5.3 大坪金矿成矿流体的特征

以上分析结果表明，大坪金矿团块状硫化物型含金石英脉中在主成矿和早成矿阶段的流体包裹体基本上只有 CO_2-H_2O 型包裹体和纯 CO_2 包裹体两种类型，成矿流体是以 CO_2 为主（$CO_2 \geq H_2O$）的低到中等盐度的 CO_2-H_2O-NaCl 体系的流体，早期成矿流体中还含有少量的 N_2 等气体，而只有极少的水溶液包裹体，表明在成矿过程中不存在大量循环地下水或大气降水参与成矿。

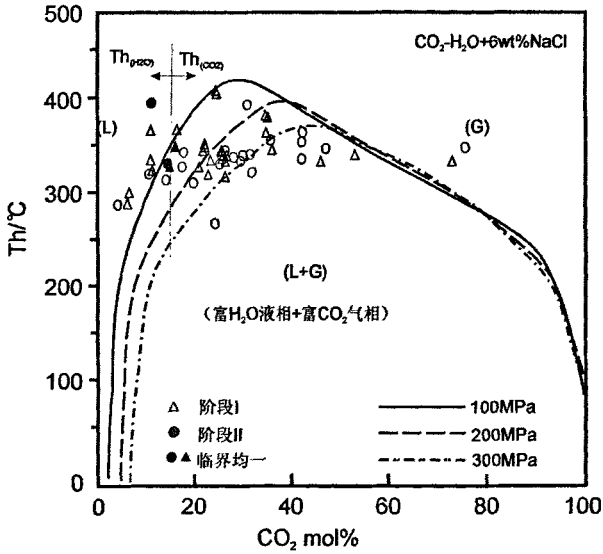


图 5-3 大坪金矿 CO_2-H_2O 包裹体的 Th-X_{CO2} 关系图。

底图据 Bowers and Helgeson（1983）修改，其中 300MPa 临界线为作者外推的临界线，以与本区流体包裹体的主体捕获压力相一致。X_{CO2} 值用 Flincor (Brown, 1989) 软件计算。$Th_{(CO2)}$：均一为 CO_2 相；$Th_{(H2O)}$：均一为 H_2O 相。

如前文所述，本区矿石中同一石英晶体中出现液态 CO_2 包裹体、气态 CO_2 包裹体和 CO_2-H_2O 型包裹体，且 CO_2-H_2O 型包裹体的充填度呈现较大的变化，这是典型的相分离现象[182,184,185]。同时 CO_2-H_2O 型包裹体的盐度虽然有明显的峰值，但整体呈现较大的变化范围，这通常被认为是相分离作用的结果[186]。

在 T-X_{CO2} 关系图上（图 5-3），大坪 CO_2-H_2O 包裹体的 X_{CO2} 值呈现较大的变化，且 Th-X_{CO2} 投点多数落在相应的不混溶曲线附近，反映了这些包裹体捕获于不混溶体系中。根据矿脉中基本不出现水溶液包裹体，并且 $X_{CO2}<0.1$ 的包裹体也很少，相分离作用形成的含水相主体为 CO_2-H_2O 型流体，而少纯水溶液相流体，这一方面说明母液 CO_2 含量高，同时说明成矿流体的相分离作用仅发生部分不混溶，相分离作用发生于矿脉形成过程中，而主成矿期的富液相 CO_2 包裹体比早成矿阶段明显增多可能是成矿流体的相分离作用不断进行的结果。图 6-3 显示的大坪 CO_2-H_2O 包裹体的 X_{CO2} 值主体为 0.1~0.5，绝大多数均一为 CO_2 相；如果再将同期形成的大量纯 CO_2 包裹体的 CO_2 计入成矿流体组成，则本区两阶段的成矿流体组成应该是 X_{CO2} 大于 X_{H2O}。一般造山带型金矿（或剪切带金矿、中温热液金矿），其成矿流体的组成中 $CO_2<H_2O$（Mumm et al., 1997），如加拿大太古宙绿岩带中金矿[182]、塞拉利昂苏拉绿岩带 Yirisen 金矿[187]、印度 Wynad 金矿[188]、山东三山岛金矿[189]、小秦岭金矿[190, 191]以及广东河台金矿[192]等等，这些矿床均存在相分离作用，但是其流体包裹体都以 CO_2-H_2O 型包裹体或水溶液包裹体为主，通常富含水溶液包裹体，而纯 CO_2 包裹体较少。本区成矿流体中 CO_2 含量明显高于上述矿床，近似但低于加纳 Ashanti 金矿带金矿[193]和巴西 FMP 金矿[194]的成矿流体，此二矿流体包裹体中纯 CO_2 包裹体占绝对优势，即成矿流体的 $CO_2>>H_2O$，其气相组分与本矿包裹体类似，基本为纯 CO_2，含少量 N_2 和 CH_4。如此，本区存在高 CO_2 的成矿流体及其相分离作用必然引发以下问题：①它的来源？②矿质在高 CO_2 的流体中的迁移形式？③金的沉淀机制？

在均一温度与盐度关系图上（图 5-4），阶段 I 和阶段 II 的投点均有一个明显密集区，不同成矿阶段的密集区对应的均一温度和盐度均与各阶段的均一温度峰值、盐度峰值一致，因此它们分别可以代表各阶段的成矿流体的一般特征。对比显示，从早期到晚期成矿流体的温度和盐度呈温和下降的趋势，符合单一成矿流体的演化特征。而那些在成矿期存在流体混合特征的金矿如塞拉利昂苏拉绿岩带 Yirisen 金矿[187]、西澳大利亚纳沃日金矿[195]，或其它类型的金属矿床如华南下寒武统铂多金属矿[196]，其流体包裹体一般存在双峰式的盐度或均一温度。另外需要考虑的是本区 CO_2-H_2O 型包裹体和纯 CO_2 包裹体是否分别来自于参与混合的 CO_2-H_2O-NaCl 体系的流体和 CO_2 流体？这样的实例见于巴

西 FMP 金矿[194]，其 CO_2-H_2O 型包裹体的密度（或充填度）具有非常狭窄的变化范围，不显示相分离作用的特征，但是大坪流体包裹体显示清晰的相分离特征。因此我们认为大坪金矿初始成矿流体是单一的 CO_2-H_2O-NaCl 体系的流体，基本不存在流体混合，但是在成矿过程中发生了相分离。与前期研究结论"早期成矿流体是相对均一的体系"一致[181]。

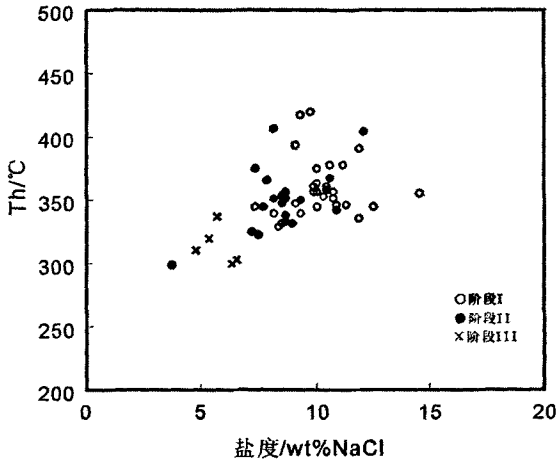


图 5-4　大坪金矿流体包裹体的均一温度与盐度关系图.

5.4 大坪金矿成矿流体 P-T 条件

一般认为，在不混溶包裹体群中，最富 CO_2 的包裹体和最富 H_2O 的包裹体原先分别捕获了均匀的富 CO_2 和富 H_2O 流体，它们的均一温度代表了捕获温度；而具有中间 CO_2/H_2O 比值的包裹体是从不混溶的 CO_2-H_2O 流体中同时捕获了 CO_2 相和 H_2O 相的包裹体，因此实测得到较高的均一温度，并不代表真正的捕获温度[182,184]。但对于大坪金矿，由于相分离作用形成的含水相主体为 CO_2-H_2O 型流体，因此 CO_2-H_2O 型包裹体可能同时捕获了富水的 CO_2-H_2O 流体和纯 CO_2 流体，但也可能只捕获了相分离作用形成的 CO_2-H_2O 流体，这部分包裹体应也具有中间 CO_2/H_2O 比值，其均一温度代表真正的捕获温度，并且代表同期流体包裹体的主体捕获温度；而最富 H_2O 的包裹体，其流体则是相分离作用较彻底的产物，其均一温度则可能更适于作为同期包裹体捕获温度下限。