资源储量估算与矿体三维建模系统

iExploration-EM

中国地质调查局发展研究中心　李丰丹

2010.07

主要内容

- 资源量估算与矿体三维建模系统介绍
- iExploration-EM 培训内容
  - 资源储量估算传统方法
  - 矿体三维建模
  - 地质统计学法
  - 报告编制辅助工具
  - 煤资源储量估算方法

资源量估算与矿体三维建模系统

- 研发背景
- 应用情况
- 软件框架与功能

研发背景

目前的矿业软件：

- 70年代中期开始，采矿规划及管理软件系统：Micromine、SURPAC
- 90年代，原地矿部的KPX勘查评价储量计算软件、 SD方法

这些软件的特点：侧重数据采集后的处理，重新组织数据

目前还没有从野外数据采集到进行勘查数据的解译、生成三维模型、计算矿产资源储量和进行矿山设计一体化的软件

研发背景

依托项目：

- 危机矿山勘查项目成果报告编制GIS系统研究
- 矿产资源调查数据处理与综合分析子系统
- 地质调查野外数据采集系统推广与技术支持

需求调研、技术攻关、专家指导

涉及不同阶段数据采集整理分析、资源储量估算、矿体三维建模等一体化组织与管理的软件（iExploration-DC、DM、EM）

研发背景

作为数字地质调查软件的一部分

iExploration -DC 固体矿产勘查数据采集系统
(Data Capture)
-DM 固体矿产勘查数据管理系统
(Data Management)
-EM 资源量三维建模与估值系统
(Estimation and Modeling)

研发背景

2008年8月1日，软件通过了全国危机矿山接替资源找矿项目管理办公室评审

参加评审的单位有:国土资源部矿产资源储量司、储量评审中心、国土资源部高咨中心、北京科技大学

专家一致认为综上所述，“资源储量估算与矿体三维建模系统”功能全面，可以作为全国危机矿山接替资源找矿项目及其他固体矿产勘查项目资源储量估算的软件工具。 同意通过评审，建议推广使用。

研发背景

组织评审单位	全国危机矿山接替资源找矿项目管理办公室	评审时间	2008 年 8 月 1 日

评 审 意 见

2008 年 8 月 1 日，全国危机矿山接替资源找矿项目管理办公室组织有关专家对“资源储量估算与矿体三维建模系统”软件与试点成果进行了评审。专家组审阅了矿区试点试算报告，听取了项目组的汇报，并观看了现场演示，经质询讨论后形成意见如下：

1. 该系统是基于国产地理信息软件平台 MAPGIS，综合了传统矿产资源储量估算方法、地质统计学的克里格法与 3D 建模技术，研究开发的具有自主知识产权、面向全国危机矿山接替资源以及其他固体矿产勘查项目的资源储量估算系统。

2. 该系统实现了从矿产资源勘查野外数据采集、数据管理、矿体圈定、地质建模、品位和资源储量估算全过程的数字化，实现了相关图表的生成自动化。

3. 系统实现的断面法和地质块段法，综合考虑了我国矿产资源储量估算的实际情况，与手工方法相比，减少了误差，提高了工作效率。

4. 在地质统计学资源储量估算方法方面，系统实现了普通克里格、泛克里格、指示克里格等方法。流程清晰、界面简洁、易于使用。

5. 系统实现的 3D 可视化矿体模型，建模功能全面、操作快捷。生成的模型充分展示了矿体空间形态和地质构造特征。

6. 系统已在全国多个试点矿区完成了资源储量试算工作，并编制了资源储量试算报告，通过对比，结果可靠。

综上所述，“资源储量估算与矿体三维建模系统”功能全面，可以作为全国危机矿山接替资源找矿项目及其他固体矿产勘查项目资源储量估算的软件工具。 同意通过评审，建议推广使用。

评审委员会主任：（签字）

二〇〇八年八月一日

评审专家名单

	姓 名	职 称	专 业	单 位	签 名
组 长	李裕伟	研究员	地质矿产	部高咨中心	
成员	王 蓓	处长	地质矿产	国土资源部储量司	
	王少波	处长	地质矿产	国土资源部储量司	
	严光生	研究员	地质矿产与信息技术	中国地质调查局	
	叶天竺	教高	地质矿产	中国地质调查局发展研究中心	
	严铁雄	教高	地质矿产	中国地质调查局发展研究中心	
	黄崇轲	研究员	地质矿产	部高咨中心	
	张鸿禧	研究员	地质矿产	武警黄金部队	
	杨东来	研究员	地质矿产与信息技术	中国地质调查局发展研究中心	
	吕志成	研究员	地质矿产	中国地质调查局发展研究中心	
	孙玉建	高工	地质矿产	国土资源部矿产资源储量评审中心	

推广应用

	时间	培训班	参与单位	地点	人数
1	2008.3	全国危机矿山接替资源勘查项目成果报告编制GIS系统培训班	全国承担危矿项目的各地勘单位	西安	200
2	2009.5	全国危机矿山接替资源勘查项目成果报告编制GIS系统培训班	全国承担危矿项目的各地勘单位	杭州	200
3	2009.8	资源量估算与矿体三维建模系统培训班	河南省地矿局第一地质调查队	洛阳	40
4	2009.11	资源量估算与矿体三维建模系统培训班	四川省冶金地质勘查院、重庆市地矿局 205 地质队	成都	20
5	2009.12	资源量估算与矿体三维建模系统培训班	铜陵有色承担危矿项目的各地勘单位	铜陵	35

推广应用-培训班

	时间	培训班	参与单位	地点	人数
1	2008.3	全国危机矿山接替资源勘查项目成果报告编制GIS系统培训班	全国承担危矿项目的各地勘单位	西安	200
2	2009.5	全国危机矿山接替资源勘查项目成果报告编制GIS系统培训班	全国承担危矿项目的各地勘单位	杭州	200
3	2009.8	资源量估算与矿体三维建模系统培训班	河南省地矿局第一地质调查队	洛阳	40
4	2009.11	资源量估算与矿体三维建模系统培训班	四川省冶金地质勘查院、重庆市地矿局 205 地质队	成都	20
5	2009.12	资源量估算与矿体三维建模系统培训班	铜陵有色承担危矿项目的各地勘单位	铜陵	35

推广应用-矿区试点

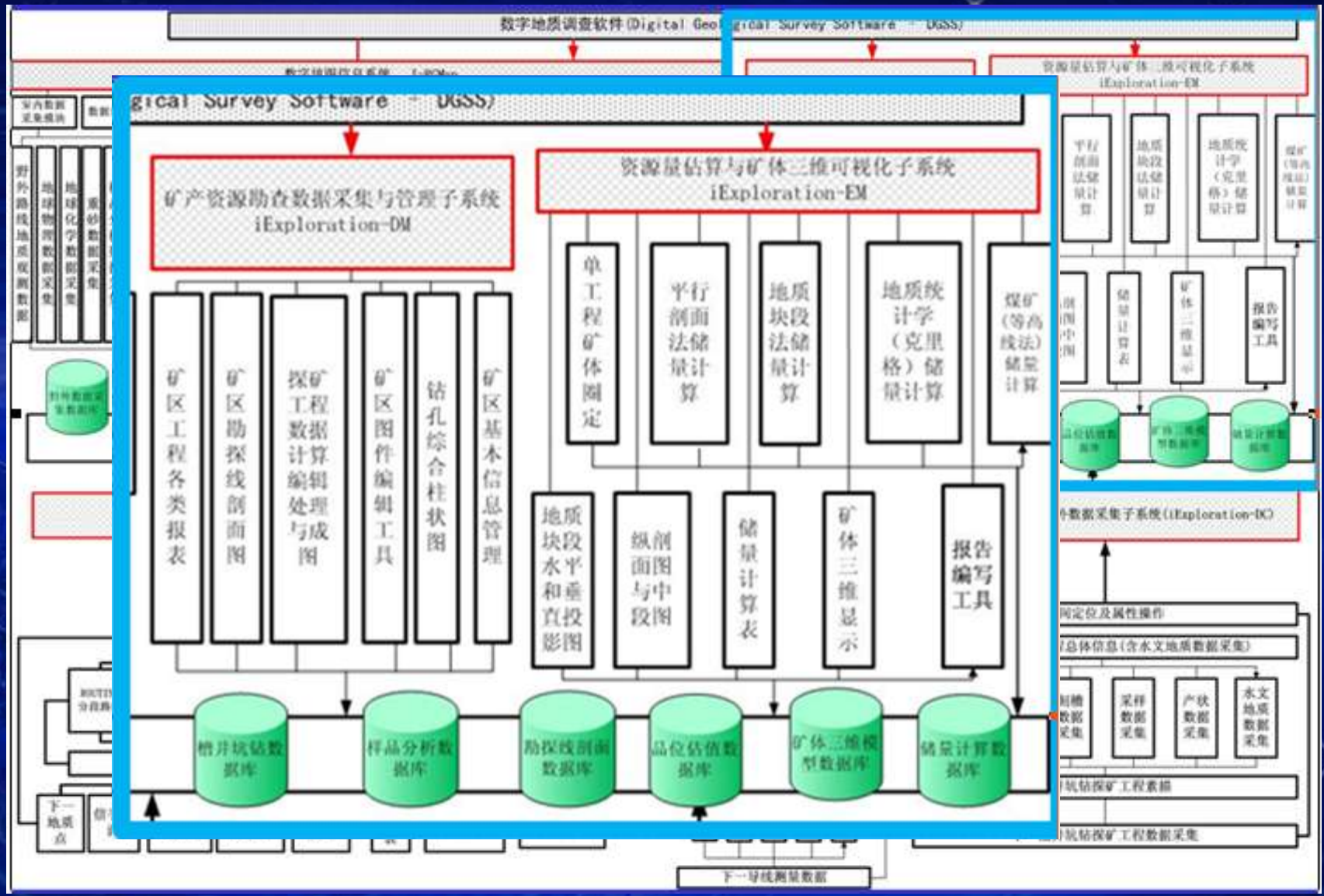
1	安徽省马鞍山市和尚桥铁矿接替资源勘查项目
2	辽宁省辽阳市弓长岭铁矿接替资源勘查
3	内蒙古大雁煤田西区普查项目
4	山西省支家地铅锌银矿接替资源勘查
5	新疆富蕴县可可托海稀有金属矿接替资源勘查
6	辽宁省鞍山市砬子山铁矿接替资源勘查

7	青海省热水煤矿区柴达尔井田接替资源勘查
8	河南省嵩县庙岭金矿接替资源勘查
9	四川省冕宁县泸沽铁矿接替资源勘查
10	四川省盐源县平川铁矿接替资源勘查
11	四川九寨沟县马脑壳金矿接替资源勘查
12	安徽铜陵铜山铜矿接替资源勘查

推广应用-矿区试点

西藏自治区加查县邦布矿区金矿普查项目
西藏自治区墨竹工卡县驱龙矿区铜（多金属）矿详查项目
云南迪庆州普朗铜矿首采区地质勘探项目
云南省鹤庆县北衙铁金矿区万硐山矿段详查项目
福建省上杭县紫金山金铜矿资源储量核实
新疆哈巴河县阿舍勒铜锌矿资源储量核实
内蒙古三贵口铜矿区南矿段
黑龙江省嘉荫县团结沟金矿区
陕西南郑县马元—白玉铅锌矿区楠木树矿段Ⅰ号矿体
紫金山矿区罗卜岭铜钼矿段、
山东招远玲珑金矿田东风矿床171号脉

系统组成


矿产资源勘查数据采集与管理子系统
iExploration-DM
资源量估算与矿体三维可视化子系统
iExploration-EM
矿区工程各类报表
矿区勘探线剖面图
探矿工程数据计算编辑处理与成图
矿区图件编辑工具
钻孔综合柱状图
矿区基本信息管理
单工程矿体圈定
平行剖面法储量计算
地质块段法储量计算
地质统计学（克里格）储量计算
煤矿（等高线法）储量计算
地质块段水和垂投影图
纵剖面图与中段图
储量计算表
矿体三维显示
报告编写工具
样品分析数据库
品位估值数据库
储量计算数据库

系统总体结构


综合数据管理
单工程矿体圈定
勘探剖面矿体圈定
传统法储量估算
地质统计学储量估算
矿体实体块体建模
三维显示和分析
采空区管理
储量数据图表输出
报告编写工具
原始资料管理
工程数据管理
模型数据管理
应用数据管理
MapGIS本地数据管理引擎
Access属性表数据管理
TDE三维空间数据管理引擎
基础地质数据
勘探数据
三维模型数据
储量管理

基于无缝一体化技术的数据采集、管理、综合处理与成果表达

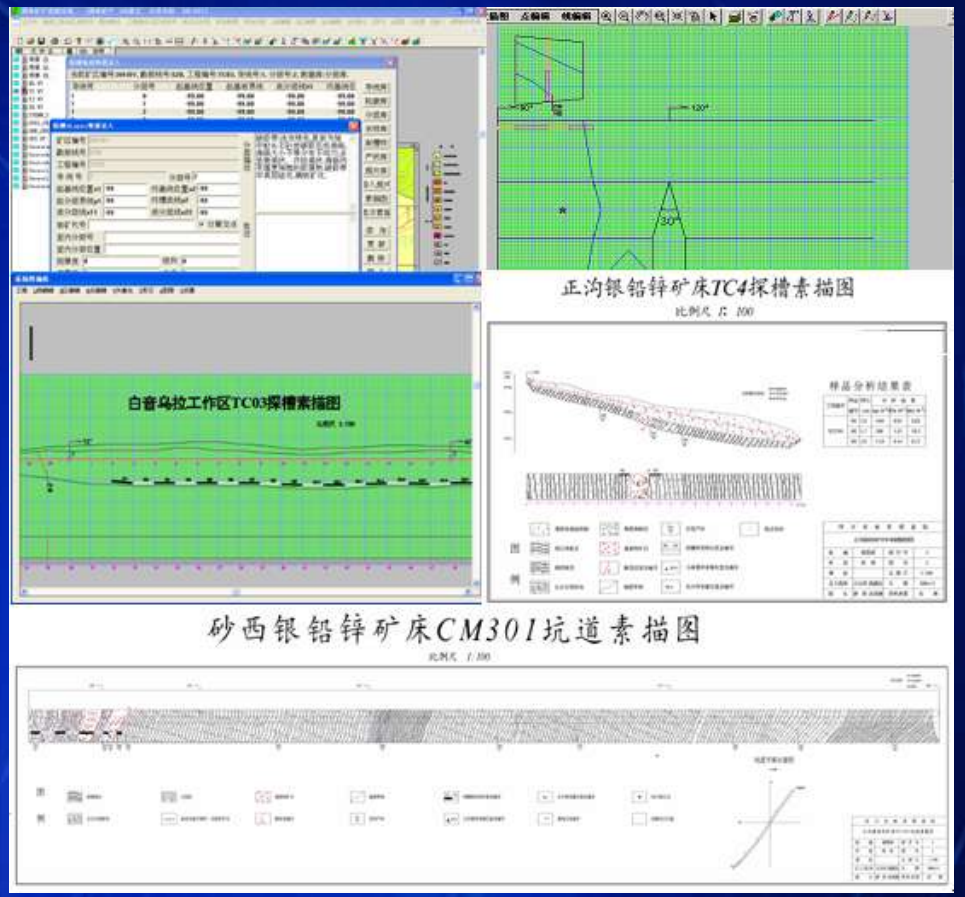
野外数据采集、成果综合、储量计算和矿体三维建模与表现的全过程信息化和数字流程，多源异构、多尺度、多维动态勘查综合资料数据一体化存储与管理，为危机矿山勘查项目成果报告编制提供了有效工具和平台。

- 数据的继承过程：基于业务流程的无缝一体化数据模型建模技术，保证不同阶段数据交换继承过程一信息完整性，不用重新整理数据
- 原始数据（地形地质图、数字高程模型、工程编录信息）
- 成果数据（不同比例尺的勘探线剖面图、矿体投影图、中段图、纵剖面图）
- 三维成果

基于无缝一体化技术的数据采集、管理、综合处理与成果表达

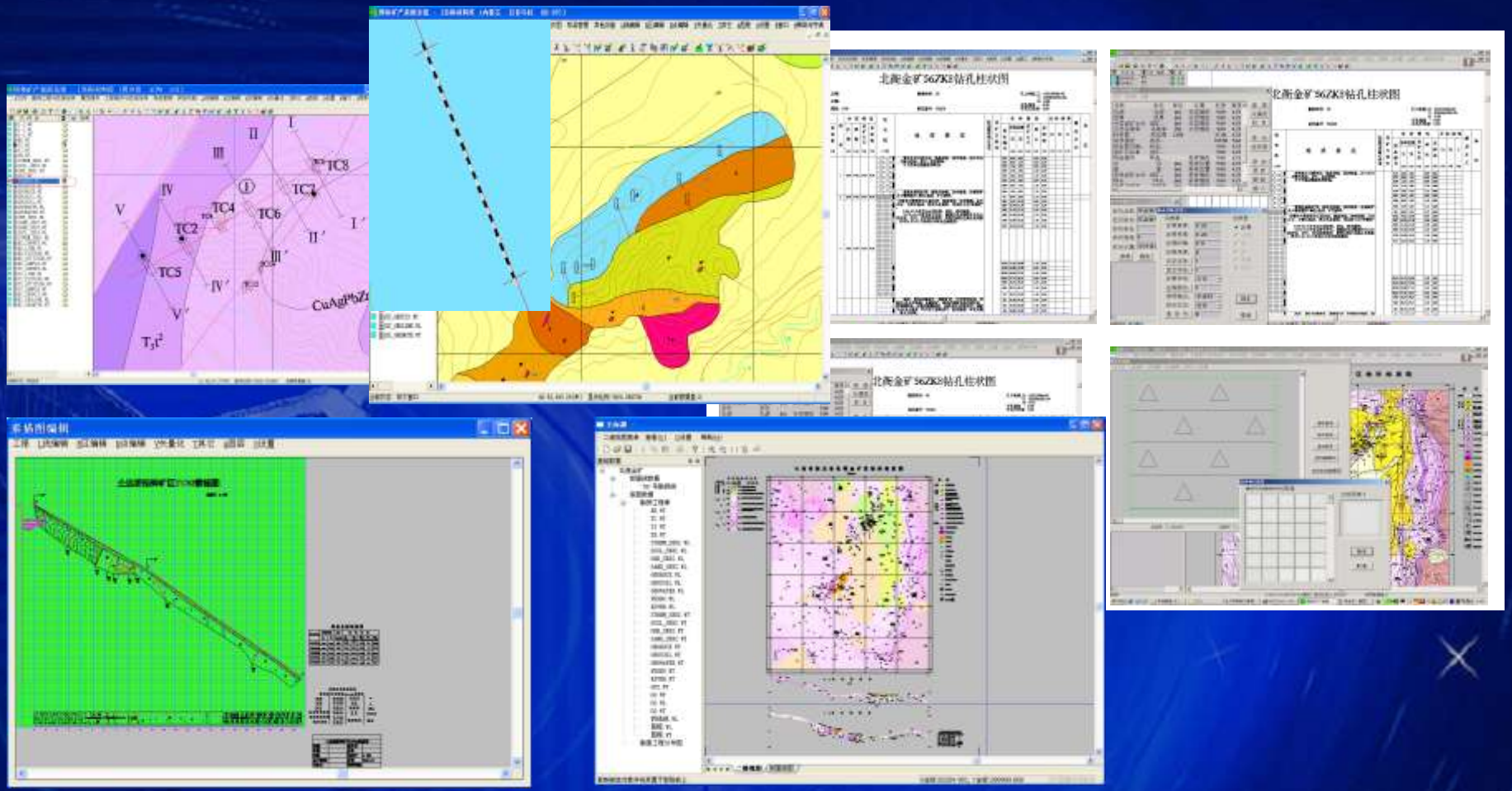
数据管理平台，管理多元(多源)异构数据

- 不同比例尺地质图件，如地形地质图、勘查剖面图、钻孔柱状图、矿体投影图等，其存储格式主要为MapGIS、JPG、TIF等
- 数据库资料，如工程编录信息，其存储格式多为ACESS文件，少数为文本格式
- 遥感影像，数字高程模型
- 三维建模数据
- 文字与报表，如Word、Excel



基于无缝一体化技术的数据采集、管理、综合处理与成果表达

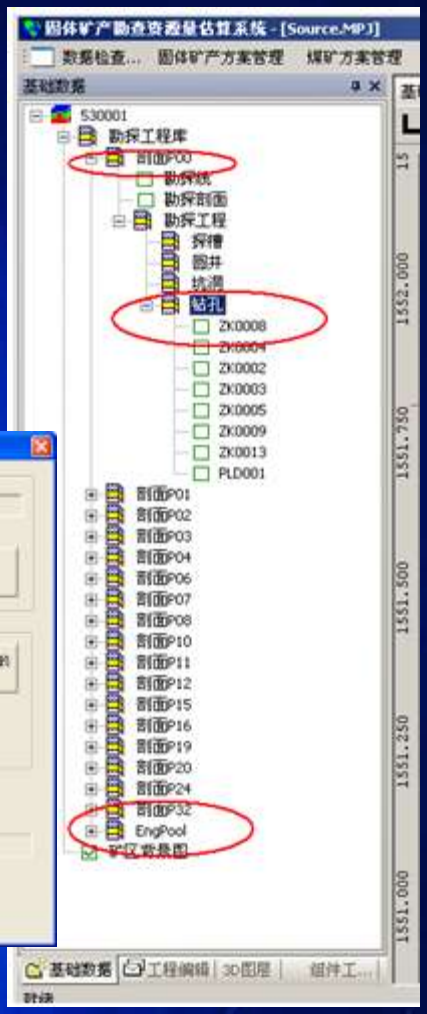
数据管理平台，管理多元(多源)异构数据



基于无缝一体化技术的数据采集、管理、综合处理与成果表达

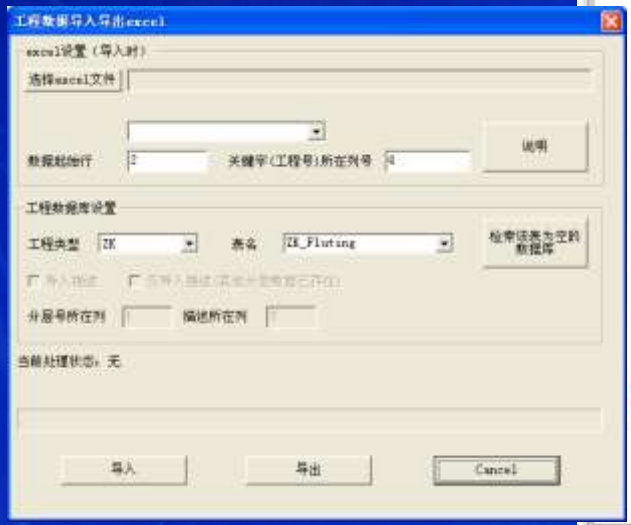
原始编录数据组织的灵活性

- 将原始数据通过勘探线组织
- 同时管理未加入勘探线的数据(EngPool)
- 可以生成虚拟勘探线
- 数据的逻辑检查，保证数据的完整性和一致性



原始资料的交换入库

- 将其他格式数据（TXT、EXCEL等）快速交换到本系统
- 系统同时支持数据的导出



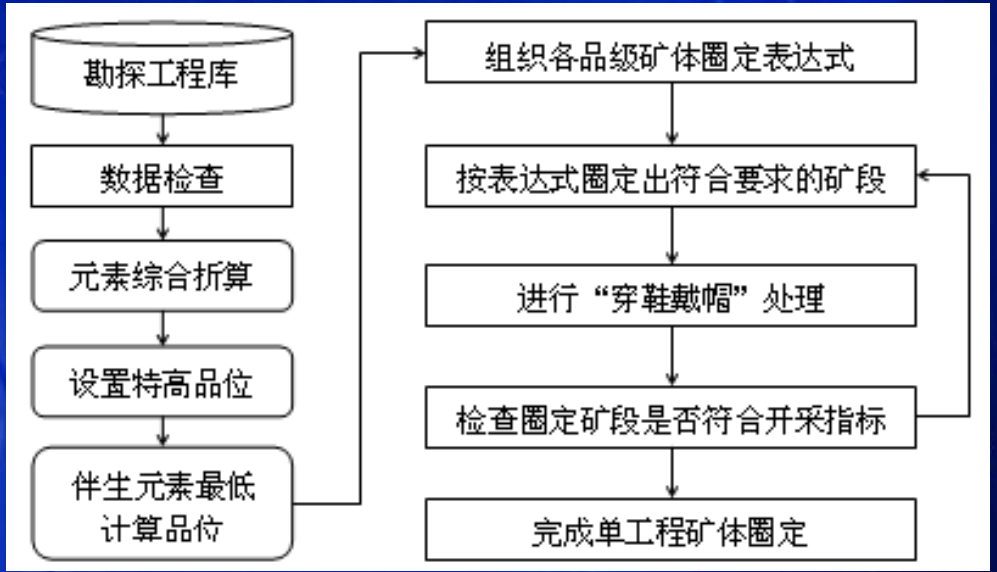
成果数据组织

- 一套工业指标,一个方案,一个独立文件夹

不同条件下单工程矿体自动圈定技术

- 提供基于条件表达式的符合多元素、多品级的圈矿模式
- 通过条件表达式对矿石的品级圈定条件进行分类组织
- 然后根据条件表达式、矿石开采指标进行矿石品级自动分类判断和矿段合并。

整个设置过程通过圈定指标向导方式来引导矿区工作人员完成这一系列圈定指标的设置



不同条件下单工程矿体自动圈定技术

多金属矿床矿体圈定处理

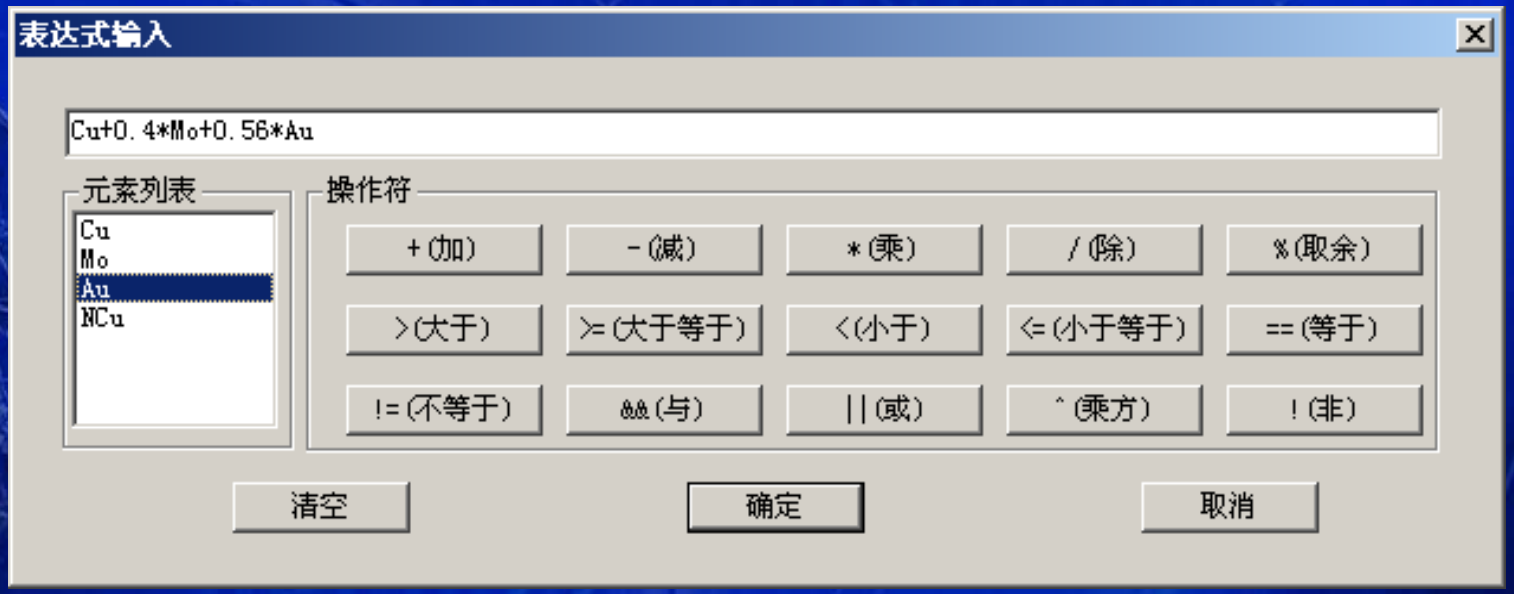
- 不同矿种的划分：不同矿石类型和矿石品级划分，不同品位条件
- 矿床综合品位折算（当量问题）：有些多元素矿床品位普遍偏低，无法单独利用因此对矿床元素进行综合利用，根据几种指定元素的品位与折算系数生成新的折算值用于矿体圈定
- 品位、鞋帽：基于条件表达式解析
- 不同品级条件下，设置不同的夹石剔除厚度和最低可采厚度
- 特高品位处理：设置元素品位的上限来对样品进行约束，如果样品品位高于上限值可进行按上限值替换或剔除等处理
- 伴生元素极限值处理：统计伴生元素有用金属量时最低品位值：在一些有色金属矿矿体圈定与品位统计中，样品中的伴生金属元素品位只有达到了一定含量才会参数有益金属量的统计

不同条件下单工程矿体自动圈定技术

矿石综合品位计算及矿体圈定

很多多金属矿床，主要有用组分含量可能达到了工业指标，也可能与共生或伴生组分一样，含量较低，均为达到工业要求。对于这类矿床就需要进行矿石综合品位计算，然后根据该综合品位进行工业矿体的圈定。

系统提供综合品位计算工具，根据元素折算计算公式进行矿石综合品位计算，根据计算获得的综合品位进行矿体的圈定。



不同条件下单工程矿体自动圈定技术

伴生元素极限值的处理



主矿体中伴生元素的平均品位的计算时，必须要考虑选矿工艺及元素利用等条件，将达不到某个品位要求（通常称之为伴生元素极限值）的样品剔除掉，不参与伴生元素的平均品位计算。

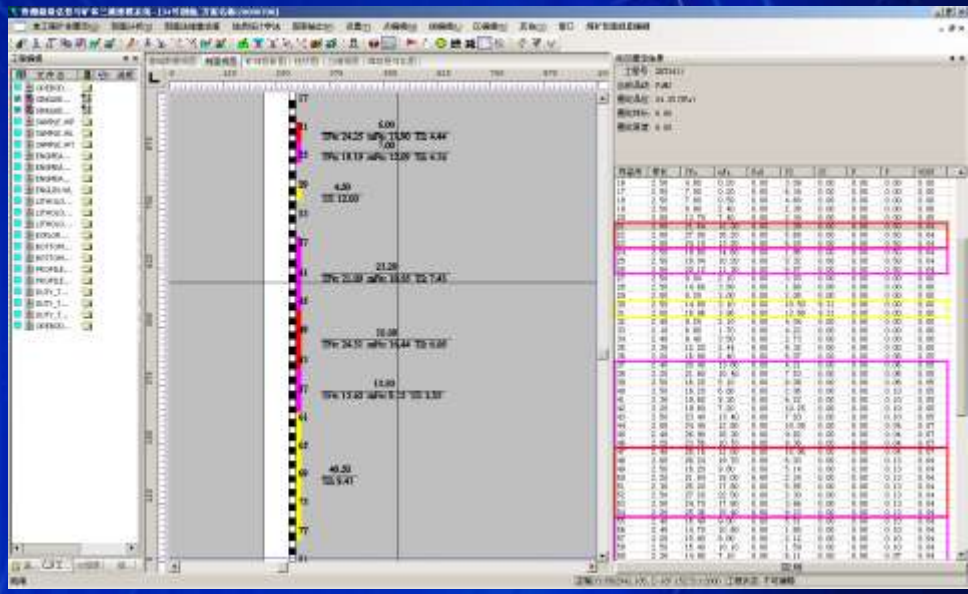
系统主要是要实现基于用户录入的伴生元素极限值，在矿体圈定时以该值作为标准，进行矿体伴生元素的统计。

不同条件下单工程矿体自动圈定技术

表 工业品级圈定表达式列表

圈定顺序	矿体名称	圈定表达式
1	工业磁铁矿	(mFe/TFe>=0.15||mFe==0)&& NTFe>=20
2	工业赤铁矿	(mFe/TFe<0.15||(Tfe>3.5*FeO&&FeO!=0))&& NTFe >=30
3	工业黄铁矿	S>=13
4	低品位磁铁矿	(mFe/TFe>=0.15||mFe==0)&& NTFe>=15
5	低品位赤铁矿	(mFe/TFe<0.15||(Tfe>3.5*FeO&&FeO!=0))&& NTFe >=20
6	低品位黄铁矿	S>=8





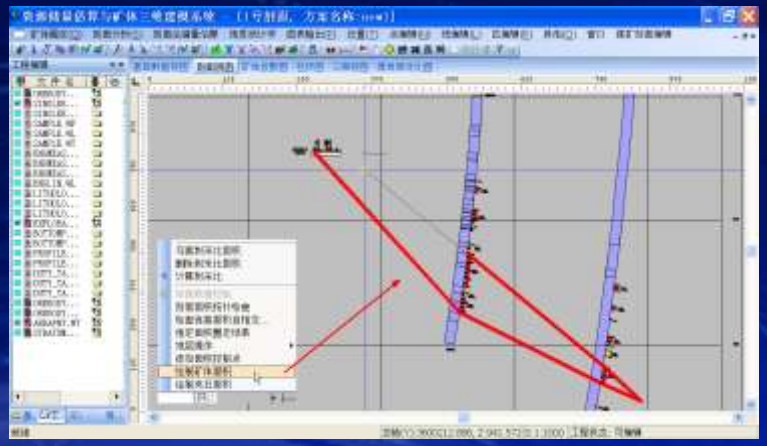
空间与属性交互式单工程矿体圈定

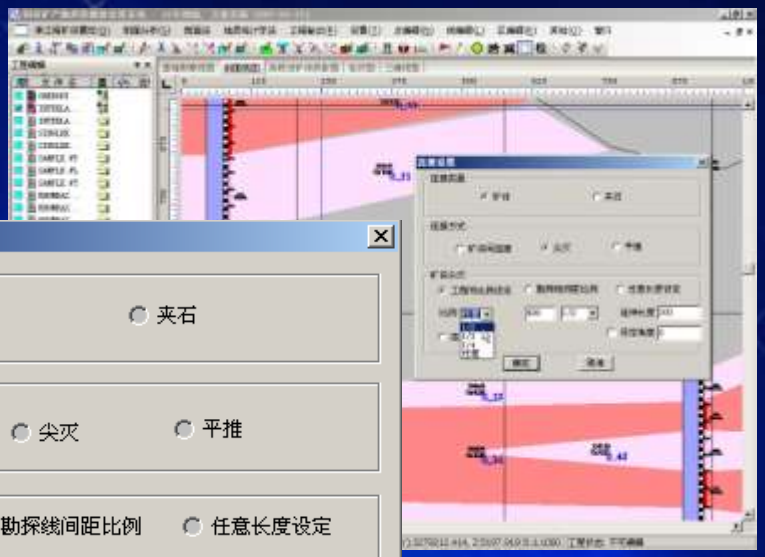
基于规则加交互方式的剖面矿体连接过程

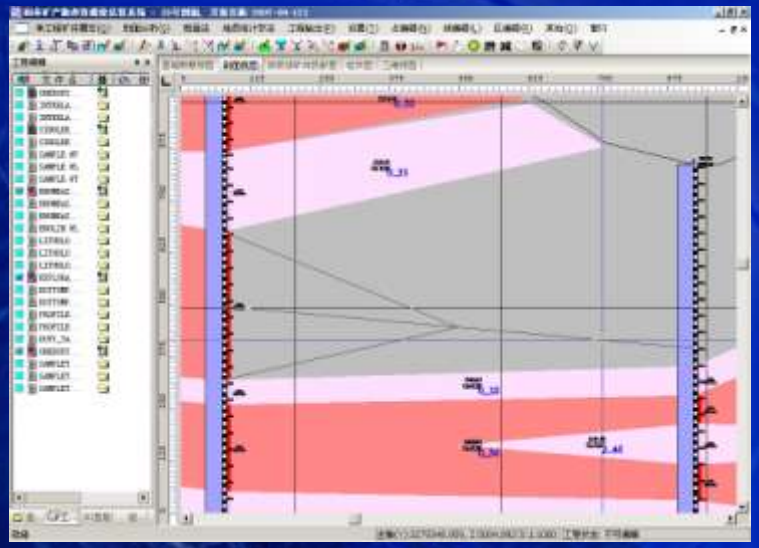
- 直接从野外数据库读取数据动态绘制勘探线剖面图
  - 提供人机交互方式的矿体连接规则，通过对剖面矿体连接过程中的一些基本要求与规则进行参数化处理，基于属性与规则判断建立约束关系，交互式实现工程间矿体连接
  - 面积控制方式和轮廓线控制方式
  - 自动计算品位与面积大小
  - 矿体可根据地形走向和岩体走向用自然曲线连接面积
  - 沿脉坑道的样品的特别处理

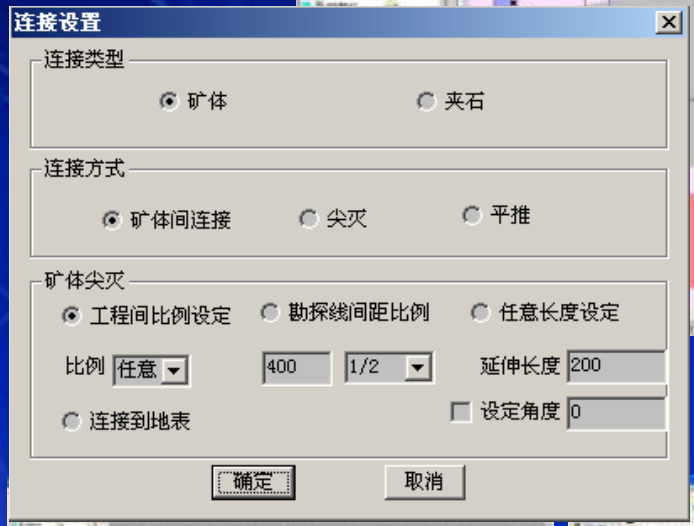
提供系统自动处理与方便的人机交互方式

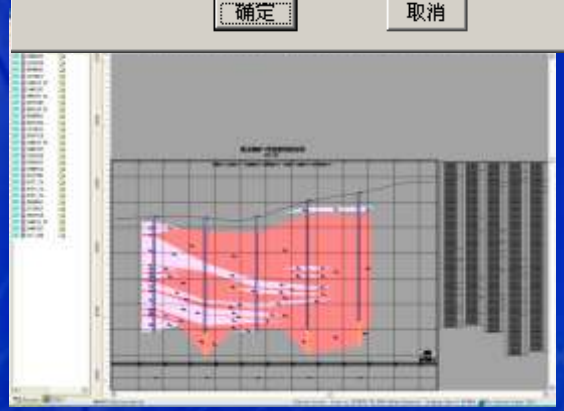
基于规则加交互方式的剖面矿体连接过程

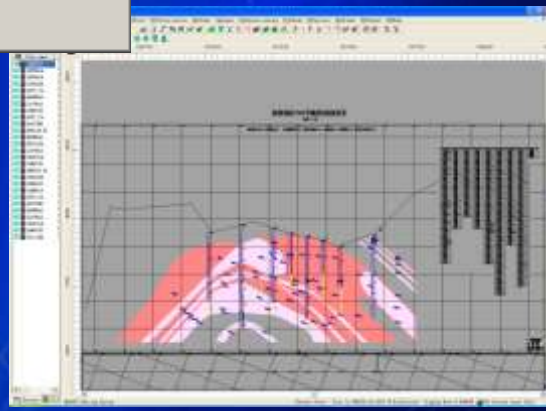












提供多种传统资源储量估算方法应用流程

地质块段法、平行剖面法、不平行剖面法、剖面法快速计算、水平断面法、采样平面图法

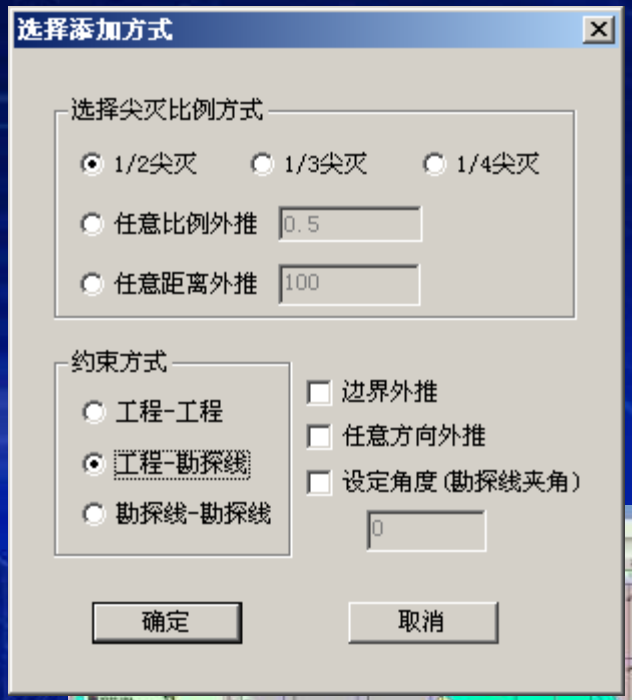
方法应用过程，充分利用GIS辅助工具和三维模拟工具提高计算精度和效率，实现交互式块段连接和资源量的计算

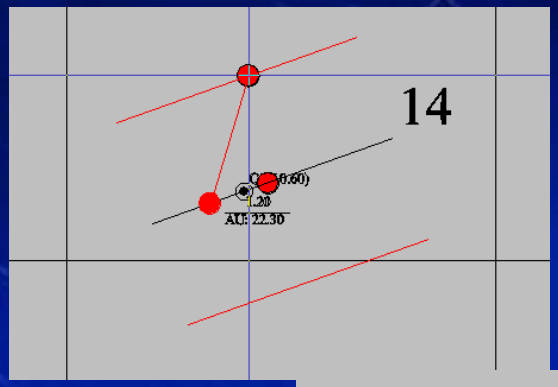
动态更新投影图工程与块段信息（加密工程）

更新块段体重及储量

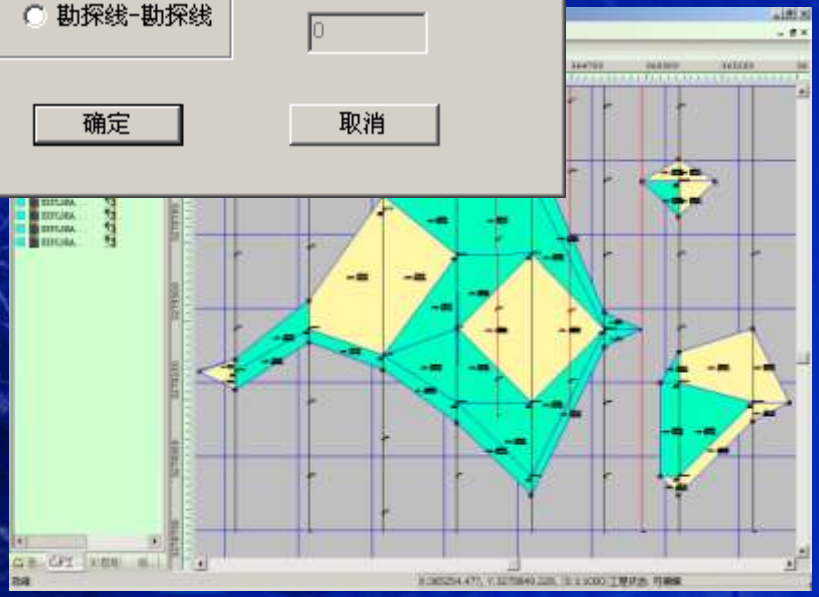
一套数据，不用重新整理格式，多种方法互相验证

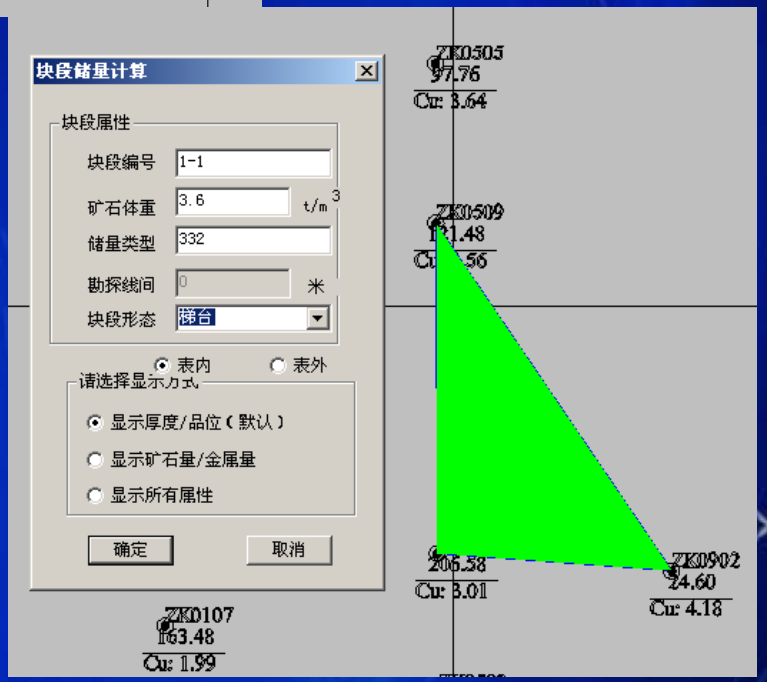
提供多种传统资源储量估算方法应用流程





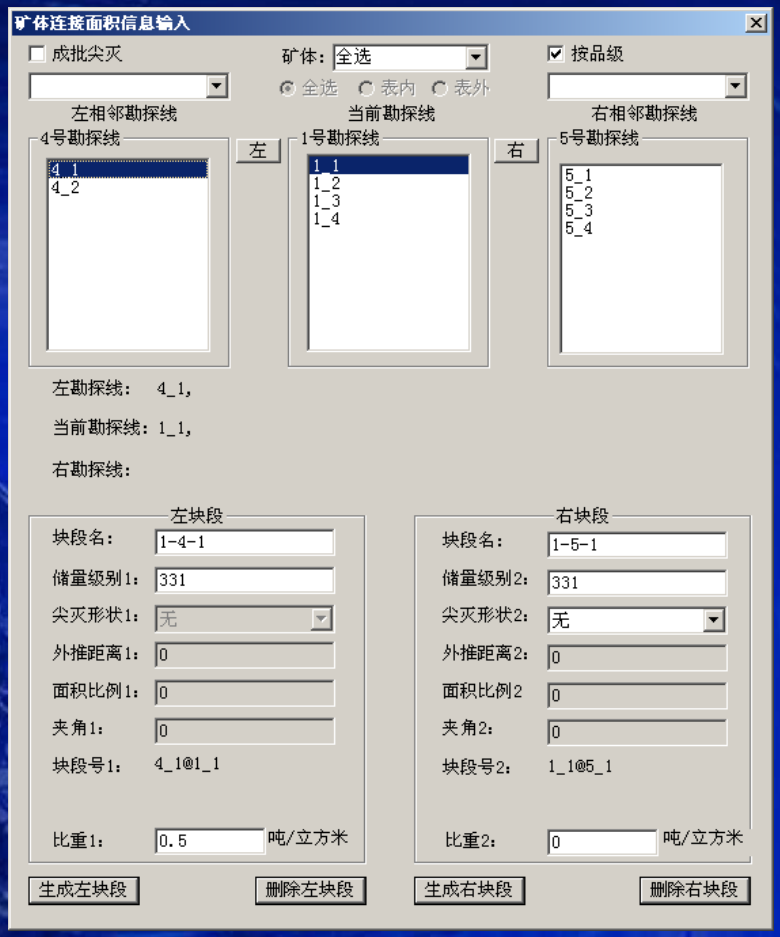
地质块段法储量估算





提供多种传统资源储量估算方法应用流程

剖面法储量估算



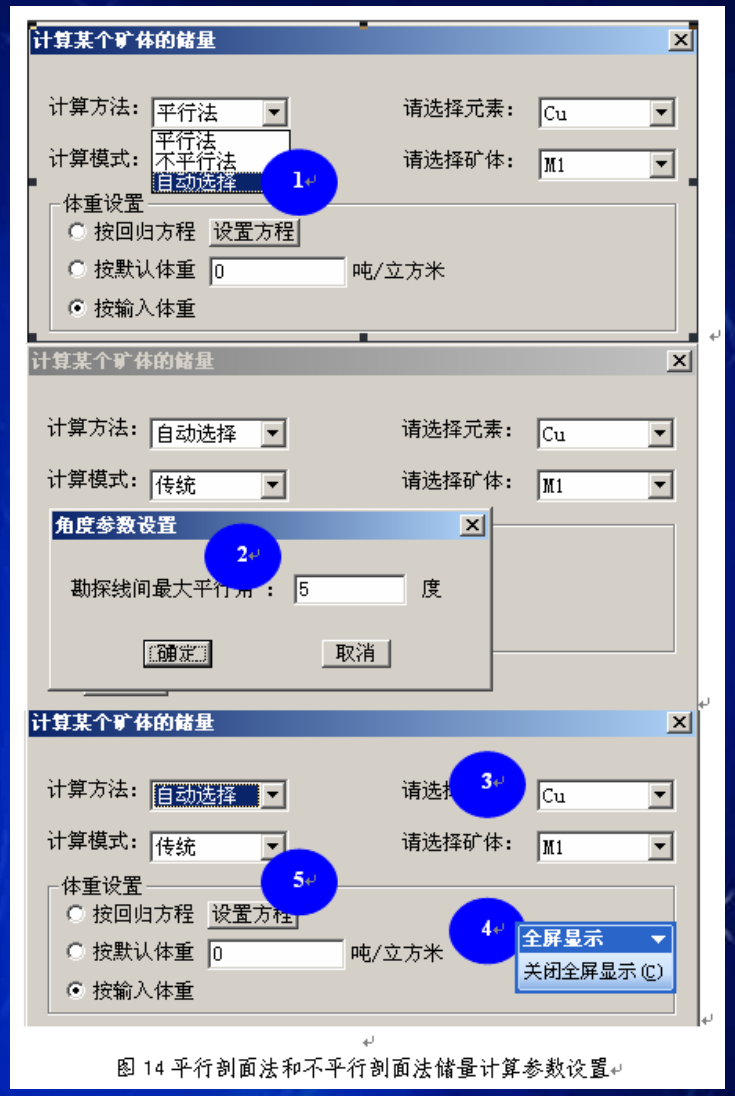
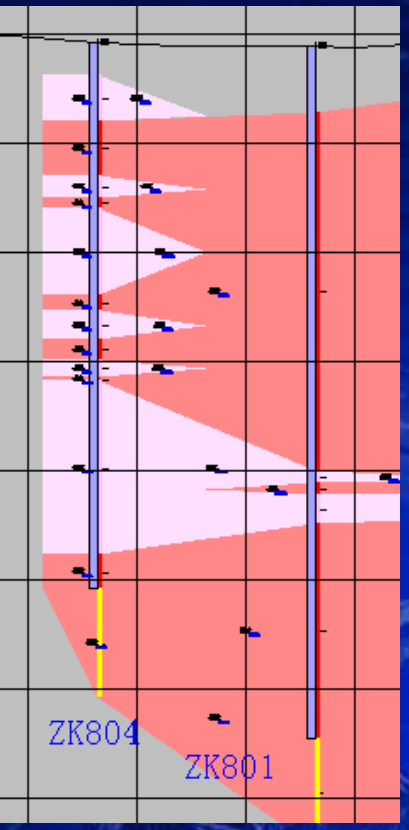
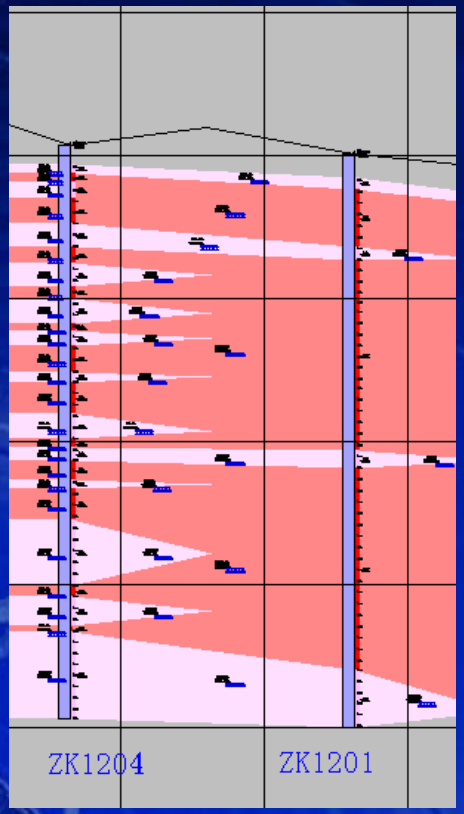


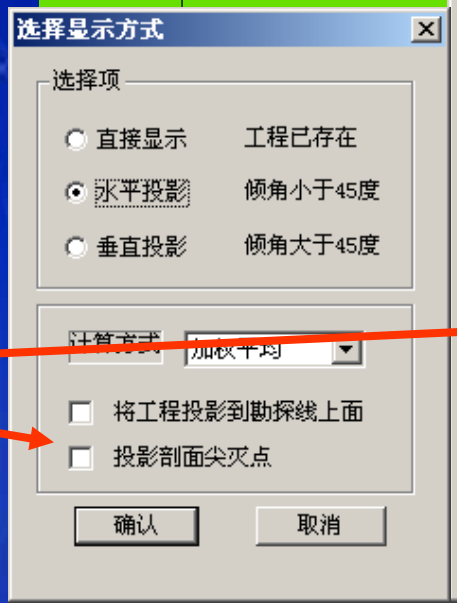
图 14 平行剖面法和不平行剖面法储量计算参数设置

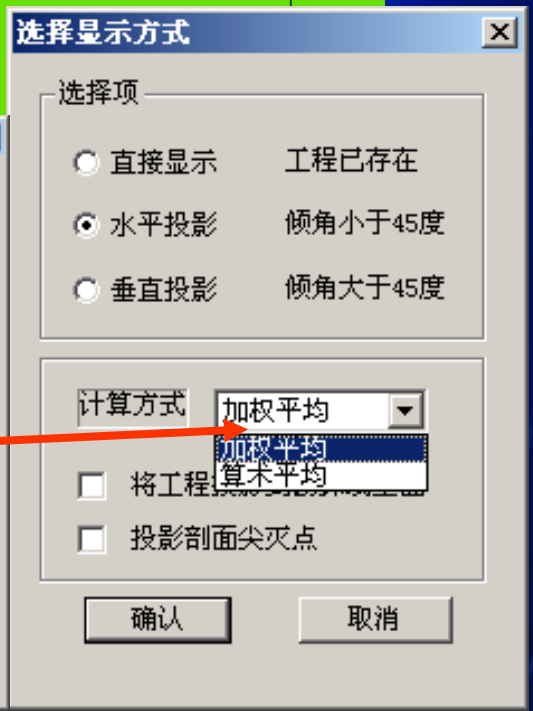
提供多种传统资源储量估算方法应用流程











投影与计算参数

剖面法快速估算储量

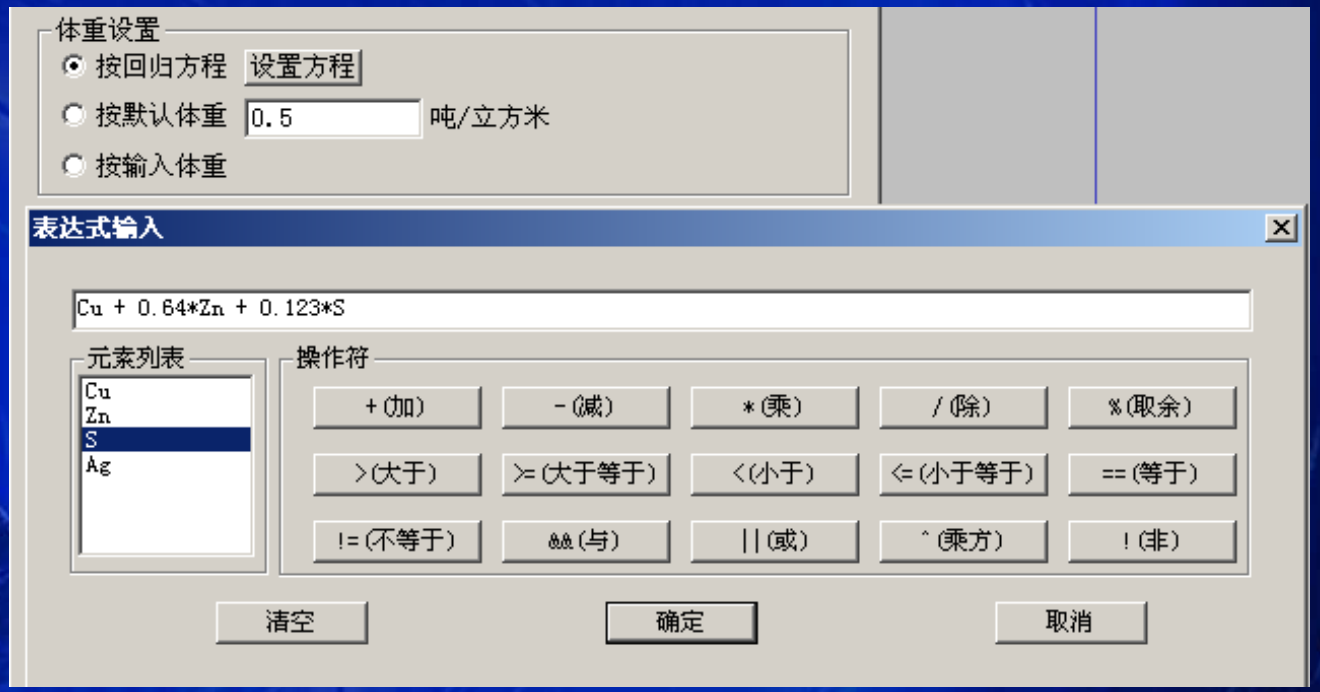
提供多种传统资源储量估算方法应用流程

(1) 按回归方程计算矿体块段体重

(2) 按统一默认体重设置

(3) 按划分块段是输入的体重

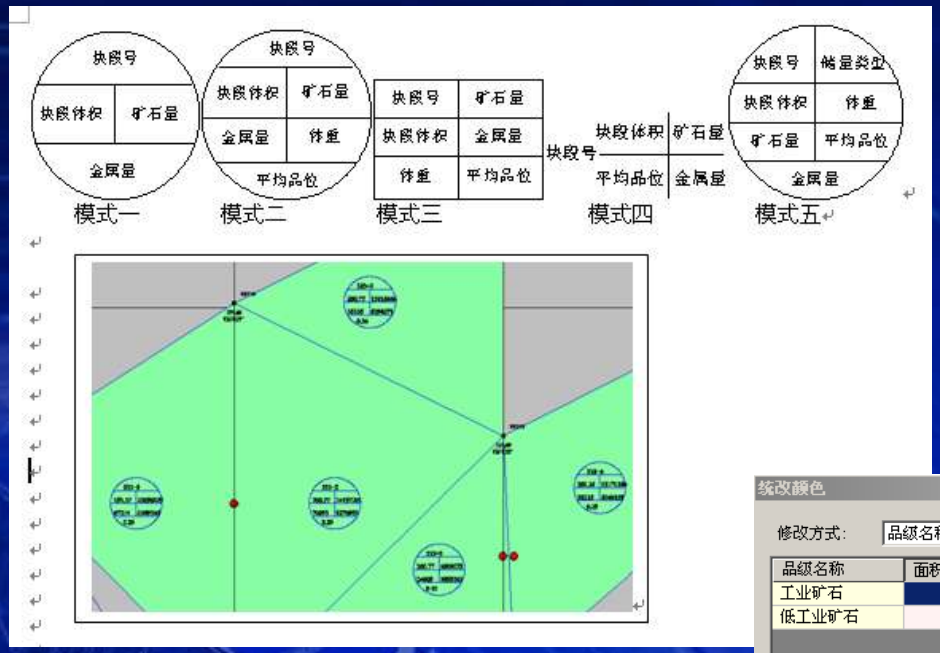
块段体重设置方式多样性



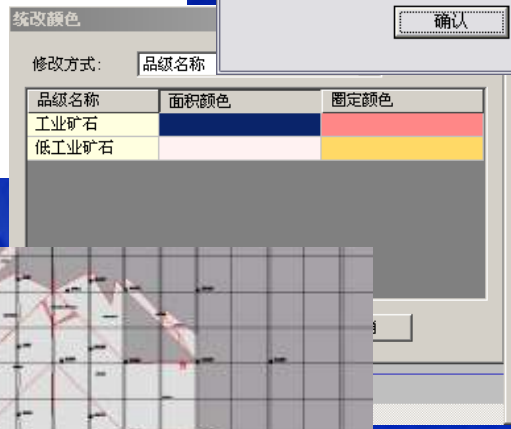
GIS辅助工具提高图表制作过程的效率

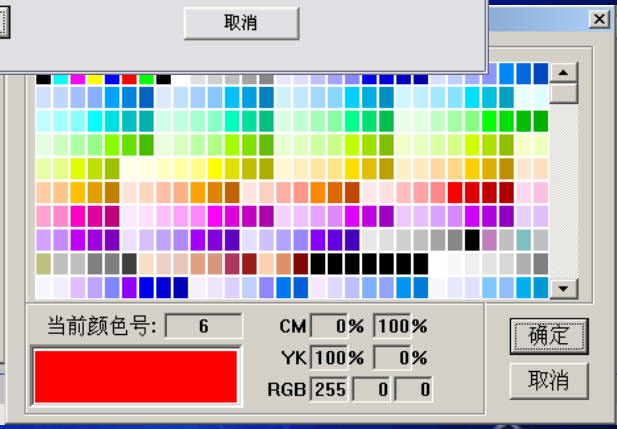
- 实现从野外数据采集、管理、综合处理到成果图件管理与输出一体化，利用各种灵活工具动态制作地形地质图、采样平面图、工程素描图、钻孔柱状图、勘探线剖面图、矿体投影图、中段图纵剖面图、品位吨位图等
- 勘探线剖面图：样道、样品品位表、责任表
- 注记的处理
  - 基于EXCEL的报表输出过程

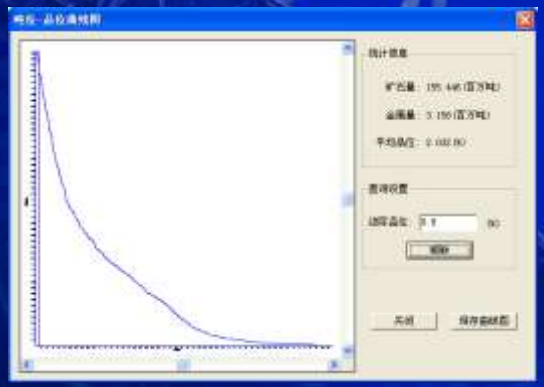
GIS辅助工具提高图表制作过程的效率

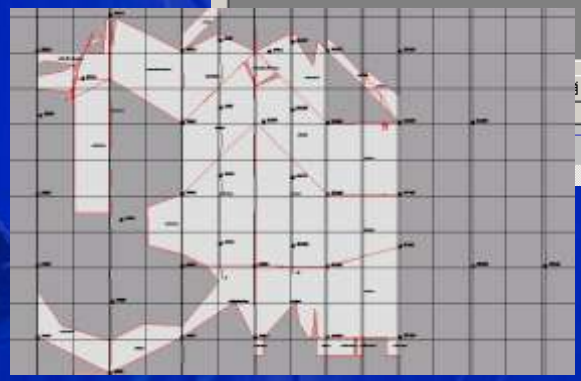












GIS辅助工具提高图表制作过程的效率

伴生元素块段储量计算表

矿区： 楠木树铅锌矿

矿石量	平均品位		金属量	
	zn(%)	pb(%)	zn(t)	pb(t)
4134.54	4.18	0.01	4134.54	0.32
12097.8	2.86	0.02	12097.8	2.07
3417.47	1.81	0.02	3417.47	0.71
11216.1	1.01	0.32	11216.1	36.24
28617.24	4.96	0.28	28617.24	78.85
23977.12	3.72	0.07	23977.12	15.61
6981.84	3.13	0.09	6981.84	6.6
16168.9	3.83	0.26	16168.9	42.8
			8042.21	39.38
			36380.87	5.64
			5910.67	0.92
			1808.65	0.37
			1614.46	0.33
			1141.67	0.22
			1129.27	0.13
			5949.08	28.85
			2914.59	10.99
			-0.04	0
			342.65	0.06
			971.72	2.17

ZK002单工程矿体厚度、加权平均品位计算表

矿区： 驱龙矿区

工业品位：0.40 边界品位：0.20 特高品位：3.00 最低可采厚度：4.00 夹石剔除厚度：8.00 融错厚度：1.00 表外矿最小厚度：4.00

计算式：M1=L(sinαcosαgβcosγ) M2=M1cosβ M3=M1ctgβ γ=λ-φ

工程号	矿体号	样号	样长L(m)	品位(%)	采样线倾向方位角φ	样品倾角α	矿体倾向方位角λ	矿体倾角β	单样厚度(m) 垂厚M1	单样厚度(m) 真厚M2	单样厚度(m) 水平厚M3	单工程矿体厚度(m) 垂厚M1	单工程矿体厚度(m) 真厚M2	单工程矿体厚度(m) 水平厚M3	加权平均品位(%) 表内	加权平均品位(%) 表外	矿石类型	备注
		ZK002	1.5	0.28	0	90	0	0	1.5	1.5	0							

矿体连接面积信息表

勘探线编号	矿体编号	面积编号	平均品位	储量类型	工程1位置1 x	工程1位置1 y	工程1位置2 x	工程1位置2 y	工程2位置1 x	工程2位置1 y	工程2位置2 x	工程2位置2 y	工程3位置1 x	工程3位置1 y	毛面积
											9.33	4595	0	0	192.46
											9.63	4537	0	0	723.25
											4.68	4570	0	0	92.68

块段相邻勘探线剖面面积计算表

矿区： 驱龙矿区

矿体号	块段号	构成块段工程 构成面积S1工程			构成块段工程 构成面积S2工程			块段空间形态	块段剖面面积 面积号1	$S_1(m^2)$	面积号2	$S_2(m^2)$
	12-16-N-6	ZK1604			ZK1204				16_8	600	12_18,12_31	1400
	12-16-N-7	ZK1604			ZK1204				16_10	1370	12_20,12_22	1795
	12-16-N-8	ZK1604			ZK1204				16_12	2631.5	12_24,12_26	600
	12-16-N-1	ZK1604	zk1601		ZK1204	ZK1201			16_13	58742.25	12_32	23734.2
	12-16-N-2	ZK1604	zk1601		ZK1204	ZK1201			16_17	27978.19	12_34	22344.3
	12-16-N-9	zk1601	ZK1605		ZK1201	ZK1205			16_22	39073.12	12_45	70140.9
	12-16-N-10	ZK1605	ZK1609		ZK1205	ZK1209			16_32	33218.3	12_49	62893
	12-16-N-14	ZK1609			ZK1213				16_51	398.56	12_64	502.5
	12-16-N-11	ZK1609			ZK1213				16_52	797.12	12_70	1060.28
	12-16-N-12	ZK1609			ZK1213				16_53	2299.19	12_71	5323.34
M1	16-20-1	ZK2001			ZK1604				20_1, 20_3	7604	16_2	5421
	15_1^L	ZK1509						梯台	15_1	3600		
	15_5^L	ZK1509						梯台	15_5	300		
	15_7^L	ZK1509						梯台	15_7	500		
	15_11^L	ZK1509	ZK1513					梯台	15_11	8999.1		
	15_18^L	ZK1509						梯台	15_18	299.97		
	15_19^L	ZK1509						梯台	15_19	499.95		
	15_27^L	ZK1513						梯台	15_27	824.8		
	15-7-1	ZK703			ZK1509				7_2	1640	15_1	3600
	15-7-2	ZK703			ZK1509				7_16	700	15_5	300
	15-7-3	ZK703			ZK1509				7_18	900	15_7	500
	15-11-2	ZK1113			ZK1509	ZK1513			11_4, 11_6	2145	15_16,15_17	999.92
M2	15_2^L	ZK1509						梯台	15_2	607		
	15_3^L	ZK1509						梯台	15_3	3700		
	15_4^L	ZK1509						梯台	15_4	2000		
	15_6^L	ZK1509						梯台	15_6	1400		

块段储量计算表

矿区： 驱龙矿区

矿体号	品级	储量类型	块段号	块段剖面面积 $S1(m^2)$	块段剖面面积 $S2(m^2)$	块段空间形态	剖面间距(m)	块段体积(m^3)	平均品位(%)	体重(t/m^3)	矿石量(t)	金属量(t)	备注
M3	0	334	III-21	3797.44	10023.51		200.99	1339298.68	0.48	2.61	3495569.55	16695.32	
	0		16-20-1	5421	7604		200.99	1308947.17	0.51	2.61	3416352.11	17486.53	
	0		15_1^L										
	0		15_5^L										
	0		15_7^L										
M1	0	334	15_11^L										
	0		15_18^L										
	0		15_19^L										
	0		15_27^L										
	0		15-7-1	3									
	0		15-7-2	3									
	0		15-7-3	9									
	1		15_2^L										
	1		15_3^L										
	1		15_4^L										
M2	1	334	15_6^L										
	1		15_8^L										
	1		15_9^L										
	1		15_10^L										
M3	0	334	III-22	250									
	1		15_12^L										
	1		15_13^L										
M2	1	334	15_14^L										
	1		15_15^L										
	1		15_16^L										
	1		15_17^L										

储量汇总表

矿区： 驱龙矿区

矿号	矿体编号	矿石品级	储量类型 331 矿石量	331 金属量	品位	332 矿石量	332 金属量	品位	333 矿石量	333 金属量	品位	334 矿石量	334 金属量	品位	小计 矿石量	小计 金属量	品位
	M1	表内矿				533445039.3	2726288.45	0.51	48636262.79	239868.63	0.49	9190092.7	56779.07	0.62	591271394.8	3022936.15	0.51
	M2	表外矿										19841161.19	49852.38	0.25	19841161.19	49852.38	0.25
	M3	表内矿							2926198.68	144884.06	0.5	48053173	22558.87	0.47	34071515.98	167442.93	0.49

完整的地质统计学法估算资源储量的应用流程

- 已实现的方法包括：距离加权反比法、简单克立格法、普通克立格法、对数克立格法、泛克立格法、指示克立格法
- 组合样划分、变差函数计算与拟合过程参数调整的灵活性、储量分级



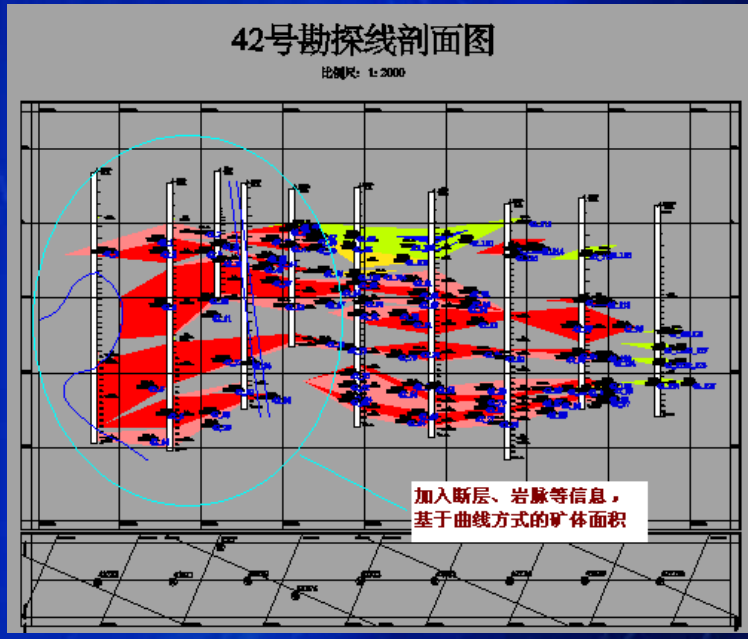
基于边界约束模式的处理过程

•单工程矿体圈定品位综合边界约束：不同高程范围段的矿体圈定。系统提供勘探深度约束设置。可设置不同的开采深度段，并对开采深度段进行开采类型的划分（地下开采或露天开采），同时针对不同的开采类型，设置不同的最低可采厚度和夹石剔除厚度。

•矿权界线约束

•高程约束：统计不同高程范围内储量

•断层线约束

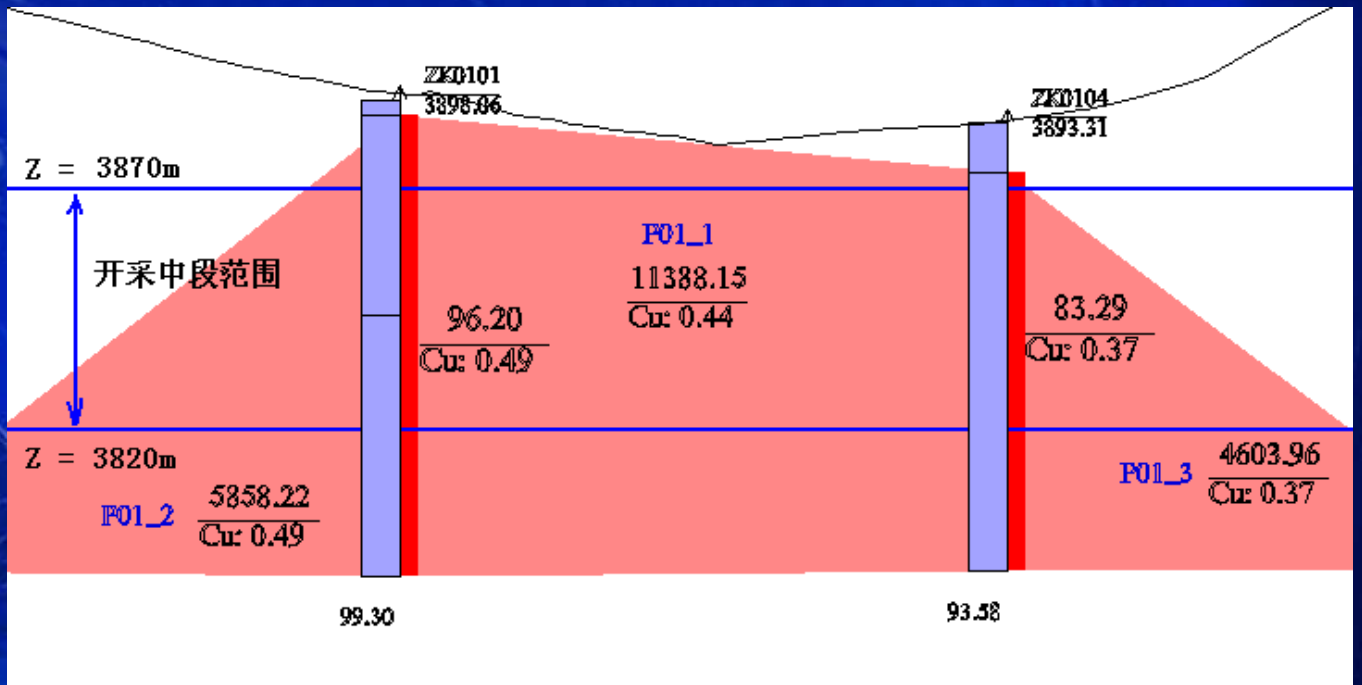


基于边界约束模式的处理过程

不同高程范围内储量的统计

实现根据不同的高程范围段（如5100m以下，800～600m之间等）储量的统计功能。

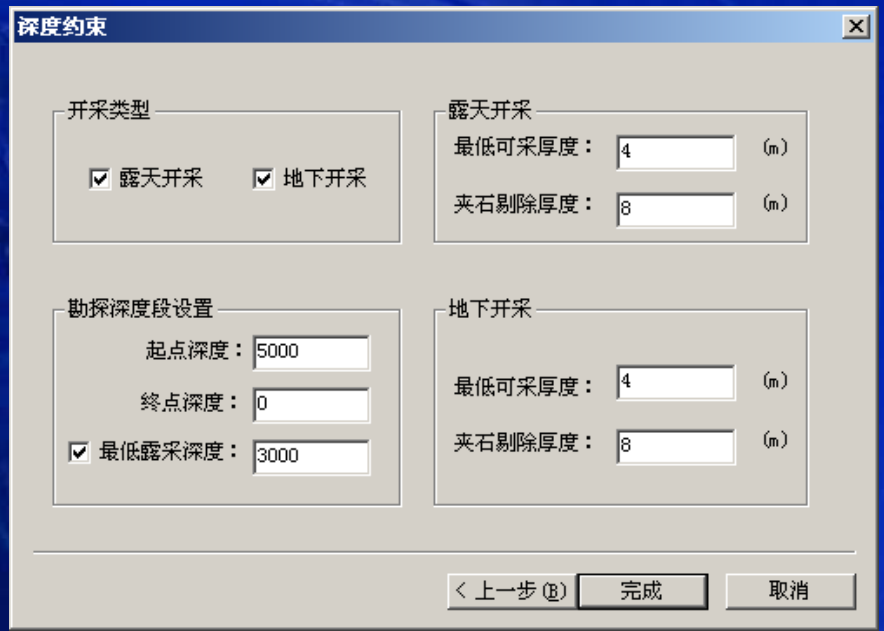
例如根据开采中段，统计每一个采掘台阶中矿体的储量（如图下所示）。而在外围接替资源勘查或深部探矿阶段，则在储量统计时则只统计新获得的资源量。



基于边界约束模式的处理过程

不同开采类型及深度范围内的矿体圈定

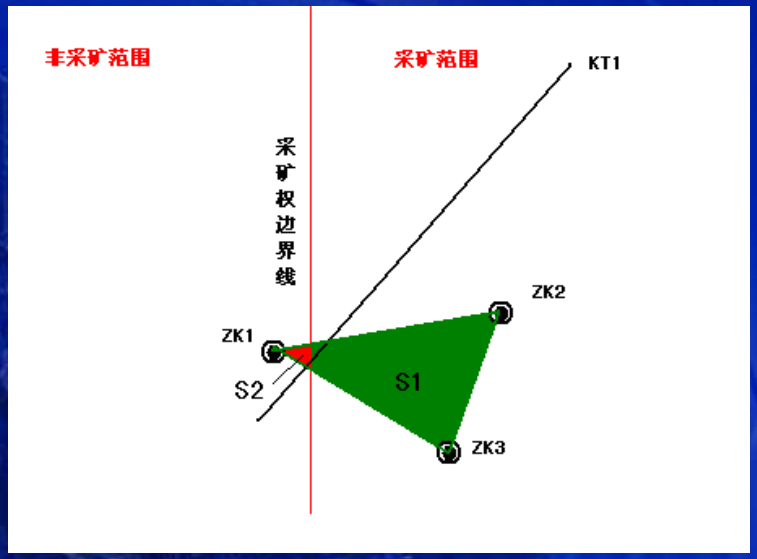
随着矿山开采的不断深入，矿山的开采方式也会发生相应变化（如从露天开采转为地下开采），此时采矿的开采条件也会发生相应的变化，最低可采厚度指标相应的提高，而夹石剔除厚度相应的减小。这就要求系统在矿体圈定时，能够根据不同深度范围、不同的可采厚度和夹石剔除厚度进行矿体的圈定。

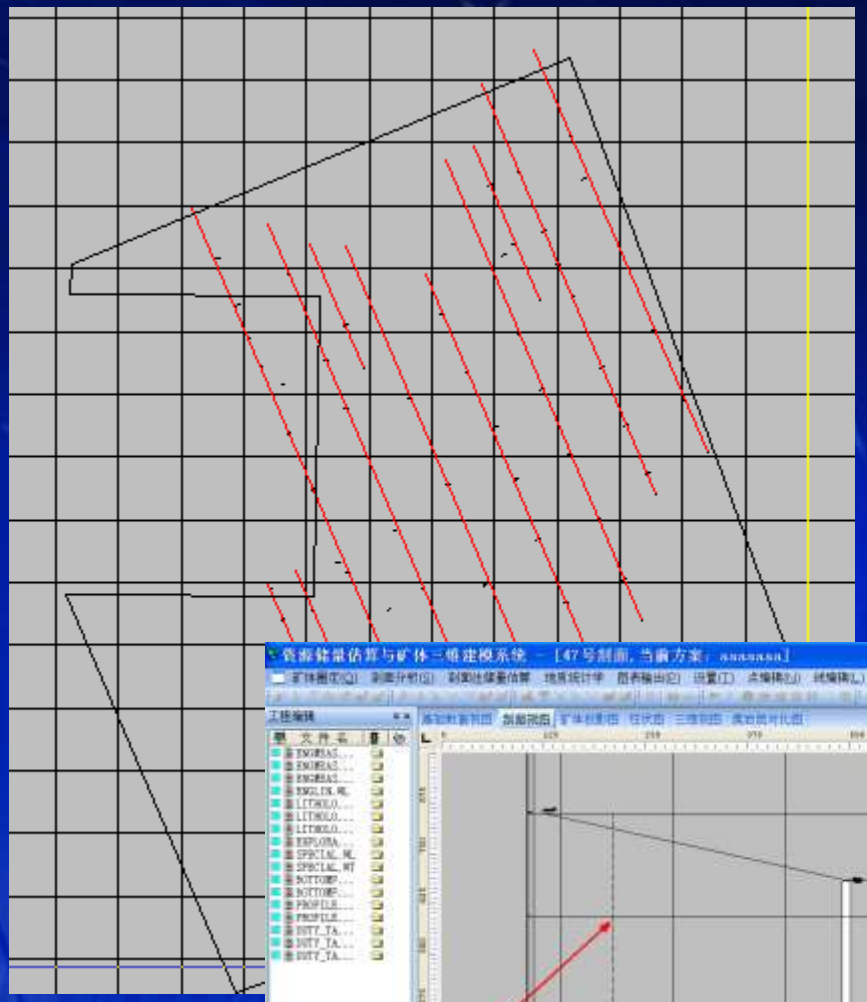


系统研究实现基于不同开采类型及不同深度范围内的矿体圈定功能，左图为开采类型、深度范围设置界面设计

基于边界约束模式的处理过程

矿权外储量
的扣除

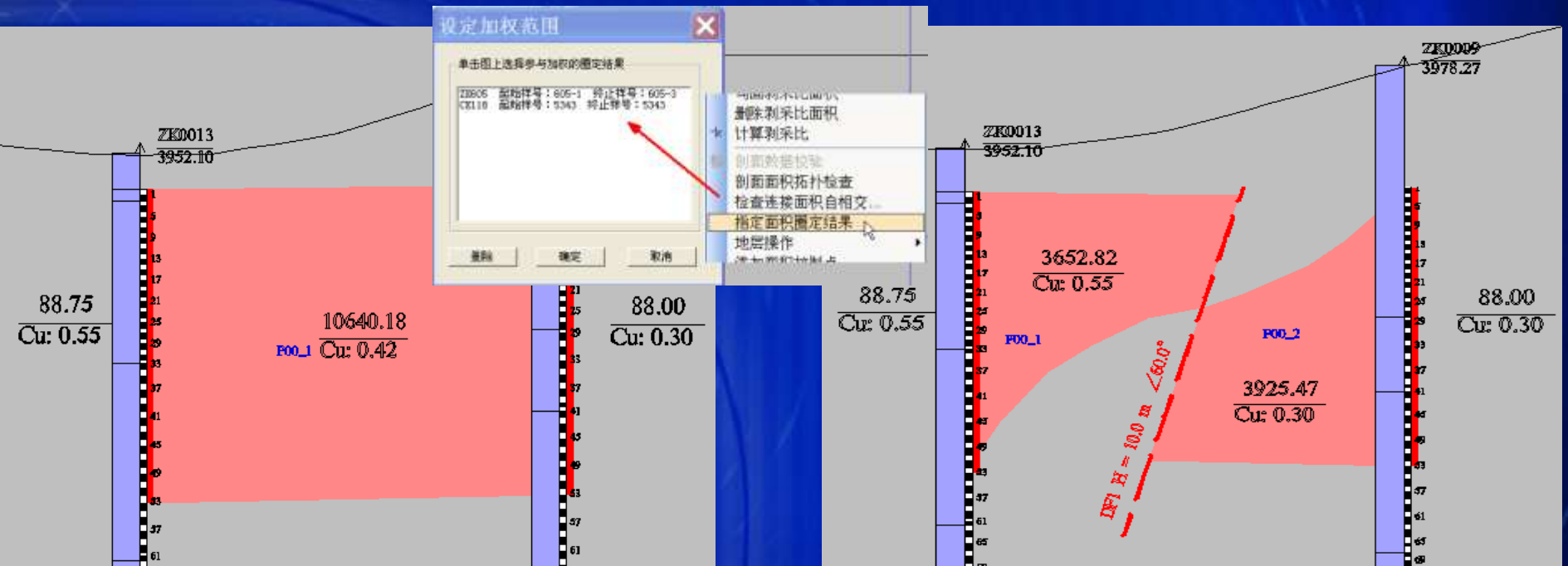




基于边界约束模式的处理过程

断层构造约束下的矿体面积处理

由于断层的存在，直接影响了矿体的形态。**断层的剖面倾角和落差直接决定了矿体的赋存形态**，如右图所示: 钻孔ZK0013，ZK009之间存在一逆冲断层。分别表示了相同的控制工程**无断层控制**和**有断层控制**情况下矿体形态及块段品位的不同。在断层控制的情况下，对左右两端的矿体进行了错开处理，同时需要和上下地层进行**耦合**，并对矿体块段体积、品位进行修正。

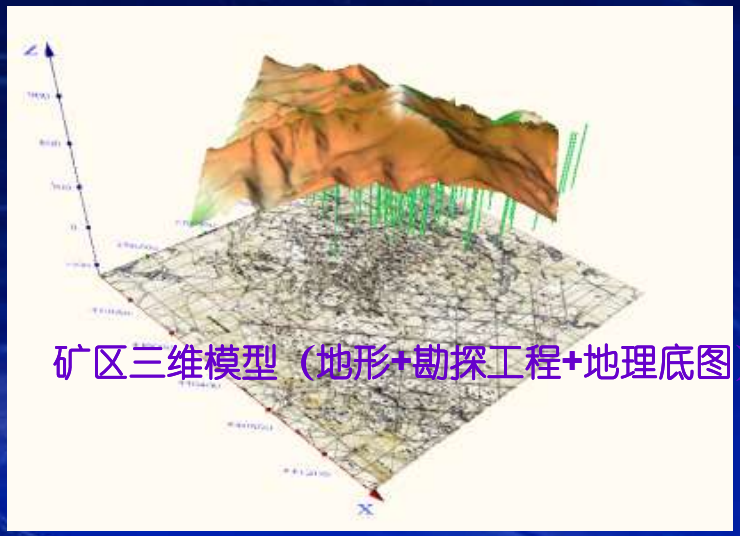


三维地质建模与资源量估算相结合的无缝流程

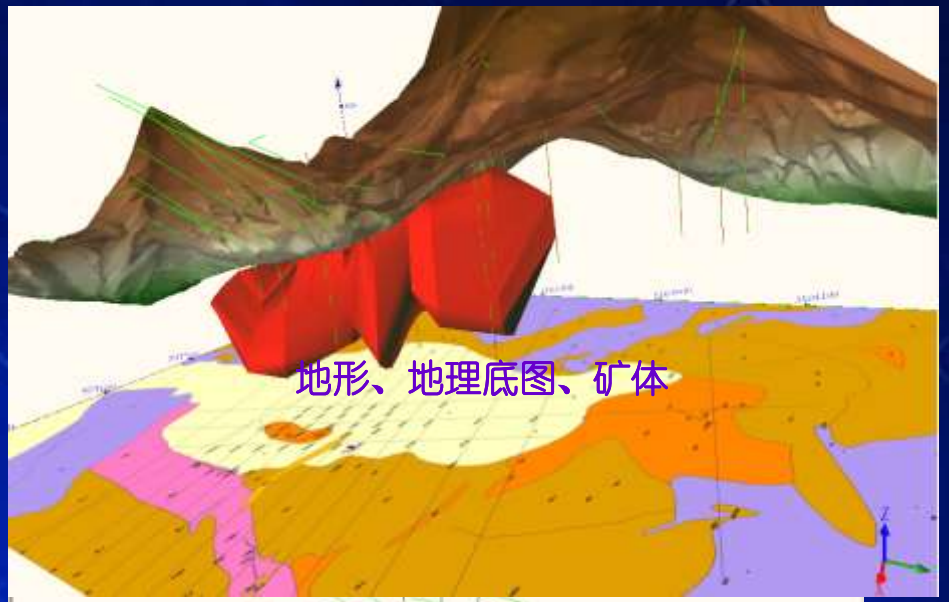
矿体三维，提供最直观的分析决策手段

- 二维成果，三维继承，三维模拟（原始数据，成果数据，如剖面矿体连接数据、地形DTM数据等）
- 基于矿体和矿块方式显示（粗粒度到细粒度）
- **动态三维矿体连接**
- 属性建模（多元素整合显示），多方位多手段的矿体切割
- 支持矿体约束条件的分析手段
- 三维分析，二维验证
- 指导开采和辅助决策，采空区管理（平面与三维）
- 爆炸式显示

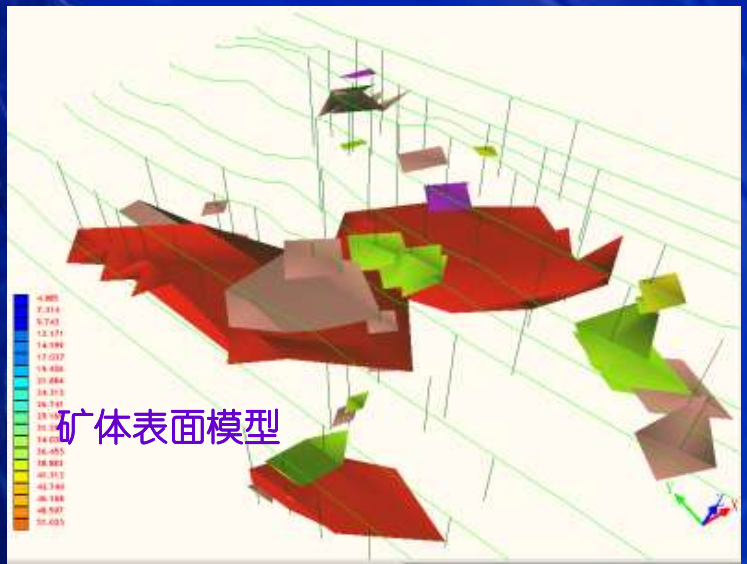
三维地质建模与资源量估算相结合的无缝流程



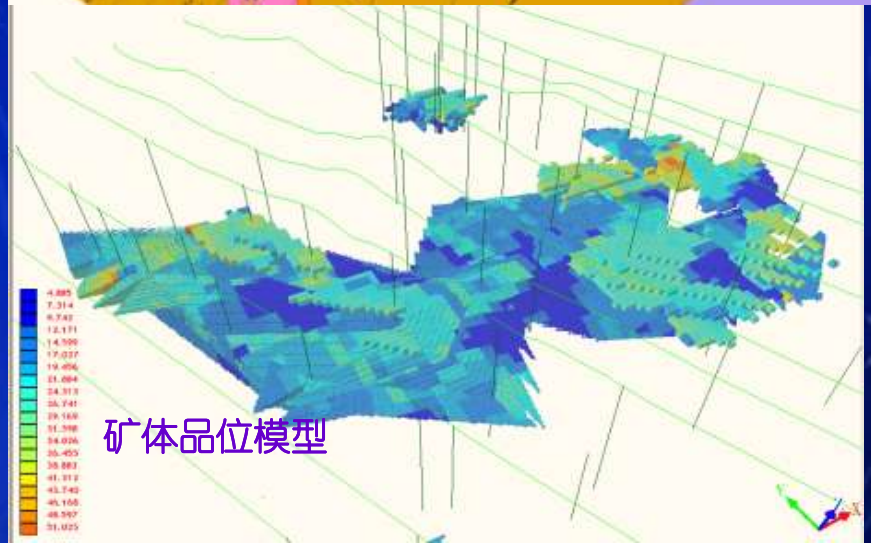
矿区三维模型（地形+勘探工程+地理底图）



地形、地理底图、矿体



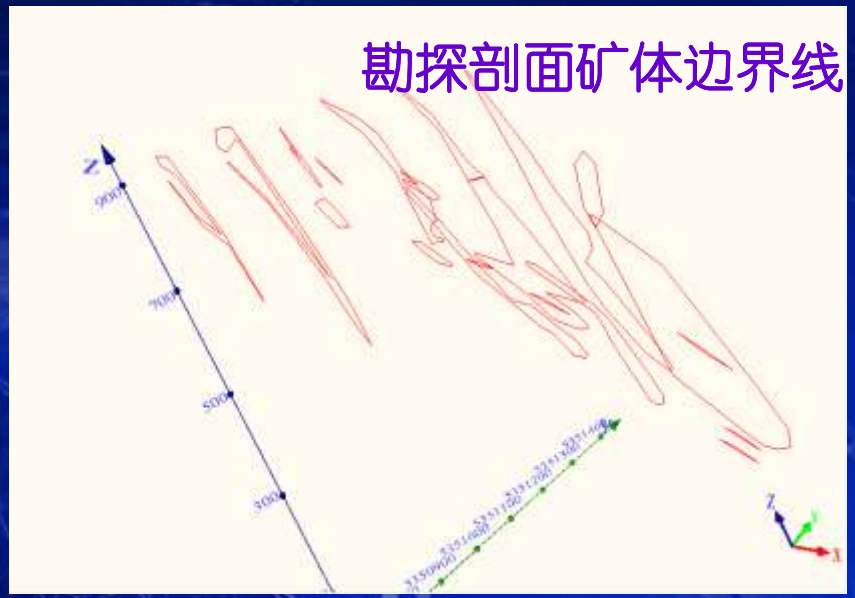
矿体表面模型

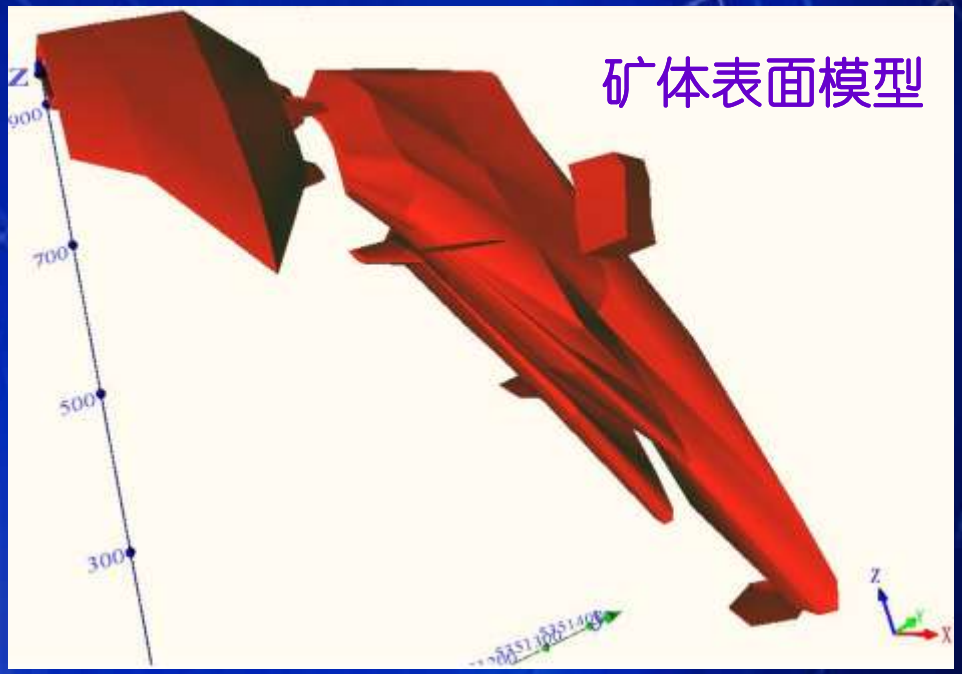


矿体品位模型

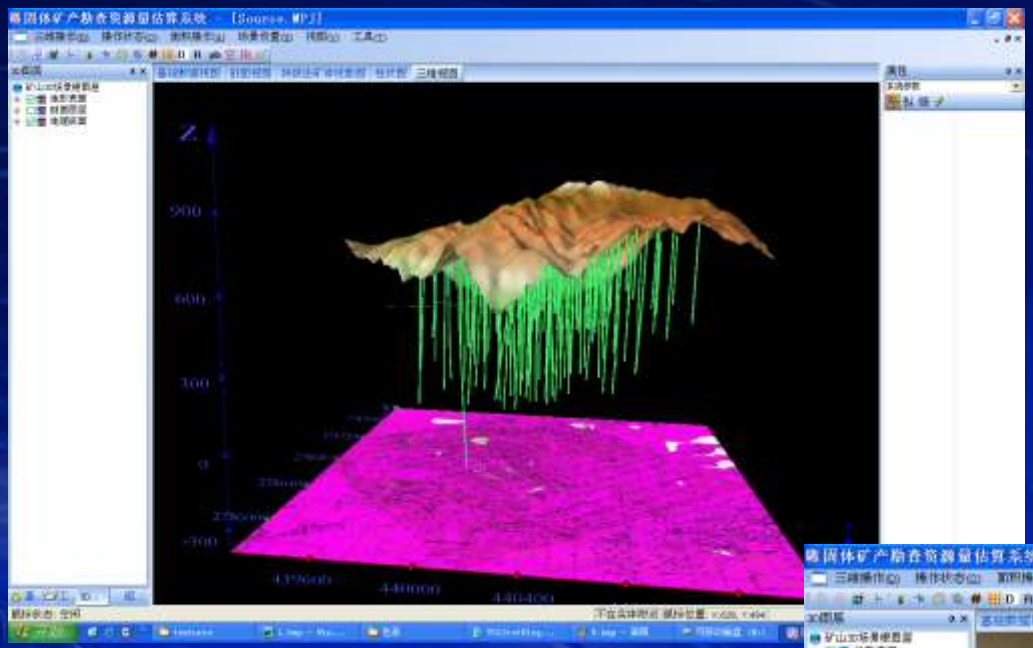
三维地质建模与资源量估算相结合的无缝流程

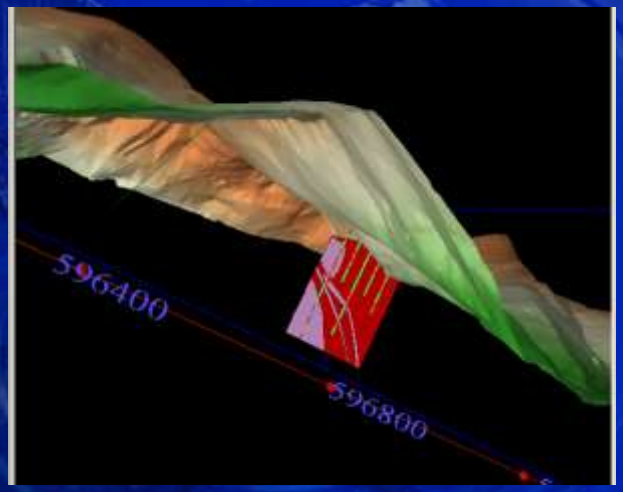
- 基于勘探剖面矿体轮廓线生成矿体表面模型

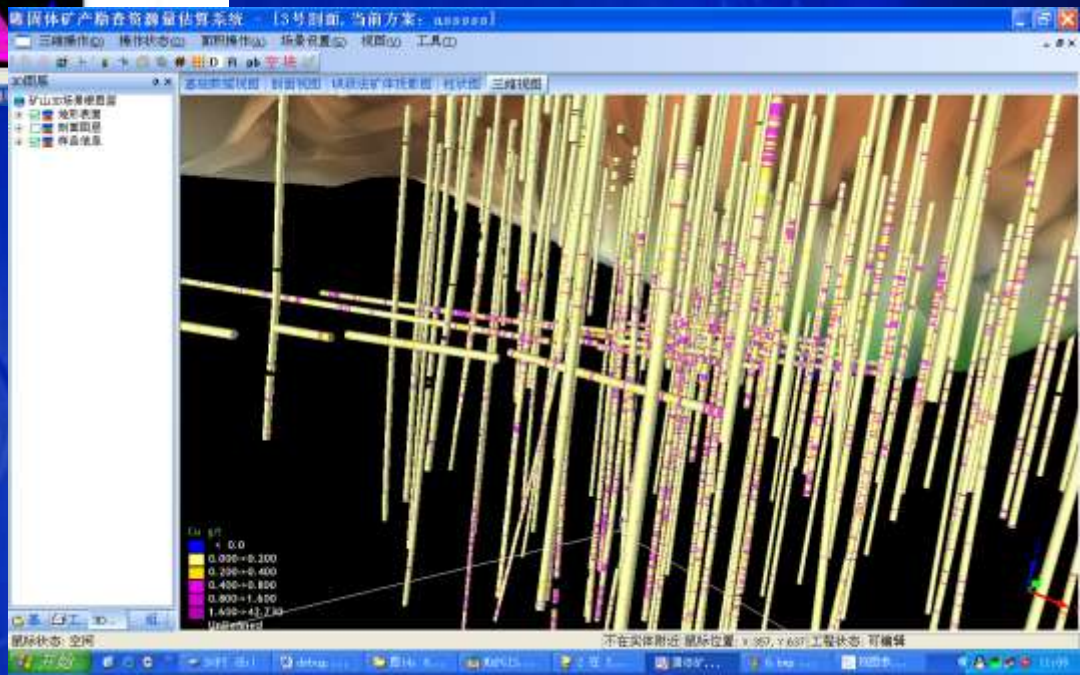




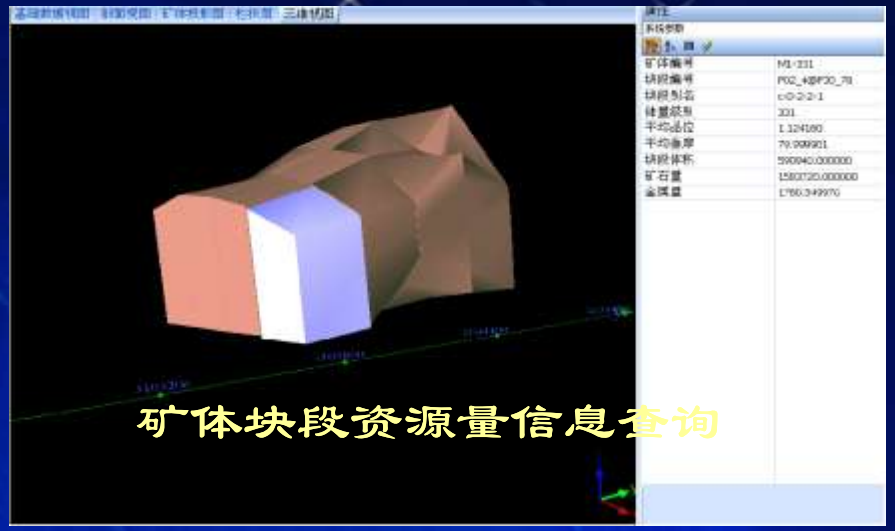
紫金山铜矿

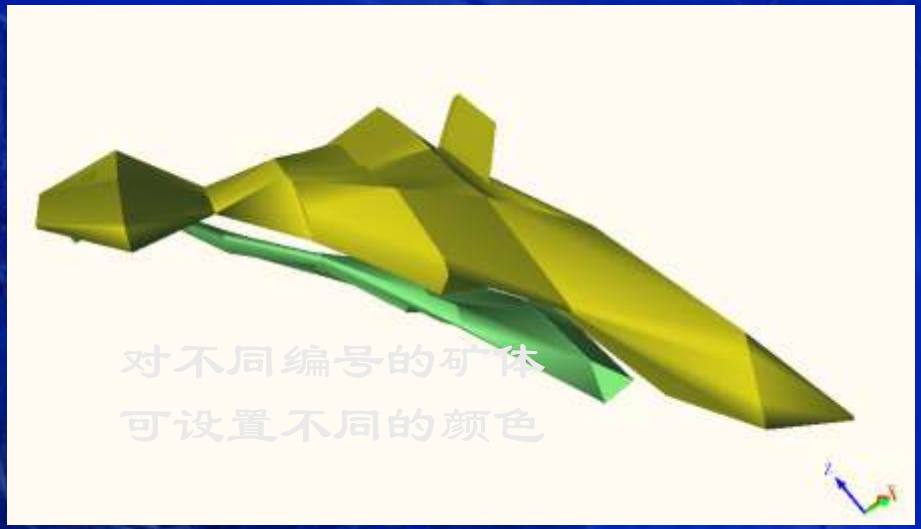


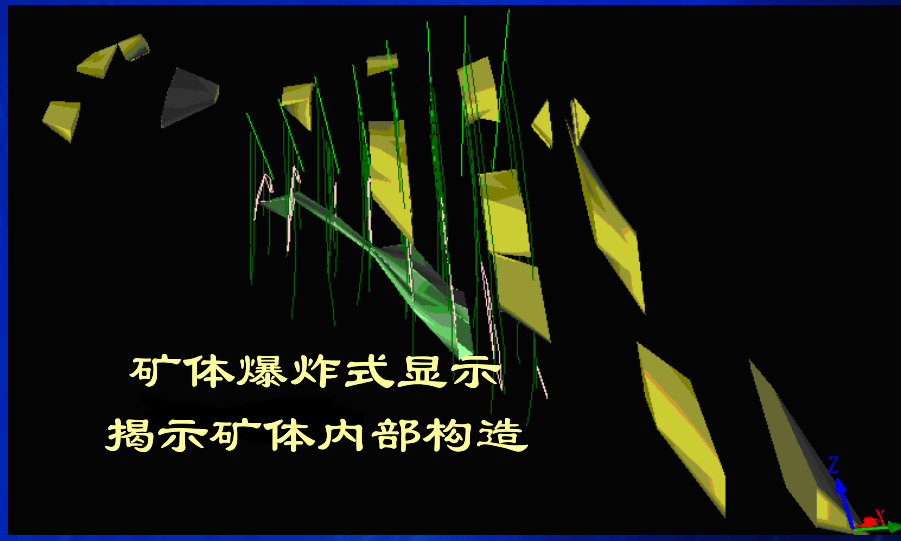




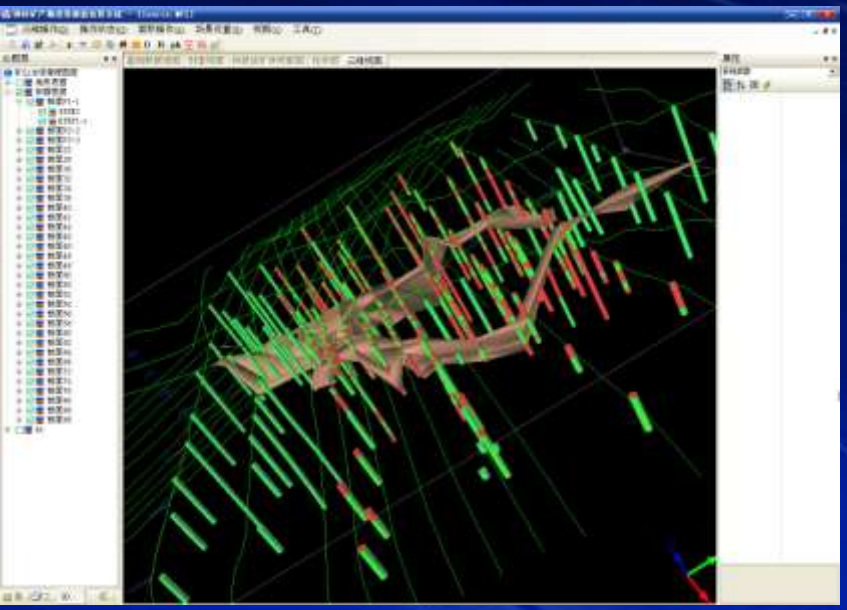

地形、地理底图、矿体联合显示

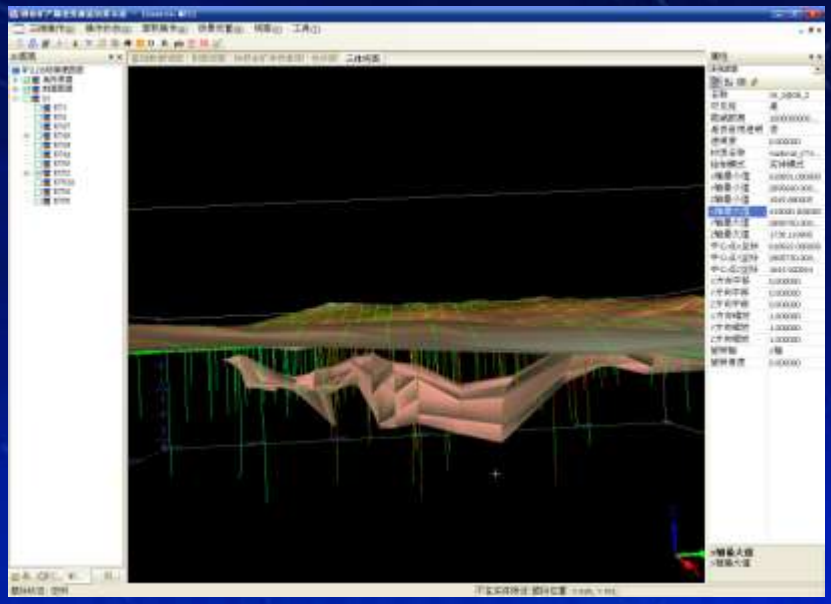

矿体块段资源量信息查询

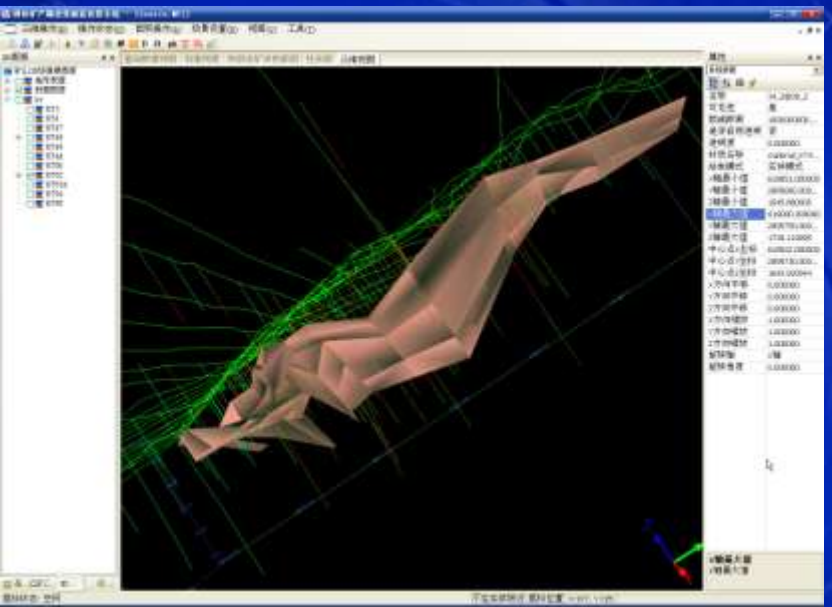

对不同编号的矿体
可设置不同的颜色

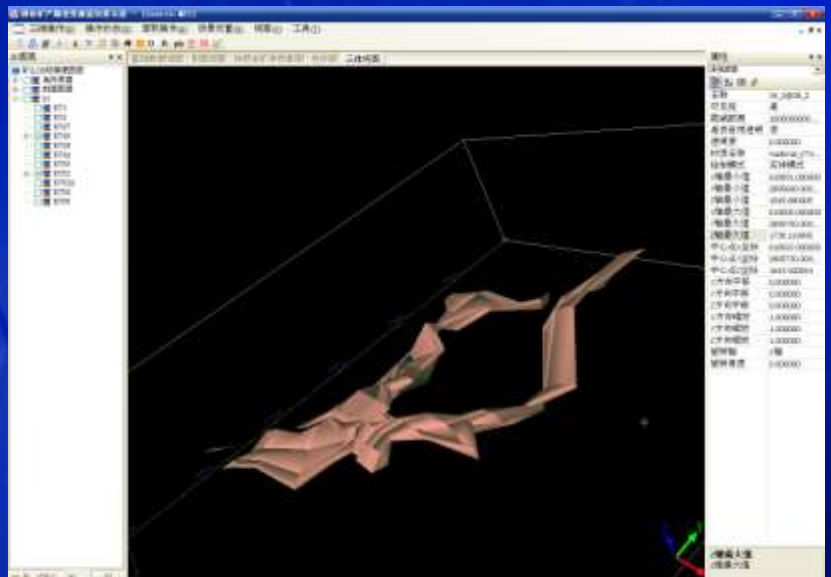

矿体爆炸式显示
揭示矿体内部构造

云南迪庆北衙金矿体（48、52）三维图

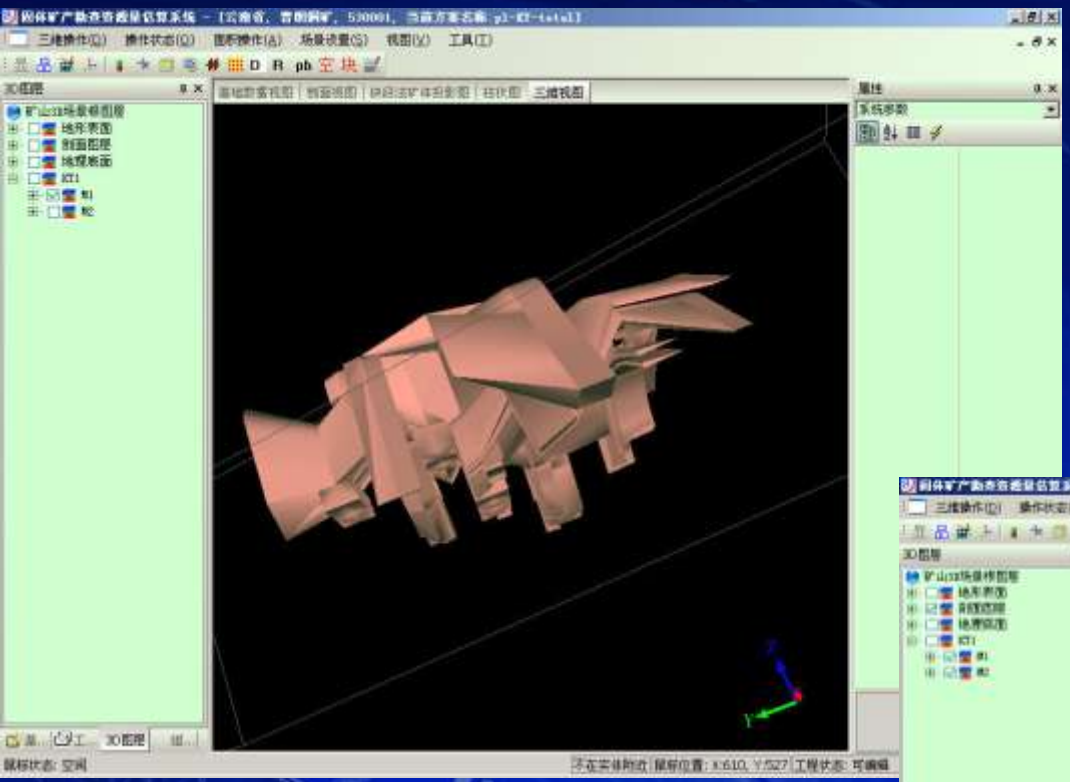






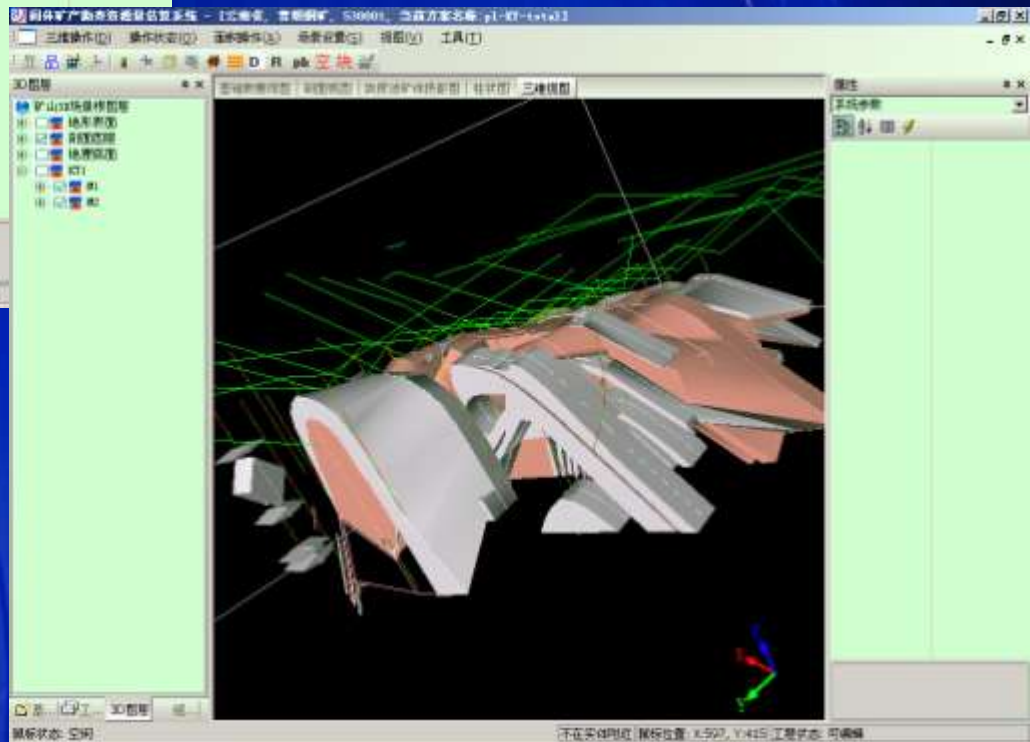


普朗铜矿矿体显示



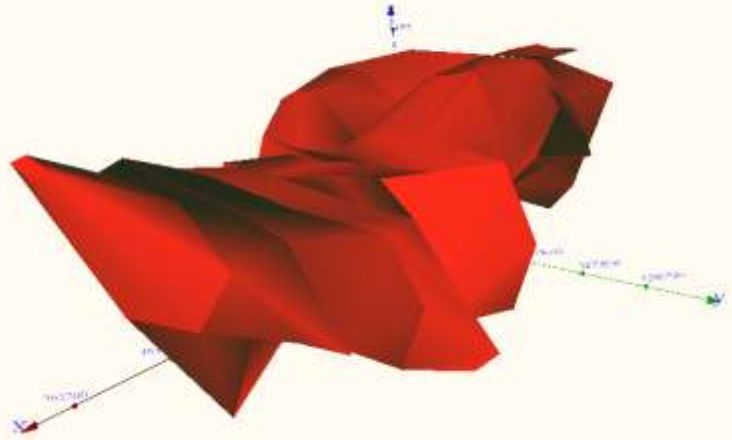
普朗铜矿 工业矿体与低品位矿体三维赋存状态

普朗铜矿 工业矿体

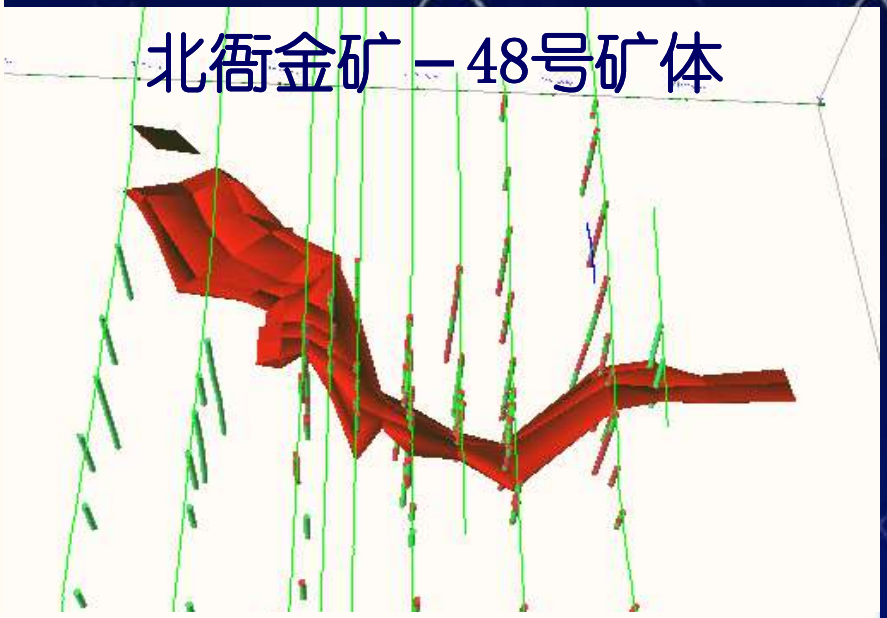


矿体表面模型

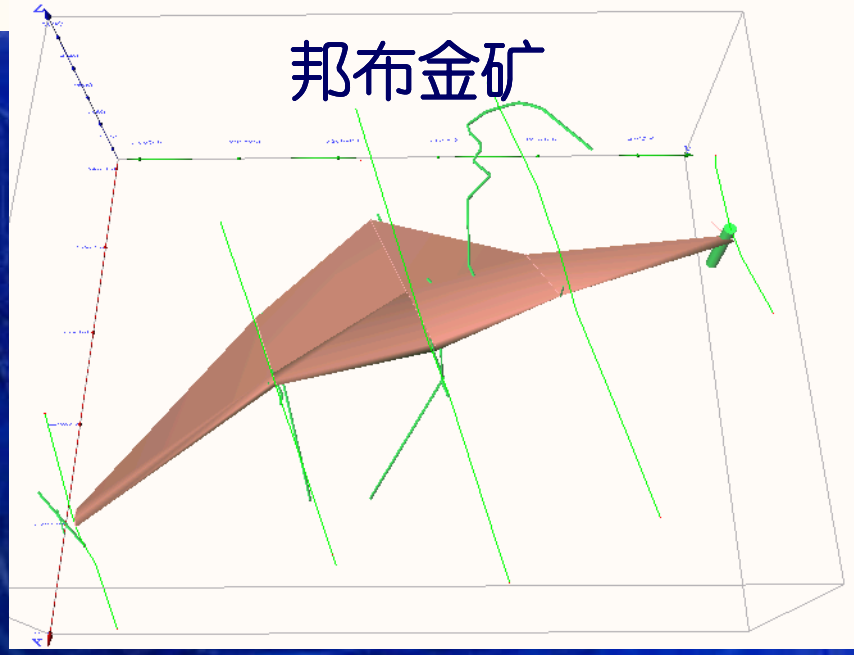
驱龙铜矿



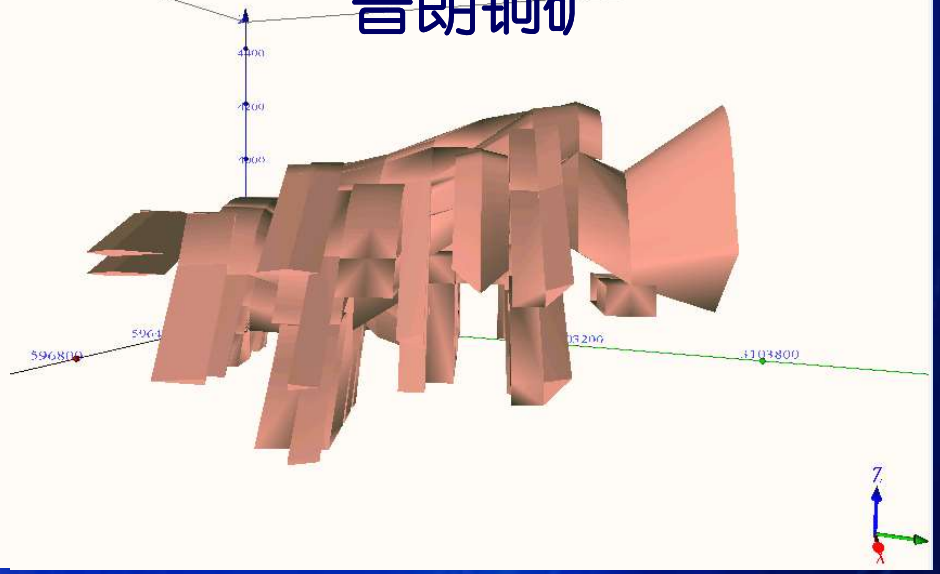
北衙金矿－48号矿体



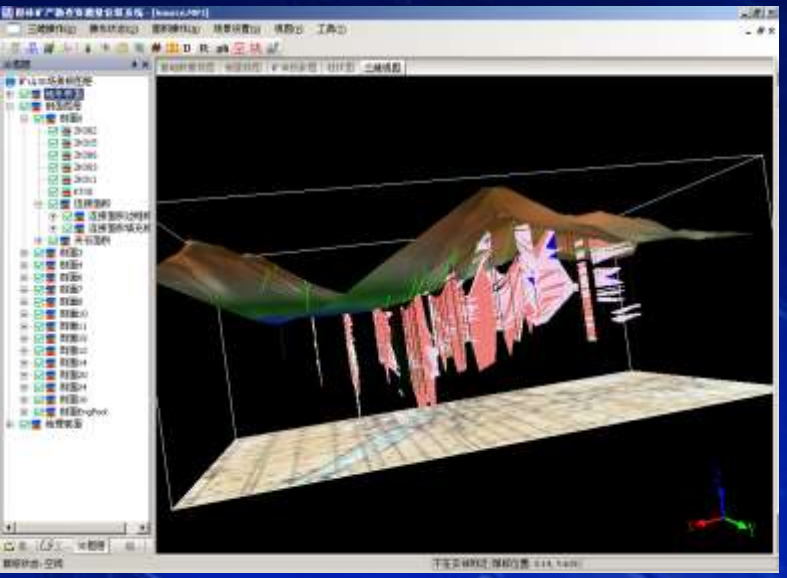
邦布金矿

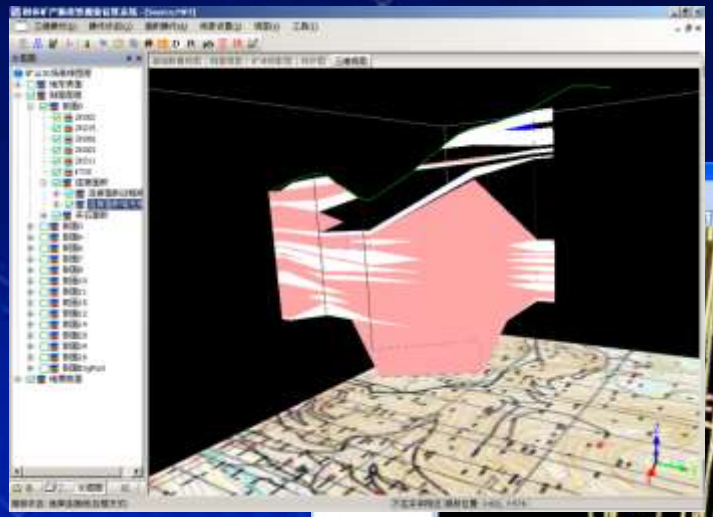


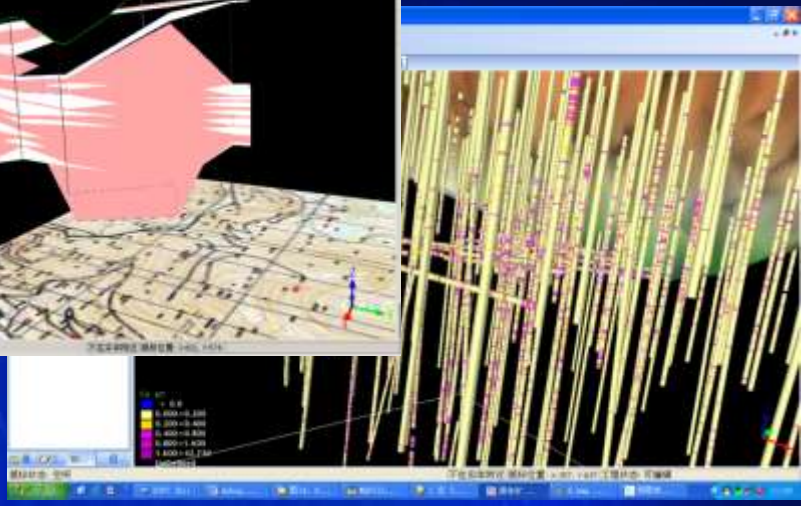
普朗铜矿

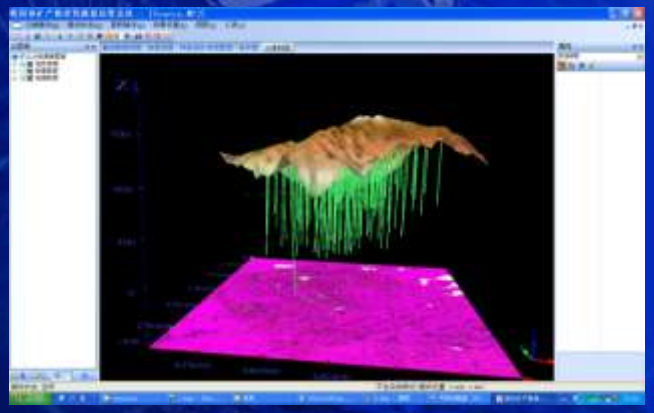


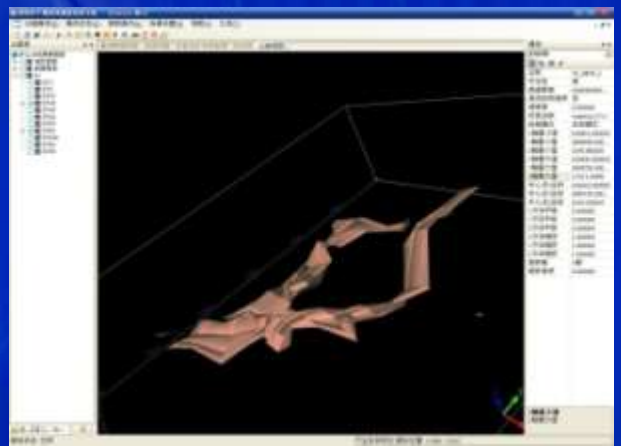
三维地质建模与资源量估算相结合的无缝流程



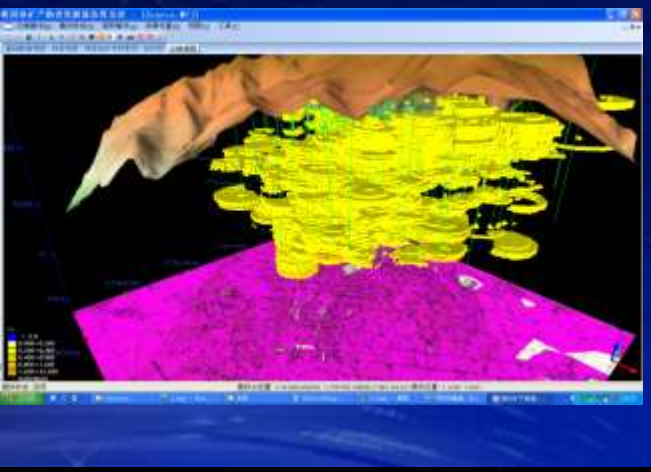


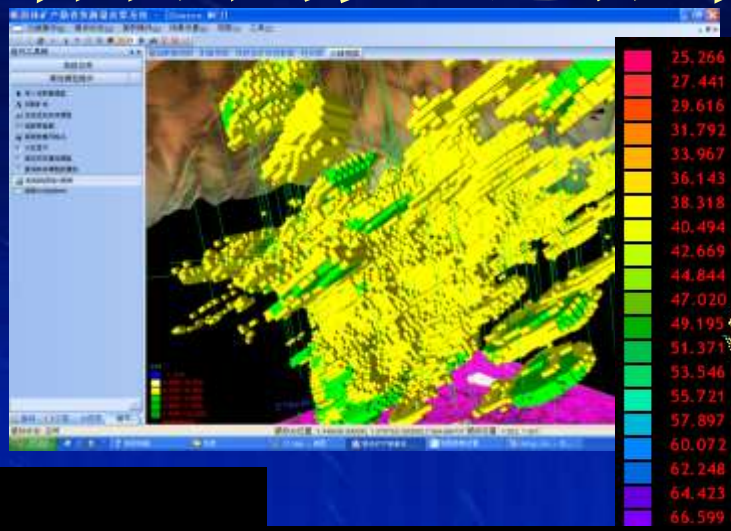


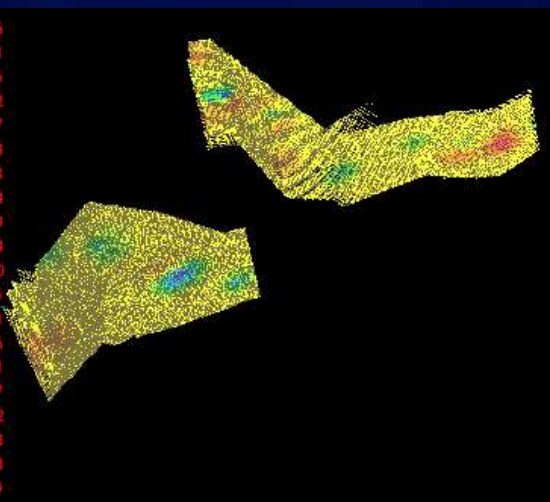


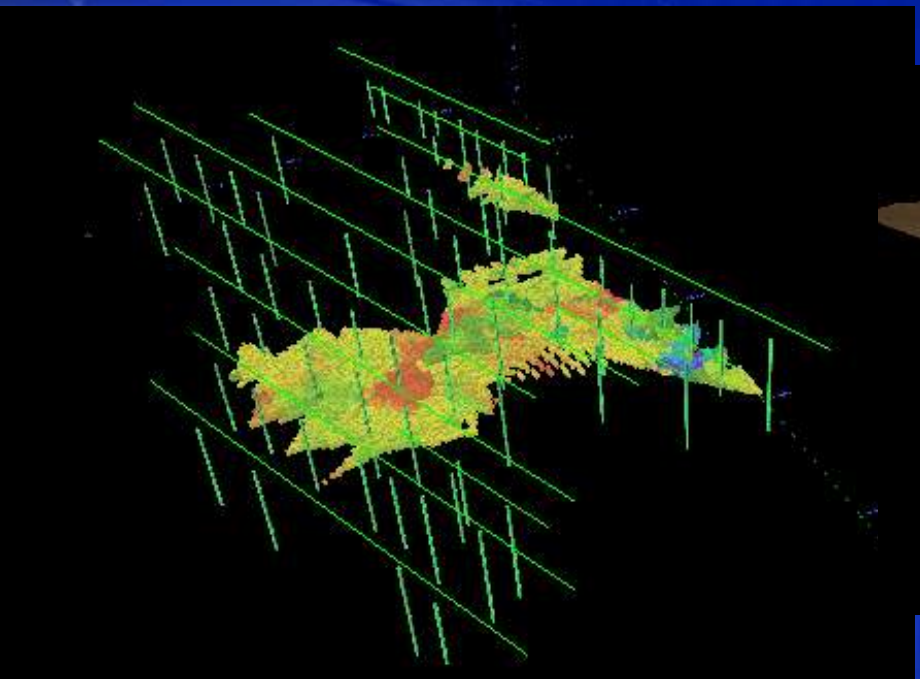


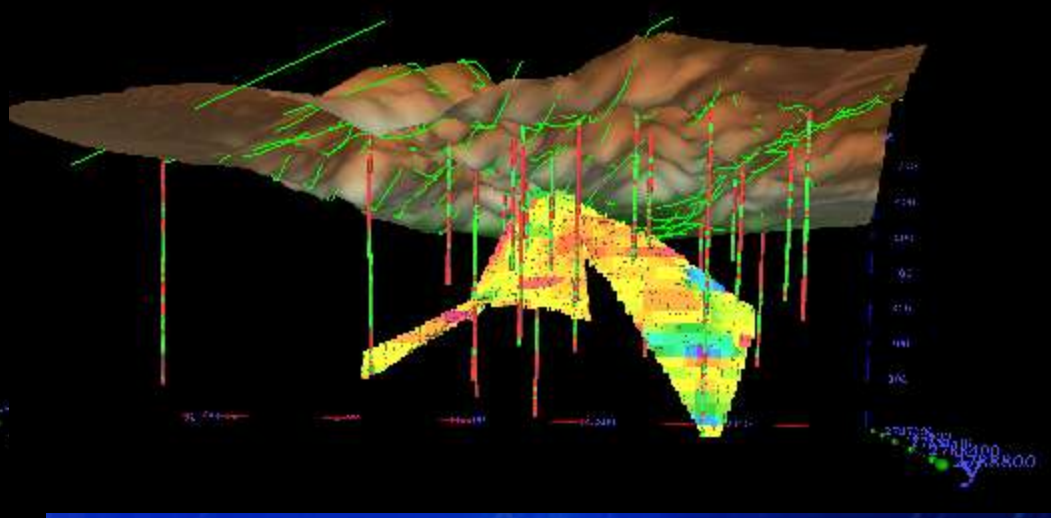
三维地质建模与资源量估算相结合的无缝流程

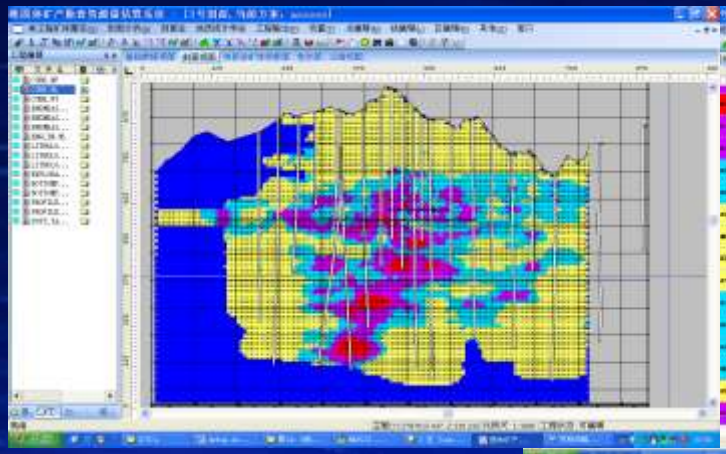


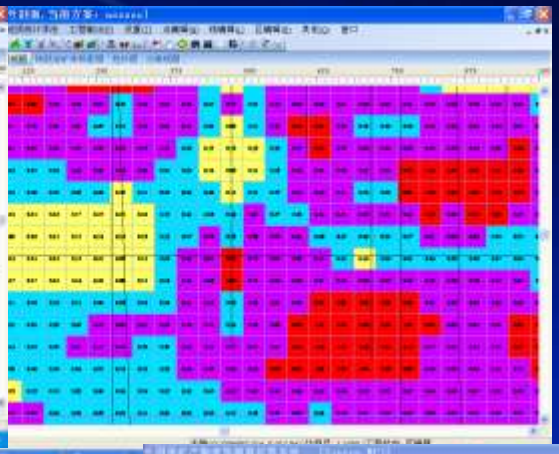


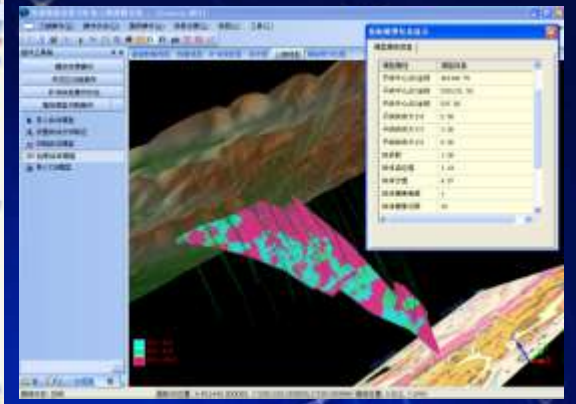


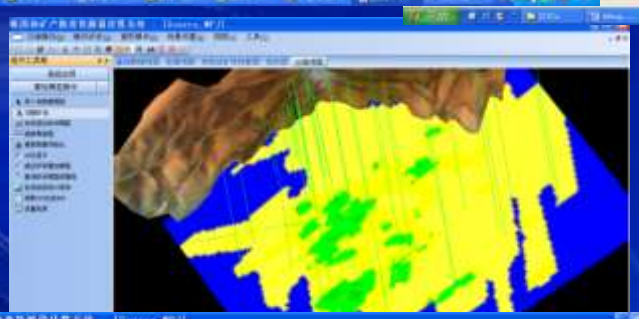


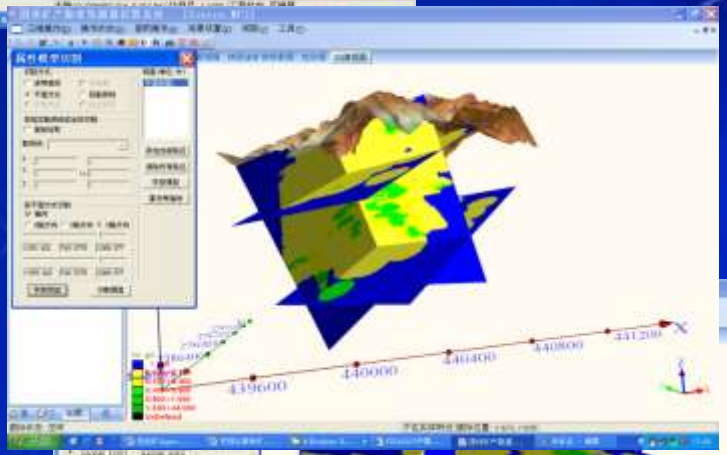


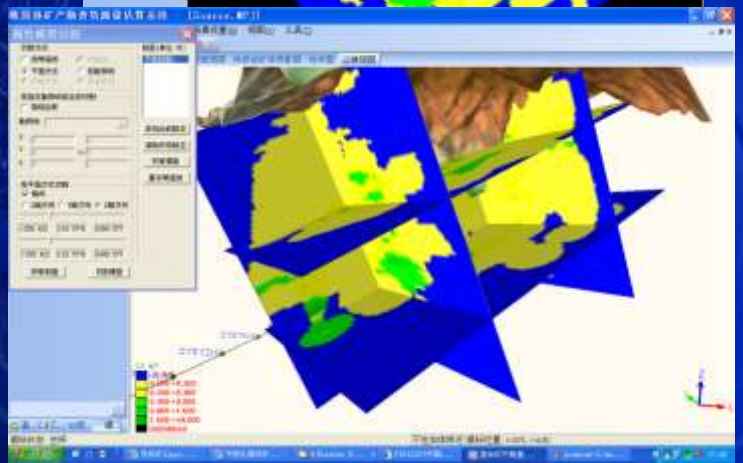


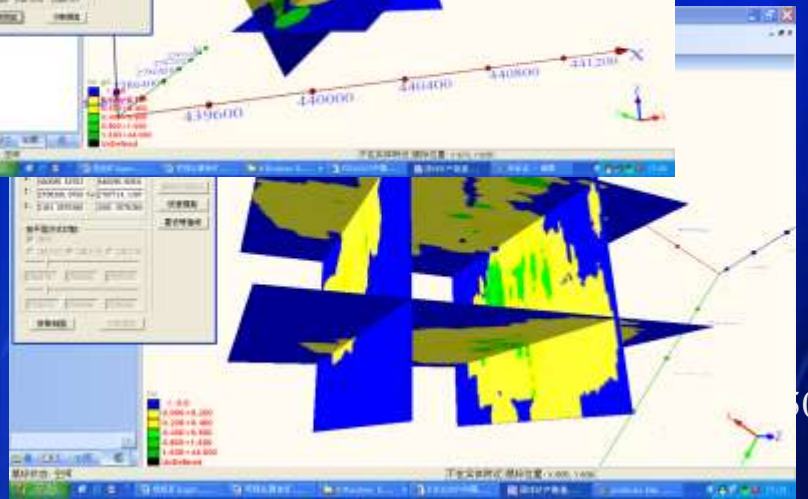


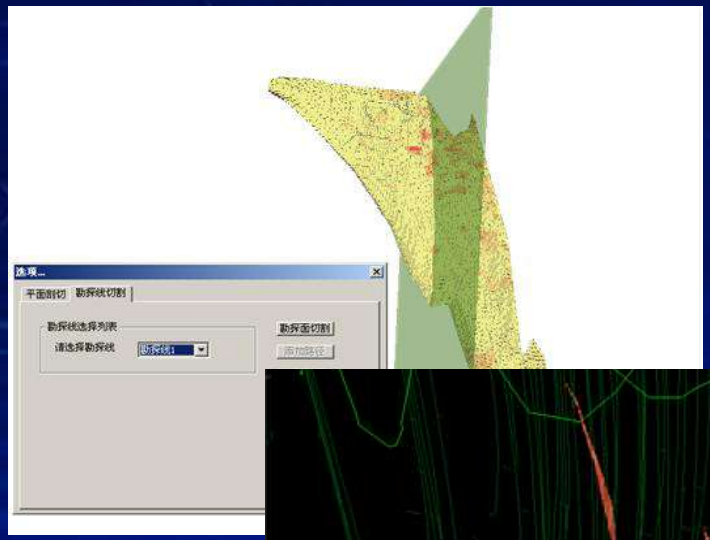


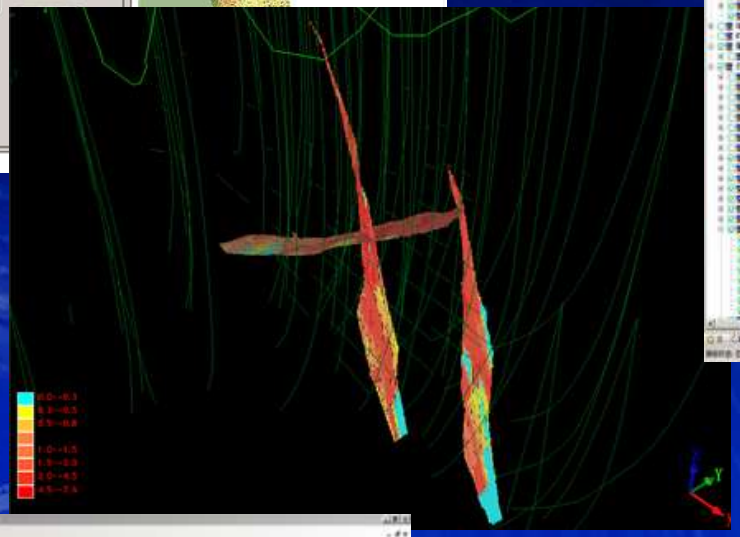


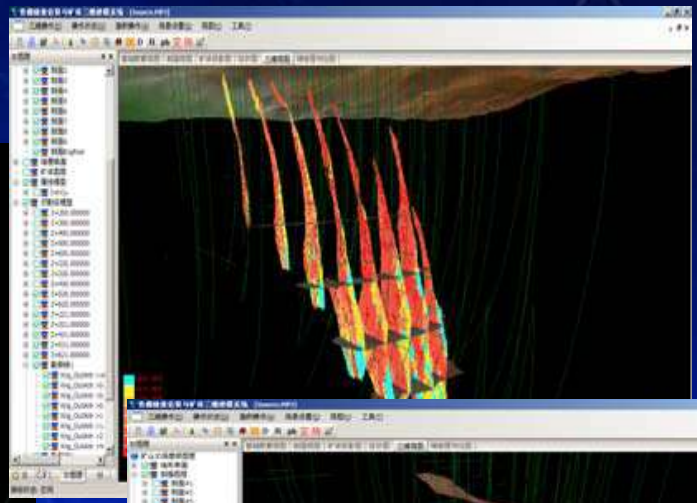


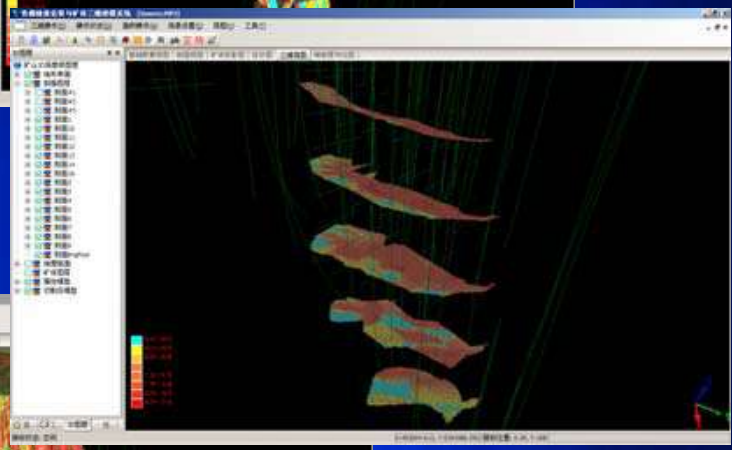


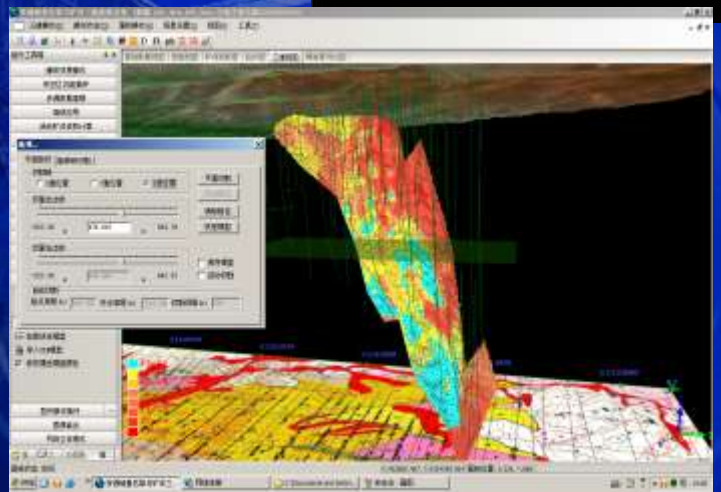


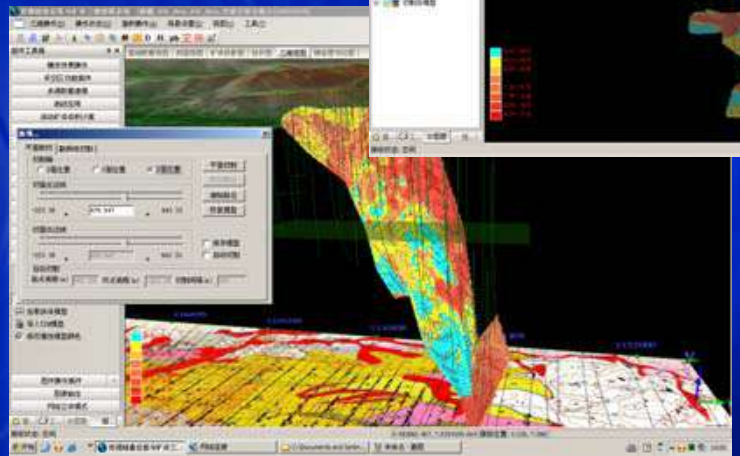

选项...
平面剖切
勘探线切剖
勘探线选择列表
请选择勘探线
勘探面切剖







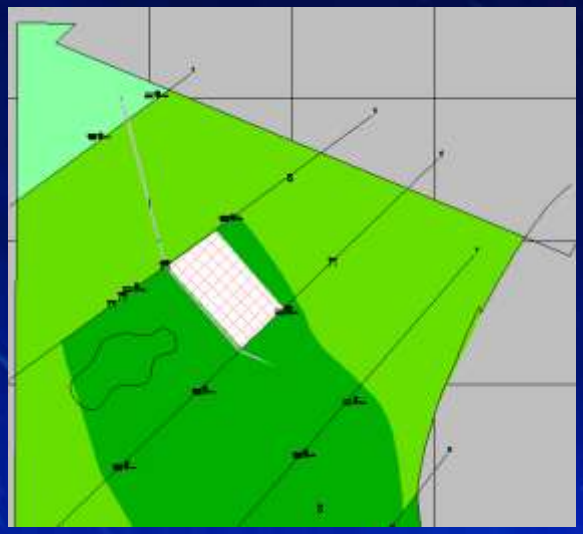




采空区坐标编辑

矿区编号	坐标标识ID	坐标点序	坐标x	坐标y	高程z
bbjk	A-1	1	448662.23	3209916.31	4539.98
bbjk	A-1	2	448626.87	3209893.57	4573.28
bbjk	A-1	3	447945.72	3209876.92	4564.62
bbjk	A-1	4	448707.88	3209877.43	4539.34
bbjk	A-3	1	448363.76	3209916.31	4539.98
bbjk	A-3	2	448626.87	3209923.55	4572.30
bbjk	A-3	3	447945.72	3209893.57	4573.28

浏览坐标 | 保存坐标 | 插 入 | 删 除 | 添 加 | 确认 | 取消



块段编辑

*块段标示 400#h40012西采场　采空区名称
动用矿石量 0 吨　所属块段号
块段体重 0 t/m3　可采系数 1
块段倾角 0 度　采出矿量 0 吨
块段厚度 0 米　损失率 0 %
斜面积 0 m2　储量级别 111
块段体积 0 m3　出矿品级 Cu-Zn
计算方式 按采空区包含的地质块段　采空年月 0

品位/金属量信息

元素名称	地质品位	出矿品位	地质金...	采出金...	贫化率(%)
Cu (%)	0.00	0.00	0.00 t	0.00 t	0.00
Zn (%)	0.00	0.00	0.00 t	0.00 t	0.00
S (%)	0.00	0.00	0.00 t	0.00 t	0.00

☑ 采空块段体重随包含地质块段体重更新

刷新块段属性 | 写入块段属性 | 关闭

块段信息编辑

地质块段参数

块段编号
矿体厚度 0 米
块段倾角 0 度
斜 面 积 0 M2
体　　积 0 M3
体　　重 0 t/M3
地质储量 0 t
摊销系数 0
储量类型

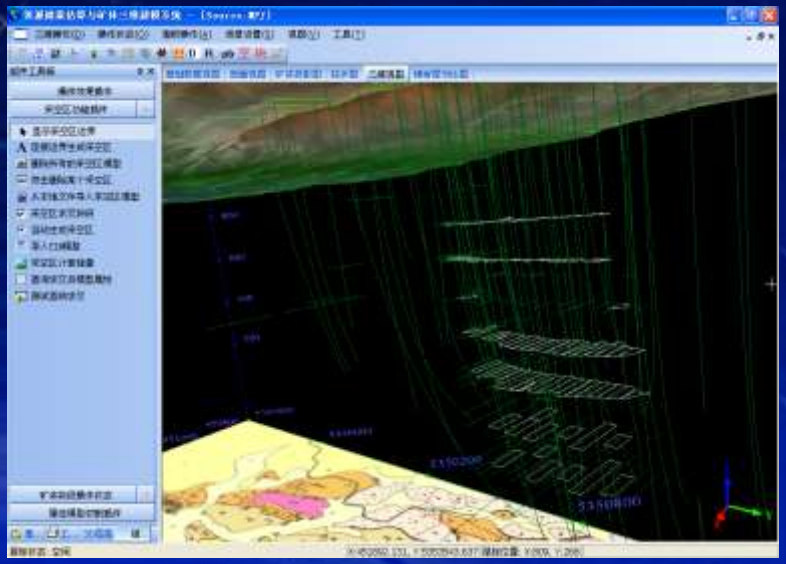
本采空区参数

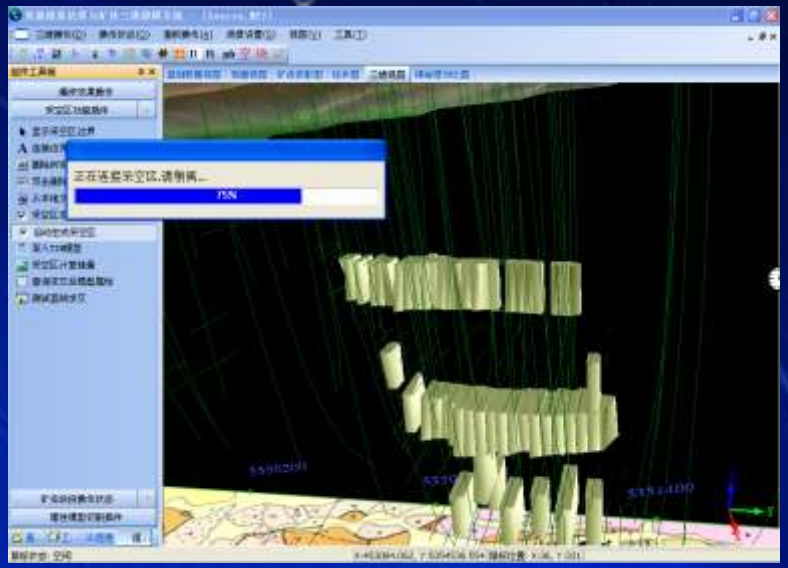
采空区编号　所属地质块段
巷道出矿量 0　工作面采出量 0 吨
护巷矿柱量 0　工作面动用量 0 吨
开采水平　工作面长度 0 米
采空年份 0　工作面走向长度 0 米
采空季度 一季度　开 采 厚 度 0 米
采空月份 一月份　设计保安矿宽 0 米
储量类型　左护巷矿柱宽 0 米
所属巷道　右护巷矿柱宽 0 米

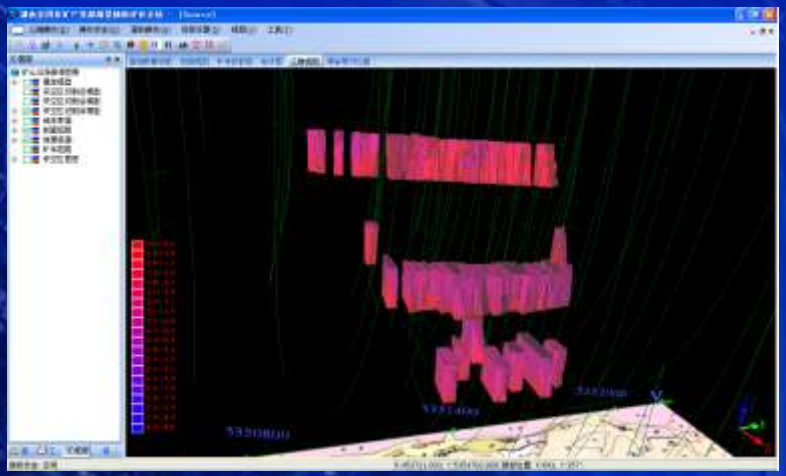
块段采空信息总体统计

采空区开采量 0　损 失 量 0　采空区回采率 0
采空区动用量 0　整体摊销量 0

刷新块段属性 | 写入块段属性 | 关闭







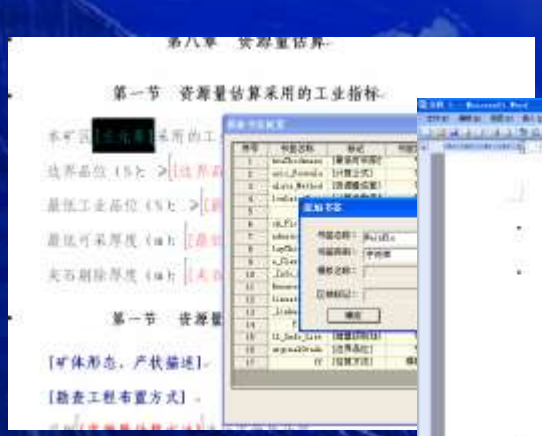
采空区信息统计

矿区：ASL_New

采场号	中段		储量类型	采出时间	体积(m^3)	体 重 (t/m^3)	矿石量 (t)	Cu,%,t	
								品位	金属量
h40010#东采	400	450		2007	41343.29	3.92	158029.84	1.56	2459.49
h40012西采场					29199.79	3.92	105388.03	3.15	3318.64
h40014东采场					38509.04	3.92	145354.32	2.22	3229.01
h4004东采场					32879.62	3.92	126491.06	2.73	3451.77
h4006					65427.21	3.92	249310.68	2.75	6855.04
h4008东采场					28696.86	3.92	109604.06	3.63	3973.76
h45012#东采场	450	500		2007	33271.09	3.92	127593.77	1.41	1792.84

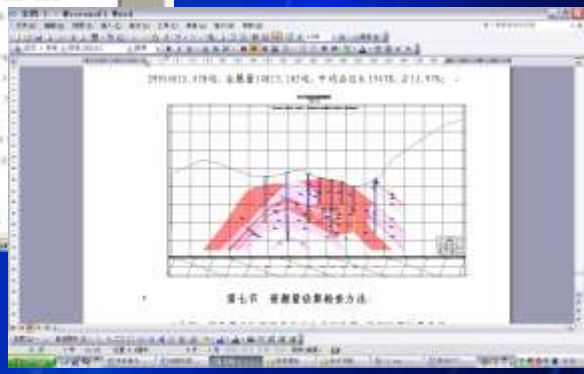
储量报告辅助编制工具

- 为适应储量报告编制工作的标准化、程序化、规范化要求
- 根据已设定的专业Word报告模板（危矿办提供），生成相应的专业报告
- 并可按照模板的信息组织或标识要求，与部分数据库（如工业指标）、图件（如剖面图、吨品位图）进行相应的连接，并自动的以表、图件的方式自动对号入座的方式输出到报告的相应的位置上









iExploration-EM 培训内容

1 系统启动与配置

2 数据准备、数据组织、数据检查

3 矿体圈定与剖面图交互编辑

4 矿体投影图与地质块段法资源储量估算

5 平行剖面法资源储量估算

6 三维矿体建模与显示

系统启动与配置

启动程序

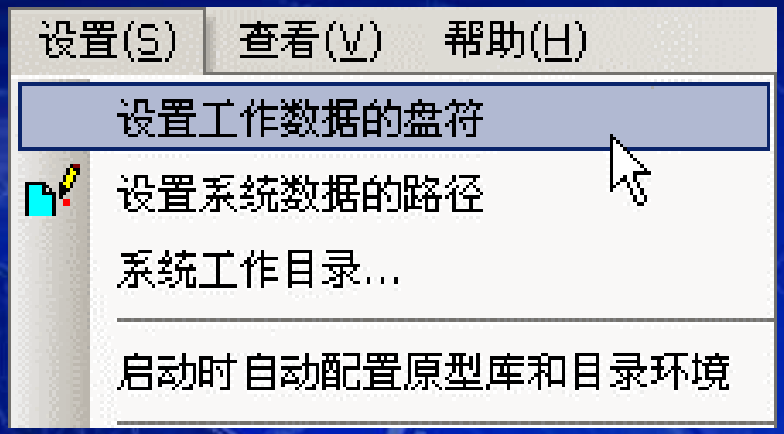
通过“开始”—>“数字地质调查2.0”—>“资源量估算”：



系统启动与配置

配置程序运行环境

（1）配置工作数据的盘符：指MEMAPPING 目录（MEMAPGIS 系统中用户创建的）。



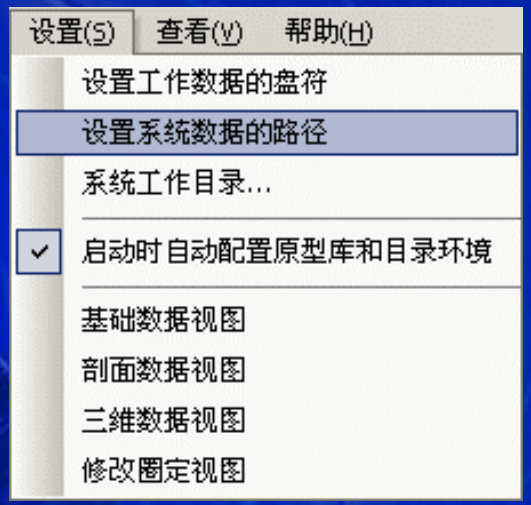


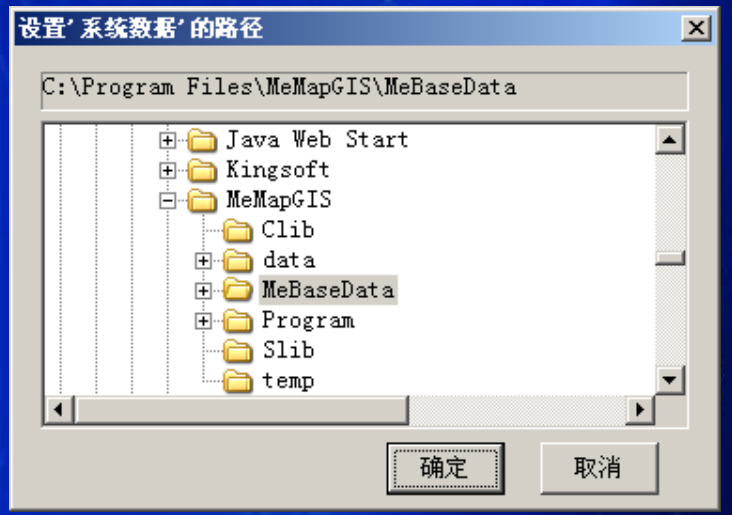
如果放在D 盘，按右图示例方式：选中目录即可

系统启动与配置

设置系统数据路径：指C:\Program Files\ MeMapGIS \ MeBaseData 的目录。如果没有指定该项，系统无法调出各种比例尺的接图表。（如果已经自动配置了MeMap环境，则本系统已自动做了初始配置）

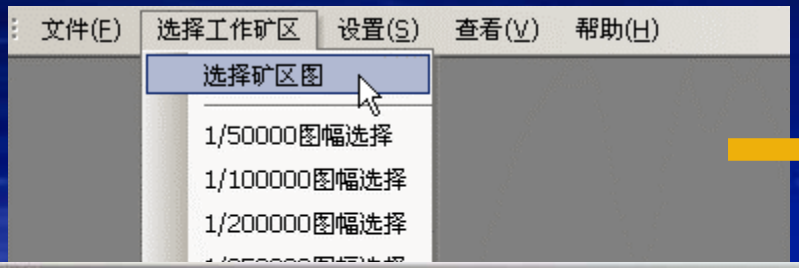




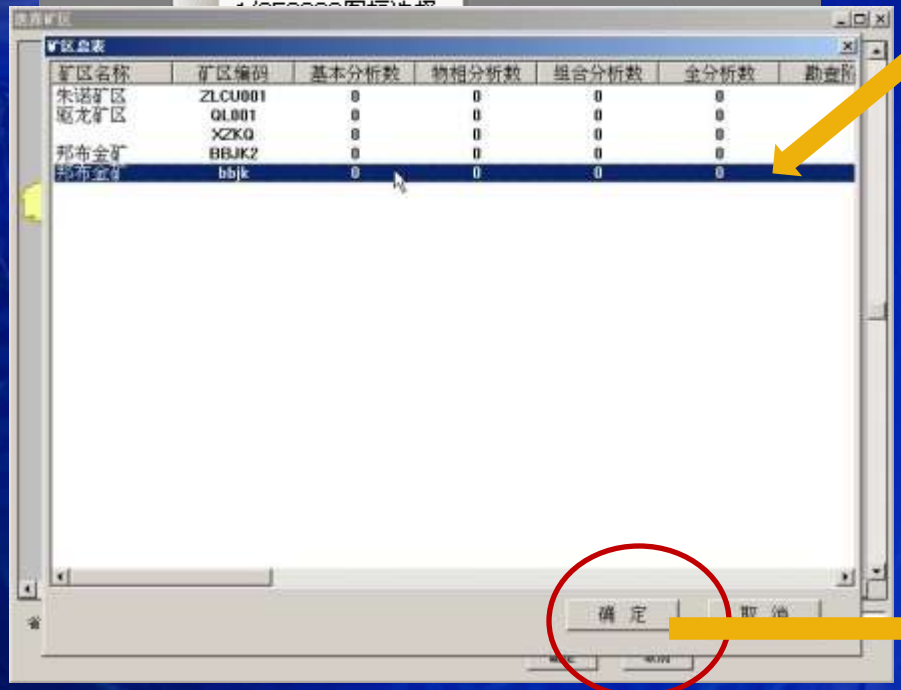


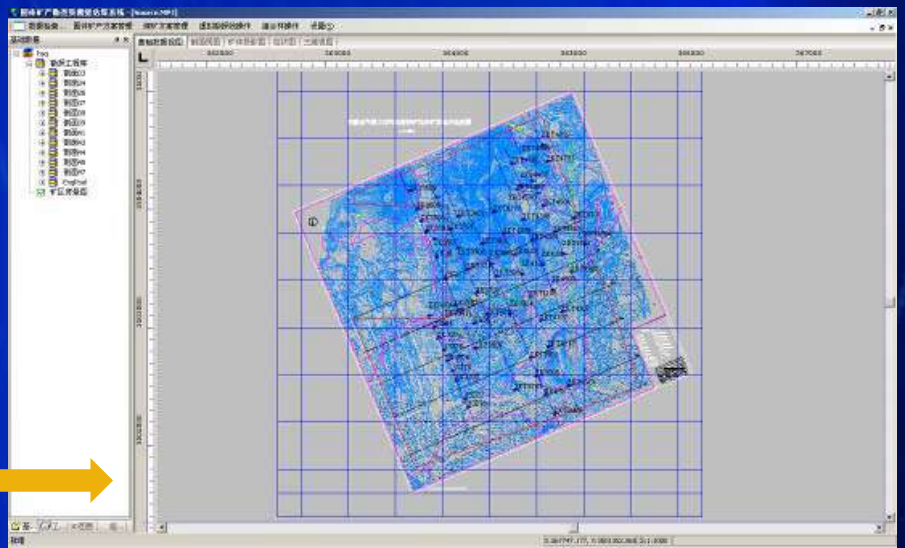
系统启动与配置

打开“资源量估算与矿体三维建模系统”，单击菜单中的“选择矿区图”。









系统启动进入矿区后出现死机的解决方法

如果启动系统进入矿区后，出现死机的情况，是由于机器的显卡不支持系统三维运行环境；可以在菜单中点击运行“资源量估算三维环境配置”，将其中“加载3D窗口和插件”选项去掉，然后再启动系统。





iExploration-EM 培训内容

1 系统启动与配置

2 数据准备、数据组织、数据检查

3 矿体圈定与剖面图交互编辑

4 矿体投影图与地质块段法资源储量估算

5 平行剖面法资源储量估算

6 三维矿体建模与显示

数据准备、数据组织、数据检查

- 矿区基础数据
- 数据组织：矿区平面图、工程数据按勘探线组织
- 数据检查工具

(1)四种工程的基本信息

(2)矿区基本数据库

剖面线信息

测量点信息

(3)取样分析结果表

矿区化学分析基本信息

工程的样品分析结果

(4)钻孔综合柱状图

数据检查工具

(1)检查数据是否越界

基础视图

菜单“数据检查”



边界值为图幅边界，勘探工程和勘探线都不能超出此边界。

数据越界检查包括：勘探线基本信息、勘探线测量点、勘探工程基本信息、勘探工程测量点信息、勘探工程采样信息、分层信息检查。

数据检查工具

(2)检查数据完整性

勘探线基本信息表检查

- 勘探线基本信息表中有无数据
- 若该表中有数据，检查每条记录的勘探线编号
- 是否存在勘探线的起点和终点坐标的数量级是否一致

勘探线测量点信息表检查

- 勘探线测量点信息表中有无数据
- 若该表中有数据，检查每条勘探线是否有测量点数据
- 每条勘探线测量点序号是否唯一

勘探工程基本信息检查

- 一条勘探线对应多个勘探工程，检查每一条勘探线中是否有勘探工程基本信息
- 勘探工程基本信息中孔深是否大于零
- 勘探工程坐标是否存在

数据检查工具

(2)检查数据完整性

勘探工程测量点信息检查

- 钻孔测量点序号为零的测量深度应该为零
- 钻孔一个勘探工程获取的测量点信息中，测量点编号唯一
- 钻孔获取的测量点深度应该是递增的
- 园井一共有两个测量点，孔口和孔底。所以第二个测量点的深度应该大于零

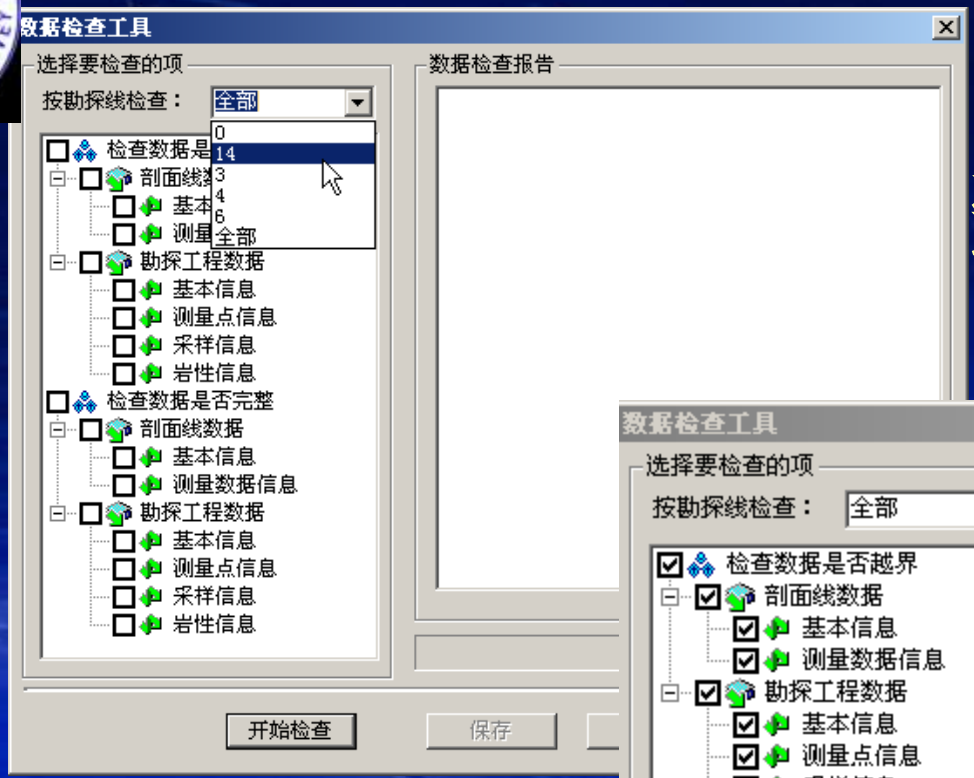
样品分析信息检查

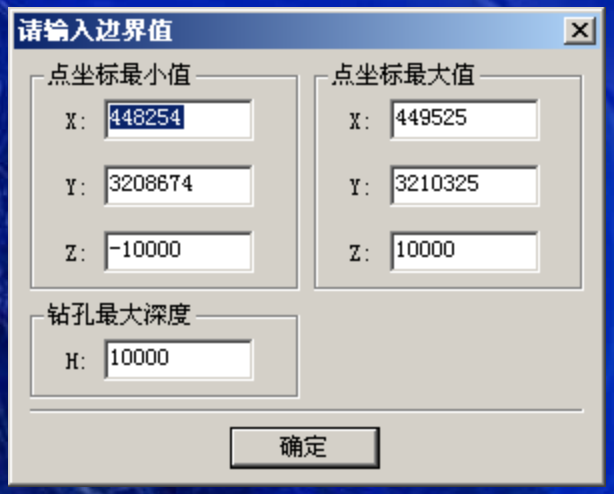
- 每个样品的样长等于终止深度减去起始深度
- 样品的终止深度不小于该样品的起始深度
- 采样分析表中的勘探线号唯一，勘探工程编号唯一，样品标号唯一

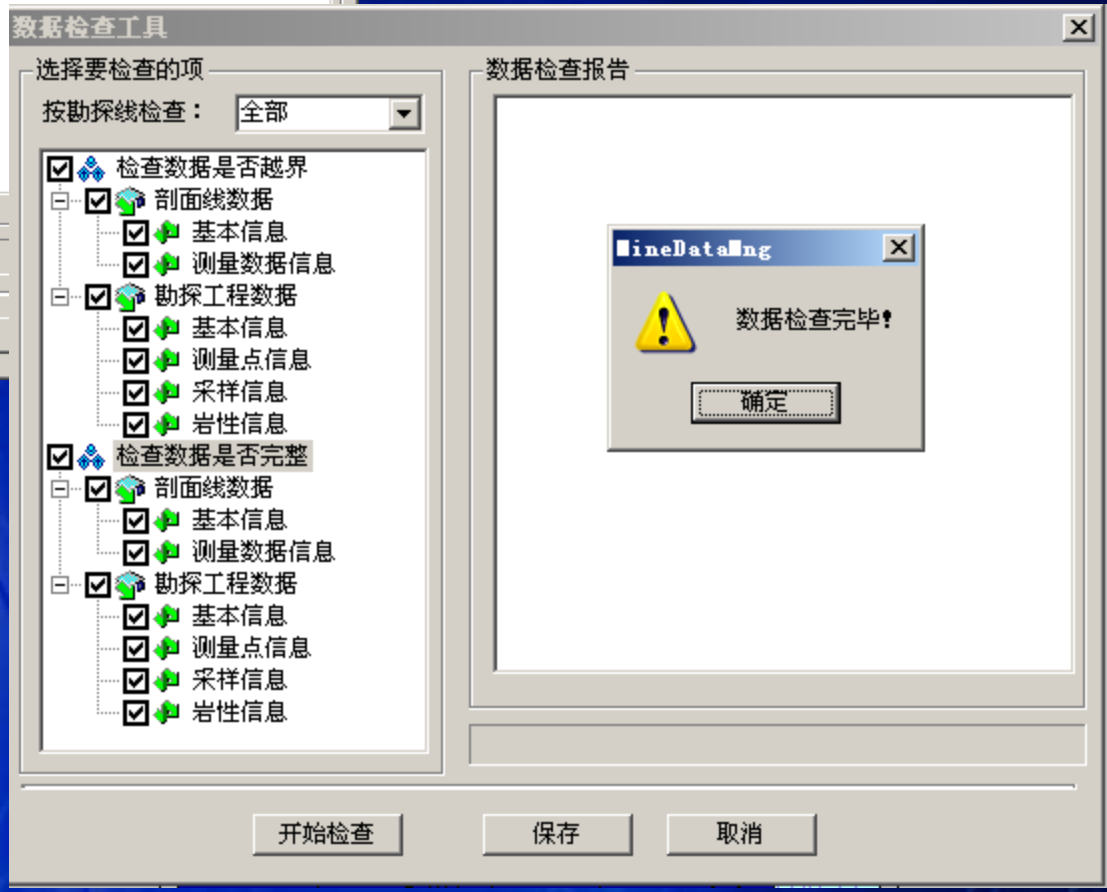
分层信息检查

- 每个岩层的勘探线号、勘探工程编号必须是其所在的勘探线号、勘探工程编号
- 分层编号必须互不相同
- 进尺等于终止深度减去起始深度
- 若花纹类型大于零，则每个分层应对应多个花纹库代码

数据检查工具


数据检查工具
选择要检查的项
按勘探线检查：
全部
0
14
3
4
6
全部
检查数据是
剖面线数
基本
测量
勘探工程数据
基本信息
测量点信息
采样信息
岩性信息
检查数据是否完整
剖面线数据
基本信息
测量数据信息
勘探工程数据
基本信息
测量点信息
采样信息
岩性信息
数据检查报告
开始检查
保存


请输入边界值
点坐标最小值
X: 448254
Y: 3208674
Z: -10000
点坐标最大值
X: 449525
Y: 3210325
Z: 10000
钻孔最大深度
H: 10000
确定


数据检查工具
选择要检查的项
按勘探线检查：
全部
检查数据是否越界
剖面线数据
基本信息
测量数据信息
勘探工程数据
基本信息
测量点信息
采样信息
岩性信息
检查数据是否完整
剖面线数据
基本信息
测量数据信息
勘探工程数据
基本信息
测量点信息
采样信息
岩性信息
数据检查报告
ineDataMng
数据检查完毕!
确定
开始检查
保存
取消

iExploration-EM 培训内容

1 系统启动与配置

2 数据准备、数据组织、数据检查

3 矿体圈定与剖面图交互编辑

4 矿体投影图与地质块段法资源储量估算

5 平行剖面法资源储量估算

6 三维矿体建模与显示

矿体圈定及剖面图交互编辑

1. 工业指标设定
2. 勘探剖面工程矿体圈定
3. 勘探剖面矿体形态编辑与交互操作
4. 图上相关标注生成

工业指标设置

系统根据不同勘查程度对矿体圈定指标的要求，提供两种工业指标设置方式：简单方案设置与复杂条件方案设置

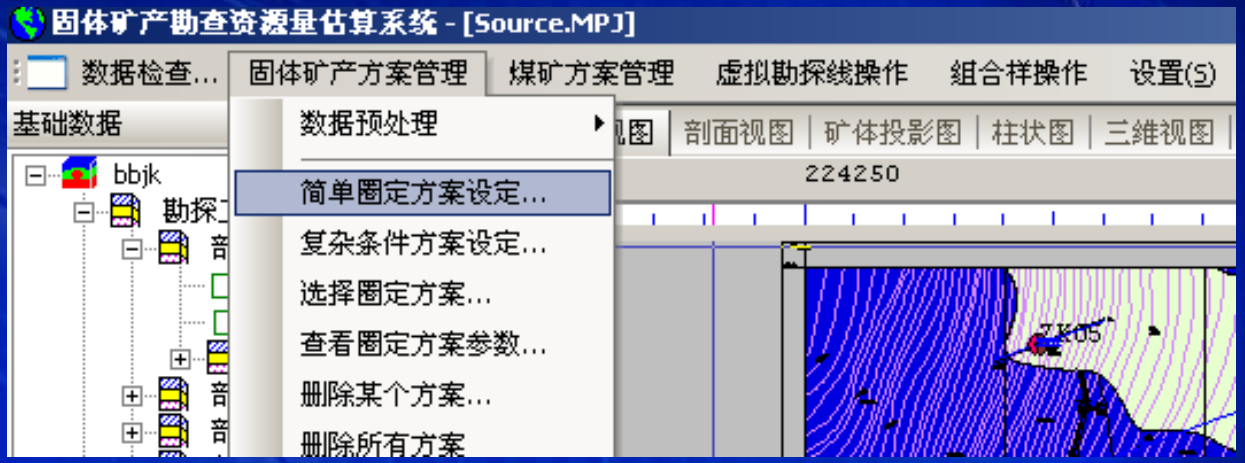
简单方案设定适用于矿产勘查预查和普查阶段资源量估算圈矿指标的设定。

复杂圈定条件设定适用于详查、勘探阶段，矿区地质和矿床研究程度比较高时的工业指标的设定。由于在详查或勘探阶段矿区使用的圈定指标涉及的条件较多，例如需要在圈定矿体的同时划分出矿石类型及工业品级、针对不同的矿石类型或矿石品位设置不同开采指标系统通过圈定指标向导来引导矿区工作人员完成这一系列圈定指标的设置。

工业指标

简单方案设置设定：

在“基础视图”标签中，选择菜单“固体矿产方案管理”——>“简单圈定方案设定”



存储方式：

新建一个方案

选择一个方案

查看当前方案

删除方案（某个或全部）

单指标

简单方式：工业指标的设置

边界品位：指划分矿与非矿的界限的最低含量，是圈定工业矿体时，单个样品的最低含量要求。

最小可采厚度：指在矿石的品位达到要求的情况下，在一定（现今）技术经济条件下，可供工业开采的矿层或矿体的最小厚度。小于该厚度的整体上不具备工业意义。

夹石剔除厚度：在圈定矿体时，允许夹在矿体中间非矿夹石的最大厚度。

最低工业米百分值：最低工业品位与最小可采厚度的乘积等于米百分率。应用于一些厚度达不到可采厚度，而品位却高于工业品位，二者的乘积大于米百分率的样品。

特高品位下限值：主要组份的特高品位替代值，品位值高于矿体(床)平均品位6—8倍者为特高品位。当矿体品位变化系数大时，取上限值，反之，取下限值。

多指标，兼容旧规范

简单方式：工业指标的设置

最低工业品位：又称最低工业可采品位，最低平均可采品位，是指工业上能够利用块段或矿体的最低平均品位。

表外矿最小厚度：指在矿体中，允许有连续的边界品位样与夹石的最小厚度；一般给2×鞋帽厚度＋夹石剔除厚度，或由矿区制定。

鞋帽厚度：表内矿中允许上下带入的表外矿厚度。

表外矿圈入方式：

与表内矿混圈：如果出现连续边界样品和夹石的品位大于边界品位而小于最低工业品位，且夹石厚度小于夹石剔除厚度，即为连续表外矿，如果一同圈入表内矿时，满足该段矿体的品位大于等于最低工业品位时，将该段连续表外矿圈入表内矿。这时，夹石的定义为品位小于边界品位的样品。

表内矿中表外矿的厚度大于表外矿最小厚度单独圈出（夹石剔除品位按边界品位）：如果用上述方法圈出的表内矿中，出现连续边界样品的品位大于边界品位而小于最低工业品位，且夹石厚度小于夹石剔除厚度，需要单独作为表内矿圈出。这时，夹石的定义为品位小于最低工业品位的样品。

复杂工业指标的设置

提供数据处理引擎：数据预处理，解决当量问题

基于边界约束模式的处理过程（单工程矿体圈定品位综合边界约束、矿权约束、高程约束）

不同矿石类型和矿石品级划分，不同品位条件圈定

不同品级条件下，设置不同的夹石剔除厚度和最低可采厚度

品位、鞋帽：基于条件表达式解析

复杂工业指标的设置

预处理的内容主要包括:

1）生成综合折算元素：有些多元素矿床品位普遍偏低，无法单独利用因此对矿床元素进行综合利用，根据几种指定元素的品位与折算系数生成新的折算值用于矿体圈定。

2）设置元素的特高品位处理方式：样品的风暴值会对矿段品位的统计产生一定的影响，通过设置元素品位的上限来对样品进行约束，如果样品品位高于上限值可进行按上限值替换或剔除等处理。

3）统计伴生元素有用金属量时最低品位值：在一些有色金属矿矿体圈定与品位统计中，样品中的伴生金属元素品位只有达到了一定含量才会参数有益金属量的统计。

安徽和尚桥工业指标要求（示例说明）

- 1. 需选磁铁矿矿石
- ①边界品位　　ω（TFe）≥18%
- ②工业品位　　ω（TFe）≥20%
- 2. 需选赤铁矿矿石
- ①边界品位　　ω（TFe）≥20%
- ②工业品位　　ω（TFe）≥30%
- 3 开采技术指标
- ①最小可采厚度（露天）≥5m
- ②夹石剔除厚度（露天）≥5m
- 4. 当矿石中ω（S）≥8时，扣除黄铁矿中的铁估算资源/储量。
- 5. 对小于工业品位，大于边界品位的赤铁矿矿石圈定为低品位赤铁矿矿石，对小于工业品位的磁铁矿石按ω（TFe）≥15%圈定为低品位磁铁矿矿石。
- 6.伴生组分：V_2O_5根据实际含量估算伴生金属量；
- 7.共生黄铁矿石
- 富矿：　边界S≥20%　　工业S≥23%
- 贫矿：　边界S≥8%　　工业S≥13%
- 可采、夹石剔除厚度≥4米
- 对含硫介于贫矿的边界品位和工业品位之间[ω（TS）=8～13%]的矿石，作为低品位黄铁矿矿石圈定和计算。

指标设置解决方案

	矿体名称	主元素	圈定表达式
1	工业磁铁矿 FeM2	NTFe	
2	工业赤铁矿 FeH2	NTFe	
3	工业黄铁矿 Py2	TS	
4	低品位磁铁矿FeM3	NTFe	
5	低品位赤铁矿FeH3	NTFe	
6	低品位黄铁矿Py3	TS	S>=8



最小可采厚度（露天）≥5m;夹石剔除厚度（露天）≥5m， 穿鞋带帽

铜山的指标设置示例

铜矿：边界品位≥0.2%

工业品位≥0.3%

可采厚度2米

夹石剔除厚度3米

硫矿：边界品位≥8%

工业品位≥12%

可采厚度2米

夹石剔除厚度3米

铁矿：边界品位≥20%

工业品位≥25%

可采厚度2米

夹石剔除厚度2米

圈铜铁矿、铁矿时，Fe-S

铜山的指标设置示例

顺序	品级名称	品级说明	条件表达式	最低可采厚度	夹石剔除厚度	鞋帽条件
0	CuFe	铜铁矿	(Cu>=0.3)&&(Fe-S)>=25	2	3	Cu>=0.200&&((Fe-S)>=20)
1	CuS	铜硫矿	(Cu>=0.3)&&(S>=12)	2	3	Cu>=0.200&&S>=8
2	Cu	铜矿	Cu>=0.3	2	3	Cu>=0.200
3	Fe	铁矿	Fe>=25	2	2	Fe>=20.000
4	S	硫矿	S>=12	2	3	S>=8.000



表 1-59　储量计算工业指标表

质量 / 矿石品级	全铁（%）		碱度：$\frac{CaO+MgO}{Al_2O_3+SiO_2}$	备注
	边界品位	最低平均工业品位		
自熔性富矿	≥30	≥35	0.8～1.2	

沈阳铝镁设计研究院下达指标：

储量计算工业指标	（1）最低工业品位：S≥13%； （2）边界品位：S≥8%； （3）矿石品级划分： 富矿：S≥23%（边界品位 S≥20%）； 贫矿：S≥13%，明矾石化矿石类型考虑到对选矿生产有一定影响，要求单独给予圈定 （4）有害杂质要求：As≤0.5%，F≤0.05%（小于 0.05%的部分可参与储量计算，但应查明氟的赋存状态和分布规律）； （5）开采技术条件：最低可采厚度 2m，夹石剔除厚度 2m； （6）开采深度 300m

≤1%，TiO_2>3%；

4. 最低可采厚度：露天≥0.5m，地下≥0.8m；

5. 夹层剔除厚度：0.5m；

6. 露天境界剥采比：15；

7. 品级：Ⅰ级品 Al_2O_3≥65%，A/S≥9，Ⅱ级品：Al_2O_3≥60%，A/S≥6，Ⅲ级品：Al_2O_3≥54%，A/S≥3.8，Ⅳ级品：Al_2O_3≥40%，A/S≥2.6

勘探剖面工程矿体圈定

1 生成勘探线剖面

2 工程在剖面上的投影

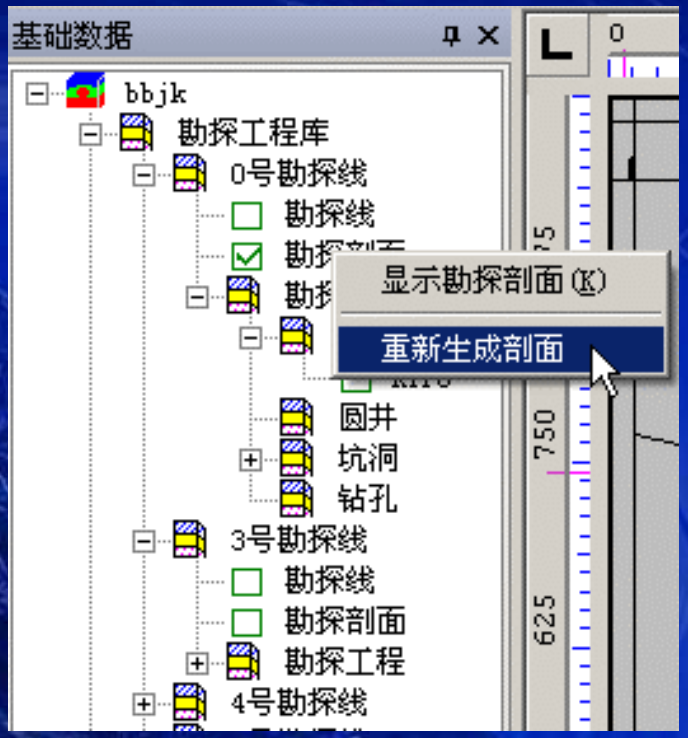
3 生成样道

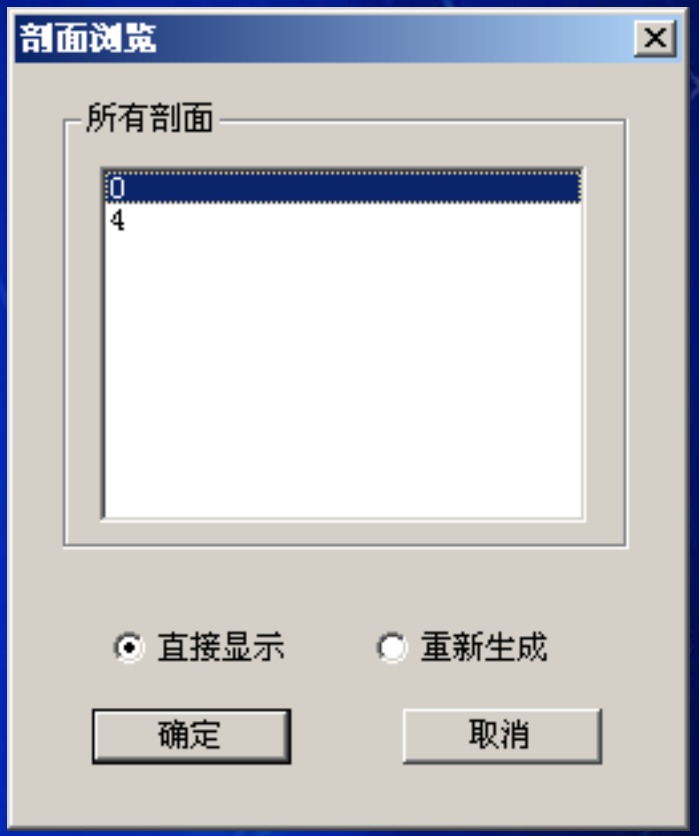
4 查询工程、分层、样品信息

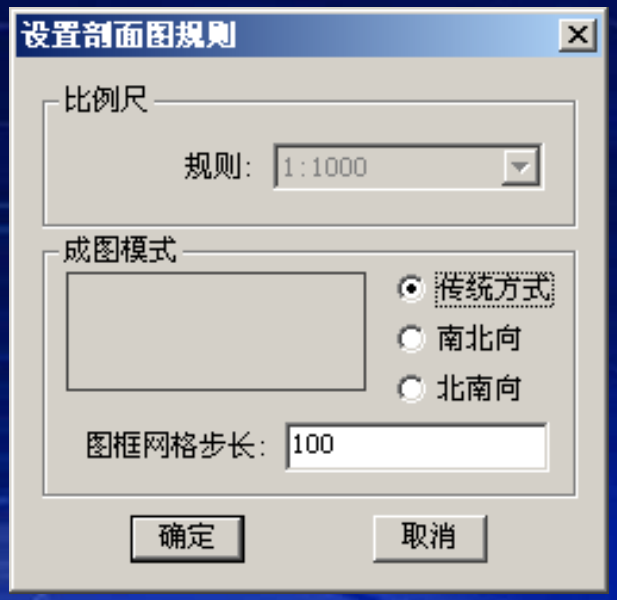
5 单工程矿体圈定，交互式修改操作

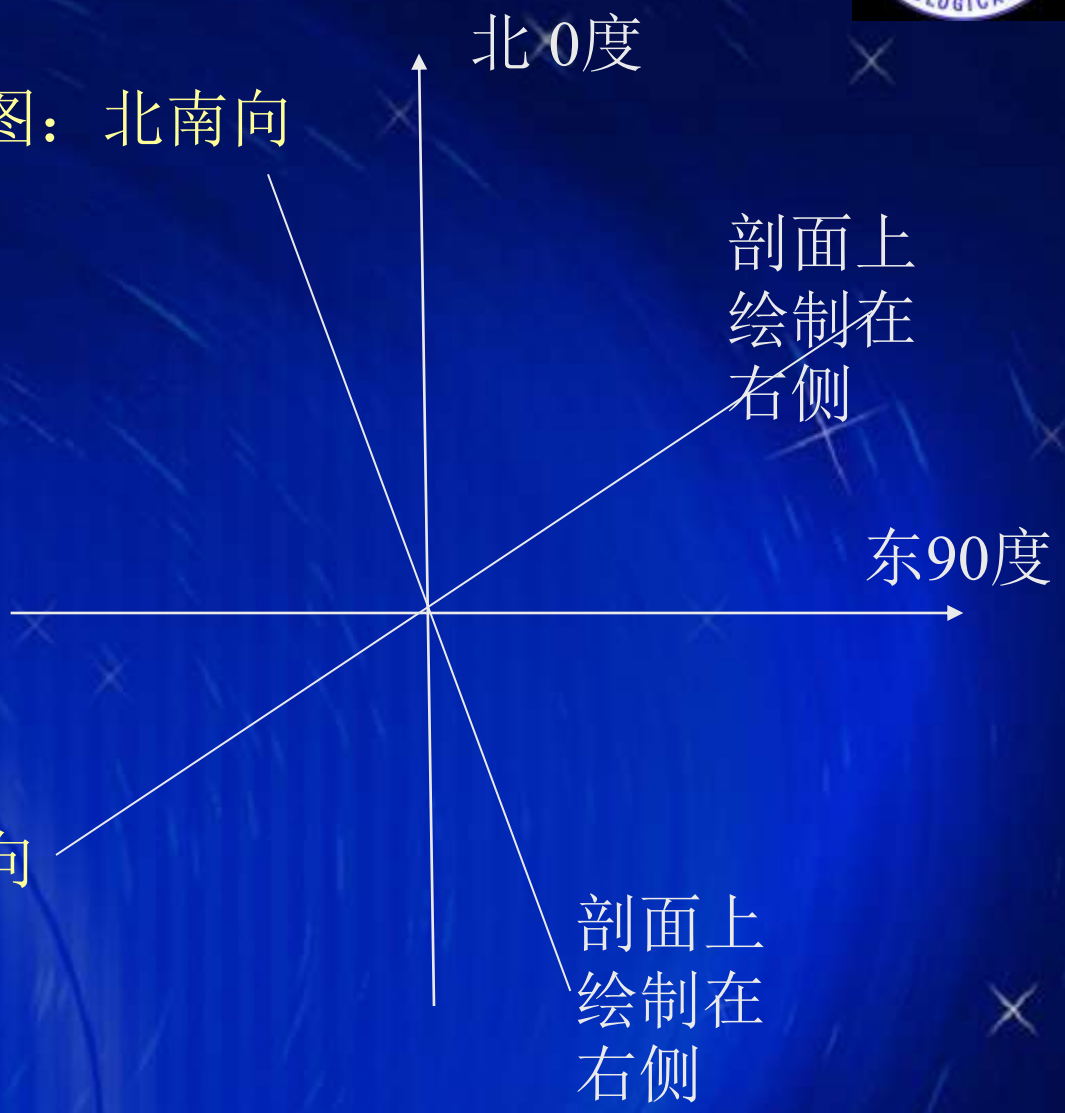
生成勘探线剖面

如果该勘探线的剖面还未生成或者希望改变现有剖面的比例尺设置，则选择“重新生成剖面”，也可以点击“显示勘探剖面”或在菜单上点击“固体矿产方案管理”->“直接显示”显示已有的剖面图

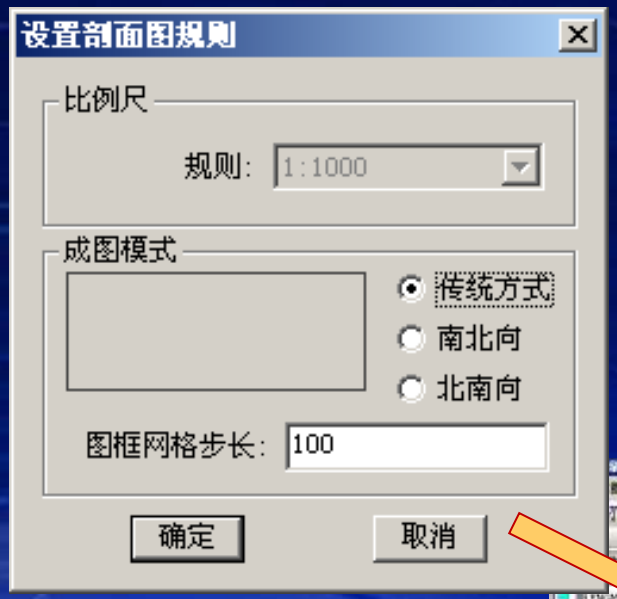




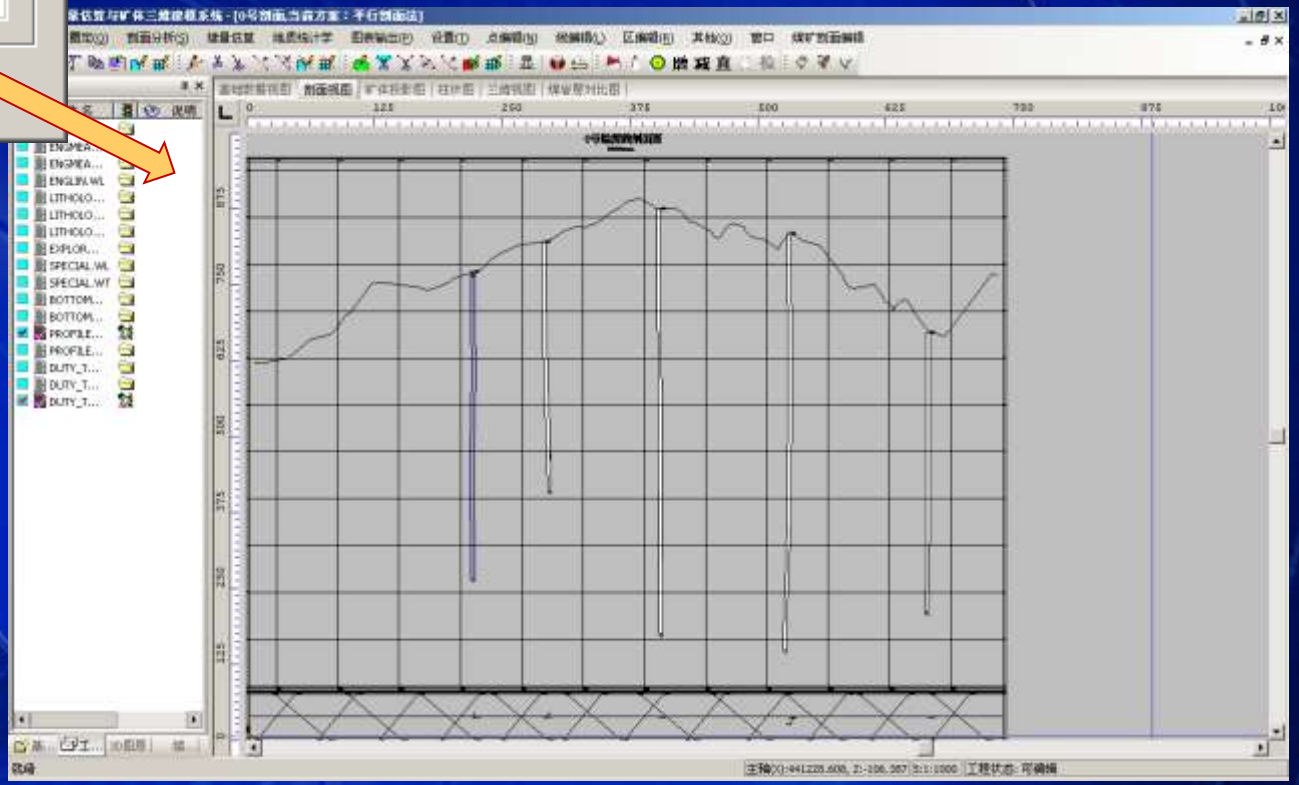

设置剖面图规则
比例尺
规则:
1:1000
成图模式
传统方式
南北向
北南向
图框网格步长:
100
确定
取消


北 0度
成图：北南向
剖面上
绘制在
右侧
东90度
成图：南北向
剖面上
绘制在
右侧

工程在剖面上的投影



重新生成勘探剖面底图，勘探剖面比例尺在方案设置时已设定。 系统根据成图规则自动生成的剖面包括图名、剖面地形线、槽井坑钻工程，同时自动填充钻孔的岩石花纹等信息。



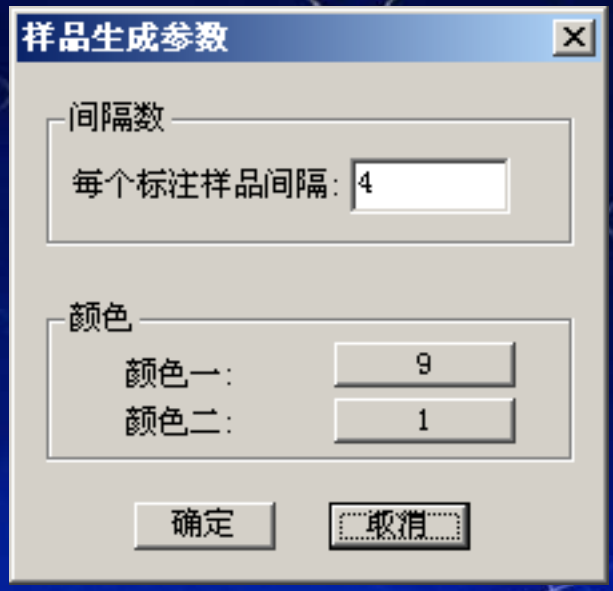
生成样品道

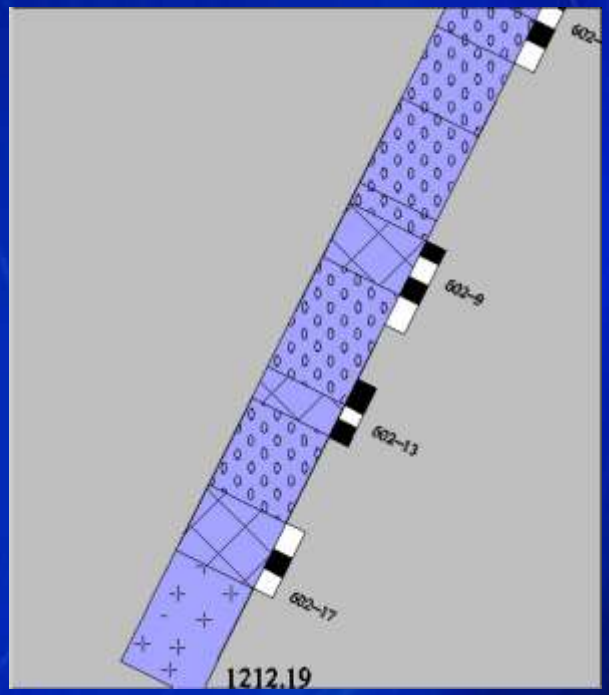
新生成的勘探线剖面图是没有显示工程上面的样品信息的，可以通过点击“剖面分析”菜单选择“生成样品图”进行样品图的生成。

样品生成参数说明：

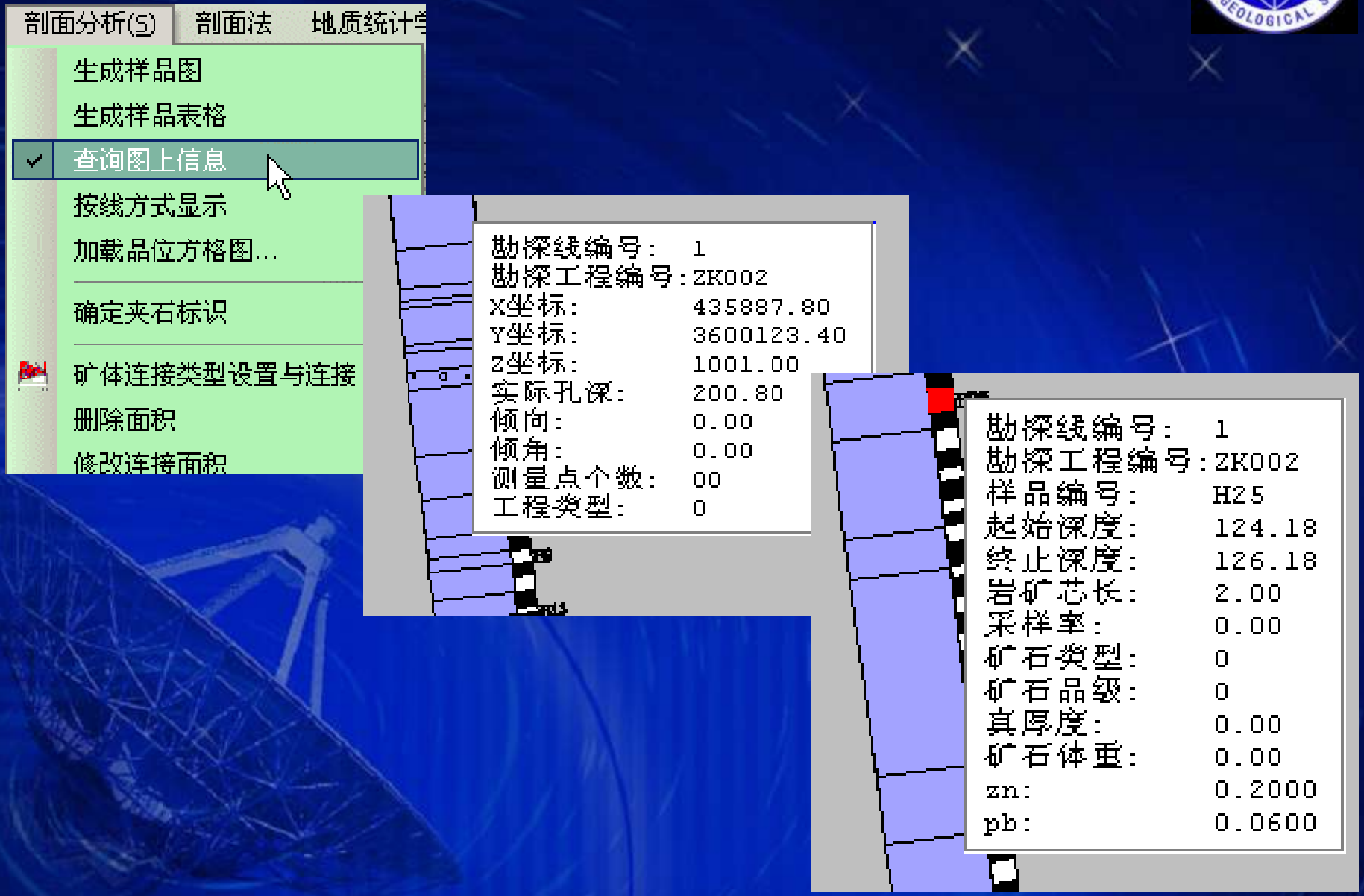
每个标注样品间隔：每间隔多少个样品进行标注

颜色一、二：间隔样品的两种颜色

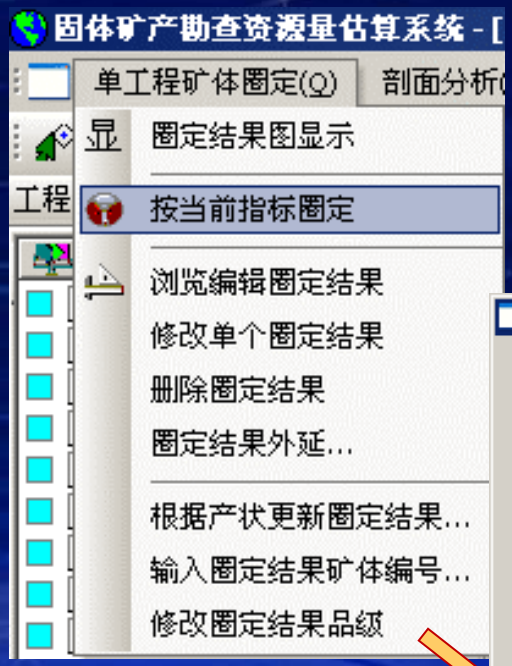


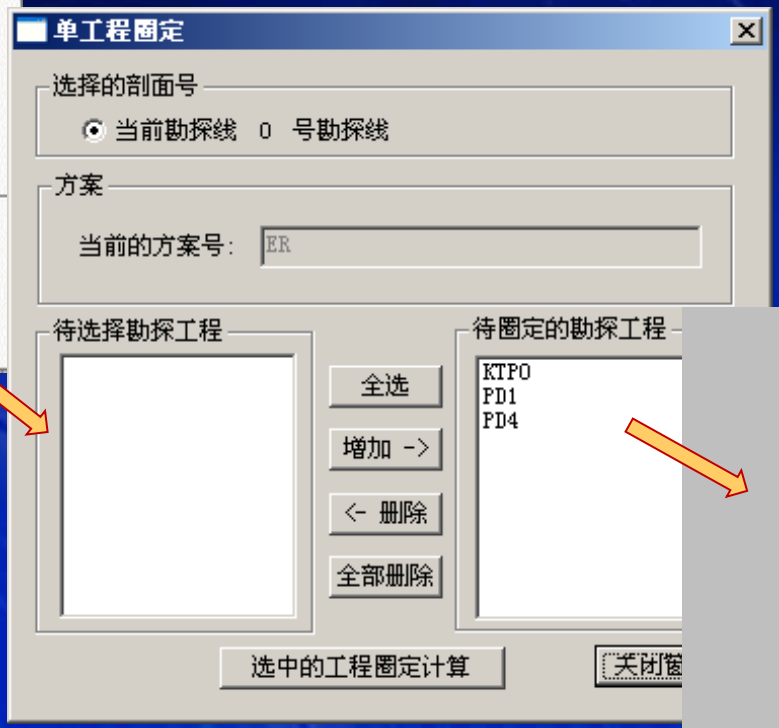


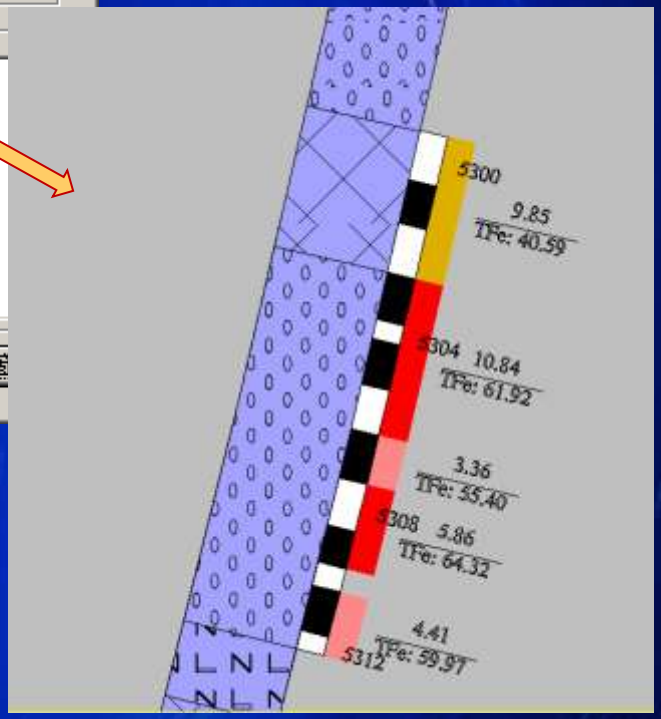
查询工程、分层、样品信息


剖面分析(S)
剖面法
地质统计学
生成样品图
生成样品表格
查询图上信息
按线方式显示
加载品位方格图...
确定夹石标识
矿体连接类型设置与连接
删除面积
修改连接面积
勘探线编号: 1
勘探工程编号: ZK002
X坐标: 435887.80
Y坐标: 3600123.40
Z坐标: 1001.00
实际孔深: 200.80
倾向: 0.00
倾角: 0.00
测量点个数: 00
工程类型: 0
勘探线编号: 1
勘探工程编号: ZK002
样品编号: H25
起始深度: 124.18
终止深度: 126.18
岩矿芯长: 2.00
采样率: 0.00
矿石类型: 0
矿石品级: 0
真厚度: 0.00
矿石体重: 0.00
zn: 0.2000
pb: 0.0600

单工程矿体圈定







- 根据工业指标和矿石类型进行单工程矿体自动圈定

修改圈定结果



圈定结果的人－机交互式修改功能，包括：

（1）合并：将两个已圈定的矿段进行合并，它们之间的夹石也参加该合并矿段。

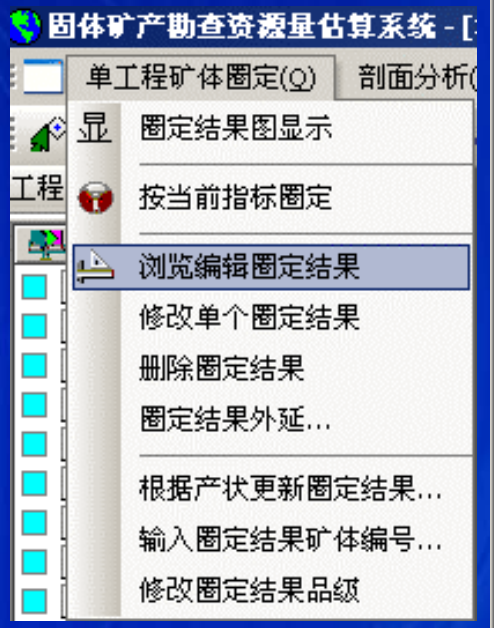
（2）拆分：将已圈定的单个矿段拆分为多个矿段，以满足矿区的具体要求。

（3）穿鞋带帽：修改已圈定的矿段的上、下边界。

（4）删除：删除已圈定的矿段。

合并、拆分圈定结果

如果要将某段圈定结果进行拆分，先在样品列表中选中拆分后的两段样的上面一段的最后一个样品或者下面一段的第一个样品，按下F8 键（不要松开），再鼠标单击拆分后的另外一段样的第一个或最后一个样品（与刚才选中的样品对应），松开F8 键，这时系统会弹出提示用户是否拆分的提示框，单击“确定”，拆分成功。



样品号	样长	TFe	mFe
1	1.88	7.15	0.00
2	2.06	16.45	0.00
3	1.34	15.85	0.00
4	1.93	20.15	0.00
5	3.24	22.08	0.00
6	2.97	20.25	0.00
7	1.60	16.15	0.00
8	3.45	26.77	0.00
9	2.89	27.58	0.00
10	1.59	20.10	0.00
11	1.38	8.25	0.00
12	2.57	9.18	0.00
13	3.48	18.03	0.00
14	2.04	22.16	0.00
15	1.88	20.14	0.00
16	2.09	21.45	0.00
17	1.54	21.95	0.00
18	2.26	23.38	0.00
19	3.19	19.56	0.00
20	3.15	21.45	0.00
21	2.55	24.87	0.00
22	2.94	21.45	0.00
23	2.06	19.15	0.00
24	2.30	21.35	0.00
25	0.94	20.97	0.00
26	1.95	24.36	0.00

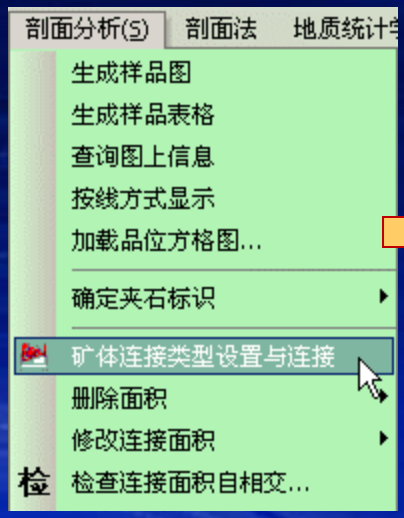
3.3 勘探剖面矿体形态编辑与交互操作

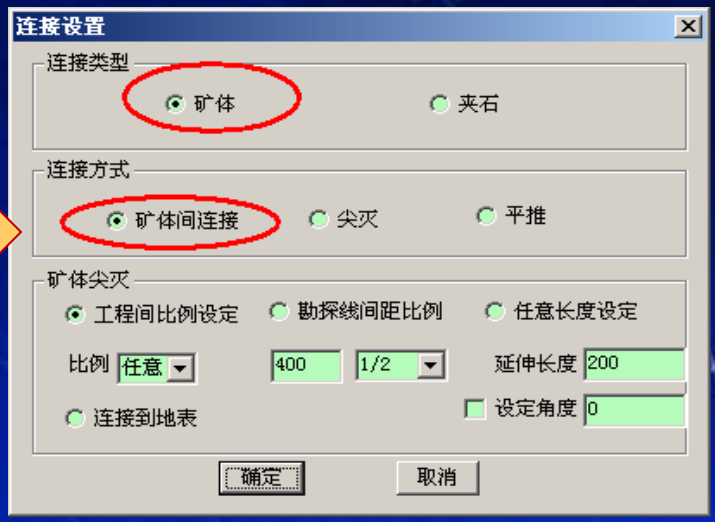
- 矿体、夹石的连接，外推的规则与交互式
- 曲线与直线方式修改连接面积
- 矿体面积的自动编号与面积自动计算
- 交互式给面积赋矿体编号

密切结合实际业务和工作量，多人工作同方案，多剖面合并到一台机器上。

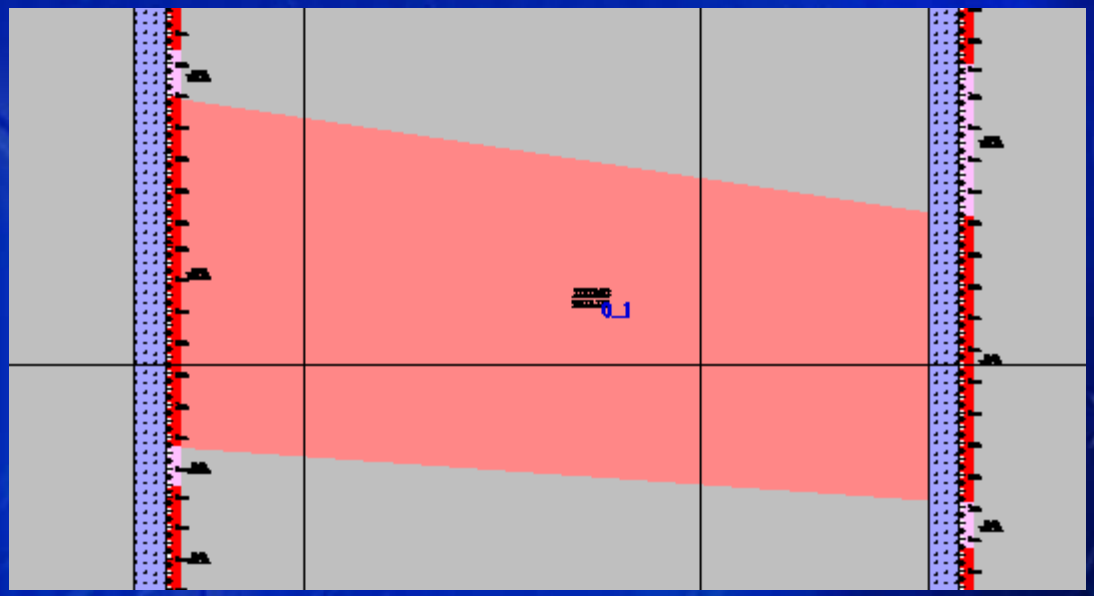
工程间矿体面积连接

选择菜单“矿体连接类型设置与连接”，弹出“连接设置对话框”,选择连接类型为“矿体”，连接方式为“矿体间连接”，确定



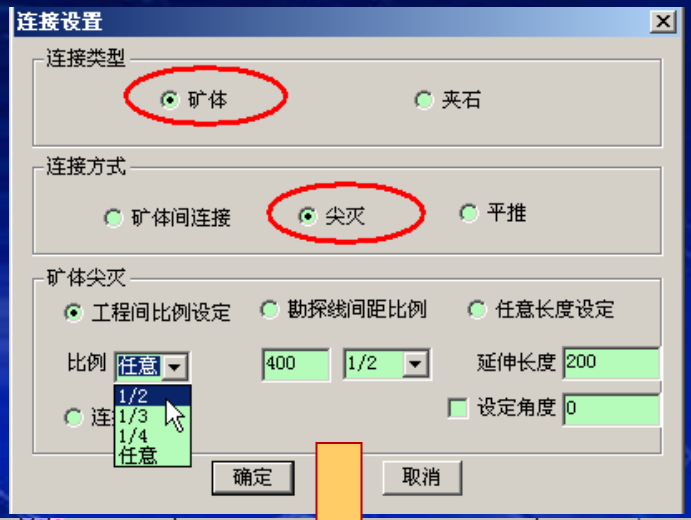


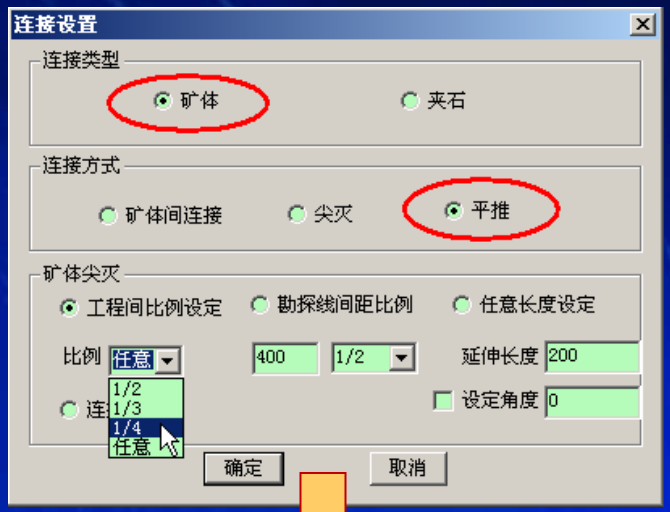
确定后，点击相邻两个工程上要进行连接的圈定结果（矿段），即可自动连接，连接后，显示连接面积和相关品位。

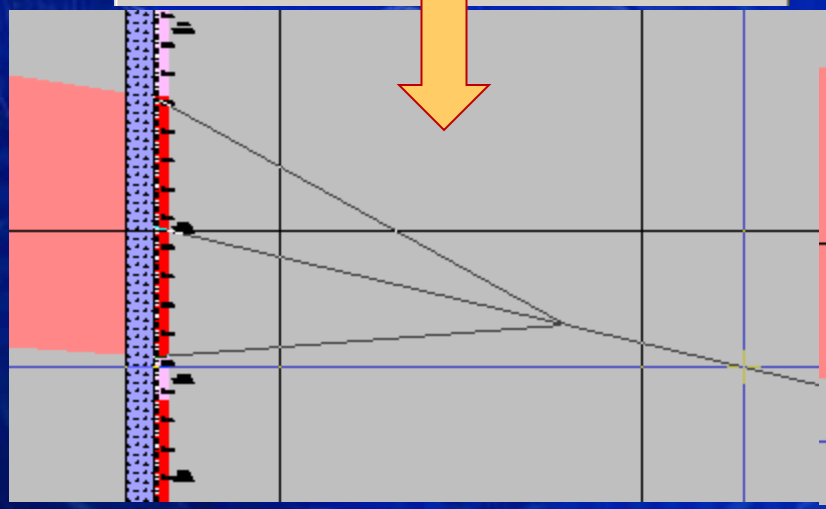


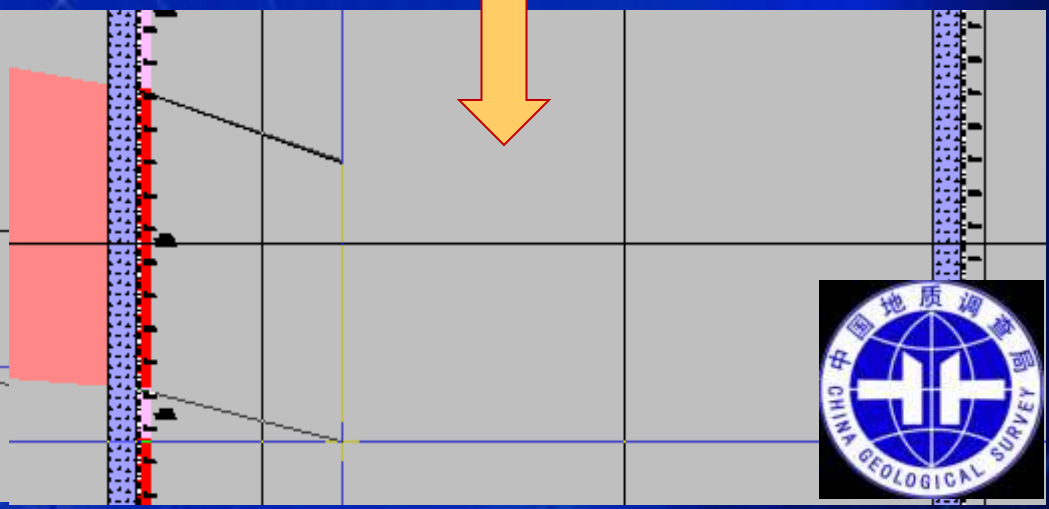
矿体外推

通过矿体连接设置对话框的选择，能够方便地在剖面图上进行矿体地尖推、平推，包括任意长度的鼠标指定尖灭点，规定工程间的比例的终止点，或者规定任意长度的外推终止点。

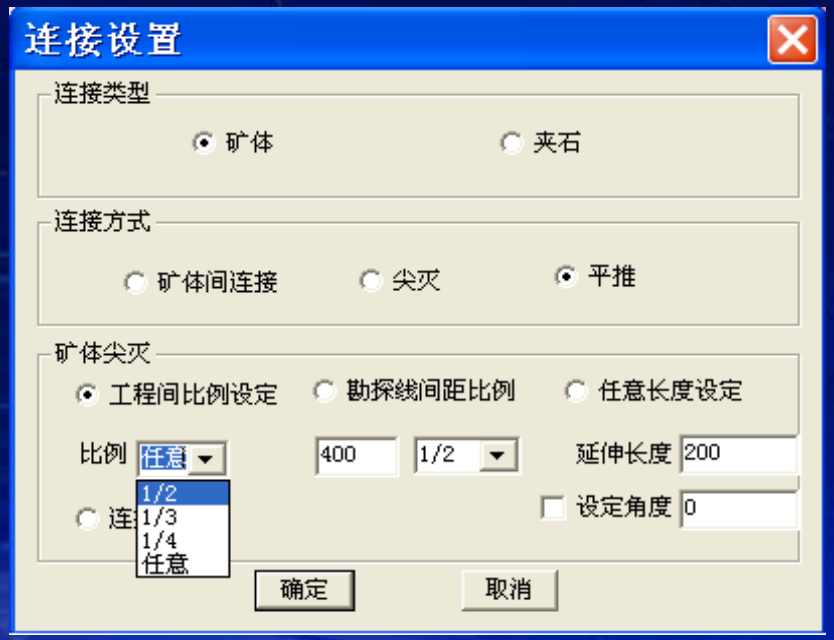


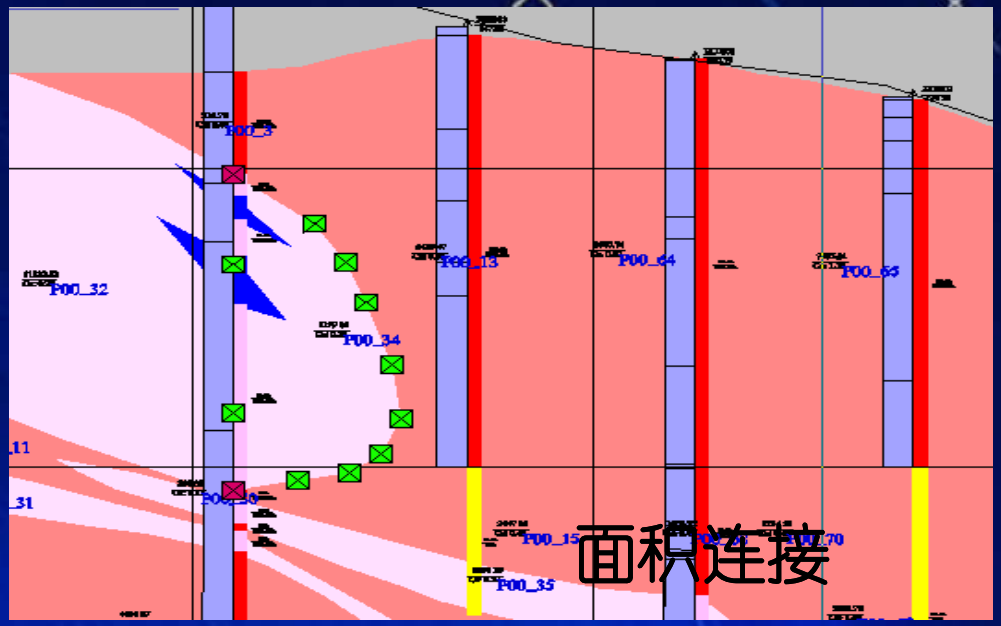


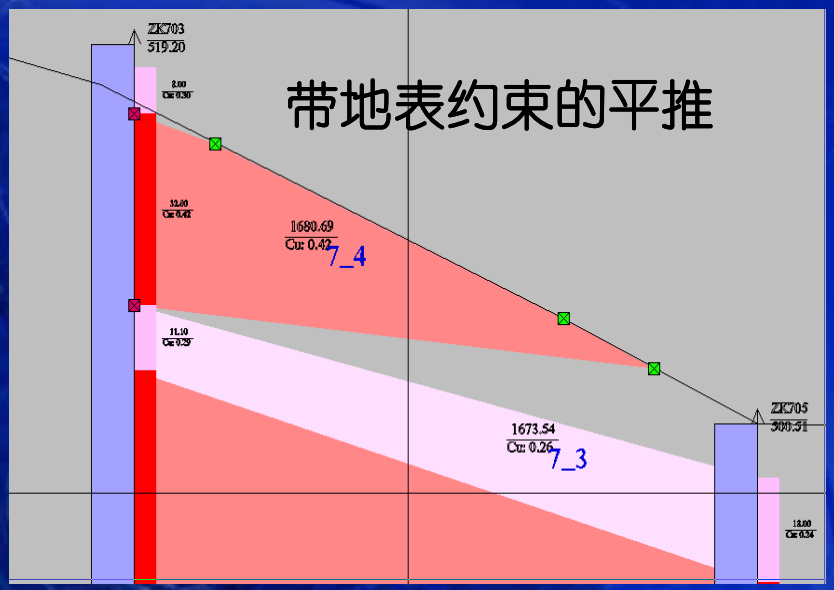


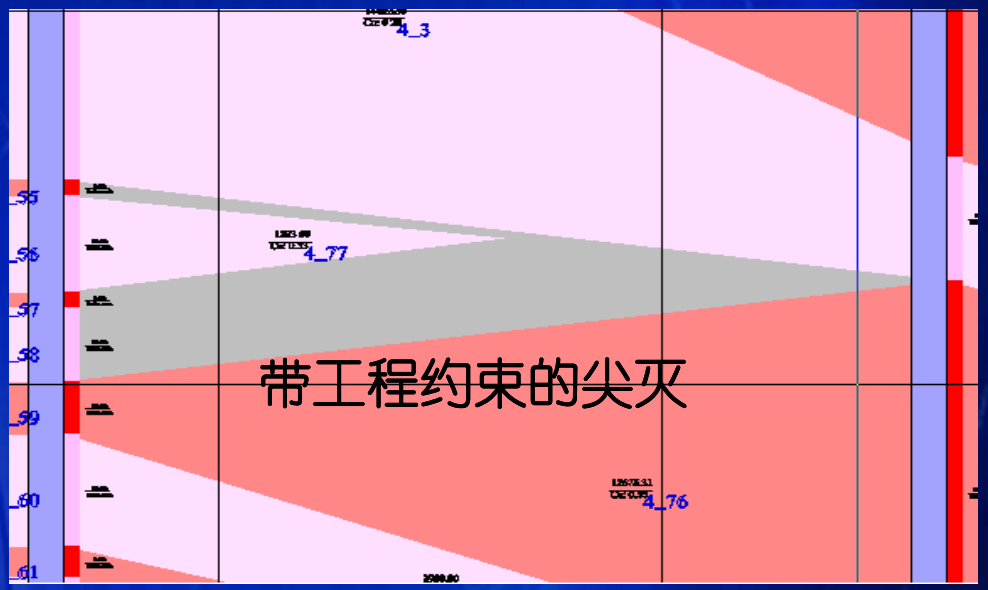


勘探剖面矿体形态编辑


连接设置
连接类型
矿体
夹石
连接方式
矿体间连接
尖灭
平推
矿体尖灭
工程间比例设定
勘探线间距比例
任意长度设定
比例
任意
400
1/2
延伸长度
200
1/2
1/3
1/4
任意
设定角度
0
确定
取消


面积连接


带地表约束的平推

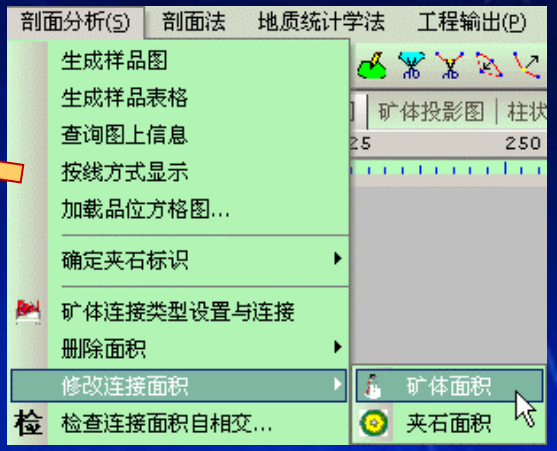

带工程约束的尖灭

修改连接面积

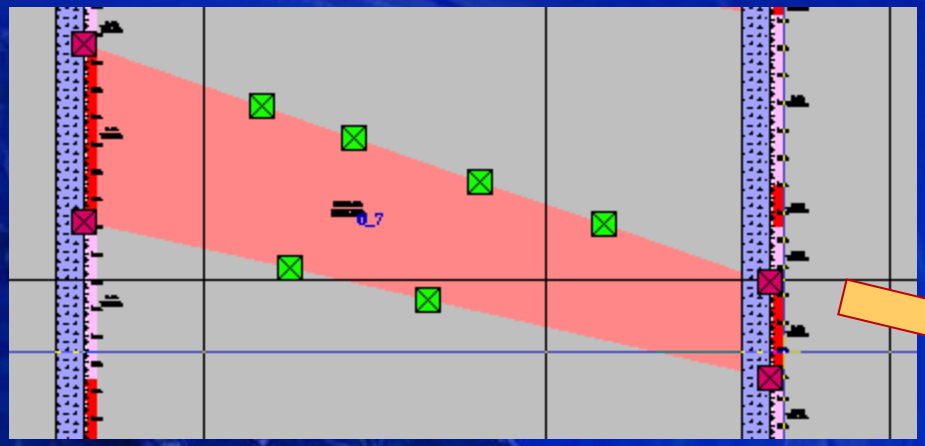
通过增加、删除控制点的方式，可以是连接面积为曲线连成的面积。首先选择菜单“修改连接面积”，选中需要修改的面积，可以看到现有的控制点，

点击按钮“增”，置于选中状态，

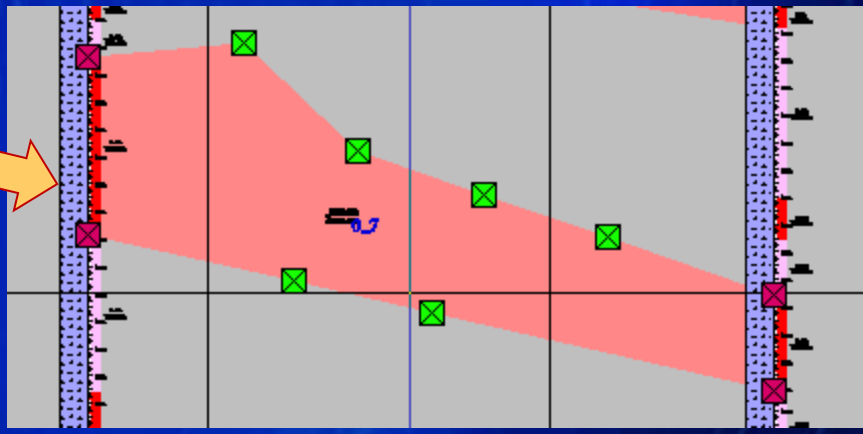




在选择的面积边界处增加控制点

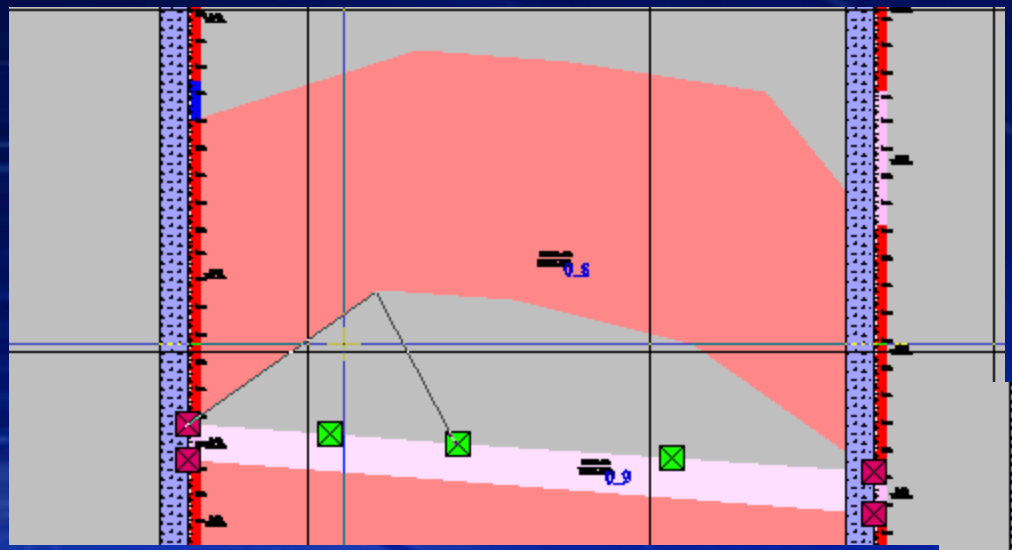


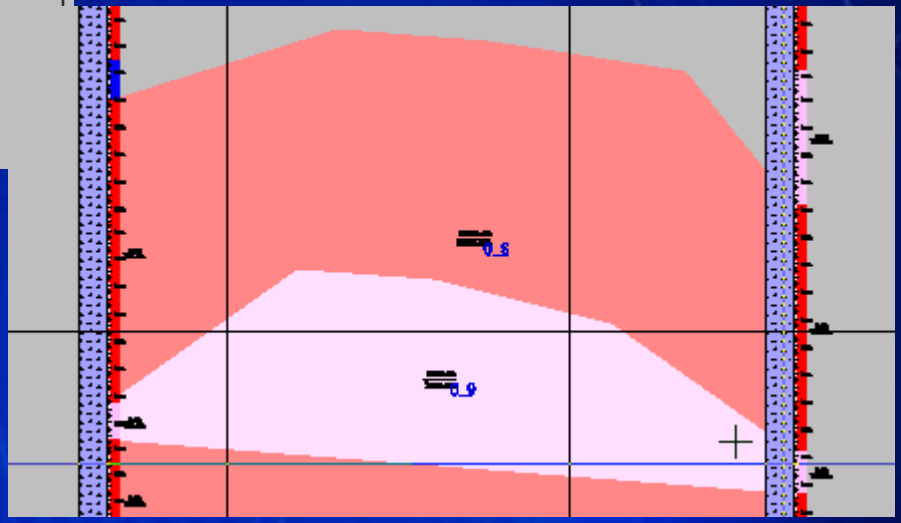
将鼠标一直新增的控制点位置，按住鼠标不放，移动鼠标至某个位置



点击按钮“增”，置于取消状态

修改连接面积



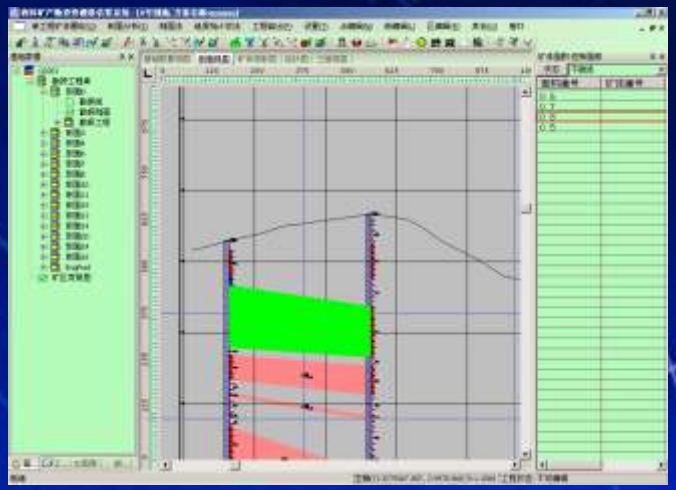


在增加控制点后，移动控制点改变面积的过程中，按住*F8 键，则系统自动找点，*与临近面积的控制点吻合，保证拓扑关系。

输入矿体编号

选择菜单，右端会出现矿体编号设置列表框，鼠标在剖面图上点击要某个矿体面积，矿体变化列表注明该面积号；选择某面积号，则剖面图上闪烁该矿体面积：





通过双击列表框方式，可以输入矿体编号：





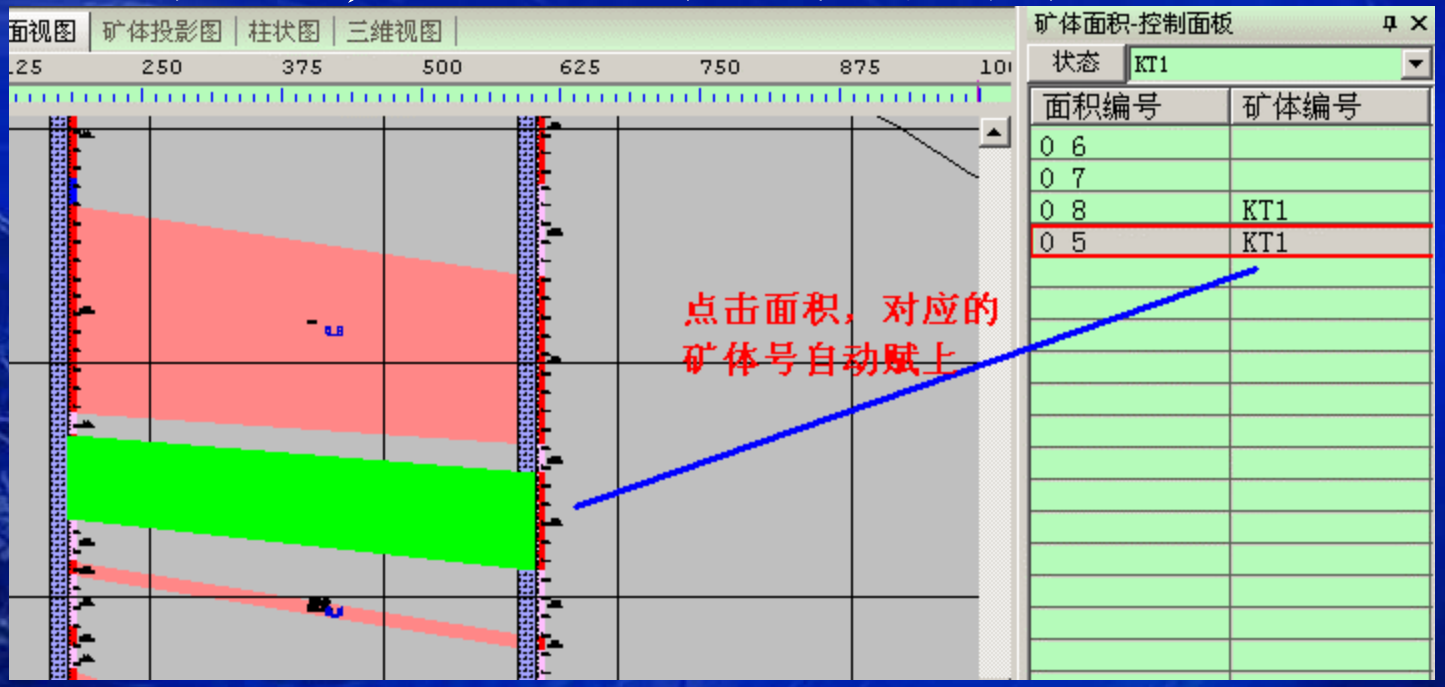
输入矿体编号

对于面积很多的情况下，可以通过快捷方式输入矿体号。状态下拉框，选择刷新，出现矿体号，选择需要的矿体号：





点击剖面上的某个面积，则该面积自动赋上所选择的矿体号。



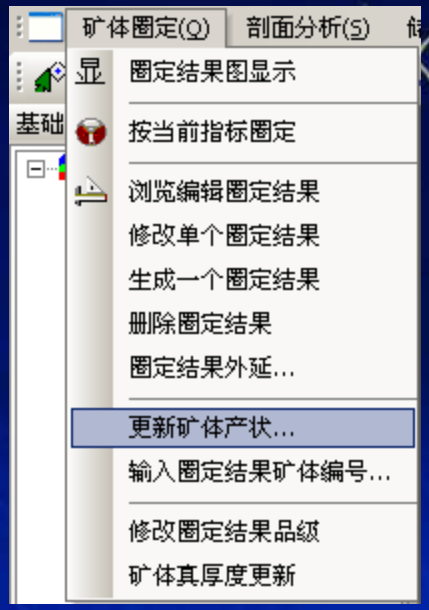
矿体产状编辑：

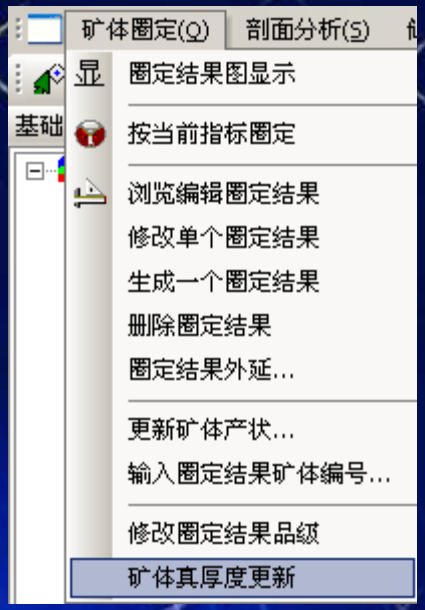
①双击输入矿体倾向；

②双击输入矿体倾角；

③“给没有产状的圈定结果赋产状”，表示如果原有的圈定结果中已赋了矿体产状，那么统一更新的时候只更新没有赋产状的部分圈定结果；

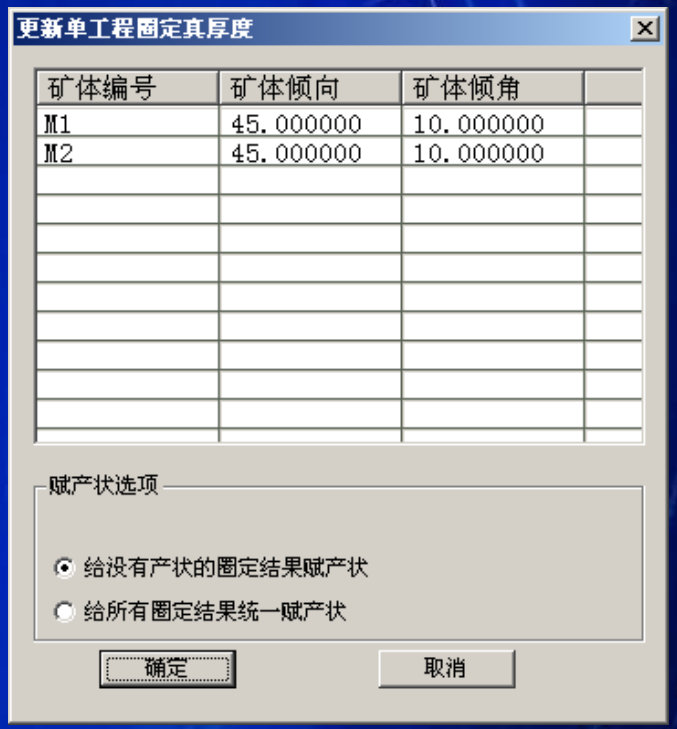
④“统一赋产状”，表示将依据矿体编号统一更新圈定结果中的矿体产状信息；





圈定结果矿体真厚度更新

点击“矿体真厚度更新”统一更新矿体真厚度



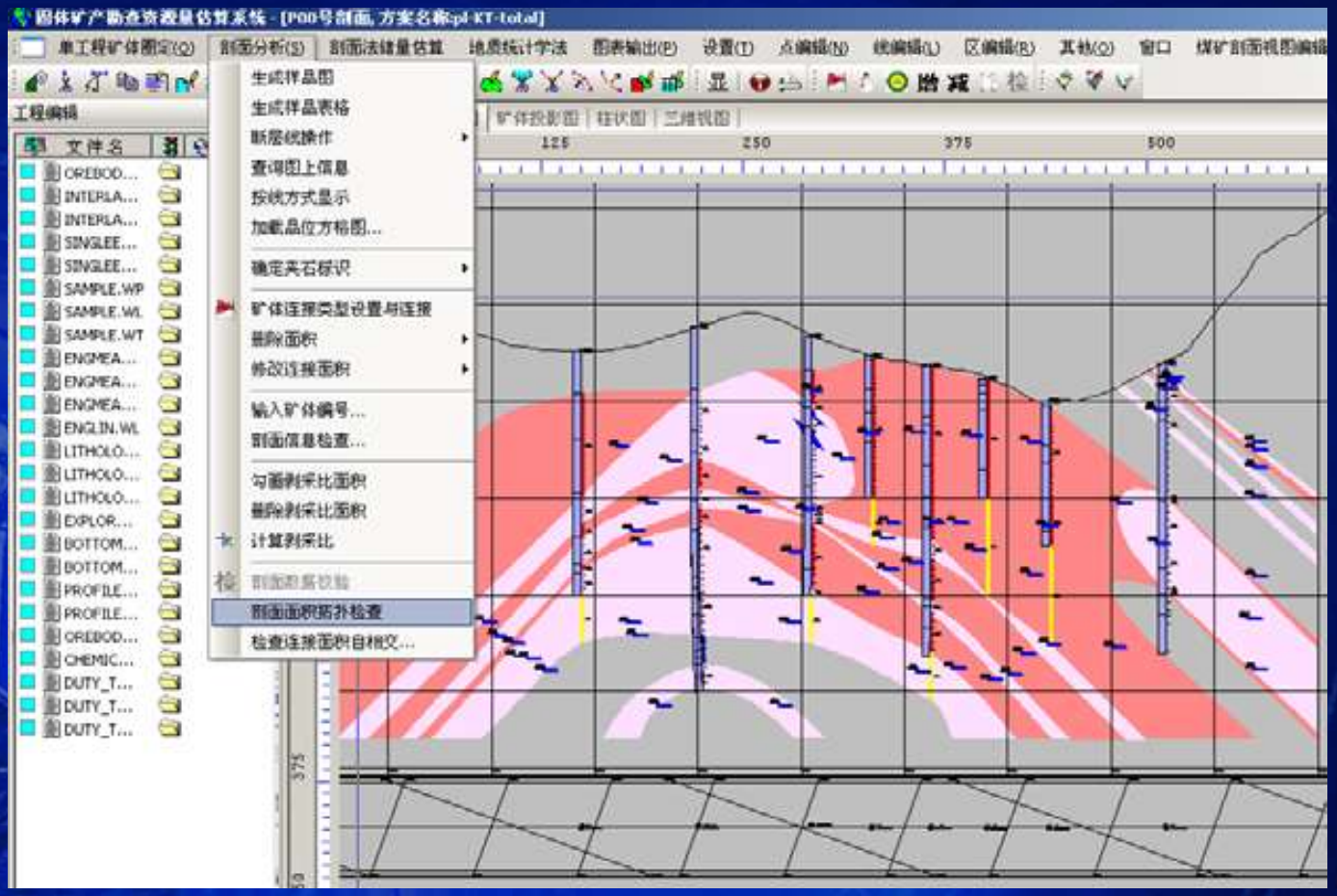
矿体面积的品位修改

剖面面积拓扑检查

随着对剖面数据的频繁操作，需要通过“剖面数据校验”来重新检查数据的拓扑关系、重新计算矿体的内套关系、尖灭点坐标的正确性等内容。

注：在处理好一个完整的剖面数据后，如果矿体中有夹石、不同品级、编号矿体相互包含的情况必须进行此步骤，从而保证在计算块段储量正确性。





勘探剖面图-图表操作

- 剖面图件的制作：责任表；样品分析结果表的生成；图框设置；
- 图件的输出，工程存储位置
- 报表：单工程圈定结果；矿体连接面积
- 显示已有剖面和矿体连接信息

iExploration-EM 培训内容

1 系统启动与配置

2 数据准备、数据组织、数据检查

3 矿体圈定与剖面图交互编辑

4 矿体投影图与地质块段法资源储量估算

5 平行剖面法资源储量估算

6 三维矿体建模与显示

矿体投影图与地质块段法储量估算

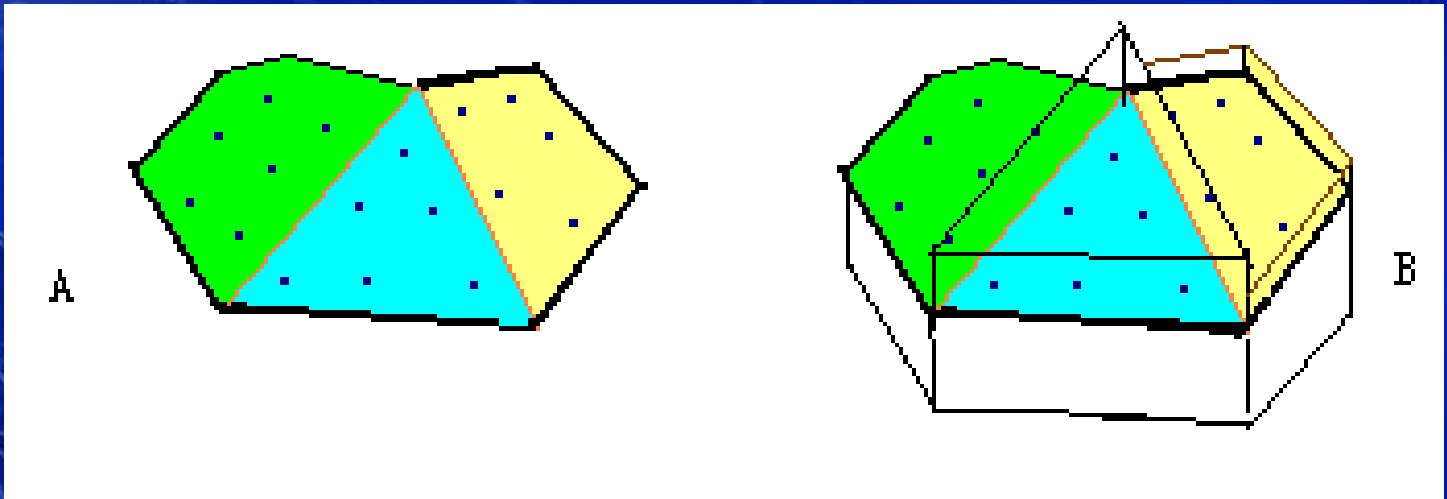
- 矿体投影（水平投影、垂直投影）
- 地表高程线处理
- 矿体投影点
- 确定矿体边界
- 块段划分
- 计算储量
- 动态更新投影图工程与块段信息
- 报表输出（块段储量、矿体汇总）
- 图件制作与辅助制作工具（责任表、注记模板设置 、块段注记与牵引线编辑 ）

地质块段法

加密工程的处理

地质块段法

根据矿床地质特点和勘探程度将矿体划分为若干块段（图A）。将它们看作是以块段内所有工程厚度为平均厚度的理想的板状体（图B）。板状体的体积为块段体积。

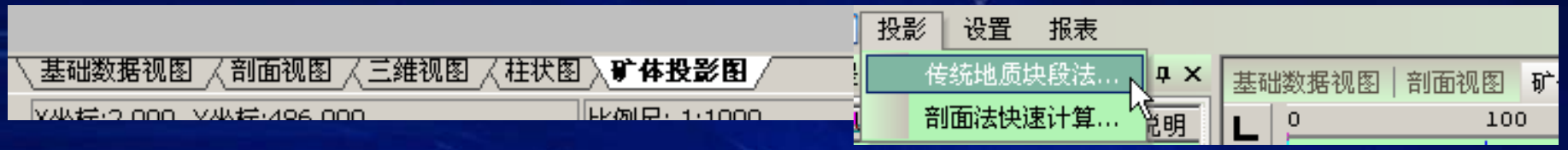


地质块段法特点

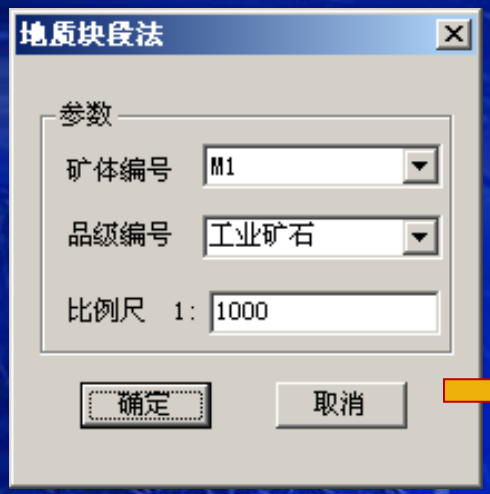
- 地质块段法适用于任何产状、形态的矿体，它具有不需另作复杂图纸、计算方法简单的优点并能根据需要划分块段，所以被广泛使用。
- 当勘探工程分布不规则，或用断面法不能正确反映剖面间矿体的体积变化时；或厚度、品位变化不大的层状或脉状矿体，一般均可用地质块段法计算资源量和储量。
- 但当工程控制不足，数量少，即对矿体产状、形态、内部构造、矿石质量等控制严重不足时，其地质块段的划分根据较少，计算结果也类同其它方法误差较大。

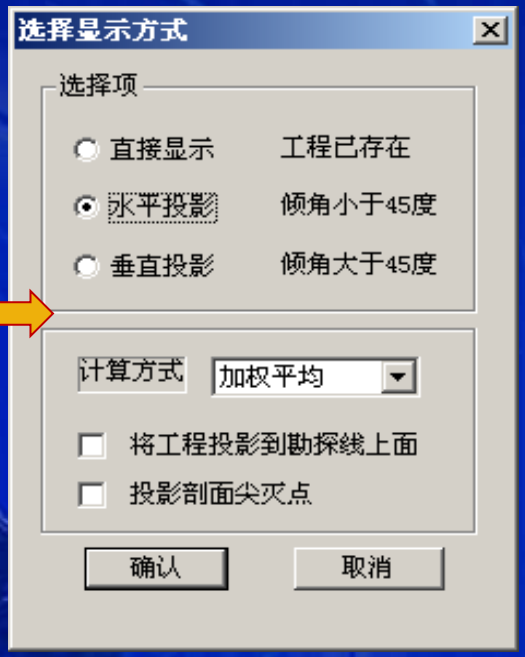
矿体投影图生成

点击“块段投影图”视图，选择菜单“投影”－>“传统地质块段法...”



选择投影矿体编号、品级编号、成图比例尺





* 如果该矿体该比例尺的投影图已经生成过，系统会自动提示工程已存在，可以选择“直接显示”；

* 如果矿体的倾角小于等于45度，可以选择生成矿体的水平投影图；

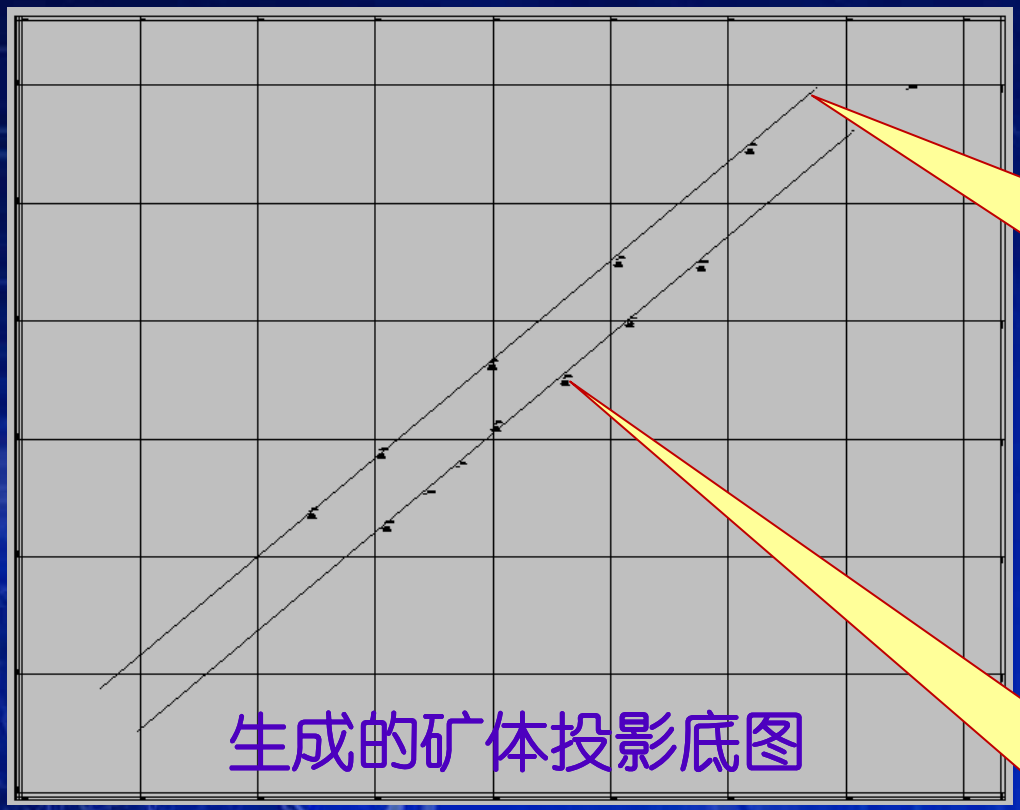
* 如果矿体的倾角大于45度，可以选择生成矿体的垂直纵投影图；

对于探矿工程的水平投影图，考虑到实际工作，用户可以选择“将工程投影到勘探线上面”，也可以选择按实际空间位置投影①。

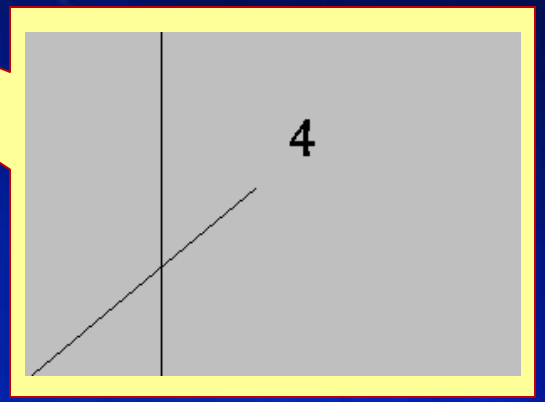
针对不同的储量计算要求，可以同时投影剖面矿体尖灭点到矿体投影图上②

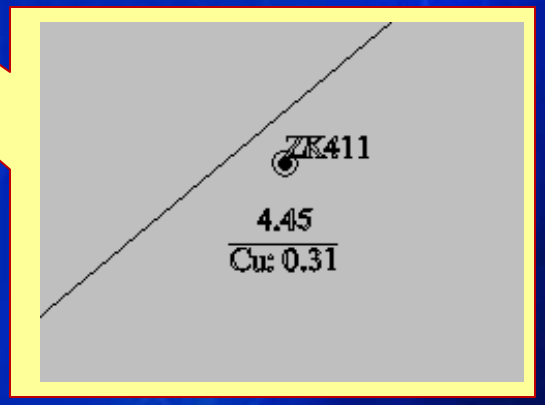
块段平均品位的计算可以采用加权平均和算术平均方式。

矿体投影图生成



生成的矿体投影底图

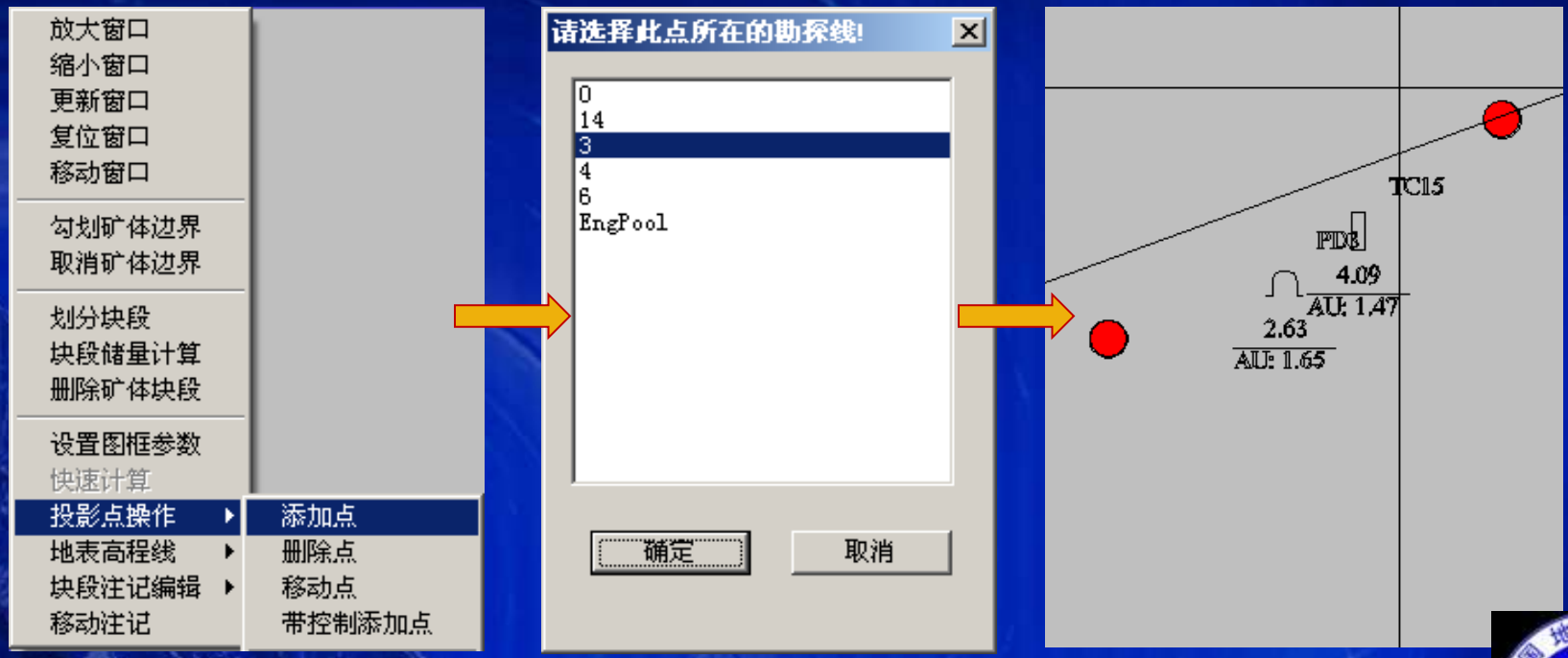




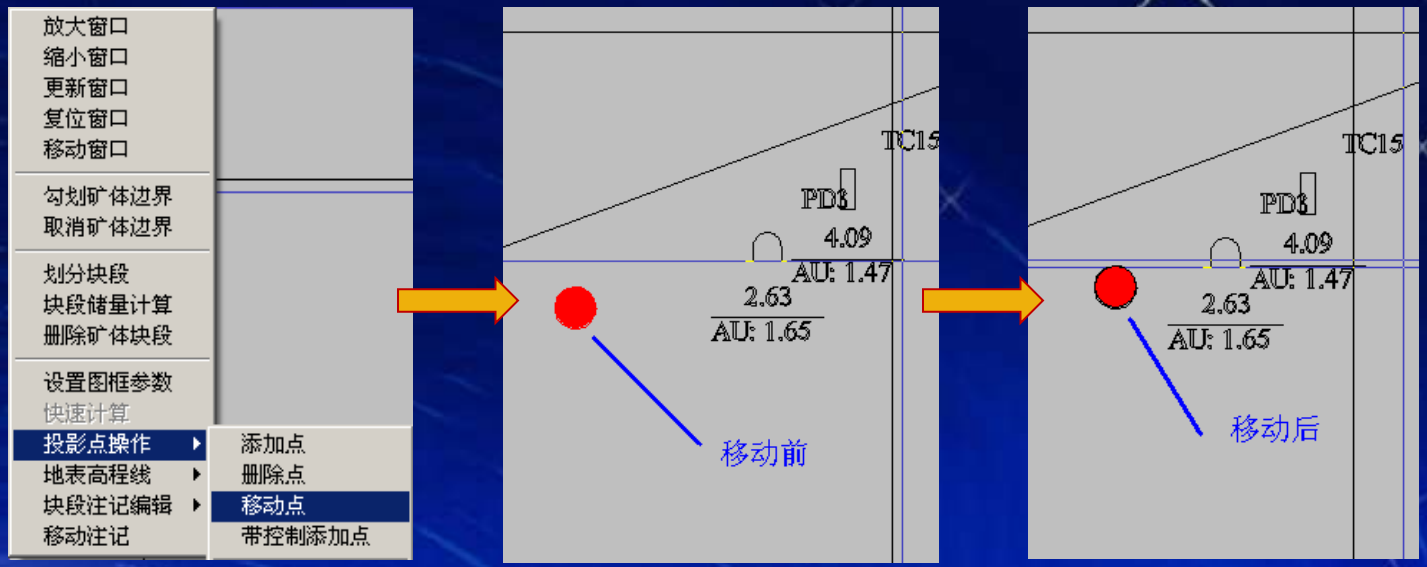
自动投影勘探线、勘探工程，标注见矿厚度与品位；

块段边界点（投影点）生成

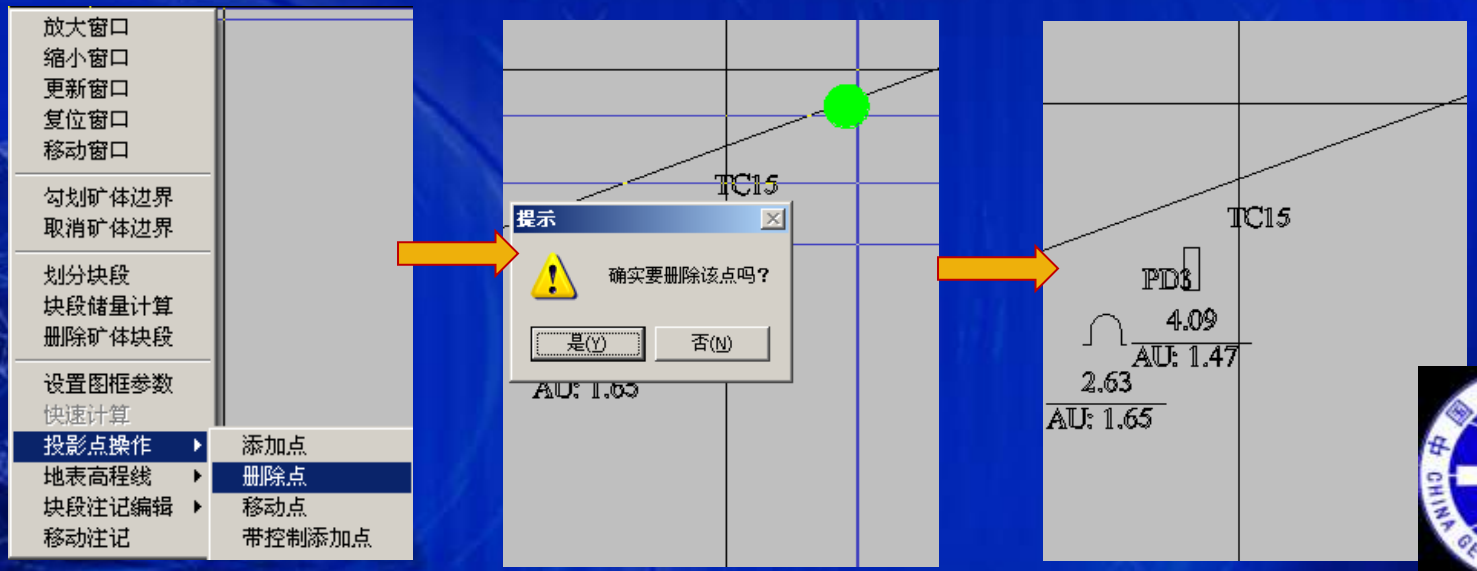
系统提供矿体投影点的增加、删除功能，用于控制处理采空区（天窗）的边界。在已经生成的块段投影图上单击右键，弹出右键菜单，选择添加投影点，弹出对话矿，选择该投影点属于那条勘探线，



移动投影点操作



删除投影点操作



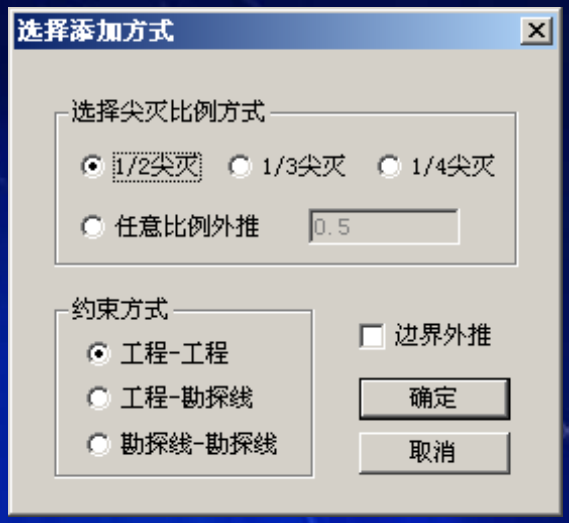
带控制的投影点添加

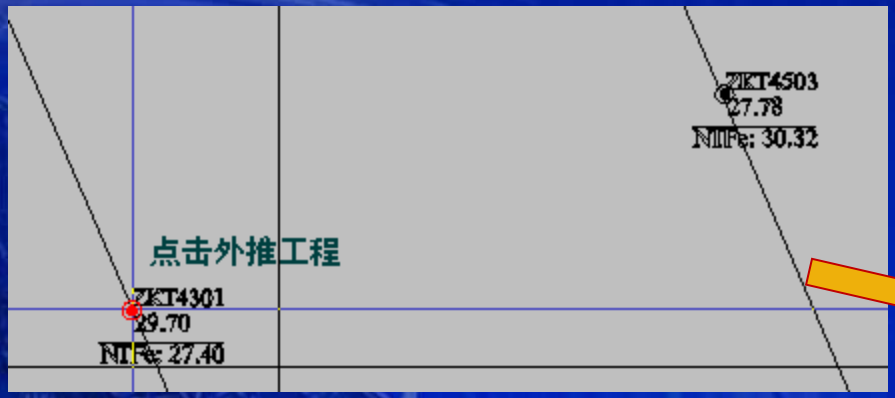
工程间约束生成投影点：

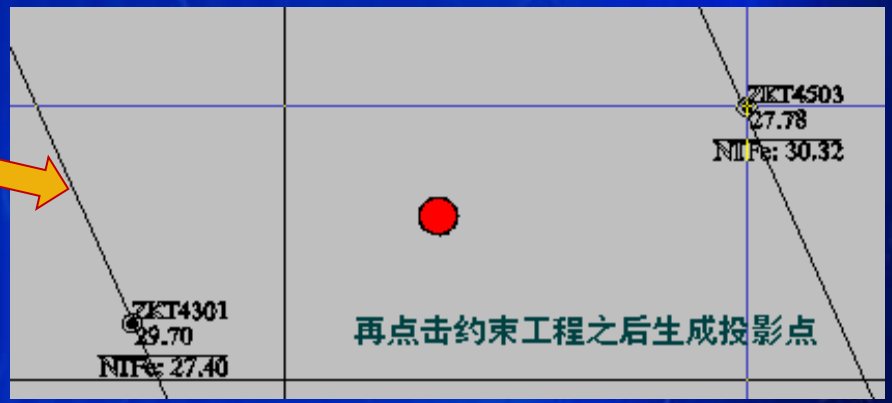
右键菜单—>“投影点操作”—>“带控制添加点”，
或 点击菜单“操作”—>“带控制添加投影点”，
设置尖灭比例，尖灭类型为“工程—工程”；



点击外推工程，再点击约束工程，生成外推投影点





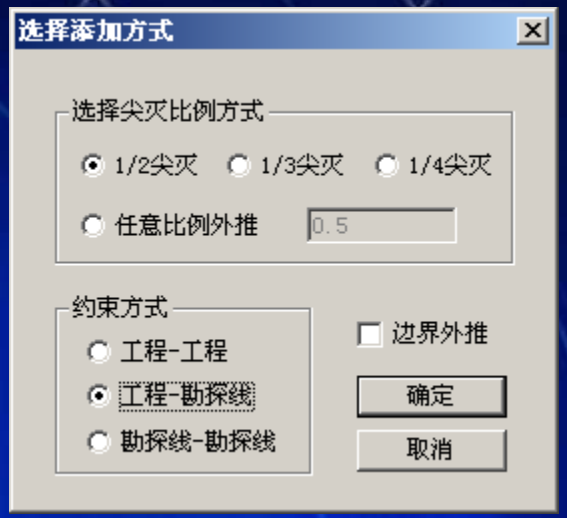


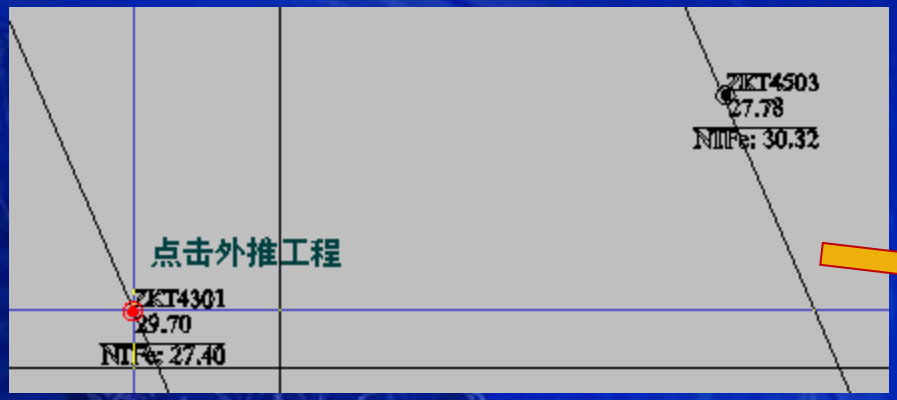
带控制的投影点添加

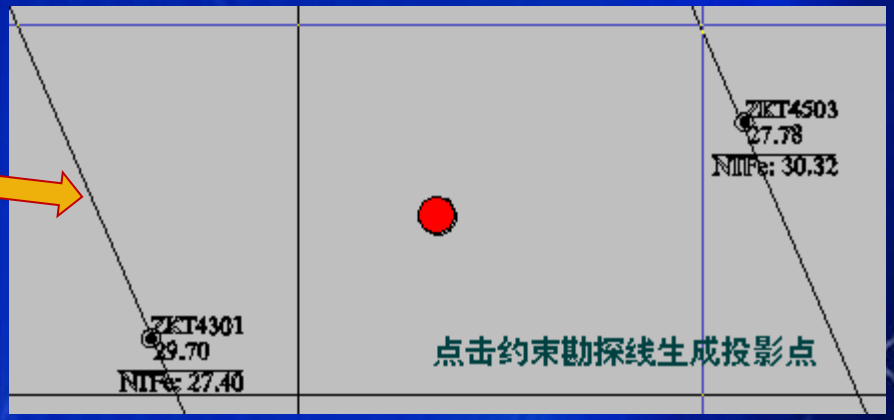
工程与勘探线间约束生成投影点

右键菜单—>“投影点操作”—>“带控制添加点”，或 点击菜单“操作”—>“带控制添加投影点”，设置尖灭比例，尖灭类型为“工程—勘探线”；

点击外推工程，再点击约束勘探线，生成外推投影点。



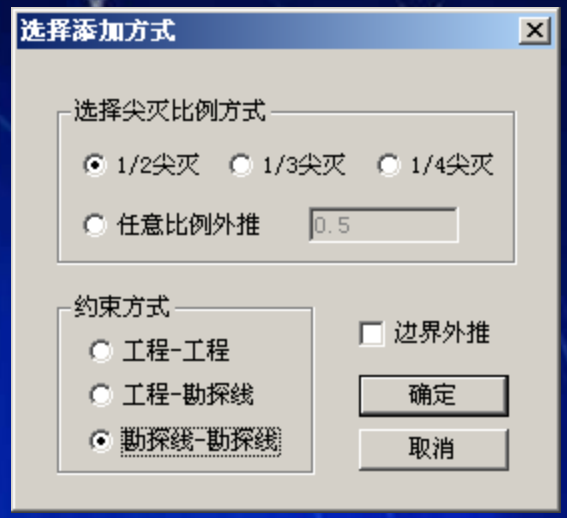




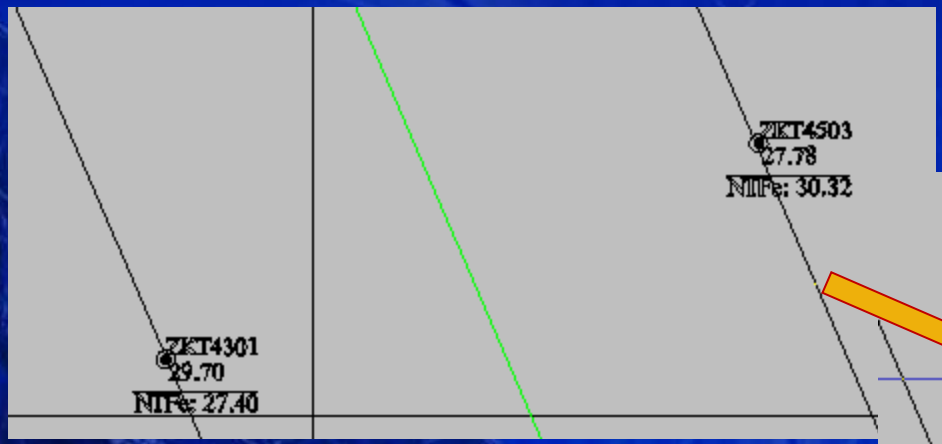
带控制的投影点添加

勘探线间约束生成投影点

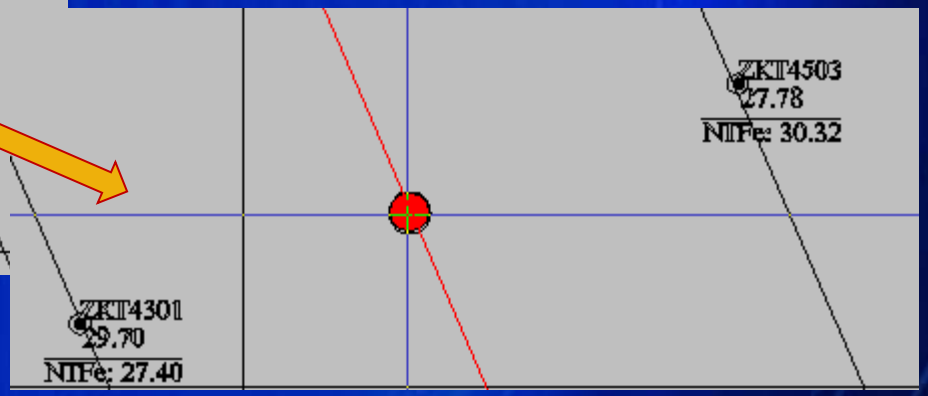
右键菜单—>“投影点操作”—>“带控制添加点”，或点击菜单“操作”—>“带控制添加投影点”，设置尖灭比例，尖灭类型为“勘探线—勘探线”；



点击两条约束勘探线生成约束比例线，如下图绿色线段。

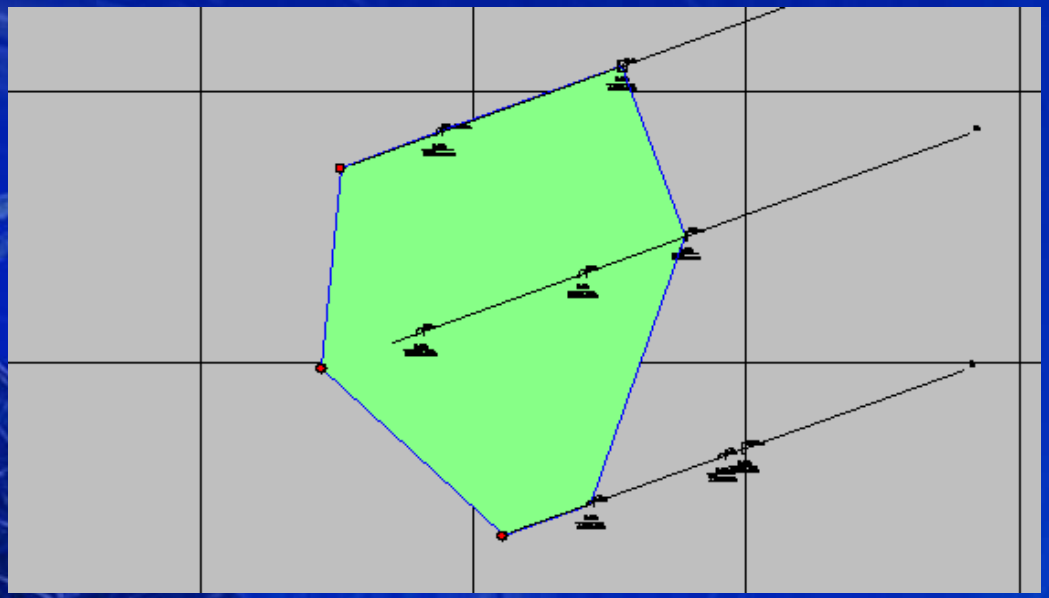


在约束比例线上点击生成投影点。



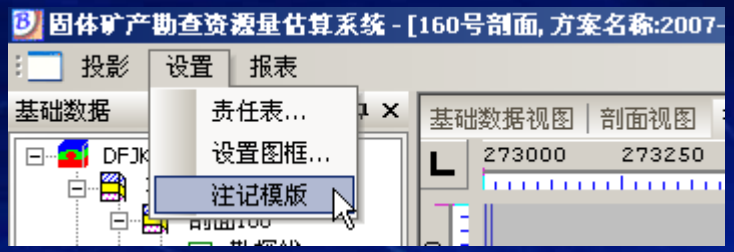
矿体块段生成

右键菜单—>“块段划分”，提供在矿体投影图的任意位置进行块段划分功能，单击图上某个位置并按F8键增加新的控制点或单击见矿工程来确定块段边界。右键点击结束（若要该块段要形成封闭界线，则按住CTRL健不放，然后右键点击结束）。在块段内的所有工程都参与品位和储量计算。

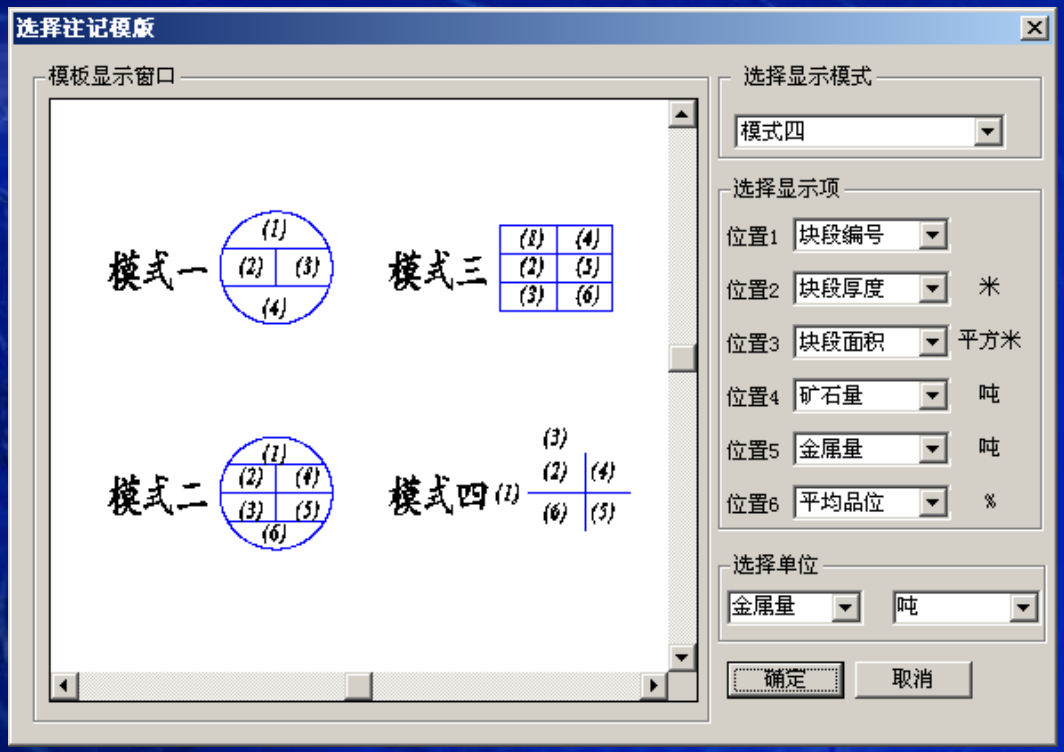


块段注记选择

系统提供多种注记图例标注方式，点击菜单“设置”->“注记模板”



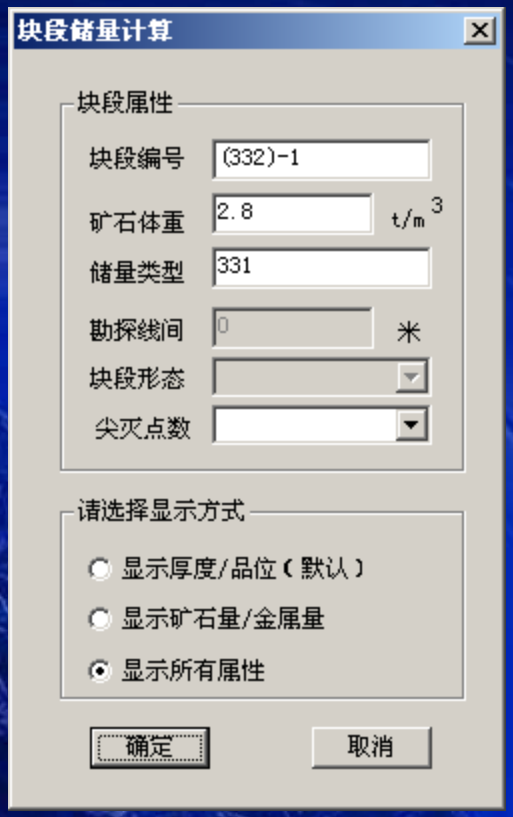
选择某种显示模式：

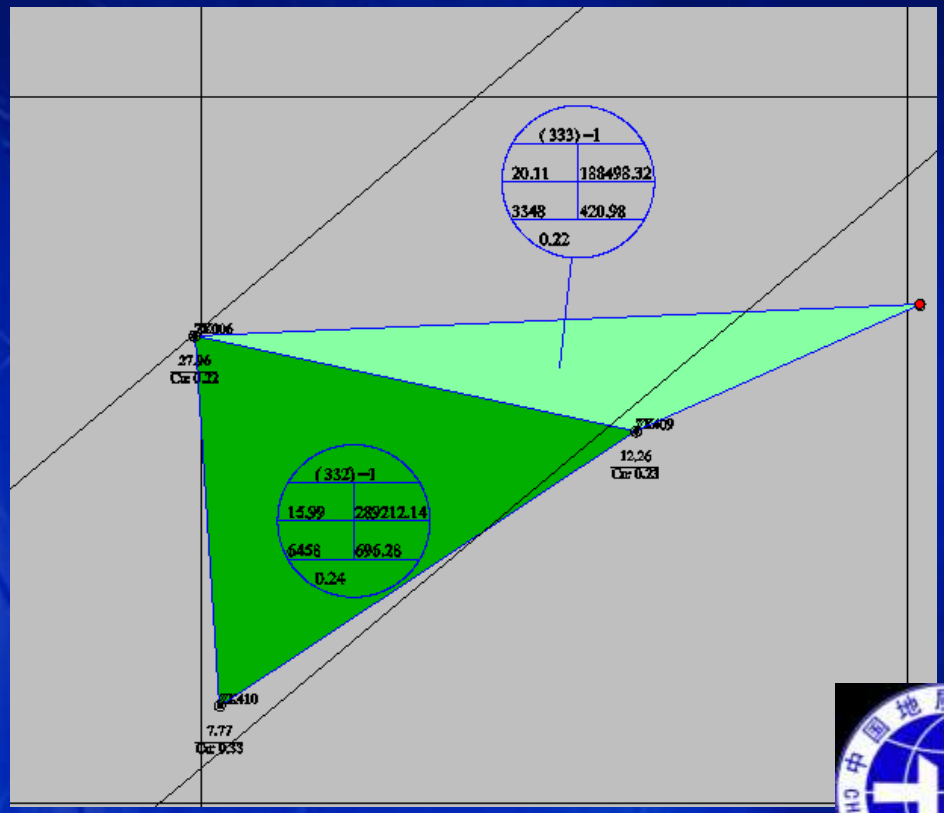


系统默认提供了四种常用的注记模板，也可以自定义设置模板类型、注记位置上标注的信息和注记的单位。

块段储量计算

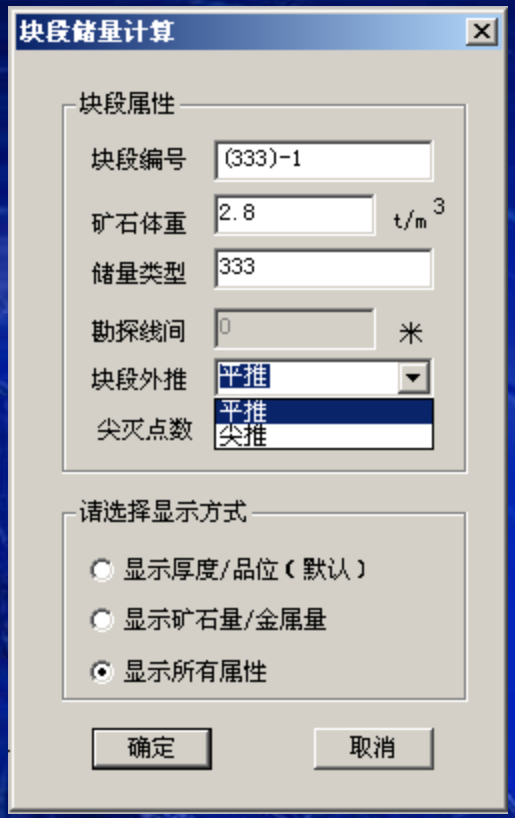
单击右键菜单上“块段储量计算”后，左键点击要计算的块段，即弹出输入块段信息对话框，根据对话框上的提示输入相应信息后，单击确定，即在块段上显示其对应的储量情况。





块段储量计算

如果块段中有外推控制点，可在“块段外推”中选择块段外推类型：“平推”或“尖灭”。



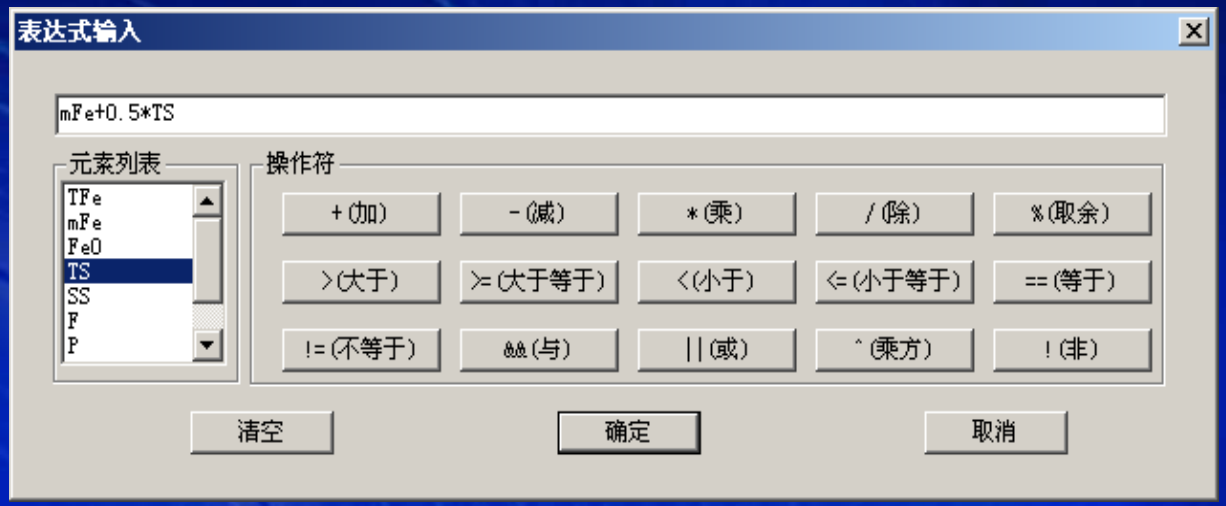
“平推”：计算块段平均厚度时，外推点不参与块段的平均厚度计算。

“尖推”：计算块段平均厚度时，外推点按0m厚度参与块段平均厚度计算。同时可以在“尖灭点数”选项中选择0m厚度点的个数。

更新块段体重及储量

针对有些矿种矿石体重与矿石品位呈线性回归的关系，系统提供矿石体重计算换算与更新功能，根据输入的计算式计算矿体块段体重，并更新块段储量。





在弹出的表达式输入对话框中输入更新公式，点击确定之后根据公式更新块段体重。

矿体投影图其他操作

1 调整注记位置
2 生成责任表
3 报表生成
4 图例生成
5 查看已存在的图件

iExploration-EM 培训内容

1 系统启动与配置

2 数据准备、数据组织、数据检查

3 矿体圈定与剖面图交互编辑

4 矿体投影图与地质块段法资源储量估算

5 剖面法资源储量估算

6 三维矿体建模与显示

剖面法资源储量估算

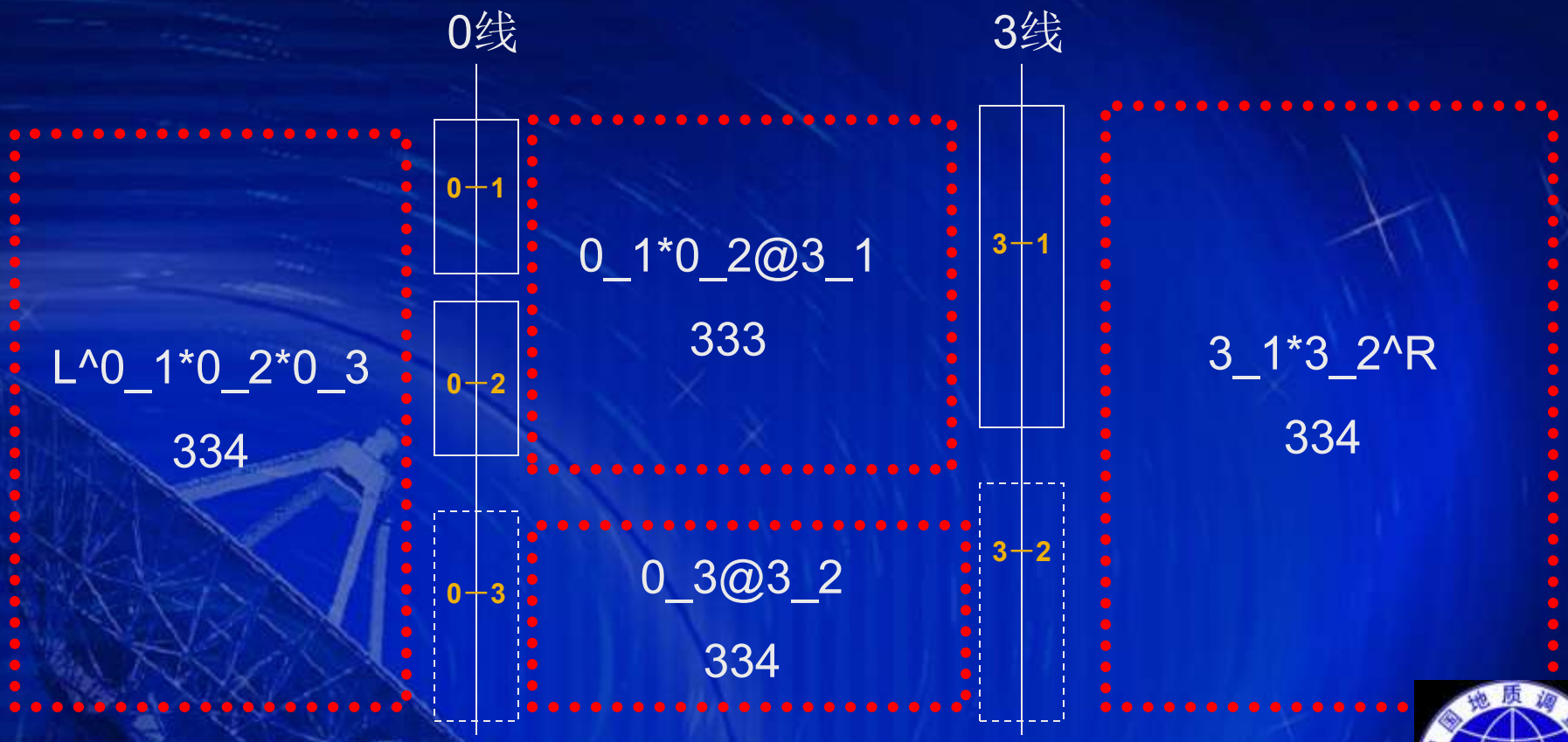
- 剖面图保持了矿体的真实形状并反映地质构造的特点；
- 用勘探线剖面图作储量计算的断面图工作量不大、操作简单；
- 可根据储量级别及矿石的工业类型、工业品级任意划分块段，方法灵活。

剖面法计算步骤

- 在剖面图上把矿体划分为若干块段；
- 测量每个块段的面积；
- 计算两剖面间或剖面外推部分的体积；
- 计算矿石平均体重及平均品位；
- 计算矿石储量；
- 计算金属储量；
- 矿产储量汇总。

平行剖面法

平行剖面法：　（1对多、多对多）



平行剖面法块段体积计算公式

- 设剖面间距为L相邻剖面的块段面积较大者为S_1，较小者为S_2，面积相对差 $k=(S_1-S_2)/S_1$，则矿体体积V为：

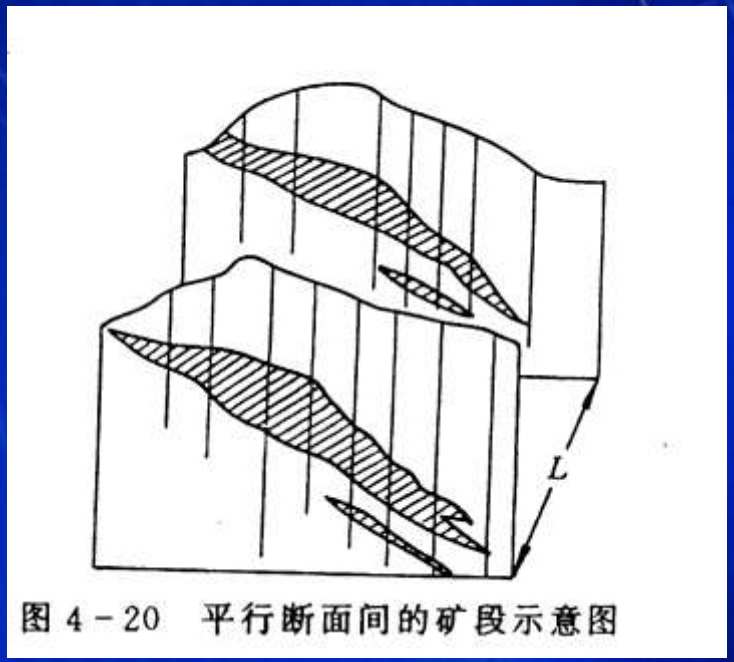


图 4－20　平行断面间的矿段示意图

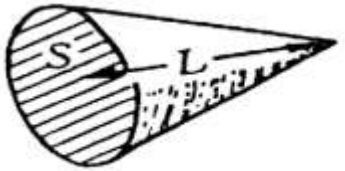
平行剖面法块段体积计算公式

1） $V = L\left(S_1+S_2\right)/2$ （梯形公式）当k≤40%时

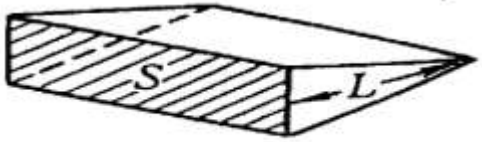
2）$V = L\left(S_1+S_2+\sqrt{S_1S_2}\right)/3$（截锥公式）当k>40%

3）$V = L\ S_1/2$ 当S_2=0，楔形尖灭时

4）$V = L\ S_1/3$ 当S_2=0，锥形尖灭时



(a)



(b)

图 4－22 矿体端部块段形态示意图

（a）锥形体；（b）楔形体

不平行剖面法

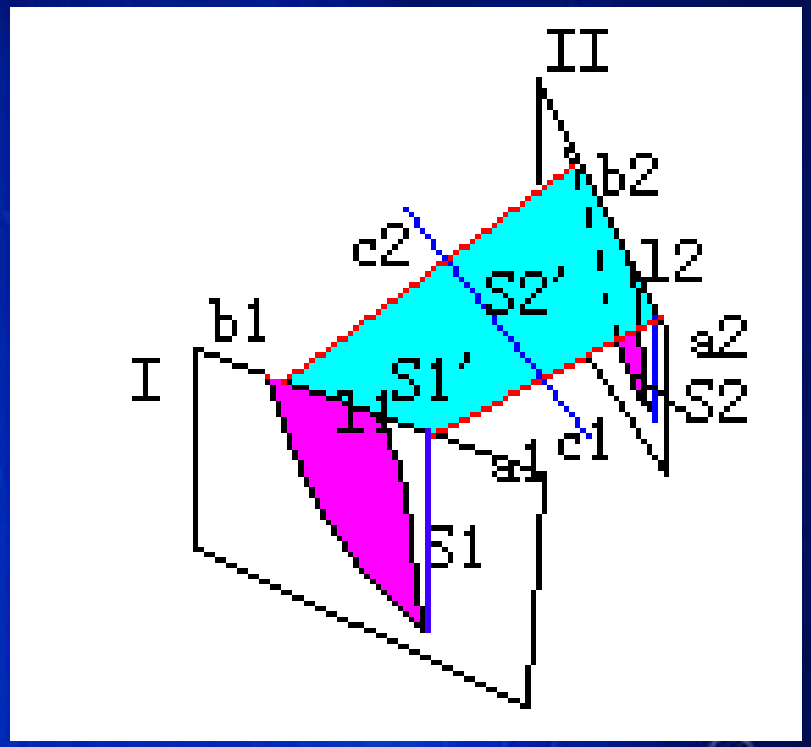
辅助线法、中线法求体积

I和II为两条不平行的断面，其块段面积为S_1和S_2。各剖面相应的矿体投影长度分别为l_1和l_2。由矿体在平面上的投影点圈成图上绿色区域。C_1、c_2为两断面中点的连线，将绿色区域分为S_1‘和S_2’两部分。则：

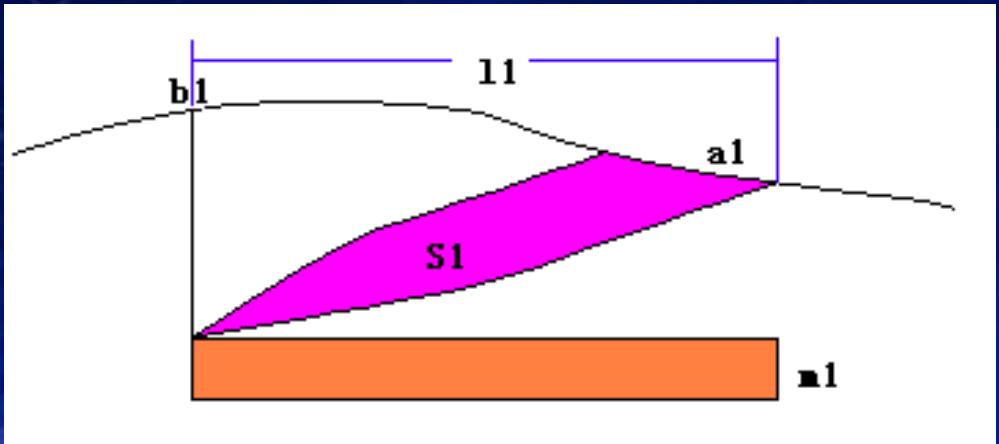
$V_1=(S_1/l_1)\,S_1'$

$V_2=(S_2/l_2)\,S_2'$

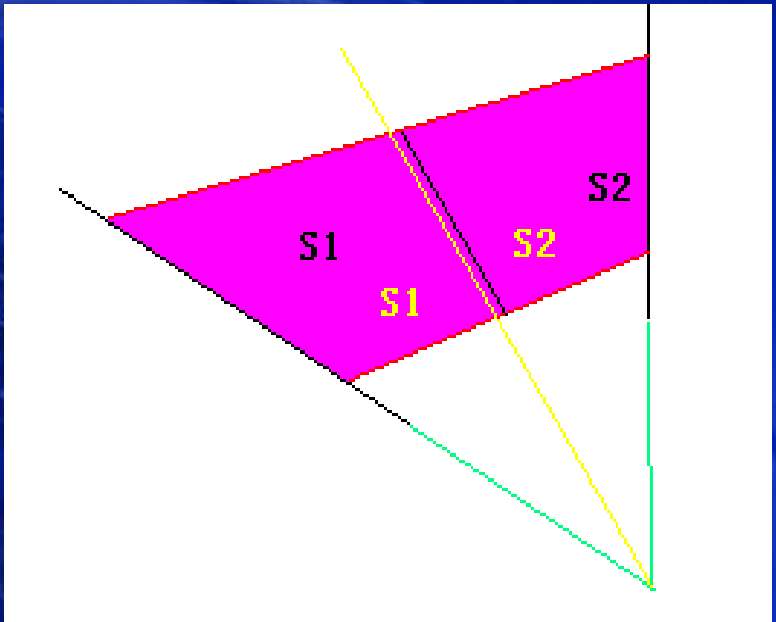
$V=V_1+V_2$



平行剖面法辅助线法平面示意图



辅助线法将辅助线一侧的矿体当成具有相同厚度的板状体。该板状体的厚度为：　　$m_1 = S_1/l_1$

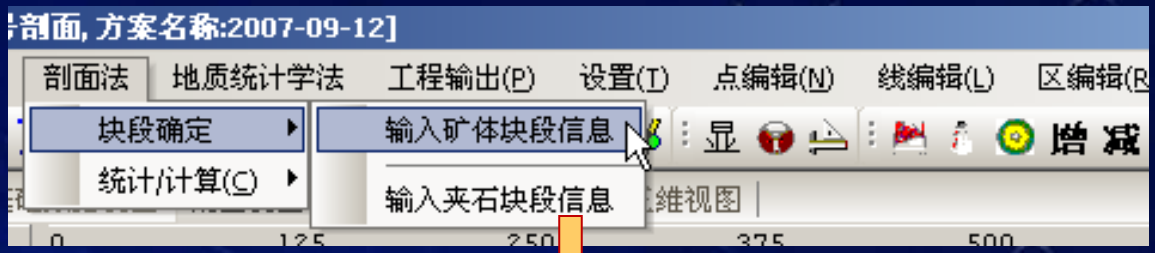


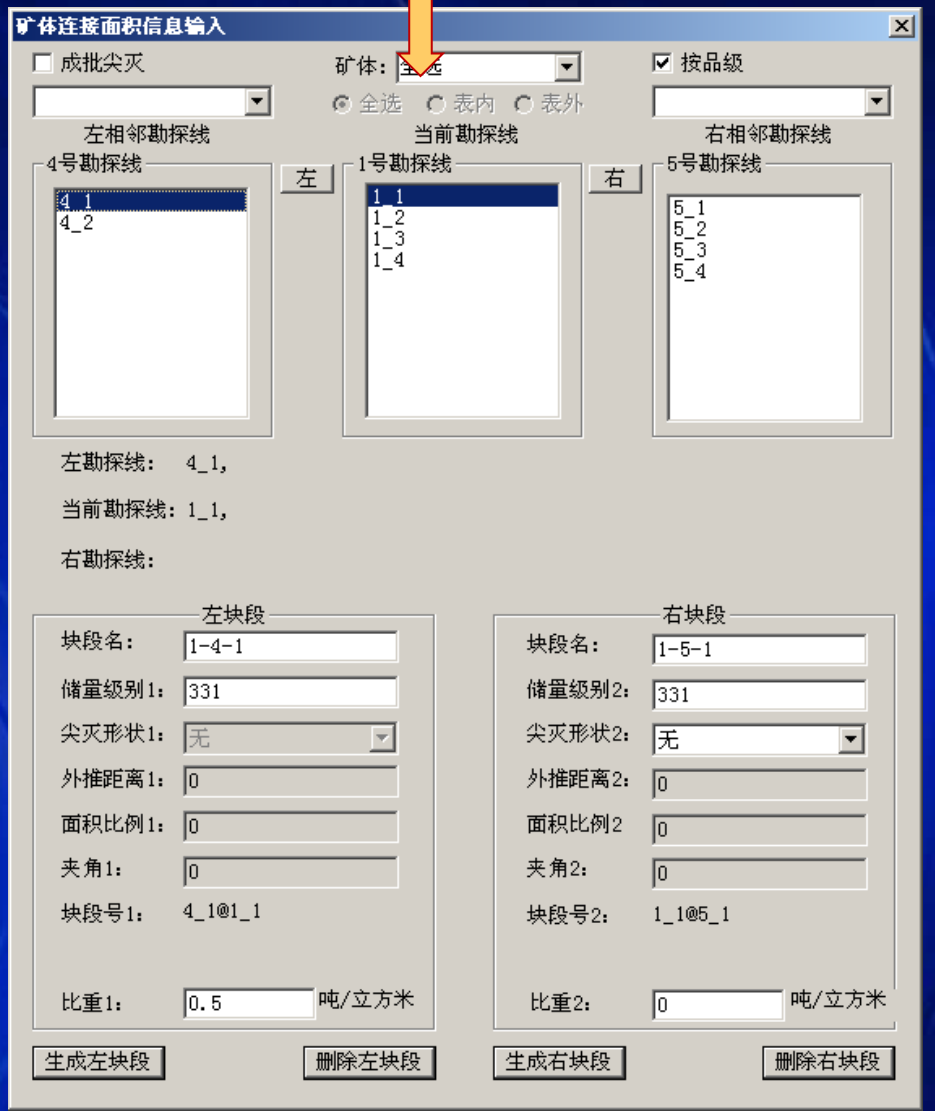
在平面上，可将块段的平面投影用不同的方法分成两部分。方法之一是中联线法。方法之二是角平分线法。

其它参数和块段矿石储量与金属储量计算同于平行断面法

输入矿体块段信息

在某个剖面上，选择“输入矿体块段信息”，列出当前剖面的所有面积，和左右相邻的剖面面积，设置一个块段。切换剖面，进入相邻剖面，将该剖面作为当前剖面时，这是如果相关面积已经设置过块段，则自动显示出来。





生成矿体块段

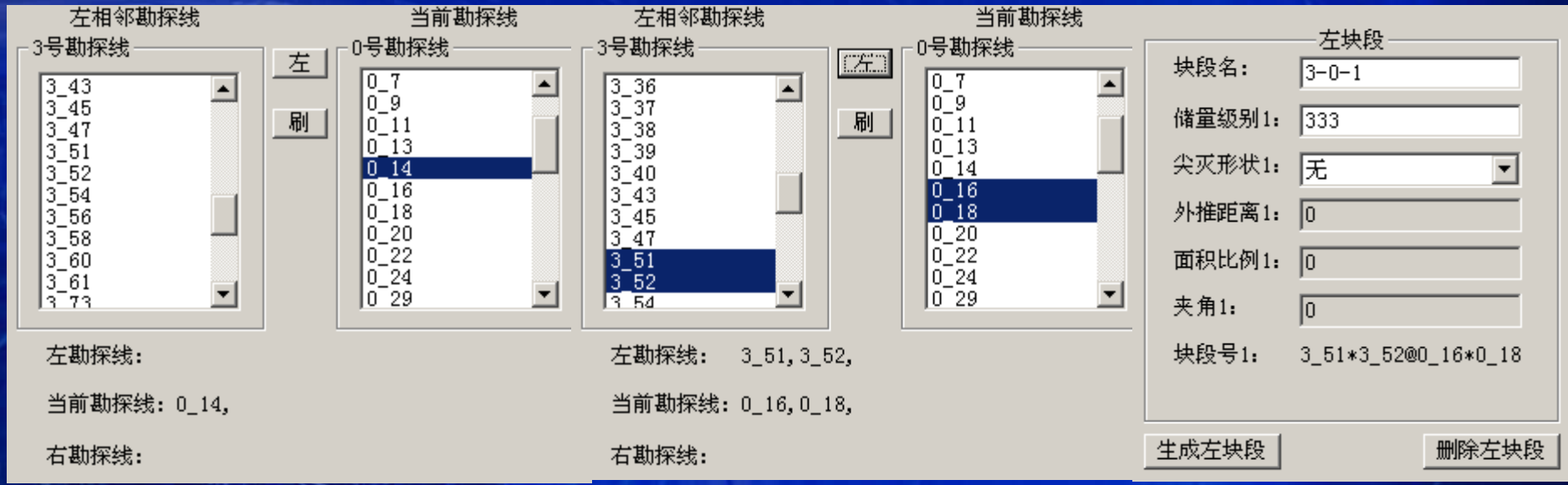
选择某个矿体

⇩

连接左块段，选择当前剖面的面积和相邻勘探剖面的面积，面积可以多选

⇩

输入块段参数，生成块段

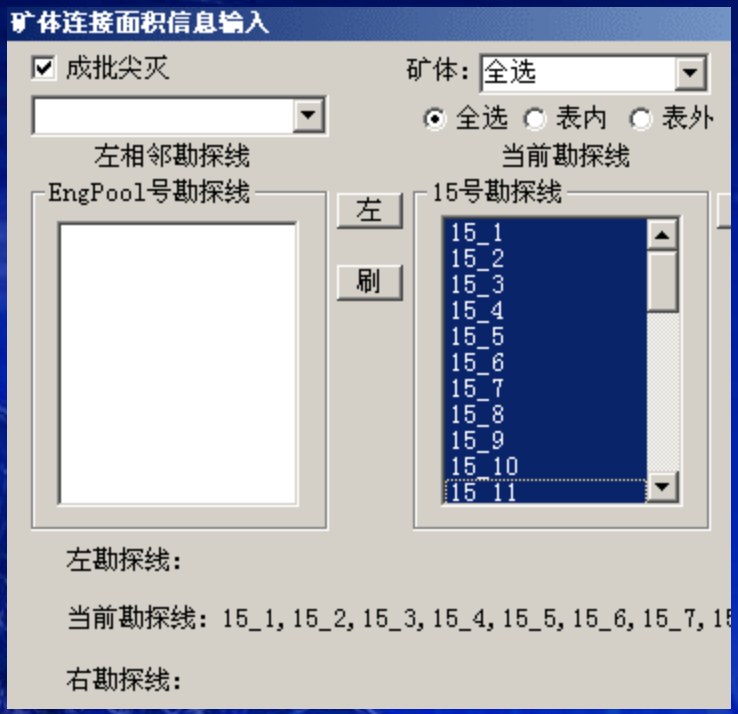


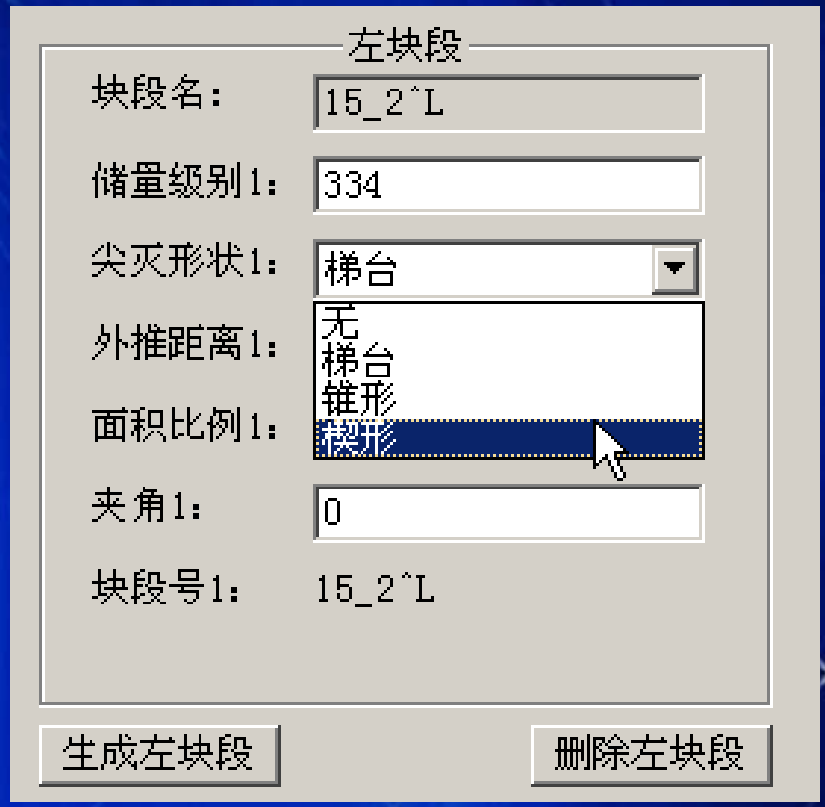
生成外推块段

尖灭形状：梯台、锥形、楔形、垂直楔形

外推距离：根据勘探线之间、工程-勘探线、工程-工程的距离及相关规则判断

面积比例：尖灭出的面积与该矿体连接面的比例值，如：0.5。





储量计算

[1] 选择矿体编号

[2] 由用户选择操作
(1) 统一用平行剖面法计算
(2) 统一用不平行剖面法计算
(3) 自定义
[设置最小不平行交角，默认为5°]

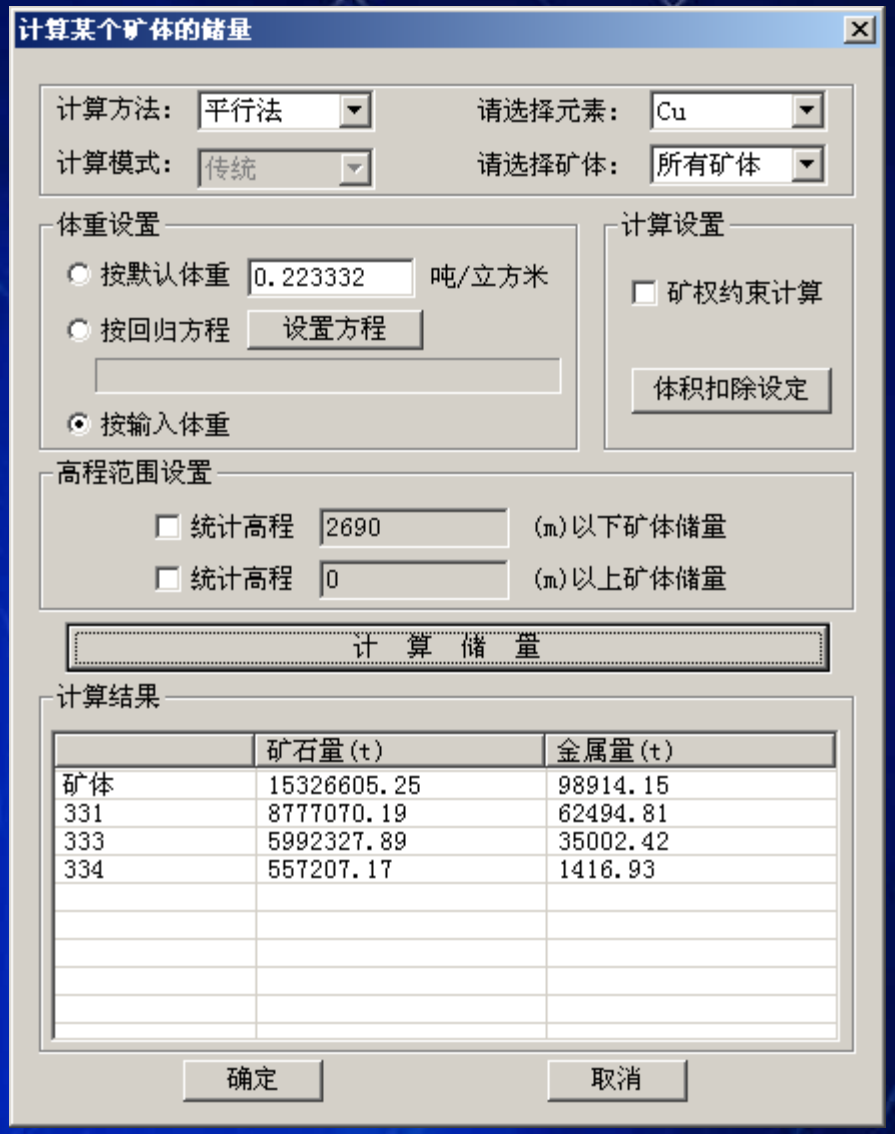
[3] 如果选择（1），（2），则直接用统一方法计算；如果选择（3），则根据最小不平行交角，判断该矿体块段中所有涉及勘探线对是否平行；

[4] 设置块段体重

[5]（可选）
设置矿权约束、高程范围设置

[6] 确认后计算储量

[7] 报表输出



储量计算

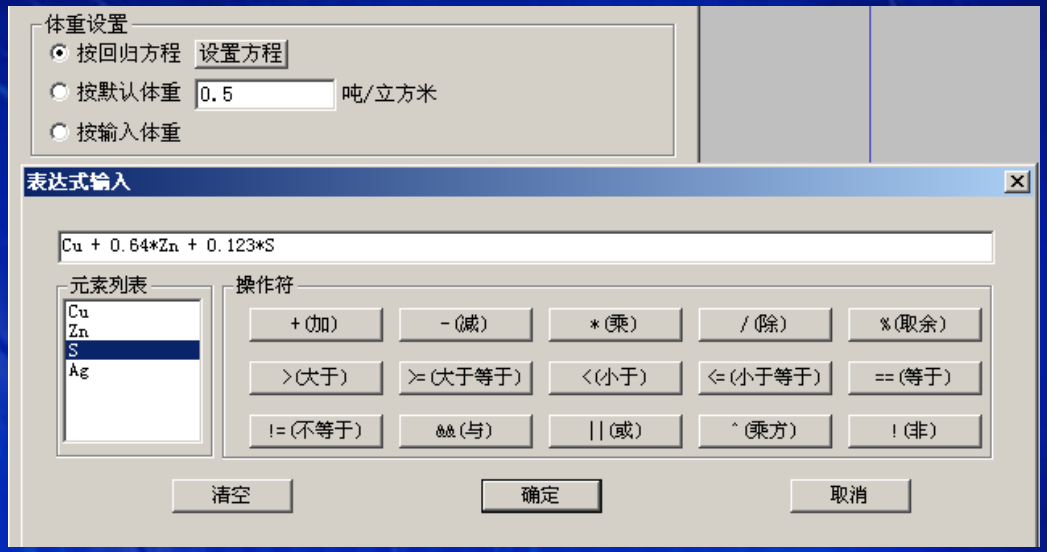
矿体块段体重是计算块段矿石量的重要参数之一，矿石的体重和块段的化学成分密切相关。储量计算时，一般使用以下几种体重设置方式：

(1) 按回归方程计算矿体块段体重

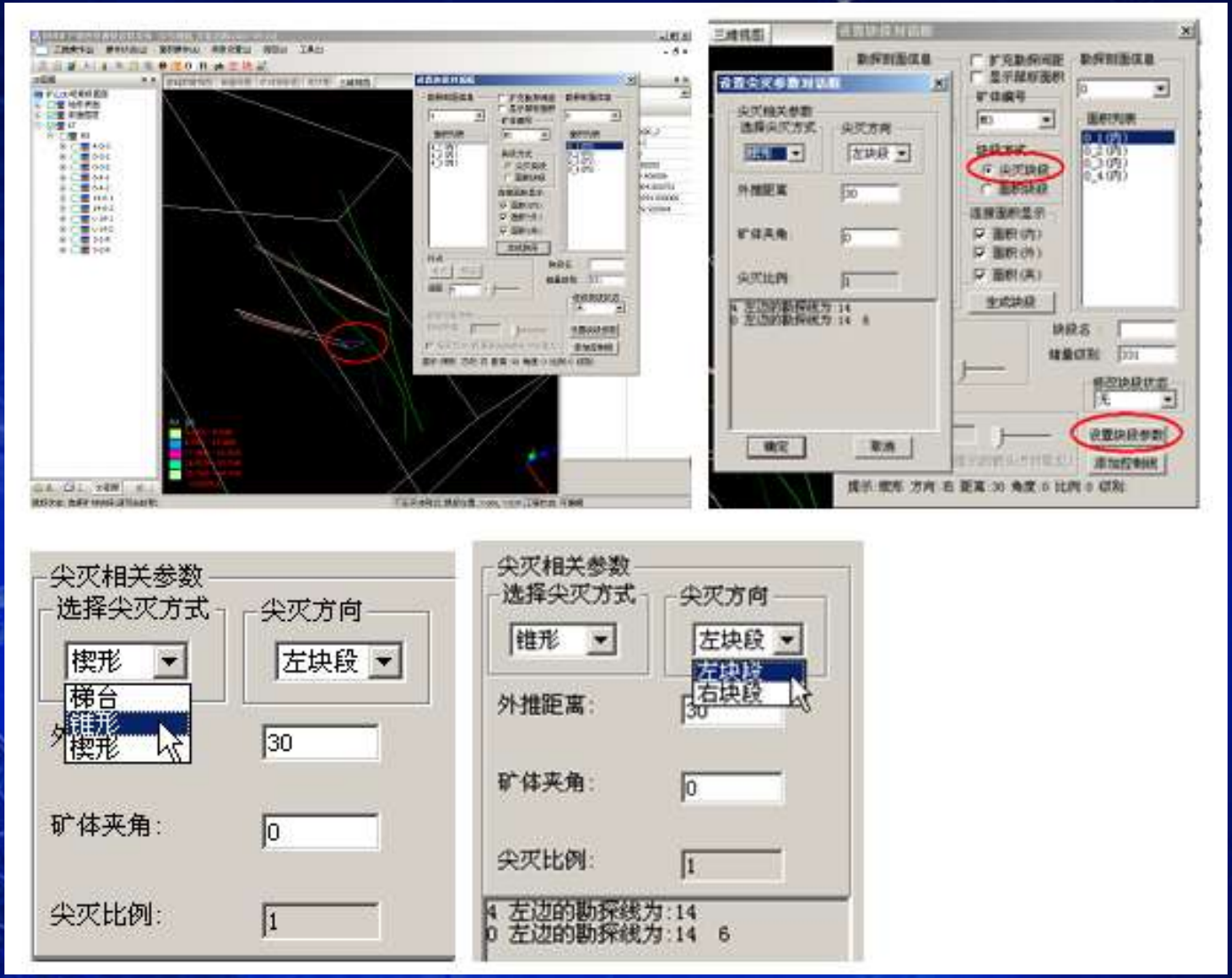
很多矿区的矿石体重不是一个常量，而是以与矿石品位相关的回归方程来表示。“按回归方程”模式提供了这一功能。选择“按回归方程”，点击“设置方程”，在弹出的表达式输入对话框（如下图）中输入回归方程。

(2) 按统一默认体重设置

(3) 按输入体重



利用三维环境连接块段


尖灭相关参数
选择尖灭方式
楔形
梯台
锥形
楔形
尖灭方向
左块段
30
矿体夹角:
0
尖灭比例:
1
尖灭相关参数
选择尖灭方式
锥形
尖灭方向
左块段
左块段
右块段
外推距离:
30
矿体夹角:
0
尖灭比例:
1
4 左边的勘探线为:14
0 左边的勘探线为:14 6

平行剖面法简便计算（压缩汇总面积）

- 计算条件
- 水平矿体投影
- 矿体投影点
- 确定矿体边界
- 块段划分：规则（实际工程控制投影点）
- 输入块段信息及快速计算储量
- 报表输出（块段储量、矿体汇总）
- 图件制作与辅助制作工具

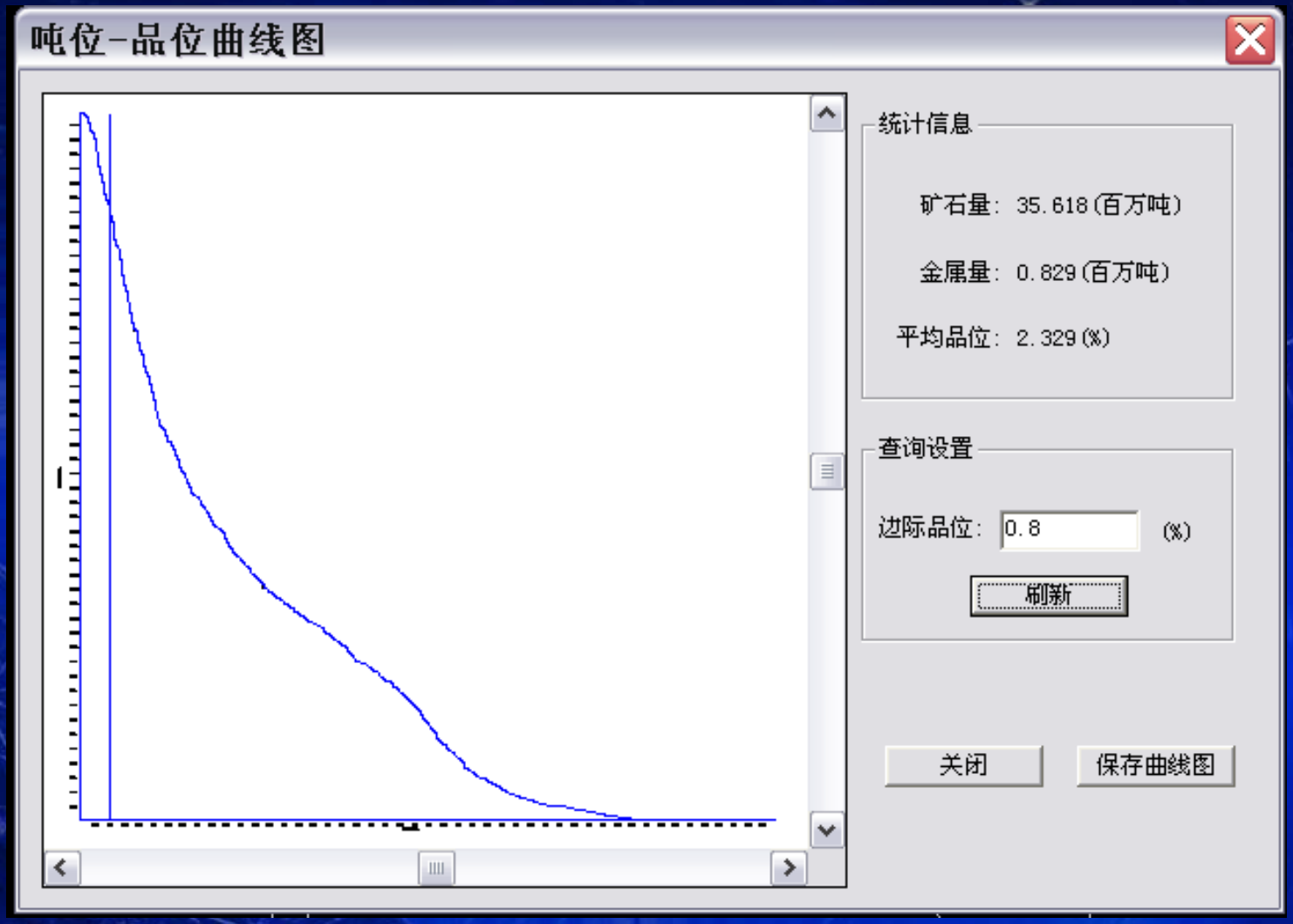
综合图件分析

- 矿体中段图
- 某高程等值线图
- 剖面等值线图
- 吨位-品位图

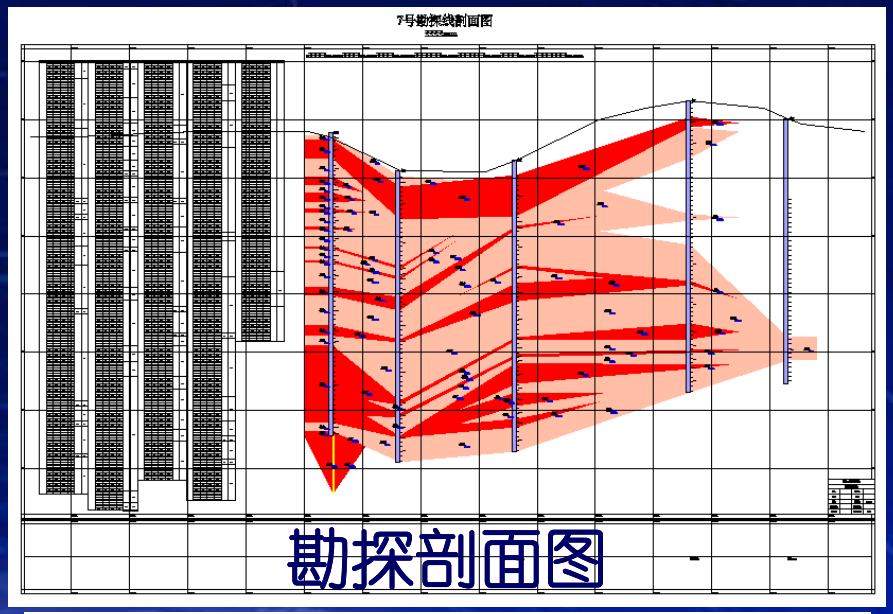
成果图和报表输出

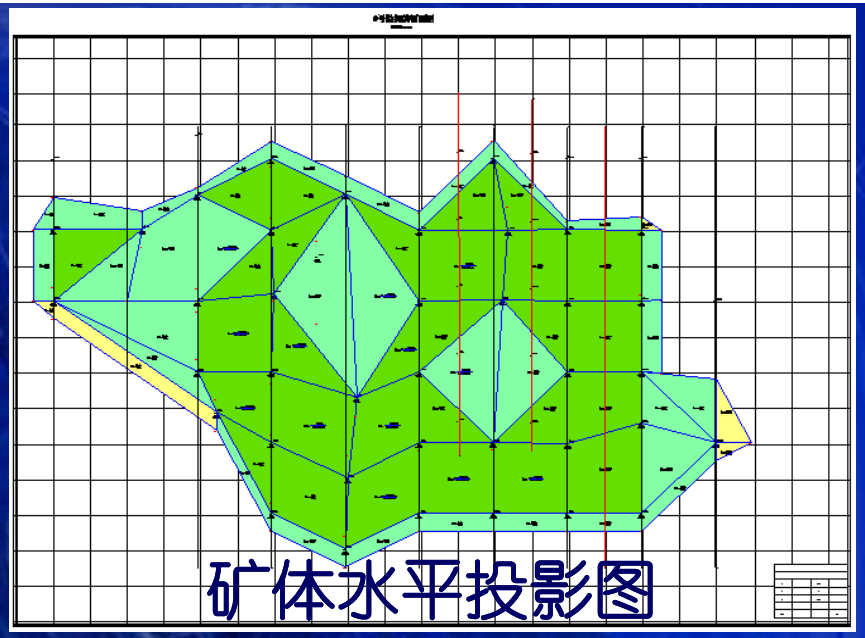
- 系统提供了成果数据管理和图表输出功能。
- 钻孔柱状图、勘探剖面图、矿体中段图、组合样品位等值线图及各类统计信息图。
- 以Excel表格的形式生成单工程矿石厚度、品位计算表，矿石品位分级计算表，块段储量计算表，剥采比计算表，矿体汇总表等。

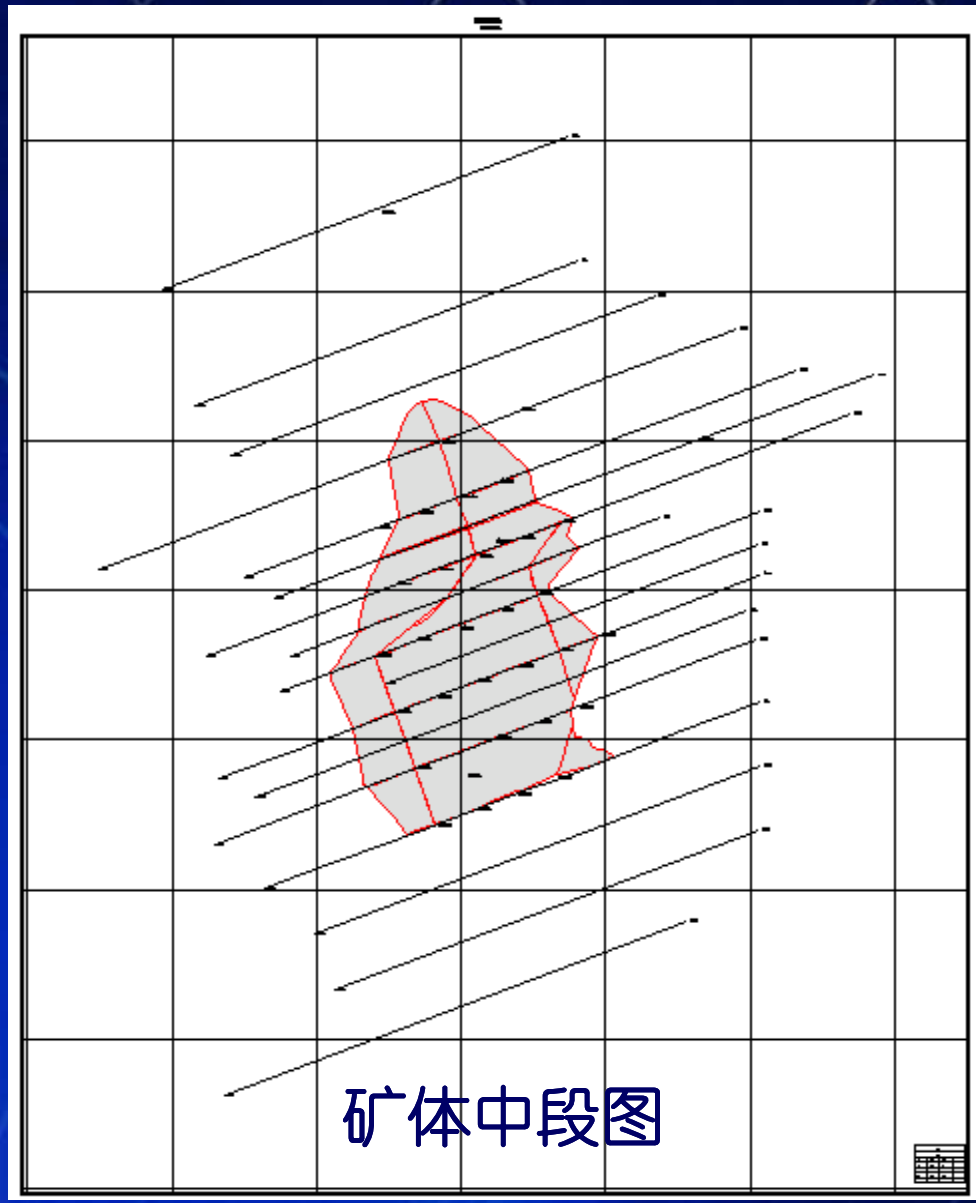
吨位---品位曲线图


吨位-品位曲线图
统计信息
矿石量：35.618(百万吨)
金属量：0.829(百万吨)
平均品位：2.329(%)
查询设置
边际品位：0.8
(%)
刷新
关闭
保存曲线图

综合成果图编辑输出







储量估算成果输出

ZK0002单工程矿体厚度、加权平均品位计算表

矿区：XX铜矿

工业品位:0.40 边界品位:0.20 可采厚度:2.00 夹石剔除厚度:6.00 鞋帽厚度: 0.00 表外矿最小厚度: 1.00

计算式: M1=L(sinα±cosαtgβcosγ) M2=M1cosβ M3=M1ctgβ γ=λ-φ

工程号	矿体号	样号	样长 L(m)	品位（%）	采样线倾向方位角φ	样品倾角α	矿体倾向方位角λ	矿体倾角β	单样厚度(m) 垂厚 M1	单样厚度(m) 真厚 M2	单样厚度(m) 水平厚 M3	单工程矿体厚度(m) 垂厚 M1	单工程矿体厚度(m) 真厚 M2	单工程矿体厚度(m) 水平厚 M3	加权平均品位(%) 表内	加权平均品位(%) 表外	矿石类型	备注
ZK0002	M1-331	1	1.1	1.51	0	0	0	0	1.1	1.1	0							
		2	1.5	1.18	0	0	0	0	1.5	1.5	0							
		3	1.5	1.25	0	0	0	0	1.5	1.5	0							
		4	1	1.49	0	0	0	0	1	1	0							
		5	1.5	1.18	0	0	0	0	1.5	1.5	0							
		6	1.5	0.69	0	0	0	0	1.5	1.5	0							
		7	1.5	0.73	0	0	0	0	1.5	1.5	0							
		8	1.5	0.76	0	0	0	0	1.5	1.5	0							
		9	1.5	1.14	0	0	0	0	1.5	1.5	0							
		10	1.44	0.35	0	0												
		11	1.06	1.16	0	0												
		12	1.5	1.22	0	0												
		13	1.5	1.48	0	0												
		14	1.5	1.4	0	0												
		15	1.5	1.44	0	0												
		16	1.5	1.35	0	0												
		17	1.5	1.3	0	0												
		18	1.5	1.36	0	0												
		19	1.5	1.12	0	0												
		20	1.5	1.62	0	0												
		21	1.5	1.55	0	0												
		22	1.25	1.72	0	0												

第1页

块段储量计算表

矿区：阿舍勒Cu-Zn矿

矿体号	品级	储量类型	块段号	平均垂厚(m)	平均品位(%)	块段面积(m^2)	体重(t/m^3)	矿石量(t)	金属量(t)
1	0		1	62.21	1.7	7743.75	3.6	1734259.47	29449.27
	0		2	104.52	1.49	4727.9	3.6	1778975.52	26436.61
	0		3	119.32	2.77	5364.99	3.6	2304541.39	63923.12
	0		4	156.54	2.57	9034.29	3.6	5091218.88	131052.51
	0		5	51.31	1.62	4014.05	3.6	741459.4	12032.35
	0		6	28.58	3.59	2524.24	3.6	259713.75	9320.47
	0		7	54.61	3.47	3554.03	3.6	698707.49	24246.21
	0		8	71.81	3.45	448.22	3.6	115870.95	4002.91
	0		9	115.35	3.55	4196.26	3.6	1742539.66	61793.31
	0		10	154.71	3.24	4342.25	3.6	2418444.97	78372.42
	0		11	118.27	2.67	6803.86	3.6	2896892.36	77259.11
	0		12	39.04	1.6	2688.82	3.6	377897.06	6048.97
	0		13	22.66	2.37	5325.17	3.6	434406.44	10292.45
	0		14	26.89	2.45	3212.83	3.6	311014.37	7627.76
	0		15	75.22	3.24	4200.75	3.6	1137528.71	36907.12
	0		16	157.56	2.92	3365.72	3.6	1909092.92	55727.83
	0		17	123.38	1.66	3621.57	3.6	1608586.57	26775.1
	0		18	68.86	1.77	1931.87	3.6	478903.45	8479.16
	0		19	30.8	2.02	4563.75	3.6	506029.14	10218.47
	0		20	35.3	1.55	3537.03	3.6	449485.23	6967.4

基于采样平面图估算资源储量

利用中段图估算资源储量

iExploration-EM 培训内容

1 系统启动与配置

2 数据准备、数据组织、数据检查

3 矿体圈定与剖面图交互编辑

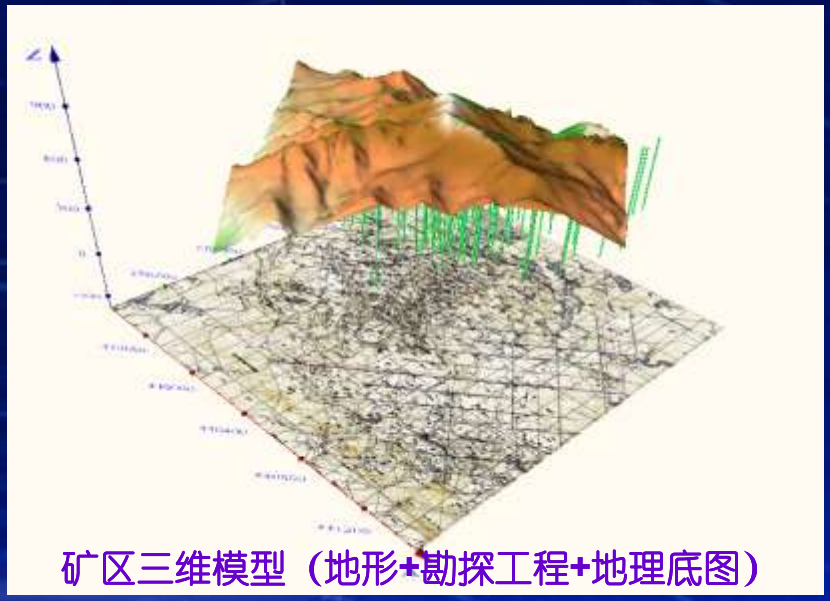
4 矿体投影图与地质块段法资源储量估算

5 平行剖面法资源储量估算

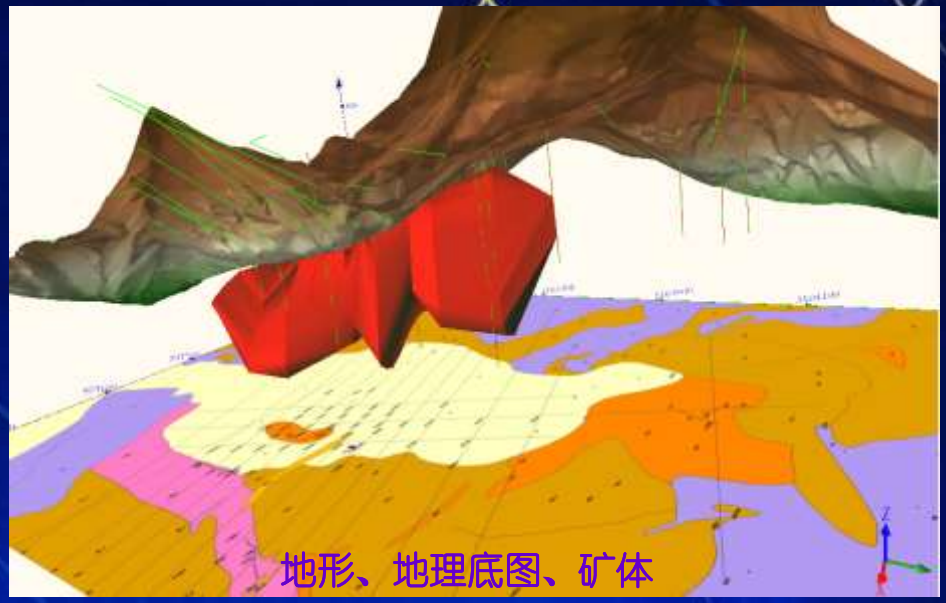
6 三维矿体建模与显示

5 矿体三维显示

- 三维环境加载/三维渲染环境设置
- 矿区背景图和地形数据的三维配置/显示
- 勘探线、工程实体、样品的三维显示/查询
- 矿体连接面积的显示/查询
- 块段三维显示（数据库方式、本地模型方式）
- 块段三维分析
- 动态连接块段（轮廓线方式）
- 三维连接，二维剖面法计算
- 二维剖面法连接，三维验证
- 爆炸式显示矿体

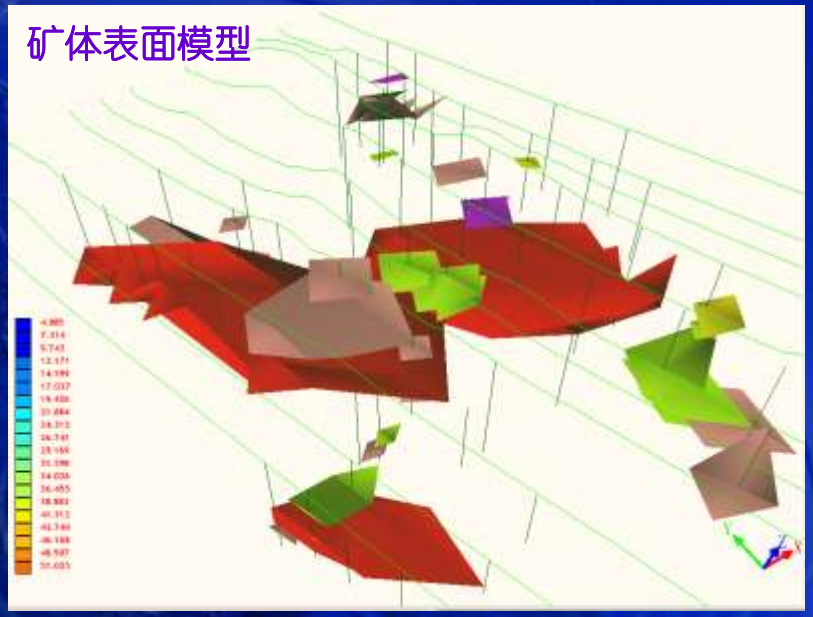


矿区三维模型（地形+勘探工程+地理底图）

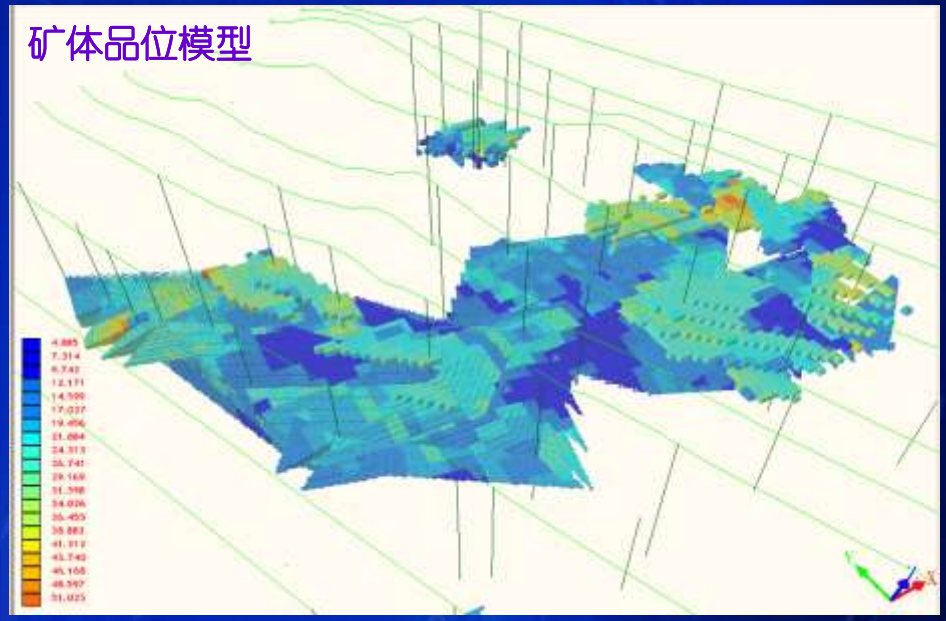


地形、地理底图、矿体

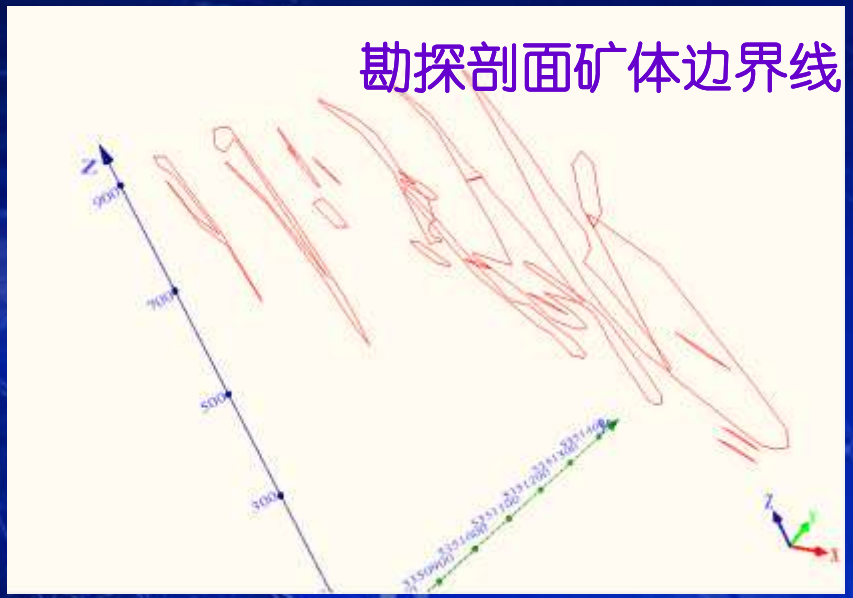
矿体表面模型

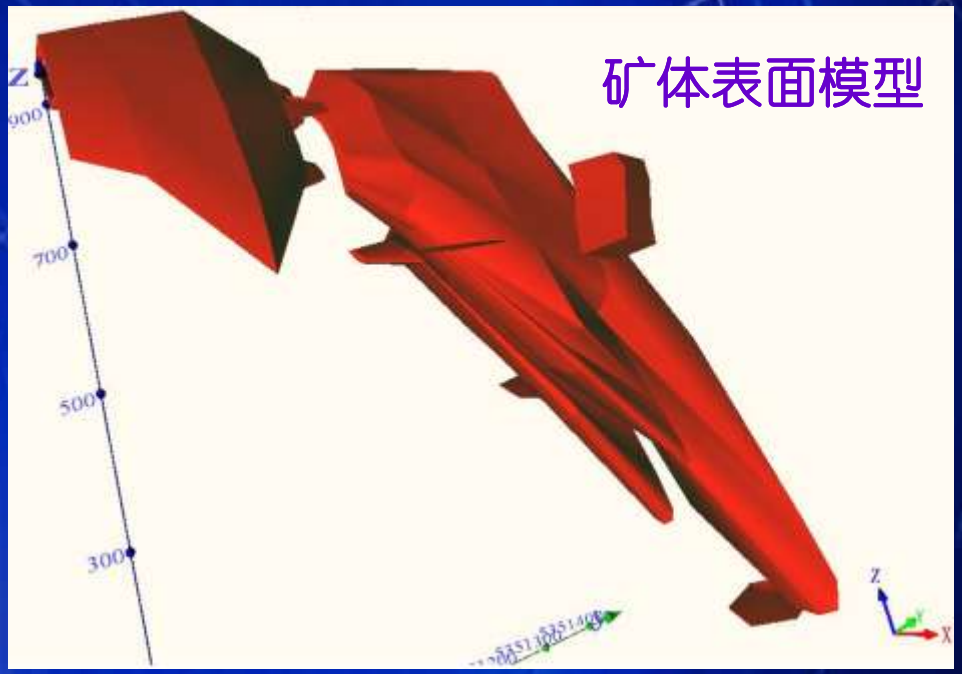


矿体品位模型

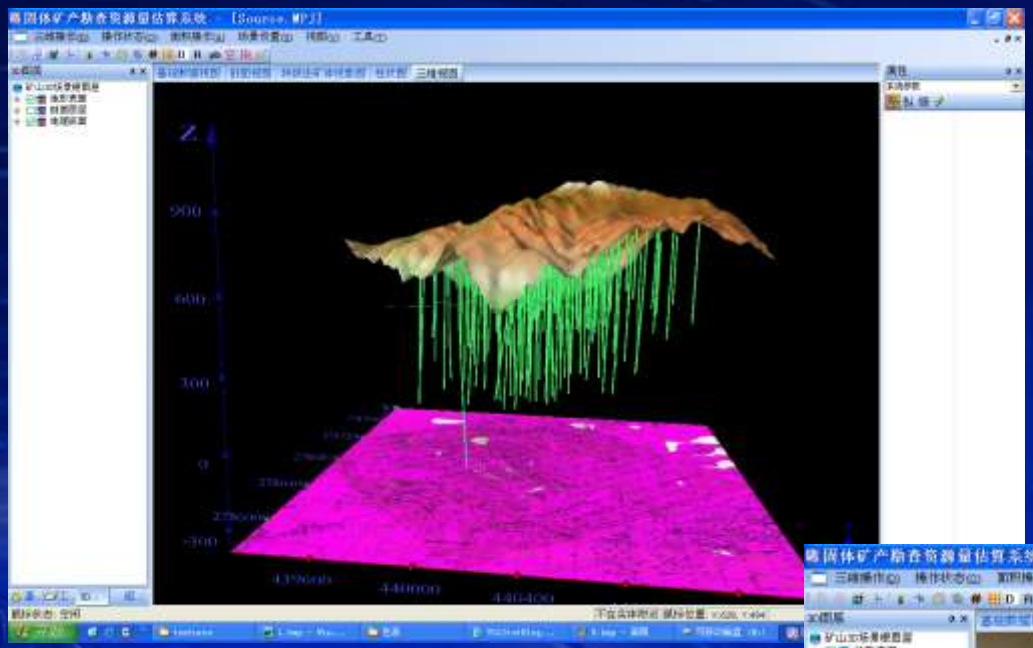


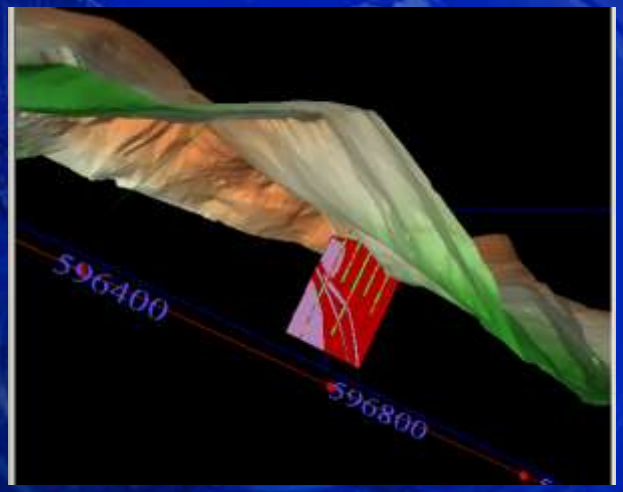
- 基于勘探剖面矿体轮廓线生成矿体表面模型

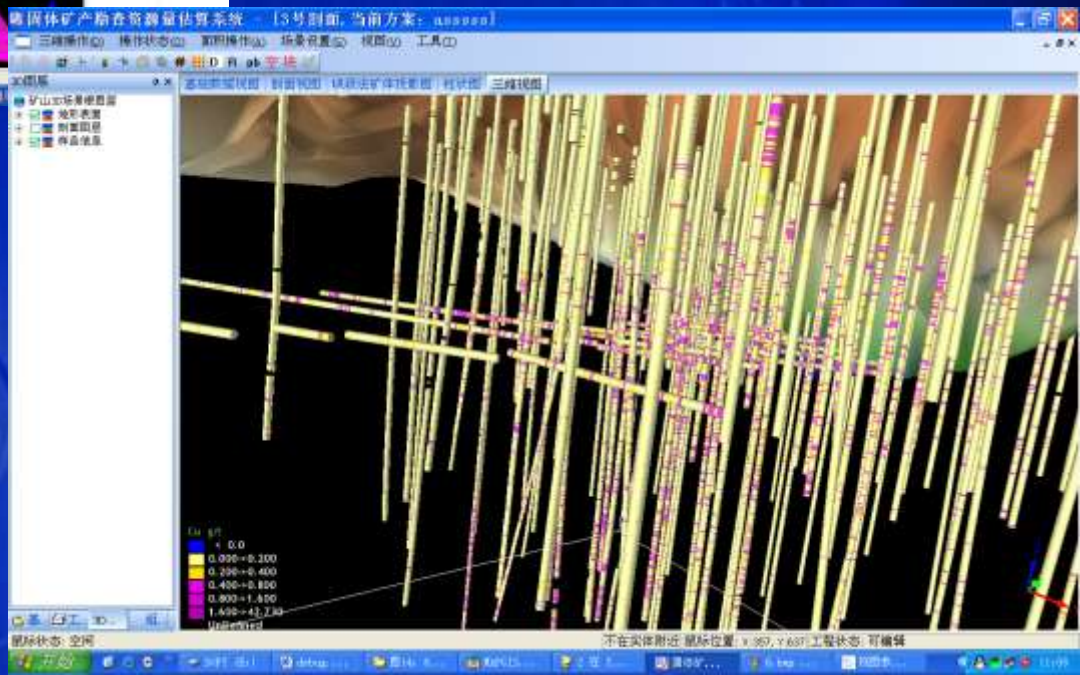


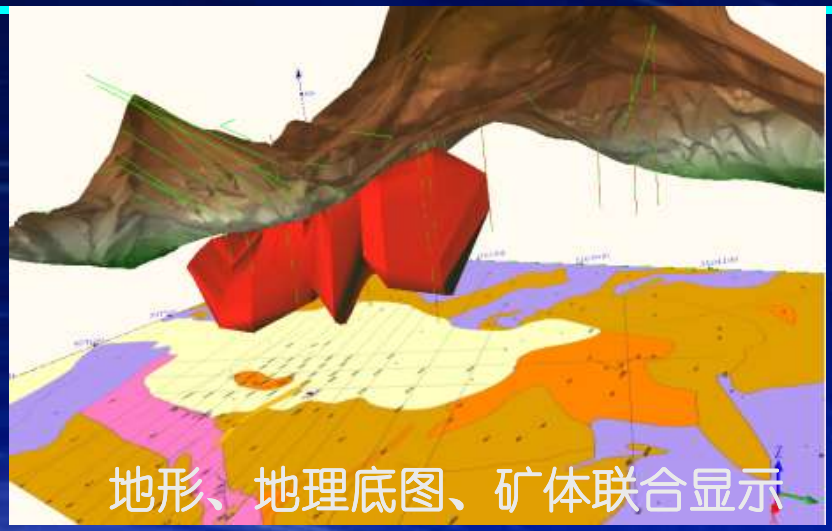


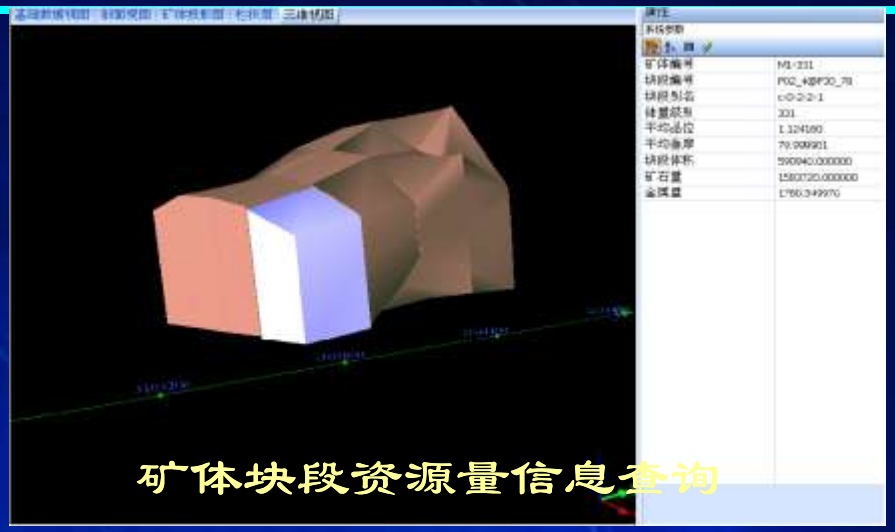
紫金山铜矿

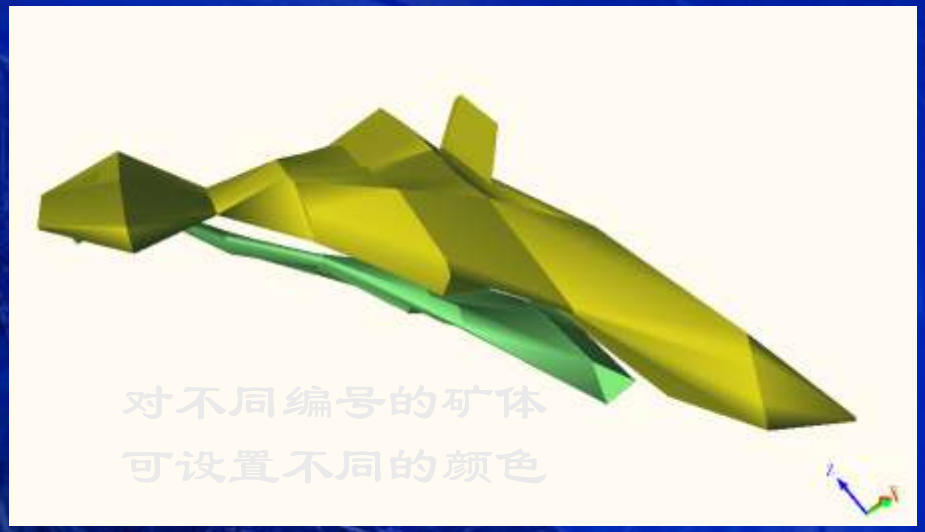


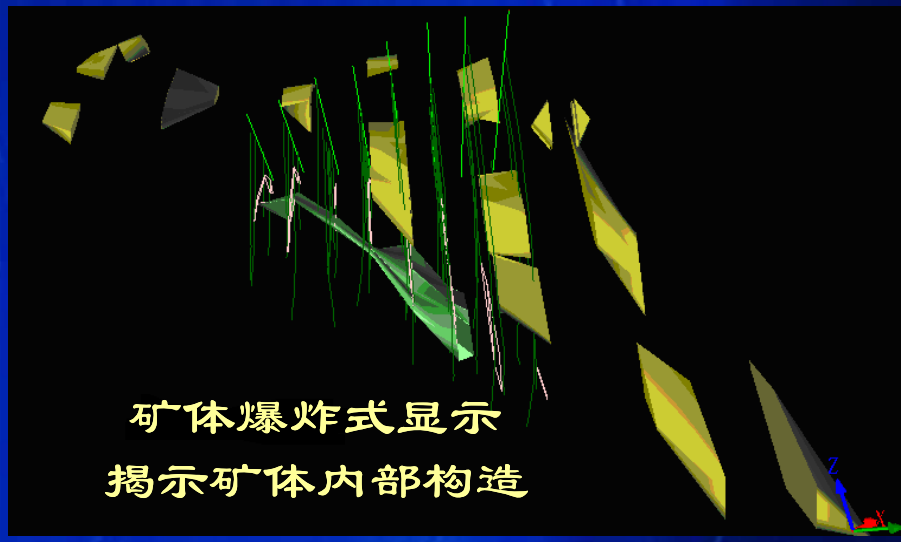




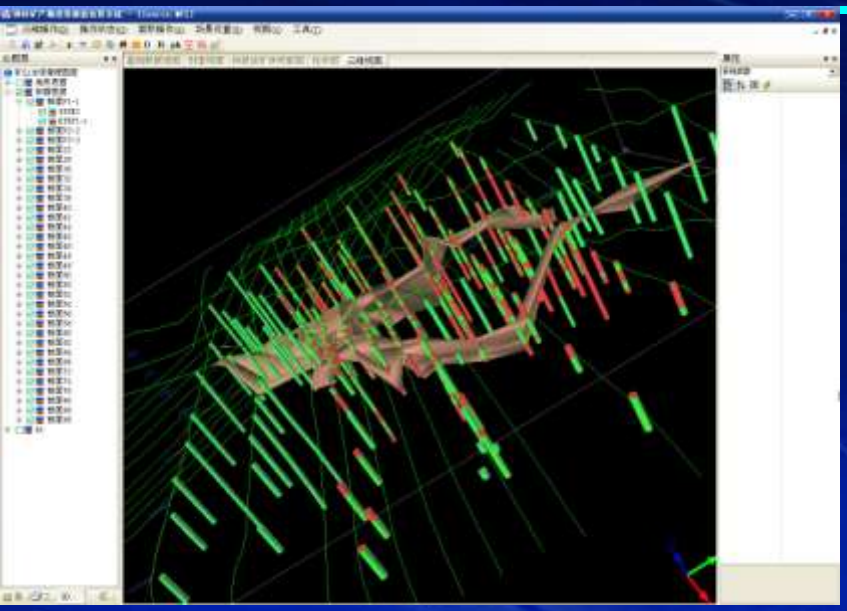

地形、地理底图、矿体联合显示

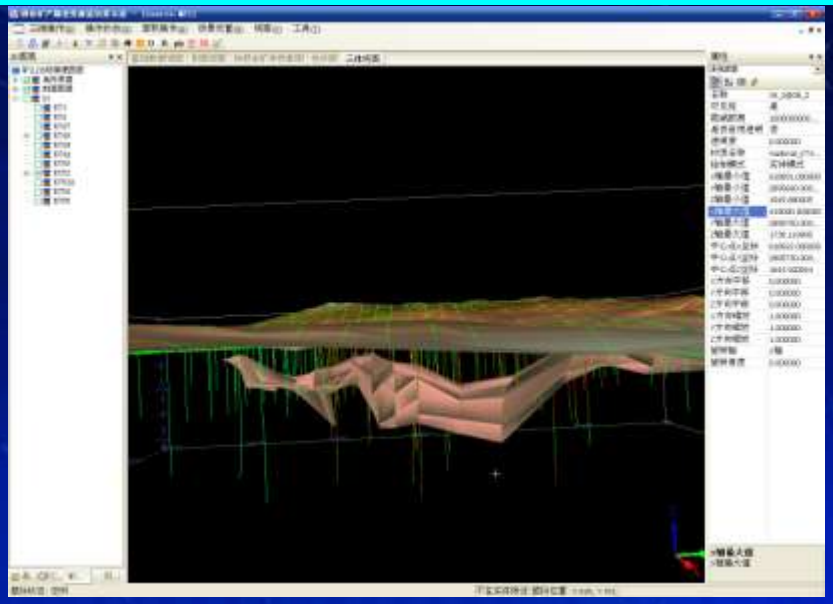

矿体块段资源量信息查询

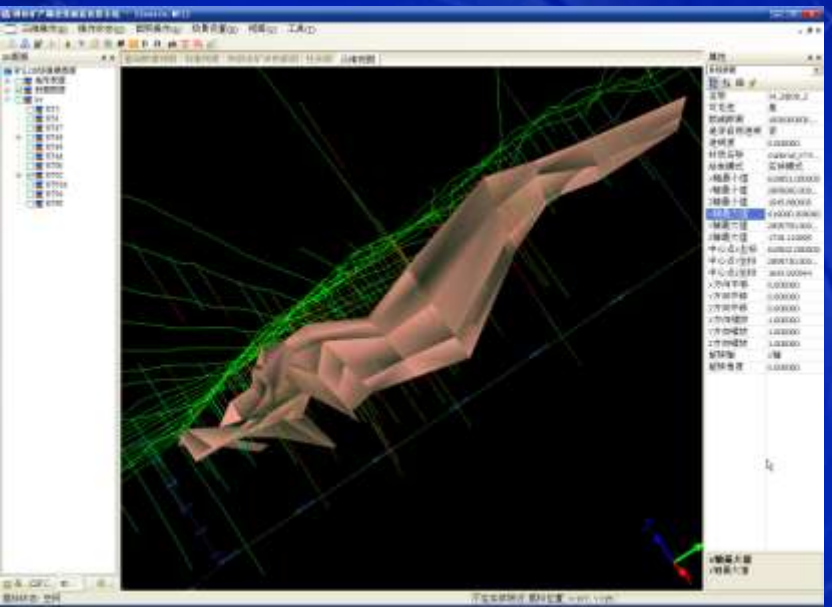

对不同编号的矿体
可设置不同的颜色

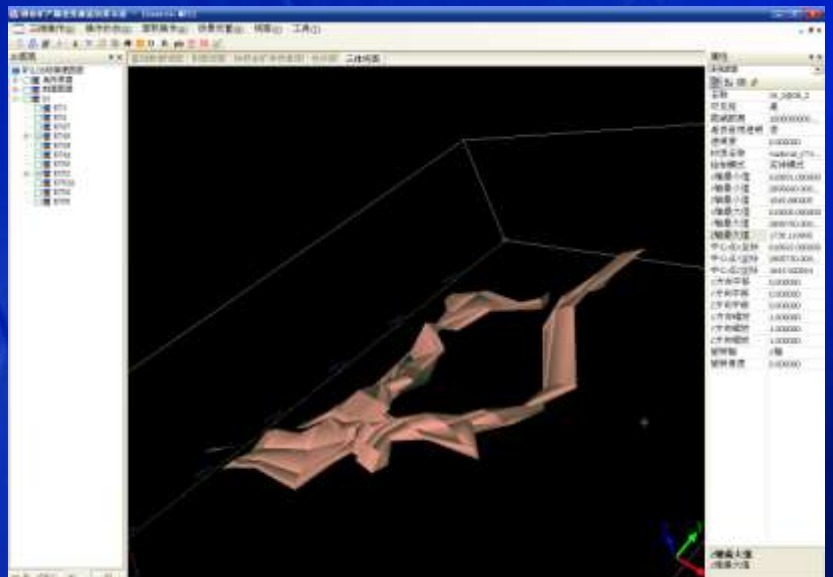

矿体爆炸式显示
揭示矿体内部构造

云南迪庆北衙金矿体（48、52）三维图

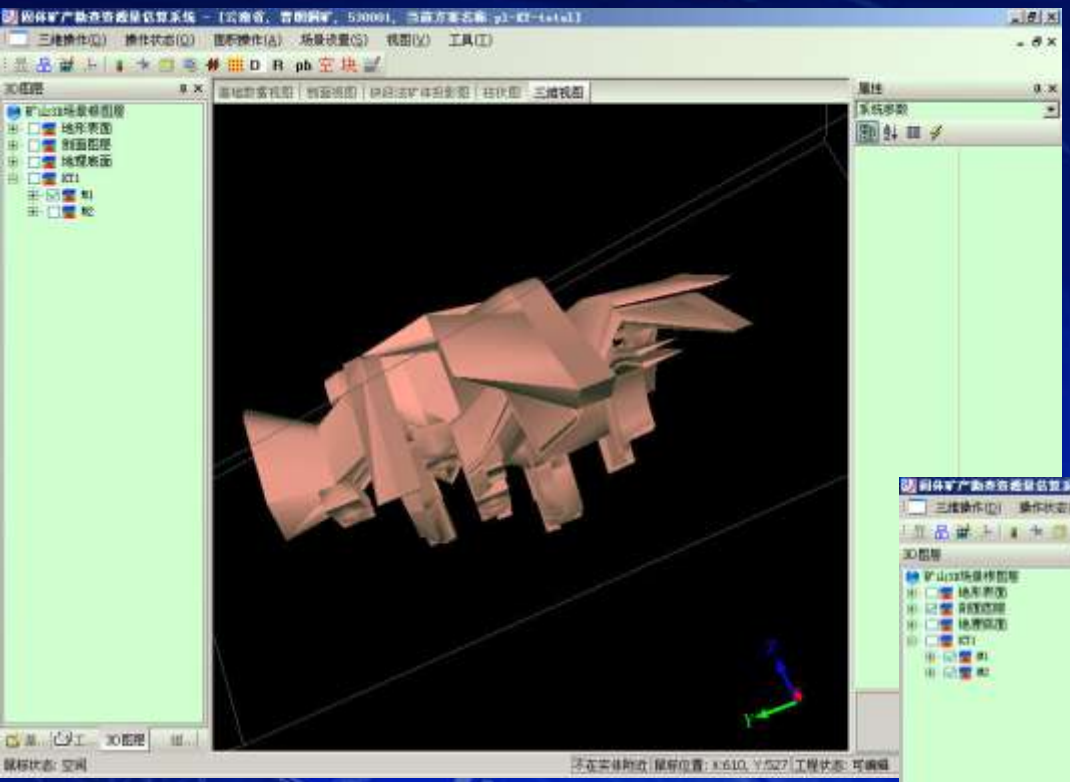






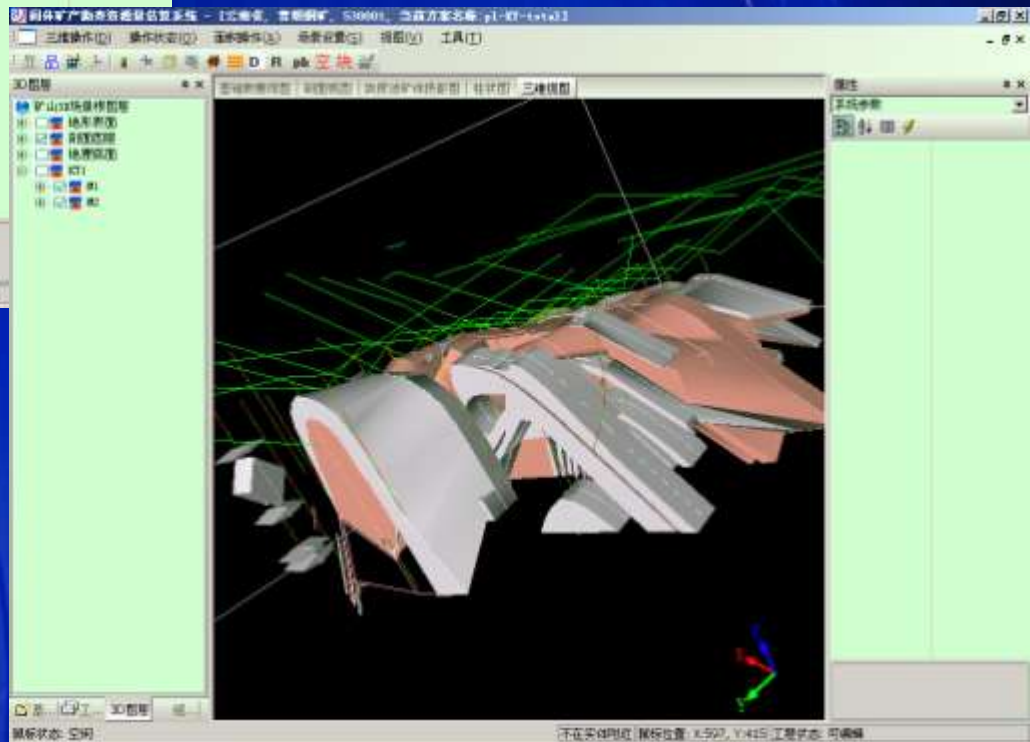


普朗铜矿矿体显示



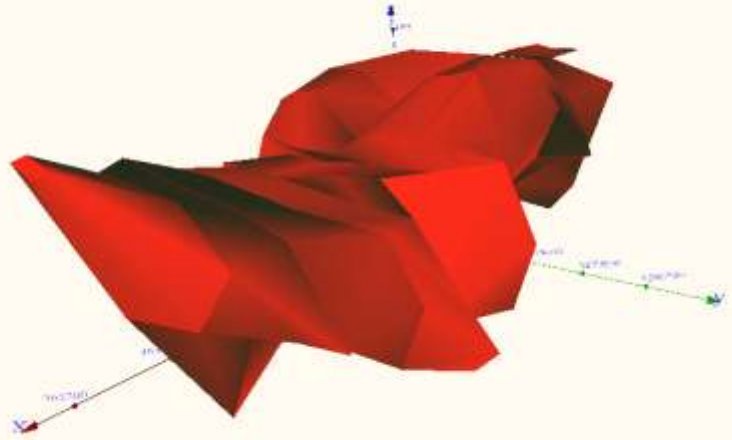
普朗铜矿 工业矿体与低品位矿体三维赋存状态

普朗铜矿 工业矿体

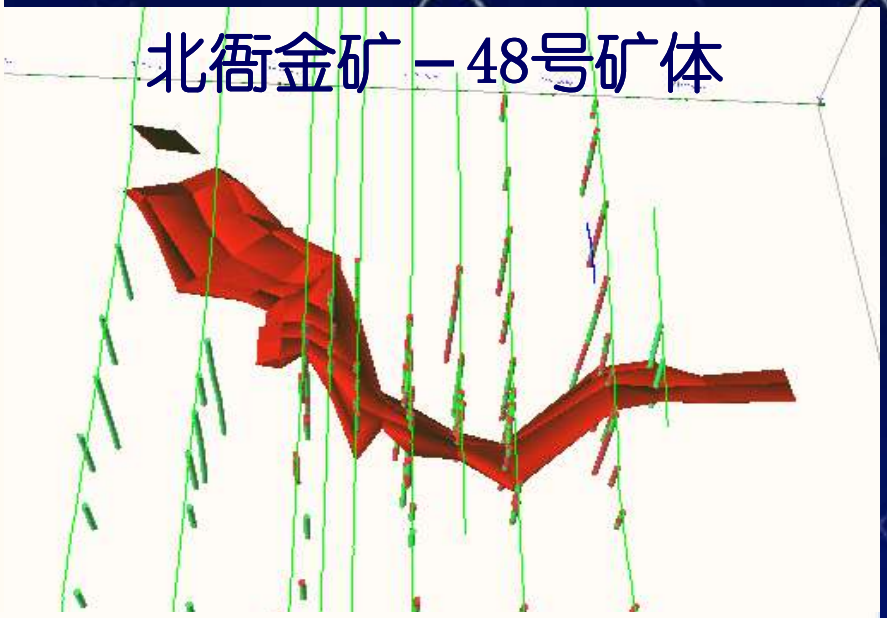


矿体表面模型

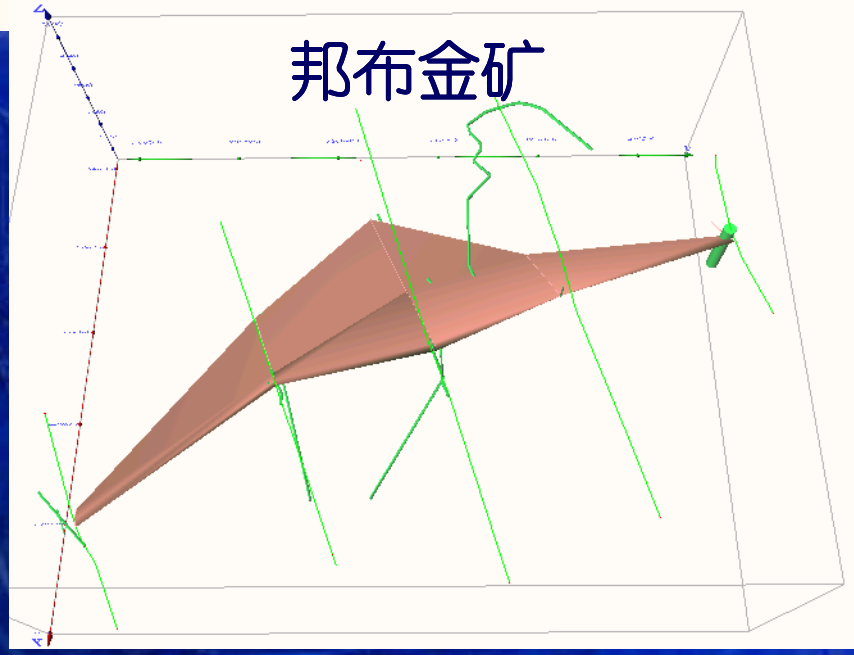
驱龙铜矿



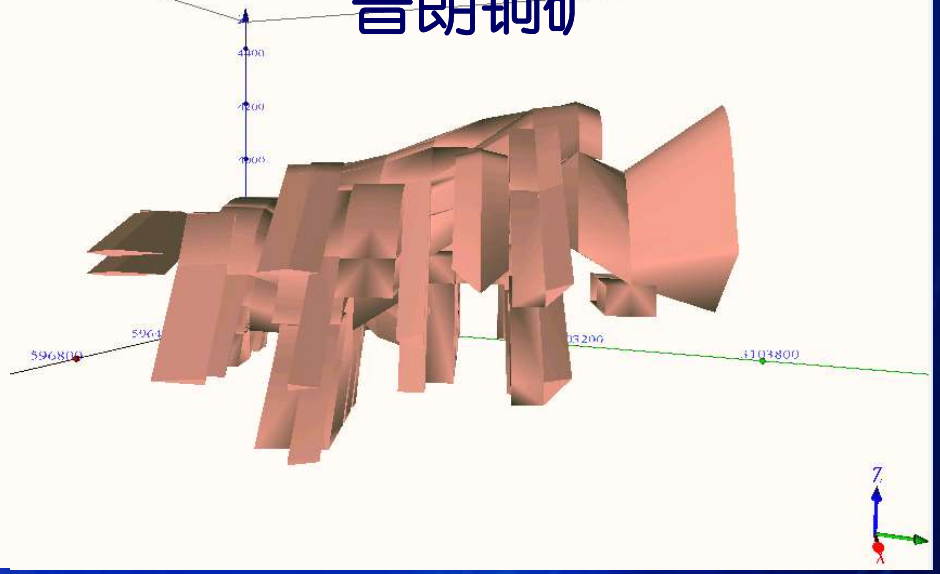
北衙金矿－48号矿体

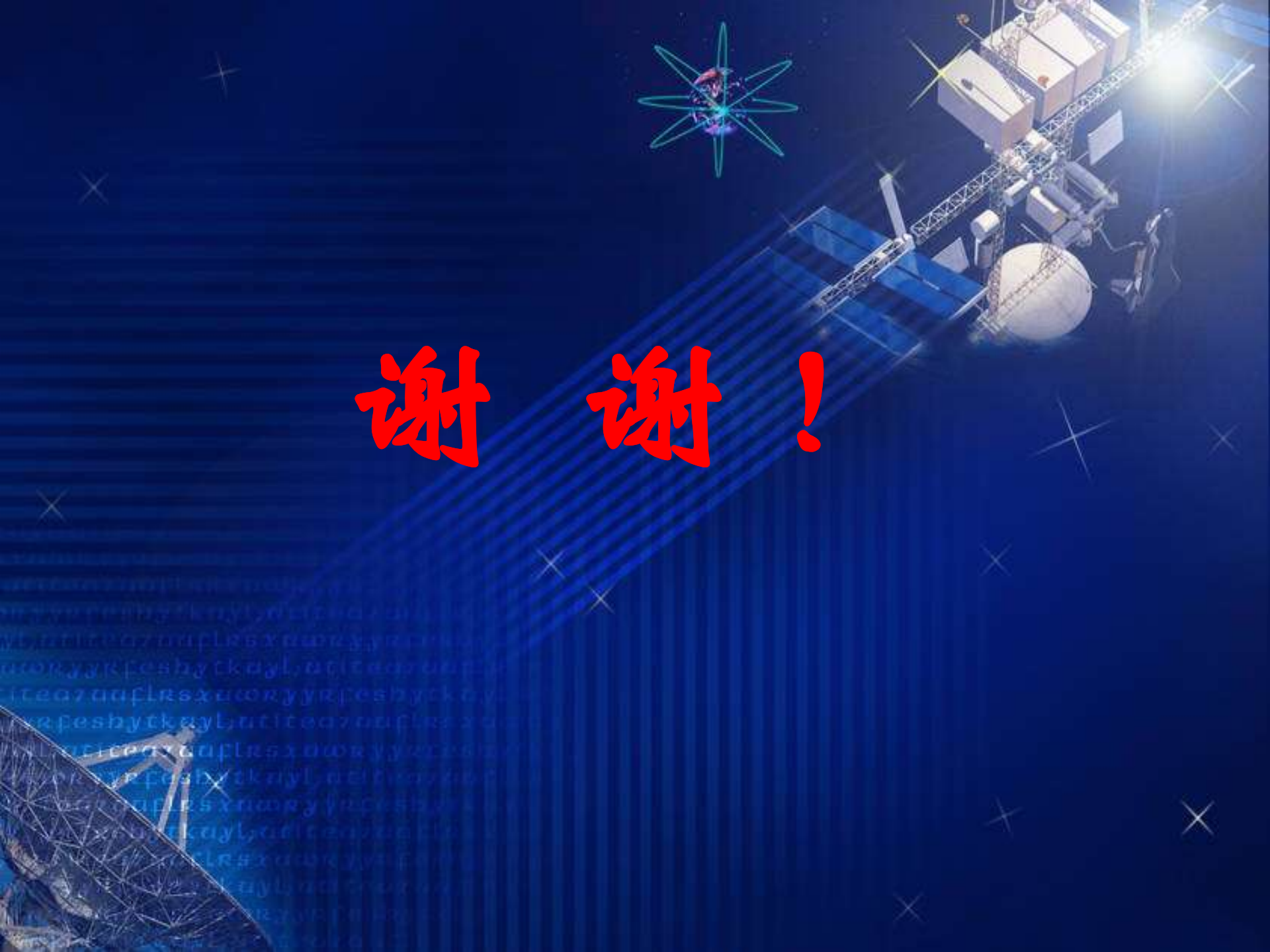


邦布金矿



普朗铜矿




谢 谢！