

无线随钻仪 (LWD) 使用说明书

济南新吉纳远程测控有限公司

地址: 济南市新宇路 750 号大学科技园 A507

电话: 0531-81217578 81217579

网址: WWW.NGN.CN

目 录

一、概述	1
二、主要功能	1
三、仪器结构	2
1、井下仪器结构	2
2、地面仪器结构	3
四、各部分工作原理	4
1、探管工作原理	4
2、驱动器工作原理	5
3、振动开关工作原理	6
4、伽玛传感器工作原理	6
5、锂电池工作原理	7
6、压力传感器工作原理	7
7、地面箱工作原理	7
8、司钻显示仪工作原理	8
五、主要性能指标	8
六、软件使用方法	8
1、软件安装	8
2、信号采集参数设置	9
3、角差和磁偏角录入	13
4、静态数据读取	14
5、动态数据读取	14
6、人工译码方法	15
附录：仪器照片	16

无线随钻仪 (LWD) 使用说明书

一、 概述

随着现代技术的发展和提高油田生产效率的要求，斜井、水平井和沿油层钻井成为当今钻井工艺不可或缺的部分。随钻仪为此应运而生。无线随钻仪是指跟随钻井过程，测量所钻井的井斜、方位、钻杆姿态以及地层特性，并通过无线方式将测量数据传到地面，以正确指导钻井的设备。

无线随钻仪分 MWD 和 LWD 两种，前者只进行井斜、方位、钻杆姿态的测量，后者在前者的基础上还增加了伽玛或电阻率传感器。以往，随钻仪采用有线方式，使用极不方便。前几年，国外开始使用无线随钻仪，我国开始以昂贵的价格购买，钻井成本极高，同时设备的维修十分困难。近年来，国内已经有几家公司开始研制无线随钻仪，基本是 MWD 方式，能够完成基本功能，但故障率较高，使用寿命较短，很多时候影响钻井的速度和效率。

我公司研制的无线随钻仪，一改国内其它公司照搬国外仪器电路、形式的做法，采用国际最新电子技术和军品器件，使用更人性化的软件界面，生产出了稳定、可靠、操作简便的仪器。我公司生产的无线随钻仪包括井斜、方位、温度、重力工具面角、磁工具面角及伽玛等参数的测量。从井下仪器到地面接口箱、司钻显示仪和全套软件均为自主知识产权。

二、 主要功能

1、 自动测量并记录井斜、方位、磁场强度、重力和、重力工具面角（或磁工具面角）、温度、电池电压等参数。

2、 井下仪器的振动开关，在检测到泥浆泵开启后，给仪器供电，仪器根据预先编制的程序工作，在振动开关检测到泥浆泵停止后一定时间内，关闭仪器，以节省电池。

3、 将测量到的井下数据以一定的方式编码，并通过改变泥浆的压力传输到地面，地面箱检出压力变化值，并送到计算机解码。

4、 计算机解码后，将数据存储到数据库，同时实时在屏幕上显示数据和波形，并画出工具面角图。

5、 数据和图形同时提供给钻台的司钻。

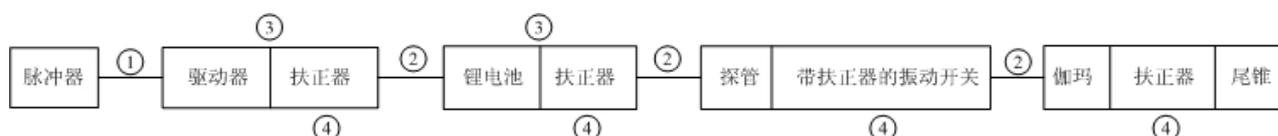
存储在数据库的数据和波形，可用普通打印机打印。

6、 在计算机解码有误时，工作人员可通过显示波形或打印出的波形进行人工译码。

7、 井下仪器自动存储伽玛的连续数据，供技术人员对地层参数进行分析。

三、 仪器结构

1、 井下仪器结构

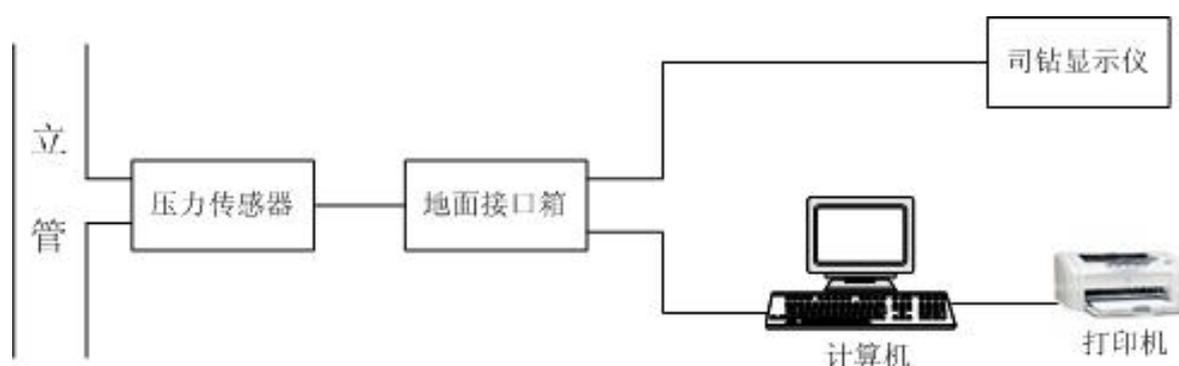


(图 1) 井下仪器结构图

井下仪器结构见图 1。井下仪器由探管、驱动器、脉冲器、伽玛传感器、锂电池、扶正器、振动开关组成。其中，探管包括三轴加速度传感器、三轴磁方位传感器、伽玛传感器接口电路、温度传感器、MCU 等电等电路组成，主要完成倾角、方位和温度的采集，并由此计算出磁场强度、重力和、重力工具面、磁工具面等参数，同时接入伽玛数据。在此基础上，由 MCU 对数据进行编码，并发送数据到驱动器；驱动器将探管送来的数据进行放大、整形，驱动脉冲器工作；脉冲器完成电信号到压力信号的转换，给地面发出调制波；伽玛传感器用于采集伽玛数据并送到探管的接口电路进入 MCU；锂电池给仪器提供电源；扶正器用于仪器在无磁管内的扶正和减震；振动开关用于控制仪器的开、关机。图中①②③④为仪器电缆编号。

2、地面仪器结构

地面仪器结构图见图 2。



(图 2) 地面仪器结构图

地面仪器由立管压力传感器、地面接口箱、计算机、司钻显示器和打印机组成。其中，压力传感器采集立管的压力，这个

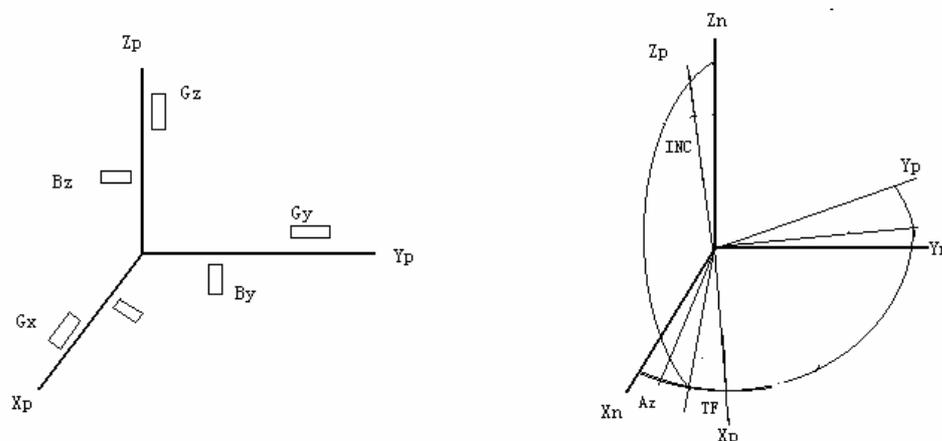
压力包含了由井下脉冲器的调制信号；地面接口箱对压力传感器采集的信号进行滤波、整形后以标准信号送入计算机和司钻显示仪，同时地面箱内配置大功率电源，除了给其本身供电外，还负责给司钻显示仪远程供电；计算机用于对地面箱送来的数据进行解码，并存储和显示井下各种数据、曲线、波形和工具面角图；

4 司钻显示仪实际是一台高可靠性防爆计算机，用于显示数据、曲线和工具面角图；打印机用于打印曲线和波形，可选配。

四、各部分工作原理

1、探管工作原理

探管工作原理参见图 3



(图 3) 探管坐标系及传感器的配置、INC, AZ, TF 的定义

探管由三个两两正交的加速度计、三个两两正交的磁通门、温度传感器和相应的电子线路组成。探管利用重力场和地磁场做为基准定义方向参数，加速度计用来测量重力，磁通门用

来测量地磁场。重力场和地磁场都是矢量，二者决定了定向探管在空间的唯一的姿态。在钻井中，该姿态由井斜、方位、工具面角来表示。定义如下：

- INC--井斜角：井眼轴线上任一点的井眼切线方向线，与通过该点的重力线之间的夹角。以度为单位。

- AZ--方位角：在以井眼轨迹上任一点为原点的平面坐标系中，以通过该点的正北方向线为始边，按顺时针方向旋转至该点处井眼方向线在水平面上的投影线为终边，其所转过的角度称为该点的方位角。以度为单位。

- TF--工具面角：是表示造斜工具下到井底后，工具面（在造斜钻具组合中，由弯曲工具的两个轴线所决定的那个平面）所在的位置的参数。工具面角有两种表示方法：一种是以高边为基准，一种是以磁北为基准。以高边为基准的，称为高边工具面角（GTF），是以高边方向线为始边，顺时针转到工具面与井底园平面的高线上所转过的角度。以磁北为基准的称为磁北工具面角（MTF）。当井斜比较小时，X、Y 加速度计的值接近 0，所以重力工具面不准，方位的计算要用到该值，因此方位也不准。

探管将采集和计算的上述数据，加上温度、伽玛值，编码后发送到驱动器。

2、驱动器的工作原理

驱动器用来接收探管送来的脉冲信号，驱动脉冲发生器内部的电磁铁。驱动器包括储能电容和电路。储能电容用于储存拉

动电磁铁所需要的能量。电路依据探管的脉冲信号来释放电容的电能来驱动电磁铁。驱动器内部的 CPU 能够实现对驱动波形进行现场编程，以适应不同类型的脉冲器，同时，驱动器还要对充电电流进行控制，以延长电池寿命。

3、振动开关的工作原理

振动开关用来监测仪器在井下的振动情况，判断泥浆泵的工作状态。若检测到泥浆泵开，振动开关给探管发出工作指令，探管接收到指令后开始给驱动器传送测量数据；若检测到泥浆泵关，振动开关给探管发出相应指令，探管受到指令后进入相应的工作状态。振动开关具有现场编程能力，主要可改变连续振动开机时间、停机时间、保护温度、振动能级等。

4、伽玛传感器的工作原理

地层的自然放射性是由岩石中所含的铀系，钍系及其衰变产物和钾(K)的放射性同位素 K40 等放射性元素引起的。这些元素在没有任何外来激发的情况下，具有自发地放出射线的特性，叫自然放射性，这些元素被称为放射性元素，它们在衰变过程中能发射 α 粒子、 β 粒子和 γ (伽玛)射线。 α 粒子和 β 粒子的穿透能力很差，能量较弱，无法用仪器检测，而 γ (伽玛)射线是一种高能电磁波，具有很强的穿透能力。由于伽玛射线是一种电磁波，所以，伽玛传感器就是检测这种频率的电磁波，电路将电磁波的强度进行数字化处理，并输出相应的脉冲数，内部 CPU 计算一定时间内的脉冲数，确定检测点的 API (伽玛单位) 值。由

于无线随钻仪的传输速度比较慢，在伽玛传感器内设置了存储单元，实现井下数据的连续存储，供相关技术人员分析使用。

5、锂电池的工作原理

锂电池是 LWD 井下仪器串的一部分，对探管、驱动器、伽玛传感器、振动开关提供电源，由耐高温、寿命长的锂电池组成。

电池由 10 节耐 125 或 150 摄氏度高温的锂电池芯组成，每节电池 3.6V，组成 36V 供电，现在使用的电池组可提供 240—300 万焦耳的能量。

6、压力传感器的工作原理

压力传感器将泥浆的压力信号转换为 4—20mA 的电流信号，以克服立管与地面接口箱距离较远，电缆上产生的压降和干扰对测量精度的影响。

4-20mA 对应传感器的量程，以 0~35Mpa 的压力传感器为例，传感器输出 4mA 对应 0MPa，传感器的输出 20mA 对应 35MPa。

7、地面接口箱的工作原理

压力传感器通过电缆传输到地面接口箱，处理电路接收到信号后，进行降噪、滤波、AD 转换。然后，将处理结果传输给计算机，计算机根据解码规则将进行解码，输出井斜、方位、重力和、磁场强度、工具面角、温度、伽玛值、电池电压等数据，并在计算机屏幕上显示。计算机屏幕上有原始脉冲波形，波形下有对应的 16 进制码，在计算机解码有误时，技术人员可根据此进行人工译码。给司钻提供实时可靠的井下情况，以更好的指导

钻井工作。

8、司钻显示仪的工作原理

司钻显示仪是一台防爆的微型计算机。采用 8 寸液晶屏，ARM9 32 位微处理器，WINDOWS CE 操作系统。对地面箱送来的信号处理方法与上述计算机相同，不再赘述。

五、主要性能指标

1、精度

- 井 斜： $\pm 0.1^{\circ}$
- 方 位： $\pm 0.3^{\circ}$
- 工 具 面： $\pm 0.2^{\circ}$ (GTF)； $\pm 0.4^{\circ}$ (MTF)
- 伽 玛： $\pm 5\text{API}$

2、温度

- 工作温度： $-30\sim+125^{\circ}\text{C}$
- 储存温度： $-30\sim+160^{\circ}\text{C}$

3、供电电源：36VDC（最大电流 500mA）

4、抗震能力：1000G 1ms

5、压力范围：100Mpa

6、机械尺寸

- 探 管： $\phi 37.5\times 550\text{mm}$
- 驱 动： $\phi 37.5\times 640\text{mm}$
- 伽 玛： $\phi 37.5\times 700\text{mm}$
- 电 池： $\phi 37.5\times 1600\text{mm}$

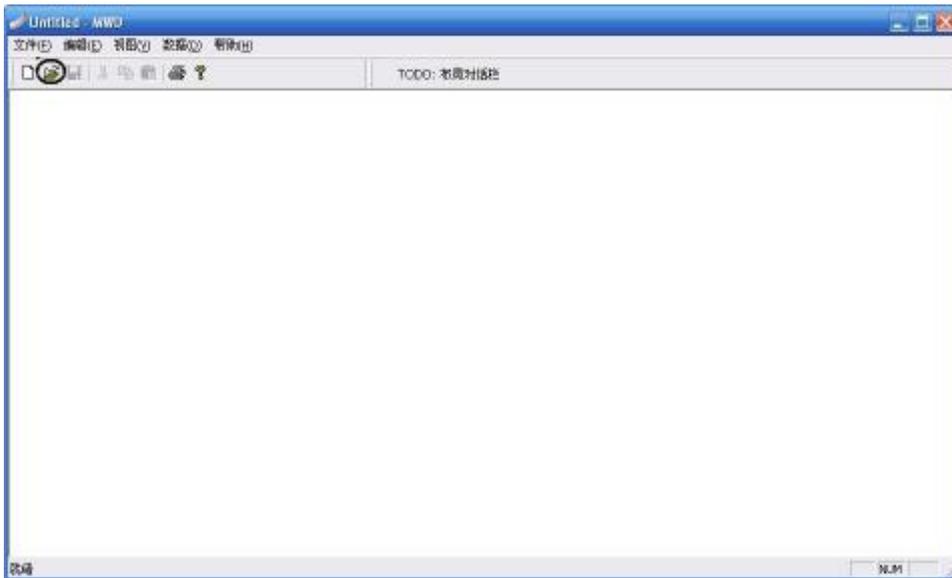
六、软件使用方法

1、 软件安装

将 LWD.RAR 解压至相应目录即可。要求计算机的最低配置为 CPU2.0G/内存 1G/WIN2000 以上。

2、 信号采集参数设置

在解压文件夹内，点击 LWD.EXE 文件，将显示以下界面。



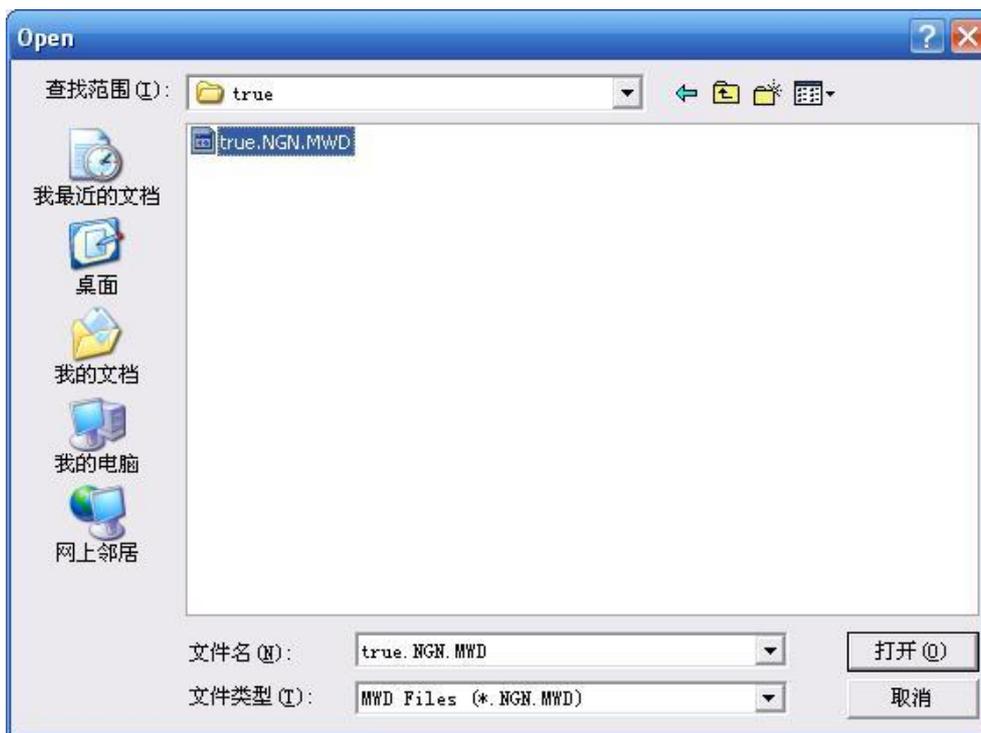
(图 4)

单击上述界面中的打开文件图标，进入以下界面。



(图 5)

从“测试”下拉菜单中选择“true”，即进入以下界面。



(图 6)

再单击“打开”进入 以下界面。



(图 7)

这个界面是系统软件的主界面，所有数据、曲线和图形均在

这个界面上显示。

在这个界面的右下角上，有个“解析参数”的按钮，单击进入参数设置界面。



(图 8)

在这个界面上，有六个设置内容。一是滤波系数。这个系数是指其对干扰波的滤波程度，由于信号和干扰波的频率和形状都比较相似，因此这个系数对信号也有一定的损失，正确选择这个数值，有利于解码的正确性，一般选择在 15-30 之间，具体要依照井的特点而定，用户可根据后面叙述的信号波形来调整这个系数。

二是波形方向。脉冲器分两种，一种为正脉冲型（以下分析均以正脉冲为例），另一种为负脉冲型，波形方向所选内容就是根据不同的脉冲器进行相应的选择。

三是脉冲宽度。这个选择同样是为了进一步分辨出信号和干扰，正确选择脉冲宽度可以提高解码的准确性，因为信号的宽度基本相似，干扰的宽度则是随机的。通常信号宽度在 0.7-1.5S（秒）之间，选择后，小于最窄宽度和大于最宽宽度的脉冲均会被滤掉。

四是放大倍数。由于信号非常微弱，地面系统对信号要放大，但放大倍数过大会将干扰波放大成近似信号的波形。因此，放大倍数也要进行选择。放大倍数有一个范围，这个范围是指在地面箱能够把信号分辨出来的区间。选择的方法有两种，一种是精确选择，这种选择是在“自动跟踪微调”（后面叙述）没有选中时，要求操作人员根据井的特点认真选择上下限（上下限值相近），确保波形能准确解码；另一种为粗略选择，这种选择是在“自动跟踪微调”选中时，此时上下限范围可以相差较大，只要落入区间，便可准确解码。

五是门限。门限是根据幅度来区分信号与干扰。其选择同样有两种，与放大倍数的选择相似，可参考上述方法进行。

六是自动跟踪微调选项。选中时（打√），系统会根据井的特点自动选择放大倍数和门限；没选中时，放大倍数和门限要手动选择。

参数设置时可同时监视脉冲波形（图 7 底端）进行，不需按“确定”钮，设置有效。见图 9。

在此界面中输入角差即可。

磁偏角是地球上不同地点与真北之间的角度差，这个值在确定的地理位置可以查到，同样，在图 10 界面中输入即可。

两个值输入后，单击“确定”按钮就完成了设置。

4、静态数据的读取



(图 11)

静态数据为全部数据,包括井斜、方位、工具面角、重力和、磁场强度、温度、伽玛、电池电压等。测量静态数据（通常称为测斜）要先停止泥浆泵 1 分钟以后再开泵，此时上传的数据为静态数据，在主界面的右侧显示（见图 11）。

5、动态数据的读取

动态数据为两项，一项是工具面角，另一项是伽玛，只要泥浆泵开启，仪器就上传动态数据，并在主界面上显示，图 12 中，GTF R92 即为工具面角，左侧带角度和红、蓝剪头的图为工具面角图，图下面为实时数据，其中包括伽玛数据。

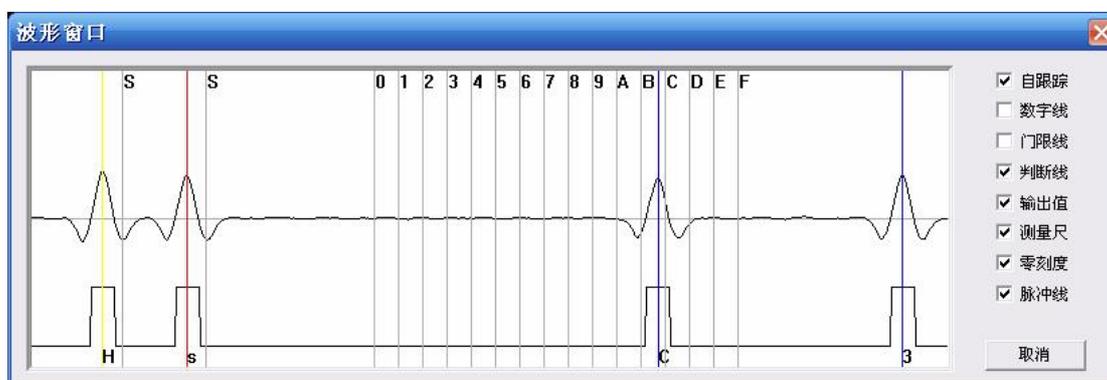


(图 12)

6、人工译码方法

在有些情况下，由于干扰太大，比如双泵，计算机解码比较困难，可采用人工译码的方法读取有关数据。以往的设备采用热敏打印机打出来再用塑料标尺量后计算，我公司采用软件显示和电子标尺的方法，可以提高译码速度，并且使用方便。

在主界面右下角有个“波形图”的按钮，单击此按钮，进入以下界面。



(图 13)

图中，曲线为地面箱和软件处理后的波形，方波为计算机识别的数据，S S 0123456789ABCDEF 为电子标尺，右侧有自跟踪、数字线、门限线、判断线、输出值、测量尺、零刻度、脉冲线等选项，用户选择不同选项，相应显示对应的线等，这样更方便译码，方波内部值为 16 进制值。以 S 开头的为动态数据，以 SC 开头的为静态数据。具体读法参考有关资料。

附录：设备照片



探管短节



驱动短节



伽玛短节



地面接口箱



司钻显示仪