

构造地质学“V”字型法则教学中的简明图示法

郑求根, 吴怀春, 刘 豪, 辛仁臣

(中国地质大学(北京), 北京 100083)

摘要:“V”字型法则在地形地质图中用来判断地层或断层的产状,在地质填图和航空照片、卫星照片解译工作中也有着广泛的应用。用简明图示法,让学生学会用简单的几根曲线,画出岩层或断层与地面的空间关系,进而得出地层或断层出露线与地形等高线在水平投影面上的平面关系,可提高学生的空间想象力,学会推演出“V”字型法则,真正理解并掌握,变成自己的一种技能。

关键词: V字型法则; 地层; 断层; 倾向; 坡向; 倾角; 坡角

中图分类号: G642

文献标志码: A

文章编号: 2096-000X(2022)34-0104-05

Abstract: The "V" rule is used to judge the occurrence of strata or faults in topographic and geological maps, and it is also widely used in geological mapping and interpretation of aerial photos and satellite photos. With concise graphic method, students can learn to draw the spatial relationship between rock strata or faults and the ground with simple curves, and then get the planar relationship between the exposed lines of rock strata or faults and topographic contours on the horizontal projection plane (topographic and geological map), which can improve students' spatial imagination, learn to deduce the "V" rule, truly understand and master it, and become their own skill.

Keywords: V-shaped rule; rock stratum; fault; dip; aspect; dip angle; slope angle

构造地质学中的“V”字型法则,是地质类专业学生需要掌握的基本知识和基本技能,是构造地质学教学中的重点和难点之一,也是在往后的工作中如读图和大比例尺填图中必须要用到的技能。

一、“V”字型法则的基本内容

地层、断层等面状构造的空间产出状态一共有3种,一是水平,即倾角为零度,二是直立,倾角为90度,还有一种叫倾斜,也就是倾角大于零度小于90度。水平地层的出露线与等高线平行或重合,两者是不会相交的。在山顶,地层露头往往成孤岛状,在山坡上往往呈不规则的同心环状或条带状,只要测定水平岩层面一个点的位置,就能够在地形图上以这个点为起点,沿着或者是平行同高程的等高线勾绘出此界面的界线。直立的地层或断层等面状构造在地形地质图上表现为直线,不受地形起伏的影响。因此水平和直立是面状构造的两种特殊状态,在地形地质图上很容易识别,其特征也很容易理解。

地层的原始产状是水平或接近于水平的,由于受到构造作用力的影响发生变形,使得地层与水平面间出现一定的夹角,便形成了倾斜地层。地层层面的倾斜是一

种最为常见的状态。倾斜的地层可能是某种构造的一部分,比如为褶皱的一翼或者是断层的一个盘,有的是由于地壳的不均匀抬升或下降形成的区域性倾斜。断层也是一种常见的面状构造,同样是倾斜状态比直立和水平状态更为常见。

倾斜的面状构造出露界线的分布形态更为复杂,表现出与地形等高线呈交截的关系,当其穿过沟谷或山脊时,都呈“V”字型,根据面状构造的产状、地面坡向和坡度的不同,“V”字的形态也有所不同,呈现一定的规律,这种规律就叫“V”字型法则。

由于地表面一般为起伏不平的曲面,倾斜的地层、断层或矿层的出露线在地表的露头也就变成了与等高线相交的曲线。地质界线的弯曲方向和程度取决于地表的起伏、地层或断层的倾向和倾角。根据地层或断层倾向与地面坡向的关系及倾角与坡角相对大小,“V”字形会有不同的表现:第一种情况是当地层或断层与坡向相反时,在地形地质图上地层或断层出露线与地形等高线弯曲方向相同,但地层或断层出露线较地形等高线开阔;第二种情况是当地层或断层与坡向相同,但地层或断层倾角大于坡角时,在地形地质图上地层或

断层出露线与地形等高线弯曲方向相反;第三种情况是当地层或断层倾向与坡向相同,但地层或断层倾角小于坡角时,在地形地质图上地层或断层出露线与地形等高线弯曲方向相同,但地层或断层出露线较地形等高线紧闭。

“V”字型法则的使用前提是倾斜岩层或其他地质界面的走向与沟谷或者山脊延伸方向呈直交或斜交关系。在读图和填图过程中,需要联系周围的具体情况进行全面分析,就不会被局部现象迷惑。

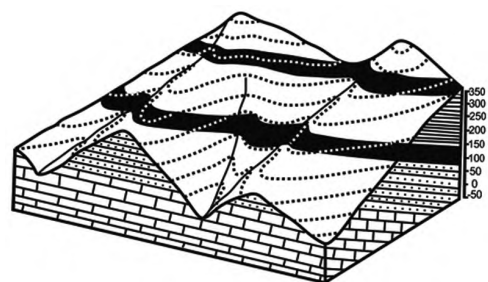
二、“V”字型法则的重要性

在进行地形地质图识读时,或在卫星、航空照片解译过程中,“V”字型法则是判断倾斜地层、断层倾向及似层状矿体出露位置的重要方法。“V”字型法则适用于所有比较平直的地质界面,除了地层界面、断层面外,还有不整合面、矿层面的露头线的分布特征分析。这个法则有助于野外观测构造地质现象、阅读分析或填绘地质图,尤其是大、中比例尺的地质图。在预测地质灾害过程中,也能起到重要的作用。在填图或读图时,只有充分理解地层或断层产状与地形起伏的空间关系,并进行全面的分析,才能正确理解或表述地质界面的几何形态,因此“V”字型法则是地质类或遥感类专业学生必须掌握的基本知识,熟练掌握“V”字型法则是地学类专业学生的基本功和必然要求。学好“V”字型法则,对学生的空间想象力的培养将起到一定的促进作用,也会使得学生们在思考和处理问题时,详尽地列出可能出现的各种情况,养成整体的而不是局部的、联系的而不是孤立的、动态的而不是静止的思维习惯。这是学好构造地质学的一个良好开端。

三、“V”字型法则教学中存在的问题

由于这部分内容较抽象,对学生空间想象能力要求较高,很多学生不能在理解的基础上记忆,更难于在具体识图分析或地质填图工作实践中灵活运用。很多学生在学习“V”字型法则的时候,表现出积极性、主观能动性低、理解力差及缺乏空间想象力。在长期的教学过程中,教师们设计了众多的教学方法,有借助构造模型的,有用平面图和立体图相结合的,还有制作动画来进行讲解的,这些方法都可清楚地表达“V”字型法则的含义与应用,但对于部分学生来说,效果还是不太理想,比如用立体图和平面图相结合的方法,是很多老师常用的方法,许多构造地质学教材里都有这三幅经典的立体与平面结合图(图1—图3)(据徐开礼等,1984,修改)。图1(a)立体图反映了岩层的倾向与坡向相反,图1(b)平面图反映了这个立体模型对应的地形地质图上,岩层出露线(黑色较宽条带表示)与地形等高线(点线

表示)弯曲方向相同,岩层出露线相对于地形等高线较为开阔。图2(a)立体图反映了岩层的倾向与坡向相同,岩层的倾角大于坡角,图2(b)平面图反映了这个立体图所对应的地形地质图上,岩层的出露线(黑色较宽条带表示)与地形等高线(点线表示)弯曲方向相反。图3(a)立体图反映的是岩层的倾向与坡向相同,岩层倾角比坡角小,图3(b)平面图反映的是在这个立体模型对应的地形地质图上,岩层出露线(黑色较宽条带表示)与地形等高线(点线表示)的弯曲方向相同,岩层出露线比地形等高线更紧闭。这三幅图应该说构图很精美,也完全表达出了“V”型法则的所有涵义,老师们都讲了,多媒体和教材里都有,为什么有的学生还是停留在一知半解上呢?有的学生只知道死记硬背,记住了又很快忘记,或者记错了,还不知道检验。能够达到真正理解并能灵活运用的学生还不是太多。原因是这三幅图线条太多,结构较复杂,对有些空间想象力较好的同学来说容易懂,但对空间想象力还没有培养出来的同学,读懂它需要时间,所以对部分初学者来说有一定的难度。而且由于图形复杂,线条多,很难让学生短时间内画出来,所以没有办法通过画图得出“V”法则所反映的规律。图件虽然精美,但没有用线条展现出从层面和地面的三维空间关系是如何转变到地质平面图上岩层出露线和地形等高线的二维平面关系的,必然性和逻辑性没有体现出来。如果用简明图示法,就能做到这一点。不是说这三幅经典的立体图和平面图不好,而是说用简明图配合来讲解,对于一部分不容易弄懂的同学会有很大的启发作用。

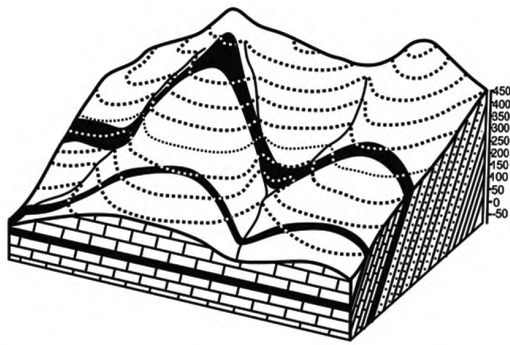


(a) 立体图

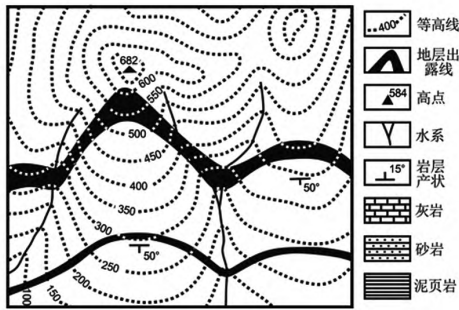


(b) 平面图

图1 地层倾向与坡相相反时的立体图和平面图

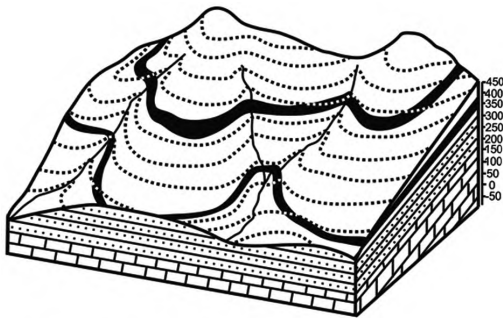


(a) 立体图

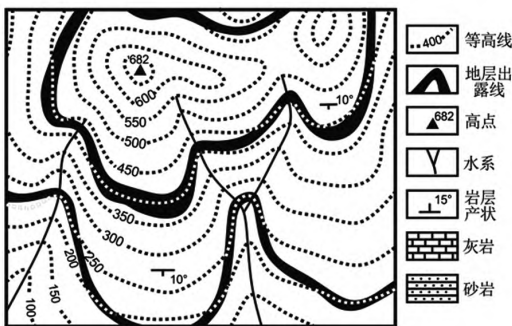


(b) 平面图

图2 地层倾向与坡相相同、地层倾角大于坡角时的立体图和平面图



(a) 立体图



(b) 平面图

图3 地层倾向与坡相相同、地层倾角小于坡角时的立体图和平面图

四、用简明图示法讲授“V”字型法则效果良好

在教学中,发现用简明立体示意图和平面示意图相

结合的方法讲授“V”字型法则,同学们好理解,好记忆,即使以后忘记了,自己也能通过画一张简单的示意图推演出结果来。

首先用两笔,就能画出一个山包的立体图(图4(a)),再用一笔画出地层或断层(图4(b)),用一根虚线画出地层或断层线在平面上的投影线(图4(c)),然后在平面图,用一条虚线和一条点线反映出立体图中的地层或断层界线(虚线)与地形等高线(点线)在平面上的关系示意图(图4(d)),可以看出,在这种地层或断层的倾向与地形坡向相反的情况下,在地形地质图上地层或断层界线与地形等高线弯曲方向相同,地层或断层界线比地形等高线较开阔(图4(d)),反之亦然,也就是说如果在地形地质图上地层或断层界线的弯曲方向与地形等高线相同,地层或断层界线比地形等高线较开阔,则说明地层或断层的倾向与坡向相反。即传统所说的“相反相同”法则。其中的“相反”是指地层或断层倾向与坡向相反,“相同”是指在平面图上地质界线与地形等高线的弯曲方向相同。

用相同的方法表示地层或断层的倾向与坡向相同,但地层或断层的倾角大于坡角的情况(图5(b)),用一根虚线画出地层或断层线在平面上的投影线(图5(c)),在平面图上用点线表示地形等高线,用虚线表示地层或断层界线在平面图上的投影线(图5(d)),可以清楚看出,当地层或断层倾向与坡向相同,且地层或断层倾角大于坡角时,在地形地质图上地层或断层界线与地形等高线弯曲方向相反。这样,如果地形地质图上看到地层或断层界线与地形等高线弯曲方向相反时,就可以判定地形地质图上所反映的地层或断层的倾向与坡向相同,且地层或断层的倾角大于坡角。即传统所说的“相同相反”法则。其中“相同”是指地层或断层的倾向相同,“相反”是指在地形地质图上地层或断层的弯曲方向与地形等高线的弯曲方向相反。“相同相反”里没有把地层或断层的倾角大于坡角这个条件明确表达出来。

第三种情况,当地层或断层倾向与坡向相同,但地层或断层倾角小于坡角时(图6(b)),用一根虚线画出地层或断层线在平面上的投影线(图6(c)),在平面图上用点线表示地形等高线,用虚线表示地层或断层界线(图6(d)),可以从立体图到平面图上看出,当地层或断层倾向与坡向相同,且地层或断层倾角小于坡角时,在地形地质图上地层或断层界线与地形等高线的弯曲方向相同,但地层或断层界线的比地形等高线的更紧闭。也就是说,当我们在地形地质图上看到地层或断层界线与地形等高线弯曲方向相同时,且地层或断层界线的弯曲度较小时,就可以判定地层或断层的倾向与坡向相

同,且地层或断层的倾角小于坡角(图6(d)),即传统所说的“相同相同”法则。前一个“相同”是指地层或断层倾向与坡向相同,后一个“相同”是指在地形地质图上地层或断层出露线与地形等高线的弯曲方向相同。“相同相同”中没有把地层或断层的倾角小于坡角这个条件明确表达出来。

关于“V”字形法则的口诀,传统老的口诀是“相反相同”“相同相反”“相同相同”,分别反映“V”字法则的三种情况,含混很不明确,应该根据各自的习惯改一改,比如“相反相同阔”说的是当岩层倾向与坡向相反时,岩层出露线与等高线弯曲方向相同,岩层出露线更开阔;“相同相反大”说的是当岩层倾向与坡向相同,岩层倾角大于坡角时,岩层出露线与等高线弯曲方向相反。“相同相同小而紧”说的是当岩层倾向与坡向相同,岩层倾角小于坡角时,岩层出露线与等高线弯曲方向相同,岩层

出露线比地形等高线更紧闭。这样的口诀就很明确,不容易混淆。当然如果能熟练勾画简明图,不用背口诀也能很好的掌握,牢固记忆。

简明图示法的最大特点是用简单明了的线条清晰地展现出从立体图到平面图是怎么通过投影得到的,可见可知可信,大道至简,易学好懂,易记好用。

五、应用实例

(一) 根据地层界线与地形等高线的关系判断地层的产状

下面我们举三个例子来试用一下“V”字型法则,如图7(a),地形等高线的值由大到小代表地面坡向由北指南,图上地层界线与地形等高线的弯曲方向相同,且地层界线的弯曲比地形等高线的开阔,与图4所示的情况相同,符合“相反相同阔”法则,地层倾向与坡向相反,也就是说能判断出地层的倾向指向北。

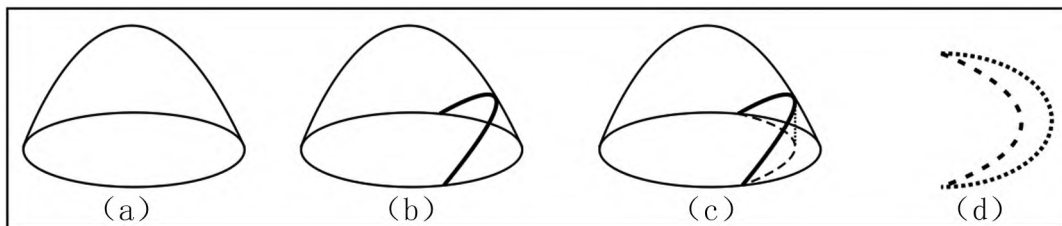


图4 地层或断层倾向与坡向相反时地层或断层界线与地形等高线的关系简明图

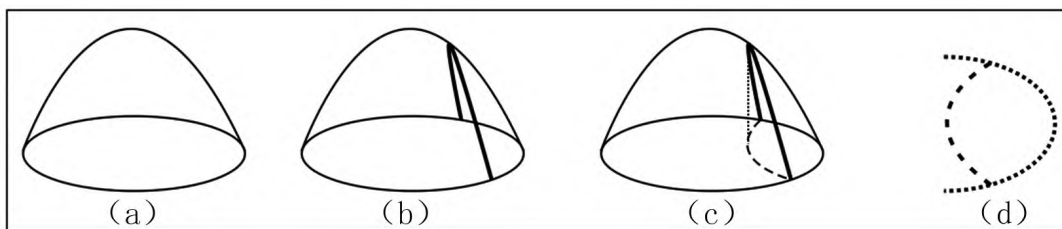


图5 地层或断层倾向与坡向相同地层或断层倾角大于坡角时岩层界线与地形等高线的关系简明图

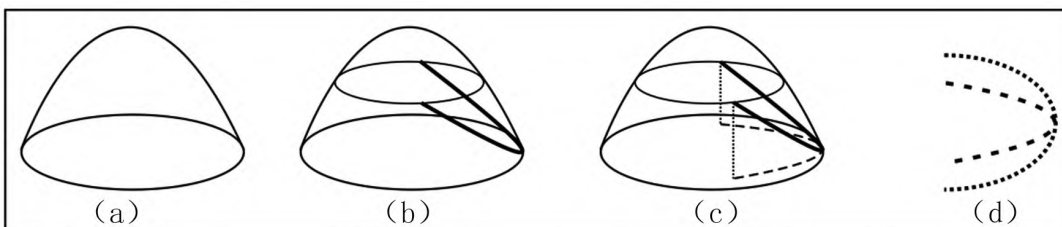


图6 地层或断层倾向与坡向相同地层或断层倾角小于坡角时岩层界线与地形等高线的关系简明图

如图7(b)所示,地面的坡向是由北指南的,地层界线与地形等高线的弯曲方向相同,但地层界线的弯曲比地形等高线的较紧闭,与图6所示的情况相同,符合“相同相同小而紧”法则,地层倾向与坡向相同,地层倾角比坡角较小,也就是说我们可以判断图4(b)中地层的倾向指向南,而且我们还能判定地层的倾角比坡角小。

如图7(c),虽然没有标出地形等高线的值,但是也

能从水系由北向南交汇的分布状况判断出坡向是由北指南的。地层界线的弯曲方向与地形等高线的弯曲方向相反,符合图5所示的情况,地层的倾向与坡向相同,但地层的倾角比坡角大,符合“相同相反大”法则,也就是说能判定地层的倾向是由北指南的,而且还可以判定地层的倾角比坡角大。

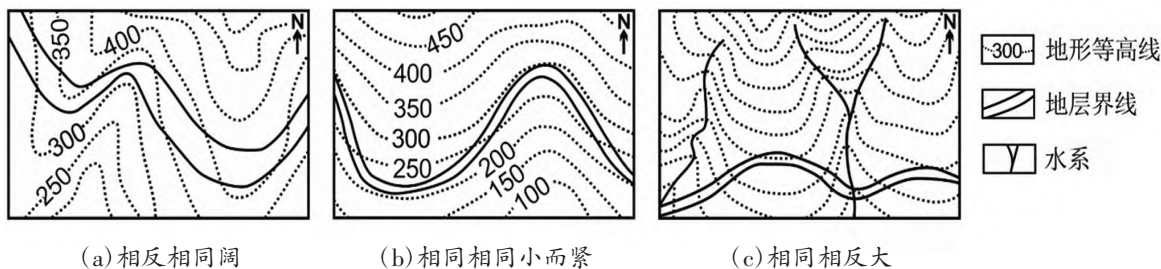


图7 地形地质图上倾斜地层分布区地质界线与地形等高线的3种关系

(二)在找矿中的应用

如在陕西安康的某矿区,发现了3个矿化点,通过探槽揭示出这3个矿点的含矿性、蚀变特征及矿层的围岩极其相似,因此认为3个矿点是同一个矿层。这3个矿点之间的距离都在500 m以上,而矿点之间都被厚厚的坡积物覆盖,根据化探的结果和通过目测的部署都没有见到矿层,以为矿化带规模小,可能是小的透镜体。

在第二年的探矿工作中,仍然没有放弃是大矿层的期望,于是想到应用“V”字型法则预测矿层所在的位置。具体的办法是,精确测量3个见矿点矿层的产状,结合矿层围岩的产状求出一个平均产状,分别以其中的一个矿化点依据“V”字型法作图,如果三条投影线重合,则重合线为矿层在地表的出露线,如果三条投影线因误差不重合,则矿层也应该在三条投影线所夹持的范围内。通过这种方法,布置了6条探槽进行验证,结果都见到了矿层,获得了很大的成功,将原以为三个小透镜状矿体变成了走向延伸长度1500 m的较大的层状矿体,最大工程间距达到了320 m,落实的黄金资源量3 t,实现了找矿的突破。

(三)在地质灾害预测中的应用

在预测某一地区的可能发生的地质灾害时,也需要用到“V”字型法则来判断地层或断层的产状。比如在中印边界地区,在安置军队营地之前,就要对山体的稳定性进行研究。在山区滑坡和泥石流是常见的地质灾害,如果有高清晰航空照片或卫星照片,甚至不需要到野外考察就能直接判断哪个地方更有可能发生地质灾害。如果判断出地层或断层的倾向与坡向相反时,不会沿地层中的软弱层或断层滑动而引起滑坡,山体比较稳定,这种情况下相对不容易发生滑坡和泥石流等自然灾害(图8(a));如果判断出地层或断层的倾向与坡向相同时(图8(b));特别是地层或断层倾角小于坡角时(图8(c)),山体较不稳定,容易发生滑坡和泥石流这样的地质灾害。进行这样的研究便于规避安全风险。

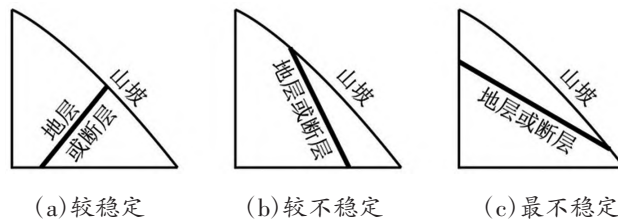


图8 地层或断层产状与山体的稳定性示意图

经过多次训练或使用,我们足够熟练了,或者具备较强的空间想象能力了,可以不需要画示意图,直接通过自己的空间想象,也能够得出正确的结论,作出自己合乎实际的判断了。

六、结束语

简明图示法用简单的图案就能明确清楚地表达地层或断层与地形在空间和平面图上的关系,而且还有“推导”功能,使学生易懂易用,不单对初学者有用,对有些科研工作者也可能有所帮助,比如时间长了忘记了,只要我们曾经会画这种简明图件,无需查阅相关书籍,也能够通过简单的几笔勾绘描画出它们从空间到平面上的关系,既使是在野外的地上,用树枝画上几笔,也能展现出地质界线与地形的空间和平面关系来,不需要打开电脑,在简陋的条件下也可以完成,可以说一旦学会,终生难忘。因此通过这种简明图示法,学生很容易学会并且掌握“V”字型法则,并且能增强学生的空间想象力,因此即使是在现今技术手段如此众多的情况下,这种简明图示法仍然值得大力推荐。

参考文献:

[1] 徐开礼,朱志澄.构造地质学[M].1版.北京:地质出版社,1984.
 [2] 朱志澄,宋鸿林.构造地质学[M].1版.武汉:中国地质大学出版社,1990.
 [3] 宋鸿林,张长厚,王根厚.构造地质学[M].1版.北京:地质出版社,2013.
 [4] 王义忠.“V”字型法则在找矿中的具体应用[J].科技信息,2012(36):389.