

# 空调基础与系统介绍

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

# 内容介绍

- 传热的基本概念
- 影响传热的因素
- 空调系统的基本概念
  - 空调系统的本质
  - 空调系统的构成
  - 空调系统的分类
- 水泵与应用
- 冷却塔与应用

# 第一部分

## 传热的基本概念

获取更多资料

微信搜索蓝领星球

# 传热

- 定义:

无论是在两物体之间还是在同一物体内部，只要**存在温差**，热能就会从一个区域传到另一个区域

第一区域  
高温

热量总是往“低”处流，  
即从**高温到低温**

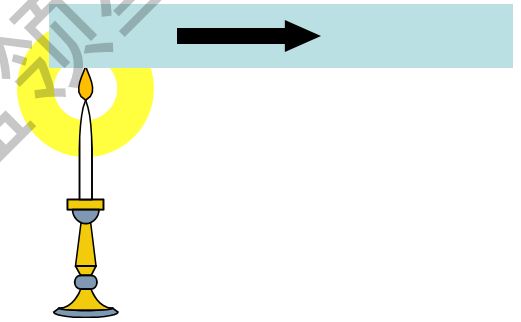
第二区域  
低温

# 传热方式

## 热传递有三种方式：

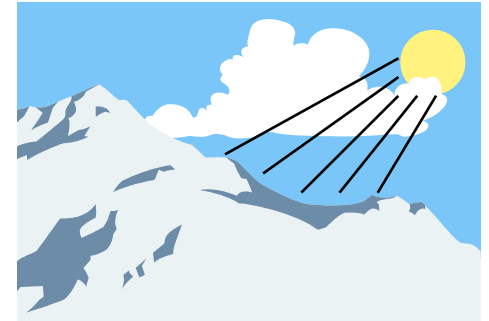
### • 传导：

- 在两物体之间或同一物体内部，能量通过分子运动传递。
- 例如：在金属木棍的一端用火焰加热



### • 辐射：

- 在不同温度的物体之间，甚至在真空中，能量以波的形式传递。
- 例如：太阳光照射在物体上



### • 对流：

- 由于密度差异能量在流体内流动。
- 例如：冷空气下降，热空气上升



## 第二部分

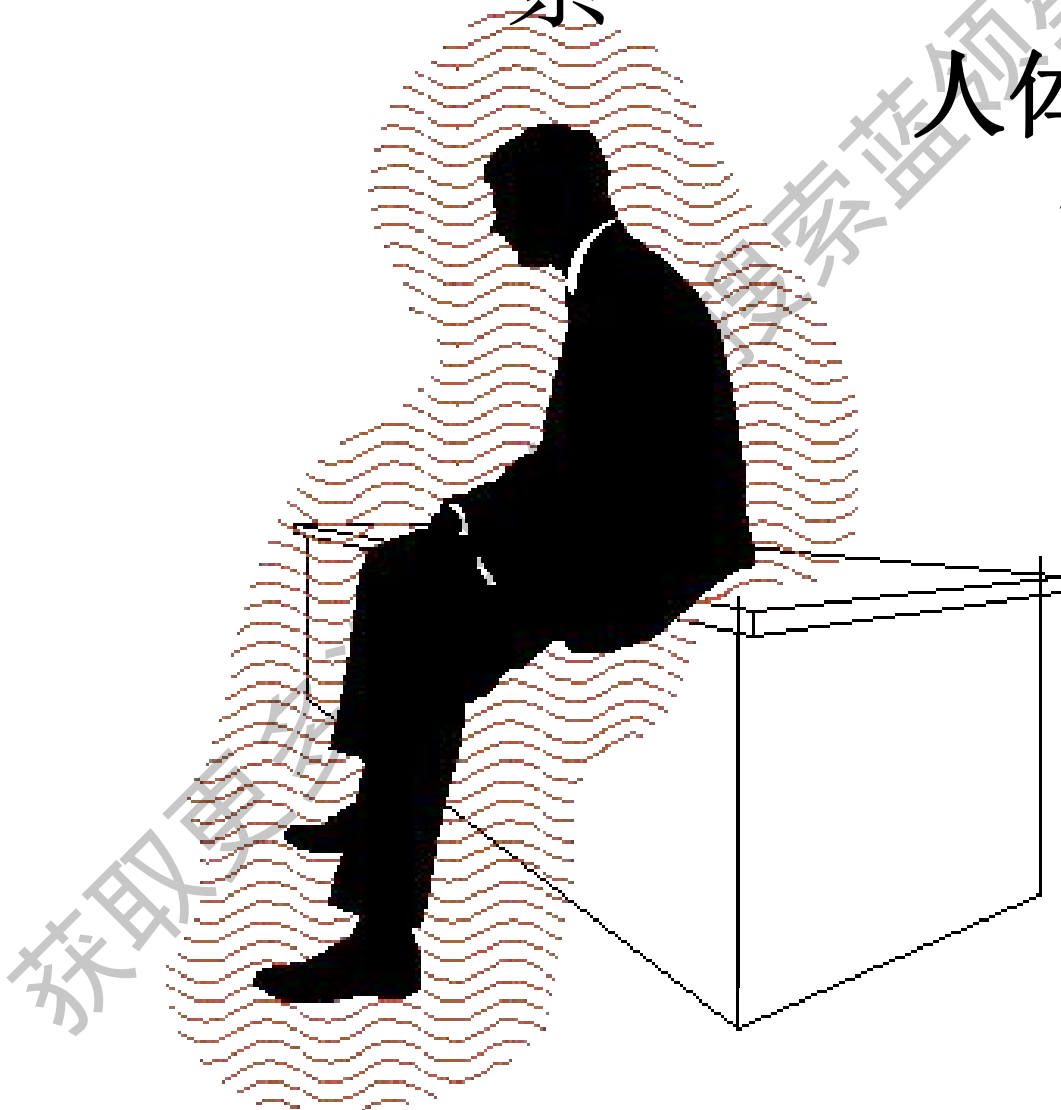
# 影响传热的因素

获取更多资料

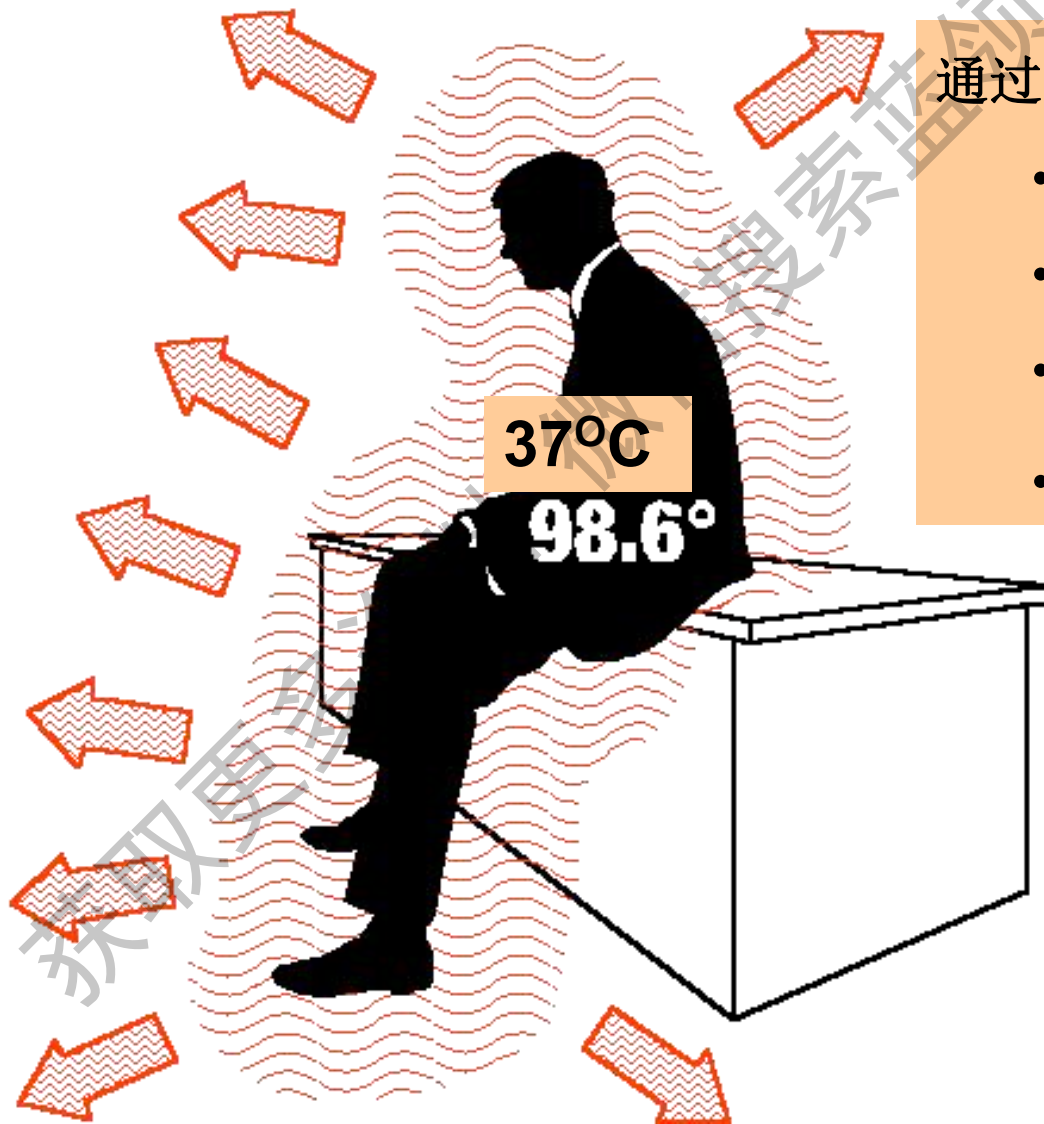
微信搜索蓝领星球

# 影响传热的因素

人体会产生  
热量



# 多余的热量需向体外排放



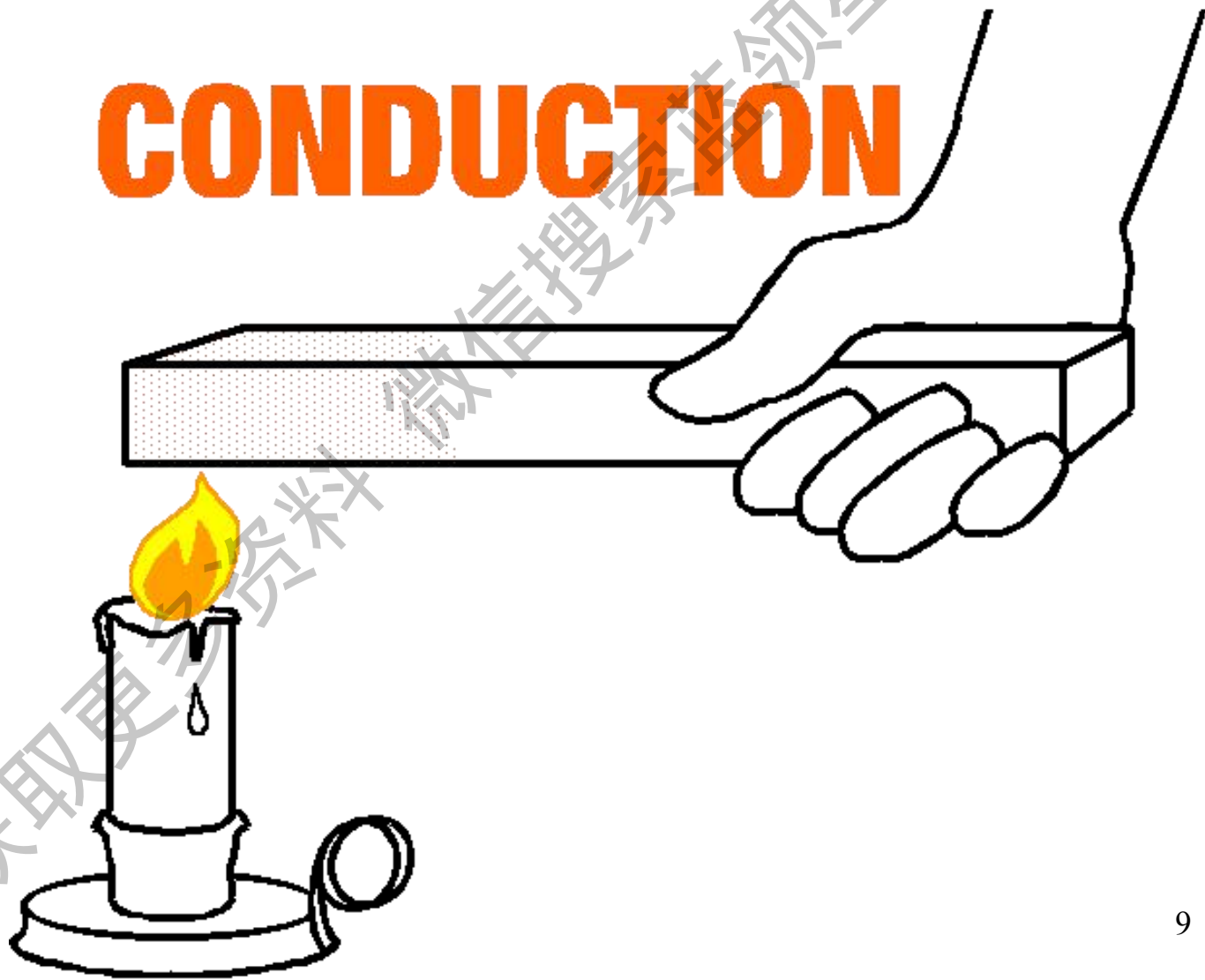
通过:

- 传导
- 对流
- 辐射
- 蒸发

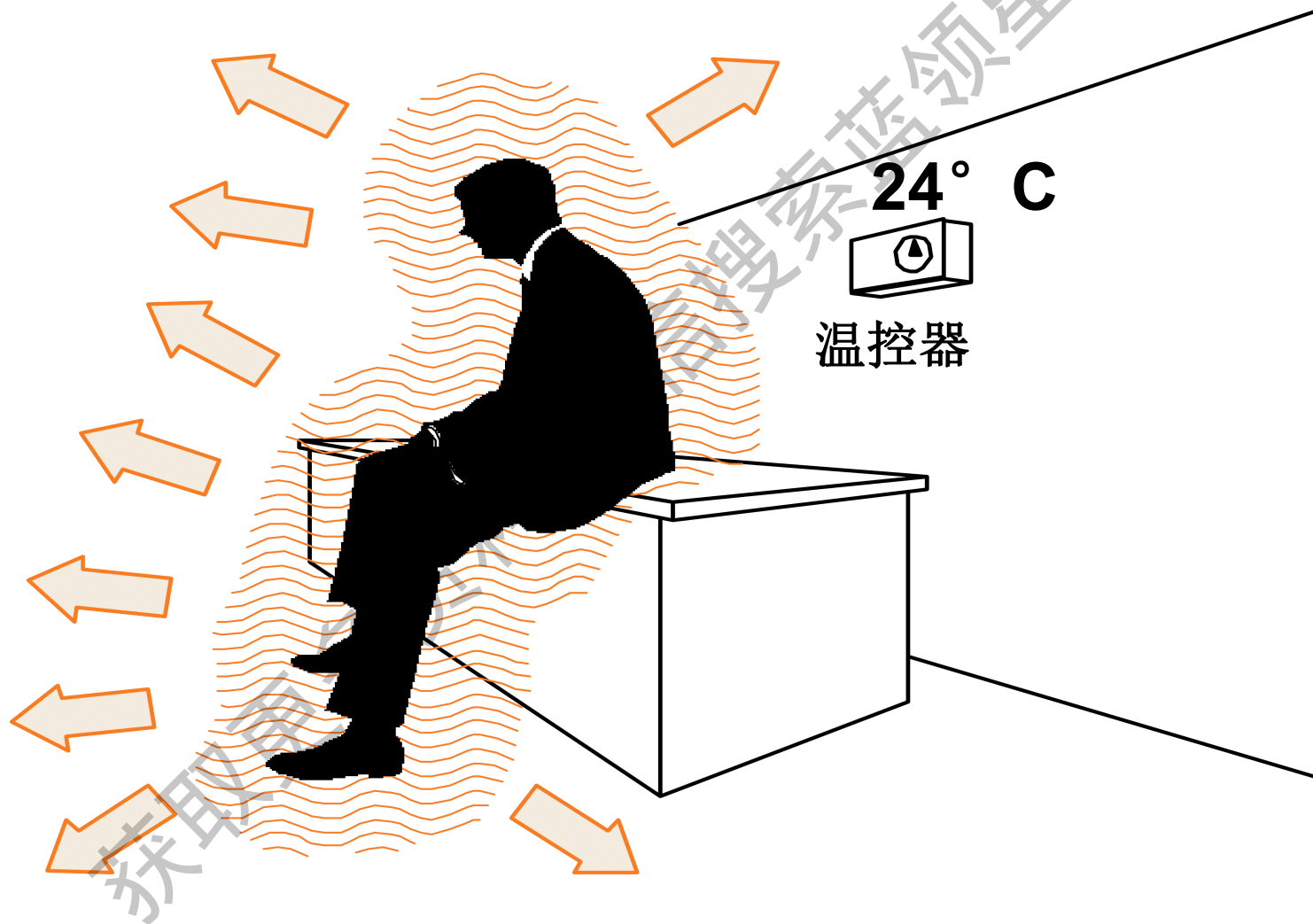


传导

CONDUCTION



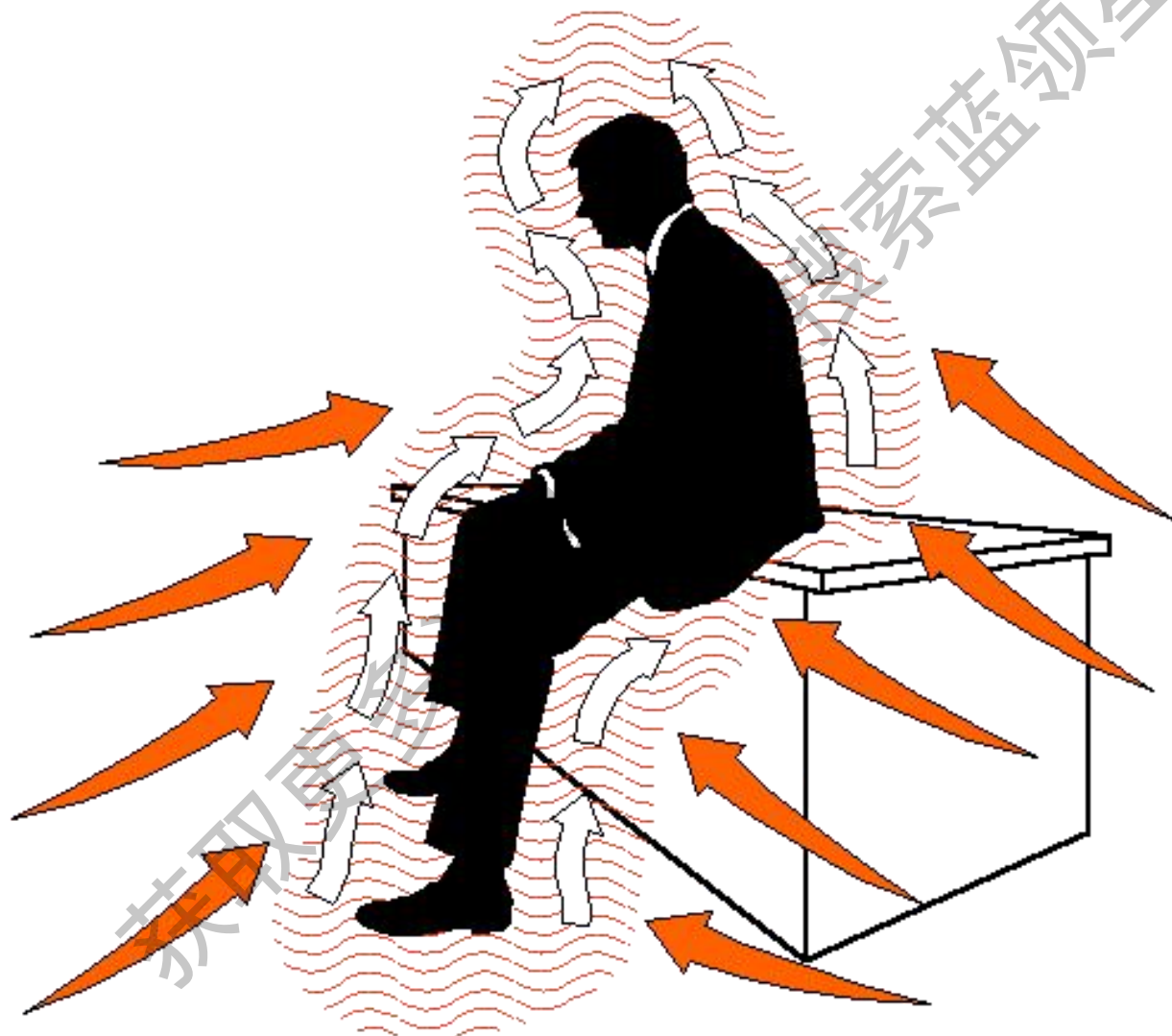
# 环境（空气）温度影响热传导



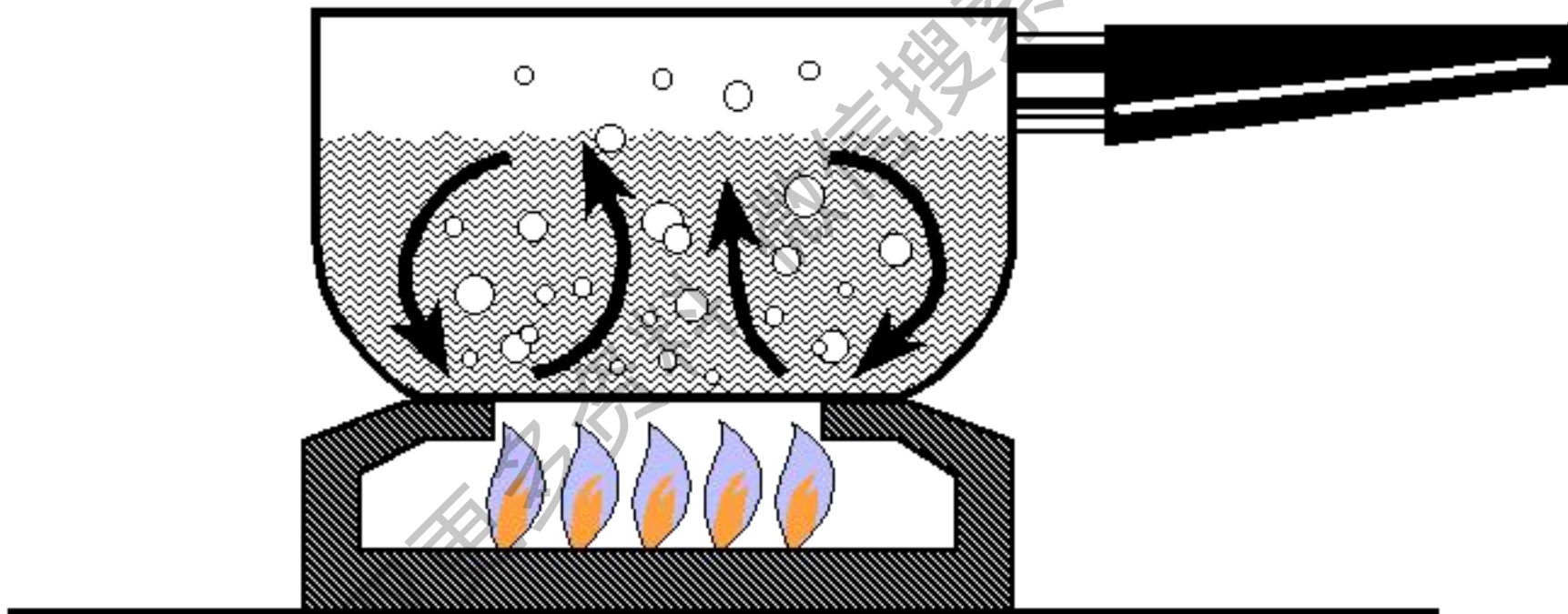
# 衣着会影响热传导



# 对流

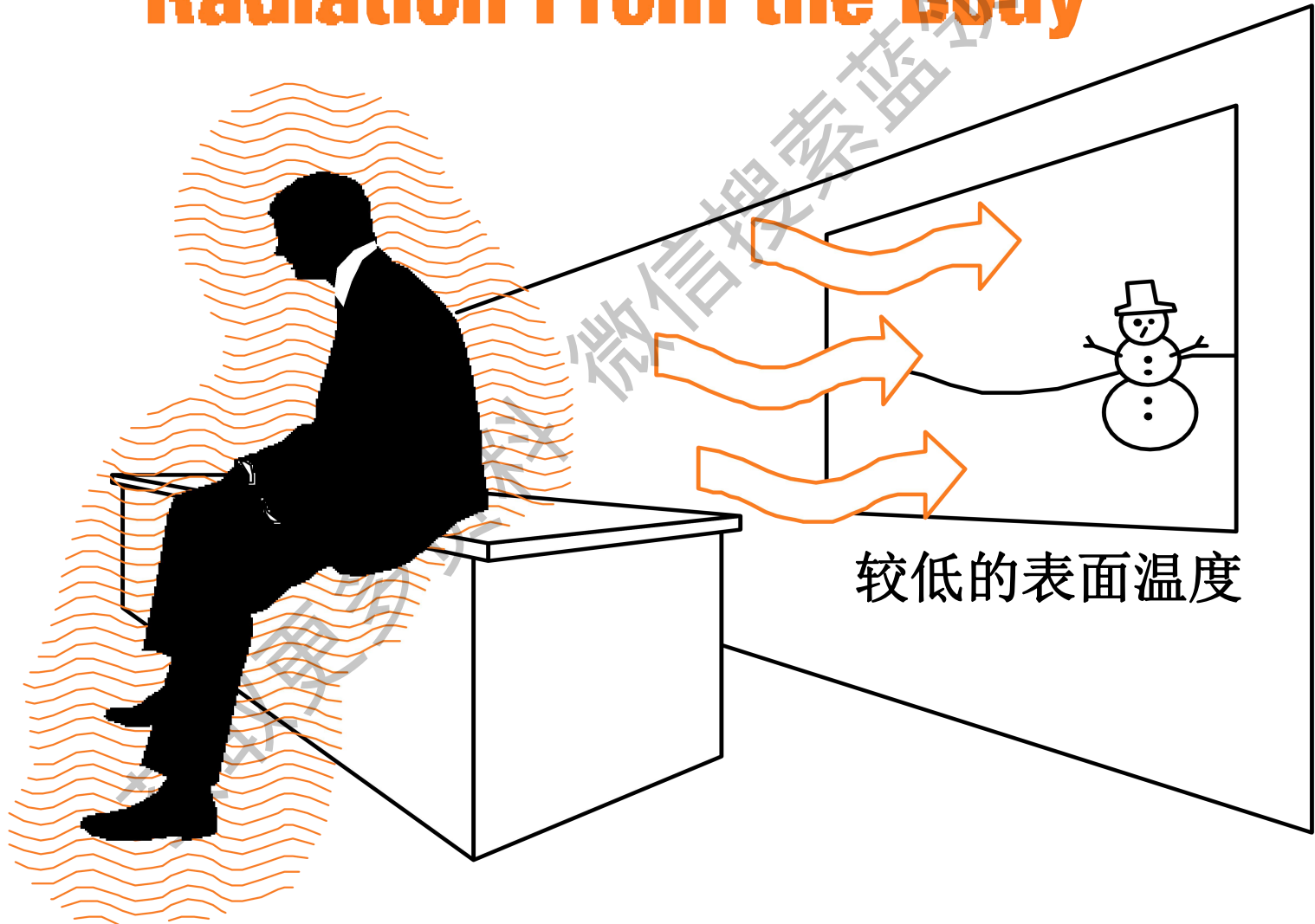


# 对流 (密度)



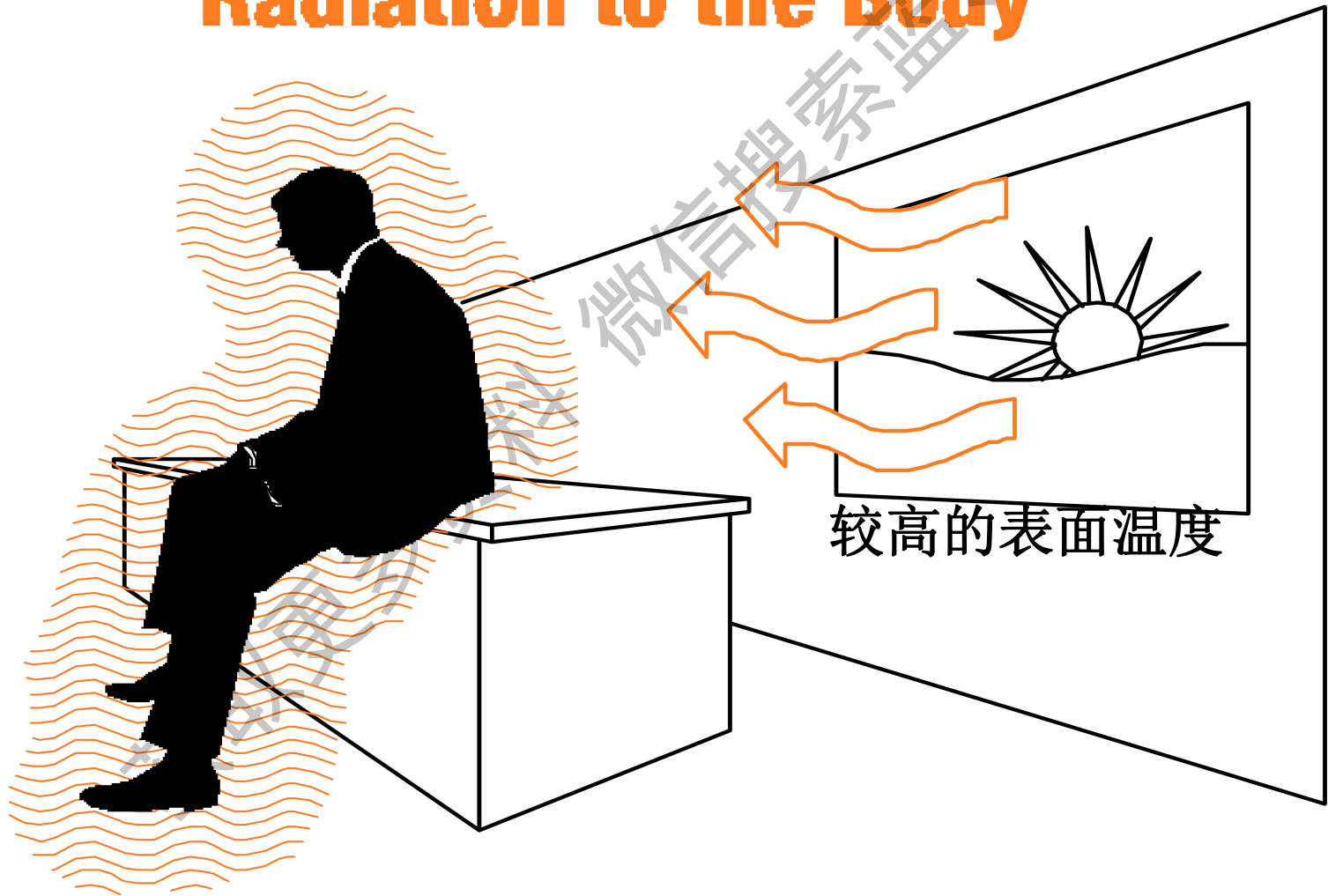
# 人体向外界辐射热量

## Radiation From the Body

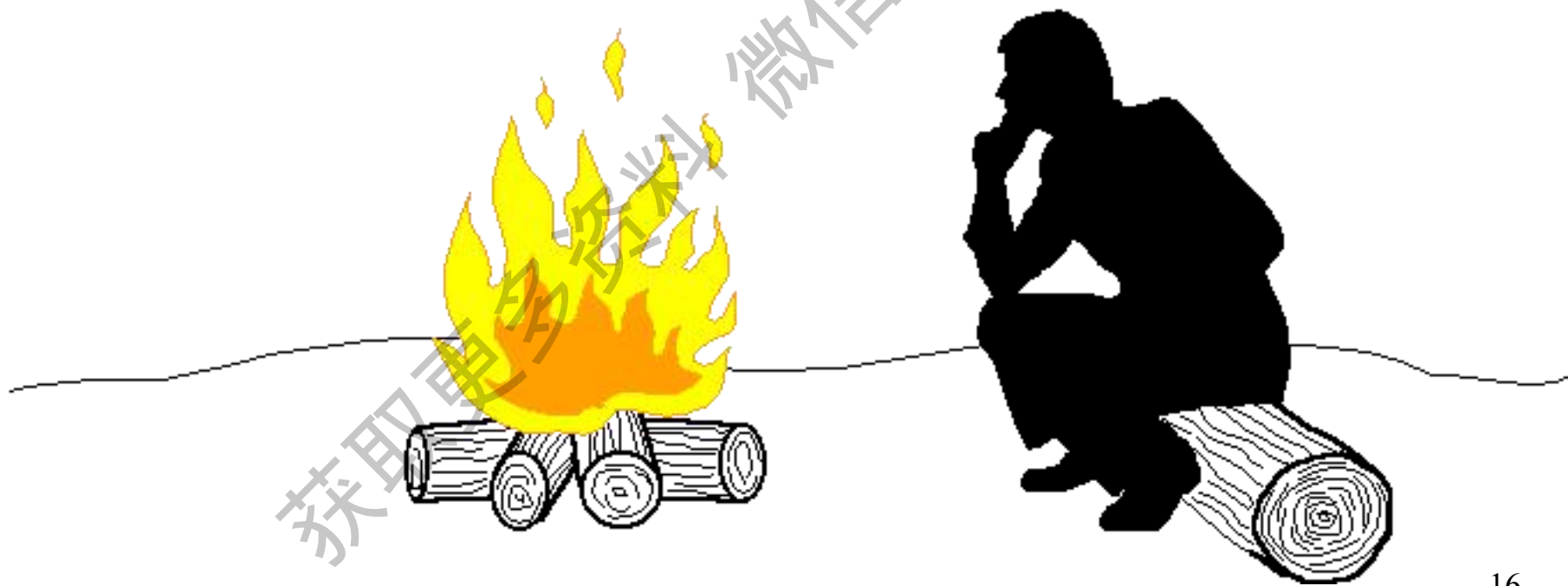


# 外界向人体辐射热量

## Radiation to the Body



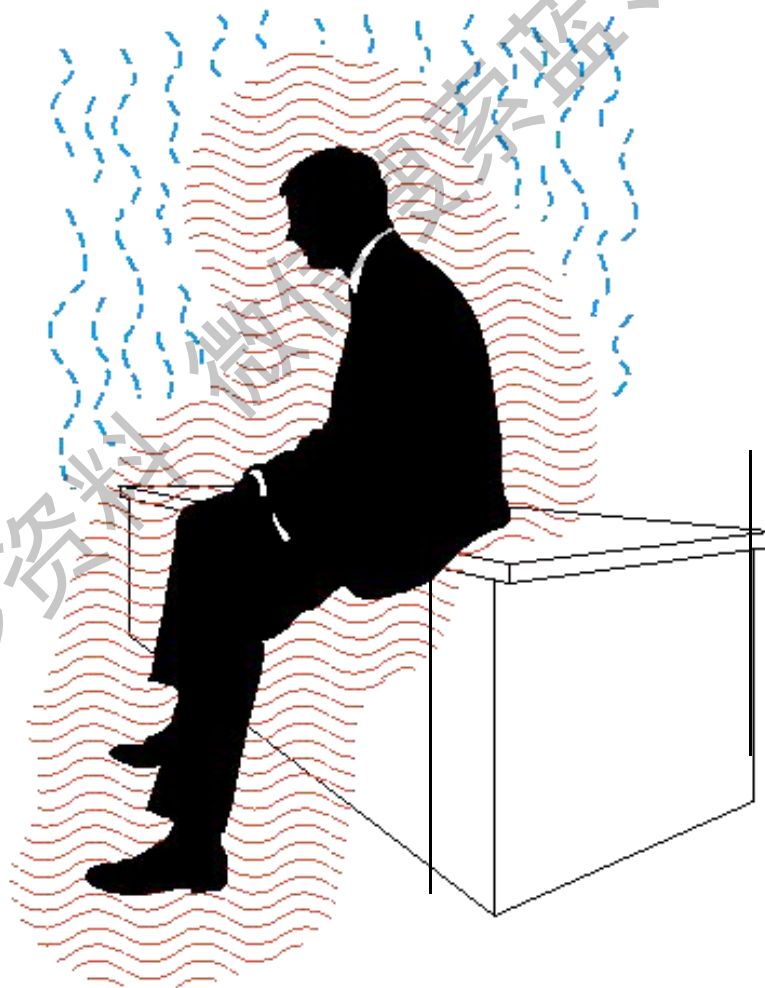
# 辐射





# 蒸发

## EVAPORATION

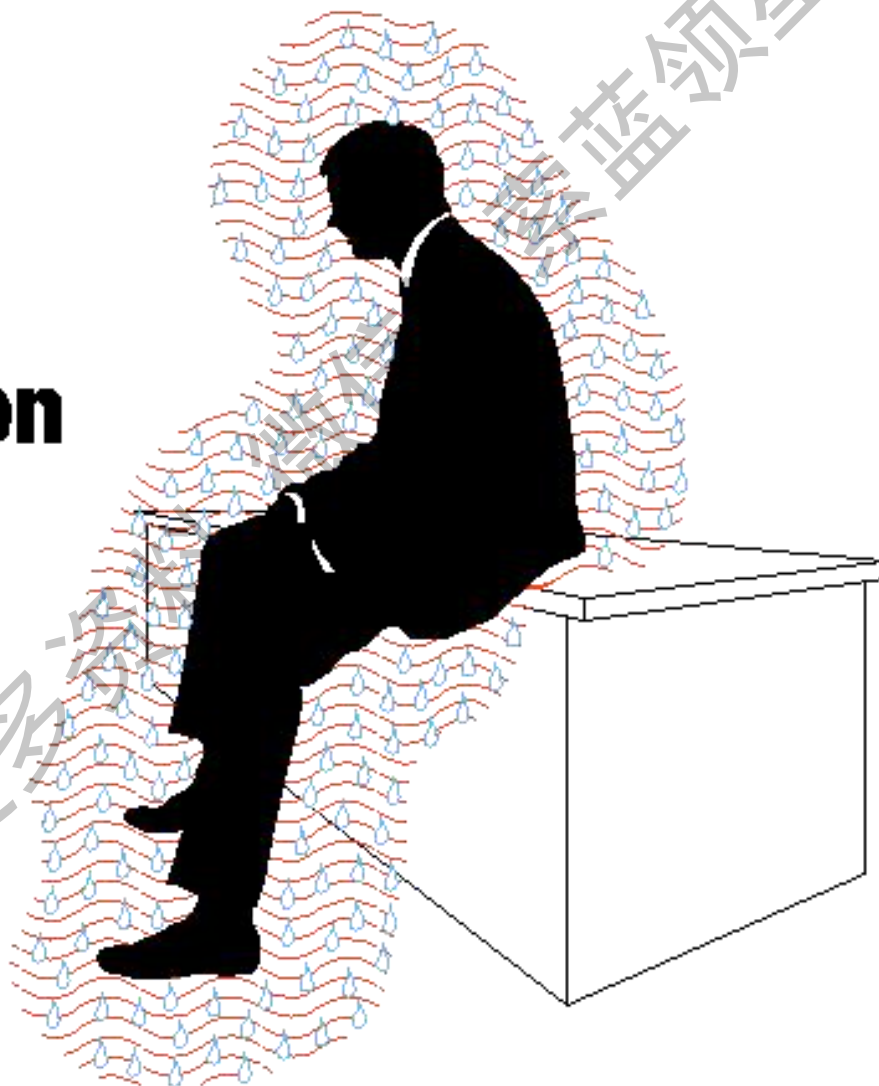


获取更多资料 微分方程 蓝领星球

# 对流影响蒸发

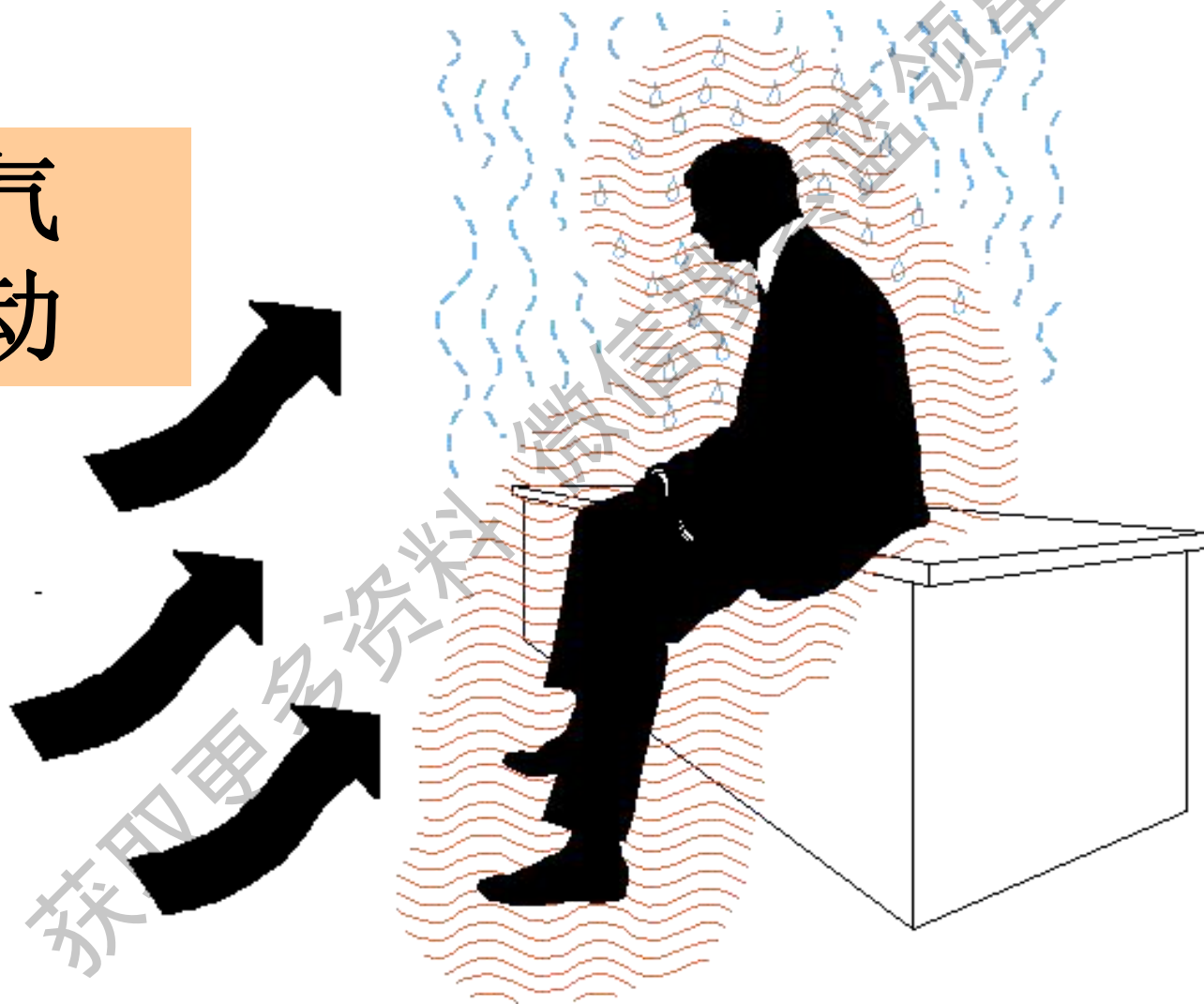
**No  
Air  
Motion**

空气  
不流动



# 对流越强，蒸发越快

空气  
流动



# 湿度影响蒸发

湿度大, 蒸发减慢

湿度小, 蒸发加快



# 第三部分

## 空调系统的基本知识

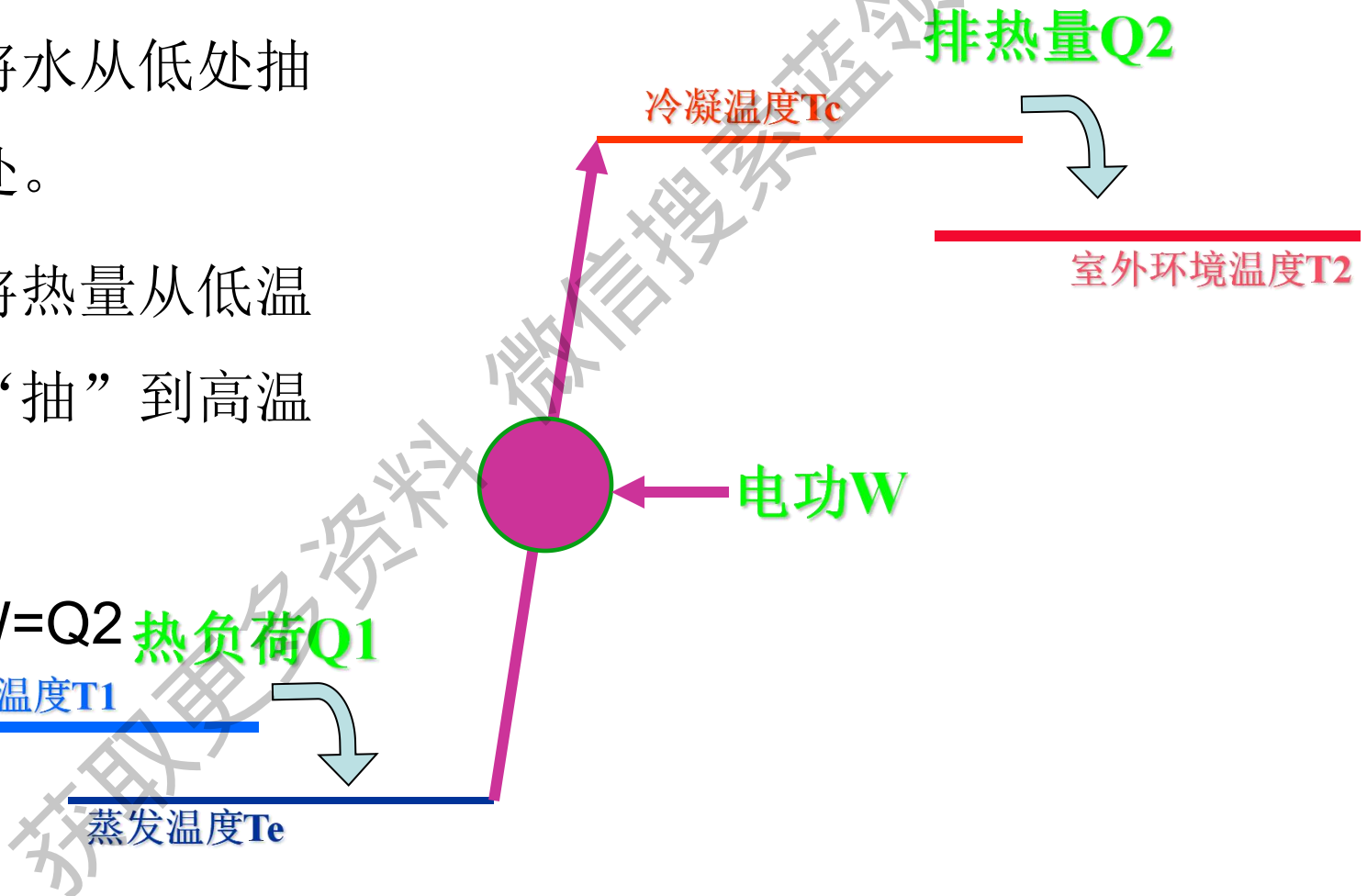
获取更多资料

微信搜索蓝领星球

# 空调系统的本质

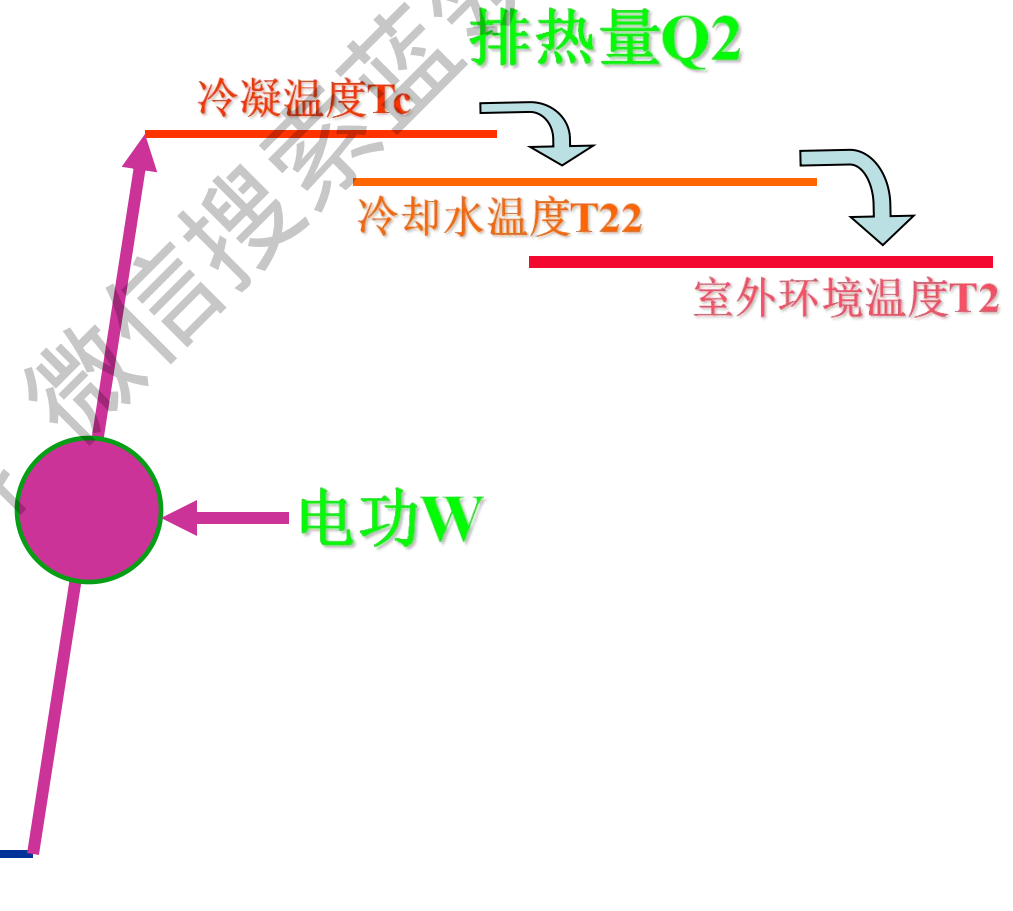
- 水泵将水从低处抽到高处。
- 空调将热量从低温环境“抽”到高温环境。

- $Q_1 + W = Q_2$  **热负荷** $Q_1$   
室内环境温度 $T_1$



# 完整的空调系统

- $T_1 \rightarrow T_{11}$ : 室内空气到冷冻水
- $T_{11} \rightarrow T_e$ : 冷冻水到冷媒
- $T_e \rightarrow T_c$ : 制冷循环
- $T_c \rightarrow T_{22}$ : 冷媒到冷却水
- $T_{22} \rightarrow T_2$ : 冷却水到室外空气



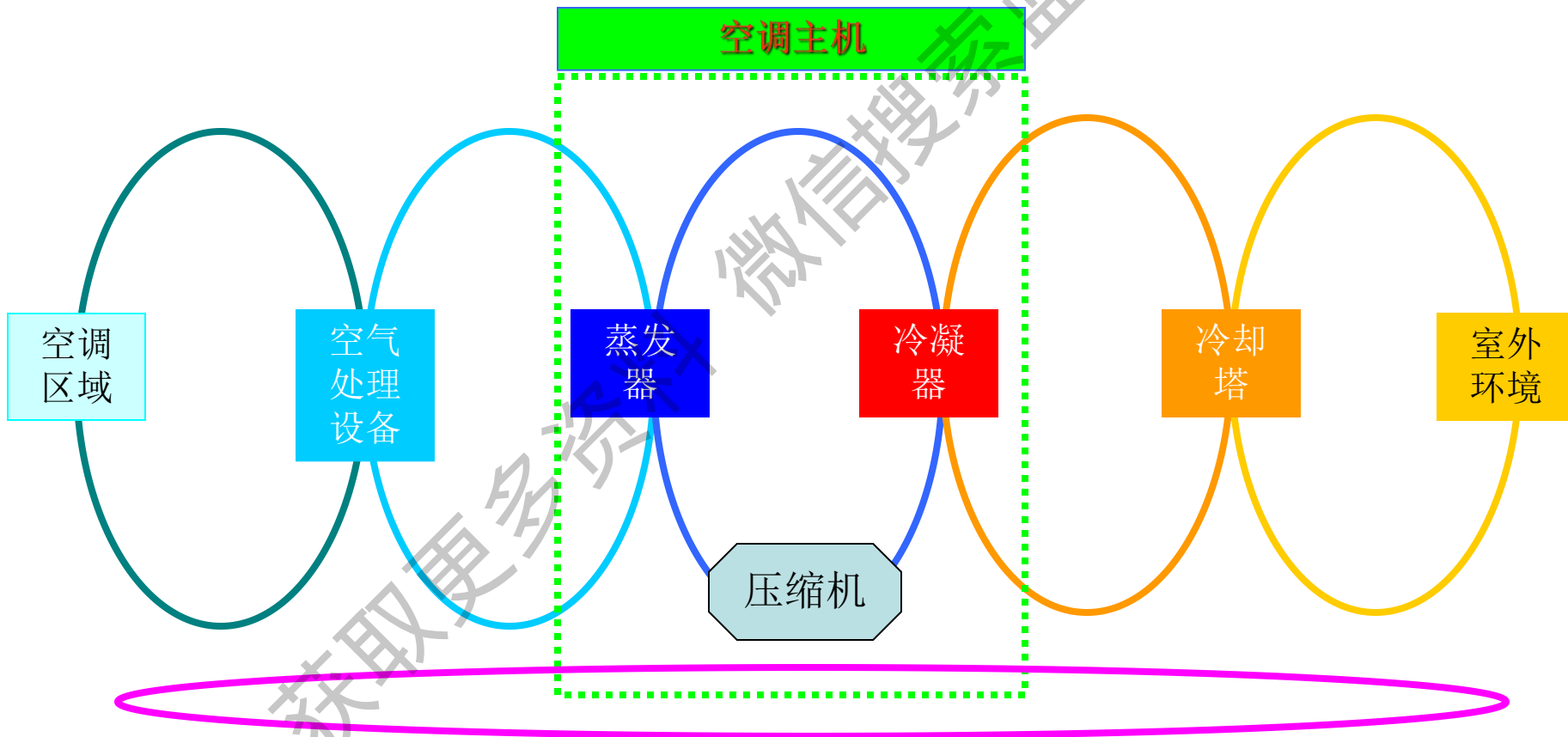
- $Q_1 + W = Q_2$

# 完整的空调系统

- 室内空气循环
- 室外空气循环

- 冷冻水循环
- 冷却水水循环

➤ 冷媒循环



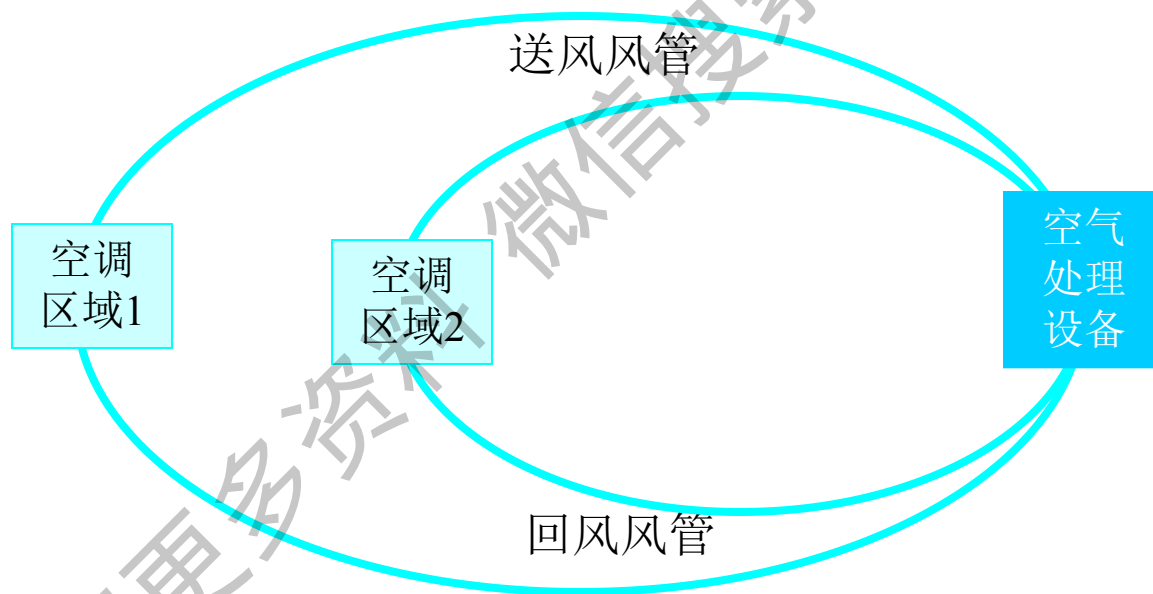


# 舒适空调的七个指标

- 干球温度
- 相对湿度
- 气流速度
- 空气洁净度
- 噪音
- 异味
- 辐射

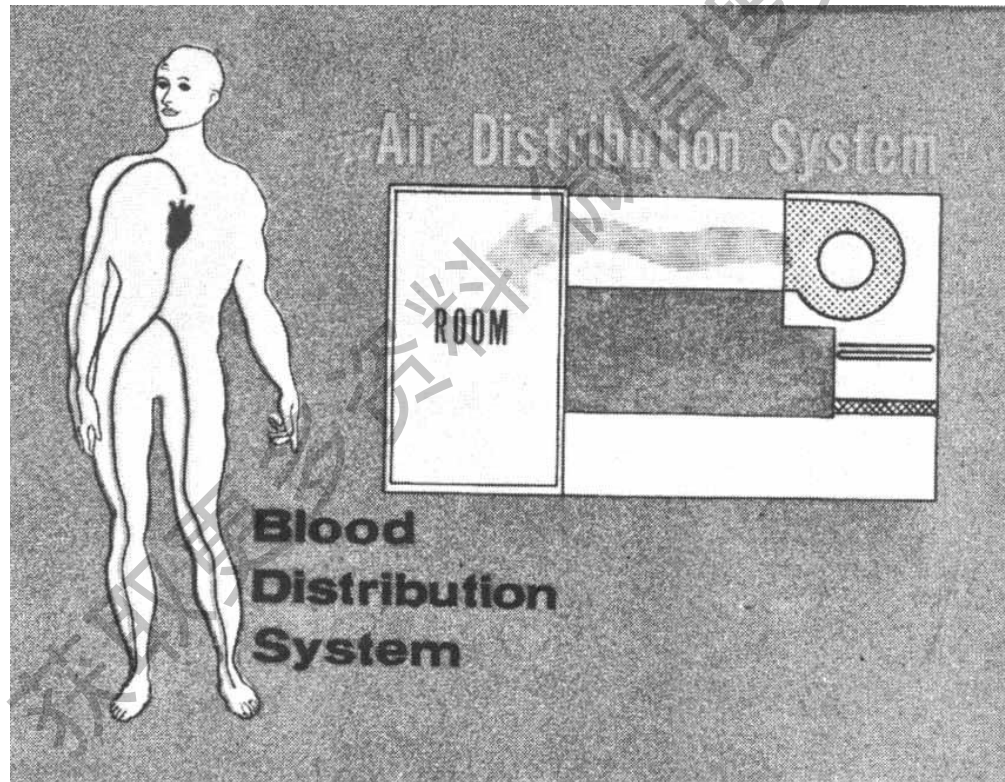
获取更多资料 微信搜索蓝领星球

# 一、室内空气循环



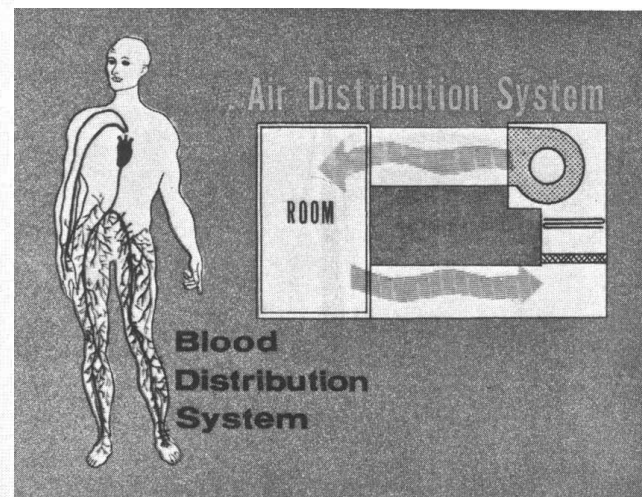
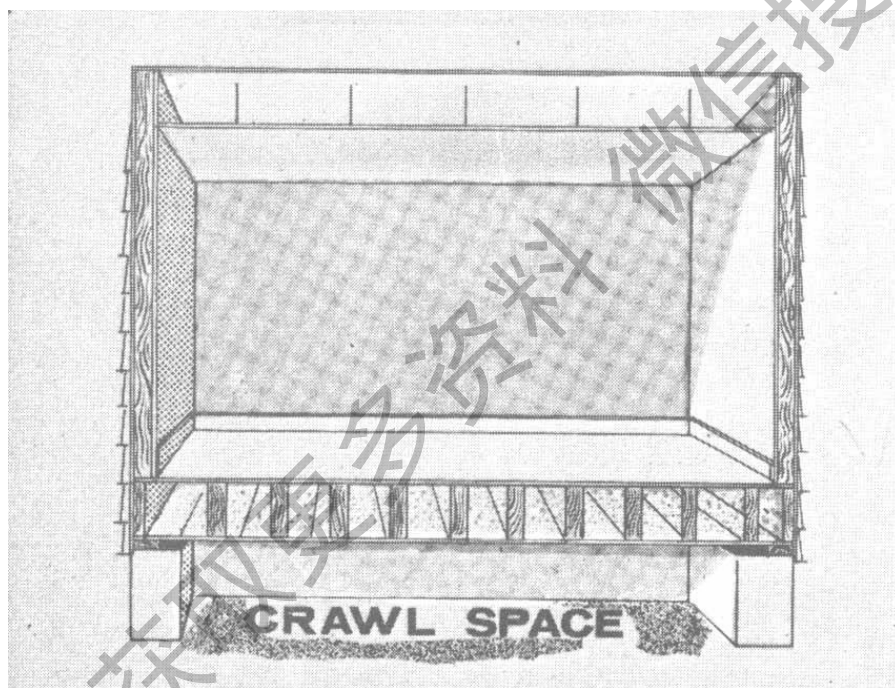
# 室内空气循环

- 动脉血管将富含氧气的血液输送到身体需要的地方
- 送风风管将处理的空气输送到需要调节空气的区域



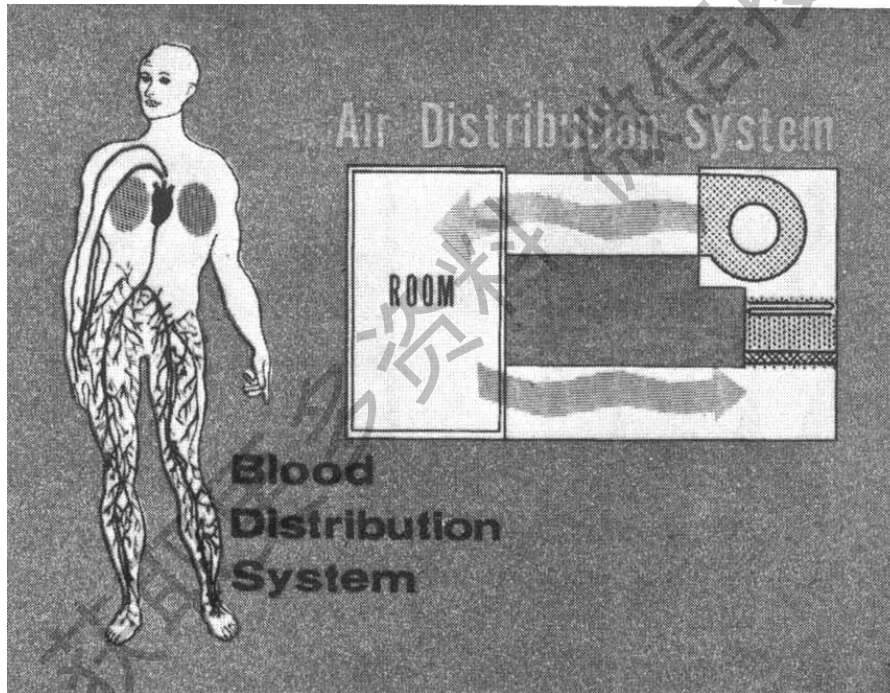
# 室内空气循环

- 静脉血管将释放氧气的血液输送回心脏
- 回风风管将污染的空气输送回空气处理设备进行处理



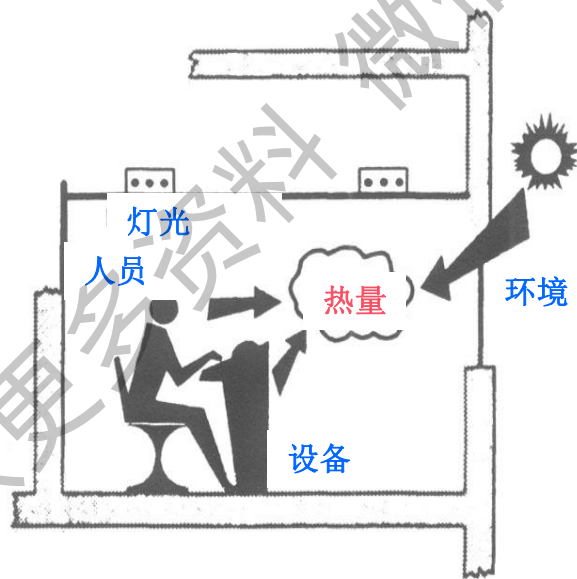
# 室内空气循环

- 肺对使用过的血液进行处理
- 过滤器和盘管对污染的空气进行处理



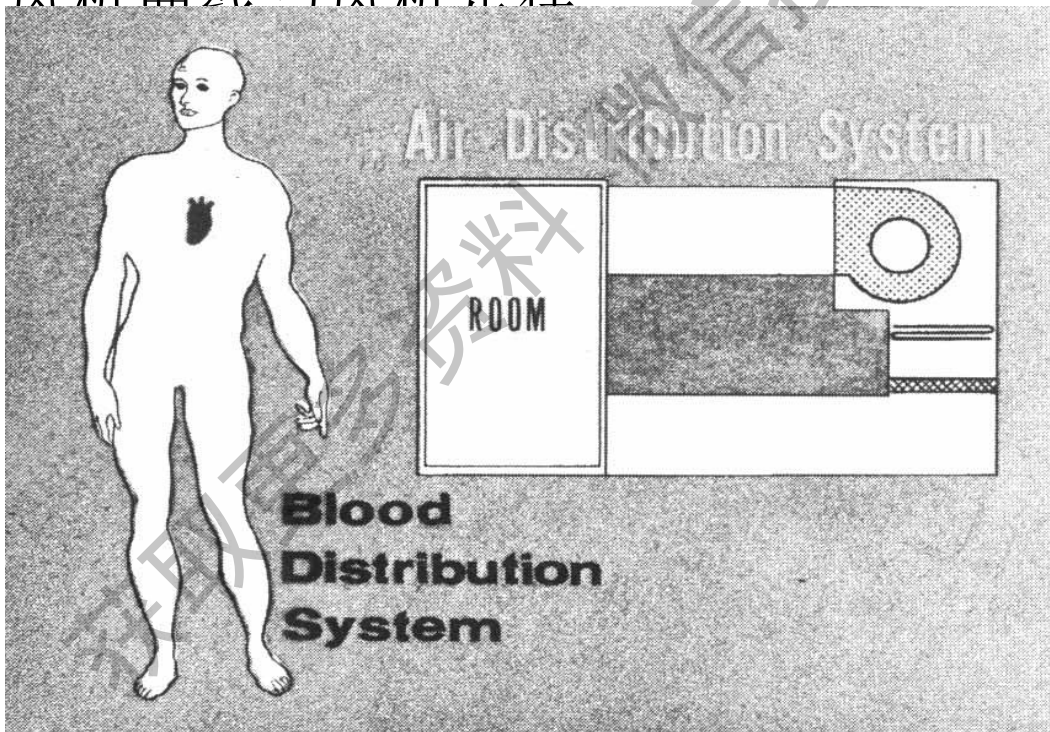
# 室内空气循环

- 二氧化碳等从身体器官进入血液中
- 热量和粉尘从人员、设备、环境等进入空气中
- 空调系统任务就是：**将热量移走**



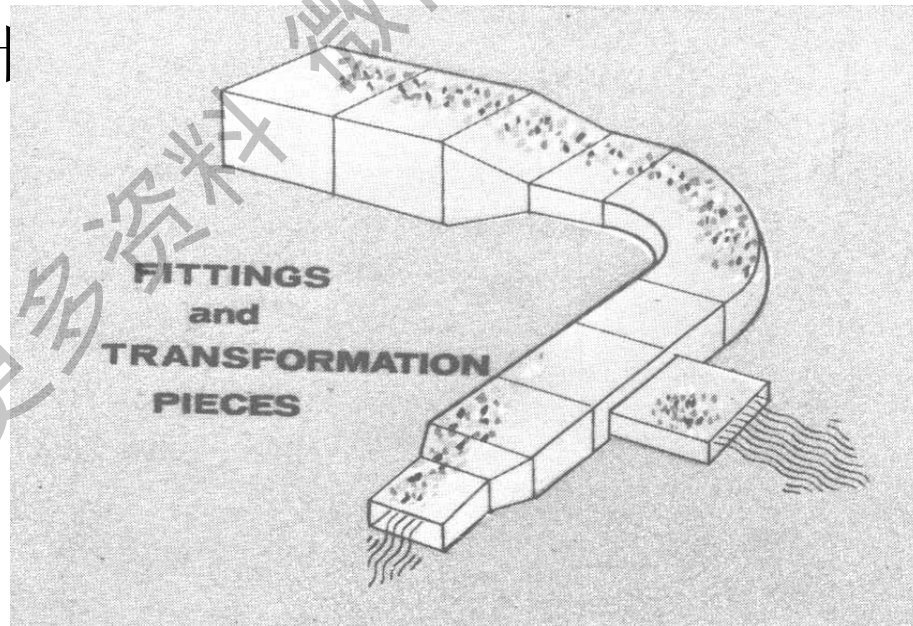
# 室内空气循环

- 血液流动的动力来自心脏
- 空气流动的动力来自**风机**
- 风机曲线与风机定律



# 室内空气循环

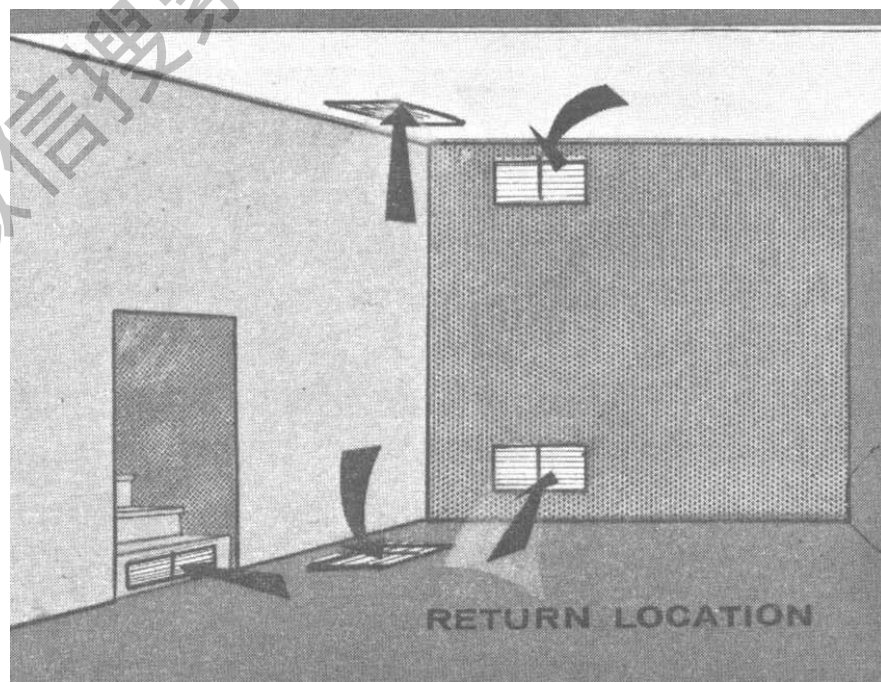
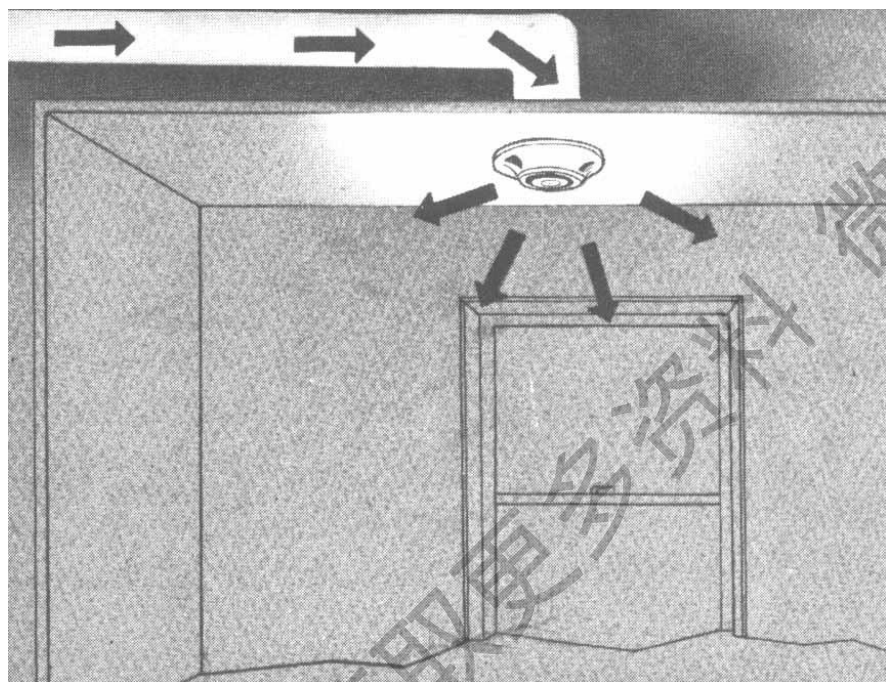
- 在每一段血管中驱动血液流动的是血压
- 在每一段风管中驱动空气流动的是静压
- 动压+静压=全压
- 风管尺寸的计





# 室内空气循环

- 空调区域的送风与回风情况



## 二、其它循环

- 冷冻水循环与冷却水循环
- 室外空气循环
- 冷媒循环（制冷循环）

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

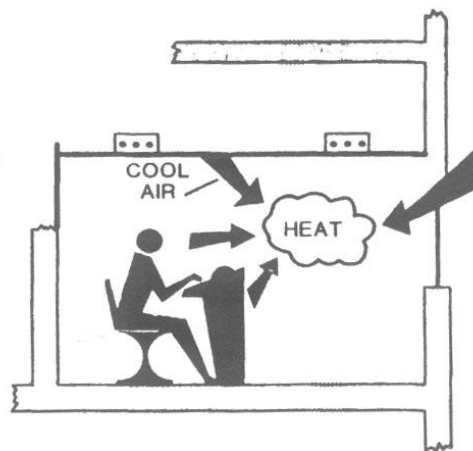
# 三、空调系统的分类

- 根据供应到空调区域的可控流体种类，可以划分几种典型的类别：
  - 全空气系统
  - 冷水系统
  - 空气-水系统
  - 直膨系统

# 1、全空气系统

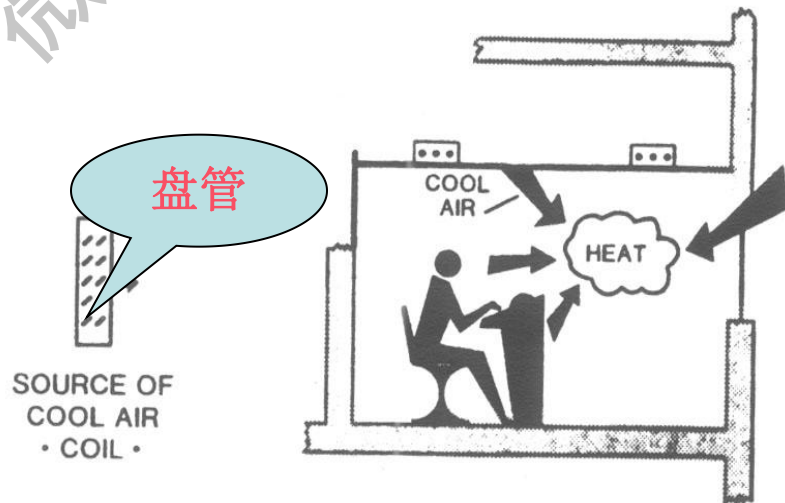
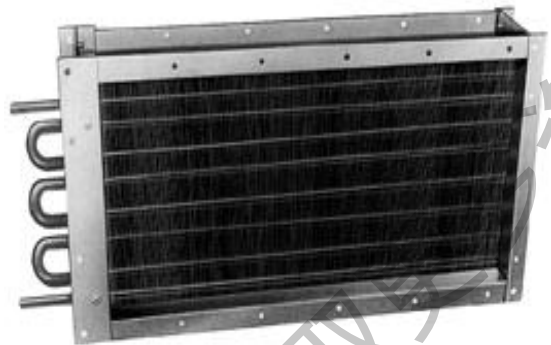
- （制冷模式下）经过冷却和除湿的空气被送到空调区域以吸收热量和水份
- 空调区域需要保持舒适性：温度 $24^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度50%
- 送风温度： $10-12^{\circ}\text{C}$

COOL AIR CAN BE USED  
TO ABSORB THE HEAT  
ENTERING THE SPACE



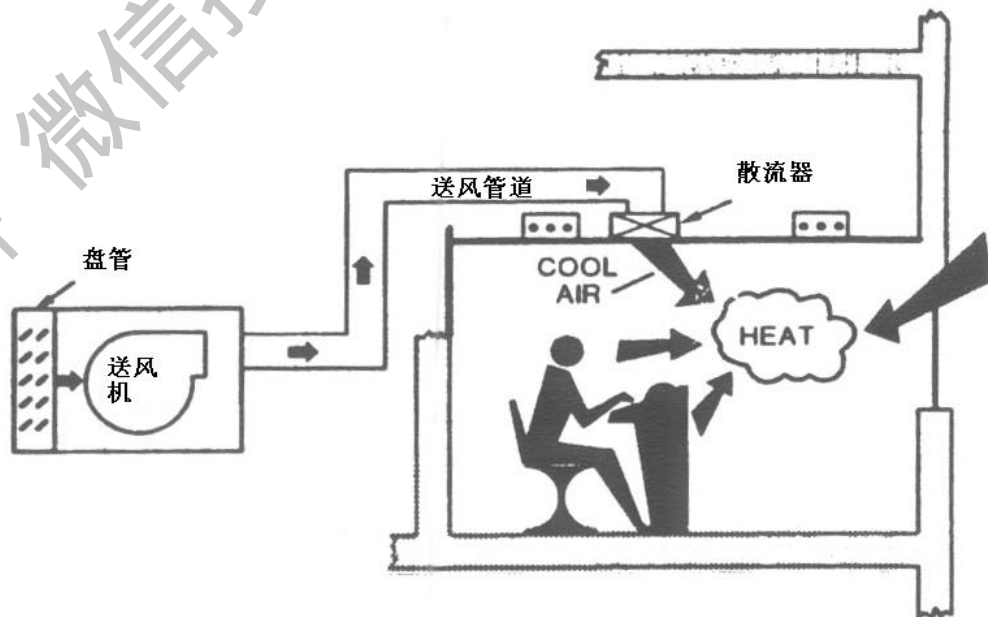
# 1、全空气系统

- 盘管的表面比空气温度低
- 盘管冷却空气的同时对空气除湿
- 水份被排走，热量由盘管经由介质带走



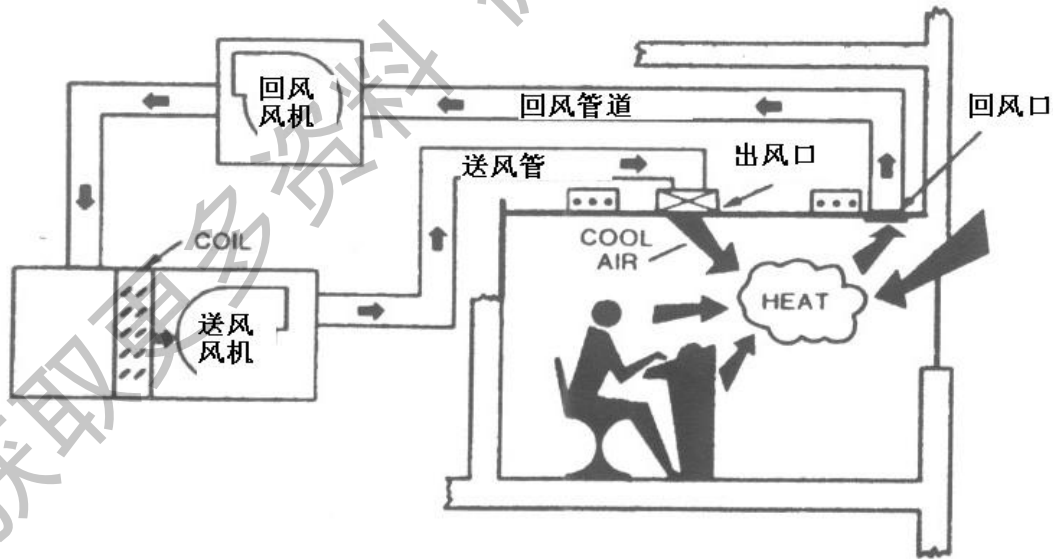
# 1、全空气系统

- 冷却除湿的空气经过风管系统传送到空调区域
- **风管需要绝热**
- 送风的动力是风机
- 送风口需要散流器以保舒适性



# 1、全空气系统

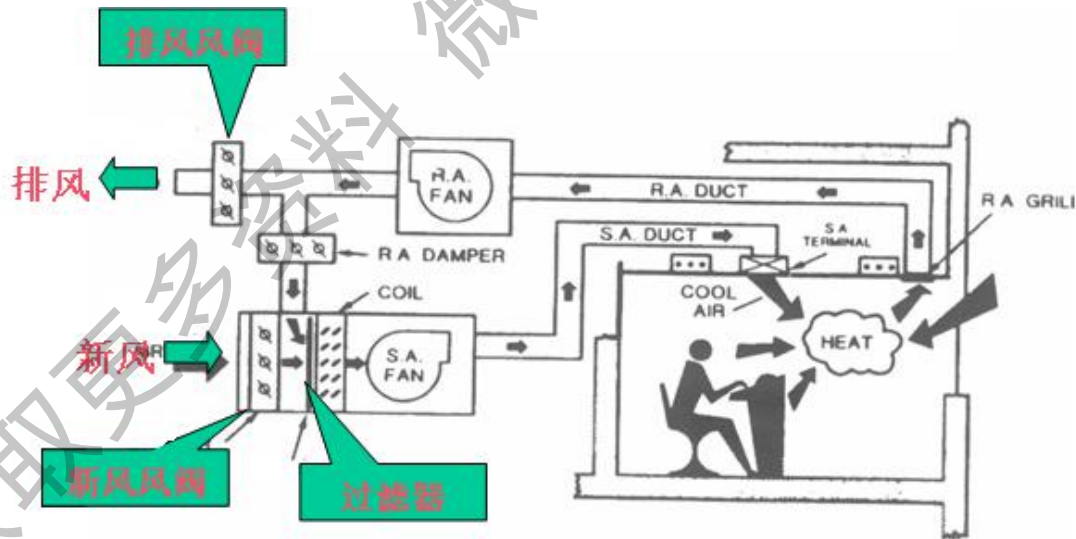
- 回风口：以排除空调区域的热空气
- 回风管：输送热空气以便再次冷却
- 回风风机：必要时安装
- 当热空气



# 1、全空气系统

- 过滤器：去除空气中的粉尘和悬浮物
- 风阀：控制排风的排量和新风的引入量
- 新风：保证空气品质，去除异味

- AHU：盘管设备AHU

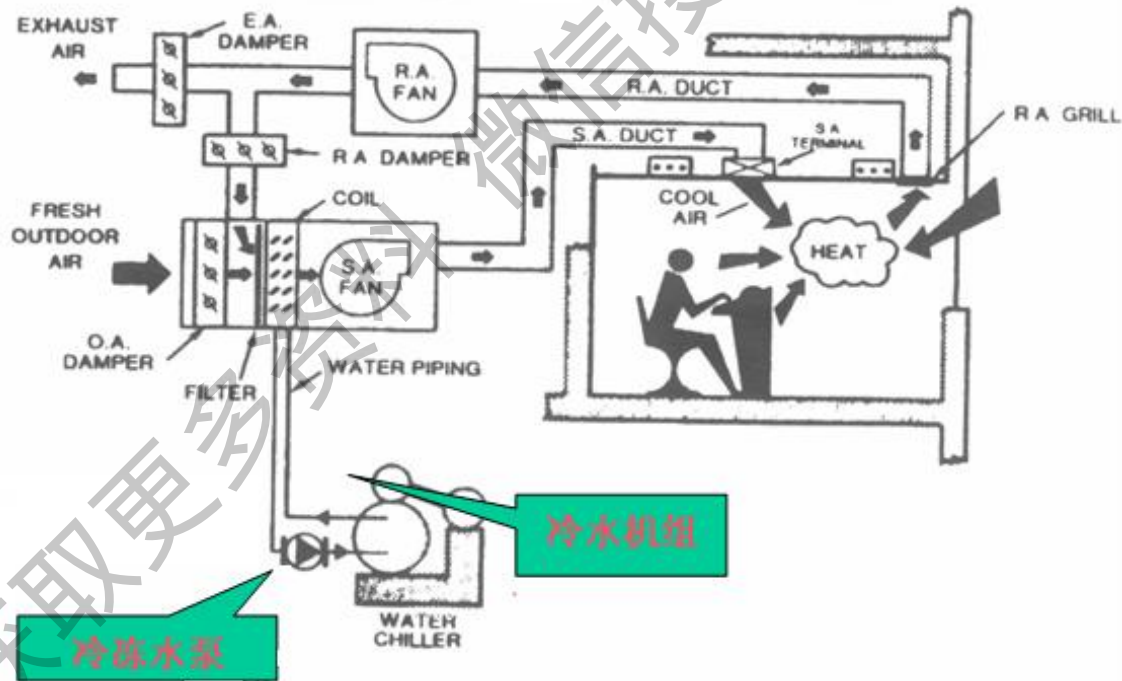


气处理



# 1、全空气系统

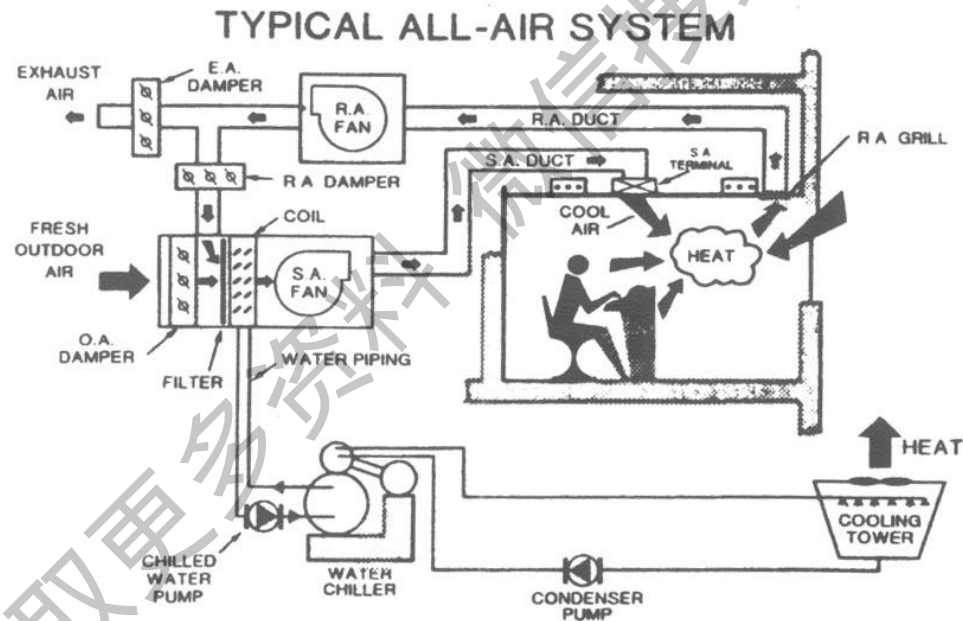
- AHU中盘管的冷源是某种形式的冷水机组
- 热量是从盘管转移到制冷设备的



# 1、全空气系统

- 冷水机组上通过冷凝器连接冷却水管、冷却水泵和冷却塔

- 热量通

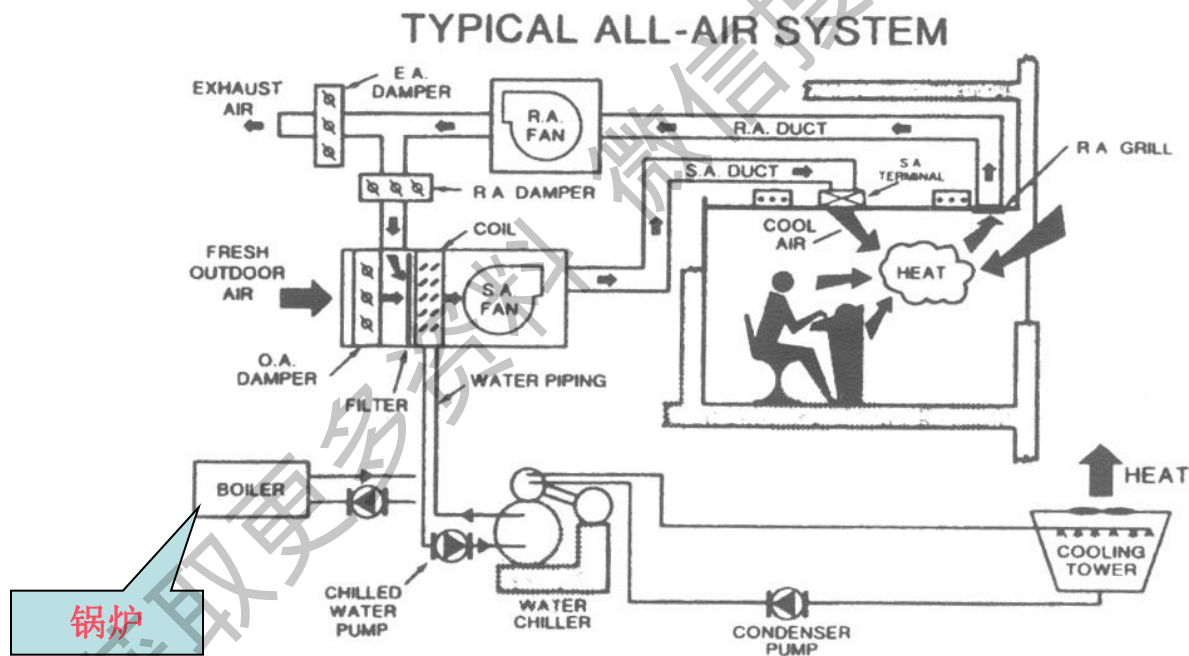


冷却水泵

冷却塔

# 1、全空气系统

- 在制热模式下，最常见的方法是通过锅炉引入热水到盘管中，热量由锅炉热水提供或者作为补充



# 1、全空气系统

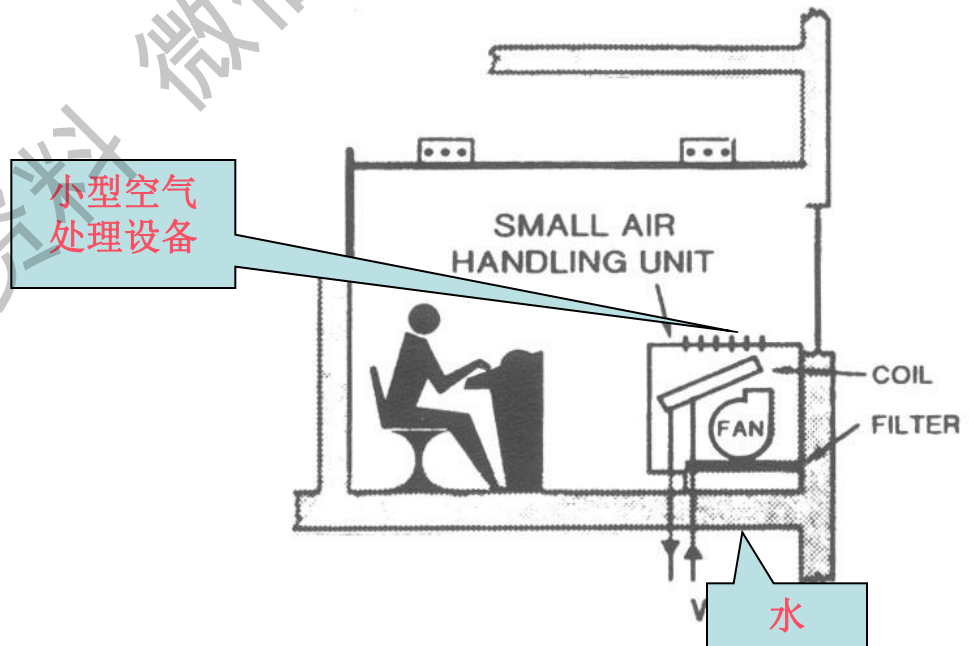
- 集中式空气处理设备
  - 盘管
  - 风机
  - 过滤器
  - 排风风阀
  - 新风风阀
- 送风风管与散流器
- 回风风管与回风口、（回风风机）
- 冷媒管路或水管系统
- 制冷设备
- 排热设备
- 供热设备（锅炉）

## 2、冷水系统

- 冷水作为**可控流体通向空调区域**
- 每一个空调空间需要一个小型空气处理设备
- 空气处理设备由以下部

- 盘管
- 风机
- 过滤器

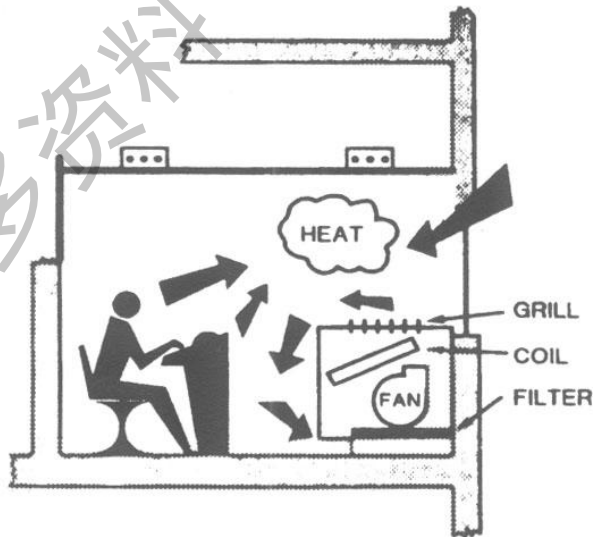
TYPICAL ALL-WATER SYSTEM



## 2、冷水系统

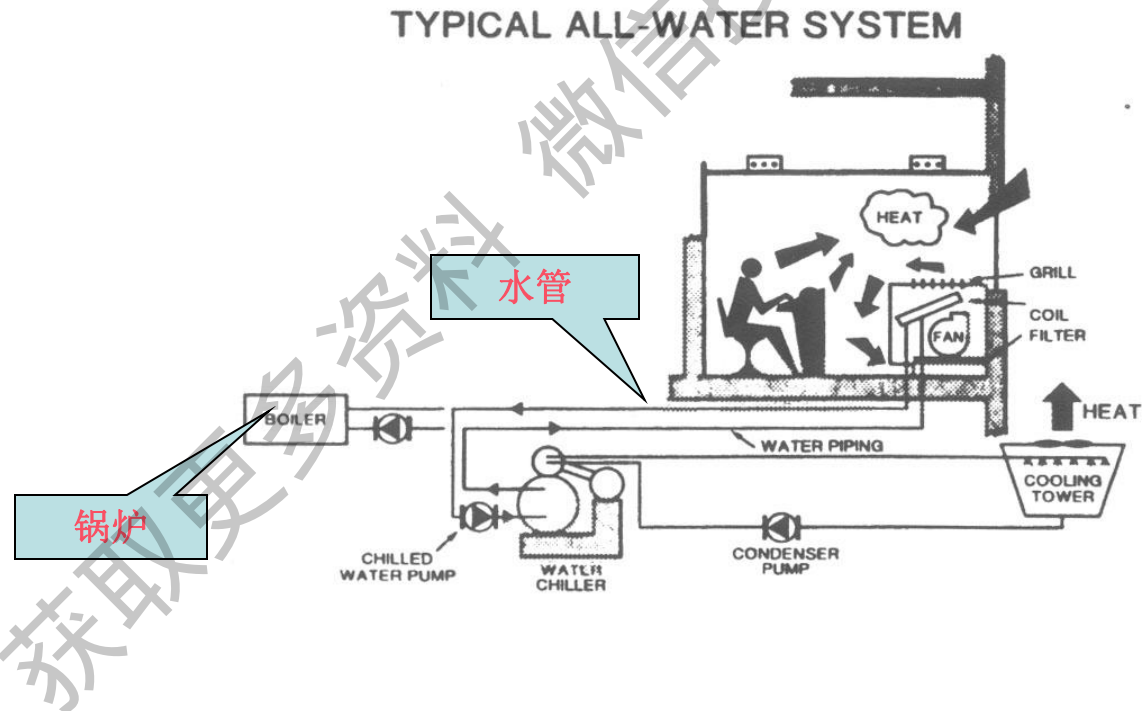
- 风机驱动回风通过盘管
- 空气通过盘管时将热量传递给冷水（大约7°C）
- 空气通过盘管后被冷却并除湿
- 冷空气进入空间并吸收热量

TYPICAL ALL-WATER SYSTEM



## 2、冷水系统

- 热量通过冷水管路传递给制冷设备
- 在制热模式下，由锅炉提供热水给盘管



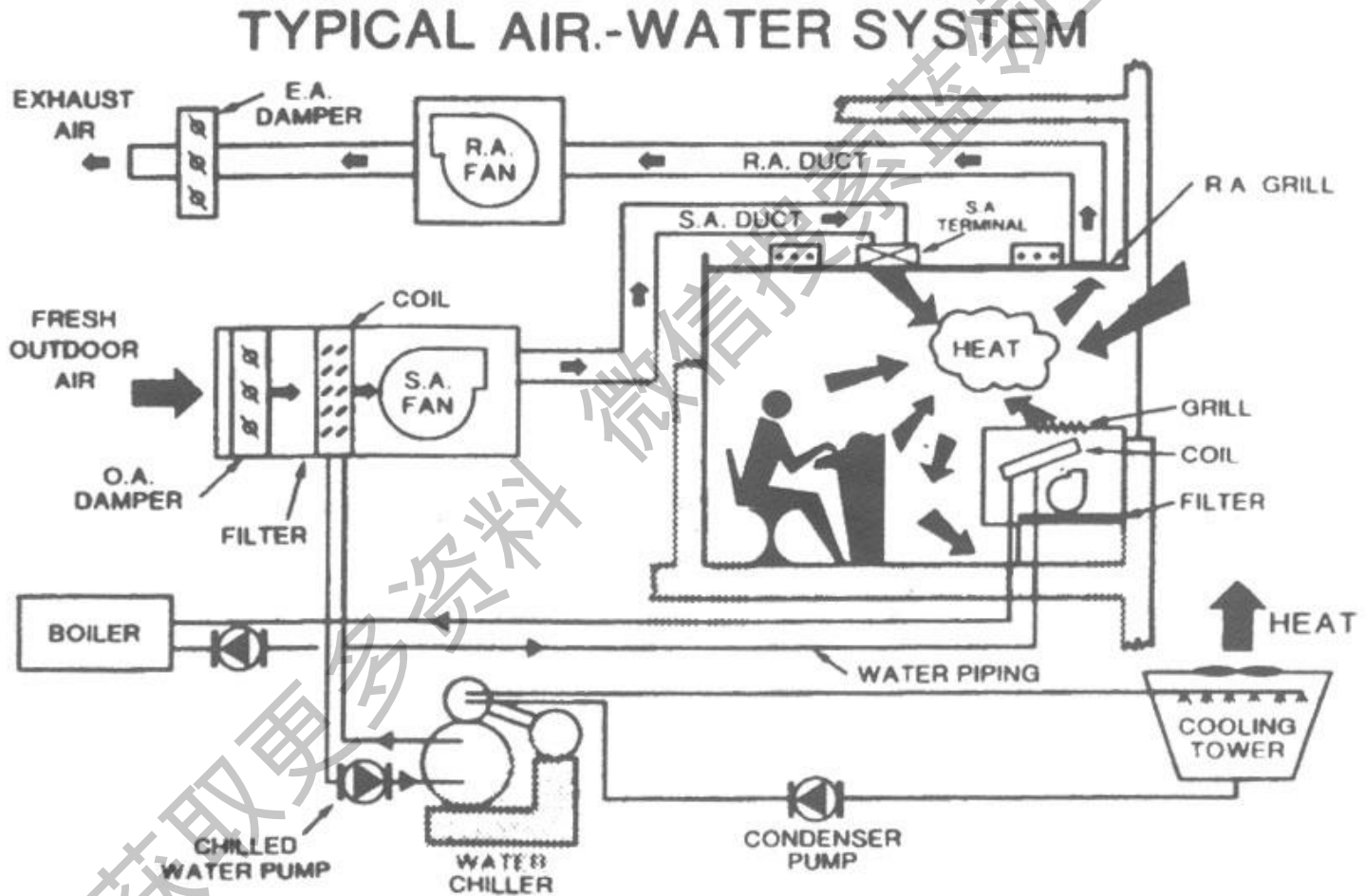
# 3、空气-水系统

- 在冷水系统中，**没有新风**，由此想到空气-水系统
- 在冷水系统的基础上，采用独立新风系统为房间提供新风

获取更多资料 微信搜索 暖通星球

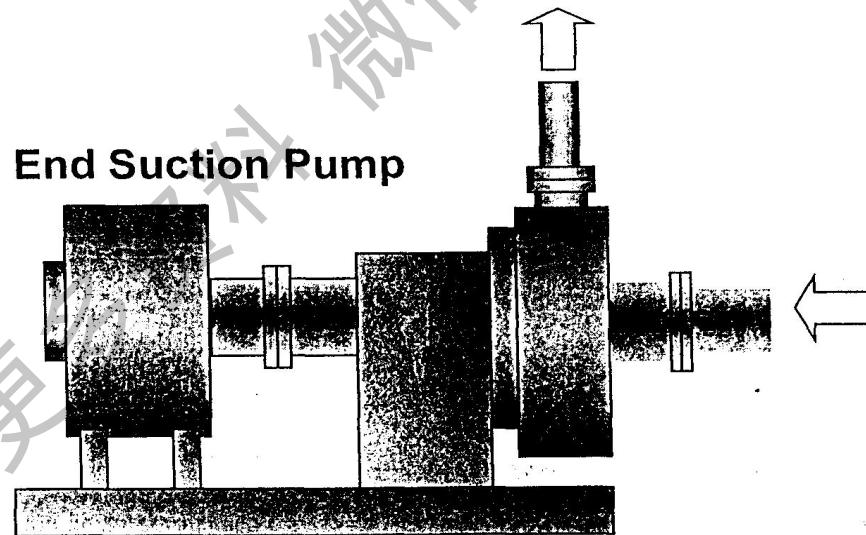


# 3、空气-水系统



# 第四部分

## 水泵与应用

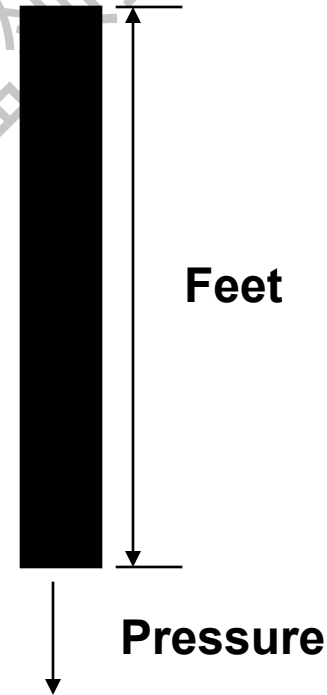


# 课程内容

- 术语
- 确定水泵压头
- 水泵性能曲线
- 水泵选择
- 水泵串、并联特性

# 水泵的术语

- **流量:**
  - 体积流量表达为升/秒
- **压头:**
  - 压力通常用**水柱高度**表示，一般是用米做单位



# 课程内容

- 术语
- 确定水泵压头
- 水泵性能曲线
- 水泵选择
- 水泵串、并联特性

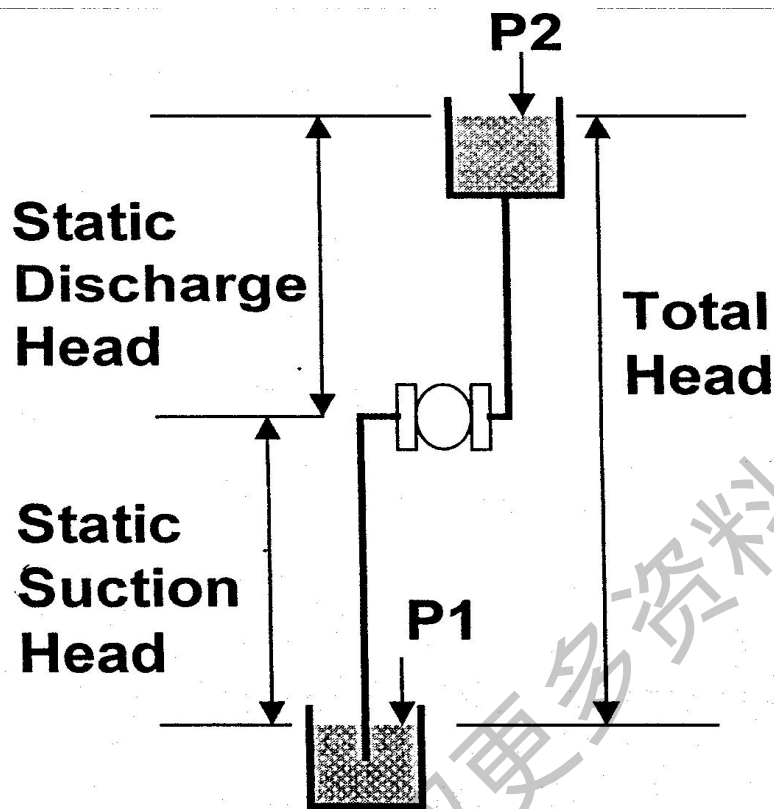
# 确定水泵的压头

泵的压头被分为**吸入压头**和**输出压头**。水柱是有重量的。

当系统是开式系统时水泵必须克服以上压头。下面几页介绍的是在不同情况下，如何确定水泵的总压头。

水泵的吸入压头等于**吸入静压**、**作用在被抽吸水面上的压力**、**管路的沿程阻力和动压头**的总和。输出压头的组成同样。不过，水泵吸入

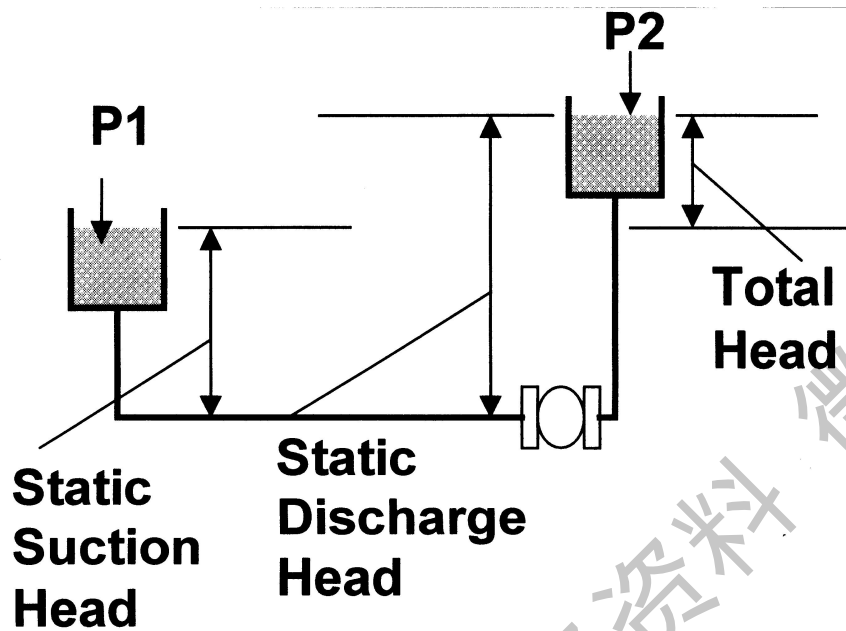
# 确定水泵的压头 (吸水池在泵的中心线下)



- 吸入压头 (总计):
  - 吸入段的静压头
  - 吸入段的摩擦阻力
  - 水面上的任何正压 (P1)
- 排出压头 (总计):
  - 排出段的静压头
  - 排出段的摩擦阻力
  - 水面上的任何正压 (P2)

总压头=吸入压头+排出压头

# 确定水泵的压头（吸入面高于水泵中心线）

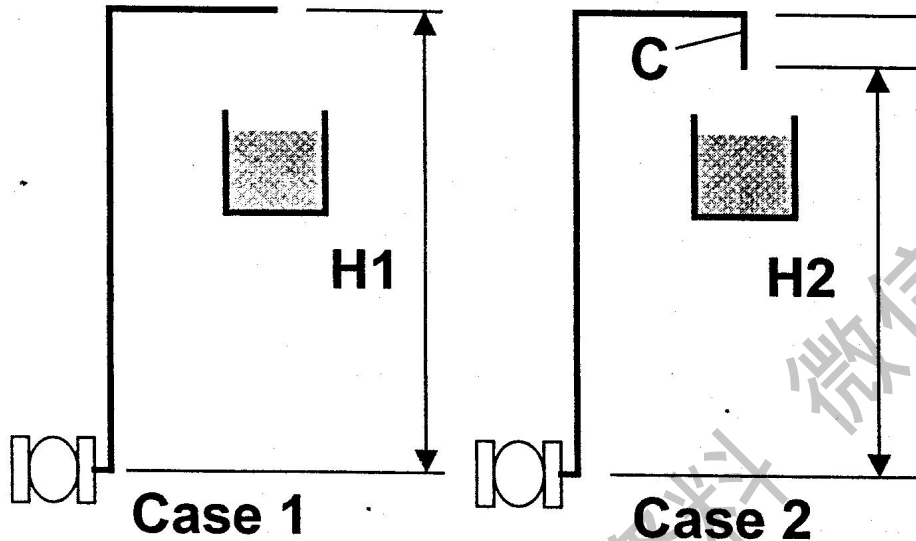


- 吸入压头（总计）
  - 吸入段静压
  - 吸入段沿程阻力
  - 吸入段水面上的压力
- 排出压头（总计）
  - 排出段静压
  - 排出段沿程阻力
  - 排出段水面上的压力

总压头=吸入压头+排出压头



# 确定排出压头(可能排出到水池中)



- 排出静压头 =
- 例1:
  - 不把排出管垂向水池
  - 排出静压头 =  $H_1$
- 例2:
  - 将排出管垂向水池
  - 排出静压头 =  $H_2$
- 在例2中，下垂管提供了一段补偿量（ $C$ ）。
- 下垂管提供的水柱的补偿了水泵的排出压头<sup>57</sup>

# 课程内容

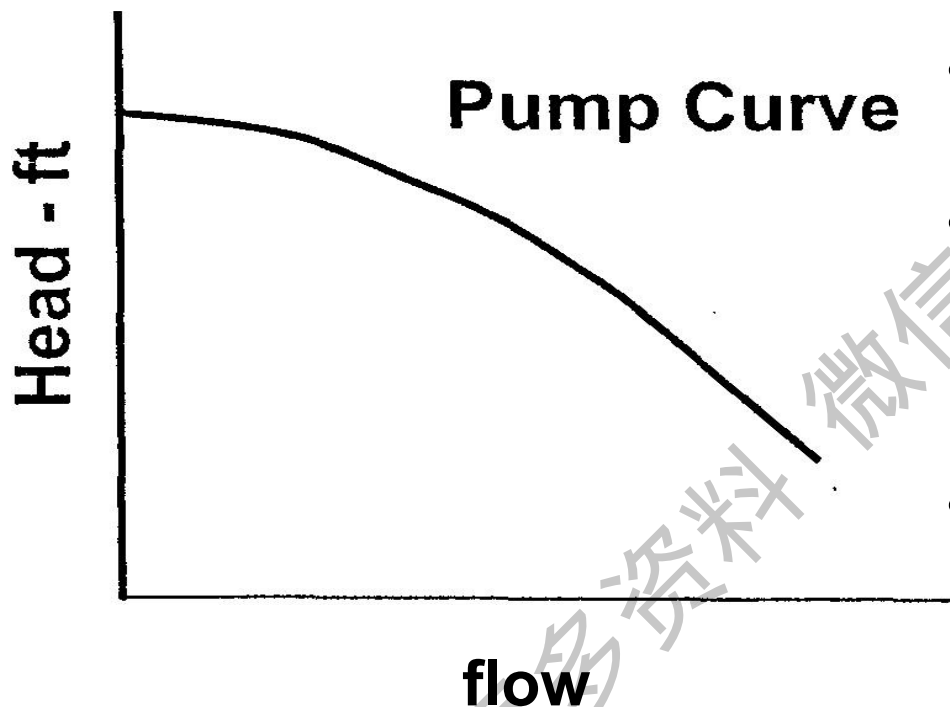
- 术语
- 确定水泵压头
- 水泵性能曲线
- 水泵选择
- 水泵串、并联特性

# 水泵的性能曲线

- 泵性能的典型特性通过下面的图表描述出来。
- 扬程——流量曲线是由制造厂商通过固定转数、叶轮尺寸和外壳尺寸的标准实验得出的。
- 对于离心泵，当流速增大时，它的扬程逐步减小。

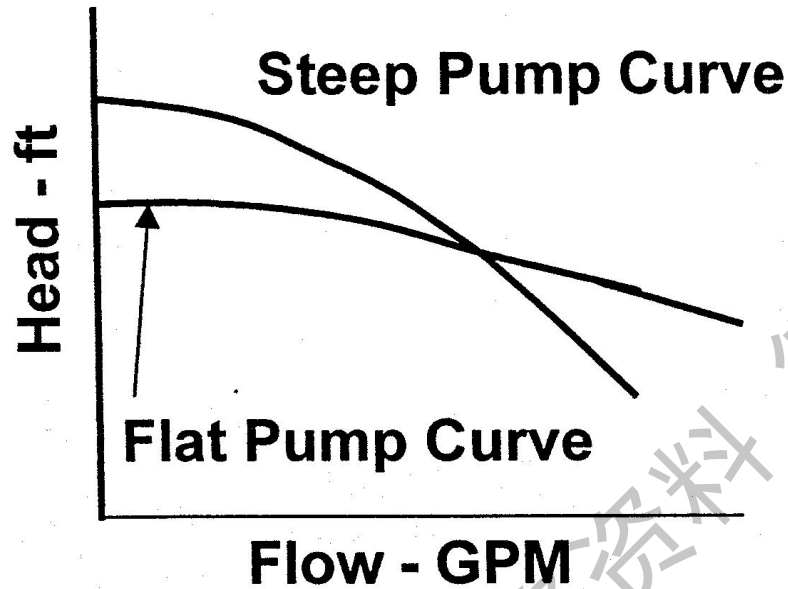
获取更多资料

# 典型的水泵性能曲线



- 典型的水泵性能
- 扬程—流量曲线  
— “水泵性能曲线”
- 由厂商所做的标准  
试验确定

# 平坦型与陡降型水泵性能曲线

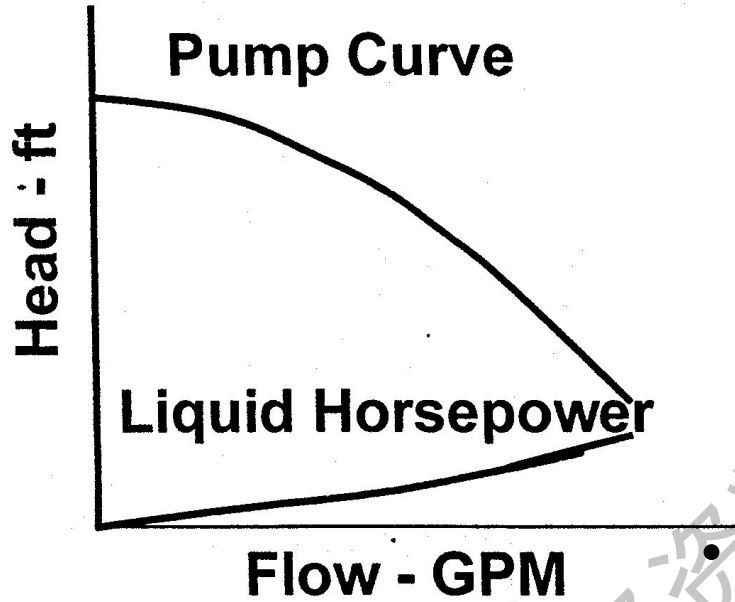


- 由水泵曲线的斜率表现出来的特点
  - 平坦型或陡降型
- 平坦曲线的水泵
  - 当流量改变的时候扬程轻微地变化
  - 适用于预期流量不稳定的闭式系统（冷冻水循环）
- 陡降曲线的水泵
  - 当流量稍有改变的时候扬程变化较大
  - 适用于扬程变化较大时要求恒定流量的开式系统（冷却水系统）

# 课程内容

- 术语
- 确定水泵压头
- 水泵性能曲线
- 水泵选择
- 水泵串、并联特性

# 水泵的功率



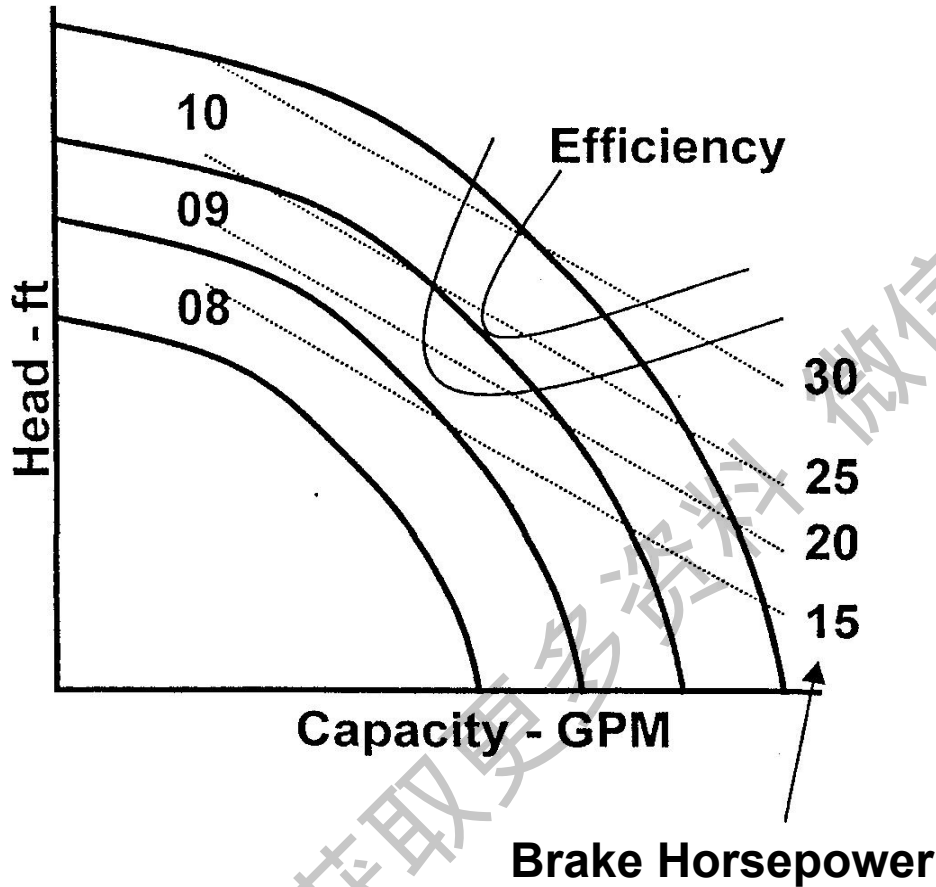
- 有效功率:

- 水泵需要能量以克服从排出口到吸入口的总阻力
- 静压头损失 + 摩擦损失 + 速度水头 (通常被忽略) =  $(\text{Gpm} \times 8.33 \text{ lb/gal} \times \text{总水头}) / 33,000$   
 $= (\text{Gpm} \times \text{总水头}) / 3960$

- 轴功率:

- 马达输送功率 = 流动功率 / 水泵效率
- 效率由测试决定

# 水泵的规格



- 系列产品
  - 有相似的性能特性
- 对于系列:
  - 壳体不同
  - 叶轮直径变化
  - 在固定的转速下运行
- 典型曲线
  - 压头对转速
  - 不同的直径
  - 功率和效率曲线



# 相似定律

- 水泵给予水速度，然后把速度转换成压力，它的运转根据一组“相似定律”。
- 这些定律如下所示：
  - 1- 流量与转速成正比。
  - 2- 流量与叶轮直径成正比。
  - 3- 压头与转速的平方成正比。
  - 4- 压头与叶轮直径的平方成正比。
  - 5- 轴功率与转速的立方成正比。
  - 6- 轴功率与叶轮直径的立方成正比。
- 这些定律在估计一个已知的泵在不同转速或不同叶轮直径下的性能时是非常有用的。
- 如果相似律用于计算在一个管路系统中由于改变泵的速度或叶轮直径导致的新情况，它先假定系统阻力特性曲线是已知的。系统阻力会以抛物线形式随着流量平方而<sup>65</sup>变化。

# 水泵选择过程

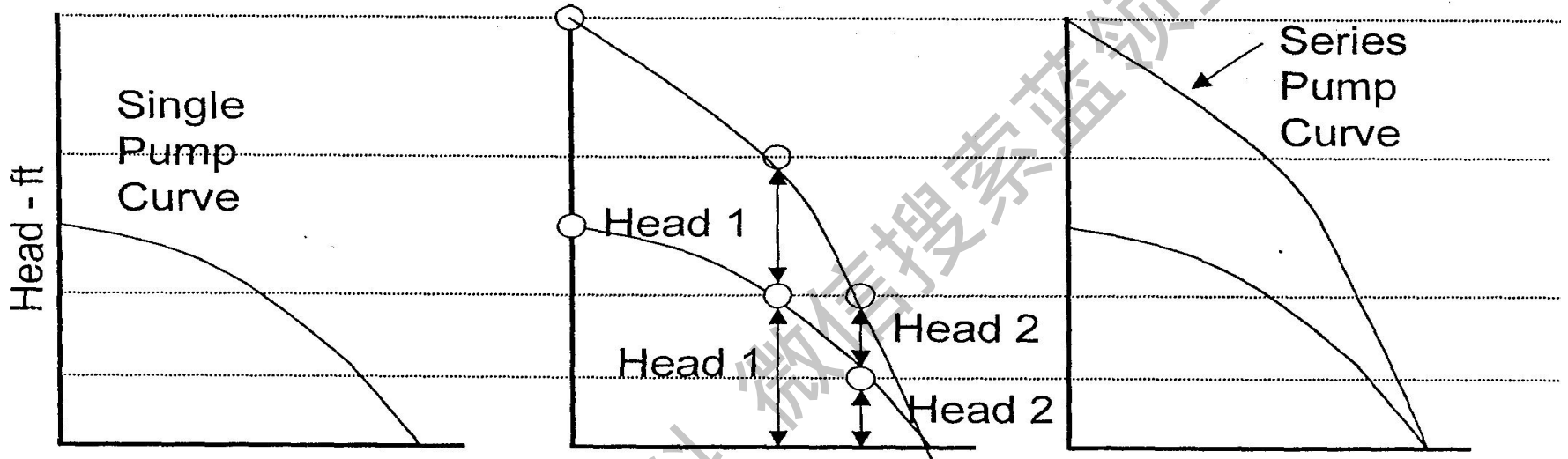
- 确定水泵输送的是冷水还是热水
- 从设备选型中得到各用户的**GPM**
- 算出总的输送 **GPM**
- 确定环路中的最不利环路
  - 计算阻力
- 据厂商资料选择水泵
- 平坦型曲线的水泵用于有控制阀的闭式系统
- 陡峭型曲线的水泵用于开式系统
- 确定最终工作点
- 检查启动条件
- 根据情况选择配套电机

# 课程内容

- 术语
- 确定水泵压头
- 水泵性能曲线
- 水泵选择
- 水泵串、并联特性

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

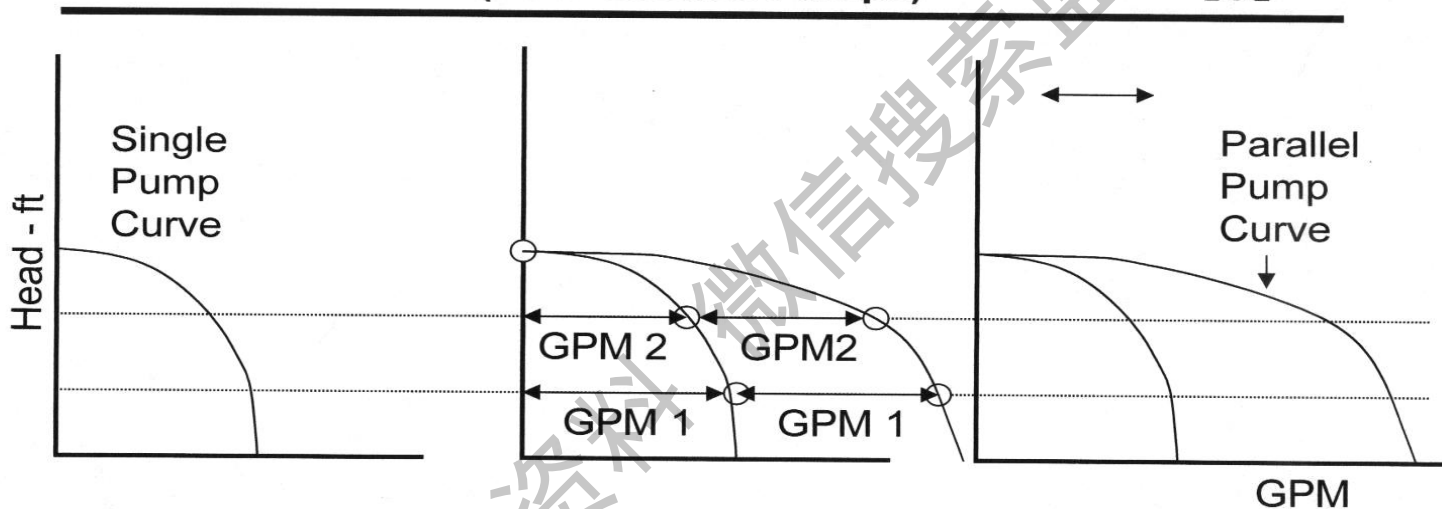
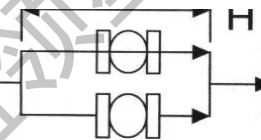
# 串联水泵(两相同水泵)



- 两台相同的泵串联
- 扬程是同一流量下的两倍
- 绘图得到串联泵的性能曲线

# 并联水泵(两相同水泵)

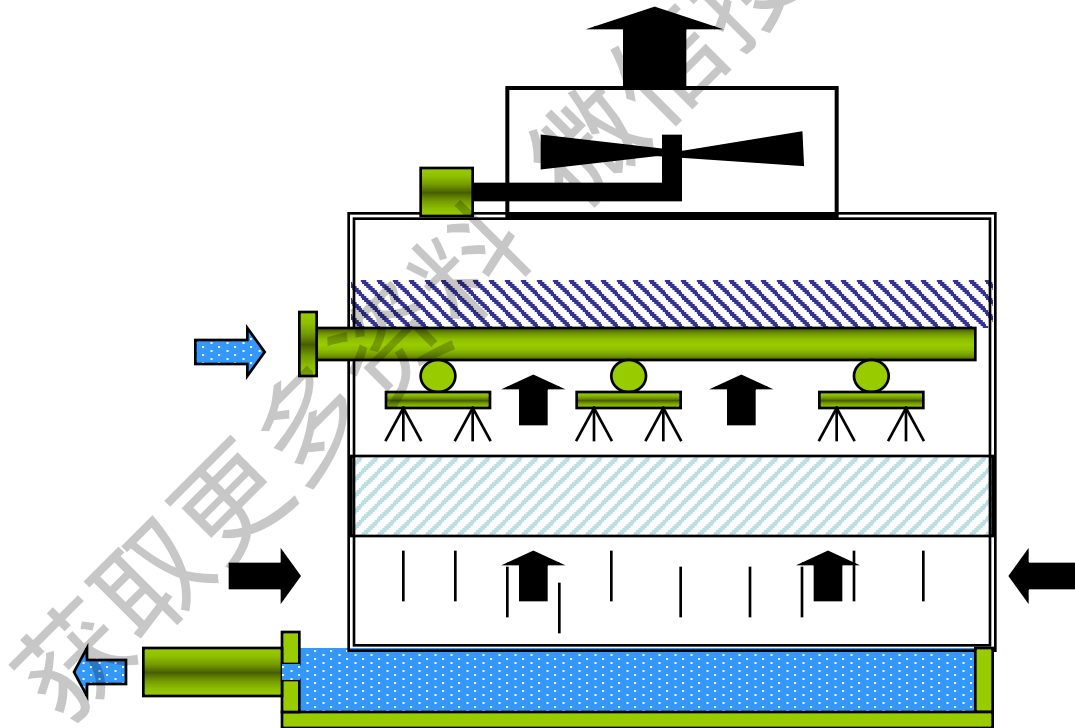
## PARALLEL PUMPS (Two Identical Pumps)



- 两个相同的水泵并联
- 总流量等于一台流量的两倍
- 绘图得出水泵并联性能曲线

# 第五部分

## 冷却塔与应用

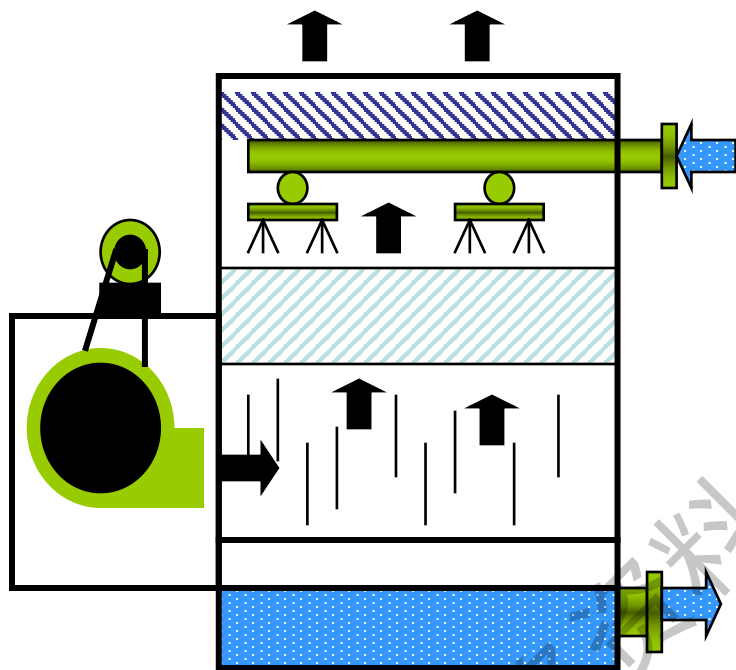


# 课程内容

- 冷却塔种类与结构
- 冷却塔性能
- 常见术语

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

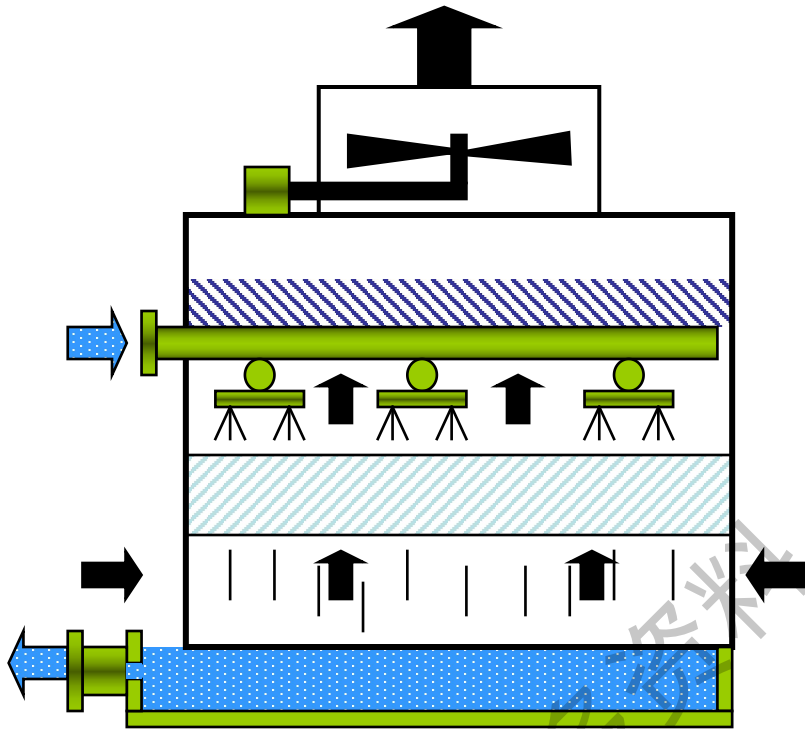
# 压入式逆流塔



- 风机强制空气通过冷却塔
- 使用离心式风机
  - 一马力大
  - 静压高
- 进口风速高
- 出口风速低
  - 可能产生空气再循环
  - 在寒冷地区风机结冰
- 越小成本越低
- 逆流
  - 空气与水反向流动
- 应用
  - 暖通（冷水机组），净化工艺



# 抽吸式逆流塔

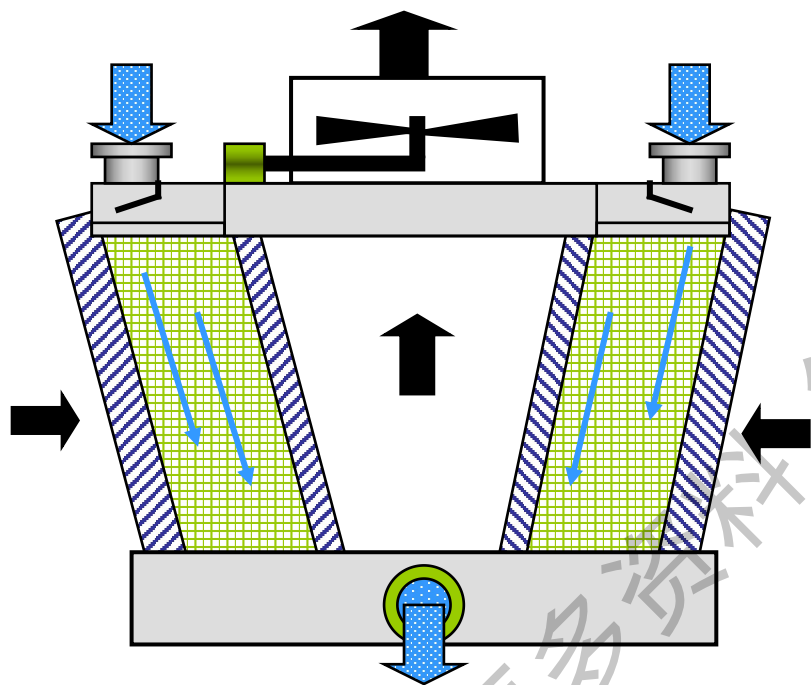


- 出口风速高
  - 近似5MPH的风速
  - 无再循环
  - 风机在热气流中运行
  - 风机不会结冰
- 使用广泛
  - 15到700, 000GPM
- 逆流设计
  - 气流与水反向
- 应用
  - HVAC(冷水机组)
  - 净化工艺

# 逆流特点

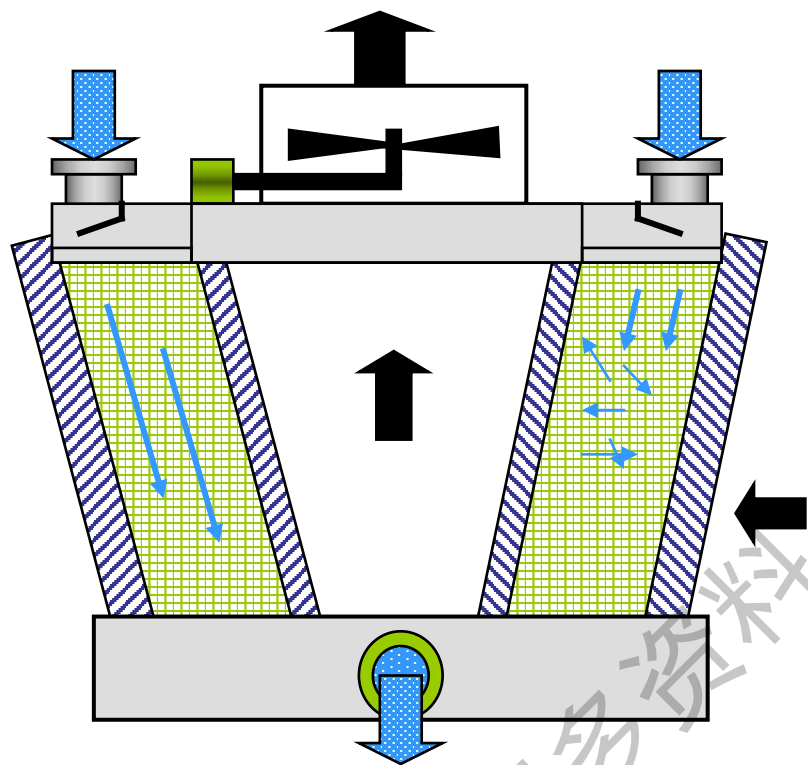
- 无论是压入式还是抽吸式强制通风
- 高压水喷嘴
- 空气阻力损失大
- 高水泵压头
- 风机功率大
- 设备尺寸小
- 投资低

# 抽吸式交叉流塔



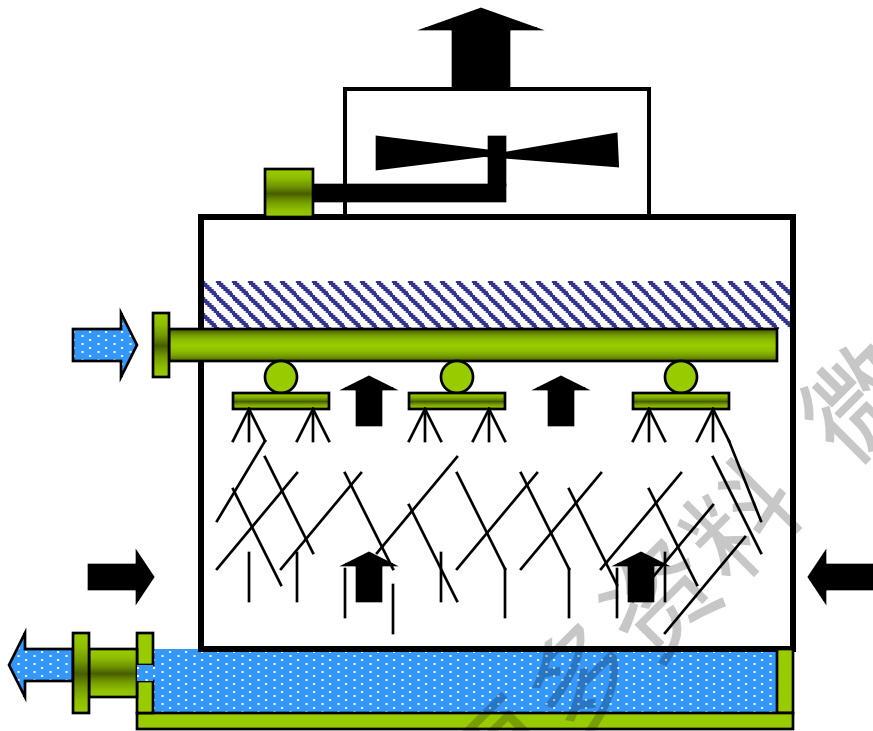
- 利用重力供水
  - 水泵功率低
- 空气水平通过填料与水接触
- 填料位于设备的1侧或2侧
- 空气压降低
  - 风机功率低
- 尺寸较大
- 初投资较大
- 应用
  - 暖通空调(冷水机组)
  - 工业冷却

# 飞溅式交叉流塔



- 挡水板溅散水流
- 阻断水流纵向溅落
- 水流被溅散成小水滴
- 连续的水平分流
- 最大的水表面积
- 挡水板材料
  - 木板条或塑料条
- 主要用于交叉气流
- 空气压力损失低
- 不易阻塞

# 喷淋塔



- 无填料
- 依靠水、气接触
- 高压喷嘴雾化水
- 泵的费用较高
- 初投资低
- 没有其它形式效率高
- 用于冷却高温水
- 不适用于冷水机组

# 课程内容

- 冷却塔种类与结构
- 冷却塔性能
- 常见术语

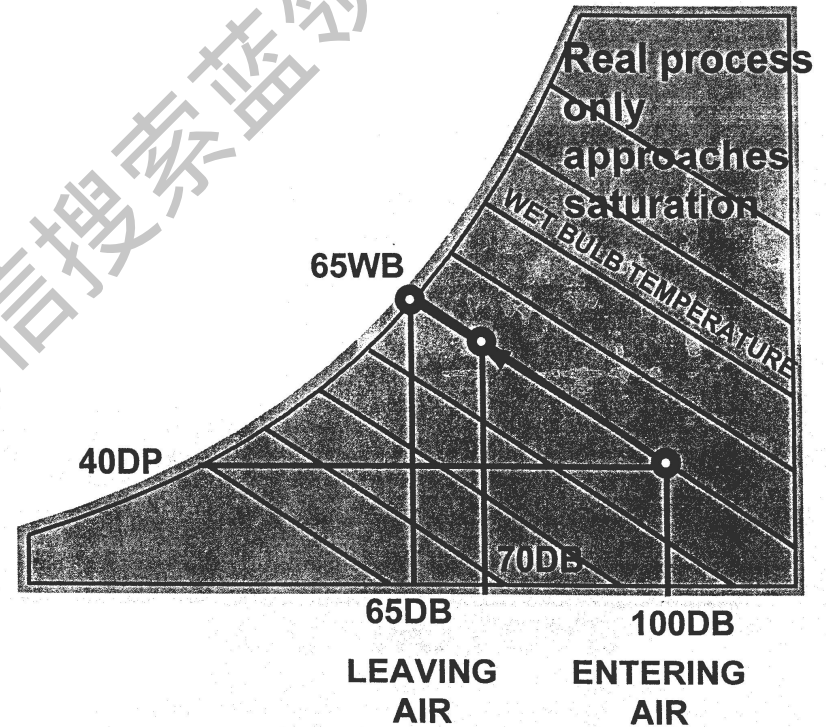
获取更多资料 微信搜索蓝领星球

# 冷却塔的性能(蒸发冷却)

- 蒸发式冷却，作为前面已经讨论过的话题，使用循环水喷淋以使空气达到饱和状态。我们将依照我们迄今所获得的知识在此原理上进一步深化。
- 假设喷淋水和排出空气的温度与进气温度具有相同的湿球温度。
- 空气被冷却和加湿变成与进口空气湿球温度相同温度的饱和空气。下页在焓湿图上表示了蒸发式冷却。这一过程是沿着进入空气的湿球线发生的，而且接近于饱和线。
- 减少的显热正好等于使空气饱和的潜热量。
- 如果能获得低于进口空气露点温度的连续的喷淋水，空气就能通过喷淋水冷却和除湿。让水在低于露点温度时冷却，一种方式是用制冷系统中的冷冻水。另一种方式是用再循环水喷淋的冷却盘管。
- 喷淋式盘管在夏季运行时可提高冷却盘管的性能和提供精确的温湿度控制。在冬天这个过程刚好相反，可对空气升温和加湿。在这个例子中，加热喷淋水使出口空气的湿球温度高于进口空气。热的喷淋水被冷却，同时散热和加湿空气。

# 冷却塔的性能(蒸发冷却)

- 在理想过程中，喷出水温=饱和出风干球温度=入风湿球温度=65F
- 热量用来蒸发水并使空气饱和、冷却。
- 空气被冷却并且加湿
- 如果喷出水温度低于40DP，空气变冷并且除湿。水的作用就是一个冷却盘管。
- 也可喷温水来加热空气。





# 课程内容

- 冷却塔种类与结构
- 冷却塔性能
- 常见术语

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

# 冷却塔的术语

## 计算冷却塔的换热：

- 冷却塔的热负荷是冷水机组中的冷凝器排除的那部分热量。对于冷却塔，有一些常用的术语：
- 冷却塔的流量
- 冷却塔进出水的温差

## 冷却塔运行湿球温度

- 经过冷却塔的水接近空气的湿球温度。在选择冷却塔时，我们需要确定冷却塔能正常运行的最不利条件。这样，我们所关心的湿球温度就不是平均湿球温度。

## 冷幅：

- 定义为冷却塔的出水温度和0.4%不保证湿球温度之差值。7F 或是8F 的冷幅是较为典型的。

# 冷却塔的术语

- 带有冷却塔的冷水机组循环中，冷却塔必须排除冷却器中冷凝产生的热量。冷凝产热（要除去全部的热量）等于蒸发器吸热加上压缩机的压缩热。制冷设备的效率影响冷却塔的散热量/每冷吨。
- 制冷设备的冷凝热/冷量比由设备本身性能决定。所以制冷设备效率越高，冷却塔的尺寸越小。

获取更多信息

# 结 束

获取更多资料 微信搜索蓝领星球