

# 双伺服电动机控制万向指示器的设计

文 / 李黄芬 高凤强 陈伟

**【摘要】**万向指示器在机电一体化演示系统、检测与自动控制系统中有广泛用途,本文采用两台伺服电动机控制万向指示器的水平转动与垂直转动,通过两种转动的合成来达到任意方向精确指向的目的。实验结果表明,本系统实时性好,反应敏捷。而且体积小、重量轻、造价低,易于实现。

**【关键词】**万向指示器 伺服电动机 机电一体化系统

万向指示器在机电一体化演示系统、检测与自动控制系统中有广泛用途。目前较为成熟的技术是用液压传动控制方式来实现这一功能,主要用于火炮自动跟踪瞄准电液伺服系统[1]。用液压传动控制的特点是传动力矩大,响应敏捷。缺点是造价昂贵,体积庞大,不适于一般的教学演示与信号检测。本文提出一种机械传动的万向指示器实现方案,它具有体积小、重量轻、造价低等特点,可用于教学演示与科研测试。

本系统通过搜索和捕获空中目标,获取目标的位置和运动参数,然后计算机中计算出目标未来点的坐标位置,算出其水平与垂直方向的投影,然后分别传送给万向指示器的两台伺服电动机,指引万向指示器向目标未来点(提前点)瞄准、跟踪(此过程也可以用计算机模拟)。万向指示器的指向通过水平转动与垂直转动的合成来实现,其中水平方向可以 $360^\circ$ 自由旋转,垂直方向可以从 $0^\circ$ --- $90^\circ$ 转动,这两种转动分别用前述的两台伺服电动机控制。

因此,本系统可以分为机械传动部分与电力控制部分。

## 1. 机械传动部分

本系统的机械传动部分如图1所示。

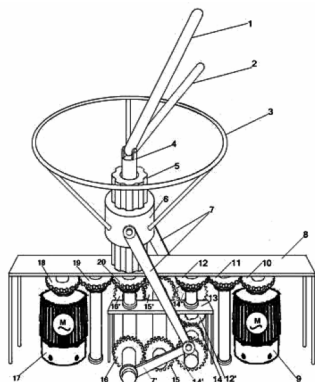


图1 万向指示器的机械传动系统

1. 指向杆 2. 接触杆 3. 升降环 4.  $360^\circ$ 转轴 5. 垂直导向定轴 6. 滑块 7. 连杆 7' 曲柄 8. 箱壳固定板 9. 伺服电动机 10. 11. 12. 啮合直齿圆柱齿轮 12' 锥齿轮 13. 箱壳固定板 14. 锥齿轮 14'. 14'' 同轴直齿圆柱齿轮 15. 15' 同轴直齿圆柱齿轮 16. 16' 同轴直齿圆柱齿轮 17. 伺服电动机 18. 19. 20 啮合直齿圆柱齿轮

图中,垂直导向定轴5,箱壳固定板8与箱壳固定板13为固定不动的部分。垂直导向定轴5是一个空心轴,内置 $360^\circ$ 转轴4,4与5为间隙配合,4可以自由转动,从而带动指向杆1与接触杆2做水平圆周运动;垂直导向定轴5的外表面加工有垂直光滑的导向槽,滑块6套在垂直导向定轴5的外边,可以沿着5做上下运动。升降环3焊接在滑块6上,随着6上下运动,3与接触杆2为光滑接触,3的上下运动可以带着2在垂直方向转动。接触杆2与指向杆1有固定的夹角 $45^\circ$ ,这样,当接触杆2由升降环3带动下在与水平夹角为 $-45^\circ$ 到 $45^\circ$ 得范围内转动时,指向杆1可以相对的在 $0^\circ$ 到 $90^\circ$ 范围内转动。指向杆1的运动为水平转动与垂直转动的合成,从而实现水平面上半球任意方向的指向。

水平转动的动力由伺服电动机17提供。伺服电动机17通过18、19、20啮合直齿圆柱齿轮将转动带给转轴4,转轴4的运动由伺服电动机17控制,垂直方向的动力由伺服电动机9提供。伺服电动机9通过10、11、12、啮合直齿圆柱齿轮把转动带给锥齿轮12',锥齿轮再把转动带给与之啮合的锥齿轮14,把水平转动转变为垂直转动,然后通过啮合齿轮把转动传给同轴齿轮16-16',16-16'再带动曲柄滑块机构6-7-7'运动,从而起到控制指向杆高低转动的作用。

## 2. 电气控制部分

本系统的指向主要通过控制两台伺服电动机完成,在设计中,我们采用了单片机控制。由于是教学演示系统,它对实时性与精确度的要求都比军用系统低,所以本文采用C语言编程。程序用C语言编写可读性强,同时维护较为方便。程序流程图如图2。

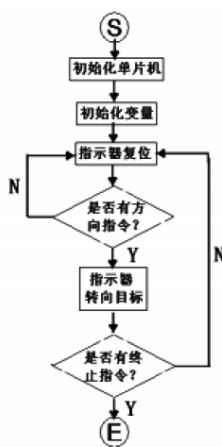


图2 程序流程图

程序主要包含2个模块:初始化模块、指向模块。

## 2.1 初始化模块

上电复位后,系统立即执行初始化程序,其中包括定时器的初始化及串口波特率的设置。

程序的部分代码

```
void Timer_init(void) // 定时器,定时器初始化
```

```
{
    TMOD = 0x11; //
    TH0 = (65536 - 10) / 256; //
    TL0 = (65536 - 10) % 256;
    TH1 = (65536 - 9216) / 256; //
    TL1 = (65536 - 9216) % 256;
    ET0 = 0;
    ET1 = 1; // 开启定时器定时器中断
    SCON = 0x50; // 01010000
    PCON = 0x00; // fosc/16
    PS = 1; // 设计串行口中断优先级
    ES = 1; // 允许串行口中断
    RCLK = 1;
    TCLK = 1;
    C_T2 = 0;
    RCAP2L = 0xB8; // 22.118400MHZ,9600
    RCAP2H = 0xFF;
}
```

## 2.2 指向模块

指向为水平转动与垂直转动的合成,运动分顺时针与逆时针运动,两种运动方向可能一致,也可能不一致,本程序通过条件函数的形式来实现这一选择。

程序的部分代码

```
void MotorStep()
{
    if ((movPar.horPar != 0) && (movPar.verPar == 0)) // 表示水平移动而已
    {
        MotorHorStep(); // 调用水平函数
    } // 水平移动结束
    else if ((movPar.horPar == 0) && (movPar.verPar != 0)) // 表示垂直移动而已
    {
        MotorVerStep(); // 调用垂直函数
    } // 垂直移动结束
    else if ((movPar.horPar != 0) && (movPar.verPar != 0)) // 表示水平垂直都要移动
    {
        if(movPar.verDirection != movPar.
```

(下转第214页)

表 3 机身优化结果

	优化前	最优值	圆整值		优化前	最优值	圆整值
wh1(mm)	410	408.6	410	u_thick1(mm)	15	15.97	16
w_thick1(mm)	15	10.62	10	u_thick2(mm)	15	16.96	18
w_thick3(mm)	15	16.28	16	u_thick3(mm)	30	40.36	40
w_thick4(mm)	15	15.99	16	u_thick4(mm)	15	15.11	15
w_thick5(mm)	20	12.82	12	e_thick1(mm)	20	32.53	30
w_thick6(mm)	90	72.62	70	e_thick2(mm)	15	9.73	10
w_thick7(mm)	15	14.59	15	e_thick3(mm)	10	9.78	10

表 4 优化前后性能表

	dmaxw(mm)	dmaxz(mm)	smax(mm)	wt(ton)
优化前	0.4843	0.8847	59.38	11.54
最优值	0.167	0.799	23.47	11.38
圆整值	0.374	0.735	64.39	11.4

方案符合要求。

参考文献

[1]徐丽萍.面向产品族的液压机械广义模块化设计研究 [硕士学位论文] 天津 天津

大学 2004.1.

[2]钟伟弘.面向产品族的液压机械广义模块化快速设计技术 [博士学位论文] 天津 天津大学 2004.8.

[3]褚巍丽.基于可适应设计的旋压切割机产品平台构建 [硕士学位论文] 天津大学 2007.1.

[4]陈永亮.机械产品快速设计方法、工具及应用研究 [博士后研究报告] 天津 天津大学 2002.

(作者单位:宝钢设备检修有限公司)

(上接第 206 页)

```

horDirection)//表示方向是一致的
{
    MotorHorVerDS();
} //表示两者的转动方向一致
else//表示两者的转动方向不一致
{
    MotorHorVerDD();
} //表示两者的转动方向不一致
    
```

(上接第 208 页)

根本就不会出现供水不足的问题。在上述内容中,我们提到的吨水耗电,都是以水泵的轴功率来测量的,实际工作中,还有电机的效率和调速装置的效率问题。所以,从这层意义讲,如果供水系统的长期运行工况(用水量)并不太偏离额定工况,也许调速后看不见有什么好的节能效果,有时甚至不但不节能,还不如直接让水泵工作在额定转速时好,这需要在设计(变频)调速供水系统时引起注意。变频调速供水节能是否明显的另外两个主要因素:一是调速水泵的供水量在整个供水系统中占的比例是否有份量。如果份量过小,则节能的总比例也不会太大。比如,某一供水系

} //水平垂直都要移动结束

结束语

本文为实现火炮自动跟踪瞄准系统的教学演示,设计了双伺服电动机控制方向指示器机电一体化系统。经现场样机调试结果表明,该系统不仅实现了演示功能,还实现了测量、监控功能。所设计的控制器可靠性高、实时性好有良好的应用前景。

参考文献

[1]高安邦等.机电一体化系统设计实例精解[M].机械工业出版社 2008 年 7 月.

[2]粟建中.坦克火炮控制系统设计与仿真[D].东南大学硕士学位论文 2006 年.

作者简介:李黄芬,女,助教,硕士生研究方向:机电一体化。

(作者单位:李黄芬,厦门华天涉外职业技术学院 机械电子系 高凤强 陈伟 厦门大学自动化系)

(上接第 212 页)

$$W_s = 5.1KA \sqrt{\rho \Delta p} = 5.1 \times 0.65 \times \sqrt{0.9 \times 10^3 \times 0.904} A = 94.56A$$

$$A = \frac{W_s}{94.56} = \frac{180000}{94.56} = 1904 \text{ mm}^2$$

(5)计算选用:

通过以上计算,可选安全阀如下:CA42Y-16C DN80 定压:1.08MPa(a) 1 台。

3.安全阀选用的几点注意事项

3.1 在安全阀的选用过程中,所选用的安全阀的实际喷嘴面积一定要稍大于计算需要的安全阀的喷嘴面积。如果实际选用安全阀的偏小,则介质泄放不及时,容易使受压设备受损,如果实际选用安全阀的偏大,则安全阀回座时容易产生振动,形成所谓的喘振现象,不仅噪声大,而且降低安全阀的使用寿命。

3.2 液化气储罐及机泵进出口跨线用安

统是由很多台较小水泵进行供水的,供水量的调节可通过关一台泵或开一台泵即可基本满足要求,在这样的系统中,采用变频调速供水节电不会太明显。如变频水泵的功率较大,其供水量占的比例较大,节能就将会很明显。二是经常性供水时水泵扬程的过压富裕量占供水总扬程的比例。比值越大节电比例也就越大,像总扬程几百米的水泵如节约几米的余节量占总耗电的比例就不会太大,但绝对值还是不小的。变频供水的主要节电因素是避免了余压的浪费,水泵效率的提高在其次。

参考文献

[1]张绍厚,陆细华.试论水厂自动控制系统形式、结构和功能(上)[J].给水排水, 2006,

22(5): 54-56.

[2]张燕英.SPWM 变频调速应用技术[M].北京:机械工业出版社, 2002.

[3]王涛,王爱国.PLC 及变频技术实现的恒压供水系统[J].自动化博览,2004(6):41-42,44.

[4]任翔,嵇永磊.单片机与变频调速技术的综合应用[J].北华大学学报:自然科学版, 2006, 7(4):374-376.

[5]梁彬,毕纯辉,田理达,等.模糊控制在恒压供水系统中的应用研究[J].自动化技术与应用,2002,21(3):14-16.

(作者单位:青海民族大学交通与工程系)

全阀一般选用弹簧全启封闭式安全阀,管道膨胀线用安全阀一般选用弹簧微启封闭式安全阀。

3.3 所选用的安全阀的主体材质要根据输送介质情况确定,一般油品、油气选用碳钢材质,腐蚀性介质选用不锈钢材质。

3.4 所选用安全阀的接口法兰标准及制造标准需与整个油库情况相统一,以便于采购及施工。

作者简介:唐芳,工程师,1976 年生,1997 年毕业于石油大学(华东)油气储运专业。现在中国石油工程建设公司华东设计分公司配管室从事设计工作。

(作者单位:中国石油工程建设公司华东设计分公司)

