

Академия наук Украинской ССР

Я. Н. Белевцев

ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД МАГНИТНЫХ АНОМАЛИЙ

Издательство

Академии наук украинской ССР

киев-1954

本書詳細地敘述了蘇聯著名的克里沃羅格、克列明楚格、庫爾斯克、小興安嶺等含鐵岩石區的主要地質條件，分別分析了成礦因素及成礦規律性，並總結出一套普查磁性鐵礦的重要標志。蘇聯地質工作者以堅苦勞動所得來的這些寶貴經驗無疑對我國大規模社會主義建設中尋找鐵礦資源的工作有很大的幫助。因此，本書是從事普查找礦的地質人員的必讀書籍，也是其他地質工作者及地球物理探礦工作者的良好參考書。

磁性鐵礦的普查標志

著者	Я. Н. 別列夫采夫
譯者	石 林
校者	周 維 屏
出版者	地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3號

北京市書刊出版營業許可證出字第050號

發行者	新 華 書 店
-----	---------

印刷者	地 質 印 刷 廠
-----	-----------

北京廣安門內教子胡同甲32號

編輯：吳 偉 技術編輯：張華元 校對：馬志正

印數(京)1—1,600冊 1957年8月北京第1版

開本31"×43"1/32 1957年8月第1次印刷

字數35,000 印張 11³/₁₆

定價(10)0.25元

緒 言

在苏联很多类型的鉄礦床中，和所謂前寒武紀“含鉄石英岩”有关的富鉄礦床占有特別主要的地位。含鉄岩石發育的地区能引起大的磁力異常。

“含鉄石英岩”本身或角岩和碧玉鉄質岩是貧的鉄礦石，但它們是苏联取之不尽的潛伏的資源。同时它們是富鉄礦体的最好的代表，普查和勘探这些富鉄礦体是我國很多地質部門的任务。由于含鉄岩石分布地区的地質構造特別复雜而且礦層的形态有其特点，故普查工作是非常繁重的劳动，不僅要求具有一般的地質知識，而且要求深刻地研究導致此种类型礦床形成的規律性。

我們一面認為在含鉄角岩和碧玉鉄質岩發育的地区勘探和普查鉄礦工作效果有特別意义，一面力求研究出礦体分布的一般規律和确定出前寒武紀含鉄岩石中富礦的普查标志。

根据在克里沃罗格鉄礦盆地進行的地質勘探工作和开采工作的多年經驗，查明了这些規律性。下面所研究的普查标志曾在克里沃罗格盆地的不同地区進行过檢驗，結果表明：在一些其他含鉄岩石分布的地区內普查富礦时也能有效。

考慮到克里沃罗格、克列明楚格、庫爾斯克 磁力異常区、小兴安嶺和苏联某些其他地区的鉄礦岩系地質構造有其共同性，我們認為在含鉄角岩分布的地区進行普查富礦时，采用本書內所提出的普查标志是很合适的。

含鉄岩石礦床地質的主要特征

在我國領土上，含鉄角岩和碧玉鉄質岩不僅僅在克里沃羅格地區廣泛地發育，而且在科拉半島、庫爾斯克磁力異常區、哈薩克斯坦、小興安嶺、索斯諾維拜茨（鄂嫩式〔Онон-ская группа〕礦床）以及在烏克蘭的很多磁力異常區也廣泛地發育着。

在這些地區，含鉄岩層分布在廣大面積上，形成了複雜的褶皺構造，常常被逆掩斷層和正斷層所破壞。在這些岩石中特別惹人注意的是細條帶狀含鉄石英岩，雖然它們互相離開數百有時離開數千公里，但彼此是非常相似的。

烏克蘭磁力異常區的特征是在德聶伯-克里沃羅格結晶體地區含鉄岩石分布得很廣泛，在這裡它們形成了四個比較穩定的帶，而這四個比較穩定的帶是受近南北向的褶皺構造控制的。

第一條帶沿英古列茨河（Р. Ингулец）、薩克薩干河和熱爾塔雅河（Желтая Р）流域穿過整個烏克蘭結晶體。它包括着克里沃羅格盆地和克列明楚格磁力異常區以及很多沿着此帶西部邊緣分布的小磁力異常區。岩層的走向近南北向，而彎曲地方則近東西向或北西向。

第二條帶由維霍夫采夫異常區（Верховцевская аномалия）和契爾托姆雷克異常區（Чертомлыкская аномалия）組成。這裡鉄礦建造的岩石為含鉄角岩和各種不同的噴發岩，

并含有少量的綠泥石片岩与角閃石片岩。这里与克里沃罗格区不同，缺少角岩前的（дороговиковая）千枚岩-長石砂岩層和超复的片岩-碳酸質-含煤岩系。在噴發岩中斜長变基性岩（角閃岩）得到了广泛的分布，而鈉長石化角閃岩、蛇紋岩、鈉長斑岩和角閃石片岩，綠泥石-角閃石片岩和綠泥石-角閃石-黑云母片岩則分布得較少。

維霍夫采夫磁力異常区（莫克拉雅蘇拉河）和契尔托姆雷克異常区（沿哈薩尔拗溝）的变基性岩按其實質來說相互間沒有任何区别。其中主要的造岩礦物是普通角閃石和斜長石。它們的化学成分（%）列于第10頁的表中（見第6列）。

从表中看出，維霍夫采夫磁力異常区内主要在含鉄角岩層中有些分布的角閃石片岩、綠泥石-角閃石片岩以及其他的片岩，具有的化学成分与变基性岩非常相似。

含鉄角岩以薄層（2—5公尺很少到20公尺）出現。它們沿走向延長的距离不大。

含鉄岩石上下都有变基性岩，也就是說含鉄岩石分布在厚層噴發岩系的中間。

查波羅什異常群（剛卡河和小白湖河）組成第三條帶。这里的含鉄岩石也是含鉄角岩和噴發角閃岩。它們象在維霍夫采夫地区一样，既沒有下伏的也沒有上复的沉積变質岩系。

噴發岩也是角閃岩，根据烏先科（И. С. Усенко）的資料这种角閃岩一方面变成了其中沒有長石的角閃石片岩，另一方面变成了滑石-碳酸鹽类岩石，而这些滑石-碳酸鹽类岩石認為是超基性岩变質的產物。И. С. 烏先科按礦物成

分划分出：綠泥石角閃岩、陽起石岩和滑石-碳酸鹽类岩石。剛卡河的綠泥石角閃岩化学成分上（根据B.Д.斯捷帕涅茨的資料）很近似于維霍夫采夫和契尔托姆雷克異常区的角閃岩（見表中第6列）。

联合成为奥列霍沃-巴甫洛格勒異常区的很多含鉄岩石地区組成第四条帶。其中角閃岩和含有少量片岩及片麻岩的超基性岩石占主要地位。而含鉄岩石分布的各区不大，而且是分散的。

含鉄岩石呈隱帶狀，是有時含輝石的角閃石—磁鉄礦角岩。其中磁鉄礦的数量不固定，变化范围很大，有时数量大得竟使岩石变成了礦石。

噴發岩是标准的強烈蛇紋石化的橄欖岩和角閃岩。这里的角閃岩是輝石變質而成的產物，由一般的普通角閃石和基性斜長石組成。它們的化学成分列于表中第6列。

奥列霍沃-巴甫洛格勒地区的角閃岩按其礦物成分和化学成分來說与剛卡河、契尔托姆雷克和維霍夫采夫区的角閃岩沒有区别。根据烏先科[17]的意見，二者都是未分異的玄武-閃長岩岩漿的噴出相似物（аналог）。

克里沃罗格区的角閃岩与維霍夫采夫、科恩以及奥列霍沃-巴甫洛格勒磁力異常区的角閃岩不僅其礦物成分和化学成分根本不同，而且克里沃罗格区角閃岩比含鉄岩石形成时代較老，虽然在烏克蘭其他地区內角閃岩包着含鉄岩石。

科尔薩克-莫吉拉（Корсак-Могила）和卡明-莫吉拉（Каменная Могила）的含鉄岩石有些特殊。在地理上它們好象形成了第四条帶的南部繼續部分，然而这里周圍的含鉄

岩石的成分完全不同。周圍的含鉄岩石为微条帶狀的和非条帶狀的少鉄石英岩及含鉄石英岩，產在片麻岩中，而这种片麻岩是烏克蘭結晶体的最老岩系。

含鉄石英岩和不含鉄石英岩層均形成了沿片麻岩走向延長并遭到迅速的相尖滅的岩系。石英岩中的鉄礦礦物分散得不均衡，它們有时形成晶体的聚集，儼似含鉄角岩的条帶。

鉄礦岩石近南北向的褶皺帶，从西部的克里沃罗格地帶延至东部的科尔薩克-莫吉拉，总寬度达200公里以上。在北部它們超出了烏克蘭結晶体的范围，并且以庫爾斯克磁力異常区的形式分布在德聶伯-頓涅茨盆地以北。

因此，在德聶伯-克里沃罗格区的广大区域内分布有前寒武紀的含鉄岩石，这种含鉄岩石为狹窄的褶皺帶，夾在太古代岩層中。克里沃罗格和烏克蘭的其他磁力異常区的鉄礦建造的岩石的年代相互关系，根据下列資料可以進行确定。

克里沃罗格区的噴發岩形成得比克里沃罗格變質岩系較早。这一点被具有脫色的風化壳的上部變基性岩所証实，这种風化壳往下变为塊狀的變基性岩。它是石英-絹云母片岩及黑云母-絹云母片岩，在这些片岩的上面分布着常常含有这种片岩的滾圓形成物的花崗質礫岩。

克里沃罗格的變基性岩也產在斜長花崗岩上面，克里沃罗格岩系上部統的礫岩中存在很多这种花崗岩的礫石，証明斜長花崗岩的年代是在克里沃罗格岩系之前。

薩克薩干斜長花崗岩普遍含有大量的輝岩和角閃岩的捕獲体，按其礦物成分和化学成分來看，这种輝岩和角閃岩与契尔托姆雷克和維霍夫采夫的噴發岩系相当。

苏联前寒武纪的麻岩系角闪岩和片岩的化学分析

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO ₂	44.43	48.89	48.50	48.44	47.60	47.48	46.8	46.14	48.66	49.14	56.62	56.17	59.96	61.75	23.48	48.50
TiO ₂	2.64	2.52	2.19	0.49	0.59	0.83	0.5	0.45	1.58	0.83	1.29	0.99	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	14.55	14.40	13.32	16.40	16.48	14.81	18.99	14.95	11.26	12.86	14.68	13.48	27.85	23.49	15.60	0.07
Fe ₂ O ₃	4.33	6.07	2.74	1.08	0.55	2.94	2.06	1.86	4.16	3.43	2.72	4.24	1.51	3.72	12.96	1.99
FeO	8.96	7.26	10.17	11.66	11.51	11.34	6.47	9.48	14.37	13.94	9.00	8.72	—	—	33.51	37.69
MnO	0.26	0.23	0.22	0.17	0.13	0.30	0.14	0.06	0.28	0.28	0.19	0.19	—	—	—	—
MgO	7.27	4.85	6.26	7.06	7.33	7.60	6.48	10.82	5.25	5.76	3.36	3.18	0.48	0.41	2.96	5.82
CaO	6.44	5.42	11.11	10.41	12.24	9.93	11.05	9.20	8.70	4.34	4.58	4.86	0.81	0.18	0.76	0.39
Na ₂ O	1.58	2.85	1.98	2.00	1.47	2.77	2.14	1.28	2.85	2.80	5.19	4.63	0.79	2.86	—	5.83
K ₂ O	4.27	1.61	0.19	0.72	0.37	0.23	0.02	0.31	0.20	0.11	0.54	1.96	3.62	4.45	1.09	0.23
П. п. н.	4.72	6.13	3.49	1.62	2.23	1.88	3.00	4.44	2.22	6.13	1.49	1.66	—	—	—	—
H ₂ O	0.42	0.33	0.20	0.16	0.24	0.24	0.14	0.33	0.12	0.32	0.46	0.49	—	—	—	—

1, 2, 3 — 卡尔萨克帕依岩系的斜长石化輝綠岩、斜长石化閃岩和无斑輝綠岩, 根据 Ю. И. 波洛文金娜 (Ю. И. Половинкина) (10); 4, 5 — 巴查夫盧克河 (Р. Базаулак) 的斜长角闪岩和綠泥石化角闪岩, 根据 И. С. 烏先科 (И. С. Усачев) (17); 6 — 契尔托姆雷克異常区的角闪岩 (17); 7, 8 — 維霍夫采夫異常区的角闪岩 (17); 9 — 維霍夫采夫異常区的角闪岩 (17); 10 — 沿佩卡河奥列霍沃—巴甫洛格勒異常区的綠泥石化角闪岩 (17); 11, 12 — 格列瓦塔重 (Гривата) 和杜博瓦亞 (Дубовая) 兩切溝口的薩克薩干河的變輝綠岩 (17); 13, 14 — 克里沃羅格的頁狀片岩, 根据 П. М. 卡尼博洛茨基 (П. М. Каниболоцкий) (1946年); 15, 16 — 克里沃羅格的綠泥石化片岩, 根据 П. М. 卡尼博洛茨基 (1946年)

因此，維霍夫采夫、契爾托姆雷克、剛卡河及奧列霍沃-巴甫洛格勒的噴發含鉄岩系應該看作是比薩克薩干花崗岩、英古列茨河和薩克薩干河的變基性岩更早的形成物，當比克里沃羅格的變質岩系就更为古老。

根據克里沃羅格、克列明楚格、契爾托姆雷克及其他磁力異常區的最近資料，把岩層的年代對比關係表示成下列形式（自上而下）：

岩 系	年 代	岩 石
德森伯-拜克夫火成岩系	元古代	熱液岩、偉晶岩、長英岩、輝綠岩脈、紅色、薔薇色、黑色的石英斑狀花崗岩和紫灰花崗岩
英古爾-英古列茨火成岩系	元古代	基洛沃格勒及日托米爾灰色中粒花崗岩、斑狀黑雲母花崗岩及兩種岩石的混合岩
克里沃羅格沉積岩系	元古代	克里沃羅格岩系。上部統：石墨片麻岩、變質及雲母片岩、石灰岩、砂岩、礫岩和石英岩 中部統：鉄礦建造（含鉄角岩、碧玉鉄質岩和片岩） 下部統：花崗質千枚岩建造（石英岩、變質砂岩和石英-雲母千枚岩）
克里沃羅格火成岩系	太古代	薩克薩干河和英古列茨河的角閃岩灰色（薩克薩干的）花崗岩、混合岩及正片麻岩
沉積噴出岩系	太古代	剛卡、契爾托姆雷克、維霍夫采夫和奧列霍沃-巴甫洛格勒異常區的角閃岩、石英角閃石片岩和含鉄角岩
古老的沉積岩系	太古代	輝石副片麻岩、角閃石副片麻岩和黑雲母副片麻岩。科爾薩克-莫吉拉和卡明-莫吉拉的石英岩和磁鉄礦石英岩

在克里沃罗格盆地本身的地質構造中，具有三个不同年代的岩系：斜長花崗岩和角閃岩，結晶片岩和含鉄角岩微斜花崗岩。

克里沃罗格的最老岩層是太古代的斜長花崗岩和角閃岩，后者沿克里沃罗格-克列明楚格地帶的东部边界呈断断续續的条帶延伸。按成分它們为噴發的輝長岩-閃長岩岩漿的相似物，由普通角閃石及斜長石組成。它們的化学成分特征是 SiO_2 的含量高（54%），而鉄及鎂的含量低（見表第6列）。角閃岩的年代較老于克里沃罗格變質岩系。

命名为克里沃罗格岩系的結晶片岩、角岩和碧玉鉄質岩系是由彼此不整合的地層所划分的三个統組成：下部統或花崗質-千枚岩建造、中部統或鉄礦建造、上部統或片岩建造。

克里沃罗格岩系的下部統由結晶岩構成，这种結晶岩为長石砂岩和石英砂岩、石英岩、礫岩和千枚岩。千枚岩層为云母-石英片岩和黑云母-石英片岩，并含有某些数量的碳質物質。在盆地的北部，石英-絹云母千枚岩被云母片岩、云母-十字石片岩、云母-电气石片岩以及柘榴石片岩所代替。

中部統的岩石產在千枚岩上面，它們为滑石片岩和厚層含鉄角岩以及与綠泥石片岩、石英-絹云母片岩和角閃石-黑云母片岩岩層互層的碧玉鉄質岩的厚層。位于此統底部的滑石-綠泥石片岩和滑石-陽起石片岩有些地方含有底礫岩和底部砂岩。根据Ю.И. 波洛文金娜(Ю.И. Половинкина)和А.П. 尼科里斯基(А.П. Никольский)的意見，形成

此層時曾有超基性岩加入，但他們沒有引証出使人信服的實際材料作為這一點的証據。

在盆地各處的鐵礦建造中，發現九個片岩層和含鐵層，而它們恰好分布在盆地的中央地區。含鐵層由綠泥石-磁鐵礦角岩、角閃石-磁鐵礦角岩、赤鐵礦假象赤鐵礦角岩以及碧玉鐵質岩構成。這是帶狀岩石，由石英、鐵礦物以及綠泥石、黑雲母和閃石的矽酸鹽的薄層互層組成。片岩層由綠泥石片岩、石英-絹雲母片岩、黑雲母片岩或角閃石片岩構成〔2〕。在它們的成分中有着較多或較少量的無礦角岩夾層以及非晶質的泥岩碳質物質。片岩的特點是化學成分不固定，與角閃岩的化學成分有顯著的區別（見表第6列）。

上部統的岩石產在鐵礦建造的上面。其底部由石英砂岩層的岩石：砂岩、礫岩和頁岩構成。礫岩常常形成獨立的岩層，它們含有大量的被長石砂岩所膠結的石英岩、含鐵角岩和斜長石花崗岩的礫石。

這些岩石為片岩層所復，岩層最上層是克里沃羅格岩系的沉積，同時由包括不同厚度的碳酸鹽層的雜色千枚狀碳質片岩和雲母片岩組成。

克里沃羅格的最年青的岩石為輝綠岩脈、紅色及灰色的花崗岩、偉晶岩脈和各種不同的熱液形成物。

有兩個構造作用時期是克里沃羅格構造形成時期。構造作用最古老的呈現屬第一個時期，它表現在整個盆地的南北向褶皺形成上，這種褶皺作用隨着平行于褶皺的縱向逆掩斷層而發生。同時產生了薩克薩干逆掩斷層和許多其他較小的逆掩斷層。這一時期的特點是形成了巨大的褶皺形態（克里沃

罗格的主向斜，塔拉帕克-利赫馬諾夫〔Тарапако-Лихмановский〕背斜和薩克薩干褶皺帶），这些大褶皺形态伴随有小的拖拉褶皺，同时还常常聚成好几級的重复弯曲。克里沃罗格岩系的粘土質軟泥沉積物和矽質含鉄沉積物的褶皺热力变質作用也与第一个構造作用时期有关。

克里沃罗格盆地的第二个構造作用时期，表現在盆地的南部和北部發見的橫褶皺和斜交褶皺以及断裂变动的形成上，第二个时期和从前的褶皺作用不同，它是在由西南向东北的斜压力的条件下發生的。这种断裂变动的發育，引起了盆地北部捷穆林背斜的岩塊轉移，引起了塊狀構造和复雜的褶皺群。

第二个構造作用时期所涉及的地区的特点是热力迁移交代作用和热水交代作用广泛發育，而且形成了角閃石片岩、柘榴石片岩、霓石角岩和磁鉄礦。

第一个構造作用时期伴随有克里沃罗格型灰色的微斜長石-斜長石花崗岩，形成了克里沃罗格盆地以西的英古列茨大岩体。德聶伯-托克型的微斜長石花崗岩与第二个構造作用时期有关，形成了捷穆林、博科烏揚和維尔布留日雅岩体。

在克列明楚格磁力異常区發現有类似的地質構造情形。这里也清楚地分出了由含鉄角岩及片岩的互層所構成的鉄礦岩系；在此岩系下面有砂質粘土岩，上面复盖着含有碳酸鹽岩石薄層的碳酸質云母片岩。

广大的庫爾斯克磁力異常区是烏克蘭磁力異常区向北的直接延續部分。

庫爾斯克磁力異常區的地質構造雖然在主要的特性上頗有區別，但是它很相似於克里沃羅格盆地和烏克蘭的其他地區。

為磁法測量及鑽孔所發現的庫爾斯克磁力異常區的含鐵石英岩或角岩，呈兩條北西走向分叉的、有的地方間斷的帶產出。其中一條帶（南西向）從爾戈夫城，經過奧博揚和別爾戈羅德延伸到沃爾昌斯克城。另一條帶（北東向）在希格雷城以北開始，經過齊姆（Тим）城、老奧斯科爾和新奧斯科爾城延伸到瓦盧依基。

庫爾斯克磁力異常區由兩種岩系即沉積岩系和變質岩系構成。

沉積岩系由第四紀、第三紀、白堊紀、上侏羅紀、下石炭紀和泥盆紀岩石組成。

變質岩系分成三個統（根據 И.А. 魯西諾維奇的意見）[14]：上部統由結晶石灰岩、石灰質雲母片岩和灰色的千枚狀絹雲母-黑雲母片岩組成，中部統由細條帶狀的含有磁鐵礦-閃石片岩和磁鐵礦-黑雲母片岩的夾層的含鐵石英岩（角岩）組成，下部統分成兩個帶：上部帶，厚度100公尺左右，由片岩和細粒黑雲母片麻岩構成；下部帶由中粒的及礫石狀的片麻岩構成。

在研究庫爾斯克磁力異常區的科羅勃科夫地段的岩石時，可以劃分出下列幾種主要的含鐵岩石。

1. 含鐵角岩（或含鐵石英岩），它們是由含礦夾層和無礦夾層所組成的薄層岩石。含鐵夾層主要是由磁鐵礦、假象赤鐵礦和赤鐵礦構成，而無礦夾層是由石英、綠泥石和黑雲

母構成。夾層的厚度介于3—5公厘之間，很少达到15—20公厘。

2. 片岩，按礦物成分主要分为綠泥石片岩和 黑 云 母 片 岩；后者常常具有少量的柘榴石、角閃石、石英和長石。

因此，在岩石成分方面，庫爾斯克磁力異常区与克里沃罗格盆地是類似的。

根据 A. H. 魯西諾維奇的資料和作者自己的觀察，庫爾斯克磁力異常区的構造是在兩個構造时期內形成的。

在第一个構造时期內形成了北西走向的經強烈挤压的褶皱，兩翼傾斜很陡，而褶皱脊綫几为水平状态。当时產生了庫爾斯克磁力異常区的大型褶皱構造。在第二个褶皱时期，由于斜交岩層走向的水平力的作用形成了陡傾斜的橫向構造。旧奥斯科尔異常焦点处的巨大的垂直構造即可作为橫向構造的例子。

象在克里沃罗格盆地中一样，小的褶皱形态可划分出：褶皱脊綫沿岩層走向平緩傾沒的等斜型縱褶皱和褶皱脊綫沿岩層的傾斜陡直傾沒的橫褶皱或斜交褶皱。

庫爾斯克磁力異常区的變質岩系与沃罗涅日結晶体岩漿岩的彼此关系尚未研究过。我們僅僅知道，在科罗勃科夫和斯托依連地区的含鉄角岩被黑云母花崗岩岩脉切穿。

克里沃罗格和庫爾斯克磁力異常区的變質岩系的剖面彼此極其相似；这一点表現在同样的含鉄岩層和片岩層的互層、岩石的結構、化学成分和礦物成分上，以及表現在上复岩層和下伏岩層的存在及其成分上。岩系的这种相似点超出了一般的相同范围，同时这种相似点只能以規律性來解釋。

Ю. И. 波洛文金娜所調查的卡尔薩克帕依鐵礦岩系是由两个与綠岩噴發体成互層的磁鉄礦石英岩岩層組成的。这里和烏克蘭的第二条、第三条及第四条磁力異常帶一样，缺乏下伏的及上复的沉積變質岩系。

卡尔薩克帕依的含鉄角岩——这是一种層狀的大部分是赤鉄礦石英質岩，含有薄的和最薄的片岩夾層。它們与克里沃罗格和庫爾斯克磁力異常区的相当岩層的区别就是變質作用特別弱。Ю. И. 波洛文金娜根据这一点認為可以把它們看作是與那些分割含鉄石英岩層的綠石岩密切共生的含鉄細石英岩。Ю. И. 波洛文金娜从綠石岩中分出：輝綠岩、各种玢岩、凝灰岩和綠色的綠泥石閃石片岩、鈉長石、綠泥石、片岩以及鈉長石-綠帘石-綠泥石-片岩。最后一种岩石的礦物成分相当一致，因为是由鈉長石、閃石、綠帘石和綠泥石等礦物按不同比例結合而成的（角閃岩的化学成分列于表中第6列）。Ю. И. 波洛文金娜把这些岩石的成因与細碧岩型的岩漿海底噴溢联系起來。她認為噴發岩層的形成与產生含鉄石英岩的沉積物的聚集沒有直接关系。

因而，按化学成分和礦物成分卡尔薩克帕依的噴出綠石岩很相似于烏克蘭維霍夫采夫、契尔托姆雷克及其他磁力異常区的岩石。卡尔薩克帕依、維霍夫采夫和查波罗什磁力異常区的鉄礦岩系虽然彼此間距离很大，但是它們不僅在包括含鈾角岩的噴出岩層的成分上相似，而且在缺乏上复的碳酸鹽岩系和下伏的片狀砂岩岩系这一点上也很相似。

卡尔薩克帕依的含鉄岩層僅在其成分上与克里沃罗格及庫爾斯克磁力異常区的鉄礦岩系相似，而整个的克里沃罗格

岩系与卡尔薩克帕依岩系是不相似的。

在基姆坎礦区我們根据文献資料研究了小兴安嶺的鉄礦岩系。此鉄礦岩系由含鉄角岩和片岩的互層構成。其下伏着伊金琴（Игинчинская）砂質片岩岩系以及复于砂質片岩岩系之上的穆蘭达夫（Мурандавская）白云質片岩岩系。

伊金琴岩系由粘土-云母片岩和石英-絹云母片岩構成，这些片岩往下变成了砂岩。在此岩系上面有穆蘭达夫白云質片岩岩系，在花崗岩侵入体附近此岩系中形成了含有蛇紋石的粗晶白云質大理岩或特种透閃石滑石岩，而这种透閃石滑石岩很相似于產在鉄礦岩系底部附近的克里沃罗格的碳酸鹽-滑石岩。

上复鉄礦岩系的朗多科夫岩系（Ландоковская свита）由砂質石灰岩和砂質碳酸質頁岩構成。

小兴安嶺的含鉄岩石的代表是兩種主要变种：石英含鉄碳酸鹽角岩（角閃石-綠泥石-磁鉄角岩）和石英-含鉄角岩（云母含鉄角岩及假象赤鉄礦角岩）。在克里沃罗格，这种成分的角岩也是含鉄岩石主要的变种，其区别僅僅是它是常常变化的。这里具有鈉閃磁鉄礦角岩，電石磁鉄礦角岩和这种角岩在小兴安嶺是特別少見的。

小兴安嶺、克里沃罗格和庫尔斯克的变質岩系，無論按含鉄岩石成分和把含鉄岩石分开的片岩成分，或者是按下伏与上复岩系的存在及其成分來看彼此都是很类似的。同时，由于許多特点的存在，小兴安嶺的含礦岩系畢竟無論如何也不相似卡尔薩克帕依、維霍夫采夫或其他地区的噴出含鉄岩系。

根据 М.В. 波科亞科夫[13]的意見，东薩彥嶺的索斯諾維拜茨 (Сосновый Байц) 的鉄礦岩系由无鉄石英岩、赤鉄礦石英岩和磁鉄礦石英岩構成，它們与角閃石片岩及黑云母-柎榴石片岩的夾層成互層，而角閃石片岩和黑云母-柎榴石片岩首先与各种角閃岩成互層。含鉄角岩形成四層，是由与云母角閃岩、角閃石片岩和黑云母柎榴石片岩成薄的互層的赤鉄礦-磁鉄礦角岩層組成。这些層与云母角閃岩成互層和被它們所墊伏和复盖。按岩石的成分、結構和互層來看，索斯諾維拜茨的鉄礦岩系很相似于卡尔薩克帕依和其他噴出鉄岩發育地区的鉄礦岩系。

根据上述簡短的評論，可以清楚地划出三种鉄礦岩系。属于其中第一种有卡尔薩克-莫吉拉和卡明-莫吉拉的含鉄石英岩，它們產在黑云母副片麻岩和角閃石副片麻岩中，同时組成了烏克蘭結晶体的最老的岩系。属于第二种的有卡尔薩克帕依、維霍夫采夫、剛卡、契尔托姆雷克的鉄礦岩系，看來，索斯諾維拜茨的鉄礦岩系也属于第二种；这些鉄礦岩系的特点是含大量的角閃岩和少量的綠泥石片岩及其他形成鉄礦層之間的分割層的片岩。这些岩層中沒有无礦角岩的夾層，而綠泥石片岩和角閃石片岩为頗大程度上變質的變角閃岩。克里沃罗格、庫爾斯克磁力異常区和小兴安嶺的鉄礦岩系属于第三种。第三种的特点是片岩層的成分中缺乏角閃岩，而存在角岩前的 (Дороговиковый) 石英砂質岩層和上复的碳酸質片岩層。上复岩系多半含有碳酸鹽、碳質頁岩、致密石英岩和云母片岩的厚層。鉄礦岩系海進式地超复在產于其底部附近的角閃岩上，或者是被角岩前的石英岩和砂岩

層与角閃岩分开。

在对比克里沃罗格、庫爾斯克磁力異常区、卡尔薩克帕依和小兴安嶺的地層略圖时，可清楚的發現它們的相似特点。在每張略圖中，含礫岩系產在變質岩的中部，下伏岩層的成分極不相同，从粗粒碎屑礫岩及砂質頁岩到石灰岩和白云岩。根据此种类型的已知的全部礫床來看，礫石岩系本身成分的特点就是特別相似。含鉄岩石最主要的特点就是标准剖面中沒有碎屑物質，含鉄角岩和片岩相互參錯和多次重复。所有地区的含鉄角岩和碧玉鉄質岩都是完全原生的岩石，它們是由最薄的含鉄夾層、石英夾層和片岩（角閃石、綠泥石、絹云母及赤鉄礦綠泥石）夾層的互層組成的。含礫岩系成分中的片岩常常或者几乎常常含有薄的（1—5公分）无礫角岩（石英）夾層，这样就可明顯地把它們和那些構成下伏岩系和上复岩系的片岩区别開來。含礫岩系到处形成了細小的分異的縱向等斜褶皺和橫向的开褶皺。

第三种鉄礫岩系產在細碧岩的噴出体上，看來是比第二种含鉄角閃岩岩系形成得較晚。

根据这点，可以認為克里沃罗格、克列明楚格、庫爾斯克磁力異常区和小兴安嶺的含礫岩系是同一时代的形成物，是在Fe、SiO₂和鉄的矽酸鹽的單型節奏的沉積作用的条件下沉積的。

上面提到的三种前寒武紀鉄礫岩系原則上是不同的，在構造、岩石變質和礫床成因上具有自己的最大特点。它們的特点表現在原生物質的成分和聚集的方法及后來的改变，一直到礫產的生成以及它們的年代上。