

空間木結構

格·格·卡爾杉恩著

建築工程出版社

空 間 木 結 構

中央建築工程部設計總局譯



建築工程出版社

• 一九五四 •

內容提要 本書摘譯自一九五二年莫斯科國立建築書籍出版社出版的格·格·卡爾杉恩等著“木結構”一書中第八篇“空間木結構”(Пространственные деревянные конструкции)的第一章和第二章兩章。內容說明空間木結構之設計、計算、製造、裝配、施工等方法；此等結構適用於大跨度之房屋，在使用材料上極為節省，構件均可預製，裝配亦很簡單。特此譯出，以供我國工程設計及施工人員參考。

原本說明

書 名 Деревянные конструкции

編 著 者 Г. Г. Карлсен, В. В. Большаков, М. Е. Каган,
Г. В. Свещицкий

出版者 Государственное издательство литературы по
строительству и архитектуре

出版地點
及 日 期 Москва - 1952 - Ленинград

書號 013 787×1092 1/32 27千字 35定價頁

譯 者	中央建築工程設計總局
出版者	建 築 工 程 出 版 社 (北京市東單區大方家胡同32號) 北京市書刊出版業營業許可證第052號
發行者	新 華 書 店
印刷者	北京清河聯合工廠印刷廠 (北京市宣武區自新路21號)

印數 0001--7,000冊 一九五四年七月第一版

每冊定價 2,700元 一九五四年七月第一次印刷

目 錄

第一章 房蓋空間木結構的主要形式	1
一 房蓋空間木結構的主要方式	1
二 房蓋空間木結構作用的特性	1
第二章 推力拱	9
一 網狀筒拱	9
甲 總論與分類	9
乙 網狀筒拱結構與計算	11
丙 施工	37
二 雙曲拱	40
甲 總論與構造	40
乙 拱的計算	42

第一章 房蓋空間木結構的主要形式

一 房蓋空間木結構的主要方式

樑、桁架及拱架的主要作用，可以有條件地不考慮鄰接結構影響，但在拱、圓頂及其相類的結構上，對於整個體系的空間作用是不能忽視的。

根據空間結構的種類、支承方法及荷重方式，其作用的影響在立體結構中可能有顯著的增大或減小。

空間結構視所蓋房屋平面的形狀及其在牆上之支承方法而不同，可分列如下：

矩形平面沿房屋之縱邊或周邊支承之拱；

摺式及薄殼拱——主要祇是支承在端頭的牆上；

十字拱——支承在正方形平面房屋各角的柱上；

閉合拱——支承於正方形或多角形平面房屋之周邊；

圓頂——支承於圓形平面房屋之周邊上(表1及圖1)。

所有上述之設計可採用以下方式：

- 1) 用適當的方法鋪放幾層板構成之薄殼；
- 2) 利用肋條以增加薄壁構件剛度之肋形摺式頂及肋形薄殼；
- 3) 網狀式。

表1及圖1示房蓋空間木結構之主要形式。

二 房蓋空間木結構作用的特性

在桁架及拱架等上的普通房蓋中，其屋面板、桁條、下面釘板、輔助斜叉及直樑等完全不在主要承重結構作用之內；它們僅作為

保證分佈及傳達外力之用。

表 1 房蓋空間木結構之主要方式及技術經濟特徵

符號: $k_{c.g.}$ —自重係數; k_M —鐵料耗費 (以無拉桿結構重量之百分數計); k'_M —鐵料耗費 (以有拉桿結構重量之百分數計)。

名稱及簡要特性	總尺寸及技術經濟指標	主要結合法	使用範圍
一、推力拱 1. 帶拉桿的或直接使推力傳佈於支座上的圓形雙曲拱, 為工地製成的結構(圖1中略圖1)。	$l = 10-20 \text{ м}$ $\frac{f}{l} \geq \frac{1}{5}$ $\frac{h}{l} \leq \frac{1}{80}$ $k_{c.g.} = 14-16$ $k_M = 4-5\%$ $k'_M = 9-10\%$	鐵釘(木螺釘)	廠房的輔助車間、汽車庫、飛機庫、倉庫等屋頂用。
2. 帶拉桿的或使推力直接傳佈於支座上的圓形網狀筒拱, 為工廠預製的結構。(圖1中略圖2甲)	$l = 12-80 \text{ м}^*$ $\frac{f}{l} \geq \frac{1}{7}; \frac{h}{l} > \frac{1}{100}$ $k_{c.g.} = 13-15$ 無鐵料拱 $k_M = 1-2\%$ 有鐵料拱 $k_M = 3-5\%$	無鐵料拱用接桿; 有鐵料拱用螺栓。	工場、汽車庫、飛機庫、劇院、陳列館等屋頂用。
3. 使推力直接傳佈於支座上的無拉桿尖頂形網狀筒拱(圖1中略圖2乙)。	$l = 12-80 \text{ м}^*$ $\frac{f}{l} > \frac{1}{3}; \frac{f'}{l} > \frac{1}{15}$ $\frac{h}{l} > \frac{1}{100}$ $k_{c.g.}$ 及 k_M 與 2 項同	同上	使用鐵板、石板及相似的瓦面時, 可作為工場、倉庫等冷屋頂用。

*當跨度大於 20-25 м 時, 要求採用膠合格子板。

二、指式結構

4. 由一列及多列結構中支承於端頭牆上的三角形肋指式屋頂。為工地製成的結構(圖1中略圖4.甲)。

$$l = 12-30 \text{ м}$$

$$\frac{f}{l} \geq \frac{1}{2} - \frac{1}{9}$$

$$\frac{l}{B} = 1-3$$

$$\alpha \geq 35^\circ - 45^\circ$$

$$k_{c.o.} = 20-30$$

$$k_M = 3-5\%$$

鐵釘

工場、倉庫、汽車庫等屋頂用。

三、薄殼拱

5. 支承於端頭牆上及用剛性桁架使邊緣水平固定的圓形薄殼拱。為工地製成的結構(圖1中略圖3)。

$$l = 20-40 \text{ м}$$

$$\frac{f}{l} \geq \frac{1}{5} - \frac{1}{8}$$

$$\frac{l}{B} \leq 2,5-3,0$$

$$2\alpha \geq 120^\circ$$

$$k_{c.o.} = 10-15$$

$$k_M = 4-5\%$$

同上

在使用房間內部須有平滑天花板面之工場、倉庫、汽車庫等屋頂用。

6. 支承於端頭牆上的圓形肋式薄殼拱。為工地製成的結構(圖1中略圖4.乙)

$$l = 20-100 \text{ м}$$

$$\frac{f}{l} \geq \frac{1}{8} - \frac{1}{8}$$

$$\frac{l}{B} \leq 4$$

$$2\alpha \geq 90^\circ$$

$$k_{c.o.} = 6-12$$

$$k_M = 5-8\%$$

同上

裝配車間、飛機庫、倉庫等屋頂用。

四、圓頂

7. 推力直接傳佈於支座上，由三鉸拱構成的圓形屋頂。為工地製成的結構。

$$l = 20-70 \text{ м}$$

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{2} - \frac{1}{6}$$

$$\frac{h}{l} \geq \frac{1}{30} - \frac{1}{40}$$

$$k_{c.o.} = 3-5$$

$$k_M = 4-6\%$$

鐵釘、圓鋼栓、鋼圈

圓形平面之演藝場、比武場、觀眾大廳等屋頂用。

8. 球形薄壁的圓頂薄殼。爲工地製成的結構(圖1中略圖13)。

$$l = 12-35 \text{ м}$$

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{2} - \frac{1}{6}$$

$$\frac{h}{l} = \frac{1}{200} - \frac{1}{250}$$

$$k_{c.o.} = 10-15$$

$$k_M = 3-5\%$$

9. 球形肋式的圓頂薄殼。爲工地製成的結構(圖1中略圖14)。

$$l = 35-60 \text{ м}$$

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{2} - \frac{1}{6}$$

$$\frac{h}{l} = \frac{1}{50} - \frac{1}{70}$$

$$k_{c.o.} = 10-15$$

$$k_M = 4-6\%$$

10. 正方形或正多角形平面的閉合薄殼拱式圓頂。工地製成的結構(圖1中略圖7.8.10及11)。

$$l = 20-40 \text{ м}$$

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{2} - \frac{1}{6}$$

$$\frac{h}{l} = \frac{1}{40} - \frac{1}{60}$$

$$k_{c.o.} = 10-15$$

$$k_M = 4-6\%$$

11. 球形網狀拱架圓頂，其特徵是使用無一定標準的依圓頂高度改變形狀和尺寸的格子板。爲工廠製造的結構(圖1中略圖15)。

$$l = 15-35 \text{ м}$$

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{2} - \frac{1}{6}$$

$$\frac{h}{l} \geq \frac{1}{150}$$

$$k_{c.o.} = 10-15$$

$$\text{無鐵料圓頂 } k_M = 1-2\%$$

$$\text{有鐵料圓頂 } k_M = 3-5\%$$

12. 正方形或正多角形平面的閉合網狀

鐵釘

圓形平面的工場屋頂用。

同上

同第7、第8兩項。

同上

在正方形或多角形平面時與第7、第8兩項同。在半圓頂式時爲戲台、歌舞台、音樂台等屋頂用。

無鐵料之圓頂使用接樺結合；有鐵料之圓頂使用螺栓結合

同第7、第8兩項。

拱式圓頂，其特徵是使用無一定標準的格子板。為工廠製造的裝配結構（圖1中略圖9及12）。	$l = 15-45 \text{ m}$ $\frac{f}{l} = \frac{1}{2} - \frac{1}{8}$ $\frac{h}{l} = \frac{1}{2} - \frac{1}{6}$ $k_{c.o.}$ 及 k_{st} 與第11項同	同上	同第7、第8兩項。
---	---	----	-----------

空間木結構的特性通常是：房蓋之輔助構件直接分擔主要結構之作用。

在此種空間結構中，如雙曲拱、摺式拱、薄殼拱、薄殼圓頂之結構構件，同時兼圍護構件之用。因此採用此種結構形式作為保溫屋頂時，會引起木構件受雨濕和腐朽之危險。

為了保證採用此等結構之效能，不致因腐朽而迅速破壞，須特別注意採取各種措施，保證屋頂有乾燥的使用制度（良好的瓦面、風乾氣孔、適當地放置熱蒸汽隔層、採用不腐朽的、防火的保溫層）

主要的空間結構所需用的木材，必須加以防腐。

網狀筒拱及圓頂不是兼用式結構，因此，這種結構之腐朽危險比薄殼及摺式拱大為減少。

考慮空間之作用及能夠在結構之主要工作中利用輔助構件，可以決定採用空間屋頂之最大經濟性。其中一些可用於60—80m大跨度的屋頂。

空間木結構與平面結構不同，空間木結構的某一構件的破壞，不致影響於整個結構的破壞。因破壞失去功效之構件，可用與其相鄰接的空間構件代替破壞構件的工作。

空間木結構的破壞，普通在結構的幾何形狀引起很大歪曲變形時發生；有一些情形，破壞是由於整個結構（推力拱）或個別構件喪失穩定性而發生者。

空間木結構工作的安全係數愈大與其變形度愈小者，則在結構中實現其作用之空間性能亦愈剛強。

採用空間木結構適合於以下屋頂：

1) 當結構物之建築高度不大，因之不適於採用吊平頂，而必須利用房屋之內部淨空者；

2) 若使其推力不是集中的傳達，而是沿着基礎或縱牆之總長傳達時(推力拱採用範圍)；

3) 若一般不易用縱牆承受推力時，例如在高房間上之屋頂，在鬆軟土壤時，及在木牆之骨架設計等情形時(薄殼拱、摺式拱採用範圍)；

4) 若縱牆上必須開大門口(例如飛機庫)及全部支承由端牆實現時(肋形薄殼拱及摺式拱採用範圍)；

5) 圓形、正方形或正多角形房屋上面之屋頂(圓頂及閉合拱採用範圍)。

空間木結構不適於以下的屋頂：

1) 屋頂在潮濕的生產之上者；

2) 有天溝的多跨屋頂，因在其中可能形成雪兜；

3) 小跨度高房間之屋頂，在安裝觀點上，採用樑、拱架或桁架較為方便者。

根據表 1 中所示，應廣泛地採用工業製造的空間結構：網狀筒拱及圓頂。

雙曲拱、薄殼拱及薄殼圓頂屬於工地建造的釘合結構；在施工上很困難又很複雜，而在建築上採用也受限制。有着以上同樣缺點的摺式木拱，僅在個別情形下採用過。

原 书 缺 页

原 书 缺 页

第二章 推力拱

一 網狀筒拱

甲 總論與分類

網狀筒拱（圖1中略圖2、圖2及3）為單根側放於兩交叉方向上，形成曲折螺旋線的標準構件——格子板所構成的空間結構。

此種結構屋頂的橫斷面中有圓形或正多角形的輪廓，用此等同樣的格子板可以作成圓頂及十字拱形式的網狀房蓋。房蓋的推力用鐵拉桿或直接由支座承受之。

所有網狀筒拱房頂之特性是：

- 1) 格子板標準化，可由工廠製造，這完全符合於現代建築的工業化及標準化的要求；
- 2) 格子板的尺寸不大；
- 3) 構件便於托運；
- 4) 結構便於裝配及拆卸；
- 5) 裝配簡單而迅速；
- 6) 不必要設置禦風壓的支撐，並在承重結構上可直接鋪瓦（不必加設桁條與輔助椽子）。

採用網狀筒拱最適宜的範圍如下：

夏季劇場、陳列館、體育館、商場、倉庫（無吊懸於拱網之運輸結構）、輔助工業房屋、建築製造企業（機械廠、製材廠等）等之屋蓋。網狀筒拱在受單方面荷重時剛度不大，故在多行列屋蓋中不宜採用，因在拱連接處之雪兜可能引起很大的變形。

網狀筒拱結構，視其格子板節點接合方法之不同，可分為兩種形式：

- 1) 連接點用樺頭（不用鐵料）結合之畢賽尼克（С. И. Песель-

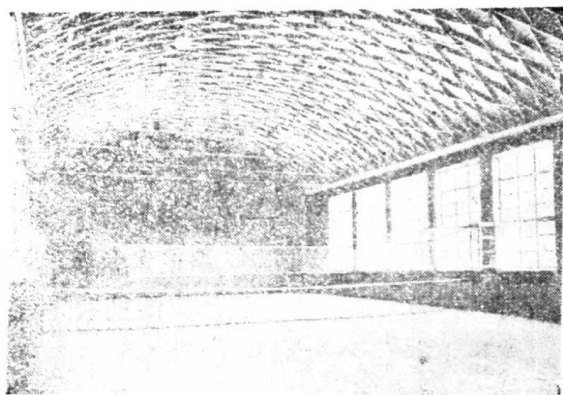


圖 2. 體育館上部之網狀筒拱

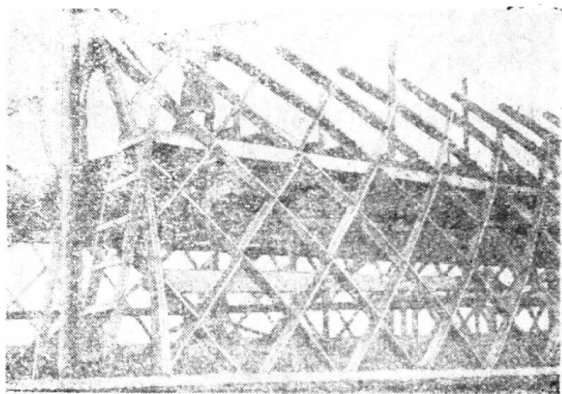


圖 3. 畢賽尼克式網狀筒拱的裝配

ица) 式拱;

2) 連接點用螺栓結合之拱。

在採用網狀筒拱時，最好是用畢賽尼克式拱，因為裝配較為簡單，而且不需要鐵料。

兩鉸鏈網狀筒拱，其矢高應不小於跨度之 $\frac{1}{7}$ ，及格子板中間之斷面高不小於跨度之 $\frac{1}{100}$ 。

三鉸鏈尖頂拱的矢高，按規定，應不小於跨度之 $\frac{1}{2}$ 。而半拱之矢高則不小於半拱弦長之 $\frac{1}{15}$ 。在兩剛度大的終端拱架間之距離與拱弧長之比 ≤ 2 時，拱之矢高可減至跨度之 $\frac{1}{4}$ 。

兩種網狀筒拱結構之格子板，用整塊板作成之，其橫斷面受各級成材尺寸之規格限制，故用此種結構之屋頂之跨度亦受到限制，根據我們的木材級別，最大的跨度約為 22 公尺，使用木板膠合的格子板或膠合板膠合的格子板時，可以建成大跨度的屋頂。

屋頂網之結構 可分為三種節點（圖 15）：1) 主要節點（中間的）；2) 支承節點，是格子板與牆上方木接合；3) 端頭節點，是中格子板與端頭拱接合。

網上主要節點由三個格子板形成，其中之一為直通的，並通過該節點；其他兩個“錯交”的格子板，則與直通格子板連接之。製作格子板用的木板，其厚度不小於 25 公厘，同時格子板長度應採用不小於其斷面高度之 10 倍，而格子板中間處斷面之高度與其厚度之比則不大於 4.5。

乙 網狀筒拱結構與計算

(一) 畢賽尼克式無鐵料網狀筒拱 參照中央工業建築科學研究院 (ЦНИПС) 所編製的資料指南]。

無鐵料拱格子板節點的連接，用以下方法：

格子板之兩端作成樺頭，在格子板中央處則作通透孔（圖 6）。在每一節點上有三個格子板接合，用其中兩個“錯交”格子板的樺

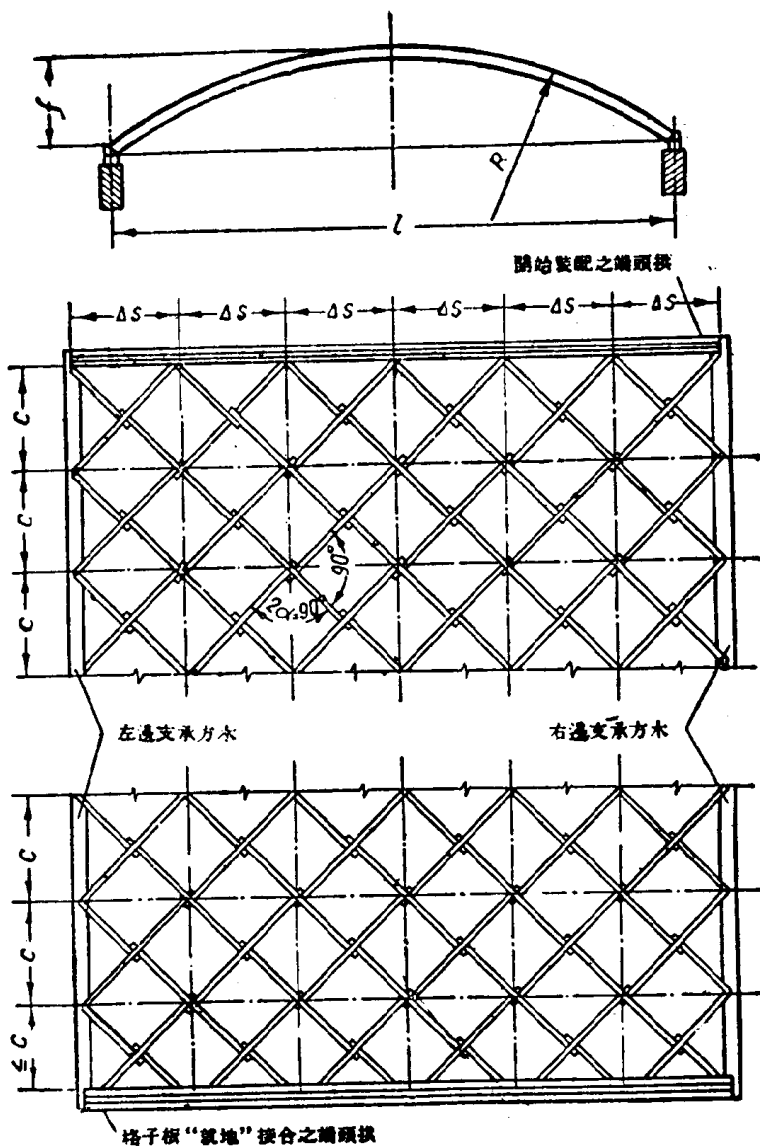


圖 4. 畢賽尼克式矩形網無鐵料之圓網狀筒拱

頭插入(由兩邊)直通格子板之孔內。

無鐵料網狀筒拱的網,或作成矩形或作成菱形(圖 5)。

菱形網一般採用約為 45° 之銳角。

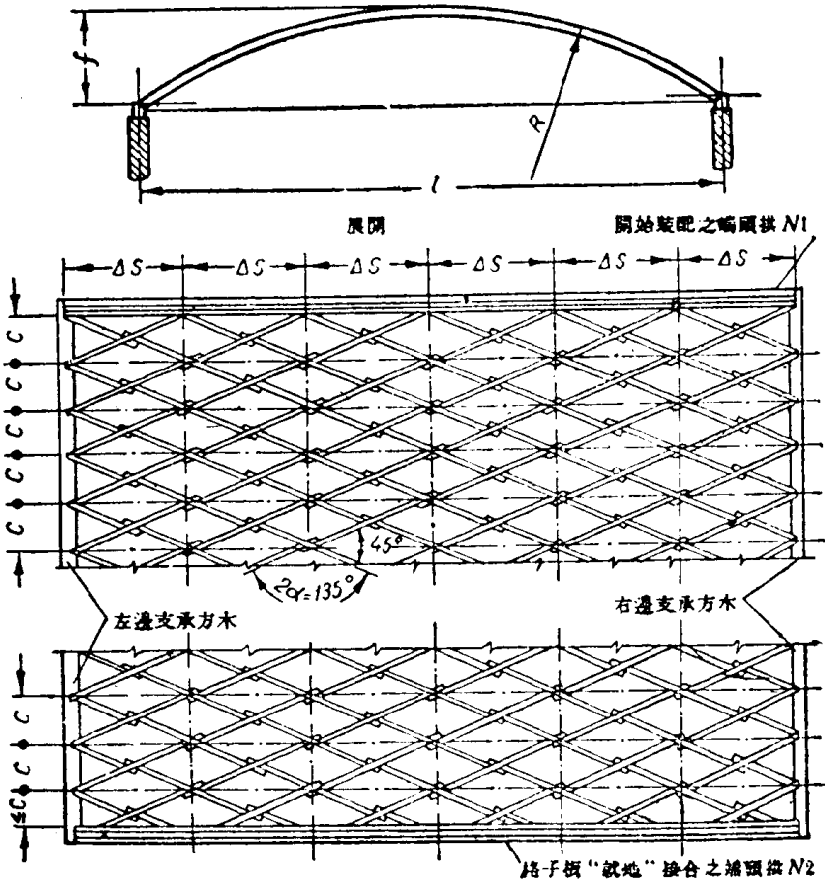


圖 5. 畢賽尼克式菱形網無鐵料之圓網狀筒拱

矩形網用的格子板,在製造上較為簡便,因為不需要像在菱形網格子板上必須鑿成斜槽(圖 6)。為了作成較簡單的矩形樺,使格子板間緊密地接合,在無鐵料的網狀筒拱中,當裝拱時須扭轉格子