

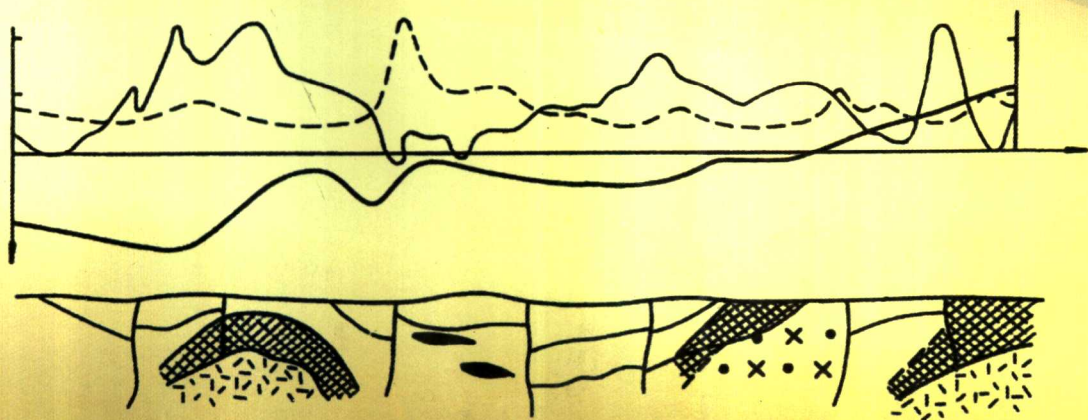
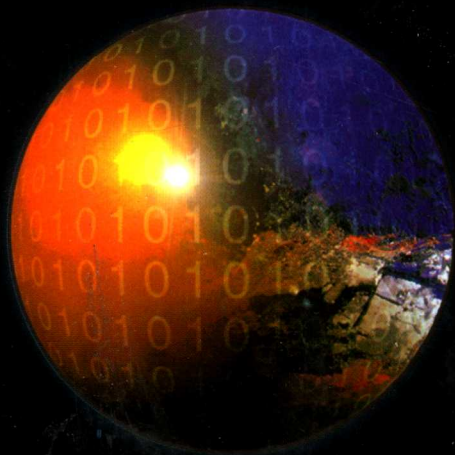
● 中国地质大学「211工程」建设重点资助
「地球物理勘察系列课」教材

地球物理方法

综合应用与解释

李大心 主编

中国地质大学出版社



中国地质大学“211工程”建设重点资助“地球物理勘察系列课”教材

地球物理方法综合应用与解释

李大心 主编

中国地质大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

地球物理方法综合应用与解释/李大心主编. —武汉: 中国地质大学出版社,
2003. 5

ISBN 7-5625-1692-8

I. 地…

Ⅱ. 李…

Ⅲ. 地球物理方法-综合应用-综合解释

Ⅳ. P631

地球物理方法综合应用与解释

李大心 主编

责任编辑: 方 菊

责任校对: 张咏梅

出版发行: 中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 31号)

邮编: 430074

电话:(027)87482760 传真:87481537

E-mail: cbo@cug.edu.cn

经 销: 全国新华书店

开本: 787 毫米×1092 毫米 1/16

字数: 490 千字 印张: 19.125

版次: 2003 年 5 月第 1 版

印次: 2003 年 5 月第 1 次印刷

印刷: 中国地质大学出版社印刷厂

印数: 1—1 000 册

ISBN 7-5625-1692-8/P·578

定价: 30.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

序 言

应用地球物理系列课程是地球物理学专业和应用地球物理专业的主干专业课程，也是新调整后的地矿类工科本科专业的主要专业基础课之一。

自 20 世纪 50 年代初到 90 年代末，我国的应用地球物理专业课程的课程体系基本上与原苏联的类似，专业课程主要按重力、磁法、电法、地震和测井五门课分别讲授，学科和专业分得较细，教学内容较窄，结果培养的科研人员越来越专，这对促进科技快速纵向发展起到了积极的作用，但不利于学科交叉和本学科综合发展。另外，重、磁、电、震、测五门课程内容之间也存在着某些重复。随着科学技术的发展，专业课的教学内容也需进一步更新。

随着我国由计划经济逐渐向市场经济过渡，国内应用地球物理专业为适应市场经济的需要，都在积极地进行拓宽专业、加强基础和增强适应性的教学改革和研究。长期以来，地球物理系应用地球物理专业的教员为了适应国民经济发展的需要，坚持教学改革，在不同的历史时期，进行了教学思想、内容和方法的改革，课程结构有所变化，教学内容有所更新。这些改革促进了师资队伍的建设，为深入教学改革打下了基础。经过广泛地调研和充分地讨论，我们认为以“系列课程”的建设来优化地球物理专业课程体系和教学内容是比较好的，并以教学立项促进教材建设，以张胜业为负责人的“应用地球物理系列课程建设”教学研究项目已列入 1997 年湖北省教委的研究项目和中国地质大学重点教学改革研究项目。

所谓系列课程的建设，是指为了向学生传授某一方面相对完整的知识或比较全面训练学生某一方面的能力，把教学内容密切相关、相互之间有必然联系的若干门课程组织在一起，从总体上确定每一门课程的教学目标、教学内容和教学方法。

应用地球物理系列课程建设的指导思想是：①系统地向学生传授应用地球物理的基础知识，使学生知识面较宽、专业基础扎实、适应性较强；②优化课程体系和教学内容，避免不必要的重复，提高学生的学习效率，减轻学生的学习负担；③加强学科的综合和交叉，发挥学生潜能、特长和创造性思维。

应用地球物理专业课程的系列课程建设可分为纵向和横向两种。这套教材为纵向的系列课程编写。建立纵向系列课程的目的，就是将重、磁、电、震、测五门课中带有基础和共性的内容有机地结合在一起，避免不必要的重复，加强基础、综合和交叉，提高学生的学习效率，拓宽学生的专业知识面，使学生能系统地掌握应用地球物理的专业基础知识，具有一定综合解决实际问题的能力。

纵向系列课的课程设置，按应用地球物理学原理（100 学时）、应用地球物理的数据采集与处理（80 学时）、地球物理反演基本理论与应用方法（40 学时）和地球物理方法综合应用与解释（50 学时），从纵向上分为四门专业系列课程，建立一套面向 21 世纪的新的专业课程体系。

四本系列课教材的编写分工如下：

《应用地球物理学原理》

张胜业 潘玉玲主编

《应用地球物理的数据采集与处理》

刘天佑主编

《地球物理反演基本理论与应用方法》

姚 姚主编

《地球物理方法综合应用与解释》 李大心主编

地球物理方法综合应用与解释共分八章编写。参加编写工作的有李大心教授(第二章、第四章、第七章)、张胜业教授(第一章、第八章)、刘庆生教授(第三章)、顾汉民教授(第五章)、潘和平教授(第六章)。由李大心教授统编全书。参加本教材审阅并提出宝贵意见的有吴蓉元教授(第一章、第四章)、詹正彬教授(第五章)、周远田教授(第六章)。本教材得到了中国地质大学(武汉)校领导、教务处的大力支持,由地球物理系组织编写;魏国鹏、张红波、文丽丽、何建华、潘利等同志参加了绘图工作,在此表示谢意。

由于这套教材是第一次按新的课程体系编写,受条件、时间和水平的限制,难免会有不妥或错误的地方,随时欢迎读者批评指正。

编者
2003年4月

目 录

第一章 地球物理资料解释的基本问题	(1)
§ 1.1 地球物理资料解释的目的和原则	(1)
一、地球物理场的特点	(1)
二、地球物理资料的解释目的	(1)
(一) 解释目的	(1)
(二) 解释推断的基本任务	(2)
三、地球物理资料解释的一般原则	(2)
(一) 以现代地质理论为指导	(2)
(二) 两个环节	(2)
(三) 三项结合	(3)
(四) 由已知到未知, 由简单到复杂	(3)
(五) 多次反馈	(3)
§ 1.2 地球物理方法解决地质问题的特殊性	(4)
一、地球物理解决地质问题的核心是建立模型	(4)
二、地球物理反演地质问题的多解性	(5)
(一) 目的体物理性质相似性造成的反问题解的非单值性	(5)
(二) 目的体地球物理异常过于微弱而引起反问题解的非单值性	(6)
(三) 不同参数的目的体呈现的地球物理场等值性而造成反问题的非单值	(6)
§ 1.3 地球物理资料的解释步骤与方法	(7)
一、物理-地质模型	(7)
(一) 物理-地质模型的概念	(7)
(二) 物理-地质模型的特点	(7)
(三) 物理-地质模型分类	(8)
(四) 物理-地质模型的建立	(8)
二、地球物理异常的识别和划分	(9)
(一) 正常场、异常和干扰	(9)
(二) 地球物理异常的划分	(10)
三、地球物理资料的定性解释	(11)
四、地球物理资料的定量解释	(12)
(一) 定量解释对资料的要求	(12)
(二) 正确使用定量解释方法	(12)
(三) 地球物理资料的定量解释方法	(12)
(四) 地球物理资料的综合定量解释方法的分类	(13)
五、地球物理资料的地质解释	(13)

(一) 评价目标的形态	(14)
(二) 评价目标的厚度及埋藏深度	(14)
(三) 评价物质成分	(14)
(四) 估算目标年代	(15)
思考题	(15)
参考文献	(16)
第二章 地球物理方法综合应用概论	(17)
§ 2.1 地球物理的应用条件	(17)
一、地质目的体与围岩物理性质的差异程度	(17)
二、引起异常的目的体的几何参数	(20)
三、干扰对地球物理测量的影响	(22)
§ 2.2 地球物理方法选择原则	(26)
一、以能取得明显地质效果为目标	(26)
二、以能取得明显经济效益为目的	(29)
三、地球物理方法选择实例	(30)
§ 2.3 地球物理方法地质效果的评价方法	(31)
一、对地质目的体的反映能力	(31)
二、地球物理方法的信息度	(32)
三、划分地质目的体的可靠性	(33)
§ 2.4 地球物理方法经济效益评价的对策论方法	(35)
§ 2.5 地球物理方法应用的综合评价方法	(36)
一、经验公式	(37)
二、损失函数	(37)
三、实例	(39)
思考题	(40)
参考文献	(41)
第三章 基础地质工作中的综合地球物理方法及其研究的主要内容	(42)
§ 3.1 固体地球的结构及其地球物理特征	(42)
一、地球的结构及其基本参数	(42)
(一) 地球结构	(42)
(二) 地球基本参数	(43)
二、地壳的结构与地球物理特征界面	(43)
(一) 大陆地壳	(43)
(二) 大洋地壳	(44)
(三) 过渡壳	(45)
(四) 莫霍面	(45)
三、中国地壳的主要地球物理特征	(45)
(一) 地壳的速度特征	(45)

(二) 地壳的电性结构特征	(47)
(三) 地壳的磁性结构特征	(50)
(四) 地壳的布格重力异常特征	(55)
§ 3.2 综合物探在基础地质研究中的作用	(57)
一、研究地壳深部构造的综合地球物理方法 (简称深部地球物理)	(57)
(一) 深部地质研究的内容	(57)
(二) 深部地球物理研究方法简介	(58)
二、综合地球物理在地质填图中的应用	(69)
(一) 区域性地质填图	(70)
(二) 大比例尺和详细地质填图	(72)
三、磁大地构造单元的划分	(79)
思考题	(82)
参考文献	(82)
第四章 综合地球物理方法寻找固体矿产资源	(84)
§ 4.1 矿床主要成因类型、成矿地质模式及其地球物理异常特征	(84)
一、外生矿床成矿地质模式与地球物理异常特征	(84)
(一) 风化壳外生矿床	(84)
(二) 砂矿床	(86)
(三) 沉积矿床和火山沉积矿床	(87)
二、内生矿床成矿地质模型与地球物理异常特征	(89)
(一) 与侵入体分异有关的矿床	(90)
(二) 未分异的和弱分异的超基性和基性岩有关的矿床	(90)
(三) 伟晶岩与云英岩型矿床	(93)
(四) 矽卡岩型矿床	(93)
(五) 碳酸岩矿床	(94)
(六) 裂隙交代细脉型与网脉型矿床	(95)
三、变质矿床成矿地质模型与地球物理异常特征	(98)
§ 4.2 不同矿产勘察阶段的综合地球物理勘察模式	(99)
一、成矿远景预测阶段	(99)
(一) 地质任务	(99)
(二) 地质、地球物理与地球化学综合预测成矿远景区	(100)
(三) 成矿远景区划分	(102)
二、区域性普查找矿阶段	(104)
(一) 地质任务	(104)
(二) 地质、地球物理与地球化学综合方法进行区域性普查找矿	(105)
(三) 普查找矿方法综合应用的基本原则	(108)
(四) 地质、地球物理、地球化学与探矿工程综合找矿实例	(109)
三、矿床勘探阶段	(110)
(一) 矿床勘探的任务	(110)

(二) 勘探阶段物化探方法的综合应用·····	(110)
§ 4.3 物化探信息评价矿产前景数学模型·····	(114)
一、模糊数学模型进行成矿远景预测·····	(115)
(一) 方法原理·····	(115)
(二) 预测过程·····	(115)
(三) 应用实例·····	(115)
二、金矿灰色关联分析预测法·····	(116)
(一) 方法原理·····	(117)
(二) 模型构制·····	(118)
(三) 金矿预测·····	(118)
四、人工神经网络方法·····	(121)
(一) 方法原理·····	(121)
(二) BP 神经网络计算步骤·····	(122)
(三) 塔北雅克拉地区 BP 神经网络预测·····	(122)
思考题·····	(123)
参考文献·····	(124)
第五章 可燃性矿产勘察中的综合地球物理方法·····	(125)
§ 5.1 综合勘探和解释的基本流程·····	(125)
§ 5.2 勘探早期阶段的油气物化探综合勘探·····	(126)
§ 5.3 研究盆地结构的地球物理方法·····	(130)
一、研究盆地结构的综合地球物理资料解释流程·····	(130)
二、确定基底的地球物理方法·····	(131)
(一) 地震识别和反射层位的确定·····	(131)
(二) 重磁力模型判别·····	(131)
三、确定盆地形态的地球物理方法·····	(132)
(一) 地震描述·····	(132)
(二) 重力描述·····	(134)
§ 5.4 建立盆地充填模式的地震地层学的分析方法·····	(136)
一、建立盆地充填模式的综合地质解释流程·····	(136)
二、地震反射资料的地震地层解释·····	(136)
(一) 地震层序分析·····	(136)
(二) 地震相分析·····	(138)
三、盆地沉积史研究的主要内容·····	(145)
§ 5.5 评价生油前景的地震和有机地球化学方法·····	(147)
§ 5.6 评价油气田构造的地球物理方法·····	(149)
一、石油地质构造分析简述·····	(149)
(一) 构造样式·····	(149)
(二) 构造样式分类·····	(149)
二、构造解释内容简介·····	(152)

(一) 构造层系及作图单元的划分	(153)
(二) 构造作图	(154)
(三) 构造分析和描述	(154)
三、单元构造的地震资料解释	(154)
(一) 背斜 (或小凸起)	(155)
(二) 向斜 (或小凹陷)	(155)
(三) 断层构造	(156)
(四) 尖灭地层结构	(157)
四、复杂构造的解释	(158)
(一) 复杂断裂的解释	(158)
(二) 底辟构造的解释	(162)
(三) 火成岩的解释	(162)
(四) 古潜山构造的解释	(164)
(五) 礁的地震资料解释	(165)
§ 5.7 评价油气储集类型的综合地球物理方法	(166)
一、油气储集类型	(166)
二、利用地震相分析识别各种成因类型的储集体	(167)
(一) 冲积扇	(167)
(二) 河道沉积	(167)
(三) 三角洲	(167)
(四) 扇三角洲	(168)
(五) 近岸水下扇	(169)
三、地震、岩心和测井资料的储集层的综合评价	(170)
(一) 综合评价基本流程	(170)
(二) 储集体的模式识别技术	(170)
(三) 地震多参数岩性的约束反演 (黄绪德, 1992)	(172)
四、利用地震信息进行油气预测	(173)
(一) 反映油气的地震信息及其特征	(174)
(二) 利用地震振幅信息进行油气预测	(176)
思考题	(182)
参考文献	(183)
第六章 测井地质分析与油气评价	(185)
§ 6.1 储集层的性质	(185)
一、储集层的岩性	(185)
(一) 碎屑岩储集层	(185)
(二) 碳酸岩储集层	(185)
(三) 其他类型储集层	(186)
二、储集层的储集性和含油性	(186)
(一) 孔隙度	(186)

(二) 含油饱和度	(186)
(三) 渗透率	(187)
三、储集层的岩性、储集性、含油性以及各种物理性质的关系	(187)
(一) 岩性与各物理性质的关系	(187)
(二) 孔隙度与各种物理性质的关系	(188)
§ 6.2 确定岩性和孔隙度	(190)
一、含水纯地层	(190)
二、含油气纯地层	(191)
三、纯双矿物岩石	(192)
四、交会图法确定岩性和孔隙度	(192)
(一) 岩性-孔隙度交会图	(193)
(二) 交会三角形法	(194)
(三) 岩性交会图	(195)
§ 6.3 确定含水饱和度	(197)
一、纯地层含水饱和度	(197)
二、泥质地层含水饱和度	(198)
三、双水模型法	(199)
(一) 泥质砂岩(水层)的电阻率	(199)
(二) 泥质砂岩(油气层)的电阻率	(200)
四、双孔隙度法	(201)
五、径向电阻率比值法	(201)
(一) $R_{xo}-R_t$ 曲线重叠法	(202)
(二) 深浅电阻率交会法	(202)
(三) $\frac{R_{xo}}{R_t}$ 与自然电位重叠法	(203)
六、可动油气分析法	(204)
(一) S_w-S_{wi} 交会图	(204)
(二) 三条视地层因素曲线重叠法	(205)
(三) 三种孔隙度的可动油显示	(206)
§ 6.4 泥质砂岩地层测井分析	(208)
一、泥质在地层中的分布形式	(208)
二、泥质砂岩地层的测井响应方程	(208)
(一) 泥质砂岩纯水层的声波、密度、中子测井响应方程	(208)
(二) 泥质砂岩含油气层的声波、密度、中子测井响应方程	(209)
(三) 泥质砂岩的电阻率响应方程	(211)
§ 6.5 测井资料在油藏描述中的应用	(211)
一、油藏描述概述	(211)
二、测井资料的标准化处理	(211)
(一) 单井测井资料的校正与归一化	(211)
(二) 全油田测井数据的标准化	(213)

三、关键井研究·····	(215)
(一) 关键井应具备的条件·····	(216)
(二) 关键井研究的基本内容·····	(216)
四、多井处理研究·····	(217)
(一) 单井分层及多井地层对比·····	(217)
(二) 沉积相环境分析·····	(217)
(三) 绘制储层参数二、三维分布图及构造分析图·····	(218)
五、单井动态模拟·····	(218)
思考题·····	(218)
参考文献·····	(219)
第七章 地球物理在工程地质探测与工程质量检测中的作用 ·····	(221)
§ 7.1 工程探测与检测中的地球物理方法·····	(221)
一、工程地质研究对象与任务·····	(221)
二、工程物探解决工程地质问题的特点·····	(222)
三、工程地质与检测问题所适用的综合物探方法·····	(222)
§ 7.2 常时微动与结构物振动特性测试·····	(226)
一、利用常时微动测试结构物振动特性的原理和方法·····	(226)
(一) 结构物振动特性三要素·····	(226)
(二) 数据处理与特性参数的提取方法·····	(227)
二、测试方法技术·····	(227)
三、关于建筑物振动特性的一些规律·····	(228)
(一) 低矮建筑物的振动特性·····	(228)
(二) 多层和高层建筑物的振动特性·····	(229)
(三) 建筑物振动特性的稳定性·····	(230)
§ 7.3 桩基动测·····	(230)
一、概述·····	(230)
二、动力参数法·····	(231)
(一) 测试原理·····	(231)
(二) 测试步骤·····	(232)
(三) 资料分析·····	(233)
三、共振法·····	(235)
(一) 测试原理·····	(235)
(二) 测试方法·····	(238)
(三) 资料分析·····	(238)
四、机械阻抗法·····	(239)
(一) 测试原理·····	(239)
(二) 测试方法·····	(240)
(三) 由导纳曲线判别桩身的性质及完整性·····	(240)
(四) 桩身质量检测实例·····	(241)

§ 7.4 其他工程探测与检测中的地球物理方法	(244)
一、公路工程质量检测的地球物理方法	(244)
(一) 公路工程质量若干指标	(244)
(二) 公路工程质量指标与地球物理方法观测参数的关系	(246)
(三) 应用实例	(248)
二、常时微动评价地基力学性质	(249)
(一) 地基分类	(249)
(二) 确定抗震设计反应谱	(250)
三、估算岩土力学参数的地球物理方法	(251)
(一) 地震波速与岩石力学参数的关系	(251)
(二) 地震测井获取地震速度	(251)
四、强夯复合地基加固质量检测实例	(254)
(一) 强夯碎石柱复合地基质量检测的特殊性	(254)
(二) 地球物理检测结果	(254)
五、其他实例	(256)
(一) 井中电磁法调查混凝土内部钢筋缺陷	(256)
(二) 井中雷达调查旧建筑物基础	(256)
(三) 地震 CT 调查江中隧道沉降与位移	(256)
(四) 电阻率测井调查钢板桩入土深度	(257)
思考题	(258)
参考文献	(259)
第八章 地球物理方法在环境地质调查中的应用	(260)
§ 8.1 环境地质调查中的地球物理方法	(260)
一、环境地质调查的主要内容	(260)
(一) 全球地质环境变迁的调查	(260)
(二) 现代环境地质变迁的调查与研究	(261)
(三) 人类活动的环境地质效应调查	(261)
二、环境地质调查的特点	(261)
三、环境地质调查中地球物理方法的特点	(262)
四、环境地质调查的地球物理基础	(263)
(一) 岩石物理性质的“记忆功能”	(263)
(二) 常见环境地质目标体的物理性质	(264)
五、地球物理方法在环境地质调查中应用的有效性	(265)
(一) 常用地球物理方法的适用范围	(265)
(二) 工程环境地质调查中的地震方法	(266)
(三) 城市地质调查常用地球物理方法的特点	(267)
§ 8.2 地球物理方法在地下水调查中的应用	(268)
一、地下水的物理性质	(268)
二、地下水的主要类型及特点	(268)

(一) 孔隙水·····	(269)
(二) 裂隙水·····	(269)
(三) 岩溶水·····	(271)
三、地球物理方法在孔隙水勘察中的应用·····	(272)
四、地球物理方法在裂隙水勘察中的应用·····	(276)
五、地球物理方法在岩溶水勘察中的应用·····	(279)
§ 8.3 地球物理方法在环境地质调查中的应用·····	(283)
一、全球环境变化研究·····	(283)
二、现代环境地质变迁的调查·····	(284)
(一) 活动构造地质调查·····	(284)
(二) 人类活动引起的环境地质效应调查·····	(287)
思考题·····	(291)
参考文献·····	(292)

第一章 地球物理资料解释的基本问题

地球物理勘探是为了解决地质任务而进行的,它有两个基本问题:一是获得可靠的反映地质情况的地球物理数据以及有关物性资料;二是对这些地球物理资料进行正确的解释。前者是基础,后者是目的。

地球物理资料解释是地球物理工作中一个非常重要的环节,是将地球物理资料转化为地质语言的重要步骤,它关系到地球物理资料能否发挥其地质效果,应该给予高度的重视。

地球物理资料的解释,按解释的方法可分为定性解释和定量解释。定性解释是依据地球物理异常的特征定性判断引起异常的地质原因,大致判断异常源的形状、大小、产状和埋深等;定量解释则是对地球物理异常定量计算异常源的几何参数和物理参数。一般说定性解释在前,是定量解释的基础;定量解释在后,是定性解释的深入。但在实际解释中两者不可能截然分开,两者相互补充,定性和定量解释有机结合,使解释逐步深入。

按照解释的方法,也可把解释分为地球物理解释和地质解释。前者主要依据地球物理异常,应用数学物理方法推断场源体物性参数、埋深、位置、形状、大小、产状等要素,后者则侧重于结合地质和其他资料对地球物理异常及其场源体做出地质解释。在程序上,地球物理解释在前,地质解释在后。

由于地球物理勘探所研究的对象是地下复杂的地质体,看不见摸不着,地球物理反演问题有其固有的多解性和不稳定性,这就增加了解释中的难度,并形了解释中的种种特点。

下面重点介绍地球物理资料解释的目的、原则、步骤及方法。

§ 1.1 地球物理资料解释的目的和原则

一、地球物理场的特点

地球物理场(重力、磁力、电磁、地震等)是地质体某种物理属性(密度、磁化率、电阻率、速度等)的反映。如果已知地质体的形状、埋深及其与围岩的物性参数,求取该种地球物理场的剖面曲线称为正演问题。反之,如果已知地球物理曲线,求取地质体的形状、埋深和岩石物性,正如地球物理解释所需求的那样,称为反演问题。对于地球物理场,强调两点:

(1)任何地球物理观测场都是以一种场源为主,外加其他场源的综合效应。这种综合效应使得在研究对象的地质体异常之上,叠加有“干扰异常”。因此,研究地球物理场应通过校正、滤波等多种措施区分或消除“干扰异常”。

(2)任何地球物理场的反演问题都没有唯一性解答,或者,任何一种地球物理观测资料的解释都不可避免地存在着多解性。

二、地球物理资料的解释目的

(一)解释目的

地球物理资料解释的目的:充分利用各种地球物理场所提供的信息,结合地质与钻孔等其

他资料,做出符合客观情况的地质推断,包括地质体的形态与走向、基底与盖层、断裂与岩浆以及它们的物质成分与年代。

(二)解释推断的基本任务

(1)综合分析、研究、对比各种资料(地质、物化探、钻井等),解释可能引起异常的地质原因。

(2)运用物理模拟和数值模拟的定量计算方法,推断研究对象的赋存状态(形态、产状、埋深等)。

(3)结合测区地质特点,以各种推断成果图的形式表达测区地质构造和矿产分布等有关地质问题。

三、地球物理资料解释的一般原则

在地球物理资料的解释中,应自始至终贯彻综合解释的原则,探索地球物理资料综合解释的途径,努力使地质与地球物理紧密结合起来,克服地球物理反演问题的多解性,加深地质认识。地球物理综合解释的原则可归纳为如下五项:

(一)以现代地质理论为指导

由于一般的地球物理资料解释是以完成地质任务为目的,所以,在地球物理资料解释中,应根据地质任务的要求,以相应的现代地质理论为指导。例如板块大地构造理论等。

1. 研究深部的岩石圈构造

我们知道,岩石圈层的板块大地构造是现代地球科学的总结。它站在全球规模的高度上,概括大洋和大陆的地质、地球物理特征和规律,以岩石圈层的离散、聚敛和相对剪切运动为标志,来区分板块并阐述其演化。因此,我们可以用板块大地构造理论来分析所研究区域的地球物理场,可以推演出各种地质体在三维空间内的展布的形态与走向、埋藏深度与厚度、物质成分甚至形成时代。

2. 研究含油气盆地

自板块大地构造理论崛起以来,油气地质研究和勘探都获得了新的活力,也为讨论含油气盆地的形成机制和研究石油地质条件的多样性与复杂性提供了理论依据。以板块大地构造理论为指导来探讨这些问题,必须着眼于沉积基底的变迁及其对沉积层的控制作用,而沉积基底的形成与变迁则受控于板块运动所引起的深部构造作用。这样,对地球物理勘探的要求就不仅是搞清盆地中沉积层内部的褶皱、断层和剥蚀等一系列问题,同时还要求搞清其深部地质问题。

(二)两个环节

地质-地球物理资料的综合解释有两个关键的环节:岩石物性与地质模型。

岩石物性(密度、磁化率、电阻率、波阻抗等)的差异对于地球物理异常的极性和强度关系密切,也是建立地质模型,做出地质解释必不可少的资料,为此,通常将岩石物性资料看成是联系地质与地球物理之间的纽带。

当前,岩石物性资料来源大体有三个途径:①在实验室条件下对采集野外露头样品的测定,需要有大量的样品进行统计,按正态分布规律,确定其物性参数值;②从地球物理场观测资料中提取物性参数(密度、剩余磁化强度、速度等),但大多具有平均的性质;③依靠钻孔中物性参数的测定曲线,做统计分析,确定其随深度的变化关系。显然,在这三种途径中,以后者在综合解释里效果最好。

地质模型是地球物理场定性解释与定量解释之间的纽带。所谓模型,就是在定性解释的基础上,把形态、成分复杂的地质体抽象和简化成物理性质稳定的规则形体,以便于应用计算机进行正、反演及其拟合的计算。因此,模型的建立需要有广泛的地质、地球物理背景资料,以及对地质结构的认识。背景资料越丰富,地质认识越深刻,模型才能越接近于真实地质体,结果也才能更逼近于实际。

(三) 三项结合

充分利用各种地质、地球物理资料,使它们之间相互紧密结合,可以不断地加深地质认识。

首先,应使各种地球物理资料与地质资料紧密结合,对比各种地球物理方法的异常,并明确它们与地质体之间的关系。作为地质体,例如,盖层构造、基底的隆起与拗陷等都可能与地球物理场之间存在着正相关的关系,从而可以将这些地质体看成是场源,并从场的叠加性质出发,考虑地质体所引起的异常在多个场源的观测异常中,是得到加强,还是受到削弱(继承性背斜将使沉积层的 Δg 增大)。但是,不应忽视地质体与地球物理场之间存在着反相关的关系或“无源”异常的情况,否则会导致错误的结果。例如,在围岩密度大于地质体密度时,作为地质体的背斜,在 Δg 中将表现为负相关。

其次,应使地球物理场的定性解释与定量解释相结合。通常定性解释依据的准则大体归纳为:①异常走向即为源体走向;②最大梯度线相对于源体的边界;③复杂的等值线形状表示有分布很近的不同源体;④异常的相对极大表示有物性呈正、负相关源体存在。此外,尽管我们还知道,在二维平面图上研究地球物理场,可以利用向上、向下延拓了解源体埋藏深度,利用不同高度的方向导数可以对断裂提供丰富的信息,但定性解释仍旧很难对地质体形态、埋藏深度、物质成分与地质时代做出精确的判断。为此,应对地球物理场做进一步的定量解释。然而,定量解释又需要在定性解释基础上,选择剖面,建立地质模型。

第三,地球物理场正演问题与反演问题相结合。根据所建立的地质模型用计算机求取其异常曲线,即作为正演问题解答的计算曲线。它具有唯一性,应与观测异常曲线取得良好的符合,并以此说明模型的正确性。通过对计算曲线的反演,能够给出多种计算地质体,即反演问题的解答,其中不仅给出地质体的产状条件,也给出物性参数。

(四) 由已知到未知,由简单到复杂

对地球物理资料的解释通常从地质情况已知的地区开始,利用已知区地球物理异常与地质环境之间的关系和规律来指导未知区的工作,或由某些特征与已知区相似或不相似来推断未知区的可能情况。

解释地球物理资料一般从反映的比较明显、规律性较强、所处地质条件比较简单、易于解释的异常入手,积累经验,然后解释反映不明显、规律性较差和地质条件比较复杂的异常。

进行多种地球物理方法的工区,应先对单一方法资料进行解释,然后进行综合解释。有干扰的区段,应先从没干扰(或干扰不大)的简单、明显的异常着手,然后研究因干扰而复杂化的异常或叠加异常。

(五) 多次反馈

综上所述,地球物理资料综合解释的过程,自始至终贯彻着多次反馈原则(图 1-1)。其中比较、拟合、逼近都是反馈。一方面用更大范围的地质、地球物理资料,以及前人研究的成果,在现代地质理论的指导下,将地质问题抽象、概括,与地质模型相比较,并不断修正、调整,以便解释模型,逐步逼近真实地质体。