

新疆北部福海地区上古生界岩相古地理

吴晓智¹ 向书政¹ 赵永德¹ 王旭² 吴绍祖³

¹ (新疆石油管理局勘探开发研究院, 克拉玛依 834000) ² (西南石油地质局 05 工程处, 贵阳 610081)

³ (新疆地矿局地质研究所, 乌鲁木齐 830000)

提 要 新疆北部福海地区处于西伯利亚与哈萨克斯坦两大古板块的汇聚带, 构造活动强烈, 属岛弧及弧后盆地构造环境。上古生界沉积盆地类型多种多样, 有洋盆、残留海盆地、岛弧盆地、陆缘弧盆地及陆内裂陷盆地等; 岩相类型齐全, 深海、浅海、滨海、三角洲及河、湖、沼泽均有发育。沉积相带分布复杂, 同一地区多种亚相交替发育形成混合亚相带。晚石炭世, 海水彻底退出, 陆相完全取代了海相, 古气候也相应发生剧变。早二叠世末期基本上结束了古生代的沉积历史, 普遍缺失晚二叠世的沉积。

关键词 火山碎屑岩 岩相类型 亚相带 沉积体系 沉积演化 福海地区

第一作者简介 吴晓智 30 岁 高级工程师 石油地质

1 前 言

新疆北部福海地区上古生代地层分布广泛, 厚度较大, 具丰富的岩相信息。但由于强烈的构造运动、断裂、变质及剥蚀作用致使地层分布零星、残缺不全; 这给岩相研究带来了诸多不便。本文以野外实测、观察剖面所取得的宏观岩相资料为基础, 结合粒度、微量元素、岩石薄片等微观分析资料, 在消化吸收前人研究成果的前提下, 描述了火山岩发育区的岩相类型, 总结了上古生代早、中、晚泥盆世, 早石炭世早、晚期, 晚石炭世及早二叠世七个时期的岩相古地理特征, 探讨了其沉积演化规律。

2 构造演化与沉积盆地性质

上古生代, 新疆北部地壳演化最为剧烈, 由于洋壳的持续俯冲, 岛弧、弧沟系的扩展及大陆的逐渐增生导致了大陆间的碰撞、大洋的关闭及新生陆壳的产生。研究区位于哈萨克斯坦板块与西伯利亚板块之间, 在不同地质历史时期、不同构造位置则形成了不同性质的沉积盆地或沉积区。

早泥盆世, 由于准噶尔洋壳向北部西伯利亚板块持续不断的俯冲, 因此在两者之间形成了乌伦古-准北弧盆带。中泥盆世, 上述俯冲作用加剧, 在乌伦古-准北弧盆带间产生了新洋盆(布尔津-富蕴洋); 南、北分别为和什托洛盖-扎河坝岛弧盆地及阿勒泰陆缘盆地。晚泥盆世到早石炭世早期, 伴随准噶尔板块与西伯利亚板块渐趋碰撞, 布尔津-富蕴洋盆

变浅沦为残留海盆;而南、北两侧地区基本继承了中泥盆世的特征。早石炭世晚期板块碰撞进一步强烈,残留海盆地急剧缩小,岛弧盆地、陆缘弧盆地则趋消亡。到晚石炭世,板块碰撞造山成陆,海水大规模西退,工区进入后造山拉张阶段,开始形成陆内裂陷盆地的雏形。早二叠世,后造山拉张运动进一步加强,先期的陆内裂陷盆地得以迅速发展,形成较大的乌伦古-淮北陆内裂陷盆地。进入晚二叠世时期,变为稳定陆壳阶段,除极少数低洼地区具小规模的河流-湖泊沉积外,绝大多数地区没有接受沉积。

3 岩相类型特征

上古生代地层岩相类型繁杂,具八大相类及若干亚相。其中海相分布最广,河、湖相和陆火山岩相、陆火山碎屑岩相及沼泽相次之。

- | | | |
|-------------------------------------|---|--|
| I 海相 | { | I ₁ ¹ 深海碎屑岩亚相 |
| | | I ₁ ² 深海火山碎屑岩亚相 |
| | | I ₁ ^{1/2} 半深-深海碎屑岩浊流亚相 |
| | | I ₁ ^{2/2} 半深-深海火山碎屑岩浊流亚相 |
| | | I ₃ ¹ 浅海碎屑岩亚相 |
| | | I ₃ ² 浅海灰岩亚相 |
| | | I ₃ ³ 浅海火山碎屑岩亚相 |
| | | I ₃ ⁴ 浅海灰岩亚相 |
| | | I ₄ ¹ 滨海碎屑岩亚相 |
| | | I ₄ ² 滨海火山碎屑岩亚相 |
| I ₄ ³ 滨海火山岩亚相 | | |
| II 三角洲相 | { | II ₁ 三角洲前缘亚相 |
| | | II ₂ 前三角洲亚相 |
| III 湖泊相 | { | III ₂ 滨浅湖亚相 |
| | | III ₁ 半深湖亚相 |
| IV 河流相 | { | IV ₁ 辫状河亚相 |
| | | IV ₂ 曲流河亚相 |
| V 冲积扇相 | | |
| VI 沼泽相 | | |
| VII 陆火山岩相 | | |
| VIII 陆火山碎屑岩相 | { | VIII ₁ 陆地火山碎屑岩亚相 |
| | | VIII ₂ 沼泽火山碎屑岩亚相 |

3.1 海相

3.1.1 深海碎屑岩亚相及深海火山碎屑岩亚相

深海碎屑岩亚相青灰色-紫红色薄-厚层状硅质岩、含铁碧玉岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂

岩、夹火山碎屑岩。具水平层理和均匀层理。含硅质放射虫，圆形，一般 0.12—0.30 mm 大小，部分 0.04—0.08 mm，含量一般 5%—20%，高者达 50%，由隐晶质纤维状集合体构成球粒的玉髓所组成，具较厚的硅质外壳^[1]，为典型深海沉积产物^[2]。

深海火山碎屑岩亚相，深灰色、暗灰色厚块状凝灰岩夹薄层状硅质岩、碧玉。含丰富的放射虫，特征同上。两亚相带常相互交替发育形成混合亚相。

3.1.2 半深-深海陆源碎屑浊流亚相及半深-深海火山碎屑岩浊流亚相

半深-深海陆源碎屑浊流亚相，灰黄色厚-块状细砂岩与硅质泥岩、粉砂质泥岩呈近等厚互层，层理清楚，砂、泥岩间呈突变关系，并组成正旋回序列。砂岩发育均匀层理及正粒序层理相当于鲍玛序列 A 段，泥岩相当于 D—E 段，宏观反映浊流沉积特征。

半深-深海火山碎屑岩浊流亚相灰绿色薄层-中层状粉-细粒凝灰岩与粗粒凝灰岩、火山角砾岩呈不等厚互层夹灰岩透镜体、团块或薄层。含放射虫、海百合茎等化石。发育鲍玛序列 A、B、C 及 D—E 段，其中 A—B 段分布最广，D—E 段次之。

A 段：火山角砾岩、含角砾粗粒凝灰岩，底冲刷强烈，发育正粒序层理及均匀层理。厚度变化大 <10—>100 cm。

B 段：细-粗粒凝灰岩，平行层理特别发育。厚度变化大，<10~>320 cm。

C 段：粉-细粒凝灰岩夹灰岩透镜体，具小形槽状交错层理、波状交错层理及包卷层理。不太发育，一般 0~50 cm。

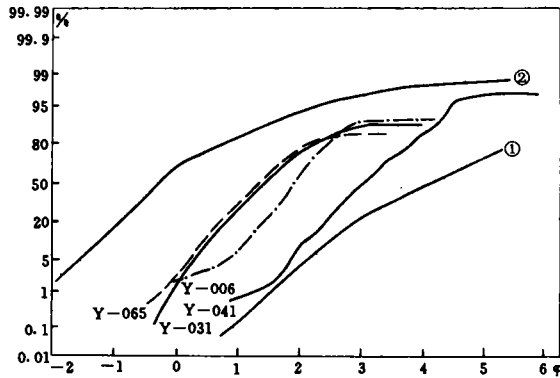
D—E 段：粉粒-火山尘凝灰岩，发育水平层理及均匀层理；一般 50—300 cm 厚，最厚达 700 cm。细-粗粒凝灰岩粒度概率曲线与国内外浊流砂岩完全相似（图 1）。

3.1.3 浅海火山碎屑岩亚相、浅海碎屑岩亚相、浅海灰岩亚相

浅海火山碎屑岩亚相，灰绿色、黄绿色薄-中层状粉-粗粒凝灰岩、火山尘凝灰岩夹粉砂质泥岩、生屑泥灰岩或透镜体，具水平层理和均匀层理。含丰富的具铰腕腕足、珊瑚、海百合茎、头足、三叶虫、菊石、牙形刺等浅海化石，分布均一，保存完好。

浅海碎屑岩亚相，灰黑色薄层状粉砂岩、粉砂质泥岩夹少量的细砂岩、灰岩。发育水平层理、均匀层理、透镜状层理、薄互层层理及水平遗迹化石。化石特征同前。偶有风暴影响形成生物屑夹层，自底至顶具生屑介壳层正粒序层理、丘状交错层理、小型波痕层理的组，为典型风暴产物。

浅海灰岩亚相，灰-深灰色薄-中层状生屑泥晶灰岩夹泥灰岩、泥岩等。岩石泥晶基质一般 53%—79%，最高达 85%，为典型低能产物。含丰富具铰腕腕足、三叶虫等浅海化石。群体珊瑚及苔藓虫发育，呈原地生长状态。浅海火山碎屑岩、陆源碎屑岩、灰岩常交替发



①黄骅坳陷下第三系浊流粒度概率曲线图（据郑俊茂等，1980）

②浊中生代岩粒度概率曲线图（据 Glaster, 1974）

图 1 黑山头剖面塔尔巴哈台组凝灰岩粒度概率曲线图

Fig. 1 Probability curves of the grain size of tuffs

from the Taerbahatai formation in the Heishantou profile

育形成混合亚相。

3.1.4 滨海碎屑岩亚相、滨海火山碎屑岩亚相、滨海火山岩亚相

滨海碎屑岩亚相, 浅绿灰色厚层状细-粗粒砂岩夹生屑灰岩。具冲洗层理、槽状交错层理及平行层理。纵向上向浅海和河流过渡。

滨海火山碎屑岩亚相及滨海火山岩亚相, 为火山喷发或溢流物质在滨海沉积而形成的岩石组合。其主要特点是具滨海碎屑岩夹层及含丰富的植物碎屑和海相化石碎片。其次岩石成层性好, 具有一定的沉积构造。

3.2 三角洲相

三角洲前缘亚相, 黄灰色中-薄层状细-粗砂岩及薄层状粉砂岩, 具波痕, 含丰富芦木、鳞木等植物碎屑及瓣鳃、腹足、腕足等动物化石碎片。垂向上向前三角洲亚相过渡。

前三角洲亚相, 黄色、灰黑色薄-中层状泥质粉砂岩。发育水平层理及脉状层理。富含完整的珊瑚、具铗腕足、海百合茎等浅海相化石, 植物化石贫乏。与三角洲前缘组成反旋回。

3.3 河流相

辫状河亚相, 河道砂坝与泛滥平原组成正旋回。河道砂坝自下至上由中砾岩→含砾粗砂岩→中细砂岩组成, 占单一旋回厚度的80%—90%。具强烈底冲刷, 含植物树茎, 发育叠瓦状构造及槽状交错层理; 砂岩发育板状交错层理及平行层理。泛滥平原极不发育, 为粉涛质泥岩、泥质粉砂岩。剖面上形成“砂包泥”结构。河道砂的概率曲线与现代滦河辫状河砂的概率曲线类似。

曲流河亚相, 曲流砂坝与泛滥平原组成正旋回。砂坝为厚-块状细-粗砂岩, 下部发育大型槽状交错层理, 向上逐渐变小, 次有板状交错层理, 占单旋回厚度的27%—50%。泛滥平原发育, 主要为粉砂质泥岩、泥质粉砂岩夹炭质泥岩、煤线。剖面上形成“泥包砂”结构。砂岩 C-M 图中, QR 段为主, PQ 段不发育, 为曲流河特征 (图 2)。

3.4 湖泊相

半深湖亚相, 灰黑色、深灰色凝灰质泥岩、粉砂质泥岩夹灰岩团块或条带。发育水平层理及均匀层理。含完整鱼化石及孢粉。微量元素分析 Sr/B 比值为 0.125~0.20, 平均 0.197, 为淡水条件下的产物。总体反映低能静水环境。

滨-浅湖火山碎屑岩亚相, 紫灰、灰绿、深灰色薄-中层状粗粒凝灰岩与细-粉粒凝灰岩呈不等厚互层夹砾岩透镜体。具丰富的脉状层理、透镜状层理、鱼骨状层理、正粒序层理、小型对称波痕、底冲刷、砾石定向构造、干裂等。微量元素分析 Sr/B 比为 0.07—0.69, 平

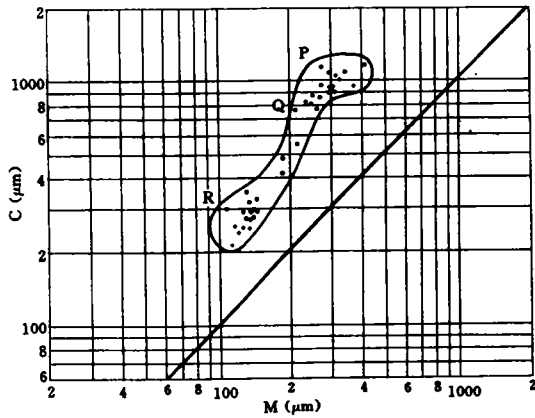


图 2 和什镇北 I 号剖面 D₃₂ 曲流河砂坝 C-M 图

Fig. 2 C-M sketch showing the D₃₂ meander-

stream sand bar of the No. 2 Profile, northern Heshi Town

特征 (图 2)。

均 0.191, 为淡水环境^[3]。反映典型的滨-浅湖沉积特征。滨-浅湖陆源碎屑岩亚相, 除岩性为砂岩、粉砂岩外, 其余特征与之相似。

3.5 沼泽相和冲积扇相

沼泽相, 黑色泥岩、炭质泥岩及煤层或煤线组成。含菱铁矿结核, 具丰富植物化石及少量鱼鳞碎片。与湖泊、河流相伴生。

冲积扇相, 灰绿色块状粗砾-细砂卵石砾岩, 砾石次棱-次圆状, 一般 40—100 mm, 最大达 350 mm, 砾石大小混杂, 分选甚差, 砂泥填隙。主显均匀层理, 局部见正粒序层理。

3.6 陆火山岩相及陆火山碎屑岩相

陆火山岩相及陆火山碎屑岩相, 常相互伴生, 为陆底火山喷发、溢流后在陆地堆积而成的产物。其特点为紫灰、肉红、紫红色安山岩、流纹岩、玄武岩及火山集块岩、火山角砾岩、凝灰岩组成韵律并夹少量炭抽泥岩和煤线等; 安山岩、玄武岩具丰富的气孔构造, 火山碎屑从集块-角砾-凝灰质均有分布, 大小混杂, 分选极差, 不显层理, 含植物化石。

4 古气候特征分析

研究区上古生代古气候明显分成二个阶段。第一阶段, 早泥盆世到石炭世时期, 为热带到亚热带气候特征(表 1)。第二阶段, 晚石炭世到晚二叠世, 气候变成潮湿热带气候。其主要依据简述于后。煤层、炭质泥岩发育及具丰富的安加拉羊齿、淮安加拉羊齿、查未羊齿, 均是温带气候标志; 古地磁研究结果也为温带气候^[6]。河流、湖泊、沼泽的发育说明气候的潮湿, 水系发育。上古生代的气候变化特征反映出海陆变化和气候变化的一致性。

表 1 福海地区 D₁—C₁ 古气候特征表

Table 1 Characteristics of the D₁—C₁ paleoclimate in the Fuhai area

标志	岩石		风·化·壳	动物化石		植物化石		
	海相 灰调	一定量 碎屑岩	红色粘土型、白色铝土岩 型、黑色含锰粘土岩型	硅质 ⁽⁴⁾ 放射虫	珊瑚层孔 虫生物礁	工蕨 ⁽⁵⁾ 植物	原始鳞木及 薄皮木植物群	石松类 植物
气候	热-亚热 带低纬度	热带 湿带	热带 亚热带	热带 亚热带	热带 亚热带	热带 亚热带	温带 热带	热带 亚热带

5 沉积体系及岩相古地理分布

5.1 早泥盆世沉积体系及岩相古地理

早泥盆世, 发育广阔的浅海海域, 次为滨海, 水体深浅变化不大。除富蕴附近有一小岛外, 无古陆及陆棚存在。主要由海底火山溢流、喷发提供物源, 生物活动及古陆风化供给物源极少。可分为三个沉积体系四个亚相带。北部沉积体系为浅海中酸性火山岩-火山碎屑岩-碎屑岩混合亚相带(Ⅲ); 南部沉积体系为浅海火山岩-火山碎屑岩混合亚相带(Ⅱ); 中部沉积体系为南、北体系的过渡带, 为浅海碎屑岩-灰岩-火山碎屑岩混合亚相带(Ⅰ)和

滨浅海碎屑岩-灰岩-火山碎屑岩混合亚相带 (IV)。

5.2 中泥盆世沉积体系及岩相古地理分布

中泥盆世,宏观上为南陆北海的古地理格局。分五大沉积体系,六个亚相带。中部沉积体系为远洋陆滨碎屑及海底火山喷发提供物源,发育深海亚相带 (I);北部沉积体系由远在国境外的古陆提供物源,发育浅—半深海碎屑岩亚相带 (II)及浅海碎屑岩亚相带 (III);黑山头-顶山-哈拉通沟沉积体系,由滨海火山喷发、溢流及生物活动提供物源,为滨-浅海火山碎屑岩-火山岩-灰岩混合亚相带 (IV);和布克赛尔-乌图布拉克沉积体系,由西南方向的古陆提供物源,为河湖-沼泽相带 (V);南部沉积体系,由陆地火山溢流、喷发提供物源,发育陆地火山岩-火山碎屑岩亚相带 (V)。

5.3 晚泥盆世沉积体系及岩相古地理分布

晚泥盆世,阿勒泰地区已隆起为陆,形成北陆南海的古地理特征。分四个沉积体系,六个亚相带。东北部沉积体系为浅海碎屑岩亚相 (III₁)及半深—深海碎屑岩亚相带 (I₂);中部沉积体系,物源来自北测阿勒泰古陆,发育滨浅海碎屑岩亚相 (III₁)和半深—深海碎屑岩亚相带 (I₂);中部沉积体系为海底火山喷发提供主要物源,发育半深—深海火山碎屑岩亚相带 (I₁);与乌图布拉克-顶山-哈拉通沟沉积体系为多源沉积特征,发育滨浅海火山碎屑岩-陆源碎屑岩混合亚相带 (III₂)和浅海火山碎屑岩亚相带 (I);西南部沉积体系,为西南方向的古陆提供物源,发育河流相-滨浅海亚相带。

5.4 早石炭世早期沉积体系及岩相古地理分布

早石炭世晚期,仍为北陆南海的古地理格局。分四个沉积体系,四个亚相带。中西部沉积体系,由海底火山喷发提供物源,发育半深—深海火山碎屑浊流亚相带 (I);南部-东部沉积体系,为混源沉积特征,发育滨-浅海火山碎屑岩-陆源碎屑岩混合亚相带 (II);西南角沉积体系,主要由南方向古陆提供物源,次为生物活动提供,发育滨-浅海碎屑岩-灰岩混合亚相带 (III),西北部沉积体系,由阿勒泰古陆和西北方向的古陆提供物源,发育滨-浅海碎屑岩亚相 (IV)。

5.5 早石炭世晚期沉积体系及岩相古地理分布

早石炭世晚期,海水向西、向南退缩,北测阿勒泰古陆进一步扩大,南测和什托洛盖-杜热一带也隆起成陆。残留海盆地分布于南、北古陆之间,水体变浅。分三个沉积体系,三个亚相带。东部沉积体系,由南、北古陆提供陆源碎屑,发育三角洲-滨浅海亚相带 (I);西部沉积体系,主为海火山喷发提供物源,次为西北部古陆提供少量陆源碎屑,发育滨-浅海火山碎屑岩亚相带 (II₁);中部沉积体系为东、西部沉积体系的过渡产物,发育滨浅海火山碎屑岩-碎屑岩-灰岩混合亚相带 (II₂)。

5.6 晚石炭世沉积体系及岩相古地理分布

晚石炭世,全为陆相。分为三个沉积体系,三个相带。南部沉积体系为陆地火山喷发、溢流提供物源,发育陆地火山岩-火山碎屑岩混合亚相 (I);东部沉积体系,由南、北古陆提供物源,发育河流-沼泽相带 (II);西北部沉积体系,则由东部和南部沉积体系共同向湖泊提供物源,发育湖泊火山碎屑岩-碎屑岩混合相带 (III)。

5.7 早二叠世沉积体系及岩相古地理分布

早二叠世,全为陆相,但火山活动更为强烈,沉积范围更加广范。分三个沉积体系,三个相带。东部-南部沉积体系,由陆地火山喷发溢流提供物源,发育陆地火山岩-火山碎屑岩

混合亚相带 (Ⅱ); 莫合台沉积体系, 由阿勒泰古陆提供物源, 发育河流相带 (Ⅲ); 北部沉积体系, 由南侧火山喷发及北侧阿勒泰古陆共同提供物源, 发育冲积扇相-湖泊火山碎屑岩-陆源碎屑岩相带 (Ⅰ), 冲积扇相发育于早二叠世的晚期, 标志着湖泊在早二叠世已趋于封闭并向洼地发展。晚二叠世, 已完全成为稳定古陆, 普遍缺失沉积。

6 沉积演化

早泥盆世, 工区为浅海环境下由强烈火山喷发、溢流提供单一物源的弧盆沉积特征。南、北分别是两个沉降中心、沉积中心, 沉积厚度巨大, 中部相对隆起, 沉积厚度较小。中泥盆世, 沉积区性质发生了剧变, 复杂多样的沉积盆地组合取代了单一弧盆沉积, 海水深浅出现显著的差异性。中部洋盆为沉降、沉积中心, 海水最深, 除自身火山喷发提供大量物源外, 南、北两侧均提供丰富物源, 形成巨厚的沉积; 南、北两侧相对隆起, 分别为岛弧盆地和陆源弧盆地, 水体较浅, 沉积厚度较小, 从而形成一“盆状”沉积体。晚泥盆世, 阿勒泰地区进一步隆起为陆, 残留海盆地取代了洋盆, 海水变浅, 物源减少, 沉积厚度变薄; 陆缘弧盆地和岛弧盆地相应萎缩, 形成“弓状”沉积体。早石炭世早期, 基本上继承晚泥盆世的沉积特点, 但海侵范围明显扩大, 南部全被海水淹没。早石炭世晚期, 岛弧盆地、陆缘弧盆地已趋消亡, 残留海盆地急剧缩小, 南、北古陆迅速发展, 宏观上形成南、北古陆“挟持”残留海盆地的沉积格局。陆源碎屑自西向东搬运, 沉积厚度相应变薄, 形成“楔状”沉积体。晚石炭世, 南、北古陆进一步隆起, 东部也隆起成陆, 海水完全退出工区, 彻底结束了海侵历史, 乌伦古陆内裂陷盆地已成雏形, 发育火山活动及河、湖、沼泽沉积。早二叠世, 陆内裂陷盆地进一步迅速发展, 沉积范围向东扩展, 其沉积特征同晚石炭世。晚二叠世稳定陆壳阶段, 普遍缺失沉积, 彻底结束了上古生代的沉积历史。

参 考 文 献

- [1] 弗里德曼著, 徐怀大译. 沉积学原理. 科学出版社, 1987, 423.
- [2] 刘宝君等. 岩相古地理基础及工作方法. 地质出版社, 1985, 316.
- [3] 谭元弼. 古生物学简明教程. 地质出版社, 1983, 270.
- [4] 肖世禄等. 新疆北部泥盆系研究. 新疆科技卫生出版社, 1992, 185.
- [5] 李永妥等. 新疆北部古地磁研究. 新疆地质, 1992, 10 (4): 228.

The Lithofacies and Paleogeography of Upper Palaeozoic in the Fuhai Area of North Xinjiang

Wu Xiaozhi¹ Xiang Shuzheng¹

Zhao Yongde¹ Wang Xu² and Wu Shaozu³

¹ (Research Institute of Exploration and Development, Xinjiang Petroleum Administration Bureau, Karamay 834000)

² (The 05 Engineering Department of Southwest Geology Resource Bureau, Guiyang 610081)

³ (Institute of Geology and Mineral Resources, MGMR, Urumqi 830000)

Abstract

The Fuhai area of north Xinjiang is situated in the convergent zone between Siberia Plate and Kazakstan Plate. This area was in an island arc and retroarc basin environment so that its structure activity is violent. There exists many kinds of depositional basins in the Upper Palaeozoic, such as oceanic basin, remnant oceanic basin, island—arc basin, bycontinental—arc basin, intracontinental basin, and so on. There are all kinds of lithofacies: deep—sea, shallow sea, coastal sea, deltaic and fluvial, lacustrine, and swamp facoes. Lots of mixed sub-facies zones cause the complex distribution of facies zones. Because of the seawater's withdrawal, continental facies replaced marine facies completely in the Late Carboniferous. Resultantly, the Paleoclimate appeared remarkably different. The Palaeozoic deposition ceased by the end of Early Permian.

Key words: volcanoclastic rock lithofacies type subfacies tract sedimentary system sedimentary evolution Fuhai area