

92175/69
23036

自应力钢筋混凝土管的生产与使用



中国建筑工程出版社

自应力钢筋混凝土管的 生产与使用

江西省水泥制品科学研究所
南京市市政工程公司水泥制品厂

中国建筑工业出版社

本书对自应力钢筋混凝土管的设计、制造、施工和使用等作了比较系统的介绍，并对自应力水泥的生产和性能，自应力混凝土的性能作了一般性介绍。本书可供生产水泥压力管工厂的技术人员、工人、技术管理干部阅读，也可供有关科研、设计和施工单位的有关人员参考。

自应力钢筋混凝土管的生产与使用

江西省水泥制品科学研究所

南京市市政工程公司水泥制品厂

★

中国建筑工业出版社出版(北京西外大街19号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京印刷六厂印刷

★

开本：787×1092毫米 1/32 印张：4 1/2 字数：95千字

1973年7月第一版

1973年7月第一次印刷

印数：1-55,170册

定价：0.36元

统一书号：15040·3056

前 言

自应力水泥和自应力混凝土是一种新材料，而用自应力水泥的膨胀能来张拉钢筋混凝土中钢筋，使之产生自应力，则是一种新技术。当前，自应力混凝土技术已成为一门新兴的边缘科学。

早在1958年，我国就利用自制的自应力水泥，研究试制成功平口式自应力钢筋混凝土管。后来，又铺设过试验性管道，取得了较好的结果。1966年10月，南京市市政工程公司水泥制品厂和建筑材料工业部建筑材料科学研究院合作进行了承插式自应力钢筋混凝土管（以下简称承插式自应力管或自应力管）的研究。遵照伟大领袖毛主席亲自批示的《**鞍钢宪法**》的精神，我们当时成立了有干部、工人和技术人员参加的“三结合”试制小组，在“**抓革命，促生产，促工作，促战备**”的方针指引下，很快突破了技术难关，试制成功了承插式自应力管。实践证明，承插式自应力管是一种性能良好的非金属管材，能代替钢管、铸铁管用作中压和低压的输水管道以及城市煤气供应管道。1969年11月，建筑材料工业部和江苏省基本建设局以及南京市城市建设局共同召开了有全国近七十个生产、科研、设计、使用单位参加的承插式自应力管鉴定会。会上一致肯定，这是一种值得推广的非金属压力管。

目前，承插式自应力管的生产技术在我国发展很快，已经大量生产、使用。为了适应这一发展形势的需要，以及加强企业技术管理和进行技术培训的需要，我们编写了《自应

力钢筋混凝土管的生产与使用》这本书，供有关单位技术人员、工人和技术管理干部参考。

本书所介绍的，仅限于目前我们粗浅的认识，而一些试验结果，往往是在特定的条件下取得的，有一定的局限性。因此，希望各单位根据具体条件，坚持实践第一的观点，通过进一步试验去解决生产、使用中存在的问题，不要被书中介绍的内容所束缚。

在本书编写过程中，很多生产、使用单位，为我们提供了许多宝贵资料，在此一并表示感谢。

由于我们学习马克思列宁主义、毛泽东思想，理论联系实际不够，加上业务水平有限，书中不妥之处在所难免，我们热忱希望读者批评指正。我们也决心学习兄弟单位的先进经验，为发展我国非金属压力管的生产作出新贡献。

1973年3月

毛 主 席 語 录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

我们的方针要放在什么基点上？放在自己力量的基点上，叫做自力更生。

人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

目 录

前 言

第一章 概述	1
(一) 什么叫自应力混凝土	2
(二) 什么叫自应力钢筋混凝土管	3
第二章 发展自应力管的技术经济意义	5
第三章 自应力管性能	7
(一) 抗裂性	7
(二) 抗渗性	8
(三) 接头密封性	11
(四) 裂缝闭合和愈合性	12
(五) 可加工性	13
第四章 自应力管的用途	15
第五章 自应力水泥的生产	22
(一) 对自应力水泥的要求	22
(二) 水泥配比的选择	24
(三) 生产方法	29
(四) 水泥生产控制	33
(五) 物理检验	33
第六章 自应力水泥和自应力混凝土性能	37
(一) 自应力水泥为什么会膨胀	37
(二) 自应力水泥的膨胀与强度	40
(三) 影响膨胀和强度的因素	43
(四) 自由和限制状态试体的特征	53
(五) 自应力混凝土与钢筋间的粘结	57
(六) 一般物理力学性能	59

第七章 自应力管设计	64
(一) 管径和内压力的确定	64
(二) 管形选择	64
(三) 管子长度和厚度的确定	67
(四) 承插口型式的选择	71
(五) 橡胶圈	73
(六) 如何确定承插口的細部尺寸	78
(七) 配筋	79
第八章 自应力管的生产	92
(一) 所需材料与设备	92
(二) 制管工艺	93
(三) 生产过程及其设备	95
(四) 承口制作	104
(五) 生产中可能产生的問題及处理方法	105
(六) 管子的生产控制	110
第九章 自应力管的保管、运输和铺设	113
(一) 儲存和运输	113
(二) 橡胶圈的运输及保管	114
(三) 管道鋪設	116
(四) 管道驗收	124
(五) 沟槽回填	129
(六) 問題与处理	129
第十章 发展动向	133

第一章 概 述

利用水泥的膨胀能来张拉钢筋混凝土内的钢筋，从而达到预应力目的的想法，在本世纪三十年代末就有人提出来了。但是，直到五十年代初，发展仍很缓慢。因为，当时试制的用来作自应力混凝土的膨胀水泥，生产工艺复杂，价格高，使用控制又比较困难，自应力值也很低，无法与机械张拉法所获得的预应力值相比。随着科学技术的发展，只是到六十年代后半期，用自应力水泥制作自应力钢筋混凝土制品或建造结构物才达到实用阶段。最近几年，某些国家的水泥、水泥制品行业和土木工程界都对它进行大力宣传。甚至有人认为：自应力混凝土的出现是土木工程界的第二次革命（第一次革命是出现预应力钢筋混凝土）；也有人把它看作是划时代的创举；有些国家还成立了化学预应力混凝土学会。

在毛主席革命路线指引下，我国在研究成功自应力水泥和自应力混凝土的基础上，近几年来又研究试制成功了承插式自应力管、自应力钢筋混凝土轨枕，并建成了自应力钢筋混凝土反应罐和自应力钢筋混凝土油罐。

现在，自应力混凝土的研究工作不断加强，它的使用范围也正在迅速扩大，用它制作的自应力混凝土制品和建造的工程结构物，有管、梁、板、矿井支架、轨枕、油罐、薄壳、道路、折板、墙板、水池和水塔等等。因为管子是一种既需抗裂，又需抗渗的制品，所以几乎一致认为，用自应力钢筋混凝土制管是最为合理的。自应力水泥还可作为抗渗、

接缝和堵塞材料使用。如作铸铁管刚性接头的填料，堵塞、修补漏水的裂缝和孔洞，浇灌预制构件的拼装接缝等等。

目前，自应力混凝土这门学科还很年青，正在发展阶段，有些问题尚待进一步通过实践研究解决。

（一）什么叫自应力混凝土

自应力混凝土是用一种特制的胶凝材料——自应力水泥——加砂、石、水制成的。这种配钢筋的混凝土在水中养护过程中，发生大量膨胀，带着其中钢筋一起伸长，张拉了钢筋，使钢筋受到了拉力，而混凝土本身却受到钢筋给予的压力而产生了压应力。因此，凡是不借助外力，而用自身膨胀能来张拉钢筋达到预应力目的的混凝土就称为自应力混凝土，也有些国家称为化学预应力混凝土或膨胀混凝土。

获得预应力的方法，除自应力混凝土法外，还有机械法、电热法和水压法等。

自应力混凝土法与其他预应力方法相比，有其独特的优点：

1. 自应力混凝土混合物被浇灌后，在硬化过程中依靠自身的膨胀能张拉钢筋而获得预应力，所以工序简单，无需张拉设备，劳动力省，成本低；

2. 可张拉任何方向的钢筋，造成多向预应力，从而可使复杂形状的结构预加应力。

此外，还具有极好的抗渗性。

然而，“事物都是一分为二的。”自应力混凝土与其它类型的预应力混凝土比较，也有不足之处。主要是自应力混凝土产生的预应力（以下称自应力）值低，一般为30~50公斤/厘米²。因此，使用它就有一定的局限性。

用来配制自应力混凝土的自应力水泥有很多种。按其组成的基本材料主要分为硅酸盐自应力水泥和铝酸盐自应力水泥等。

这里介绍的自应力水泥，是一种快硬、高强的胶凝材料，它是用石膏、矾土水泥和硅酸盐水泥粉磨而成的一种混合物，其中硅酸盐水泥为基本材料，占70%左右，故属于硅酸盐自应力水泥。按其功用，石膏和矾土水泥起膨胀作用，称作“膨胀组分”；硅酸盐水泥主要起强度作用，称作“强度组分”。实质上，自应力水泥是一种强膨胀性的膨胀水泥。

（二）什么叫自应力钢筋混凝土管

凡是用自应力钢筋混凝土制作的管子，就叫做自应力钢筋混凝土管。建筑材料工业部水泥科学研究所（后为建筑材料科学研究所）从1956年开始研究自应力水泥，次年开始研究自应力钢筋混凝土管。直到1966年初，我国用自应力水泥砂浆（以前也称它为自应力混凝土，按自应力水泥：砂子=1:1配制），先后试制成功了直径100~400毫米的平口式自应力钢筋混凝土管和自应力钢丝网水泥管，以及直径1500毫米的作为工业反应罐用的大口径自应力管。其中一些管子曾做过抗渗性（水、油、气）和抗裂性试验并铺设过试验性的管道。

毛主席教导我们：“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。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。”用平口式管子铺设管道，需用套管式刚性接头或法兰套管式柔性接头连接，有许多缺点。为此，从1966年底起，我们着手研究试制承插式

自应力管（图1）。

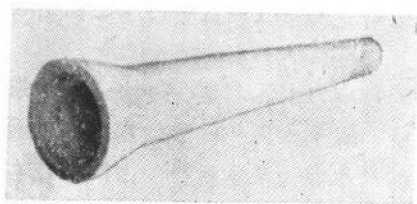


图1 承插式自应力管

承插式自应力管的外形与承插式铸铁管类似，一头是喇叭形的承口，另一头是插口。在插口上套橡胶圈，将插口插入承口内，便连接成为具有柔性的管道。因此，用承插式自应力管铺设管道，安装简便，使用安全可靠。

目前，我国已能大量生产直径100~600毫米的承插式自应力管，这种管材正被广泛地应用在输水、输气、除灰等各项工程上。

第二章 发展自应力管的 技术经济意义

无产阶级文化大革命有力地推动了我国社会主义建设事业的迅速发展，石油工业、化学工业、农田水利建设和城市建设等国民经济部门，需要大量管材。用自应力管代替钢管、铸铁管，不仅能节省大量钢材、生铁，而且生产简单，成本低，耐久性好。因此，发展自应力钢筋混凝土压力管，决不是权宜之计，而是压力管道的发展方向之一，具有很大的政治经济意义。

自应力管与铸铁管相比，有下列优点：

1. 可节省生铁85~90%。一个年产120公里、直径100~600毫米的自应力管车间，每年可为国家节省生铁1万多吨。
2. 价格便宜。一般自应力管比铸铁管价格低25%左右。

表 1 南京地区自应力管与铸铁管经济比较

项 目	管 径 (毫米)						
	100	150	200	300	400	500	600
自应力管售价(万元/公里)	0.500	0.875	1.250	2.00	3.95	4.325	5.30
自应力水泥用量(吨/公里)	8.00	12.50	20.77	35.00	58.80	85.00	114.20
自应力管钢筋用量(吨/公里)	1.40	3.25	3.50	8.00	14.20	22.00	25.00
铸铁管售价(万元/公里)		1.261	1.643	2.729			
铸铁管重量(吨/公里)	17.5	34.5	49.5	83.6	125	174	229

3. 通水能力稳定。铸铁输水管使用年久，管内表面会生成锈瘤，有效输水断面逐渐变小，降低通水能力。自应力管不长锈瘤，既不影响水质，又不降低通水能力。

4.有裂缝闭合和愈合能力。铸铁管在被摔、砸或在超过允许的内水压作用下出现的裂缝不能闭合，且将完全丧失使用能力。而自应力管如果出现0.25毫米宽度以内的裂缝，在自应力作用下则能闭合，且通常仍可作为压力4公斤/厘米²以内输水管使用。

5.铺设简便。接头不需打油麻灰口，减轻了劳动强度，改善劳动条件；可冬季施工；沟槽有水时，可带水安装；不象铺铸铁管那样挖很大的接头坑（打口操作面），因而也减少土方工作量。

6.接头密封性好，使用安全可靠。

7.耐久性好。据有关资料记载，普通钢筋混凝土管在地下可使用80年以上，如我国营口市1897年铺设的一条直径700毫米的钢筋混凝土管道，至今仍在在使用。而同地区的铸铁管，使用30年就要更换。

8.不导电，能防止杂散电流对管道的腐蚀。

9.传热性低，外界温度变化对管内温度影响小。

10.建立自应力管厂上马快，投资少，可就地生产，就近供应。且所需的量大的一些原材料（砂、石）能就地取材。

毛主席教导说：“我们必须学会全面地看问题，不但要看到事物的正面，也要看到它的反面。”自应力管与铸铁管相比，也有不足之处：

1.自重大。直径300毫米以下和直径500毫米的管子，分别比同直径铸铁管重20~28%和62%，管径越大，比铸铁管越重。

2.性脆。自应力管怕摔、砸、撞击，易断裂。

3.当使用自应力管输送含有固体颗粒介质时，其耐磨性不及铸铁管。

第三章 自应力管性能

(一) 抗裂性

自应力混凝土的膨胀性能，当前尚未被充分利用。制管用1:2自应力混凝土的自应力值，通常不超过40公斤/厘米²，它比预应力管的环向预应力值低（通常取80~120公斤/厘米²）。因此，自应力管的抗裂性，介于普通钢筋混凝土压力管和预应力钢筋混凝土压力管之间。

抗裂性包括内压、外压和抗弯三个方面。

内压强度系指管子抗管内液、气体压力作用的强度。由表2可见，自应力管承受内压之极限能力随管径的增大而减小（原因见自应力管设计一章）。

表 2 自应力管抗裂内压力

管 径 (毫米)	100	150	200	300	400	500	600
管 厚 (毫米)	25	25	30	35	45	55	60
抗裂内压力(公斤/厘米 ²)	30	20	18	16	13	13	12

外压强度系指管子在外压（包括管自重、管内水重、覆土重和地面的附加荷载）作用下，管子环向抗外压的强度。由于目前生产的自应力管管径小，在地下受外压影响不大，一般不予考虑。

抗弯强度系指管子在外压作用下纵向抗外压的强度。在

10吨压路机直接加压下，用电测法测定沟埋的直径150毫米的自应力管道的纵向弯曲应变，借以确定管子允许的最小埋设深度。试验表明，最小允许埋设深度为80厘米。在试验室内进行纵向抗弯试验（图2）得出：直径300和150毫米的自应力管，其纵向抗裂弯矩分别为2.5吨-米和0.425吨-米，而用500号普通水泥制成的直径150毫米的普通钢筋混凝土压力管，纵向抗裂弯矩却只有0.34吨-米。

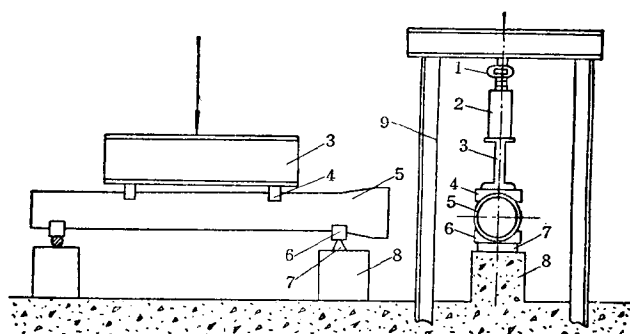


图2 自应力管纵向抗弯试验布置

1—测力计；2—千斤顶；3—工字钢；4—上弧形垫木；5—管子；
6—下弧形垫木；7—支座；8—墩子；9—支架

（二）抗 渗 性

管子在内部压力作用下抵抗气体、液体透过管壁的性能，称为抗渗性。抗渗性好坏是以气体或液体透过管壁所需压力的高低，或在同一压力下透过管壁数量的多少来评定的。自应力管中的自应力混凝土受着钢筋的三向限制，水泥水化时，生成的水化硫铝酸钙具有堵塞孔隙的作用，使水泥石本身及其与集料间成为封闭的、不连续的微孔结构，因而有着极好

的抗渗性。

1. 透水性

膨胀正常的自应力管，除在生产上造成的针孔、蜂窝等会引起透水外，在破裂前是不透水的。

2. 透油性

用 1:1 自应力水泥砂浆制成的平口式自应力管，在 6 公斤/厘米²的汽油压力下，在三个月内没有出现渗油现象。

3. 透气性

我们用直径 150 和 200 毫米的承插式自应力管铺设的试验

表 3 直径 200 毫米自应力管道气压试验结果 (全长 44 米)

管 道 情 况	試驗压力		管子含 水 率 (%)	压降 毫米 汞柱	附 注
	公斤/ 厘米 ²	毫米 汞柱			
自然干燥	1.51	1117	一般	522.6	管体合縫和插口凸緣处渗透較多
經充水养护 38 小时,放水后試压	1.46	1080	接近饱和	17	除原来能听见漏气声音的針孔仍然冒气泡外,其余漏气点全部消失

(全长 20 米)

自然干燥	1.50	1108	一般	548	管体合縫处漏气
經管内充水养护 40 小时,放水后試压	1.53	1132.7	接近饱和	44.4	
經管内充水养护 40 小时,放水后試压	1.08	797.8	接近饱和	12.35	
經管内充水养护 40 小时,放水后試压	0.54	402.7	接近饱和	8.15	

注: (1) 1 公斤/厘米²表压力 = 736 毫米汞柱。

(2) 直径 200 毫米鋼管允許压降为 36 毫米汞柱。