

68470

工業建築物鋼筋混凝土 整體結構模板

B. M. 烏森科著

建築工程出版社

工業建築物鋼筋混凝土 整體結構模板

黃緯福譯

建築工程出版社出版

•一九五六•

內容提要 本書提供鋼筋混凝土整體結構工業建築物模板製造的問題：研究不同形式的鋼筋混凝土結構的模板，指出模板費用基本指標的結論，並研究如何降低模板成本；而主要的是提供分析各種鋼筋混凝土結構和建築物模板的選擇。

本書可作建築施工工程師和技術員的參考。

原本說明

書名 ОПАЛУБКА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОНОЛИТНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ
СООРУЖЕНИЙ

編著者 В.М. Усенко

出版者 Государственное издательство литературы по
строительству и архитектуре

**出版地點
及日期** Москва --- 1952

**工業建築物鋼筋混凝土
整體結構模板**

黃緯福 譯

*

建筑工程出版社出版(北京市阜成門外南乳士驛)

(北京市書刊出版業營業登記證出字第082號)

外文印刷廠印刷·新華書店發行

書號264 161千字 850×1168 1/32 印張6 1/2 插頁

一九五六年四月第一版 一九五六年四月第一次印刷

印數：1-3,000冊 定價(11)1.70元

目 錄

序.....	4
緒 論.....	6
第 一 章 模板成本的降低法.....	8
第 二 章 模板的比耗.....	15
第 三 章 木料的比耗.....	21
第 四 章 在各式建築物的標準格中模板費用指标.....	25
第 五 章 模板工的勞動量.....	37
第 六 章 模板的週轉.....	41
第 七 章 各个結構物的模板式样和類別.....	55
第 八 章 肋形樓盖的模板.....	67
第 九 章 骨架式建築物的模板.....	83
第 十 章 無梁樓盖的模板.....	89
第十一章 穹窿薄殼的模板.....	101
第十二章 滑動模板.....	120
第十三章 圓錐形鋼筋混凝土筒的模板.....	133
第十四章 双曲綫狀冷却塔的模板.....	163
第十五章 金屬模板.....	181
第十六章 鋼筋混凝土製的模板.....	193
第十七章 渠槽和隧道的模板.....	199
附 錄.....	208
參考資料.....	211

序

在我國鋼筋混凝土建築物的建築技術已達到高度的水平。在我們的首都莫斯科，高層建築物建造的成果，規模宏大的共產主義建設中的偉大建築物，工業的、民用的、文化生活和道路的建築物的開展，充分的証明了這一事實。建築界在鋼筋混凝土建築物的建設方面，很多先進的斯達哈諾夫工作者、工程師和科學工作者，榮膺斯大林獎金獲得者的稱號。

採用鋼筋混凝土結構的地區，不論為整體式或裝配式，在我們國家裏年復一年地擴大起來。

整體鋼筋混凝土結構，其模板和模板工的成本，在整個結構的總造價裏佔着很大的比重。因此，合理地選擇模板的結構方法，以及採取正確的模板施工組織，在鋼筋混凝土結構和鋼筋混凝土施工的各种複雜設計中，視為不可分割的一部分。

關於模板問題，我們的工程師是經常特別注意的。在1931年，科學研究院國立建築組織設計處曾擬定並頒佈「模板手冊」，此一時期，為首次試圖將模板工作系統化。必須指出，在И. Г. 索瓦諾夫和С. Я. 列文工程師領導下所做的此項有意義的工作，曾刊登當年第21—22期「建築家」雜誌上。

遲至1936年，И. И. 杜賓根（已故）工程師出版了「模板工」書籍，此書對模板工技術和組織的改進事業，起着重要的作用。

近年來曾出版的幾本書籍中，刊登了關於特种混凝土結構的模板問題（穹窿薄殼、圓倉等）。然而至目前為止，最近的10—15年間，關於蘇聯的鋼筋混凝土和混凝土建築物模板結構的一般問題的總結經驗，均尚未登載。

本書意圖補充此項缺陷，作者在該項工作中，提供不同結構的模板、基本設計的一般原則和建立指標。使每一混凝土建築物的模

板和模板工的成本可以節省,在這個問題上,模板並不是孤立地拿來研究,而是將它作為建立鋼筋混凝土結構建築物的全部施工中不可分割的一部分。

作者承斯大林獎金獲得者、科學技術碩士 И. Г. 索瓦諾夫和 С. Г. 拉別諾維奇工程師給予很多的寶貴指示,特此致謝。

緒 論

混凝土和鋼筋混凝土整體結構，其使用範圍和成本方面，在工業建築和其他形式建築物中佔着首要位置。混凝土和鋼筋混凝土的施工範圍逐年增加，單以 5—6 年中，在偉大的共產主義建築方面，即應灌注 2,500 萬立方公尺混凝土；每年用於建造混凝土和鋼筋混凝土結構的模板和支架，所需木料數量亦極為巨大。

顯然，採用合理的模板結構的模型，以及多次的重複利用模板因而減低木料的耗費，是減低鋼筋混凝土建築物成本的主要因素。但至今為止，仍有時發生以下現象：即製造模板和模板施工組織祇「憑經驗」而不預先分析，其所採取的方法，普通雖用估計法檢查其是否正確，但僅憑「估計」並不能反映實際情況，設計鋼筋混凝土建築物本身時，即應進行選擇模板式樣。採用的鋼筋混凝土建築物的結構，如係由模板結構的特性和施工條件所決定者，這樣的結構在經濟上既屬有利，技術上亦屬適合。

合理的決定模板與整體鋼筋混凝土結構的必須標準化應加聯系。在建築實踐中，多層的鋼筋混凝土建築物，每層全部（或一部）的標準方格內，所有柱截面和梁的寬度尺寸相等時，則既經濟而又省事，混凝土體積雖增加 2—3%，但比每層均重製模型仍為經濟。

到目前為止，設計鋼筋混凝土結構時，仍然未考慮合理的使用模型。

不同式樣模板的分析，以及設計和建造鋼筋混凝土整體建築物研究的經驗，已可表明模板和木料費用的確實指標，以及模板工勞動量的指標。在本書中按這些指標引証若干例子，來估計模板結構和模板工對於一般降低鋼筋混凝土結構的成本所產生的影響，但必須在實踐中精確估計採用何種模板為合理，則採用上述方法始有可能。

模板成本的降低与其週轉率有直接關係,因而 本書 亦適當的注意到模板週轉率的分析。

在我國的建築實踐中,對於各種不同建築物採用的合適模板式樣,已創造出獨特而經濟的成就。這些優良式樣的模板,其中包括特殊建築物的金屬模板,在施工中表現出最方便而又省事,但本書中祇簡單加以敘述。

本書中所列的模板結構,有許多種在將來,無疑的要加以改進和推廣。

在施工組織設計原理的實踐中欲使鋼筋混凝土結構和模板結構能同時合併解決,則在鋼筋混凝土結構設計中,除混凝土和鋼筋標號的耗用量應予表明外,至於按模板規定的週轉數,每 10 立方公尺混凝土內模板耗用量亦應表明出來。

第一章 模板成本的降低法

模板和支架為一種輔助的結構，在建造鋼筋混凝土和混凝土結構時，以及混凝土凝固期內需用。

由於不斷研究的結果，指出建造1,000立方公尺的整體鋼筋混凝土結構，平均需用9,000平方公尺的模板（展開的面積）。此項模板約需用350立方公尺的木料（支架所需木料尚不在內）。此種模板，並非是所建造的結構物本身的一部分，但對鋼筋混凝土結構的成本，却起着重要的影響。

模板施工的成本（包括材料和勞動力的耗費），約為建造整體鋼筋混凝土結構總造價的25--30%，有時尚超出此數。

1立方公尺鋼筋混凝土需用勞動力（包括裝拆模板、綑紮鋼筋和澆灌混凝土），按現代建築技術水平估計，平均約為12工時，而裝拆模板則佔有全部工時60%以上。

顯然，減低模板工成本，亦為減低整個鋼筋混凝土結構和建築物總造價的主要因素之一。先指出關於骨架式樣的結構、肋形和無梁樓蓋、薄殼和穹窿等結構中，混凝土的體積與模板耗費量的相互對比，是最為不利的。

減少製造模板的耗費，可採用重複利用的方法。如圖1所示的曲綫，即表示出減低製造模板所耗木料的費用與週轉率的關係，增加模板的週轉率，亦可減少製造模板勞動力的耗費。

在某一施工對象或某一工地中，欲使模板週轉率大量增加，就必須長期的使模板週轉，而使模板折舊率降為最小。首先必須保證按快速流水法建立施工組織，同時並縮減混凝土的凝固期限；其次須採用拼裝式模板（能多次週轉者稱為拼裝式）。採用拼裝式模板之先，應預先使鋼筋混凝土結構式樣相同和重複。因而選擇模板式樣時，亦必須同時要顧及到解決所設計的建築物，在性質上所存在

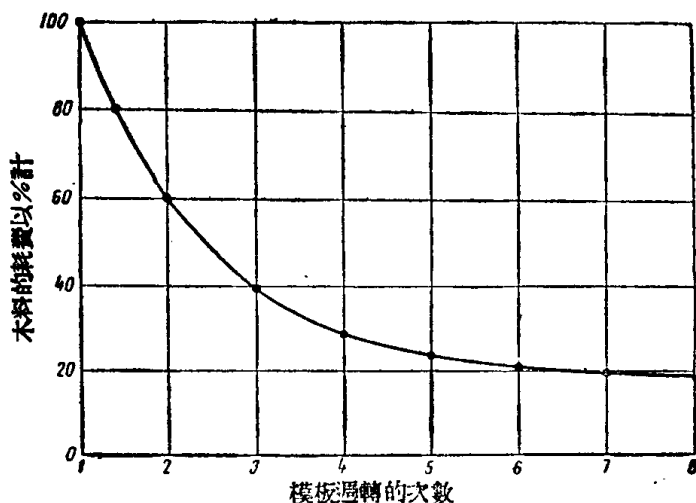


圖1 模板週轉率和本料耗費關係圖

的特點。

模板和支架的主要形式，应符合現代建築的要求——此項拼裝的拆移式模板和拼裝式支架，應重複利用到完全折舊為止。

大多數鋼筋混凝土工業建築物——骨架式建築物，係由柱、梁、桁、板等構件所組成。

柱、梁、樓板等模板應由預先製成的閘板和箱集合而成，等到此項構件的混凝土達到充分強度後，再拆卸模板，重新安裝至建築物下一地段的同樣結構的部分，以便澆灌混凝土。有效地設計和完成鋼筋混凝土建築物結構，除金屬和混凝土費用為其主要指標外，而1立方公尺混凝土所需模板木料和勞動力的費用，亦係主要指標。

支托模板的支架結構應特別注意。層間支架（每層獨立進行時）由可伸縮的拼裝式各種構造的立柱所構成，立柱用畢即被拆卸而重複用作建造上一層樓的模板。

拼裝立柱可為木製的，亦可為木和金屬合製的，此種立柱對構造和經濟方面而言，均屬完全合適。在建造多層建築物的肋形和無梁樓蓋中，此種立柱已被廣泛採用多年；引用拼裝立柱在國民經濟上說，可節省大量木材。最近在實際上，我們的建築已開始採用金



圖2 莫斯科高大建築物之一，其層間樓蓋所用的吊掛模扳

屬的伸縮立柱。

在某些情況下，例如，等間距的鋼筋混凝土裝配式柱子、勁性鋼筋柱以及由軋壓筋製成的鋼骨架的梁，以採用無支架的吊掛模扳來代替由立柱支托者為適宜。如此，則模板內的混凝土重量被傳至金屬或鋼筋混凝土柱上，在莫斯科某些高層建築物（圖2）已採用吊掛模扳，貼近鋼骨架的梁下，藉螺栓吊掛具有上弦的輕型鉗桿桁架，上弦由一對角鋼組成，桁架上安放木條，沿此木條再鋪樓蓋的拼裝模扳。

建造高的骨架式鋼筋混凝土框架式建築物所採用的支架，一般用木柱疊接而成，在此種情況下，採用50—75公厘直徑的無縫鋼管作拼裝支架，則更為適宜，用管狀支架應保證在任一高的建築物中，有足夠的強度、剛度和穩度。

實際上最近幾年已有成功的例子，就是在鋼筋混凝土建築物中，建造勁性承重鋼筋的骨架和砌塊以代替普通架設的鋼筋。此項勁性承重鋼筋的結構，已在很多的鋼筋混凝土建築物（棧橋、橋梁、

坑道以及其他的工業建築物)中採用。採用勁性鋼筋時,模板可直接吊掛在鋼筋上,而不須再耗費昂貴的主要支架支托模板,雖然鋼筋多消耗了一些(比普通的鋼筋),但免去支架和縮短工期方面是經濟的,從整個來說,最後結果仍能減低鋼筋混凝土結構的成本。毫無疑問,這是一個進步的開端,而根本改變鋼筋混凝土施工的性質轉為工業化生產,即所有鋼筋骨架由工廠預製,如同鋼結構構件的預製和安裝一樣(圖3),僅在工地上加以安裝。

蘇維埃的建築師們,對於各式特种建築物所創造的優良式樣的模板,得到了很大的成就,並在工業建築中有了廣泛的應用。關於這些建築物,如穿式隧道、半山洞和明洞、煤坑等,因其具有縱向的本性,不論若干長度,其截面是一致的,故此項建築物澆灌混凝土時,模板可以重複利用,亦即模板普通均做成拼裝移動式。在重工業部所屬的亞速鋼鐵公司、薩波羅什建築公司、奧爾斯克冶金公司的很多建築中,所建開口渠和穿式隧道採取移動式模板澆灌混凝土,均有成功的例証。

目前工業用的隧道,已採用幾種甚為有效的模板,作為澆灌混凝土之用。如已往閉合隧道澆灌混凝土認為是複雜任務之一,現在則此項任務已完全解決。

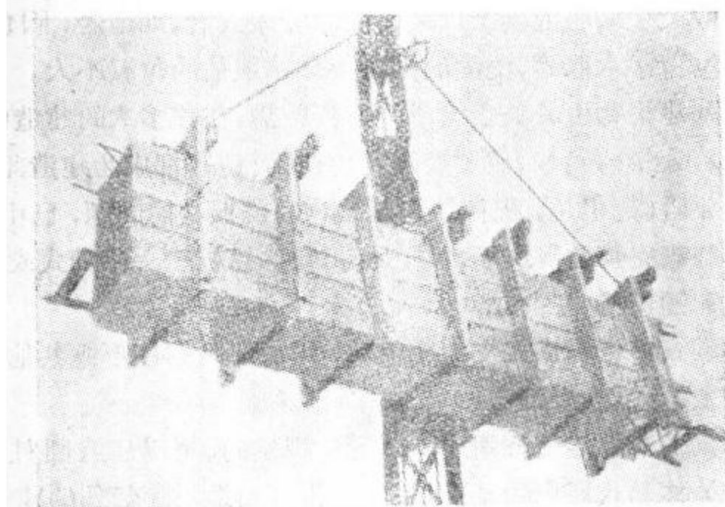


圖3 銲接的鋼骨架與模板連接一起時吊昇圖

实际施工中,某些大的建築物,其大块模板连同鋼筋的安裝亦有很成功的例子(例如,基礎、交通隧道的建造等)。如有适当的起重機來安裝此种模板,無疑是適宜的。

由於我們國家大規模的水工建築,需要澆灌大量混凝土的模板,应特別注意降低其造價。实际上,此項問題的研究指明,建造混凝土或鋼筋混凝土大型結構(如壩、墩座、桥台和重型机械裝備的基礎),採用鋼筋混凝土板代替木模板是有利的,因前者留在混凝土內而成为組合結構的構件。

盧本水利站鋼筋混凝土壩的建築是一个典型的例子,澆灌混凝土壩所用的模板,是以薄的鋼筋混凝土板代替普通的木模板,此項鋼筋混凝土板內伸出的鋼筋与主要的鋼骨架銲接在一起,建造建築物十年的經驗指出,此項模板完全適用而安全。建造伏尔加—頓河航行运河時,亦採用上述的方法。

國家工業局工業建築設計处研究的結果指出,机具下面大型加固基礎建築物亦可採用鋼筋混凝土模板,但在某些个别情況下,採用这样模板建造机具基礎应有适当可靠的經濟核算。例如,軋輥机的基礎具有極為複雜的形狀,模板式的鋼筋混凝土板与所澆灌混凝土基礎內的骨架連接,应在設計基礎時同時設計。

一般大型鋼筋混凝土建築物而非骨架式者,如薄殼、圓倉、水管、冷却塔、蓄水池等,澆灌的混凝土體積所佔的位置不大。

上列建築物由於缺乏适当的模板結構,在許多次的建造中,長期存在着大量的浪費,並需要複雜的技術;这些都成为建造此類結構的主要阻碍。但是,現在这些建築物的模板結構問題,已由我們的工程師們完善地解决了,現已採用特殊模板——移動式或轉移式建造此類結構。

移動式模板与拱式支架相連接,用於建造圓柱形或其他形式的薄殼盖板,最为合理。

由重工業部建築公司設計研究所拟定的、用以建造圓柱形薄殼的拼裝移動式模板的結構,此項模板可建造穹隆殼體的建築物,其跨度为12—15—18公尺,由地板面至隔膜底部的高度为5—6—7

公尺。

採用鉚接鋼筋網與骨架及以真空作業處理澆灌的混凝土，可大大地提高移動式模板的效能，但以移動式模板建造的鋼筋混凝土建築物的數量，仍然不多。

由輕工業設計局所擬的紡織聯合企業的大跨度雙曲拱頂車間，採用移動式模板時應特別注意。

採用滑動式模板結構建造圓倉、圓柱形煙囪、煤塔和高架水塔的豎壁工作不能間斷，此項模板在開始施工時一次裝好，等全部建築物澆灌混凝土完畢後再拆卸，此種式樣的模板，沿全部建築物滑動時，並不需要拆卸重裝。此項模板的結構，其優點很顯著，祇能補充說一下模板上昇的方法，因藉助於千斤頂，即需耗去大量起重鋼筋（約全量的21%）作千斤頂之用，而此種鋼筋在構造觀點上是完全不需要的。

建造圓錐形鋼筋混凝土煙囪時，則採用轉移式的金屬模板（如圖4）。

自1946年始，當時曾採用此種模板建成第一個高為152.4公尺的鋼筋混凝土煙囪，此後每年所建很高的工業用鋼筋混凝土煙囪，估計約數十個。這種例子可以說明，建造複雜的鋼筋混凝土建築物，採用先進的方法，合理地選擇模板，對完善的應用上可產生極大的影響。

採用金屬轉移式模板建造鋼筋混凝土冷卻塔時，塔形為雙曲綫，此類建築物，如冷卻塔和圓錐形煙囪採用轉移式模板，在我們建築技術上是一個重大的技術成就。

移動的、轉移的和滑動的模板，屬

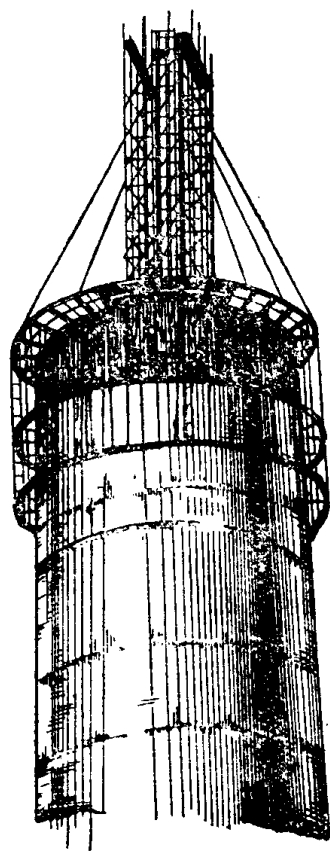


圖4 用轉移式金屬模板建造圓錐形鋼筋混凝土煙囪

於多次週轉的模板，此式模板移動時工料耗費均少，欲使折舊率最小而週轉率最大，則需以金屬製造模板。

骨架式鋼筋混凝土結構應用最廣；而在模板耗費方面則又最貴。肋形樓蓋建築物，每 1 立方公尺的鋼筋混凝土，其模板比耗（即模板展開的面積）較之其他式樣的鋼筋混凝土結構為高。

骨架式結構中，增大週轉率為減低模板成本的主要方法，在這方面可做的工作仍然很多。骨架式鋼筋混凝土建築照例應採用木模板，但有個別情況是以金屬模板建造上述的結構，但在技術上尚未成熟而且成本很貴。

採用拼裝模板時必須建立一定的措施，首先應使建築物儘量標準化，建立標準制度；並須廣泛地使用標準結構。以此措施來設計標準的模板構件，可獲得梁、平板、柱等的形式。

不用普通繁重的木製模板，而用拼裝模板，可使裝拆多次而不必修理，特殊的鋼筋混凝土建築物，則必須採用轉移式、滑動式和移動式模板，有很多情況下不用支柱式支架而應用管式支架或以承重鋼骨架吊掛模板——所有這類實用的方法，能大量減低模板和模板工的成本，因而使整個的鋼筋混凝土整體結構的成本減低。

這些結果證明實際的先進建築施工法的正確性，要完善地解決此一重要問題，首先決定於設計組織，此項組織應使鋼筋混凝土建築物和結構儘量標準化，以便引用拼裝模板。這樣首先應顧及到關於骨架式建築物模板的造價特別大。

第二章 模板的比耗

为了正確的估計模板耗費以及模板工數量对整体鋼筋混凝土結構的造價所產生的影响,必須建立經濟指标,表示各項因數在數量方面的特徵。

此項指标之一,即指选取結構物中 1 立方公尺的混凝土,其所用模板展開的面積究为若干,並求其比值:

$$\Pi_1 = \frac{F}{V} \text{ 平方公尺/立方公尺,} \quad (1)$$

上式: F ——模板展開的面積;

V ——混凝土的体積。

鋼筋混凝土結構各种主要類型構件的 Π_1 值,茲確定如下:

柱 柱截面为正方形時,各边長度为 $a \times a$, 模板比耗可表示如下式:

$$\Pi_1 = \frac{4}{a}; \quad (2)$$

如柱为圓截面,直徑为 d 時,模板比耗为:

$$\Pi_1 = \frac{4}{d}。 \quad (2a)$$

由上列的關係式,可知模板比耗 Π_1 与柱橫截面的直綫尺寸成反比,例如: $a = d = 1$ 公尺時, $\Pi_1 = 4$ 平方公尺,亦即在結構物中澆灌 1 立方公尺的混凝土,需要 4 平方公尺模板展開的面積。

如 $a > 1$, 模板比耗 Π_1 可減小,反之 $a < 1$ 時,則比耗 Π_1 增大。

表 1 表示柱或大塊結構截面为正方形(或圓形),边長 a (或 d) 由 0.3 到 5.0 公尺,模板耗費的比值 Π_1 。

由表 1 可知,採用最普遍的柱橫截面尺寸,模板比耗極大。例如,柱截面为 0.3×0.3 公尺時, $\Pi_1 = 13.33$ 平方公尺,對於大塊結構,則模板比耗可大減:平面尺寸为 4.0×4.0 公尺的混凝土,每立

正方形或圓形柱和大塊結構模板比耗 Π_1 表

表 1

柱的橫截面尺寸 $a \times a$ (公尺)	模 板 比 耗 $\Pi_1 = \frac{4}{a}$ (平方公尺)	柱或大塊結構 的橫截面尺寸 $a \times a$ (公尺)	模 板 比 耗 $\Pi_1 = \frac{4}{a}$ (平方公尺)
0.3×0.3	13.33	1.1×1.1	3.63
0.4×0.4	10.00	1.3×1.3	3.07
0.5×0.5	8.00	1.5×1.5	2.67
0.6×0.6	6.66	2.0×2.0	2.00
0.7×0.7	5.70	2.5×2.5	1.60
0.8×0.8	5.00	3.0×3.0	1.33
0.9×0.9	4.44	4.0×4.0	1.00
1.0×1.0	4.00	5.0×5.0	0.80

方公尺僅需要 1.0 平方公尺模板。

柱和大塊結構截面為矩形 $a \times b$ 時, 模板比耗為:

$$\Pi_1 = \frac{2(a+b)}{ab} \quad (3)$$

表 2 即為截面長寬尺寸不同的柱子的 Π_1 值。

矩形柱模板比耗 Π_1 表

表 2

柱的橫截面尺寸 $a \times b$ (公尺)	模 板 比 耗 $\Pi_1 = \frac{2(a+b)}{ab}$ (平方公尺)	柱的橫截面尺寸 $a \times b$ (公尺)	模 板 比 耗 $\Pi_1 = \frac{2(a+b)}{ab}$ (平方公尺)
0.3×0.2	16.66	0.7×0.35	8.54
0.4×0.2	15.00	0.8×0.40	7.50
0.4×0.3	11.66	0.8×0.55	6.16
0.5×0.2	14.00	0.9×0.45	6.66
0.5×0.25	12.00	0.9×0.60	5.56
0.6×0.2	13.30	1.0×0.50	6.00
0.6×0.3	10.00	1.0×0.65	5.00

如圖 5 所示為模板比耗與柱橫截面的直綫尺寸邊長的關係, 曲綫計包括矩形截面柱的邊長比為 $a:b=2:1$ 和 $3:1$ 兩種, 以及正方形或圓形截面柱, $a:b$ 的比值愈大, 則 Π_1 曲綫位置愈高, 因而,