

后张自锚预应力工艺

后张自锚预应力工艺研究小组

中国建筑工业出版社

后张自锚预应力工艺

后张自锚预应力工艺研究小组编



中国建筑工业出版社

本书主要介绍在无产阶级文化大革命中，广大建筑职工遵循毛主席“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针，大力开展三结合技术革新运动所创造出的新工艺——后张自锚预应力工艺。主要包括：自锚性能及其工作原理、设计和构造、施工工艺等。书后还附有当前常见的几种后张自锚预应力结构。

本书适用于建筑工人和施工、设计人员阅读。

后张自锚预应力工艺

后张自锚预应力工艺研究小组 编

（根据原中国工业出版社重印）

★

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 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

★

开本：787×1092毫米 1/32 印张：2 1/2 字数：42 千字

1970年8月第一版

1974年9月新一版 1974年9月第一次印刷

印数：1—15,390 册 定价：0.17 元

统一书号：15040·3174

毛主席语录

中国共产党是全中国人民的领导核心。没有这样一个核心，社会主义事业就不能胜利。

工人阶级必须领导一切。

无产阶级必须在上层建筑其中包括各个文化领域中，对资产阶级实行全面的专政。

无产阶级文化大革命是使我国社会生产力发展的一个强大的推动力。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

备战、备荒、为人民。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

毛主席语录

卑賤者最聪明！高貴者最愚蠢

前 言

在波瀾壯闊的无产階級文化大革命运动中，广大建筑职工坚决贯彻毛主席“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针，在“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”总路线的指引下，狠抓革命，猛促生产，大力开展三结合的技术革新运动，成功地创造出一项适合我国建设特点和需要的预应力钢筋混凝土构件生产新工艺——后张自锚预应力工艺，为自力更生地发展预应力技术作出了贡献。后张自锚预应力工艺，是在总结各地预应力混凝土生产经验的基础上创造出来的。它综合了先张法钢筋依靠构件混凝土自锚和后张法直接在构件上张拉这两方面的特点，因而既不用台座，又不用工作锚，但是，在一定程度上延长了工期。实践证明，后张自锚预应力工艺具有安全可靠，经济合理，设备简单，操作方便的优点；特别是它适合在场地狭小、流动性大和设备条件差的情况下采用，符合多快好省的建設計划。

后张自锚预应力工艺的创造成功，是毛主席“卑賤者最聪明！高貴者最愚蠢”这一英明论断的有力例证。我们这些向来为资产阶级“技术权威”瞧不起的“小人物”，凭着对伟大领袖毛主席无限热爱的一颗红心，认真学习马克思列宁主义、毛泽东思想，破除迷信，敢想敢干，振奋大无畏的创造精神，终于做出了外国没做过，资产阶级“技术权威”不

敢做的事情，这是无产阶级文化大革命的胜利！是毛主席的无产阶级革命路线的胜利！是毛泽东思想的胜利！

过去，在反革命修正主义路线的干扰下，科学技术领域中有的部門被少数资产阶级“技术权威”所把持，广大革命职工的創造发明受到压制，得不到交流和推广，更談不上什么“著书立說”了。无产阶级文化大革命的伟大胜利，打倒了那些资产阶级反动学术权威，在毛主席“**工人阶级必須领导一切**”的光輝思想的照耀下，工人阶级登上了上层建筑斗、批、改的政治舞台，成为科学技术的真正主人！后张自錨預应力工艺是广大群众的創造。遵照毛主席“**要認真总结經驗**”的教导，我們把已有的实践，总结整理成这本小册子。

伟大領袖毛主席教导我們：“一个正确的认识，往往需要經過由物质到精神，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。”后张自錨預应力工艺，虽然經過实践的初步檢驗，已显示出强大的生命力，但它毕竟是一新生事物，我們对它的实践和認識还很不够，加上編写水平有限，本书的缺点和錯誤一定是不不少的。毛主席教导說：“因为我們是为人民服务的，所以，我們如果有缺点，就不怕别人批評指出。”我們恳切地希望全国各地广大工人师傅和革命同志对书中存在的問題提出批評指正。

最后，应当指出，本书在編写过程中，曾得到华北、西北和西南等地工人师傅的关心和支持，并提出許多宝贵意見，大大丰富了本书的内容。在这里，我們除向上述地区的工人师傅和同志們表示衷心感謝外，并热誠地希望能把这项工作的新經驗、新創造及时地介紹給我們，以便再版时修訂补充。

目 录

前 言

第一章 后张自锚工艺的产生、概念及其性能试验	1
一、后张自锚预应力工艺是怎样产生的?	1
二、后张自锚预应力工艺的基本概念	4
三、自锚性能的试验	5
(一) 自锚原理	5
(二) 传递预应力阶段的锚固性能	8
(三) 承受外荷阶段的锚固性能	12
(四) 长期使用效果	15
(五) 几点看法	15
第二章 后张自锚预应力结构设计和构造	17
一、设计原则	18
二、自锚区的设计	18
(一) 自锚头的材料和尺寸	18
(二) 外框构造	20
三、自锚头的排列	21
四、几种常用的自锚区尺寸	23
第三章 后张自锚预应力施工工艺	27
一、预留孔道	29
(一) 预应力钢筋预留孔道	29
(二) 锥形孔及浇灌孔的预留方法	31
二、制作钢筋束	31
(一) 钢筋冷拉	31
(二) 钢筋镦粗和编束	32
三、张拉夹具	32

(一) 锚粗夹具	33
(二) 锥形夹具	33
(三) 销片夹具	37
四、承力架	41
五、施加预应力	45
六、浇灌自锚头混凝土	46
(一) 顶面浇灌自锚头混凝土	47
(二) 侧面浇灌自锚头混凝土	47
七、传递预应力	50
八、施工遇到的问题	50
(一) 预留孔道问题	50
(二) 施加预应力问题	51
(三) 钢筋断裂问题	51
第四章 后张自锚预应力工艺的优点和存在的问题	52
一、后张自锚预应力工艺的优点	52
二、存在问题	53
三、结束语	54
附录一 几种常见的后张自锚预应力结构	55
(一) 18米预应力屋架	55
(二) 24米折线形预应力屋架	58
(三) 30米折线形预应力屋架	58
(四) 20吨预应力鱼腹式吊车梁	58
(五) 100吨预应力鱼腹式吊车梁	64
(六) 预应力拼装柱	67
(七) 预应力格架式柱	70
附录二 几种常用的低合金钢力学性能表	70
附录三 曲线钢筋摩擦系数实测结果	71
附录四 本书采用的符号注释表	72

毛主席語錄

我們不能走世界各國技術發展的老路，跟在別人後面一步一步地爬行。我們必須打破常規，盡量採用先進技術，在一個不太長的历史時期內，把我國建設成為一個社會主義的現代化的強國。

第一章 后張自錨工藝的產生、

概念及其性能試驗

一、后張自錨預應力工藝是怎樣產生的？

“無產階級的哲學，是鬥爭的哲學”，“真理是在同謬誤作鬥爭中發展起來的”。后張自錨工藝也完全是鬥出來的，與階級敵人鬥，與各種舊思想鬥，與重重困難鬥。激烈的鬥爭，貫串在新工藝產生和發展的全過程，而鬥爭的焦點是走什麼道路的問題。

偉大領袖毛主席關於“自力更生”，“艱苦奮鬥”，“打破洋框框，走自己工業發展道路”的教導，是我國社會主義建設的方針。

預應力混凝土這項先進技術，具有節約材料、抗裂性高和使用壽命長的優點。十幾年來，它在我國發展很快，取得了很大成績。毛主席教導我們：“外國一切好的經驗，好的科學技術，我們都要吸收過來”，同時還教導我們，“盲目

搬用的方針也是錯誤的”，要“洋为中用”。但是长期以来，叛徒、內奸、工賊刘少奇及其在建筑部門的代理人却和毛主席的伟大教导大唱反調，拼命鼓吹洋奴哲学和爬行主义，完全脫离我国实际情况，一味生搬硬套洋教条，把“洋方法”視為至宝，根本不許我們动一动。

1965年以来，我国冶金工人高举毛泽东思想伟大紅旗，創造出具有中国特点的低合金鋼体系，从而給預应力結構提供了44錳2硅、45錳硅鈮、40硅2鈮及45硅2鈦等新鋼材。新鋼材和过去的預应力碳素鋼鋼筋比較，一般具有强度高，直径小的特点，因而为改进預应力設計，改革施工工艺，創造了一定的条件。特別是在毛主席“备战、备荒、为人民”的伟大战略方針指引下，为了和帝、修、反搶時間，爭速度，加快社会主义建設，必須“尽量采用先进技术”，絕對“不能走世界各国技术发展的老路，跟在別人后面一步一步地爬行。”我們决心丢掉洋拐棍，按照我国实际情况，走自己工业发展的道路。于是1966年我們在某工地成立了有施工、設計、科研单位参加的，以工人为主体的“三結合”預应力工艺研究小組，研究解决推广低合金鋼中迅速发展預应力的技术問題。我們遵循毛主席“按照实际情况决定工作方針”的教导，着重对先张法和后张法預应力工艺进行了研究和分析。先张法虽然具有张拉設備简单和不用工作錨的优点，但必須在設有固定台座的預制厂生产；而后张法虽然可在施工現場制作，但却需要双作用千斤頂和固定在构件上的工作錨，这同当前內地建設的需要，都是不相适应的。我們根据伟大領袖毛主席“有所发现，有所发明，有所創造，有所前进”的教导，对先张法和后张法进行了具体分析，提出一种适合我国实际需要的后张自錨預应力工艺的設想。可是

设想刚一提出，有的同志就劝我们说：“这个方法外国都没搞过，你们能搞好吗？如果不成功，影响可不小！还是学习别人的稳当些。”怎么办？是前进，还是后退？这时我们重温了毛主席“我们一定要有无产阶级的雄心壮志，敢于走前人没有走过的道路，敢于攀登前人没有攀登过的高峰”的教导。毛主席这一伟大教导，说出了我们工人阶级的心理话，给我们增加了无限的勇气和力量。毛主席他老人家给我们撑腰，我们一定要给毛主席他老人家争气。外国人没有搞过的，我们要搞，外国人没有的，我们要有，新工艺一定要在我们中国工人手里搞出来。

试验过程中，碰到的困难也是不少的。比如，在加工张拉夹具时，锯床、铣床忙不过来。怎么办？我们就凭着忠于毛主席的一颗红心，以“只争朝夕”的革命精神，用一把手锯，一把锉刀来干，硬是加工出符合要求的张拉夹具。自锚头采用什么材料好，自锚性能到底怎样，我们都没有把握，就反复试验，反复实践。最初采用灰浆，失败了，后来才找出采用混凝土的办法。又如自锚头如何浇灌，张拉夹具和承力架采用什么样型式合理等等一系列问题，同样经过不少艰难曲折，我们遵照毛主席“群众是真正的英雄”的教导，依靠集体智慧，也都一一解决了。经过三个月的紧张战斗，后张自锚的新工艺终于创造出来了。这是毛主席无产阶级革命路线的胜利，也是无产阶级文化大革命的胜利！

新工艺产生和发展的过程，也就是伟大的毛泽东思想不断取得胜利的过程。后张自锚预应力工艺的试验研究成功，使我们深深体会到，只要事事遵循毛主席的教导，处处按照毛泽东思想办事，就能无往而不胜。同时这又一次充分证明毛主席“社会的财富是工人、农民和劳动知识分子自己创造

的。只要这些人掌握了自己的命运，又有一条馬克思列宁主义的路綫，不是回避問題，而是用积极的态度去解决問題，任何人間的困难总是可以解决的”这一教导，是千真万确的伟大真理。

二、后张自锚预应力工艺的基本概念

伟大領袖毛主席教导我們：“离开具体的分析，就不能认识任何矛盾的特性。”后张自锚預应力工艺不同于先张法，也不同于后张法，与两者存在着共性又有其自己的特性。

我們知道，先张法的主要特点是在台座上张拉鋼筋，依靠构件混凝土錨固，而不用工作錨；后张法的主要特点是不用台座，直接在构件上张拉，用工作錨錨固。而后张自錨法的主要特点是在构件上张拉，利用混凝土自錨，既不用台座，又不用工作錨。

具体是怎样的呢？同后张法一样，制作构件，預留鋼筋孔道，所不同的是孔道在构件端部扩大为錐形孔，用来浇灌自錨头混凝土。然后，通过承力架和张拉夹具向构件施加預应力；当自錨头混凝土达到一定强度时割断鋼筋，将鋼筋拉力由承力架传递給自錨头，最后取下张拉夹具和承力架（图 1-1）。

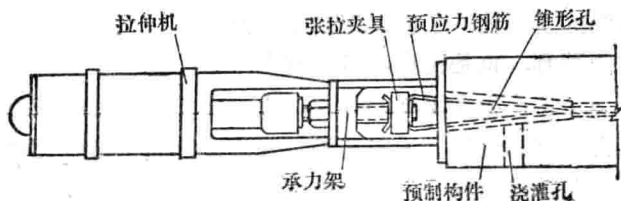


图 1-1 自錨工艺原理

三、自錨性能的試驗

如前所述，后张自錨預应力工艺的特点之一是取消工作錨，依靠混凝土錨固鋼筋。那么有人会問，羅卜大的一个自錨头能錨住40多吨的力量嗎？鋼筋会不会滑？自錨头会不会滑？对自錨头和构件本身有何特殊要求？这些問題确是自錨工艺的关键，必須解决。

我們按照毛主席“一切經過試驗”的教导，对自錨性能做了反复的科学試驗。一次一次地失敗，最后終於“找出規律性的东西”，为設計和制造后张自錨結構物提供了科学依据。

（一）自錨原理

在說明自錨原理之前，先举一个体育运动里的例子：拔河比賽时，怎样才能取胜呢？首先要求運動員有一双結实有力的手掌，尽量握紧表面粗糙的绳索，防止绳索从手里滑出；其次運動員的脚跟要站牢，尽量加大脚面与地面間的摩擦力，否則，就会連人帶绳一块儿被对方拉过去。

自錨錨固的原理也和拔河一样，首先要求自錨头有效地握紧鋼筋，勿使鋼筋滑移，这和用手握紧绳索一样；另外，自錨头不許在外框（指构件端部自錨头以外部分）里滑移，这和拔河时站牢脚跟的道理相同。这样，自錨就存在着两个矛盾：一个是鋼筋在混凝土里握裹与滑移的矛盾；一个是自錨头在外框里的粘結与滑移的矛盾。下面分別討論这两个矛盾問題。

分析鋼筋在自錨头里的錨固之前，先說明一下先张法鋼筋自錨的概念。先张法构件在传递預应力阶段（即鋼筋拉力由台座传递給构件时），并非依靠构件全长范围内混凝土与

鋼筋的粘結力握裹鋼筋，而仅仅是依靠端部区段（这个区段通常叫做“传力长度”）。这个区段里的鋼筋应力值較低，而除此区段以外的鋼筋則保持足够的应力值（图1-2）。

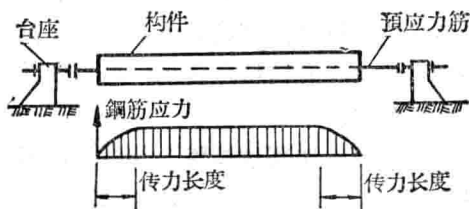


图 1-2 先张法构件的传力长度

现在有了对先张法自錨的認識，所以对后张自錨法鋼筋在自錨头里的錨固也就有了一定把握。那么后张自錨构件怎样才能可靠地錨固鋼筋呢？第一、要求自錨头长度超出传力长度，并有一定安全儲备，自錨头混凝土要浇灌密实并应有足够强度；第二、要求鋼筋为螺紋表面，自錨头內的鋼筋束要分散弯折一定角度，以增加錨固能力。

生产实践表明， $\Phi 12$ 毫米的44錳2硅， $\Phi 36$ 毫米的5号螺紋鋼筋等，均能在先张法构件中自錨。

自錨头又怎样才能在构件外框里錨固呢？这需要滿足两个条件：一是自錨头不許破坏；二是构件外框不許破坏。下面分別分析这个矛盾的两个方面：

我們知道，預应力传递前，自錨头是处于非預应力状态，在传递預应力阶段，它开始产生纵向压縮，同时引起横向膨胀变形，因外框对其有約束作用，从而它又承受着径向压力，这样自錨头就处于三向压力状态。自錨头由于处在三向压力状态，其强度大为提高，不易破坏，正好象以手用力

均匀地握紧鸡蛋一样，鸡蛋很难握碎。

矛盾的另外一个方面是外框会不会破坏？如前所述，自锚头的横向膨胀对外框产生挤压作用，使外框孔壁受拉（图 1-3）。如果外框抗拉强度不够，就会产生裂纹，甚至破坏，这样自锚头将在纵向压力作用下产生回缩或开裂，不能锚固。

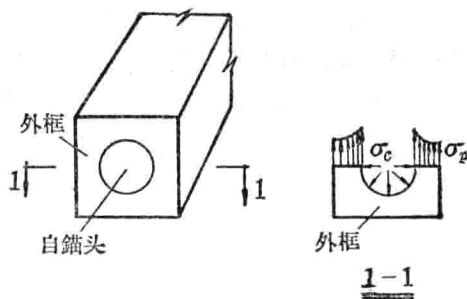


图 1-3 外框孔壁受力

“因此，研究任何过程，如果是存在着两个以上矛盾的复杂过程的话，就要用全力找出它的主要矛盾。”从上述分析可以看出：在一定条件下（保证自锚头长度、混凝土强度和浇灌密实），影响自锚性能的主要矛盾是外框强度。因此，对外框应予以充分的注意，配置必要的箍筋，以保证强度。

我们曾做过试验。试验包括传递预应力及构件承受外荷两个阶段，主要从中观察钢筋和自锚头的锚固性能。因为在生产实践中经常使用的是带12毫米成束配置的抗拉强度为9000公斤/厘米²的低合金钢钢筋，所以这里所介绍的主要是

这种新鋼材。

(二) 传递預应力阶段的錨固性能

1. 鋼筋的錨固

在先张法构件中分散布置的抗拉强度为9000公斤/厘米²的Φ12毫米鋼筋的传力长度，一般为18厘米左右。

我們通过后张自錨的18米屋架，实际测定了鋼筋束在自錨头里的传力长度（屋架端部尺寸見附录一附图2），其預应力鋼筋为一束6根Φ12毫米鋼筋。传递預应力阶段自錨头的混凝土为280号，实测的結果，传力长度为15~20厘米。

同先张法构件比較，在后张自錨构件里的鋼筋不是分散布置，而是成束配筋，这是不利因素。但也有有利因素，即在自錨头內的鋼筋可分散并可弯折一定角度。实际上二者自錨效果相差不大。

2. 自錨头的錨固

自錨头与外框之間存在粘結力，在传递預应力阶段，可能出現两种情况。一种是粘結力未被破坏，两者接近共同工作；另一种是粘結力被破坏，两者不能共同工作。为了判明属于哪种情况，我們曾制作錐形孔壁涂石蜡层的試件，模拟粘結力破坏情况，用来和未涂石蜡的試件进行比較。

为了說明外框配置箍筋的必要性，还制作了不放箍筋的試件，与有箍筋試件做比較。

具体做法是，取构件端部做为試件（图1-4(1)），試件两端安放承力架，以张拉鋼筋，对試件施加預应力，以符合实际受力情况（图1-4(2)），然后浇灌自錨头，待混凝土达到210号时将左端鋼筋放松，鋼筋預应力传递給自錨头。此时測定外框混凝土的横向变形（图1-4(3)），測定結果列于下表。

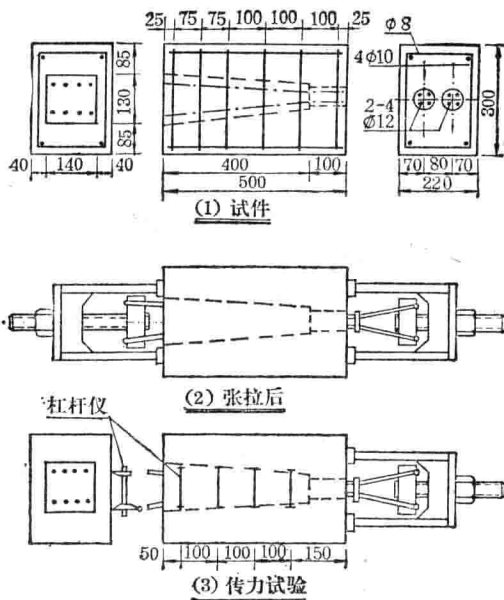


图 1-4 试件的制作与试验

传递预应力阶段试验结果

试件编号	试件特征		传递预应力试验	
	孔壁	箍筋	开裂情况	最大横向受拉变形
I	涂蜡	有箍筋	开裂	
II	不涂蜡	无箍筋	开裂	
III	不涂蜡	有箍筋	未裂	8×10^{-5}