



西藏的拆沉作用：榴辉岩密度的约束

叶之琳^{1,2}，范大伟¹，李博¹，唐琦哲^{1,2}，许金贵^{1,3}，张东舟³，周文戈¹

- 1、中国科学院地球化学研究所地球内部物质高温高压院重点实验室，贵阳 550081；
- 2、中国科学院大学，北京 100049；
- 3、夏威夷大学马诺阿分校地球物理与行星研究所，夏威夷 96822

青藏高原作为最具代表性的碰撞造山带，经历了不同类型的拆沉过程。其下地壳和地幔岩石圈被认为可能是在造山发育过程中发生拆沉作用而被移除。以往的数值模拟研究表明，高密度的榴辉岩在俯冲板块断裂和下地壳移除过程中起着至关重要的作用。榴辉岩化的下地壳和地幔岩石圈会产生比下伏地幔更大的密度，从而引发重力失稳。然而，高温高压下对于榴辉岩密度的实验约束有限，并且根据以往地球物理数据或数值模拟研究并不能精确地约束榴辉岩的密度。

本文利用同步辐射单晶 X 射线衍射实验技术，并结合外加温金刚石压腔实验装置，获得了榴辉岩主要组成矿物（石榴子石、绿辉石和绿帘石）在高温高压下的热状态方程。利用三阶 Birch-Murnaghan 方程拟合获得了上述矿物的体弹模量及其温度与压力导数、热膨胀系数等热状态方程参数。本文采用在同一样品腔内对所有榴辉岩主要组成矿物（石榴子石、绿辉石和绿帘石）进行系统研究，有效的消除了不同实验之间的系统误差，大大的提高了高温高压实验精度。榴辉岩的密度和含量是认识拆沉作用的基础，通过本文获得的榴辉岩主要组成矿物的热状态方程参数，结合不同拆沉过程的地热条件，讨论了西藏俯冲板块断裂和榴辉岩化下地壳剥蚀的过程。

研究结果显示，榴辉岩的密度与其组成矿物比例以及铁含量密切相关。榴辉岩中石榴子石含量会显著增加榴辉岩的密度，石榴子石每增加 10 vol. %，榴辉岩的密度增加约 1.7%。对于西藏榴辉岩来说，石榴子石占比为 40%~60%，与周围橄榄岩相比，密度高约 7%~11%。其次，铁含量也会显著增加榴辉岩的密度，高铁榴辉岩比周围橄榄岩密度高约 10%~15%。另外，榴辉岩化程度也会影响俯冲过程中岩石圈地幔的密度。对于西藏榴辉岩来说 37%-64%榴辉岩化的俯冲板块与周围地幔密度差与重力异常观测到的结果一致。在这种情况下，板块碎片会下降 75-155 km，与地球物理观测结果相符。榴辉岩可能是印度-亚洲碰撞过程中引发拆沉作用的一个潜在因素，并且榴辉岩中高丰度的石榴子石和高铁含量以及高程度的榴辉岩化更有利于促进拆沉作用发生。