

土 木 施 工 法

規 劃、機 械、方 法

(中國工程師手冊土木類第二十二篇)

馮紹光 吳澤永 段品莊 編著

中國土木水利工程學會編行

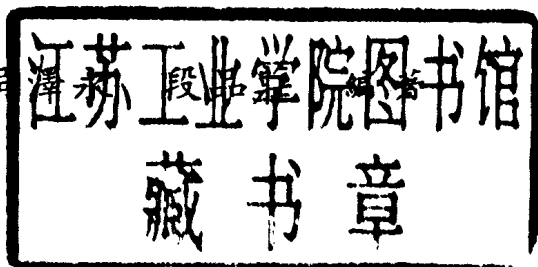
土 木 施 工 法

規 劃、機 械、方 法

(中國工程師手冊土木類第二十二篇)

馮紹光

吳



中國土木水利工程學會編行

第二十二篇

施工規劃、施工機械、與施工方法

目 錄

第一章 總 論

- A 引言.....22-1
- B 施工契約.....22-2
- C 施工之經濟.....22-3
- D 工程價格.....22-5
- E 金錢之時間的價值.....22-9

第二章 施工規劃與管理

- A 施工規劃.....22-14
- B 財務規劃.....22-35
- C 工地佈置.....22-38
- D 工程進度之控制.....22-39
- E 施工之管理.....22-45
- F 施工費用之控制.....22-47

第三章 影響施工機具選擇之要素

- A 機具之型式.....22-56
- B 持有與使用機具之負擔.....22-60
- C 機具之經濟壽齡.....22-71
- D 施工機具之來源.....22-78

第四章 工程運輸原理

- A 土壤體積之變化.....22-82
- B 行駛阻力.....22-84
- C 坡度對於牽引力之影響.....22-85

D 牽引係數	22—86
E 施工地區之高度對於內燃機之影響	22—86
F 施工地區之溫度對於內燃機之影響	22—87
G 挽鈎拉力	22—87
H 輪緣牽引力	22—89
I 加速度	22—90

第五章 曳引機及有關機械

A 履帶曳引機	22—91
B 膠輪曳引機	22—92
C 爬坡能力	22—93
D 推土機	22—95
E 刮運機	22—98
F 填土之散佈與壓實	22—102

第六章 挖掘機械

A 動力土鏟	22—104
B 拖斗挖泥機	22—110
C 蚌壳挖泥機	22—117
D 挖土杓	22—120
E 挖槽機	22—121
F 裂石與裂石器	22—123
G 深斗動力鏟	22—129

第七章 車輛

A 車輛	22—135
B 土工之運輸價格	22—138

第八章 操作分析

A 動作與時間之研究	22—141
B 動作與時間之研究舉例	22—149
C 應用車隊理論決定運土車之最經濟輛數	22—154

第九章 帶式輸送機

- A 帶式輸送機系統之典型裝置……………22—161
- B 驅動帶式輸送機所需之馬力……………22—169
- C 帶式輸送機之附屬設備……………22—178
- D 帶式輸送機設計舉例……………22—180

第十章 空氣壓縮機

- A 各種空氣壓縮機之定義……………22—183
- B 壓縮機之容量……………22—185
- C 冷卻器……………22—186
- D 蓄氣箱……………22—187
- E 管內摩擦所生之壓力損失……………22—187
- F 螺旋接頭所生之壓力損耗……………22—188
- G 輸氣管之常用尺寸……………22—188
- H 用氣率……………22—193
- I 各種氣動機具之用氣量……………22—193

第十一章 鑽岩機與石方之開鑿

- A 名詞與定義……………22—196
- B 鑽頭……………22—197
- C 各型鑽岩機……………22—198
- D 鑽孔方法與鑽機之選擇……………22—202
- E 鑽孔位置之選擇……………22—203
- F 爆破與炸藥……………22—208
- G 炸藥運輸與儲存……………22—213

第十二章 碎石機

- A 碎石機之種類……………22—215
- B 齒板碎石機及軋石機生產碎石之尺寸……………22—224
- C 碎石機之選擇……………22—225
- D 石料之篩選……………22—225
- E 供石機……………22—225
- F 儲石堆……………22—225

G	碎石之篩分	22—226
H	輕便碎石機	22—229
I	碎石過程簡圖	22—229
J	碎石骨材之搬運	22—229

第十三章 混凝土模型

A	概述	22—231
B	模型之經濟	22—233
C	模型之材料	22—234
D	新鮮混凝土所產生之壓力	22—237
E	模型之設計	22—240
F	模型設計舉例	22—251
G	其他型式樓板模型	22—255
H	平置灌注之混凝土牆	22—258
I	滑動模殼	22—261

第十四章 混凝土用機械

A	材料之搬運及配料	22—266
B	骨材之稱量	22—266
C	拌合機	22—267
D	集中拌合機	22—268
E	路面拌合機	22—269
F	混凝土之搬運	22—269
G	車載拌合機、攪拌車、及運送車	22—271
H	壓力運送機	22—271
I	混凝土之灌注	22—272

第十五章 雜項機具

A	抽水機	22—273
B	水泥漿灌漿機	22—274
C	打樁錘之選擇	22—275
D	膠輪	22—276
E	浮水設備	22—278

第十六章 施工之安全

A 概述·····	22—280
B 事故名詞與定義·····	22—282
C 營造業界事故甚普遍·····	22—283
D 施工事故之分類·····	22—285
E 營造業界事故之防止·····	22—285
F 一種工作需要一種安全措施·····	22—286
附錄 A·····	22—288

第二十二篇

施工規劃、施工機械、與施工方法

第一章 總 論

A 引 言

1.1 本篇之目的

工程師設計一個工程計劃，與營造商營建該工程計劃，其目標是一致的，即建造一些事物，不獨能使人滿意而且適合需要。施工建造是一個設計之最終目的。本篇的希望，是在能協助讀者，對於營造工業，有充份的了解。本篇所提供之資料，在如何將工程基本原理與分析之方法，應用於營造事業上，以改良營造物之品質，同時並可減低營造成本之費用。

本篇論述，本應包括土壤穩定方法，土壤壓密與沉陷，土壤夯實；隧道施工方法，隧道施工機械；基礎灌漿，圍堰等項目，但該等項目均已詳述於本手冊第四篇土壤力學，第十九篇基礎，及第二十一篇隧道，故不在此再重述。

1.2 工程師與施工

當在考慮中之某一工程計劃認為有需要時，物主通常是聘用一工程師，為其作一研究，以決定該一工程計劃是否值得進行。設此研究之結論是值得進行的，則必聘用一工程師為其製備圖說與規範，並須聘請該工程師為其監造該工程計劃之監造人。該工程師之職責，是在使工程計劃之設計，用可能最少之建造費用而能滿足物主之要求。該工程師對每一較重大工作項目，應作審慎之研究，在不減低該建築物效用之原則下，以決定建造費用所有之可能的節省。可能將設計變更，修改施工規定，或部份修改規範，在不犧牲建築物的主要使用價值之情形下，可能將該工程計劃之營建費用，減至實際的最低。一個工程師能實行此項哲學理想，始能稱其為委託人之忠誠服務者。是以一個工程師如欲設計一可用而實際最低施工價格之工程計劃，則必須十分熟諳施工方法與施工費用。

1.3 營造工業

營造業主要是服務的工業，其責任乃是將工程師或建築師所備之圖說與規範，變成為一竣工的工程計劃。

工程計劃之興建，包括成千的工作細項目，並與物主、建築師、工程師、一般承辦商，尤其是承辦商、製造商、材料商、機具商、政府機關，以及代理商、勞工、等等，都有很複雜的互相關聯之關係。

在規定期限與訂定的費用下，承辦商負交出完整的設備之責。在此情形下，承辦商負有法律的、財務的、管理的義務。

每百件工作中，約有十五件是營造工業。營造工業較任何其他工業，要多用基本材料與成品料。

在需要營造工業服務日漸增加之刺激下，營造工業經已擴大，以地理範圍言與技術方面言，亦均正在發展中。

B 施工契約

1.4 施工契約之種類

雖然施工契約，種類很多，但主要者約為下列三種：總價契約（Lump-sum contract）；單價契約（Unit-price contract）；及實際用費外加定額報酬契約（Cost-plus-a-fixed-fee contract）簡稱成本加酬法。茲將上述三種契約，略述於下：

(a) 總價契約：本類契約之付款條件，為承辦商於遵照工程師或建築師所設計之工程圖說與規範，完成建造此工程計劃後，物主付給承辦商一簽訂之總款額。通常習慣，物主照約定期限，如按月付款之類，付給承辦商在該期間已完工程之部份工程款，或照其他表列期限付款。在此種契約條款之下，承辦商可能有盈利或虧本，則將視其契約簽訂之總價與其營建本工程計劃所化用之費用了。

(b) 單價契約：本類契約之付款條件為物主照完成工程單位數量及簽訂之單價，核算付給承辦商之工程款。此類工程單位數量，可能是任何工作項目之能以數量作決定者，例如立方公尺土方，若干公尺混凝土管，平方公尺混凝土鋪面，若干公噸柏油路面等是。鋪柏油路面在施工期間，經常按規定期限，由物主在各期之末照完成數量按單價核算付給承辦商工程款。在此類契約條款之下，承辦商之盈虧，則視其營建本工程計劃所用去之總費用與照計算其所能得到之工程款總額多少而定。

(c) 實際用費外加定額報酬契約：在此類合約之條款下，物主同意付還承辦商為執行營建本工程計劃所實際用去之指定費用。此實際用去之指定費用，經常係指在工地實際使用之費用。另加一定額的額外費為報酬，以作該承辦商總公司之管理費等項。報酬費內，計包括員工薪津、租金、稅捐、保險費、為本工程計劃所籌墊工程週轉金之利息、員工到工來往之旅費、權交材料來往之運費等等

，但不僅限於上述項目。在此類契約條款下，承辦商可能有盈利可圖，或亦可能受到虧損。

承辦商爲每一工程，通常需要先付具保的保證金。此保證金是由認可的保人出具保證，用以對物主作保證，保證承辦商在簽訂價款額內，能圓滿完成本工程計劃。在原承辦商不能完成時，保證人應即負起責任，招聘另一承辦商，或用其他能得到物主同意之方法，以圓滿完成本工程。保證金額，約等於全部工程費用百分之一。

營造商逐漸趨於專業化。雖然各項營造業務範圍，無明顯的劃分界限，但大致可分爲房屋建築、公路、鐵路、管道、市政工程、河海工程、鋼鐵工程等等。此等中之若干項，其範圍又可細分。專業化之主要理由是業務經驗問題。營造商，能負擔具有用於所有工程範圍之各種各式的施工機具，即使有的話，亦必極少。營造商之試圖具有並使用數量如此大的機具設備，他自己必有「機具貧乏」之感覺。因爲具有機具是需要費用的，雖然不在使用中，停用之機具，對物主是有持續的損失。持有機具之損失，將在第三章討論之。

C 施 工 之 經 濟

1.5 施工經濟與工程師

一個工程計劃之費用，是受設計要求與規範之影響的。在最後設計完成之前，設計工程師對該工程計劃未來之施工方法，以及所需施工機具，應加審慎考慮。增加建造費用而無等量效益增加之要求，應予排除。工程師之最終取決，應以合理的施工方法與施工費用爲基礎。

一個工程計劃之實施費用，約可分爲五項或更多的項目：材料、人工、機具、總務與監督、及利潤。最後利潤一項，是超出工程師控制能力之外的，但工程師對於前四項費用，則應有控制之能力。

設若工程師規定材料必需由遠處運來，其費用則可能是無必要的昂貴。材料試驗與檢查之要求，也許可能是無必要的嚴格。經常可能有代替之材料，其效用與高貴價格的材料相同。

規定工作品質與施工方法，對於使用工人等級及數量，與工費多少，大有影響。複雜的混凝土結構，在設計方面比較易，又減少圖樣亦甚易，但在建造方面，則可能極爲困難。一優美的建築物，其露於外表之面，是需要高級混凝土的修飾，但同等修飾用之於倉庫建築，則屬不當。

工程師應隨時知道新施工機具之發展情形，因爲此等新知識可使其改變其設計，或採用經濟的新施工機具，以實施其新施工方法。採用一鼓二室的混凝土鋪

路面拌合機，以代替一鼓一室機，可大量增加混凝土生產量，並在大多工程計劃下，節省鋪路面費用。採用大型土鏟與大型卡車，可能需要變更取土坑位置、大小、與形狀，但所節省的費用，是值得此等變更的。採用抽水井降低水位法，用以控制地下水，在若干工程計劃中，可能省去圍堰工程。基礎擴大之發展，已變更了基礎設計方法，很多建築物，由基樁設計改用其他較省費的支柱型。

下表所列係工程師可能節省施工費用之方法：

1. 設計混凝土結構，在可能範圍內，應盡量採用相同肢件，期使模型可以重複使用。
2. 可能時盡量簡化結構之設計。
3. 盡量採用省費的施工機具與省費的施工方法。
4. 避免不需要的特種施工規定。
5. 設法將使用的人工數減至最少。
6. 工作品質應與工程品質相符合。
7. 提供足夠需要的基礎資料。
8. 設計工程師應負責提供之資料，或為設計所必需之資料，不應責成承辦商負責提供。
9. 就地材料之適合使用者應盡量採用。
10. 規範書應簡要，明白規定所需之要求。規定需要之結果，但應允許承辦商為達成所要求之結果，自行選擇其施工方法。
11. 可能時採用承辦商所熟諳之標準規範。
12. 投標之前召集承辦商會商，以期減少疑問，並將設計變更減至最少。
13. 選用有判斷力，有經驗而對本工程計劃了解之監工人員，並給以決定之全權。

其他有效之經濟施工方法實例，將在本篇以後各章敘述之。

1.6 施工經濟與承辦商

一個成功的承辦商之良好特質，是其對行將施工工程計劃之設計圖說與施工方法，持有某種程度不滿意之態度。營造工業界之會員，遇事滿足，則對於施工之新機具、新方法、或施工規劃等之發展，將毫無供獻。此等施工之新機具、新方法、或施工規劃，對於營造工業產品之繼續改良並可以最低費用達成，都是極需要的。承辦商不知使用新機具與新方法，將必被其競爭者所擊敗。本篇所提供之分析與實例，是希望給讀者以深刻之了解，為選擇施工方法與施工機具，以期求得施工之最大經濟，而對每一工程計劃，作審慎研究的價值。

為降低工程價格起見，承辦商則須注意下列事項，但不僅限於下列所述事項

1. 投標前應將工程計劃加以研究，工地情況加以調查，以判斷下列各項之影響：

- 甲、地形。
- 乙、地質。
- 丙、天候。
- 丁、材料來源。
- 戊、工地交通。
- 己、工寮設備。
- 庚、倉庫設備。
- 辛、人力供應。
- 壬、就地可以採用之各種設備等。

- 2. 採用能量大、效率高、速度快、性能好及使用費低之機具。
- 3. 發給重要人員超做的工作之獎金。
- 4. 採用工地與總公司間最迅捷之通訊方法。
- 5. 各部門重要人員，應經常對全盤計劃、施工方法，及目前進度，時加檢討。
- 6. 工地應採安全措施，以減少事故。
- 7. 如有專業化之廠商，對本工程中之一部份工作，有特殊熟練技術，且其價格較自行辦理便宜時，該部份工作，應交專業廠商辦理。
- 8. 工地應酌設機具保養設備。

〔舉例〕 某營造公司之估價人，為該公司作一工程計劃投標之估價。於開標後，發現該公司所投標價甚低，該公司人員覺得標價單之估價，必有重大錯誤。該公司預知將有重大虧損。因而詢問原估價人，是否能照該估價費用，完成該工程計劃。該原估價人答稱，設若能准許採用其估算施工費用時所用之施工方法施工，他可以完成本工程計劃。該公司即責成該估價人負責施工，並完成本工程計劃，而且有相當數額之盈餘。

D 工 程 價 格

1.7 工程價格

工程價格學是最近始正式形成的工程學之一專業學，其目的是在求工程計劃施工費用之經濟效果。一個政府機關、一家公司、或一個私人物主，有一工程計劃，需要設計與施工，通常是選用建築師與或工程師，為其作必要的初步設計前之研究，隨後作工程計劃之設計。該項工程計劃之設計，必須與要求相符合，而

且認為是施工價格最低廉的。在設計圖說與規範書完成之後，招商發包給投標勝利的承辦商施工，也可能採用議價方式交辦。契約條款規定，可能由承辦商自己人員，或聘用一或數位工程價格學工程師作設計、規範、材料、及施工方法之研究，在不降低工程計劃之品質與用途的要求下，以決定是否有可修改之處，以期求得較契約規定價格為省之造價。

工程價格學使用於一工程計劃，計可分一個階段或兩個階段。第一階段可應用於工程計劃設計圖說與規範書完成之後，而在發包之前。此類研究之目的，是求在不犧牲工程計劃品質之條件下，研究其設計有無可能修改，或其規定材料有無可能用其他材料代替，以期降低造價。設結果有可能節省，則此節省即屬於工程計劃之物主，設若有節省，其淨節省則為總節省減除價格工程師之研究費。

工程計劃應用第二階段工程價格學，則是在施工契約簽訂之後。此類研究是由承辦商辦理。在承辦商自己的工程價格學工程師，或在聘用的工程價格學職業工程師之指導下為之。設若此研究顯示出可有節省，承辦商可將研究詳細結果，附同修改詳細說明，預期的節省費額，送交該工程計劃之物主。設物主與其建築師或工程師商討之後，同意修改與減省施工費用，則所淨節省之費用，通常是物主與承辦商按百分數分享，經常是各半分享。

1·8 工程價格評核之施行

作工程價格之評核，必須由一位或多位工程價格學工程師辦理。該等工程師應十分熟諳用於所評核的工程計劃之施工方法與使用之材料。作為達成評核之手段，類如下列有關工程計劃之各問題，應逐一提出：

1. 是何種工程？
2. 本工程用途為何？
3. 需建造費用若干？
4. 有何可能修改之處？
5. 修改後需要建造費用若干？
6. 修改各點設對於本工程計劃竣工時間有關，究需要時間若干？

將上述所提各問題，應用於工程計劃，作多方面之考慮研究，即能顯示出若干建造費用，有可能之減省，而對工程計劃本身之品質或功用，則毫無犧牲。在得到物主同意之後，這些修正，即可採用。

為期能得到較大的建造費用之減省，工程價格之評核，應集中注意力於工程計劃中之費用大的項目，與重複的項目之檢討。其能節省建造費用而不足補償或不超過評核檢討費用之項目，應不予研究。

1·9 工程價格評核施行之困難

雖然有許多工程計劃，經已作價格評核，並且已知減少建造費用，是屬可能，但承辦商對此等評核與修改建議，設若付諸實施，亦感覺有其困難。可能的困難計包括下列各點：

1. 修改對於本工程計劃之建造費用，有若何的影響？
2. 修改對於本工程計劃之竣工期限，有若何的影響？
3. 修改對於物主與承辦商相互間之關係如何？
4. 修改對於建築師與承辦商或工程師與承辦商相互間之關係如何？
5. 修改能得到同意之可能性為何？

1 點及 2 點之答案，應將修改對於工程計劃竣工之延誤，折合為費用，以作比較。

設若工程計劃之物主，主動邀請承辦商提供修改建議，則物主與承辦商相互間之關係，即不會惡化。

大多數承辦商都不願提出修改建議，因為這是對設計該工程計劃之建築師或工程師才能或品德之一種惡劣的反映，其理甚明。承辦商不願因批評工程設計，而開罪於該設計之建築師或工程師，使相互間關係破裂。

設若承辦商提出一或數項修改，而得不到物主同意，或遲延甚久始予同意，承辦商或許不願再提繼續之修改。物主快速之取決，可以免除這類可能的缺點。

若干施工規範書，僅規定所要求之結果，而不規定施工之方法。在此種規範書規定範圍內，承辦商無須在得到物主同意之前，利用改良的機具與方法，修改其施工方法，是有很多實例的。設若此種修改，得到營建之節省，則此等節省即屬於承辦商所有。

1·10 工程價格評核施行舉例

下列各例顯示如何應用工程價格評核方法，以減省工程計劃營建費用。所舉各例，或實已得到節省。各例中計包括工程價格評核之可能的或已實現的效益。但各例中之每項建議，並不意謂均有價值。

〔例一〕 某房屋設計需用拉門甚多。該拉門係採用一種極昂貴的標準尺寸鑲板材料裝配，其尺寸為 1.22 公尺寬 2.44 公尺長。該拉門大小規定為 79 公分寬 124.5 公分高，其面積等於 1.02 平方公尺，將由上述 2.98 平方公尺大小之鑲板裁割而成。每塊鑲板裁割後剩餘料面積為 1.95 平方公尺，在該工程計劃中將無其他用項而成廢料。在該工程契約簽訂之前，因為物主很熟諳營建用料之習慣，指示將拉門大小，改為 1.22 公尺寬 1.22 公尺高。在減省營建費用之外，此項修改也增進了拉門的功效。

〔例二〕 某承辦商簽訂一營建契約，為現有飛機場建造一混凝土滑行道，

寬 22.86 公尺，長約 457.2 公尺。規範書規定，滑行道應分五條修築，每條寬 4.57 公尺，條與條間接縫，採用直徑 5.09 公分鋼管為縱縫釘，其間隔距離為 45.72 公分。在開工之前，承包商建議，設准其分為三條修築，每條寬 7.62 公尺，則願將契約價款減少新臺幣 100,000 元。本項之取決，當視五條與三條，何者更適合作滑行道之要求。

〔例三〕 建造某無線臺設備，其原始估價需新臺幣 673,824,800 元。將該項設計交某一顧問工程師作工程價格評核，發現作某些修改，不致影響該設備使用之功效。修改後的建造總費用為新臺幣 599,980,840 元。評核費計僅新臺幣 24,000 元。是以淨節省為新臺幣 73,819,960 元。

〔例四〕 為控制洪水與水力發電之某一兩用目標之水壩，其總建造費用為新臺幣 3,040,000,000 元。於該水壩竣工後，該承辦商發表一項意見書，詳列五項修改意見，並聲稱設若他的意見被採納，可節省建造費用新臺幣 288,000,000 元。

修改施工方法與材料之意見，附同可節省之費用，略述如下：

河流改道與防護：設若准將圍堰較規定之高度略低，同時准將洪水由一部份水壩放流，估計可減少施工費用約新臺幣 20,000,000 元。施工期內，承辦商願冒洪水溢漫之危險，並負一切損失之責。

高度差限為 6.10 公尺：在第二階段轉換時，高差限制，常常迫使灌注混凝土工作停頓三個月，並使以後灌注混凝土工作延遲四個月。此項高度差限制之要求，共計延遲該工程計劃竣工期限至少六個月，結果至少增加建造費用約新臺幣 20,000,000 元。

每層混凝土厚度限為 76.20 公分：此種限制，雖僅限於水壩一部份混凝土之灌注，但增加清掃與養護費用，結果至少增加建造費用約新臺幣 12,000,000 元。

冷凍：混凝土在灌注前，灌注進行中，及灌注後，規定必需降低溫度，其結果估計增加額外費用約新臺幣 56,000,000 元。

每層五天之間隔時間限制：此項要求估計約延遲該工程竣工期限三個月，至少增加建造費用約新臺幣 10,000,000 元。

混凝土骨材：本工程之混凝土骨材，照原計劃之要求，應由十一公里外之石場採取，而不准採用靠近壩址石場之天然砂與骨材，結果至少增加建造費用約新臺幣 170,000,000 元。

註：本例之提出，並不意謂所述之意見，是正確或不正確。提出之目的，乃在表示應用工程價格評核方法，可減省施工費用。

E 金錢之時間的價值

1.11 金錢之時間的價值

金錢之時間的價值，是今日金錢的價值與未來某日牠的價值間將使金錢利息加入考慮後之互相關係。例如設今日貨到 100 元，貨用一年，年利率百分之 8。一年後還款，必需歸還 108 元，即是歸還本 100 元，另加利息 8 元。是以今日的 100 元，在訂定條款下，一年後即等於 108 元。設今日貨到 100 元，年利率百分之 8，半年後還本 50 元及其應付之利息，下餘在滿一年後付還，則每期付款為：

$$1. T = 50 + 100 \times 0.04 = 54 \text{ 元}$$

$$2. T = 50 + 50 \times 0.04 = 52 \text{ 元}$$

$$\text{共計付款} = 106 \text{ 元}$$

在此條件之下，今日的 100 元，即等於六個月後所付的 54 元，加 12 個月後所付的 52 元。

當購買一資產，規定分若干期付清該資產價值，並規定一利率，則必須事前知道每期應付款之額數。因為有利息的關係，延期付款總額，必將超過以現金購買之款額。

金錢之時間的價值，有公式可用以計算。

(a) 金錢之時間價值的公式：在演繹時間與金錢價值公式之前，茲將使用之代表符號並其定義，列如下：

P = 目前款額

T = 自今日起 n 期後未來的款額，即 P 款額加利息，其利率為 i 。

R = 每期末等額付款額，連續 n 期。

i = 每期間之利率。

n = 付款期數。

公式中之利率，應與期息適合。例如，每三個月還款一次，共計四期，年利率百分之 8，則付款期數為四次，利率為每期百分之 2。

(b) 一次償還之公式：設貨到或投資 P 元，每期利率為 i ，其為 n 期，按複利計算，每期末本息和為

$$\text{第一期末 } T = P + Pi$$

$$\text{第二期末 } T = P + Pi + (P + Pi) i = P(1 + i)^2$$

$$\text{第 } n \text{ 期末 } T = P(1 + i)^n$$

下列即是一次償還貸款 P 連同利息在 n 期末付款額之公式，其複利率為 i 。

$$T = P(1+i)^n \quad (1.1)$$

上項公式可修改為一次儲入數額 P' 元，屆 n 期滿後，可得 T 元。

$$P = \frac{T}{(1+i)^n} = T \frac{1}{(1+i)^n} \quad (1.2)$$

(c) 分期等額償還之公式：購買資產所發生之債務，經常採用分期等額償還辦法，分若干期還清。每期償還額 R 之公式如下：

設以一等額數 R 在每期末儲入，共儲入 n 期，複利率每期為 i ，則在 n 期末，其總額為

$$T = R[(1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \dots + (1+i) + 1] \quad (a)$$

上項公式兩端都乘以 $(1+i)$

$$T(1+i) = R[(1+i)^n + (1+i)^{n-1} + \dots + (1+i)] \quad (b)$$

自 (b) 式中減去 (a) 式，則得

$$Ti = R(1+i)^n - 1$$

故

$$R = T \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad (1.3)$$

此即所謂零存償還公式 (Sinking fund formula)。因為應用本公式可以決定每期末儲入 R 款額，屆 n 期滿後，可得 T 款額。

為決定每期末等額付款額 R 款數，以期在 n 期後，將現負債額 P 還清，可將公式 1.3 內之 T ，代以公式 1.1 之 $P(1+i)^n$ ，則得

$$R = P(1+i)^n \frac{i}{(1+i)^n - 1} = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (1.4)$$

上式即係整貸零還公式 (Liquidating or capital recovery formula)

。式 $\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$ 即是清償債務之因數。中國工程師手冊基本類第一篇數表內提供很多此類因數表，及公式 1.1 至 1.3 之 i 與 n 值等。表 1.1 為複利因數表，即提供利率百分之 6 與百分之 8 此類因數值，其 n 值係自 1 至 10 期。基本類手冊第一篇數表內附有此類表，所包括因數值範圍更廣可以參閱。