

建筑工程钢筋混凝土结构设计要点

黄维义

中南建筑设计院股份有限公司, 湖北 武汉 430070

摘要： 钢筋混凝土结构设计的目的是在确保结构安全、稳定和耐久的前提下，满足建筑的功能需求和审美要求，设计过程中应充分考虑结构的承载能力、刚度、抗震性能等因素，确保结构在各种预期载荷和环境因素作用下能够正常工作。文章通过案例分析，具体阐述建筑工程钢筋混凝土结构设计过程中的要点，通过对这些要点的综合分析和考虑，得出了对钢筋混凝土结构设计的重要性的深刻认识。

关键词： 建筑工程；钢筋混凝土；结构设计

Key Points of Reinforced Concrete Structure Design in Construction Engineering

Huang Weiyl

Zhongnan Architectural Design Institute Co., Ltd, Hubei, Wuhan 430070

Abstract： The purpose of reinforced concrete structure design is to ensure structural safety, stability and durability under the premise of meeting the functional needs of the building and aesthetic requirements, the design process should be fully considered in the structural carrying capacity, stiffness, seismic performance and other factors to ensure that the structure in a variety of expected loads and environmental factors can work properly. The article specifically elaborates the key points in the design process of reinforced concrete structure for construction engineering through case study, and through the comprehensive analysis and consideration of these key points, a profound understanding of the importance and methods of reinforced concrete structure design is derived.

Key words： construction engineering; reinforced concrete; structural design

引言

在进行建筑工程钢筋混凝土结构设计时，应该综合考虑各个方面因素，比如建筑的用途、用途的安全性、建筑高度、抗震等级等等，综合考虑施工工艺以及施工难度等因素，从经济和技术角度进行分析和比较^[1]。在此基础上对建筑工程钢筋混凝土结构进行合理设计，确保整个建筑结构具有一定的稳定性和安全性^[2]。

一、工程概况

某小区住宅建筑，建筑高度为50.12m，占地面积为4026m²，地上建筑面积为30910m²，该建筑物的地基基础主要由钢筋混凝土灌注桩、围护桩以及人工挖孔桩三部分组成。其中钢筋混凝土灌注桩长度约为20m，其直径为1m，最大孔径约为120mm；围护桩的长度约为12m，其直径也为120mm；人工挖孔桩的长度约为30m，其直径也是120mm。其中地下部分有1层，地上部分有18层，该建筑主体由钢筋混凝土铸成，为了提升建筑工程钢筋混凝土结构质量，优化深化设计要点。

二、建筑工程钢筋混凝土结构设计

（一）建筑结构方案的选择

在对建筑工程钢筋混凝土结构进行设计时，应该综合考虑各

种因素进行综合分析和比较。比如：（1）建筑用途。如果建筑用途是高层建筑或者其他类型的建筑，那么就应该选择框架—剪力墙结构；如果建筑用途是居住或者办公场所等低层建筑，那么就应该选择剪力墙—框架—筒体结构^[3]。（2）抗震等级。抗震等级越高的建筑物越能够承受更大的地震作用和水平方向上的振动作用。（3）建筑高度。为了保障建筑物在地震发生时不会出现倒塌事故，就需要充分考虑到建筑物的高度问题^[4]。如果建筑高度过高或者过低都会影响到抗震性能和稳定性。在对建筑工程钢筋混凝土结构设计时需要注意的问题：第一，需要充分考虑到建筑工程钢筋混凝土结构设计对整个建筑的影响和作用；第二，应该从经济和技术角度出发，在不影响美观和实用性的前提下选择最优的设计方案^[5]；第三，在进行钢筋混凝土结构设计时应该对抗震等级进行严格把控，确保能够满足国家抗震等级要求；第四，应该根据建筑物实际情况进行综合考虑和分析。

表1：建筑工程钢筋混凝土结构类型及优缺点

结构类型	优点	缺点	设计考虑因素	材料要求	适用范围
框架结构	高强度、抗震性好、抗震能力强、开间大、灵活布局	抗侧刚度相对较弱，适用于低层或多层建筑	承载力、侧向刚度、稳定性	钢筋、水泥、砂石等	住宅、办公楼、学校等民用建筑
剪力墙结构	高侧向刚度、抗震性能好、承载能力强、开间小	自重较大，限制了建筑空间灵活性	承载力、侧向刚度、稳定性、抗震性能	钢筋、水泥、砂石等	高层住宅、写字楼等高层建筑
框架－剪力墙结构	结合了框架结构和剪力墙结构的优点，高强度和抗震性能兼备，结构自重适中，开间布局灵活	对施工技术和材料要求较高，造价相对较高	承载力、侧向刚度、稳定性、抗震性能	钢筋、水泥、砂石等	高层建筑，尤其适用于高度超过40层的建筑
筒体结构	高度高，侧向刚度大，承载能力强，适用于大跨度空间和高层建筑	自重大，对基础要求高，施工难度大，费用高	承载力、侧向刚度、稳定性、抗震性能、施工工艺与成本等综合因素考虑	钢筋、水泥、砂石等	高层大型公共建筑，如酒店、商场等商业设施
混合结构	由多种材料组成，如钢筋混凝土与钢架等组合，不同部位可采用不同的材料与结构形式，具有较强的灵活性	设计复杂，施工难度大，造价高，维护成本高	材料性能匹配性、承载力与稳定性分析、耐久性评估等综合因素考虑	钢筋、水泥、砂石等，其他如钢材等特殊材料根据设计要求而定。	大跨度桥梁、大型工业厂房等特殊建筑设施。

（二）钢筋混凝土构件截面尺寸的选择

在进行钢筋混凝土构件截面尺寸选择时，首先应该综合考虑结构的类型、荷载大小以及施工难度等因素，确保截面尺寸满足建筑结构的承载要求；其次，应该在保证强度和刚度的基础上，充分考虑实际使用情况，避免出现混凝土保护层厚度过大或者过小、构件截面尺寸偏大等情况；最后，还需要结合施工条件、经济性等因素进行综合考虑和分析。从目前来看，混凝土截面尺寸主要分为三个部分：第一部分是梁类构件，在建筑结构中起到支撑作用，因此截面尺寸应该选择合适的截面形状和尺寸；第二部分是板类构件，在建筑结构中起到分隔作用，因此截面尺寸应该选择合适的截面形状；第三部分是墙类构件，主要是为建筑提供一个承重功能，因此截面尺寸应该根据荷载大小进行选择。在实际工程中，施工单位对梁类构件的截面尺寸的选择也存在一定的争议^[6]。

表2：钢筋混凝土构件截面尺寸的选择

构件类型	截面尺寸范围（mm）	常用尺寸（mm）
主梁	L/12~L/10	L/12、L/10、L/8
次梁	L/18~L/12	L/18、L/15、L/12
多跨连续梁主梁及承台联系梁	L/15~L/10	L/15、L/12、L/10
交叉梁	L/20~L/16	L/20、L/18、L/16

注：L为梁的跨度，单位为米。

（三）材料的强度等级和连接方式

结构设计的主要任务是确定结构构件的尺寸、材料的强度等级和连接方式等，以确保结构的承载力、刚度和稳定性等性能满足规范要求^[7]。钢筋混凝土结构的材料主要包括混凝土和钢筋，混凝土是结构的主体材料，其强度等级应根据结构的要求和承载力的大小来确定。钢筋的选择应满足结构所需的承载力和延性要求，同时也要考虑施工的可操作性^[8]。材料的选择与优化对结构的性能和成本有着重要影响。在保证结构性能的前提下，应尽量选择性价比高的材料，以达到降低成本的目的^[9]。同时，合理的材料配比也能提高结构的性能，如通过优化混凝土的配合比，可以提高其抗压强度和耐久性。

表3：材料的强度等级和连接方式

材料	强度等级	连接方式
混凝土	C20-C60	浇筑、预制、装配
钢筋	HRB335、HRB400、HRB500	焊接、绑扎、机械连接
预应力钢筋	PSB700、PSB830、PSB1000	预应力锚具、张拉机具
钢绞线	1×7标准型、1×7加强型	锚具、张拉机具
钢板	Q235、Q345	焊接、螺栓连接

（四）钢筋混凝土材料的选择

混凝土是一种由水泥、砂、石和水组成的混合物。混凝土的主要性能是抗压、抗拉、抗弯、抗剪和抗冻性能，其质量直接影响着建筑结构的稳定性和安全。因此，在选择钢筋混凝土材料时，应确保其质量满足相关要求。通常情况下，选择的材料应满足以下条件：1）选择强度等级不低于C20的混凝土；2）选择最大粒径不大于40mm的石子；3）选择粒径不大于20mm的粗骨料，并确保粗骨料的含泥量不大于1%；4）选择含气量不大于8%的水泥，并确保水泥标号不低于32.5级；5）选择满足设计强度要求且稳定性好的砂浆^[10]。

（五）细部设计

1. 柱

满足轴压比要求，体现“强柱弱梁”；柱子截面形状尽可能满足建筑停车及家具布置要求；大跨度的结构，柱子截面宜选用长方柱；地上为圆柱时，地下部分应改为方柱，方便施工。

2. 剪力墙

约束边缘构件采用拉箍间隔布置；构造边缘构件除 外国大封闭箍外，其余均用拉筋，其直径采用06，且尽量隔一拉一，肢距不宜超过300。减少箍筋的用钢量，便于施工；严格按规范控制位移，剪力墙结构按1/1000控制。高层的剪力墙长度从下到上变短，从十五层开始，五层一变，每次减500长度，直到顶层为不低于1650长，且与砼强度变化错开，需满足轴压位移等各项指标；剪力墙截面高度与厚度之比为5~8，但两侧有跨高比不大于2.5的连梁或翼墙，可以不按短肢墙。

3. 梁

梁跨度 L>4M，设加立筋，三、四级框架梁采用2Φ12架立

筋：次梁箍筋采用 $\Phi 6$ ；减少梁拉通数量及直径，增加梁的支座负筋，使其不能太疏，且要人为加密。尽量减少钢筋的种类和级差（ ≤ 2 级）；标准层梁配筋宜分段，对于跨度较短，水平力作用下，内力沿竖向变化较大时，应采用列表法，细分各层“短跨”梁的配筋。梁配筋严格按包络计算结果配，梁筋允许两种直径（允许两种直径更经济，但增加复核难度及引起施工困难），悬挑梁、框支梁、传力复杂的梁可比 wpj 计算结果放大 30% 左右。主梁宽及墙厚较小时，所有次梁均梁端点铰。主梁宽及墙厚为 200 时，次梁上筋及剪力墙平面外的框架梁纵筋直径尽量用 12~16，以方便锚固。有雨篷等外挑构件处的梁要加强（可以将此处的箍筋加密、设置抗扭钢筋等措施）；搁在边梁上的连梁等，在靠边梁处的支座筋不宜过大，宜减小，从而减少对边梁的扭矩；框架梁、柱的混凝土等级宜相差一级；挑梁宜作成等截面（大挑梁外露者除外）。与挑板不同，挑梁的自重占总荷载的比例很小，做成变截面不能有效减轻自重。变截面挑梁的箍筋，每个都不一样，难以施工；挑梁出挑长度小于梁高时，应按牛腿计算或按深梁构造配筋；尽量避免长高比小于 4 的短梁，采用时箍筋应全梁加密，梁上筋通长，梁纵筋不宜过大。

4. 板

板厚按 40/L，一般取 120、140、160、180 四种尺寸或 120、150、180 三种尺寸。跨度小于 2 米的板上部钢筋不必断开，宜尽量用大跨度板和折板，适合住户改造。外露的挑檐、雨罩、挑廊应每隔 10 ~ 15 米设一 10mm 的缝，钢筋不断。配筋计算时，可考虑塑性内力重分布，将板上筋乘以 0.8~0.9 的折减系数，将板下筋乘以 1.1~1.2 的放大系数。值得注意的是，按弹性计算的双向板钢筋是板某几处的最大值，按此配筋是偏于保守的，不必再人为放大。支撑在外圈框架梁上的板负筋不宜过大，否则将对梁产生过大的附加扭矩。单向板是按塑性计算的，而双向板按弹性计算。室内轻隔墙下一般不应加粗钢筋，一是轻隔墙有可能移位，二是板整体受力，应整体提高板的配筋。较大直径钢筋不宜过紧，否则受力不均或容易开裂。屋面板的钢筋须全部拉通（宜昌地区的要求二层及两端楼面板也得双层双向）。地下室顶板采用大板结构，8.1 米柱网通常取 250 厚，满足防水和结构嵌固要求，且施工方便；面筋直径宜相同，否则支座处不好处理。楼电梯间前室处若开洞较大，可用双层双向 $\Phi 8@150$ 。

5. 基础

布置桩基承台或桩筏基础时，尽可能将桩布置在墙柱之下，这样上部荷载直接传递给桩，承台和筏板的厚度可以适当减小；当剪力墙布置间距较小或者很多墙肢不对齐的情况下，采用桩筏基础，如果选择桩基承台基础则需要设置大量的基础梁来平衡墙底的弯矩以及剪力，其纵筋和箍筋的用量也很大，且施工不便；建筑地段较好，基础埋深大于 3 米时，应建议甲方做地下室，对结构有利，既经济也实用（ $>50m$ ）；地下室底板优化（1）有条件时应做成无梁板，利用承台或独立柱基作为柱帽，通过调整尺寸来优化配筋。（2）板上、下保护层厚度及裂缝宽度不一样，当计算软件中不能分别设置这些参数时，应至少计算两次，分别取相应条件下计算的配筋。（3）板厚 $\geq 250mm$ ，就不必另设拉梁，

即使单柱单桩也设暗梁即可。（4）当底板采用梁板式时，基础梁计算应充分考虑承台的作用。特别是裂缝宽度计算时，梁取承台边处的弯矩进行控制，承台算至柱边。（5）所有构造按非抗震：箍筋不需要加密，可按 90° 弯钩，锚固、接头等一律按非抗震要求；对有条件的大地下室顶板（或大屋面）采用结构找坡，既容易保证防水质量，又能减轻荷载，对节约造价有好处，缺点是施工麻烦；筏板下部拉通筋可按 0.15% 控制，不够再附加。

6. 其它

（1）楼梯布置。尽量用板式楼梯，方便设计及施工，也较美观，板厚按 $L/28$ 。

（2）地下室外墙，墙顶不设暗梁，墙顶设加强筋，外侧竖向筋附加短筋，水平筋置于外侧。（高规 12.2.5 条建议地下室外墙分布筋间距不宜大于 150，配筋率不宜小于 0.3%）

（3）平面布置优化①建筑平面尽量规则不超限；剪力墙结构的高宽比不宜超过 6；尽量不设转换层，尤其是高位转换；高度尽量取上限（如剪力墙结构做 80m 或 100m，7 度区）；层高宜取 2.9m。②平面布置剪力墙尽量对齐。

（4）坡地抗浮：底板任何一点的水头标高取其对应的室外地坪标高。

（5）武汉 14 号文，超 100M 的超高层建筑其试桩数量不需要取 3 根，1 根即可。

三、结束语

随着我国经济社会的不断发展，人们对于建筑工程的质量要求越来越高，为了能够确保建筑工程的整体质量，就需要在施工过程中加强对建筑工程钢筋混凝土结构设计要点的分析和探讨。此外，还需要根据建筑工程实际情况合理选择构件截面尺寸，保证整个建筑工程具有一定的稳定性和安全性。

参考文献

- [1] 方小丹. DBJ/T15-92—2021《高层建筑混凝土结构技术规程》的修订依据及相关问题说明[J]. 建筑结构学报, 2021, 42(09):172-188.
- [2] 岳啸. 装配式建筑设计中的剪力墙结构设计研究[J]. 建筑技术开发, 2020, 47(17):16-18.
- [3] 杨森. 昆明某超限高层住宅结构设计[J]. 有色金属设计, 2020, 47(03):60-66.
- [4] 任振杰. 高层及多层住宅建筑设计中剪力墙的结构设计应用探讨[J]. 工程设计与设计, 2020, (17):11-12+15.
- [5] 仇新刚. 钢筋混凝土结构加固设计分析[J]. 工程设计与设计, 2020, (16):25-26.
- [6] 王浩. 钢筋混凝土高层结构设计的常见问题和处理[J]. 现代物业(中旬刊), 2020, (07):62-63.
- [7] 冯鹏. 钢筋混凝土结构抗震延性设计分析[J]. 绿色环保建材, 2020, (07):70-71.
- [8] 朱恺, 杨召波. 民用建筑设计中短肢剪力墙技术的应用[J]. 砖瓦, 2020, (07):98+100.
- [9] 任伟鑫. 建筑设计中的梁式转换层结构设计分析[J]. 智能城市, 2020, 6(12):35-36.
- [10] 王兴斌. 构造要求在钢筋混凝土结构设计中的重要性[J]. 甘肃科技纵横, 2020, 49(06):69-71.