ICS 73.020
CCS D 10

DB 14

山　西　省　地　方　标　准

DB 14/T 3098—2024

矿产资源三维地质建模规范 煤

Specification for 3D geological modeling of mineral resource
Coal

2024－09－19 发布　　2024－12－19 实施

山西省市场监督管理局　　发 布

目　　次

前言 II
引言 III
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　三维地质建模基本要求 3
5　数据汇集与处理 5
6　三维地质建模 6
7　模型质量控制 8
8　建模成果 9
附录 A（资料性）三维空间数据模型类型 11
附录 B（资料性）煤层模型构建示意图 12
附录 C（资料性）三维地质模型应用 13
参考文献 15

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由山西省自然资源厅提出、组织实施和监督检查。

山西省市场监督管理局对标准的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西省自然资源标准化技术委员会（SXS/TC26）归口。

本文件起草单位：山西省矿产资源调查监测中心、山西省煤炭地质物探测绘院有限公司、中国地质大学（武汉）、武汉地大坤迪科技有限公司、中国地质大学（北京）。

本文件主要起草人：康志军、付丽强、武丽红、侯莉、曹慧玲、李俊英、尹冰一、李彦飞、龚杰立、王斌峰、吴晗、崔玉柱、郭喜运、乔利鹏、高敏、李瑞娜、吴冲龙、毛小平、张志庭、曾祥武。

引　言

煤炭资源的三维地质模型是勘查区内地质信息的有效数字化载体，为了规范三维地质模型构建过程中的数据采集与处理、主题数据库建设、建模方法的选择及模型成果的管理，确保所建立的三维地质模型质量安全、精度可靠及实用性强，制定本文件，以此作为我省煤炭资源三维地质建模工作的统一技术要求。

矿产资源三维地质建模规范 煤

1 范围

本文件规定了煤（亦称煤炭）三维地质建模基本要求、数据汇集与处理、地质模型构建、模型质量控制及建模成果管理等方面的技术要求。

本文件适用于山西省内煤炭资源勘查、开发中三维地质建模及其质量监控、成果验收等工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 13908 固体矿产地质勘查规范总则
GB/T 13923 基础地理信息要素分类与符号
GB/T 17766 固体矿产资源储量分类
GB/T 18894 电子文件归档与电子档案管理规范
GB/T 33444 固体矿产勘查工作规范
DD 2006-05 地质信息元数据标准
DD 2015-06 三维地质模型数据交换格式(Geo3DML)
DD 2019-12 三维地质模型元数据标准
DZ/T 0078 固体矿产勘查原始地质编录规程
DZ/T 0079 固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究技术要求
DZ/T 0179 地质图用色标准及用色原则（1:50000）
DZ/T 0197 数字化地质图图层及属性文件格式
DZ/T 0215 矿产地质勘查规范 煤
DZ/T 0274 地质数据库建设规范的结构与编写
DZ/T 0338.1 固体矿产资源量估算规程 第1部分：通则
DZ/T 0338.2 固体矿产资源量估算规程 第2部分：几何法
DZ/T 0338.3 固体矿产资源量估算规程 第3部分：地质统计学法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地质空间数据 Geological spatial data

简称空间数据, 指地质实体对象的空间位置、形态、规模、产状和几何拓扑关系的表征，包括定量和定性两种形式，以定量为主，可采用栅格数据和矢量数据等形式表达。

3.2

地质属性数据 Geological attribute data

简称属性数据,指地质参数在空间的分布特征，应包括煤岩特征、煤的工业分析、元素分析、物理性质、工艺性能、煤类等。

3.3

地质数据标准化 Geological data standardization

简称标准化,指按建模需求和地质数据库规定的标准数据格式，进行数据整理和规范化。进行标准化的数据主要包括地质图件类、表格类、文档类及元数据类；从不同时期、不同勘查阶段、不同勘查工程所获取的空间数据和拓扑关系转换到统一的坐标参照体系;对钻孔岩心及其他地质描述数据的术语语义和层位归属进行一致化、标准化。

3.4

面元数据结构模型 Facet structure model

简称面元模型,指采用特定的面元形式对具有表面（层面）特征的地质体进行描述的数据模型，例如地形表面、地层层面、断层面、地质结构面和地质体轮廓等。

3.5

体元数据结构模型 Volume element structure model

简称体元模型,基于三维空间的体元分割和真三维实体表达，用于描述三维地质体内部结构和属性变化特征的数据模型。

3.6

三维地质模型 Three-dimensional geological model

在三维空间环境下表征地质体的空间形态与特征,以及地质参数在空间分布规律与变化特征的数字模型。

3.7

三维地质结构模型 Three-dimensional geological structure model

基于各类地质数据建立的表达地质体及结构构造空间展布与相关关系的三维地质几何模型,反映三维空间内各地质体的形态、空间位置及关系的集合。

3.8

三维地质属性模型 Three-dimensional geological attribute model

反映地质实体内部包括各类物理、化学性质与特征在内的属性参数的三维地质模型。基于三维地质结构模型，采用本文件所规定的体元模型进行三维空间网格划分；然后利用各类勘查数据、分析测试数据等,根据地质体属性空间分布规律,采用插值、拟合或随机模拟等方法对所有体元进行属性值计算后，给地质模型中的每个单元体赋属性值，就形成了三维地质属性模型。

3.9

混合数据结构模型 Hybrid data structure model

采用面元和体元数据结构模型相结合的方式对地质空间内同一个或多个地质体几何特征、属性特征进行表征的数据模型。

3.10

主题数据库 Subject database

主题数据库是一种为适应地矿勘查、开发领域的多主题数据存储、管理和服务而建立的数据库。主题数据库具备统一的概念模型和数据模型,实行术语、符号标准化,并兼顾地矿行业的当前与未来需求，通过系统分析、模型设计和数据规范化来形成与各种业务主题相关联的数据库。

3.11

虚拟钻孔 Virtual borehole

利用计算机技术创建的虚拟钻孔，其数据内容与真实钻孔保持一致。建模前可用于补充勘查资料；建模中用于检查模型的质量；建模后用于模拟钻探过程。

3.12

辅助地质剖面 Auxiliary geological section

简称辅助剖面，是一种在剖面上进行的人机交互地质信息推测方法。通过在三维空间内竖切垂直剖面图，将所有过辅助剖面的已知信息投到剖面图上，并结合地质规律、地质认识，人为地在空白段或资料少的区域补充地层面、矿体范围等信息，并能返回到三维空间中，作为推断资料参与建模。若空白段或资料稀少的区域有新的钻孔或地质剖面时，则可进行动态更新。

4 三维地质建模基本要求

4.1 目的任务

建设煤炭资源三维地质模型的目的是实现煤炭勘查区信息化、数字化,是煤炭资源勘查与开发工作的延伸。其任务是通过获取煤炭资源勘查区的各类地质资料和数据，并利用计算机技术和三维地质建模软件，做适当的内插、外推，建立勘查区的三维地质结构模型与三维地质属性模型。

4.2 工作程序

煤炭资源三维地质建模工作流程见图1，工作程序如下。

a) 确定三维地质模型构建所对应的勘查、开发工作阶段，确定三维地质模型构建的目标、应用与分析场景。
b) 收集建模相关的资料与数据，包括勘查区域内基础地理数据、基础地质数据、勘查工程数据、测井数据、遥感数据、DEM 数据等静态数据及煤炭资源开发阶段所获取的动态数据。开采动态数据包括地质数据、巷道状况等。动态更新时间间隔根据由后期应用来决定，建模系统应提供动态更新的接口。
c) 进行数据整理及标准化处理，构建三维地质建模主题数据库。
d) 根据三维地质模型的类型选择空间数据模型，参见附录 A。
e) 基于三维地质建模软件，采用人机交互、半自动或自动方式，构建地质结构与属性一体化的煤炭资源三维地质模型，并通过虚拟钻孔、辅助剖面等手段进行空间拓扑关系检查、调整与修正。
f) 开展三维地质模型的应用，编制各种平面、剖面等图件，以及生产所需的各种报表，协助提供成果报告。

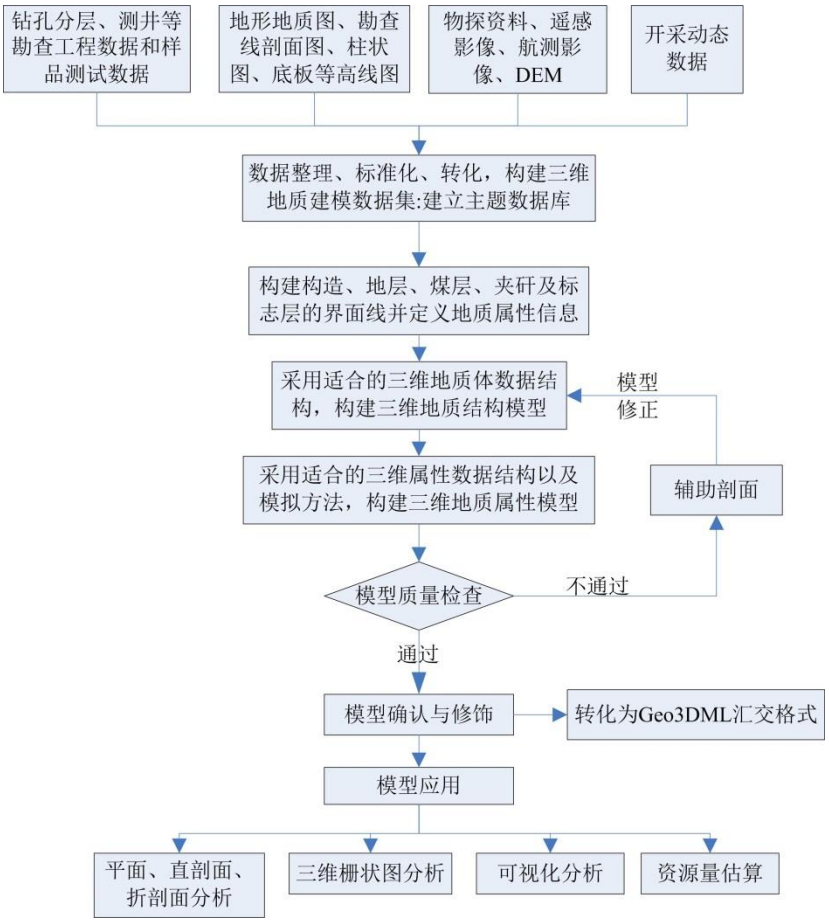


图1　三维地质建模工作流程

4.3　建模数据来源

4.3.1　煤炭资源三维地质模型的数据来源宜采用多来源方式。煤炭资源勘查与开发过程中形成的各类数据，包括各类报告、地质图件、物探、遥感等数据、以及煤炭开发阶段的动态数据等。

4.3.2　所使用的建模数据应符合 GB/T 33444、GB/T 13908、DZ/T0078、DZ/T 0079 、DZ/T 0179、DZ/T 0197 和 DZ/T 0215 的要求。

4.4　建模基本要求

4.4.1　所建立的三维地质模型应包括三维地质结构模型与三维地质属性模型。三维地质结构模型应满足建模范围内的地质结构与构造的表达、煤层空间形态与变化；三维地质属性模型应满足表达建模范围内各物性参数的组成、空间分布与特征。

4.4.2　三维地质结构模型应能描述地质构造、地层、煤层、夹矸等地质对象的空间形态、分布及相互间的关系等。

4.4.3　三维地质结构模型宜使用面元数据结构表达三维地质体的形态及边界曲面。面元数据包括封闭和不封闭两种曲面，基于三维空间中的曲线、离散点数据通过插值和拟合方法构建。封闭曲面可选择不规则三角网格（TIN）、边界表示(B-Rep)和多面体（Polyhedron）数据结构模型，不封闭曲面可选择规则格网（Grid）、不规则三角网格（TIN）和多边形（Polygon）数据结构模型。

4.4.4　三维地质属性模型应能描述三维空间或特定地质对象内部某种属性在三维空间的分布和变化情况。

4.4.5　三维地质属性模型应使用体元数据结构表达，通过记录每个体元的特定属性值来表达某种属性在三维空间中的分布。分为规则体元和不规则体元两种类型。规则体元用于表达在空间上连续变化的物性参数；不规则体元用于表达存在边界约束的、具有非连续变化的物性参数。
4.4.6　选用的三维地质建模软件需具备多源数据管理（基于主题数据库）、二三维专题图绘制、复杂地质结构模型的自动生成、多参数地质属性模型的生成和模拟分析、三维模型的高效显示、三维地质模型的动态修正及更新，支持基于三维地质模型编制各类符合煤炭资源勘查与开发所需的二维图件等。
4.4.7　所选用的三维地质建模软件所建立的三维结构模型、属性模型需支持 Geo3DML 交换格式的转换。

5　数据汇集与处理

5.1　数据汇集

5.1.1　应汇集煤炭资源勘查与开发及综合研究过程中形成的各种原始数据、图件和统计表格等地质资料，并按照性质和来源对其进行系统整理和分类，分为基础地理数据、基础地质数据、勘查工程数据、地球物理数据、遥感数据等静态数据及煤炭资源开发阶段所获取的动态数据。多类多源数据格式的要求参照 DZ/T 0197 标准。
5.1.2　基础地理数据包括地形、境界、地貌、水系、植被、居民地、交通、特殊地物、地名、地理坐标系格网等要素，数据分类应符合 GB/T 13923 的要求。
5.1.3　基础地质数据包括区域地质调查、矿产地质调查等形成的野外观测、编录数据及综合研究报告；同时也要收集勘查区的文字报告、图件、测试数据及相关资料。
5.1.4　勘查工程数据应包括构造、地层、煤层、煤质、资源量估算等影响建模的空间数据和属性数据；并通过收集整理地质资料，获得各种地质体其特征的描述。
5.1.5　地球物理数据包括测井数据、航空地球物理探查、地面地球物理勘查等所获取的数据、图件及解释结果等。
5.1.6　数据处理与模型构建应采用 2000 国家大地坐标系（CGCS2000），投影类型为高斯-克吕格投影。采用区域独立坐标系时，应建立与 CGCS2000 的转换关系。高程系统采用正常高系统，高程基准采用 1985 国家高程基准，采用区域独立高程基准时，应与 1985 国家高程基准建立转换关系。
5.1.7　用于建模的数据空间范围宜大于所建立模型的范围。可按照煤炭资源勘查实际范围为准，所表达的范围应有明确围合的坐标点标定，其高程值采用标准海拔坐标标注。

5.2　数据处理

5.2.1　对于所有具有空间信息的纸质或扫描图片形式的建模数据源应进行矢量化处理。
5.2.2　对于煤层和含煤建造进行表征的属性数据，应按照其性质及标准进行统一分类和规范。
5.2.3　对于多来源数据，应综合相关数据之间的关联性和一致性，进行统一解释与规范，保证数据的完整性和一致性。
5.2.4　对勘查区内的地质图、剖面图、柱状图等，依次从区域到局部，分层分级管理，在勘查区内形成统一且规范的地质认识。
5.2.5　使用整合后综合钻孔柱状图，统一勘查区内各类地层的名称、地质符号、描述等。
5.2.6　将规范化后的数据录入到主题数据库中，在三维空间中以点、线段、多段线、曲线和空间曲面等形式将具有空间信息的数据进行三维化。

5.3　主题数据库构建

5.3.1　主题数据库的数据来源于 5.1 所汇集的数据内容，其承载形式为各类报告、图件、报表等。

5.3.2　主题数据库应存储和管理各种结构化数据、半结构化数据和非结构化数据，涵盖地质勘查数据、地球物理数据、样品测试数据等；并添加相关的开发数据，以供参考。
5.3.3　主题数据库应存储和管理三维模型数据，包括三维地质结构模型和三维地质属性模型。
5.3.4　主题数据库的数据类型应包括空间数据和属性数据。空间数据宜使用三维空间中的点、线、面和体等矢量形式表达，可以文件形式存储或要素集形式存储，属性数据可以表格形式存储。
5.3.5　主题数据库采用统一规范的空间数据编码体系，应符合 DZ/T 0274 的编码规范。基本功能需包括空间数据和属性数据的导入、导出、存储、查询和更新等，能实现空间数据及属性数据的高度集成。
5.3.6　主题数据库中应包含元数据的存储与管理，能够依托元数据进行数据溯源。元数据信息应符合 DD 2006-05 的要求,三维地质模型的元数据应符合 DD2019-12 的要求。
5.3.7　随勘查与开发工作的推进，需将生产过程的勘查数据补充到主题数据库中。

6　三维地质建模

6.1　三维地质模型建模方法

6.1.1　根据勘查工作程度或汇集的建模数据源，选择适合的数据源与建模方法进行模型构建。可选择地质填图数据建模、钻孔数据建模、勘探线剖面数据建模、物探数据建模及多来源数据融合建模等建模方法。
6.1.2　在勘查工作程度较低的区域，宜采用地质填图数据建模方法，利用地质图的中的等高线与各类型地质界线、产状标识等信息，利用地质图的图切地质剖面建模。
6.1.3　对钻孔、地质剖面数量少或分布不均的勘查区，可结合地质规律和地质认识，添加虚拟钻孔或使用辅助地质剖面补充一些推断的地质信息后，再进行内插、外推，最后将已知信息和这些推断的信息合并在一起成为建模数据源。
6.1.4　在勘查工作程度高的区域，宜采用基于勘探线剖面数据的建模方法，基于原始地质勘查的二维地质剖面，通过建模软件应用曲面构造法（插值、拟合等）生成地质界面，进而构建三维地质结构模型，或者利用空间拓扑分析法直接进行地质体建模。
6.1.5　对已经完成勘探工作或正在生产的井田，可采用多源数据融合建模法，融合所汇集的数据利用空间插值技术构建三维空间数据场，以真三维形式表达建模区域的地质结构空间分布特征与内部属性信息。

6.2　空间数据三维化

6.2.1　基于三维建模软件平台，收集整理所汇集的勘查数据，对具有空间信息且用于三维地质模型的构建的所有数据进行三维化。包括地形数据、勘探剖面数据、测井曲线、地层数据（断层、地层）、煤层的分布与构成，并赋予对应属性、边界条件等等。在统一的三维坐标系统框架下构建三维空间中的点、线、面、体对象。
6.2.2　钻孔数据宜以多段线形式描述钻孔迹线，以孔口坐标为起点，以实际终孔位置为终点，以钻孔迹线形式表达钻孔轨迹。
6.2.3　勘查工程中的样品、测井曲线等，应根据钻孔迹线计算三维空间中的坐标，用于三维属性模型中体元属性值计算。
6.2.4　地质剖面数据，应首先取得剖面上所有转折点（含剖面起止点）的图上坐标(X/Y)和对应的空间坐标(X/Y/Z)，利用空间对应关系进行剖面数据三维化。剖面中所表达的煤层、勘查工程、地层界线、构造线等一并进行三维化。
6.2.5　对即将用于三维展示的各类数据进行检查，确定其相互关系是否合理、范围是否完整；并确定

地质界线、剖面位置、钻孔开孔位置、坑道、采空区的空间分布与实际空间位置是否一致，相互关系是否合理。地质界线、剖面位置、钻孔开孔位置（井口位置）与实际空间位置是否一致，相互关系是否正确，不能出现井口、地质界线高于或低于地形，剖面图中涉及的地形线与地面数据一致；两条相交的地质剖面，其地层、煤层信息应一致；过钻孔的剖面，二者信息也应一致；坑道、采空区、矿体信息与剖面相交时，也应保持一致。多种来源的数据对同一地质结构三维展示的结果不一致时，应依据可靠性更高的数据进行修正，最终使所有数据达到协调一致。

6.3 三维地质结构模型构建

6.3.1 三维地质结构模型构建应包括各类地质界面、地质体对象的构建与属性赋值。

6.3.2 地质界面模型应表达各类地质体边界形态、空间展布特征、接触关系等，包括地形、地质构造、地质体界面等。

6.3.3 针对各类地质界面的特征，从三维化后的建模数据源中提取约束地质界面空间形态的点、线、面信息，采用空间曲面插值、辅助剖面、人机交互检查等进行构建。

6.3.4 地表模型应表达地表形态特征，可使用的数据包括地形等高线、高程点集合（测量控制点、钻孔孔口等）、剖面数据中的地形线等。当等高线与剖面中的地表线出现冲突时，以剖面线为准进行校正。建立地表模型后，可将遥感影像、平面地质图等，与地表模型进行匹配和校准，生成带有影像的地表模型。如果有其它测试方法（如无人机立体扫描、超声波测绘），也可用来校对地表地形数据。

6.3.5 地质构造模型应表达断层面、断裂带、褶皱、陷落柱、岩浆岩体侵入等构造的产状、规模、期次、级别、相互关系及构造对地质体和煤层形成与分布的影响等信息。可采用钻孔数据中的构造标志信息、剖面图上的构造线状或面状控制信息、地质图上的地质界线和构造产状信息，生成构造面模型（断层面）或者较复杂的构造带模型（破碎带）。建模过程中需设置边界约束，处理构造之间的主辅关系和切挫关系等，并进行拓扑检查。

6.3.6 地质体界面模型应表达各类地质体对象的外边界的空间展布形态、与地质界面、地质体对象接触关系等。宜在构造的约束下，按照“确定地质体单元—提取地质界线—生成地质体界面”的步骤构建。

6.3.7 宜使用各类地质界面对三维空间进行剖分，将三维空间划分为各地质体，采用连接面、封闭面、面裁剪等多种方式，建立地质体模型。地质体模型表达的内容如下：

a) 地层模型应表达地层单位、产状、岩性组合、接触关系、地层归属、地层层序、形成时代等。
b) 煤层模型应表达煤层、夹矸、顶底板等地质体的空间展布特征，明确地质体的空间展布形态、接触关系、与地层、断层的关系等。

6.3.8 在不同剖面间进行煤层模型构建时，宜采用形态对比、产状约束、增加辅助线的形式构建。可通过三维地质建模软件的任意剖切功能，采用平面、剖面对应的方式检查并修正模型。主要解决不同剖面间分支、复合、尖灭等情况，参见附录 B。图 B.1 表示两条剖面间同一编号的煤层自动对比，有剖面及建好的煤层模型示范；图 B.2 为两剖面间同一编号煤层，通过一条或多条辅助线，来进行对比建模，也含有剖面线、辅助线及建好的煤层模型示范。

6.3.9 应对建立的地质体模型进行一致性检查，包括地层、煤层的产状变化，地层间的接触关系等。

6.3.10 各类地质体模型构建完成后，应对地质体添加属性字段，进行属性赋值，包括名称、地质符号、时代、岩性等属性值。对于煤层，应赋予煤层编号、分段信息等。

6.3.11 三维地质结构建模完成后，应对各地质体进行拓扑检查，判断各块体是否封闭，相邻块体是否贴合，与构造线之间关系是否符合地质认识。模型检查可采用生成平、剖面地质图和虚拟钻孔柱状图等方式进行。

6.4 三维地质属性模型构建

6.4.1 煤炭资源的三维地质属性模型中表达的地质参数可包含煤岩特征、煤的工业分析指标、元素分

析、物理性质、工艺性能等。

6.4.2　三维地质属性建模应依托三维地质结构模型开展，对三维地质结构模型的各类地质块体进行内部剖分，使用六面体、四面体等进行填充；根据地质体属性特征，对每个填充体采用赋值、插值或随机模拟等方法赋以特定属性值。

6.4.3　可根据属性类型选择合适的数据类型进行表征，可使用枚举类型、字符型、整型、浮点型。对于单一属性，宜使用枚举类型或整型进行表征；对于空间上连续变化的属性，宜使用浮点型进行表征。

6.4.4　对单一的地质体属性值（如地层、岩性、沉积相）宜采用直接赋值法；对随空间位置变化而变化的地质体属性值（如煤质）宜通过插值或随机模拟等方法赋值。

6.4.5　插值赋值方法可根据数据特点和具体需要可选择自然邻点插值法、距离幂次反比法、趋势面插值法、样条函数插值法、离散平滑插值法和克吕格法等。

6.4.6　三维地质属性建模完成后，需对各属性值进行检查，判断属性取值范围是否能达到建模目的，其分布规律与现有地质认识是否一致。模型检查可以采用生成平面、剖面地质图的方式进行。

6.5　模型检查与修正

6.5.1　模型初步建立完成后，应检查三维地质结构模型中所表达的各类地质界面、地质体对象的空间展布与拓扑关系是否符合地质规律与地质认识，特别是断层、地层、煤层边界是否与剖面、平面图所限定的边界一致。

6.5.2　将三维地质结构模型和三维地质属性模型在三维空间中进行叠加，检查如下内容：

c)　地质体边界在在两类模型中是否保持空间上的一致性；

d)　煤层的相关属性是否超越煤层地质体的边界；

e)　断层是否对两盘的属性值具有约束性。

6.5.3　对于未通过检查的模型，需重新检查三维地质结构模型的构建过程，如结构模型所构建的地质界面、地质体存在问题，则首先需修正三维地质结构模型；在三维地质结构模型修正后，应对三维地质属性模型进行重新生成，并将其所涉及的属性进行重新计算与赋值。

6.5.4　对于地形起伏较大的地区，在地形与所建的结构面模型存在冲突时（拟合的地形面或煤层顶底界在地形面之上），应辩证地看待地质界线。少量地质界线由于精度原因，有可能不符合 V 字型法则，这时需要对地质界线做适当修订，再进行建模。

7　模型质量控制

7.1　质量检查

7.1.1　在正式提交煤三维地质模型之前，应对所建立的三维地质模型进行内部质量检查，从建模的合规性、合理性、准确性、完整性四个方面进行检查。

7.1.2　合规性检查应包括：建模任务要求、基础数据整理、建模过程方法、模型检查修正等内容。

7.1.3　合理性检查应包括：各类地质界限形态特征、空间展布、边界范围、产状和相互制约关系等，以及各类地质实体形态、边界和相互关系等，可采用三维视图、随机剖面、等值线视图等方式进行。

7.1.4　准确性检查应包括：模型精度检查及三维模型与基础数据、原始剖面数据、钻孔数据等的一致性检查、资源量估算数据检查，可采用目测、量测、统计等方式。

7.1.5　完整性检查应包括：建模范围、建模资料齐全性、数据处理和入库完整程度、模型元素连续完整性、属性模型值不为空等。

7.1.6　模型质量检查的结果应作记录，对检查后不符合要求的部分，应通过补充数据、添加约束等方式完善主题数据库，对模型进行编辑与修改。

7.1.7 经过模型质量检查，确认三维地质模型质量合格后，应对模型进行整饰，包括清除建模过程中的中间数据、质量检查的辅助数据等，对模型进行轻量化处理及配色等。模型配色应符合 DZ/T 0179 的要求。

7.2 质量评价

7.2.1 应依据已有地质资料及勘查程度，对三维地质模型进行质量评价。
7.2.2 应评价数据结构模型和建模方法是否满足三维地质建模任务要求，三维地质结构模型和三维地质属性模型是否与原始数据精确对应。
7.2.3 应评价三维地质结构模型中所描述的各地质界面与实际地质界面趋势的一致性、与勘查工程所获取数据的吻合程度。
7.2.4 应评价三维地质结构模型与各类型勘查工程、剖面图、地形地质图等数据的吻合程度。
7.2.5 应对三维地质模型中地层、岩性、构造、煤层等的空间位置关系及拓扑关系进行评价。
7.2.6 应对三维地质属性模型所采用的体元数据模型对地质参数在三维空间上的表征精度进行评价。
7.2.7 应评价空间插值与拟合方法对不同属性的适应性。

8 建模成果

8.1 建模成果说明书

8.1.1 三维地质建模完成后，应编写煤炭资源三维地质建模成果说明书。该说明书可融入对应勘查、开发阶段的报告中。
8.1.2 建模成果说明书主要内容应包括：地质模型名称、原始资料情况、三维地质特征、建模软件和方法、建模成果(数据库、格架模型、属性模型及模型应用等)、三维地质模型元数据(建模单位、建模人员、建模时间、空间参照系等) 、模型的质量控制及验证结果。

8.2 模型数据体

8.2.1 三维地质模型数据体应对照原始资料进行严格的检查和纠错，消除错误信息及冗余数据。所提交的数据文件格式应包括建模所用软件自身数据格式，以及转换成符合要求(DD 2015-06)的 Geo3DML 格式。
8.2.2 三维地质模型数据体与地质建模成果报告经检查合格后，需及时存放于安全的介质中，便于查询和进一步完善模型时使用。

8.3 模型管理与维护

8.3.1 三维地质建模是一个动态的过程，随着勘查程度提高和勘查数据的不断增加，应持续更新、管理及维护勘查数据和三维地质模型，进行迭代更新。
8.3.2 三维地质建模的主题数据库和模型宜采用版本管理的方法，包括时序版本和建模版本。
8.3.3 宜根据矿产勘查数据的形成时间,在三维地质建模的主题数据库中建立不同时间段的数据集合，一个时间段的所有数据构成一个时序版本。
8.3.4 建模版本的数据可来自于不同的时序版本，即从不同时序版本或依据空间不同地质条件约束选取建模数据集合。
8.3.5 三维地质建模数据和成果应按照有关规定归档。电子文件归档与电子档案管理应符合 GB/T 18894 的要求。
8.3.6 基于三维地质模型可开展相应的应用研究，形成各类应用成果，参见附录 C。所形成的应用成

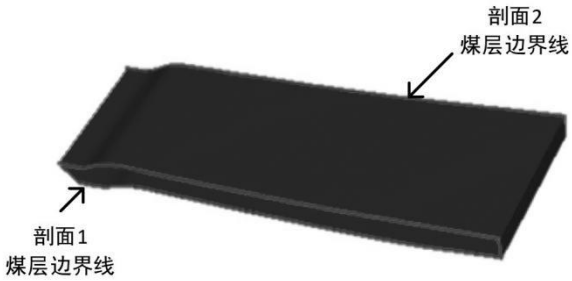
果宜作为建模成果的一部分，同建模成果说明书、模型数据体一同进行版本管理，成果应用版本与模型版本相一致。

附 录 A
（资料性）
三维空间数据模型类型

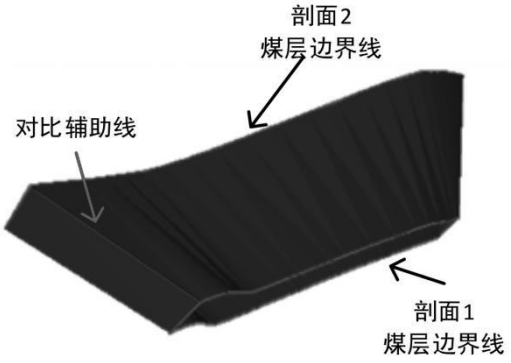
表A.1 煤炭资源三维建模可使用的三维空间数据模型

三维地质结构模型	三维地质属性模型		混合数据结构模型
	规则体元	非规则体元	
不规则三角网（TIN）	体素(Voxel)	四面体(TEN)	TIN-CSG
边界表示模型（B-Rep）	结构实体几何（CSG）	三棱柱与广义三棱柱(TP & GTP)	TIN-Octree
多边形与多面体(Polygon & Polyhedron)	规则块体(Regular Block)	非规则块体(Irregular Block)	Wire Frame-Block
格网（Grid）	八叉树(Octree)	实体(Solid)	TIN-Corner Point Grid
线框(Wire Frame)		角点网格(Corner Point Grid)	
多层DEMs			

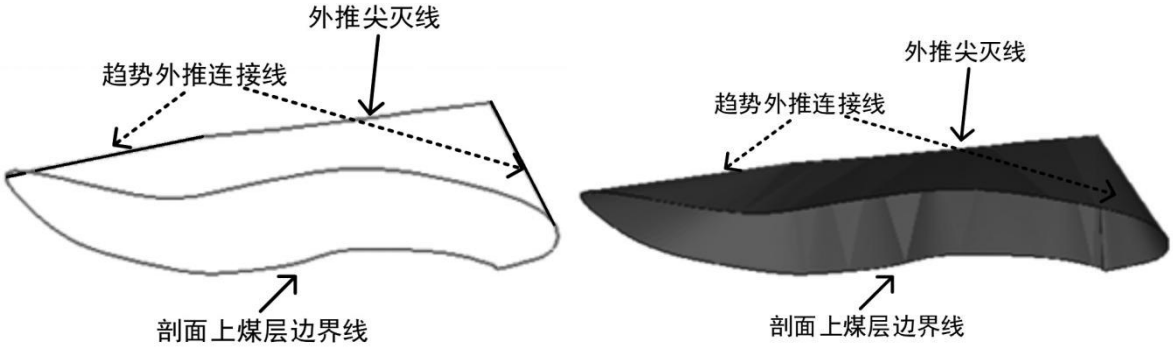
附 录 B
（资料性）
煤层模型构建示意图



图B.1 两剖面间同一编号煤层自动对比建模



图B.2 两剖面间同一编号煤层通过辅助线对比建模



图B.3 煤层外推尖灭界线的建模效果示意图

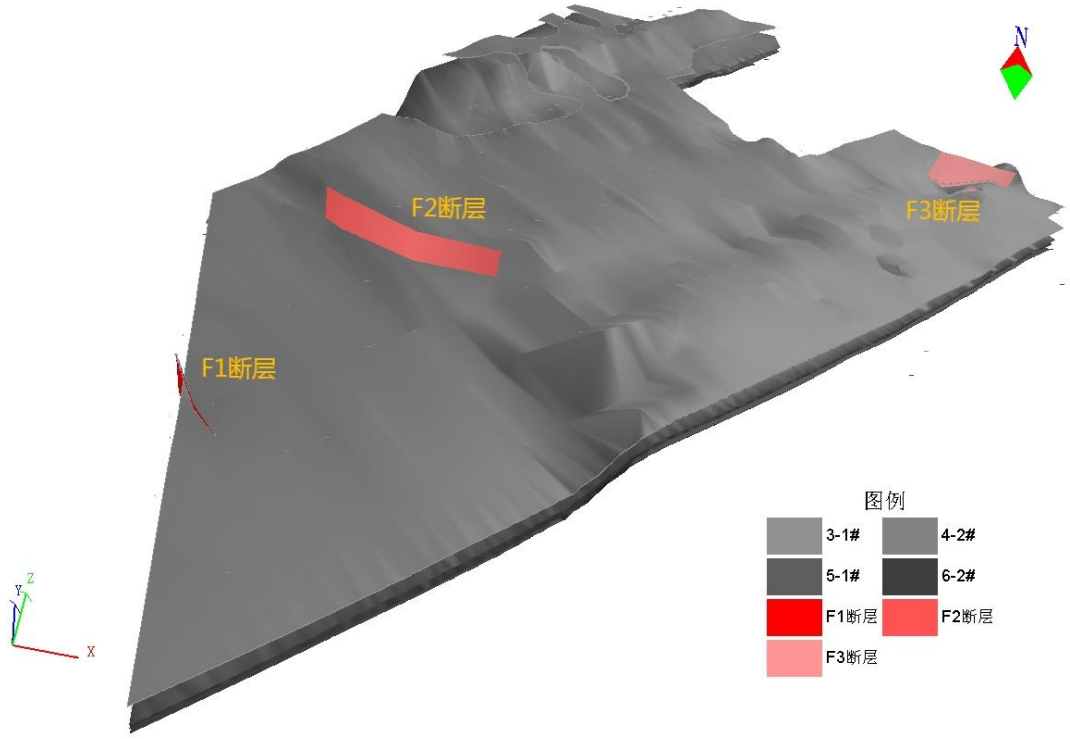
附 录 C
（资料性）
三维地质模型应用

C.1 三维地质空间分析

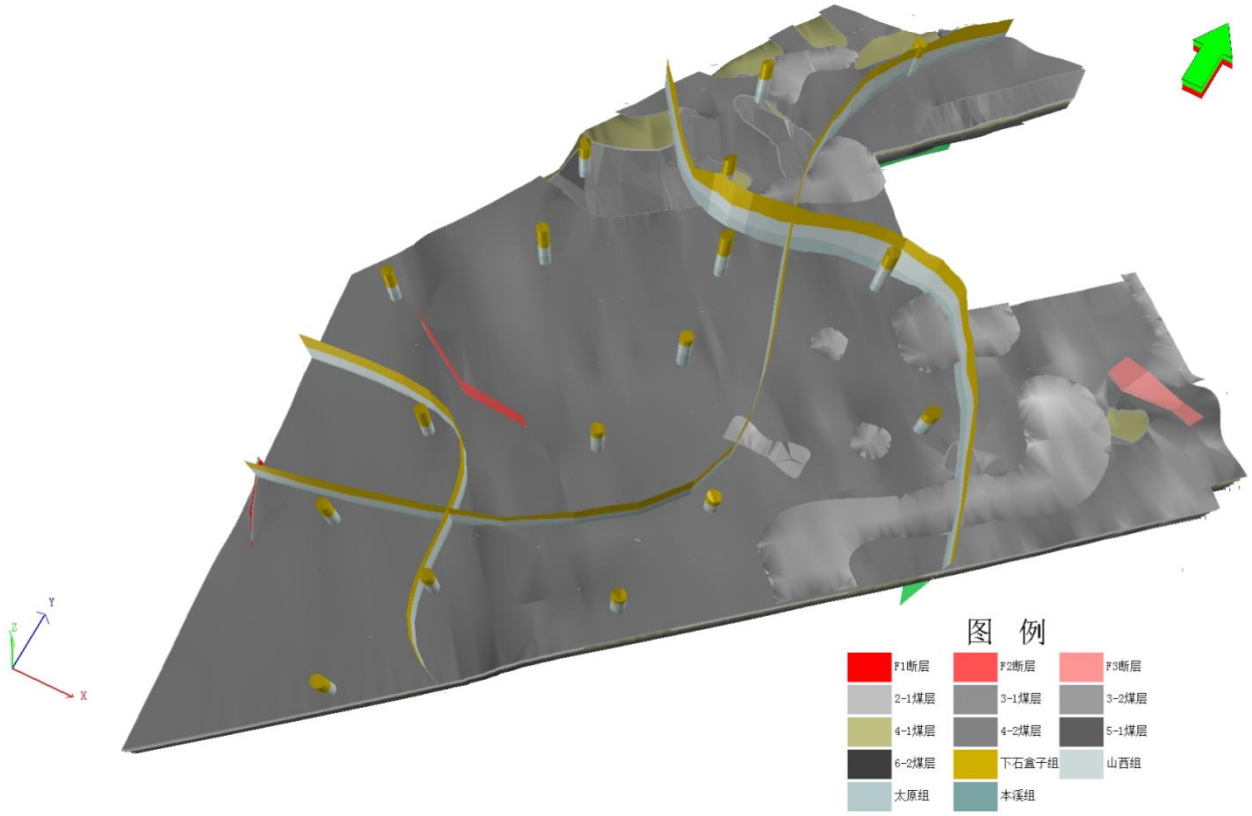
C.1.1 可进行主煤层与断层空间分布关系，如图C.1、静态或动态的剖切分析、虚拟钻孔分析（图C.2）等三维可视化的空间剖面生成操作。

C.1.2 可根据业务分析需求，通过垂直切片、水平切片、任意切片、路径切片等方式对模型进行剖切处理，并制作剖切后形成的剖面图、水平切面图。

C.1.3 可进行三维趋势面分析、坡度计算、剖面计算、等值线分析、空间统计分析、空间变异性分析、空间数据挖掘和成矿规律分析。



图C.1 某井田四个主煤层与断层空间分布关系图



图C.2 三维剖面与虚拟钻孔分析效果示意图

C.2 煤炭资源量估算

基于所建的煤炭三维地质模型，使用建模软件进行资源量估算时，应用符合DZ/T 0338.1、DZ/T 0338.2和DZ/T 0338.3规定的传统几何法、地质统计学法和距离幂次反比法等计算方法。资源量估算相关图件及报表应符合DZ/T 0338.2要求，资源量分类应按GB/T 17766执行。

参 考 文 献

［1］ GB/T 15663.1 煤矿科技术语 第1部分：煤炭地质与勘查
［2］ GB/T 18341 地质矿产勘查测量规范
［3］ GB/T 25283 矿产资源综合勘查评价规范
［4］ DZ/T 0069 地球物理勘查图图式、图例及用色标准
［5］ DZ/T 0075 地球化学勘查图图式、图例及用色标准
［6］ DZ/T 0302 煤炭地质勘查图示图例
［7］ DZ/T 0383 固体矿产勘查三维地质建模技术要求
［8］ CH/T 1008 基础地理信息数字产品 1:10000 1:50000数字高程模型
［9］ CH/T 9015 三维地理信息模型数据产品规范
［10］ CH/T 9016 三维地理信息模型生产规范
［11］ CH/T 9017 三维地理信息模型数据库规范
［12］ CH/T 9024 三维地理信息模型数据产品质量检查与验收