

# 高层建筑混凝土结构施工技术优化研究

杨 滔

重庆市九龙坡区谢家湾正街7号 重庆 400000

**【摘要】**混凝土结构质量是影响高层建筑工程整体建设效果及使用寿命的一个关键因素，故而有针对性地优化混凝土结构施工技术具有很大现实意义。简单分析高层建筑混凝土施工中的常见质量问题及成因，包括夹渣、露筋、蜂窝、裂缝等，结合具体工程案例，较为详细地探究混凝土结构施工技术的优化措施。

**【关键词】**高层建筑；混凝土结构；质量缺陷；技术优化

## 引言

高层建筑和其他常规类建筑工程之间有很大区别，需要开挖出更深的基坑，需要建设出更为牢固的墙体构造。与此同时，高层建筑自身有体量庞大、高程高等特征，故而现实施工中需要采用强度更高、自体重量更轻的建筑材料去建设分布在各处的受力构件，进而建设出了钢筋混凝土工程。混凝土结构施工流程复杂、影响结构施工质量的主客观因素较多，若不严格加以控制及从多方面进行优化，则很可能出现严重的质量问题，影响高层建筑施工进度的同时，使施工方承受巨大的经济损失。

## 1 高层建筑混凝土结构施工常见的质量问题

### 1.1 夹渣

夹渣，即混凝土结构内掺杂着一些杂物且其深度已经超过了保护层，夹渣会直接影响混凝土结构的整体性能，其成因主要有如下几点：第一，处理墙、柱、板接缝位置时，没有认真清理施工缝上的木渣、锯末等，以致这些杂物可能在混凝土浇筑环节被包裹进去，最后形成夹渣。第二，混凝土振捣不到位导致混凝土密实度不达标，部分杂物和混凝土没有实现充分混合，出现夹渣。第三，在分层分段施工过程中，若施工停歇期没有仔细清理混凝土表面，杂物积存量不断增多且混进混凝土内。

### 1.2 露筋

露筋即铺设在构件中的钢筋没有整体被混凝土材料包裹。致露筋的原因主要包括如下几点：第一，选用的混凝土材料质量不合格，自身粘结力不足，导致不能有效包裹整个钢筋构件；第二，施工工艺有问题，可能是钢筋定位有偏差、混凝土浇筑密实度不达标等。第三，混凝土配比不合理导致材料后期使用中出現离析问题，模板出缺浆或漏浆。第四，混凝土振捣不够密实或者振捣棒撞击钢筋构

件，导致钢筋位置发生偏移，最后出现露筋情况。第五，当工程建设中使用木模板但是没有对其表面进行浇水湿润处理，发生吸水黏结或脱模过早等异常状况，拆模环节棱角缺损，进而引起露筋现象。

### 1.3 蜂窝

混凝土蜂窝即混凝土结构整体发生固结硬化后，其内部出现了大小不等、形状不一的空洞，这些空洞和蜂窝状的结构极为相像。原因主要包括：第一，混凝土浇筑后没有进行充分振捣，以致结构内部气泡无法完全排出至外界，后期形成空洞；第二，混凝土浇筑时倾斜高度过大，易引起混凝土材料分层问题，土层之间夹杂着一些空气，后续形成蜂窝。第三，混凝土配合比不当，特别是水灰比过低时，造成混凝土过于黏稠，振捣环节很难促进气泡整体排出，最后局部出现蜂窝。

### 1.4 裂缝

裂缝是混凝土结构施工中最常见的一个质量缺陷，对于高层建筑项目来说，现浇板是混凝土裂缝的高发位置，裂缝较轻微时会降低构件的外形美观，严重时危及整个建筑结构安全。裂缝问题的成因可以概括如下几点<sup>[1]</sup>：第一，养护不到位，受本地高温或者大风等恶劣天气的影响，混凝土表面水分快速散失，外加没有定时洒水、覆盖草毡等，以致后期局部出现了干缩裂缝；第二，整个模板支撑不够稳定而出现了严重变形；第三，在现浇板上随意集中堆放建筑材料；第四，钢筋保护层过小，严重达不到设计及相关规范要求；第五，拆模时间过早造成混凝土还没有达到足够强度去抵抗本体重力及外界环境的影响，最后出现了较严重的裂缝问题。

## 2 工程案例

以A高层建筑作为案例加以分析，已知本建筑共建设36

层,总高度约115.0左右,建筑总体积高达 $3.75 \times 10^4 \text{m}^3$ ,经判断后确认其属于钢筋混凝土框架剪力墙结构。本建筑工程建设过程中混凝土用量很大,不同位置的混凝土强度水平要求有差异,比如,对于地基基础、独立柱、梁板的混凝土强度分别是C15、C40、C35。

### 3 混凝土结构施工技术的优化措施

#### 3.1 混凝土原料的选择和配比设计

本工程选用了P·042.5水泥,经标检测其相关指标达到规范要求,活性处于较高水平,水化热 $3\text{d}-275\text{kJ/kg}$ 、 $7\text{d}-315\text{kJ/kg}$ ,而本工程混凝土结构施工要求所用水泥 $3\text{d}$ 、 $7\text{d}$ 水化热应分别控制在 $240\text{kJ/kg}$ 、 $270\text{kJ/kg}$ ,可见该水泥产品不符合设计要求。需要向其内加入相应的矿物掺和料加以改善,最后把水泥用量控制为 $220\text{kg/m}^3$ 。选择骨料环节中,施工方一定要合理地确定粗、细骨料的粒径。因为高层建筑的混凝土现场施工时要用到泵送工艺,故而不可忽视泵送因素给混凝土结构整体施工效果带来的影响,施工方要努力调配出更加有利于泵送过程进行的混凝土材料。选择本省的优质碎石作为粗骨料,其粒径基本在 $0.5 \sim 2.5\text{cm}$ 范围内,砂含泥量 $\leq 3.0\%$ ,针片状含量 $< 3.2\%$ 。细骨料的含泥量以 $0.3\%$ 左右为宜,石粉含量大概 $0.3\%$ ,细度模数 $2.7 \sim 2.9$ 。本工程首选混凝土配合比见表1<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 试验

混凝土运输至工程施工现场后,施工方要严格按照现行规范要求对其进行试验检测,综合分析试验结果以判断其各项性能指标是否达到了项目施工设计要求。首先,在混凝土材料进场后,先对其进行坍落度展验,具体是用坍落桶测量,5车混凝土进行一次性检查完毕。针对混凝土抗压强度及抗渗漏强度,建议用相应的模具开展试验检查活动,与此同时也要在施工场区内配置相应的试块以进行标准化养护操作,通过这种方式能够较顺利地检测出混凝土具备的强度等级、抗渗参数等。当然,对于进场的混凝土也要注重检查其出厂证明、质量保证书等资料,保证相关材料齐全、内容真实可靠,任何一项材料缺失均要及时上报给上级部门并及时做出妥善的处理。

#### 3.3 混凝土的泵送

关于混凝土泵送施工作业,一定要充分结合高层建筑项

目的真实状况进行。本工程运用采用汽车泵机执行混凝土的泵送任务,及时给高层施工区输送所需用量的混凝土,且在固定式地泵及工人的协助下顺利地开展工作,从根本环节使混凝土结构施工质量有所保障。

##### 3.3.1 加强泵送时间的控制

泵送时间是影响混凝土坍落度指标大小的一个主要因素。参照以上混凝土原料的配合比设计情况,决定在其内掺入适量聚羟酸减水剂,减水率最大 $27.0\%$ ,含气量 $3.2\%$ 左右,能较有效地控制水泥的水化热反应,延缓初凝时间。现实中当混凝土结构现场施工温度偏高时,那么会损失掉较多的坍落度。结合既往工程建设实践,在本建筑项目中,当没有给混凝土掺拌减水剂,混凝土出机温度分别是 $5 \sim 25^\circ\text{C}$ 、 $25 \sim 35^\circ\text{C}$ 时,泵送混凝土运输延迟依次是 $60 \sim 90\text{min}$ 、 $50 \sim 60\text{min}$ 。

##### 3.3.2 注意泵送过程中加强管理规范

施工方要彻底清洗整个泵送管道,均匀地倾倒混凝土以润滑整个料斗,随后方可以执行混凝土的泵送过程。如果观察到管道出口处残留着部分水泥砂浆,则要及时清理,以确保后续混凝土泵送能连续进行。加强泵送速度的控制,密切关注设备的油压水平大小,严格遵照“由远及近”这一原则进行泵送作业。

在连续作业期间,若市场发生混凝土供应中断这种异常状况,先尝试减慢泵送速度,在泵送过程停止后再查明具体原因。在这一要重点提及的内容是,料斗的搅拌过程始终不可暂停,否则易使混凝土发生离析问题。本建筑项目明确要求,如果混凝土暂停泵送超过 $20\text{min}$ ,那么工人要每间隔 $5\text{min}$ 执行一次正反转操作,头盖骨这种方式确保泵送管道中的混凝土能维持良好的蠕动性,减少泌水、离析问题。

若泵送期间突发局部管道堵塞问题,则要先使泵反转,若未能解除堵塞问题,则要停机进行人工排堵操作。

##### 3.3 浇筑

本工程建设中对地下室外墙及顶板混凝土结构施工质量提出了更高的要求,且以上两位置的现场施工难度更大,受场地因素的限制,混凝土结构浇筑施工要加强材料质量、强度水平等指标的控制,确保其达到设计标准要求后

表1 首选混凝土配合比

项目	水泥	水	砂	碎石	减水剂	抗裂剂	粉煤灰	矿渣
用量( $\text{kg/m}^3$ )	200	168	900	928	8.5	43.8	118	108
占比(%)	1	0.73	4.18	4.17	0.037	0.19	0.45	0.43

再进入到浇筑工序中。浇筑剪力墙雨柱体之前，可以先在底部填筑和混凝土配比相同的厚5~10cm石子砂浆，随后用分层浇筑法进行施工作业，各层浇筑后续以0.5m为宜<sup>[3]</sup>。

在给梁板结构浇筑混凝土时，可以适度增加分层浇筑厚度，用振动棒按现场浇筑方向进行拖拉式振捣。施工缝预留情况是影响混凝土结构施工质量的常见因素之一，本工程选择在次梁跨度中间大于1/3处预留了施工缝，但是要始终维持表层与梁轴向两者成角90°，规避发生斜搓情况，且要配合使用细木钢丝网进行阻挡。由于本工程的梁截面相对较高，这也决定了混凝土用量较大，为了能及时释放混凝土的水化热，浇筑工序中可以选择分层投料和振捣方法进行，即一侧赶浆法浇筑，按梁的高程大小进行分层浇筑形成梯形，浇筑至底板后和底板同步浇筑，加强对梁底、梁帮处混凝土的振捣，以确保其密实度达标。

### 3.4 振捣

振捣是高层建筑混凝土结构施工活动中极为关键的一道工序，直接影响着建筑工程的整体施工效果。混凝土浇筑结束后，施工人员要立即用振捣泵进行充分、全面且有效的振捣，整个振捣过程要遵循快插慢的原则。其中，快插目的是促进上层混凝土释放气泡，慢拔有助于在拔出振捣棒的过程中使更多的混凝土填充空隙，进而使混凝土振捣的密实度得到更大保障。振捣棒需要保证插点均匀，临近两个插点间距最好处于50cm范围，而振捣棒与模板钢筋间距在20cm，这种距离的设置对模板、钢筋碰撞可以起到预防作用，避免二者变形，使建筑质量得到保障可以避免模板和钢筋受到碰撞，防止出现变形现象，保证高层建筑质量。振捣时间控制在20~30s内，直到振捣后的混凝土表层不会冒出气泡才能够停止。而在振捣处理之后在下层混凝土直插振捣棒使两层混凝土形成一个整体。为了确保混凝土振捣均匀，均匀布置振捣棒的插点是关键，建议控制两个相邻插点距离是50cm左右<sup>[4]</sup>。另外，振捣棒与模板及钢筋之间的距离不可短于20cm，以上布点方式能规避振捣过程中振捣棒碰撞模板或钢筋而引起严重变形问题，进而从根本上确保了结构的整体施工质量。振捣时间建议控制在20~30s，当观察到混凝土表面不再有气泡冒出时即可停止振捣。振捣工序结束后，工人要将振捣棒直接插入下层混凝土内，通过这种方式促进上、下两层混凝土紧密结合，筑造出一个坚固的整体。振捣过程中要有专人检查模板及钢筋的状态，若局部出现位移或变形等异常情况，则要立即暂停浇筑，进行有效加固后再进行浇筑操作。

### 3.5 养护

混凝土初凝过程中工人可以选用铝合金刮杆去刮平整整个平面，随后再用木抹子进行一遍整体的抹压处理。确认完成初凝以后再进行二次抹压，不仅能消除脚印、工具痕迹等表面的不平整和其他缺陷问题，还能及时封闭毛细孔和泌水通道，进而减少水分的进一步蒸发，有效降低了表面龟裂和起粉等情况发生的概率。整体完成抹压作业后，在混凝土上覆盖好土工布，定时对其进行洒水养护，养护时间不可短于2周，初期时建议每隔2~3h洒水一次，4~10d内每天洒水三次即可，后续几天可以每天酌情洒水1~2次<sup>[5]</sup>。混凝土拆模以后也不能忽视养护工作，要及时涂抹适量的养护剂，当本地气温低于5℃时严禁出现洒水养护行为，正赶冬季施工时要将塑料薄膜覆盖在整个混凝土结构表面，并在其上覆盖一层厚草席。

### 4 结束语

总之，在高层建筑施工领域内，混凝土结构施工是一道极为重要的工序，若能规范、有效地应用混凝土施工技术，则能使建筑项目施工质量安全得到更大的保障。所以，混凝土结构施工中，施工方要合理地设计配合比，通过试验验证混凝土质量可靠，规范地泵送以规避混凝土离析问题，严格按照设计及规范要求进行浇筑工序及加强养护等，最大限度地提升混凝土结构施工质量水平，为高层建筑安全施工和使用保驾护航。

### 参考文献:

- [1] 古立军, 刘树信. 装配式建筑混凝土结构施工的主要环节及节点优化措施研究[J]. 城市建筑, 2023, 20(16): 182-185.
- [2] 邓鹏辉. 民用建筑混凝土剪力墙结构施工技术探析[J]. 江西建材, 2023, 74(06): 256-258+261.
- [3] 何芝坚. 水工建筑混凝土结构施工技术浅析[J]. 黑龙江水利科技, 2023, 51(04): 111-113+146.
- [4] 赵望, 刘学磊, 刘丹丹等. 房屋建筑混凝土结构加固施工技术[J]. 城市建筑空间, 2022, 29(S2): 633-634.
- [5] 洪涛. 浅析房屋建筑混凝土结构工程加固施工技术[J]. 砖瓦, 2022, 14(09): 137-139.

### 作者简介:

杨滔(1988.12-), 男, 汉, 重庆, 本科, 工程师, 研究方向: 土建工程技术。