

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

三 岩石 矿物 地球化学

第3号

北京十三陵
前寒武系沉积岩

宋天锐 高健 著

地质出版社

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

三 岩石 矿物 地球化学

第3号

北京十三陵前寒武系沉积岩

宋天锐 高健 著

54B 67/4 04

地质出版社

中华人民共和国地质矿产部
地质专报
三 岩石 矿物 地球化学 第3号
北京十三陵前寒武系沉积岩
宋天锐 高健 著

*
责任编辑：罗正华 梁少颜
地质出版社出版
(北京西四)
地质出版社印刷厂印刷
(北京海淀区学院路29号)
新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*
开本：787×1092¹/₁₆印张：12⁵/₈字数：300,000
1987年5月北京第一版·1987年5月北京第一次印刷
印数：1100册 国内定价：4.70 元
统一书号：13038·新321

FLORA HEBEIENSIS

Tomus II

COMMISSIONE REDACTORUM FLORAE HEBEIENSIS

Hebei Science & Technology Publishing House

1 9 8 8

Redactore Principali He Shiyuan
Vice Redactoribus Principalibus
Wang Jinwei Wang Jinwu
Yin Zutang Zhang Jingxiang
Membris Commissionis Reductorum
Cheng Jingrong Du Yibin
He Shiyuan Liu Jiayi
Wang Jinwei Wang Jinwu
Yin Zutang Zhang Jingxiang
Consultore Ma Yuchuan

1 9 8 8

目 录

一、前言	1
二、沉积岩地层	3
(一)地层的划分	3
(二)沉积韵律和沉积旋回	10
(三)关于中、上前寒武系的分界问题	12
三、沉积岩	17
(一)本文采用的各种参数	17
1. 沉积岩层厚度	17
2. 粒度	17
3. 杂质含量	18
4. 成熟度	19
5. 关于碎屑颗粒粒度统计方法	22
(二)沉积岩特征	36
1. 岩石分类	36
2. 碎屑岩	37
3. 碳酸盐岩	43
4. 硅化岩	57
(三)关于成岩作用、白云岩化和硅化作用	63
1. 关于成岩作用	63
2. 关于白云岩化	68
3. 关于硅化作用	72
四、沉积岩的矿物成分和化学成分特征	76
(一)矿物成分特征	78
1. 碎屑矿物	78
2. 粘土矿物	78
3. 碳酸盐矿物	78
4. 其他矿物	80
(二)化学成分特征	80
1. 碳酸盐岩的化学成分分类	80
2. 各组岩石化学分析数据的统计	82
3. 若干成对岩石的特征元素对比	90
五、沉积构造	93
(一)层面构造	93
1. 对称与不对称波痕	93
2. 干涉波痕	94
3. 具干裂、雨痕的波痕	94

(二) 层面标志	95
1. 干裂构造	95
2. 冰冻裂缝	95
3. 氧化、侵蚀面和沉积间断	97
4. 鸟眼构造	97
5. 藻席卷皮构造	98
6. 流痕构造	98
(三) 层理构造	98
1. 平行和水平层理	98
2. 槽状交错层理	100
3. 鱼骨状交错层理	100
4. 碎屑岩中的压扁-透镜状层理	101
5. 碳酸盐岩中的压扁-透镜状层理	101
(四) 后同生变形构造	105
1. 包卷层理	105
2. 滑塌构造	105
3. 球状和枕状构造	106
4. 内层褶曲构造	106
5. 泄水线构造	106
(五) 成岩作用构造	106
1. 缝合线构造	106
2. 假结核构造	107
3. 黄铁矿晶体粒序层构造	107
(六) 化石和疑痕迹化石	107
1. 大红峪组距今1600Ma的藻类丝状体	107
2. 叠层石构造	109
3. 充填管构造和爬痕构造——最古老的后生动物痕迹化石	112
六、关于沉积间断的意义	120
(一) 一级间断	120
(二) 二级间断	121
(三) 三级间断	121
(四) 四级间断	124
(五) 五级间断	124
七、北京十三陵地区中、上前寒武系的沉积相及其古沉积环境分析	126
(一) 大地构造位置的影响	126
(二) 关于沉积相和沉积环境的概念	126
(三) 北京十三陵中、上前寒武系的沉积相标志	128
(四) 北京十三陵中、上前寒武系各组沉积相和沉积环境的分析	130
1. 沉积相和沉积环境模式特征	130
2. 北京十三陵中、上前寒武系各组沉积相的发展和变化(由下到上)	136
八、北京十三陵地区中、上前寒武系沉积地质现象考察	140

主要参考文献 151

图版及图版说明 157

英文摘要 176

Contents

PART I Introduction	1
PART II Sedimentary strata	3
1. Division of strata	3
2. Sedimentary rhythms and cycles	10
3. On the boundaries of upper-middle Precambrian sequence	12
PART III Sedimentary rocks	17
1. Parameters adopted in the text	17
a. Thickness of sedimentary beddings	17
b. Grain size	17
c. Content of mixtures	18
d. Maturity	19
e. On the statistical methods of clastic grain size	22
2. Properties of sedimentary rocks	36
a. Classification of rocks	36
b. Clastic rocks	37
c. Carbonate rocks	43
d. Silicified rocks	57
3. On the diagenesis, dolomitization and silicification	63
a. On the diagenesis	63
b. On the dolomitization	68
c. On the silicification	72
PART IV Properties of minerals and chemical components of sedimentary rocks	76
1. Properties of minerals	78
a. Clastic minerals	78
b. Clay minerals	78
c. Carbonate minerals	78
d. Other minerals	80
2. Properties of chemical components	80
a. Chemical classification of carbonates	80
b. Digital statistics of chemical components of rocks	82
c. Correlation of some significant elements of several rock couples	90
PART V Sedimentary structures	93
1. Bedding surface structures	93
a. Symmetrical and unsymmetrical ripple marks	93
b. Interference ripple marks	94

c . Ripple marks with mud-cracks, or rain-prints	94
2. Surface Marking	95
a . Mud-cracks	95
b . Frozen-cracks	95
c . Oxide-erosional surface and sedimentary gaps	97
d . Bird-eyes structure	97
e . Algal mat curl structure	98
f . Runzel structure	98
3. Stratification structures	98
a . Horizontal and parallel stratification	98
b . Trough cross stratification	100
c . Herringbone cross stratification	100
d . Flaser—lenticular bedding in clastic rocks	101
e . Flaser—lenticular bedding in carbonate rocks	101
4. Post-syn depositional deformation structures	105
a . Convolute bedding	105
b . Slump structure	105
c . Ball and pillow structure	106
d . Interformational folding structure	106
e . Water escape structure	106
5. Diagenetic structures	106
a . Stylolitic structure	106
b . Pseudonodular structure	107
c . Graded bedding of pyrite crystals	107
6. Fossils and dubious trace fossils	107
a . Algal filaments of the Dahongyu Formation (1600 Ma. BP)	107
b . Stromatolites structures	109
c . Tube-filling structure and crawling trail structure—the oldest metazoan trace fossils?	112
PART VI On the significance of the sedimentary interruptions	120
1. First grade interruption	120
2. Second grade interruption	121
3. Third grade interruption	121
4. Fourth grade interruption	124
5. Fifth grade interruption	124
PART VII Upper-middle Precambrian sedimentary facies and paleoenvironmental analysis of the Ming Tombs District, Beijing	126
1. The influence of the tectonic setting	126
2. On the concepts of sedimentary facies and environments	126
3. Sedimentary facies indicators of the upper-middle Precambrian sequence in the Ming Tombs District, Beijing	128

4. Sedimentary facies and environmental analysis of the upper-middle Precambrian sequence in the Ming Tombs District, Beijing	130
a. Characteristics of sedimentary facies and environmental models	130
b. Sedimentary facies development and change of the upper-middle Precambrian formations in the Ming Tombs District, Beijing (in ascending ward).....	136
PART VIII Field excursion: Sedimentary geological features of the upper-middle Precambrian sequence in the Ming Tombs District, Beijing	140
References	151
Illustration of Plates, and Plates	157
English abstract	176
A guide to the field excursion; sedimentary geological features of the precambrian sequence in the Ming Tombs District, Beijing	183

一、前言

北京十三陵地区位于北京市北部约50km。属于近东西向延展的燕山山脉西部的一段，这里有为明朝皇帝建筑的十三个陵墓以及分布于葛陵甬道两侧的各种碑坊石雕等古迹，构成中、外驰名的明代古建筑群。明十三陵沿军都山南缘点布，风景十分秀丽；为了欣赏这里的古代建筑艺术和由定陵出土的皇室墓藏珍品，以及地下宫殿等世界罕见的名胜古迹，中、外游客终年络绎不绝。十三陵地区的中、上前寒武系出露良好，特别是1982年修筑的由十三陵通往八达岭的旅游公路竣工以后，沿着这条公路揭露出的中、上前寒武系下部长城系的剖面壮观无比（图版I-1），为详细研究这一地区的前寒武系沉积岩创造了有利条件。因此，通过这一课题的研究不仅可为中、晚前寒武纪沉积作用和沉积岩的形成提供新资料，而且可为在北京远近郊区的地质考察增加某些新内容。

北京十三陵地区中、上前寒武系岩层的厚度约5000m，地层各组岩性分层基本上与著名的河北蓟县前寒武系剖面相同，但是地层厚度只有蓟县剖面的一半。由对比的同位素地质年龄数据可知，这一套巨厚的沉积岩地层是在将近十一亿年的地质历史时期内形成的（884—1950Ma），按其延续的年代大大超过了整个显生宙。以往在国内曾经将这套地层称之为“震旦系”，看来其时限所代表的地质意义超过了一个“纪”的范围。后来，又将这套地层归于“震旦亚界”，其实称之为“亚界”也不过份，但是考虑到遵循国际规定的地层单位命名原则，以及国际地质界线对比组织多次会议所通过的决议，目前仍采用“前寒武系”这一名称，包括了中元古代的大部分（长城系和蓟县系），以及晚元古代的一部分（青白口系）。

北京十三陵前寒武系的各组地层基本上与华北典型的蓟县剖面相当，许多研究工作者在地层划分对比方面沿着东西方向进行追溯对比，并相继建立了若干地层单位。葛利普（A. W. Grabau, 1922）最早在“中国震旦系”一文中，首先使用“震旦系”代表这一套前寒武系地层；随后，田奇塿（1923）^{〔116〕}对于燕山一带的“震旦系”进行了研究；特别是高振西（1936）^{〔81〕}对燕山地区“震旦系”地层的详细分层、描述和对比以后，建立了各组段的地层名称一直沿用至今，奠定了后人在这一地区继续研究的基础，李四光（1939）对这一地区的“震旦系”研究后，曾指出蓟县剖面 and 南口剖面是典型的剖面。程裕淇等（1934）在衡岭至大村一带●的青白口系黑页岩中，曾发现类无烟煤的小豆荚体，在沉积学上具有重要意义。

解放以后，陈晋镛等^{〔11〕}、邢裕盛等^{〔9〕}、朱世兴^{〔10〕}沙庆安等^{〔13〕}、戴永定等^{〔6〕}以及许多单位的研究工作者在河北蓟县对前寒武系进行了详细的岩石地层、古生物地层、沉积岩石学和岩石地球化学方面的研究工作。

我们的研究工作是从1981年正式开始的，大约用了三年的时间（1981—1984），着重于“沉积岩特征和沉积相标志的研究”。从宏观的沉积岩结构、构造到显微的沉积岩结构、构

●1984年程裕淇教授率领高振西、宋叔和、刘乃隆、黄蕴慧和作者等来此作地质旅行，并介绍他五十年前工作过的地方以及当时发现的问题。

二、沉积岩地层

(一) 地层的划分

北京十三陵的前寒武系沉积岩地层包括三个系和十二个组，由下向上为：长城系、蓟县系和青白口系；长城系中包括常州沟组、串岭沟组、团山子组、大红峪组和高于庄组；蓟县系包括杨庄组、雾迷山组、洪水庄组和铁岭组；青白口系包括：下马岭组、长龙山组和景儿峪组。

常州沟组与下伏的太古代变质岩呈角度不整合接触，其接触界限可在德胜口水坝处见到。在不整合面上有一层很薄的氧化铁质风化面，可反映中元古代以前暴露的陆地。此地常州沟组的底部是一套灰色间夹浅紫和黑斑的含细砾粗砂岩(图版XV-5)分选性差，岩石虽然十分坚硬，但是含长石碎屑很多。上覆层一般长石含量可达30%，局部达40%，属于粗-中粒不均粒长石石英砂岩(图版XV-4)；碎屑颗粒之间再生长普遍。宏观可见大型的槽状层理构造，局部成为“花彩弧”状交错槽状层理。灰紫色夹层中出现由滑塌作用引起的包卷层构造；还出现如同墨迹点似的平行层理分布的黑斑条线，代表原始有机质凝聚作用。较大的槽状层理(延长1m以上)常被另一次水流侵蚀，在其上沉积了平行层理，诸此沉积岩结构和构造的组合，都说明常州沟组底部是一套分支河道河口湾沉积层。紧接这套粗-中粗砂岩出现一套中-细砂岩薄层，其中石英、长石的磨圆度较好，而且成基底胶结结构，基质为自生的自形-半自形长石和微晶硅质，宏观构造表现出鱼骨状层理的特征，代表受到海水的潮汐水流影响。

常州沟组中部是黑白相间频繁韵律状的极薄层砂岩-粉砂泥岩互层，单层一般为5cm，在这套地层中，黑色的粉砂泥岩呈压扁层理构造，白色砂岩则可形成透镜层理构造，而且在透镜层理中可见到明显的前积纹层。这些压扁-透镜层理包含在频繁的韵律层中，反映泥质-砂质潮坪沉积环境的特点。除此之外，能够证明这套沉积层是浅水环境中形成的沉积构造还很多，例如：干裂、胶缩、流痕、雨痕、冰模、对称的波痕构造等等，也可见到鱼骨状双流向交错层理和局部的粒序构造。同时，在黑色的粉砂泥岩层内，经常见到一种掘穴状充填管构造。常州沟组中部含有机质较多成为黑白相间状，极薄的韵律层反映沉积交替变化多，同时见到内层错动和内层小褶曲及卷泥等滑动构造，反映基底周期性变动，也可能与古地震活动有关。

常州沟组上部为中粒至细粒较纯的石英砂岩，石英含量可达95%，而且基质少，只有5—15%，石英颗粒磨圆度好，分选程度高。在岩层表面看不出层理构造，但是从风化的颜色可分出下部一段为黄色砂岩而上部一段为白色砂岩。在显微镜下可见到黄色砂岩中含有许多粒间气泡充填构造，气泡大小为0.4—0.6mm；反映高能带快速堆积时捕获的空气(图版XV-1)。上部一段虽然在宏观剖面上看不出沉积构造，但是在显微镜下观察切片时，可看到大约每相隔0.6mm有一层由粉砂组成的纹层。在这套白色砂岩的顶部出现小型舌状波痕(图版II-3)。反映了滨岸弱水流作用的结果，构成了由砂坝至海滩的发展旋回。

常州沟组以上为串岭沟组，两套地层从总的岩层走向和倾向看不出差别，但是，在串岭沟组底部与常州沟组顶部层面之间出现不平整接触关系。德胜口新公路切过此剖面后，更加看得清楚。串岭沟组地层厚度不大，但其上下部分岩性有所不同，下部为黑色炭质页岩偶夹粉砂薄层，底部出现一层黄铁矿丰富的黑页岩层，这些黄铁矿大部分呈球粒状，形成鱼子状黄铁矿层，向上黄铁矿则成为立方体分散于炭质页岩中。上部为灰黑色粉砂页岩层逐渐过渡为夹泥灰岩透镜体或薄层的泥灰岩互层状，在这种过渡层中见到密集和稀疏纹层状韵律构造，并可局部揉皱，反映由泻湖向潮坪发展阶段之初期，基底运动和底形倾斜引起滑动所形成的构造现象。串岭沟组的页岩以伊利石为主要矿物成分，其中所夹之粉砂层中石英碎屑占50%，长石约占10%，其余均为碳酸盐岩岩屑(40%)。可以看出，在伊利石粘土层之间相互保持平层状，而在伊利石粘土层与粉砂层之间有显微波状起伏，可见粉砂加入受水动力影响。显微构造中，黑色页岩和粉砂夹层中出现垂直层面的“显微泄水线”，上部可分叉，并非次生剪应力产生，系成岩作用产物，有些垂直岩层之石英细微脉与显微泄水线平行隐现，一般这些显微泄水线不切过石英碎屑颗粒，也不切过黄铁矿，显然由早期成岩作用形成的。疏密间变的韵律层构造可能反映季节性藻纹层生长的规律，其中除包含25—50%的石英粉砂外，尚含有10%(±)的白云石，其余40%多的基质都是显微镜下很难分辨的微晶硅质，在其中包围着的石英和长石碎屑受到剧烈的溶蚀，由此并丛生垂直层理的碳酸盐盲脉、硅质盲脉和氧化铁质盲脉。

我们在串岭沟组发现具有季节性韵律层状构造(图版X-8,9)，这种韵律构造是藻纹层发育受季节气候影响而形成的。关于元古代时期在地球上是否能形成季节性气候差的问题有不同认识。串岭沟组藻纹层的疏密季节性韵律不仅仅反映在层理构造上，而且反映在韵律层的内部物质组成上，一般说，碳酸盐内碎屑纹层发育可反映于热季节产物，而多硅质碎屑的纹层或许是较冷季节时产生的。

团山子组与串岭沟组为整合过渡，在团山子组底部的一层砂岩中见到含长石颗粒达10—15%，而85%以上为石英，再生长普遍，其中长石一般为细粒但多数趋于自形晶发育方向，反映成岩阶段粒间水活动与压溶作用强烈，石英多数磨圆度好，也与滨海潮滩环境有关。团山子组下部灰黑色层为白云岩灰粉砂质层(图版XI-5)，上部灰黄色层为泥灰白云岩层，局部见滑塌构造，反映另一沉积旋回中的基底起伏变动。

团山子组以下至常州沟组底一度曾定名为狭义的长城系，而将大红峪组及高于庄组定名为南口系。每一个系及组都是以碎屑岩层作为分界的起始点，作为一个沉积旋回的岩性开始阶段。现根据地层会议讨论的结果，将南口系与长城系合并统称为广义的长城系。

大红峪组为长石石英砂岩与中厚层状白云岩构成，分两大部分，下部中粒状石英砂岩呈白色，颗粒磨圆度与分选程度高，与白云岩界限清楚。上部为灰黄色具斑团状石英砂岩，粉砂岩与白云岩及硅化的白云岩过渡，其中发现大量硅化的蓝藻类的藻丝体，并现出昼夜交替生长层现象，而石英砂和粉砂系藻类捕获之碎屑，遭到强烈溶蚀。显微镜可见到清楚的细胞构造，这种16亿年前的藻丝体是首次发现的。

综合以上特点可以认为从常州沟组开始至大红峪组结束，归结于一个海进旋回(常州沟组至串岭沟组)和一个海退旋回(团山子组至大红峪组)。这一个完整的海进-海退形成的岩性组合是：碎屑岩层-泥岩层-碳酸盐岩层-碎屑岩层。亦可认为原来的狭义的长城系是完成了一个碎屑岩为主体的海进-海退旋回，而进一步的发展实际上是高于庄组的碳酸

盐岩海进退旋回,因此,原以大红峪组为起点划分的南口系仅仅是以碎屑岩作为旋回的起点考虑的;如果更多考虑沉积环境的变化趋势,高于庄组应是另外一套沉积类型。

高于庄组在长城系中的厚度最大,超过了下伏四个地层组的总厚度,按照沉积旋回和发展可以划分为四个地层段:第一段在这套地层的最下部,大致可分为上下两部,下部由含粉砂碎屑丰富的白云岩层构成,主要是潮间带沉积;上部由微含锰质的中层状白云岩组成,主要反映潮下带沉积环境,但是在其上出现浅水波痕,反映逐渐回返抬升。因此,在顶部白云岩中,也见到显微波状纹理构造及似波痕构造;并且见到成不规则脉状分布的石膏充填物。由此可见其沉积环境已接近潮上带。第二段也大致可分为上下两部分,下部由薄层-极薄层白云质石灰岩组成,岩层厚度呈 $30\text{cm}\rightarrow 5\text{cm}\rightarrow 0.5\text{cm}$ 韵律状频繁重复,在每次出现极薄的层理时,在其表面出现一层氧化铁质膜,这种韵律状层理构造反映碳酸盐岩沉积的潮间带周期性上升下降规律。这套薄层碳酸盐岩的 Ca/Mg 比率高,也即含石灰质成分高,除了青白口系的景儿峪组泥灰岩层以外,唯有这一段白云岩化程度最差(指白云岩类型之中)。第二段的上部实际上也是厚薄频繁重复的韵律状白云岩层,只是层厚逐渐加大,厚层-中厚层状增多,而薄层-极薄层减少,而且白云岩化程度增高。反映由潮间-潮上环境向潮间-潮下环境变化。第三段也可划分为上下两部分,下部为韵律状重复的碳酸盐岩压扁-透镜层理,颜色由红-黑相间至灰-黑相间,每一个透镜层-平层-透镜层的单独旋回,反映在岩石化学成分上有所不同,包含透镜层理构造的岩层中白云质成分高,而介于其间的岩层石灰质成分高。这也可反映出透镜层岩层近潮间带,白云化较强,而其中所夹石灰质层白云岩化较弱,是潮间近潮下部分的沉积物。本段的上部包括含有似锥状叠层石的白云岩层及其顶部出现具有空穴充填的白云岩,反映由潮下带发展为潮上带的过程。空穴充填构造与鸟眼构造基本相同,只是直径较大,且外形不甚规则,其成因应基本相同。第四段由包含有波状硅质条带构造的白云岩起,属于潮间带沉积,中部是含有纹层状叠层石和硅质条带或结核的中厚层状白云岩,也属于潮间下部至潮间带。由下部向中部发展可看出水体变浅的特点,因而中部的白云岩层中,则见到显微波状纹层和微层干裂口构造。上部是高于庄组的顶部,许多潮坪沉积构造表现为明显的斜层理、鱼骨状交错层理、干涉波痕等等。并且在碳酸盐岩薄片看出,陆源的外碎屑和碳酸盐内碎屑含量明显增多。宏观可看到层理往往由这些陆源碎屑抗风化强而表现出来。并且证明其中的粘土矿物成分中出现了凹凸棒石和伊利石的混合成分。此外,白云岩中的硅质条带成为折断侵蚀界面,以及白云岩中包含硅质条带砾块内碎屑等,都说明接近高于庄组顶部(也是长城系的顶部),将是一个沉积历史上的转折点,因为上述沉积构造都反映了当时的地壳基底开始表现出显著的不平静。在高于庄组与杨庄组临界的岩层之内,出现内层褶曲和大的同层状弯曲,可能显示地震活动的影响,特别是硅质条带的内层褶曲,不是一般的无震层间滑动所能解释的。

蓟县系以杨庄组开始,向上为雾迷山组、洪水庄组和铁岭组,其中厚度最大的是雾迷山组,超过了2000m,几乎占整个中、上寒武系地层的一半。

杨庄组为灰色夹有粉红色中-薄层不纯白云岩组成,包含各种颜色的硅质结核,其内部包含石英砂陆源碎屑,假团粒内碎屑,复鲕状的碎屑颗粒丰富,并逐渐过渡为白云岩胶结的砂岩(图版Ⅺ-6)。可见到低角度斜层理和波痕,这是由于石英颗粒抗风化强而显示出来的,还能见到显微鸟眼构造,重晶石盲脉等,均说明是潮间上部至潮上带沉积。

雾迷山组与杨庄组整合接触。全组由厚层和中厚层状白云岩含燧石条带白云岩组成,

只是局部夹薄层-中薄层白云岩或一、二层白云岩角砾岩。雾迷山组岩性比较单调,多数白云岩都是微晶或细晶,非自形白云石组成,或成再结晶之非自形白云石镶嵌结构白云岩。反映了潮下浅水白云岩化交代的结果,但是周期性出现潮间上部和潮上类型沉积构造,包括宏观的波痕、角砾化、微观的干裂、藻团和微鸟眼构造等现象,这些特点和叠层石形态的变化相一致,也和周期性黑色燧石条带层、白色燧石条带层的韵律状重复相配合。根据以上特征,雾迷山组由下至上大致可划分为四段:第一段主要表现为厚层的再结晶白云岩向上变为具有微鸟眼构造和丘状叠层石白云岩,反映了潮间下部至潮间和潮间上部的变浅沉积环境。第二段由含厚层黑色燧石层的白云岩组成,有些具有窗格状再结晶结构,反映潮下或潮间下部成岩作用时压力均匀的特点,向上变为具显微鸟眼构造,淡水冲洗亮晶出现,以及原地型白云岩角砾岩的形成,反映向上变为浅水潮间带甚至潮上带的沉积环境。第三段由微晶、细粉晶白云岩组成并包含白色燧石条带,向上逐渐出现代表沉积间期的假缝合线、显微干裂、显微鸟眼构造等反映潮间浅水环境。第四段由中厚层和厚层状含白色燧石条带白云岩组成。向上变为浅水或代表潮间往复水流条件下形成的墙状叠层石,在这些墙状叠层石周围有氧化铁质包膜和泥质、粉砂充填。

洪水庄组厚度不大,但是岩性迥异,主要是由伊利石等粘土矿物组成的页岩和粉砂质页岩,但也间夹泥质白云岩。由于大多数岩层为夹层状泥岩,而显示潮下或潮间下部沉积环境。但在粉砂质夹层中见到浅水的不对称波痕,泥质白云岩具显微干缩鸟眼构造等,均说明有浅水沉积部分。

铁岭组为中厚层状白云岩,下部见到浅水波痕,中部微含锰质,上部具丘状叠层石构造并出现隐角砾层面接近平行不整合之风化面,也主要反映潮间至潮上带的沉积特点;铁岭组还出现炭质泥被构造,可反映潮间带沉积环境的特点。铁岭组顶部与青白口系之间的平行不整合被称之为“芹峪运动”。它是一个区域性的沉积间断,在这一构造运动到来之前,必然有比较强烈的基底活动,如古地震等。在铁岭组中见到一种隐角砾构造,可能是这种古地震引起的,隐角砾构造出现于一种含泥质的中薄层白云岩之内,当这层岩层被风化为黄色截面时,可从侧面看到雁行排列的与岩层层面斜交的隐角砾,但是在未经风化的新鲜岩层表面则看不出这种构造。

青白口系位于本地区上前寒武系的最上部,由下向上发展的三个组是①下马岭组、长龙山组景儿峪组。下马岭组是一套红色粉砂质页岩夹细砂岩层,上部可变为黑色页岩,主要反映了潮间上部至潮上带沉积特征,砂岩中的石英颗粒普遍磨圆度好,与沉积高能带经海浪反复冲刷有关。普遍为红色并含氧化铁质结核与潮上带强烈氧化环境是一致的。长龙山组富含海绿石砂岩,理应沉积于较深水的环境,但也见到浅水波痕,小角度斜层理,反映基底有起伏变化。在下马岭组与长龙山组之间有侵蚀缺失间断。顶部景儿峪组的碳酸盐岩为薄层板状泥灰岩,层面之间具有波纹状层间纹理,既反映沉积岩层界面,又可反映一定的沉积间断,在顶部出现海浪造成的舌状浪痕,反映当时也是浅水沉积环境。景儿峪组的碳酸盐岩没有产生白云岩化,除了与当时的古地形有关外,古气候转向温湿也是一个因素,至少海绿石大量形成于近浅海带,可说明持续了十几亿年的干旱气候趋于中止。

①关于地层代号的说明:国内已出版的各种地质图中,大多数以代号“Z”代表未变质的前寒武纪地层,而以代号“Pt”代表变质或浅变质的元古代地层。由于“震旦界”一名暂时被废止,有的主张将北方未变质前寒武系地层以代号“Ch”(长城系)、“J”(蓟县系)和“Q”(青白口系)代之。