

几种矿物晶形图的改正^①

李福堂

(地质矿产部山东省中心实验室)

提要 正确的晶体定向,其晶体几何常数应与内部结构的晶胞参数一致。在“砂矿物图册”中,锐钛矿、锆石、钽石、磷钇矿、符山石、白钨矿、钼铅矿,其晶形的(100)与单位晶胞的(110)相同,乃采用错误的旧定向所致。笔者对此作了改正:1. 利用上述矿物的晶胞棱长,按新旧两种定向,计算出各矿物的晶面指数及其角度值,列表对照。2. 通过作极射赤平投影或立体图的方法,对图形容量大而采用旧定向的“砂矿物图册”和目前国内唯一采用新定向的图形容量小的“矿物学导论”中的上述矿物的晶形图进行分析,并纠正其中错误部分。3. 按新定向用极射赤平投影绘制晶体立体图的方法,绘出上述矿物的精确图形,并作简要的文字描述。

一、前言

在晶体结构分析技术出现以前,矿物晶体定向完全是依据晶体外形测量资料进行的。导致有一部分矿物晶体几何常数与现代晶体结构分析的结果不一致。例如,锆石旧定向是结晶轴 a 轴与单位晶胞平行六面体的 a_0 棱方向相差 45° ,而新定向是 a 轴与 a_0 棱方向平行。“正确的晶体定向,其晶体几何常数应与内部结构中的晶胞参数一致。”^② 笔者倡议,采用并推广新定向。

在以晶形图容量最大的“砂矿物图册”(后文中简称“图册”)为代表的众多矿物学书刊里四方晶系矿物中,注有晶形的(100)与单位晶胞的(110)相同的矿物是:锐钛矿、锆石、钽石、磷钇矿、符山石、白钨矿、钼铅矿。

“矿物学导论”(后文中简称“矿导论”)是笔者国内所见唯一采用新定向的矿物学书刊,它对上述矿物中的五种作了改正。但此书系高校教材,容量有限,一般每种矿物只绘有一两个图形,而钽石、磷钇矿还未编入书,远不能满足生产、科研人员的需求。另外此书在改正中尚存不完美处,后文中提到的白钨矿的晶形图就是其中一例。

从目前出版的矿物学方面的书刊看,其中矿物晶体形态描述和晶形制图上存有严重的不准确、不统一现象。1991年10月在南昌召开的全国第二届第一次重砂矿物学术交流会上,笔者宣读“关于矿物学书刊中晶形图的一些问题”的论文中,提出了上述问题,但至

① 本文1993年5月收到,1993年6月改回。

② 结晶学导论,第59页,16行。

今尚未引起广泛重视,公开出版发行的矿物学书刊中,晶形图方面的错误时常可见。

综上,笔者认为,矿物晶形图的准确和统一,是摆在全国矿物工作者面前的一个严重的问题。

矿物晶形图的改正工作,笔者是从锆石矿物开始的,1992年6月本人写了“关于统一锆石晶体形态描述的建议”和“锆石晶形图集”,9月山东省地质矿产局实验管理科发出了“关于更正锆石矿物晶体定向和统一其形态描述的通知”,11月30日在日照市石臼所召开了全省重砂矿物鉴定工作会议,通过了从1993年起锆石矿物均按新定向绘图的决议,同时“锆石晶形图集”开始在全省重砂矿物工作者中使用。现在本文提出对其余六种矿物的晶形图进行改正。对“图册”中采用新定向的砷钼矿和钼钙矿的晶形图中的个别错处也作了纠正。

二、两种定向晶面指数及其角度值对照

根据六种矿物的晶胞棱长,按新旧两种定向方式,分别计算出各单形的晶面角度数据,对照列表,见表1至表6。

三、对原书刊中矿物晶形图的分析

图形的改正,不仅是把旧定向改成新定向,即将观测点沿水平方向旋转 45° 的问题。由于原书中的图形存在某些错误,使之复杂化了,必须先查出错处并予以纠正,改正工作方能顺利地进行。因此要对原图形进行分析。

分析的步骤:1.对六种矿物分别统计单形。2.利用各单形的角度数据分别作出六种矿物的极射赤平投影图。3.必要时作出精确的晶体立体图与原书中的图形对照。

(一)锐钛矿晶形图的分析

1.“图册”第39页图48

(1)第二行左数第四图,晶面a上方与a共处 $[010]$ 晶带上的三角形小晶面,未标注单形符号,目估可能为 $\{101\}$ 或 $\{201\}$ 经作图确定为 $\{201\}$ 。

(2)第三行左数第一图和第三图,单形 $O_1\{102\}$ 应改标成 $O\{101\}$ 。

(3)第三行右数第一图,原标 $O_4\{1\cdot 0\cdot 14\}$ 者应改标成 $O_3\{106\}$;原标 $O_3\{106\}$ 者应改标为 $O_1\{102\}$;原标 $P_6\{117\}$ 者应改标成 $P_5\{116\}$ 。

(4)第四行左数第一图,图形不完整,缺少下半部锥面。

2.“矿导论”第114页图9—9,右数第一图,单形 $x\{116\}$ 符号标注有误,应改标成 $\{1\cdot 1\cdot 10\}$ (正确的图形和单形符号标注见图1—8)。

(二)钼石晶形图的分析

“图册”第73页图87,是采用旧定向作图和标注单形符号的。“矿导论”中无此矿物晶形。

(三)磷钼矿晶形图的分析

“图册”第109页图137,是采用旧定向作图和标注单形符号的。“矿导论”中无此矿物

表1 锐钛矿两种定向晶面指数及其角度值对照表

新定向			旧定向		
晶面指数	ϕ	ρ	晶面指数	ϕ	ρ
001		0°	001		0°
100	90°	90°	110	45°	90°
110	45°	90°	100	90°	90°
101	90°	68°17'37"	111	45°	68°17'37"
305	90°	56°26'14"	335	45°	56°26'14"
102	90°	51°28'29"	112	45°	51°28'29"
103	90°	39°56'29"	113	45°	39°56'29"
105	90°	26°40'32"	115	45°	26°40'32"
106	90°	22°43'05"	116	45°	22°43'05"
107	90°	19°44'29"	117	45°	19°44'29"
1·0·10	90°	14°06'05"	1·1·10	45°	14°06'05"
111	45°	74°16'44"	201	90°	74°16'44"
112	45°	60°37'19"	101	90°	60°37'19"
114	45°	41°36'35"	102	90°	41°36'35"
1·1·10	45°	19°33'29"	105	90°	19°33'29"
1·1·12	45°	16°29'29"	106	90°	16°29'29"
123	26°33'54"	61°53'39"	313	71°33'54"	61°53'39"
213	63°26'06"	61°53'39"	133	18°26'06"	61°53'39"

根据南京大学“矿物学导论”晶胞棱长 $a_0=3.73 \text{ \AA}$ $c_0=9.37 \text{ \AA}$ 计算出

表2 钼石两种定向晶面指数及其角度值对照表

新定向			旧定向		
晶面指数	ϕ	ρ	晶面指数	ϕ	ρ
001		0°	001		0°
100	90°	90°	110	45°	90°
110	45°	90°	100	90°	90°
101	90°	41°27'30"	111	45°	41°27'30"
211	63°26'06"	63°09'01"	131	18°26'06"	63°09'01"
121	26°33'54"	63°09'01"	311	71°33'54"	63°09'01"

根据“系统矿物学”中册 晶胞棱长 $a_0=7.12 \text{ \AA}$ $c_0=6.29 \text{ \AA}$ 计算出

表 3 磷钇矿两种定向晶面指数及其角度值对照表

新 定 向			旧 定 向		
晶面指数	ϕ	ρ	晶面指数	ϕ	ρ
001		0°	001		0°
100	90°	90°	110	45°	90°
110	45°	90°	100	90°	90°
101	90°	41°13'59"	111	45°	41°13'59"
301	90°	69°10'38"	331	45°	69°10'38"
111	45°	51°06'15"	201	90°	51°06'15"
121	26°33'54"	62°58'01"	311	71°33'54"	62°58'01"
211	63°26'06"	62°58'01"	131	18°26'06"	62°58'01"

根据南京大学“结晶学与矿物学”(1978.7版) $a_0=6.88\text{Å}$ $c_0=6.03\text{Å}$ 计算出

表 4 符山石两种定向晶面指数及其角度值对照表

新 定 向			旧 定 向		
晶面指数	ϕ	ρ	晶面指数	ϕ	ρ
001		0°	001		0°
100	90°	90°	110	45°	90°
110	45°	90°	100	90°	90°
120	26°33'54"	90°	310	71°33'54"	90°
210	63°26'06"	90°	130	18°26'06"	90°
130	18°26'06"	90°	210	63°26'06"	90°
310	71°33'54"	90°	120	26°33'54"	90°
101	90°	37°13'22"	111	45°	37°13'22"
201	90°	56°38'52"	221	45°	56°38'52"
301	90°	66°18'31"	331	45°	66°18'31"
103	90°	14°12'35"	113	45°	14°12'35"
111	45°	47°03'08"	201	90°	47°03'08"
112	45°	28°14'35"	101	90°	28°14'35"
121	26°33'54"	59°30'53"	311	71°33'54"	59°30'53"
211	63°26'06"	59°30'53"	131	18°26'06"	59°30'53"
122	26°33'54"	40°20'32"	312	71°33'54"	40°20'32"
212	63°26'06"	40°20'32"	132	18°26'06"	40°20'32"
131	18°26'06"	67°23'58"	421	63°26'06"	67°23'58"
311	71°33'54"	67°23'58"	241	26°33'54"	67°23'58"

根据南京大学“矿物学导论” $a_0=15.52\text{Å}$ $c_0=11.79\text{Å}$ 计算出

表5 白钨矿两种定向晶面指数及其角度值对照表

新定向			旧定向		
晶面指数	ϕ	ρ	晶面指数	ϕ	ρ
001		90°	001		90°
101	90°	65°16'22"	111	45°	65°16'22"
102	90°	47°21'12"	112	45°	47°21'12"
103	90°	35°53'51"	113	45°	35°53'51"
112	45°	56°55'28"	101	90°	56°55'28"
114	45°	37°30'50"	102	90°	37°30'50"
116	45°	27°06'14"	103	90°	27°06'14"
134	18°26'06"	59°46'41"	212	63°26'06"	59°46'41"
123	26°33'54"	58°17'23"	313	71°33'54"	58°17'23"
235	33°41'24"	57°26'11"	515	78°41'24"	57°26'11"
211	63°26'06"	78°21'45"	131	18°26'06"	78°21'45"
312	71°33'54"	73°45'40"	121	26°33'54"	73°45'40"
316	71°33'54"	48°51'12"	123	26°33'54"	48°51'12"

根据南京大学“矿物学导论” $a_0=5.25\text{Å}$ $c_0=11.4\text{Å}$ 计算出。

晶形。

(四)符山石晶形图的分析

“图册”80页图97,是采用旧定向作图和标注单形符号的。第二行右数第一至三图和第三行右数第一图,为不完整图形,缺下半部锥面。

“矿导论”203页图16—28,是按新定向作图和标注单形符号的,个别符号标错。 $e\{111\}$ 应改标成 $e\{112\}$ 。

(五)白钨矿晶形图的分析

1. “图册”120页图153

(1)第一行左数第三图, $P\{111\}$ 和 $O\{101\}$ 符号,应互换所标位置。

(2)第一行左数第四图,作图是按旧定向的,单形符号标注是按新定向的。

(3)第二行左数第三图,作图和单形符号标注都是按新定向的,个别单形符号标错, $S\{121\}$ 应改标成 $\{211\}$ 。

2. “矿导论”169页图14—2,作图是按旧定向的,单形符号标注有误,按此定向 $e\{112\}$ 应改标成 $\{101\}$; $P\{101\}$ 应改标成 $\{111\}$ 。从原书把 e 标为 $\{112\}$ 来看,用意可能是想不改变作图方位,而按新定向标注单形符号,此作法不妥,应按新定向作图。

表 6 钼铅矿两种定向晶面指数及其角度值对照表

新 定 向			旧 定 向		
晶面指数	ϕ	ρ	晶面指数	ϕ	ρ
001		0°	001		0°
100	90°	90°	110	45°	90°
110	45°	90°	100	90°	90°
130	18°26'06"	90°	210	63°26'06"	90°
140	14°02'10"	90°	530	59°02'10"	90°
150	11°18'36"	90°	320	56°18'36"	90°
170	8°07'48"	90°	430	53°07'48"	90°
230	33°41'24"	90°	510	78°41'24"	90°
101	90°	65°50'56"	111	45°	65°50'56"
102	90°	48°06'54"	112	45°	48°06'54"
103	90°	36°37'38"	113	45°	36°37'38"
104	90°	29°08'31"	114	45°	29°08'31"
201	90°	77°21'49"	221	45°	77°21'49"
111	45°	72°24'30"	201	90°	72°24'30"
112	45°	57°37'14"	101	90°	57°37'14"
114	45°	38°15'20"	102	90°	38°15'20"
12 $\bar{1}$	26°33'54"	101°20'20"	31 $\bar{1}$	71°33'54"	101°20'20"
174	8°07'48"	75°46'02"	432	53°07'48"	75°46'02"
316	71°33'54"	49°36'37"	123	26°33'54"	49°36'37"

根据南京大学“矿物学导论” $a_0=5.43\text{Å}$ $c_0=12.11\text{Å}$ 计算出。

(六) 钼铅矿 晶形图的分析

1. “图册。121 页图 156

(1) 第一行左数第一图,是按新定向作图和标注单形符号的。

(2) 第一行左数第三图上图,单形符号标注有误, $P_3\{113\}$ 应改标成 $P_4\{114\}$; $e\{101\}$ 应改标成 $e_1\{201\}$ 。

(3) 第一行右数第一图, P_2 与 (011) 之间有一个窄长晶面,未标注单形符号,经在极射赤平投影图上分析和计算,按旧定向时符号为 $\{123\}$ 角度值: $\phi=26^\circ33'54''$, $\rho=49^\circ36'37''$ 。

(4) 第二行右数第二图,单形符号标注有误, P_2 应改标成 e ; e 应改标成 P ; 从图 6—1

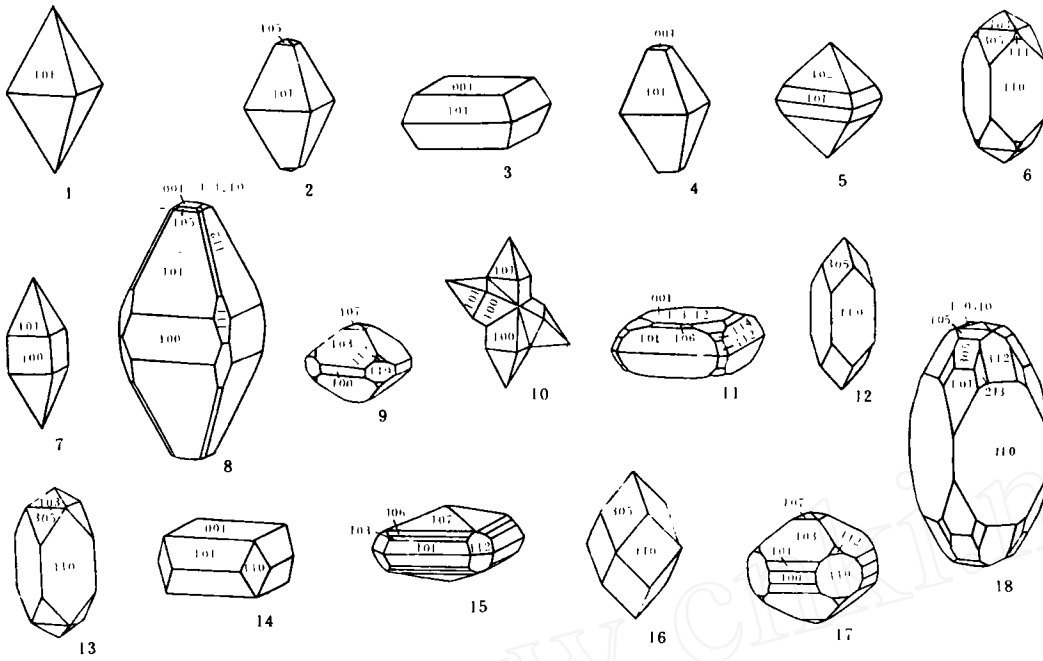


图1 锐钛矿晶形

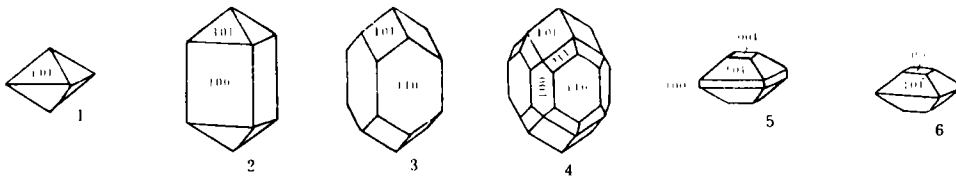


图2 钍石晶形

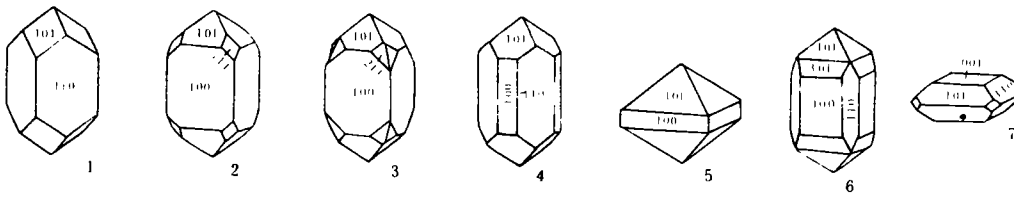


图3 磷钇矿晶形

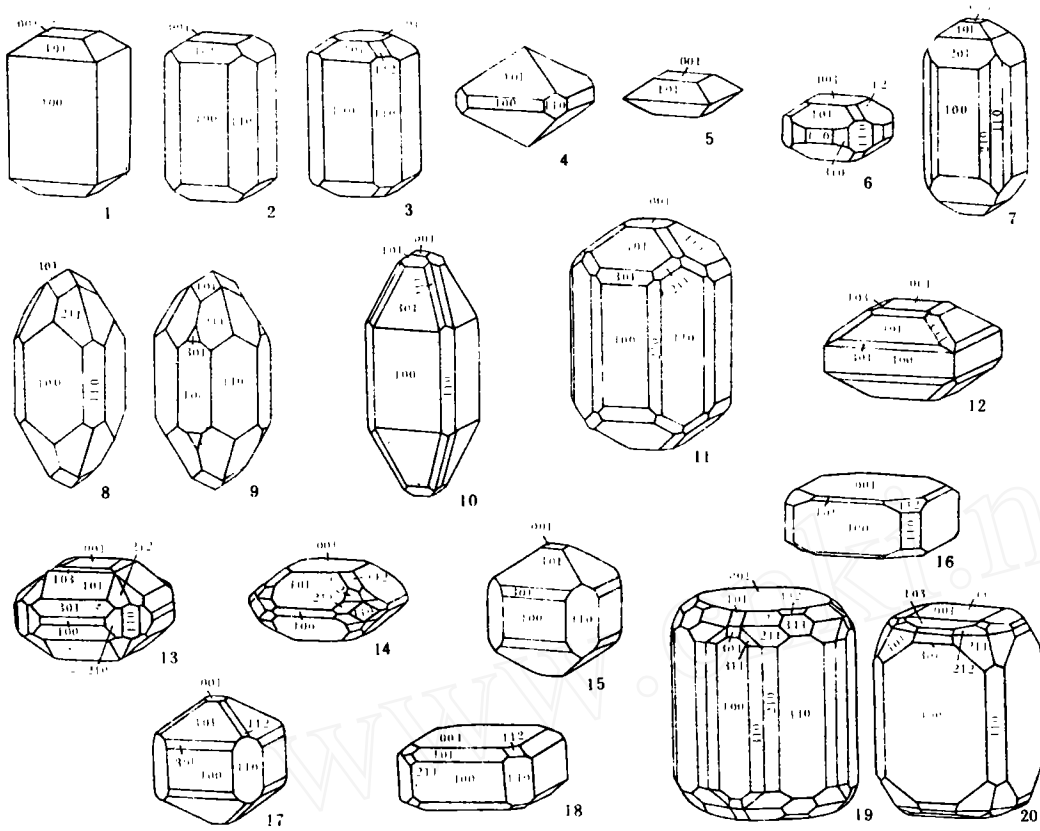


图 4 符山石晶形

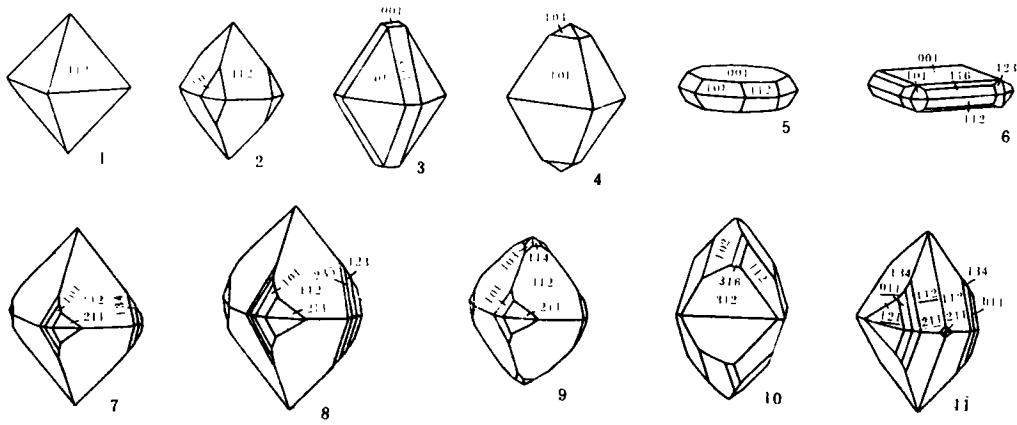


图 5 白钨矿晶形

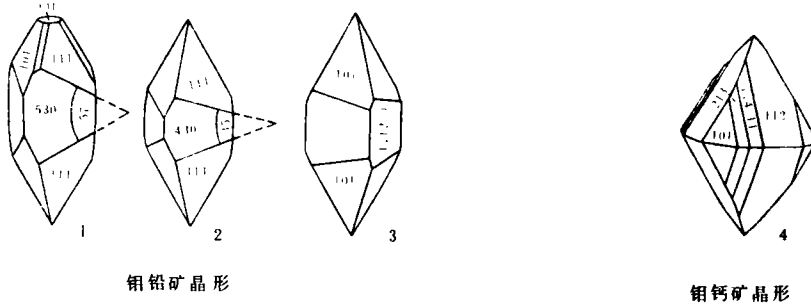


图6 钼铅矿与钼钙矿晶形

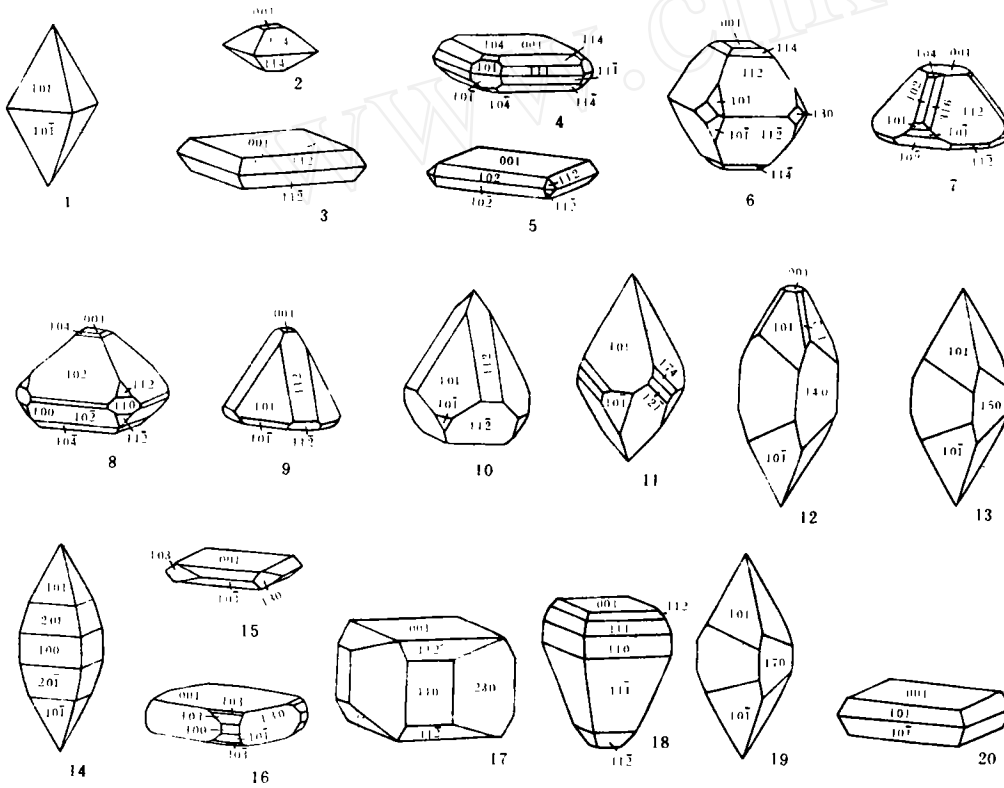


图7 钼铅矿晶形

看, (111)、(530)、 $(11\bar{1})$ 三晶面相交成二晶棱的夹角为 57 度, 此图与之相近, $m_1\{140\}$ 应改标成 $\{530\}$ 。

(5) 第二行右数第一图, 从图 6—2 看, (111)、(430)、 $(11\bar{1})$ 三晶面相交成二晶棱的夹角为 35 度, 此图与之相近, $m_2\{150\}$ 应改标成 $\{430\}$ 。

(6) 第三行右数第二图, 作图是按新定向的, 单形符号是按旧定向标注的。

2. “矿导论”170 页图 14—3

(1) 左数第一图, $f\{150\}$ 位置标错, 应标在右侧柱面上, 从图 6—3 来看此单形不是 $\{150\}$ 而是接近于 $\{1 \cdot 12 \cdot 0\}$ 。(此图与图 6—3 相近)

(2) 左数第二图, 此图与“图册”121 页图 156 第二行右数第二图完全相同, 说明作图仍是按旧定向的, 单形符号标注应作如下改变: $e\{112\}$ 与 $n\{101\}$ 位置互换, 然后 $e\{112\}$ 改标成 $\{111\}$; $K\{130\}$ 改标成 $\{530\}$ 。

(七) 磷钇矿晶形图的分析

“图册”108 页图 136, 作图是按新定向的, 单形符号标注是按旧定向的。

(八) 钼钙矿晶形图的分析

“图册”120 页图 154, 第三图, 作图是按旧定向的, 单形符号标注是按新定向的。

(“矿导论”中未编入磷钇矿和钼钙矿。)

四、改正后的晶形图

依照“图册”中六种矿物的单形组成, 利用两种定向晶面指数及其角度值对照表, 查出与旧定向相对应的新定向的各单形晶面指数及其角度值, 作出极射赤平投影, 再根据此投影(按将晶体向左旋转 20 度, 向前倾斜 10 度选择作图平面)经转换投影面, 做出矿物晶体立体图。

(一) 锐钛矿的晶形图(图 1)

复正方双锥晶类: L^44L^25PC $c/a=2.5121$

单形名称及符号: 平行双面 $\{001\}$; 正方柱 $\{100\}$ 、 $\{110\}$; 正方双锥 $\{101\}$ 、 $\{305\}$ 、 $\{102\}$ 、 $\{103\}$ 、 $\{105\}$ 、 $\{106\}$ 、 $\{107\}$ 、 $\{1 \cdot 0 \cdot 10\}$ 、 $\{111\}$ 、 $\{112\}$ 、 $\{114\}$ 、 $\{1 \cdot 1 \cdot 10\}$ 、 $\{1 \cdot 1 \cdot 12\}$; 复正方双锥 $\{213\}$ 或 $\{123\}$ 。

(二) 钍石的晶形图(图 2)

复正方双锥晶类: L^44L^25PC $c/a=0.8834$

单形名称及符号: 正方双锥 $\{101\}$, 复正方双锥 $\{211\}$ 或 $\{121\}$; 正方柱 $\{100\}$ 、 $\{110\}$; 平行双面 $\{001\}$ 。

(三) 磷钇矿的晶形图(图 3)

复正方双锥晶类: L^44L^25PC $c/a=0.8765$

单形名称及符号: 正方柱 $\{100\}$ 、 $\{110\}$; 正方双锥 $\{101\}$ 、 $\{111\}$ 、 $\{301\}$; 复正方双锥 $\{211\}$ 或 $\{121\}$; 平行双面 $\{001\}$ 。

(四) 符山石的晶形图(图 4)

复正方双锥晶类: L^44L^25PC $c/a=0.7597$

单形名称及符号:平行双面{001};正方柱{100}、{110};复正方柱{210}或{120}、{310}或{130};正方双锥{101}、{201}、{301}、{103}、{111}、{112};复正方双锥{211}或{121}、{212}或{122}、{311}或{131}。

(图4—15至图4—18四个晶形图为笔者实测的济南药山铬质符山石的晶形)

(五)白钨矿的晶形图(图5)

正方双锥晶类: L_4 $c/a=2.1714$

单形名称及符号:平行双面{001};正方双锥{101}、{102}、{103}、{112}、{114}、{116}、{123}、{134}、{211}、{235}、{312}、{316}。

(六)钼铅矿的晶形图(图7)

正方锥晶类: L_4 $c/a=2.2302$

单形名称及符号:单面{001}、{00 $\bar{1}$ };正方柱{100}、{110}、{130}、{140}、{150}、{170}、{1.12.0}、{230};正方锥{101}、{10 $\bar{1}$ }、{201}、{20 $\bar{1}$ }、{102}、{10 $\bar{2}$ }、{103}、{10 $\bar{3}$ }、{104}、{10 $\bar{4}$ }、{111}、{11 $\bar{1}$ }、{112}、{11 $\bar{2}$ }、{114}、{11 $\bar{4}$ }、{12 $\bar{1}$ }、{174}、{316}。

(其中图7—20来自“矿导论”170页图14—3右数第一图)。

(七)碲钨矿的晶形图

原图(“图册”108页图136),是按新定向绘制的,单形符号需作如下改正: $P\{111\}$ 改成{101}; $a\{100\}$ 改成{110}; $m\{110\}$ 改成{100}。

(八)钼钙矿的晶形图

原图(“图册”120页图154)中第一、第二图是正确的,对第三图作了改正,见图6—4,晶形为正方双锥{101}、{112}、{213}、{7·4·11}组成之聚形。

参 考 文 献

- [1] 广东地质局中心实验室、地质部第二海洋地质大队实验室编著 1979 砂矿物图册 地质出版社
- [2] 陈武、季寿元编,1985 矿物学导论 地质出版社
- [3] 罗谷凤编 1985 结晶学导论 地质出版社

CORRECTION FOR CRYSTAL DRAWINGS OF SOME MINERALS

Li Futang

(*Shandong Provincial Central Laboratory,
Ministry of Geology and Mineral Resources*)

Abstract

The geometric constants of a crystal should be in accord with the cell parameters of the crystal. In the book "Atlas of Placer Minerals", however, the drawings of crystal form (100) of anatase, zircon, thorite, xenotime, vesuvianite, scheelite and wulfenite are identical to those of their unit cell (110) due to the old, but wrong crystal orientation.

A correction for these errors has been made by the author. First, the crystal plane indices and relevant angles of these minerals are calculated according to both the old and new orientations; and the results are tabled and compared. Second, the crystal drawings of the above-mentioned minerals occurred in the Atlas of Placer Minerals in which the old orientation is used and also in the book Introduction to Mineralogy in which the new orientation used are analysed by means of stereographic projection and errors thus found are corrected. Finally, precise crystal drawings of the above-mentioned minerals are plotted, each with a brief description, by means of stereographic projection according to the new orientation.