

地质学研究中常见逻辑方面的问题分析

章雨旭

(中国地质科学院地质研究所,北京,100037)

摘要: 由于地质学研究的特殊性,即一般只能是由已经观察到的结果推断其原因,所以逻辑推理具有相当重要的意义。但是,在地质学学术论文中,常见一些逻辑问题和错误,如:定义不清、不完全归纳、不当的归纳、与对比、推不出、因果倒置、循环定义或循环论证等,对此一些分析与见解提供参考。

关键词: 地质学;逻辑学;问题分析

中图分类号: PG312;

文献标识码: A

文章编号: 1006-7493(2006)01-0147-06

地质学的研究对象是地质历史上留下的极不完整的记录中的极少一部分,有许多结论要靠逻辑推理而得出,其基本推理原则是“将今论古”。带来的问题就好比要研究长江的起源地及流域的各种特征,但只能在崇明岛观察、取样,研究水中漂来的一个只在高原生长的树干,推测长江源自高原;根据水中漂来的布衣族特有头饰,推测长江流域有布衣族人居。在推理过程中,不可避免地会出现一些逻辑推理错误。笔者据几年编辑经验和二十多年地质学实践,分析归纳了地质学中常见逻辑问题与错误,并提出见解以供同行参考。

1 定义不清——各唱各调

阅读一些地质学论文可以发现,有些争论是无意义的,其根源在于定义不清。如:

(1) 20世纪80年代关于第四纪底界的争论,实际上是不同的作者依据不同的第四纪底界定义,有人以冰期为标准,有人以古地磁为标准,有人以真人的出现为标准,还有人以2500 ka为界线。显然,这样的争论是不可能达成共识的,因为这些事件事实上不可能完全同时发生。

(2) 最近,关于中国陆相侏罗系—白垩系界线的确定也是出于同样原因。世界上,侏罗系—白垩系界线是定义于海相地层的连续剖面上,其准确的

同位素年龄值并未确认(季强,2002)。而中国北方的陆相侏罗系—白垩系从古生物上无法与其直接对比,只能经由海陆交互的其他地层间接对比。这样依据不同的生物门类就得出了不同的结果:对著名的产有大量鸟类化石的义县组,有人划归上侏罗统,有人划归下白垩统,有人认为侏罗系—白垩系界线在义县组内部(王五力等,2005)。

(3) 目前,国际地层学界为了解决诸如上述问题,在世界范围内寻找合适的剖面,在这些剖面上作出明确的定义:钉上一颗“金钉子”。这虽然可以解决上述定义不清问题——有了明确的定义,但是,其他剖面与该剖面的对比仍可能存在问题,如陆相地层与海相地层的对比;即仍不能解决中国陆相侏罗系—白垩系界线问题。其次,“金钉子”钉在何处,也成了争论的焦点,因为如何钉“金钉子”还需要作出新的定义或制定新的原则(梅仕龙,2002;王成源,2002)。

2 不完全归纳——盲人摸象

由于地质学研究对象的局限性,在具备一定的研究积累后,就应有一定的归纳和总结。但是有些研究者仅依据较少的资料就得出结论,出现不完全归纳的错误。

如,在秦岭地区测定了3个金矿床的成矿年龄

收稿日期:2005-09-02;修回日期:2005-11-02

基金资助:国家自然科学基金(40272049)

作者简介:章雨旭,1960年生,研究员,主要从事矿床学和沉积学研究。Email: zhangyuxu@163.com

分别为 210, 150 和 120 Ma, 就得出, “秦岭地区金矿床的成矿作用发生在 210 ~ 120 Ma 之间”的结论, 显然出现了年龄值正确, 但结论却不一定正确的逻辑问题。因为, 文章尚未论证 210 Ma 和 120 Ma 能代表秦岭地区最老的和最新的两个矿床, 3 个年龄数据也不能证明在 200 ~ 160 Ma, 或 140 ~ 130 Ma 间有成矿作用发生。

再如, 多数人认为第四纪期以来, 全球海平面是上升的, 因为在许多海岸均可见到海侵的证据。但是, 他们忽略了在许多海岸同样存在着海退 (海岸上升的证据), 如在大连海滨, 现在可见海蚀洞 (金石滩景区的“相亲石”、“恐龙吞海”等), 在中国东南沿海可见贝壳堤等 (毕福志和袁又申, 1997)。

若将下降海岸说成是由于全球海平面上升所致, 而将上升海岸归结为局部构造运动, 那将会出现另一个逻辑错误: 标准不一。

3 不当归纳——眉毛胡子一把抓

在已有的地质研究成果中, 难免有不正确的结论夹杂其中, 在进行归纳时, 必须去粗取精, 去伪存真, 才能得出正确的结论。但是有些研究者, 在作归纳总结时不分青红皂白, 不研究他人资料、成果的真伪, 简单地将他人的资料堆砌在一起, “眉毛胡子一把抓”, 简单地将前人研究看成是盲人摸象, 自己“聪明地”得出似是而非的结论。

如在矿床学研究中, 许多著名矿床均会有许多研究者先后研究, 获得多组同位素成矿年龄、得出多种矿床成因的认识。最后就会有人“聪明地”归纳得出该矿床成矿作用是多期、多阶段的, 矿床是多成因的。如世界著名的白云鄂博矿床, 先后得出过中元古代、新元古代、早古生代和晚古生代的成矿年龄, 获得特种高温气液交代成因、碳酸岩浆成因、与海底火山喷溢有关等 (刘淑春等, 1999) 及微晶丘 (章雨旭等, 1998a, b; 杨晓勇等, 2000; 章雨旭等, 2005)、热水沉积 (高计元等, 1999; 章雨旭等, 2005) 多种不同的成因认识。著名地质学家涂光炽 (1989) 在讲述“确实有另一类矿床成因很复杂, 具有多源、多阶段、多种成矿作用和多种含矿溶液的所谓多成因特点”时, 就曾以广西大厂矿床为典型实

例, 并提及内蒙古白云鄂博矿床。但事实上, 仔细研究不同作者的文章可以发现, 有些认识是互斥的, 如: 中元古代同位素成矿年龄与矿体围岩为寒武纪—奥陶纪; 赋矿白云岩为正常沉积岩与岩浆岩; 矿床成因为高温气液交代与岩浆成矿; 这两两之间是不可能同时正确的。涂光炽 (1998) 也承认“沉积喷流成矿可以较合理地解释围绕白云鄂博矿床成矿之诸种矛盾”。

4 不当对比——爷爷同庚

在地质学研究中, 对比是十分重要的手段之一, 但是, 有时不恰当的对比, 会得出错误的结论。比如, 张三的爷爷、李四的父亲、王五本人及赵六的儿子同庚或年龄相近是毫不奇怪的。但在地质学对比中, 经常认为只有张三的爷爷、李四的爷爷、王五的爷爷和赵六的爷爷才可能同庚或年龄相近。即只抓住了“爷爷”这一特点, 却不论张三、李四、王五与赵六是否同龄。

(1) 在地层学研究中, 不同剖面地层界面等时的标志一直是含有相同的生物组合, 这来源于生物演化随时间的不可逆性。这在大多数情况下, 特别是较大的尺度上是正确的。但是, 由于生物的分布受环境的控制, 因而在某些特殊的情况下, 在较小的尺度上, 具有相同生物组合的地层却可以是不等时的! 如华北地台的寒武系, 各地自馒头组至长山组, 岩性由紫红色页岩—白云岩、鲕粒灰岩变为竹叶状灰岩, 环境由萨布哈、鲕滩变为广海, 相同环境的生物组合相近, 对比的结果是各地的紫红色页岩—白云岩、鲕粒灰岩和竹叶状灰岩分别等时, 得出的古地理解释是早寒武世处处萨布哈, 中寒武世处处鲕滩, 至晚寒武世则一片广海。这显然是难以置信的。这里生物受环境的控制明显, 且生物的演化可能较缓慢, 相同的环境 (相同的岩性) 中含有相同的生物, 但却不是严格等时的 (章雨旭, 2001; Zhang Yuxu and Lü Hongbo, 1996)。假定有不同地点的 A、B、C3 个剖面, 分别为紫红色页岩—白云岩 A、鲕粒灰岩 A、竹叶状灰岩 A, 紫红色页岩—白云岩 B、鲕粒灰岩 B、竹叶状灰岩 B, 紫红色页岩—白云岩 C、鲕粒灰岩 C、竹叶状灰岩 C; 那么, 按从老到新顺序, 各剖

章雨旭. 1992 试论华北地台寒武系地层的穿时性. 第三届全国沉积学及岩相古地理会议, 四川成都.

章雨旭. 2001. 华北板场面寒武纪古地质质疑. 第三届海峡两岸三地及世界华人地质科学研讨会 (论文摘要), 香港. 442 ~ 447.

面的紫红色页岩-白云岩就相当于爷爷,竹叶状灰岩好比是孙子,有什么理由认定这三家的爷爷同庚、孙子同龄呢?

在无生物的地层中,人们往往将相同的岩性看作是等时的,这更不可信。

(2)在矿床学研究中,人们常依矿物组合形成的先后关系,将成矿作用分为多个成矿阶段。如在大多数接触交代矿床中,均可分为夕卡岩阶段、氧化物阶段、硫化物阶段和碳酸盐阶段。这里人们是把产于矿床中不同部位的夕卡岩组合、氧化物组合、硫化物组合和碳酸盐组合均看作是同时形成的了。事实上,这是不可能的,这几种矿物组合的形成主要取决于温度条件,它们是一个由高温到低温的顺序序列(与爷孙关系相当)。在绝大多数情况下,在同一矿床的给定部位,温度均是由高向低渐变的,均将依次形成夕卡岩矿物、氧化物、硫化物和碳酸盐。但是,在同一矿床范围内,不同部位的温度显然不可能总是相同的。不难相象,当岩浆岩侵入于碳酸盐岩中之后,自接触带向外将会形成一个高温区,且越近接触带温度越高,在距接触带一定的距离内均将形成夕卡岩组合(更远的范围最高形成氧化物、硫化物和碳酸盐);但随着时间的推移,温度将会逐渐降低,离接触带较远的地方,夕卡岩组合将首先被氧化物组合交代,继而被硫化物组合交代,最后被碳酸盐组合交代。这种交代将会由外向内逐渐迁移,且在近接触带为氧化物交代时,远接触带将是碳酸盐交代。所以,同一矿床中的不同部位,氧化物、硫化物和碳酸盐组合并不是同时形成的,因而也不存在这种所谓的“成矿阶段”。

在其他热液矿床中,同样可见氧化物被硫化物交代、再被碳酸盐交代,这同样由于温度的分带(如垂向上的分带)和温度的最终的逐步降低而形成的。那种认为,“早”阶段成矿热液形成夕卡岩、“晚”阶段成矿热液形成硫化物和碳酸盐的想法是经不起推敲的(章雨旭,1999)。

5 推不出

这是一类出现最多的错误。地质学研究对象的各种性质是由多种地质作用所形成的结果。极易忽略一种或多种地质作用而仅抓住一种或几种主要作用,有时甚至忽视了主要作用。如:

(1)以水深变化代表海平面变化。在层序地层

学研究中,必须研究剖面上的海平面变化,但是,应当明白,无论是全球海平面变化还是相对海平面变化均不能用水深的变化来代表(章雨旭等,1996)。事实上,鉴别古水深的标志尚缺乏绝对可靠的标准,再以水深作标准进而推测海平面变化,其可信度就更低了。

(2)以成矿流体来源代表成矿物质来源。在矿床学研究中,成矿物质来源探讨是一个重要课题。然而,许多成矿元素是无法直接示踪的,而矿床学家们往往研究成矿流体的C、H、O、S、He等同位素,探讨成矿流体的来源,进而推定成矿元素有相同的来源。很明显,成矿元素与成矿流体并不一定是同一来源。假定同位素特征表明,成矿流体来源于上地幔,那么在成矿流体向地表运移的过程中,既可以从周围获取成矿元素,也可以丢失其中的成矿元素。

(3)以现有矿床量代表历史上成矿作用的频度和强度。近几年,有些研究者提出中国东部燕山期“成矿作用大爆发”的命题,其依据是中国东部燕山期形成的矿床的数量和储量较其他各地质时期的要大得多。但是,仔细推敲可见,这一依据是推不出“大爆发”这一命题的。理由是,之所以我们现今在中国东部探得的矿床以燕山期最多,是可能有多种原因的,其中有两个原因不应被忽视,一是,印支期以前所形成的矿床可能有许多已被剥蚀破坏了;二是,喜马拉雅期形成的矿床可能至今仍深埋地下。

(4)以现有露头分布恢复古地理。研读《中国古地理图集》(王鸿祯等,1985)可以发现,中国境内有多处长期古陆,如华夏古陆、雪峰古陆、内蒙地轴、康滇地轴等,其依据当然是这些地区现今缺失了多个历史时期的沉积记录。但是很显然,现今缺失并不能表明历史上就没有沉积过,它很有可能是在后来的某一个或多个地质历史时期被剥蚀掉了。仔细的沉积学研究可以发现,在这些所谓古陆的周围并不总是滨海相沉积。

(5)以不整合面上、下地层恢复沉积史。与上一问题类似,人们常以不整合面代表该区的暴露历史。如,在华北地台,中石炭统假整合于中奥陶统或下奥陶统之上,不整合面以下的最新地层为峰峰组,故一般均说,自峰峰期后,华北地台隆起为陆,至中石炭世海侵。事实上,“华北地台自峰峰期后隆起成陆”这一命题是推不出的。因为,我们无法排除曾经有过中奥陶统—下石炭统的沉积层后来被剥蚀

了。

另外,隆起成陆还不是沉积间断的唯一原因。据研究,世界上许多地区震旦纪的沉积间断可能是大冰期引起的。在北京一带新元古界井儿峪组与寒武系底部间的假整合,间断时间达 200 Ma,但是,假整合面上风化产物极少,似乎支持冰期无沉积的推断。

(6)包裹体研究成矿流体性质和来源。在矿床学研究中,人们常通过脉石矿物石英、方解石、萤石等矿物中的气液包裹体研究来探讨成矿流体的性质、来源及成矿的温度、压力、pH、Eh等条件。但是,常常有人忽略这样一个事实,这些脉石矿物中的包裹体是在脉石矿物结晶时捕获的成矿流体,而脉石矿物的结晶温度是可高可低的,所以这些包裹体绝不是原始的成矿流体,因而其各种性质只能是其寄主矿物形成时成矿流体的性质。可以发现,许多包裹体研究均表明,成矿流体是富含 Cl^- 和 CO_2 的,而很少结论是成矿流体富含 F^- , S^{2-} , HS^- ,其原因难道不是所测包裹体的寄主矿物结晶时 F^- , S^{2-} , HS^- 已经进入矿物,而只有 Cl^- 和 CO_2 仍在流体中?

(7)地球化学示踪——咸鸭蛋是咸鸭子生的。在岩石学和矿床学研究中,人们常依据岩石(或矿体)中的微量元素组成特征或同位素组成特征与岩浆可能源区(或成矿元素可能源岩)的相似性推断岩浆(或成矿元素)来源于该岩浆源区(或该成矿源岩)。这也是犯了推不出的逻辑错误,这二者可能是母子关系,但也完全可能是兄弟关系,甚至根本就毫无关系。就好比咸鸭蛋并不是咸鸭子生的,但它们的“地球化学特征”却是十分相似的。

(8)将沉积地层的韵律构造与天文变化相联系。在层序地层学研究中,许多学者将副层序的形成归咎于米兰科维奇旋回导致的气候周期性冷暖变化,进而引起的全球海平面变化,将更大级别的旋回亦归因于天文变化引起的全球海平面升降。但是,据估算,冰盖消融导致的海平面上升并不能形成副层序的(章雨旭等,1997),全球海平面变化更不能达到 1000 m 以上,形成诸如寒武纪—奥陶纪 1200 m 以上的沉积(华北地区寒武纪—奥陶纪是一次连续沉积),而且,世界不同地块各时期的沉积作用并不总是同步进行的,如,扬子地块泥盆纪沉积巨厚,而华北地块尚无泥盆纪沉积的记录。即使同一地块内部同一时期的沉积厚度也相差极大。很显然,构

造沉降才是控制沉积作用的主要因素。

(9)全球气候变暖与全球海平面升高。目前较公认的结论是由于气候变暖故全球海平面必然升高。但仔细推敲,却有不一定的因素。认为气候变暖必然导致全球海平面升高的理由是,气候变暖必然导致冰川融化,大量固体水进入海洋,从而海平面必然升高。但是,有其他因素可能抵消这一作用:一是,气候变暖可导致全球蒸发量的加大,从而全球降水加大,这可以导致冰盖区雪被厚度加大,故尽管雪线上升或向极地退缩,面积缩小,但固体水的总体积是否减少却需另行测算。再者即使海水总量加大了,海盆也不一定是一个完全刚性容器,如果地球膨胀说正确的话,那么海盆的体积也可增大,这样全球海平面还是升不起来。当然笔者这里并不是要否定人类应当采取措施,避免全球变暖。

6 因果倒置——太阳怕冷?

因果倒置有两种,一种是叙述上的因果倒置,一种是认识上的因果倒置。

在地质学研究中,一般是从地质作用的结果推导产生这些结果的原因。但是常见有些作者叙述时将推测的原因当成了事实,而将见到的事实反而当作了所推测原因的结果。如以下几个表述似有不妥:

(1)“中奥陶纪之后,华北地台抬升成陆,直到中石炭世才又海浸,所以,在华北地台缺失上奥陶统至下石炭统地层”;

(2)“由于大洋板块向大陆板块的俯冲下插,形成了毕鸟夫带”;

(3)“寒武纪长山期为最大海泛期,因而形成了长时间的水下沉积间断”;

(4)“燕山期中国东部成矿作用大爆发,形成了大量的燕山期矿床”。

还有一种认识上的因果倒置。如在有些层控矿床论者的认识中,认为矿体所赋存的地层中成矿元素含量的增高是地层向矿体提供成矿元素的证据,认为这种地层是“矿源层”,他们忽略了一个更大的可能:在成矿时,成矿热液将成矿元素带入了赋矿地层,在富集强烈处形成了矿体,而在富集较弱处则形成了这种扩散晕。

用这样的方法似乎可以证明“太阳怕冷”:记录北京或南京、武汉等地一年中每天的气温及太阳位置,不难发现,“随着气温的降低,太阳逐渐向气温

较高的南方移去”,“随着气温的升高,太阳又逐渐回到北方”,这表明,“太阳怕冷喜热”。

7 循环定义或循环论证

如果将“热河生物群”定义为:产于热河系中的生物,又将“热河系”定义为:产有热河生物群的地层,这就是循环定义,但人们不会从中明白热河生物群或热河系。因此季强(2002)倾向于将与狼鳍鱼、北票鲟或三尾拟蜉蝣共生在一起的化石群称为热河生物群。

如前所述,用生物地层标定岩石地层穿时应当是可行的,如华南泥盆系;而在华北寒武系用生物化石论证岩石地层不穿时就不正确了,因为它们是一起穿时的,如此的论证将构成循环论证(章雨旭, 2001)。

在生物地层学中还常见类似的事例:在原认定的泥盆系地层中新发现了以前仅见于石炭系的生物化石,这时有两种选择,一是将原泥盆系地层划归石炭系,二是提出该生物的最早出现时间应为泥盆纪。可以看出,这两种选择在不考虑已有研究基础时均是正确的;但另一方面,已有研究基础却是落后的,因为它没有考虑咱们的新发现。事实上,无论哪种选择均无确凿理由,仅是循环论证——用一种或多种生物的时代标定另外一种或多种生物的时代。有时是生物化石与同位素年龄值的循环论证,如朱士兴等(1999)在长城系常州沟组中发现了以前仅见于新元古界的宏观藻类化石,他们将宏观藻类化石的出现时间提前了 1000 Ma,而不是象多数人那样,否定常州沟组的已有年龄值。

笔者认为,对类似的“新发现”,发现者应首先怀疑其为伪发现!发现者必须找出否定原有研究基础之一的其他证据。

8 大前提不真——人云亦云

有些学者乐于追踪“国际前沿”,将国内地质体与国外已有研究结论的地质体对比,找出两地质体的相同之处,进而得出该国内地质体的成因与国外相似地质体成因相同。但是他们一不考虑两地质体的环境差异,更不考察国外形成的已有的成因认识是否真正成立。

在过去十余年的层序地层学研究中,往往有人对自己研究的剖面进行全球海平面“建设”,然后又

与他人已建立的“全球海平面变化曲线”对比,进而证明自己的研究是正确的。然而,“全球海平面”变化必须以地心为坐标原点,沉积基底的构造升降并无合适方法标定和扣除,故“全球海平面”变化曲线的建立必定有假设,而假设并非一定正确,故尚无令人满意的建立方法(章雨旭等, 1996)。所以,无论是作者“建设”的“全球海平面变化曲线”还是他人已经建立的“全球海平面变化曲线”都含有太多的假定成分,根本不可能具有可比性!今天海平面在世界上不同的地方的升降均是相对升降,其参照物均是当地的海岸,而不是地心,各地也都有明显的差异,如何确定现今全球海平面变化尚是难题;讨论古全球海平面的升降,谈何容易?

还有些学者迷信权威人物的研究成果,将权威人物的研究结论甚至权威人物在一般会议上的讲话当作金科玉律来信奉,并作为论证的依据在科学论文中引用。

9 结语

地质学是一门将今论古的科学,地质作用又往往是十分漫长的过程,绝大部分地质作用是无法在实验室条件下模拟再现的,因而正确的推理是相当必要的,必须养成自觉而良好的推理习惯,掌握必要的形式逻辑理论,才能成为真正合格的地球科学家。

谢语:笔者曾就文中的一些问题请教乔秀夫研究员、闵隆瑞研究员、王思恩研究员,就一些问题与郑永飞教授、吕洪波教授、陈衍景研究员等作深入讨论,特致谢意。

参考文献 [References]:

- 毕福志,袁又申. 1997. 闽粤台琼海岸大震构造的定量标志——兼论定性标志. 地质学报, 71(4): 306~315.
[Bi Fuzhi and Yuan Youshen. 1997. The Quantitative tectonic indicators of coastal great earthquakes in Fujian, Guangdong, Taiwan and Hainan—With a discussion of the qualitative indicators. Acta Geologica Sinica, 71(4): 306~315 (in Chinese with English abstract)].
高计元,王一先,裘愉卓,等. 1999. 白云鄂博含矿白云岩成因探讨. 沉积学报, 17(增刊): 675~680.
[Gao Jiyuan, Wang Yixian, Qiu Yuzhuo, et al. 1999. Origin of the ore-bearing dolomite in Bayan Obo ore deposit. Acta Sedimentologica Sinica, 17(supp.): 675~680 (in Chinese with English abstract)].
季强. 2002. 论热河生物群. 地质论评, 48(3): 290~296.
[Ji Qiang. 2002. On the Mesozoic Jehol Biota of China. Geological Review, 48(3): 290~296 (in Chinese with English abstract)].

- 梅仕龙. 2002 二叠系乐平统底界全球层型剖面 and 点位问题. 地质论评, 48(3): 225~233.
- [Mei Shilong 2002 Definition and position of conodonts for the base of the Lopingian Series Geological Review, 48(3): 225~233 (in Chinese with English abstract).]
- 刘淑春, 章雨旭, 郝梓国, 等. 1999 白云鄂博赋矿白云岩成因研究历史、问题及新进展. 地质论评, 45(5): 477~486.
- [Liu Shuchun, Zhang Yuxu, Hao Zigu, et al 1999. A genetic study of the ore-hosted dolostone in the Bayan Obo deposit—History, problems and new progress Geological Review, 45(5): 477~486 (in Chinese with English abstract).]
- 涂光炽. 1989 地学中若干思想方法的讨论. 自然辩证法研究, 5(5): 1~11.
- 涂光炽. 1998 试论非常规超大型矿床物质组成、地质背景、形成机制的某些独特性——初谈非常规超大型矿床. 中国科学(D), 28(增刊): 1~6.
- 王成源. 2002 乐平统底界定义和点位的争论. 地质论评, 48(3): 234~241.
- [Wang Chengyuan 2002 Arguments about the definition and the point of basal boundary of the Lopingian Geological Review, 48(3): 234~241 (in Chinese with English abstract).]
- 王鸿祯, 等. 1985 中国古地理图集. 北京: 地图出版社.
- 王五力, 张立君, 郑少林, 等. 2005 义县阶的时代与侏罗系—白垩系界线——义县阶标准地层剖面建立和研究之三. 地质论评, 51(3): 234~242.
- [Wang Wuli, Zhang Lijun, Zheng Shaolin, et al 2005. The age of the Yixian Stage and the boundary of Jurassic - Cretaceous—The establishment and study of stratotypes of the Yixian Stage Geological Review, 51(3): 234~242 (in Chinese with English abstract).]
- 杨子元, Drew L U. 1994 论白云鄂博矿床含矿围岩——白云岩的热液水沉积成因. 地质找矿论丛, 9(1): 39~48.
- [Yang Ziyuan, Drew L J. 1994. On the hot-water sedimentary origin of dolomite-host rock of Baiyun Obo deposit, Inner Mongolia, China. Contributions to Geology and Mineral Resources Research, 9(1): 39~48 (in Chinese with English abstract).]
- 杨晓勇, 章雨旭, 郑永飞. 2000 白云鄂博赋矿白云岩与微晶丘和碳酸岩墙的碳氧同位素对比研究. 地质学报, 74(2): 169~180.
- [Yang Xiaoyong, Zhang Yuxu, Zheng Yongfei, 2000. Carbon and oxygen isotope compositions of ore-bearing dolostone in the Bayan Obo deposit as well as two typical micrite mounds and a carbonatite dyke. Acta Geologica Sinica, 74(2): 169~180 (in Chinese with English abstract).]
- 章雨旭, 王成述, 彭阳, 等. 1996 海平面变化定量研究的探讨. 中国区域地质, (1): 75~82.
- [Zhang Yuxu, Wang Chengshu, Peng Yang, et al 1996. Quantitative study of sea level changes Regional Geology of China, (1): 75~82 (in Chinese with English abstract).]
- 章雨旭, 彭阳, 高林志. 1997 北京西山寒武—奥陶系主要副层序类型及成因探讨. 地质论评, 43(2): 148~154.
- [Zhang Yuxu, Peng Yang and Gao Linzhi 1997. Characteristics of main types of parasequence in Cambrian—Ordovician System in Western Hills, Beijing, and forming mechanism of parasequence Geological Review, 43(2): 148~154].
- 章雨旭, 彭阳, 乔秀夫, 等. 1998a 白云鄂博矿床赋矿白云岩成因新认识. 地质论评, 44(1): 70.
- [Zhang Yuxu, Peng Yang, Qiao Xiufu, et al 1998a. A new consideration on the genesis of the ore-bearing dolostone in the Bayan Obo deposit Geological Review, 44(1): 70 (abstract in Chinese).]
- 章雨旭, 彭阳, 乔秀夫, 等. 1998b 白云鄂博赋矿微晶丘的论证. 矿床地质, 1998, 17(增刊): 691~696.
- [Zhang Yuxu, Peng Yang, Qiao Xiufu, et al 1998b. Demonstration for the ore-bearing dolostone in the Bayan Obo deposit being a mud-mound. Mineral Deposits, 17(supp.): 691~696 (in Chinese).]
- 章雨旭. 1999 对中国矿床学研究和成矿学基本问题的认识. 地球学报, 20(增刊): 466~470.
- [Zhang Yuxu 1999. A consideration on the basic problems of economic geology in China and metallogeny. Acta Geoscientia Sinica, 20(supp.): 466~470 (in Chinese).]
- 章雨旭. 2001 试论华北板块寒武纪地层的穿时性. 沉积与特提斯地质, 21(1): 78~87.
- [Zhang Yuxu 2001. Diachronism of the Cambrian strata on the North China platform. Sedimentary and Tethyan Geology, 21(1): 78~87 (in Chinese with English abstract).]
- 章雨旭, 吕洪波, 张绮玲, 等. 2005 微晶丘成因新认识. 地球科学进展, 20(6): 693~700.
- [Zhang Yuxu, Lü Hongbo, Zhang Qiling, et al 2005. A new consideration on the genesis of mud mound. Advances in Earth Science, 20(6): 693~700 (in Chinese with English abstract).]
- 朱士兴, 孙淑芬, 黄学光, 等. 1999 燕山常州沟组(约1800 Ma)碳质压型化石及其多细胞组织的发现. 科学通报, 44(14): 1552~1557.
- [Zhu Shixing, Sun Shufen Huang Xueguang, et al 2000. Discovery of Carbonaceous compressions and their multicellular tissues from the Changzhougou Formation (1800 Ma) in the Yanshan Range, North China. Chinese Science Bulletin (English edition), 45(9): 841~845].
- Zhang Yuxu, Lü Hongbo 1996 On diachroneity of the Cambrian strata in North China Plate (abstract). The Collected Works of 30th International Geological Congress

An Analysis for Common Logical Mistakes in Geological Studies

ZHANG Yu-xu

(Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract: For the particularities in geological studies, that is, generally one can only deduce causes from observed effects, the logical references have very important meaning. However, in geological academic theses, logical reasoning mistakes can often be found, such as indistinct not clear definition, incomplete inducing, inappropriate inducing, inappropriate matching, unreasonable inferring, setting the cause and the effect inversely, recycled definition or argument, etc.

Key words: geology; logic; analysis