

5635  
499458



# 中国早前寒武纪地质及成矿作用

《国际地质合作计划》第九十一号项目

中国工作组

张秋生等著

吉林人民出版社

ZHONGGUO ZAOBIAN HANWUJI DIZHI JI CHENGBKUANG ZHUAN

AND  
GENY  
EARLY  
MBRIAN  
CHINA

AT 91 INTERNATIONAL GEOLOGICAL  
LABORATION PROGRAMME  
TIONAL WORKING GROUP  
OF CHINA

OLISHENG

# 中国早前寒武纪 地质及成矿作用

国际地质合作计划第91号项目

中国工作组

张秋生等 著

吉林人民出版社

责任编辑：杨连生

中国早前寒武纪地质及成矿作用  
国际地质合作计划  
第91号项目中国工作组  
张秋生等 著

\*

吉林人民出版社出版 吉林省新华书店发行  
长春新华印刷厂印刷

\*

787×1092毫米16开本 34.5印张 8插图 832,000字

1984年4月第1版 1984年4月第1次印刷

印数：1—5,240册

统一书号：13091·154 定价：6.50元

## 内 容 提 要

《中国早前寒武纪地质及成矿作用》一书是我国参加国际地质合作计划（IGCP）第91号项目——前寒武纪成矿作用，中国工作组的总结报告。

本书全面系统地阐述了地球早期地质构造演化基本规律和成矿作用特点，尤其强调了这一地质时期所特有后期不再现的一些地质事件。书中提出了早前寒武纪地质对比的原则，对中国早前寒武纪地层作了新的划分，建立了区域地质构造演化模式；提出了“变质重就位”和早前寒武纪变质成矿作用的理论体系，建立了早前寒武纪优地槽型“辽吉岩套”新概念和铁、铜、硼、铅—锌、金、铀、滑石—菱镁矿、石墨等有关矿产的区域成矿模式。

全书立足于作者的多年研究成果，并搜集、整理、引用了国内外大量有关文献资料。本书附有详细的英文摘要。

# 前 言

我国自一九八一年起正式参加国际地质合作计划 (IGCP) 第91号项目——前寒武纪成矿作用(International Geological Collaboration Programme Project 91 Metallogeny of the Precambrian) 的研究工作。该项目的国际负责人是 A · V · Sidorenko 教授和 V · Kazansky 教授。

本书作为中国工作组的最终总结成果, 将提交给国际地质合作计划委员会, 并作为专著参加一九八四年莫斯科第二十七届国际地质大会及与此同时举行的本项目最终学术讨论会。它将为国内外地质学界了解中国早前寒武纪地质及成矿作用提供较系统的科学资料。也可作为地质专业研究人员、工程技术人员、研究生和大学生的一本重要参考文献。

根据中国国际地质合作计划全国委员会主席程裕淇教授的意见, 将本书论述内容的时间限定在早前寒武纪, 并责成笔者主持本书的编写工作。

本书撰写过程中, 引用了被定为第91项全球关键地区之一——辽东半岛地区近几年(1980~1983)的研究成果。其中应特别指出的是引用了下列诸方面的研究成果: 陈路、刘连登关于早太古宙块状硫化物矿床的成因; 朱国林、刘连登关于滑石—菱镁矿矿床的成因; 朱永正、王有爵、赵建军、张景山等关于铅锌矿床的成因及硼矿地质; 邹祖荣副教授、刘万、范书魁、宋昌锦、崔相吉、吴文光等关于花岗岩及其地球化学; 杨振升副教授、李书光、俞保祥关于变质构造; 以及杨连生、范继章、侯印伟等关于数学地质方面的研究成果等等。

本书还引用了沈保丰副研究员关于山西早元古宙铁矿床的研究成果; 郭智添、范军关于早前寒武纪铀矿床的研究成果; 刘静兰等关于硅铁建造中金矿床的研究成果; 以及研究生王安建、刘宇光、李守义在早元古宙硫铁矿床、早太古宙锌铜硫化物矿床和含硼岩系及硼矿床等方面的研究成果。

刘凯高级工程师、何树洪、马志红等分别为本书提供了晚太古宙硫铁矿床、辽东半岛早元古宙磷块岩矿床和山西早元古宙铁矿床等系统资料。

此外, 还查阅、引用了自1949年至1981年许多中国地质学家的有关著作与论文, 尤其是程裕淇教授、黄汲清教授、李春昱教授、董申保教授和马杏垣教授的论著。

在撰写过程中, 由李守义协助完成了第六章; 由刘连登协助撰写了第五、八、十、十一和十二章, 朱永正协助撰写了第七章; 杨连生编辑了附录。

全书英文详细摘要及英文插图说明由何起祥、尚宁川、杨连生、王安建等翻译, 胡伦积教授、朱奉三高级工程师校核。此外, 姚凤良副教授、任洪茂、陈路、朱国林、潘云泽、卢静文、范书魁、戴立明、温仲华、宫平等在本书编写过程中给予了很大帮助, 谨此致以诚挚的谢意。

IGCP 第91号项目

中国工作组 组长 张秋生

一九八三年五月于长春地质学院

# 目 录

|                              |        |
|------------------------------|--------|
| <b>第一章 早前寒武纪地质对比原则</b> ..... | ( 1 )  |
| 地质事件与建造.....                 | ( 2 )  |
| 早前寒武纪区域变质作用.....             | ( 6 )  |
| 早前寒武纪花岗质岩石.....              | ( 7 )  |
| 早前寒武纪的构造及其形变作用.....          | ( 11 ) |
| 太古宙 (Ar) 及前太古宙 (PAr) .....   | ( 13 ) |
| 花岗岩——绿岩地体.....               | ( 14 ) |
| 区域变质作用.....                  | ( 17 ) |
| 花岗质岩石.....                   | ( 18 ) |
| 放射性同位素年龄资料.....              | ( 20 ) |
| 基底构造形态及形变作用.....             | ( 22 ) |
| 早元古宙.....                    | ( 24 ) |
| 层状变质杂岩.....                  | ( 24 ) |
| 区域变质作用和花岗质岩石.....            | ( 26 ) |
| 放射性同位素年龄资料.....              | ( 27 ) |
| 基底构造形态及形变作用.....             | ( 28 ) |
| 早前寒武纪的重大地质记录.....            | ( 29 ) |
| <b>第二章 中国早前寒武纪地质对比</b> ..... | ( 33 ) |
| 早太古宙及前太古宙.....               | ( 34 ) |
| 辽东半岛地区.....                  | ( 35 ) |
| 河北东部地区.....                  | ( 40 ) |
| 内蒙古地区.....                   | ( 42 ) |
| 其它地区.....                    | ( 42 ) |
| 晚太古宙.....                    | ( 43 ) |
| 五台山、太行山和吕梁山地区.....           | ( 43 ) |
| 山东中西部地区.....                 | ( 44 ) |
| 淮阳地区及鲁东南地区.....              | ( 45 ) |
| 西北地区及秦岭东段地区.....             | ( 46 ) |
| 内蒙、冀东及辽东半岛地区.....            | ( 46 ) |
| 早元古宙.....                    | ( 48 ) |
| 辽东半岛及吉林南部地区.....             | ( 48 ) |
| 山东半岛地区.....                  | ( 49 ) |

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| 大别山——桐柏地区                    | ( 51 )  |
| 阴山——燕山地区                     | ( 51 )  |
| 五台山、太行山地区                    | ( 52 )  |
| 西北地区及东秦岭地区                   | ( 53 )  |
| 早前寒武纪花岗质岩石                   | ( 54 )  |
| 早前寒武纪基性火山岩                   | ( 59 )  |
| 太古宙时期的区域构造环境                 | ( 61 )  |
| 早元古宙时期的区域构造环境                | ( 66 )  |
| 辽东半岛型 (辽吉岩套Liaojitite Suite) | ( 66 )  |
| 五台型                          | ( 70 )  |
| 早前寒武纪时期古陆边缘构造活动带             | ( 71 )  |
| 非稳定型古陆和变质重就位作用               | ( 76 )  |
| <b>第三章 中国早前寒武纪区域成矿作用特征</b>   | ( 81 )  |
| ✓ 早前寒武纪成矿作用概述                | ( 81 )  |
| 变质杂岩区的矿床类型                   | ( 82 )  |
| 矿床的形成环境                      | ( 82 )  |
| 矿化集中区                        | ( 84 )  |
| 中国早前寒武纪主要矿床的特点               | ( 87 )  |
| 中国早前寒武纪矿床的层控性                | ( 89 )  |
| 中国早前寒武纪矿化集中区                 | ( 92 )  |
| 中国早前寒武纪矿床的区域构造环境             | ( 93 )  |
| 中国早前寒武纪矿床的变质重就位作用            | ( 94 )  |
| <b>第四章 条带状含铁建造铁矿床</b>        | ( 100 ) |
| 中国早前寒武纪含铁建造概述                | ( 100 ) |
| 含铁建造的年代                      | ( 103 ) |
| 含铁建造的类型                      | ( 104 ) |
| 含铁建造形成的区域地质环境                | ( 105 ) |
| 含铁建造的沉积相和变质相                 | ( 109 ) |
| 铁矿体的变质重就位                    | ( 113 ) |
| 条带状硅铁建造的生物遗体                 | ( 118 ) |
| 含铁建造的地球化学                    | ( 120 ) |
| 含铁建造的成因                      | ( 125 ) |
| 条带状硅铁建造中富铁矿的成因               | ( 128 ) |
| <b>第五章 火山块状硫化物矿床</b>         | ( 132 ) |
| 太古宙锌—铜型块状硫化物矿床               | ( 132 ) |
| 矿床集中区地质概况                    | ( 133 ) |
| 容矿变质岩及其原岩                    | ( 133 ) |
| 近矿蚀变岩                        | ( 138 ) |
| 矿石矿物及分带性                     | ( 139 ) |
| 矿石的变余组构                      | ( 144 ) |

|                     |       |
|---------------------|-------|
| 硫同位素组成              | (146) |
| 稀土元素组成              | (147) |
| 矿床多期变形地质            | (149) |
| 矿体物理迁移的地质记录         | (151) |
| 硫化物矿物的再活化差异迁移       | (159) |
| 硫化物矿体的物理变质重就位       | (164) |
| 晚太古宙硅铁建造中块状含铜黄铁矿矿床  | (166) |
| 矿带区域地质概述            | (166) |
| 矿床地质特征              | (166) |
| 矿床成因讨论              | (169) |
| 早元古宙块状含铜黄铁矿矿床       | (171) |
| 含矿岩系                | (171) |
| 矿体产出的层位             | (178) |
| 褶皱构造对含矿层的控制         | (179) |
| 褶皱构造与火山构造的关系        | (179) |
| 矿体类型                | (185) |
| 矿石物质成份及组构           | (186) |
| 近矿蚀变岩               | (190) |
| 碳、硫同位素组成            | (190) |
| 矿床成因分析              | (192) |
| <b>第六章 含硼岩系及硼矿床</b> | (196) |
| 含硼岩系                | (197) |
| 层序性及组成              | (198) |
| 角闪质岩石               | (201) |
| 富硼变(浅)粒岩            | (201) |
| 镁质大理岩               | (203) |
| 变质作用                | (204) |
| 含硼岩系的原岩及演化          | (207) |
| 角闪质岩石—拉斑玄武岩         | (207) |
| 富硼变(浅)粒岩—钠质中酸性火山岩   | (212) |
| 镁质大理岩—海相碳酸盐岩        | (217) |
| 花岗质岩石               | (222) |
| 分布及产状               | (222) |
| 岩石学特征               | (224) |
| 成因及演化               | (224) |
| 含硼岩系与花岗质岩石的成因关系     | (231) |
| 同位素年代               | (232) |
| 开张性的构造环境            | (233) |
| 幔源火山—深成杂岩           | (238) |
| 辽东半岛硼矿床概述           | (240) |
| 硼镁石型硼矿床(以后仙峪矿床为例)   | (241) |

|                                       |              |
|---------------------------------------|--------------|
| 矿体分布、产状及规模·····                       | (243)        |
| 矿石成分及矿石组构·····                        | (243)        |
| 蚀变与矿化·····                            | (245)        |
| 矿化的多阶段性·····                          | (248)        |
| <b>硼镁铁矿型硼矿床 (以翁泉硼—铁—稀土矿床为例) ·····</b> | <b>(249)</b> |
| 矿体分布、产状及规模·····                       | (249)        |
| 矿石矿物及矿石组构·····                        | (251)        |
| 蚀变与矿化·····                            | (252)        |
| 矿化的多阶段性·····                          | (254)        |
| 矿化年龄·····                             | (255)        |
| <b>层控硼矿床的成因·····</b>                  | <b>(256)</b> |
| 硼矿床的基本特征·····                         | (259)        |
| 硼的来源·····                             | (261)        |
| 硼矿床的就位·····                           | (264)        |
| 硼矿体的变质重就位·····                        | (264)        |
| <b>第七章 早元古宙浊积岩系中层状铅—锌矿床·····</b>      | <b>(265)</b> |
| <b>层状铅—锌矿床的区域地质背景·····</b>            | <b>(265)</b> |
| 浊积岩系的地层层序·····                        | (265)        |
| 浊积岩系的原岩类型·····                        | (268)        |
| 浊积岩系的含矿性·····                         | (271)        |
| <b>层状铅—锌矿床地质特征·····</b>               | <b>(271)</b> |
| 层状矿体的层位·····                          | (271)        |
| 层状矿体与岩相·····                          | (275)        |
| 矿体的同生组构·····                          | (275)        |
| 矿石矿物及空间分布·····                        | (278)        |
| <b>层状铅—锌矿体的演化—后生脉状铅—锌矿的形成·····</b>    | <b>(280)</b> |
| 区域变质作用中矿体的转变·····                     | (281)        |
| 岩浆热液作用中矿体的局部转变·····                   | (284)        |
| 地下热水作用中矿体的局部转变·····                   | (287)        |
| <b>层状铅—锌矿床的成因·····</b>                | <b>(290)</b> |
| 矿带形成的区域地质背景·····                      | (290)        |
| 矿床(体)形成地质条件·····                      | (290)        |
| 矿体中主、副元素的成因信息·····                    | (292)        |
| 硫同位素组成·····                           | (294)        |
| 铅同位素组成·····                           | (296)        |
| 矿石的气液包体成份及成矿温度·····                   | (298)        |
| 成矿物质来源的讨论·····                        | (298)        |
| 成矿模式·····                             | (299)        |
| <b>第八章 多源层控滑石—菱镁矿矿床·····</b>          | <b>(300)</b> |
| <b>辽南滑石—菱镁矿矿床地质背景·····</b>            | <b>(301)</b> |
| 菱镁矿矿床的层位·····                         | (303)        |
| 菱镁矿矿体·····                            | (305)        |

|                                        |         |
|----------------------------------------|---------|
| 矿体形状、产状·····                           | ( 305 ) |
| 矿体规模·····                              | ( 308 ) |
| 菱镁矿矿石的物质成分·····                        | ( 308 ) |
| 菱镁矿矿石(层)的组构及菱镁矿的期次·····                | ( 314 ) |
| 变余沉积组构·····                            | ( 314 ) |
| 变余成岩组构·····                            | ( 316 ) |
| 变生热液组构·····                            | ( 316 ) |
| 菱镁矿的期次·····                            | ( 317 ) |
| 菱镁矿矿体的物理——化学变质重就位·····                 | ( 318 ) |
| 变质重就位的地质特征·····                        | ( 318 ) |
| 变质重就位的矿石组构系列·····                      | ( 319 ) |
| 滑石及滑石矿床·····                           | ( 320 ) |
| 滑石的产状·····                             | ( 321 ) |
| 滑石的主、副元素·····                          | ( 321 ) |
| 滑石的期次·····                             | ( 323 ) |
| 范家堡子滑石矿床·····                          | ( 323 ) |
| 白云石及白云石脉·····                          | ( 324 ) |
| 稀土元素及碳、氧同位素组成·····                     | ( 327 ) |
| 滑石—菱镁矿矿床的多源层控成因·····                   | ( 332 ) |
| 层控菱镁矿的沉积相环境·····                       | ( 333 ) |
| 镁质来源问题·····                            | ( 334 ) |
| 成岩期菱镁矿·····                            | ( 334 ) |
| 滑石的成因·····                             | ( 335 ) |
| <b>第九章 变质同生磷矿床</b> ·····               | ( 337 ) |
| 变质岩浆岩型晶质贫磷矿床·····                      | ( 338 ) |
| 变质辉石岩——角闪岩中贫磷矿床·····                   | ( 338 ) |
| 变质辉长苏长岩中贫磷矿床·····                      | ( 338 ) |
| 变质火山岩型晶质贫磷矿床·····                      | ( 341 ) |
| 变质沉积型磷矿床概述·····                        | ( 341 ) |
| 互层状白云石大理岩、白云石片岩中磷灰岩矿床<br>(海州式磷矿床)····· | ( 342 ) |
| 区域地质背景·····                            | ( 342 ) |
| 含磷岩系及磷矿体·····                          | ( 343 ) |
| 磷矿石类型·····                             | ( 346 ) |
| 互层状炭质板岩及白云石大理岩中磷矿床·····                | ( 348 ) |
| 区域地质背景·····                            | ( 348 ) |
| 含磷岩系及磷矿体·····                          | ( 350 ) |
| 磷矿石类型·····                             | ( 352 ) |
| 透辉大理岩、金云母大理岩及片麻岩中磷灰岩矿床·····            | ( 354 ) |
| <b>第十章 层状石墨矿床</b> ·····                | ( 357 ) |
| 南墅地区晶质石墨矿床·····                        | ( 357 ) |

|                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| 石墨矿床的层位·····                      | ( 357 ) |
| 矿体的形状、产状·····                     | ( 359 ) |
| 矿石物质成份及组构·····                    | ( 360 ) |
| 柳毛地区晶质石墨矿床·····                   | ( 361 ) |
| 石墨矿床的层位·····                      | ( 361 ) |
| 矿体的形状、产状·····                     | ( 363 ) |
| 矿石类型及质量·····                      | ( 365 ) |
| 矿石中的钒·····                        | ( 366 ) |
| 矿层中的砂线石矿床·····                    | ( 366 ) |
| 变质有机沉积成因·····                     | ( 367 ) |
| 石墨建造的原岩·····                      | ( 367 ) |
| 石墨矿石的主要共生元素·····                  | ( 367 ) |
| 碳同位素组成·····                       | ( 368 ) |
| <b>第十一章 太古宙绿岩带及硅铁建造中金矿床</b> ····· | ( 372 ) |
| 太古宙绿岩带中的金矿床·····                  | ( 372 ) |
| 长英质火山岩中的金矿床·····                  | ( 372 ) |
| 锌—铜型块状硫化物矿床中的伴生金矿·····            | ( 373 ) |
| 条带状硅铁建造含金性概述·····                 | ( 374 ) |
| 东风山含金硅铁建造的层位·····                 | ( 376 ) |
| 东风山含金硅铁建造的岩石组合及变质作用·····          | ( 378 ) |
| 硅质层·····                          | ( 378 ) |
| 铁矿层·····                          | ( 378 ) |
| 含金锰硫化物层·····                      | ( 379 ) |
| 变质作用·····                         | ( 379 ) |
| 东风山金矿床的矿体及金矿物·····                | ( 382 ) |
| 矿体类型·····                         | ( 383 ) |
| 金矿物及伴生金属矿物·····                   | ( 385 ) |
| 东风山金矿床的原有矿床成因·····                | ( 388 ) |
| 成矿物质与火山作用的关系·····                 | ( 389 ) |
| 硫、氧同位素组成·····                     | ( 391 ) |
| 原有金矿床的沉积相·····                    | ( 392 ) |
| 变质作用、岩浆作用对金矿体的影响·····             | ( 394 ) |
| <b>第十二章 层状—脉状铀矿床</b> ·····        | ( 397 ) |
| 连山关铀矿床区域地质概况·····                 | ( 397 ) |
| 容矿岩石的层位·····                      | ( 398 ) |
| 太古宙钾质花岗岩·····                     | ( 399 ) |
| 铀矿体类型·····                        | ( 402 ) |
| I 型铀矿体·····                       | ( 403 ) |
| II 型铀矿体·····                      | ( 404 ) |
| 工业铀矿物的标型特征·····                   | ( 405 ) |
| 铀矿物的物理和光学性质·····                  | ( 406 ) |

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| 铀矿物的化学特征.....           | ( 407 ) |
| 铀矿物的矿物学特点 .....         | ( 410 ) |
| 铀矿床的变质沉积——变生热液复合成因..... | ( 411 ) |
| 铀矿体成因特征.....            | ( 411 ) |
| Ⅰ型变质沉积铀矿体 .....         | ( 413 ) |
| Ⅱ型变生热液铀矿体 .....         | ( 417 ) |
| 图版及说明.....              | ( 420 ) |

## 附 录

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| 《中国早前寒武纪地质及成矿作用》         |         |
| 研究的编年纲要(149—1981年) ..... | ( 423 ) |
| 参考文献.....                | ( 438 ) |
| 英文摘要.....                | ( 457 ) |

# CONTENTS

|                                                                                                |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Preface .....                                                                                  | (457) |
| Chapter 1 The Correlation Principles of<br>the Early Precambrian Geology.....                  | (459) |
| Chapter 2 The Geological Correlation of<br>the Early Precambrian in China .....                | (467) |
| Chapter 3 The Regional Characteristics of the<br>Early Precambrian Ore Deposits in China ..... | (478) |
| Chapter 4 Iron Deposits in Banded Iron Formation .....                                         | (483) |
| Chapter 5 Volcanic Massive Sulfide Deposits .....                                              | (488) |
| Chapter 6 Boron-bearing Formation and Boron Deposits.....                                      | (497) |
| Chapter 7 Stratiform Pb-Zn Deposits in Early Proterozoic<br>Turbiditic Series .....            | (503) |
| Chapter 8 Polygenetic Stratabound Talc-Magnesite<br>Deposits .....                             | (512) |
| Chapter 9 Metamorphosed syngenetic Phosphorus<br>Deposits .....                                | (519) |
| Chapter 10 Bedded Graphite Deposits.....                                                       | (523) |
| Chapter 11 Gold Deposits in the Archaean Greenstone<br>Belt and Siliceous Iron Formation ..... | (526) |
| Chapter 12 Stratiform and Veined Uranium Ore<br>Deposits .....                                 | (531) |

## 第 一 章

# 早前寒武纪地质对比原则

---

地球科学进入七十年代以来,一些重大理论问题的解决,都是依靠全球大陆、海洋、深部地质及球外行星资料,并在此基础上采用新的科学技术及实验方法而取得的。由此建立起来的活动论思想,不仅较科学地认识了显生宙以来在地球表面所发生的各种各样地质事件的性质和演化,同时也促进了隐生宙地质的重新研究。

近些年来,曾召开过一系列的重要国际学术会议(诸如1970年在佩恩举行的太古宙国际讨论会和1980年伦敦皇家学会举行的大陆壳成因讨论会等),并陆续出版了一批有影响的专著(诸如《地球早期历史 1975》、《太古代 1977》、《北半球前寒武纪 1977》、《奥长花岗岩、英安岩及其相关岩石 1979》等)。

在这些专著中,Windley(1977)、Bridgwater (1977)、Sutton(1977)、Salop (1977)、Mccall (1977)、Wilson (1977) 和 Barker(1979) 等人,对前寒武纪,尤其早前寒武纪地质,提出了一些新的概念和问题,从而动摇了地质学家们早已建立起来的原有地球早期演化模式。替而代之以:绿岩——花岗岩地体;太古宙低级区与高级带;奥长花岗杂岩的形成和作为地球初始时期壳岩问题,稳定型及非稳定型古地块等概念模式。

1972年联合国教科文组织全体会议认为:“地球科学必须发展基本原理,从而分析和搞清地球上广大空间出露的区域地质现象。地质对比可以对地质研究方法和原理进行估价,从更广义上讲,可以为寻求新资源和扩大资源储量提供一个重要的手段”。因此,全球性的前寒武纪地质研究的新成果,都值得在中国早前寒武纪地质及成矿作用研究中借鉴。1967年 P·Routhier 认为“地质学只有在它具有世界性的时候,才成其为科学”。因此,了解并运用全球地质对比方法,是促进我国早前寒武纪地质及成矿作用研究的必然趋势。

## 地质事件与建造

地质事件与建造是进行任何地质构造历史研究的对象。

显生宙以来的地质历史研究，一般是以建造来标定时代的。就全球范围来看，任何地质时代都有相应的物质堆积，加之作为地质时代记录的“古生物化石”的良好保存及连续分布，因而较圆满地建立了年代地层的命名系统。显然它是以生物年代顺序而不是以地层顺序为基础的，因为它的建立是取决于来自岩石地层单位中生物的进化记录及其相关的地层顺序。而放射性同位素时间表，主要用来校正地层年代和生物年代的岩石时间顺序。简言之，显生宙地质年代工作的顺利进展，主要是根据建造及其中的生物遗迹为基础的。

早前寒武纪（甚至包括晚前寒武纪）与显生宙以来的地质时代的确定方法有很大的不同。目前只能取决于岩石固有的物理性质和某些重要的地质事件所提供的年龄记录。在前寒武纪种种地质事件中，岩浆的侵入和区域变质作用的时间顺序，是建立早前寒武纪地质年表的重要依据。由于受显生宙地质年代研究思维方法的影响，人们总是习惯要求测定原岩形成的时代。但从某种意义上讲，原有沉积岩层的层序或建造对早前寒武纪地质年表的建立并不都起着决定性作用的。

在前寒武纪地质中，变质作用和变形作用的年龄记录，在确定地质年表时可有不同的解释。

同位素年龄是以测量某种同位素浓度的方法，表示从一个特殊的物理化学环境建立以来的岩石矿物所经历的时间，所以测得的数据往往是它们所遭受最强烈地质事件迭加上的“年龄”记录。从理论上来看，由于地质环境的变化，致使保存在岩石矿物中的母体元素和子体元素可能发生差异损耗或富集，所以实测“年龄值”往往与真实年龄值间有一定差异，这是早前寒武纪地质年代学中常常遇到的一个难题。尽管目前对此可利用某些方法进行校正，但大部分解释都还要依赖于人为预想的地质概念或地质关系。所以同位素年龄与绝对年龄并不应该是同义语。

限于目前科学水平，早前寒武纪的同位素年代学，大多数只能记录构造岩浆或变质事件的岩石、矿物年龄，而并非建造本身形成的年龄。因此，在很多情况下，这一时间表实质上只是遭受了事件影响的岩石的记录。

本文所讨论的早前寒武纪年表，仅涉及第一级和第二级单位（宙和亚宙或代），它们的划分依据是采用了造山事件中最主要的地质标志和发生的区域变质作用及侵入的花岗质岩石的同位素年龄资料等。

早前寒武纪地质历史的演化也是极为复杂的。Salop (1977) 对全球前寒武纪构造旋回概括为九个建造、八次事件（表1-1）。

全球前寒武纪重大地质事件与建造

表1—1

| 宙   | 重大地质事件符号 | 建造单元符号 | 地质事件时距 (m·y·) | 建造时距 (m·y·) |
|-----|----------|--------|---------------|-------------|
| 显生宙 |          |        |               |             |
| 隐生宙 |          | < 9 >  | 570           | 100         |
|     | (Ⅷ)      |        | 680—650       |             |
|     |          | < 8 >  |               | 300         |
|     | (Ⅶ)      |        | 1100—1000     |             |
|     |          | < 7 >  |               | 200         |
|     | (Ⅵ)      |        | 1400—1300     |             |
|     |          | < 6 >  |               | 200         |
|     | (Ⅴ)      |        | 1700—1600     |             |
|     |          | < 5 >  |               | 200         |
|     | (Ⅳ)      |        | 2000—1900     |             |
| 宙   |          | < 4 >  |               | 500         |
|     | (Ⅲ)      |        | 2600—2500     |             |
|     |          | < 3 >  |               | 200         |
|     | (Ⅱ)      |        | 3000—2800     |             |
|     |          | < 2 >  |               | 500         |
|     | (Ⅰ)      |        | 3700—3500     |             |
|     |          | < 1 >  |               |             |

(参照Salop, 1977, 修编)

表1—1说明进入隐生宙后,限定在两大构造旋回之间的每个建造的时距多在200m·y·\*以上,而显生宙只有40m·y·,这是两者的一个很重要的差别。在1,900—2,000m·y·前后,又出现一个大转折,此前的建造时距最长达500m·y·,而其后则减至200m·y·。这就是我们把早前寒武纪与中、晚前寒武纪界限定在1,900—2,000m·y·的原因之一。<1>建造是否存在?在<1>地质事件之前,最古老的地壳究竟是层状岩建造抑或是块状花岗质岩石,目前尚不很清楚。我们比较倾向性的观点是:在该时期地壳刚刚开始发生分异,众多的研究成果已经证明还没有形成如同显生宙以来的大气圈和水圈,当时还不具备足以使层状岩石发生堆积的环境,推测当时可能是一些由“岩浆”分异而产生的块状岩石,似乎可与月岩类比。早前寒武纪时期的地壳表面,尚未具有产生较高级生物的环境,因此生物地层学在解决该时期地层时代问题时,远远达不到显生宙那样精确。虽然近年来不断在早前寒武纪层状岩系中发现含有氨基酸或所谓“分子化石”及其它低级生物遗迹,但它们的计时性程度还是一项有待继续探讨的课题。

前寒武纪发生的重大地质事件,往往处于较高的温压条件下发生的(这在北半球几乎毫无例外),所以对放射性同位素年龄记录的干扰很大,致使由K—Ar法、Rb—Sr法、U—Pb法和Pb—Pb法所测的年龄值,往往不能很准确的反应建造原始成岩年龄。近年来提倡的Sm—Nd法和Ar<sup>40</sup>—Ar<sup>39</sup>法,虽然可以消除某些“误差”,但从已经发表并可供参照的数据来看,尚不能令人满意,仍处于探索初期。总之,从现代已经积累的资料表明,同位素“年龄数据”的真实涵义一直是特别引人注目的问题。

假定早前寒武纪建造分别为PA、A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>及Pt<sub>1</sub>,而在1,900—2,000m·y·以后又未曾发生较高温压条件的地质事件的再干扰,则建造和地质事件的地质记录及年龄记录形式的状态应该如表1—2所示。

\* m·y·示百万年。