



瓦斯地质学

河南理工大学
资源环境学院地质工程系

第九章 矿井瓦斯涌出量预测

9 矿井瓦斯涌出量预测

□ 9.1 瓦斯涌出来源

1. 按空间分布

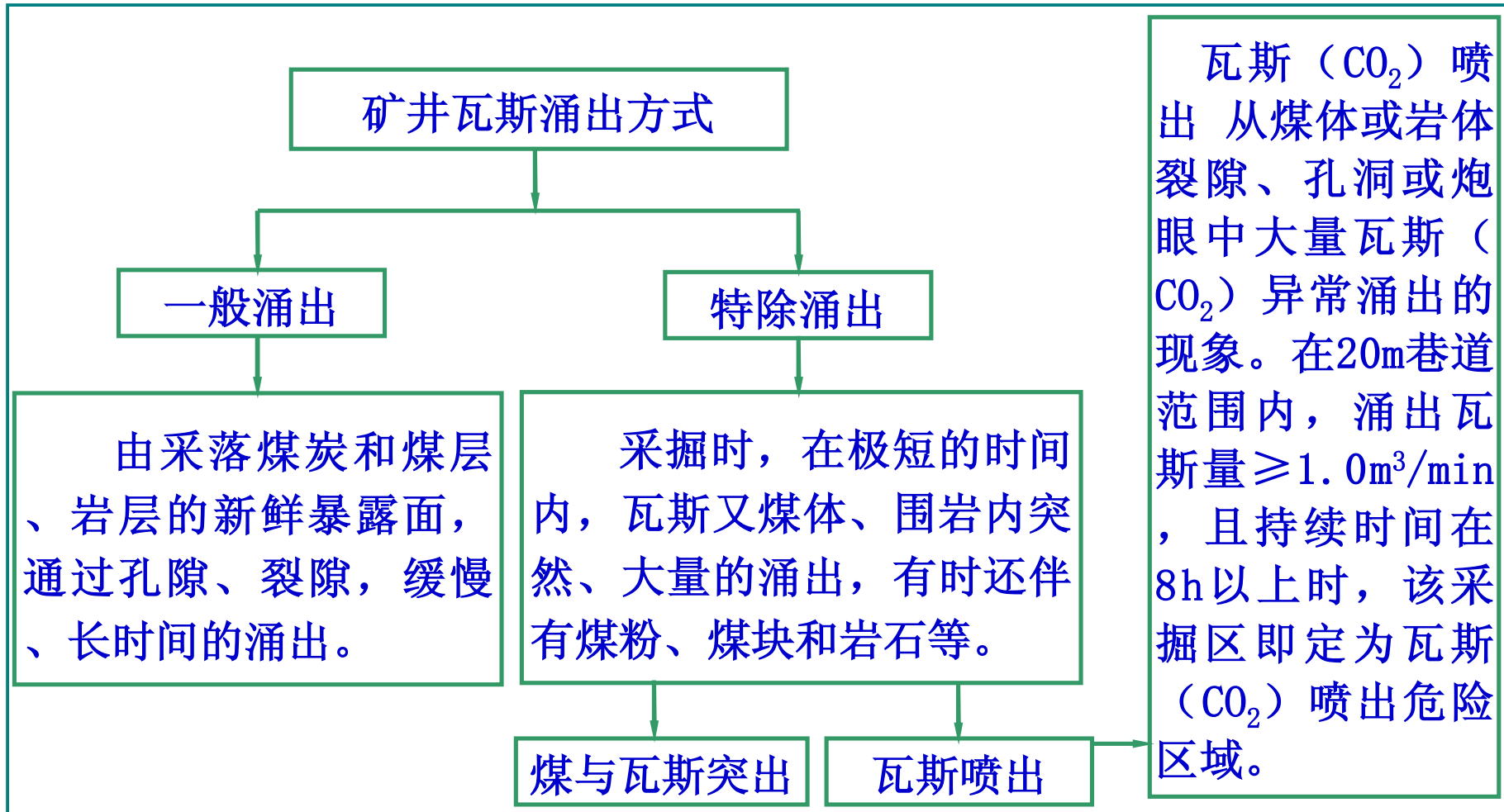
- ❖ 掘进区瓦斯
- ❖ 回采区瓦斯
- ❖ 采空区瓦斯

2. 按瓦斯涌出源

- ❖ 本煤层瓦斯
- ❖ 邻近煤层和围岩中瓦斯

9 矿井瓦斯涌出量预测

9.2 瓦斯涌出方式



9 矿井瓦斯涌出量预测

□ 9.3 瓦斯涌出量预测目的和任务

是确定新矿井、新水平、新采区、新工作面投产前瓦斯涌出量的大小。为采区和工作面通风提供瓦斯涌出方面的基础数据，是矿井通风设计、瓦斯抽放、瓦斯管理必不可少的基础参数。

9 矿井瓦斯涌出量预测

9.4 影响瓦斯涌出量主要因素

矿井瓦斯涌出量主要影响因素

煤层瓦斯含量

是决定因素。瓦斯含量越高，矿井瓦斯涌出量就越大。

开采规模

开采规模越大，矿井的绝对瓦斯涌出量也就越大；但就矿井的相对瓦斯涌出量来说，情况比较复杂。

开采顺序

厚煤层分层开采时，首分层瓦斯涌出量最大，最后一个分层瓦斯涌出量最小。

采煤方法

采煤方法的回采率越低，瓦斯涌出量就越大，因为丢煤中所含瓦斯的绝大部分仍要涌入巷道。

顶板管理方法

陷落法比充填法工作面的瓦斯涌出量大。

生产工序

落煤时瓦斯涌出量大于其它工序。

通风压力

负压通风，风压越高瓦斯涌出量越大；正压通风，风压越高瓦斯涌出量越小。

大气压力变化

地面大气压的变化对对采空区瓦斯涌出有较大的影响。

采空区管理方式

一般采空区存有大量瓦斯，未封闭或封闭不严，采空区瓦斯大量涌出，矿井瓦斯涌出量增大。

9 矿井瓦斯涌出量预测

□ 9.5 瓦斯涌出量预测方法

1. 矿山统计法
2. 根据煤层瓦斯含量进行预测的分源预测法
3. 以数量化理论为基础的瓦斯地质数学模型法

9 矿井瓦斯涌出量预测

□ 9.5.1 矿山统计法

矿山统计法的实质是根据对本井或邻近矿井实际瓦斯涌出量资料的统计分析得出的矿井瓦斯涌出量随开采深度变化的规律，来推算新井或延深水平的瓦斯涌出量。

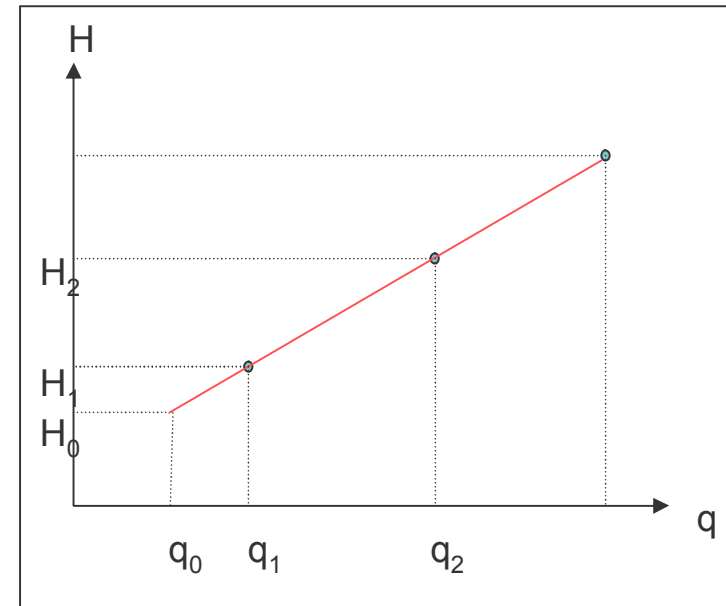
9 矿井瓦斯涌出量预测

1. 基本公式

开采实践表明，在一定深度范围内，矿井相对瓦斯涌出量与开采深度呈如下线性关系：

(1) 瓦斯梯度法

$$a = \frac{H_2 - H_1}{q_2 - q_1}$$



式中 H_1 、 H_2 ——瓦斯风化带以下两次测定涌出量的深度，m， $H_2 > H_1$ ；
 q_1 、 q_2 ——对应于 H_1 、 H_2 的相对瓦斯涌出量， m^3/t 。

9 矿井瓦斯涌出量预测

利用求得的瓦斯梯度，可对深部的瓦斯涌出量进行预测：

$$a = \frac{H - H_1}{q - q_1}$$

$$q = q_1 + \frac{H - H_1}{a}$$

式中 q ——待求深度的相对瓦斯涌出量， m^3/t ；

H ——对应于 q 的深度， m 。

9 矿井瓦斯涌出量预测

(2) 一元回归法

如果已采区域内有比较多的瓦斯涌出量实测数据，采用回归分析方法建立瓦斯涌出量对深度的一元线性回归方程，可得到更高的预测精度。

瓦斯涌出量实测数据

单元 编号	开采深度H (m)	相对瓦斯涌出量q (m ³ /t)
1	180	5.8
2	320	8.6
...
n	420	11.9

9 矿井瓦斯涌出量预测

回归方程

$$\bar{q} = b_0 + b_1 H$$

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n H_i q_i - (\sum_{i=1}^n H)(\sum_{i=1}^n q) / n}{\sum_{i=1}^n H^2 - (\sum_{i=1}^n H)^2 / n}$$

$$b_0 = \bar{q} - b_1 \bar{H}$$

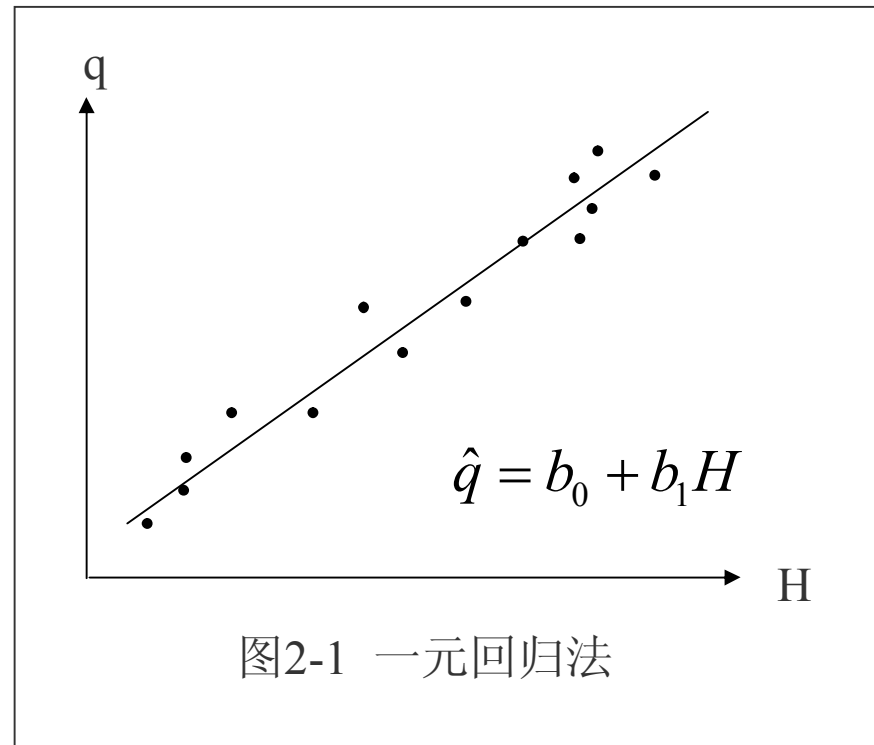


图2-1 一元回归法

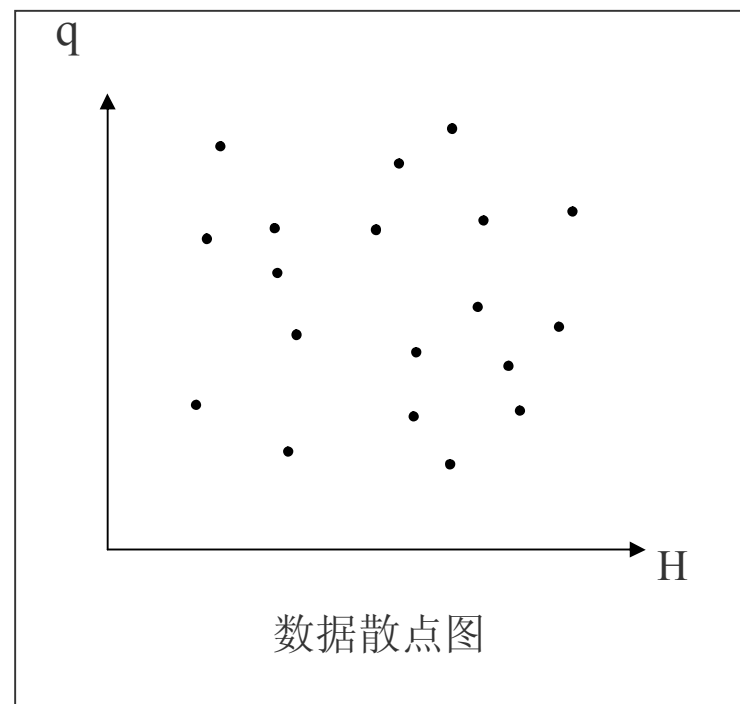
9 矿井瓦斯涌出量预测

统计检验:

相关系数 r

$$r = \frac{\sum Hq - (\sum H)(\sum q) / n}{\sqrt{[\sum H^2 - (\sum H)^2 / n][\sum q^2 - (\sum q)^2 / n]}}$$

$$0 \leq r \leq 1$$



9 矿井瓦斯涌出量预测

回线归法

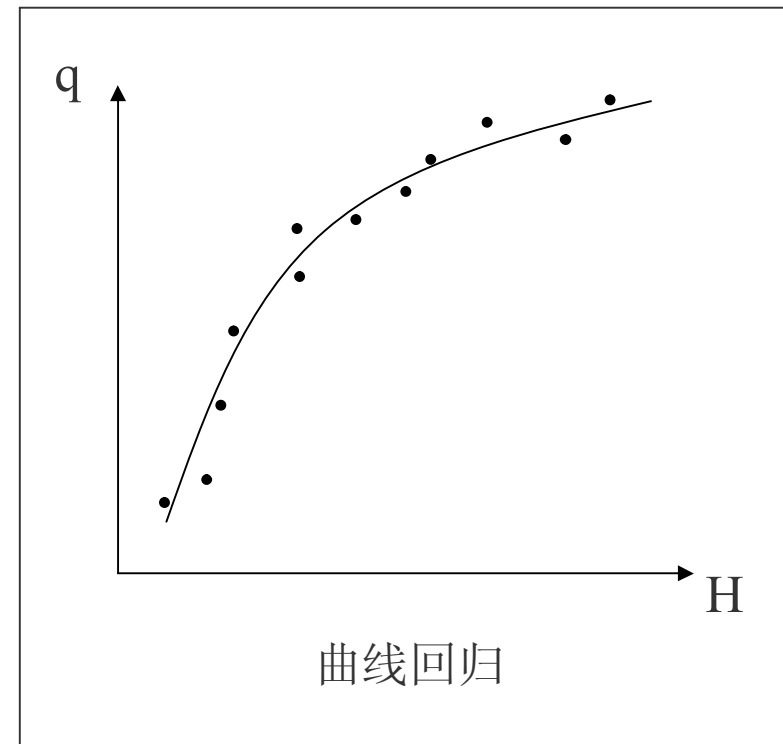
回归方程

$$q = b_0 H^{b_1}$$

$$\lg q = \lg b_0 + b_1 \lg H$$

$$q' = \lg q \quad H' = \lg H$$

$$q' = b'_0 + b_1 H'$$



9 矿井瓦斯涌出量预测

2. 瓦斯测定资料统计分析

$$q = \frac{14.4 \sum_{i=1}^n Q_i C_i}{A \bullet n}$$

$$H_c = \frac{\sum_{i=1}^n H_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

式中：

q--采区或工作面瓦斯涌出量的月平均值， m³/t；

Q_i--月内每次测得的回风量(m³/min)；

C_i--回风流中瓦斯浓度(%)；

n--为统计月份的测定次数；

A--为统计月平均日产量， t/d ；

H_c--为全矿井加权平均开采深度(m)；

H_i、 A_i--鉴定月份第i采区的采深(m)和产量(t)。

9 矿井瓦斯涌出量预测

3. 使用条件

① 生产矿井的延深水平、生产水平的新采区、与生产矿井邻近的新矿井，在应用中必须保证预测区的开采技术条件、地质条件与生产区相同或类似。

② 应用统计预测法时的外推范围一般沿垂深不超过100~200m，沿煤层倾斜方向不超过600m。

③ 某些矿井相对瓦斯涌出量与开采深度之间并不呈线性关系，即 a 值不是常数，此时，应首先根据实际资料确定 a 值随开采深度的变化规律。

④ 工作面从开切眼形成到第一次放顶期间，由于瓦斯涌出尚未达正常状态，在该段时间内的测定数据不能在统计分析中应用；

⑤ 在采煤不正常的情况下测得的瓦斯涌出量，以及地质变化带采区瓦斯涌出量变化很大的情况下测得的瓦斯涌出量，均不能在统计分析中应用。

⑥ 在实施瓦斯抽放的采区和工作面，还应考虑抽放瓦斯的影响。

9 矿井瓦斯涌出量预测

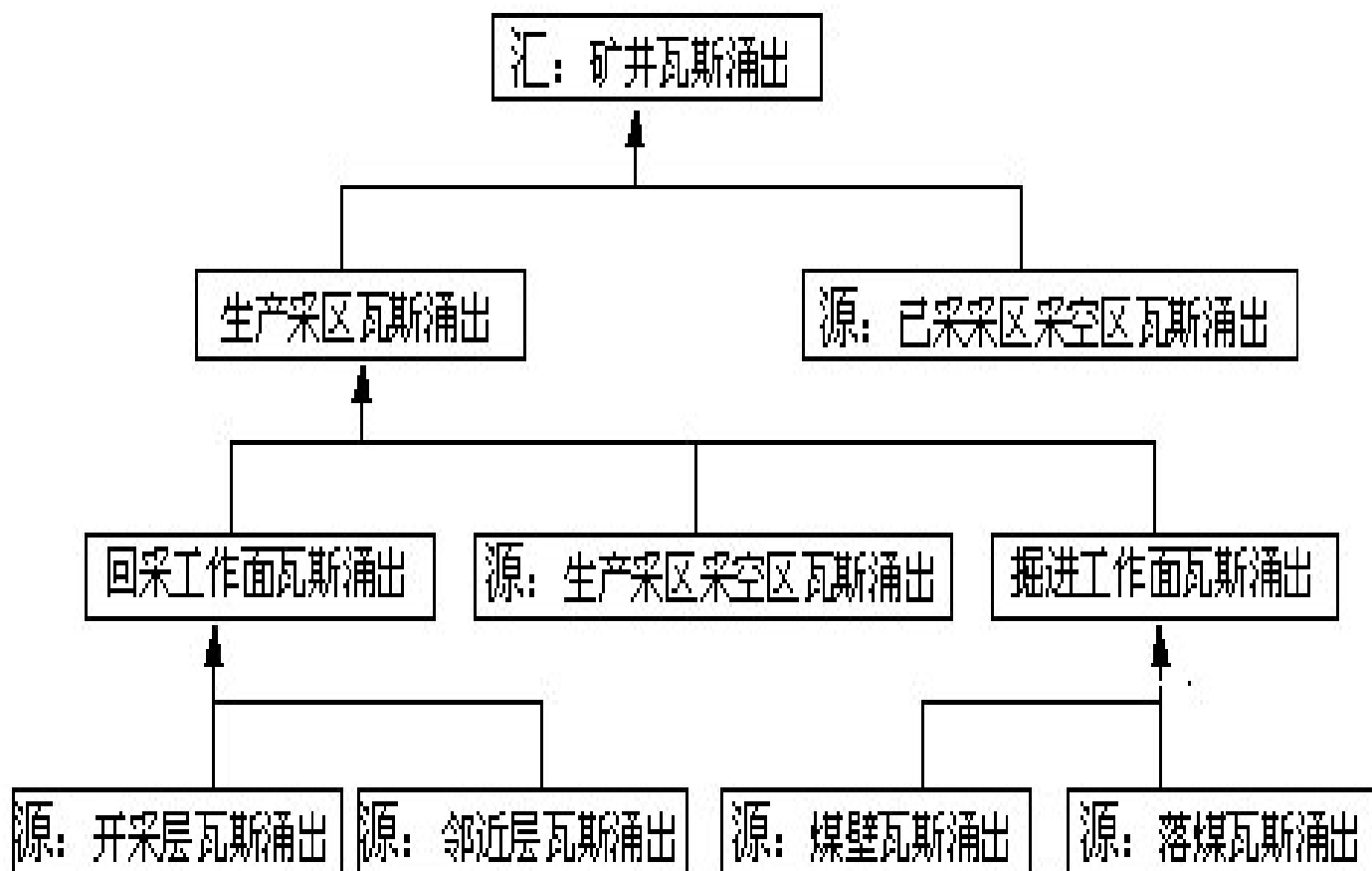
□ 9.5.2 分源预测法

井下涌出瓦斯的地点即为瓦斯涌出源。瓦斯涌出源的多少、各涌出源涌出瓦斯量的大小直接决定着矿井瓦斯涌出量的大小。

应用分源预测法预测矿井瓦斯涌出量，是以煤层瓦斯含量、煤层开采技术条件为基础，根据各基本瓦斯涌出源的瓦斯涌出规律，计算回采工作面、掘进工作面、采区及矿井瓦斯涌出量。

9 矿井瓦斯涌出量预测

1. 瓦斯涌出的源



9 矿井瓦斯涌出量预测

2. 预测所需资料

- ①各煤层瓦斯含量测定资料、瓦斯风化带深度以及瓦斯含量等值线图；
- ②地层剖面 and 柱状图，图上应标明各煤层和煤夹层的厚度、层间距离和岩性；
- ③煤的工业分析指标（灰分、水分、挥发分和密度）和煤质牌号；
- ④开拓和开采系统图，应有煤层开采顺序、采煤方法、通风方式等。

9 矿井瓦斯涌出量预测

3. 计算方法

(1) 开采煤层（包括围岩）瓦斯涌出量

① 薄及中厚煤层不分层开采时按下式计算：

$$q_1 = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \frac{m_0}{m_1} \cdot (X_0 - X_1)$$

q_1 ——开采煤层（包括围岩）相对瓦斯涌出量， m^3/t ；

k_1 ——围岩瓦斯涌出系数。其值取决于回采工作面顶板管理方法； $k_1=1.20$ ；
局部充填法时， $k_1=1.15$ ；全部充填法管理顶板时， $k_1=1.10$ ；

k_2 ——工作面丢煤瓦斯涌出系数，其值为工作面回采率的倒数；

k_3 ——准备巷道预排瓦斯对工作面煤体瓦斯涌出影响系数；

m_0 ——煤层厚度（夹矸层按层厚1/2计算）， m ；

X_0 ——煤层原始瓦斯含量， m^3/t ；

X_1 ——煤的残存瓦斯含量， m^3/t ，与煤质和原始瓦斯含量有关，需实测；如无实测数据 按下表选取。

9 矿井瓦斯涌出量预测

● 系数 k_3 确定

◇ 采用长壁后退式回采时:

$$k_3 = \frac{L - 2h}{L}$$

L —回采工作面长度, m;

h —巷道预排瓦斯等值宽度, m。

◇ 采用长壁后退式回采时:

$$k_3 = \frac{L + 2h + 2b}{L + 2b}$$

b —巷道长度, m;

9 矿井瓦斯涌出量预测

● 运至地表时煤中残存瓦斯含量

煤的挥发份含量 $V_{daf}(\%)$	6~8	8~12	12~18	18~26	26~35	35~42	42~50
纯煤残存瓦斯含量 $X_1'(\text{m}^3/\text{t})$	9~6	6~4	4~3	3~2	2	2	2

表中残存瓦斯含量的单位为每一吨纯煤(即无灰干燥煤)的瓦斯体积, 在应用开采煤层相对瓦斯涌出量计算公式时, 应按下式换算为原煤残存瓦斯含量:

$$x_1 = \frac{100 - A_{ad} - M_{ad}}{100} x_1'$$

式中 x_1' ——表中查出的纯煤残存瓦斯含量, m^3/t ;

A_{ad} ——原煤中灰份含量, %;

M_{ad} ——原煤中水份含量, %。

9 矿井瓦斯涌出量预测

● 巷道预排瓦斯等值宽度h确定

巷道煤壁暴露时间(d)	不同煤种巷道预排瓦斯等值宽度 (m)					
	无烟煤	瘦煤	焦煤	肥煤	气煤	长焰煤
25	6.5	9.0	9.0	11.5	11.5	11.5
50	7.4	10.5	10.5	13.0	13.0	13.0
100	9.0	12.4	12.4	16.0	16.0	16.0
160	10.5	14.2	14.2	18.0	18.0	18.0
200	11.0	15.4	15.4	19.7	19.7	19.7
250	12.0	16.9	16.9	21.5	21.5	21.5
300	13.0	18.0	18.0	23.0	23.0	23.0

9 矿井瓦斯涌出量预测

② 厚煤层分层开采时按下式计算：

$$q_1 = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_{fi} \cdot (X_0 - X_1)$$

式中 k_{fi} ——取决于煤层分层数量和顺序的分层开采瓦斯涌出系数， k_{fi} 可按下表选取。

厚煤层分层开采瓦斯涌出系数 k_f

两 分 层 开 采		三 分 层 开 采		
k_{f1}	k_{f2}	k_{f1}	k_{f2}	k_{f3}
1.504	0.496	1.820	0.692	0.488

9 矿井瓦斯涌出量预测

(2) 邻近层瓦斯涌出量

$$q_2 = \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{m} (x_{0i} - x_{1i}) \left(1 - \frac{h_i}{h_p}\right)$$

式中 q_2 ——邻近煤层相对瓦斯涌出量， m^3/t ;

n ——邻近层数目;

m_i ——第*i*邻近层厚度， m ;

m ——开采层采高， m ;

x_{0i} ——第*i*邻近层瓦斯含量， m^3/t ;

x_{1i} ——第*i*邻近层残存瓦斯含量， m^3/t ;

h_i ——第*i*邻近层与开采层的层间距， m ;

h_p ——采动后煤层顶底板岩石受到影响的范围， m 。

9 矿井瓦斯涌出量预测

● 顶板影响范围确定

顶板的影响范围按下式计算：

$$h_p = Z_k m (1.2 + \cos \alpha)$$

式中 α ——煤层倾角，度；

m ——开采层采高，m；

Z_k ——与顶板管理方法有关的系数。采高2.5m，全部陷落法管理顶板时， $Z_k=60$ ；局部充填法， $Z_k=45$ ；全部充填法： $Z_k=25$ 。

底板的影响范围： $h_p=35m$ ；急倾斜煤层， $h_p = Z_k m (1.2 - \cos \alpha)$ 。

当某一邻近煤层已先期开采时，开采煤层已作为邻近层排放了瓦斯。此时，开采煤层的瓦斯含量 x_0 已降低为 x_0' ：

9 矿井瓦斯涌出量预测

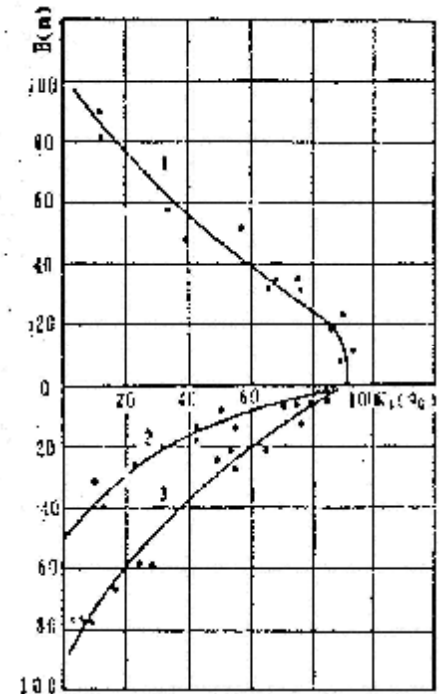
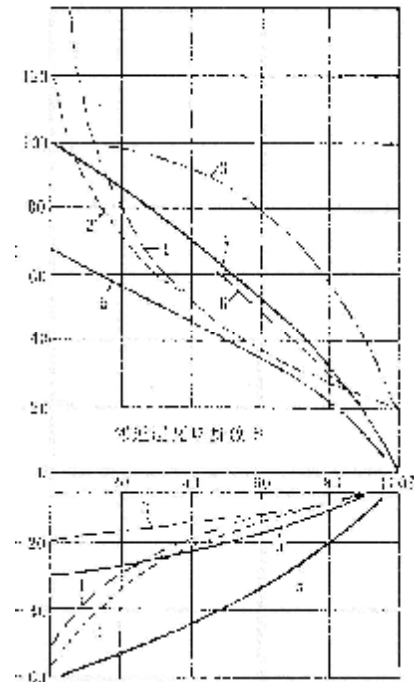
● 底板影响范围确定

倾斜或缓倾斜煤层 $h_p=35\text{m}$;

急倾斜煤层, $h_p=Z_k\text{m}(1.2-\cos \alpha)$ 。

当某一邻近煤层已先期开采时, 开采煤层已作为邻近层排放了瓦斯。此时, 开采煤层的瓦斯含量 x_0 已降低为 x_0' :

$$x_0' = x_0 - (x_0 - x_1)(1 - \frac{h_i}{h_p})$$



9 矿井瓦斯涌出量预测

q_3

(3) 掘进巷道煤壁瓦斯涌出量

$$q_3 = n \cdot m_0 \cdot V \cdot q_0 \cdot (2\sqrt{L/V} - 1)$$

式中 q_3 ——掘进巷道煤壁绝对瓦斯涌出量, m^3/min ;

q_0 ——煤壁瓦斯涌出初始强度, $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$, 可用经验公式推算:

$$q_0 = 0.026x_0 \left[0.0004(V_{daf}^2)^2 + 0.16 \right]$$

式中

V_{daf}^2 ——煤中挥发份含量,%;

X_0 ——煤层原始瓦斯含量, m^3/t ;

9 矿井瓦斯涌出量预测

(4) 掘进落煤瓦斯涌出

$$q_4 = S \cdot v \cdot \gamma \cdot (X_0 - X_1)$$

式中 q_4 ——掘进落煤绝对瓦斯涌出量， m^3/min ；

S ——掘进巷道断面积， m^2 ；

b ——巷道宽度， m ；

V ——巷道平均掘进速度， m/min ；

d ——煤的容重， t/m^3 。

X_1 ——煤层原始瓦斯含量， m^3/t ；

X_2 ——煤层残存瓦斯含量， m^3/t 。

9 矿井瓦斯涌出量预测

(5) 回采工作面相对瓦斯涌出量

$$q_5 = q_1 + q_2$$

(6) 掘进工作面相对瓦斯涌出量

$$q_6 = q_3 + q_4$$

9 矿井瓦斯涌出量预测

(7) 生产采区相对瓦斯涌出量

$$q_7 = (1 + k') \left(\sum_{i=1}^n q_{5i} \cdot A_i + 1440 \sum_{j=1}^m q_{6j} \cdot A_i \right) / A_0$$

式中 q_7 ——生产采区相对瓦斯涌出量, m^3/t ;
 k' ——生产采区内采空区瓦斯涌出系数, 1.15~1.25;
 n ——采区内回采工作面个数;
 q_{5i} ——第*i*回采面开采层相对瓦斯涌出量, m^3/t ;
 A_i ——第*i*回采面平均日产煤量, t ;
 m ——采区内掘进巷道条数;
 q_{6j} ——第*j*掘进巷道煤壁绝对瓦斯涌出量, m^3/min ;
 A_0 ——采区平均日产煤量, t 。

9 矿井瓦斯涌出量预测

(8) 矿井瓦斯涌出量

$$q_{\text{矿}} = k'' \left[\sum_{i=1}^n (q_{ci} \cdot A_{ci}) \right] / \sum_{i=1}^n A_{ci}$$

式中 $q_{\text{矿}}$ ——矿井相对瓦斯涌出量， m^3/t ；

k'' ——已采采区采空区瓦斯涌出系数，1.10~1.25；

n ——生产采区个数；

q_{ci} ——第*i*生产采区相对瓦斯涌出量， m^3/t ；

A_{ci} ——第*i*生产采区平均日产煤量， t ；

9 矿井瓦斯涌出量预测

□ 9.5.3 现有预测方法讨论

❖ 矿山统计法

由于矿山统计法仅考虑瓦斯涌出量与开采深度一个因素之间的关系，故其适用范围受到一定的限制。对于地质条件简单的矿井，瓦斯涌出量的变化主要受开采深度的影响，预测结果可以满足生产要求。而在很多生产矿井，由于矿井地质条件的变化，瓦斯涌出量除了与开采深度有关以外，与其它地质因素也存在较密切的关系。在这种情况下，只考虑开采深度的预测方法将难以达到生产要求的预测精度。

9 矿井瓦斯涌出量预测

❖ 瓦斯含量法

经过近二、三十年不断的研究发展，目前已基本上达到实用化阶段。在实际应用中还存在的问题是：

（1）由于瓦斯含量法依靠煤层瓦斯含量测定值的可靠性和含量点的分布及密度。如果预测区内只有很少或没有的瓦斯含量测定点（这种情况在地方煤矿是比较普遍的），那么第一步的瓦斯含量预测就不可靠，由此而进行的瓦斯涌出量预测，其精度将难以保证。

（2）国内外这类预测方法有近十种，各种方法所考虑的影响因素、物理模型不同，形成了不同的计算公式。对同一矿井采用不同的瓦斯含量法，其预测结果相差较大。

9 矿井瓦斯涌出量预测

□ 9.5.4 瓦斯地质数学模型法

● 基本原理

通过瓦斯地质规律研究，分析瓦斯涌出量的变化规律，筛选影响瓦斯涌出量变化的主要地质因素；在此基础上，根据矿井已采地区的瓦斯涌出量实测资料和相关的地质资料，综合考虑包括开采深度在内的多种影响因素，采用一定的数学方法，建立预测瓦斯涌出量的多变量数学模型（预测方程）；利用所建立的数学模型，对矿井未采区域的瓦斯涌出量进行预测。

9 矿井瓦斯涌出量预测

●理论基础

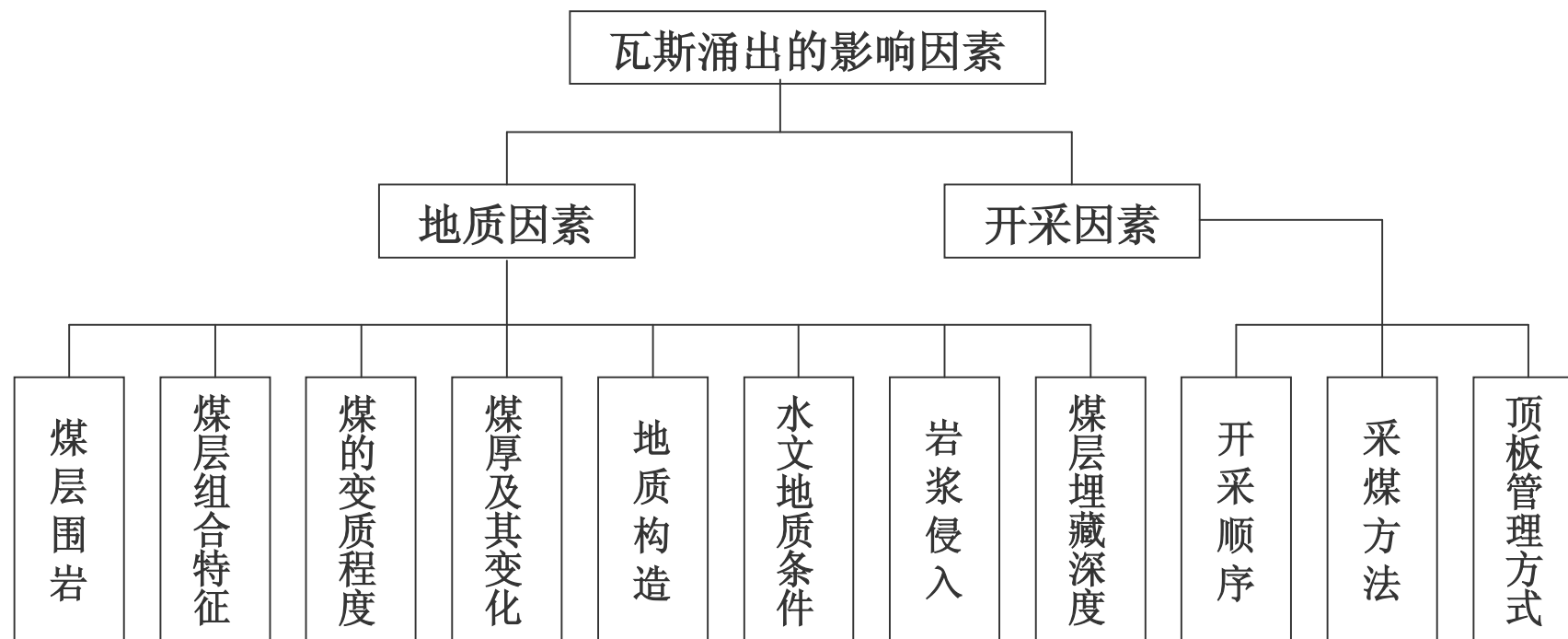
瓦斯地质数学模型法采用数量化理论 I 作为建模工具。数量化理论 I 是数量化理论的方法之一，用于解决从定性的或兼有定量的自变量出发对因变量的预测问题。

在瓦斯地质相关因素定量分析中，某些地质因素难以量化，如煤层的顶、底板岩性，只是某种属性的描述，而没有量的概念，这类变量称为定性变量。某些定性变量有时是影响瓦斯涌出量变化的主要因素。另外，在实际应用中如果某些定量变量对瓦斯涌出的影响是趋势性的，将其转化为定性变量参加建立数学模型可能会得到更好的预测效果。

9 矿井瓦斯涌出量预测

●预测方法及步骤

(1) 分析影响瓦斯涌出的因素



9 矿井瓦斯涌出量预测

(2) 建立预测模型

◆ 确定统计单元

瓦斯地质数学模型是以已采区域内的已知统计单元为**样本**建立起来的。统计单元的确定应考虑生产要求，如果要对深部未采工作面进行瓦斯涌出量预测，应当选择**回采工作面作为统计单元**；如果是对深部未掘巷道进行涌出量预测，应选择掘进巷道作为统计单元。若已采区域内的回采工作面走向长度很大（综采工作面的走向长度可达1000-1500m），可以将工作面或掘进巷道沿走向划分为二个或三个统计单元。因为统计单元内的变量是以平均数据取值的，统计单元长度很大会降低平均值的代表性。划小统计单元时，掘进巷道可按二等分或三等分划分，回采工作面可采用相应位置的月份回采线划分。

9 矿井瓦斯涌出量预测

(2) 建立预测模型

◆ 确定统计单元

数量化理论 I 属于一种多元统计分析方法，采用统计方法建立预测瓦斯涌出量的数学模型，应当满足样品条件的一致性。例如，在甲烷带内，煤层的瓦斯压力、瓦斯含量以及开采过程中的瓦斯涌出量通常表现有随深度的增加而增大的规律，而深部预测区域都位于甲烷带，因此瓦斯风化带内的工作面或掘进巷道不应选作已知统计单元。

9 矿井瓦斯涌出量预测

(2) 建立预测模型

◆ 选择变量

数量化理论 I 用于解决从定性的或兼有定量的自变量出发对因变量的预测问题。建立预测瓦斯涌出量的数学模型，瓦斯涌出量为因变量，各种影响因素为自变量。

根据生产要求，建立回采工作面瓦斯涌出量的预测模型以相对瓦斯涌出量作为因变量（ m^3/t ），取统计单元内各回采月份相对瓦斯涌出量的平均值作为该统计单元因变量的观测数据。建立掘进巷道瓦斯涌出量的预测模型以绝对瓦斯涌出量（ m^3/min ）作为因变量，应以统计单元内各月（或旬）绝对瓦斯涌出量的平均值作为因变量的观测数据。在计算平均瓦斯涌出量时，应剔除由于人为非正常因素造成的异常数据。

9 矿井瓦斯涌出量预测

(2) 建立预测模型

◆ 选择变量

瓦斯地质相关因素分析为自变量的选取提供了充分的依据。对一个具体的研究对象，应根据相关因素分析结果，选取与瓦斯涌出量变化有密切关系的因素为自变量。自变量按其性质可分为**定性变量和定量变量**。在数理化理论中，定性变量是以二态变量来取值的，即用“0”和“1”来表示某种属性“无”和“有”。定量变量通常以统计单元内的平均数据取值。

9 矿井瓦斯涌出量预测

(2) 建立预测模型

◆ 建立数学模型

根据所选定的因变量和自变量，以及在已采区域内所确定的统计单元，分别对各单元的变量取值，绘制基础数据表格。根据所取得的基础数据，采用数量化理论 I 的方法原理，可建立起预测瓦斯涌出量的瓦斯地质数学模型。

所建立的预测方程是否有实际意义，需要进行统计检验。一般采用方差分析法计算统计量 F ，并在一定的显著性水平下查 F 分布表，当 F 统计量大于等于 F 临界值时，说明预测方程显著，可用于未采区域的瓦斯涌出量预测。否则，需要从原始资料入手，对变量的选择和取值进行分析研究，修改数据后重新建立预测方程。

9 矿井瓦斯涌出量预测

◆建立数学模型

对于所建立的预测方程，还需检验每个自变量对预测的重要性。检验有多种方法，一般采用偏相关系数法计算因变量对各自变量的偏相关系数。偏相关系数越大，说明该自变量对预测的贡献越大。同时计算由偏相关系数构成的统计量 t_j ，在一定的显著性水平下查 t 分布表，当 t_j 大于等于 t 临界值时，说明第 j 个自变量对预测的重要性显著。预测方程中应当只包含显著的自变量，不显著的应予剔除。预测方程的建立可能需反复多次，最终得到满足预测要求的数学模型。

$$\hat{y} = \sum_{u=1}^h \hat{b}_u x(u) + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{r_j} \delta(j, k) \hat{b}_{jk}$$

◆统计检验(F、 δ 、 t)

9 矿井瓦斯涌出量预测

◇建立数学模型

$$\hat{y} = \sum_{u=1}^h \hat{b}_u x(u) + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{r_j} \delta(j, k) \hat{b}_{jk}$$

式中

$x_u(u=1,2,...,h)$ 为第u个定量变量的数据;

$\delta(j,k)$ ($j=1, 2, \dots, m; k=1, 2, \dots, r_j$) 为第 j 个项目第 k 各类目上的反应。

◇统计检验(F、 δ 、t)

9 矿井瓦斯涌出量预测

(3) 未采区瓦斯涌出量预测

- 未采区域有完整的设计图

对深部未采工作面进行瓦斯涌出量预测，应当以深部设计工作面为统计单元，根据预测方程（由已采工作面建立）中所选入的自变量，采用与已采区域相同的取值方法，对各自变量逐一取值，代入预测方程，便可计算出每个设计工作面的相对瓦斯涌出量预测值。未采区域掘进巷道的瓦斯涌出量预测方法类似，只是所利用的预测方程是以已采区域内掘进巷道为统计单元建立起来的，计算得到的是设计巷道的绝对瓦斯涌出量预测值。

9 矿井瓦斯涌出量预测

(3) 未采区瓦斯涌出量预测

- 未采区只有规划设计，无完整的设计图

未采区域的预测结果可以用**预测等值线**的形式来表示。具体作法是，在预测区平面图上，以坐标方格网的交点为预测点，根据预测方程中所包含的自变量，对每个选入的自变量取值，然后代入预测方程，可得到每个预测点位置上的瓦斯涌出量预测值。采用一定的等值距，可绘制出瓦斯涌出量预测等值线。

9 矿井瓦斯涌出量预测

(4) 应用实例

某矿采用瓦斯地质数学模型法进行了瓦斯涌出量预测。选定17个回采工作面作为已知统计单元。根据瓦斯地质分析得出的规律并经过统计检验，选择了煤层底板标高、顶板砂岩比、煤层厚度、地质构造等4个与瓦斯涌出有密切关系的因素作为自变量，建立了如下瓦斯地质数学模型：

9 矿井瓦斯涌出量预测

$$\hat{y} = -7.4577 \times 10^{-2} x(1) + 4.4795\delta(1,1) + 6.7549\delta(1,2) + 7.2814\delta(1,3) \\ + 0.7787\delta(2,2) + 3.7223\delta(2,3) - 9.4133\delta(3,2) - 12.7371\delta(3,3)$$

\hat{y} ——瓦斯涌出量预测值， m^3/t ；

$x(1)$ ——煤层底板标高， m （定量变量）；

$\delta(1,1)$ ——砂岩比项目之<0.2类目；

$\delta(1,2)$ ——砂岩比项目之0.2~0.4类目；

$\delta(1,3)$ ——砂岩比项目之>0.4类目；

$\delta(2,2)$ ——煤层厚度项目之3~5m类目；

$\delta(2,3)$ ——煤层厚度项目之>5m类目；

$\delta(3,2)$ ——地质构造项目之地垒类目；

$\delta(3,3)$ ——地质构造项目之地堑类目。

9 矿井瓦斯涌出量预测

统计检验:

F统计量为114.28, 在0.01水平下显著;

每个自变量的偏相关系数t统计量均在0.01水平下显著。

实践性检验:

二个工作面的平均预测误差为13.75%, 说明预测精度较高。

9 矿井瓦斯涌出量预测

(5) 瓦斯地质数学模型软件

◆ 软件主要功能

- ① 提示按钮
- ② 输入或修改数据文件按钮
- ③ 运行数据文件按钮
- ④ 详细资料按钮
- ⑤ 预测位置单元按钮
- ⑥ 退出按钮

9 矿井瓦斯涌出量预测

◆ 软件主界面

瓦斯地质数学模型软件

变量输入

定量变量数(h):

定性变量数(m):

样品数(n):

$t(n-m-h-1)$:

$F(h+m, n-h-m-1)$:

运算输出

方程显著性:

F统计量:

复相关系数:

剩余标准差:

最大偏差:

详细资料(X)

提示(H)

输入或修改数据文件(S)

运行数据文件(W)

预测未知单元(Y)

退出(T)

预测对话框

未知单元预测

未知单元个数:

提示(H)

输入或修改数据文件(S)

运行数据文件(W)

预测结果(I)

退出(T)

本章结束！