乌拉尔的祖母绿

1831年1月23日，前期发生的一些事件让这一天因缘际会地成为了官方记载的，俄罗斯乌拉尔祖母绿的发现日。本文对俄罗斯祖母绿的发现、历史以及目前的开采现状进行了概述。

作者：阿列克谢  布尔拉科夫（Alexey Burlakov）和叶夫根尼 布尔拉科夫（Evgeny Burlakov），乌拉尔地质博物馆馆长

马拉湿瓦（Malysheva）的祖母矿区位于俄罗斯第四大城市——叶卡捷琳堡（Yekaterinburg），东北方向约90公里处。矿区距离阿斯贝特（Asbestos），这个因盛产石棉（asbestos）而得名的城市，也只有几公里远。

**相关历史**

祖母绿的传奇故事由一个名叫马克西姆·斯特凡诺维奇·库切夫尼科夫（Maxim Stefanovich Kozhevnikov）的男人揭开了序幕。这个来自别洛雅尔斯克（Beloyarsk）的男人在托科瓦亚河（Tokovaya River）河岸边的大树下发现了几粒绿色的晶体。他将这几粒石头带回叶卡捷琳堡售卖，而其中一粒则被送到了叶卡捷琳堡帝国宝石加工厂和戈尔诺希托夫斯基（Gornoshitovsky）大理石厂的总负责人——雅科夫·科科文（Yakov Kokovin）的手中。

科科文相信这块宝石是祖母绿。随即，在1831年1月21日，他带着工人和必要工具去了托科瓦亚河上，马克西姆·库切夫尼科夫所指示的地点。不顾积雪和严寒，他开始了勘探工作。于是，在1831年1月23日，他找到了一条云母矿脉。沿着矿脉，他有发现了多颗优质的祖母绿晶体。这一天，便也成为了乌拉尔祖母绿的发现日期。

随后的事件进展迅速。第一批祖母绿开采出不久，其中的精品就被送到了叶卡捷琳堡帝国宝石加工厂进行切割，并在随后作为礼物敬献给了皇家内阁的副主席。几乎所有已知的祖母绿矿床都是在1831年至1839年之间发现的：1832年发现了托洛茨基（Troitsky）(现在的帕沃马伊斯基Pervomayskoye)矿;1933年发现了马林斯基（Mariinsky）(现在的马利斯夫斯科Malyshevskoe)矿;1838年发现了希特尼（Hitny）矿(现在的红军矿Red Army Mine)；由于发现了祖母绿，马克西姆·库切夫尼科夫得到了200卢布的现金奖励。而雅科夫·科科文则被授予了四级圣弗拉基米尔骑士勋章，拥有了世袭贵族的权利。

然而这些开启了祖母绿传奇的人们的人生却充满了悲剧色彩。马克西姆·库切夫尼科夫(生于1799年)因长期在矿井工作，1865年死于肺结核，被随意埋葬在了别洛雅尔斯克公墓中一个无人知晓的角落。

雅科夫·科科文(生于1874年)的家族世代都是乌拉尔的石匠。凭借天赋和不懈努力，科科文获得了崇高的地位——叶卡捷琳堡帝国宝石加工厂和戈尔诺希托夫斯基大理石厂的总负责人。他是乌拉尔著名的宝石鉴赏家，同时也是碧玉、蔷薇辉石，刚玉砂（磨料）的发现者。1831年到1835年间，科科文负责管理斯勒特斯基(Sretenskoye)祖母绿矿的勘探和开采工作。这里曾经产出过一颗2226克的祖母绿——被称做科丘北（Kochubei）祖母绿，目前被保存在莫斯科（Moscow）的费斯曼矿物博物馆（Fersman Mineralogical Museum）中。这个矿区产出的另一颗，具有历史意义的宝石，重达400克的纯净透明的祖母绿——伊祖姆鲁德·科科维纳（Izumrud Kokovina），却早已失传。1834年，科科维纳祖母绿在斯勒特斯基矿中被发现后，随即送到了圣彼得堡。可悲的是，乌德洛夫省副部长（the Vice-President of the Department of Udelov）L.A.佩洛夫斯基伯爵不仅将这块宝石占为己有，还诬告科科文监守自盗。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 俄罗斯联邦地图，标注出了马拉湿瓦 | 祖母绿的传奇故事始于托科瓦亚河斯，在这里，特凡诺维奇·库切夫尼科夫从交错的树根下，发现了第一颗翠绿的晶体 | 叶卡捷琳堡帝国宝石加工厂坐落于市中心，边上是一座十九世纪中期的教堂 |

1835年，科科文被逮捕入狱，在1838年被释放的时候，他已经疾病缠身，也被剥夺了爵位。他于1840年逝世。科科维纳祖母绿从此销声匿迹，现在可能是再某个在俄罗斯之外的私人藏家手中。1835-1839年，在I.I.维因的监管下，人们对这些祖母绿矿进行了大规模的开采作业。随后开采量逐年减少，至1852年，由于大量渗水，开采作业几乎停滞。1853年至1855年，K. I. 格雷宁（K.I.Greving）对此地区祖母绿矿进行了研究，他的调研结果并不乐观，矿区作业一直停滞到1860年。

1860年至1861年，P. I. 米克拉舍夫斯基对祖母绿矿进行了研究后，给出了和格雷宁一样的负面评价。他建议将祖母绿矿租赁出去。因此，在1862年至1899年间，这些祖母绿矿不断在私人租户之间转手，当然也没有再进行过调查评估。1899至1917年，英法新祖母绿公司获得了矿区的开采权。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 上图和左图：21世纪早期发现的19世纪早期的古老矿井 | 斯勒特斯基(Sretenskoye)矿（现斯韦尔德洛夫斯矿），拍摄于2000年 | 莫斯科（Moscow）的费斯曼矿物博物馆展出的，重达2226克的科丘北祖母绿 |
| 下图：马拉湿瓦矿的负责人叶夫根尼Evgeny华西列夫斯基在地下矿井中 | | |

1919年这些祖母绿矿被收归国有化，1923年又被转让给拉斯基 萨沃克韦蒂信托公司（*Ruskie Samocvety* trust）。1930年，研究后标明这些祖母绿矿具有工业绿柱石的前景，这为此后的一个重要事件埋下了伏笔。1931年8月29日，祖母绿矿被转让给佐斯雷德梅塔协会（Soyuzredmet Association），故事也从这里开始改变。祖母绿矿变成了具有重要战略意义和价值的铍矿石的来源。直至上世纪70年代早期，这些祖母绿才不再当做战略资源。1999至2007年，祖母绿矿归泽伦卡门（Zelenkamen）所有，这家公司在2004年吸引了沙皇祖母绿公司（加拿大）（the Tsar Emerald Corporation (Canada)）的投资（Tsar Emerald Corporation (Canada)）。这个公司的总裁，唐纳德 帕吉特（Donald Padgett）以计划投资1.2千万美元建设合资公司的方案，成功说服了当地机关他将投资。2005年起，祖母绿矿又重新恢复运作，尽管它的发展速度步调和最初宣布的不同。

即便如此，起重设施、通风设备、矿道铺设和排水设施也均得到了修复。但是基本上，这个企业只处理了过去开采出的尾矿。自然资源部认为，该公司多次违反地下资源使用条例，多次检查和诉讼后，2008年该公司的执照被吊销。同年，这个祖母绿矿又被转手给了隶属于罗斯特克国营公司（state corporation Rostec）的加里宁格勒琥珀工厂（Kaliningrad Amber Factory）。2008至2011年，加里宁格勒琥珀工厂对祖母绿矿进行了修复和准备工作，并于2011年6月，获得了有效期至2031年的地下资源开采执照。自2011年12月起，祖母绿原石被开采出后，会于次年在祖母绿回收厂进行加工。

|  |  |
| --- | --- |
| 马拉湿瓦矿的一条矿道 | 马拉湿瓦矿的选矿作业。祖母绿以手选的方式从传送上被挑选出来 |
| 马林斯基 (现马利斯夫斯科)矿的上部为采石场。远处是马利斯夫斯科地下矿井的一部分。 | 云母上的祖母绿单晶。样本大小28\*25\*6cm。乌拉尔国家地质博物馆。 |

**马拉湿瓦矿的现状**

25年来（从1991至2016），马拉湿瓦矿一直发展缓慢，技术还停留在90年代水平。2015年末，马拉湿瓦矿的管理层经过全面改换，叶夫根尼·瓦西列夫斯基（Evgeny Vasilevsky）成为了新的负责人。

The new team installed a new operational strategy, including developing the emerald cluster. Modern technologies were adopted for both mining and ore processing. After extraction, the emeralds are sorted according to purity, color and size.

新的团队使用了新的经营战略，包括发展祖母绿。现代技术也被引入到采矿和选矿过程中。开采后的祖母绿会依据净度、颜色和大小的不同被分类。

矿区安全方面也发生了重大改变。在开采和选矿过程中发生的祖母绿的盗窃问题一直非常严重。从1834年开采乌拉尔祖母绿伊始，偷盗一直屡禁不止。矿区外的非法开采及矿区内各个作业流程中偷窃一直是个重大难题。大多数专家认为，这些非法祖母绿的数量可能是官方开采的祖母绿数量的两倍。在过去两年里，有效的安全管理措施确实取得了行之有效的结果。

尽管已勘测的祖母绿储量可以使矿区运作许多年，但是为了寻找新矿，公司也开展了大量的地质工作。

**Brief Geological Survey of the District**

**区域地质调研简述**

Geologically, the emerald area is located at the junction of the Murzinsk-Aduisk anticlinorium and the Asbestian synclinorium. This border position caused the complexity of the tectonic environment and the spatial overlapping of different genetic formations. In the geological-petrographic respect, the region is divided into three zones: east, west and central. The eastern zone is composed of basic and ultrabasic rocks of the Asbestian intrusion, represented by peridotites, dunites, gabbros, pyroxenites. By the time of formation, they belonged to the lower carbon. The Asbestian intrusion is bordered by a small array of granodiorites and diorites of the Middle Devonian age.

在地质学上，乌拉尔祖母绿位于穆尔津斯克-阿杜伊斯克（Murzinsk-Aduisk）复背斜和阿斯贝斯蒂安（Asbestian）复向斜的交界处（交汇处）。此处交界导致了复杂的构造环境和不同成因地层在空间上的叠置（交汇是复杂的构造环境和不同成因地层的空间超覆形成的）。从岩相学的角度，这个地区被划分为3个区域：东区、西区和中区。东区由阿斯贝斯蒂安侵入的基性及超基性岩组成，（代表性矿物有）以橄榄岩、纯橄榄岩、辉长岩、辉岩为代表。在形成时，他们属于XXXXX，阿斯贝斯蒂安侵入岩的边界是花岗闪长岩和中泥盆世的闪长岩。（阿斯贝斯蒂安侵入于中泥盆世花岗闪长岩和闪长岩中）

|  |  |
| --- | --- |
| Nodule of emerald plagioclase composition.  Crystal size is 8 cm along the long axis. Ural State Geological Museum.  祖母绿斜长岩组成的矿瘤（结核）。晶体沿长轴方向长度为8cm。乌拉尔国家地质博物馆。 | 云母中平行连生的祖母绿晶体。样品大小为12.5\*9\*5cm。私人收藏。 |
| Chopped emerald nodule (8x5x3 cm). Ural State Geological Museum.  （切好的）穿插在一起的祖母绿矿囊（结核）（8\*5\*3cm）乌拉尔国家地质博物馆。 |  |

The western zone is composed of the Aduisk granite massif of the Permian age. Its central part is represented by small- and medium-grained biotite and two-mica granites. Pegmatoid and medium-grained muscovite granites with a considerable number of veins of pegmatites and amphibolite xenoliths are developed in the exocontact zone.

西区由二叠纪的阿杜伊斯克花岗岩组成，中部以中细粒的黑云母和二云母花岗岩为代表。外接触带中是伟晶岩和含大量伟晶岩脉与角闪岩捕虏体的中粒白云母花岗岩。

The central zone is composed of the most ancient primary sedimentary rocks of the Silurian-Ordovician, metamorphosed zonally under conditions from amphibolite to greenschist

facies metamorphism. In the petrographic sense, the stratum is represented by carbonaceous-siliceous schists, quartzites, amphibolites, and products of metamorphism of ultrabasites, serpentinites, talc and chlorite-talc schists.

中区由志留纪-奥陶系最古老的原生沉积岩组成，在角闪岩-绿片岩相变质作用下呈带状变质。从岩石学的角度，这块地层以碳-硅质片岩（炭质硅质片岩）、石英岩、角闪岩，以及超基性岩、蛇纹岩、滑石和绿泥石滑石片岩这些变质作用产物为特征。（以及超基性岩变质产生的蛇纹石，滑石和绿泥石 - 滑石片岩为代表性产物）

The whole stratum is broken by a large number of diorite porphyritic dykes. The stratum is enclosing for emerald and beryllium tools, and can be traced along a strike for 25 km at a thickness of 0.5 to 1.5 km. Stretching of the strata is close to the meridional, with the eastern fall at 50o to 85o angles. Ore bodies in the deposits are represented by two main types: veins and metasomatic complexes. Among the metasomatic complexes developing under the action of pneumatolytic-hydrothermal solutions—enriched with potassium, sodium, fluorine, beryllium and other elements— the following are distinguished: greisens over granites and micaceous complexes on ultrabasites.

整个地层被大量的闪长斑岩岩脉破坏。该地层包含祖母绿和含铍矿物，沿走向延伸25公里，厚度为0.5-1.5公里。地层向子午面延展，向东下降50 -85°。矿床中的矿体以两种主要类型为代表（矿床主要有两种矿体代表：矿脉和交代复合体）：脉状杂岩和交代杂岩。在富含钾、钠、氟、铍等元素的气成热液的作用下，交代杂岩形成的过程中，形成了两种不同类型：花岗岩上部的云英岩带和超基性岩上的云母杂岩。

Precious stones in the deposits are mainly associated with mica complexes. Slyudite complexes have a zonal structure. The central zone is micaceous, almost monomineral rock at 95% to 99% folded phlogopite. In a subordinate amount are actinolite, chlorite, talc and margarite. Accessory gems (1.0% to 1.5%) are represented by chrome spinels, beryl, phenacite, chrysoberyl and other minerals. The color of the mica varies from greenish gray to brown. It has a small, coarse, scaly structure, a shaly, less non-oriented texture. The outer zone of the micaite complexes is represented by talc and talc-tremolite schists.

矿床中的宝石主要云母杂岩相关。XXXXX具有带状结构。中部为云母岩，几乎仅含单矿物，其中95%-99%为褶皱的金云母（为95%-99%褶曲金云母的单矿岩体）。次要矿物为阳起石，绿泥石，滑石和珍珠云母。副矿物（1.0%-1.5%）为铬尖晶石、绿柱石、硅铍石、金绿宝石等其他矿物。云母的颜色为青灰色至棕色，具细小粗糙的鳞片状的结构，以及页岩状的定向纹理（泥质非定向纹理）。micaite complexes（云母杂岩）的外部岩石以滑石和滑石透闪片岩为代表。

Slyudite complexes have a complex structure with clamps, blowing （扰动）and numerous apophyses. In plan and section, the micaceous complexes are located in an orderly manner, and can be traced along the dip and strike for hundreds of meters. Most of the mica bodies have a length of up to 50m at a thickness of 0.1 to 8.0 m, with an average thickness is 0.7 m. Emerald and beryllium mineralization is noted predominantly in mica and localized in the central zone of the phlogopite micaite. Less often emeralds are noted in the talc zone, actinolites, quartz and plagioclasite.

XXXXXXX的结构复杂，有XXXXXXX，和许多岩枝。在平面图和截面图上，micaceous complexes排列有序，且沿倾角走向绵延数百米。大部分云母体长度可达50米，厚度为0.1至8.0米，平均厚度为0.7米。祖母绿和含铍矿物主要集中在云母中，位于金云母micaite的中心部位。在滑石带、阳起石、石英和斜长石中也出现少量祖母绿。

In addition to the micaceous complexes, pegmatites and beryl-bearing quartz-plagioclase veins are widespread in various rocks. These veins contain only technical beryl, with complete absence of emeralds. Pegmatites of the mine area belong to the slightly differentiated rare metal type. The most valuable are minerals of tantalum, niobium and beryllium: tantalite-columbite, monazite, orthite, thorite, beryl, bertrandite. Pegmatites form vein clusters in some areas, allowing them to be considered as tantalite-columbite deposits.

除micaceous complexes外，伟晶岩和含铍石英斜长岩脉广泛分布于各种岩石中。这些岩脉只含有工业绿柱石，而不含祖母绿。矿区的伟晶岩属于轻微分化稀有金属类型。其中最有价值的是含钽、铌和铍的矿物:钽铌铁矿，独居石，褐帘石，硅酸钍矿，绿柱石，硅铍石。伟晶岩在某些区域形成岩脉群，形成了钽铌铁矿床。

石英斜长岩岩脉主要由斜长石，石英和白云母组成。其中一些中含有大量绿柱石。次要矿物有萤石、磷灰石、黄玉、电气石、金绿柱石、金云母。副矿物为独居石、磷钇矿、硅酸钍矿、刚玉、榍石、金红石等。

目前，这个地区已经发现了33个祖母绿和绿柱石矿床（见下页的地质图）。其中最大也最有趣的是马林斯基矿

**Mariinsky Emerald Deposit**

**马林斯基祖母绿矿**

马林斯基矿是俄罗斯最大的祖母绿矿床。从1833年开始，它已经断断续续地运行了185年了。马林斯基矿约占所有已探明祖母绿储量的80%，铍矿石储量的50%以上。

The deposit is located in strongly dislocated talc shales, among which are lenticular bodies of serpentenites, dykes of diorite porphyrites, and bodies of carbonaceous-siliceous shales. There are three major faults in the field: West, Central and Krestovsky. In fracture zones, rocks are prone to tectonic dissection and intensive metasomatic study. The fault zones can be traced along the strike to 1200 m, and the depth from 5 to 70 m.

该矿床赋存于强错位（强烈位移的）滑石页岩中，其中为蛇纹岩透镜体、闪长玢岩岩脉和碳质硅质页岩。该地区有三个主要断层:西部断层、中部断层和克罗陶斯比断层。在断裂带中，岩石易发生构造剥离和强烈的交代作用。断层带长1200米，深度达5至70米。

Dike bodies are spatially associated with fault zones. By the strike and fall of the ore zone, the five largest dikes are traced, the length of which reaches 1150 m, with a thickness of 5 to 100 m. The ore zone is divided into three main vein suites, confined to the same fault zones. The central formation is most saturated with ore bodies and contains 67% of beryllium ore reserves and 91% of emerald reserves.

岩脉在空间上与断裂带有联系。根据矿石带的走向和下落方向，可见5条最大的岩脉，长度达1150米，厚度为5-100米。含矿区域被分为三个主脉组，属于同一断裂带。中心含矿量最高，铍矿石储量占67%，祖母绿储量占91%。

Saturation with ore bodies with depth varies insignificantly. Only on the northern flank is the excretion of ore bodies at a depth of 220 m. In the central part of the deposit, the ore zone is fixed without signs of wedging to a depth of 490 m. In the southern section and to a depth of 800 m, wedging out of the veins is not observed, and one ore zone is opened at a depth of 1100 m. It should be noted that, at present, the deposit has been worked to a depth of only about 300 m.

含矿量随深度变化不大，只有北侧深220米的位置有矿体产出。在矿床中部，矿石带径直深达490米。在南部的深度为800m，无矿脉穿插，其中一个矿带的深度为1100米。值得注意的是，目前该矿床的开采深度仅为300米左右。

**Genesis of the Micaceous Complexes**

**Micaceous Complexes的成因**

There are two points of view on the genesis of metasomatic complexes with precious stones of the beryllium series. A. Fersman and his followers linked the formation of the micaceous complexes with the processes of desilication of a pegmatite melt enriched with volatile components. The residual part of the melt was separated from the main melt and formed contact-reaction zones. Other researchers, Ginzburg AI, Sherstyuk AI and others, refer these complexes to greisen formations by basic and ultrabasic rocks that have arisen under the influence of high-temperature pneumotalitic-hydrothermal solutions. This point of view is more popular.

关于含有含铍宝石交代杂岩的成因有两种观点。A. 费尔斯曼和他的支持者将云母杂岩的形成和富含挥发分的伟晶岩岩浆的脱硅过程联系起来。残余岩浆与岩浆主体产生分离，形成接触反应区。以金茨堡 AI和舍尔斯蒂乌克 AI为代表的研究人员则认为这些云英岩杂岩的形成是在高温气水热液的影响下，碱性和超基性岩石上涌形成的。（认为这些云英质地层的杂岩是在高温高压火山热液影响下形成的基性和超基性岩石）后者更为人们所接受。

**祖母绿的矿物学和宝石学特征**

祖母绿（Be3Al2[Si6O18] \* 0.5H2O）属于绿柱石族，具有绿柱石特征的晶体化学性质，物理性质和化学性质。乌拉尔的祖母绿以饱和度变化丰富为特征，从蓝绿至浓绿色，有时也会带黄色调。祖母绿的绿色是由三价铬离子类质同象替换绿柱石晶体结构中的铝离子导致的。Cr3+的含量只要达到0.05%就能呈色，铬离子含量达到0.15-0.20%就能产生浓艳的颜色。祖母绿中的蓝色调是由Fe3+导致的，黄色色调则是由于镁离子的混入。由于颜色是天然形成的，祖母绿的颜色会以均一、色区或是色团等多种形式出现。

小晶体的颜色一般均匀。晶体中出现色区则更为典型，这些色区可以平行或垂直晶体生长方向定向出现。晶体轴面常见色带；靠近外围颜色浓郁，中心则是近无色透明的绿柱石。中心有色，外围无色的颜色分布也有出现。内部有缺陷的区域有时会出现乳白色的部分被透明或者颜色浓郁的部分所替代，无色和不同浓度的绿色交替出现的现象也有发生。

Spotty coloring is due to the inclusion of chrome-spinellid grains. Spots of green color have an elliptical shape, and the center of the halo coincides with the grain of the chromospinelide. Emerald crystals have a simple prismatic appearance, a combination of a {1010} prism and a pinacoid {0001}. The ratio of the sizes along the axes is from 1: 3 to 1:20. The average size of crystals is 1x1x3 to 1x2x5 cm.

点状色团是粒状铬尖晶石包裹体导致的。色团呈椭圆形，色团的中心与铬尖晶石的位置一致。祖母绿晶体是由一个六方柱{1010}和一个平行双面{0001}组成，形成了简单的棱柱状外观。轴率之比为1:3至1:20（沿轴方向的尺寸比例为1：3至1:20。）。平均晶体大小为1\*1\*3至1\*2\*5cm。

There are both single crystals and their intergrowths, sometimes forming nests and nodules. Pockets are areas of mica rock, saturated with separated emerald crystals. Pockets sizes reach 0.5 m to 1.5 m along the strike, and emerald crystals are usually oriented along schica mica. Also seen are nodules and round clusters of emerald crystals, emerald-beryl, emerald-plagioclase and emerald-quartz composition. The space between the emerald crystals is plagioclase, quartz and fluorite. Often, emerald crystals are broken by transverse cracks along which a part can be rotated relative to the other around the axis by 30o to 40 o. The cracks are healed by plagioclase, quartz and phlogopite.

祖母绿单晶和交互生长都很常见，有时甚至可以出现晶簇或矿瘤（结核）。矿带出现在云母岩中，分布很多单独的祖母绿晶体。矿带的延伸长度为0.5m至1.5m，祖母绿晶体常沿云母片岩定向出现。常见祖母绿，（是由）祖母绿-绿柱石、祖母绿-斜长石、祖母绿-石英组成的的矿瘤和晶簇。祖母绿晶体之间是斜长石，石英和萤石。通常，祖母绿晶体常被横向的裂隙所破坏，裂隙之间可以以相对晶轴30-40°的角度香蕉（相交）。这些裂隙被斜长石、石英和金云母愈合充填。

The Ural emeralds are characterized by numerous mineral inclusions, which occur in the process of emerald growth. There are many inclusions in emeralds occurring in phlogopite, whose flakes enclose crystals or germinate them.

大量同生矿物包裹体是乌拉尔祖母绿的典型特征（乌拉圭祖母绿的典型特征是包含大量的同生矿物包裹体，这是在祖母绿形成过程中形成的。在金云母的祖母绿有很多碎片，这些碎片包围晶体或促进晶体发育。）。金云母中的祖母绿中经常出现大量包裹体， XXXXXX（金云母的碎片常包裹晶体或促进晶体生长？？？）

除了金云母，滑石、透闪石、阳起石、磷灰石、萤石、硅铍石、金绿宝石、碧玺、独居石、硬铬尖晶石、金红石、榍石也有出现。和石英、斜长石共生的祖母绿通常含有减少的包裹体，且晶面更加平整，有光泽。根据俄罗斯适用的技术规范（TU 95 335-88），影响刻面祖母绿价值的主要因素包裹：颜色、净度、重量、琢型和切割质量。

颜色：根据颜色浓度的不同，祖母绿被划分成5个颜色级别。

净度：由祖母绿的透明度、含有的气液包体和矿物包体的数量决定。人们将这些因素的明显程度进行量化，刻面祖母绿被划分为3个净度级别。

根据琢型的不同，祖母绿被划分成两组。

根据质量不同，又划分成11组。

未经处理的祖母绿原石，依据颜色和净度不同，分别被划分成3个等级。根据大小不同，每一组又被细分为3组：2-10mm；1—20mm；20mm及以上。

The best emeralds from Russia, both in size and value, are on a par with emeralds from other parts of the world. The 32,750-carat *Miner’s Glory* emerald, mined by P.P. Bebenov in November 1989 at a depth of 255 m, deserves special attention. The intergrowth of emerald crystals was found in the vein swelling, at the site of conjugation of its several apophysis. It is the largest specimen in the history of Russian emerald mines. Another significant find is the 5860- carat *President* emerald (1172 grams) found in August 1993.

俄罗斯最好的祖母绿，在大小和价值方面，和世界其他地区产出的祖母绿一样。1989年11月由P.P. Bebenov从255m的地下深处开采出了重达32，750克拉的名为矿工的荣耀祖母绿（*Miner’s Glory* emerald）。这个交互生长的祖母绿晶体产自矿脉的隆起处，多个隆起的交界处（交汇点）。这是俄罗斯祖母绿的开采历史上发现的最大的祖母绿。另一个有重要意义的祖母绿，是发现于1993年8月的重达5860克拉（1172克）的总统祖母绿（*President* emerald）。

**小结**

乌拉尔的祖母绿矿区是世界上独一无二的重要地区。这个地区产出的矿物闻名于世界，产出的宝石和矿石让众多收藏家趋之若鹜。这些祖母绿矿的神秘面纱已经在最近被揭开，考察团也可以进入矿区进行考察。

**鸣谢**

The authors are sincerely grateful to E. M. Vasilevsky, director of Mariinsky Priisk, for the photographic materials and information on the Malyshevsky mine, as well as to D. A. Kleimenov, director of the Ural Geological Museum, and A.V. Dushin, director of Ural State Geological University, for the opportunity to photograph samples of emeralds from the museum’s collection. *(All photos are courtesy of the* *author unless otherwise indicated.)*

诚挚感谢马林斯基 普锐斯克的负责人E.M. 华西列夫斯基，他为本文提供了马列舍夫斯基矿的影像资料和信息。还有感谢乌拉尔地质博物馆的馆长D. A. 克莱梅诺夫和乌拉尔国立地质大学的校长A.V. 杜申，给我们拍摄博物馆珍藏的祖母绿展品的机会。（除单独注明的图片外，所有图片均由作者提供。）

|  |  |
| --- | --- |
| **Legend for the Geological Map\* 地质图图例\*** | |
| 1. Shale-amphibolite complex S1: porphyrites, diabases,  amphibolites, quartzites, carbonaceous-siliceous schists.  2. Granites of pegmatoid and normal leuco-melanocratic Pz3.  3. Granite gneisses with xenoliths of host rocks Pz3.  4. Granites are porphyritic, often Alaskite Pz3.  5. Diorites, diorite porphyrites, gabbro-diorites, granosyenites, microgranites.  6. Gabbro-gabbro-diabase, amphibolites apogabbrovye S2-D1.  7. Dunites, peridotites, serpentinites S2 - D1.  8. Talcated serpentinites, talc, talc-carbonate, talc-chlorite rocks and schists S2-D1.  9. Faults: 1 - fixed; 2 - presumed.  10. Areas of crushing, intensive schist formation  11. & 12. Contours of used quarries.  13. & 14. Emerald and emerald-beryllium deposits.  15. & 16. Beryllium and rare metal deposits.  17. & 18. Molybdenum and gold-ore deposits.  *\*The color represents geological-petrographic zones of the region: western (pink), eastern (green), central (olive).*  **Deposits and Manifestations of the Emerald Mines Area**  1. Poludenskoe;  2. The Aulskoye;  3. Malysheva (Mariinsky);  4. Satrkovskoe;  5. Malinovy Kluch  6. Section number 7;  7. *Zagrebaev Point*;  8. May Day (Troitskoe);  8a. *The Name of Artem* (Makaryevskoye);  9. *Diorite*;  10. *The name of Krupskaya* (Lublin);  11. Sverdlovsk (Sretensky);  12. *Site number 616*;  13. *The Birch Grove*;  14. Quarterly;  15. *Linden log*;  16. *The vein number 40*;  17. *Site number 2*;  18. *Warm Key*;  19. *Solar slide*;  20. *Site number 15*;  21. Cheremshanskoye;  22. *Site number 5*;  23. *Site number 293*;  24. Red Army (Heavy mine);  25. Red-billed;  26. Islandy;  27. Kamenskoe;  28. Malorethian;  29. South Shamei;  30. Rudnic;  31. Shamei;  32. Yelnichnoe;  33. *Gryaznov peaks.* | 1.页岩-角闪岩complex S1:玢岩，辉绿岩，角闪岩，石英岩，炭质硅质页岩。  2.花岗伟晶岩和normal leuco-melanocratic Pz3.  3.花岗片麻岩和主岩的捕虏体Pz3。  4.花岗斑岩，常为白岗岩Pz3。  5.闪长岩，闪长玢岩，辉长玢岩，格拉诺塞尼特，微花岗岩  6.辉长辉绿岩，角闪岩阿波加布罗韦耶S2-D1。  7.纯橄榄岩，9橄榄岩，蛇纹岩S2-D1。  8.滑石蛇纹岩，滑石，滑石-碳酸盐岩，滑石-绿泥岩和片岩S2-D1。  9.断层：1- 固定的；2 – 推测的。  10.破碎区域，片岩集中形成。  11&12.旧采石场的轮廓。  13&14.祖母绿和祖母绿-绿柱石矿床。  15&16.铍和稀有金属矿床。  17&18.钼和金矿床。  \*不同颜色代表了此地区地质岩相学区域：西部（粉色），东部（绿色），中部（黄绿色）。  **祖母绿矿区的矿床和表现**   1. 波卢登斯科； 2. 奥茨科耶； 3. 马拉湿瓦（马林斯基）； 4. 萨图尔科夫斯科伊； 5. 马利诺维 克卢赫； 6. 节点7； 7. 谢捷巴耶夫 普安； 8. 五一（托洛茨基）；  * 8a. 阿提姆之名（马卡亚瓦斯基）(Makaryevskoye)  1. 闪长岩； 2. 克鲁普斯卡娅之名（卢布林）； 3. 斯维尔德洛夫斯克（斯勒特斯基）； 4. 矿点616； 5. 波奇 格鲁夫； 6. 夸特利； 7. 林登 罗格； 8. 矿脉40； 9. 矿点2； 10. 沃姆 基； 11. 索拉尔 斯莱德； 12. 矿点15； 13. 克莱姆申斯基； 14. 矿点5； 15. 矿点293； 16. 红军（重矿）； 17. 红嘴； 18. 伊斯万迪； 19. 卡密南兹； 20. 马洛雷蒂安； 21. 南沙美； 22. 鲁德尼克； 23. 沙美； 24. 叶利尼奇诺； 25. 格里亚兹诺夫峰。 |

|  |  |
| --- | --- |
| 云母中颜色均一的单晶体（2\*1\*1cm）。乌拉尔国家地质博物馆。 | 祖母绿单晶体（长7cm）。乌拉尔国家地质博物馆。 |

|  |
| --- |
|  |
| 祖母绿矿区地质图 |