

00066

磁带地震勘探

江苏省第六物探队编

中国地质局地球物理研究所图书馆

顾功叙 遗赠

马克思、恩格斯、列宁、斯大林语录

专家赠书 / 刊纪念

在科学上面是没有平坦的大路可走的，只有那在崎岖小路的攀登上不畏劳苦的人，有希望达到光辉的顶点。

马克思：《资本论》第一卷“法文本的序和跋”

只有辩证法能够帮助自然科学战胜理论困难。

恩格斯：《自然辩证法》

任何真理，如果把它说得“过火”……，加以夸大，把它运用到实际所能应用的范围以外去，便可以弄到荒谬绝伦的地步。

列宁：《共产主义运动中的“左派”幼稚病》

理论若不和革命实践联系起来，就会变成无对象的理论，同样，实践若不以革命理论为指南，就会变成盲目的实践。

斯大林：《论列宁主义基础》

毛 主 席 语 录

路线是个纲，纲举目张。

人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

许多理论的真理性是不完全的，经过实践的检验而纠正了它的不完全性。许多理论是错误的，经过实践的检验而纠正其错误。

改造客观世界，也改造自己的主观世界——改造自己的认识能力，改造主观世界与客观世界的关系。

前 言

我国石油勘探事业正在飞速发展，它对地震勘探工作不断提出新的要求。磁带地震勘探是地震勘探的一项新技术，对满足石油勘探事业发展的需要有着重要的作用。我们在磁带地震勘探方面还是一个新兵，虽然做了一些工作，但对许多问题认识还很肤浅，有许多问题还未很好解决。遵照毛主席关于“要认真总结经验”的教导和上级的指示，为了适应我国石油普查勘探工作发展的需要，我们初步总结了一些经验教训，提出一些粗浅的看法，编辑出版了这本册子，以供搞地震勘探的同志们参考。内容以多次迭加法为中心，讲了仪器、一般工作方法、回放技术及资料解释等有关问题。

由于磁带地震勘探本身的内容较多，对普通地震勘探已经着重讨论过的问题就不再叙述了。因此这本册子的对象就是已经搞过普通地震勘探工作而对磁带地震勘探还不熟悉的同志。由于我们的经验不足，认识有限，加之内容较多，时间紧促，这本册子还是很粗糙的，内容上一定有许多错误和不足之处，请同志们加以指正。在编辑过程中参考和引用了燃化部及计委地质局其他兄弟单位的许多宝贵资料，得到了他们的大力协助，特别是南京大学和江苏计算所为我们作了大量计算，深表感谢。

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 磁带地震勘探的发展概况	(1)
第二节 磁带地震勘探的任务	(2)
第三节 磁带地震勘探的特点	(3)
第二章 磁带地震勘探仪器	(7)
第四节 模拟磁带仪的记录系统	(7)
§ 4.1 概 述	(7)
§ 4.2 记录放大器	(9)
1. 放大器各部分作用简要说明	(9)
2. 放大器的设计特点	(14)
3. 两种放大器性能比较	(16)
§ 4.3 调制器	(16)
1. 脉冲频率调制	(18)
2. 脉冲宽度调制	(19)
3. 几种调制方式的对比	(22)
4. 调制度及防止超调	(22)
§ 4.4 增益控制器	(24)
1. 增益衰减桥	(25)
2. 自动增益控制(自控、AVC)	(26)
3. 阶跃控制(手控、固定增益控制、抑制器)	(28)
4. 公共增益控制(公控、GC)	(28)
5. 指数增益控制(指控、压制器、扩展器)	(33)
6. 增益控制因素的选择	(36)
§ 4.5 公共增益测量(公测)	(46)
1. 公测原理	(46)
2. 公测线路	(48)
3. 利用公测曲线计算地震波能量	(48)
4. 利用公测曲线鉴定公控对记录质量的影响	(53)
§ 4.6 磁记录器	(54)
1. 磁头和磁带	(54)
2. 磁鼓和转带	(55)
3. 恒速系统	(56)

§ 4.7 录制有关的辅助单元	(57)
1. 触发器	(57)
2. 延迟器	(58)
3. 辅助道放大调制器	(59)
4. 各种振荡器和讯号发生器	(59)
第五节 模拟磁带仪的回放系统	(59)
§ 5.1 回放系统工作原理	(59)
1. 回放过程	(59)
2. 回放要求	(60)
3. 热敏纸记录	(61)
§ 5.2 回放特性	(61)
1. 回放的频率特性	(61)
2. 回放的波形特征	(63)
§ 5.3 解调原理	(64)
1. 调宽解调器原理	(64)
2. 调频解调器原理	(65)
§ 5.4 回放放大器、混波器和滤波器	(67)
第六节 模拟磁带仪的程序控制	(67)
§ 6.1 记录部分的程序控制	(69)
§ 6.2 回放部分的程序控制	(70)
第三章 磁带地震勘探的一般问题	(73)
第七节 正确地进行部署	(73)
✓ 第八节 努力提高野外工作质量	(75)
§ 8.1 尽量保持测线及排列成一直线	(75)
§ 8.2 尽量保持炮点及检波点位置正确	(77)
§ 8.3 创造良好的激发和接收条件	(80)
§ 8.4 保证仪器设备工作正常	(82)
§ 8.5 尽量突出标准层	(88)
§ 8.6 努力克服几种干扰波	(90)
1. 面 波	(90)
2. 声 波	(90)
3. 工业电感应	(90)
§ 8.7 保证测量工作的质量	(93)
第九节 频率滤波	(96)
§ 9.1 频谱和频谱分析	(96)
1. 频谱的概念	(96)
2. 频谱分析方法	(99)
3. 波形选择对频谱的影响	(101)
4. 各种地震波的频谱特征	(102)

§ 9.2 滤波器的频率特性	(106)
1. 频率特性的意义	(106)
2. 各类仪器的频率特性	(106)
3. 振幅特性和相位特性的意义	(108)
§ 9.3 滤波器的时间响应	(108)
§ 9.4 频率滤波的应用	(110)
第十节 组合的原理和应用	(116)
§ 10.1 组合的统计效应	(116)
1. 随机干扰的统计特性	(116)
2. 随机干扰的相关性	(118)
3. 组合的统计效应	(119)
§ 10.2 组合的方向性效应的意义	(121)
§ 10.3 简单线性组合原理	(124)
1. 组合的相位特性	(126)
2. 组合的方向特性	(126)
3. 组合的频率特性	(128)
4. 脉冲波的组合特性	(129)
5. 组合的方向性效应	(130)
§ 10.4 不等灵敏度组合	(130)
§ 10.5 正反组合	(132)
§ 10.6 其他组合	(135)
1. 跳道组合	(135)
2. 跳道正反组合	(135)
3. 面积组合	(135)
4. 激发与接收联合组合	(136)
5. 高差组合	(137)
§ 10.7 组合方案的设计和效果	(137)
1. 设计的步骤	(137)
2. 设计时应注意的问题	(137)
第十一节 动静校正	(146)
§ 11.1 动态校正	(146)
1. 基本概念和简易公式	(146)
2. 简易公式的误差	(147)
3. 动态校正的实现	(148)
4. 第二套动校正	(148)
§ 11.2 静态校正	(152)
第四章 共反射点多次迭加法	(155)
第十二节 共反射点迭加原理	(155)
§ 12.1 共反射点时距曲线	(155)

§ 12.2	剩余时差和剩余时距曲线	(156)
1.	剩余时差	(156)
2.	剩余时距曲线	(157)
3.	多次波的剩余时差	(158)
§ 12.3	迭加效应和特性曲线	(159)
1.	基本公式	(159)
2.	多次波的迭加效应	(161)
3.	特性曲线的制作	(161)
4.	特性曲线的分析	(164)
§ 12.4	迭加的相位特性	(164)
§ 12.5	迭加的统计效应	(165)
§ 12.6	迭加的频率响应	(166)
§ 12.7	各参数对迭加效果的影响	(167)
1.	偏移道数 μ 的影响	(167)
2.	道间距的影响	(170)
3.	排列长度的影响	(171)
4.	迭加次数的影响	(174)
§ 12.8	迭加与组合的关系	(176)
第十三节	观测系统及工作设计	(180)
§ 13.1	迭加观测系统	(180)
1.	迭加观测系统图	(180)
2.	炮点距与迭加次数的关系	(181)
3.	接收间隔与偏移距的关系	(182)
4.	列线图 and 波列图	(182)
§ 13.2	双边放炮观测系统	(183)
1.	双边放炮观测系统	(183)
2.	迭加理论	(184)
3.	特性曲线	(184)
§ 13.3	观测系统的设计步骤与方法	(184)
1.	掌握工区内多次波的发育特点	(185)
2.	计算多次波各种参数	(186)
3.	选取迭加参数	(187)
4.	明确一下几个步骤	(190)
5.	应注意的问题	(190)
第十四节	野外工作方法	(192)
§ 14.1	野外工作方法的特点	(192)
1.	多次迭加野外工作方法的一般特点	(192)
2.	施工剖面的长度	(192)
§ 14.2	野外工作技术	(193)

1.	测量工作	(193)
2.	仪器站工作与电缆转换面板	(195)
3.	爆炸工作	(201)
第十五节	资料的整理和回放处理	(201)
§ 15.1	记录的初步整理	(201)
1.	记录的验收和登录	(201)
2.	记录的初步对比	(203)
§ 15.2	迭加回放表的制作	(203)
§ 15.3	动态校正量的计算	(205)
1.	动态校正速度的设计	(205)
2.	动态校正量的计算	(205)
3.	动态校正小脉冲数据的求取	(205)
4.	距离系数——“千分率”的求取	(208)
§ 15.4	均匀迭加处理	(210)
§ 15.5	多次迭加资料解释的特点	(213)
1.	一般特点	(213)
2.	一次剖面的特点	(213)
第十六节	动态校正速度和地层倾角的影响	(213)
§ 16.1	动态校正速度的影响	(213)
1.	对一次反射波的影响	(213)
2.	对多次波的影响	(215)
§ 16.2	地层倾角的影响	(218)
1.	共中心点	(218)
2.	倾斜界面共中心点时距曲线及动校正公式	(219)
3.	倾斜界面时的剩余时差 δt_v	(219)
4.	倾斜层反射波迭加效果	(220)
5.	共反射点分散的影响	(221)
6.	倾斜层在一次时间剖面上的特征	(223)
7.	上倾激发与下倾激发的影响	(225)
第十七节	应用实例和效果	(226)
§ 17.1	压制多次反射波	(226)
〔例1〕	多次反射波极其发育地区	(226)
〔例2〕	多次波与一次波严重干涉	(235)
§ 17.2	突出标准层波组特征与确定断层	(237)
〔例3〕	突出标准层波组特征	(237)
〔例4〕	区域性大断层	(240)
〔例5〕	断块构造	(241)
〔例6〕	中等断层	(244)
〔例7〕	小断层	(246)

§ 17.3 断层特殊波	(247)
〔例8〕 绕射波	(247)
〔例9〕 绕射和断层面反射	(250)
〔例10〕 断层面反射	(251)
§ 17.4 突出大倾角地层	(252)
〔例11〕 大单斜层	(252)
〔例12〕 多次波严重发育地区的大单斜层	(255)
〔例13〕 大倾角	(257)
第五章 回放处理技术	(260)
第十八节 回放站	(260)
§ 18.1 仪器概述	(260)
§ 18.2 回放放大系统	(261)
§ 18.3 校正系统	(263)
§ 18.4 延迟线和加权器	(265)
§ 18.5 程序控制和程序板	(266)
第十九节 回放记录的质量	(267)
§ 19.1 仪器因素	(267)
1. 校正系统工作不正常	(267)
2. 讯号通路的故障	(267)
§ 19.2 操作注意事项	(269)
1. 磁头轨迹的检查调节	(269)
2. 鼓一致性调节	(269)
3. 速度规律带的检查	(269)
4. 距离系数的检查	(271)
5. 仪器的清洁处理	(271)
6. 合理选择仪器因素	(271)
7. 计时线的质量检查	(273)
8. 照相机进道距离、检流计灯光和零点调节	(273)
第二十节 组合和多次迭加回放技术	(274)
§ 20.1 多次迭加回放	(274)
§ 20.2 组合回放	(275)
第二十一节 数学滤波(延迟滤波)	(276)
§ 21.1 延迟滤波的意义	(276)
1. 理想低通滤波	(277)
2. 理想带通滤波	(278)
§ 21.2 反滤波	(278)
1. 反交混回响	(278)
2. 压制50赫交流电感应	(280)
3. 压制伴随波(鬼波、次反射)	(281)

§ 21.3	相关滤波	(282)
§ 21.4	速度滤波	(282)
1.	简单速度滤波	(282)
2.	扇形滤波	(284)
第六章	资料解释	(289)
第二十二节	时间剖面的解释	(289)
§ 22.1	时间剖面对比	(289)
1.	时间剖面的特点	(289)
2.	时间剖面对比的基本原则	(290)
3.	特征波—标准层	(291)
4.	对比解释方法	(292)
5.	时间剖面的偏移	(293)
6.	干涉带对比	(296)
§ 22.2	特殊地质现象的解释	(297)
1.	断层在时间剖面上的反映	(297)
2.	不整合的反映	(298)
3.	超覆现象	(298)
4.	尖灭现象	(298)
第二十三节	速度资料的测定与应用	(302)
§ 23.1	速度资料的重要性和基本概念	(302)
1.	速度资料的用途	(302)
2.	几种速度概念	(302)
§ 23.2	平均速度的求取	(303)
1.	地震测井	(303)
2.	声速测井	(304)
3.	地震测井与声速测井的比较	(306)
§ 23.3	速度谱	(307)
第二十四节	反射界面的绘制	(313)
§ 24.1	均匀介质条件下的 t_0 法	(313)
§ 24.2	连续介质条件下的曲射线法	(315)
1.	速度随深度呈线性变化时的射线方程和等时面方程	(315)
2.	绘制反射界面的方法	(317)
3.	用曲射线法绘制剖面的实际效果	(320)
第二十五节	异常波—绕射波	(324)
§ 25.1	绕射波的一般概念	(324)
1.	测线与断层走向正交时	(324)
2.	测线与断层走向斜交时	(326)
§ 25.2	绕射波在多次迭加中的特点	(327)
1.	绕射波的动校正	(327)

2. 绕射波在一次剖面上的特点.....	(328)
3. 绕射波在多次迭加剖面上的特点.....	(328)
4. 绕射波实例.....	(329)
第二十六节 构造图的编制.....	(329)
§ 26.1 构造图层位的选择.....	(329)
§ 26.2 断裂平面分布图.....	(330)
§ 26.3 等深线的勾绘.....	(332)
1. 层位的闭合检查.....	(333)
2. 读取深度数据.....	(333)
3. 勾绘等深线的方法.....	(334)
附录 I 公式证明.....	(336)
附录 II 磁带地震仪检修标准.....	(342)
附录 III 磁带资料的验收和评价标准.....	(347)
附录 IV 迭加特性曲线册 (另行装订)	
本书所用符号说明.....	(350)

第一章 绪 论

第一节 磁带地震勘探的发展概况

1936年地震勘探就已日趋成熟，到1949年国外已发展到相当规模，在这十三年中，旧中国没有组成一个地震队。因为帝国主义、封建主义、官僚资本主义三座大山压在中国人民头上，完全堵塞了发展生产技术的道路。毛主席和中国共产党领导人民推翻了三座大山，人民翻身作了国家主人，生产力得到突飞猛进的发展。解放后不久，我们就有了自己的地震队。从1953年到1966年的十三年间，我国地震队伍迅猛发展，达到有几百个队、几万人的规模。地震勘探的迅速发展为磁带地震勘探的发展打下了坚实的基础。1959年，在大跃进的革命精神鼓舞下，各地开始试制磁带地震仪。“任何新生事物的成长都是要经过艰难曲折的”。在试制过程中，刘少奇一伙为了攻击总路线、大跃进、人民公社三面红旗，推行洋奴哲学、爬行主义的反革命修正主义路线，使试制工作几乎拖延了八年。伟大的无产阶级文化大革命彻底摧毁了资产阶级司令部，打垮了刘少奇的反革命修正主义路线，促进了生产、技术的发展。从1966年到1971年五年间，不仅试制成功了磁带记录仪，而且试制成功了地震模拟计算机(回放站)，不仅一家造，而且北京、西安、重庆、上海都制造出了各具特色的磁带仪，不仅用磁带记录代替了光点记录，而且成功地使用了多次迭加等方法，发挥了磁带仪的优越性，磁带地震勘探得到了迅速的发展。所以说我国磁带地震勘探的发展是两次大革命的成果。

恩格斯说：“社会方面一旦发生了技术上的需要，则这种需要就会比十数个大学更要把科学推向前进。”磁带地震勘探技术的产生和发展是由于石油勘探和开发的需要。

普通地震勘探从三十年代到六十年代发展了一系列压制干扰波突出有效波的激发接收技术，特别是组合技术，对压制干扰波有着显著的效果。在地震地质条件比较有利的地区，普通地震勘探一般能够得到比较满意的结果，但是在比较复杂地区就不行了。这些地区干扰严重，普通地震勘探方法不能有效地压制干扰，突出有效讯号，讯噪比很低，以至有效波微弱，难以辨认。多次波发育时甚至以假乱真。用大量组合又会使平均效应增大，并且不能有效地压制多次波。如果用普通地震方法实现人工迭加，工作量又是如此之大，以至成为不可能。于是有人想到利用组合的方向性效应的原理，从普通记录上作调节方向灵敏度接收，将普通光点记录用照像方法变成变密度记录，再用光电原理实行这种调节方向迭加。但这要求有较高的照像显影技术和灵敏准确的光电系统，又要经过复杂手续的再处理，很不容易使用。因此，虽然在1936年就有人作了报道，始终没有能得到推广。还有人想到用不等灵敏度组合，利用契比雪夫多项式原理的灵敏度分布的最佳组合，但是普通检波器和光点站怎样能实现不等灵敏度的最佳接收呢？始终只能是纸上谈兵。又有人想到要引进无线电及雷达接收中的最佳滤波，引用信息论中的接收

理论,但是大量的计算又是普通光点记录所不可能实现的。这就迫使人们另寻途径。第二次世界大战中,磁带录音技术的飞速发展,启发人们可以用磁带来记录地震讯号,实现地震记录的再处理,磁带地震勘探技术才逐步发展起来。国外1951年出现第一台磁带仪,到1964年主要资本主义国家接近全盘磁带化。1955年开始试制数字仪,1964年投产,到1968年资本主义国家有41%的队月使用数字仪。他们在1938年提出共深度点概念,1956年提出共反射点法,1962年发表共反射点水平迭加技术,到1968年资本主义国家82%的队月使用这种技术。但是,在资本主义国家里,技术掌握在资本家和为资本家服务的资产阶级知识分子手里。他们是掠夺国内外石油资源,为攫取超额利润,为发展资本主义服务的。因此,他们手里的先进技术也就变成了压迫人民、剥削人民的罪恶工具。在我国,随着石油勘探的发展,地震勘探技术也突飞猛进地发展。毛主席教导说:“中国人民有志气,有能力,一定要在不远的将来,赶上和超过世界先进水平。”1969年,在试制成功多种磁带仪和回放站的基础上,在文化大革命的高潮中,我国勘探工作者开始成功地应用磁带地震勘探共反射点多次迭加法寻找石油构造。预计最近全国基本上可以实现磁带化。1965年开始提出试制数字磁带仪的设想,到1968年正式试制,预计不要很久,数字地震仪可以野外投产。可以预料,在一个不很长的时期内,我国的地震勘探也一定会实现数字化,赶上和超过世界先进水平。随着地震勘探技术水平的提高,一定可以找到更多复杂的储油构造,推动石油勘探更快地发展。

第二节 磁带地震勘探的任务

磁带地震勘探是由普通地震勘探发展来的,目的是更好地解决石油地质问题,为革命找油,为巩固无产阶级专政服务。它必须与其他石油勘探手段密切合作,才能较好地解决许多复杂的石油地质问题。毛主席教导说:“对于某一现象的领域所特有的某一种矛盾的研究,就构成某一门科学的对象。”石油地质研究的是油气在地下生成和消失以及运移和储集的矛盾。如:有机质堆集过程中氧化条件与还原条件;沉积过程中由地壳上升和下降控制的剥蚀条件和沉积条件;有机质转化为油气的有利条件和破坏条件;构造运动过程中油气的分散和集中;岩浆活动对油气的毁灭和保存;断层、不整合、岩性对油气的运移和封闭,等等矛盾问题的调查研究都有利于解决油气的运移和储集这个主要矛盾。这许多矛盾规律的研究不是任何单独一种勘探手段可以解决的。任何一种勘探手段都只能研究解决其中的一两个特殊矛盾。地震勘探包括磁带地震勘探调查研究的矛盾,主要是地层的高低起伏,以及由此派生的各个地层的深与浅,厚与薄,上升与下降,隆起与拗陷,倾斜与平缓,断裂与连续,保存与剥蚀,整合与不整合,超覆与退覆,尖灭与延续等矛盾。近来有进一步研究岩性的粗细疏密这一矛盾的趋势,这是一个重要的发展方向,对找油有更直接的意义,是我们所要努力的。但目前主要仍是研究地层的高低起伏。

磁带地震勘探依靠人工激发大地震动,并将这一震动过程接收记录下来进行回放、解释。它又需要解决一系列矛盾:

1. 震波现象与地质实质的矛盾

我们接收到的地震波只是反映地质实质的一些现象。有些波能真实反映地质实质,

有些波只是假象，有些波还会破坏真实的现象。磁带地震勘探要求比普通地震勘探更有效地解决这个现象与实质之间的矛盾。

2. 有效波与干扰波的矛盾

能反映地质实质的波就是有效波，一些假象和破坏真象的波就是干扰波。磁带地震勘探采取的一切激发、接收、回放措施主要地就是为了解决这个矛盾以压制干扰波突出有效波。干扰波与有效波是可以互相转化的。断层特殊波与反射波干涉时是干扰波，但如能对它们进行正确的解释，它们又是确定断层的有效标志，成为有效波。我们有时候不重视断层特殊波的解释就是把干扰波看死了的形而上学观点的反映。各个地段干扰波的特点是不一样的，必须具体地分析具体的情况，针对特点采取措施，一成不变到处可以套用的方案是没有的。

3. 定量解释理论与震波传播实际的矛盾

要使有效波反映地质实质还必须对有效波进行解释。定量解释时会出现理论与实际的矛盾。如：直线理论与曲线实际的矛盾；水平界面理论与倾斜和弯曲界面实际的矛盾；曲线理论中所用速度函数与实际速度变化之间的矛盾；一度空间理论与波传播的三度空间实际的矛盾；动校正的近似公式与正常时差的实际之间的矛盾等等。毛主席教导说：“许多理论的真理性的不完全性，经过实践的检验而纠正了它们的不完全性。”理论计算只能接近实际而不会完全符合实际，我们需要在实践中不断使理论更加接近实际。我们决不能满足于已有的理论而墨守成规；也不能因为理论的不完全性而拒绝任何理论，两者都将阻碍地震勘探中所需的定量解释理论与实践的前进，从而减缓地震勘探发展的速度。

4. 有效波与地质结构之间的矛盾

定性解释就是地质解释，就是解决有效波与地质结构之间的矛盾。地质结构有了变化，如出现了凸起、凹陷、断层、尖灭、超覆、透镜体等等，它们所产生的有效波也会起变化，如出现起伏、干涉、中断、能量变化、相位转移等现象。有时同一种地质变化会出现有效波变化的多种现象；同一种有效波变化现象也会反映不同的地质结构；这就引起了两者的矛盾。为了进行正确的定性解释，常常要借助于正确的定量解释。如井旁地震层位与钻井地质层位的准确对比就需要对有效波计算进行相位、速度、空间和井深等校正。定量解释与定性解释必须密切结合进行，两者不可偏废。

第三节 磁带地震勘探的特点

磁带地震勘探是普通地震勘探的发展，它要解决地震地质条件的复杂性与普通接收技术的局限性之间的矛盾。而解决这个矛盾，突破这个局限性的关键，则是要使普通光点的“死”记录，变为磁带的“活”记录，把复杂麻烦的光电转换的机制变为简单灵活的电磁转换的机制。这个矛盾一解决，就显示出了磁带勘探一系列的优越性：

1. 可实现一次接收，多次回放；长期保存，重复利用；反覆研究，不断提高。普通光点站放了一炮，接收一次，不能回放。如果质量不好，需重新选择因素重新放炮接收。如试验滤波档时，一个档就要放一炮。而磁带记录一次可以将较大范围频率的波都接收进来，只用高通滤波将显然无用的最低频滤掉，然后回放时用不同的滤波档作频

率滤波。并且可以选择多种高低通滤波匹配,得到不同通频带,不同带宽,不同陡度的滤波。这就使地震接收频率滤波的作用推进到一个新领域,对研究利用波的力学特点、作低频和高频勘探、研究一些特殊地质对象是有利的。由于磁带可长期保存,重覆回放,在整个勘探阶段中,可根据勘探的发展,根据不同的目的,重覆回放,重覆利用。也可随着回放理论和回放技术的提高不需重做野外工作,就能将原有记录质量显著提高。因此对磁带记录的长期妥善保存是十分重要的。

2. 可实现多种形式组合,压制干扰波。普通站组合检波时是用检波器在野外实现的,每改变一个组合方案就要重新接收一次。而磁带记录就可野外组合的基础上回放时实现多种方案的组合。一些复杂形式的组合,如正反组合,跳跃混波,不等灵敏度组合等也较易实现。

3. 可实现各种多次迭加。多次迭加可分三种,一是简单多次迭加,二是垂直多次迭加,三是水平多次迭加。简单多次迭加就是在一个点上重覆激发重覆接收,然后迭加。这可以压制随机干扰,增加规则波能量。由于磁带记录的这个特点,一些非爆炸震源才可能有效地实现(在磁带地震勘探发展的基础上近来非爆炸震源在国外发展很快,到1968年已有26%的队月用非爆炸震源。非爆炸震源有许多优点,节省炸药、安全,有的不要钻井,有的激发频率和波形可以控制,可增大迭加波形的一致性,提高迭加效果。但非爆炸震源一般设备较复杂笨重,要有合适的运输条件,限制了它的发展。最近正在试验较轻便的压缩空气震源,是很有前途的)。垂直多次迭加可压制伴随波(次反射)。水平多次迭加即共反射点多次迭加,对压制多次波等干扰波有特殊的效果,是磁带地震勘探方法中的一项重大突破,是当前充分发挥磁带地震勘探优越性的一个主要方法。由于水平多次迭加方法的实现,又可以用分析速度谱及波列图的方法较准确地研究地层的层速度变化,有利于研究地层的岩性,寻找岩性圈闭。

4. 可实现延迟滤波。普通地震站的滤波器是电滤波也就是物理滤波,是频率域的滤波。每一个滤波器只能有一个频率滤波特性曲线,并且曲线多是简单的,只能变换主频、截频及陡度,只能把频谱差别大的干扰波滤掉,这对提高信噪比有很大限制。而延迟滤波是一种数学滤波,可实现时间域和空间域以及时空二度滤波。普通频率域的滤波可以转化为时间域用延迟滤波来实现。普通的速度滤波或组合可以转化为空间域滤波,也可用延迟滤波来实现。这样一来,就大大增大了滤波的灵活性和尖锐性,可以充分发挥滤波在提高信噪比中的作用。一般回放中心都有一个延迟器和加权器,利用这套装置就可实现各种滤波。它不像普通电滤波只能有有限几个一定规则形状的滤波特性曲线,它可以较复杂形状的任意滤波特性曲线转化为时间算子实行延迟滤波。这样一来它就可以引进无线电接收理论,信息论和概率论中的最佳滤波等原理实现最佳滤波,最大限度地提高信噪比。它也不象普通电滤波那样特性曲线陡度、相移等受电子器件的限制,而可以实现理想带通滤波及线性相移或零相移滤波。还可以实现互相关滤波,反滤波,扇形滤波等多种数学滤波技术,最大限度地压制干扰波,突出有效波。这是磁带地震勘探的突出的优点之一。忽略延迟滤波的应用就不能充分发挥磁带地震勘探的优越性。但必须指出模拟磁带的延迟和迭加误差较大,对数学滤波有很大限制。数字磁带地震勘探在这方面可以发挥更大的优越性。

5. 可实现资料整理自动化。普通地震勘探要进行一系列的解释工作,从波的对比、

点时距图、求速度、绘剖面到绘构造图都需要用人工，费时较多。使用磁带回放后，可由模拟计算机自动从原始磁带记录作动校正及各种回放处理后直接得出时间剖面，可直接用于地质解释，也可在此基础上作深度剖面 and 构造图。有的还可自动求出速度谱，作出速度随深度的变化曲线。再利用求得的速度自动构制深度剖面。还可自动作静校正和动校正。普通地震勘探对比时要一张一张记录拼接，各张记录之间时间线的宽度很不一致，加之记录纸又宽又长，很难对各个波延续和中断的情况，各个波组的相互关系，作出整体直观的判断，增加了波对比的困难。而磁带回放显示的时间剖面，经过动静校正后各个波“拉直”了，每一道都能得到法向深度的时间值。一张时间剖面可以容纳几百道，就比较容易对各波组进行正确对比，并比较容易作出地质解释。这也是磁带地震勘探的一个显著优点。

6. 动态范围较大。普通光点地震仪动态范围一般只20多分贝，而模拟磁带仪可以到40—50分贝，有利于兼顾浅层和深层，有利于接收干扰背景较大的有效波。

任何事物都是一分为二的，模拟磁带地震勘探解决了普通光点站所不能解决的矛盾，使地震勘探的地质效果有了突破，在许多复杂地带找到了储油构造，地震勘探的水平大大提高了一步。可以说磁带地震勘探的出现是地震勘探中一次技术革命。但正如毛主席所教导的：“每一事物的发展过程中存在着自始至终的矛盾运动。”旧的矛盾解决了，新的矛盾又发生了。模拟磁带地震勘探在自己的发展过程中又碰到了许多新的矛盾，如：

(1) 现在的磁带地震仪是模拟磁带仪，它的动态范围一般只有50—60分贝，受到模拟机本身的限制，这对于干扰背景特别强的勘探地区来说，还是不能解决问题。

(2) 现在作数学滤波的延迟器是模拟的，用模拟机处理数学滤波就存在着矛盾。延迟器和加权器的精度不够，对一些复杂运算，目前的模拟机就不能胜任。

(3) 磁带通过模拟机回放每经过一次转录处理都会增加一些噪声（可达6分贝）。

(4) 目前磁带仪磁头与磁带的接触松紧会影响到记录 and 回放的质量。磁头要接触磁带摩擦，磁头寿命较短，价格较高。

为了解决这些矛盾，模拟磁带地震勘探又在向数字磁带地震勘探发展。国外1964年出现了第一台数字磁带地震仪，到1968年资本主义国家已有41%的队月用数字磁带记录及用数字计算机处理。可以说数字化是地震勘探又一次深刻的技术革命。我们目前搞磁带地震勘探也要积极向数字化发展。目前的模拟磁带地震勘探不仅可以为数字化准备条件，而且在一定时期内模拟磁带地震仪及回放仪还是不可缺少的。

毛主席教导说：“武器是战争的重要因素，但不是决定的因素，决定的因素是人不是物。”磁带地震勘探是先进技术，但是要人来掌握的。再好的技术没有人来发挥它的作用等于无用。如有的地方认为磁带地震仪是“洋包袱”，认为回放麻烦，见结果慢，原因之一可能是这个地方地震地质条件并不复杂，普通光点站还能发挥它的作用，另一个原因可能就是没有掌握磁带地震勘探的特点，没有充分发挥它的作用，拿了磁带仪器只做光点站能做的工作，有了先进装备不发挥它先进技术的作用，就会成为一种包袱，成为严重的浪费。还有的地方在作水平多次迭加时不认真研究监视记录，说什么：“监视记录上有没有同相轴无所谓，只要一迭加什么都出来了。”这是一种误解。迭加只能压制干扰波，突出有效波，增加讯噪比，它不能使没有得到讯号的地方变出讯号来。一