

# 建筑结构设计中的风荷载作用与抗风设计方法研究

文 / 黄耀 湖北省电力规划设计研究院有限公司

**摘要：**风荷载是建筑结构设计中的重要考虑因素，其作用与影响直接关系到建筑的安全性和耐久性。本文首先探讨了风荷载的基本概念、计算方法、对建筑结构的影响及其分布特征。接着，深入分析了抗风设计方法，包括结构布置与构造、刚度设计、强度设计和稳定性设计。通过合理的结构设计和构造措施，可以有效提高建筑物的抗风能力，确保其在风荷载作用下的安全性与稳定性。本文为建筑结构设计中的风荷载作用与抗风设计提供了理论依据和实践指导。

**关键词：**风荷载；建筑结构；抗风设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.12.099

## 引言

随着城市化进程的加快，高层建筑和复杂结构形式不断涌现，风荷载对建筑结构的影响日益显著。风荷载不仅影响建筑物的正常使用，还可能对结构安全构成威胁。因此，在建筑结构设计中，准确评估风荷载的作用并采取有效的抗风措施至关重要。本文旨在系统地探讨风荷载的基本概念、计算方法及其对建筑结构的影响，并深入分析抗风设计方法。通过对结构布置、刚度、强度和稳定性的综合考虑，提出合理的抗风设计方案，以提高建筑物的整体抗风性能。这对于保障建筑物的安全性和耐久性具有重要意义。

### 一、建筑结构设计中的风荷载作用

#### （一）风荷载的基本概念

风荷载是指风对建筑物表面所产生的压力或吸力，是建筑结构设计中的重要可变荷载之一。风是一种随机的自然现象，其特性受多种因素影响，如地理环境、地形地貌、气候条件等。当风遇到建筑物时，会因建筑物的阻挡而改变流动方向和速度，从而在建筑物表面形成不同的压力分布。在迎风面，风被建筑物阻挡，流速减小，压力升高，形成正风压；而在背风面、侧面以及建筑物的顶部，由于气流的分离和漩涡的形成，会产生低于大气压的负压，即吸力。风荷载的大小不仅与风速有关，还与建筑物的体型、高度、表面粗糙度以及风的动力特性等密切相关。对于高耸结构、超高层建筑以及大跨度结构等，风荷载往往成为控制结构设计的主要荷载之一。准确理解和把握风荷载的基本概念，是合理进行建筑结构抗风设计，确保建筑物在风作用下安全可靠的基础。它涉及空气动力学、结构动力学等多学科知识，随着建筑高度的不断增加和结构形式的日益复杂，对风荷载基本概念的研究和精确认知显得愈发重要。

#### （二）风荷载的计算方法

风荷载的计算需综合考虑多个因素，以准确评估风对建筑结构的作用。目前常用的计算方法基于《建筑结构荷载规范》等相关标准。基本步骤为首先确定基本风压，它是以当地比较空旷平坦地面上离地10m高统计所得的50年一遇10min平均最大风速为标准，按公式计算得出，

其中为空气密度，为基本风速。接着要考虑风压高度变化系数，它反映了不同高度处风速受地面粗糙度影响的差异，随高度增加而增大，规范根据不同地面粗糙度类别给出相应的系数值。体型系数则与建筑物的形状有关，不同形状的建筑，风作用下表面压力分布不同，如矩形建筑迎风面体型系数一般取0.8，背风面为-0.5等。对于高层建筑和高耸结构，还需考虑风振系数，这是由于风的脉动特性会使结构产生动力响应，风振系数通过计算结构的自振周期、脉动风荷载的动力特性等确定。通过基本风压、风压高度变化系数、体型系数以及风振系数的乘积，即可计算出作用在建筑物某一高度处单位面积上的风荷载标准值。

#### （三）风荷载对建筑结构的影响

风荷载对建筑结构的影响是多方面且至关重要的。在水平方向上，风荷载会产生较大的侧向力，使建筑结构产生水平位移和侧倾。对于高层建筑而言，过大的水平位移可能导致非结构构件如填充墙、玻璃幕墙等的损坏，影响建筑物的正常使用功能，同时也会给使用者带来不安全感。而且，侧向力会在结构构件中引起弯矩、剪力和轴力，这些内力的分布和大小直接影响结构构件的设计尺寸和配筋。例如，框架结构中的梁、柱在风荷载作用下需承受较大的弯矩和剪力，设计时需保证其具有足够的强度和刚度。对于高耸结构，如烟囱、塔架等，风荷载产生的弯矩可能使结构底部出现较大的拉应力，若超过材料的抗拉强度，会导致结构开裂甚至破坏。风荷载的动力特性还可能引发结构的风振响应，当风的脉动频率与结构的自振频率接近时，会产生共振现象，使结构的振动幅度急剧增大，对结构的安全性构成严重威胁。此外，风荷载在建筑物表面形成的压力差，可能导致屋顶被掀起、门窗玻璃破碎等情况。

#### （四）风荷载的分布特征

风荷载在建筑物表面的分布呈现出复杂的特征。从高度方向看，由于风速随高度增加而增大，风压高度变化系数也随之增大，使得风荷载标准值沿建筑物高度逐渐增大。在靠近地面处，风速受地面摩擦力影响较大，风荷载相对较小；而在建筑物顶部，风速大且气流较为

紊乱，风荷载往往显著增大。从建筑物的表面位置来看，迎风面通常承受正风压，压力分布相对较为均匀，但在墙角和边缘区域，由于气流的绕流作用，会出现局部压力集中现象，导致这些部位的风荷载较大。背风面则主要承受负压，即吸力，其负压分布较为复杂，在靠近屋顶和墙角部位吸力较大，中间区域相对较小。侧面同样承受负压，其分布情况与建筑物的长宽比、建筑体型等因素有关。对于圆形截面的建筑，如冷却塔等，风荷载的分布与矩形建筑有较大差异，其表面风压分布呈非线性变化，在迎风面两侧会出现较大的负压区。此外，风荷载的分布还受到周围环境的影响，如邻近建筑物的存在可能改变气流的流动方向和速度，进而影响风荷载在本建筑表面的分布。

## 二、建筑结构中的抗风设计方法

### (一) 结构布置与构造

在建筑结构的抗风设计中，合理的结构布置与构造是提高结构抗风能力的基础。从整体布局来看，应尽量使建筑结构的平面和竖向形状规则、对称。规则的平面

形状，如方形、矩形等，能使风荷载作用下结构的受力较为均匀，避免因平面不规则导致的应力集中现象。例如，当建筑平面存在凹角或狭长的翼缘时，在风荷载作用下，这些部位易产生较大的内力和变形。竖向布置上，应保证结构的刚度和质量沿高度均匀分布，避免出现刚度突变层或薄弱层。例如，底部抽柱形成大空间的结构形式，需特别注意转换层上下刚度的协调，否则在风荷载作用下，转换层附近易发生较大的变形和破坏。在结构构件的布置方面，应合理设置抗侧力构件。框架结构中，可适当增加柱的数量和合理布置框架梁，以增强结构的抗侧力能力。剪力墙结构中，剪力墙的布置要均匀且对称，避免因剪力墙分布不均导致结构扭转。对于高层建筑，核心筒结构是一种有效的抗风结构形式，将电梯井、楼梯间等功能空间设置在核心筒内，利用其封闭的墙体提供强大的抗侧力刚度。构造措施同样关键。构件之间的连接应保证足够的强度和延性，如梁柱节点的设计，需通过合理的配筋和节点构造，确保在风荷载作用下节点能有效传递内力，避免节点先于构件破坏。

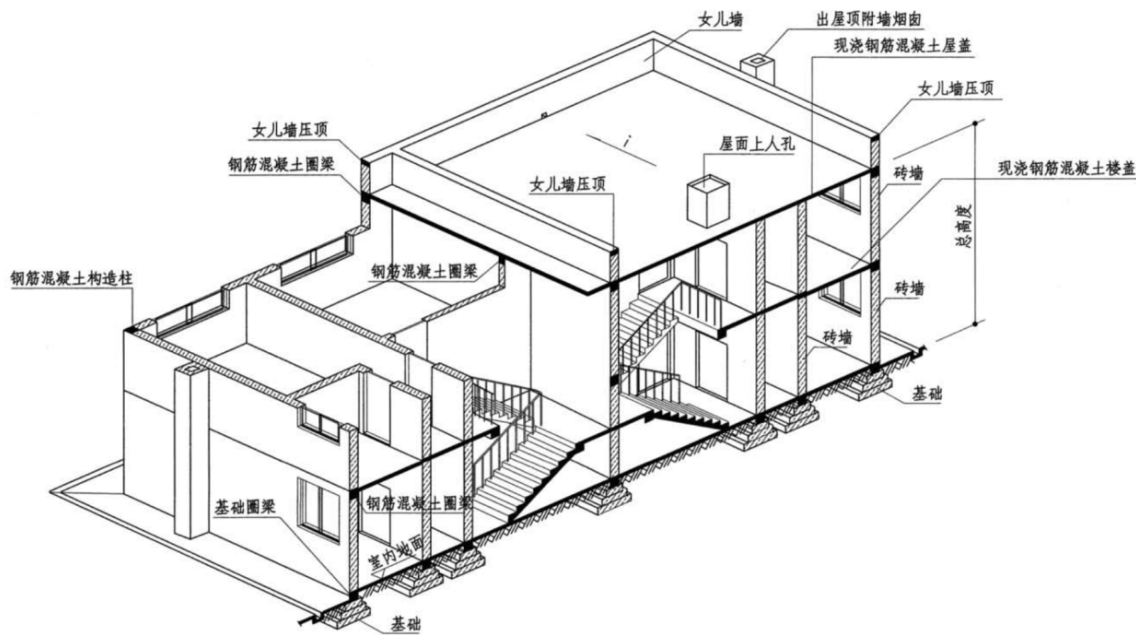


图 1：结构布置与构造图

### (二) 刚度设计

刚度设计在建筑结构抗风设计中占据核心地位，它直接关系到结构在风荷载作用下的变形控制以及整体稳定性。风荷载作为一种侧向力，会使建筑结构产生水平位移。如果结构刚度不足，过大的水平位移不仅会影响建筑物的正常使用，如导致墙体开裂、门窗变形无法正常开启关闭等，还可能引发结构的二阶效应，进一步增大结构内力，危及结构安全。在刚度设计时，首先要根据建筑的高度、体型以及所处地区的风荷载大小等因素，合理确定结构的侧向刚度。对于高层建筑，常采用增大结构构件的截面尺寸、增加抗侧力构件数量等方式来提

高结构刚度。例如，在框架-剪力墙结构中，适当增加剪力墙的长度和厚度，可显著提高结构的侧向刚度。同时，应合理分布抗侧力构件，使结构在各个方向上具有相近的刚度，避免因刚度偏心导致结构在风荷载作用下产生扭转。在进行刚度计算时，需考虑结构的整体受力特性。例如，采用有限元分析软件对结构进行整体建模，精确计算结构在风荷载作用下的位移和内力分布。对于复杂体型的建筑，如曲面建筑、带有大悬挑的建筑等，更要细致分析其风荷载作用下的力学性能，通过优化结构布置和构件尺寸来满足刚度要求。还需考虑结构的自振周期与风荷载的关系。

### (三) 强度设计

强度设计是建筑结构抗风设计确保结构安全的关键环节。风荷载作用于建筑结构时，会在结构构件中产生各种内力，如弯矩、剪力、轴力等，强度设计的目的就是使结构构件能够承受这些内力而不发生破坏。在梁、柱等构件的强度设计中，首先要根据风荷载计算出构件所承受的最不利内力组合。对于高层建筑的框架柱，除了考虑风荷载产生的水平力引起的弯矩和剪力外，还要考虑竖向荷载与风荷载共同作用下的轴力。根据这些内力值，按照结构设计规范的要求，选择合适的材料并确定构件的截面尺寸和配筋。例如，对于钢筋混凝土梁，需根据弯矩计算纵向受拉钢筋的数量，根据剪力计算箍筋的配置，以保证梁在风荷载作用下具有足够的抗弯和抗剪强度。对于钢结构构件，强度设计要考虑钢材的强度特性和构件的受力形式。例如，轴心受压钢柱需满足稳定性要求，在风荷载与竖向荷载共同作用下，要防止柱子因失稳而破坏。钢梁则要根据弯矩和剪力的大小，合理选择截面形式，如H型钢梁、箱型梁等，并进行强度验算，确保翼缘和腹板的强度满足要求。在节点设计方面，强度设计尤为重要。

### (四) 稳定性设计

稳定性设计是建筑结构抗风设计中不可或缺的重要内容，关乎结构在风荷载作用下的整体稳定性和安全性。

风荷载作为一种动态的侧向力，会对建筑结构的稳定性产生显著影响，尤其是对于高层建筑、高耸结构和大跨度结构等。在高层建筑的稳定性设计中，主要考虑结构的整体倾覆稳定性和抗侧力构件的局部稳定性。随着建筑高度的增加，风荷载产生的倾覆力矩也会增大。为防止结构发生倾覆，需合理布置基础，增大基础的埋深和底面积，以提供足够的抗倾覆力矩。同时，通过合理设计结构的竖向构件，如剪力墙、框架柱等，使其能够有效地将风荷载传递到基础。例如，在超高层建筑中，核心筒与外框架柱共同作用，核心筒承担大部分的风荷载，通过合理的刚度分配和连接构造，保证结构在风荷载作用下不发生倾覆。对于高耸结构，如烟囱、电视塔等，风荷载作用下的稳定性问题更为突出。除了要考虑结构整体的抗倾覆稳定性外，还要关注结构在风振作用下的动力稳定性。这些结构的自振周期较长，容易与风荷载的脉动频率产生共振。因此，在设计时需通过调整结构的刚度和质量分布，改变结构的自振周期，避免共振的发生。同时，加强结构的整体性，如设置适当的横隔、斜撑等构件，提高结构的抗扭和抗弯能力，确保结构在风荷载作用下的稳定性。大跨度结构，如体育馆、展览馆等屋盖结构，在风荷载作用下可能出现局部失稳或整体失稳。

表 1：建筑结构抗风设计方法

设计方法	关键点	具体措施
结构布置与构造	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 结构形状应规则、对称，避免应力集中</li> <li>- 刚度和质量沿高度均匀分布</li> <li>- 合理设置抗侧力构件</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 避免凹角和狭长翼缘</li> <li>- 增加柱的数量和合理布置框架梁</li> <li>- 核心筒结构加强抗侧力能力</li> </ul>
刚度设计	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 结构的侧向刚度直接影响变形和稳定性</li> <li>- 避免刚度突变导致的扭转</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 增大构件截面尺寸</li> <li>- 增加抗侧力构件数量</li> <li>- 采用有限元分析软件进行刚度计算</li> </ul>
强度设计	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 确保构件承受风荷载产生的内力而不发生破坏</li> <li>- 考虑风荷载与竖向荷载共同作用下的内力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 根据内力计算选择合适材料和构件尺寸</li> <li>- 钢结构要考虑稳定性要求和强度验算</li> </ul>
稳定性设计	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 关注整体倾覆稳定性和局部稳定性</li> <li>- 设计结构以有效传递风荷载到基础</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 增加基础埋深和底面积</li> <li>- 合理设计竖向构件</li> <li>- 避免共振，调整结构自振周期</li> </ul>

### 结语

综上所述，风荷载是建筑结构设计中不可忽视的重要因素，其作用与影响贯穿于设计的各个环节。通过深入研究风荷载的基本概念、计算方法及其对结构的影响，可以为抗风设计提供科学依据。在抗风设计中，合理的结构布置、刚度设计、强度设计和稳定性设计是提高建筑物抗风能力的关键。未来的研究应进一步结合实际工程案例，不断完善抗风设计理论和方法，以应对日益复杂的风荷载环境，确保建筑结构的安全与稳定。通过本文的探讨，希望为建筑设计人员提供有益的参考和指导。

### 参考文献

[1] 罗赞. 风荷载作用下高层建筑设计 [J]. 房

地产世界, 2020, (16): 44-45.

[2] 宋万鹏. 风荷载作用下高层建筑设计分析 [J]. 建材与装饰, 2020, (17): 75+78.

[3] 钟声华. 风荷载作用下的高层建筑设计 [J]. 建筑技术开发, 2020, 47 (03): 9-10.

[4] 管夏. 基于性能化设计方法的某超限高层建筑设计 [D]. 湘潭大学, 2019.

[5] 赵云峰, 张晓哲, 罗奇峰. 地震、风荷载作用下高层建筑上广告牌的结构设计 [A] 中国地震学会第七次学术大会论文摘要集 [C]. 中国地震学会, 中国地震学会, 1998: 1.