

基于 Visual Basic 6.0 的浮阀塔软件设计^{*}

司海飞, 吴 恩, 杨 忠^{*}

(金陵科技学院 机电工程学院, 南京 211169)

摘要:针对浮阀塔手工设计效率低、计算结果不精确等问题,结合可视化编程语言 Visual Basic 6.0 开发环境在机电系统软件开发中的优缺点,以手工设计方法与工程实践为基础,利用 Visual Basic 6.0 开发浮阀塔设计软件,实现了浮阀塔结构的快速设计,快速绘制浮阀塔板布阀图及负荷性能图,并能实现 EXCEL 表输出结构计算参数和水力计算参数。研究结果及应用分析表明,所设计的基于 Visual Basic 6.0 的浮阀塔软件界面友好、计算结果准确,软件可供工程设计或教学使用,所采用的方法和技术对其他工业应用软件的开发也具有一定的参考价值。

关键词: Visual Basic 6.0; 浮阀塔; 布阀图; 负荷性能图

中图分类号: TP311; TH137.5; TH122

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2011)02-0238-05

Software design of float valve tower based on Visual Basic 6.0

SI Hai-fei, WU En, YANG Zhong

(Institute of Mechanical and Electrical Engineering, Jinling Institute of Technology, Nanjing 211169, China)

Abstract: Aiming at the low efficiency of float valve tower manual design and inaccuracy of its calculation results and on basis of manual design methods and engineering practice, combining the merits and demerits of development environment of the visual programming language (Visual Basic 6.0) in electromechanical system software development, Visual Basic 6.0 was used to develop float valve tower design software, which have already realized the rapid design of float valve tower and quick drawings of valve tray layout and capacity graph of valve tray as well as using the EXCEL to output structural calculation parameters and hydraulic calculation parameters. The results and applied analysis indicate that the designed Visual Basic 6.0 based on float valve tower has friendly interface, accurate calculation results. The software is available for engineering design or teaching, while the used methods and techniques have certain reference value for the development of other industrial utility software.

Key words: Visual Basic 6.0; float valve tower; valve tray layout; capacity graph

0 引 言

在工程设计中,塔板结构设计需要进行大量的数学计算,该工作量巨大,手工设计开发已不能满足高效设计的需要。因此,在现代工程设计中利用计算机辅助设计越来越多,这是工程设计领域的一个趋势。本研究将 Visual Basic 6.0 (VB 6.0) 程序设计语言应用于浮阀塔的设计,为 VB 在工程设计中的应用提供了一个实例。

浮阀塔是板式塔中的一种,兼有泡罩塔和筛板塔的优点,生产能力大,操作弹性好,塔板效率高,造价低,是我国应用的最广泛的塔型之一。浮阀塔的塔型很多,本研究以 F1 型浮阀塔为例进行设计。传统的浮阀塔结构设计是根据生产工艺条件,通过允许的雾沫夹带线或液泛值初估塔径,根据塔径进行塔结构尺寸的设计计算,绘制负荷性能图,并进行水力性能校验^[1-2]。这种方法是从操作条件下的气、液相流量出发进行塔板结构尺寸设计,所以设计出的塔板不能保证

收稿日期: 2010-08-04

基金项目: 江苏省“六大人才高峰”资助项目(第五批)(2008-JX-14);江苏省高校自然科学基金资助项目(08KJD460007);金陵科技学院科研基金资助项目(Jit-n-201006)

作者简介: 司海飞(1978-),男,江苏阜宁人,讲师,主要从事计算机网络、虚拟现实方面的研究. E-mail: sihaif@jit.edu.cn

通信联系人: 杨 忠,男,教授,工学博士. E-mail: yz@jit.edu.cn

气、液相操作范围中任一点均符合工艺要求的液泛和水力学性能,操作弹性也不易符合工艺要求,经常出现负荷性能图中有的性能曲线,如液泛线远离其他4条曲线,使总操作弹性小或者操作弹性大却分配不合理,表现为上操作或下操作弹性太小,并且只有在结构尺寸设计结束、绘制出负荷性能图和确定操作弹性的实际值之后,才能判断所得的设计尺寸是否合理。为了保证上、下操作弹性,必须反复调整塔板的结构尺寸,反复验算,很难得到最优尺寸。

本研究采用一种新的塔板结构设计方法——负荷性能图法^[3],其基本思想是根据一定的生产任务以及所要求的上、下操作弹性确定气、液相流量,由负荷性能图确定塔板的主要结构尺寸,在设计过程中可随时对结构尺寸参数进行调整,在最大程度上使得塔板负荷性能图能保证上、下操作弹性符合工艺要求,并绘制塔盘布置图,供制造厂商参考。

1 数学模型与方法

1.1 浮阀塔特点及操作时的气液流程

浮阀塔盘操作时的气液流程是:蒸气自阀孔上升,顶开阀片,穿过环形缝隙,以水平方向吹入液层,形成泡沫。浮阀能够随着气速的增减,在相当宽广的气速范围内自由调节、升降、以保持稳定操作^[4]。

1.2 各类参数的确定

(1) 液流型式:单流型。

(2) 确定浮阀塔板类型:分 F1 和导液型(本设计为 F1 型,其中也分重型和轻型)。

(3) 板间距 HT :

塔径 $D=0.6\text{ m} \sim 1.0\text{ m}$, 则 $HT=300\text{ mm} \sim 600\text{ mm}$;
塔径 $D=1.2\text{ m} \sim 1.6\text{ m}$, 则 $HT=350\text{ mm} \sim 800\text{ mm}$; 塔径
 $D=1.8\text{ m} \sim 2.4\text{ m}$, 则 $HT=450\text{ mm} \sim 800\text{ mm}$ 。

(4) 塔板厚度:2 mm, 3 mm, 4 mm。

(5) 溢流堰长与塔径之比 $LW/D:0.6 \sim 0.8$ 。

(6) 溢流堰高 HW :

常压情况下 $HW=20\text{ mm} \sim 50\text{ mm}$;

真空情况下 $HW=10\text{ mm} \sim 20\text{ mm}$;

加压情况下 $HW=40\text{ mm} \sim 80\text{ mm}$ 。

(7) 降液管型式:弓形(普遍采用)和圆形。

降液管面积/塔板的总横截面积 (AD/AT): 由 LW/D 确定。

(8) 开孔率 φ :

$$\varphi = 0.907 \left(\frac{d_0}{t} \right)^2 \quad (1)$$

式中: d_0 —孔径, 统一为 39 mm; t —孔心距(一般取 $t/d_0=3 \sim 4$)。每排阀的间距为 75 mm。

(9) 排间距 PHT : 取 65 mm, 80 mm, 100 mm。

(10) 泛点百分数 $UN/UNJ=0.8$ 。

(11) 液相负荷 LS , 气相负荷 VS (即流量)及液相密度 ρ_L , 气相密度 ρ_V : 由用户输入, 表面张力 σ (单位: dyn/cm)。

(12) 操作上下限: 考虑为跟上升气体速度有关的操作弹性。

1.3 塔径的计算

已知 LS, VS, ρ_L, ρ_V (液相负荷 m^3/hr , 气相负荷 m^3/hr , 并均为体积流量, 液相密度 kg/m^3 , 气相密度 kg/m^3)。动能因数为:

$$FLV = \frac{LS}{VS} \sqrt{\frac{\rho_L}{\rho_V}} \quad (2)$$

由板间距 HT 确定 CSB 系数(A):

(1) $230\text{ mm} \leq HT \leq 610\text{ mm}$ 。

(2) 对于一般物系, 不易起泡物系; $HW < 0.15HT$; $AF = AH/AA > 0.1$, 否则做系数修正。

液泛速度:

$$UNF = 0.3048CSB \left(\frac{\sigma}{20} \right)^{0.2} \sqrt{\frac{\rho_L - \rho_V}{\rho_V}} \quad (\text{单位: m/s}) \quad (3)$$

操作气速 $UN = 0.8UNF$

塔板净面积 $AN(B)$:

$$\text{液相负荷} \quad AN = \frac{VS}{UN} \quad (\text{单位: m}^3/\text{s}) \quad (4)$$

$$\text{或} \quad AN = \frac{VS}{3600UN} \quad (\text{单位: m}^3/\text{hr}) \quad (5)$$

设降液管面积 $AD = 0.06AT$, 则塔径总横截面积 $AT = AN/(1 - 0.06)$, 塔径 DT 为:

$$DT = \left(\frac{AT}{0.785} \right)^{0.5} \quad (6)$$

1.4 塔板板面布置设计及降液管的设计

(1) 浮阀数:

$$N = \frac{DT^2}{1.95KC} \quad (7)$$

排间距 PHT 取 65 mm, 80 mm, 100 mm 时, KC 分别为 0.0065, 0.008, 0.0095。

孔动能因子:

$$FO = \frac{VS}{4.3N \sqrt{\rho_V}} \quad (8)$$

要求 $FO = 8 \sim 11$, 否则对 N 进行调整。

(2) 降液管面积:

最小降液管面积(弓形)为:

$$A_d = (3 \sim 7) LS / (1.8 HT) \quad (9)$$

要求使得 $A_d/A_T = 6 \sim 14\%$, 并使得 $\tau = 3.6 \frac{A_d H_T}{L}$,

满足最小停留时间。

(3) 液流堰的设计:

弓形液流堰宽度为:

$$HSD = \left[0.02695 + 1.445 \left(\frac{A_d}{A_T} \right) - 1.47 \left(\frac{A_d}{A_T} \right)^2 \right] \times D_T \quad (\text{单位: m}) \quad (10)$$

液流堰堰长为:

$$LW = 2 \sqrt{H_{SD} (D_T - H_{SD})} \quad (\text{单位: m}) \quad (11)$$

液流堰堰高 HW 一般取 50 mm, 或见 1.2 中(6)。

横过堰上的液体高度 HOW 为:

$$HOW = 2.83 F_w Q_L^{\frac{2}{3}} \quad (\text{单位: mm}) \quad (12)$$

式中: $QL = L/LW$, 要求 $HOW > 5$ mm。

横过堰上的液体抛出距离 $t_w = 0.8 h_{ow} h_g$ ($h_g = H_T + h_w - h_{ld}$)

(4) 其他区域:

安定区: 进口 50 mm ~ 100 mm, 出口 75 mm ~ 100 mm; 塔板支撑梁: 宽度 38 mm ~ 50 mm。

(5) 塔板上浮阀的配置:

浮阀的布置位置需将塔径去掉支承环的宽度的圆周内, 且去掉进口堰和出口堰的两个弓形区域, 去掉安定区的部分, 去掉支撑梁部分, 按照支撑梁平行的方向布置^[4-6]。

1.5 塔板操作情况的校核计算——作负荷性能图及确定操作点

(1) 负荷性能图(5 条线):

液相下限线: 竖直线, 由液相负荷确定, 如图 1 中左线。

液相上限线: 竖直线, 由液相负荷确定, 如图 1 中右线。

溢流液泛线: $H_d = \varphi (H_T + h_w)$, 在图 1 中, 此公式确定后, 假定一个 LS 值, 由此公式得出 VS 。

式中: H_T —板间距; HW —溢流堰高。

一般物系 $\varphi = 0.5$

不易起泡 $\varphi = 0.6 \sim 0.7$

易起泡 $\varphi = 0.3 \sim 0.4$

漏液线: 根据阀孔动能因子 $F_0 = u_0, w \sqrt{\rho_v} = 5 \sim 6$, 算出漏液线气速与气相流量。 u_0 为气体操作孔速, 如图 1 中下线。

过量泡沫夹带线: 由塔的大小确定泛点百分比

(大塔, 80%; $D < 0.9$ m, 70%; 减压塔, 75%) 如图 1 中上线。

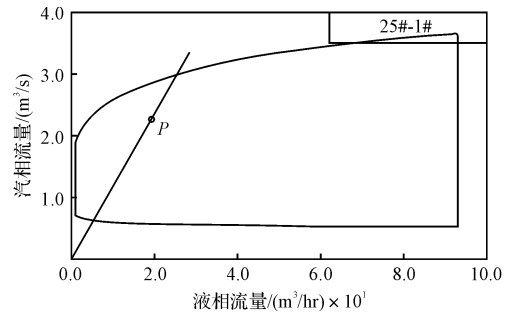


图 1 负荷性能图

图 1 中 P 为操作点, 根据实际操作的液气负荷 (LS, VS) 在图中确定操作点位置, 要求位于正常操作区内。

2 开发工具及程序设计流程图

利用 VB 6.0 编写塔板结构设计软件的算法源代码并结合 Excel 输出数据表, 应用 VB 6.0 进行面向对象程序设计, 可以在计算机辅助设计过程中充分发挥人机对话功能, 实现对参数的调整^[7-8], 并且在参数的输入以及参数选择上都提供相应的取值范围和系列标准参考, 使参数的选择及调整有理论依据, 可以有效保证塔板结构设计结果的合理性和正确性。程序设计流程图如图 2 所示。

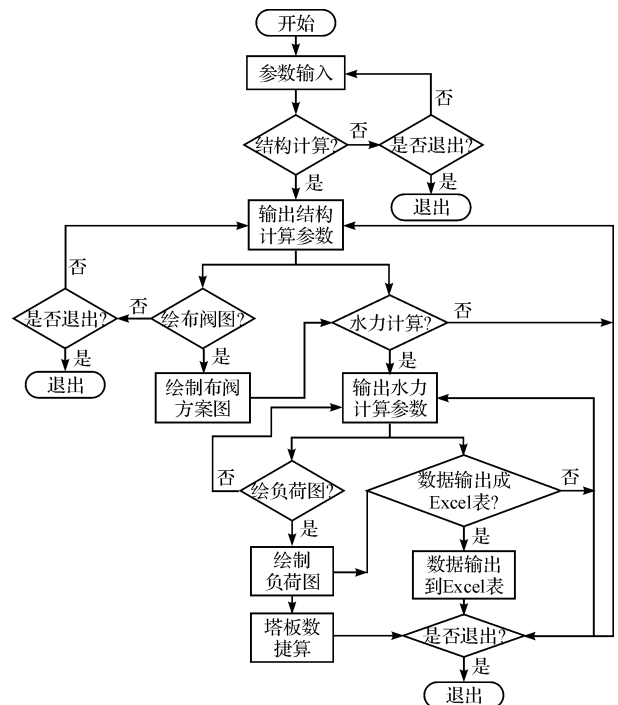


图 2 程序设计流程图

3 应用实例

本软件已通过浮阀塔设计的实例得到验证^[9],所获得的设计结果全部合理,其操作简单,只需输入参数即可获得结果,物系参数如下:液体负荷 $LS=6.23\text{ m}^3/\text{h}$, 气体负荷 $VS=2\,779.2\text{ m}^3/\text{h}$;液体密度 $\rho_L=940\text{ kg}/\text{m}^3$, 气体密度 $\rho_V=2.8\text{ kg}/\text{m}^3$;板间距 $HT=300\text{ mm}$;液体表面张力 $32\text{ dyn}/\text{cm}$ 。

具体过程是:

(1) 将已知参数输入界面系统。如图 3 所示,其中物系系统分为:低、中、高、极高泡沫系统,可以做选择。当点中板间距输入框时,提示框会给出板间距的大致范围提示。排间距 PHT 分为 65 mm , 80 mm , 100 mm 3 种类型,可以根据需要进行选择,当计算完全后,进行布阀时,如果阀数过大或过小,可以调整此参数。浮阀的类型按照“JB-T 1118-2001 F1 型浮阀”进行分类,不同名称的浮阀对应不同的材质、厚度、重量等。在此案例中选择的“F1Q-2B”指:阀厚为 1.5 mm ,塔板厚度为 2 mm ,材质为 $0\text{Cr}23$ 的轻阀。降液管类型一般可以选择弓形。流程数可以为 $1, 2, 3, 4$ 流程,本案例中为 1 流程。市场价格参数如不考虑成本因素暂可忽略。

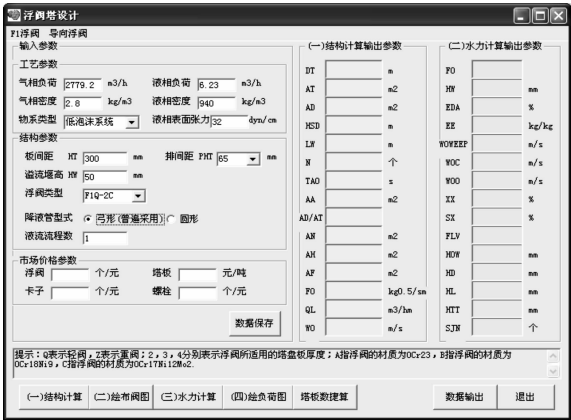


图3 参数输入窗口

(2) 进行结构计算,绘制布阀图。计算结果输出界面(如图 4 所示)。其中标注理论布阀数 $N=108$ 个,实际布阀可以看布阀图。点击“绘布阀图”按钮。右上角得出 4 种布阀方案:106,108,110,112。在此选择相同的 108 方案,布阀图及相关参数如图 5 所示。

(3) 水力计算。计算结果在界面上输出,如图 6 所示。在计算的同时会有提示出现。只要点击“确定”即可以,如果是合理的计算,点击“确定”后计算会继续进行,如果不合理,将停止计算。

(4) 负荷图的绘制。负荷图绘制,如图 7 所示。

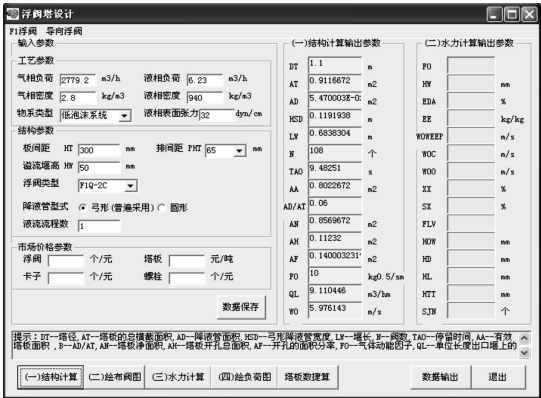


图4 结构计算参数输出界面

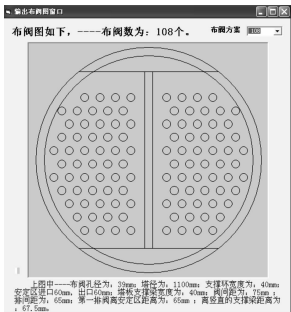


图5 绘制布阀图界面

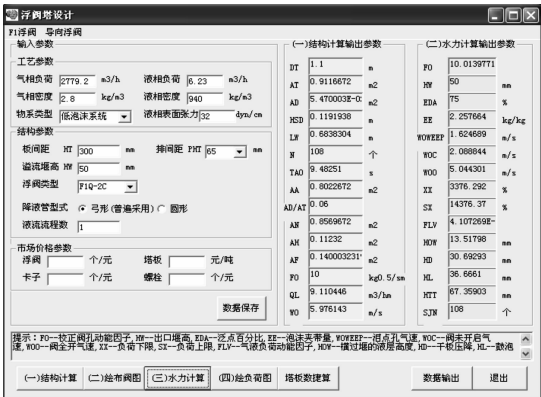


图6 水力计算参数输出界面

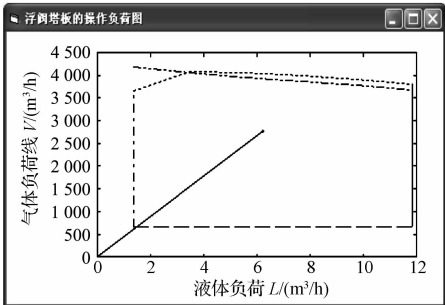


图7 负荷性能图绘制界面

(5) 数据输出。数据输出在 Excel 表中,如图 8 所示。如对数据满意,可以进行命名保存,否则,关掉所有弹出窗口,调整输入参数重新进行计算,计算完毕,可以点击“退出”按钮退出。

	A	B	C	D	E	F
1	参数	结构计算	单位	参数	水力计算	单位
2	塔径DT	1.1 m		校正阀孔动能因子F0	10.01397711	
3	塔板的总横截面积AT	0.9116672 m ²		出口堰高hw	50 mm	
4	降液管面积AD	5.47E-02 m ²		泛点百分数EDA	75 %	
5	弓形降液管宽度HSD	0.1191938 m		泡点夹带量EB	2.257664 kg液体/kg气体	
6	堰长LW	0.6838304 m		泡点气速WWEEP	1.624693 m/s	
7	阀数N	108 个		阀未开启气速WOC	2.088844 m/s	
8	停留时间TAO	9.48251 s		阀全开启气速WOO	5.044301 m/s	
9	有效塔板面积AA	0.06 m ²		负荷下限XX	3376.292 %	
10	AD/AT	0.8022672		负荷上限GX	14376.37 %	
11	塔板净面积AN	0.8569672 m ²		气液负荷动能因子PLV	4.11E-02	
12	塔板开孔总面积AH	0.11232 m ²		横过板的液层高度Hw	13.51798 mm	
13	开孔的面积分率AF	0.14000322		干板压降Hd	30.69293 mm	
14	气体动能因子F0	10 kg0.5/s.m		鼓泡层压降Hb	36.6661 mm	
15	单位长度出口堰上的液体负荷QL	9.110446 m ³ /h.m		塔板压降HT	67.35903 mm	
16	阀孔气速WO	5.976143 m/s		实际布阀数目	108 个	

图 8 塔板结构参数输出 Excel 表界面

4 结束语

VB 是基于 Windows 的一种简单易用的开发环境,是比较适合机电软件开发人员使用的一种开发工具,本研究所建立的模型及其基于 VB 环境的实现具有较好的通用性,所提供的利用软件设计浮阀塔的方法,省去了手工设计的繁琐与不便,达到了传统设计很难实现的结果准确、开发周期短的优点,并能快速绘制浮阀塔板布阀图及负荷性能图,能实现 EXCEL 表输出结构计算参数和水力计算参数,在很大程度上增强了软件的实用

性和参考价值。由此可见计算机辅助设计技术在化工设计及其他工业设计中具有很高的应用价值。

参考文献 (References):

- [1] 谭天恩, 谯梅, 周明华. 化工原理 [M]. 3 版. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [2] Erwin. Industrial chemical process design [M]. New York, NY: McGraw-Hill Companies, 2002.
- [3] 吴兆亮, 邱进申. 板式塔塔板主要结构尺寸的新设计方法——负荷性能图法 [J]. 化学工程, 1997, 25(1): 23-26.
- [4] 刘保柱. 利用 Excel 和 VBA 开发板式塔设计软件 [J]. 计算机与应用化学, 2006, 23(10): 1035-1037.
- [5] LUO C Y, SHI J R, CAO Y B, et al. Excel method of drawing load characteristic diagram of distillation column [J]. Journal of Jilin Institute of Chemical Technology, 2004, 21(3): 39-41.
- [6] LIU Y L, QI J Q, XU P Y. The Visual Basic 6.0 applying to chemical technology design [J]. Computers and Applied Chemistry, 2005, 22(4): 320-322.
- [7] 罗朝盛, 郑玲利. Visual Basic 6.0 程序设计实用教程 [M]. 2 版. 北京: 清华大学出版社, 2008.
- [8] 李晓明, 肖亮亮, 孙琛琛. 基于 VB 的通用运动控制软件模型 [J]. 机电工程, 2009, 26(12): 50-53.
- [9] 姚玉英. 化工原理 (下) [M]. 天津: 天津科学技术出版社, 1999: 163.

[编辑: 李 辉]

(上接第 237 页)

为了提高传输的成功率,应简化信息的传输形式,进行数据压缩,去掉多余部分,使所传递的信息字节中每一位都代表特定的含义。单片机的数据通讯由串行口完成,设置传输速率 9 600 bit 载波频率为 433 MHz,发射功率为 12 dBm,串行口设置为 TTL 电平。数据传输格式为 8N1 (1 位起始位, 8 位数据位, 1 位停止位, 无校验)。单片机通过中断的方式发送和接收数据。无线控制系统工作过程如下:首先是接收过程,单片机都采用中断方式,波特率选择 9 600 bps,帧格式传输为异步方式。当发信端发送时,首先发出相应的地址,然后发送数据;当接收端收到数据后,首先解调成数字信号,将该数据发送到单片机的 RXD 端。一旦接收到一帧数据,便立即向 CPU 提出中断申请, CPU 便可将接收到的数据取走,接收一帧数据的过程至此结束^[10]。

4 结束语

该遥控系统在设计中采用了模块化结构,利用软、硬件相结合的方法来实现无线的遥控。经过现场操作表明,该遥控系统有效解决了控制命令编码的产生,准确性高、误差小,能够满足现实情况中监控的要求。可以使操作人员通过手持端的状态反光灯实时监测接收状况,操作人员可自由走动选择最佳角度,避免能见度

差、污染严重、危险的操作位置,改善操作人员的工作环境。经过多次调试和现场试验,目前,该无线系统已可以投入使用。另外,该系统结构经过改进也可适用于其他设备的控制,具有良好的扩展性。

参考文献 (References):

- [1] 肖景和, 赵健. 无线电遥控组件其应用电路 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004.
- [2] 马宏远. 钢铁工业中的无线遥控和计算机无线数据通信 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1999.
- [3] SM-42 datasheet (rev. 1.2) [M]. [s. l.]: [s. n.], 2008.
- [4] CHEN L, QIN H B, ZHOU Q H. Design of programmable wireless remote control multi-channel switch system [J]. Semiconductor Technology, 2004, 29(9): 60-73.
- [5] WANG H, KIM S C. Development of multi-functional tele-operative modular robotic system for greenhouse watermelon [J]. Proceedings of the 2003 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, 2003, 14(5): 1344-1349.
- [6] GOLDENBERG A A, WIERCIENSKI J, KUZAN P. A remote manipulator for forestry operation [J]. IEEE Transactions on Robotics and Automation, 1995, 13(2): 185-197.
- [7] 姜红艳, 孙艳军. 薄煤层液压牵引采煤机无线遥控系统 [J]. 煤矿机电, 2009, 8(6): 6-9.
- [8] 田海, 常小晋. 工业无线遥控系统在桥式起重机上的应用 [J]. 包钢科技, 2006, 14(2): 34-36.
- [9] 丁则信. 塔式起重机的无线遥控装置 [J]. 工程机械, 2005, 25(1): 13-15.
- [10] 陈洪, 杨毅, 冯培恩, 等. 采掘机器人远程无线遥控系统的设计 [J]. 机电工程, 1998, 16(2): 38-40.

[编辑: 李 辉]