

166757



285001

# 工程材料

韓廷藻 余春濤 毛心一 合編  
余綱復 蔣憲清 吳鵬鳴



上海新科學書店出版

5(3)4

4414

K7

166757

# 工 程 材 料

韓廷藻 余春濤 毛心一 合編  
余綱復 蔣應清 吳鵬鳴

上海新科學書店出版

# 土 木 系

全 國 統 一 一 九 五 三 年 三 月 印 行

## 工 程 材 料

|      |              |         |     |
|------|--------------|---------|-----|
| 編著者： | 韓廷藻          | 余春濤     | 毛心一 |
|      | 余綱俊          | 蔣憲清     | 吳鵬鳴 |
| 出版者： | 新 科 學 書 店    |         |     |
|      | 上海福州路606號    | 電話93223 |     |
| 印刷者： | 中 和 印 刷 廠    |         |     |
|      | 上海淮安路727弄30號 |         |     |
| 發行者： | 新 科 學 書 店    |         |     |
|      | 上海福州路606號    | 電話93223 |     |

一九五三年九月初版 25開294面276000字  
印數1—2500本  
定價 16,000 元

## 工程材料內容提要

本書以建築材料為主體，共分緒論、木料、建築石料、磚瓦、石膏、石灰、水泥、混凝土、建築用膠砂、瀝青材料、黑色金屬材料、有色金屬材料及油漆等共十三章，凡材料種類、規格、性能、品質、製造過程、用途，均作了扼要敘述，其中涉及材料品質或規格者，均以國內統一標準或蘇聯國定標準為依據。本書可作為專科學校或專業訓練班的教材及土建工程技術人員的參考。

## 前 言

工程材料是從事工程建設降低工程成本所必須研討的基本知識，也是學習建築學、結構學、建築施工等學科的準備課程。爲了要在工程設計及施工中正確而經濟的使用材料，爲了要具備足夠的鑑別材料的能力，一個工程技術人員，必須充分瞭解工程材料的種類、規格、性能、強度、產地、用途以及材料在工程中的主要性與經濟價值。新中國正在進行着大規模的經濟建設，由於論述工程材料方面的科技書籍還不多，我們本着“拋磚引玉”的願望，就各人所得的一些體驗與資料，合編了這本工程材料，以供工業專科學校及專業訓練班選作教材，同時也可供工程技術人員作業務上的參考。

本書內容，以建築材料爲重點。關於木料、建築石料、磚瓦、石膏、石灰、水泥、混凝土、建築用膠砂、瀝青材料、黑色金屬、有色金屬、及油漆等的種類、規格、品質、性能、用途等，都有扼要的敘述及切合實用的圖表。其中材料的規格，係根據國內目前所擬統一標準或蘇聯國定標準。

我們雖都是參加基本建設的工程人員，但利用業餘時間，分工編寫，錯誤疏漏之處，恐所難免，希望讀者批評指正。

編者 一九五三年七月上海

# 目 錄

|                                                                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>第一章 緒論</b> .....                                                                                                                       | 韓廷藻 |
| <b>第一節 一般說明</b> .....                                                                                                                     | 1   |
| §1.範圍與分類 §2.研究目的與內容 §3.我國工程材料上的有關問題                                                                                                       |     |
| <b>第二節 材料的性質</b> .....                                                                                                                    | 3   |
| §1.材料的強度 §2.應力與應變 §3.應力應變圖 §4.彈性與塑性 §5.彈性模數 §6.延性與展性 §7.韌性與脆性 §8.剛性 §9.硬度 §10.各向同性與各向異性 §11.耐久性 §12.均勻性 §13.整體性 §14.可模性 §15.傳導性 §16.施工合宜性 |     |
| <b>第三節 材料的資用應力與安全因數</b> .....                                                                                                             | 9   |
| <b>第二章 木料</b> .....                                                                                                                       | 韓廷藻 |
| <b>第一節 概述</b> .....                                                                                                                       | 11  |
| §1.木材在建築上的應用 §2.木材的增產節約 §3.木材在性能上的優缺點                                                                                                     |     |
| <b>第二節 樹木的分類、組織及生長</b> .....                                                                                                              | 14  |
| §1.樹木的分類 §2.樹木的組織 §3.樹木的生長                                                                                                                |     |
| <b>第三節 建築上常用樹木種類</b> .....                                                                                                                | 15  |
| <b>第四節 木材主要性質及其對建築上的應用範圍</b> .....                                                                                                        | 19  |
| §1.木材的物理性質 §2.木材的力學性質                                                                                                                     |     |
| <b>第五節 木料的砍伐及處理</b> .....                                                                                                                 | 24  |
| §1.木料的採伐 §2.木料的鋸解 §3.木料的乾燥 §4.材積計算                                                                                                        |     |

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 第六節 建築用木料的等級                             | 28  |
| §1. 木料的主要疵病 §2. 木料的等級                    |     |
| 第七節 增長木材使用時期的方法                          | 30  |
| §1. 木材腐爛的原因 §2. 木材防腐的方法                  |     |
| 第三章 建築石料                                 | 余綱復 |
| 第一節 石料的分類                                | 37  |
| 第二節 各種建築石料的概要                            | 38  |
| §1. 花崗岩 §2. 石灰岩 §3. 大理岩 §4. 砂岩 §5. 版岩    |     |
| §6. 深暗岩                                  |     |
| 第三節 石料的性質                                | 41  |
| 第四節 石料的形式                                | 45  |
| 第五節 石料的選擇                                | 49  |
| 第六節 石料的保護                                | 48  |
| 第七節 石料的技術規範                              | 51  |
| 第四章 磚瓦                                   | 毛心一 |
| 第一節 磚的種類、規格與用途                           | 53  |
| §1. 普通房屋磚 §2. 空心磚 §3. 耐火磚 §4. 牆面磚 §5. 裝飾 |     |
| 磁磚 §6. 水泥花方磚 §7. 土方磚 §8. 望磚              |     |
| 第二節 瓦的種類、規格與用途                           | 60  |
| §1. 平瓦 §2. 水青瓦 §3. 玻璃瓦及中國筒瓦 §4. 西班牙式瓦    |     |
| §5. 石棉瓦                                  |     |
| 第三節 磚的原料與製造                              | 63  |
| §1. 磚的原料 §2. 磚的製造過程 §3. 瓦的製造過程           |     |
| 第四節 磚瓦品質的鑑別                              | 67  |
| §1. 磚的力學試驗 §2. 磚的外觀檢查 §3. 瓦的品質鑑別         |     |
| 第五章 石膏                                   | 余綱復 |
| 第一節 石膏的原料                                | 71  |

|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 第二節 石膏的分類及用途·····                                                                               | 71  |
| 第三節 石膏的製造·····                                                                                  | 72  |
| 第四節 蘇聯對於石膏的基本要求·····                                                                            | 74  |
| <b>第六章 石灰</b> ·····                                                                             | 余綱復 |
| 第一節 石灰成份及其分類·····                                                                               | 76  |
| 第二節 石灰的製造·····                                                                                  | 77  |
| 第三節 生石灰的消解與灰漿的凝固·····                                                                           | 78  |
| 第四節 石灰的性質·····                                                                                  | 80  |
| 第五節 消石灰及水凝石灰·····                                                                               | 81  |
| 第六節 生石灰粉·····                                                                                   | 82  |
| §1. 生石灰粉用作膠結材料的發現 §2. 生石灰消解凝固的新理<br>論 §3. 生石灰粉的製造及其性能 §4. 生石灰粉應用在建築上<br>的優點 §5. 生石灰粉在建築材料上的應用範圍 |     |
| 第七節 石灰的鑑別、試驗與存儲 ·····                                                                           | 86  |
| §1. 石灰的鑑別 §2. 石灰的試驗 §3. 石灰的存儲                                                                   |     |
| <b>第七章 水泥</b> ·····                                                                             | 韓廷藻 |
| 第一節 概述·····                                                                                     | 89  |
| §1. 水泥的發明 §2. 我國水泥工業概況 §3. 水泥的用法與優點<br>§4. 水泥標號與增產節約                                            |     |
| 第二節 水泥種類與應用·····                                                                                | 94  |
| §1. 矽酸鹽水泥 §2. 火山灰質矽酸鹽水泥 §3. 礦渣矽酸鹽水泥<br>§4. 混合矽酸鹽水泥 §5. 代用水泥概述                                   |     |
| 第三節 水泥的品質·····                                                                                  | 99  |
| §1. 化學成份 §2. 物理性質                                                                               |     |
| 第四節 水泥的製造·····                                                                                  | 100 |
| §1. 原料配合 §2. 製造方法 §3. 製造方法的比較與製造成本                                                              |     |

§4. 水泥生料在煅燒過程中的化合

第五節 水泥的結硬..... 105

§1. 結晶學說與膠結學說 §2. 蘇聯學者的新學說

第六節 水泥品質的鑑定..... 107

§1. 取樣方法 §2. 細度 §3. 凝結時間 §4. 安定性 §5. 強度

第七節 水泥的保管..... 110

§1. 水泥防潮的要點 §2. 水泥受潮程度的鑑別

第八章 混凝土.....韓廷藻

第一節 概述..... 114

§1. 混凝土優點 §2. 混凝土標號

第二節 混凝土的原料..... 115

§1. 砂的品質與級配 §2. 石子品質與級配 §3. 拌和用水的品質

第三節 混凝土配合比的理論..... 119

§1. 基本要求 §2. 混凝土的強度 §3. 混凝土的和易性 §4. 混凝土的耐久性

第四節 混凝土配合的方法..... 124

1. 選定體積配合方法 2. 合理的配合方法的介紹 §3. 零星及小型混凝土工程的成份配合比 §4. 摻入細添料的配合比

第五節 混凝土的澆製..... 137

§1. 模板工程 §2. 混凝土的拌和 §3. 混凝土的運送 4. 混凝土的澆灌 §5. 混凝土的搗實 §6. 混凝土的養護

第六節 混凝土的主要性質..... 148

第九章 建築用膠砂.....余綱復

第一節 概述..... 151

第二節 用於膠砂中的砂及水..... 152

第三節 膠砂的試驗..... 153

第四節 水泥膠砂..... 155

|                                                                                   |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 第五節 石灰膠砂·····                                                                     | 157        |
| 第六節 石膏膠砂與粘土膠砂·····                                                                | 159        |
| 第七節 砌牆與抹灰膠砂的選擇·····                                                               | 160        |
| 第八節 膠砂的拌製·····                                                                    | 162        |
| <b>第十章 瀝青材料·····</b>                                                              | <b>蔣憲清</b> |
| 第一節 概述·····                                                                       | 164        |
| §1. 瀝青材料的定義 §2. 瀝青材料分類和來源                                                         |            |
| 第二節 築路用地瀝青·····                                                                   | 166        |
| §1. 石油地瀝青的生產 §2. 築路用石油地瀝青的一般品質                                                    |            |
| §3. 築路用石油地瀝青規格 §4. 天然地瀝青的生產 §5. 天然地瀝青的規格 §6. 築路用液體地瀝青 §7. 築路用液體地瀝青的品質要求 §8. 地瀝青乳劑 |            |
| 第三節 屋頂地瀝青·····                                                                    | 177        |
| §1. 屋頂地瀝青的生產 §2. 屋頂地瀝青的品質要求 §3. 屋頂地瀝青的存儲和使用                                       |            |
| 第四節 防水防潮用地瀝青·····                                                                 | 179        |
| §1. 防水防潮用地瀝青 §2. 防水防潮地瀝青用之塗布劑                                                     |            |
| 第五節 築路用柏油·····                                                                    | 181        |
| §1. 築路用柏油 §2. 築路柏油的品質要求 3. 築路柏油規格 §4. 築路柏油的選擇和存儲                                  |            |
| 第六節 屋頂防水防潮用柏油·····                                                                | 185        |
| §1. 品質要求 §2. 施用柏油前的塗布煤焦油                                                          |            |
| 第七節 油毛氈和柏油紙·····                                                                  | 187        |
| §1. 油毛氈柏油紙的品質要求 §2. 油毛氈柏油紙的存儲使用                                                   |            |
| 第八節 瀝青類木材防腐劑·····                                                                 | 189        |
| §1. 瀝青類木材防腐劑 §2. 瀝青類木材防腐劑的品質要求 §3. 木材防腐油規格 §4. 儲存和應用                              |            |

|                                                     |         |
|-----------------------------------------------------|---------|
| <b>第十一章 黑色金屬材料</b> .....                            | 余綱復 余春濤 |
| 第一節 鐵的性質與成分.....                                    | 192     |
| 第二節 製煉.....                                         | 196     |
| §1. 鐵礦熔煉 §2. 鑄鐵熔鑄 §3. 碳鋼製煉 §4. 熟鐵製煉                 |         |
| 第三節 機械加工與熱處理.....                                   | 218     |
| 第四節 金屬材料的應用.....                                    | 233     |
| §1. 建築鋼材 §2. 鋼材防銹                                   |         |
| 第五節 合金鋼.....                                        | 245     |
| §1. 錳鋼 §2. 矽鋼 §3. 鎳鋼 §4. 鉻鋼 §5. 錫鋼 §6. 銅鋼           |         |
| §7. 鎳鉻鋼 §8. 錳鈷鋼 §9. 鉻鈹鋼 §10. 鉻鋁鋼 §11. 工具鋼           |         |
| §12. 高速鋼 §13. 彈簧鋼 §14. 不銹鋼                          |         |
| <b>第十二章 有色金屬材料</b> .....                            | 余綱復 余春濤 |
| 第一節 有色金屬.....                                       | 252     |
| §1. 銅 §2. 鉛 §3. 鋅 §4. 錫 §5. 鋁 §6. 鎂 §7. 鎳           |         |
| 第二節 有色金屬合金.....                                     | 256     |
| §1. 銅合金 §2. 鎳合金 §3. 輕合金 §4. 減摩合金 §5. 焊藥與<br>易熔合金    |         |
| <b>第十三章 油漆</b> .....                                | 吳鵬鳴     |
| 第一節 概述.....                                         | 262     |
| §1. 油漆的定義和類別 §2. 油漆的用途 §3. 我國出產油漆的概況                |         |
| 第二節 天然漆.....                                        | 263     |
| §1. 漆液的採取 §2. 生漆、熟漆及其物理性質                           |         |
| 第三節 人造漆.....                                        | 265     |
| §1. 人造漆的種類及其組成 §2. 各種原料概述 §3. 各種調合漆<br>的名稱、性質、成份及用途 |         |
| 第四節 原料及油漆的檢驗.....                                   | 277     |

# 第一章 緒 論

## 第一節 一般說明

§ 1. 範圍與分類 三千年以前，人類所應用的工程材料，尚僅有石料、木材等少數種類，自後若干年來由於地質學、物理學、化學、材料力學、冶金學、金相學……等等有關科學的成就以及伐木、採石、輾軋、鑄造、銲接……等有關技術的進步，人類對於工程材料的知識，乃大有進展，及至近代，工程材料不論在種類上、應用上以及在研討的內容上，已經是範圍廣泛的專門學科。

工程材料，如就其本質上來區別，大體分為金屬與非金屬兩大類。

金屬材料中，可再分為黑色金屬（鐵屬材料）與有色金屬（非鐵屬材料）二類。黑色金屬如熟鐵、鑄鐵、碳鋼及其合金等；有色金屬如銅、鋅、鉛、鋁、鎳、鎂、錫及其合金等。

非金屬材料中，可再分為膠結材料與非膠結材料二類。膠結材料如石灰、水泥、瀝青等，其本體很少單獨使用只供膠結其他材料；非膠結材料如磚瓦、石料、木材等，其本體可單獨使用，亦可藉膠結材料增進其強度與加大其體積。

如就其應用上來區別，則可分為建築材料、機械材料、電工材料等等。建築工程所常用的材料，屬於非金屬及金屬中之黑色金屬為主體。

§ 2. 研究目的與內容 在工程各學科中，工程材料為最基本課程之一。任何工程，無不需用一種或多種材料，在工程開始設計時或工程進行施工時，必須對於各項材料有明確的觀念與深入的了解，方能達到選

擇適宜，使用經濟、安全的目的。一個工程技術人員，如對於工程材料，沒有基本的知識，就不可能很好的進行工程建設的任務。

工程材料需要研討的內容，大致有下列幾方面：

(1) 材料的種類與品質；(2) 材料的規格與應用；(3) 材料的產地或來源；(4) 材料的組成與製造過程；(5) 材料的一般及特殊性質；(6) 材料的特殊用途與應用時應特別注意事項；(7) 檢查及鑑定的方法；(8) 改善或特殊的處理；(9) 保管或養護的措施；(10) 經濟效用上的節約。

由於近代工程材料種類繁多，研究時所關聯的科學門類又廣，一方面使讀者的收穫得更加豐富，另一方面亦使讀者要多費一些精力與時間。本書的要求，是在一定學習時間內，充實一些基本知識，所以是在有重點而結合實際的原則下來加以敘述，至於每一種工程材料的更專門、更高深的研討，尚須參閱每一種材料的專門書籍。

### § 3. 我國工程材料上的有關問題

(一) 規格與品質 我國過去長期處於半封建半殖民地的經濟制度下，工業基礎薄弱，技術水平低落，絕大部份工程材料，均受帝國主義的傾銷與壟斷，本國無獨立的規格與品質標準，一切以英美規範為依據，舉例來說，我國過去試驗水泥所用的砂，亦係由國外進口，這樣廣大的國土上，竟連作試驗用的砂子都不去覓取，自中華人民共和國成立後，規定山東鄒縣所產的砂為水泥試驗用的標準砂，這亦說明了人民政權的獨立自主。四年來，我中央人民政府召開了一系列的全國專業性的會議，其中對於若干種工程材料的規格與產品標準，經過反覆討論，先後擬訂了草案，但由於在工程上，還沒有徹底擺脫英美標準，工業技術水平，才開始逐漸提高，加以國內幅員廣闊，若干工程材料，尚係手工業產品如磚、瓦、石灰、木板等，一時尚難完全符合本國的規格與產品標準，在這過渡時期中，自亦難免影響工程的設計與施工，因此，在這方面，還有待於工業界與工程界的進一步的合作與努力。

(二)增產與節約 我國國家建設的第一個五年計劃已開始執行,就工程材料方面來說,不論那一種類,是面臨着生產量少需用量大的情況,這和蘇聯當時開始進行第一個五年計劃時情形一樣,由於蘇聯執行了正確的增產節約的辦法,每一個五年計劃,都能順利地進行與加速完成。蘇聯在工程材料上的增產節約的措施是多方面的,例如生產不同標號的水泥,俾得按工程性質、種類、合理地選用某一級水泥,又如採用簡單的人字木屋架,據統計可以節省三分之一的木材,一半的鉄件,四分之一的人工,而且還可以採用較短較細的圓木等等。這些,都充份發揮了材盡其用與物盡其利的目的。一直在今天蘇聯仍然在增產節約的方向上努力着,在各種技術規範中,特別可以體念出這種主導思想,是特別值得我們學習的主要的一面。

工程材料的增產節約的要求是多方面的,如籌辦材料加工廠,集中製造,減少浪費,大力展開代用品生產,俾使產量不多的材料,能應用到最需要的工程上去,以及在設計、施工方面,避免優材劣用,大材小用等等,在管理、運輸方面的減少損耗等等,都是我們應當努力的。必須明確認識到工程材料的增產節約,是完成國家經濟建設的關鍵,包含着政治與經濟的雙重意義。

## 第二節 材料的性質

工程材料的主要性質有二,即力學性質與物理性質,前者係研討材料因承受荷重作用所引起內力與變形的關係,後者係研討材料因受環境影響發生變化的現象。材料的性質,決定材料的使用範圍,工程技術人員必須熟悉材料的性質,才能正確的運用它們。在本書以後各章中對於每一材料的性質,都有敘述,這節先就材料所具有的性質作一般的說明並將有關名辭扼要解釋,以幫助讀者首先獲得一些概念。

§ 1. 材料的強度 材料的強度,所以表示材料承受荷重而不斷裂、

坍塌、扭曲的最大勝任程度，凡應用於工程結構的材料，必需有充分強度，方能防止因局部的破壞，影響整個工程的安全。材料的強度，基本上分下列三種：

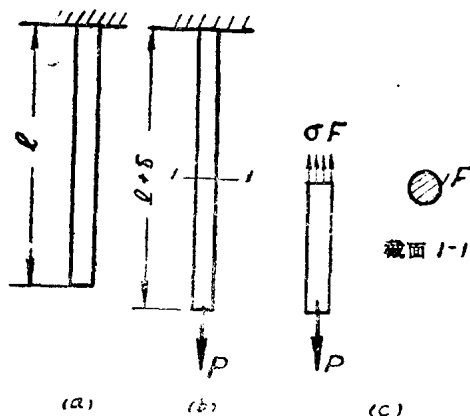
抗拉極限強度亦稱抗拉強度，指材料所能抵抗拉力的最大內力。

抗壓極限強度亦稱抗壓強度，指材料所能抵抗壓力的最大內力。

抗剪極限強度亦稱抗剪強度，指材料所能抵抗剪力的最大內力。

強度以單位面積內受最大荷重若干單位表之，英制為每平方吋若干磅(lb/in<sup>2</sup>)，公制為每平方公分若干公斤(kg/cm<sup>2</sup>)。不同材料固有不同強度，同一材料，上述三種強度亦可相差若干倍，例如混凝土抗壓強度約為抗拉強度的 10 倍。

§2. 應變與應力 材料承受荷重時，必然或多或少發生變形。舉例來說，如圖一(a)示上端懸於某處的一個具有均等截面的桿，其長度為  $l$ 。今在這桿的下端加上一個中心荷重  $P$ ，示如圖(b)，則桿的長度即由



圖一 應變與應力的釋義

$l$  增至  $l + \delta$ ，因為  $\delta$  是在長度  $l$  中所發生的總變形，所以  $\delta/l$  是相當每單位長度的變形，這種單位變形稱為應變。材料抵抗發生應變的內力稱為應力，例如在圖(b)中作截面1-1，取此截面以下的部份為割離體，示如圖(c)。今假定截面1-1上的內力是一性質均勻並忽略桿的本身重量，命  $F$  示截

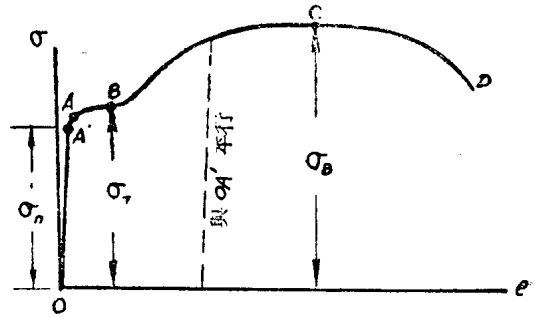
面1-1的面積， $\sigma$  示每單位面積上的內力，從圖(c)可得  $\sigma F = P$ ，即  $\sigma = P/F = \text{應力}$ 。應力基本上亦分三種，即拉應力(如圖一中對於桿的作用是一拉力，所以這裏的  $\sigma$  是一拉應力)、壓應力、剪應力。至於其他變形

的抗力如撓曲，則為拉應力與壓應力的聯合；扭轉則係有剪應力存在。應力單位與上述強度單位相同。強度與應力的區別為：強度是材料的本能有一定的數字；應力則因外力而產生，其數值與外力大小相適應。

§ 3. 應力應變圖 將材料作抗壓或抗拉試驗所得的結果，以應變作橫座標，以應力作縱座標，連接各點，則成應力應變圖，可以很清楚地了解這種材料的力學性質，茲就低碳鋼拉力實驗的結果得出一應力應變圖如圖二所示。

這個應力應變圖很明顯地可以分成為 OA、AB 與 BD 三個階段。

在第一階段 OA 中，這一部份圖線除 A'-A 一小段外幾乎是一直線，如果把相當於 A 點的荷重除



圖二 低碳鋼的應力應變圖

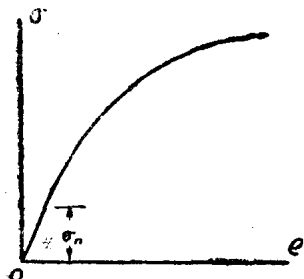
去，則應力應變圖將從 A 點仍沿着 AO 線回至 O 點，而不發生永久變形，因此，這一階段可叫作彈性階段，A 點的應力叫彈性極限（不致發生殘餘變形的最大應力）。A' 點的應力叫比例極限。

在第二階段 AB 中，這部份圖線是相當平的，也就是說在未增加應力的情況下而產生很顯著的應變。因此，這一階段可叫做塑性階段。在 B 點較 A 點的應變顯著增加，這種現象的 B 點叫做屈服點，這一點的應力稱為屈服點應力。

在第三階段 BD 中，材料又恢復了彈性，不過其應變遠比應力增加得快，在實驗樣品的中心開始發生了“頸”作用，至 C 點而達到最大的應力，這個應力叫做極限應力。經過 C 點以後，則試件將繼續伸長，最後在頸的中心相當於 D 點的應力而發生折斷。如果在圖中介於 AD 間任何一點將荷重完全去掉，則所得的應力應變圖仍然是一條與 A'O 線平

行的直線，如圖中的虛線所示，不過要留下一個殘餘變形。

圖三係從鑄鐵的拉力試驗中所得的應力應變圖。這個圖中很清楚地表示了鑄鐵的比例極限是很低的，並且沒有一定的屈服點。



圖三 鑄鐵的應力應變圖

上面所述的低碳鋼可以作為延性金屬材料的一個代表，所以其他一般延性金屬材料的應力與應變之間的關係基本上與圖二所示者相類似。鑄鐵可以作脆性金屬材料的代

表，所以其他一般脆性金屬材料的應力與應變之間的關係基本亦都與圖三所示者相類似。

§ 4. 彈性與塑性 在上節應力應變圖中(圖二)，我們已說明了材料在彈性階段與塑性階段的情況，這裏再作名辭上的釋義，以便讀者更清楚地明瞭材料的彈性與塑性的性質。凡物體承受荷重，發生變形，除去荷重，又回復原來狀態，此種特性，謂之彈性。凡物體承受荷重而發生變形，於移去荷重後，不能回復原來狀態，此種特性謂之塑性。

在增加荷重時，有些材料尤其是鋼、熟鐵及數種軋軋或錘打的金屬，可由近乎完全彈性的狀態，驟然變為高度的塑性。有些材料如木材、混凝土及鑄鐵則在低荷重時，表現混合的彈性與塑性，而在高荷重時則表現塑性的作用，但不如鋼屬之甚。工程材料在受力時，應保持彈性作用。

§ 5. 彈性模數 在材料的比例極限以內，其應力( $\sigma$ )是與應變( $\epsilon$ )成正比的，這個關係最初是虎克在 1678 年所創，所以叫作虎克定律，可以寫成爲  $\sigma = \text{常數} \times \epsilon$ ，今命  $E$  示上式中的常數，則  $\sigma = E\epsilon$

即

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{\text{應力}}{\text{應變}}$$

上式中的  $E$ ，叫做這個材料的彈性模數(或楊氏模數，因為他由楊氏所發明的)，用文字來說，彈性模數就是指材料在比例極限以內，應力與相