

Characteristics and Genesis of Vein Quartz in the Chonghu'er Area, Burqin County, Altay, Xinjiang

Youhong Song Qiyu Li Jiangyu Guan

Xinjiang Jinyuan Mining and Metallurgy Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830063, China

Abstract

High-purity quartz ore refers to rocks that, under current technical and economic conditions, can be processed through mineral separation and purification to yield high-purity quartz sand with a silicon dioxide (SiO_2) purity of no less than 99.995% (4N5). The impurity content, inclusion levels, and particle size must meet the application requirements for high-tech fields such as semiconductors, photovoltaics, and optics. Depending on the ore type, high-purity quartz ore can be categorized into granitic pegmatite-type, vein quartz-type, natural crystal-type, and quartzite-type. The processed products are high-purity quartz sand. The China Geological Survey, along with the Xinjiang Geological Bureau and China National Building Materials Group, among other organizations, has discovered high-purity quartz mineral resources in regions such as Altay, Xinjiang, which resemble the high-purity quartz deposits in the United States. Multiple mining areas capable of producing high-purity quartz sand have been identified, and significant breakthroughs have been achieved in the investigation, evaluation, and exploration of high-purity quartz ore, as well as in deep purification and directional impurity removal technologies.

Keywords

high-purity quartz, strategic emerging industries, pegmatite-type deposits

新疆阿勒泰布尔津县冲乎尔一带脉石英矿特征及成因探讨

宋有宏 李其尤 管疆豫

新疆金源矿冶有限责任公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830063

摘要

高纯石英矿, 是指在当前技术经济条件下, 经选矿、提纯可获得高纯石英砂二氧化硅 (SiO_2) 纯度不低于99.995% (4N₅), 杂质、包裹体含量以及粒度满足半导体、光伏、光学等高新领域应用要求的岩石。按照矿石类型的不同, 高纯石英矿可分为花岗伟晶岩型、脉石英型、天然水晶型、石英岩型等。其选矿、提纯产品为高纯石英砂。中国地质调查局以及新疆地矿局、中国建材集团等单位在新疆阿勒泰等地区发现了与美国高纯石英矿床类型相似的高纯石英矿产资源, 发现多处可以制备高纯石英砂的矿区, 在高纯石英矿调查评价与勘查、深度提纯、定向除杂技术等方面也取得了重要突破。

关键词

高纯石英; 战略性新兴产业; 花岗伟晶岩型矿床

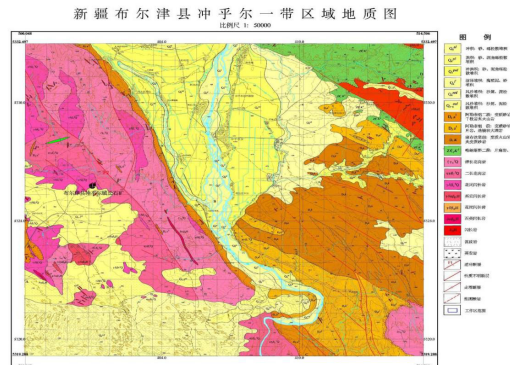
1 引言

随着新兴产业的快速发展, 高纯石英的重要性正受到重视, 高纯石英在光伏、半导体、光纤等领域应用广泛, 需求旺盛。作者通过在新疆阿勒泰布尔津县冲乎尔一带脉石英矿普查工作的区域地质、地层、构造、岩浆岩、变质作用, 结合填图、探槽、钻孔工作, 参考国内外关于脉石英矿, 特别是新疆阿勒泰脉石英矿的相关论述, 对冲乎尔一带脉石英矿矿性、规模、成矿机制进行探讨。本区内脉石英主要为伟晶岩型脉石英矿床, 脉石英的发育、延伸、矿体规模与伟晶岩体密切相关, 深部发育与目标伟晶岩体的大小, 规模有关。

【作者简介】宋有宏 (1966-), 男, 中国陕西南郑人, 本科, 工程师, 从事矿产勘查, 矿山地质研究。

2 区域地质

脉石英矿工作区位于西伯利亚板块 (I) 阿勒泰陆缘弧盆系 (I-2)、南阿勒泰晚古生代弧后裂陷槽。(I-2-②) 部位见



3 地层

根据《新疆维吾尔自治区岩石地层》的划分,脉石英工作区地层区划属北疆—兴安地层大区,北疆地层区阿尔泰山地层分区。出露的地层有:震旦—寒武系喀纳斯群,下泥盆统康布铁堡组,中泥盆统阿勒泰组,第四系。

3.1 震旦—寒武系喀纳斯群

发育在图幅北东部,仅出露其第二段($Z \in K^2$),程度略浅。岩性为十字石矽线石黑云斜长石英片岩、黑云斜长片岩、黑云母蓝晶石矽线石片岩、含石榴石石英斜长浅粒岩、石榴石黑云斜长片麻岩等。

3.2 下泥盆统康布铁堡组

岩性为酸、中酸性火山碎屑岩,少量熔岩。与上覆阿勒泰组为假整合接触,与下伏喀纳斯群接触关系未见,区域上为断层。厚度大于1909.7m。沉积环境为弧前或弧火山沉积盆地。

3.3 中泥盆统阿勒泰组

3.3.1 阿勒泰组一段(D_2a^1)

发育于图幅中部。岩性为浅粒岩、变粒岩、黑云母石英片岩,夹有大理岩和砾岩透镜体。厚度大于3260m。

3.3.2 阿勒泰组二段(D_2a^2)

总体岩性为碎屑岩,变质为石榴黑云长英片岩,底部为断层接触,未见顶。岩石具塑性变形特征,多发育无根褶皱、尖棱褶皱,石英脉多发育柔流构造,呈肠状、钩状等。出露厚度约150m。岩石中不含化石,沉积构造也全部被破坏,根据仅存的原岩岩石组合特征及大地构造演化阶段分析,推测为浅海环境。

3.4 第四系

3.4.1 洪冲积(Q_{hpa})

分布于山间山谷地带,多沿河流展布。由巨砾、砾石、砂、亚粘土组成。

3.4.2 风成堆积(Q_{heol})

分布于少雨平原地带,由细—粉砂、亚粘土组成。

3.4.3 洪积(Q_{p3x})

主要分布在山前平原地带,由成分复杂,磨圆和分选较差的疏松砾石、砂、亚粘土等组成。

4 构造

区域地处西伯利亚板块的西南大陆边缘阿尔泰山区。以库根断裂为界,北为阿尔泰古生代深成岩浆弧,南为南阿尔太晚古生代弧后裂陷槽。

库根断裂发育于图幅北东角,断裂北东盘为喀纳斯群,南西盘为第四系掩盖,破碎带宽100-250m,构造碎裂岩块及角砾岩带、岩块中片理构造发育,石英脉较发育。断层性质为逆断层。断面产状 $40^\circ \angle 70^\circ$ 。

4.1 断裂

4.1.1 阿克苏断裂(F_1)

区域上断裂大部分为冲乎尔盆地掩盖,该断裂为北西—

南东走向。断层规模巨大,地貌上为负地形,断层崖及三角面清晰,断层产状为 $40^\circ - 55^\circ \angle 52^\circ - 77^\circ$ 。

4.1.2 斯勒普断裂(F_2)

位于斯勒普一带,呈北西—南东向延伸。卷入的地质体为泥盆系阿勒泰组。断层破碎带宽170-250m,破碎带中见大量的石英脉透镜体,断层产状 $254^\circ - 263^\circ \angle 65^\circ - 70^\circ$ 。

4.2 褶皱

岩片内仅见一些小的背斜、向斜构造,如布铁吾铁热克提背斜、阿克阿依日克沟倒转褶皱,轴向北西—南东向。在背斜或向斜翼部揉皱构造较发育。

5 岩浆岩

以库根断裂为界,划分为两个构造岩浆带,北东属加里东期构造岩浆带(海流滩岩浆带),南西属华力西期构造岩浆带(塔什布拉克岩浆带)。

区域岩浆发育,主要为华力西期、加里东期侵入花岗岩为主,其中本矿的长石、石英脉赋存于石炭纪花岗闪长岩($\gamma \delta \beta c^1 Q$)岩体内。

5.1 基性岩脉

为辉长岩脉。分布于务增布拉克。岩脉走向以近东西向为主,其次为北西向;脉体出露宽约2~15m,长4~200m;侵位于石炭纪的黑云母二长花岗岩中和震旦—寒武系喀纳斯群中,接触变质带不明显,但侵入接触界线清晰,脉状产状清晰。

5.2 酸性脉岩

5.2.1 钾长花岗岩脉

主要在冲乎尔断裂以南分布,沿节理裂隙侵入,侵入于阿勒泰组及华力西早期花岗岩中,岩脉宽几厘米至几米,延伸长为几米至几百米不等。

5.2.2 花岗细晶岩脉

呈岩床或岩墙状产出,脉宽一般为1至数米,最宽可达到55米,延伸长数十米至千米。

岩石呈灰色,斑状结构,基质显微花岗结构,岩石由斑晶和基质两部份组成。

5.2.3 花岗伟晶岩脉

加里东期和华力西期花岗岩及震旦—寒武系喀纳斯群、泥盆系康布铁堡组和阿勒泰组中发育有上千条花岗伟晶岩脉;岩脉展布方向以北西为主,其次为近南北向,也有少量的北东向展布;规模悬殊较大,脉宽0.1~35m,长为几米至几百米不等,岩脉内分带明显;脉体边界较为平直,侵入接触关系清晰。

6 变质作用

区域接触变质作用由泥盆纪侵入岩体所引起,由于花岗岩侵入及伟晶岩脉的发育形成硅线堇青黑云斜长片麻岩、硅线黑云斜长片麻岩、石榴硅线堇青黑云斜长片麻岩、透辉

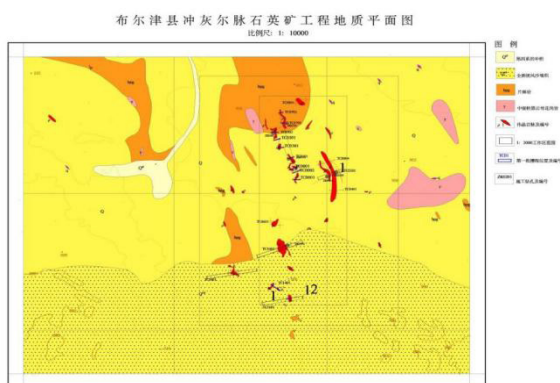
石榴石绿帘石矽卡岩、方解石绿帘石石英岩、贯入片麻岩、混合岩等。本区接触变质作用的产物不均匀分布，是在伴随岩石片理化的强烈程度，在构造运动强烈挤压带及严重破碎的构造断块内，岩浆沿层理面、片理侵入形成：硅线堇青斜长片麻岩、矽卡岩、堇青片岩、黑云石英片岩、黑云斜长片岩等，产于泥盆纪花岗岩体的边缘及其顶盖上。

7 区域化学特征

区域内有多处 1:20 万区域化探 Li、Be 综合异常，Au 单元素异常。

Li、Be 综合异常主要分布在区域中北部，异常长约 15 千米，宽约 7 千米，异常范围岩性为早泥盆世花岗岩，早二叠世正常花岗岩。异常与 Au 异常既有局部套合关系，主要位于冲洪积物中，出露基岩多为中泥盆统阿勒泰组，岩体为花岗岩，异常中心部位有锂、铍矿（化）点。

7.1 工作区矿产特征



ρ 图 2-1 布尔津县冲灰尔脉石英矿工程地质平面图

脉石英工作区伟晶岩脉发育较为集中，总体走线呈北西-南东向，现已经发现较大的伟晶岩脉有 6 条，编号为 ρ 1-ρ 6 (图 4-1)。今年施工探槽 18 条，钻孔 8 个，主要针对 ρ 1-ρ 6 矿体进行揭露和探测。

ρ 1 伟晶岩脉长约 140 米，地表出露宽约 5-10 米，走向约 165°，出露差。岩性为伟晶岩，浅白色，伟晶结构，块状构造，主要矿物成分为斜长石约 50%，钾长石约 10%，石英 20-25%、黑云母约 5-10%。其中石英核大小 20-50 厘米，主要呈乳白色，局部呈烟灰色，半透明状。脉内见有一个以往的探坑，大小 3×4 米，深 1-1.5 米。今年布置了 TC0701、TC0702、TC0901、ZK0701。探槽伟晶岩宽 5-15m，ZK0701 离探槽揭露伟晶岩 20m，方位 260°，顶角 25° 施工，孔深 78 米，未见明显伟晶岩矿体。

ρ 2 伟晶岩脉长约 450 米，地表出露宽约 10-50 米，平均宽约 30 米，走向约 160° 出露差，岩性为伟晶岩，今年施工 TC0001-TC0502 等 7 个探槽及 ZK0101、ZK0501，其中 ZK0101，方位 70°，顶角 25° 施工，孔深 55 米，6.06-13.11 米见伟晶岩。共 7 米。ZK0501，方位 80°，顶角 25° 施工，孔深 52.34 米，从 12.07-57.57 米见 3 层 2-24 米伟晶岩，总

厚 34.51 米

ρ 3 伟晶岩脉长约 320 米，地表出露宽约 10-50 米，平均宽约 30 米，走向约 165° 出露差，在该脉内见有 2 个以往的探坑，探坑深约 1.5-2.5 米。今年施工 TC0004、TC0201、TC0401 等 3 个探槽及 ZK0201、ZK0202、这两个孔分别从 70°、240° 正反两方位钻进，钻孔顶角 25° 最深孔深达 150m，均未见到伟晶岩体，显示伟晶岩深部延伸有限。

ρ 4 伟晶岩脉长约 200 米，地表出露宽约 50-70 米，走向约 133° 出露差，多被第四系风成砂覆盖。在该脉内见有 1 个以往的民采点，采坑大小 30×50 米，探坑深约 8-10 米，今年施工 TC1801、TC1401、等 2 个探槽及 ZK1801，ZK1801，孔深 120m，距离矿体 20 米，方位角 255°、顶角 25° 均未见到矿坑内完好的伟晶岩体，同样显示伟晶岩深部延伸的局限性。

ρ 5 伟晶岩脉长约 90 米，地表出露宽约 10-30 米，走向近南北，伟晶岩出露较好，今年施工 TC1001 探槽及 ZK1001、其中 ZK1001，方位 260°，顶角 25° 施工，孔深 150 米，未见探槽内揭露的米左右的伟晶岩体。

ρ 6 伟晶岩脉长约 140 米，地表出露宽约 40-55 米，走向近南北，稍偏西，伟晶岩出露较好，边部多为花岗岩，今年施工 TC1002 探槽及 ZK1002、钻孔 ZK1002，方位 250°，顶角 25° 施工，孔深 151.45 米，从 47.78-148.73 米见共见伟晶岩 5 层，视厚总长 66.67 米，岩芯总厚 64.88 米。为矿区较好的见矿钻孔。

7.2 成矿机制、成因探讨

本次工作历时 5 个多月，施工探槽 18 条，钻孔 8 个，探槽除 3 个未见矿之外，均见到宽 5-50 米不等的伟晶岩体，部分脉石英含量较高，晶形完整，质纯，伟晶岩分异一般，总体探槽见矿效果比较好。8 个钻孔 3 个钻孔见矿，视厚 7-31.25 米不等。花岗伟晶岩型脉石英矿具有规模大、品质稳定、矿石品质优良等特点，是目前全球生产高纯石英最重要的原料。

高纯伟晶岩型脉石英伟晶岩往往成群产出，在空间上呈现分带。前人研究认为，从残余的花岗质熔体中结晶的伟晶岩围绕花岗母岩分布，且距母岩体越远的伟晶岩熔体分异演化程度更高。由此推测，近岩体的伟晶岩具有更佳的高纯石英成矿潜力。

参考文献

- [1] 张亮, 刘磊, 朱黎宽等. 2024 关于高纯石英原料矿床地质学评价方法的探讨. 岩石学报, 40(04):1311-1326, doi:10.18654/1000-0569/2024.04.16
- [2] 周浩阳. 2025. 高纯石英的矿床概念、矿床类型与资源评价. 岩石学报, 41(10):3289-3301, doi:10.18654/1000-0569/2025.10.03:CSTR:32089.14.APS-ysxb.2025.10.03
- [3] 张用明, 贺祥, 刘维来, 等. YOLOv11-CSW: 一种轻量化多尺度矿石纹理缺陷检测模型[J/OL]. 计算机科学, 1-12[2025-12-10]. https://link.cnki.net/urlid/50.1075.tp.20251119.1808.015.