邻的大坪金矿，因此与本区成矿相关的煌斑岩，其原始幔源岩浆上侵的幅度较大，导致岩浆受到的同化混染作用较强，同时也意味着大坪金矿成矿后受到的构造抬升作用较强，区域上由强烈的断裂作用引起的构造抬升存在明显不均一性。另外从本区流体包裹体的组成看，本区流体包裹体基本为水溶液包裹体，其 CO_2 含量明显低于大坪金矿[见本文第五章]，但是本区矿石与大坪金矿矿石的 PGE 组成均落入幔源区域，因此作者推测本区成矿流体中幔源组分可能最初来源于上地幔岩浆去气作用形成的富 CO_2 流体，但在沿剪切断裂上升的过程中经历了深部系列成矿作用或沉淀过程，而到达本区的成矿层位的流体是经历了扩散和过滤过程的剩余的少含 CO_2 的幔源流体，这表明本区成矿作用可能也与新生代强烈的壳幔相互作用相关。需要指出的是，从矿石 PGE 来源角度看，长安金矿成矿流体含有幔源组分，而是否还有其它流体如变质热液、大气降水参与并形成混合流体还有待新的证据。

4.4 不同矿床 PGE 组成对比

将以上三个金矿床的金矿石的 PGE 组成进行对比，可以看出：三个矿床的矿石 PGE 组成均具有幔源特征，并且均具有源于 S 过饱和岩浆的特点，但也有较大差别。大坪金矿、长安金矿矿石的 PGE 组成均与原始岩浆为幔源的喜山期基性岩脉煌斑岩 PGE 组成类似，但墨江金矿矿石的 PGE 组成与煌斑岩 PGE 组成有较大差别，而与墨江原始岩浆为幔源的海西期超基性岩类似，两种 PGE 组成反映了两种不同的幔源性质，前者与正常地幔部分熔融形成的岩浆有关，而后者与交代亏损地幔的部分熔融形成的岩浆有关。从第六章可知，目前已测定的各矿床的成矿时代主要集中于喜山期，表明各矿床的主成矿期相似或相近，意味着各矿床形成于本区同一壳幔演化时期，亦即如果不同矿床的 PGE 均源于喜山期幔源流体，则它们的 PGE 组成应相近，而实际情况正好相反。由于大坪金矿的 PGE 组成已经证实其 PGE 不可能来源于其唯一的赋矿围岩：闪长岩，因而可以确信其 PGE 主要源于与煌斑岩形成相关的上地幔地幔去气作用而形成的流体。从对比意义上看，更加确信大坪金矿、长安金矿的 PGE 主要源于与喜山期基性岩脉成因相关的幔源流体；而墨江金矿 PGE 主要源于蛇绿岩型超基性岩，而不可能主要源于幔源流体。

墨江超基性岩有提供 PGE 和 Au 的有利条件。其 PGE 组成显示原岩结晶于 S 过饱和的幔源岩浆，与其富 Ni 的特征一致，意味着其原岩硫化物含量较高。鉴于 PGE 元素有强烈的亲硫性，并且在地幔中的丰度比地壳中高得多，因此墨江超基性岩原岩中应比地壳中其它类型的岩石具有相对高的 PGE 丰度，这些 PGE 可能在原岩经历了多期剪切破碎和热液活动之后发生了淋滤，导致岩石中 PGE 含量降低，况且墨江含 Ni 的蚀变超基性岩的 PGE 丰度已达到 109.66×10^{-9}，高于矿区其它类型的岩石，也高于所有硫化物型金矿石，因此墨江超基性岩有理由成为矿石中 PGE 的主要提供者。同理，由于 Au 与 PGE 有相似的地球化学性质，并且本次分析的超基性岩样品 Au 丰度均高于 100×10^{-9}，表明墨江超基性岩原岩中 Au 的丰度可能较高，并有可能在后期热液蚀变过程中受到了淋滤。对比第三章墨江岩、矿稀土元素组成对比结果，墨江超基性岩可能是本区矿石中 Au 的重要来源之一，这同时说明哀牢山蛇绿岩带中的超基性岩是金矿带中金的来源之一，但不排除还有其它来源。

综合以上分析结果表明，哀牢山金矿带 PGE 地球化学特征证实了新生代强烈的壳幔相互作用对本区大规模成矿作用的贡献，也肯定了哀牢山蛇绿岩带中的超基性岩在提供该金矿带成矿物质来源上的贡献，但金矿带的成矿物质既有幔源，也有地层来源。

4.5 小结

(1) 墨江金镍矿矿石中 PGE 含量均较低，ΣPGE 为$(2.58\sim109.66)\times10^{-9}$，与蚀变超基性岩的ΣPGE($(14.58\sim50.48)\times10^{-9}$)相差不大，且矿石与超基性围岩 PGE+Au 的球粒陨石标准化模式基本一致，均为 Pt 和 Ir 相对亏损和 Ru 及 Rh 相对富集的 M 型，显示墨江金镍矿 PGE 来源较为一致，主要来自超基性围岩；

(2) 墨江金镍矿 Pd/Ir 为 0.18~10.0，远低于典型热液型镍矿的 Pd/Ir 值(>100)，说明其中的镍主要为岩浆成因，后期热液改造并不是 Ni 成矿的主导因素；因此墨江为早期岩浆型 Ni 矿和晚期热液型 Au(Ni)矿组成的复合矿床；

(3) 墨江金镍矿的超基性围岩直接来自地幔，是由经历了基性岩浆抽提和交代作用形成的亏损地幔发生程度不同的部分熔融形成的，其原始岩浆中 S 已达到饱和；