

建筑结构优化设计的应用分析

林家豪

广东省建筑设计研究院有限公司

摘要：近年来，随着社会经济的不断发展，建筑行业迎来了新的高潮。为进一步适应整体市场的趋势，加强建筑结构的优化设计是行业的大趋势。基于此，本文对结构优化设计展开分析，并以此为基础围绕前期应用、细节优化、计算手段和概念设计等角度对相关方面的具体应用加以分析。

关键词：房屋建筑；结构设计；优化技术

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2021.21.143

引言

现代城市结合当地人文文化、历史底蕴和城市发展状况，诞生出拥有复杂综合功能和不规则外形的建筑，既满足业主的现实需求^[1]，也作为城市名片向外界展示。传统单一的结构设计，带着有着保守和经济性差的标签，无法满足当下的建筑发展。当前环境下，结构设计优化能很好的弥补这方面的劣势，着眼于经济性与安全性的协调平衡，既保证结构足够的安全度，又满足建筑功能和社会价值的要求。

一、优化设计定义

建筑结构优化设计是在保证结构安全可靠的基础上，从结构整体布置到单个构件计算的设计环节中，取得工程材料用量的最优解，去除“多余”的材料或使结构材料得到最高效利用的过程。设计人员必须在方案阶段介入，提前预判结构形式的难点和关键点，在之后的工作中做好专项分析，把握解决复杂问题的大方向，利用先进的优化手段和相关经验对结构做出合理的“简化”。

二、优化设计运用

如何利用有限的社会资源建造出合理的结构，就必须进行有效的优化设计，精确把握“合理”的程度，是优化设计的核心内容。合理的优化设计主要体现在合理的成本控制，正确的概念设计、高效的设计手段和有效的细节优化。保证优化设计流程落实贯穿于设计的全过程当中，由方案阶段、初步设计阶段、施工图阶段到后期服务阶段，根据不同阶段的工作重点，制定优化工作的方向，保证结构得到全方位的优化处理。

总体来看，结构设计优化涉及很多层面，方案阶段应该关注整体指标、高宽比、整体造价等；初步设计过程应关注结构形式和基础形式的合理性和经济性；施工图阶段应关注构件的配筋量和钢结构用量。

三、设计优化在建筑结构的具体应用表现

（一）前期应用

结构设计优化需要在施工图完成前进行，否则在施

工过程中再进行修改不仅影响工期，还可能增加成本，得不偿失。在方案和初步设计阶段，结构专业应该尽早参与制定建筑方案，首先关注的是高层建筑的核心筒形状及面积和结构的总高度，两者均对结构的整体刚度产生关键影响，还有建筑所处地域情况和周边环境判断风荷载和地震作用的影响程度，提前告知甲方和建筑专业，项目成本控制应着重关注的部分。

然后对比多种结构布置，例如型钢柱、叠合柱及普通钢筋混凝土柱等方案，选择出安全性与经济性统一协调的方案；紧接是结构基础的布置选型，对比桩基础、桩筏基础、筏板基础以及复合地基基础等等的基础形式做充分的横向对比，在经济性、可靠性及可实施性之间找到平衡点。

需要注意的是，地质情况的复杂程度远大于上部结构，特别是岩溶和软土地区，给基础施工带来了许多不确定性因素，这些因素需要在设计过程中充分考虑并做好相应措施。在设计时，必须仔细阅读勘察报告，重点查看土层承载力、侧摩阻力、端阻力、压缩系数、抗浮水位、地下特殊地质情况说明等等。对有异议的地方应及时提出并做好记录，因为设计单位有义务对勘察报告提出质疑，因勘察报告取值不当导致安全事故或者经济性问题，设计单位也负有相应责任。

（二）造价控制

在工程造价上，结构优化应做好项目总成本造价控制。通常情况下，设计阶段会对工程总造价产生50%~70%的影响，因此优化设计通常着眼于降低成本。但其实可以通过提高建筑的利用效率，间接达到降本目的。例如，房屋建筑的经济效益与建筑可利用面积有直接的联系，随着楼层的增加，可利用面积及可售面积得到增加，但建筑总体高度也随之增加而对结构产生不利影响，此时通过采用楼层组合梁、空心楼板、地下室采用无梁楼盖等结构优化的方式减少楼层高度，在建筑总高度及楼层净高不变的情况下，通过增加层数能产生更多的效益。这些优化工作，在设计时应根据当地“人机材”询价结果，作出项目的分部分项成本造价，与其他工程的概预算数据做横向对比，获得较为真实客观的项目总成本，为最终的设计方案提供参考。

（三）细节优化

结构细节优化主要体现在施工图阶段的构件设计中，例如钢筋混凝土梁受弯承载力计算应考虑受压钢筋作用，有效减少梁高；框架梁支座超配的纵向钢筋，可适当调整到梁跨中底筋，利于保证强柱弱梁设计、安全性及经济性；当普通钢筋混凝土构件无法满足设计要求

时,可考虑采用型钢或者预应力构件方案,这些“技巧”都是基于对结构概念和规范的熟悉而做出的措施。由此可见,细节优化通常处于优化设计的末端,问题零碎,工作量大,要求前期的优化方向是正确有效,同时设计方案必须稳定,否则会因反复修改导致大量重复且无效的劳动。

(四) 计算手段

随着科学技术水平的提高,更加先进的计算手段开始进入建筑工程领域,这些技术显著地提高整体过程的效率,还可以提升计算环节的精准度。例如数字化建模及BIM技术,大幅提高建模效率,通过与主流结构计算软件的对接转换成满足假定的结构计算模型,能对各种结构进行计算分析,最终整理出详细的计算报告。另外,部分规范规定的设计内容只提供概念性的计算方法,却没提供具体的计算公式,随着越来越多的计算软件开发运用将填补这一片的空白,例如SAUSAGE软件就能很好的执行规范计算假定和现实条件进行弹塑性分析,并且不断提高计算速度,节省了弹塑性分析的计算时间。这些先进的计算手段,大大提高了结构优化设计的效率以及对合理程度的把握,利用计算结果验证概念设计的合理性和有效性。

与此同时,借助BIM技术应用对建筑、结构、设备、幕墙以及其他设计专业进行综合建模,利用三维视图的直观性和系统修改的便捷性,在施工图阶段就能快速理顺各种部件的空间关系。例如,利用BIM的管线综合设计的强大功能进行设备管线、建筑功能和结构空间的碰撞检查,有效减少后期因碰撞或净高不足而导致的返工与成本浪费^[3]。

更加前沿的有个别公司开始研发自动计算平台,将公司过往的设计资料输入到平台数据库中,利用人工智能自动学习,在项目设计时输入简单的设计条件,平台就能根据过往的学习成果和数据库中的工程经验,筛选出满足条件的结构形式,同时还能自动进行不同结构形式的横向对比。使计算的高效性和准确性达到新高度,使结构设计摆脱了设计人员的主观性束缚,更客观,更准确的反应结构实际性能。

这些先进的设计手段,无论是已经落实运用还是在研究阶段,都对结构优化设计产生重要影响。设计人员应该积极运用这些手段,了解前沿研究领域,时刻保持先进的计算理念,才能做出合理的结构优化。

(五) 概念设计

结构优化的基础是概念设计,正确的概念能引出正确的优化方向,而不是盲目地处理细枝末梢导致效率低下,而且还把握不住关键点,导致优化效果不如人意。

例如上部结构的总高度及高宽比越大,结构总体刚度越小,带来变形大、横向风震效应和舒适度问题,为满足规范要求,就需要提高结构刚度,采用加强层、增加框架柱截面、核心筒面积或者增加支撑等措施,但

代价也是显而易见的,增加了结构复杂程度和成本,最终是采用加强层或者增加墙柱截面的方案,这些选择都需要结构设计有清晰的设计概念,以便应对各种各样的情况。再例如,核心筒的建造速度比框架部分快,在施工时因为沉降差和封顶的时间差导致结构产生应力重分布,结构设计需要提前与施工单位配合采取相应措施避免沉降差和减少应力重分布不利影响。由此可见,结构设计的过程中,概念设计能很好解决关键问题,需要设计人员有扎实的基本功。

随着建筑市场的不断发展,原有的结构设计概念已经不能满足现下建筑的复杂性,迫使结构设计进行创新和革命。这样的创新带来更多满足建筑“天马行空”的想象的实现手段,但也让结构面临了一系列难题。相关设计人员应重点掌握概念设计,并借助概念设计提出相应的解决方案,在保证结构设计合理性与可行性的基础上完成最终方案。例如结构在 seismic 高烈度地区为了满足性能要求而采用很大的截面,导致不经济和建筑空间受到挤压,若采用消能减震的概念,削弱地震作用,一定程度上减少了结构构件的尺寸又能提高抗震性能,避免传统概念的“硬扛”思维。最近国内不少建筑采用阻尼器、减震支座结合计算机辅助校正等手段,解决了传统设计无法解决的问题,使结构设计更加贴合时代发展。这不仅验证了概念设计的作用,还提供了解决难题的思路。

(六) 综合管理

结构优化设计需要设计人员具备广阔的知识储备,对技术以外的领域有正确的基本概念,例如对施工方案的熟悉、对“人机材”的市场价格敏感度、先进的施工工艺等等。例如装配式建筑的推广,工厂的标准化加工与现代建筑不规则的外形设计有着难以协调的矛盾,设计人员如何有效合理地结合运用,既满足装配式工艺指标,又达到建筑效果和经济效益。这些思路和管理方法都需要有强大的、丰富的知识面,拥有很好的综合管理能力。

结语

综上所述,结构优化设计是以结构设计技术为基础,结合施工、造价等领域知识的综合性较强的设计环节。设计人员应提高重视,才能保证结构设计满足业主需求和社会需求,才能很好应对未来不断变化的建筑业需求。

参考文献

- [1]陈会友.房屋建筑结构设计优化技术应用探讨[J].房地产世界,2021(13):44-46.
- [2]王健宝.房屋建筑结构设计优化技术的应用[J].建筑技术开发,2021,48(02):1-2.
- [3]陶荣杰,李景.房屋建筑结构设计优化技术应用研究[J].住宅与房地产,2019(19):152.

作者简介:林家豪,1990出生,男,汉,广东佛山,大学本科,中级工程师。