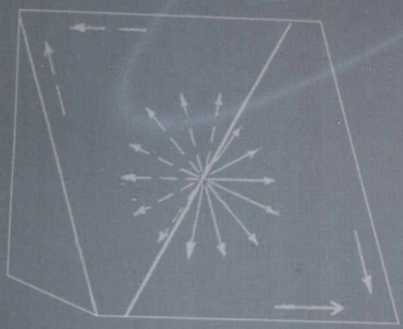
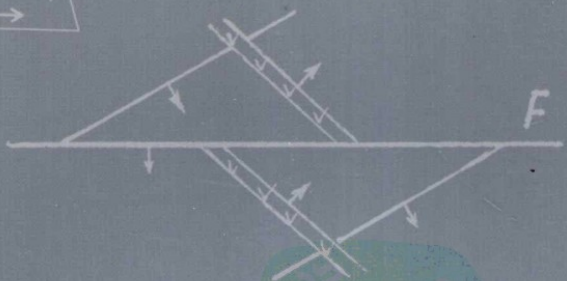
地信网论坛
BBS.3S001.COM

断层新知与地质数表

DUANCENG XINZHI YU DIZHI SHUBIAO

周瑞 著





云南出版集团公司
云南科技出版社

作者介绍

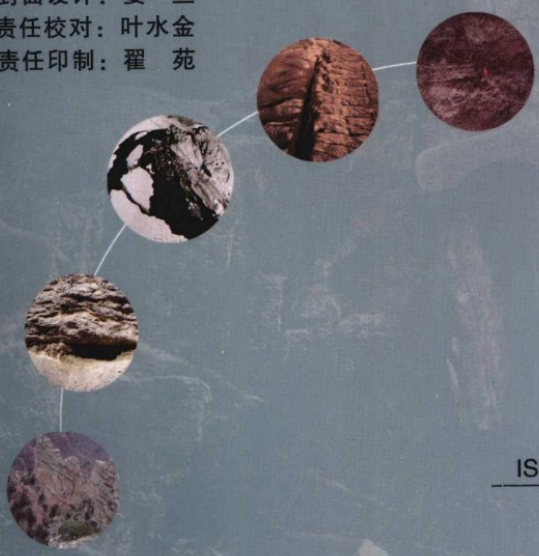


周　瑞　教授，江苏省姜堰市人，1930年出生。1955年毕业于南京大学地质系地勘专修科，从事地质教学工作。发表过《斜孔及剖面上地层真厚度计算公式的探讨》、《断层两盘相当层的错动不能代表两盘的相对运动》、《断层两盘岩层错动、错距和相对运动关系》、《断层面上迹线产状及总断距确定》论文；著有《视倾角表及假厚度校正系数表》；三次主编过中专地质专业用《古生物学》教材（正式出版两次），曾荣获地矿部中等地质学校优秀教材二等奖。2008年被云南省老年科技工作者协会评为教授。

通讯地址：昆明龙泉路昆明地质学校

邮　　编：650221

责任编辑：刘　康
　　胡凤丽
封面设计：娄　兰
责任校对：叶水金
责任印制：翟　苑



www.ynkjph.com

ISBN 978-7-5416-3325-6/P · 50

定价：18.00元

地信网论坛
BBS.3S001.COM

断层新知与地质数表

New Knowledqe of Faults and Numeal Table of Geoloqy

周　瑞　著

云南出版集团公司
云南科技出版社
·昆　明·

地信网论坛
BBS.3S001.COM

图书在版编目（CIP）数据

断层新知与地质数表/周瑞著. —昆明：云南科技出版社，2009.7

ISBN 978-7-5416-3325-6

Ⅰ.断… Ⅱ.周… Ⅲ.地质断层—研究 Ⅳ.P542

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 118269 号

云南出版集团公司
云南科技出版社出版发行
（昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼　邮政编码：650034）
云南省地矿测绘院印刷厂印刷　全国新华书店经销
开本：889mm×1194mm　1/32　印张：3.5　字数：100 千字
2009 年 7 月第 1 版　2009 年 7 月第 1 次印刷
印数：1～1030 册　　定价：18.00 元

地信网论坛
BBS.3S001.COM

自　　序

在“文革”中，我研究了多年来在构造地质教学和实习中积累的断层疑团，发现地质上对断层性质的认定存在重大的原理性错误。错误来源于欧洲创始现代地质学的前辈学者一时的疏误。他们凭直观感觉将野外观察到的断层两盘相当层错动现象，当成两盘的相对运动，认定正、逆、平移断层分别由张性、压性、剪切性应力所造成。此种疏误很易顺理成章被后学者接受，以致代代流传遍及世界而积非成是。此中只有美国地质学界于1913年独持正确的异见，将断层两盘相当层错动现象只作为虚位移（视错动）看待，不与两盘的相对运动相联系，更不据以分析断层的力学性质或成因。可惜美国并未进一步研究出其中的几个重要关系，例如相当层错动和相对运动的关系、平面和剖面上视错动的关系等，所以被各国地质学界忽视。美国M. P. Billings（毕令斯）教授在所著《构造地质学》书中，几乎已达这一奥秘殿堂，却又临门退却，反而告诫后学者“不能过于强调……”。各国有些地质学者也已认知到相当层错动和相对运动之间存在矛盾而无法解释，却只将其视为“断层效应”，就轻松地将矛盾放脱了。前人的成就和疏漏，都是后学者宝贵的知识和深刻教训。笔者深信：自然科学的规律、定理或定律，一般都不应存在矛盾或例外；如有，则必有未为人知的缘由或奥秘，就应予以探究。

本书写成于1970年，1984年承蒙《云南地质》慨允发表了本书前两段供大家讨论。可惜从未转来任何讨论意见。从1984年起，在我国高等地质院校的构造地质教材中，多次出现本书中“相对运动和相当层错动的关系”章节内3条普遍规律中的第一、第二

条。先是与本书条文部分雷同，后则只文义雷同。有时一条有时两条均注为“据毕令斯”，以解释毕氏书中不能解释的图155等。2004年，笔者去武汉打维权官司，法院只承认笔者书（文）早就存在。此一事可以说明本书某些内容已与高校教材不谋而合，不会有大错存在了。

很幸运的是2004年，笔者再投稿到《云南地质》，受到主编蒋志文先生的接纳。于2005年和2006年两次刊登完本书，为地质学保存了资料。谨此致谢！

值此书出版之际，谨向我国著名构造地质学家黄汲清、陈国达两位教授致以衷心的谢意与怀念之情！1973～1974年间承蒙两位前辈师长审阅本书（“断层的批判”）后，几次来函嘉勉、指导，黄先生还曾向有关单位荐稿。

40年来，笔者多次审核本书的各个论据及各个图件的可靠性，修订文字叙述的准确性、客观性等。虽自我不疑，但也可能囿于自身知识浅薄，业务不精和当事者迷而不能自察己非。深愿同行读者用怀疑责难的目光和睿智，严格查究书中每一论据和方法。旁观者清，相信大家自会得出自己的结论。自然科学中任何一门学科的进步和发展，都有赖于后人学习前人的知识并予以发扬光大；也有赖于读者发现作者认识的偏差、谬误而予以纠正。如果你证实了本书不能成立或部分内容有误，欢迎赐文指教。书中笔误之处，恐难避免，请予鉴谅，谢谢！

周 瑞

2009年3月

地信网论坛
BBS.3S001.COM

目　　录

浅小断层的力学研究

第一章　原理和方法方面的思考 …… (3)
第二章　断层两盘的相当层错动不能指示两盘的相对运动 … (6)
　第一节　国外的异议 …… (6)
　第二节　“难解的矛盾” …… (10)
第三章　对断层分类的意见 …… (16)
　第一节　按两盘相当层错动现象进行分类和命名 …… (16)
　第二节　按两盘相对运动进行分类和命名 …… (18)
第四章　断层两盘相对运动和相当层错动的关系 …… (20)
第五章　相当层视错动和错距 …… (31)
　第一节　相当层的平面视错动和剖面视错动的关系 …… (31)
　第二节　各种剖面上相当层视错动之间的关系 …… (31)
　第三节　总错距的作用 …… (32)
　第四节　走向错距的作用及求法 …… (33)
　第五节　各种错距之间的定比关系 …… (34)
第六章　迹　　线 …… (35)
　第一节　迹线的种类和作用 …… (35)
　第二节　计算迹线产状的公式 …… (36)
　第三节　迹线产状计算举例 …… (39)
　第四节　产状网投影法 …… (40)
第七章　两盘相对运动和总断距的确定 …… (43)
　第一节　图 9 的解法 …… (43)
　第二节　对数学计算法的验证 …… (46)

第八章 断层两盘相对运动的标志 …… (51)
第一节 断层擦痕及阶步问题 …… (51)
第二节 牵引（拖拉）褶曲问题 …… (52)
第三节 断层面旁侧派生的节理问题 …… (53)
附录 美国的《画法几何法》与前苏联的《图解分析法》
…… (55)

视 倾 角 表
假厚度校正系数表

说 明 …… (65)
视倾角表 …… (72)
假厚度校正系数表 …… (84)
附一 正弦、余弦三角函数表 …… (96)
附二 正切、余切三角函数表 …… (98)

参考文献 …… (102)

地信网论坛
BBS.3S001.COM

Content

The Ponderation of the Principles and Methods of Faults ····· (3)
The Dislocation of Corresponding Layer can't Indicate the Relative Motion of Both Walls of a Fault ····· (6)
Opinions for the Classification of Faults ····· (16)
On the Relations of Relative Motion with Dislocation of Corresponding Layer of Both Walls of a Fault ····· (20)
The Apparent Dislocation and Separation of Corresponding Layer ····· (31)
Bedding Trace ····· (35)
The Determination of the Relative Mofion and Net Slip of Both Walls of a Fault ····· (43)
The Signs of Relafive Motion of Both Walls of a Fault ····· (51)
Table of Apparent Dip and Coefficient Table of to Correct the False Tluickness ····· (63)

浅小断层的力学研究

地信网论坛
BBS.3S001.COM

第一章　原理和方法方面的思考

何为正断层？何为逆（逆掩等）断层？又何为平移（平错）断层？如何判别断层两盘的相对运动并进行应力分析的研究？它们是否分别由张性、压性和剪切性的应力所造成？这些在地质学中早已有定论的基本知识或原理，似乎已无提出的必要。例如图 1 ~ 图 3 就是我们所熟知的内容。

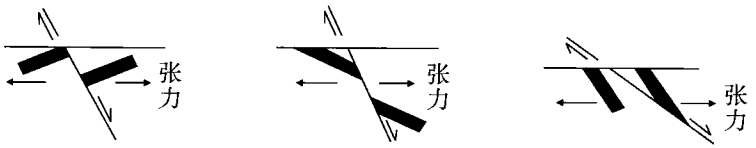


图 1　正断层的剖面图（上盘相对下降、下盘相对上升）

注：箭头→表示两盘的相对运动，→表示两盘所受应力的性质（图 2 与图 3 同此）。

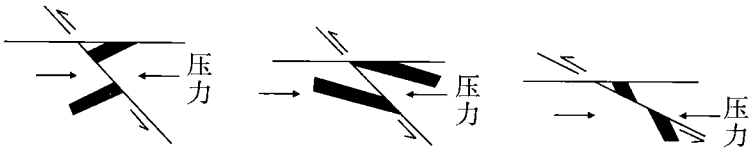


图 2　逆断层的剖面图（上盘相对上升、下盘相对下降）



图 3　平移断层的平面图（两盘发生水平的相对运动）

事实上，问题远不是如此简单地顺理成章。上述内容无论是在原理方面，还是在实际应用方面，都存在一系列值得探讨的问题。只要细心推敲一下，就不免会产生以下一些疑问。

1. 图 1 ~ 图 3 所述几类断层在文字上的定义是以两盘的相对运动为根据（这里不是指两盘如何去相对运动），可是在图件上却都改变成以两盘中相当层的错动现象为根据。从思维逻辑方面来说，文字和图形的根据已是两种内容，相互之间已产生了命题性质上的改变，不能不说是一种混乱或疏误。

这两种根据是否可以相互等同而一致呢？在一些地质教材中，确也可以见到一些用特殊产状的岩层或岩层面与断层面的特殊相交关系或特殊的两盘相对运动方式表现的断层立体图件。在这类特殊条件下产生的两盘相当层错动和两盘的相对运动或应力相互等同的“规律”，能否适用于常见的斜交断层和任意的两盘相对运动的断层中？本书后面的答案当然是否定的。

2. 图 1 ~ 图 3 中两盘的相对运动和所受应力的性质，都是只凭一个剖面或平面上的相当层错动现象予以标示。它实际上等于规定或说明：

（1）断层两盘某种性质的相对运动，只会产生剖面或平面上和它相类似的相当层错动现象。

（2）剖面或平面上的某种相当层错动现象，只能由和它相类似的两盘相对运动来产生。是断层的客观事实果真如此？

就断层两盘相当层的错动而言，它总是表现为空间中的立体错动，既存在于平面上，也同时存在于剖面上。它根本就不可能只单一地存在于平面或剖面上。因此，把相当层错动分拆成平面上的和剖面上的两类错动，就因缺少立体观点而违反了客观事物的规律。

有关两盘相当层错动不能指示两盘相对运动的问题，可谓一言难尽，将在下一章专门讨论。

3. 从空间立体上看，断层面产状、岩层面产状和两盘相对运动方向这三者，都各有自己在空间的诸般变化，三者配合后所产生

的各种相交关系及变化，就更加复杂。所以前苏联曾有学者把断层划分成一万多种几何形态，也就不必奇怪了。研究断层两盘立体的岩块沿空间某斜面或直立面（断层面）所作的相对运动和被包含于此两个岩块中的两个相互平行的倾斜面（岩层面）在空间中的相对错动之间的关系，必然表现出非常强烈的空间立体形态。所以断层和其他各种地质构造一样，都具有强烈的立体性。如果只凭一个面（剖面或平面）来表示这种立体形态，就必然要把复杂的立体关系简化到该面上，把立体中的各个面简化成各种线条，把不同面的相交关系简化成不同线条的相交关系，这就不可避免地于无形中对客观的立体形态，作了不适当的转换和歪曲。从这个意义上说，平面和剖面都只是立体形态中的一个片面。用平面和剖面相互配合或用立体图来观察断层，虽可避免观察问题的片面性，但也只是获得了感性认识的全貌，还需通过科学的理性认识，进一步解析此种立体形象和多种可能的成因之间的内在联系。

4. 从因果关系上看，由于过去断层两盘的相对运动，造成了两盘中相当层的错动。平面和剖面上相当层错动现象，是客观的事实存在，是地质工作中必须表示的内容，也是判别断层是否确实存在的重要标志，因此是不容忽视的内容。只是应当考虑：当我们现在想从现存的这些已遭受自然力量破坏后残留在两盘中的相当层错动现象（包括平面和剖面），反转来从结果探求成因，查究过去地质历史中该断层两盘曾经发生过的相对运动和所受应力的性质时，就面临着一项非常复杂而困难的恢复任务，远不是从平面、剖面或从立体图像上，凭直观感觉标示两盘的相对运动或是加上主观想象，把两盘相当层简单地一拼合就可以完成的事。

本书所讨论的断层，只限于一般地质书刊图件中两盘相当层相互平行的简单的断层（即浅小断层）；不涉及非成层岩体中的断层或枢纽断层、深大断裂等具有复杂地质现象的断层。

第二章　断层两盘的相当层错动不能指示两盘的相对运动

本章应讨论的问题本应有二个，即：①平面和剖面上的相当层错动不能指示两盘的相对运动；②立体图像中的相当层错动也不能指示两盘的相对运动。由于后一问题需待第四章论证后才可顺带总结出结论，故本章只就第一点予以讨论。

第一节　国外的异议

由于所知资料太少，只能提及几本旧书。从中可见到近百年来，国外已不断有一些宝贵的异议。了解并研究这些异议，于我们的讨论不无益处。

1. 据澳大利亚 E. S. Hills（希尔斯）教授所著《构造地质学纲要》一书中译本 87 页介绍："我们应当注意，美国地质学会所设的断层术语委员会于 1913 年曾提出下列主张：认为如果上壁中一个特定岩层沿切面上一条已知线的虚位移，对下壁中同一岩层来讲，是相对下落时，则称该断层为正断层。但一个虚正位移，并不等于上壁断块下落所造成的实际相对运动（见 71 图）。不过因为过去一些美国作者固执该委员会这种用法，所以很明显的，欲免错误，读书的时候必须留心。"原来，美国地质学会早就只按剖面上相当层错动现象命名正、逆断层而不涉及两盘的相对运动如何了。美国对正、逆断层的解释，已和图 1、图 2 的定义有了本质上的不同。他们的主张和固执是非常正确的科学的固执，很该学习和推广

应用。

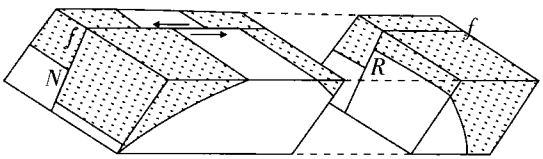


图4　希尔斯书中图71〔原解说为："纵切一个背斜的走向滑动——倾斜断层（f——f）的立体图解。由切面上看：断层在N处的似为正断，在R处为逆断。"〕

2. 美国M. P. Billings（毕令斯）教授在所著《构造地质学》一书中译本的图111～图120中，指出断层的剖面图和平面图上存在相当层视错动现象，并在图115、图129中绘出了在平面及垂直断层走向的剖面上，相当层错动与两盘相对运动相反的实例（如图5、图6）。在该书的图371、图372中（如图7、图50），都绘有两种相当矿脉在平面上的错动正好相反的实例。毕令斯用画法几何解出了此两图中的总断距（即毕令斯的总错距）等和两盘的相对运动方向。

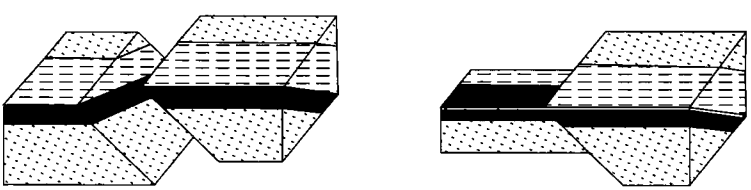


图5　毕令斯书中图115（原解说为："如图B所示，在平面图上，左边岩块似曾向后移动。"）

毕令斯教授书中的这些实例很能发人深省，使末学深受教益。可惜的是他未能解释这些图中平面及剖面上相当层错动和两盘相对运动相反的道理。更加可惜的是，毕令斯教授并未重视这些问题而进一步去追究其中的所以然，从而作出应有的本该由他自己获得的科学的合理解释。结果，他反而在书中（中译本150页）告诫人

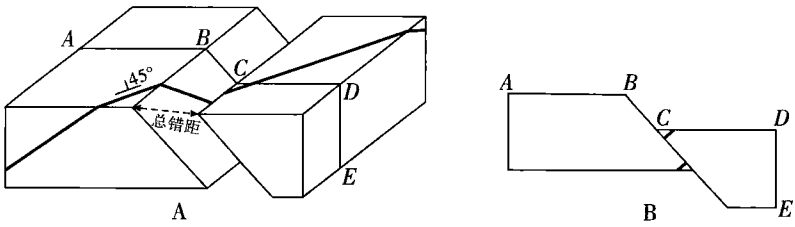


图 6 毕令斯书中图 129（原解说中有："虽然上盘曾相对地滑下，但被错断的地层表现了相反的情形。"）

们："被错断的岩层的视错动可以与总错距有很大的不同。这一点是非常重要的，但不能过于强调。视错动是许多变数的函数，它不仅决定于总错距，而且还决定于断层的走向和倾斜，被错断的岩层的走向和倾斜，以及进行观察的表面的产状。虽然总错距很大，但视错动却可能为零。"一个非常重要的问题，竟然"不能过于强调"，岂不是自我矛盾？毕令斯求出了图 7 中的总断距（即毕令斯的总错距），知道了南盘曾相对向东下方移动，却无法解释岩脉 A 在平面上的错动与两盘相对运动相反的道理，实在令人为之可惜。特别是就视错动来说，它和两盘的相对运动究竟有何种内在的联系规律？就不是先生这几句笼统而原则性的话所能交代得了的事。

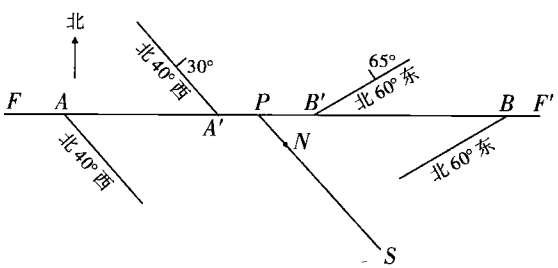


图 7 毕令斯书中图 371（直立断层的图解："NS 为总错距。断层的南侧较北侧相对地向东下方移动。"）

3. 前苏联科学院通讯院士 B. B. Белоусов（别洛乌索夫）在所

著《构造断裂及其类型与形成的构式》一书中译本33页指出："当根据剖面图和平面图的研究来判定断裂侧盘相对变位时，必须保持警惕。横剖面图和平面图关于简单变位性质可以表示明确的概念，但是在复杂变位时和在断层裂缝的及岩层的产状的任意复合中，剖面图和平面图远远不能那么简单地来解释，草率的结论可能会引起错误的。"这一意见也很值得我们深思。不过，在实际工作中不可能有断层发生图存在，人们难以认识哪一断层是简单变位——"位移方向沿断层走向或倾斜"或是复杂变位——"其中并存着沿着倾斜的（铅直）运动和沿着走向的（水平）运动。"

4. 前苏联 A. A. Белицкий（别里茨基）院士在所著《构造断裂的分类及其几何研究方法》一书中译本第三页讨论斜交断层时认为："因为剖面线通常垂直于岩层的走向，因而对于断裂面的走向来说，大部分成了斜交的。结果在横切面中，岩层的倾角被表示为真倾角，而断裂面的倾角则变化于广大范围之内——从真倾角（纵断裂）以至水平的（横断裂）。后者成为断裂形状在横切面上被歪曲的原因之一。"别里茨基的主张很难服人。因为在他认为正确的垂直断层走向的切面中，岩层面的视倾角也会变化于广大范围内，为什么这种变化就不能成为断裂形状被歪曲的原因呢？请看图6，便可知院士的此一观点不正确。

图8是别里茨基在书中对乌索夫院士等提出批评（判）的实例。他说："应该指出，乌索夫、鲁绵则夫及莫尔察诺夫的结论是不正确的。我们的研究结果（1939）可以阐明：正掩断层型的断裂是一种独立的形式，其上翼的移位不是由上向下而是是由下向上。"（7～8页）"很明显，沿Ⅱ－Ⅱ线的剖面较正确地表示岩层裂开部分的位置关系……"（8页）。

陋见以为乌索夫用此书中图5（此图从略）解释他的图4（如图8），太牵强了，难以服人。个人曾在云南宣威羊场煤矿见到类似图8的断层。对图8的解释，也是件令人感兴趣的事。他们的是非，本书将在下一节末顺带证实。

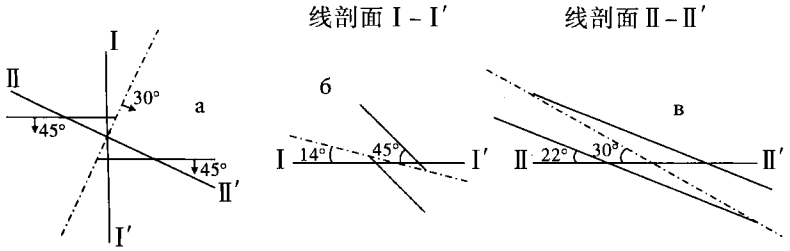


图 8　别里茨基书中图 4〔原解说为："正掩断层（M. A. 乌索夫）平面 a，岩层的横垂直剖面 6 及断裂面的横垂直剖面 B。剖面 6 较正确地表示断裂形状，因为这一断面符合于岩层裂开部分彼此相对的移位方向。"〕

第二节　"难解的矛盾"

本节的标题是指用现在广泛流行的如图 1 ~ 图 3 所表示的以断层两盘相当层在平面或剖面上的错动来代表两盘的相对运动而言。

1. 图 9 中断层 *F* 的产状为 180° ∠70°。两盘中各有两个相当层，岩层 A 产状为 150° ∠55°，岩脉 B 产状为 40° ∠50°。从左上角的平面图中切制垂直断层走向的剖面 I I′、垂直岩层走向的剖面 II II′及垂直岩脉走向的剖面 III III′。

这些图中，相当层 A 和 B 的错动都正好相反（图切剖面时，断层面或岩层面的视倾向线，应向其倾向与剖面两个方向间夹角小于 90°的一方倾斜）。这一实例，如果用图 1 ~ 图 3 的原理和方法来解释，必然陷入无法解脱的"矛盾"之中（图 9 的求解及解释见第七章）。

2. 同一断层中的不同方向剖面上，会出现相当层错动相反的事实，特别是在切制较大区域内的地质剖面时，有时会出现此情况。下面谨以 3 组不同情况的斜交断层为例，通过各自平面内断层线上同一地点，切制各种方向的剖面图。为便于读者核查，有关产

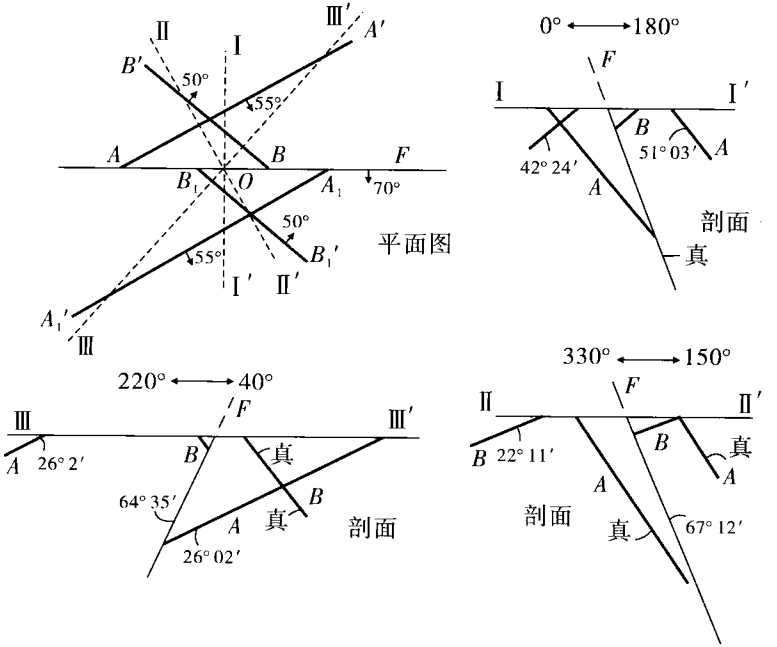


图 9　断层 F 错断了岩层 A 和岩脉 B

注：在左上角的平面图及其右，下的 3 个剖面图中，A 与 B 处处呈现“相反的相对运动”。剖面中“真”为真倾角，视倾角则注在相关处。

状数值及视倾角数值皆注明于图中。有些剖面中相当层的出露距离作了收缩，是为了不使图形太大，并不影响真实性。

第一组图为图 10 和图 11，代表斜交断层中岩层面和断层面呈同向倾斜，两者的真倾角相近的一类断层。

当剖面方位角大于 0°而小于 55°时，出现 EF 剖面上的相当层错动现象。当剖面方位角大于 55°而小于 128°时，出现 AB 剖面上的相当层错动现象。当剖面方位角大于 128°而小于 180°时，则出现 CD 剖面上的相当层错动现象。在平面图的这 3 个区段之间，有 55°的 GH 剖面（假水平岩层断层）和 128°的 IJ 剖面（假层面断层）两种特殊的剖面。1980 年承蒙南京地质学校李泰来老师指出：

“沿断层走向切制 SN 剖面时，此剖面上的相当层错动现象，恰好就是 CD 剖面和 EF 剖面这两种”力学性质“绝对不同的正断层和逆断层之间又一个相互连续转变的极限或过渡性剖面。这样，在所有不同方位的剖面之间，就构成了一个全圆周连续的、完整的正、逆断层的循环。”（图 12 ~ 图 15 同此）为此，谨向李老师敬致衷心的谢意！此剖面线需向上盘平移，以便表现出图上形态。

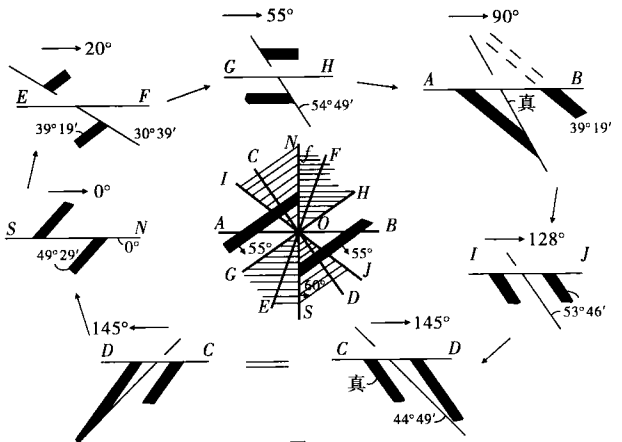


图 10

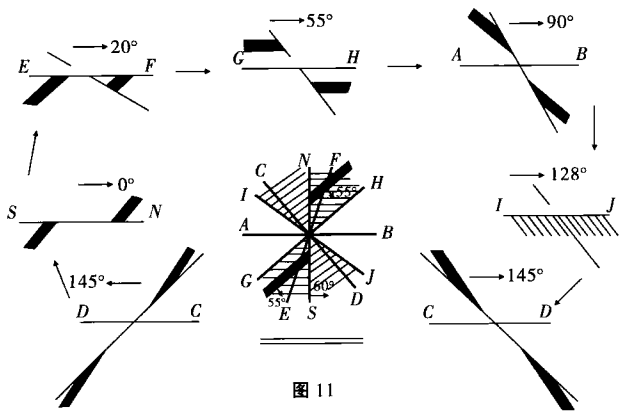


图 11

图 10、图 11　第一组斜交断层

注：中间为平面图，四周为各个剖面图。断层 f 的产状为 90°∠60°，岩层产状为 145°∠55°，“真”为真倾角。

就本组图而言，如果令断层面和岩层面的走向、倾向不变化，让断层面倾角为70°，岩层倾角为20°，这时仍然出现图10、图11中的各个剖面图像。其中GH剖面的方位不变，IJ剖面形式的方位角改变为173°多，从174°至179°的剖面上，才会出现CD剖面形式的图像。由此可见，3个区段性剖面和3个极限性或过渡性剖面的出现，是比较普遍的客观事实，只是各个区段范围的宽窄，会因断层面产状，岩层面产状以及此二者相交关系的不同而不同。

第二组为图12和图13，代表斜交断层中岩层面和断层面也呈同向倾斜，但岩层的真倾角远远大于断层面真倾角的一类断层。

第三组图为图14和图15，代表斜交断层中岩层面和断层面呈反向倾斜的一类断层。

根据以上3组图，可以总结如下：在一般的斜交断层及倾向断层中，当从平面图上同一位置切制不同方向的剖面时，剖面上的相当层错动现象，常常出现正、逆的相互转变。这种转变是由于断层面和岩层面的视倾角变化以及此两种面可以发生假性的同向或反向倾斜而造成，与断层两盘的相对运动无关。

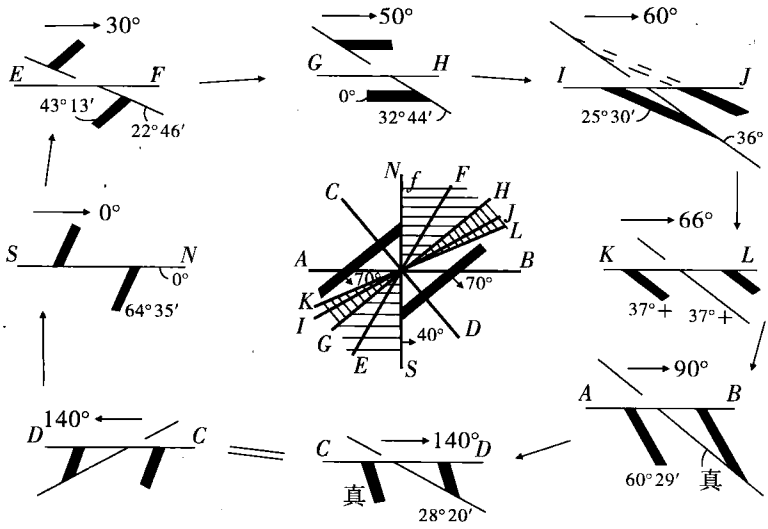


图 12

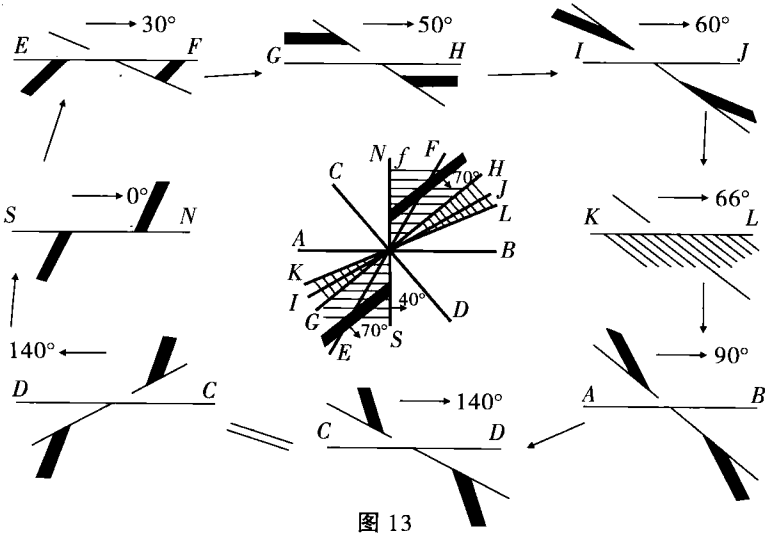


图 13

图 12、图 13 第二组斜交断层

注：断层面产状为 90°∠40°，岩层面产状为 140°∠70°，其余说明参考第一组图。

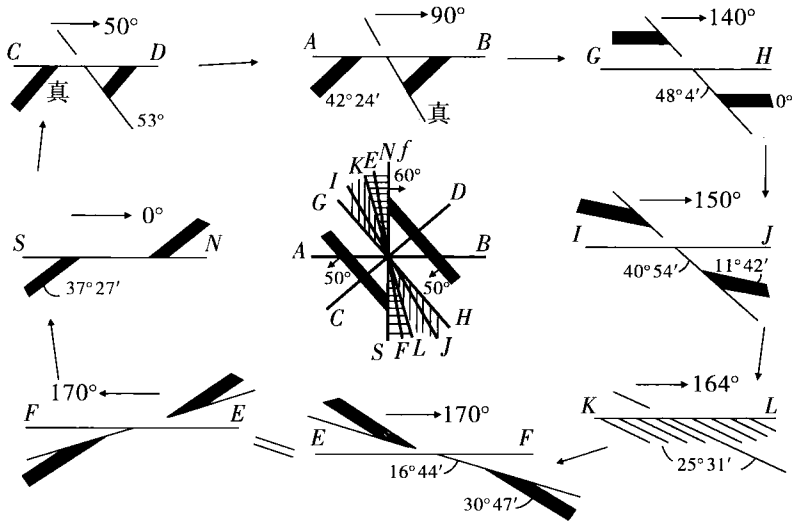


图 14

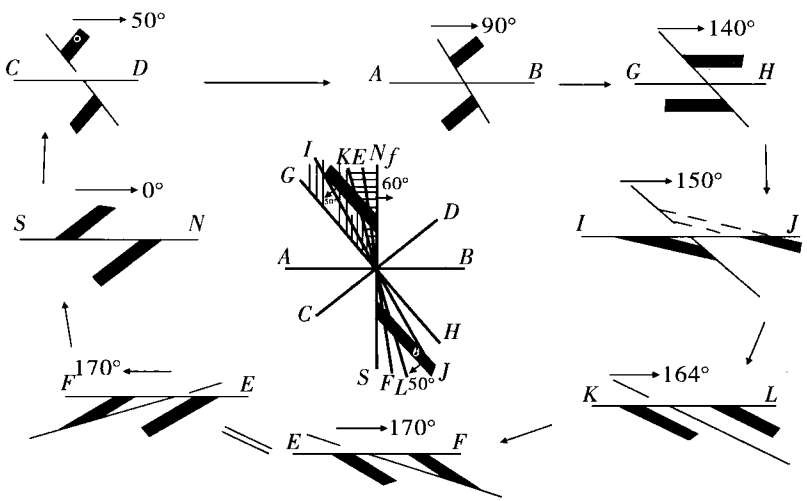


图 15

图 14、图 15　第三组斜交断层

注：断层面产状为 90°∠60°，岩层面产状为 230°∠50°，其余说明参考第一组图。

第三章　对断层分类的意见

为了后面论证和叙述问题时的方便，本章先谈一下对断层分类的意见。

既然平面和剖面上的相当层错动现象不能代表两盘岩块的相对运动，那么现在地质学中所用的正、逆、平移等断层以及张性、压性、剪切性应力的词汇，便都需要修正其原有含义和判别的标准。看来无论是从原理方面，还是从实际应用方面，都不能不把二者分开并分别进行分类和命名。

第一节　按两盘相当层错动现象进行分类和命名

这个分类对地质生产具有非常重要的作用。因为无论何种地质生产工作，尤其是在勘探和采矿中，凡是遇到断层，都需要确切查明其两盘相当层的错动情况，确定其具体位置而不能有差错。又由于大多数断层的两盘相对运动目前还无法查明，所以这一分类就更为重要。

上述美国地质学会于 1913 年提出的主张，可以作为这一分类的基础，但需作一些重大的修订。从原理上说，前已说明不应把同一断层中平面和剖面上的相当层错动分拆开，也不应把同一断层中不同方向剖面上的正、逆现象分拆开。从采用名称来说，平移（平推）、正、逆（逆掩、辗掩等）断层名称和图像沿用已久，流传广泛，已为众所周知。只要取消原来文字上“两盘相对运动”

的含义，即可继续使用而避免另创一套新名。为此建议在这一分类中，一律以平面上的相当层错动在先，面对下盘断层面，按上盘相当层的相对位置在左边或在右边，分别称左移和右移；再顺次以垂直断层走向的剖面和垂直岩层走向的剖面上的相当层错动图像在后，予以命名。例如图 10 可称为：左移、逆、正断层；图 11 可称为：右移、正、逆断层；图 12、图 13 可分别称为：左移、正断层和右移、逆断层。其他剖面上的相当层错动，由于方位不固定，不便于参与命名，可以不采用。

这一分类中还有一些较复杂的情况需要仔细考虑。例如要不要加上走向、倾向、斜交等；要不要加上同向倾斜、反向倾斜等。又例如断层面倾向不明时，似宜只称左移、右移，不涉及剖面；断层面直立时，似宜称左移直立、右移直立，也不涉及剖面等等，这里不便细述。只是应当说明以下几点：

1. 本书的左移、右移和前人所定的左行、右行正好相反，而且现今书刊中已通用左行、右行，有关不用左行、右行的缘由，将在下一章末说明。

2. 某些由几个断层构成的复合名称，如叠瓦构造、阶梯正断层等，可以不改动其已有图像和名称，但是在概念上则不应再按相当层错动来说明两盘的相对运动。

3. 这一分类只适用于两盘以相当层相接触的断层，而不适用于两盘以相同层相接触的断层或是更为复杂的深、大断裂等。所谓的相当层，是指在断层发生前为直接相连接的同一岩层，后来被错开而成。所谓相同层，是指在断层发生前为不直接相连接的或无法辨认它们是否为直接相连接的同一岩层，被断层

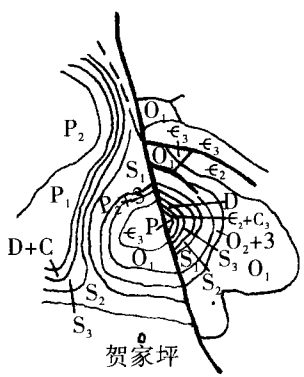


图 16　断层两盘以相同层出现（节录自李坪等，图为鄂西仙女山大断裂北段部分情况）

错动而邻近。图 16 可以作为两盘以相同层相接触的实例之一。相同层的存在，并不只限于两盘为不同构造现象这一类型中。在野外观察岩层错动时，应注意相同层的问题，以免作出不合实际的判断和分析。

第二节 按两盘相对运动进行分类和命名

这一成因分类虽然很早就提出，并且似乎现在正被普遍地应用，但由于前面已证明的判别两盘相对运动的原理和方法，不符合其文字上的含义，实际上长期以来一直有名无实，被相当层错动现象所僭占。

要严格而科学地判别断层两盘的相对运动，目前最好是以相当点为根据，以后如有更科学而方便的方法，自当别论。所谓相当点，是指在断层发生时位于断层面上的一个点，于断层发生后被错开形成了两个点，分别保存于上、下盘的断层面上。从两盘相对运动的立体图上观察，两盘的相对运动，实际上是两个相当点的相对运动，反之亦然。两盘断层面上的相当点，本来有无穷多对，但只要找出其中的一对，就可以准确地确定该处断层两盘相对运动力的性质、方向和相当点之间的距离——总断距的大小等。

考虑到断层和节理都属于断裂构造，为了共同的应力分析方便，两者都采用构造地质学中习用已久的张性、压性、剪切性的含义作为分类名称，将有很多好处，但与相当层错动现象无关。具体的命名设想如图 17。面对下盘断层面，以上盘相当点相对于下盘相当点的运动为准（不意味着下盘未动或是两盘的相对运动方式如何），按相对运动力侧伏角的大小，将下盘断层面等分成 8 个区段，并区分剪切性为左剪及右剪，于是在每个区段中按两盘相对运动进行分类和命名，就是比较规则的了。当然，这一分类方案只是供参考选择，本书后面暂且依此论事。

相当点确实很难找，目前还只能在少数具备特殊条件的断层中找到（见第七章），因而对大多数断层来说，将无法使用这一分类。在一般断层中，如何解决找相当点的问题，是一项需要进一步研究的重要课题。现在看来，只有可靠地找出了相当点的断层，才能对其力学性质作出科学的结论。

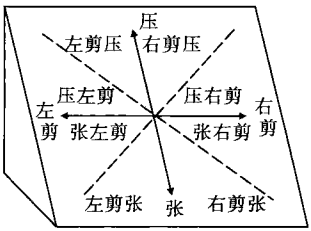


图 17　断层两盘相对运动的分类和命名

第四章　断层两盘相对运动和相当层错动的关系

前面的论证虽然否定了相当层错动代表或指示相对运动，但并未揭示出断层两盘相对运动和相当层错动之间必然存在的内部联系。人们不禁要怀疑：在一般断层中，平面上的相当层错动，显然可不因剥蚀深度的不同而变化，那么它是否可以指示两盘相对运动力的水平分力性质和方向？剖面上的相当层错动，虽然有时会随着剖面方位的变化而出现正、逆断层的图像变化，那么能否从立体图像上或从多数剖面上或从某一特定剖面上的相当层错动现象，判别出两盘相对运动力的上、下分力的性质和方向？是否任何一种面上的相当层错动都不能判断出两盘的相对运动？

要肯定上述疑团，必须同时作出正、逆两个论证：

1. 同一种性质的相对运动力，只能产生某种面上同一的相当层错动。

2. 某种面上相同的相当层错动，只能由同一种性质的相对运动力造成。

要否定上述疑团，也必须同时作出正、逆两个论证：

1. 同一种相当层错动，可以由性质不同的相对运动力造成。

2. 不同的相当层错动，可以由性质相同的相对运动力造成。

要解决上述疑团，必须查究断层两盘相对运动力和相当层错动的关系。由于此二者之间并无直接的联系，虽然有不少学者为此做了很多工作，却至今未能查明，但他们的经验或教训也启发了后人。笔者也曾为此困惑不解，后来制作了本书中 3 套木质拼块的断层模型（每套可正反使用）。每套的上、下盘各 9 块，每一拼块的

各个面上的均绘出等距离（即各层等厚度）的岩层界线。在不断演练模型中，终于查究出本章图 18 ~ 图 40 的现象及总结而成的规律。1972 年 9 月，某地质科研机构在给笔者的信中曾询问（本章）："文中 24 个图、8 条结论，如何得出？如何应用？没有详加阐明；又如相当点问题，理论上可以讲通，但实际工作中如何认识，叙述不足。"对此，本书自当交代清楚。深愿有心研证的单位或个人，也制作一下这类模型进行演练。自然科学的每种研究方法及所获成果，需要通过多人的重复检验而被证真或证伪。

在层状岩石分布的地区，除了真正的层面断层以外，岩层面和断层面必然相交。岩层面被断层面切断后留在断层面上的交迹线，很难在断层面上见到。在一些书刊中也有人绘出过它。毕令斯名之为"断层面上岩层的交迹"。本书按此意简称之为岩层迹线。迄今岩层迹线尚未被研究和利用，所以前面提及的一些岩层错动现象，便都难以解释。岩层迹线也和相当层一样成对地存在于上、下盘断层面上，是为相当层迹线。两盘的相当层错动，实质上是两盘相当层迹线错位所造成。相当层迹线的错位，从各种地质图件上及野外都无法观察，只能从断层发生的立体图上凭借科学的理性认识，由相当点错动后的位置中体会到。这可能正是它被人们忽视其存在的原因。反之，当断层发生时，如果相当层迹线不错位，则任何面上必然都没有相当层错动现象。毕令斯书中的图 116 及本书的图 40 均可作证明。

由于相当点运动线（即相对运动力）和相当层迹线都同时存在于断层面上，所以借助于此二者在断层面上的各种相交关系，便可以帮助我们找出两盘相对运动力和相当层错动的复杂关系。

下面仍以图 10 ~ 图 15 中 3 组产状不同的斜交断层图件为例（图 18、图 19、图 24、图 25、图 30、图 31 属于第一组，图 20、图 21、图 26、图 27、图 32、图 33 属于第二组，图 22、图 23、图 28、图 29、图 34 ~ 图 40 属于第三组），按相对运动力和相当层迹线相交的种种情况，也按相对运动力和断层面走向线、倾向线及岩

层迹线相一致的可能性，将断层发生的立体图和遭受剥蚀后的立体图绘在一起。各组图的有关产状数值见前。为便于核查各个面的产状数据以保证准确，下面的立体图才改成现在的画法。在立体图内，只是当垂直岩层走向的剖面 CD 和垂直断层走向的剖面 AB 上相当层错动现象相反时，才附带另绘了 CD 剖面；其他不同方向斜交剖面的情况见图 10 ~ 图 15，这里不再赘述。后面各章中凡是提及剖面，都只指垂直断层走向的剖面，而非其他剖面。

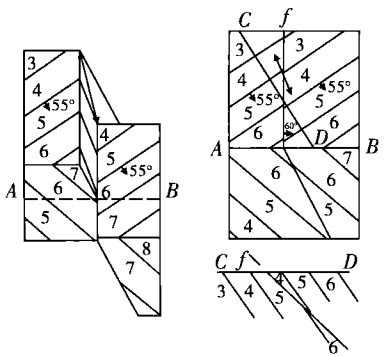


图 18 张左剪或左剪张性应力造成的左移、逆、正断层

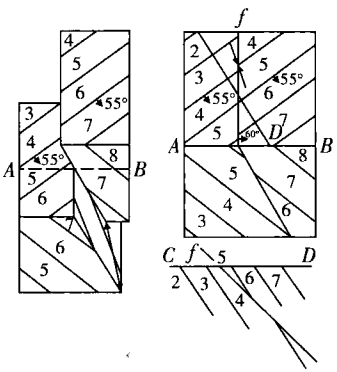


图 19 压右剪或右剪压性应力造成的右移、正、逆断层

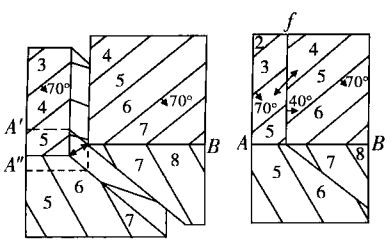


图 20 张右剪或右剪张性应力造成的右移、逆断层

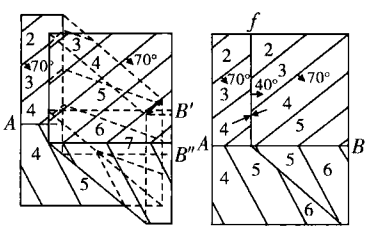


图 21 压左剪或左剪压性应力造成的左移、正断层

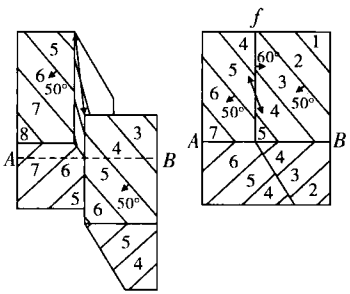


图 22　张左剪性应力造成的左移、逆断层

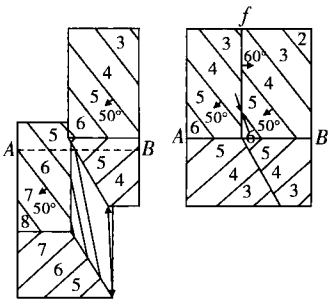


图 23　压右剪性应力造成的右移、正断层

图 18 ~ 图 23 由上述 3 组图件混合组成。图上两盘的相对运动力和岩层迹线都向同一方向倾斜，相对运动力的侧伏角都小于岩层迹线的侧伏角。尽管这些图上断层面和岩层面在空间的相交关系有很大的不同，但在各个立体图上都出现了同样的事实——平面上的相当层错动和相对运动基本相同，剖面上则二者基本相反。

观察这些图形时，我们很容易接受相当层错动和相对运动相同的事实，而不容易相信这两者竟会有相反的情况。原来在图 18、图 20、图 22 中，虽然上盘相对下降，但因为相对运动力的侧伏角小于岩层迹线的侧伏角，就使上盘各个相当层的迹线都覆盖在下盘断层面上各相当层迹线倾斜的前方和上方。所以在右边相当层错动的立体图上，上盘各相当层便都向下盘各相当层迹线倾斜的前方和上方错动。在图 19、图 21、图 23 中，虽然上盘相对上升，但也因为相对运动力的侧伏角小于岩层迹线的侧伏角，就使上盘各个相当层的迹线都跌落在下盘断层面上各相当层迹线的后方和下方。所以在右边相当层错动的立体图上，上盘各相当层便都向下盘各相当层迹线倾斜的后方及下方错动（参见图 41），于是总结出第一条规律：

1. **图 18 ~ 图 23 证明：当相对运动力和岩层迹线呈同向倾斜，相对运动力的侧状角小于岩层迹线的侧伏角时，在平面上相当层错**

动和相对运动基本相同，在剖面上二者基本相反。

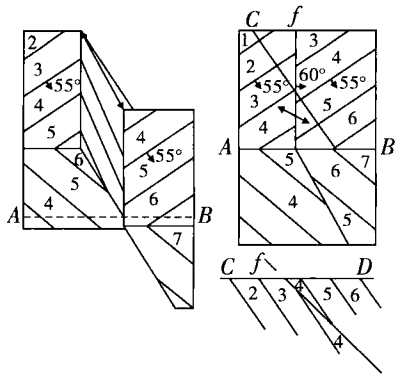


图 24 左剪张性应力造成的右移、正、逆断层

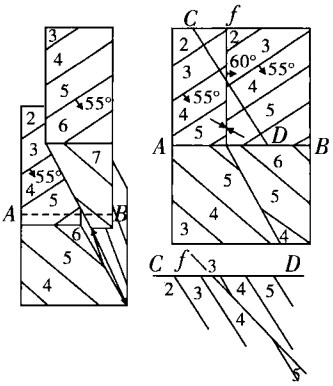


图 25 右剪压性应力造成的左移、逆、正断层

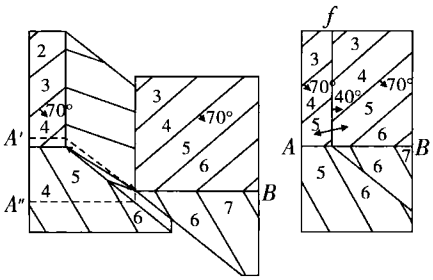


图 26 右剪张性应力造成的左移、正断层

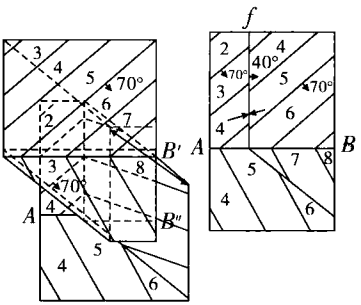


图 27 左剪压性应力造成的右移、逆断层

图 24 ~ 图 29 也由前述 3 组图件混合组成。图上两盘的相对运动力和岩层迹线也呈同向倾斜，但相对运动力的侧伏角都大于岩层迹线的侧伏角。在这些图中，虽然上盘有向左（或向右）的相对运动，但从断层面上相当层迹线的错动来看，上盘的相当层迹线恰好相反地向右（或向左）方错动而和相对运动相反。所以在右边各个相当层错动的立体图上，便出现了平面图中的相当层错动和相

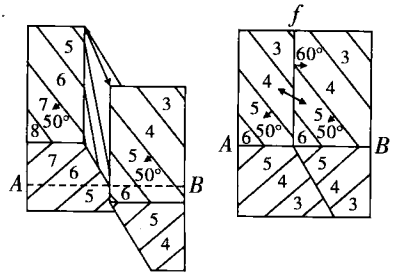


图 28　左剪张或张左剪性应力造成的右移、正断层

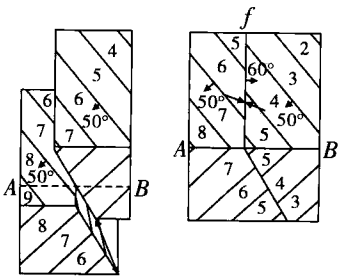


图 29　右剪压或压右剪性应力造成的左移、逆断层

对运动相反的事实（参见图 41）。于是总结出第二条规律：

2. 图 24 ~ 图 29 证明：**当相对运动力和岩层迹线呈同向倾斜，相对运动力的侧伏角大于岩层迹线的侧伏角时，在平面上相当层错动和相对运动基本相反，在剖面上二者基本相同。**

图 30 ~ 图 35 也由前述 3 组图件组成，但是两盘的相对运动力和岩层迹线呈反向倾斜。由于上、下盘中相当层的迹线错动后的位置和两盘相对运动力的方向互相符合，所以在平面及剖面中，相当层错动和相对运动都基本相同（参见图 41）。

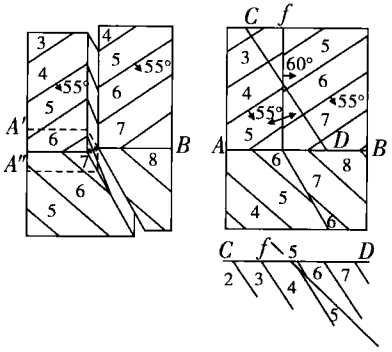


图 30　张右剪或右剪张性应力造成右移、正、逆断层

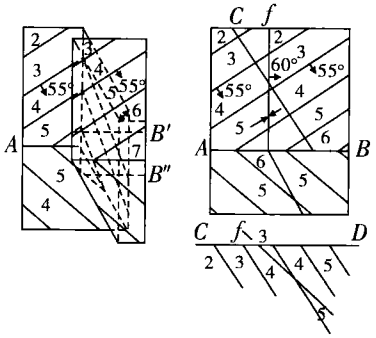


图 31　压左剪或左剪压性应力造成左移、逆、正断层

3. 图 30 ~ 图 35 证明：**当相对运动力和岩层迹线呈反向倾斜**

时，在平面及剖面上，相当层错动都和相对运动基本相同。

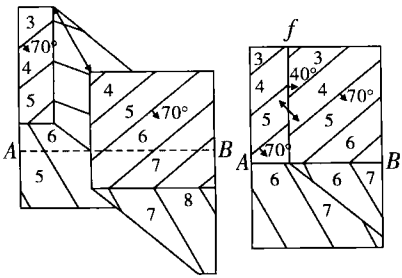


图 32 张左剪或左剪张性应力造成左移、正断层

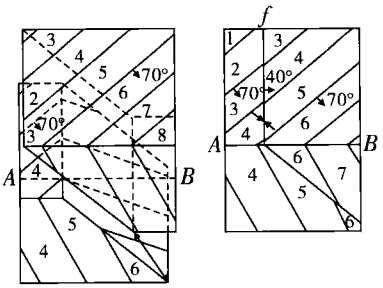


图 33 压右剪或右剪压性应力造成右移、逆断层

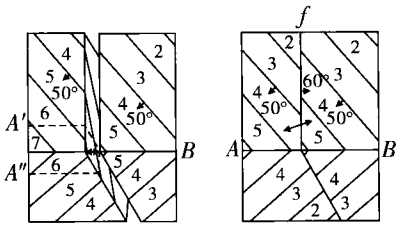


图 34 张右剪或右剪张性应力造成右移、正断层

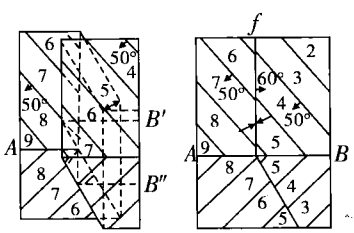


图 35 压左剪或左剪压性应力造成左移、逆断层

看来，上述相对运动和相当层错动的 3 项规律具有普遍性；下面的 3 项规律则具有特殊性，实质上是前 3 项规律在其一系列相互转化中的极限。

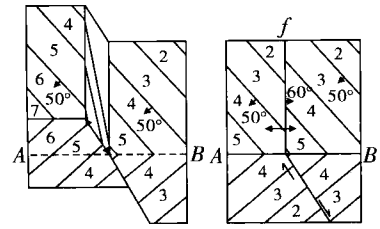


图 36 张性应力造成的右移、正断层

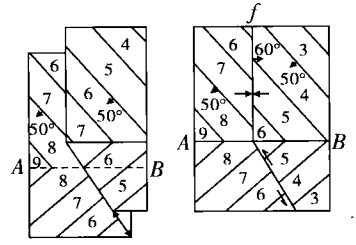


图 37 压性应力造成的左移、逆断层

4. 图 36、图 37 证明：当相对运动力和断层面的倾向线一致时，平面上的相当层错动全是假象，在剖面上二者完全相同。

5. 图 38、图 39 证明：当相对运动力和断层面的走向一致时，平面上的相当层错动和相对运动完全相同，各种剖面上的相当层错动全是假象。

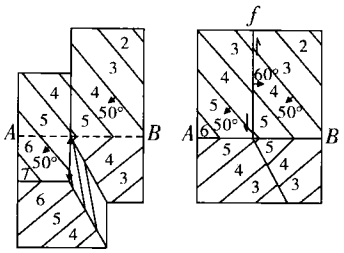


图 38　右剪性应力造成的右移、正断层

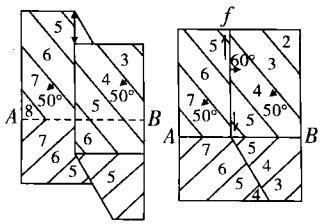


图 39　左剪性应力造成的左移、逆断层

6. 图 40 证明：当相对运动力和岩层迹线平行或一致时，由于相当层迹线无错位，无论是平面或剖面上，都没有岩层错动现象（岩层迹线断层）。毕令斯教授书中图 112 和图 116 已早就“说明了这一原理。”此外，图 36 ~ 图 39 的内容，也早已为毕令斯及其他书中指证出。本书为保持图件一致，未使用他们已有图件，也需予以说明。

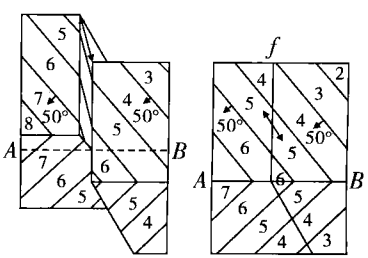


图 40　无岩层错动现象的岩层迹线断层

事实上，上述 6 条规律并不只限于斜交断层，也已包括了倾向断层在内。不论何种断层，只要两盘相当层相互平行，岩层迹线是倾斜线，这些规律就会存在。这些规律虽然是从断层发生图上观察的总结，有一定的局限性，但却可用来解释此类图件中平面、剖面上相当层错动和相对运动矛盾的现象。例如毕令斯教授书中图 115 和图 129（见图 5 和图 6），即可分别用上述第 2、第 1 条规律予以

破解。第七章中的一些实例也都可以用这些规律来破解。

在实际工作中，断层发生图并不存在。如何从现存的相当层错动现象反转来查究它和两盘过去的相对运动的关系？才是我们最主要最需迫切解决的任务之一。现在按各组情况再对图 18 ~ 图 40 进行总结，绘成了图 41。本章前面曾说明过这些图按图 10 ~ 图 15 的产状分属 3 组的情况。现在分组绘制成图 41 时，必须确定各组图中岩层迹线的侧伏角。经计算（见第六章），第一组图迹线的侧伏角为 68°40′，第二、第三组分别为 71°27′、30°05′。为保证真实，3 个小图均不用立体的菱形斜面，而用正方形的面表示下盘断层面。此 3 组小图内相当层错动和相对运动的配合，均很自然地以岩层迹线为界（即以图 40 岩层迹线断层为界），显示出迹线两侧迥然相反的两种相当层错动之间相互转化的转折位置或极限。每组图中两个同号码的箭头，是因只绘一个即可，另一个已省略，但结果一样。沿断层面走向及倾向发生两盘相对运动的断层图，只绘于第三组图中，其他两组毋须多绘。由此三组图中，可以得出相当层错动和相对运动之间两条重要规律：

1. 在所有断层中（只限于相当层平行），以相当层迹线为界，每一种相当层错动图像，都可以由多种不同性质将近 180° 的相对运动力造成，（按本书的分类为 7 种），并非一种图像只有一种成因。

2. 在断层面产状、岩层面产状均不变化的情况下，同一种性质的相对运动力（区段）由于被岩层迹线分隔，可以造成完全相反的相当层错动图像，也并非一种相对运动力只产生一种图像。例如第一组图中箭头 18 之一与箭头 24、箭头 25 与 19 之一；第二组图中箭头 20 之一与 26、箭头 21 之一与 27；第三组图中箭头 22 与 28 之一、箭头 23 与 29 之一，都是由同一性质的相对运动力造成。

至此，本书已完成了本章开始时提及的否定的正、逆两个论证，证实任何一种面上的相当层错动都不能用来判断两盘的相对运动。

应当说明：图41中由于相对运动力、相当层在平面、剖面上的错动方向，都统一以上盘的动向为准，所以图像协调，也易理解；若是平面上采用前人的左行、右行，则必须将表示平面上相当层错动的箭头反向绘出以表现下盘的动向。这就在一个图内使用了两种相反的动向标准，既不统一协调，图件内容也难以理解。

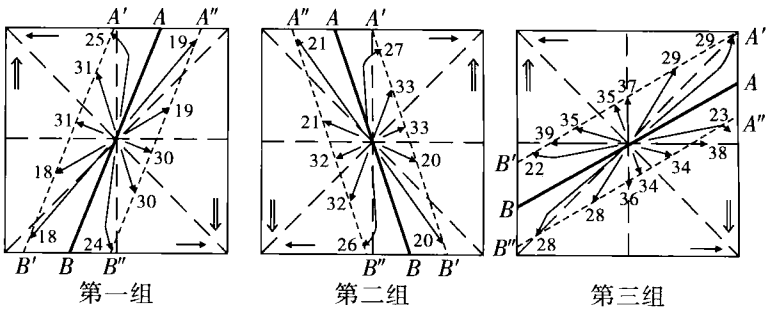


图41　断层两盘相当层错动和两盘相对运动的关系综合图

注：图中粗黑线AB为下盘断层面上的岩层迹线，带号码的箭头为该图上盘相对运动力的方向，号码是前面的图号。短虚线A′B′、A″B″表示上盘相当层迹线的位置。上盘相当层在平面及剖面上的错动方向为→和⇒，它体现了上下盘相当层迹线错位后产生的相当层错动现象。长虚线为图17中相对运动力的划分方案。

令人失望的是，在图18～图39中断层发生图并不存在，即使断层的产状、相当层出露及产状都清楚，我们也无法从将近180°的7种可能的相对运动中，有根据地排除掉其中的6种而获得唯一的一种相对运动力。例如图8，其岩层迹线左倾，侧伏角为81°40′，大致与图41中第一组图类似，也应有7种可能的成因。相信读者自会评议别里茨里和乌索夫等多位院士对此断层成因的争议了。

研究过上述一般情况后，再来观察特殊情况就比较容易了。

当岩层迹线水平（例如水平岩层地区的断层及走向断层）时，尽管两盘的相对运动力可以有将近180°的5种不同的性质（如图

42)，但两盘的相当层及其迹线都只呈现上、下的错动现象并令人无法观察到它们在水平方面的错动。这就很容易被误认为它只由压性或张性应力的1号箭头造成，而忽视了左剪性或右剪性应力的存在。同样道理，在观察岩层陡倾地区的倾向断层时，其平面上的相当层错动现象很醒目，也很容易被误认为它只是由水平的剪切性应力造成，而忽视了还可以有将近180°的多种性质的应力，也可以造成此种同样的图像。

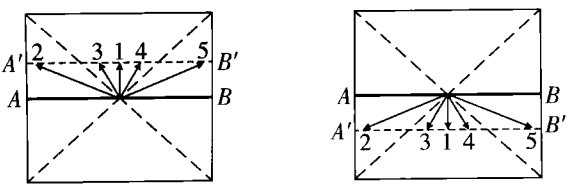


图42 岩层迹线水平时箭头1~5只可造成一种相当层迹线错动现象

注：AB及A′B′分别为断层面上的下盘、上盘迹线。

第五章　相当层视错动和错距

相当层的视错动本是相对于真错动而言，但因实际上并不能正确地区分这两者，所以只好笼统地都称为视错动或错动。

第一节　相当层的平面视错动和剖面视错动的关系

在一般断层中，当两盘相当层基本上相互平行时，从以上的及地质书刊的浅小断层图件中，面对下盘断层面，都可以观察到的相当层的视错动现象：

下盘相当层迹线左倾时，左移逆、右移正；

下盘相当层迹线右倾时，右移逆、左移正。

在这一关系中，只需知道任何二者，立即就可判断出第三者的情况。因此，对野外和室内地质工作中了解断层情况，有快速、准确的效果。

岩层迹线是左倾还是右倾？一般可以从岩层的倾向来判别，但也有迹线倾向和岩层倾向“相反”的情况，例如前面第二组图即是。判别和确定迹线产状的方法见第六章。

第二节　各种剖面上相当层视错动之间的关系

请参阅图 10～图 15 及有关叙述。

第三节 总错距的作用

相对运动和相当层错动既然分开，则各自之间的距离便也应该分开。为了避免词义上的混淆，本书暂将与两盘相对运动力有关的各项距离称为断距，将与相当层错动有关的各项距离称为错距。

在图 43 中，AOB 和 O_1O_6 分别为下盘、上盘断层面上相当层的迹线，箭头 OO_n 指示上盘可能存在的多种相对运动。故 O 与 O_1、O_2……O_n 都可能是相当点即 OO_1、OO_2……OO_n 都可能是总断距。OC 垂直于迹线，是断层面上两个相当层迹线之间的最短距离，尚未被人们认识过，现名之为总错距。它的大小控制了走向错距 OO_5 和真倾向错距 OO_2 的大小，并进而控制了平面及剖面上其他各项错距的大小。于是可以看到，不论真正的总断距是 OO_n 中的哪一个，其方位和大小如何不同，只要上盘迹线的位置不变（即总错距不变），则所有的错距便都不变。当两盘相对运动力与岩层迹线愈接近于平行时，总断距与总错距的差值便愈大；反之，当相对运动力与岩层迹线愈接近于直交时，二者的差值便愈小，甚至可以相等。

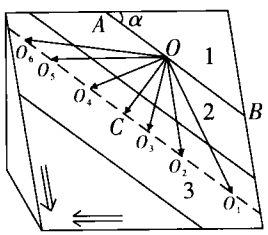


图 43 总断距和总错距的关系

注：OO_n 为总断距，OC 为总错距，⇒为上盘相当层在平面及剖面上的错动方向。

我们在野外追踪断层时，常常根据沿断层线各处相当层错动的大小变化（一般因地面不平，还不能称为错距），来估测总错距（常易被误认为是总断距）的大小及变化，并推测该断层将向何方增大错距而更加明显，或减少错距而趋于消失。这种经验和方法往往有效，有时也出现“错距”突然变化的情况。图 43 表明，在总断距、岩层面产状和断层面产状这 3 个控制相当层迹线位置及产状的因素中，只要有某一种因素发生变化，都可以通过迹线的变化而

地信网论坛
BBS.3S001.COM

引起总错距等错距发生变化。当岩层和断层的产状稳定时，岩层迹线的产状便也稳定，这时地面上“错距”的变化便不仅反映出总错距的变化，也反映了总断距的变化。它们之间的大小就构成正比例关系。当岩层面或断层面产状有较大变化时，岩层迹线的产状必然变化，这时地面上“错距”变化就只能反映总错距的变化，不一定能反映总断距变化了。

总错距的侧伏角 COO_5 与岩层迹线的侧伏角 α 互为余角，只要求出了走向错距及迹线的侧伏角，总错距的数值就可计算出来。

第四节　走向错距的作用及求法

在地质书刊的断层图件中，常有地面无起伏的断层水平面图，本书也如此。但如何从地形起伏的地质图上将地面“铲平”而制作出此图？似尚无人提及。本书中的方法，也许可供参考。

图 44 为一断层面。A、B 为上下盘相当层在断层线上不同高度的两个露头点，故 A、B 必然在此断层面上。AC 为水平线，亦即断层走向线。无论断层面是直立或倾斜，由于相当层面一般为倾斜面，所以 B 点在断层走向线上的位置当然不会是 C 点。此时需求出此相当层迹线的侧伏角 α，再从 A、B 点绘其迹线。B 点沿迹线当落于与走向线相交的 D 点而得到走向错距 AD。有了走向错距，加上已知的断层走向、岩层走向，即可作出断层水平面图。

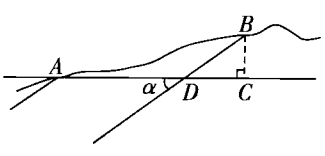


图 44　用断层面图求走向错距 AD 的方法

顺带提及：即使平移断层的性质已经被确定无疑，一般也不应将实地所见的或地质图上此断层线两侧不同高度的两个相当层的露头点（例如 A、B 两点），作为它的总断距。只有找出相当迹线之间的水平距离即走向错距后，才可确定其为总断距或平移的距离。

第五节 各种错距之间的定比关系

相当层的错距有很多种，各个书上的称呼也不一致。除了总错距只存在于断层面上以外，其他的错距都可以存在于平面图或剖面图中，且各有其实用价值，读者可参阅有关书刊，这里就不赘述了。

从本书断层的图件中，如果留心观察各项错距的大小关系时，您将会发现所有各项错距之间都有共同的岩层层位错动比例，并且都来源于相当点和相当层迹线之间的层位差——总断距和总错距所通过的层位差。在断层发生图中，如果令两个相当点或相当层迹线之间的层位差为图上 1 个层位或 $1\frac{1}{2}$ 或 2 个层位（前已说明：图 18～图 40 中各层等厚度）时，则无论是平面或剖面上的哪一种错距，便都相应地错动同样多的层位而形成共同的层位错动比例。当图 40 中相当点和相当迹线之间无层位差，总错距等于零时，则各项错距便都一律为零，显得没有岩层错动。各项错距之间的这一关系，将为我们编制各种地质图件提供了方便或根据。

第六章　迹　　线

第一节　迹线的种类和作用

迹线是断层面上的线条构造。断层面上除了常有岩层迹线以外，有时还有岩脉、岩墙、折曲轴面和老断层迹线等先生线条。断层迹线是指新老断层面相交时的交迹线，其中新断层面上存在的老断层迹线，对于新断层来说属于同生线条，可以用来研究新断层的相对运动和总断距等；而老断层面上被新断层切断的迹线，对于老断层来说属于后生线条，不能用来研究老断层的相对运动和总断距等。断层擦痕属于断层的同生线条，可以看成是特殊的迹线，也可有条件地用来研究断层的总断距等。

迹线是一个尚未被研究过的断层要素，本书也只能对它的重要作用提几点初步的认识。

1. 它对研究断层两盘相对运动和岩层错动之间的关系，是一项关键的因素。

2. 用它来判断岩层在平面及剖面上的视错动关系，找寻相当层的位置，有简便快速的效果。

3. 它是研究断距和错距关系以及各项错距之间的关系的重要桥梁。

4. 它对解决断层的相对运动、确定总断距等，更是关键的因素。

看来似乎可以这样说，离开了对迹线的研究和利用，就无法研究断层。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

第二节 计算迹线产状的公式

迹线的产状实际上是空间任意二斜面相交线的产状。地质学中前辈学者们创建的确定任意二斜面交线的方法，都可以用来确定迹线的产状。例如赤平极射投影法、画法几何法、图解分析法等。这些方法在地质书刊中早有著述，这里就不重复了。由于迹线一般都不能在野外见到，故其产状只能依靠以上方法的查图或室内作图来估定。本书的计算方法似乎无需再多此一法，只因其精确性高，或许有可取之长。

1. 图 45 左图中 OD 和 OE 的真倾向方位及真倾角 α 和 β 均为

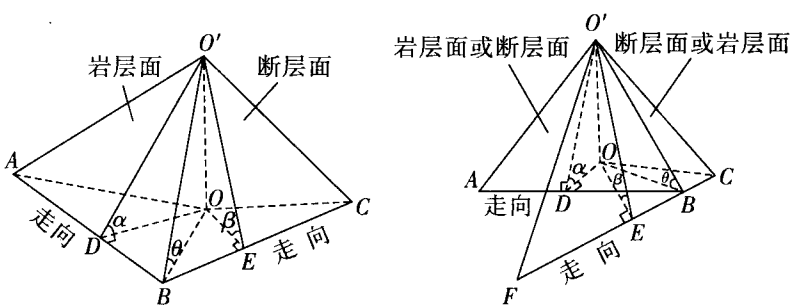


图 45 迹线 O′B 的产状和相交二斜面 AO′B、BO′C（右图中为 CO′F）的立体关系图

已知值，所以角 DOE（断、岩倾向间夹角）和角 DBE（断、岩走向间夹角）均为已知。迹线 O′B 的产状包括 OB 的方位角、倾伏角 O′BO（θ）、侧伏角 EBO′以及侧伏角的水平投影角 EBO。此图中迹线位于断层面倾向与岩层面倾向之间，即岩、迹、断形式。θ 角实际上是断层面和岩层面共同的视倾角。按照求视倾角的公式：

$$tg\theta = tg\alpha \cos BOD$$

$tg\theta = tg\beta \cos BOE$

所以：$tg\alpha \cos BOD = tg\beta \cos BOE$

因为：$\cos BOD = \cos (DOE - BOE)$

$= \cos DOE \cos BOE + \sin DOE \sin BOE$

代入上式得：

$tg\alpha (\cos DOE \cos BOE + \sin DOE \sin BOE) = tg\beta \cos BOE$

两边同时除以 cosBOE 得：

$tg\alpha \cos DOE + tg\alpha \sin DOE \ tg\ BOE = tg\beta$

$$tg\ BOE = \frac{tg\beta - tg\alpha \cos DOE}{tg\alpha \sin DOE}$$

$$= \frac{tg\beta}{tg\alpha \sin DOE} - ctg\ DOE \quad \cdots\cdots (1) 式$$

即：tg 断、迹倾向间夹角 $= \dfrac{\text{tg 断层面倾角}}{\text{tg 岩层面倾角 sin 断、岩倾向间夹角}} - ctg$ 断、岩倾向间夹角 ……（1）式

求出断层倾向与迹线倾向间的夹角后，按图意应从断层倾向向岩层倾向计算出迹线的方位角。

迹线倾伏角 θ 的求法，可以用证题开始处的求视倾角公式计算或查《视倾角表》。

迹线侧伏角的水平投影角 EBO 与断、迹倾向间夹角互为余角。

迹线侧伏角的求法可用：COS 侧伏角 = sin 断、迹倾向间夹角 COS 迹线倾伏角，也可用：tg 迹线侧伏角的余角 = tg 断、迹倾向间夹角 COS 断层倾角。此式与求视倾角公式相同，故可从《视倾角表》中查出此余角后，再得到侧伏角。查表时须注意：断、迹倾向间夹角相当于表中真倾角 α，断层倾角相当于表中的倾、剖夹角 ϕ。

2. 在图 45 的右图中，如令 ΔCO′F 代表岩层面，ΔAO′B 代表断层面，按照求视倾角公式：

$tg\theta = tg\beta \cos BOE$ 和 $tg\theta = tg\alpha \cos BOD$

所以：$tg\beta cosBOE = tg\alpha cos\ BOD$

用 $cosBOE = cos\ (BOD - DOE) = cosBOD\ cosDOE + sinBODsinDOE$ 代入，再两边各除以 cosBOD 后得：

$$tgBOD = \frac{tg\alpha}{tg\beta\ sin\ DOE} - ctgDOE \quad \cdots\cdots (2)\text{式}$$

即：tg 断、迹倾向间夹角 $= \frac{tg\ 断层倾角}{tg\ 岩层倾角\ sin\ 断、岩倾向间夹角} - ctg$ 断、岩倾向间夹角 ……（2）式

（2）式与（1）式完全相同，是因为迹线与岩层倾向线相邻，未被断层倾向线分隔之故，即：断、岩、跡形式。求出断层倾向与迹线倾向的夹角以后，按图意也应从断层倾向向岩层倾向方位计算迹线的方位角。迹线倾伏角、侧伏角等的求法同上。

3. 在图 45 的右图中，如令 $\Delta CO'F$ 代表断层面，$\Delta AO'B$ 代表岩层面，依照上述证题程序，可得：

$$tgBOE = ctgDOE - \frac{tg\beta}{tg\alpha\ sinDOE} \quad \cdots\cdots (3)\text{式}$$

（3）式所以与（1）、（2）式有差异，是因为在45 图中岩层迹线和岩层倾向线之间，已被断层倾向线分隔之故，即岩、断、迹形式。以上三个公式可以合并成总结式（4）：

tg 断、迹倾向间夹角 =

$$\frac{tg\ 断层倾角}{tg\ 岩层倾角\ sin\ 断、岩倾向间夹角} \overset{\frown}{-}\ ctg\ 断、岩倾向间夹角 \quad \cdots\cdots (4)$$

（4）式中$\overset{\frown}{-}$为前后两项可以互调的符号，总是大减小，得数恒为正数。当断层倾向与层倾向间夹角大于 90° 时，按三角公式用：

$sin\ (90° + x) = cosx$，$ctg\ (90° + x) = -tgx$ 计算。

用（3）式求出断、迹倾向间夹角以后，按图意及前后调项即

可知不应从断层倾向向岩层倾向方面去计算迹线的方位角，而是应该向反向的另一侧去计算（见例2），此点务必注意。迹线倾伏角、侧伏角的求法也同（1）式后的说明，毋庸多述了。

4. 计算迹线产状的公式还可有以下几种

（1）计算断层倾向与迹线倾向之间夹角的公式，如果在开始时用 tg 视倾角 = tg 真倾角 sin 走向与剖面方向间夹角的求视倾角公式，则可得另一公式：

$$\text{tg}\,\text{断、迹倾向间夹角} = \frac{\text{tg}\,\text{断层倾角}}{\text{tg}\,\text{岩层倾角}\,\sin\,\text{断、岩倾向间夹角的补角}} + \text{ctg}\,\text{断、岩倾向间夹角的补角} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\ (5)\ \text{式}$$

实际上，（5）式与（4）式是相通的公式。

（2）如果求迹线方位与岩层倾向之间的夹角（即求 tg 岩、跡倾向间夹角），也可以得到另外两个与公式（4）、（5）相类似的公式。为了节省篇幅，不需赘述了。

第三节 迹线产状计算举例

例1：在以图10、图11为代表的第一组图中，断层面产状为90°∠60°，岩层面产状为145°∠55°，求迹线产状（参见图10～图11）。

解：$\text{tg}\,\text{断、迹夹角} = \dfrac{\text{tg}60^\circ}{\text{tg}55^\circ\sin55^\circ} - \text{ctg}55^\circ$（查视倾角表，分母为 tg49°29′）

$$= \frac{1.732}{1.170} - 0.7002 = 0.7861$$

断、迹夹角为38°10′（按38°计算）。计算中不需调项，故迹

线方位应从90°向145°方位计算，为127°58′，在128°方位上，断层面及岩层面的视倾角均为53°46′左右，此即迹线的倾伏角。迹线侧伏角的余角，从视角表中tg38°cos60°处查得，为21°20′，所以迹线的侧伏角为68°40′。

例2：在以图12、图13为代表的第二组图中，断层面产状为90°∠40′，岩层面产状为140°∠70°，求迹线产状（参见图12等）。

$$\text{解：}\ \text{tg}\,\text{断、迹夹角}=\frac{\text{tg}\,40^\circ}{\text{tg}\,70^\circ\,\sin 50^\circ}-\text{ctg}\,50^\circ=0.3988-0.8391$$

$$=0.4403$$

此夹角为23°45′

从计算中需调项得知迹线与岩层的倾向线被断层倾向线所分隔，呈岩、断、迹形式，所以求迹线方位时不能向岩层倾向方面计算（不能用90°+23°45′），而应该向其反方向计算，用90°-23°45′。故迹线方位为66°15′。迹线倾伏角为37°32′，侧伏角为71°27′。

例3：在以图14、图15为代表的第三组图中，断层面产状为90°∠60°，岩层面产状为230°∠50°。此例中因为断、岩倾向间的夹角已大于90°，现在用（5）式计算：

$$\text{tg}\,\text{断、迹夹角}=\frac{\text{tg}60^\circ}{\text{tg}50^\circ\sin 40^\circ}+\text{ctg}\,40^\circ=3.4526$$

断、迹夹角为73°51′，因不需调项，故得知迹线与岩层倾向相邻。迹线方位为163°51′，迹线的倾伏角为25°44′，侧伏角为30°05′。

第四节　产状网投影法

在图45中，$OD=OO'\text{ctg}\alpha$，$OE=OO'\text{ctg}\beta$，$OB=OO'\text{ctg}\theta$。令

公共边铅垂线 OO′为定长 1，则 OD、OE 和 OB 就具有和各自倾角的余切值相对应的长度关系。按此原理，以 O 为中心绘各个方位的放射线代表方位角，再以 O 为圆心，取同一 OO′的长度，以不同倾角的余切值为半径画若干同心圆，便得全圆周的产状网，如图 46。为了方便，半圆周也基本可用，只是方位线得视情况而定。

图 46 中，A、B 代表图 10、图 11 中断层面和岩层面的倾向和倾角。过 A 和 B 作圆的切线，此线即为各个面的走向线。两走向线的交点 C，即为迹线的产状点。估读得 C 点的方位角约为 127°，倾伏角约为 54°，只有侧伏角需要另行计算。同样，F 点是图 12、图 13 的迹线点，读者自会估得其产状了。估读的精度与图的大小有关，总不及计算准确。

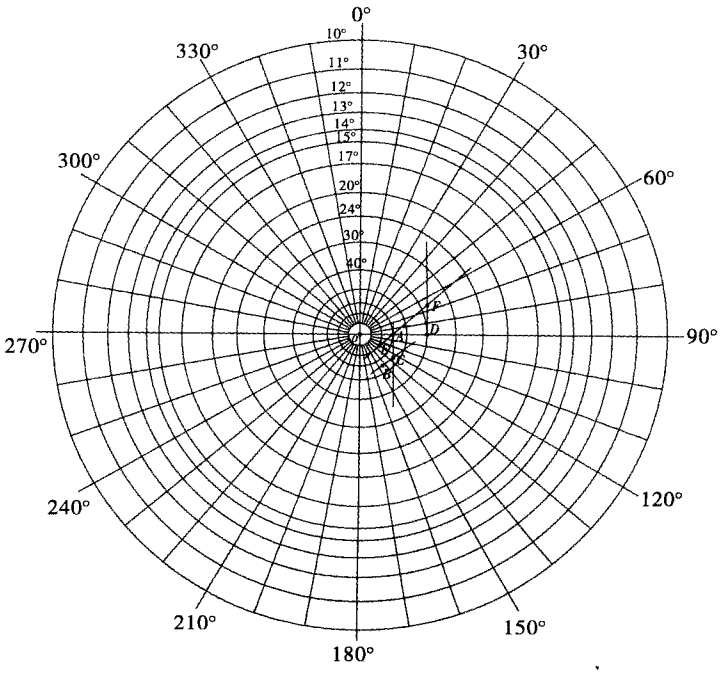


图 46 产状图

图中E、D、F三点清楚地表现为岩、断、迹形式。在野外判别时必须掌握：当岩层面与断层面同向倾斜，岩层的真倾角远远大于断层真倾角，以致在垂直断层走向的剖面上，岩层的视倾角也大于断层的真倾角（请参阅第二组图件）。此外，图上断层或岩层走向线上的任意一点，都代表该方位该面的视倾角，所以本图还可用来估读视倾角。

应当说明的是：本图和包曼网在制图的原理和方法上完全相同，但用途各异，似可不以包曼命名此图。

第七章　两盘相对运动和总断距的确定

研究断层两盘的相对运动，不仅要定性地确定相对运动力的性质，而且应定量地确定其具体方向和总断距等各项断距的大小。要正确解决这些问题，看来以从相当点入手最为可靠。任何断层，其两盘的断层面上总是有无穷多对的相当点，但因无法辨认，所以反而不能利用。只有当断层面上有两种先生的或同生的不同产状的迹线存在时，才能利用两种迹线相交后，交点（相当点）在两盘断层面上不同的位置，来确定两盘的相对运动和总断距等。要满足这一要求，除了需要确切地了解断层面的产状以外，还必须确知被此断层面错断的相当层、岩脉、岩墙等或老断层面的产状。某些情况下，断层擦痕及拖拉折曲也可予以应用。

当断层面倾斜时，可以用断层面也可以用断层的平面图作图；当断层面直立时，用断层面（剖面）更为简捷。在作图之前，要先消除掉因地面起伏对断层和相当层等相互位置及形态的影响，要使图上相当层呈现出走向错距（见图 44）。

第一节　图 9 的解法

一、计算迹线产状

（一）岩层 A 在断面上迹线的产状

$$\text{tg 断、迹倾向间夹角} = \frac{\text{tg}70^\circ}{\text{tg}55^\circ\sin30^\circ} - \text{ctg}30^\circ = 2.1150$$

此夹角为 64°42′。计算中前后两项不须互调，故应从断层倾向

向岩层倾向方面去计算，用 180° - 64°42′，得到迹线方位为 115° 18′（按倾向顺序为断、岩、迹或迹、岩、断形式）。倾伏角为 49° 15′，侧伏角为 53°50′。

（二）岩脉 B 在断面上迹线的产状

$$\text{tg 断、迹倾向间夹角} = \frac{\text{tg}70°}{\text{tg}50°\sin 140°} - \text{ctg}140° = 4.7775$$

此夹角为 78°11′。因不须互调，故迹线方位为 101°49′（为断、迹、岩形式或岩、迹、断）。倾伏角为 29°22′，侧伏角为 31°27′。

二、作图求两盘相对运动及总断距等

图 47 以图 9 为底图，但当成下盘断层面利用。从下盘的 A、B 点，分别按岩层 A 和岩脉 B 迹线的侧伏角作出下盘两条迹线。此二迹线相交于 X 点。同样，从上盘 A_1、B_1 两点作出的两条迹线相交于 X_1 点。X 和 X_1 分别是断层下盘、上盘断层面上相当点。连 XX_1 成直线，XX_1 即为总断距。从图上量得总断距的侧伏角约为 35° ±。按此则两盘相对运动力应属张右剪性质。

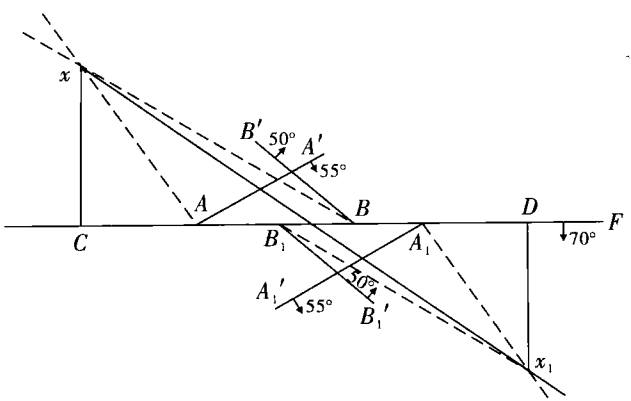


图 47　确定图 9 中断层两盘相对运动和总断距的方法

在图 48 中角 CAD 为总断距侧伏角的水平投影角。图中：

$$\text{tgCAD} = \text{tg}35°\cos 70° = 0.2395$$

故 ∠CAD = 13°28′

故总断距的方位为 90° + 13°28′为 103°28′，总断距的倾伏角 CAB 即是 103°28′方位上断层面的视倾角，为 32°36′。在图 47 中，从 X 和 X_1 分别向断层走向线上作垂直线 XC 和 X_1D，则 CD 为走向断距，$CX + DX_1$ 为倾向断距。其余各种断距的求法已毋庸赘言了。此断层的上盘曾相对地向 103°方位下落，下盘则向 283°方位上升。

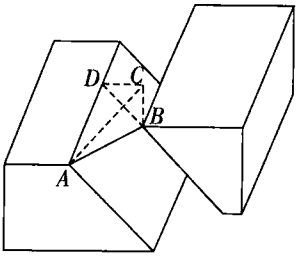


图 48　各种断距的立体关系图

注：AB 为总断距。

三、对图 47 中相当层错动现象“矛盾”的解释

现将图 47 中岩层 A 迹线、岩脉 B 迹线与两盘相对运动的关系，各按其侧伏角的数值，分别绘成图 49 中两个小图，就可清楚地见到：左图反映了在断层面上，相对运动力与岩层 A 的迹线同向倾斜，相对运动力的侧伏角 35° ± 小于岩层迹线的侧伏角 53°50′，适用第四章中第一条规律；右图中二者虽也呈同向倾斜，但相对运动力的侧伏角 35° ± 略大于岩脉迹线的侧伏角 31°27′，适用第四章中第二条规律。两小图均与图 41 阐明的规律完全符合，不存在任何矛盾现象。

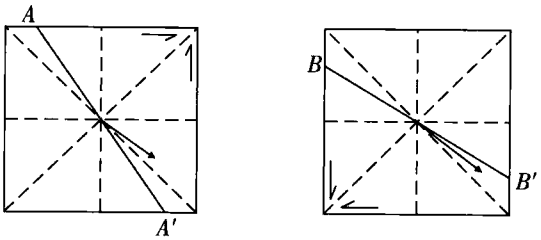


图 49　对图 47 中岩层错动现象的解释（如图 41）

其实，图 49 完全可以省略。图 47 已显示了 XX_1 的侧伏角小于岩层 A 迹线的侧伏角但又大于岩脉 B 迹线的侧伏角，更显示了三

者同向倾斜。更进一步说：图 47 中断层下盘 A、B 迹线的均为右倾，只需用第五章第一节的一句“下盘相当层迹线右倾时，右移逆、左移正。”就足够解释图 47 中的相当层错动“矛盾”的现象了，而且连剖面（当然只指垂直断层走向）上的错动现象也迅捷知道了。本图还生动地证明：同一种相对运动力，可以造成不同的断层图像。

在图 4 一类的横断层中，可以把褶曲两翼的岩层看成是不同产状的两个相当层。所以凡是横断层，都可以求出其两盘的相对运动和总断距等。当然，图 4 是断层发生图而且两盘的核部等宽，已毋须求解了。

第二节　对数学计算法的验证

求解断层两盘相对运动和总断距等的方法，在美国有毕令斯教授的《画法几何》，在前苏联则有莫尔恰诺夫和瓦依涅尔曼的《图解分析法》。虽然名称各异，但除了一方用断层面作图另一方用平面图作图以外，双方在作图的原理和方法上都相同，都是通过作图绘出迹线再由两根迹线相交获得相当点（两法均附录于书后以供参考）。在学习了他们的方法以后，本书用数学计算求出迹线产状再直接用迹线绘图相交而成，似宜称为《数学计算法》。此法虽可自圆其说，但自信难获他信，更不能代替科学上应有的验证。下面谨以美国、前苏联方法的原图为底图，用《数学计算法》求解，以验证本法也同样正确可信。

一、用数学计算法求解毕令斯书中图 372

为方便运算，原有产状数据变换写法后为：断层面 180°∠40°、岩脉 A 60°∠35°、岩脉 B 300°∠60°。

（一）计算迹线产状

tg 断、迹倾向间夹角（岩脉 A）$=\dfrac{\text{tg}40^\circ}{\text{tg}35^\circ\sin120^\circ}-\text{ctg}120^\circ$

$=1.9611$

夹角为62°58′，迹线方位为117°+，倾伏角为20°52′、侧伏角为33°40′。

tg 断、迹倾向间夹角（岩脉 B）$=\dfrac{\text{tg}40^\circ}{\text{tg}60^\circ\sin120^\circ}-\text{ctg}120^\circ$

$=1.1368$

夹角为48°40′，迹线方位为228°40′，倾伏角为29°，侧伏角为48°57′。

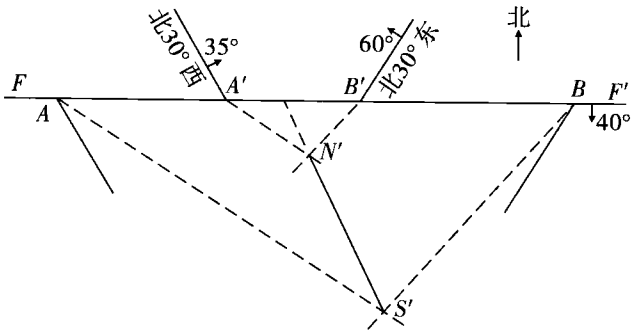


图 50　验证一用数学计算法求解毕令斯书中图 372

（底图引自毕令斯）

（二）作图求总断距等

由于毕令斯用断层面作图，故应从图 50 中上盘的 A、B 点各按其迹线的侧伏角作迹线 AS′和 BS′，两迹线相交于 S′点。同样作法，下盘两迹线相交于 N′点。S′和 N′分别为上、下盘的相当点，S′N′为总断距（毕令斯称为总错距）。将此图与毕令斯的图 372 对照，两图基本重合，误差可能来自作图。此外的各项断据毋须多验证了。

对此图岩层错动现象的解释可以直接从图上观察到：

以岩脉 A 来说是迹线与相对运动力同向倾斜，相对运动力的侧伏角大于迹线的侧伏角，适用第四章中第二条规律；用 41 图的规律衡量，为迹线右倾的左移正断层，也与 41 图吻合。以岩脉 B 来说是相对运动力与迹线呈反向倾斜，平面及剖面上的相当层错动都与相对运动基本相同，符合第三条规律，也符合 41 图中岩层迹线左倾、右移正的规律。

二、用剖面简化毕令斯书中图 371 的解法

如图 51，断层面直立，只需将此面当成剖面，查出或计算出岩脉 A、B 的视倾角（现查得 A 为 23°52′、B 为 47°0′），绘到图上即成。图中 SN 即为总断距。其余皆如毕令斯书中说明。这是因为剖面上岩脉（层）的视倾向线，就是岩脉（层）的迹线。

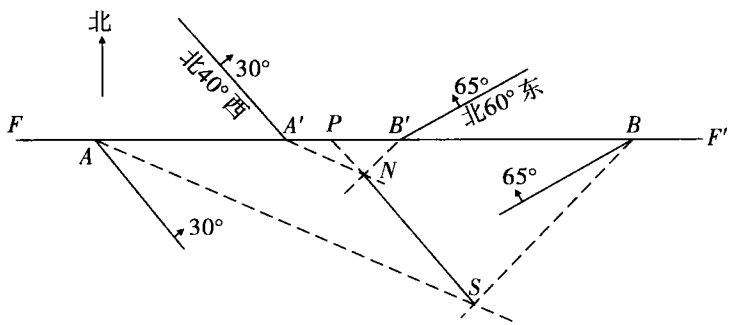


图 51 验证二用剖面图简化毕令斯书中图 371

注：底图引自毕令斯书中图 371，原注为“直立断层的图解”。

三、用数学计算法求解前苏联书中（见参考文献 7）图 37

为方便运算，也将原有产状数值变换写法后为：断层 C 产状为 180°∠50°，K 面产状为 140°∠50°，岩墙 Д 产状为 150°∠30°。

（一）计算迹线产状

tg 断、迹倾向间夹角（K 面）$=\dfrac{\text{tg}50°}{\text{tg}50°\sin 40°}-\text{ctg}40°=0.3639$

此夹角为 20°，迹线方位为 160°。

tg 断、迹倾向间夹角（Д 面）$=\dfrac{\text{tg}50°}{\text{tg}30°\sin 30°}-\text{ctg}30°=2.3961$

此夹角为 67°20′，迹线方位为 112°40′。

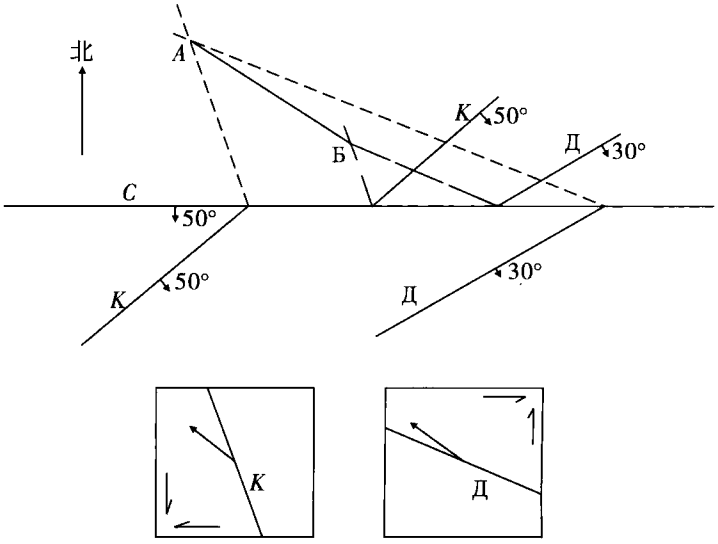


图 52　验证三用数学计算法与前苏联的图解分析法相比较

注：上面的底图引自前苏联书中图 37（平面图）

断层 C 错断了 K 面和岩墙 Д；下面的两个小图为本书所附加。

（二）作图求解

由于此例是用断层平面图作图，为了对照方便，在图 52 中也采用平面作图，只需迹线方位角即可。作图过程见前几例。图中 АБ 为总断距的水平投影。如将此图与前苏联书中图 37 对照，两图也基本重合。其余的各项数据的求法就从略了。

图 52 中下面两个小图亦为平面图，即迹线和相对运动力均用各自的方位角绘出。至于如何解说两小图所指示的上面图中相当层错动现象，相信已不需本书再噜苏了。

至此，《数学计算法》以及前几章中利用迹线解释相当层错动现象的有关论证，应该得到证明了。

第八章　断层两盘相对运动的标志

断层两盘发生相对运动时，在断层面附近产生了一些为断层所特有的标志，常被用来判别两盘的相对运动。既然相当层错动不能代表两盘的相对运动，则这类标志能否指示相对运动？便也应予以探讨。

第一节　断层擦痕及阶步问题

断层擦痕及阶步中，除了部分由于断块内部相互错动摩擦而产生或是多次相对运动后的遗迹，不能反映两盘的相对运动以外，一般在主要断层面上的擦痕及阶步，都该属于可以利用作为判别两盘相对运动并求解总断距的标志。但有时出现反擦痕或反阶步，就值得我们深思了。以本书图 41 中第一组图为例，岩层迹线左边的 18 号箭头和右边的 19 号箭头，如为擦痕或阶步所指示的上盘相对运动，就很可能因为它不符合剖面上的相当层错动而判它是反擦痕或反阶步。24 号和 25 号箭头所代表擦痕或阶步的指向，也很可能因它不符合平面上的相当层错动，也判它是反擦痕或反阶步。用相当层错动现象为标准来判定擦痕、阶步的可靠性，在第一组中就只剩下 30 号、31 号箭头，第二、第三组中则只剩下 32 号、33 号和 34 号、35 号箭头才可靠了。此外，因剖面方向不同，岩层错动可以相反的情况，也可能被错认为是反擦痕或反阶步。

判断擦痕及阶步是否可靠，应将平面、剖面（垂直断层走向）上相当层错动、岩层迹线产状与擦痕、阶步所指示的动向结合起

来，绘出如图 41 等形式的图件进行判断。擦痕的产状包括方位角、倾伏角及侧伏角。在野外只能测量到它的侧伏角，其他数据可在室内计算。

在毕令斯和上述前苏联的书中，都介绍了用断层擦痕求解总断距的例题。方法很简单，只需一对相当层，绘出其迹线后，参考图 43 或图 44 即可求出。问题的困难在于，虽然没有多种相对运动存在的证据，但也无证据可以排除掉其他也合理可靠的方向有存在不同相对运动的可能性。

第二节　牵引（拖拉）褶曲问题

断层两盘发生的牵引褶曲，不论是由两盘相对运动或是先挠曲后断裂而产生，从常理推断，当相对运动力和相当层迹线成大角度相交时，牵引褶曲较易发生（当然还有岩性、层厚及环境等）。图 53 中，当上盘沿“↔”线斜向下落时，下盘岩层应向老岩层方面

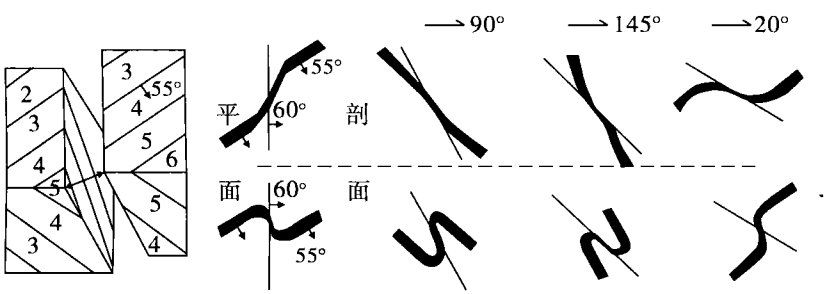


图 53　牵引褶曲在不同方向的剖面上呈现不同的形态

注：断层面产状为 90°∠60°，岩层面产状为 145°∠55°。
各剖面形态见图 10、图 11。

弯曲；上盘岩层便应向新岩层方面弯曲，于是可以产生上一排 3 种剖面形态（见图 11）。当上盘沿“↔”线斜向上冲时，应是下盘

岩层向新地层方面弯，上盘岩层则向老弯，便产生下一排3种剖面（见图10）形态。如此看来，牵引褶曲只能指示两盘的相当层错动。但如果换个角度推理：在下盘断层面上绘出上下盘两条相当层的迹线（如图43），将其中近于垂直迹线的错距作总断距的首选，从而便可推理出此断层两盘相对运动力的大致性质和总断距大小的范围了。不过这只是一种推理。

第三节　断层面旁侧派生的节理问题

按照教科书的论述，断层两盘派生的羽状张节理常与主断层成45°角相交。所交锐角指示节理所在盘的相对运动方向。这里并未限制是平面或某种剖面。现以图54为例，平面上羽状张节理走向与断层F的走向成45°角相交。剖面48°方位时，断层面的视倾角63°54′，张节理的视倾角为18°17′，两者的交角为45°37′符合书中条件，下盘应下降。可是在165°的剖面上，断层面视倾角35°25′，张节理视倾角为79°38′，两者的交角为44°13′，也符合书中条件，下盘应上升。这个断层的两盘相对运动如何确定？将无所适从了。

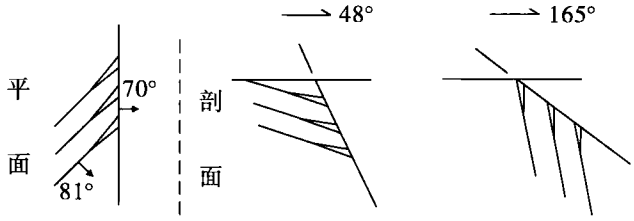


图54　断层旁侧派生的羽状张节理在不同剖面上的表现

注：断层面产状90°∠70°，节理面产状135°∠81°。

除了断层擦痕、牵引褶曲和派生的节理以外，在某些书中，用断层面上的和断层附近的一些断层现象来判识两盘的相对运动和应

力，却没有任何一条有学理上的证明，唯一的依据就是野外观察的结果。野外观察当然重要，但从这些书中观察后所判识的结果来看，它们都最终被归结到去证实正断层为张性或剪切性、逆断层为压性、平移断层为剪切性应力所造成。本书前几章已充分论证了这一判识的不可靠。它是欧洲前辈地质学者误判野外断层现象的结果，也是这种误判流传世界地质学界的结果。

附录　美国的《画法几何法》与前苏联的《图解分析法》

直立断层（原书中文译本519～521页）

下面的例题说明决定一断层位移的图解法，其条件为已知断层两侧两个受错动层位的产状及位置。

已知：（图371）于一个无起伏的地面上，断层 FF' 的走向为北90°东，倾斜直立；一条矿脉走向为北40°西，倾斜30°东北，出露于断层南北侧的 A 及 A' 处；另一矿脉走向为北60°东，倾斜为65°西北，出露于断层两面的 B 及 B' 处。

求：（a）总错距，（b）总错距的倾伏角，（c）总错距水平投影的走向，以及（d）沿断层面的相对移动。

作法：绘 AC 和 $A'C'$ 平行北40°西矿脉的走向，作 BD 和 $B'D'$ 平行北60°。东矿脉的走向（图371）。于适当点 E'' 和 G'' 作 EE' 和 GG' 垂直二矿脉的走向。以北二线为水平线作构造剖面图。

距 EE' 任意距离 h 作 HH' 平行 EE'；距 GG' 距离 h 作 II' 平行 GG'。此二线所示的水平面称为下参考面；其位直系在平面图下 h 距离的深度。作 $\angle G'G''J$ 及 $\angle EE''K$ 分别等于北40°西及北60°东矿脉的倾角。画 $J'L$ 及 $K'M$ 分别平行于 AC 及 BD。此二线表示两矿脉上等高线的水平投影；此二等高线上所有之点，均位于平面图所示的水平面下 h 距离的深度。L 点为断层、下参考面、以及北40°西矿脉三者在断层南侧的交点的水平投影。M 点为断层、下参考面、北60°东矿脉三者在断层南侧交点的水平投影。

现在沿 FF' 线作一直立剖面图——即在断层面内。距 FF' 距离

h 作 OO'平行 FF'。该剖面实际上即等于把直立的断层面旋转至平面图所在的平面内。作 LL'及 MM'垂直 FF'，既然 L'及 M'为剖面图上之点，且位于平面图上 L 及 M 点下 h 距离，故代表矿脉在横切剖面上的二点。

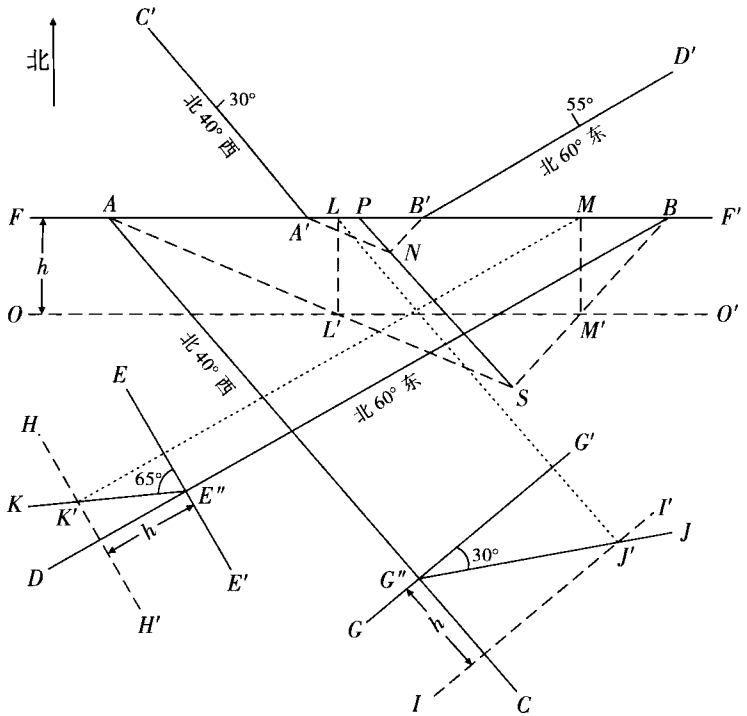


图 371 直立断层的图解

作 AL'和 BM'，延长使之相交于 S。AS 和 BS 代表两矿脉于断层面（横切面）上的交迹，S 代表二者在断层南壁的交点。作 $A'N$ 和 $B'N$ 分别平行于 AS 和 BS。$A'N$ 和 $B'N$ 代表两矿脉于断层北壁的交迹，而 N 为二者的交点。

画 NS。该线表示断层面上 N 和 S（发生断层前二点当在一处）

二点间的总位移，故 *NS* 为总错距。

延长 *NS* 交 *FF'* 于 *P*，则 *SPF'* 为总错距的侧伏角；于直立断层中侧伏角与倾伏角相等。

总错距一定位于断层面中。因该断层为直立，走向为北 90° 东，故其总错距的水平投影亦为北 90°东。*S* 点在断层直立平面上的位置较 *N* 为低，且位于通过 *N* 的垂直线的东面，所以断层的南侧较北侧相对地向东下方移动。

练习十一 用画法几何解倾斜断层问题
（原书中文译本 523 ~ 525 页）
方 法

下面的例题说明，如果已知断层两侧被错动岩层的产状和位置，如何用图解法求倾角不是 90°的断层的情形。

此例也用以说明，如果已知该被断裂岩层在断层另一侧的产状和位置以及沿断层移动的方向和距离，如何在断层的一面寻求一个被切断岩层的位置的方法。

已知（图 372）：于一个地面无起伏的地区，断层 *FF'* 的走向为北 90°东，倾斜 40°向南；一条走向北 30°西倾斜 35°东北的矿脉，出露于断层南北两侧的 *A* 和 *A'* 处；另一条走向北 30°东、向西北作 60°倾斜的矿脉，出露于断层南北两侧的 *B* 和 *B'* 处；第三条矿脉走向为北 40°东，倾斜 70°向东南，出露于断层南面 *X* 处（图 373）。

求：（a）断层的总错距，（b）总错距水平投影走向，（c）总错距的倾状，（d）沿断层的相对移动——即何方上移——以及（e）定出第三条矿脉在断层北侧的位置。

作法：如图 372 所示，绘 *AC* 和 *A'C'* 平行北 30°西矿脉走向，并画 *BD* 和 *B'D'* 平行北 30°东矿脉走向。于任意点如 *E''*、*F''* 和 *G''* 绘 *EE'FF'* 和 *GG'* 分别垂直于 *BD*、*AC* 和 *FF'*。以此三线为水平线，作剖面图。

距 EE' 任意距离 h 作 HH' 平行 EE'，同法作 II' 和 JJ'。此三线代表下参考面；位于平面图下距离 h 深度。作 $GG''K$ 角等于断层的倾角；$G''K$ 交 JJ' 于 K'。作 $EE''L$ 角等于北 30°东矿脉的倾角；$E''L$ 交 HH' 于 L'。作 $FF''M$ 角等于北 30°西矿脉的倾角；$F''M$ 交 II' 于 M'。由 K' 画 $K'O$ 平行 EF'。从 L' 作一线平行 BD 交 $K'O$ 于 P。从 M' 作一线平行 AC 交 $K'O$ 于 Q。$K'O$、$L'P$ 及 $M'Q$ 代表断层及矿脉上的等高线；断层和各矿脉在此等高线上所有各点均在平面图下 h 深度。两矿脉与断层在下参考面上的交点为 P 和 Q。

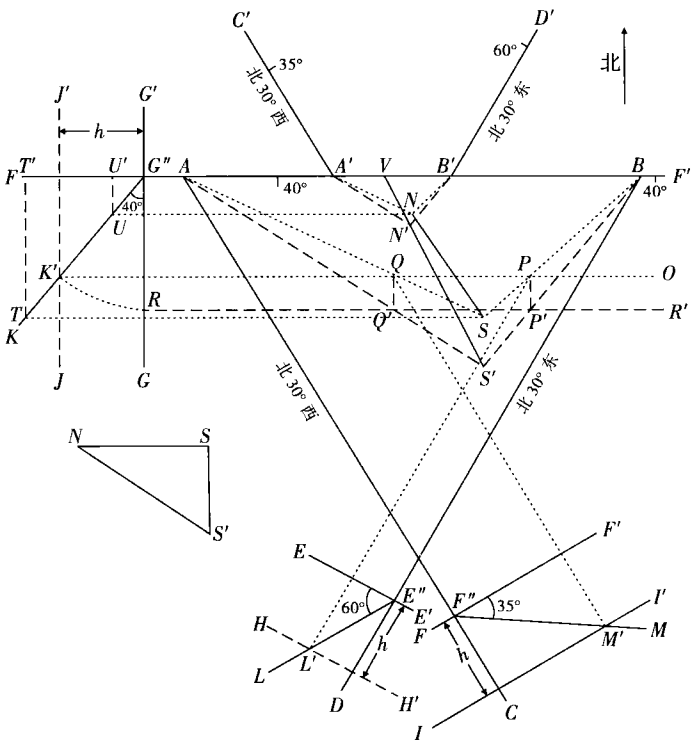


图 372　一个倾斜断层问题的图解法。两矿脉，一条走向为北 30°西、倾斜 35°东北，另一条走向为北 30°东、倾斜 60°西北，被断层 FF'' 所错移

其次在断层面上作一剖面图，为了表示该剖面，必须将断层面旋转至图面。用 FF' 线为旋转轴。以 $G''K'$ 为半径，G'' 为图心，画弧交 GG' 于 R。$G''R$ 为断层面上界于图面及下参考面间之真正坡距。由 R 作 RR' 平行 FF'。$BG''RR'$ 为在断层面内的一个剖面。

自 Q 作一线垂直 KO 交 RR' 于 Q'。自 P 作一线垂直 KO 交 RR' 于 P'。Q' 及 P' 代表于断层面上所见之矿脉与下参考面的交点。

延长 AQ' 和 BP' 交于 S'。AS' 和 BS' 代表两矿脉在断层面南盘上的交迹；S' 代表它们在南盘上的交点。作 $A'N'$ 和 $B'N'$ 分别平行于 AS' 和 BS'。N' 表示两矿脉在断层北盘上的交点。连 $N'S'$ 则其为总错距。

作 AQ 和 BP 交于 S。AS 为北 30°西矿脉与断层交迹的水平投影。BS 为北 30°东矿脉与断层交迹的水平投影。S 为两矿脉在断层南盘上之交点的水平投影。画 $A'N$ 和 $B'N$ 分别平行于 AS 和 BS。作 NS，即总错距的水平投影。

欲求总错距的倾伏，必须找出 N 和 S 点在水平投影上的高度。自 S 作一线平行 FF'，交 $G''K$ 于 T；并自 N 作一线平行 FF' 交 $G''K$ 于 U。自 T 和 U 各作 FF'' 的垂线。垂线交 FF' 于 T' 和 U'。$T'U'$（按图上比例尺）即 N 和 S 二点在水平投影上高差。

在纸上另一部分作 NS。从 S 到 S' 作一垂线并使 $S'S = t'u'$。绘 NS'。SNS' 角为总错距及其水平投影间在直立面上的夹角，即总错距的倾伏角。此图中的 NS' 必须与主图中的 $N'S'$ 相等，由此可以发现所得结果是否有误。

两矿脉与断层面在断层南盘上的交点较断层北盘上相当的交点的位置靠下而偏东。所以断层南侧较北侧相对地向东下方移动。延长 $N'S'$ 交 FF' 于 V。则 $S'VB$ 角为总错距的侧伏角。

前苏联 И. А. 莫尔恰诺夫等的图解分析法
位移单元的图解分析方法
（参考文献 7，中文译本 112～115 页）

断裂的类型，岩层断块的相对位移的直距可以用解析法和图解法确定，其中最为实用的乃是 *И. А.* 莫尔恰诺失（1939）所创立的方法。这里只根据 *П. В.* 瓦依涅尔曼的资料（此人对方法的主要部分做了某些修改）对此方法加以叙述。

例 1　在被倾斜断层所移动的断块中见有两种不同岩石的接触面和岩墙，而在南部断块中，则见有石英脉，这一石英脉在移动面后的延续部分必须找到。已测得下面几部分：

1. 岩墙和接触线与断层的交点 1、2、3、4 和 9 的坐标；

2. 产状单元：（*а*）断层 *С* 的产状单元——走向 90°，向南倾斜，倾角 50°；（б）接触面 *К* 的产状单元——走向 50°，向东南倾斜，倾角 50°；（в）岩墙 *Д* 的产状单元——走向 60°，向东南倾斜，倾角 30°；（г）岩脉 *Ж* 的产状单元——走向 360°，向东倾斜，倾角 50°。

必须确定真位移的方向和直距，它的水平移距和垂直移距，断层的类型及地面上断层以北的岩脉的位置。

题解。先把原始资料绘在平面图上，然后，在 +20 米的水平线（图37，б）寻找岩墙面和接触面的露头线及其间距为 20 米的等高线。等高线之间的距离通常用计算或辅助图解法求得（图 37，в）。首先描绘断层 *С* 的等位线，而后描绘所有其他的岩体 *К′*、*Ц′*、*Ж′*的表面等值线，同时把同名等值线延长至相交时为止（见点 5、6、7、8 和 10）。

把每一个平面上与断层相连结的同名点连接起来之后，便可得出每一地质体与断层的联结线的水平投影（见线 1～5、3～7、2～6、4～8 和 9～10），这些线本身分别对南部和北部断块来说都必须

延长至彼此相交时为止（见图37，*a* 的点 *A* 和点 *Б*）。*АБ* 线段是断块真位移线的水平投影，因而，它同样也表明断块发生位移的那一方向的方位角。

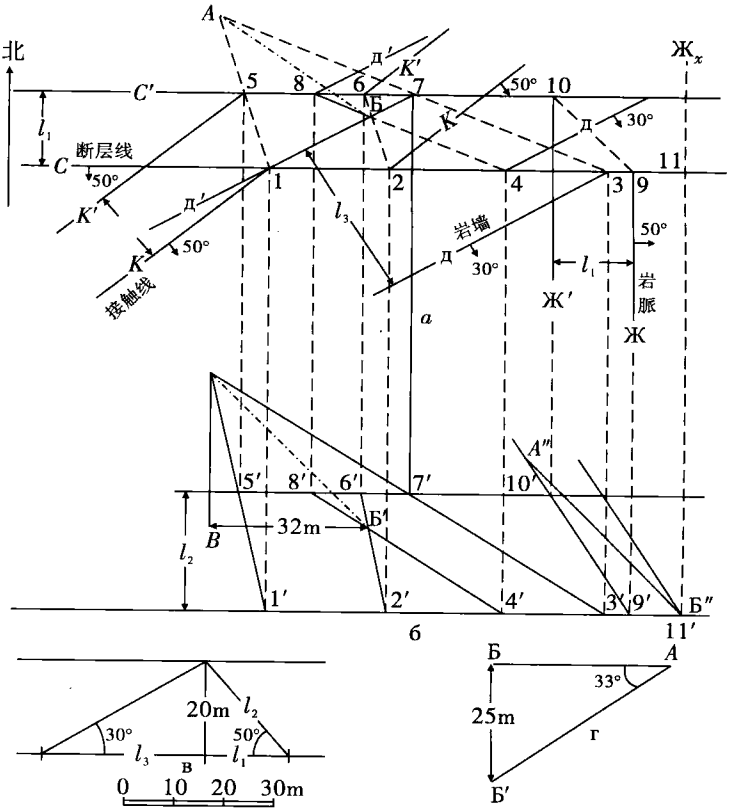


图37 用以确定断块沿倾斜断层（断层线）移动的方向和直距的图解

а——水平面上的投影（平面投影）；б——断裂面上的投影；в——用以确定等值线之间距离的辅助图解；г——等值线之间的位移垂值移距（ББ′）的测定；ЖЖ′——所求的岩脉断块；АБ——真位移的水平投影；А′Б′——真位移的方向和值；ББ′——位移的垂直移距；ВБ′——位移的水平移距；О′Д′К′Ж′——+20米水平线上相应地质体的等值线。

其次，再绘制平行于断层的倾斜面。在平面图的下面绘出一条与断层线 C 相平行的直线（零点等高线）。与这一直线相平行，经过适当的间隔，即经过等于在间距为 20 米的两根等高线之间的断层线长（沿倾斜线）的间隔（图 37，В，l_2），再绘一条直线，这条直线是断层的等高线 +20 米。

沿垂直线把点由平面图移至用等值线表示的断层面（图 37，*б*）上去，用数字加上短线 1′，2′等表示。每一地质体与断层的交点用直线 1′～5′、3′～7′等连结起来。每一断块分别所得的线延长至彼此相交时止（点 *A*′和 *Б*′），结果，就得出了两个三角形 1′*A*′3′和 2′*Б*′4′。把两个三角形的顶点 *A*′和 *Б*′用直线连接起来。这条直线的长度就是垂直位移的值（45 米见图 37，*б*）。然后自 *A* 点向下画一条垂直线，而 *Б* 点则画一条水平线。*BБ*′线就是位移的水平移距的值。

为了确定位移的垂直移距须绘制特别的图解（图 37，г）。截取 *AБ* 线（图 37，*а*）；由 *Б* 点向下画一条垂直线，在这条垂直线上由 *A* 点起截取 *AБ*′线，*AБ*′线与 *A*′*Б*′线相等（图 37，*б*）。这时 *ББ*′线就是所规定之比例尺的断块位移的垂直移距的长度，而所得的角此时等于 33°，这就是断块发生位移时的角度。

为了确定已丢失的矿体块的所在地方，把 *A*′*Б*′线向右下方往 *A*′点平行移动，以使 *A*″点与岩脉露头线断层的交点相重合。这时，*Б*″点就是北部断块的岩脉与断层连结的地方（点 11）。在平面投影图上投影该点向上直到与断层零点线的相交处，然后，由这个地方开始，根据岩脉走向资料，画一条线 *ЖК*。这条线就是北部断块中岩脉的地表露头。

这样，在该例中就确定了，北部断块下降，并相对的对南部断块移动 45 米，向东南倾斜（方位角 123°），倾斜 33°；位移的水平移距等于 32.0 米，垂直移距为 25 米；该断裂破坏，按其性质来说是一上衡平移断层（上盘沿断层线逆掩在下盘上，并且向东移动）；在平面图上能看出断层以北的岩脉在地表上的位置。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

视 倾 角 表
假厚度校正系数表

说　明

一、情况简述

地质工作中需要计算岩层等的视倾角和真厚度的地方很多，尤其是在测制地质剖面时，要进行大量的分层厚度计算工作。为此，作者于1963～1964年制作了此两表，并油印给学生实习用。1973年云南地质科学研究所予以出版。

在计算视倾角方面，从图1可以得出：

$$\mathrm{tg}\alpha_1 = \frac{AD}{BD} = \frac{\mathrm{tg}\alpha DC}{BD} = \mathrm{tg}\alpha\cos\varnothing$$

或 $= \mathrm{tg}\alpha\sin\theta$ ……（1）

∅为倾向与剖面方向间之夹角，θ 为走向与剖面方向间之夹角。$\varnothing + \theta = 90°$，故∅或 θ 均只指小于90°者而言。在实用上虽有好多种查图法和一种每5°一查的视倾角表，但是常需用内插法估算出所需要的数值，既较为麻烦又常欠准确，不大能满足地质工作中的需要。

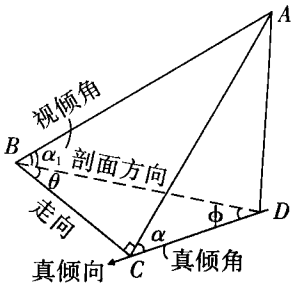


图1　真产状和视产状的立体关系

注：直角三角形ACB为倾斜面，其水平投影面为DCB。

在计算岩层真厚度方面，当剖面方向垂直岩层走向时，通用：

$$M = 1\sin(\overleftarrow{\alpha \pm \beta}) \quad \cdots\cdots (2)$$

当剖面方面不垂直岩层走向时，目前普遍使用外国公式：

$$M = 1_1(\sin\alpha\cos\beta_1\sin\theta \pm \overleftarrow{\cos\alpha\sin\beta_1}) \quad \cdots\cdots (3)$$

M——岩层真厚度。

1. 1_1——露头宽度（剖面方向垂直岩层走向时为1，不垂直时为1_1）。

β、β_1——坡度角（剖面方向垂直岩层走向时为β，不垂直时为β_1）。

按照公式证题原理，当坡向和倾向相反时用加号，相同时用减号。$\overbrace{\quad}$为个人附加，表示括号内前后两项可以互相交换位置，总是大减小，得数永远是正数。前苏联和美国地质学者对（3）式的推导人各有不同的说法，我们姑且不论。就（3）式每计算一个M值而言，共需查三角函数表5次、乘4次、加或减1次，比较麻烦而费时，计算中容易发生错误且不易检查纠正。在测制地质剖面时，这种大量的繁杂的计算曾经耗费了我们不少的工作量。我国有些研究人员，如王土、周启荣等曾努力改革，取得了一些成绩。

二、新公式介绍

计算岩层真厚度的公式，除了必须正确外，还应要求形式简单易于证明、运算和记忆，最好还能制成计算表以简化计算手续。以此来衡量现在美国、前苏联用的公式（3），是不能令人满意的。下面介绍一个新公式：

$$M=1_1\sin\overbrace{(\alpha_1\pm\beta_1)}\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_1} \quad \cdots\cdots (4)$$

公式来源如下：

当剖面或工程壁的方向不垂直岩层走向时，剖面或壁上出现的是视倾角α_1和假厚度M_1。M_1只垂直于该面上的岩层视倾向线而不垂直于上下层面。从图3、图4、图5中可以顺次得出：

$$M_1=1_1\sin(\alpha_1+\beta_1)$$

$$M_1=1_1\sin(\alpha_1-\beta_1)$$

$$M_1=1_1\sin(\beta_1-\alpha_1)$$

写成总结式便应是：

$$M_1=1_1\sin\overbrace{(\alpha_1\pm\beta_1)} \quad \cdots\cdots (5)$$

但是 M_1 并不是我们所要求的真厚度，必须把 M_1 和真厚 M 的关系公式找出来。图 2 证明：

$$M = L\cos\alpha = M_1 \frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_1} \quad \cdots\cdots (6)$$

将（5）式代入（6）式中便是（4）式。当剖面方向垂直岩层走向时，由于 $\alpha_1 = \alpha$，$\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_1} = 1$，（4）式便会自动变化成（2）式。实际上可以把（4）式看成是（2）式的一般形式，就更易于记忆和证明了。

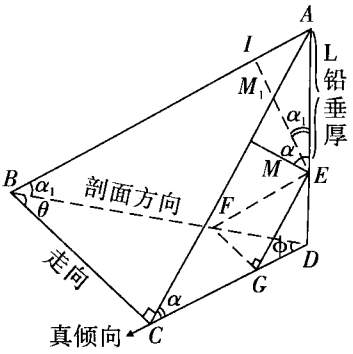


图 2 真厚度 M 和假厚度 M_1 的立体关系

注：直角三角形 ACB 和 EGF 分别代表上、下层面，其水平投影面为 DGCBF。

（6）式表明了真、假两种厚度间换算关系，也很重要。我们把$\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_1}$称为“假厚度校正系数”。由于假厚 M_1 总是大于真厚 M，所以$\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_1}$的比值永远是小数值。一般情况下，由于山地工程壁的方向并不正好垂直岩层或矿体的走向，我们常常量不到真厚度 M，只能量到假厚度 M_1 或其他厚度。随着倾向与剖面方向间夹角∅的大小变化，M_1 和 M 的相差值与之成正比。所以在必要时应该进行假厚度校正，切勿把 M_1 当成 M 来量取和使用。

（4）式中要用到 α_1 和$\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_1}$的数值。现在把此两者制成了下面的视倾角表和假厚度校正系数表，是为了运用（4）式进行计算的方便，也就是制作和出版本表的主要目的和用途所在。使用（4）式和本表时，每计算一个 M 值共需查表 3 次（查 α_1，$\sin(\overset{\downarrow}{\alpha_1} \pm \overset{\downarrow}{\beta_1})$，$\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_1}$）、乘 2 次、加或减 1 次，约可节省

一半的计算工作量。

本表自1964年制成以来，通过多次使用得到一些同志和同学的鼓励。为了便于读者了解用法的细节并便于和美国、前苏联的(3)式进行对比，特举几例计算如下。

三、计算举例

例1. 图3形式。设坡度角 $\beta_1=30°$，剖面方向30°～210°，岩层倾向50°，真倾角40°。岩层倾向与剖面方向间的夹角∅为20°，岩层走向与剖面方向间的夹角 θ 为70°。坡向和倾向相反，应该用加号。

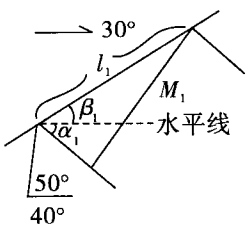


图3 实测剖面上露头宽度 l_1 和假厚度 M_1 的关系

查视倾角表中∅=20°的纵行，$\alpha=40°$的横行，在交点上得出 $\alpha_1=38°15'$（见74页），就在此处有 $-\dfrac{\cos40°}{\cos38°15'}$ 的系数，查假厚度校正系数表上∅=20°的纵行，$\alpha=40°$的横行见（见86页），在交点上得此系数值为0.9755。将这些数据代入（4）式：

$$M=l_1\sin(38°15'+30°)\times0.9755=l_1\sin68°15'\times0.9755$$
$$=l_1\times0.9288\times0.9755-l_1\times0.9060。$$

比较，用（3）式计算为：

$$M=l_1(\sin40°\cos30°\sin70°+\cos40°\sin30°)$$
$$=l_1(0.6428\times0.8660\times0.9397+0.7660\times0.5)$$
$$=l_1(0.5231+0.3830)=l_1\times0.9061。$$

例2. 还是图3形式。设坡度角 $\beta_1=70°$，其余各数均同例1，所以仍用加号。

$$M=l_1\sin(38°15'+70°)\times0.9755=l_1\sin(90°+18°15')\times0.9755$$
$$=l_1\cos18°15'\times0.9755=l_1\times0.9497\times0.9755$$
$$=l_1\times0.9264。$$

比较：用（3）式计算为：

$$M = l_1 (\sin40°\cos70°\sin70° + \cos40°\sin70°)$$
$$= l_1 (0.6428 \times 0.3420 \times 0.9397 + 0.7660 \times 0.9397)$$
$$= l_1 (0.2065 + 0.7198) = l_1 \times 0.9263。$$

例3. 图4形式。设坡度角$\beta_1 = 20°$，剖面方向70°～250°，岩层倾向210°，真倾角60°。倾、剖夹角∅为40°，走、剖夹角θ为50°。坡向和倾向相同，用减号。

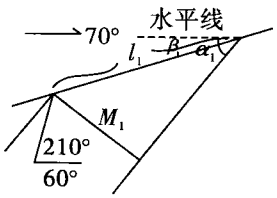


图4 实测剖面上露头宽度l_1和假厚度M_1的关系

查视倾角表中∅ = 40°的纵行，α = 60°的横行，在交点上得出$\alpha_1 = 53°0'$（见77页），就在此处有$-\frac{\cos60°}{\cos53°}$的系数值，查假厚度校正系数表上∅ = 40°的纵行，α = 60°的横行，在交点上得此系数值为0.8307（见89页）。将这些数据代入（4）式：

$$M = l_1 \sin(53° - 20°) \times 0.8307 = l_1 \sin33° \times 0.8307$$
$$= l_1 \times 0.5446 \times 0.8307 = l_1 \times 0.4524$$

比较，用（3）式计算为：

$$M = l_1 (\sin60°\cos20°\sin50° - \cos60°\sin20°)$$
$$= l_1 (0.8660 \times 0.9397 \times 0.7660 - 0.5 \times 0.3420)$$
$$= l_1 (0.6233 - 0.1710) = l_1 \times 0.4523。$$

例4. 图5形式。设$\beta_1 = 40°$，剖面方向110°～290°岩层产状311°∠17°。∅角为21°，θ角为69°。坡向和倾向相同，用减号。

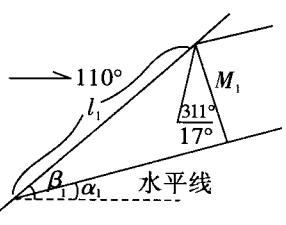


图5 实测剖面上露头宽度l_1和假厚度M_1的关系

查视倾角表中∅ = 21°的纵行，α = 17°的横行，得$\alpha_1 = 15°56'$，再查假厚度校正系数表上同样的位置上得$\frac{\cos17°}{\cos15°56'}$的比值为0.9945。于是：

$$M = l_1 \sin(40° - 15°56') \times 0.9945$$
$$= l_1 \sin 24°04' \times 0.9945 = l_1 \times 0.4078 \times 0.9945$$
$$= l_1 \times 0.4056。$$

比较，用（3）式计算为：

$$M = l_1 (\cos 17° \sin 40° - \sin 17° \cos 40° \sin 69°)$$
$$= l_1 (0.9563 \times 0.6428 - 0.2924 \times 0.7660 \times 0.9336)$$
$$= l_1 (0.6147 - 0.2091) = l_1 \times 0.4056$$

上面的计算证明：用新公式计算较之用美国、前苏联的公式要简便得多，所求数值完全一样（某些微小误差是来自函数本身）。在数学原理上，（4）和（3）式也是相通的，兹推导如下，兼作（3）式的数学来源证明：

$$M = l_1 \sin(\alpha_1 \pm \beta_1) \frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_1} = l_1 (\sin\alpha_1 \cos\beta_1 \frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_1} \pm \cos\alpha_1 \sin\beta_1 \frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_1}) = l_1 (\mathrm{tg}\alpha_1 \cos\beta_1 \cos\alpha \pm \cos\alpha \sin\beta_1)$$

将（1）式中 $\mathrm{tg}\alpha_1 = \mathrm{tg}\alpha \sin\theta = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}\sin\theta$ 代入，便得出（3）式。

四、斜孔在勘探线剖面上的投影

图 6 中，斜孔某段 AB 的长度及天顶角 α 为已知，该段斜孔 DB 的方位以及它与勘探线剖面的方位 DC 之间的夹角∅也已知。编制 ADC 勘探线剖面时，需将真实斜孔 AB 段即 B 点沿着与勘探线剖面垂直的法线 BC，投影到该剖面上成为线段 AC 或 C 点。

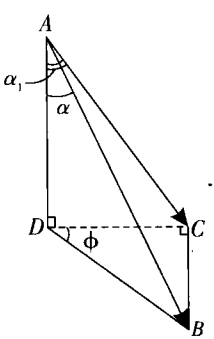


图 6　倾斜钻孔法线投影示意图

上述投影，一般需逐段进行繁杂计算或作图。1973 年，四川地质局会理 403 地质队杨本井先生来信告知："本表还可用来确定倾斜钻孔在勘探线剖面上的投影，以代替现有的繁杂的投影作图或计算。"证明如下：

$$tg\alpha_1 = \frac{DC}{AD} = \frac{DB\cos\phi}{AD} = tg\alpha\cos\phi$$

$$AC = \frac{AD}{\cos\alpha_1} = AB\,\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_1}$$

此两式分别与前面的（1）、（2）两式相同，均可以直接从视倾角表和假厚度校正系数表中查用。本井先生的宝贵意见，为斜孔投影节省了大量人力，也为此两表开拓了全新的使用范围，谨此致以衷心的感谢！本井先生还提出："钻孔岩心轴夹角改算，使用此表都能简化计算过程。"笔者未接触过此工作，只能原话转达，请注意此事，并请见谅。

五、本表的精确度

这两个表都是用6位对数计算两次，以重复作检查而制成。视倾角的误差在1′左右。假厚度校正系数表上的数值曾经在真倾角较大、倾剖夹角∅较小的部位上发生过不规则的跳动乱变。后来又在这些地方每隔1°～3°重新作了精确到1″的视倾角值1260多个，再重新求出该处的假厚度校正系数，才完全平息了数字的不规则跳变。在原来跳变部分有少数数值是插入的调整值，其误差在小数第4位上为0～2。

这次出版时，曾对两表内所有数据进行校核，订正了个别错误。只是因业务能力低，又难免粗心疏漏，欢迎读者赐予批评指导，以便改进并完善此表。

视 倾 角 表

α_1 \ ϕ / α	岩层倾向与剖面方向间夹角														
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°
1°	1°–	1°–	1°–	1°–	1°–	1°–	1°–	0°59′	0°59′	0°59′	0°59′	0°59′	0°58′	0°58′	0°58′
2°	2°–	2°–	2°–	2°–	2°–	1°59′	1°59′	1°59′	1°59′	1°58′	1°58′	1°57′	1°57′	1°56′	1°56′
3°	3°–	3°–	3°–	3°–	2°59′	2°59′	2°59′	2°58′	2°58′	2°57′	2°57′	2°56′	2°55′	2°55′	2°54′
4°	4°–	4°–	4°–	3°59′	3°59′	3°59′	3°58′	3°58′	3°57′	3°56′	3°56′	3°55′	3°54′	3°53′	3°52′
5°	5°–	5°–	5°–	4°59′	4°59′	4°58′	4°58′	4°57′	4°56′	4°55′	4°55′	4°53′	4°52′	4°51′	4°50′
6°	6°–	6°–	6°–	5°59′	5°59′	5°58′	5°57′	5°57′	5°56′	5°55′	5°53′	5°52′	5°51′	5°49′	5°48′
7°	7°–	7°–	6°59′	6°59′	6°58′	6°58′	6°57′	6°56′	6°55′	6°54′	6°52′	6°51′	6°49′	6°48′	6°46′
8°	8°–	8°–	7°59′	7°59′	7°58′	7°57′	7°56′	7°55′	7°54′	7°53′	7°51′	7°50′	7°48′	7°46′	7°44′
9°	9°–	9°–	8°59′	8°59′	8°58′	8°57′	8°56′	8°55′	8°53′	8°52′	8°50′	8°48′	8°46′	8°44′	8°42′
10°	10°–	10°–	9°59′	9°59′	9°58′	9°57′	9°56′	9°54′	9°53′	9°51′	9°49′	9°47′	9°45′	9°43′	9°40′
11°	11°–	11°–	10°59′	10°58′	10°58′	10°56′	10°55′	10°54′	10°52′	10°50′	10°48′	10°46′	10°43′	10°41′	10°38′
12°	12°–	12°–	11°59′	11°58′	11°57′	11°56′	11°55′	11°53′	11°51′	11°49′	11°47′	11°45′	11°42′	11°39′	11°36′
13°	13°–	13°–	12°59′	12°58′	12°57′	12°56′	12°54′	12°53′	12°51′	12°49′	12°46′	12°44′	12°41′	12°38′	12°34′
14°	14°–	14°–	13°59′	13°58′	13°57′	13°56′	13°54′	13°52′	13°50′	13°48′	13°45′	13°42′	13°39′	13°36′	13°32′
15°	15°–	14°59′	14°59′	14°58′	14°57′	14°55′	14°54′	14°52′	14°49′	14°47′	14°44′	14°41′	14°38′	14°34′	14°31′
16°	16°–	15°59′	15°59′	15°58′	15°57′	15°55′	15°53′	15°51′	15°49′	15°46′	15°43′	15°40′	15°37′	15°33′	15°29′
17°	17°–	16°59′	16°59′	16°58′	16°56′	16°55′	16°53′	16°51′	16°48′	16°45′	16°42′	16°39′	16°35′	16°31′	16°27′
18°	18°–	17°59′	17°59′	17°58′	17°56′	17°54′	17°52′	17°50′	17°48′	17°45′	17°41′	17°38′	17°34′	17°30′	17°25′
19°	19°–	18°59′	18°59′	18°57′	18°56′	18°54′	18°52′	18°50′	18°47′	18°44′	18°41′	18°37′	18°33′	18°28′	18°24′
20°	20°–	19°59′	19°58′	19°57′	19°56′	19°54′	19°52′	19°49′	19°46′	19°43′	19°40′	19°36′	19°32′	19°27′	19°22′
21°	21°–	20°59′	20°58′	20°57′	20°56′	20°54′	20°51′	20°49′	20°46′	20°42′	20°39′	20°35′	20°30′	20°26′	20°21′
22°	22°–	21°59′	21°58′	21°57′	21°55′	21°53′	21°51′	21°48′	21°45′	21°42′	21°38′	21°34′	21°29′	21°24′	21°19′
23°	23°–	22°59′	22°58′	22°57′	22°55′	22°53′	22°51′	22°48′	22°45′	22°41′	22°37′	22°33′	22°28′	22°23′	22°18′
24°	24°–	23°59′	23°58′	23°57′	23°55′	23°53′	23°50′	23°48′	23°44′	23°41′	23°36′	23°32′	23°27′	23°22′	23°16′
25°	25°–	24°59′	24°58′	24°57′	24°55′	24°53′	24°50′	24°47′	24°44′	24°40′	24°36′	24°31′	24°26′	24°21′	24°15′
26°	26°–	25°59′	25°58′	25°57′	25°55′	25°53′	25°50′	25°47′	25°43′	25°39′	25°35′	25°30′	25°25′	25°20′	25°14′
27°	27°–	26°59′	26°58′	26°57′	26°55′	26°52′	26°50′	26°46′	26°43′	26°39′	26°34′	26°29′	26°24′	26°18′	26°12′
28°	28°–	27°59′	27°58′	27°57′	27°55′	27°52′	27°49′	27°46′	27°42′	27°38′	27°34′	27°29′	27°23′	27°17′	27°11′
29°	29°–	28°59′	28°58′	28°56′	28°54′	28°52′	28°49′	28°46′	28°42′	28°38′	28°33′	28°28′	28°22′	28°16′	28°10′
30°	30°–	29°59′	29°58′	29°56′	29°54′	29°52′	29°49′	29°45′	29°42′	29°37′	29°33′	29°27′	29°22′	29°15′	29°9′
31°	31°–	30°59′	30°58′	30°56′	30°54′	30°52′	30°49′	30°45′	30°41′	30°37′	30°32′	30°27′	30°21′	30°15′	30°8′
32°	32°–	31°59′	31°58′	31°56′	31°54′	31°52′	31°48′	31°45′	31°41′	31°36′	31°31′	31°26′	31°20′	31°14′	31°7′
33°	33°–	32°59′	32°58′	32°56′	32°54′	32°51′	32°48′	32°45′	32°41′	32°36′	32°31′	32°25′	32°19′	32°13′	32°6′
34°	34°–	33°59′	33°58′	33°56′	33°54′	33°51′	33°48′	33°44′	33°40′	33°36′	33°31′	33°25′	33°19′	33°12′	33°5′
35°	35°–	34°59′	34°58′	34°56′	34°54′	34°51′	34°48′	34°44′	34°40′	34°35′	34°30′	34°24′	34°18′	34°12′	34°4′
36°	36°–	35°59′	35°58′	35°56′	35°54′	35°51′	35°48′	35°44′	35°40′	35°35′	35°30′	35°24′	35°18′	35°11′	35°4′
37°	37°–	36°59′	36°58′	36°56′	36°54′	36°51′	36°48′	36°44′	36°40′	36°35′	36°29′	36°24′	36°17′	36°10′	36°3′
38°	38°–	37°59′	37°58′	37°56′	37°54′	37°51′	37°48′	37°44′	37°39′	37°34′	37°29′	37°23′	37°17′	37°10′	37°2′
39°	39°–	38°59′	38°58′	38°56′	38°54′	38°51′	38°47′	38°44′	38°39′	38°34′	38°29′	38°23′	38°16′	38°9′	38°2′
40°	40°–	39°59′	39°58′	39°56′	39°54′	39°51′	39°47′	39°43′	39°39′	39°34′	39°29′	39°23′	39°16′	39°9′	39°2′
41°	41°–	40°59′	40°58′	40°56′	40°54′	40°51′	40°47′	40°43′	40°39′	40°34′	40°28′	40°22′	40°16′	40°9′	40°1′
42°	42°–	41°59′	41°58′	41°56′	41°53′	41°51′	41°47′	41°43′	41°39′	41°34′	41°28′	41°22′	41°16′	41°9′	41°1′
43°	43°–	42°59′	42°58′	42°56′	42°53′	42°51′	42°47′	42°43′	42°39′	42°34′	42°28′	42°22′	42°16′	42°8′	42°1′
44°	44°–	43°59′	43°58′	43°56′	43°53′	43°51′	43°47′	43°43′	43°39′	43°34′	43°28′	43°22′	43°15′	43°8′	43°0′
45°	45°–	44°59′	44°58′	44°56′	44°53′	44°51′	44°47′	44°43′	44°39′	44°34′	44°28′	44°22′	44°15′	44°8′	44°0′

续 表

α_1 \ ϕ	岩层倾向与剖面方向间夹角														
α	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°
46°	46°–	45°59′	45°58′	45°56′	45°53′	45°51′	45°47′	45°43′	45°39′	45°34′	45°28′	45°22′	45°15′	45°8′	45°0′
47°	47°–	46°59′	46°58′	46°56′	46°53′	46°51′	46°47′	46°43′	46°39′	46°34′	46°28′	46°22′	46°16′	46°8′	46°1′
48°	48°–	47°59′	47°58′	47°56′	47°53′	47°51′	47°47′	47°43′	47°39′	47°34′	47°28′	47°22′	47°16′	47°8′	47°1′
49°	49°–	48°59′	48°58′	48°56′	48°54′	48°51′	48°47′	48°43′	48°39′	48°34′	48°28′	48°22′	48°16′	48°9′	48°1′
50°	50°–	49°59′	49°58′	49°56′	49°54′	49°51′	49°47′	49°43′	49°39′	49°34′	49°29′	49°23′	49°16′	49°9′	49°1′
51°	51°–	50°59′	50°58′	50°56′	50°54′	50°51′	50°47′	50°44′	50°39′	50°34′	50°29′	50°23′	50°16′	50°9′	50°2′
52°	52°–	51°59′	51°58′	51°56′	51°54′	51°51′	51°48′	51°44′	51°39′	51°34′	51°29′	51°23′	51°17′	51°9′	51°2′
53°	53°–	52°59′	52°58′	52°56′	52°54′	52°51′	52°48′	52°44′	52°40′	52°35′	52°29′	52°23′	52°17′	52°10′	52°2′
54°	54°–	53°59′	53°58′	53°56′	53°54′	53°51′	53°48′	53°44′	53°40′	53°35′	53°30′	53°24′	53°17′	53°10′	53°3′
55°	55°–	54°59′	54°58′	54°56′	54°54′	54°51′	54°48′	54°44′	54°40′	54°35′	54°30′	54°24′	54°18′	54°11′	54°4′
56°	56°–	55°59′	55°58′	55°56′	55°54′	55°51′	55°48′	55°44′	55°40′	55°36′	55°30′	55°25′	55°18′	55°12′	55°4′
57°	57°–	56°59′	56°58′	56°56′	56°54′	56°51′	56°48′	56°45′	56°41′	56°36′	56°31′	56°25′	56°19′	56°12′	56°5′
58°	58°–	57°59′	57°58′	57°56′	57°54′	57°52′	57°48′	57°45′	57°41′	57°36′	57°31′	57°26′	57°20′	57°13′	57°6′
59°	59°–	58°59′	58°58′	58°56′	58°54′	58°52′	58°49′	58°45′	58°41′	58°37′	58°32′	58°26′	58°20′	58°14′	58°7′
60°	60°–	59°59′	59°58′	59°56′	59°54′	59°52′	59°49′	59°45′	59°42′	59°37′	59°32′	59°27′	59°21′	59°15′	59°8′
61°	61°–	60°59′	60°58′	60°56′	60°54′	60°52′	60°49′	60°46′	60°42′	60°38′	60°33′	60°28′	60°22′	60°16′	60°9′
62°	62°–	61°59′	61°58′	61°57′	61°55′	61°52′	61°49′	61°46′	61°42′	61°38′	61°33′	61°28′	61°23′	61°17′	61°10′
63°	63°–	62°59′	62°58′	62°57′	62°55′	62°52′	62°50′	62°46′	62°43′	62°39′	62°34′	62°29′	62°24′	62°18′	62°11′
64°	64°–	63°59′	63°58′	63°57′	63°55′	63°53′	63°50′	63°47′	63°43′	63°39′	63°35′	63°30′	63°25′	63°19′	63°13′
65°	65°–	64°59′	64°58′	64°57′	64°55′	64°53′	64°50′	64°47′	64°44′	64°40′	64°35′	64°31′	64°26′	64°20′	64°14′
66°	66°–	65°59′	65°58′	65°57′	65°55′	65°53′	65°50′	65°47′	65°44′	65°40′	65°36′	65°32′	65°27′	65°21′	65°15′
67°	67°–	66°59′	66°58′	66°57′	66°55′	66°53′	66°51′	66°48′	66°45′	66°41′	66°37′	66°32′	66°28′	66°22′	66°17′
68°	68°–	67°59′	67°58′	67°57′	67°55′	67°53′	67°51′	67°48′	67°45′	67°42′	67°38′	67°33′	67°29′	67°24′	67°18′
69°	69°–	68°59′	68°58′	68°57′	68°56′	68°54′	68°51′	68°49′	68°46′	68°42′	68°39′	68°34′	68°30′	68°25′	68°20′
70°	70°–	69°59′	69°58′	69°57′	69°56′	69°54′	69°52′	69°49′	69°46′	69°43′	69°39′	69°35′	69°31′	69°26′	69°21′
71°	71°–	70°59′	70°59′	70°57′	70°56′	70°54′	70°52′	70°50′	70°47′	70°44′	70°40′	70°36′	70°32′	70°28′	70°23′
72°	72°–	71°59′	71°59′	71°58′	71°56′	71°54′	71°52′	71°50′	71°47′	71°44′	71°41′	71°37′	71°33′	71°29′	71°24′
73°	73°–	72°59′	72°59′	72°58′	72°56′	72°55′	72°53′	72°51′	72°48′	72°45′	72°42′	72°39′	72°35′	72°31′	72°26′
74°	74°–	73°59′	73°59′	73°58′	73°57′	73°55′	73°53′	73°51′	73°49′	73°46′	73°43′	73°40′	73°36′	73°32′	73°28′
75°	75°–	74°59′	74°59′	74°58′	74°57′	74°55′	74°54′	74°52′	74°49′	74°47′	74°44′	74°41′	74°37′	74°34′	74°30′
76°	76°–	76°–	75°59′	75°58′	75°57′	75°56′	75°54′	75°52′	75°50′	75°48′	75°45′	75°42′	75°39′	75°35′	75°32′
77°	77°–	77°–	76°59′	76°58′	76°57′	76°56′	76°54′	76°53′	76°51′	76°48′	76°46′	76°43′	76°40′	76°37′	76°33′
78°	78°–	78°–	77°59′	77°58′	77°57′	77°56′	77°55′	77°53′	77°51′	77°49′	77°47′	77°44′	77°42′	77°39′	77°35′
79°	79°–	79°–	78°59′	78°58′	78°58′	78°56′	78°55′	78°54′	78°52′	78°50′	78°48′	78°46′	78°43′	78°40′	78°37′
80°	80°–	80°–	79°59′	79°59′	79°58′	79°57′	79°56′	79°54′	79°53′	79°51′	79°49′	79°47′	79°45′	79°42′	79°39′
81°	81°–	81°–	80°59′	80°59′	80°58′	80°57′	80°56′	80°55′	80°53′	80°52′	80°50′	80°48′	80°46′	80°44′	80°41′
82°	82°–	82°–	81°59′	81°59′	81°58′	81°57′	81°56′	81°55′	81°54′	81°53′	81°51′	81°49′	81°48′	81°46′	81°43′
83°	83°–	83°–	82°59′	82°59′	82°58′	82°58′	82°57′	82°56′	82°55′	82°54′	82°52′	82°51′	82°49′	82°47′	82°45′
84°	84°–	84°–	84°–	83°59′	83°59′	83°58′	83°57′	83°56′	83°56′	83°54′	83°53′	83°52′	83°51′	83°49′	83°47′
85°	85°–	85°–	85°–	84°59′	84°59′	84°58′	84°58′	84°57′	84°56′	84°55′	84°54′	84°53′	84°52′	84°51′	84°49′
86°	86°–	86°–	86°–	85°59′	85°59′	85°59′	85°58′	85°58′	85°57′	85°56′	85°56′	85°55′	85°54′	85°53′	85°52′
87°	87°–	87°–	87°–	87°–	86°59′	86°59′	86°59′	86°58′	86°58′	86°57′	86°57′	86°56′	86°55′	86°54′	86°54′
88°	88°–	88°–	88°–	88°–	88°–	87°59′	87°59′	87°59′	87°59′	87°58′	87°58′	87°57′	87°57′	87°56′	87°56′
89°	89°–	89°–	89°–	89°–	89°–	89°–	89°–	88°59′	88°59′	88°59′	88°59′	88°59′	88°58′	88°58′	88°58′

续 表

α \ φ	岩层倾向与剖面方向间夹角														
α	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
1°	0°58′	0°57′	0°57′	0°57′	0°56′	0°56′	0°56′	0°55′	0°55′	0°54′	0°54′	0°53′	0°53′	0°52′	0°52′
2°	1°55′	1°55′	1°54′	1°53′	1°53′	1°52′	1°51′	1°50′	1°50′	1°49′	1°48′	1°47′	1°46′	1°45′	1°44′
3°	2°53′	2°52′	2°51′	2°50′	2°49′	2°48′	2°47′	2°46′	2°44′	2°43′	2°42′	2°40′	2°39′	2°37′	2°36′
4°	3°51′	3°50′	3°48′	3°47′	3°46′	3°44′	3°43′	3°41′	3°39′	3°38′	3°36′	3°34′	3°32′	3°30′	3°28′
5°	4°48′	4°47′	4°45′	4°44′	4°42′	4°40′	4°38′	4°36′	4°34′	4°32′	4°30′	4°27′	4°25′	4°23′	4°20′
6°	5°46′	5°44′	5°42′	5°41′	5°38′	5°36′	5°34′	5°32′	5°29′	5°26′	5°24′	5°21′	5°18′	5°15′	5°12′
7°	6°44′	6°42′	6°40′	6°37′	6°35′	6°32′	6°30′	6°27′	6°24′	6°21′	6°18′	6°15′	6°11′	6°8′	6°4′
8°	7°42′	7°39′	7°37′	7°34′	7°31′	7°29′	7°25′	7°22′	7°19′	7°16′	7°12′	7°8′	7°4′	7°0′	6°56′
9°	8°39′	8°37′	8°34′	8°31′	8°28′	8°25′	8°21′	8°18′	8°14′	8°10′	8°6′	8°2′	7°58′	7°53′	7°49′
10°	9°37′	9°34′	9°31′	9°28′	9°24′	9°21′	9°17′	9°13′	9°9′	9°5′	9°0′	8°56′	8°51′	8°46′	8°41′
11°	10°35′	10°32′	10°28′	10°25′	10°21′	10°17′	10°13′	10°9′	10°4′	9°59′	9°55′	9°50′	9°44′	9°39′	9°33′
12°	11°33′	11°29′	11°26′	11°22′	11°18′	11°13′	11°9′	11°4′	10°59′	10°54′	10°49′	10°43′	10°38′	10°32′	10°26′
13°	12°31′	12°27′	12°23′	12°19′	12°14′	12°10′	12°5′	12°0′	11°55′	11°49′	11°43′	11°37′	11°31′	11°25′	11°18′
14°	13°29′	13°25′	13°20′	13°16′	13°11′	13°6′	13°1′	12°56′	12°50′	12°44′	12°38′	12°32′	12°25′	12°18′	12°11′
15°	14°27′	14°22′	14°18′	14°13′	14°8′	14°3′	13°57′	13°51′	13°45′	13°39′	13°32′	13°26′	13°19′	13°11′	13°4′
16°	15°25′	15°20′	15°15′	15°10′	15°5′	14°59′	14°53′	14°47′	14°41′	14°34′	14°27′	14°20′	14°12′	14°5′	13°57′
17°	16°23′	16°18′	16°13′	16°7′	16°2′	15°56′	15°50′	15°43′	15°36′	15°29′	15°22′	15°14′	15°6′	14°58′	14°50′
18°	17°21′	17°16′	17°10′	17°5′	16°59′	16°52′	16°46′	16°39′	16°32′	16°25′	16°17′	16°9′	16°0′	15°52′	15°43′
19°	18°19′	18°14′	18°8′	18°2′	17°56′	17°49′	17°42′	17°35′	17°28′	17°20′	17°12′	17°3′	16°55′	16°46′	16°36′
20°	19°17′	19°11′	19°6′	18°59′	18°53′	18°46′	18°39′	18°31′	18°24′	18°15′	18°7′	17°58′	17°49′	17°39′	17°30′
21°	20°15′	20°9′	20°3′	19°57′	19°50′	19°43′	19°35′	19°28′	19°19′	19°11′	19°2′	18°53′	18°43′	18°34′	18°23′
22°	21°14′	21°7′	21°1′	20°54′	20°47′	20°40′	20°32′	20°24′	20°16′	20°7′	19°57′	19°48′	19°38′	19°28′	19°17′
23°	22°12′	22°6′	21°59′	21°52′	21°45′	21°37′	21°29′	21°21′	21°12′	21°3′	20°53′	20°43′	20°33′	20°22′	20°11′
24°	23°10′	23°4′	22°57′	22°50′	22°42′	22°34′	22°26′	22°17′	22°8′	21°58′	21°49′	21°38′	21°28′	21°17′	21°5′
25°	24°9′	24°2′	23°55′	23°48′	23°40′	23°32′	23°23′	23°14′	23°4′	22°55′	22°44′	22°34′	22°23′	22°11′	21°59′
26°	25°7′	25°0′	24°53′	24°45′	24°37′	24°29′	24°20′	24°11′	24°1′	23°51′	23°40′	23°29′	23°18′	23°6′	22°54′
27°	26°6′	25°59′	25°51′	25°43′	25°35′	25°26′	25°17′	25°8′	24°58′	24°47′	24°36′	24°25′	24°13′	24°1′	23°49′
28°	27°4′	26°57′	26°49′	26°41′	26°33′	26°24′	26°15′	26°5′	25°54′	25°44′	25°33′	25°21′	25°9′	24°56′	24°43′
29°	28°3′	27°56′	27°48′	27°40′	27°31′	27°22′	27°12′	27°2′	26°51′	26°40′	26°29′	26°17′	26°5′	25°52′	25°39′
30°	29°2′	28°54′	28°46′	28°38′	28°29′	28°19′	28°10′	27°59′	27°49′	27°37′	27°26′	27°13′	27°1′	26°47′	26°34′
31°	30°1′	29°53′	29°45′	29°36′	29°27′	29°17′	29°7′	28°57′	28°46′	28°34′	28°22′	28°10′	27°57′	27°43′	27°29′
32°	31°0′	30°52′	30°43′	30°35′	30°25′	30°15′	30°5′	29°54′	29°43′	29°31′	29°19′	29°6′	28°53′	28°39′	28°25′
33°	31°58′	31°50′	31°42′	31°33′	31°24′	31°14′	31°3′	30°52′	30°41′	30°29′	30°16′	30°3′	29°50′	29°36′	29°21′
34°	32°58′	32°49′	32°41′	32°32′	32°22′	32°12′	32°1′	31°50′	31°38′	31°26′	31°14′	31°0′	30°47′	30°32′	30°17′
35°	33°57′	33°48′	33°40′	33°30′	33°21′	33°10′	33°0′	32°48′	32°36′	32°24′	32°11′	31°58′	31°44′	31°29′	31°14′
36°	34°56′	34°47′	34°39′	34°29′	34°19′	34°9′	33°58′	33°46′	33°34′	33°22′	33°9′	32°55′	32°41′	32°26′	32°11′
37°	35°55′	35°47′	35°38′	35°28′	35°18′	35°8′	34°56′	34°45′	34°33′	34°20′	34°7′	33°53′	33°38′	33°23′	33°8′
38°	36°54′	36°46′	36°37′	36°27′	36°17′	36°6′	35°55′	35°43′	35°31′	35°18′	35°5′	34°51′	34°36′	34°21′	34°5′
39°	37°54′	37°45′	37°36′	37°26′	37°16′	37°5′	36°54′	36°42′	36°30′	36°17′	36°3′	35°49′	35°34′	35°18′	35°3′
40°	38°53′	38°45′	38°35′	38°26′	38°15′	38°4′	37°53′	37°41′	37°28′	37°15′	37°1′	36°47′	36°32′	36°16′	36°0′
41°	39°53′	39°44′	39°35′	39°25′	39°15′	39°4′	38°52′	38°40′	38°27′	38°14′	38°0′	37°46′	37°30′	37°15′	36°58′
42°	40°53′	40°44′	40°34′	40°25′	40°14′	40°3′	39°51′	39°39′	39°26′	39°13′	38°59′	38°44′	38°29′	38°13′	37°57′
43°	41°52′	41°44′	41°34′	41°24′	41°14′	41°3′	40°51′	40°39′	40°26′	40°12′	39°58′	39°43′	39°28′	39°12′	38°55′
44°	42°52′	42°43′	42°34′	42°24′	42°13′	42°2′	41°50′	41°38′	41°25′	41°12′	40°57′	40°43′	40°27′	40°11′	39°54′
45°	43°52′	43°43′	43°34′	43°24′	43°13′	43°2′	42°50′	42°38′	42°25′	42°11′	41°57′	41°42′	41°27′	41°10′	40°54′

续 表

α_1 \ ϕ / α	岩层倾向与剖面方向间夹角														
	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
46°	44°52′	44°43′	44°34′	44°24′	44°13′	44°2′	43°50′	43°38′	43°25′	43°11′	42°57′	42°42′	42°26′	42°10′	41°53′
47°	45°52′	45°43′	45°34′	45°24′	45°13′	45°2′	44°50′	44°38′	44°25′	44°11′	43°57′	43°42′	43°26′	43°10′	42°53′
48°	46°52′	46°43′	46°34′	46°24′	46°13′	46°2′	45°50′	45°38′	45°25′	45°11′	44°57′	44°42′	44°26′	44°10′	43°53′
49°	47°53′	47°44′	47°34′	47°24′	47°14′	47°3′	46°51′	46°38′	46°25′	46°12′	45°57′	45°42′	45°27′	45°11′	44°54′
50°	48°53′	48°44′	48°35′	48°25′	48°14′	48°3′	47°51′	47°39′	47°26′	47°12′	46°58′	46°43′	46°28′	46°11′	45°54′
51°	49°53′	49°45′	49°35′	49°25′	49°15′	49°4′	48°52′	48°40′	48°27′	48°13′	47°59′	47°44′	47°28′	47°12′	46°55′
52°	50°54′	50°45′	50°36′	50°26′	50°16′	50°4′	49°53′	49°41′	49°28′	49°14′	49°0′	48°45′	48°30′	48°14′	47°57′
53°	51°54′	51°46′	51°37′	51°27′	51°16′	51°5′	50°54′	50°42′	50°29′	50°15′	50°1′	49°47′	49°31′	49°15′	48°58′
54°	52°55′	52°46′	52°37′	52°28′	52°17′	52°7′	51°55′	51°43′	51°30′	51°17′	51°3′	50°48′	50°33′	50°17′	50°0′
55°	53°56′	53°47′	53°38′	53°29′	53°19′	53°8′	52°56′	52°44′	52°32′	52°19′	52°5′	51°50′	51°35′	51°19′	51°3′
56°	54°57′	54°48′	54°39′	54°30′	54°20′	54°9′	53°58′	53°46′	53°34′	53°21′	53°7′	52°52′	52°37′	52°22′	52°5′
57°	55°57′	55°49′	55°40′	55°31′	55°21′	55°11′	55°0′	54°48′	54°36′	54°23′	54°9′	53°55′	53°40′	53°24′	53°8′
58°	56°58′	56°50′	56°42′	56°32′	56°23′	56°12′	56°1′	55°50′	55°38′	55°25′	55°12′	54°57′	54°43′	54°27′	54°11′
59°	58°0′	57°51′	57°43′	57°34′	57°24′	57°14′	57°3′	56°52′	56°40′	56°27′	56°14′	56°0′	55°46′	55°31′	55°15′
60°	59°1′	58°53′	58°44′	58°35′	58°26′	58°16′	58°5′	57°54′	57°42′	57°30′	57°17′	57°3′	56°49′	56°34′	56°19′
61°	60°2′	59°54′	59°46′	59°37′	59°28′	59°18′	59°8′	58°57′	58°45′	58°33′	58°20′	58°7′	57°53′	57°38′	57°23′
62°	61°3′	60°56′	60°47′	60°39′	60°30′	60°20′	60°10′	59°59′	59°48′	59°36′	59°24′	59°10′	58°57′	58°42′	58°27′
63°	62°4′	61°57′	61°49′	61°41′	61°32′	61°23′	61°13′	61°2′	60°51′	60°39′	60°27′	60°14′	60°1′	59°47′	59°32′
64°	63°6′	62°59′	62°51′	62°43′	62°34′	62°25′	62°15′	62°5′	61°54′	61°43′	61°31′	61°18′	61°5′	60°51′	60°37′
65°	64°7′	64°0′	63°53′	63°45′	63°36′	63°28′	63°18′	63°8′	62°58′	62°46′	62°35′	62°22′	62°10′	61°56′	61°42′
66°	65°9′	65°2′	64°55′	64°47′	64°39′	64°30′	64°21′	64°11′	64°1′	63°50′	63°39′	63°27′	63°14′	63°1′	62°48′
67°	66°10′	66°4′	65°57′	65°49′	65°41′	65°33′	65°24′	65°15′	65°5′	64°54′	64°43′	64°32′	64°19′	64°7′	63°53′
68°	67°12′	67°6′	66°59′	66°52′	66°44′	66°36′	66°27′	66°18′	66°9′	65°58′	65°48′	65°36′	65°25′	65°12′	64°59′
69°	68°14′	68°8′	68°1′	67°54′	67°47′	67°39′	67°31′	67°22′	67°13′	67°3′	66°52′	66°42′	66°30′	66°18′	66°6′
70°	69°16′	69°10′	69°3′	68°57′	68°50′	68°42′	68°34′	68°26′	68°17′	68°7′	67°57′	67°47′	67°36′	67°24′	67°12′
71°	70°18′	70°12′	70°6′	69°59′	69°53′	69°45′	69°38′	69°29′	69°21′	69°12′	69°2′	68°52′	68°42′	68°31′	68°19′
72°	71°19′	71°14′	71°8′	71°2′	70°56′	70°49′	70°41′	70°33′	70°25′	70°17′	70°7′	69°58′	69°48′	69°37′	69°26′
73°	72°21′	72°16′	72°11′	72°5′	71°59′	71°52′	71°45′	71°38′	71°30′	71°22′	71°13′	71°4′	70°54′	70°44′	70°33′
74°	73°23′	73°19′	73°13′	73°8′	73°2′	72°56′	72°49′	72°42′	72°34′	72°27′	72°18′	72°10′	72°0′	71°51′	71°41′
75°	74°25′	74°21′	74°16′	74°11′	74°5′	73°59′	73°53′	73°46′	73°39′	73°32′	73°24′	73°16′	73°7′	72°58′	72°48′
76°	75°28′	75°23′	75°19′	75°14′	75°8′	75°3′	74°57′	74°51′	74°44′	74°37′	74°30′	74°22′	74°14′	74°5′	73°56′
77°	76°30′	76°26′	76°21′	76°17′	76°12′	76°7′	76°1′	75°55′	75°49′	75°43′	75°36′	75°28′	75°21′	75°13′	75°4′
78°	77°32′	77°28′	77°24′	77°20′	77°15′	77°10′	77°5′	77°0′	76°54′	76°48′	76°42′	76°35′	76°28′	76°20′	76°13′
79°	78°34′	78°31′	78°27′	78°23′	78°19′	78°14′	78°10′	78°5′	77°59′	77°54′	77°48′	77°42′	77°35′	77°28′	77°21′
80°	79°36′	79°33′	79°30′	79°26′	79°22′	79°18′	79°14′	79°9′	79°5′	78°59′	78°54′	78°48′	78°42′	78°36′	78°29′
81°	80°39′	80°36′	80°33′	80°29′	80°26′	80°22′	80°18′	80°14′	80°10′	80°5′	80°0′	79°55′	79°50′	79°44′	79°38′
82°	81°41′	81°38′	81°36′	81°33′	81°30′	81°26′	81°23′	81°19′	81°15′	81°11′	81°7′	81°2′	80°57′	80°52′	80°47′
83°	82°43′	82°41′	82°39′	82°36′	82°33′	82°30′	82°27′	82°24′	82°21′	82°17′	82°13′	82°9′	82°5′	82°1′	81°56′
84°	83°46′	83°44′	83°42′	83°39′	83°37′	83°35′	83°32′	83°29′	83°26′	83°23′	83°20′	83°16′	83°13′	83°9′	83°5′
85°	84°48′	84°46′	84°45′	84°43′	84°41′	84°39′	84°37′	84°34′	84°32′	84°29′	84°26′	84°24′	84°20′	84°17′	84°14′
86°	85°50′	85°49′	85°48′	85°46′	85°45′	85°43′	85°41′	85°39′	85°37′	85°35′	85°33′	85°31′	85°28′	85°26′	85°23′
87°	86°53′	86°52′	86°51′	86°50′	86°48′	86°47′	86°46′	86°44′	86°43′	86°41′	86°40′	86°38′	86°36′	86°34′	86°32′
88°	87°55′	87°55′	87°54′	87°53′	87°52′	87°51′	87°51′	87°50′	87°49′	87°48′	87°46′	87°45′	87°44′	87°43′	87°41′
89°	88°58′	88°57′	88°57′	88°57′	88°56′	88°56′	88°55′	88°55′	88°54′	88°54′	88°53′	88°53′	88°52′	88°51′	88°51′

续 表

α \ ϕ	岩层倾向与剖面方向间夹角														
α	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°	41°	42°	43°	44°	45°
1°	0°51′	0°51′	0°50′	0°50′	0°49′	0°49′	0°48′	0°47′	0°47′	0°46′	0°45′	0°45′	0°44′	0°43′	0°42′
2°	1°43′	1°42′	1°41′	1°39′	1°38′	1°37′	1°36′	1°35′	1°33′	1°32′	1°31′	1°29′	1°28′	1°26′	1°25′
3°	2°34′	2°33′	2°31′	2°29′	2°27′	2°26′	2°24′	2°22′	2°20′	2°18′	2°16′	2°14′	2°12′	2°10′	2°7′
4°	3°26′	3°24′	3°21′	3°19′	3°17′	3°14′	3°12′	3°9′	3°7′	3°4′	3°1′	2°58′	2°56′	2°53′	2°50′
5°	4°17′	4°15′	4°12′	4°9′	4°6′	4°3′	4°0′	3°57′	3°53′	3°50′	3°47′	3°43′	3°40′	3°36′	3°32′
6°	5°9′	5°6′	5°2′	4°59′	4°55′	4°52′	4°48′	4°44′	4°40′	4°36′	4°32′	4°28′	4°24′	4°19′	4°15′
7°	6°0′	5°57′	5°53′	5°49′	5°45′	5°40′	5°36′	5°32′	5°27′	5°22′	5°18′	5°13′	5°8′	5°3′	4°58′
8°	6°52′	6°48′	6°43′	6°39′	6°34′	6°29′	6°24′	6°19′	6°14′	6°9′	6°3′	5°58′	5°52′	5°46′	5°41′
9°	7°44′	7°39′	7°34′	7°29′	7°24′	7°18′	7°13′	7°7′	7°1′	6°55′	6°49′	6°43′	6°36′	6°30′	6°23′
10°	8°36′	8°30′	8°25′	8°19′	8°13′	8°7′	8°1′	7°55′	7°48′	7°42′	7°35′	7°28′	7°21′	7°14′	7°6′
11°	9°28′	9°22′	9°16′	9°9′	9°3′	8°56′	8°50′	8°43′	8°35′	8°28′	8°21′	8°13′	8°5′	7°58′	7°50′
12°	10°20′	10°13′	10°6′	10°0′	9°53′	9°45′	9°38′	9°31′	9°23′	9°215′	9°7′	8°59′	8°50′	8°42′	8°33′
13°	11°12′	11°5′	10°57′	10°50′	10°43′	10°35′	10°27′	10°19′	10°10′	10°2′	9°53′	9°44′	9°35′	9°26′	9°16′
14°	12°4′	11°56′	11°49′	11°41′	11°33′	11°24′	11°16′	11°7′	10°58′	10°49′	10°39′	10°30′	10°20′	10°10′	10°0′
15°	12°56′	12°48′	12°40′	12°31′	12°23′	12°14′	12°5′	11°55′	11°46′	11°36′	11°26′	11°16′	11°5′	10°55′	10°44′
16°	13°49′	13°40′	13°31′	13°22′	13°13′	13°4′	12°54′	12°44′	12°34′	12°23′	12°13′	12°2′	11°51′	11°39′	11°28′
17°	14°41′	14°32′	14°23′	14°13′	14°3′	13°54′	13°44′	13°33′	13°22′	13°11′	13°0′	12°48′	12°36′	12°24′	12°12′
18°	15°34′	15°24′	15°15′	15°5′	14°54′	14°44′	14°33′	14°22′	14°10′	13°59′	13°47′	13°34′	13°22′	13°9′	12°56′
19°	16°27′	16°17′	16°6′	15°56′	15°45′	15°34′	15°23′	15°11′	14°59′	14°47′	14°34′	14°21′	14°8′	13°55′	13°41′
20°	17°20′	17°9′	16°58′	16°47′	16°36′	16°24′	16°13′	16°0′	15°48′	15°35′	15°22′	15°8′	14°54′	14°40′	14°26′
21°	18°13′	18°2′	17°51′	17°39′	17°27′	17°15′	17°3′	16°50′	16°37′	16°23′	16°9′	15°55′	15°41′	15°26′	15°11′
22°	19°6′	18°55′	18°43′	18°31′	18°19′	18°6′	17°53′	17°40′	17°26′	17°12′	16°57′	16°43′	16°28′	16°12′	15°57′
23°	20°0′	19°48′	19°36′	19°23′	19°10′	18°57′	18°44′	18°30′	18°15′	18°1′	17°46′	17°30′	17°15′	16°59′	16°42′
24°	20°53′	20°41′	20°29′	20°16′	20°2′	19°49′	19°35′	19°20′	19°5′	18°50′	18°34′	18°18′	18°2′	17°46′	17°29′
25°	21°47′	21°35′	21°22′	21°8′	20°54′	20°40′	20°26′	20°11′	19°55′	19°39′	19°23′	19°7′	18°50′	18°33′	18°15′
26°	22°41′	22°28′	22°15′	22°1′	21°47′	21°32′	21°17′	21°1′	20°46′	20°29′	20°13′	19°55′	19°38′	19°20′	19°2′
27°	23°36′	23°22′	23°8′	22°54′	22°39′	22°24′	22°9′	21°53′	21°36′	21°19′	21°2′	20°44′	20°26′	20°8′	19°49′
28°	24°30′	24°16′	24°2′	23°47′	23°32′	23°17′	23°1′	22°44′	22°27′	22°10′	21°52′	21°34′	21°15′	20°56′	20°36′
29°	25°25′	25°11′	24°56′	24°41′	24°25′	24°9′	23°53′	23°36′	23°18′	23°0′	22°42′	22°23′	22°4′	21°44′	21°24′
30°	26°20′	26°5′	25°50′	25°35′	25°19′	25°2′	24°46′	24°28′	24°10′	23°52′	23°33′	23°13′	22°54′	22°33′	22°12′
31°	27°15′	27°0′	26°45′	26°29′	26°12′	25°55′	25°39′	25°20′	25°2′	24°43′	24°24′	24°4′	23°43′	23°23′	23°1′
32°	28°10′	27°55′	27°39′	27°23′	27°6′	26°49′	26°32′	26°13′	25°54′	25°35′	25°15′	24°55′	24°34′	24°12′	23°50′
33°	29°6′	28°51′	28°34′	28°18′	28°1′	27°43′	27°25′	27°6′	26°47′	26°27′	26°7′	25°46′	25°24′	25°2′	24°40′
34°	30°2′	29°46′	29°30′	29°13′	28°55′	28°37′	28°19′	27°59′	27°40′	27°20′	26°59′	26°37′	26°15′	25°53′	25°30′
35°	30°58′	30°42′	30°25′	30°8′	29°50′	29°32′	29°13′	28°53′	28°33′	28°13′	27°51′	27°29′	27°7′	26°44′	26°20′
36°	31°55′	31°38′	31°21′	31°4′	30°46′	30°27′	30°8′	29°48′	29°27′	29°6′	28°44′	28°22′	27°59′	27°36′	27°11′
37°	32°52′	32°35′	32°18′	32°0′	31°41′	31°22′	31°3′	30°42′	30°21′	30°0′	29°38′	29°15′	28°52′	28°28′	28°3′
38°	33°49′	33°32′	33°14′	32°56′	32°37′	32°18′	31°58′	31°37′	31°16′	30°54′	30°32′	30°8′	29°45′	29°20′	28°55′
39°	34°46′	34°29′	34°11′	33°53′	33°33′	33°14′	32°54′	32°33′	32°11′	31°49′	31°26′	31°2′	30°38′	30°13′	29°48′
40°	35°44′	35°26′	35°8′	34°49′	34°30′	34°10′	33°50′	33°28′	33°7′	32°44′	32°21′	31°57′	31°32′	31°7′	30°41′
41°	36°41′	36°24′	36°6′	35°47′	35°27′	35°7′	34°47′	34°25′	34°2′	33°40′	33°16′	32°52′	32°27′	32°1′	31°35′
42°	37°40′	37°22′	37°3′	36°44′	36°25′	36°4′	35°44′	35°21′	34°59′	34°36′	34°12′	33°47′	33°22′	32°56′	32°29′
43°	38°38′	38°20′	38°2′	37°42′	37°23′	37°2′	36°41′	36°19′	35°56′	35°32′	35°8′	34°43′	34°18′	33°51′	33°24′
44°	39°37′	39°19′	39°0′	38°41′	38°21′	38°0′	37°39′	37°16′	36°53′	36°30′	36°5′	35°40′	35°14′	34°47′	34°20′
45°	40°36′	40°18′	39°59′	39°40′	39°19′	38°58′	38°37′	38°14′	37°51′	37°27′	37°3′	36°37′	36°11′	35°44′	35°16′

续 表

α_1 \ ϕ / α	岩层倾向与剖面方向间夹角														
	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°	41°	42°	43°	44°	45°
46°	41°36′	41°17′	40°58′	40°39′	40°18′	39°57′	39°36′	39°13′	38°50′	38°25′	38°1′	37°35′	37°8′	36°41′	36°13′
47°	42°35′	42°17′	41°58′	41°38′	41°18′	40°57′	40°35′	40°12′	39°48′	39°24′	38°59′	38°33′	38°6′	37°39′	37°10′
48°	43°35′	43°17′	42°58′	42°38′	42°18′	41°56′	41°35′	41°11′	40°48′	40°23′	39°58′	39°32′	39°5′	38°37′	38°9′
49°	44°36′	44°17′	43°58′	43°39′	43°18′	42°57′	42°35′	42°12′	41°48′	41°23′	40°58′	40°32′	40°4′	39°36′	39°8′
50°	45°37′	45°18′	44°59′	44°39′	44°19′	43°57′	43°36′	43°12′	42°48′	42°24′	41°58′	41°32′	41°4′	40°36′	40°7′
51°	46°38′	46°19′	46°0′	45°40′	45°20′	44°58′	44°37′	44°13′	43°49′	43°25′	42°59′	42°33′	42°5′	41°37′	41°8′
52°	47°39′	47°21′	47°2′	46°42′	46°21′	46°0′	45°38′	45°15′	44°51′	44°26′	44°1′	43°34′	43°7′	42°38′	42°9′
53°	48°41′	48°23′	48°4′	47°44′	47°23′	47°2′	46°40′	46°17′	45°53′	45°28′	45°3′	44°36′	44°9′	43°40′	43°11′
54°	49°43′	49°25′	49°6′	48°46′	48°26′	48°4′	47°43′	47°19′	46°56′	46°31′	46°5′	45°39′	45°11′	44°43′	44°13′
55°	50°45′	50°27′	50°8′	49°49′	49°29′	49°7′	48°46′	48°23′	47°59′	47°34′	47°9′	46°42′	46°15′	45°46′	45°17′
56°	51°48′	51°30′	51°12′	50°52′	50°32′	50°11′	49°50′	49°26′	49°3′	48°38′	48°13′	47°46′	47°19′	46°51′	46°21′
57°	52°51′	52°33′	52°15′	51°56′	51°36′	51°15′	50°54′	50°30′	50°7′	49°43′	49°17′	48°51′	48°24′	47°55′	47°26′
58°	53°54′	53°37′	53°19′	53°0′	52°40′	52°19′	51°58′	51°35′	51°12′	50°48′	50°23′	49°56′	49°29′	49°1′	48°32′
59°	54°58′	54°41′	54°23′	54°4′	53°44′	53°24′	53°3′	52°40′	52°17′	51°53′	51°29′	51°3′	50°36′	50°8′	49°39′
60°	56°2′	55°45′	55°27′	55°9′	54°49′	54°29′	54°8′	53°46′	53°23′	53°0′	52°35′	52°9′	51°43′	51°15′	50°46′
61°	57°7′	56°50′	56°32′	56°14′	55°55′	55°35′	55°15′	54°53′	54°30′	54°7′	53°42′	53°17′	52°50′	52°23′	51°54′
62°	58°11′	57°55′	57°38′	57°20′	57°1′	56°41′	56°21′	55°59′	55°37′	55°14′	54°50′	54°25′	53°59′	53°32′	53°4′
63°	59°16′	59°0′	58°43′	58°26′	58°7′	57°48′	57°28′	57°7′	56°45′	56°22′	55°59′	55°34′	55°8′	54°41′	54°13′
64°	60°22′	60°6′	59°49′	59°32′	59°14′	58°55′	58°36′	58°15′	57°53′	57°31′	57°8′	56°43′	56°18′	55°52′	55°24′
65°	61°27′	61°12′	60°56′	60°39′	60°21′	60°2′	59°43′	59°23′	59°2′	58°40′	58°17′	57°54′	57°29′	57°3′	56°36′
66°	62°33′	62°18′	62°2′	61°46′	61°28′	61°10′	60°52′	60°32′	60°11′	59°50′	59°28′	59°4′	58°40′	58°15′	57°48′
67°	63°39′	63°25′	63°9′	62°53′	62°36′	62°19′	62°1′	61°41′	61°21′	61°1′	60°39′	60°16′	59°52′	59°27′	59°1′
68°	64°46′	64°32′	64°17′	64°1′	63°45′	63°28′	63°10′	62°51′	62°32′	62°12′	61°50′	61°28′	61°5′	60°41′	60°15′
69°	65°53′	65°39′	65°24′	65°9′	64°54′	64°37′	64°20′	64°2′	63°43′	63°23′	63°2′	62°41′	62°18′	61°55′	61°30′
70°	67°0′	66°46′	66°32′	66°18′	66°3′	65°47′	65°30′	65°13′	64°54′	64°35′	64°15′	63°54′	63°33′	63°10′	62°46′
71°	68°7′	67°54′	67°41′	67°27′	67°12′	66°57′	66°41′	66°24′	66°6′	65°48′	65°29′	65°8′	64°47′	64°25′	64°2′
72°	69°14′	69°2′	68°49′	68°36′	68°22′	68°7′	67°52′	67°36′	67°18′	67°1′	66°42′	66°23′	66°3′	65°42′	65°19′
73°	70°22′	70°11′	69°58′	69°45′	69°32′	69°18′	69°3′	68°48′	68°32′	68°15′	67°57′	67°38′	67°19′	66°58′	66°37′
74°	71°30′	71°19′	71°7′	70°55′	70°42′	70°29′	70°15′	70°0′	69°45′	69°29′	69°12′	68°54′	68°35′	68°16′	67°56′	
75°	72°38′	72°28′	72°17′	72°5′	71°53′	71°41′	71°27′	71°13′	70°59′	70°43′	70°27′	70°10′	69°53′	69°34′	69°15′
76°	73°47′	73°37′	73°27′	73°16′	73°4′	72°52′	72°40′	72°27′	72°13′	71°58′	71°43′	71°27′	71°11′	70°53′	70°35′
77°	74°56′	74°46′	74°37′	74°26′	74°16′	74°4′	73°53′	73°40′	73°27′	73°14′	72°59′	72°45′	72°29′	72°12′	71°55′
78°	76°4′	75°56′	75°47′	75°37′	75°27′	75°17′	75°6′	74°54′	74°42′	74°30′	74°16′	74°2′	73°48′	73°32′	73°16′
79°	77°13′	77°5′	76°57′	76°48′	76°39′	76°29′	76°20′	76°9′	75°57′	75°46′	75°33′	75°21′	75°7′	74°53′	74°38′
80°	78°23′	78°15′	78°8′	78°0′	77°51′	77°42′	77°33′	77°23′	77°13′	77°2′	76°51′	76°39′	76°27′	76°14′	76°0′
81°	79°32′	79°25′	79°18′	79°11′	79°3′	78°55′	78°47′	78°38′	78°29′	78°19′	78°9′	77°58′	77°47′	77°35′	77°22′
82°	80°41′	80°35′	80°29′	80°23′	80°16′	80°9′	80°1′	79°53′	79°45′	79°36′	79°27′	79°17′	79°7′	78°57′	78°46′
83°	81°51′	81°46′	81°40′	81°35′	81°29′	81°22′	81°16′	81°9′	81°1′	80°54′	80°46′	80°37′	80°28′	80°19′	80°9′
84°	83°1′	82°56′	82°51′	82°46′	82°41′	82°36′	82°30′	82°24′	82°18′	82°12′	82°4′	81°57′	81°49′	81°41′	81°33′
85°	84°10′	84°7′	84°3′	83°59′	83°54′	83°50′	83°45′	83°40′	83°35′	83°29′	83°23′	83°17′	83°11′	83°4′	82°57′
86°	85°20′	85°17′	85°14′	85°11′	85°7′	85°4′	85°0′	84°56′	84°52′	84°47′	84°42′	84°37′	84°32′	84°27′	84°21′
87°	86°30′	86°28′	86°25′	86°23′	86°20′	86°18′	86°15′	86°12′	86°9′	86°5′	86°2′	85°58′	85°54′	85°50′	85°46′
88°	87°40′	87°39′	87°37′	87°35′	87°34′	87°32′	87°30′	87°28′	87°26′	87°23′	87°21′	87°19′	87°16′	87°13′	87°10′
89°	88°50′	88°49′	88°48′	88°48′	88°47′	88°46′	88°45′	88°44′	88°43′	88°42′	88°41′	88°39′	88°38′	88°37′	88°35′

续 表

α_1 \ ϕ / α	岩层倾向与剖面方向间夹角														
	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°	55°	56°	57°	58°	59°	60°
1°	0°42′	0°41′	0°40′	0°39′	0°39′	0°38′	0°37′	0°36′	0°35′	0°34′	0°34′	0°33′	0°32′	0°31′	0°30′
2°	1°23′	1°22′	1°20′	1°19′	1°17′	1°16′	1°14′	1°12′	1°11′	1°9′	1°7′	1°5′	1°4′	1°2′	1°0′
3°	2°5′	2°3′	2°1′	1°58′	1°56′	1°53′	1°51′	1°48′	1°46′	1°43′	1°41′	1°38′	1°35′	1°33′	1°30′
4°	2°47′	2°44′	2°41′	2°38′	2°34′	2°31′	2°28′	2°25′	2°21′	2°18′	2°14′	2°11′	2°7′	2°4′	2°0′
5°	3°29′	3°25′	3°21′	3°17′	3°13′	3°9′	3°5′	3°1′	2°57′	2°52′	2°48′	2°44′	2°39′	2°35′	2°30′
6°	4°11′	4°6′	4°1′	3°57′	3°52′	3°47′	3°42′	3°37′	3°32′	3°27′	3°22′	3°17′	3°11′	3°6′	3°0′
7°	4°53′	4°47′	4°42′	4°36′	4°31′	4°25′	4°19′	4°14′	4°8′	4°2′	3°56′	3°50′	3°43′	3°37′	3°31′
8°	5°35′	5°29′	5°22′	5°16′	5°10′	5°3′	4°57′	4°50′	4°43′	4°37′	4°30′	4°23′	4°16′	4°8′	4°1′
9°	6°17′	6°10′	6°3′	5°56′	5°49′	5°42′	5°34′	5°27′	5°19′	5°11′	5°4′	4°56′	4°48′	4°40′	4°32′
10°	6°59′	6°51′	6°44′	6°36′	6°28′	6°20′	6°12′	6°3′	5°55′	5°46′	5°38′	5°29′	5°20′	5°11′	5°2′
11°	7°41′	7°33′	7°25′	7°16′	7°7′	6°58′	6°49′	6°40′	6°31′	6°22′	6°12′	6°3′	5°53′	5°43′	5°33′
12°	8°24′	8°15′	8°6′	7°56′	7°47′	7°37′	7°27′	7°17′	7°7′	6°57′	6°47′	6°36′	6°26′	6°15′	6°4′
13°	9°7′	8°57′	8°47′	8°37′	8°26′	8°16′	8°5′	7°55′	7°44′	7°33′	7°21′	7°10′	6°58′	6°47′	6°35′
14°	9°50′	9°39′	9°28′	9°17′	9°6′	8°55′	8°44′	8°32′	8°20′	8°8′	7°56′	7°44′	7°32′	7°19′	7°6′
15°	10°33′	10°21′	10°10′	9°58′	9°46′	9°34′	9°22′	9°10′	8°57′	8°44′	8°31′	8°18′	8°5′	7°51′	7°38′
16°	11°16′	11°4′	10°52′	10°39′	10°27′	10°14′	10°1′	9°47′	9°34′	9°20′	9°7′	8°53′	8°38′	8°24′	8°10′
17°	11°59′	11°47′	11°34′	11°21′	11°7′	10°53′	10°40′	10°26′	10°11′	9°57′	9°42′	9°27′	9°12′	8°57′	8°41′
18°	12°43′	12°30′	12°16′	12°2′	11°48′	11°33′	11°19′	11°4′	10°49′	10°33′	10°18′	10°2′	9°46′	9°30′	9°14′
19°	13°27′	13°13′	12°58′	12°44′	12°29′	12°14′	11°58′	11°42′	11°26′	11°10′	10°54′	10°37′	10°20′	10°3′	9°46′
20°	14°11′	13°56′	13°41′	13°26′	13°10′	12°54′	12°38′	12°21′	12°5′	11°48′	11°30′	11°13′	10°55′	10°37′	10°19′
21°	14°56′	14°40′	14°24′	14°8′	13°52′	13°35′	13°18′	13°0′	12°43′	12°25′	12°7′	11°49′	11°30′	11°11′	10°52′
22°	15°41′	15°24′	15°8′	14°51′	14°33′	14°16′	13°58′	13°40′	13°22′	13°3′	12°44′	12°25′	12°5′	11°45′	11°25′
23°	16°26′	16°9′	15°51′	15°34′	15°16′	14°57′	14°39′	14°20′	14°1′	13°41′	13°21′	13°1′	12°41′	12°20′	11°59′
24°	17°11′	16°53′	16°35′	16°17′	15°58′	15°39′	15°20′	15°0′	14°40′	14°20′	13°59′	13°38′	13°17′	12°55′	12°33′
25°	17°57′	17°39′	17°20′	17°1′	16°41′	16°21′	16°1′	15°41′	15°20′	14°58′	14°37′	14°15′	13°53′	13°30′	13°7′
26°	18°43′	18°24′	18°4′	17°45′	17°24′	17°4′	16°43′	16°21′	16°0′	15°38′	15°15′	14°53′	14°29′	14°6′	13°42′
27°	19°29′	19°10′	18°50′	18°29′	18°8′	17°47′	17°25′	17°3′	16°40′	16°17′	15°54′	15°31′	15°7′	14°42′	14°18′
28°	20°16′	19°56′	19°35′	19°14′	18°52′	18°30′	18°8′	17°45′	17°21′	16°58′	16°34′	16°9′	15°44′	15°19′	14°53′
29°	21°4′	20°43′	20°21′	19°59′	19°37′	19°14′	18°51′	18°27′	18°3′	17°38′	17°13′	16°48′	16°22′	15°56′	15°29′
30°	21°51′	21°30′	21°7′	20°45′	20°22′	19°58′	19°34′	19°10′	18°45′	18°19′	17°54′	17°27′	17°1′	16°34′	16°6′
31°	22°39′	22°17′	21°54′	21°31′	21°7′	20°43′	20°18′	19°53′	19°27′	19°1′	18°34′	18°7′	17°40′	17°12′	16°43′
32°	23°28′	23°5′	22°41′	22°17′	21°53′	21°28′	21°3′	20°37′	20°10′	19°43′	19°16′	18°48′	18°19′	17°50′	17°21′
33°	24°17′	23°53′	23°29′	23°5′	22°39′	22°14′	21°48′	21°21′	20°54′	20°26′	19°57′	19°29′	18°59′	18°30′	17°59′
34°	25°6′	24°42′	24°17′	23°52′	23°26′	23°0′	22°33′	22°6′	21°38′	21°9′	20°40′	20°10′	19°40′	19°9′	18°38′
35°	25°56′	25°32′	25°6′	24°40′	24°14′	23°47′	23°19′	22°51′	22°22′	21°53′	21°23′	20°52′	20°21′	19°50′	19°18′
36°	26°47′	26°22′	25°56′	25°29′	25°2′	24°34′	24°6′	23°37′	23°7′	22°37′	22°7′	21°35′	21°3′	20°31′	19°58′
37°	27°38′	27°12′	26°46′	26°18′	25°51′	25°22′	24°53′	24°24′	23°53′	23°22′	22°51′	22°19′	21°46′	21°13′	20°39′
38°	28°29′	28°3′	27°36′	27°8′	26°40′	26°11′	25°41′	25°11′	24°40′	24°8′	23°36′	23°3′	22°29′	21°55′	21°20′
39°	29°22′	28°55′	28°27′	27°59′	27°30′	27°0′	26°30′	25°59′	25°27′	24°55′	24°22′	23°48′	23°14′	22°38′	22°3′
40°	30°14′	29°47′	29°19′	28°50′	28°20′	27°50′	27°19′	26°48′	26°15′	25°42′	25°8′	24°34′	23°58′	23°22′	22°46′
41°	31°8′	30°40′	30°11′	29°42′	29°12′	28°41′	28°9′	27°37′	27°4′	26°30′	25°55′	25°20′	24°44′	24°7′	23°30′
42°	32°1′	31°33′	31°4′	30°34′	30°4′	29°32′	29°0′	28°27′	27°53′	27°19′	26°44′	26°7′	25°30′	24°53′	24°14′
43°	32°56′	32°27′	31°58′	31°27′	30°56′	30°24′	29°52′	29°18′	28°44′	28°8′	27°32′	26°56′	26°18′	25°39′	25°0′
44°	33°51′	33°22′	32°52′	32°21′	31°50′	31°17′	30°44′	30°10′	29°35′	28°59′	28°22′	27°45′	27°6′	26°27′	25°46′
45°	34°47′	34°18′	33°47′	33°16′	32°44′	32°11′	31°37′	31°2′	30°27′	29°50′	29°13′	28°34′	27°55′	27°15′	26°34′

续 表

α_1 \ ϕ / α	岩层倾向与剖面方向间夹角														
	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°	55°	56°	57°	58°	59°	60°
46°	35°44′	35°14′	34°43′	34°11′	33°39′	33°5′	32°31′	31°56′	31°20′	30°43′	30°4′	29°25′	28°45′	28°4′	27°22′
47°	36°41′	36°11′	35°40′	35°8′	34°35′	34°1′	33°26′	32°50′	32°13′	31°36′	30°57′	30°17′	29°36′	28°55′	28°12′
48°	37°39′	37°8′	36°37′	36°5′	35°31′	34°57′	34°21′	33°46′	33°8′	32°30′	31°51′	31°10′	30°29′	29°46′	29°3′
49°	38°38′	38°7′	37°35′	37°3′	36°29′	35°54′	35°18′	34°42′	34°4′	33°25′	32°45′	32°4′	31°22′	30°39′	29°54′
50°	39°37′	39°6′	38°34′	38°1′	37°27′	36°52′	36°16′	35°39′	35°1′	34°21′	33°41′	32°59′	32°16′	31°32′	30°47′
51°	40°37′	40°6′	39°34′	39°1′	38°27′	37°51′	37°15′	36°37′	35°58′	35°19′	34°38′	33°55′	33°12′	32°27′	31°42′
52°	41°38′	41°7′	40°35′	40°1′	39°27′	38°51′	38°14′	37°36′	36°57′	36°17′	35°36′	34°53′	34°9′	33°24′	32°37′
53°	42°40′	42°9′	41°36′	41°3′	40°28′	39°52′	39°15′	38°37′	37°57′	37°17′	36°35′	35°51′	35°7′	34°21′	33°34′
54°	43°43′	43°11′	42°39′	42°5′	41°30′	40°54′	40°17′	39°38′	38°58′	38°17′	37°35′	36°51′	36°6′	35°20′	34°32′
55°	44°46′	44°15′	43°42′	43°8′	42°33′	41°57′	41°19′	40°41′	40°1′	39°19′	38°37′	37°53′	37°7′	36°20′	35°32′
56°	45°51′	45°19′	44°46′	44°12′	43°37′	43°1′	42°23′	41°45′	41°4′	40°23′	39°40′	38°55′	38°9′	37°22′	36°33′
57°	46°56′	46°24′	45°51′	45°18′	44°42′	44°6′	43°28′	42°49′	42°9′	41°27′	40°44′	39°59′	39°13′	38°25′	37°36′
58°	48°2′	47°30′	46°58′	46°24′	45°49′	45°12′	44°34′	43°55′	43°15′	42°33′	41°50′	41°5′	40°18′	39°30′	38°40′
59°	49°8′	48°37′	48°5′	47°31′	46°56′	46°20′	45°42′	45°3′	44°22′	43°40′	42°57′	42°11′	41°25′	40°36′	39°46′
60°	50°16′	49°45′	49°13′	48°39′	48°4′	47°28′	46°50′	46°11′	45°31′	44°49′	44°5′	43°20′	42°33′	41°44′	40°54′
61°	51°25′	50°54′	50°22′	49°48′	49°14′	48°38′	48°0′	47°21′	46°41′	45°59′	45°15′	44°30′	43°43′	42°54′	42°3′
62°	52°34′	52°4′	51°32′	50°59′	50°24′	49°48′	49°11′	48°32′	47°52′	47°10′	46°27′	45°41′	44°54′	44°5′	43°14′
63°	53°44′	53°14′	52°43′	52°10′	51°36′	51°0′	50°23′	49°45′	49°5′	48°23′	47°40′	46°54′	46°7′	45°18′	44°28′
64°	54°56′	54°26′	53°55′	53°22′	52°49′	52°13′	51°37′	50°59′	50°19′	49°37′	48°54′	48°9′	47°22′	46°34′	45°43′
65°	56°8′	55°38′	55°8′	54°36′	54°2′	53°28′	52°52′	52°14′	51°35′	50°53′	50°11′	49°26′	48°39′	47°51′	47°0′
66°	57°21′	56°52′	56°22′	55°50′	55°17′	54°43′	54°8′	53°30′	52°52′	52°11′	51°28′	50°44′	49°58′	49°9′	48°19′
67°	58°34′	58°6′	57°37′	57°6′	56°34′	56°0′	55°25′	54°48′	54°10′	53°30′	52°48′	52°4′	51°18′	50°30′	49°40′
68°	59°49′	59°22′	58°53′	58°22′	57°51′	57°18′	56°44′	56°7′	55°30′	54°50′	54°9′	53°26′	52°41′	51°53′	51°4′
69°	61°5′	60°38′	60°9′	59°40′	59°9′	58°37′	58°3′	57°28′	56°51′	56°12′	55°32′	54°49′	54°5′	53°18′	52°29′
70°	62°21′	61°55′	61°27′	60°59′	60°29′	59°57′	59°25′	58°50′	58°14′	57°36′	56°56′	56°15′	55°31′	54°45′	53°57′
71°	63°38′	63°13′	62°46′	62°18′	61°49′	61°19′	60°47′	60°13′	59°38′	59°1′	58°23′	57°42′	56°59′	56°14′	55°27′
72°	64°56′	64°32′	64°6′	63°39′	63°11′	62°42′	62°11′	61°38′	61°4′	60°28′	59°50′	59°11′	58°29′	57°45′	56°59′
73°	66°15′	65°51′	65°27′	65°1′	64°34′	64°5′	63°35′	63°4′	62°31′	61°56′	61°20′	60°42′	60°1′	59°18′	58°33′
74°	67°34′	67°12′	66°48′	66°23′	65°58′	65°30′	65°2′	64°31′	64°0′	63°26′	62°51′	62°14′	61°35′	60°54′	60°10′
75°	68°54′	68°33′	68°11′	67°47′	67°22′	66°56′	66°29′	66°0′	65°30′	64°58′	64°24′	63°48′	63°11′	62°31′	61°49′
76°	70°15′	69°55′	69°34′	69°11′	68°48′	68°23′	67°57′	67°30′	67°1′	66°30′	65°58′	65°24′	64°48′	64°10′	63°30′
77°	71°37′	71°18′	70°58′	70°37′	70°15′	69°51′	69°27′	69°1′	68°33′	68°4′	67°34′	67°2′	66°28′	65°51′	65°13′
78°	72°59′	72°41′	72°23′	72°3′	71°42′	71°20′	70°57′	70°33′	70°7′	69°40′	69°11′	68°41′	68°9′	67°34′	66°58′
79°	74°22′	74°5′	73°48′	73°30′	73°10′	72°50′	72°29′	72°6′	71°42′	71°17′	70°50′	70°22′	69°51′	69°19′	68°45′
80°	75°45′	75°30′	75°14′	74°57′	74°40′	74°21′	74°1′	73°40′	73°18′	72°55′	72°30′	72°4′	71°36′	71°6′	70°34′
81°	77°9′	76°56′	76°41′	76°26′	76°9′	75°52′	75°34′	75°15′	74°55′	74°34′	74°11′	73°47′	73°22′	72°54′	72°25′
82°	78°34′	78°21′	78°8′	77°55′	77°40′	77°25′	77°8′	76°51′	76°33′	76°14′	75°54′	75°32′	75°9′	74°44′	74°18′
83°	79°59′	79°48′	79°36′	79°24′	79°11′	78°58′	78°43′	78°28′	78°12′	77°55′	77°37′	77°18′	76°57′	76°35′	76°12′
84°	81°24′	81°14′	81°4′	80°54′	80°43′	80°31′	80°19′	80°6′	79°52′	79°37′	79°21′	79°5′	78°47′	78°28′	78°8′
85°	82°49′	82°41′	82°33′	82°24′	82°15′	82°5′	81°55′	81°44′	81°32′	81°20′	81°6′	80°52′	80°38′	80°22′	80°5′
86°	84°15′	84°9′	84°2′	83°55′	83°47′	83°40′	83°31′	83°22′	83°13′	83°3′	82°52′	82°41′	82°29′	82°16′	82°2′
87°	85°41′	85°36′	85°31′	85°26′	85°20′	85°14′	85°8′	85°1′	84°54′	84°47′	84°39′	84°30′	84°21′	84°11′	84°1′
88°	87°7′	87°4′	87°1′	86°57′	86°53′	86°49′	86°45′	86°41′	86°36′	86°31′	86°26′	86°20′	86°14′	86°7′	86°0′
89°	88°34′	88°32′	88°30′	88°29′	88°27′	88°25′	88°23′	88°20′	88°18′	88°15′	88°13′	88°10′	88°7′	88°4′	88°0′

续 表

α_1 \ ϕ	岩层倾向与剖面方向间夹角														
α	61°	62°	63°	64°	65°	66°	67°	68°	69°	70°	71°	72°	73°	74°	75°
1°	0°29′	0°28′	0°27′	0°26′	0°25′	0°24′	0°23′	0°22′	0°22′	0°21′	0°20′	0°19′	0°18′	0°17′	0°16′
2°	0°58′	0°56′	0°54′	0°53′	0°51′	0°49′	0°47′	0°45′	0°43′	0°41′	0°39′	0°37′	0°35′	0°33′	0°31′
3°	1°27′	1°25′	1°22′	1°19′	1°16′	1°13′	1°10′	1°7′	1°5′	1°2′	0°59′	0°56′	0°53′	0°50′	0°47′
4°	1°57′	1°53′	1°49′	1°45′	1°42′	1°38′	1°34′	1°30′	1°26′	1°22′	1°18′	1°14′	1°10′	1°6′	1°2′
5°	2°26′	2°21′	2°16′	2°12′	2°7′	2°2′	1°57′	1°53′	1°48′	1°43′	1°38′	1°33′	1°28′	1°23′	1°18′
6°	2°55′	2°49′	2°44′	2°38′	2°33′	2°27′	2°21′	2°15′	2°9′	2°4′	1°58′	1°52′	1°46′	1°40′	1°33′
7°	3°24′	3°18′	3°11′	3°5′	2°58′	2°52′	2°45′	2°38′	2°31′	2°24′	2°17′	2°10′	2°3′	1°56′	1°49′
8°	3°54′	3°46′	3°39′	3°32′	3°24′	3°16′	3°9′	3°1′	2°53′	2°45′	2°37′	2°29′	2°21′	2°13′	2°5′
9°	4°23′	4°15′	4°7′	3°58′	3°50′	3°41′	3°32′	3°24′	3°15′	3°6′	2°57′	2°48′	2°39′	2°30′	2°21′
10°	4°53′	4°44′	4°35′	4°25′	4°16′	4°6′	3°56′	3°47′	3°37′	3°27′	3°17′	3°7′	2°57′	2°47′	2°37′
11°	5°23′	5°13′	5°3′	4°52′	4°42′	4°31′	4°21′	4°10′	3°59′	3°48′	3°37′	3°26′	3°15′	3°4′	2°53′
12°	5°53′	5°42′	5°31′	5°19′	5°8′	4°56′	4°45′	4°33′	4°21′	4°9′	3°58′	3°45′	3°33′	3°21′	3°9′
13°	6°23′	6°11′	5°59′	5°47′	5°34′	5°22′	5°9′	4°57′	4°44′	4°31′	4°18′	4°5′	3°52′	3°38′	3°25′
14°	6°54′	6°41′	6°27′	6°14′	6°1′	5°47′	5°34′	5°20′	5°6′	4°52′	4°38′	4°24′	4°10′	3°56′	3°42′
15°	7°24′	7°10′	6°56′	6°42′	6°28′	6°13′	5°59′	5°44′	5°29′	5°14′	4°59′	4°44′	4°29′	4°13′	3°58′
16°	7°55′	7°40′	7°25′	7°10′	6°55′	6°39′	6°24′	6°8′	5°52′	5°36′	5°20′	5°4′	4°48′	4°31′	4°15′
17°	8°26′	8°10′	7°54′	7°38′	7°22′	7°5′	6°49′	6°32′	6°15′	5°58′	5°41′	5°24′	5°6′	4°49′	4°31′
18°	8°57′	8°40′	8°23′	8°6′	7°49′	7°32′	7°14′	6°56′	6°38′	6°20′	6°2′	5°44′	5°26′	5°7′	4°48′
19°	9°29′	9°11′	8°53′	8°35′	8°17′	7°58′	7°40′	7°21′	7°2′	6°43′	6°24′	6°4′	5°45′	5°25′	5°6′
20°	10°0′	9°42′	9°23′	9°4′	8°45′	8°25′	8°6′	7°46′	7°26′	7°6′	6°45′	6°25′	6°4′	5°44′	5°23′
21°	10°33′	10°13′	9°53′	9°33′	9°13′	8°52′	8°32′	8°11′	7°50′	7°29′	7°7′	6°46′	6°24′	6°2′	5°40′
22°	11°5′	10°44′	10°24′	10°3′	9°41′	9°20′	8°58′	8°36′	8°14′	7°52′	7°30′	7°7′	6°44′	6°21′	5°58′
23°	11°38′	11°16′	10°54′	10°32′	10°11′	9°48′	9°25′	9°2′	8°39′	8°16′	7°52′	7°28′	7°4′	6°40′	6°16′
24°	12°11′	11°48′	11°26′	11°3′	10°39′	10°16′	9°52′	9°28′	9°4′	8°40′	8°15′	7°50′	7°25′	7°0′	6°34′
25°	12°44′	12°21′	11°57′	11°33′	11°9′	10°44′	10°20′	9°55′	9°29′	9°4′	8°38′	8°12′	7°46′	7°19′	6°53′
26°	13°18′	12°54′	12°29′	12°4′	11°39′	11°13′	10°47′	10°21′	9°55′	9°28′	9°1′	8°34′	8°7′	7°39′	7°12′
27°	13°53′	13°27′	13°1′	12°35′	12°9′	11°43′	11°16′	10°48′	10°21′	9°53′	9°25′	8°57′	8°28′	8°0′	7°31′
28°	14°27′	14°1′	13°34′	13°7′	12°40′	12°12′	11°44′	11°16′	10°47′	10°18′	9°49′	9°20′	8°50′	8°20′	7°50′
29°	15°3′	14°35′	14°8′	13°39′	13°11′	12°42′	12°13′	11°44′	11°14′	10°44′	10°14′	9°43′	9°12′	8°41′	8°10′
30°	15°38′	15°10′	14°41′	14°12′	13°43′	13°13′	12°43′	12°12′	11°41′	11°10′	10°39′	10°7′	9°35′	9°3′	8°30′
31°	16°14′	15°45′	15°15′	14°45′	14°15′	13°44′	13°13′	12°41′	12°9′	11°37′	11°4′	10°31′	9°58′	9°24′	8°50′
32°	16°51′	16°21′	15°50′	15°19′	14°48′	14°16′	13°43′	13°10′	12°37′	12°4′	11°30′	10°56′	10°21′	9°46′	9°11′
33°	17°29′	16°57′	16°26′	15°53′	15°21′	14°48′	14°14′	13°40′	13°6′	12°31′	11°56′	11°21′	10°45′	10°9′	9°32′
34°	18°6′	17°34′	17°2′	16°28′	15°55′	15°20′	14°46′	14°11′	13°35′	12°59′	12°23′	11°46′	11°9′	10°32′	9°54′
35°	18°45′	18°12′	17°38′	17°4′	16°29′	15°54′	15°18′	14°42′	14°5′	13°28′	12°51′	12°13′	11°34′	10°55′	10°16′
36°	19°24′	18°50′	18°15′	17°40′	17°4′	16°28′	15°51′	15°14′	14°36′	13°57′	13°18′	12°39′	12°0′	11°19′	10°39′
37°	20°4′	19°29′	18°53′	18°17′	17°40′	17°2′	16°24′	15°46′	15°7′	14°27′	13°47′	13°7′	12°25′	11°44′	11°2′
38°	20°45′	20°9′	19°32′	18°54′	18°16′	17°38′	16°59′	16°19′	15°38′	14°58′	14°16′	13°34′	12°52′	12°9′	11°26′
39°	21°26′	20°49′	20°11′	19°33′	18°54′	18°14′	17°33′	16°53′	16°11′	15°29′	14°46′	14°3′	13°19′	12°35′	11°50′	
40°	22°8′	21°30′	20°51′	20°12′	19°32′	18°51′	18°9′	17°27′	16°44′	16°1′	15°17′	14°32′	13°47′	13°1′	12°15′
41°	22°51′	22°12′	21°32′	20°52′	20°10′	19°28′	18°46′	18°2′	17°18′	16°33′	15°48′	15°2′	14°16′	13°28′	12°41′
42°	23°35′	22°55′	22°14′	21°32′	20°50′	20°7′	19°23′	18°38′	17°53′	17°7′	16°20′	15°33′	14°45′	13°56′	13°7′
43°	24°20′	23°39′	22°57′	22°14′	21°31′	20°46′	20°1′	19°15′	18°29′	17°41′	16°53′	16°5′	15°15′	14°25′	13°34′
44°	25°5′	24°23′	23°40′	22°57′	22°12′	21°27′	20°40′	19°53′	19°5′	18°17′	17°27′	16°37′	15°46′	14°54′	14°2′
45°	25°52′	25°9′	24°25′	23°40′	22°55′	22°8′	21°21′	20°32′	19°43′	18°53′	18°2′	17°10′	16°18′	15°25′	14°31′

续 表

α_i \ ϕ / α	岩层倾向与剖面方向间夹角														
	61°	62°	63°	64°	65°	66°	67°	68°	69°	70°	71°	72°	73°	74°	75°
46°	26°39′	25°56′	25°11′	24°25′	23°38′	22°50′	22°2′	21°12′	20°22′	19°30′	18°38′	17°45′	16°51′	15°56′	15°0′
47°	27°28′	26°43′	25°58′	25°10′	24°23′	23°34′	22°44′	21°53′	21°1′	20°8′	19°15′	18°20′	17°24′	16°28′	15°31′
48°	28°18′	27°32′	26°45′	25°58′	25°9′	24°19′	23°28′	22°35′	21°42′	20°48′	19°53′	18°57′	17°59′	17°1′	16°2′
49°	29°9′	28°22′	27°35′	26°46′	25°56′	25°4′	24°12′	23°19′	22°24′	21°29′	20°32′	19°34′	18°35′	17°36′	16°35′
50°	30°1′	29°14′	28°25′	27°35′	26°44′	25°52′	24°58′	24°3′	23°8′	22°11′	21°12′	20°13′	19°13′	18°11′	17°9′
51°	30°55′	30°6′	29°17′	28°26′	27°34′	26°40′	25°45′	24°50′	23°52′	22°54′	21°54′	20°53′	19°51′	18°48′	17°43′
52°	31°49′	31°0′	30°10′	29°18′	28°25′	27°30′	26°34′	25°37′	24°38′	23°39′	22°37′	21°35′	20°31′	19°26′	18°20′
53°	32°45′	31°55′	31°4′	30°11′	29°17′	28°21′	27°24′	26°26′	25°26′	24°25′	23°22′	22°18′	21°12′	20°6′	18°57′
54°	33°43′	32°52′	32°0′	31°6′	30°11′	29°14′	28°16′	27°17′	26°15′	25°13′	24°8′	23°2′	21°55′	20°47′	19°36′
55°	34°42′	33°50′	32°57′	32°3′	31°7′	30°9′	29°10′	28°9′	27°6′	26°2′	24°56′	23°49′	22°40′	21°29′	20°17′
56°	35°42′	34°50′	33°57′	33°1′	32°4′	31°5′	30°5′	29°3′	27°59′	26°53′	25°46′	24°37′	23°26′	22°14′	21°0′
57°	36°45′	35°52′	34°57′	34°1′	33°3′	32°4′	31°2′	29°59′	28°53′	27°46′	26°38′	25°27′	24°14′	23°0′	21°44′
58°	37°48′	36°55′	36°0′	35°3′	34°4′	33°4′	32°1′	30°57′	29°50′	28°42′	27°31′	26°19′	25°4′	23°48′	22°30′
59°	38°54′	38°0′	37°4′	36°7′	35°7′	34°6′	33°2′	31°56′	30°49′	29°39′	28°27′	27°13′	25°57′	24°39′	23°18′
60°	40°1′	39°7′	38°11′	37°13′	36°12′	35°10′	34°5′	32°59′	31°50′	30°39′	29°25′	28°9′	26°51′	25°31′	24°9′
61°	41°10′	40°16′	39°19′	38°20′	37°19′	36°16′	35°11′	34°3′	32°53′	31°41′	30°26′	29°8′	27°49′	26°26′	25°2′
62°	42°22′	41°27′	40°30′	39°30′	38°29′	37°25′	36°19′	35°10′	33°59′	32°45′	31°29′	30°10′	28°48′	27°24′	25°57′
63°	43°35′	42°39′	41°42′	40°42′	39°40′	38°36′	37°29′	36°19′	35°7′	33°52′	32°35′	31°14′	29°51′	28°25′	26°56′
64°	44°50′	43°54′	42°57′	41°57′	40°55′	39°50′	38°42′	37°32′	36°18′	35°2′	33°43′	32°21′	30°56′	29°28′	27°57′
65°	46°7′	45°12′	44°14′	43°14′	42°11′	41°6′	39°58′	38°47′	37°33′	36°16′	34°55′	33°32′	32°5′	30°35′	29°2′
66°	47°26′	46°31′	45°33′	44°33′	43°30′	42°25′	41°16′	40°5′	38°50′	37°32′	36°11′	34°46′	33°18′	31°46′	30°10′
67°	48°48′	47°53′	46°55′	45°55′	44°52′	43°47′	42°38′	41°26′	40°10′	38°52′	37°29′	36°3′	34°34′	33°0′	31°22′
68°	50°12′	49°17′	48°20′	47°20′	46°17′	45°11′	44°2′	42°50′	41°34′	40°15′	38°52′	37°25′	35°53′	34°18′	32°39′
69°	51°38′	50°44′	49°47′	48°47′	47°45′	46°39′	45°30′	44°18′	43°2′	41°42′	40°18′	38°50′	37°18′	35°41′	33°59′
70°	53°6′	52°13′	51°17′	50°18′	49°16′	48°11′	47°2′	45°50′	44°33′	43°13′	41°49′	40°20′	38°46′	37°8′	35°25′
71°	54°37′	53°45′	52°49′	51°51′	50°50′	49°45′	48°37′	47°25′	46°9′	44°48′	43°24′	41°54′	40°20′	38°41′	36°56′
72°	56°10′	55°19′	54°25′	53°27′	52°27′	51°23′	50°15′	49°4′	47°48′	46°28′	45°3′	43°34′	41°59′	40°19′	38°32′
73°	57°46′	56°56′	56°3′	55°6′	54°7′	53°4′	51°57′	50°47′	49°32′	48°12′	46°48′	45°18′	43°43′	42°2′	40°15′
74°	59°24′	58°35′	57°43′	56°49′	55°51′	54°49′	53°44′	52°34′	51°20′	50°1′	48°38′	47°8′	45°33′	43°52′	42°4′
75°	61°4′	60°17′	59°27′	58°34′	57°37′	56°37′	55°34′	54°25′	53°13′	51°55′	50°33′	49°4′	47°30′	45°49′	44°0′
76°	62°47′	62°2′	61°13′	60°22′	59°28′	58°30′	57°27′	56°21′	55°10′	53°55′	52°33′	51°6′	49°33′	47°52′	46°4′
77°	64°32′	63°49′	63°3′	62°14′	61°21′	60°25′	59°25′	58°21′	57°13′	55°59′	54°40′	53°14′	51°42′	50°3′	48°16′
78°	66°20′	65°38′	64°55′	64°8′	63°18′	62°25′	61°27′	60°26′	59°20′	58°8′	56°52′	55°29′	53°59′	52°22′	50°36′
79°	68°9′	67°31′	66°49′	66°5′	65°18′	64°27′	63°33′	62°35′	61°31′	60°23′	59°10′	57°50′	56°23′	54°49′	53°6′
80°	70°1′	69°25′	68°46′	68°5′	67°21′	66°34′	65°43′	64°48′	63°48′	62°44′	61°34′	60°17′	58°54′	57°24′	55°44′
81°	71°54′	71°21′	70°46′	70°8′	69°27′	68°43′	67°56′	67°5′	66°9′	65°9′	64°3′	62°52′	61°33′	60°7′	58°32′
82°	73°50′	73°20′	72°48′	72°13′	71°36′	70°56′	70°13′	69°26′	68°35′	67°40′	66°39′	65°33′	64°20′	62°59′	61°30′
83°	75°47′	75°21′	74°52′	74°21′	73°48′	73°12′	72°33′	71°51′	71°5′	70°15′	69°20′	68°20′	67°13′	65°59′	64°37′
84°	77°46′	77°23′	76°58′	76°31′	76°2′	75°31′	74°57′	74°20′	73°39′	72°55′	72°6′	71°13′	70°14′	69°8′	67°54′
85°	79°46′	79°27′	79°6′	78°43′	78°18′	77°52′	77°23′	76°51′	76°17′	75°39′	74°57′	74°12′	73°20′	72°23′	71°19′
86°	81°48′	81°32′	81°15′	80°56′	80°36′	80°15′	79°51′	79°26′	78°58′	78°27′	77°53′	77°15′	76°33′	75°46′	74°53′
87°	83°50′	83°38′	83°25′	83°11′	82°56′	82°39′	82°22′	82°2′	81°41′	81°17′	80°51′	80°22′	79°50′	79°14′	78°33′
88°	85°53′	85°45′	85°36′	85°27′	85°17′	85°6′	84°54′	84°40′	84°26′	84°10′	83°53′	83°33′	83°11′	82°47′	82°19′
89°	87°56′	87°52′	87°48′	87°43′	87°38′	87°33′	87°27′	87°20′	87°13′	87°5′	86°56′	86°46′	86°35′	86°23′	86°9′

续 表

α \ φ	岩层倾向与剖面方向间夹角												
α	76°	77°	78°	79°	80°	81°	82°	83°	84°	85°	86°	87°	88°	89°
1°	0°15′	0°14′	0°12′	0°11′	0°10′	0°9′	0°8′	0°7′	0°6′	0°5′	0°4′	0°3′	0°2′	0°1′
2°	0°29′	0°27′	0°25′	0°23′	0°21′	0°19′	0°17′	0°15′	0°13′	0°10′	0°8′	0°6′	0°4′	0°2′
3°	0°44′	0°41′	0°37′	0°34′	0°31′	0°28′	0°25′	0°22′	0°19′	0°16′	0°13′	0°9′	0°6′	0°3′
4°	0°58′	0°54′	0°50′	0°46′	0°42′	0°38′	0°33′	0°29′	0°25′	0°21′	0°17′	0°13′	0°8′	0°4′
5°	1°13′	1°8′	1°3′	0°57′	0°52′	0°47′	0°42′	0°37′	0°31′	0°26′	0°21′	0°16′	0°11′	0°5′
6°	1°27′	1°21′	1°15′	1°9′	1°3′	0°57′	0°50′	0°44′	0°38′	0°31′	0°25′	0°19′	0°13′	0°6′
7°	1°42′	1°35′	1°28′	1°21′	1°13′	1°6′	0°59′	0°51′	0°44′	0°37′	0°29′	0°22′	0°15′	0°7′
8°	1°57′	1°49′	1°40′	1°32′	1°24′	1°16′	1°7′	0°59′	0°51′	0°42′	0°34′	0°25′	0°17′	0°8′
9°	2°12′	2°2′	1°53′	1°44′	1°35′	1°25′	1°16′	1°6′	0°57′	0°47′	0°38′	0°28′	0°19′	0°10′
10°	2°27′	2°16′	2°6′	1°55′	1°45′	1°35′	1°24′	1°14′	1°3′	0°53′	0°42′	0°32′	0°21′	0°11′
11°	2°42′	2°30′	2°19′	2°7′	1°56′	1°45′	1°33′	1°21′	1°10′	0°58′	0°47′	0°35′	0°23′	0°12′
12°	2°57′	2°44′	2°32′	2°19′	2°7′	1°54′	1°42′	1°29′	1°16′	1°4′	0°51′	0°38′	0°26′	0°13′
13°	3°12′	2°58′	2°45′	2°31′	2°18′	2°4′	1°50′	1°37′	1°23′	1°9′	0°55′	0°42′	0°28′	0°14′
14°	3°27′	3°13′	2°58′	2°43′	2°29′	2°14′	1°59′	1°44′	1°30′	1°15′	1°0′	0°45′	0°30′	0°15′
15°	3°43′	3°27′	3°11′	2°56′	2°40′	2°24′	2°8′	1°52′	1°36′	1°20′	1°4′	0°48′	0°32′	0°16′
16°	3°58′	3°41′	3°25′	3°8′	2°51′	2°34′	2°17′	2°0′	1°43′	1°26′	1°9′	0°52′	0°34′	0°17′
17°	4°14′	3°56′	3°38′	3°20′	3°2′	2°44′	2°26′	2°8′	1°50′	1°32′	1°13′	0°55′	0°37′	0°18′
18°	4°30′	4°11′	3°52′	3°33′	3°14′	2°55′	2°35′	2°16′	1°57′	1°37′	1°18′	0°58′	0°39′	0°20′
19°	4°46′	4°26′	4°6′	3°46′	3°25′	3°5′	2°45′	2°24′	2°4′	1°43′	1°23′	1°2′	0°41′	0°21′
20°	5°2′	4°44′	4°20′	3°58′	3°37′	3°16′	2°54′	2°32′	2°11′	1°49′	1°27′	1°5′	0°44′	0°22′
21°	5°18′	4°56′	4°34′	4°11′	3°49′	3°26′	3°3′	2°41′	2°18′	1°55′	1°32′	1°9′	0°46′	0°23′
22°	5°35′	5°12′	4°48′	4°24′	4°1′	3°37′	3°13′	2°49′	2°25′	2°1′	1°37′	1°13′	0°48′	0°24′
23°	5°52′	5°27′	5°3′	4°38′	4°13′	3°48′	3°23′	2°58′	2°32′	2°7′	1°42′	1°16′	0°51′	0°25′
24°	6°9′	5°43′	5°17′	4°51′	4°25′	3°59′	3°33′	3°6′	2°40′	2°13′	1°47′	1°20′	0°53′	0°27′
25°	6°26′	5°59′	5°32′	5°5′	4°38′	4°10′	3°43′	3°15′	2°47′	2°20′	1°52′	1°24′	0°56′	0°28′
26°	6°44′	6°16′	5°47′	5°19′	4°50′	4°22′	3°53′	3°24′	2°55′	2°26′	1°57′	1°28′	0°59′	0°29′
27°	7°2′	6°32′	6°3′	5°53′	5°3′	4°33′	4°3′	3°33′	3°3′	2°33′	2°2′	1°32′	1°1′	0°31′
28°	7°20′	6°49′	6°19′	5°48′	5°17′	4°45′	4°14′	3°42′	3°11′	2°39′	2°7′	1°36′	1°4′	0°32′
29°	7°38′	7°6′	6°34′	6°2′	5°30′	4°57′	4°25′	3°52′	3°19′	2°46′	2°13′	1°40′	1°6′	0°33′
30°	7°57′	7°24′	6°51′	6°17′	5°44′	5°10′	4°36′	4°1′	3°27′	2°53′	2°18′	1°44′	1°9′	0°35′
31°	8°16′	7°42′	7°7′	6°32′	5°57′	5°22′	4°47′	4°11′	3°36′	3°0′	2°24′	1°48′	1°12′	0°36′
32°	8°36′	8°0′	7°24′	6°48′	6°12′	5°35′	4°58′	4°21′	3°44′	3°7′	2°30′	1°52′	1°15′	0°37′
33°	8°56′	8°19′	7°41′	7°4′	6°26′	5°48′	5°10′	4°32′	3°53′	3°14′	2°36′	1°57′	1°18′	0°39′
34°	9°16′	8°38′	7°59′	7°20′	6°41′	6°1′	5°22′	4°42′	4°2′	3°22′	2°42′	2°1′	1°21′	0°40′
35°	9°37′	8°57′	8°17′	7°37′	6°56′	6°15′	5°34′	4°53′	4°11′	3°30′	2°48′	2°6′	1°24′	0°42′
36°	9°58′	9°17′	8°35′	7°54′	7°11′	6°29′	5°46′	5°4′	4°21′	3°37′	2°54′	2°11′	1°27′	0°44′
37°	10°20′	9°37′	8°54′	8°11′	7°27′	6°43′	5°59′	5°15′	4°30′	3°45′	3°1′	2°16′	1°30′	0°45′
38°	10°42′	9°58′	9°14′	8°29′	7°44′	6°58′	6°12′	5°26′	4°40′	3°54′	3°7′	2°20′	1°34′	0°47′
39°	11°5′	10°19′	9°33′	8°47′	8°0′	7°13′	6°26′	5°38′	4°50′	4°2′	3°14′	2°26′	1°37′	0°49′
40°	11°28′	10°41′	9°54′	9°6′	8°17′	7°29′	6°40′	5°50′	5°1′	4°11′	3°21′	2°31′	1°41′	0°50′
41°	11°52′	11°4′	10°15′	9°25′	8°35′	7°45′	6°54′	6°3′	5°12′	4°20′	3°28′	2°36′	1°44′	0°52′
42°	12°17′	11°27′	10°36′	9°45′	8°53′	8°1′	7°9′	6°16′	5°23′	4°29′	3°36′	2°42′	1°48′	0°54′
43°	12°43′	11°51′	10°58′	10°5′	9°12′	8°18′	7°24′	6°29′	5°34′	4°39′	3°43′	2°48′	1°52′	0°56′
44°	13°9′	12°15′	11°21′	10°26′	9°31′	8°35′	7°39′	6°43′	5°46′	4°49′	3°51′	2°54′	1°56′	0°58′
45°	13°36′	12°41′	11°45′	10°48′	9°51′	8°53′	7°55′	6°57′	5°58′	4°59′	3°59′	3°0′	2°0′	1°0′

续 表

α \ φ	岩层倾向与剖面方向间夹角													
α	76°	77°	78°	79°	80°	81°	82°	83°	84°	85°	86°	87°	88°	89°
46°	14°4′	13°7′	12°9′	11°11′	10°12′	9°12′	8°12′	7°12′	6°11′	5°9′	4°8′	3°6′	2°4′	1°2′
47°	14°33′	13°34′	12°34′	11°34′	10°33′	9°31′	8°29′	7°27′	6°24′	5°20′	4°17′	3°13′	2°9′	1°4′
48°	15°2′	14°2′	13°0′	11°58′	10°55′	9°51′	8°47′	7°42′	6°37′	5°32′	4°26′	3°20′	2°13′	1°7′
49°	15°33′	14°31′	13°27′	12°23′	11°18′	10°12′	9°6′	7°59′	6°51′	5°44′	4°35′	3°27′	2°18′	1°9′
50°	16°5′	15°0′	13°55′	12°49′	11°42′	10°34′	9°25′	8°16′	7°6′	5°56′	4°45′	3°34′	2°23′	1°11′
51°	16°38′	15°31′	14°24′	13°16′	12°6′	10°56′	9°45′	8°34′	7°21′	6°9′	4°55′	3°42′	2°28′	1°14′
52°	17°12′	16°4′	14°54′	13°43′	12°32′	11°19′	10°6′	8°52′	7°37′	6°22′	5°6′	3°50′	2°33′	1°17′
53°	17°48′	16°37′	15°25′	14°13′	12°59′	11°44′	10°28′	9°11′	7°54′	6°36′	5°17′	3°58′	2°39′	1°20′
54°	18°25′	17°12′	15°58′	14°43′	13°27′	12°9′	10°51′	9°31′	8°11′	6°50′	5°29′	4°7′	2°45′	1°23′
55°	19°4′	17°49′	16°32′	15°15′	13°56′	12°36′	11°14′	9°52′	8°29′	7°6′	5°41′	4°16′	2°51′	1°26′
56°	19°44′	18°27′	17°8′	15°48′	14°26′	13°3′	11°40′	10°14′	8°49′	7°22′	5°54′	4°26′	2°58′	1°29′
57°	20°26′	19°6′	17°45′	16°22′	14°58′	13°33′	12°6′	10°38′	9°9′	7°39′	6°8′	4°36′	3°5′	1°32′
58°	21°10′	19°48′	18°24′	16°59′	15°32′	14°3′	12°33′	11°2′	9°30′	7°56′	6°22′	4°47′	3°12′	1°36′
59°	21°56′	20°31′	19°5′	17°37′	16°7′	14°36′	13°2′	11°28′	9°52′	8°15′	6°37′	4°59′	3°19′	1°40′
60°	22°44′	21°17′	19°48′	18°17′	16°44′	15°10′	13°33′	11°55′	10°16′	8°35′	6°53′	5°11′	3°28′	1°44′
61°	23°35′	22°5′	20°34′	19°0′	17°24′	15°46′	14°6′	12°24′	10°41′	8°56′	7°10′	5°24′	3°36′	1°48′
62°	24°28′	22°56′	21°21′	19°44′	18°5′	16°24′	14°40′	12°55′	11°7′	9°19′	7°28′	5°37′	3°45′	1°53′
63°	25°24′	23°49′	22°12′	20°32′	18°49′	17°4′	15°17′	13°27′	11°36′	9°42′	7°48′	5°52′	3°55′	1°58′
64°	26°23′	24°46′	23°5′	21°22′	19°36′	17°47′	15°56′	14°2′	12°6′	10°8′	8°8′	6°7′	4°6′	2°3′
65°	27°25′	25°45′	24°2′	22°15′	20°25′	18°33′	16°37′	14°39′	12°38′	10°35′	8°30′	6°24′	4°17′	2°9′
66°	28°31′	26°48′	25°2′	23°12′	21°18′	19°22′	17°22′	15°18′	13°13′	11°5′	8°54′	6°42′	4°29′	2°15′
67°	29°41′	27°55′	26°6′	24°12′	22°15′	20°14′	18°7′	16°1′	13°50′	11°36′	9°20′	7°2′	4°42′	2°21′
68°	30°55′	29°6′	27°14′	25°17′	23°15′	21°10′	19°0′	16°47′	14°30′	12°10′	9°48′	7°23′	4°56′	2°28′
69°	32°13′	30°22′	28°26′	26°26′	24°20′	22°10′	19°56′	17°37′	15°14′	12°48′	10°18′	7°46′	5°12′	2°36′
70°	33°37′	31°43′	29°44′	27°40′	25°30′	23°15′	20°56′	18°31′	16°1′	13°28′	10°51′	8°11′	5°29′	2°45′
71°	35°5′	33°9′	31°7′	29°0′	26°46′	24°26′	22°0′	19°55′	16°53′	14°12′	11°27′	8°39′	5°47′	2°54′
72°	36°40′	34°42′	32°37′	30°25′	28°7′	25°43′	23°11′	20°34′	17°50′	15°1′	12°7′	9°9′	6°8′	3°4′
73°	38°21′	36°21′	34°13′	31°58′	29°36′	27°6′	24°29′	21°44′	18°53′	15°55′	12°51′	9°43′	6°31′	3°16′
74°	40°9′	38°7′	35°57′	33°38′	31°12′	28°37′	25°53′	23°2′	20°2′	16°54′	13°40′	10°21′	6°56′	3°29′
75°	42°5′	40°1′	37°49′	35°27′	32°57′	30°17′	27°27′	24°27′	21°19′	18°1′	14°36′	11°3′	7°25′	3°44′
76°	44°8′	42°3′	39°49′	37°26′	34°51′	32°6′	29°10′	26°3′	22°45′	19°16′	15°38′	11°51′	7°58′	4°0′
77°	46°20′	44°15′	42°0′	39°34′	36°57′	34°7′	31°5′	27°50′	24°22′	20°41′	16°49′	12°46′	8°36′	4°19′
78°	48°42′	46°37′	44°22′	41°55′	39°15′	36°21′	33°13′	29°50′	26°11′	22°18′	18°10′	13°50′	9°19′	4°42′
79°	51°13′	49°10′	46°56′	44°28′	41°47′	38°50′	35°36′	32°5′	28°16′	24°9′	19°44′	15°4′	10°11′	5°8′
80°	53°55′	51°55′	49°42′	47°16′	44°34′	41°35′	38°17′	34°39′	30°40′	26°18′	21°35′	16°32′	11°12′	5°39′
81°	56°47′	54°51′	52°42′	50°18′	47°38′	44°39′	41°18′	37°35′	33°25′	28°49′	23°46′	18°17′	12°26′	6°17′
82°	59°51′	58°0′	55°57′	53°38′	51°1′	48°4′	44°43′	40°56′	36°38′	31°48′	26°24′	20°25′	13°57′	7°5′
83°	63°5′	61°22′	59°26′	57°14′	54°44′	51°52′	48°35′	44°47′	40°24′	35°22′	29°36′	23°5′	15°52′	8°5′
84°	66°31′	64°57′	63°11′	61°9′	58°49′	56°6′	52°56′	49°13′	44°51′	39°40′	33°34′	26°28′	18°22′	9°26′
85°	70°7′	68°45′	67°11′	65°22′	63°16′	60°47′	57°51′	54°20′	50°4′	44°53′	38°34′	30°53′	21°45′	11°17′
86°	73°53′	72°44′	71°25′	69°52′	68°4′	65°55′	63°19′	60°9′	56°13′	51°16′	44°56′	36°49′	26°31′	14°1′
87°	77°47′	76°53′	75°51′	74°39′	73°12′	71°29′	69°22′	66°44′	63°22′	58°59′	53°5′	44°58′	33°40′	18°25′
88°	81°47′	81°11′	80°28′	79°38′	78°38′	77°25′	75°55′	74°1′	71°32′	68°10′	63°24′	56°17′	49°59′	26°33′
89°	85°52′	85°34′	85°12′	84°46′	84°16′	83°38′	82°51′	81°51′	80°31′	78°40′	75°57′	71°33′	63°26′	45°0′

假厚度校正系数表

系数 φ / α	岩层倾向与剖面方向间夹角														
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°
1°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.9999	.9999	.9999	.9999
4°	1	1	1	1	1	1	1	1	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9998
5°	1	1	1	1	1	1	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9998	.9998	.9998	.9997
6°	1	1	1	1	1	.9999	.9999	.9999	.9999	.9998	.9998	.9998	.9997	.9997	.9996
7°	1	1	1	1	.9999	.9999	.9999	.9999	.9998	.9998	.9997	.9997	.9996	.9996	.9995
8°	1	1	1	1	.9999	.9999	.9998	.9998	.9998	.9997	.9996	.9996	.9995	.9994	.9994
9°	1	1	1	.9999	.9999	.9999	.9998	.9998	.9997	.9996	.9995	.9995	.9994	.9993	.9992
10°	1	1	1	.9999	.9999	.9998	.9998	.9997	.9996	.9995	.9995	.9994	.9992	.9991	.9990
11°	1	1	1	.9999	.9999	.9998	.9997	.9997	.9996	.9994	.9993	.9992	.9991	.9989	.9988
12°	1	1	.9999	.9999	.9999	.9998	.9997	.9996	.9995	.9993	.9992	.9990	.9989	.9987	.9985
13°	1	1	.9999	.9999	.9998	.9997	.9996	.9995	.9994	.9992	.9991	.9989	.9987	.9985	.9983
14°	1	1	.9999	.9999	.9998	.9997	.9996	.9994	.9993	.9991	.9989	.9987	.9985	.9983	.9980
15°	1	1	.9999	.9998	.9998	.9996	.9995	.9994	.9992	.9990	.9988	.9986	.9983	.9980	.9978
16°	1	1	.9999	.9998	.9997	.9996	.9994	.9993	.9991	.9988	.9986	.9984	.9981	.9978	.9975
17°	1	1	.9999	.9998	.9997	.9995	.9994	.9992	.9990	.9987	.9984	.9982	.9978	.9975	.9971
18°	1	.9999	.9999	.9998	.9997	.9995	.9993	.9991	.9988	.9985	.9982	.9979	.9976	.9972	.9968
19°	1	.9999	.9999	.9998	.9996	.9994	.9992	.9990	.9987	.9984	.9981	.9977	.9973	.9969	.9965
20°	1	.9999	.9998	.9997	.9996	.9994	.9991	.9989	.9986	.9982	.9979	.9975	.9970	.9966	.9961
21°	1	.9999	.9998	.9997	.9995	.9993	.9991	.9988	.9984	.9980	.9977	.9972	.9967	.9963	.9957
22°	1	.9999	.9998	.9997	.9995	.9992	.9990	.9986	.9983	.9979	.9974	.9970	.9964	.9959	.9953
23°	1	.9999	.9998	.9996	.9994	.9992	.9989	.9985	.9981	.9977	.9972	.9967	.9961	.9955	.9949
24°	1	.9999	.9998	.9996	.9994	.9991	.9988	.9984	.9980	.9975	.9969	.9964	.9958	.9952	.9944
25°	1	.9999	.9998	.9996	.9993	.9990	.9987	.9983	.9978	.9973	.9967	.9961	.9955	.9948	.9940
26°	1	.9999	.9997	.9995	.9993	.9990	.9986	.9981	.9976	.9971	.9965	.9958	.9951	.9944	.9936
27°	1	.9999	.9997	.9995	.9992	.9988	.9985	.9980	.9975	.9969	.9962	.9955	.9948	.9939	.9931
28°	1	.9999	.9997	.9995	.9992	.9988	.9983	.9978	.9973	.9967	.9960	.9953	.9944	.9935	.9926
29°	1	.9999	.9997	.9994	.9991	.9987	.9982	.9977	.9971	.9965	.9957	.9949	.9940	.9931	.9921
30°	1	.9999	.9997	.9994	.9991	.9986	.9981	.9976	.9969	.9962	.9954	.9946	.9937	.9927	.9916
31°	1	.9998	.9996	.9994	.9990	.9986	.9980	.9974	.9967	.9960	.9952	.9943	.9933	.9923	.9911
32°	1	.9998	.9996	.9993	.9989	.9985	.9979	.9973	.9966	.9958	.9949	.9939	.9929	.9918	.9906
33°	1	.9998	.9996	.9993	.9989	.9984	.9978	.9971	.9964	.9955	.9946	.9936	.9925	.9913	.9900
34°	1	.9998	.9996	.9992	.9988	.9983	.9977	.9969	.9962	.9953	.9943	.9932	.9921	.9908	.9895
35°	1	.9998	.9996	.9992	.9988	.9982	.9976	.9968	.9960	.9950	.9940	.9929	.9916	.9903	.9889
36°	1	.9998	.9995	.9992	.9987	.9981	.9975	.9966	.9958	.9948	.9937	.9925	.9912	.9898	.9884
37°	1	.9998	.9995	.9991	.9986	.9980	.9973	.9965	.9956	.9945	.9934	.9921	.9908	.9893	.9878
38°	.9999	.9998	.9995	.9991	.9986	.9979	.9972	.9964	.9953	.9943	.9931	.9918	.9904	.9888	.9872
39°	.9999	.9998	.9994	.9990	.9985	.9978	.9971	.9962	.9951	.9940	.9928	.9914	.9899	.9883	.9866
40°	.9999	.9998	.9994	.9990	.9984	.9977	.9969	.9960	.9949	.9938	.9925	.9910	.9895	.9878	.9860
41°	.9999	.9997	.9994	.9990	.9984	.9977	.9968	.9958	.9947	.9935	.9921	.9906	.9891	.9873	.9854
42°	.9999	.9997	.9994	.9989	.9983	.9976	.9967	.9957	.9945	.9932	.9918	.9902	.9887	.9868	.9849
43°	.9999	.9997	.9994	.9989	.9982	.9975	.9965	.9956	.9943	.9930	.9915	.9899	.9882	.9863	.9843
44°	.9999	.9997	.9993	.9988	.9982	.9974	.9964	.9954	.9941	.9927	.9912	.9895	.9877	.9858	.9837
45°	.9999	.9997	.9993	.9988	.9981	.9973	.9963	.9952	.9939	.9924	.9909	.9891	.9873	.9853	.9831

续 表

系数 φ / α	岩层倾向与剖面方向间夹角														
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°
46°	.9999	.9997	.9993	.9987	.9980	.9972	.9961	.9950	.9937	.9922	.9905	.9887	.9868	.9848	.9825
47°	.9999	.9997	.9993	.9987	.9980	.9971	.9960	.9948	.9934	.9919	.9902	.9883	.9864	.9842	.9819
48°	.9999	.9997	.9992	.9987	.9979	.9970	.9958	.9946	.9932	.9916	.9899	.9880	.9859	.9837	.9813
49°	.9999	.9997	.9992	.9986	.9978	.9969	.9957	.9944	.9930	.9914	.9896	.9876	.9855	.9832	.9808
50°	.9999	.9996	.9992	.9986	.9978	.9968	.9956	.9943	.9928	.9911	.9893	.9872	.9850	.9827	.9802
51°	.9999	.9996	.9992	.9985	.9977	.9967	.9955	.9942	.9926	.9908	.9890	.9869	.9845	.9822	.9796
52°	.9999	.9996	.9991	.9985	.9976	.9966	.9954	.9940	.9924	.9906	.9886	.9865	.9841	.9817	.9790
53°	.9999	.9996	.9991	.9985	.9976	.9965	.9953	.9938	.9922	.9903	.9883	.9861	.9837	.9812	.9784
54°	.9999	.9996	.9991	.9984	.9975	.9964	.9952	.9937	.9920	.9901	.9880	.9857	.9832	.9807	.9778
55°	.9999	.9996	.9991	.9984	.9974	.9963	.9950	.9935	.9918	.9898	.9877	.9854	.9828	.9802	.9773
56°	.9999	.9996	.9991	.9983	.9974	.9962	.9949	.9933	.9916	.9896	.9874	.9850	.9824	.9797	.9767
57°	.9999	.9996	.9990	.9983	.9973	.9962	.9947	.9932	.9914	.9894	.9871	.9847	.9820	.9792	.9761
58°	.9999	.9996	.9990	.9983	.9973	.9961	.9946	.9930	.9912	.9892	.9868	.9843	.9816	.9787	.9756
59°	.9999	.9996	.9990	.9982	.9972	.9960	.9945	.9928	.9910	.9889	.9865	.9840	.9812	.9783	.9751
60°	.9999	.9995	.9990	.9982	.9972	.9959	.9944	.9927	.9908	.9886	.9863	.9837	.9808	.9778	.9746
61°	.9999	.9995	.9990	.9981	.9971	.9958	.9943	.9926	.9906	.9884	.9860	.9833	.9804	.9774	.9741
62°	.9999	.9995	.9989	.9981	.9970	.9957	.9942	.9924	.9904	.9882	.9857	.9830	.9800	.9770	.9736
63°	.9999	.9995	.9989	.9981	.9970	.9957	.9941	.9923	.9902	.9879	.9854	.9827	.9797	.9765	.9731
64°	.9999	.9995	.9989	.9980	.9969	.9956	.9940	.9921	.9900	.9877	.9852	.9824	.9793	.9761	.9726
65°	.9999	.9995	.9989	.9980	.9969	.9955	.9939	.9920	.9899	.9875	.9849	.9821	.9790	.9757	.9721
66°	.9999	.9995	.9989	.9980	.9968	.9955	.9938	.9919	.9897	.9873	.9846	.9818	.9787	.9753	.9716
67°	.9999	.9995	.9989	.9979	.9968	.9954	.9937	.9918	.9896	.9871	.9844	.9815	.9783	.9749	.9712
68°	.9999	.9995	.9988	.9979	.9967	.9953	.9936	.9916	.9894	.9869	.9842	.9812	.9780	.9745	.9708
69°	.9999	.9995	.9988	.9979	.9967	.9952	.9935	.9915	.9893	.9867	.9840	.9810	.9777	.9742	.9704
70°	.9999	.9995	.9988	.9978	.9967	.9952	.9934	.9914	.9891	.9866	.9838	.9808	.9774	.9738	.9700
71°	.9999	.9995	.9988	.9978	.9966	.9951	.9933	.9913	.9890	.9864	.9836	.9805	.9771	.9735	.9696
72°	.9999	.9995	.9988	.9978	.9966	.9951	.9933	.9912	.9889	.9863	.9834	.9802	.9768	.9732	.9692
73°	.9999	.9994	.9988	.9978	.9965	.9950	.9932	.9911	.9888	.9862	.9832	.9800	.9766	.9729	.9689
74°	.9999	.9994	.9987	.9978	.9965	.9950	.9931	.9910	.9886	.9860	.9831	.9798	.9763	.9726	.9685
75°	.9999	.9994	.9987	.9977	.9965	.9949	.9931	.9909	.9885	.9858	.9829	.9796	.9761	.9723	.9682
76°	.9999	.9994	.9987	.9977	.9964	.9949	.9930	.9908	.9884	.9857	.9827	.9794	.9759	.9720	.9679
77°	.9999	.9994	.9987	.9977	.9964	.9949	.9929	.9907	.9883	.9855	.9826	.9792	.9757	.9718	.9676
78°	.9999	.9994	.9987	.9977	.9964	.9948	.9929	.9907	.9882	.9855	.9824	.9791	.9755	.9716	.9674
79°	.9999	.9994	.9987	.9977	.9963	.9948	.9928	.9906	.9881	.9854	.9823	.9790	.9753	.9714	.9672
80°	.9999	.9994	.9987	.9976	.9963	.9947	.9928	.9906	.9881	.9853	.9822	.9788	.9752	.9712	.9670
81°	.9999	.9994	.9987	.9976	.9963	.9947	.9928	.9905	.9880	.9852	.9821	.9787	.9751	.9710	.9668
82°	.9999	.9994	.9987	.9976	.9963	.9946	.9927	.9905	.9879	.9851	.9820	.9786	.9749	.9709	.9666
83°	.9999	.9994	.9987	.9976	.9963	.9946	.9927	.9904	.9879	.9850	.9819	.9785	.9748	.9707	.9664
84°	.9999	.9994	.9986	.9976	.9962	.9946	.9926	.9904	.9878	.9850	.9818	.9784	.9746	.9706	.9663
85°	.9999	.9994	.9986	.9976	.9962	.9946	.9926	.9903	.9878	.9849	.9818	.9783	.9745	.9705	.9662
86°	.9999	.9994	.9986	.9976	.9962	.9946	.9926	.9903	.9878	.9849	.9817	.9783	.9745	.9705	.9662
87°	.9999	.9994	.9986	.9976	.9962	.9946	.9926	.9903	.9877	.9849	.9816	.9783	.9745	.9705	.9661
88°	.9999	.9994	.9986	.9976	.9962	.9945	.9926	.9903	.9877	.9848	.9816	.9782	.9744	.9704	.9660
89°	.9999	.9994	.9986	.9976	.9962	.9945	.9926	.9903	.9877	.9848	.9816	.9782	.9744	.9703	.9659

续 表

系数 φ / α	岩层倾向与剖面方向间夹角														
	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
1°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2°	1	1	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999
3°	.9999	.9999	.9999	.9999	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997
4°	.9998	.9998	.9998	.9998	.9997	.9997	.9997	.9996	.9996	.9996	.9995	.9995	.9995	.9994	.9994
5°	.9997	.9997	.9996	.9996	.9996	.9995	.9995	.9994	.9994	.9993	.9993	.9992	.9992	.9991	.9990
6°	.9996	.9995	.9995	.9994	.9994	.9993	.9992	.9992	.9991	.9990	.9990	.9989	.9988	.9987	.9986
7°	.9994	.9994	.9993	.9992	.9991	.9990	.9989	.9989	.9988	.9987	.9986	.9985	.9984	.9982	.9981
8°	.9993	.9992	.9991	.9990	.9989	.9987	.9986	.9985	.9984	.9983	.9981	.9980	.9979	.9977	.9976
9°	.9991	.9990	.9988	.9987	.9986	.9984	.9983	.9981	.9980	.9978	.9976	.9975	.9973	.9971	.9969
10°	.9989	.9987	.9986	.9984	.9982	.9981	.9979	.9977	.9975	.9973	.9971	.9969	.9967	.9965	.9962
11°	.9986	.9984	.9983	.9981	.9979	.9977	.9974	.9972	.9970	.9967	.9965	.9963	.9960	.9957	.9954
12°	.9984	.9981	.9980	.9977	.9975	.9972	.9970	.9967	.9964	.9961	.9958	.9956	.9952	.9949	.9946
13°	.9981	.9978	.9976	.9973	.9970	.9967	.9965	.9961	.9958	.9955	.9951	.9948	.9944	.9940	.9936
14°	.9978	.9975	.9972	.9969	.9966	.9962	.9959	.9955	.9951	.9948	.9943	.9940	.9935	.9931	.9926
15°	.9975	.9971	.9968	.9964	.9961	.9957	.9953	.9949	.9944	.9940	.9935	.9932	.9926	.9921	.9916
16°	.9971	.9967	.9963	.9959	.9956	.9951	.9946	.9942	.9937	.9932	.9927	.9922	.9916	.9911	.9905
17°	.9968	.9963	.9959	.9954	.9950	.9945	.9940	.9934	.9929	.9923	.9918	.9911	.9905	.9899	.9893
18°	.9964	.9959	.9954	.9949	.9944	.9938	.9933	.9927	.9921	.9914	.9908	.9901	.9894	.9887	.9880
19°	.9960	.9955	.9949	.9944	.9938	.9932	.9925	.9919	.9912	.9905	.9898	.9890	.9882	.9875	.9866
20°	.9955	.9950	.9944	.9938	.9931	.9925	.9918	.9910	.9903	.9895	.9887	.9879	.9870	.9862	.9853
21°	.9951	.9945	.9938	.9932	.9924	.9917	.9909	.9902	.9893	.9885	.9876	.9867	.9857	.9848	.9838
22°	.9947	.9940	.9933	.9925	.9917	.9909	.9901	.9892	.9883	.9874	.9864	.9854	.9844	.9834	.9823
23°	.9942	.9935	.9927	.9919	.9910	.9901	.9892	.9883	.9873	.9863	.9852	.9841	.9831	.9819	.9807
24°	.9937	.9929	.9921	.9912	.9903	.9893	.9883	.9873	.9862	.9851	.9840	.9828	.9817	.9804	.9791
25°	.9932	.9923	.9914	.9905	.9895	.9885	.9874	.9863	.9851	.9839	.9827	.9814	.9802	.9788	.9774
26°	.9927	.9917	.9908	.9897	.9887	.9876	.9864	.9853	.9840	.9827	.9813	.9800	.9786	.9771	.9757
27°	.9922	.9911	.9901	.9890	.9879	.9867	.9854	.9842	.9828	.9814	.9800	.9785	.9770	.9754	.9740
28°	.9916	.9905	.9894	.9882	.9870	.9858	.9844	.9831	.9816	.9801	.9786	.9770	.9754	.9737	.9721
29°	.9910	.9899	.9887	.9875	.9862	.9848	.9834	.9819	.9804	.9787	.9772	.9755	.9738	.9720	.9702
30°	.9905	.9893	.9880	.9867	.9853	.9837	.9823	.9807	.9792	.9774	.9757	.9739	.9721	.9701	.9682
31°	.9899	.9886	.9872	.9858	.9844	.9827	.9812	.9795	.9779	.9760	.9741	.9723	.9704	.9683	.9662
32°	.9893	.9879	.9864	.9850	.9834	.9817	.9801	.9783	.9765	.9745	.9726	.9706	.9686	.9664	.9642
33°	.9887	.9872	.9857	.9842	.9825	.9807	.9790	.9771	.9751	.9731	.9710	.9689	.9668	.9645	.9622
34°	.9881	.9865	.9850	.9833	.9815	.9797	.9778	.9758	.9737	.9716	.9695	.9672	.9650	.9625	.9601
35°	.9874	.9858	.9842	.9824	.9806	.9786	.9767	.9745	.9723	.9702	.9679	.9655	.9631	.9606	.9580
36°	.9868	.9852	.9834	.9815	.9796	.9776	.9755	.9732	.9709	.9687	.9663	.9637	.9612	.9585	.9559
37°	.9861	.9845	.9826	.9806	.9786	.9765	.9742	.9719	.9696	.9671	.9647	.9620	.9592	.9564	.9537
38°	.9855	.9837	.9817	.9797	.9776	.9754	.9730	.9706	.9681	.9655	.9630	.9602	.9573	.9543	.9515
39°	.9849	.9829	.9809	.9788	.9765	.9742	.9718	.9693	.9667	.9640	.9612	.9584	.9554	.9522	.9492
40°	.9842	.9822	.9801	.9779	.9755	.9730	.9706	.9680	.9652	.9624	.9594	.9565	.9534	.9501	.9469
41°	.9835	.9814	.9792	.9770	.9745	.9719	.9693	.9666	.9637	.9608	.9577	.9546	.9514	.9481	.9446
42°	.9829	.9807	.9783	.9760	.9734	.9708	.9680	.9652	.9622	.9592	.9560	.9527	.9494	.9460	.9423
43°	.9822	.9799	.9775	.9750	.9724	.9697	.9668	.9638	.9607	.9576	.9543	.9508	.9474	.9438	.9400
44°	.9815	.9791	.9767	.9741	.9713	.9686	.9655	.9624	.9592	.9560	.9525	.9490	.9453	.9416	.9377
45°	.9808	.9784	.9758	.9731	.9703	.9674	.9643	.9611	.9578	.9543	.9507	.9471	.9433	.9394	.9354

续 表

系数 φ / α	岩层倾向与剖面方向间夹角														
	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
46°	.9801	.9776	.9750	.9722	.9692	.9662	.9630	.9598	.9563	.9527	.9490	.9452	.9412	.9372	.9331
47°	.9794	.9768	.9742	.9713	.9682	.9651	.9617	.9584	.9548	.9510	.9473	.9433	.9392	.9350	.9308
48°	.9788	.9761	.9733	.9703	.9672	.9639	.9605	.9569	.9532	.9494	.9455	.9414	.9372	.9328	.9284
49°	.9782	.9754	.9724	.9693	.9662	.9627	.9592	.9555	.9517	.9478	.9437	.9395	.9352	.9307	.9261
50°	.9775	.9746	.9716	.9684	.9651	.9615	.9579	.9542	.9502	.9461	.9419	.9376	.9331	.9285	.9237
51°	.9768	.9739	.9707	.9674	.9641	.9604	.9567	.9528	.9488	.9445	.9402	.9357	.9311	.9264	.9214
52°	.9762	.9731	.9699	.9665	.9631	.9593	.9555	.9514	.9473	.9429	.9384	.9338	.9291	.9242	.9191
53°	.9755	.9724	.9691	.9656	.9620	.9582	.9542	.9500	.9458	.9413	.9367	.9320	.9271	.9220	.9168
54°	.9748	.9716	.9682	.9647	.9610	.9571	.9530	.9487	.9443	.9398	.9350	.9301	.9251	.9199	.9145
55°	.9742	.9709	.9674	.9638	.9600	.9559	.9518	.9474	.9429	.9382	.9333	.9283	.9231	.9178	.9123
56°	.9736	.9701	.9666	.9629	.9590	.9548	.9506	.9461	.9416	.9367	.9317	.9264	.9212	.9157	.9100
57°	.9730	.9694	.9658	.9620	.9580	.9538	.9494	.9448	.9401	.9352	.9300	.9247	.9193	.9136	.9078
58°	.9723	.9688	.9651	.9611	.9570	.9527	.9482	.9435	.9386	.9336	.9283	.9229	.9173	.9116	.9057
59°	.9717	.9681	.9643	.9603	.9560	.9516	.9470	.9423	.9372	.9321	.9267	.9212	.9155	.9096	.9035
60°	.9711	.9674	.9635	.9594	.9551	.9506	.9458	.9410	.9359	.9306	.9251	.9195	.9136	.9076	.9012
61°	.9705	.9667	.9628	.9586	.9543	.9496	.9447	.9398	.9345	.9292	.9236	.9178	.9118	.9056	.8992
62°	.9699	.9661	.9621	.9578	.9534	.9486	.9437	.9386	.9332	.9278	.9221	.9161	.9100	.9037	.8972
63°	.9694	.9655	.9614	.9570	.9524	.9477	.9427	.9374	.9320	.9264	.9206	.9145	.9083	.9019	.8953
64°	.9689	.9649	.9607	.9562	.9515	.9467	.9416	.9363	.9308	.9250	.9191	.9129	.9066	.9001	.8933
65°	.9683	.9643	.9600	.9555	.9507	.9458	.9406	.9352	.9296	.9237	.9177	.9114	.9050	.8983	.8914
66°	.9678	.9637	.9593	.9548	.9500	.9449	.9396	.9342	.9284	.9224	.9163	.9099	.9034	.8966	.8896
67°	.9673	.9631	.9587	.9541	.9492	.9440	.9386	.9332	.9273	.9212	.9150	.9085	.9018	.8949	.8878
68°	.9668	.9626	.9581	.9534	.9484	.9432	.9377	.9321	.9262	.9200	.9137	.9071	.9003	.8932	.8861
69°	.9664	.9621	.9575	.9527	.9477	.9424	.9368	.9311	.9251	.9189	.9124	.9057	.8988	.8916	.8844
70°	.9659	.9616	.9569	.9521	.9470	.9416	.9360	.9302	.9241	.9178	.9112	.9043	.8974	.8901	.8828
71°	.9654	.9611	.9563	.9515	.9463	.9408	.9352	.9293	.9231	.9167	.9101	.9031	.8961	.8886	.8812
72°	.9650	.9606	.9558	.9509	.9456	.9401	.9344	.9284	.9222	.9157	.9090	.9019	.8948	.8873	.8797
73°	.9646	.9601	.9553	.9503	.9450	.9394	.9336	.9276	.9213	.9147	.9079	.9008	.8936	.8860	.8783
74°	.9642	.9597	.9548	.9498	.9444	.9388	.9329	.9268	.9204	.9138	.9069	.8997	.8924	.8848	.8769
75°	.9639	.9593	.9544	.9493	.9438	.9382	.9323	.9260	.9196	.9129	.9060	.8987	.8913	.8836	.8756
76°	.9636	.9589	.9540	.9488	.9433	.9377	.9317	.9253	.9189	.9121	.9051	.8978	.8902	.8825	.8744
77°	.9633	.9585	.9536	.9483	.9428	.9372	.9311	.9247	.9182	.9113	.9042	.8969	.8892	.8814	.8733
78°	.9630	.9582	.9532	.9479	.9424	.9367	.9305	.9241	.9175	.9106	.9034	.8960	.8883	.8804	.8722
79°	.9627	.9579	.9529	.9475	.9420	.9362	.9300	.9235	.9169	.9099	.9027	.8952	.8875	.8795	.8712
80°	.9625	.9577	.9526	.9472	.9416	.9357	.9295	.9230	.9163	.9093	.9020	.8945	.8867	.8787	.8703
81°	.9622	.9574	.9523	.9469	.9412	.9353	.9291	.9225	.9158	.9088	.9014	.8938	.8860	.8779	.8695
82°	.9620	.9572	.9520	.9466	.9409	.9349	.9287	.9221	.9153	.9083	.9009	.8932	.8854	.8772	.8688
83°	.9618	.9570	.9518	.9464	.9406	.9346	.9283	.9217	.9149	.9078	.9004	.8927	.8848	.8766	.8682
84°	.9617	.9568	.9516	.9462	.9404	.9343	.9280	.9214	.9145	.9074	.9000	.8923	.8843	.8761	.8676
85°	.9616	.9566	.9514	.9460	.9402	.9341	.9278	.9211	.9142	.9071	.8996	.8919	.8839	.8756	.8671
86°	.9615	.9565	.9513	.9458	.9400	.9339	.9276	.9209	.9140	.9068	.8993	.8916	.8836	.8752	.8667
87°	.9614	.9564	.9512	.9457	.9399	.9338	.9274	.9207	.9138	.9066	.8991	.8913	.8833	.8750	.8664
88°	.9613	.9563	.9511	.9456	.9398	.9337	.9273	.9206	.9137	.9064	.8989	.8911	.8831	.8748	.8662
89°	.9613	.9563	.9511	.9455	.9397	.9336	.9272	.9205	.9136	.9062	.8988	.8910	.8830	.8747	.8661

续 表

系数 φ / α	岩层倾向与剖面方向间夹角														
	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°	41°	42°	43°	44°	45°
1°	1	1	1	1	1	1	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999
2°	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997
3°	.9996	.9996	.9996	.9996	.9995	.9995	.9995	.9995	.9995	.9994	.9994	.9994	.9994	.9993	.9993
4°	.9994	.9993	.9993	.9992	.9992	.9992	.9991	.9991	.9990	.9990	.9990	.9989	.9989	.9988	.9988
5°	.9990	.9989	.9989	.9988	.9988	.9987	.9986	.9986	.9985	.9984	.9984	.9983	.9982	.9982	.9981
6°	.9986	.9985	.9984	.9983	.9982	.9981	.9980	.9979	.9978	.9977	.9976	.9976	.9975	.9974	.9973
7°	.9980	.9979	.9978	.9977	.9976	.9974	.9973	.9972	.9971	.9969	.9968	.9967	.9965	.9964	.9963
8°	.9974	.9973	.9971	.9970	.9968	.9966	.9965	.9963	.9962	.9960	.9958	.9957	.9955	.9953	.9952
9°	.9968	.9966	.9964	.9962	.9960	.9958	.9956	.9954	.9951	.9949	.9947	.9945	.9943	.9941	.9939
10°	.9960	.9957	.9955	.9953	.9950	.9948	.9945	.9943	.9940	.9938	.9935	.9932	.9930	.9927	.9924
11°	.9952	.9949	.9946	.9943	.9940	.9937	.9934	.9931	.9928	.9924	.9921	.9918	.9915	.9912	.9909
12°	.9943	.9939	.9935	.9932	.9929	.9925	.9921	.9918	.9914	.9910	.9907	.9903	.9899	.9895	.9891
13°	.9933	.9929	.9925	.9921	.9917	.9912	.9908	.9904	.9899	.9895	.9891	.9886	.9882	.9877	.9873
14°	.9922	.9917	.9913	.9908	.9904	.9899	.9894	.9889	.9883	.9878	.9873	.9868	.9863	.9858	.9853
15°	.9911	.9905	.9900	.9894	.9889	.9884	.9878	.9872	.9867	.9861	.9855	.9849	.9843	.9837	.9831
16°	.9899	.9893	.9887	.9880	.9874	.9868	.9862	.9855	.9849	.9842	.9835	.9829	.9822	.9815	.9808
17°	.9886	.9879	.9873	.9865	.9858	.9852	.9845	.9837	.9829	.9822	.9815	.9807	.9799	.9791	.9784
18°	.9873	.9865	.9858	.9850	.9842	.9834	.9826	.9818	.9809	.9801	.9793	.9784	.9775	.9767	.9758
19°	.9859	.9850	.9841	.9833	.9824	.9815	.9806	.9797	.9788	.9779	.9769	.9760	.9750	.9741	.9731
20°	.9844	.9834	.9825	.9815	.9806	.9796	.9786	.9776	.9766	.9756	.9745	.9735	.9724	.9713	.9703
21°	.9828	.9818	.9808	.9797	.9786	.9776	.9765	.9754	.9743	.9731	.9719	.9708	.9697	.9685	.9674
22°	.9812	.9801	.9790	.9778	.9767	.9755	.9743	.9731	.9718	.9706	.9693	.9681	.9668	.9655	.9643
23°	.9796	.9783	.9771	.9758	.9745	.9733	.9720	.9707	.9693	.9680	.9666	.9652	.9639	.9625	.9610
24°	.9778	.9765	.9752	.9738	.9724	.9710	.9696	.9681	.9667	.9652	.9637	.9622	.9608	.9593	.9578
25°	.9760	.9746	.9732	.9717	.9701	.9686	.9671	.9656	.9640	.9624	.9608	.9592	.9576	.9560	.9543
26°	.9741	.9726	.9711	.9695	.9679	.9662	.9646	.9629	.9612	.9595	.9578	.9560	.9543	.9525	.9508
27°	.9723	.9706	.9689	.9672	.9655	.9637	.9620	.9602	.9583	.9564	.9546	.9527	.9508	.9490	.9471
28°	.9703	.9685	.9668	.9649	.9631	.9612	.9593	.9573	.9554	.9534	.9514	.9494	.9474	.9453	.9433
29°	.9683	.9664	.9645	.9626	.9606	.9585	.9565	.9545	.9523	.9502	.9481	.9459	.9438	.9416	.9394
30°	.9663	.9642	.9622	.9602	.9580	.9558	.9538	.9515	.9492	.9470	.9447	.9424	.9401	.9377	.9354
31°	.9642	.9620	.9599	.9577	.9553	.9530	.9509	.9484	.9460	.9436	.9412	.9388	.9362	.9338	.9313
32°	.9620	.9597	.9574	.9551	.9526	.9502	.9479	.9453	.9427	.9402	.9376	.9351	.9325	.9298	.9271
33°	.9598	.9575	.9549	.9525	.9500	.9474	.9448	.9421	.9395	.9367	.9340	.9313	.9284	.9256	.9229
34°	.9576	.9551	.9525	.9499	.9471	.9444	.9417	.9388	.9361	.9332	.9303	.9273	.9244	.9215	.9185
35°	.9553	.9527	.9499	.9472	.9443	.9415	.9386	.9355	.9326	.9296	.9265	.9234	.9203	.9172	.9140
36°	.9531	.9502	.9473	.9445	.9415	.9385	.9354	.9323	.9291	.9259	.9226	.9194	.9161	.9129	.9095
37°	.9508	.9478	.9448	.9417	.9385	.9353	.9322	.9288	.9255	.9222	.9188	.9154	.9120	.9085	.9049
38°	.9485	.9454	.9421	.9389	.9356	.9323	.9289	.9254	.9219	.9184	.9149	.9111	.9076	.9039	.9003
39°	.9460	.9428	.9394	.9361	.9325	.9291	.9256	.9219	.9182	.9146	.9108	.9070	.9032	.8993	.8956
40°	.9435	.9402	.9367	.9331	.9295	.9258	.9222	.9183	.9146	.9107	.9068	.9028	.8988	.8948	.8908
41°	.9411	.9377	.9339	.9303	.9265	.9227	.9189	.9149	.9107	.9068	.9026	.8985	.8944	.8901	.8859
42°	.9387	.9351	.9312	.9273	.9235	.9194	.9155	.9112	.9070	.9028	.8985	.8941	.8898	.8854	.8810
43°	.9362	.9324	.9285	.9243	.9204	.9162	.9120	.9077	.9032	.8987	.8943	.8898	.8853	.8806	.8760
44°	.9338	.9298	.9256	.9215	.9173	.9129	.9085	.9039	.8993	.8949	.8901	.8854	.8807	.8758	.8711
45°	.9313	.9272	.9228	.9186	.9140	.9095	.9050	.9002	.8955	.8907	.8860	.8810	.8761	.8711	.8661

续 表

系数 φ / α	岩层倾向与剖面方向间夹角														
	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°	41°	42°	43°	44°	45°
46°	.9289	.9244	.9200	.9156	.9108	.9062	.9016	.8966	.8918	.8866	.8817	.8766	.8713	.8662	.8610
47°	.9263	.9218	.9172	.9125	.9078	.9030	.8980	.8929	.8877	.8826	.8774	.8721	.8667	.8614	.8558
48°	.9237	.9192	.9144	.9095	.9047	.8995	.8946	.8891	.8839	.8784	.8731	.8676	.8620	.8564	.8509
49°	.9214	.9164	.9115	.9067	.9015	.8963	.8910	.8856	.8801	.8744	.8689	.8632	.8573	.8515	.8458
50°	.9190	.9138	.9088	.9035	.8984	.8928	.8876	.8818	.8761	.8705	.8645	.8587	.8526	.8466	.8405
51°	.9165	.9112	.9059	.9005	.8952	.8895	.8841	.8781	.8722	.8664	.8603	.8543	.8480	.8418	.8356
52°	.9139	.9087	.9033	.8977	.8919	.8863	.8805	.8745	.8684	.8622	.8561	.8497	.8434	.8368	.8304
53°	.9115	.9062	.9006	.8948	.8888	.8830	.8770	.8708	.8645	.8581	.8518	.8452	.8387	.8320	.8254
54°	.9091	.9035	.8977	.8918	.8859	.8796	.8736	.8670	.8608	.8542	.8474	.8409	.8339	.8272	.8201
55°	.9066	.9008	.8948	.8889	.8829	.8763	.8702	.8636	.8569	.8501	.8434	.8363	.8295	.8222	.8152
56°	.9043	.8983	.8922	.8860	.8798	.8733	.8670	.8599	.8532	.8462	.8392	.8320	.8248	.8176	.8101
57°	.9019	.8957	.8896	.8833	.8768	.8701	.8636	.8564	.8494	.8424	.8351	.8277	.8203	.8126	.8052
58°	.8996	.8933	.8869	.8804	.8737	.8669	.8600	.8529	.8457	.8384	.8311	.8233	.8157	.8080	.8003
59°	.8972	.8909	.8844	.8776	.8707	.8638	.8567	.8493	.8419	.8344	.8271	.8192	.8114	.8035	.7953
60°	.8950	.8885	.8818	.8749	.8679	.8607	.8534	.8460	.8384	.8307	.8229	.8149	.8070	.7988	.7905
61°	.8928	.8861	.8793	.8723	.8651	.8577	.8503	.8427	.8349	.8271	.8189	.8108	.8025	.7943	.7859
62°	.8906	.8838	.8769	.8696	.8624	.8548	.8472	.8394	.8314	.8234	.8151	.8067	.7984	.7899	.7813
63°	.8885	.8815	.8744	.8670	.8596	.8519	.8441	.8361	.8280	.8198	.8113	.8027	.7942	.7854	.7766
64°	.8864	.8793	.8720	.8645	.8570	.8491	.8411	.8330	.8247	.8163	.8076	.7988	.7901	.7812	.7720
65°	.8844	.8771	.8697	.8621	.8543	.8463	.8382	.8299	.8214	.8128	.8040	.7950	.7862	.7770	.7676
66°	.8824	.8750	.8674	.8597	.8517	.8436	.8353	.8269	.8182	.8094	.8005	.7913	.7822	.7730	.7633
67°	.8805	.8730	.8652	.8574	.8492	.8410	.8325	.8240	.8151	.8061	.7971	.7878	.7783	.7690	.7590
68°	.8786	.8710	.8631	.8551	.8469	.8384	.8298	.8211	.8121	.8030	.7938	.7844	.7746	.7651	.7549
69°	.8768	.8691	.8611	.8529	.8446	.8360	.8272	.8184	.8092	.7999	.7906	.7810	.7711	.7613	.7510
70°	.8751	.8672	.8591	.8508	.8423	.8336	.8247	.8157	.8064	.7970	.7874	.7776	.7677	.7576	.7473
71°	.8734	.8654	.8572	.8488	.8401	.8313	.8223	.8131	.8037	.7942	.7844	.7745	.7644	.7541	.7436
72°	.8718	.8637	.8554	.8469	.8381	.8291	.8200	.8106	.8011	.7914	.7815	.7715	.7612	.7507	.7401
73°	.8703	.8621	.8537	.8450	.8361	.8271	.8178	.8083	.7986	.7888	.7787	.7685	.7581	.7475	.7367
74°	.8689	.8606	.8520	.8433	.8343	.8251	.8157	.8061	.7962	.7863	.7761	.7657	.7552	.7444	.7335
75°	.8675	.8591	.8504	.8416	.8325	.8232	.8137	.8040	.7940	.7839	.7736	.7631	.7524	.7415	.7304
76°	.8662	.8577	.8490	.8401	.8308	.8214	.8119	.8020	.7919	.7816	.7713	.7606	.7497	.7387	.7275
77°	.8650	.8564	.8476	.8386	.8292	.8197	.8101	.8001	.7900	.7795	.7691	.7582	.7472	.7361	.7248
78°	.8638	.8552	.8463	.8372	.8278	.8182	.8084	.7983	.7881	.7776	.7669	.7561	.7449	.7337	.7222
79°	.8627	.8540	.8451	.8359	.8264	.8168	.8068	.7967	.7864	.7758	.7650	.7541	.7428	.7315	.7198
80°	.8618	.8530	.8440	.8347	.8252	.8154	.8054	.7952	.7848	.7741	.7633	.7522	.7409	.7294	.7177
81°	.8610	.8521	.8430	.8336	.8241	.8142	.8041	.7939	.7834	.7726	.7617	.7505	.7392	.7275	.7157
82°	.8602	.8513	.8421	.8326	.8231	.8130	.8030	.7927	.7821	.7712	.7602	.7490	.7376	.7258	.7138
83°	.8595	.8505	.8412	.8318	.8221	.8120	.8020	.7916	.7809	.7700	.7589	.7476	.7361	.7243	.7123
84°	.8589	.8498	.8405	.8311	.8213	.8112	.8011	.7906	.7799	.7690	.7578	.7464	.7348	.7230	.7110
85°	.8584	.8493	.8400	.8305	.8207	.8106	.8004	.7898	.7791	.7681	.7569	.7454	.7338	.7219	.7098
86°	.8579	.8488	.8395	.8300	.8202	.8101	.7998	.7892	.7784	.7674	.7561	.7446	.7329	.7210	.7088
87°	.8576	.8484	.8392	.8296	.8197	.8096	.7993	.7887	.7778	.7668	.7555	.7440	.7322	.7203	.7081
88°	.8573	.8482	.8389	.8293	.8194	.8093	.7989	.7883	.7774	.7664	.7551	.7435	.7318	.7198	.7076
89°	.8572	.8481	.8387	.8291	.8192	.8091	.7987	.7881	.7772	.7661	.7548	.7432	.7315	.7194	.7072

地信网论坛
BBS.3S001.COM

续 表

系数 φ / α	岩层倾向与剖面方向间夹角														
	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°	55°	56°	57°	58°	59°	60°
1°	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999
2°	.9997	.9997	.9997	.9997	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9995
3°	.9993	.9993	.9993	.9992	.9992	.9992	.9992	.9991	.9991	.9991	.9991	.9990	.9990	.9990	.9990
4°	.9987	.9987	.9987	.9986	.9986	.9985	.9985	.9985	.9984	.9984	.9983	.9983	.9982	.9982	.9982
5°	.9980	.9980	.9979	.9978	.9978	.9977	.9976	.9976	.9975	.9974	.9974	.9973	.9973	.9972	.9971
6°	.9972	.9971	.9970	.9969	.9968	.9967	.9966	.9965	.9964	.9963	.9962	.9962	.9961	.9960	.9959
7°	.9962	.9960	.9959	.9958	.9956	.9955	.9954	.9953	.9951	.9950	.9949	.9948	.9946	.9945	.9944
8°	.9950	.9948	.9946	.9945	.9943	.9941	.9940	.9938	.9936	.9935	.9933	.9932	.9930	.9929	.9927
9°	.9937	.9934	.9932	.9930	.9928	.9926	.9924	.9922	.9920	.9917	.9916	.9914	.9912	.9910	.9908
10°	.9922	.9919	.9917	.9914	.9911	.9909	.9906	.9903	.9901	.9898	.9896	.9893	.9891	.9889	.9886
11°	.9905	.9902	.9899	.9896	.9893	.9889	.9886	.9883	.9880	.9877	.9874	.9871	.9868	.9865	.9863
12°	.9888	.9884	.9880	.9876	.9872	.9869	.9865	.9861	.9857	.9854	.9850	.9847	.9843	.9840	.9837
13°	.9868	.9864	.9859	.9855	.9850	.9846	.9842	.9838	.9833	.9829	.9824	.9820	.9816	.9812	.9808
14°	.9848	.9842	.9837	.9832	.9827	.9822	.9817	.9812	.9807	.9802	.9797	.9792	.9787	.9783	.9778
15°	.9825	.9819	.9813	.9807	.9801	.9796	.9790	.9784	.9778	.9773	.9767	.9762	.9756	.9751	.9746
16°	.9802	.9795	.9788	.9781	.9775	.9768	.9761	.9755	.9748	.9742	.9736	.9729	.9723	.9717	.9711
17°	.9776	.9769	.9761	.9754	.9746	.9738	.9731	.9724	.9716	.9709	.9702	.9695	.9688	.9681	.9674
18°	.9750	.9742	.9733	.9724	.9716	.9707	.9699	.9691	.9683	.9674	.9666	.9658	.9650	.9643	.9635
19°	.9722	.9712	.9703	.9694	.9684	.9675	.9665	.9656	.9647	.9638	.9629	.9620	.9611	.9603	.9594
20°	.9692	.9682	.9671	.9661	.9651	.9640	.9630	.9620	.9610	.9600	.9589	.9580	.9570	.9561	.9551
21°	.9662	.9650	.9639	.9627	.9616	.9605	.9593	.9581	.9570	.9559	.9549	.9538	.9527	.9517	.9506
22°	.9630	.9617	.9605	.9592	.9579	.9567	.9554	.9542	.9530	.9518	.9506	.9494	.9482	.9470	.9459
23°	.9597	.9583	.9569	.9556	.9542	.9528	.9514	.9501	.9488	.9474	.9461	.9448	.9435	.9423	.9410
24°	.9562	.9547	.9532	.9517	.9502	.9487	.9473	.9458	.9443	.9429	.9414	.9400	.9387	.9373	.9359
25°	.9527	.9511	.9494	.9478	.9461	.9445	.9429	.9414	.9398	.9381	.9366	.9351	.9336	.9321	.9306
26°	.9490	.9472	.9454	.9437	.9419	.9402	.9385	.9367	.9350	.9333	.9316	.9300	.9283	.9267	.9251
27°	.9451	.9433	.9414	.9395	.9376	.9357	.9338	.9320	.9301	.9282	.9265	.9247	.9229	.9212	.9195
28°	.9412	.9392	.9372	.9351	.9331	.9311	.9291	.9271	.9250	.9231	.9212	.9192	.9173	.9155	.9136
29°	.9373	.9351	.9328	.9307	.9285	.9263	.9242	.9220	.9199	.9177	.9157	.9136	.9116	.9096	.9076
30°	.9331	.9308	.9284	.9261	.9238	.9214	.9191	.9169	.9146	.9123	.9101	.9078	.9057	.9035	.9014
31°	.9288	.9264	.9238	.9214	.9189	.9164	.9139	.9115	.9090	.9067	.9042	.9019	.8996	.8973	.8950
32°	.9245	.9219	.9191	.9165	.9139	.9113	.9087	.9061	.9034	.9009	.8984	.8958	.8933	.8909	.8885
33°	.9201	.9172	.9144	.9117	.9088	.9060	.9033	.9005	.8977	.8950	.8922	.8896	.8869	.8844	.8818
34°	.9155	.9125	.9095	.9066	.9036	.9006	.8977	.8948	.8919	.8889	.8861	.8832	.8804	.8776	.8749
35°	.9109	.9078	.9046	.9014	.8983	.8952	.8920	.8889	.8858	.8828	.8797	.8767	.8737	.8708	.8679
36°	.9062	.9030	.8996	.8962	.8929	.8895	.8863	.8830	.8797	.8764	.8733	.8700	.8669	.8638	.8608
37°	.9015	.8979	.8945	.8909	.8874	.8839	.8804	.8770	.8734	.8700	.8667	.8633	.8600	.8567	.8535
38°	.8965	.8929	.8892	.8855	.8818	.8781	.8744	.8708	.8671	.8635	.8599	.8564	.8528	.8494	.8460
39°	.8917	.8878	.8839	.8800	.8761	.8722	.8684	.8645	.8607	.8569	.8531	.8494	.8457	.8420	.8385
40°	.8866	.8826	.8786	.8745	.8703	.8663	.8622	.8582	.8541	.8501	.8462	.8423	.8383	.8345	.8308
41°	.8817	.8774	.8731	.8689	.8646	.8603	.8560	.8518	.8475	.8433	.8391	.8350	.8309	.8269	.8230
42°	.8765	.8721	.8676	.8631	.8587	.8541	.8497	.8452	.8408	.8364	.8321	.8277	.8234	.8192	.8150
43°	.8714	.8667	.8621	.8573	.8526	.8479	.8434	.8386	.8341	.8293	.8248	.8203	.8158	.8113	.8070
44°	.8662	.8613	.8564	.8515	.8467	.8417	.8369	.8320	.8272	.8223	.8175	.8128	.8081	.8034	.7988
45°	.8609	.8560	.8508	.8457	.8406	.8355	.8304	.8252	.8202	.8151	.8102	.8051	.8002	.7954	.7906

续 表

系数 φ / α	岩层倾向与剖面方向间夹角														
	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°	55°	56°	57°	58°	59°	60°
46°	.8558	.8505	.8451	.8397	.8345	.8291	.8238	.8185	.8133	.8080	.8027	.7975	.7923	.7872	.7822
47°	.8504	.8450	.8395	.8339	.8284	.8228	.8172	.8117	.8061	.8007	.7952	.7898	.7844	.7791	.7739
48°	.8451	.8393	.8337	.8280	.8221	.8164	.8105	.8049	.7991	.7934	.7877	.7820	.7765	.7708	.7654
49°	.8399	.8339	.8279	.8220	.8160	.8099	.8039	.7980	.7920	.7860	.7801	.7742	.7684	.7626	.7568
50°	.8344	.8283	.8221	.8159	.8097	.8035	.7972	.7910	.7849	.7786	.7725	.7663	.7602	.7542	.7482
51°	.8291	.8227	.8164	.8100	.8036	.7970	.7906	.7841	.7776	.7713	.7649	.7584	.7521	.7458	.7397
52°	.8237	.8172	.8107	.8039	.7973	.7905	.7838	.7771	.7704	.7638	.7572	.7505	.7439	.7375	.7309
53°	.8185	.8117	.8048	.7980	.7911	.7841	.7772	.7702	.7632	.7564	.7495	.7425	.7357	.7289	.7223
54°	.8132	.8061	.7992	.7920	.7848	.7776	.7705	.7632	.7560	.7488	.7417	.7345	.7275	.7205	.7135
55°	.8079	.8007	.7934	.7860	.7786	.7712	.7637	.7564	.7489	.7414	.7341	.7267	.7193	.7120	.7048
56°	.8028	.7952	.7876	.7800	.7724	.7648	.7570	.7495	.7417	.7341	.7264	.7187	.7111	.7036	.7961
57°	.7976	.7898	.7820	.7742	.7662	.7584	.7504	.7425	.7346	.7266	.7188	.7108	.7030	.6951	.6874
58°	.7925	.7844	.7765	.7684	.7603	.7521	.7438	.7356	.7275	.7193	.7112	.7030	.6948	.6868	.6787
59°	.7872	.7791	.7710	.7626	.7543	.7459	.7374	.7289	.7205	.7120	.7037	.6951	.6868	.6783	.6701
60°	.7822	.7738	.7655	.7568	.7482	.7396	.7309	.7222	.7136	.7049	.6961	.6874	.6787	.6700	.6615
61°	.7773	.7687	.7600	.7511	.7423	.7335	.7245	.7156	.7067	.6977	.6886	.6797	.6707	.6618	.6529
62°	.7724	.7636	.7547	.7457	.7365	.7274	.7182	.7090	.6999	.6906	.6813	.6720	.6627	.6536	.6444
63°	.7676	.7586	.7495	.7402	.7309	.7214	.7120	.7025	.6932	.6836	.6741	.6644	.6549	.6455	.6361
64°	.7629	.7537	.7443	.7349	.7254	.7155	.7060	.6961	.6865	.6766	.6670	.6571	.6472	.6376	.6279
65°	.7584	.7488	.7393	.7296	.7199	.7098	.7001	.6899	.6801	.6699	.6600	.6499	.6397	.6298	.6197
66°	.7539	.7441	.7344	.7244	.7146	.7042	.6942	.6838	.6737	.6634	.6531	.6426	.6323	.6221	.6116
67°	.7494	.7395	.7296	.7194	.7094	.6987	.6884	.6778	.6674	.6569	.6463	.6356	.6249	.6145	.6037
68°	.7451	.7351	.7249	.7146	.7042	.6934	.6829	.6719	.6614	.6504	.6396	.6288	.6178	.6070	.5961
69°	.7409	.7307	.7202	.7097	.6991	.6882	.6775	.6663	.6554	.6442	.6332	.6221	.6108	.5997	.5885
70°	.7369	.7264	.7158	.7050	.6941	.6831	.6722	.6609	.6497	.6383	.6269	.6156	.6041	.5926	.5812
71°	.7331	.7222	.7114	.7006	.6895	.6782	.6670	.6556	.6440	.6325	.6210	.6093	.5976	.5858	.5741
72°	.7294	.7183	.7073	.6963	.6850	.6735	.6620	.6504	.6388	.6269	.6153	.6032	.5912	.5792	.5671
73°	.7258	.7147	.7035	.6922	.6807	.6690	.6572	.6455	.6339	.6215	.6097	.5974	.5850	.5729	.5604
74°	.7224	.7112	.6998	.6883	.6766	.6647	.6527	.6407	.6290	.6163	.6043	.5917	.5791	.5667	.5541
75°	.7192	.7078	.6962	.6845	.6727	.6607	.6486	.6363	.6241	.6115	.5990	.5863	.5736	.5608	.5479
76°	.7162	.7045	.6928	.6810	.6690	.6569	.6446	.6322	.6196	.6069	.5941	.5812	.5683	.5552	.5421
77°	.7133	.7015	.6896	.6777	.6655	.6532	.6407	.6282	.6153	.6025	.5895	.5764	.5632	.5499	.5366
78°	.7106	.6987	.6867	.6746	.6622	.6497	.6371	.6243	.6114	.5984	.5852	.5719	.5585	.5450	.5314
79°	.7081	.6961	.6840	.6717	.6591	.6465	.6338	.6208	.6077	.5946	.5812	.5677	.5541	.5404	.5265
80°	.7058	.6937	.6815	.6690	.6563	.6436	.6307	.6176	.6043	.5910	.5774	.5638	.5500	.5361	.5221
81°	.7037	.6915	.6792	.6666	.6538	.6409	.6280	.6143	.6012	.5878	.5741	.5602	.5462	.5321	.5180
82°	.7018	.6895	.6771	.6644	.6515	.6385	.6254	.6118	.5983	.5847	.5710	.5571	.5429	.5286	.5143
83°	.7002	.6878	.6752	.6625	.6495	.6364	.6231	.6096	.5960	.5822	.5683	.5542	.5399	.5255	.5110
84°	.6987	.6863	.6736	.6608	.6477	.6346	.6212	.6076	.5939	.5799	.5659	.5517	.5373	.5228	.5082
85°	.6975	.6850	.6723	.6594	.6462	.6330	.6195	.6058	.5920	.5780	.5639	.5495	.5351	.5204	.5057
86°	.6965	.6839	.6712	.6582	.6449	.6317	.6181	.6044	.5905	.5764	.5622	.5478	.5332	.5185	.5036
87°	.6957	.6831	.6703	.6573	.6440	.6306	.6170	.6033	.5893	.5752	.5609	.5464	.5318	.5170	.5021
88°	.6951	.6825	.6697	.6566	.6433	.6299	.6163	.6025	.5885	.5743	.5599	.5454	.5307	.5159	.5009
89°	.6948	.6821	.6693	.6562	.6429	.6295	.6158	.6020	.5880	.5738	.5594	.5448	.5301	.5153	.5002

续 表

系数 φ / α	岩层倾向与剖面方向间夹角														
	61°	62°	63°	64°	65°	66°	67°	68°	69°	70°	71°	72°	73°	74°	75°
1°	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999
2°	.9995	.9995	.9995	.9995	.9995	.9995	.9995	.9995	.9995	.9995	.9995	.9995	.9994	.9994	.9994
3°	.9990	.9989	.9989	.9989	.9989	.9989	.9988	.9988	.9988	.9988	.9988	.9988	.9988	.9987	.9987
4°	.9981	.9981	.9981	.9980	.9980	.9980	.9979	.9979	.9979	.9979	.9978	.9978	.9978	.9978	.9977
5°	.9971	.9970	.9970	.9969	.9969	.9968	.9968	.9967	.9967	.9966	.9966	.9966	.9965	.9965	.9965
6°	.9958	.9957	.9957	.9956	.9955	.9954	.9954	.9953	.9952	.9952	.9951	.9951	.9950	.9949	.9949
7°	.9943	.9942	.9941	.9940	.9939	.9938	.9937	.9936	.9935	.9934	.9933	.9933	.9932	.9931	.9930
8°	.9926	.9924	.9923	.9922	.9920	.9919	.9918	.9916	.9915	.9914	.9913	.9912	.9911	.9910	.9909
9°	.9906	.9904	.9902	.9901	.9899	.9897	.9896	.9894	.9893	.9891	.9890	.9889	.9888	.9886	.9885
10°	.9884	.9882	.9880	.9877	.9875	.9873	.9871	.9870	.9868	.9866	.9864	.9863	.9861	.9860	.9858
11°	.9860	.9857	.9855	.9852	.9849	.9847	.9845	.9842	.9840	.9838	.9836	.9834	.9832	.9830	.9829
12°	.9833	.9830	.9827	.9824	.9821	.9818	.9815	.9812	.9810	.9807	.9805	.9803	.9800	.9798	.9796
13°	.9805	.9801	.9797	.9794	.9790	.9787	.9783	.9780	.9777	.9774	.9771	.9769	.9766	.9763	.9761
14°	.9774	.9769	.9765	.9761	.9757	.9753	.9749	.9745	.9742	.9738	.9735	.9732	.9729	.9726	.9723
15°	.9740	.9735	.9730	.9726	.9721	.9716	.9712	.9708	.9704	.9700	.9696	.9692	.9689	.9686	.9683
16°	.9705	.9699	.9694	.9688	.9683	.9678	.9673	.9668	.9663	.9659	.9654	.9650	.9647	.9643	.9639
17°	.9668	.9661	.9655	.9649	.9643	.9637	.9631	.9626	.9620	.9615	.9610	.9606	.9601	.9597	.9593
18°	.9628	.9620	.9613	.9606	.9600	.9593	.9587	.9581	.9575	.9569	.9564	.9559	.9554	.9549	.9544
19°	.9586	.9578	.9570	.9562	.9555	.9548	.9541	.9534	.9527	.9521	.9515	.9509	.9503	.9498	.9493
20°	.9542	.9533	.9524	.9516	.9508	.9500	.9492	.9484	.9477	.9470	.9463	.9456	.9450	.9444	.9439
21°	.9496	.9486	.9477	.9467	.9458	.9449	.9440	.9432	.9424	.9416	.9408	.9401	.9394	.9388	.9382
22°	.9448	.9437	.9427	.9416	.9406	.9396	.9387	.9377	.9368	.9360	.9352	.9344	.9336	.9329	.9322
23°	.9398	.9386	.9374	.9363	.9353	.9341	.9331	.9321	.9311	.9302	.9293	.9284	.9276	.9268	.9260
24°	.9346	.9333	.9320	.9308	.9296	.9284	.9273	.9262	.9251	.9241	.9231	.9222	.9213	.9204	.9196
25°	.9292	.9278	.9264	.9250	.9237	.9225	.9213	.9201	.9189	.9178	.9167	.9157	.9147	.9138	.9129
26°	.9236	.9221	.9206	.9191	.9177	.9163	.9150	.9137	.9124	.9112	.9100	.9089	.9079	.9069	.9059
27°	.9178	.9161	.9145	.9129	.9114	.9100	.9085	.9071	.9057	.9044	.9032	.9020	.9009	.8998	.8987
28°	.9118	.9100	.9083	.9066	.9050	.9034	.9018	.9003	.8988	.8974	.8961	.8948	.8936	.8924	.8913
29°	.9057	.9038	.9019	.9000	.8983	.8966	.8949	.8933	.8917	.8902	.8888	.8874	.8860	.8848	.8836
30°	.8993	.8973	.8953	.8933	.8915	.8896	.8878	.8860	.8844	.8827	.8812	.8797	.8783	.8769	.8756
31°	.8928	.8906	.8885	.8864	.8844	.8824	.8805	.8786	.8768	.8751	.8734	.8718	.8703	.8689	.8675
32°	.8861	.8838	.8815	.8793	.8771	.8750	.8729	.8709	.8690	.8672	.8654	.8637	.8621	.8605	.8591
33°	.8793	.8768	.8744	.8720	.8697	.8674	.8652	.8631	.8611	.8591	.8572	.8554	.8537	.8520	.8504
34°	.8722	.8696	.8671	.8646	.8621	.8597	.8574	.8551	.8529	.8508	.8488	.8468	.8450	.8433	.8416
35°	.8651	.8623	.8595	.8569	.8543	.8517	.8493	.8469	.8445	.8423	.8402	.8381	.8361	.8343	.8325
36°	.8577	.8548	.8519	.8491	.8463	.8436	.8410	.8385	.8360	.8336	.8313	.8291	.8271	.8251	.8232
37°	.8503	.8472	.8441	.8411	.8382	.8353	.8325	.8299	.8273	.8247	.8223	.8200	.8178	.8157	.8137
38°	.8427	.8394	.8361	.8329	.8298	.8268	.8239	.8211	.8184	.8157	.8131	.8106	.8083	.8061	.8040
39°	.8349	.8314	.8280	.8247	.8214	.8182	.8151	.8121	.8092	.8064	.8037	.8011	.7986	.7963	.7940
40°	.8270	.8233	.8197	.8162	.8128	.8095	.8062	.8030	.8000	.7970	.7941	.7914	.7888	.7863	.7839
41°	.8190	.8151	.8113	.8076	.8040	.8005	.7971	.7938	.7905	.7873	.7843	.7815	.7787	.7761	.7736
42°	.8109	.8068	.8028	.7989	.7951	.7914	.7878	.7843	.7809	.7776	.7744	.7714	.7685	.7657	.7631
43°	.8027	.7984	.7942	.7901	.7861	.7822	.7784	.7747	.7711	.7676	.7643	.7611	.7580	.7551	.7523
44°	.7942	.7898	.7854	.7811	.7769	.7728	.7688	.7649	.7612	.7576	.7541	.7507	.7475	.7444	.7415
45°	.7858	.7812	.7766	.7721	.7677	.7634	.7592	.7551	.7511	.7473	.7436	.7401	.7367	.7335	.7304

续 表

系数 φ / α	岩层倾向与剖面方向间夹角														
	61°	62°	63°	64°	65°	66°	67°	68°	69°	70°	71°	72°	73°	74°	75°
46°	.7772	.7724	.7676	.7629	.7583	.7537	.7494	.7451	.7410	.7369	.7331	.7294	.7258	.7224	.7192
47°	.7687	.7636	.7586	.7536	.7488	.7441	.7395	.7350	.7306	.7264	.7224	.7185	.7147	.7112	.7078
48°	.7600	.7546	.7494	.7443	.7392	.7343	.7295	.7248	.7202	.7158	.7116	.7075	.7035	.6998	.6962
49°	.7512	.7456	.7402	.7348	.7295	.7243	.7193	.7144	.7096	.7050	.7006	.6963	.6922	.6883	.6845
50°	.7424	.7366	.7309	.7252	.7197	.7144	.7091	.7039	.6990	.6942	.6895	.6850	.6807	.6766	.6727
51°	.7335	.7274	.7215	.7157	.7099	.7042	.6987	.6934	.6882	.6832	.6783	.6736	.6691	.6648	.6607
52°	.7245	.7182	.7120	.7060	.7000	.6941	.6883	.6827	.6773	.6721	.6670	.6621	.6574	.6529	.6486
53°	.7156	.7090	.7026	.6962	.6900	.6838	.6779	.6721	.6664	.6609	.6556	.6505	.6455	.6408	.6363
54°	.7067	.6998	.6931	.6865	.6800	.6736	.6674	.6614	.6555	.6497	.6441	.6387	.6336	.6287	.6239
55°	.6977	.6905	.6835	.6767	.6700	.6634	.6569	.6505	.6443	.6383	.6325	.6270	.6216	.6164	.6115
56°	.6886	.6813	.6741	.6669	.6599	.6530	.6463	.6397	.6332	.6270	.6209	.6151	.6095	.6041	.5990
57°	.6797	.6721	.6645	.6571	.6498	.6427	.6357	.6288	.6220	.6155	.6093	.6032	.5973	.5917	.5863
58°	.6707	.6628	.6550	.6473	.6397	.6323	.6250	.6179	.6109	.6041	.5975	.5912	.5850	.5792	.5736
59°	.6618	.6536	.6455	.6376	.6297	.6220	.6144	.6069	.5997	.5926	.5858	.5792	.5728	.5667	.5608
60°	.6529	.6444	.6361	.6279	.6197	.6116	.6037	.5961	.5886	.5812	.5740	.5671	.5604	.5540	.5480
61°	.6440	.6354	.6267	.6181	.6096	.6013	.5932	.5851	.5773	.5697	.5623	.5550	.5482	.5414	.5351
62°	.6354	.6264	.6174	.6084	.5997	.5911	.5827	.5742	.5661	.5582	.5505	.5430	.5357	.5288	.5221
63°	.6267	.6173	.6081	.5988	.5898	.5809	.5721	.5634	.5550	.5468	.5388	.5309	.5234	.5162	.5092
64°	.6182	.6084	.5989	.5894	.5801	.5708	.5617	.5528	.5440	.5354	.5270	.5189	.5111	.5035	.4963
65°	.6097	.5997	.5898	.5801	.5703	.5608	.5514	.5422	.5331	.5242	.5154	.5070	.4988	.4909	.4834
66°	.6014	.5911	.5808	.5708	.5607	.5509	.5412	.5317	.5222	.5129	.5039	.4951	.4866	.4784	.4705
67°	.5932	.5826	.5720	.5616	.5513	.5412	.5311	.5212	.5114	.5018	.4924	.4833	.4745	.4659	.4577
68°	.5852	.5743	.5635	.5527	.5421	.5316	.5211	.5108	.5007	.4908	.4811	.4717	.4624	.4535	.4449
69°	.5774	.5662	.5550	.5439	.5330	.5222	.5113	.5007	.4903	.4800	.4699	.4601	.4505	.4412	.4322
70°	.5698	.5582	.5468	.5354	.5241	.5130	.5018	.4908	.4801	.4693	.4589	.4487	.4387	.4290	.4197
71°	.5623	.5506	.5387	.5271	.5155	.5039	.4925	.4811	.4700	.4588	.4481	.4374	.4271	.4171	.4073
72°	.5551	.5431	.5310	.5189	.5070	.4951	.4833	.4717	.4600	.4487	.4374	.4265	.4157	.4053	.3950
73°	.5482	.5357	.5235	.5111	.4988	.4866	.4744	.4624	.4505	.4387	.4271	.4157	.4045	.3936	.3831
74°	.5415	.5287	.5161	.5036	.4910	.4784	.4660	.4535	.4412	.4290	.4171	.4052	.3936	.3823	.3713
75°	.5350	.5221	.5092	.4963	.4833	.4704	.4577	.4448	.4322	.4197	.4073	.3950	.3831	.3714	.3598
76°	.5290	.5159	.5026	.4893	.4761	.4628	.4496	.4366	.4237	.4108	.3979	.3853	.3729	.3606	.3487
77°	.5232	.5098	.4963	.4828	.4692	.4557	.4422	.4287	.4155	.4021	.3890	.3758	.3630	.3503	.3379
78°	.5177	.5039	.4903	.4766	.4627	.4490	.4350	.4214	.4076	.3938	.3804	.3669	.3536	.3405	.3276
79°	.5127	.4988	.4847	.4707	.4566	.4426	.4284	.4144	.4001	.3861	.3723	.3584	.3447	.3312	.3178
80°	.5081	.4939	.4795	.4652	.4509	.4367	.4223	.4078	.3933	.3790	.3647	.3503	.3362	.3223	.3084
81°	.5038	.4892	.4749	.4603	.4457	.4311	.4164	.4017	.3869	.3723	.3575	.3431	.3284	.3140	.2997
82°	.4999	.4853	.4706	.4559	.4409	.4260	.4112	.3962	.3811	.3662	.3511	.3363	.3212	.3064	.2917
83°	.4964	.4816	.4670	.4519	.4368	.4217	.4064	.3912	.3759	.3607	.3453	.3301	.3147	.2994	.2843
84°	.4934	.4785	.4636	.4483	.4331	.4179	.4024	.3871	.3713	.3559	.3401	.3248	.3090	.2934	.2778
85°	.4908	.4757	.4606	.4453	.4299	.4145	.3989	.3832	.3675	.3517	.3357	.3201	.3039	.2880	.2721
86°	.4886	.4735	.4582	.4428	.4273	.4117	.3960	.3802	.3642	.3483	.3322	.3161	.2999	.2837	.2675
87°	.4870	.4717	.4564	.4409	.4253	.4095	.3937	.3777	.3617	.3455	.3293	.3130	.2966	.2802	.2636
88°	.4858	.4705	.4551	.4395	.4238	.4080	.3921	.3760	.3596	.3436	.3272	.3108	.2943	.2777	.2610
89°	.4851	.4697	.4543	.4387	.4229	.4071	.3911	.3750	.3587	.3424	.3260	.3095	.2929	.2762	.2594

续 表

系数 φ / α	岩层倾向与剖面方向间夹角													
	76°	77°	78°	79°	80°	81°	82°	83°	84°	85°	86°	87°	88°	89°
1°	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999
2°	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994
3°	.9987	.9987	.9987	.9987	.9987	.9987	.9987	.9987	.9986	.9986	.9986	.9986	.9986	.9986
4°	.9977	.9977	.9977	.9977	.9976	.9976	.9976	.9976	.9976	.9976	.9976	.9976	.9976	.9976
5°	.9964	.9964	.9964	.9963	.9963	.9963	.9963	.9963	.9962	.9962	.9962	.9962	.9962	.9962
6°	.9948	.9948	.9948	.9947	.9947	.9947	.9946	.9946	.9946	.9946	.9946	.9945	.9945	.9945
7°	.9930	.9929	.9929	.9928	.9928	.9927	.9927	.9927	.9926	.9926	.9926	.9926	.9926	.9926
8°	.9908	.9908	.9907	.9906	.9906	.9905	.9905	.9904	.9904	.9903	.9903	.9903	.9903	.9903
9°	.9884	.9883	.9882	.9881	.9881	.9880	.9879	.9879	.9878	.9878	.9878	.9877	.9877	.9877
10°	.9857	.9856	.9855	.9854	.9853	.9852	.9851	.9850	.9850	.9849	.9849	.9849	.9849	.9848
11°	.9827	.9826	.9824	.9823	.9822	.9821	.9820	.9819	.9818	.9818	.9817	.9817	.9817	.9816
12°	.9794	.9793	.9791	.9790	.9788	.9787	.9786	.9785	.9784	.9783	.9783	.9782	.9782	.9782
13°	.9759	.9757	.9755	.9753	.9752	.9750	.9749	.9748	.9747	.9746	.9745	.9744	.9744	.9744
14°	.9721	.9718	.9716	.9714	.9712	.9710	.9709	.9707	.9706	.9705	.9704	.9704	.9703	.9703
15°	.9680	.9677	.9674	.9672	.9670	.9668	.9666	.9664	.9663	.9662	.9661	.9660	.9660	.9659
16°	.9636	.9633	.9630	.9627	.9625	.9622	.9620	.9619	.9617	.9616	.9615	.9614	.9613	.9613
17°	.9589	.9586	.9582	.9579	.9577	.9574	.9572	.9570	.9568	.9567	.9565	.9564	.9564	.9563
18°	.9540	.9536	.9532	.9529	.9526	.9523	.9520	.9518	.9516	.9514	.9513	.9512	.9511	.9511
19°	.9488	.9484	.9480	.9476	.9472	.9469	.9466	.9463	.9461	.9459	.9458	.9457	.9456	.9455
20°	.9433	.9429	.9424	.9420	.9416	.9412	.9409	.9406	.9404	.9402	.9400	.9399	.9398	.9397
21°	.9376	.9371	.9366	.9361	.9357	.9353	.9349	.9346	.9343	.9341	.9339	.9338	.9337	.9336
22°	.9316	.9310	.9305	.9300	.9295	.9291	.9287	.9283	.9280	.9278	.9276	.9274	.9273	.9272
23°	.9254	.9247	.9241	.9235	.9230	.9225	.9221	.9217	.9214	.9211	.9209	.9207	.9206	.9205
24°	.9188	.9181	.9174	.9168	.9163	.9158	.9153	.9149	.9145	.9142	.9140	.9138	.9137	.9136
25°	.9121	.9113	.9106	.9099	.9093	.9087	.9082	.9078	.9074	.9071	.9068	.9066	.9064	.9063
26°	.9050	.9042	.9034	.9027	.9020	.9014	.9009	.9004	.9000	.8996	.8993	.8991	.8989	.8988
27°	.8978	.8968	.8960	.8952	.8945	.8938	.8932	.8927	.8923	.8919	.8916	.8913	.8911	.8910
28°	.8902	.8892	.8883	.8875	.8867	.8860	.8854	.8848	.8843	.8839	.8836	.8833	.8831	.8830
29°	.8824	.8814	.8804	.8795	.8787	.8779	.8772	.8766	.8761	.8756	.8753	.8750	.8748	.8747
30°	.8744	.8733	.8723	.8713	.8704	.8696	.8688	.8682	.8676	.8671	.8667	.8664	.8662	.8661
31°	.8662	.8650	.8638	.8628	.8618	.8609	.8602	.8595	.8589	.8584	.8579	.8576	.8574	.8572
32°	.8577	.8564	.8552	.8541	.8530	.8521	.8512	.8505	.8499	.8493	.8489	.8485	.8483	.8481
33°	.8490	.8476	.8463	.8451	.8440	.8430	.8421	.8413	.8406	.8400	.8395	.8392	.8389	.8387
34°	.8400	.8385	.8372	.8359	.8347	.8336	.8327	.8318	.8311	.8305	.8300	.8296	.8293	.8291
35°	.8308	.8293	.8278	.8264	.8252	.8241	.8230	.8221	.8213	.8207	.8201	.8197	.8194	.8192
36°	.8214	.8198	.8182	.8168	.8154	.8142	.8131	.8122	.8114	.8107	.8101	.8096	.8093	.8091
37°	.8118	.8100	.8084	.8069	.8054	.8042	.8030	.8020	.8011	.8004	.7997	.7993	.7989	.7987
38°	.8020	.8001	.7984	.7967	.7952	.7939	.7927	.7916	.7906	.7898	.7892	.7887	.7883	.7881
39°	.7919	.7899	.7881	.7864	.7848	.7834	.7821	.7809	.7799	.7791	.7784	.7779	.7775	.7772
40°	.7817	.7796	.7776	.7758	.7741	.7726	.7713	.7700	.7690	.7681	.7674	.7668	.7664	.7661
41°	.7712	.7690	.7670	.7650	.7633	.7617	.7602	.7589	.7578	.7569	.7561	.7555	.7551	.7548
42°	.7606	.7582	.7560	.7540	.7522	.7505	.7490	.7476	.7464	.7454	.7446	.7440	.7435	.7432
43°	.7497	.7473	.7450	.7428	.7409	.7391	.7375	.7361	.7348	.7338	.7329	.7322	.7317	.7315
44°	.7387	.7361	.7337	.7314	.7294	.7275	.7258	.7243	.7230	.7219	.7210	.7203	.7198	.7194
45°	.7275	.7248	.7222	.7199	.7177	.7157	.7139	.7123	.7110	.7098	.7088	.7081	.7075	.7072

续 表

系数 Φ / α	岩层倾向与剖面方向间夹角													
	76°	77°	78°	79°	80°	81°	82°	83°	84°	85°	86°	87°	88°	89°
46°	.7161	.7133	.7106	.7081	.7058	.7037	.7018	.7002	.6987	.6975	.6965	.6957	.6951	.6948
47°	.7046	.7016	.6987	.6961	.6937	.6915	.6895	.6878	.6863	.6850	.6839	.6831	.6825	.6821
48°	.6928	.6897	.6867	.6840	.6815	.6791	.6771	.6752	.6736	.6723	.6711	.6703	.6696	.6693
49°	.6810	.6777	.6746	.6717	.6690	.6666	.6644	.6625	.6608	.6594	.6582	.6573	.6566	.6562
50°	.6690	.6655	.6622	.6592	.6564	.6539	.6516	.6495	.6478	.6463	.6450	.6440	.6433	.6429
51°	.6568	.6531	.6497	.6466	.6436	.6410	.6385	.6364	.6345	.6330	.6316	.6306	.6299	.6295
52°	.6445	.6407	.6371	.6337	.6307	.6279	.6254	.6231	.6211	.6195	.6181	.6170	.6163	.6158
53°	.6321	.6280	.6243	.6208	.6176	.6147	.6120	.6096	.6076	.6058	.6044	.6033	.6025	.6020
54°	.6195	.6153	.6114	.6077	.6044	.6013	.5985	.5960	.5938	.5920	.5905	.5893	.5885	.5880
55°	.6069	.6025	.5983	.5945	.5910	.5877	.5848	.5822	.5799	.5780	.5764	.5752	.5743	.5738
56°	.5941	.5895	.5852	.5812	.5774	.5740	.5710	.5682	.5659	.5639	.5622	.5609	.5599	.5594
57°	.5812	.5764	.5719	.5676	.5638	.5602	.5570	.5542	.5517	.5495	.5478	.5464	.5454	.5448
58°	.5683	.5632	.5585	.5541	.5500	.5463	.5429	.5399	.5373	.5350	.5332	.5318	.5308	.5301
59°	.5552	.5499	.5450	.5404	.5361	.5322	.5287	.5255	.5228	.5204	.5185	.5170	.5159	.5153
60°	.5421	.5366	.5314	.5266	.5221	.5180	.5143	.5110	.5081	.5057	.5036	.5021	.5009	.5002
61°	.5290	.5232	.5178	.5127	.5081	.5038	.4999	.4964	.4934	.4908	.4886	.4870	.4858	.4851
62°	.5158	.5098	.5041	.4988	.4939	.4894	.4853	.4817	.4785	.4758	.4735	.4717	.4705	.4697
63°	.5026	.4963	.4903	.4848	.4796	.4749	.4706	.4668	.4635	.4606	.4582	.4564	.4551	.4543
64°	.4893	.4828	.4765	.4707	.4653	.4604	.4559	.4519	.4483	.4453	.4428	.4409	.4395	.4387
65°	.4761	.4692	.4627	.4566	.4510	.4458	.4410	.4368	.4331	.4299	.4273	.4253	.4238	.4229
66°	.4629	.4557	.4489	.4425	.4366	.4311	.4262	.4217	.4178	.4145	.4117	.4095	.4080	.4071
67°	.4498	.4422	.4351	.4284	.4222	.4164	.4111	.4065	.4024	.3989	.3960	.3937	.3921	.3911
68°	.4367	.4287	.4213	.4143	.4077	.4017	.3962	.3913	.3869	.3832	.3802	.3777	.3760	.3750
69°	.4236	.4154	.4075	.4002	.3933	.3870	.3812	.3760	.3714	.3675	.3642	.3617	.3599	.3587
70°	.4107	.4021	.3939	.3862	.3789	.3723	.3662	.3607	.3558	.3517	.3483	.3455	.3436	.3424
71°	.3979	.3889	.3803	.3722	.3646	.3576	.3511	.3463	.3402	.3358	.3322	.3293	.3272	.3260
72°	.3853	.3759	.3669	.3583	.3504	.3430	.3362	.3301	.3246	.3199	.3161	.3130	.3108	.3095
73°	.3728	.3630	.3536	.3446	.3363	.3284	.3213	.3147	.3090	.3040	.2999	.2966	.2943	.2929
74°	.3606	.3504	.3405	.3311	.3223	.3140	.3064	.2995	.2934	.2881	.2837	.2802	.2777	.2762
75°	.3487	.3380	.3276	.3177	.3084	.2997	.2917	.2843	.2778	.2722	.2675	.2637	.2610	.2594
76°	.3371	.3258	.3150	.3047	.2948	.2856	.2771	.2693	.2623	.2563	.2512	.2472	.2443	.2425
77°	.3258	.3140	.3027	.2918	.2815	.2717	.2627	.2544	.2470	.2405	.2350	.2307	.2275	.2256
78°	.3150	.3027	.2908	.2794	.2685	.2581	.2485	.2397	.2317	.2247	.2188	.2141	.2107	.2086
79°	.3046	.2915	.2791	.2671	.2556	.2450	.2347	.2252	.2166	.2091	.2027	.1976	.1939	.1916
80°	.2948	.2815	.2685	.2559	.2437	.2322	.2212	.2111	.2019	.1937	.1867	.1811	.1770	.1745
81°	.2856	.2717	.2582	.2449	.2321	.2199	.2082	.1974	.1874	.1785	.1709	.1648	.1602	.1574
82°	.2771	.2626	.2486	.2347	.2212	.2083	.1959	.1842	.1734	.1638	.1554	.1485	.1434	.1402
83°	.2692	.2543	.2396	.2252	.2111	.1974	.1842	.1717	.1600	.1495	.1402	.1325	.1267	.1231
84°	.2623	.2469	.2317	.2167	.2019	.1874	.1735	.1600	.1474	.1358	.1255	.1168	.1101	.1060
85°	.2563	.2405	.2248	.2091	.1938	.1786	.1638	.1495	.1358	.1230	.1115	.1016	.0938	.0889
86°	.2512	.2350	.2189	.2027	.1868	.1709	.1554	.1402	.1255	.1115	.0985	.0871	.0780	.0719
87°	.2472	.2306	.2141	.1976	.1811	.1648	.1485	.1325	.1168	.1016	.0871	.0739	.0629	.0552
88°	.2443	.2275	.2107	.1939	.1770	.1602	.1434	.1267	.1101	.0938	.0780	.0629	.0493	.0390
89°	.2425	.2257	.2086	.1916	.1745	.1592	.1419	.1231	.1060	.0889	.0719	.0552	.0390	.0247

附一 正弦、余弦三角函数表

sin	0′	4′	8′	12′	16′	20′	24′	28′	32′	36′	40′	44′	48′	52′	56′	60′	
0°	.0000	.0012	.0023	.0035	.0047	.0058	.0070	.0081	.0093	.0105	.0116	.0128	.0140	.0151	.0163	.0175	89°
1°	.0175	.0186	.0198	.0209	.0221	.0233	.0244	.0256	.0268	.0279	.0291	.0303	.0314	.0326	.0337	.0349	88°
2°	.0349	.0361	.0372	.0384	.0396	.0407	.0419	.0430	.0442	.0454	.0465	.0477	.0488	.0500	.0512	.0523	87°
3°	.0523	.0535	.0547	.0558	.0570	.0581	.0593	.0605	.0616	.0628	.0640	.0651	.0663	.0674	.0686	.0698	86°
4°	.0698	.0709	.0721	.0732	.0744	.0756	.0767	.0779	.0790	.0802	.0814	.0825	.0837	.0848	.0860	.0872	85°
5°	.0872	.0883	.0895	.0906	.0918	.0930	.0941	.0953	.0964	.0976	.0987	.0999	.1011	.1022	.1034	.1045	84°
6°	.1045	.1057	.1068	.1080	.1092	.1103	.1115	.1126	.1138	.1149	.1161	.1173	.1184	.1196	.1207	.1219	83°
7°	.1219	.1230	.1242	.1253	.1265	.1276	.1288	.1300	.1311	.1323	.1334	.1346	.1357	.1369	.1380	.1392	82°
8°	.1392	.1403	.1415	.1426	.1438	.1449	.1461	.1472	.1484	.1495	.1507	.1518	.1530	.1541	.1553	.1564	81°
9°	.1564	.1576	.1587	.1599	.1610	.1622	.1633	.1645	.1656	.1668	.1679	.1691	.1702	.1714	.1725	.1737	80°
10°	.1737	.1748	.1759	.1771	.1782	.1794	.1805	.1817	.1828	.1840	.1851	.1862	.1874	.1885	.1897	.1908	79°
11°	.1908	.1920	.1931	.1942	.1954	.1965	.1977	.1988	.1999	.2011	.2022	.2034	.2045	.2056	.2068	.2079	78°
12°	.2079	.2091	.2102	.2113	.2125	.2136	.2147	.2159	.2170	.2181	.2193	.2204	.2215	.2227	.2238	.2250	77°
13°	.2250	.2261	.2272	.2284	.2295	.2306	.2318	.2329	.2340	.2351	.2363	.2374	.2385	.2397	.2408	.2419	76°
14°	.2419	.2431	.2442	.2453	.2464	.2476	.2487	.2498	.2509	.2521	.2532	.2543	.2554	.2566	.2577	.2588	75°
15°	.2588	.2599	.2611	.2622	.2633	.2644	.2656	.2667	.2678	.2689	.2700	.2712	.2723	.2734	.2745	.2756	74°
16°	.2756	.2768	.2779	.2790	.2801	.2812	.2823	.2835	.2846	.2857	.2868	.2879	.2890	.2902	.2913	.2924	73°
17°	.2924	.2935	.2946	.2957	.2968	.2979	.2990	.3002	.3013	.3024	.3035	.3046	.3057	.3068	.3079	.3090	72°
18°	.3090	.3101	.3112	.3123	.3134	.3145	.3156	.3168	.3179	.3190	.3201	.3212	.3223	.3234	.3245	.3256	71°
19°	.3256	.3267	.3278	.3289	.3300	.3311	.3322	.3333	.3344	.3355	.3366	.3376	.3387	.3398	.3409	.3420	70°
20°	.3420	.3431	.3442	.3453	.3464	.3475	.3486	.3497	.3508	.3518	.3529	.3540	.3551	.3562	.3573	.3584	69°
21°	.3584	.3595	.3605	.3616	.3627	.3638	.3649	.3660	.3670	.3681	.3692	.3703	.3714	.3725	.3735	.3746	68°
22°	.3746	.3757	.3768	.3778	.3789	.3800	.3811	.3822	.3832	.3843	.3854	.3864	.3875	.3886	.3897	.3907	67°
23°	.3907	.3918	.3929	.3939	.3950	.3961	.3971	.3982	.3993	.4003	.4014	.4025	.4035	.4046	.4057	.4067	66°
24°	.4067	.4078	.4089	.4099	.4110	.4120	.4131	.4142	.4152	.4163	.4173	.4184	.4195	.4205	.4216	.4226	65°
25°	.4226	.4237	.4247	.4258	.4268	.4279	.4289	.4300	.4310	.4321	.4331	.4342	.4352	.4363	.4373	.4384	64°
26°	.4384	.4394	.4405	.4415	.4426	.4436	.4446	.4457	.4467	.4478	.4488	.4498	.4509	.4519	.4530	.4540	63°
27°	.4540	.4550	.4561	.4571	.4581	.4592	.4602	.4612	.4623	.4633	.4643	.4654	.4664	.4674	.4684	.4695	62°
28°	.4695	.4705	.4715	.4726	.4736	.4746	.4756	.4767	.4777	.4787	.4797	.4807	.4818	.4828	.4838	.4848	61°
29°	.4848	.4858	.4868	.4879	.4889	.4899	.4909	.4919	.4929	.4939	.4950	.4960	.4970	.4980	.4990	.5000	60°
30°	.5000	.5010	.5020	.5030	.5040	.5050	.5060	.5070	.5080	.5090	.5100	.5110	.5120	.5130	.5140	.5150	59°
31°	.5150	.5160	.5170	.5180	.5190	.5200	.5210	.5220	.5230	.5240	.5250	.5260	.5270	.5279	.5289	.5299	58°
32°	.5299	.5309	.5319	.5329	.5339	.5348	.5358	.5368	.5378	.5388	.5398	.5407	.5417	.5427	.5437	.5446	57°
33°	.5446	.5456	.5466	.5476	.5485	.5495	.5505	.5515	.5524	.5534	.5544	.5553	.5563	.5573	.5582	.5592	56°
34°	.5592	.5602	.5611	.5621	.5631	.5640	.5650	.5659	.5669	.5678	.5688	.5698	.5707	.5717	.5726	.5736	55°
35°	.5736	.5745	.5755	.5764	.5774	.5783	.5793	.5802	.5812	.5821	.5831	.5840	.5850	.5859	.5868	.5878	54°
36°	.5878	.5887	.5897	.5906	.5915	.5925	.5934	.5944	.5953	.5962	.5972	.5981	.5990	.6000	.6009	.6018	53°
37°	.6018	.6027	.6037	.6046	.6055	.6065	.6074	.6083	.6092	.6102	.6111	.6120	.6129	.6138	.6147	.6157	52°
38°	.6157	.6166	.6175	.6184	.6193	.6202	.6212	.6221	.6230	.6239	.6248	.6257	.6266	.6275	.6284	.6293	51°
39°	.6293	.6302	.6311	.6320	.6329	.6338	.6347	.6356	.6365	.6374	.6383	.6392	.6401	.6410	.6419	.6428	50°
40°	.6428	.6437	.6446	.6455	.6464	.6472	.6481	.6490	.6499	.6508	.6517	.6525	.6534	.6543	.6552	.6561	49°
41°	.6561	.6569	.6578	.6587	.6596	.6604	.6613	.6622	.6631	.6639	.6648	.6657	.6665	.6674	.6683	.6691	48°
42°	.6691	.6700	.6709	.6717	.6726	.6734	.6743	.6752	.6760	.6769	.6777	.6786	.6794	.6803	.6812	.6820	47°
43°	.6820	.6829	.6837	.6845	.6854	.6862	.6871	.6879	.6888	.6896	.6905	.6913	.6921	.6930	.6938	.6947	46°
44°	.6947	.6955	.6963	.6972	.6980	.6988	.6997	.7005	.7013	.7022	.7030	.7038	.7046	.7055	.7063	.7071	45°
	60′	56′	52′	48′	44′	40′	36′	32′	28′	24′	20′	16′	12′	8′	4′	0′	cos

续　表

sin	0′	4′	8′	12′	16′	20′	24′	28′	32′	36′	40′	44′	48′	52′	56′	60′	
45°	.7071	.7079	.7088	.7096	.7104	.7112	.7120	.7128	.7137	.7145	.7153	.7161	.7169	.7177	.7185	.7193	44°
46°	.7193	.7202	.7210	.7218	.7226	.7234	.7242	.7250	.7258	.7266	.7274	.7282	.7290	.7298	.7306	.7314	43°
47°	.7314	.7322	.7329	.7337	.7345	.7353	.7361	.7369	.7377	.7385	.7392	.7400	.7408	.7416	.7424	.7431	42°
48°	.7431	.7439	.7447	.7455	.7463	.7470	.7478	.7486	.7493	.7501	.7509	.7517	.7524	.7532	.7539	.7547	41°
49°	.7547	.7555	.7562	.7570	.7578	.7585	.7593	.7600	.7608	.7615	.7623	.7630	.7638	.7646	.7653	.7660	40°
50°	.7660	.7668	.7675	.7683	.7690	.7698	.7705	.7713	.7720	.7727	.7735	.7742	.7749	.7757	.7764	.7771	39°
51°	.7771	.7779	.7786	.7793	.7801	.7808	.7815	.7823	.7830	.7837	.7844	.7851	.7859	.7866	.7873	.7880	38°
52°	.7880	.7887	.7894	.7902	.7909	.7916	.7923	.7930	.7937	.7944	.7951	.7958	.7965	.7972	.7979	.7986	37°
53°	.7986	.7993	.8000	.8007	.8014	.8021	.8028	.8035	.8042	.8049	.8056	.8063	.8070	.8077	.8083	.8090	36°
54°	.8090	.8097	.8104	.8111	.8117	.8124	.8131	.8138	.8145	.8151	.8158	.8165	.8171	.8178	.8185	.8192	35°
55°	.8192	.8198	.8205	.8211	.8218	.8225	.8231	.8238	.8245	.8251	.8258	.8264	.8271	.8277	.8284	.8290	34°
56°	.8290	.8297	.8303	.8310	.8316	.8323	.8329	.8336	.8342	.8348	.8355	.8361	.8368	.8374	.8380	.8387	33°
57°	.8387	.8393	.8399	.8406	.8412	.8418	.8425	.8431	.8437	.8443	.8450	.8456	.8462	.8468	.8474	.8480	32°
58°	.8480	.8487	.8493	.8499	.8505	.8511	.8517	.8523	.8529	.8536	.8542	.8548	.8554	.8560	.8566	.8572	31°
59°	.8572	.8578	.8584	.8590	.8596	.8602	.8607	.8613	.8619	.8625	.8631	.8637	.8643	.8649	.8654	.8660	30°
60°	.8660	.8666	.8672	.8678	.8683	.8689	.8695	.8701	.8706	.8712	.8718	.8724	.8729	.8735	.8741	.8746	29°
61°	.8746	.8752	.8758	.8763	.8769	.8774	.8780	.8785	.8791	.8796	.8802	.8808	.8813	.8819	.8824	.8829	28°
62°	.8829	.8835	.8840	.8846	.8851	.8857	.8862	.8867	.8873	.8878	.8884	.8889	.8894	.8900	.8905	.8910	27°
63°	.8910	.8915	.8921	.8926	.8931	.8936	.8942	.8947	.8952	.8957	.8962	.8967	.8973	.8978	.8983	.8988	26°
64°	.8988	.8993	.8998	.9003	.9008	.9013	.9018	.9023	.9028	.9033	.9038	.9043	.9048	.9053	.9058	.9063	25°
65°	.9063	.9068	.9073	.9078	.9083	.9088	.9092	.9097	.9102	.9107	.9112	.9116	.9121	.9126	.9131	.9135	24°
66°	.9135	.9140	.9145	.9150	.9154	.9159	.9164	.9168	.9173	.9178	.9182	.9187	.9191	.9196	.9201	.9205	23°
67°	.9205	.9210	.9214	.9219	.9223	.9228	.9232	.9237	.9241	.9245	.9250	.9254	.9259	.9263	.9268	.9272	22°
68°	.9272	.9276	.9281	.9285	.9289	.9294	.9298	.9302	.9306	.9311	.9315	.9319	.9323	.9327	.9332	.9336	21°
69°	.9336	.9340	.9344	.9348	.9352	.9357	.9361	.9365	.9369	.9373	.9377	.9381	.9385	.9389	.9393	.9397	20°
70°	.9397	.9401	.9405	.9409	.9413	.9417	.9421	.9425	.9428	.9432	.9436	.9440	.9444	.9448	.9451	.9455	19°
71°	.9455	.9459	.9463	.9466	.9470	.9474	.9478	.9481	.9485	.9489	.9492	.9496	.9500	.9503	.9507	.9511	18°
72°	.9511	.9514	.9518	.9521	.9525	.9528	.9532	.9535	.9539	.9542	.9546	.9549	.9553	.9556	.9560	.9563	17°
73°	.9563	.9566	.9570	.9573	.9577	.9580	.9583	.9587	.9590	.9593	.9596	.9600	.9603	.9606	.9609	.9613	16°
74°	.9613	.9616	.9619	.9622	.9625	.9629	.9632	.9635	.9638	.9641	.9644	.9647	.9650	.9653	.9656	.9659	15°
75°	.9659	.9662	.9665	.9668	.9671	.9674	.9677	.9680	.9683	.9686	.9689	.9692	.9694	.9697	.9700	.9703	14°
76°	.9703	.9706	.9709	.9711	.9714	.9717	.9720	.9722	.9725	.9728	.9730	.9733	.9736	.9738	.9741	.9744	13°
77°	.9744	.9746	.9749	.9751	.9754	.9757	.9759	.9762	.9764	.9767	.9769	.9772	.9774	.9777	.9779	.9781	12°
78°	.9781	.9784	.9786	.9789	.9791	.9793	.9796	.9798	.9800	.9803	.9805	.9807	.9810	.9812	.9814	.9816	11°
79°	.9816	.9819	.9821	.9823	.9825	.9827	.9829	.9832	.9834	.9836	.9838	.9840	.9842	.9844	.9846	.9848	10°
80°	.9848	.9850	.9852	.9854	.9856	.9858	.9860	.9862	.9864	.9866	.9868	.9870	.9871	.9873	.9875	.9877	9°
81°	.9877	.9879	.9881	.9882	.9884	.9886	.9888	.9889	.9891	.9893	.9894	.9896	.9898	.9899	.9901	.9903	8°
82°	.9903	.9904	.9906	.9907	.9909	.9911	.9912	.9914	.9915	.9917	.9918	.9920	.9921	.9923	.9924	.9925	7°
83°	.9925	.9927	.9928	.9930	.9931	.9932	.9934	.9935	.9936	.9938	.9939	.9940	.9942	.9943	.9944	.9945	6°
84°	.9945	.9946	.9948	.9949	.9950	.9951	.9952	.9953	.9955	.9956	.9957	.9958	.9959	.9960	.9961	.9962	5°
85°	.9962	.9963	.9964	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9971	.9972	.9973	.9974	.9975	.9976	4°
86°	.9976	.9976	.9977	.9978	.9979	.9980	.9980	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9986	.9986	3°
87°	.9986	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9990	.9990	.9991	.9991	.9992	.9992	.9993	.9993	.9994	.9994	2°
88°	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9997	.9997	.9997	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	1°
89°	.9998	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0°
	60′	56′	52′	48′	44′	40′	36′	32′	28′	24′	20′	16′	12′	8′	4′	0′	cos

附二 正切、余切三角函数表

A	0′	6′	12′	18′	24′	30′	36′	42′	48′	54′	60′		1′	2′	3′
正切											0.0000	90°			
0°	0.0000	0017	0035	0052	0070	0087	0105	0122	0140	0157	0175	89°	3	6	9
1°	0175	0192	0209	0227	0244	0262	0279	0297	0314	0332	0349	88°	3	6	9
2°	0349	0367	0384	0402	0419	0437	0454	0472	0489	0507	0524	87°	3	6	9
3°	0524	0542	0559	0577	0594	0612	0629	0647	0664	0682	0699	86°	3	6	9
4°	0699	0717	0734	0752	0769	0787	0805	0822	0840	0857	0.0875	85°	3	6	9
5°	0.0875	0892	0910	0928	0945	0963	0981	0998	1016	1033	1051	84°	3	6	9
6°	1051	1069	1086	1104	1122	1139	1157	1175	1192	1210	1228	83°	3	6	9
7°	1228	1246	1263	1281	1299	1317	1334	1352	1370	1388	1405	82°	3	6	9
8°	1405	1423	1441	1459	1477	1495	1512	1530	1548	1566	1584	81°	3	6	9
9°	1584	1602	1620	1638	1655	1673	1691	1709	1727	1745	0.1763	80°	3	6	9
10°	0.1763	1781	1799	1817	1835	1853	1871	1890	1908	1926	1944	79°	3	6	9
11°	1944	1962	1980	1998	2016	2035	2053	2071	2089	2107	2126	78°	3	6	9
12°	2126	2144	2162	2180	2199	2217	2235	2254	2272	2290	2309	77°	3	6	9
13°	2309	2327	2345	2364	2382	2401	2419	2438	2456	2475	2493	76°	3	6	9
14°	2493	2512	2530	2549	2568	2586	2605	2623	2642	2661	0.2679	75°	3	6	9
15°	0.2679	2698	2717	2736	2754	2773	2792	2811	2830	2849	2867	74°	3	6	9
16°	2867	2886	2905	2924	2943	2962	2981	3000	3019	3038	3057	73°	3	6	9
17°	3057	3076	3096	3115	3134	3153	3172	3191	3211	3230	3249	72°	3	6	10
18°	3249	3269	3288	3307	3327	3346	3365	3385	3404	3424	3443	71°	3	6	10
19°	3443	3463	3482	3502	3522	3541	3561	3581	3600	3620	0.3640	70°	3	7	10
20°	0.3640	3659	3679	3699	3719	3739	3759	3779	3799	3819	3839	69°	3	7	10
21°	3839	3859	3879	3899	3919	3939	3959	3979	4000	4020	4040	68°	3	7	10
22°	4040	4061	4081	4101	4122	4142	4163	4183	4204	4224	4245	67°	3	7	10
23°	4245	4265	4286	4307	4327	4348	4369	4390	4411	4431	4452	66°	3	7	10
24°	4452	4473	4494	4515	4536	4557	4578	4599	4621	4642	0.4663	65°	4	7	11
25°	0.4663	4684	4706	4727	4748	4770	4791	4813	4834	4856	4877	64°	4	7	11
26°	4877	4899	4921	4942	4964	4986	5008	5029	5051	5073	5095	63°	4	7	11
27°	5095	5117	5139	5161	5184	5206	5228	5250	5272	5295	5317	62°	4	7	11
28°	5317	5340	5362	5384	5407	5430	5452	5475	5498	5520	5543	61°	4	8	11
29°	5543	5566	5589	5612	5635	5658	5681	5704	5727	5750	0.5774	60°	4	8	12
30°	0.5774	5797	5820	5844	5867	5890	5914	5938	5961	5985	6009	59°	4	8	12
31°	6009	6032	6056	6080	6104	6128	6152	6176	6200	6224	6249	58°	4	8	12
32°	6249	6273	6297	6322	6346	6371	6395	6420	6445	6469	6494	57°	4	8	12
33°	6494	6519	6544	6569	6594	6619	6644	6669	6694	6720	6745	56°	4	8	13
34°	6745	6771	6796	6822	6847	6873	6899	6924	6950	6976	0.7002	55°	4	9	13
35°	0.7002	7028	7054	7080	7107	7133	7159	7186	7212	7239	7265	54°	4	9	13
36°	7265	7292	7319	7346	7373	7400	7427	7454	7481	7508	7536	53°	5	9	14
37°	7536	7563	7590	7618	7646	7673	7701	7729	7757	7785	7813	52°	5	9	14
38°	7813	7841	7869	7898	7926	7954	7983	8012	8040	8069	8098	51°	5	9	14
39°	8098	8127	8156	8185	8214	8243	8273	8302	8332	8361	0.8391	50°	5	10	15
	60′	54′	48′	42′	36′	30′	24′	18′	12′	6′	0′	A	1′	2′	3′

续　表

A	0′	6′	12′	18′	24′	30′	36′	42′	48′	54′	60′		1′	2′	3′
40°	0.8391	8421	8451	8481	8511	8541	8571	8601	8632	8662	0.8693	49°	5	10	15
41°	8693	8724	8754	8785	8816	8847	8878	8910	8941	8972	9004	48°	5	10	16
42°	9004	9036	9067	9099	9131	9163	9195	9228	9260	9293	9325	47°	6	11	16
43°	9325	9358	9391	9424	9457	9490	9523	9556	9590	9623	0.9657	46°	6	11	17
44°	9657	9691	9725	9759	9793	9827	9861	9896	9930	9965	1.0000	45°	6	11	17
45°	1.0000	0035	0070	0105	0141	0176	0212	0247	0283	0319	0355	44°	6	12	18
46°	0355	0392	0428	0464	0501	0538	0575	0612	0649	0686	0724	43°	6	12	18
47°	0724	0761	0799	0837	0875	0913	0951	0990	1028	1067	1106	42°	6	13	19
48°	1106	1145	1184	1224	1263	1303	1343	1383	1423	1463	1504	41°	7	13	20
49°	1504	1544	1585	1626	1667	1708	1750	1792	1833	1875	1.1918	40°	7	14	21
50°	1.1918	1960	2002	2045	2088	2131	2174	2218	2261	2305	2349	39°	7	14	22
51°	2349	2393	2437	2482	2527	2572	2617	2662	2708	2753	2799	38°	8	15	23
52°	2799	2846	2892	2938	2985	3032	3079	3127	3175	3222	3270	37°	8	16	24
53°	3270	3319	3367	3416	3465	3514	3564	3613	3663	3713	3764	36°	8	16	25
54°	3764	3814	3865	3916	3968	4019	4071	4124	4176	4229	1.4281	35°	9	17	26
55°	1.4281	4335	4388	4442	4496	4550	4605	4659	4715	4770	4826	34°	9	18	27
56°	4826	4882	4938	4994	5051	5108	5166	5224	5282	5340	5399	33°	10	19	29
57°	5399	5458	5517	5577	5637	5697	5757	5818	5880	5941	6003	32°	10	20	30
58°	6003	6066	6128	6191	6255	6319	6383	6447	6512	6577	6643	31°	11	21	32
59°	6643	6709	6775	6842	6909	6977	7045	7113	7182	7251	1.7321	30°	11	23	34
60°	1.732	1.739	1.746	1.753	1.760	1.767	1.775	1.782	1.789	1.797	1.804	29°	1	2	4
61°	1.804	1.811	1.819	1.827	1.834	1.842	1.849	1.857	1.865	1.873	1.881	28°	1	3	4
62°	1.881	1.889	1.897	1.905	1.913	1.921	1.929	1.937	1.946	1.954	1.963	27°	1	3	4
63°	1.963	1.971	1.980	1.988	1.997	2.006	2.014	2.023	2.032	2.041	2.050	26°	1	3	4
64°	2.050	2.059	2.069	2.078	2.087	2.097	2.106	2.116	2.125	2.135	2.145	25°	2	3	5
65°	2.145	2.154	2.164	2.174	2.184	2.194	2.204	2.215	2.225	2.236	2.246	24°	2	3	5
66°	2.246	2.257	2.267	2.278	2.289	2.300	2.311	2.322	2.333	2.344	2.356	23°	2	4	5
67°	2.356	2.367	2.379	2.391	2.402	2.414	2.426	2.438	2.450	2.463	2.475	22°	2	4	6
68°	2.475	2.488	2.500	2.513	2.526	2.539	2.552	2.565	2.578	2.592	2.605	21°	2	4	6
69°	2.605	2.619	2.633	2.646	2.660	2.675	2.689	2.703	2.718	2.733	2.747	20°	2	5	7
70°	2.747	2.762	2.778	2.793	2.808	2.824	2.840	2.856	2.872	2.888	2.904	19°	3	5	8
71°	2.904	2.921	2.937	2.954	2.971	2.989	3.006	3.024	3.042	3.060	3.078	18°	3	6	9
72°	3.078	3.096	3.115	3.133	3.152	3.172	3.191	3.211	3.230	3.251	3.271	17°	3	6	10
73°	3.271	3.291	3.312	3.333	3.354	3.376							3	7	10
							3.398	3.420	3.442	3.465	3.487	16°	4	7	11
74°	3.487	3.511	3.534	3.558	3.582	3.606							4	8	12
							3.630	3.655	3.681	3.706	3.732	15°	4	8	13
75°	3.732	3.758	3.785	3.812	3.839	3.867							4	9	13
							3.895	3.923	3.952	3.981	4.011	14°	5	10	14
												余切			
	60′	54′	48′	42′	36′	30′	24′	18′	12′	6′	0′	A	1′	2′	3′

续 表

A	0′	1′	2′	3′	4′	5′	6′	7′	8′	9′	10′	
76°00′	4.011	4.016	4.021	4.026	4.031	4.036	4.041	4.046	4.051	4.056	4.061	50′
10′	4.061	4.066	4.071	4.076	4.082	4.087	4.092	4.097	4.102	4.107	4.113	40′
20′	4.113	4.118	4.123	4.128	4.134	4.139	4.144	4.149	4.155	4.160	4.165	30′
30′	4.165	4.171	4.176	4.181	4.187	4.192	4.198	4.203	4.208	4.214	4.219	20′
40′	4.219	4.225	4.230	4.236	4.241	4.247	4.252	4.258	4.264	4.269	4.275	10′
50′	4.275	4.280	4.286	4.292	4.297	4.303	4.309	4.314	4.320	4.326	4.331	13°00′
77°00′	4.331	4.337	4.343	4.349	4.355	4.360	4.366	4.372	4.378	4.384	4.390	50′
10′	4.390	4.396	4.402	4.407	4.413	4.419	4.425	4.431	4.437	4.443	4.449	40′
20′	4.449	4.455	4.462	4.468	4.474	4.480	4.486	4.492	4.498	4.505	4.511	30′
30′	4.511	4.517	4.523	4.529	4.536	4.542	4.548	4.555	4.561	4.567	4.574	20′
40′	4.574	4.580	4.586	4.593	4.599	4.606	4.612	4.619	4.625	4.632	4.638	10′
50′	4.638	4.645	4.651	4.658	4.665	4.671	4.678	4.685	4.691	4.698	4.705	12°00′
78°00′	4.705	4.711	4.718	4.725	4.732	4.739	4.745	4.752	4.759	4.766	4.773	50′
10′	4.773	4.780	4.787	4.794	4.801	4.808	4.815	4.822	4.829	4.836	4.843	40′
20′	4.843	4.850	4.857	4.864	4.872	4.879	4.886	4.893	4.901	4.908	4.915	30′
30′	4.915	4.922	4.930	4.937	4.945	4.952	4.959	4.967	4.974	4.982	4.989	20′
40′	4.989	4.997	5.005	5.012	5.020	5.027	5.035	5.043	5.050	5.058	5.066	10′
50′	5.066	5.074	5.081	5.089	5.097	5.105	5.113	5.121	5.129	5.137	5.145	11°00′
79°00′	5.145	5.153	5.161	5.169	5.177	5.185	5.193	5.201	5.209	5.217	5.226	50′
10′	5.226	5.234	5.242	5.250	5.259	5.267	5.276	5.284	5.292	5.301	5.309	40′
20′	5.309	5.318	5.326	5.335	5.343	5.352	5.361	5.369	5.378	5.387	5.396	30′
30′	5.396	5.404	5.413	5.422	5.431	5.440	5.449	5.458	5.466	5.475	5.485	20′
40′	5.485	5.494	5.503	5.512	5.521	5.530	5.539	5.549	5.558	5.567	5.576	10′
50′	5.576	5.586	5.595	5.605	5.614	5.623	5.633	5.642	5.652	5.662	5.671	10°00′
80°00′	5.671	5.681	5.691	5.700	5.710	5.720	5.730	5.740	5.749	5.759	5.769	50′
10′	5.769	5.779	5.789	5.799	5.810	5.820	5.830	5.840	5.850	5.861	5.871	40′
20′	5.871	5.881	5.892	5.902	5.912	5.923	5.933	5.944	5.954	5.965	5.976	30′
30′	5.976	5.986	5.997	6.008	6.019	6.030	6.041	6.051	6.062	6.073	6.084	20′
40′	6.084	6.096	6.107	6.118	6.129	6.140	6.152	6.163	6.174	6.186	6.197	10′
50′	6.197	6.209	6.220	6.232	6.243	6.255	6.267	6.278	6.290	6.302	6.314	9°00′
81°00′	6.314	6.326	6.338	6.350	6.362	6.374	6.386	6.398	6.410	6.423	6.435	50′
10′	6.435	6.447	6.460	6.472	6.485	6.497	6.510	6.522	6.535	6.548	6.561	40′
20′	6.561	6.573	6.586	6.599	6.612	6.625	6.638	6.651	6.665	6.678	6.691	30′
30′	6.691	6.704	6.718	6.731	6.745	6.758	6.772	6.786	6.799	6.813	6.827	20′
40′	6.827	6.841	6.855	6.869	6.883	6.897	6.911	6.925	6.940	6.954	6.968	10′
50′	6.968	6.983	6.997	7.012	7.026	7.041	7.056	7.071	7.085	7.100	7.115	8°00′
82°00′	7.115	7.130	7.146	7.161	7.176	7.191	7.207	7.222	7.238	7.253	7.269	50′
10′	7.269	7.284	7.300	7.316	7.332	7.348	7.364	7.380	7.396	7.412	7.429	40′
20′	7.429	7.445	7.462	7.478	7.495	7.511	7.528	7.545	7.562	7.579	7.596	30′
30′	7.596	7.613	7.630	7.647	7.665	7.682	7.700	7.717	7.735	7.753	7.770	20′
40′	7.770	7.788	7.806	7.824	7.842	7.861	7.879	7.897	7.916	7.934	7.953	10′
50′	7.953	7.972	7.991	8.009	8.028	8.048	8.067	8.086	8.105	8.125	8.144	7°00′
	10′	9′	8′	7′	6′	5′	4′	3′	2′	1′	0′	A

续　表

A	0′	1′	2′	3′	4′	5′	6′	7′	8′	9′	10′	
83°00′	8.144	8.164	8.184	8.204	8.223	8.243	8.264	8.284	8.304	8.324	8.345	50′
10′	8.345	8.366	8.386	8.407	8.428	8.449	8.470	8.491	8.513	8.534	8.556	40′
20′	8.556	8.577	8.599	8.621	8.643	8.665	8.687	8.709	8.732	8.754	8.777	30′
30′	8.777	8.800	8.823	8.846	8.869	8.892	8.915	8.939	8.962	8.986	9.010	20′
40′	9.010	9.034	9.058	9.082	9.106	9.131	9.156	9.180	9.205	9.230	9.255	10′
50′	9.255	9.281	9.306	9.332	9.357	9.383	9.409	9.435	9.461	9.488	9.514	6°00′
84°00′	9.514	9.541	9.568	9.595	9.622	9.649	9.677	9.704	9.732	9.760	9.788	50′
10′	9.788	9.816	9.845	9.873	9.902	9.931	9.960	9.989	10.02	10.05	10.08	40′
20′	10.08	10.11	10.14	10.17	10.20	10.23	10.26	10.29	10.32	10.35	10.39	30′
30′	10.39	10.42	10.45	10.48	10.51	10.55	10.58	10.61	10.64	10.68	10.71	20′
40′	10.71	10.75	10.78	10.81	10.85	10.88	10.92	10.95	10.99	11.02	11.06	10′
50′	11.06	11.10	11.13	11.17	11.20	11.24	11.28	11.32	11.35	11.39	11.43	5°00′
85°00′	11.43	11.47	11.51	11.55	11.59	11.62	11.66	11.70	11.74	11.79	11.83	50′
10′	11.83	11.87	11.91	11.95	11.99	12.03	12.08	12.12	12.16	12.21	12.25	40′
20′	12.25	12.29	12.34	12.38	12.43	12.47	12.52	12.57	12.61	12.66	12.71	30′
30′	12.71	12.75	12.80	12.85	12.90	12.95	13.00	13.05	13.10	13.15	13.20	20′
40′	13.20	13.25	13.30	13.35	13.40	13.46	13.51	13.56	13.62	13.67	13.73	10′
50′	13.73	13.78	13.84	13.89	13.95	14.01	14.07	14.12	14.18	14.24	14.30	4°00′
86°00′	14.30	14.36	14.42	14.48	14.54	14.61	14.67	14.73	14.80	14.86	14.92	50′
10′	14.92	14.99	15.06	15.12	15.19	15.26	15.33	15.39	15.46	15.53	15.60	40′
20′	15.60	15.68	15.75	15.82	15.89	15.97	16.04	16.12	16.20	16.27	16.35	30′
30′	16.35	16.43	16.51	16.59	16.67	16.75	16.83	16.92	17.00	17.08	17.17	20′
40′	17.17	17.26	17.34	17.43	17.52	17.61	17.70	17.79	17.89	17.98	18.07	10′
50′	18.07	18.17	18.27	18.37	18.46	18.56	18.67	18.77	18.87	18.98	19.08	3°00′
87°00′	19.08	19.19	19.30	19.41	19.52	19.63	19.74	19.85	19.97	20.09	20.21	50′
10′	20.21	20.33	20.45	20.57	20.69	20.82	20.95	21.07	21.20	21.34	21.47	40′
20′	21.47	21.61	21.74	21.88	22.02	22.16	22.31	22.45	22.60	22.75	22.90	30′
30′	22.90	23.06	23.21	23.37	23.53	23.69	23.86	24.03	24.20	24.37	24.54	20′
40′	24.54	24.72	24.90	25.08	25.26	25.45	25.64	25.83	26.03	26.23	26.43	10′
50′	26.43	26.64	26.84	27.06	27.27	27.49	27.71	27.94	28.17	28.40	28.64	2°00′
88°00′	28.64	28.88	29.12	29.37	29.62	29.88	30.14	30.41	30.68	30.96	31.24	50′
10′	31.24	31.53	31.82	32.12	32.42	32.73	33.05	33.37	33.69	34.03	34.37	40′
20′	34.37	34.72	35.07	35.43	35.80	36.18	36.56	36.96	37.36	37.77	38.19	30′
30′	38.19	38.62	39.06	39.51	39.97	40.44	40.92	41.41	41.92	42.43	42.96	20′
40′	42.96	43.51	44.07	44.64	45.23	45.83	46.45	47.09	47.74	48.41	49.10	10′
50′	49.10	49.82	50.55	51.30	52.08	52.88	53.71	54.56	55.44	56.35	57.29	1°00′
89°00′	57.29	58.26	59.27	60.31	61.38	62.50	63.66	64.86	66.11	67.40	68.75	50′
10′	68.75	70.15	71.62	73.14	74.73	76.39	78.13	79.94	81.85	83.84	85.94	40′
20′	85.94	88.14	90.46	92.91	95.49	98.22	101.1	104.2	107.4	110.9	114.6	30′
30′	114.6	118.5	122.8	127.3	132.2	137.5	143.2	149.5	156.3	163.7	171.9	20′
40′	171.9	180.9	191.0	202.2	214.9	229.2	245.6	264.4	286.5	312.5	343.8	10′
50′	343.8	382.0	429.7	491.1	573.0	687.5	859.4	1146	1719	3438		0°00′
	10′	9′	8′	7′	6′	5′	4′	3′	2′	1′	0′	A

参考文献

国内编写的构造地质学教材

E. S. 希尔斯. 1953. 构造地质学纲要. 潘广明译. 龙门联合书局. 87，100

M. P. 毕令斯. 1949. 构造地质学. 张炳熹，等译. 北京：地质出版社. 144～168

Report of the Committee on the Nomenclature of Faults. Bulletin Geological Society of America，1913，Vol. 24，PP. 163～186

B. B. 别洛乌索夫. 1955. 构造断裂及其类型与形成构成. 石延汉译. 北京：科学出版社. 15～34

A. A. 别里茨基. 1954. 构造断裂的分类及其几何研究方法. 朱夏译. 北京：科学出版社. 3～8

苏联地质保矿部全苏矿物原料科学研究所. 1958. 矿床普查勘探的地质测量方法. 张玉华，等译. 北京：地质出版社. 112～116

Г. А. 阿日吉烈. 1957. 矿床普查勘探方法. 王立文，等译. 北京：地质出版社. 218～223

Г. А. 阿日吉烈. 1966. 构造地质学. 北京：中国工业出版社. 267～270

Ф. М. 沃尔弗逊. 1958. 裂隙构造的若干问题. 北京：地质出版社

Ф. М. 沃尔弗逊. 1966. 矿田和矿床构造，北京：中国工业出版社

A. A. 雷若夫. 1956. 矿体几何学. 北京：地质出版社. 330～335

李四光. 1973. 地质力学概论. 北京：科学出版社. 7～20

何作霖. 1965. 赤平极射投影在地质科学上的应用. 北京：科学出版社

李　坪，等. 1965. 对长江三峡东段新构造的几点认识（附图）；构造地质问题. 北京：科学出版社

高崇照. 1956. 关于断层的图解. 地质知识，(11)

周　瑞. 1973. 视倾角表假厚度核正系数表. 云南省地质科学研究所

周　瑞. 1984. 断层两盘相当层的错动不能代表两盘的相对运动. 云南地质，3 (4)

周　瑞. 2005. 断层两盘岩层错动、错距和相对运动关系. 云南地质，24 (1)

周　瑞. 2006. 断层面上迹线产状及总断距确定. 云南地质，25 (2)

周　瑞. 1965. 斜孔及剖面上地层真厚度计算公式的探讨. 地质论评，23 (2)