第 27 卷 第12期
1991 年12月

地質与勘探
GEOLOGY AND PROSPECTING

Vol. 27, No. 12
December, 1991

试论我国的大地化学背景

黎 彤 李 峰

（北京科技大学地质系）

大地化学背景是一种区域地球化学背景。计算深度为地壳最上部的构造层。中国构造层的平均厚度为7.1km，其总质量约为1.7×10^{17}t。大地化学背景比地壳和岩石圈的化学背景具有更高的肯定性。其背景值对区域成矿分析和矿产资源总量评价等工作，具有更大的实用价值。本文给出我国一级大地构造单元的大地化学背景值。

关键词：大地化学背景；构造层；中国

大地化学是大地构造地球化学的简称。中国大地化学是中国区域大地构造学和中国区域地球化学相结合的产物。

进行区域成矿分析或研究区域成矿规律时，通常都要考虑两个成矿背景：一个是区域大地构造背景，它控制矿床的时空分布；另一个是区域地球化学背景，它对矿床的形成和规模有重要影响。

区域地球化学背景随计算深度而异。例如，岩石圈化学背景的计算深度为软流圈上部界面；地壳化学背景的计算深度为莫霍界面；上陆壳化学背景的计算深度为康拉界面，等等。大地化学背景也是一种区域地球化学背景，其计算深度比康拉界面还浅，仅限于地壳最上部的构造层。构造层由沉积岩、变质岩和岩浆岩组成。其厚度根据区域地层表、地球物理资料及其地壳结构模型来确定。其地震波速度范围为$Vp=4.3\sim5.2$km/s，$Vs=2.6\sim2.8$km/s。我国构造层的平均厚度为7.1km，其质量为1681Gg*（$\approx1.7\times10^{17}$t），仅占我国陆壳质量的13.5%。

大地化学背景通常按照大地构造单元进行计算。因此，它实际上是一种综合反映各大地构造单元内构造层化学成分的定量指标。这种指标常用区域元素丰度值来表示。但对主要元素来说，也可用区域岩石平均化学成分来表示。由于缺乏微量元素资料，本文的计算仅限于主要元素。

目前我国有多种大地构造学说。不同的学说对我国大地构造单元采用不同的划分法和术语。由于原有资料所限，本文采用任纪舜等（1985）的分类和术语作为试点。并在二级构造单元的岩类分布统计基础上，给出一级构造单元的大地化学背景。

由于大地化学背景的计算深度较浅，仅限构造层，这就无需对深部硅铝层、硅镁层和超硅镁层的岩石成分进行间接推断。因此，直接根据三大岩类实际资料求得的大地化学

* 1Gg(地克)＝1×10^{20}g＝1×10^{14}t。

背景，比地壳和岩石圈的化学背景具有更高的肯定性。很显然，这对区域成矿分析、资源总量评价、环境地质调查、区域水质变化规律研究等工作，都具有更大的实用价值。

中国地台区的化学背景

中国地台区包括中朝准地台、扬子准地台和塔里木地台，总面积为320万km^2，占我国陆地面积的1/3。全区构造层的平均厚度为8.3km，仅为本区地壳平均厚度的1/5。全区构造层的质量为660 Gg(6.6×10^{10}t)，占本区地壳质量的17.9%（表1）。

全区进一步划分为28个二级构造单元，其构造层的面积和质量分布如表2所示。

在本区的构造层内，各类岩石的分布比例按二级构造单元分别统计。例如，中朝准地台的胶辽台隆，其构造层的质量为37.2Gg，

中国地台区构造层的基本参数　　表 1

地台	面积（万km^2）	厚度（km）	体积（万km^3）	密度（g/cm^3）	质量（Gg）	质量（%）
中朝准地台	144	8.4	1209	2.655	321	48.6
扬子准地台	111	7.6	844	2.334	197	29.9
塔里木地台	64	9.3	595	2.387	142	21.5
合计（平均）	320	(8.3)	2648	2.492	660	100.0

中国地台区二级构造单元的构造层面积和质量　　表 2

中朝准地台			扬子准地台			塔里木地台		
二级构造单元	面积（万km^2）	质量（Gg）	二级构造单元	面积（万km^2）	质量（Gg）	二级构造单元	面积（万km^2）	质量（Gg）
阿拉善台隆	12.4	27.5	盐源—丽江台缘褶带	3.1	5.4	库鲁塔克断隆	1.8	4.1
鄂尔多斯台缘褶带	5.5	12.3	龙门—大巴台缘褶带	5.6	10.2	柯坪断隆	2.1	4.6
鄂尔多斯台坳	26.7	60.3	四川台坳	18.7	33.0	铁克里断隆	1.1	2.5
内蒙地轴	14.5	31.6	康滇地轴	10.8	19.4	北部台坳	46.6	102.6
山西断隆	19.3	43.2	上扬子台褶带	34.6	61.3	南部台坳		
燕山台褶带	6.2	13.7	江南台隆	6.9	12.6	库东山前坳陷	3.4	7.5
华北断坳	29.8	67.4	江汉断坳	15.9	28.1	昆仑山前坳陷	5.1	11.3
胶辽台隆	17.1	37.2	浙西—皖南台褶带	9.0	16.0	中部台隆	4.2	9.4
鲁西断隆	6.3	13.9	下扬子台褶带					
豫西断隆	6.2	13.9	苏北断坳	6.4	11.4			
合计	144.0	321.0	合计	111.0	197.4	合计	64.3	142.0

中国地台区的大地化学背景值（wt%）　　表 3

构造单元	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	CO_2	H_2O^+	总和
中朝准地台	50.40	0.43	10.90	3.24	2.78	0.12	6.71	9.81	1.91	2.27	0.16	9.43	1.74	99.90
扬子准地台	49.54	0.45	9.60	3.10	3.15	0.11	7.38	12.89	1.32	1.47	0.11	8.46	2.37	99.95
塔里木地台	50.04	0.36	9.55	2.49	1.60	0.08	2.23	15.96	1.24	2.24	0.20	12.32	1.62	99.91
中国地台区平均	50.07	0.42	10.22	3.04	2.64	0.11	5.95	12.05	1.59	2.02	0.15	9.76	1.90	99.93

其三大岩类的质量分布比例（质量%）为：砂岩、石英岩等0.71；页岩、板岩、千枚岩13.53；灰岩、大理岩、白云岩21.53；片岩类11.36；片麻岩类10.14；变粒岩、麻粒岩、混合岩等13.53；花岗岩类23.25；闪长岩类0.34；辉长岩类0.48；橄榄岩类0.02；正长岩类1.23；中酸性喷出岩0.17；基性喷出岩3.71；合计为100。

以3个地台的构造层平均化学成分表示中国地台区的大地化学背景值（表3）。

从表3可以看出：中朝准地台K_2O和Na_2O含量高；扬子准地台FeO和Mg°）含量高；塔里木地台CaO和CO_2含量最高。

中国地槽褶皱区的化学背景

中国地槽褶皱区被地台区分割为3个彼此独立发展的亚区，即北缘亚区、青藏亚区和华南亚区，总面积为640km^2，占我国陆地面积的2/3；其构造层的平均厚度为6.4km，仅占该区地壳平均厚度的12.8%；全区构造层的质量为1021Gg，占该区地壳质量的11.7%（表4）。

1. 北缘亚区

位于中朝—塔里木地台以北，主要由一系列晚古生代褶皱系组成，属蒙古—乌拉尔构造域。本亚区包括东、西两部分，分别由6个和3个褶皱系带组成，其构造层面积和质量分布如表5。

由表5可见，东、西两部分构造层的质量大致相等，但面积却差别很大，这是因为西部有较大的构造层厚度（平均12.3km）。下面以大兴安岭优地槽褶皱带为例，说明本亚区二级构造单元的岩石分布统计（质量%）：砂岩、石英岩等16.02；页岩、板岩、千枚岩19.74；石灰岩、大理岩、白云岩1.82；片岩、片麻岩类2.56；变粒岩、麻粒岩、混合

中国地槽褶皱区构造层的基本参数 表 4

地槽褶皱区	面积（万km^2）	厚度（km）	体积（万km^3）	密度（g/cm^3）	质量（Gg）	质量（%）
北缘亚区	223	8.8	1962	2.396	470	46.0
青藏亚区	321	5.8	1862	2.626	489	47.9
华南亚区	96	2.6	250	2.480	62	6.1
合计（平均）	640	(6.4)	4074	(2.506)	1021	100.0

北缘亚区一级构造单元的构造层面积和质量 表 5

西部			东部		
一级构造单元	面积（万km^2）	质量（Gg）	一级构造单元	面积（万km^2）	质量（Gg）
阿尔泰褶皱系	6.4	19.9	额尔古纳褶皱系	6.7	12.2
准噶尔褶皱系	25.2	52.8	内蒙—大兴安岭褶皱系	74.1	137.1
天山褶皱系	51.1	161.3	吉黑褶皱系	49.6	71.8
			延边褶皱系	5.8	9.0
			上黑龙江冒地槽褶皱系	2.0	3.3
			那丹哈达优地槽褶皱系	2.1	2.9
合计	82.7	234.0	合计	140.3	236.3

岩等1.86；花岗岩类25.53；闪长岩类0.22；辉长岩类0.03；橄榄岩类0.51；正长岩类0.01；中酸性喷出岩24.98；基性喷出岩6.72。

本亚区大地化学背景如表6所示，由于天山褶皱系的平均化学成分与其他褶皱系(带)差异较大，致使东、西两部分化学成分明显不同。东部富SiO_2、Al_2O_3、Na_2O和K_2O；西部富MgO、CaO和CO_2。本亚区与南邻的中朝一塔里木地台相比，同样具有富SiO_2、Al_2O_3、Na_2O和K_2O的特征。

北缘亚区一级构造单元的大地化学背景（wt%） 表 6

一级构造单元		SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	CO_2	H_2O^+	总和
东部	额尔古纳褶皱系	69.56	0.34	13.49	1.98	1.76	0.07	1.26	2.53	3.06	3.76	0.15	0.83	1.10	99.88
	内蒙—大兴安岭褶皱系	65.92	0.52	13.41	2.86	2.25	0.08	2.20	3.81	2.42	3.33	0.20	1.31	1.60	99.91
	吉黑褶皱系	67.14	0.49	13.92	3.08	2.14	0.08	1.67	2.97	2.34	3.46	0.24	0.63	1.80	99.96
	延边褶皱系	66.14	0.66	13.95	2.79	2.63	0.08	2.08	3.20	3.03	3.36	0.24	0.43	1.37	99.95
	上黑龙江冒地槽褶皱带	62.82	0.59	14.08	3.20	2.59	0.10	2.50	4.79	2.54	3.04	0.26	1.61	1.79	99.90
	那丹哈达优地槽褶皱带	65.92	0.50	13.76	3.44	2.29	0.08	2.40	3.22	1.92	3.30	0.26	0.74	2.13	99.95
	平　均	66.45	0.51	13.60	2.89	2.21	0.08	1.99	3.47	2.45	3.39	0.21	1.04	1.64	99.93
西部	阿尔泰褶皱系	65.44	0.38	12.67	2.42	2.32	0.10	3.16	4.45	2.75	2.97	0.14	1.96	1.20	99.96
	准噶尔褶皱系	66.94	0.49	13.64	3.39	2.13	0.07	1.96	3.27	1.85	3.25	0.25	0.70	2.00	99.94
	天山褶皱系	54.05	0.39	10.72	2.57	2.24	0.10	3.85	11.59	1.97	2.38	0.16	8.51	1.40	99.93
	平　均	57.93	0.41	11.55	2.74	2.22	0.09	3.36	9.10	2.01	2.63	0.18	6.19	1.52	99.93
北缘亚区总平均		62.17	0.46	12.57	2.82	2.22	0.09	2.68	6.29	2.23	3.01	0.19	3.62	1.58	99.93

2．青藏亚区

位于中朝—塔里木地台以南和扬子准地台以西，由一系列巨大的显生宙褶皱系组成，从北向南依次出现加里东、海西、印支、燕山和喜马拉雅各期褶皱系，属喜马拉雅—特提斯构造域。

本亚区包括南、北两部分，北部由4个古生代褶皱系组成，南部由5个中新生代地

青藏亚区一级构造单元构造层的面积和质量 表 7

北部			南部		
一级构造单元	面积（万km^2）	质量（Gg）	一级构造单元	面积（万km^2）	质量（Gg）
祁连褶皱系	29.6	100.8	松潘—甘孜褶皱系	58.7	50.8
西昆仑褶皱系	12.7	36.5	三江褶皱系	32.5	26.5
东昆仑褶皱系	34.7	89.6	喀拉昆仑—唐古拉褶皱系	43.4	42.9
秦岭褶皱系	33.8	24.7	冈底斯—念青唐古拉褶皱系	51.0	80.3
			喜马拉雅褶皱系	24.6	36.5
合　计	110.8	251.6	合　计	210.2	237.0

槽褶皱系组成，其构造层面积和质量分布如表7。

由表7可见，南部面积比北部约大1倍，但北部构造层质量却比南部多6.2%，原因是北部构造层厚度较大，如祁连褶皱系的构造层厚度达14.1km。现以冈底斯—念青唐古拉褶皱系的拉萨褶皱带为例，说明本区二级构造单元的岩石分布统计（质量%）。砂岩、石英岩等14.22；页岩、板岩、千枚岩29.41；石灰岩、大理岩、白云岩30.82；片岩类1.36；片麻岩类1.31；变粒岩、麻粒岩、混合岩等4.68；花岗岩类17.17；闪长岩类0.05；辉长岩、橄榄岩类0.32；酸性喷出岩0.03；中性喷出岩0.55；基性喷出岩0.03。

青藏亚区一级构造单元的大地化学背景（wt%） 表 8

一级构造单元		SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	CO_2	H_2O^+	总和
北部	祁连褶皱系	57.62	0.43	11.82	2.54	2.00	0.08	2.41	5.23	2.10	2.54	0.16	2.06	0.98	99.97
	西昆仑褶皱系	59.35	0.45	11.81	3.09	2.96	0.12	5.70	6.99	2.25	2.39	0.13	4.09	1.64	99.97
	东昆仑褶皱系	57.30	0.34	10.31	2.13	1.87	0.08	2.88	11.38	1.93	2.34	0.14	7.98	1.27	99.94
	秦岭褶皱系	45.50	0.34	8.53	2.05	1.96	0.11	5.88	16.69	1.72	1.86	0.11	14.24	0.96	99.95
	平　均	60.40	0.39	10.95	2.42	2.08	0.09	3.39	8.84	2.02	2.38	0.14	5.69	1.17	99.96
南部	松潘—甘孜褶皱系	69.57	0.43	12.16	2.60	1.76	0.07	1.59	4.47	1.98	2.70	0.18	1.35	1.12	99.98
	三江褶皱系	52.80	0.33	9.18	1.92	1.55	0.07	2.17	15.42	1.59	2.08	0.15	11.62	1.05	99.95
	喀拉昆仑—唐古拉褶皱系	49.59	0.42	10.11	3.05	2.46	0.11	4.90	13.59	1.52	2.02	0.16	10.29	1.72	99.95
	冈底斯—念青唐古拉褶皱系	50.42	0.36	10.38	2.47	1.81	0.08	2.48	14.55	1.64	2.56	0.19	11.34	1.66	99.94
	喜马拉雅褶皱系	46.87	0.38	9.76	2.78	1.89	0.08	3.04	16.47	1.18	2.33	0.21	12.96	1.96	99.93
	平　均	54.21	0.39	10.50	2.59	1.90	0.08	2.77	12.54	1.62	2.41	0.18	9.23	1.53	99.95
青藏亚区总平均		57.37	0.39	10.73	2.50	1.99	0.09	3.09	10.66	1.82	2.39	0.16	7.42	1.35	99.96

华南亚区一级构造单元构造层的面积和质量 表 9

一级构造单元	面积（万km^2）	质量（Gg）
东部褶皱带	80.1	53.8
东南沿海褶皱带	8.9	4.6
海南岛	3.4	1.8
台湾褶皱带	3.6	1.8
合　计	96.0	62.0

华南亚区一级构造单元的大地化学背景（wt%） 表 10

一级构造单元	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	CO_2	H_2O^+	总和
华南褶皱系	68.81	0.42	12.30	2.60	2.39	0.08	3.29	3.46	2.46	2.52	0.13	0.29	1.22	99.97
东南沿海褶皱系	69.44	0.33	12.10	1.85	1.92	0.07	2.35	4.03	2.82	2.86	0.12	1.25	0.81	99.95
海南岛	67.79	0.52	12.79	2.02	2.39	0.08	2.41	3.89	3.21	2.99	0.16	0.89	0.81	99.95
台湾褶皱系	66.62	0.46	11.13	2.60	2.25	0.08	3.63	5.89	1.85	2.07	0.13	2.06	1.20	99.97
合　计	68.76	0.42	12.27	2.53	2.35	0.08	3.21	3.59	2.49	2.54	0.13	0.43	1.17	99.97

从本亚区的大地化学背景（表8）可以看出：南北部各褶皱系的平均化学成分变化范围均较大。总的看来，北部相对富SiO_2、MgO和Na_2O，南部富CaO和CO_2。

3．华南亚区

位于扬子准地台东南，由古生代和新生代褶皱系组成，中生代有强烈的构造岩浆活动，属太平洋构造域。

本亚区以华南褶皱系（加里东期）为主体，东南缘为海西期褶皱系，台湾岛为新生代褶皱系，海南岛通常归属东南沿海褶皱系。同北缘和青藏亚区比较，本亚区具有最小的面积和最薄的构造层厚度，其质量也最小。一级构造单元构造层的面积和质量如表9所示。亚区内岩石分布统计（质量%）以海南岛为例：砂岩类26.81；页岩类3.54；灰岩类2.10；片岩类6.65；花岗岩类48.33；正长岩类1.17；基性喷出岩11.40。本亚区大地化学背景如表10所示，这是含SiO_2最高的一个亚区。

4．中国地槽褶皱区

在全地槽褶皱区大地化学背景（表11）上，北缘亚区以高Na_2O和K_2O、低MgO和CaO为特征；青藏亚区则相反；华南亚区以高Na_2O、MgO，低K_2O、CaO为特征，3个亚区的化学成分有明显差异。

中国大地化学背景

1．平均化学成分

根据上述地台区和地槽褶皱区的构造层平均化学成分，采用质量加权平均求出中国构造层的平均化学成分（表12）。由表12可知，在全国大地化学背景上，中国地台区以富Fe_2O_3、FeO、MnO、MgO、CaO、CO_2和H_2O为特征，而地槽褶皱区则以富含SiO_2、Al_2O_3、Na_2O、K_2O和P_2O_5为特征。

2．主要元素丰度

根据表3、11、12的平均化学成分，可求出中国构造层13种主要化学元素的丰度值（表13）。这13种元素的丰度值约占中国构造层质量的99%，其余微量元素仅占中国构造层质量的1%±。因此，这13种主要元素的丰度值为中国大地化学背景奠定了基础。今后的任务是在此基础上补充计算几十种微量元素的大地丰度值。

由表13还可以看出，我国地台和地槽褶

中国地槽区的大地化学背景（wt%） 表 11

	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	CO_2	H_2O^+	总和
北缘亚区	62.17	0.46	12.57	2.82	2.22	0.09	2.68	6.29	2.23	3.01	0.19	3.62	1.58	99.93
青藏亚区	57.37	0.39	10.73	2.50	1.99	0.09	3.09	10.66	1.82	2.39	0.16	7.42	1.35	99.96
华南亚区	68.76	0.42	12.27	2.53	2.35	0.08	3.21	3.59	2.49	2.54	0.13	0.43	1.17	99.97
平　均	60.31	0.42	11.68	2.66	2.12	0.09	2.91	8.19	2.05	2.69	0.18	5.22	1.45	99.95

中国构造层的平均化学成分（wt%） 表 12

大地构造区	质量（%）	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	CO_2	H_2O^+	总和
中国地台区	39.28	50.07	0.42	10.22	3.04	2.64	0.11	5.95	12.05	1.59	2.02	0.15	9.76	1.90	99.93
中国地槽褶皱区	60.72	60.31	0.42	11.68	2.66	2.12	0.09	2.91	8.19	2.05	2.69	0.18	5.22	1.45	99.95
全国平均	100.00	56.29	0.42	11.11	2.81	2.32	0.09	4.10	9.71	1.87	2.43	0.17	7.00	1.63	99.94

中国构造层的主要元素丰度值（wt%） 表 13

大地构造区	质量		H	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Mn	Fe
	Gg	%													
中朝准地台	321	19.1	0.19	2.57	48.60	1.42	4.05	5.77	23.56	0.07	1.88	7.01	0.26	0.09	4.43
扬子准地台	197	11.7	0.27	2.31	47.79	0.98	4.45	5.08	23.17	0.05	1.22	9.21	0.27	0.09	4.61
塔里木地台	142	8.4	0.18	3.36	48.61	0.92	1.34	5.05	23.39	0.09	1.86	11.41	0.22	0.06	2.98
中国地台区平均	660	39.3	0.21	2.66	48.60	1.18	3.59	5.41	23.40	0.07	1.65	8.01	0.25	0.09	4.18
北缘亚区	470	28.0	0.18	0.99	48.65	1.65	1.62	6.65	29.06	0.08	2.50	4.50	0.28	0.07	3.70
青藏亚区	489	29.1	0.15	2.03	46.70	1.35	1.26	5.62	26.82	0.07	1.98	7.62	0.23	0.07	3.40
华南亚区	62	3.7	0.13	0.12	43.43	1.85	1.94	6.71	32.14	0.06	2.11	2.57	0.25	0.06	3.60
中国地槽褶皱区平均	1021	60.7	0.16	1.42	48.74	1.52	1.75	6.18	28.19	0.08	2.23	5.85	0.25	0.07	3.51
中国构造层总平均	1681	100.0	0.18	1.91	48.69	1.39	2.47	5.88	26.31	0.08	2.07	6.93	0.25	0.08	3.77

皱亚区的大地化学背景分属两种类型：①Si-Ca类型，有青藏亚区和3个地台区。它们之间的区别是：青藏亚区为Si-Ca-C型；中朝准地台为Si-Ca-Fe型；扬子准地台为Si-Ca-H型；塔里木地台为Si-Ca-P型。②Si-Al类型，北缘亚区和华南亚区属此类型，其中前者为Si-Al-K型；后者为Si-Al-Na型。这就是我国大地化学背景的基本轮廓。

今后的任务是在此基础上开展多级构造单元大地背景值的计算，尤其是补充许多微量元素的丰度值，为编制我国大地化学背景图或大地化学与成矿关系图奠定基础，并从理论和方法上积累经验。

主要参考文献

[1] 任纪舜等著，《中国大地构造及其演化》，科学出版社，1985年.

[2] 国家地震局，《中国地壳上地幔地球物理探测成果》，地震出版社，1986年.

[3] 黎 彤、倪守斌著，《地球和地壳的化学元素丰度》，地质出版社，1990年.

[4] 黎 彤．梅孜文，大地构造与成矿学，1990，第4卷，第4期，275~282页.

[5] 黎 彤，矿床地质，1991，第10卷，第1期，52~58页.

On the Tectonogeochemical Background in China

Li Tong Li Feng

The tectonogeochemical background is one of a larger regionality with the uppermost tectonic layer of the earth crust as its calculating thickness. In China his layer has an average thickness of 7.1 km and a total mass of about 1.7×10^{17} metric tons. The chemical background values of tectonic structure have a higher certainty than those of the earth crust and lithosphere. And the tectonogeochemical background is of greatly practical value to regional metallogenic analysis and mineral resource appraisement. The values of the background we dealt with for some first order geotectonic units in China are given in this paper