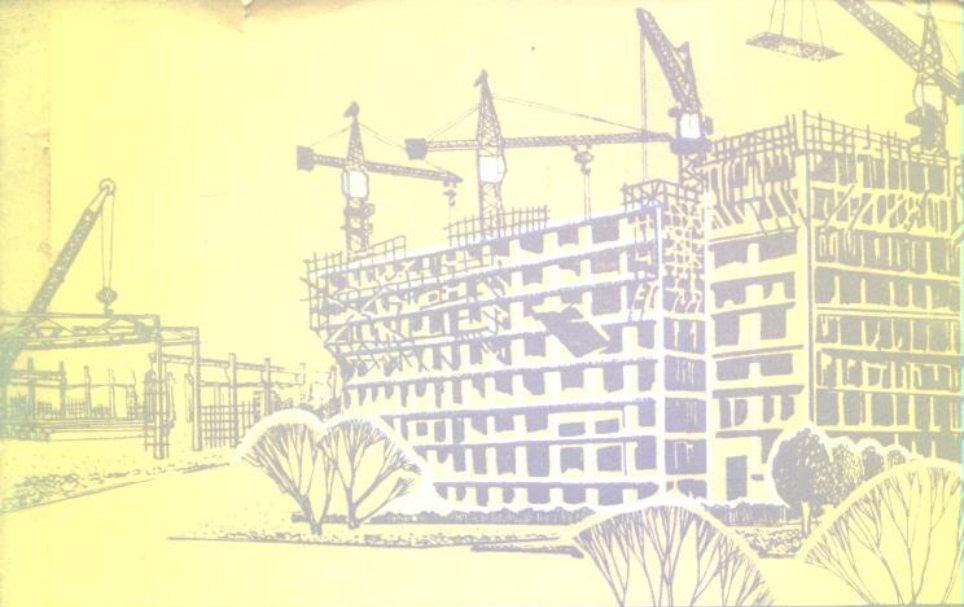




建筑工人技术学习丛书

预应力张拉工艺

中国建筑业出版社

33549

建筑工人技术学习丛书

预应力张拉工艺

陕西省建筑工程局《预应力张拉工艺》编写组



中国建筑工业出版社

11165105

本书系建筑工人技术学习丛书之一，主要介绍预应力钢筋、钢丝、钢绞线的制作方法、张拉工艺、操作要领、质量要求、安全须知以及常用夹具、锚具和张拉机具的构造、使用和维护保养知识。在张拉工艺和操作要领方面，着重总结了老工人的实践经验。此外，在附录中还附有常用夹具、锚具的加工详图和张拉机具的主要技术性能。

本书可作预应力张拉工自学读物，也可作技工培训读物。

本书由陕西省建筑工程局科学研究所主编。

派出人员参加审查讨论的单位有：

陕西省建筑工程局教材编审组；

陕西省第一、第二、第六、第七、第八、第十建筑工程公司；

西安市建筑工程局；

西安冶金建筑学院。

建筑工人技术学习丛书 预应力张拉工艺

陕西省建筑工程局《预应力张拉工艺》编写组

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：6 1/4 字数：134 千字

1974年7月第一版

1974年7月第一次印刷

印数：1—48,805册

定价：0.41元

统一书号：15040·3142

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地
建设社会主义。

一个正确的认识，往往需要经过由
物质到精神，由精神到物质，即由实践
到认识，由认识到实践这样多次的反
复，才能够完成。

要把一个落后的农业的中国改变成
为一个先进的工业化的中国，我们面前
的工作是很艰苦的，我们的经验是很不
够的。因此，必须善于学习。

出 版 说 明

在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国基本建设战线形势一片大好。“百年大计，质量第一”的思想深入人心，新老工人为革命钻研技术的热情更加高涨。

为了适应广大建筑职工，特别是青年工人学习技术的需要，陕西省建筑工程局和北京市建筑工程局等单位，以工人、技术人员和领导干部相结合的方式，组织编写了这套“建筑工人技术学习丛书”。

这套丛书基本上是按工种编写的，计划分《木工》、《瓦工》、《混凝土工》、《钢筋工》、《抹灰工》、《油漆工》、《架子工》、《防水工》、《预应力张拉工艺》、《材料试验》、《中小型建筑机械操作与维护(上、下册)》等册，将陆续出版。

这套丛书的深浅程度，一般是按一至四级技工应知应会的内容编写的，着重介绍操作技术，辅以必要的理论知识；对于工程质量标准和安全技术，作了适当的叙述；各工种有关的新技术、新机具和新材料，也作了必要的介绍。

这套丛书可供具有初中文化程度的工人作自学读物，也可作技工培训读物。

目前，有关的规范、规程正在修订、编制过程中，本丛书如有同规范、规程不一致的地方，以规范、规程为准。

中国建筑工业出版社

1973年8月

目 录

第一章 概述	1
第一节 预应力钢筋混凝土的应用	1
第二节 为什么会出现预应力钢筋混凝土	3
第三节 预应力钢筋混凝土的优缺点	6
第四节 制作预应力钢筋混凝土构件的方法	7
第二章 预应力钢筋混凝土中的材料	10
第一节 混凝土	10
第二节 钢筋与钢丝	11
第三节 钢筋与钢丝的检验	17
第四节 保证材料质量的重要性	18
第三章 夹具与锚具	20
第一节 分类与要求	20
第二节 夹具	21
第三节 锚具	26
第四章 张拉机具与设备	33
第一节 张拉机具	33
第二节 张拉设备	42
第三节 灌浆设备	51
第四节 张拉机具与设备的选用	54
第五节 张拉机具的校验	56
第六节 机具使用、维护与保养	60
第七节 机具设备的故障及其排除	62
第五章 预应力筋的制作	65
第一节 钢筋的对焊	65
第二节 钢筋的镦粗	74

第三节	预应力筋的下料	77
第四节	钢筋的冷拉	85
第五节	编束	94
第六章	先张法	98
第一节	长线台座的构造	98
第二节	预应力损失与张拉程序	103
第三节	张拉预应力钢丝和钢筋	106
第四节	钢丝、钢筋张拉力放松	119
第七章	后张法	123
第一节	构件的制作	123
第二节	张拉程序与张拉原则	129
第三节	预应力钢丝束的张拉	130
第四节	后张自锚	136
第五节	孔道灌浆	142
第六节	安全须知	144
第八章	电热张拉法	145
第一节	电热张拉的优缺点	145
第二节	伸长值的确定与计算	146
第三节	电热设备的选用	150
第四节	操作步骤与方法	155
第五节	注意事项及安全须知	160
第九章	其它张拉方法简介	163
第一节	连续配筋法	163
第二节	侧向张拉法	166
第三节	折线张拉法	138
第四节	圆形预应力钢筋的张拉	170
附 录		
一、	预应力混凝土结构常用的夹具与锚具	172
二、	几种张拉机具的主要性能	189
三、	圆钢筋的横截面积及重量	191

第一章 概 述

第一节 预应力钢筋混凝土的应用

预应力钢筋混凝土是最近几十年发展起来的一项新技术，在世界各国比较普遍地使用的历史，也不过二、三十年，但是目前预应力钢筋混凝土的推广使用量，已成为衡量一个国家建筑技术水平的重要指标之一。

在半封建半殖民地的旧中国，根本没有预应力钢筋混凝土结构。解放后，在党和毛主席英明领导下，随着我国社会主义经济建设的发展，预应力钢筋混凝土在我国也得到了迅速的发展，它对提高工程质量，节约材料和降低造价，显示出良好的效果。

我国预应力钢筋混凝土的发展，同其他科学技术的发展一样，始终贯穿着两条路线的激烈斗争。第一个五年计划期间，我国即开始采用预应力钢筋混凝土结构，当时在数量、结构类型等方面，都取得了迅速的发展。特别是1958年以后，预应力钢筋混凝土的生产几乎遍及全国各地，应用的范围也日益广泛。例如，采用了跨度为61米的块体组合式预应力钢筋混凝土拱形屋架，代替钢屋架，建成了直径37.6米，高11.5米，容量为13000立方米的煤气罐及容量为20000立方米的装配式预应力钢筋混凝土油罐等。但是，由于刘少奇修正主义路线的干扰和破坏，预应力钢筋混凝土在1962~1966年期间发展较慢，走了一段曲折的道路。

伟大的无产阶级文化大革命，摧毁了以刘少奇和林彪为头子的两个资产阶级司令部，批判了他们推行的修正主义路线，建筑战线上的广大职工在“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”总路线的光辉照耀下，坚持“独立自主”，“自力更生”的方针，预应力钢筋混凝土又得到了迅速的发展，新结构不断出现，如预应力自防水屋面板、预应力屋架、预应力吊车梁等已广泛应用到基本建设工程上；在生产工艺方面也不断更新，如“后张自锚”预应力工艺和703型锚具预应力后张工艺等相继出现。江苏、浙江等地“土法上马”，广泛发展以冷拔低碳钢丝生产预应力钢筋混凝土小构件，使预应力的应用范围更加扩大。目前，在设备基础、桩、压力水管、水池、电杆、桥梁、轨枕、矿井支架等结构物、构筑物 and 构件中，也大量采用预应力钢筋混凝土。我们深信，在毛主席无产阶级革命路线指引下，预应力钢筋混凝土将会得到更快的发展和更广泛的应用。

随着预应力钢筋混凝土新型结构的不断出现，生产技术的不断提高，预应力钢筋的张拉已逐步变成专业的工种，要求切实掌握预应力钢筋张拉的先进技术，来为日益创新的预应力钢筋混凝土结构的生产把好质量关。张拉预应力钢筋的工作进行得正确与否，直接影响到预应力结构的安全使用，为此必须在思想上加以重视，在技术上要认真负责、一丝不苟，要克服那种认为“张拉工只是拉拉钢筋”，没啥学的错误思想。要认识到张拉工不仅要熟悉钢筋的张拉工序，还应知道钢筋性能、夹具与锚具的应用、张拉机具的操作方法等多方面知识，才能正确地掌握预应力钢筋的张拉技术，才能保证结构构件的质量。我们应该象白求恩同志那样，对技术精益求精，努力学习国内外先进经验，不断地提高预应力钢

筋混凝土的生产技术水平，使我国的预应力钢筋混凝土结构的施工技术更加迅速地向前发展。

第二节 为什么会出现预应力钢筋混凝土

拿一块橡皮为例，在橡皮中部的一侧划两根互相对称的交叉线，然后把橡皮两端搁在两个支点上，从上面压下使其弯曲。橡皮弯曲的时候，我们可以看见橡皮下面的线间距离加大，而上面的线间距离缩小（图 1-1），这说明橡皮的上部承受压力，下部承受拉力。

梁或板也是这样，当其承受荷载后，就会向下弯曲，上部承受压力（称为受压区）；下部承受拉力（称为受拉区），这种构件通称为受弯构件（图 1-2）。

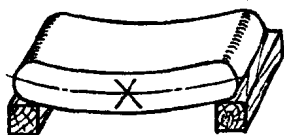


图 1-1 橡皮受弯曲

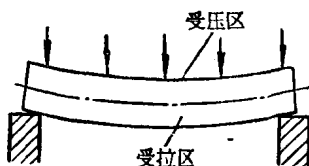


图 1-2 受弯构件示意图

如果梁用混凝土制成的话，会出现怎样的结果呢？由于混凝土能承受较大的压力，但抵抗拉力的能力却很低，大约只等于抗压能力的十分之一。因此，混凝土梁就经受不了很大的拉力而断裂（图 1-3）。

针对混凝土抗拉能力很低的特点，如果在混凝土梁的受拉区内配上适当数量抗拉能力很强的钢筋，使混凝土和钢筋

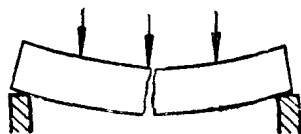


图 1-3 混凝土梁

结成一个整体，当梁承受荷载时，让混凝土与钢筋共同受力，混凝土受压力，钢筋受拉力，各自发挥自己的特长，那就比混凝土梁好得多，这种梁称为钢筋混凝土梁(图1-4)。

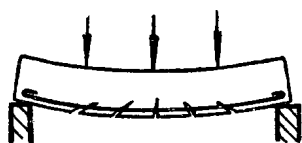


图 1-4 钢筋混凝土梁

但是，钢筋混凝土梁仍然存在着一定的缺点：由于混凝土受拉时的极限伸长率只有0.0015左右，超过这个限度，混凝土就会出现裂缝；而当混凝土达到极限伸长率时，与它

共同工作的钢筋内的应力^①还很小，只有300公斤/厘米²左右，梁虽还没有断裂，可是混凝土已出现裂缝，裂缝出现后，没有什么东西保护钢筋，时间长了，钢筋就会被锈蚀。这就说明钢筋混凝土梁仍然存在一定的缺点。

毛主席说：“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”为了解决这个矛盾，人们采用了预应力的办法。什么是预应力呢？我们以日常使用的木桶或木盆为例，木桶外面所以要加上一、二道铁箍，就是预先给它一个挤压力，使木桶的各块木板之间的缝隙压紧，以抵抗木桶盛水后产生的环向张拉力，这就是一种预应力。目前修建圆形预应力钢筋混凝土蓄水池，同样是运用这一原理。

人们经过长期生产斗争和科学实验的实践，引用木桶箍铁箍的道理，在制作钢筋混凝土构件时也预先给混凝土一个挤压力，即在混凝土的受拉区内，用人工加力的方法，将钢筋进行张拉，利用钢筋的回缩力使混凝土预先受压力压紧，

① 应力：构件在外力作用下，其截面上单位面积所产生的内力，单位为公斤/厘米²。

限制混凝土伸长，以充分发挥钢筋的力量，用这种方法制成的构件，就称为预应力钢筋混凝土构件。

那么，预应力在构件中能起多大的作用呢？以图 1-5 的预应力钢筋混凝土梁来说：当梁制作完毕未承受荷载，由于预先给下部混凝土的预压应力而产生一定的压缩变形，使梁向上弯曲（称为反拱）；受荷载后，梁开始向下弯曲（称为挠度），使下部混凝土中的预压应力随之减小，梁的反拱也随之减少；随着荷载的增加，梁继续向下弯曲，当预压应力全部被抵消时，混凝土中的应力等于零，梁恢复平直状态；继续增加荷载，梁继续向下弯曲，使下部混凝土出现拉应力并逐渐增大；再继续增加荷载到下部混凝土伸长至极限伸长值时，就出现裂缝。不难看出，预应力钢筋混凝土构件可以延缓混凝土裂缝的出现，并且通过合理的设计和准确施加预应力，也可以使它在承受一定荷载范围内不出现裂缝，从而弥补了钢筋混凝土构件的缺点。

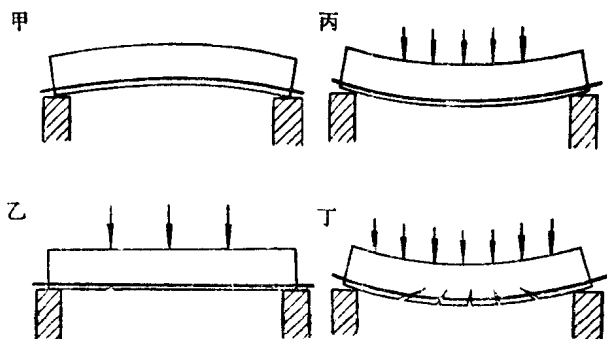


图 1-5 预应力钢筋混凝土梁承受荷载的几个阶段

第三节 预应力钢筋混凝土的优缺点

实践证明，预应力钢筋混凝土与钢筋混凝土相比，具有如下的主要优点：

1. 提高构件的抗裂度^①和刚度^②：因为预应力的作用，增强了构件混凝土的抗拉能力，可以使混凝土不过早地出现裂缝，还可以按照构件的特点，控制它在使用过程中不出现裂缝。同时，由于预加压力的作用，构件承受荷载后，向下弯曲的程度要小，就提高了构件的刚度。

2. 增加构件的耐久性：预应力钢筋混凝土能避免出现裂缝，构件内的钢筋就不容易锈蚀，因而相应地延长了构件的使用年限。

3. 节约材料：预应力钢筋混凝土可以合理地应用高强钢材，做到物尽其用，无论钢材还是混凝土用料都能相应减少。如24米跨度的预应力屋架与同跨度的钢筋混凝土屋架相比，可以节省钢材58.4%，混凝土15.9%。跨度愈大，材料节省愈显著，如61米跨度的预应力块体组合拱形屋架与同跨度的钢屋架相比，可节约钢材74%。

4. 减轻构件自重：由于采用高强度材料，构件截面尺寸相应减小，自重也就减轻了。如24米跨度的预应力钢筋混凝土屋架与同跨度的钢筋混凝土屋架相比，可减轻自重19.2%。

① 抗裂度：评定构件在承受荷载时，裂缝出现迟早或裂缝开展大小程度的性能指标。

② 刚度：评定构件在承受荷载时，向下弯曲程度(指受弯构件)的性能指标。

但是，预应力钢筋混凝土也带来了另一方面的问题，这就是制作构件时，增加了张拉工序和张拉的机具以及锚固装置等，制作技术也比钢筋混凝土复杂了许多。

第四节 制作预应力钢筋混凝土 构件的方法

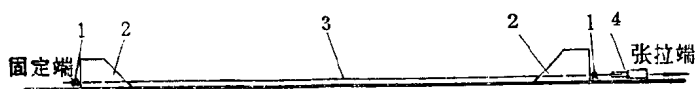
目前，制作预应力钢筋混凝土构件的方法，按施加预应力的时间分，可以归纳为两大类：一类叫先张法，一类叫后张法。按张拉钢筋的方法区别，一般又可分为机械张拉和电热张拉两种。

（一）机械张拉

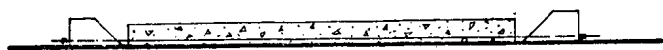
1. 先张法 先张拉钢筋，后浇捣混凝土的方法，称为先张法。具体是：在浇捣混凝土以前用张拉机械张拉钢筋，并将其临时固定在台座上，然后浇捣混凝土，等混凝土具有一定标号^①后，把张拉的钢筋放松，这时，钢筋要回缩，而混凝土已与钢筋粘结在一起，阻止钢筋的回缩，钢筋的回缩力把混凝土压紧，便给混凝土预加了压力（图1-6）。

2. 后张法 先浇捣混凝土，后张拉钢筋的方法，称为后张法。具体是：在构件设计配置预应力钢筋的部位上，预先留出孔道，等混凝土达到一定标号后，把钢筋穿进去，再用机械张拉钢筋，并锚固在构件两端，然后在孔道内灌入水泥浆或水泥砂浆。张拉的钢筋要回缩便给混凝土预加了压力（图1-7）。

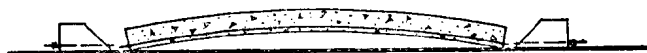
① 混凝土标号系指按照标准方法制作养护的边长为20厘米的立方试块，在28天龄期用标准试验方法所测算得的抗压强度（公斤/厘米²）。



张拉钢筋



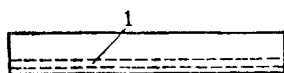
浇灌混凝土



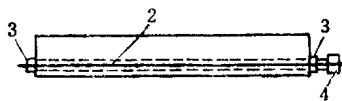
放松(割断)钢筋

图 1-6 先张法

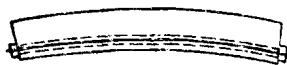
1—夹具；2—台座；3—钢筋；4—张拉机械



浇灌混凝土



张拉钢筋



孔道灌浆

图 1-7 后张法

1—预留孔道；2—钢筋；3—锚具；4—张拉机械

（二）电热张拉

1. 先张法 将钢筋放在模板内，然后通以电流，待钢筋伸长到需要长度后切断电流，将钢筋锚固在模板两端，等钢筋冷却后，再进行混凝土浇捣工作。待混凝土达到一定标号后，放松和切断钢筋，依靠钢筋与混凝土的粘结，使混凝土预加了压力。

2. 后张法 在构件中预留孔道，穿入钢筋后通以电流，待钢筋伸长到需要长度时，即旋紧钢筋两端的螺帽或插入垫板，将钢筋锚固于混凝土构件上，切断电流后，钢筋冷却而回缩，使混凝土预加了压力。

第二章 预应力钢筋混凝土 中的材料

第一节 混 凝 土

目前，预应力钢筋混凝土构件中所使用的混凝土标号大多为400号，一般不低于300号。某些重要的预应力钢筋混凝土，已普遍采用500~600号，而且逐渐向更高的标号发展。

预应力钢筋混凝土构件中，采用比较高的混凝土标号，是由于：

1. 预应力钢筋混凝土构件的钢筋，其强度比钢筋混凝土构件的钢筋高好几倍，所以混凝土的标号也要相应提高，使钢筋与混凝土的强度有一定的比例，共同承受外力，从而可以减小截面尺寸，减轻构件自重，并节约原材料用量。

2. 从经济意义上说，混凝土标号的增长比其价格的增长为多，如400号混凝土比200号混凝土，强度增加一倍，而价格一般只增加15~20%。

3. 标号较高的混凝土，其徐变^①也较小，因而可以减少由于徐变引起的预应力损失，提高构件的抗裂性能。

4. 试验证明：标号较高的混凝土，可以提高钢筋与混凝土之间的粘结力，对于依靠粘结力锚固钢筋的构件（如采用

① 徐变：混凝土在不变的荷载长期作用下，产生塑性变形的特性。