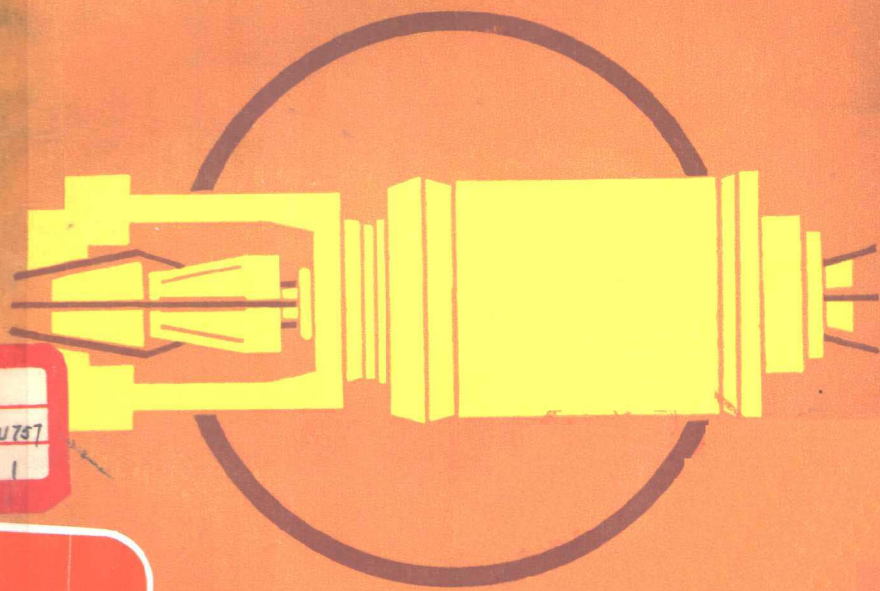


后张碳素钢丝

王朝熙 编著



中国建筑工业出版社

后张碳素钢丝

王朝熙 编著

中国建筑工业出版社

本书主要介绍预应力碳素钢丝的制作、张拉工艺、安全操作注意事项。此外，对张拉工具和锚具也作了简要介绍。在施工计算方面，较详细地介绍了应力校核、使用阶段抗裂度和施工阶段验算，最后介绍了后张自锚工艺。

本书可供土建技术人员和预应力张拉工参考。

后张碳素钢丝

王朝熙 编著

*

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(北京阜外南礼士路)

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：4 1/2 字数：100 千字

1980年9月第一版 1980年9月第一次印刷

印数：1—5,830 册 定价：0.38元

统一书号：15040·3751

前 言

预应力混凝土结构，在我国基本建设工程中得到了广泛的应用，并取得了较大成就。当前，随着国家工业建设的迅速发展，工业厂房的跨度和柱距，要求越来越大，吊车梁的吨位，要求越来越重，民用大跨度建筑，不断增加。过去，30米以上工业厂房和民用建筑的屋架，柱距12米100吨以上的吊车梁，大都采用钢结构，消耗钢材较多，且维修工作量和维修费用很大，降低结构物的成本，受到了一定的限制。

近年来，建筑部门应用国产高强建筑材料——混凝土和钢材，在大跨度屋架，重吨位吊车梁和整体预应力装配式框架结构（IMS体系）中采用后张碳素钢丝，进行试制、试验，并逐渐在工业与民用建筑工程中推广和应用。为此，后张碳素钢丝的施工，已成为有关土建工作者所必须掌握的一门施工技术。作者从后张碳素钢丝施工实践中所遇到的一些问题和累积的点滴经验，写成此书，供有关土建工作者参考。

本书仓促成稿，书中如有不妥之处，敬请读者指正。

王朝熙

1979年4月

目 录

第一章 概述	1
第二章 混凝土块体制作	6
第一节 混凝土	6
第二节 预留孔道	6
一、胶管充水(气)法	7
二、钢管抽芯法	14
三、灌浆孔设置	15
第三节 块体拼装	16
一、施工准备	16
二、拼装	17
第三章 钢丝及钢丝束的制作	19
第一节 钢丝	19
一、钢丝外观	19
二、钢丝化学成分	20
三、钢丝机械性能	20
第二节 钢丝束制作	23
一、下料长度计算及断料	24
二、编束	27
第四章 锚具	30
第一节 锥形锚具	30
第二节 锥形螺杆锚具	36
一、构造	36
二、部件尺寸	36
三、制作	38

第三节 镢头锚具	39
一、构造	39
二、使用及使用时注意事项	40
第四节 锚具保管	42
第五节 锚具的应用动向	43
第五章 机具工具	44
第一节 机具的选用	44
一、千斤顶张拉吨位选用	45
二、千斤顶张拉行程选用	45
三、压力表选用	46
第二节 千斤顶	46
一、85吨三作用千斤顶	46
二、60吨双作用千斤顶（锥锚式）	49
三、YC-60型双作用千斤顶	49
四、油管及接头	50
五、千斤顶备品备件及维修保养	52
六、千斤顶的校验	53
七、千斤顶故障原因及排除方法	62
第三节 高压油泵	62
一、LYB44型电动立式高压油泵	63
二、02ZB-74型电动高压油泵	66
三、A6-400K型电动立式高压油泵	69
四、油泵备品备件及使用保养	71
五、油泵故障及排除方法	73
第四节 液压冷镦器	75
第五节 压浆泵	76
一、HB6-3型电动活塞式灰浆泵	76
二、斗式电动灰浆泵	78
三、灰浆泵的故障及排除	80

四、喷浆嘴.....	82
第六节 张拉、灌浆工具.....	82
一、张拉工具.....	82
二、灌浆工具.....	83
第六章 碳素钢丝张拉的施工计算	84
第一节 预应力损失.....	84
第二节 张拉力和顶锚力计算.....	87
一、张拉力、顶锚力计算例题.....	89
二、关于顶锚力定值问题.....	91
第三节 钢丝伸长值计算.....	91
第四节 实例.....	93
第七章 张拉操作	97
第一节 清孔、穿丝.....	98
第二节 张拉程序及操作控制指标.....	99
一、张拉程序.....	99
二、张拉操作控制指标	101
第三节 张拉方法	102
一、锥形锚具锚固、锥锚式千斤顶（三作用或双作用千斤顶）、配电动高压油泵的张拉方法	102
二、锥形螺杆锚具、镦头锚具锚固，穿心式千斤顶配电动油泵的张拉方法	108
三、张拉安全注意事项	112
第四节 滑丝断丝原因及处理方法	113
一、顶锚前个别钢丝滑移的原因	113
二、顶锚后个别钢丝滑移的原因	113
三、断丝的原因	113
四、滑丝断丝的处理原则	114
五、处理的方法	114
第五节 孔道灌浆	115

一、孔道灌浆的意义	115
二、灌浆材料	116
三、灌浆操作	117
四、灌浆安全注意事项	119
第六节 锚具净空尺寸及端头钢丝保护层	120
第八章 应力校核和抗裂度及施工阶段验算	122
一、应力校核	122
二、复核构件的强度、使用阶段抗裂度及施工阶段验算	123
第九章 钢丝束后张自锚	128
第一节 钢丝束后张自锚法	128
一、后张自锚法工艺流程	128
二、自锚头长度估算	128
三、张拉夹具	131
四、承力架	131
五、张拉操作	132
六、浇灌自锚头混凝土	134
第二节 自锚头填料环氧树脂砂浆	134
一、配方	135
二、操作方法	135

第一章 概 述

后张碳素钢丝如同所有后张粗钢筋构件一样，就是先捣制混凝土构件，并在混凝土构件中预留孔道，待混凝土达到设计规定的强度后，将钢丝束穿进预留孔道内，用机械按规定的张拉力进行张拉，再用各类型锚具，将应力钢丝锚固在构件两端，使钢丝应力传递给混凝土。张拉锚固完成后，将水泥浆压入孔道内，以恢复结构物的整体性（图1-1）。

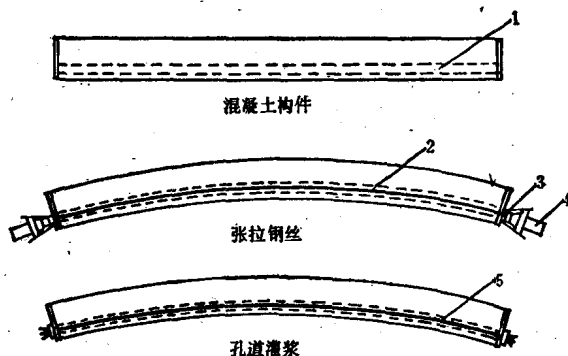


图 1-1 后张碳素钢丝束

1—浇灌混凝土时预留孔道；2—钢丝束；3—锚固；4—千斤顶；
5—孔道灌浆

后张碳素钢丝束，可以在构件中弯成曲线；跨度较大的构件，利用这一特点，将应力钢丝束弯起（图1-2），免除受压区的应力钢筋。两端弯起的应力钢丝束在支座附近的方向如相近于主拉应力的方向，则更易于承受主拉应力。比较

突出的是：碳素钢丝具有高强、量轻、丝长的特点，更适合重型、大型结构构件。碳素钢丝与粗钢筋相比，不须对焊、冷拉、时效等工序，使施工工艺由繁变简，操作轻便，工期缩短，锚具加工亦不复杂。

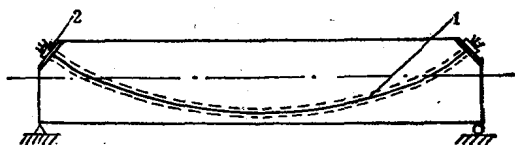


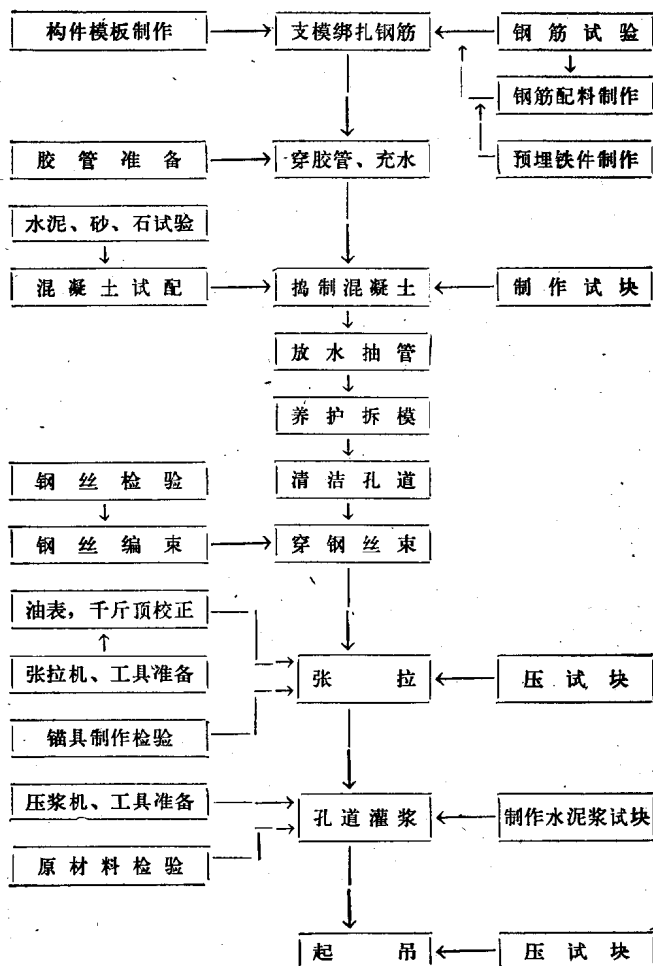
图 1-2 应力钢丝的弯起

1—孔道钢丝束；2—锚具

钢丝束分重型、轻型两种。重型钢丝束每束多达 60 根 ($\phi 5$)，对承受巨大荷载的铁道桥梁，首先得到应用。荷载较小的结构构件，则可采用轻型钢丝束，每束 12~24 根 ($\phi 5$)。但重型钢丝束强大的张力过于集中，在构件断面上配置造成困难，施工需要有强大效能的张拉设备；而轻型钢丝束轻便灵活，不但可用于巨大荷载的结构构件，用于荷载较小的结构构件，更有其合理性，小型张拉设备，亦足以满足，目前国内外侧重于使用轻型钢丝束。近年来，我国建筑设计、施工、科研单位，对后张碳素钢丝束应用于重型、大型结构构件，做过一些试制试验，已生产了 12 米跨度 100、200 吨鱼腹式吊车梁，36、61 米跨度拱形屋架和 12 米跨度的三角形托架，以及 5000 吨水压机机架，144 米悬臂箱形拼装公路桥。实践证明，国产碳素钢丝，材质比较稳定，抗冲击和疲劳性能较好，节约钢材尤为显著，以 12 米跨 200 吨鱼腹式吊车梁，61 米跨屋架，12 米跨托架为例，同钢结构构件相比，分别节约钢材 70%、74%、68.5%，因此后张碳素钢丝，必将在工业与民用建筑工程中得到更大的发展。

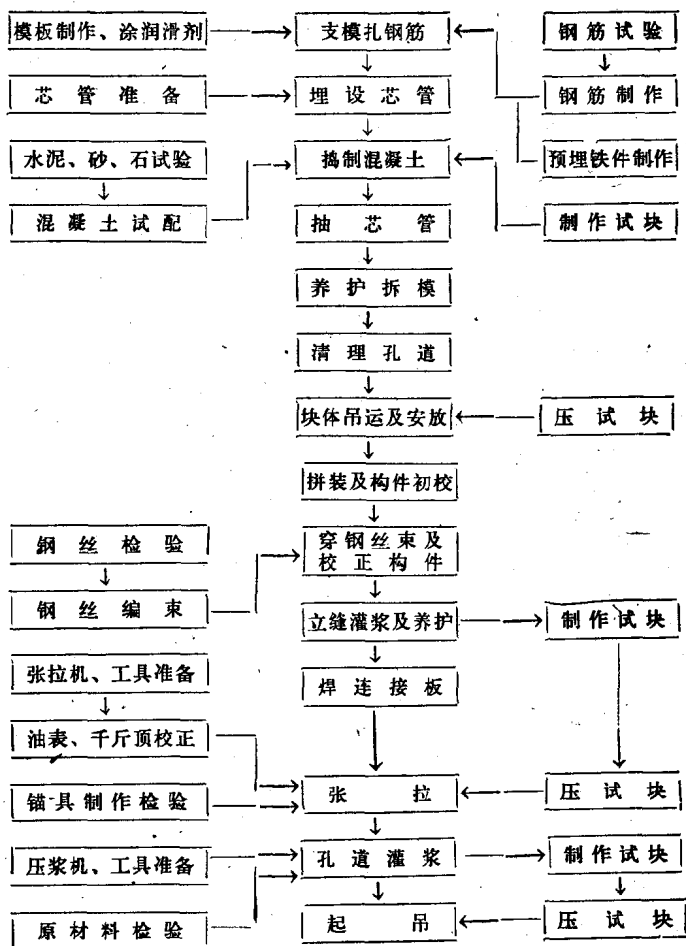
后张整体构件制作张拉工艺流程

表 1-1



后张拼装构件制作张拉工艺流程

表 1-2



后张预应力混凝土构件，分整体式和块体拼装式两种，施工中考虑到构件在现场制作，能大量省工省料，既易于保证构件质量，又不须运输，因此，整体式构件平卧重叠生产，被普遍采用。如36米整体拱形屋架，平卧重叠三至四层，有的五层，其基本工艺流程，见表1-1。对于大跨度构件，则在工厂制作块体，运到现场拼装成整体，其基本工艺流程，见表1-2。

第二章 混凝土块体制作

第一节 混 凝 土

后张碳素钢丝的预应力混凝土构件，钢丝强度高，混凝土的标号，也必须相应提高，使钢丝和混凝土共同作用，承受外力，以减小构件截面尺寸，减轻构件自重，节约材料，并增加钢丝与混凝土的粘着力，提高钢丝的锚固性能。因此，混凝土标号一般不低于400号，重要构件500~600号。对于高标号混凝土，为了减小混凝土收缩徐变，每立方米混凝土中，砂子加水泥的重量，不宜大于1000公斤，也不宜低于920公斤，以950公斤左右为好。应特别注意的是：混凝土中不能掺入对钢丝有侵蚀作用的附加剂，如氯化钙、氯化钠等。目前在混凝土中使用减水剂，也不能忽视这一点。

第二节 预 留 孔 道

预应力混凝土孔道成型的好坏，直接影响钢丝束穿束张拉灌浆的质量，特别是大跨度构件预留孔道时，必须重视每一个操作环节。孔道成型，主要有胶管抽芯和钢管抽芯两种。曲线孔道，大跨度构件，一般采用胶管充水（气）法；直线孔道，小跨度构件，则多采用钢管抽芯法。后张碳素钢丝束构件，在设计图纸中预留孔道，均设置了灌浆孔，但采用钢制锥形锚具，孔道进浆出浆是通过两端锚塞中的孔洞完

成的，孔道不须再设置灌浆孔。从孔道灌浆实践证明：凡胶管充水（气）成型孔道，由于胶管放水（气）后管径缩小，加之抽拔时管子越拉越细，孔壁混凝土未受损坏，压浆时沿孔道纵向全长，无渗水漏浆现象，质量良好。钢管成型孔道，由于孔壁混凝土初、终凝前后管子时刻转动，拔管时又不易做到平直，孔道壁混凝土受到损伤而产生裂缝，压浆时，沿孔道纵向全长，一般渗水严重，甚至漏浆。

一、胶管充水（气）法

胶管充水（气）法，是预应力构件混凝土浇灌前，在预留孔道位置穿入胶管，在管子内充压力水（气），使胶管胀粗，扩大管径，增强刚度，抽拔时放水（气），管径缩小，容易拔出。充水胶管，便于检查渗漏，比充气好。

24 ϕ 5钢丝束预留孔道，孔径一般为 $\phi 60$ 毫米，胶管可用内径 $\phi 38$ 毫米，外径 $\phi 55$ 毫米，5~7层帆布，外光面，粗细一致的管子，充高压水后，能胀大4~5毫米。18 ϕ 5钢丝束孔道，孔径 $\phi 50$ 毫米，胶管可用内径 $\phi 32$ 毫米，外径 $\phi 45$ 毫米，5层帆布，表面光洁，管径一致的管子。以36米跨度拱形屋架为例，胶管总长需40米，但橡胶厂生产的胶管，每根长度18~20米，可采取两根或两根半胶管接成整根。其所以要接成整根，不采取胶管从两端穿入，各自抽拔，这是因为：当胶管穿入屋架下弦内，一经充7~8公斤/厘米²的高压水，36米跨度的屋架，胶管因管径胀粗而缩短700~800毫米，如两根胶管对头，充高压水后，两管堵头之间的空隙太长，中间设置铁皮套筒的长度，连包住两个堵头，超过1米，套筒中段是空心的，浇灌混凝土时容易被振捣器撞弯或压扁，屋架下弦跨中有起拱度，套筒过长，难于保证跨中孔道设计轴位。把两根胶管胀粗以后再穿，胶管本身重量大，

又被端部铁板孔卡住，拖动困难。采取两管先后压水，进水系统不仅两端都要配备，也只能减小空隙的一半。总之，两端抽拔，必须认真处理好中间接头。

胶管抽芯具体做法：

（一）胶管铁堵头（用于抽拔端）：

胶管抽拔端，必须用堵头密封，做法是：车制一段表面有丝扣的钢管堵头，打入胶管端部，再把堵头上的胶管剥去表皮，用16~*18铅丝密绕绑紧后，锡焊填牢，以免脱丝，其构造如图2-1所示。

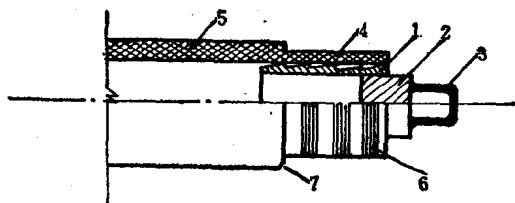


图 2-1 堵头

- 1—堵头钢管外径 $\phi 38$ ，长150~200毫米；2—铁楔；3— $\phi 8$ 钢筋挂钩；
4—胶管剥皮后的帆布层；5—胶管；6—16~*18铁丝扎2~3道；
7—削成斜坡

（二）胶管中接头

由于胶管长度不够，中接头是用于接长胶管的。做法是：车制一段两端表面有丝扣的钢管接头，在接头上分中划线，两端等长套入胶管内，剥去接头上的胶管表皮，用16~*18铅丝分段密绕，绑扎牢靠，填上一层薄锡焊，其构造示意，见图2-2。

（三）进水系统

根据构件孔道穿管数量，制作“一泵多管进水系统”，并应适合迭层的上层构件使用。水泵用活塞 $\phi 50$ 水管试压的

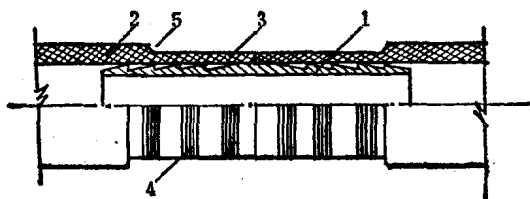


图 2-2 中接头

1—中接头钢管外径 $\phi 38$ ，长360毫米；2—胶管；3—胶管帆布层，
4—16~*18铅丝绕扎，接扣压在丝内，表面光滑；5—削成斜坡

手摇泵，进水系统用1英寸胶管，水泵处安设两个阀门，一为阻止回水，一为孔道内胶管第一次压水，不须拆除倒丝大小头即可放出胶管内的水，进水分叉管的阀门，是孔道内胶管压足水压后关闭，便于拆除水泵周转使用。进水系统与孔道胶管接头处倒丝大小头，小头与进水系统1英寸胶管连接，16* 铅丝缠扎固定，大头与孔道胶管在充水时联接，用卡箍箍紧（两道），抽芯时拆除卡箍，把大头拔出放水。冬季施工，进水系统应放水严加覆盖保温，防止冻结。如36米跨度屋架，四个孔道，用“一泵四管进水系统”，12米跨度吊车梁，十一个孔道，用“一泵6~7管进水系统”，分批压水。进水系统如图 2-3 示意。

（四）试压

试压是检验整根胶管充高压水后，接头、堵头不漏不脱。试验水压11~12公斤/厘米²，先检验单根，然后全套复检一次，在试压中有些质量差的胶管，受压后鼓泡喷漏，应予换掉。

（五）穿胶管

穿管前，必须做好下述几点

1. 排除障碍钢筋