

材料學讀本

H.F. 斯傑邦諾瓦、P.M. 梁賓寧拉 著

唐文仲 譚道 譯

重工業出版社

材 料 學 讀 本

著者 H. Г. 斯傑邦諾瓦

P. M. 梁賓寧拉

主編 科學院士 M. H. 庫涅夫斯基

譯者 唐文仲・譚 道

重 工 業 出 版 社

本書介紹了鋼鐵及金屬合金材料的性質和結構，也介紹了鋼的熱加工的基本概念。

本書可供機器製造及冶金工廠工人學習之用。

Н. Г. СТЕПАНОВА И Р. М. РЯБИНИНА
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Под редакцией

Канд. техн. наук М. Н. Кунявского

Государственное

издательство оборонной промышленности

Москва 1953

* * *

材料學讀本

唐文仲·譚道 譯

重工業出版社（北京西直門內大街三官廟十一號）出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第〇一五號

* * *

重工業出版社印刷廠印

一九五五年二月第一版

一九五五年二月北京第一次印刷（1—5,160）

787×1092 • $\frac{1}{25}$ • 199,000字 • 印張6 $\frac{16}{25}$ • 定價10,600元

* * *

發行者 新華書店

序 言

爲了培養我國社會主義工業的熟練工人幹部，所以，對於能够簡單扼要地敘述出用於製造中的各種主要工程材料的這種技術書籍是非常之需要。

金屬材料是現代工程的基礎；許多巨大的建築物，以及精密機械製造中的小零件，都是由金屬所製成。

爲了在製造中能正確地使用各種材料，首先我們必須知悉它們的各種性能；知悉這些性能是取決於什麼，以及怎樣才能改變這些性能等等。

本書所述僅爲材料學中最需要的知識。對於一些基本的材料—鋼和鑄鐵—祇簡單地敘述出它們的冶煉方法。

關於各種非金屬材料的性能，獲得的過程，及其使用範圍，本書僅作了簡要的介紹。

在編寫本書的過程中，曾收集了作者本人在工人進修夜校中的教學經驗。編著這種型式的書籍，確是一個困難的任務，因爲對於非常複雜的問題，必須是簡明扼要地來敘述，同時又要加以一定程度的縮減，因此，作者非常歡迎讀者對於本書進一步的改進提出批評。

本書出版時曾得到技術科學碩士 M. H. 庫聶夫斯基的大力幫助；他除了參加編校工作之外，還給寫了緒論，並且又增添了許多章節：如金屬組織；鑄鐵；非金屬材料等等。

對本書付印時曾進行評閱和提出許多寶貴意見的技術科學碩士 Г. H. 羅斯托夫哲夫（莫斯科航空工程學院材料學講席），作者在這裡敬致謝意。

關於本書的所有意見和批評請惠寄國防工業出版社（莫斯科，彼得羅夫卡24號）。

作 者

緒 論

在每一種製造中都需採用各種材料。闡述各種材料成分、性能，以及製取和使用方法等知識的這一門科學稱為材料學。機器製造中採用的有各種金屬材料和非金屬材料。金屬合金和工程上一些稀有的純金屬都是所採用的各種材料的主要成分。非金屬材料在大多數情況下，是作為輔助材料應用。因此本書內主要是敘述金屬和合金。

僅僅在偉大的十月社會主義革命之後，蘇聯的機器製造工業，在自己前進的道路上才獲得了空前的發展。沙皇時代的俄國在技術上和經濟上是一個落後的國家。共產黨和蘇維埃政府消滅了古老的俄國技術經濟上的這種落後現象，從而出現成為一個在人類歷史上最偉大的科學技術進步的組織者。

由於蘇聯共產黨的英明政策，工業化和農業集體化的政策，由於蘇聯社會和國家制度的優越性，所以在蘇聯開展了技術方面的真正革命，使得祖國從落後的農業國一躍而轉變成為一個強大的，在世界上具有最先進生產技術的，社會主義工業集體農業的大國。由於預定的幾個五年計劃的勝利完成，祖國的工業和國民經濟各部門，在最先進技術基礎上的改造也告順利完成。在這些年代裡，祖國建立起了許多完全新型的機器製造工業：汽車製造工業、飛機製造工業、拖拉機製造工業等等。並且機床製造工業，和農業機器製造等其它工業，在質量和數量上也獲得了無比的增長。

偉大的衛國戰爭勝利的結束之後，祖國的國民經濟遂即獲得了恢復，並以空前的速度發展着。在戰後五年計劃的末期，所有主要工業部門的生產，都超過了戰前的水平。蘇聯在1951年的工業產量為1929年的百分之一千二百六十六，在這個時期差不多增為1929年的十三倍。蘇聯工業在戰後時期正如戰前一樣，在發展和平生產的基礎上不斷地向上發展^①。蘇聯人民在共產黨的領導下，現正在進行共產主義的建設。

蘇聯共產黨第十九次代表大會關於在1951—1955年發展蘇聯第五個五年計劃的指示中規定，要進一步增長所有的國民經濟，到1955年其中最重要工業產品產量的增長與1950年相比要達到下列的大約數字：

生鐵·····	76%
鋼·····	62%
汽輪機·····	2.3倍
水輪機·····	7.8倍
蒸汽鍋爐·····	2.7倍

① Г. М. 馬林科夫 《蘇聯共產黨（布）中央委員會在第十九次黨代表大會上的工作報告》

冶金設備.....	85%
石油開採設備.....	3.5倍
巨型金屬切削機床.....	2.6倍
汽車.....	20%
拖拉機.....	19%

各種有色金屬的生產也正在進行大大的發展。計劃中規定在五年內應增加有色金屬的生產數字如下：精煉銅增加90%，鉛增加為2.7倍，鋁不少於2.6倍，鋅為2.5倍，鎳增加53%，錫增加80%。

金屬和合金是機器製造中的主要材料。研究各種金屬材料成分，組織和性能之間關係的科學稱為金相學。

金相學能够按照嚴格的科學基礎去選擇製造在各種不同條件下工作的各種零件和結構用的金屬及合金，並能够建立熱處理及各種工藝程序的最正確的操作規程。金相學的知識對於熱處理、鍛造、模壓、鑄造、及銲接的正確進行是不可缺少的學識。

金相學是俄國學者們建立起的一門科學。金相學的奠基人是傑出的俄國學者 Д. К. 契爾諾夫教授。祖國的科學無論在過去和現在，在金相學發展的過程中，總是起着領導的作用。

遠在十八世紀，偉大的俄國學者 М. В. 羅蒙諾索夫就首先開始研究了金相學



М. В. 羅蒙諾索夫
(1711—1765)



П. П. 安諾索夫
(1797—1851)

中一些問題，確定了金屬是有光澤的，可鍛的物體，同時也研究出了由礦石中提煉金屬的冶金科學基礎。

在十九世紀的前半葉，俄國的學者及生產者們在創造新的鋼種方面，以及在研究熱處理操作規程方面曾作了巨大的貢獻。當時傑出的冶金學家是在茲拉托烏斯托夫工廠工作的 П. П. 安諾索夫。

П. П. 安諾索夫首先製出了最優良的刀劍鋼，和研究了合金元素對於鋼的性能的影響。П. П. 安諾索夫第一個採用了研究金屬的顯微鏡方法，而且將他研究的結果詳細地寫在1841年出版的“論大馬士鋼”一書中。

鋼件表面層加碳的最先進的方法之一，氣體滲碳法，也首先是由安諾索夫研究出來的。

А. С. 拉符洛夫，與 Н. В. 卡拉庫茲基兩位工程師也作了很大的貢獻，他們發現了鋼錠組織中成分的不均勻性，而且還研究了鋼內縮孔及內應力形成的過程。

到了十九世紀的中期，正當鑄鋼製造開始以極高的速度發展着，同時開始利用鋼來製造重要的零件（大砲的砲身等）的時候，發現了鋼件在性能上的不同。在某些情況下，鋼在使用過程中是完全可靠的，而在另外的情況下，同一成分的鋼則顯得完全不合適用。

這種情況的原因在當時是完全不清楚的，因此，用鋼來製造重要機件之進一

步發展的可能性受到懷疑。

當工業面臨危機的時候（1866年），Д. К. 契爾諾夫在奧布豪夫工廠（現在是列寧格勒的“布爾什維克”廠），開始了他的工作。由於他的頑強，勇敢及非凡的觀察能力，在廠內連續工作的兩年期間，契爾諾夫就作出了指使技術走向燦爛繁榮的路上去的，具有世界意義的新發現。關於這個使金相學成為一門獨立科學的基礎的發現，契爾諾夫於1868年4月向俄國冶金學會作了一個報告，報告的題目是：“拉符洛夫與卡拉庫茲基論鋼及大砲一文的簡評，以及契爾諾夫本人對此題目的研究”。



Д. К. 契爾諾夫
(1839—1921)

在這個報告內，Д. К. 契爾諾夫指出：鋼在固體狀態下具有臨界溫度（後來稱為契爾諾夫點），於臨界溫度時，能使鋼中質點發生重新改組，而使鋼具有新的特性。

這些臨界點就是保證金屬零件具有高度質量的正確熱處理操作的標誌。

只有依據了契爾諾夫的發現，在機器製造中進行進一步的技術改進才有可能。在世界各處，鋼零件（以及後來其他合金的零件）的製造，都是建立在契爾諾夫所創造的科學基礎上。

這位樸實的學者的天才是多方面的；他完全掌握了金相學中基本的科學問

題，以及金屬熱處理的最先進的方法。Д. К. 契爾諾夫首先確定了熱處理過程中的擴散特性，揭露了合金結晶的機構，創造了一種最先進的淬火方法，即等溫淬火法；同時指出了金屬在壓力下結晶及離心澆鑄的優點等。

Д. К. 契爾諾夫の後繼者及學生——光榮的俄國學者們，尙在革命前的時期，就以其创造性的工作推動了金相學的發展。在這裡必須指出的是 Н. С. 庫爾拉科夫及其學派：А. А. 巴依科夫，А. А. 惹少塔爾斯基及 А. М. 包赤瓦爾等的巨大工作。

金相學在我們社會主義的條件下，達到了空前的繁榮。在斯大林五年計劃的年代裡，僅僅爲了金相學方面的研究工作，就建立了巨大的專門科學研究院網。在幾個五年計劃的年代裡，在成百的機器製造工廠，及冶金工廠內，都建立了設備如同最優等的科學院一樣的實驗室，這些實驗室都成爲生產上的科學參謀部。伴隨着社會主義工業化的增長，蘇聯的金相學，亦即爲社會主義建設而服務的金屬的科學也在增長着。



Н. С. 庫爾拉科夫
(1860—1941)

解決金相學上最複雜的科學問題，以及創造金屬和合金熱處理，化學熱處理等一系列快速、先進工藝操作的這種榮譽，都應歸功於我國的學者們及生產者們。

我國的科學界曾製定了平衡圖的數種基本類型，研究了很多的金屬系，確立了合金性能與平衡圖種類的關係（科學院士 И. С. 庫爾拉科夫及其學派），確定了平衡圖與工藝性能，亦即與流動性，縮孔等之間的關係（科學院士 А. А. 包赤瓦爾），研究了鋼中奧氏體的分解（С. С. 石金別爾格教授及其學派）。確定了馬丁體之性質及形成的機構，以及於回火時在鋼和有色合金內所發生的轉變（Г. В. 庫爾久莫夫教授及其學派），研究了鋼中擴散的過程，創造了新的鋼種（Н. А. 明克維奇及其學派）。俄國的學者們更深一步地研究了有色合金中所發生的轉變，創造了這些合金的熱處理方法及新的品種（А. А. 包赤瓦爾，С. М. 弗羅諾夫，Д. А. 彼得羅夫等）。



Н. А. 明克維奇
(1883—1942)

科學與實踐密切地聯系是我國金相學家的特點。理論與實踐的統一，光輝地反映在安諾索夫，契爾諾夫，以及許多其他俄國金相學家的活動中。在我國社會主義的條件下，在科學與生產密切配合的條件下，這些特點被增強了許多倍。

近二十年來，經過了幾次的斯大林五年計劃，蘇維埃的科學與實踐幾乎對一切金屬及合金的熱處理，化學熱處理的工藝方法，作了根本的改變。而且創造了許多新的先進的工藝程序。

蘇聯的學者們解決了利用高頻率電流快速加熱的問題（В. П. 沃洛果金），從而使某些操作加速了千倍；創造了許多強化鋼件表面的方法：氮化（Н. П. 奇

惹夫斯基)，氣體氰化（Н. А. 明克維奇，В. И. 普羅斯維林，В. Т. 奇里科夫等），冷處理（А. П. 古里耶夫），白口鐵快速退火法等等。

俄國科學界的許多代表們，在研究，改進、以及創造新的非金屬材料中起了很大的作用。蘇維埃的學者們在分子量化合物，和人造（合成）樹脂方面，用自己有效的研究，創造出了國民經濟各部門中（包括機器製造部門）廣泛採用的許多新型的塑料。由於在改進生產工藝方法，和改善非金屬材料性能中獲得了很大的成就，故而大大地擴大了非金屬材料在機器製造工業中的應用範圍。

在共產黨和蘇聯政府的領導下，蘇聯的科學與先進的社會主義實踐的創造性的結合，保證了社會主義的生產在更高的技術基礎上進一步的發展。

在執行雄偉的共產主義建設的計劃中，提高工人的生產知識，是有着巨大意義的，由於工人的技藝增長，就有可能消除智力勞動與體力勞動之間存在着的差別。提高自己專門技能方面的知識，包括提高生產中所用的各種材料性能及特性的知識，就是更積極地，創造性地參加了提高產品質量，增加生產率，改進社會主義生產的事業，也就是直接參加了共產主義的建設事業。

目 錄

第一章 金屬及金屬的性質	1
§ 1. 各種金屬及合金的結構.....	1
§ 2. 各種金屬及合金的性質.....	6
第二章 高爐生鐵	16
第三章 鋼的煉製	18
§ 1. 概論.....	18
§ 2. 鋼錠的結構.....	19
§ 3. 鋼的冶煉法.....	20
第四章 鐵碳合金組織及鋼熱處理的基本概念	24
§ 1. 鐵碳合金平衡圖.....	24
§ 2. 具有各種含碳量的合金組織.....	28
§ 3. 鋼熱處理的基本形式.....	31
§ 4. 加熱、停留的時間及冷卻的方法.....	35
§ 5. 回火.....	37
§ 6. 熱處理的新的方法.....	38
§ 7. 熱處理時溫度的測量法.....	40
第五章 鋼的化學熱處理	42
§ 1. 滲碳.....	42
§ 2. 氰化.....	45
§ 3. 氮化.....	46
§ 4. 化學熱處理的其它形式.....	47
第六章 碳素及合金結構鋼	48
§ 1. 鋼的分類.....	51
§ 2. 結構鋼.....	52
第七章 工具鋼	53
§ 1. 切削工具鋼.....	56
§ 2. 撞擊-衝壓模工具鋼.....	59
§ 3. 測量工具鋼.....	59
第八章 特種鋼及特種合金	60
第九章 鑄鐵	65
§ 1. 灰口鐵鑄件.....	65

§ 2.	可鍛鑄鐵鑄件.....	68
§ 3.	白硬層生鐵鑄件.....	70
第十章	防蝕保護.....	71
第十一章	鋼的質量的確定法.....	72
§ 1.	鋼內化學成分的分析.....	72
§ 2.	粗型組織分析.....	75
§ 3.	磁力探傷法.....	77
§ 4.	超聲波探傷法.....	79
第十二章	機械加工之鋼坯的缺陷.....	80
§ 1.	鑄鋼中的缺陷.....	80
§ 2.	軋壓和鍛造鋼中的缺陷.....	82
§ 3.	鋼在熱處理時的缺陷.....	84
§ 4.	合金鋼的缺陷.....	87
§ 5.	滲碳零件上的缺陷.....	89
§ 6.	生鐵鑄件的缺陷.....	90
第十三章	有色金屬及合金.....	91
§ 1.	工程用純有色金屬.....	91
§ 2.	銅基合金.....	93
§ 3.	鋁基合金.....	96
§ 4.	鎂合金.....	99
§ 5.	軸承（耐磨）合金—巴比特合金.....	100
第十四章	非金屬材料.....	102
§ 1.	木材.....	102
§ 2.	各種絕緣材料.....	105
§ 3.	塑料.....	106
§ 4.	清漆、油漆、玻璃、橡皮、紡織材料.....	110
§ 5.	潤滑材料.....	112
§ 6.	研磨材料.....	113
§ 7.	耐火材料.....	116
§ 8.	燃料.....	117
附錄	表 1—25 各種金屬材料及非金屬材料之化學成分、機械性質、熱處理規程、用途以及硬度值之換算等。.....	119
參考書目		150

第一章

金屬及金屬的性質

§ 1. 各種金屬及合金的結構

一切複雜的物體，都是由各種簡單的元素所組成。在自然界中存在着約有100種元素，其中有的是金屬：如鐵 (Fe)，鉻 (Cr)，鎳 (Ni)，銅 (Cu) 等等；有的是非金屬：如碳 (C)，硫 (S)，磷 (P) 等。

偉大的俄國學者Д. И. 門德雷耶夫於公曆1869年發表了確定元素性質與原子量關係的元素週期律。Д. И. 門德雷耶夫並把各種元素用表格的方式排列了出來(週期表，可參看表1)。

在這個表的每一方格內，都排列有化學元素。元素頂上的數字，代表元素在門德雷耶夫週期表中的號數；元素下面的數字，則代表該元素的原子量。

在門德雷耶夫週期表內的同一族中(沿週期表的垂直行)的元素，具有相似的性質。在同一橫行(週期)中的元素，其性質的變化是週期的。

存在於自然界中的所有元素的絕大部分(幾乎四分之三)是金屬。所有各種元素，包括金屬在內的都是由原子所組成。原子是非常小的東西。

如果把原子一個個地並排起來，那

麼，在一公分的長度內，將約排有五千萬個原子。但是原子本身也是由運動着的物質所形成的一個複雜系統。在原子的中心，有一個核，稱為原子核。它雖然僅祇佔原子體積的萬億分之一，但是幾乎原子全部的質量(達99.98%)是集中在原子核上。這個核是由帶正電荷的質點——也就是質子，和不帶電荷的中子所組



Д. И. 門德雷耶夫

(1834—1907)

門 德 雷 耶 夫

週 期	橫 列	元 素 的				
		I R ₂ O	II RO	III R ₂ O ₃	IV RH ₄ RO ₂	V RH ₃ R ₂ O ₅
I	1	H 1 氫 1.0080				
II	2	Li 3 鋰 6.940	Be 4 鈹 9.02	5 B 硼 10.82	6 C 碳 12.010	7 N 氮 14.008
III	3	Na 11 鈉 22.997	Mg 12 鎂 24.32	13 Al 鋁 26.97	14 Si 矽 28.06	15 P 磷 30.98
IV	4	K 19 鉀 39.096	Ca 20 鈣 40.08	Sc 21 鈾 45.10	Ti 22 鈦 47.90	V 23 鈦 50.95
	5	29 Cu 銅 63.57	30 Zn 鋅 65.38	31 Ga 鎵 69.72	32 Ge 鍮 72.60	33 As 砒 74.91
V	6	Rb 37 鉀 85.48	Sr 38 鈣 87.63	Y 39 鈷 88.92	Zr 40 鈷 91.22	Nb 41 鈷 92.91
	7	47 Ag 銀 107.880	48 Cd 鎘 112.41	49 In 銦 114.76	50 Sn 錫 118.70	51 Sb 銻 121.76
VI	8	Cs 55 銻 132.91	Ba 56 鋇 137.36	La 57 [58-71] 鐳 138.92	Hf 72 鈷 178.6	Ta 73 鉭 180.88
	9	79 Au 金 197.2	80 Hg 汞 200.61	81 Tl 鉍 204.39	82 Pb 鉛 207.21	83 Bi 鉍 209.00
VII	10	Fr 87 鈾 (223)	Ra 88 鐳 226.05	Ac 89 [90-103] 鐳 227		
稀 土 族		Ce 58 鈰 140.13	Pr 59 鐳 140.92	Nd 60 鈰 144.27		
		Tb 65 鐳 158.2	Dy 66 鐳 162.46	Ho 67 鈰 164.9		
放射性 (錒族)		Th 90 鈰 232.12	Pa 91 鐳 231	U 92 鈰 238.07		
		Bk 97 鐳 243	Cf 98 鐳 244	An 99 鐳 245		

元 素 週 期 表

表 1

各 族					
II RH ₂ RO ₃		III RH R ₂ C ₇		IV RO ₄	
					2 He 氦 4.003
8 O 氧 16.0000		9 F 氟 19.00			10 Ne 氖 20.183
16 S 硫 32.06		17 Cl 氯 35.457			18 Ar 氩 39.944
Cr 24 鉻 52.01	Mn 25 錳 54.93	26 Fe 鐵 55.85	27 Co 鈷 58.94	28 Ni 鎳 58.69	
34 Se 硒 78.96	35 Br 溴 79.916				36 Kr 氪 83.7
Mo 42 鉬 95.95	Tc 43 錳 (98)	44 Ru 鈷 101.7	45 Rh 銻 102.91	46 Pd 鈷 106.7	
52 Te 碲 127.61	53 J 碘 126.92				54 Xe 氙 131.3
W 74 鎢 183.92	Re 75 鐳 186.31	76 Os 銲 190.2	77 Ir 銲 193.1	78 Pt 鉑 195.23	
84 Po 鉷 (210.0)	85 At 砒 (211)				86 Rn 氡 222
Pm 61 鉕 (147)	Sm 62 釷 150.43	Eu 63 鈾 152.0	Gd 64 釷 156.9		
Er 68 鉕 167.2	Tu 69 鐳 169.4	Yb 70 鐳 173.04	Lu 71 鉕 174.99		
Np 93 鐳 237	Pu 94 鈾 239	Am 95 鐳 241	Cm 96 鐳 242		
Ct 100 釷 —	101	102	103 釷 —		

成。在原子核的周圍，有帶負電荷的所謂電子，以極大的速度（每秒鐘在2000公里以上，亦即是快於炮彈飛行的一千倍）運動着。這些質點的大小，是小於一公分的萬億分之一。

根據原子排列的特徵，物體可分為結晶的和無定形的兩種。在結晶的物體中，原子是遵循着一定的次序和互相在一定的距離中排列着。所有金屬及合金，都是結晶體。

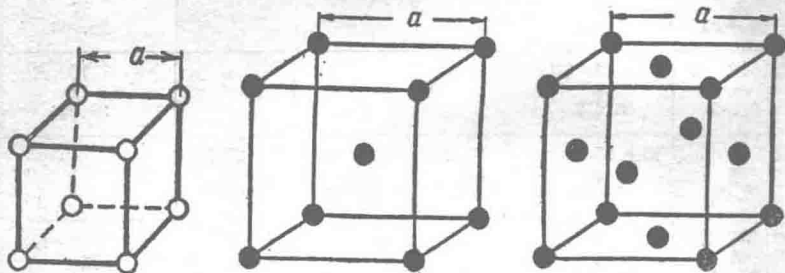


圖 1 晶格中的晶胞 圖 2 [體心立方] 晶格中之晶胞（鐵在 910°C 以下，和從 1395 到 1535°C 有這樣的晶格，即所謂 α -鐵） 圖 3 [面心立方] 晶格中之晶胞（鐵在 910 到 1395°C 之間有這樣的晶格，即所謂 γ -鐵）。

在無定形的物體中，原子的排列是紊亂的，沒有一定的次序。玻璃就是無定形物體的一個例子。

在結晶體中，和在金屬中，原子的排列是有着一定的次序，而形成所謂晶格（圖 1）。在固體狀態的某些金屬內，晶格能夠發生變化。使晶格發生變化的溫度，就稱為臨界溫度。

例如，純鐵的溫度在 910°C 以下時，它就有如圖 2 上所示的那樣一種晶格。這樣的格子是稱為「體心立方」晶格，並以 α 表示之；在此溫度下，形成有這種晶格的鐵，是以 Fe_α 來表示，或者就稱為 α -鐵。當溫度在 910°C 時，鐵的原子結晶結構就發生了變化，於是就獲得了一種新的結晶格子，如圖 3 所示。這樣的格子，就稱為「面心立方」晶格，並以 γ 來表示，形成有這種晶格的鐵，是以 Fe_γ 表示之，或稱為 γ -鐵。由於原子結晶結構的不同，所以它們的性質也就跟着起了變化，如像， α -鐵是有磁性的，並幾乎完全不溶有碳，而 γ -鐵則無磁性，可以溶有大量的碳（達 1.7% ）。

晶格中的原子若互相緊密接觸而排列時，那麼這種晶格中的晶胞將是非常的小。

晶體的結構，可以用專門的所謂 X 射線方法觀察之。晶體是由晶格中各個晶