

氣氛、感應、降浴 熱處理能 本外訓練教材 認識加熱裝置之種類及其特徵

編號：PMG-HTE0401

編者：羅淑可

審稿者：邱松茂、林陽憲

主辦單位：行政院勞工委員會職業訓練局

刊製單位：中華人民職業訓練研究發展中心

刊製日期：九十一年十一月

單元 PMG-HTE0401 學習指引

本單元在指引學員認識氣氛、鹽浴、真空熱處理爐之熱源與加熱方式，至於感應熱處理之加熱方式，會在其它單元中介紹，學員可取出編號 PMT-IHT1101 教材自行學習，或請教你的老師。

引言

不論是在氣氛、鹽浴、或真空環境下進行工件之熱處理，均需自外界提供熱源，使工件之材料因受熱而產生性質的變化。熱源種類有電熱與燃料，加熱方式又可區分為直接加熱與間接加熱，因此熱處理爐也因熱源與加熱方式之組合而變得琳琅滿目。本單元介紹學員認識熱處理爐之加熱裝置（例如燃燒器、發熱體）及其應用，而熱處理設備之完整性介紹則不在本單元之範圍，學員可參考坊間之熱處理書籍。

定義

燃燒器

是一種以燃料與空氣為原料之燃燒裝置，常用於熱處理之加熱，使用重油、煤油等液體燃料或瓦斯、天然氣、石油氣等氣體燃料。

發熱體

是一種高電阻係數之電導體，當電流經過時能將電能轉換為熱能，材質有金屬與非金屬兩種。

學習目標

在學習完本單元後，你能夠正確地說出熱處理爐之熱源、加熱方式、加熱裝置之種類及其特徵。

學習活動

本單元之活動為認識加熱裝置之種類及其特徵，你可以由下列之兩條途徑中選擇其一去學習。

一、閱讀本教材之第 5 頁至第 12 頁。

二、閱讀下列參考書籍：

(一) 黃振賢編著，1988 年，金屬熱處理，文京圖書公司，297~301 頁。

(二) 余煥騰編著，1987 年，金屬熱處理學，六合出版社，655~659 頁。

(三) 賴耿陽譯著，1984 年，熱處理技術入門，復漢出版社，123~132 頁。

(四) 張學典，顧應安編著，1988 年，熱處理學，科技圖書股份有限公司，304~308 頁。

本教材的第一個學習目標是

在學習完本單元後，你能夠正確地說出氣氛、鹽浴、真空熱處理之熱源與加熱的方式。

一、熱源

熱處理爐之熱源有燃料及電熱，燃料包括重油、煤油、天然氣、都市瓦斯、液化石油氣等，電熱包括各種金屬、非金屬發熱體。

一般而言，燃料加熱之能源成本比電熱低，所需之燃燒器、鼓風機、泵浦等機器設備也比電氣加熱便宜，其缺點是會產生噪音，排氣中含有灰塵、硫氧化物、氮氧化物等有害成份。電氣加熱比燃料加熱容易得到高溫，爐氣與溫度之控制也容易，其缺點是設備費較貴，能源成本高。

(一) 重油

重油為液體燃料中最便宜的，JIS 規格將其分為 A、B、C 三種等級，A 級重油之閃火點和黏度最低，不受冬季氣候之影響，為最佳之燃料，惟價格較高。B 級重油之價格居次，在寒帶地方冬季使用時黏度會變高，易堵塞在油管內，而不易輸送至燃燒器，此時在油管周圍需設蒸氣或電熱保溫設備，或於冬季時改用 A 級重油。C 級重油因閃火點和黏度最高，熱處理爐幾乎不使用。

(二) 煤油

煤油為一種輕油，將它們與空氣混合後，以燃燒器燃燒來加熱，和重油比較，其排煙量少，燃燒較完全，因此許多重油爐已逐漸改裝為可燃燒煤油，但燃燒聲音仍很高亢，廣用於輻射加熱管。

(三) 天然氣

天然氣是一種從地下自然生成之瓦斯氣體，主成分為甲烷(CH_4)，發熱量高達 $7000\sim 10000 \text{ kcal/m}^3$ ，排煙量低，在盛產天然氣之地區使用，才能降低燃料成本。

(四) 都市瓦斯

都市瓦斯是以煤炭或焦炭所製成之瓦斯氣體，有煤炭瓦斯、水瓦斯、發生爐瓦斯等，發熱量約 $1500\sim 4000 \text{ kcal/m}^3$ 。

(五) 液化石油氣

液化石油氣英文簡寫為 LPG，主要為石油精煉時所產生之丙烷、丙烯、丁烷、丁烯等氣體，經加壓、冷凍而液化者，發熱量丙烷約 24000 kcal/m^3 ，丁烷 30000 kcal/m^3 。

(六) 金屬發熱體

金屬發熱體如表 1 所示分為 Ni-Cr, Ni-Cr-Fe, Cr-Al-Fe 等合金發熱體和 Pt, W, Mo 等純金屬發熱體。

鎳鉻第 1 種(Ni-Cr)用於淬火、退火、正常化等之加熱，第 2 種(Ni-Cr-Fe)用於回火，這些合金之塑性大而易於加工，經高溫加熱也不易脆化，用於電容量較小之情況，可將其捲成螺旋狀，反之則作成帶狀或板狀。鎳鉻合金之電阻係數小，使用溫度比鐵鉻合金低，其抗滲碳能力不如鐵鉻合金。鐵鉻合金發熱體亦分為 1, 2 兩種，是應用最廣之發熱體，其電阻係數較大，使用溫度比鎳鉻者高，耐熱性也較佳，且具較強的抗滲碳、耐硫及碳氫氣體的能力，但塑性小，加工困難，安裝時宜特別注意，以免發生折損。純金屬發熱體除特殊用途外很少被使用。

(七) 非金屬發熱體

非金屬發熱體主要用於 1000°C 以上之加熱，有石墨及碳化矽兩種，均係以燒結方式製造而成，碳化矽因可在大氣中加熱而被大量使用，其最高使用溫度約 1500°C。而石墨之可使用溫度更高，在真空中可用到約 2200°C，在惰性氣體或氫氣中甚至可到 3000°C。非金屬發熱體之電阻值是隨溫度的上升而減少，因此愈接近高溫時有升溫速率加快之傾向，而金屬發熱體則正好相反。

表 1 金屬與非金屬發熱體的種類和特性

	名稱	主要成分(%)	最高使用溫度(°C)	可使用的爐氣
金屬發熱體	鎳鉻第 1 種	Ni:75~79 Cr:18~20	1100	空氣, DX, RX, NX, AX, H ₂
	鎳鉻第 2 種	Ni>57, Cr:15~18, 其餘 Fe	900	
	鐵鉻第 1 種	Cr:23~26, Al:4~6, 其餘 Fe	1200	空氣, DX, NX
	鐵鉻第 2 種	Cr:17~21, Al:2~4, 其餘 Fe	1100	
	Kanthal A-1 Pyromax C Supermet A	Cr:24, Al:5.5, Co:2, 其餘 Fe Cr:28, Al:8, Ti:0.5, 其餘 Fe Cr:25, Al:6, Cb:0.5, 其餘 Fe	1350 1350 1350	空氣, DX, NX
Mo W	-	1650 1700	真空, AX, H ₂ 真空, NX, AX, H ₂	
非金屬發熱體	碳化矽	-	1500	空氣, DX, RX, NX, AX, H ₂
	石墨	-	2200	真空

二、加熱方式

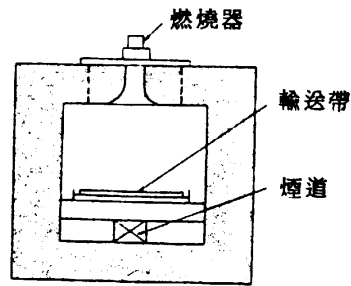
熱處理爐之加熱方式視熱源種類之不同而異，無論電氣加熱或燃燒加熱，均有直接加熱與間接加熱兩種，如表 2 所示。

表 2 熱處理爐之熱源種類、加熱方式及應用

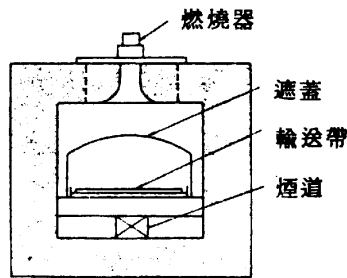
熱源	加熱裝置	加熱方式及應用
燃燒加熱	油燃燒器 瓦斯燃燒器 輻射管燃燒器	直接加熱： 軋延、鍛造 淬火、回火 正常化、退火
		間接加熱： 無氧化加熱 滲碳、氮化 硬焊、燒結 鹽浴熱處理
電氣加熱	直接通電	直接加熱： 小鋼塊軋延、鍛造 線材韌化
	金屬發熱體 非金屬發熱體 電極	間接加熱：無氧化加熱、滲碳、氮化、硬焊、燒結、真空及鹽浴熱處理

(一) 燃燒加熱

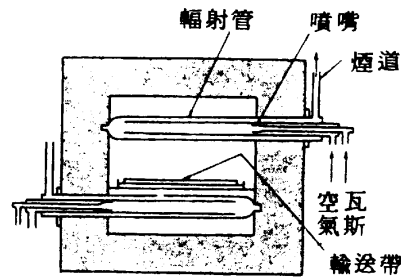
圖 1 為直接燃燒與間接燃燒加熱例。圖 1(a) 是燃燒生成氣體和工件直接接觸的加熱方式，其加熱速率比間接加熱快，但工件表面生成之氧化物較多，常用於素材之加熱。圖 1(b) 是燃燒生成氣體加熱外蓋，然後藉輻射熱加熱位於蓋內之工件。圖 1(c) 是使用輻射管燃燒器發熱，藉輻射熱來加熱工件。使用圖 1(c) 之熱處理爐時，可在爐內通入控制爐氣，以進行無氧化、輝面加熱、滲碳、氮化、硬焊等處理。



(a) 燃燒加熱(直接)



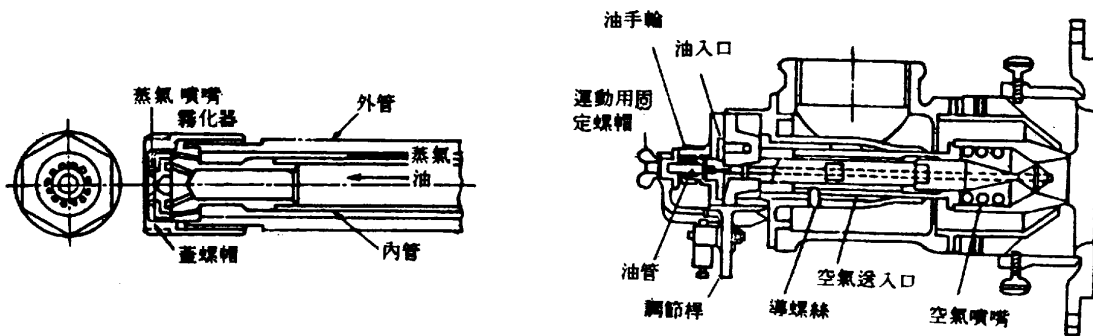
(b) 燃燒加熱(間接)



(c) 燃燒加熱(間接)

圖 1 直接和間接燃燒加熱例

圖 2 是兩種油燃燒器，圖 2(a)屬高壓氣流式，通常以 $2\sim 10\text{kg}/\text{mm}^2$ 的壓縮空氣或蒸氣將油霧化，構造簡單，可將高粘度之油充份霧化。圖 2(b)是低壓空氣式，以 1000 mm (即 $0.1\text{kgf}/\text{cm}^2$) 左右之水柱壓使油霧化，因可控制油與空氣之混合比例，故適合需溫度自動控制之熱處理爐。



(a) 高壓氣流式

(b) 低壓空氣式

圖 2 油燃燒器之剖面示意圖

瓦斯燃燒器依火焰燃燒狀況，將燃燒噴嘴分為有焰和無焰兩種。無焰噴嘴是以高壓氣體燃料作為噴劑，藉噴入瞬間由外界吸入空氣，使氣體與空氣預先在噴嘴內混合。有燃燒完全、火焰短、熱量集中、熱效率高之特點，但有發生回火與爆炸之虞。而有焰噴嘴是將氣體與空氣送到混合泵中先行混合後，再進到噴嘴噴出燃燒，其特點正好與無焰噴嘴相反，火焰溫度也較低，但無回火之危險。

圖 3 是以耐熱鋼管製成之輻射加熱管，可使用油燃燒器或瓦斯燃燒器，以鋼管表面發出的輻射熱來加熱，至於其它型式之輻射加熱管可參考圖 4。

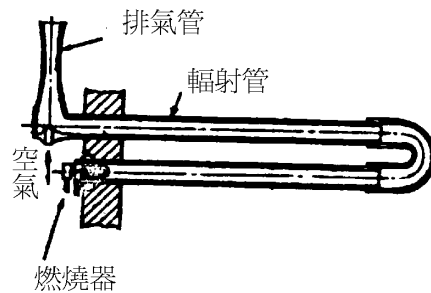


圖 3 輻射加熱管(剖面)

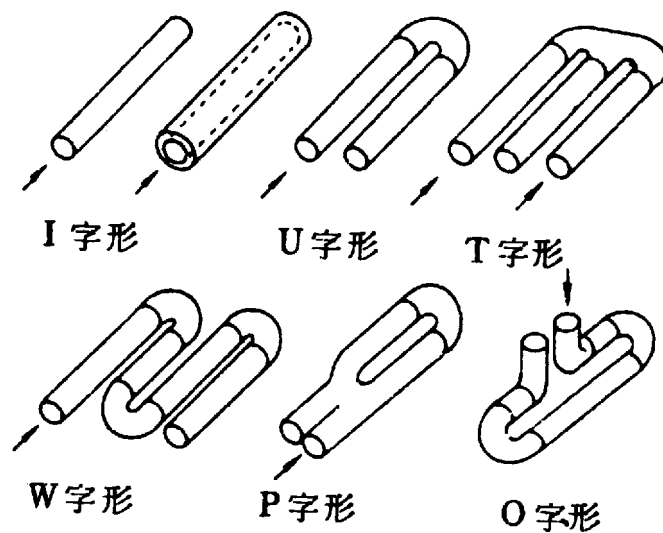


圖 4 其它型式之輻射加熱管
(箭頭表示燃燒火焰之入口)

(二) 電氣加熱

圖 5(a)是電阻加熱方式中相當典型者，將金屬發熱體放在管內使它發熱，再利用管表面之輻射熱來加熱，若於爐內通入控制爐氣，同樣地可實施上述之無氧化等諸種處理。圖 5(b)是另一種電阻加熱方式，亦常用於各式熱處理爐，發熱體裝在爐的內壁，直接曝露在空氣或爐氣中。

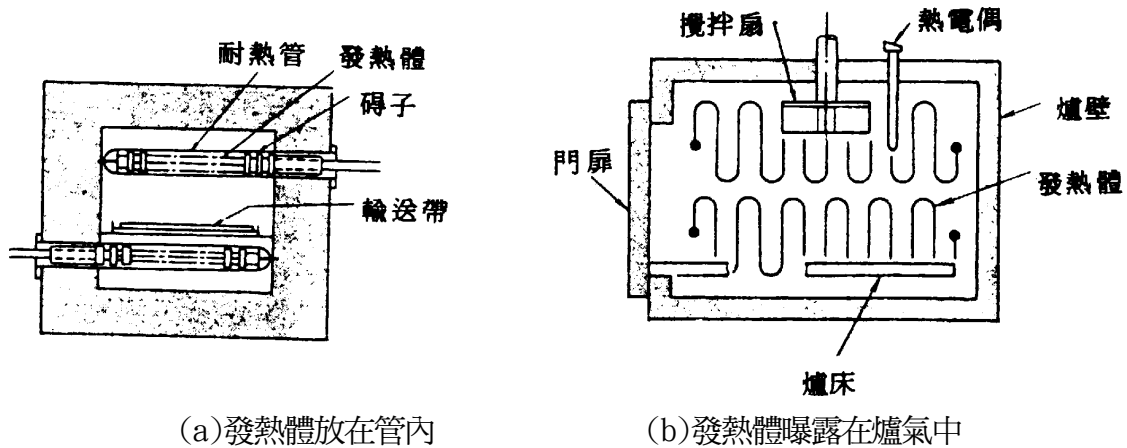


圖 5 間接電阻加熱例

電阻加熱中較特殊者為直接通電法，利用電流在工件內產生之電阻熱來加熱，因受形狀及材質不均之影響，無法均勻加熱，且工件表面接觸電流的部位很容易受到電的灼傷，僅適用於小鋼塊或線材之加熱。

以上所述為傳統氣氛熱處理爐之加熱方式，鹽浴爐因使用各種工業鹽劑作為加熱介質，鹽劑有溶解與凝固之變化，其加熱過程較為特殊。基本上，其加熱方式分為內部與外部加熱兩種，內部加熱又分為電極式、電熱式、燃燒式，而外部加熱則僅有電熱式、燃燒式。

圖 6 是電極式鹽浴爐，用於高溫鹽浴之加熱，溫度可達 1300°C ，最適於高速鋼之加熱，電極直接插入鹽浴，材質以純鐵居多，但需耐溫及使用壽命較長之場合時，則宜採含有 25%Cr 以上之鉻鋼。電極式鹽浴爐之起動程序較為複雜，必須先將表面固化之鹽熔融後，才能使電極導通電流，然後藉鹽浴本身之電阻來加熱。電熱式鹽浴爐使用圖 7 所示之覆套發熱體 (sheathed heater) 直接插入鹽浴中加熱，操作溫度低於 600°C 。

圖 8 是外部加熱鹽浴爐，耐熱鋼製成圓形坩堝置於爐體中央，以電熱或燃料為熱源，使坩堝中的鹽由外向內逐漸熔融，此類鹽浴爐多屬小型最高使用溫度可至 1100°C。

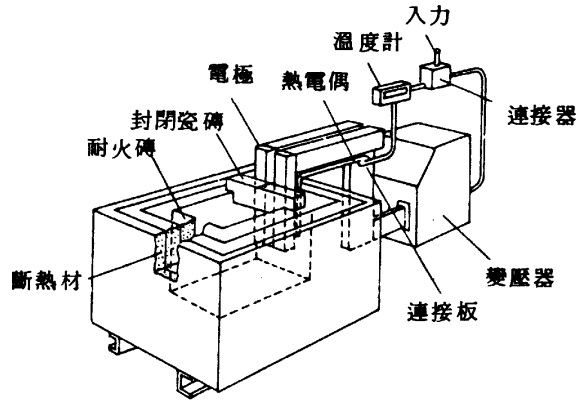


圖 6 電極式鹽浴爐

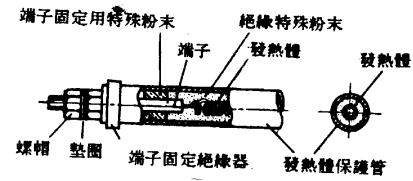


圖 7 覆套發熱體

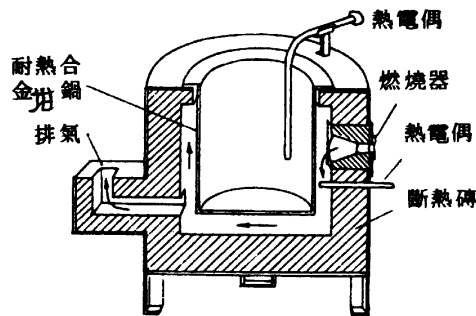


圖 8 外部加熱鹽浴爐

學習評量一

請不要參閱資料或書籍，寫出下列各題之正確答案。

是非題（每題 10 分，共 50 分）

- () 1. 燃料加熱比電氣加熱容易得到高溫。
- () 2. 直接通電之電阻加熱法，可用於小鋼塊或線材之加熱。
- () 3. 液化石油氣中的丙烷比丁烷有較多之發熱量。
- () 4. 鐵鉻合金發熱體之最高使用溫度可達 1600°C。
- () 5. 非金屬發熱體石墨可在大氣中加熱，因此被大量使用。

選擇題（每題 10 分，共 50 分）

- () 1. 抗滲碳能力較佳之金屬發熱體是 (1)鐵鉻合金 (2)Mo (3)鎳鉻合金。
- () 2. 無焰噴嘴瓦斯燃燒器的特點是 (1)燃燒完全、熱效率高 (2)無回火及爆炸之危險 (3)火焰溫度低。
- () 3. 可將高黏度油充份霧化之油燃燒器，屬於那一種型式 (1)低壓氣流式 (2)高壓氣流式 (3)低壓空氣式。
- () 4. 鹽浴爐中起動程序較複雜的是 (1)燃燒式爐 (2)電熱式爐 (3)電極式爐。
- () 5. 天然氣之主要成分是 (1)甲烷 (2)乙烷 (3)丙烷。

學習評量一答案

是非題

1. (X) 電氣加熱比燃料加熱容易得到高溫
2. (O)
3. (X) 丙烷發熱量約 24000 kcal/m^3 ，丁烷約 30000 kcal/m^3 。
4. (X) 鐵鉻合金發熱體之最高使用溫度為 $1100\sim 1200^\circ\text{C}$ 。
5. (X) 碳化矽可在大氣中加熱而被大量使用。

選擇題

1. (1)
2. (1)
3. (2)
4. (3)
5. (1)

假如你的答案與上述之重點相似，請看下一頁，假如你的答案不與上述之重點相似，則請閱讀第 4 頁所列之參考書籍，或請翻至第 6 頁重新閱讀以便發現你的錯誤之處，並將第 13 頁上的錯誤改正，然後翻至第 15 頁做學後評量。

學後評量

是非題（每題 6 分，共 30 分）

- () 1. 閃火點低且黏度低之重油，適合燃燒器使用。
- () 2. 非金屬發熱體之電阻值是隨溫度的上升而增加。
- () 3. 無論電氣加熱或燃燒加熱，均有直接加熱與間接加熱兩種。
- () 4. 輻射加熱管可使用油燃燒器或瓦斯燃燒器加熱，電氣加熱不適宜。
- () 5. 工件無氧化或輝面加熱，必須控制熱處理爐之爐氣性質。

選擇題（每題 6 分，共 30 分）

- () 1. 使用覆套發熱體之鹽浴爐屬於 (1)燃燒式 (2)電極式 (3)電熱式。
- () 2. 塑性好而易於加工之金屬發熱體是 (1)鉬 (2)鎳鉻合金 (3)鐵鉻合金。
- () 3. 以輻射加熱管不論使用燃料或電氣作為熱的來源，其加熱方式屬於 (1)間接加熱 (2)直接加熱 (3)以上皆非。
- () 4. 最適合高速鋼加熱之鹽浴爐屬於 (1)電熱式 (2)電極式 (3)燃燒式。
- () 5. 非金屬發熱體主要用於 (1)1000°C 以上 (2)1000°C 以下 (3)600°C 以下。

(三)工件以燃料直接加熱後，若表面生成過多之氧化物，欲減少此氧化物，可採那些加熱方法？（20 分）

(四)熱處理之熱源有那些？並比較燃料加熱與電氣加熱之優缺點。（20 分）

自我評量

一、教師學科評量

評量項目	每題分數	答對題數	得 分	備 註
是非題	6			答錯不倒扣
選擇題	6			答錯不倒扣
問答題	20			答錯不倒扣
合 計				

二、教師綜合評量

評分項目	單項得分	百分比	單項分數	總 分	備 註
學習評量		80%			<input type="checkbox"/> A
學習態度		20%			<input type="checkbox"/> B
總 評	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格				<input type="checkbox"/> C
					<input type="checkbox"/> D
備 註	D或E級為不合格				

三、評等標準

A：100~90分 B：89~80分 C：79~70分 D：69~60分 E：未滿60分

如你的評分等級為 A 或 B 則表示你已相當了解。如你的評分等級為 C，則請重新溫習。如果你的評分等級為 D 或 E 則表示你還沒有進入情況，需要繼續努力，或由教師安排補救教學。

參考書目

- 一、黃振賢編著，1988年，金屬熱處理，文京圖書公司，297~301頁。
- 二、余煥騰編著，1987年，金屬熱處理學，六合出版社，655~659頁。
- 三、賴耿陽譯著，1984年，熱處理技術入門，復漢出版社，123~132頁。
- 四、張學典，顧應安編著，1988年，熱處理學，科技圖書股份有限公司，304~308頁。