

預应力鋼弦混凝土

傅鍾鵬 編著

上海科学技术出版社

預应力鋼弦混凝土

傅鍾鵬 編著

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本書敘述預应力鋼弦混凝土制品廠的設置、所用的設備、制品的制作品工藝和生產上的若干問題、試驗方法等，并对必要的操作要求亦有簡明介紹。

本書可供混凝土工程施工程技術人員、建築科學研究人員以及建築設計人員參考之用。

預 应 力 鋼 弦 混 凝 土

傅 鍾 鷗 編 著

*

上海科學技術出版社出版

(上海南京西路2304號)

上海市書刊出版業營業許可證出 093 號

新华書店上海發行所發行 各地新华書店經售

上海市印刷四廠印刷

*

開本 850×1168 1/32 印張 4 24/32 字數 62,000

1960年2月第1版 1960年2月第1次印刷

印數 1—2,000

統一書號：15119·1405

定 價：(十二)0.68 元

序

由于预应力钢筋混凝土具有抗裂性高和用鋼量省等技术经济效果，因此在建筑工程中已获得日益广泛的应用。

鋼弦混凝土制品是预应力钢筋混凝土结构的一种有效型式，因为它是利用高强度鋼絲配筋的无锚着结构，所以在节约用鋼量方面显得更有效果，与普通钢筋混凝土结构比较，可节约用鋼量60~80%；此外，它尚具有一般先張法预应力混凝土构件所具有的优点。

目前，这种结构型式正为我国各地建筑工作者普遍重视，同时也正在不断地改进着它的生产技术。

笔者总结了近三年来在鋼弦混凝土制品生产方面的经验，并参考一部分有关文献写成了本书，书中内容虽不一定均能适合各地需要，但希望它能在推广预应力钢筋混凝土的工作中起些微薄的参考作用。

限于笔者的经验水平，书中疏誤之处在所难免，尚盼讀者多加指正。

傅 鍾 鵬

一九五九年八月于鞍山

目 录

序

第一章	概述.....	1
第二章	鋼弦混凝土制品厂的生产布置.....	15
第三章	鋼弦混凝土制品厂的生产工艺及相应設備.....	22
第四章	柱式台座的布置与生产工艺.....	44
第五章	鋼弦混凝土芯棒制品.....	54
第六章	几种特殊制品的生产.....	78
第七章	鋼弦混凝土制品中的鋼絲自錨作用和应力控制.....	99
第八章	鋼弦混凝土制品制作中的若干問題.....	111
第九章	制作鋼弦混凝土制品的操作要求.....	129
第十章	鋼弦混凝土制品的試驗.....	137
結束語		146

第一章 概 述

在建筑工程中，预应力钢筋混凝土的应用和发展引起了整个钢筋混凝土结构理论的巨大变化。如所周知，由于实行了预加应力的方法，使高强度钢材在钢筋混凝土结构中得到了合理的应用，因而提高了结构的抗裂性和扩大了钢筋混凝土在大跨度结构下的应用范围。

在预应力钢筋混凝土构件的两种制作方法中，先张法的应用极为广泛，这种方法所以能够获得普遍的重视，是因为在某些情况下它具有后张法所不可及的优点，主要的有下列两点：

(1) 先张法制成的制品一般为无锚着结构，被张拉的钢筋系依靠它与混凝土之间的粘着力锚固的，因此可以节省一部分花于锚着装置的用钢。尤其是在跨度不太大的结构中，节省锚着装置的用钢量具有更大的经济意义，因为在跨度较小的结构中，锚着装置的用钢量在总用钢量中占着较大的比重。

(2) 用先张法制作制品时，不需要进行繁杂的预留孔道和孔道灌浆工作，并且由于制品内的应力钢筋与混凝土存在着良好的粘着关系，使整个制品在工作过程中始终能够可靠地保证两者的共同工作。

但是，先张法也具有若干缺点，这些缺点正是后张法的优点，主要的有下列四点：

(1) 需要设置固定式的设备，特别是必须设置强力的固定式台座装置，用来作为张拉钢筋的传力设备。

(2) 由于操作困难和存在过大的张拉摩擦力，一般用先张法制作的制品中应力配筋只能用直线形而不能用弯起钢筋，从结

構观点上看来,显然这是不合适的。

(3) 用先張法制作制品,只能在固定的地点进行,不能象后張法制品的生产那样,可以輕易而任意地將設備搬移;此外,由于先張法必須在張拉状态下进行制品的混凝土养护,因此設備的周轉比較慢。

(4) 用先張法生产的制品中混凝土系在鋼筋張拉后硬化,因此由于硬化过程中混凝土收縮引起的鋼筋应力损失值較大;此外,由于必須尽量避免蒸汽养护时的温度差所引起应力的损失,致使混凝土养护不能用較高的温度进行,从而延長了养护時間。

以上所述的优缺点确定了先張法的应用范围,一般長度較短的制品(6~18米的梁式制品、樁、軌枕、各种板式制品等)以及要求混凝土与应力鋼筋有更好粘着情况的制品(如跨度为6~12米的吊車梁,它是在动荷載下工作的)等,都宜于用先張法制作。特別是当制品的規格和型式为标准化而又有条件大批生产时,設置固定式的台座用先張法制作預应力鋼筋混凝土制品則更为有利。因此先張法在預应力鋼筋混凝土制品的生产方法中占着很重要的地位,它的应用也很广。

按照配筋和制作工艺的情况来講,一般先張法制品可分为粗鋼筋配筋的、連續配筋的和鋼弦混凝土的三种类型。

一、用粗鋼筋配筋的制品

这种制品是用粗鋼筋作为应力鋼筋的,通常采用經過冷拉强化的 Cт. 5 和 25ГC 規律变形鋼筋,以及經過冷压的 Cт. 3 規律变形鋼筋,其直徑自 22 至 40 毫米,用特制的夾具或焊接螺絲杆作为張拉时固定鋼筋的用具。

图 1 示用粗鋼筋配筋的双坡屋面梁結構图,屋面梁断面上下都配有应力鋼筋。制作这种屋面梁时,張拉应力鋼筋和澆搗混凝土都在特設的台座内进行,工作的示意图示如图 2,先將应力鋼筋兩端用鋼筋夾具分別固定在台座的尾部固定橫梁和內部活动橫梁上,利用油泵充油于千斤頂的油缸内而使活塞頂开外部活动橫梁;

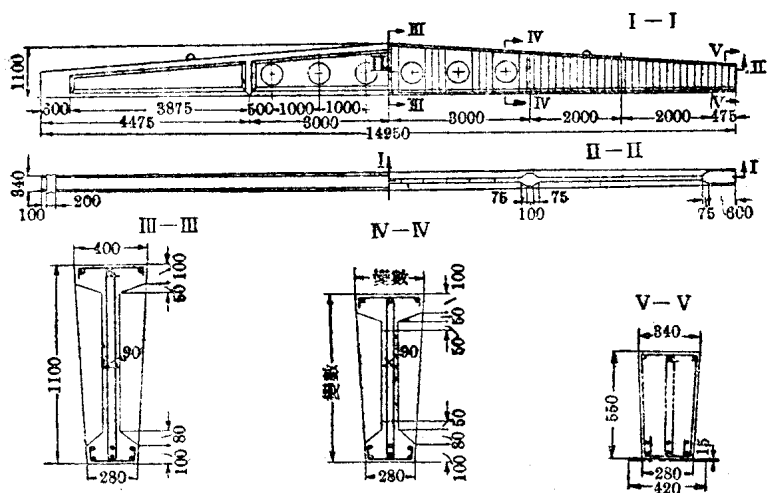


图 1 用粗鋼筋配筋的双坡屋面梁

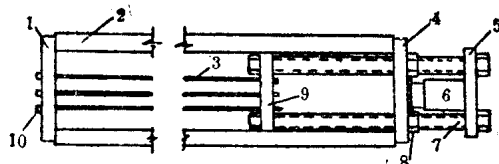


图 2 用粗鋼筋配筋的預应力制品張拉工作示意图

- 1-尾部固定橫梁； 2-合座； 3-应力鋼筋； 4-头部固定橫梁；
5-外部活动橫梁； 6-千斤頂； 7-張拉螺絲杆； 8-支持螺帽；
9-內部活动橫梁； 10-鋼筋夾具

此时,外部活动橫梁借張拉螺絲杆帶动内部活动橫梁前进,使鋼筋受到張拉,而千斤頂的反作用力則通过头部固定橫梁傳給台座。張拉完毕后將螺絲杆上的支持螺帽擰紧,就可以卸除千斤頂的油压,然后在台座內的相应位置处支設模板并进行混凝土澆搗,养护至混凝土强度达到預定要求后切断張拉状态下的鋼筋,取出制品。

二、連續配筋的制品

用連續配筋法制作的制品是用高强度細鋼絲作为 应力鋼筋

的,这些鋼絲在張拉状态下纏繞在堅固的模板內的銷釘上,然后澆灌混凝土。用这种方法張拉鋼絲的工作示意图示如图3,鋼絲安

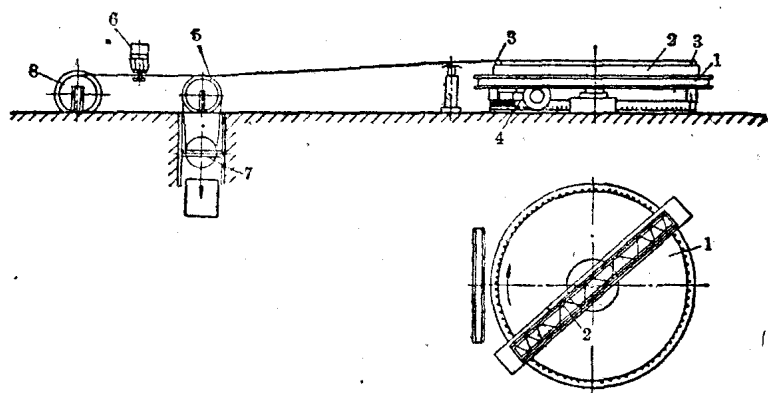


图3 連續配筋法的張拉工作示意图

1-迴轉台; 2-模板; 3-銷釘; 4-迴轉台的傳动机构; 5-导向輪;
6-傳送装置; 7-帶重物的張拉台; 8-鋼絲卷盤

放在卷盤架上,其端部通过傳送机构和張拉台(在張拉台处依靠重物下垂作用能使鋼絲受到張拉力)后再固定在模板底的銷釘上,开动傳动机构使迴轉台旋轉,于是鋼絲就纏繞在底板的銷釘上,按設計要求纏完鋼絲后,固定最后一圈的端部,即可取下帶鋼絲的模板进行澆灌混凝土。

图4所示的一种模板型式是利用隔綫板来維持鋼絲的設計位置的,隔綫板可以上下起落,纏完一层鋼絲后放下一个隔綫板,再將鋼絲纏在这个隔綫板上,使鋼絲維持于一定的位置。这是一个模制軌枕用的模板,其中鋼絲已进行張拉并在迴轉台上纏繞好,一套模板中包括四根軌枕,沿長度兩端用橫隔板隔开;側模板用槽鋼制成,而鋼絲的張拉力則全部由兩排軌枕中間的傳力柱承受,傳力柱用槽鋼焊制,兼作为軌枕靠近中部的側模板。

三、鋼弦混凝土制品

鋼弦混凝土制品也是用高强度鋼絲(直徑为2.5~5毫米)作

为应力配筋的。連續配筋的制品虽然也是采用弦狀鋼絲，但与一般所指鋼弦混凝土制品有所不同，在鋼弦混凝土制品中鋼絲不是纏繞的，而是按照断面中配筋要求的位置逐根布置，与粗鋼筋配筋的先張法制品一样，利用固定的台座来进行生产。

图5为鋼弦混凝土制品的生产布置示意图，在生产綫的兩端設置台座，利用夾具將鋼絲的兩端固定在傳力架上（兩端台座上都有傳力架），然后在張拉端（图中左面繪出傳力

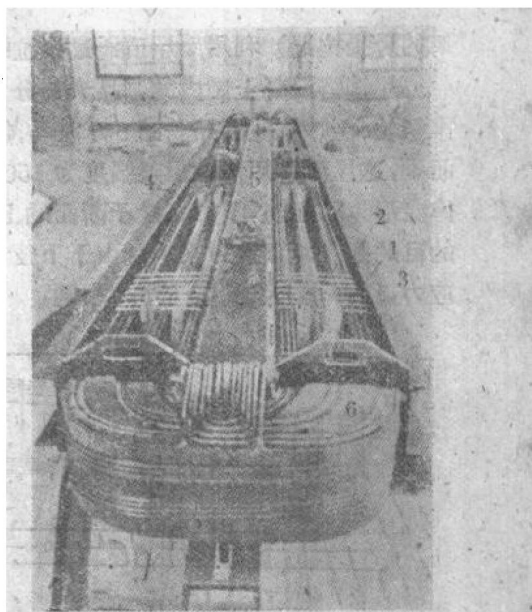


图4 纏繞好鋼絲的軌枕模板

1—固定鋼絲的木塊； 2—鋼絲； 3—橫隔板；
4—側模板； 5—傳力柱； 6—隔棧板

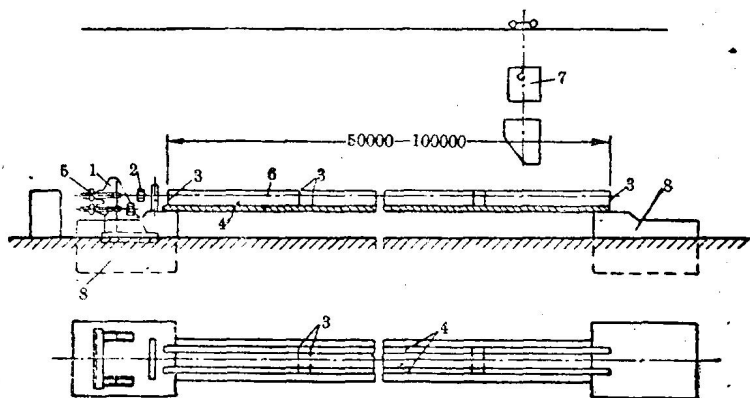


图5 鋼弦混凝土制品的生产布置示意图

1—傳力架； 2—鋼絲夾具； 3—制品端部的橫隔板； 4—模板； 5—帶有支持螺帽的張拉螺絲杆； 6—应力鋼絲（鋼弦）； 7—用以起吊混凝土漏斗的單軌吊車； 8—台座

架的为張拉端) 利用千斤頂通过張拉螺絲杆来使鋼絲受到張拉。

用鋼弦混凝土制成的制品大部分为梁式制品, 也可以用来制作軌枕、樁等其他制品。图 6 示一种跨度为 18 米的鋼弦混凝土屋面梁, 这屋面梁用抗拉极限强度为 15000 公斤/平方厘米的 $\phi 5$ 規律变形鋼絲配筋, 鋼絲布置于斷面的上下部分, 配置上部应力鋼絲的目的是依靠預应力来承受由于下弦預加应力而引起的上弦受拉应力, 以防止上弦混凝土产生裂縫。

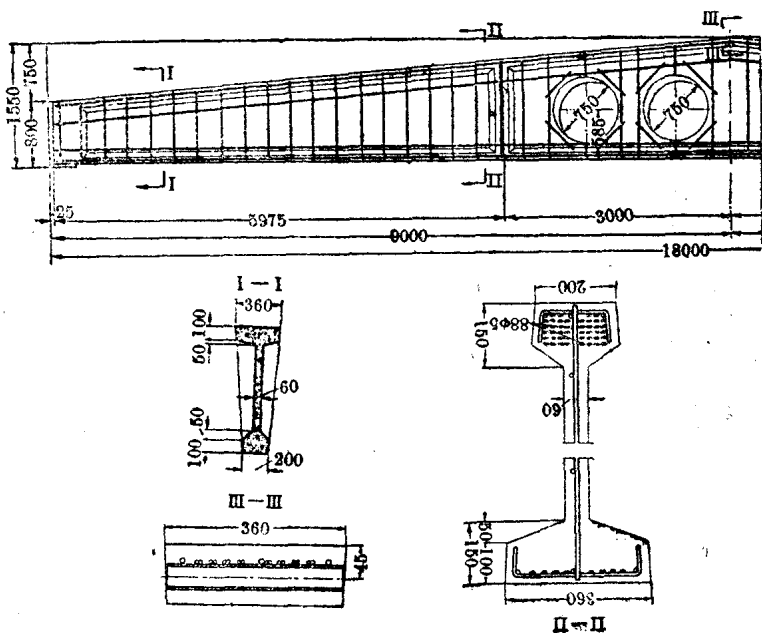


图 6 跨度为 18 米的鋼弦混凝土屋面梁

对于上述三种类型的先張法制品可以進行比較如下:

首先, 在减少結構構件用鋼量方面, 显然地采用粗鋼筋的效果比較差, 因为粗鋼筋的强度远远地低于高强度冷拔鋼絲 (高强度冷拔鋼絲的抗拉极限强度都在 12000 公斤/平方厘米以上); 其次, 在生产操作方面, 連續配筋法是比較先进的, 机械化和自动化的程度較高, 但是它需要一套特殊的設備, 花費于設備的投資較大, 并

且生产量较少,只有在制作标准化制品时才值得采用;至于鋼弦混凝土制品,它的制作工序也是比較繁雜的,特别是由于鋼弦混凝土中所用的鋼絲数量甚多(一般梁中包含 30~80 根),鋼絲的整理和上夾具的工作量較大,所花的劳动量也較多;粗鋼筋除了强度較低之外,进行冷拉强化的操作也較繁重,不过由于它的斷面积大,所用的根数少,应用在含鋼量較多的制品中是較适宜的(如用在工业厂房的吊車梁中)。

但是必須指出,为了在建筑工程中节省更多的鋼材,在目前缺乏高强度粗鋼筋(如各种价格非常昂貴的合金鋼)的情况下,必須尽量采用高强度冷拔鋼絲作为預应力鋼筋混凝土制品中的配筋,而由于連續配筋法所用的設備投資較大,生产量較少,所以在大批生产用高强度鋼絲配筋的構件时,都广泛地应用鋼弦混凝土,其与普通鋼筋混凝土制品相比較,鋼弦混凝土制品可节约用鋼量 60~80% 左右。

鋼弦混凝土制品的結構型式一般有兩種:一种是整体式結構,亦即制作的結構構件由一次澆制而成,例如图 6 的屋面梁就屬於整体式結構;另一种型式称为裝配-整体式結構,在这种結構中,只有一部分混凝土承受預应力,亦即將制成的鋼弦混凝土制品作为結構構件的一部分澆筑于其中。

裝配-整体式結構又叫做集整式結構,图 7 示这种結構型式的預应力鋼筋混凝土板,板中配置兩根軌道形的鋼弦混凝土制品,以代替板中的主要配筋;軌道形鋼弦混凝土制品是預先在鋼弦混凝土

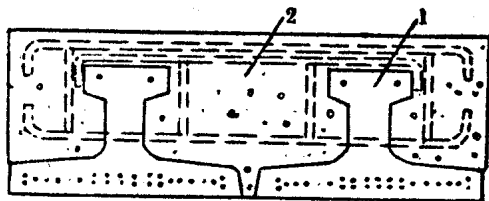


图 7 集整式預应力鋼筋混凝土板
1-鋼弦混凝土制品; 2-后澆的整体混凝土

土制品厂中制成，然后安放于模板中加浇外圍混凝土而成为整体的板。

集整式結構还适用于構築楼盖，图 8 即示集整式楼盖結構的一例，这种楼盖由鋼弦混凝土制品、空心陶块和整澆混凝土三部分组成。將制好的預应力鋼弦混凝土制品按照預定的間距安置在支座上，再在其間配置空心陶块，然后在上面澆筑整体混凝土。为了能使鋼弦混凝土制品与后澆的整体混凝土有良好的結合，一般都將它的表面做成毛面，或在其中安置伸出的连接鋼筋，图 9 示配置于集整式結構中的一种工字形鋼弦混凝土制品，其上部有許多伸出的连接鋼筋。

作为单独受力構件的集整式制品，一般分为迭合式和芯棒式两种，图 10-a 和 10-b 属于迭合式制品，由鋼弦混凝土部件和后澆的整体混凝土迭合制成，这种部件呈梁狀、块狀、薄板狀以及其他形狀(如图 7 的軌道形)，布置在構件的受拉区域。

图 10-c 和 10-d 属于芯棒式制品，鋼弦混凝土部分只是一种長条狀的棒式制品，称为芯棒，它的断面一般为 50 毫米左右的正方形或長方形，長度可达 6 米，小巧輕便，可以代替配置在構件中的

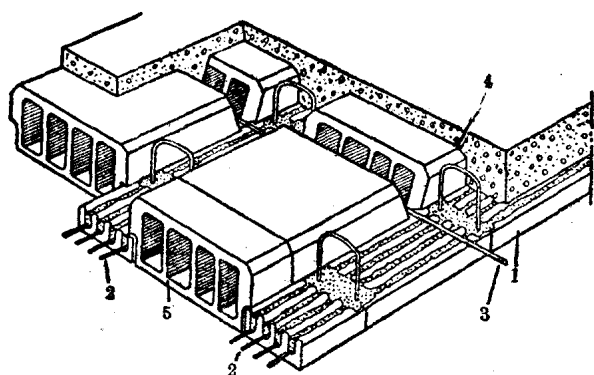


图 8 集整式楼盖結構

- 1-鋼弦混凝土制品； 2-应力鋼絲； 3-分布鋼筋；
4-后澆的整体混凝土； 5-空心陶块

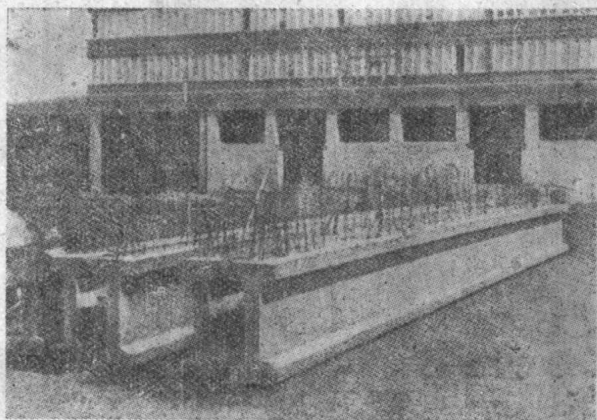


图9 集整式結構中用的鋼弦混凝土制品

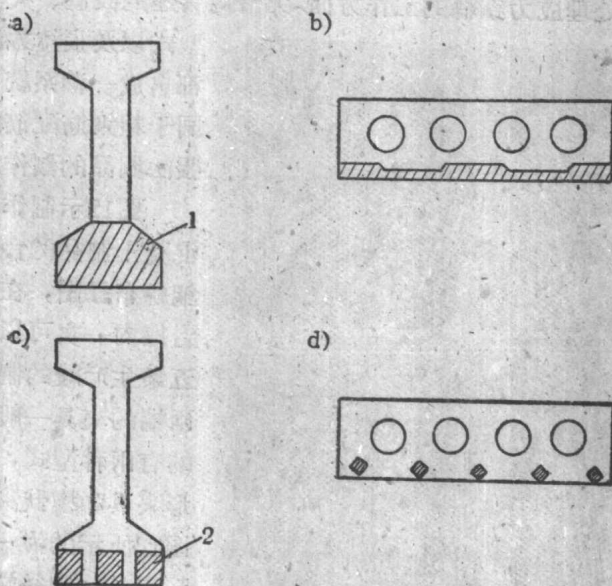


图10 集整式制品

1-鋼弦混凝土部件； 2-鋼弦混凝土芯棒



图11 鋼弦混凝土部件和芯棒

鋼筋。图 11 示鋼弦混凝土部件和芯棒的实物形狀。

鋼弦混凝土制品的制作方法与粗鋼筋配筋的先張法制品稍有不同，因为鋼弦混凝土制品中所含的鋼絲数量很多，鋼絲直徑又細，所以在处理应力鋼絲的工作方面，無論对台座的設置、夾具的

型式以及張拉方法等都自成一种系統，不同于粗鋼筋配筋的先張法制品的制作。

图12示制作鋼弦混凝土制品的台座及鋼絲布置图，在这个台座內一次可以澆灌五条生产綫的制品。兩端的夾具一般采用的有兩種型式，即波形夾具和楔狀夾具。图13所示的为一种波形夾具，鋼絲端部須先用压波机压成波形，然后放进梳形間

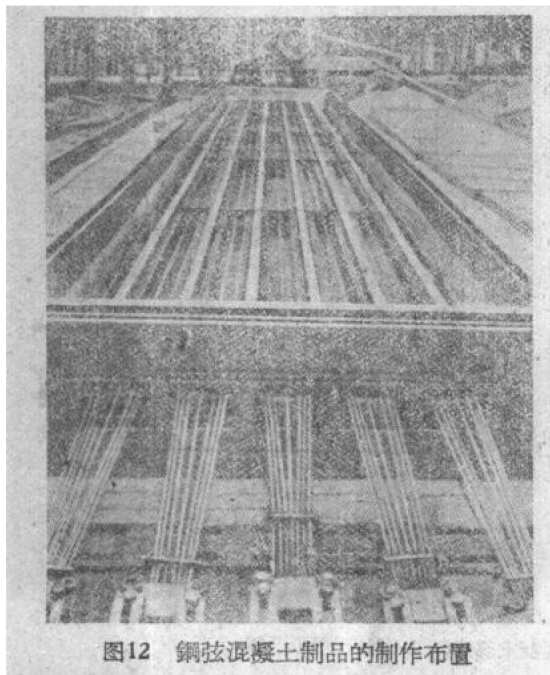


图12 鋼弦混凝土制品的制作布置

隔板內，利用固定的和可抽出的填塞鋼條來夾緊，再借張拉螺絲杆連上張拉機械(千斤頂)進行張拉。這種型式的波形夾具一次能夾緊的鋼絲根數是由梳形間隔板的規格來確定，每根鋼絲之間的間距約為 15 毫米。

另一種夾具的型式如圖 14 所示，這種夾具是成楔狀的，稱為

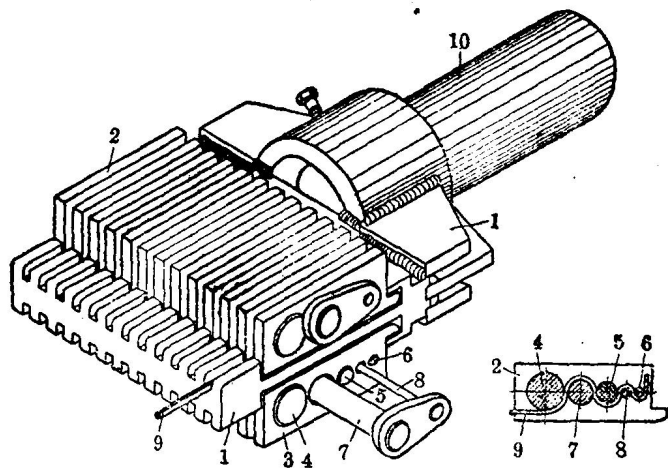


圖13 波形夾具

1-夾具主體； 2、3-梳形間隔板； 4、5、6-固定的鋼條； 7、8-可抽出的填塞鋼條； 9-被固定夾住的鋼絲； 10-張拉螺絲杆

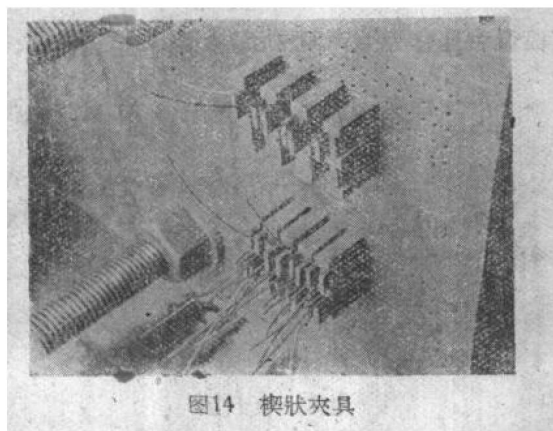


圖14 楔狀夾具

楔狀夾具，它由楔塊和楔片兩部分組成，一個楔片可楔住兩根鋼絲。鋼絲穿過張拉板上的相應孔眼後，即被安置於相應楔塊上的凹槽中，然後用錘子將楔片打入以固緊鋼絲。一個楔塊可容納四個楔片（同時夾緊八根鋼絲）或兩個楔片（同時夾緊四根鋼絲）。

鋼弦混凝土製品生產中採用的張拉型式，根據設備及工藝的不同，而有整條生產綫同時張拉的和每次僅張拉兩根鋼絲的。圖 12 所示的生產方法就是屬於整綫同時張拉的，將鋼絲端部固定於夾具中，然後利用張拉機械拉動夾具後端的張拉螺絲杆，靠夾具帶動鋼絲而使其受到張拉；圖 14 所示楔狀夾具的張拉也是整綫同時進行的，鋼絲都固定在楔狀夾具上後，用千斤頂頂開張拉板，使鋼絲受到張拉。整綫張拉的型式一般都用在製品斷面中鋼絲配筋較多時，這樣，則對鋼絲配置和張拉的工作量較少。

當製品斷面中鋼絲配筋較少時，也有採用一次張拉兩根鋼絲的方法，張拉完後即用楔狀夾具夾緊固定住。每次張拉兩根鋼絲時，可以應用平衡器使兩根鋼絲保持同樣的應力，不象整綫張拉時由於鋼絲長度不等會引起應力不均的現象；此外，由於一次僅張拉兩根鋼絲，因此就不需要能力較大的張拉設備，而只要應用小型的千斤頂就行了。圖 15 示一種張拉鋼絲所用的千斤頂，這種千斤頂重 20 公斤，一次可以張拉兩根或四根直徑達 4 毫米的高強度鋼絲。

除了設置台座作為生產鋼弦混凝土時承受鋼絲張拉反作用力

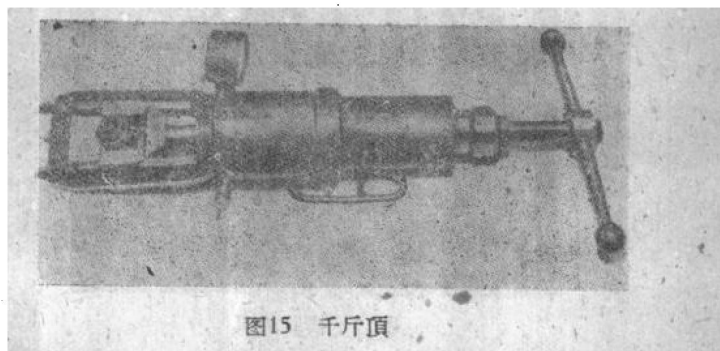


圖 15 千斤頂