

# 关于红层特点及分布规律的初步探讨<sup>\*</sup>

彭 华, 吴志才

(中山大学地理科学与规划学院, 广东 广州 510275)

**摘 要:** 红层为红色的陆相碎屑沉积物, 形成于古盆地和湖泊环境, 主要形成于炎热、干燥的地质时期。红层岩石组成多为砂岩和砾岩, 并夹粉砂岩、页岩、泥岩、灰岩、石膏及岩盐等, 红层的沉积结构和构造具有一定的规律性。红层是地壳演化到一定历史阶段的产物, 它不只是中新世代的产物, 在古生代也有红层发育与分布。中国的红层主要分布在西南、华南、华中及西北的广大地区。由于各地区红层的岩性、构造运动、气候条件和时间因素不同, 红层中发育了多种地貌, 如方山、丘陵、高原、丹霞地貌等。红层地貌与丹霞地貌应严格区分开来。

**关键词:** 红层; 分布; 形成时期; 古环境; 红层发育

**中图分类号:** P56 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2003) 05-0109-05

## 1 红层的界定

曾昭璇等<sup>[1]</sup>认为“红层是从中生代, 特别是从侏罗纪到早第三纪的陆相红色岩系”, 是丹霞地貌发育的物质基础。至于它形成于什么时代, 没有必要在定义中加以限制, 因为在中生代以前和晚第三纪也有红层堆积; 由于沉积环境的差异和后期地质作用的改造, 红层的颜色可能变化于棕黄、褐黄、紫红、褐红、灰紫等偏红色调; 红层是一种岩性复杂的陆相沉积, 这与相对均质、致密的海相沉积有着很大的差别, 但应该允许有过渡相和交互相夹层; 说红层是碎屑岩系主要用以区别陆相化学沉积和生物沉积。作者对红层提出了一个界定依据: ①颜色是偏红色调; ②是陆相沉积环境; ③是碎屑沉积。因此认为, 红层是一种红色的陆相碎屑岩系。

## 2 红层的特征

### 2.1 红层的物质组成

根据目前国内学者的研究, 红层碎屑的颗粒组成差异很大, 有洪积泥砾、短促河床砾石层、河床相砂砾、较长途搬运的具有砂波结构的河床砂、河流三角洲前缘相的砂质层和以泥质为主的湖盆相粉砂质或淤泥质沉积等。四川盆地西北部的古山前拗陷中的红层巨砾可达数十厘米<sup>[2]</sup>, 而许多红层盆地中部多由泥质岩构成。

碎屑的砾石组成一般与其外围山地的物源一致, 岩屑、砾屑是其外围物源地岩石碎屑的混合。

其砂质主要是石英, 含部分长石; 胶结物以泥、砂为主, 化学胶结物主要为硅质、钙质和铁质。湖南崑山的碳酸钙含量随外围接触地层的不同而有很大差别, 在接触碳酸盐岩源地的地方, 碳酸钙含量可达25%以上<sup>[3]</sup>。

### 2.2 红层的颜色

红层是一种偏红色的陆相碎屑堆积, 颜色是红层的主要标志之一。但是, 在一套红色岩系中, 不论是垂直方向还是水平方向, 都不可能保持沉积环境在时间和空间上的完全一致。加上在成岩过程中的物理化学变化和隆起后各种环境因素等后期影响, 其颜色也可能再发生一些变化。因此, 各地红层的颜色在色度和纯度上有较大的差别。

例如构成齐云山顶层崖壁的为上白垩统小岩组(K<sub>2</sub>)暗红—紫红色砾岩和硬砂岩互层的洪积河积相沉积。出现这种颜色的变化, 是由于局部地段, 某一时段的沉积的气候、生物以及沉积物质的差异都可能造成沉积物颜色的变化<sup>[4]</sup>。除了沉积环境因素之外, 肖自心等<sup>[3]</sup>认为风化、搬运、成岩过程也会影响岩石颜色。黄可光<sup>[5]</sup>的资料也说明了红色岩系中颜色变化的实例。红层并非全由红色的岩石组成, 其中经常可能夹有各种颜色的岩层, 白色、灰白甚至暗色岩层都有, 这种情况在西北地区极为普遍。事实上, 在基本的红色色调上夹有其它色调, 反而成为红层的一个特色。

此外, 红层砾石的原岩成分、砾石本身的颜色、砾石的含量、胶结物成分、砂质、岩层的含水

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2002-11-18

作者简介: 彭华 (1956年生), 男, 教授, E-mail: eesph@zsu.edu.cn

量等都对红层的颜色和色调产生一定的影响。

### 2.3 红层的结构和构造

红层一般发育在内陆盆地和湖泊环境, 所以其沉积特征在粒度上呈现出一定的规律, 红层盆地边缘往往堆积巨厚的洪积相混杂泥砾, 往中心渐变为洪、冲积砾岩、砂砾岩、砂岩与河、湖积细砂、粉砂岩或泥质岩。这是因为形成红层的物质来源于古盆地或古湖盆周围的高地, 所以边缘地带最先接受沉积, 粒度较大, 而粒度较小的物质可以被搬运到盆地中。但在垂直剖面上, 盆地外围的洪积扇前缘粗碎屑堆积区, 岩石粒级的变化很大, 常常表现为互层状。即砾岩、砂砾岩交互成层, 夹砂岩; 或砂砾岩、砂岩为主夹砾岩或夹薄层粉砂岩、泥质岩。而接近湖盆中心的细碎屑堆积区, 岩性的垂直变化一般较小。相对说来, 河流淡水沉积、泥砂胶结或硅质、铁质胶结的砾岩和砂砾岩比较坚硬; 而盆地中心沉积的粉砂岩、泥质岩所含的可溶性物质较多, 透水性较差、含水较多, 因而比较软弱。

大部分的粗碎屑红层以厚层或巨厚层甚至块状构造为主; 接近盆地中心的湖积相或河漫滩相细碎屑红层一般以薄层构造为主; 而介于两者之间的河床相和三角洲相堆积则较为复杂, 比较稳定的较大河流在河床侧向摆动过程中, 可能会形成厚层或巨厚层砂质堆积, 同时在边滩发育或河底砂波移动过程中, 在沉积层内的细层或纹层形成斜层理; 另一种情况可能是在入湖三角洲推进过程中, 在同一砂岩层内, 发育斜层理或交错层理。丹霞山锦石岩段和白寨顶段有 8~20 m 巨厚层不等粒石英砂岩和长石石英砂岩, 均具有大型板状交错层理。其中锦石岩段厚层砂岩的交错层产状<sup>[9]</sup>。据罗成德研究<sup>[7]</sup>, 四川盆地南部白垩统窝头山组 ( $K_w$ ) 与打儿函组 ( $K_d$ ) 的巨型斜层理十分发育。层厚 3~5 m, 有时可达数十米。细层层理倾角一般大于  $30^\circ$ , 个别  $40^\circ$  以上, 呈多向倾斜。

除了盆地中心常年积水的湖盆外, 沉积表面常常会受到各种外部因素干扰, 特别是暂时性流水的冲刷与堆积的差异, 造成了下一次沉积环境的差异。这种陆地沉积环境的差异, 以及各次沉积过程水量的大小和物源的不同, 各次沉积的平面形态和垂向组合都表现出很大的差异, 这在许多丹霞崖壁上都可看到红层剖面韵律结构的复杂性, 如岩层厚度在横向上的渐变或突变、岩层在水平方向上的不连续性; 岩层在垂直方向上的岩性突变、不规则的冲刷面和不整合等, 导致了红层剖面对比的困难。

## 3 红层形成的古地理环境

红层的岩性、结构、沉积相和古生物化石 (包括植物孢粉) 等各种地层研究成果显示, 红层是一种典型的陆相沉积。红层中所含的可溶性盐较多, 丹霞山、崑山砂岩样中  $Al_2O_3$ 、 $CaO$ 、 $Fe_2O_3$ 、 $K_2O$ 、 $Na_2O$  的含量均超过砂岩的克拉克值<sup>[4,6,3]</sup>; 许多盆地相红层中都夹有膏盐层, 粤北南雄群红色泥岩、皖南休宁盆地红层及川南、甘肃等地的红层中都夹有多层的含石膏层<sup>[4,5,3]</sup>。故而认为大部分红层堆积在封闭的、相对干燥的内流盆地环境中。而在盆地堆积的后期, 随着盆地抬升、湖水外泻而淡化, 红层中没有盐沉积, 但仍处于相对封闭的内陆环境, 在淡化的盆地中沉积的红层往往比盐化的湖盆中沉积的红层要坚硬一些。由于红层中大多含有碳酸盐岩碎屑或钙质胶结物, 甚至含有蒸发盐夹层, 目前大部分学者认为红层形成在炎热干燥的环境下。但是红层的红色主要是高价铁 ( $Fe^{3+}$ ) 相对富集而成的, 这个富集过程必须要有足够的淋溶作用。按照“将今论古”的古地理研究原则, 红层形成的古气候环境应是一种类似于现代热带、亚热带半湿润、半干旱气候或干湿季气候, 以保证有足够的淋溶并保持长时期的氧化环境。地质历史上, 红层沉积一般发生在古热带和亚热带盆地中, 相当于古纬度  $15\sim 30^\circ$  范围内。

此外, 海相或海陆过渡相红层在沉积过程中大部分时间不是氧化环境, 因此其红色往往是沉积的钾长石颜色或三价铁胶体颜色。而过渡相沉积受陆地环境影响较大, 在海侵海退比较频繁的古代近海盆地则可能形成与陆地红层接近的沉积特点。

## 4 红层的形成时代及其分布

### 4.1 红层不只是中新世代的产物<sup>[8]</sup>

根据国内学者的研究, 目前所发现的发育丹霞地貌的红层均不早于中生代, 其中以白垩系红层最多, 约占 80%。形成丹霞地貌的最老红层为三叠系<sup>[9,7]</sup>, 还没有发现丹霞地貌发育在更老的地层中。

但这并不能说明中生代以前没有红层堆积。其实, 北美—俄罗斯古陆上 (主要在北欧、格陵兰岛到北美洲东北部) 加里东运动期间就已经在山前拗陷和山间盆地中堆积了陆相“老红层” (老红砂岩, Old Red Sandstone)。例如在阿巴拉契亚地槽太康运动 ( $O_3$ ) 第二幕之后, 褶皱隆起带 (地背斜) 以西与劳伦古陆之间的拗陷中, 沉积了很厚的陆相红色

页岩、砂岩和砾岩等碎屑岩。到了晚志留世，红层堆积向内陆扩展，美国中北部的几个盆地中均广泛发育了红层和蒸发岩（Alling & Briggs, 1961）。晚古生代，在北美—俄罗斯古陆的大部分地区和冈瓦纳古陆的北部，都曾有红层和蒸发岩发育。中国塔里木地台在泥盆纪和二叠纪也发育红色陆相粗碎屑堆积。因此，从红层的定义来看，红层开始发育的时代应前推至早古生代。

作者认为红层是地壳演化到一定历史阶段的产物，即地壳刚性增强，地台扩大，有相对广大的陆地面积之后，才因地台活化（地洼区）而形成反差较大的内陆沉积盆地和外围山地物源区，在适当的气候与沉积环境下发育陆相红层堆积。也就是不排除古陆台上还有更老的红层发育。

4.2 古生代红层分布

早古生代北美地台和俄罗斯地台的大部分地区处于南北纬 30° 之间的热带和亚热带地区，受加里东运动影响，这两个地台逐步合并而使得气候大陆性增强，在加里东拗陷带或大陆盆地内，均有陆相红层和蒸发岩发育。而同期的冈瓦纳古陆则穿过南极，在奥陶纪到志留纪，从北非至南非依次发育了冰川堆积，仅在澳洲古陆和其他个别低纬度地段发育了红层。这个时期中国各地块的拼贴尚未完成，陆地较小且分散，是一个海洋占绝对优势的时代，因而没有老红层发育。到晚奥陶世末，华北地台虽隆起成陆，但却没有封闭的、以干热气候为主导的红层盆地形成。

晚古生代是一个古陆大联合的时代。经过海西运动以后，北美地台、俄罗斯地台、西伯利亚地台和中国（华北—扬子）地台先后连为一体，构成劳亚古陆。并在北美地台与冈瓦纳古陆之间实现南北古陆大联合，形成泛大陆。到了二叠纪成为地球历史上大陆性气候最为强烈的时期，大致位于南北纬 30° 之间的劳亚古陆西部地区广泛发育了红层和蒸发岩。同期中国大部分地区处于中纬度湿润带，是主要的成煤期；泥盆纪时只在塔里木地台南缘和祁连地槽等地的亚热带山间盆地堆积了陆相红层。而同为联合古陆的冈瓦纳古陆上，则因为位于南极附近而发育了大规模的冰川，只在北部堆积了红层和蒸发岩。

4.3 中生代红层分布

中生代是全球性的红层形成时期。虽然中生代是古陆大解体的时代，但南北大陆总体上是从两极压向赤道，尤其是主要古陆块大都位于亚热带附近，具备了红层发育的气候条件；在大解体的同时，又是造山运动最活跃的时期和大量陆台活化的

时期，许多大陆的边缘褶皱带相继隆起，山间盆地大量形成；地台的活化也使得地台上的起伏加大，形成台隆和台拗。陆地地形的剧烈差异导致了气候的分异加剧，一些山间盆地或陆台上的断、拗陷盆地形成红层发育的有利条件。

三叠纪红层主要分布在北美、欧洲中南部和冈瓦纳古陆的荒漠外围如澳洲东部、印度和非洲东南部等。侏罗纪之后，随着冈瓦纳古陆的解体和全球性的太平洋运动的增强，世界上的沉积体系趋向于复杂化，欧洲因有北大西洋张开而趋于湿润，北美洲中南部因海岸山脉的形成和处于亚热带而继续保持干热气候，以至于从加拿大到中美洲都有红层堆积。开始分离的冈瓦纳古陆因尚处于低纬度干热气候区，尤其在白垩纪，均有陆相红层和蒸发岩发育。

中国古陆的秦祁昆地槽以南地区在三叠纪时发生了大规模的海侵，而华北古陆由于当时古纬度较高，处于温带湿润地区，故没有发育红层，只在西部的陕甘宁盆地和四川盆地局部发现紫红色陆相碎屑沉积。三叠纪末受印支运动影响，华南地区直到藏北的地槽回返，除了西藏和东部沿海有局部海侵外，现大陆地区已全部成陆。同时受到非洲和印度板块北推的影响，欧亚大陆顺时针扭转，中国东部地块发生向低纬度的位移。所以从侏罗纪开始，中国大部分地区的气候向更加温暖的方向演化，许多内陆山间盆地，尤其是四川盆地和陕甘宁盆地转为红层盆地的发育阶段。

开始于侏罗纪末的燕山运动在继承了印支运动的基础上，更加强烈地改造了中国的地表面貌。到白垩纪末，除了喜马拉雅海槽之外，其余均已成陆，并且有证据说明中国东部大陆架也曾成为陆地；燕山运动期间，中国东部三条隆起带和三条沉降带形成更为鲜明的对比，西部的东西向褶皱山系和内陆盆地格局也已经定型；东部和西南部平行海岸的山脉阻隔了来自海洋的水汽输送，特提斯海的萎缩和消亡使海洋对中国西部的调节作用大为减弱。因此，白垩纪时中国大部分地区处于大陆性很强的亚热带干旱或半干旱气候条件下，在燕山期的各大小盆地中，广泛发育了白垩纪红层。从西到天山南北、青海高原，东到目前的东海大陆架之下，南到海南岛，北到黑龙江等，都有白垩纪红层分布。

4.4 新生代红层分布

进入新生代以后，世界海陆格局在中生代的基础上，发生了比较大的变化。突出表现为冈瓦纳古陆彻底分离，大西洋和印度洋逐步形成，特提斯海

渐渐闭合, 欧亚大陆继续顺时针扭转, 各大陆块逐步接近现代的位置。海陆位置的变化使得世界大气环流产生了一系列调整, 世界各地的古地理环境随之而发生较大的变化。其中最突出的是在喜马拉雅海槽失去海洋的气候调节功能之后, 而青藏高原还没有隆起, 并且纬度位置偏低的情况下, 亚洲中、东部气候在第三纪已经形成季风特征明显的、偏暖干的大陆性气候, 使得中亚地区直到中国东部的渤海湾、两广和福建都发育了第三纪红层, 而不是亚热带荒漠。欧洲的气候虽然曾有过较大波动, 但由于其向极的移动和北大西洋的调节, 气候总体上趋向于冷湿方向演变, 因而欧洲除了阿尔卑斯山系的山前拗陷有陆相碎屑岩堆积之外, 没有红层发育。

中国的第三纪红层分布比较广泛, 尤其以西部和西北部为多。据有关资料显示, 新疆、青海和西藏各山间地块都有第三纪红层分布, 至少在新疆和青海已经发现了不少由上、下第三系红层发育的丹霞地貌。西藏虽有广泛的第三纪红层分布, 但目前尚没有典型丹霞地貌的报道。

## 5 红层地貌的类型及影响红层地貌发育的因素

红层的形成是在一定的古地理环境、古气候环境以及构造运动的作用下形成的, 红层广泛分布于自古生代至新时代的各个地层中。红层的分布, 不仅仅是指出露地表的红层, 如四川盆地, 还包括被后期地层掩盖的下伏的地层, 如江汉盆地, 陕甘宁盆地等被第四级的沉积物所覆盖<sup>[1]</sup>。红层在我国主要存在于西南地区、华中、华南和西北地区。其他地区只有零星分布。西南的四川盆地和西北的陕甘宁盆地(又称鄂尔多斯盆地)以及云南高原中部、南部等地, 都有完整成片的红层分布。在华中、华南地区, 红层多分布在一些山间中小盆地中, 如湖南的衡阳盆地、江西的赣洲盆地等。西北的准葛尔盆地、吐鲁番—哈密盆地、塔里木盆地、柴达木盆地以及秦岭南部山间盆地等地区都有典型的红层。从整体上讲, 我国南方的红层出露比北方的红层的出露好, 正因为此, 我国对红层的研究重点主要是在南方。

### 5.1 影响红层地貌发育的因素

红层的岩性、构造运动、气候条件、发育时间等是影响红层地貌发育的重要因素, 同时, 这几个影响因素是同时作用于地貌发育的, 使各地区的地层地貌各不相同<sup>[10]</sup>。

5.1.1 红层岩性 由于红层是湖泊或盆地的沉积物, 其物质构成的粒度大小具有从边缘向内部逐渐

变小的趋势。盆地边缘的砾岩、砂岩等粒度较大, 岩性坚硬, 抗风化能力较强, 往往形成红层山地、泥岩、页岩等岩性较软, 易形成低矮而起伏缓和的丘陵。例如在我国的四川盆地的地貌类型中, 盆周多红层低山, 向盆地中心逐渐过度为红层台状低山、红层深丘和红层浅丘。

5.1.2 构造运动 构造运动往往会引起红层的变形, 进而影响地貌的发育。构造运动对红层地貌的影响主要体现在 2 个方面: ①引起地区的整体抬升, 使先期形成的红层不被后期的地层所掩盖; ②改变岩层的性质, 如岩层的倾角, 增加岩层的节理或裂隙, 改变岩层抗风化的能力等。

5.1.3 气候条件 气候条件对红层地貌发育的影响主要体现在地貌发育的速度、发育形式方面。通常在湿热的气候条件下红层风化快, 地貌的发育也快。

5.1.4 时间因素 时间因素表明了地貌发育的阶段性, 在不同的时间阶段可以形成不同的地貌类型, 作者提出了丹霞地貌侵蚀旋回的 6 个阶段<sup>[11]</sup>, 表明了发育红层的古盆地抬升后, 在稳定的构造运动和温暖湿润的气候条件下丹霞地貌发育的理想过程。

### 5.2 红层发育的主要地貌类型

总体上红层发育的地貌类型有红层高原、红层山地、红层丘陵和红层准平原等。丹霞地貌是一种特殊的红层地貌, 在我国分布非常广泛, 根据近年国内外学者的研究, 目前已知丹霞地貌 600 多处。丹霞地貌是构成风景名胜山的一支重要地貌类型, 在中国的 120 多处国家级风景名胜区中, 就有丹霞山、武夷山、龙虎山等 20 多处名山全部或部分由丹霞地貌构成。在丹霞地貌发育的基本过程研究中, 黄进<sup>[12]</sup>曾首次系统论述了丹霞地貌坡面发育的基本规律。文献[9, 11]将丹霞地貌的发育过程描述为红层盆地抬升, 流水下切, 边坡崩塌后退等过程。总体上讲, 丹霞地貌的发育具备了红层地貌发育的所有影响因素, 如红层的出露, 构造的影响等。但是丹霞地貌只是红层地貌的一种发育方式, 丹霞地貌属于红层地貌, 有红层的地区不一定发育丹霞地貌。

### 参考文献:

- [1] 曾昭璇, 黄少敏. 中国自然地理·地貌[M]. 北京: 科学出版社, 1980: 139—150.
- [2] 罗成德. 四川盆地丹霞地貌旅游资源 // 黄进. 第三届丹霞地貌与旅游开发学术讨论会论文集[C]. 长沙: 经济地理杂志社, 1996: 170—176.

[ 3 ] 肖自心, 邹文发, 周良才. 山红层含钙特征及其丹霞地貌的影响 // 彭华. 第四届丹霞地貌与旅游开发学术讨论会论文集[ C ]. 长沙: 经济地理杂志社, 1998: 120—123.

[ 4 ] 彭华, 方平山. 齐云山丹霞地貌及旅游开发研究 // 黄进. 丹霞地貌与旅游开发文集[ C ]. 广州: 华南师范大学出版社, 1992: 94—103.

[ 5 ] 黄可光, 朱艳. 论甘肃丹霞地貌的几个问题 // 彭华. 第五届丹霞地貌与旅游开发学术讨论会论文集[ C ]. 长沙: 经济地理杂志社, 1999: 29—36.

[ 6 ] 吴起俊. 丹霞盆地的基本地质特征 // 黄进. 第二届丹霞地貌与旅游开发学术讨论会论文集[ C ]. 长沙: 经济地理杂志社, 1994: 1—21.

[ 7 ] 罗成德. 四川盆地南部的丹霞地貌 // 彭华. 第五届丹霞地貌与旅游开发学术讨论会论文集[ C ]. 长沙: 经济地理杂志社, 1999: 37—43.

[ 8 ] 彭华. 中国丹霞地貌及其研究进展[ M ]. 广州: 中山大学出版社, 2000.

[ 9 ] 陈致均, 黄可光, 戴文昭. 甘肃丹霞地貌分布 // 黄进. 第二届丹霞地貌与旅游开发学术讨论会论文集[ C ]. 长沙: 经济地理杂志社, 1994: 159—166.

[ 10 ] 李廷勇, 王建力. 中国的红层及地貌类型[ J ]. 四川师范大学, 2002, 25(4): 428—431.

[ 11 ] 彭华. 中国丹霞地貌研究进展[ J ]. 地理科学, 2000(3): 203—211.

[ 12 ] 黄进. 丹霞地貌坡面发育的一种基本方式[ J ]. 热带地理, 1982, 3(2): 107—134.

A Preliminary Study on the Characteristics and  
the Distribution of Red Beds

PENG Hua, WU Zhi tai

(School of Geography and Planning, Sun Yat sen University, Guangzhou 510275, China)

**Abstract:** Red Beds are nonmarine clastic depositions composed of red conglomerates, sand-conglomerates and snadstones interbedded with siltstones, mudstones shales, gypsum and rock salts, which mainly formed in inland basins and lakes during hot and arid climates. Red Beds occurred not only in the Mesozoic and Cenozoic but also in the Paleozoic. They are widely distributed in Sothwest; Northwest; Southeast and Mid China. Due to the differences in lithologic compositions, tectonic features, climate conditions and durations, Red Beds show different landforms, including hillsides, flat mountaintops, highlands and Danxia landform.

**Key words:** red beds; distribute; forming period; ancient environment; development Red Beds