

国家重点基础研究发展规划 (973) 项目 (2007CB209400) 资助出版
国家自然科学基金项目 (40574057)

煤矿 三维地震数据动态 解释系统

崔若飞 陈同俊 著

Meikuang Sanwei Dizhen Shuju Dongtai Jieshi Xitong

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

国家重点基础研究发展规划(973)项目(2007CB209400)
国家自然科学基金项目(40574057)资助出版

煤矿三维地震数据动态解释系统

崔若飞 陈同俊 著

中国矿业大学出版社

前 言

本书由国家重点基础研究发展规划(973)项目(2007CB209400)和国家自然科学基金项目(40574057)共同资助出版。

全书共分两篇十四章,系统地论述了煤矿三维地震数据动态解释系统的主要功能、方法原理和使用方法。

第一篇为理论基础篇,共八章。第1章绪论,结合目前煤矿三维地震数据解释中存在的问题及煤矿三维地震资料解释的任务,说明了开发煤矿三维地震数据动态解释系统的必要性及意义。第2章煤矿三维地震数据动态解释系统的设计思路,分析了目前煤矿三维地震资料解释中存在的问题以及解决这些问题时的思路与方法。第3章地震数据显示技术,论述了目前常用的几种地震数据存储格式及相互转换技术,并讨论了地震数据显示的可视化技术。第4章地震层位拾取技术及插值方法,论述了目前常用的几种层位拾取方法及它们的适用范围,分析了几种比较适合地质数据插值的算法。第5章平面等值线图生成方法,分析了目前常用的两类平面等值线图的生成技术,并对成图效果进行了分析。第6章地震属性技术,介绍了地震属性的概念、提取方法和处理手段。第7章相干/方差体技术,对相干/方差体算法进行了分析,并对应用效果及适用范围进行了讨论。第8章小波变换理论,介绍了小波分析的基本原理并讨论了其在地震资料解释中的应用。

第二篇为应用实践篇,共六章。第9章应用实例,给出了煤矿三维地震数据动态解释系统在我国东、西部不同矿区,针对不同的地质构造的几个应用实例。第10章煤矿三维地震数据动态解释系统的功能及安装,介绍了煤矿三维地震数据动态解释系统的主要功能及系统的安装步骤。第11章至第14章为煤矿三维地震数据动态解释系统的使用手册。

目前煤矿三维地震资料的解释过程主要是围绕着以小断层、陷落柱、煤层冲刷变薄带等为核心的构造解释,煤矿三维地震数据动态解释系统为这些解释提供了足够的工具。但技术永远都不是万能的,只有把煤矿三维地震数据动态解释系统与特定煤矿的地质背景相结合,与煤矿地质人员的主观能动性相结合,才能达到理想的解释效果。

全书由崔若飞、陈同俊合作完成,其中第一篇由崔若飞撰写,第二篇由陈同俊撰写。崔三元、钱进、赵虎、李仁海、毛欣荣、高级、刘伍分别承担了大量的资料收集整理、部分插图绘制、文稿录入、校对等工作,在此表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免有疏漏与不足之处,恳请读者批评指正。

著 者

2008年1月

目 录

第一篇 理论基础

1 绪论	3
1.1 煤矿三维地震勘探存在的问题	3
1.2 煤矿三维地震数据动态解释系统	4
2 煤矿三维地震数据动态解释系统的设计思路	7
2.1 系统功能需求分析	7
2.2 系统功能划分及设计	11
3 地震数据显示技术	16
3.1 地震数据格式及转换	16
3.2 地震剖面显示	18
3.3 地震切片显示	19
3.4 地震属性显示	22
3.5 反演数据体显示	25
4 地震层位拾取技术及插值方法	27
4.1 地震层位拾取技术	27
4.2 地质数据插值方法	29
5 平面等值线图生成方法	33
5.1 正规网格法	33
5.2 三角剖分法	38
6 地震属性技术	41
6.1 地震属性的概念与分类	41
6.2 地震属性提取	42
6.3 地震属性处理	46
7 相干/方差体技术	49
7.1 相干/方差体技术简介	49
7.2 相干体算法	50
7.3 方差体算法	53

8 小波变换理论	55
8.1 小波变换的定义与基本性质.....	55
8.2 多分辨率分析.....	60
8.3 正交小波变换算法.....	63

第二篇 应用实践

9 应用实例	67
9.1 利用相干技术发现陷落柱.....	67
9.2 利用实时刷新功能修正煤层底板深度.....	67
9.3 利用相干技术发现小断层.....	68
9.4 联合使用小波分析与相干技术对构造进行精细解释.....	69
9.5 地震属性融合技术解释精细构造.....	70
9.6 解释含水陷落柱.....	72
10 煤矿三维地震数据动态解释系统的功能及安装	78
10.1 煤矿三维地震数据动态解释系统简介	78
10.2 煤矿三维地震数据动态解释系统的安装和启动	82
11 三维工区管理模块使用手册	89
11.1 工区工具菜单	90
11.2 地震数据工具菜单	99
12 数据体剖面显示模块使用手册	105
12.1 工区底图子模块.....	105
12.2 地震剖面显示子模块.....	132
12.3 地质剖面显示子模块.....	148
12.4 反演剖面显示子模块.....	151
13 数据体切片显示模块使用手册	157
13.1 文件菜单.....	157
13.2 切片显示菜单.....	158
13.3 断层交面线解释菜单.....	162
13.4 工程图管理菜单.....	163
13.5 切片数据处理菜单.....	164
14 地震属性技术模块使用手册	169
参考文献	172

第一篇 理论基础

1 绪论

1.1 煤矿三维地震勘探存在的问题

近年来,随着高产高效矿井建设和生产的需要,对精细地质勘探的要求日益提高,地震勘探技术已经成为详细查明小断层、小褶曲、陷落柱、采空区、冲刷带、煤层变化等重要地质资料的主要手段。三维地震勘探技术广泛用于煤矿采区的合理布置、主巷道的开拓、综采工作面开采地质条件的评价,在矿井和采区设计优化、避免和减少地质风险、优选采煤方法、提高资源回收率、降低万吨掘进率等方面起到了重大作用,是保持煤炭工业可持续发展的重要手段之一。

三维地震勘探提供了能反映地质体时空变化的三维数据体,见图 1-1。利用该数据体,可以提取垂直剖面 and 地震切片,以满足解释工作的需要,见图 1-2。

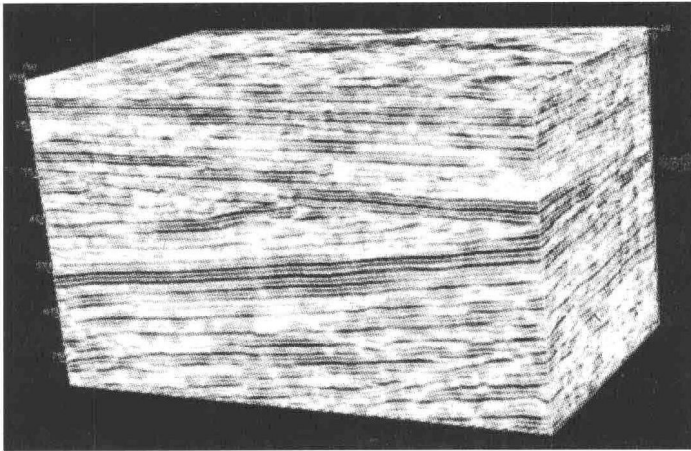


图 1-1 三维地震数据体

垂直剖面分为三种:垂直于构造走向的剖面称为主测线剖面,通常表示为 Inline 方向;与主测线剖面相垂直的为联络测线剖面,通常表示为 Crossline 方向;实现地震资料与地质资料直接对比而联结部分钻孔的测线称为联井测线,对应的剖面为联井剖面。

地震切片分为两种:水平切片是地下不同层位的信息在同一时间内的反映,它相当于某一等时面的地质图,即同一张切片里显示了不同层位的信息;沿层切片把地下同一层位的信息显示到一张切片上。

目前,我国主要矿区的生产矿井均做了采区三维地震勘探工作,获得了大量的三维地震数据。在地震地质条件较好的地区,可以解决的主要地质问题有:

- (1) 查明落差大于等于 5 m 的断层,提供落差小于 5 m 的断点,平面摆动误差小于

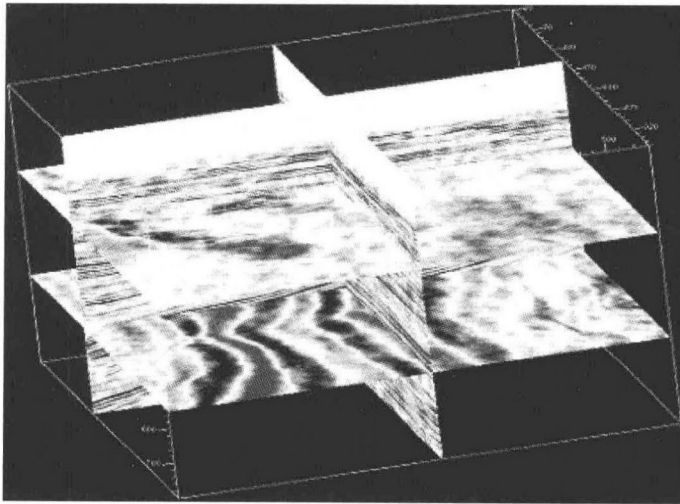


图 1-2 从三维地震数据体提取的垂直剖面 and 地震切片

30 m;

- (2) 查明幅度大于等于 5 m 的褶曲,主要可采煤层底板深度误差不大于 1.5%;
- (3) 查明新生界(第四系)厚度,深度误差不大于 1.5%;
- (4) 探明直径大于 30 m 的陷落柱。

近年来,在使用三维地震勘探成果的过程中暴露出许多问题,主要包括:

- (1) 地震成果的利用率低,仅限于煤层底板等高线图和固定间距的地震时间剖面,无法利用三维地震数据体的所有信息;
- (2) 无法实时获得沿巷道方向(即任意方向)的地震剖面;
- (3) 无法对煤层底板等高线的误差进行修正;
- (4) 在掘进和回采过程中,可以发现许多小于 5 m 的断层,但是无法自动修改原构造解释方案(即无法自动修改煤层底板等高线图)。

1.2 煤矿三维地震数据动态解释系统

三维地震成果数据含有非常丰富的地质信息,堪称“海量数据”,而目前三维地震资料解释系统(如 LandMark、GeoQuest 等)大多是安装在 UNIX 系统下的工作站上,过于专业化,而且价格昂贵,煤矿地质人员一般无法使用或不可能使用。因此,三维地震成果(数据体)的利用率就非常低,目前还远没有做到地震资料随煤矿生产进行动态解释。

随着煤矿生产对三维数据进行动态解释的需求越来越高,煤矿地质人员急需一种安装在微机上的基于 Windows 平台、价格便宜、简单易学、具有基本解释功能的三维地震数据动态解释系统。它将使得地震资料能够随煤矿生产进行全程动态解释,提高三维地震成果利用水平,以便解决更多急需解决的地质问题,提高三维地震勘探的投资回报率。因此,开发该系统必将在我国煤矿生产中有着非常好的应用前景和现实意义。

经过多年的研究,中国矿业大学开发了“煤矿三维地震数据动态解释系统”,先后公布了

四个版本。前三个分别为“煤矿地震数据管理系统”V1.0、V2.0 和 V3.0,其中 V2.0 在 2005 年获得国家软件版权,见图 1-3。目前,最新版本是“煤矿三维地震数据动态解释系统”V3.0。



图 1-3 软件版权证书

煤矿三维地震数据动态解释系统具有以下功能:

(1) 地震工区数据管理。包括建立工区数据库、将 UNIX SEG Y 格式的三维数据体转换为 PC-DOS SEG Y 格式、工区切割、二维测线提取、三维数据体的输入、相对坐标与绝对坐标的转换等。

(2) 钻孔资料管理。根据钻孔(包括井巷工程和回采过程中的钻孔)的见煤深度资料计算速度场,可以对速度场实时刷新。

(3) 地震剖面显示和输出。对三维数据体的 Inline 剖面、Crossline 剖面、联井剖面、任意方向剖面 and 二维测线进行显示,显示方式包括波形、波形加变面积、彩色变密度、灰度、双极性 etc。

对三维数据体的 Inline 剖面、Crossline 剖面、联井剖面 and 任意方向剖面进行输出,输出方式可以是 PC-DOS SEG Y 文件或图形文件。

(4) 地震切片显示。对三维数据体的时间切片和沿层切片进行显示,显示方式包括彩色和灰度。

(5) 地质剖面显示。在显示地震剖面的同时,在另一窗口显示所对应的地质剖面。

(6) 地震标准层位追踪与拾取。包括三种层位拾取方法,即手动拾取、半自动拾取和自动拾取。同时,也可以利用其他解释系统得到的层位数据。

(7) 断层解释。在地震剖面图上拾取某个目的层断点,在地震平面图上对断点进行组合。

(8) 地震解释成果输出。利用实时刷新的速度场可以得到实时刷新的各标准层的构造解释成果,输出方式为 AutoCAD 文件。

(9) 地震属性计算。提取 21 个一维、二维地震属性参数;计算 C_3 相干数据体与方差数

据体;利用 Mallat 算法计算正交小波数据体。

(10) 波阻抗数据体解释。包括波阻抗数据体的显示、标准层位追踪和波阻抗地震属性的提取等。这些功能其他三维地震资料解释系统所不具备的。

煤矿三维地震数据动态解释系统具有以下特点:

(1) 具有与 Windows 系统一致的用户界面,用户可以很容易地学习和使用该系统。

(2) 提供完整的地震数据管理功能。系统包括了对地震数据的输入输出、二维和三维地震数据的显示、地震标准层位追踪与拾取、断层的解释、波阻抗数据体解释、地震属性参数的提取和处理、相干/方差数据体计算、小波分频处理,对所需文本文件的编辑和查看以及对相应图件的处理等功能。这使得用户可以方便地在系统中完成从对地震数据的输入到对最终结果进行显示输出的全部工作。

(3) 系统是利用面向对象技术按照模块化方式开发的,每个模块可以独立运行。

(4) 系统具有良好的用户界面,具有非常好的可维护性和可扩充性。

煤矿三维地震数据动态解释系统已经在多家煤矿得到应用,包括皖北矿业集团、淄博矿业集团、淮南矿业集团、龙口矿业集团、开滦矿业集团、邢台矿业集团、晋城矿业集团、潞安矿业集团、肥城矿业集团、铁法矿业集团、双鸭山矿业集团和鲁能煤电有限公司等。

2 煤矿三维地震数据动态解释系统的设计思路

由于煤矿三维地震数据动态解释系统的定位是具有常规三维地震资料解释功能和部分可提高三维地震资料解释精度的解释性处理功能,因此,煤矿三维地震数据动态解释系统的系统设计和常规三维地震资料解释系统的系统设计有着相当多的异同点,在设计时必须充分考虑煤矿三维地震数据动态解释系统的这些特点。

2.1 系统功能需求分析

煤矿三维地震数据动态解释系统作为一种为煤矿企业管理三维地震数据而开发的软件,它必须具有煤矿企业经常使用的一些常规三维地震资料解释功能。目前,常规三维地震资料解释的常用功能大致如下。

2.1.1 工区管理功能

工区管理功能包括建立工区、工区数据管理和工区数据导入导出接口等。

由于目前三维地震资料解释对于煤矿企业来说还是一个比较新的领域,全国只有少数煤矿企业安装有 UNIX 系统的地震资料解释系统,如淮南矿业集团和开滦矿业集团。对于全国大多数的煤矿企业来说,三维地震资料解释还是刚刚接触的新内容,因此,它们需要一种操作比较简单的工区管理工具。而目前的地震资料解释系统的工区管理功能虽然强大,但过于复杂。

2.1.1.1 建立工区

由于目前常用的地震资料交换文件格式——SEG-Y 格式的道头中包含着工区的必要信息,因此,在实现本系统的建立工区功能时是通过提取 SEG-Y 文件中的道头信息自动创建工区的。

通过道头信息建立工区的好处是用户不必知道创建工区的具体细节,而这些细节日前对于煤矿企业的技术人员来说是比较难掌握的。另外,这样做的另外一个好处是降低了建立工区过程的复杂性。大家都知道,目前流行的地震资料解释系统如 GeoQuest 和 Land-Mark 等的建立工区过程是比较复杂的,对于地震专业人员来说,必须经过专业培训才可以正确操作,而煤矿企业几乎没有从事地震工作的专业人员,大多是地质专业毕业生,因此,降低复杂性对于他们来说是非常重要的。

2.1.1.2 工区数据管理

目前常见的工区管理方式无非有两种:一种是以文件的方式管理工区数据;另一种是目前流行的数据库方式管理工区数据。

以文件的方式管理工区数据的优点是在编写系统时比较简单,可以通过一个个子程序管理单个的系统文件。但使用文件管理工区数据有着巨大的缺陷,那就是缺少灵活性。因

为系统把工区的所有数据都保存到了相互没有关系的单个文件中,而系统在使用时不大可能只使用其中的某个文件,因此系统在运行时将不断地打开和关闭文件,这样将大大降低系统的运行效率。

以数据库管理工区数据是目前比较流行的工区数据管理方式。这样做虽然在编写系统时可能要相对复杂一些,但是在使用时将会带来极大的方便。因为数据库管理时使用的数据库管理系统为用户操作数据提供了强大的查询功能,用户可以通过 SQL 查询语言很方便地在数据库中查询所需要的数据。

2.1.1.3 数据库管理系统(DBMS)选择

目前在 Windows 操作系统下使用数据库将有多种数据库管理系统可供选择,如 ACCESS、SQL SERVER 和 ORACLE 等,但在 Windows 中访问这些数据库常用的方法有 DAO 和 ODBC 两种。

DAO 是基于 Microsoft Jet 数据库引擎。因此,DAO 最适合用于 Microsoft Jet (.MDB)数据库。DAO 也支持访问外部数据库,包括某些可安装的 ISAM 数据库(数据库引擎可直接读取它)和 ODBC 数据源。这意味着可以使用 DAO 编写与 DBMS 无关的应用程序,目标是任何 Microsoft Jet 数据库引擎可直接读取的数据源,或者你的用户有相应的 ODBC 驱动程序的数据源。

但是注意,一般来说,使用 DAO 将 ODBC 数据源表附加到 Microsoft Jet 数据库上比直接访问外部数据源更有效。如果应用程序的目标是外部数据源,如 Microsoft SQL Server 或 Oracle,则可能需要考虑使用 ODBC 而不是 DAO。

通过以上分析,在煤矿三维地震数据动态解释系统中选择了通过 DAO 数据接口访问的 ACCESS 数据库管理工区数据库。

2.1.1.4 工区数据导入导出接口

要想使煤矿三维地震数据动态解释系统可以独立工作,系统就必须具有将外部数据导入工区和将工区数据导出到外部的功能。在煤矿三维地震数据动态解释系统中,利用文本文件的方式实现工区数据与外部数据间的交换。

另外,在实现个别模块功能时选择了导入/导出 EXCEL 表的方式,从而方便了用户将外部数据导入到工区数据库中。

2.1.2 地震数据体文件交换功能

由于要实现三维地震数据动态解释功能,就必须获得三维地震数据体文件。而目前流行的处理软件都是基于 UNIX 的,因此,为了获得三维地震数据体文件,煤矿三维地震数据动态解释系统必须具有将地震数据体文件在微机与 UNIX 工作站间自由交换的功能。

目前处理系统常用的数据体文件存储格式除了自定义的内部格式外,最常用的就是由 SEG 于 1975 年定义的 SEG-Y 格式了。因此,煤矿三维地震数据动态解释系统必须具有实现 UNIX 工作站 SEG-Y 格式文件与 Windows 下 SEG-Y 格式文件自由交换的功能。

2.1.3 地震数据显示技术

地震数据存储计算机中是以二进制文件方式保存的,如何将这些数据显示到计算机屏幕上,并使用户方便地使用这些数据,是一个非常重要的问题。而研究适当的显示技术将

可以使用户很直观地从计算机屏幕上看到资料情况,有利于地震资料的使用。

目前,常用的地震资料显示方式有地震资料的剖面显示技术、切片显示技术、属性显示技术和三维可视化技术。由于三维可视化技术是一个比较独立且相对复杂的问题,煤矿三维地震数据动态解释系统将不加以考虑。

2.1.3.1 剖面显示技术

在煤矿三维地震数据动态解释系统中的剖面显示技术包括地震剖面显示技术和地质剖面显示技术。

地震剖面显示技术包括以下的剖面显示方式,即波形显示方式、变面积显示方式、波形+变面积显示方式、彩色变密度显示方式和灰度图像显示方式。

地质剖面显示技术与地震剖面显示技术有所不同,主要有以图像形式显示和以矢量图形式显示两种。

2.1.3.2 切片显示技术

目前切片显示技术和剖面显示技术一样都比较成熟。切片显示技术大致有水平切片显示技术、沿层切片显示技术和属性切片显示技术。而每种切片的显示技术又包括彩色变密度显示方式和灰度图像显示方式两种。

2.1.3.3 属性显示技术

属性显示技术是目前较新的显示方式,它的本质是将计算的地震数据体属性值以利于用户识别异常的方式显示。在煤矿三维地震数据动态解释系统中,将研究地震属性的切片显示、剖面显示、立体显示和等值线显示等四种显示方式。

2.1.4 地震资料层位拾取技术

要使煤矿三维地震数据动态解释系统具有常规三维地震资料解释功能,拾取层位功能是必不可少的。目前地震资料层位拾取技术大致有手动拾取、交互式半自动拾取和体元自动追踪全自动拾取三种。手动拾取层位和交互式半自动拾取层位技术目前比较成熟;而体元追踪的全自动拾取层位目前还处于起步阶段。因此,在煤矿三维地震数据动态解释系统的研究中,将只实现手动拾取层位和交互式半自动拾取层位。

2.1.5 数据插值和自动成图

在处理地震资料解释成果相关数据时,经常要以等值线图的形式输出。而要实现自动成图功能就必须研究数据插值方法。

2.1.5.1 插值方法研究

目前关于自动成图的插值方法研究相当多,已有很多相当成熟的算法。例如,加权平均法、克里格法、径向基函数法、张力样条法和最小模网络法等多种。基于煤矿三维地震数据动态解释系统的需要和以上插值算法的特点,在本系统中选择了加权平均法、趋势面残差叠加法和径向基函数法等三种插值方法。

2.1.5.2 自动成图方法研究

目前自动拾取等值线方法总的来说有两种,即三角网法和矩形网格法。这两类自动拾取等值线方法又有很多种实现方式。在本书中只研究正规化矩形网格法和矩形网格三角剖分法两种方法。

2.1.6 地震属性技术

到目前为止,地震工作者已经研究了 100 多种地震属性值。在这些地震属性值中,大多是由油气地震工作者提出的。由于油气地震勘探已进入岩性勘探阶段,而煤田地震勘探还处于构造勘探阶段,因此,在本系统中只选择了 21 个比较适合目前煤田地震勘探现状的地震属性值。

2.1.7 相干/方差体技术

2.1.7.1 相干体技术

目前计算相干值的方法有三种,分别被称为 C_1 、 C_2 和 C_3 相干算法。 C_1 相干算法是基于相关的相干算法,具有计算简单、效率高和横向分辨率高等特点,但当资料信噪比较低时处理效果不佳。 C_2 相干算法是基于相似性的算法,较为稳定。在资料信噪比较低时的处理效果比 C_1 相干算法优越。但这种算法会降低资料的横向分辨率。 C_3 相干算法是近几年刚刚兴起的相干值计算方法,它是通过解协方差矩阵的主特征值而得来的。 C_3 相干算法具有横向分辨率高和算法较稳定的特点。因此,在本系统中将只研究 C_3 相干算法。

2.1.7.2 方差体技术

地震数据体的方差值计算较为简单,目前大多数商业解释软件都具有计算方差值功能。如 GeoFrame 解释软件就可以计算方差数据体和方差沿层切片。在本系统中也将实现计算地震数据的方差数据体和方差沿层切片功能。

2.1.8 小波变换

小波变换是继傅立叶变换后频谱分析领域里的一次革命。傅氏变换在频率域内具有“无穷大”的频率分辨率,而不具有时间分辨率。这对于分析和处理信号是相当不利的。小波变换后的信号不仅具有一定的频率分辨率,而且还具有一定的时间分辨率。因此,小波变换是提高三维地震资料解释精度的一个重要工具。在本系统中,将实现地震数据体的一维小波正交变换功能。

2.1.9 波阻抗数据体的解释功能

地震资料波阻抗反演技术是近年刚刚发展起来的一种地震资料解释技术,因此,很多商业软件都不具有对波阻抗数据体的解释功能。而“煤矿地震数据动态解释系统”在微机上实现了波阻抗数据体的层位拾取、水平瞬时波阻抗切片解释、沿层瞬时波阻抗切片解释、水平立体波阻抗切片解释和沿层立体波阻抗切片解释等功能。

2.1.10 断层解释功能

断层解释功能是常规三维地震资料解释中的一项重要功能。目前断层解释还没有实现完全自动化,还是在人机交互条件下完成的。断层解释又可以划分为剖面上的断点解释、断面线解释和平面上的断层交面线解释等几个部分。

2.1.11 成果图实时刷新功能

由于煤矿采区开采前的已知地质资料较少,通过较少的地质资料解释的地震资料成果

图件可能不太准确。在煤矿采区开采过程中,将会有很多与煤层相关的地质资料被揭露。因此,如何把新揭露的地质资料方便地应用到正在开采的采区中并实时刷新解释成果也是研究工作的重点。

2.1.12 生成地质剖面

众所周知,物探人员习惯使用地震剖面,而地质人员习惯使用地质剖面。因此,煤矿三维地震数据动态解释系统必须具有把地震剖面转换为地质剖面的功能。

2.2 系统功能划分及设计

2.2.1 系统功能划分

从以上的煤矿三维地震数据动态解释系统的需求分析中基本上可以看出系统要实现的大致功能,以下是关于这些功能的相互关系的分析及功能划分。

(1) 从以上的分析中可以看出工区管理是一个相对比较独立的功能,与其他功能的关系不是十分密切。因此,可将工区管理作为一个独立的模块。

(2) 数据体文件交换功能也是一个比较独立的功能。但是如果将它也作为一个独立的模块处理,那么系统将显得比较杂乱。而且数据体文件交换功能是实现工区管理功能的必要条件。因此,在此把数据体文件交换功能划分到工区管理模块中。

(3) 地震数据的剖面显示技术、层位拾取技术和地质剖面显示技术之间的关系比较紧密。因此,将这三个功能放到一个模块中,称为数据体剖面显示模块。另外,由于自动成图的数据是由层位拾取获得的,因此,将数据插值与自动成图也放到数据体剖面显示模块中。而断层解释的断点解释和断面线解释功能是在剖面上完成的,故将断层解释功能也放到此模块中。

(4) 地震数据切片显示和属性值切片显示两种功能相近,因此,将这两种功能放在一起,将它们称为切片显示模块。

(5) 地震属性值提取、相干技术、方差技术和小波变换都是解释性处理的内容,因此,将这几种功能放到一起称为地震属性技术模块。

(6) 波阻抗数据体的解释。由于目前大多数地震资料解释软件都不具有波阻抗数据体的解释功能,因此,在本系统中要实现波阻抗数据体的层位拾取、水平瞬时波阻抗切片解释、沿层瞬时波阻抗切片解释、水平立体波阻抗切片解释和沿层立体波阻抗切片解释等功能。这些功能在系统中是相对独立的,因此,我们将波阻抗数据体的解释功能单独作为一个模块来处理。

(7) 成果图件实时刷新功能、插值计算和自动成图关系比较密切,因此,在煤矿三维地震数据动态解释系统中将它也放入了数据体剖面显示模块中。

以上就是对煤矿三维地震数据动态解释系统功能的大致划分,可以用图 2-1 表示出来。