



---

# 摩天大樓 手冊

---

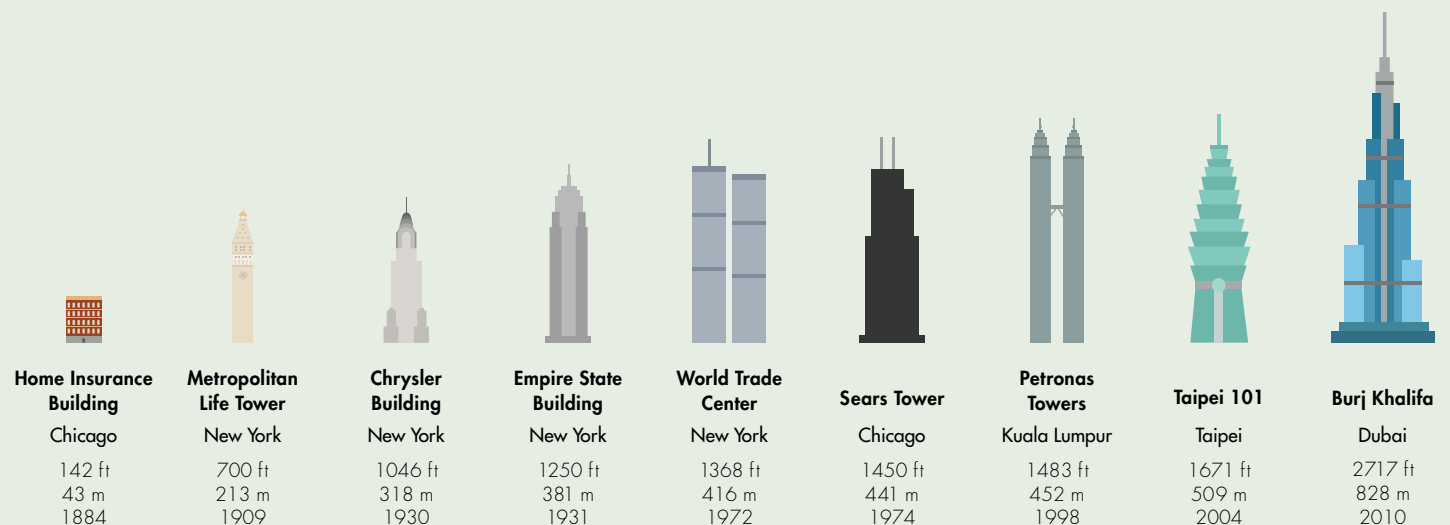




摩天大楼是超高建筑。摩天大楼非常高——至少也有500英尺或150米高——它们看起来似乎能触到天空。在世界各地的城市，摩天大楼耸立在我们周围，在拥挤的地方为人们的生活和工作腾出空间。

第一座摩天大楼在19世纪80年代建在美国的伊利诺伊州芝加哥市。这个城市和这里的企业发展如此之快以至于这个由河流和湖泊包围的城市很快就没了空间。唯一的选择是尽可能高和尽可能快地向上面建设。今天，城市继续向天空发展，以容纳越来越多的人。

## 世界上不同时期最高的大楼



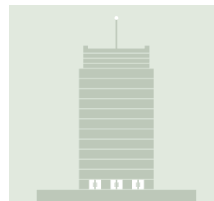
摩天大楼是由建筑师们和工程师们创造的。建筑师们设计出摩天大楼的内部及外部造型。他们必须要思考如何让一栋摩天大楼和城市里的其他建筑很好的融合，还要思考使用摩天大楼的人们想要什么、需要什么。工程师们决定，如何将建筑师设计出的摩天大楼建造出来。他们必须考虑要如何建造大楼才能使之矗立在当前的土壤上，还要考虑其他作用力，比如风和地震，对大楼会产生哪些影响。他们还要想出人员、水和电在大楼中的运行方式。

在摩天大楼应用程序中，我们探索摩天大楼的外观、建筑方式以及人员、水和电在其中的运行方式。



### 天际线

查看，重新排列或者修改建筑



### 外形：高度，楼层，正面&顶部

研究和设计建筑物的外观



### 结构：钢框架和地基

探索和测试建筑物的强度



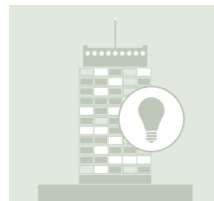
### 电梯和楼梯

发现人们如何在摩天大楼内活动



### 水

研究水怎样在摩天大楼中流动



### 电

研究电是怎样在摩天大楼中传输



## 在应用程序中

我们鼓励尽兴游玩和密切观察。使用左边的工具栏，在地平线、各种形状、结构、电梯和楼梯、和关于水及电之间导航。

## 开始吧



点击工具栏内的齿轮以打开或关闭交互式文本标签。

圆形针标注特写。点击它们打开和探索更多。

在某些场景中，面板将在右侧出现。将项目从面板拖曳至大楼并观察发生了什么事情。



观察人们如何在大厦里行动和对大厦里发生的情况作何反应。点击人们以使他们移动并使用电梯、浴室及大楼的不同部分。

## 问题讨论

你认为人们在摩天大楼里干什么？你认为那些人需要什么？

想象由你来负责建造一座摩天大楼。你需要雇佣谁？你需要什么技能？

你在摩天大楼的建设工地上能看到什么类型的工人？

你能否想象出任何可能使摩天大楼生活或工作起来更舒适的发明？

什么发明能使摩天大楼更环保？

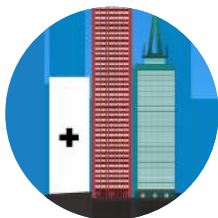


# 天际线

摩天大楼如此之大，以至于它们成为了一座城市的文化和外观的重要组成部分。世界上最具标志性的摩天大楼拥有人们能够识别的剪影，就像他们能够识别他们心爱的一座大山的山峰或一个朋友的脸庞。建筑师既要考虑一座摩天大楼本身的外观，还要考虑它在其周围的大楼旁边、后面或前面时的外观。所有的建筑共同构成了一座城市的**天际线**。正如构成天际线的所有建筑一样，天际线对于它们的城市来说是独特的。

摩天大楼常常反映着当地城市中生活的人们的文化和价值观。例如，在沙特阿拉伯麦加城的麦加皇家钟塔上，有一个巨大的时钟，它让全城以及靠近城市的道路上的人都能看得见时间，而时间对穆斯林来说是非常重要的。位于台湾台北的台北101大楼，其外观设计为8个部分，因为数字8在中文里代表了幸运。8在中文发音里接近“发”的音，意味着发财。

## 在应用程序中



点击“+”，在天际线上添加一座新楼。

拖曳建筑以安排你的天际线。观察其地基所发生的变化。

点击建筑物以进入并修改它。

将建筑物拖曳到上面的回收箱中以删除它。

---

## 问题讨论

你所在的城市或城镇有摩天大楼吗？它们什么样？

你为什么认为它们是那个样子？

如果你正在为你所在的城镇或城市设计一座摩天大楼，大楼的顶部

你会如何设计？为什么？



# 外形：

## 摩天楼看上去是什么样子的

### 高度和楼层数

摩天楼至少500英尺或150米高，由至少30层楼构成。早期建造摩天楼仅仅为了让人们在里面工作，但是现在大多数也包括供人们居住的楼层。有些摩天楼基本上是小城市，里面的楼层包括人们可能需要的一切，包括超市、餐馆及公园。

居住空间、酒店或公寓通常在摩天楼的上层楼面，从而人们可以欣赏风景。从摩天楼的顶部你通常可以看到整座城市！供人们工作的办公室和空间通常位于较低层楼层。用于存储操作和维护该楼的水管设施、电力、供热、供冷及通讯设备的设备楼层通常位于中间楼层。有时，诸如餐厅和超市等企业位于摩天楼的底层。

摩天大楼还有比你在地面上看到的更多的结构。就像一棵树的根，摩天大楼地下为混凝土层，称为**地基**，因为它才让大楼结实和稳定。如果没有地基，摩天大楼会坍塌或下沉。摩天大楼越高，地基必须越深。



## 在应用程序中

将楼层拖曳入建筑物中。你能够添加什么类型的楼层？

观察当你添加楼层时地基会发生什么变化。

（请注意：该应用程序是按3：1的比例缩小。在应用程序中添加到建筑物中的每个楼层代表实际建筑物中的三层。因此在应用程序中由10层楼构成的小摩天大楼代表真实建筑中的30层楼。在应用软件里50层高的摩天大楼代表现实中150层楼高的建筑物。）

---

## 问题讨论

你认为摩天大楼都建在地面上，而不是建在地下的原因有哪些？

人们在建筑中想要并需要的哪些事物，是在地下情况中无法实现的？



---

## 外立面和顶部

设计摩天大楼的时候，建筑师会考虑建筑内外的视觉效果以及将被如何使用。建筑的外部、正面和顶部可以是装饰性的，也可以是功能性的。

建筑的外部或“皮肤”叫做“**外立面**”。摩天大楼的外立面叫做“**幕墙**”。幕墙让空气待在摩天大楼内，并防止外部空气和水进入楼内，以便人们能够保持舒适，不冷不热，当然，也保持干燥。幕墙包括在其之间的**窗户**和空间，被称为上下层窗空间。幕墙原本不是结构件。它只是支持其自身的重量，从而该建筑物可以根据他们对大楼的外观设计选择一种材料-石头、玻璃、混凝土或钢。

摩天楼的顶部可以有钟（比如：麦加皇家钟楼）、无线电视塔或装饰尖塔。大厦顶部的装饰灯、观景台及花园可以使摩天楼变成人们喜欢参观的好地方。摩天楼的顶部也可能设计有尖塔，仅仅是使其变得更高。只要人们一直在建造摩天楼，人们就一直在构建最高的世界。设计尖塔和闲置的楼层是使大厦变得更高的便宜而简单的方式。

1928年到1930年，当纽约的克莱斯勒大厦在建设过程中时，它闪闪发光的尖顶被藏在了里面。在最后一分钟，建设者们放上了尖顶，从曾经的最高建筑（但只有一个月！）——曼哈顿信托银行大厦手中赢得了世界最高建筑的称号。但当帝国大厦完工后，克莱斯勒大厦也在一年内很快失去了最高建筑物的称号。现在，在2016年，迪拜塔是世界上最高的建筑，它顶部的29%是未占用空间。



## 在应用程序中

滑动以改变摩天大楼中的幕墙和顶部。

点击建筑物顶部，看会发生什么。

点击调色板改变建筑物的颜色。

---

## 问题讨论

某些城市对大楼的高度有限制规定。你觉得为什么人们想要大楼更矮呢？

为什么他们想要大楼更高呢？

假设你正在为自己的城市设计一幢大楼。大楼顶部会是什么样的？

为什么？



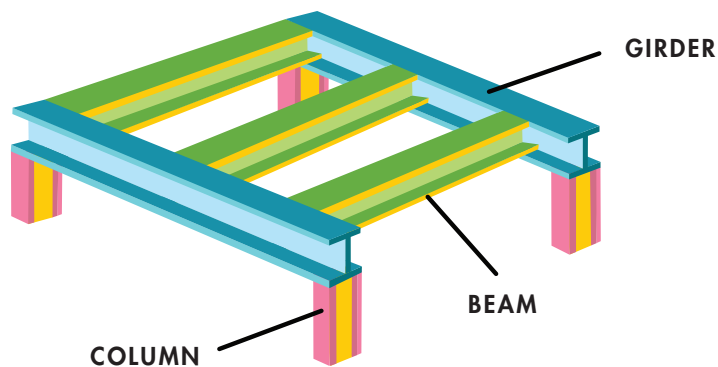
# 结构：

## 摩天大楼是如何建成的

### 钢框架和地基

常见的事物可能导致大发现。1884年，威廉·勒巴隆·詹尼看到他的妻子把一本很重的书放在了一个钢制鸟笼上面。他马上意识到钢结构可以支撑更大的重量，钢框架可以用来建造更高的建筑物。在詹尼发现这一原理之前，高建筑物都是以墙作为支撑。建筑物越高，墙的厚度必须越厚。但是厚墙壁占空间：大楼内不需要太多可用的空间，墙壁才可能这么厚，这就会限制大楼可能达到的高度。

如今工程师们利用**钢框架**来支撑建筑物，就像骨骼支持你的身体的方式一样。在摩天大楼的钢架里，垂直钢柱螺栓牢牢把**横梁**和桁架固定在一起。横梁链接各个桁架。桁架链接各个立柱。立柱连接地基，把建筑物的重量分散到地下。



摩天大楼下面的土壤和地面会影响到大楼的土木工程。不同类型的土壤提供的支持力量也各不相同。柔软粘土的稳定性不如含有大量沙砾的土壤。坚硬的基岩是最稳定的。工程师研究建筑工地下面的土壤和岩石，以便了解他们应该怎样加强地基。

钢结构的刚性与地基的接地装置相结合，帮助摩天大楼承受静负荷和动负荷。静负荷是建筑的重量。动负荷是人、家具和建筑内的所有其他物体的重量，以及对建筑施加作用的其他力。建筑的静负荷是不变的，而当人进入或离开建筑的时候，或建筑遭受大风暴期间，动负荷可以发生变化。工程师必须根据最大的静载荷及动载荷的任何变化建造大楼。

为了抵御强风和地震，摩天大楼会随着作用在其上的强力摇摆和移动。这并不危险，但会让楼里的人有种晕船的感觉。因此，工程师会在建筑物的顶部放置巨型配重，这被称为**调谐质量阻尼器**。当建筑物移动时，调谐质量阻尼器会摆动，使用相反的力量来平衡风的影响，并保持建筑物的稳定。可以把调谐质量阻尼器想像成荡秋千。想要荡得又高又快，必须让双腿随着秋千的摆动力，但如果让双腿和身体以相反方向运动，你就会慢慢停止摆动。调谐质量阻尼器就是以这样的方式来工作。在某些建筑中，例如台北101，看看调谐质量阻尼器绝对就可以作为参观的理由！

摩天大楼装有**避雷针**，以保护其免受雷击。雷电从天空向下划过时，通常会打在其路径中最高的东西上，摩天大楼可能会在一次暴风雨中被击中两到八次！雷电会击中避雷针，而非直接击中建筑物本身，然后通过导线沿着建筑物的一侧向下，**通过接地栓**进入地面。建筑物不会从中获得电能，但避雷针会保护建筑和里面的人。

---

## 在应用程序中

点击来创造风和闪电。点击或晃动来制造地震。在这些险情中保护楼内人们的是什么？

如果大楼有一个调谐质量阻尼器（提示：它必须有18层或更多楼层高），观察其在暴雨或地震时是如何发挥作用的。

在特写中，向大楼拖曳并添加大象、恐龙和其他物体。会出现什么情况？然后滑动大楼下方的地面来改变它。每种土地的类型对于摩天大楼承重力有什么影响？



---

## 问题讨论

钢是一种相对较轻质的材料。摩天大楼的钢框架可以支撑比它们自身更重的重量。你能在你的房子里找到其他轻框架支撑更重物体的例子吗？观察一下你的卧室、厨房和后院。



# 电梯和楼梯

在摩天楼的建造为我们提供了更多的可用空间—但是问题是我们要能抵达这些空间。能够在建筑内上下移动可能限制或拓展我们建造越来越高的摩天大楼的能力。在早期的高楼中，人们不得不走楼梯上下楼。19世纪60年代，为了让客人不用爬楼梯，电梯终于安装在了豪华酒店的大堂内。这些电梯当时被称作“可移动的房间”，配备了地毯、枝形吊灯和长椅，极尽奢华。到19世纪70年代，电梯被用于办公大楼。现在，在遍布世界各地的高层建筑中观光电梯的使用数量已经超过了70亿部。

虽然建筑物中的人越多，需要的电梯也越多，但有更多的电梯并不一定会让一座大楼更好。正如厚墙的使用，电梯会占用空间。如果大楼中到处都是电梯，就没有多少房间可供人们生活和工作了。电梯、空间以及大楼中将容纳的人数必须要保持平衡。

电梯常常在建筑物的核心地带，这里是用来安置机械设备的中心区域。电梯**在电梯井中**上下移动，大约八个电梯构成一组在同一个电梯井中。一组电梯可服务15到20层，两组电梯可服务最多35层。40到45层则需要三组电梯，以此类推。超过60层的超高摩天大楼可能会有通往每个楼层的普通电梯，和直接抵达较高楼层的快速电梯。一组电梯中的每部电梯可能会有不同的规则——例如，左边的一部服务1到30层，右边的一部服务30到60层，或者其中几部仅供民用楼层或商用楼层使用。

尽管电梯很有用，摩天大楼仍然有楼梯。在建筑物两侧通常至少有两部楼梯。当电梯出现故障，为了避免等候电梯，人们可以使用楼梯，尤其是紧急情况-如果停电，或者发生火灾使乘坐电梯不安全的时候。发生紧急情况时，通过楼梯疏散人群可能每层楼要耗费一分钟时间。从一座超高建筑内完全疏散可能需要长达两个小时，但这仍然是最安全的离开方式。

---

## 在应用程序中

点击人，以将其放入电梯。拖曳电梯以上下移动。电梯在每一层都停吗？为什么不？

在近景画面中：点击人，将他们放入电梯中。拖曳电梯以上下移动。观察人们如何反应。

---

## 问题讨论



假设你是一名工程师。你会设计在每一层都停靠的电梯吗？为什么会或者为什么不会？你需要参考哪些信息来决定一幢大楼内需要的 电梯数量？

你是否想要生活在一幢没有楼梯的摩天大楼里？没有电梯呢？为什么会或者为什么不会？



# 水

摩天大楼中每一层的人们都需要水，需要饮用，来冲厕所，来洗手，还有很多其他事情都需要用水。整幢大楼中的洒水装置都需要贮水，在发生火灾时保护楼内的人们。但是水很重，在摩天大楼里需要经过很长的距离才能向上输送。

使水能够到达摩天大楼的所有楼层是一件很巨大的工程。城市的供水水压只能将水推到高层建筑的下面的几层楼。所以，工程师使用电力驱动的**泵**将水推到摩天大楼的所有楼层。抽上来的水注入到设备层中的**水箱中**。水箱是备用水源，以防停电和水泵故障。水箱能够减缓让水向上流动的高水压，这样水就能缓慢从水龙头和马桶中流出。

然而，上去之后必须要下来。每层的马桶、水槽和浴缸都会连接到下水管，污物和污水沿下水管排入下水道。这些下水管还从屋顶向外排风，以便让废气和臭气上升并散逸。在大多数情况下，大楼中的水通过下水管排入市政污水处理系统。哈里发塔就没有与市政污水系统相连接，因此污物必须由卡车运出！

当摩天大楼内发生火灾的时候，**喷洒器**也会向下洒水。洒水器的喷头中有一种液体，遇热会膨胀，导致包裹液体的玻璃破碎（通常在温度超过150°F 或 64°C 时）。一旦玻璃破碎，水压会让水从房间内涌出并向下流动。



---

## 在应用程序中

点击水管来查看水在楼中的运行路径和运行方式。

拖曳扳手以在水管破裂时进行修补。

拖曳火焰来引发火情。会出现什么情况？

在近景中，拖曳厕纸或橡皮鸭到厕所中。会出现什么情况？

---

## 问题讨论



如果大楼内到一条管道破裂了，会发生什么？ 一条管道？

为什么洗手间都在建筑物的同一个位置？



# 电

正如你在家一样，在摩天大楼内居住和工作的人们需要电能来运行冷暖空调系统、电灯、设备和家电。但是在这样大的建筑物内，用电量远超我们居家所用。

通过**变压器**，电能带着强大动力或者叫高压电进入大楼内。变压器降低电压，因此在大楼内的每个空间都可以安全用电。

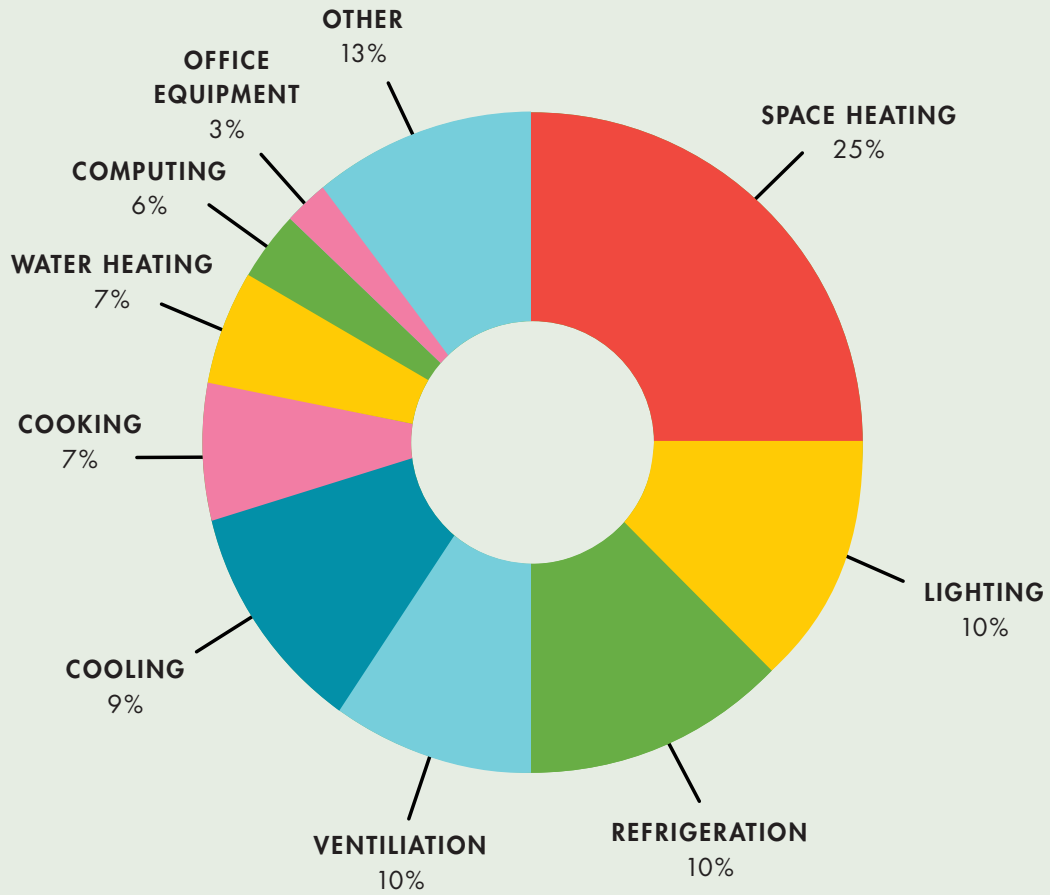
接下来，电能行进到**开关柜**。开关柜安全而高效地将电输送到整个大楼的设备层。设备层为各种安全装置提供空间，如开关箱。开关箱内布满被称作**断路器**的小型开关。断路器能够控制大楼的整个楼层或小型系统，如可能在家里使用的控制房间的系统。如果发生紧急情况或需要做电工，断路器可以让人们断开电流。

如果在一个地方用电过多，开关和断路器盒会自动停止电流。用电过多可能会有危险，它可能导致过热、融化，有时还可能导致火灾。

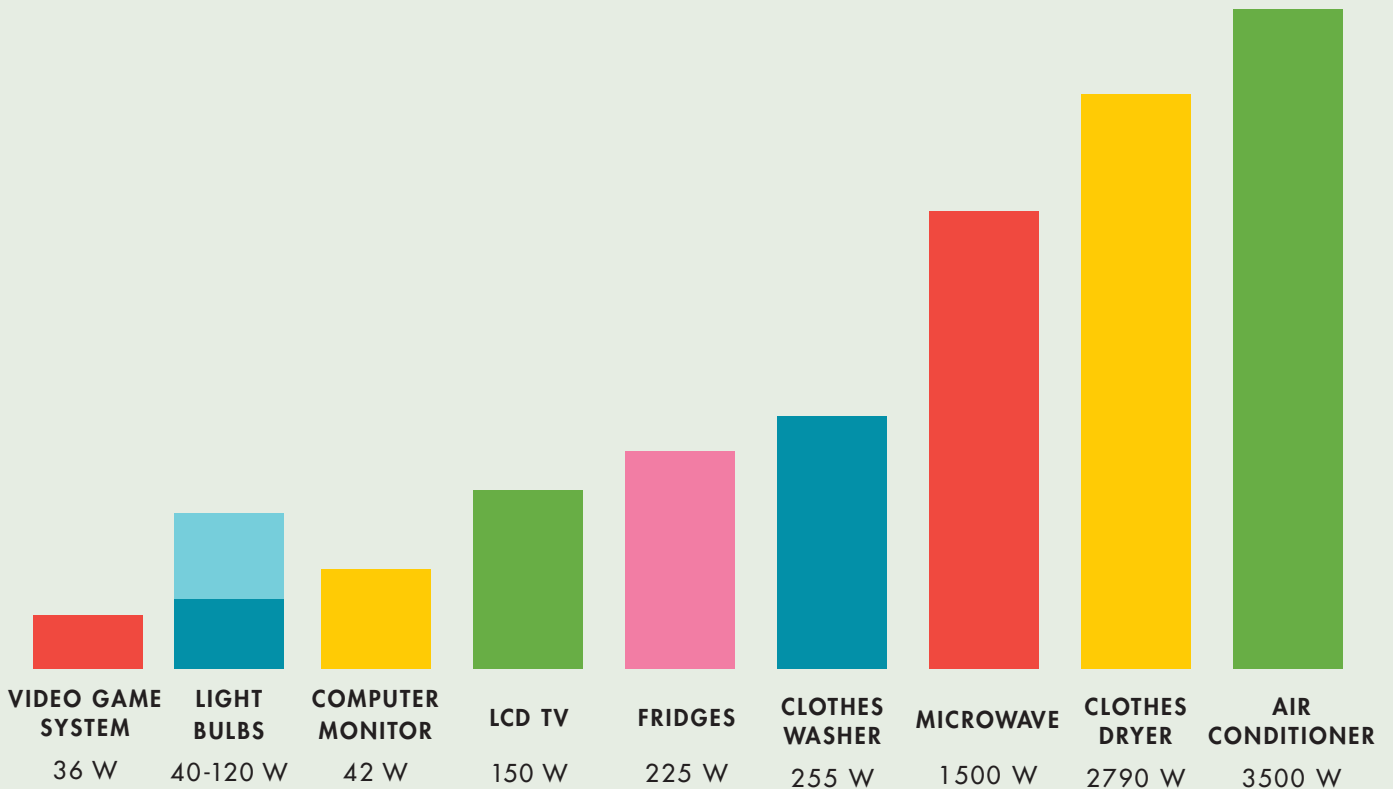
当电输入建筑物时，由**电表**来测量。有时只用一只电表来测量整栋大楼用了多少电。有时会用多只电表测量大楼中的每层、每间办公室或每套公寓用了多少电。用电要花钱，一个楼层、一间办公室或大楼用的电越多，电费就越高。

不同的系统和设备在不同时间内使用的电量是不同的。例如一台微波炉在很短的时间内会消耗大量的电。照明设备使用的电更少，但是它们投入使用的时间更长。接入电源的设备即使不使用，也会消耗一定的电力。可以将一些设备和应用插入电源板中，在没有使用时将电源板关闭，以此来节省用电。

## 一座商业大厦一年内的平均能源使用量



## 设备器械消耗的能源量（以瓦特为单位）





## 在应用程序中

点击以打开大楼内的灯。打开尽可能多的灯。会出现什么情况？

在近景中：点击照明设备，电脑和设备器械可将其打开或关闭。  
顶部的仪表有何变化？

---

## 问题讨论

你如何能减少一幢大楼内的用电量？

还有什么其他类型的能源可用于发电（太阳能、风能、地热）？

你如何能将这些整合到一幢摩天大楼里？

---

## 参考

**ASCHER, KATE.** *The Heights*. PENGUIN BOOKS, 2011.

<http://www.ctbuh.org>, **COUNCIL ON TALL BUILDINGS AND URBAN HABITAT, ACCESSED JUNE 2016.**

**DUPRE, JUDITH.** *Skyscrapers*. BLACK DOG & LEVENTHAL PUBLISHERS, INC., 2013.

**MACAULAY, DAVID.** *Building Big*. HOUGHTON MIFFLIN COMPANY, 2000.

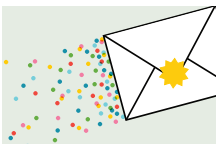
**MACAULAY, DAVID.** *Underground*. HOUGHTON MIFFLIN COMPANY, 1976.

<http://skyscrapercenter.com>, **THE SKYSCRAPER CENTER, ACCESSED JUNE 2016.**

特别感谢 Gabriel Peschiera 的反馈和咨询。



探索、想象、创造与学习！



EMAIL:  
[support@tinybop.com](mailto:support@tinybop.com)

