

# 试论超高层建筑泵送混凝土施工技术

聂志平

贵州建工集团第一建筑工程有限责任公司 贵州贵阳 550007

**摘要:** 改革开放以来,我国建筑行业迅速发展,高层、超高层建筑如雨后春笋般不断涌现,这进一步推进了我国建筑业的发展步伐。混凝土是建筑工程的主要施工材料之一,建筑施工离不开混凝土的应用,同样也离不开泵送技术的支撑。因此,在新时期的高层建筑施工过程中,应结合实际情况合理地选用泵送混凝土施工工艺技术,发挥不同工艺、技术的作用价值,满足当前的时代发展需求。文章主要从材料准备、施工控制及优化措施三个方面对超高层建筑泵送混凝土施工工艺进行了探讨,供相关工作人员参考。

**关键词:** 超高层建筑; 混凝土; 泵送施工技术

超高层建筑的建设是当下房地产建设的一个主要趋势。与普通建筑建设相比,超高层建筑的建设不仅仅是工作量的提升,很多时候因为高度的增加,相关的技术需要根本性的变革。例如传统建筑工程建设时,所使用的混凝土泵送设备和技术,在超高层建筑建设中几乎被完全淘汰。超高层建筑施工过程中,技术应用和材料运输等方面存在较大的难度,建筑施工中重要的材料是混凝土,因此当前超高层建筑施工中混凝土输送是一个重点问题,而利用超高层建筑泵送混凝土施工技术可以解决上述问题,进一步提高超高层建筑的施工质量和进度。

## 一、混凝土泵送的原理

在混凝土泵送的过程中,主要使用了混凝土本身的两个特性,分别是混凝土的粘滞性以及它的流动性。混凝土与其他的纯液体相比,存在较强的粘滞性,这提供了它在超高层建筑建设中向上泵送的基本功能。而它的流动性则是泵送工作成功开展的基础。在泵送的过程中,混凝土中所含的水泥砂浆会在混凝土的外部形成一层薄膜,这层薄膜处在混凝土与管壁之间,降低了两者的摩擦力。正是因为这层水泥砂浆,它本身的屈服剪应力比较小,保证了混凝土能够在管道中正常地流动。另外在混凝土泵送工作开展时,需要借助一项非常重要的设备,就是混凝土泵。将需要运输的混凝土直接加入到混凝土泵的料斗中,大型的混凝土泵借助大功率的运行,直接将压力输送到管道中的混凝土上,从而顺利完成混凝土的垂直及水平运输等工作,直接将混凝土输送到施工工作需要使用的地点。

## 二、超高层混凝土泵送的基础要求

### 1. 保证混凝土质量

在超高层建筑泵送混凝土工作开展的过程中,虽然需要借助新型技术以及新型设备,但这些起到的都只是助力作用,更重要的是混凝土本身的质量需要得到保障。在研究混凝土泵送过程中提及到混凝土质量的相关参数指标,这里指的并不是传统意义上的质量以及混凝土与建筑工程建设的适配度。而指的是混凝土的可泵性,具体来说看混凝土的粘滞性以及流动性是否满足超高层建筑泵送混凝土的标准。针对当下超高层建筑建设中对于混凝土泵送的标准,可以在混凝土搅拌时按照配合比例掺入一定比例的粉煤灰与减水剂。这样可以进一步提升混凝土的可泵性,降低混凝土在泵送过程之中产生离析以及其他问题的可能性。

### 2. 工作人员的专业水平

目前很多超高层建筑工程进行建设时,都面临着一个非常重要的难题。就是相关施工团队的质量,从普通建筑建设到超高层建筑建设之间,并没有一个合适的过渡提升。很多经验较为丰富的工作人员认为完全可以胜任超高层建筑的建设,但实际在混凝土作业施工过程中,泵送等技术要求较高的工作开展时,工作人员就会显得力不从心。因为超高层建筑泵送混凝土所使用的技术、设备,以及涉及到的相关专业知识,与普通建筑建设都有一定的差异。所以当下混凝土输送工作过程中,施工人员的专业技术也成为了超高层建筑泵送混凝土的基本要求之一。只有保证了施工人员的专业能力和职业素养,才能保证混凝土成功泵送,为后期的施工打下坚实的基础。

## 二、超高层混凝土泵送技术的要点

### 1. 混凝土配合比例

超高层建筑在利用泵送混凝土施工技术时,应保证混凝土配合比的合理性,结合混凝土设计标号,在保证混凝土强度等级的同时,可选择适量掺入粉煤灰,同时也可以配置适量润泵剂来增加混凝土的和易性和泵送工作性能,满足超高层建筑泵送混凝土施工标准。在骨料级配调控阶段,需要严格控制细骨料细度模数和砂率。施工单位在制配泵送混凝土的过程中,需要根据工程实际情况调整混凝土中水泥用量,保障混凝土粘滞性。在施工中需要保障泵送压力的强度,提高混凝土泵送的顺畅性,同时可以保证混凝土成型后整体美观性。

### 2. 混凝土的拌制与运输

在超高层建筑泵送混凝土施工过程中,施工单位需要控制混凝土拌制质量,保障混凝土配合比的准确性,严格将混凝土配合比偏差控制在1%范围内。合理选用搅拌机械设备,控制整体搅拌时间,保障混凝土搅拌质量,满足超高层建筑泵送混凝土施工标准。在超高层建筑泵送混凝土施工过程中,混凝土运输工作关系到混凝土的工作性能和成型质量。在实际施工过程中,施工单位需要选用专用搅拌运输车运输混凝土,保证混凝土可以连续均匀的供应,满足超高层建筑混凝土泵送施工要求。为了高效的运输和供应混凝土,施工单位需要结合实际情况,合理控制混凝土浇筑量,严格控制混凝土的运输距离和时间,合理控制混凝土运输车辆数量,保证混凝土坍塌度和运输效率,科学调控混凝土泵送排量,进一步提高和保证超高层建筑泵送混凝土施工的科学性与规范性。

### 3. 混凝土泵送设备与管道的选择

在超高层建筑泵送混凝土施工过程中,施工单位应选择压力符合相应高度的混凝土泵,优化混凝土泵管接口方式,根据超高层建筑实际情况,合理规划混凝土输送管道的固定位置和固定措施,方便管道安装及更换工作,顺利完成超高层建筑泵送混凝土施工。现场应合理布置水平泵管的长度和弯管数量等,准确计算配管换算长度。为保障超高层建筑泵送混凝土施工质量,施工单位需要根据工程实际情况科学控制混凝土泵送压力,根据计算确定最大水平泵送距离控制输送管道水平换算长度,保障整体施工质量。根据工程实际情况,严格控制混凝土泵的最大输出量和最大输出距离。弯管会增加泵送阻力,因此施工单位在布置输送管道的过程中,需要减少设置弯管。增加了泵送高度之后,也会随之增多垂直部分,因此引发混凝土回流问题,在泵送阶段为了降低混

凝土的反压冲击力。因此施工单位在垂直泵管的中部设置水平管,在水平管与竖向管转换处设置单向截止阀,从而减少混凝土回流问题。

## 三、超高层混凝土泵送中存在的问题

### 1. 混凝土管道堵塞

混凝土堵塞管道,是超高层建筑泵送混凝土过程中最常出现的问题之一。产生混凝土堵塞管道问题的影响因素是多个方面的。第一、如果在管道设计以及安装的过程中,存在接口不严密和弯管过多问题,容易在弯管和连接处产生混凝土堵塞。第二、在混凝土泵送之前,管道内部留存着部分之前泵送混凝土剩余的残渣未清理干净,或者是管道长时间未投入使用产生锈蚀等,都会使混凝土在输送的过程中,使外部的水泥砂浆无法形成保护作用,也容易产生混凝土堵塞。第三、混凝土本身的质量存在问题,粘滞性太强而流动性不足。或者是在泵送的过程中,速度不均匀,操作工作人员对泵送的速度把握不恰当,都会产生堵塞问题。在产生混凝土堵塞之后,必然会带来一定的损失。一般情况下会损失一定的混凝土原料,严重时甚至需要对管道进行拆修重建,带来更加严重的经济损失。

### 2. 泵送过程中混凝土离析

混凝土产生离析的原因主要存在于以下两个方面。首先就是混凝土在泵送的过程中由于输送距离过长,就容易导致混凝土产生离析。这样的混凝土在输送到相应的高度后,就没有办法正常投入到浇筑地点来。另外一个方面就是在泵送时,对混凝土泵速度把握不够恰当。有时施工操作人员为了减少混凝土回流的情况,并且在一定程度上提升泵送的效率,缩短工期,会在操作混凝土泵的过程中加大压力,提高泵送的速度。这样就极容易使混凝土产生离析。而且这种情况混凝土在输送到相应位置之后,负责接收混凝土并开展后续工作的人员,有的时候很难察觉到混凝土的情况已产生变化,而直接将混凝土投入到施工过程中来,严重影响浇筑施工质量。

## 四、超高层建筑混凝土泵送施工优化方法

### 1. 增强混凝土泵送设备的泵送压力

针对混凝土泵送设备而言,其泵送能力主要体现在整机功率与泵送混凝土的出口压力这两个方面的关键参数上,其中整机功率是混凝土输送量得以有效保障的关键,而泵送混凝土的出口压力则是决定泵送混凝土高度的关键。与此同时,混凝土泵送设备也需要具备一定的

泵送能力储备量,这样才能确保所泵送的混凝土可以实现顺利输送,避免出现堵管或混凝土离析等质量问题。比如,如果超高层建筑的高度大于400m,那么可以采用HBT90CH21345D超高压泵、HBT90CH2122D这两种由三一重工专门研制的超高压泵。其中前者的整机功率可以达到 $237 \times 2\text{kW}$ ,泵送的出口压力可以相应地达到35MPa,可以实现700m的理论混凝土泵送高度。

### 2.应用双动力混凝土泵送设备

在泵送超高层混凝土期间,为了确保整个混凝土泵送过程的质量,可以灵活地采取双泵合流技术,同时由2套泵组开展泵送混凝土作业,期间如果一套泵组出现异常故障问题时可以及时进行停机整修,由另一套泵组保持50%的排量状态下继续开展泵送混凝土作业,避免因为中断泵送混凝土的施工过程而诱发一些比较严重的质量问题,这样可以最大程度发挥双动力结构的泵送混凝土设备优势,不仅可以提高整体混凝土泵送施工作业的效率,同样可以实现单独泵送施工作业的目标,有效地增强了整个混凝土泵送施工作业过程的安全性与可靠性。比如,由三一重工生产的HBT90CH型超高压泵都属于双动力结构范畴,实际的施工作业中会应用2台柴油机对2套泵组进行分别驱动,可以确保超高层混凝土泵送过程的整体可靠性。

### 3.采用混凝土超高压密封技术

在泵送超高层混凝土过程中,在保证泵送设备动力满足泵送混凝土要求的基础上,还要注意合理地应用超高压混凝土密封技术,确保泵送混凝土的过程中不会使混凝土出现离析等质量问题。而根据密封方式的不同,可以将超高压混凝土密封技术分成动密封技术与静密封技术两种类型,具体二者的技术要点如下:首先是动密封技术要点。该密封技术主要是对切割环和眼镜板这一对耦合件中存在的密封问题进行着重解决。虽然切割环与眼镜板这一对耦合件之间可以采取一些特殊措施来提高它们之间的耐磨性,但是依旧无法彻底消除二者之间的摩擦,这会逐步形成比较大的磨损间隙,而动密封技术则是重点解决这一形成磨损间隙的密封技术。动密封技术实际上就是在这对耦合件可能产生磨损间隙的部位设置了一个间隙自动补偿装置,通过依靠被压缩橡胶弹簧的弹性来时刻保持眼镜板与切割环之间的紧密贴合,消除二者因为磨损产生的间隙。由于弹簧本身呈现为一定程度的线性变化,所以可以实现某时间范围内间隙达到自动补偿的目的。其次就是静密封技术。该密封技

术主要是对泵送管道接口部位处的密封问题进行解决。在泵送混凝土的管道内部具有较高泵送压力的时候,普通的密封圈非常容易透过管夹的间隙而溢出来,致使密封圈受到损坏,以至于泄露了压力。而如果泵送管道出现漏浆问题,那么混凝土就无法实现正常流动,从而出现堵塞管道的问题。而静密封技术实际上就是将管道密封替换为锥面定心、O型密封圈结构,这样可以避免泵送管道出现混凝土浆液泄露问题。

### 4.定期进行混凝土管道清理与维护

想要解决混凝土在泵送过程中堵塞管道的问题,需要从多个阶段入手,其中最重要的就是要在施工前对管道进行检查并清理维护。对混凝土泵送的管道,质量要求非常高,成本很大,所以都需要使用多次。各个施工团队对相应的管道都需要定期进行养护和修理,并同时加强保管,减少在运输过程中的磨损、碰撞变形等问题。在管道安置好后,混凝土泵送前,需要对管道体系结构进行整体检测,确保管道内部不存在之前的剩料堆积以及破损等问题。如果发现存在问题,则要在第一时间对管道进行清理和检查修理。确保不会在混凝土运输过程中出现事故隐患,否则将会带来更加严重的经济损失,甚至会延长施工的周期。另外在混凝土泵送工作完成后,也需要及时对管道进行清理,否则在混凝土凝滞,管道清理的难度将会大大提升。

### 5.调整好泵送速度

对于泵送速度的控制,具体涉及三个方面的内容。由于不同建设工程设计的混凝土泵送管道及高度各不相同,最为合适的泵送速度需要提前进行计算,考虑混凝土本身的质量、管道的内径、管道总体的形状结构、具有多少个弯道和水平缓冲等。最终根据计算得到的合理速度范围,相应的工作人员对速度进行操作。但是前期对于参数的计算结果只起到了一个参考作用,对于速度具体的测定,需要工作人员在操作的过程之中逐步进行了解和把握,找到最为合适的泵送速度。这样才能保证泵送的混凝土不会产生离析、回流以及其他方面的问题,为混凝土泵送完成后期的建设工作打下坚实的基础。

### 五、结束语

总之,超高层混凝土泵送本身是一项难度比较大,技术要求比较高的工作,非常容易诱发混凝土离析问题或管道堵塞问题,所以必须要有效地应用超高层混凝土泵送技术,做好提升混凝土泵送设备的泵送压力,采用

双动力结构混凝土泵送设备，应用超高压混凝土密封技术，耐超高压泵送管道系统和耐超高压液压截止阀等几个方面的关键工作，力求全面确保超高层混凝土泵送的稳定性与安全性。

**参考文献：**

[1]袁启涛, 600米超高层泵送混凝土的设计及应用技术. 天津市, 中建西部建设, 2021-03-16.

[2]张路, 何冬辉. 泵送高扬程、高强度等级山砂混凝土的堵管问题分析及预防[J]. 建筑施工, 2019, 41(12): 2191-

2193. DOI:10.14144/j.cnki.jzsg.2019.12.029.

[3]张富卷. 超高层建筑混凝土泵送施工技术[J]. 山西建筑, 2019, 45(21): 94-95. DOI:10.13719/j.cnki.cn14-1279/tu.2019.21.048.

[4]丁亚飞, 唐海华. 优质花岗岩机制砂在C40超高层泵送混凝土中的技术应用[J]. 混凝土世界, 2019(10): 87-90.

[5]马朋飞. 超高层建筑混凝土泵送技术[J]. 住宅与房地产, 2019(28): 197.