

波门对运动目标的自动搜索

中国科学院光电技术研究所 吕超全 兰邦国

目前,使用电视技术及其相应的仪器对运动目标进行跟踪测量,是国内外科技工作者研究的“热门”课题。如何利用波门对运动目标进行搜索和捕获,乃是其基础技术之一。本文简述了波门搜索目标的各种方式及波门自动搜索运动目标的原理。笔者曾采用简单的电路完成了波门的半自动和自动搜索。本文着重叙述光笔引导波门搜索方式及从左至右、自上而下的搜索方式,并报告其实验结果。

一、概 述

在电视跟踪测量系统中,为了避免背景变化对信号提取的影响,采用波门套住目标并跟随目标运动进行“空间滤波”。为了实现波门对运动目标的跟踪,就必须解决波门对运动目标的搜索问题。本文针对波门对运动目标的搜索问题进行了讲述。

二、波门搜索方式

波门对运动目标的搜索方式大致分为以下几种:

1. 双电位器法
2. 单电位器法
3. 假目标引导法
4. 光笔引导法
5. 自动搜索法

下面,我们对前三种方法作简单扼要的叙述后再对后两种方法作详细叙述。

1. 双电位器法

双电位器法,就是分别调节两个电位器改变波门的运动轨迹来完成波门对运动目标的搜索。

方块原理图如图1。

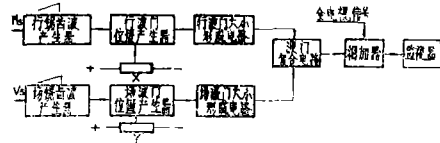


图1 双电位器法的方块原理图

2. 单电位器法

单电位器法,就是用调节一个电位器改变波门的运动轨迹来完成波门对运动目标的搜索。它的方块原理图如图2所示。

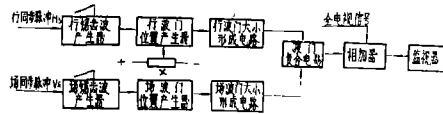


图2 单电位器法的方块原理图

收稿日期:1981年2月16日。

3. 假目标引导波门搜索运动目标

假目标引导波门搜索目标的方法，就是用电的方法产生一个具有各种运动轨迹的电子目标去引导波门作多种轨迹运动，完成对运动目标的搜索。其方块原理图如图3所示。

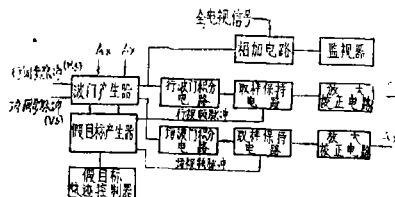


图3 假目标引导波门搜索方式的方块原理图

4. 光笔引导波门搜索目标

假目标引导波门搜索运动目标虽然方便，但需要产生假目标及其控制假目标运动轨迹的复杂电路，增加了设备的复杂性。是否不产生假目标而在视频系统内部找到类似假目标的信号呢？回答是可能的。在电视跟踪系统中，用的设备很多，如仔细观察就会发现，电视监视器荧光屏的扫描光栅就是一个信号源，而且不同位置的扫描光栅对应着不同的水平位置和垂直位置信息。因此，只要把荧光屏的局部光栅提取出来，就能作为假目标信号。下面仔细谈谈如何用光笔提取监视器的扫描光栅信号，去引导波门搜索运动目标的问题。

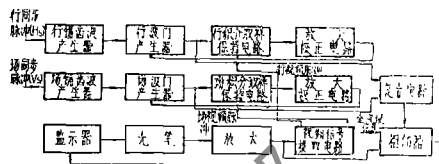


图4 光笔引导波门搜索目标的方块原理图

a. 原理方块图：见图4。

b. 原理说明：

从图4知，行同步脉冲(HS)送入行锯齿波产生器，使行锯齿波同步。同步后的行锯齿波送到行波门产生器形成行波门脉冲。行波门脉冲送到行积分取样保持电路，将行波门脉冲积分成行波门锯齿波，等待由光笔支路送来的行视频脉冲取样。与此同时，场同步脉冲送入场锯齿波产生器形成场波门脉冲。场波门脉冲送入场积分、取样保持电路，把场波门脉冲积分成场锯齿波，等待由光笔支路送来的场视频脉冲取样。光笔拾取电视监视器荧光屏的局部光栅信号，并把它变成电信号。该信号被送到放大器放大后，再送到视频信号提取电路。视频信号提取电路把光笔拾取的特征信号提取出来并形成行、场视频脉冲。行视频脉冲送到行积分、取样保持电路，对行波门锯齿波进行取样。经取样保持的信号送到放大、校正电路，经放大校正后的信号被送到行波门产生器，控制行波门运动。场视频脉冲被送入场积分、取样保持电路，对场波门锯齿波取样。经取样保持后的信号被送到放大、校正电路，放大校正后的信号送入场波门产生器，控制场波门运动。经运动控制后的场波门和行波门一块儿送到复合电路，形成复合波门。复合波门信号送到相加电路与光笔信号和全电视信号相加，形成既有复合波门信号又有光笔信号和全电视信号的复合信号。这个复合信号被送到电视监视器。这样，在电视监视器荧光屏上既可看到波门又可看到目标信号。

从上述原理说明可知，只要我们将光笔头对准并靠近光栅，光笔就拾取荧光屏的局部光栅信号，对波门进行取样，波门立即跑到光笔对准的位置。这样，光笔沿光栅运动，波门就跟随运动，捕获其运动目标。

c. 实验结果

我们按图4的方块原理装配了电路，作了实验，并对运动的机械目标和电子目标进行了

搜索和跟踪。其结果如下：

测试条件

- (1) 40帧625行逐行扫描系统
- (2) 波门宽度
 $BW_{行} = 3\text{微秒}$, $BW_{场} = 2\text{毫秒}$
- (3) 目标大小
 $t_{行} = 2\text{微秒}$, $t_{场} = 120\text{微秒}$
- (4) 目标在85%的视场内作圆周运动

测试结果

- (1) 最大捕获角速度：5.71弧度/秒
- (2) 最大捕获线速度：水平为73.1微秒/秒，垂直为56.2毫秒/秒
- (3) 最大捕获线加速度：水平为417.5微秒/秒²，垂直为309毫秒/秒²
- (4) 最大跟踪角速度：12.56弧度/秒
- (5) 最大跟踪线速度：水平为160.7微秒/秒，垂直为115.5毫秒/秒
- (6) 最大跟踪加速度：水平方向为2017.5微秒/秒²，垂直方向为1450毫秒/秒²
- (7) 跟踪信噪比 1.3:1
- (8) 交流干扰幅度可达3伏。

5. 波门对运动目标的自动搜索

光笔引导波门搜索，虽然方便可靠，但总需要有人进行干预，是否能实现自动搜索呢？我们说是可以的。自动搜索方式有很多种，有对角线搜索、圆搜索、椭圆搜索、螺旋搜索和从左至右、自上而下搜索等。由于对角线搜索、圆搜索、椭圆搜索等方式都不能遍及全视场，所以我们不去讨论它们。螺旋式搜索和从左至右、自上而下的搜索可以遍及全视场，因此我们只对螺旋式搜索和从左至右、自上而下的搜索进行讨论，但重点讨论从左至右、自上而下的搜索方式，并提供实验电路。

1) 螺旋式搜索

所谓螺旋式搜索是指波门搜索运动目标的轨迹呈螺旋状。下面介绍它的搜索原理。

a. 方块原理图：见图5。

b. 原理说明：

螺旋式搜索的方块原理图如图5所示。

它由正弦波产生器、90°移相器、幅度自动

调整器、行波门产生器、场波门产生器、复合电路、相加器以及监视器等部分组成。它的基本原理简述如下：从图5知，正弦波产生器产生的低频正弦波，它的输出分为两路：一路送给幅度自动调整器。幅度自动调整器的作用是能够将正弦波电压从小到大，然后又从大到小周期变化。它的输出送给行波门产生器控制行波门运动。行波门是由行同步信号形成的。正弦波产生器输出的另一路送给90°移相器，通过90°移相后送给幅度自动调整器。这个幅度自动调整器与前述的幅度自动调整器一样，也能提供周期变化幅度大小的正弦波。该信号被送到场波门产生器控制场波门运动。场波门是由场同步信号形成的。行、场波门产生器将运动的行、场波门脉冲送到复合电路，形成复合波门脉冲。复合波门脉冲送到相加器与全电视信号相加，构成带有波门脉冲信号的全电视信号。这个信号送到监视器就能看到波门作螺旋式

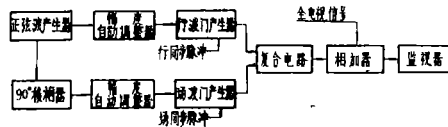


图5 螺旋搜索方式的
方块原理图

地搜索运动目标。一旦波门与运动目标相遇，就能把目标信号提取出来送给电视跟踪系统。

2) 从左至右、自上而下搜索运动目标

螺旋式搜索运动目标方式，虽然能作全视场搜索运动目标，但要实现正弦波信号的幅度周期变化及其转换还是相当麻烦的。因此，我们未采用螺旋式搜索方式，而是采用了从左至右、自上而下的搜索方式。这种方式使我们避免了对正弦波的处理，而且把三角波变成脉冲信号来处理。

a. 方块原理图：见图6。

b. 原理说明：

从左至右、自上而下搜索方式的方块原理如图6所示。它是由三角波产生器、施密特电路、除八电路、比例相加器、幅度调整器、波门产生器、相加器、输出级和监视器几部分构成。它的基本原理简述如下。三角波产生器产生低速的三角波，它的输出分为两路：一路送给输出级进行功率放大。功率放大后的三角波送到波门产生器（波门产生器由行场同步信号形成）控制波门水平方向的运动。三角波产生器的另一路送到施密特电路去形成脉冲。施密特电路形成的脉冲，相位可以调节，以保证搜索的起始相位。施密特电路的输出送给除八电路，除八电路的各级输出送到比例相加器，形成八级等高度的阶梯波，这个阶梯波送到幅度调整器，幅度调整器提供搜索时需要的合适幅度。此信号送到输出级功率放大后供给波门产生器去控制波门垂直方向的运动。运动受控制的波门脉冲信号送到相加电路与全电视信号相加，构成带有波门信号的全电视信号。该信号送到监视器供观察波门和目标之用。通过三角波和阶梯波的复合控制，波门就能作从左至右、自上而下地运动，完成对运动目标的搜索。下面是它的实验原理图。

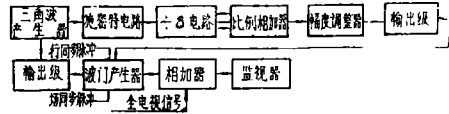


图6 从左至右、自上而下搜索方式的方块原理图

c. 阶梯波原理形成说明：

从左至右、自上而下搜索原理，在前面已经叙述过了。这里着重说明一下阶梯波是怎样形成的。图7中虚线框内的电路是阶梯波形成电路，它能否形成等幅度间隔的阶梯关键在于 R_1 、 R_2 和 R_3 阻值的选择。现在我们来找它们的精确值。我们知道，双稳电路的特点是具有两个稳态，而且稳态能够保持到第二个脉冲触发它以前（即使输出低电位也是如此），所以三级双稳态电路构成八级阶梯必须包括低电平。因此，实际上只有七级阶梯。如果把所有的阶梯幅度和设为 A ，第一级双稳电路输出加到B点的电压设为 X ，第二级双稳电路输出加到B点的电压设为 Y ，第三级双稳电路输出加到B点的电压设为 Z ，则下列方程式成立

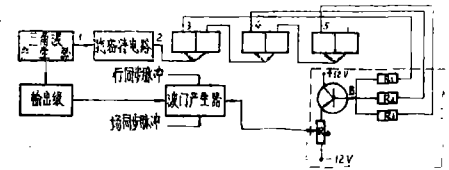


图7 从左至右、自上而下搜索方式的实验原理图

$$\begin{cases} X + Y + Z = A & (1) \\ Y + Z = A - \frac{1}{7}A & (2) \\ X + Z = A - \frac{2}{7}A & (3) \end{cases}$$

解上面联立方程, (2)式加(3)式得

$$X + Y + 2Z = 2A - \frac{3}{7}A \quad (4)$$

(4)式减(1)式得

$$Z = \frac{4}{7}A$$

归纳一下得

$$\begin{cases} X = \frac{1}{7}A \\ Y = \frac{2}{7}A \\ Z = \frac{4}{7}A \end{cases}$$

因此, 三个双稳电路送到B点的电压之比为 $X:Y:Z = 1:2:4$

电阻之比为 $R_1:R_2:R_3 = 4:2:1$

为了不影响双稳电路的工作状态, 我们取 R_1 为 $20k\Omega$, R_2 为 $10k\Omega$, R_3 为 $5k\Omega$ 。只要 R 的取值满足 $R_1:R_2:R_3 = 4:2:1$ 的要求, 在B点就能形成等间隔幅度的阶梯波。

d) 各点波形图: 见图8。

e) 实验结果:

我们曾按图7的实验原理图设计了线路, 并进行了调试。实验结果表明, 采用这种电路实现波门自动搜索目标是可行的。归纳起来, 它有以下特点:

(1) 通过改变三角波的振荡频率, 可以实现波门对运动目标的慢速搜索或快速搜索。

(2) 搜索起点可以随意变动。

(3) 搜索视场可以自己选择。

(4) 可以从左至右、自上而下地进行搜索。而且, 全视场搜索时间等于水平搜索时间(一次)的八倍。

(5) 如果要求从右至左、由下往上地进行搜索, 本电路稍加修改就能满足要求。

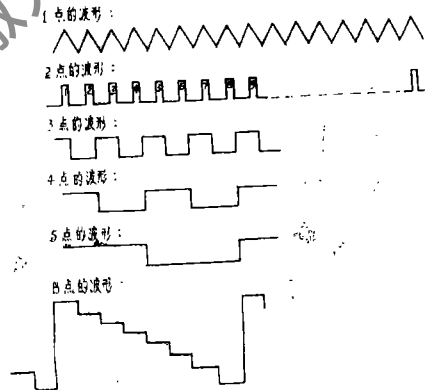


图8 实验原理图中各点的波形

三、结束语

波门搜索方式虽然很多, 但从实用的观点来看, 我们认为光笔引导波门搜索和从左至右、自上而下搜索方式比其它的搜索方式好。光笔引导波门搜索方式应用起来方便灵活、可靠, 而且可以修改波门跟踪目标的位置和加亮目标。这是光笔引导波门搜索目标的独特优点。但是, 光笔引导波门搜索还不是全自动的, 需要人去干预。因此, 从这点看, 从左至右自上而下的搜索方式是全自动的, 它又比光笔引导波门搜索方式优越。但是, 这种方式与跟踪方式的转换问题, 我们还没有作实验。所以, 这种搜索方式只能说是给跟踪电视设备的自

动化提供了技术基础。但要投入应用，还要靠波门搜索环节、视频信号提取与波门跟踪环节有机结合起来，这正是我们要作的一部分工作。以后，我们将陆续报导这方面的实验情况。

参 考 文 献

- [1] 光笔引导的波门跟踪系统 (内部资料), 吕清仁、张启衡。
- [2] 波门自动搜索目标 (内部资料), 吕超全、吴昌桂。

塑 料 倍 频 器

美国宾夕法尼亚大学物理系 Anthony Garito 宣布可以相位匹配产生二次谐波的优质单晶聚合物——硝基苯胺取代的丁二烯——能够代替 KDP 倍频铍激光器。这种单晶聚合物具有 4000 倍于 LiIO_3 的优值，它所产生的二次谐波强度是用碘酸铯得到的 10~15 倍。该聚合物的损伤阈值接近于 10 千兆瓦，而非线性磁化率约为 5×10^{-10} 米/伏。

摘自 Laser Focus, 1980, Vol.16, No.9, P.16.

(本刊摘编)

优质雪崩光电二极管

美国麻省理工学院和林肯实验室采用了倒置台面 $n^+ - \text{InP} / n - \text{GaInAsP} / n - \text{InP} / p^+ - \text{InP}$ 结构，研制出响应到 1.25 微米的优质雪崩光电二极管。测量得到均匀雪崩增益为 700，当 $M = 10$ 时，暗电流密度为 3×10^{-6} 安/厘米²，过量噪声因数约为 3。低暗电流是由于 InP 的 P-n 结的排列和采用新的钝化技术。用一雪崩增益为 40 的管子测得脉冲响应上升时间小于 160 微微秒，它是受锁模 Nd:YAG 激光脉冲上升时间限制的。

摘自 A.P.L., 1980, Vol.37, No.1, P.807~809.

(本刊摘编)

定向激光束对人眼安全值的评定

根据不同发散度的高斯光束同人眼光学系统的相互作用模型，定量评定了定向激光束的安全值。0.5~1.4 微米区的定向激光束对人眼有较大危害，为了评定辐射强度的极限允许量，得出了测定最坏调节条件下视网膜上透入光斑尺寸的代表式，提出了评定辐射安全值与进入瞳孔中激光束的直径之间的关系式。

取自 Квантовая Электроника, 1980, Т.7, No.12, P.2523.

(本刊编译)