

第五章 结 语

1. 在我国,古沙漠的研究极其薄弱,至今没有一分系统的资料。本课题采用多种手段,进行专门研究,取得了较大进展,积累了较丰富的资料,对于填补我国该领域的空白,可算有了一个好的开端。这对我国广泛开展古沙漠沉积的识别,拓宽找矿领域,特别是拓宽寻找油气藏领域无疑起着抛砖引玉的作用。

2. 通过本课题的研究,确定了西南区古沙漠环境的存在,即肯定了西南区的川南、黔北和滇东北角有过一次沙漠事件。这一事件无疑在我国区域地质发展史上占有重要地位。因为这一事件不仅在西南区约30个县的一些地区留下了地质记录,而且已有信息表明,我国其他地区(例如江苏、陕西等地)也保存了同类沉积。同时,随着白垩-第三纪古沙漠研究的开展,其他时代如侏罗纪、第四纪的风成砂岩也正在被认识之中,这就要求我们在地质发展史上不再只记载褶皱、升降、海进、海退、喷出、侵入和生物演替等等事件的发生、发展及其产物的性质,还要写上古沙漠事件在地史上留下的特殊的一页。

3. 根据研究区的实际剖析,结合国内外资料整理,我们对风成环境作了有别于前人的趋于合理的系统分类。在分类中提出了广义沙漠、狭义沙漠以及丘外、漠外等含义。首先,将风成环境分为广义沙漠和漠外两大环境。后者主要是指非沙漠的海岸、湖滨沙丘和黄土沉积等。而广义沙漠可分为岩漠、砾漠和砂漠三类。在狭义沙漠之下可划出沙丘、丘间和丘外三大类,并把 Reineck-Singh (1975) 等认为与岩漠、砾漠平行的尘土或黄土改归于漠外环境的产物,厘订了 Ahlbrandt-Fryberger 等的含混的丘外(Extradune)的涵义,并把他们强调为与丘间环境平行的沙席改归入丘间和丘外亚环境的一种沉积物类型。指出,一个环境应具有一定范围的几何空间,而沉积类型常为一个相对较小的局部产物,故一种环境可以有多种小的沉积类型,同一沉积类型可以插入不同的环境。

4. 本区沙漠环境形成的地质背景是特殊的。燕山运动引起广阔的四川内陆湖盆向西北部收缩,于早白垩世晚期完全升起,无任何沉积记录,在中白垩世本区西南部开始下降,下降部位正处于亚热—热带,气候炎热干旱,风沙得以不断堆积,形成了沙漠环境。

5. 本文对当时大气环流样式作了推测,认为该沙漠环境是由东北信风及南北向流动的季风共同作用造成的。当时的地貌也起了相当的作用。

6. 通过本次研究,重新认识到乐山-仁寿地区在沉积特征上为宜宾-习水相区与邛崃-天全相区之间的过渡相区,应从成都-雅安相区中分割出来,从而构成三个相区。其中乐山-仁

寿相区以中白垩世沙漠发育和晚白垩世盐湖发育为特征;宜宾-习水区以中白垩世和老第三纪均发育沙漠而湖相均不发育为特征;邛崃-天全地区则属漠外沉积区,全为河、湖相,并且白垩、第三纪均有盐湖发育。在地层对比上,乐山地区的夹关组不完全与邛崃地区的夹关组相当,即邛崃的夹关组相当于乐山的夹关组上部,可与宜宾-习水地区的打儿函组加三合组对比。

7. 粒度分析结果表明,本区风成砂粒度众数多位于 $2-3\phi$, 跃移组分占绝对优势,达 97% 以上,大于 4ϕ 的细粉组分低于 1%, 分选性好,多数样品分选系数小于 1.25, 偏度多在 $0-0.5$ 之间,为微正偏,粒度中值集中在 $0.17-0.23\phi$ 之间,平均粒度在 $0.17-0.21\phi$ 之间,峰态参数多在 $4.0-2.5$ 之间为很窄峰态。全部粒度参数均符合通常识别风成砂的标准。但我们不特别看重这些参数,我们强调的是沉积构造和沉积结构的野外观察,特别注意多因素的综合分析。

8. 本文抛弃了我国常用的福克和沃德的峰态计算公式 $K_s = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44 (\phi_{75} - \phi_{25})}$, 而采用由李玉文推导的峰态公式: $K_L = \sqrt{\frac{4.44}{(\phi_{95} - \phi_5)(\phi_{75} - \phi_{25})}}$ 。认为峰态参数不仅与 $(\phi_{75} - \phi_{25})$ 成反比,也和 $(\phi_{95} - \phi_5)$ 成反比。

9. 本区风成砂粒具有很高的磨圆度和球度,粗砂级颗粒达 IV 级,为浑圆状,中粒级为 III 级,为圆状颗粒,细砂级亦达 II—III 级,为圆至次圆状。粒面毛玻璃化,无光泽,常有铁锰漆膜,扫描电镜下可见碟形风蚀坑。风蚀面上极端罕见的滞留砾石,已完全风棱石化。

10. 本区古沙漠沉积的狭义的沙漠沉积,即砂质沙漠沉积,包括沙丘,丘间和丘外等各类沉积。沉积序列中风成岩占绝对优势,风成岩中又以沙丘沉积为主。

11. 本区沙丘最突出的特点是大—巨型板—楔状高角度交错层的广泛存在。交错层常经风蚀,只保留古潜水面以下部分,单层一般厚 $2-10\text{m}$, $10-25\text{m}$ 者见有数处,最大的交错层组厚达 35m ; 交错层横向展延稳定,一般数十米,长达数百米的亦不罕见;交错层多为平板状,前积纹层与上界面高角度相交,倾角一般为 $25-29^\circ$,最高者可达 40° ,与下界面平稳相切;少数交错层为楔状;在交错层内和底面上没有冲刷痕迹,也不含泥片或泥带。本区可见多次沙丘推移的连续记载。

12. 本区干丘间或干丘外沉积除在组分上由分选好的基本不含粉砂和泥质的风成砂组成,在构造上常显示低角度交错层或水平层理,常紧跟于沙丘大型交错层之上或之下,或通过沙席与沙丘相连,纹层多为连续均匀的 a 型纹层,也可是不连续的 b 型纹层。干丘间和干丘外沉积的各种类型在本区是难以区分的,但与植物生长有关的沙影和与水成在有关的旱谷是肯定存在的。干丘外以沙席更为发育为特征。

13. 本区湿丘间或湿丘外沉积不多,但由于当时相对难于被风蚀,比干丘间或干丘外更易留下记载。旱谷突发水流造成的“洪积物”常可在沉积系列中发现,主要特点是颗粒分选差,常可见泥裂,极个别情况可见砾石。片状分布的沙漠湖沉积在本区显示的短暂水体对风成沙的改造,其物质成分常有大量的风成砂相混,只是其分选性相对低于干丘间或干丘外沉积,泥质组分的存在是重要的识别标志。湿丘外以旱谷更为发育为特征。

14. 蒸发丘间或丘外沉积在本区是稀少的,盐壳、石膏、碳酸钙结核与沙泥质的分选差的堆积有三处发现,但厚度极小,总是呈透镜状,可能因为本区当时进入水流太少,未能带进足够的盐分。

15. 本区风成系统中发现有准同生变形构造,表现为前积层的差异崩塌作用,以及生物扰动两种形式。在研究东部的湿丘间沉积中还发现极少量的节肢动物化石。

16. 曾经有人利用本区湿丘间和湿丘外沉积的存在否定沙漠沉积的存在,甚至风成砂岩的存在。虽然 Ahlbrandt-Fryberger (1982) 早已指出国际上这类常见的错误概念,但我们通过本区的研究需要更加强调的是,正是大量的沙丘,干丘间、干丘外、湿丘外和湿丘间共同存在才是一个完整的沙漠环境。

17. 本课题研究了区内沙漠各类环境的分布及其演变。从小环境讲,沙丘与不同类型的丘间和丘外在时间和空间上可以互相交换位置,但沙丘环境始终占着主导地位;从大环境讲,本区中白垩世中期的沙漠环境由其前以河流为主的河湖环境因气候干旱和盆地转移逐渐演变而来,又因晚白垩世的河、湖区扩大而逐渐消失。在空间上本区沙漠在西部(乐山、宜宾)较东部(合江、习水)更为发育。

18. 沙漠事件造成了本区生境巨变:(1) 沙漠事件可能是统治中生代的恐龙提前退出四川盆地的一个极为重要的原因,对于这一地域恐龙的灭绝不是一般说的白垩纪末的星球撞击事件,而是中白垩世的沙漠事件;(2) 四川盆地晚白垩世的半咸水有孔虫的出现,可能不是海水通道,而是沙漠事件之后形成的盐湖产物。至于物种来源问题,可能由风力或是鸟类带来。

19. 这次研究表明,沙漠环境的形成和维持,水力作用是不可少的。这不仅因为风沙物源大量来自漠外水成环境的由水力事先搬运来的碎屑,而且湿丘间和湿丘外就直接发生着水力的搬运和沉积作用,不断地增加着沙漠物源,风力反复改造沙漠内的短暂水成沉积,短暂水流又反复把途中的风成沙再搬运并沉积于湿丘间和湿丘外,而且水的冲刷作用可打破风蚀平衡,使沙源的供沙量加大。因此,完整的沙漠沉积系统是风力和水力的叠加作用的产物。同时,其他物理作用(冻裂、蒸发等)和化学作用(溶蚀,风化,氧化等)也在沙漠中起着一定的作用。

20. 按将今论古的原则,现代沙漠的研究可作为我们研究古沙漠沉积的借鉴,但古沙

漠环境的沉积记录经过了长时间的复杂地质变化,要从残存的物质中恢复古环境要比研究现代沙漠困难得多。例如古沙丘前积纹层的上部常被风蚀面削切,现在看到的上部通常不是原始的上部,所以倾角一般较现代的小;又如古风成砂特别是干丘间沉积和干丘外沉积容易被风蚀而保存困难,而湿丘间和湿丘外则相对易于保存,故残存的古代沙漠风成岩与水成岩的比例要比现代沙漠的低。

21. 本区古沙漠沉积中大量的风成砂岩可作为型沙矿产原料,藏量极大;沙漠沉积中有盐类矿化现象,沙漠沉积之后,适当的地方有钙芒硝和石膏矿产;风成系统母岩风化的土壤松散,含 Fe、K 较高,有利于花生、柑桔等经济作物栽培。

22. 本区中白垩世沙漠时期古地磁测定的古纬度为北纬 $21^{\circ} \pm 3^{\circ}$ 。这对形成干旱气候造就沙漠是非常巧合的,但这块地面现处北纬 30—31 度,是什么力量的推动,地壳如何消长,还是一个未解决的问题。

综上所述,本课题的实践表明,由于地域的不同,沙漠环境随之而有差异,我们不能把某些地方的研究结论到处引用,也不能生搬某些现代沙漠环境标志,去硬套古沙漠沉积,而且当前国内外常用的传统的粒度参数公式也存在某些问题,只可参考使用。风成系统中,风、水沉积常可相间出现,风积物特征也有差异,无论化石问题、成熟度问题、粒度分布问题,还是交错层的形态、规模和产状问题都与当时当地所处的大地构造背景、物源性质、风力大小,搬运远近,沉积速度,气候变迁,沙丘和丘间的转换等多种因素相关,必须采取多种手段具体分析沉积实体,方能得出正确结论,进而找出规律性东西。根据这个思路,我们没有单纯地从沉积学角度进行研究,而以构造、古地磁、地层、古生物、古生态、沉积学,古气候学和应用地质学等多学科的综合手段,研究地壳运动,寻求该时期的构造轮廓,沉积盆地背景、古地磁显示的古纬度位置、风力动态、基底和盖层沉积趋势、盆地升降性质、生物环境显示、测定沉积序列、沉积构造特征、结构特征,分析其纵横向差异,比较其与现代相关环境的异同,联系多因素进行解释,以探讨本区古沙漠事件的发生、发展及其性质特征,思索其在恢复岩相古地理和地层发展史上的意义,评价其经济价值。这些是本课题的基本宗旨和特色,也是我们将在延伸项目中进一步深化的要点。

参考文献

- 王孟筠、曾良瑾, 1984, 白垩系及下第三系, 四川盆地陆相中生代地层古生物, 151—208 页, 四川人民出版社。
- 叶春辉, 1982, 川南、黔北嘉定群的介形类。中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, 第 5 号。
- 叶春辉, 1983, 四川盆地白垩纪介形类组合, 古生物学报, 第 22 卷第 2 期。
- 任明达等, 1981, 现代沉积环境概论, 科学出版社。
- 任明达, 缪昕, 1984, 石英表面的微结构, 地质论评, 第 30 卷, 第 1 期。
- 成都地质学院陕北队, 1976, 沉积岩(物)粒度分析及其应用, 地质出版社。
- 刘宝珺, 1980, 沉积岩石学, 地质出版社。
- 刘宝珺、曾允孚, 1985, 岩相古地理基础和工作方法, 地质出版社。

- 吴 正, 1987, 风沙地貌学, 科学出版社。
- 李玉文, 1979, 四川盆地白垩纪半咸水有孔虫和介形虫的发现及其意义, 地质论评, 第 25 卷, 第 1 期。
- 李玉文, 1981, 四川白垩至第三纪地层与介形类新知, 成都地质矿产研究所所刊, 第 2 卷, 第 1 号。
- 李玉文, 1983, 四川晚侏罗 第三纪介形类及其意义, 四川盆地陆相中生代地层古生物, 四川人民出版社。
- 李玉文, 1984, 译 A·萨尔瓦多来信: 风成砂岩与河成砂岩的识别标志, 岩相古地理研究与编图通讯, 一期。
- 李玉文, 1987, 论四川盆地白垩纪地质发展史, 中国区域地质, 地质出版社。
- 李玉文, 1991, 关于峰态的一个新公式, 岩相古地理, 第二辑。
- 李玉文、王小红、高雅蓉, 1983, 四川嘉定群介形类及其时代, 中国地质科学院院报, 第六号。
- 李玉文、陈乐尧、江新胜, 1988, 西南区白垩第三纪沙漠及其意义, 岩相古地理, 第 6 期。
- 赵锡文等, 1988, 古气候学, 中国地质大学出版社。
- 陈景林, 1982, 苏南上白垩统赤山组风成沙初探, 《石油实验地质》。
- 张川波、何元良, 1983, 辽宁北票附近中侏罗世晚期的沙漠沉积, 沉积学报, 第 1 卷, 第 4 期。
- 张国栋, 朱静昌、仇福康, 1986, 从小河口露头区晚白垩世至早第三纪沉积相特征看苏北盆地早期演化过程, 《岩相古地理文集》2。
- 胡彭生主编, 1980, 型砂, 上海科学技术出版社。
- 缪 昕, 1984, 论老地层石英颗粒表面特征分析古沉积环境的可能性, 沉积学报, 第二卷, 第 2 期。
- Ahlbrandt, T. S. and Fryberger, S. G., 1982. Introduction to Eolian Deposits. In Sandstone Depositional Environments.
- Bigarella, J. J., 1972. Eolian Environments Their Characteristics, Recognition, and Importance. In Recognition of Ancient Sedimentary Environments.
- Collinson, J. D., 1986. Deserts. In Sedimentary Environments and Facies (2nd Edition) (by Reading, H. G.).
- Glennie, K. W., 1970. Desert sedimentary environments; Developments in Sedimentary 14; Elsevier, Amsterdam.
- Johansen, S. J., 1988. Origin of Upper Paleozoic Quartzose Sandstone, American Southwest. Sedimentary Geology, Vol. 56, No. 1/4.
- Kocurek, G., 1988. First-order and super bounding surfaces in eolian sequences-bounding surfaces revisited. Sedimentary Geology, Vol. 56, pp. 193-206.
- McBride, E. F. and Hayes, M. O., 1962. Dune cross-bedding on Mustang Island, Texas; Amer. Assoc. Petroleum Geologist Bull., Vol. 46.
- McKee, E. D. and Tibbitts, G. C. JR., 1964. Primary structures of a self dune and associated deposits in Libya. J. Sediment. Petrol. 34.
- Parrish, J. T. and Peterson, F., 1988. Wind directions predicted from global circulation models and wind directions determined from eolian sandstones of the eastern United States A comparison. Sedimentary Geology. Vol. 56, pp. 261-282.
- Reineck, H. E. and Singh, I. B., 1975. Depositional Sedimentary Environments. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Rigby, J. K. and Hamblin, W. K., 1972. Recognition of ancient sedimentary environment. Soc. Econ. Paleontologists Mineralogists Spec. Publ., 16.