

近矿围岩的蚀化问题

沈永和著

地质出版社

近礦围岩的矽化問題

沈永和 著

近礦圍岩的矽化問題

著 者 沈 永 和

出版者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3号

北京市書刊出版業營業許可証出字第050号

發行者 新 華 書 店

印刷者 地 質 印 刷 厂

北京廣安門內教子胡同甲32号

編輯: 杜宝鎮 技術編輯: 湯 健 校對: 金伯璠

印數(京)1—2,800册 1957年6月北京第1版

開本 $31'' \times 43''^{1/8}$ 1957年6月第1次印刷

字數 30,000字 印張 1 $\frac{1}{4}$

定價(10)0.20元

目 錄

一、序言	5
二、矽化的定义	6
三、矽化的成因类型	7
四、矽化的作用方式	9
五、矽化圍岩或礦体的產狀	16
六、矽化岩石或礦石的結構	19
七、矽化岩石的命名	23
八、矽質的來源	29
九、矽化的找礦意义	38
十、結論	42

本文原是以“略論矽化”為題的一篇短文寄給地質知識的。經過編委同志們的研究，準備以小冊子形式出版，並建議作者作些補充。作者採納了這個建議，在工作匆忙中作了必要的補充，並根據編委同志們所提出的意見，增加了原生矽化類型中的熱液交代式一節。在這本書出版之際，特附數語，以表謝忱。

沈永和

1956.8 于山西繁峙

一、序 言

如所周知，“矽化”是成礦期間或成礦期后的一種地質作用。這種作用普遍地發生于礦區，特別是與火成作用有關的金屬礦區及其附近。因而這個名詞在極其廣泛的概念下，被很多地質工作者各依其不同的了解和認識而極其普遍地應用着。

目前的情況似乎是：儘管“矽化”現象是那麼普遍，同時又是找礦的重要綫索；儘管很多地質工作者都採用着這個名詞而且又是那麼普遍；但是，到目前為止，似乎還沒有人正式地給“矽化”下過一個比較全面的定義或界說；似乎也還沒人比較全面地、系統地討論一下造成這種普遍結果——矽化——的不同成因及其生成方式。正因如此，在我們應用“矽化”這個名詞時，在概念上還是相當籠統，有時甚至是很模糊的。

在本文中，作者試圖從礦床學的角度，初步地提出矽化的界說，並根據其成因，系統地討論一下其成因類型及其生成方式，最後對與矽化有關的其他問題——矽化岩石的結構、矽化岩石的命名以及矽化物質的來源等，都初步地提出自己的認識和看法，以供讀者參考。

應當提出：由於參考文獻的缺乏以及工作時間的限制，作者在本文中雖主觀上試圖比較全面地討論與矽化有關的問題，但有些問題仍可能不夠全面，因此作者殷切希望本文中所提出的問題，能得到讀者們的討論和批評，並希望通過實踐加以補充，以期在這個問題上能夠全面地、系統地加以解決。

达到上述目的，这不仅对于今后找矿或勘探有实际意义，而且也有助于矿床成因的理论研究，这就是作者“抛砖引玉”的主要目的。

二、矽化的定义

何謂“矽化”？也許每个地質工作者都有其不同的解答，但是作者認為必須給予一个較全面的、有一定应用范围界限的定义。从这个名詞被許多地質学家实际应用的范围來看，矽化这个名詞包含广狭二义：即广义的“矽化”和狭义的“矽化”。

广义的矽化 一切与火成直接有关或間接有关的礦体或圍岩，經過各种不同成因的和各种不同方式的作用，而致使其礦体或圍岩本身的矽質絕對含量或相对含量增高或富集者均可謂之矽化。

狭义的矽化 系指一些与火成直接有关或間接有关的成礦期間或成礦期后，由于上升热液所挟帶的矽質沉淀作用或交代作用，而致使其礦体或圍岩的矽質絕對含量增高者而言。

在美國，矽化一詞的应用往往被理解为狭义矽化的范畴，即往往指上升热液所挟帶的矽質沉淀作用或交代作用的結果而生成的產物（参考文献1）。

在苏联，矽化的应用被大大的擴大了，它包含了各种不同成因的和各种不同方式的作用結果所形成的產物，即擴展到了广义矽化的范畴，但同时也強調了狭义矽化的作用（参考文献2，8）。

在中國，矽化的应用往往在概念上似乎限于狭义的矽化，但在应用时却經常因未追究其成因，以致結果出乎狭义

矽化的范疇，而包括了廣義的矽化。

應當指出的事實是：不論我們的地質學家們在概念上如何去理解矽化，但是在任何一個礦區，只要有了矽化現象，則它的成因和作用方式都可能不是單純的，也就是說，可能是由於各種（或幾種）不同成因或各種（幾種）不同作用方式的矽化，在同一空間中所造成的重疊或掩蓋的結果；或者可能是在不同空間中所造成的各自不同成因的、或各自不同方式的矽化。我們的任務即在於：從成因上和作用方式上來區別開這些矽化的產物，並根據各種不同成因的矽化與各種特定礦床的成因聯繫，結合特定礦區不同成因矽化的空間分布，進而指出找礦或勘探的方向，這就是我們從成因類型上和作用方式上研究矽化的實際意義。

三、矽化的成因類型

關於矽化的成因類型，在以往的地質文獻中很少論及。從成因上來區分矽化，作者願意提出已為若干地質學家所曾引用，但尚未明確地作為劃分矽化成因類型的兩個名詞：即“原生矽化”和“次生矽化”。

根據岩漿活動和礦床形成的整體概念出發，作者給原生矽化和次生矽化以下列定義：

所謂原生矽化，是指一切與岩漿活動直接有關或間接有關的熱液活動結果所形成的矽化。顯而易見，這種矽化的重要概念在於：大量原生二氧化矽的晶出和移入。這種矽化在一般與火成有關的金屬礦區時常看到，也就是屬於作者所指的狹義矽化的范疇。

所謂次生矽化，系指某些與岩漿活動無關及部分與岩漿

活动直接有关的作用——即指地表水或地下水的活动以及部分热液的或气体的活动結果所形成的矽化。顯而易見，这种矽化的形成是由于原來礦体中或圍岩中已經存在的游离二氧化矽或其他各种类型的矽酸鹽类礦物（特別是含鈣、鈉、鋁矽酸鹽类的長石类礦物）的分解，然后借淋濾方式、交代方式或借膠体溶液的方式，致使原來礦体或圍岩中的矽質含量殘留集中或轉移集中。因此，这种矽化的重要概念在于原生二氧化矽或次生二氧化矽在相对空間中的含量相对增高，后期矽質（指热液的）虽然在同一空間中可以移入，并且可以加深上述矽化的程度，但它仍应归之于原生矽化，而不能屬於次生矽化的范围。

在同一礦区的不同空間中或同一空間中，出現不同类型的矽化或不同类型矽化的重叠，这應該不是什么希奇的現象。地質工作者的任务，就在于來区别开这些不同类型的矽化，并進而指出其分布的規律性。

应当在此加以討論的是：原生和次生这两个術語对于矽化的应用，在某些地質学家的認識上，还存在着基本概念上的分歧。在最近翻譯出版的“蝕变圍岩及其找礦意义”一書中，苏联学者把原來沉積成因的矽質岩石認為是原生的，把由热液交代成因的矽質岩石認為是次生的。例如在該書280頁談到热液矽化与構造关系时，曾明顯指出：“矽化岩石与断裂破坏的关系，当已被确定时，可为这些岩石的次生成因的最可靠标志之一”^①。在中國的地質学家中，如謝家榮先生，

①从实际意义上看，这里并非單純从岩石成因上來論証矽化的。岩石本身的成因是原生的抑或次生的只是問題的一面，而另一面却包含着矽化本身这一術語的次生含义，这一点在本書第八節矽質來源問題中將詳为論述。

他同样認為原來沉積成因的矽質岩石是原生的，認為熱液交代成因的矽質岩石是次生的，並且進一步把前者也歸入“矽化作用”。例如在“普查須知”一書96頁中，在論及研究圍岩蝕變的目的時，他指出：“圍岩蝕變有時不一定伴隨着有用礦床的產生。如白雲岩化和矽化作用，可能是原生沉積的，也可能是次生熱液成因的。只有後者對尋找各種金屬礦床，才有意義”。作者認為：在應用原生和次生這兩個術語時，只是在“矽化”這一概念範圍內才有實際意義，根本不能把原來由於沉積成因的矽質岩石當作矽化產物，也不應當把它作為熱液交代矽質岩石的對立物而給予原生和次生的成因定名，因為它們之間並無生因的聯繫。

在矽化這一術語的範疇內，如作者在定義中所指出的，顯然是存在着原生和次生成因的，但區別原生和次生的重要概念在於：被矽化岩石中矽質的絕對含量或相對含量的增高及其矽質的來源成因。因此，作為岩漿活動期後一個階段的熱液活動及其產物——某些熱液矽化，是這些產物之一——在基本概念上不能一律都理解為次生的，其理由正同於不能把許多與熱液有關的礦床都理解為次生的一樣。

明確了原生矽化和次生矽化的真正含意後，便不難看出：在找礦意義上，不僅是某些次生矽化與某些特定礦床有成因上的聯繫，而且原生矽化也同樣與某些特定礦床有成因上的聯繫，這一點是值得注意的，而且是必須加以區分的。

四、矽化的作用方式

根據矽化的基本成因類型，根據各類型中某些矽化形成的基本方式，作者試將其分為下列各式：

(一) 原生矽化——在原生矽化类型中可分为：

1. 热液交代式 系指上升热液所挾帶的矽質經与接触圍岩起交代作用而形成的矽化。这种作用方式所形成的矽化，最普遍的發生于碳酸鹽类的岩石区。在交代作用進行时，大量的二氧化矽移入，相对的碳酸鹽类圍岩中的成分大量移出，因而引起广泛的交代作用，随導至圍岩不等程度的矽化。顯而易見，这种交代的方式，只是二者礦物在空間位置上的轉變或交替，一般的并不引起圍岩中礦物成分与移入二氧化矽的化学反应，因而很少出現鈣矽酸鹽类礦物^①。

热液交代式的矽化，根据其形成时的温度高低，仍可分为：高温热液交代式，中温热液交代式和低温热液交代式。而每种交代式所形成的矽化，又各与一定类型的礦床有关，这一点在以后还要加以說明。

热液交代式的矽化，并不僅僅是發生于碳酸鹽的圍岩区，它同样可以發生于其他性質的圍岩区，如凝灰岩、酸性火山岩等。在这些地区矽化程度的深淺，受制于原來岩石的物理性質及其中成分被移出的可能性以及其为量的多少。

在热液交代式矽化進行的过程中，也并不是單純地只進行着这一种方式的作用，而是同时在不等程度上進行着其他方式的矽化，其中最重要的就是热液沉淀式。因此，在上述圍岩矽化时，基本上往往是二种矽化方式作用的复合結果。

当然，在某些情况下的某种程度上还可以受到次生矽化中其他方式矽化的重叠或掩蓋，此时，圍岩矽化的成因就更加复雜了。

①在砂岩类型礦床中的矽化，虽然广泛的出現了矽酸鹽类礦物，但是这些矽酸鹽礦物顯然是早期的，与后期的矽化有先后的不同。

2. 热液沉淀式 上升热液所挟帶的矽質在通过圍岩时，沉淀于圍岩 間隙或空隙中 所構成的矽化謂 之热液沉淀式矽化。这种矽化一般發生于孔 隙率較大或透 水性較強的圍岩中，如凝灰岩、凝灰角礫岩、凝灰質的酸性火山岩以及灰岩等。顯而易見，这种沉淀方式所形成的矽化，在于大量二氧化矽的移入和原來圍岩中成分可能或多或少地有某些物質移出，但較之交代式矽化圍岩中物質的移出量，則大为遜色。

热液沉淀式的矽化，同样，并不僅僅地表現于这一种形式，而往往伴随着热液 交代式的矽化，后者作用程度的深淺，取决于圍岩中物質移出量的多寡。

同样，在某些情况下的某种程度上还可以受到次生矽化中的其他方式矽化的重叠或掩蓋。

(二) 次生矽化——根据次生矽化的定义，本类型可有 下列諸式：

1. 热液气体蝕变式 此种蝕变式系指热液或气体或二者同时作用所引起的圍岩蝕变而言。作用的結果使圍岩中原生含鉀、鈉、鋁及鈣的矽酸鹽类礦物——鉀長石类及酸性至中性斜長石类礦物——的分解，游离出次生的二氧化矽——石英，因而導至原生岩石中石英含量相对增高以致引起矽化。这一方式的矽化作用普遍的發生于接近地面的火山岩系中，而特别是靠近火山活动的周圍地区，岩石性質主要是酸性至中性的。由这种方式形成的矽化岩石，在苏联已給予專用名称——次生石英岩。

关于次生石英岩已有專著論述（参考文献8），在此无需贅述。在这里只需指出一点，即作者所以把次生石英岩放入次生矽化的范疇內，乃是因为：（1）这类岩石二氧化矽的含量并不十分高，它們一般都在60%上下，这个含量与原

生圍岩中的二氧化矽相差无几，因此不能証明有外來——岩漿源——的二氧化矽帶入；（2）从礦物蝕變的過程來看，這些新生的石英都是長石類礦物分解後形成的次生礦物，而非原生礦物，正是由於這些次生石英的含量增高，才引起了圍岩的矽化。因此將這種矽化歸之于次生矽化乃是適當的，這一點也正是把這種矽化產物命名為次生石英岩的理由。

可以認為與上述矽化同一方式，但是溫度可能稍高時，有長石被鋰云母、黃玉、螢石等所代替的現象，這一般見之于云英岩發育地區。由於氣體作用的結果（熱液可能同時作用），而使長石分解，結果為黃玉、螢石、鋰云母等礦物所代替。剩餘之二氧化矽則沉淀為石英，因而引起圍岩的矽化。在一般情況下，這種矽化較之前述矽化的範圍為小，而且往往限于云英岩化的帶內。

同樣，由於上述作用所形成的矽化，也會受到伴生的或後期的由其他方式作用所形成的矽化的重疊或掩蓋，這一點也是必須加以注意的。

2. 冷液沉淀式 系指礦區或礦體露頭附近——指一般與火成有關的金屬礦床，特別是硫化礦床——由於地表水或地下水作用，因而引起原來礦體或近礦圍岩中的原生二氧化矽或原生各種矽酸鹽類礦物的分解，以致產生大量或相當量的石英沉淀，結果引起礦體本身或近礦圍岩的矽化。

如所周知，在一般硫化礦床的氧化帶中，硫酸普遍地存在于地表水或地下水中。這種強酸溶液能使礦體或圍岩中的矽酸鹽類礦物都發生強烈的分解，在許多場合下可以使原生二氧化矽及已分解出的二氧化矽轉入溶液。這些被帶入的二氧化矽基本上是以膠體性質形成各種沉淀，但是在適宜的條件下則可以形成比較純的或純的二氧化矽凝膠。這些凝膠經最

后的脫水作用和晶出作用，便形成了蛋白石、石髓或石英（参考文献2）。次生的蛋白石、石髓或石英在适宜的（指構造的，圍岩物理性質的）环境中，便以各种不同的產狀而集聚起來，这样就会引起礦体部分或近礦圍岩的矽化。

应当注意：这种矽化大都限于硫化礦床的氧化帶，一般下达深度是不大的，而且这种矽化也只能在硫化礦床氧化帶極發育的地区，才是最可能或最顯著的。在氧化帶發育不深，或侵蝕速度大于氧化速度的情況下，这种矽化的程度就会大大减弱，或基本不顯著。

同样应当注意：这种方式形成的矽化，在一个礦床的氧化帶內，总是往往重叠或掩蓋高温的或較高温的、屬於其他作用方式的、原生的或次生的矽化。其重叠或掩蓋程度的強弱或范围的大小，因原來礦体或圍岩的矽化程度以及氧化帶發育程度的強弱而異，但在其他条件相同的情況下，其影响程度往往自上而下逐漸减弱，其下界可以达到地表水循环的最下一帶——即停滯水帶^①。

3. 淋濾殘余式 这种作用所形成的矽化，系指在硫化礦床氧化帶中，特别是在干燥地区的氧化帶中，業已經过各种不同方式矽化了的部分，特别是礦体氧化露头，經過淋濾的結果，使一些易溶物流失，因而引起氧化帶的強烈矽化。

C. C. 斯米尔諾夫指出：在干燥地区的氧化帶中，在礦体中富含矽酸鹽和黃鉄礦时，那么硫酸溶液在分解矽酸鹽的同时，可以使氧化帶顯著富集二氧化矽，这不僅靠鹼而且也靠鋁的被帶走——淋濾——所致（参考文献2）。

①J. W. Finch所分的三帶，即滲透帶、流动帶、停滯水帶（参考文献2）。

同时，在氧化帶水的酸度相当高的条件下，原來普遍殘余于氧化帶的指示物——褐鉄礦，也会大量或全部被淋失，因而導至大量的二氧化矽的富集。

事实上，我們也常在一些礦区的氧化帶中，見到鉄帽被強烈淋失所形成的殘余矽化露头，它們保存着很多不規則的空洞，有时甚至如海綿似的由許多石英的“隔板”交織組成。而這些交織結構本身的形狀，又在某種程度上反映出由于原生的、各種不同的硫化礦床被氧化后所形成鉄帽的殘留結構。因而對於“重塑”原來鉄帽結構的特征，並進而推斷原生礦床的種類，是有一定實際意義的。

應當提出的是：這種矽化仍然是有一定局限性的，它往往只限于礦體的深度氧化部分，並且在多數情況下，只發生在靠近地表部分，一般向下延伸是不大的。

以上作者概略地論述了各種矽化作用的方式。

但是，應當再度提出：任何一個礦区，如果普遍存在着矽化現象，那它的成因和作用方式往往不只是一個，而是可能有着不同成因的和不同作用方式的矽化。中國祁連山区的含銅黃鉄礦類型礦床，其圍岩蝕變中可以區分出原生矽化和次生矽化^①，並且可以肯定原生矽化與成礦有關而次生矽化與成礦無關（參考文獻7）。中國五台山區的某銅鉬礦床中，可以看到普遍發育的原生熱液交代式的及原生熱液沉淀式的矽化，亦可看到次生熱液蝕變式的矽化。同時在某些局部地區也偶爾見到次生淋濾殘余式的矽化。其中原生熱液交代式以及原生熱液沉淀式的矽化，在該地區是與主要礦床有成因聯系的。

①作者概念下所謂之原生矽化和次生矽化。

在一个礦区的不同空間中出現不同成因的或不同作用方式的矽化，往往与不同种类的圍岩岩性有关。在中國五台山區的某銅鉛礦床中，原生熱液交代式以及原生熱液沉淀式矽化在碳酸鹽質圍岩中特別顯著。而次生熱液蝕變式矽化則在超淺成的斑岩中特別顯著。

在一个礦区的同一空間中，不同成因的或不同作用方式的矽化，亦往往出現重叠現象。如長江下游南京西郊地區，这个目前被認為次生石英岩的發育区（参考文献5），在其中的某些地方矽化程度之高，可以达到令人誤解為真正石英岩的地步。顯微鏡下，有些薄片几乎全為隱晶石英所占有，顯然，这种嚴重的矽化結果，不可能只是單一成因的或單一作用方式的矽化所致，而是有重叠的現象。这里最大可能便是，熱液蝕變方式的次生矽化又為熱液交代式以及熱液沉淀式的原生矽化所重叠。五台山區的某銅鉛礦床，超淺成斑岩局部也有此現象。

同样，相类似的事实也在美國的某些礦区發現。如科罗拉多州 Silverton区的White Cloud Mine，其圍岩几乎全由石英和高嶺石所組成，石英成分达到78.5%，高嶺石达到16.0%。顯然，这样高的石英含量不是單純熱液蝕變式矽化所能达到的，而应有其他方式矽化的重叠。在內華達州的Tonopah区，該地所謂的粗面岩，經分析結果，二氧化矽含量达67.69%，而所謂矽化的粗面岩，二氧化矽含量竟达到91.4%。（参考文献1）。很顯然，这里不是一种成因的或一种作用方式的矽化，而是由不同成因的或不同作用方式的矽化重叠所致。

在一个礦区，區別出不同成因类型的以及不同作用方式的矽化及其空間分布的規律性，是提供找礦綫索的重要标志之一，因此應該引起足夠的重視。

五、矽化圍岩或礦體的產狀

在討論到矽化圍岩或礦體的產狀時，蘇聯學者曾就熱液矽化碳酸鹽質圍岩或礦體，提出以下的不同產狀：

1. 不規則的岩株狀與巢狀；
2. 沿着構造裂隙的直線延展的脈狀交代體；
3. 順層體——層、分層、薄夾層及凸鏡體；
4. 碳酸鹽質岩石中的散布石英浸染體。

應當提出：上述矽化圍岩或礦體的產狀，實際上，並不僅僅限于矽化碳酸鹽質圍岩或礦體，而在某種程度上幾乎包括了所有其他不同性質的圍岩或礦體的矽化產狀。如果有必要再增加一些產狀的話，作者願意提出：沿接觸帶的和沿蝕變帶的帶狀分布產狀，以及沿礦體氧化帶的頂蓋產狀。

下面就來探討一下不同圍岩或礦體中最常見的一般產狀，或某些產狀最常見于那些近礦圍岩中，以及它們的矽化類型和作用方式。

1. 不規則的岩株狀與巢狀 如前所述，這種產狀見于碳酸鹽質圍岩中，但也同樣見于凝灰岩以及酸性火山岩或次火山岩系中。形成岩株狀的矽化產狀中^①，往往矽化程度在中心較深，向外逐漸減輕。巢狀者，亦經常不是一個巢，而可見數個或更多的不規則的、大小不同的巢狀矽化體在約略成帶的空間中分布着。在作用方式上，此類產狀以原生熱液交代式以及原生熱液沉淀式為最多。在某些適宜的圍岩產狀

① 由于矽化圍岩的堅硬難風化，它們常常構成岩株狀的山頂。這一點也許容易引起地質學家們的誤解，即把風化地形上的岩株狀了解為產狀上的岩株狀。