

# 美国西部科罗拉多州克里普尔克里克地区的 浅成热液金—碲化物矿床和伴生的碱性火成岩的成因

KELLEY, Karen, D. STEIN, Lawrence W, (美国地质调查所)

BEATY, David W. (美国, Chevron)

THOMPSON, Tommy B (美国, 科罗拉多州立大学)

自从该矿床在1891年被发现以来, 克里普尔克里克地区已产出653吨之多的黄金(21Moz), 使它成为美国的第二大黄金产地。该矿床发育于一个小的(18km<sup>2</sup>)渐新世火山杂岩体内, 该杂岩体被元古代基岩所包围。杂岩体由沉积岩、火山和热液角砾岩、凝灰岩等组成, 它们被碱性火山岩切割, 其组分范围从响岩到煌斑岩。由爆发火山作用和火山爆发侵位形成的杂岩体, 伴随有沉积和周期性地被侵入作用和角砾岩化作用中断的沉降。矿床在空间上与碱性岩伴生, 火成岩的侵位和矿体受NW和NE向断裂的控制。

有两种主要的矿床类型: 高品位的Au—Te脉岩型和低品位的浸染型Au矿床。脉岩共生组合经历了从石英—萤石—冰长石—黄铁矿到贱金属硫化物和含金碲化物。矿物成分在1Km垂直范围是稳定的。与岩脉有关的蚀变包括钾长石—白云石—钒云母—绢云母—黄铁矿化。低品位的浸染型自然金出现在地表300m范围内。蚀变由普遍发育的钾长石—黄铁矿化构成。流

体包体的研究显示了早期的液体是热的（达到 $510^{\circ}$ ），含盐的（ $>40$ 当量%氯化钠），并含有 $\text{CO}_2$ ；矿石阶段液体是低温的（ $<200^{\circ}\text{C}$ ），并且是稀释的（ $<9$ 当量%氯化钠）。

碱性火成岩的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 数据指出岩浆作用跨越5my 时距，从大约33到28Ma。长英质和中性响岩的喷发后面，跟着镁铁质的响岩和煌斑岩岩墙的侵位。脉岩冰长石的同位素数据（31.3—29.6Ma）和野外关系显示，成矿作用和蚀变先于和迟于镁铁质响岩的侵入。火成岩的微量元素地球化学和同位素组分（整个岩石的估算 $\delta^{18}\text{O}=6.4-8.4\%$ ；K—长石—钠长石 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=17.90-18.10$ ， $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.51-15.53$ ， $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=38.35-38.77$ ）指出响岩岩浆可能是由二氧化硅不饱和的碱性玄武岩母岩的分离结晶作用衍生的。一个主要的下部地壳的组分用于指出响岩岩浆源；由上部地壳岩石的混染是次要的。脉岩方铅矿的 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 组分几乎完全重叠在响岩的组分上，揭示了碱性岩浆作用和成矿作用之间的成因关系。对于一些方铅矿趋向于更高的 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 和 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比率，揭示了成矿液体可能从元古代上部地壳岩石中渗漏一些铅。

成矿作用和岩浆作用的计时与消减作用有关的压缩和与大陆漂移有关的扩张之间的过渡相吻合。漂移的开始可能触发上部地幔和下部地壳的熔融，产生碱性玄武岩岩浆，它们在上升到较浅层位期间或在其后由结晶分离而分异出来。初始的岩浆上升到地表可能遇到水，爆炸喷发形成火山角砾岩和火山爆发口。接着是长英质—中性响岩的侵入，随后是镁铁质响岩、煌斑岩岩墙的侵入，富含 $\text{CO}_2$ 和萤石的含Au—Te岩浆—热液液体从响岩岩浆里析出，并与浅部地壳层位里的大气水相混合。混合引起了岩浆—热液溶液的冷却、稀释和氧化，它们沉淀了Au—Te矿物和自然金。