

超高层混凝土泵送方案

一、编制依据

- (1)、设计图纸
- (2)、《混凝土结构工程施工及验收规范》(GB 50204-2015)
- (3)、《混凝土泵送施工技术规范》(JGJ/T10-2011)
- (4)、《通用硅酸盐水泥》(GB175-2007)
- (5)、《混凝土外加剂应用技术规范》(GB50119-2013)
- (6)、《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》(JGJ52-2006)
- (7)、《混凝土用水标准》(JGJ63-2006)
- (8)、《建筑施工安全检查标准》(JGJ95-2011)

二、本工程超高层泵送混凝土概况

1. 本工程建筑层数为 50 层，层高达 218m，采用框架核心筒结构，在泵送混凝土施工中属于超高泵送混凝土。
2. 混凝土超高泵送难点分析
 - (1)、泵送高度高，楼层有 50 层，混凝土泵送高度达 218m。
 - (2)、泵送混凝土工程量大。
 - (3)、混凝土强度等级较高，100m 以上楼层混凝土强度等级分别为 C45、C40、C35、C30，坍落度小，泵送难度大。
 - (4)、工程施工周期长，需要根据气候条件实时调整配合比。
 - (5)、混凝土结构耐久性要求高，结构构件耐久年限 50 年，优化配合比设计，注重施工过程管理和对混凝土的养护。

三、施工方案

(一)、混凝土泵机的选择

- 1、影响混凝土泵送效果的因素分析

表 1.1 影响混凝土泵送的因素和保证措施

混凝土泵送受下列因素影响	保证泵送措施
泵的功率	选择功率较大的泵，并进行泵压验算
泵管尺寸	选择稍大尺寸泵管，减少泵管阻力
泵管布置形式	1、减少弯管设置 2、加强泵管固定，尤其是弯管处的固定 3、选择半径较大的弯管
泵送速率	选择输送泵，匀速输送，减少阻力
混凝土特性	选择合理的混凝土配合比

2、泵的选择

超高层施工对泵及泵管的要求，设备的泵送能力是关键因素之一，其能力应有一定的储备，以保证输送顺利，避免堵管。同时也应考虑设备配置的可靠性，以便减小设备故障对施工的影响，一旦因设备故障而中止泵送 2h 以上时，混凝土在输送管内会出现均质性变差的可能，甚至出现泌水、离析现象，将使整个管道系统内的混凝土报废而严重影响施工质量。可考虑一台泵配置两台发动机，即可同时工作以提高工作效率，也可单独作业，即使其中一台发生故障仍有备用发动机继续工作，大大提高了施工过程的可靠性。此外，两套独立的泵和管道系统也是顺利施工强有力的保障。

(1)、泵送混凝土压力总损失计算

1)、水平管压力损失：

$$P_1 = \Delta p_1 \times l$$

$$\text{每米长水平管压力损失： } \Delta p_1 = \frac{4}{d} \times [k_1 + k_2 \times (1 + \frac{t_2}{t_1}) \times v_2] \times \rho_2$$

管道直径： $d = 125\text{mm}$ (管道直径 125mm 最优)

粘附系数： $k_1 = (3.0 - 0.1 \times s) \times 100$

速度系数： $k_2 = (4.0 - 0.1 \times s) \times 100$

塌落度： $s = 18 \sim 20$ 最优取 $s = 20$

分配阀切换时间与活塞推压混凝土时间之比： $\frac{t_2}{t_1} = 0.2 \sim 0.3$ 一般取 0.3

混凝土在输送管内平均流速： $v = 0.635 m/s$

混凝土径向压力和轴向压力之比： $\partial_2 = 0.9$ 普通混凝土为 0.9

水平管道总长度： $l = 210 \times 3 + 50 + 1 \times 20 + 2 \times 9 + 16 = 734$

$$\Delta p_1 = \frac{4}{0.125} \times [100 + 200(1 + 0.3) \times 0.635] \times 0.9 = 0.007635 MPa/m$$

$$P_1 = 0.007635 \times 734 = 5.603 MPa$$

2)、弯管压力损失：

$$P_2 = 4 \times 0.1 + 3 \times 0.2 = 1 MPa$$

3)、竖管中混凝土自重压力损失：

$$P_3 = 2.5 \times 10 \times 210 = 5.25 MPa$$

4)、压力总损失：

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 5.603 + 1 + 5.25 = 11.853 MPa$$

(2)、泵车选择

选用型号 SY5133THB-9018C-6D 的三一车载泵车泵送。

混凝土理论泵送压力为 $18 MPa > 11.853 MPa$ ，满足泵送要求。

(二)、管道施工方法

1、泵管布置

在管道布置时，应根据混凝土的浇筑方案设置并少用弯管和软管，尽可能缩短泵管长度。管道沿楼地面或墙面铺设，在砼地面或墙面上用膨胀螺栓安装一系列支座，每根管道均由两个支座固定。同时，在泵的出口布置 50m 的水平管及若干弯管，可有效减少管道内砼的反压力。

超高层泵送所用的管道应为耐超高压管道。在进行超高压泵送时，管道内压力最大可达到 $18 MPa$ ，甚至更高，纵向将产生很大的拉力，必须采用耐超高压的管道系统。

此外，常规的连接与密封方式也不能满足要求，需采取的解决措施是：

- 1)、采用壁厚为 9.5mm 以上的超高压管道，保障管道的抗爆能力。
- 2)、管道间的连接用螺杆强度级别保证，纵向拉力由螺杆承受，使接头处得到可靠保障。
- 3)、带骨架的超高压混凝土密封圈能防止水泥浆在 22MPa 的高压下从管夹间隙中挤出，确保密封长久可靠，也确保不出现因水泥浆遗漏而出现堵管现象。
- 4)、输送管管径越小则输送阻力越大，但管径过大其抗爆能力变差，而且混凝土在管道内流速变慢、停留时间过长，影响混凝土的性能，因此，最优直径为 125mm 的输送管。

2. 泵管的固定

泵管的固定分为刚性固定与柔性固定两种。刚性固定是输送管固定座通过直接与地面或墙壁相连；柔性固定是输送管固定座与地面或墙壁之间安装有减震装置。带减震装置的固定座可以吸收或抑制输送混凝土产生的震动和噪音，可以有效减少输送混凝土产生的震动和噪音的传递，从而达到减震和消除噪音的目的，保护了施工周边的环境，也不会影响周围的施工作业。

1、水平管的安装与固定

在泵送至 130 米的高度时产生非常大的压力，连接水平管与垂直管的弯管位置需要加固处理。采用混凝土墩固定；混凝土墩内加设 $\Phi 12@200$ 双向钢筋网片，并设置支架预埋件以固定弯管的 U 型支架；同时在结构楼板施工时预留插筋，保证混凝土墩与结构楼板固定牢固，以免泵送过程中泵管来回错动。每根管用 2 个砼管固定装置固定牢固、防止管道因震动而松脱。

2、垂直管道的安装与固定

垂直泵管通过 U 形支架焊接固定在剪力墙上，每根标准节应由两个支座固定。在墙壁上预埋高强度钢板，U 码焊接在钢板上，再用砼管固定装置固定牢固。



图 3 垂直管道固定方式

3、泵管在楼层的布置方式

为了减少管道内混凝土反压力，故应在泵出口处布置约 100m 长的水平管及若干弯管，宜使水平管长度不小于垂直管长度的 $1/4$ ，并应在一定位置设液压截至阀。

(三)、混凝土配合比

配合比设计的原则是既满足强度、耐久性要求，又要经济合理、具有良好的可泵性，因此除通常须考虑的因素外必须处理好如下几个方面。

1)、水泥用量

适用于超高层泵送混凝土，其水泥用量必须同时考虑强度与可泵性，水泥用量少强度达不到要求，过大则混凝土的粘性大、泵送阻力增大则增加泵送难度，而且降低吸入效率。

2)、粗骨料

在泵送混凝土中，粗骨料粒径越大，越容易堵管，常规的泵送作业要求最

大骨料粒径与管径之比不大于 1:3, 在超高层泵送中, 因管道内压力大, 易出现离析, 大骨料粒径与管径之比宜小于 1:5, 而且其中的尖锐扁平的石子要少, 以免增加水泥用量。

3)、坍落度

普通的泵送作业中混凝土的坍落度在 160mm 左右最利于泵送, 坍落度偏高易离析、低则流动性差。在超高层泵送中为减小泵送阻力, 坍落度宜控制在 180~200mm。



现场塌落度检测

4)、粉煤灰及外加剂

粉煤灰和外加剂复合使用可显著减少用水量, 改善混凝土拌和物的和易性。但由于外加剂品种较多, 对粉煤灰的适应性也各不相同, 其最佳用量应从活性、颗粒组成、减水效果、水化热、泵送性能等多方面加以平衡选择。

五、混凝土的泵送

1、混凝土的泵送

混凝土泵送注意事项表

序号	项目	注意事项
1	泵管的布置	布管根据混凝土的浇注方案设置并少用弯管和软管，尽可能缩短管线长度。本工程管道沿楼地面或墙面设，在混凝土地面或墙面上安装支座，每根管道均由支座固定。为了减少管道内混凝土反压力，在泵的出口布置一定长度的水平管及弯管。
2	泵送前准备	泵送前应用水湿润泵的料斗、泵室、输送管道等与混凝土接触的部分，检查管路无异常后方可采用水泥砂浆润滑压送。
3	泵送过程中	开始泵送时泵机应处于低速运转状态，注意观察泵的压力和各部分工作情况，待顺利泵送后方可提高到常运输速度。当砼泵送困难、泵的压力突然升高时会导致管路产生振动，可用槌敲击管路、找出堵塞的管段，采用正反泵点动处理或拆卸清理，经检查确认无堵塞后继续泵送，以免损坏泵机。

六、泵送施工质量控制

1、混凝土生产质量控制

高强泵送混凝土的生产，必须在具有自动称量、电脑控制的搅拌站进行。其主要设备应符合现行国家标准《混凝土搅拌机技术条件》（GB9142）和《混凝土搅拌站（楼）技术条件》（GB10172）的规定。

拌制高强泵送混凝土必须使用强制式搅拌机，其计量允许偏差不应超过国家标准规定，每次生产高强泵送混凝土前，应对计量设备进行零点校核。高强泵送混凝土的搅拌时间应比普通混凝土延长 20-30s。

高强泵送混凝土必须加强目测检查，并增加检测频率，同时对新拌混凝土的和易性、粘聚性和保水性，以及出泵管时的浇筑现场坍落度、入泵坍落度进行检查，并进行记录。

2、施工过程质量控制

如混凝土泵在使用过程中无需移动，主机应选择相对空旷的位置安装并用地锚固定。所用管道的布设必须牢固，接口密封良好，并对管道加以覆盖并提示安全距离。管道在初始布设时应考虑高层泵送过程中混凝土的回流压力，必要时可在泵出口 20-30m 处的水平管道上安装混凝土回流截止阀。垂直管道要随电梯井或者柱子布设，管道应使用预埋件牢固固定，

使用过程中应经常检查管道的磨损情况，及时更换已经磨损的管道。

泵送前先采用合适的砂浆或水泥浆对泵送系统进行润滑。具体操作时，先打润泵水，再打一斗水泥浆，再打一斗浓度高一些的水泥浆，再放入同配比砂浆。在打第一车砼时，一定要小油门匀速打灰，待混凝土从出口流出后逐步提高油门，在泵送过程中应尽可能减少停顿时间。对于水平管道，操作熟练时，0.4m³的料可以润滑300m管道，而且在泵送过程中无需再进行润滑。

泵送结束后，应立即清洗泵机和输送管(可以采用压缩空气或水对泵送系统进行清洗)，清洗后的水不得排入所浇筑的混凝土内。

夏季施工时，对输送管道要用土工布覆盖，并加水湿润，防止温升形成阻塞；冬期施工时，要对管道覆盖保暖，避免混凝土在管内温度散失过大甚至受冻。

3、安全事项

混凝土泵附近以及人员容易接近的地段，应对输送管路加以必要的防护、挂警示标志，以防因管破裂或因管卡松脱造成人员受伤。

4、混凝土泵操作和保养技术

泵机操作和保养也是高层泵送混凝土输送技术中很重要的环节。实际施工中须注重以下几点：

- (1)、混凝土拌和料进入泵管中，须保持拌和料的连续性；
- (2)、尽量避免中途停机，若混凝土供应不及时，应该放慢混凝土浇注速度。

七、故障及应急措施

1、堵管： 超高泵送时，容易反泵，不容易发生堵管。若发生堵管，其部位一般出现在水平段弯管或锥管处，特别是水平段与垂直管相接的弯管处。

处理方法：先进行反泵疏通，其它人员对堵管部位用榔锤敲打该处。若排除堵管无效，可先将液压闸阀关闭，待泄压后，清除堵管中的混凝土，接好管道，开启液压闸阀再继续泵送。

预防措施：泵送150米以上高层时，必须将混凝土坍落度控制在18-22cm之间，同时防止混凝土离析、泌水。

2、爆管： 爆管一般出现在泵机出口端附近的管道，特别是水平段与垂直管相接的弯管处。

处理方法：关闭垂直管与水平管处的液压闸阀并更换管道。

预防措施：定期用红外线测厚仪检测水平段与垂直初始段输送管的厚度，厚度小于4毫米则更换。



说明

建 筑一生网，提供最新最全的建筑规范、建筑图集，最实用的建筑施工、设计、监理咨询资料，打造一个建筑人自己的工具性网站。

请关注本站微信或加入本站官方交流群，获得最新规范、图集等资料。

网站地址：<https://coyis.com>

本站特色页面：

➤ **规范更新** 页面：

提供最新、最全的建筑规范下载

地址：<https://coyis.com/gfgx>

➤ **图集、构造做法** 页面：

提供最新、最全的建筑图集构造下载

地址：<https://coyis.com/tjgx>

➤ **申明**：

建筑一生网提供的所有资料均来自互联网下载，
纯属学习交流。如侵犯您版权的请联系我们，我们
会尽快改正。请网友在下载后 24 小时内删除！

微信公号



建筑一生④

扫一扫二维码，加入群聊。