

建筑施工混凝土泵车臂架展开顺序布料效率优化探究

邱 凯

安平县建投市政工程有限公司 河北 衡水 053600

摘要：本研究目的在于探究建筑施工混凝土泵车臂架铺展次序对布料效率影响规律，并给出优化方法。在对泵车臂架运动学特性进行分析、确定布料路径规划原则、制定路径优化方案的基础上，同时考虑到对实际施工环境适应性等特点，本次研究对臂架展开速度进行评价、布料精度和施工进度之间的配合及操作人员技能等因素对泵车运行效率的影响。研究表明：优化臂架展开顺序可显著提高施工效率及混凝土布料均匀性，对于施工进度及施工质量具有积极作用。

关键词：混凝土泵车；臂架展开顺序；布料效率；施工效率

引言

建筑施工领域中，混凝土泵车是混凝土高效输送设备，臂架的展开顺序对于布料效率有明显影响。混凝土泵车臂架铺展顺序优化不仅与施工效率密切相关，而且对混凝土布料均匀性有直接影响，从而对建筑结构质量及耐久性产生影响。所以深入探讨混凝土泵车臂架铺展顺序对布料效率影响规律，对提高施工效率、确保工程质量有现实意义。通过分析泵车臂架运动学特性，并结合布料路径规划和优化可制定合理的臂架展开次序，从而达到布料效率最大化。期望通过本次研究能对建筑施工混凝土泵车作业起到科学的指导作用，对臂架的展开次序进行优化，提高施工效率并保证混凝土布料均匀，进而促进建筑工程整体质量的提高。

1 泵车臂架运动学特性分析

建筑施工中混凝土泵车臂架运动学特性直接关系到布料效率。臂架运动范围大，灵活性高，控制精确能力强，是影响布料效率最重要的因素。臂架运动学特性主要包括臂架多关节设计，关节之间协调运动和末端执行器定位精度等。这些性能综合决定着泵车是否能在各种高度，各种角度上进行精确、有效的布料。

不同臂架的展开次序对泵车运行效率有很多具体的影响。一方面臂架展开顺序的合理性可以减少泵车的运动数量，进而降低能耗及时间成本。比如布料时，若将臂架节段先展至浇筑点附近，然后逐渐向外延伸，则可明显减少泵车的整体运动及调整数量。另一方面对臂架展开顺序进行优化也可以改善布料连续性与均匀性。通过对臂架各个关节移动顺序及速度的准确控制，能够保证混凝土均匀地分布于浇筑区域，避免了部分堆积或者丢失。

评价臂架展开顺序对于混凝土布料均匀性的影响需

考虑诸多因素。除臂架自身运动学特性之外，还要考虑施工现场具体状况，例如浇筑区域尺寸、形状和混凝土性质。通过实际测试及数据分析，可定量地描述布料在不同臂架铺展顺序时均匀性的差别，据此对臂架操作策略进行优化设计^[1]。如在较大浇筑区域内，通过分段布料并配合合理臂架铺展顺序可明显提高布料均匀性及效率。同时针对自密实混凝土或者高性能混凝土等不同种类混凝土还需针对各自特点对臂架操作策略进行调整才能保证布料效果达到最佳。

2 布料路径规划与优化

2.1 布料路径规划原则

对建筑施工混凝土泵车臂架铺展顺序布料效率进行优化探索时，布料路径规划原则起到了关键作用。这些原则既保证最大限度地提高施工效率，又保证混凝土布料均匀、施工质量稳定。

一是布料路径规划需要符合高效性原则。这就决定了规划布料路径要充分考虑泵车臂架运动学特性并选取最短布料路径来缩短臂架运动时间及降低能耗。同时在进行路径规划时也需要考虑混凝土泵送过程中的连续性与稳定性，以保证布料过程不间断进行，进而提升整体施工效率^[2]。实际作业时，可利用模拟软件提前规划布料路径，从而找到最优路径，施工时可结合实际情况微调。

二是布料路径规划需要关注质量原则。混凝土布料是否均匀，直接关系到施工质量与结构安全。所以在布料路径规划中，要保证臂架在各布料点停留时间及布料量分布均匀，避免混凝土局部堆积或者丢失现象。另外，在路径规划中需要综合考虑混凝土泵送压力与流量等因素，才能保证布料过程的顺畅与持续，从而避免泵送压力过大或者流量过大造成布料不均匀。

三是布料路径规划需要突出适应性原则。建筑施工

现场环境恶劣复杂多样,施工条件的差异对布料路径规划的要求也各不相同。所以在布料路径规划中,要充分考虑施工现场地形,地貌,建筑高度及位置,混凝土泵车性能参数及操作人员技能水平。通过对布料路径进行灵活调节,使其适应各种施工情况,保证了施工过程顺利实施。比如在高层建筑建设时,可通过分段布料,泵送混凝土泵至不同的楼层来缩短臂架运动距离,降低布料难度。

2.2 路径优化设计

布料路径优化设计需要考虑施工现场实际条件,泵车臂架运动学特性和混凝土布料特定要求。在设计时首先确定了布料目标区域及布料量,然后依据泵车臂架最大延伸长度,每节臂架旋转范围及混凝土泵送能力等因素制定了几种可行布料路径。通过数学建模来评价并优化上述路径。该模型需要综合考虑布料效率、布料均匀性、泵车能耗和路径执行时间几个指标。通过比较分析,选择了效率最高,能耗最小,布料平整的路径为最优方案。除此之外,还需要考虑到在不同施工环境下,例如风力和地形等因素对布料路径的影响,以确保优化后的布料路径能够在各种环境条件下稳定而高效地执行。在实际运行时,可以利用模拟软件进行路径预演来进一步检验路径的可行性与效率,以保证优化设计准确、实用。

2.3 实际施工环境的适应性

施工场地地形地貌,空间布局,障碍物分布等因素对布料路径规划至关重要。比如在较窄或者不规范的施工场地上,臂架展开与运动都受到了严重制约,这就要求有更细致的路径规划以保证布料效率^[3]。同时施工场地内临时设施,建筑材料堆放以及其他障碍物对臂架运动轨迹都有影响,这就需要规划人员对路径的设计要充分考虑到这几个方面,以免发生碰撞与干扰。规划人员要想适应这些变化多端的施工环境就必须采取灵活多样的策略来保证泵车在有限空间内能高效安全的完成布料任务,例如调整臂架的展开次序和优化布料路径。

实际施工时,天气条件、混凝土供应状况和施工队伍协作能力也影响布料路径规划。如恶劣天气条件会造成臂架运动限制和布料效率下降;如果混凝土的供应不充足,那么施工的连续性可能会受到影响,从而对整体的施工进度产生不良效果。另外施工队伍协作能力对布料效率有显著影响。规划人员要想解决这些难题,就必须时刻关注施工现场实际状况,并结合实际状况适时调整布料路径及臂架的展开次序。比如当天气情况较差时可采用较稳健布料策略以降低臂架移动频率与范围;

当混凝土供给不足的情况下,可对关键部位进行重点布料,以保证施工进度不被破坏。

通过调整前,后布料效率,施工质量及进度等方面的比较与分析,可直观认识适应性调整后的结果,从而为后续优化工作的开展提供强有力的支撑。与此同时,该评价还有利于找出计划中的问题与不足并指出后续完善方向。比如若发现适应性调整布料效率依然偏低,则可进一步对其成因进行分析,比如臂架运动学特性和操作人员的技能水平,以便提出更有效地优化措施。通过不断地评价与完善,能够不断地提升布料路径规划工作的适应性与有效性,从而为建筑施工高效,优质地完成提供强有力的保障。

3 臂架展开顺序对施工效率的影响

3.1 臂架展开速度与布料效率的关系

建筑施工过程中混凝土泵车臂架展开速度对布料效率和质量有着直接影响。臂架快速平稳展开可以显著减少布料周期,进而提高整体施工效率。在臂架展开适度平稳的情况下,可将混凝土均匀持续地运送到指定部位,降低臂架动作不一致造成布料中断及混凝土堆积等问题。

为深入探讨臂架的展开速度和布料效率之间的关系做了大量的现场试验。实验数据表明:臂架以较快速度铺展后,布料速度虽有增加,但是混凝土分布均匀性降低,特别适用于复杂的施工环境,展开速度过快,会造成布料精度不够,甚至布料漏布或者堆积过多^[4]。反之,臂架展开适当减慢后,尽管布料周期稍有增加,但是混凝土分布更均匀且布料质量明显提高。这说明臂架展开速度并不是越快展开越好,而要找到最佳平衡点同时确保布料质量。

通过对不同速度施工进度的比较,发现尽管展开速度快可能会在短时间内带来进度优势,但是从长远角度考虑,则会因为布料质量不够稳定而导致,通常要花费较多时间与资源去修改与调整,但却会使整个施工效率下降。所以,对臂架展开速度进行合理的控制,保证布料质量与施工进度双优化是促进建筑施工高效进行的关键。

3.2 布料精度与施工进度的协调

建筑施工中混凝土泵车臂架布料精度和施工进度密切相关。布料精度的高低直接影响混凝土分布是否均匀、结构是否稳定,同时施工进度也是工程效率高低的一个主要标志。所以如何有效地协调和加快施工进度同时又能确保布料精度就成了提高施工整体效益的重点。

提高布料精度对于施工进度的积极作用是不可忽略的。布料精度增加后,混凝土可以更加精准地运送到预

定地点,降低布料不均匀造成返工及修复的时间。这样不但直接节约人力、材料成本,而且大大缩短施工周期。以某高层住宅楼为例,在其建设过程中,经过对臂架展开顺序和布料路径的优化,布料的精确度得到了20%的提升,从而使得每一层楼的混凝土浇筑时间减少了近10%。这种改进既加快施工进度又确保混凝土结构整体质量。

为使布料精度和施工进度协调一致,必须多方面考虑。一方面可通过对泵车臂架控制算法进行改进来提高臂架运动稳定性及准确性以保证布料过程准确性。另一方面在施工之前对布料路径做了细致规划,并结合施工现场具体情况选择了最佳布料顺序及路径,从而减少了臂架运动次数及布料时间^[5]。另外,可采用先进的传感器及监测技术对布料过程进行实时监测,发现偏差及时修正,保证布料精度一直维持在一个很高的水平。

提升布料的精确度不仅可以对施工进度产生正面效果,还可以明显地增强施工的品质。准确的布料可以保证混凝土结构均匀致密,降低结构缺陷及安全隐患。同时优质的布料也延长了建筑物使用寿命和减少维护成本。所以在进行施工时,要重视提高布料精度,并通过对臂架铺展顺序以及布料路径等方面进行持续优化,使布料精度能够很好地配合施工进度,进而全面提高施工效率以及质量。以一座大型桥梁施工为例,引进先进布料控制系统及路径规划软件使布料精度得到显著提高,并在保持快速施工进度的前提下最终保证项目圆满完成。

3.3 操作人员技能与泵车操作熟练度

操作人员的技能水平的高低,直接关系到泵车的运行效率。建筑施工过程中混凝土泵车臂架运行既要准确把控,又要结合现场情况对布料策略进行灵活机动地调整。高技能操作人员可以快速判断施工环境并选择最佳臂架铺展次序,显著提高布料效率。比如在复杂地形或者狭窄空间中施工,技术娴熟的操作人员可以避免与障碍物发生碰撞,迅速对布料点进行定位,缩短调整时间,浪费混凝土。

专业培训对提高操作熟练度至关重要。通过系统化的培训课程,操作人员可以深入理解泵车臂架的运动学特性、布料路径规划原则及优化设计方法。实践环节的设置,让操作人员有机会在模拟环境中反复练习,熟悉不同施工条件下的操作技巧。此外,培训课程还应涵盖

应急处理和安全操作规程,确保操作人员在面对突发情况时能够迅速反应,保障施工安全。经过培训的操作人员,其操作效率和质量均有显著提升,能够更有效地协调布料精度与施工进度,减少因操作不当导致的返工和材料浪费。

技能提升对于提高施工效率与质量所起到的长远作用是不可低估的。一方面高技能操作人员可以降低设备故障率、延长泵车寿命、降低维护成本。另一方面,他们能够根据施工需求灵活调整布料策略,确保混凝土布料均匀性,提高施工质量。伴随着操作人员的经验积累与技能提高,会使施工团队整体效益与素质形成良性循环,从而给企业带来较高效益与信誉。所以企业要增加在操作人员培训方面的资金投入,经常组织技能竞赛与交流活 动,鼓励操作人员在施工过程中不断提高自己,满足施工环境越来越复杂、施工质量要求越来越高的需求。

4 结语

本研究深入探讨了建筑施工中混凝土泵车臂架铺展次序对布料效率产生的影响,结果表明:优化臂架的铺展次序可以显著提高施工效率和混凝土布料均匀性。实例研究表明:优化臂架操作既减少布料时间又降低混凝土浪费保证施工质量。另外,本研究还强调操作人员技能和泵车操作熟练度对泵车操作的影响。在今后的工作中,我们需要不断深入研究并结合更多的实际施工案例对其优化策略进行进一步提炼,以不断提高泵车运行过程中的功效。

参考文献

- [1]赵远,张宇乐,陈晓伟.混凝土泵车臂架机构铰点位置优化研究[J].起重运输机械,2024(7):38-43.
- [2]王发正,张馨.大跨径上承式钢管混凝土拱桥拱上建筑施工顺序优化[J].山东交通学院学报,2024(2):67-73.
- [3]黄勃,孙喜洲.混凝土泵车RZ型折叠臂架运动控制研究及优化[J].智能建筑与工程机械,2023(10):56-59.
- [4]黄会荣,张希.混凝土泵车臂架可靠度分析[J].机械设计与制造,2021(9):42-46,50.
- [5]任武,吴运新,滑广军,等.混凝土泵车臂架实验台数值仿真和振动特性[J].中南大学学报(自然科学版),2014(4):1065-1070.