



青龙河太古宙花岗岩-绿岩带 地质特征及金矿成矿规律研究

罗殿文 齐鸿烈 董国臣 陈达 著

57121

地质出版社

青龙河太古宙花岗岩-绿岩带 地质特征及金矿成矿规律研究

罗殿文 齐鸿烈 董国臣 陈 达 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

青龙河太古宙花岗岩-绿岩带地质特征及金矿成矿规律研究/罗殿文等著. -北京:地质出版社, 2000.10

ISBN 7-116-03243-6

I. 青… II. 罗… III. ①绿岩-地质构造-研究-河北②绿岩-金矿床-成矿规律-研究-河北
IV. P588.34

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 54665 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:刘亚军 张荣昌

责任校对:田建茹

*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 5.75 字数: 140 千字

2000 年 10 月北京第一版·2000 年 10 月北京第一次印刷

印数: 1—400 册 定价: 16.00 元

ISBN 7-116-03243-6

P·2139

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

前 言

本次工作过程大体可分三个阶段:

1. 早期设计阶段 1995 年底完成项目设计书; 1996 年初通过河北省地勘局项目审批并列入该局 1996 年度科技发展计划; 1997 年并入“九五”科技攻关项目《华北陆台北缘中段银、铅、锌、金大型矿床控矿机制及定位预测研究》。

2. 野外调研和资料收集阶段 1996 年完成野外调研工作; 1997 ~ 1998 年进行资料补充收集与野外采样及重点调研, 并运用计算机完成物化探资料处理和解释, 在此基础上进行了室内综合整理和综合研究。工作过程中, 地质、矿产资料分别数字化, 并运用 Mapinfo4.02 进行了处理, 地质矿产图共分 10 个图层。物化探资料分别运用 Surfer 和 ER-Mapper5.2 软件进行了处理, 其中重力资料进行了重向二阶导数、水平方向导数、三度体向上 2、4、6、8 km 延拓计算; 区域航磁资料进行了水平导数 (45°、135°) 滤波处理 (高通、低通) 和向上延拓 (200 m、400 m、600 m、800 m) 运算处理。

3. 报告编写阶段 1998 ~ 1999 年为综合研究和报告编写阶段。整个报告共分六章十四节, 包括插图 50 幅, 插表 26 张, 附图 46 张, 报告文字是在 Microsoft Word97 软件下编辑完成。

本报告项目人员包括罗殿文、郝兴华、齐鸿烈、董国臣、陈达、李玉堂、聂卫东和刘剑波。整个报告共分七章。参加报告编写人员包括齐鸿烈、董国臣、李玉堂、聂卫东和陈达。其分工如下: 第一章绪论、第二章及结论由董国臣和齐鸿烈执笔; 第三章由李玉堂、陈达执笔; 第四章、第五章由聂卫东、齐鸿烈执笔。整个报告由罗殿文、董国臣、陈达、郝兴华、张东生及齐鸿烈统稿并最终定稿, 李玉堂同志负责物化探资料的计算、综合处理等工作。报告文字由张晓冬、王爱臣录入, 插图由聂卫东编制, 张春焕、刘春华、陈秀荣、王森林、张晓冬等清绘。王强、杨玉山、刘松涛、许秉龙和张晓冬也参加了野外调研及资料整理工作, 郝国杰和李承东参加了部分资料收集和整理工作, 还指导了 GIS 软件技术的应用。

在研究过程中, 曾得到了秦皇岛矿产水文工程地质大队曹东昌队长、郝兴华总工程师的关怀和支持, 并受到了秦皇岛地质公司全体同志的关心和帮助。

在项目实施过程中, 得到了沈保丰研究员、朱明玉研究员和李锦蓉研究员的热情帮助及指导; 区调所谷永昌总工、张进路所长、张崇山高级工程师及物探大队张春华队长给予了大力支持和全面协助, 在此一并表示感谢。

报告完成后, 沈保丰研究员对报告进行了认真审阅, 并提出许多修改意见和建议。

作 者

2000 年 9 月

目 录

前 言

第一章 绪 言	(1)
一、位置、交通和自然经济地理	(1)
二、区域构造背景与研究意义	(1)
三、区域研究状况	(2)
第二章 青龙河花岗绿岩带地质特征	(3)
第一节 花岗绿岩带地层特征	(3)
一、地层划分及其特征	(3)
(一) 地层划分	(3)
(二) 宏观地质特征	(3)
(三) 岩石组合特征	(6)
(四) 成生时代	(6)
二、绿岩带地层旋回特征	(8)
三、原岩建造及其特征	(9)
(一) 岩石化学分析图解	(9)
(二) 稀土元素、微量元素特征	(14)
(三) 原岩建造特征	(18)
(四) 构造环境探讨	(18)
第二节 花岗质岩石特征	(20)
一、花岗质岩石宏观特征	(20)
(一) 安子岭片麻岩	(20)
(二) 柏和松片麻岩	(20)
(三) 柳各庄片麻岩	(21)
(四) 牛心山片麻岩	(21)
(五) 同位素测年结果	(21)
(六) 柳各庄片麻岩的时代归属	(22)
二、花岗质岩石的岩石学和地球化学特征	(22)
(一) 岩石类型	(22)
(二) 岩石学及地球化学特征	(26)
三、形成环境及成因探讨	(28)
第三节 花岗绿岩带构造地质	(35)
一、青龙河花岗绿岩带构造特征	(35)
(一) 构造运动期次划分	(35)
(二) 双山子期构造	(35)

(三) 朱杖子期构造	(37)
(四) 问题讨论	(38)
二、新太古代构造带的特征	(40)
(一) 双山子构造带特征	(40)
(二) 朱杖子构造带特征	(40)
三、花岗绿岩带构造环境	(41)
第三章 青龙河绿岩带物化探特征	(42)
第一节 地球物理特征	(42)
一、区域岩石物性特征	(42)
二、区域岩石的磁性特征	(43)
三、区域地球物理场特征	(44)
(一) 重力场特征	(44)
(二) 磁场特征	(44)
第二节 地球化学特征	(45)
一、区域不同地质单元水系沉积物中微量元素含量特征	(45)
二、微量元素组合特征	(45)
第三节 物化探找矿模型探讨	(46)
一、区域控矿物探信息	(46)
(一) 区域控矿重力场信息	(46)
(二) 区域控矿磁场特征	(46)
二、区域地球化学找矿信息	(47)
(一) 水系沉积物异常特征	(47)
(二) 原生晕特征	(47)
三、重砂找矿信息	(47)
四、1:5 万水系沉积物测量	(47)
第四节 物化探数据处理	(47)
一、重力异常数据处理	(47)
(一) 重力导数和延拓计算	(47)
(二) 局部场和区域场分离	(47)
二、磁场数据处理	(48)
三、图件编制	(48)
第四章 金矿地质特征	(49)
第一节 绿岩带金矿特征	(49)
一、绿岩带金矿床的含义	(49)
二、绿岩带金矿主要类型	(49)
三、绿岩带金矿矿化特征	(50)
(一) 韧性剪切带同构造期层状浸染状金矿床矿化特征	(50)
(二) 韧性剪切带同构造晚期脉状金矿床的矿化特征	(50)
(三) 强烈改造的后期再生型金矿床的矿化特征	(51)

四、矿石类型与围岩蚀变特征	(51)
(一) 矿石物质成分与矿石类型	(51)
(二) 围岩蚀变	(51)
第二节 青龙河花岗岩-绿岩带金矿分布特征	(52)
第三节 典型金矿床特征	(54)
一、半壁山金矿床	(54)
(一) 控矿地质条件	(54)
(二) 矿床特征	(56)
(三) 围岩蚀变特征	(58)
(四) 地球物理、地球化学特征	(60)
(五) 成矿物质来源探讨	(62)
(六) 矿床成因类型	(67)
二、苗杖子金矿床	(68)
(一) 控矿地质条件	(68)
(二) 矿床特征	(68)
(三) 围岩蚀变	(69)
(四) 矿床成因类型	(69)
第四节 金矿的成矿时期及矿质来源探讨	(70)
一、金的成矿物质来源探讨	(70)
(一) 绿岩带金矿的产出特点	(70)
(二) 绿岩带含金岩系与矿石矿化元素、微量元素的相关性	(70)
(三) 成矿物质来源	(70)
(四) 成矿热液来源	(70)
(五) 成矿热液流体迁移沉淀的物化条件	(70)
二、成矿时期的探讨	(71)
第五章 青龙河花岗岩绿岩带型金矿的评价及成矿预测	(72)
第一节 成矿预测远景区选择	(72)
一、综合找矿模式的建立	(72)
(一) 异常模型	(72)
(二) 找矿标志	(72)
(三) 方法组合	(72)
二、综合找矿模型研究内容与方法	(72)
(一) 地质特征	(72)
(二) 地球物理特征	(73)
(三) 地球化学	(73)
(四) 重矿物特征	(73)
三、成矿远景区的分类	(74)
(一) I类远景区	(74)
(二) II类远景区	(74)

(三) III类远景区	(74)
第二节 成矿远景区特征及评价	(74)
一、××× I类成矿远景区	(74)
(一) 分布范围	(74)
(二) 地质特征	(74)
(三) 矿床特征	(74)
(四) 物化探特征	(75)
(五) 重矿物特征	(76)
(六) 与已建模型对比	(76)
二、××× II类成矿远景区	(77)
(一) 地质特征	(77)
(二) 矿床特征	(77)
(三) 物化探特征	(76)
三、××× 一带 II类成矿远景区	(78)
(一) 地质特征	(78)
(二) 物化探特征	(78)
(三) 矿化特征	(78)
四、×× III类成矿远景区	(78)
(一) 地质特征	(78)
(二) 物化探及重矿物特征	(78)
(三) 矿化特征	(78)
五、××× III类成矿远景区	(78)
(一) 地质特征	(78)
(二) 物化探特征	(78)
第三节 靶区圈定及工作建议	(79)
结 论	(82)
主要参考文献	(83)

第一章 绪 言

一、位置、交通和自然经济地理

青龙河花岗绿岩带位于燕山山脉东段，隶属河北省秦皇岛市青龙满族自治县管辖。

地势北高南低，海拔在 130 ~ 750.3m，属中低山区。水系较发育，青龙河以 NE—SW 向纵贯全区，其支流小沙河、起河流经研究区东南部。

气候为大陆性季风气候，年平均气温 10℃。年平均降水量 719mm，雨量多集中在 7、8 月份。无霜期 163 天。

经济以农业为主，粮食作物主要为玉米、谷子、高粱、红薯等杂粮。经济作物为花生和麻类。果树较为普遍，有苹果、桃、核桃、栗子、杏等。

交通以公路为主，秦皇岛-青龙公路有两条干线：一条自秦皇岛，经牛心山、木头凳、半壁山至青龙县城；另一条从秦皇岛出发，经抚宁、界岭口、双山子、半壁山到达青龙。二者均为柏油公路。另外，县乡之间均有简易公路相通，交通较为方便（图 1.1）。

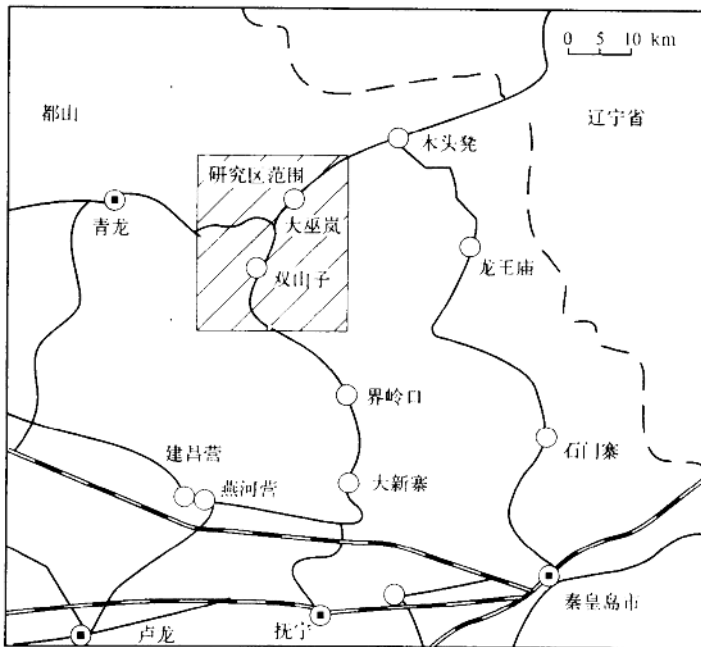


图 1.1 交通位置图

二、区域构造背景与研究意义

青龙河太古宙花岗绿岩带属华北陆块北缘中段成矿带范围，位于山海关台拱西部与马

兰峪复式背斜的东部相接部位。华北陆块北缘中段近年来发现了多处大中型的金矿产地，但在青龙河花岗绿岩带范围内目前仅发现多处小型矿床和矿点，未发现较大规模的金矿。随着 1:5 万区域地质调查和本区有关花岗绿岩带科研工作（张绍卿等，1992；王强等，1996；李锦蓉，1996）的开展，对青龙河太古宙花岗绿岩带有了一些新的认识。青龙河太古宙花岗绿岩带完全可以与国内外其他花岗绿岩带进行对比，在青龙河太古宙花岗绿岩带范围内寻找较大型金矿可能性很大，为此本课题提出科研立项并编写设计。河北省地勘局于 1996 年以地冀勘科教审〔1996〕018 号文批准了该设计，并明确了该课题的目的任务。“……绿岩带是一重要的地质单元，绿岩带型金矿又是一个主要的金矿成因类型，选择青龙河地区开展绿岩带地质特征及金矿赋存规律的研究，对推动冀东找金新突破具有重要意义……”。同年 7 月河北省地勘局又将其列为中澳合作项目，利用计算机和“GIS”软件技术，对地质、物探、化探等成果开展综合性研究，总结金矿的赋存规律，圈定成矿有利地段，确定找矿靶区，促进金矿找矿突破。1997 年 5 月该项目并入地矿部科研项目，属“华北陆块北缘中段铜、铅、锌、金、银大型、超大型矿床控矿机制及定位预测研究”中的子项目课题（项目编号为 95-02-003-04）。

三、区域研究状况

青龙河地区系统的地质调查工作始于建国以后，50 年代仅有一些零星的地质调查，50 年代末河北区域地质测量大队进行的 1:100 万地质调查，涉及该地区；50 年代末 60 年代初原长春地质学院燕山地质队首次进行了 1:20 万区域地质调查；1970~1974 年河北第二区调队，开展了 1:20 万山海关幅区域地质调查；1975~1982 年先后有北京大学地质系、天津地质矿产研究所、原长春地质学院、原武汉地质学院在该区进行科研工作。

地质部、冶金部、二机部和基建工程兵部队等下属单位在该研究区范围内进行了一系列航磁测量、地磁测量、放射性测量、重力测量、水系沉积物测量等工作，比例尺为 1:5 万~1:20 万，一些地质找矿队伍以金、铁、铜等矿产为主的普查评价工作也相继展开。因此，本区地质矿产工作研究程度较高，取得的研究成果也较多。

第二章 青龙河花岗绿岩带地质特征

第一节 花岗绿岩带地层特征

华北陆台广泛发育早前寒武纪变质岩,花岗绿岩带为其重要的组成部分。绿岩带主要呈不规则条带状分布在大片花岗岩类和灰色片麻岩内。它主要由一套原岩为镁铁质火山岩夹超镁铁质岩、安山质-长英质火山岩和沉积岩组成(沈保丰等,1994)。其变质作用以高绿片岩相至低角闪岩相为主,并遭受到强烈的改造。

青龙河花岗绿岩带地质特征及金矿研究程度较高。自60年代以来,许多院校、科研院所和地勘生产单位对该区域花岗绿岩带投入了大量的工作,取得了众多的研究成果。本次工作在前人工作的基础上,结合近期1:5万区调新成果,对青龙河花岗绿岩带地质特征进行了野外调研和综合研究,用计算机和GIS软件处理了区内已有的和本次野外收集的资料,研究了区域地层层序及其成矿特征,取得了初步地质成果(图2.1)。

一、地层划分及其特征

青龙河花岗绿岩带分布范围东起响山岩体,西到都山岩体,北部以喜峰口-青龙大断裂为界,南以NW向冷口深大断裂为界,出露范围大约为3000 km²。其中,绿岩带长约40 km,宽约10~20 km,出露面积为600~700 km²,占总面积的20%~25%,呈一狭长的条带状的NE向火山沉积盆地,被太古宙花岗质岩石所包围,带内亦有小规模的花岗质岩石的出露,绿岩带与花岗质岩石为侵入接触关系(图2.2)。

(一) 地层划分

绿岩带由双山子群和朱杖子群组成,主要出露于冀东地区,东北起自榨栏杖子,经老李砬到南部厂房子、迎午山一带。其厚度大于5000 m,底部为一套高级变质的遵化岩群(河北区调队,1996),周边均被新太古宙花岗岩类的侵入体所切割。该套地层划分方案见表2.1。

(二) 宏观地质特征

1. 双山子群

茨榆山组(Arc) 呈NE-SW向分布于三合店-茨榆山-杨台子一带。主要岩性为黑云角闪斜长变粒岩夹少量角闪黑云变粒岩、磁铁石英岩、绿片岩、英安质初糜棱岩、眼球状角闪石英片岩等。由于普遍产生片理化,变余结构、构造保留较差。与柳各庄片麻岩北部为断层接触,南部为侵入接触,在杨台子南长城系常州沟组不整合其上,顶部与鲁杖子组为整合接触。厚度大于1260m。

鲁杖子组(Arlz) 分布在西汉沟-大汇河-官场一带,呈NNE-SSW向延伸。主要岩性为一套基性、中基性变质火山-沉积岩系。沿走向岩性变化较大,南部庙岭-夹脚石一带主要为安山岩、变质角砾-集块熔岩、变质角砾熔岩、绿泥片岩夹少量黑云斜长变粒岩、

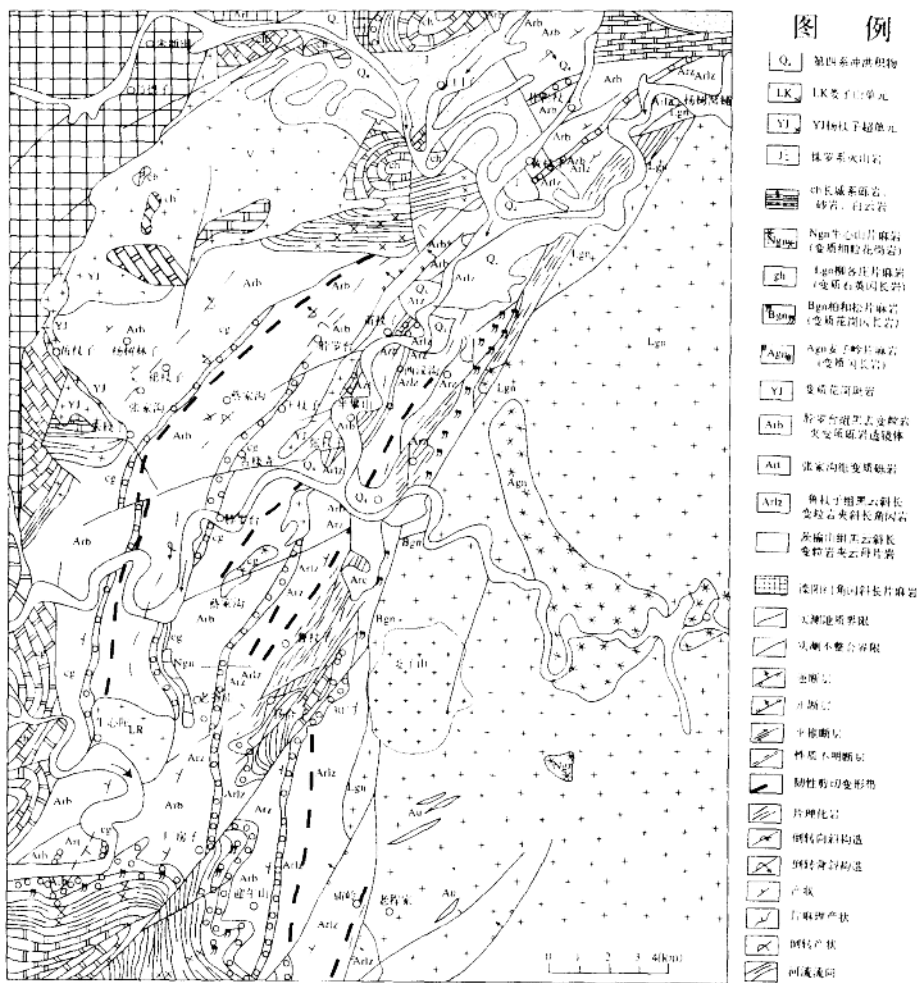


图 2.1 青龙河花岗岩-绿岩带区域地质图

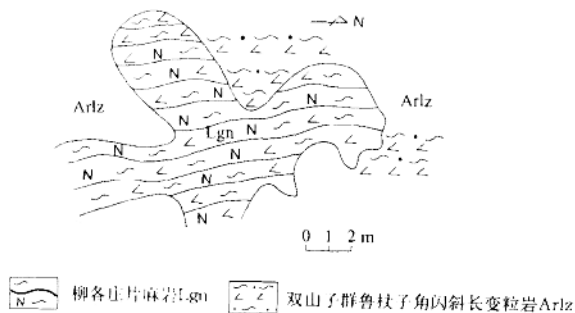


图 2.2 柳各庄片麻岩侵入双山子群接触关系示意图

表 2.1 前寒武地层划分对比表

长春地质学院 (1960)		河北第二区队 (1974)		华北地层表 (1976)		天津地矿研究所 (1976)		1:5 万区调 河北区调研究所 (1991)		本 文 (1999)	
长城群	常州沟组	长城群	常州沟组	长城群	常州沟组	长城群	常州沟组	长城群	常州沟组	长城群	常州沟组
朱杖子群	褚杖子组 悖罗台组	朱杖子群	褚杖子组 悖罗台组 老李碾组 上白城组 老爷庙组	朱杖子群	褚杖子组 悖罗台组 老李碾组 上白城组 老爷庙组	青龙河群	悖罗台组 张家沟组	朱杖子群	悖罗台组 老李碾组 褚杖子组 张杖子组 张家沟组	双山子群	悖罗台组 张家沟组
双山子群	万槽嘴组 上白城组 茨榆山组					双山子群	下白城组 鲁杖子组 茨榆山组	双山子群	鲁杖子组 茨榆山组		
单塔子群	南店子组 凤凰嘴组 白庙子组	单塔子群	南店子组 凤凰嘴组 白庙子组	单塔子群	南店子组 凤凰嘴组 白庙子组	八道河群	三门店组 湾杖子组 王厂组	遵化群	滦阳组	遵化群	滦阳组
	拉马沟组 三屯营组 上川组	桑干群	马兰峪组 三屯营组 上川组	迁西群	马兰峪组 三屯营组 上川组	迁西群	三屯营组 上川组				

千枚状绢云长英片岩，局部夹变质砾岩。厂房子一带为英安质流纹质眼球状糜棱岩。中部大汇河、西汉沟一带为绿泥片岩、绿泥阳起片岩、拉斑玄武岩、变余枕状斜长角闪岩夹千枚状绢云长英片岩等。

在大汇河、西汉沟等地见有大量的原生结构和构造，如变余递变层理、变余交错层理、变余气孔、枕状、杏仁构造等。顶部与朱杖子群张家沟组复成分砾岩为不整合接触。厚度大于 770m。

2. 朱杖子群

张家沟组 (Arz) 主要分布在大于杖子-张家沟-厂房子一带，呈 NNE—SSW 向展布，与鲁杖子组趋于平行分布。该组主要岩性为变质复成分砾岩，砾石成分以花岗岩、花岗闪长岩、花岗细晶岩为主，还有硅质岩石、黑云变粒岩等，局部夹有石榴浅粒岩。在变质砾岩顶部有的夹浅粒岩、变粒岩的透镜体。砾石磨圆度好，砾石最大者可达 100cm。一般为 (0.5~25) cm × (1~45) cm。砾石含量 20%~70%。基质为含变余粗砂屑之黑云斜长变粒岩和大量中基性凝灰质、泥灰质杂砂岩类。砾岩具砾状结构、块状粒序层理。在半壁山金矿附近见其下部（厚 13.5m）发育变余块状反向粒序层理。大汇河西见变余递变层理和交错层理。以上是鲍玛层序的 AC 序列段，应为浊流沉积。本组变质砾岩层厚度变化巨大，从几米到 400m，反映了近岸水下扇重力流沉积各处不均衡的特征和近岸水下地貌

差异不同引起的厚度变化。张家沟一带最厚可达 400m, 向南北延伸均有变薄的趋势, 局部地段稍厚, 但均达不到张家沟变质砾岩的厚度。与双山子群鲁杖子组构成明显的不整合, 厚度几米至 400m。

棒罗台组 (Arb) 主要分布在棒栏杖子-棒罗台-沙金沟-厂房子一带, 呈 NNE—NE 向分布。主要岩性以黑云斜长变粒岩夹石榴黑云斜长变粒岩、斜长角闪片岩、绿泥石英片岩、角闪质糜棱片岩、浅粒岩、磁铁石英岩等。夹有层间复成分变质砾岩, 含砾浅粒岩, 该层间变质砾岩厚度变化也较大, 从 2~323m 不稳定分布。砾石含量变化也较大, 一般为 10%~70%。原岩中含有基性、中酸性火山岩。在王杖子东山公路边见有碱性玄武岩。变粒岩中见包卷层理, 蔡家沟一带见变余层理, 与张家沟组变质砾岩为整合接触。本组岩性未见顶, 上覆被中元古界长城系常州沟组所覆盖, 为角度不整合。厚度大于 2500m。

(三) 岩石组合特征

太古宙绿岩带是由以变镁铁质火山岩为主的变火山-沉积岩系组成, 呈带状到不规则状的向形构造, 分布在花岗质片麻岩内, 属火山-沉积岩残留体。绿岩序列自下而上大致可分三套岩石组合: 下部为超镁铁质和镁铁质火山岩, 以镁铁质火山岩为主, 其中包括科马提岩, 有时还含有超镁铁质杂岩体, 中部为钙碱性火山岩, 由低钾玄武岩-安山岩-流纹岩组成, 或为双峰式镁铁质-长英质火山岩组合, 火山碎屑岩的数量往往多于熔岩; 上部为沉积岩系, 其底部为深水沉积泥质岩组合, 主要为页岩、泥质砂岩、杂砂岩等, 也有人称为浊积岩系; 其顶部为浅水沉积组合, 主要为砾岩、石英岩、化学沉积的碳酸盐、燧石等。条带状铁矿 (BIF) 主要见于绿岩层序的中上部。

天津地质矿产研究所 (沈保丰等, 1994) 研究华北陆台太古宙绿岩带时, 对太古宙花岗绿岩带内科马提岩的问题进行了明确的阐述: “认为世界上 25% 的绿岩带有科马提岩, 75% 的绿岩带不具科马提岩。因此, 可以说科马提岩的存在是确定绿岩带的有力证据之一, 但决不能作为决定性标志”。华北陆台除鲁西绿岩带外, 在岩序底部都没有发育厚大的科马提岩。

青龙河绿岩带下部广泛发育厚层状镁铁质火山岩, 主要是玄武质科马提岩、拉斑玄武岩, 可见变余枕状构造、气孔状构造及硅铁质岩石; 中部为安山质-长英质火山岩, 在南部庙岭至加脚石一带为变质安山岩、安山集块熔岩、角砾岩等; 上部为变浊积岩、变中酸性火山碎屑岩、角闪磁铁石英岩 (片岩) 和磁铁石英岩, 未见到变质碳酸岩及科马提岩。

(四) 成生时代

根据已有地质资料 and 同位素样品测试资料分析, 双山子群与朱杖子群生成时代应属新太古宙。其时代归属依据如下:

1. 双山子群的时代

刘敦一等测得的双山子群内中基性脉岩的锆石 U-Pb 一致线年龄为 (2546 ± 29) Ma (表 2.2), 而侵入双山子群的柳各庄片麻岩, 经秦皇岛地质队以及 Hansen 所取得的锆石 U-Pb 一致线年龄分别为 (2515 ± 38) Ma、 (2525 ± 16) Ma、 (2532 ± 32) Ma、2554Ma 左右。1998 年秦皇岛队又在柳各庄片麻岩命名地取锆石 U-Pb 一致线年龄样分别为 (2501 ± 60) Ma、 (2528 ± 42) Ma, 其中 (2501 ± 60) Ma 为侵入到柳各庄片麻岩的牛心山片麻岩。从双山子群鲁杖子组 Sm-Nd 模式年龄偏高未形成等时线年龄来看双山子群生成时代应大于 2500Ma (表 2.3)。

表 2.2 岩石同位素测年结果表

地层	岩石	测定方法	年龄/Ma	初始比	作者	时间/年
双山子群		Rb-Sr 全岩 等时线	2403 ± 164		钟富道	1984
朱杖子群			2064 ± 314			
双山子群			2217 ± 43		芦功一	1987
朱杖子群			2228 ± 136 1824 ± 661			
柳各庄片麻岩			2422 ± 41	0.70172		
朱杖子群			2389 ± 73		罗修泉, 沈其韩	
柳各庄片麻岩			2443 ± 23 2446 ± 82	0.70172 0.70083	王凯怡等	1987
朱杖子群	二云钾长变粒岩	锆石 U-Pb 一致线	2448 ±		Hansen	
柳各庄片麻岩			2554 ±			
双山子群	中基性岩脉		2546 ± 29		刘敦一等	
双山子群	变质粉砂岩	锆石蒸发铅	2497 ± 2			
朱杖子群	黑云变粒岩		2512 ±			
柳各庄片麻岩		锆石 U-Pb 一致线	2515 ± 38 2525 ± 16 2532 ± 54		秦皇岛地质队	1995
柳各庄片麻岩			2528 ± 42			
牛心山片麻岩			2501 ± 60			1998

表 2.3 双山子群朱杖子组 Sm-Nd 模式年龄数据表

样品编号	岩石名称	Sm/ (ppm)	Nd/ (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} \pm 2\sigma$	t_{DM}/Ma
50PTW (Sm-Nd) 1-1	变质安山岩	3.552	18.225	0.1179	0.511310 ± 0.000010	29.09
50PTW (Sm-Nd) 1-2	变质杏仁状安山岩	2.855	14.735	0.1172	0.511328 ± 0.000011	2860
50PTW (Sm-Nd) 1-3	同上	3.168	16.409	0.1168	0.511309 ± 0.000013	2878
50PTW (Sm-Nd) 1-4	同上	3.163	16.145	0.1185	0.511337 ± 0.00001	2885
50PTW (Sm-Nd) 1-5	同上	7.669	41.918	0.1107	0.511337 ± 0.00010	2802
50PTW (Sm-Nd) 1-6	绿泥石英千枚岩	2.407	10.060	0.1447	0.511462 ± 0.000015	3696
50PTW (Sm-Nd) 1-7	阳起绿帘岩	2.657	12.981	0.1238	0.511472 ± 0.000015	2828

注: 1-6 号样, 镜下鉴定为构造岩样品, 年龄值明显偏高; 其余样品 $t_{\text{DM}} = (2860 \pm 32) \text{ Ma}$ 。由于岩石均匀, 均未形成等时线年龄。

2. 朱杖子群的时代

刘敦一等在榨栏杖子对朱杖子群上部的黑云变粒岩测得的锆石 U-Pb 一致线年龄为 2512 Ma 左右。根据变沉积岩中锆石 U-Pb 年龄地质意义的论述, 2512 Ma 左右仍属一次变质年龄。说明朱杖子群经历过 2450 ~ 2500 Ma 的地质热事件年龄, 其该群的年龄也应大于 2500 Ma。

据有关文献记载对绿岩带所形成的时代的统计为两个：一个为古太古代，以南非、津巴布韦为代表，年龄大约为 3400 Ma；另一个为新太古代，以加拿大或澳大利亚绿岩带为代表，形成时代大致为 2650 ~ 2750 Ma。综合上述同位素分析，双山子群—朱杖子群绿岩带应属太古宙、新太古代晚期，形成时代约为 2650 ~ 2750 Ma。

二、绿岩带地层旋回特征

青龙河花岗绿岩带中火山沉积旋回明显，可以包括一个或多个火山沉积旋回。根据区内已有区调及科研成果资料分析，结合野外实地调研，将其地层层序按火山沉积旋回特征，自下而上，可划分 4 个旋回（图 2.3）。

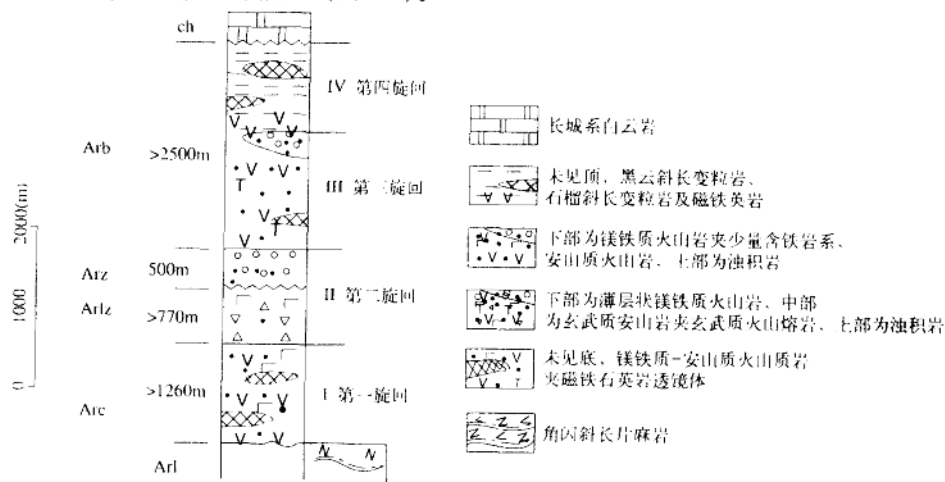


图 2.3 青龙河绿岩带地层层序综合柱状图

第一旋回 该旋回由茨榆山组沉积岩组成，在西汉沟主要为镁铁质-安山质火山岩，其中夹有磁铁石英岩及角闪磁铁石英岩透镜体；在双山子一带为酸性火山岩。

第二旋回 该旋回由鲁杖子组-张家沟组组成，其下部为厚层状镁铁质火山岩，在西汉沟-大汇河-茨榆山西山一带均可见到变余枕状构造、气孔状构造；中部为玄武质安山岩，局部夹玄武质火山熔岩；上部为浊积岩及浅水沉积岩。砾岩的基质中有大量的火山物质、泥灰质杂砂岩等。砾石大小不等，磨圆度较高。厚度从几米到数百米，变化较大，说明沉积环境相差悬殊。该旋回充分体现了绿岩带的三套岩石组合特征。

第三旋回 该旋回由棒罗台组中-下部层位组成，主要分布在老爷庙、老李响等地。旋回内部也反映了一个绿岩带的三套岩石组合特征，与第二旋回相似，在褚杖子、姚家沟等地见有角闪绿泥阳起石片岩、角闪糜棱片岩，原岩恢复为镁铁质火山岩。在厂房子一带见有磁铁石英岩、角闪磁铁石英岩等含铁岩系，在大岭根一带见有中-基性变质熔岩。它们相当绿岩带的下部岩系；中部为安山质火山岩，在厂房子东沟一带见有厚层安山英安岩，在下白城、古楼寺、王杖子等地均为长英质火山碎屑岩；上部为浊积岩、杂砂岩、砾岩等。

第四旋回 该旋回由棒罗台组上部层位构成，主要发育中下部，岩性以黑云斜长变粒岩、石榴斜长变粒岩以及磁铁石英岩为主。在蔡地沟一带，见有变余枕状构造的镁铁质火山岩。棒栏杖子一带有长英质火山岩、凝灰岩及磁铁石英岩。

三、原岩建造及其特征

据沈保丰等研究结果,新太古代绿岩带的变质层状岩系,其原岩建造可分为变超镁铁质岩类、变镁铁质火山岩类、变安山质火山岩类、变长英质火山岩类、变碎屑岩类和变泥质岩类,以及变化学沉积岩类。据绿岩带地层层序分析,本绿岩带没有出现科马提岩,其余几大类岩石均可见到。岩石化学分析结果见表 2.4。

(一) 岩石化学分析图解

(1) 将变镁铁质火山岩类和变安山质火山岩类、变长英质火山岩类及变碎屑岩类和变泥质岩类化学分析结果投入火山岩酸度、碱度系列图解 $\text{SiO}_2 - (\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ 中 (图 2.4)。

从图中可以看出,绝大部分变镁铁质火山岩投入到玄武岩区,仅有一个点投入到碱性玄武岩区。变安山质火山岩类及变长英质火山岩类均投入到玄武安山岩-安山岩-安山质流纹岩区,仅有一个点投入到石英安山岩区。在变碎屑岩类和变泥质岩类、变化学沉积岩类,大多数点投入英安岩区(流纹质安山岩-流纹岩区),仅有二个点投入到亚碱性流纹岩区。

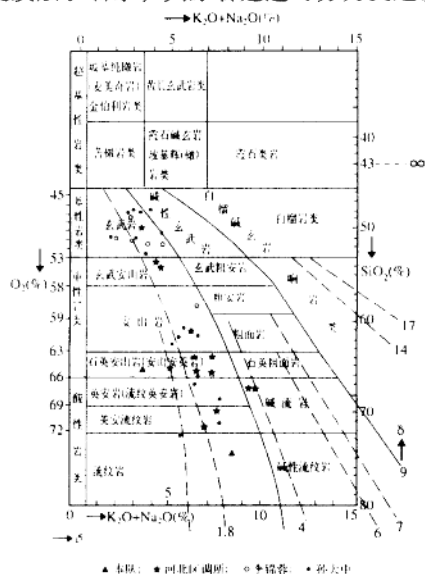


图 2.4 $\text{SiO}_2 - (\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ 图解
(据邱家骧, 1982)

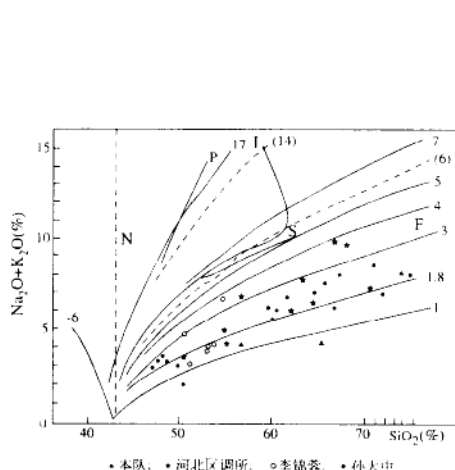


图 2.5 火山岩系里特曼指数图解

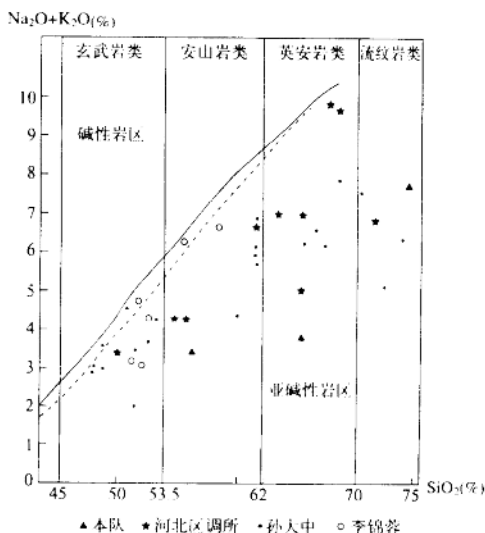


图 2.6 青龙河绿岩带火山系的 $\text{SiO}_2 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 变异图

(2) 从里特曼指数图解 (图 2.5) 看, 显示出几乎所有的点均分布在 σ 值 1~4 范围内, 仅有一个点超过 4 二个点小于 1。按里特曼指数 σ 值划分岩石类型时, 该绿岩带应属