

## 应用开发

文章编号: 1001-3482(2002)03-0039-03

# 增压泵恒压注水自动控制系统的开发与应用

杨本灵<sup>1</sup>, 张卫萍<sup>2</sup>, 王复东<sup>2</sup>, 李毅<sup>2</sup>, 胡建启<sup>1</sup>, 刘军港<sup>3</sup>

(1. 兰州石油机械研究所 综合技术部, 甘肃 兰州 730050;

2. 胜利石油管理局 钻井工艺研究院, 山东 东营 257017;

3. 山东胜利股份有限公司, 山东 东营 257002)

**摘要:** 根据油田恒压注水工艺要求, 开发出一种增压泵恒压注水自动控制系统。该系统为闭环自动控制系统, 利用变频调速技术、压力检测技术, 自动跟踪调节电动机转速, 改变增压泵的排量, 使注水压力保持在设定的压力范围以内, 以满足现场恒压注水工艺的要求。

**关键词:** 注水; 压力; 自动控制

中图分类号: TE934.102 文献标识码: B

## Development and application of constant injection pressure automatic control system

YANG Ben-ling<sup>1</sup>, ZHANG Wei-ping<sup>2</sup>, WANG Fu-dong<sup>2</sup>, LI Yi<sup>2</sup>, HU Jian-qi<sup>1</sup>, LIU Jun-gang<sup>3</sup>

(1. Department of Combined Technique, Lanzhou Petroleum Machinery Research Institute, Lanzhou 730050, China;

2. Drilling Technology Research Institute, Shengli Petroleum Administration, Dongying 257017, China;

3. Shandong Shengli Co., LTD., Dongying 257002, China)

**Abstract:** The automatic constant injection pressure control system is developed to meet the requirement of constant injection pressure in the injecting operation. This system is closed-loop, it can change the volume of pump by the variable frequency technique and the pressure detecting technique. Meanwhile, the injection pressure can be maintained in the range required.

**Key words:** water flooding; pressure; automatic control

随着油田多年开采、注水及注聚等三次采油措施的实施, 地层情况日益复杂多变, 某些区块的吸水性能变差, 单纯采用恒定排量的增压泵注水, 已难以解决地层吸水率低而注入量大的矛盾, 造成泵压无限上升, 致使增注工作无法进行。为此提出了恒压注水工艺, 即根据地层吸水情况, 提出一合理的注水压力, 如泵压高于这一压力值则泵停止注入, 如泵压低于这一压力值则继续实施增注。根据这一工艺要求, 开发出一种增压泵恒压注水自动控制系统, 利用变频调速技术、压力检测技术, 自动跟踪调节电动机

转速, 改变增压泵工作排量, 使注水压力保持在设定的压力范围以内, 以满足现场恒压注水工艺的要求。

### 1 系统构成

该系统由变频器、压力检测 2 大部分组成, 相互配合构成闭环控制系统, 具有响应迅速、控制精度高、自动化程度高、可靠性高等特点。变频器采用日本富士 FRN45P11S-4CX 变频器; 压力检测部分由美国塞尔瑟斯(SAILSORS)压力变送器及 XMT 智能型数字显示仪表组成。图 1 为增压泵恒压注水自动控

收稿日期: 2001-11-02

作者简介: 杨本灵(1964-), 男, 甘肃庆阳人, 工程师, 主要从事技术管理工作。

制系统框图。

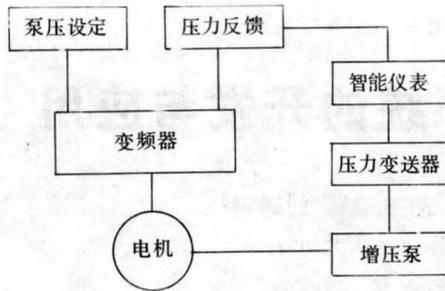


图1 增压泵恒压注水系统框图

### 2 工作原理

变频器内置 PID 模块,可以实现闭环控制。在工作过程中,压力检测装置检测增压泵的出口压力,并将压力信号转换成模拟电流信号(4~20 mA)反馈到变频器的 PID 模块,与设定的 PID 目标值进行比较运算,其结果作为频率指令输送给变频器,从而改变增压泵电动机的转速,使增压泵的出口压力始终保持在设定的压力范围之内。即当出口压力低于设定压力时,PID 模块使变频器输出频率增加,电机转速增加,增压泵排量增加,泵压升高,直至达到设定值;反之,当出口压力高于设定压力时,PID 模块使变频器输出频率降低,电机转速降低,增压泵排量减少,泵压下降,直至达到设定值。图 2 为系统闭环控制框图<sup>[1]</sup>。

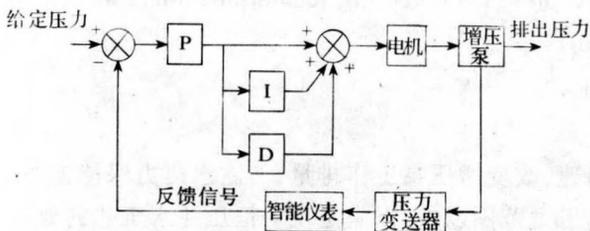


图2 系统闭环

该系统的硬件电路如图 3。调节电位器 VR 可进行闭环 PID 目标值、频率及其他参数设定,变频器的启/停由内置 PLC 模块控制。

为保证变频器发生故障时不影响正常生产,该系统还另外设计了一套手动控制电路。手动为工频运行工况,自动为变频运行工况。

### 3 变频器参数设定

#### 3.1 基本功能参数

- F01 = 1, 频率设定;
- F02 = 1, 运行操作;

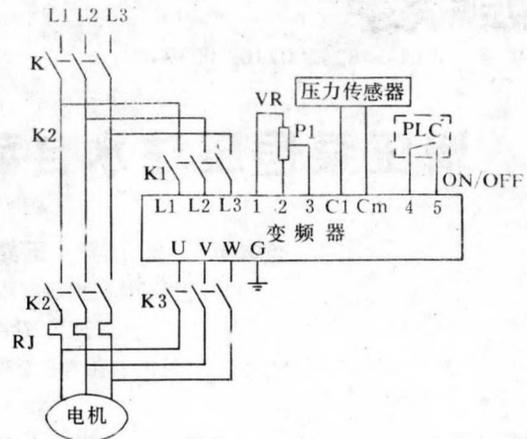


图3 闭环恒压注水系统硬件电路图

- F03 = 50, 最高输出频率, Hz;
- F06 = 380, 最高输出电压, V(实际为电机的额定电压);
- F07 = 6, 加速时间, s;
- F08 = 7, 减速时间, s;
- F15 = 50, 频率限制, Hz(上限);
- F23 = 5, 电机启动频率, Hz;
- F25 = 3, 电机停止频率, Hz。

#### 3.2 扩展端子功能参数

- E06 = 6, X6 端子功能;
- E08 = 8, X8 端子功能;
- E40 = 35, 显示系数 A, MPa(设定的最高注水压力值);
- E41 = 0, 显示系数 B, MPa。

#### 3.3 频率控制参数

- C32 = 1.0, 端子 C1 偏移调整, % (C1 为压力反馈信号的输入端)。

#### 3.4 电动机参数

- P01 = 8, 电动机极数;
- P02 = 37, 额定容量, kW;
- P03 = 78, 额定电流, A。

电动机的额定电压、额定频率已在 3.1 基本功能参数中设定。

#### 3.5 闭环控制参数

- H20 = 1, PID 控制(动作选择);
- H22 = 2.16, P-增益(倍);
- H23 = 20, I-积分时间, s;
- H24 = 0, D-微分时间, s;
- H25 = 5, 反馈滤波, s。

### 4 系统调试方法

- a) 首先系统开环运行(H20 = 0),检测压力传