中国兵工学会

第五届测试技术学术年会

論　文　集

（测试仪器、微机技术及应用）

3

烟　台　　1990

中国兵工学会测试技术学会

需要全本请访问 www.ertongbook.com

中国兵工学会

第五届测试技术学术年会

论文集

（测试仪器、微机技术及应用）

江苏工业学院图书馆
藏书章

烟台 1990

中国兵工学会测试技术学会

目　　录

测试仪器

1、存储测试技术……祖　静　张文栋　(1)
2、石油井下电子测压器……张文栋　祖　静　(6)
3、一种新型履带载荷测试装置……王彦才　岳保国　(12)
4、动态应变的存贮测试方法……祖　静　张文栋　谢占慰　李德明　(19)
5、SD800便携式智能噪声测试系统……肖　峰　陶中达　高德香　(25)
6、兵器测试仪平台　它的构成和实现……肖　峰　马士俊　(31)
7、粉尘爆炸自动报警控制系统的研制和应用
……杨业敏　白春裳　李天佑　郭汉彦　(37)
8、高压序列脉冲发生器……高　平　(41)
9、光纤传感器测量高电压快脉冲信号……张　凯　(46)
10、简单数字温控仪……李嘉莲　(50)
11、兵器多功能测试仪中的小型CRT控制器……马士俊　李广通　袁永普　(56)
12、激波管测试仪……姚素芬　车跃军　(63)
13、主觉式电脑验光仪电路设计……颜景龙　(67)
14、自动机光电测速装置……钟厚海　(74)
15、数字式测压仪及其应用……石晓晶　梁人杰　(81)
16、一种新型微波天线系统在飞机遥测中的应用……陈文清　(85)
17、640测速雷达对次口径弹丸的测试……褚玉明　(91)
18、靶信号无线传输装置研制总结……潘其珍　董高庆　(97)
19、一种实现电子系统性能测试的方法……李志强　(105)
20、PC机超高频频率测量组件设计……陈劲操　(109)
21、宽频带高增益高稳定性的中频放大器……施美娟　(115)

微机技术及应用

22、单片机高级语言PL/M—96及其数字系统的实现
……孙家鼎　杨学友　郭鸿喜　(118)
23、导弹仪器故障的自动检测和定位……周彭正　(123)
24、光纤光谱衰减的微机测试系统……张　彤　宋　路　(131)
25、一种鱼雷惯性仪表组件用自动测试系统的设计
……高钟镜　赵长德　王永梁　董景新　才德容　(136)
26、航弹弹载微机测试技术……姜德龙　(144)
27、BQ—××导引头的测量系统与微机处理……黄德庆　(150)
28、TURBOF的PC/XT或PC/AT机上信号采集器……王士元　吴芝芳　(156)
29、电子测压蛋的自动检测……李永红　(161)
30、PC—1500软磁盘机系统……任亚国　祖　静　(165)
31、微型计算机在靶场测试仪器中的应用……方　彦　褚玉明　(171)
32、微型计算机在底排弹排气装置旋转试验中的应用……蒲云尧　柴慧钧　(183)
33、HP自动测试分析系统结构和程控方法……李毓华　(189)
34、用单片微机改造GSJ高速相机……陈正国　(195)
35、TCH—APPLE Ⅱ数据采集处理系统……胡占明　(198)
36、结构试验数据采集系统的软件开发……刘祖华　卞学兵　(202)
37、任意速比的双速同步机数据的处理方法……杨　勇　(207)
38、压控伪码信号源……李嘉莲　(212)
39、TJ8815A、TJ8815B测试专用芯片的检测技术……申湘南　祖　静　(214)
40、微机技术在动态压力测试中的应用……张文钫　(228)
41、APPLE Ⅱ计算机在武器运动参数测试中的应用……许月定　(234)
42、计算机在全息摄影中的应用……洪　军　袁永普　(240)
43、用TP—801单板机构成的简单连发测速仪……越庆海　王铁岭　(245)

44、闭环回路动态参数的自动测试与故障的自动诊断……王明远 (250)
45、CW—Doppler引信炸高的仿真测试……孙长贵 (256)
46、光电精测靶……任大真 刘 欣 田贵义 (260)
47、数采系统中瞬态过程数据波形电子示波器显示……赵 剑 (265)
48、微型计算机在火炮弹丸初速测量中的应用……姚占义 (269)
49、BRIVISOR IL_2型硬度试验机的微机化测试……李玉海 王桂雁 (275)
50、兵器测试软件工程标准研究……李丽萍 吴月林 刘卫军 (282)
51、微机间文件的通讯拷贝……姚礼融 (288)
52、弹导测速基准中的测时仪……朗明君 郭兴红 (293)
53、分层流量测试仪……秦湘新 (293)
54、单片机在机械钟测试中的应用……沈永虎 邵维权 (293)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

存储测试技术

祖 静 张文栋
（太原机械学院）

[摘要]本文提出一个新的概念——存储测试技术，它特指把整个测试系统包括传感器、适配电路、瞬态波形记仪、电源等微缩到一个微小体积（例如10cm³），直接放入被测体腔内、被测环境中进行测试，从而不需引线。采用存储测试技术使许多很复杂的测试过程得以简化，使一些难以实现的测试过程得以实现。存贮测试技术的关键是测试装置的微型化和微功耗。本文介绍了存储测试技术的国内外现状，目前探索研究的问题，及其发展。

主题词：存储测试

存储测试技术是一个新的概念。数字电子技术发展以后，通过把模拟量转化为数字量，直接用数字显示方法把所测模拟量值显示出来，达到了指针式仪表难以达到的分辨率，随着计算机（特别是微处理机）技术的发展，把瞬态波形经A/D转换，由存储器存储起来，再经D/A转换成模拟量，由示波器显示出来，成为数字存储示波器，或由计算机读取瞬态记录仪的数据，进行简单或复杂的处理，以更为理想的方式显示打印出来，或写入磁盘（带）长期存档，进而发展成测试数据库，便于检索查阅。瞬态波形记录的方法及仪器，能由信号内触发或由外时种同步触发，能抓住完整的信号，给出准确的时基，从而得出几个被测信号的相关关系，已成为单次性信号测试的常规仪器。瞬态波形记录是一种存储测试方法。　　我们现在所说的存储测试技术，是特指把整个测试系统包括传感器、适配电路、瞬态波形记录仪、电源等微缩成一个微小体积（例如10cm^3），从而能放入被测体腔内、被测环境中进行测试，在过程完结后“取回”装置，由计算机读出并处理数据，这样一种测试技术。

存储测试装置的特点主要有体积微小（测试电路体积可小至4cm^{3}以下）、低功耗（电源压5V、电流10mA）、耐恶劣环境（压强可达1000MPa，瞬时高温2000℃，冲击加速度50000g）精度高、存储容量大、抗干扰能力极强等，测试时不需引线是一个最突出的特点，较之传统的引线测试方法及遥测法有自己独特的特色。在恶劣环境和不宜引线的场合，如火炮膛内、飞行的弹丸上、几千米的石油井下、工作中的活塞上、旋转的离合器摩擦片上、齿轮啮合的齿上，以及弹体撞击目标的瞬间等条件下，它都能适用。

纵观“八五”规划各行业对测试技术所提要求，已从静止（态）、地面、物体表面处进行测试深入到被测体内、空中、被测环境之中，诸如弹丸（母弹、子弹）全弹道上的飞行姿态、膛内压力、加速度、弹体撞击目标的规律、引信零件的运动规律、记录导弹飞行过程中偏差测量、弹体姿态与控制、反应等过程的“黑匣子”等等，都是高难度的测试要求。采用存储测试技术，配以适当的高精度高效能的传感技术，将使以上测试要求能较顺利地实现，因此，发展存储测试技术是重要的、必要的，其前景是广阔的。

现在就存储测试的现状、目前研究的问题、发展作一简要汇报。

一、存储测试技术的现状

1981年冬，美国海军Lawrence Livermore National Laboratorg报导了他们的“弹道数据记录仪用于硬目标武器”的情况，测试装置体积为φ4.25"×8.25"，采样频率200200kHz，存储容量2K字节。以后未见报导。1983年国际遥测会议，1983年第七届国际弹道会议，1987年国际遥测会议，1989年国际弹道会议等几次会议上，法西、德、意大利、美、奥地利，以色列等国报导了他们各自发展存储测试技术的情况，表明在兵器测试中各国是重视存储测试技术的，广泛应用于一些恶劣环境的测试，技术指标与美国Lawrence Livrmore National Labarfirg 的水平相当，测试装置的体积由则1917cm^{3}减小到100～200cm^3，由于没有采用专用集成芯片，体只难以进一步减小。

我院自1982年开始探索这项技术，1985年冬测火箭扫雷弹炸药包抛撒规律成功，1987年在兵科院立两个题目：“电子测压蛋”、“引信发射、飞行、终点环境测试技术”。“电子测压蛋”课题于1989年11月通过部级鉴定，鉴定委员会评定为“国际首创，国际领先水平”，先后获我国实用新型专利和我国发明专利，为电子测压器动态(高压、高温)标定用的“模拟膛压发生器”获我国实用新型专利。“引信发射、飞行、终点环境测试技术”课题将于今年鉴定，“弹上存储测试技术”获我国实用新型专利。

我院存储测试技术现状：

“电子测压蛋”体积38cm^3(400MPa级)。其中压电传感器、电荷放大级、瞬态记录电路、接口、电池等五部分体积总计为10cm^3，其余为耐高压的壳体。

已测定电路耐冲击加速度：50000g。

耗电：工作时10mA；保持时5mA。

精度：8bitA/D变换器；系统精度优于2%。

时基：可编程石英晶体振荡器。

采样频率：375kHz、300kHz、115kHz及以下可编程调整。

已开发TJ8815A(大规模集成)、TJ8815B(中规模集成)两种专用测试芯片，可编程选择正负延迟触发点数、采样频率、A－B－A扫速规律、模拟通道(8个模拟通道，可选8，4，2，1个通道)等，并开发了相应的芯片及组件测试技术。已开发专用厚膜、薄膜混合集成电路、制定了系统的测试方法，正在制定测试及工艺规程。

我院电子测压蛋已用于××－×××榴××－×××榴、×××加、×××滑等几种炮种的膛压测试，性能稳定。

已经改装移植，配合204所试用于石油井下高能气体压裂P－t测试，100% 获得数据。

正与203所配合研制导弹发射35路参数测试仪(黑匣子)。

还有一些其他方面，如齿轮齿啮合应力测试等，正在研究。

二、存储测试技术目前探索研究的问题

存储测试技术是近年来发展起来的新技术，目前对一些重要的关键技术正在研究探索：

1、体系结构

具有什么样的体系结构能符合存储测试技术的要求？

是否需要微处理器？CPU作为控制的优点是由指令(软件)控制，使用灵活，功能强。但它的缺点也在于此。指令控制完成一次采集需要几个到几十个μs，高速采样难以用它直接控制；CPU芯片要和指令存储器一起使用，我国目前还难以买到CPU和EPROM的片芯，因此体积受到限制(做不小)。我们现在根据测试需要采用适当的结构，对于体积要求苛刻、速度较高的系统，不采用CPU，而采用专用芯片，如TJ8815A，TJ8815B。对于慢速多参数测试如导弹"黑匣子"，测视需要可采用CPU控制器。

可变采样频率是体系结构的另一个问题。某些过程开始变化剧烈，中间变化缓慢，终点又变化剧烈，为采集这种信号，又不至于过于加大存储容量，我们采用A－B和A－B－A采样速度。TJ8815A具有以上功能，可编程控制。由A转为B是由编程设定一次触发后记录点数控制，由B转回A由二次触发控制。

为记分发挥A/D变换器的量化精度，对已知规律的正负向信号，我们采用可选通正、反相前置放大器，使A/D变换器总是转换正向信号。

已开发的存储测试装置系列的存储容量为2K～16K字节，导弹"黑匣子"为100K字节。

2、多次重触发技术

为适应如齿轮齿啮合等重复变化过程的测试，开发了多次重触发重复记录技术，可以在每次被测齿啮合时记录齿的应变及应力，被测齿转空停止记录。

3、进一步微型化及微功耗

现在的电路体积约为4cm^3，在许多场合还嫌大。在运用TJ8815A、TJ8815B组成薄膜混合集成电路的基础上，正在探索直接进口存储器片芯、进口或集成A/D片芯，采用新的薄膜二次集成技术，使电路体积降到2cm^3以下。更进一步减小体积，则需设计制造更大规模的多功能测试专用集成电路。

目前所用的传感器是用商品传感器改制的，已开展研制微型传感器的工作。

进一步减小功耗，从而可以减小所配用电池的容量和体积，目前采用CMOS芯片及器件，已摸了几种在数据记录完后关断部分器件电源的技术，是有效的。今年5月26日在玉门石油管理局测3000m深井高能气体压裂P－t时，因压裂弹断裂，电子测压器掉入井中，至6月6日才打捞出来，电子测压器仍正常保持数据，在现场加了一组附加电源，6月8日回到太原，正常读出数据。

4、关于断电后数据永存的要求

许多人要求存储装置断电后数据永存。

关于断电永存问题要考虑以下几个问题：

(1)、瞬态记录仪采用循环记录，待发状态时，记录仪以规定采样频率不断循环记录，来触发信号后再记录N点后停止。

$$N = M + D$$

其中：M－系统存储容量，即总记录点数；

D－延迟点数，正延迟取正值，负延迟取负值。

因此，对每次测量采样存储器绝对地址中的起始地址是随机的。要正确读出数据必须知道记录的起始地址。一般采用在采样完后冻结(有时是锁存)地址计数器的方法来保护起始地址。否则，光是拿出一片记满数据的存储器，而不知道数据起的始地址，将会给处理数据带来困难。为冻结地址计数器，就必须在记录完成后，直至读出数据时给地址计数器供电。

(2)、目前商品E^2 PROM存储器虽可断电后保存数据，使用单5V电源，但它记录一个单元需2～10ms，采样频率高时不能直接记录，可采用另一套RAM实时记录，采样完后用数秒钟时间把数据从0地址开始写入E^2 PROM永久保存。E^2 PROM的另一个缺点是耗电电流大。

我们目前采用两种方法：

第一种方法，对于高速采样的系统，采取微功耗RAM记录数据，记录完后关断除存储器、地址计数据以外所有器件的电源，使整个系统处于保持状态，功耗很小，一般钮扣电池可维持一个月以上。

第二种方法：当采样周期在毫秒级以上，如导弹“黑匣子”，采用由导弹方令控制系统发起始命令，记录系统从E^2 PROM 0地址开始记录，直至地址最大值。读出数据时由E^2 PROM 0地址开始。

5、近发开关技术

膛压测试时弹药常需保温(24小时以上)，用户希望在保温前把电子测压蛋放入药筒，随同弹药一起保温，发射前再接通电子测压蛋电源。为此，我们开发了超声近发开关，在药筒外发射一束连续超声波，药筒内的电子测压蛋即可自动接通电源。也开发了一种光控开关。

6、高冲击加速度的缓冲技术及软回收技术

这是为适应冲击硬目标时保护测试装置而研制的。

7、热屏蔽技术

这是为火炮膛内膛压测试及石油深井井下测试而研究的。

8、与外界统一时标技术

这是为用多台仪器(设备)测量某一过程的多个参数，为得出各参数的相关关系而研制的。

9、应变、压阻及其他类型传感器的适配技术，高稳定度的恒流源， 高定稳度的放大器。

10、高分辨率(10bit以上)小功耗A/D变换器。

11、存储测试装置在膛内及其他部位的定位技术。

12、与遥测发射机的接口技术。

以上是我们目前已开展的研究领域，均已取得初步成果。

三、存储测试技术的发展

目前已付诸应用，并取得成效的有：火炮膛压测试；弹丸全弹道加速度测试； 石油

井下高能气体压裂P－t曲线测试。

目前正在开展的有：导弹飞行记录仪（黑匣子）；弹丸撞击钢板加速度测试；齿轮啮合应力测试，引信随机碰撞安全性测试等。

预计近期能发展的有：

弹丸飞行姿态测试（含母弹、子弹）；石油井下水力压裂P－t曲线测线；石油井下液面恢复规律测试；石油井下温度分布规律测试；发动机活塞受力、温度测试；离合器等旋转部件测试；弹底压力测试；引信零件运动规律测试；数字传感器、智能传感器等等。

存储测试技术的发展前景是广阔的。

石油井下电子测压器

张文栋　祖　静
（太原机械学院）

[摘要]石油井下电子测压器是一种适用于石油井下数千米，各种地质油层条件下，进行实时压力测量的存贮式电子压力计，它能够完整地提供高能气体压裂、水力压裂以及压裂后井下油层恢复过程的压力变化规律，对于改进和完善压裂技术，提高油井产量，进行有效的地质油层分析具有重要意义。本文详细介绍了石油井下电子测压器的工作原理和结构设计特点，同时提供了石油井下电子测压器在玉门油田实测高能气体压裂弹井下燃烧过程P—t曲线的测试结果及数据分析。

关键词：压力测量，油井压力测试，高能气体裂弹，水力压裂技术。

一、概述

石油是目前我们的主要能源之一，增产石油是关系国济民生的一件大事，高能气体压裂技术作为一种有效的增产措施受到了石油行业的重视。但是怎样才能有效地监测压裂弹井下工作情况，研究压裂机理与效果，以及地质油层不同对压裂弹设计提出怎样的要求等等一列系问题也随之提到了议事日程。在实践中人们发现压裂弹燃烧过程中井下压力随时间的变化规律是上述诸方面的综合反映应，获取压裂过程P－t曲线是深入研究分析压裂弹的前提，随着高能气体压裂技术的发展，井下P—t测试显得更加迫切与必要了。可是由于井深口小，井下压力大、温度高，压裂时又要加压封堵，给井下P－t测试带来很大困难。据报道，国外一直在浅井中使用引线法测试P－t，国内也曾试图用引线法，但是，由于引线法在施工中需要将传感器和几百至几千米电缆随几百节油管下入井内，经常出现断线或短路等事故，一直未能成功，研制究新型井下测压设备成了当务之急。

今年我们受国防科工委委托，根据压裂弹研制单位(机电部204所)的要求，研制了这种井下电子测压器。用于测试压裂弹井下压裂过程P—t曲线，同时还可以用于油井水力压裂时井下压力和压裂结束后油层恢复时的压力变化规律的测试。这种电子测压器不但具有记录P—t曲线，测压精度高，自带接口，能与计算机直接通讯等优点，而且具有体积小，耐高温高压和适用于多种地质油层条件，无需引线，长时间保持信息等特点，1990年5月间，我们在玉门油田首次使用这种井下电子测压器即获成功，数据获取率为100%，受到了用户单位的一致好评，在国内首创了无引线测试井下P—t曲线的先例。下面就井下电子测压器的设计及其工作原理、油田试验等方面作详细介绍：

二、石油井下电子测压器方案设计

1、测试对象及环境条件分析

需要全本请访问 www.ertongbook.com

压裂弹是井下电子测压器的主要测试对象之一，它由开有预制孔的钢管分节组成的，由上自下分段燃烧，压裂弹和电子测压器在井下的安装如图1所示。

电子测压器在井下，工作在较高的压力和温度环境中，在我国大部分地区井深的温度梯度为30℃/千米，压力梯度为10MPa/千米左右，那么对于3000米的井下，其周围的环境压力为30MPa，温度100℃以上，而且还要在压裂弹燃烧过程更高的温度和压力条件下采集数据，另外，对于深井每一个施工周期将在72小时左右，在此期间电子测压器一直工作在较高的压力和温度环境中。

2、井下电子测压器方案设计

(1)、方案设计中考虑的几个问题：

1>、外形尺寸与壳体强度。

根据上述分析，电子测压器的尺寸应适用于放入井管(最小井径135mm)，而且要方便与压裂弹联接，因此，它的直径受到压裂弹直径的制约，而在长度方面没有特殊限制，为此，我们将电子测压器设计为圆柱体，壁厚的确定，主要根据压裂弹燃烧过程的压力峰值(<300MPa)和井下静压确定。

3)、传感器的选择

测试高压的传感器主要有三种类型，即压阻式，应变式和压电式。由于压阻式和应变式最后都反映为电阻的变化。由电桥电路进行放大，受温度影响比较大。与之相比，压电式压力传感器不但频响高、温度系数小，而且后续电路简单，比较适合于井下压力测试。

3>、电路系统应具备的功能。

a>、将传感器输出的电荷信号转换成电压。

b>、取样、模数变换和存贮记忆能力。

c>、与计算机的接口能力。

d>、小体积和低功耗。

4>、密封与隔热措施。

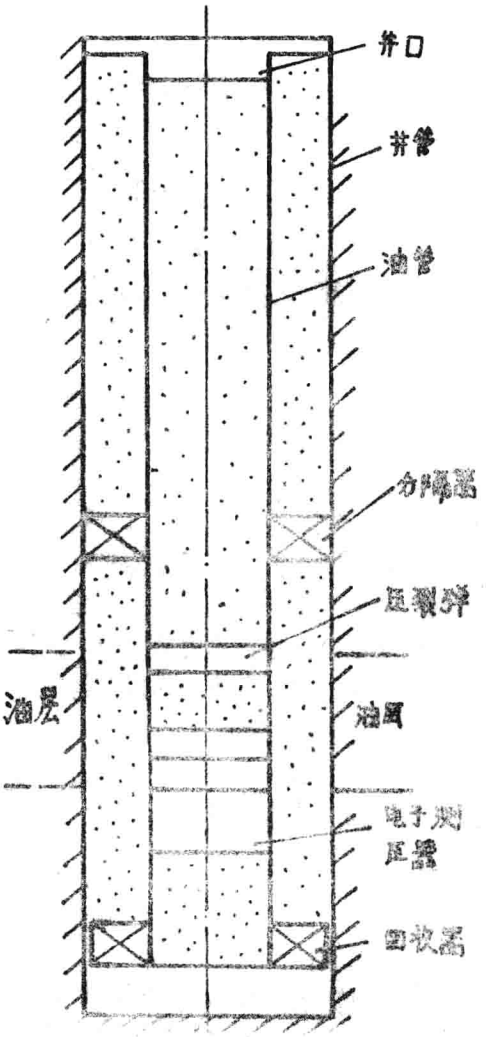


图1 油井压裂示意图

密封与隔热是电子测压器井下应用成败的关键环节，由于电子测压器将在井下放置几十小时，所以密封与隔热措施，既要能抗长时间几十至上百℃和几个至几十个MPa情况下水油的浸入，也必须经得起压裂过程高温高压气体和水油的冲击。

3、石油井下电子测压器的结构组成及各部分的功能：

根据上述分析，我们设计的井下电子测压器的结构组成如图2所示，各部分的功能如下：

(1)、壳体：

井下电子测压器的壳体由高强度合金钢做成，承受外压，对内部蕊体起保护作用。

(2)、传感器：

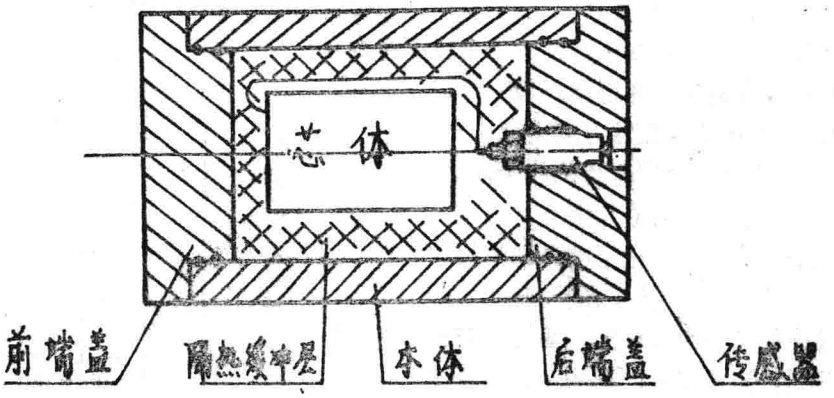


图2　井下电子测压器结构示意图

我们在井下电子测压器中采用的传感器是压电式压力传感器，由它将压裂弹燃烧过程的压力转换成电荷量。

(3)、蕊体：

蕊体是井下电子测压器的核心，它由三部分组成，即蕊体壳、电路模块和电池。蕊体壳是双层结构，中间是真空，它既为电路模块。电池提供空间，同时也起到隔热作用。

电路模块中包括电荷放大器、数据采集、存贮与接口电路，由它完成压力信号的放大、记录与传输。电池的作用则是为电路模块提供电源。

(4)、隔热缓冲层

隔热缓冲层是采用特种有机发泡材料浇注而成的，既起到隔热作用，同时，在压裂过程中，为蕊体提供缓冲。

三、井下电子测压器的工作原理

图3是井下测压器的工作原理方框图，井下压力由传感器转换电荷信号送至电荷放大器进行信号放大，并转换成电压信号，数据采集与存贮电路将该信号取样、量化后写入存贮存。

井下电子测压器采用自动触发负延时记录方式，压裂弹燃烧时，外加压力达到触发值，电路记录波形，并在记录结束后切断与读数无关部分的电源进入低功耗数据保持状态负延时记录方式保证了压力上升前沿的记录。

取出井下电子测压器后，通过接口，计算机读取数据，进行分析处理与显示。

为了适应多种装药和不同油井条件，井下电子测压器设有频率编程器，可以选用多种采样频率。

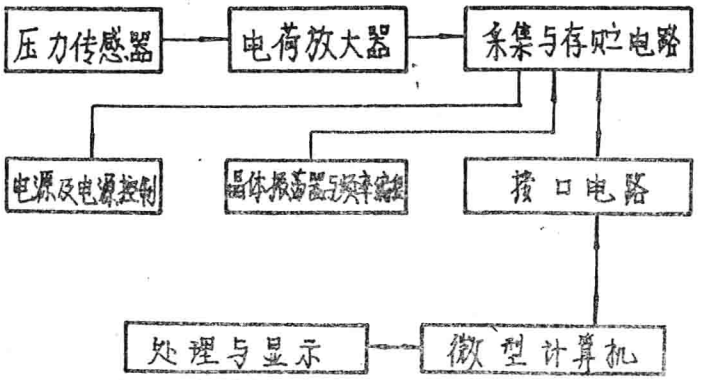


图3　井下电子测压弹工作原理方框图

四、密封与隔热

1、密封

1)、端盖与本体的连接采用细牙螺纹，并在圆柱部设置两道密封圈。

2)、电路与电池置于密闭的芯体外壳内作为第二道防水措施。

2、隔热

1)、在外壳与芯体之间浇注具有良好绝热性能的有机材料。

2)、取用具有保温暖瓶隔热原理的芯体外壳双层结构。

3)、在电路和电池与芯体壳体之间放置具有较大吸热容量的软质材料，有效地降低内部温升。

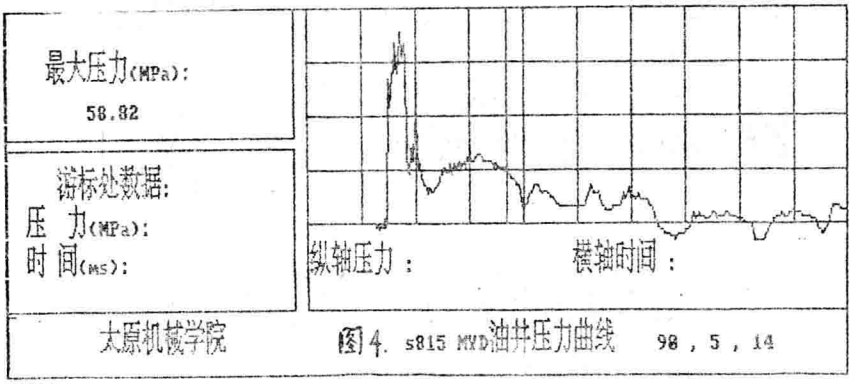
五、玉门油田井下压力测试

1990年5月间，我们研制的井下电子测压器，在玉门油田进行井下250、500和3000米高能气体压裂过程中的P—t曲线测试，均获成功图4、图5和图6是三口井的测试数据，其中图6所示曲线是在电子测压器和压裂弹一起下井并引燃压裂弹后，十天才打捞出来(因压裂过程中压裂弹中间断裂，致使六节压裂弹与电子测压器掉入井底)，由计算机读出的数据。

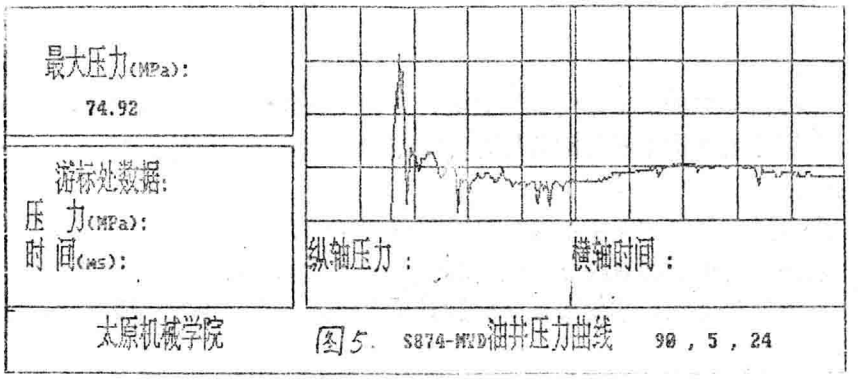
分析试验条件及其对应曲线可以看到：

1、压力峰值的个数与压裂弹的节数相一致，说明压裂弹是分段燃烧的。

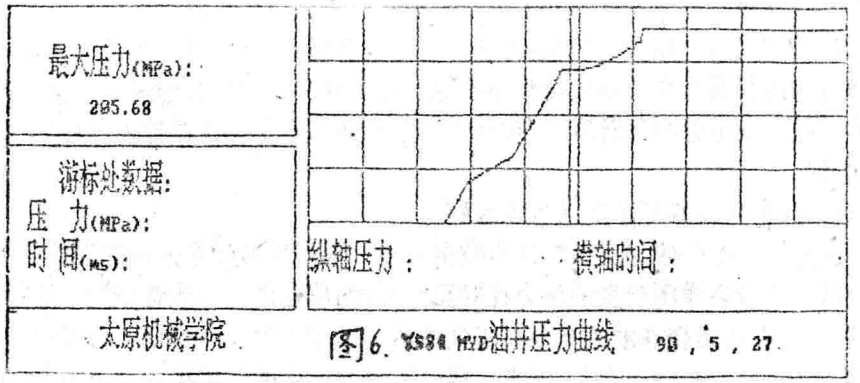
2、第一节压裂弹所产生的压力在50至75MPa的范围内，一致性较好，这是因为井下充满油和水，火药燃烧施放的高温高压气体使环形空间的压力剧增，再者由于上升较快，传到岩层产生裂缝的几率较小。但是，第一节弹所产生的气体能否使环形空间的压力维持高压，以及以后各节弹的燃烧对环形空间压力的影响，则取决于地下岩层情况以及井



（测试条件：井深555米、压裂弹8节）



（测试条件：井深536，压裂弹5节）



（测试条件：井深3000米，压裂弹12节）

管射孔的数量和质量，比如S815和S874号井是浅井，地质条件大致相同，比较疏松，一旦压裂地层，火药气体迅速向岩层灌放，所以环节空间的压力较低，而对于深井Y581，其岩层致密，开缝压力高故而，随着压裂弹的燃烧，环形空间的压力持续上升，见图6。

3、压力波形上所出现的下降尖峰，是由于岩层裂缝所致，因而压力波形状反映了压裂作用过程与效果。

六、结束语

石油井下电子测压器的研制成功，受到了石油行业的普遍关注，随着该项技术的进一步完善，必将为压裂技术研究和石油开采提供更多更好的数据。

在井下电子测压器研制过程中，太原机械学院90届毕业生吴斌、肖占永、王东兵和马文安同志协助做了大量理论和试验工作，并参加了玉门油田试验。李永红老师也为本课题的研究做了很多工作；另外，在油田测试中，我们得到了机电部204所田志波、夏天放、吕文选和丁晶同志、玉门油田王毓贤等同志的大力支持和帮助，在此一并表示感谢谢。

一种新型履带载荷测试装置

王彦才　岳保国
（机电部二〇一所）

[摘要] 该研究报告是坦克装甲车辆在高速越野和道路行驶时为测量履带载荷、振动及温度等工作参数而研制的履带载荷测试装置。该报告首先阐明了研究背景及研究任务，然后全面地介绍了新型研制的履带载荷测试装置——随动式履带载荷测试装置的技术原理、性能特点、技术指标、技术观点、关键技术及解决方法，最后通过实车应用，阐述了该装置在推动装甲车辆科技进步，改善车辆性能促进车辆装备的发展，提高车辆使用寿命和可靠性方面所起到的重大应用价值。

前言

目前国内外为了提高履带车辆机动性和运动性，十分重视对履带结构和特性的研究，但由于履带是一种极其复杂的椭圆旋转运动件，而且承受着强烈的冲击和撞击载荷，工作状况十分复杂恶劣，到目前还没有一种能在车辆高速越野条件下测试履带性能参数的装置，使履带的实车测试成为一项非常困难的技术问题，从而影响了该领域的课题研究和发展。本研究报告主要介绍了一种新研制的履带载荷测试装置，它的研制成功将为推动坦克装甲车辆科技进步，促进车辆发展，改善车辆的机动性、运动力学性能和提高车辆使用寿命及可靠性提供了新的方法和手段，添补了这个测试领域的空白。

一、研究背景和任务

履带是坦克的重要部件之一，也是使用寿命最短、损坏最多的部件，目前履带板损坏主要表现在履带销与销孔之间的磨损，板体花纹与地面之间的磨损和板体裂纹等。造成这些损坏的原因是多方面的，为搞清楚履带板损坏的原因和提高使用寿命，有关单位及工厂在制造工艺和铸造方面作了大量工作，但就结构强度、疲劳强度及疲劳载荷方面作的工作极少，特别是载荷形式分布和动态特性，还未能进行大量的测试和实验研究，而这些又是进行履带设计和分析的重要原始依据，为了探索履带的运动性能、机动性能，结构的可靠性及耐久性，首先必解决测试方法的技术关键，进行履带载荷、动态特性及应力应变的专用测试装置的研究，该履带载荷测试装置正是在这种背景下开展研究的，它的主要任务就是解决如何把装在履带板上的各种传感器所获得的测量信号传出履带外并送入车上的记录仪器内。

二、履带运动状态分析和测试装置技术

履带是一种复杂的运动件，因此解决履带上测量信号的引出是一项极其困难的测试

需要全本请访问 www.ertongbook.com