

河南鲁山地区中一新太古代灰色片麻岩

杨长秀,王世炎,刘振宏,雷正化,杨长青
河南省地质调查院,郑州,450007

内容提要:河南鲁山地区原划归太古宇太华群中解体出中一新太古代变形侵入体,由魏庄片麻岩和榆树庄片麻岩组成,变质程度达角闪岩相,局部为麻粒岩相。地球化学特征显示高铝质片麻岩特征,原岩为奥长花岗岩—英云闪长岩—花岗闪长岩(TTG岩系),从而为该地区发育中一新太古代花岗岩—绿岩带提供了证据。

关键词:中一新太古代;TTG岩系;鲁山地区;河南

河南鲁山地区分布有中一新太古代变质岩系,变质程度达角闪岩相,局部为麻粒岩相(沈其韩等,1992;白瑾等,1993),前人多将其作为太华群进行地层划分(河南地质矿产局,1989;胡受奚等1988),也进行过绿岩带研究(孙勇,1982;胡受奚等,1997;沈保丰等,1999),但对与其有关的花岗岩研究未见报道。笔者2000~2003年参加中国地质调查局项目“1:25万平顶山市幅区域地质调查”,通过地质填图,对该地区中一新太古代变质岩系进行了解体,划分了表壳岩系和变形侵入体,从中划出中一新太古代变形侵入体,并对其地质特征、岩石学特征和地球化学特征进行深入研究,认为是TTG岩系,从而为该地区花岗岩—绿岩带提供了确凿证据。

1 地质特征

河南鲁山地区中一新太古代侵入岩为华北陆块南缘结晶基底的重要组成部分,后期构造抬升出露地表,分布在鲁山背孜、瓦屋、观音寺、仓头、董村等地,面积约206 km²,由魏庄片麻岩和榆树庄片麻岩组成(图1),变质程度达角闪岩相,局部达麻粒岩相,与表壳岩荡泽河岩组一起经历了深层次塑性流动变形,构成近东西向“穹隆”构造。岩体之间突变或渐变接触,呈片麻杂岩形式出现。岩体中表壳岩包体发育,多数成群出现,与寄主岩渐变过渡,规模较小,一般1~30cm长,多拉长呈透镜体出现。

灰色片麻岩作为华北陆块南缘结晶基底的一部

分,与表壳岩荡泽河岩组一起经历了长期而又复杂的变质变形,使其在走向上构造趋同。由于二者在形成上存在着较大差异,变形后总体走向上为北西—南东向。系统调查结果显示,灰色片麻岩宏观上呈卵圆形产出,表壳岩呈包体拉长的条带状、透镜状、鱼状出现在灰色片麻岩中,露头尺度上二者接触界线清楚,大部分构造协调一致,局部斜交,显示出相互之间的侵入接触关系。

野外调查表明,榆树庄片麻岩总体上呈“岩基”产出,魏庄片麻岩呈“岩株”产出,二者接触界线总体上表现为构造上的协调一致,二者接触界线由榆树庄片麻岩到魏庄片麻岩表现为暗色矿物成分由多到少,粒径由细到粗,局部见到魏庄片麻岩的岩脉侵入到榆树庄片麻岩中,并一起拉长呈透镜体形式出现,显示出榆树庄片麻岩早于魏庄片麻岩侵入特征。

2 岩石类型及主要岩性特征

2.1 魏庄片麻岩

由角闪斜长片麻岩组成,灰白—灰绿色,纤状粒状变晶结构、鳞片粒状变晶结构,局部弱变形半自形粒状结构,片麻状构造、条纹构造。由斜长石(65%~85%)、石英(5%~10%)、角闪石(10%~20%)、黑云母(2%~5%)组成,副矿物为磁铁矿、锆石、磷灰石。斜长石具聚片双晶, $An = 23 \sim 26$,石英具波状消光,角闪石呈绿色柱状。粒径0.3~1.5mm。

注:本文得到中国地质调查局“1:25万平顶山市幅区域地质调查”项目资助。

收稿日期:2007-07-25;改回日期:2007-12-28;责任编辑:章雨旭。

作者简介:杨长秀,男,1957年生。教授级高级工程师,从事区域地质调查与研究。通讯地址:450001,郑州市中原区科学大道81号,河南地质调查院;Email:hmqd@vip.sina.com;电话:0371-67511588。

表 1 鲁山地区中—新太古代灰色片麻岩化学成分 (%) 及有关参数

Table 1 Chemical composition (%) and related parameters of the Mesoarchean—Neoproterozoic grey gneiss in Lushan area

片麻岩体	样号	岩性	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	烧失	总量
榆树庄片麻岩 (Ar ₂₋₃ Yog)	001/1 ^③	黑云斜长片麻岩	68.96	0.32	14.55	0.38	2.60	0.06	1.85	1.19	5.58	1.42	0.17	2.30	99.38
	001/3 ^③	黑云斜长片麻岩	64.12	0.45	15.64	0.64	3.80	0.08	2.27	3.46	4.71	1.12	0.10	3.33	99.72
	W46 ^①	黑云斜长片麻岩	69.22	0.40	15.58	2.84	0.63	0.00	1.61	3.27	4.04	0.98	0.13	2.05	99.75
	005/5 ^③	黑云斜长片麻岩	67.66	0.05	17.53	0.62	0.30	0.01	2.01	1.01	5.81	1.16	0.10	0.18	99.44
	4 个样平均值			67.49	0.31	15.83	1.12	1.83	0.04	1.19	2.23	5.04	1.22	0.13	0.13
魏庄片麻岩 (Ar ₂₋₃ Wog)	0074/1 ^②	角闪斜长片麻岩	58.19	0.95	16.62	3.51	3.80	0.16	2.74	6.68	3.70	0.70	0.30	2.07	99.42
	003/3 ^③	角闪斜长片麻岩	54.14	0.30	17.51	1.64	3.85	0.12	7.03	8.70	4.33	0.98	0.10	1.33	100.03
	W551 ^①	角闪斜长片麻岩 ^④	59.80	0.50	16.92	2.69	2.38	0.14	2.88	5.93	5.20	0.62	0.38	2.10	99.63
	3 个样平均值			57.38	0.58	17.02	2.61	3.34	0.14	4.22	7.10	4.14	0.70	0.26	1.83
太古宙高铝型 TTG (Codie, 1981)			69.40	0.35	15.80	1.18	1.79	0.04	1.14	3.37	4.68	1.58			
太古宙低铝型 TTG (Codie, 1981)			74.50	0.39	14.20	0.36	1.92	0.05	0.45	2.43	4.08	1.95			

片麻岩体	样号	岩性	Q	Or	Ab	An	C	Di	DI	A	K ₂ O/Na ₂ O	δ	A/NCK	Mg [#]
榆树庄片麻岩 (Ar ₂₋₃ Yog)	001/1 ^③	黑云斜长片麻岩	24.4	8.39	47.21	4.79	2.08	0.00	80.01	7.00	0.25	1.89	1.13	52.84
	001/3 ^③	黑云斜长片麻岩	19.62	6.62	39.85	16.51	0.63	0.00	65.73	5.83	0.24	1.61	1.03	48.03
	W46 ^①	黑云斜长片麻岩	33.84	5.79	34.18	15.37	2.24	0.00	73.82	5.02	0.24	0.96	1.14	35.44
	005/5 ^③	黑云斜长片麻岩	18.52	36.39	49.16	3.56	0.83	0.00	94.07	6.97	0.23	1.81	1.10	42.03
	4 个样平均值			21.82	14.30	42.64	10.21	1.17	0.00	78.76	7.46	0.23	1.27	1.10
魏庄片麻岩 (Ar ₂₋₃ Wog)	0074/1 ^②	角闪斜长片麻岩	11.54	4.14	31.31	26.67	0.00	1.88	50.98	4.40	0.19	1.27	0.88	41.23
	003/3 ^③	角闪斜长片麻岩	0.00	5.79	36.64	25.45	0.00	7.13	42.47	5.31	0.23	2.53	0.73	70.17
	W551 ^①	角闪斜长片麻岩 ^④	11.33	3.66	44.00	20.99	0.00	2.48	58.99	5.82	0.12	2.02	0.85	51.66
	3 个样平均值			7.62	4.53	37.32	24.37	0.00	3.83	50.81	4.84	0.17	1.75	0.82

注:资料来源:① 河南省地矿局地质调查二队,1988,1: 5 万付店幅、背孜街幅区调报告;② 河南省地矿局区域地质调查队,1995,1: 5 万下汤幅、鲁山县幅区调报告;③本次工作。④ 石英闪长岩。

含量 54.14% ~ 59.80%, 平均 57.38%; Al₂O₃ 含量 16.62% ~ 17.51%, 平均 17.02%; MgO 含量 2.74% ~ 7.03%, 平均 4.22%; CaO 含量 5.93% ~ 8.70%, 平均 7.10%; Na₂O 含量 3.70% ~ 5.20%, 平均 4.14%; K₂O 含量 0.62% ~ 0.98%, 平均 0.70。K₂O/Na₂O 值 0.12 ~ 0.23, 平均 0.17; δ 值 1.27 ~ 2.53, 平均 1.75; A/NCK 值 0.73 ~ 0.88, 平均 0.82, 岩石为富钠偏铝质钙碱性岩系。榆树庄片麻岩 SiO₂ 含量 64.12% ~ 69.22%, 平均 67.49%; Al₂O₃ 含量 14.55% ~ 17.53%, 平均 15.83%; MgO 含量 0.01% ~ 1.85%, 平均 1.19%; CaO 含量 1.01% ~ 3.46%, 平均 2.32%, Na₂O 含量 4.04% ~ 5.81%, 平均 5.04%; K₂O 含量 0.98% ~ 1.42%, 平均 1.22。K₂O/Na₂O 值 0.23 ~ 0.25, 平均 0.23, δ 值 0.96 ~ 1.89, 平均 1.27; A/NCK 值 1.03 ~ 1.14, 平均 1.10; Mg[#] 含量 32.44 ~ 52.84, 为钠质铝质—过铝质钙碱性岩系。

与太古宙高铝型片麻岩 (Condie, 1981) 相比, SiO₂ 低、Al₂O₃ 高, 随着 SiO₂ 含量的逐渐增高, Al₂O₃ 呈现逐渐降低趋势, 显示出高铝质片麻岩特征。在 An—Ab—Or 分类图解上 (图 2), 大多数落

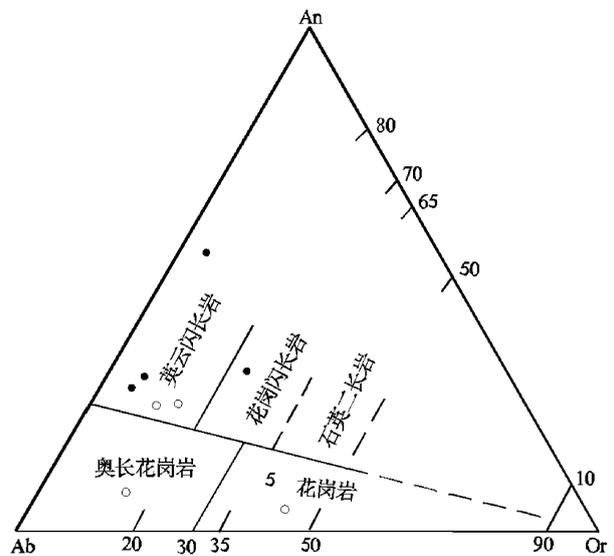


图 2 中—新太古代灰色片麻岩 An—Ab—Or 分类图解 (据 O'connor, 1965)

Fig. 2 An—Ab—Or diagram of the Mesoarchean—Neoproterozoic grey gneiss (after O'connor, 1965)

●—魏庄片麻岩; ○—榆树庄片麻岩
●—Weizhuang Gneiss; ○—Yushuzhuang Gneiss

在英云闪长岩(部分为石英闪长岩)区,少数落在奥长花岗岩区。在 K—Na—Ca 图解上(图 3),显示出奥长花岗岩变异趋势,具太古宙高级变质片麻岩特征。

3.2 微量元素

微量元素分析结果及有关参数见表 2。与太古宙高铝质片麻岩相比,魏庄片麻岩过渡族元素(TME)Co、Ni、Cr、V 富集,大离子亲石元素(LILE)Rb、Sr、Ba 亏损,高场强元素(HFSE)Hf、Zr 富集。榆树庄片麻岩过渡族元素(TME)Cr 富集,大离子亲石元素(LILE)Rb、Sr、Ba 亏损,高场强元素(HFSE)Hf、Zr 富集。洋中脊花岗岩(ORG)标准化地球化学模式(图 4)出现明显 Rb、Hf 负异常,与岛弧型花岗岩相似,与西格陵兰英云闪长质片麻岩相比,Rb/Sr、Ba/Sr、K/Rb 明显偏高,反映二者在物源上存在着较大差异,形成过程中有明显的地壳物质组分的加入,显示出壳幔岩浆混合特征。在 Yb—Al₂O₃ 图解上(图 5),显示出大陆高铝型片麻岩特征。

3.3 稀土元素特征

稀土元素分析结果及有关参数见表 3。魏庄片麻岩 ΣREE 值 50.53 × 10⁻⁶ ~ 259.78 × 10⁻⁶, 平均 132.70 × 10⁻⁶; LREE/HREE 值 2.25 ~ 11.34, 平均 7.44; δEu 值 0.58 ~ 1.35, 平均 0.8; (La/Yb)_N

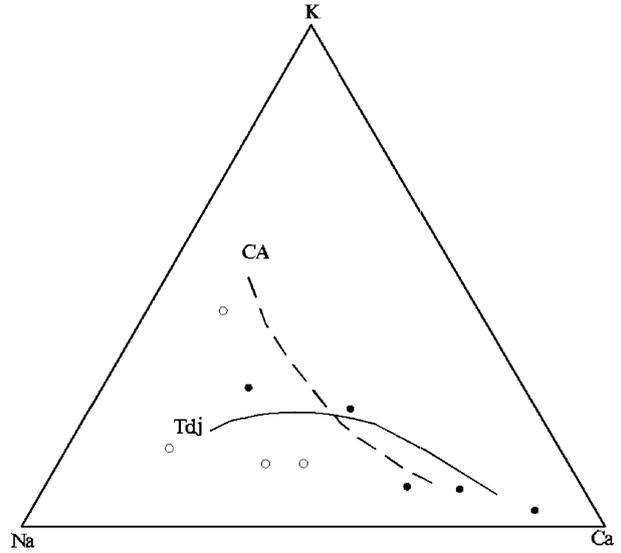


图 3 中一新太古代灰色片麻岩 K—Na—Ca 分类图解 (据 Barker and Arth, 1976)

Fig. 3. K—Na—Ca diagram of the Mesoproterozoic—Neoproterozoic grey gneiss (after Barker and Arth, 1965)

CA—钙碱性岩系; Tdj—奥长花岗岩系;
●—魏庄片麻岩; ○—榆树庄片麻岩
CA—calc-alkaline rock series; Tdj—Trondhjemite rock series
●—Weizhuang Gneiss; ○—Yushuzhuang Gneiss

表 2 中一新太古代灰色片麻岩微量元素含量(×10⁻⁶)及有关参数

Table 2 Trace element contents(×10⁻⁶) and related parameters of the Mesoproterozoic—Neoproterozoic grey gneiss

片麻岩体	样号	岩性	Co	Ni	Cr	V	W	Sn	Mo	Rb	Sr	Ba	Nb
榆树庄片麻岩 (Ar ₂₋₃ Yog)	001/1 ^②	黑云斜长片麻岩	19.6	16	55	40	190	<1.0	1.50	18	181	619	6.80
	001/3 ^②	黑云斜长片麻岩	21.1	33	89	79	112		0.60	17.3	353	462	5.90
	2 个样平均值			20.4	24.5	72.0	59.5	151.0	1	1.05	17.65	267.00	540.50
魏庄片麻岩 (Ar ₂₋₃ Wog)	0074/1 ^①	角闪斜长片麻岩								149	470	304	9.40
	003/3 ^②	角闪斜长片麻岩	33.2	137	112	92	75	<1.0	0.10	3.2	490	279	5.80
	003/4 ^②	石英闪长岩	19.0	88	155	311	62	1.1	0.10	3	636	54	8.80
	3 个样平均值			26.1	112.5	133.5	201.5	68.5	1.05	0.10	3.1	532	212.33
太古宙高铝 TTG			15	26	38	61				41	668	615	6.5
太古宙低铝 TTG			12	18	12	66				20	133	248	4.1
片麻岩体	样号	岩性	Ta	Hf	Ti	Sc	Zr	Ga	Th	Rb/Sr	Ba/Sr	K/Rb	
榆树庄片麻岩 (Ar ₂₋₃ Yog)	001/1 ^②	黑云斜长片麻岩	0.5	19.6	0.32	55	40	190	<1.0	18	3.42	654.61	
	001/3 ^②	黑云斜长片麻岩	0.5	21.1	0.45	89	79	112		17.3	1.31	537.20	
	2 个样平均值			0.5	20.4	0.38	72.0	59.5	151.0	1	17.65	2.02	595
魏庄片麻岩 (Ar ₂₋₃ Wog)	0074/1 ^①	角闪斜长片麻岩							7.8	0.32	0.65	38.98	
	003/3 ^②	角闪斜长片麻岩	0.5	1.20	0.3	21.2	37	15.8	1	0.01	0.57	2541.22	
	003/4 ^②	石英闪长岩	0.5	3.00	1.62	53.9	89	23.2	1	0.00	0.08	553.19	
	3 个样平均值			0.5	26.1	0.96	133.5	201.5	68.5	1.05	3.1	0.40	1120
太古宙高铝 TTG			0.54	3.4	0.42		131		4.50				
太古宙低铝 TTG			0.51	4.1	0.38		149		3.15				

注:资料来源:①河南省地矿局区域地质调查队,1995,1: 5 万下汤幅、鲁山县幅区调报告;②本次工作。

表 3 中—新太古代灰色片麻岩稀土元素含量 ($\times 10^{-6}$) 及有关参数

Table 3 Contents ($\times 10^{-6}$) of rare earth elements and related parameters of the Mesoarchean—Neoproterozoic grey gneiss

片麻岩体	样号	岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
榆树庄片麻岩 (Ar ₂₋₃ Yog)	001/1 ^②	黑云斜长片麻岩	23.55	36.54	3.87	13.02	1.88	0.68	1.33	0.18	0.89	0.15	0.39
	001/3 ^②	黑云斜长片麻岩	19.65	36.31	4.2	13.76	2.19	0.73	1.68	0.23	1.09	0.21	0.56
	2 个样平均值			21.6	36.425	4.035	13.39	2.03	0.71	1.51	0.21	0.99	0.18
魏庄片麻岩 (Ar ₂₋₃ Wog)	0074/1 ^①	角闪斜长片麻岩	40.41	102.3	12.46	49.16	8.47	1.45	6.57	0.87	5.1	1.00	2.56
	003/3 ^②	角闪斜长片麻岩	8.88	17.81	2.39	9.45	1.73	0.71	1.43	0.2	1.02	0.21	0.56
	003/4 ^②	石英闪长岩	6.88	18.87	2.68	11.11	3.02	1.15	3.99	0.73	4.44	0.95	2.9
	3 个样平均值			18.72	46.33	5.84	23.24	4.41	1.10	4.00	0.60	3.52	0.72
片麻岩体	样号	岩性	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE	LREE/HREE	δEu	(La/Yb) _N	Eu/Sm	La/Yb	
榆树庄片麻岩 (Ar ₂₋₃ Yog)	001/1 ^②	黑云斜长片麻岩	0.06	0.34	0.05	4	86.93	23.46	1.26	40.24	0.36	69.26	
	001/3 ^②	黑云斜长片麻岩	0.09	0.52	0.08	5.51	86.81	17.23	1.13	21.95	0.33	37.79	
	2 个样平均值			0.08	0.43	0.07	4.75	86.87	19.92	1.19	29.18	0.35	50.23
魏庄片麻岩 (Ar ₂₋₃ Wog)	0074/1 ^①	角闪斜长片麻岩	0.35	2.13	0.32	26.6	259.78	11.34	0.58	11.02	0.17	18.97	
	003/3 ^②	角闪斜长片麻岩	0.09	0.54	0.08	5.4	50.53	9.92	1.35	9.55	0.41	16.44	
	003/4 ^②	石英闪长岩	0.5	3.16	0.47	26.9	87.78	2.55	1.02	1.26	0.38	2.18	
	3 个样平均值			0.31	1.94	0.29	19.6	132.70	7.44	0.80	5.60	0.25	9.63

注:资料来源:①河南省地矿局区域地质调查队,1995,15 万下汤幅、鲁山县幅区调报告;②本次工作。

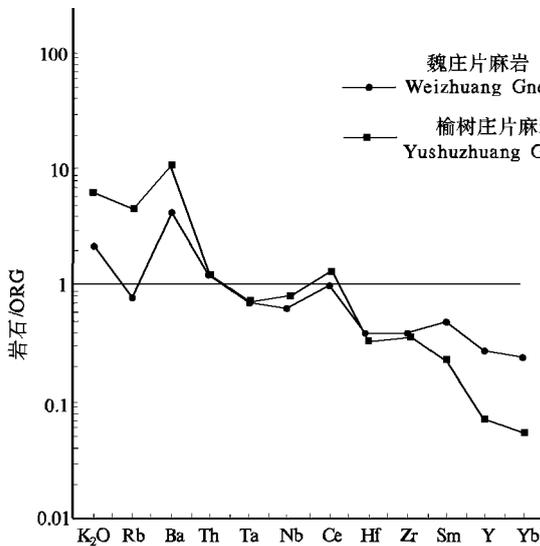


图 4 中—新太古代灰色片麻岩微量元素 (ORG) 分布模式

Fig. 4 Patterns of microelement (ORG) of the Mesoarchean—Neoproterozoic grey gneiss

值 1.26 ~ 11.02, 平均 5.6; Eu/Sm 值 0.17 ~ 0.41, 平均 0.25; La/Yb 值 2.18 ~ 18.97, 平均 9.63; 榆树庄片麻岩 ΣREE 值 $86.83 \times 10^{-6} \sim 86.91 \times 10^{-6}$, 平均 86.87×10^{-6} ; LREE/HREE 值 23.46 ~ 17.23, 平均 19.92; δEu 值 1.13 ~ 1.26, 平均 1.19; (La/Yb)_N 值

21.95 ~ 40.24, 平均 29.18; Eu/Sm 值 0.33 ~ 0.36, 平均 0.35; La/Yb 值 37.79 ~ 69.26, 平均 50.23。

由以上特征可以看出,组成中—新太古代变形侵入岩体均为 LREE 富集型,具明显铈正异常和弱的轻重稀土分馏程度,除个别样品(0074/1)变化较大外,二者具有相似稀土元素特征,分布模式曲线均为向右倾的圆滑曲线(图 6)。与 Culler and Grat (1984)所总结的太古宙高级变质区片麻岩特征相似。

4 形成时代及成因探讨

4.1 形成时代讨论

关于鲁山地区“太华群”的时代归属,存在着两种不同意见。一种认为属新太古代(河南地质矿产局,1989);另一种认为分属太古代和古元古代(沈福农,1994;涂绍雄,1996)。本次工作在前人工作的基础上,根据内部物质组成、构造变形、接触关系等特征对其进行了详细解体,划分为中太古代荡泽河岩组、中—新太古代变形侵入岩体、古元古代铁山岭岩组、水底沟岩组、雪花沟岩组。Kroner 等(1988)在鲁山瓦屋北 1km 和 3km 李老庄一带英云闪长质片麻岩(榆树庄片麻岩)中获得单颗粒锆石 Pb207/Pb208(蒸发法)年龄 $2841 \pm 6\text{Ma}$ 。薛良伟等(1995)在鲁山瓦屋东李老庄一带斜长角闪岩中获得 Sm-Nd

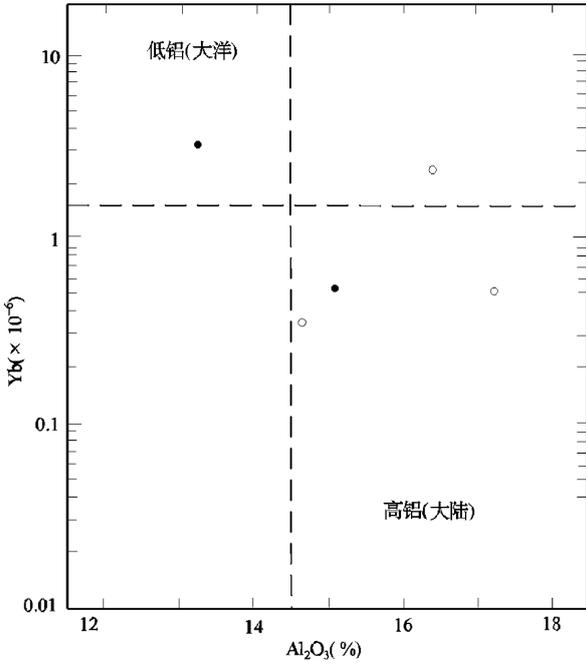


图5 中—新太古代灰色片麻岩 Yb—Al₂O₃ 图解(据 Arth, 1979)

Fig. 5 Yb—Al₂O₃ diagram of the Mesoarchean—Neoarchean grey gneiss(after Arth, 1979)
●—魏庄片麻岩; ○—榆树庄片麻岩
●—Weizhuang Gneiss; ○—Yushuzhuang Gneiss

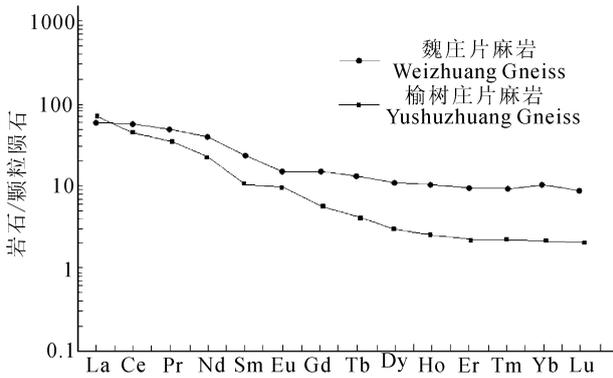


图6 中—新太古代灰色片麻岩稀土元素分布模式
Fig. 6 REE patterns of the Mesoarchean—Neoarchean grey gneiss

等时线年龄 $2766 \pm 29\text{Ma}$, 并认为该年龄代表了形成年龄。因此, 榆树庄片麻岩和魏庄片麻岩形成时代应为中太古代末—新太古代早期。根据榆树庄片麻岩和魏庄片麻岩侵入荡泽河岩组, 推测荡泽河岩组时代为中太古代。本次工作发现铁山岭岩组与变形

侵入岩体之间存在明显的“沉积间断”, 万渝生等 (Wan Yusheng et al., 2006) 在鲁山瓦屋南石墨厂水底沟岩组石墨片麻岩中获得锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 $2250 \sim 2310\text{Ma}$ (残余锆石年龄 $2500 \text{Ma} \sim 2730\text{Ma}$), 因而铁山岭岩组、水底沟岩组和雪花沟岩组时代应为古元古代。

4.2 成因探讨

区域资料显示, 太古宙为陆核生长阶段, 以复杂构造变形和强烈岩浆活动为主要特征。鲁山地区中—新太古代变形侵入岩体从成分上看总体上属于邓晋福等 (1999) 划分的 T1T2 型, 岩石富钠、贫钾, 正锶异常, 代表初始陆壳组份, 形成与玄武质源岩 (角闪岩、榴辉岩) 局部熔融有关。岩浆活动特征表明, 中—新太古代经历了地壳垂向增生玄武岩浆喷发 (少量沉积)—挤压部分熔融具 TTG 岩系特征的变形侵入岩体侵入—变质变形热流增高混合岩化地壳抬升的演化过程, 反映出中—新太古代具有复杂的构造岩浆演化过程。

5 讨论与结论

河南鲁山地区是华北陆块南缘重要的早寒武纪变质岩系分布区, 此前作为地层进行研究与划分 (河南省地质矿产局, 1989; 沈福农, 1994), 同时进行过岩石化学研究 (孙勇, 1982) 和构造研究 (张国伟等, 1982; 涂绍雄, 1984; 张国伟等, 1986), 但对该地区中—新太古代变质岩系是否发育花岗岩—绿岩带尚无定论。白瑾等 (1993) 将豫西的太华杂岩划为麻粒岩—片麻岩区, 未作为绿岩带, 关键是未在变质岩中识别出 TTG 岩系。孙勇 (1982) 在该地区中—新太古代变质岩系研究中发现玄武质科马提岩, 认为存在绿岩带。沈保丰等 (1999) 提出鲁山发育绿岩带, 且归入小秦岭型。结合本文对 TTG 岩系研究成果, 作者提出河南鲁山地区发育中—新太古代花岗岩—绿岩带, 从而为华北陆块中—新太古代演化研究提供了新资料。

绿岩带因与金矿等矿产关系密切而备受全球关注, 我国也开展了深入研究, 不少作者认为河南鲁山地区原划太华群发育绿岩带 (沈保丰等, 1993, 1994; 胡受奚等, 1997)。绿岩带是由以科马提岩为特征的超铁镁—基性火山岩为主, 中酸性火山岩为次, 以及沉积岩、火山碎屑沉积岩组成的火山—沉积岩系和形成较早或较晚的花岗岩类岩石 (包括 TTG 组合) 所组成的岩带 (胡受奚等, 1997), 其中科马提岩以鬃刺结构 (spinfex texture) 为判别标志。但由于

这种结构遭受区域变质作用常不保存,因而常依据化学成分来判定。孙勇(1982)根据化学成分提出鲁山地区太华群中发育科马提岩,认为有绿岩带存在。胡受奚等(1997)依据岩石化学成分将鲁山地区科马提岩分为背孜型和荡泽河型科马提岩。加上该地区原划太华群中发育含铁建造(BIF)和碳酸盐岩等绿岩带典型岩石,鲁山地区太华群中绿岩带得到肯定(沈保丰等,1993,1994)。

绿岩带往往与花岗岩密切共生,因而又称为花岗岩—绿岩带(徐惠芬等,1992)或花岗岩—绿岩地体。以前对鲁山太华群作为地层划分时,没有人认为其中存在花岗片麻岩。1990年河南省地质矿产局区域地质调查队在开展1:20万鲁山幅区调修测时,依据耐庄组和荡泽河组中的斜长片麻岩岩石化学成分提出太华群中存在奥长花岗岩—英云闪长岩—花岗闪长岩(TTG岩系),认为鲁山地区发育花岗岩—绿岩带。但这一认识仅在区调报告中提出,并未公开发表。根据本文作者取得的1:25万区调成果,从太华群中解体出中—新太古代TTG岩系榆树庄片麻岩、魏庄片麻岩,从而肯定了鲁山地区发育花岗岩—绿岩带。

花岗岩—绿岩带中的花岗质岩石多已经历区域变质而成为片麻岩,习惯上称为灰色片麻岩。就其与绿岩的先后关系又可分为前绿岩花岗—片麻岩、同绿岩花岗岩和后绿岩花岗岩(田永清,1991)。胡受奚等(1988)、刘红樱等(1998)将鲁山地区划分出早期的背孜型绿岩和荡泽河型第二期绿岩。作者调查发现,鲁山地区榆树庄片麻岩侵入中太古代荡泽河岩组。榆树庄片麻岩和魏庄片麻岩时代为中—新太古代,其上被古元古代铁山岭岩组不整合覆盖,因而榆树庄片麻岩和魏庄片麻岩属于前绿岩花岗—片麻岩。

致谢:参加项目工作的还有武太安、张毅星、崔霄峰同志。在项目工作期间得到了中国地质调查局华北地区项目办谷永昌教授级高工、河南省地质调查院院长王建平教授级高工、区调队队长兼地调院副院长刘彦明高级工程师、地调院副院长、总工程师燕长海教授级高工、副院长张良教授级高工的指导和帮助。论文输入排版得到了巴燕工程师协助,文中插图由刘献华高级工程师和巴莉工程师绘制,在此深表谢意。

参 考 文 献 / References

白瑾,黄学光,戴凤岩,吴昌华.1993.中国前寒武纪地壳演化.北京:

地质出版社,1~223.

邓晋福,吴宗黎,赵国春,赵海玲,罗世华,莫宣学.1999.华北地台前寒武纪花岗岩类、陆壳演化与克拉通形成.岩石学报,15(2):190~198.

河南省地质矿产局.1989.河南省区域地质志.北京:地质出版社,1~772.

胡受奚,林潜龙,等.1988.华北与华南古板块拼合带地质与找矿.南京:南京大学出版社,1~558.

胡受奚,赵懿英,徐金方,叶瑛.1997.华北地台金成矿地质——以南、东和东北绿为例,探讨成因规律.北京:科学出版社,1~220.

刘红樱,胡受奚,周顺之,陈衍景.1998.华北—熊耳山地块早前寒武纪绿岩及其形成构造背景.地质论评,44(3):233~242.

沈保丰,彭晓亮,骆辉,毛德宝.1993.中国太古宙绿岩带.地质学报,67(3):208~220.

沈保丰,骆辉,李双保,李俊健,彭晓亮,胡小蝶,毛德宝,梁若馨.1994.华北陆台太古宙绿岩带地质及成矿.北京:地质出版社,1~202.

沈保丰,李俊健,毛德宝.1999.华北地台绿岩带地质特征类型和演化.见:钱祥麟,游振东.主编.前寒武纪地质学和变质岩石学.北京:地质出版社,229~238.

沈福农.1994.河南鲁山太华群不整合的发现和地层层序厘定.中国区域地质,(2):135~140.

沈其韩,徐惠芬,张宗清,高吉凤,任家善,吉成林.1992.中国早前寒武纪麻粒岩.北京:地质出版社,1~237.

孙勇.1982.河南鲁山地区早前寒武纪变质火山岩系的岩石化学特征.西北大学学报,(前寒武纪地质专辑):31~43.

田永清.1991.五台山—恒山绿岩带地质及金的成矿作用.太原:山西科学技术出版社,1~244.

徐惠芬,董一杰,施允亨,金汝敏,沈葛,李钊侧.1992.鲁西花岗—绿岩带.北京:地质出版社,1~184.

涂绍雄.1984.河南中部太古代登封群和太华群成岩构造环境和区域变质带的讨论.见:中国地质科学院院报,8.北京:地质出版社,39~56.

涂绍雄.1996.河南鲁山太华群变质杂岩原岩建造及时代二分的新认识.华南地质与矿产,(4):22~31.

薛良伟,原振雷,张荫树,等.1995.鲁山太华群Sm-Nd同位素年龄及其意义.地球化学,24(增刊):92~96.

张国伟,周鼎武,张延安,白玉宝.1982.河南中部登封群—太华群构造序列对比.西北大学学报,(前寒武纪地质专辑):1~10.

张国伟,白玉宝,孙勇,郭安林,周鼎武.1986.河南省中部晚太古宙地壳的构成及其演化.见:中国地质学会,中国地质科学院.编.国际前寒武纪地壳演化讨论会论文集(构造地质).北京:地质出版社,220~239.

Arth J G. 1979. Some elements in trondhjemite; their implications to magma genesis and paleotectonic setting. In: Baker F (ed). Trondhjemites, dacites and related rocks. Amsterdam; Elsevier, 123~132.

Barker F and Arth J G. 1976. Generation of trondhjemitic—tonalitic liquids and Archean bimodal trondhjemite—basalt suites. Geology, (4):596~600.

Condie K C. 1981. Archean Greenstone Belts. Amsterdam; Elsevier, 1~434.

Culler R L and Grat J L. 1984. Rare earth elements in igneous rocks of the continental crust; predominantly basic and ultrabasic rocks. In: Henderson P. ed. Rare Earth Element Geochemistry. Amsterdam; Elsevier, 237~274.

Kroner A, Compston W, Zhang Guowei, Guo Anlin and Todt W, et al. 1988. Age and tectonic setting of Late Archean greenstone—granite

terrane in Henan Province, China, as revealed by single grain zircon dating. *Geology*, 16(3): 211 ~ 215.

O'Conner J T. 1965. A classification for quartz-rich igneous rocks based on feldspar ratio. *US Geol. Surv. Prop. Pap.*, 525B: 79 ~ 84.

Wan Yusheng, Wilde S A, Liu Dunyi, Yang Changxiu, Song Biao, Yin

Xiaoyan. 2006. Further evidence for ~ 1.85Ga metamorphism in the Central Zone of the North China Craton: SHRIMP U-Pb dating of zircon from metamorphic rocks in the Lushan area, Henan Province. *Gondwana Research*, 9: 189 ~ 197.

Mesoarchean—Neoproterozoic Grey Gneiss in the Lushan Area, Henan Province

YANG Changxiu, WANG Shiyan, LIU Zhenhong, LEI Zhenghua, YANG Changqing

Henan Institute of Geology Survey, Zhengzhou, 450007

Abstract: The Mesoarchean—Neoproterozoic deformed intrusive bodies had been blocked out from the former Archean Taihua Group in the Lushan area, Henan Province, which is composed of the Weizhuang Gneiss and the Yushuzhuang Gneiss, with degree of metamorphism reaching to amphibolite and locally granulite facies. Their geochemical characteristics indicate feature of aluminum-high gneiss, whose protolith were trondhjemite—tonalite—granodiorite (TTG rock series), so providing the evidence of Early Precambrian Granite—Greenstone belt in the area.

Key words: Early Precambrian; TTG rock series; Lushan area, Henan

(上接第 326 页) 矿床概念的早期萌芽, 对此类矿床的理论研究和找矿勘查工作具有重要指导意义。1951 年至 1961 年间, 为了寻找国家急需的金属矿产资源, 宋叔和先生再次辗转于祖国的大西北。根据以往的经验, 他率队二进白银厂, 寻找社会主义建设和国防工业急需的铜矿资源。在极艰难的条件下, 他首次发现了白银厂矿床富含铜, 并领导了这一大型铜矿床的勘探和评价工作。在宋叔和先生的参与、组织和领导下, 地质工作者于 8 年之内, 先后在陕西和甘肃两省发现并评价了金堆城钼矿床、镜铁山铁矿床和金川铜—镍矿床等矿床。根据自身的经验, 宋叔和先生及时总结发表了一系列有关火山岩和火山岩型铜多金属矿床的论著, 有力地指导了矿产勘查工作的顺利进行。

20 世纪 60 年代初期, 作为技术副所长, 宋叔和先生满腔热情地参与和主持了地质部西北地质科学研究所(西安地质矿产地质研究所的前身)的筹建工作, 为确定该研究所的研究方向、人员梯队建设、研究科室布局和仪器设备购置贡献了智慧和力量, 为在西北地区建立学科比较完善、功能比较齐全和富有地域特色的综合性地质研究所有着不可磨灭的功绩。

20 世纪 80 年代初期, 宋叔和先生主持编写了我国第一部矿床学巨著——《中国矿床》, 该书先后获国家科学技术进步二等奖和全国优秀图书奖。此后, 他又主编了 1: 500 万《中国矿产资源图》(金属、非金属、能源 3 幅图)及说明书。参与撰写了我国第一部地质矿产专家系统专著——《火山岩型铜多金属硫化物矿床知识模型》。在此期间, 宋叔和先生还积极倡导基础地质理论研究、找矿地质勘查与矿产资源综合利用工作紧密结合, 注重对普查勘探地质、矿山地质和矿床地质三者之间的关系研究。他的上述学术思想对于我国矿业的可持续发展具有重要的意义。

宋叔和先生在基础地质理论研究和找矿勘查工作中十分注重吸收国内外的先进理论和经验。1978 年应邀率地质代表团出访英国伦敦地质学会, 参加国际地质情报会议, 并且应邀在会上作了题为“中国主要构造特征和岩浆活动”的学术报告。1983 年他又应葡萄牙矿产局的邀请, 对该国著名的火山岩型铜多金属矿山进行了实地考察, 促进了两国矿床地质界的学术交流。1989 年 7 月, 他不顾 74 岁高龄远赴美国华盛顿参加第 28 届国际地质大会, 并且对美国西南部数个大型铜矿床进行了实地考察, 并且编写有地质考察报告, 为国内学者掌握国外铜矿床成矿理论研究发展趋势, 推动我国铜矿床找矿工作起到了重要作用。

在培养人才方面, 宋叔和先生对年轻人关怀备至, 循循善诱。他言传身教, 要求学生们身体力行, 一定要到实践中去, 一定要干实事; 他亲自帮助青年人提高实际工作能力、增强基本功, 鼓励他们不断探索、勇于创新, 为国家培养了一大批高级地质技术人才。

宋叔和先生长期担任《矿床地质》主编、《地质学报》副主编, 曾任《地质学报》总编、《地质论评》代主编, 对我国矿床地质学及整个地质学学术研究作出了巨大贡献。

宋叔和先生拥护党、热爱祖国、拥护社会主义、拥护党的改革开放政策。他一生光明磊落、淡泊名利、无私奉献地做人; 他兢兢业业、任劳任怨、扎实细致地做事; 他治学严谨、勇于创新、实事求是地做学问。为我国的国民经济建设和地质科学事业发展, 奉献了自己毕生的精力与心血, 作出了卓越的贡献, 是我们学习的光辉榜样。

宋叔和先生永垂不朽!

(据宋叔和先生治丧委员会 2008 年 2 月 6 日编“宋叔和院士生平”, 本刊编辑部略有补充、修改。)

