

编号: (81)009

出国参观考察报告

法国市政管道及水处理技术

科学技术文献出版社

出国参观考察报告
法国市政管道及水处理技术
(限国内发行)

编辑者: 中国科学技术情报研究所
出版者: 科学技术文献出版社
印刷者: 中国科学技术情报研究所印刷厂
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本: $787 \times 1092^{1/16}$ 印张: 5.25 字数: 132 千字

1981年11月北京第一版第一次印刷

印数: 1—1,600册

京内科3—14

统一书号: 15176·539 定价: 0.80 元



目 录

前言.....	(1)
一、水泥管制造.....	(2)
(一) 法国管道企业概况.....	(2)
(二) 水泥管的制造工艺.....	(3)
二、管道施工.....	(35)
(一) 概况.....	(35)
(二) 开槽法施工.....	(35)
(三) 顶管法施工.....	(40)
三、饮用水处理.....	(46)
(一) 沉淀方面.....	(46)
(二) 过滤.....	(53)
(三) 臭氧和活性炭在饮用水处理上的应用.....	(57)
(四) 净水厂的污泥处理.....	(63)
(五) 水分配和调节的控制中心.....	(66)
四、城市污水处理.....	(67)
(一) 污水处理厂的特点.....	(67)
(二) 污水处理工艺.....	(69)
(三) 污泥处理与利用.....	(74)
五、水务管理体制方面的情况.....	(80)

法国市政管道及水处理技术

中国市政管道施工技术考察团

丁 秀、于 林、王业俊、林家宁、
张玉贵、易克俊、孙鼎芳、李福顺

前 言

由国家城市建设总局派出的市政管道施工技术考察团一行八人，于一九八〇年九月十六日至十月七日对法国的城市给排水混凝土管道施工、制造以及水质处理技术进行了考察。接待单位由法国外贸中心牵头，有巴黎市政府工商服务局和私人的索贝阿-邦纳两个管道公司以及德格雷蒙公司、OTV集团、法国水务公司等负责水处理的公司。这些公司都是专业性很强的大公司，每个公司对于给水、污水处理和管道制造、施工等都能自成体系、独立经营，在国内外承包工程开展竞争。他们中有的公司和子公司只有少数企业在法国，多数在国外。这次我们在巴黎、波尔多、鲁昂、尼斯等十多个城市中参观了属于这些公司的五个自来水厂，七个污水处理厂、四个制管厂、五个混凝土管道施工工地和三个自来水管理控制中心、二个污水处理试验研究中心。其中属于索贝阿-邦纳公司的四处施工工地、两个制管厂是在比利时的根特市和西班牙的马德里市，这次也去参观了。

通过这次考察，我们感到法国这些公司在管道施工、制造及水处理方面，有些新的技术和特点：

在给排水混凝土管道的制造方面，他们特别注重用带钢筒的预应力混凝土管，管径可以达到两米以上，压力可达5—10巴或更大一些，管道的质量高、保护层密实，抗渗性能好，值得借鉴。

在给排水混凝土管道的施工方面，也用开槽和顶管两种施工方法，其特点主要是：机械化程度高、土方作业和吊装运输等全部机械化操作；专用机械效率高、质量好；各种小型机械配套比较完整；严格执行操作规程。

在城市饮用水的处理方面：最突出印象是水质好，比较普遍应用臭氧消毒及用臭氧和活性炭处理法去除微污染；仪器仪表和自动控制配套齐全，严格保证出厂水水质；重视沉淀工艺，尽量减少滤池负荷；严格执行操作规程。

在城市污水处理方面：各城市都非常重视，每年都拨出大量资金来改善环境、处理污水。在处理工艺方面多采用活性污泥法，少数采用三级处理。污水处理厂自动化机械化程度较高；他们注意污泥处理，有的污泥在严格检验的条件下用作农肥，污水处理厂重视沼气利用以节省能源。

对于给排水的管理体制也顺便了解一些。

由于考察时间较短，参观地点较多，特别是由于代表团成员水平所限，报告中难免有错误和不足之处，望指正。现仅就我们这次考察中了解到的一些情况介绍于后，供参阅。

一、水泥管制造

(一) 法国管道企业概况

在法国考察的两家管道工程公司，一为索塞阿-巴朗西公司，简称索贝阿公司 (Socea-Balency, Sobeal)，一为邦纳公司 (Bonna)。这两家公司在国内外生产和铺设各种水泥管道，在国外亦建立分支机构。我们所访问的比利时根特 (Gand) 制管厂和西班牙马德里制管厂都是这两个公司的生产厂。现就这两家公司的概况，简单介绍如下：

1. 索塞阿-巴朗西公司 (Socea Balency, Sobeal)

索塞阿-巴朗西公司是属于姆松圣戈邦桥财团的一家公司，现有职工14500人，年营业额为250亿法郎，在法国国内的常驻机构有30家，国外常驻机构有13家，该公司通过这些机构对外保持经常性的业务联系。

该公司在国内外承包各种类型的建筑工程以及各种管道工程。其制管生产于1937年以“索柯曼”管 (SOCOMAN) 的名称，应用弗雷西涅方法 (Freyssinet process) 在阿尔及利亚开始生产直径600—1600毫米的预应力管。1939年研制了管端带铸铁接口圈的预应力混凝土管，随后经进一步研究，发展成为三阶段法的预应力混凝土管——“索柯曼”管。

该公司有40多年的生产历史，现在可以生产直径500—4000毫米的预应力混凝土管，在欧洲、非洲、亚洲和拉丁美洲已铺设的“索柯曼”管道在3000公里以上，用于灌溉的预应力混凝土渠槽有5000公里。此外，还生产带钢筒的预应力混凝土管、带钢筒的钢筋混凝土管和排水用的普通钢筋混凝土管。该公司的组织机构有国际部、业务部、房屋建筑部和民用建筑部。国际部负责混凝土管厂、输油管线和各种管道工程的安装任务；业务部则承担饮用水处理，污水处理，供水管理，生活垃圾的收集和处理等管理业务。

2. 邦纳公司 (Bonna)

邦纳公司是属于水务总公司财团的一家制管公司，现有职工2500人，其中有600人是具有技术专长的工程技术人员，还有补充人员2000人。该公司有90多年的历史，早在1893年钢筋混凝土刚用于下水渠道时，巴黎一总工程师邦纳就开始生产带钢筒混凝土管作为压力管，直径为1800毫米，共1500米长，内压为3.5公斤/厘米²，第一次铺设于巴黎的科隆贝 (Colombes) 引水管网，至今尚正常运行，该公司也因此而得名。由于具有安全、耐腐蚀、节省工程投资的优点，带钢筒混凝土管很快应用于高压和中压的各种管线。于是邦纳提出新的工厂设备和大规模的给水方案，在法兰西、比利时、英格兰和西班牙推行。1924年邦纳公司采用邦纳制管法，按照邦纳的传统，同时由于迅速发展起来的研究部门的努力，进行国际技术联系，购买专利和新工艺的权利，邦纳公司在生产和铺设各种钢筋混凝土管中居于领先的地位。

该公司现在16个国家中建立了30个永久性和临时性的制管厂，在法国的有10家制管厂，每年能生产100万吨混凝土的各种管子，其中年产5万吨以下的制管厂有两家，年产5万—10万吨的制管厂有五家，年产10万—12万吨的制管厂有两家，年产20万吨的制管厂有一家。该公司能承担制管的工艺技术和工艺设备设计以及工厂建筑设计等任务，同时亦承担土建工程和排管工程的施工任务。在巴黎设有总公司，各省设有分支机构。该公司生产的带钢筒的

钢筋混凝土管和预应力管共10000公里于30个国家铺设，并生产普通钢筋混凝土管 25000 公里，用于污水和雨水管道。

(二) 水泥管的制造工艺

代表团考察了法国巴黎的圣奥诺里恩-孔弗朗制管厂，比利时的根特制管厂，马德里的西班牙制管股份有限公司所属制管厂以及法国尼姆的制管厂共四家。这些厂生产的管子类型，主要是索柯曼管、带钢筒的钢筋混凝土管、带钢筒的预应力混凝土管。而“逊他布”法的一阶段预应力管于1959年建立一个厂进行生产，主要因为“逊他布”管的生产设备投资贵，机械设备不能灵活适应多种用途，同时一次成型很难控制环向钢筋和保护层等的主要工艺要求，因此很少发展。现按管道生产的不同类型，分别介绍如下。

1. “索柯曼”管

两家公司所生产的“索柯曼”管大致相同，局部细节有所差异。

1) 分类与规格

(1) 索塞阿-巴朗西公司生产的索柯曼管的产品

①规格：产品结构见图 1—1，尺寸详见表 1—1。

内径： $\phi 500$ — $\phi 4000$ 毫米；

长度：5—7 米；

壁厚：56—300 毫米。

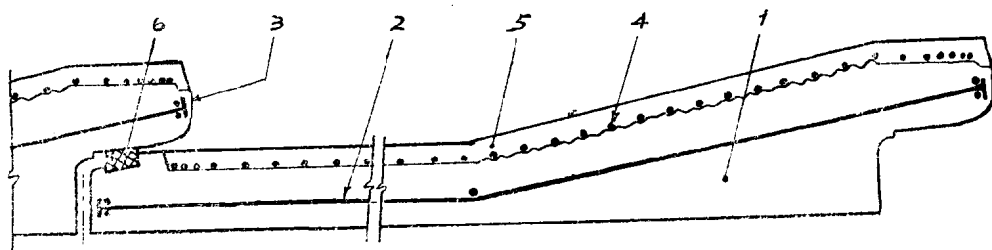


图 1—1 索柯曼管结构图

1. 管芯；2. 纵向预应力筋；3. 纵筋锚固螺母；
4. 环向预应力筋；5. 保护层；6. 唇形密封橡胶圈。

②内压：试验压力 = 5—30 巴（1 巴 = 1.02 公斤力/厘米²）

内压随着管子内径的大小和荷载的变化而不同，缠一层钢筋的管子计算的工厂最大允许试验压力：

$$P \times D_i = 6000$$

式中：P = 工厂试验压力（公斤/厘米²）

D_i = 管子内径（厘米）

对于管芯厚度提出以下估算公式：

$$\text{管芯厚度} = 0.05 D_i + 10 \text{ 毫米}$$

式中： D_i = 管子内径（毫米）

如果要求压力更高时，可再增加管芯厚度。

③使用范围

表1-1 索塞阿-巴朗西公司生产的索柯曼管产品规格

(φ500~φ4000毫米内径)

单位: 毫米

公 称 内 径	管 壁			管芯外径	管外径	承口外径	长 度		重 量 (公斤)	
	壁 厚	管芯厚*	保护层厚				管总长	有效长	管 重	每米重
500	56	34	22	568	612	740	7090	7000	1890	270
600	60	38	22	676	720	884	7100	7000	2460	351
800	70	46	24	892	940	1104	7100	7000	3730	533
1000	78	54	24	1108	1156	1344	7114	7000	5270	753
1200	86	62	24	1324	1372	1584	7132	7000	7026	1003
1400	94	70	24	1540	1588	1828	7141	7000	9100	1300
1600	102	78	24	1756	1804	2044	7141	7000	11210	1600
1800	110	86	24	1972	2020	2260	7141	7000	13565	1938
2100	140	110	30	2320	2430	2780	6240	6100	14200	2330
2700	180	144	36	2988	3060	3420	5180	5000	25000	5000
4000	300	260	40	4520	4600	4980	5220	5000	6000	12000

注: *是指最小厚度

可承受中压和高压。

柔性接头用于压力输水管道工程,如城市郊区、远郊区和农村大型引水管道、灌溉管网、大型配水管线、压力排水、大口径无压管道(承受椭圆形荷载回填土荷载)、以及核电站核电站的冷却系统的管道。

(2) 邦纳公司生产的索柯曼管的产品——又称不带钢筒的预应力混凝土管

①规格: 产品结构见图1-2、图1-3, 尺寸详见表1-2、1-3、1-4。

内径: 600—2100毫米; 2200—3400毫米; 300—2200毫米;

长度: 5—7米;

壁厚: 70—212毫米。

②使用范围

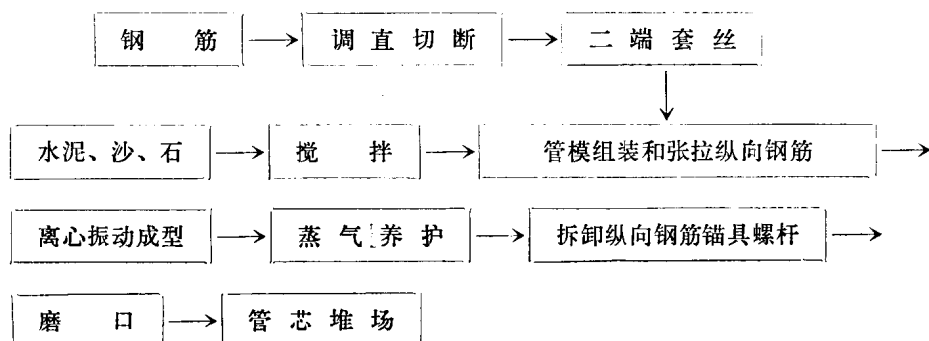
和前索塞阿-巴朗西公司生产的产品使用范围相同。

2) 生产工艺

(1) 工艺流程

用卧式离心成型制作“索柯曼”管, 共有二条生产线进行生产。

第一条生产线——制作管芯的工艺流程:



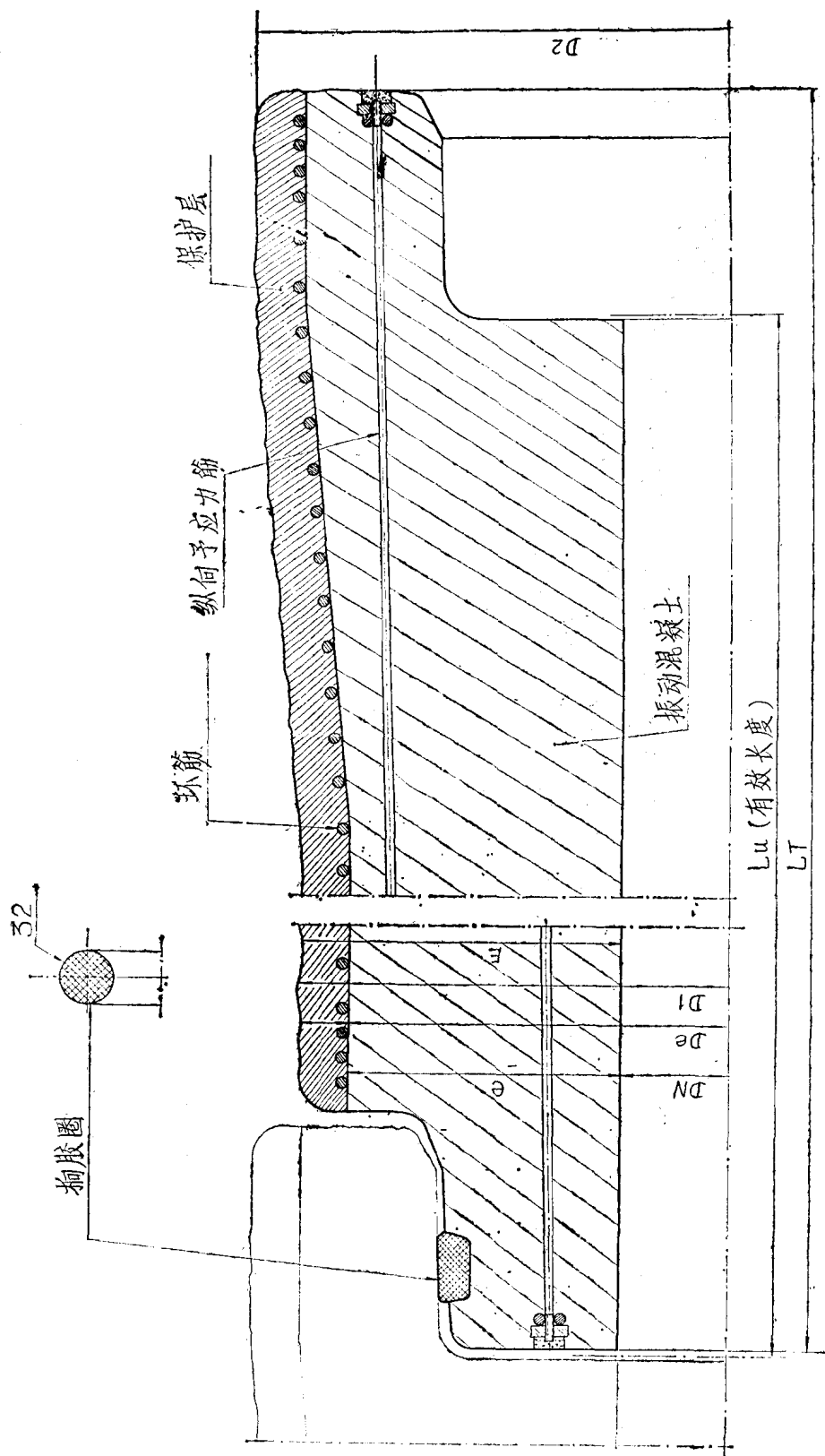


图 1-2

管子的特点		管子的特点		管子的特点		管子的特点		管子的特点	
DN	De	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
2200	2500	2800	3000	3200	3400	3600	3824	4048	4272
2480	2790	3120	3340	3540	3760	3960	4176	4392	4608
2600	2910	3240	3460	3660	3860	4060	4272	4488	4704
2800	3100	3430	3650	3850	4050	4250	4464	4680	4896
3000	3300	3630	3850	4050	4250	4450	4664	4880	5096
3200	3500	3830	4050	4250	4450	4650	4864	5080	5296
3400	3700	4030	4250	4450	4650	4850	5064	5280	5496
3600	3900	4230	4450	4650	4850	5050	5264	5480	5696
3800	4100	4430	4650	4850	5050	5250	5464	5680	5896
4000	4300	4630	4850	5050	5250	5450	5664	5880	6096
4200	4500	4830	5050	5250	5450	5650	5864	6080	6296
4400	4700	5030	5250	5450	5650	5850	6064	6280	6496
4600	4900	5230	5450	5650	5850	6050	6264	6480	6696
4800	5100	5430	5650	5850	6050	6250	6464	6680	6896
5000	5300	5630	5850	6050	6250	6450	6664	6880	7096
5200	5500	5830	6050	6250	6450	6650	6864	7080	7296
5400	5700	6030	6250	6450	6650	6850	7064	7280	7496
5600	5900	6230	6450	6650	6850	7050	7264	7480	7696
5800	6100	6430	6650	6850	7050	7250	7464	7680	7896
6000	6300	6630	6850	7050	7250	7450	7664	7880	8096
6200	6500	6830	7050	7250	7450	7650	7864	8080	8296
6400	6700	7030	7250	7450	7650	7850	8064	8280	8496
6600	6900	7230	7450	7650	7850	8050	8264	8480	8696
6800	7100	7430	7650	7850	8050	8250	8464	8680	8896
7000	7300	7630	7850	8050	8250	8450	8664	8880	9096
7200	7500	7830	8050	8250	8450	8650	8864	9080	9296
7400	7700	8030	8250	8450	8650	8850	9064	9280	9496
7600	7900	8230	8450	8650	8850	9050	9264	9480	9696
7800	8100	8430	8650	8850	9050	9250	9464	9680	9896
8000	8300	8630	8850	9050	9250	9450	9664	9880	10096
8200	8500	8830	9050	9250	9450	9650	9864	10080	10296
8400	8700	9030	9250	9450	9650	9850	10064	10280	10496
8600	8900	9230	9450	9650	9850	10050	10264	10480	10696
8800	9100	9430	9650	9850	10050	10250	10464	10680	10896
9000	9300	9630	9850	10050	10250	10450	10664	10880	11096
9200	9500	9830	10050	10250	10450	10650	10864	11080	11296
9400	9700	10030	10250	10450	10650	10850	11064	11280	11496
9600	9900	10230	10450	10650	10850	11050	11264	11480	11696
9800	10100	10430	10650	10850	11050	11250	11464	11680	11896
10000	10300	10630	10850	11050	11250	11450	11664	11880	12096

7-3

管子的特点						管子的特点						管子的特点						管子的特点								
DN 600	900	1200	1500	1800	2100	D2	918.8	1280	1610	1981	2341.7	2738	E	70	80	95	110	125	140	管子 重量(公斤)	395.9	655.6	1053.9	1552	2176	2990
De 690	1010	1340	1670	2000	2330	c	45	55	70	85	100	115	LT	7104	7127	7127	7146	7161	7188							
DN 1740	1060	1390	1720	2050	2380	é	25	25	25	25	25	25	25	Lu	7000	7000	7000	7000	7000	7000	2771	4589	7377	10864	15232	20933

表1—2 邦纳公司生产的索柯曼管产品规格
($\phi 600 \sim \phi 2100$ 毫米内径)

单位: 毫米

公称内径	管 壁			管芯外径	管外径	承口外径	长 度		重 量 (公斤)	
	壁 厚	管芯厚	保护层厚				管总长	有效长	管 重	每米重
600	70	45	25	690	740	918.8	7104	7000	2771	395.9
900	80	55	25	1010	1060	1280	7127	7000	4589	655.6
1200	95	70	25	1340	1390	1610	7127	7000	7377	1053.9
1500	110	85	25	1670	1720	1981	7146	7000	10864	1552
1800	125	100	25	2000	2050	2341.7	7161	7000	15232	2176
2100	140	115	25	2330	2380	2738	7188	7000	20933	2990

表1—3 邦纳公司生产的索柯曼管产品规格
($\phi 2200 \sim \phi 3400$ 毫米内径)

单位: 毫米

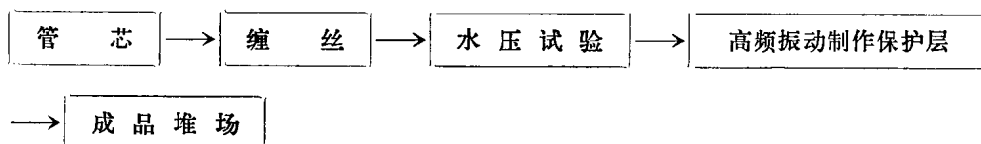
公称内径	管 壁			管芯外径	管 外 径	承口外径	长 度	
	壁 厚	管 芯 厚	保护层厚				管 总 长	有 效 长
2200	172	140	32	2480	2544	2634	5145	5000
2500	177	145	32	2790	2854	2944	5145	5000
2800	192	160	32	3120	3184	3276	5145	5000
3000	202	170	32	3340	3404	3498	5145	5000
3200	202	170	32	3540	3604	3704	5145	5000
3400	212	180	32	3760	3824	3924	5145	5000

表1—4 西班牙制管股份有限公司生产的索柯曼管产品规格
($\phi 300 \sim \phi 2200$ 毫米内径)

单位: 毫米

公称内径	管 壁			管芯外径	管外径	承口外径	长 度		重 量 (公斤)	
	壁 厚	管芯厚	保护层厚				总管长	有效长	管 重	每米重
300	70	45	25	390	440			7000	1540	220
400	70	45	25	490	540			7000	1890	270
500	70	45	25	590	640			7000	2290	327
600	70	45	25	690	740			7000	2690	384
700	70	45	25	790	840			7000	3080	440
800	75	50	25	900	950			7000	3730	533
900	80	55	25	1010	1060			7000	4590	656
1000	85	60	25	1120	1170			7000	5360	766
1100	90	65	25	1230	1280			7000	6180	883
1200	95	70	25	1340	1390			7000	7070	1010
1300	100	75	25	1450	1500			7000	7840	1120
1400	105	80	25	1560	1610			7000	9240	1320
1500	110	85	25	1670	1720			6000	8940	1490
1600	115	90	25	1780	1830			6000	10020	1670
1800	125	100	25	2000	2050			6000	12480	2080
2000	135	110	25	2220	2270			6000	15120	2520
2200	145	120	25	2440	2490			6000	17940	2990

第二条生产线——管芯缠丝、水压试验与制作保护层的工艺流程：



大直径预应力混凝土管采用立模振动成型，与卧式离心振动成型的主要区别在于：

在制作管芯时，管模是直立的用电动振动器振动成型，缠丝时亦是直立的，在制作保护层时，采用立式喷射混凝土保护层。

(2) 原材料

水泥：普通波特兰水泥或早强波特兰水泥。波特兰水泥允许掺加混合料，但高炉矿渣的最高掺量不宜超过10~15%。

沙：应洁净。

石子：可用碎石或卵石，体积系数大于0.15（法国标准P 18301），管芯混凝土常用的石子粒径为8—16毫米或10—20毫米。保护层常用的石子粒径为6—8毫米。

钢丝：用高碳钢丝，断裂强度在115—160公斤/毫米²，采用松驰应力损失小的一种，1000小时最大损失2%，3000小时最大损失2.5%。

(3) 管芯混凝土强度

用离心-振动成型的管芯，每立方米混凝土水泥用量为425公斤，离心前水灰比为0.38—0.42，离心后水灰比为0.3—0.27，一般砂率为0.4（用砾石为0.37，用碎石为0.45—0.47）。7天抗压强度为500—700公斤/厘米²，28天抗压强度为700—900公斤/厘米²。

(4) 用卧式高频振动成型的保护层每立方米混凝土的水泥用量为450公斤，7天抗压强度为400—500公斤/厘米²，28天抗压强度为500—600公斤/厘米²。

(5) 接头形式和允许转角

管子承口和插口的二个斜面须有光滑的锥形截面的密封圈承座，承座的斜面经过多次试验确定，采用长方形或复合曲面的唇形合成橡胶密封，除达到良好的密封性能外，并赋予管道有很大的柔性，其允许转角随着管径大小而有所变化。经特殊设计的接口可达到以下要求：

允许轴向位移：±25毫米；

允许转角：3度。

接口形状见图1—1、图1—4。

邦纳公司所生产的“索柯曼”管，其接口采用○形橡胶圈，接口形状见图1—2。

3) 制造方法

(1) 纵向预应力钢筋

纵向钢筋在调直切断机上切断至一定长

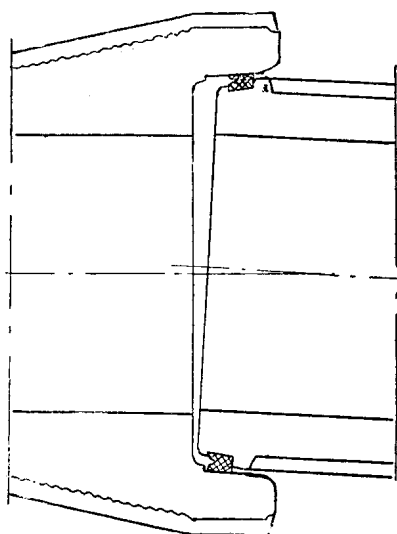


图1—4 索柯曼管接口于曲线部分安装的橡胶密封圈

度，钢筋二端在滚丝机套丝，然后插于二个钢筋垫环之间，装上锚固螺母和张拉螺杆。

钢筋用液压千斤顶逐根张拉，当拉至预定应力时，拧动张拉螺杆上的螺母，使纵向钢筋锚固在锚固盘上，见图 1—5、1—6、1—7。据介绍，由于使用锚固螺母和钢筋环箍，使纵向预应力均匀传递于管截面，减少了应力滑移损失。管子长度原来较短，现在管长有 7 米或 8 米，纵向预应力钢筋采用 $\phi 7$ 和 $\phi 8$ 。从现场已铺设三年的管道观察，个别插口管端的纵向钢筋处，发现混凝土有 4~5 毫米宽的裂口现象。

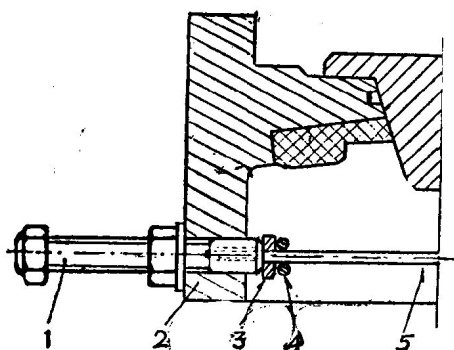


图 1—5 纵向筋张拉和锚固螺母结构

1. 张拉螺杆；2. 锚固盘；3. 锚固螺母；4. 钢筋垫环；5. 纵筋。

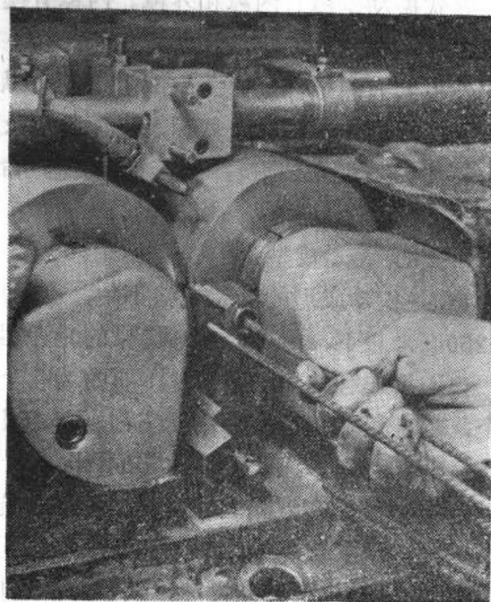


图 1—6 钢筋套丝

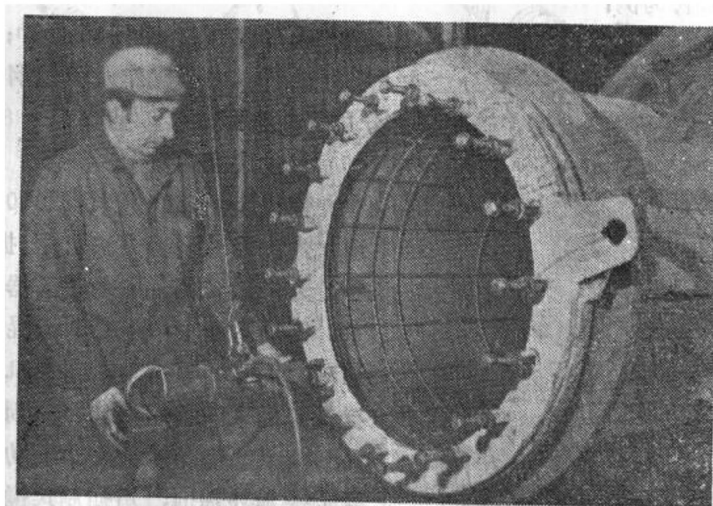


图 1—7 张拉纵筋

(2) 钢模

离心钢模在离心过程中承受很大的离心力和振动力，以及钢筋的预加应力，容易使钢模发生变形，使混凝土发生漏浆。

索塞阿-巴朗西和邦纳公司制作的离心钢模，是采用二片钢模，如 $\phi 800$ 毫米直径 7 米长

的管模，用8毫米厚钢板，环箍钢板三圈，纵向合缝口用20—25毫米加厚钢板筋焊接，承口的斜坡，钢板加厚并车小台阶陡坡。端头锚固盘和管模端部，组装紧配。纵向合缝口鎗槽填特制橡胶条，端头锚固盘和管端合缝处，按照承口和插口的外形配有特制橡胶环，堵塞漏浆通路。纵向合缝螺栓间距为25—30厘米。离心钢模具有足够的强度和刚度，加工精度较高，上离心机快走运走时（托轮转速600转/分），钢模运转平稳，并无撞击噪音。据称，钢模一次投资虽贵，但使用已近十余年，维修费使用较少。

立式振动钢模有内模和外模。内模有楔形插板，拔出插板，二片内模即可收拢脱模。外模是二片，合缝处的纵筋用加厚钢板焊接，螺栓间距25—30厘米，用螺栓上紧后组成整模，每片外模共有四道环筋，1—2道纵筋，纵筋用槽钢焊接导轨，以便插入振动器。每套钢模配备下底板和上压环，下底板、上压环以及纵向合缝处，均嵌置特制橡胶条，以防漏浆。

每片内外模安装附着式电动振动器六台，振动器的振动频率为2800—3000次。

（3）管芯制作

①离心-振动成型

离心-振动成型的管芯规格不一，有的厂为内径2000毫米以下，有的厂为内径1500毫米或1250毫米以下，由各厂离心机床的允许运转能力而确定。

离心机床有的为四个托轮，有的为八个托轮。八个托轮的机床，每个轴承座前后方各装一个，以备运转和维修时轮换使用。离心机的一侧二个托轮刻有齿槽，槽宽约5—6毫米，深约2—3毫米。托轮直径约750毫米，有16—24个齿槽，所以在离心过程中同时施加振动作用，有利于提高混凝土的密实、强度和抗渗性能，振动频率为12000次/分。离心机的高低，一般钢模下口离地约80—90厘米，便于操作观察。据介绍，离心机基础使用预应力钢筋。离心-振动成型开始慢速，其重力加速度为2—3g（g—重力加速度），快速为35—50g，一般要求超过40g。

以直径800毫米管为例：

慢速为80转/分，离心时间30分钟；中速为300转/分，离心时间30分钟；快速为600转/分，离心时间30分钟；离心加料一般分二次上料，最后，二个操作人员将钢管穿过内模沿内壁压光。由于采用离心-振动成型，管壁离心分层现象有所改善，见图1—8。

②立式振动成型

管径大于1500毫米或2000毫米的管芯，采用立式内外模振动方法成型。振动设备有二种，一般大口径管使用电动振动器或高频风动振动器，振动器分上中下三层，混凝土浇灌时逐层加料，逐层开启振动，特大口径管芯使用机械提升的插入式振动棒成型，周向布置24个直径为40毫米的振动棒。立式振动成型所浇灌的混凝土掺加外加剂，用强制式搅拌机拌和。

（4）管芯养护

管芯成型后，为加速硬化进行蒸汽养护，最高养护温度为70℃，升温1小时，恒温2小时，管芯在4—5小时后脱模，在堆场堆放一个星期，使混凝土强度达到500—700公斤/厘米²，

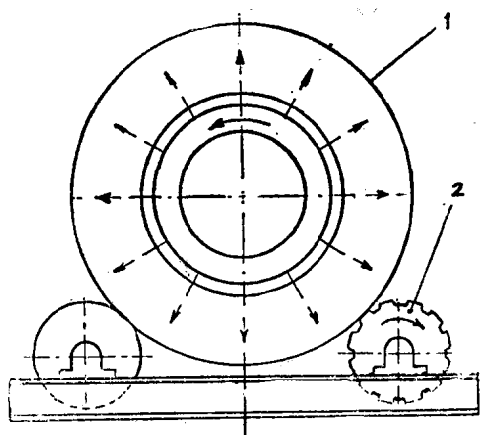


图1—8 离心振动原理图

1. 加速度（35—50g），2. 带槽托轮。

即可缠绕环向钢丝。

离心成型的管芯养护，采用二端加堵盖，直接往管内通蒸汽的方法进行养护。立式振动成型的管芯，在蒸养区埋设蒸汽管，将钢模座上，管外用双层充气塑料罩，通入蒸汽。

法方介绍，高压釜加压加温养护，采用自动装置控制温度和压力，养护温度为 150°C ，压力为8巴，蒸养时间2.5小时。通过加压加温养护，可以使混凝土收缩小，蠕变降低，提高抗渗能力，减少堆场面积，这种方案适宜于寒冷地区。

(5) 承口

离心管芯的承口壁在制造时要稍为加厚，在设计管模时要给承口留有一定加工余量，以便脱模后用磨口机磨削，保证密封圈承口座斜面的光洁度和允许公差。

磨口机悬挂于工字梁上可移动，依靠中轴转动，轴上装有支架，长度一般大于管径，支架上装一个磨轮。磨口时利用三条顶丝把磨口机固定在管端上，由支架公转和磨轮自转同时前后移动进行磨削2—3毫米。

因离心成型管芯，管口公差小，磨削量少，以1000毫米管为例，一个磨轮可磨100—200根管，磨轮材料为普通刚玉。

(6) 缠绕环向预应力钢丝

缠绕环向预应力钢丝采用平衡张拉法，即在管芯二侧同时施加相同的拉力，由于拉力平衡，管芯受到的弯曲应力就大为减少，拉力是由配重架上施加重力产生的。钢丝张拉时通过二侧滑轮，滑轮直径约2米，定滑轮离管芯约4米，动滑轮离管芯约8米，对于环向钢筋采用高强度钢丝时，用大滑轮较为有利。管芯是放在电动车上，通过直丝杆向前移动，缠绕环向钢筋时，电动车运走平稳，螺距均匀，无重叠现象（见图1—9、1—10）。

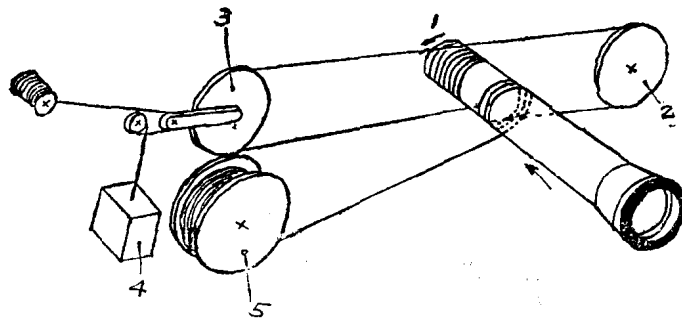


图1—9 环向缠筋原理图

1. 旋转管芯；2. 定滑轮；3. 动滑轮；4. 平衡器；5. 钢丝盘。

钢丝在管芯上的锚固：管芯起端用钢丝直角弯钩，压紧在管芯上5—6厘米长的钢丝槽中，然后缠环向钢丝，在末端则用弯钩焊接。在管芯二端缠丝螺距均要加密数圈，钢丝接头采用绑扎方法。在起端和末端及中间接头处均密缠4—6环。

缠丝时钢丝的张拉控制应力为钢丝极限强度的80%。缠丝机可绕最粗钢丝直径9毫米，张拉应力可达126公斤/毫米²。

立式振动法成型的管芯采用立式缠丝，管芯边转边由下往上提升，由承口起缠，直至插口。

(7) 水压试验

水压试验采取中间检验方法。主要检验缠丝后的管芯混凝土质量和管体抗裂强度。如发

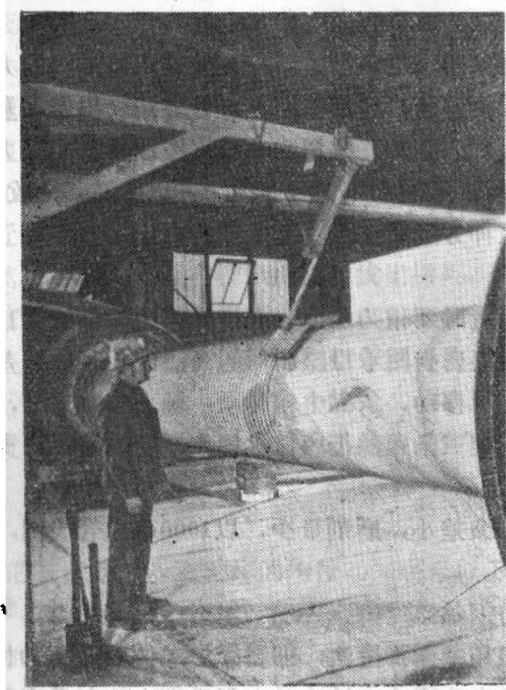


图1—10 卧式缠丝

现管芯混凝土抗渗不符，钢丝拆下再用。

水压机为单根试压。中型以上水压机都带内钢筒。

露天装水压台座，联接十余根出厂管，检验管子接口和保护层质量。

水压制度：试验压力为工作压力的1.5~2倍。

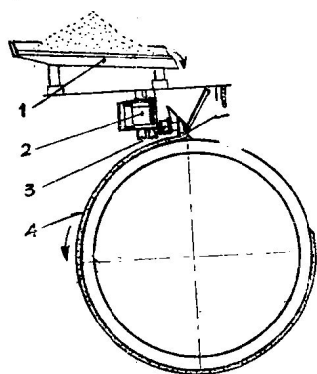


图1—11 高频振动制作保护层原理图

1. 料斗；2. 电动机；3. 高频振动器和布料板；4. 保护层。

(8) 保护层制作

保护层是用干硬性混凝土，用高频振动方法制作的。

卧式制作保护层的工作原理如图1—11、1—12所示。

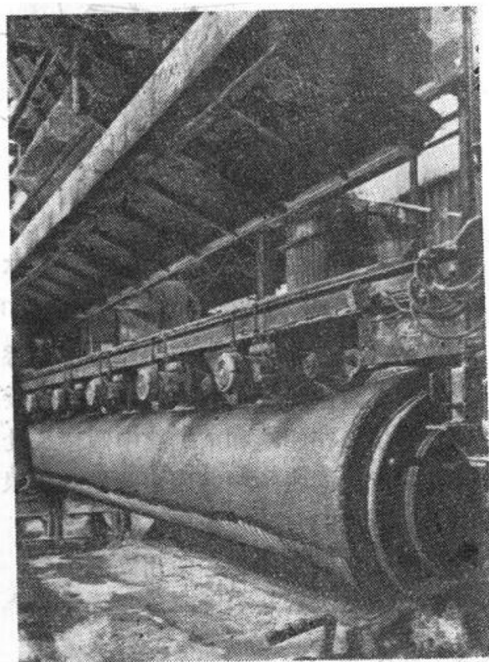


图1—12 高频振动制作保护层

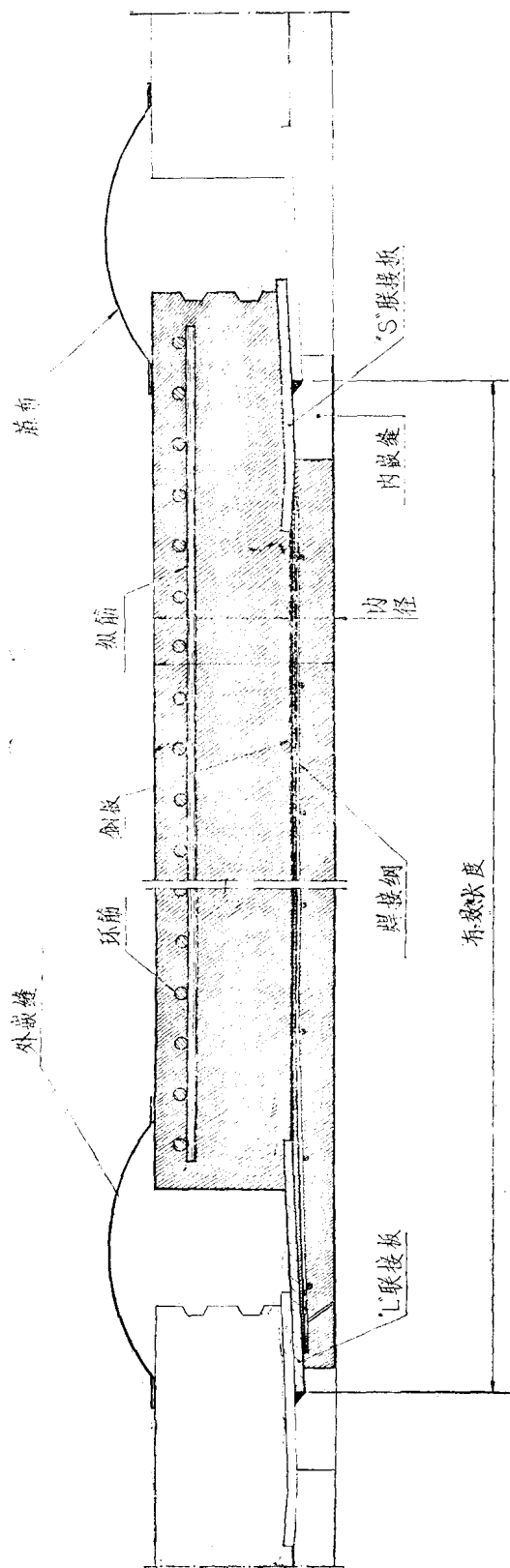


图1-13 带钢筒的钢筋混凝土管结构图

直径 (毫米)	壁厚 (毫米)		单位 长度 (米)	参考重量(吨)		直径 (毫米)	壁厚 (毫米)		单位 长度 (米)	参考重量(吨)		单位 长度 (米)	参考重量(吨)	
	总厚 _e	内保护 _{ci} 层厚 _{cr}		每根 管重	每米 管重		总厚 _e	内保护 _{ci} 层厚 _{cr}		每根 管重	每米 管重		每根 管重	每米 管重
300	53	24	29	5.07	0.8	0.15	95	30	65	6.15	6.0	0.98	190	13.3
400	53	24	29	6.15	1.2	0.20	110	30	80	5.03	5.9	1.18	205	12.8
450	56	24	32	5.18	1.2	0.23	110	30	80	5.03	6.6	1.32	205	17.2
500	58	24	34	6.15	1.6	0.26	120	32	88	5.03	8.1	1.60	215	4.30
600	60	24	36	6.15	2.0	0.32	140	32	108	5.03	9.8	1.95	225	4.75
700	65	26	39	6.15	2.5	0.40	140	32	108	5.03	10.4	2.07	225	5.30
800	70	26	44	6.15	3.0	0.49	150	37	113	5.03	11.5	2.30	240	5.30
900	75	28	47	6.15	3.6	0.59	160	45	115	4.50	12.4	2.75	260	5.90
1000	82	28	54	6.15	4.4	0.72	170	45	125	4.50	13.7	3.05	290	6.80
1100	88	30	58	6.15	5.2	0.84							290	8.64

为适合当地具体条件可修改上述数据，可以采用其他口径。采取的长度随机械情况而变化。