羞于开口的心理障碍,久而久之这部分学生保持沉默,失去了很多语言实践机会。在pairwork和groupwork活动中,面对自己的同伴和朝夕相处的同学他们有安全感,不担心出错被其他同学嘲笑,敢于无拘无束地进行语言实践并表

达自己的观点,从而逐渐增强学习英语的自信心。

4.2 进行合作学习,增进学生间的情感交流

在pairwork和groupwork的合作学习中,学生相互了解交流见解碰撞思维共享知识达到“人人教我、我教人人”的目的。在亲密的人际交往中,团队精神和共事能力能得到很好的展示和提升,学生表现更出色,学的东西更多,并有能力发展良好的人际交往技能。

4.3 机会均等实现人人参与体现教育的公平

Pairwork和groupwork体现了英语教育的新理念“做中学”,每名 学生都有机会有时间进行交流和英语实践,人人参与,没有“被遗忘的角落”,使学生的主动性和创造性得到发展。

4.4 联系生活实际激发学生学习热情

在pairwork和groupwork中,教学内容往往生活化社会化,如询问家庭成员、兴趣爱好、解决学习困难、表达各自观点等。这些活动内容生动有趣十分符合学生的感情需求,自然会令学生产生求知欲而进入学会、会学、乐学的境界。

5 结语

诚然,成为一个有人文主义情怀的优秀外语教师不是一朝一夕就能做到的事,需要在意识方面和方法策略方面有很大的改进。将学生视为有思想有情感的个体,将“以人为本、以学生发展为根本”的人文主义思想贯彻到日常的教学之中,是每一位有志于外语教学教师义不容辞的任务。

参考文献

- [1] 全日制普通高级中学教科书(必修)第二册(上). 2003年
- [2] 教育部《英语课程标准解读》. 北京师范大学出版社, 2002年
- [3] 贾冠杰. 外语教育心理学. 广西教育出版社, 1996
- [4] 卢家楣. 情感教学心理学. 上海教育出版社, 2000
- [5] Lynda Fielstein & Patricia Phelps, 王建平等. 教师新概念. 2003
- [6] 苗慧. “教师心理场效应及其意义与策略刍议”. 外语与外语教学, 2004, (5)
- [7] 谢余良. “英语教学中的pairwork和groupwork及其策略组织”. 中小学外语教学与研究, 2004, (1)
- [8] 孟春国. “英语课程改革中情感教学的实施”. 中小学外语教学, 2004, (7)

(收稿日期: 2008·05·20)

(接89页) 环比较环节、电流调节器、脉冲触发环节、转速及电流反馈环节等所使用的元件, 利用80C186微处理器进行了模拟运算, 采用了128K EPROM存储器, 内部指令运算非常快, 仅需要220ns就能运行完毕, 这样避免了原来运算电路所造成的误差, 并从中增加了许多监控和保护, 使系统工作稳定, 响应加快。

西门子6RA24内部的大部分参数是用来选择内部模拟器件之间的连接关系, 这需要设计人员根据系统的要求选择不同的调节器和模拟元件及其连接方式。对于设计成双闭环调速系统的西门子6RA24装置而言, 其稳定性和响应速度等主要参数是下面几个: P224可以将速度调节器设置成P、I或PI调节器; P255、P256则分别调节速度调节器的P增益和I增益; P154可以将电流调节器设置成P、I或PI调节器; P155、P156则分别调节电流调节器的P增益、I增益; P701用来设置系统的电流限制。另外系统还分别通过P550、P556、P559和P551、P557、P560来调节转速和电流调节器的自适应特性, 即被调节量偏差较大时用一个参数, 而偏差小时则用另一个参数, 这样即加快了系统响应速度又增强了稳定性。6RA24还可以通过外部输入来选择内部不同的系统参数, 这样就可以通过外部硬件连接及选择使6RA24控制不同类型的直流电机(不同型号或不同激励方式)。6RA24速度及电流环的P增益、I增益的调节方法类似于单闭环系统, 即增加P增益可以增加该调节器调节量的响应速度, 但容易产生波动; 减小I增益可以减小过渡过程时间, 也容易使系统不稳定。对于电流限制可根据负载的最大转矩和直流电机的最大转矩来调节, 6RA24的参数调节功能非常强大, 甚至可以根据系统静态动态响应的需要, 通过参数设置, 把

转速及电流调节器设置成P调节器(纯比例调节器)或PID调节器(比例积分微分调节器)。如果参数合理的调节, 可以优化系统的性能, 使系统运行更加可靠、稳定, 达到起制动快、动态速降小、速度提升快、负载变化时响应快。这样的设计可以提高设备的工作效率, 延长使用寿命。

4 结束语

从上述的研究可以看出, 自动控制理论在海上钻井平台的应用是很广泛的, 自动控制环节参数的设定直接关系到系统的静、动态特性, 也影响到整个钻井平台的工作效率。通过对自动控制理论的学习, 可以在今后的自动控制系统调节过程中, 用学到的理论去指导实践, 把设备调整到最佳的工作状态。

参考文献

- [1] 周其节等. 自动控制原理. 华南理工大学出版社, 1996, (10)
 - [2] WOODWARD LOAD SHARING AND SPEED CONTROL MANUAL
 - [3] SIMOREG K 6RA24 数字整流装置说明书
 - [4] CATERPILLAR DIGITAL VOLTAGE REGULATOR MANUAL
- 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年获得上海交大船舶与建筑工程专业工程硕士学位, 1998-2005年任海洋钻井公司胜利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)