

ППМ 3-2 型

中間磁帶記錄地震儀

苏联 A·M·阿列克謝也夫著

石油工业出版社

国家标准

中国标准地震仪

GB 17625-1988

中国标准出版社

內 容 提 要

本書所描述的 ППМЗ-2 型中間磁帶記錄地震儀，是蘇聯石油地球物理研究所試制成功的一種輕便地震儀，便于在交通困難的地區使用。用這種儀器在野外工作時，每次只需接收一炮記錄，以後可將該記錄攜回作多次回放，取得普通地震記錄，無需重剖剖面進行復測，既省人力，又省時間，效果還大。

全書共分三章，分別就儀器的記錄原理、儀器各部分的構造以及操作情況，作了扼要系統的介紹。書後並附有各項無線電元件的數值表，可資參考。

本書適于從事地震勘探工作人員使用，也能供科學研究人員參考和有關高等院校師生閱讀。

А. М. АЛЕКСЕЕВ

ПРИСТАВКА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ ППМЗ-2 ПРИ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ

譯自勘探及礦場地球物理，第22期

(РАЗВЕДОЧНАЯ И ПРОМЫСЛОВАЯ ГЕОФИЗИКА, 22, 1958)

蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社 (ГОСТОПТЕХИЗДАТ)

莫斯科1958年版

統一書號: 15037·823

ППМЗ-2型

中間磁帶記錄地震儀

任 俞譯

*

石油工業出版社出版 (社址: 北京六鋪炕石油工業部內)

北京市書刊出版業營業許可證出字第083號

石油工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

*

787 × 1092 1/2 開本 * 印張2 1/4 * 42千字 * 印1—1,500冊

1960年1月北京第1版第1次印刷

定價(10)0.31元

序 言

随着西伯利亚勘探工作的大量增加，出现了一项新的任务——如何在交通不方便的地区进行各种勘探工作。由于沼泽区，冻土带运输困难，物探工作大都只能在冬季进行，因此生产效率大为下降，油、气勘探任务不能按期完成。在这类地区最困难进行的工作要算地震勘探。

现在的地震勘探仪器都很笨重，不便搬运，近几年来才开始制造轻便型地震仪。

在交通困难地区以使用中间磁带记录地震仪最为适宜，因为这种仪器采用了不带振幅调节器和滤波器的宽频带放大器，每次排列只需接收一炮记录，以后可将野外所得磁带记录用普通地震仪进行多次回放，回放成普通地震记录。回放时，可以选择最佳滤波挡和混波比，因此可以不必重回剖面复测。

本文介绍了一部轻便中间磁带记录地震仪，它是由苏联石油部全苏石油地球物理研究所（ВНИИГеофизика）的地震勘探实验室，按照А.М.阿列克谢也夫、С.Ф.克鲁格罗夫、А.А.庫拉柯夫、Н.Т.罗班诺夫与А.М.契柯夫的指示研究成功，在造船部某工厂中制成。

目 录

序 言

第一章	磁带记录在地震勘探中的应用.....	(1)
§1	磁带记录原理.....	(1)
§2	记录仪的用途.....	(7)
§3	磁带记录的接收与回放.....	(8)
§4	ПММ3-2型记录仪的方框示意图, 基本元件以及技术特征.....	(10)
第二章	ПММ3-2型仪器各部分的描述.....	(15)
§1	记录器.....	(15)
§2	放大器組12.....	(23)
§3	放大器盒14.....	(29)
§4	检视器.....	(29)
§5	电源箱与音叉振荡器.....	(32)
§6	检波器.....	(37)
§7	检波器繞綫軸.....	(38)
§8	剪裁与粘貼磁带的工具.....	(38)
第三章	ПММ3-2型记录仪的操作情况.....	(41)
§1	接收记录以前的准备工作.....	(41)
§2	校准放大器.....	(41)
§3	准备接收记录.....	(43)
§4	记录地震波.....	(46)

§5	磁带记录检视器.....	(47)
§6	利用标准地震仪进行回放.....	(48)
§7	回放另字ПМ3-2型仪器接收的记录.....	(50)
§8	ПМ3-2型仪器的检查	(53)

第一章 磁帶記錄在地震

勘探中的应用

§1 磁帶記錄原理

檢波器將岩石的彈性振動轉變為電振動，經過放大，用鏡式檢流計記錄在傳動的照相紙上，即成地震記錄。

在各種標準地震儀中，可以進行濾波，混波並調節放大倍數，同時記錄計時綫，爆炸訊號等，如此可從在地震記錄上分辨出一定類型的波，決定其到達時間、算出行程、得出地質資料。

用磁帶記錄時，檢波器的電振動經寬頻帶放大器放大以後，不接入鏡式檢流計，而與磁頭相接，由磁頭將訊號記錄在磁帶上。

在野外，磁帶記錄地震儀以足夠寬的通頻帶（從10—15週至300週）記錄地震波和干擾波而不使用振幅調節器與濾波器。

在這樣得出的記錄上，一般分辨不出反射波或其他有效波，只有用普通地震儀或特殊回放放大器之回放成為普通地震記錄以後，才能分辨出有效波。

磁帶記錄地震儀的原理與磁帶錄音原理相同；利用鐵磁體受磁場磁化而離開磁場後有剩餘磁場的特性制成。

通常用磁帶記錄地震波。

磁带有几种：层状磁带是以醋酸纖維素（C型磁带）或三乙酸盐（T型磁带——不易燃烧，坚韧）为底，在其上用漆塗上一层氧化鉄（ Fe_2O_3 ）（褐包带）或磁鉄石（ Fe_3O_4 ）粉末（黑色带），粉末直径为0.1微米；漆干后磁粉牢固地黏附在基底上，虽經无数次记录回放过程，也不会脱落下来。除层状磁带外，还有均匀質磁带（J型），用半氯化乙烯与磁鉄粉末均匀混合制成，J型磁带具有較光滑的表面，杂音較低，但印片效应較显著。

应用得較广的是层状磁带，其基片厚度一般为35—40微米，鉄粉厚度为15—20微米，具有剩余磁感应强度（ B ）400—700高斯，矫頑力（ H ）100—250奥斯特。

須知 $\frac{H}{B}$ 的比值越大，自动去磁现象就越小，磁带的剩余磁場及其輸出电压也就越大。

磁带粉末細小与磁带表面光滑是减少磁带杂音的重要因素，也就是增加动力范围的因素。

在记录过程中，磁带以均速紧貼着磁头移动，当它經過磁头的工作縫隙时，受其交变磁場感应，此交变磁場的变化規律，完全随着检波器輸出之电振動而变。在此磁場作用下，在磁带上沿运动方向产生一交变的剩余磁場，即磁带记录。

衡量磁带记录質量时，主要看它的剩余磁場强度变化是否严格地与地震道中訊号变化相符。

磁头为一鉄心，由一組具有高磁透系数的軟鉄薄片（鍍鎳合金）組成，鉄心上有一縫隙，称为磁头的工作縫隙，縫隙中充滿非磁性物質（黃銅箔片）。

鉄心上繞綫圈，綫圈中流过的电流强度随地震訊号大小而变，由于检波器产生的电流强度較小，不能在磁头縫隙中造成足够的磁場强度，所以必須經過放大，而后輸入磁头。磁带經過交变磁場时，磁带上磁体，即磁复盖层，受到与訊号大小成正比的瞬时磁場的磁化作用。

磁带記錄方法有二种：直接記錄法与調制記錄法（調頻法、脈冲調法和其他調制方法）。本仪器采用直接記錄法，並用高频电流磁化記錄磁头。如若不加高频偏磁电流时，磁带的磁化过程將引起起始磁化曲綫变化，随之而产生严重的非线性畸变。在高频偏压的作用下，磁化曲綫逐渐变直而在偏压电流达到最佳位时能近乎成一直綫，这时磁带記錄訊号就无畸变。

高频磁場能改变磁化曲綫形状的原因很复杂，至今尚未彻底研究清楚。

初步可作如下的解释：根据鉄磁学理論，可以認為鉄磁性物質是由許多极小的磁化区組成，这种磁化区叫做磁畴（ДОМЕН）；每个晶体包含着許多磁畴，在无外磁場作用下，这些磁畴是杂乱无章地排列着的，其磁場相互抵消，因而外磁場为零。在高频交变磁場作用下，磁畴之間的相互牵制消失了，原有的磁化方向发生变动，磁畴开始来回摆动，这时磁化晶体的排列方向与外磁場相同。

使用高频偏磁能使磁带在較小的低频交变磁場强度下被磁化，換句話說，就是克服了磁性物質的矫頑力，使磁化曲綫变直；磁带的平均磁化强度变化与訊号大小成正比。

对高频偏磁电流的基本要求是：无低频調幅，而且波形應該对称（最好接近正弦波）。

偏磁頻率應遠遠超過記錄訊號的頻率範圍，錄音時其值約為40—50千赫。記錄地震波時，如磁帶運動速度不大可以較低，4000—6000赫即可。

磁帶上每個磁體通過磁頭工作縫隙所需的時間 τ 由下式決定：

$$\tau = \frac{l}{v} \text{ 秒,}$$

式中 l ——記錄磁頭工作縫隙的寬度，以毫米表示；

v ——磁帶運動的速度，以毫米/秒表示。

當磁帶運動速度為100毫米/秒而 $l=100$ 微米時，磁帶每個磁體受磁場作用的時間將為0.001秒地震波的週期 $T \gg \tau$ ，因此可以認為在時間 τ 以內，磁化磁帶的磁場強度是不變的，與此時記錄訊號的瞬時值成正比，相鄰磁體將受縫隙中另一數值的磁場磁化，如此類推。

高頻偏磁電壓（5000週）在0.001秒內能完成數次振動，因此並不磁化磁帶。

正確地選擇高頻偏壓的強度（振幅），是消除畸變、保證適當輸出電壓的有利條件（見第三章§8）

如所周知，回放時磁帶以與記錄時相等恆速緊貼磁頭工作縫隙移動，磁帶上的剩餘磁場使磁頭鐵心產生一交變的感應電流，同時在磁頭線圈繞組中激發出感應電動勢，成為訊號。輸入記錄儀器如果工作正常，此訊號大小與磁帶上剩餘磁場及頻率成正比。回放磁頭接入放大器輸入端，訊號經放大後輸入鏡式檢流計，記錄在照相紙上，即成普通地震記錄，在回放放大器中進行濾波、振幅調節等工作。

環形回收磁頭線圈上，所感應的電動勢，在回放與記錄

时磁带速度一致的情况下等于:

$$e = wmd2\pi f \cos 2\pi ft \cdot 10^{-2} \text{ 伏,}$$

式中 w ——綫圈匝数;

m ——轉倒数与磁头鉄心的磁性与大小有关;

d ——磁带记录道的宽度;

f ——记录訊号的正弦波頻率。

由式中可見，回放时电动势与记录訊号的頻率成正比，当頻率增高一倍时（增加一音阶时），輸出訊号增加6分貝。

为了消除这一頻率的影响，在磁带记录回放仪器中必須增加几个“校正槽路”（滤波装置），因此最好在记录与回放时使用同一磁头。但事实上对记录磁头与回放磁头的要求是不一致的。

对于层状磁带来說，最好使用环形磁头，它是由两个半环組成的鉄心（8）二个半环間遺留二道縫隙，磁头鉄心是由含鉬（70%鉬）的鍍鎳合金薄片构成以兩組半环鉄心的前后两道縫隙为界，相互对称。半环上繞有綫圈（5），綫圈中有訊号电流經過。

縫隙中一般充滿了非磁性物質（磁青銅箔片），紧貼磁带的一个縫隙称为工作磁縫，或称前縫（6），另一个称为后縫。

減少前縫寬度时，磁头的頻率畸变减小，同时磁头灵敏度也降低。

鉄心磁化可能引起非綫性畸变。鉄心的磁化可能是由于磁体（带磁工具）与鉄心偶然接触或者由于綫圈中通过太強的电流所致。无论属于哪种原因，磁性的磁化都是有害的，

因为这时铁心的剩余磁场会叠加在磁缝中交变磁场上，引起磁带磁化波形的畸变而导致非线性畸变。如在磁头后方补加一个后缝，剩余磁化现象就能大大减小。

回放磁头具有类似的结构，但一般没有后缝，这样可以提高灵敏度，不要后缝时，可将半环铁心的后端焊住。回放磁头的另一特点，是绕组线圈匝数较多。

对回放磁头来说，减小前缝的宽度具有较大意义。但如果前缝过窄，以致磁缝内的磁阻较之铁心磁阻更小时，线圈中的感应电动势将显著降低。

回放与记录通用的万能磁头，能同时满足对记录与回放磁头的各项要求（但用能磁头录音会降低频率范围）。

在多道磁带记录地震仪中，特别不便使用两种磁头，因这样要使调整工作更加困难，同时会使磁带的有效记录长度，即记录的延续时间缩短，使线路复杂化等等。因此在 ИИМЗ-2型仪器中，采用了万能磁头，在记录低频信号和频率范围不大（15—200週）时，完全可以使用。

此仪器之所以称为中间磁带记录地震仪，是因为磁带记录必须经过回放才能成为普通地震记录，才能进行室内加工解释。

应用中间磁带记录地震仪，有如下几个基本优点：

（1）野外所获磁带记录，可利用各种地震仪器回放，在回放过程中采用不同滤波挡和放大倍数回放无数次。

（2）不用重复发炮，就能进行回放地震仪中所可能做的一切混波实验。

（3）磁带记录可以长期保存，以后照样可以回放。

（4）如果地震仪检修厂和创造厂能具备一套在各种不

同地震地質条件下接收的磁帶記錄，並用它來檢驗地震儀的各部分（檢波器除外），就可不必將儀器開到試驗場去，也不必發炮試驗。但要注意在這種情況下，地震儀內自動振幅控制系統的檢驗不可能全面，因為中間記錄儀的動力範圍沒有爆炸波的動力範圍大。

磁帶記錄的缺點是，當記錄地震波頻譜中的高頻部分時，磁帶的頻率特性曲線在地震波的高頻部分開始下降（特別是在磁帶速度較小的情況下，去磁效應更加顯著），這一降落在回放時也無法補償，因此所得地震記錄缺乏高頻部分。初至訊號常因此顯得不夠清楚。

§2 記錄儀的用途

輕便型中間磁帶記錄地震儀，將地震訊號記錄在磁帶上，用普通地震儀回放，重錄到照相紙上成為地震記錄。

ИИМ3-2型記錄儀的磁頭，可以同時記錄：

- （1）25個檢波器產生的電振動；
- （2）音叉振盪器產生的100週波計時訊號；
- （3）爆炸產生的電脈沖（爆炸訊號）。

ИИМ3-2型記錄儀磁頭無後縫，而前縫寬度則增加為100微米，以保證回放的靈敏度。同時可以減小磁頭鐵心偶然磁化的可能性，因前縫寬度的增加，補償了後縫的缺失。磁頭繞組匝數較一般記錄磁頭多，而比回放磁頭少，這種萬能磁頭的結構，完全能保證記錄與回放全部地震波。頻譜範圍內的訊號而不發生畸變。採用萬能磁帶時，要求磁帶速度降低。

回放時利用標準地震儀，用特殊接線將ИИМ3-2型儀器接入，回放時可以選擇濾波擋並進行混波。

回放时，CC-26-51A型或CC30/60型地震仪皆可采用。

使用輕便仪时可以：

(1) 在任何地区进行地震勘探工作，包括各种运输工具都不能到达的地区；

(2) 在任何无外来电干扰的地方进行回放：在野外队基地，实验室中等等，只要有地震仪的地方都可以；

(3) 回放以前就可以观察比較有效波的振幅大小，記录延續時間，記时綫与爆炸訊号是否存在等；

(4) 不用外来交变电压就可校准放大器，所謂校准就是給所有放大器輸入同一电压，調节其放大倍数，使其一致（此电压由音叉振盪器供給）；

(5) 回放时亦可使用备有速度滤波器的地震仪（地震道数在这种情况下將減少一半）；

(6) 应用方向調节接收法（PHI）將記錄道数減为九道（使用方向調节接收法时需要一套特殊的換向裝置，这种裝置在仪器中是沒有的）；

(7) ПИМ3-2型仪器所获記錄，可以用另一架ПИМ3-2型記錄仪回放，为此必須仔細將两套仪器的一致性調节好。

須知ПИМ3-2型記錄仪在記錄回放过程中的动力范围，較一般地震仪小，不超过40—46分貝动力范围受着磁帶性能限制：在強磁場中磁帶发生过饱和磁化，因此強烈的訊号（如初至波）的振幅，在回放出来的地震記錄上显得比較小。

§3 磁帶記錄的接收与回放

检波器將地表的彈性振動轉化为电波，輸入寬頻放大器，在15—300週波的頻率范围内，此放大器的頻率特性曲綫

为一直线（誤差不超过三分貝）。仪器中虽然采用了电感磁头而且放大器用的是电容输出，但是经过放大后磁头内的电流强度，仍与输入信号的大小成正比，而与频率无关。原因是末级放大电子管几乎是处于短路工作状态中（见图6），这里，输出线路中的元件影响可以忽略不计。工作磁缝中的磁场强度与线圈中的电流强度成正比，因此磁带之磁化过程也与电流强度成正比例。

磁带离开磁头以后，由于自动去磁效应使其磁化程度降低，自动去磁效应与其频率成正比，说得更准确些，是与其波长和磁带上磁体横截面的比值成正比（以道的宽度为横截面的宽度）。

但自动去磁效应只有在高频范围内才比较显著，对于一般地震波的频率范围来说，其影响可以忽略不计。可以认为磁带表面剩余磁场强度，是与记录磁头内的电流强度成正比的。

磁带记录表面的剩余磁场强度，与信号大小成正比。磁带记录与操作员日志是野外原始资料。

将磁带回放为地震记录的操作程序如下：回放时，磁带记录紧贴工作磁缝移动，其速度与记录时磁带速度相同。磁带上每个磁化单元，在磁头铁心中产生适应电动势，其大小如上所述，与磁带之磁化程度和频率成正比。感应电动势输入回放放大器，并在其中经过滤波、自动振幅控制以及混波之后，输入示波仪的镜式检流计。

为了避免在回放时产生频率和振幅畸变，应注意下列事项：

（1）回放时，磁带速度应与记录时的速度一致，如果

速度不穩定也不要緊，只要它們按着同一規律變化就可避免頻率和振幅畸變。只有在記錄和回放使用同一儀器時才能符合上述要求。

(2) 回放放大器中應設頻率校正槽路，使回放磁頭的電動勢不因訊號頻率不同而變化。

(3) 輸入回放地震儀的訊號振幅，應大致等於在相同情況下檢波器輸入訊號的振幅。由於回放磁頭上所得電動勢遠較檢波器輸出為小，因此必須將它在輸入地震道之前預先放大。

ПММ3-2 型儀器使用回放放大器作為前置放大器，在此放大器中，設有校正槽路，於回放時接入，它能使放大器頻率特性下降（每音階 6 分貝），使放大器輸出電壓與頻率高低無關，因為這時磁帶的輸出頻率特性與回放放大器的頻率特性（使用校正槽路時）正好相互抵消。

回放時，放大器輸出的訊號電壓，必須保證能比檢波器直接輸出的訊號電壓大，記錄儀放大器的輸出端與地震儀放大器輸入端相接。

總結以上所述，可知在濾波以前“記錄-回放”過程中，总的頻率特性為一與頻率軸平行的直線。

§4 ПММ3-2型記錄儀的方框示意图，

基本元件以及技術特征

ПММ3-2 型記錄儀由幾個輕便部分組成，記錄與回放時，可用多股橡皮電綫聯結起來。

記錄時的接綫圖見圖1。較詳細的接綫圖見圖15。

