

高级变质区岩石地层系统建立的思考与实践

——以内蒙古大青山—乌拉山地区为例

杨振升 徐仲元 刘正宏 彭向东

(吉林大学地球科学学院, 吉林 长春 130061)

摘要:作者通过两个项目的区域地质调查研究,在大青山—乌拉山及其邻区重建了早前寒武纪地层系统,将新建的美岱召岩群列入古元古代。对区内高级变质岩石地层进行重组,在麻粒岩系中划分了 2 个岩组,归并为桑干岩群,将乌拉山岩群划分为上、下两个亚岩群,下亚岩群片麻岩系,上亚岩群相当于集宁群,可称孔兹岩系。提出本区高级变质区的主期构造是穹形构造与穹间褶皱群构造组合样式(简称“穹—褶”构造),确立了大型顺层滑脱构造系统是决定高级变质岩石地层空间分布、组成特征和相互关系的关键因素,提出了研究高级变质岩石地层系统建立的方法与步骤。

关键词:大青山—乌拉山;高级变质岩石地层;穹形—穹间褶皱群;滑脱构造

中图分类号:P588.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2003)04-0343-09

高级变质区是地壳上一个十分特征的地质单元,人们通常认为,它是认识下部地壳地质作用过程的重要窗口。在 20 世纪 60 年代早前寒武纪地质学重要进展是有关花岗岩—绿岩带(低级区)与片麻岩—麻粒岩(高级区)概念的提出;而 70 年代以来,西格陵兰 1:10 万区域地质填图和专项研究,则是引导全球高级区地质研究不断深化的重要历史阶段。这一时期研究表明,高级区的地质结构是以片麻岩类占主导地位,而变质沉积岩类呈包体展布于片麻岩类中,所占面积不足 10%~20%,对这些变质表壳岩由于无法建立地层系统,只能以变质表壳岩这一名词笼统表示。“七五”期间,在冀东完成的中英合作项目——新一轮 1:5 万中深变质区地质填图方法研究成果^[1],被认为是我国太古宙中深变质区区域地质调查研究方法与内容的重大变革,按新方法填制的迁西三屯营地区地质图中,高级变质岩石不是由原迁西群和遵化群(或八道江群)所占有,而是以 3 套片麻岩(三屯营片麻岩、小关庄片麻岩和秋花峪片麻岩)占主导,两套变质表壳岩(迁西表壳岩和遵化表壳岩)出露甚少的基本分布形势,这和世界上大多数高级区的特点基本一致。在填图方法试点研究中,有关片麻岩单位的性质问题,项目指导程裕淇曾一再提请关注:“三屯营片麻岩单位是深成侵入体,还是表壳岩经混合岩化作用的产物,三屯营片麻岩中的表壳岩包体能否建立或如何建立地层层序”。这两个问题,在“七五”期间,由于诸多原

因,当时没有得到解决。现在看来,自 20 世纪 90 年代初开始,在全国推广新 1:5 万填图方法以来,近 10 多年的时间内,作者通过图幅展评活动和在东部变质区进行野外填图工作指导等发现,在高级区区域地质填图工作中,许多单位取得了一些重要进展,但同时,也出现了一些问题,其中最突出的是片麻岩单位扩大化,对片麻岩本身性质和特征的研究也常常被简化。近年来对高级变质区中片麻岩单位的深入研究表明,它们的成因是多样的,其中经深熔作用形成的片麻岩就有许多实例可以证明。但是,对高级区的岩石地层系统研究,直到目前,仍然是个极其薄弱的领域。为进一步完善和提高高级区区域地质调查研究方法,作者在“八五”期间,一直寻找适合进行变质岩石地层研究的地区,经过对比,最终确定在大青山—乌拉山地区开展专项研究。这个高级区是以变质地层发育为主的地区(变质地层占有 60%以上),地层岩性多样,有利于进行区内地层系统的建立和对比;这里已有一定研究基础,已完成了 1:20 万和部分 1:5 万区域地质调查工作;并有若干专题研究工作成果可供参考;本区基岩出露较好,有利于连续观测和追索。本文就高级区岩石地层系统建立的有关问题做概要介绍。

研究区范围为北纬 40°30′~41°00′,东经 109°30′~111°00′,位于黄河以北的大青山、乌拉山及色尔腾山南部广大地区,面积约为 6 000 km²,这里是内蒙古前寒武系发育最全、出露

收稿日期:2003-08-01;改回日期:2003-08-16

基金项目:国土资源部区域地质大调查项目(J5. 3. 4,200113000021)资助。

作者简介:杨振升,男,1931 年生,教授,从事构造地质学与早前寒武纪地质研究。

最好的地方;也是中国研究早期地壳构造演化十分重要的区域。对本区变质岩系地层的研究,自1934年孙建初建立的太古代桑干群起至今,已有近70年的历史,而正式提出岩石地层系统成果的,还是上个世纪70年代以来开展的1:20万区域地质调查工作。但是,不同图幅(如固阳幅、呼和浩特幅、包头幅、土默特右旗幅以及卓资县幅等)各自建立的地层系统,及其群、组划分与命名差别较大,难以对比。1978年内蒙古地层表编写组进行了第一次全区地层系统清理,正式提出了将桑干群分解为下部集宁群,上部为乌拉山群的意见,而大青山—乌拉山地区只有乌拉山群,并划分为4个组(表1)。董启贤等^①在对乌拉山、大青山及集宁地区进一步工作后,发现在大青山地区有相当于集宁地区的岩石地层单位,即麻粒岩系和片麻岩类为主的地层单位,将前者归为下集宁群,后者定为上集宁群,将它们列于乌拉山群之下。根据哈达门沟剖面将乌拉山群划分为4个岩组,这个成果是本区高级变质岩石地层工作的一个重要进展,其基本观点已反映在内蒙古地质志中(1991)。“八五”期间,在全国开展的新一轮1:5万区域地质填图工作中,由内蒙古区域地质调查一队,在区内的包头、呼和浩特地区和色尔腾山地区各进行6幅1:5万区域地质调查工作。仅就高级变质岩石地层工作而言,包头地区在相当于下集宁群的麻粒岩系中首先解体出两类地质单位,其一是新建山和原片麻岩单位,其二是分布于前述片麻岩中的雪海沟变质表壳岩,并确立它是该区最古老的岩石地层。在乌拉山群中新建了两个片麻岩单位,一是平方沟石榴花岗片麻岩,认为它是石榴黑云片麻岩混合岩化产物,二是昆都仑片麻岩。这些进展丰富了乌拉山群分布区的地质内容。并根据哈达门沟实测剖面,重建了乌拉山群的地层系统:改群为岩群,下分3个岩组和6个岩段^②;色尔腾山地区对东五分子群发育地区进行解体,从其中划分出乌拉山岩群有关部分,并建立了3个片麻岩单位(陶来沟、昆都仑和月胜沟)^③;呼和浩特地区工作也证实了该区存在上、下集宁群和其上的乌拉山群,并将后者划分两个岩组^④。根据全国地层多重划分对比研究^⑤对本区太古代地层进行了系统划分,将下集宁群的麻粒岩系,改称为兴和岩群,将其时代确定为早太古代,其上依次为集宁岩群和乌拉山岩群归为中太古代,而色尔腾山岩群属晚太古代,这个地层系统的建立实际上是对以前所确立的地层层序的修订。对大青山—乌拉山地区早前寒武纪地层格架的建立有较重要影响的研究工作有两个,一是李树勋^⑥、金巍等^⑦,于1983~1993年,对全区早前寒武纪地质构造格架,先后提出3种类型的地质构造单位,认为色尔腾山及其东延部分存在太古代低级变质区(花岗岩—绿岩带),固阳东的下湿壕—

朱拉沟以及包头北的山和原地带则属于太古代高级变质区(麻粒岩—紫苏花岗质片麻岩),而构成大青山—乌拉山主体岩石的高级变质带则为古元古代的孔兹岩—钾质花岗岩。并指出孔兹岩系基本由两套岩石组合构成,一是富铝片麻岩和大理岩,另一是钙硅酸盐岩和大理岩,并从区域分析认为,钙硅酸盐岩位于孔兹岩系的下部,中部为富铝片麻岩夹少量大理岩,上部为大理岩夹少量富铝片麻岩。这些认识对大青山—乌拉山地区高级变质岩石地层体系的重建有重要意义。二是王楫等^⑧对大青山—乌拉山的太古代地层系统从下到上划分为中太古代兴和杂岩、晚太古代乌拉山岩群和色尔腾山群3部分,并认为集宁—兴和地区的集宁岩群与乌拉山的乌拉山岩群不是上下关系,而是同时代的地层单位,这一点打破了长期以来两者不可对比的观念。

从上述对大青山—乌拉山地区的早前寒武纪地层研究历史的扼要概述可以看出,在20世纪90年代前半期,经过许多学者和专家们的努力,使本区变质岩石地层的研究工作取得了一些进展,但分歧和争论也较突出。造成这种局面的原因是多方面的,但主要是受原有地质框架的制约和传统地层学工作方法的影响。但从另一个侧面来看,一是在以变质地层为主体的高级区,如何进行地质调查研究的思路和方法尚不完善,对这样一个复杂地区的岩石地层系统建立的原则和程序也无参考的实例;另外对高级区组成的复杂性认识不足,尤其是以岩石地层为主的高级区,对其构造样式的了解也无可借鉴的实例。

在变质地层发育的高级区如何进行岩石地层调查工作,沈其韩^⑨从6个方面进行了讨论,提出了值得注意的有关问题。作者从1996年起在大青山—乌拉山及其相邻地区通过两个项目^{⑩⑪}的区域地质调查实践,针对本区高级变质岩石地层系统的重建谈一下体会和认识。

1 大青山—乌拉山及其邻区早前寒武纪地层层序重建

对区内早前寒武纪地层划分已有多多个划分方案(表1)。由于工作思路和工作方法的差异,在层序建立和地层归并上差异较大。经过两个项目野外地质调查和室内综合研究后,现将本区早前寒武纪地层层序介绍如下(表2),详细的岩石地层有关问题研究的内容已在另文中^{⑩⑪}有系统介绍,本文不再重述。下面对本地层系统做几点说明和讨论。

1.1 桑干岩群

对发育在本区的一套麻粒岩系曾采用兴和岩群一词^{⑩⑪}。考虑到1934年孙健初对本区出露的变质岩层曾命名为桑干

① 内蒙古区调一队.1:5万包头地区6幅区域地质调查报告.1993.

② 内蒙古区调一队.1:5万色尔腾山地区6幅区域地质调查报告.1994.

③ 内蒙古区调一队.1:5万呼和浩特地区6幅地质图.1991.

④ 徐仲元,刘正宏,彭向东,等.土默特右旗等6幅1:5万区域地质调查报告和图件.1996~2000.

⑤ 刘正宏,徐仲元,彭向东,等.包头市幅1:25万区域地质调查报告.2001~2003.

系,并指出它是以片麻岩为主夹云母片岩和大理岩的最古老且最下之地层。按命名优先原则,本文同意保留桑干一词。沈其韩等^[13]认为由于这一古老岩石中,变质地层所占不足10%~15%,建议用桑干杂岩表示。但结合本区麻粒岩系组成特点,变质地层保存较多,可以将它与古老片麻岩划分开,并建立了两个变质岩石地层单位,统称为麻粒岩系,故以桑干岩群一词表示这两个岩石组合的总称。

1.2 乌拉山岩群

乌拉山群是1973年内蒙古区域地质测量一队建立的地层单位。1978年内蒙古区域地层表编写组采用了这一名称,并列出了4个组级正式岩石地层单位,1996年改称乌拉山岩群^[14]。

本文的乌拉山岩群是指分布于大青山—乌拉山地区的

一套高级变质地层,它与桑干岩群的麻粒岩系呈构造不整合接触,在大青山地区其上与新建的古元古代美岱召岩群以枣儿沟角度不整合分开^[15];在色尔腾山地区则与色尔腾山岩群呈构造不整合接触。自下而上划分为5个岩石地层单位,按其组成和展布特点将其归并为两个亚岩群,下亚岩群由深色、浅色两个片麻岩岩组所构成,概称为片麻岩系;上亚岩群由榴云片麻岩岩组、透辉片麻岩岩组和大理岩岩组所组成,上亚岩群从区域对比上看,它与李璞等^[9]建立的集宁群主体是相似的,可以称为孔兹岩系。因此,集宁群仅相当于乌拉山岩群上亚岩群。在集宁、兴和地区缺少乌拉山岩群下亚岩群,从本区下亚岩群与上亚岩群的密切伴生关系,应保留乌拉山岩群,而不应以集宁岩群代替乌拉山岩群,更不应将集宁岩

表2 内蒙古大青山—乌拉山及其相邻地区早前寒武纪地层
Table 2 Early Precambrian strata in the Daqingshan-Wulashan region and its adjacent area, Inner Mongolia

| 地质年代单位 | | 岩石地层单位 | | 主要岩性 | |
|------------------------------|---|--------|------------------------------|--|--|
| 元古宙 | 中元古代 | 渣尔泰山群 | | 下部为细粒石英岩、粉砂岩、泥质粉砂岩和粉砂质泥岩;中部为灰质白云岩、砾屑白云岩、薄层泥灰岩及泥质条带白云岩,含叠层石化石;上部为灰白色厚层含砾粗粒石英砂岩与中细粒石英杂砂岩互层 | |
| | 古元古代 | 美岱召岩群 | | 沙图沟岩组 黑云二长变粒岩、绿帘绿泥白云母斜长变粒岩、阳起二长变粒岩、黑云角闪二长变粒岩夹薄层石英岩 | |
| 太 | 新太古代 | 色尔腾山岩群 | 窑子湾岩组 | 下部为厚层中粒白云母石英岩;中部为厚层含长石英岩、薄层石英岩;上部为薄层含长石英岩、长石英岩与黑云变粒岩互层 | |
| | | | 柳树沟岩组 | 下段为黑云角闪片麻岩、角闪片岩与黑云二长长英片麻岩、黑云斜长片麻岩互层夹少量白云母片岩;中段为二云母片岩、二云石英片岩、黑云母片岩夹黑云角闪片麻岩、黑云阳起片岩;上段为角闪片岩、阳起片岩,顶部有一层蛭石方柱石大理岩 | |
| | | | 东五分子岩组 | 下部为细粒含石英黑云斜长角闪岩、黑云角闪斜长片麻岩,黑云斜长片麻岩呈韵律产出;上部为细粒黑云角闪斜长片麻岩与浅肉红色黑云长英片麻岩互层;顶部为含石榴黑云二长片麻岩、白色透闪石大理岩 | |
| | | | 陈三沟岩组 | 灰黑色细粒斜长角闪岩、浅灰色细粒黑云斜长片麻岩及黑云角闪斜长片麻岩 | |
| 古宙 | 中太古代 | 乌拉山岩群 | 上亚群 | 大理岩岩组 (Ar _{2mb}) | 下部为厚层石英岩与浅肉红色长英质片麻岩互层;中部为厚层金云蛇纹石化橄榄大理岩、含石墨大理岩夹薄层透闪石岩、薄层石墨片麻岩、石墨石英岩、碱长石英岩和薄层白云蛇纹石化橄榄岩;上部为厚层蛇纹石化橄榄大理岩、粗粒含方镁石金云橄榄大理岩、含榍石石英方柱透辉大理岩 |
| | | | 透辉片麻岩岩组 (Ar _{2df}) | 下部以透辉长石岩、透辉片麻岩为主,少量透辉石岩;上部以透辉石岩长石透辉石岩为主,少量透辉片麻岩和透辉长石岩夹透辉大理岩、金云透辉大理岩 | |
| | | | 榴云片麻岩岩组 (Ar _{2sg}) | 下部为石英岩、石榴长英片麻岩;中部为石榴黑云片麻岩、夕线石榴黑云片麻岩、夕线堇青石榴黑云片麻岩、石榴长英片麻岩夹磁铁紫苏石英岩、石榴二英岩;上部为石墨黑云片麻岩、夕线石墨片麻岩夹石榴黑云片麻岩、夕线石墨片麻岩夹石榴黑云片麻岩 | |
| | 古太古代 | 桑干岩群 | 下亚群 | 浅色片麻岩岩组 (Ar _{2ls}) | 以黑云碱长长英片麻岩、黑云二长长英片麻岩、含黑云斜长长英片麻岩、角闪长英片麻岩为主,夹薄层黑云二长片麻岩、黑云碱长片麻岩、角闪二长片麻岩和条带状斜长角闪岩 |
| | | | 深色片麻岩岩组 (Ar _{2dg}) | 含石英辉石斜长角闪岩、含石英碱长二长角闪岩、角闪斜长片麻岩、黑云角闪二长片麻岩、黑云碱长二长片麻岩夹辉石磁铁石英岩 | |
| | | | 浅色麻粒岩岩组 (Ar _{1lg}) | 辉石二长片麻岩为主,少量辉石(二辉)碱长片麻岩夹角闪紫苏中色麻粒岩一角闪暗色麻粒岩及少量石英岩 | |
| 中色麻粒岩岩组 (Ar _{1mg}) | 紫苏黑云斜长中色麻粒岩、磁铁紫苏斜长中色麻粒岩、角闪石化二辉斜长中色麻粒岩、紫苏斜长浅色麻粒岩夹角闪石化紫苏二长浅色麻粒岩、紫苏碱长浅色麻粒岩和黑云角闪石化二辉暗色麻粒岩 | | | | |

① 李璞,钟富道. 集宁地区变质岩系划分及其变质相的探讨. 中国地质学会第一届矿物岩石地球化学专业学术会议论文集(岩石部分), 1964, 357~369.

群置于乌拉山岩群之下。大青山—乌拉山地区的乌拉山岩群下亚岩群是乌拉山期早期一个古裂谷构造环境下的产物。

1.3 色尔腾山岩群

是指发育在色尔腾山地区的一套绿片岩相的浅变质地层。本岩群是 1988 年内蒙古地矿局第一区测队和中国地质科学院地质研究所建立的。内蒙古自治区岩石地层图[10]中选择内蒙古地勘局一区调四分队划分方案,自下而上为陈三沟组、东五分子组、柳树沟组、北召沟组及点力素泰组。经野外查证,认为北召沟组不是一个地层单位,它实际上是一条较宽大的浅部构造相的韧性剪切带,是由乌拉山岩群的下亚岩群地层被改造的产物;而点力素泰组是一套大理岩单位,按其组合特征可相当于乌拉山岩群上亚岩群的大理岩岩组,经过这样修正,真正的色尔腾山岩群实际上仅保留其原建的下部 3 个岩组。色尔腾山岩群的产生背景是高级变质地体经过裂解事件后形成的古裂谷堆积物。由于受构造改造,它们与下伏的乌拉山岩群呈构造不整合接触。

1.4 美岱召岩群

该地层单位是 1:5 万土默特右旗 6 幅区域地质调查(1996~2000 年)新建的地层单位,对其详细介绍已在另文[12]中进行了讨论。这套浅变质地层主要分布于大青山南坡美岱

召及陶思浩以北地区,东西长 30 km,南北宽 2~4 km 的构造岩片上,在察素齐西北也有该岩群的出露。它是以明显的角度不整合覆盖于孔兹岩系之上,可分为两个岩组,下部为窑子湾岩组,上部为沙图沟岩组。王楫等[10]将其划归于乌拉山岩群第三岩组,即美岱召岩组。美岱召岩群将其升格,改岩组为岩群,又从乌拉山岩群中分离出来,独立建岩群,列于乌拉山岩群之上,依侵入其中的石片沟花岗岩[12],单颗粒锆石 U-Pb 不一致线上交点年龄为 1.82 Ga,故将其定为古元古代的地层单位,可与五台地区的滹沱群对比,但由于其遭受后期剥蚀强烈,原有地层保存不够完整。

2 重建本区高级变质区岩石地层系统的基础与过程

大青山—乌拉山及其邻区早前寒武纪地层系统的建立,是本区早前寒武纪基础地质研究的一个新进展,而其中,对高级变质区岩石地层系统的重建,则是中国高级变质区基础地质研究的全新尝试和大胆探索。作者将重点讨论高级变质区岩石地层系统建立的有关事项。

2.1 填好一幅高级变质区的地质图

填绘一幅真实反映地质体空间展布及其相互关系的地

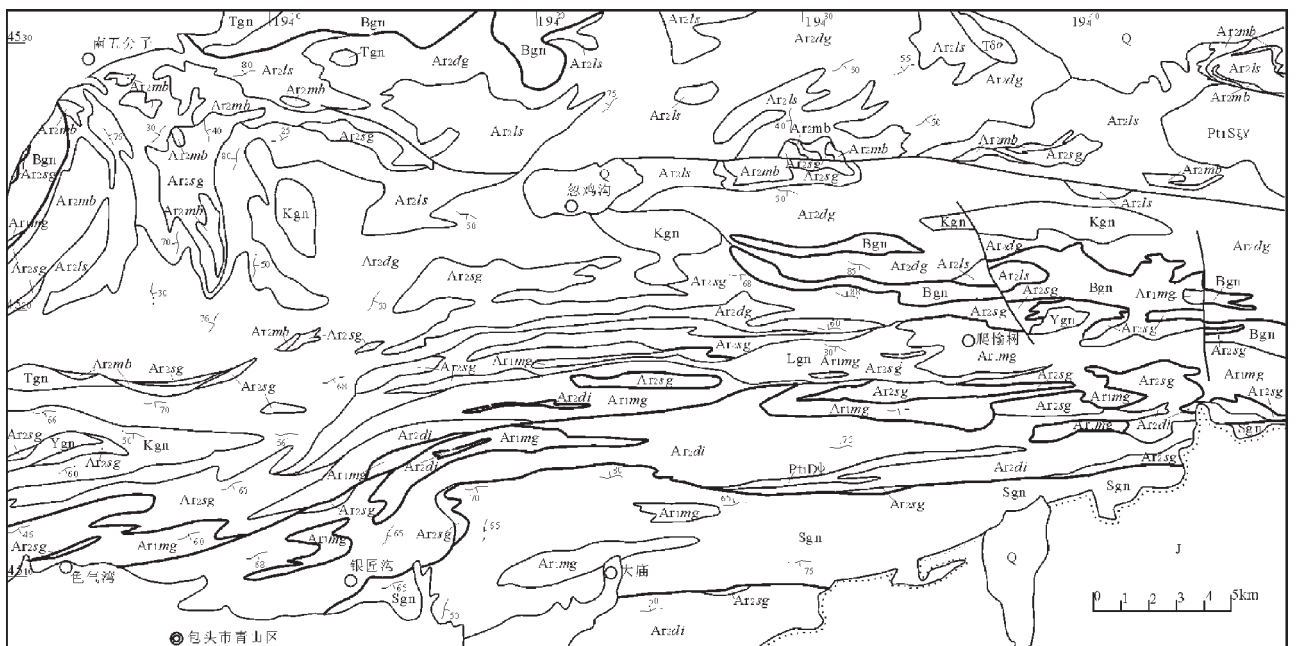


图 1 内蒙古大青山—乌拉山中段高级变质区简化地质图

Q—第四系;J—侏罗系;中太古代:Ar2mb—大理岩岩组;Ar3di—透辉片麻岩岩组;Ar3sg—榴云片麻岩岩组;Ar2ls—浅色片麻岩岩组;Ar2dg—深色片麻岩岩组;古太古代:Ar1ls—中色麻粒岩岩组;太古宙:Tgn—陶来沟片麻岩;Kgn—昆都仑片麻岩;Ygn—叶百沟片麻岩;Lgn—立甲子片麻岩;Sgn—山和原片麻岩;Bgn—毕气沟片麻岩;Tdo—土坝子石英闪长岩;古元古代:Pt1S5γ—忽恩洞钾长花岗岩;Pt1DΦ—磴口紫苏石英闪长岩

Fig.1 Geological sketch map of a high-grade metamorphic area in the middle segment of the Daqingshan-Wulashan,Inner Mongolia Q-Quaternary;J-Jurassic;Meso-archean:Ar2mb-Marble Formation complex;Ar3di-Di-Gneiss Formation complex;Ar3sg-Gt-Bi Gneiss Formation complex;Ar2ls-Leuco-Gneiss Formation complex;Ar2dg-Dark-Gneiss Formation complex;Paleoarchean;Ar1mg-Mid-hue Granulite Formation complex;Archean:Tgn-Taolaigou gneiss;Kgn-Kundulun gneiss;Ygn-Yebaigou gneiss;Lgn-Lijiazi gneiss;Sgn-Shanheyuan gneiss;Bgn-Biqigou gneiss;Tdo-Tubazi quartz diorite;Paleoproterozoic;Pt1S5γ-Saihudong K-feldspar granite;Pt1DΦ-Dengkou Enderbite quartz diorite

质图是正确建立高级变质岩石地层系统的基础和前提。

为完成这项工作，首要的是确立适于本区复杂地质状况的工作思路和工作方法。笔者采用了构造—岩石(层)—事件法的工作思路^[14-17]，运用岩石或岩石组合进行了区域地质填图，经过5年1:5万6幅图的填制和3年1:25万包头市幅的修编和填制，现在可以从1:25万地质图中看到，在高级区这一部分地段，新填地质图和原有地质图的图面、内容和形式差别较大。在包头市东北的高级变质区简化地质图(图1)上，各种填图单位在区内分布特征十分明显。这就为我们深入分析和重建地层系统打下了极其重要的前提和基础。

2.2 确立高级变质区的区域构造样式

从填图单位在空间展布的特征上看，高级变质区的区域构造基本样式是：由桑干岩群和乌拉山岩群一起组成了大小不一的穹形与穹间褶皱群的构造组合，笔者简称为“穹—褶”构造(图2)，它是本区高级变质区的主期构造。由于后期

多期构造作用的改造，除小型穹形构造保存较完整外，大型穹形构造多已残破不全。其中有3个规模较大的穹形构造，在东北侧称之为哈拉合少穹形构造，这一构造单位在图幅内保存较好，其北侧被色尔腾山花岗岩—绿岩带所截，穹形构造现保存的面积达2000km²左右；中部为大庙穹形构造，这个构造形态很特殊，由于后期变形的强烈改造已呈现出较明显的“条带”状构造特点，现在面积可达800km²，其南侧与中生代大青山逆冲推覆体系^[18]的高级变质外来体相邻；西部则为沙德盖穹形构造，这一穹形构造南部是个弧顶向南的弧形构造带，其北部已被第四系广泛覆盖。这些正向穹形构造的中心部分则主要以出露桑干岩群麻粒岩系一片麻岩类为特征，夹有少部分乌拉山岩群的上亚岩群(孔兹岩系)。向外侧则主要表现为乌拉山岩群各类岩石单位。在这些穹形构造间形成了不规则褶皱群，表现出宽窄不一，枢纽轴迹方位、形态变化多样的复杂的褶皱群体，组成的岩石主要是乌拉山岩群下

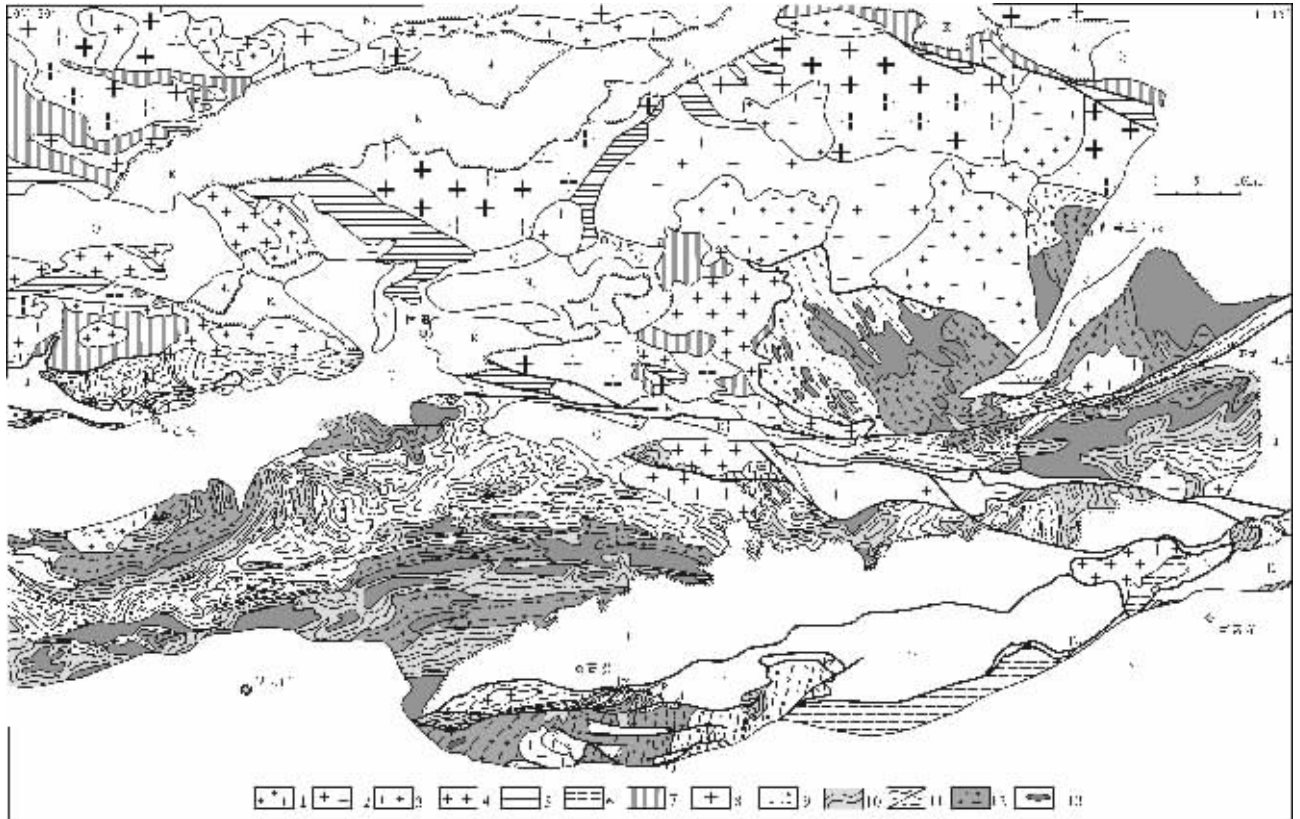


图2 内蒙古大青山-乌拉山及其邻区高级变质区构造略图

Q—第四系；N₁—新近系；E—古近系；K—白垩系；J—侏罗系；T—三叠系；Pz—古生界；1—印支期花岗岩；2—海西期花岗岩；3—中元古代花岗岩；4—古元古代花岗岩；5—渣尔泰山群(Pt,z)；6—美岱召岩群(Pt,m)；7—色尔腾山岩群(Ar₃)；8—TTG岩类，高级变质区；9—新片麻岩类(Kgn, Pgn, Cgn)；10—孔兹岩系(乌拉山上亚岩群)；11—片麻岩系(乌拉山下亚岩群)；12—老片麻岩类(Lygn, Bgn, Sgn, Lgn)；13—麻粒岩系(桑干岩群)

Fig.2 Structural sketch map of high-grade metamorphic area in the Daqingshan-Wulashan and its adjacent areas, Inner Mongolia
Q—Quaternary; N₁—Neogene; E—Paleogene; K—Cretaceous; J—Jurassic; T—Triassic; Pz—Paleozoic; 1—Indosinian granite; 2—Variscan granite; 3—Mesoproterozoic granite; 4—Paleoproterozoic granite; 5—Zhaertai Group-complex; 6—Meidaizhao Group-complex; 7—Sertengshan Group-complex; 8—TTG, high-grade area; 9—New gneisses (Kgn, Pgn, Cgn); 10—Khondalite (Wulashan upper Subgroup-Complex); 11—Gneiss Series (Wulashan Lower Subgroup-Complex); 12—Old gneisses (Lygn, Bgn, Sgn, Lgn); 13—Granulite series (Sanggan Group-Complex)

亚岩群(片麻岩系),上亚岩群(孔兹岩系)则零散展布其中。由此可见,从区域构造特征上看,本区高级变质区既不是复杂褶皱带,也不是南北向的麻粒岩—片麻岩构造带和东西向的孔兹岩系褶皱构造带的格局。而是表现为一种深层地幔不均衡隆升成因的穹形——穹间褶皱群的构造样式(穹—褶构造)。

2.3 查明高级变质区中岩石组合展布特征

①麻粒岩系及其相伴的片麻岩单位较集中分布在穹形构造的核部,深色片麻岩岩组及浅色片麻岩岩组明显展布在穹形构造之间,而榴云片麻岩岩组、透辉片麻岩岩组及大理岩岩组在区内上述两大类岩石单位中都有分布。②麻粒岩系是以中色麻粒岩岩组为主,浅色麻粒岩岩组仅在哈拉合少穹形构造中出现少部分;榴云片麻岩岩组在区内各处均有分布,而透辉片麻岩岩组在大庙穹形构造中明显出现,出露宽度较大,连续性也较好,而在另外两个穹形构造区内则少见或发育不佳;对于大理岩岩组,它主要分布在北部的两个穹形构造的南侧,构成两条较宽的大理岩岩组弧形带。③不同类型的岩石组合单位其形态及延展,受其所在的大构造及其伴生的局部构造所控制,而后期构造改造的影响也有明显的表现,如在大庙穹形构造中,各岩组呈明显的准线形展布,这就是后期构造改造与再造作用的结果。④不同岩组在空间的相互关系上,常有超出一般规律的展布顺序,例如大理岩岩组可与榴云片麻岩岩组相邻,又可见到直接覆于深色片麻岩岩组之上,甚至还出现与浅色麻粒岩岩组相接触,这种情况也同样可以反映在其他岩组的相互关系上。

2.4 重建本区高级变质岩石地层系统过程和步骤

以上述对高级区的区域构造格架的重新认识以及构成这种构造形式的各种岩石组合的展布特征,表明了本区高级变质岩石地层系统和层序的重建是一件难度很大的工作,为实现重建地层系统的目标,进行了以下几方面探索性的工作。

①按岩石组合的成因类型及其相伴关系,将上述填图单位进行初步归并,划分3个大的岩石组合系列,第一是中色与浅色麻粒岩岩组系列;第二是深色片麻岩岩组与浅色片麻岩岩组系列;第三是榴云片麻岩岩组、透辉片麻岩岩组及大理岩岩组归并为一个系列。②选择具有全区意义的组合标志层判定三套组合系列之间的关系。具有这种意义的组合标志层当属榴云片麻岩岩组,这个岩组在区内广泛分布,岩石特征明显,尤其是以含石墨和富铝的岩性易于识别。③查明组合标志层——榴云片麻岩岩组的空间分布及与相邻岩组的关系。由此可以看出它们有一个明显的规律:在有麻粒岩系——片麻岩单位出露的地区通常可见榴云片麻岩岩组与其直接接触,在3个穹形构造中均是如此。在这3个穹形构造间的不规则褶皱群中,榴云片麻岩岩组则又直接与深色片麻岩岩组及浅色片麻岩岩组相邻。④再查明与榴云片麻岩岩组密切伴生的另两个岩组在空间展布特点。如透辉片麻岩岩组在大庙穹形构造中可以看到它通常产于榴云片麻岩岩组一侧,但它也直接与麻粒岩系——片麻岩单位直接接触,在

局部地段尚可见到其间有透镜状的榴云片麻岩岩组产出;又如大理岩岩组在哈拉合少和沙德盖穹形构造中通常产于榴云片麻岩岩组一侧,这在鸡灯湾、昆都仑水库北,都可见到这种关系。同样,大理岩岩组既可直接和麻粒岩系——片麻岩单位接触,又可与深色片麻岩岩组、浅色片麻岩岩组相邻。这种现状表现出后者相对于榴云片麻岩岩组而言,是一种“超覆”或称“隔层相触”关系。大理岩岩组与透辉片麻岩岩组间的关系,在区内西部沙德盖东和东北部庙沟南可见到两者关系,表现为前者覆于后者之上。⑤按上述程序,结合反复的野外复查表明,可以将三大套岩石地层组合,共7个岩石组合单位,按其相对关系排序(表2)。

2.5 早期大型顺层滑脱构造系统的确立及其在地层系统重建中的作用

按上述步骤重建的本区7个高级变质岩石地层层序是对1:25万地质图内容表达上的宏观概括。实际上不同岩石地层单位间和其内部组成、结构都是比较复杂的,例如透辉片麻岩岩组在南部出露宽,厚度也较大,在北部地区则出露窄,甚至缺失;而大理岩岩组分布状况正好与其相反。又如区内较广泛存在的某一个岩组的尖灭形成了所谓“隔层相触”等现象。由于岩组间及岩组内部原始成分和构造都经历了程度不同的改造或再造作用,其原始状态已难重现。经过反复实践确立,在本区主期构造形成之前存在大型深层顺层分层滑脱构造系统。由于这种构造作用所引起的高级变质岩石地层出现了如下特征:

①麻粒岩系—片麻岩类(桑干杂岩)与片麻岩系、孔兹岩系之间,就是一个特征明显的大型滑脱断层,笔者称构造不整合接触。至今未发现典型意义的沉积不整合关系。但从区域上看,孔兹岩系下部岩组,即榴云片麻岩岩组,在东北的鸡灯湾附近,它与浅色麻粒岩岩组直接呈构造不整合接触,在西部前店等处又广泛与中色麻粒岩岩组接触。从这个意义看孔兹岩系应与麻粒岩系具有角度不整合接触的可能性,但在具体露头上,看不到角度不整合的证据,通常表现出平行接触关系。形成组成矿物不同的两类条纹状片麻岩(构造片麻岩)直接接触,或者两者间有白色伟晶岩脉贯入,说明两者间遭到了大型的滑脱构造的改造。②在高级变质岩石地层中,不同岩组变形共同点是岩组整体变形不复杂,也多不强烈。但不同岩组的内部变形差别甚大,其中岩性单一、厚度较大的如大理岩岩组,在所有岩组中它们内部变形较为简单,它现在的产出状态主体受大型穹形构造控制。而榴云片麻岩岩组、透辉片麻岩岩组等,它们由于组成物质复杂多样,尤其薄层互层状岩层组合发育,其内褶皱样式的复杂性、不均一性十分突出,明显地呈现出顺层分层韧性剪切作用的特点:如大量的不均匀、不规则褶皱,眼球状褶皱、剑鞘状褶皱、肠状褶皱等样式的存在,以及能干岩层的透镜化和拉伸线理等有规律的伴生,都说明这些构造要素的相互依存是一种顺层分层韧性剪切固态流变的产物。③由于顺层滑脱构造作用,

使大部分岩组内层状岩石发生形态、位态和物态的不同程度的改变,当这种顺层剪切强烈时,在有些地段形成了假层状构造,S—L 组构造十分发育、出现了组内岩层厚度减薄的物质流失,甚至导致不同岩组,在一定范围内的“超覆”现象出现,其中如大理岩岩组直接“超覆”在麻粒岩系之上就是其中一个显著实例。④由于变形环境是在地壳深层次,与大型顺层滑脱作用的同时,岩组内伴随深熔作用的广泛发生,形成了和岩组成分有密切联系的大量长英质脉体,甚至完全重熔而形成各类深熔片麻岩。

3 结 语

通过对本区高级变质岩石地层的重建工作,使笔者深刻感受到复杂地区基础地质研究的艰巨性和复杂性。深刻理解了重大基础地质问题的解决必须要有长期实践的知识积累与深入的理论概括与创新。但这一切最基本的是,必须亲自进行关键地区的地质填图。由于本文重点讨论区内高级变质岩石地层的排序问题,对于年代地层学等其他有关方面问题将另文介绍。

在工作中得到了内蒙古地质勘查局、内蒙古地质调查院领导的大力支持,尤其是邵积东、胡凤翔等同志给予了热情的关怀和帮助,在此一并致以深深的谢意。

参考文献 (References):

- [1] 帕斯赫尔 C W, J 迈尔斯 C, 克勒内尔 A. 高级片麻岩区野外地质工作方法(朱志澄、张家声、游振东译)[M]. 北京:地质出版社, 1992.
Passchier C W, Myers J, Kroner A. Field Geology of High-Grade Gneiss Terrains (Translated by: Zhu Zhicheng, Zhang Jiashang, You Zhendong) [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1992.
- [2] 李勤, 杨振升, 李声之, 等. 高级变质区填图方法——冀东地区构造—岩石法填图研究[M]. 北京:地质出版社, 1992.
Li Qin, Yang Zhensheng, Li Shengzhi, et al. Mapping of the High-Grade Terrains—a Case with Tectono-Rock-Mass Unit Method in Eastern Hebei Province of China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1992 (in Chinese with English abstract).
- [3] 董启贤, 周俊昌. 内蒙古乌拉山区原乌拉山群地层划分新议[J]. 中国区域地质, 1984, (10): 19~37.
Dong Qixian, Zhou Junchang, et al. Stratigraphic division of the original Wulashan Group in the Wula Mountains, Inner Mongolia [J]. Regional geology of China, 1984, (10): 19~37 (in Chinese with English abstract).
- [4] 内蒙古自治区地质矿产局. 内蒙古自治区岩石地层 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996. 114~120.
Bureau of Geology and Mineral Resources of Inner Mongolia Autonomous Region. Stratigraphy (Lithostratigraphy) of Inner Mongolia Autonomous Region, [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1996. 114~120 (in Chinese).
- [5] 李树勋, 孙德育, 于海峰, 等. 内蒙古中西部早前寒武纪变质岩系

- 中韧性剪切带分布规律及成矿预测[M]. 长春:吉林科学技术出版社, 1995. 1~19.
- Li Shuxun, Sun Deyu, Yu Haifeng, et al. Distribution of Ductile Shear Zones and Metallogenic Prediction of the Related Gold Deposits in the Early Precambrian Metamorphic Rocks, Mid-Western Inner Mongolia [M]. Changchun: Scientific and Technical Publishing House of Jilin, 1995. 1~19 (in Chinese with English abstract).
- [6] 金巍, 李树勋, 刘喜山. 内蒙古大青山地区早前寒武纪变质岩系特征和变质动力学[J]. 岩石学报, 1991, (4): 27~33.
Jin Wei, Li Shuxun, Liu Xishan. Metamorphic dynamic and features of the Early Proterozoic high-grade metamorphic suite in Daqingshan, Inner Mongolia [J]. Acta Petrologica Sinica, 1991, (4): 27~33 (in Chinese with English abstract).
 - [7] 金巍, 李树勋. 内蒙古大青山地区早元古代造山带的岩石组成及特征[A]. 见: 钱祥麟, 王仁民主编. 华北北部麻粒岩带地质演化 [C]. 北京: 地震出版社, 1994. 32~42.
Jin Wei, Li Shuxun. The lithological association and geological features of Early Proterozoic orogenic belt in Daqingshan, Inner Mongolia [A]. In Qian Xiang-lin, Wang Ren-min (eds.). Geological Evolution of the Granulite Terrain in North Part of the North China Craton [C]. Beijing: Seismological Press, 1994. 32~42.
 - [8] 王楫, 陆松年, 李惠民, 等. 内蒙古中部变质岩同位素年代构造格架[J]. 中国地质科学院天津地质矿产研究所刊, 第 29 号, 1995, 1~75.
Wang Ji, Lu Songnian, Li Huimin, et al. Geochronologic framework of metamorphic rocks in the middle part of Inner Mongolia [J]. Bulletin of the Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, 29, 1995, 1~75 (in Chinese with English abstract).
 - [9] 沈其韩. 太古宙地层研究中应注意的几个问题[J]. 中国地质, 2002, 29(29): 113~116.
Shen Qihan. Some important aspects in the study of Archean stratigraphy [J]. Geology in China, 2002, 29 (29): 113~116. (in Chinese with English abstract).
 - [10] 徐仲元, 刘正宏, 杨振升. 内蒙古大青山地区早前寒武纪变质地层的组成及特征[J]. 世界地质, 2001, 20(3): 209~218.
Xu Zhongyuan, Liu Zhenghong, Yang Zhensheng. The composition and characteristics of the Early Precambrian metamorphic strata in Daqingshan region, Inner Mongolia [J]. World Geology, 2001, 20 (3): 209~218 (in Chinese with English abstract).
 - [11] 徐仲元, 刘正宏, 杨振升. 内蒙古大青山地区孔兹岩系的地层结构[J]. 吉林大学学报[地球科学版], 2002, 32(4): 313~318.
Xu Zhongyuan, Liu Zhenghong, Yang Zhensheng. The strata texture of khondalite in Daqingshan area, Inner Mongolia [J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 2002, 32(4): 313~318 (in Chinese with English abstract).
 - [12] 徐仲元, 刘正宏, 杨振升. 内蒙古大青山枣儿沟角度不整合的发现与美岱召岩群的建立[J]. 地质通报, 2003, 22(7): 480~486.
Xu Zhongyuan, Liu Zhenghong, Yang Zhensheng. The discovery of Zaoergou angular unconformity and the establishment of Meidaizhao group complex in Daqingshan area Inner Mongolia [J]. Ge-

- ological Bulletin of China, 2003, 22(7):480~486.
- [13] 沈其韩, 耿元生, 刘国惠, 等. 中国地层典—太古宇 [M]. 北京: 地质出版社, 1996. 28~29, 42~45, 51~52.
- Shen Qihan, Geng Yuansheng, Liu Guohui, et al. Stratigraphy dictionary of China Archean [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1996. 28~29, 42~45, 51~52 (in Chinese).
- [14] 房立民, 杨振升, 徐朝雷, 等. 变质岩区 1:5 万区域地质填图方法指南 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991. 95~172.
- Fang Limin, Yang Zhensheng, Xu Chaolei, et al. A Guide to the method of the 1:50000 Regional Geological Survey in Metamorphic Rocks Areas [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1991. 95~172, 184~194 (in Chinese).
- [15] 杨振升. 高级变质区岩石再造作用与岩石单位划分[J]. 长春地质学院学报, 1992, 22(变质构造专辑): 1~14.
- Yang Zhensheng. Petrological reconstruction and lithogenetic unit of high-grade rocks [J]. Journal of Changchun University of Earth Sciences, 1992, 22 (Special Issue of Metamorphic Tectonics): 1~14 (in Chinese with English abstract).
- [16] 杨振升, 李三忠, 刘永江. 大陆造山带中的隆—滑构造——一种前造山期伸展构造形式[J]. 长春地质学院学报, 1995, 25(4): 361~367.
- Yang Zhensheng, Li Sanzhong, Liu Yongjiang. Uplift bedding—delamination structure in continental orogen—a new model of pre-orogenic extensional tectonics [J]. Journal of Changchun University of Earth Sciences, 1995, 25(4): 361~367 (in Chinese with English abstract).
- [17] 杨振升, 徐仲元, 刘正宏. 孔兹岩系事件与太古宙地壳构造演化[J]. 前寒武纪研究进展, 2000, 23(4): 206~212.
- Yang Zhensheng, Xu Zhongyuan, Liu Zhenghong. Khondalite event and Archean structure evolution [J]. Progress in Precambrian research, 2000, 23(4): 206~212 (in Chinese with English abstract).
- [18] 刘正宏, 徐仲元, 杨振升. 阴山中生代地壳逆冲推覆与伸展变形作用[J]. 地质通报, 2002, 21(4~5): 246~250.
- Liu Zhenghong, Xu Zhongyuan, Yang Zhensheng. Mesozoic crustal overthrusting and extensional deformation in the Yinshan Mountains area [J]. Geological Bulletin of China, 2002, 21(4~5): 246~250 (in Chinese with English abstract).

Consideration and practice of the construction of litho stratigraphic systems in high-grade metamorphic terrains —A case study in the Daqingshan—Wulashan area

YANG Zhen-sheng, XU Zhong-yuan, LIU Zheng-hong, Peng Xiang-dong
(College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, Jilin, China)

Abstract: The early Precambrian stratigraphic system in the Daqingshan—Wulashan area is reconstructed based on recent regional geological survey. A Meidaizhao Group-complex is established and classified as the Paleoproterozoic. The high-grade metamorphic rocks in the area are regrouped, i.e. the granulite sequence is subdivided into two formation complexes, which are merged into the Sanggan Group-complex, and the Wulashan Group-complex is subdivided into two subgroup-complex, a lower subgroup complex. and an upper subgroup complex. The former is known as the gneiss sequence and the latter is equivalent to the Jining Group, a khondalite sequence. The major structural patterns of the high-grade terrain in the area are characterized by dome structures and fold groups between the domes (simply called 'dome-fold' structures). It is suggested that the large-scale leading detachment system is a key factor for determining the spatial distribution, composition and interrelations of high-grade metamorphic rocks. The new ways and methods of establishing lithostratigraphic systems in high-grade metamorphic terrains are proposed in the paper.

Key words: Daqingshan—Wulashan; high-grade metamorphic lithostratigraphy; dome structure and fold group between domes; detachment