

图8 在814赫时的振型图

时,我们可以听到类似的嗡……共鸣声,并从四个干涉条纹区(波腹处)上方的液面上,喷溅起很高的水珠来。

用手摩擦«鱼洗»,最容易形成的是200赫的基本共振态。事实上,如果我们对«鱼洗»用力并加快摩擦速度,有时亦会出现有六个区、八个区等振型的喷水情况;为证实这种情况的产生,我们亦作了一些试验,即用较高频率的激振,拍摄了一些其它共振频率的振型图

无论将«鱼洗»用手摩擦,或利用低频信号发生器对«鱼洗»的激振,上节已经述及它的基本振型是相同的;因为当«鱼洗»受到频率相同的外界作用力后,迫使发生共振,振源输入的振动波,传递到盆边上被反射,在最易起振的盆体周壁,产生反射波与入射波的互相迭加,而形成驻波。此时的驻波是以振幅最大的波腹与振幅为零的波节,在«鱼洗»环形壁上相互间隔,形成了对称的等距离分布,每出现一个共振频率,就有一种振型;在上述各个振型图中,有几个波腹,就有几簇干涉条纹区,由相应的“节线”清楚地勾画出来。

自古以来«鱼洗»的喷水现象,一直引起人们的好奇和极大的兴趣,现在我们应用了激光全息干涉时间平均法,直接拍摄了«鱼洗»的振动状态图(即振型),验证了产生这一现象的原理,亦就容易理解了。

(上海博物馆 祝鸿范 周庚余
1980年6月25日收稿)

GGCY-1型光纤故障点测试仪

Abstract: Optical radar principle of pulse reflection is applied, a GaAs single heterojunction laser is adopted as its pulse light source and an aspherical lens system is used to couple the light into the fiber. The reflected pulses are detected by a PIN diode, amplified and sent to a special counter. The displayed digits shows the distance between the fault in the fiber and its measured end. Accuracy of the apparatus is ± 2.5 M; measuring length: 1.5 kM (attenuation of fiber: 10dB/kM).

一、概述

光纤故障点测试仪是光通信中的一种检测仪器,它不仅能寻找系统中光导纤维(简称光纤)断裂等故障点的位置,而且可以方便地测出光纤和光缆的长度,并用数字自动显示出来。图1为仪器的外形及工作时的情况。仪器有三个箱体:光机本体(上),激光驱动源(中)和计数器(下),仪器旁是一盘被检光纤。

二、仪器特点原理

本仪器采用体积小、效率高的单异质结砷化镓红外激光器作为光源,并用充气闸流管为开关的驱动电路;接收器采用响应快、灵敏度高的PIN管;放

大器增益为78分贝,对 10^{-7} 瓦的脉冲功率能响应。为了提高光纤耦合效率,光学发射与接收系统均采

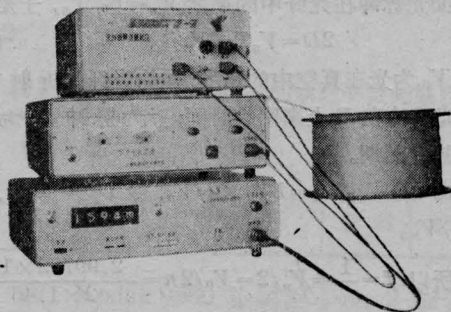


图1

用相对孔径大、聚焦点小的非球面透镜。机械结构具有精度高、无空位的多维调整装置。数字显示采用顺、逆二套计数器(自校精度为 ± 1 米),能自动排除光纤接头反射信号,正确显示断裂面位置。

仪器的工作原理如图2所示。砷化镓激光器1由驱动源驱动而发出激光脉冲,通过发射物镜组2、3,匹配液盒4和分光镜5后,耦合进浸在匹配液中的光纤6,在光纤的始端面、接头和断裂面(在无限裂面时则为终端面)先后反射,反射的光脉冲再经分光镜5,接收物镜组7、8后由PIN光电管接收。然后经放大、整形去开计数门和对逆计数器进行置位,即可自动排除接头反射信号,测出光纤断裂面(或终端面)到始端面的长度;为了方便地调换砷化镓激光器1,采用了观察定位系统10、11、12。

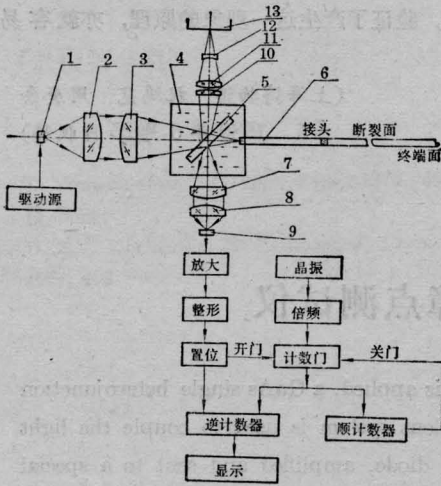


图 2

1—砷化镓激光器; 2、3—发射物镜; 4—折射率匹配液盒; 5—分光镜; 6—光纤; 7、8—接收物镜; 9—PIN管; 10、11、12—观察定位系统; 13—变象管

设断裂点离始端面的距离为 D , 光脉冲由始端面至断裂面, 并由此面回到始端面, 走过的距离为 $2D$, 而光脉冲在光纤中的速度 $V_n = V_0/n$, 于是

$$2D = V_n T = V_n j t_0 \quad (1)$$

其中 V_0 为光在真空中的速度; n 为光纤的折射率; T 为光脉冲在 D 上来回的时间; j 为脉冲数; t_0 为时钟脉冲周期。

由(1)式得 $t_0 = D/j \times 2/V_n$, 令 $D/j = 1$ 米, 则 $t_0 = 2/V_n$ 。

所以 $f = \frac{1}{t_0} = V_n/2 = V_0/2n = \frac{2.99792 \times 10^8}{2 \times 1.46} = 1.02667 \times 10^8$ (赫), 这就是本仪器用的时钟脉冲频率。

率, 这时单位脉冲代表 1 米, 为了便于制作晶片, 我们做成 5.13343 兆赫的晶振, 再 20 倍频到所需频率。

三、功率指标及误差分析

仪器指标: 测光纤长度 1.5 公里(光纤损耗: 10 分贝/公里), 精度 ± 2.5 米。

1. 功率指标

功率计算公式如下:

$$P_r = P_0 K \times 10^{-(2\alpha D)/10} R \quad (2)$$

式中 P_r 为接收器所需最小接收功率为 10^{-7} 瓦, 相当于 -70 分贝; P_0 为激光源输出功率为 8 瓦, 相当于 9 分贝; K 为光学系统中的透射比, 经计算为 2.5%, 相当于 -16 分贝; α 为光纤损耗, 为 10 分贝/公里; D 为光纤长度; R 为光纤的反射系数, 选为 0.005, 相当于 -23 分贝。

把上述各数代入(2), 计算后得 $D = 2.0$ 公里。

2. 误差分析

(1) 计数器自校误差小于 ± 1 个数, 所以 $\Delta_1 \leq 1$ 米。

(2) 当光纤末端的断面变化时, 反射信号的大小也随着变化, 从示波器上看到脉冲前沿的变动误差 $\Delta_2 = \pm 2$ 米。

(3) 光纤折射率分散性引起的误差 Δ_3 。

光纤的横断面见图3。设纤芯的折射率为 n_1 , 阻挡层折射率为 n_2 , 已知数值孔径 $NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$, 偏微分得:

$$\Delta n_1 = \frac{NA}{n_1} \cdot \Delta(NA) + \frac{n_2}{n_1} \cdot \Delta n_2 \quad (3)$$

用于光纤通信中的光纤 NA 在 0.17~0.21 之间变动, 所以取 $\Delta(NA) = \pm 0.02$, 而阻挡层的折射率与纤皮折射率比较接近, 一般变化量不会超过 1/1000, 即 $\Delta n_2 = \pm 0.001$ 。由于 $\Delta(NA)$ 和 Δn_2 是随机变化的, 代入(3)得: $\Delta n_1 = \sqrt{0.0026^2 + 0.001^2} = \pm 0.0028$ 。

对梯度型光纤, 可认为光纤中各光路的光程基

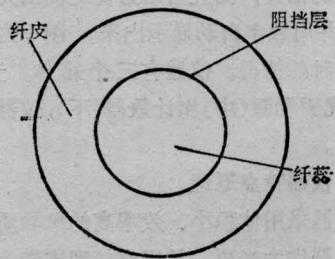


图 3

本相等,所以光程可以中心折射率 n_1 来计算,即

$$D = \frac{V_0}{n_1} \cdot T \quad (\text{单位: 米})。$$

$$\frac{dD}{dn} = -\frac{V_0}{n_1^2} T = -\frac{D}{n_1}$$

$$\Delta_3 = \Delta D = -\frac{D}{n_1} \Delta n_1 = \pm 0.0019D。$$

(4) 光脉冲的展宽误差 Δ_4 :

光脉冲经过梯度型光纤的展宽很小,约1毫微秒,所以这项误差可忽略不计。

(5) 总误差 ε :

上述误差中, Δ_1 、 Δ_2 和 Δ_4 均属随机误差, Δ_3 为系统误差,若被测光纤的 NA 值和长度已知,即可经计算把这项误差在测量值中予以扣除。因此仪器误差就分为随机误差 ε_1 和系统误差 ε_2 两部分:

$$\varepsilon_1 = \pm \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_4^2} = \pm 2.24$$

$$\varepsilon_2 = \pm 0.0019D$$

仪器总误差为: $\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$, 如不知道被测光纤的 NA 值,只知道 $\Delta(NA)$, 则 ε_2 也就成了随机误差,此时的总误差为: $\varepsilon = \pm \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2}$ 。

目前看来,光纤纤芯的折射率分散度是影响仪器测试精度的最主要因素。当 $D=2$ 公里时, $\varepsilon_2 = \pm 3.8$ 米; 所以,一定要控制 $\Delta(NA)$ 。如 $D=2$ 公里,要求 $\varepsilon_2 \leq \pm 1$ 米,则需控制 $\Delta(NA) \leq \pm 0.005$ 。

四、整机联试

仪器经五百多公里运输震动试验,性能稳定可靠,此外我们对上海石英玻璃厂生产的一盘光纤进行了检测,在示波器上看到了饱和的光脉冲反射信号。试验分以下几项进行:

1. 不同断裂面的试验

由于光纤断裂情况不同,其反射系数 R 变化很大,可从 0.04 (平面性断面) 到 0.0001 (破碎性断面)。我们在估算时,选用了国外推荐数据 $R=0.005$ 。几种典型的断裂面见图 4。其中 a 为自然断裂面; b 、 c 和 d 是用剪刀剪的断面; e 、 f 是用榔头敲的断面; g 、 h 是用金刚刀切的断面。在试验

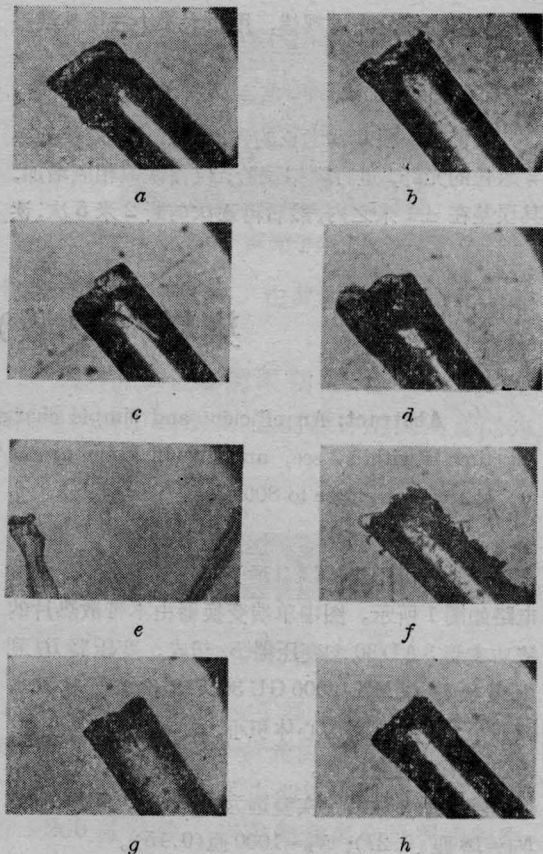


图 4

中,除了 e 因是用榔头敲三次后断裂而无反射信号外,其余断裂面均有反射信号。

2. 重复精度测试

任意剪一个断面,先后对它测试 50 次,其误差均小于 ± 1 米,可见仪器示值是比较稳定的。

3. 多次剪切时仪器示值误差测试

不同的断裂面具有不同的反射信号前沿。在显微镜下,我们可看到用剪刀多次剪切的断面形状有时较平,有时很差,分散性很大。所以,这方面测试误差也比较大。我们用剪刀剪 100 个断面,每个断面各测 10 次,取其平均值作为一个断面的数据。根

项 目	GGCY-1 型	国 外 产 品	备 注
激光器功率	8 瓦	8 瓦	
光学系统透射比	-16 分贝	-16 分贝	
光纤输入功率	25.4 分贝·米	15~30 分贝·米*	*日本 NEC 产品
接收器灵敏度	-40 分贝·米(用 PIN 管)	-70 分贝·米(用 APD)	
仪器测试精度	± 1.8 米	± 3 米*, 3.5 米	*关西电力株式会社产品

据其误差均匀分布的规律,用极大极小法得其误差 $\Delta = \pm 1.8$ 米。

4. 接长与剪短试验。

我们在一根 675 米长的光纤上,逐次熔接五根 2 米长的光纤,进行模拟试验,仪器读数相应增加,其误差在 ± 1 米之内,然后再逐次剪断 2 米 5 次,读

数相应减少,其误差也在 ± 1 米以内。

五、指标比较 (见表所列)

(中国科学院上海光机所 翁自强

上海市测试技术研究所 贾文焯

1980 年 4 月 25 日收稿)

染料调 Q 激光器的简易电源

Abstract: An efficient and simple charging and triggering circuit is given. The charging time is within 3 sec, and the efficiency up to 78% as the storage capacitance reaches $50\mu\text{f}$ and charging voltage to 800 V.

一种适用于染料调 Q 激光器的简易充电、触发电路如图 1 所示。图中单端变换器由不带散热片的锗功率管 3AD30 和变压器 B_1 组成。变压器 B_1 利用罐状磁心 MX-2000 GU 30×19 绕制,其 $B_s \geq 3200$ 千兆周,这种磁心体积小、效率高、容易绕制,很适用于单端变换器。

变压器参数通过实验选为: $N_1 = 40$ 匝 (0.49); $N_0 = 18$ 匝 (0.27); $N_2 = 1000$ 匝 (0.15)。

并联在晶体管 T_5 集电极间的稳压二极管 D_4 对 T_5 起保护作用,它的齐纳击穿电压略低于 T_5 的 BV_{ceR} 。当 T_5 截止时,若变压器 B_1 的次级绕组 N_2

反射到集电极绕组 N_1 的电压超过 D_4 的击穿电压时, D_4 导通,从而防止了 T_5 的击穿损坏。另外,当 D_4 导通时,集电极绕组两端相当于短路,因而限制了 $C_{\text{储}}$ 上电压的上升,保证充电安全。

触发用可控硅的阳极电压直接取自充电电压,从而简化了触发变压器。可控硅的阳极电阻 R_{13} 限制了 C_4 、 C_5 的放电电流,以免可控硅由于电流上升率过大而损坏。可控硅的控制极利用 C_3 的冲击电流触发,既可靠又不耗电。 R_{12} 、 D_6 为 C_3 提供放电回路,使 C_3 在下次触发前放掉所充的电荷。放电回路的时间常数 $R_{12} \cdot C_3 \leq \frac{t_{\text{充}}}{3}$ 。

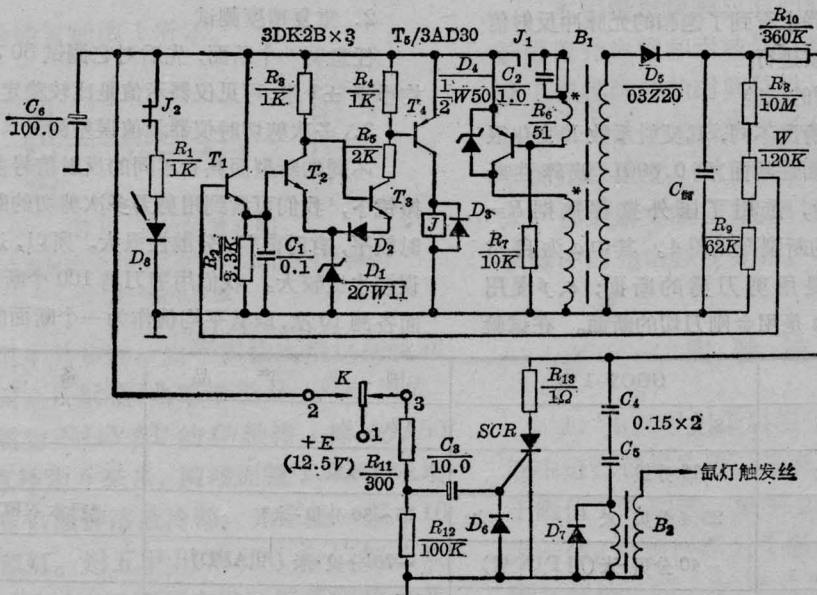


图 1 染料调 Q 激光器充电、触发电路