

浅谈泵送混凝土的施工工艺

王宇

中铁二十三局集团第四工程有限公司

摘要：由于城市化建设逐渐进步，高层建筑数量也在持续增加，混凝土作为建筑施工期间的关键建筑材料，在对施工质量进行管控时能够直接影响着建筑整体质量优劣。并且，因为高层建筑存在较高的楼层数量与高度，也给施工期间的混凝土连续程度提出了更严格的标准，所以，要想借助传统的人工运输形式对混凝土进行浇筑无法达到施工标准，务必采取泵送混凝土的形式以达到大规模建筑混凝土施工标准。所以，确保混凝土泵送施工能够顺利开展，并且直接影响着高层建筑的施工质量，基于此，本文重点分析了泵送混凝土施工就与相关质量管控措施，以期对相关人员进行参考。

关键词：泵送混凝土；施工工艺；优化措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.22.025

一、泵送混凝土概述

泵送混凝土作为黏滞流体物质之一，其特点表现为借助外力作用能够持续流动，其屈服值不等于零。管中的混凝土会受到泵送压力，其中的水泥砂浆会朝着管外流动，而在管壁位置产生较弱的一薄层屈服剪应力的水泥砂浆，其屈服剪应力低于混凝土的屈服剪应力，该部分水泥砂浆可以在混凝土和管壁中发挥润滑功能。

混凝土是否能顺利泵送，和混凝土的和易性、管路尺寸和规格、石子粒径、形状、水泥用量等大部分因素相关。与普通混凝土对比，泵送混凝土针对多样化材料的标准和级配非常严格。而粗骨料通常为碎石、卵石或碎石与卵石的混合元素，通过卵石拌制形成的混凝土具有更好的可泵性，混合材料可泵性稍弱，而碎石可泵性较弱，期间涵盖的针片状材料直接影响着可泵性，从而使得堵管情况产生；细骨料主要指的是0~5mm的砂、细骨料以及水泥混合形成的水泥砂浆，主要用来强化混凝土的和易性和流动性，要想确保混凝土具备更好的泵送能力，细骨料含量需达到砂石总含量大约40%占比，而小于0.315mm规格的砂含量需大于等于15%。泵送混凝土需要更严格的水泥条件，除去建筑结构本身强度条件，站在泵送角度可以得知，水泥用量和可泵性存在较大关联，通常需大于等于300kg/m³。

二、混凝土性能

（一）可泵性

混凝土的可泵能力重点影响因素涵盖了流动性与内聚性，同时，搅拌材料所具备的抗分层离析性能也发挥着关键作用，主要代表着基于振动与压力施工，合理拌制混凝土可以防止骨料分层。而流动性作为混凝土承受重力与屈服应力影响下的关键流动性质之一，较强的流

动性能够确保混凝土在泵送期间具有更高的顺畅度，降低了泵送带来的挑战，增强管道当中的流量，合理减少阻力。另外，流动性能够合理避免离析情况出现，降低因为渗漏导致的管道堵塞，而内聚性主要指的是混凝土中各个环节中的相互作用力，从而具备更强的凝聚性与抗分层离析性能，高内聚性还能够确保混凝土在泵送期间避免分层，提高混凝土均匀程度与可靠性。

（二）原材料

针对建筑楼层过高的结构来说，混凝土质量与相关性能所采用的材料存在较大关联，借助各种类型的原材料，依据相关参数达到设计标准，从而更好地优化混凝土强度与泵送性能。需要选用42.5R级的普通硅酸盐水泥，该类水泥的水化热能力较强，凝结时间也更长，使得施工操作更加便捷，能够明显优化超高层结构的工程质量。科学选择骨料类型，在具体选择期间，能够应用降低粗粒级、优化粒径规格分布、减少泵送摩擦力等方式，从而增强混凝土的抗离析能力。借助该部分调整，能够降低混凝土中出现的离析现象，保障混凝土的均匀性与统一性。

（三）科学实施混凝土配比

清晰开展施工计划，并开展前期施工准备工作，施工单位应与施工环境、成本指标相结合实施原材料采购，在对混凝土进行配比时借助对配比质量的分析，提高配比精确度，确保工程项目具备更好的质量。在混凝土配比选配期间应重点关注砂石材料比例与拌合时间，在材料拌合期间应扣除粗、细骨料的含水量，保证供应干料质量准确，同时结合原材料性质及搅拌机类型调整拌合时间一般为90-150s之间。同时，确保混凝土拌合更加均匀，防止出现结块、花白等现象。

三、泵送混凝土施工工艺

（一）泵送混凝土的供应

（1）拌制泵送混凝土。在对泵送混凝土进行拌制期间，与普通混凝土类似的原材料的数量计算、质量管控、搅拌时长等。然而泵送混凝土需要严格管理采用的集料规格与级配，避免粒径尺寸过大、粒形不合理使得堵管情况出现，在拌制混凝土期间，务必确保各个原材料质量以及相应的配合达到设计标准，拌制期间不但需要符合投料步骤，粉煤灰还应和水泥一致，在添入外加剂时还需要达到配合比的设计标准，常常会滞后于水与水泥的掺入。

（2）输送泵送混凝土。在输送泵送混凝土时，在混凝土施工技术应用期间占据较高的地位，为更好的对运输车辆数量进行计算，应保障所选择的运输机设备与

形式密切配合施工进度，保障混凝土能够持续供应。为确保泵车与搅拌车不会互相等待导致产生堵泵现象，在输送期间确保混凝土不会出现离析现象，不但能够增强泵送质量，还可以避免泵管出现堵塞。运输延续时间还应符合掺外加剂混凝土的初凝时间，现阶段通常应用的是混凝土运输车。

（二）强化泵送管道支撑和固定性

（1）在对管道进行布置期间，还应重点对管道的支撑度与稳定性进行考虑，保障管道能承受更强的泵送压力，而不会出现位移或破裂现象。（2）并采用可调节的支架，按照各个楼层的结构特征进行合理协调，防止在模板外部进行施工规划。在安装期间还应关注固定操作流程，确保管道的可靠度，并应用合理的安全防护措施。（3）采取柔性接头。可以将柔性接头应用到管道重点部位，类似弯头、梁柱交接处等，从而更好地提升管道适应能力与抗震能力，还能进一步减少泵送期间形成的应力，减少管道破裂的隐患。（4）安装缓冲器，借助隔振措施的应用。将缓冲装置设置在泵送管道的入口部位，从而降低泵送压力的波动以及给管道造成的冲击力。增加橡胶垫等达到防振目的，减弱泵送期间的振动性，减少给建筑构造带来的影响。（5）合理预留管道修理空间。在对管道进行规划时，还应预留充足的修理空间，从而更方便管道出现故障时能够更快速的修理。并且，对检修口与阀门进行修理时还应提供便利对管道内部的混凝土杂质进行处理。管道还应和别的设备装置维持一定的间隔，技术人员应按照操作实际情况进行判断，要是浇筑面积较为广泛，就应把立管安装在中间位置，方便后期操作。（6）维持管道的保温隔热功能。气候较为寒冷或温度较高的季节，还应确保泵送管道具有较好的保温隔热功能，避免运输混凝土期间产生凝固或流动性较差的现象。

（三）选用恰当的泵送装置

（1）泵管。在对泵管进行选择时，还应全面考虑高强度混凝土的特点，最好选用规格为125mm的合金钢管，此钢管有着较好的耐磨性，可以合理确保混凝土的运输质量与成效。同时，应选择壁内厚度不一样的水平与垂直管道，可以在布料机与楼面等管道区域应用常规壁厚管道。（2）输送泵。按照混凝土的强度种类，结合施工条件采用适当的输送泵。其一，扬程需求。按照建筑物的高度与水平距离对最大泵送高度进行计算，并充分思考管道的摩擦消耗与其他压力损耗，从而更好地保障泵具备符合标准的扬程条件。其二，流量需求。按照施工进度、混凝土需求数量与操作时间等条件，对混凝土的泵送流量展开合理计算。选用更适当的泵型，从而保障达到流量条件，进而增强施工成效。其三，对泵送的距离提出要求。对泵送混凝土的水平与垂直间隔进行充分思考，选用具有更长输送距离功能的泵型，若楼层更高则应采用长距离输送的泵送设备。其四，混

土性能特点。按照混凝土的浆体特点，类似流动性、黏度、抗泡性等特点，选用更恰当的泵型。

（四）泵送混凝土泵送及浇筑

在启动混凝土泵后，不得过于急切对混凝土进行泵送，而是需要先泵送一定量的清水，从而更好地浸湿混凝土泵的料斗、输送管道内部等环节，从而给混凝土的泵送操作提供便利；在整个浇环节还需要合理管控润滑用的水泥浆，并分散处理水泥浆，避免将其浇筑在施工现场的同个区域。接着，针对部分施工场地而言，还需避免混凝土运输车辆驶入，需要借助输送车辆和工地之间的连接管道运输混凝土，务必得提前润滑输送管的内壁，从而进一步确保混凝土成功到达指定地点；在混凝土泵送期间，施工单位还应重视其连续性，要是混凝土的泵送中断无法选用恰当的形式进行处理，就会给建筑工程质量造成问题，因此在中断过程中，施工单位还需要结合施工实际情况应用更恰当的方法展开处理，通常中断时间需小于混凝土的拌制直到浇筑结束的延续时间。另外，还需严格控制好混凝土浇筑的流程，借助输送管进行浇筑时，按照由远及近的顺序，并对同个区域实施浇筑时还应先浇筑竖向结构，然后才是水平结构。浇筑完成后，振捣过程中能够合理增强混凝土强度，因此务必重视振动棒与模板当中的距离管控，再在二次复振时保持严谨态度，防止产生漏振或过度振捣的现象。要想强化振捣能力，避免出现蜂窝、麻面等情况，在对混凝土进行捣固时，除了楼板借助平板式振动器之外，其余的结构都需要应用插入式振动装置，在对每个振点进行振捣时，需维持混凝土外表层浮浆始终附着并不会沉落；插入式振捣装置的移动距离需小于其间隔距离的1.5倍；振捣装置和模板之间的间隔需小于作用半径的0.5倍，同时防止对钢筋、模板造成碰撞，还应按照快插慢拔的原则，不得漏点；上下层混凝土之间的搭接部分需大于50mm，同时确保平板振动器移动间隔的平板可以将某些振实部分的边缘部分进行覆盖。

（五）养护泵送混凝土构件

混凝土浇筑结束后，或针对大体积混凝土作出长期施工时，务必得采取较好的养护处理，避免受到阳光暴晒，从而给混凝土造成严重的失水情况。同时还应对这些环节进行重视：1）浇筑结束后12h内，需要对混凝土进行覆盖或做保湿操作；2）在温度低于5摄氏度时应展开保湿处理，将防水袋覆盖在混凝土上，避免洒水；3）由普通水泥、硅酸盐水泥拌制而成的混凝土，对其进行浇水养护时间需大于7天；而添入了外加剂的混凝土，需要延长浇水养护时间大于14天；4）浇水频率需要在混凝土保持润湿状态时进行，养护用的水应满足拌和用水标准。

要想确保浇筑结束的混凝土在一定龄期内满足设计标准强度，预防出现收缩裂缝，务必得仔细进行施工养护。要想降低收缩裂缝出现频率，在混凝土外部水渍消

失后采取二次研压，在浇筑墙柱混凝土时应用的喷涂养护胶膜，若浇注完成的混凝土抗压强度不满足 $1.2N/mm^2$ 以前，禁止在上方进行踩踏或安装模板与支架。柱混凝土需要在12h内做好带模淋水养护，而针对楼板、顶板混凝土需要在12h内进行麻包淋水养护。

（六）泵送结束清理工作

在泵送快要完成时，需要对混凝土管道中与料斗内储存的混凝土量与浇筑现场不足的混凝土量根据相应公式进行计算，从而更好地对拌制混凝土量作出决定。泵送结束对管道进行清理时，借助空气压缩装置可以进行清理工作，清洗球中需要先将专用清洗水设置完成，接着启动空压设备逐渐加压。在清洗期间，需要时刻掌握输送管中的混凝土有无排空而不断敲击，在输送管中剩余10m左右混凝土时，就对压缩机缓缓减压，避免产生大喷爆给操作人员带来隐患。泵送结束后，需及时清洗干净混凝土泵、布料器与管道内部，在管道拆卸后需根据相应的规格进行分类堆放。

四、泵送混凝土常见问题与优化措施

（一）堵塞原因及预防措施

一般情况下，混凝土在泵送管道里主要呈现为柱状流体，并且表现为悬浮状态，流体外表面包裹了水泥浆，成为降低管壁接触阻力的润滑剂，骨料中通常不会形成相对运动。在粗骨料中的部分骨料运动被影响，也会随之干扰了后面的骨料运动速度，导致管道中的粗骨料出现集结，并阻碍了粗骨料的砂浆，小骨料填补剩下的间隙。基于此，骨料的密度增大，就会导致该部分管道中的集合物顺着管道规格不断膨胀，水泥浆润滑层受到损坏，运动阻力也会不断上升，速度变缓，直到运动停止出现堵塞现象。

堵塞出现后需要采取一定的优化处理，而出现堵塞现象后，先做好反泵疏通，要是反泵疏通不具备较高的成效，就无法及时对堵塞区域进行判断，停机后对管路进行清理。对堵管区域进行判定的措施为：在泵机技术人员不断实施反泵-正泵操作的同时，别的人员可以顺着管路检测到堵塞区域。通常情况下，从泵的出口至堵塞部位都会产生剧烈振动，而堵塞点后段的管路是静止的，堵塞阶段产生混凝土吸动的声音，而堵塞点之后不存在响声，对管道进行打击，若出现发闷与密实的声音则代表有堵塞，只要察觉到堵塞部位，在实施正-反泵的同时，不但敲打该部位，才有概率恢复畅通，无效应就需要拆卸管道做好清洗。

（二）完善泵送混凝土施工工艺

在对泵送混凝土进行施工操作时，要想合理保障泵送混凝土的施工质量，还应始终坚持“一次到顶、同一坡度、分层浇筑”的准则开展工作，从而增强泵送混凝土的抗拉强度，避免由于泵送混凝土下沉产生相应的裂痕。同时，要想合理降低泵送混凝土内部产生的问题，还应采取反复振捣操作，从而更加高效的处理好泵送混

凝土骨料、钢筋之间的水分和缝隙，强化材料之间的紧密程度，增强了泵送混凝土的抗压能力，才能在增强施工效果的基础上提高工程质量。现阶段所应用的施工技术中对于泵送混凝土的浇筑重点应用了泵送混凝土的形式，增加了表层水泥的厚度，在浇筑完成4h后一般会结合设计标准，将长刮尺刮平泵送混凝土，再用木抹子展开反复的搓压，进一步提高泵送混凝土外表层的密度，防止出现裂缝。

（三）对泵送混凝土温度与湿度进行合理控制

在对道路桥梁工程实施泵送混凝土修建时，前阶段应该创建更完善的修建与设计计划，并科学的对建设工期进行估算，这也是确保建设项目具有更高品质的前提条件，而合理施工也是确保道路建设质量十分重要的一环。在对建设材料进行施工与选择时，应该坚持选址合理的原则掌握集料场所的地点，同时确保原材料供应能够更加及时与充分，降低泵送混凝土拌料在运输过程中的时间，也给拌和温度的管控提供了更便捷的方式。在拌和期间，还需掌握天气对运输时长给拌料温度造成的影响，维持施工现场的泵送混凝土入模温度范围为 $5\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，以至于其黏性与配比等级能够满足建设条件，防止泵送混凝土施工产生的病害，也强化了修建质量。另外，需要合理管控泵送混凝土凝固期间的湿度与温度，防止产生裂缝，在施工结束后应分配对应的专业人士做好施工养护，从而降低内外温差，并且最大化降低浇筑结束后的泵送混凝土温度。

结束语

总的来说，在整个建筑行业中，泵送混凝土技术渐渐取得了十分理想的经济成效和社会效益。泵送混凝土技术能够通过具备的优势，满足合理优化工程施工进度的目的，在施工期间避免给附近环境带来严重损害，协助建筑施工企业获取更好的形象。有关单位与技术人员务必重点关注泵送混凝土施工技术，并在具体施工期间与具体情况相结合展开合理应用，进一步改进传统施工中存在的问题。

参考文献

- [1] 谭俊. 超高层建筑混凝土泵送施工工艺[J]. 工程技术研究, 2021, 6(17): 73-74.
- [2] 贾祺. 超高层建筑混凝土泵送施工技术探析[J]. 四川水泥, 2021(9): 20-21.
- [3] 曹立英, 吕飞. 超高泵送混凝土施工技术在超高层建筑中的应用[J]. 中小企业管理与科技, 2020(3): 152-153.
- [4] 赵梓彤, 刘迪, 孟珊等. 超高层建筑混凝土泵送施工工艺分析[J]. 工程建设与设计, 2023(12): 117-119.
- [5] 李乐. 超高层建筑混凝土泵送施工工艺分析[J]. 大众标准化, 2022(16): 80-82.