

予应力輕型鋼絲束 混凝土梁的制作

傅 鐘 鵬 編 著



建筑工程出版社

予应力輕型鋼絲束混凝土梁的制作

傅鍾鵬 編著

建筑工程出版社出版

• 1958 •

內 容 提 要

本書敘述予应力輕型鋼絲束混凝土梁的制作問題，对于制作工艺、鋼絲束的張拉和錨定、灌漿、試壓情況等方面的施工經驗和教訓做了系統的總結，对于进行予应力鋼筋混凝土的施工和研究工作具有实际的參考意义。

本書可供混凝土工程的施工技術人員、科學研究人員、以及設計單位參考。

予应力輕型鋼絲束混凝土梁的制作

傅鍾鵬 編著

*

建筑工程出版社出版（北京市阜成門外南成土路）

（北京市書刊出版業營業許可證出字第052號）

建筑工程出版社印刷廠印刷·新華書店發行

書號 430 40千字 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張 3 冊頁

1958年2月第1版 1958年2月第1次印刷

印數：1—1660 冊 定價（11）0.65 元

目 录

前 言	4
第一章 概述	5
第二章 结构型式与计算	12
第三章 制作工艺	27
第四章 鋼絲束的张拉和应力的控制	41
第五章 鋼絲束的錨定工作	52
第六章 鋼絲的应力損失	64
第七章 予留孔道的灌漿工作	72
第八章 关于予留孔道的问题	82
第九章 梁的試压工作	87

前 言

予应力鋼筋混凝土在近代建筑工程中占有很重要的地位，它的技术經济效果給自己的发展提供了广濶的前景。

利用錨环和錨塞作为錨定裝置的弗烈新涅法，是应用于制作予应力鋼筋混凝土的一种很广泛的方法，两年来在我国推广予应力鋼筋混凝土的过程中已得到普遍的重視，1956年在鞍鋼的建設中开始采用了它。

为了交流技术上的某些心得，本書总结了鞍山进行这一工作的經驗和教訓，希望能对促进予应力鋼筋混凝土在我国的迅速发展起微薄的作用。

笔者經驗少，書中內容必有疏忽及錯誤处，盼讀者提供宝贵意見。

第一章 概 述

普通鋼筋混凝土具有一个严重的缺点，即由于混凝土抗拉性能的低弱而引起结构的过早出现裂缝。这个缺点杜绝了高强度鋼材（抗拉极限强度为 $\sigma_p = 10000$ 公斤/平方公分以上）在普通混凝土中应用的可能性，并限制了鋼筋混凝土结构的应用范围，使大跨度结构不得不采用鋼材用量較多的金属结构来建造。

1928年，法国工程师E. 弗烈新涅 (E. Freyssinet) 首次应用了混凝土的予加应力法，由于予应力鋼筋混凝土的出现，大大地改变了鋼筋混凝土的面貌：高强度鋼材在混凝土中获得了有效的应用，大跨度结构有可能用鋼筋混凝土建造（在法国，已经建成跨度为74公尺的予应力鋼筋混凝土桥梁），从而使鋼材用量显著地降低，也导致建筑造价的降低。

予应力鋼筋混凝土的实质，就是在结构承受使用荷重前先施加受拉区的混凝土以予压应力，当结构受荷时，这压应力就可以抵消加荷引起的一部分或全部拉应力，使裂缝的出现时间推迟。

施加予应力的一般方法是借鋼筋的弹性回缩力压缩混凝土，即张拉鋼筋使其应力不超过弹性阶段，然后放松之，于是鋼筋就企图回复原状，但由于混凝土与鋼筋的粘着力或利用特制的锚定装置阻止鋼筋回缩，则这个弹性回缩力就压缩混凝土，使它承受予压力。

利用鋼筋弹性回缩力使混凝土承受予压力的施工法分为

二种:

一、先张法(图 1、a):

利用傳力架、千斤頂和其他設備張拉鋼筋并錨定之,然后澆灌混凝土,这时鋼筋是处于应力状态的,养护混凝土并待其硬化至要求强度时,將鋼筋的張拉力放松,并切斷端部外露的长度,于是混凝土便由于鋼筋的彈性回縮力作用而建立了予应力。

二、后張法(图 1、b):

这种張拉操作是在混凝土硬化后进行的。即先行澆灌混凝土,并在混凝土中予留一些孔道,待混凝土达到必要强度后,將鋼筋穿过予留孔道进行張拉,再用各种錨定裝置將应力鋼筋錨定住,以便傳遞予应力給混凝土。張拉和錨定完后,將灰漿灌入孔道內以恢复結構的整体性。

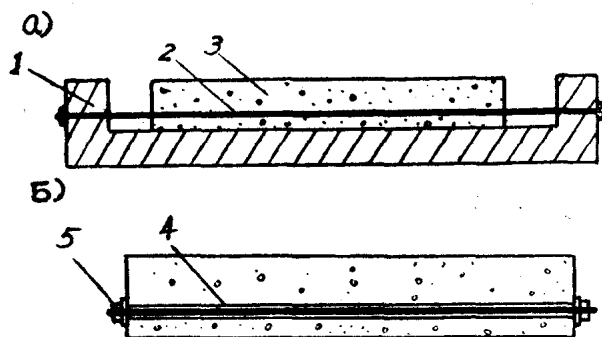


图 1 予加应力的示意图

1—傳力架; 2—應力鋼筋; 3—予應力鋼筋混凝土制品; 4—予留孔道;
5—錨定裝置

先張法和后張法各有利弊,先張法的主要优点就是可以依靠鋼筋与混凝土的粘着力來傳遞予应力(一般称为“自錨作用”),因此,可以节省一些用于錨定裝置的鋼材,特别是在小

跨度的构件中,节约用鋼量較大。

目前,装配式鋼筋混凝土已逐渐采用大型构件了,这不但 是建筑工业化程度提高的必然結果,而在予应力鋼筋混凝土 中,由于构件跨度的增大,表现的技术經济效果尤为显著。在 大跨度构件(18公尺以上)中,应用后张法制作是較先张法更 为合理的,这是因为:

一、用先张法制作时,为了承受张拉时的千斤頂反作用 力,需要一套傳力架、台座等設備,同时在混凝土尚未硬化至 到达要求的强度时,这些傳力架不能用来重新进行张拉,因此 周轉率是很低的。但是用后张法制作时是利用构件本身傳力 以承受千斤頂反作用力的,所以就免除了这套傳力設備的費 用,并且制作場所也可以不受限制,不象先张法制作时一定要 在台座内进行。

二、在予应力損失值方面,后张法也是較为有利的,首 先,由于混凝土硬化过程中,鋼筋尚未被张拉,而混凝土收縮 大部分都是在这个阶段中进行的。因此,混凝土收縮引起的 应力損失值就較少。

此外,用后张法制作的混凝土构件的养护是在张拉之前, 因此,免除了由于蒸汽养护的温度差引起的予应力損失;并且 由于这样,用后张法制作构件时的蒸汽加热最高温度可与普 通鋼筋混凝土一样,采用 $80\sim 90^{\circ}\text{C}$ (用矿渣矽酸盐水泥或火 山灰質矽酸盐水泥);而先张法仅宜采用 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。养护温度 不同,当然制作速度也就不同了。

三、用先张法时,由于操作条件限制,只能在受拉区配置 直綫状应力鋼筋,当予压力作用于受拉区的混凝土,而在构件 未承受荷重时,所引起的偏心力会使受压区混凝土产生拉应 力而裂,因此尚須在受压区配置数量約为受拉区鋼筋的 $\frac{1}{2}$

~1/3的应力鋼筋(为簡支梁时),从而降低了构件的强度。

用后张法时,由于预留孔道的可能性,在大跨度构件中可合理地将应力鋼筋弯起(图2),以免除受压区的应力鋼筋;这些应力鋼筋在支座附近的方向如相近于主拉应力的方向,則更易于承受主拉应力。

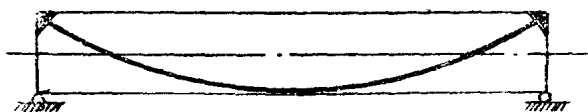


图2 应力鋼筋的弯起

根据以上所述,后张法具有較多的优点,因此目前正在愈来愈广泛地被推广和应用着。与所有予应力鋼筋混凝土构件一样,后张法制作所采用的鋼筋不外乎鋼号为Cт.5和25ГC的冷拉规律变形粗鋼筋(直径为25~40公厘),以及高强度冷拔碳素鋼絲。而由于粗鋼筋的强度較低,尚需經過冷拉、对焊等繁杂的工序,因此采用高强度鋼絲的技术經济效果都比較高。

高强度鋼絲的直径自3~7公厘,断面小,故需用的根数多,需要集聚成束后进行张拉。根据束中鋼絲数量的不同,鋼絲束又可分为两种:

一、重型鋼絲束:

这种鋼絲束中的鋼絲数量可达60根(一般用直径为5公厘的鋼絲),因此所用的张拉設備亦須具有强大的效能。这种鋼絲束多半是用来作为大荷载結構物(如铁路桥梁、棧桥等)的配筋,它的断面如图3、a所示,鋼絲圍繞着一根直径为6~8公厘的圓鋼,再用特制的設備将鉄絲按序分层地綁扎和纏繞之;张拉端系做成杯形錨植,它的形状如图3、b所示,將鋼

絲端部彎曲過來并置于鉄管段中，再往管中壓注水泥漿而構成。張拉后用鋼圈墊上。

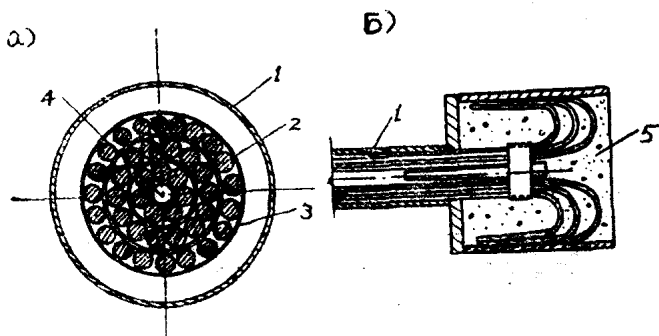


图 3 重型鋼絲束

1—橡皮管；2—鋼絲；3—綁紮用的鐵絲；4—鋼圈 5—杯形鑿槽

二、輕型鋼絲束：

這種鋼絲束中的鋼絲數量為12~24根，適用於一些荷載較小的結構物，如工業建築物中的屋面梁和桁架等，這種型式的鋼絲束與重型鋼絲束在構造上的不同是：鋼絲系布置于若干鋼管段外面，并為中塞形狀，而不是圍繞着圓鋼綁扎的。

根據張拉設備型式的不同，輕型鋼絲束又可分為兩種：

1. 筒式夾具(圖4)；

利用擠壓的方法在鋼絲束端部固定上一個螺絲杆，然後利用螺絲杆來進行張拉。固定螺絲杆的方法是：將螺絲杆插進鋼絲束中，再在其上套上一個用軟鋼制成的套筒，使套筒頂靠在杆上的凸緣上，杆的端部伸入一個硬鋼制成的模圈內，利用千斤頂張拉之，於是套筒便被擠平，并緊貼于螺絲杆及鋼絲束上，借杆端溝紋牢牢地固緊。

張拉這種鋼絲束系利用一般張拉粗鋼筋所用的千斤頂，

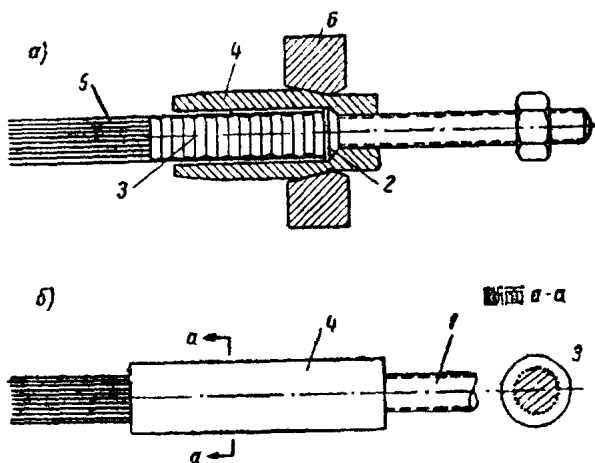


图 4 筒式夹具

■—擠壓前；□—擠壓后；1—螺絲杆；2—杆上的凸緣；3—杆端的溝紋；
4—套筒；5—鋼絲；6—模圈

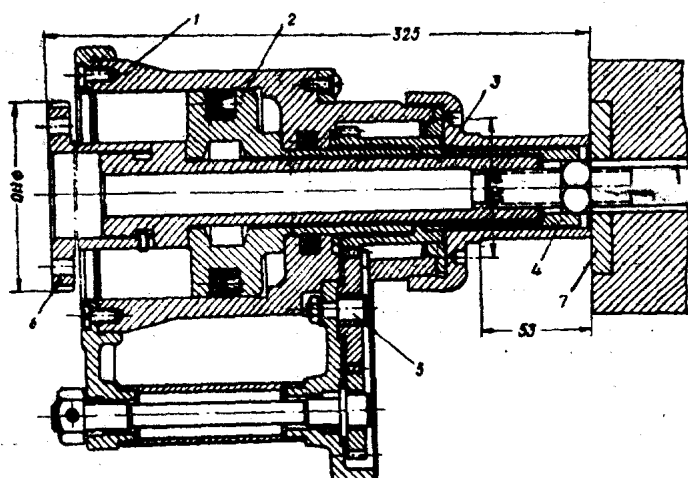


图 5 张拉粗鋼筋所用的千斤頂构造图

1—油缸；2—帶柄的活塞；3—端部帶螺絲紋的聯接杆；4—螺帽兼手；5—齒輪傳動；6—操縱盤；7—支承底板

其构造如图 5 所示,张拉时先将联接杆接于螺絲杆上,借操縱盘擰紧,然后利用油泵充油于油缸內,于是活塞便带动联接杆往后退,而使鋼絲束承受张拉;同时并借螺帽搬手擰紧螺帽,使紧贴于支承垫板上。张拉完后用操縱盘松掉連接杆,則鋼絲束依靠螺帽锚定在混凝土上。

利用筒式夹具制成鋼絲束张拉端时,束內鋼絲根数可达 24 根。

2. 锚环和锚塞的锚定:

这种锚定型式如图 6 所示,即鋼絲束自构件的预留孔道中伸出时通过锚环中的孔眼,张拉后将锚塞塞进鋼絲束以锚定之。

张拉和锚定这种鋼絲束所用的千斤頂称为双作用千斤頂,其构造示意图如图 7 所示,它具有两个油缸,充油于后缸时,带动鋼絲束后退

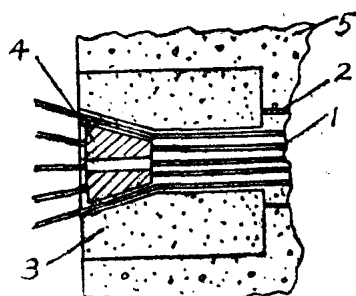


图 6 锚环和锚塞的锚定

1—鋼絲束; 2—预留孔道; 3—锚环;
4—锚塞; 5—予应力构件

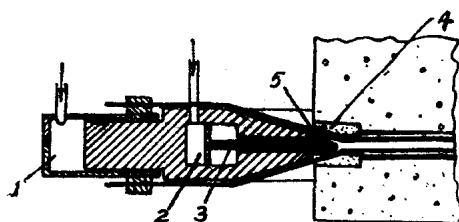


图 7 双作用千斤頂的构造示意图

1—后缸; 2—前缸; 3—活塞杆; 4—锚环;
5—锚塞

使鋼絲获得张拉,而充油于前缸时,則可借活塞杆将锚塞頂入鋼絲束中。

这种方法被称为弗烈新涅法(E. Freyssinet's Method),束中鋼絲可含 12~18 根(5 公厘),应用范围极为广泛。本書即叙述应用此法制作予

应力輕型鋼絲束混凝土梁的經驗。

对于鋼絲束中所用的鋼絲，一般均应符合全苏国家标准 7348-55(ГОСТ 7348-55)的规定，在我国尚未頒发予应力鋼筋混凝土专用鋼絲的質量标准之前，ГОСТ 7348-55 仍不失为一个較合适的依据。其中规定了光面鋼絲机械性質如表 1 所示，除了规定鋼絲的抗拉极限强度外，为了保証鋼絲免于脆性破裂，尚规定了反复弯曲次数和引伸率。

鋼絲的机械性質表 表 1

鋼絲直徑 (公厘)	抗拉極限強度 (公斤/平方公厘) 不小于	反覆彎曲180度		拉斷(計算長度為100公厘) 時的引伸率(%) 不小于	
		彎曲直徑 (公厘)	彎曲次數 不小于		
2.5	200	20	10	2	
3.0	190		8		
4.0	180		6		
5.0	170		4		
6.0	160	30	3	3	
7.0	150		2		
8.0	140				
10.0	100				

对于輕型鋼絲束，宜于应用 3 ~ 7 公厘的鋼絲。

第二章 結構型式与計算

輕型鋼絲束已被广泛地用来作为予应力鋼筋混凝土中的配筋了，与其他型式的予应力鋼筋混凝土一样，主要是用来制作受弯构件(各种梁式制品)；用在其他受力型式的构件中，則往往仅是为了运输和組合的目的而采用，如图 8 所示的予应力鋼絲束混凝土桩即是其中的一种，这种桩由許多块体組成，

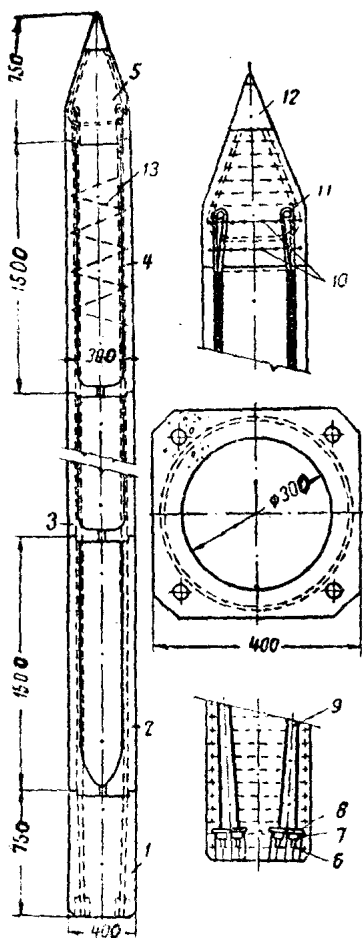


图 8 予应力鋼絲束混凝土桩

1—預部塊體；2—接頭部塊體；3、4—中部塊體；5—尾部塊體；6、7、8—錨定裝置；9—鋼絲；10—鋼絲網；11—錨頭；12—帽蓋；13—螺旋筋

可以隨意確定長度。每根桩內都包括頭部塊體、接頭部塊體、尾部塊體和中部塊體四種，利用中部塊體的数量來調節桩的長度；鋼絲束的一端做成錨頭浇筑在尾部塊體內，再穿過其他塊體進行鋼絲的張拉和錨定，然後灌漿於預留穿鋼絲束的孔道中。因為塊體做成空心狀，所以減輕了桩的重量并可節省一部分混凝土。

在公用建築物和工業建築物中的屋面承重結構中，也常常用輕型鋼絲束來作為預加應力混凝土的配筋。圖 9 示波蘭華沙一個溜冰場看台所採用的屋面桁架，這是很新穎的結構型式，其柱網為 3.6×9 公尺，桁架的總長達 21 公尺；這種桁架還可以兩個對接安裝，而成為跨度為 $9 + 30 + 9$ 公尺的屋面桁架，如圖 9 中的右上角圖所示。

跨度為 24、30 公尺的鋼筋混凝土桁架也能用輕型鋼

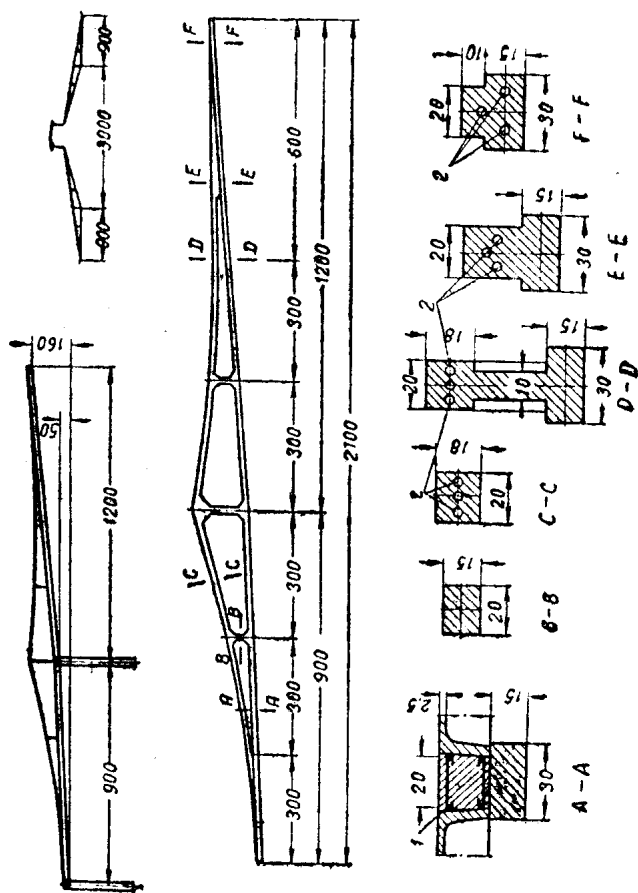


图 9 带有悬臂的
屋面桁架
1—整体混凝土；2—由
12根直径为5公厘的
钢丝组成的钢丝束

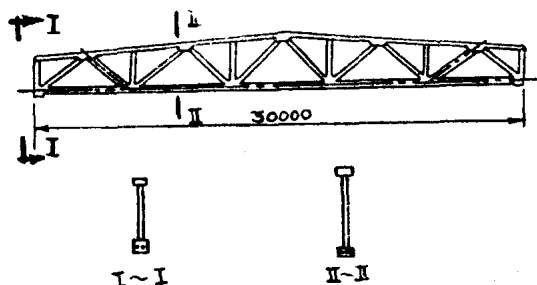


图 10 跨度为30公尺的桁架

絲束来配筋,图10是苏联所采用的一种跨度为30公尺的桁架,用这样的桁架就完全可以代替鋼結構,从而大量地节省建筑用的鋼量。

这种桁架由五块长6公尺的块体拼接成,因此运输很方便,只要在安装地点拼装就行了。一个桁架中用三根鋼絲束,两根布置在下弦,而其他一根則从第一根斜杆中弯向上弦;鋼絲束中包含24根直径为5公厘的鋼絲。

我們制作的予应力輕型鋼絲束混凝土屋面梁的跨度自15~17公尺,其15公尺的屋面梁型式如图11所示,用于工业廠房的屋面工程中。

屋面梁成双坡状,断面为工字形,全高1100公厘,而两端高550公厘;下弦宽280公厘,上弦为变断面,在两端处宽340公厘,而中部宽400公厘;腹板壁厚100公厘,除两端加宽外,并在距两端4.5公尺处增設两肋以加固;腹板中部設八个圓孔以減輕梁的重量。梁中設置一些埋設金屬件,包括支点的支承垫板和梁面上的大型屋面板支承焊接用的垫板。

梁的配筋分三种:鋼筋網、鋼箍和鋼絲束。鋼筋網布置在梁的上弦与下弦,各有直径为12公厘的縱鋼筋四根,用間距为300公厘、直径为9公厘的橫筋連系,以承担吊装应力;作为梁

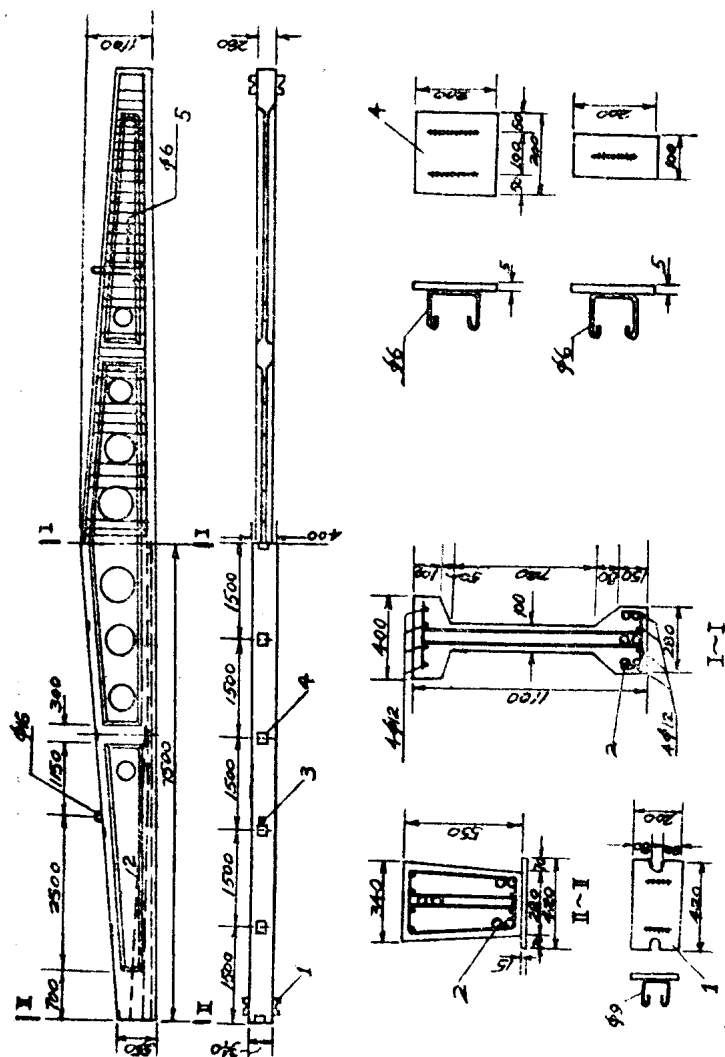


图 11 15 公尺屋面梁的型式

1—支承垫板；2—钢横梁；3—钢横梁；4—屋面板的支承板；5—钢梁