

库兹涅茨克山火山—沉积地层矿产分布 的基本规律

直到近年来,尚未见到有关库兹涅茨克山火山—沉积杂岩含矿性分析方面的著作。以前的一些学术著作,只涉及到了一定的矿产和划定了狭义的地层范围。本文是在区域火山—沉积杂岩多年研究成果的基础上写成的。其结论也是根据对二十多个被控制地段的资料研究而得出来的。同时还查明了地层的组构和物质成分,它们的相互关系,地层和建造归属,以及成矿特征和规模等。在上述的及前人资料的研究基础上,证实了矿层受一定层位的控制。此外,还作了建造分析,通过分析能表明含矿建造与区域地质构造发育过程中一定旋回和阶段之间的关系。

从剖面对比图(图1),可清楚地看到矿层是产在一定的地层层位中。例如铁矿床和矿化点产于下一中里非统的上科尔塔斯克组和下一中寒武统的卡内姆斯克组的火山杂岩中,并且,在这里仅集中地产在这些地层直接覆盖于科尔塔斯克组之上的那些地区内。原生锰矿和层状黄铁矿则产在下一中里非统的科尔塔斯克组底部、中里非统的卡贝尔津斯组上部和下寒武统的阿尔丹阶中下部。同样,磷灰岩也产在这些层位内,但是大量的磷酸盐类却集聚在文德组中。

建 造 特 征

人们通常认为建造就是岩石的自然组合,这些岩石在时间和空间上有成因联系,相应于地质构造旋回的一定阶段,并产在一定的地质构造带中。按照这个原则,在库兹涅茨克山地区,可划分出地台型和地槽型两种建造。

地槽型建造的垂向系列是由具一定排列形式的韵律交互层组成。而建造《韵律》的形成与区域地质构造发育旋回有关,特别是与剖面中火山周期性喷发现象有关(图2—1)。根据地质构造旋回出现的时间,可划出三个建造类型,即在地槽发育过程中的前贝加尔旋回建造、贝加尔旋回建造和加里东旋回建造。

目前仅在该区南部发现有前贝加尔旋回的建造,在这里分布有亚复理石的钙质层凝灰岩建造及与其类似的变质岩。

亚复理石钙质层凝灰岩建造在成分上不同于下里非统的卡法尔组;其厚度在1500米以上。该建造由具灰质基底胶结物的凝灰细砾岩、凝灰砂岩、凝灰粉砂岩,以及层凝灰岩和酸性凝灰岩的韵律交互层组成。在韵律层的上部,是混有凝灰物质的灰岩层。碎屑物的分选性好,而滚圆度很差,常常呈片状和带棱角状。由一些微晶霏细岩、英安玢岩、安山玢岩、晶

界	系	梳	组
古	史	中	里利
		下	牛内塔
		上	马字
生	武	中	新克
		下	乌斯特-红皮武里
		上	别勒全
界	艾	中	西得拉
		下	卡贝尔全
		上	科赖塔斯
菲	里	中	马鲁欣
		下	加塔尔
		上	

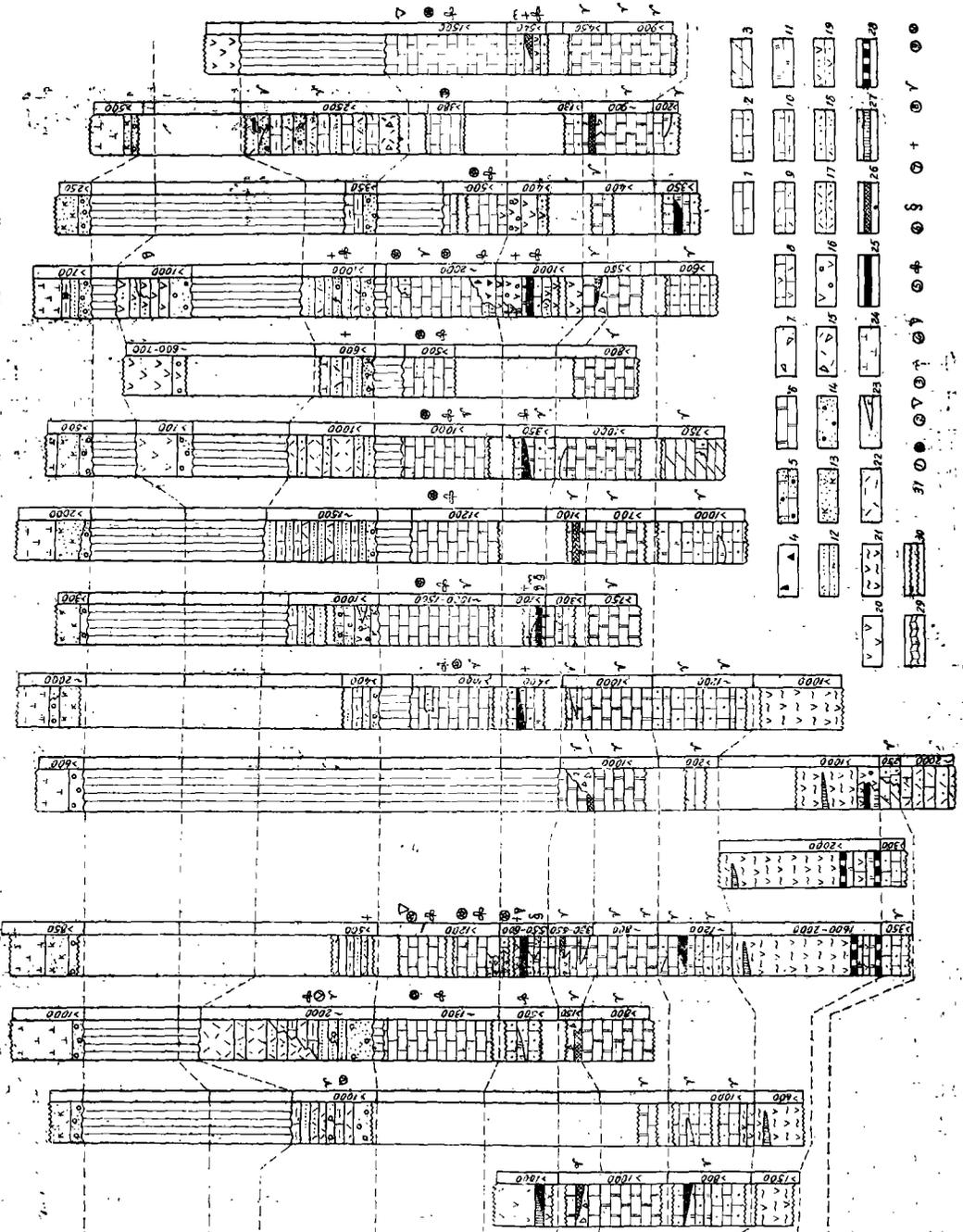


图 1 库兹涅茨克山轴部剖面对比图

1—灰色、白色礁灰岩和藻—藻灰韵律层状碎屑灰岩；2—深灰色、黑色韵律层状碎屑灰岩；3—海绵状灰岩；4—灰质角砾岩；5—灰质砾岩和灰质砾岩—角砾岩；6—灰色叠层状、灰岩状白云岩、藻灰结核状白云岩；7—白云质角砾岩；8—具基性凝灰岩夹层的凝灰质灰岩；9—具酸性凝灰岩夹层的凝灰质灰岩；10—再沉积的碳酸盐类岩石（最主要的是灰质—白云质砂岩和粉砂岩）；11—硅质片岩、海绵硅质岩和硅质岩；12—复矿砂岩、粉砂岩；13—红色砂岩、细砂岩、粉砂岩和复矿凝灰砂岩；14—有侵入岩卵石的复矿砾岩；15—具酸性火山岩碎屑的凝灰角砾岩；16—有基性火山岩碎屑的凝灰砾岩；17—酸性层凝灰岩和凝灰岩；18—带有火山岩碎屑的凝灰岩—陆源岩石；19—玄武质玢岩的凝灰岩；20—玄武质玢岩及其凝灰岩；21—沿中基性喷出岩和凝灰岩分布的绿泥石片岩和角闪石—绿泥石片岩；22—酸性喷出岩；23—橄辉玄武岩质的枕状熔岩；24—含硫钙霞石的粗面安山玢岩、粗面玄武质玢岩及其凝灰岩；25—含磷硫的锰矿石；26—磷灰岩；27—赤铁矿—磁铁矿石、磁铁矿石；28—含磷和硫的黄铁矿石；29—单位地层的海进关系；30—单位地层的构造关系；31—古生物化石；①—原古杯 ②—三叶虫 ③—腕足类 ④—铍水晶 ⑤—附生植物化石 ⑥—有孔虫类 ⑦—海绵骨针 ⑧—微植物化石 ⑨—微化石

剖面：

- I—阿尔扎斯—巴彦扎斯河；
- II—黑尤斯河；
- V—小图穆亚斯河；
- VI—乌萨河上游；
- IX—B·乌萨河上游；
- XI—左鲍戈尤勒河和右鲍戈尤勒河；
- XII—拉斯泰河；
- XV—孔达特河口附近的基亚河；
- II—韦平霍—基勃拉斯河；
- IV—乌季斯矿床区；
- VI—列里苏—阿姆扎斯河；
- VII—沙泰河口之上的乌萨河；
- X—乌斯片干河；
- XI—基斯基沙蒂里—乌柳普河；
- XIV—塔拉诺蒂干河；

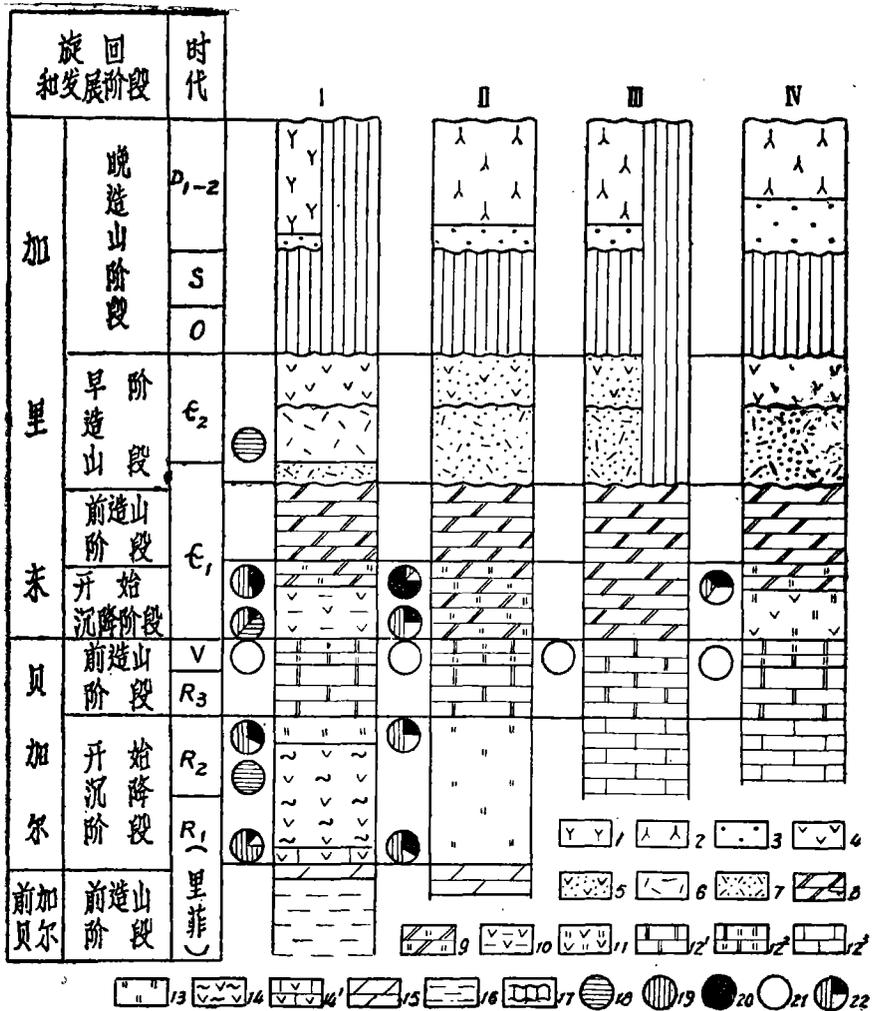


图2 库兹涅茨克山地槽带古构造中火山——沉积型矿产的分布

垂直建造系列： I—前寒武纪基底中的优地槽带； II—过渡带； III—刚性构造带； IV—寒武纪基底中的优地槽带

建造： 1-安山-玄武岩建造； 2-粗面玄武岩建造； 3-红色火山-陆源建造； 4-玢岩建造； 5-灰色凝灰-陆源建造； 6-斑岩建造； 7-灰色陆源建造； 8-礁灰岩建造； 9-凝灰质-硅质-碳酸盐类岩石建造； 10-安山-玄武岩建造； 11-碳酸盐-硅质-火山岩建造； 12-碳酸盐建造； a) 白云岩亚建造； b) 碳酸盐-白云岩亚建造； B) 灰岩亚建造； 13-硅质-碳酸盐建造； 14-辉绿岩建造； a) 辉绿岩建造中的灰岩-硅质岩-凝灰岩组合； 15-灰岩建造； 16-灰岩-层凝灰岩亚复理石建造； 17—沉积层缺失 矿产： 18—铁矿； 19—黄铁矿； 20—锰矿； 21—磷矿； 22—综合性矿石

注： 辉绿岩建造： 1-含锰硫化物-硅质片岩（佩特罗夫矿床）； 2-黄铁矿-磁黄铁矿矿石（佩特罗夫矿床）； 3-赤铁矿-磁铁矿矿石。硅质碳酸盐建造： 4-含锰-磷、硫化物-碳酸盐-炭质片岩； 5-炭硅质片岩； 6、7-菱锰矿矿石（乌辛斯克矿床）； 8、9-绿泥石—菱锰矿矿石（乌辛斯克矿床）； 10、11-灰质菱锰矿矿石（乌辛斯克矿床）； 12-含斧石的含锰凝灰质-碳酸盐-硅质岩石；（辛斯克矿床）。碳酸盐-硅质-火山岩建造： 13-含层状磷灰岩的硅质凝灰片岩（新小河露头）； 14-含石英脉的菱锰矿矿石 由西西伯利亚地质局中心实验室分析（此注为表2的）

质霏细状的火山玻璃、石英及斜长石碎屑组成。灰岩层具有平行层理，有时为斜层理，常具滑动构造。

沿剖面向上，亚复理石钙质层凝灰岩建造逐渐过渡为灰岩建造。由下里非统含微植物体的黑色礁相灰岩和碎屑灰岩组成。厚度不大，约250—350米。该建造的特点是组分相当纯，甚至连很少量的陆源物和火成碎屑物质的混入物都没有。

发育的贝加尔建造类型，有辉绿岩建造、硅质—碳酸盐建造和碳酸盐建造。

辉绿岩建造（厚度大于2000米）是从下一中里非统的科尔塔斯克组划分出来的。沿深大断裂带发育，由具微晶结构、玻璃交织结构及细碧结构的绿色岩—蚀变玄武质玢岩、安山—玄武质玢岩及其凝灰岩组成。

喷出岩化学分析（表1）表明，在该建造的岩石组分中，有色矿物具明显优势（占岩石体积的55%）。其中主要的组分是镁铁硅酸盐类矿物。岩石被钠长石化，特点是钠的含量明显地大于钾。建造主要由喷出岩组成，仅在其上部广泛发育有火山碎屑岩（粉砂质凝灰岩、火山凝灰岩和砂屑凝灰岩），铁矿即产在其中。透镜状矿体是一些含铁、铜、铅和锌硫化物杂质的磁铁矿矿石和赤铁—磁铁矿矿石。磁铁矿和赤铁矿为层状、透镜体、矿条及成浸染状分布于凝灰岩之中。矿石中见有沉积构造（透镜状、平行层状和交错层状构造），以及矿化物质再沉积的层有被微侵蚀的现象。

建造的底部是灰质—硅质—凝灰质岩石的组合（厚度250—500米）。由基性成分的薄层凝灰岩、炭质—硅质页岩和带有凝灰杂质的灰岩组成；有时可见到含铁石英岩层。在该段的底部和顶部，已追索到磷灰石—锰—黄铁矿矿化的炭质—硅质页岩层。矿体为层状，厚度25—30米，具稠密浸染状和致密状的黄铁矿—磁黄铁矿和黄铁矿矿石，其中还含磷（ P_2O_5 9.7%）夹层（1—5厘米）和锰（ MnO 1—6%）的薄层页岩（表2）。现已查明，在黄铁矿矿石中，金、银、铜、锌、铅和钡的含量都高于正常含量。

硅质—碳酸盐建造分布于从刚性构造（地块）向优地槽带的过渡地区，是从中里非统的卡贝尔金斯克组划分出来的。是一套巨厚的（达1200米），夹有黑色硅质页岩、硅质页岩和炭质—硅质页岩薄层的碎屑灰岩。灰岩呈黑色韵律层，碎屑物质分选性较好，粒度从中等大小的砂粒到粉砂粒，内混有基性和中基性成分的火山碎屑物质。在岩层的下部，见有安山—玄武质岩质的凝岩夹层。

同时，在建造剖面的上半部出现磷灰石—硫化物—锰的矿化现象。它们产在具有硫化物矿化作用富集的炭—硅质页岩层中。此外，这里还有贫锰灰岩（ Mn 1—3%）及夹有贫碳酸锰矿（ Mn 12%）和磷灰石（ P_2O_5 10%）薄层及透镜体的页岩。

碳酸盐建造主要分布于刚性构造（地块）发育的地区。在这里具有极大的厚度（约2500米）。在该建造的组分中，随着所处构造带的位置不同，分别形成上里非统和文德组，或中下里非统和文德组这两组不同的沉积组合，它们中都有与其相应时代的微植物化石群。建造的成分相当稳定。仅在其剖面的下部和顶部发现有某些变异，因此，该建造内又可划分出一系列的亚建造。

在稳定地块的中央部分，灰岩亚建造组成了整个建造剖面（中里非统卡贝尔金斯克组的碳酸盐型建造）的基底，是一些内夹变质碎屑物薄层和透镜体的黑色礁灰岩层。

建造剖面的中部和上部的一部分是由白云岩亚建造组成的。它是一些灰色叠层灰岩状的

表1

火山岩建造中喷

样品种类	重 量										
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	挥发分	P ₂ O ₅
1(10)	51.52	1.96	16.93	2.17	5.54	0.15	8.95	4.03	0.58	3.47	0.34
2(23)	48.47	1.73	14.84	3.11	8.50	0.20	8.32	2.88	0.31	5.36	0.30
3(5)	48.12	1.08	8.40	3.64	—	0.58	0.97	2.93	1.40	2.04	0.09
4(5)	74.76	0.15	11.52	1.76	0.16	0.04	0.28	1.25	7.54	0.93	0.03
5(10)	50.76	1.57	16.49	2.48	7.05	0.15	5.29	4.80	1.27	4.39	0.44

注：1—辉绿岩建造中的安山—玄武玢岩 (Rf₁₋₂)；

2—碳酸盐—硅质—火山岩建造中的安山—玄武玢岩 (Cm₁)；

3—斑岩建造中的石英斑岩 (Cm₁₋₂)；

表2

编号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	MnO	BaO
1	38.74	—	3.00	30.47	—	1.80	1.37	2.28	—
2	26.00	—	4.80	36.03	—	2.67	4.79	2.63	—
3	13.14	0.20	2.24	61.09	20.57	0.14	1.40	0.13	—
4	6.68	0.19	0.45	82.53	—	13.87	5.24	4.35	—
5	22.38	—	0.79	27.32	—	6.18	5.26	6.54	—
6	8.00	0.17	0.19	8.65	—	6.30	2.10	38.51	0.20
7	10.75	0.21	0.19	8.65	—	6.30	2.26	34.83	0.15
8	17.29	0.20	0.38	21.32	—	6.98	2.59	26.97	0.06
9	12.32	0.27	0.57	9.30	—	9.01	2.59	35.17	0.08
10	9.74	0.07	0.95	2.95	—	31.33	4.98	13.89	—
11	3.23	0.04	0.20	1.00	—	40.14	2.93	10.89	—
12	37.48	5.70	8.23	11.38	—	13.06	4.37	7.02	0.54
13	72.41	0.32	5.92	1.26	1.32	8.71	0.10	0.06	—
14	14.05	0.21	3.59	16.42	—	3.24	1.52	29.50	—

出 岩 石 的 化 学 成 分

(%)	扎 氏 数 值 特 征										
V_2O_5 合计	a	c	b	s	f'	m'	c'	a'	n	φ	t
0.05 99.71	10.18	6.81	20.07	62.94	38.21	38.57	23.22	—	91.5	10.03	2.80
0.04 99.80	7.26	6.91	25.63	60.20	45.10	39.90	15.00	—	94.0	10.80	2.50
0.02 99.77	8.07	0.85	5.47	85.61	64.30	23.80	—	11.90	75.8	54.70	1.06
— 99.89	13.24	0.33	4.28	82.15	58.46	18.46	—	23.08	19.9	33.80	0.25
0.04 99.33	13.12	5.12	19.39	62.37	48.70	42.39	8.91	—	84.6	24.40	2.31

4—斑岩建造中的石英斑岩 (Cm_{1-2})； 5—斑岩建造中的安山—玄武玢岩 (Cm_2)；
 括号内是分析量。还有MgO为分别4.34、5.24、0.80、0.47、4.60
 样品分析者：西西伯利亚地质局中心实验室

P_2O_5	V_2O_5	B_2O_5	K_2O	Na_2O	挥分	CO_2	Co	S	H_2O^+	合计
1.43	—	—	0.06	0.05	21.16	—	—	18.42	—	100.27
0.87	0.14	—	0.09	0.06	21.50	—	—	20.40	—	102.45
0.04	0.05	—	0.06	0.07	—	—	—	—	—	99.13
10.21	0.01	—	0.12	0.26	23.78	19.11	—	4.59	—	97.69
3.50	0.12	—	0.17	0.11	23.05	23.05	—	1.26	—	96.42
0.36	0.03	0.05	0.08	0.18	—	34.12	—	0.62	0.84	100.40
0.34	0.02	0.05	0.07	0.26	—	34.50	—	0.15	0.50	99.63
1.03	0.04	0.15	0.03	0.18	—	19.10	—	0.26	5.20	101.78
0.32	0.03	0.05	0.03	0.20	—	25.86	—	0.12	3.60	99.52
0.54	—	—	0.08	0.14	—	34.46	0.22	0.09	—	99.44
0.13	—	—	0.07	0.13	—	40.45	1.11	0.17	—	100.49
0.37	0.06	1.90	0.16	0.41	—	5.20	—	0.05	4.24	100.17
6.04	—	—	1.10	2.22	1.30	—	—	—	—	100.76
0.59	—	—	1.50	0.05	28.70	28.70	—	0.67	—	99.37

白云岩层(厚度800—1000米),其中有很少数的白云岩碎屑和藻灰结核状的白云岩薄夹层及小透镜体。根据地层的对比,该亚建造应属于上里菲统或上里菲统和文德组的沉积组合。

硅质白云岩建造(厚500—600米)构成了稳定地块边缘带内碳酸盐建造剖面上部。时代相当于文德组,并且包括文德组剖面中硅质—白云岩沉积岩层分布的地带在内。亚建造是一些夹有黑色燧石和藻灰结核状白云岩薄层的细碎屑状白云岩层。在与白云岩亚建造的接触带中,见有许多白云岩角砾,而且常是一些粗大的角砾。磷灰石的主要矿化作用就在该亚建造的沉积岩层中。矿化组分有磷灰石—白云岩角砾,以及泥岩状碎屑磷灰石和而状磷灰石的薄层和透镜体。

由于库兹涅茨克山是一个加里东期的固结带,因此,区内分布有加里东期地槽发育旋回各个阶段的建造,即从开始拗陷阶段到晚期造山阶段的建造都有。开始拗陷阶段的建造类型也是沿深大断裂带集中分布,由安山玄武岩建造、碳酸盐—硅质—火山岩建造和凝灰质—硅质—碳酸盐建造组成。

碳酸盐—硅质—火山岩建造分布于该区的中央部分,是一套厚度达1000—1500米的沉积—火山岩地层,其中发现有属下寒武统阿尔丹斯克组下半部的动物化石群。

建造剖面的成分是多种多样的。下部是安山—玄武玢岩,及其凝灰岩的小薄夹层。具微晶结构和玻晶交织结构的喷出岩,在其岩流的边缘部分往口伴有杏仁构造和角砾构造。就岩石的化学特征来看(表1),它们属于暗色岩类。其中有色组分占60%以上,是一些镁铁矿物的变种。就a与c之比值来看,这些岩石的矽含量很低,钠的含量明显地大于钾。

建造剖面的中部,是含有凝灰杂质的暗—灰色韵律层状碎屑灰岩,其中夹有安山—玄武玢岩质的碎屑凝灰岩,含黑色硫化物的碳—硅质和硅质岩层及海绵硅质岩薄层。锰矿石和磷灰石即产在该碎屑灰岩层中。在研究程度最高的小乌留宾斯克锰矿点内,矿化形成含锰量为20—38%的菱锰矿层,厚度2米。在新小河矿点上,曾有人描述,在该同一层位的碎屑灰岩中有含磷灰石层,它是一些薄层炭—硅质页岩与夹有这些炭—硅质页岩薄层(厚度0.2—0.5米)的凝灰页岩的交互层,而在炭—硅质页岩中,又夹有2—3毫米的泥岩状磷灰石小薄层和透镜体,其中 P_2O_5 的含量在12—33%(表2)。

建造剖面的顶部是具有相变岩石的组合。此处,分布有火山碎屑岩和火山混杂岩,它们往往是一些粗屑的,而且具有极少数的几个安山—玄武玢岩流,还有海绵灰岩透镜体,以及带有凝灰杂质及海绵硅质岩和炭硅质页岩夹层的碎屑灰岩层。在碎屑灰岩层中,又见有锰和金含量较高的磷灰石碎屑和透镜体。

安山—玄武岩建造保留下来的仅是在靠近该区的扎洛多—卡塔姆斯克构造带中。它实际上是一套下寒武统的火山沉积岩层,厚度达1000米以上,由安山—玄武玢岩及其凝灰岩组成。凝灰岩在成分上的特征及岩石化学数据与鉴定碳酸盐—硅质—火山岩建造时的记录是相似的。建造剖面的底部,见有凝灰质灰岩和燧石薄层,在阿尔扎斯河剖面中(图1),含铁石英岩和含锰碳酸盐类岩石(Mn含量7.9%),即产在这两类岩层中。

凝灰质—硅质—碳酸盐建造,代替了水平方向建造系列中的安山—玄武岩建造,属于下寒武统阿尔丹组的下半部。它由灰黑色韵律层状碎屑灰岩组成,其中混有中基性成分的火成碎屑物质和夹有海绵硅质岩薄层。锰和磷矿化与该建造的沉积岩层有关。如乌幸斯克锰矿床和塔马雷克锰—磷矿床就产在其中。

在乌辛斯克矿区内，建造剖面的下部与碎屑岩和海绵硅质岩一样，其中也有灰岩中的贫锰矿变种（Mn含量为50%）和碳酸盐型贫锰矿石夹层（Mn含量5—13%）。矿层产在剖面的上部，厚度在1000米以上，包括10个矿层，每层厚度2.5—14米，矿层夹层的厚度为2—5米。

矿石呈细韵律层状，碎屑物质分选性很好。矿石中常见的是粉砂状和砂状结构，有时也见到含矿细砾岩和含矿角砾岩。在矿或矿层之下，于韵律层的基底，常有滑动构造和带剥蚀现象。

根据成分，矿石可分为三种类型，即菱锰矿矿石、钙质菱锰矿矿石和绿泥石—菱锰矿矿石（表2）；而根据结构构造特征，可分为球粒碎屑状、碎屑球粒状及球粒状三种类型的矿石。

矿间夹层是植物灰岩和海绵灰岩中的含菱锰矿钙质砂岩、角砾岩、杂色燧石，以及中性成分的火山灰凝岩、粉砂质凝灰岩、细屑凝灰岩等。矿石和矿间夹层特点是有凝灰杂质、薄夹层（厚3毫米）、小透镜体、黑色泥岩状磷灰石的小结核和碎屑，以及细粉状硫化物杂质，直到形成致密状黄铁矿矿石的薄层（厚度5厘米）。在矿层中，特别是在富含凝灰质的夹层中，钛、钨、硼（ B_2O_3 含量达2%）的含量都超过了正常含量。

在库兹涅茨克山加里东地槽发育过程中的造山前阶段，广泛发育了礁灰岩建造。

礁灰岩建造是由浅灰色生物灰岩、植物灰岩和生物碎屑灰岩组成。在其上部广泛分布有叠层灰岩和藻灰结核灰岩。建造岩石的特征是成分非常纯，甚至很少量的陆源物质也未发现，只是在建造底部的附近见有火成碎屑杂质。

在稳定地块中，礁灰岩建造超覆于贝加尔地槽旋回的碳酸盐沉积建造之上，厚度极大，可达1500—2000米，几乎占据了中寒武统的一半。在优地槽带中，礁灰岩建造的下伏岩层，为碳酸盐—硅质—火山岩建造和凝灰质—硅质—碳酸盐建造，时代属于中寒武统的阿尔丹和连斯克组。

加里东地槽旋回早期造山阶段的建造类型，包括下一中寒武统和中寒武统沉积中的火山—陆源杂岩。在其组分中，可划分出火山成因的玢岩和斑岩建造及由灰色陆源建造和凝灰质—陆源建造组成的下部磨拉石建造。

斑岩建造主要分布在优地槽带中，产于倒转地背斜的隆起部分。有时见于刚性地块内，在这里，显然与造山运动同时产生的断裂有关。斑岩建造的沉积岩层不整合地超覆于前地槽旋回建造之上，实际上具有火山成因的成分。

该建造是从卡内姆组划分出来的（厚度大于1000米），时代原定为下一中寒武统。地层未经古生物学鉴定，但根据对未变质的石英斑岩全样进行的钾氩法测定的结果来看，其同位素年龄为535—545百万年，相当于中寒武统。在优地槽带内，建造由石英斜长斑岩、斜长斑岩，及其凝灰岩组成。在其建造的上部，出现辉石—斜长石斑岩和斜长石玢岩及其熔岩角砾和凝灰岩。在中间地块内部，建造的组分便有所变化。在这里，分布的是碱含量较高的石英斑岩（表1，样品4），并有相当数量的流纹斑岩和粗面斑岩，及其凝灰岩。喷出岩的基质除具微晶霏细结构和球粒结构之外，还广泛发育粗面结构。建造中大量的是凝灰岩，是一些砂岩、砂岩和砾岩的变种；就其成分来看，为晶屑凝灰岩、玻屑—石屑凝灰岩及玻屑凝灰岩。在石英斜长斑岩中的晶屑凝灰岩里，见有原生岩浆角砾岩。

建造的底部为沉积岩薄层，由一些韵律层状的砾岩、细砾岩及砂岩组成。其中还有再沉积的碳酸盐类岩石夹层。

这些岩相，据其分布局限的范围，建造的巨大厚度，凝灰角砾岩和熔岩角砾岩的广泛发育，自岩浆角砾岩和球粒状石英斑岩的存在等来看，可能很大一部分的火山岛岩都属于近火山喷口相的岩石。

该建造是含铁建造。铁矿化于凝灰岩—层凝灰岩层中，形成一些透镜体状和层状的磁铁矿矿体，其厚度几米到几十米。矿体还有含铁碧玉硅质岩和层凝灰岩的夹层及透镜体。矿体呈条带状、层状构造，有时见有斜条纹状构造。

在水平方向的建造系列中，灰色的陆源建造代替了斑岩建造，并且不整合地超覆于加里东和贝加尔地槽旋回早期的建造之上。它由巨厚的（2500米）韵律层状陆源岩石组成，并且在与斑岩建造沉积相伴生的带中，富含火成碎屑杂质及具有酸性凝灰岩的夹层。

在建造的基底是底砾岩，含有下伏建造岩石的卵石，而这些下伏建造内又含有中里菲世、上里菲世、文德期及早寒武世的古生物化石。侵入岩的卵石是细晶花岗岩、花岗岩、钙碱性正长斑岩、石英正长斑岩，以及花岗斑岩。

建造的沉积物特点是具韵律层，并常有斜层理，分选性好，在碳酸盐类岩石的夹层中，有以砂屑岩状和粉砂岩状为主的陆源物质中的多种矿物成分。

玢岩建造（厚度600到1000米）是从中寒武系的别里库利斯克和鲍戈龙利斯克岩系中划分出来的。它与底部的玄武砾岩层呈不整合接触，并超覆于灰色陆源建造之上。

建造由基质具玻晶交织结构、交织结构和空隙充填结构的橄榄玢岩，橄榄辉石玢岩和辉石玢岩，及其凝灰岩组成。同时还有广泛发育的安山玄武玢岩及其凝灰岩（表1）。岩石中二氧化硅是微饱和状态，其中淡色矿物和深色矿物的含量几乎是相等的。在深色矿物组分中，以镁铁硅酸盐为主。钠的含量明显地大于钾，也未见到钾长石。但与地槽旋回早期阶段的安山玄武岩相比较，该建造的岩石是富钾的。另外在建造的组分中，凝灰角砾岩、凝灰砂岩和凝灰砂岩的夹层相当少见。

灰色凝灰质陆源建造相变为玢岩建造由富含火山碎屑杂质及夹有中基性凝灰岩薄层的复陆源岩类岩石组成（砂岩、粉砂岩）。在建造剖面中，再沉积的碳酸盐类岩层分布很广泛，间或也见有砾岩、砾岩角砾岩的夹层，并且在夹层的岩石碎屑中，含有里菲纪和早寒武世的古生物化石。

加里东构造旋回晚期造山阶段的建造组合为下一中泥盆系的红色火山陆源建造、粗面玄武岩建造及安山玄武岩建造。

具有大沉积间断的红色火山—陆源建造的底部为底砾岩层，产于前寒武系及早古生界的沉积之上。呈红色的火山岩层，其中砾岩、细砾岩、砂岩及粉砂岩广为分布。特别是在剖面的上部，有大量的安山玄武玢岩和粗面玄武玢岩及其凝灰岩。碎屑的成分是多种多样的，其上部层位则是火山混合岩类的碎屑岩。岩石的碎屑物质分选性好，呈韵律层状。就其成分和特征来看，相当于磨拉石建造的上部岩层。

安山玄武岩建造发育在区域西南部的上叠式或继承式山间洼地中。主要由安山玄武岩成分的火山岩及其凝灰岩组成。喷出岩具有岩壳的特征，为安山玄武玢岩、玄武玢岩及安山玢岩，它们具有古熔岩基质的填间结构。在熔岩流的边缘部分，喷出岩呈淡紫色和紫色的

玻璃状。

火山凝灰岩发育非常广泛，为石屑凝灰岩和晶质—石屑凝灰岩及凝灰角砾岩。

粗面安山岩建造发育在库兹涅茨克山东坡及上叠武山间洼地中。它包括下一中泥盆统的贝斯卡尔斯克岩系及萨尔加茨科岩系，并且在水平方向建造的系列中替代了安山玄武岩建造。它由玄武玢岩、安山玢岩、安山玄武玢岩、粗面玄武玢岩、粗面安山玢岩及其凝灰岩组成。此外，苦橄玢岩、苦橄玄武玢岩都相当发育，其特点是存在一系列含霞石岩类：沸霞斑岩、硷玄岩、响岩等。它们较晚于火山岛岩的基质，并形成层状的次火山岩体和岩脉。熔岩流的厚度不大，具有完整清楚的边缘部分。火山碎屑岩较少，是一些基性、中—基性成分的凝灰和凝灰角砾岩。沉积岩形成几层淡色的、主要是火山混合岩类的砂岩和粉砂岩薄层。

地台型建造是中生代和新生代的大陆沉积岩层。在其组分中可划分出风化壳及其再沉积产物的杂色建造，以及含煤建造和灰色陆源建造。

大地构造发育史

从一系列的建造分析，证明了库兹涅茨克山历经了从早里菲世到早古生代这个漫长的地槽发育过程。最初关于地质构造发育史方面的报导，认为该区南部有早里菲世。这里分布有灰岩—层凝灰岩的亚复理石建造。从层理成分和特征方面来看，相当于地槽发育过程中造山前阶段的复理石建造。前贝加尔地槽旋回是以薄层灰岩建造的形成而结束的，很显然，这种建造反映了构造条件暂时稳定的周期性。

在下一—中里菲世的前贝加尔旋回末，稳定的构造环境被新的拗陷所代替，并形成与之有关的辉绿岩建造。构造条件的再现，在时间上大约相当于贝加尔地槽旋回的初期。在垂直方向的建造系列中，碳酸盐建造替代了辉绿岩建造的沉积岩层，很显然，它的形成是和构造运动形迹的变化，以及随后稳定的条件有关。这个局部回返现象在时间上相当于邻区中贝加尔构造旋回的末期阶段。但在库兹涅茨克山，这个局部回返也并未完成。

加里东旋回开始出现了新的拗陷，到文德期末已经稳定下来，而在寒武纪早期拗陷作用最强烈。一系列的安山玄武岩建造、碳酸—硅质—火山岩建造，以及凝灰质—硅质—碳酸盐建造的形成都与之有关。到早寒武纪的末期，下降运动区域明显地缩小了，而碳酸盐聚集区却广为分布。这个阶段相当于加里东地槽旋回的造山前阶段，并形成了礁相灰岩建造。

在库兹涅茨克山中，普遍地回返和形成褶皱山的过程，经历了从中寒武世到早泥盆世这个相当长的时期。在该阶段中还形成了灰色陆源、凝灰质—陆源玢岩和斑岩建造，而花岗岩类建造内与造山运动同期的深成岩侵入体是在该阶段初期侵入的。由于造山阶段强烈的构造运动，使得无论在优地槽带，还是在造山阶段的火山岩建造与之有关的刚性构造区域中（中间地块的破碎带）都出现了大量的断裂构造。沿断裂面可清楚地观察到这些建造内熔岩成分的变化情况，其中包括从活动的优地槽带向中间地块型构造区熔岩的硷性由低增高。

在库兹涅茨克山，地槽发育末期阶段的特点是形成红色的上磨拉石建造（火山—陆源建造），并有强烈的玄武质火山作用出现。

在晚期，古生界和中生界分布区形成一个剥蚀区，即陆源物质沉积于拗陷和盆地附近的褶皱山区。

因此，有人认为库兹涅茨克山是一个完整的地槽发育区。在其范围内，出现了两个不完全的构造旋回（前寒武纪和寒武纪的）和基本完全的构造旋回—加里东旋回，在年青的山系中，区域形变与此有关。

水平方向的建造系列分析证明，库兹涅茨克山地槽构造是复杂的。在这里，从早期构造旋回开始，就发育有与古老基底深断裂和刚性断块（中间地块型构造）有关的优地槽区。在这些刚性断块区内，从地槽早期开始，形成了灰岩建造，但在拗陷阶段开始，这里就有较深水的沉积地貌。优地槽的特征是具有最大的拗陷速度和幅度，并可清楚地看到是产在洋壳古老基底的深断裂带中。与拗陷同时，还伴有辉绿岩建造和安山玄武岩建造形成，据古熔岩的特征和岩石构造判断，它是由海底裂隙喷溢而形成的。

碳酸盐—硅质—火山岩建造所分布的北东向优地槽带又有另外的一些特征。在这里，下伏沉积是碳酸盐建造，在其组分中，广泛分布有中间地块型刚性构造剖面中所特有的叠层石白云岩。由于北东向深断裂的存在，形成了碳酸盐—硅质—火山岩建造，从火山岩的特征来判断，这种建造与中心式的链形火山作用有关。

火山沉积杂岩的含矿性分析

在库兹涅茨克山，现已查明了七个含矿层位。其中最年青的一个与风化壳及其再沉积物中的地台型沉积建造有关。矿化体是一些次生的矿石（褐铁矿、软锰矿、硬锰矿和溶洞型磷灰岩），并富集在含矿地槽型建造之上的中—新生代风化壳带中。

其余的六个含矿层位，则产在前寒武纪和早古生代的地槽沉积岩层中。其中的三个具有磷灰石—锰—硫化物和磷灰石—硫化物—锰等，综合性的矿化作用，产在下一中里菲统的辉绿岩建造、中里菲统的硅质碳酸盐建造，以及下寒武统阿尔丹阶的安山—辉绿岩建造、碳酸岩—硅质—火山岩建造和凝灰质—硅质—碳酸盐建造之中。有一个层位（含磷灰石层）是产在文德阶的硅质白云岩剖面中（属于碳酸盐建造中的硅质—白云岩建造），还有两个层位（含铁层位）产于下一中里菲统（辉绿岩建造）和下一中寒武统（斑岩建造）的火山沉积岩层中。

现已查明，成矿与火山作用密切相关。其表现为含矿层位产在火山沉积杂岩中，在围岩和矿石内亦有火山碎屑物质和凝灰岩的夹层，同时还形成硅质岩，矿化往往是综合性的，矿层集中地产生在优地槽拗陷的边缘地带和优地槽的深谷地带。

在古老含矿层的范围内，黄铁矿—铁—锰矿石—磷灰石等一系列最集中的含矿堆积地带，从优地槽的中心部分到拗陷边缘地区呈有规律地变化。成矿规模亦随时间而不一致。这点在分析具综合性矿化的含矿层位时表现得特别清楚。硫化物最大限度地聚集在早—中里菲期辉绿岩建造的底部。在这里，于强烈的硫化作用形成物的背景上，锰和磷酸盐的聚集占优势。这三种作用在中里菲统的硅质碳酸盐建造形成时，表现为均等的，并出现了大量小型的不含工业矿石的综合性矿化现象。库兹涅茨克山主要锰矿的时代是早寒武世，乌辛斯克矿床及一系列的锰矿化现象都与该时代的沉积岩层有关。大量聚积的磷灰岩和黄铁矿类矿石也是产在该时代的沉积岩层中，但硫化物和磷酸盐类的聚积作用，要比锰矿化作用显得弱得多。

在库兹涅茨克山的中部，大量的磷酸盐聚集在文德组的硅质—白云岩亚建造的沉积岩层

中，该亚建造的形成又与加里东地槽旋回初期的活化构造活动有关。它分布于从刚性构造中的造礁浅海向优地槽拗陷中的深海过渡的地带。在造礁浅海区的毗邻地带中，随着造礁斜坡的陡度不同，或是形成角砾状磷灰岩，或是形成碎屑状和砂屑状的磷灰岩。

含铁层位与辉绿岩和斑岩建造有关，铁的矿化和铁矿床都集中分布在深断裂带的毗邻地区。

最古老的含铁层位产在辉绿岩建造剖面的上部。其形成显然与伴随优地槽中基性火山作用末期出现的热液作用有关。从该时代矿化点和矿床的矿化规模来看，早—中里菲期的成矿作用是很弱的。

斑岩建造的形成，显然也伴有源于火山，并沿深大断裂和裂隙渗出的富含铁的热液。这里的斑岩建造在空间上与辉绿岩建造沉积共生，这个作用导致了来自辉绿岩建造内含铁沉积中成矿物质的迁移、富集及以后的再沉积。这里的矿化规模也相应地较大。

从上述资料分析可得出以下几点结论：

1、含矿建造形成于地槽发育的初期阶段，并与贝加尔和加里东构造旋回的表现相吻合。

2、在早期地槽的沉积剖面中，有两次矿化现象，产在火山活动旋回的初期和末期。因此，最富集的矿化多半是与火山期后热液作用有关。这就是说，早—中里菲期和中里菲期的含矿层位与在贝加尔构造旋回的早期地槽阶段中出现的火山作用时期有关。在加里东构造旋回中的安山—玄武质火山作用伴有文德组—下寒武统含矿层位的形成。其中的一层产在上文德和下寒武统剖面的底部，第二层富集在下寒武统乌斯季—孔达茨克岩系的上部。

3、火山沉积建造内部的矿化富集，可能仅是在长时间“静止”的条件下，也就是火山作用相当微弱的条件下形成的。

4、一系列黄铁矿—铁—锰矿石—磷灰岩的最大限度的矿化富集带，从优地槽的深谷到优地槽拗陷的边缘成有规律的变化，并且磷灰岩直接产在沿刚性构造倾向的斜坡上。

5、硫化物的最富集带是产在贝加尔地质构造旋回中地槽早期阶段的沉积岩内。相反地，锰却聚集于相当长的地质时代，即从古老的含矿层到下寒武统。

通过对库兹涅茨克山古老地层含矿性的分析，可得出如下结论：凝灰质—硅质—碳酸盐建造和碳酸盐—硅质—火山岩建造的地层对于寻找原生锰矿是很有远景的；碳酸盐建造中的硅质—白云岩亚建造可认为是产磷矿的层位。而对于寻找大型铁矿来说，最有远景的是下一中寒武统的斑岩建造。

（刘秀君译自苏联《岩石学与矿产》一九七八年第一期 洛长义校）