# 吉林陨石的透射电子显微镜观察

张培善　陶克捷　　杨大宇　陈希成
（中国科学院地质研究所）　（中国科学院物理研究所）

为了进一步研究吉林陨石的超显微结构，我们对吉林陨石进行了矿物学和岩石学的研究[1]，并用透射电子显微镜做了观察。透射电子显微镜样品是用离子束减薄方法制备的[2]。在用100kV透射电子显微镜观察时，我们曾见到锯齿状的矿物溶离层显微组织，但由于受到电子辐照，原来清晰的锯齿状图象变得模糊不清。1MV的高压透射电子显微镜比100kV的透射电子显微镜为优越，它的穿透能力强，能观察较厚的样品，观察更大的面积，而且它对样品的损伤也较小。我们主要使用1MV高压透射电子显微镜作观察。



图1　橄榄石的位错

橄榄石和辉石是吉林陨石的主要矿物组成[1]。在透射电子显微镜中，观察到它们的位错。图1是橄榄石中的位错。图2是辉石中位错缠结的图象。陨石矿物在冷却过程中，若从一个单相系转变为双相系，并伴随自由能的减少，那么就发生溶离。溶离的机制可以是Spinodal分解，或是成核和生长。溶离的机制和溶离层的尺寸，同成分和冷却速率有关。在吉林陨石的辉石中，我们见到有发育完好的溶离层结构，如图3所示。图3中显示一组平行的较粗的溶离层，在图3的左下方，在几条粗的溶离层中，可见到一些与它垂直的短而较细的溶离层，后者可能是在前者中成核形成的。我们在电子显微镜中见到一些如图4显示的许多包裹体，图4中深灰色颗粒是包裹体，均匀灰色背底是非晶质基体，每个包裹体轮廓清晰，外形很不规则，大小不一，尺度从数百埃至数千埃。图5是一个包裹体，呈六角形，尺度六千埃左右，图5上显示一些深黑色衬度条纹和波纹图象，表明组织是不均匀的，选区电子衍射图样是清晰的斑点。

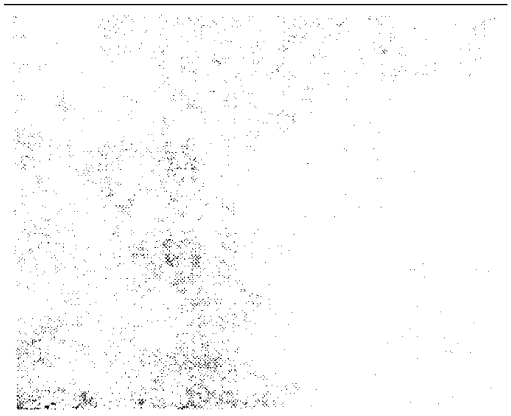

图2　辉石中的位错缠结

图1所示的位错组态是形变橄榄石中典型的线缺陷形态，位错长而直，有少量的位错割阶，位错密度为$10^7/cm^2$，石陨石中橄榄石的位错组态同冲击形变时的温度和应变速率有关[3]。从图1的位错组态特征，可推测吉林陨石中的橄榄石曾受冲击形变，形变温度为800℃左右。观察到辉石中普遍发育的溶离层结构（图3）表明吉林陨石中结晶矿物经过了从混溶到不混溶的冷却过程。在图3的中部，可以见到一个裂纹，裂纹两侧的溶离层带，能一一对应，这表明该

本文1980年1月12日收到。



图 3　辉石中的离溶层

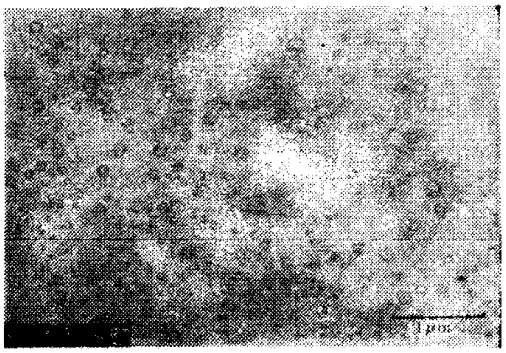

图 4　吉林陨石中包裹体群



图 5　吉林陨石中的包裹体



图 6　斜长石的反相畴结构

矿物在溶离层形成之后发生过碎裂．在裂纹的中段，有裂纹的愈合迹象，这可能是该矿物以后又受热而升温造成的．故推测吉林陨石矿物经过某个冷却过程，产生溶离层组织，随后又受到冲击作用，在矿物中造成裂纹，以后又受热，裂纹局部愈合．对显微组织的这种理解，定性地说明了吉林陨石演化历史上的热变质行为和冲击作用．图 3 中有几块尺度为数百埃的多边形的白斑，可能是包裹体的痕迹．图 6 是吉林陨石中斜长石的反相畴．陨石矿物在冷却过程中产生的反相畴的尺寸，同经过临界有序温度的冷却速率有关．慢冷，使初期的少量的成核能充分发育生长，从而形成粗大的畴；快冷，使低温相的成核速率增大，从而导致细小的畴．图 6 所示的斜长石的反相畴尺度不大，因此我们可以认为低温相的成核速率是较快的，矿物可能经过较快的冷却过程．在成分分析中证实吉林陨石中有玻璃质[1]，在电子显微镜观察中见到非晶质的玻璃，在显微图象上均匀的灰色区域是非晶质，它们可能是冲击作用的产物．

对吉林陨石形成演化过程的一些研究[1,4]，指出存在热变质和冲击破裂阶段．最近王松山等根据氩同位素分析指出，吉林陨石曾受多次撞击．我们的透射电子显微镜观察也证实了吉林陨石经受过热变质和冲击形变．

## 参　考　文　献


[1] 张培善等，地质科学，1978，2：113—133．

[2] 陈希成、杨大宇，物理，8 (1979)，232．

[3] Ashworth, J. R. & Barber, D. J., *Phil. Trans. Ray. Soc.*, **286** (1977), 493—506.

[4] 欧阳自远、王道德、谢先德，吉林陨石雨论文集，科学出版社，1979，295—305．