

92175/76

032103

预应力混凝土压力管

《预应力混凝土压力管》编写组



中国建筑工业出版社

预 应 力 混 凝 土 压 力 管

《预 应 力 混 凝 土 压 力 管》编 写 组

中 国 建 筑 工 业 出 版 社

本书着重介绍了三阶段和一阶段制造预应力混凝土压力管工艺、制管用主要设备,对制管原材料、管体结构设计计算、质量检验、缺陷修补及管道铺设施工也做了比较详细地介绍。

本书可供水泥制品厂以及有关研究、设计和管道铺设施工单位的技术人员和技术工人参考。

参加本书编写的单位有:建筑材料工业山东水泥制品研究所、陕西省红旗水泥制品厂、九江水泥船试验厂、辽阳水泥制品厂、山东省电力建设局第一工程处黄台混凝土加工场、北京市市政工程研究所、湖北水泥制品厂、大连石棉水泥制品厂、营口市自来水公司。在编写过程中,有关生产、设计、研究、使用和教学单位提供了资料和宝贵意见。

预 应 力 混 凝 土 压 力 管

〈预应力混凝土压力管〉编写组

*

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1/16 印张: 16⁵/8 插页: 1 字数: 374 千字

1977年1月第一版 1977年1月第一次印刷

印数: 1—12,530册 定价: 1.25元

统一书号: 15040·3227

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

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。

11/5/12 9/1

目 录

第一章 概述	1
第一节 我国预应力混凝土压力管的发展概况	1
第二节 预应力混凝土压力管的分类	6
第三节 预应力混凝土压力管的构造	8
第二章 原材料、混凝土性能及蒸汽养护	9
第一节 原材料	9
第二节 离心混凝土的性能	14
第三节 振实混凝土的性能	23
第四节 真空混凝土的性能	26
第五节 挤压混凝土的强度	31
第六节 混凝土的蒸汽养护	33
第三章 预应力混凝土压力管的管体结构设计计算	35
第一节 地下管道外力的计算	35
第二节 环向结构设计计算	47
第三节 纵向结构设计计算	59
第四节 环向缠丝引起的纵向应力分析	66
第五节 “63”型承插式接头的设计计算简介	75
第四章 三阶段工艺制造预应力混凝土压力管	78
第一节 工艺流程和原理	78
第二节 卧式制造中、小直径预应力混凝土压力管工艺	83
第三节 立式制造大直径预应力混凝土压力管工艺	109
第四节 制管专用设备	117
第五章 一阶段工艺制造预应力混凝土压力管	139
第一节 一阶段工艺的原理与流程	139
第二节 制管专用设备	143
第三节 制作橡胶套和承口座	183
第四节 制管工艺过程	190
第五节 用离心挤压法制作小直径管	204
第六节 制管车间工艺布置	205
第六章 预应力混凝土压力管的质量检验与缺陷修补	210
第一节 对预应力混凝土压力管主要性能要求	210
第二节 预应力混凝土压力管的质量检验	212
第三节 预应力混凝土压力管的缺陷修补	218

第七章 管子的包装、装运和铺设施工	221
第一节 包装、装卸和运输	221
第二节 管材及橡胶圈的质量检查和处理	222
第三节 管道铺设	224
第四节 管道配件的连接	233
第五节 管道水压试验	234
第六节 沟槽回填土及冬季施工注意事项	237
第七节 防止管道水锤事故措施	238
第八节 管道的维修与防腐处理	240
附录一 e^x 和 e^{-x} 的数值表	242
附录二 函数 $Y_1(\beta x)$ 、 $Y_2(\beta x)$ 、 $Y_3(\beta x)$ 和 $Y_4(\beta x)$ 的数值表	246
附录三 部标准预应力钢筋混凝土输水管(三阶段工艺)(JC114-76代替JC114-66)	248
附录四 部标准预应力钢筋混凝土输水管(一阶段工艺)(JC197-76)	254

第一章 概 述

第一节 我国预应力混凝土压力管的发展概况

在毛主席无产阶级革命路线指引下,我国社会主义建设事业飞跃发展,工厂、矿山、油田、港口、城市建设和农田排灌工程,都需要越来越多的各种口径的管道,用来输水、输油、输汽和输送其它材料等。

迄今为止,钢管和铸铁管是压力管道中传统的、用量最大的管道材料。每年用于制造管道的钢铁用量很大。因此,需要迅速发展一种理想的管道材料,用来代替钢管和铸铁管,以达到节约金属的目的,满足社会主义建设的迫切需要。

实践证明,水泥压力管就是一种理想的管道材料,它不仅能够成功地代替钢管和铸铁管,而且在许多方面,比钢管和铸铁管还要优越。所以水泥压力管的出现,是管道材质的一次重大革新。

水泥压力管分为石棉水泥压力管、自应力钢筋混凝土压力管、普通钢筋混凝土压力管、预应力混凝土压力管四类。

预应力混凝土压力管是以石子、砂子、水泥和钢筋为原料,按一定生产工艺制造出来的新型管材。它的直径,最小可做到10厘米,大的可达数米。目前,这种管材主要使用于各地区的输水管道中。大力发展我国的预应力混凝土压力管的生产,是多快好省地建设社会主义的迫切需要,具有重大的政治和经济意义。

一、预应力混凝土压力管比钢管和铸铁管具有哪些优越性?

1.大量节约钢铁

预应力混凝土压力管用的钢铁比铸铁管和钢管节约钢铁80~90%。以直径800毫米的管为例,每公里预应力混凝土压力管道比铸铁管道可节约生铁320吨。管径愈大,节约量也愈大。

2.使用寿命长

混凝土管比钢管和铸铁管的抗腐蚀性好得多,因此,其使用寿命比钢铁管也长得多。钢管使用十年左右就要维修,寿命一般不超过20年;铸铁管埋设后30年就要陆续更新,其使用年限一般也不多于50年。如果钢铁管道处在盐碱或其它具有侵蚀作用的土壤中,甚至5~6年即会腐蚀破坏。而混凝土管的使用寿命就长得多,例如:营口地区于1935年铺设的口径为700毫米的普通钢筋混凝土压力管,已使用了40年,至今仍然完好。

此外,不仅混凝土管体本身耐腐蚀、寿命长,与它配套的接头密封用的橡胶圈,由于长期处于地下,不受日光照射,温度变化幅度小,也不易老化,能够与管体长期配合,共

同工作。

3. 输水能力强

混凝土管在使用过程中，管壁不结垢，管径不缩小，通水能力不变；而钢铁管内壁，日久锈蚀严重，管壁结垢，管径缩小使输水能力逐年降低。例如，铸铁管使用20~30年之后，由于管壁结垢，致使输水阻力增加了30~50%，降低了输水能力、增加了耗电量。

4. 水质不变

使用钢铁管道输水，其内壁结垢后，水中常常夹带不少的铁锈微粒而使水质不洁，并使铁细菌迅速繁殖，这对某些水质要求较高的化工、纺织、印染、食品等工业的生产来说，是不利的。但用混凝土管道输水，不存在此类问题。

5. 投资少、建厂快

生产预应力混凝土压力管的设备比较简单，易于加工制做，便于土法上马。只要组织得当，一年可以建成管厂并投入生产，投资比铸铁管厂约可节约一半以上。

6. 原料丰富

在制管原材料中，砂子与石子约占总重的70~80%，这种天然材料，遍地皆是，取之不尽，用之不竭，成本很低，并且不需要经过复杂的加工就可以使用。

7. 铺设安装方便

铺设安装预应力混凝土压力管管道时，只要在插口端套上密封橡胶圈，然后把它插进另一根的承口端就可以了，不需要打口（铸铁管）和焊接（钢管），因此操作方便，劳动强度低，安装速度快，施工费用也省。

8. 抗地震能力大

柔性接口的预应力混凝土压力管管道，具有很好的抗地震性。1975年2月，营口地区发生强烈地震以后，经在烈度为8度左右的现场调查，发现有相当一部分铸铁管和刚性接口的石棉水泥管以及平口普通钢筋混凝土压力管，在接口附近处，发生断裂、拉开、接口折碎等损坏事故；但该地区内铺装在各条管线的总长为21公里的承插式预应力混凝土压力管，却没有发生任何问题。

但事物都是一分为二的。预应力混凝土压力管的缺点是重量比钢管和铸铁管大、性脆，所以在装卸、运输与安装过程中，如果不加注意，就会碰伤。

二、什么叫预应力混凝土压力管？

让我们先打一个比喻：如果做木桶，外面的圆箍箍的很松，那么，在灌进水去之后，水向周围挤压的力，会撑开板缝而漏水。因此，必须预先箍得很紧，使木板互相挤压产生压应力，只要有了这个预先建立起来的压应力，水的压力就不会再把板缝拉开而漏水了。预应力混凝土压力管就是根据这个原理做成的。

混凝土具有良好的抗压能力，但抗拉却很差。纯混凝土管在不大的内水压力下，管体就会被拉裂。如果在混凝土管体中，按常规用量加进一些环形钢筋，等于木桶加箍但箍而不紧，仍然不能有效地抵抗管内水压力。假若在管体周围用很大的力量，紧紧地缠绕一环环钢筋，从而把管体箍紧，使管壁预先建立起足够的压应力，那么，这些压应力就可以抵抗使用时水压力在管壁上造成的拉力了。因此，这些在管壁上预先建立了压应力的混凝土

管，就叫做预应力混凝土压力管。

目前，主要有两种生产预应力混凝土压力管的工艺：三阶段工艺和一阶段工艺，本书将分别加以详述。

三、预应力混凝土压力管的生产简况

我国使用管道的历史十分悠久。远在西周时期，劳动人民就会用竹管输水，后来还用竹管从地下引出天然气。在不断的生产实践中，劳动人民又创造了木板加箍的办法，制成输水用的“预应力”木管。这种方法，前不久偏僻山区还在使用（图1-1-1）。

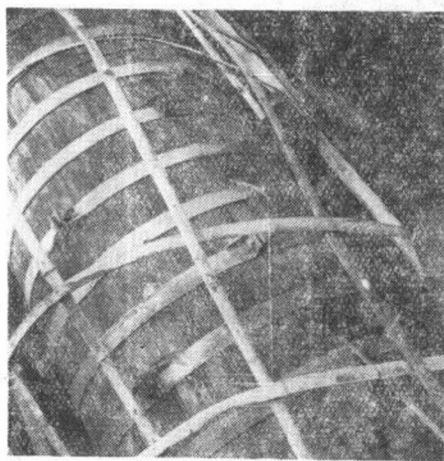


图 1-1-1 加箍的“预应力”木管

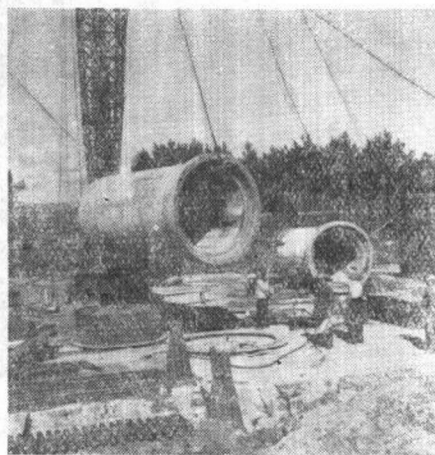


图 1-1-2 用一阶段工艺生产的大口径预应力混凝土压力管

但是，在1949年我国解放以前，在剥削阶级的反动统治、帝国主义的侵略压迫以及儒家思想的严重束缚下，社会生产力与劳动人民的智慧，遭到了无情的压抑和摧残，不但生产不了预应力混凝土压力管，甚至连普通混凝土下水管的产量和生产技术水平也是十分低的。

解放以后，在毛主席革命路线指引下，我国的水泥制品工业从小到大，在短短的二十余年里，完全依靠自己的力量，“独立自主、自力更生”，迅速跃进到世界先进水平的行列里。

早在1955年，我国就已开始研究三阶段平口式预应力混凝土压力管，不久就组织了生产。在大跃进的1958年，我国开始研究三阶段承插式预应力混凝土压力管，并很快获得成功，迅速成批投产，并安装使用。

在1968年轰轰烈烈的无产阶级文化大革命的高潮中，我国水泥制品工业的工人阶级，遵照毛主席关于“自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想”的教导，又试制成功了用一阶段工艺制造的预应力混凝土压力管，并在全国许多地区生产和使用。最近我国湖南某水利工地在露天预制厂，用一阶段工艺制成了工作压力为16公斤/厘米²、内径2米的大口径高压预应力混凝土压力管（图1-1-2）。在文化大革命期间，我国工人阶级又用立式芯

模振动和振动—真空工艺生产了1.4~2.2米各种规格的大口径三阶段预应力混凝土压力管（图1-1-3）。

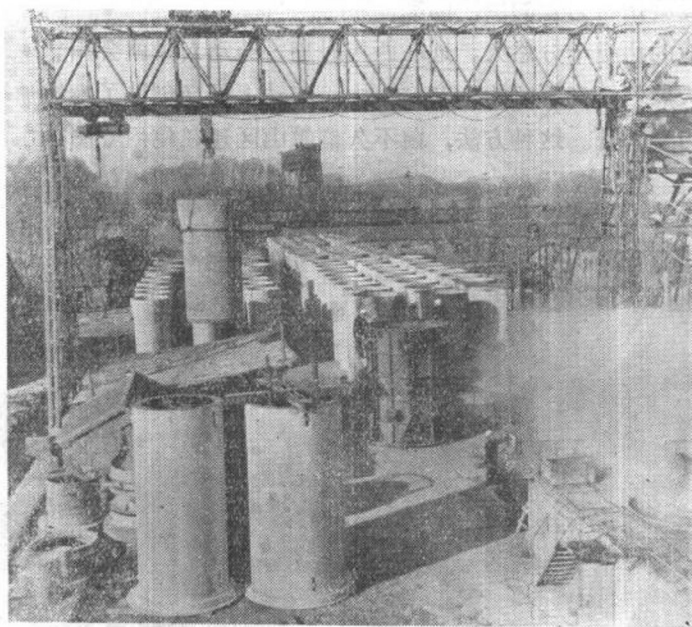


图 1-1-3 用振动—真空工艺生产大口径预应力混凝土压力管

以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，坚决贯彻执行大型企业和中小型企业并举，土洋并举等两条腿走路的方针，发扬自力更生、艰苦奋斗的革命精神，是我国水泥制品工业获得迅速发展的重要原因。现在全国各地除了建成了一批大中型水泥制管工厂外，还建立了许多小型水泥制管厂。这些小厂利用简陋的设备，生产着当地工业建设和农田基本建设所急需的水泥压力管。

水泥制品工业的广大职工，高举“鞍钢宪法”的革命旗帜，广泛开展“工业学大庆”群众运动，“打破洋框框，走自己工业发展道路”，在技术革新和技术改造运动中，作出了不少的成绩。例如：用振动台成型一阶段混凝土管的工艺方法，比国外许多国家常用的几种附着式振动法先进。这种工艺大大改善了工人的劳动条件，简化了钢模的构造，生产效率高，成本低，质量好，生产安全。再如离心挤压法也是我国自己探索出来的一种制管工艺。几年来用这种工艺生产的一阶段预应力混凝土压力管，已在很多输水工程中广泛使用着。在三阶段工艺中，利用电热法缠绕环向预应力钢丝，多年的实践证明，效果较好。其它如振动挤压法的快速接头，离心挤压工艺的承口车光法，可控硅自控的钢筋骨架滚焊机，利用土法在内模上制造橡胶套等等。

四、预应力混凝土压力管的使用情况

在城市和工矿企业的供水管道中，目前预应力混凝土压力管已得到广泛应用。应用这种管材不但为国家节约着数以万吨计的钢铁材料，而且效果较好。图1-1-4为1964年在辽

宁省营口市铺设的直径为600毫米、工作压力为6公斤/厘米²的三阶段预应力混凝土压力管管道。十余年来，这条管道使用情况一直良好。特别值得一提的是，1975年2月该地发生强烈地震以后，这条管道经受住了严重考验，安全无恙，充分显示了这一新生事物的茁壮的生命力。



图 1-1-4 营口市某输水管道

图1-1-5 为甘肃省景泰用自己生产的大直径预应力混凝土压力管，铺设的一条每秒流量为10立方米的电力提灌用的大型输水管道。这条管道通水以后，可以使30多万亩长年少雨的干土荒丘变成良田沃土。

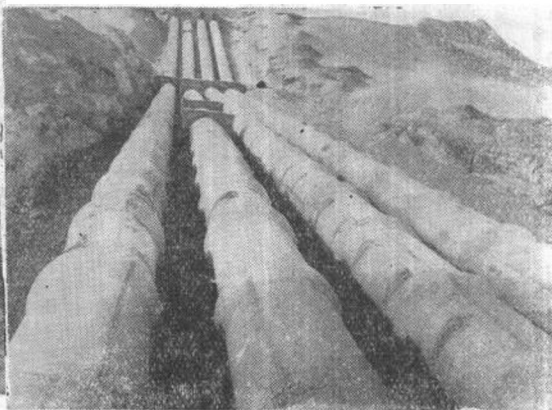


图 1-1-5 甘肃省景泰电力提灌用的管道

广东省罗定县一个小型水泥制品厂生产了一批直径800毫米的预应力混凝土压力管，工作压力高达14公斤/厘米²，开裂压力为23~25公斤/厘米²。图1-1-6所示的小水电站，就是利用这种管子铺设了进水管。它的建成，对附近地区的工农业建设，发挥着积极的作用。

图1-1-7a是用山西省潞城县红星水泥制品厂生产的小口径预应力混凝土压力管铺设的一条管道，这条管道能够引水上山，使几百亩旱地变为旱涝保收的水浇良田。这个厂的广大职工，能够急贫下中农之所急，艰苦创业，敢想敢干，利用简易的离心挤压法生产了一批批口径为100~200毫米的预应力混凝土压力管，支援本地区的农田基本建设，受到广大贫下中农的热情赞扬（1-1-7b）。

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。”我国预应力混凝土压力管的生产、应用和研究，虽然已经取得了很大的成就，但还不能满足我国社会主义建设事业日益蓬勃发展的要求。水泥制品战线上的广大工人、干部和技术人员，正满怀信心地向着生产的广度和深度继续进军，为了配合我国石油工业的飞跃发展，正在日以继夜地试制预应力混凝土输油输气管，从目前试制和试铺的情况看，已经取得了初步的可喜成果。为了促进我国电力工业的大发展，在成功地制造直径2.2米大口径管的基础上，目前正在着手试验用新工艺制造直



图 1-1-6 广东省罗定水电站进水管道



a)



b)

图 1-1-7 山西省潞城县的一条引水上山的管道

径高达 3 米的大型预应力混凝土压力管。在制管的工艺和设备上，为使我国水泥制管工业尽快过渡到全盘机械化和自动化，技术革新和技术改造的步伐越来越快。

“思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。”二十余年来，我国水泥制品工业之所以能飞速前进，完全是在毛主席无产阶级革命路线指引下，不断战胜反革命修正主义路线的破坏和干扰而取得的。广大工人、干部和技术人员，决心更进一步努力学习马克思主义、列宁主义和毛泽东思想，学好无产阶级专政的理论，坚持以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，为在本世纪内把我国建设成为社会主义强国而奋勇前进。

第二节 预应力混凝土压力管的分类

预应力混凝土压力管可以按直径大小、生产工艺、用途不同和接口型式等来进行分

类:

一、按照直径的大小, 预应力混凝土压力管可分为小口径管、中口径管和大口径管三类。

管内直径在400毫米以下者, 一般被称为小口径管; 400毫米以上至1400毫米者, 为中口径管; 1400毫米以上者, 为大口径管。

二、按照生产工艺的不同, 预应力混凝土压力管有三阶段预应力管和一阶段预应力管两类。

1. 三阶段预应力管的制造过程, 需要经过以下三个阶段:

(1) 制做混凝土管芯, 经过蒸汽养护, 使其达到一定的强度;

(2) 在管芯上, 缠绕环向预应力钢丝;

(3) 在已缠绕环向预应力钢丝的管芯表面上, 覆盖一层水泥砂浆或混凝土保护层, 以防钢丝生锈。

2. 制造一阶段预应力混凝土压力管, 是在混凝土管壁成型硬化的同时, 使环向钢丝建立了预应力, 这与三阶段工艺中, 把制管过程分成明显的三个阶段不同。因此, 被称为一阶段预应力管。关于一阶段预应力混凝土压力管的工艺原理, 将在第五章第一节详细介绍。

三、按照用途不同, 预应力混凝土压力管可分为:

1. 输水管;

2. 输油管, 如输送原油和煤油等;

3. 输气管, 如输送天然气和煤气等;

4. 输送其它材料的管道, 如输送盐卤和粉煤灰等。

由于用途不同, 对管子性能要求也有不同。如: 油和气的渗透性比水大, 因此, 输油和输气管的管体, 要求具有较高的抗渗性; 输送盐卤的管道, 则要求有较高的抗腐蚀性等等。

四、按照接头型式不同, 预应力混凝土压力管可分为平口式预应力管和承插式预应力管两种:

1. 平口式预应力管 平口式预应力管的外形是一个空心圆筒, 两端的内外直径相等。平口式预应力管虽然外形简单, 但存在安装铺设费工等缺点, 在我国已基本上被淘汰。

2. 承插式预应力管 承插式预应力管的两端一大一小, 大端状如喇叭口, 叫做承口; 小端叫做插口。承插式预应力管的外形如图1-2-1所示。

承插式预应力管的外形虽比平口管略为复杂, 但安装却很方便。安装时, 只要在插口端套上密封用的橡胶圈, 然后插进另一根管的承口中去就可以了。这种接头叫做柔性接头。由于承插式管的安装速度快, 省工, 密封性能好, 加之柔性接头的

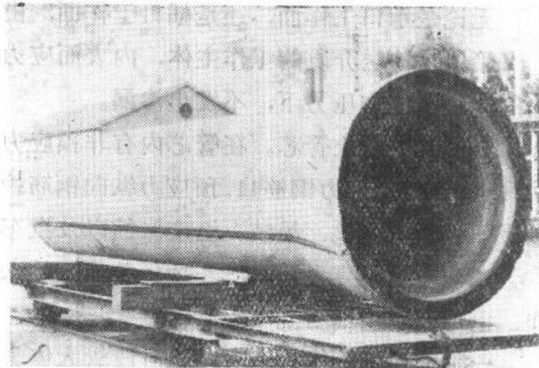


图 1-2-1 承插式预应力混凝土压力管

管道具有良好的抗折能力和抵抗一定的热胀冷缩的性能，所以，这种管道不但在我国得到大力发展，世界各国也大都采用这种型式。

第三节 预应力混凝土压力管的构造

首先，以图1-3-1中所示的三阶段预应力混凝土压力管（以下简称预应力管）为例，来介绍管子各部的构造、名称及其功能。

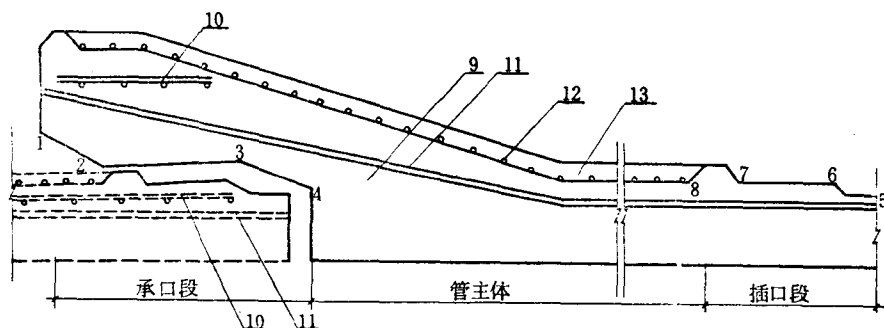


图 1-3-1 三阶段预应力混凝土压力管构造图

管子沿纵向全长，可以分为承口段、管体与插口段三个部分。

承口端是专门承接相邻管子的插口端用的。承口和插口加上夹紧在其中的橡胶密封圈，使两根管子相连，而且密封不漏。

承口最外端的斜坡1~2，称为外倒坡，它是在安装时为橡胶密封圈导向用的，可使密封圈顺利地被推进到正确位置上。2~3段称为承口工作面。管道连接完毕后，密封圈应该处在工作面上。3~4段称为内倒坡。

插口端5~6段称为过渡段，安装之前，橡胶密封圈即预先套在此段上。6~7段为插口工作面，它与承口工作面2~3互相对应。7~8称为挡台，挡台是防止橡胶圈被管内水压力推挤出工作面用的，也是承插口安装时的标尺。

无论是承口工作面，还是插口工作面，由于密封的要求，应力求作到光、圆、平。

管体是输送介质的工作主体，内表面应力求光滑；管体混凝土应尽量密实，以保证所输的介质在工作压力下，不发生渗漏。

9称为混凝土管芯。在管芯内有非预应力纵筋和环筋制成的、起构造作用的钢筋骨架10，以及纵向预应力钢筋11。预应力纵向钢筋的作用是使管体混凝土沿纵向产生预压应力，以保证管子在缠丝、吊装、温度胀缩以及汽车等外力作用下不会发生横断（环向裂缝）。

12为环向预应力钢丝，13为保护层，用来防止钢丝锈蚀。保护层一般用水泥砂浆制作，也可以使用细石混凝土制作。

一阶段管的管体构造，与三阶段管大体类似，因为它的环向预应力钢丝是预埋在管体中的，所以外面没有专门附加上去的保护层。

第二章 原材料、混凝土性能及蒸汽养护

第一节 原材料

制作预应力混凝土压力管时，对混凝土的强度、抗渗性和耐久性都提出了比较高的要求，因此对配制混凝土用的原材料必须进行选择。现将常用的原材料，水泥、砂、石子及钢筋主要性能介绍如下，供选择时参考。

一、水泥

常用的水泥有以下三种：普通硅酸盐水泥（简称普通水泥），火山灰质硅酸盐水泥（简称火山灰质水泥），矿渣硅酸盐水泥（简称矿渣水泥）。

三种水泥一般都可以用来制造预应力混凝土压力管。但由于制造预应力管的混凝土标号一般要求在400号以上，故使用的水泥在500号以上为宜。因此，有条件时，最好选用普通水泥，特别是用离心法制作预应力管时，宜选用普通水泥（或矿渣水泥），而不宜采用火山灰质水泥（如页岩水泥或掺轻质混合材的火山灰质水泥）。因为火山灰质水泥需水性较大，保水能力较强。如果获得一定流动度的混合物，必须提高水泥用量或增加用水量。同时，火山灰质水泥中的混合材的比重轻，在离心作用下，易被排至管子内壁表面。又由于混合物的保水性强，离心过程中水分难以分离出来，大部分水泥粘浆积聚在管子内壁，造成管子内部松软、开裂，以致塌落。

常用三种水泥的主要性能和技术要求如下：

1. 比重

水泥的比重决定于水泥的矿物组成，煅烧程度，混合材的种类及数量等。普通水泥比重一般为3.1~3.2；矿渣水泥比重为3.0~3.1；火山质水泥为2.7~3.0。

2. 容重

水泥的容重是在松散状态或紧密状态下按标准试验法测定的。普通水泥在松散状态下的容重一般为1100~1300公斤/米³，紧密状态下约1500~2000公斤/米³；火山灰质水泥则为800~1000公斤/米³和1200~1600公斤/米³；矿渣水泥与普通水泥相近。

3. 细度

水泥细度是按标准试验方法测定的，用4900孔/厘米²的筛子进行筛分，其筛余量不得超过15%。水泥越细，颗粒越小，水化作用也越快，它直接影响水泥的凝结硬化速度及强度，也影响水泥的需水性、和易性及放热量。

水泥细度也可以1克水泥所含颗粒的总表面积来表示。普通水泥的比表面积为2500~3000厘米²/克，矿渣水泥为2400厘米²/克。

4. 需水性

水泥的需水性是以水泥获得标准稠度需水量多少来表示的。普通水泥的需水量占水泥重量的23~27%；掺较多软性混合材（如烧粘土、硅藻土等）的火山灰质水泥的需水量占水泥重量的29~32%，但掺入硬质混合材（如凝灰岩）时，则需水量为26~27%；矿渣水泥的需水量也比普通水泥稍大，约为26~29%。

在使用水泥拌制砂浆或混凝土时，都需要加入较多的水分，其中只有15~25%与水泥起水化反应，其余的水分则是为了满足混合物具有一定的流动性，便于浇灌成型而加入的。水泥需水量越低，水泥石的密实度越高，因此在成型条件许可下，以采用较小的水灰比为宜。

影响水泥需水性的因素很多，主要有：

水泥细度：水泥磨得越细，则包裹在水泥细小颗粒外表面的水量越多，需水量就越大。

水泥的矿物组成：铝酸三钙（ C_3A ）的需水量最大，硅酸二钙（ C_2S ）的需水量最小。故调整水泥的矿物组成，可以调节水泥的需水性。

掺入水泥中的混合材的性质和数量也会影响水泥的需水性。

5. 泌水性

在拌制混凝土混合物时，拌和用水一般比水泥水化所需的水量多2~3倍。在混凝土成型后，经一段时间，剩余水分开始自混合物内向外泌出，存留于表面，或积聚在集料与钢筋附近，使混凝土产生内分层，或使水泥石和集料间的粘结力减弱。泌出的水蒸发后，形成孔隙，直接影响混凝土的密实性。

水泥愈细，泌水性愈小，掺入软质混合材能使泌水性大为降低；较细的普通水泥的保水性较强，矿渣水泥的粘滞性差，保水性差，而泌水性大，掺页岩的火山灰质水泥，泌水性低，保水性好，粘滞性好。

6. 凝结时间

水泥的凝结时间有初凝和终凝之分。用标准试验方法测定，水泥的初凝时间应不早于45分钟，终凝时间不迟于12小时。

水泥凝结时间过短，会使混凝土混合物浇注成型发生困难，若凝结硬化太慢，养护时间太长，延长了作业周期，影响产量。

7. 安定性

水泥在凝结硬化过程中，要发生体积变化。均匀轻微的体积变化，不致影响混凝土的质量。但水泥中如果含游离石灰、氧化镁和石膏过多时，就能使水泥石结构不均匀变形，乃至崩溃。这种现象，是水泥体积不安定性所致。

制管用水泥必须按标准检验方法鉴定水泥的安定性，安定性合格才允许使用。

8. 强度

水泥强度是水泥的主要技术特性。水泥标号就是根据水泥28天的抗压强度确定的。

普通水泥的强度，很大程度决定于水泥熟料中的矿物组成。水泥中硅酸三钙（ C_3S ）含量越多，硅酸二钙（ C_2S ）含量越少时，水泥硬化早期（2天、7天）的强度就愈高，后期强度增长较慢。若 C_3S 含量较少，而 C_2S 含量较多时，强度发展与上述相反。在水泥

中增加 C_3A 的含量,相应地减少铁铝酸四钙(C_4AF)的含量,可以加速硬化和提高早期强度,但不能提高后期强度。如果增加水泥中 C_4AF 的含量,相应地减少 C_3A 的含量,不影响早期强度,而能提高后期强度。

水泥越细,强度越高,此外水泥砂浆或混凝土在硬化过程中的环境条件,如温度、湿度等也直接影响水泥强度的增长速度。

火山灰质水泥的早期强度,即28天以前的强度,一般比普通水泥稍低,在硬化过程中对温度的影响较为敏感,温度高,强度发展得快,温度低,凝结硬化减慢。

矿渣水泥强度的发展与火山灰质水泥相同,早期强度都比同标号的普通水泥稍低,后期强度则高。高标号矿渣水泥强度的发展情况,大致与同标号的普通水泥相近。矿渣水泥强度的增长,亦受硬化时环境条件的影响,它适合于蒸汽养护。

由于制造预应力管时一般要求混凝土标号在400号以上,故使用的水泥标号在500号以上为宜。同时不得有风化、受潮、结块等现象。

二、砂

砂是拌制混凝土时用的细集料,其颗粒尺寸为0.15~5.0毫米。普通用天然砂,按矿床可分为河砂、海砂、山砂等几种。河砂、海砂颗粒比较光圆,含有机杂质较少,用以拌制的混凝土混合物具有较好的和易性;山砂表面粗糙,有棱角,和易性差,不如河砂洁净,但与水泥浆的胶结力较强。如按矿物成分分,有石英砂、长石砂、石灰石砂等。其中石英砂分布最广,强度高,最适于做普通混凝土,石灰石砂的质量变化较大,使用前必须先行试验鉴定。

砂的主要性能及技术要求如下:

1. 比重、容重与空隙率

砂的比重一般在2.6~2.7范围内

砂的容重是砂在干燥松散状态下的单位体积重量。它决定于砂的比重及空隙率,约为1500~1600公斤/米³,在较密实状态下则为1600~1700公斤/米³。

砂的空隙率是以砂子颗粒之间的空隙容积与其总体积的百分比来表示的。砂的空隙率以37%左右为宜。一般情况下不应超过40%。因为拌制混凝土时,砂子的空隙要用水泥浆来填充,空隙率愈小,所需的水泥浆就少,因而可以节约水泥用量。空隙率小,容重必大,依据容重的大小可以粗略评定空隙率的大小。

2. 颗粒级配

颗粒级配:砂的颗粒级配就是砂在各级尺寸颗粒的分配情况。它直接影响混凝土的质量和水泥用量。适宜的级配范围为图2-1-1的阴影部位。

3. 平均粒径和细度模量

砂的颗粒粗细,可以用平均粒径或细度模量来表示。

平均粒径是通过标准筛分试验结果求得。取一定量的砂子(常取1000克),放在孔径为0.15、0.3、0.6、1.2、2.5、

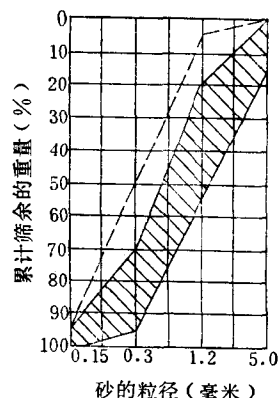


图 2-1-1 砂的筛分曲线