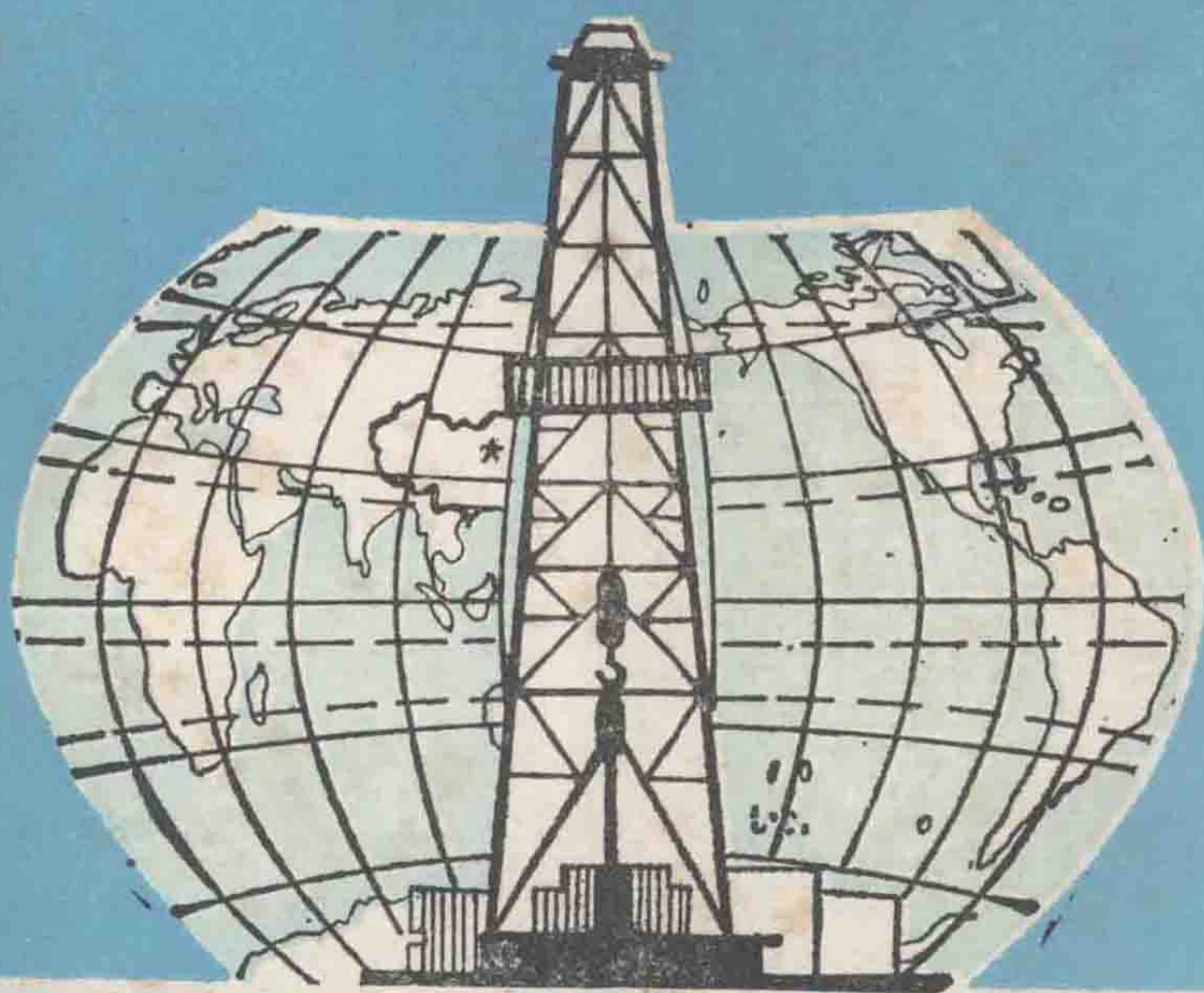


石油工人中级技术培训试用教材

测井资料解释



江汉石油管理局

石油工人中级技术培训试用教材

测井资料解释

江汉石油管理局

内 容 提 要

本书详细地介绍了测井资料综合解释的基础及基本方法,便于读者根据本地区的地质—地球物理特点和测井条件优选解释方法。考虑到当前国内测井解释状况,对砂泥岩剖面、膏盐剖面、碳酸盐岩剖面和碳酸岩裂缝的解释分别作了讨论。结合当前国内、外比较先进而又广泛使用的解释技术,在最后一章中介绍了对裸眼井测井资料进行计算机解释时使用的五种方法:可动水分析法、费歇线性判别分析法、现场快速直观解释法(CYBERLOOK)、泥质砂岩解释法(SARABAND)和复杂岩性解释法(CORIBAND)。

为便于初中以上文化程度读者自学和中级技术工人的培训,本书尽量少用数学公式而着重阐述物理概念和基本方法原理。由于比较全面地介绍了国内外当前所采用的测井资料综合解释方法,本书对于中级解释人员的知识更新也有裨益。

本书由陈一鸣同志主编,韦林被同志参加了部分章节的编整。由秦居信、石德钧两同志审稿。

本书可作测井解释工人中级技术培训试用教材,也可供测井解释工作者、院校有关专业(测井、地质、钻井、采油等)学生和钻井地质工作者参考。

编 者 的 话

为了更好地开展工人中级技术培训，提高石油工人的技术素质，适应石油工业发展的需要，江汉石油管理局受石油部劳资司的委托，根据石油部八三年制定的石油工人技术培训教学计划、教学大纲，组织编写石油工人中级技术培训试用教材。为此，测井公司组织了测井工人技术培训教材编写组，编写了五种测井工人试用教材：测井技术、测井仪器、射孔技术、气测井、测井资料综合解释等，另外，还有为其他工种编写的“电工基础”试用教材，供各油田开展工人技术理论培训使用。编写时，注意到工人的现状和教材的实用性，力求着重于讲清基本概念，由浅入深、联系实际。本丛书可供测井专业工人作培训教材；也可供有关测井工作者作为技术业务进修的参考书，它将有助于读者的知识更新和再学习；还可供与测井有关专业的同志阅读。

江汉测井公司为审核本丛书书稿，组织了以秦居信同志为组长《审稿组》，成员有：薛中、石德钧、胡以良、陈一鸣、何之生、王贵德、戴居仁、鞠正明、彭熙明、余科祥、金国光等。本书由陈一鸣、韦林波合编。

在编写这套教材时，引用了一些院校和测井公司(站)的教材和资料；引用了不少同志著作中的材料，在此向这些单位和同志表示感谢。

在编写过程中，得到了部劳资司、江汉局教育培训部和江汉测井公司等各级领导的亲切关怀和热情支持，在此表示衷心感谢！

由于我们缺乏编写经验，水平有限，编写时间较仓促，所以，教材中的缺点、错误和遗漏之处难以避免，望各单位谅解、批评指正，并将使用意见函告我们，以便重版时修订。

江汉测井公司中培教材编写组

绪 言

在油、气田的勘探与开发中,地球物理测井是发现和评价油气层的重要手段之一。岩层有各种物理特性,如电化学特性、导电特性、声学特性、核物理特性等,把岩层的这些特性称作地球物理特性,以区别于岩层的其它物理性质,如孔隙度、渗透率、饱和度特性等。采用专门的仪器设备,沿井身(钻井剖面)测量地球物理参数,并以此研究岩层地质特性及有关工程问题的方法称地球物理测井(简称测井)。

各种测井方法大多是间接地、有条件地反映地层地质特性的一个侧面,所以要全面而准确地发现和评价油气层,往往需要使用多种测井方法,并采用优选的综合解释方法。到目前为止,各种具体的测井方法已有数十种之多。

测井虽然是研究地层地质特性的间接方法,但与其它录井方法相比,仍具有重要优点,它可以在相当短的时间内获取大量的测井信息,而这些资料几乎是在岩层的自然条件下测量的,从而它更接近于岩层的真实情况。

在油、气田的勘探与开发中,通过测井资料的综合解释,可以提供一系列重要的地质解释成果:

在裸眼井的测井资料解释中,除详细划分岩层、准确地确定岩层深度和厚度外,通过逐点解释(或分层解释)可以提供一系列的储集层地质参数,它包括岩性骨架成分(一、二种或更多)含量、泥质、粘土含量、孔隙度;水相对体积、可动油气相对体积和残余油气相对体积;含水饱和度、油气相对体积、单位体积岩石中油气的重量、油气密度;渗透率、颗粒平均密度、次生孔隙度;累计孔隙厚度、累计油气厚度;裂缝带位置及其倾角、方位等。与其它资料配合,还可进行区域性的油藏描述。

在套管井的测井解释中,可提供产层的动态分析资料,如油、气、水界面位置、水淹程度残余油气饱和度、产液的油水比、地层温度和压力、分层产液量或分层吸水量等。

此外,利用测井资料对比和地层倾角测井资料,可以研究地层学和构造学方面的许多问题;利用测井资料还可以研究井内技术情况,如井斜、井径和固井质量等。

本书仅介绍裸眼井的测井资料综合解释。随着测井技术的发展,测井解释工作中的资料整理和大量的计算工作已经或将要由计算机完成,解释工作者将有更多的精力和时间用于资料分析和有关科研上。人工解释采用分层平均值解释法,而计算机解释大多采用逐点解释,但就解释原理和方法而言,两者有许多共同之处。因此,本书介绍的测井解释基础和解释基本方法,并不局限于人工解释或计算机解释。第四章介绍的剖面的解释方法,是一种手工解释方法,我们预期它对某些地区的测井解释工作仍有一定的参考价值。鉴于各地解释站(室)已经普遍装备了计算机,本书第五章介绍了几种用于计算机解释的解释方法,着重阐述了基本原理和方法,未涉及具体的解释程序。我们期望这些内容将有助于理解、采用或引进类似技术。

目 录

第一章 测井原图的质量标准及检验	1
§ 1—1 测井原图介绍	1
一、测井原图	1
二、多线仪测井原图的一般要求	9
三、深度要求和检查方法	9
四、幅度要求和检查方法	10
§ 1—2 测井原始资料质量标准	11
第二章 测井资料综合解释基础	14
§ 2—1 储集层的特点和分类	14
一、储集层的概念	14
二、储集层的基本参数	14
三、储集层的分类	15
§ 2—2 储集层的泥浆侵入特性	17
§ 2—3 确定岩层电阻率	21
一、岩石电阻率	21
二、电阻率测井系列	24
三、确定岩层电阻率	25
§ 2—4 确定岩性和孔隙度	28
一、泥质指示测井系列	29
二、孔隙度测井系列	32
§ 2—5 确定地层水电阻率	36
一、根据试水资料求 R_w	36
二、根据自然电位求 R_w	37
三、根据电阻率测井资料求 R_w	41
§ 2—6 确定饱和度(纯地层)	43
§ 2—7 估计渗透率	45
一、影响渗透率的因素	45
二、用测井资料估计渗透率的方法	46
§ 2—8 常见岩石矿物的测井参数表	47
第三章 测井资料综合解释的基本方法	48
§ 3—1 储集层岩性和孔隙度的评价方法	48
一、岩性的定性解释	48
二、岩性、孔隙度的定量解释	52

三、岩性和孔隙度的快速直观解释	59
§ 3—2 储集层含油性的评价方法	73
一、油(气)、水层的定性解释	73
二、油(气)、水层的定量解释	78
三、评价储集层含油性的快速直观方法	92
第四章 测井资料综合解释	117
§ 4—1 砂泥岩剖面的测井资料解释	117
一、砂泥岩剖面的地质特点	117
二、测井系列的选择	119
三、测井解释特点	120
§ 4—2 膏盐剖面的测井资料解释	129
一、膏盐剖面的地质特点	129
二、测井系列的选择	129
三、测井解释特点	130
§ 4—3 碳酸盐岩剖面的测井资料解释	133
一、碳酸盐岩剖面的地质特点	133
二、测井解释特点	135
§ 4—4 用测井资料确定碳酸盐岩裂缝的方法	143
一、裂缝性储集层的特点	143
二、用测井资料确定裂缝的方法	148
三、裂缝的快速评价实例	158
第五章 几种测井解释技术介绍	164
§ 5—1 可动水分析法	164
一、基本原理	164
二、确定地质参数	165
三、 S_w-S_{wirr} 交会图	169
四、程序的逻辑框图	169
五、可动水分析解释成果图	170
§ 5—2 费歇线性判别分析法	171
一、判别分析的定义	171
二、费歇线性判别原理	172
三、费歇判别分析程序框图	176
四、实例	177
§ 5—3 现场快速直观解释 (CYBERLOOK)	181
一、泥质地层的“双水模型”	181
二、赛伯罗克解释的基本公式	181
三、赛伯罗克解释的输入、输出和工作流程	184
四、赛伯罗克解释的第一次计算(预解释)	186

五、赛伯罗克解释的第二次计算(最终解释).....	190
§ 5—4 泥质砂岩解释(SARABAND).....	198
一、泥质砂岩的解释模型.....	199
二、泥质砂岩的解释公式.....	206
三、参数选择.....	210
四、SARABAND计算机解释方法.....	215
五、成果显示.....	224
§ 5—5 复杂岩性解释(CORIBAND).....	228
一、预解释.....	230
二、选择参数和解释模型(交会图分析).....	234
三、逐点解释.....	249
四、成果评价及显示.....	256
附录.....	
附录 I 常用单位换算关系.....	262
附录 II 地质图例.....	263
附录 III 测井专业符号及意义.....	264
参考资料.....	265

第一章 测井原图的质量标准及检验

原始测井曲线的质量是正确进行测井资料解释的重要基础之一。所以，必须保证测井原图的质量。

§ 1—1 测井原图介绍

一、测井原图

(一) JD581型多线电测仪的测井原图

在JD581型多线电测仪的测井原图上，除曲线外，为了检查曲线还附有纵线、横线、记号线、基线、电流线和仪器刻度线等，如图(1—1)所示。

1. 纵线

原图上相隔距离都为2厘米的十条直线叫纵线，是由仪器的纵线灯光照成的。纵线灯光受时间马达控制，一明一暗代表的时间是半分钟。因此，可以根据纵线的断续来估计测井速度，检查测井过程中是否超速。还可以根据纵线判断相纸移动是否垂直和判断基线偏移。

2. 横线

原图上的横线是由仪器的横线灯光照成的，电缆在井内每移动5米就在原图上显示出一条横线。因此，测井曲线深度比例若选取1/500时，原图上两条相邻横线的距离应是1厘米；若深度比例为1/200时，则相距为2.5厘米。从横线的间距可以判断相纸移动是否均匀。与纵线配合还可以检查测量速度。

3. 记号线

测井电缆上每隔25米(或20米)做有一磁性深度记号，每500米(如500, 1000, 1500...等)做一特殊记号。测井时，装在井口的磁性记号接收器，将电缆磁性记号引起的电讯号接收下来，由照相示波仪内的记号检流计记录在测井原图右侧。测井曲线的深度就是根据磁性记号和“零长”计算得到的。

4. 基线

在没有测量信号时，检流计光点在照相纸上的位置，就是基线位置。基线是计算测井曲线幅度值的基准线。因此，在测量曲线前必须在原图上照一段基线。为了保证测井曲线的数值精确，在曲线测完之后也必须照一段基线，以便检查在测井过程中基线是否有偏移。

5. 电流线、刻度线

电流线或刻度线是检查测井曲线横向比例的主要依据。对于各种视电阻率测井，在曲线测量前和测量完，都必须在原图上照电流线(即记录测井所用电流数值)。对于声波、感应、放射性测井，必须在原图首、尾照上测前、测后刻度线。

(二) 计算机回放的测井曲线图

当用计算机处理测井资料时，解释工作者经常使用计算机回放的测井曲线图(API)和地质参数曲线图(又称解释成果曲线图FPI图)。在这些图的图头上有打印的符号和数据，

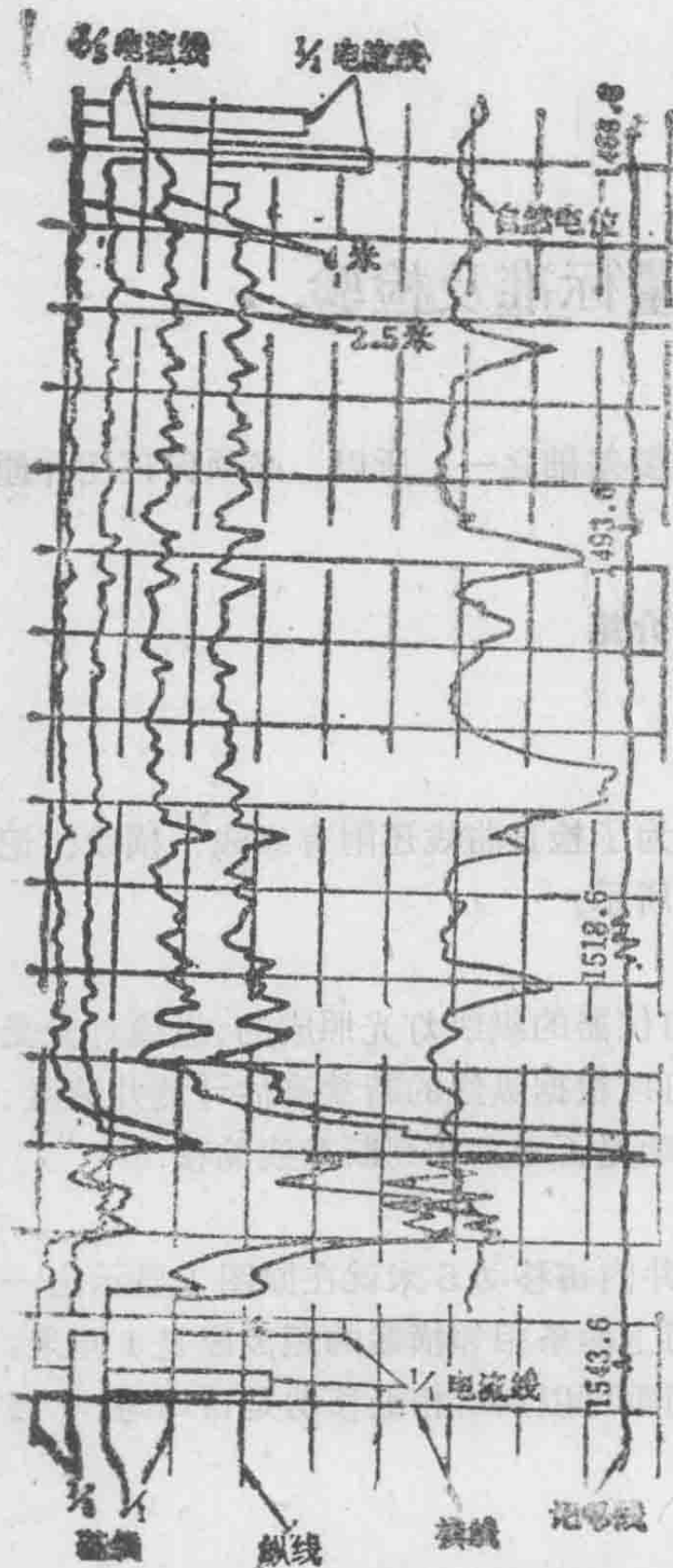


图 1—1 JD581型多线电测仪
测井原图示例

解释人员要根据它们来读图或标写习惯使用的图头。

为读懂图头上的有关符号和数据，需要对数字处理成果的图形显示作一简要的介绍。

针式静电显示器是目前普遍采用的显示设备。85机，3220机系统中采用的就是这种显示器。它是根据静电印刷原理，采用密集打点方式来打印数据或显示图形的。它有两排针式打印电极，每排宽10英寸，装有1001对针式打印电极，在10英寸宽的纸面上，每行打印1001个点。其打印点的位置从左到右的编号为0, 1, 2, ..., 1000道，道间距离为0.01英寸（如图1—2所示）。当绘制曲线时，由绘图程序PLOT₂把数字曲线的每一个采样点的深度和幅度值转换成图纸上相应的X和Y坐标值，然后直接控制相应的一对打印电极，使该电极对加上高压（正极为400伏，负极为-400伏），电极产生静电感应，使该处的打印纸带产生电荷，对并吸附油墨，而其余位置上的电极不带电，对纸不产生静电感应，故不吸附油墨。这样，就在图纸上显示出曲线的一个点子。图纸是由步进马达控制的，每步走0.01英寸，即点子的行距为0.01英寸（约0.127毫米）。因而同一条曲线的打印点子都涂上油墨后，便显示出连续的曲线图形了。由于经常使用PLOT₂来绘制各种曲线，而且图头上打印的符号和数字就是其有关卡片格式，故这里介绍一下PLOT₂程序的功能和卡片格式及实例。

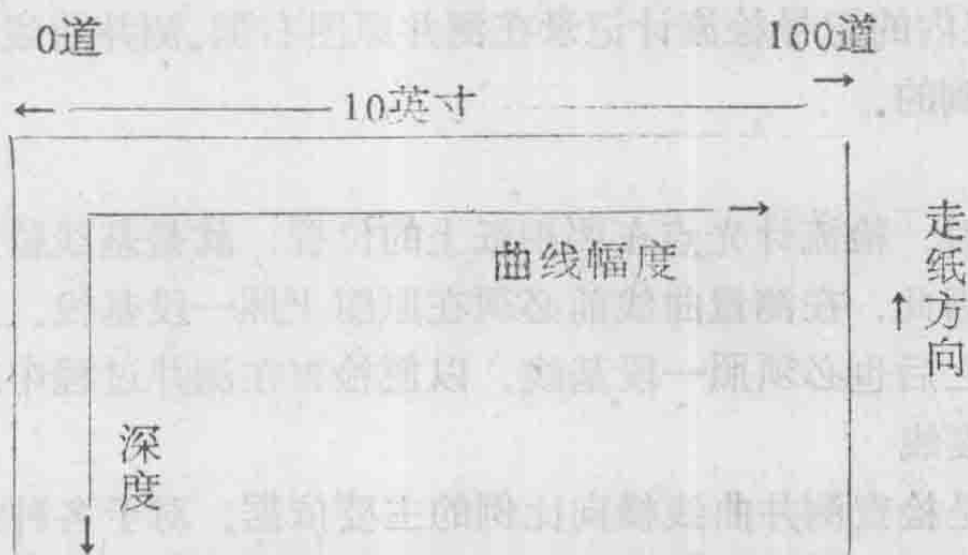


图 1—2 打印纸分道示意图

1. 绘图 (PLOT₂) 程序功能

- 1) 运行一次程序，能同时绘出20条曲线；
- 2) 即可画线性刻度曲线，也可以画对数刻度曲线，及两种刻度曲线的任意组合；

3) 可以画不同深度比例 (如 1 : 50, 1 : 100, 1 : 200, 1 : 500 等) 的曲线, 而且深度比例可以是公制, 亦可为英制;

4) 画图的深度范围由用户指定。可画全井段的曲线, 也可画部分井段的曲线, 并且能在指定的位置上按一定的深度间隔打印出深度值;

5) 可画实线曲线, 亦可画虚线曲线。虚线的断线长度由用户指定;

6) 可画几条曲线的和曲线, 即把几条曲线加在一起画出;

7) 可根据用户的选择, 在任意两条曲线之间, 或任一曲线与某个固定道之间画出岩性符号。共有 9 种岩性符号供用户选择使用;

8) 根据用户的选择, 可在积分曲线 (如分析程序中计算的累计孔隙厚度 PF 与累计含烃厚度 HF 曲线的深度轴上打印出尖号 (Tick mark) 与尖号标称值;

9) 磁带 (716 带) 数据的记录方法可以是正常计算机方式 (由井口至井底), 也可以是野外磁带方式 (由井底到井口);

10) 可从磁盘控制文件 PCMD 中读曲线卡片 (CuRVE 卡) 和岩性卡片 (LIT HOL OG 卡) 的内容。

2. 绘图程序 (PLOT₂) 控制卡片

上述绘图程序的各种功能, 是通过输入控制卡片来选择实现的。有六种类型的卡片: GB-ID (格式) 卡、DEPTH (深度) 卡、CURVE (曲线) 卡、LITHOLOGY REQUEST (岩性请求) 卡、LITHO LOG (岩性) 卡和 END (结束) 卡等。这些卡片的内容格式及其输入顺序为:

每种卡片的内容及用法将在下面说明。注意: 所有字母数字 (AN) 型参数在它们所占的区域中必是向左对齐的; 所有数字 (FP 或 INT) 型参数必须是向右对齐的, 只有实数 FP) 参数可以有小数点。此外, 上述卡片中, 卡片 4 和卡片 5 是可选的, 只是在需要画岩性符号时才使用。

(1) 格式 (GRID) 卡片 GRID 卡片是用来选择画图时所用的卡片。它能选择深度比例, 确定深度格线的间隔, 并指定深度值标号在图上的具体位置。

为了在打印纸上画出多条曲线, 就必须规定每条曲线在纸上的起始位置 (左道号) 和终止位置 (右道号)。为了清晰地画出多种模拟测井曲线 (包括线性和对数刻度的曲线) 和解释成果图, 目前设计了 API、LOG、EPI 和 CPI 等四种格式, 如图 1—3 所示。其中, EPI 格式是在分析程序解释测井资料后, 用 PLOT₂ 把所得到的地质参数画成曲线时采用的格式。其余三种格式都是用于绘制测井曲线的格式。GRID 卡片上的第一区是用来填写所选择的格式名称的, 它应该是 API、LOG、CPI 或 EPI 中的任一个名字。

格式卡中的第 2 区用于指明图形的深度比例。它是由为每 100 米或 100 英尺井深在图上表示的英寸来确定的。如用公制时, 对 1/200 的比例, 因 50 厘米/100 米 = 19.685 英寸/100 米, 故此时卡片的第二区应填 19.68 (只取小数后两位)。同理, 当用英制时, 对于 1/240 的比例尺, 因 5 英寸/1200 英寸 = 5 英寸/100 英尺, 故第二区应填 5。

为了醒目起见, 图中采用粗、中、细三种深度线, 它们表示的深度间隔均以米 (公制) 或英尺 (英制) 为单位, 分别示于格式卡的第 3、4、5 区, 这三个深度间隔值绝对不能为零。

3. 格式卡的第六区表示图上每隔多少深度要打印一个深度值。允许的深度值标号的间

隔是1、2、3、4、5、10、20、25、50、100,单位为米或英尺。如不填比值,则隐含值为100。注意:在每100米或100英尺上必须有一个深度值标号。

表1—1

区	区的描述	卡片列		数据特征	字节数
		起始	终止		
	卡片格线卡1 (一张)				
1	格线名 {API, CPI, EPI, LOG}	1	4	AN ^①	4
2	深度比例尺 (用每100米或每100英尺的英寸数表示)	6	10	FP ^②	5
3	粗深度线之间的深度间隔 (单位为米或英寸)	11	15	FP	5
4	中深度线之间的深度间隔 (单位为米或英寸)	16	20	FP	5
5	细深度线之间的深度间隔 (单位为米或英寸)	21	25	FP	5
6	深度值标号的深度间隔	26	30	FP	5
7	深度值标号的位置	31	35	INT ^③	5
	卡片2 深度卡 (一张)				
1	绘图的起始深度	1	5	FP	5
2	绘图的终止深度	6	10	FP	5
3	深度值标号指示符 {空白, NIAB}	11	14	AN	1
	卡片3 曲线卡 (可多达20张)				
1	曲线名	1	4	AN	4
2	曲线的左刻度值	6	10	FP	5
3	曲线的右刻度值	11	15	FP	5
4	曲线的左 (起始) 道的位置	16	20	FP	5
5	曲线的右 (终止) 道的位置	21	25	FP	4
6	画虚线的短划长度	26	30	INT	4
7	曲线的刻度类型 {空白, LOG}	31	34	AN	4
	卡片4 岩性请求卡 (可选择的)				
1	LITH	1	4	AN	4
	卡片5 岩性卡 (可选择的, 可多达20张)				
1	岩性图的左边界	1	5	AN或INT	5
2	岩性图的右边界	6	10	AN或INT	5
3	岩性图的名字	11	14	AN	4
	卡片6 结束卡				
1	END	1	3	AN	3

①系指字符。

②系指浮点数。

③系指整型数

API: 绘测曲线

0	125	250	325	450	575	700	825道号

LCG: 绘对数比例的测井曲线

0	125	250	0.2	1	10	100	10000	2000
			325	412	537	662	787	825 道号

EPI绘地质参数成果图

0	100	287	475	662	850道号

CPI: 绘图内测井曲线数字化后的曲线

0	5	10	15	20	22.5公分
100	297	494	691	888	987
					道号

图 1—3 目前采用的几种格线

格式卡的第7区表示深度值标号在图上的具体位置,即在图上的道号。对于EPI图,一般把深度值标号放在0与100道之间的某个道(如50道)上;而对于API和LOG图,一般放在250与325道间的某道(如280道)上;而对于CPI图,则放在1000道上。

(2) 深度(DEPTH)卡片 DEPTH卡片用来指定绘图的起始和终止深度。该卡片的第3区用来说明要不要打印深度值标号;如该区为空白,则隐含的选择就是要求打印深度值标号;如填入“MAB”则表示不要打印深度标号。

(3) 曲线(CURVE)卡片 曲线卡片用来标识所画曲线名称,提供曲线的左、右刻度值(以工程单位表示)和左(起始)、右(终止)道的位置,说明所画曲线(虚线)的断线长度及曲线的刻度类型。其中,断线长度是以0.01英寸作单位,如果卡片上的第6区未填,则表示所画曲线应是实线。所有虚线的短划,不论其长度如何,都相隔0.04英寸。

曲线卡上第7区用来指定所画曲线的刻度类型。如此区为空白,则表示所画曲线是线性刻度的;如在此区填上“LOG”,则表示所画曲线是对数刻度的。

当画积分曲线PF和HF时,为了用尖号来表示累计孔隙度厚度PF和累计油气厚度HF,应在曲线卡的第2区填写尖号频率,例如这个值为10就意味着每当曲线上的累计值为10的整数倍数(如10、20、30、40、等)时,就画一个尖号。如果这个尖号频率区填的值为负值,则表示该尖号应带有尖号标称值(即累计值)。在此卡片的第3区应填写尖号标称值的坐标即标称值所在图上的具体道号。尖号标称值打印在与深度轴相垂直的方向上,并且从所指定的坐标开始从左向右排列。在卡片的第4、第5区中填写尖号在图上的左(起始)道号和右(终止)道号。在卡片的第7区中填写尖号选择标识符“ITCK”,表示画积分曲线时需要画出尖号。

对于所画的每一条曲线，都需要这样一张曲线卡片来确定上述参数。运行一次PLOT₂程序能够同时处理若干张（不超过20张）曲线卡，同时画出多达20条曲线的图。

注意：在画曲线时，如果曲线上任一点的数值是在起始道的左边或终止道的右边，则该点就不被画出。

（4）岩性请求卡片 用于通知PLOT₂程序，需要画出岩性图。卡片的14列填写“LITH”。

名称	意义	图例
LINE	斜线	
DOLM	白云岩	
LIME	石灰岩	
OTHER ASH	其它矿物 灰	
SAND QRST	砂 石英	
RSBY CLAB	硬壳 硬	
COAL	煤	
DSHY	可能硬	
CLAY SHAL	粘土 页岩	

（5）岩性（LITHOG）卡片

岩性卡片用来标识岩性图名及所画岩性图区的边界。有九种岩性图可供用户选择使用。这九种岩性图的名称及图例示于图1—4中。

岩性图的边界分左边界和右边界（左右是以面向打印绘图机方向来分的），允许有下列组合：

左边界	右边界
曲线名	固定道的位置
固定道的位置	曲线名
曲线名	曲线名

对于所选用的每种岩性图，都需要一张岩性卡来说明岩性图名及图区的边界。根据需要，可以有多张（不超过20）岩性卡片。

（6）结束卡。用于告诉PLOT₂程序：所有输入卡都已被阅读，可以开始画图了。卡片的1、3列填“END”。

3. 实例

图1—4岩性图的名称及图例 采用API格式绘制测井图时用的一组绘图卡片（CPI格式）的卡片与此类似）的实例如下：

```

API      19.68      50      5      1      25      280
2245      2300
CAL      6      16      0      250      6
GR      0      150      0      250
CNL      30      -10      325      825      6
DEN      2      3      325      825
END
  
```

1）格式卡要求一个API格式，深度比例为19.68英寸/100米（即1/200），要求每50米画一条粗深度线，每5米画一条中深度线，每一米画一条细深度线（为了图面清洁，在图1—5所示的例子中未画细深度线）。打印的深度值标号位于图上280道，而且每隔25米打印一个深度值。

2）深度卡要求从2245米（起始深度）到2300米（终止深度）的数据画成曲线图，因为深度值标号指示符区（11~14列）为空白，故在图上将打印出深度值。

3）在这个例子中，要求画出CAL（井径）、自然伽马（GR）、补偿中子（CNL）和密度（DEN）等四条测井曲线。由于这四张曲线卡的曲线刻度类型区（41~34列）均为空白，故所有曲线都是线性刻度的。

（a）CAL 曲线 的左、右刻度值为6和16英寸，曲线被画在图上的0（左）与250（

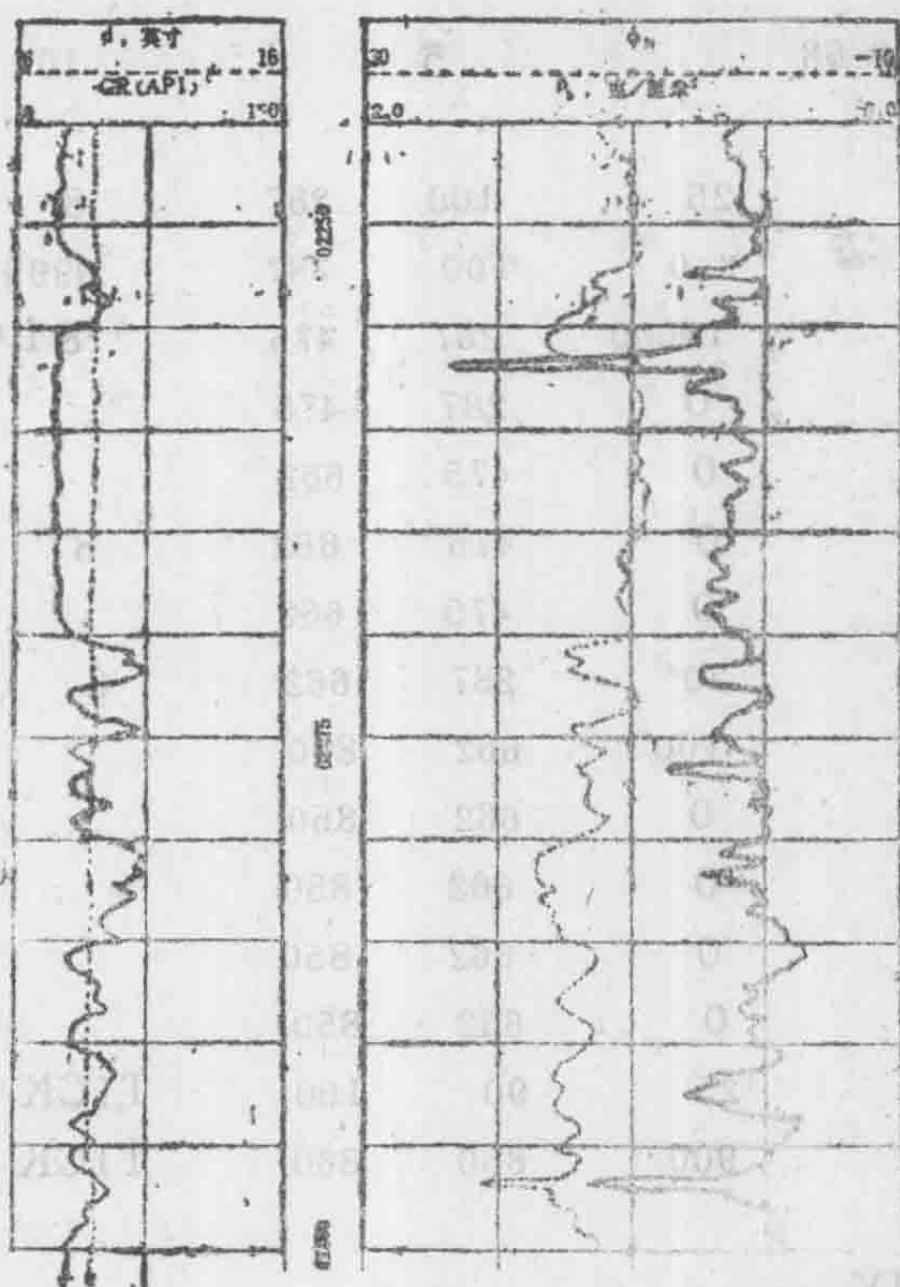


图 1—5 用API格式画出的测井曲线实例

右)道之间。曲线用虚线表示,虚线的短划长度为6(0.06英寸)。

(b) GR曲线的左、右刻度值为30和10 API,曲线被画在0(左)和250(右)道之间。由于短划长度区(27~30列)为空白,所以画的曲线是实线。

(c) CNL曲线的左、右刻度为30和-10视石灰岩孔隙度单位,它被画在325道和825道之间,用虚线表示,虚线的短划长度为6。

(d) DEN曲线的左、右刻度为2和3克/厘米³,画在325道与825道之间,用实线表示。

(e) 最后一张卡片为结束卡(END),它告诉画图程序PLOT₂:所有卡片均已输入,可以开始画图了。

用上述卡片画出的测井曲线图示于图1—5。图中已将图头上打印的卡片内容标绘成惯用的图头。

采用EPI格式画出地质参数成果图的实例。下面是CRA分析程序解释碳酸盐岩剖面的测井资料后,用PLOT₂画出的成果图(如图1—6所示),共画出15条参数曲线。画图用的卡片如下:

EPI	10	19.68	5	1	10	7
2220	2232					
POR ₂	0	25	100	287	8	
DGA	2.5	3.0	100	287	9999	
PERM	0.1	10000	287	475	8 LOG	
SW	100	0	287	475		
PORT	25	0	475	662		
PORF	25	0	475	662	8	
PORW	25	0	475	662		
CAL	-20	20	287	662	6	
SH	0	100	662	850		
ZZ	100	0	662	850		
YY	100	0	662	850		
XX	100	0	662	850		
POR	100	0	662	850		
PE	-1	25	90	100	TICK	
HF	-1	900	850	860	TICK	
LITH						
100POR ₂	DSHY					
PORT	PORF	RSHY				
PORF	PORW	DSHY				
662SH	SHAL					
SH	ZZ	OTHR				
XX	POR	SAND				
YY	XX	LIME				
ZZ	YY	DOLM				
END						

格式卡、深度卡和曲线卡均与画API图的卡片相似，只是积分曲线PF（累计孔隙厚度和HF（累计油气厚度）是用尖号表示的，故PF和HF卡片的第7区（31—34列）上填有尖号选择标识符‘TICK’，而卡片的第2区填写的尖号频率为-1，这表示累计值每增加1（孔隙体积/单位面积或含烃体积/单位面积）时，就画出一个尖号；PF的尖号位于90~100道，HF的尖号位于850~860道。同时要求打印出累计值（因尖号频率为负）：PF的累计值打印在与深度轴垂直的方向上，并且从25道自左向右排列；HF的累计值是从900道自左向右排印的。

为了清晰地显示出各种地质参数，在EPI图上常采用岩性图。上述卡片中要求画出8个岩性图：在100道与曲线POR₂之间画DSHY岩性图，以表示 ϕ_2 （缝洞孔隙度）；在PORT（总孔隙度）与PORF（冲洗带含泥浆滤液的孔隙度）曲线间画出岩性图RSHY，以表示残余烃；在PORF与PORW（地层含水孔隙度）曲线间画DSHY岩性图，以表示可动烃量等。

采用上述卡片画出的EPI图示于1—6。图中已标注成惯用图头。

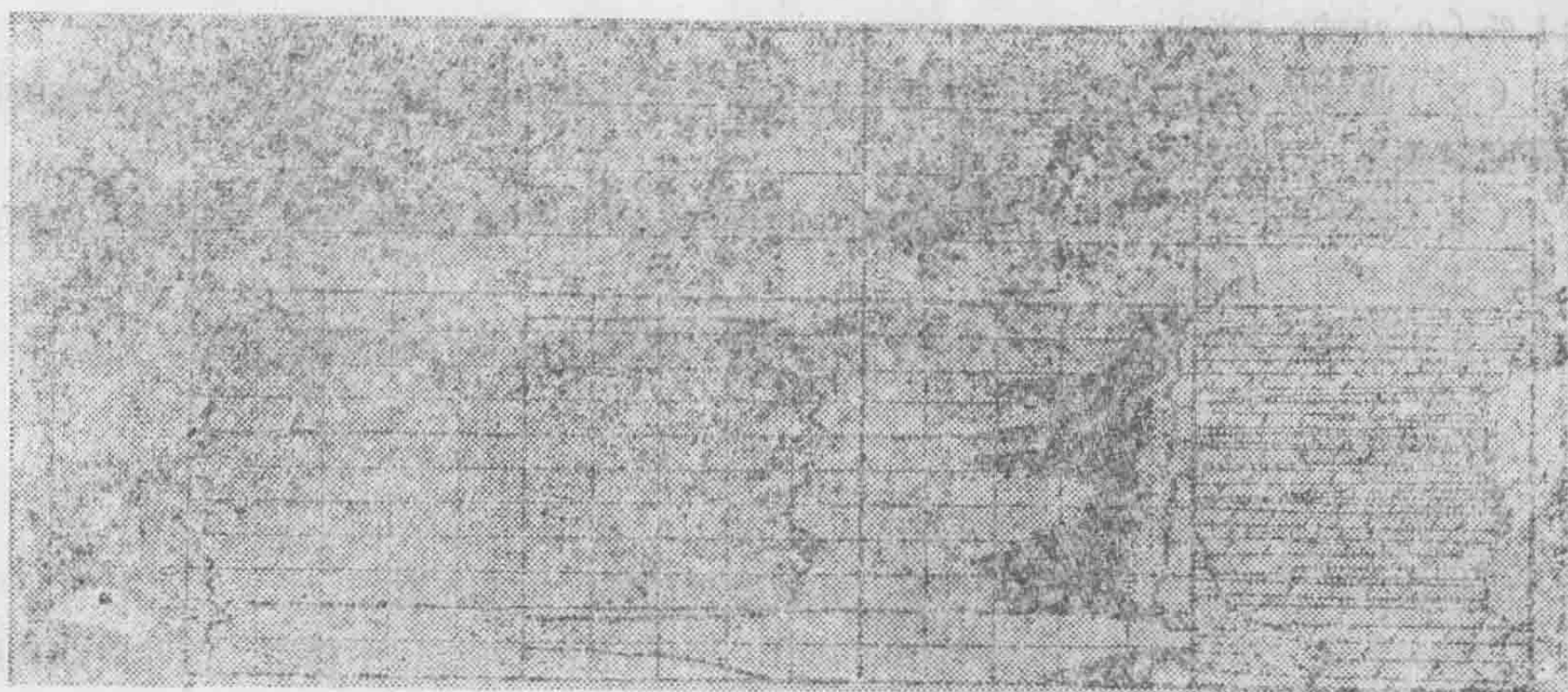


图 1—6 用EPI格式范出的解释成果图

二、多线仪测井原图的一般标准

1. 图面和曲线洗相清晰，曲线交叉可辨认，便于绘图和长期保存。
2. 图头各项数据填写齐全、准确，深度记号的零长计算准确，曲线深度标注无误。
3. 纵线、横线、记号线、基线、电流线（或刻度线）齐全，纵、横线间相互垂直，横线不均匀度不超过 $\pm 1\%$ ，1米长相纸走斜不超过2毫米，横线不得有大小格。
4. 曲线无不正常的抖动、跳动，第一条曲线必须测出井底遇阻曲线，遇阻井段曲线无抖动、摆动变化（放射性、磁定位例外），其余曲线以第一条曲线井底深度为准。一般曲线相对漏测应小5米，井径曲线小于15米。井底漏测不得超过20米。
5. 电阻率曲线不得出现与井下情况、地层、泥浆等客观条件无关的零值、负值与变形。由于认识不清，应另换下井仪器验证。

6. 曲线补测接图，测量井段在500米以上的不超过3次，500以下的不超过1次。

三、深度要求和检查方法

1. 影响测井曲线深度的因素除了测井仪器条件外，主要还有以下几点：

（1）测速 因为计流计存在惯性以及仪器线路具有的特点，使测速不但影响曲线的幅值，而且对深度也有影响，尤其是放射性测井时，测速的影响更大。因此，测井过程中对测速应有一定的限制（见《测井原始资料质量标准》）。

（2）深度记号 深度记号是标注曲线深度的主要依据，所以测井电缆上的磁性记号应在标准井中进行标注，并检验其精确度是否达到规定的误差范围。原图上要求深度记号齐全、清晰，每500米一个的特殊记号要明显。

（3）电缆伸长 电缆在测井过程中处于拉伸状态，因此会出现电缆伸长而影响深度的准确性，尤其是新电缆伸长现象更显著。所以，测井电缆要定期（或完成一定工作量后）在标准井中进行深度校正，当误差大于规定时，须重新作磁性（深度）记号。测井中遇卡（或断）刹电缆后，要及时在标准井中进行深度校正。对刚使用的新电缆要缩短校正时间间隔。

2. 检查测井曲线深度误差的方法

- （1）利用图上纵线计算的实测速，不能超过规定测速的10%。

- （2）原图上深度记号齐全，相邻两个深度记号间的距离（25或02米），误差不超过