

# Correcting two errors in the procedures for estimating solid mineral resources

Mengyu Liu Haiguang Li Menglong Deng

Shanxi Natural History Museum, Taiyuan, Shanxi, 030024, China

## Abstract

In the current DZ/T 0338.1-2020 *Regulations of mineral resources estimation- Part 1 General methods* and DZ/T 0338.2-2020 *Regulations of mineral resources estimation- Part 2 The geometric methods*, there are undue mistakes in both of them: one is that in the Table A.1 Engineering Positioning Table in the appendix of the former, there are errors in unprofessionally expressing the starting points X (east coordinates) and Y (west coordinates); The second is the formula for calculating the true thickness of a single sample in the thickness of a single engineering ore body in Appendix B.1.1 of the latter, if it is used to calculate the true thickness of the sample in the conventional construction method when the drilling tendency is the same as the tendencies of the ore seam, and the dip angle of the borehole is greater than the inclination angle of the ore layer, the true thickness of the sample will be calculated as a negative value; The article analyzes and corrects his mistakes.

## Keywords

Solid minerals; resource estimation; estimation procedures; true thickness calculation; corrections

## 对固体矿产资源量估算规程中两处失误的指正

刘梦玉 李海光 邓梦龙

山西自然博物馆, 中国·山西太原 030024

## 摘要

在现行DZ/T 0338.1-2020 固体矿产资源量估算规程第1部分: 通则与DZ/T 0338.2-2020 固体矿产资源量估算规程第2部分: 几何法这两者中, 均出现了不应有的失误: 其一是在前者附录中的表A.1工程定位表中, 有非专业地表述其起始点X(东坐标)与Y(西坐标)的错误; 其二是在后者的附录B.1.1单工程矿体的厚度中其对单样品真厚度计算公式, 如用于在钻孔倾向与矿层倾向相同时且钻孔倾角大于矿层倾角这一常规的施工方式中计算其样品真厚度, 就会计算得出是一负数值的样品真厚度结果; 文中针对其失误进行了分析指正。

## 关键词

固体矿产; 资源量; 估算规程; 真厚度计算; 指正

## 1 引言

在现行的中华人民共和国地质矿产行业标准 DZ/T 0338.2-2020 固体矿产资源量估算规程第 1 部分: 通则及其第 2 部分: 几何法中, 均出现了不应该发生的失误:

其在其通则的附录的表 A1 工程定位表中, 有错误的表述: 起始点 X (东坐标) 与 Y (北坐标)。

其在几何法的附录 B.1.1 中, 对单工程矿体厚度 (M) 中, 其对计算单样品真厚度 m 的计算公式有重大失误: 如在钻孔倾向与矿层倾向相同时且钻孔倾角大于矿层倾角这一很常规的施工方式下, 用该公式就会计算得出其为真厚度  $m < 0$  的结果。

因此本着科学的态度, 对此行业标准规程中的失误分

析指正是必要的, 也是有一定现实意义的。

## 2 对表 A.1 工程定位表中的失误指正

在 DZ/T 0338.2-2020 固体矿产资源量估算规程 第 1 部分: 通则的第 9 页中的其表 A.1 工程定位表中, 其对: 起始点 X (东坐标) 与 Y (北坐标) 描述的失误为不妥当地对其地理坐标 X 与 Y 等同为数学坐标 X 与 Y 的错误解释, 其正确地表述应为: 起始点 X (纵坐标) 与 Y (横坐标)。

## 3 对真厚度计算公式 (B.1) 的指正

### 3.1 对样品真厚度计算公式 (B.1) 的复述

在 DZ/T 0338.2-2020 固体矿产资源量估算规程 第 2 部分: 几何法的第 12 页其附录 B (资料性附录) 地质块段法估算参数中, 其 B.1 单工程矿体的厚度的计算下的“B.1.1 参数算法: 单工程矿体厚度 (M) 为单个样品之和。a) 如表 1 所示, 单样品真厚度 (m) 计算公式:

【作者简介】刘梦玉 (1980-), 女, 中国云南丽江人, 本科, 工程师, 从事固体矿产勘查研究。

$$m=l \cdot (\sin\alpha \cdot \sin\beta \cdot \cos\gamma \pm \cos\alpha \cdot \cos\beta) \quad (B.1)$$

式(B.1)和图B.1(注:对原文插图本文没附)中:  
 $m$ -样品真厚度,单位为米(m); $l$ -样品长度,单位为米(m); $\alpha$ -钻孔天顶角或样槽坡度角的余角单位为度( $^\circ$ ),

$\beta$ -矿体倾角,单位为度( $^\circ$ ), $\gamma$ -钻孔穿过矿体处钻进方位或样槽方位与矿体倾向夹角,单位为度( $^\circ$ ),当工程倾斜方向与矿体倾斜方向相反时用“+”号,相同时用“-”号; $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 均为正的锐角。”

表1 钻孔探矿参数及用公式(B.1)与(1)两公式对其样品矿层真厚度计算结果的对照表

探矿工程	施工方式	矿层倾角( $\beta$ )	钻孔穿过矿层中的天顶角与其余角、矿体倾向方位角与探矿工程倾向方位角及其两方位角的夹角					用真厚度计算公式(B.1)与(1)对样品真厚度的计算结果(m)		
			天顶角	天顶角的余角( $\alpha$ )	矿体倾向方位角	工程倾向方位角	两倾向方位角之差( $\gamma$ )	样品长( $l$ )	公式(B.1)计算	公式(1)计算
zk1	“相同时”	15°	5°	85°	10°	10°	0°	2m	-1.88m	1.88m
zk2	“相反时”	15°	5°	85°	170°	10°	160° 或 -160°	2m	1.97m	1.97m
zk3	“相同时”	85°	10°	80°	10°	10°	0°	2m	0.17m	0.17m
zk4	“相反时”	85°	10°	80°	170°	10°	160° 或 -160°	2m	0.50m	0.50m

注:在公式(B.1)中, $\alpha$ 为天顶角的余角,其zk2与zk4对 $\gamma$ 是需取其两倾向间的160°夹角的补角20°的锐角值;在公式(1)中, $\alpha$ 为钻孔天顶角。

### 3.2 其真厚度计算公式(B.1)的失误

对样品真厚度计算公式(B.1)的失误,我们可用反证法证明:

当钻孔倾向与矿层倾向同向时且其钻进是从矿层顶板向其底板方向的常规的施工方式下即:钻孔的倾角为( $90^\circ - \alpha$ ),此时若( $90^\circ - \alpha$ ) >  $\beta$  或 ( $\alpha + \beta$ ) <  $90^\circ$  下,则其用该公式(B.1)对其样品真厚度的计算结果值就会得出  $m < 0$ 。这是因为在此时因其两倾向相同,故按要求在公式(B.1)中此时需用“-”号连接后,则公式(B.1)可成为下式①,当  $\gamma = 0^\circ$  有  $\cos\gamma = 1$  代入式①后便又可得下式②:

$$m=l \cdot (\sin\alpha \cdot \sin\beta \cdot \cos\gamma - \cos\alpha \cdot \cos\beta) \dots\dots ①$$

$$m=l \cdot (\sin\alpha \cdot \sin\beta - \cos\alpha \cdot \cos\beta) \dots\dots ②$$

从两角和差公式知:

$$\cos(\alpha + \beta) = (\cos\alpha \cdot \cos\beta - \sin\alpha \cdot \sin\beta)$$

$$-\cos(\alpha + \beta) = (\sin\alpha \cdot \sin\beta - \cos\alpha \cdot \cos\beta)$$

将上式代入式②中便又可得:

$$m=l \cdot (\sin\alpha \cdot \sin\beta - \cos\alpha \cdot \cos\beta)$$

$$m=-l \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

对上式因此时( $\alpha + \beta$ ) <  $90^\circ$  有  $\cos(\alpha + \beta) > 0$ , 故其  $m=-l < 0$ ; 也就是在式中右侧:

$$(\sin\alpha \cdot \sin\beta - \cos\alpha \cdot \cos\beta) < 0$$

因  $90^\circ > \gamma \geq 0^\circ$  有  $0 < \cos\gamma \leq 1$ , 将此结果代入上式则得:  $(\sin\alpha \cdot \sin\beta \cdot \cos\gamma - \cos\alpha \cdot \cos\beta) < 0$ , 再将该结果代入计算公式①中则证得其  $m < 0$ :

$$m=l \cdot (\sin\alpha \cdot \sin\beta \cdot \cos\gamma - \cos\alpha \cdot \cos\beta) < 0$$

于是得证了公式(B.1)用于在工程与样品两倾向相同时且( $\alpha + \beta$ ) <  $90^\circ$  时,真厚度  $m < 0$ 。

从上表1中对各实例的真厚度计算中, zk1的样品计算真厚度计算结果值为 -1.88m, 也证明了公式①在此时计算真厚度中的失误。

另外,对其在B.1.2多样品厚度计算中的: b) 平行面

厚度计算法中,也讲述不清其平行面厚度与计算真厚度的关系,则还需用三维软件计算两个面间的真厚度,这实在是多此一举。实际上,只要有其样品的四个参数:钻孔天顶角或样槽坡角的余角 $\alpha$ 、矿层倾角 $\beta$ 、其矿层与样品两倾向方位角的夹角 $\gamma$ 、样长 $l$ 后,便可计算其真厚度。故也用不着如此难以让人明白的其云里雾里的讲述。

### 3.3 对样品真厚度计算公式(B.1)的指正

对探矿工程中样品的真厚度计算公式,在1984年地质出版社(北京)出版的侯德义主编《找矿勘探地质学》的高等学校教材<sup>[4]</sup>与2011年地质出版社(北京)出版的由叶松青、李守义主编《矿产勘查学》(第三版)<sup>[6]</sup>国家级规划高校教材中,以及GB/T33444-2016《固体矿产勘查工作规范》<sup>[3]</sup>、DZ/T0078-2015《固体矿产勘查原始地质编录规程》<sup>[1]</sup>、DZ/T0079-2015《固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究技术要求》<sup>[2]</sup>行业规程中,其所给出的其样品真厚度计算公式均存在类似的其在两倾向相同时不能全部都正确的计算真厚度值的问题。而现行规程中的公式(B.1)是来源于前述的由侯德义主编《找矿勘探地质学》中的计算公式,不过只是将教材公式中的其矿心长除以采取率直接由样长取代、并对其 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 值限定为取正的锐角,这说明现行规程已对原公式中的问题有所察觉与修正,但因没找准问题的根源,而致其各公式中一直存在的问题,有所遗憾地还是司空见惯地延续到现行的规程中继续存在。

其实,针对其上述各真厚度计算公式中的问题,早在2016年《矿产勘查》第7卷第2期上<sup>[5]</sup>,由李海光,李佼在“全方位施工钻孔中矿体真厚度计算公式探讨”一文中的357页上,已详细论证提出了钻孔从地表向其深部的施工中的其矿体真厚度M计算的公式(编号为本文的编号)为:

$$M=l \cdot |(\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta\cos\gamma)| \dots\dots ③$$

式中, M为样品真厚度(m); l为岩、矿心样长(m);  $\alpha$ —钻孔钻穿矿体时的钻孔天顶角,但不得取其钝角( $^\circ$ );  $\beta$ —

矿体的倾角(°);  $\gamma$ —钻穿矿体处钻孔倾向方位角与矿体倾向方位角间的夹角(°)。

其上式的该真厚度计算公式,是原文中对其在钻进铅垂剖面上,按360°的全方位分为其a、b、c、d、e、f这6个分区进行探讨了其在各分区中的真厚度计算,最终对可归总成按其从地表向深部钻进施工的其a、b、c分区中导出与其三个相应如下的计算真厚度公式④至⑥(注:公式编号为本文添加),对其进行综合而。

$$M=l \cdot |(\sin\alpha\sin\beta\cos\gamma - \cos\alpha\cos\beta)| \dots\dots ④$$

$$M=l \cdot |(\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta\cos\gamma)| \dots\dots ⑤$$

$$M=l \cdot |(\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta\cos\gamma)| \dots\dots ⑥$$

其式④是在钻孔与矿层的两倾向相同时即:  $0^\circ \leq \gamma < 90^\circ$ , 且钻孔倾角  $(90^\circ - \alpha) < \beta$  (矿层倾角) 时的 a 分区中所导出的计算真厚度公式。

其式⑤是在钻孔与矿层的两倾向相同时即:  $0^\circ \leq \gamma < 90^\circ$ , 且钻孔倾角  $(90^\circ - \alpha) > \beta$  (矿层倾角) 时的 b 分区中所导出的计算真厚度公式。

其式⑥是在钻孔与矿层的两倾向相反时即: 在  $270^\circ > \gamma > 90^\circ$  时的 c 分区中所导出的计算真厚度公式。因此, 其  $\cos\gamma < 0$ , 故在此式⑤中也就实现了在前述以往包括公式(B.1)在内的各真厚度计算公式中的其在两倾向相反时需用“+”号连接的计算功能。故从表面看其与式⑤相同但内涵不同。

而对其现行规程中的真厚度计算公式(B.1)可遗憾的是: 恰恰就错在没有考虑上述其式⑥中对其样品真厚度正确的计算功能。故导致在当钻孔与矿层的两倾向相同时即:  $0^\circ \leq \gamma < 90^\circ$ , 且钻孔的倾角在  $(90^\circ - \alpha) > \beta$  (矿层倾角) 时, 其对施工钻孔样品用公式(B.1)计算其真厚度的结果就为负值。

### 3.4 对实例中样品真厚度计算结果的对比

在表1中,表述了其4个钻孔的见矿参数在分别用式(B.1)与本文推荐的式(1)对其真厚度计算结果的对比。表中表明,对钻孔与矿层的两倾向在相同时,且在钻孔倾角  $(90^\circ - \alpha) > \beta$  (矿层倾角) 时的 zk1 中,用(B.1)则计算得出其真厚度的结果为:  $m=-1.88m$ 。而对除此之外的另3个钻孔,则两公式对其真厚度的计算结果均正确一致。

## 4 结论

对此前述规程第1部分通则的附录中的表A1工程定位

表中的失误,只能是用测绘术语正确地表述为:起始点X(纵坐标)与Y(横坐标)。

对在前述规程第2部分:几何法的附录中的B.1单工程矿体的厚度计算中对真厚度计算公式(B.1)的失误,建议用如下真厚度公式(1)修正:

$$M=l \cdot |(\cos\alpha \cdot \cos\beta - \sin\alpha \cdot \sin\beta \cdot \cos\gamma)| \quad (1)$$

式中, M—样品真厚度(m); l—岩、矿心的样长(m);  $\alpha$ —钻孔钻穿矿体时的钻孔顶角,但不得取其钝角(°);  $\beta$ —矿体的倾角(°);  $\gamma$ —钻孔穿过矿层时的钻孔倾向(含水平方向)方位角与矿体倾向方位角此两方位角间的夹角或其两方位角之差的代数数值(°)。

还需重点指出该公式(1)的优点有:首先是不存在需要人工选取式中的“+”与“-”连接的问题;其次是对  $\gamma$  这一参数还可用其钻孔倾向(含水平方向)方位角与矿体倾向方位角之此两方位角值其差的代数数值使用;第三是也不存在其前述规程中的公式(B.1)计算真厚度要求的  $\gamma$  只能取其锐角的限制问题。因此对经严谨的数理推导出的计算其真厚度的公式(1),应是未被现行规程所认知的其正确的真厚度计算公式。

总之,对以往多年来计算矿体真厚度中各规程与教材中所给出有失误的其各计算真厚度综合公式中的错误问题,能其司空见惯地一直延续到现行的地质矿产行业标准中亦值得遗憾与深思;从对发现问题后应认真解决处理的科学态度的认识上讲,本文对其提出指正应有一定积极的现实意义。

## 参考文献

- [1] DZ/T0078-2015《固体矿产勘查原始地质编录规程》[S].北京:地质出版社,7.
- [2] DZ/T0079-2015《固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究技术要求》[S].北京:地质出版社,30.
- [3] GB/T33444-2016《固体矿产勘查工作规范》[S].北京:中国标准出版社,62.
- [4] 侯德义主编.1984.找矿勘探地质学[M].北京:地质出版社:335.
- [5] 李海光,李佼.2016.全方位施工钻孔中矿体真厚度计算公式探讨[J].矿产勘查,7(2):353-358.
- [6] 叶青松,李守义主编.2011.矿床勘查学(第三版)[M].北京:地质出版社,230.