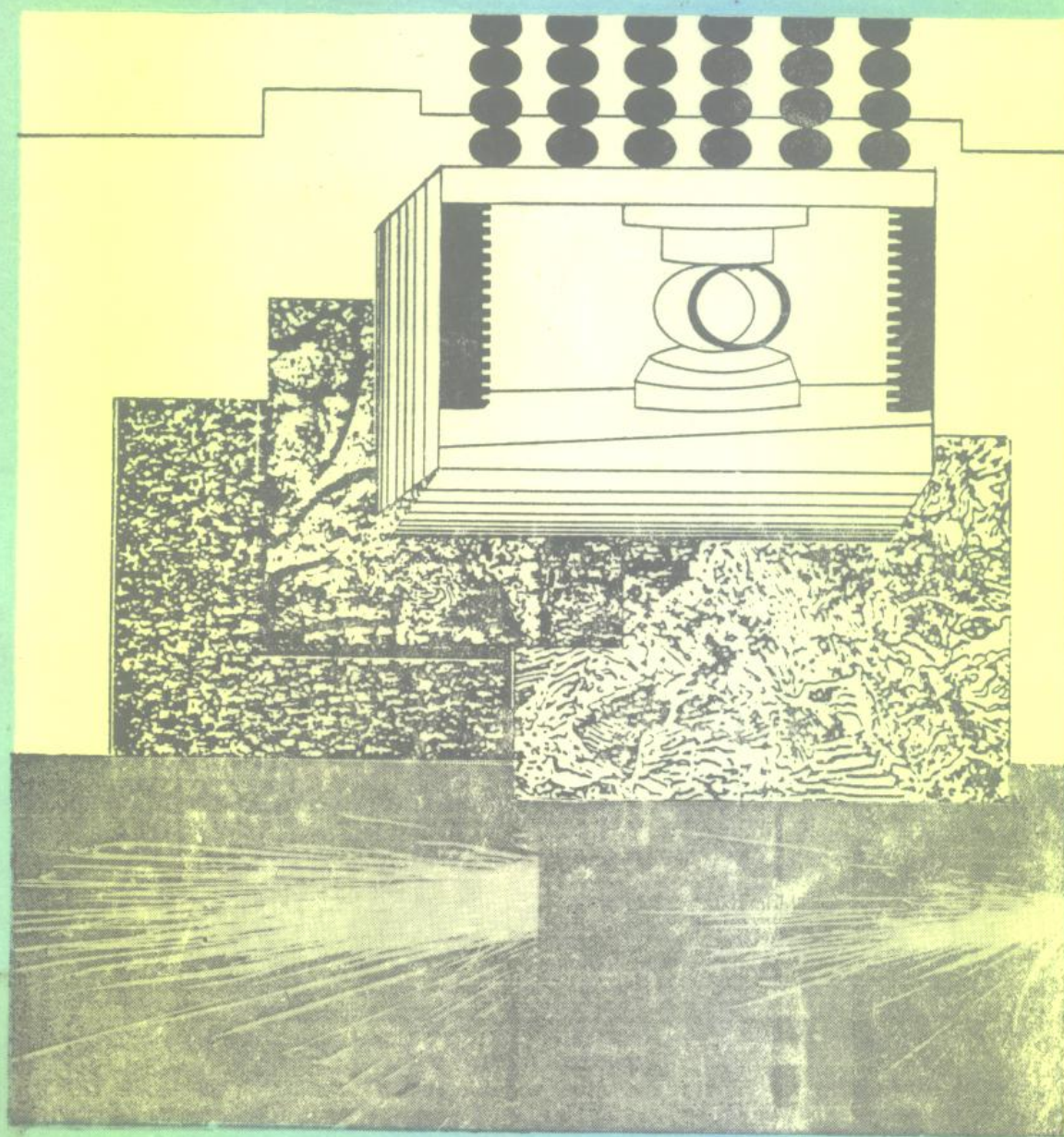


機械工程實驗(I)

——材料實驗——

陳長有·許振聲·陳伯宜 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行

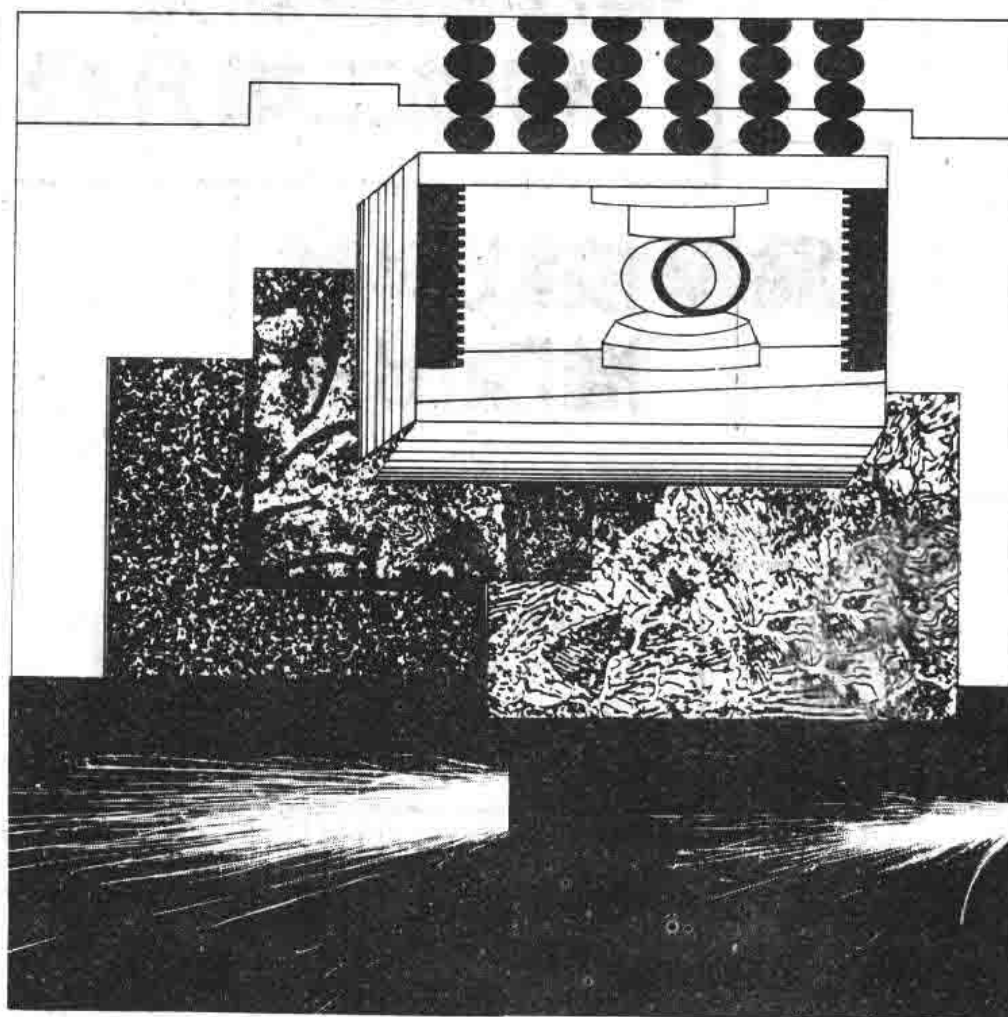
世界圖書出版公司 重印

最新部訂專科課程標準

機械工程實驗(I)

——材料實驗——

陳長有·許振聲·陳伯宜 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行

世界圖書出版公司 重印

350163

机

陈长有等 编著

全华科技图书股份有限公司出版

世界图书出版公司 重印

(北京朝内大街 137 号)

北京中西印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1991年6月第1版 开本:787×1092 $\frac{1}{16}$

1991年6月第1次印刷 印张:18

印数:001—980

ISBN 7-5062-0872.5/T.1

定价:8.90元

本书经全华科技图书股份有限公司香港和中国大陆总代理

鑫港出版有限公司特许世界图书出版公司独家重印

限国内发行 1991

編輯大意

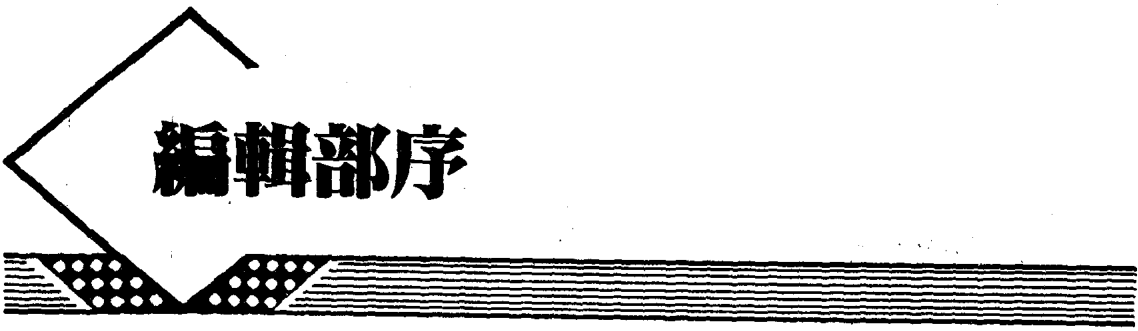
本書係遵照教育部最新頒佈之課程及設備標準編著而成，除了供一般大專院校之教學外，亦可做為工程從業人員參考之用。本書共分為十六章，具備下列五項特色：

1. 條理清楚，每章之實驗目的、實驗設備、實驗原理、實驗方法等井然有序。
2. 說明簡潔扼要，無太艱深的理論及太繁複的說明，學生對於每項實驗重點均可一目了然。
3. 圖片及參考資料齊全，教師教學方便，學生學習容易。
4. 每章均附有實驗表格，引導學生做實驗及整理數據。
5. 每章問題討論，使學生對整個實驗能有更深入的了解。

根據教育部的建議，在一學期中，至少需做八個單元項目之試驗，除了拉伸、硬度、衝擊、火花、金相組織及非破壞檢驗為必做的試驗外，其他二項應做疲勞及熱處理試驗。因運轉中之機件，十之八九都是由於疲勞而損壞，此項試驗可以讓同學充分了解疲勞的整個意義和過程。另外熱處理可以配合硬度、衝擊、金相組織等試驗來做，讓同學了解不同熱處理方式，其各種機械性質和組織的變化，為一重要的試驗。

編者才疏學淺，難免有疏漏之處，尚祈專家和讀者惠予指正，不勝感激。

編者謹識於 雲林工專機械材料科



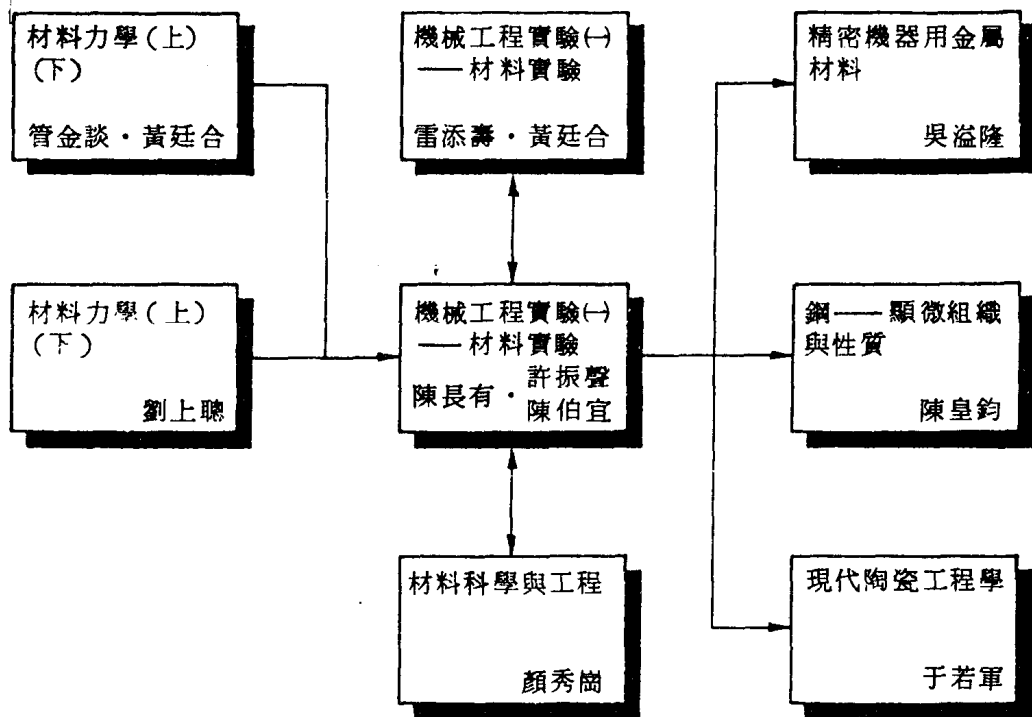
編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

本書係遵照 72 年部訂課程標準編著而成，原作者於雲林工專任教此課程多年，學生的學習效果非常良好。書中各章均按實驗目的、設備、原理、實驗方法等編排，讓學生按步就班的進行，此外書中之圖片及參考資料相當齊全，不但方便教師教學且學生在學習上也非常容易，最後，在每章中的實驗表格，可引導學生做實驗及整理的數據。

同時，爲了使您能有系統且循序漸進研習機械方面叢書，我們以流程圖方式，列出各有關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠爲您服務。

流 程 圖



目 錄

第 1 章 材料試驗簡介 1

- 1-1 材料試驗的意義及目的 1
- 1-2 材料試驗分類 1
- 1-3 材料試驗規範 3
- 1-4 材料試驗課程之準備與進行 3

第 2 章 拉伸試驗 5

- 2-1 實驗目的 5
- 2-2 實驗設備 5
- 2-3 實驗原理 8
- 2-4 實驗方法 14
- 2-5 拉伸速度對降伏強度之影響 16
- 2-6 拉伸破斷面觀察 16
- 2-7 杯錐狀破斷過程分析 17
- 2-8 實驗結果 18
- 2-9 問題討論 19

第 3 章 壓縮試驗 21

- 3-1 實驗目的 21
- 3-2 實驗設備 21
- 3-3 實驗原理 21
- 3-4 試件規格 23
- 3-5 試件裝置 23

3-6	破壞狀況	24
3-7	實驗方法	25
3-8	實驗結果	27
3-9	問題討論	28

第4章	抗折與彎曲試驗	29
------------	----------------	-----------

4-1	實驗目的	29
4-2	實驗設備	29
4-3	實驗原理	30
4-4	試件規格	33
4-5	實驗方法	34
4-6	注意事項	36
4-7	實驗結果	37
4-8	問題討論	38

第5章	剪斷試驗	39
------------	-------------	-----------

5-1	實驗目的	39
5-2	實驗設備	39
5-3	實驗原理	39
5-4	實驗方法	41
5-5	直接剪斷試驗的缺點	42
5-6	實驗結果	43
5-7	問題討論	44

第6章	衝擊試驗	45
------------	-------------	-----------

6-1	實驗目的	45
6-2	衝擊概說	45
6-3	實驗設備	47
6-4	實驗原理	48
6-5	實驗方法	51
6-6	材料低溫脆性的試驗方法	52

6-7	注意事項	53
6-8	衝擊試片斷面之觀察	53
6-9	實驗結果	54
6-10	問題討論	61
第7章 勃氏硬度試驗		63
7-1	實驗目的	63
7-2	實驗設備	63
7-3	實驗原理	65
7-4	實驗方法	66
7-5	測微顯微鏡使用方法	67
7-6	勃氏硬度值之表示法	68
7-7	注意事項	68
7-8	實驗結果	70
7-9	問題討論	83
第8章 洛氏硬度試驗		85
8-1	實驗目的	85
8-2	實驗設備	85
8-3	實驗原理	86
8-4	實驗方法	89
8-5	注意事項	90
8-6	洛氏表面硬度試驗	92
8-7	實驗結果	94
8-8	問題討論	95
第9章 維氏硬度試驗		97
9-1	實驗目的	97
9-2	實驗設備	97
9-3	實驗原理	98
9-4	實驗方法	99

9-5	測試點的找尋及壓痕對角線的測量方法	101
9-6	注意事項	102
9-7	維氏硬度壓痕器對面角度為 136° 之由來	102
9-8	微小硬度試驗	103
9-9	微小硬度試驗壓痕器及其量測原理	103
9-10	微小硬度試驗方法及其應用實例	105
9-11	實驗結果	107
9-12	問題討論	114

第10章 蕭氏硬度試驗 115

10-1	實驗目的	115
10-2	實驗設備	115
10-3	實驗原理	117
10-4	實驗方法	118
10-5	注意事項	118
10-6	實驗結果	121
10-7	問題討論	122

第11章 疲勞試驗 127

11-1	實驗目的	127
11-2	疲勞概說	127
11-3	實驗設備	129
11-4	實驗原理	130
11-5	實驗方法	132
11-6	注意事項	133
11-7	影響疲勞限之因素	134
11-8	疲勞破斷面觀察及斷裂過程分析	134
11-9	實驗結果	136
11-10	問題討論	137

第12章 火花試驗 139

12-1	實驗目的	139
12-2	火花試驗概說	139
12-3	實驗設備	139
12-4	實驗原理	140
12-5	火花之形狀名稱及特徵	141
12-6	碳鋼之火花特徵	141
12-7	合金鋼之火花特徵	143
12-8	鋼鐵火花形狀特徵	144
12-9	實驗方法	158
12-10	鋼種鑑別程序	158
12-11	鋼種識別顏色記號	161
12-12	實驗結果	162
12-13	問題討論	163

第13章 磨耗試驗 165

13-1	實驗目的	165
13-2	磨耗概說	165
13-3	實驗設備	167
13-4	實驗原理	168
13-5	實驗方法	170
13-6	實驗結果	171
13-7	問題討論	172

第14章 金相組織試驗 173

14-1	實驗目的	173
14-2	實驗設備及材料	173
14-3	實驗原理	173
14-4	實驗方法	175

14-4-1	試片之準備	176
14-4-2	顯微鏡觀察	197
14-4-3	攝影及暗房技術	205
14-5	實驗結果	218
14-6	問題討論	219

第15章 碳鋼的熱處理實驗 221

15-1	實驗目的	221
15-2	實驗設備和材料	221
15-3	實驗原理	222
15-3-1	鋼之變態	224
15-3-2	鋼之連續冷卻速率對變態及組織之影響	226
15-3-3	鋼之連續冷卻變態曲線圖	230
15-3-4	退 火	232
15-3-5	正常化	233
15-3-6	淬 火	234
15-3-7	回 火	236
15-3-8	共析鋼經不同熱處理後的金相組織	238
15-3-9	鋼內各種組織的機械性質	238
15-4	實驗方法	239
15-5	實驗結果	240
15-6	問題討論	241

第16章 非破壞試驗 243

16-1	前 言	243
16-2	射線檢測	243
16-3	射線檢測程序	245
16-4	液滲檢測	247
16-5	液滲檢測程序	248
16-6	磁粒檢測	250
16-7	磁粒檢測程序	251

16-8	超音波檢測	254
16-9	超音波檢測程序	256
16-10	渦電流檢測	258
16-11	渦電流檢測程序	260
16-12	常用五種非破壞檢驗方法分析比較	260
16-13	問題討論	262
附錄一	實驗報告的內容及格式	263
附錄二	CNS 金屬材料拉伸試樣規格	265
附錄三	拉伸試驗加工及尺度公差之規定	273
參考資料		274



材料試驗簡介

1-1 材料試驗的意義及目的

材料試驗 (materials testing) 係指利用各種試驗儀器進行對材料的測試與檢驗，以期獲知工程材料之特性，並進而測定出可以描述此種特性的參數。機械性質之測試項目中有拉伸、硬度、衝擊、疲勞等重要的材料試驗皆是，工程人員藉著這些方法，直接從事測試，而得到第一手有關材料特性以及各種強度、硬度、衝擊值、疲勞強度等數值。

材料試驗是研究發展新材料、設計開發新機件過程中不可或缺的一部份，亦是機械製造過程要維持產品品質之重要工具。材料試驗之目的可廣義地陳述為對於工程材料應用生產中，在於確定產品品質是否符合特定之規範，並作為品質管制之依據。若更明確來說，材料試驗目的可說明如下：

- (1) 驗證材料受機械行為後之反應，進而證明材料力學上之原理。
- (2) 材料試驗所得到的各種性質參數，可作為設計之根據。
- (3) 購置原料時，可依據材料抽樣試驗結果，以審核原料品質。
- (4) 工廠可做為品質管制之用，使產品符合需求之標準。
- (5) 研究與發展新材料時，可經由材料試驗之執行，獲得有關且必要之材料基本特性。

1-2 材料試驗分類

有關材料試驗方法很多，程度深淺不一，一般可以分別利用機械、物理與化學等原理進行，茲說明如下：

1. 機械式試驗

利用機械方式加外力於試件上，以獲知材料受外加應力時，其形狀改變的特性。有關這類試驗諸如拉伸、硬度、衝擊、疲勞、壓縮、彎曲、剪

斷、磨耗等等。這類試驗簡稱為材料機械性質的測試，亦為現階段材料試驗的主要部份。

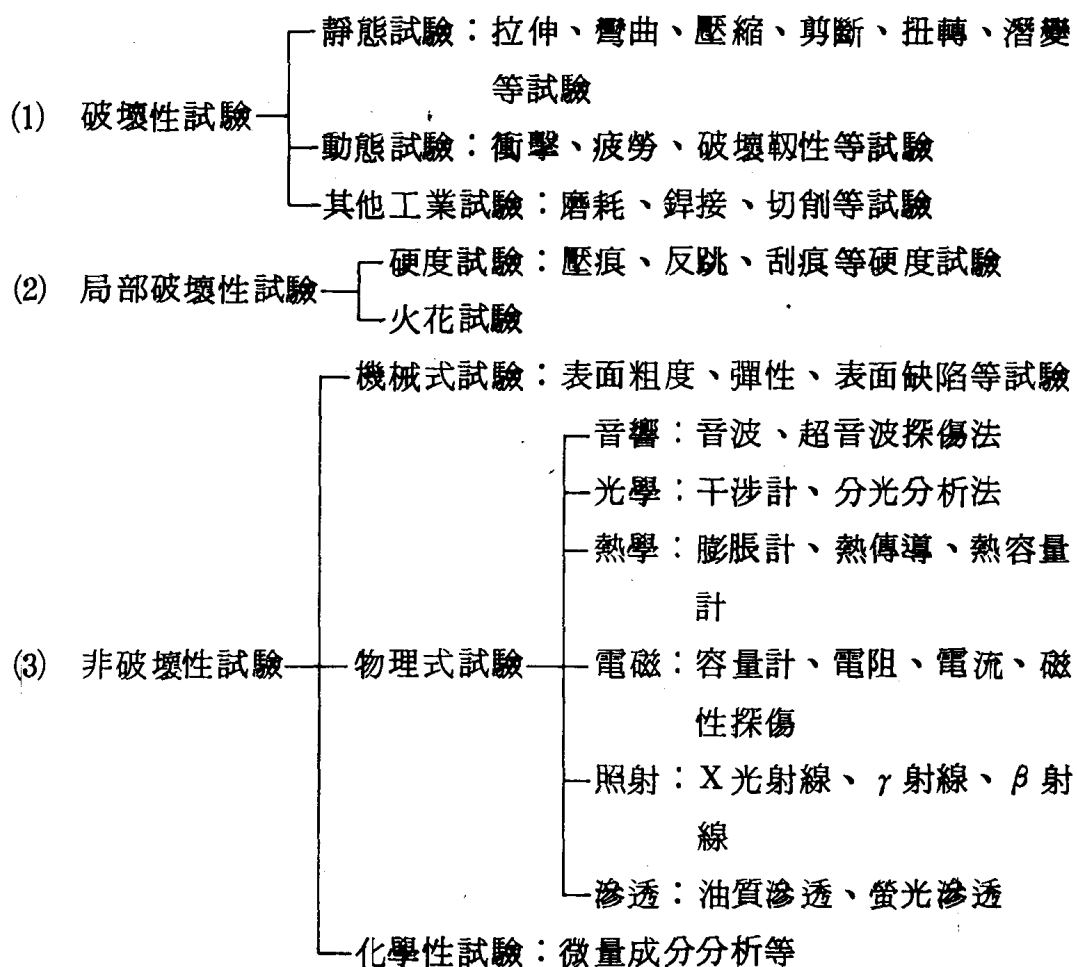
2. 物理式試驗

利用光學、熱學、電學、聲學等物理原理來判定材料之種種物理特性，這類試驗有金相試驗（含光學顯微鏡與電子顯微鏡觀察）、X光繞射試驗、彈性係數、比熱、導電係數、導熱係數等等，本書中僅介紹光學顯微鏡之金相試驗。

3. 化學式試驗

係用來分析材料所含之化學成份或抵抗化學反應的特性。化學成份的滴定試驗，材料之抗腐蝕性能之測試、測驗電鍍表面品質之鹽霧試驗，亦可歸在此類試驗中。

然而，若再將工程材料試驗方法依破壞程度區分，可分為破壞性、局部破壞性、非破壞性等三大類，概由下列表中分述之。



材料試驗方法衆多，本書目標爲大專工科學校材料試驗使用，參酌課程標準，全書僅列出十二種試驗項目，如拉伸、壓縮、彎曲、剪斷、衝擊、硬度、疲勞、火花、磨耗、金相、碳鋼熱處理、非破壞性等，可讓教師與學習者充份參考應用。

1-3 材料試驗規範

材料試驗規範是當材料試驗時，用來作爲依據的統一準則，規範中通常皆包括有試片型式與大小、試驗基本原理、試驗時注意事項及試驗程序等。目前國內於工程材料測試中，參照之規範亦未統一，但不外乎有下列幾種。

- (1) 中國國家標準 (Chinese National Standards CNS)。
- (2) 美國材料試驗學會 (American Society for Testing and Materials, ASTM)。
- (3) 美國鋼鐵學會 (American Iron & Steel Institute, AISI)。
- (4) 日本工業標準 (Japanese Industrial Standards, JIS)。
- (5) 美國汽車工程學會 (Society Automotive Engineering, SAE)。

除了以上介紹五種外，如英國國家標準 (BS)，德國工業標準 (DIN) 也是有名的標準規範，規範自 1902 年創立發行以來，已爲全世界廣泛採用。一般工科圖書館中便可查到 ASTM 規範規定之資料，例如拉伸試驗規範，在 ASTM 編號爲 A 370 者，即爲這類試驗規範。

1-4 材料試驗課程之準備與進行

要使材料試驗教學成效提高，教師、技術員與學員皆需要有充份準備始可達到。這裡提供幾點參考：

1. 工作分配

試驗前將學生分成若干小組，每組人數視設備多寡及空間大小而定，一般以 3～6 人爲宜，每小組中成員皆須輪流操作、執行各項任務，例如一組 3 人的試驗工作分配如下：

- (1) 實驗數據記錄員：記錄所有數據並擔任小組長任務，負責指揮試驗之進行。

4 機械工程實驗 (I)

- (2) 儀器操作員：先得熟練儀器操作程序，負責操作試驗儀器。
- (3) 觀察員：負責核對儀表、讀取數據以供記錄，並注意儀器操作之安全性，以防止負荷過量或不良操作方法。

2. 試驗原理之瞭解

試驗中所應用之原理必須瞭解，若利用到材料力學之原理，學員必須加以熟習之。

3. 儀器善加使用

儀器之操作必須正確瞭解，並注意其性能。同時材料試驗儀器皆為貴重儀器，進行實驗時必須愛惜使用，若有任何疑問得馬上報告指導教師或技術員，絕不可擅自嘗試，以免發生意外。

4. 仔細觀察

材料試驗皆採直接試驗，必須仔細觀察試驗過程並詳載獲得數據，並且仔細觀察試片形狀的改變。

5. 撰寫試驗報告

報告型式可參照本書附錄一所規定內容繕寫，一般各校皆備有實驗報告紙，其格式大同小異，但內容最好依照本書介紹之必須包括部份整理。