

建筑技术丛书之二

装配式钢筋混凝土结构 及构件的制作及吊装

冶金工业部建筑局 編

冶金工业出版社

建筑技術叢書之二

裝配式鋼筋混凝土結構 及構件的制作及吊裝

冶金工業部建筑局 編

冶金工業出版社

建筑技术丛书之二
装配式钢筋混凝土结构及构件的制作及吊装

冶金工业部建筑局 编

冶金工业出版社（北京市灯市口甲45号）出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第093号

* * *

冶金工业出版社印刷厂印

一九五六年九月第一版

一九五六年九月北京第一次印刷（1—8,047）

850×1168 • $\frac{1}{32}$ • 113,000字 • 印张4 $\frac{10}{32}$ • 定价（10）0.80元

书号 0374

* * *

发行者 新 华 书 店

目 錄

序言.....	4
改進裝配式鋼筋混凝土結構和配件的制作和安裝技術.....	5
裝配式大型屋蓋結構.....	16
裝配式大型屋蓋結構的制作和吊裝.....	23
大型裝配式鋼筋混凝土柱子的吊裝.....	30
大型裝配式鋼筋混凝土柱子的現場就地制作.....	39
大型裝配式鋼筋混凝土柱子安裝的几点改進.....	46
厂房裝配式屋面板吊裝方法介紹.....	51
制造裝配式鋼筋混凝土結構和配件的指示（摘錄譯文）.....	58
裝配式鋼筋混凝土構件的強度和剛度檢查規程（譯文）.....	72
裝配式鋼筋混凝土建築結構的安裝（譯文）.....	84
在建築中進一步發展鋼筋混凝土和混凝土的主要 任務（譯文）.....	113
混凝土制作技術的現狀及其在最近几年內的發展 方向（譯文）.....	118
關於執行蘇聯共產黨中央委員會和蘇聯部長會議“關於 在建築中發展裝配式鋼筋混凝土結構和配件生產”決議 的報告（譯文）.....	122
裝配式鋼筋混凝土結構及配件工業的發展道路及其合理 生產方法的選擇.....	129
裝配式鋼筋混凝土結構和配件生產與應用的主要 經濟問題.....	134

序 言

冶金工業部系統各建筑安裝企業在執行國家第一個五年計劃規定的任務中，由於蘇聯專家熱情無私的指導和幫助，以及全體職工積極學習先進技術的結果，積累了一些經驗。現在我們把這些經驗分別整理彙編成一些小冊子，構成這部小叢書，以供有關專業工程的施工人員們參考。

這裡編入的材料，大部分是在原重工業部建築局的機關刊物“建築技術”上刊載過的。有些材料在編入本書時根據最近的情況作了些修改和補充，另外還增加了一些新的文章是最近搜集起來的。

在建築工業中掌握先進技術具有頭等重要的意義，只有很好地掌握了先進技術才能在冶金工業企業的建築中做到又多、又快、又好、又省。這些小冊子里所介紹的都是在實踐中取得了成效的經驗，我們希望它能幫助從事這些工作但經驗還不夠的同志，在工作中大力採用並推廣所介紹的這些經驗。

這部叢書是供建築安裝施工部門的技術人員閱讀的，同時我們認為它對施工部門的企業領導者經濟管理人員，科學研究人員和高等中等專業學校的教師、學生都是有益的。

冶金工業部建築局

改進裝配式鋼筋混凝土結構 和配件的制作和安裝技術

北滿建設公司工程師 周德義

赫魯曉夫同志在全蘇建築工作者會議上曾明確指出：「實行建築工業化是根本改善建築事業的決定性條件，廣泛地擴展裝配式鋼筋混凝土結構及配件的生產我們就會得到很大的經濟效果，而採用裝配式鋼筋混凝土以後，就可能像機器製造業那樣地來生產配件，就可能使建築過渡到採用工廠化的方法。」我國建築業的發展也必然朝着這個方向。目前我國鋼鐵產量還滿足不了社會主義建設各方面的要求，因而在建築中儘量採用鋼筋混凝土結構來代替鋼結構，是具有重要意義的。

目前，我國許多工業建築上，已經開始更多地採用裝配式鋼筋混凝土了。北滿建設公司1955年承建的工程中每一百萬元建築安裝工作量中就有360.0%的裝配式混凝土結構，這個比重是比較大的。隨着建築業工業化程度的逐漸提高，相應地發展生產裝配式鋼筋混凝土結構及配件的企業的建設，努力提高裝配式鋼筋混凝土結構及配件的制作和安裝的技術，更加顯得重要了。

北滿建設公司承制的裝配式鋼筋混凝土結構及配件不但量大而且是多樣性的，有重達16噸的柱子，有面積達9.0²的屋面板以及樓板、屋架、門窗過梁、地溝蓋板、樓梯踏步等。其中以屋面板的數量最大，而且是標準化的，因此就有條件來組織標準的生產系統，集中進行工廠化生產。有了這個前提條件，我們設計並建設了主要為生產屋面板用的蒸汽養生車間。

屋面板是厚度僅達30cm的薄壁結構，而鋼筋比重很大，蒸汽養生是最適宜的人工養生方法。

以北滿的气候來說，全年日最低溫度在零度以下的約有 180 天，再除去休息日和雨天，实际工作日只有 150 天。在冰冻以前混凝土必須达到 50% 强度，需要在 $+5^{\circ}\text{C}$ 的气温中养生約 18 天，这样全年能進行混凝土澆灌的时间僅 132 天。因此，如果採用自然养生，每天的生產量就要提高得很高，需要很大的养生場地、巨量的模板和劳动力、大量的攪拌力量和运输工具，而生產的季節性所造成的劳动力不平衡和工具設備利用率低將造成更大的浪費。

因此，對我們來說，設立蒸汽养生車間是完全必要的。蒸汽养生車間不僅是冬季才參加生產，而是全年地進行正常生產。全年正常生產的蒸汽养生車間不但加速了模板的周轉率，避免了自然养生时养生場地过大而引起的費用增加，而且長年的工厂化生產，能够組織更緊湊的生產过程，实行各工序的更高度的機械化操作，設備利用率能够提高，对加强組織管理提高工人技術熟練程度都是很有利的。

經驗証明，这样一个生產企業对保証屋面板的供应起了重大的作用。

但是这並不否定露天养生場的作用。我們有 50% 構件是採用自然养生的，这些構件是品种多，数量少，拆模支模和綁紮鋼筋的时间相对地要長，採用露天制作自然养生是比較適宜的。把不同品种的構件放在車間內制作和在蒸汽养生窖內养生將會因不能組織統一的生產过程而降低劳动生產率和窖的利用率。

二

工厂化生產对保証工程進度和構件的質量起極大的作用，对降低成本也起一定的作用。但是我們目前的成本还相当高。因此需要積極地來降低裝配式鋼筋混凝土構件的生產成本。

由於蒸汽养生車間的設計不是在妥善地安排生產工藝設計的基礎上做成的，因此就不可避免地造成生產布置不合理，制作及成品車間不能密切配合，各个工序間不協調的現象（圖 1）。

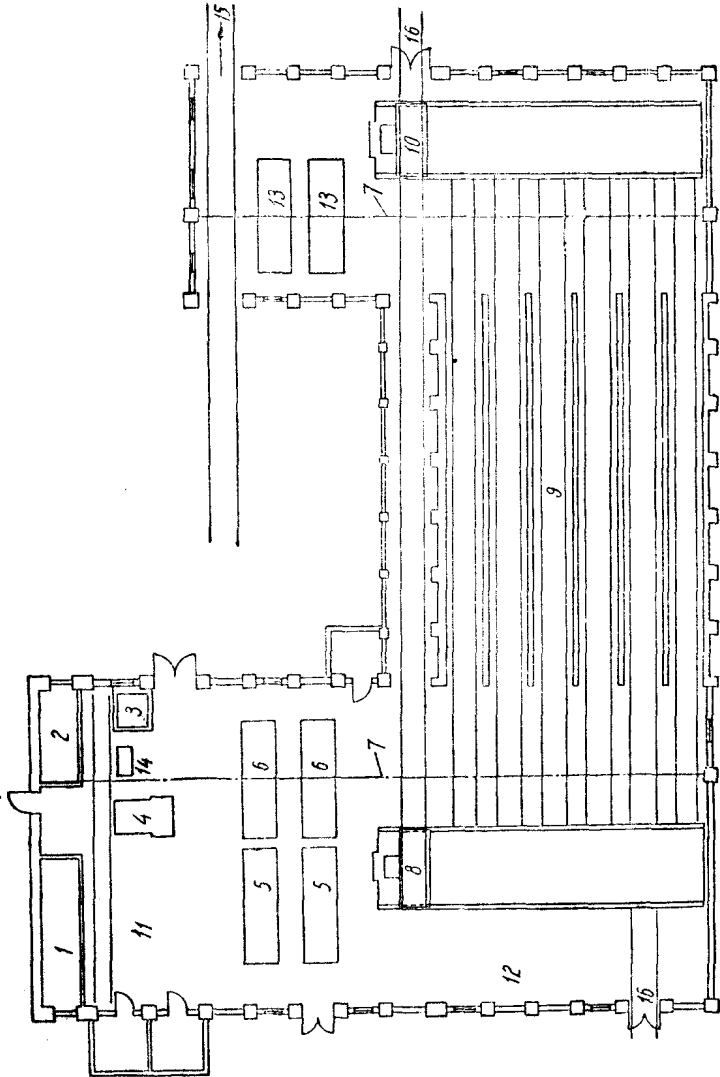


圖 1 混凝土構件預制車間平面佈置圖

1—石子加熱箱；2—砂子加熱箱；3—水池；4—攪拌機；5—滾動台；6—震動台；7—單
軌起重機；8—一號轉道台；9—蒸汽養生室；10—二號轉道台；11—水泥堆放處；12—鋼
筋堆放處；13—拆模台；14—水箱；15—通往成品庫；16—多余鉄架庫出口處

混凝土原料的供应系統是不够合理的。攪拌机的位置就不合理，至少应把攪拌机放在單軌起重機下面以便利用起重機來运输混凝土，或者把攪拌机位置適當提高以便利用高差來运送混凝土。養生窰前后的兩段停車道没有什么作用，停車后轉道車就不能載車通过，不如沒有倒还能縮減建筑面積。如採用能載三輛鉄架車的轉道車，則就能縮短進窰出窰時間，提高窰的利用率。沒有設置供構件冷却用的地方，使構件出窰后降溫至一定程度后再送往成品庫，这在冬季生產的特殊情況下是不利的。設計中甚至漏掉了模板周轉方法，不得不在拆模台与震動台之間裝置連續滾動台來弥补这个缺陷。这些設計中的缺点都直接影响產量的提高和成本的降低。

由於沒有生產工藝設計，沒有生產流水組織、劳动組織和操作方法的規定，因而生產初期形成混亂，產量很低。設計中沒有規定出正确的必需的養生時間，每个窰的工作進度，固定的進窰出窰時間，以致不能有節奏有規律地進行生產。

蒸汽養生車間的設計中並沒有充分利用有利条件使全部生產过程尽量機械化；在这个車間里，鋼筋、模板、混凝土的运输，鉄架車及轉道車的运行全部是用人力的。

同时，隧洞式養生窰的構造也不合理，窰頂是拱形的，窰門沒有防漏蒸汽的設施，浪費蒸汽还拖長養生時間。

在苏联專家指導下，确定構件出窰强度为50%（在夏季条件下），並改善了蒸汽養生过程和劳动組織后，日產量就增加了一倍以上，蒸汽養生時間从48小时縮短到現在的20小时。但是潛力还很大，需要進一步學習苏联先進經驗。如把養生時間縮短到16小时以下，則產量就能再提高25%。如能在不增加任何設備和管理人員的基礎上把產量提高25%，則就能降低成本5%。如縮短昇溫時間到3小时，昇溫至80°C后停止供汽，等溫養生，則能更進一步減少燃料費和动力費。

因此，我們覺得在建設这类工厂以前，做好生產工藝的設計是提高產量、提高劳动生產率和降低成本的重要措施，但目前我

們對這方面的經驗還很缺乏。建議有關單位研究裝配式鋼筋混凝土的生產技術、生產組織，學習蘇聯先進經驗，及時編出最經濟的不同年產量和不同產品的裝配式鋼筋混凝土構件生產車間的典型設計，這對施工企業將有極大的好處。

三

降低裝配式鋼筋混凝土構件生產成本的一個很大的源泉是節約材料，而節約材料方面潛力較大的是降低模板的消耗量。降低模板費用的辦法是減少模板用材，減少損耗，提高周轉次數和加快周轉速度。

我公司預制車間的模板費用佔總成本的 4.7%，模板周轉次數僅為八次。如果把模板周轉次數提高一倍，則就能降低成本 2% 強。

我們在蘇聯專家指導下開始採用了無底模板，即不用底部模板，而把構件直接澆灌在混凝土平台上。採用這種方法，在基礎梁制作中，木材能節約 40%，勞動力節約 30—50%。

模板應儘可能採用拼裝式，少用釘子。這是減少模板損耗，縮短支拆時間，加快周轉速度的有效方法。在基礎梁制作中，過去模板一星期周轉一次，支模拆模原需兩個工日；作了這個改進後，一星期平均周轉三次，支模拆模只需 0.5 工日，釘子的消耗也減少了 50%。

當同一類型的構件數量很大時，採用金屬模板是完全合適的，在我們大批生產的屋面板上就有條件採用。從表 1 的比較中可以看出，金屬模板雖比木模板貴 3.1 倍，但如金屬模板周轉次數大於 63 次時，採用金屬模板是完全有利的（按木模板周轉 20 次比較），事實上，金屬模板周轉 120 次是很容易達到的。

使用金屬模板的好處，還在於能減少支模和修整的時間和勞動力。以金屬模板周轉 120 次，木模板周轉 20 次計，使用金屬模板能降低模板成本 50%。

金屬模板可以用不合格的建築鋼材做。

表 1

木模板与金屬模板費用比較

		木 模 板		金 屬 模 板	
		实 物 量	金 額	实 物 量	金 額
材	料	1.6м³	245 元	1150кг	690 元
加	工	4.5 工日	9 元	60 工日	120 元
材	料	1.6м³	28 元	1150кг	115 元
总	計		226 元		695 元

註：1. 金屬模板加工的工日數系根據試制訂出，大批制作時必然会大大減少。

2. 金屬模板材料回收以廢鋼價計，事實上部份鋼材還能作其他小構件用。

为了达到節約木材的目的，还需要設計部門在設計中尽可能
地採用同一类型構件，或者至少是断面相同（長度与鋼筋布置不
同），或者大構件由大小相同的構件併裝而成。減少構件类型必
然能由此減少生產的复雜性而提高劳动生產率，降低成本。

四

运输工作是工業化施工的重要環節之一，因此从运输上來找
尋降低成本的潛力，將會得到很大的效果。目前，我們运输鋼筋
混凝土構件，一般是用太脱拉 10T 卡車（圖 2），但实际的裝載

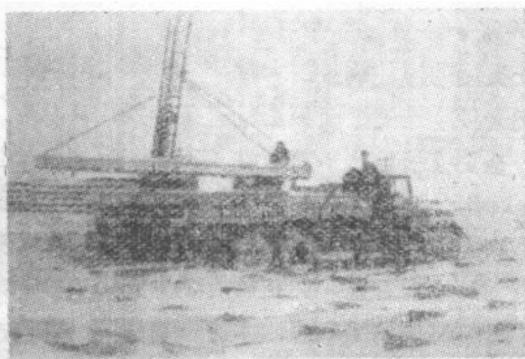


圖 2 用 10t 大卡車运输預制構件

量一般不超过4噸。以楼板为例，一次只裝运三塊，重僅 3T 多。如果能將裝載量提高三分之一，則一塊楼板就能節約运输費 1—2 元。

由於建厂設計时沒有充分考慮到成品堆置的問題，蒸汽養生車間每天的产品就要用兩台汽車和兩台汽車式起重機運至 200m 外的成品堆置場去，每塊屋面板的价格就因此而提高了 8 元，這是一筆巨大的支出。因此，建厂設計中對於成品倉庫是必須加以嚴重注意的，這個問題對生產大面積鋼筋混凝土構件的工厂尤為重要（圖 3）。

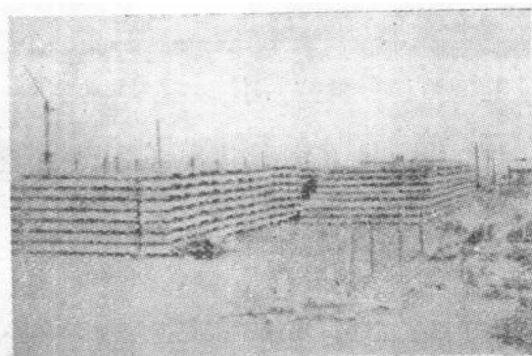


圖 3 蒸汽養生車間生產的大批屋面板

為了減低費用和省去複雜的运输工作，某些运输不便的大型構件，如柱子等，我們把它放在工地制作。制作的位置事先加以考慮，使拆模后即直接進行安裝，不需中間轉運。將大型裝配式鋼筋混凝土柱放在工地制作，與之放在我們設備不完善的預制場上制作來比較，鋼筋和混凝土的运输差別不大，模板和电热設備的运输費用虽有所增加，但是却省去了構件的运输費用。大型構件的运输是比較複雜的，因此從我們目前的条件來說，在工地制作是經濟的辦法。

我們在苏联專家斯捷班斯基同志的建議和幫助下，第一次採用了大型屋盖板組合構件（圖 4）。這種構件，是在大型屋面板

上，在工厂制作时，就做好泡沫混凝土保温层，並貼上第一層屋面卷材。

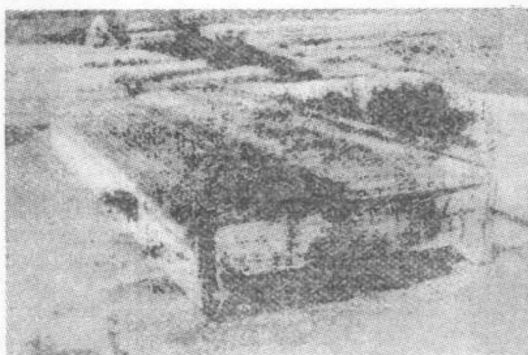


圖 4 已貼上第一層屋面卷材的大型屋盖板組合構件

採用這種組合構件，就完全免去了單獨進行泡沫混凝土塊的運輸和鋪貼的工序。事實上，採用這種組合構件，在運輸方面和吊裝方面，並不比運輸和吊裝鋼筋混凝土屋面板需要更多的設備和勞動力。因此，採用這種組合構件提高了工廠化施工的程度的結果，就簡化了施工工序，加速了施工進度，降低了成本。

就目前的施工經驗，已經可以看出把大型屋面板擴大為帶泡沫混凝土和膠泥層的屋面板組合構件所產生的經濟效果（表2），

表 2

在屋面上鋪設保溫結構和以工廠化方法完成屋蓋保溫結構的經濟比較

單位：工時/ m^2

工 序	在 屋 面 上 鋪 設 保 溫 結 構	以 工 廠 化 方 法 完 成 屋 蓋 保 溫 結 構
1 泡沫混凝土制作.....	0.80	0.74
2 泡沫混凝土塊運輸		
加工廠至工地.....	0.11	—
工地至屋面.....	0.17	—
3 鋪設泡沫混凝土塊.....	} 0.62	0.50
4 抹膠泥層（包括攪拌運輸）...		
總 計	1.70	1.24

虽然其上的泡沫混凝土的制作还不是採用蒸汽养生，而是採用自然养生的。

泡沫混凝土的运输和安裝过程損耗率是比較大的，計劃損耗率为 5%，实际达 15%。採用組合構件后，就可避免这些損耗。由於組合構件在工厂里已經貼上第一層屋面卷材，因此能避免保温層受潮受冻的危險，这种組合構件安裝在屋架上后，在未貼上層卷材之前已能初步起防雨作用。如果在工厂制作时把屋面板底部刷白，則更能省去安裝后再搭 20m 高的脚手架來刷白的工作（如屋架安裝后不需刷油）。

大型屋盖組合構件的生產，需要使鋼筋混凝土和泡沫混凝土密切結合，应同时在养生窖中用蒸汽养生。实验証明这是完全可能的。根据这种新產品制作的特点，在苏联專家莫洛德佐夫同志的指導和帮助下，我們在原有蒸汽养生車間的基礎上，設計了新的生產系統和車間改進方案。

六

工業化施工的程度提高了，安裝工程量就隨着增加，因此就需要來解决安裝工程施工的專業化問題。半年來的經驗証明，由專門的安裝工程公司來進行裝配式鋼筋混凝土構件（大型重型的，如柱子等）的安裝，对保證質量，加速進度，降低成本有很大作用。

实行安裝工程專業化之后，安裝工程的施工技術、組織水平及工人的熟練程度均逐漸提高。上次柱子安裝时，18人一組，每台班坦克式起重機平均只能安裝三根；目前由於改善了柱制作时的現場佈置（柱子是在工地制作的），加强了各个工序間的配合，应用了新的安裝工具，因而提高劳动生產率和机械效率，安裝工十人一小組，每班連初步校正在内能安裝八根。

安裝工辛志林小組創造了校正工具，也是实行專業化后工作比較固定，更能發揮工作創造性的結果。

專業化就能更合理地使用幹部，並为爭取劳动力平衡創造了条件。

安裝工程有其本身的特殊性，必須具備相當的設備和工具。如分散由各土建工程公司來進行，則必然要設置過多的設備和工具，這就會造成設備利用率不高和施工企業基本建設投資的浪費。

目前，需要進一步改進安裝工作的技術和組織情況，提高安裝效率。

七

在大量的裝配式鋼筋混凝土結構安裝工程中，起重機是極其重要的設備。根據結構的特點來選擇最適當的起重設備是值得研究的問題。

今年我們全部裝配式鋼筋混凝土柱子是用 15 噸坦克式起重機吊裝的。這是一個很好的安裝機械，不需要鋪設鐵路，行動不受鐵路限制，操縱方便，在新填土或松軟土上可鋪墊枕木以避免起重機沉陷。為了吊裝方便，我們將吊桿接長至 16m 來吊裝 14m 長 13T 重的大柱子。

大部分屋面板我們採用接長吊桿後的坦克式起重機安裝。但有如下缺點：中間部分屋面板從屋外够不着，得把起重機開到房裏面去安裝，而安裝兩側部分時又得將起重機開到屋外去，造成過多的移位，降低了起重機的利用率（圖 5）。如屋面過高，這種起重機還難以為力。

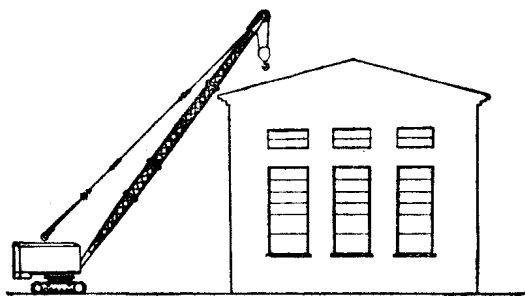


圖 5 用坦克式起重機吊裝屋面結構受限制的情形

某一三跨度車間的裝配式鋼筋混凝土構件用鐵路式起重機、坦克式起重機及 СБК-1 塔式起重機聯合吊裝。中間跨度的柱子和屋架用鐵路式起重機吊裝，兩側屋架及邊緣屋面板用坦克式起重機，其他屋面板用塔式起重機，發揮各種起重機的專長，互相配合，效果很好。

塔式起重機塔身高，吊臂長，吊動半徑大，能自動行走，不用拉繩，轉動時塔身不動，因而具有較其他起重機更高的靈活性。

為了提高起重量大的起重機(25T 塔式起重機和鉤桿起重機)在安裝屋面板時的工作效率，我們正在蘇聯專家指導下設計一種一次能吊起好幾塊屋面板但又能逐塊放下的吊裝工具。這種工具將能大大提高重型起重機的利用率和擴大其使用範圍。

荷重磚牆和裝配式鋼筋混凝土混合結構的工業建築上，像民用建築一樣，3T 的塔式起重機是相當適用的（在目前情況下）。

露天預制場和成品倉庫，當構件數量相當大時，也應考慮適當的起重設備。蘇聯專家建議我們採用塔式起重機，因其吊動範圍大，可以減少許多非生產的位移時間。採用塔式起重機時，預制場最好佈置成長條形的。在預制場上起重機用不着很高的，為了適應這個特點，建議有關部門生產這類低矮的塔式起重機。

制作構件時用的機械設備也很重要。我們由於缺乏合適的震動台，六個混凝土工 10 分鐘才能搗固一塊屋面板；如果有適當的震動台，則兩個混凝土工 5 分鐘就能搗固一塊。完善的震動設備不但能加快生產速度提高產品質量，還能使用干硬性的混凝土降低水泥用量。因此，機械制造部門研究施工企業的需要，生產制造裝配式鋼筋混凝土構件所需要的機械設備，也是很必要的。

（原載建築技術 1955 年第 9 期）

裝配式大型屋蓋結構

苏联專家 約·雅·斯捷班斯基

近來在工業建築中開始採用大型鋼筋混凝土屋面板。採用大型鋼筋混凝土板的實際經驗證明，與前所採用的 $1.0m^2$ 以下的小塊肋形板比較，此種結構具有許多的優點。

與小塊肋形板相較，每 $1.0m^2$ 大型鋼筋混凝土板能夠節約鋼材 $6\sim 8\%$ ，並能減少敷設屋面板的勞動消耗量。由大型鋼筋混凝土板做成的工業廠房屋蓋的成本，可比小塊肋形板屋面減少 30% 。

制作大型鋼筋混凝土板的勞動消耗量也同樣較小塊板為少。

在目前採用的屋面板中間，本文將談及 ПЛ（列寧格勒工業設計院之簡稱）型大型鋼筋混凝土板。

ПЛ 型大型屋面板四周有四根肋梁，中間還有兩根橫肋。板的平面尺寸為 $6.0\times 1.5m$ （圖 1）。此外，還有 6.0×1.0 ， 6.0×0.75 和 $6.0\times 0.5m$ 等幾種尺寸的鋼筋混凝土板。板的重量為 $1220kg$ 。

採用大型鋼筋混凝土板的屋蓋結構中不使用檁子，而將其直接安裝於桁架的上弦（圖 2）；如為金屬桁架則鋼筋混凝土板從三點鉚接於桁架上（圖 3）。在鋼筋混凝土梁或鋼筋混凝土桁架上安裝屋面板時，其接頭須用混凝土灌實（圖 4）。

大型屋面板應當與桁架同時安裝。

將安好之鋼筋混凝土板的間縫灌實抹平，然後再進行其餘的工作：在無保溫層的屋面上粘貼卷材，或是在保溫屋面上敷設保溫材料、膠結層和粘貼卷材。

每一工作班可安裝 30 塊，即 $270m^2$ 大型鋼筋混凝土屋面板（一台起重機）。

大型鋼筋混凝土板在鋼筋混凝土制品廠的蒸汽養護室或露天制作場中制作。