

常用地质计算

- 1、视倾角换算
- 2、各类厚度计算
- 3、钻孔弯曲度计算
- 4、变化系数计算
- 5、损失与贫化计算

1、真倾角与视倾角换算

例题：现场量取岩层产状为倾向85度，真倾角 α 为30度，剖面方向110度，则剖图面上绘制的视倾角 β 是多少？

解：真倾向与视倾向间的夹角 $\omega = 110 - 85 = 25$

$$\text{视倾角 } \beta = \arctg(\text{tg } \alpha \times \cos \omega) = \arctg(\text{tg } 30 \times \cos 25) \\ = 27.62$$

注：excel计算公式如下

$$= \text{DEGREES}(\text{ATAN}(\text{TAN}(\text{RADIANS}(\text{真倾角})) \times \text{COS}(\text{RADIANS}(\text{夹角}))))$$

α 真倾角
 β 视倾角

弧度转换为角度

求弧度正切值

$=\text{tg}$

角度转换为弧度

$$\text{视倾角 } \beta = \arctg(\text{tg } \alpha \times \cos \omega)$$

$$\text{真倾角 } \alpha = \arctg(\text{tg } \beta / \cos \omega)$$

求反正切弧度值
 $=\text{arctg}$

通过上式可以发现，真倾角总是大于或等于视倾角。

1、真倾角与视倾角换算

例题：井下穿脉方位110度，贴井壁量取矿体倾角（视倾角 β ）20度，矿体倾向60度，计算矿体真倾角 α 是多少？

解：真倾向与视倾向间的夹角 $\omega = 110 - 60 = 50$

$$\text{真倾角 } \alpha = \arctg(\tg \beta \div \cos \omega) = \arctg(\tg 20 \div \cos 50) = 29.52$$

注：excel计算公式如下

$$=\text{DEGREES}(\text{ATAN}(\text{TAN}(\text{RADIANS}(\text{视倾角})) \div \text{COS}(\text{RADIANS}(\text{夹角}))))$$



a. 立体投影图上读出要素点数据

b. 据投影数据在平面上成图

2.1、勘探线剖面（探槽）真厚度计算

真厚度计算公式： $D = L (\sin\alpha \times \cos\beta \times \sin\gamma \pm \cos\alpha \times \sin\beta)$

式中D：地层真厚度（m）

L：斜距（m）

α ：岩层（矿体）真倾角（°）

β ：地形坡度角（±°）

γ ：剖面导线与地层（矿体）走向线的锐夹角（°）

（注：当坡向与岩层倾向相反时，公式中用加号计算；当坡向与岩层倾向相同时，公式中用减号计算。）

例如：某实测剖面中某段导线记录如下：导线2~3，斜距25m，方向35°，坡度+10°。

0~5m：灰色凝灰质砂岩

5~23m：深灰色致密块状磁铁矿，产状200°/60°（20m处）

23~25m：暗灰紫色晶屑凝灰岩

计算深灰色致密块状磁铁矿的厚度：

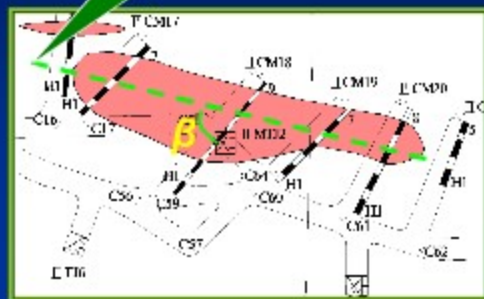
$L = 23 - 5 = 18\text{m}$ ， $\alpha = 60^\circ$ ， $\beta = 10^\circ$ ， $\gamma = \text{走向}110^\circ - \text{方向}35^\circ$

代入公式：

$D = 18 \times (\sin 60^\circ \times \cos 10^\circ \times \sin 75^\circ - \cos 60^\circ \times \sin 10^\circ) = 13.27\text{m}$

2.2坑道中矿体厚度计算

矿体总体走向线



- 水平厚度=视水平厚度 $\times \sin \beta$
- 真厚度=水平厚度 $\times \sin \alpha$
- (α 为矿体倾角)
- (β 为矿体走向与穿脉方向的夹角)

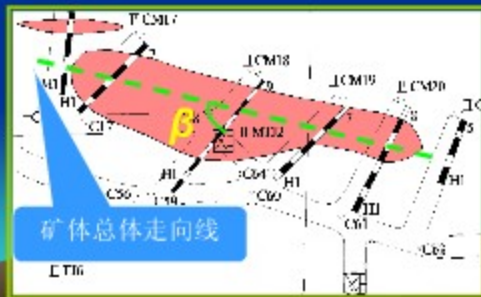
2.2坑道中矿体厚度计算

例如：某金矿3号矿体走向 100° ，穿脉CM18方位 45° ，从4.2米至13.3米为矿层，（由编录资料结合勘探线剖面得知）该处矿体倾角为 65° ，计算矿体的真厚度、水平厚度、垂直厚度为多少？

解：水平厚度=视水平厚度 $\times \sin\beta = (13.3-4.2) \times \sin(100-45) = 7.45$ 米

真厚度=水平厚度 $\times \sin\alpha = \frac{(13.3-4.2) \times \sin(100-45)}{\sin 65} = 6.76$ 米

垂直厚度=真厚度 $\div \cos\alpha = 6.76 \div \cos 65 = 15.99$ 米



- 水平厚度=视水平厚度 $\times \sin\beta$
- 真厚度=水平厚度 $\times \sin\alpha$
- 垂直厚度=水平厚度 $\times \tan\alpha$
=真厚度 $\div \cos\alpha$
- (α 为矿体倾角) (β 为矿体走向与穿脉方向的锐夹角)

2.3. 钻孔的换层孔深计算

- 换层孔深：从一个分层变换为下一个分层时称为“换层”，换层时所处钻孔深度称



同层中换层
6层

7层

8层

同层间换层
孔深128m

孔深135.43m

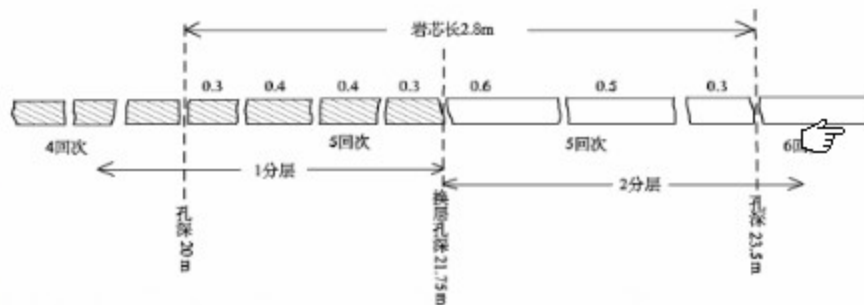
$$7 \text{ 层厚度} = 135.43 - 128 = 7.43\text{m}$$

$$7 \text{ 层采取率} = \text{分层岩心长} 5.8 \div \text{分层进尺} 7.43 \times 100\% = 78\%。$$

2.3. 钻孔的换层孔深计算

(1) 某一回次内换层

换层孔深 = 上回次止孔深 + 本回次上层岩心长 / 本回次采取率



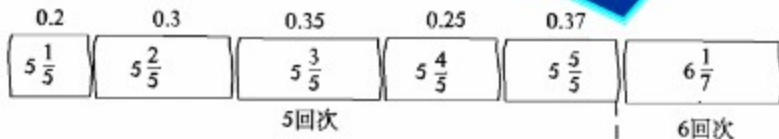
$$\text{换层孔深} = 20 + \frac{0.3 + 0.4 + 0.4 + 0.3}{80\%} = 21.75\text{m}$$
$$5\text{回次采取率} = \frac{2.8}{3.5} \times 100\% = 80\%$$

2.3. 钻孔的换层孔深计算

(2) 回次间换层

换层孔深 = 上回次止孔深

- 在5回次与6回次之间换层，5回次无残留岩心时：
换层孔深 = 5回次终止孔深 = 25m
- 5回次有残留岩心（如0.2m）时：
换层孔深 = 5回次终止孔深 - 5回次残留岩心长 = $25 - 0.2 = 24.8\text{m}$ 。



5回次采取率85%

岩心长=1.47

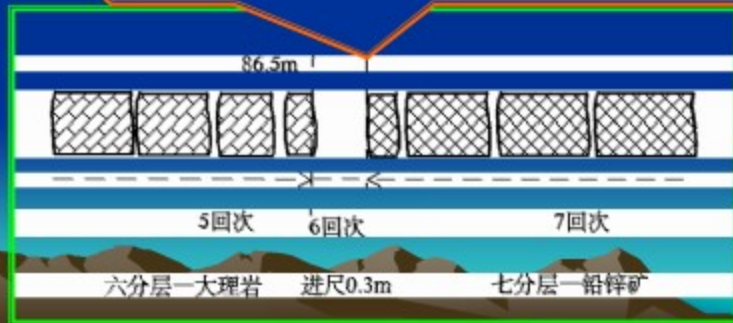
换层孔深24.8m

2.3. 钻孔的换层孔深计算

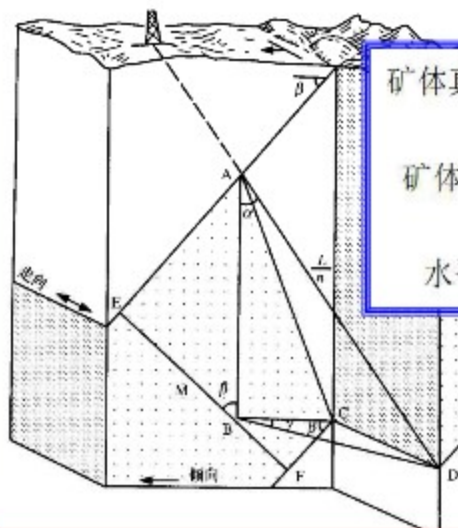
(3) 空回次换层时

换层孔深 = 上回次终止孔深 + 空回次进尺的二分之一
也可根据上下层岩石的相对硬度、破碎情况确定合适比例。

$$\text{铅锌矿顶板换层孔深} = 86.5 + 0.3 \div 2 = 86.65\text{m}$$



2.4、钻孔中矿体厚度的计算



当钻孔垂直矿层钻进

$$\text{矿体真厚度 } m = \frac{l}{n} (\sin \alpha \sin \beta \cos \gamma \pm \cos \alpha \cos \beta)$$

$$\text{矿体铅垂厚度 } m' = \frac{l}{n} (\sin \alpha \operatorname{tg} \beta \cos \gamma \pm \cos \alpha)$$

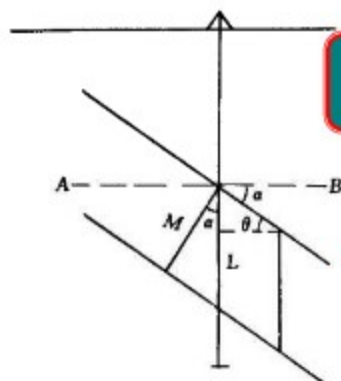
$$\text{水平厚度 } m'' = \frac{l}{n} (\sin \alpha \cos \gamma \pm \cos \alpha \operatorname{tg} \beta)$$

当钻孔倾向与矿体倾向相反时，前后两项为正号连接；否则为负号连接。

凡钻孔倾向与矿体倾向相反时，前后两项为正号连接；否则为负号连接。

“ l ”为矿心长度（m）；“ n ”为矿心采取率（%）；“ α ”为钻孔截穿矿体时的天顶角；“ β ”为矿体的倾角；“ γ ”为钻孔截穿矿体处钻孔倾向与矿体倾向的夹角。

2.4、钻孔中矿体厚度的计算



矿体真厚度 M =视厚度 $L \times \cos$ (倾角 α)

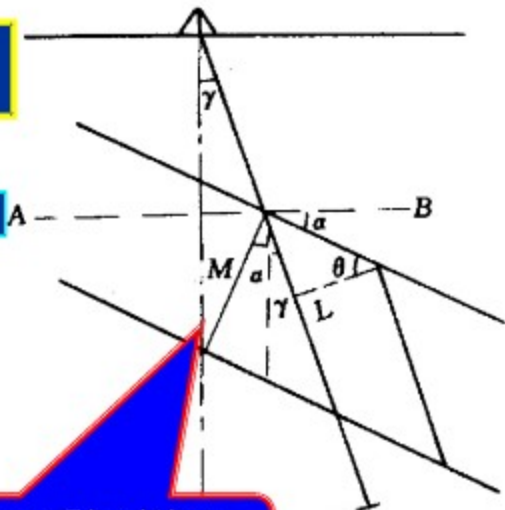
垂直钻孔求岩层真厚度示意图

θ —岩心倾角; α —岩层真倾角

2.4、钻孔中矿体厚度的计算

钻孔方位与矿体倾向一致，
且钻孔倾角大于矿体倾角

钻孔方位与矿体走向垂直



矿体真厚度 $M = \text{视厚度 } L \times \cos(\text{顶角 } \gamma + \text{倾角 } \alpha)$

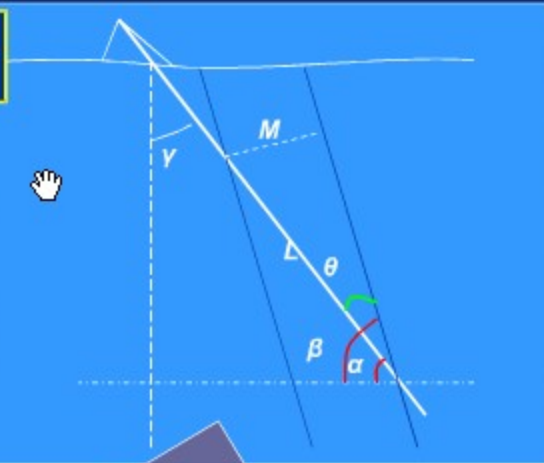
2.4、钻孔中矿体厚度的计算

钻孔方位与矿体倾向一致，
且钻孔倾角小于矿体倾角

$$\alpha = 90^\circ - \gamma$$

$$\theta = \beta - \alpha$$

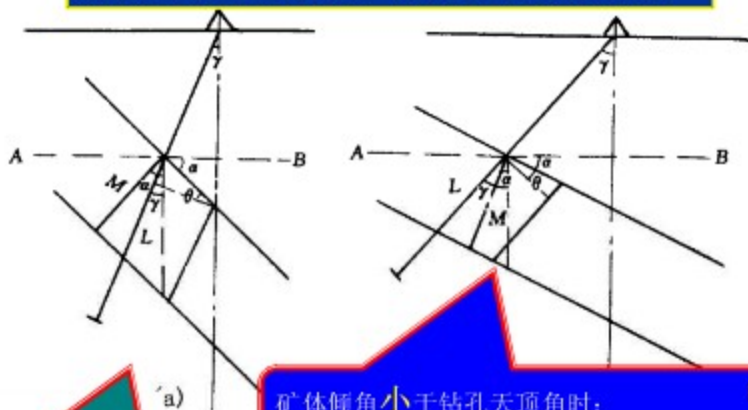
钻孔方位与矿体走向垂直



$$\text{矿体真厚度 } M = \text{视厚度 } L \times \sin \theta$$

2.4、钻孔中矿体厚度的计算

钻孔方位与矿体倾向相反，钻孔方位与矿体走向垂直



矿体倾角小于钻孔天顶角时：

矿体真厚度 $M = \text{视厚度} L \times \cos(\text{顶角} \gamma - \text{倾角} \alpha)$

矿体倾角大于钻孔天顶角时：

矿体真厚度 $M = \text{视厚度} L \times \cos(\text{倾角} \alpha - \text{顶角} \gamma)$

求岩层真厚度示意图

3、钻孔弯曲度计算

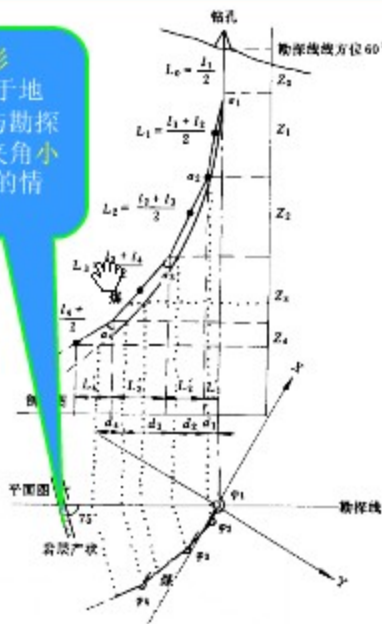
垂向投影

适用于地
层走向与勘探
线方位夹角大
于 75 度的情
况。



走向投影

适用于地
层走向与勘探
线方位夹角小
于 75 度的情
况。



3、钻孔弯曲度计算

$$h = L \cos \gamma$$

孔段水平投影为：

$$l = L \sin \gamma$$

坐标增量为：

$$\Delta X = -l \cos \varphi = L \sin \gamma \cos \varphi$$

$$\Delta Y = l \sin \varphi = L \sin \gamma \sin \varphi$$

$$\Delta Z = L \cos \gamma$$

因此，孔内任一计算点的坐标为：

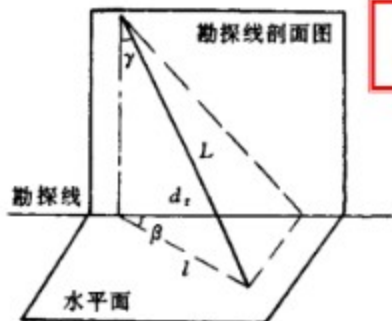
$$X_i = X_0 \pm \sum_{i=1}^n \Delta X_i$$

$$Y_i = Y_0 \pm \sum_{i=1}^n \Delta Y_i$$

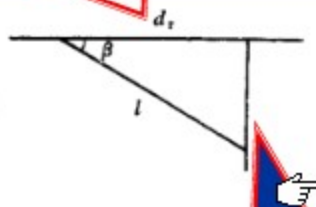
$$Z_i = Z_0 - \sum_{i=1}^n \Delta Z_i$$

3、钻孔弯曲度计算

孔段平距垂向投影示意图



$$d_r = l \cos \beta = L \sin \gamma \cos \beta$$



γ —孔段天顶角; β —孔段方位

φ 与勘探线方位 θ 的锐夹角

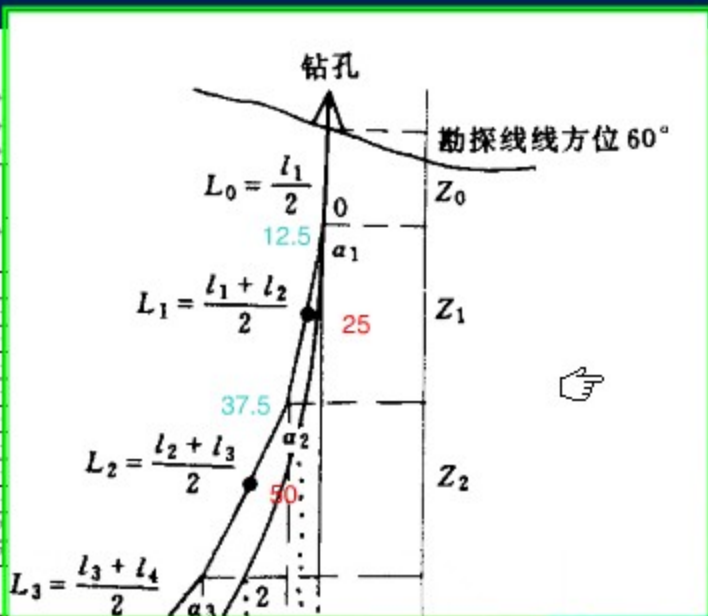
L —孔段斜长; l —孔段斜长的水平投影

$$\text{偏离剖面的距离} = l \times \sin \gamma \times \sin \beta$$

3、钻孔弯曲度计算

孔口坐标 $X=$
 $Y=$
 $H=$

测点 孔深 (m)	计算点 孔深 (m)	分段 长(m)
0.0	12.50	12.50
25.0	37.50	25.00
50.0	75.00	37.50
100.0	125.00	50.00
150.0	175.00	50.00
200.0	225.00	50.00
250.0	275.00	50.00
	300.13	25.13
300.0	306.25	6.12
312.5	312.50	6.25



$$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

4、变化系数计算

例如一组铁品位(%)数据为30.1、30.2、30.5、30.7、31.0；另外一组铜的品位(%)数据为1.1、1.2、1.5、1.7、2.0。

计算结果：铁平均品位30.5%，铁品位均方差0.37；

铜平均品位 1.5%， 铜品位均方差0.37；

均方差相同，变化程度相同？

变化系数=均方差÷算术平均值

铁的变化系数=均方差算术平均值=0.37 ÷ 30.5=0.012=1.2%

铜的变化系数=均方差算术平均值=0.37 ÷ 1.5 = 0.25 =25%



相对比较后，铜的品位变化比铁大!!!

变化系数

$$\frac{\sum_{i=1}^n c_i}{n}$$

变化系数的计算实例

Excel中计算采用函数AVERAGE求算术平均值
例如： $=\text{AVERAGE}(\text{数据选区})$

Excel中计算采用函数STDEVA求均方差
例如： $=\text{STDEVA}(\text{数据选区})$

Excel中计算变化系数
例如： $=\text{STDEVA}(\text{数据选区})/\text{AVERAGE}(\text{数据选区}) \times 100\%$

- 变化系数 $=3.46 \div 7 \times 100\% = 49\%$

5、矿石损失与贫化的计算

- 矿石贫化与损失的计算，应分期、分阶段、分设计与实际，分别按照采矿单元进行。
- 地下开采时，以采场为单元从每一爆破分层计算起，继之进行采区、中段、坑口到全矿山地综合，获得总贫化和总损失。
- 露天开采时，应在每一爆破块段计算的基础上，按台阶到采场的步骤进行综合统计。



5、矿石损失与贫化的计算

• 5.1 直接法

测量采空区面积及分层高度求采掘量：

出矿时抽取一定量
与废石称重，取

未采下损失：在采场中测量未
采下的矿石面积，推断其深度
后求得！

统计
和废
化或

采下损失：在采场底板上选择有代表性
部位的单位面积，收集损失的矿石，再
据采场总面积求得！
(无条件时，可概算采下损失量)

量

图 6—

A—A 上采矿断面；B—B 下采矿断面

工业矿石，5

$$\text{分层重量} = (S_1 + S_2) \div 2 \times h \times D$$

注意：S₁、S₂—分层面积

H—分层高度

D—矿石的体重



5、矿石损失与贫化的计算

• 5.2 间接法

- 当不能或不适宜测定采下或损失的矿量，采下混入的废石量

计算公式

金属矿山，尤其是有色金属矿山还需要计算金属采收率（ ϵ_k ）

$$\epsilon_k = (q_c + Y C_y) \div Q C \times 100\%$$

注： q_c —采出工业矿石量

Y —采场采出废石量 C —采场工业平均品位

C_y —废石平均品位 Q —采场工业矿石储量

得出较可靠结果。

5 损失与贫化的计算

例题：某铁矿设计开采采场的地质品位 C 为50%，围岩（废石）品位 C_y 为5%，设计的废石混入率 γ 为8%，贫化率 P 为7.2%，预计出矿品位 C_t 为多少？

解：废石混入率 $\gamma = 1 - (C_t - C_y) \div (C - C_y) \times 100\%$

$$\begin{aligned} C_t &= (1 - \gamma) \times C + \gamma \times C_y \\ &= (1 - 8\%) \times 50\% + 8\% \times 5\% \\ &= 46.4\% \end{aligned}$$

$$C_t = (1 - P) \times C = 92.8\% \times 50\% = 46.4\%$$



5 损失与贫化的计算

例子：已知某采区中，铁矿石可采工业储量 (Q) 为 100 kt，其平均地质品位 (C) 为 31%，采出矿量 (T) 90 kt，出矿品位 (C_i) 25%，废石品位 (C_r) 7%，求该采区采矿的矿石贫化率 (P)、废石混入率 (Y)、矿石回采率 (K_r)、矿石损失率 (ϕ) 和金属采收率 (ϵ_k) 各是多少？

解得：

(5) 金属采收率：

$$\epsilon_k = \frac{q_i C + Y C_r}{Q C} \times 100\% = \frac{6.75 \times 0.31 + 0.07 \times 2.25}{10 \times 0.31} = 72.58\%$$

✓当废石有品位时，金属采收率大于矿石回采率！

✓当废石品位为“0”时，金属采收率等于矿石回采率！



5.1 损失、贫化报表

回采损失

废石混入量=采出矿石量×贫化率

地质

表内损失量=地质矿量-采出量

191号矿块

191号矿块

设计回采地质矿量=地质矿量-设计损失量

设计损失矿量=地质矿量-设计回采量

开采

(采场)

块

段

段

段

围岩品位

废石混入量

1

2

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

191号矿块

设计损失率=设计损失地质矿量/地质矿量

191号矿块

同上

82000

9420

91420

32.87

64561

1859

2.80

9439

12.76

29.38

26859

2

2

开采单元的损失率和贫化率计算表

填写贫化与损失统计报表的具体要求如下：

填写贫化与损失统计报表的具体要求如下：

填写贫化与损失统计报表的具体要求如下：

(4) 对开采贫化率的统计要求

- 贫化率统计程序同于损失率。
- 对于实际贫化率，非金属矿山一般只统计废石混入率。
- 金属矿山还应统计品位降低率。
- 当有害组分影响显著时，则需统计有害组分的增高率。
- 整个中段或台阶回采结束，在计算全中段或台阶工业矿石储量的总损失率。

$$V = Y - W \quad U = V \left(1 - \frac{T}{100} \right) \quad e = \frac{(Y - U) + W}{Y} \cdot 100 \quad d = \frac{Y \left(1 - \frac{Q}{100} \right)}{M} \cdot 100$$