

# 概念设计在建筑结构设计中的应用

文 / 徐鑫 江西省萍乡市建筑设计院有限责任公司

**摘要：**伴随着建筑设计理念的发展，概念设计对建筑结构设计的影响也越来越突出。概念设计不但是建筑设计的出发点，更是贯穿于设计全过程中最核心的一环。文章首先对概念设计基本概念进行论述，其次概念设计对建筑结构形式，结构选型，材料运用以及施工工艺的作用进行分析，论证概念设计是如何给建筑结构提供创新的解决方案的。  
**关键词：**概念设计；建筑结构；结构创新

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.07.102

## 引言

在建筑结构设计中的概念设计，意味着设计师在项目的初期阶段，通过对建筑物功能、空间布局、材料、施工技术以及环境因素的综合分析，提出一个整体的、初步的结构设计方案。这一阶段的主要目的是解决结构的基本框架和核心构思，它为后续的详细设计和工程实施奠定了基础。概念设计的质量直接影响到建筑的整体性能，良好的概念设计能够确保建筑结构的创新性、科学性和可行性，同时也能提高项目的效率，缩短建设周期，降低成本，实现建筑项目的高质量交付。

但概念设计是发展的，要在总结工程建设实践和理论分析的基础上，不断完善工程抗震设计计算方法、体系构造和抗震构造措施，充实概念设计的内涵。如今，越来越多（结构）工程师，依赖软件做设计。甚至有些（结构）工程师的结构概念很差，却也做了很多项目设计。结构概念设计不一定需要严密精确的数据运算，可以结合经验，对各种变量综合考虑后，进行建筑结构选型和总体结构布置。建筑结构的“概念设计”，绝非毫无逻辑的混乱主义，丰富的经验形成的“直觉”，其效果很可能超过复杂计算带来的成果。

### 一、概念设计的重要性

#### （一）概念设计在建筑结构设计中的作用和意义

概念设计对建筑结构设计起着关键作用，结构师通过概念设计可以有效发现建筑设计过程中可能存在的问题，预先避免技术难点、优化资源配置与施工流程、缩短后期建造费用与时间。其在建筑结构稳定性，安全性，抗震性能、经济性以及美观性等方面起着主导作用。总结历次大地震的灾害和抗震设计经验，人们发现工程抗震设计除了需要进行有效的计算外，还需要进行概念设计，从概念上对工程设计进行总体把握，合理确定结构体系及结构布置，正确选择设计计算方法和计算参数，理性分析设计计算结果，结合工程实际有针对性地提出行之有效的构造措施，兼顾非结构因素，确保施工质量。概念设计的提出，改变了单纯依靠计算进行设计的传统，是设计方法的一次跃升。

#### （二）概念设计对于确定整体建筑结构关键性作用

概念设计阶段设计师需综合考虑建筑功能需求，环境条件，技术可行性与经济性等诸多因素。现阶段，设计师们通过对模型的建立与分析来保证结构系统既能满足建筑功能需求又能达到安全规范的目的，从而达到控制成本，提高施工效率的目的。概念设计既是一项技术性的工作，也是创新建筑结构设计的关键，它决定着建筑的最终安全性，耐用性以及经济性。

## 二、结构措施的选择与优化

#### （一）在概念设计阶段确定的建筑结构特点

概念设计阶段的建筑结构，其特性通常是由建筑物的功能需求，使用环境，施工条件和经济成本进行综合分析来决定，这些特征直接关系到建筑的后续设计和建设方向。一，问题的提出在概念设计阶段，结构形式是决定设计的一个关键因素，如对高层建筑来说，一般都选用框架-剪力墙结构或者核心筒结构，这些结构形式对于增强建筑的抗震性，抗风性能和空间利用率等都有着明显的优势。在某些特定的环境条件下，例如地震频繁发生的区域，概念设计阶段会特别强调抗震设计的重要性，并会选用更高强度的建筑材料或特殊结构，例如钢筋混凝土框架或型钢混凝土结构，以确保建筑物的整体安全性。数据显示，大约60%的高层建筑选择了框架与剪力墙的结合方式，这有助于更好地分散荷载并提高其抗震能力。与此同时，概念设计阶段对结构材料选择起着决定性的影响，例如对大跨度的建筑来说，为了增加建筑的轻便性与灵活性，通常会选择钢结构，但对节能环保有更高要求的工程，可能会选用隔热性能好的预制混凝土结构。概念设计还要兼顾其耐久性，施工工艺及费用等，初步方案充分考虑了施工难度及经济性等因素，确保结构设计可行。

#### （二）选择结构措施时需考虑的因素

建筑的使用功能为主要考量因素，如住宅，办公楼以及商业综合体等都有不同的结构需求，住宅建筑一般都需要有很高的隔音性能，但商业建筑更加强调大开间的空间灵活性，大开间对建筑的结构选择有着直接的影

响。从功能需求出发,建筑所处地理环境和气候条件对结构措施同样起着关键的决定作用,对于地震频繁发生区或者风力较强区,一般要求选用抗震、抗风能力强的框架-剪力墙或核心筒等结构系统来确保建筑物稳定安全。另外,结构材料选用还对建筑成本及施工周期有直接的影响,钢结构适合大跨度施工,强度高,自重小,施工速度快,但是它造价相对较贵,而混凝土结构适合常规建筑使用,造价低廉,施工周期长,而且更适宜承受更大荷载。环境因素与节能要求亦日益成为结构措施选择的重要基础,绿色建筑标准中需要使用节能型材料与结构,例如预制混凝土结构、保温性能更好的外墙系统等,以此来降低建筑能耗。最后,结构设计是否经济也是个关键考量,在选取结构时需权衡材料成本,施工复杂度和后期维护费用等,在保证结构可靠的前提下,尽可能地降低建筑的总体成本。

### (三) 薄弱环节的审核与判定

力流的传递过程应“物尽其用”,提高材料的利用效率。比如混凝土抗压强度远远大于抗拉强度,应尽量让混凝土构件受压,而不是受拉,受弯。当结构受到弯矩时,弯矩的本质也是拉压应力,拉应力材料的利用率不高。拱的效率高于梁(比普通梁构件多了轴力),桁架结构效率高于实体结构也体现着以上观点。

薄弱环节一般是指在设计时可能出现结构漏洞,承载能力不足或者功能不相适应等问题。首先,结构荷载的计算与分析是判断薄弱环节的关键,按照《建筑结构荷载规范》中对建筑物安全性的要求,要综合考虑荷载长期和偶然两种情况,设计阶段对这些荷载估算误差有可能对结构稳定性产生影响。二是地质条件及土壤力学性质又是薄弱环节产生的主要根源,特别是软土地基或者不均匀地基中,可能存在着结构不均匀沉降或者倾斜等危险,所以,概念设计阶段需充分考虑土的承载力问题,开展地质勘探,结合实际选择适宜的基础类型。比如在松软地基中,为了保证建筑物的稳定,就可能要用到桩基或者深基础。再者抗震设计也是评判薄弱环节的一个重要方面,特别是地震多发区概念设计阶段需开展抗震评估及结构刚度校验以保证地震荷载作用下建筑物的稳定。按照《建筑抗震设计规范》,抗震性能较好的建筑物需要在概念设计阶段考虑采取抗震措施如增设剪力墙,钢支撑等以增强结构刚度与韧性。另外,选材是考察薄弱环节的一个重要内容,钢筋混凝土等一些材料抗压性能良好,但是抗拉强度方面可能会有欠缺,所以有必要在概念设计阶段就对材料性能做出综合评价,以保证结构安全。最后,施工技术与工艺又是薄弱环节潜在的源头,结构复杂形态或者非常规材料选择都会给施工过程造

成不应有的难度与危险,所以,建设的可行性还要在概念设计阶段就做出初步判断,以免在后期建设中产生问题。

### (四) 针对概念设计的常见结构措施

在低层建筑中,通常采用的结构形式有砖混结构、钢筋混凝土框架结构等,前一种结构适合轻型建筑使用,抗压性能更好,施工周期短;后者被广泛用于多层建筑中,特别是当荷载比较大时,它具有优越的结构强度及抗震性能,能有效地应对较大水平荷载。另外,对高层建筑来说,一般采用钢结构或者钢筋混凝土框架-剪力墙结构。由于钢结构具有轻质、高强度和快速施工的特点,它经常被应用于大跨度和高层建筑中,而框架-剪力墙结构则能提供良好的抗震和抗风性能,尤其是在高度超过50米的建筑中更为常见。在商场,办公楼和其他具有复杂功能的建筑物中常使用核心筒结构或者钢筋混凝土框架与核心筒结构相结合的结构体系,该结构体系能有效分担荷载,提高了建筑抗震性,空间灵活性强,尤其适合大空间,大开间建筑形式。随着建筑技术的进步,除了传统的建筑方式外,预应力混凝土结构、预制混凝土结构和超高性能混凝土(UHPC)等创新的建筑方法也开始被用于满足某些特定建筑需求,这些构造既可改善建筑物耐久性又可明显缩短施工周期。比如说,装配式建筑结构的广泛应用已经将部分项目施工周期缩减了大约30%,同时也有效地减少了施工过程中的材料浪费。

确保结构的整体性:各构件之间的连接必须可靠,应符合下列基本的要求:1) 构件节点的承载力不应低于其连接构件的承载力,当构件屈服、刚度退化时,节点应保持承载力和刚度不变。

2) 预埋件的锚固承载力不应低于连接件的承载力。  
3) 装配式的连接应保证结构的整体性,各抗侧力构件必须有可靠的措施以确保空间协同工作。  
4) 结构应具有连续性,注重施工质量,避免施工不当使结构的连续性遭到削弱甚至破坏。  
5) 四强四弱:①强柱弱梁;②强剪弱弯;③强节点弱构件;④强压弱拉。

### (五) 抗震的概念设计

建筑结构抗震设计包含了两个设计范畴,即概念设计和参数设计。建筑结构抗震概念设计主要针对地震的不确定性和有限元分析的近似性,从概念上,特别是从结构总体上考虑抗震的工程决策;建筑结构的参数设计主要是采用二阶段的抗震设计方法(地震作用计算、构件强度验算和结构变形验算等)实现三水准的抗震设防要求。两者是相辅相成的。一个好的抗震设计,必须重视抗震概念设计,灵活而又合理地运用抗震设计理念,才能不致陷入盲目的计算工作。

结构应具有多道抗震防线：尽可能设置多道抗震防线。地震有一定的持续时间，而且可能多次往复作用，根据地震后倒塌的建筑物分析研究，地震的往复作用使结构遭到严重破坏，而最后倒塌则是结构因破坏而丧失了承受重力荷载的能力。适当处理构件的强弱关系，使其形成多道防线，是增强结构抗震能力的重要措施之一。比如框架结构，框架就成为唯一的抗侧力构件，那么采用“强柱弱梁”型延性框架，在水平地震作用下，梁的屈服先于柱

的屈服，就可以做到利用梁的变形消耗地震能量，使框架柱退居到第二道防线的位置。框架剪力墙结构，剪力墙作为第一道防线，框架作为第二道防线等。好的结构具备必要的强度和良好延性及多道设防原则，建筑结构的抗震性能是由多个指标决定的。通常将建筑的强度、刚度以及延性，作为衡量结构抗震能力的指标。各类结构体系的耗能机制各有不同，选择对应的结构体系结合相应的建筑功能，是结构工程师需要掌握的必备技能。

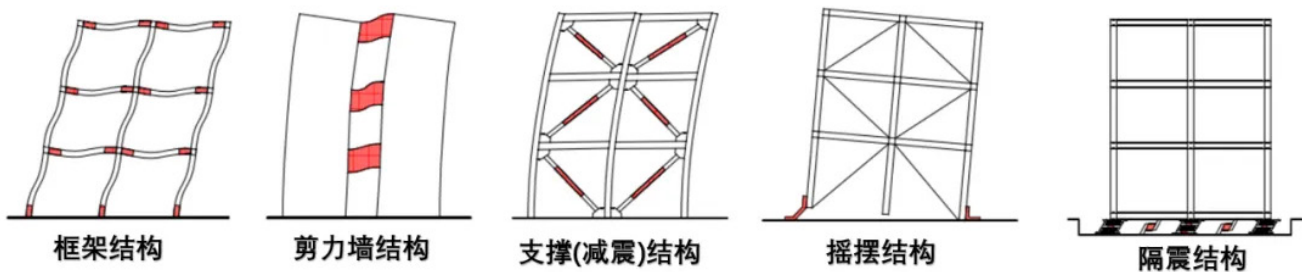


图1 各类结构耗能机制

### 三、跨专业间协同合作与创新

#### (一) 概念设计的跨专业间协同合作

各个专业的有效配合能够保证建筑设计的整体性与系统性，使设计方案得到最大限度的优化，避免在后期因专业交流不畅而出现返工或者资源浪费等问题。概念设计阶段建筑师一般负责建筑物外观，空间布局及功能需求，结构设计师重点关注建筑物承载力，稳定性及抗震性技术要求。二者的密切合作能够满足建筑师对空间需求与美学要求而又不损害结构安全性。另外，机电设备工程师的介入对该阶段至关重要，特别要考虑到空调，电力和消防的布置，一定要保证这些系统和建筑结构有机结合，以免后期出现空间上的矛盾。比如机电设备安装空间需事先进行规划才能保证管道，设备与结构构件的和谐配合，避免施工技术难题的发生。

#### (二) 实现创新的建筑结构设计方案

概念设计阶段创新建筑结构设计方案的实现不仅仅取决于科技的发展，更重要的是设计师创造力和跨学科协作深度结合的体现。创新建筑结构设计方案，一般表现为结构形式，材料选择，施工方法等方面有所突破。例如，在建筑需求日益多元化和环保建筑观念逐渐流行的背景下，越来越多的工程项目开始使用轻质和高强度的创新型材料，例如超高性能混凝土（UHPC）、诸如碳纤维复合材料和自愈混凝土这样的新型材料，不仅增强了建筑物的承重能力，还有效地延长了其使用寿命。除材料创新外，结构形式上的创新同样是概念设计的一个重要组成部分。在最近的几年中，像网格结构和膜结构这样的大跨度轻质和空间结构设计，在展览馆、体育场所等建筑项目中得到了广泛的应用。这些结构形式在

营造空旷室内空间的同时也降低了建筑自重及材料消耗。以北京鸟巢体育馆为例，其钢网结构以其空间效率高、抗震性能优良等特点成为当代建筑结构创新中具有代表性的一种。

#### 结语

概念设计在建筑结构设计中的应用是建筑项目成功的关键环节之一，具有至关重要的战略意义。随着现代建筑对可持续性和环保的需求不断增加，概念设计阶段的创新性思维尤为重要。它不仅需要满足建筑的基本使用需求，还应通过合理的结构形式、材料选择和节能设计，提升建筑物的绿色性能和经济效益。总的来说，概念设计的质量直接决定了建筑结构设计成功与否，只有在这一阶段进行充分的论证，才能为后期的项目实施打下坚实的基础，确保建筑项目的整体质量和长远发展。创新结构设计在促进建筑技术发展的同时，也增强建筑物功能性和环境适应性。

#### 参考文献

[1] 陈默子，郭程昕. 隔震减震控制技术在复杂高层建筑结构设计中的应用 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2024, (35): 178-180.

[2] 段丽军. 老旧房屋建筑结构加固设计及施工技术 [J]. 砖瓦, 2024, (12): 148-150+153.

[3] 徐同生. 高层混凝土建筑抗震结构设计分析 [J]. 中华建设, 2024, (12): 91-93.

[4] 武鹏. 试论如何在建筑结构设计提高建筑的安全性 [J]. 中国住宅设施, 2024, (11): 10-12.

[5] 张曙星. 物流建筑设计的技术要点探究 [J]. 产品可靠性报告, 2024, (11): 117-118.