

A·A·鮑特里浦斯基 著

屋盖钢条结构



726

建 筑 工 程 出 版 社

屋 蓋 鋼 條 結 構

殷立梅 楊維樸 合譯

建筑工程出版社出版

• 1957 •

內容提要 本書對工業廠房屋蓋的鋼條結構作了全面的闡述：其中包括金屬消耗最小、結構受力最好的合理型式、荷載作用下受力情況、計算原理、設計、制作和安裝的方法以及進一步試驗和選擇優良鋼條結構的途徑。

本書還包括有關科學研究的資料，除具有實用價值外，還具有一定的理論價值。

本書可供鋼結構設計、制造和安裝部門的工程技術人員參考。

原本說明

書 名 СТАЛЬНЫЕ ПРУТКОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЙ

作 者 А. А. Подлинский

出版者 Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре

出版地點及日期 Москва—1954

屋 蓋 鋼 條 結 構

殷立梅 楊維樸 合譯

*

建築工程出版社出版（北京市中成門外南風土路）

（北京市書刊出版登記證出字第052號）

建築工程出版社印刷廠印刷·新華書店發行

書號429 字數82千字 850×1163 $\frac{1}{32}$ 印張 1 $\frac{1}{2}$ 插頁1

1957年2月第1版 1957年2月第1次印刷

印數：1—5,800冊 定價（10）0.80元

目 录

序 言	5
第一章 概 論	7
(一) 鋼条結構对建筑工业的价值	7
(二) 阻碍大力推廣鋼条結構的原因	12
第二章 鋼条結構分类	14
(一) 6~9公尺跨度的鋼条樑子	14
(二) 12公尺跨度的鋼条樑子	21
(三) 鋼条桁架	22
(四) 鋼条拱	34
第三章 鋼条結構的設計、制作及安裝	39
(一) 鋼条結構的比較分析	39
(二) 鋼条結構的設計	58
(三) 鋼条結構的制作	70
(四) 鋼条結構的安裝	81
第四章 鋼条結構的試驗	84
(一) 鋼条樑子的試驗	84
(二) 中央工业建筑科学研究所試驗格架式鋼条結構中 所獲得的結果	89
(三) 鋼条桁架及帶拉杆之鋼条三鉸拱試驗	93
(四) 試驗荷載作用下鋼条結構的受力分析	102
第五章 結 論	133
(一) 綜合性的結論	133
(二) 進一步改善及发展鋼条結構的途徑	136
附 录	139
参考書籍	143

序 言

在第五个五年計劃期間，由于苏联各个 国民經济部門得到了蓬勃的发展，所以各部門，特别是重工业和建筑工业部門所需的金屬量就要逐年增加。

所以，節約金屬一直都是苏联 各工业部門和建筑工业部門的重要任务之一。節約金屬就是在于既經濟而又合理地使用金屬，只有在非用金屬不可的情况下，才允許采用。

節約金屬也是目前中华人民共和国各工业部門和建筑工业中的重要任务。因为中国正在开展大規模的建設。系統地解决这个迫切的任务，就能順利地完成第一个五年計劃，促使中国的經濟得到进一步的高漲和发展。

苏联已經掌握了最新最經濟的制造屋盖鋼条結構的方法。在中国的建筑业中大力推广此种經驗是一項节省金屬的具体措施。

屋盖鋼条結構最节省金屬，并且造价也非常便宜。

A. A. 鮑特里浦斯基著作的“屋盖鋼条結構”已譯成中文。書中介紹了大小跨度鋼条結構的合理型式，以及在苏联已經掌握了的工廠制造法和快速安裝流水作业法。为此，作者期望中譯本的出版將对中国設計工作者和建筑工作者在研究工作方面和推广这些結構工作中有所帮助。

必須指出，書中所介紹的鋼条結構的合理型式，是第一批采用工廠制造流水作业方法的鋼結構。

本書还包括有关科学研究的資料，此因，除具有实用价值外，还具有一定程度的理論价值。

本書將鋼条結構作了全面的研究：其中包括金屬消耗量最小、結構受力最好的合理型式、試驗鋼条結構和分析其荷載作用下受力情况、分析和選擇优良的鋼条結構、計算原理、設計、制作和安

裝的方法、綜合性的結論以及 進一步發展和改善先進型式鋼條結構的途徑。

如本書能作為廣大中國讀者——工程師、結構工程師、工藝師、技術員、以及科學工作者和建築專業大學生們的參考材料，這是作者所期望的並因此而感到榮幸。

作者所以能寫出這本為蘇聯和中國建築工作者所需要的書，這不僅是由于自己多年來勞動的成果，並且在極大的程度上是由于自己的科學研究及試驗工作能與生產部門建立了聯繫，並從中取得他們幫助的結果。

作者學習了馬克思主義哲學（辯證唯物主義、馬列主義經典著作），特別是學習了弗·依·列寧的“哲學筆記”、約·維·斯大林的有關辯證唯物主義的著作和毛澤東的哲學著作“實踐論”（論認識和實踐的關係——知和行的關係）等文件，因而對作者的科學研究工作，特別是在本書的寫作過程中提供了正確的方法。

莫斯科 作者A.A.鮑特里浦斯基 （簽名）

1955年8月28日

第一章 概 論

(一) 鋼條結構對建築工業的價值

節約鋼材是我國各國民經濟部門中最重要任務之一。在建築部門中如要有效地解決這個問題在極大的程度上是取決於創造及廣泛採用新的輕型鋼結構。

鋼條結構為輕型鋼結構的最好型式。鋼條結構在我國是首先創造採用的。傑出的俄羅斯工程師 B.Γ.舒霍夫(Шухов),第一個創造了民用房屋屋蓋的鋼條結構。廿世紀初建立在莫斯科紅場上的國家百貨公司大廈屋蓋,就是採用帶有交叉鋼條腹杆的 B.Γ.舒霍夫型式的鋼拱。

鋼條結構作為工業廠房屋蓋的標子,是在最初的那個五年計劃期間開始採用的。當時,某些科學研究機構已開始了製造鋼條標子的試驗工作。

自此以後,蘇聯的工程師們又擬制了多種非常有效的大小跨度的鋼條結構。這些鋼條結構的特點在於重量輕。而最近幾年來所擬制的鋼條結構,不僅重量輕,而且製造時所費的勞動量也是比較少的。

蘇聯所採用的鋼條結構是跨度為6~12公尺的標子、跨度為12~35公尺的帶有拉杆的桁架及拱形桁架、鋼條穹隆及空間網架屋蓋。在其他國家的建築工業中,鋼條結構還沒有得到應有的重視,同時也沒有設計過大跨度的鋼條結構。美國所採用的鋼條標子,其完善程度遠不如蘇聯的鋼條標子。同時以其技術經濟特徵來說,也大大地落後於蘇聯建築工作者們所設計的鋼條標子。

在工業建築及不少的民用建築中,採用鋼條標子及鋼條桁架的優點,首先在於它們的重量比實腹式型鋼標子及一般角鋼所做

成的桁架輕得多。

虽然它在節約金屬方面具有決定性的意义，但這並不是在建築業中採用鋼條結構的唯一原因。

將同一荷重下的相等跨度的一般結構與鋼條結構作技術經濟上的比較分析，這就証明了在建築業中採用鋼結構的重要性。

一般結構與鋼條結構的技術經濟指標的比較中包括重量、造價及主要生產特征。表1是一張繪有各種結構草圖的綜合性比較表。它是在驗算鋼條桁架及一般桁架的重量及比較其生產特征的基礎上編制出來的。

表中數據說明了鋼條桁架比一般的格架式桁架輕25~35%，而帶有拉杆的鋼條三鉸拱比柏龍生式（Полонсо）的桁架輕28%。在現場製造時，鋼條桁架的造價比一般桁架的造價低20%，而且材料的價值要便宜30%。鋼條桁架與一般桁架的操作次數及焊縫長度近於相等。將12公尺跨度的鋼條桁架與一般桁架的焊縫長度作一比較，前者比後者約可減少二分之一；但是鋼條桁架的另件卻比一般桁架大約多20%左右。

1950~1951年間所編制的工廠製造的交叉鋼條斜杆和角鋼下弦的桁架比工地製造的鋼條桁架具有更良好的生產特征。製造這種桁架所花費的勞動量並沒有超過製造格架式桁架的勞動量。交叉鋼條斜杆和角鋼下弦的桁架與一般鋼屋架相比，在配件的數量上要少32%，焊縫的長度短24%。

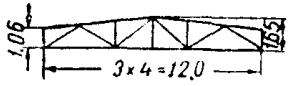
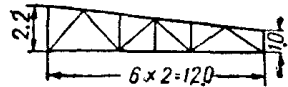
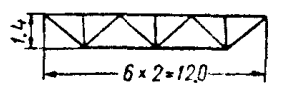
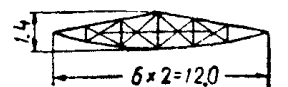
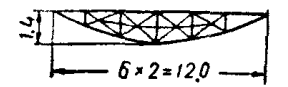
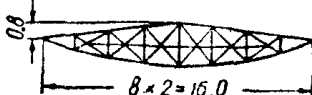
表2載有各種不同類型鋼條標子的荷載、截面及重量。根據表2的材料可得出如下的結論：工廠化鋼條標子重量比實腹式型鋼標子要輕43~45%，而造價也要低25~35%。

當按照單層工業廠房新的標準單元（室內排水）及部分採用實腹式標子進行設計時（天窗邊跨標子），採用6公尺跨度的工廠化鋼條標子的效果是比較差的。此時，只能節省金屬36~40%降低造價17~30%。

直到目前，鋼條標子還不能在工廠內大批地用電弧焊接生產。鋼條標子的製造尚停留在半手工業生產方式上，所以從製造時所

費的劳动量来看, 还不能与实腹式檩子(槽鋼檩子、工字鋼檩子)媲美, 因为制造实腹式檩子不需要繁重的操作。只在不久以前, 采用了机械化方法, 制作了一批工廠化鋼条檩子。

表 1

桁架型式	圖 形	操 作 次 數	配 件 數 量	焊 縫 長 度 (公 尺)	一 括 工 資 架 造 價 (包 料)	桁 架 總 重 (公 斤)	桁 架 重 量 (公 斤/平 方 公 尺)
桁架上荷载为1200公斤/公尺时							
双坡格架式 桁架						770	10.8
單坡格架式 桁架						815	11.3
平行弦杆桁 架				36		706	9.8 (100%)
双坡鋼條桁 架				20		479	6.7 (68%)
單坡鋼條桁 架				18		455	6.3 (64%)
鋼條桁架		13	135	34		756	7.9
桁架		11	110	39		1255	11.6

續表 1

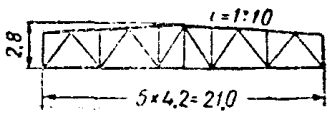
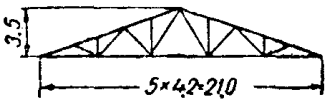
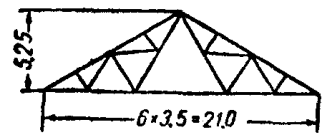
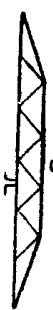
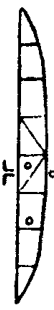
桁架型式	圖 形	操 作 次 數	配 件 數 量	焊 縫 長 度(公尺)	插 工 資 與 材 料 一 端 桁 架 造 價(包)	桁 架 總 重(公斤)	桁架重量 (公斤/平 方公尺)
桁架上荷載為1800公斤/公尺時							
一般梯形桁架						2080	16.5 (100%)
一般三角形桁架						2270	18.0
交叉斜杆桁架			95	35		1405	11.2 (88%)
桁架上荷載為1200公斤/公尺時							
屋架		11	140	46	100%	1607	12.8 (100%)
柏龍生式桁架						1660	13.2
有拉杆的鋼條拱		13	180	46	81%	1190	9.3 (78%)

表 2

鋼條標子型式	鋼條標子圖形	裝配 配件 的總 數	不相同 之裝配 鋼件的 數量	主要的容 許應力 (公斤/公分 ²)	重量 (公斤)	造價 (%)	節 約	
							金屬 (%)	資金 (%)
工廠化鋼條標子 $l=6$ 公尺		10	5	440-510	70	75.5	$\frac{43}{10}$	24.5
中央科學研究所鋼條建 物實驗室的鋼條對角架 式標子 $l=6$ 公尺		18	6	440-510	70	—	$\frac{43}{10}$	—
加勁鋼條標子 $l=6$ 公尺		24	9	440-510	76	—	$\frac{38.5}{2.5}$	—
中央工業建築科學研究 所式的鋼條標子 $l=6$ 公尺		25	6	440-510	78	—	$\frac{35.5}{—}$ 沒有節約	—
實腹式鋼條標子 $l=6$ 公尺		1	1	440-510	123	100	沒有節約	沒有節約
工廠化鋼條標子 $l=9$ 公尺		12	7	440-525	106	61	44.5	36
帶角鋼之實腹式鋼條 (24a)標子 $l=9$ 公尺		2	2	440-525	229	100	沒有節約	沒有節約

附注：最后的節約一欄中，分子——與實腹式標子作比較；

分母——與中央工業建築科學研究所式的鋼條標子作比較。

哈尔科夫金屬結構工廠已掌握了采用机械化方法大批制造 6 公尺及 9 公尺跨度的工廠化鋼条標子。該廠每班可制造 45~50 根鋼条標子。第一批工廠化鋼条標子(4500 多根)經鐵路及部分用汽車从制造廠运至建築工地的途中,並沒有受到損坏,这就証明了鋼条標子是宜于運輸的。与实腹式標子相比,安裝 6 公尺跨度的工廠化鋼条標子并不需要化費更多的劳动量。因此,在目前的工业建築中,可以广泛地采用工廠化鋼条標子。

安裝同样跨度(12~30 公尺)的鋼条桁架比一般桁架簡單得多。因为鋼条桁架輕 25~35%, 并且鋼条桁架的重心位于支承点的下面,所以就更为稳定。

由于鋼条桁架的稳定性,所以安置鋼条屋盖的支撑比一般桁架簡易。因为鋼条桁架沒有支承豎杆,所以桁架支承节点处不必設置垂直支撑。

采用 18~35 公尺跨度、帶有拉杆鋼条三鉸拱时,有一定的限制范围。安裝时,必須按照特殊的施工組織設計进行,并且应有良好的技术监督。但是,在莫斯科市某一工程中安裝跨度为 21.4 公尺并帶有拉杆的鋼条三鉸拱时,並沒有碰到很大的困难。

如將一般桁架改用鋼条桁架或用工廠化鋼条標子代替实腹式標子时,能大大地节省金屬及資金。这就是决定在建筑工业中广泛运用鋼条結構的国民經济意义。

1951 年 10 月 30 日經苏联部長會議国家建設委员会批准的“建築中节省金屬、水泥及木材消耗量的技术規則”中(1954 年已公布了新的技术規則——譯者)推荐在建筑業中采用鋼条結構。

(二) 阻碍大力推廣鋼條結構的原因

如上所述,鋼条結構在建筑業中所采用的主要形式是標子。这些鋼条標子由于其結構的操作技术不够完善,制造时所花的劳动量比实腹式型鋼標子为多。鋼条標子的其他主要缺点是变形及橫向剛度小。

由于以上这些主要的原因，就阻碍了 建筑业中广泛地采用鋼条標子。

克服上述缺点就需要改善鋼条標子的結構及制定工廠制造鋼条標子的操作方法，其中还包括制作裝配鋼条 標子的样板及制造鋼条結構構件的全部操作机械化过程等。

要解决制造大跨度鋼条結構就必须对現有鋼条結構材料进行分析，其中还包括对鋼条標子的分析。这种分析是非常必要的，因为根据鋼条標子型式所編制的鋼条桁架及帶有拉杆的三鉸拱的結構方案尚不够完善(即使是12~15公尺跨度的結構也是如此)。

有些結構方案中确定鋼条桁架的腹杆为 36~45 公厘，而桁架的高度仅为跨度的 $\frac{1}{15}$ ，而采用其他的一些結構方案时，垂直平面中的剛度及稳定性不足，需要加强受压的鋼条斜杆。

鋼条桁架結構方案的缺点只是在一定的范围内才会影响到鋼条結構的使用。但是很多建筑工作者就認為鋼条結構是一种强度、剛度、稳定性不足以及不适合运输条件的結構。說所有鋼条結構、鋼条桁架具有一般鋼条標子的主要缺点——与实腹式鋼条標子相比，它們在制造时要多花劳动量，是毫無根据的。

实际上1951年所設計的工廠化鋼条標子已显著地克服了这个缺点。

广大的設計工作者及建筑工作者对既經濟又牢固的鋼条桁架的新方案还不十分熟悉。这些新型的鋼条桁架比一般的格架式桁架輕得多，并且制造时所花的劳动量也相等。

这就是建筑工业中一些阻碍推广 鋼条結構的原因，但不可能影响到日益广泛使用的、而又非常 經濟的鋼条結構数量的增加。

第二章 鋼條結構分類

鋼條結構主要用于屋蓋。按跨度、用途及草圖可分成以下幾類：

- (一) 6~9公尺跨度的鋼條標子；
- (二) 12公尺跨度的鋼條標子；
- (三) 鋼條桁架；
- (四) 鋼條拱；
- (五) 鋼條穹隆。

(一) 6~9公尺跨度的鋼條標子

在偉大的衛國戰爭以前，鋼條結構如6公尺跨度的標子主要用于建築業中的次要承重結構上。其腹杆及下弦由圓鋼做成，而上弦則由型鋼或沖壓型鋼做成。

衛國戰爭以後，在蘇聯出現了6公尺和9公尺跨度的工廠化鋼條標子，在極大程度上適合于工廠制作的要求。

6公尺跨度的鋼條標子通常斜置在坡度為 $1/10$ 的屋架的上弦上。

1. 工廠化鋼條標子

工廠化鋼條標子(ИПП 1-6型)^①是一種由圓鋼做成的平行弦杆及腹杆的空腹鋼結構(圖1)。

當跨度為6~9公尺時，宜採用工廠化鋼條標子。最常見的標子跨度為6公尺。標子間距可採用1.75、2.00、2.25、2.50或3.00公尺。

^① 本書作者及T.A.鮑特里浦斯基提議。

图 2 所示为 6 公尺跨度 ИПП2-6 型工廠化鋼条檁子的节点。鋼条檁子上具有支承板用以代替支承角鋼，并連接在屋架的短角鋼上。支承板上有缺口，但不把支承板放在上弦角鋼間，而与上弦角鋼外边及端部相焊接。由于支承板上有附加(工艺)孔，所以，在吉尔奥基剪机上(Гильотинные ножницы)制作缺口，就显得十分簡單了。

ИПП 2 型檁子下弦端部有凹口，使得下弦能插入支承板并与弦杆焊接。

腹杆是用圓鋼做成的 V 形構件，每根檁子仅采用这些構件中的一种类型。但是，9 公尺跨度的鋼条檁子，其边端为 V 形的構件，宜采用大直徑的圓鋼。

为了保証 ИПП2 型檁子的稳定性，規定用角鋼或圓鋼做成拉条的横向支撐；边端节間(廠房牆和天窗附近)用剛性直撑代替拉条。沿廠房边界和伸縮縫附近，以及在某种情况下，可在天窗附近

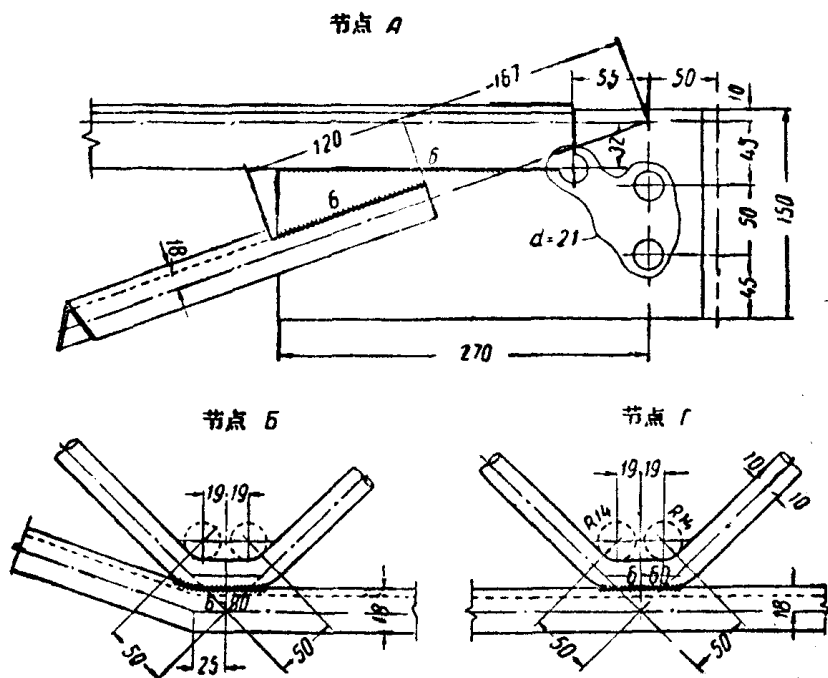


圖 2 ИПП2-6型工廠化鋼条檁子節点