



中國

工程師手冊

土木類

(增訂本)

上

# 中國 工程師手冊

土

(增訂)  
上



中國土木工程學會編

原书某些图文不清，难以  
修补，谨致歉意。

藤木土

(本誌附)

冊 土

中國土木工學會

## 出版緣起

欲使國家趨於工業化與現代化，則科學與技術之提倡，格外俱有其重要性。自民國四十七年本會曾參予中國工程師學會召集之各專門工程學會學術連繫座談會議，予會人士咸認工程手冊之編訂，尤為科學理論與工程技術方面求取進步之一種主要工具書籍。

故本會繼中國工程師學會基本類工程手冊之編訂，於民國四十八年內成立土木工程手冊編輯委員會，推定前任理事長段品莊先生主持其事。

四十八年度理事長林則彬先生與四十九年度理事長徐世大先生對於籌備土木手冊，均曾熱心其事。五十年度理監會決定將出版編輯手冊工作列為本會中心工作。理事長沈怡先生為策勵進行，對於工程手冊之經費，極為關懷，並分函有關之工程機關，分別予以借款，隨即展開編輯工作。已故之本會理事吳文煊先生，會負商洽之責。

五十一年度理監事會對於手冊之編審及籌集經費，分別列為中心工作。理事長徐人壽先生，以編輯作業已展開，而經費無着，遂決定成立手冊經費籌集委員會，親自兼任主任委員，並聘張仁滔、吳文煊、段品莊、袁夢鴻、林則彬、王章清、張志禮等七位先生為委員。決分：1. 洽登廣告，2. 發售預約，3. 申請補助等三方面分頭進行。

五十二年度理監事會又將完成土木手冊之編審、印刷、發行及財務籌劃，列為中心工作之一。理事長王章清先生為加強籌款，提將手冊經費籌集委員會改為財務委員會，推袁夢鴻先生為主任委員，林則彬、徐人壽、鄭海柱、魏傳基、方開啓、陳季涵、裘燮鈞、嚴孝章等八位先生為委員，惟以籌集全部經費所需，尚有困難，經財務、編輯及出版三委員會，開始妥商正中書局合作出版，雙方會會商二次。

五十三年度理監事會議又將完成土木工程手冊之編審、印刷及發行，列為中心工作。理事長費驊先生以編輯工作接近完成階段，應謀積極出版。改聘徐人壽先生為財務委員會主任委員，林則彬、袁夢鴻、李孟暹、張仁滔、裘燮鈞、王章清等六位先生為委員。並責成出版委員會續商正中書局，當承該局允予最優惠之合作條件，隨經理監事會決定合作出版，另商細節。

五十四年度理監事會議，再將完成土木工程手冊出版工作列為中心工作，財務委員會除加聘王忠漢先生為委員外，負責人未變。理事長趙國華先生，細心檢視手冊文稿，發現各篇字數，均已超出甚多。而正中書局分辦之費用業已固定，

未能比例增加，且依合作方式，在再版時本會頗欠自由，隨即毅然提出理監事會決定由本會自行出版。同年九月由出版委員會與廣源印刷局正式簽訂合約，開始付印。

復以發售預約及廣告收入有限，而字數超過，印刷費用大增，隨函達中國工程師學會，請予補助，該會理事長李國鼎先生熱心提倡學術，當提該會理監事會決定通過「受託代銷各專門工程手冊及補助手冊印製費辦法」。故本會即委託代銷一百冊計可收費三萬元，另行補助現款五萬元，良多激勵。

五十五年度理事長閻振興先生以本年度欣逢本會創立卅週年盛會，對於土木手冊之出版，期望尤殷。而上屆理事長趙國華先生（即八年前領銜提議編印手冊之會員），對於編審及出版工作，熱衷有加，最後又接受主持印行小組，不憚煩瑣，至足矜式。財務委員會主任委員徐人壽先生，對於籌集經費，貢獻殊宏。本會總幹事魏傳基先生助於此八年來，聯絡推進，終始其事，足稱勤勞熱心。此外，中國工程師學會幹事王璟先生，在會務忙碌中，協辦本會出版工作，宜致謝忱。

中國工程師學會與各專門工程學會，均能為學術而合作無間，本會為配合中國工程師學會已編印之「中國工程師手冊基本類」，決定將斯一土木手冊，定名為「中國工程師手冊土木類」，並在排印、紙質與封面裝訂方面，悉參照基本類之標準，期求一致。

出版委員會主任委員 張志禮 誌

## 編輯經過

如所週知，工程原理並無不同，為適應國情之不同，故各國有各國自定之規範與標準，此各國有其自訂工程手冊之必要也。

我國國情，當然不能與世界任何國家國情全然相同，自亦應有自訂之工程手冊，以供我工程界人士參考與應用。正會員趙國華等先生有鑒及此，於民國四十七年本學會舉行年會時提議編印「土木工程手冊」，以應需要。經大會通過。交四十八年度理事會研究辦理。繼經理事會決議設立土木工程手冊編輯委員會以推動之。該委員會於民國四十八年八月成立，着手進行。各委員以及主編各先生，亦各有其自身職務。編輯工作乃係於公餘抽暇辦理。前後共計六年，工作不懈。此種熱心會務，殊足欽式。

手冊之取材，除工程原理與世界各國無殊外；最要者乃為盡量納入適合國情之資料。度量衡遵照國定標準，採用公制。文字採通俗語言。以限於人力及經費，尚有部份以英制撰述者，於其英制公式之後綴以公制折算數字補苴之。此點則有待於再版或修訂時再加訂正。專門名詞，一律以國立編譯館已公佈之中文名詞為準。間有未頒定者，則由主編人斟酌擬定，綴以英文原名。

編輯委員會為審慎計，更推聘裘燮鈞、趙國華兩委員與品莊成立三人審查小組，將已完成之文稿，再作一次審閱。舉凡內容重複，或編撰體裁與圖表不合原規定者，由委員會授權三人小組予以刪改或重繪之，以迄全部完成。又本手冊係中國工程師手冊之一部，故定名為中國工程師手冊土木類。

是編付印倉促，掛漏錯誤，在所難免，是有望於工程界及海內高雅不吝賜教指正，無任企幸。

編輯委員會主任委員 段 品 莊 謹識

## 中國工程師手冊土木類修訂經過記要

本手冊自初版發行（民 55 年 6 月）以來，六年於茲，已由初版、再版、三版而至四版。由每年半即需刊行一版觀之，可知學術界以及社會人士，對本手冊需要之殷，與使用之衆矣。唯其需要殷使用衆，本學會深切了解本手冊之重要性，與不能忽視。益以近代工程技術，是日新月異，回溯本手冊着手初編，時在民 48 年，迄今已逾十餘年。爲時既已如此之久，當然有不少新技術，與新方法，未能納入手冊內。部份規範，當亦不能符合目前要求。爲使本手冊能配合實際需要，本學會因決定予以修訂。

修訂委員會係於民 59 年 5 月間成立。原計劃擬以一年時間，完成修訂工作，但實際使用時間爲一年又十個月。修訂原則爲：(1)就現有之內容加以修訂；(2)手冊之主要目的是作爲土木工程人員作業時之參考；(3)開壩工程經已編入水利工程手冊，本手冊不再列入；(4)交通工程本次修訂不及列入；(5)修訂時應按照新規則（Oode）辦理，尤其是鋼筋混凝土及鋼結構等爲然。修訂體裁約定爲：①以通俗文言；②力求精簡充實；③儘量採用適合國情之資料；④度量衡單位，採用國定公制，初版之用英制者，儘量改爲公制；⑤專門名詞凡國立編譯館已有公佈者，儘量採用。

本手冊初版共計分爲測量等二十二篇，經請各原主編人或修訂人詳加審閱，提出意見。暫可不予修訂者，計有測量、公路、市鄉計劃，及隧道等四篇；應留待最新規則公佈施行後再行修訂者，計有鋼筋混凝土、預力混凝土、及鋼筋混凝土橋等三篇。混凝土及圬工一篇中之第九章擋土牆，因與土壤力學篇中擋土牆重複，故予刪除，而該篇僅作章、節、目、圖號、公式等之校正。內容無變動僅作文字校正者，計有結構學及木結構等兩篇。內容未有增減，而作文字校正，並增加附錄者，計有土壤力學及基礎等兩篇。內容稍有修改並作文字校正者，計有自來水工程及下水道工程等兩篇。

工程地質篇初版第四章分爲三節，現增爲四節。節目亦經重行整理爲：「岩石之工程性質與室內實驗」、「岩石之現場實驗」、「岩石力學與理論」、及「岩石力學應用實例」等四節。

鋼結構篇部份圖表已照最新規範更正，文字亦有部份刪除及新增。章、節、目、圖號、公式、錯字等，亦均予以校正。

鐵路篇除增加「路線結構及應力」一章外，其餘章、節、目、圖號、錯字等，亦均予以校正。

鋼橋篇初版第四章「各種型式鋼橋之設計」，原係用英制單位撰寫的。本次

修訂，將設計公式，以及各種單位，均已改爲公制。

飛機場篇初版共計分爲十三章，現修訂爲八章。刪除者計有補給設備、行政設施、房屋、公用設備、及排水等五章。其他內容及圖表等，亦有修正。

房屋建築篇將初版第一章重新改寫。其餘章、節、目、圖號、錯字等，亦有校正。

土工篇現增加一章「軟弱地盤之施工」，列爲第四章。

施工機械篇初版名爲「施工機械」，現將範圍擴大爲「施工規劃、施工機械、與施工方法」。初版計十一章，現增爲十六章。主要增加者爲：「總論」、「操作分析」、「帶式輸送機」、「混凝土模型」、及「施工安全」等五章；並於原挖掘機械章內，增加「裂石與裂石器」、及「深斗動力鏟」等兩節；另增加附錄A；並將初版「工程計劃與管理」、及「機械之選擇」兩章重寫，列爲「施工規劃與管理」、及「影響施工機具選擇之要素」等兩章。

本次修訂主辦人，原則以請手冊初版主編人擔任；其因故不能擔任者，始另外聘人辦理。除暫不修訂者各篇外，茲將修訂篇名與修訂主辦人，列如下表：

篇 名	修 訂 者	篇 名	修 訂 者
工程地質	徐世大	飛 機 場	黃湘湖、華志、陸德綏
結 構 學	虞兆中	自來水工程	范純一
土壤力學	趙國華	下水道工程	范純一
混凝土及圬工	楊寶琛	房屋建築	張祖璿
鋼 結 構	裘 軾	基 礎	趙國華
鐵 路	段品莊	土 工	李孟暹
鋼 橋	余 鐵	施 工 機 械	段品莊

上列修訂者諸位先生，對本次修訂工作，致力殊多，用特附誌於此，藉表謝忱！又本委員會內部事務，先後承林際可，宋展民兩先生協助，義務服務，始終不懈，熱心會務之精神，至足欽佩，亦應誌謝！

中華民國六十一年八月

段品莊 謹記



# 中國工程師手冊

## 土 木 類

### 上 冊

### 總 目 錄

#### 第一篇 測 量

第一章	測量學之基本概念	1— 1
第二章	測量儀器	1— 12
第三章	平面測量	1— 55
第四章	大地測量	1—109
第五章	依目的分類之測量	1—139
第六章	依應用分類之測量	1—154

#### 第二篇 工程地質學

第一章	地質學術語與地質學圖例	2— 1
第二章	地面與地下探查	2— 30
第三章	岩石與礦物	2— 76
第四章	岩石力學及岩石加強	2—104
第五章	地震及地壳走動	2—157
附 錄	臺灣本島工程地質圖說明	2—188

#### 第三篇 結構學

第一章	靜定梁與桁架之應力分析	3— 1
第二章	結構之彈性變形	3— 53
第三章	超靜定結構之應力分析	3— 65
第四章	超靜定梁	3— 79
第五章	超靜定剛架	3— 95
第六章	超靜定桁架	3—123

第七章	拱	3-130
第八章	吊橋	3-164
第九章	結構之塑性分析與非線性分析	3-183
第十章	格子梁、板與殼	3-194

## 第四篇 土壤力學

第一章	土壤性質	4-1
第二章	採樣、試驗與分類	4-20
第三章	毛管性、滲透性與滲流網	4-49
第四章	土之剪力強度	4-66
第五章	土壓力	4-81
第六章	邊坡穩定分析	4-98
第七章	土之承力	4-121
第八章	壓密與沉陷	4-132
第九章	土壤夯實	4-156
第十章	土壤之穩定法	4-166
附錄		4-171

## 第五篇 混凝土及圬工

第一章	緒言	5-1
第二章	圬工材料	5-2
第三章	混凝土材料	5-16
第四章	混凝土配料設計	5-40
第五章	混凝土之施工	5-65
第六章	圬工之設計	5-93
第七章	圬工之施工	5-106
第八章	特種混凝土	5-134
第九章	拱橋	5-139
第十章	圓頂	5-155

## 第六篇 鋼筋混凝土

第一章	總論	6-1
-----	----	-----

第二章	柱	6—23
第三章	梁	6—83
第四章	版	6—122
第五章	構架	6—162
第六章	基礎	6—181
第七章	擋土牆	6—197

## 第七篇 預力混凝土結構

第一章	總論	7—1
第二章	施預力方法	7—11
第三章	後拉法之預力單位及預力方法	7—21
第四章	材料性質及容許應力	7—38
第五章	預力混凝土構材載重後之行態	7—51
第六章	靜定構材之設計	7—55
第七章	靜定構材之應力分析	7—60
第八章	橋梁之超載極限載重撓度及隔梁之檢核	7—83
第九章	超靜定預力混凝土結構	7—93
第十章	典型構材及其結構形式	7—98
第十一章	預力混凝土基樁	7—112
第十二章	圓頂及水箱	7—124
第十三章	預力混凝土各型結構簡介	7—132

141-1	.....	量測可數	B
141-1	.....	量測之誤差與測量	章六第
141-1	.....	量測之公	A
141-1	.....	量測之精確	B
141-1	.....	量測之精確	C

# 第一篇

# 測 量

## 目 錄

頁

### 第一章 測量學之基本概念

A 測量術之發展與分類.....	1- 1
B 測量作業.....	1- 4
C 觀測誤差.....	1- 8

### 第二章 測量儀器

A 現代儀器與適用作業.....	1- 12
B 儀器功能與讀數設備.....	1- 32
C 儀器規範與選購須知.....	1- 43

### 第三章 平面測量

A 捲尺測量.....	1- 55
B 羅盤儀測量.....	1- 66
C 經緯儀測量.....	1- 69
D 視距測量.....	1- 77
E 導線測量.....	1- 80
F 水準測量.....	1- 89
G 平板儀測量.....	1- 99

### 第四章 大地測量

A 三角測量.....	1-109
B 基線測量.....	1-115
C 精密導線測量.....	1-120
D 大地水準測量.....	1-123
E 應用天文測量.....	1-128
F 大地位置與座標.....	1-132

### 第五章 依目的分類之測量

A 土地測量.....	1-139
-------------	-------

B 地形測量.....1-144

第六章 依應用分類之測量

A 公路測量.....1-154

B 曲線之佈設.....1-162

C 森林測量.....1-168

目 錄

第一章 緒論

1-1 測量之定義.....A

1-2 測量之種類.....B

1-3 測量之重要性.....C

第二章 測量學概論

2-1 測量學之發展.....A

2-2 測量學之分類.....B

2-3 測量學之應用.....C

第三章 測量之原理

3-1 測量之原理.....A

3-2 測量之方法.....B

3-3 測量之儀器.....C

3-4 測量之精度.....D

3-5 測量之誤差.....E

3-6 測量之平差.....F

3-7 測量之控制網.....G

第四章 測量之實施

4-1 測量之實施.....A

4-2 測量之實施.....B

4-3 測量之實施.....C

4-4 測量之實施.....D

4-5 測量之實施.....E

4-6 測量之實施.....F

第五章 測量之應用

5-1 測量之應用.....A

# 第一篇

## 測 量

### 莊 前 鼎

## 第一章 測量學之基本概念

### A 測量術之發展與分類

**1·1 測量涵義** 何謂測量？例如：持尺量距，謂之測量。尺為已知量，距離為未知量，以一已知量與一未知量相比較而求此未知量，即稱為測量。通俗言之：凡對一事一物，予以觀測或量度，即是測量。但本文所敘，則屬陸地測量，以下述涵義為準。

凡為確定地面上點或線之位置而應作之觀測或量度，及記載所得之度量，使能繪於紙上，成為一地圖之技術，名曰：測量；反之，將圖上各點或各線之位置，佈設於地上之技術，亦名曰：測量。

#### 1·2 測量術發展簡考

##### a. 我國測量術發展簡考：

1. 2513~2434 B. C. 顓頊高陽氏作玉衡璇璣，測經緯度。
2. 2183~2177 B. C. 禹治洪水，鼎繪九州。當時有活動規標之標尺，作水準測量。淮南子載：「豎亥善行，禹使之步自北極至於南極」，是為勘測之始。
3. 1095~256 B. C. 周代作地籍圖丈量，用鏈測量長度。
4. 403~247 B. C. 戰國時甘德著：「天文星占」八卷，石申著：「天文」八卷，總稱為：「甘石星經」，乃世界最古之恒星錄。
5. 104 B. C. 漢武帝訂太初曆。
6. 58~74 A. D. 漢朝張衡發明渾天儀。
7. 265~300 A. D. 晉朝裴秀制六體——分率、準望、道里、高下、方邪、迂直（即現代所稱：分度、方向、長度、標高、座標、曲率）——以為測量準繩。
8. 713~730 A. D. 唐玄宗時代，李淳風作天文曆書，測量子午弧。

9. 730~805 A. D. 唐朝賈耽作黃河境界圖。
10. 1056~1063 A. D. 宋代沈括定輿地位置，考證地名。
11. 1629~1636 A. D. 明末朱思本作疆域圖。
12. 1666~1721 A. D. 清朝康熙時代，測量經緯度，勘疆界。
13. 1911 A. D. 各行省分別舉辦五萬分之一地形測量。
14. 1929 A. D. 舉辦全國性大地測量，翌年起，採用：「Hayford 氏

國際地球數據」

15. 1930 A. D. 舉辦航空測量，測製軍用地形圖。

b. 外國測量術發展簡考：

1. 2180 B. C. 埃及築金字塔，測極星，以定真子午線。按 3:4:5 原理定直角。
2. 1333~1300 B. C. 埃及清丈尼羅河流域，開陸地測量之先例。
3. 640~546 B. C. Miletus 人 Thales 氏創天文學校。
4. 600~500 B. C. 埃及開築運河，製 6 尺長槽形水準器，定測點高度。
5. 350 B. C. 希臘 Aristotle 氏發現地軸、赤道、回歸線與五帶，倡地球為球體說。
6. 276~196 B. C. 希臘 Eratosthenes 氏實施大地測量。於夏至日在 Ayene 及 Alexandria 兩地觀測日影，求得地球圓周為  $50 \times 5000$  希尺。
7. 190~120 B. C. 希臘 Hipparchus 氏作 1080 恒星錄，創球面三角學，以經緯度定恒星位置。
8. 150~100 B. C. 希臘 Heron 氏發明「規板照準儀」（具有水平度盤，全圓分 360 格，每格一度），與「管狀水準器」。
9. 90 B. C. Posidonia 舉辦緯度觀測，從 Alexandria 至 Phodes 量子午弧。
10. 45 B. C. 羅馬 Julius Caesar 大帝訂儒略曆。
11. 30 B. C. 羅馬創設測量學校，當時測量人員不僅接受高薪，而且享有政府賜予之爵位榮譽。
12. 90~168 A. D. 希臘 Ptolemy 氏創圓錐投影。
13. 825 A. D. 阿拉伯人在 Mesopotamia 平原舉辦子午弧測量。
14. 1524 A. D. 荷人 Gemma-Frisins 氏創三角測量原理。
15. 1525 A. D. 法人 Fernel 氏自 Paris 至 Amiens 量子午弧並測緯度。

16. 1571 A. D. 英人 Thomas Digges 氏發明「全測儀」（徑二呎，無望遠鏡，其應用與現代經緯儀同）。
17. 1582 A. D. 羅馬法王 Gregory 氏修正儒略曆，至今世界通行。
18. 1590 A. D. 英人 John Praetorius 氏發明平板儀。
19. 1608 A. D. 荷人 Janhippershey 氏發明折光望遠鏡。
20. 1609 A. D. 意人 Galileo 氏製成望遠鏡一具，放大率達 33 倍，用以觀測，發現木星之衛星，金星之位相，月亮之谷地，土星之光環，與太陽之黑斑等。
21. 1617 A. D. 荷人 Willilord Snellius 氏建立三角網，測量子午弧。
22. 1631 A. D. 法人 Pierre Vernier 氏發明化微尺。
23. 1642 A. D. 英人 Gascorgne 氏創望遠鏡十字系，以蠶絲作十字線。
24. 1669 A. D. 法人 Picard 氏配置望遠鏡於測角儀器，成為現代經緯儀之雛形。
25. 1670 A. D. 法人 Therenot 氏發明「氣泡水準儀」。
26. 1710 A. D. 丹麥 Olaf Pömp 氏發明「測微顯微鏡」，創「中分法」讀數設備。
27. 1740 A. D. 法人 Sisson 氏發明「Y 型水準儀」。
28. 1770 A. D. 英人 James Watt 氏創視距測量。
29. 1783 A. D. 英國製成度盤直徑 90 公分重 91 公斤之經緯儀一具。
30. 1785 A. D. 美人 David Rittenhouse 氏採用蛛絲作十字線。
31. 1848 A. D. 英人 Gravatt 氏發明定鏡水準儀。
32. 1858 A. D. 法人 Laussedait 氏以照相機繫於風箏，繼繫於氣球，從事攝影，殆為航空攝影測量之濫觴。
33. 1870 A. D. 法人 Lucien Vidi 氏發明空匣氣壓計。
34. 1896 A. D. 法人 C.E. Guillaume 氏發明鉑鋼尺。
35. 1908 A. D. 瑞士人 Heinrich Wild 氏發明「內對光望遠鏡」。
36. 1910 A. D. 瑞士人 Heinrich Wild 氏發明「氣泡半像符合法」。
37. 1913 A. D. 英人 H.H. Jaffcott 氏發明「自動視距法」。
38. 1913 A. D. 意人 Tardivo 氏從飛機上攝影，創像片鑲嵌圖。
39. 1919 A. D. 瑞士人 Heinrich Wild 氏創玻璃度盤，發明「光學符合讀數法」。
40. 1927 A. D. 英人 Messrs. Watts 氏發明「自動水準儀」。



41. 1932 A. D. 瑞士人 Heckmann 氏發明「橫尺視距法」。
42. 1935 A. D. 瑞士人 Heinrich Wild 氏發明「雙鏡型經緯儀」。
43. 1943 A. D. 英人 W. E. Browne 氏創「閃光三角測量」。
44. 1943 A. D. 英人 C. A. Hart 氏創「雷達三角測量」。
45. 1950 A. D. 瑞典人 Erik Bergstrand 氏發明「光波測距儀」。
46. 1956 A. D. 南非聯邦電信研究實驗所發明「微波測距儀」。

1-3 現代測量學分類 現代測量學範圍至廣，種類亦夥，往往學者以分類不一，對其關係，惘惑不已。茲特綜合名稱，製就分類表一種，詳見表 1-1，藉圖式表明系統，目的與應用，以供參考。

## B 測量作業

### 1-4 測量外業與內業

- a. 外業事項：
  1. 檢驗與校正儀器及保護一切作業用具。
  2. 設立控制點，建立各種測量標誌。
  3. 測量距離及水平角，藉以測定各點或物體之平面位置。
  4. 測量垂直角（或天頂距）或高低差，以測定各點或物體之高度。
  5. 將外業所測成果，詳細記錄，或隨測隨繪。
  6. 從事圖解測量，當場計算製圖。
- b. 內業事項 內業包括計算與製圖兩項作業：
  1. 計算：
    - (a) 整理記錄。
    - (b) 計算距離、角度、與高度。
    - (c) 未測部份之計算。
    - (d) 調整誤差與計算準確度。
    - (e) 計算座標。
    - (f) 計算面積。
    - (g) 計算體積。
  2. 製圖：
    - (a) 鉛繪：繪鉛筆圖稿。
    - (b) 題字與上墨。
    - (c) 描繪：用透明描圖紙或透明描圖布。
    - (d) 騰圖：用縮放儀或以攝影法為之。