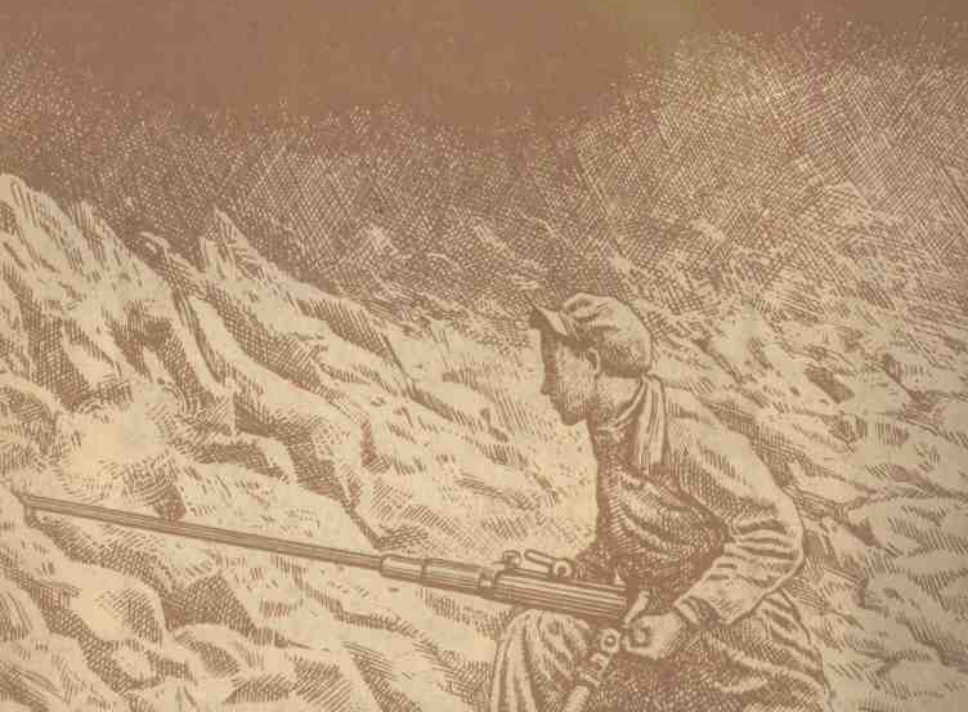


法鑿開石山

陳欽 著



法 鑿 開 石 岩

著 欽 陳

館 書 印 務 商

本書以岩石間接開鑿法為主而略述岩石直接開鑿法。所有關於開鑿用火藥類應具備的性質，選用火藥類的原則，鑽孔用具的性能和使用方法，鑽孔中炸藥藥量的計算，鑽孔位置、方向、孔徑和深度的決擇，爆炸藥的裝填，點火中連發齊發的裝置、“不炸”和殘留藥包的原因及外置，小型、中型、大型爆炸的進行等，均從理論分析入手，而詳細說明實際工作中的正確方法。

本書為從事水路、公路、鐵路的開挖，礦山的開發，隧道的開鑿及採石場等施工人員的參考書。

岩 石 開 鑿 法

陳 欽 著

★版權所有★

商 務 印 書 館 出 版

上海河南中路二一一號

(上海市書刊出版業營業許可證出○二五號)

新 華 書 店 總 經 售

商 務 印 書 館 北 京 廠 印 刷

*(62178·1)

開本850×1168—1/32 印張5 3/4 字數140,000

1954年7月初版 印數1—3,000 定價¥10,000

緒 言

修鐵路也好，修公路也好，都要‘逢山開路，遇水搭橋’。逢山開路，就是開挖明壚和開挖山洞。這種開挖工作，在山岳地區，岩石是佔很大的一部分的。所以岩石開鑿，在綫路修建工程中是佔很重要的地位的。此外如水道的開通，礦山的開發，亦莫不有關於岩石的開鑿。他如鐵路上舖的道碴，公路上舖的底層，打混凝土用的碎石，修堤垣、護坡、擋土牆等用的片石或塊石，燒水泥用的石灰石，和修飛機場用的砌石等，也都是要從山上去開鑿來的。所以工程建設是顯然與岩石開鑿息息相關的。在經濟建設突飛猛進的今天，岩石開鑿的數量在全國各項工程中，每年當不下數千百萬立方，這是一個龐大的數字。因此對於開鑿工作的研究，實刻不容緩。但國內對於研究開鑿工作的書籍，却告缺乏；諸如爆炸藥的性質、使用和保存方法，岩石的組成，其軟硬、韌脆、自由面的位置、數目及節理、成層狀態等對於鑽孔和爆炸的影響，鑿岩機械的如何使用，鑽孔方法的如何選擇等等，均悉憑各人的經驗，暗中摸索。因此在開鑿工程中，往往會發生爆炸事故、浪費炸藥、位置炮眼不當等不良現象，嚴重地影響了開鑿進度和單位工作。這本書的目的，即是爲了補救此項缺點的。全書分十章，都十餘萬言，對於岩石、炸藥、鑿岩機械、開鑿方法等，均分章詳述，理論與實際並重，並附以詳圖說明。倘能於我國岩石開鑿工程中，拋磚引玉，引起大家的研究興趣，獲得改進，從而減少炸藥的消耗，提高鑽孔的效率，消除意外的爆炸事故，實爲最欣幸的事。

目次

第一章 總述.....	1
第二章 岩石.....	2
第一節 岩石的組成和種類	2
第二節 火成岩	7
第三節 水成岩	14
第四節 變質岩	24
第三章 火藥類	26
第一節 概述	26
第二節 火藥類的一般理論	26
第三節 開鑿用的火藥類	33
第四節 黑火藥	34
第五節 爆藥	37
第六節 炸藥	39
第七節 火藥類的特性試驗	45
第八節 火藥類的安定度試驗	59
第九節 導火綫及雷管	61
第十節 火藥類的貯存和處理	71
第四章 開鑿要具及機械	73
第一節 手工鑽孔用的鋼鉋和手鎚	73
第二節 手動鑿岩機	74
第三節 動力鑿岩機	75
第五章 空氣壓縮機及送風機.....	90
第一節 空氣壓縮機	90
第二節 送風機	96
第六章 爆炸法的進行	99
第一節 鑽孔	99

第二節 爆炸藥量的計算	105
第三節 鑽孔位置, 方向, 孔徑和深度的選擇	116
第四節 裝填	123
第五節 點火	134
第六節 不炸和殘留藥包的原因及處置	146
第七節 輔助工作	149
第七章 爆炸方法分類	151
第一節 小型爆炸	151
第二節 中型爆炸	153
第三節 大型爆炸	153
第八章 隧道開鑿	162
第一節 種類和開鑿方法	162
第二節 導坑	163
第三節 擴大	168
第九章 礦山的坑道開鑿	169
第一節 坑道的種類	169
第二節 爆炸和掘進工作	169
第十章 直接開鑿法	173
第一節 概說	173
第二節 方法	174

岩石開鑿法

第一章 總述

岩石開鑿的意義 將自然狀態的岩石，設法破碎以便搬移運至他處，此種工作，叫做岩石開鑿。因工作處所的不同，開鑿就有在地表及地下的分別。前者在露天或坑外施工，如水路、道路、鐵路等的開挖，礦山的開發是；後者在地中施工，如各種隧道及礦山的坑內等工作是。開鑿的方法和原理，兩者相同，但一在比較開豁的地區工作，一在地中黑暗處所工作，且場地狹隘，所以施工上，多少有不同的地方。

岩石開鑿的方法 岩石開鑿的方法，大別為直接法和間接法二種。直接法有洋鎬法、楔割法、鐵挺法等。洋鎬法用於脆弱岩石；對於稍為堅硬的岩石，常採用楔割法和鐵挺法，而以洋鎬法為其輔助。

間接法係先於岩石的自由面上鑽孔，作成眼穴，再把爆炸藥裝填入內，點火爆炸，使岩石破裂，一般稱為爆炸法。此法創自十七世紀初期。自此法創用後，於開鑿方法上，起了一次大革命。

本書所述的，全以爆炸法為主，至於洋鎬法、楔割法、鐵挺法等，僅於末章略為說明。

第二章 岩石

第一節 岩石的組成和種類

岩石的構成 岩石為一種或數種礦物構成的集合體，為構成地殼的主要材料，換句話說：即地殼大部分由岩石構成，岩石由各種礦物構成，礦物由各種元素構成。構成岩石的元素，雖有種種，但主要的不過 8 種，如表 1 所示。

表 1 構成岩石的元素

主 要 元 素		%	次 要 元 素		%
氧	O	46.68	鈦	Ti	0.70
矽	Si	27.60	氫	H	0.15
鋁	Al	8.05	碳	C	0.15
鐵	Fe	5.03	磷	P	0.15
鈣	Ca	3.63	硫	S	0.15
鎂	Mg	2.07	錳	Mn	0.10
鉀	K	2.56	鋇	Ba	0.08
鈉	Na	2.72	銻	Sr	0.08
			氯	Cl	0.01
			氟	F	0.03
			鉻	Cr	0.07
			鎳	Ni	0.03
			鋰	Li	0.01
8 主要元素合計		98.34	13 次要元素合計		1.63
		21 元素合計			99.97

註 合計在 100 以下，是因為未滿 0.01 的 4 捨 5 入之故。

上述的 8 主要元素，實佔全岩石的 98% 以上，並皆以氧化物的狀態存於岩石中，其中鐵的氧化物有二種，此等氧化物佔全岩石中重量的比例，大約如下：

矽酸	SiO ₂	59.71
礬土	Al ₂ O ₃	15.41
一氧化鐵	FeO	2.63
三氧化二鐵	Fe ₂ O ₃	3.52
石灰	CaO	4.90
苦土	MgO	4.36
鉀鹼	K ₂ O	2.80
曹達	Na ₂ O	3.55
合計		96.88

表 2 所示，為各岩石所含的化學成分，由表中可以看出，花崗岩、

表 2 各岩石的化學成分

	花崗岩	閃長岩	輝長岩	粗面岩	安山岩	玄武岩
SiO ₂	69.92	56.77	48.24	72.60	59.59	48.78
Al ₂ O ₃	14.78	16.67	17.88	13.88	17.31	15.85
Fe ₂ O ₃	1.62	3.16	3.16	1.43	3.33	5.37
FeO	1.67	4.40	5.95	0.82	3.13	6.34
MgO	0.97	4.17	7.51	0.38	2.75	6.03
CaO	2.15	6.74	10.99	1.32	5.80	8.91
Na ₂ O	3.28	3.39	2.55	3.54	3.58	3.18
K ₂ O	4.07	2.12	0.89	4.03	2.04	1.63
H ₂ O	0.78	1.36	1.45	1.52	1.26	1.76
TiO ₂	0.39	0.84	0.97	0.39	0.77	1.39
P ₂ O ₅	0.24	0.25	0.28	0.06	0.26	0.47
MnO	0.13	0.13	0.13	0.12	0.18	0.29
合 計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

石英粗面岩，含矽酸(SiO₂)的量多，含石灰(CaO)、苦土(MgO)、一氧化鐵(FeO)的量少。輝長岩、玄武岩則恰相反，含矽酸的量少，含石灰、苦土、一氧化鐵的量比較地多。閃長岩則居於兩者之間。

上述的各項化學成分，率以礦物的狀態出現。礦物共計約有千餘種，但比較重要的，不過三十種左右，如表 3 所示。

表 3 比較重要的礦物

類 屬	礦物名	化 學 成 分	色	礦物類別	硬度	比 重
矽酸鹽及砂	石 英	SiO_2	白、青、赤褐、無色透明	白色礦物	7	2.5~2.8
	正長石	$\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$	白、黃、綠、肉紅、褐、赤	"	6	2.53~2.58
	斜長石	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	白、灰	"		
	高嶺土	$\text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9$	白、黃、赤、綠	"	1.2	2.2~2.6
	白雲母	$\text{H}_4\text{K}_2\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}$	銀白、黃、淡褐、綠、紅	"	2~3	2.7.6~3.1
	黑雲母	$(\text{HK})_2(\text{MgFe})_2(\text{AlFe})_2(\text{SiO}_4)_3$	褐、黑、墨綠	黑色礦物	2~3	2.7~3.2
	輝 石	$(\text{Ca, Mg, Al, Mn})\text{SiO}_3$	綠、黑褐、灰綠、黃	綠色礦物	5~6	3.2~3.6
	角閃石	$(\text{Ca, Mg, Al, Fe, Mn, Na}_2, \text{K}_2)\text{SiO}$	綠、褐、暗綠、黃	"	5~6	2.9~3.5
	綠泥石	$\text{H}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{13}$	翠綠、褐綠、黃綠	"	1~2	2.78~2.96
	綠簾石	$\text{H}_2\text{Ca}_2(\text{AlFe})_6\text{Si}_6\text{O}_{26}$	綠色、帶黃、帶灰	"	6~7	3.37~3.5
化 合 物	滑 石	$\text{H}_2\text{Mg}_3(\text{SiO}_3)_4\text{H}_2\text{O}$	淡綠、黝綠、暗綠	"	1~1.5	2.7~3.8
	蛇紋石	$\text{HMg}_3\text{Si}_2\text{O}_9$	暗綠、暗黃	"	4	2.6
	橄欖石	$(\text{FeMg})_2\text{SiO}_4$	黃綠、赤褐、青	"	6.5~7	3.27~3.37
	石榴子石	CaFeMgAlMn 之矽酸化合物	黃紅、褐紅、綠黑	黃色礦物	6.5~7	3.4~4.3
	電氣石	$\text{H}_2\text{Al}_3(\text{BaH})_2\text{Si}_4\text{O}_{19}$	黑色、褐、青、綠赤	黑色礦物	7~7.5	3~3.2
	紅柱石	Al_2SiO_5	赤褐、淡紅	紅色礦物	7.5	3.16
	紅簾石	$\text{HCa}_2(\text{AlMnFe})_2\text{Si}_2\text{O}_{11}$	紅	"	6.5	3.4~3.5
	方解石	CaCO_3	透明、白、黃、褐、赤黑	白色礦物	3	2.5
碳酸鹽化合物	白雲石	$(\text{CaMg})\text{CO}_3$	白、黃、赤綠、褐	"	3.5~4	2.8~2.95
	菱鐵礦	FeCO_3	帶黃、白、黃褐	黃色礦物	3~4.5	3.7~3.9
	氟 石	CaF_2	淡綠、紫、無色、白	綠色礦物	4	3.18
硫酸鹽化合物	硬石膏	CaSO_4	無色、白、青鼠、暗赤	白色礦物	3~3.5	2.8~3
	石膏	$\text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	白、灰黃、淡紅、黑	"	2	2.2~2.4
	重晶石	BaSO_4	白、肉紅、青黃、褐、灰	"	3~3.5	4.3~4.7
鐵 礦 類	赤鐵礦	Fe_2O_3	血赤色	赤色礦物	5.5	4.9~5.3
	褐鐵礦	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	黃色、褐色、暗褐色	黃色礦物	1~5.5	3.4~4
	黃鐵礦	FeS_2	黃白色	黃色礦物	6~6.5	4.9~5.2
	磁黃鐵礦	FeO	鋼灰色	黑色礦物	5.5	5
	磁鐵礦	Fe_3O_4	鐵黑色	黑色礦物	5.5	5
	石 炭	$\text{C}(\text{H}_2\text{O及灰})$ $\text{C}=(50\sim90)$	黑~褐	黑色礦物	2~2.5	0.5~1.7
有機礦類	地氈青	$\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{O}$	黑~褐	"	2	1.1~1.2

上述諸礦物，或單獨或相合而構成岩石。由一種礦物單獨構成的，叫做單成岩；由二種或二種以上礦物相合構成的，叫做複成岩。

岩石的成分 組成岩石的礦物，叫做岩石的成分礦物，或單稱成分。此項成分礦物，有正副的區別；即正成分（或稱主成分）為岩石中必要具有而不可缺的成分；副成分為岩石中可要可不的成分。

例如石灰岩由方解石而成，此方解石即為石灰岩的主成分。但石灰岩尚含有石英、雲母、石墨等混合物，不過此等礦物的有無，對石灰岩無甚影響，故此類礦物稱為副成分。

又如石英、正長石、雲母三成分構成花崗岩，缺一不可，此三成分即為花崗岩的主成分，其另含的電氣石，磁鐵礦等，即為其副成分。

岩石的組織 岩石的組織，係由成分礦物粒的大小及形狀配列而成的一種內部構造，普通稱為石理。由石理的種類，可以知道岩石係原成岩或再成岩。其石理與最初生成時相同的，稱為原成岩。由原成岩的古老岩石崩碎後，復相集合而成的岩石，稱為再成岩。因再成岩的石理，係由古老岩石破碎後的碎片集合而成，故又稱為碎屑質。碎屑質依其屑的大小，有粗屑質（如礫岩）、細屑質（如砂岩）、潛屑質（如黏土）的區別。換句話說，即碎屑質係由岩石碎片聚合出來，其碎片粗時稱為粗屑質，亦稱礫質；細小時稱為細屑質，亦稱砂質；極細小如泥狀時，稱為潛屑質，亦稱泥質。原成岩的石理，有結晶質和非結晶質的區別。結晶質由許多結晶個體組成，依其結晶的大小，有粗晶，細晶，潛晶之分。

其中粗晶質及細晶質，其結晶由目力即可見出，潛晶質須用顯微鏡方能看見。又細分為粒狀結晶組織（或粒狀組織）和斑狀結晶組織（或斑狀組織）。粒狀結晶組織係由大小約略相同的結晶個體集合而成，依其粒子大小，又分為粗粒狀和細粒狀。斑狀結晶係由比較小的結晶集合，中間含有大結晶的散點（圖1），其小結晶的部分，

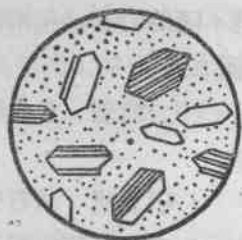


圖1 斑狀組織。

稱為石基，其大結晶的散點，稱為斑晶。

非結晶質，一名玻璃質，係岩漿成分，於結晶隙間，凝固而成，組織不均一。

除上述外，石理尚有如下的一些類別：

(一)片狀 成分礦物互相平行，結合成為一定方向的片狀。

(二)板狀 似片狀，有如多少薄板堆積，其裂面依成分配列。

(三)頁狀 似板狀，其裂面不像板狀的平坦，而稍呈凹凸。

(四)多孔狀 岩石中多不規則的孔，其孔由成分的溶解所生成，或當岩漿冷卻凝結時，其所含的水蒸氣由內逃出，而殘留圓形的空孔，例如浮石。

(五)片理 於同質的同一岩石中，其構造沿某一方向極易剝離。一般由成分礦物平行配列而生(圖2)。

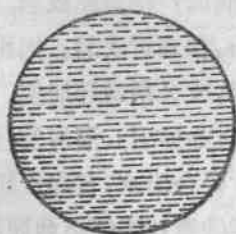


圖2 片理。

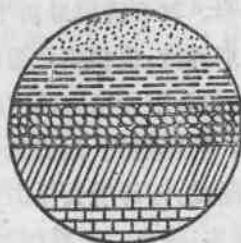


圖3 層理。

(六)層理 亦名層狀，與片理甚相似，由許多成分不同，或組成構造不同的岩石，互相重疊而成。此成分與他成分之間，岩石極易剝離(圖3)。

(七)節理 當岩漿凝固的時候，生成自然的裂罅，稱為岩石的節理。

(八)岩漿 岩石受地中的酷熱而成為熔體，即是平常所說的熔岩。

岩石的分類 岩石依其成因，可分為火成岩、水成岩、變質岩三種。火成岩係由岩漿冷卻凝結而成，一般有如次的特徵。

- (一)各部分有均一的層理。
- (二)有片理。
- (三)不含化石。
- (四)常橫切其他的地層(圖4)。
- (五)主要由矽酸鹽類的礦物而成。

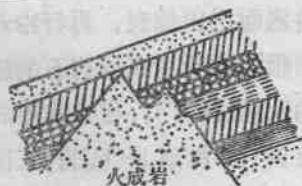


圖4 火成岩地層。

水成岩係由已生成的岩石，再次崩壞破碎，被水及風等運走，復於另外的地方集合，或被水溶解，再於海底或湖底等處沉澱，此項集合或沉澱生成的沖積層，愈積愈厚，其中存在的水分，因之漸被擠出，乃漸漸乾涸成為岩石。其特徵如下：

- (一)有普通層理。
- (二)往往含有化石。
- (三)方解石或白雲石等的碳酸鹽類為主要成分。
- (四)決不侵入其他的地層。

變質岩係火成岩或水成岩，受熱及壓力的作用，其本來的性質，顯著改變，因此稱為變質岩。其特徵如下：

- (一)含有如火成岩結晶的玻璃質，又似由各種的碎片集成的水成岩。
- (二)有沿一定方向剝離的片理。

上述三種岩石中，以火成岩為最多，試由地表取至20公里深的岩層，其全質量的95%為火成岩，僅5%為水成岩和變質岩。但地表上，岩石的分佈狀態，以水成岩最為廣範，火成岩、變質岩多在地表以下。此三種岩石的產狀，分成層岩及塊狀岩二種，水成岩及大部分變質岩屬前者，火成岩屬後者。

第二節 火成岩

火成岩的三大類別 地球逐漸冷卻的結果，由褶曲及其他現象而產生地殼的脆弱點，故岩漿或在地殼內部冷卻凝固，或由脆弱點的裂罅

通過而進出地表，再行冷卻凝固，由此而構成火成岩。所以火成岩為岩漿固結所生成的岩石的總稱，依其產出的狀態(圖5)，可分為深成岩、噴出岩(火山岩)、半深成岩(脈岩)三種。

深成岩為岩漿的岩株、岩盤等，於地殼內部的深處，在高壓下徐徐冷卻凝固而成。其特徵為完全結晶質粒狀組織。



圖5 火成岩產出的狀態。

噴出岩(亦稱火山岩)，係岩漿噴出地表後，於其噴出的近處，在低壓下急速冷卻凝固而成，係多孔質灰色岩石，為潛晶質斑狀組織。分為新期噴出岩和古期噴出岩。

半深成岩(亦稱脈岩)，為深成岩的枝體(岩脈、岩床)，或噴出岩流出道所充塞的小塊(岩頸)，其冷卻凝固較深成岩速，而較噴出岩緩，為斑狀組織。

岩漿的現出狀態 岩漿的現出形狀(圖6)，大別為侵入岩體和噴出岩體。



圖6 岩漿的現出形狀。

(一)深成岩及半深成岩均為侵入岩體，例如：

(1)岩株 岩株係以不規則的形狀，侵入既存的地層內。

(2)岩盤 岩盤係熔岩侵入岩層中，作圓丘形的凝體，底面比較平坦。

(3)岩床 岩床係由熔岩侵入水成岩的成層面，成為板狀，侵入的面積頗廣，而厚度甚薄。

(4)岩脈 岩脈係熔岩侵入岩石的裂隙中，成壁狀，幅狹而深長度大，多直立，作緩傾斜者少。

(5)岩頸 岩頸係熔岩填塞火山出路，於火山噴出孔中凝成的圓壩狀岩塊，受浸蝕作用後，周圍被剝削的部分呈圓形、橢圓形等，形成突兀

奇景。

(二)噴出岩體，係由噴出岩的形狀而得名。如熔岩流，即係熔融的岩漿，由火山的火口噴出後，沿地面低處成河狀的流動，有的流達十數里才凝固的。

火成岩依化學成分的分類 火成岩的礦物成分，如以化學的標準來分，可就

(一)矽酸的含有量，分為：

(1)酸性岩——含矽酸(SiO_2)的量，在66%以上。

(2)中性岩——含矽酸的量，在52—66%。

(3)鹽基性岩——含矽酸的量，在52%以下。

(二)長石類為主，分為：

(1)正長石岩類。

(2)斜長石岩類。

(3)橄欖石岩類。

就上述的分類組合，火成岩的分類，如表4所示。

表4 火成岩的分類

成 分	主 成 分 礦 物		岩 石 分 類 名 稱			
	白色礦物	有色礦物	深 成 岩	半深成岩	新期噴出岩	古期噴出岩
酸 性	正長石 石 英	雲 母 角 閃 石	花 崗 岩	花崗斑岩	流 紋 岩	石英斑岩
中 性	正長石	角 閃 石	正 長 岩	正長斑岩	粗 面 岩	正長斑岩
	石英斜長石 斜長石	角 閃 石 角 閃 石 角 閃 石	石英閃長岩 閃長岩	閃長斑岩	安 山 岩	玢 岩
鹽 基 性	斜長石	輝 石	輝長岩	輝綠岩	玄 武 岩	
		橄欖石 角 閃 石	橄欖岩 角 閃 岩	橄欖岩 角 閃 岩		
		輝 石	輝 岩	輝 岩		

火成岩主成分礦物(造岩礦物)的性質

(一)正長石 即鉀長石，成分為 KAlSi_3O_8 ，硬度 6，比重 2.53~2.58。光澤如玻璃，顏色不一致，新熔岩中出現的長石為無色或似玻璃質。長石存在岩石中比任何其他礦物為普遍。

(二)斜長石 成分為 $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ 與 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ，常呈灰色或白色。

(三)石英 成分為 SiO_2 ，乃天然的氧化矽，色澤每依其混雜物而不同，質堅硬，比重 2.6，不易熔化，能抵抗酸類的侵蝕(氟酸除外)，所以不受自然界風化作用的影響。

(四)雲母 雲母可分為兩種：

(1)白雲母 成分為 $\text{H}_2\text{KAl}_3(\text{SiO}_4)_3$ ，即鉀雲母，無色，白至灰色，有時綠至淺褐色，比重 2.76~3，硬度 2~3。

(2)黑雲母 成分為 $(\text{HK})_2(\text{MgFe})_2(\text{AlFe})_2(\text{SiO}_4)_3$ ，即鎂鐵雲母，常帶褐至黑色，有時墨綠，硬度 2~3，比重 2.7~3.2。

(五)角閃石 角閃石與輝石的化學成分和物理性是彼此極相似，其不同處在於結晶形。硬度 5~6，比重 2.9~3.5。有透角閃石 $[\text{CaMg}_3(\text{SiO}_3)_4]$ ，陽起石 $[\text{Ca}(\text{MgFe})_3(\text{SiO}_3)_4]$ 和普通角閃石 $(\text{CaMg}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12})$ 與 $\text{Na}_2\text{Al}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$ 及少許氧化鐵的同樣混合物)的區別。透角閃石呈灰白色，陽起石呈淺綠色，普通角閃石呈深綠乃至黑色。

(六)輝石 成分為 $(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Al}, \text{Mn})\text{SiO}_3$ ，硬度 5~6，比重 3.2~3.6。分頑火輝石 (MgSiO_3) 、紫蘇輝石 (MgFeSiO_3) 、透輝石 $(\text{CaMgSi}_2\text{O}_6)$ 及普通輝石。普通輝石成分比較複雜。頑火輝石及透輝石呈灰色至黯綠色，紫蘇輝石呈褐青色或灰黑色，普通輝石呈綠至黑色。

(七)橄欖石 成分為 $(\text{MgFe})_2\text{SiO}_4$ ，硬度 6.5~7.0，比重 3.27~3.37。色如橄欖，青至黃綠。

火成岩的節理 岩漿冷卻，凝成岩石後，因收縮的關係，而產生所謂節理，即岩石的裂罅。節理中最普通的，有下列幾種類別：

(一)柱狀節理 岩石的裂罅把岩體成為四角或六角之柱狀的，稱

柱狀節理。柱體常與火成岩體的主要冷卻面相垂直，故在熔岩岩流及侵入岩層中常直立，而在岩脈中則為水平。這種岩石，開採非常便利，可用作門柱或門柵。玄武岩多具之。（圖 7）。

（二）板狀節理 多數裂罅沿平行的平面生成，看起來恰似無數的薄板重疊着。用作橋板，頗為適宜。安山岩屢見之。

（三）方狀節理 如深成岩中的花崗岩大塊，呈立方體的割裂。

（四）球狀節理 多數裂縫沿球面生成，頗似炮彈狀。

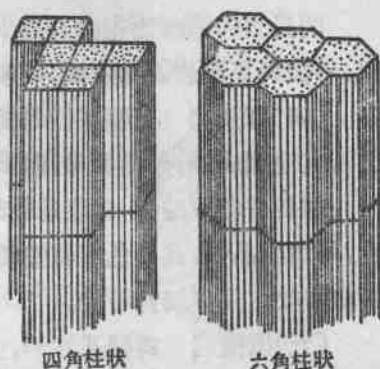


圖 7 柱狀節理。

在岩石開鑿工作中，節理所在的地方，每易使鋼鑽受損。但如能善為利用，把節理當作自由面看待，則爆炸效率，可大為提高。

深成岩 深成岩為粒狀組織，主要岩石，有下列數種：

（一）花崗岩 主要由石英及正長石生成，混入雲母、角閃石、輝石中的一種或數種，為火成岩中含石英量最多的岩石（圖 8）。



圖 8 花崗岩薄片在顯微鏡下窺見的情形。

a. 石英。b. 黑雲母。c. 長石。

花崗岩因含多量的石英和長石，故一般呈白色，常現出黑雲母、輝石、角閃石等的黑綠色斑點，外觀美麗。但有時由於淡紅色的長石，故亦有呈紅色的。為顯晶質粒狀構造，質堅硬，耐風雨，常用為建築石料，遇火燒則質變脆，又是它的缺點。

（二）正長岩 由正長石及角閃石為主要成分的岩石，混入黑雲母及輝石，組織與花崗岩極相類。一般為白色，與花崗岩相比為缺石英，含矽酸的量少，屬於中性岩。