

MCC 腔道窥镜灌注装置

宋桐青 方少元 梁炯尧

(华南理工大学无线电与自动控制研究所·广州, 510641)

摘要: 本文叙述了由单片微机控制的压力调节系统, 即 MCC 腔道窥镜灌注装置。灌注装置基于旋片式真空泵的原理, 一旦负压形成, 内窥镜的管道内就充满一定压力的液体。

关键词: 腔道窥镜; 微机控制; 压力灌注

1 引言

本设计主要依据灌注过程的条件, 临床特征及吸收国外同类产品的优点。为使医疗器械满足安全、可靠及精度高的要求, 我们采用了变参数改进的 PID 控制, 数字滤波及自消零技术。本装置能测量、显示和自动控制流量和压力。为适合各病人不同的病情, 可设置手动(含五个压力档次)和自动状态。本装置专为泌尿外科内窥镜使用, 广泛用于对尿道、膀胱及输尿管等腔道进行灌注和冲洗, 用于经皮肾镜、关节镜等, 也能取代流行的金属及胶管扩张器, 直接扩张输尿管开口。压力可调的液体经腔道内窥镜, 导致手术视野清晰、确保手术安全和便捷。

2 灌注装置的原理

基于旋片式真空泵原理的灌注系统, 由压力传感器、控制器、脉冲宽度调制(PWM)、功放、执行机构及液泵等环节组成。系统方块图示于图 1。

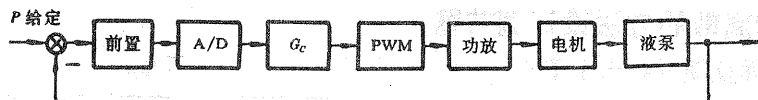


图 1 系统方块图

系统各环节分别描述如下。

2.1 CYSY 压力传感器

属非粘贴张丝式压力换能器, 是高灵敏度理想应变电桥, 当加上桥压, 压力作用在膜片上, 应变丝产生相应的变形, 即输出与压力成比例的电压。

2.2 PWM 的形成

由计算机编程, 用芯片 8253 的 0[#] 定时器/计数器, 使工作在频率发生方式。则 OUT₀ 输出 4kHz 的负脉冲, 其上升沿触发 8253 的 1[#] 定时器(工作在方式 1), OUT₁ 输出占空比一定的 PWM 波, 直到 1[#] 定时器重新写入时间常数, OUT₁ 的占空比才会随之改变。所获的 PWM 波形示于图 2。

2.3 执行机构

执行机构采用 POSZ02 DC 马达,它的噪声低,是理想的执行机构,由它直接驱动液压泵,以产生所需的液压。

2.4 液 泵

自行设计,研制的液泵是单滚道滚子泵,液泵是本系统的动力机构。液泵如图 3 所示。

灌注装置的模型示于图 4。

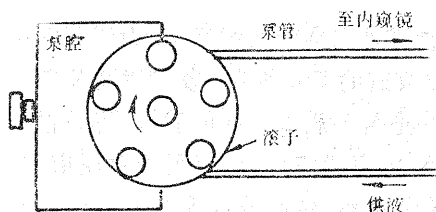


图 3 液泵

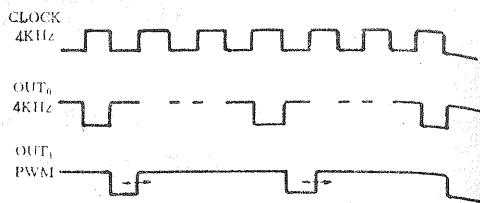


图 2 PWM 波形图

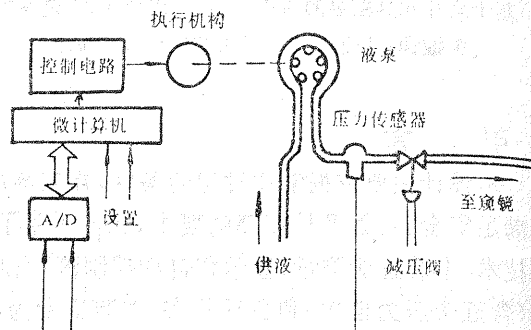


图 4 灌注装置

由执行机构直接耦合和驱动液泵,使电机的机械能转变为动能和势能。当灌注泵运行时,有监控程序,使其达到设定的压力。压力调节的范围为 $0 \sim 250\text{mmHg}$ 。并设有保护和超限报警。

3 用连续离散的方法设计调节器

误差采样反馈系统示于图 5。

图中 $G_0(s) = 0.72/(0.01s + 1)(0.003s + 1)$ 是执行机构的传递函数。

G_c 是待设计调节器传递函数。

首先根据系统应满足快速性好,精度高,稳定性好的性能指标推算出调节器为

$$G_c(s) = (T_1s + 1)(T_2s + 1)/s. \quad (1)$$

其中

$$T_1 = 0.015 \text{ s}, \quad T_2 = 0.105 \text{ s}$$

其次,将式(1)转为 PID 形式如下。

$$G_c(s) = K_p(1 + 1/T_1s + T_2s). \quad (2)$$

式中,

$$K_p = K'(T_1 + T_2),$$

$$K' = (h + 1)/(2h^2 + T_2^2),$$

$$h = (M_p + 1)/(M_p - 1).$$

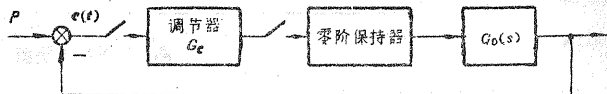


图 5 采样反馈系统

3期

以闭环频率特性谐振峰值 M_p 最小为准则取 $M_p = 1.3$ 来选参数。

$$K_p = K'(T_1 + T_2) = 0.056.$$

并算出 T_i, T_d :

$$T_i = T_1 + T_2 = 0.12 \text{ s}, \quad T_d = \frac{T_1 T_2}{T_1 + T_2} = 0.013 \text{ s}.$$

然后将 PID 算法离散化, 并采用增量式 PID 算法, 如下式所示 :

$$\begin{aligned} \Delta U_K &= K_p [(e_k - e_{k-1}) + (T/T_i)e_k + \frac{T_d}{T}(e_k - 2e_{k-1} + e_{k-2})] \\ &= Ae_k + Be_{k-1} + Ce_{k-2}. \end{aligned} \quad (3)$$

式中,

$$A = K_p(1 + T/T_i + T_d/T),$$

$$B = -K_p(1 + 2T_d/T),$$

$$C = K_p(T_d/T_i).$$

为满足压力宽范围调节精度的一致性, 本系统采用实时检测和控制变参数 (A, B, C) 改进的 PID 控制, 十分有效。

4 临床应用

灌注装置已分别在广东、广西、上海、福建、青岛、天津等 30 余家医院临床应用。迄今为止, 广州医学院第一附属医院已应用了三千余次, 该医院应用本装置与原装置相比, 其结果如下表所示 :

表 1 本装置与原装置比较结果

方 式	取石成功率 (%)	合并症 (%)	手术时间 (分)
原装置	72	10	90
本装置	98	0 ~ 1	25

结果表明, 使用本装置后, 取石成功率大大提高, 合并症明显下降, 手术时间大大缩短。

5 结 论

本装置所用的控制方案和检测是有效的, 值得采用。执行的准则和所达到的技术目标能适应临床应用的需要。

参 考 文 献

- [1] Browes, S. R. and Davies, T.. Microprocessor-Based Development System for PWM Variable-Speed Drives. IEE Proceedings-B, Part B, Number 1, 1985, 132
- [2] Dr. J Ackermann. Sampled-Data Control. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 1985
- [3] Leigh, J. R.. Applied Digital Control. Prentice Hall international, UK, Ltd, 1985

MCC Cavitory Endoscope Perfusion Device

SONG Tongqing, FANG Shaoyuan and LIANG Jiongyao

(Institute of Radio & Automation, South China University of Technology • Guangzhou, 510641, PRC)

Abstract: This paper describes the research work on a pressure regulating system controlled by a single chip microcomputer, namely, microcomputer control (MCC) cavitory endoscope perfusion device. The perfusion device is based on the principle of a rotary-vane vacuum pump. When the negative pressure is formed the pipe of endoscopy is filled with liquid having certain pressure.

Key words: cavitory endoscope; microcomputer control; pressure perfusion

本文作者简介

宋桐青 女, 1933 年生. 教授. 1958 年毕业于华南工学院(华南理工大学). 主要从事自动控制及生物医学工程方面的研究工作.

方少元 1947 年生. 副教授. 1970 年毕业于华南工学院无线电系. 主要从事计算机控制系统及生物医学工程方面的研究工作.

梁炯尧 1936 年生. 副教授. 1964 年毕业于华南工学院. 主要从事惯性仪表及医疗仪器的设计与制造及研究.

国家信息中心隆重推出 《中国计算机应用进展专辑》

为推进中国计算机应用进程, 国家信息中心隆重推出《中国计算机应用进展专辑》. 《专辑》汇集了 50 余家国内外著名计算机公司客户的应用实例和 30 多个行业的应用典型以及中外著名计算机专家、企业界名人如 Bill Gates 等向计算机用户的赠言, 共计 40 余万字, 邹家华副总理为《专辑》题写了书名.

《专辑》可以帮助计算机用户更好地认识各计算机公司和计算机品牌的优势, 从而选择最佳合作伙伴和产品; 可以帮助计算机公司找到商业机会和工作方向, 以制定发展战略; 可以使人们更好地认识计算机的作用. 该书售价 30 元/册, 邮挂费 3 元. 需要者请与以下地址联系:

联系单位: 国家信息中心《经济与信息》杂志社

联系地址: 北京市西城区三里河路 58 号

联系电话: (010)8526577 8502528

邮政编码: 100045

开户行: 中国银行总行营业部

帐户: 《经济与信息》编辑部

帐号: 5170100042