

中华人民共和国建材行业标准

JC/T 2126.2—2012

水泥制品工艺技术规范 第2部分:预应力混凝土管

Process technology specification for cement products—
Part 2: Prestressed concrete pipe

2012-12-28 发布

2013-06-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布



中 华 人 民 共 和 国
建 材 行 业 标 准
水泥制品工艺技术规范
第 2 部分:预应力混凝土管
JC/T 2126.2—2012

*

中国建材工业出版社出版
建筑材料工业技术监督研究中心
(原国家建筑材料工业局标准化研究所)发行
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
地矿经研院印刷厂印刷
版权所有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 28 千字
2013 年 5 月第一版 2013 年 5 月第一次印刷
印数 1—400 定价 22.00 元
书号:155160·171

*

编号:0826

网址:www.standardcnjc.com 电话:(010)51164708
地址:北京朝阳区管庄东里建材大院北楼 邮编:100024
本标准如出现印装质量问题,由发行部负责调换。

前 言

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

JC/T 2126《水泥制品工艺规程》分为七个部分：

- 第 1 部分：混凝土与钢筋混凝土排水管；
- 第 2 部分：预应力混凝土管；
- 第 3 部分：预应力钢筒混凝土管；
- 第 4 部分：自应力混凝土输水管；
- 第 5 部分：环形混凝土电杆；
- 第 6 部分：先张法预应力混凝土管桩；
- 第 7 部分：硅酸钙板/纤维水泥板。

本部分为 JC/T 2126 的第 2 部分。

本部分由中国建筑材料联合会提出。

本部分由全国水泥制品标准化技术委员会(SAC/TC 197)归口。

本部分负责起草单位：中国混凝土与水泥制品协会、江苏武进建工集团有限公司。

本部分参加起草单位：苏州混凝土水泥制品研究院、扬州中意水泥制品有限公司、山东山水集团管道分公司。

本部分主要起草人：魏从九、吴贤荣、奚飞达、付志章、高宇、张庆欢、沈冰。

本标准首次发布。

水泥制品工艺技术规程

第 2 部分：预应力混凝土管

1 范围

本部分规定了预应力混凝土管制造过程中的原材料、混凝土、管芯缠丝制管工艺、振动挤压制管工艺、产品检验、质量控制、标志、运输和贮存等技术要求。

本部分适用于制造符合 GB 5696 的承插式预应力混凝土管。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 701 低碳钢热轧圆盘条
- GB 748 抗硫酸盐硅酸盐水泥
- GB 1499.2 钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋
- GB 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB/T 5223 预应力混凝土用钢丝
- GB/T 5224 预应力混凝土用钢绞线
- GB 5696 预应力混凝土管
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB 13788 冷轧带肋钢筋
- GB/T 14684 建设用砂
- GB/T 14685 建设用卵石、碎石
- GB/T 15345 混凝土输水管试验方法
- GB/T 18736 高强高性能混凝土用矿物外加剂
- GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范
- JC/T 582 预应力混凝土输水管(管芯缠丝工艺)管模
- JC/T 697 钢筋混凝土管悬辊成型机
- JC/T 748 预应力与自应力混凝土管用橡胶密封圈
- JC/T 749 预应力与自应力混凝土管用橡胶密封圈试验方法
- JC/T 822 水泥制品工业用离心成型机技术条件
- JC/T 877 预应力钢筒混凝土管和三阶段管用辊射机
- JC/T 971 水泥制品工业用水压试验机
- JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程
- JGJ 63 混凝土用水标准

3 原材料

3.1 水泥

3.1.1 水泥强度等级不低于 42.5，其质量应符合 GB 175 或 GB 748 的规定。

3.1.2 水泥进厂时，应有生产厂家提供的产品质量保证书及试验报告，各项性能指标合格后方允许进厂。必要时，对水泥的主要性能指标取样检测。

3.1.3 袋装水泥包装袋上应有品种、强度等级、生产厂名和出厂日期及生产许可证标记。袋装水泥存放时应按生产厂家、品种、强度等级、批号分别贮存并标识，不应混垛，并有防潮措施，袋装水泥堆垛高度不宜超过 12 包。

3.1.4 使用散装水泥时，不同厂商、不同品种、不同强度等级的水泥也要分仓储存，不应混仓。

3.1.5 储存中的水泥不应有杂物和结块，水泥贮存期不应超过 3 个月，对过期或对水泥质量有怀疑时，应进行水泥质量检验，不合格的产品不应使用。

3.2 细骨料

管体混凝土及保护层砂浆用砂质量要求应符合 GB/T 14684 的规定，含泥量应不大于 1%。配制混凝土用砂宜采用细度模数为 3.0~2.3 的中粗砂，制作保护层用砂宜用细度模数为 2.2~1.6 的细砂。

3.3 粗骨料

管体混凝土采用粗骨料应为人工碎石或卵石，石子的最大粒径：管体混凝土厚度小于或等于 50 mm 时，应不大于 16 mm；管体混凝土厚度大于 50 mm 时，应不大于 19 mm；石子的质量要求应符合 GB/T 14685 的规定，含泥量不应大于 1%。

3.4 水

混凝土、水泥砂浆及成品管子的养护用水应符合 JGJ 63 的规定。

3.5 外加剂

3.5.1 根据不同品种水泥和管体成型方法的不同，经试验选用合适的外加剂，但所用的外加剂不应应对管子或水质产生有害影响。其质量要求应符合 GB 8076 的规定。

3.5.2 混凝土外加剂的使用应符合 GB 50119 的规定。

3.5.3 混凝土外加剂宜采用水剂，并应准确计量，在混凝土搅拌时加入。当直接采用粉状混凝土外加剂时，应延长搅拌时间 1 min。

3.6 掺合料

3.6.1 粉煤灰，磨细矿渣或硅灰等活性掺合料均可作为硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥的替代物，其最佳替代量需经试验确定。

3.6.2 粉煤灰的质量要求应不低于 GB 1596 中 II 级灰的规定；磨细矿渣或硅灰的质量要求应符合 GB/T 18736 的规定。

3.7 钢丝

3.7.1 制管用预应力钢丝宜采用热处理钢筋、冷拉钢丝、消除应力低松弛钢丝或钢绞线，钢丝应分别符合 GB/T 5223 和 GB/T 5224 的规定。

3.7.2 钢丝进厂前必须有生产厂家提供的产品质量保证书及试验报告，各项指标合格才能进厂，对进厂钢丝应取样检测其抗拉强度、屈服强度、伸长率、弯曲次数等力学性能指标，严禁使用未经检验或不合格的钢丝。

3.7.3 钢丝表面不应有凹陷、锈蚀(斑点、麻面和氧化皮)、油污和毛刺。钢丝进厂后应妥善保管,以防锈蚀,入库应严格按类别、品种、规格分别堆放标识,并有专人负责发放。

3.8 加强钢筋

加强用钢筋应分别符合 GB 1499.2、GB 13788 和 GB/T 701 的规定。

3.9 橡胶圈

3.9.1 管子接口用橡胶圈的直径和环内径应符合设计要求,并应符合 JC/T 748 及 JC/T 749 的规定。

3.9.2 公称直径 1 600 mm 以下的管材应采用无接头的橡胶圈;公称直径 1 600 mm 及以上的管材相配套的橡胶圈,每个胶圈上的拼接点数应不多于两个,且拼接点之间的最小长度应不小于 600 mm,对带拼接点的胶圈,每个拼接点都须进行检验。即将其至少拉伸至原长的 2 倍,扭转 360°,目测每个经拉长的拼接点,拼接点处无剥离、裂缝为合格。

4 混凝土

4.1 混凝土强度

混凝土强度等级应符合 GB 5696 的规定。

4.2 混凝土制备

4.2.1 混凝土配合比设计应符合 JGJ 55 的规定,每立方米混凝土的水泥用量,振动工艺、悬辊工艺不宜少于 450 kg,离心工艺不宜少于 500 kg。

4.2.2 原材料必须计量,所有计量器具必须经过检定,取得合格证书并在有效使用期内。

4.2.3 材料计量应准确,其允许偏差:水泥、掺合料、外加剂、水为±1%,砂、石为±2%。

4.2.4 搅拌第一盘料时,除应按配合比用量外,应适当增加水泥和砂用量。

4.2.5 混凝土应用强制式搅拌机搅拌。

4.2.6 混凝土净搅拌时间不宜少于 2 min,确保拌和均匀。离心工艺及振动挤压工艺的混凝土坍落度宜为 1 cm~5 cm,振动工艺、悬辊工艺,维勃稠度宜为 20 s~40 s。

4.2.7 混凝土拌合物停放时间不应超过下列时限:

- a) 环境温度高于 30℃(不含 30℃)时,45 min;
- b) 环境温度为 20℃~30℃时,60 min;
- c) 环境温度低于 20℃时,90 min。

4.2.8 冬季生产,当环境温度低于 5℃时,应对骨料和水进行预热,搅拌的混凝土拌合物温度应不低于 10℃。

5 管芯缠丝制管工艺

5.1 生产工艺流程

管芯缠丝制管工艺流程见图 1。

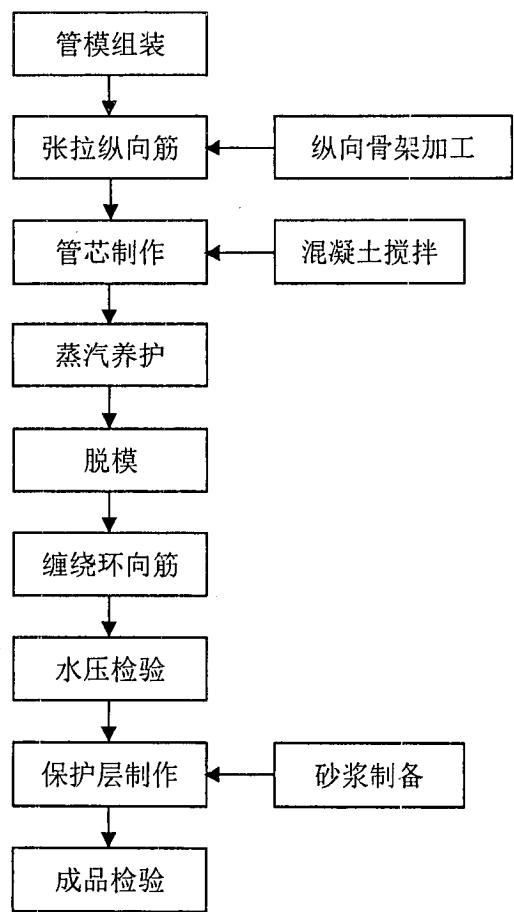


图1 管芯缠丝制管工艺流程图

5.2 纵向钢筋及钢筋骨架

- 5.2.1 纵向预应力钢筋的下料长度计算时应考虑：管体长度、承口平直段和斜坡段长度、钢筋伸长率、操作余量、镦头留量等参数。
- 5.2.2 钢筋在调直后，其表面不应有伤痕、油污。
- 5.2.3 严格控制镦头后钢筋长度，其误差为 $\pm 1\text{ mm}$ ，镦头必须完整，不应有歪斜、裂纹等现象，钢筋镦头强度不应低于钢筋标准抗拉强度的95%。
- 5.2.4 承插口端应放置加强用钢筋骨架，钢筋骨架可采用接触点焊，也可采用绑扎制作，骨架应坚固，不应歪扭、松动、变形。
- 5.2.5 加强用钢筋骨架长度应根据管子结构设计确定，纵筋直径不小于4 mm，间距不大于300 mm，且不少于6根；环筋直径不少于4 mm，间距不大于60 mm，保护层不少于15 mm。

5.3 管模组装

- 5.3.1 离心工艺制作管芯的管模除应符合 JC/T 582 的规定外，还必须满足下列要求：模体及承插口模与跑轮的同心度偏差不应超过2 mm，合缝口不平直度不宜大于1 mm，其余各部尺寸误差必须符合设计图纸的规定。
- 5.3.2 装模前必须清理模具，并于模内壁和承插口模内侧均匀涂上脱模剂。操作时避免钢筋粘上脱模剂以保证和混凝土的握裹力不受影响。脱模剂的性能要求是：质地均匀、隔离性能良好。

5.3.3 组装管模必须保证钢丝位置正确，锚固可靠，纵向预应力钢丝的净保护层应不小于 10mm，两端锚头凹陷应不小于 5mm。

5.3.4 拆卸插口模、承口模时，宜采用吊具吊稳后，两边对称用力徐徐退出，装模时应对称拧紧管模上的所有螺栓。

5.3.5 立式振动工艺模具组装顺序：应放正下锚固筋，组装外模与上锚固盘，在两瓣外模合缝、外模与下锚固筋接合处，均需垫好密封条，纵筋张拉后，将下锚固盘穿筋孔封堵，以防漏浆。

5.4 张拉纵向预应力钢筋(丝)

5.4.1 纵向预应力钢筋(丝)的张拉控制应力,对于冷拔钢丝、刻痕钢丝、碳素钢丝不宜超过 0.7 倍的钢筋标准强度，冷拉钢筋不宜超过 0.85 倍的钢筋标准强度。

5.4.2 张拉纵向预应力钢筋(丝)宜采用机械法(液压)张拉，采用油压拉伸机整模一次张拉或单根张拉，单根张拉必须对称进行。

5.4.3 张拉必须保证两端加强钢筋骨架的位置，使其靠近端部，其距端部的距离应控制在 15mm~30mm 之内。

5.4.4 变径处的环箍必须与纵筋卡紧定位。

5.5 管芯制作

5.5.1 离心成型

5.5.1.1 制作管芯的离心机除应符合 JC/T 822 的规定外，还应符合下列要求：

- a) 满载高度旋转时，托轮线速度应不低于 1 000 m/min；
- b) 底座安装必须平稳，同轴托轮顶点水平误差应不超过 1 mm；
- c) 同轴托轮直径误差应不超过 1 mm；
- d) 相邻两托轮间距误差不宜超过 1 mm；
- e) 同一边各稳、托轮端面误差不宜超过 1 mm；
- f) 离心成型中，必须确保钢模和离心机平稳正常运转，不应有跳动、窜动等异常现象；
- g) 轴距确定应以管模跑轮与两托轮间切实，在管模中心夹角 70°~110° 为宜。(管径越大，夹角越小)以此确定离心机适应的管径范围。

5.5.1.2 为保证管芯的抗渗性能应采用三次或两次喂料成型管芯，每次喂料离心密实后必须扫除余浆，再进行下一次喂料。

5.5.1.3 每次喂料分低、中、高三种转速离心成型，低速阶段应使混凝土混合料在模内均匀分布，厚薄适宜，即可转入中速及高速运转。管模转速可参考下列条文确定。

5.5.1.4 慢速($n_{慢}$)按公式(1)计算：

$$n_{慢} = K \cdot 300 / \sqrt{R} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $n_{慢}$ ——喂料转速，单位为转每分钟(r/min)；
- R ——管模内径，单位为厘米(cm)；
- K ——系数，1.5~2.0。

5.5.1.5 快速($n_{快}$)可用管模线速度控制。参考下面数值选用：10 m/s~25 m/s。

5.5.1.6 中速($n_{中}$)按公式(2)计算：

$$n_{中} = n_{快} / \sqrt{2} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$n_{\text{中}}$ ——中速转速,单位为转每分钟(r/min);

$n_{\text{快}}$ ——快速转速,单位为转每分钟(r/min)。

5.5.1.7 管芯成型应连续进行,成型时间应根据不同管径合理确定,以获得最佳的密实效果。离心成型后,必须排净管内壁余浆,管内壁不应有露筋、露石、混凝土混合物坍落等现象。

5.5.2 悬辊成型

5.5.2.1 制作管芯的悬辊机除应符合 JC/T 697 的规定外,还应符合下列要求:

- a) 成型时,管模的角速度不低于 90 r/min;
- b) 辊轴直径宜为管子内径尺寸的 1/4~1/3 之间;
- c) 辊轴径向磨损深度应不超过 4 mm,如超过应及时补焊磨平。

5.5.2.2 悬辊成型分喂料及净辊压两个阶段。具体成型时间就根据不同管径合理确定,以获得最佳的密实效果。

5.5.2.3 喂料顺序先喂承口,管身可以从承口向插口方向进行,也可以反向进行,喂料应连续均匀,防止接头处混凝土拌合物产生离析。

5.5.3 立式芯模振动成型

5.5.3.1 混凝土浇灌前,管芯先放入内模空振试运行,再放入分料器分四次灌料,每次以振实翻浆为宜。最后吊入冲压环,沉至固定位置,吊出内模与冲压环,加盖养护。每根管芯的全部成型时间不应超过水泥的初凝时间。

5.5.3.2 应防止混凝土拌合物在运输、成型喂料过程中发生离析。

5.6 蒸汽养护

5.6.1 管芯蒸养用介质应采用饱和水蒸汽。

5.6.2 蒸汽养护制度分为静停、升温、恒温、降温四个阶段,成型好的管芯在蒸汽养护前必须静停,其时间应不小于 1 h。合理的蒸养制度应根据不同地区、不同季节、不同材料、不同成型方法,通过试验确定。一般可采用以下蒸养制度:

- 静停: 1 h~2 h;
- 升温: 2 h~4 h;
- 恒温: 3 h~5 h(视室外气温而定);
- 降温: 除寒冷地区外,一般可采用快速降温。

5.6.3 管芯在蒸汽养护时,必须严格控制温度,至少每小时测温一次,并做好记录。

升温速度应不大于 22℃/h,最高恒温温度应根据水泥品种进行确定,采用普通硅酸盐水泥时养护最高恒温温度不宜超过 85℃。

降温阶段可视具体情况而定,一般情况下允许采用快速降温。

5.6.4 蒸养设施内上下温度要基本一致,养护设施上下距离较大时,宜采用蒸汽定向循环养护工艺。

5.7 脱模

5.7.1 管芯脱模强度应不低于 28 MPa。

5.7.2 纵向预应力钢筋(丝)放张应采取对称、交错的方法。

5.7.3 管芯应在管内壁注明生产日期、生产班组、管模编号等标志。

5.7.4 脱模场地及堆放场地要求平整或有专用台座,保证脱模时管芯不受损伤。

5.7.5 脱模操作不应损坏管体混凝土,管体混凝土内外表面不应出现粘模和剥落现象。

5.7.6 不允许管芯叠层堆放，立式成型的管芯不宜卧放。

5.8 管芯检验

5.8.1 脱模后的管芯必须进行外观质量检验。

5.8.2 管芯合缝处不应有漏浆现象。

5.8.3 管芯混凝土内外表面不应出现结构性裂纹。管体内壁应平整、不应露石、不宜有浮渣；局部凹坑深度不应大于壁厚的 $1/5$ 或者 10 mm。

5.8.4 管子承口工作面不应有蜂窝、脱皮现象，缺陷凹凸度不大于 2 mm，面积不大于 30 mm^2 。

5.8.5 管子插口工作面不应有蜂窝、刻痕、脱皮、缺边等。

5.9 缠绕环向钢丝

5.9.1 缠绕环向钢丝必须满足 GB 5696 的要求。

5.9.2 缠丝前，必须检查管芯，钢丝规格和性能符合要求及管芯冷却至环境温度后，方可进行缠丝。

5.9.3 必须按设计控制应力值进行缠绕环向钢丝，控制应力值不宜超过 0.7 倍的钢筋标准强度。为保证钢丝控制应力均匀并达到设计要求，应符合：

5.9.3.1 当采用配重法缠丝时，必须对配重托盘的重量要进行检验，使其达到规定值，缠丝过程中，各导轮必须转动灵活，配重托盘必须保护悬空，不应落地。

5.9.3.2 当采用液压缠丝时，压力表读数应准确。

5.9.3.3 环向预应力钢丝的起头、末端固定及中接头必须牢固可靠，接头强度应超过钢丝强度，不应停车接头。

5.9.4 第一圈环向钢丝距承口端应为 20 mm~25 mm。

5.10 水压检验

5.10.1 缠丝后的管芯必须逐根进行水压检验，合格后方可制作保护层。

5.10.2 管芯的抗渗性能、接头密封性能的检验，必须符合 GB 5696 的规定。

5.10.3 水压检验可采用卧式、立式检验；水压试验机应符合 JC/T 971 的规定。

5.10.4 水压检验时应对管芯进行全面检查，并在所有出现渗漏的部分做出标记，卸压后修补，并需重新检验，直至合格。

5.11 保护层制作

5.11.1 保护层的制作宜采用辊射法，不允许手工抹浆。

5.11.2 制作水泥砂浆保护层时，应首先在缠丝管芯表面喷涂一层水泥净浆。

5.11.3 保护层应符合 GB 5696 的规定。

5.11.4 保护层应与管芯粘结牢固，致密坚实，不应有空鼓现象。

5.11.5 辊射法保护层制作时，保护层辊射完后，宜再喷涂一层水泥净浆，并应及时将插口端砂浆清理干净，保证插口的安装尺寸。辊射机应符合 JC/T 877 的规定。

5.11.6 砂浆搅拌应使用强制式搅拌机，其停放时间不宜超过 90 min；辊射回落料在 1 h 之内可作为细骨料再次利用。

5.11.7 保护层必须进行养护，可采用自然养护或蒸汽养护。

a) 采用蒸汽养护时，保护层的静停时间不少于 3 h；恒温不小于 3 h；恒温温度为 65°C （当采用低于此温度时，每降低 5°C 应延长养护时间 1 h）；养护坑内相对湿度应不低于 90%。

b) 采用自然养护时，在保护层制后至少静停 4 h 开始洒水养护，每天至少洒水两次，养护期最少为 7 d。当环境温度低于 5°C 时，应按规定的蒸养制度进行蒸汽养护。

6 振动挤压制管工艺

6.1 生产工艺流程

振动挤压制管工艺流程见图 2。

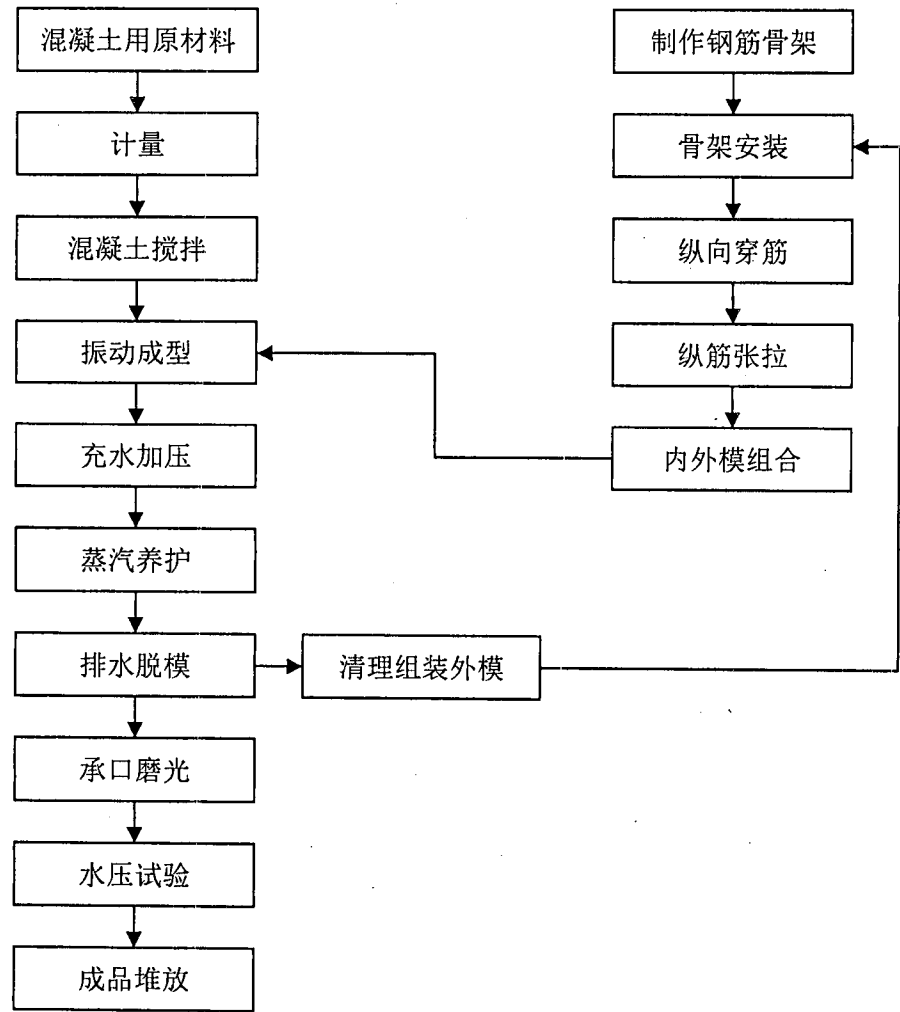


图2 振动挤压制管工艺流程图

6.2 钢筋骨架

- 6.2.1 环筋骨架按产品技术要求制作，并应符合构造要求，环筋净距一般不大于 35 mm。
- 6.2.2 环筋骨架长度误差为 ± 10 mm，架立筋端头保护层不少于 10 mm；环筋外径误差应不超过 ± 2 mm，环筋局部不平度不超过 5 mm，环筋总圈数允许误差 ± 3 圈。
- 6.2.3 骨架两端环向筋应折大弯(120°)插压至环筋下面，弯头长度不小于 200 mm，弯头两端均应用铁丝绑扎牢固，骨架两端最外端并绕不少于两圈。骨架两端环筋丝头也可采用专用卡具压紧固定。
- 6.2.4 碳素、刻痕钢丝接头宜用扎丝机绑扎，搭接长度应不少于 500 mm。
- 6.2.5 架立纵筋应采用波形钢筋。波形必须能够固定环筋位置，保证螺距尺寸，并在大头起坡段和小头 500 mm 段，将环筋与架立筋交叉点连续绑扎；骨架中部，应绑扎 10 个螺距以上。上下两层环向筋的起始端头，应相互错开，以免环筋重叠过多。

6.2.6 钢筋骨架架立筋与斜筋的配置,应保证管体成型前及在成型过程中,钢筋骨架的形状和螺距不变,所有绑扎点的丝头应向内压平。

6.2.7 纵向钢筋下料长度,应由计算确定,计算时应考虑:管体长度、承插口锚固盘厚度、锚具厚度、镦头预留量、承口起坡段长度、操作余量等,钢筋必须准确定长。

6.2.8 钢筋镦头强度应不低于钢筋(母材)标准抗拉强度的95%。其质量要求按5.2.3规定执行。

6.3 钢模拆装

6.3.1 顶卸插口模时,两侧千斤顶要同时开动,如采用人工拆卸,应在两对称面轮翻进行,严禁用钢模撞击插口模和承口锚固盘。

6.3.2 松开插口模之后,应从插口向承口方向两侧逐步对称地松开弹簧螺栓。

6.3.3 四片钢模合模后,应用专用台座、钢丝绳或千斤顶将钢模整圆,其椭圆度不大于10mm;Φ1400mm及其以上管模不大于15mm。

6.3.4 管模内壁及端面、插口模、承口锚固盘均应清理干净,涂刷脱模剂。

6.3.5 管模合口缝应粘贴适当宽度具有滤水性好、抗拉力强,并能保证不漏浆的纤维布。粘贴时必须拉紧,粘贴平直,并使中心线位于合口缝线上,不应松动,起褶和偏离。

6.3.6 钢筋骨架放入钢模后,应确保环筋保护层尺寸和骨架的平直,不应将粘贴合口缝处的纤维布撕断、错位。

6.3.7 拧紧弹簧螺栓时,必须使弹簧螺栓保持受力均匀,所用弹簧螺栓应经常检查,保持完好。

6.3.8 插口模、锚固盘的密封胶圈应完整有效。承插口模的穿丝孔槽必须清理干净。

6.3.9 四片式钢模,必须每次转换90°拆卸。外模内壁应定期进行清理,除去结垢。

6.3.10 插口模、锚固盘必须与外模对正,其误差应不超过5mm。

6.4 张拉纵向预应力钢筋

6.4.1 纵向钢筋的定长、切断、镦头应符合5.1的要求。钢筋张拉伸长值按公式(3)计算:

$$\Delta L = \frac{\sigma_{con}}{E_s} L_0 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

ΔL ——绝对伸长值,单位为毫米(mm);

L_0 ——张拉前的钢筋有效长度,单位为毫米(mm);

σ_{con} ——钢筋控制应力,单位为牛每平方米(N/mm²);

E_s ——钢筋弹性模量,单位为牛每平方米(N/mm²)。

6.4.2 纵向预应力钢筋数量,张拉控制应力应符合产品设计要求。

6.4.3 应采用张拉机张拉纵向预应力钢筋,在管模承口端沿直径方向两边对称进行,并按压力表读数控制张拉值。

6.4.4 张拉机具的压力表精度,不低于1.6级,使用中应按有关规定定期检定,遇有碰撞等影响压力表精度或指针不复零位等情况,应及时更换。

6.4.5 张拉好纵筋后,应检查骨架环筋保护层是否符合规定要求,骨架端部距插口模和承口锚固盘内表面的距离应不小于10mm,且应不大于20mm。骨架环筋应保持螺距均匀,纵向预应力钢筋不应交叉,堵好锚固盘穿丝孔。

6.4.6 张拉垫块,必须按规定尺寸和位置垫放,避免妨碍外模套装(插口端采用半圆销时要求相同)。

6.5 管体成型

- 6.5.1 检查内模橡胶套和承口胶座及管路是否完好，清理内模胶套和承口胶座，并均匀喷涂脱模剂。
- 6.5.2 外模套入内模时，必须垂直对中，安装定位卡，并保持内外模间隙均匀。
- 6.5.3 振动成型前，芯模上的水、气管接头，需戴罩保护，避免混凝土拌合物进入，造成管路堵塞。
- 6.5.4 振动成型时，应沿圆周均匀下料，并查看骨架是否下沉。
- 6.5.5 加压盖及内模压板应清理涂脱模剂，混凝土加满并振动完毕后，应清除管顶浮浆和四周余浆，保证管端齐平。加压盖必须定位准确，拉杆必须按规定数量均匀上紧。
- 6.5.6 成型完毕后，起吊中应检查弹簧螺栓，发现松脱要及时补齐上紧。

6.6 恒压、养护、脱模

- 6.6.1 升压恒压蓄能器内；应保持 1/3~1/2 体积的气体，以利压力稳定。
- 6.6.2 定期检查蓄能器的各控制仪表及安全阀等装置，确保其工作可靠。应经常检查内模，加压系统的管道、阀门、皮管接头，不应漏水或堵塞。
- 6.6.3 管模吊入养护坑内后，向内模橡胶套内充水排气，待内模内空气排完后，按规定制度升压，并在混凝土初凝之前达到恒压值，再通汽升温养护。
- 6.6.4 充水升压和恒压蒸养过程应采用自动控制系统，可采用下列制度。
 - a) 初始水压在 0.3 MPa 以下时，升压速度为 0.025 MPa/min~0.030 MPa/min。
 - b) 到达 0.3 MPa 时，稳压排水 5 min~15 min。
 - c) 稳压排水结束以后，升压速度为 0.1 MPa/min，直至达设计恒压值止。
 - d) 恒压养护期间，必须保持压力值稳定，其波动范围应不超过 ±0.02 MPa。
 - e) 蒸养恒温温度应不低于 85℃，每小时记录一次。
- 6.6.5 恒压值的确定，可按公式(4)计算：

$$P_{恒} = \frac{\sigma_{con} \cdot A_p}{r_0} + P_{弹} \dots\dots\dots (4)$$

式中：
 σ_{con} ——按公式(5)计算：

$$\sigma_{con} = k \cdot f_{pyk} \dots\dots\dots (5)$$

式中：
 k ——控制应力系数；
 f_{pyk} ——钢丝的标准强度，单位为兆帕(MPa)；
 A_p ——沿管子纵向单位长度上，环向预应力钢丝截面积，单位为平方毫米(mm²)；
 r_0 ——挤压完后，橡胶套的内径可近似选用管子内半径与橡胶套厚度的差值，单位为毫米(mm)；
 $P_{弹}$ ——克服了弹簧螺栓压力值和合口缝张开所消耗的水压力，单位为兆帕(MPa)，按公式(6)计算：

$$P_{弹} = \frac{T_1 + K \cdot a}{r_0 \cdot b} \dots\dots\dots (6)$$

式中：
 T_1 ——弹簧螺栓的预紧力，单位为牛(N)；
 K ——弹簧的弹性系数，单位为牛每毫米(N/mm)；
 b ——弹簧间距，单位为毫米(mm)；
 a ——合口缝张开值，单位为毫米(mm)，按公式(7)计算：

$$\alpha = \frac{k \cdot f_{pyk} \cdot \pi D}{n \cdot E_s} \cdot Q \dots\dots\dots (7)$$

式中：

D——环筋圈径，单位为毫米(mm)；

n——合口缝条数；

E_s——环向钢丝弹性模量，单位为兆帕(MPa)；

Q——经验系数，其值由各生产厂根据生产实践确定，一般可先采用1.1~1.2，然后根据实示数据修订。

6.6.6 排水卸压时应缓慢进行，一般先以0.1MPa/min~0.2MPa/min的速度缓慢降压，排水必须彻底，拆除加压盖后，在脱模前应抽真空一次，以利脱模。

6.7 磨口、修补

6.7.1 管子两端纵向钢筋头，必须浇入混凝土内5mm，然后用树脂砂浆或高标号水泥砂浆填补平整。

6.7.2 检查管子外观质量，发现缺陷进行修理，然后再磨口，试压，必须坚持先修理后试压的原则。

6.7.3 磨口前，要先查看管子的承口形状，测量尺寸，如发现承口工作面尺寸大于标准要求，应先修补后磨削，经磨削后的管子承口尺寸应符合GB 5696的规定。

6.7.4 采用水泥砂浆修补时，应采用保温、防晒、洒水等措施进行养护。修补处强度达到35MPa以上方可交库。采用环氧砂浆修补时应严格按照规定的配方配制，按要求修补。

6.8 水压检验

6.8.1 管子水压检验，宜在管子脱模12h以后进行。

6.8.2 外观尺寸检验合格的管子，按GB 5696规定的压力指标和时间进行抗渗、抗裂和接头密封性能的检验。

6.8.3 抗渗不合格的管子，经修补或水养后，必须重新进行水压检验，按复验结果评定等级。

7 产品检验

7.1 产品检验依据GB 5696及GB 15345进行外观质量、允许偏差、抗渗性、抗裂性能、管子接头允许相对转角、混凝土抗压强度等项检验。

7.2 产品检验后按GB 5696规定在管身上标识。

8 质量控制

企业应建立完善的质量保证体系，应建立满足生产要求的试验室，并配备相应的检验仪器、设备。

9 标志、运输和贮存

9.1 标志

凡检验合格的成品，应根据GB 5696标准的要求，在管身上至少应标明：企业名称、产品商标、生产许可证编号、产品标记、生产日期和“严禁碰撞”等字样。

9.2 运输

9.2.1 装卸搬运时，必须轻起轻放，严禁碰撞，起吊时严禁用钢丝绳穿心吊，严禁管子自由滚落和随意抛掷。

9.2.2 用滚杆滚动管子时不允许承口端或插口端着地撞击。

装车发运时，除按 9.2.1 规定外，应有防止滑移、滚动、窜动的措施，并与车厢绑扎牢靠，如遇超宽、超高情况应采取相应措施。

9.3 贮存

9.3.1 管子应按品称、公称内径、工作压力、覆土深度分别堆放，不应混放。

9.3.2 管子可采用卧式堆放，其堆放层数不宜超过表 1 规定。

表1 管子堆放层数

公称内径 mm	堆放层数 层
400~500	5
600~800	4
900~1 200	3
1 400~1 600	2
≥1 800	1 或立放

9.3.3 卧式堆放时，每堆第一层下面应放两根平行垫木，并防止第一层管子滚动，一层承口端与另一层插口端应错开堆放，两端垫以垫木或草垫，并使上下支点对齐。

9.3.4 在干燥气候条件下，应加强成品管子的后期洒水保养工作，使管子保持湿润。

