

417045

地质构造分析的 赤平极射投影方法

毛健全 杨国桢 顾悦 编著

贵州人民出版社

地质构造分析的 赤平极射投影方法

毛健全 杨国桢 顾 悦 编 著

贵 州 人 民 出 版 社

一九八一年十月

内 容 提 要

构造分析是对变形岩石常规野外研究的补充,赤平极射投影是进行构造分析的基本方法之一,近年来在构造地质中应用渐广。《地质构造分析的赤平极射投影方法》一书,从构造地质及地质力学的基本观点出发,运用赤平极射投影方法进行构造分析。它主要包括对褶皱构造组合关系、力学性质及应力状态的分析;对断层位移方向、力学性质及应力状态的分析;对节理力学性质及应力状态的分析;以及对构造应力场的分析。这些问题的解决将有助于对各种破裂结构面力学性质的鉴定、构造体系类型的划分和构造应力场的恢复等问题的深入研究,从而为构造预测打下基础。本书最后应用了数学计算方法,使之能借助电子计算机或计算器进行计算,为从构造定性分析到构造的定量分析开辟了途径。

全书共七章,可作为高等、中等地质院校学生学习构造地质学及地质力学的参考书;也可供地质、冶金、煤炭、矿山、水电等单位地质科技人员参考。

地质构造分析的赤平极射投影方法

毛健全 杨国桢 顾 悦 编著

贵州人民出版社出版

(贵阳市延安中路5号)

贵州新华印刷厂印刷 贵州省新华书店发行

787×1092毫米 16开本 8.5印张 190千字

1981年10月第1版 1981年10月贵阳第1次印刷

印数1—6,300

书号13115·32 定价0.90元

前 言

美国地质学家F·J特纳 (Francis J·Turner) 和L·E韦斯 (Lionel E·Weiss) 指出:“构造分析是对变形岩石常规野外研究和显微研究的补充。可以指望它能揭示变形所产生的构造的几何性质,因而也能为进行变形过程的动力学和运动学推论提供资料”。^[1]我们这本小册子着重介绍在沉积岩和浅变区对中小型构造进行构造分析的赤平极射投影的方法。它主要包括:

- 1.对褶曲构造的几何要素、组合关系、力学性质及应力状态的分析;
- 2.对断层位移方向、力学性质及应力状态的分析;
- 3.对节理力学性质及应力状态的分析。

众所周知,赤平极射投影在地质学上应用已有一百多年的历史,最初用到结晶学,以后被广泛运用到古地磁学、岩石学、构造地质学、岩体工程地质力学等各个学科领域。本文试图将这一方法运用在地质力学中,借以帮助解决破裂结构面力学性质的鉴定,构造配套及构造应力场等方面的问题。为了叙述系统起见,我们把赤平极射投影的基本原理和基本作图方法作为本书的第二、三章,放在前面介绍。在实际应用中,往往遇到较多的统计和作图工作,因此我们将赤平极射投影的全部作图方法数学公式化,使之从头到尾完全可以借助电子计算机或小型计算器进行计算。同时,我们还专门为此写了“赤平极射投影的数学计算方法”一章。

本书第二、三章主要参考了何作霖《赤平极射投影方法及其应用》一文和中南矿院《赤平极射投影在地质上的应用》一书。第四、五章主要参阅F·J特纳、L·E韦斯《变质构造岩的构造分析》一书和马宗晋、邓起东《节理力学性质的判别及其分期配套的初步研究》一文。

由于我们水平不高,书中不当之处敬望批评指正。

一九七八年十一月初稿

一九七九年八月定稿

目 录

前 言	(1)
第一章 地质构造中组构、域及地质体中面状和线状构造	(1)
一、地质构造中的组构概念	(1)
二、域的概念	(1)
三、地质体中的面状和线状构造	(2)
第二章 赤平极射投影的原理	(4)
一、赤平极射投影原理	(4)
二、投影网	(10)
三、应用吴氏网读图	(13)
第三章 赤平极射投影的基本作图方法	(15)
一、极点的统计分析	(15)
二、平面和直线的各种基本作图方法	(18)
第四章 褶曲构造的赤平极射投影分析	(32)
一、用赤平极射投影方法求褶曲要素与表现褶曲形态	(32)
二、褶曲构造的力学性质及其应力状态	(40)
三、褶曲的伴生及派生构造的赤平极射投影分析	(43)
四、叠加褶皱的赤平极射投影分析方法简介	(47)
第五章 断裂构造的赤平极射投影方法	(49)
第一节 断层的赤平极射投影分析	(49)
一、断层的赤平极射投影分类	(49)
二、断裂面极点与断裂面“标准图谱”	(50)
三、断裂的应力状态	(51)
四、断层的力学性质	(53)
五、断层相对位移方向的确定	(55)
六、分析断层力学性质的赤平极射投影方法	(58)
七、用赤平极射投影方法求断层的应力状态	(66)
第二节 节理的赤平极射投影分析	(70)
一、节理的力学分类及特征	(70)
二、剪节理的动向、配套、分期和应力轴的确定	(74)
三、节理的赤平极射投影方法	(77)
四、各种构造节理的应力轴分布图例	(79)

第六章 分析构造应力场的赤平极射投影方法	(81)
一、构造应力场及其分类	(81)
二、构造应力场轨迹图的作图方法	(82)
实例一 对龙滩坝区构造应力场的初步分析	(83)
实例二 贵州西部菱铁矿的构造应力场及对矿床改造的初步分析	(88)
实例三 江苏溧水地区构造应力场分析	(95)
第七章 分析构造应力场的数学计算方法	(98)
一、已知共轭X节理的产状、求节理形成时的应力轴产状 及剪裂角的计算方法	(98)
二、已知褶曲两翼产状, 求褶曲轴面产状及应力轴产状的计算方法	(108)
三、已知断面擦痕产状, 求断层的位移方向及应力轴产状的计算方法	(112)
四、已知入字型构造的分支成分及主干断裂产状, 求断裂的位移方向 及应力轴产状的计算公式	(115)
五、用小型计算器计算极密点的一种统计方法	(121)
附 录	
一、本书常用代号	(124)
二、主要参考资料	(124)

第一章 地质构造中组构、域及地质体中面状和线状构造

一、地质构造中的组构概念

“组构”这一术语源自德文 Gefüge, 英文为 fabric。1930年德国构造岩石学家布鲁诺·桑德尔(Bruno Sander)在他的名著《岩石组构》一书中首先提出“组构”这一概念。桑德尔用它来描述集合体中几何性和物理性构造的内部排列关系。桑德尔把所有的岩体, 不管其大小, 都视为各向同性的或各向异性的单元, 这些单元的内部构造要素一般显示有规律的空间排列。构造地质学研究的一个目的就在于, 研究和解释单元体内构造的这种排列规律性, 而所涉及的单元体, 就大小而论, 可以包括数百个矿物颗粒的集合体直至一个造山带的主部。^[1]因此组构就是指地质体显示内部的排布格式。而地质体是泛指不限大小的为研究或评论而选择的任何体积的岩石。显然地质体可以按其“绝对”大小划分为不同的等级。不同的等级研究手段也不同。

1. 显微级: 这一级的地质体可以通过磨成光、薄片在镜下用光学的方法来研究, 这就是构造及岩组学的研究范围。

2. 中小型级: 这一级地质体可以通过直接观察(用或不用放大镜)就能从三度空间来进行有效的研究, 其大小可以从手标本到大而连续的露头。这是本书要重点介绍的内容, 我们说的地质构造组构分析主要指的是这一类, 所以又把这一类称为“直观地质体”。

3. 大型-巨型级: 这一级地质体很大或出露极差, 以至不能直接对其全面研究, 只有借助于中小型地质体的观察结果的综合和外推作间接的研究。

二、域的概念

各种地质体, 它们形态千差万别, 规模极为悬殊, 在这样巨大差别的范围内, 统一用力学解释很多基本的地质构造现象, 就不免遇到如何看待均匀、连续的问题。任何一个地质体都是不均匀、不连续的, 但是在一定范围内, 把不均匀、不连续的地质体看成均匀、连续体, 在力学处理上, 其结果是足够精确的。虽然如此, 如范围选择不当, 而又一律看作均匀、连续体, 其结果则完全不能利用。因此不少学者提出并且在构造分析中应用了“域”(domain)这一概念^{[1][2]}。王嘉荫教授把均匀、连续的地质体定义为“域”。显然, “域”并没有具体的尺寸。它的大小与所研究的范围和要求的精度有关。F·J 特纳等把“域”定义为“一个岩体中的任何有限三度空间部分, 这个岩体在所讨论的域的规模上看是统计均匀的。域通常圈定有边界, 这些边界是构成或组分的主要不连续性表现出的天然面”^[1]。一个背斜构造, 即使是最简单的一个背斜, 各部岩层的产状也是在不断地变化之中的; 从翼部到核部, 从这一翼到

另一翼，从褶曲中部到倾没端，岩层的产状都是在不断变化中的。如果研究的范围是一个区域，那么显然可以把该背斜看成一个域；如果研究范围仅仅是这个背斜，那么就可以把这个背斜划分为几个“亚域”分别进行研究，然后，将几个亚域的资料综合起来，对这个背斜进行分析。

对于一个比较复杂的地质体，应用赤平极射投影方法进行构造分析时，往往采用以下程序：将一个复杂的地质体划分为若干个较为简单的域或亚域，用赤平极射投影方法分别对这些域或亚域进行组构分析，再把这些域或亚域的资料综合起来，对这个比较复杂的地质体进行研究。

三、地质体中的面状和线状构造

各种地质体均是由面及线构成自身的边界或内部的界面。

(一) 面状构造

面状构造（广义的结构面）：凡是将岩体分割开的破裂面或可以将岩体划分开来的标志性面均称为面状构造。在赤平极射投影的构造分析中常用 S_1 、 S_2 、 S_3 ……来表示。面状构造可以分为以下三大类：

1. 原生面状构造。是指在成岩过程中形成的面状构造或与成岩作用有关所形成的面状构造。

(1) 沉积面状构造。包括沉积岩的层面、层理，假整合面、不整合面等；

(2) 变质面状构造。包括变质岩中的片理、片麻理等；

(3) 火成面状构造。包括岩浆岩中的流面、相带、岩浆岩与围岩的接触界面，以及岩浆岩中的原生节理面等。

2. 构造面状构造（狭义的结构面）。是由于地壳的构造运动，使岩体发生变形而形成的各种构造形迹，包括褶曲轴面、各种断层面、节理面、劈理面、片理面等。根据它们的力学性质，可以进一步划分为：

(1) 压性结构面。凡成因上与压应力有关，结构面的走向与压应力垂直，表现出挤压特征的结构面，如褶曲轴面、冲断层面、挤压透镜体的轴面、片理面和流劈理面等，可用 c 表示。

(2) 张性结构面。凡成因上与拉应力有关，结构面走向与拉应力垂直，表现出拉伸特征的破裂面，如大部分正断层、张节理等，可用 t 表示。

(3) 扭性结构面。凡成因上与扭应力有关，结构面走向平行于扭应力方向，表现出剪切的特征的破裂面，如大部分平移断层、剪节理、共轭 X 节理、破劈理等，可用 s 表示。

(4) 张性兼扭性结构面。在张应力与扭应力的同时作用下，形成的既具有张性特征又兼有扭性特征为辅的破裂面称为张扭面，如斜落断层等，可用 ts 表示；如以扭性特征为主，张性特征次之的破裂面则称为扭张面，如一部分平移正断层等，可用 st 表示。

(5) 压性兼扭性结构面。在压应力与扭应力的同时作用下，形成的既具有挤压特征，又兼有扭动特征的破裂面，若以压性特征为主，扭性特征次之，则称为压扭性结构面，如一

部斜冲断层等，可用 cs 表示；如以扭性特征为主，压性特征为辅，则称为扭压性结构面，如平移逆断层及部分扭节理等，可用 sc 表示。

3. 次生面状构造，在表生作用下，由于风化、卸荷等作用，在岩体中产生的破裂面，称为次生面状构造，如风化裂隙、卸荷裂隙等。

（二）线状构造

线状构造有原生的线状构造，如岩浆岩中的流线；但绝大多数线状构造都是构造成因的，它包括擦痕面上的擦痕、擦线、层面上的小揉皱轴，褶曲的枢纽线，面状构造的交线，以及窗棂、杆状构造和拉长的卵石等。可以用 L 表示线状构造，对于不同的线状构造可用 L_1 、 L_2 、 L_3 等来表示。此外在一些文献中 a 轴组和 b 轴组线理的概念也被广泛应用。 a 轴线理是与 S 面的滑移方向一致的一组擦痕，在褶曲构造中它与褶曲的枢纽方向是直交的； b 轴组线理是与 S 面的滑移方向直交的一组线理，在褶曲构造中它是与褶曲枢纽相平行的一组小揉皱轴。

第二章 赤平极射投影的原理

赤平极射投影是把物体放到球心，将物体上各部分的位置投影到球面上，然后再把它们投影于赤道平面，化立体为平面。

为了比较空间几何要素之间的方位和角距关系，就需要建立一个原点作标准。从原点向四面八方发射出若干放射线作为角度线，用来量度方位；也就是将所有的点、线和面从原点开始投影到以原点为球心的圆球面上。因此，可以在圆球面上度量它们的位置和角距。然后以圆球的南极（或北极）作为发射点，以赤道平面作为投影面，使圆球面上的点和线再投影到赤道平面上。这种投影就叫做赤平极射投影。也就是说，它是从投影球的南极（或北极）发出射线，在投影球的赤道平面上进行投影。

应用赤平极射投影使我们可以用图解的方法，迅速地测算出物体间的方位和角度而不需要公式的演算。因此这种投影方法在许多学科中都得到推广和应用（其中也包括地质构造分析及地质力学）

一、赤平极射投影原理

空间有一个倾斜平面 $abcd$ （例如断层面），它的走向 $300 \sim 120^\circ$ ，倾向 210° ，倾角 60° （如图2-1所示）。我们将这个平面放到圆球（这个圆球称为参考球）中去，并且要它过球心 O ，那么这个平面必然与圆球面相交（不考虑它们的实际大小），它们的交线是一个圆，圆的半径等于圆球的半径（见图2-2）。

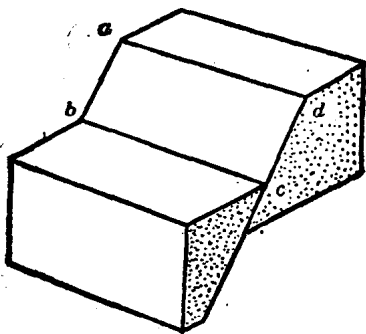


图2-1 表示产状 $210^\circ \angle 60^\circ$ 的断层面 $abcd$ 的立体示意图

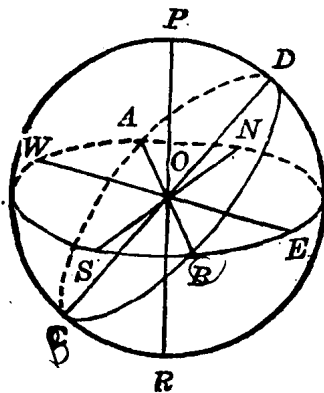


图2-2 表示将断层面 $abcd$ 放入圆球中去，并通过球心，与球面相交的 $ABCD$ 是一个圆， $NEBSWA$ 代表水平面

在图2-2中，平面 $NEBSWA$ 是圆球面的赤道平面， N 点相当于地理方位的正北方向； S 点相当于地理方位的正南方向； E 点相当于地理方位的正东方向； W 点相当于地理方位的正西方向。 $NEBSWA$ 代表经过“ O ”点的水平面。 $ABCD$ 就是通过 O 点的已知倾斜平面

$abcd$ 与球面相交而成的大圆，在 $NEBSWA$ 平面上， AB 相当于断层面 $abcd$ 的走向线。

在图2-2中， P 点是球心 O 的天顶点，称为球面的“北极”； R 点是球面的“南极”。如果以球面的“南极” R 为发射点（也可以用“北极” P 为发射点），作许多发射线与球面上的大圆相连接（见图2-3），发射线与赤道平面上的交点形成一条弧形线就是上述倾斜平面 $abcd$ 的赤平投影。 R 点叫做赤平极射投影的发射点（极射点）；赤道平面 $NEBSWA$ 就是赤平极射投影面，又称为赤平面。

图2-4 是一个赤平极射投影图。图中的圆周叫做“基圆”， NS 和 EW 分别代表正南北和正东西的方位；图中的大圆弧线 $\widehat{AD'B}$ 代表上述倾斜平面的投影，即产状为 $210^\circ \angle 60^\circ$ 的断层面的投影； D' 就是 D 的投影点。

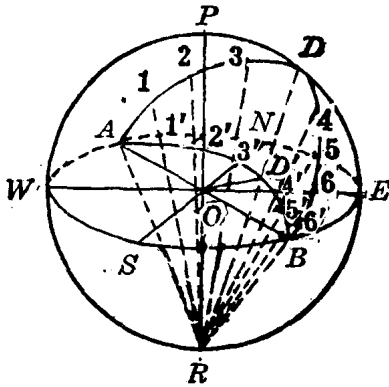


图2-3 立体示意图表示倾斜平面 ADB 的赤平极射投影是 $\widehat{AD'B}$ 大圆弧

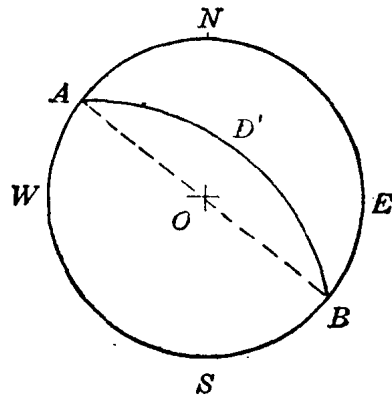


图2-4 $NEBSWA$ 为赤平极射投影面，又称为赤平面， $\widehat{AD'B}$ 大圆弧为倾斜平面 ADB (见图2-3) 的赤平极射投影

上述投影是以圆球面的“南极”为发射点，将上半球面上的点和线投影到赤平面上所成的赤平极射投影，称为上半球投影。同样，也可以用圆球面的“北极”为发射点，将下半球面上的点、线、面投影到赤平面上，称为下半球投影。下半球投影所得的结果与上半球投影处于相反的对称位置。上下半球投影在实际应用中是没有区别的，它们所表示的角距和方位都是一样的。本文的赤平极射投影图均采用上半球投影，即以圆球面的“南极”为发射点所形成的赤平极射投影图。

(一) 根据上述投影原理，下面介绍各种产状的平面和直线在赤平投影图上的表现

1. 通过球心的各种产状的直立平面，在赤平极射投影图上是一条相当于投影图基圆的直径。这条直径的方位是由直立平面的走向来确定的。如图2-5中的 ADB 平面，在赤平极射投影图中为一直线 AOB 。

2. 通过球心的倾斜平面，在投影图上表现为一条大

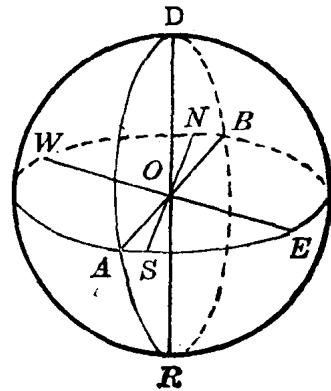


图2-5 立体图表示通过球心的直立平面 ADB ，在赤平极射投影图上是一条直线 AOB

圆弧。大圆弧的弦等于基圆的直径，表示倾斜面的走向。如图 2-4 中 $AD'B$ 大圆弧是倾斜平面的投影， AOB 表示倾斜平面的走向。

3. 通过球心的水平面，它的赤平极射投影就是基圆的本身。

4. 通过球心的倾斜平面，倾角陡，投影图中的大圆弧靠近基圆的直径（即靠近该倾斜面的走向线）如图 2-6 所示：倾角缓的平面，在投影图中的大圆弧靠近基圆如图 2-7 所示。

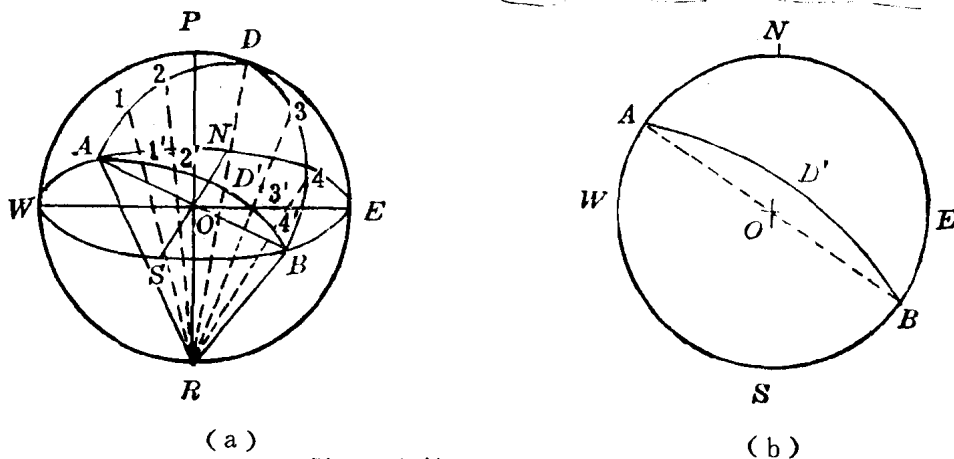


图 2-6 倾斜平面的赤平极射投影

(a) 立体图表示通过球心的倾斜平面，倾角陡，在赤平极射投影图中大圆弧靠近基圆直径；
(b) 为陡倾斜平面的赤平极射投影图。

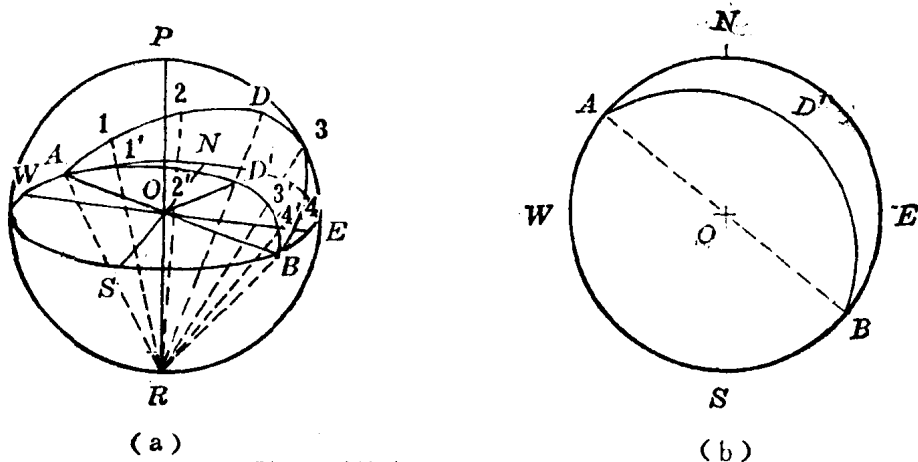


图 2-7 缓倾斜平面的赤平极射投影

(a) 立体图表示通过球心的倾斜平面，倾角缓，在赤平极射投影图中大圆弧靠近基圆；
(b) 为缓倾斜平面的赤平极射投影图。

(二) 通过球心的各种产状的直线，在赤平极射投影图上的表现：

1. 一条通过球心的倾斜直线，如图 2-8 中的 OK ，倾向 230° 倾角 50° ，在赤平面上的投影是一个点 K' ，称为极点；在图 2-9 中， K' 点是直线 OK 的投影。

2. 一条通过球心的水平线如图 2-10 中的 OK ，在赤平面上的投影就是基圆上的一个点。如图 2-11 中的 K' 点。

3. 一条通过球心的垂直线, 如图2-10中的 OP , 在赤平面上的投影就是圆心 O 点。

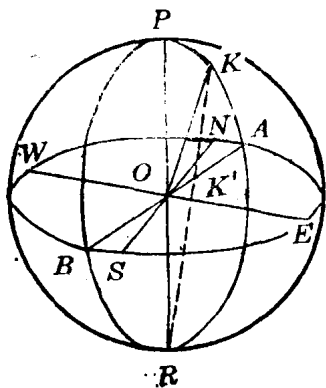


图2-8 立体图表示通过球心的倾斜直线 OK 在赤平面中的投影是一个点 (K')

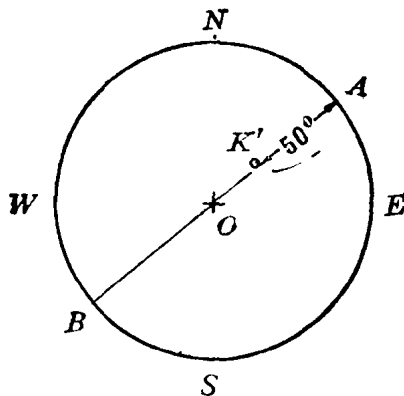


图2-9 通过球心的倾斜直线在赤平极射投影图上为一点 (K'), 基圆上的 B 点是它的倾向 (230°) $K'A$ 是它的倾角 (50°)

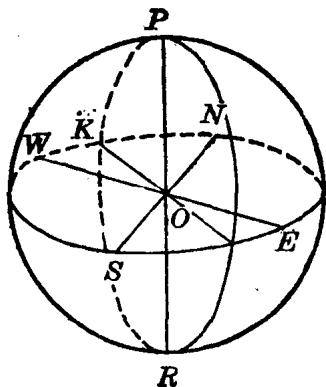


图2-10 立体图表示通过球心的水平直线 OK , 在赤平面上的投影就是 K 点; 通过球心的垂直线 OP , 在赤平面上的投影就是圆心 O 点

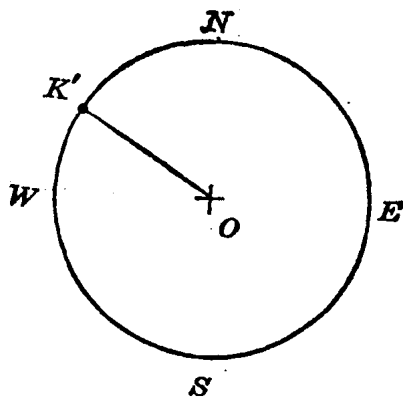


图2-11 通过球心的水平线在赤平极射投影图上为基圆上的一个点 (K'), 通过球心的垂直线, 在赤平极射投影图上为圆心 O 点

(三) 不通过球心的平面, 在赤平极射投影图中的表现:

1. 不通过球心的直立平面, 即不通过球心, 但垂直于赤平面的平面, 如图2-12中的 $FGHK$ 平面, 在投影图中是一条小圆弧。在图2-13中 $FG'H$ 小圆弧就是走向南北的不通过球心的直立平面的投影, FH 是该平面的走向线。

2. 不通过球心的水平面, 如图2-14所示, 在投影图上都是一个个完整的小圆, 小圆的圆心与投影中心重合; 小圆的半径小于基圆的半径, 圆心与基圆的圆心重合。见图2-15。

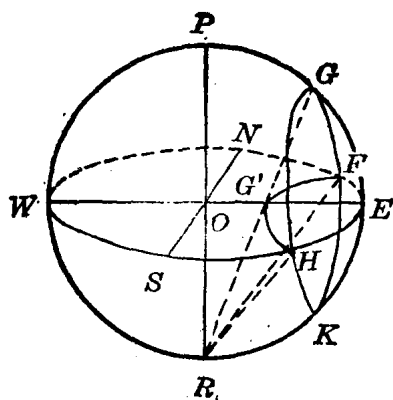


图2-12 立体图表示不通过球心的直立平面FGHK的赤平极射投影图是一个小圆弧FG'H

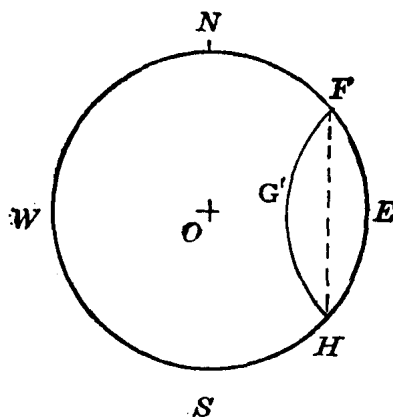


图2-13 不通过球心走向南北的直立平面，在投影面上表现为一条小圆弧FG'H，FH是该面的走向线

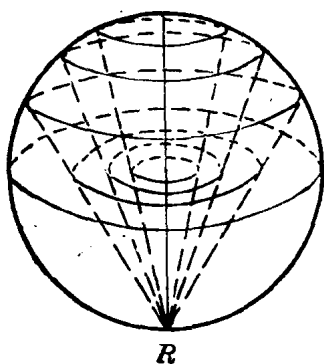


图2-14 立体图表示三个不通过球心的水平面的赤平极射投影，是与基圆圆心重合的小圆

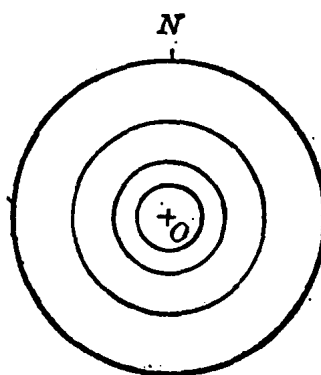


图2-15 不通过球心的水平面在投影图上是半径小于基圆的小圆

3. 不通过球心的倾斜平面（见图2-16）。在投影图上是一个小圆，如图2-17所示；或者是一条弧形线如图2-18。

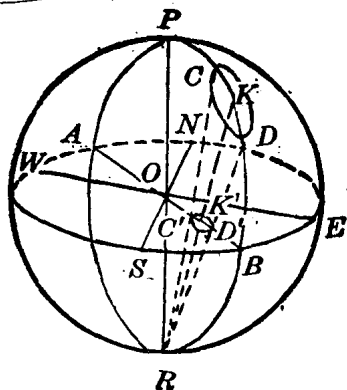


图2-16 立体图表示不通过球心的倾斜平面，在投影面上是一个小圆

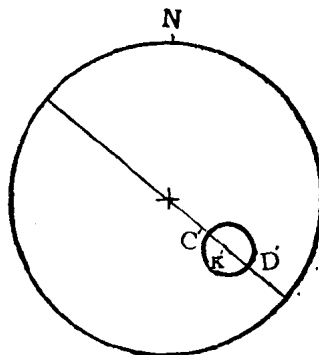
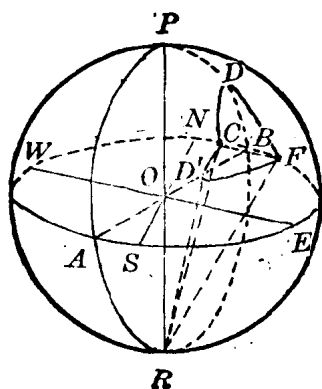
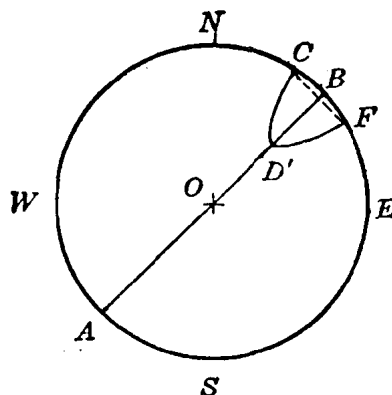


图2-17 不通过球心的倾斜平面，在赤平极射投影图上是一个小圆



(a)



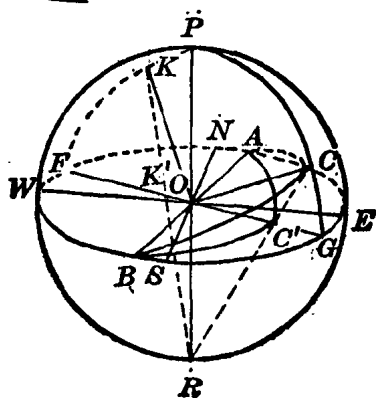
(b)

图2-18 不通过球心的倾斜平面的赤平极射投影

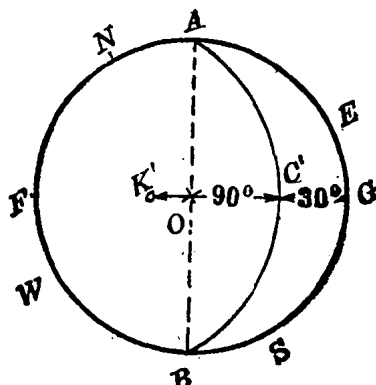
- (a) 立体图表示不通过球心的倾斜平面，与投影面相交，在赤平极射投影图上是一条弧形线；
(b) 不通过球心的与投影面相交的倾斜平面，在赤平极射投影图上是一条弧形线。

(四) 面的法线的投影

通过球心各种产状的平面，除了用大圆弧直接在赤平极射投影图中表示以外，还可以用该平面的法线（即垂直该平面的直线）在赤平面上的投影来表示。如图2-19(a)中 ABC 代表走向 25° 、倾向 295° 、倾角 30° 通过球心的平面，大圆弧 $\widehat{AC'B}$ 代表该平面的赤平极射投影； OK 是该平面的法线， K' 点就是这条法线的赤平极射投影点（极点）。因此用一个极点 K' 也可以代表产状为 $295^\circ/30^\circ$ 的倾斜平面的投影；而 K' 点也称为该面的极点。如图2-19(b)所示 K' 与大圆弧 $\widehat{AC'B}$ 的角距是 90° 。也就是说一个通过球心的平面，它的赤平极射投影可以用一个大圆弧来表示，也可以用该面法线的投影点——极点来表示。



(a)



(b)

图2-19 平面的法线的赤平极射投影

- (a) 立体图表示平面 ACB 的法线 OK 在赤平面上的投影点 K' ；
(b) 赤平极射投影图表示 K' 为 ACB 面的法线的投影， K' 到大圆弧 $\widehat{AC'B}$ 的角距是 90° 。

1. 通过球心的水平面，它的法线是垂直线，在投影图中水平面的投影就是基圆，法线的投影就是圆心 O 点，如图2-20所示。因此水平面的极点就是圆心。

2. 通过球心的垂直平面，它的法线是水平线。在投影图中垂直面的投影就是基圆的一条

直径，法线的投影是在基圆上的一个点，如图2-21中的 K' 点。因此垂直面的极点 就是在基圆上的一点。

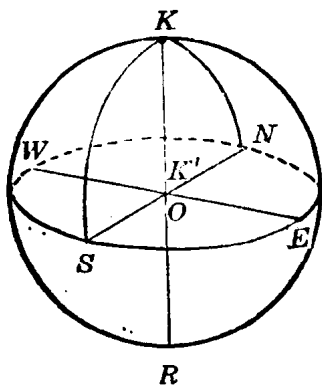


图2-20 立体图表示通过球心的水平面的法线OK的极点 K' 就是投影面的圆心O

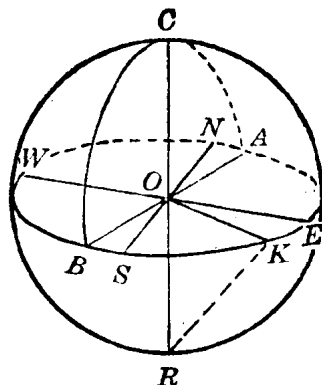


图2-21 立体图表示通过球心的垂直平面的法线OK的投影K点在基圆上

3. 通过球心的倾斜平面，它的法线是一条倾斜线。在投影图中倾斜面的投影是一个大圆弧；法线的投影是在基圆内的一个点，如图2-19中的 K' 点。

从以上讨论可知，通过球心的平面，倾角越缓，面的赤平投影大圆弧越接近基圆，其极点越接近圆心；倾角越陡，面的赤平投影大圆弧越靠近基圆直径。其极点越靠近基圆。极点和它所代表的大圆弧之间在赤平投影图上是 90° 的角距关系。

二、投影网

为了便于迅速作图和测量方位角，俄国人吴尔福于1902年创造了一种投影网，简称吴氏网，又叫等角度投影网。投影网的出现，使实际作图大为简化，并使这种投影方法得到推广。图2-22就是简化了的吴氏网。其外圆表示投影球的赤平极射投影面，网格由走向南北的经线和走向东西的纬线构成。经线是由走向南北，过球心的倾向东和倾向西的一组平面的投影组成，纬向线是走向东西的若干不过球心的直立平面的投影。

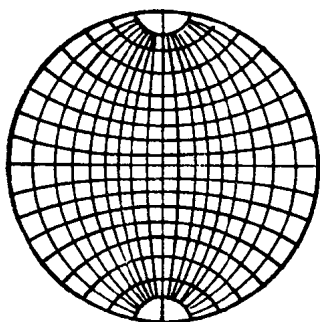


图2-22 吴氏网 (缩小)

吴氏网的直径一般20厘米，每隔 2° 绘一条经线和一条纬线，每隔 10° 有一主曲线。

吴氏网上方代表正北方位（即N点），下方表示正南（S点），左方代表正西（W点），右方代表正东（E点），因此吴氏网基圆上的读数是与地理方位一致的。在解决实际的地质构造问题时，吴氏网的中心O点，代表所要研究的露头点；吴氏网南北向直径和东西向直径代表露头点的实际方位。赤平极射投影的发射点R位于地下，天顶点P则在天顶上。

当手头没有现成的投影网时，可以按以下步骤自行

绘制。

(一) 取10厘米长为半径作一圆，即吴氏网的基圆。

(二) 作基圆的南北向直径和东西向径，然后每隔 5° 或 2° 将基圆72等分或180等分。

(三) 绘制经线：

1. 先将基圆上半圆按 5° 或 2° 等分，将各等分点与S点相连。图2-23中的A点是代表 40° 的等分点；

2. 连接AS，AS线与EW线相交于B点；

3. 作BS线的垂直平分线与EW线（或EW线的延长线）相交于D点；

4. 以D点为圆心，DS为半径画弧，得到 40° 倾角的走向南北的大圆弧NBS。其它角度走向南北的大圆弧均可依次作出。

(四) 绘制纬线：

1. 先将基圆上东半圆按 5° 或 2° 等分，将各等分点与圆心O点相连。图2-24中C点为 30° 的等分点，连接OC；

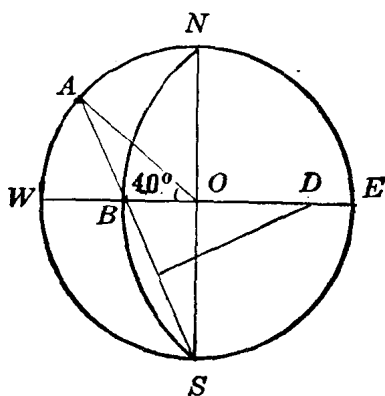


图2-23 绘制吴氏网的经线

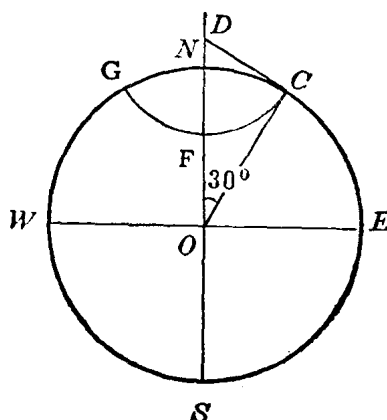


图2-24 绘制吴氏网的纬线

2. 过C点作圆的切线CD与SN线的延长线相交于D点；

3. 以D点为圆心，DC为半径画圆弧。得到 30° 方位走向东西，不过球心的直立平面的投影CFG小圆弧，其它方位的走向东西，不过球心的直立平面小圆弧均可依此作出。

吴氏网是一种等角度赤平极射投影网。此外，还有一种普氏网，它是等角度赤平投影网密度计（如图2-25所示）。按其为中心距离的远近，绘制成若干小圆，小圆的大小不等，自圆周向圆心逐渐减小，但所代表的角距是相等的。每一个小圆的半径都代表 8.4° 的角距，它是用来进行极点统计分析的，经常与极点投影网和吴氏网配合使用。

为了便于作出面或线的极点，一般采用极点投影网（见图2-26）。它是由放射线和同心

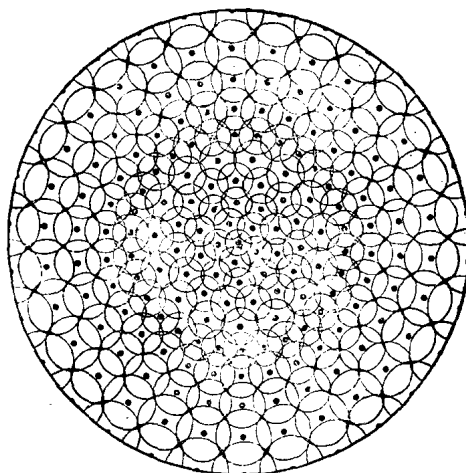


图2-25 普氏网（缩小）