

高等学校教学用书

鑄 鐵 学

上 册

盖尔紹維奇著



机械工业出版社

高等学校教学用书



鑄 鐵 学

上 册

刘 世 楷 译

苏联高等教育部審定为高等技
術学校冶金專業用教学参考書



机械工業出版社

出版者的話

本書內容分四部分：1.鑄鐵的結晶和組織的形成；
2.鑄鐵的性質；3.各種鑄鐵件；4.鑄鐵的熔化。

本書敘述全面，詳細，是鑄造專業學生的一本很好的教學參考書，同時也是鑄工技術人員的參考書。

中譯本分上、下兩冊出版。本書為上冊；包括第一和第二部分。

蘇聯 Н.Г.Гиршович 著“Чугунное литье”(Металлургиздат
1949 年第一版)

* * *

NO. 0735

1956 年 12 月第一版 1958 年 7 月第一版第三次印刷
850×1168¹/₃₂ 字數 279 千字 印張 10⁷/₈ 5,501— 6,550 冊
機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版
機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 號 定價(10) 1.60 元

序 言

[鑄鐵學] 課程為 [鑄造生產] 課目的一部分。本課程的任務在於闡明與高質量鑄鐵件的性質和製造條件有關的一些問題。按照教學大綱本課程分為四篇：1) 鑄鐵的結晶和組織的形成；2) 鑄鐵的性質；3) 各種鑄鐵件；4) 鑄鐵的熔化。

本課程是以我國（蘇聯）的一些先進工廠，科學研究院和高等技術學校的主要教研室的現代成就為基礎而構成的。其科學基礎為物理化學、冶金學和金相學的一般原理。本課程內所述及的問題奠基在這些課目以及 [鑄造生產] 的一般課目的先修部分——[金屬鑄造的理論基礎] 和 [模型和鑄型的製造] 之上。由於這個緣故，在 [鑄鐵學] 課程中便不再重複在一般課程內已經研究過的已知原理，這些原理只是用來作為鑄鐵鑄造範圍內一些現象的科學根據。

和本課程初版一樣，作者不把灰口鑄鐵和可鍛鑄鐵當作兩種不同的鑄造材料，而根據可鍛鑄鐵僅僅是高質量灰口鑄鐵的一種特殊形態的觀念出發。這一點在最近已完全被獲得球墨鑄鐵方面的發現所証實。

在書中也沒有把從砂型內和金屬型內獲得鑄件的方法對立起來，因為鑄型材料的影響主要是由於冷卻速度的變化。因此只把硬模鑄造當作獲得高質量鑄件的方法之一。

當分析各種現象的機構以及作它們的估計時，作者企圖在最大程度上利用過程的動力學，作為唯一正確的辯證方法。為了這同一個目的，在任何時候都把各種現象了解為相互聯系着的：鑄件的性質是金屬和鑄型作用的結果；每一元素的影响是因為其他元素和因素存在的關係。這就使各種現象的研究變得稍為複雜，可是從考慮生產實際情況的觀點看來這却是必須的。

書中給出过程計算的原則性的方法，不过在某些情況下由於沒有足夠的數據，計算還只是近似的。這些計算的產生用來作為專門練習的課題。

作者考慮到本專業課程不僅為學生們所利用，並且為科學工作者和生產工程師所採用，故將許多問題詳細化了。對於學生不必須的材料，在書中用小號字標出。

編著本書時作者廣泛地利用了現有的一些豐富的技術文獻。這種文獻是如此之廣闊，以致作者認為引用書目內一切可資利用的書籍是不可能的，故只限於那些具有原則性意義的著作。

承蒙聶亨茲（Ю.А.Нехендзи）教授在制定課程原則性方向方面的共同工作，鮑契瓦爾（А.А.Бочвар）院士，別爾格（П.П.Берг）、布寧（К.П.Бунин）教授，克利沃謝也夫（А.Е.Кривошеев）副教授和其他許多同志在審校原稿時給以寶貴的指示，作者謹致以深切的謝意。

目 次

序言	5
緒論	1

第一篇 鑄鐵內的結晶和組織的形成

第一章 鑄鐵結晶的理論基礎	5
1 結晶的基本参数及其对鑄鐵組織的影响	10
2 鑄鐵金屬基体的結晶	24
3 石墨的結晶（石墨化）	35
4 白口鑄鐵退火时的石墨化和組織形成的过程	54
5 灰口鑄鐵內石墨化和組織形成的过程	58
6 鑄鐵內石墨的形狀和数量的估計	63
第二章 化学成分和其他因素对鑄鐵的結晶和組織的影响	67
1 化学成分的影响	67
2 冷却速度的影响	96
3 液体状态的影响	111
4 热处理的影响	124

第二篇 鑄鐵的性質

第三章 鑄鐵的鑄造性質	130
1 流动性	130
2 收縮	142
3 收縮孔的形成	154
4 应力、扭曲和裂紋的形成	166
5 气体包含物和非金屬包含物的形成	188
6 偏析	203
第四章 鑄鐵的机械性質	207
1 鑄鐵机械性質的特性	209
2 基本組織成分的影响	216
3 基本机械性質之間的关系	228
4 化学成分的影响	241

4	
5	液体状态的影响..... 256
6	热处理的影响..... 264
7	冷却速度, 鑄型工藝和其他因素的影响..... 272
8	高溫和低溫时鑄鉄的机械性質..... 282
	第五章 鑄鉄的物理、化学和工藝性質 290
1	加工性..... 290
2	耐磨性..... 294
3	抗蝕性..... 306
4	耐热性和抗長大性..... 314
5	比重和密閉性..... 324
6	热性質和电性質..... 327
7	磁性..... 336
	中俄名詞对照表 343

緒 論

鑄鐵是鐵和其他元素的多元合金，它具有共晶轉變的特征。碳的形态決定着鑄鐵斷面的类型，根据碳的形态，可以將鑄件分成如下几类。

1. 灰口鐵鑄件，在灰口鐵鑄件內，碳主要處於自由狀態，並經常是以片狀石墨形态存在的。

2. 白口鐵鑄件，在白口鐵鑄件內，碳處於化合狀態，是以碳化物形态存在的。

3. 冷硬鑄鐵件，在冷硬鑄鐵件內，一部分截面（外面）由白口鐵組成，而另一部分（內部）是由灰口鐵組成的。

4. 可鍛鑄鐵鑄件。可鍛鑄鐵件是由白口鑄鐵退火而成。在这一种退火过程中，可能發生碳素的氧化和脫除作用（鑄件的脫碳）或者發生碳化物的分解而形成自由碳的圓形包含物（退火碳）。按第一种方法獲得的可鍛鑄鐵具有光亮的断面，故称之为白心可鍛鑄鐵。按第二种方法獲得之可鍛鑄鐵具有暗灰的天鵝絨色的断面，故称之为黑心可鍛鑄鐵。

鑄鐵的特点是具有較低的熔点和良好的鑄造性質。因此它老早就被用來作为一种鑄造材料以制造各种各样的和形狀复雜的鑄件。

許多研究証明，还远在紀元前六世紀，在中國就已經知道灰口鐵和白口鐵鑄件了。在中國由於礦石的天然特性，曾可以煉出含磷較高（7%以下）和熔点較低（約 950° ）的鑄鐵。

在俄國正和在西欧一样，鑄鐵件的生產开始於中世紀。十六世紀華西里三世和伊万雷帝時，鑄造生產才开始在莫斯科，在土拉和卡西尔近郊等处得到廣泛的發展。

从那时起，由於俄國工匠們的頑强劳动和才能，鑄鐵的鑄造生產在我國不断地擴展起來了。在彼得大帝时代，由於烏拉爾冶金工業的發展，俄國在鑄

鐵的產額上超过了世界上所有的國家。

隨着在烏拉爾（聶維揚斯基，卡緬斯基，阿拉帕也夫斯基，尼日聶塔吉爾斯基等工廠）和奧朗聶茲州（彼得羅夫斯基等工廠）許多工廠的建成，俄國在十八世紀的前二十五年內就已開始向國外輸出鐵和鑄鐵件。現在製造複雜的藝術鑄件的卡斯林斯基工廠，在當時就已經以其薄鑄件而馳名了。

在這一個時期內應該特別提出的是巴塔謝夫（Баташев）的活動，他在奧卡河中游和下游地區建立了許多工廠，並使其產品適應於市場的要求。他在1774年首先建立了專門的鑄造工廠（古謝夫斯基工廠），而在這個工廠內應用着在特別的轉動立式爐（型式簡單的沖天爐）內重熔的鑄造方法。

在我們這裡也用獨特的方法建造成磚砌的八面立式爐形狀的固定式沖天爐，所以就把它叫做「八面爐」。因此，後來在英國發給維爾金松所謂發明沖天爐的專利權這件事，並不能推翻我國在這方面的毫無疑義的優先地位。

十九世紀初鑄鐵鑄造生產方面的特點是：鑄造車間與鼓風爐車間分開，最後肯定了鑄鐵的重熔；把需要鑄鐵件最多地方（大城市內）的鑄造車間，組織在機器製造廠之內。

除此而外，鑄造車間進行着專業化和機械化。出現了專門的鑄管車間，鑄造可鍛鑄鐵、藝術品鑄件和上釉鑄件等的鑄造車間。

在這些鑄造車間內根據燃料的種類和鑄件的類別用坩堝爐、火焰爐和沖天爐作為熔化設備。例如，鑄造大型零件時需要大量低碳低矽的鑄鐵，那末就採用火焰爐；對於小型鑄件和可鍛鑄鐵則用坩堝爐；其他情況就用沖天爐。沖天爐在當時需要大量燃料因而工作起來不經濟，但以後卻漸漸完善起來了。尤其是在十九世紀末聶伊馬伊也爾（К.Ф.Неймайер）在俄國的留勤諾夫斯基工廠和達摩夫（С.А.Дамов）在阿聶日斯基工廠已經採用了沖天爐的預熱送風。

十九世紀中葉，鋼鑄件的生產發展起來。這一點給予鑄鐵鑄造生產領域內的科學探求一個有力的推動，在十九世紀最後的二十五年內確定了用焦炭氧化鐵時矽的作用，研究出碳素，加入合金以及鑄鐵熱處理對於鑄鐵性質的影響等。

俄國的技師和學者在許多問題上奠定了基礎並促使鑄造生產科學的發展。十九世紀後半期切爾諾夫（Д.К.Чернов）教授——現代金相學的創始人——在這方面曾進行過最突出的工作。拉符羅夫（А.С.Лавров）和卡拉庫茨基（Н.В.Калакуцкий）在偏析和內應力形成等方面的工作也起很大的作用。

尽管有这一切成就，但是由於生產地區（烏拉爾，西伯利亞）跟機器製造廠隔得很遠，所以在十九世紀時，鑄鐵鑄造生產的發展是緩慢的。舊俄的鑄造技術並不是在烏拉爾，也不是在西伯利亞得到進展，而是在機器製造的中心完善起來的，機器製造業的中心都建立在較大的城市內，首先是在彼得堡及其近郊。在這些地方曾經建立起許多重熔外來生鐵錠的鑄造工廠。

最古老的鑄造工廠計有：設有火焰爐，年產約 1200 噸鑄件，主要產大砲和砲彈的克郎施塔德斯基工廠；設有冲天爐，年產各種機器零件約 1600 噸的彼得堡工廠；製造戰艦零件的依若爾斯基（柯爾品斯基）工廠；設有火焰爐和冲天爐，出產各種鑄鐵件的別爾德工廠等。

二十世紀的鑄造工作者們，利用過去豐富的遺產，繼續改進了自己的工作。俄國學者們〔巴甫洛夫（М.А.Павлов）、巴依柯夫（А.А.Байков）、格魯姆-克爾齊馬伊洛（Е.В.Грум-Гржимайло）、庫爾納柯夫（Н.С.Курнаков）、維托爾佛（Н.М.Витторф）、施廷別格（С.С.Штейнберг）、奧克諾夫（М.Г.Окнов）、鮑契瓦爾（А.М.Бочвар）等〕的勞動在很大程度上促進了這一結果，他們在鐵及其合金的金相學和冶金學的科學上寫下了許多光輝篇幅。俄國的專家們〔克納勃（В.Н.Кнаббе）、葛夫利連柯（А.П.Гавриленко）、叶萬古洛夫（М.Г.Евангулов）等〕也直接地在鑄鐵鑄造生產方面作了許多工作。現在蘇聯科學家們正在廣泛地發展着這些豐富的遺產。

鑄鐵件的主要消費者是機器製造、冶金、建築和國防工業部門。對於這些鑄件的需求究竟有多大，可由下述事實判斷出來：鑄鐵件在機器製造業中的比重約為機器重量的 50%，而且在 200 噸機器製造產品中約占一百萬盧布。目前所生產的鑄件是非常多樣性的，其厚度在 2 到 500 公厘之間變動，重由 10 克到 250 噸，尺寸由 1 公分到 30 公尺。

斯大林五年計劃的年代，鑄造工業表現出特別蓬勃的發展。

目前蘇聯的鑄造生產就其絕對出產量來講已經超過所有的歐洲國家，而就發展速度（經過每一個五年計劃鑄件產量增加一倍）來講也超過了美國。這種發展之所以可能是由於社會主義經濟制度的巨大優越性，它保證了許多強大的、機械化的鑄造工廠得以建成。這些蘇聯工業的巨大工廠就其設備和產額來講已超過資本主義國家

的最好的鑄造工厂。

我國社会主义經濟制度还以最好的方式保証着科学研究院和工厂的共同工作。由於这种巨大的集体工作奠定了鑄造生產的科学基础，同时在鑄鉄件質与量的發展上也达到了巨大的成就。由於这种結果，才有可能來滿足現存的和每日都在增長着的對於鑄鉄件的技術要求。

在所有合金鑄件的总数中，鑄鉄件佔70~75%以上。各种鑄件价格的平均比率可列举如下：

鑄件材料	灰口鑄鉄	可鍛鑄鉄	鋼	有色合金
相对成本 (%)	100	130	160	600

鑄鉄是价格最廉的鑄造材料。

为繼續提高鑄件質量和降低成本而斗争是苏联鑄造工作者最重要的任务。苏联机器不僅應該是世界上最好的，还应该是最便宜的。

第一篇 鑄鐵內的結晶和組織的形成

第一章 鑄鐵結晶的理論基礎

關於在平衡條件下合金結晶時所形成的組織成分的基本概念，可由狀態圖得到。對於鑄鐵來說，為了這個目的可利用同時表示出介穩平衡線（Fe-Fe₃C）和穩定平衡線（Fe-C_{rp}）的二元狀態圖（圖1）。

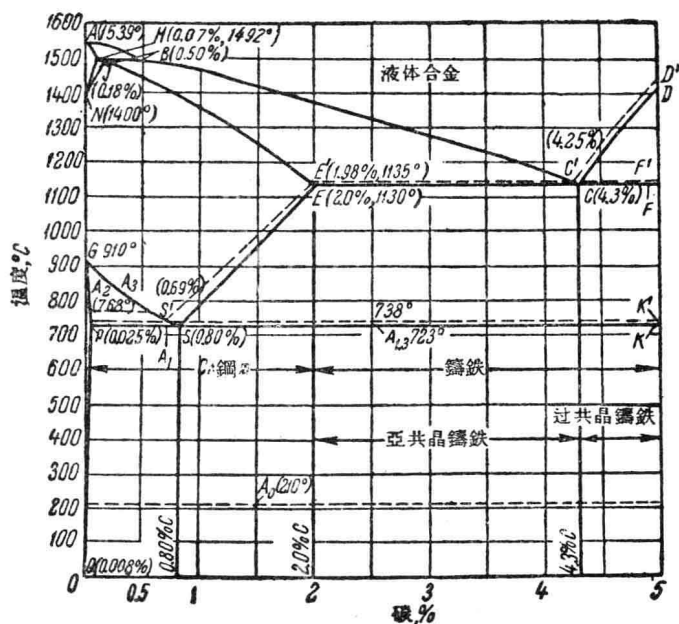


圖1 鐵碳合金的二元狀態圖。

但是，在利用這些狀態圖時必須注意到，合金的真實狀況與平衡狀況是有所區別的。尤其是，鑄鐵通常可按穩定系結晶，也可以

按介稳定系結晶，而相应地形成石墨和滲碳体。應該認識到，平衡圖只是給予我們关于成分的概念，而不能給出关于形成相的形狀的概念，并且也只說明合金的最后形狀而并不涉及到結晶过程的速度和機構，因此就不可能根据状态圖来判断結晶过程的機構。

鑄鐵的結晶与再結晶（初生和次生結晶）过程，在大多数的情况下是扩散的过程，并且受下面兩個基本参数控制：

a) 晶芽自生形成的速度 (N_v) 和已成晶芽，或者所謂非自生晶芽的数量 (N)；

6) 这些晶芽長大的綫速度 (V)。

無論在甚么情况下，結晶过程只有在达到一定程度的过冷以后方才进行，虽然在实验上不时常發現过冷，那是由于其值不大或者是只具有局部性質的緣故（在金屬的任何單元体积範圍內）。

过冷的多少在極大程度上是依冷却速度而定，即近似地依鑄件的換算厚度 ($R = \frac{V}{O} = \frac{\text{体积}}{\text{表面面积}}$)，鑄型的热物理常数和金屬的状态而定。

換算厚度与金屬的含热量对冷却表面面积的比值是成正比的，并且在一定程度上，可决定鑄件的冷却速度。当鑄件的長度 (l) 很大时，則其兩端的冷却表面面积与側面比較起来可略而不計。在这种情况下，形狀簡單的鑄件，其換算厚度 (R) 可由鑄件断面面积 (F) 与周界 (u) 之比来决定：

$$R = \frac{V}{O} \cong \frac{Fl}{ul} \cong \frac{F}{u}。$$

例如，直径为 D 或壁厚为 S 的平板、平方条、圆柱体、和球体等，其換算厚度为：

鑄件形狀	立方体	球体	圆柱体	平方条	平板	空心圆柱体
$R = \frac{V}{O} \text{ 或 } \frac{F}{u}$	$\frac{S}{6}$	$\frac{D}{6}$	$\frac{D}{4}$	$\frac{S}{4}$	$\frac{S}{2}$	$\frac{D-D'}{4} = \frac{S}{2}。$

能决定鑄件冷却速度的鑄型的热物理常数有制型材料的导热率、热容量和比重，以及相应的导温性系数和热量积儲系数。將各种鑄型的这些数据加以对比，即能看出，鑄件在金屬型內的冷却速度較在砂型內的冷却速度为大。

鑄型的材料	導熱率 λ	熱容量 c	比重 α	導溫性系數	熱量積儲係數
	(卡/公分秒°C)	(卡/克°C)	(克/公分 ³)	$\left(a = \frac{\lambda}{dc} \right) \left(\frac{1}{\text{公分}^2/\text{秒}} \right)$	$b = \frac{\lambda}{\sqrt{a}} = \sqrt{\lambda c d}$ (卡/公分 ² 秒 ^{1/2} °C)
鑄鐵	0.12	0.14	7.2	0.120	0.350
制型混合物	0.0018	0.26	1.7	0.004	0.029

至於金屬的狀態，則決定於已成（非自生）晶芽的數量，而已成晶芽的數量，則在很大的程度上又能決定合金的過冷程度。

鑄件完全凝固的時間（ τ ）可粗略地按下述公式決定：

$$\tau = \frac{R^2}{q^2} \quad (1)$$

式中 R ——鑄件的換算厚度（公分）；

q ——凝固常數（公分/秒^{1/2}）。其值等於在第一個單位時間內凝固層的厚度。●

對於凝固時增長着的固體層厚度而言，這種關係也成立。

$$x = q\sqrt{\tau}, \quad (1a)$$

式中 x ——在時間 τ 內凝固了的金屬層。

這樣一來， q 值在全部凝固過程的期間內是不變的，但是在後期由於已凝固部分的冷卻作用，凝固常數的顯著增加則是例外。

隨著澆注溫度（金屬含熱量）的增加和鑄型導熱率的減少，凝固常數也就減小。因此，對於砂型或預熱過的鑄型，其 q 值就較金

● 除了換算厚度以外，還必須借引用相應的係數 $\tau = K \frac{R^2}{q^2}$ 來考慮其他的因素（鑄件的重量與形狀）。例如，拉賓諾維奇（Б. В. Рабинович）曾經指出，換算厚度（ R ）相同的鑄鐵件，其凝固時間隨著鑄件重量的增加而增長，這是因為流入的金屬將鑄型加熱較多的緣故：

鑄件重量（當 $R=1.1$ 公分）（公斤）	2.18	3.60	5.0	7.6	10.0
凝固時間（秒）	410	470	560	560	570

古里亞也夫（Б. Б. Гуляев）曾把 K 值分別決定為：板—1.0；圓柱—0.76；球體與立方塊—0.47。

屬型和冷的鑄型為小。根據上述情況，鑄鐵的凝固常數的絕對值在 $q = 0.1 \sim 0.3 \text{ 公分/秒}^{1/2}$ 之間變動。

鑄鐵的第一層凝固薄膜，通常並不是在澆注以後立刻形成，而是在澆注以後經過一些時間後才形成的。正如某些研究所指出的，鑄件愈厚和鑄型的導熱性愈小，則這一中間時間的間隔也就愈大（圖2）。在金屬型內，這種外殼經過1.5~9.0秒以後形成，而在砂型內，這種外殼則要在10~40秒或更多的時間以後形成。

制型混合物的成分對於鑄件的凝固速度也有相當的影響。砂-油混合物能促使鑄件凝固

加快。加入炭粉可以形成隔層，而使凝固減慢。鑄件與鑄型間縫的形成，尤其是在金屬型時，也有此同樣的作用。縫的形成是由於金屬收縮的結果，因而使散熱顯著降低。增加澆注溫度，也就是增加金屬的含熱量（ Q ）或者增加鑄型的預熱，就能夠相應地減低鑄件的凝固速度和在初生結晶過程中鑄鐵的過冷。

鑄件在固體狀態下的溫度變化可以按照下列公式近似地決定出來：

$$t = (t_{\text{ж}} - t_{\Phi}) e^{-k\tau}, \quad (2)$$

式中 $t_{\text{ж}}$ ——澆注溫度；

t_{Φ} ——鑄型的溫度；

τ ——時間；

k ——決定冷卻速度的係數，根據作者的試驗，對於小型鑄鐵件此係數可取做 $k = \frac{0.015}{R}$ 。

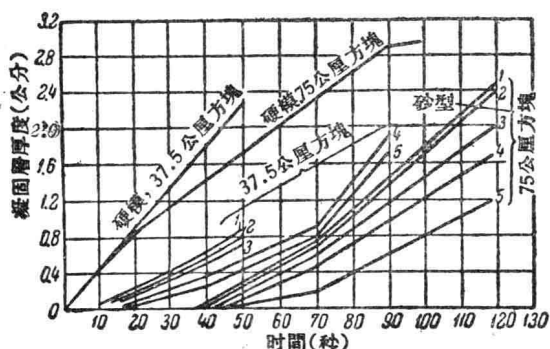


圖2 厚度為37.5和75公厘的鑄鐵件在砂型和金屬型內凝固的動力學：

- 1—砂-油混合物；2—粒度為140~200的制型混合物；
- 3—同前，粒度為100~200，並含有4.5%炭粉；4—同前，粒度為70~140，並含有2.4%炭粉；5—同前，粒度為40~100，並含有6.5%炭粉。

因此，由金屬向鑄型的散熱系數（ α 卡/公分²秒^{°C}）愈大，鑄件的換算厚度（ R ）、金屬的比重（ d ）及其熱容量（ c ）愈小，則決定冷卻速度的系數愈大。

所以公式（2）可以列成以下的形式：

$$t = (t_{\text{ж}} - t_{\text{ф}}) e^{-k\tau} = (t_{\text{ж}} - t_{\text{ф}}) e^{-\frac{\alpha}{Rdc} \tau} \quad (3)$$

引用兩個常量的函數（傅里葉和魯謝爾特標準數），可以更精確地確定出鑄件在冷卻時的溫度變化：

$$t = t_{\text{ж}} \varphi\left(\frac{\alpha\tau}{R^2}, \frac{\alpha R}{\lambda}\right),$$

式中 λ ——導熱率； α ——散熱系數； α ——導溫性系數。

這個函數，也就是對於鑄件外表面和鑄件體中心部分的比值 $\frac{t}{t_{\text{ж}}}$ ，它可以很容易地根據相應的圖表（圖3）[⊙] 求出。

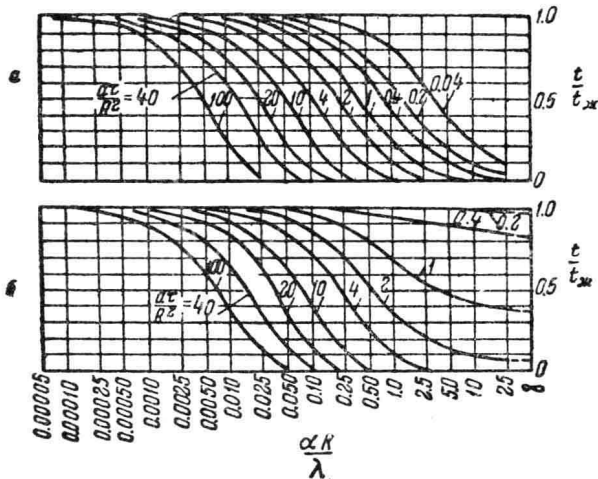


圖3 當鑄件冷卻時溫度變化與換算厚度（ R ）間的關係：

a —在鑄件表面； b —在鑄件中心； $t_{\text{ж}}$ —澆注溫度； $\frac{\alpha\tau}{R^2}$ —傅里葉標準數；

$\frac{\alpha R}{\lambda}$ —魯謝爾特標準數。

⊙ 在文獻中還舉出一些跟物體形狀（板狀，圓柱狀，球狀）有關的圖表。但是，若把 R 了解為換算厚度（正如作者在圖3中所作的），那末這些圖表就可以合併起來，並且不會有大的錯誤。

隨着兩個常量 $\frac{\alpha\tau}{R^2}$ 和 $\frac{\alpha R}{\lambda}$ 的增加，比值 $\frac{t}{t_{\text{再}}}$ 減少，而冷卻速度增大。值

得指出，此兩常量的積和公式（3）中常量 $k\tau$ 的值相等：

$$\frac{\alpha\tau}{R^2} \times \frac{\alpha R}{\lambda} = \frac{\lambda\tau}{\alpha c R^2} \times \frac{\alpha R}{\lambda} = \frac{\alpha\tau}{R^2 c}。$$

這樣一來，鑄件在固體狀態下的冷卻速度為：

$$\frac{dt}{d\tau} = -k(t - t_{\Phi}) = -\frac{\alpha}{R^2 c}(t - t_{\Phi}), \quad (4)$$

因而，金屬和鑄型之間的溫度差 $(t - t_{\Phi})$ 愈大，熱量由金屬傳導給鑄型的散熱係數 (α) 愈大；鑄件的換算厚度 (R) 、金屬的比重 (d) 以及其熱容量 (c) 愈小時，則在再結晶過程中，鑄鐵的過冷愈大。

1 結晶的基本參數及其對鑄鐵組織的影響

坦曼的理論把結晶核心的形成認為是由於過冷的關係在鑄件全部截面上同時進行着的一種自生過程。實際上，在結晶時有溫度差產生，過程由鑄型壁開始依序進行，而不是在鑄件的截面上同時進行的。

此外，坦曼理論關於晶芽自生形成的原理看來也不是很詳盡的。由古德卓夫（Н. Т. Гудцов）和鮑契瓦爾領導的許多蘇聯研究者指出，在真正的鑄件內，也就是在金屬數量較多的時候，過冷作用在實驗上是發現不出來的。巴依柯夫和奧克諾夫的观点也與此完全符合，根據他們的观点認為液體金屬往往是「已混濁的」，也就是在液體金屬內有已成的晶芽。

由許多從實踐中所得到的資料証實，在溫度超過液線（結晶）時，液體內所存在的已成結晶核心有着很大的作用。這些晶芽（按切爾諾夫的名詞稱為「坯芽」）引起所謂非自生結晶，同時過冷現象也相應地減少。例如，在近代的鑄造實際工作中，為了細化組織和