

預应力混凝土压力管

建筑工程部施工管理局 本社 合編

建筑工程出版社

預应力混凝土压力管

建筑工程部施工管理局 本社 合編

建筑工程出版社出版

• 1 9 5 9 •

內 容 提 要

本書主要介紹了目前我国生产和試驗預应力混凝土压力管的情况。如辽阳水泥制品厂的預应力混凝土压力管的生产經驗总结、包头鋼鐵公司的預应力混凝土管簡况等。

另外，还介紹了辽阳水泥制品厂生产預应力混凝土压力管的操作規程。

此書供預应力混凝土預制构件厂、科学研究及施工等單位的技术人員参考。

預 应 力 混 凝 土 压 力 管

建筑工程部施工管理局 本社 合編

*

1959年4月第1版

1959年4月第1次印刷

4,060册

850×1168 $1/32$ • 70千字 • 印張 $2\frac{1}{2}$ • 插頁1 • 定价(10) 0.44元

建筑工程出版社印刷厂印刷 • 新华書店发行 • 書号: 1590

建筑工程出版社出版(北京市西郊百万庄)

(北京市書刊出版业营业許可証出字第052号)

目 录

大力推广预应力混凝土压力管.....

孟省三同志在全国预应力混凝土管训练班结业会议上的发言摘要 (1)

预应力钢筋混凝土压力管生产经验总结.....辽阳水泥制品厂 (4)

震动法制造预应力混凝土压力管

管芯的试验冶金工业部建筑研究院等 (18)

预应力混凝土管生产简况包头钢铁公司 (23)

预应力混凝土压力管操作规程.....辽阳水泥制品厂 (45)

大力推广預应力混凝土压力管

孟省三同志在全国預应力混凝土管訓練班結業
會議上的发言摘要

推广預应力管的重大意义

預应力管不仅具有技术上的先进性，也具有經濟上的合理性，預应力管比鋼管和鑄鉄管能节省鋼材85%—90%，降低成本15%左右，而且还具有制作工艺及設備簡單、收效快的优点。这些都符合多、快、好、省地建設社会主义的总路綫的要求，因而就有它的广闊发展前途。

就以辽阳水泥制品厂1959年的預应力管生产計劃来看，便充分說明了預应力管的优越性。該厂在1959年初步計劃制作300公里預应力管，这一項任务能給国家节约鋼材6到7万吨，降低成本300余万元，这样除收回全部建厂260万元投資以外，还可上繳利潤40万元。假定1959年全国各地制管厂能够推广6,000公里預应力管，就将为国家节约鋼材120—140万吨，降低成本6,000万元。这些資金和鋼材可为国家多建設12个限額以上的工程項目，也等于国家建成一个巨大的鋼鉄联合企业。

目前有的工业部門，因缺乏鑄鉄管、无縫鋼管而影响建設速度的严重情况，也应及时以預应力压力管来代替解决。比如石油工业部，由于缺乏高压鋼管，使得川中原油不能輸出加工，影响了石油工业高速度的发展。煤炭工业部，要采用水力采煤的先进技术，也需要大量的压力管。青島市因缺乏压力管材，限制了工业用水，造成了个别工业停工的状态。这些情况均說明，压力管材能否及时供应，就涉及到某些工业发展速度的重大問題。最近辽阳水泥制品厂，在水泥研究院和石油工业部的协助下，以冲天的干劲，克服了不少困难，終于把預应力高压輸油管試制成功。这项具有世界水平的成就，將給石油工业提供輸油的条件。

这种力爭上游、敢想、敢干的跃进精神，值得同志們学习。

因此希望各單位把制作預应力压力管当做一項政治任务，勇敢地担当起来

两种推行方法，有两种不同的效果

同志們參觀了辽阳水泥制品厂，看到辽阳厂的設備比較多，規模比較大，有的同志便感到自己的單位沒有設備，条件不好，无法推行。同志們均知道虽然設備是一个重要条件，但这个条件是可以創造的，問題是看我們采取什么样的推行方法。

第一种方法是“等与要”的办法，就是要設備，要材料，等条件成熟建設大厂的办法。这种办法其結果往往是要不到手，等也等不着，既浪費了時間，也造成了工作困难。这种办法不适合目前跃进的新形势。它限制了自己的主觀能动性，其結果是推迟了国家的建設，对我国工农业的高速度发展是不利的。

第二种办法是土洋結合，由土到洋，由小到大，依靠羣众，破除迷信，自力更生的方法。这种方法是符合我国的跃进形势和总路綫要求的。許多單位的实践也充分証明了这一方法的正确性。凡是采用这一方法的單位，就能够及时地把羣众的主觀能动性發揮起来，能够由土到洋，由低級到高級，由量变到質变規律性地迅速发展，变被动为主动，立竿見影及时推行。在訓練班的經驗交流过程中，就提出許多好的范例。比如制作直徑30公分以下的管子，就可不用鋼模而用木模及木制离心机来解决。大直徑的一般管子，可以采用刀片式振搗器和附着式振搗器来代替离心机。木質龙门架同样能够代替电动葫蘆进行吊装。至于預应力纏絲机床，也不是一个复杂的机床，床身完全可用混凝土底座代替。北京制管厂曾自行設計了纏絲車床，西安第一磚瓦厂也正在設計中，图紙在九月初就可以完成。大家可以利用这些条件，利用自己的修配車間，自行制作纏絲机。这是依靠自己解決問題的好办法。其次在机具使用和維修方面，大家也有許多的宝貴經驗，象洛阳厂用扁鋼把管头加箍，延長了管头的檢修時間达20余

倍，也是值得学习的。

同志們都知道，在党的总路綫的光輝照耀下，我国社会主义工业化发展的速度是前所未有的。因此，出現材料和机具供不应求的情况也是必然的現象。問題是只要善于發揮羣众的主觀能动性，人人动手，在党的领导下，就会使我国社会主义工业化建設的速度，跃进再跃进。比如西安第一磚瓦厂制管車間，已經以土法制出400*水泥，今年下半年就要生产一万吨，在生产上就取得了主动，他們还筹备煉鉄、煉鋼。齐齐哈尔制管厂和富拉尔基直屬公司合作，正在兴建年产十万吨的土制水泥窑，預定十月一日开始生产，这些單位采取多种經營、自力更生的措施是解决問題的根本办法，希望参加学习的同志們在向领导汇报的时候，根据本單位的具体情况，多多提出易于实现的建議，以便促进預应力管提前投入生产。

扩大新产品試制，加强与科学研究部門的协作关系

几年来辽阳水泥制品厂，由于和科学研究部門密切地协作，在新产品試制方面以及有关制管技术方面，都取得了不少成就。这是我們大家应注意的問題。因此希望在新产品試制研究方面，多和部水泥研究院联系。如玻璃絲混凝土大有前途，各地可以积极試制；自应力混凝土也可进行研究。为了滿足工业管材日益增長的需要，我們不仅要提高产量，还要扩大品种。我們要解放思想，扩大眼界，不仅要生产預应力混凝土管，还要生产玻璃鋼管、瀝青塑料管等等。希望在总路綫的光輝照耀下，树立起更多的紅旗。

1958年8月29日

預应力鋼筋混凝土压力管

生产經驗总结

辽阳水泥制品厂

建筑工程部水泥研究院与我厂合作于1956年試制成功預应力管，1957年三季度曾給鞍鋼給排水建筑工程公司生产1500公尺預应力下水管。在此技术水平的基础上，全体职工在党的领导下，积极苦干，并在部分原材料供应困难的条件下，又完成了7000公尺預应力高压管生产任务。今将生产情况扼要的加以整理，因受技术水平限制，有很多主要問題被遺漏，錯誤亦在所难免，希讀者閱讀后給以批評和指正。

一、制造工艺及主要工序

制造預应力管主要分三个阶段：①离心制管芯；②纏繞預应力鋼絲；③噴保护层。我厂現有預应力管車間，年产量从口徑400公厘—1000公厘平均可生产80公里管子，其中不包括制管芯阶段，它是从制造鋼筋混凝土下水管車間供应的。其制造过程按下列次序进行：

制造管芯鋼筋架；管模清理及涂滑潤剂；往模型內放鋼筋架；合模；混凝土混合料攪拌；离心制管芯；蒸汽养生；拆卸模型；水中或澆水养护；管芯两端上卡具；纏繞預应力鋼絲；內压試驗；枪噴面保护层；保护层澆水养生；卸管两端卡具；成品水压試驗；合格品出庫。

下面把生产中几个主要工序介紹一下。

1. 原材料使用情况

(1) 水泥物理性能列于表1。

表 1

品种	生产单位	标 号	細度	凝結時間		体积安定性		28天		备 注
				初凝	終凝	汽蒸	沸煮	抗折	抗拉	
普通水泥	哈尔滨	500 [*]	6.1%	2时6	5时5	完	完	31.8	602	保护层 管用 芯
普通水泥	哈尔滨	500 [*] (掺10%砂土)				完	完	30.6	518	
矿 渣	本溪	400 [*]	7.6%	4时53	7时	完		31.4	454	

(2) 砂、石物理性能列于下表 (表 2)。

表 2

产地及名称	規 格 (公厘)	容 重 (公斤/ 立升)	比重	空隙率 (%)	粘土杂质 含量 (%)	有 机 物 (比色試驗)
海城粗砂	0.15—5	1.50	2.61	42.5	1.9	合 格
太子河中砂	0.15—1.2	1.32	2.59	49	1	合 格
太子河石子	5—15	1.69	2.66	36.5	0.7	合 格

(3) 砂、石篩分记录如下表所示 (表 3)。

表 3

产地 及 名称	篩孔尺寸 (公厘)										篩底	粗細系数	平均粒徑
	每 篩 遺 留 (%)	15	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	0.075			
海城粗砂	—	—	—	5.0	7.0	22.8	40.5	18.7	1.0	5.1	3.2	—	0.52
太子河中砂	—	—	—	—	—	—	1.4	50.6	41.0	7	14.7	—	0.28
太子河石子	8.1	39.1	51.6	—	—	—	—	—	—	1.2	—	—	—

表 4

鉄綫直徑 (公厘)	冷拔次数 (次)	极 限 强 度 (公斤/ 平方公分)	鉄綫压缩率 (%)	拔 力 (公斤)	控 制 应 力 (公斤/ 平方公分)
4.0±0.1	2	7000—8000	26	400—500	4200—5500

(4) 管芯預应力用鋼絲。目前國內低、中碳鋼絲來源較為缺乏，在生產中實際採用了普通冷拉鐵絲。其機械性能列于表4。

2. 管芯用鋼筋架

管芯內縱向受力鋼筋，因目前國內尚無一定之理論計算依據和實際經驗，現暫按廠內暫行技術條件規定，實際使用了直徑6公厘冷拔鐵綫，其間距等于或小于200公厘，又參照了國外製造普通鋼筋混凝土壓力管標準，管內壓力是7個大氣壓。管長小于2.6公尺時，鋼筋量為管橫斷面積之0.2%左右，我們採用之鋼筋斷面為不低于上述兩個資料之標準。環向結構筋是按最低數量以把縱向鋼筋連接牢固為原則，實際採用為直徑4.0公厘鐵綫，間距110公厘。

3. 管芯製造

我廠系採用離心方法成型（見圖1），即把已制好之鋼筋架放入模型內移至離心機台上，根據管重及生產根數之不同以15—30馬力電動機帶動主軸使管模旋轉，再把按規定之混凝土配合比為1:1.41:1.86:0.45（水泥、砂、石、水，但水泥中有10%矽藻土摻料）拌好之混合料，以人工裝入管模內。由於水泥砂漿用量較大，



圖1 機械離心製造管芯

在离心作用下，管子厚度內壁易产生較厚之胶砂层（占厚度之 $\frac{1}{3}$ ）。为了避免这种現象和减少管內含水量，管子厚度大于50公厘者皆采取两次投料。因管子口徑大小不一，离心旋轉時間以每分700公尺綫速度，一般从口徑400公厘到1000公厘者为30—70分鐘，混凝土即可凝固，同时离心后之水灰比也可降到0.28—0.30範圍內，而后送入蒸汽养生室內进行八至十小时养生。我們在使用500*普通水泥时，混凝土强度可达到300*稍强，因为生产量很大，即无法再进行浸水或澆水养生。經放置几天后，即开始纏繞預应力鉄絲。

4. 纏預应力鉄絲

当管芯混凝土强度达到300*已滿足設計标准之70%时，管子两端上好卡具，即放在纏絲車床上頂牢，开始向管身纏預应力鉄絲。預应力之获得，完全依靠管子之旋轉的力量使鉄綫从拔絲模中拔出，产生了抽拉力繞到管身上，則管子承受了預应力作用（見图2）。

目前对預应力值之控制方法尚不理想，主要依靠事前对鉄綫直徑、极限强度、鉄綫压缩率等加以控制。但当鉄綫强度之波动及直徑之誤差大于0.07公厘时，这时对控制預应力值就有10—20%波动範圍，其强拉力一般为400—500公斤。因此在目前計算管子时，鉄綫应力值之利用上只好采取了1.1—1.2之安全系数，以确保管子抗裂性之安全。

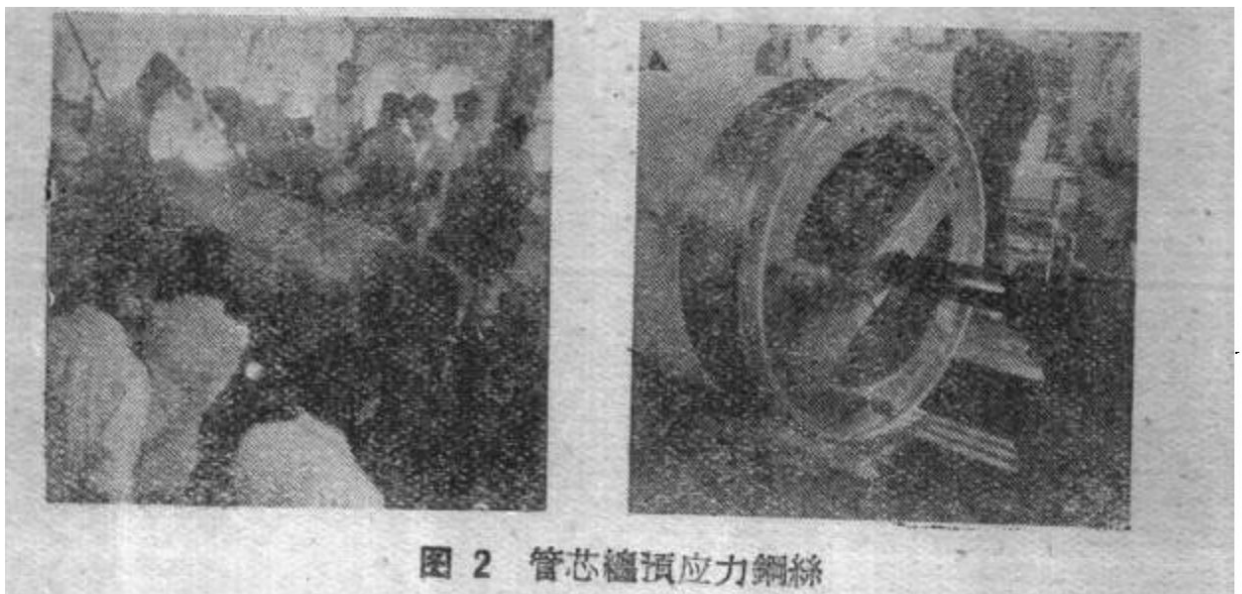


图2 管芯纏預应力鋼絲

5. 噴保护层

管芯纏絲后，按 2 % 数量进行內压力試驗（見图 3 ）。如果管芯在两个大气压力下管表面无有渗水現象或稍有湿迹，这样之管芯，經工人进行噴面后，即可保証在八个大气压力下或更高管子完全可以不渗水。

制造保护层之方法是借压縮空气压力，用噴枪向管表面噴水泥砂浆（見图 4 ）。如輸料管長度为 30 公尺、噴咀直徑在 20—25 公厘时，实际采用之压力如下：

空气压縮机：3.7—4.0 公斤／平方公分。

空气罐：3.4 公斤／平方公分。

。水箱压力：3.0 公斤／平方公分。

噴枪罐出料口压力：25—28 公斤／平方公分。



图 3

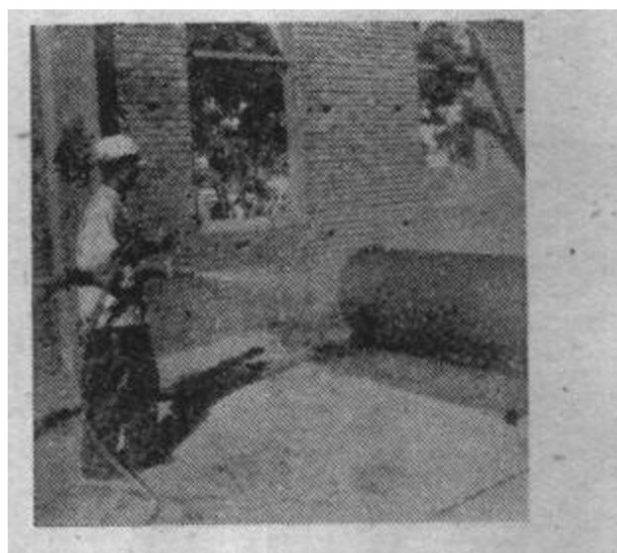


图 4 以噴面法噴制保护层

噴枪口与管面之距离要求为 1 公尺，实际达 1.7 公尺左右。

使用水泥之品种为 500* 普通水泥，配以海城砂，砂中有 40 % 太子河砂，水泥与砂之比为 1 : 3 。經噴面之管子，当气温在 15 °C 以上时，澆水放置 20 小时即可将卡具卸下，再澆水 7 天，开始內压試驗。

6. 試压結果

从內压結果上看来，可以滿足理論要求，虽按計算数值稍大

一些，主要是因管子放置時間短，預应力損失值小，同時在計算時有了1.1—1.2之安全系數所致。詳細結果見下表（表5）。

表 5

管子規格					預应力鉄絲		試驗結果	
內徑 (公厘)	厚度 (公厘)	長度 (公厘)	工作壓力 (公斤/平方公分)	破壞壓力 (公斤/平方公分)	直徑 (公厘)	螺距 (公厘)	不滲水壓力 (公斤/平方公分)	破壞壓力 (公斤/平方公分)
450	60	2,400	4	8	3.4	31	6—8	9—10
1,000	95	2,400	4	8	3.4	11.5	8	10—11

但有的管子，因為管芯合縫漏水泥漿或石子洗的不潔，投料不均，離心時管模震動，槍噴面保護層稠度大小不均等因素，影響了部分管子在六個大氣壓力下管表面發現個別濕迹，但總的來看管子不論在滲透或開裂強度方面都能滿足理論要求之壓力。

二、生產中遇到的問題及改進情況

從1958年4月開始生產以來，在生產實際中也遇到一些困難問題，通過依靠了廣大工人羣眾技工密切結合，最終得到了改進和解決。現在分述如下：

1. 管芯滲水問題。預应力混凝土高壓輸水管，基本問題之一就是在規定試水壓力下管表面不允許有水珠及滲水現象。在初期生產的管芯，如內徑1000公厘者，管厚75公厘，纏絲後在兩個大氣壓下，除因合縫漏漿滲水外，管表面有許多處濕迹和水珠，通過幾次試驗改進，終於達到管芯在8個大氣壓力下完全不滲水。改進主要方向是增大混凝土之密實性、均勻性。幾項措施分別介紹如下：

（1）改變了混凝土配合比，增加了每立方公尺水泥及砂礫土外加劑耗用量。

混凝土配合比由原1:1.62:2.14:0.44（水泥中占有5%砂礫土）改變為1:1.2:1.5:0.45（水泥占15%砂礫土）。水泥與砂礫土每立方公尺耗量由500增大到620公斤。為了避免混凝土之干

縮性，目前实际采用之配合比为1:1.41:1.86:0.45（水泥中占有10%砂藻土）。

（2）操作方法上：

（I）投料方法上：为了使混凝土混合料在管内分布均匀，投料方法应从管两端顺序向管内投料，其放料位置应在管子离心旋轉順时針方向与管子縱軸成 20° 角度地点为宜。

（II）离心速度应分为三个阶段，即投料时和投料后5—7分鐘內，車速应开慢車，以混凝土不塌下为度，而后增到中速約5—6分鐘，繼以每分为700公尺之最快速度离心，直到混凝土凝固为止。

（III）两次投料。管子厚度大于50公厘者，为了使主要起防滲作用在离心当中自然形成之胶砂层放在管厚中間和减少混凝土之游离水分，我們采取了两次投料。具体是：第一次装料厚度为占管厚之 $\frac{2}{3}$ ，經离心凝固后住車，將水掏淨，重新開車投二次料，操作方法和一次相同。

2. 纏絲后管芯开裂强度問題。預应力混凝土高压管基本問題之二，就是纏絲后管子开裂强度能否符合理論指标。在开始生产初期曾发现口徑450公厘管子，有三根纏絲后管芯在六个大气压力下，即行开裂。实际較理論指标降低了35%。产生这种毛病从理論上看，主要应是纏絲过程中預应力之控制值降低，其次是混凝土抗拉强度不足。但事实恰与此相反，在同时期纏絲之管芯，經噴面后进行开裂强度試驗时，竟达到了理論計算指标。因此，根据管子实际开裂情况都是从管合縫漏浆处，更主要的是从管合縫与管外圓切綫凹进3.5公厘深、長度大于150公厘处首先发现开裂。經有关人員分析研究討論結果，主要是因管合縫凹进太深并連續長度較長，以致影响到管子纏絲后所受預应力值之均匀性，产生了应力集中而开裂。其次是管子合縫漏浆处，降低了混凝土抗拉强度，因此在噴面后存在之部分空隙或凹处加以堵塞，这种做法虽然可以解决，我們認為最好还应事前控制管模型之規格度（即合縫处外圓凹进深度不能大于3公厘及長度不能大于150公厘）

和在操作中合模过程中把所有之空隙用紙条或油膩子堵严，这些措施完全是必要的。

3. 鉄絲預应力值控制問題。預应力混凝土管之开裂强度，主要取决于鉄絲之应力控制值大小。但在試制中，只是通过以不同之鉄絲直徑通过拔絲模于試驗室进行拔力測定，符合設計应力时即进行纏絲。但通过生产实践，由于当天鉄絲直徑变动之頻繁及拔絲模經使用后孔徑之扩大，又因厂內不能及时进行鉄絲拔力之測定，这样对生产質量之控制上不能起到作用，使生产或多或少造成一种混乱現象。

我們为了使預应力控制值接近于計算指标，根据鉄絲之拔力主要和鉄絲极限强度及压縮率、拔絲模孔徑角度大小发生关系，采用了下列几項土办法进行控制：

(1) 每批鉄綫入庫后即进行极限强度試驗。

(2) 根据不同直徑之鉄綫，配几种不同类型孔徑拔絲模加以分类編号，設有專人負責管理。

(3) 鉄綫拔前拔后直徑之确定，在現有原材料强度基础上，拔絲模角度为 16° — 18° ，下鉄綫压縮率为26—28%，所拔道数为50—60道，这样鉄綫拔力一般可在400—500公斤范圍內。

(4) 拔絲模孔徑及角度如不符規格时，及时加以研磨修理。

(5) 車間操作工人每纏一根管时，首先以千分尺檢查鉄綫直徑大小，根据不同之直徑按事前配好之拔絲模使用之。

4. 枪噴面保护层干縮裂紋、脫落、鼓泡、有隔层等問題。管芯纏絲后进行噴面。在这一工序中，除因操作不熟練而引起管表面凹凸不平外，并发现过噴面后保护层产生裂紋、脫落、中間有隔层、鼓泡等毛病。其主要原因是：因噴面砂浆过稀养生不及时干縮裂紋、脫落。除上述原因外，噴面后管子受冲撞或震动。鼓泡及中間有隔层是在噴面过程中，枪口出料突然增多，水分不足，噴到管面后成一千团，如果不能清除掉，即产生中間隔层或鼓泡。根据上述几种毛病，采取了下列几点改进办法并得到了解决：

(1) 往噴枪罐內放料时，不論料之重量和間隔時間都应均

勻，不要忽多忽少。枪咀如發現出料多、管上有干斑时，应及时刮掉。

(2) 对枪咀出料之稠度要掌握适度，并应根据枪咀出料多少及时的灵活的調整枪头給水开关。

(3) 分两个阶段进行噴面：第一阶段噴保护层总厚之 $\frac{2}{3}$ ，胶砂稠度要稍稀点(太干不易附着于管面上)，其稀、干程度以噴面胶砂发暗光为度。如發現白光水分大，即易干縮；第二阶段噴其余之 $\frac{1}{3}$ ，胶砂要干点好，以噴面为烏黑色为宜，这样不但能減少混合料之耗損率，而且噴完之管子只要养生好，即不出干縮裂紋。

(4) 噴面后之保护层，在起重运搬当中，严禁两管相撞或受震动。

三、生产中尚存在的問題及改进意見

1. 原材料問題

(1) 水泥品种及标号，根据一年来生产情况以及对普通鋼筋混凝土压力管試驗結果及对保护层制造經驗来看，在其他条件相同时，以500*普通水泥制造管芯或保护层，不論在抗渗性能上、減少枪噴面之干縮裂紋方面皆較400*矿渣水泥为佳，尤其对制造預应力高压管芯来講。对混凝土有两个主要要求，一是要有足够之抗拉强度，其次要有保証不渗水性，根据我厂生产經驗，后者砂率在40—45%为有利。如用400*水泥为满足前者要求，势必大量增加水泥用量，增大管芯之干縮現象，利用500*水泥不但能符合上述两种主要要求，而且也較为經濟。但从实际生产以来，500*水泥的供应远远滿足不了要求，这点今后国家在分配水泥品种上应予以解决。

(2) 砂石質量：我厂系离心制管，在对砂石級配上，虽无必要按防水混凝土之砂石級配理想曲綫进行配料，但仍以連續級配为佳。并为了滿足在高压下不渗水之要求，砂石中泥土含量应在1%以下，但在实际生产中还存在下列問題：

(I) 粗細砂，因供应不及时，未能按規定比例配合。

(Ⅱ) 石子中泥土含量大。为了克服这种不应有之缺欠, 除在供料上按规定要求执行外, 生产车间对石子之水洗应有专人负责进行, 尤其在夜班更应注意。

(Ⅲ) 砂藻土, 从生产中试验效果来看, 如果每立方公尺水泥量在550公斤以下而管芯达到不渗水, 必须掺加10—15%砂藻土, 否则水泥用量感到不足。为了保证质量, 节约水泥, 对这种材料亦应按计划进货。

(Ⅳ) 预应力钢丝用普通冷拉铁丝, 在58年供应之铁丝规格虽较57年为佳, 在实际上尚存在每盘长度不足50公尺和直径误差竟达18道(0.18公厘), 而引起铁丝之控制应力值之波动及给操作者带来了不应有之困难, 这点在材料供应上应严格按技术标准加工。

2. 保证管芯质量问题。如前所述, 管芯渗水经改进后虽已得到解决, 但尚存在下列问题, 以致影响管芯质量之波动:

(1) 原材料质量, 如上所述不符技术要求。

(2) 合缝及管头漏浆。

(3) 由于上下水管混合制造而产生配合比不易控制, 而且石子粒径也不相同, 在原料放置场上最易混淆。

(4) 装料方法不统一, 尤其新工人操作不熟练。

(5) 有时因赶数量, 装灰操作不均。

(6) 管芯不合格者仍进行缠丝。

根据以上存在问题, 提出改进意见如下:

(1) 为了统一操作方法, 改进因原料、配比给制造上带来之混乱而影响到管芯质量, 应设法搞专人、专机生产管芯。

(2) 柔口钢筒串水, 虽然喷面后可在六至七个大气压下不渗水, 但尚满足不了技术条件规定之要求。因此应从下列两方面解决:

(I) 管端刮光、刮圆, 去掉钢筒。为了使管端刮得光滑, 使橡胶圈密着于管表面上, 不使柔口渗水, 于管两端长400公厘处喷面, 在最后2公厘厚左右, 可用纯水泥浆, 同时以刮刀进行刮光。