

不同构造环境下形成的花岗岩侵入体和内生矿化的特征

侵入体的形成过程，与产生侵入体的介质的动力学有很大关系。

围岩的动力学，不仅影响到侵入体的形态及各种脉岩的侵入和分布特征，而且在很大程度上决定着伟晶岩的存在和特点以及各种热液矿脉的赋存规律，同时它对侵入体的围岩中各种新生地质体的发育也有影响。

构造作用强度的差异，决定着侵入体体系的封闭程度及其发育的独立程度。独立的环境，是平静构造条件下形成的侵入体所固有的。在围岩剧烈运动时生成的侵入体中，独立过程有很大改变并被掩盖。

人们很早就注意到，在内因影响下或在外部条件（首先是构造条件）作用于侵入体的过程中形成的侵入体的差异，但却把注意力主要集中在侵入体特征的外部条件（主要是裂隙），而对其产生机理则研究不够。对于诸如岩浆岩体的热收缩，含矿流体的分离等重要过程，实际上都未曾涉及，至于侵入体对围岩中裂隙构造发育的影响以及矿化与裂隙的关系等成因方面的问题，也只作过一些极粗略的探讨。

平静构造环境中形成的侵入体 侵入体内部和围岩当中出现大量“自由”空间，结果产

近年来，苏联生产了三种合成聚晶体：即人造金刚石CB型聚晶、以金刚石粉为基础的CBC型聚晶、以金刚石与立方氮化硼混合物为基础的CBA B型聚晶。用CBC聚晶镶制的KCAB型钻头，于1972年投产，至1974年月产量达400~450个。据说，这种钻头的钻进性能不次于成批生产的天然金刚石钻头。最近苏刊报道，用CB型聚晶镶制的KCAB型钻头业已研制成功。CB型聚晶具有较高的耐磨性和耐热性。用CB型聚晶镶制成的KCAB型钻头适用于Ⅶ~Ⅷ级研磨性岩石。室内与生产试验结果表明，其主要技术经济指标在某些情况下可超过同类型成批生产的天然金刚石钻头。钻头进尺提高了1~1.5倍，机械钻速提高14~54%，回

次进尺增加6~24%。这种钻头目前正投入成批生产。另外，苏联还研制成用立方氮化硼(KHB)镶制的JKP型钻头。在Ⅶ~Ⅷ级岩石中试钻结果表明，机械钻速比成批生产的天然金刚石钻头高1~2倍。

从以上资料可以看出，瑞典新型高速硬合金钻头的使用，扩大了现有硬合金钻头的钻进范围，大有取代普通硬合金钻头和表镶天然金刚石钻头的趋势。苏联则致力于人造金刚石与其它超硬材料的研制。最近研制成功并投产的KCAB型钻头，有可能逐步取代已经成批生产的天然金刚石钻头。瑞典和苏联在新型钻头方面的发展动向值得探讨。

(光麋)

生各种位移和空洞，流体发生运移，并形成各种矿体（包括有工业价值的矿体），由此而引起侵入体的热收缩。这是侵入体独立发育的最重要的过程。由于热收缩是贯穿于侵入体形成的整个时期（从液态的岩浆、岩浆的结晶到固态岩石的冷凝），则热收缩的所有表现也是在上述各个时期的过程中得以实现的，并且依次有规律地发生更替。但平静环境下的花岗岩侵入体的典型特征，还在侵入岩浆开始冷凝、体积缩小之前即在侵入的当时已经出现。因此，我们将从岩浆岩体发育的最早期开始叙述。

侵入体内的过程 所述侵入体的形态较简单，以岩盖状、穹窿状为代表。这种侵入体通常产生于区域发展的造山晚期和造山期后，即向地台条件过渡的时期。该过程在浅部和中等深度下（1~3公里）在能量上是最有利的。同化过程和混染作用不发育，大量捕虏体不具代表性，混染边缘相较罕见。深部岩脉也较少。囊状伟晶岩常见，主要发育于侵入体的上部。在侵入体的垂直剖面上，见有侵入体的成层分布现象。

侵入体内部的熔浆贯入体，常形成近于平行的成层排列的层状和蘑菇状附加侵入体或早期的脉状花岗岩体。这些岩体也仅分布于花岗岩侵入体的上部。

如果裂隙不与侵入体内部尚未固结部分的熔浆连通，则它们就可能被已固结岩浆的颗粒间中残留的残余熔浆所充填。在此情况下，就产生脉状伟晶岩，同样产于侵入体穹状突起的顶部地段。

上述裂隙和矿体，几乎在所有前述侵入体中均有发育。此时，依据侵入体或其个别地段生成的局部条件以及岩浆的原始成分，同一类型的裂隙和矿体可能要比其他类型占优势。

岩浆期后（热液）矿床也常常利用花岗岩侵入体穹状突起内部的缓倾裂隙。这些裂隙通常被石英（有时含锡石和黑钨矿等）充填。较早期的囊状伟晶岩和层状脉岩贯入体，也同样是一上一下地成层产出，但只是对侵入体穹状突起的最顶部才是典型的。裂隙一般都不延续到穹窿以外，而在边缘硬化带附近就尖灭。

在平静构造环境下冷凝的侵入体中，含有热液充填的裂隙的数目，总地说来不是很大的。但近于水平的枕状节理裂隙却广泛发育，并且延伸也稳定（图1和2的a、b、c、d、e、f、g、h）。

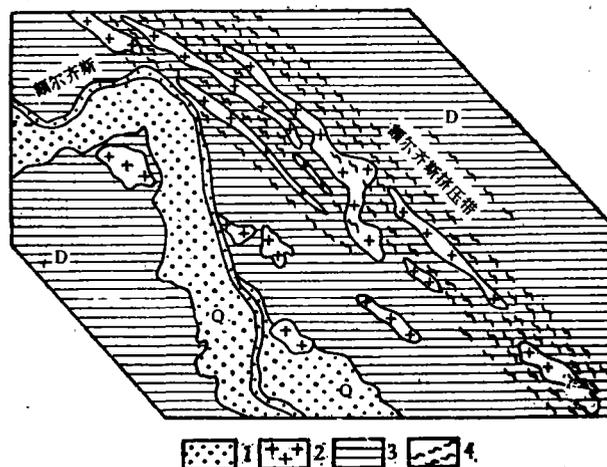


图1 额尔齐斯挤压带和乌斯奇—卡缅诺哥尔斯克西北部卡尔宾杂岩体花岗岩侵入体的形态差别

1—冲积层；2—花岗岩；3—泥盆系（部分石炭系）火山沉积岩；4—片理化的变质岩

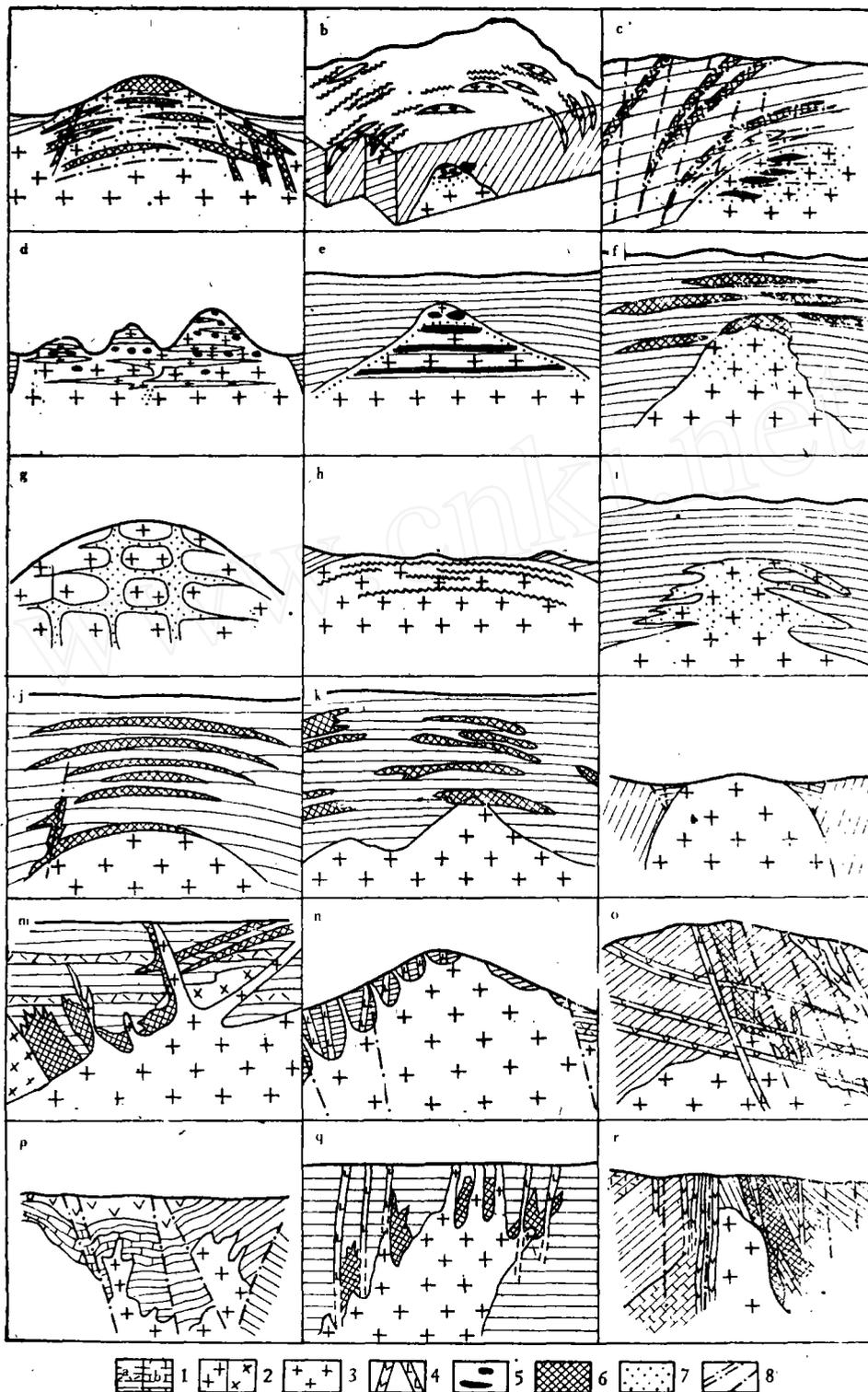


图2 花岗岩侵入体的形态，侵入体内部和围岩中的裂隙及各种矿体，其生成是较平静构造环境下的侵入体独立发育过程造成的 (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l)。构造活化条件下生成的侵入体所特有的侵入体的形态、裂隙和矿体 (m, n, o, p, q, r)。

1—火山沉积岩 (a)、灰岩 (b)；2—不同成分和时代的花岗岩；3—脉状花岗岩；4—与花岗岩体无成因关系的不同成分的岩脉；5—伟晶岩；6—矿脉、交代脉和另外形状的矿体；7—云英岩化；8—节理裂隙 (a) 和断裂 (q)

侵入体周围空间的过程 由于没有构造运动作用于正在形成中的侵入体,使得独立过程在围岩中也得以发展。下面所谈的仅是岩浆岩体热收缩所造成的一些新生地质体。

由于热收缩的结果,侵入体上面覆盖的岩石发生沉降,同时在有利条件下在上覆岩层中产生特殊的、相当有规律的附加构造。在侵入体的上方,形成穹形的裂隙带。这些裂隙带,从侵入体表面开始,离心式地逐渐离开侵入体,是周期性地发生的。穹窿以其陡倾的端部与岩浆岩体连通。但越是向上,其产状越变得近于水平,并失去了与侵入体的联系。在规模不大或中等的侵入体上方,裂隙带的发育幅度可以达到几公里。这种侵入体上方的特殊构造的发育,对覆于侵入体之上的岩石中各种矿化的产生起着重要作用。现将其中重要者简介如下。

来自岩体内部的岩浆(附加侵入体、脉体),常侵入到侵入体上部接触带平面。但由于特殊的裂隙体系是在侵入体上方和更上部形成的,所以它们也能够容有岩浆贯入体。著名的环状侵入体和岩脉*,就是该过程的一个结果。当然,此类岩体对粘性小的(如基性的)岩浆更有代表性。就是涉及到花岗岩岩体,这也是一种较常见的现象,尽管常常是以片断的形式出现(图2 a、b、c、i、j)。

随着侵入体上部结晶硬壳的坚固程度增加,侵入体上部裂隙带被岩浆岩贯入体充填的可能性减小。从而开始了裂隙带被矿物充填的一个时期,这是由较晚期的流体如热液造成的。由于裂隙是依次产生的,相对于侵入体是离心式排列的,所以最初的热液体是在侵入体附近生成的,常常是直接产在接触带平面上。这种热液体有时是大的石英透镜体,在花岗岩侵入体穹形突起的最顶部伴随有云英岩(图2 a、f、j)。有时则在花岗岩穹窿面上形成块状的石英“外套”(图2b)。

稍后,在位置更高的侵入体上部裂隙带中,产生了热液脉体。在有利条件下,这些脉体和环状岩脉一样,也能形成特殊的矿层和透镜体。再晚,在其上方产生与前述类似的其他穹形裂隙体系和矿体(图2 b、c、f、j、k)。

因为形成时间最早并靠近侵入体的裂隙带是与岩浆岩体连通的,所以它们被基本上是侵入体产生的流体所形成的矿物充填,这在矿体的成分上总能得到反映。例如,与此种侵入体有关的,其中就有穹窿之上广泛发育的云英岩体,锡、钨、钼矿床(这些元素都是被花岗岩岩浆带进的)。离侵入体越远,裂隙带与它的联系就越小。内生的溶液也失去了沿裂隙带渗透的可能性。这就是在侵入体上方各带的顶部几乎不存在上述矿床的原因之一。

上覆岩石的特殊陷落构造的发育特点,造成了此类侵入体附近同一类型的矿化分带现象。这种分带是距离岩浆岩体越来越远的裂隙带逐渐产生所造成的。更晚期的、成分完全不同的内生溶液,相应地进入更远的构造“圈闭”。

其结果,在这种侵入体的附近,就能见到矿体和矿床分布的相当清晰的重复出现的情况。正如前述,在侵入体附近是纯“花岗岩”型的钨、锡矿,稍远为钼矿,再远为铜、铅、锌矿等。在后者的组成中,看来围岩的组分起了越来越大的作用。

与上述侵入体有关的矿床中,矿化阶段的出现是有规律的,而且有时是同类型的。在侵入体上部岩层周期性的多次陷落以及侵入体的冷凝同时发生的裂隙的恢复过程中,含有高温矿物的较早期的细脉被晚期的低温矿物代替。

以上就是形成于平静构造环境下的淡色花岗岩侵入体独立发育的概略情况。它有助于我们预测矿化的富集部位。

据E. M. Anderson, 在穹窿的垂直剖面上形成的岩浆岩体,称之为环状侵入体。

区域发展的构造活化期生成的侵入体 如果说在比较平静的构造环境下冷凝的侵入体中是独立过程占优势的话,那么在围岩强烈运动条件下生成的侵入体中,除了大规模地出现岩浆岩体的独立发育之外,也发生由于旁侧运动作用于岩体而引起的某些过程。构造作用能够明显地改变甚至几乎完全掩盖独立过程。所以总体上岩浆岩体的生成情况与前述情况是不同的。由于区域构造运动无论是冲击力量还是应力场都是极不相同的,所以侵入体的发育也就无规律可循。

侵入体内的过程 在侵入到大型活化断裂带的情况下,由于侵入通道具线形特征,侵入体常呈延长状。侵入体的特点是:接触带的形态复杂,有大量类似于岩体的走向很长的陡倾岩枝,后者侵入到由断裂派生的断裂中。值得指出的是,在这个时期,不存在使已经侵入上来的侵入体的形状和状态得以保持的条件,这些侵入体被破碎,被改变,但尚未固结,这就使得其形成的总情况变得更加复杂。

但侵入体形成的复杂程度及形态是不同的,因为构造作用的强度,侵入通道的形态等是各异的。例如,如果岩浆岩体直接侵入断裂带,它便为拉长状。在离开断裂的某侧侵入的同一岩体的附属岩枝或杂岩体的独立岩体(那里的环境较为稳定),则可能是圆形的(图1)。

所述侵入体有时呈穹窿状。但即便是它也形成穹窿状突起的话,那也远不及平静构造环境下那么发育。这种突起通常被大量陡倾裂隙分割,沿裂隙有许多岩枝及岩脉侵入。这方面的实例示于图2 m、n、o、p、q、r。

组成侵入体的岩石,常常(但不一定都是)具有斑杂的成分和结构、构造特征,证明有过较强烈的同化、混染作用。在许多情况下,侵入体含有大量围岩和更深部岩石的捕虏体。这种岩体的组成,一般比前述造山晚期和造山期后侵入体更偏暗色。

尽管暗色花岗岩随着时间的推移而被其浅色变种有规律的代替的问题尚未完全解决,但原因之一可能是岩浆的混染作用和围岩被岩浆的同化作用逐渐减弱。而这本身又与构造-岩浆旋回期间构造运动的逐渐衰减有关。上述侵入体有时具有带状构造,表现在最暗色岩石广阔的同心带沿着岩体的周边分布。而捕虏体也常产于边缘地段。

如果说平静构造环境下生成的侵入体中,岩浆岩熔浆外来的即从较深的层位侵入的情况较少见的话,则构造活动条件下的侵入体中却极为常见。这常是一些成分各不相同的岩脉如辉绿岩、闪长岩,可能是从深部另外的来源侵入到已固结的侵入体中,而不是与侵入体同源的。

一般认为,深部岩脉是在花岗岩侵入体及其脉岩生成之后侵入的。但作者对一些地区的研究表明,深部岩脉(独立的小侵入体)是在断裂生存的整个期间形成的,而与花岗岩岩浆作用可能并无直接关系。我们所发现的岩脉,有的是在大型花岗岩侵入体生成之前侵入的,也有的是在其生成期或其后侵入的。看来也有可能是同时侵入的,但直接的地质关系尚难以确定。

岩脉呈穿过侵入体的带分布,依据容有岩脉的断裂的不同情况,可延展几十乃至几百公里。各带范围内,岩脉常多次侵入到同一裂隙中。

在活动环境下生成的侵入体中,一般不生成圆囊状的典型汽泡伟晶岩,这是一条规律。因为产生这种伟晶岩必须平静的环境,侵入体内部要与外部构造作用隔绝。

构造活动条件下生成的侵入体中,伟晶岩通常为长条状的异离体甚至岩脉。异离体常是暗色成分的(如以黑云母为主)和淡色的石英-长石成分。我们认为,淡色的伟晶岩异离体最初可能是由于收缩而产生的,这与平静构造环境下生成的侵入体中的囊状和脉状伟晶岩的情况一致。但构造运动作用于伟晶岩的独立发育,因此其后来的形成机理发生了变化:它们具

有弯曲的和阶梯形状，并常常过渡到典型的脉状体。由此而使异离体相互穿插。

异离体状的伟晶岩，一般没有平静构造环境下生成的侵入体中伟晶岩所特有的那种明显的环状构造。其中，发育完好的、特别是壁上有大型晶体的等轴状伟晶岩洞也是难以产生的。由于没有岩洞，有时热液矿化阶段就得以发育。构造运动给文象结构和与其类似构造的形成造成了困难，而条带状构造却得以发育。条带沿异离体的长轴排列，与容有正结晶的熔浆的运动总方向是一致的。条带经常被含氢氧化物的矿物（主要是云母）所重复。

在构造活化带的侵入体中，也不形成近于平行的、成层排列的层状和蘑菇状附加侵入体及脉状体，即从母岩体内部侵入到穹窿内部收缩裂隙和重力剥落裂隙中的熔浆贯入体。这也是由于不具备侵入体独立发育条件而造成的。陡倾、斜切和走向稳定的岩脉是此类侵入体的特点。

但典型的岩脉是在侵入体形成的晚期即侵入体上部和边部已有足够厚大的固体岩石壳后才产生的。而构造运动则可以在岩浆侵入开始后的任一时间作用于侵入体。显然，只要岩浆还处于正常的液态，侵入体内部的典型脉状体就不会产生。但从岩浆具有了非牛顿液体性质时起，它即可对连续断裂产生的动力脉冲起反应，从而产生所谓“热”裂隙。这种裂隙的形状常是离奇古怪的，并常在重复的构造运动中改变形状。

所有上述原因，便造成了在与构造活化有关的侵入体中，除直线形的岩脉侵入体外，还出现极不规则的岩浆岩体。实际上，从侵入体外接触带那怕是产生不大的硬化壳时开始，在已凝固的侵入体中就能见到这些贯入体。运动时，此硬化壳被破碎成大小不等的碎块，后在原地被成分相同的岩浆胶结。结果就产生了并非局部的接触界线清楚的岩体，而是产生被称之为火成角砾岩的岩体。这种角砾岩在上述侵入体范围内分布十分广泛。

在侵入体生成的不同时期产生的岩浆岩体的许多断裂，使围岩具有高度的活性，这对岩浆流体的分离和运移到侵入体以外的过程，有很大影响。

如所周知，从正在冷凝的结晶体中运移出来的诸如热液和气体这样的活动相，沿整个岩体所产生的数量不是很大的。这不仅在地质体上可以观察到，而且在工厂和实验室条件下也能见到。特别值得指出的是，明显数量的内生流体运移到侵入体范围之外，绝不是侵入体表面的任何一点都能发生。为此，在所有情况下都要具备弱化带和断裂，这已是多次得到确认的事实。

在产生裂隙的情况下，气体分离不是均匀地、而是脉冲式地发生的，其明显的峰值相当于裂隙最大开放、尤其是瞬息开放的时期。这些现象，在气体从冷凝和龟裂的火山弹及其他火山岩中分离出来的过程中，都能得以确定。在生产玻璃时，在炽热的熔渣铸物龟裂过程中，也能见到同样情况。从这个角度讲，构造平静和活化环境下生成的侵入体，是处于绝然不同的条件之下的。

在平静的独立发育过程中，侵入体边缘存在着结晶外壳，它使侵入体内部（尤其是穹窿）处于某种封闭状态。如前所述，许多断裂都未超出此种岩浆岩体范围之外，也不是沿整个侵入体发育，而主要是在其上部。在这种侵入体中，如果跑1~2公里的路线，只能发现单调重复出现的近于水平的层状节理和同样单调的岩石结构。

构造活化环境下生成的侵入体，情况则较为复杂。此时，不存在使侵入体外壳隔绝的稳定外壳。在有强大的运动作用时，侵入体沿任一方向并穿过其整个厚度裂开。构造运动可能接二连三，使岩浆岩体的很大一部分都卷进去，并大量地被破碎。此时，运动可在所有时期（从液态到完全冷凝和冷却）都作用于侵入体；这种侵入体中各种异离体、流痕、不同方向的构造、变晶及片理的存在，就是证明。

由上可得出结论：构造活化环境下生成的侵入体中，为成矿的流体相的分离和越出岩浆岩体之外，创造了更为有利的条件。因为此种侵入体体系是较为开放的，所以岩浆岩体本身所派生的金属组分的富集，一般要比平静构造环境下生成的侵入体中表现得弱些。溶液有可能扩散到离母侵入体很远的地方。这也是构造活化带侵生体形成机理的重要区别之一。

侵入体周围空间的过程 在构造活化带的侵入体中，必然发生体积的热收缩过程，而且其值与构造平静环境下生成的侵入体相同。与构造平静环境下生成的侵入体相比，活动带中的侵入体特别是其上部各带的热收缩过程，多数情况下表现得不甚明显，更重要的是看不出规律性。其原因是：第一，上覆岩石陷落的独立过程，常常完全被较强大的区域构造所掩盖，而且其总的应变情况与岩石平静陷落可能发生的情况也不一致。所以就产生了另一种裂隙。第二，在这种情况下，岩石的陷落更容易沿已有的区域断裂进行。所以，要确定哪些运动是由于侵入体的独立过程产生的，哪些是区域应力造成的，几乎是不可能的。独立发育的裂隙与区域裂隙交织在一起。

但由于区域构造占优势，故多数裂隙也有相应的成因。这种侵入体与平静环境下生成的侵入体的区别是，裂隙通常是陡倾的，在侵入体上方岩层中其发育的垂直幅度几乎是无限制的和不固定的，因而不能估计的。一切都取决于构造脉冲的强度。无论是在侵入体本身之内，还是在围岩即侵入体上方的带中，裂隙都可以延展很远的距离，而且，在侵入体外侧，更重要的是在其下部，其数量也极大。

侵入体的形态常被大量岩枝和岩脉所复杂化。岩枝和岩脉的方向、形状，在一定程度上还有走向长度，也完全是受断裂的特征约制。而由于断裂几乎总是呈线形，同时延长也很远，所以侵入体的分枝也形成近于垂直的、走向很长的岩脉。构造活化带的侵入体，其周围脉岩的发育晕，比平静环境下生成的侵入体要宽广。岩脉常构成一束束彼此靠近的平行脉群。

由于构造脉冲多次复活，岩脉群可以由不同世代的岩脉组成。因为构造运动能够在侵入体固结的不同时期和任一深度上将其张开，所以补给上述各种贯入体的岩浆就可能从深度不同的侵入体的各个地段侵入。看来这就是下述现象的原因之一，即在岩脉——侵入体的分枝当中，我们常常发现结构和物质成分都不同的岩石交替系列，例如等粒斑状的花岗岩、细晶岩以及伟晶状的岩脉等等。在许多情况下也产生形状复杂的脉状岩体，但与本类侵入体有关的穹形、平面上呈环状的特殊侵入体却几乎不见（图2b、i、j、q和m、n、q）。

如果说平静构造环境下生成的侵入体的上部带深部成因的岩脉较少的话，则对本类侵入体却是极其特征的。这些岩脉在构造断裂中也构成彼此靠近、数目又多的脉群。但如果由花岗岩侵入体派生的岩枝和岩脉发育于母侵入体附近的话，那末深部岩脉就可以脱离侵入体延续很大距离（几百公里）。深部岩脉一般为辉绿岩、辉绿玢岩和闪长岩。

如果考虑到所产生的裂隙具有线性特征，同时又延续到岩浆岩体范围以外很远的地方，那末岩体的高度排水性能就是显而易见的了，不仅对岩浆贯入体如此，对较晚期的成矿溶液也是如此。这首先决定着围岩中热液矿体的分布和形态。在岩体自身当中，并不形成由花岗岩体派生的大规模的矿石堆积。矿液延展很大的距离，直至有利的构造“圈闭”。

多金属矿床（包括规模巨大的矿床）多分布于断裂带内，而且一般都不在花岗岩中，而是在离侵入体不同距离的围岩中。

在构造活化环境下形成的花岗岩岩体的侵入体上部带内，矿体和矿床的分带，与平静环境下生成的侵入体，不是同类型的。在这里，要想确定内生分带的某种规律性一般是困难的。在矿化阶段方面也是如此。这与内生矿液引进到成矿过程没有什么规律有关，而它本身

又是由于侵入体和侵入体上带中与侵入体冷凝同时的裂隙的产生没有一定次序所造成的。

构造运动产生了裂隙，裂隙能使侵入体扩展到任一深度。裂隙既打开了侵入体的液态地段，也打开了已经固结的地段，这些地段以不同的次序分离出成分不同的流体。在这种条件下，“早期的”和高温流体，能够在岩浆期后阶段的气体和溶液之后很容易分离出来。例如，如果侵入体已大部固结，并分离出某些岩浆期后的流体，则贯通很深的裂隙就可以打开侵入体尚未固结或半固结的地段，这些地段提供的是另一种流体，其中的矿物将晚于较低温的岩浆期后阶段发生沉淀，而且离侵入体也很远。

值得指出的是，在此种情况下，有另一种成因的流体大量地与侵入体分离出来的溶液合并。矿化来源问题，其中包括深部成因断裂带中的矿化成因问题，需要作专门讨论。因此，这里只指出矿质的几种可能的补充来源：第一，是很深处的、可能是地壳以下的物质，从这个深度上有大量的基性成分的岩脉侵入，但必须有断裂带存在并证明它们与深部有长期的关系。第二，是从断裂周围岩石淋滤出来的组分。

Ю.С. Куцев (1975) 对额尔齐斯挤压带一个矿田的交代作用和成矿作用进行了多年的研究，他确定：在断裂带岩石的淋滤过程中，带到上部层位的铁的数量，与矿体中含铁矿物中的铁，是等量齐观的。

以上就是不同活动条件下的花岗岩侵入体生成机理的重要差别。但我们所讲的只是岩浆岩体生成的平静构造条件和活化条件的最典型的例子。在真正的自然条件下，这些条件和它们所固有的过程，可能是互相重迭的，从而使这种侵入体的发育表现出复杂的情况。

因此，侵入体的形成机理，与周围介质的动力学有很大关系。物理机械作用的差异，无论在岩浆岩体内部还是侵入体周围空间，对侵入体及其脉岩发育的许多方面，对岩浆期后包括成矿过程，都有影响。依据构造作用对形成中的岩浆岩体的强度，其中可能是独立发育过程为主，或是侵入体旁侧的区域因素引起的过程为主。围岩的动力学，很大程度上决定着侵入体体系的封闭程度，这表现在侵入体与周围介质的物质交换特征上，也表现在成矿流体的分离强度与扩散距离上。

了解侵入体的生成规律，在很多情况下能够预测成矿溶液的迁移途径和可能堆积成矿的构造“圈闭”，同时可以推断可能存在的矿体的成因，以及内生矿床的可能成分及规模。

鲁宁译自：《Советская геология》，1976，№ 8，СТР，57~69

作者：М.А. Осипов

矿物研究方法的

发展方向

最近，国外有人提出了矿物研究方法的发展途径，现摘译如下：

- 一、各种矿物分析方法首先是光学方法的自动化。
- 二、提高矿物常数测定方法的灵敏度和精度。
- 三、探索新的研究方法，以获得单矿物的准确参数。
- 四、探索和进一步完善在单独颗粒的局部区域测定矿物的成分、结构和物理性质。
- 五、研究矿物（包括细分散矿物）的高效分离方法。
- 六、研究复杂的多金属矿物的物理和物理化学快速物相分析方法。
- 七、进一步完善和研制新的携带式仪器。
- 八、尽量使矿物研究在野外地质队和就近进行。
- 九、使各种矿物研究方法，以及矿物方法与核物理方法配套。