Engineering Technology and Development, 工程技术与发展 (3)2022,4
ISSN:2661-3506 (Online) 2661-3492(Print)

浅谈建筑结构优化设计

朱　烨
北京华大通城工程设计有限公司 北京 102212

摘　要：设计阶段是对建设意图的全面和详尽的描述过程，也是经济管理的一个关键部分，是控制项目成本的重点。而随着国家建立节约型社会理念的不断深入，要想在节约建筑成本与建造高质量工程中有效统一，建筑结构优化设计起到了尤为重要的作用。优化设计要以工程经验和理论知识为依托，以规范为标尺，结合创新的手段，对优化设计过程中的材料选用、构件设计和整体结构布局、结构形式选择等因素进行分析，探讨优化设计的实现手段，以达到给定条件下的最优解。

关键词：建筑结构；设计；优化

建筑结构优化设计不仅能够在资源上节约成本的支出，还能够实现在资源的有限条件下使建筑的质量功能水平最优化，能够提高空间利用率，发挥资源的最大功效。在这个结构的优化过程中，高速发展起来的各种各样的技术工学被应用、被统一，建筑的安全性、耐久性、经济性的结构设计在优化过程中得到充分考虑。

1 建筑结构优化设计的特点

建筑设计与结构设计是建筑设计过程中两个最重要的环节，结构设计对建筑理念得以完美表达，建筑功能得以实现，起到至关重要的作用，二者存在相互协调相互制约的关系。因此，建筑结构优化设计也不是独立存在的，它是以实现整体建筑的要求为前提的一项工作。

2 优化设计的原则

建筑结构设计不仅仅包括建筑的结构本身，还包括建筑的经济效益、居住的舒适度及建筑空间的使用率等等。所以建筑结构设计需要严格按照一定的基本原则。所以基于此基础上的建筑结构优化设计需要严格按照一定的基本原则。

2.1 使不规则建筑平面布置产生规则结构效应的原则

《建筑抗震设计规范》提出，“规则”包含了对建筑的平、立面外形尺寸，抗侧力构件布置、质量分布，直至承载力分布等诸多因素的综合要求。“规则”的具体 界限，随着结构类型的不同而异，需要建筑师和结构工程师相互配合，才能设计出抗震性能良好的建筑。建筑结构优化设计需要采取相应的技术措施，比如对抗震墙布局及墙肢长短的调整，框架梁柱的布置及截面等优化，以及抗震缝的设置，使建筑达到经济性、合理性、安全性、可靠性的综合目标。

2.2 提高舒适度的原则

建筑的舒适度是建筑结构优化设计的目标之一，舒适度的优化需要从各个专业进行整体考虑。包括结构、装饰装修、电气及设备专业管线敷设，功能房间布局等。结构优化设计，从整体来讲，要结合建筑的使用功能及相关要求选择合理的结构体系及楼盖系统。而抗侧力构件的布置及尺寸，也对建筑的舒适度产生重要影响。此外，设计时还要进行楼板的舒适度验算，高层建筑在风荷载下的舒适度验算等。

2.3 保证建筑结构安全性原则

建筑结构的安全性是结构设计的重中之重，也是优化设计的前提。安全性是一个宏观概念，确定结构的安全性能标准，并进一步找到相应的结构反应参数或设计方法，才能确保设计结构的安全性。建筑结构是按一定的使用要求设计并按一定建造要求建造的，要求在其设计使用年限内都具有安全的性能，即一般情况下，结构能承受可能出现的各种作用而不发生破坏，在正常维护下具有足够的耐久性；在偶然情况下，按偶然作用的情况及结构的重要性的不同可以区别对待，比如现阶段对待地震作用的“小震不坏、中震可修、大震不倒”为其安全性能要求，或采取抗震性能化设计，对不同的构件提出相应的抗震性能要求。而随着科技的进步，结构工程师依靠程序进行结构的计算分析，工程师不能过度依赖电算结果，要有自己的主观判断，从概念设计入手，选择合理的设计方案，分析结构实际的受力状态，进行人工干预，或补充计算。这些都是保证结构安全性的主要措施，也是基于安全性的优化设计的主要切入点。

2.4 降低造价原则

这是在满足建筑结构安全性前提下的优化设计的最终目的，需要设计人员通过对建筑结构的整体概念分析，采用合理的优化设计理念和方法进行优化设计，达到有效控制造价的目的。有资料统计，与传统的设计方法进行比较，优化设计通常可达到降低工程造价5%~30%的目的。但是实际工程中存在很多外部制约因素，比如控高、用地指标等。

3 优化设计

优化设计是指一项工程设计总是要求在一定的技术和物质条件下，取得一个技术经济指标为最佳的设计方案。而结构优化设计中，其首要问题是把一个工程结构的设计问题描述成数学表达式，建立数学模型。

3.1 结构优化设计的数学描述。

设计变量、目标函数、约束条件是数学表达的三大要素。一个结构的设计方案是由若干数量来描述的，这些数量可以是构件尺寸，平面跨度，竖向的高度，或材料的力学参数等。在结构方案设定时，可预定一些参数保持不变；另外

一部分参数可在优化设计过程中加以变化，这些量叫做设计变量。目标函数，它是设计变量的函数，代表某个最重要的指标，是判断设计优劣标准的数学表达。优化设计是从多个可行设计中，以目标函数为标准，得到最优设计方案。约束条件是优化设计时，某些限制条件。它反映了有关设计规范、标准、构造要求、施工、安装等各方面要求。

3.2 多目标问题的优化方法

在许多实际建筑工程结构设计问题中，对于大量的设计方案要评价其优劣，往往要同时考虑多个目标，即期望同时有多项设计指标都达到最优值。这就需要运用多目标函数的优化。多目标优化是多准则决策的一个领域，它是涉及多个目标函数同时优化的数学问题。多目标优化已经应用于许多科学领域，包括工程、经济和物流，其中需要在两个或多个相互冲突的目标之间进行权衡的情况下作出最优决策。分别涉及两个和三个目标的多目标优化问题的例子有：工程设计中，在满足使用功能及舒适性最大化的同时又要保证造价的最小化。对于多目标优化问题，不存在同时优化每个目标的单个解决方案。在这种情况下，目标函数被说成是冲突的。设计人员从不同的角度研究多目标优化问题，从而在设置和解决多目标优化问题时存在不同的求解哲学和目标。而要达到多目标问题的优化方法最常用的是主要目标法。它需要目标函数在值上做出改进或降低其他一些目标值。

3.3 结果分析与比选。

建筑结构设计优化是为了解决在建筑结构设计中经常出现的一系列问题，所以建筑结构设计在应用时要注重对结构设计技术优化的分析，建筑结构设计不是单一方案，是根据具体的建筑情况规划的多种结构方案，对于同一个建筑方案有着不同的建筑结构方法，这就使得在选择的过程中，不断的对比研究，重在完成高质量的工程，同时减少资源的利用以及资金的节省，最大限度的降低工程造价，这就要求设计师在进行设计时，具有较高的建筑结构设计经验和设计优化水平，选择科学合理的优化设计方案。

4 优化设计相关图例分析

4.1 工程实例

实例1：XX市某学校项目，共设置36个班的完全中学，总建筑面积为49816.94平米。建筑主要分为：1#高中部综合教学楼；2#初中部综合教学楼；3#初中部综合教学楼；4#综合教学楼；5#综合教学楼；6#报告厅；7#风雨操场；8#地下车库；9#东校门；10#领操台。根据北京市关于装配式建筑的实施意见，1#楼建筑面积大于1万平米，采取钢框架-中心支撑结构体系；其余建筑建筑面积均小于5000平米，2~5#楼采用钢筋混凝土框架-抗震墙结构体系，其余采用钢筋混凝土框架结构体系。

实例2：XX市某公园文化场馆，本项目为体育文化综合体建筑，属于多层民用建筑。总建筑面积为95842平米，项目地上部分由2栋3~4层的独立建筑组成；主要分为两部分：体育健身中心和文化活动中心。地下部分为整体1~2层地下室。根据北京市关于装配式建筑的实施意见，本项目建筑面积大于1万平米，均采取钢框架结构体系；桩筏基础。

实例3：XX市某学校项目，共建24个班的完全小学，项目总建筑面积为2.23万平米。主要功能为教学用房、办公及管理用房、生活服务用房等。项目整体分为A、B、C区，根据北京市关于装配式建筑的实施意见，A区建筑面积大于1万平米，采取钢框架结构体系；B、C区建筑面积均小于5000平米，采用钢筋混凝土框架结构体系。各单体之间连桥连接。A区无地下室，基础采用柱下条形基础，CFG桩复合处理地基。B区C区为一层大底盘地下室，局部地下二层，基础采用平板式筏形基础。此项目施工图设计初期发现，对于无地下室且进行地基处理的A区，基础埋深2.9米，考虑垫层及褥垫层厚度，土方开挖深度超过3米，且房心部分均设置了CFG桩；考虑到条形基础整体刚度较好，协调变形能力较强，且该区域对地基承载力要求并不高。综合考虑建议调整埋深，取消房心处GFC桩，降低对CFG桩复合地基承载力的要求，并优化基础宽度。

4.2 前期参与

在现代化房屋建筑的设计过程中，采用优化设计能够提升建筑自身的设计功能及科学合理性，保障建筑的安全可靠度。设计优化的两种作业模式为过程优化与结果优化。过程优化从规划方案开始介入，设计过程全程参与。而结果优化则从施工图阶段开始介入，介入时间越晚，阻力越大，优化空间约有限。在优化效果的对比上，过程优化的优化额占可优化造价比例的75~85%，而结果优化仅占15~25%。这体现了优化介入时间的重要性。从工程实例中也能够体现出这一点。

5 结束语

资料表明，建筑活动对人类自然资源和环境影响最大，占用人类所使用自然资源40%，资源40%，产生的垃圾也是40%，因此，在建筑领域，对人类实现可持续发展有着极其重要的作用。而我国优化设计工作方兴未艾，大有可为，它符合可持续发展的重要策略，它是我国建设方针的体现，是科学发展观在建筑行业中的落实。优化设计工作在私企、民企中已得到广泛应用，而随着国家的重视，职能部门对建设投资的把控，为使得资源的消耗与产出达到平衡。优化设计在财政支出项目中也将迎来很好的发展前景。

参考文献：

[1]中华人民共和国国家标准建筑抗震设计规范(2016年版)[S].北京:中国建筑工业出版社，2016，(02):62-67.

[2]姜桂荣.刍议如何在建筑结构设计中提高建筑的安全性[J].科技创新与应用，2014(03):212.219.

[3]陈明.关于建筑结构设计中抗震结构设计问题及策略研究[J].建筑与装饰，2017(52):11-15.