接触交代型矿床接触带及岩浆上隆构造的力场分析

李黎明

接触带和岩浆上隆构造是接触交代型矿床的重要控矿构造。岩浆侵入之初，围岩的主压应力（σ_r）随其厚度而变化。围岩太薄，$\sigma_r=0$，形成以岩体为中心的放射状构造；围岩太厚，其压力q_b＞侵入体压力q_a，不利成矿。当$q_a>q_b$时，形成岩浆上隆构造。

关键词：接触交代型矿床；接触带构造；岩浆上隆构造；力场分析

接触交代型矿床多赋存于岩浆岩与围岩的接触带或其附近，矿床受接触带构造控制。接触带的岩浆上隆构造，对某些金属矿床的形成具有重要意义。

从板块学说的观点划分有工业意义的接触交代型铁矿床，不外乎大洋岛弧型和大陆边缘区的安第斯型接触交代型两大类。前者见于乌拉尔、菲律宾、日本、古巴和北美西部的岛弧区。磁铁矿体赋存于闪长岩岩株的内接触带、灰岩捕掳体接触带，更广泛地赋存于安山岩一灰岩岩层与闪长岩的接触带中。后者见于大陆边缘区内，磁铁矿体产于灰岩或火山岩与石英二长岩体的接触带之中。

我国的接触交代型铁矿床，均赋存于灰岩或火山岩与闪长岩、二长岩及花岗闪长岩的接触带及其附近。如大冶式、邯邢式、黄岗式等。而接触交代型铜、钼矿床，均赋存于碳酸盐岩与花岗岩、花岗闪长岩及闪长岩的接触带内。如寿王坟铜矿、野狐钼矿等。

世界各地的接触交代型钨矿床，绝大部分赋存于前寒武纪一三叠纪的灰岩与中古生代一晚白垩世的钙一碱性侵入岩的接触带内。

本文试图通过应力场的分析，来阐明接触带构造的形成机制，给定量或半定量研究接触构造提供理论依据。

目前野外所见到的或经探矿工程揭露的接触带均距地表较浅。常见的接触带较平直或稍有起伏；多呈似钟状向上突起或最多相当于半圆环状的接触带。这仅是经过漫长地质年代的剥落、地壳的抬升等作用遗留下来的接触带构造形式。

当岩浆侵入之初，围岩从四面八方包围岩体，受力情况类似圆筒或圆环。这时围岩的应力场相当于弹性力学中的“圆筒或圆环受均布压力”（图1）。设侵入体呈似圆筒状，内半径为a，即侵入体的规模；围岩的外半径为b，即围岩的厚度。岩浆活动的上冲力——作用于围岩的压力为q_a。从理论上讲q_a是从岩浆侵入体向四周均匀作用的，但实际上由于围岩的反抗，将上冲力局限于构造发育的地段，即围岩薄弱的部位。因此，均匀分布的q_a，最大限度地变为集中的q_a；为了保持地壳的均衡，围岩由外向内产生一个反抗岩浆入侵的压力q_b。它是围限压力，与围岩厚度、抗压强度有关。

为了分析应力场，在假设平面上取一个单元体P，P到侵入体中心的距离为r。此单元体P的力场情况为：指向单元体的正向压

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

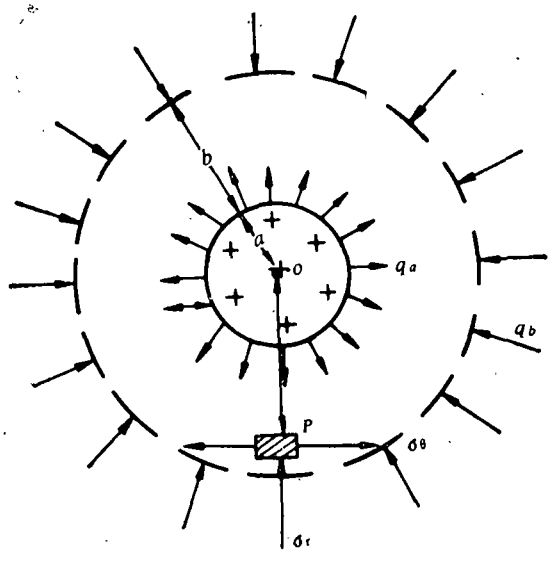

图 1 岩浆作用于围岩的理想力场图

a—侵入体内半径，b—围岩的理想半径，r—单元体至侵入体中心的半径；P—单元体(质点)；σ_r—径向压力，σ_θ—切向压力，q_a—侵入体作用于围岩的压力，q_b—围岩的反抗压力

力σ_r为径向压应力；相应的有拉张应力σ_θ，为切向应力。σ_r与σ_θ的大小，是形成接触带构造空间的主要因素。它与q_a、q_b、a、b和r都有关。从图1得知，应力场的分布是轴对称的，因此，可用拉密解答来分析应力场：

$$\sigma_r=-[(b^2/r^2-1)/(b^2/a^2-1)]q_a-[(1-a^2/r^2)/(1-a^2/b^2)]q_b \quad (1)$$

$$\sigma_\theta=[(b^2/r^2-1)/(b^2/a^2-1)]q_a-[(1+a^2/b^2)/(1-a^2/b^2)]q_b \quad (2)$$

在接触带上，$r=a$，(1)式变成：

$$\sigma_r=-[(b^2/a^2-1)/(b^2/a^2-1)]q_a-[(1-a^2/a^2)/(1-a^2/b^2)]q_b$$
$$=[(b^2-a^2)/a^2]/[(b^2-a^2)/a^2]q_a-0/[1-(a^2/b^2)]q_b$$
$$=-q_a$$

因此，在接触带上，径向应力σ_r＝侵入体上升时的压力q_a。

接触带上，$r=a$，代入(2)式得：

$$\sigma_\theta=[(b^2/a^2-1)/(b^2/a^2-1)]q_a-[(1+a^2/a^2)/(1-a^2/b^2)]q_b$$
$$=[(b^2-a^2)/a^2]/[(b^2-a^2)/a^2]q_a-[(a^2+a^2)/a^2]/[(b^2-a^2)/b^2]q_b$$
$$=q_a-2/[(b^2-a^2)/b^2]q_b$$

b为围限到侵入体中心的距离，实际不易测得，可看作∞。

令$(b^2-a^2)/b^2=1$，则$\sigma_\theta=q_a-2q_b$

由于侵入体上升时的压力q_a常大于围限压力q_b，否则岩浆就无法入侵。因此，切向应力σ_θ为正值，是张性的。

岩浆侵入上升时，围岩内应力的分布网络如图2。

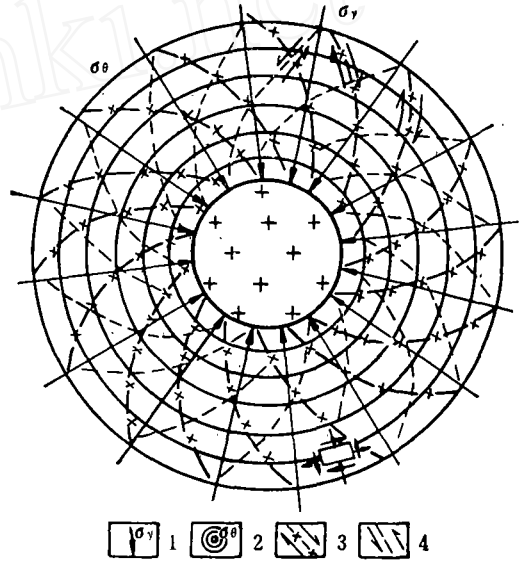

图 2 力场分析图

1—主压应力迹线；2—主张应力迹线；3—右旋剪应力迹线；4—左旋剪应力迹线

在接触带上或其附近取一个单元体，从理论上等于在接触带四周取无数个质点。因此，主张应力迹线是以侵入体为中心呈同心圆状分布；主压应力迹线是围绕侵入体作放射状分布；最大剪应力迹线是以左(右)旋的螺旋线状分布。r增大时，径向应力变小，切向应力也变小。

由此说明：在接触带应力最大，构造最发育，成矿最有利。实际情况与此分析符合。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

据此，可得到如下结论：

主压应力，即径向应力(σ_r)是随侵入体围岩上覆岩层的厚度而变化的。当岩浆活动接近地表时，$\sigma_r=0$，不发育由于主压力而产生的构造，只产生主张应力引起的与之垂直而又与主压应力相重合的、以岩体为中心的放射状构造。所以，火山喷发或具超浅成的的次火山岩区，往往发育有放射状环形的构造。如邯郸地区的紫山岩体，河北的寿王坟岩体等。

当侵入体上覆岩层太厚，即侵入体是深成相的，则$q_b>q_a$；岩浆上升受到围岩的强大抵抗，不会形成有利于成矿的接触带构造，如岩浆上隆构造、层间剥离构造等。因此不利于接触交代型矿床的形成。

只有当侵入体的上覆岩层具有一定厚度，岩浆活动的上冲力大于围岩的抵抗力时，围岩才能形成岩浆上隆构造，为成矿作用提供有利的成矿场所（图3）。岩浆上升的压应力迫使围岩形成与主张应力迹线相重合，而与侵入体边缘相平行的岩浆上隆构造。如邯郸式铁矿床的控矿构造。

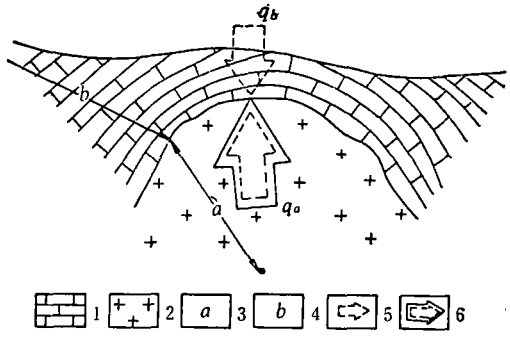

图 3　岩浆侵入作用造成上隆构造

1—围岩；2—侵入体；3—侵入体之内半径；4—围岩到侵入体之外半径；5—围岩反抗压力；6—侵入体作用于围岩的压力

综上所述，接触带构造，特别是岩浆上隆构造，是最有利于形成接触交代型矿床的控矿构造。它的形成深度，既不是深成相的，也不是喷发相的，而是浅成相的。

应该说明，为了简明起见，本文未涉及岩浆侵入后冷凝收缩裂隙的重要性，也未讨论接触构造形成的岩性不均匀界面在后期构造活动中的影响。这些问题容以后讨论。

Force Field Analysis for the Contact Zone of Contact Metasomatic Deposits and Magmatic Upwarped Structure

Li Liming

The contact zone and the magmatic upwarped zone both are important ore controlled structure for contact metasomatic deposits. At the beginning of magma intrusion, the principal stress of the wall rock varies (σ_r) with the thickness of the rock. As to the thickness of the wall rocks, if too thin, σ_r will be zero and a radiated structure is formed around the intrusive, if too thick, the pressure of the wall rock q_b will be higher than that of the intrusive q_a and this condition is not favourable to metallogenesis. Only at the condition that $q_a>q_b$, a magmatic upwarped structure may be developed.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net