

# 科學圖書大庫

科技訓練自修教材

## 保養基礎(三)

- 金屬材料
- 非金屬材料

譯者 何其盛

徐氏基金會出版

# 科學圖書大庫

科技訓練自修教材

## 保養基礎 (三)

- 金屬材料
- 非金屬材料

譯者 何其盛

徐氏基金會出版

## 譯 序

不論是那一種生產工廠，保養工作都是工廠活動中極重要的一部份。保養工作的目的不僅是使停機的設備迅速修復，更重要的是如何防止發生嚴重的停機。儘管有些工廠中的保養工作不良而仍然能夠維持生產作業，但是良好的保養作業不僅直接使機械設備經常維持堪用狀態，間接也使產品的品質與生產數量維持一定的水準。良好的保養作業不僅提高了生產力，也使生產成本降低。

由於工作性質的不同，保養人員的工作範圍無法像一般技術人員一樣地劃分清楚。一般技術人員只需熟悉某一種設備的操作即可，可是保養人員因為每天所遭遇的問題無法預期，因此他需要具備各式各樣的技能。事實上這一點很不容易做到。很少有人能學會工廠中所需的每一種技能，更少有人能精通每一種技能。但是，保養人員除了精通某幾種技能以外，確實需要儘可能涉及各式各樣的技能，這樣才能在排除故障的時候，適時召請適當的人前來協助。以達到在最短時間內使停機的設備重新投入生產行列的要求。

保養基礎課程各單元中所介紹的是淺顯的基本工業知識，却是每一位保養人員一定會遭遇到的問題，也是每一位保養人員必備的知識。對於新投身於保養行列的人來說，這些知識是一塊敲門磚，具備這些知識以後，在學習更高深的保養技術時能做到事半功倍的效果。對於已從事保養作業的人來說，本課程足以溫故知新，糾正一部份錯誤的觀念，解釋一些疑難的原因。由於今日工業界各方面迅速發展的結果，惟有正確的知識才是徹底解決問題的基礎

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信 發行人 王洪鎧

# 科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國六十八年十二月二十四日初版

科技訓練自修教材

## 保養基礎(三)

基本定價 ~~7.30~~  
6.40

譯者 何其盛 中正理工學院機械系

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(67)局版臺業字第1810號

出版者 附圖  
法人 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686號

發行者 附圖  
法人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 1 5 7 9 5 號

承印者 大興圖書印製有限公司三重市三和路四段一五一號 電話9719739

# 目 錄

## 金屬材料

### 譯 序

受訓者指南.....	1
第一課 金屬的物理結構.....	6
第二課 金屬性質.....	23
第三課 熱處理.....	41
第四課 製造方法.....	59
第五課 鐵.....	76
第六課 鋼.....	95
第七課 鋁.....	114
第八課 鎂與鈦.....	134
第九課 銅.....	151
第十課 鋁、鎳、錫與鋅.....	170
習題及自我測驗解答.....	189
單元測驗.....	199
指導人單元指南.....	209
中英名詞對照索引.....	213

## 非金屬材料

第一課 非金屬材料緒論.....	222
第二課 塑膠材料.....	240
第三課 橡 膠.....	259

第四課	碳	278
第五課	工業化學物質	297
第六課	油漆和塗料	315
第七課	木 材	334
第八課	建築材料	355
第九課	絕緣材料	373
第十課	黏合劑與膠帶	392
習題及自我測驗解答		410
單元測驗		419
指導人單元指南		429
中英名詞對照索引		433

# 受訓者指南

## TPC 訓練系統課程

你現在要開始的這一種學習方法，對你來說可能是一種新的經驗。TPC 訓練系統課程設計成供自修之用。這意思是說，你不需要一間教室或一位教師，就能夠學習這個單元中的資料。你能夠在你認為最好或是對你最方便的任何時間與任何地方去學習它。而且可以用你最快的速度去研讀，或是按照你自己的需要，多花一點時間去研讀這些資料。

不論你以前是如何研讀的，請你先花一點時間讀完這幾頁指南。它們會告訴你，這個自修單元能如何幫助你比以前學得更快與更好。同時它們也會告訴你，如何由你所研讀的課程中吸收到最多的東西。你會發現有一些建議能夠幫助你：學習並記住你研讀過的教材，增進你專心研讀的能力，以及使你學習的課程與你的工作發生關連。

**本課程如何發揮作用** 各TPC 訓練系統是設計成由你公司中的某位先生幫助你，在形態上是完全屬於自修的。你的公司可能讓你接受進一步的訓練：工廠實作，影片，以及製造廠家的介紹等等。要充份利用所能獲得的各種輔助訓練教材，以儘你可能從課程中有所收益。當你認為需要的時候可請求你的指導人幫助你。只要你問，對你一定會有幫助的。

**課程的結構** 各TPC 訓練系統課程是由一個或一個以上的單元組成。各單元中包含了若干涵蓋了你的保養訓練中一個重要部份的“課目”。各課中包括了課文，習題，以及測驗題。所有這些教材都是設計成供你自己去研讀的。

每一課你可能要花一個半小時到二個半小時的時間才能研讀完畢。你到底要花多少時間，依你個人的知識與經驗而定。你能夠記住多少你研讀的內容，比你花多少時間去研讀要來得重要。

由於各單元設計成爲工作手冊，把各問題所詢問的答案寫下來。如果你認為需要，就在重要的地方作註記或是劃出記號，它是你的訓練手冊。它含有很多圖表，等到你讀完了這個課程以後，它們仍然是有價值的參考資料，要保留這些單元。在你未來的工作中，它們往往能有所幫助。

**每課的組織** 每一課中包含了二節或三節配合了圖，表的課文。每節終了就有一個習題。每

## 保養基礎

課近於終了的地方可能附有參考數表，或是有關這一課的重點提要。每一課的最後一頁總是一個測驗。至於測驗題如何能幫助你記住你所學的東西，將在“測驗”那一段中說明。

**習題** 每個習題中有一系列的問題或填充題，你要回答這些問題或者填上正確的答案，有的時候是要你畫一個草圖。此外我們還編印了正確的題解附在書後。

你要先在書上空白的地方，或是另外用紙寫下你的答案，然後再與題解對照。如果你的答案錯了，要回頭再研讀題解中指出應該參考的那一段。題解中的參考資料與請你參閱的那一段課文，會使你找到正確的答案。然後再重新看一看問題並寫下正確的答案。如果你覺得雖然你的答案與題解的答案不同，但仍然是對的，那麼就要去請教你的指導人。

重要的是你要在參閱題解之前先寫下你自己的答案。不要想走近路—直接就去閱讀題解，因為這樣子會減少你學習與記住各種資料的數量。

**自我測驗** 這些測驗題由你自己作答與評分，因此不用害怕失敗，也不會有困窘的場面。它們附在每一課的末尾，用來確定你在這一課中學到了些什麼。與習題相同，測驗的另一個目的是加強你的學習效果。你在進行自我測驗的時候，在這一頁上圈出正確的答案，然後再與圖解中的答案對照。如果你圈錯了答案，就按照習題中的辦法重新研讀課文中的資料。為了獲得良好的效果，不要在做完測驗題以前就去核對答案。

## 如何由你所研讀的課程中獲得最大的收益

你的訓練單元中已包含了你研讀的課程所需要的所有資料—因此不需要參考書或是其他資料。明確的基本原理與原則對於你瞭解課程的內容，以及對於你將從事的保養工作都很重要。在這個單元中，我們已經儘量使這些原則與原理易於瞭解，並且使它們與你的工作發生關連。

在這個單元中，我們已經小心地安排每一課，儘可能使你易於瞭解課程內容。但是，為了確實獲得能夠使你做好你的工作所需要的這種知識，你必需要作相當程度的努力。學習的責任是要靠你自己去負擔的。

**建立良好的讀書習慣** 要成功地學完這個單元，有賴於你養成良好的讀書習慣。試著每天花一段時間，在一個你能集中精神而不受干擾的地方讀書。要選擇在一天之中你通常覺得良好的時間—也就是你能充份集中注意力的一段時間。如果你無法在適當的時間裡在一個安靜的地方讀書，至少也要找一個你能夠讀書而不會被打擾的地方。在大多數的情況中，你的公司會提供這樣的一個場所。

如何開始你的第一課是件重要的事：你要小心地從事使你自己熟悉讀書的方法。一旦你瞭解各種資料是如何地表現出來的時候，你就能夠設定你研讀每一課的時間。為了能夠從每一課中吸收到最多的知識，請試一試下述的方法：



步驟一— 在訓練的或是學習的階段開始以前，用下述方法迅速地瀏覽一下你的課程。

一、只讀名稱，大標題，小標題。看看你是不是瞭解它們之間的關係，以及它們是如何安排的。

二、瀏覽一下圖、表，以及它們的說明。看看那些是你熟悉的，那些不是。

三、然後，一頁接一頁，只讀每一段的頭一句與末一句。

你應該能夠在短短的五分鐘或十分鐘裡完成這種瀏覽。這短短的幾分鐘能夠使你對於要點獲得良好的觀念，同時，你將知道你真正開始閱讀的時候，能夠期望得到些什麼。當你迅速地瀏覽後續各課的時候，你能夠看得出來，新的資料是如何與你已經研讀的資料連繫在一起。

步驟二— 現在開始研讀課文。仔細地研讀各段，同時也要研究圖、表。要確定你已經瞭解每句話說的是什麼。碰到你不確實知道意思的字，要去查字典。讀完一段以後，停下來想一想你所讀過的東西。在你的腦海裡把你所學到的東西用你自己的話說一遍。

步驟三— 把你所學到的東西寫下來。這樣子能幫助你記得更牢。如果，你沒有時間把它們寫下來，至少要在重要的地方劃上線。如此，當你複習這些資料的時候，能夠很容易地認出來。不要在太多的地方劃線。要試著區分重要與次要的部份。你能夠很簡單地由對某些部份強調的程度看出來是不是重點。新出現的名詞或是重要的地方，往往會用“ ”來標示。此外也會用“這一點很重要”，或是“要確知”等話來強調。

在課文上做記號的方法很多。你可以用不同顏色的筆來標示。也可以用括號來區分要點。你也可以用數字或是文字來標示要點。然而，你要有充份的理由去做這些記號，因為單單是記號並不足以表示你是在學習。

不要在你讀完一段或是一頁課文以前就在要點的下面劃線或是做記號。如果你在讀了一句以後就寫下了註記，或者去劃線，你可能會錯失了一部份課程上的重要關係。

步驟四— 在開始做自我測驗以前，複習一下這一課的習題與要點。這個時候你所作的記號及註記會有所幫助。

等你讀完一個單元中所有各課以後，再仔細複習一下所有的要點，習題，以及自我測驗題。如果在你所作的最後複習之中，發現有些主題對你來說仍然不夠清楚，要重新研讀有關的資料，如果可能的話，去請教你的指導人。

**改進你的閱讀習慣** 如果你使你自己閱讀得快一點，你能夠在不減低你瞭解程度的情況下，提高你的閱讀速度，並且能夠節省研讀的時間。當你閱讀的時候，試著去看一個以上的字。試著去看一個片語或是一群字。要想到你剛剛讀過片語的意思，而不是去想每一個字的意思。很多人在他們閱讀的時候，向自己複誦每一個字。這樣子確實會降低閱讀的速度。把你閱讀與瞭解一頁課文要多長的時間記錄下來，然後，在以後各頁試著做得更好一點。雖然在開始的時候看不出有多大的改進，但是，你將很快地提高你的閱讀速度，而仍然能夠瞭解你所閱讀資料的內容。

## 保養基礎

**如何作你的測驗** 在自我測驗中的問題是選擇題。各課中用的都是這一類的測驗。本單元終了時的單元測驗也是用選擇題。

選擇題中包含了一個問題——一個完整的句子或不完整的句子，後面還有四個答案，其中一個能完成或是回答問題。在有些題目中只有一個答案是正確的。有些題目中則有一個選擇是最佳答案。

作任何測驗的要點是仔細地閱讀問題。如果你所想到的答案沒有在問題中出現，要小心地重讀問題再作選擇。如果你不能判定答案是那一個，就先作下一題。等你作完所有你能正確作答的題目以後，再回頭作那些你不能肯定答案的那些題目。

等你答完所有你能回答的問題以後，你應該回頭重看一下這份測驗。在這種測驗中是很容易答錯的，可能是沒有看清楚題目，或是沒有核對你所選答案的號碼。

大致說來，課程中的測驗並不是一種競爭性的考試。你只是跟你自己競爭而已。如果你已充份準備的話，就能輕易地作完這些測驗題目。

# 金屬材料

# 第一課 金屬的物理結構

## 前言

在世界上的化學元素中金屬佔有一半以上的數量。金屬是良好的熱導體與導電體。當它們是清潔時具有光彩的外觀，在金屬工業中組合兩種或兩種以上的金屬的元素構成一種合金。銅與鋅的組合是衆所週知的黃銅或稱銅鋅合金。金屬是很廣泛使用的材料，用於製作工業設備，機器與機器零件。保養人員必須具有金屬方面的知識，以協助他做好維護保養的工作。本課程敘述金屬與合金的物理結構以及它們的一般用途。

## 什麼是金屬？

**1.01** 銅、鐵、鋅、鋁等是金屬元素，氫、碳、硫、氧等都不是金屬。金屬與非金屬在物理性質與化學性質方面都有所不同。你可以很容易看出一種元素的物理性質。金屬具有光澤的外表以及為熱與電的良導體，而非金屬却沒有這些。

**1.02** 在今天已知的元素之中，有 92 種存在於自然界之中。其他有很多是人類所製造的。在所知的 92 種天然元素中，金屬就佔有 82 種之多。一部份的金屬，例如鐵，鋁，鎂等在自然界中含量很豐富，其他的金屬，如鈾等却非常稀有。

## 冶金術

**1.03** 多數的金屬都不是在純金屬狀態被發現，它們在被稱為礦物的化學混合物中被發現。從礦物中分離金屬，淨化金屬，與其他種金屬混合，以及製造為可用的形狀與型態的方法稱為冶金術。冶金術也是一種研究改良與發展新合金、新的試驗方法的學問。

**1.04** 冶金術區分為兩種：化學冶金與物理冶金。化學冶金是討論有關從它們的礦物內冶煉與精煉而獲得金屬的方法。物理性冶金是有關金屬在他們被處理，成形等加工過程中的活動狀態。

## 金屬的性質

**1.05** 金屬通常用於製作工業設備與機器，必須適合成形為可用的零件以及在使用時能夠保持它的外形不變。金屬必須有抵抗變形的能力。金屬對變形的阻抗由於它必須阻抗的應力的類別不同而有許多各種相異的名稱；它們是強度，硬度，剛性等。金屬在製造加工過程中不需要毀損破碎而能改變形狀的能力稱為“展性”或“延性”。金屬延性與強度的組合叫做“韌性”。金屬在明確限界範圍內受力變形以後而能恢復原來形狀的能力稱為“彈性”。

**1.06** 抵抗腐蝕性是金屬的有用性質之一，此性質包含在金屬的化學性質之內。鐵曝露在空氣與水分中易生銹，不銹鋼則不會。這就是為何保養人員必須在工作中選擇決定正確的金屬材料。它應是在一定時間內能承受所屬作業狀況的金屬中最便宜的，而為這件工作所作的加工也是最經濟。如果普通鋼鐵能達到使用目的而選用不銹鋼就是不當的。

**1.07** 黃金，白銀，白金，青銅，黃銅與銅等金屬或合金是因它們的天然美觀而使用。它們都有很高的腐蝕抵抗力。此類金屬常常製成貼在基礎金屬表面的箔片，以便改善外觀或對腐蝕的抵抗力。

**1.08** 金屬的兩種特別有用的性質為電傳導性與熱傳導性。白銀，黃金，銅與鋁是很好的金屬導體，黃金與白銀是最優良的導體，但銅與鋁却較常使用，因為銅與鋁比較容易獲得，同時它們的成本也比黃金與白銀為低。

**1.09** 鐵，鎳，鈷與鎳等金屬是鐵磁性，亦即它們都有磁性性質。有些合金具有的磁性性質比純金屬更好，例如一種由鐵鋁，鎳與鈷組合的鋁鎳鈷合金，常用於高度傳真擴音器的磁鐵，見附圖 1-1。

**1.10** 金屬其他顯著的性質為：加熱時放出電子的能力—電子學上廣泛使用的原理；反射光線的能力—使用於鏡子；具有高熔點—例如鎢用作燈絲，鎳鉻合金大量用於電熱零件。

**1.11** 當鐵與一種康史登銅連接時，它們形成“熱電偶”轉變熱能為電能，熱電偶對於量度溫度是很有用的。

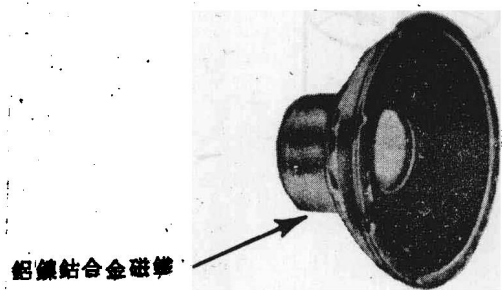


Fig-1-1: A hi-fi speaker with Alnico I

1.12 金屬遇熱膨脹與遇冷收縮的能力用於自動控制的器械，恒溫器即是利用此性能之裝置；它的雙金屬構件依周圍環境溫度的變化而膨脹與收縮。恒溫器可以控制熱源或冷源，當四周環境的溫度降低至預定溫度時使之加熱，反之溫度升高到預定溫度之上時則使之冷卻。

1.13 金屬一般都有相同的普通性質，但每一種金屬都具有它特殊的特性。因此在現代的工業上，如何決定使用那一種金屬以及如何應用它的特性以達到使用的目的，是一門很高深的技術。

## 金屬的熔點

1.14 金屬的熔點是指金屬由固體變為液體時的溫度。液態的金屬通常稱為熔化金屬。純金屬的熔點很明顯，反之合金的熔點的溫度變化範圍比較大。

1.15 做一種簡單的實驗可發現熔化時的狀況，見附圖 1-2，取一鍋整體冰塊或碎冰塊，放置一溫度計在冰內，等待一會之後可得到溫度為  $0^{\circ}\text{C}$  或  $32^{\circ}\text{F}$  的溫度讀數。現在平底鍋下面加熱，冰開始熔化，觀察溫度計的溫度讀數仍然為  $0^{\circ}\text{C}$ ，同時一直到冰完全熔化為止，溫度一直停留在  $0^{\circ}\text{C}$ 。祇有冰全部熔化之後溫度才開始上升。由此實驗可以得到一個定義：“所謂熔點，實指固體與液體同時並存時的溫度”。

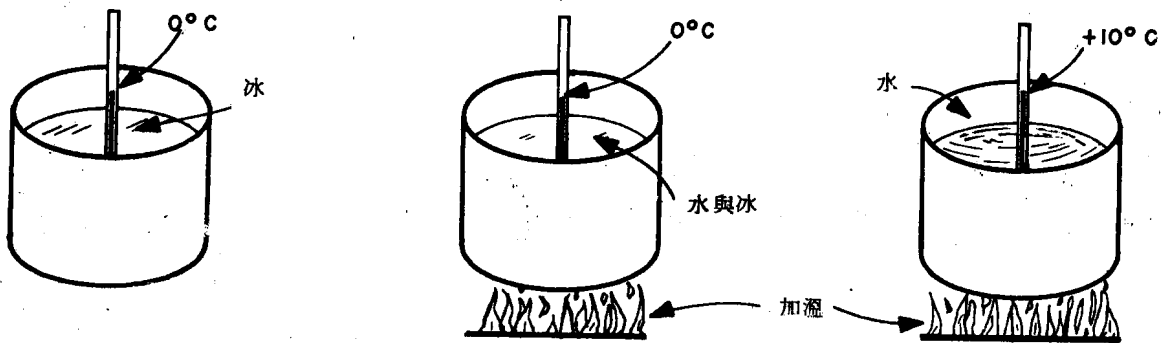


圖 1-2 熔化潛熱的證明

1.16 水與冰共同存在祇限於溫度為  $0^{\circ}\text{C}$  時； $1^{\circ}\text{C}$  時全變為水， $-1^{\circ}\text{C}$  時仍然全部是冰。使冰熔化需要熱量，但此熱量在固體變為液體時全部用完。不能使溫度升高。此部份熱量稱為熔化潛熱。潛熱是隱藏的熱之意。

1.17 熔化的熱量是使分子彼此間的距離增加，溫度不會增加因為分子並不會開始運動。所有的金屬都有熔化潛熱，它的定義是使固體熔化而不改變溫度所需的熱量。往往熔化與凝固的溫度是相同的。冰在  $0^{\circ}\text{C}$  熔化，水在  $0^{\circ}\text{C}$  凝固，但冰的溫度可降至  $0^{\circ}\text{C}$  以下。溶化鐵在  $1250^{\circ}\text{C}$  時凝固，然後溫度降至室溫。

1.18 鎢金屬的熔點與凝固點比任何金屬為高。它熔化與凝固溫度為  $3410^{\circ}\text{C}$ 。水銀在室溫下是液體，它用於溫度計內指示溫度，它的熔化與凝固溫度為零下  $40^{\circ}\text{C}$ 。

1.19 任何合金的熔點與凝固點一般都比合金內金屬的熔點與凝固點為低。例如：軟焊料是一種錫—鉛合金，錫的熔點為  $232^{\circ}\text{C}$ ，鉛的熔點為  $327^{\circ}\text{C}$ ，但合金軟焊料的熔點為  $200^{\circ}\text{C}$ ，它比錫或鉛的熔點都顯著的為低。軟焊料類的不同熔點，由它們構成合金的錫鉛成分而決定

習題一

- 1-1 金屬具有良好的光澤以及為熱與電的\_\_\_\_\_。
- 1-2 多數的金屬在被稱為\_\_\_\_\_的化學化合物或混合物中發現。
- 1-3 金屬從它們的礦物中分離與加工的方式叫做\_\_\_\_\_。
- 1-4 金屬不需要破碎毀壞而改變形狀的能力稱為\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_。
- 1-5 金屬延性與強度的組合叫做\_\_\_\_\_。
- 1-6 金屬在明確的限界範圍內經變形以後而能恢復原來形狀的能力稱為\_\_\_\_\_。
- 1-7 金屬有用的性質之一是它們對\_\_\_\_\_的抵抗能力。
- 1-8 金屬由固體變為液體時的溫度是它們的\_\_\_\_\_。



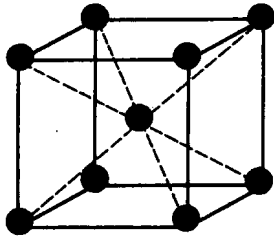


圖 1-3 一體心立方格子

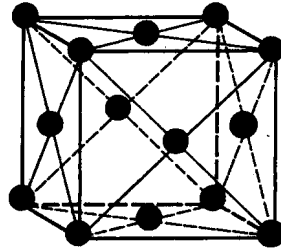
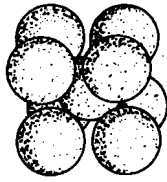
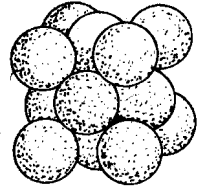


圖 1-4 一面面心立方格子



## 金屬內原子的排列

**1.20** 金屬特性影響的因素為：(1)構成金屬的原子，(2)金屬內原子的排列。金屬在精煉與製造過程中對於構成金屬的原子並沒有任何的影響，但此過程却可控制原子本身的排列。

**1.21** 當金屬凝固時，由熔化金屬變為固體金屬，它結晶，原子群自行端正整齊的排列，原子構成的模型稱為空間格子或幾何晶體結構。原子由於太小而不能以一般的方式看見，但晶體結構却可以用 X 光照相獲得照片加以研究。圖 1-3 顯示一體心立方空間格子的略圖。

**1.22** 金屬晶體的原子可能自行排列為不同數量的模型。體心立方模型是最普通的空間格子。銅，鐵，鋁與鎳都是由體心立方空間格子形成的類似金屬。體心立方空間格子晶體內有九個原子，立方體的每一角有一個原子，另外一個原子位於中心，見圖 1-3。

**1.23** 一部份金屬由面心立方空間格子模型形成。這種晶體由 14 個原子組成，排列方式見附圖 1-4。立方體的每一角有一個原子，另外立方體的每一面中心也有一個原子，合計 14 個原子。

**1.24** 鐵在不致熔化仍保持固體結晶狀態的溫度範圍以內加熱或冷卻時，鐵的晶體構造會改變，由面心晶體變為體心晶體。此種由一種晶體構造改變為另一種的變化，也改變了金屬的特性與性質。

**1.25** 另外一種普通的晶體排列模型是六角形，即所謂密空間格子，由多數的原子排列而成。鋅，鈷與鎳等金屬，是凝固與結晶之時都形成一種密空間格子的同類金屬。附圖 1-5 顯示密空間格子的構造。