



跨学科的可持续建筑课程与教育体系

可持续建筑技术

第八章 建筑设备系统



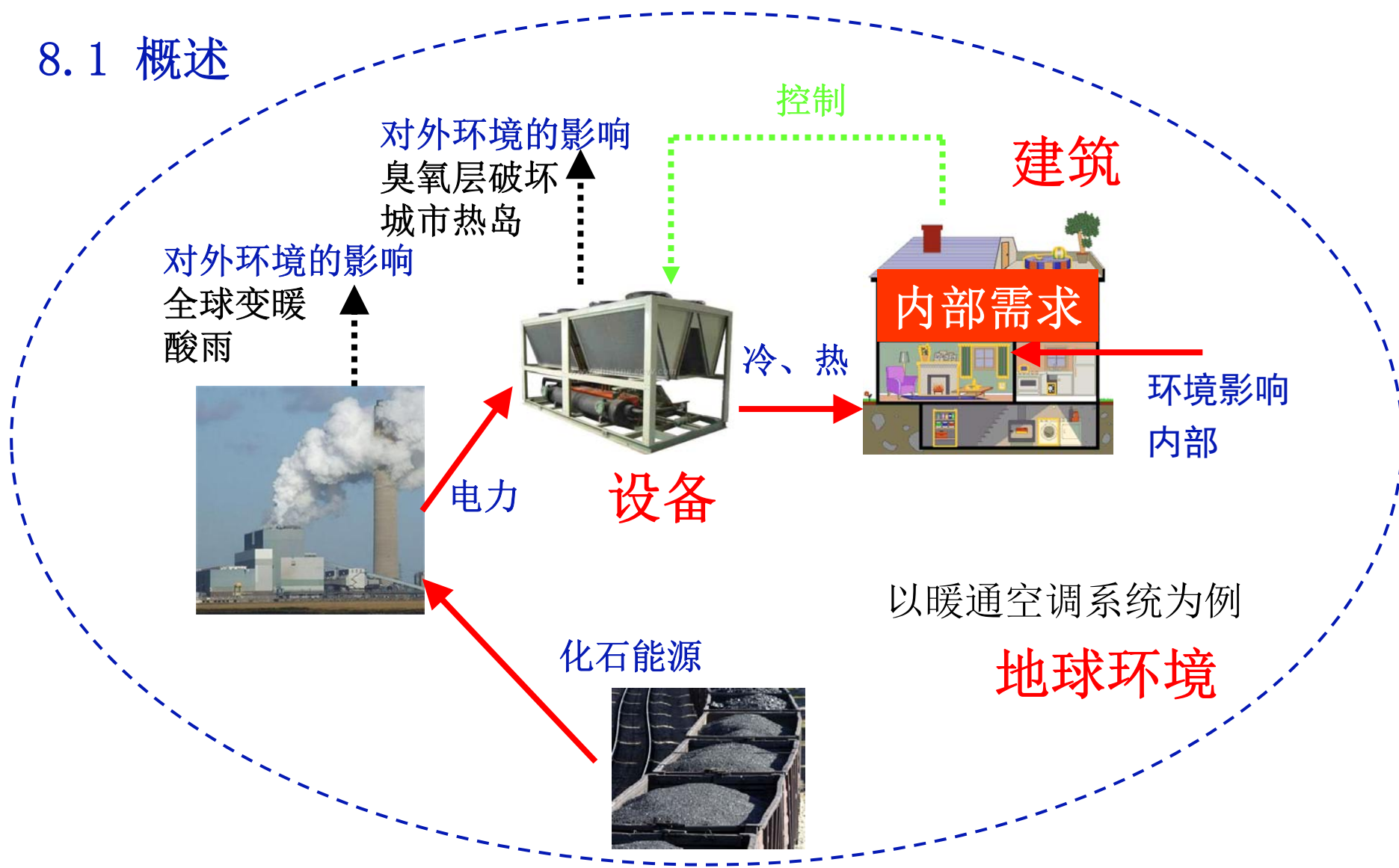
8.1 概述

8.2 暖通空调系统

8.3 建筑给排水系统

8.4 建筑电气系统

8.1 概述

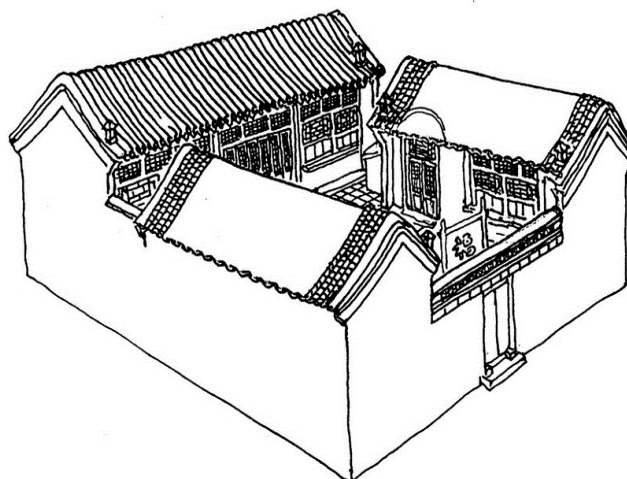


建筑的需求和功能是不断发展和提高的



遮风挡雨
御寒防暑

(生存标准、低消耗)



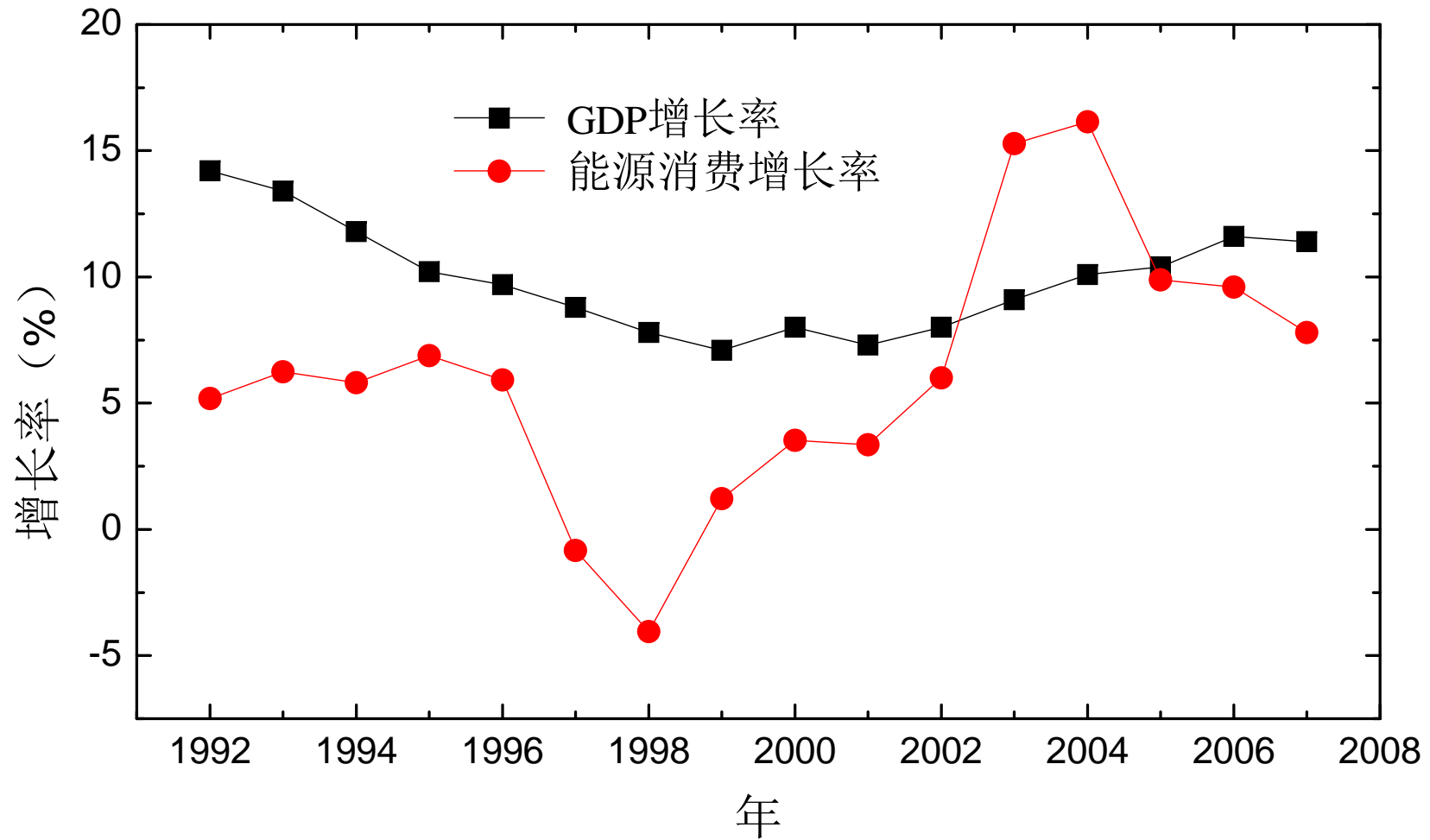
舒适安全
生产生活

(低标准、低消耗)



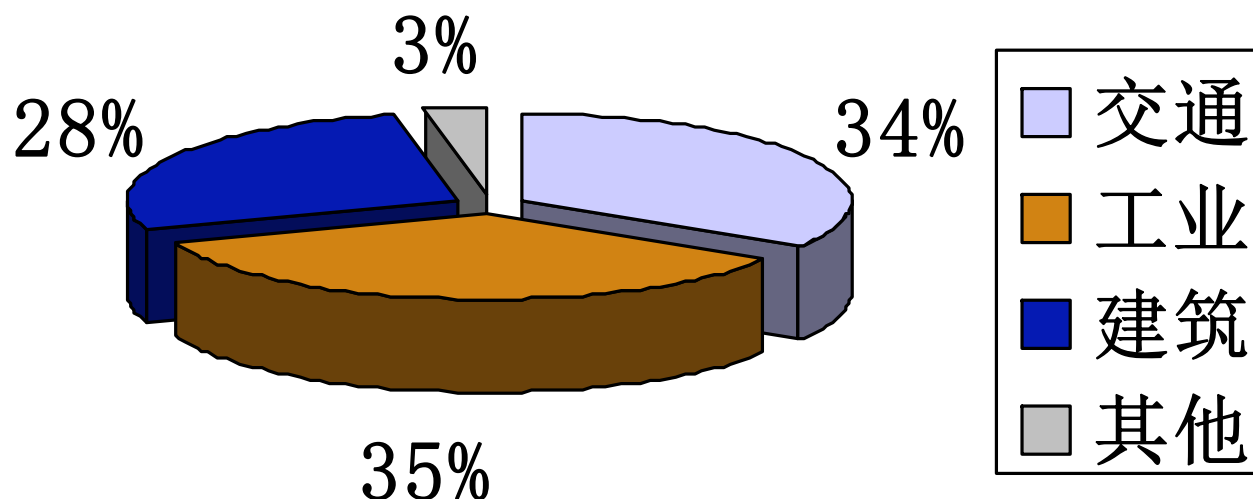
舒适、便利、安全

(高标准、高消耗)



中国GDP及能源消费增长对比

建筑对能源的消耗

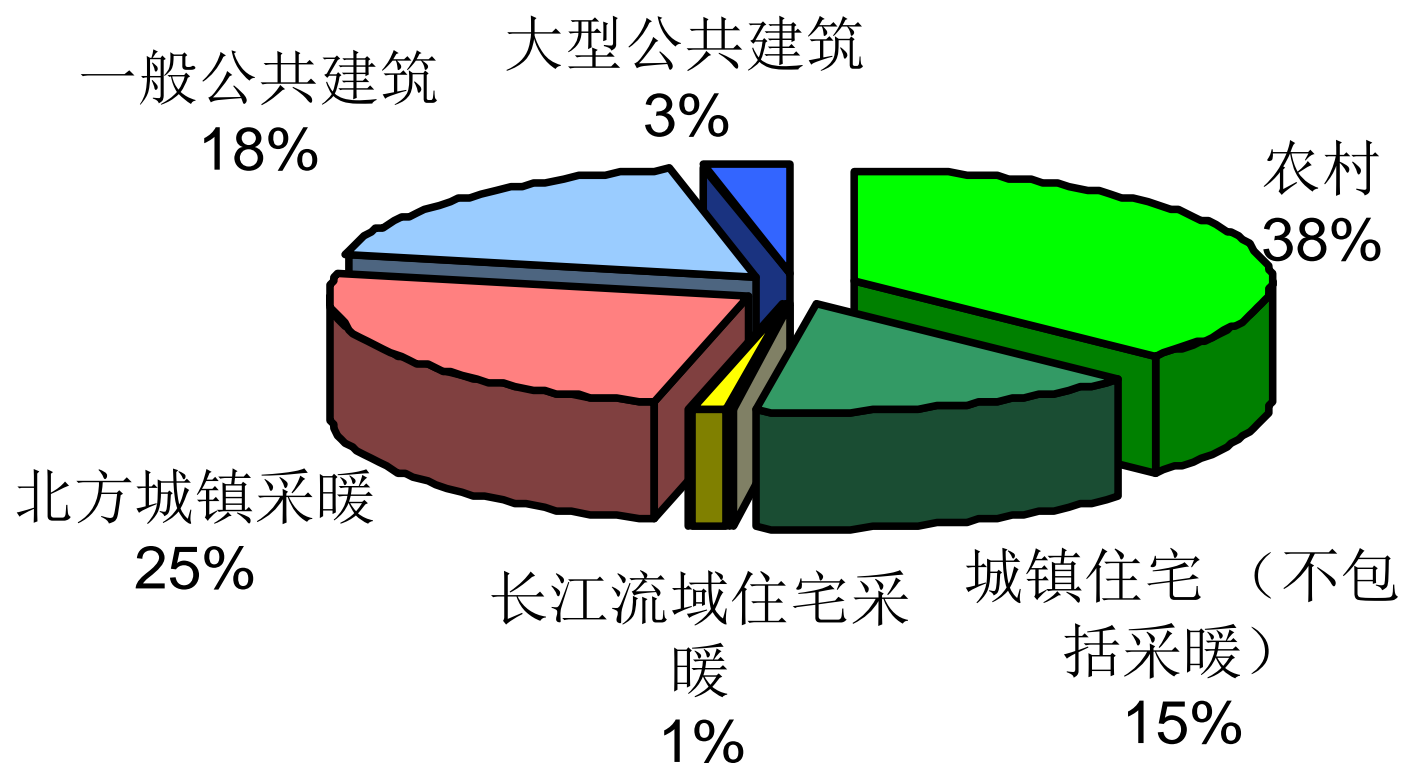


我国能源消耗分布图

我国的建筑能耗总量逐年上升，在能源总消费量中所占的比例已从上世纪七十年代末的**10%**，上升到近年的**27.6%**，这种增速越来越快。

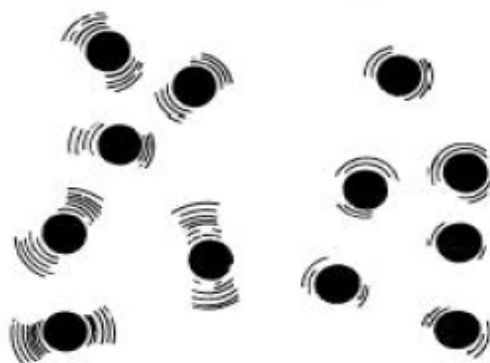
建筑对能源的消耗

中国建筑能耗状况 (2004)



8.2 暖通空调系统

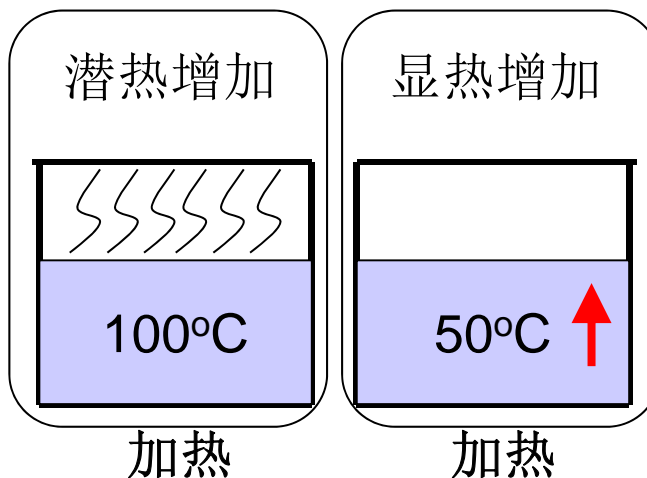
8.2.1 基础知识



较热

较冷

$$T = t + 273.15$$



1kg, 30°C 的干燥空气中最多只能容纳27g的水蒸气

1kg, 10°C 的干燥空气中最多只能容纳8g的水蒸气

当30°C、10°C, 1kg干燥空气中含有5g水蒸气时, 其含湿量相同, 相对湿度不同

温度

潜热与显热

相对湿度与含湿量

8.2 暖通空调系统

8.2.1 基础知识

建筑热湿状况的影响因素

外扰（室外扰量）：

室外空气的温度
室外空气湿度
太阳辐射

风速

风向

云量

气象三要素



8.2 暖通空调系统

8.2.1 基础知识

建筑热湿状况的影响因素

内扰（室内扰量）：

室内照明装置散热

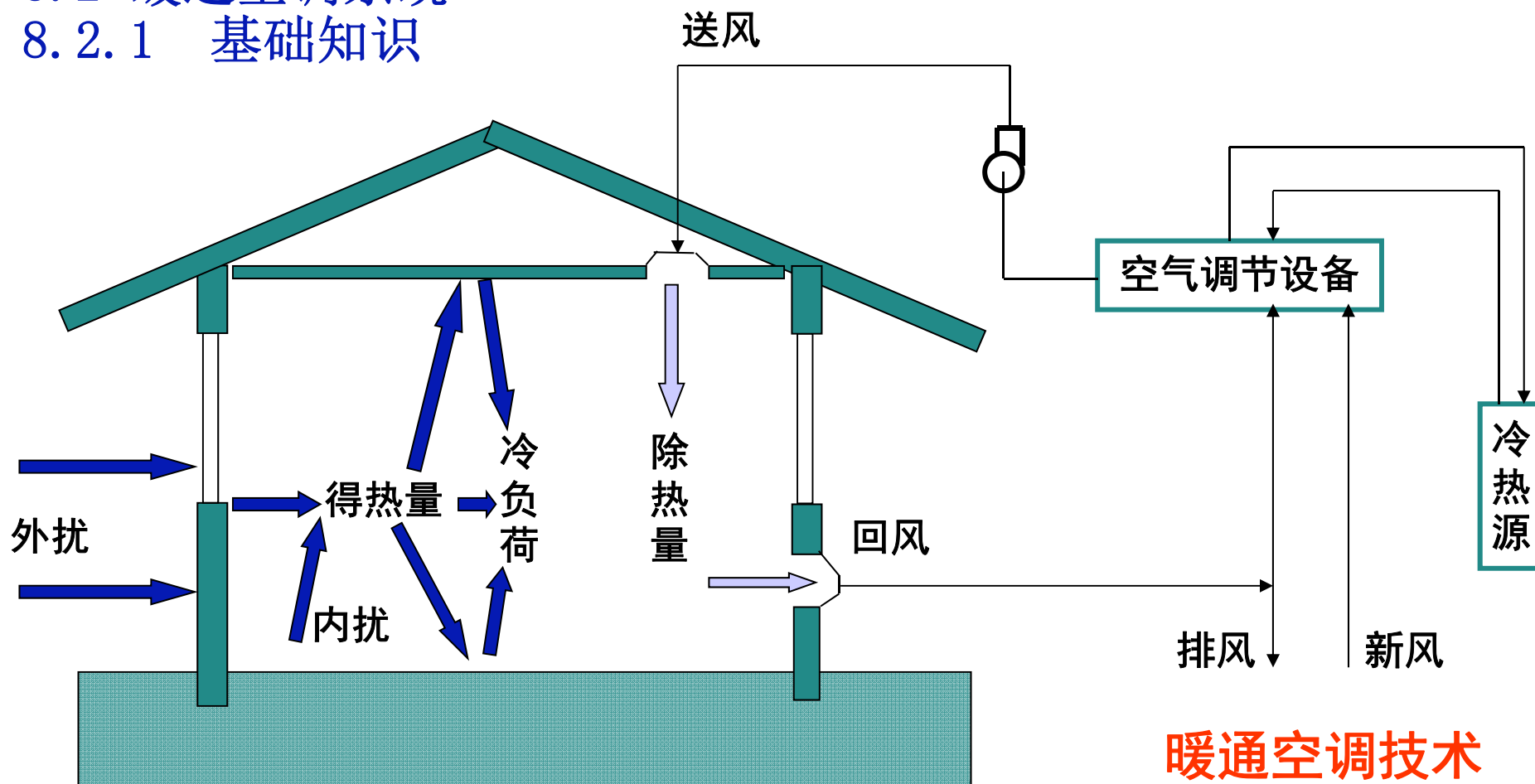
室内设备散热、散湿

室内人体的散热、散湿



8.2 暖通空调系统

8.2.1 基础知识



夏季建筑热过程为例

暖通空调技术

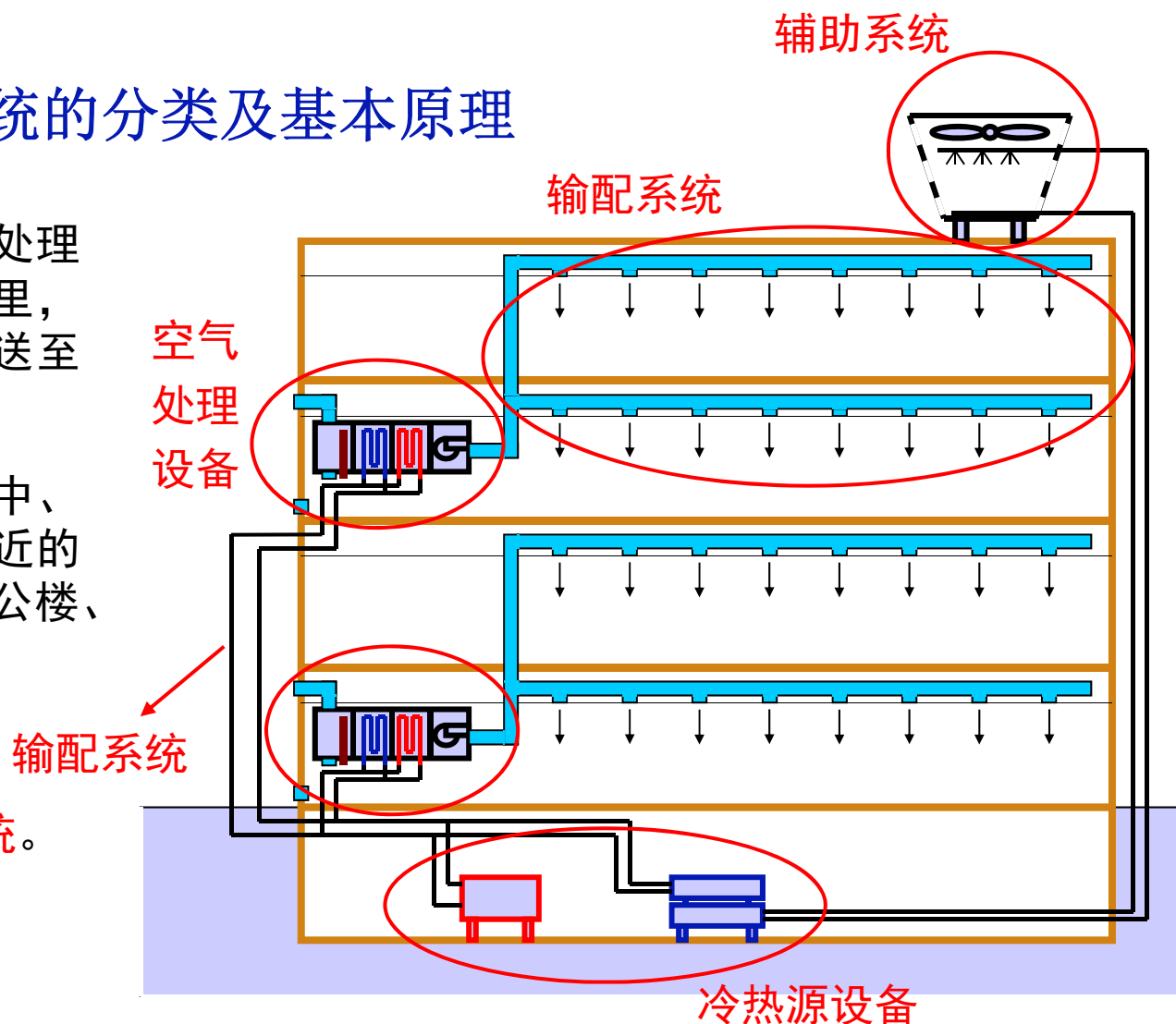
8.2 暖通空调系统

8.2.2 暖通空调系统的分类及基本原理

集中式空调 —— 空气处理设备集中在中央空调室里，处理过的空气通过风管送至各房间的空调系统。

适用于面积大、房间集中、各房间热湿负荷比较接近的场所选用，如宾馆、办公楼、船舶、工厂等。

图中所示亦为**全空气系统**。



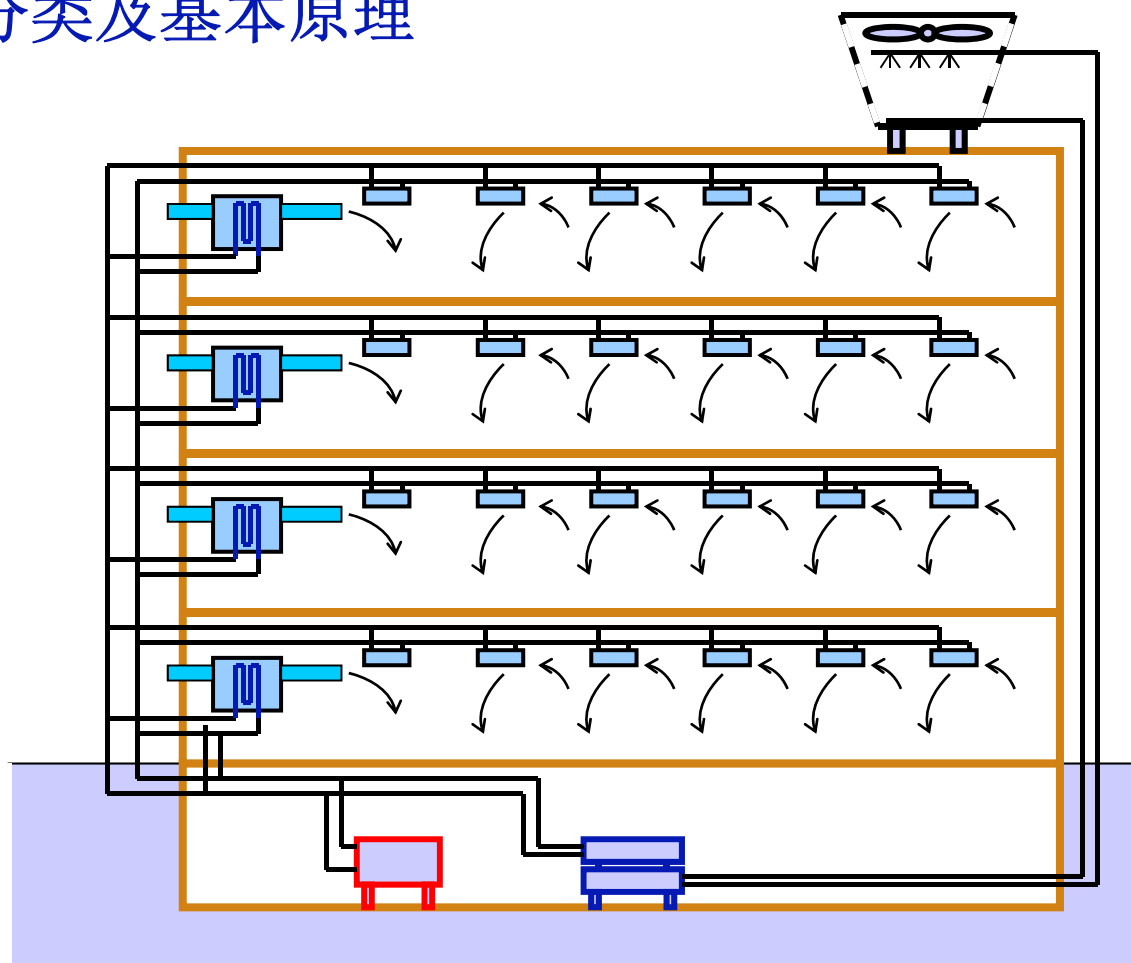
8.2 暖通空调系统

8.2.2 暖通空调系统的分类及基本原理

集中式空调 —— 既有中央空调又有处理空气的末端装置的空调系统。

这种系统比较复杂，可以达到较高的调节精度。适用于对空气精度有较高要求的车间和实验室等。常见的有**风机盘管系统**和**诱导式空调系统**。

图中所示亦为**空气-水系统**，如无新风系统，则可称为**全水系统**。



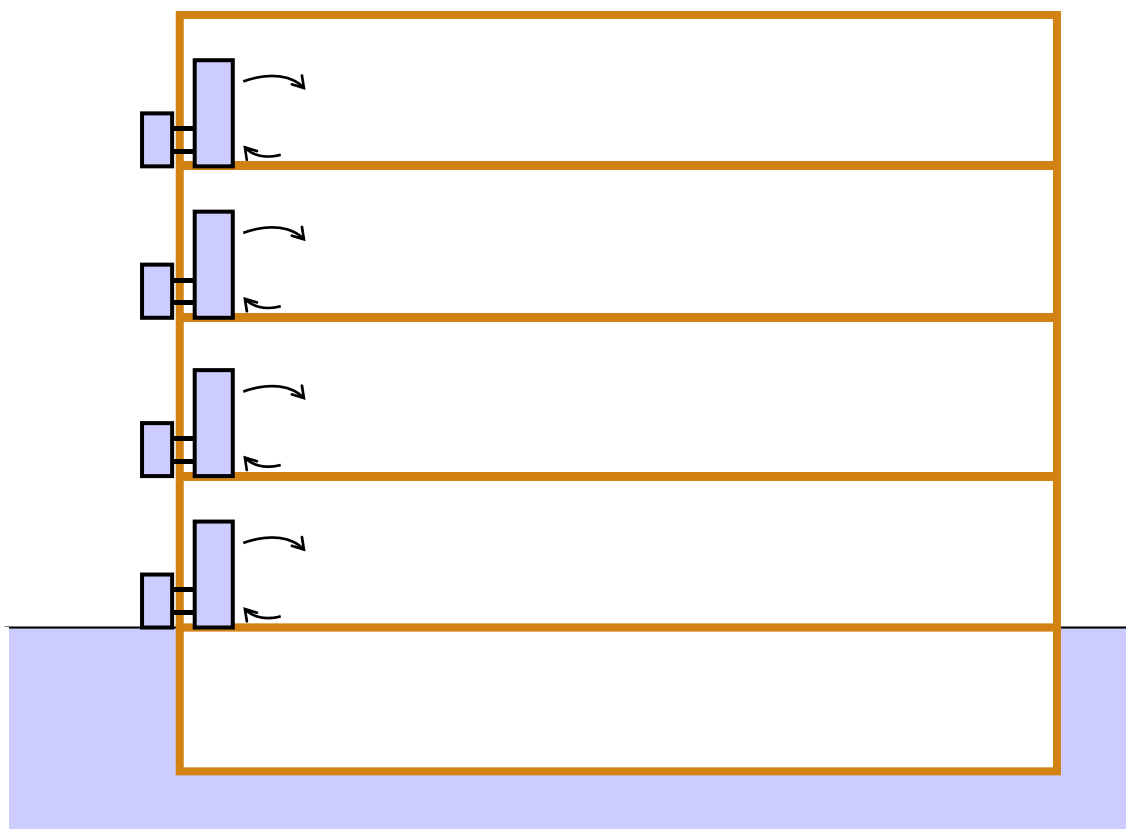
8.2 暖通空调系统

8.2.2 暖通空调系统的分类及基本原理

局部式空调 ——每个房间都有各自的设备处理空气的空调。空调器可直接装在房间里或装在邻近房间里，就地处理空气。

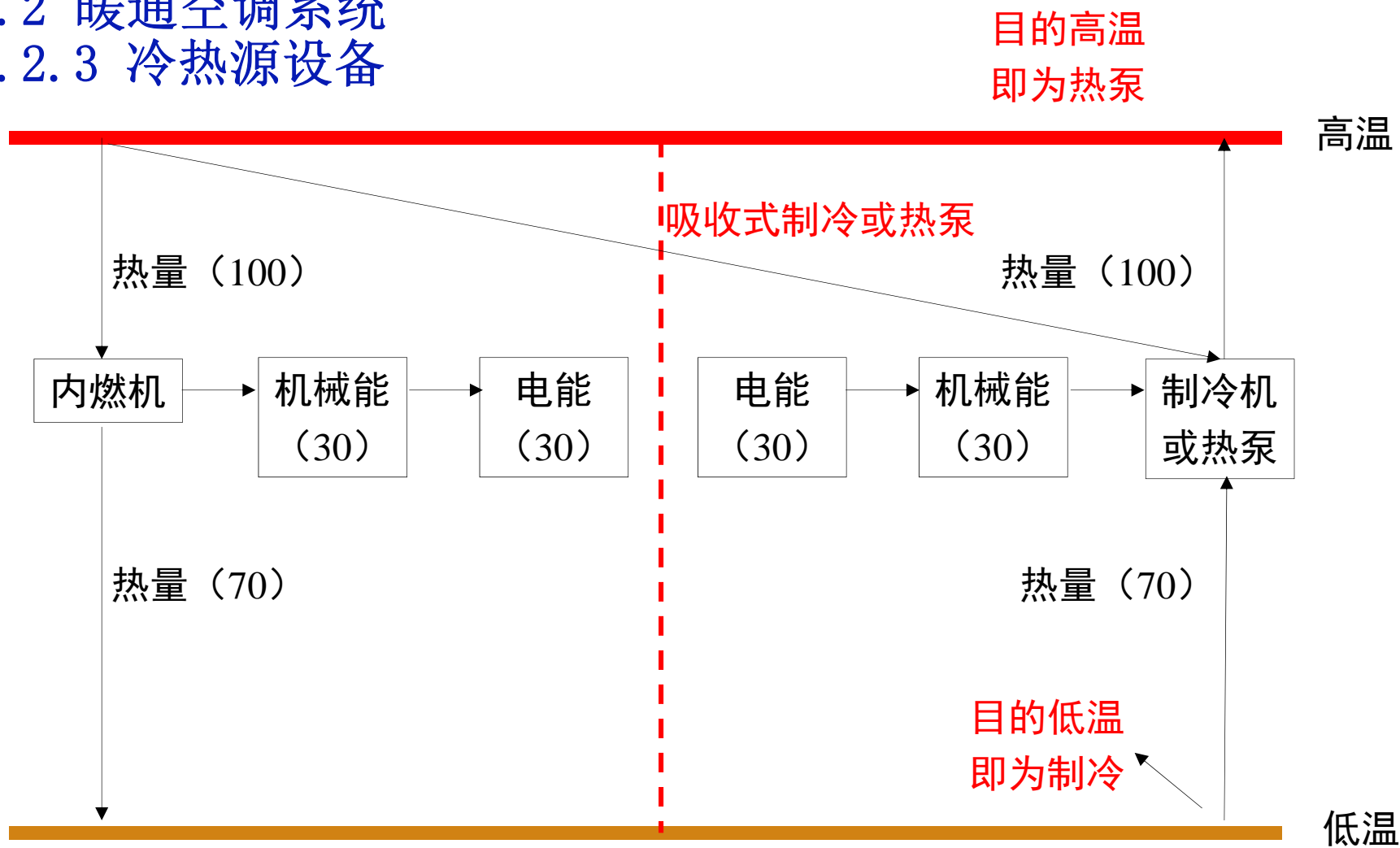
适用于面积小、房间分散、热湿负荷相差大的场合，如办公室、机房、家庭等。

图中所示亦可称为**直接蒸发式机组系统**。



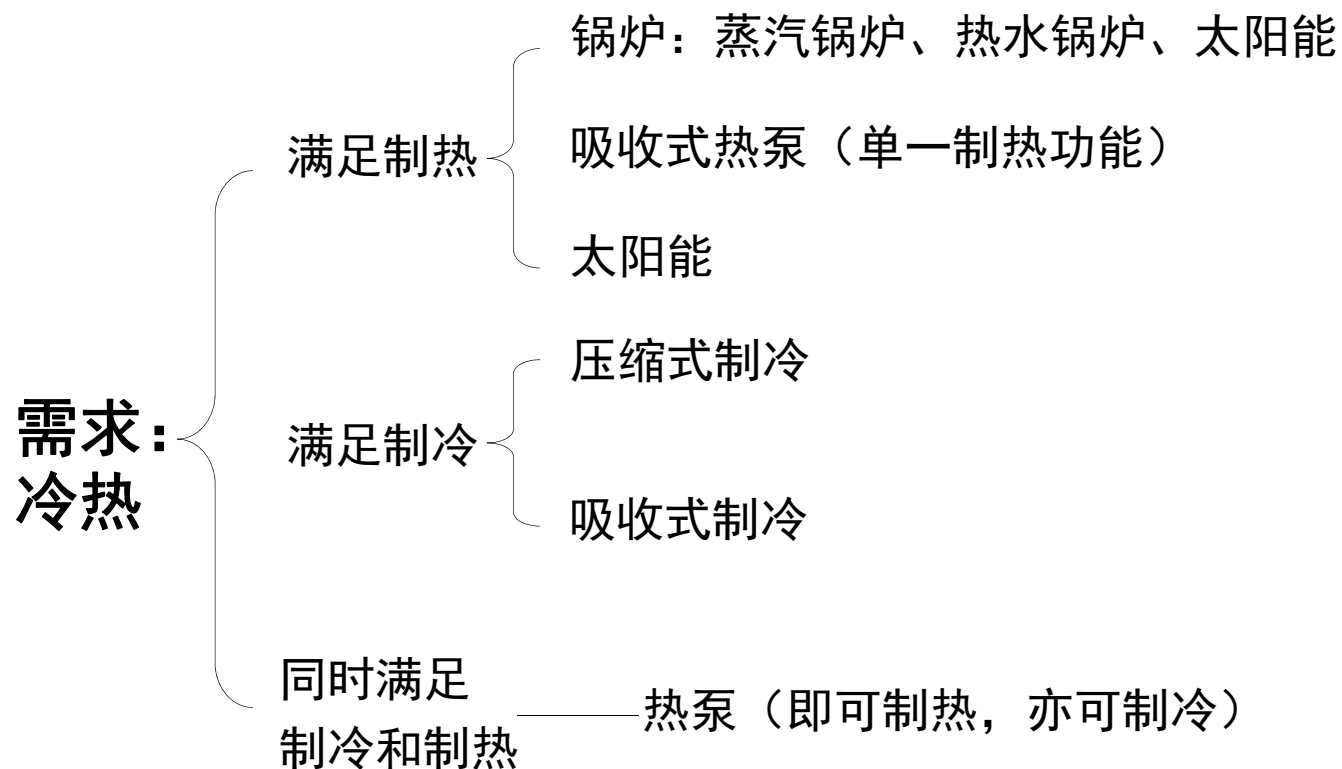
8.2 暖通空调系统

8.2.3 冷热源设备



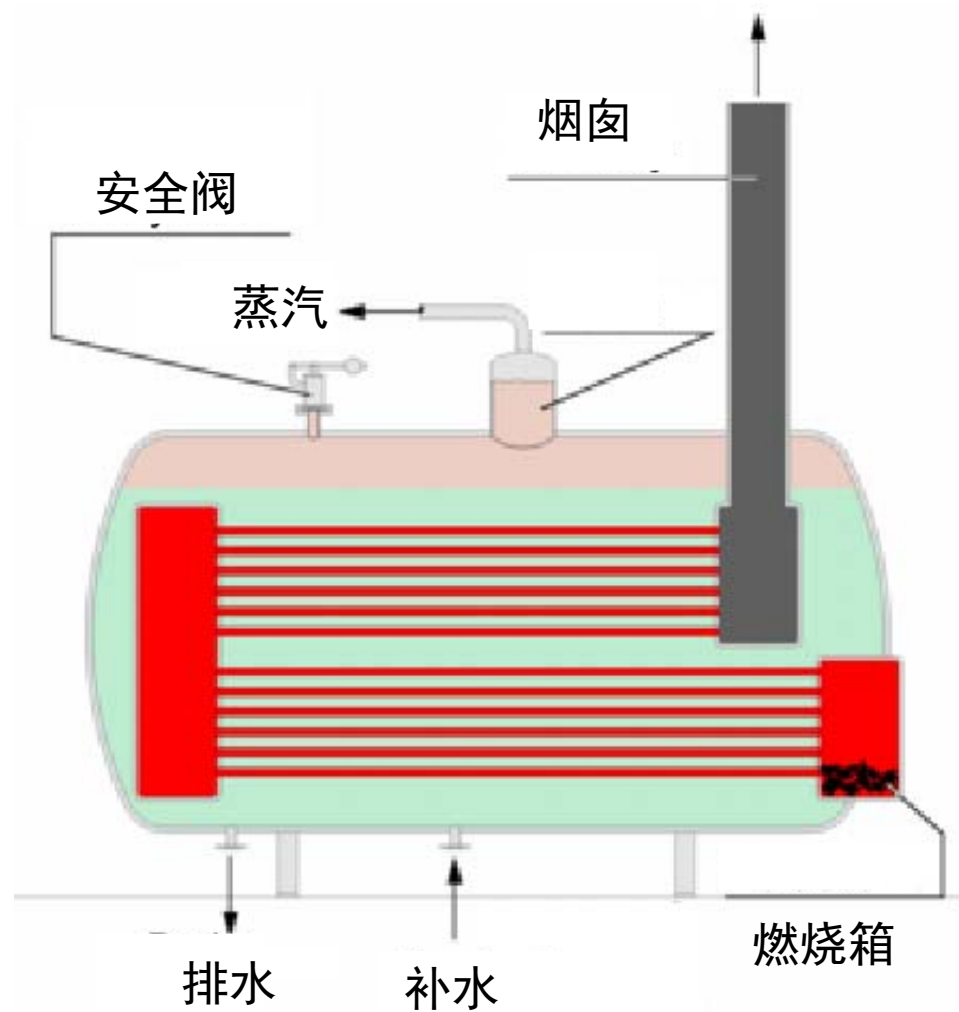
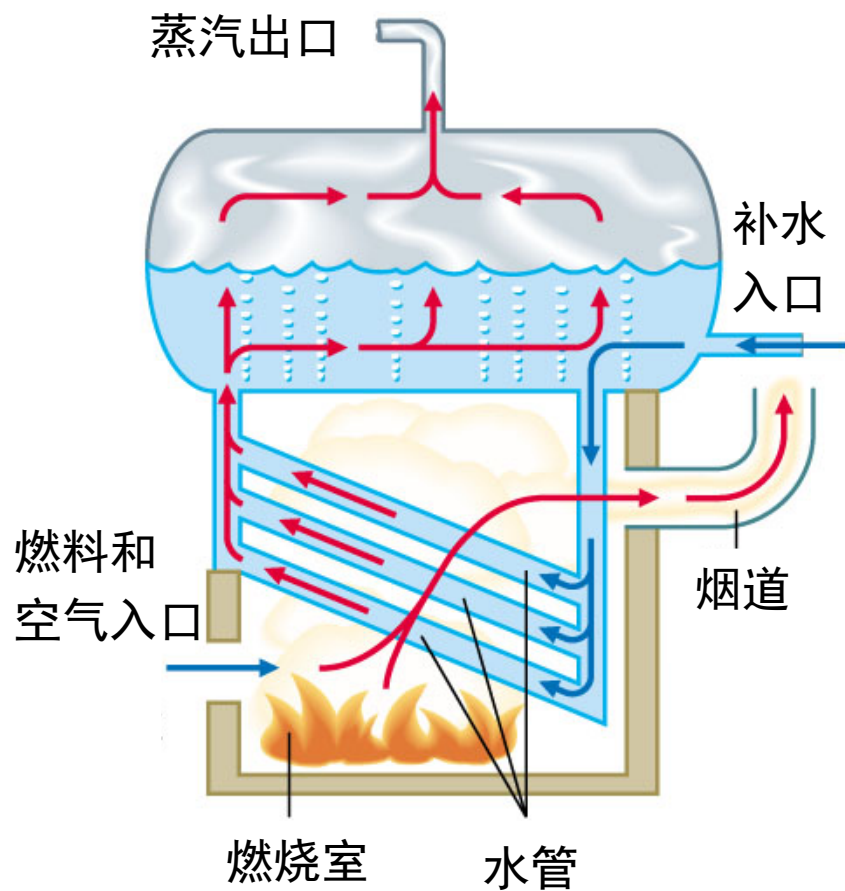
8.2 暖通空调系统

8.2.3 冷热源设备



8.2 暖通空调系统

8.2.3 冷热源设备



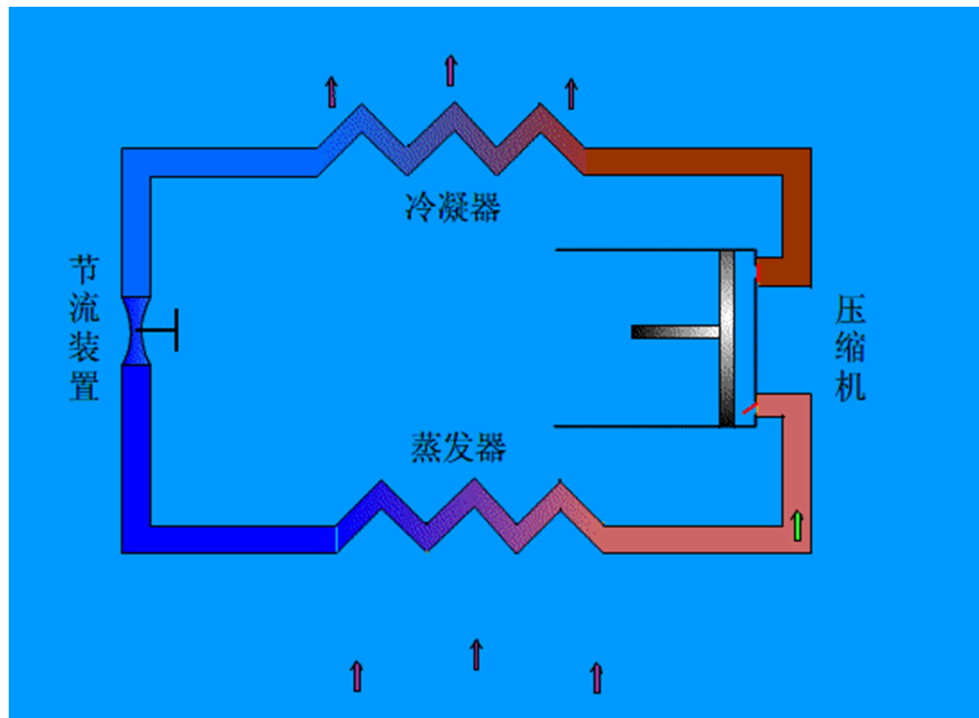
8.2 暖通空调系统

8.2.3 冷热源设备



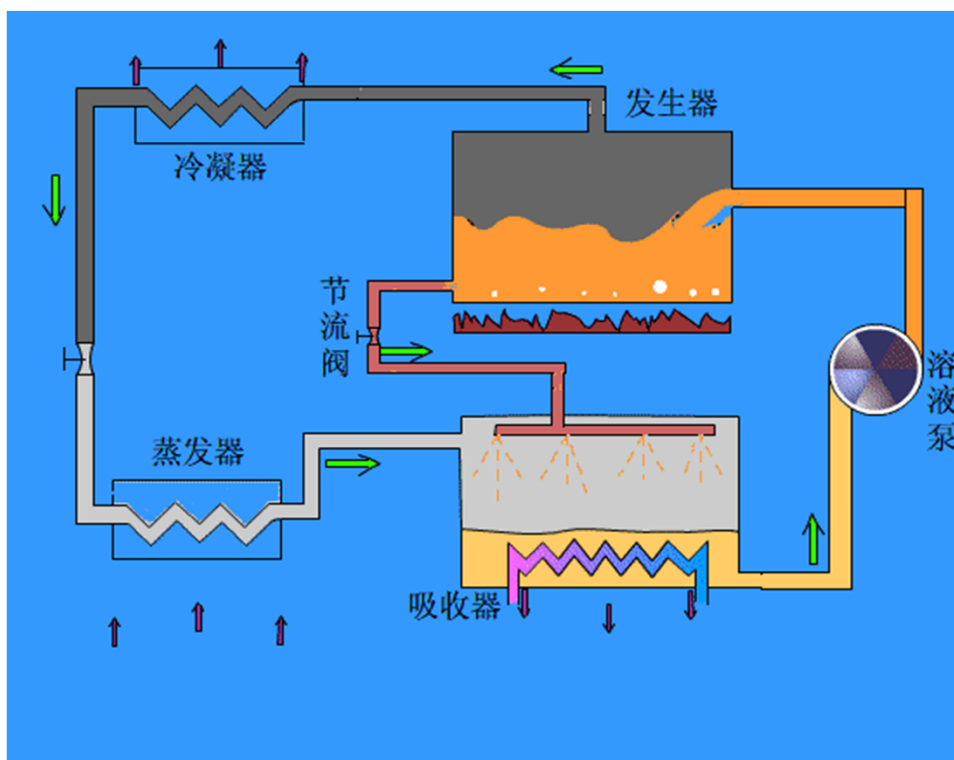
8.2 暖通空调系统

8.2.3 冷热源设备



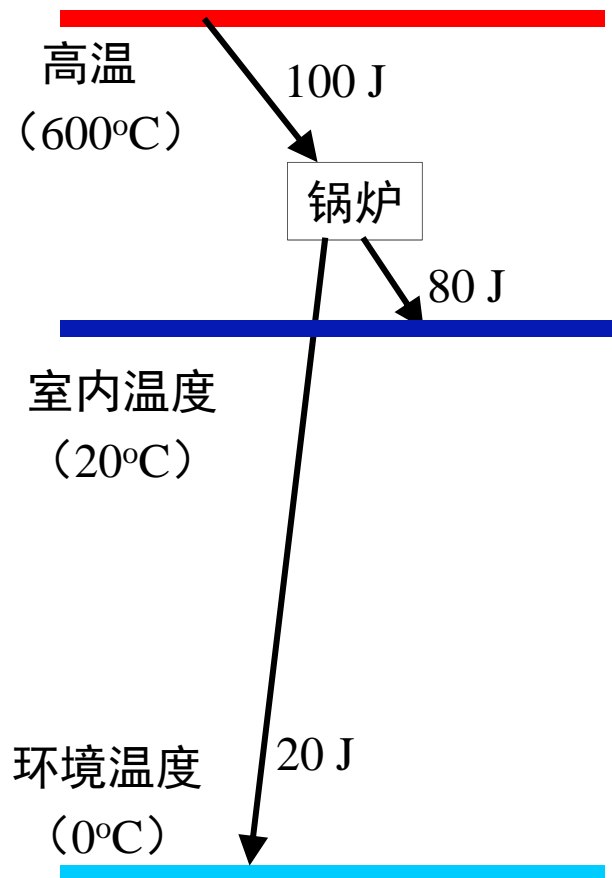
8.2 暖通空调系统

8.2.3 冷热源设备



8.2 暖通空调系统

8.2.3 冷热源设备



锅炉

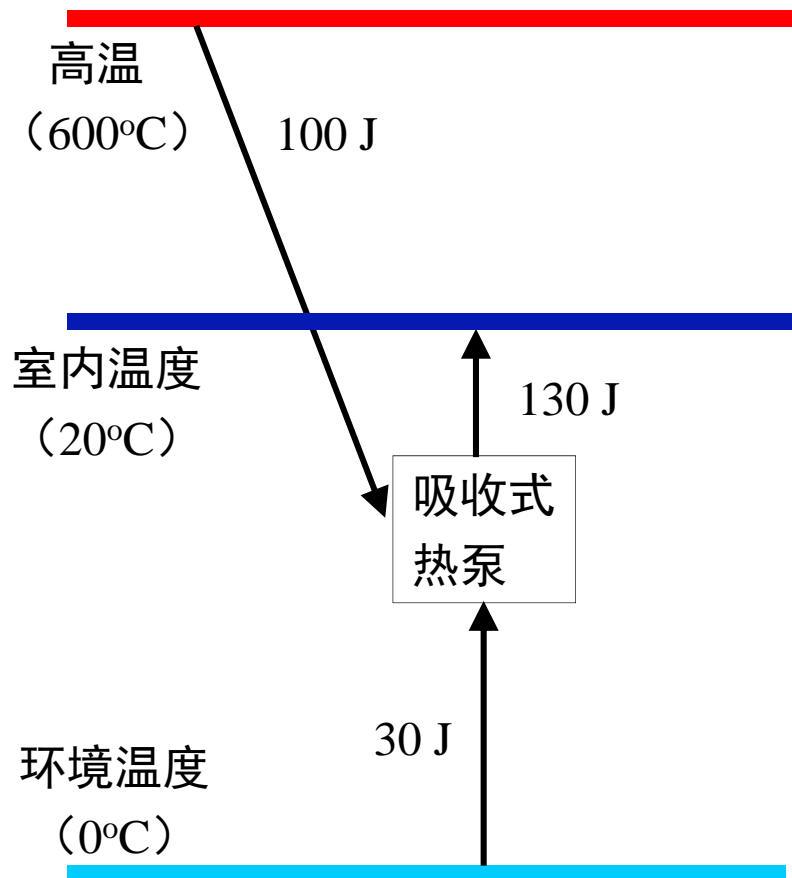
热效率 = 热供应量 / 高温热输入量

热效率 = $80/100 = 80\%$

小容量锅炉效率低，大容量效率高
燃煤锅炉效率低，燃气（油）锅炉效率高

8.2 暖通空调系统

8.2.3 冷热源设备



吸收式热泵

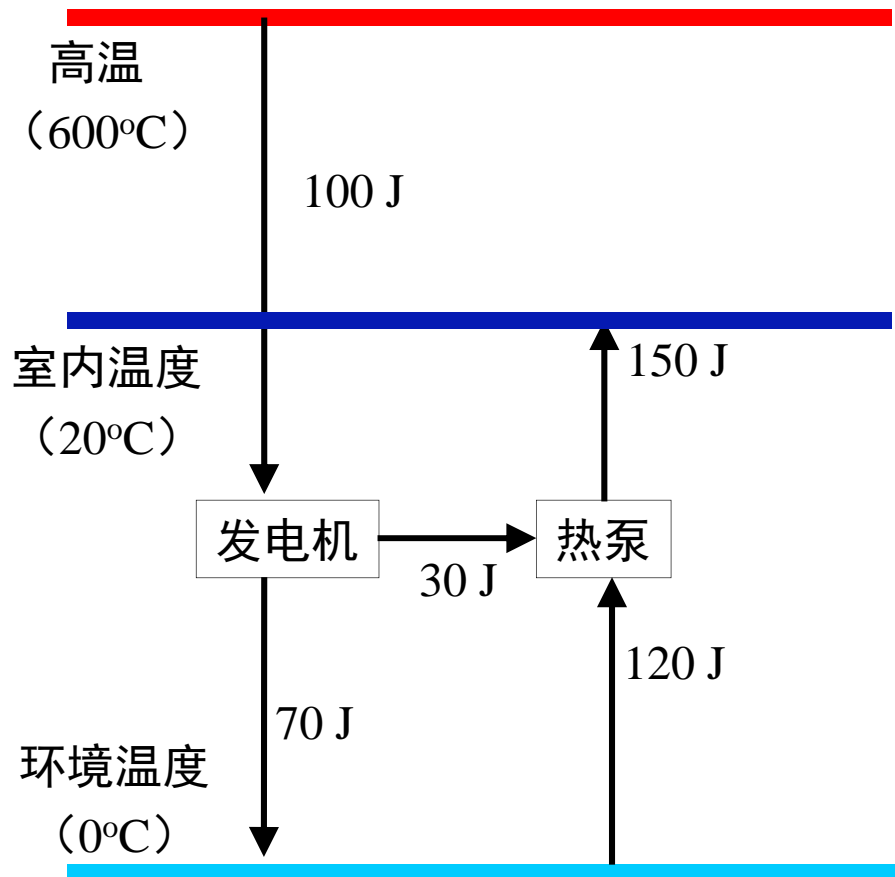
热力系数 = 热供应量 / 高温热输入量

热力系数 = $130/100 = 1.3 = 130\%$

热力系数与锅炉的热效率计算公式相同，含义亦相同

8.2 暖通空调系统

8.2.3 冷热源设备



电动热泵

制热性能系数 = 热供应量 / 电能输入量

制热性能系数 = $150 / 30 = 5.0$

COP

一次能源利用率 =

热供应量 / 原始燃料热能消耗

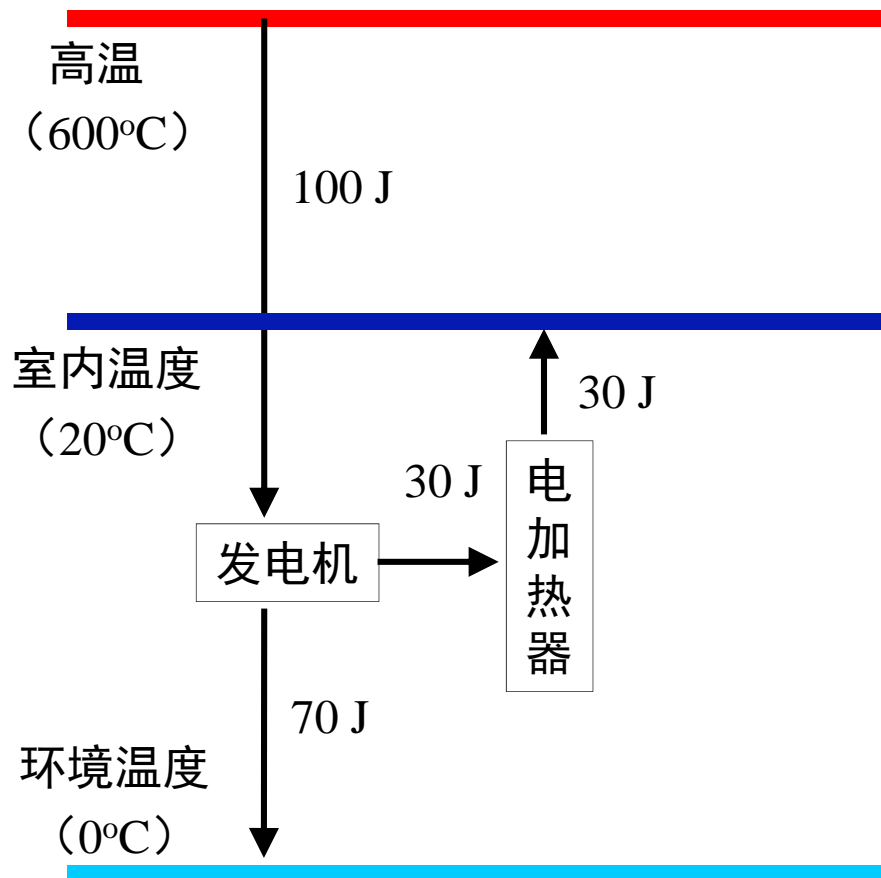
一次能源利用率 = $150 / 100$

= 1.5

= 150 %

8.2 暖通空调系统

8.2.3 冷热源设备



电加热器

制热性能系数 = 热供应量 / 电能输入量

制热性能系数 = $30 / 30 = 1.0$

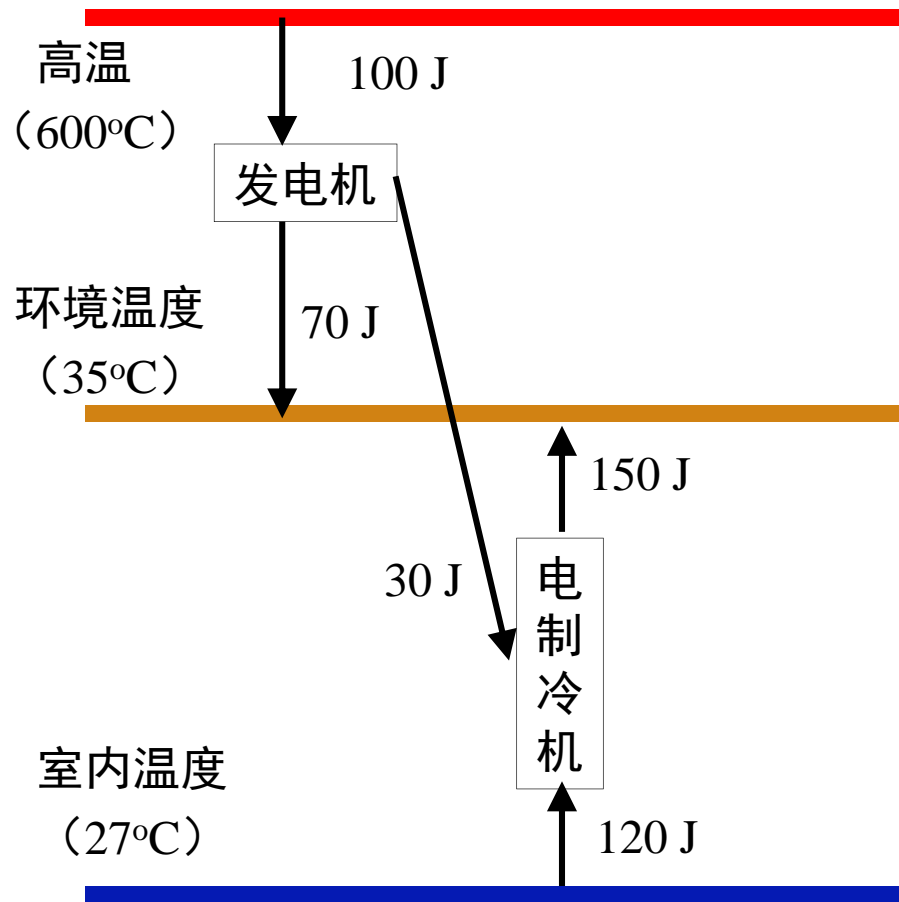
一次能源利用率 =

热供应量 / 原始燃料热能消耗

一次能源利用率 = $30 / 100 = 0.3 = 30\%$

8.2 暖通空调系统

8.2.3 冷热源设备



电动制冷机

制冷能效比 = 冷量供应量 / 电能输入量

制冷性能系数 = $120 / 30 = 4.0$

EER

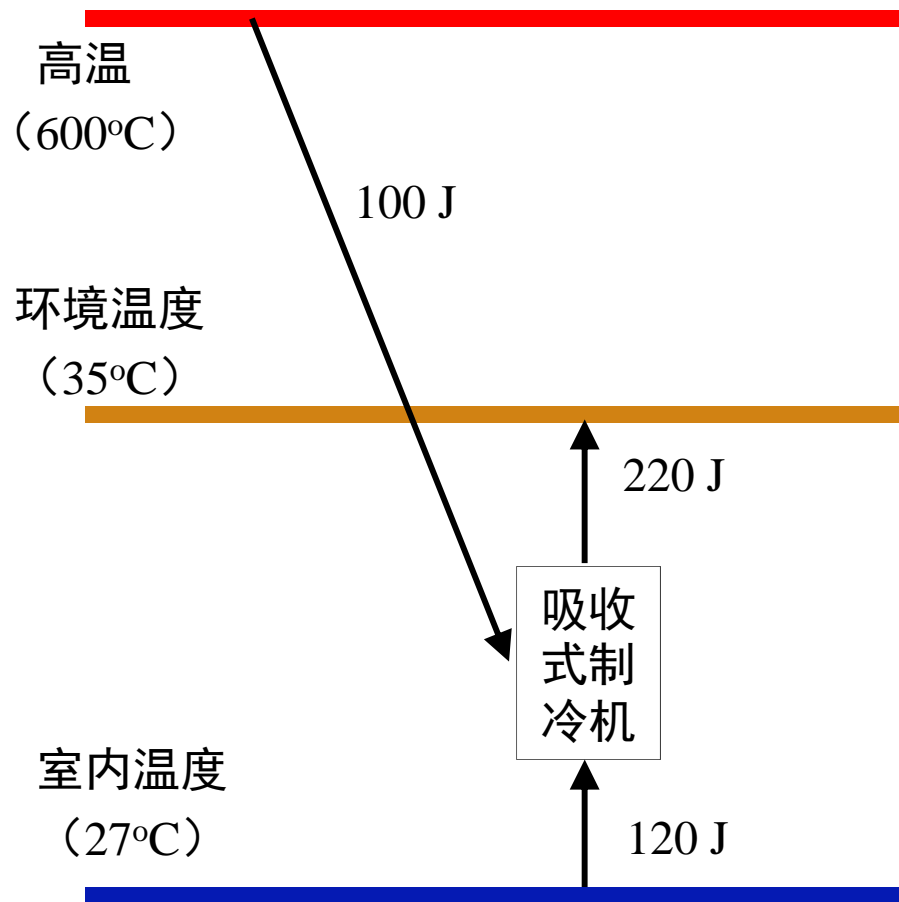
一次能源利用率 =

冷量供应量 / 原始燃料热能消耗

一次能源利用率 = $120 / 100 = 1.2 = 120\%$

8.2 暖通空调系统

8.2.3 冷热源设备



吸收式制冷机

一次能源利用率 =

冷量供应量 / 原始燃料热能消耗

$$\begin{aligned} \text{一次能源利用率} &= 120 / 100 \\ &= 1.2 \\ &= 120\% \end{aligned}$$

对于吸收式制冷机，通常将一次能源利用率称为能效比，但与电制冷的能效比概念有所区别

8.2 暖通空调系统

8.2.3 冷热源设备

制取 $Q = 41868 \text{ kJ}$ (10000kcal) 热量的费用比较

- 电驱动热泵 (制热性能系数为4)

$$P = (41868/4)/3600 = 2.9075 \text{ kWh} \quad I = 2.9075 \times 0.6 = 1.7445 \text{ 元}$$

- 用煤 (效率0.7, 煤的热值为6700kcal/kg)

$$H = 10000/(6700 \times 0.7) = 2.13 \text{ kg} \quad I = 2.13 \times 0.42 = 0.8946 \text{ 元}$$

- 用燃气 (效率0.75, 燃气热值为6500kcal/m³)

$$H = 10000/(6500 \times 0.75) = 2.05 \text{ m}^3 \quad I = 2.05 \times 2.36 = 4.8380 \text{ 元}$$

- 用柴油 (效率0.8, 柴油热值为9600kcal/kg)

$$H = 10000/(9600 \times 0.75) = 1.39 \text{ kg} \quad I = 1.39 \times 6.0 = 8.3400 \text{ 元}$$

8.2 暖通空调系统

8.2.4 暖通空调系统的选择

在暖通空调系统选择中需要考虑的主要因素有：

经济因素——初投资、运行费用、维护费用、设备更换及升级费用、设备故障损失、投资回报率以及能源消耗；

建筑条件——新建建筑或是既有建筑、位置、朝向、结构、气象条件、遮挡与阴影、外型、标准与规范；

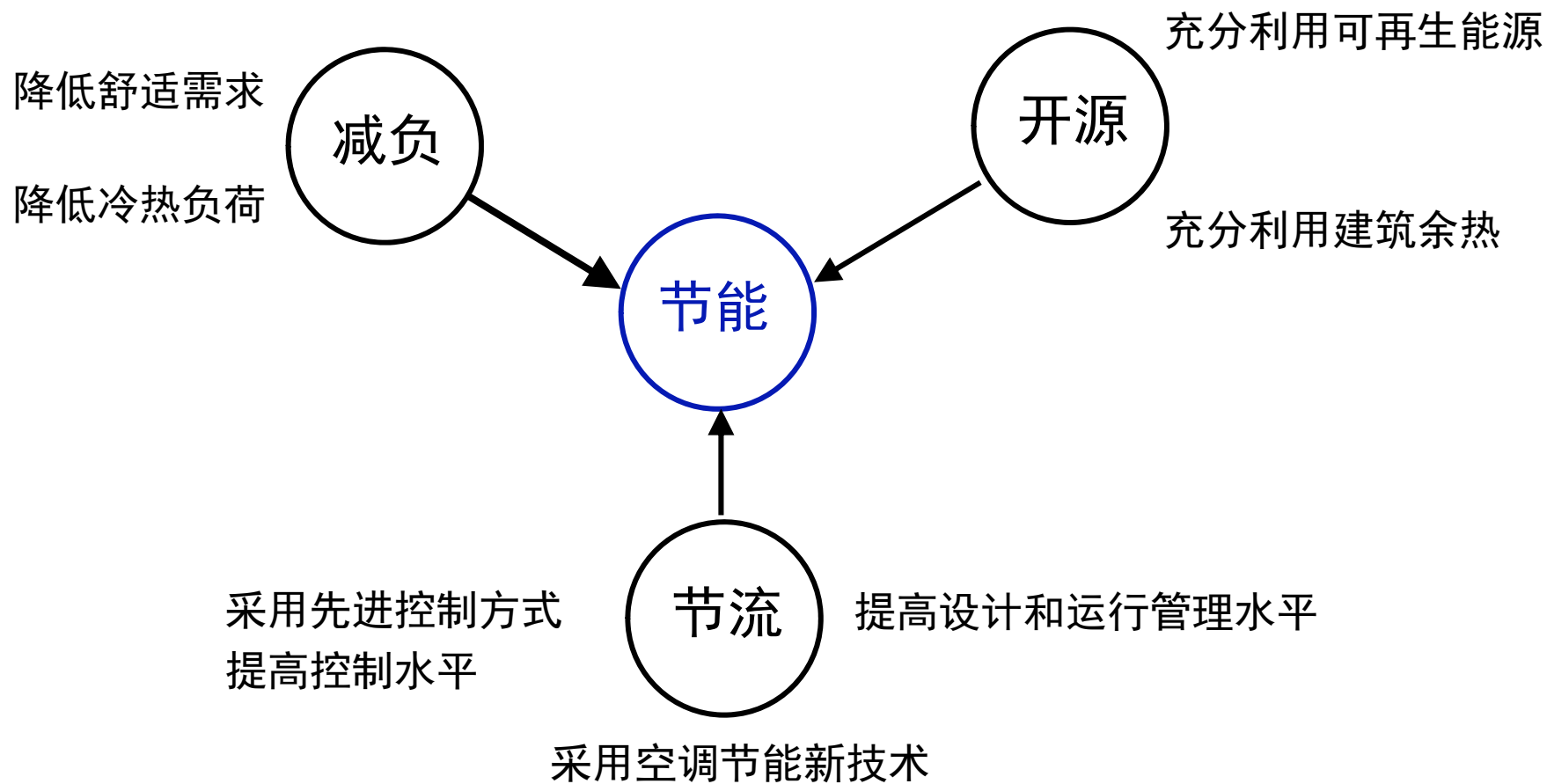
使用情况——使用率和设备工艺；

能源情况——使用能源类型和能源供应可靠性；

控制方式——区域控制和独立控制。

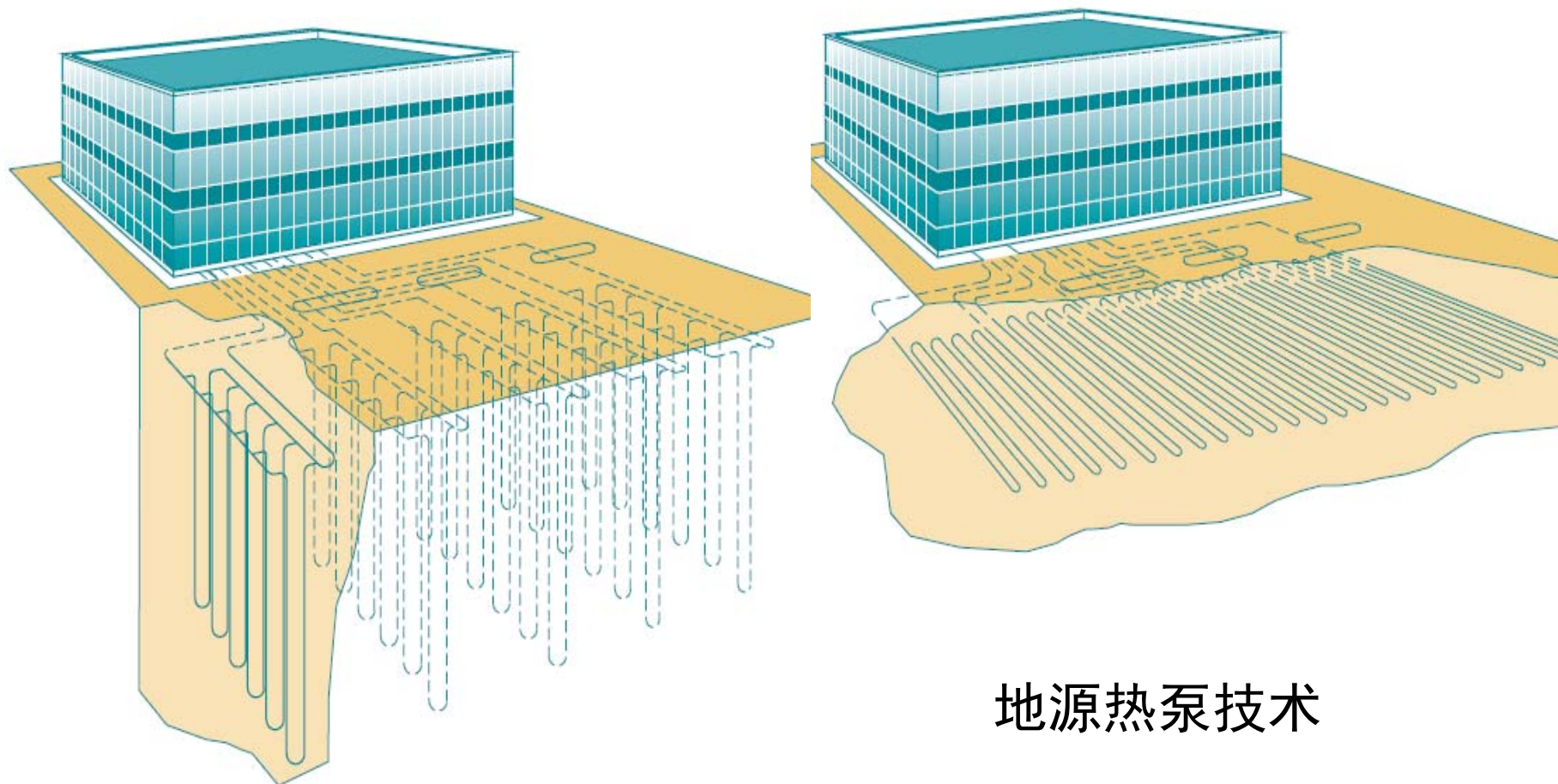
8.2 暖通空调系统

8.2.5 暖通空调系统节能途径和措施



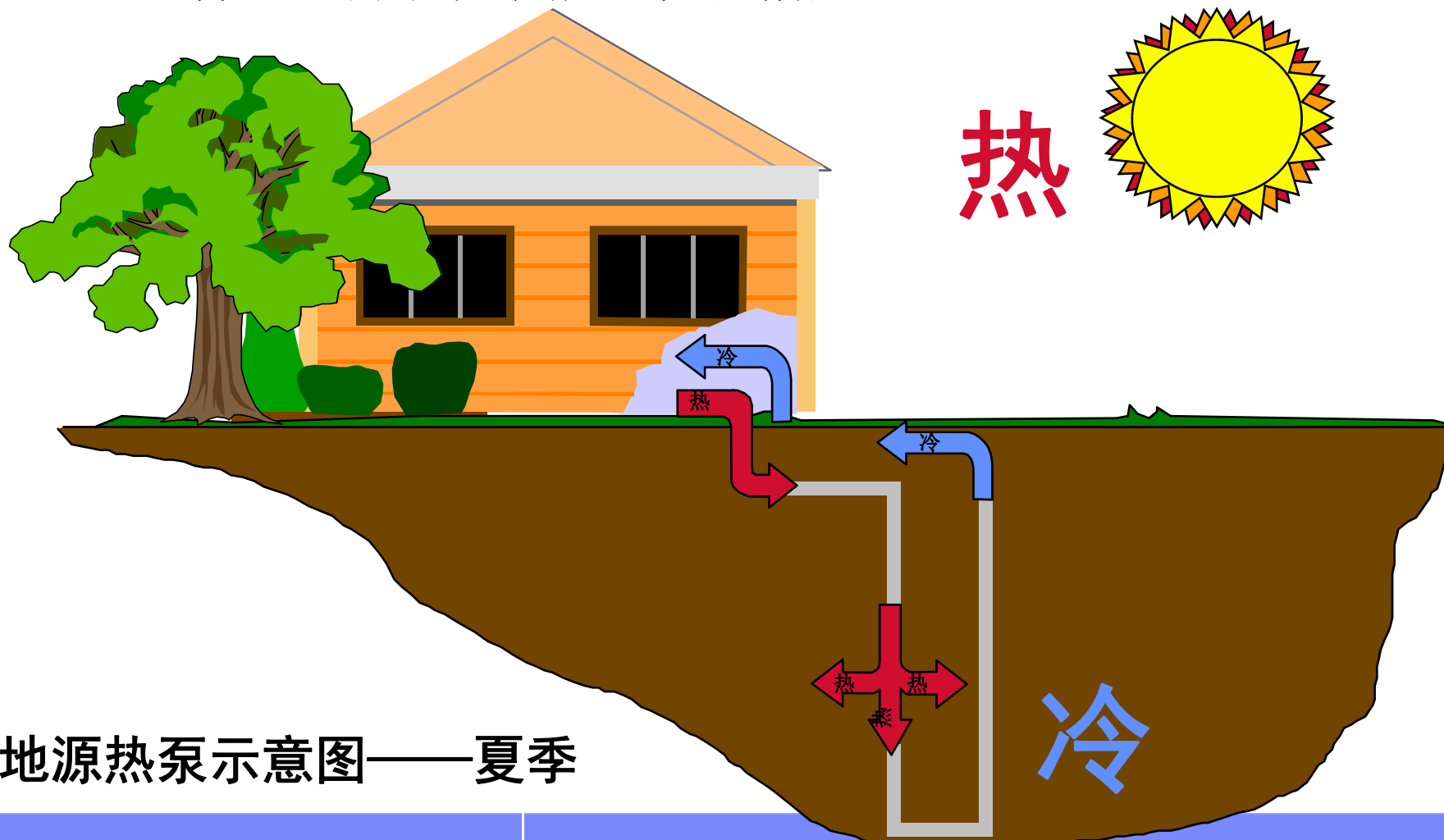
8.2 暖通空调系统

8.2.5 暖通空调系统节能途径和措施



8.2 暖通空调系统

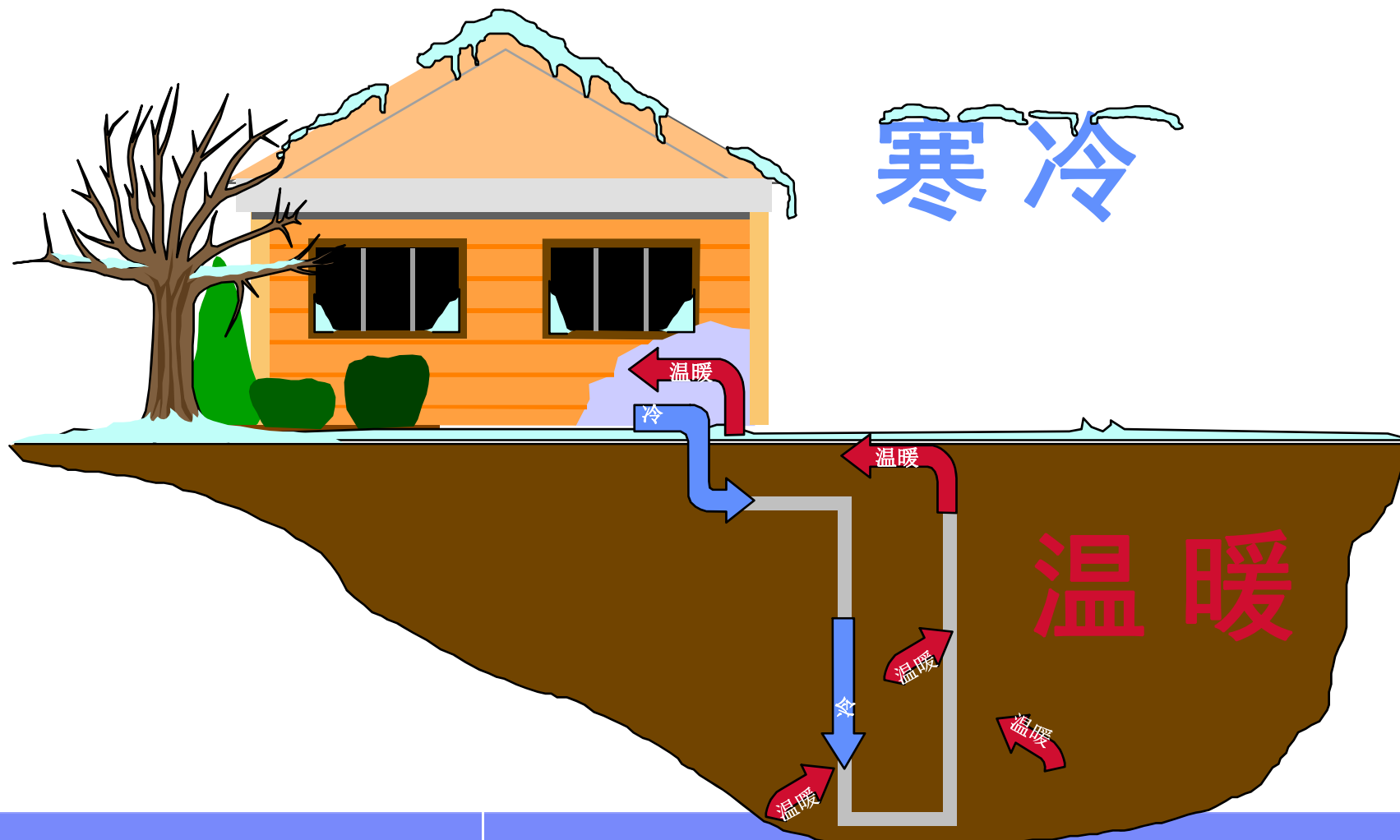
8.2.5 暖通空调系统节能途径和措施



地源热泵示意图——夏季

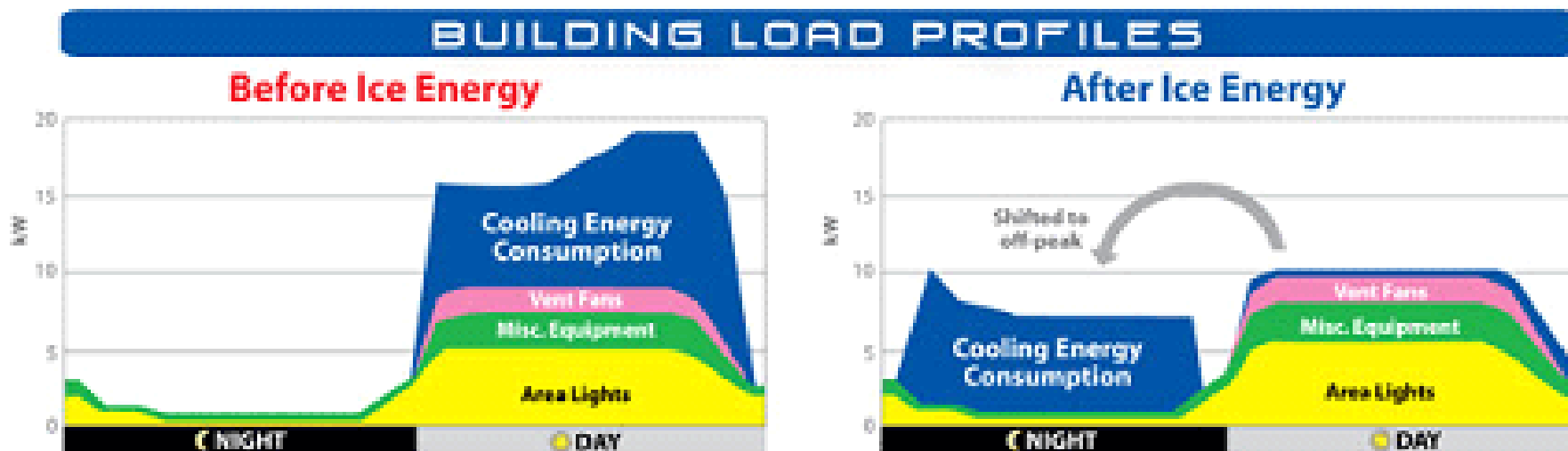
8.2 暖通空调系统

8.2.5 暖通空调系统节能途径和措施



8.2 暖通空调系统

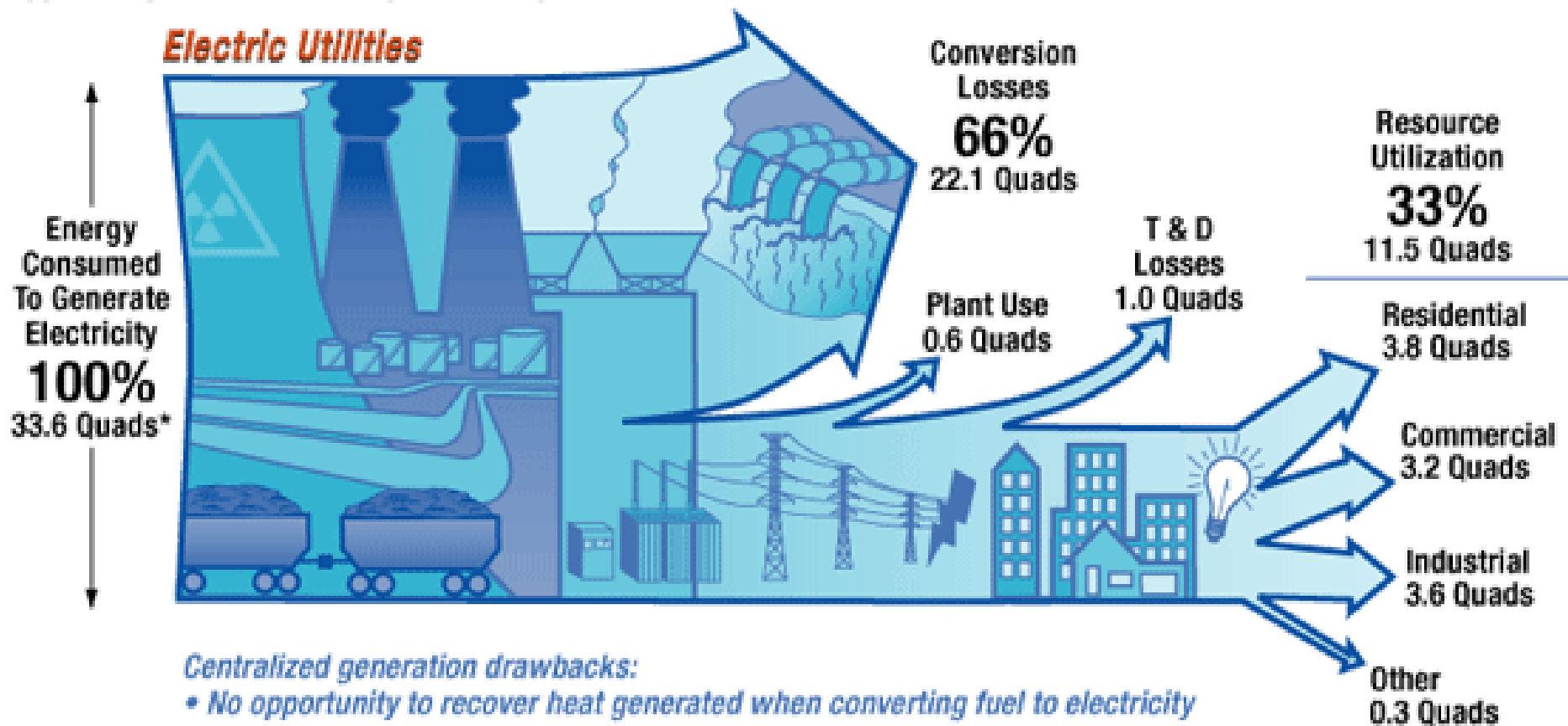
8.2.5 暖通空调系统节能途径和措施



冰蓄冷空调技术

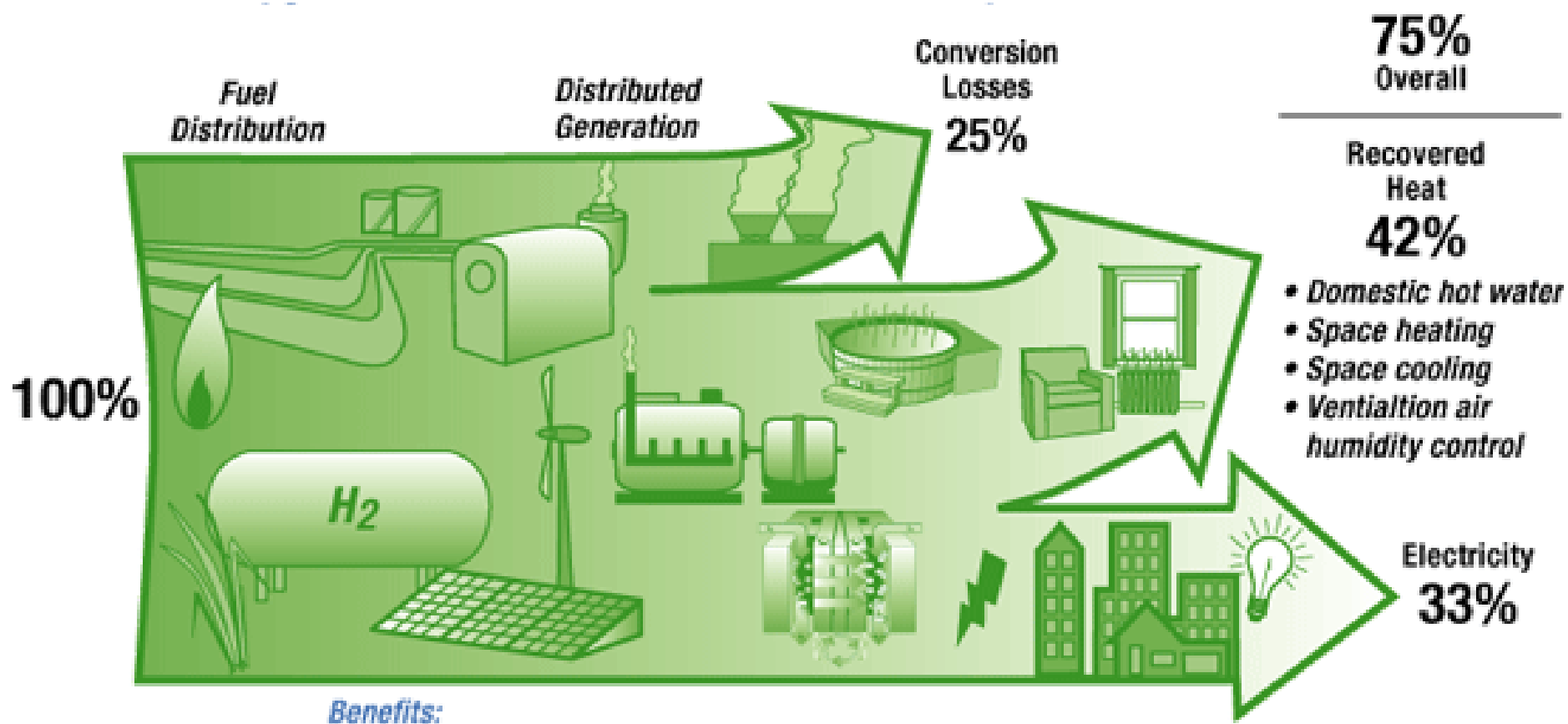
8.2 暖通空调系统

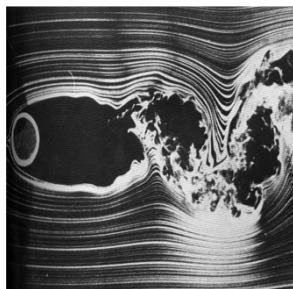
8.2.5 暖通空调系统节能途径和措施



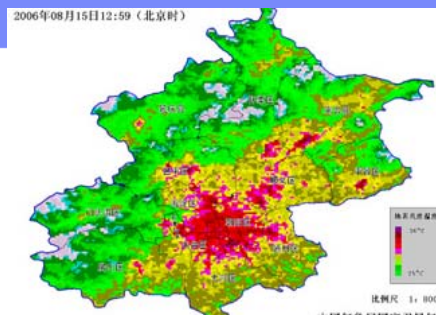
8.2 暖通空调系统

8.2.5 暖通空调系统节能途径和措施

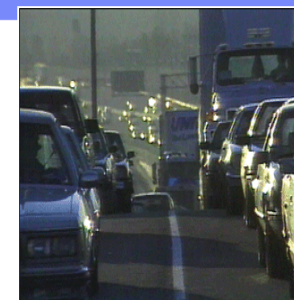




微气候影响（如风环境）



热岛效应



交通拥堵



毒性增加



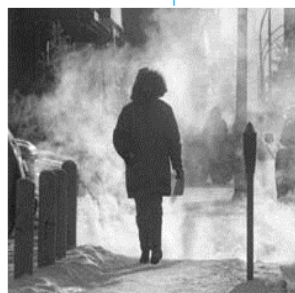
富营养化

局部环境问题

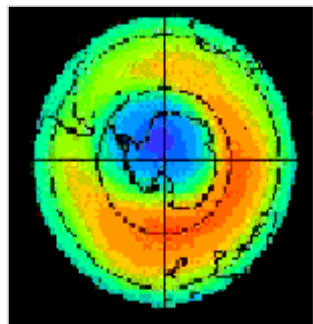


室内环境恶化

- 室内空气品质及热舒适
- 声环境
- 光环境



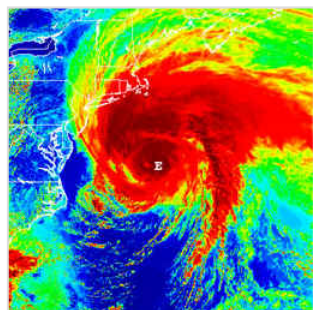
光化学烟雾



臭氧层破坏



酸雨



气候变化



生物多样性丧失



燃料枯竭



耕地枯竭



水资源枯竭



废物堆积

全球环境问题

8.3 建筑给排水系统

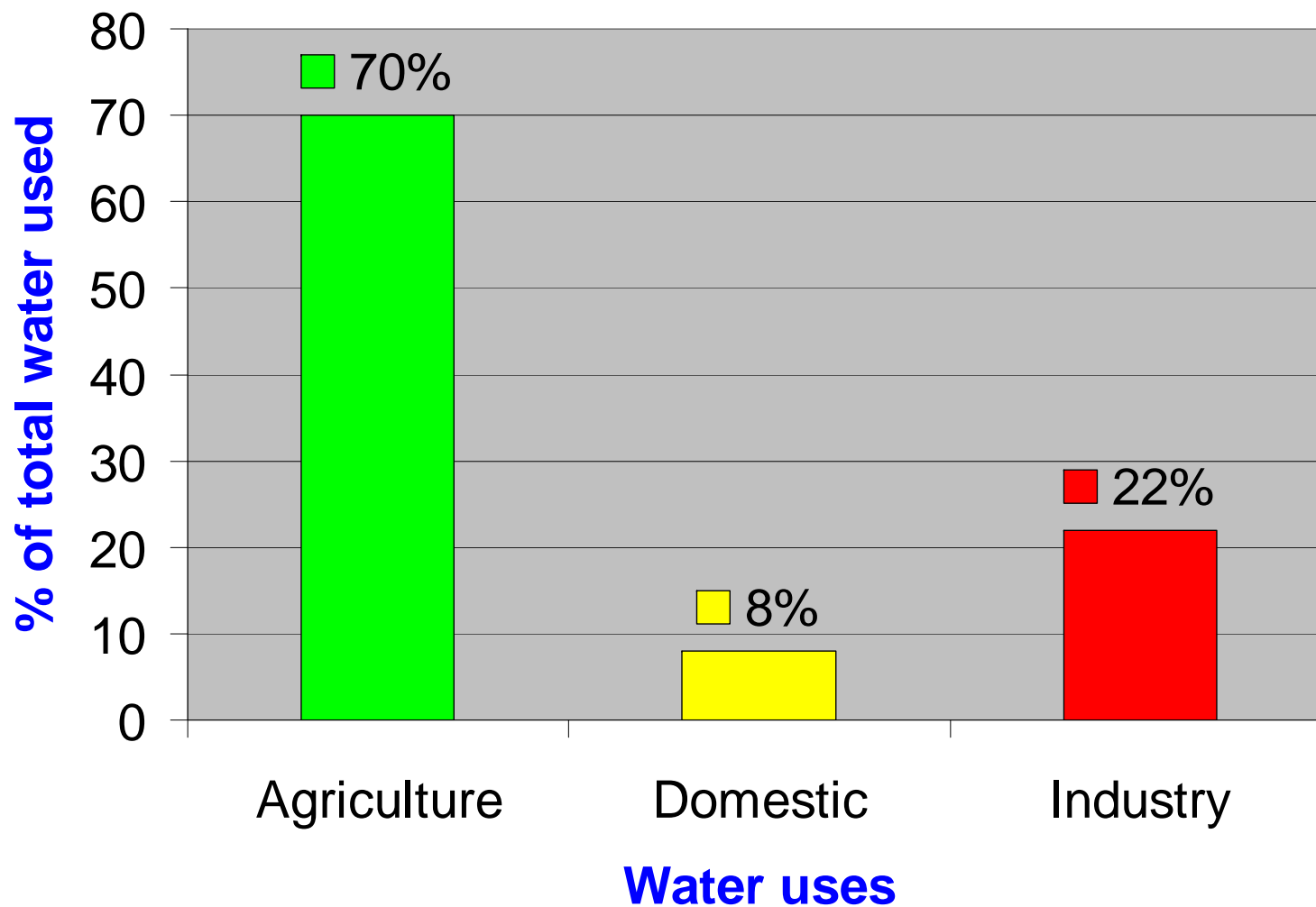
地球2/3由水所覆盖。

97.5% 的水是海水。

大部分的淡水以冰、雪的形式储存在两极，难以获取。



8.3 建筑给排水系统



8.3 建筑给排水系统

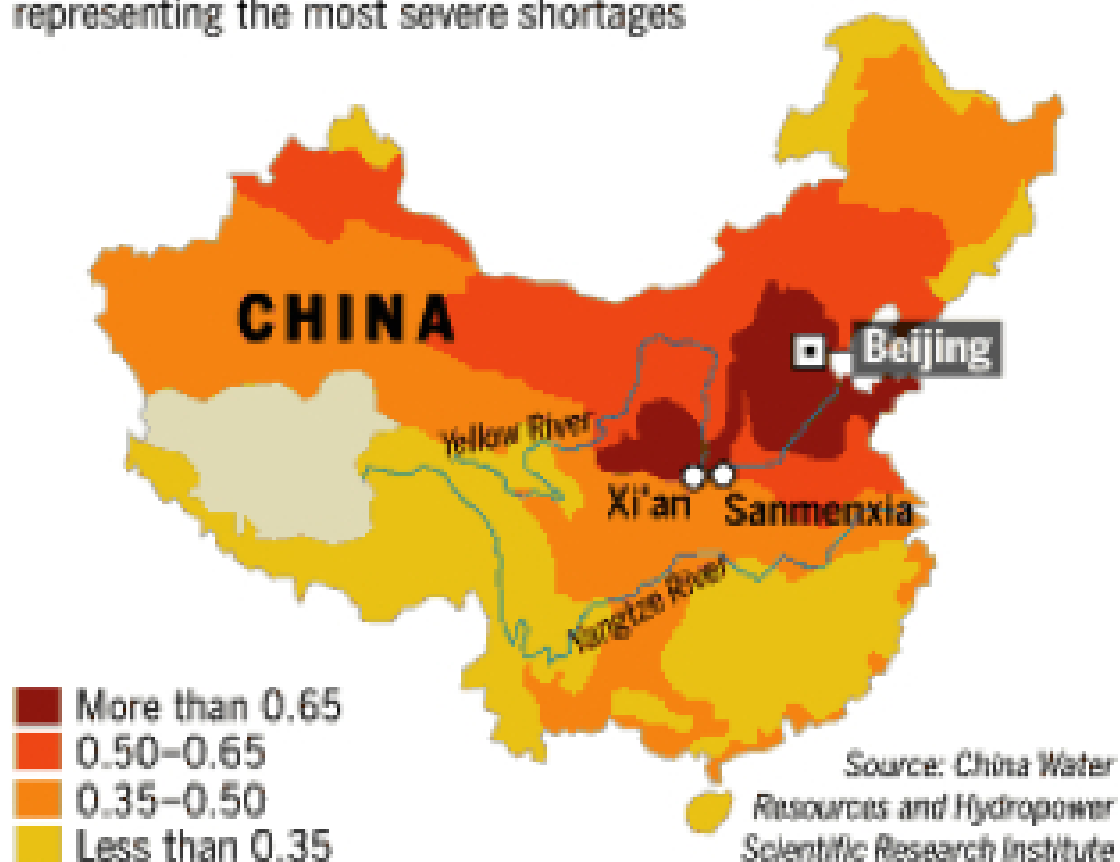


中国的
水资源
状况

8.3 建筑给排水系统

Predicted water shortages in China by 2010

Severity of water shortages on a scale of 0 to 1, with 1 representing the most severe shortages



预测中的
2010年中
国水资源
短缺状况

8.3 建筑给排水系统

8.3.1 建筑给水系统

建筑给水系统按供水用途，可分为三类：

- (1) **生产给水系统**：供生产设备冷却，产品、原料洗涤和各类产品制造过程中所需的生产用水。
- (2) **生活给水系统**：供人们饮用、盥洗、洗涤、淋浴、烹饪等生活用水。
- (3) **消防给水系统**：供用水灭火的各类消防设备用水。

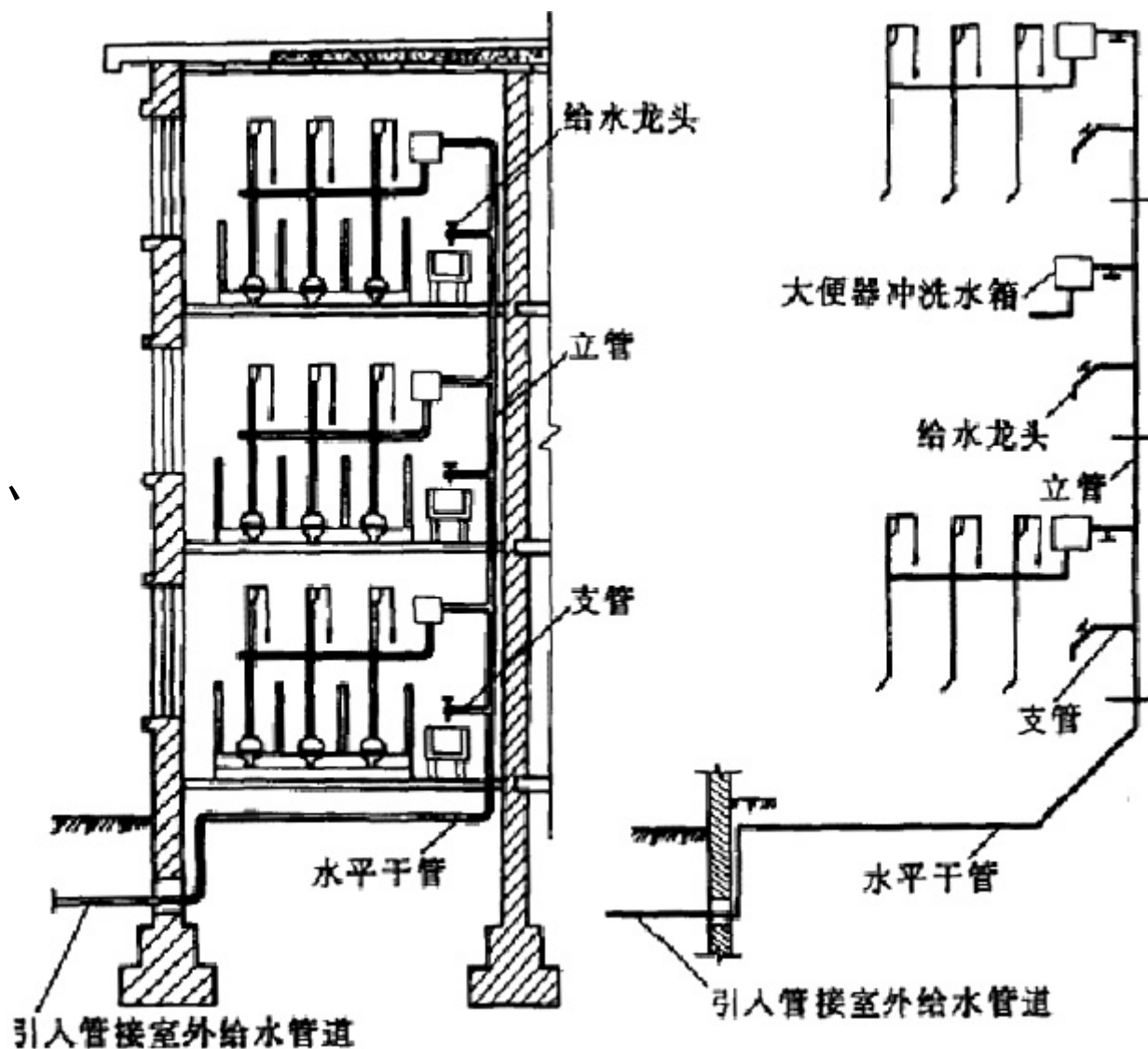
以上系统**可独立设置**，也可组成生活-消防、生产-消防、生活-生产和生活-生产-消防等**共用给水系统**。系统的选择，应根据生活、生产、消防等各类用水对水质、水温、水压和水量的要求，结合室外给水系统的供水量、水压和水质等情况，经技术经济比较或采用综合评判法确定。

8.3 建筑给排水系统

8.3.1 建筑给水系统

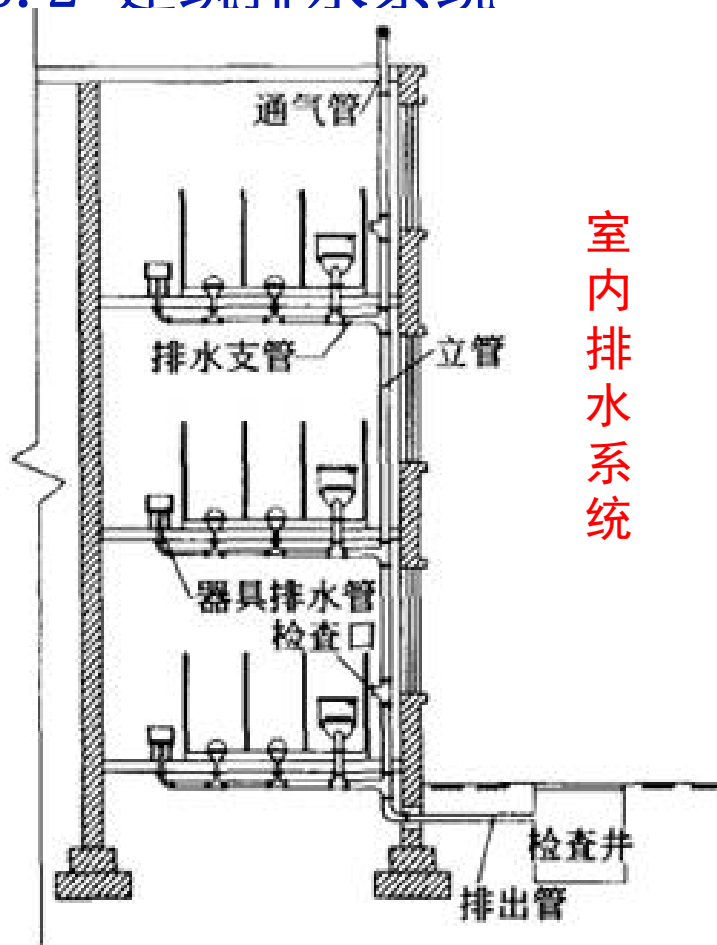
室内给水系统一般由引入管、干管、立管、支管和用水设备组成。

在室内给水管路上还需设置**给水附件**：如阀门、止回阀等，便于检修管路或控制水流方向用。当室外给水管网的水压、水量不能满足室内用水要求或建筑内对安全和稳压供水有较高要求时，还应在给水系统中设置**增压、储水设备**，如水泵、水池和水箱等。

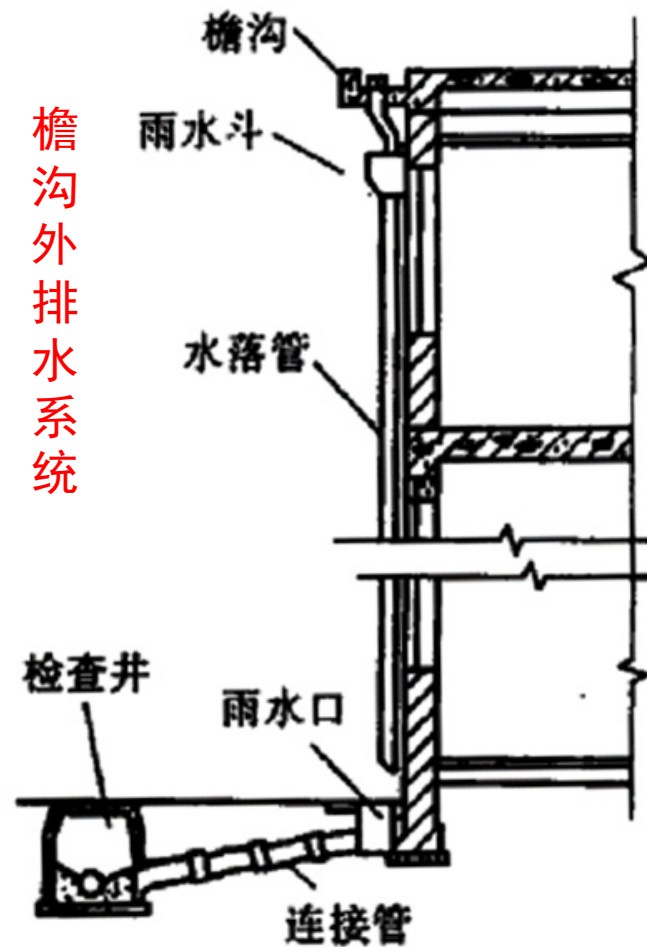


8.3 建筑给排水系统

8.3.2 建筑排水系统



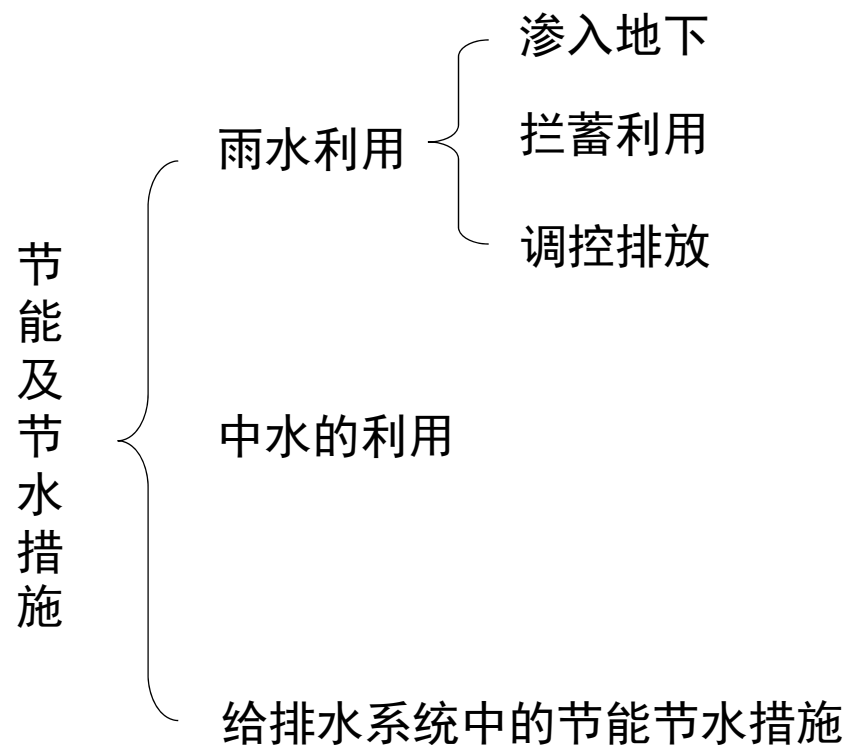
室内排水系统



檐沟外排水系统

8.3 建筑给排水系统

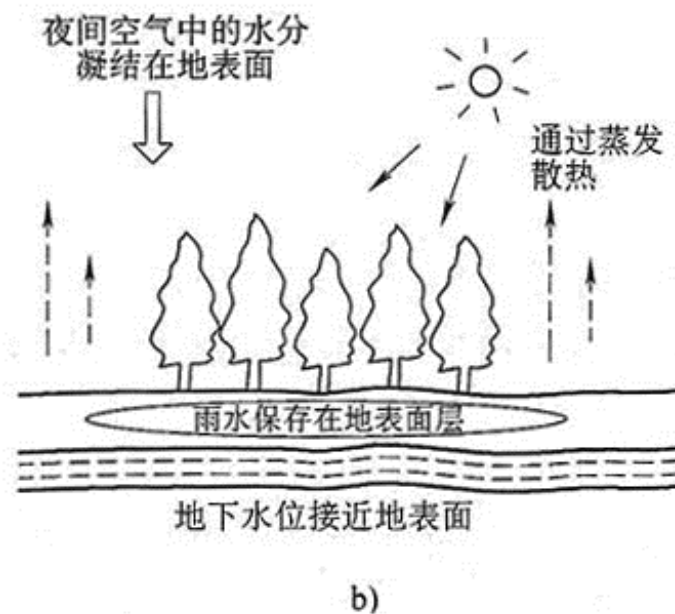
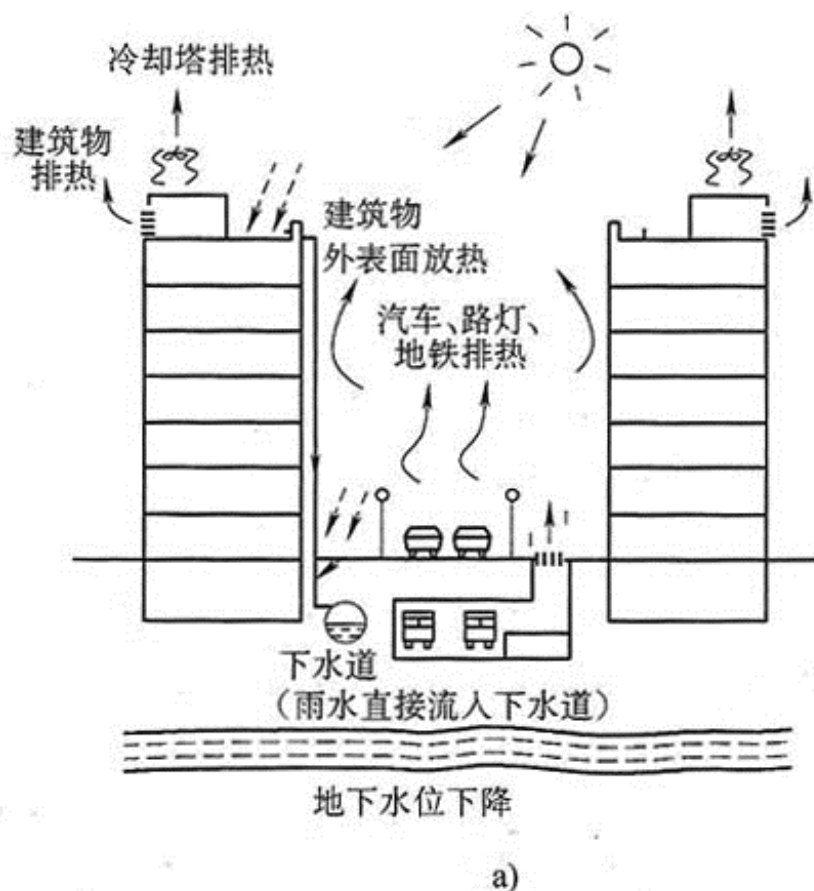
8.3.3 建筑给水排水系统节能和节水



8.3 建筑给排水系统

8.3.3 建筑给水排水系统节能和节水

城市中雨水迅速排走，难以渗入地下，增大热岛效应，亦导致地下水难以补充。



8.3 建筑给排水系统

8.3.3 建筑给水排水系统节能和节水

渗透性铺装地面



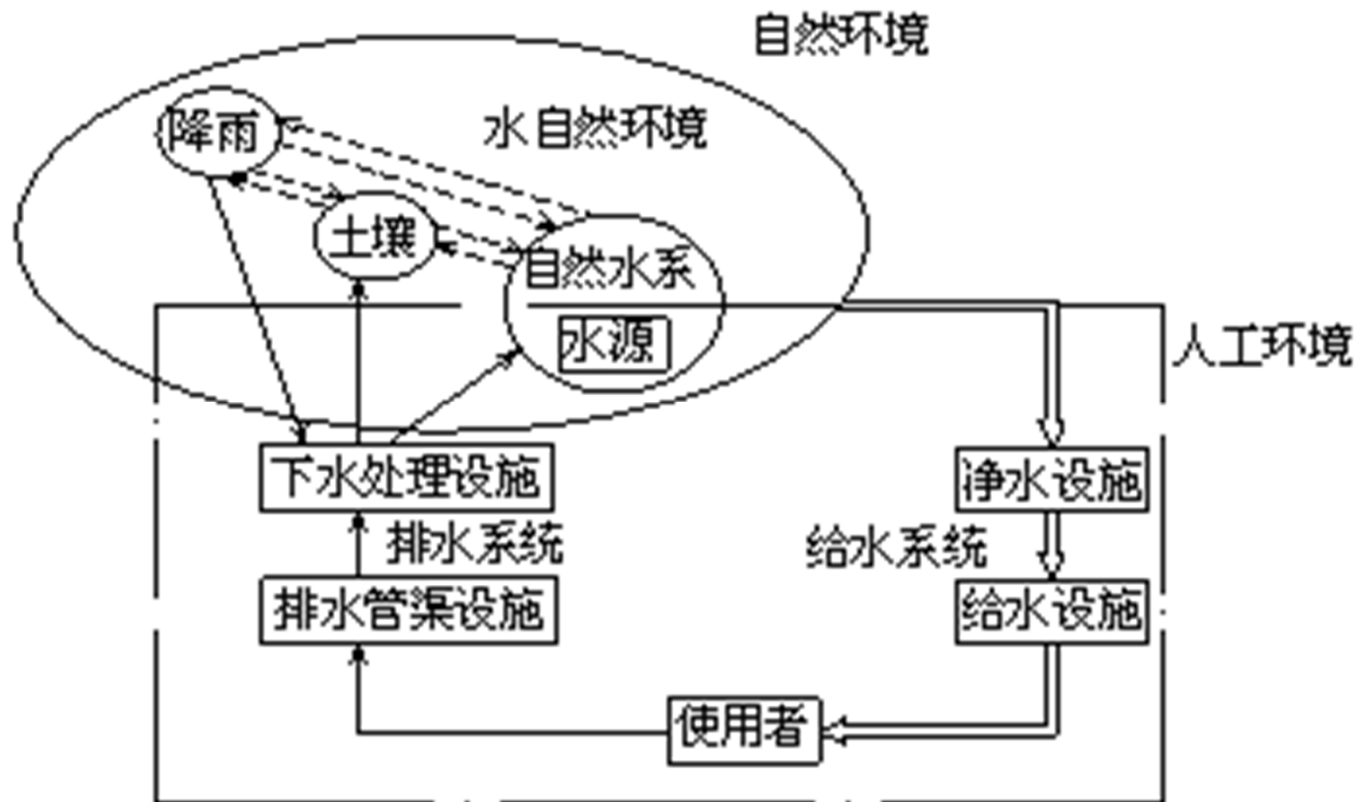
8.3 建筑给排水系统

8.3.3 建筑给水排水系统节能和节水



8.3 建筑给排水系统

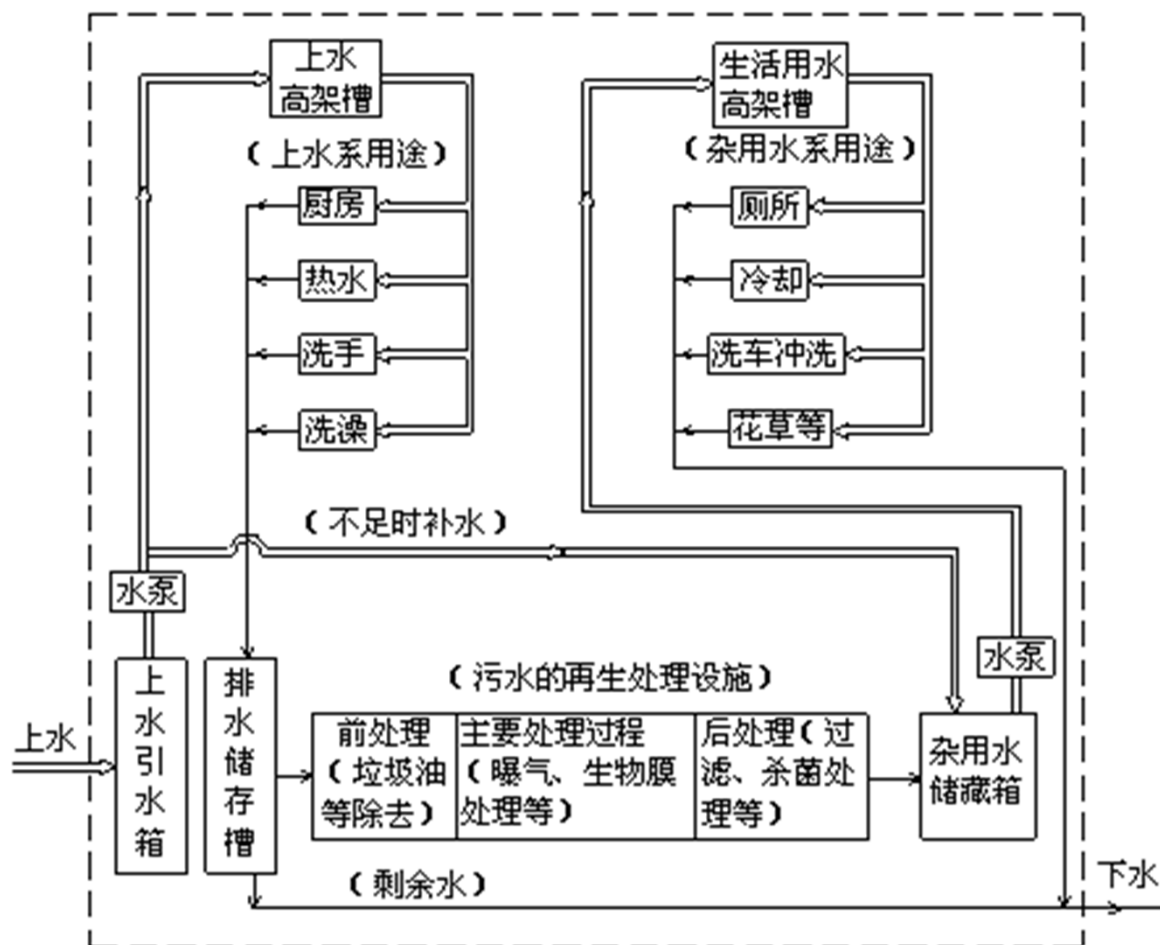
8.3.3 建筑给水排水系统节能和节水



城市水循环

8.3 建筑给排水系统

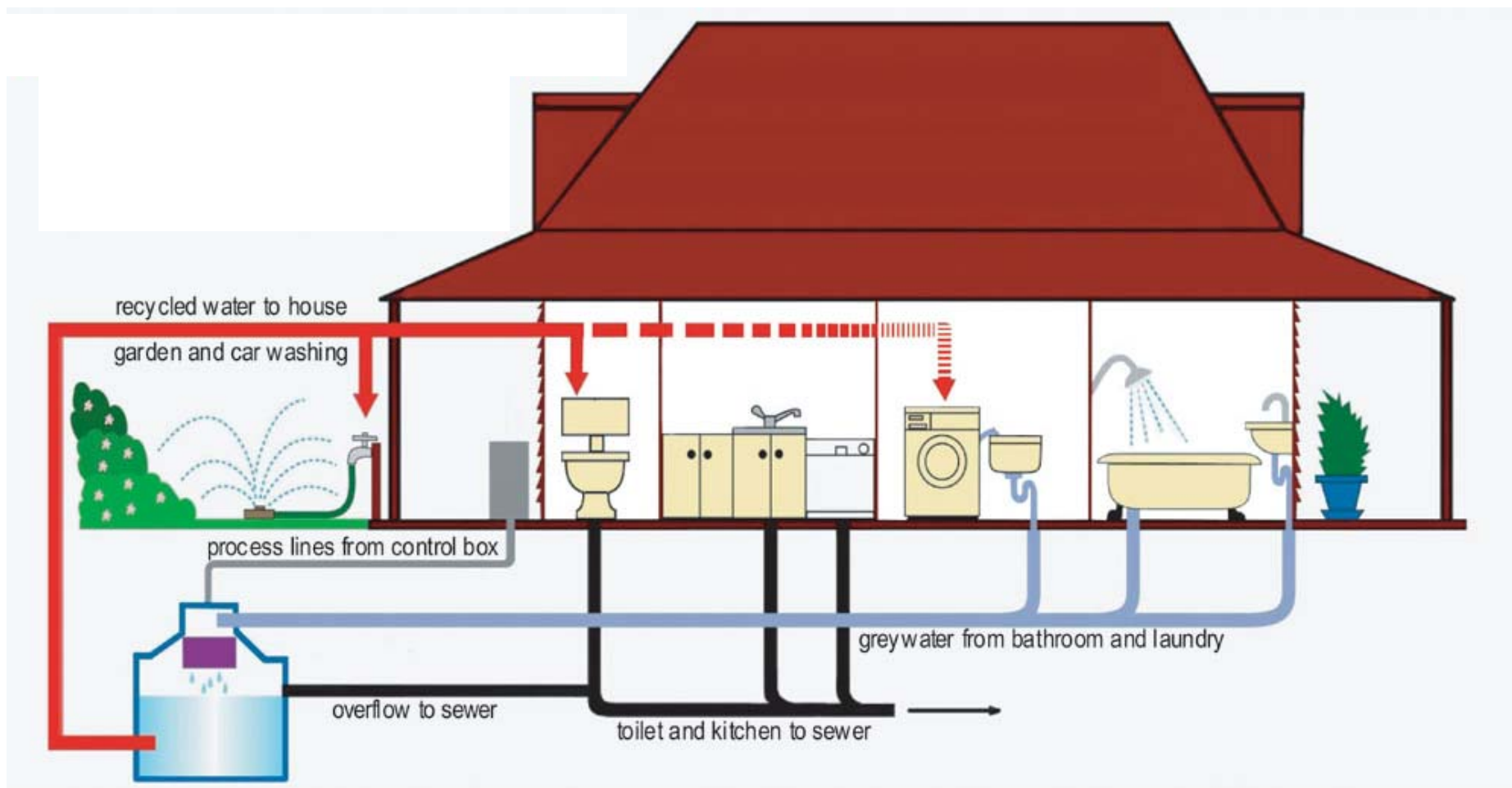
8.3.3 建筑给水排水系统节能和节水



个别循环系统是在建筑物内设置污水处理设备，处理建筑物内排出的污水，再提供给该建筑物内中水回用系统。

8.3 建筑给排水系统

8.3.3 建筑给水排水系统节能和节水



8.3 建筑给排水系统

8.3.3 建筑给水排水系统节能和节水



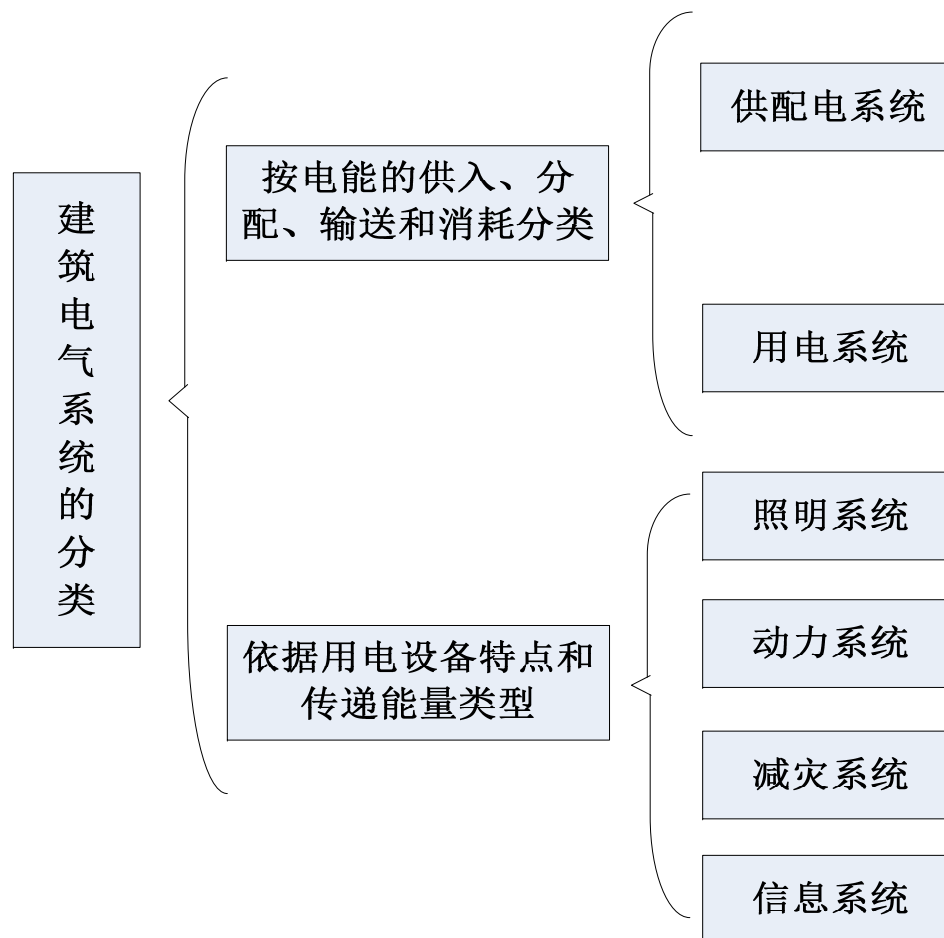
光电水龙头



延时自闭水龙头

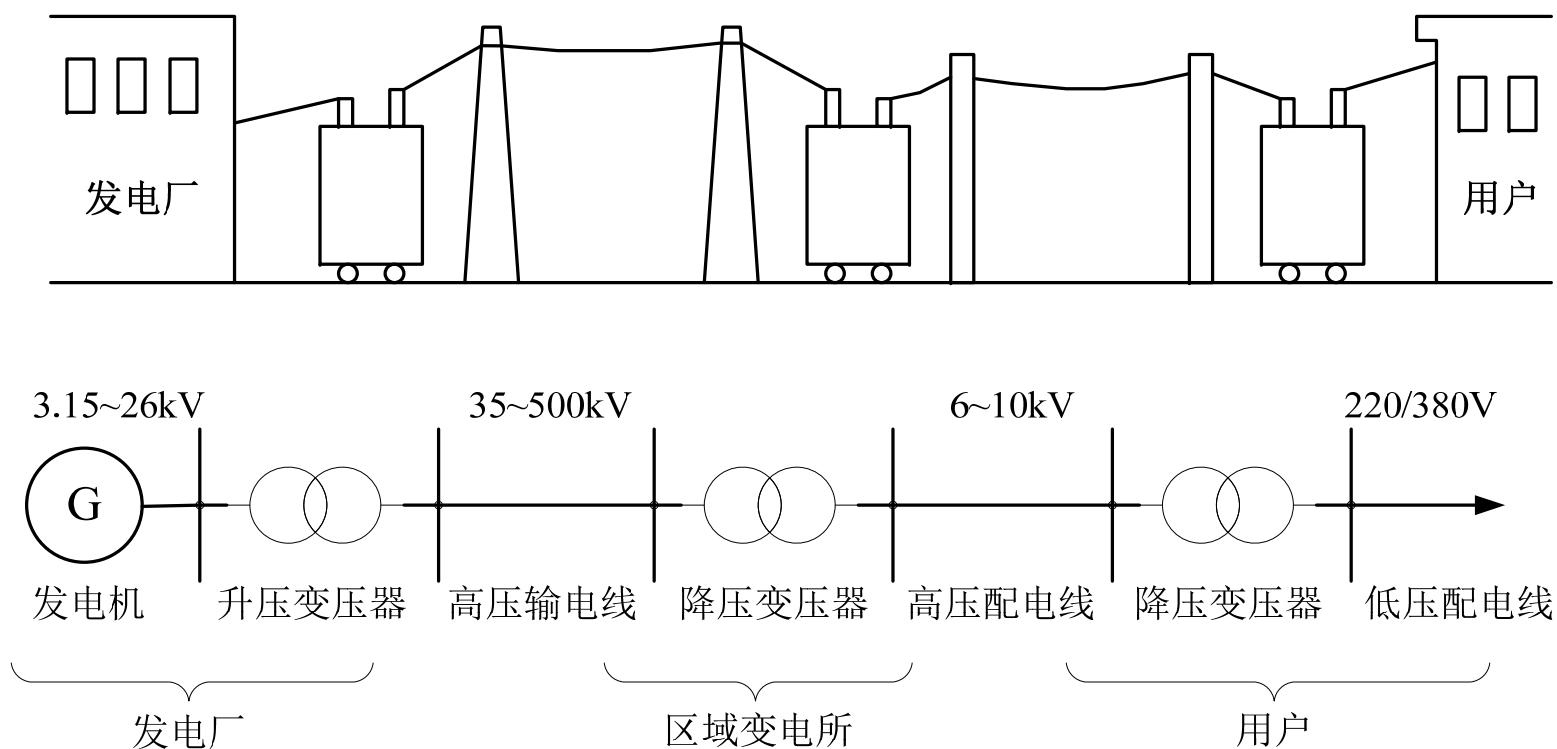
8.4 建筑电气系统

8.4.1 建筑电气概述



8.4 建筑电气系统

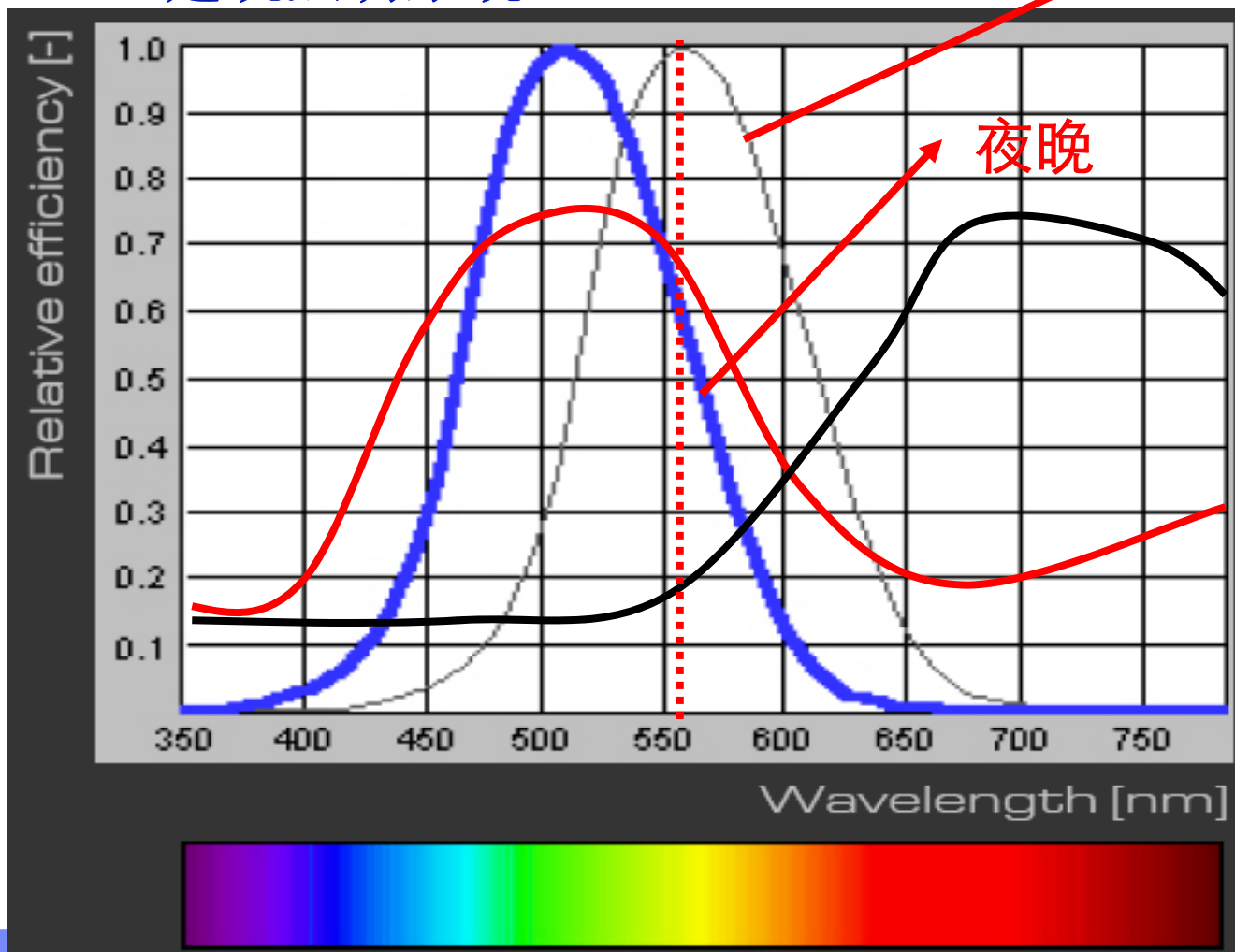
8.4.2 建筑供配电系统



电力系统示意图

8.4 建筑电气系统

8.4.3 建筑照明系统



人眼对不同波长辐射的敏感性

相对视见率为某波长光的视见率与555nm黄绿光的视见率的比值。

8.4 建筑电气系统

8.4.3 建筑照明系统

光通量：

由于人眼对不同波长的电磁波具有不同的灵敏度，因此不能直接用光源的辐射功率或辐射通量来衡量光能量，必须采用以人眼对光的感覺量为基准的单位----**光通量**来衡量，单位为**流明 (lm)**。

光通量等于单位时间内**某一波段的辐射能量**和**该波段的相对视见率**的乘积。

相对视见率为某波长光的视见率与555nm黄绿光的视见率的比值。

光通量以人眼感觉到的光线量为准。

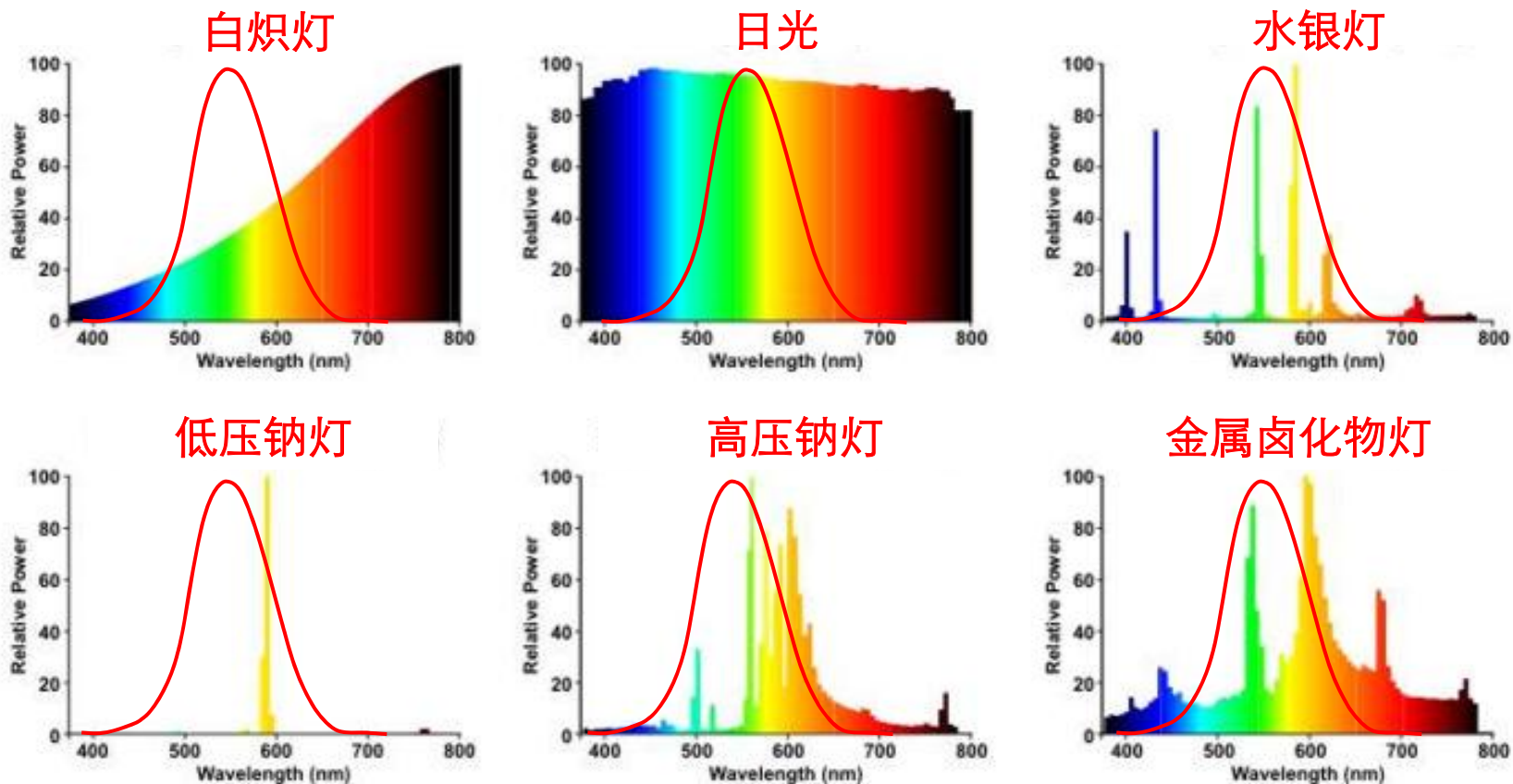
虽然两种不同辐射的能量可能相同，但人眼感觉到的光线量有可能不同，即光通量不同。

8.4 建筑电气系统

8.4.3 建筑照明系统

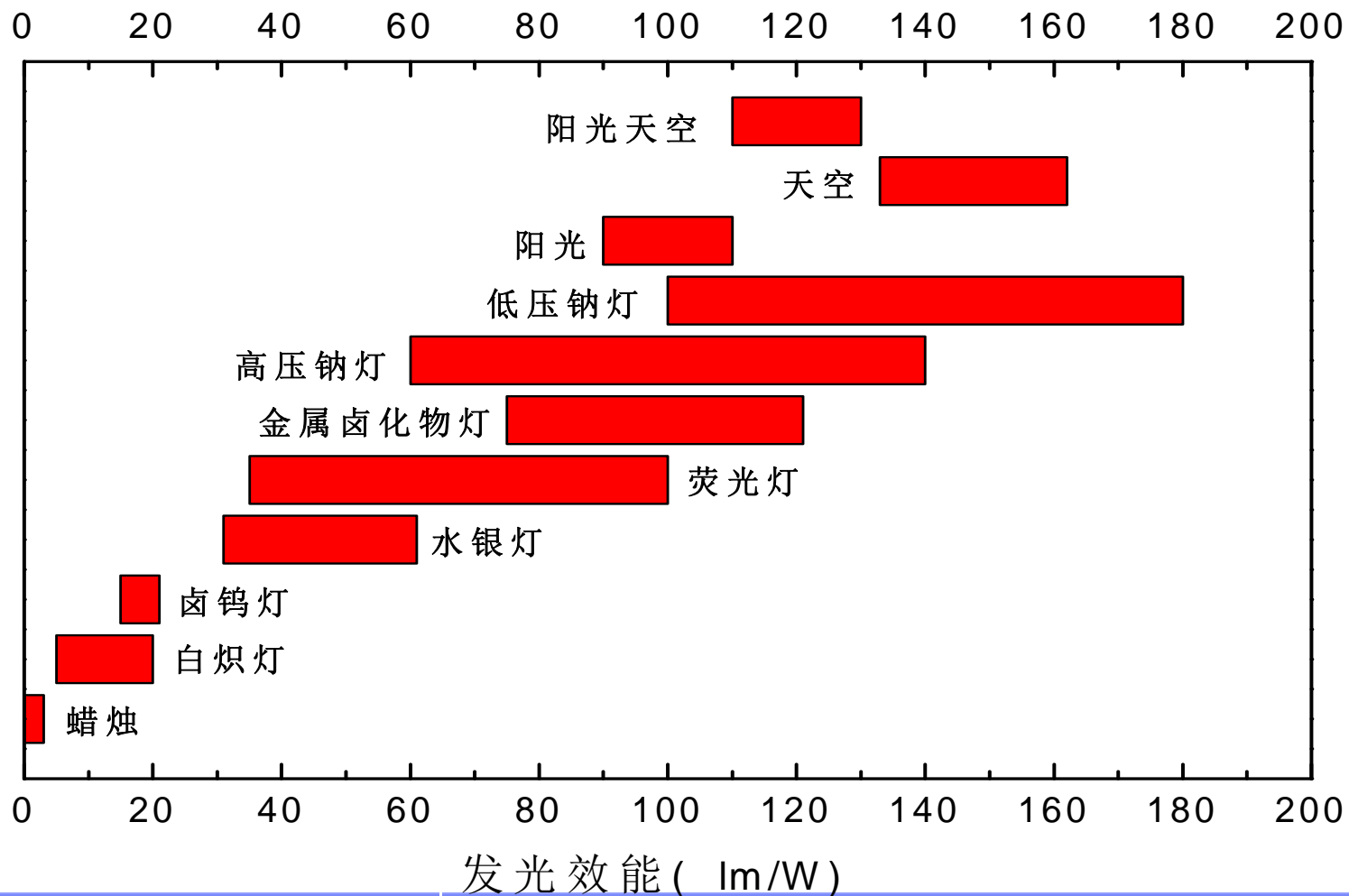
发光效率:

对于光源来说，发光效率指的是人眼能感觉到的光通量与光源发出的电磁波功率的比值，单位是 lm/W 。



8.4 建筑电气系统

8.4.3 建筑照明系统



8.4 建筑电气系统

8.4.3 建筑照明系统

照明可以分为**天然照明**和**人工照明**。充分利用天然照明，当夜幕降临或天然光线不足的时候，辅以适当的人工照明。现代的人工照明是由电光源来实现的，光源随时可用、明暗可调、光线稳定、美观洁净，以满足人们的视觉要求。电气照明的目的是创造一个合适的光环境。一方面是创造一个满足视觉生理要求的光环境；另一方面是创造一个具有一定气氛、格调的照明环境，满足视觉心理要求以及人们的精神享受，这已成为电气照明不可忽视的组成部分。它不仅延长白昼、改变自然，而且美化环境、装饰建筑点缀空间、制造和谐的气氛和喜气空间，从而满足人们的生理和心理方面的需求。



自然采光



节能灯具