

工业技术 与管理工程新探

袁世鹰 主编

煤炭工业出版社

工业技术与管理工程新探

主 编 袁世鹰

副主编 丁安民 谢定均

煤炭工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

工业技术与管理工程新探/袁世鹰主编.-北京:煤炭工业出版社,1999.10

ISBN 7-5020-1826-3

I.工… II.袁… III.① 工业技术-文集 ② 工业经济-经济管理-文集 IV TB4-53

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第63555号

工业技术与管理工程新探

袁世鹰 主编

责任编辑:田克运 孙金铎

*

煤炭工业出版社 出版发行

(北京朝阳区霞光里8号 100016)

焦作工学院印刷厂 印刷

*

开本 880×1230 mm 1/16 印张 11.5

字数 350 千字 印数 1~3,000

1999年10月第1版 1999年10月第1次印刷

书号 4597 定价 20.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

前 言

为大力提高我国的综合国力与国际地位，加速实现农业、工业、国防和科学技术现代化，实现中华民族的伟大复兴，党中央、国务院及时提出了科教兴国的宏伟战略。在这一战略方针的指引下，广大科技人员和知识分子怀抱报国壮志，潜心科学研究，不断进取，努力攀登，在各个不同领域取得了一个又一个的新成果。如何对这些成果进行宣传、传播、交流，并最终转化为现实生产力，为国家经济建设服务，是摆在我们面前的一个与科研本身同等重要的问题，为此，我们编辑了《工业技术与管理工程新探》一书，以期对相关领域的科研、设计和工程技术人员有所裨益。

《工业技术与管理工程新探》收录学术论文近六十篇，涉及采矿、地质、测量、机械、电气、建筑、计算机应用、经济管理等学科领域，反映了论文作者近年来所取得的最新研究成果。在编辑过程中，我们力图体现“百花齐放，百家争鸣”的学术方针，对于不同学术观点与学术风格，尽量予以尊重。我们认为，这样做，有利于学术事业的健康发展。诚然，由于编者和作者的水平所限，书中难免存在这样那样的错误，我们热忱欢迎广大读者批评指正。

本书的编辑出版得到了煤炭工业出版社及本书责任编辑田克运、孙金铎同志、铁道部隧道工程局高新技术工程公司常务副总经理邵俊涛同志以及《焦作工学院学报》编辑部的大力支持，在此，谨致以深深的谢意。

编 者

一九九九年十月

目 录

矿用直线电机提升机实验装置控制系统	袁世鹰 (1)
HNS 型三相分离器自控系统方案设计	马晓东 王宪中 石晶玲 (5)
CDY 型“互锁”全套电液动操车设备	王建忠 (9)
架空线路耐张线夹爆炸压接的异地操作	成连武 苏筱武 张文杰 马新颖 (12)
颚式破碎机专家系统初探	詹东平 杨彦超 (16)
颚式破碎机动颚运动规律研究	詹东平 (18)
采空区三维非稳定流场的数值模拟	杨崇阳 杜礼明 杨运良 (20)
立井施工综合机械化配套模式探讨	张 馨 周文泽 魏慎玉 (27)
邢东副井冲积层段冻结技术	张 馨 程善进 (32)
深部斜坡道施工及应用	龙显日 戴 周 (36)
高强度锚杆在高压煤巷中的应用	冯冠军 郭四翠 (39)
王台铺矿养鸡场 IX 号煤保护煤柱设计偏差原因分析	和文利 (43)
生产矿井研石不出井口的初步探索	廖永通 (46)
关于大地构造对我国煤层瓦斯区域控制的认识	张子敏 林又玲 张瑞林 (49)
浅谈聚类分析在水化学分析中的应用	高荣斌 贾书祥 王秋生 (55)
新安煤矿部分井田淹没后水文地质条件变化探析	李松营 茹爱军 丁少岭 (59)
关于直流电法勘探中视电阻率数据处理问题的探讨	高荣斌 刘九州 贾书祥 高宝宪 (61)
巨厚砾岩层下煤层开采地表移动裂缝发育特征	曹焕举 孙晓震 (64)
永夏矿区陈四楼煤矿地表移动预计方法及参数的确定	詹文超 (67)
两井定向严密平差方法的研究	张健雄 田德林 (70)
逆转点观测法陀螺摆动中值的计算	田德林 张健雄 (75)
两井几何定向与陀螺定向的联合应用及其平差计算方法探讨	魏建才 张健雄 (78)
湖北省宜黄高速公路荆沙高填方路段变形观测研究	胡友健 吴北平 明祖涛 聂品荔 季远军 (83)
建筑遮阳及其光热环境	胡义金 杨永昌 辛志定 (88)
预制楼面板缝开裂的原因及对策	许 波 聂春生 (90)
水塔的定向爆破及水池的水压爆破	龙显日 (93)
浅谈火灾后建筑物的鉴定与加固	赵瑞丽 赵有国 (96)
高性能喷射混凝土工业性试验报告	王福龙 (98)
高性能喷射混凝土施工方案设计	祁书峰 王福龙 李永毅 樊文熙 (101)
预破碎技术及其在水泥工业中的应用	姚 嵘 张玉波 刘海军 (105)
对焦作市规划管理工作的思考与建议	李嵩峰 杨永昌 李昆玉 (108)
浅议基本农田保护区规划	朱会宗 王宝山 (111)
义马北露天矿水土流失形式及其治理方案	张俊伟 (114)

浅谈节约用水	韩怀彦 (117)
浅谈大比例尺地形符号在 AutoCAD 中的开发与应用	马保卿 (119)
使用 Word 97 绘图的方法与技巧	李文清 闫玉霞 李明理 (122)
Novell 网络 Windows 95 无盘工作站的建立与管理	何恩辉 朱吉好 (125)
谈谈我院 CAI 的现状与对策	李明理 (128)
“年功、知识、质量、产量、岗位”五位一体的工资制	郑广华 程东全 (131)
政府采购制度的科学性及其有效性	孟钟剑 (137)
论会计信息失真的原因及对策	孙响林 (140)
市场经济条件下企业家的培养机制及其责权利	周慧英 (143)
生产矿井中农民轮换工的现状、问题及对策	王思鹏 孟中泽 张建 刘新安 (145)
矿井建设质量控制方法探讨	程东全 (149)
我国高等教育存在的主要问题及改革思路	刘彦 (152)
物理选择题解题方法研究	陈东海 (154)
高校《文献检索》课的现状及其发展方向	雷金民 刘琨珊 (156)
关于设计性物理实验的研究	张琦 (158)
《混凝土结构与砌体结构》“教”与“学”方法探讨	段敬民 董新意 李婕 付克明 (160)
增加绘图课时, 提高读图能力	罗宁 (164)
浅谈《城市地产评估》教学改革	牛海鹏 王宝山 (166)
信息社会中科技期刊的办刊策略	谢定均 宫福满 (169)
高校学报要以整体质量求发展	虎俊勇 宫福满 杨玉东 (171)
高校学报应重视的两项工作	宫福满 母爱君 胡秀芳 (174)
Searle 的间接言语行为理论	杨玉东 (176)
正确认识和加强高校系部资料室建设	赵勤兰 (179)
浅析篮球运动中的防守	马志洋 (181)

矿用直线电机提升机实验装置控制系统*

袁世鹰

(焦作工学院 焦作 454000)

摘要 直线电机构成的提升机因其结构的特殊性和运行的特殊性,造成运行速度难以测量,电机参数在运行中随机变化,加之重力以及摩擦力的影响,使得电机的运动方向推力变得难以控制。为此,在矿用直线电机提升机实验装置控制系统硬件设计上,采用了计算机+PLC 控制系统,软件设计上,采用了矢量+模糊 PID 控制策略,并根据现代控制理论提出了基于电枢电流、电压的速度观测器。实际运行表明:该系统运行可靠,采用模糊 PID 控制算法控制效果良好;速度观测器实现的无速度传感器伺服控制策略切实可行。

关键词 直线电机 提升机 模糊PID控制算法 速度观测器

0 引言

随着直线电机理论研究的不断深入,其应用试验也在快速地发展。将直线电机应用于提升系统,是对传统提升系统的巨大变革,其理论价值和带来的经济、社会效益将是不可估量的。由直线电机驱动的提升系统,罐笼即为直线电机的动子部分,控制对象与电机成为一体化结构,且动子运动速度与通入定子的交流电源频率成正比,通过改变电源频率,即可使动子在较宽的调速范围内工作。直线电机矿井提升系统有如下特点:(1)井筒深度不受设备限制,不需暗井。(2)设备数量减少,提升系统简化。(3)可高速提升,缩短了提升周期,提高了工作效率。(4)节约电能。为此,我们把“直线电机驱动的矿用提升系统理论与控制的研究”作为研究课题,该课题已获国家自然科学基金资助。

直线电机构成的提升机结构的特殊性,造成运行速度难以测量;运行的特殊性,造成电机参数在运行中随机变化,加之重力以及摩擦力的影响,使得电机的运动方向推力变得难以控制,为此,在硬件设计上,我们提出了计算机+可编程控制系统,在软件设计上,提出了矢量+模糊PID控制策略。由于提升机的运行速度难以测量,根据现代控制理论提出了基于电枢电流、电压的速度观测器。

1 矿井直线电机提升机的工作原理

矿井直线电机提升机实验模型如图1所示。由五组定子(电枢绕组)和罐笼(动子)组成。该提升机是以永磁直线同步电动机为核心的伺服系统,其工作原理为:提升物体时,通过依次分组向1号、2号绕组,2号、3号绕组,3号、4号绕组,4号、5号绕组供电,实现罐笼(动子)向上运行;下放物体时,与上述通电顺序相反,即依次分组向5号、4号绕组,4号、3号绕组,3号、2号绕组,2号、1号绕组供电,实现罐笼(动子)向下运行。提升机的速度通过改变通入电枢绕组(定子)的电源频率,实现提升机运行速度的改变。

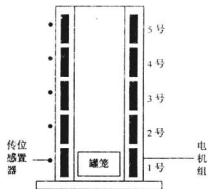


图1 提升机示意

2 控制系统的硬件设计

控制系统的原理框图如图2所示。该系统采用控制机和可编程控制器共同作用来完成系统功能。

* 国家自然科学基金资助项目。

控制计算机采用工控 386，主要实现提升机的供电三相电压、三相电流、重力和振动加速度等信号的测量，并监视可编程的运行状况。

可编程控制器主要完成直流制动（定位停车）、反接制动（下放物体、紧急停车）、定子线圈短接（失电保护、变频器故障）、提升机的电枢绕组组切换以及运行速度控制。计算机与 PLC 之间通过 RS232 实现数据与信息传递。

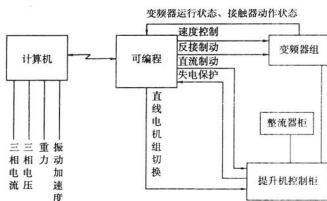


图2 控制系统的原理框图

变频器主要是完成提升机的运行速度控制，并具有过载、断路、过压、欠压等保护功能。整流器主要为电力制动提供直流电源。其工作原理如下：

（1）直流制动。正常停车时，可编程控制器根据控制计算机发来的停车指令和人工输入的停车指令，通过提升机控制柜将变频器回路断开，投入直流电实现电气制动。

（2）起动、定位停车。起动时，由于停车后机械保护已将罐笼锁住，为了解锁，首先应将罐笼向上运行一段时间，然后根据向上或向下指令运行。

定位停车是根据位置传感器提供的位置信号，通过提升机控制柜将变频器回路断开，投入直流电实现电气制动。

（3）紧急停车。当电机运行超速，需紧急停车时，可编程控制器通过反接制动接触器改变三相线路的相序，投入动力制动。

（4）定子线圈短接（失电保护，变频器故障紧急停车）。当失电保护、变频器发生故障时需要紧急停车，可通过直线电机的定子短接接触器将定子短接。

（5）调速。提升物体时，计算机根据预置在计算机内部的运行速度图和罐笼运行位置信号，向可编程控制器发出速度给定信号和向上运行信号，可编程控制器根据计算机发来的速度给定信号和向上运行信号，通过 D/A 板向变频器发送速度给定信号，通过变频器改变罐笼运行速度。

下放物体时，计算机根据预置在计算机内部的运行速度图和罐笼运行位置信号，向可编程控制器发出速度给定信号和向下运行信号，可编程控制器根据计算机发来的速度给定信号和向下运行信号，首先改变提升机的供电电源相序，然后再通过 D/A 板向变频器发送速度给定信号，通过变频器改变罐笼运行速度。

3 系统软件的实现

该系统由速度控制器、速度观测器以及 3/2 变换等功能模块组成。3/2 变换模块主要实现矢量变换，将三相电压、电流变换为速度观测器所需的交轴电流 i_q 和电压 u_q ；速度观测器根据交轴电流 i_q 和电压 u_q 计算出动子运动的实际速度；速度控制器采用模糊 PID 控制策略实现提升机的速度优化控制（原理见图 3）。

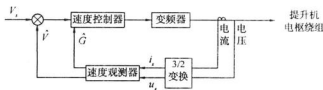


图3 提升机伺服控制系统的原理框图

3.1 速度给定曲线的生成及给定值计算

计算机将预置在计算机中的运行速度图作为速度控制给定值送给可编程控制器。其速度给定曲线

如图 4 所示。

给定速度图是若干段变化速率不同的折线组成的曲线, 将曲线上速率开始发生改变的那一点称为起始段点, 相应的时间称为段起始时间, 如图 4 所示 $t(i)$ ($i=0, 1, 2, \dots$), 相应的速度称为段起始速度, 如图 4 所示 $v(i)$ ($i=0, 1, 2, \dots$)。

设第 i 段速度的变化速率用 k_i 表示, 则有

$$k_i = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (1)$$

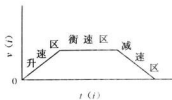


图 4 给定的速度图

式中 Δv ——两点之间的速度变化值, $\Delta v = v_{i+1} - v_i$;

Δt ——两段之间的时间, $\Delta t = t_{i+1} - t_i$ 。

显然: 当 $k_i=0$ 时为恒速值, $k_i>0$ 时为升速段, $k_i<0$ 时为减速段。任意时刻的速度给定值为

$$v(i) = v(i-1) + k_i \times T_s \quad (2)$$

式中 T_s ——采样周期。

给定值自动计算程序的任务是根据该式计算出整个提升过程中任意时刻的速度给定值。而罐笼的升速或是减速主要依靠位置传感器送来的位置信号, 并根据控制计算机发来的向上或向下运行信息去执行升速或减速子程序。其程序流程图如图 5 所示。

启动电动机时计算机首先向 PLC 发出向上运行以及低速启动信号, PLC 通过 D/A 转换器向变频器发出一个低速速度, 并利用位置信号判断启动是否完成, 若启动完成, 计算机则转入给定值自动计算程序并向 PLC 输送速度给定值, 其程序框图如图 6 所示。

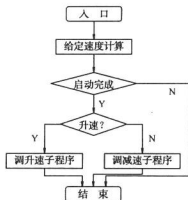


图 5 给定曲线的生成程序框图

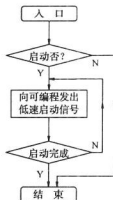


图 6 启动程序框图

3.2 速度控制

由于永磁直线同步电动机特殊的运动方式, 造成了边端效应, 系统内部变量之间的严重关联, 过程存在的非线性、时变、大延迟特性, 加之重力及摩擦力的影响, 使电机的运动方向推力变得难以控制, 很难建立出准确的数学模型。常规 PID 调节器不具有在线整定参数 K_p 、 K_i 及 K_D 的功能, 致使其不能满足在不同速度误差 E 和误差变化率 C 下系统对 PID 参数的自整定要求。因此, 在本控制系统中采用模糊自整定 PID 参数控制器, 即在 PID 调节器:

$$u = K_p \cdot E + K_i \sum E + K_D \cdot C \quad (3)$$

的基础上, 应用模糊集合理论建立参数 K_p 、 K_i 及 K_D 同误差绝对值 E 和误差变化率绝对值 C 间的二元

连续函数关系，并根据不同 E 、 C 在线自调整参数的模糊控制器。

4 结 论

本控制系统经实际运行表明：该系统运行可靠，采用模糊 PID 控制算法控制效果良好；速度观测器实现的无速度传感器伺服控制策略切实可行。

参 考 文 献

- [1] 刘 豹.现代控制理论.机械工业出版社.1988
- [2] 孙庚山.工程模糊控制.机械工业出版社.1995
- [3] 钟肇新.可编程控制器原理及应用.华南理工大学出版社.1997
- [4] Kuan-Teck Chang,etal. An Optimal Speed Control for PMSM Drives.IEEE. 1994

作 者 简 介

袁世鹰，男，1940年生，四川璧山人，国家有突出贡献专家，国务院政府津贴获得者，教授，现任焦作工学院党委书记、院长，《焦作工学院学报》主编。出版专著9部，国内外学术期刊发表论文40余篇，作为课题负责人，先后多次承担国家自然科学基金等重大科研项目。

HNS 型三相分离器自控系统方案设计

胡晓东 王宪中 石晶玲

(河南石油勘探局勘察设计院 南阳 473132)

摘要 介绍了三相分离器自控部分的三种控制方式——自力型控制、常规型控制、集散型控制。分析了各种控制方式的特点和适用范围。指出集散型控制是自控系统的发展方向。

关键词 三相分离器 自力型控制 常规型控制 集散型控制

0 引言

在油田开发中,三相分离器是油气集输系统完成油、气、水分离的生产设备。自“六五”以来河南油田勘察设计院就开展了三相分离器新技术的探索 and 高效三相分离器的研制工作。通过剖析老一代三相分离器设备存在的主要问题,找到影响三相分离器效果的主要因素之一就是油水界面的控制,依据对油、气、水三相分离器机理的新认识,将原来以油水界面直接控制转化为设置油、水室,通过控制油、水室液位间接控制油水界面,从而开辟了研制 HNS 三相分离器设备自控系统的新思路。因此,如何寻求高性能价格比、高可靠性的控制系统成为三相分离器在生产中能否正常运行的关键所在。下面针对不同环境、不同经济条件的用户,阐述几种有效的三相分离器自控系统方案。

1 三相分离器自控系统方案设计的原则和目标

笔者认为尽管不同油田原油物性不同,原油处理规模不同,现场条件不同,投资规模有大有小,但是都有共同的目标:(1)自动化设备操作要可靠便捷,减少员工劳动强度,提高设施使用率。(2)要有高的计算精度,减少计量误差来保证本企业的经济效益。(3)投资分布合理,能在最短的周期内收回投资。(4)系统可扩展性强,能适应企业不断发展的需要。

2 控制方案

据近几年的设计体会,笔者认为有如下 3 种方案可供选择:

(1)自力型控制。该方案采用无需外加能源的自力型执行机构,利用被调对象本身的能量带动执行机构达到控制的目的(如图 1 所示)。依据此原则,分别对分离器的油(水)室液位、压力采用下

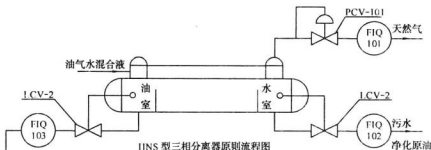


图 1 自力型控制方案

述控制方式:分离器压力控制选择自力式压力调节阀。其控制方式是依靠分离器系统压力变化自动调节安装在气出口管线上自力式压力调节阀的开度,实现系统压力稳定平衡。分离器油(水)室液位控制采用由机械式浮球液面控制机构和出油阀组成的浮球液位控制器。该控制器的控制原理为:浮球在

油（水）室内的位置随液面位置而改变，浮球位置的改变通过连杆机构驱使使出油（水）阀轴做相应的转动，从而使出油（水）阀杆上下移动，改变阀门的开度，调节排出量，保持油（水）室内液面的稳定。经三相分离出的天然气计量采用气体腰轮流量计，原油计量采用弹性刮板流量计或腰轮流量计，污水计量采用螺翼流量计。显示方式均为现场就地显示。

(2) 常规仪表控制。该方案采用由常规的仪表构成的简单控制系统实现三相分离器油（水）室液位及压力自动控制（如图 2 所示）。它是由被控对象（液位、压力）测量变送单元、调节器和执行器

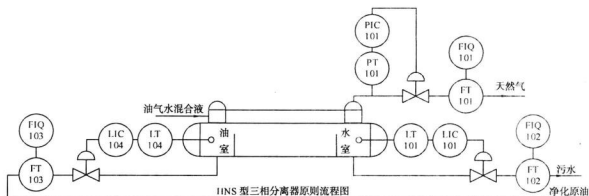


图 2 常规仪表控制方案

组成的单回路控制系统，分离器压力检测采用气动或电动压力变送器，油（水）室液位检测采用气动或电动浮球液位变送器，调节器采用气或电动调节器，执行机构采用气薄膜调节阀（或加电气阀门定位器）或电动调节阀。对于控制系统中的仪表选型是采用气动还是采用电动应根据这二类仪表自身的特点和生产现场的具体条件进行综合考虑和分析来确定。不过从科技发展角度及应用性角度看，笔者倾向于测量变送及调节器采用具有国际统一信号 4~20 mA.DC（传输信号）和 1~5 V.DC（联络信号）、体积小、重量轻、可靠性高、互换性强、适应与计算机配套等特点的电动仪表。执行机构采用结构简单、动作可靠、安装维修方便、适用于防火防爆场合的气动薄膜调节阀，配以电—气阀门定位器便可接受电动调节器输出信号，实现自动控制。天然气计量采用气体腰轮流量计带远传，原油计量采用弹性刮板流量计或腰轮流量计带远传，污水计量采用螺翼流量计带远传，值班室设仪表盘进行远距离显示与控制。

(3) 集散型控制。该方案利用小型集散型控制系统来实现三相分离器的油（水）室液位及压力控制（如图 3）。随着工业计算机性能的提高、价格的降低，越来越多的传统常规仪表控制系统被计算机

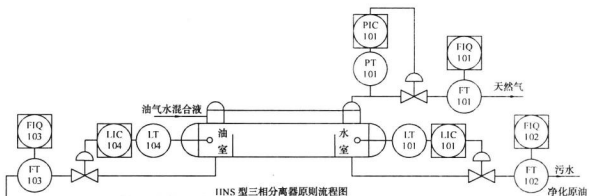


图 3 集散型控制方案

所代替，组成了先进的生产过程监控系统。由于配置带冗余的控制板和具有信号调理与 I/O 卡合二为一的采样板，使系统内部连线和插件降到最低程度，且无须进行人工调校，使用更方便，精度更高，稳定性更好，不仅降低了成本而且大大提高了信号连接的可靠性。这样通过采样板将油、水、气控制

及计量信号进行数据采集,并配有 CRT 显示器及众多控制软件,对整个控制系统进行优化管理。

3 方案对比

3.1 自力型控制

由于整个系统利用被调对象本身的能量即可工作,因此它具有以下特点:第一是不需要外界供给能源;第二是将测量、调节、执行三种功能统一于一体,结构紧凑,使用及维护比较方便。但由于是纯比例式机构控制,由古典控制理论可以得知其调节的传递函数为: $W_p(s) = K_p$, K_p 为比例增益,数值上是比例带倒数。因为它没有包含复变函数 s , 所以与频率无关,也没有相位移,只是一个比例系数。比例调节会产生静差, K_p 值愈大,静差愈小,但不能消除静差。 K_p 值愈大,系统稳定性降低,以致产生等幅振荡或发散性振荡,这是设计控制系统所不希望的。如 HNS 三相分离器压力控制,当进液量突然增加,油中分离的气量则随之增加,分离器内的压力也随之加大,气出口管线自力式调节阀门开大,释放压力,以达到新的平衡。但由于静差的存在,就造成在新的平衡位置,调节阀门的开度偏离给定位置,假如 K_p 值很大,造成分散性振荡,有可能使原油冲入气管线,造成跑油事故。因此,自力型控制一般应用在边远的地方及能源(特别是气源)短缺、初期投资较少的情况下,但控制相对粗糙,且需要人员在现场监控。

3.2 常规仪表控制

由于采用较灵活的控制手段,特别是调节器具有比例(P)、积分(I)、微分(D)控制功能,由古典控制理论可以得知其调节的传递函数为: $W_{PID}(s) = K_p(1 + 1/TI s + TD s)$, 式中 TI 是积分时间, s 是复变函数符号。积分调节与干扰的振幅、幅频、相频有关,积分调节可以消除静差,积分时间短,积分调节速度快,作用强,但系统的稳定性降低; TD 是微分时间,微分调节也与干扰的振幅、幅频、相频有关,微分作用能使系统稳定性、控制精度、抗干扰能力提高,但不能消除静差。由此可见,调节器综合了比例、积分、微分调节规律的特点,取长补短,适当配合,可得到预期的控制品质。例如:把 K_p 值增加,减少 TI ,会使静差减小,稳定性降低,那么增加 TD 、加强微分作用可以获得较好的稳定性、较小的超调量,这样互为补偿便能得到最佳控制品质。然而, P 、 I 、 D 三参数并非任意组合,在现场投运过程中,需要通过精心的参数整定后方可确定。常规仪表控制精度较自力型控制精度有了很大的提高,能够满足一般生产过程控制的要求,并能在控制室进行远距离操作。该控制方案一般适用于能源(特别是气源)不短缺、初期投资适中的情况,但控制室面积较大,系统的扩展性较差,系统的维护工作量较大,且不能做到现场无人值守。

3.3 集散型控制

该方案由于计算机的引入,能方便地进行各种控制方法的组合,设计出常规仪表难以实现的控制方案,使控制系统更加灵活,操作更加平稳。该系统具有以下特点:(1)构成灵活;(2)操作方便;(3)安全可靠;(4)分散危险;(5)功能齐全;(6)兼容性好;(7)对大规模系统经济性好。在控制室由于计算机直接控制和检测,取消了仪表监视盘,方便了管理,也减少了控制室的面积。通过计算机对动态流程及控制仪表组合画面的监控,使操作人员可通过操作显示终端中动态流程图上的压力、液位、流量等测量点实时数值,操作 HNS 型三相分离器设备的运行,观察设备运行状态和生产数据并打印报表。当发生异常情况时有声光报警,及时通知管理人员处理。因此,该方案特别适用于自动化程度要求高、现场环境条件恶劣、需要现场无人值守的情况,只是初期投资较高,但由于系统的扩展性强,为企业今后发展打好了坚实的基础。对比三种方案,自力型控制方案具有经济、实用之功效,在考虑投资及控制水平要求不太高的情况下可采用。在以往的设计中多采用常规仪表系统,但随着集散型控制系统性能价格比的不断提高,该方案具有广阔的发展前景。

4 结 语

“实践是检验真理的唯一标准”,这不仅适用于社会科学,也同样适用于自然科学。随着 HNS 型高效三相分离器在近 10 个油田的推广应用,说明集散型自控系统深受油田技术人员和管理人员的欢

迎，具有较强的生命力，有进一步推广应用的价值。

作 者 简 介

胡晓东，男，工程师，1963 年生。1985 年毕业于焦作矿业学院机电系自动化专业，长期从事油田自动化工作。

CDY 型“互相连锁”全套电液动操车设备

王建忠

(郑州煤业有限公司 郑州 473000)

摘要 井上、下操车设备,是现代大、中型矿井副井提升系统升降人员、上下物料的重要配套设施。经调研考察,告成矿采用了扬州煤机厂生产的 CDY 型全套“互相连锁”带集中控制的电液动操车设备,两年多的试验运行证明该设备是一种自动化程度高、较为理想的操车设备。

关键词 操车设备 电液动 系统 技术特征

1 概述

副井提升系统是矿井四大固定设备之一,而井口、井底操车设备又是该系统重要的配套设施,选择的合理与否,对安全生产乃至效率,都有密切的关系。考察调研中发现,同一矿区不同时期投产的各个矿井,产品形式多样,给煤矿安全生产及管理带来诸多不利因素。据有关资料统计,全煤行业由于阻车器失灵或人为因素造成从井口或井底掉人时有发生。我公司 70 年代建成投产的米村、芦沟两矿,均系原设计生产能力 60 万 t/a 的中型矿井,投产时人工推车、手工搬道和开闭安全门、井口井底推车工作全靠把钩工人工完成,劳动强度大,生产效率低。1986 年投产的大平矿,选用风动式操车设备,因技术质量不过关,使用不久即被抛弃之不用。1992 年投产的超化矿,副井口采用直线电机式、井底采用风动式操车设备,技术上虽有较大进步,但提升信号、罐笼无法与道岔、推车机、阻车器、摇台、安全门、开闭器等实现集中联动控制,更不能实现安全可靠的互相闭锁。

综上所述,操车设备产品多样化有如下弊病:(1)配件不能通用互换,不利于统一管理;(2)设备本身各个动作部位的衔接易发生失误,造成设备和人身事故;(3)动力源繁多,电耗高,噪音大,零部件易损坏,使用、维护困难且费用高。(4)难以实现集中、联动、闭锁及整体自动控制。

2 发展概况

就国内现状而言,操车设备的类型,根据结构形式可分为:

(1)风动式:缺点是气缸缸体长,其内壁加工工艺要求精度高,密封严;风管越长,接头越多,泄露及管路阻力越大;寒冷地区风管易冻裂,导致动作失灵,还须从距离较远的压风机站取风源。

(2)电动钢丝绳式:据在山东兖州兴隆庄矿井下调研,主要缺点为易损部件多,钢丝绳磨损量大,更换频繁,以钢丝绳为例,平均 3~6 个月更换一次,维修费用高。

(3)电动上方式:其缺点主要表现在推力和安装高度分别受设备本身重量和矿车高度的限制,设计安装调试难度大。

(4)摩擦轮传动的套筒滚子链式和电动链式:其缺点是结构复杂,推车机体积笨重,外形尺寸大,初期投资高,且部件易损坏,安装及维修量大。

(5)直线电机式:虽然比上述产品有不少改进与进步,但以超化矿地面使用情况为例,其缺点是电耗高、效率低、使用维护困难,尤其是不防爆,不能在潮湿的井下使用。

据调研,上述产品既不能实现集中联动控制,更不能实现安全可靠的互相闭锁,在告成矿选用 CDY“互相连锁”全套电液动操车设备是唯一的选择。

3 CDY 型全套电液操车设备的系统构成与主要技术特征

3.1 系统构成特点

系统主要由油箱、油泵、管路、电液推杆和推车机、阻车器、摇台、安全门、开闭器、道岔及电控等系统构成。特别在操车设备的关键环节推车机中,采用大推力电液推杆,通过变速及行程放大装置、锁齿式推车器和滑道等,整机设有集中控制带互相联锁的联动、单动方式,安全可靠,自动化程度较高。

3.2 主要技术参数

(1) 推车机:井口为 JZDY-18.5/0.8,额定推力为 10 kN,推速为 0.8 m/s,电机功率为 18.5 kW,行程为 6960 mm;井底为 IZD-18.5/2.3 型,额定推力为 10 kN,推速为 0.85 m/s,电机功率为 18.5 kW,行程为 8352 mm。

(2) 摇台:井口 TXD-6/1.5 型,井底 YXD-6/5 型,通用 XDG7500-140-350 电液推杆,推力为 7500 N,推速为 140 mm/s,行程为 350 mm,调节高度:井口为 150 mm,井底为 500 mm。

(3) 阻车器:井上下通用 ZDY-6 单式, ZFY-6 复式,配用 XDG7500-140-290 型电液推杆,推力为 7500 N,推速为 140 mm/s,行程为 290 mm。

(4) 安全门、开闭器、道岔选用小型电液推杆。

(5) 控制系统:a.控制台:井口为 127 V, 50 Hz;井底为 36 V, 50 Hz;工作电压 12 V,工作电流 ≤ 50 mA。b.交流接触器控制屏:一次回路电压井口为 380 V,井底为 660 V;二次回路电压井口为 127 V,井底为 36 V;一次回路电压控制电动机功率为 0.75~18.5 kW。

3.3 工作环境与作业方式

(1) 井口:平均相对湿度为 60%。

(2) 井底:平均相对湿度为 95%,平均温度为 10~15℃,副井兼进风井,新鲜风流不断从此经过,无突冒瓦斯。

(3) 作业方式:三班制,提升容器为 CDC-1×1×2 多绳单层罐笼,一吨矿车一次装两车,提升高度为 372 m,一次循环时间为 68 s,轨距为 600 mm。

4 电液动操车设备的布置方式、工作原理与驱动功能

4.1 从单道到双道采用下列布置方式

(1) 单道:复式阻车器→分车道岔→双道。

(2) 双道上每股道:推车机→单式阻车器→摇台→安全门→罐内开闭器。

(3) 井口与井底布置方式相同,唯有摇台井底比地面摇臂长,调节高度大。

(4) 布置方式经济、合理、技术上安全可靠且便于系统的自动控制,按设定的程序顺序动作。

4.2 工作原理与驱动功能

油箱内的机械油,通过油泵产生压力,进入管路及电液推杆,使电液推杆产生动能驱动道岔、推车机、阻车器、摇台、安全门、罐内开闭器等顺序动作,并具备互相联锁功能,无需人工推车、搬道岔、开闭安全门。操作方式有联动、单动两种形式:正常工作时按下联动按钮,即按设定程序顺序动作,周而复始,秩序井然;特殊情况(如检修、下长料等)用单动,推车机、阻车器、摇台、安全门、开闭器、道岔等,仅需按下相应的单动按钮,均有单独动作的功能。无论采用哪种动作方式,只要罐笼不到位,推车机、单(复)式阻车器、安全门电源都处于自动切断状态,均不会启动,即使误操作也不会误动作,也就不会发生掉车事故。串车位置存于远离井口(或井底)的单道上,双道上只有两个矿车等待推车机装罐。

5 安装、使用与改进

(1) CDY 型全套电液操车设备结构简单、构思巧妙、安装方便,只要井上、下土建、矿建设备

基础符合设计要求,设备安装全部到位并严把隐蔽工程质量关,再接通油管、电源,即可调试运行,正常情况下安装周期为1个月。

(2) 经过两年多来的使用,该设备与其它同类产品相比,其优点为:操作简单,自动化程度高,定位准确,联动、单动、下长料、检修等功能齐全,各部位动作衔接无误,能满足装罐及安全生产的要求。尤其是推车机,具有冲击力小,运行平稳,动作灵活可靠,矿车定位准确,推力大并可在额定压力下进行调节;推爪的传动链简捷耐用,便于安装、使用、维修;操作运行省时、省力、省电。

(3) 使用过程中的技术改进。安装调试初期阶段:a.土、矿建基础因强度不够,造成井上、下各一台推车机电液推杆支架基础因受力损坏,影响其正常运转;b.初期以廉价的再生油代替机械油,使液压系统内部锈蚀,动作失灵;c.井下防淋水措施不及时,电动机受淋水侵蚀烧毁,整台设备锈蚀。

设备本身质量的改进:a.密封元件质量差,不耐用,所有接头漏油;b.安全门制造工艺粗糙,动作不灵活;c.推车机滑道选材不标准,影响外观;滑道内侧丝扣联接强度不够;d.油箱无油标,油位无显示;e.交流接触器等电器元件容量选型偏小,易烧毁。

综上所述,经过使用过程中不断改进和完善,各部运行正常。勿容置疑,CDY型“互相联锁”全套电液动操车设备是建设现代化“高产高效”矿井较理想的设备。

作者简介

王建忠,男,1952年生,河南省新密人,1991年毕业于原焦作矿业学院机电专业,工程师。