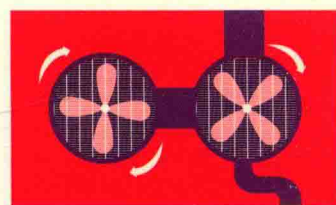


600块肌肉  
8米长的肠道  
1吨重的信息



206块骨



# 人体城市

关于人体运行的  
信息地图

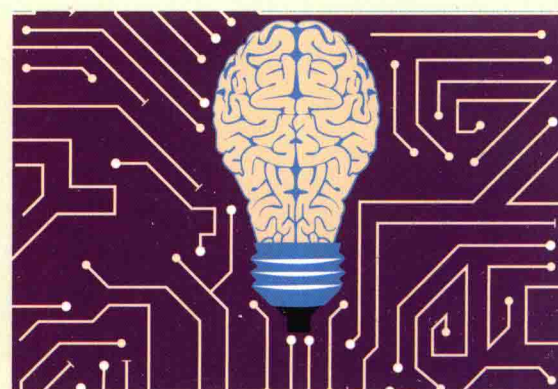
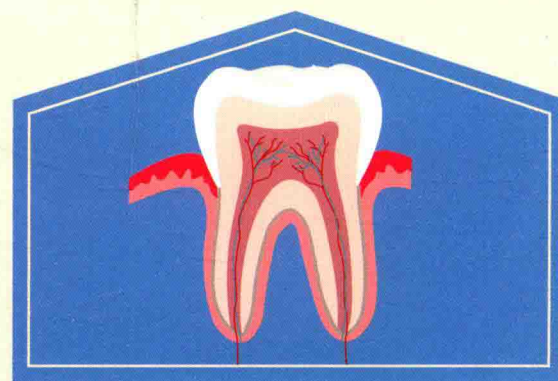
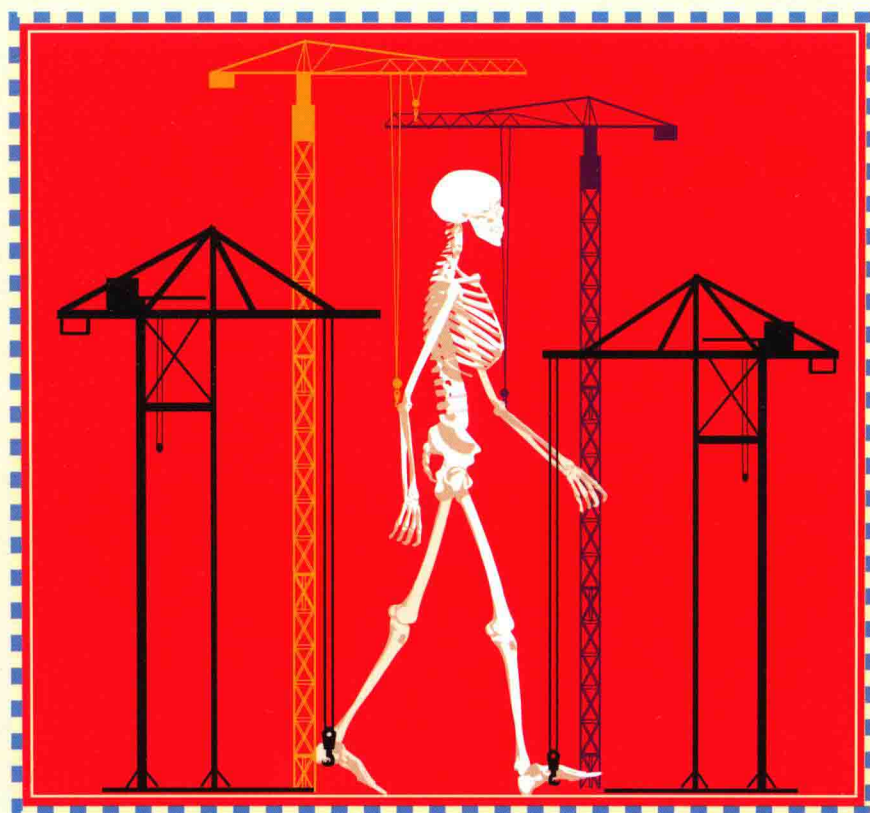
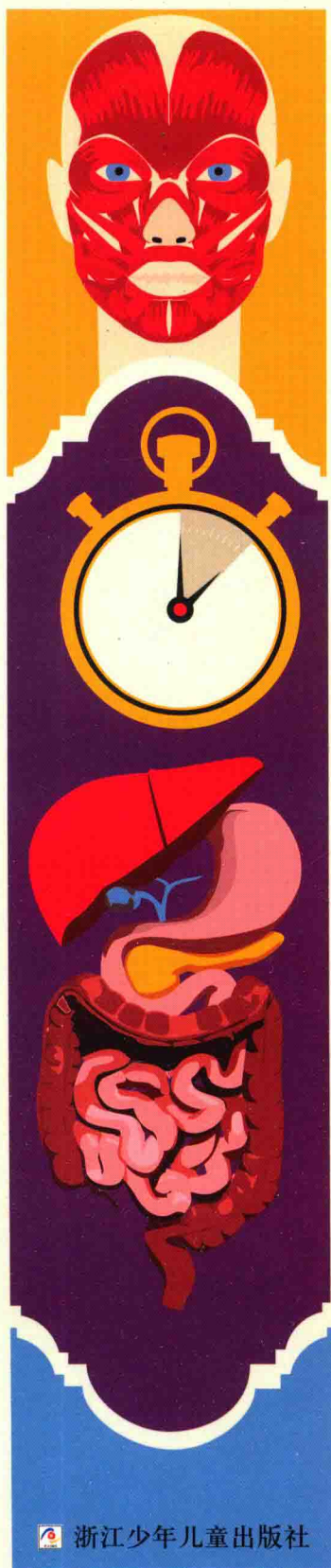
[法]

雅克·吉夏尔/著  
陈思宇/译

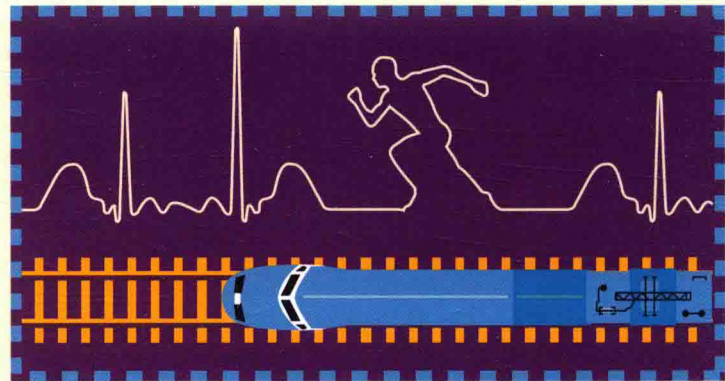
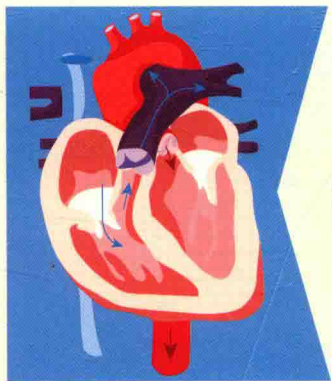
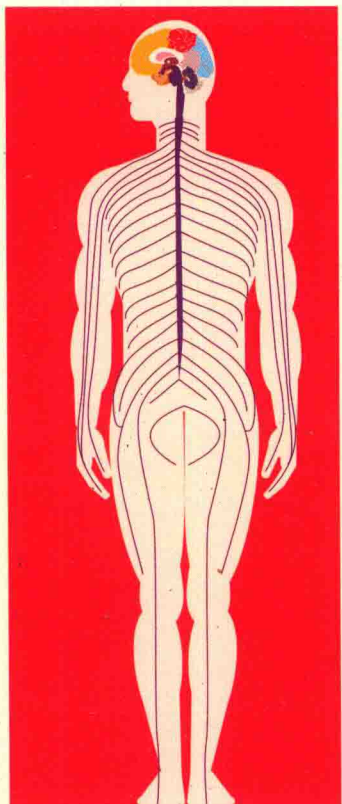
数说不可思议的  
人体机器

[法]

萨拉·塔韦尼耶  
亚历山大·韦里耶/绘

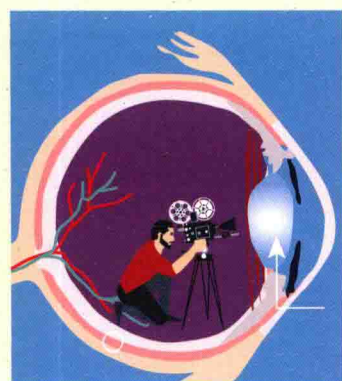






# 关于人体机器的运行

## 你所知道和不知道的 都会在这里找到答案

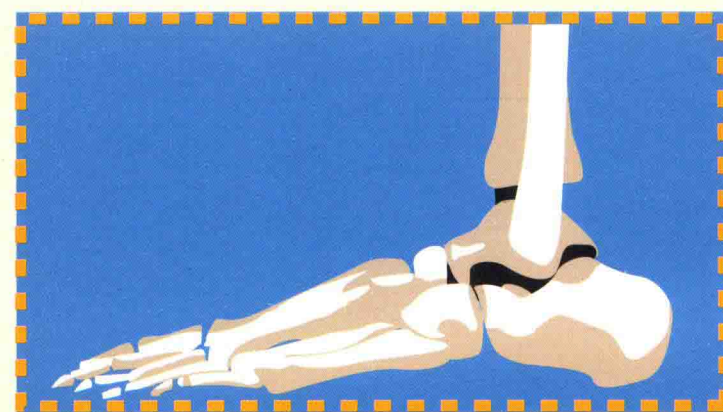
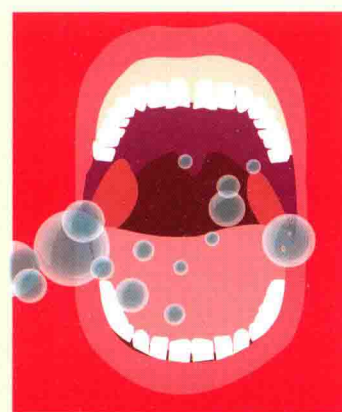
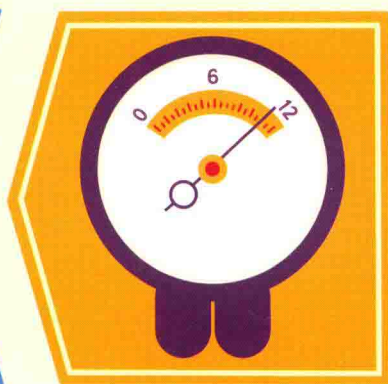
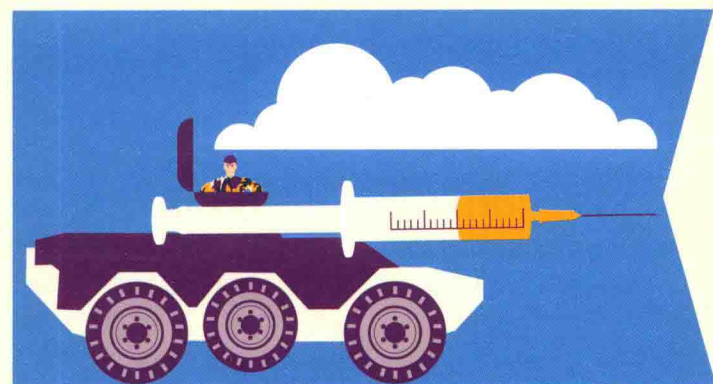
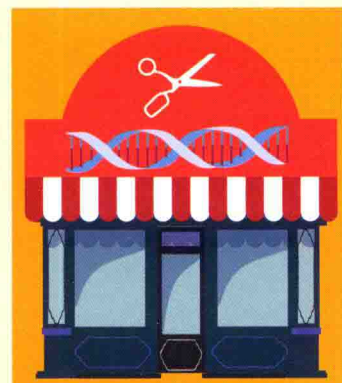


# 人体城市

从身体开始，认识自己，发现世界！

如果人体是一座城市——  
你能猜到电影院、游乐场和硅谷都在哪里吗？  
你知道城市交通网和排水系统如何运行吗？  
城市饭店里都是谁在为我们服务？  
保卫城市安全的守护者又在哪里？  
自选商场的生命大目录有哪些不可思议的奇妙组合？  
想去看看惊恐博物馆每天都在进行的惊人表演吗？  
.....

定位人体之城，绘制属于你人体城市地图。



上架建议：科普百科  
ISBN 978-7-5597-0089-6  
9 787559 700896  
定价：138.00元

Ouvrage publié dans le cadre du Programme d'Aide à la Publication Fu Lei de l'Ambassade de France en Chine  
由法国驻华大使馆的傅雷出版资助计划资助出版

bayard bridge 巴亚桥  
浙少 绘本馆

傅雷  
傅雷



# 人体城市

关于人体运行的  
信息地图


[法] 雅克·吉夏尔 / 著

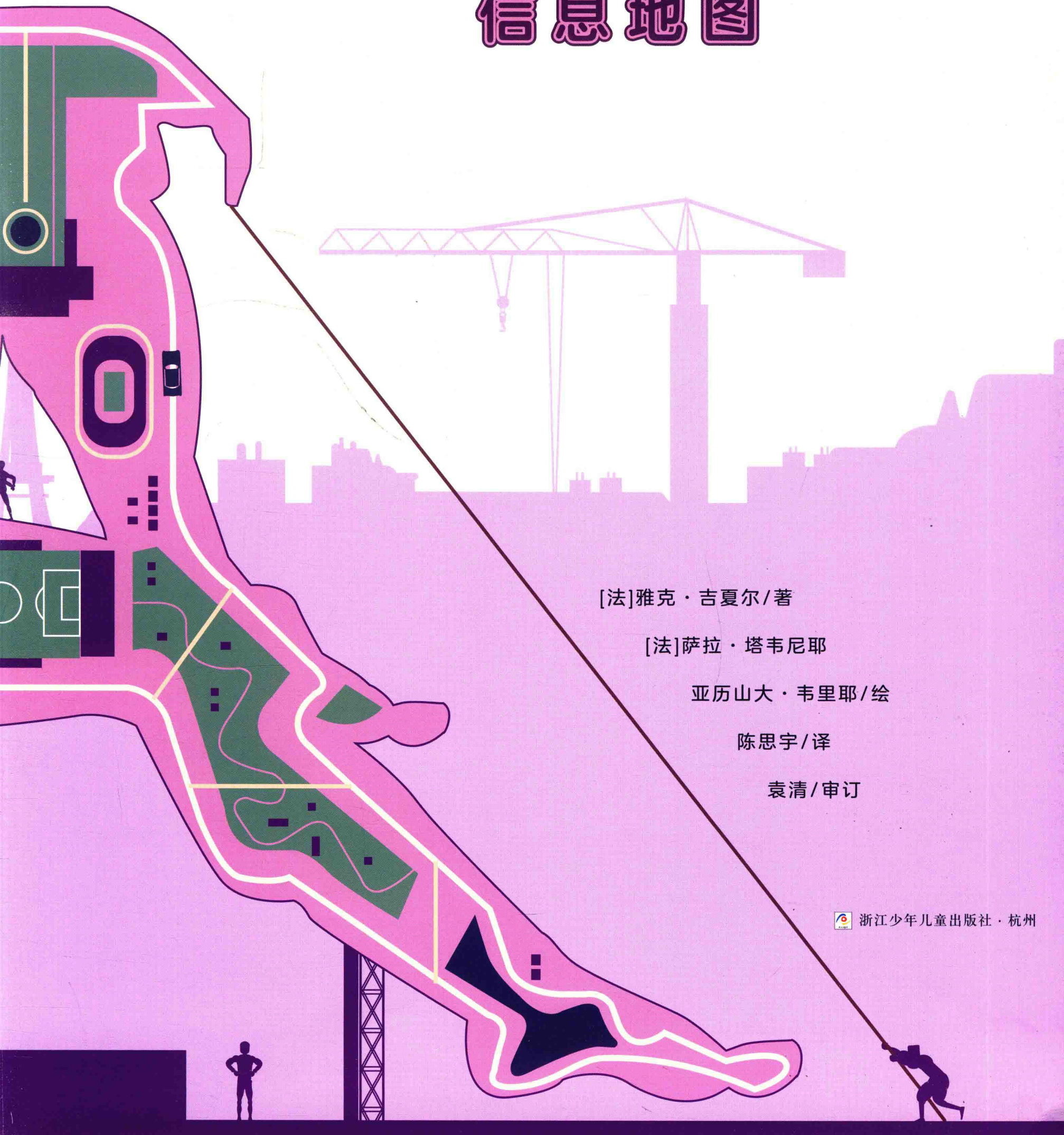
[法] 萨拉·塔韦尼耶

亚历山大·韦里耶 / 绘

陈思宇 / 译

袁清 / 审订

 浙江少年儿童出版社·杭州





图书在版编目（CIP）数据

人体城市 / (法) 雅克·吉夏尔著；(法) 亚历山大·韦里耶，  
(法) 萨拉·塔韦尼耶绘；陈思宇译. — 杭州：浙江少年儿童出版社，  
2018. 1  
ISBN 978-7-5597-0089-6

I. ①人… II. ①雅… ②亚… ③萨… ④陈… III. ①人体—少儿读物  
IV. ①R32-49

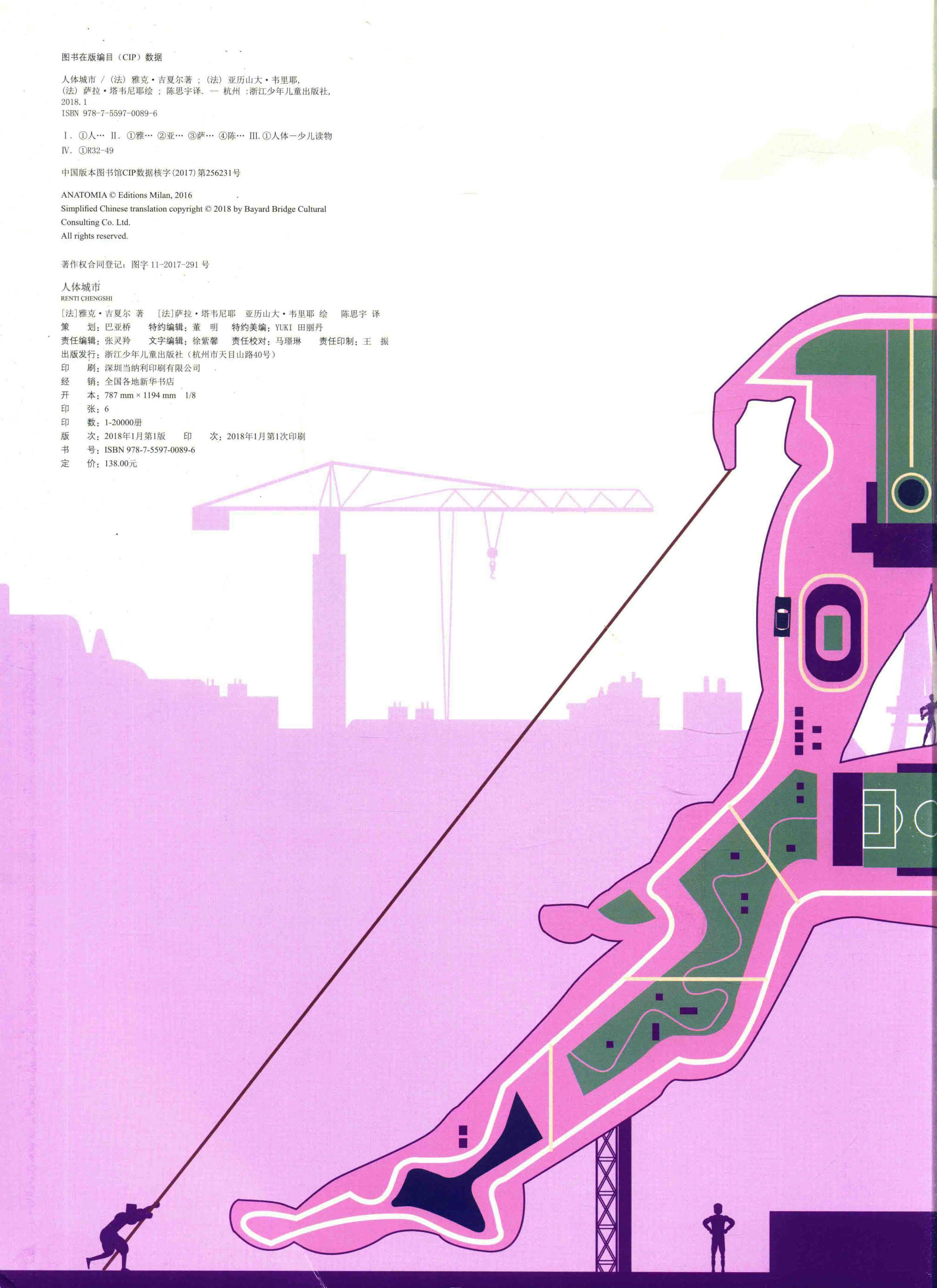
中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第256231号

ANATOMIA © Editions Milan, 2016  
Simplified Chinese translation copyright © 2018 by Bayard Bridge Cultural  
Consulting Co. Ltd.  
All rights reserved.

著作权合同登记：图字 11-2017-291 号

人体城市  
RENTI CHENGSHI

[法]雅克·吉夏尔 著 [法]萨拉·塔韦尼耶 亚历山大·韦里耶 绘 陈思宇 译  
策 划：巴亚桥 特约编辑：董 明 特约美编：YUKI 田丽丹  
责任编辑：张灵玲 文字编辑：徐紫馨 责任校对：马璟琳 责任印制：王 振  
出版发行：浙江少年儿童出版社（杭州市天目山路40号）  
印 刷：深圳当纳利印刷有限公司  
经 销：全国各地新华书店  
开 本：787 mm × 1194 mm 1/8  
印 张：6  
印 数：1-20000册  
版 次：2018年1月第1版 印 次：2018年1月第1次印刷  
书 号：ISBN 978-7-5597-0089-6  
定 价：138.00元

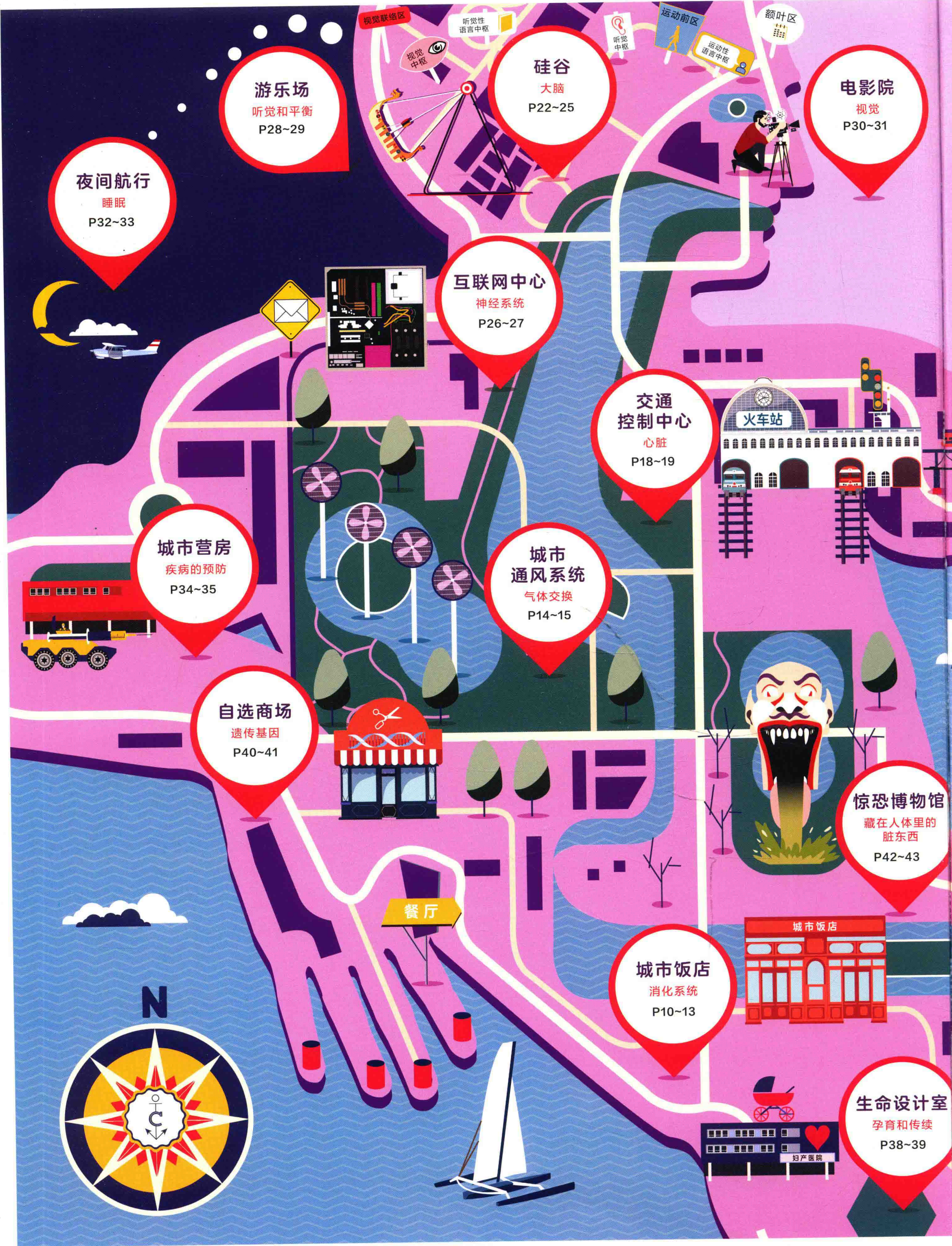




# 人体城市导览图







夜间航行

睡眠

P32~33

游乐场

听觉和平衡

P28~29

硅谷

大脑

P22~25

电影院

视觉

P30~31

互联网中心

神经系统

P26~27

交通  
控制中心

心脏

P18~19

城市营房

疾病的预防

P34~35

城市  
通风系统

气体交换

P14~15

自选商场

遗传基因

P40~41

惊恐博物馆

藏在人体里的  
脏东西

P42~43

城市饭店

消化系统

P10~13

生命设计室

孕育和延续

P38~39

餐厅

城市饭店

妇产医院



# 人体城市

关于人体运行的  
信息地图


[法] 雅克·吉夏尔 / 著

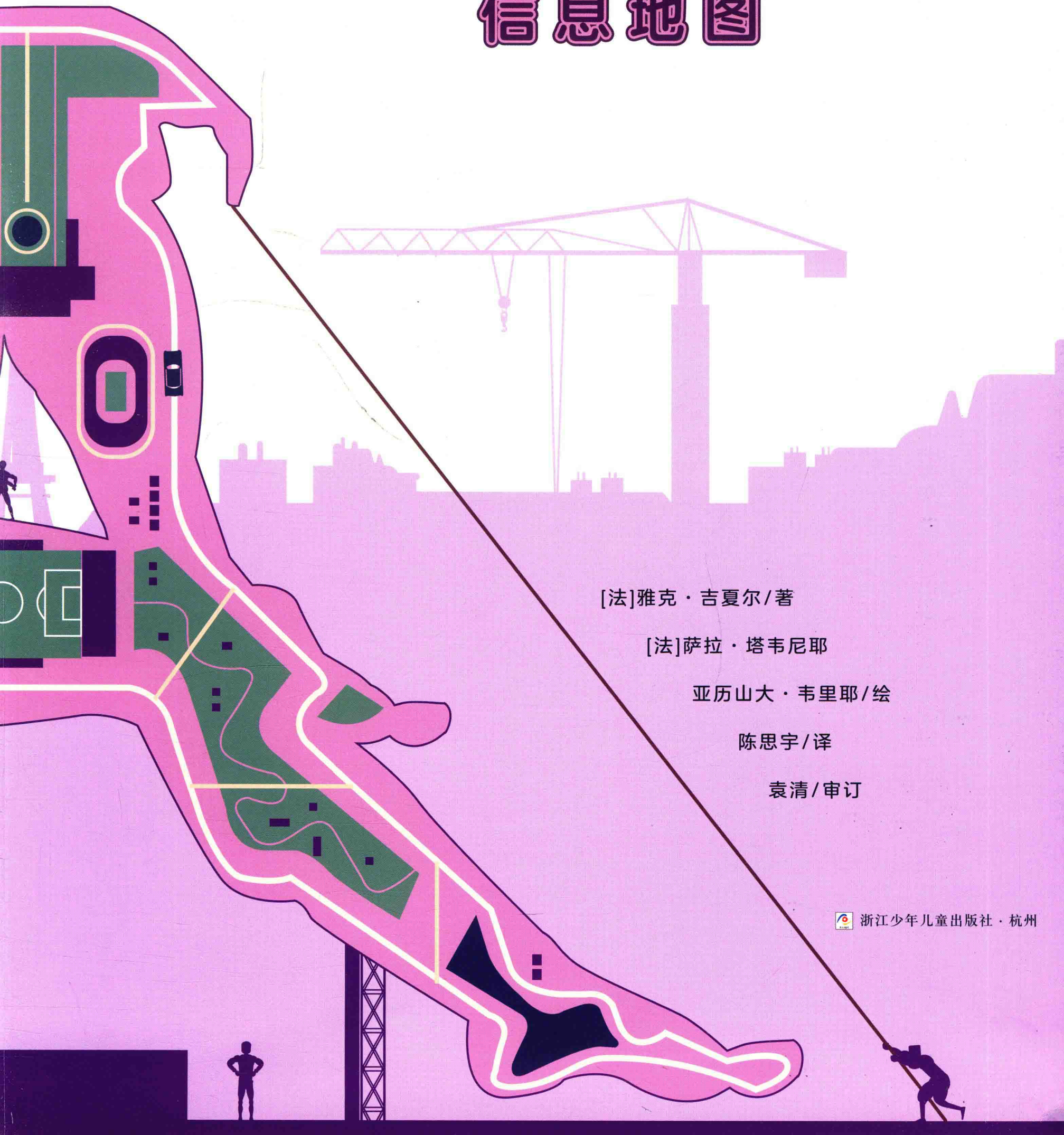
[法] 萨拉·塔韦尼耶

亚历山大·韦里耶 / 绘

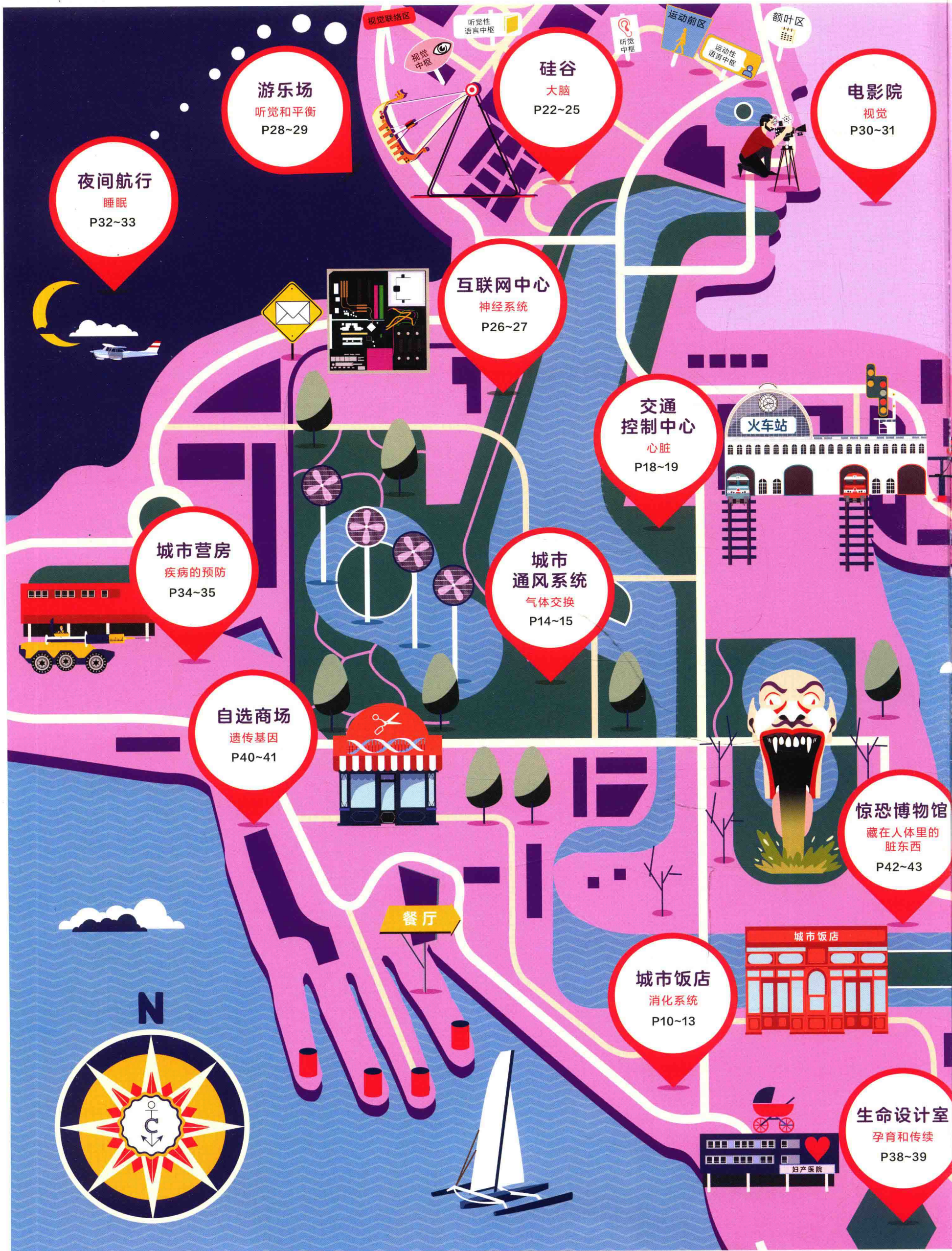
陈思宇 / 译

袁清 / 审订

 浙江少年儿童出版社·杭州







夜间航行  
睡眠  
P32~33

游乐场  
听觉和平衡  
P28~29

硅谷  
大脑  
P22~25

电影院  
视觉  
P30~31

互联网中心  
神经系统  
P26~27

交通控制中心  
心脏  
P18~19

城市营房  
疾病的预防  
P34~35

城市通风系统  
气体交换  
P14~15

自选商场  
遗传基因  
P40~41

惊恐博物馆  
藏在人体里的脏东西  
P42~43

城市饭店  
消化系统  
P10~13

生命设计室  
孕育和延续  
P38~39

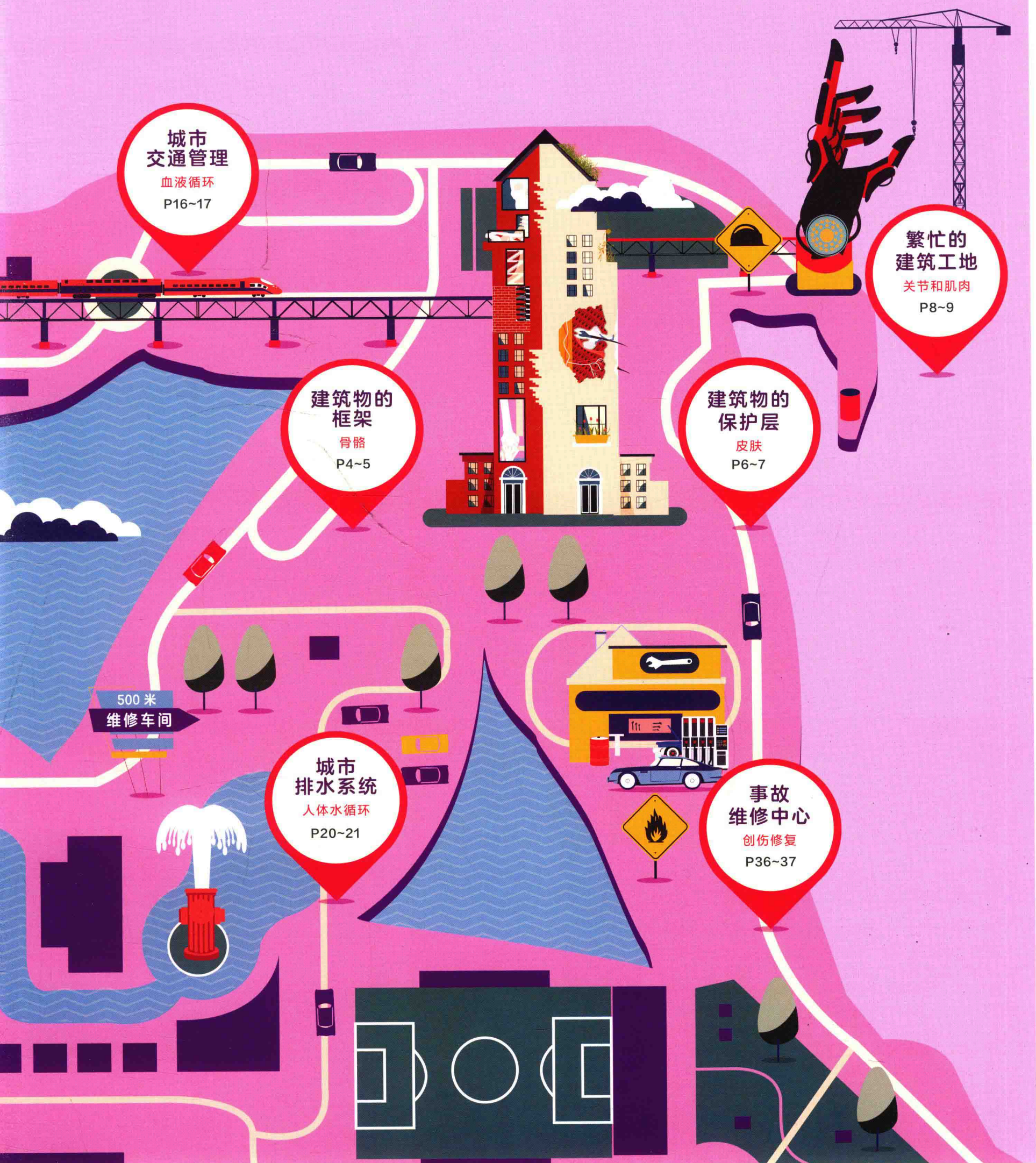
餐厅

城市饭店

妇产医院



# 人体城市导览图





# 建筑物的 框架

## 骨骼

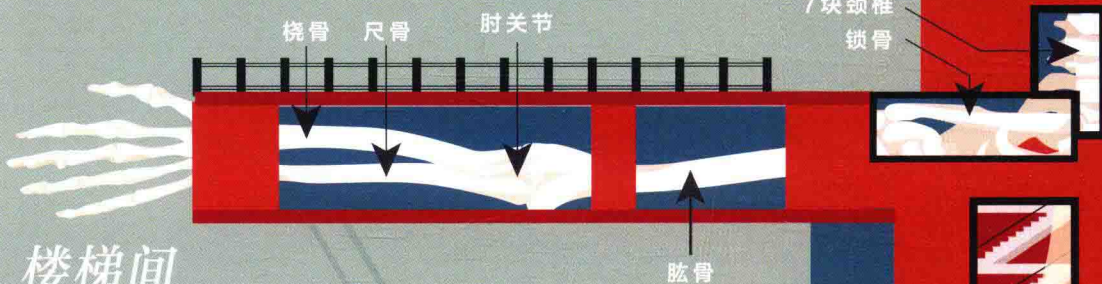
### 人体骨骼的 整体构成

206 块骨 =  
23 块 颅骨 +  
6 块 听小骨 +  
51 块 躯干骨 +  
64 块 上肢骨 +  
62 块 下肢骨

## ① 稳固的自承重结构

### 自我建设

骨折时，我们用石膏固定骨头，直到受损部位复原。  
这是因为骨组织可以自我修复与重建，  
并使骨折部位的骨头重新连接起来。



### 楼梯间

12对肋骨分别固定在脊椎轴，或者说是脊柱上。  
第1~7对肋骨前端与胸骨相连接，  
第8~10对肋骨前端借肋软骨与上位软骨相连，  
第11~12对肋骨，前端呈开放状态，所以也叫作“浮肋”。  
这24根肋骨以及它们所对应的12块胸椎，  
与前面的胸骨一起，共同构成胸廓。

### 中央支柱

骨骼由骨和软骨构成，并以中央支柱——脊柱为中心，互相关联起来。  
三个部分有机结合，相互作用，使整副骨骼具有了灵活性和柔韧性。  
脊柱由椎骨和脊椎之间的椎间盘共同连接而成，十分灵活，  
就像层层叠叠的砖块累积起来一样，将脊髓包围和保护起来。  
全部脊椎，包括24块自上而下、紧密相连的椎骨；  
接下来的5块骶椎构成一块骶骨，与骨盆相连；  
最后的3~4块尾椎构成一块尾骨，是人类祖先的“尾巴”的进化残余。

## “偷梁换柱”

骨头是有生命的，证据就是：它们会生长，以及发生骨折后会复原。  
骨骼每年大约更新10%，为了承受压力，它们不断重塑自己的形状。

如果失去了感知压力的能力，自我更新便会停止，骨头会变得脆弱。  
这就是为什么我们在骨头受伤后需要休息一段时间，  
长期处于失重状态的宇航员也会出现相同的状况。

骨骼的重量约占身体  
总重量的  
20%

人体的  
骨骼  
大约每隔10年  
会全部  
更新和再生

3 毫米  
位于人耳内的  
**镫骨**  
是人体  
最小最轻的骨

50 厘米  
位于大腿内的  
**股骨**  
是人体  
最大最长的骨

## ② 稳固的地基

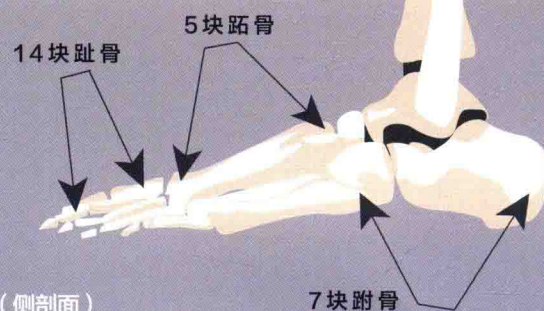
双脚支撑着身体，并且肩负着行走的重任。

双脚上的骨头数量占全身骨头数量的1/4，  
它们承受着整个身体的重量，  
并使身体在直立时保持稳定，  
就好像坐在一个安全座椅上。



52 块足骨  
让人得以  
更好地  
行走

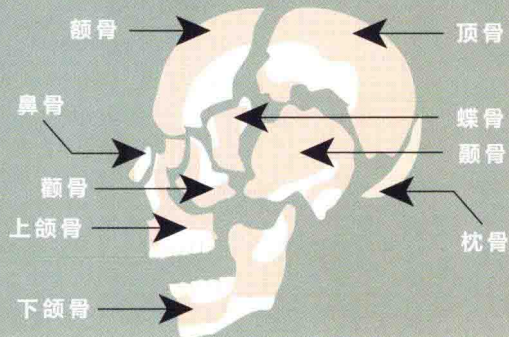
足骨（侧剖面）



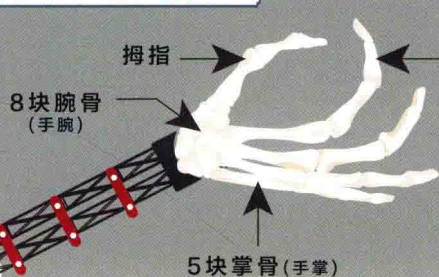


## 屋顶

颅骨，也叫头骨，像个骨头做的盒子一样，装着我们的大脑，并把它保护起来。颅骨看起来好像由一整块骨头构成，但实际上却包含了23块彼此相连的骨头，此外每只耳朵里还有3块听小骨。在一岁半以前，为了确保大脑充分生长，颅骨不会紧密结合。



## 起重电梯



14块指骨 (食指、中指、无名指、小指各3块, 拇指2块)

手的灵巧程度取决于拇指，相对而言，其他四个手指则主要用来抓取东西。在以英国为主的一些西方国家，拇指还曾作为测量单位，也就是我们今天说的“英寸”。

1英寸 = 25.4毫米

## 比钢筋更结实的梁架

2/3的无机盐 (主要为磷酸钙) ← 骨 → 1/3的有机质 (主要为骨胶原纤维)

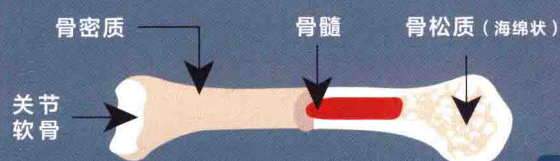
硬度

韧度和抗压强度

骨密质由多层骨板围绕骨髓腔呈同心圆排列，其间有交错的纤维束——多亏了这些纤维，骨的抗断裂能力是混凝土的35倍！

埃菲尔铁塔的建筑设计则仿照了骨松质的结构，所有梁架根据受力情况交叉排列。梁架本身具有孔状结构，而受力最多的位置恰好是实心的，这就使整个建筑既坚固抗压，又不失轻巧。

### 骨剖面



在重量相同的情况下，骨头要比钢筋坚固6倍！

### 显微镜下的骨结构



伸出你的手，我就知道你的年龄！

通过X光片观察手骨的钙化情况，医生能确定骨骼的年龄，还能检测出孩子的发育是否迟缓。

## 不断扩张的建筑

在整个成长发育期间，人体中的这栋大楼一直在扩张。童年时期，身体平均每周长高1毫米，这就是骨骼不断发育，一点点变长的结果。

### 在变化中生长

人体大楼的不同部分，生长速度各不相同，所处的生长阶段也不完全一样——在妈妈的子宫里时会快速生长，然后开始慢下来：

第一年25厘米，  
第二年10厘米，  
接下来的几年是每年5~6厘米。

青春期时生长会突然加速，一般来说，女孩15岁，男孩18岁，增速会停止。青春期后，可使长骨增长的骺软骨被吸收，骨头无法再生长。

## 钙质混凝土

骨骼本身是不断更新的，它们需要从鱼、肉和乳制品中获取钙和蛋白质。维生素D会帮助人体吸收钙。而想要获得维生素D，让皮肤接受适当的日光照射就可以自然生成了。



# 建筑物的保护层

## 皮肤

总面积约1.5~2平方米  
总重量约占  
人体总重量的15%  
皮肤是占人体面积  
最大的器官

## ② 外墙保养

皮肤的皮脂腺会分泌皮脂，在皮肤表面形成一层皮脂膜。它可以防止皮肤干燥，滋润皮肤，使皮肤柔韧、富有光泽，同时锁住水分，使皮肤保持湿润。但这层皮脂会慢慢变脏，所以每天都要清洗，尤其是容易出汗的腋下、臀部和腹股沟。肥皂能够清洁皮肤，但也会破坏皮肤的这层保护膜，所以涂抹肥皂后要冲洗干净，并给皮肤保湿。

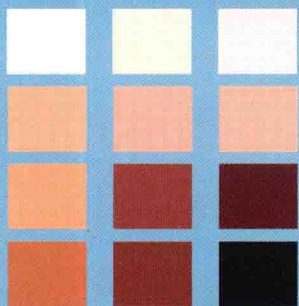
## 自我更新

皮肤的表皮层从基底层开始更新，那里的细胞不停地分裂，将老化细胞一层层推向表面。不计其数的老化细胞以皮屑的形式脱落。

而维生素D，就是皮肤中的细胞经过阳光中紫外线的照射后生成的，这对骨骼的生长和发育具有极其关键的作用。

## 涂层

在阳光的照射下，皮肤内的黑色素细胞会产生黑色素——一种黑褐色的生物色素——保护暴露在阳光下的皮肤。正是由于黑色素的存在，我们才会被“晒黑”。



## 中央热量调节

当天气炎热时，皮肤的血管会膨胀，血流量增加，也就有机会散失更多的热量，从而保证皮肤温度不至于太高。相反，如果天气寒冷，血管就会收缩，血流量减少，散失的热量也相应减少，从而使皮肤温度不会下降太多；同时，身体肌肉的收缩也会释放一定热量，使身体保持温暖。

血管收缩

血管膨胀

## ① 三重防护

皮肤是具有多重优点的天然组织：防水、抗菌、可清洗，还可以自我修复。

皮肤由内向外分为三层——

最深层是皮下组织：用于支撑我们的皮肤，包括脂肪细胞、纤维组织以及丰富的血管等。

中间一层是真皮层：包含使皮肤具有抗压性的胶原纤维，和使皮肤富有柔韧度和弹性的弹性纤维；真皮层还含有感觉神经末梢，皮脂腺、汗腺等腺体，并且分布着丰富的毛细血管网。

与外界相接触的是表皮层：表皮层没有血管，但有丰富的感觉神经末梢，由5层细胞层构成；最下面的基底细胞层不断生长，向外推移，逐渐形成表皮的其他各层，直到最后脱落。

## ③ 空调设备

汗腺遍布全身，所分泌的汗液通过皮肤表面与空气的接触作用不断蒸发。而蒸发过程会带走血液循环产生的热量，使人的体温降低。刚洗完澡时，我们会感觉到冷，这就是因为此时的皮肤是潮湿的，水分的蒸发会吸收热量，使皮肤失温。

## 中央冷却调节

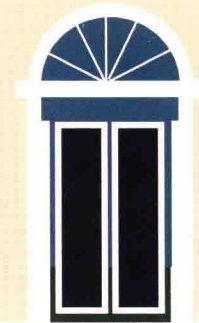
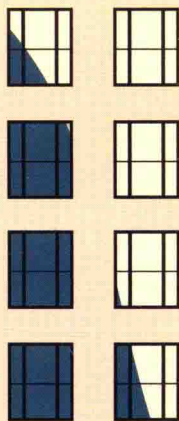
当天气寒冷时，身体也会冷得很快，因为积蓄的热量还是会通过皮肤一点点散失。头部和肢端（手指和脚趾）对寒冷尤其敏感，因为相对而言，较大面积的皮肤散失的热量更大。

实际上，分布于整个人体的血管网就像个功能强大的中央热量循环系统，协调着全身的热量配比，并将我们的体温稳定在37℃。

皮肤约有  
2万亿个  
各类细胞。

人体的表皮层  
每年会完全更新

10次！





## 我们约有12万根头发

每根头发的生长周期平均为3年，之后会脱落不再生长。

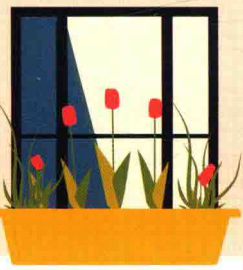
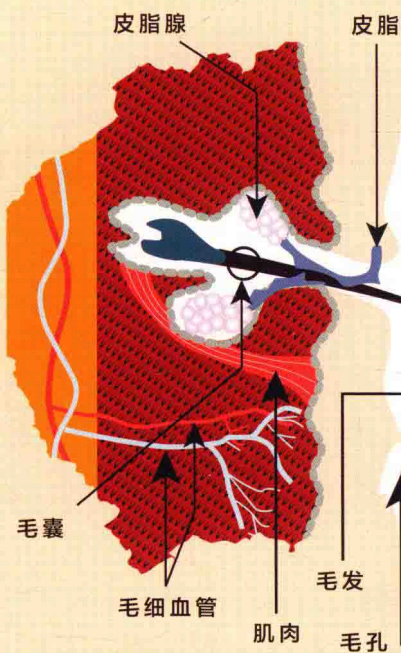
我们每天会掉50~100根头发。

每年会掉3万根左右的头发。

我们全部的头发加在一起，每年的总生长长度可达到16千米！

## 人体约有1000万根毛发

### 真皮层



指甲每个月长2毫米左右，天气热时会生长得更快。

脚指甲长成需要12~18个月。

## 5 强化保护

除了手心、脚心以及嘴唇等少数部位之外，人体均被毛发覆盖。它们是具有保护作用的人体器官，尤其是睫毛和眉毛、鼻毛和耳毛、腋毛和耻毛。

### 毛发的结构

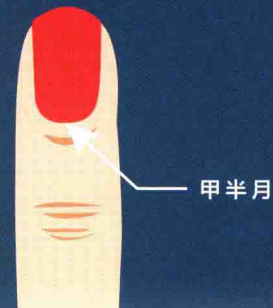
毛发在毛囊中生发，由毛细血管网滋养。

人体皮肤的表皮细胞不断生长繁殖，一层层地让自己充满角蛋白——构成毛发的主要成分。

在毛囊旁边有块小肌肉叫“竖毛肌”，在一些特殊情况下可以让毛发竖起。而毛囊旁的皮脂腺则可以分泌皮脂，滋润毛发，并使其防水。

### 指甲，毛发的近亲

同毛发一样，指甲也从基底层开始生长。这一细胞层是指甲的基础，也会不断产生和累积角蛋白（同毛发一样）。指甲坚硬的成分就是由它构成的。



手指甲长成需要3~6个月。

## 4 屋顶植被

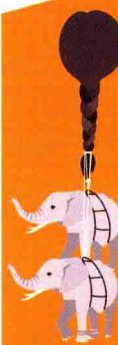
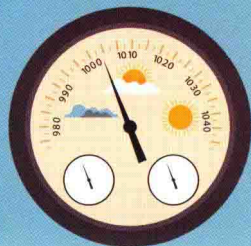
头发就是一根根长长的汗毛，主要由纤维状细丝构成。有些纤维会顺着头发的生长方向螺旋式扭绞在一起，有些纤维则以弹簧式横向缠绕生长，这样的结构使头发具有可伸缩性。

### 惊人的强度

虽然外表纤细，但交织在一起的纤维状角蛋白却让头发具有惊人的抗牵拉性。头发的特殊构造赋予其独特的性能。

### 空气湿度计

人的头发结构中具有很多微小的孔隙，会吸附空气中的水汽，因而头发的长度会随着空气湿度的变化而变化：相对湿度增大，头发会变长；相对湿度降低，水汽蒸发，头发会收缩变短。人们根据头发这一特殊性能，制成测量空气湿度的湿度计。



一根发辫可以承重12吨 = 两头大象的重量

头发平均每周生长3毫米 = 每年生长10~15厘米

世界纪录：一位当年47岁的美国女性，发辫长达17米！

目前世界上最长的胡子经测量为4.26米！

### 鸡皮疙瘩

寒冷或害怕会刺激皮肤上的小肌肉收缩，尤其是毛囊旁的竖毛肌：我们一打冷战，汗毛就会竖起来。

## 6 警报系统

触觉就像一个天然的警报系统。皮肤上有很多触觉感受器：有些对热敏感，有些对冷敏感，还有一些对压力或疼痛敏感。



### 指纹识别

在触摸一件物品时，我们会在其表面留下汗渍、油脂、尘垢，甚至死去的皮肤细胞。这些痕迹刻画着皮肤的独特名片——指纹，每个人、每根手指的指纹都不一样，独一无二。

### 敏感的触觉

触觉最灵敏的部位是嘴唇、舌尖，尤其是指尖——每平方厘米的面积上有2500多个感受器。此外，比起身体的其他部位，上嘴唇更能感受到温度的变化。





# 繁忙的 建筑工地

## 关节和肌肉

### 球窝关节

肩关节和髋关节都属于球窝关节，它们的关节头呈球形，十分灵活，可向各个方向屈伸或旋转。

### 屈戌关节

肘关节和膝关节，关节头呈滑车状，可以在一个平面上运动。与球窝关节相比，仅能做屈伸动作。

## 1 关节

### 运行良好的机械

将骨与骨相互连接起来的关节，使我们的身体得以活动，而韧带将其紧紧包裹，加强了关节的稳固性。不同形状的关节具有不同的功能，可以协助完成不同类型的动作。

## 润滑油

关节几乎从来不会被卡住，这是因为关节壁上覆盖着光滑的软骨，还有油质液体——滑液，发挥润滑和滋润作用。

## 5

没有肌肉，我们就无法行动。肌肉牵引着我们的骨骼做出动作，而骨骼就像是用关节连接起来的支架。

我们总会找到两块相互配合的肌肉，一块朝某一方向运动，另一块则向相反方向运动。

韧带

肱三头肌

肌腱

骨骼

## 2 膝盖

软骨

韧带

骨

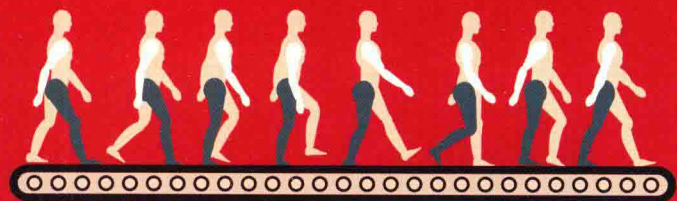
肌肉

肌腱

### 使四肢活动的肌肉附着于哪里？

每一块使四肢弯曲的肌肉都靠肌腱附在两块或两块以上不同的骨上。

## 3 行走

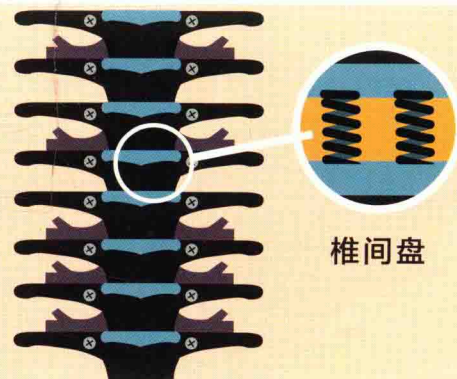


### 行走说明书

走路或跑步时，身体有向前倒的趋势。我们迈出一条腿向前，紧接着迈出另一条腿，这个连续动作可以避免摔倒。以人体骨盆为中心，两条腿交替运动：左腿运动时，右臂会自然摆动；同样，右腿运动时，左臂会自然摆动。脚跟会缓解因走路接触地面带来的冲击力。而要想快跑，首先需要脚尖接触地面，以便于双足突然发力。

## 4 软骨结构

脊椎各椎骨以软骨、韧带和关节相连。通常我们说的椎间盘就是指各椎骨之间的组织结构。走路、蹦跳或运动时，椎间盘就像橡胶垫一样，可以缓冲外界冲击力。由于长时间处于运动状态，椎间盘在白天时常常相互挤压，所以到了晚上，我们会比早晨起床时矮！随着年龄的增长，椎间盘也会萎缩，所以人们在变老的同时也会变矮。



椎间盘

## 步速



步行  
5千米/小时  
(平均值)



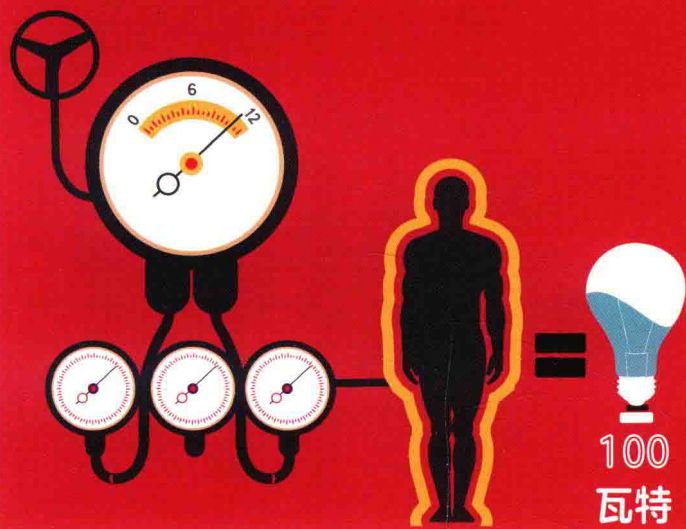
冲刺  
40千米/小时  
(最高值)



6

## 为肌肉热身

肌肉发挥作用需要许多能量。  
同时，肌肉的收缩也会产生热量，  
这就是为什么运动后我们会感到热。



发抖也是肌肉收缩引起的，  
这种方式会释放热量，  
温暖我们的身体。

人体大约有  
**600块**  
形状各异的  
骨骼肌

100  
瓦特

7

## 肌肉的三种类型

### 600多块肌肉

#### 骨骼肌

也叫“随意肌”，呈红色条状，  
受意识支配，可自主运动，  
大多数通过两端的肌腱附着在骨骼上。

#### 心肌

只属于心脏，是一块不停工作的肌肉，  
其职责就是向全身输送血液，  
保证机体正常运转。

#### 平滑肌

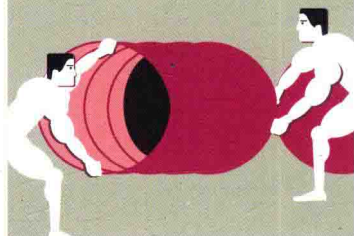
在我们的内脏中，光滑、透明；  
它们不受人意志支配而收缩，  
我们感觉不到它们在工作。



我们的消化道管壁中  
也有肌肉，它们的收缩  
会推动食物前进。

在支气管中也一样，  
肌肉的收缩  
可以促进气体循环。

而膀胱中的肌肉  
则可以帮助排尿。  
还有一些肌肉是环状的，  
如括约肌，  
可以防止尿液或粪便  
在无意识的情况下排出。



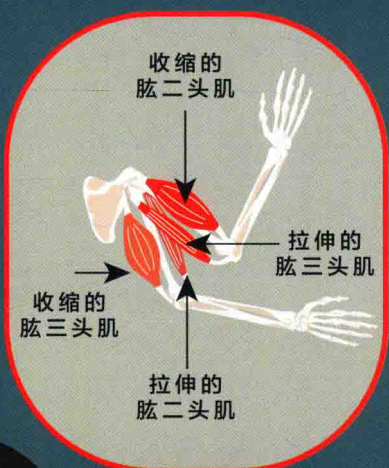
## 没有“工人”就无法运转

肌腱



要想伸出前臂，  
上臂后部的肱三头肌就会拉拽尺骨后侧。

要想弯曲前臂，  
上臂前侧的肱二头肌会收缩并朝桡骨拉伸。



头肌

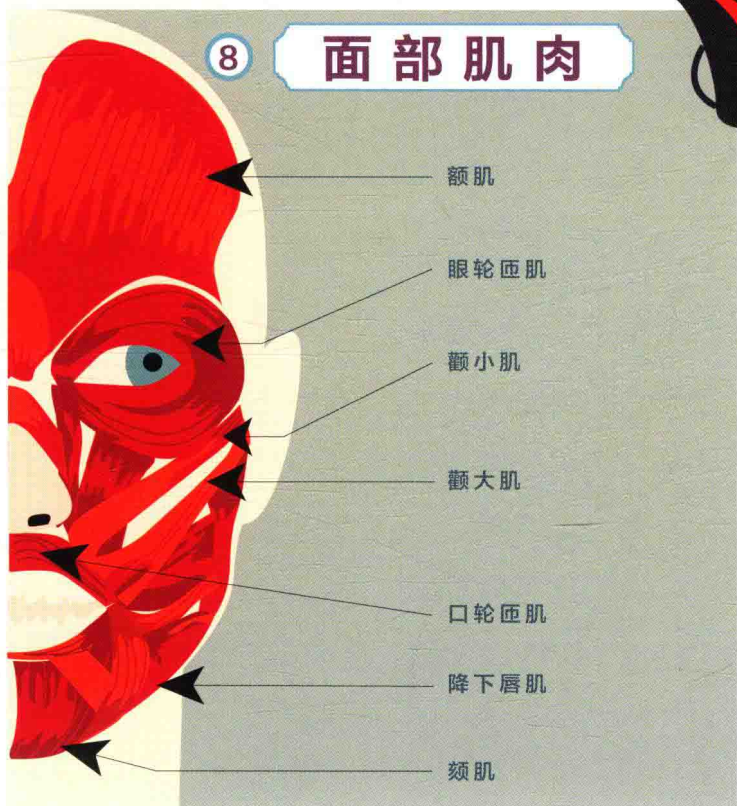
韧带

肌腱

骨骼

8

## 面部肌肉



额肌

眼轮匝肌

颧小肌

颧大肌

口轮匝肌

降下唇肌

颈肌



肌肉总重  
与身体总重相比

微笑比跑步  
需要动用  
更多的肌肉！

微笑或大笑时，  
需要调动  
10~17块肌肉。

9

## 站起来思考！

当我们的祖先  
开始直立行走时，  
为了更好地保持平衡，  
脊柱发展出有利于  
缓冲压力的生理弯曲，  
脚掌也为更好地适应走路  
不断进化。

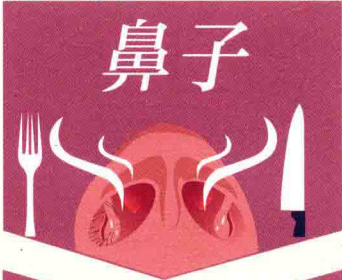
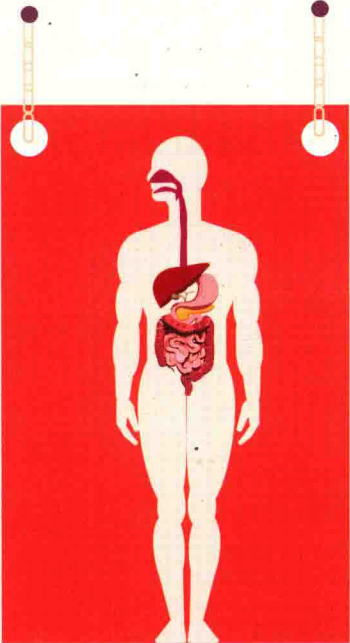
站立更好地解放了双手，  
让人类得以使用工具，  
智力也随之发展。





# 城市饭店

## 消化系统



**鼻子**

我们的鼻子  
正常情况下可以识别  
**4000多种**  
**不同气味。**

在法语里，香水师的绰号就是“鼻子”，他们中的一些人甚至能感知**上万种**不同气味！

**舌头**

对着镜子伸出舌头，你会看到舌头表面有很多粗糙不平的颗粒，颗粒上有花蕾一样的味觉感受器——味蕾。这些感受器能够感知疼痛、刺激和压力，还能感受冷热及一些味道：咸、甜、酸、苦。

舌头上不同的味觉感受区

咸      甜      酸      苦

在人的一生中，  
舌头上味蕾的平均数量大约是  
**1万个。**

### 1 吞咽和品尝

进食的时候，除了用到嘴，还会用到鼻子。口和鼻通过鼻腔相连，鼻腔中布满了嗅觉感受器。吃东西时，食物的气味会被感受器接收，食物因而变得有“味道”。而味觉和嗅觉在婴儿出生前就已经发育了，更确切地说是从妈妈怀孕4个月时开始的。

嗅觉感受器  
味觉通道  
舌头



**食欲**

食物的呈现方式、颜色以及就餐环境都会影响我们的食欲。饭前吃薯片和小饼干会让人胃口大开；而如果以甜食结束一餐，我们之后还会觉得饿，但苦味会减轻饥饿感，这就是我们在餐后喝咖啡或者吃苦味的巧克力的道理。

如果每天摄入  
**1.5千克**  
**食物，**  
每年吃进肚子里  
的食物将重达  
**0.5吨！**  
(相当于一头奶牛的重量)



**饥饿**

饥饿是由大脑控制的一种感觉。很多情况，比如闻到食物的香气，看到诱人的饭菜，到了平时吃饭的时间，或者血糖降低、胃里空空如也，甚至压力增大等，都会引发饥饿！

**唾液**

唾液，也叫口水，是一种含有消化酶的液体。这些酶可以帮助溶解、消化食物和杀菌。唾液中还含有一些黏液，可以润滑口腔、帮助吞咽，使食物顺利进入消化道。我们的口腔中有三对大唾液腺，  
**成年人每天可以分泌1升以上的唾液……**

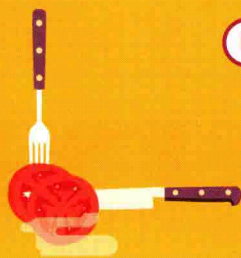
人一生中分泌的唾液  
可以**装满一个**  
**小型游泳池。**

**人类咬肌的咬合力**  
**咬合力大约为**  
**60千克/平方厘米。**  
而鳄鱼的咬合力  
一般都在  
**1000千克/平方厘米以上！**



## 2 品尝的艺术

A 用门牙切割食物。



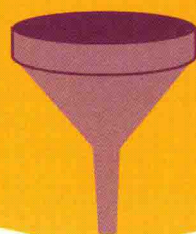
B 用舌头卷携唾液包裹食物，然后将食物推至臼齿处碾碎并混合。



C 细细咀嚼后，舌头将食物裹卷成小团。



D 舌头将食物团推入喉咙，使其开始进入食道。



## 3 从厨房到餐厅

食物被转化为可溶解的小分子物质，这些营养物通过毛细血管，输送到全身所有器官。

假如胃里有  
2.5升的水和食物，



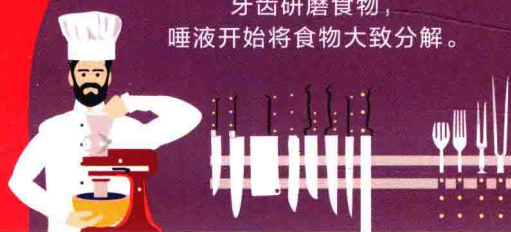
它们会被研磨  
2~8个小时，  
具体时间取决于其整体状况。

E

胃分泌的胃酸可以杀死细菌，破坏食物的细胞壁；胃中的蛋白酶再将食物消化降解成糊糊。

### 准备阶段

在口腔中，  
牙齿研磨食物，  
唾液开始将食物大致分解。



### 小火慢炖

食物在胃里  
被搅拌、  
转化成糊状，  
这一过程需要  
2~8个小时。



### 加入调味料

食物一旦进入肠道，  
胆囊就会将贮存的  
胆汁排出，  
促进脂肪的分解。



食物通过  
长约25厘米的食道  
只需

10秒钟。



### 浓缩

胰腺和小肠会分泌消化液。  
消化液进入肠道后，  
会将食物转化为可溶解的小分子物质。

进入小肠后，食物会以2厘米/分钟的速度被不断运送，  
一共需要6~9个小时才能通过6~8米长的肠道。

## 4 服务中心

不能被消化吸收的食物会进入长约  
1.5米的大肠。



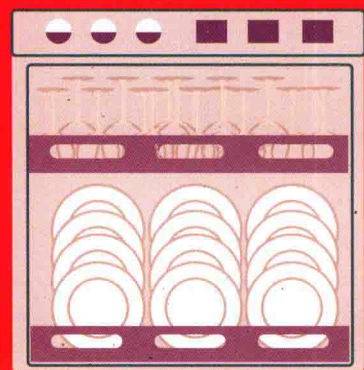
食物中的养分  
被小肠中的  
小肠绒毛吸收，  
并由此输送到全身。



每顿饭要用  
1~2天  
的时间  
来消化。

### 清洗餐具

肠道中的微生物菌群  
用15~18个小时  
合成、萃取对身体有用的  
维生素和无机盐，  
并将它们送进血液循环中。



理论上，  
我们甚至可以倒立着吃东西，

因为  
肌肉的  
收缩作用

会将食物送进消化道。

### 垃圾桶

对人体  
无用的东西  
会通过  
尿道和肛门  
排泄出来。





5

## 厨房设施

## 专业级装备——牙齿



上下共8颗切牙（门牙） 上下共4颗尖牙（虎牙） 上下共8颗前磨牙（双尖牙） 上下共8~12颗磨牙（臼齿）

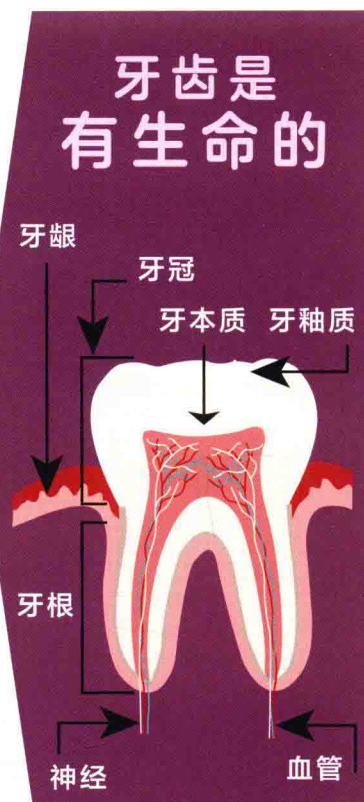
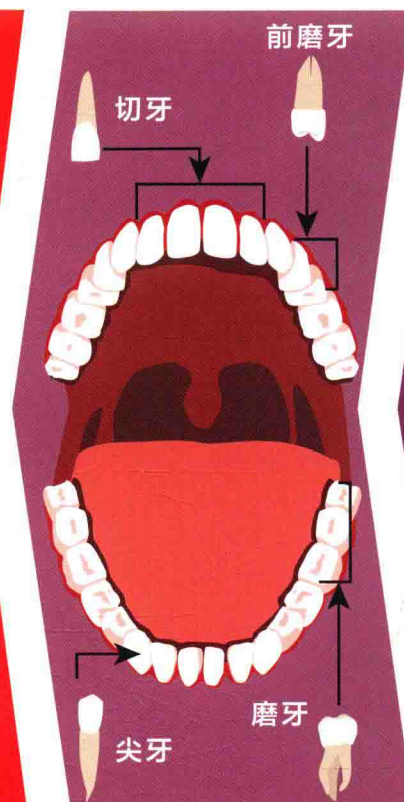
用来咬切食物

用来撕扯食物

用来碾压食物

用来磨碎食物

共有28~32颗牙齿用来切割和研磨



牙齿是有生命的

## 牙釉质

是人体中最坚硬的组织

## 牙齿的敌人

食物残渣、唾液，尤其是细菌，会附着在牙齿上，形成浅黄色的牙垢。

如果牙垢侵蚀了牙釉质，就会形成龋齿。

如果伤害到了牙神经，我们会牙疼。

6

## 厨师长

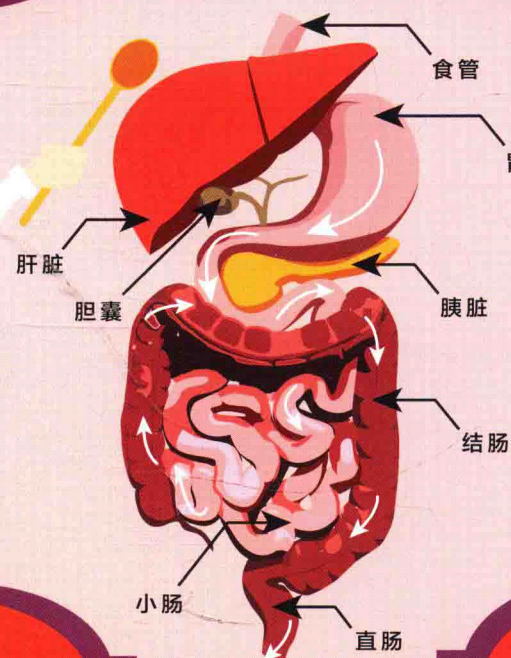
肝脏是一个具有多种功能的重要器官，既是机体的安全卫士，又是一个集分解、合成、生产等工作于一体的超级化工厂。肝脏本身就像一个杰出的调度员。

## 肝脏

是人体中再生速度最快的器官。  
有病例显示，肝脏切除3/4，  
5个月之后就恢复了原状！



## 消化系统简图



## 糖罐

肝脏会储藏饭后产生的大量糖分，之后根据机体所需将它们一点一点释放，用于制造和补充组织细胞所消耗的能量。



## 防毒关卡

肝脏会过滤消化道所吸收的一切物质，还可以中和与排出毒素，如重金属、污染物以及其他有毒物质，如酒精、药剂等。



肝细胞可以储存脂类、无机盐、维生素。



它们制造的胆汁用来分解脂肪。胆汁平时储存于小口袋般的胆囊中，消化期间则直接由肝脏经胆管排放至肠道。

## 厨房中的再循环

肝细胞会生产蛋白质，并回收老化红细胞释放的铁，循环再生出铁蛋白，在特殊情况下供骨髓造血。





7

## 助理厨师

细菌总数约  
 $4 \times 10^{13}$  个

共有400多种不同类型



## 肠道中的细菌

大肠结肠中寄生着大量微生物，它们构成了肠道菌群，悄悄帮助身体完成消化任务。其中一些分解有害物质，对人体起保护作用；有一些会合成维生素，参与食物消化；少数特定菌类可以消化水果和蔬菜中的纤维素，从中提取出葡萄糖、无机盐和维生素，供人体吸收。

小肠是一个  
长约6米  
的管状器官。

8

## 糖量调节器

## 两种功能

胰腺是个细长形的器官，横向“隐居”在胃部的后面。它一方面分泌消化所需的胰液，另一方面会合成胰岛素和胰高血糖素两种激素，用于调节体内血糖含量。

## 胰岛素和抗胰岛素

胰岛细胞会感知和估量血液中葡萄糖含量的高低，然后合成并分泌激素，向肝脏下达命令，将葡萄糖储存或分解。



当血液中的葡萄糖含量较低时（每升血中少于1克），胰高血糖素会命令肝脏释放糖分。

胰岛素

肝脏

当血液中的葡萄糖含量较高时（每升血中超过1克），胰岛素会命令肝脏储存糖分。

1升血液中含有  
1克糖

## 酶是破坏王

胰腺和小肠壁内的腺体会制造和释放充满酶的消化液，可以称得上是一杯混合酶鸡尾酒。



胰腺每天能分泌  
0.5~1.5升的消化液。

消化液中的酶将食物分解为足够小的单位，使它们得以穿过小肠绒毛壁进入血液。每种酶都有专门的用途，有些是为了消化糖类，有些针对脂类，还有一些是为蛋白质准备的。



## 中止服务

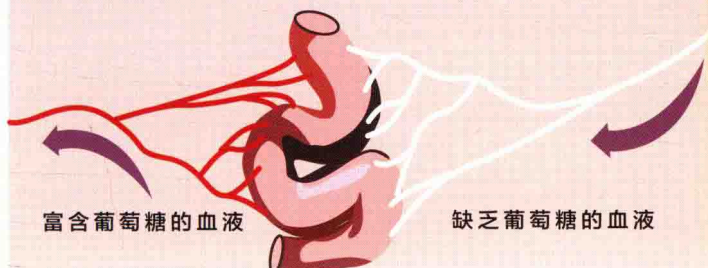
没有糖，人体细胞将会停止运转；就像机器没有燃料就没有动力。

9

## 送餐窗口



## 肠道氧分交换



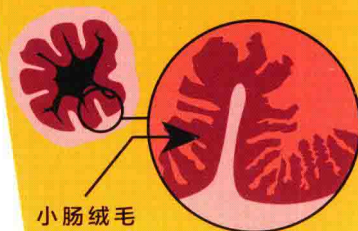
## 神奇的交换

在肠细胞与毛细血管的接触过程中，水、无机盐、葡萄糖、脂类和氨基酸等营养成分得以进入血液循环。同时，肠壁也会吸收由一些肠道细菌提供的营养物质，如糖类、无机盐，尤其是维生素。



小肠壁的内表面有大量的环形皱襞，上面绒毛状的突起就是小肠绒毛。这一结构大大增加了小肠的吸收面积：细密的长绒毛附着在小肠壁上，将肠吸收的面积增加到了1万平方米，相当于一个大足球场。

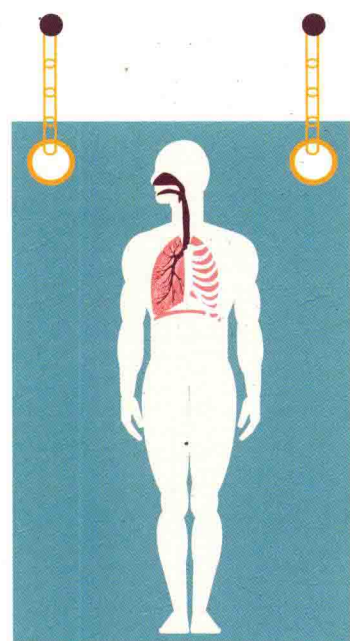
## 小肠剖面图





# 城市通风系统

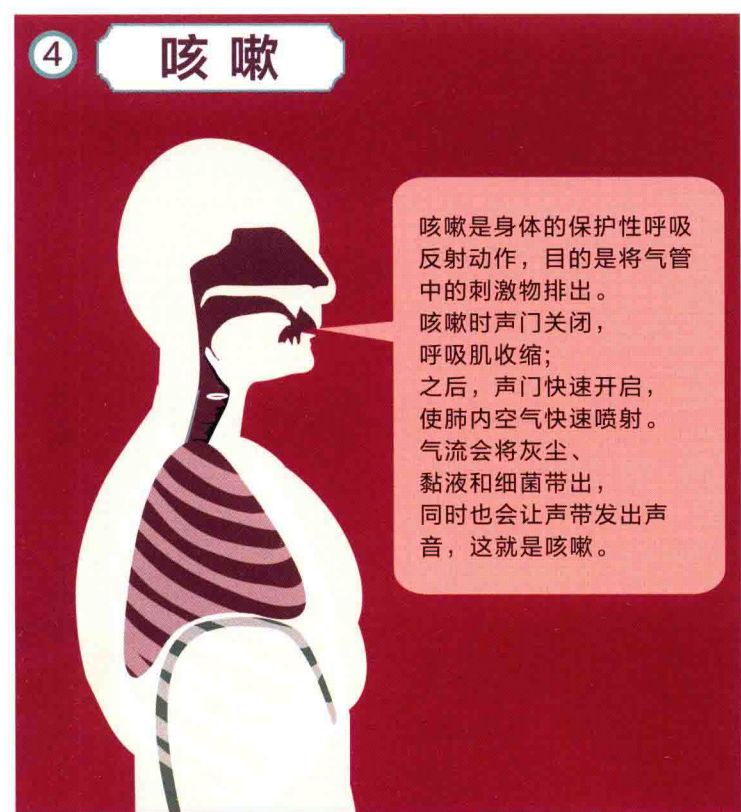
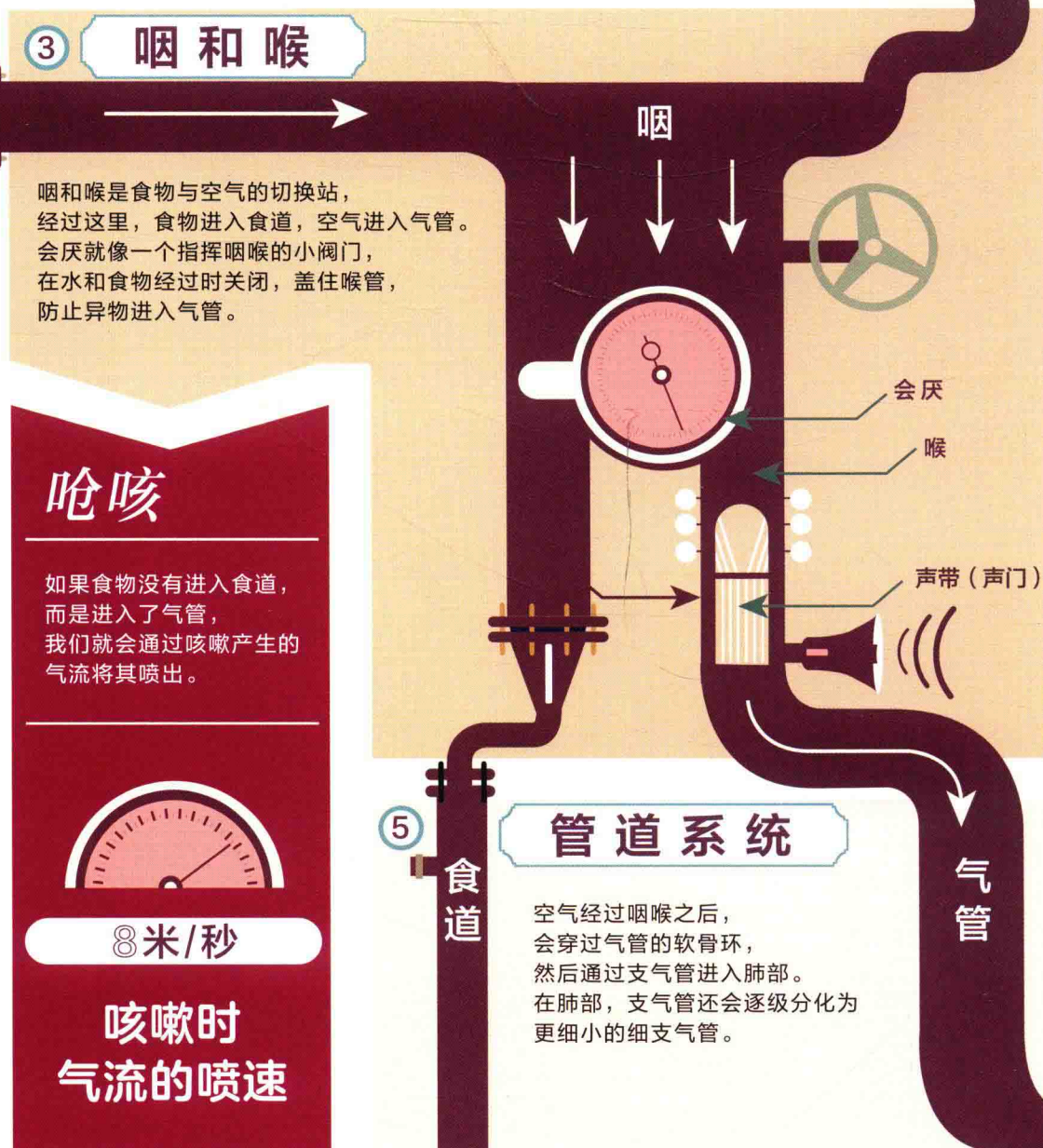
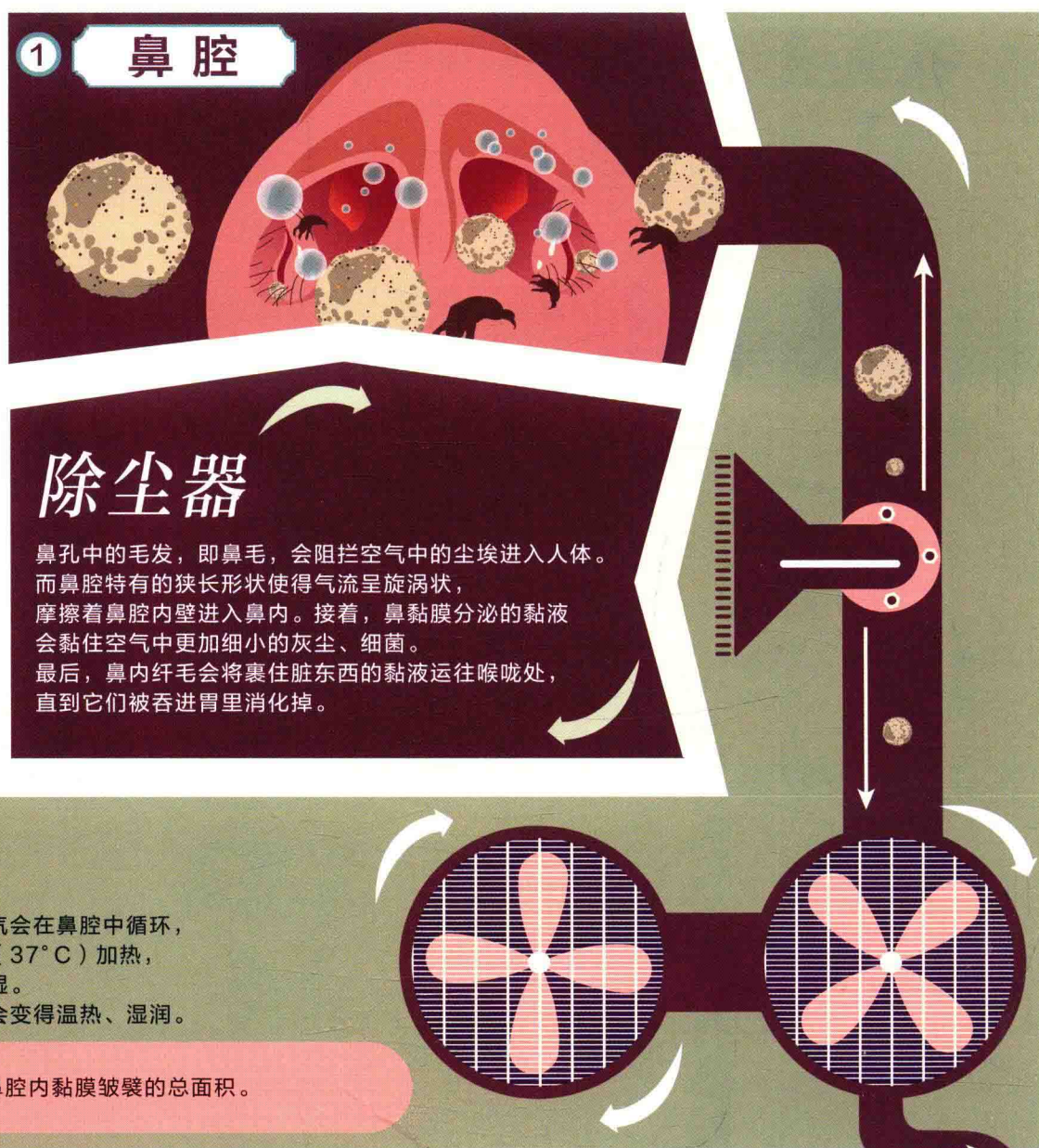
气体交换



37°C

**空调机**  
鼻子会将我们吸入的空气加热。这是因为在进入气管之前，空气会在鼻腔中循环，不断地被鼻黏膜血管内的血液（37°C）加热，同时被鼻黏膜分泌出的黏液加湿。于是，空气在进入肺部之前就会变得温热、湿润。

100 平方米 | 这是鼻腔内黏膜皱襞的总面积。



**呛咳**  
如果食物没有进入食道，而是进入了气管，我们会通过咳嗽产生的气流将其喷出。

8 米/秒

**咳嗽时气流的喷速**



## 灰尘扶梯

支气管壁上有大量微小的纤毛。它们不停地向上有力摆动，像一台自动扶梯一样，将未能被鼻子阻挡的灰尘送到外界。一旦这些灰尘到达了气管顶部，就会被咳出。

⑥

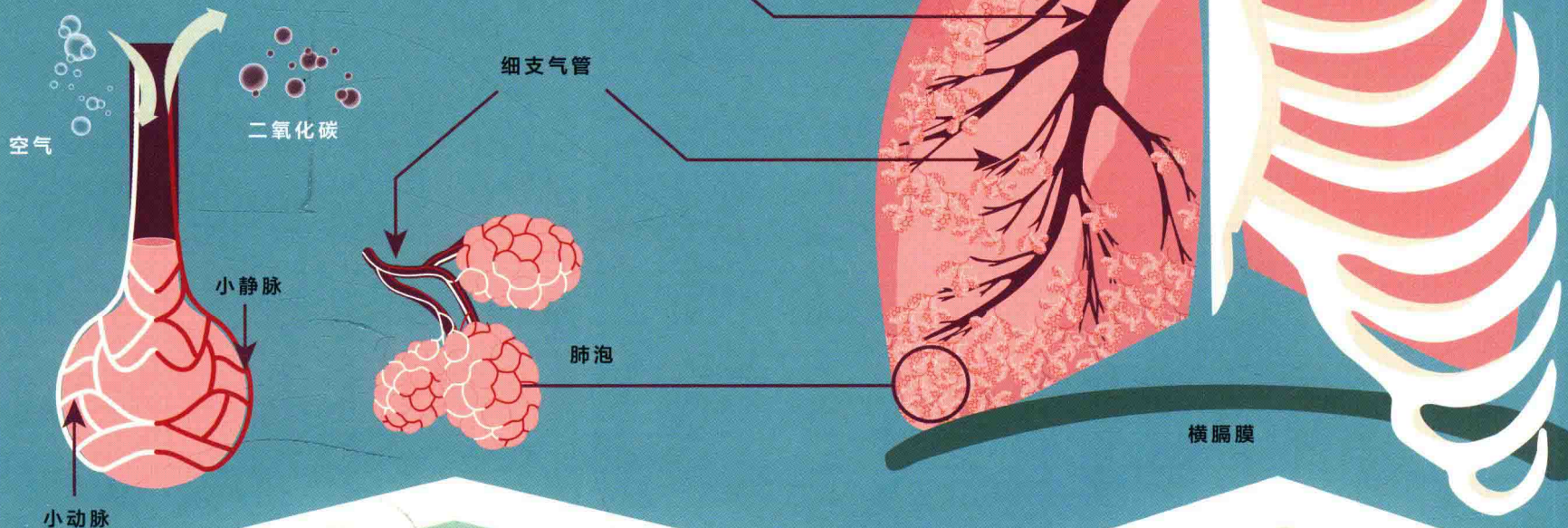
## 呼吸机

肺里有5亿多个肺泡

肺泡是肺中无数细支气管末端膨大后突出的小囊泡。

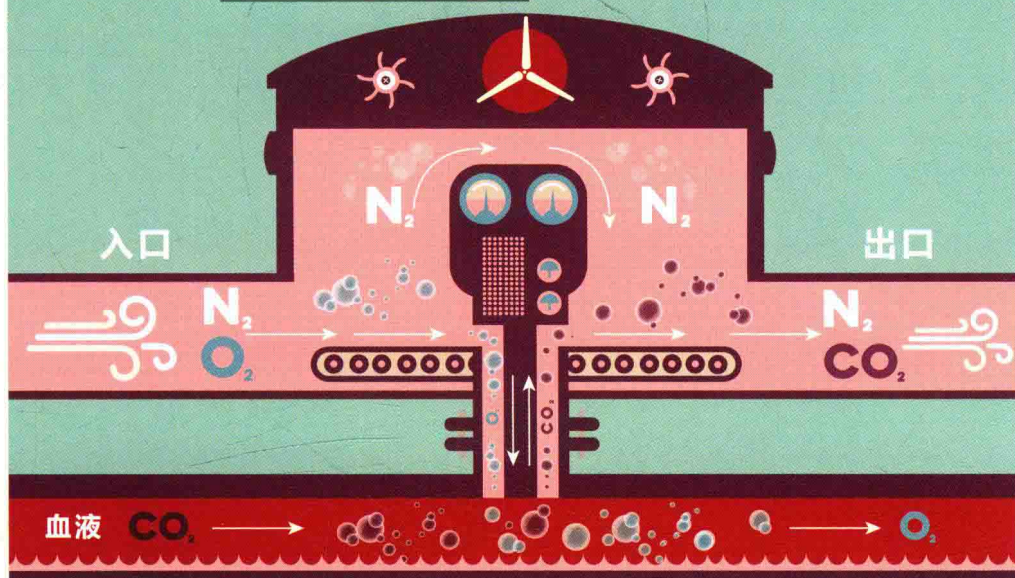
⑦

## 肺泡



⑧

## 供氧站



进入肺部的空气中含有大量氧气 ( $O_2$ )，也包含了将近80%的氮气 ( $N_2$ )，但氮气不会被人体吸收。而呼出的气体中含有大量二氧化碳 ( $CO_2$ )，只有少量的氧气。这是因为肺部需要大量氧气滋养血液，也就是说人体细胞需要氧气制造生命必需的能量。

## 机器使用说明

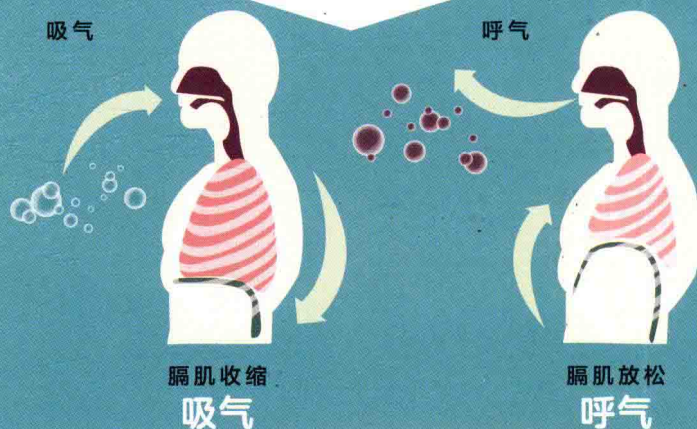
空气进入肺部，之后靠呼吸运动排出。

**吸气：**肺部膨胀

肋间肌（位于肋骨之间）和膈肌（位于胸腹腔之间）收缩，胸腔容积扩大，依靠气压差，鼻腔中的气体就被吸了进来。

**呼气：**肺部清空

肋间肌和膈肌舒张，胸腔容积变小，同样依靠气压差，肺部的气体就被排出了。



25000 次 / 天  
≈ 17 次 / 分钟



世界憋气纪录

9 分钟

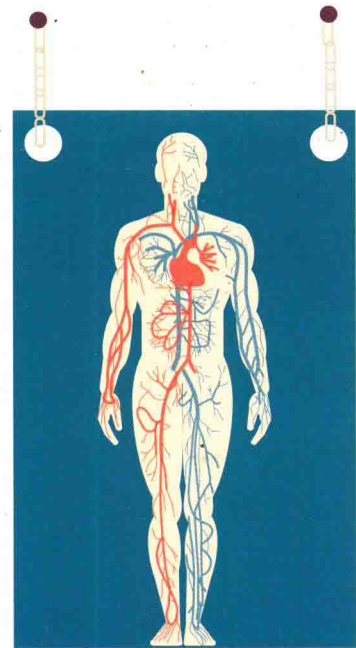
正常情况下的人体  
每分钟呼吸8升气体  
(运动时的呼吸量会增加10倍)





# 城市交通 管 理

## 血液循环



**终身有效的交通票**

环线A → 环线B  
1人次

“交通票”的顺畅使用离不开心脏的三尖瓣、肺动脉瓣、二尖瓣和主动脉瓣的各司其职。

**10万千米长的毛细血管：**

连接起来可以绕地球两圈半！

**5 LITRES**

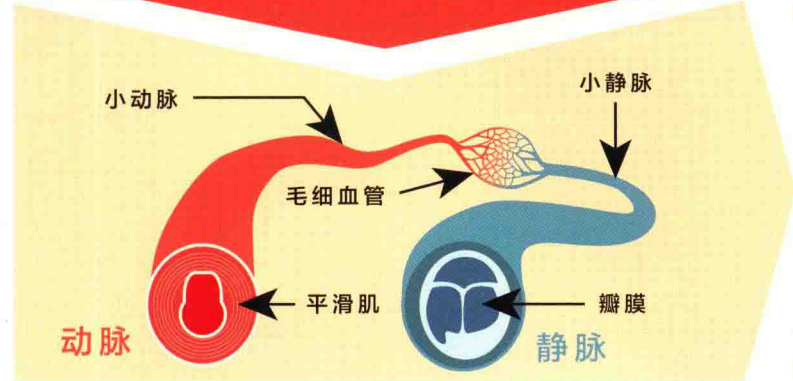
**心脏每分钟泵送5升血液**

**1 MINUTE**

### 去程线路：动脉

血液离开心脏，会经过大小各级动脉网络，将含有氧和营养物质的血液输送到全身各个器官。这些血管主要由弹性纤维和平滑肌所包裹，弹力层会增加血管的弹性，而肌肉层的收缩和舒张，可以调节血液流量和流速。

**人体共有1.5亿条大小动脉。**



## 1 交通网络图

### 两张交通网

#### 交通网A：肺循环

— A线去程  
— A线回程

血液通过心脏分为两条不同的线路进行循环输送。

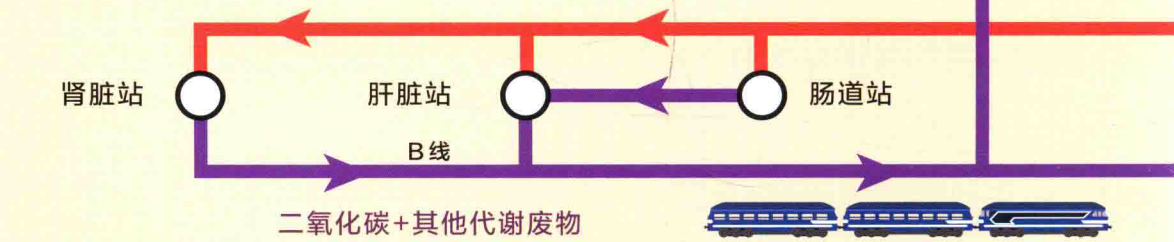
第一张交通网对应小循环，也就是肺循环：  
右心室射出的静脉血通过肺动脉到达肺部，进行气体交换，变成含氧量丰富的动脉血后，再由肺静脉送至左心房。



#### 交通网B：体循环

第二张网对应的是大循环，也就是体循环：  
左心室射出的动脉血经过主动脉和各级分支动脉送达所有人体的器官，进行营养交换，之后变成静脉血，经由上腔静脉和下腔静脉回到右心房。

— B线去程  
— B线回程

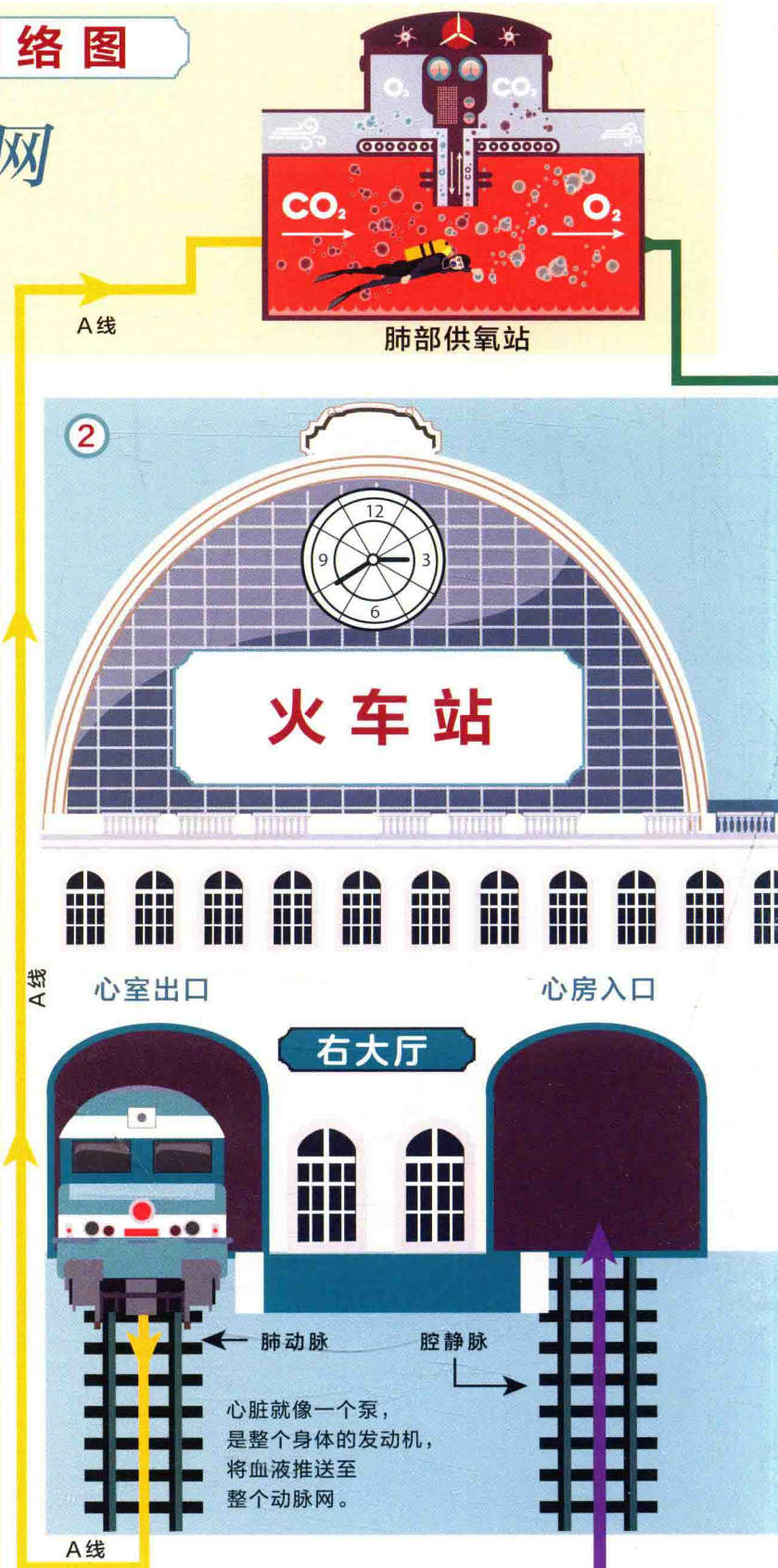


### 回程线路：静脉

含氧量低的血液通过静脉网络被运送回心脏，经过各个器官的小静脉汇集至通往心脏的两条大血管：  
下腔静脉收集下半身静脉血；  
上腔静脉收集头颈和上半身的静脉血。

### 站点：各个器官

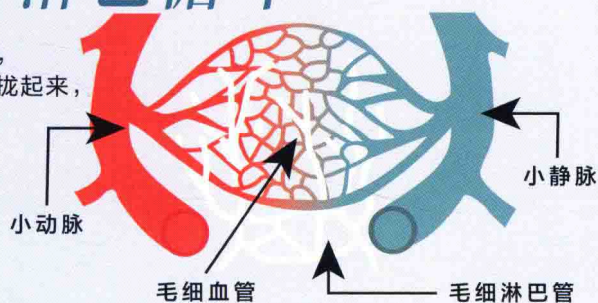
血液流经人体器官，也就进入了由**50亿条**毛细血管构成的大网。





## 辅助运输：淋巴循环

在组织细胞和毛细血管之间，很多微小的管道系统渐渐聚拢起来，形成大的管道。



### 每天会有8升液体

参与到平行于血液循环的淋巴循环中，这对于机体保护起到关键作用。

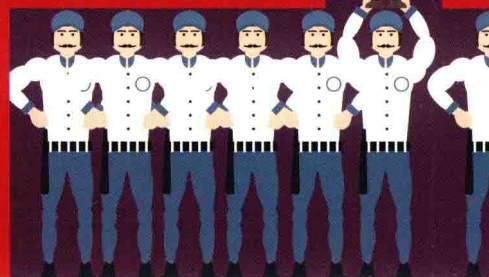
正常情况下，人体有500~700个淋巴结。



### 安全检查站：预防感染

3

淋巴结是人体重要的免疫器官，会产生庇护机体的防御者——淋巴细胞。淋巴细胞是白细胞的一种，一旦有细菌侵入身体，它们会大量增殖，从四面八方向入侵者发动突然袭击。



## 心脏每日累计输送约7200升血液，这个容量可以装满50个浴缸！

站立时，由于重力作用，血液会倾向于停留在下半身。而血液之所以上行，主要是因为被心脏的收缩“吸”了上去；同时，静脉闸门——静脉瓣可以防止向上的血液倒流。



### 旅行者

4

#### 白细胞

白细胞保障我们的机体能够对抗疾病，这些“保安”也会进入血液循环。



#### 红细胞

红细胞也叫红血球，是输送氧的“运输队”：当它们经过肺部时，会获取人体吸入的氧气中的氧，并将其运送到人体各处。



#### 废物

二氧化碳和其他废物被血液从细胞中回收，之后将会被分别运送到肺和肾脏处理掉。



#### 食物

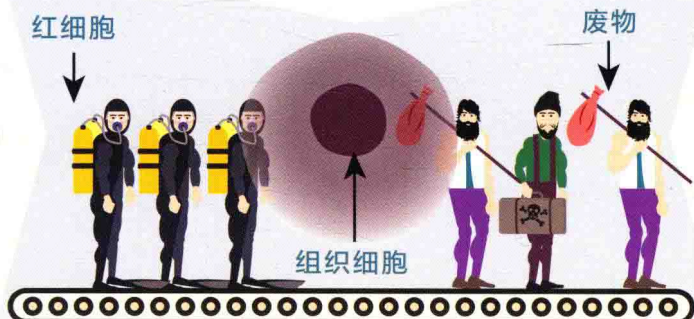
血液循环将从肠道吸收的营养物质运送到各个器官的组织细胞中。

### 终点站

5

整个运输过程还会经过很多小“站点”，即细胞。正是它们构成了肌肉、大脑以及人体其他的所有器官。细胞需要氧和营养物质制造运行所需的必要能量；而肌肉尤其需要能量来调动全身机能，以确保人体的正常活动。

这些通道非常狭窄，以至红细胞要一个一个地排队通过。这种缓慢的运输形式，以及毛细血管壁的通透性，为血液滋养组织细胞和运走废物提供了时间，创造了条件。





# 交通控制中心

## 心脏

10万 次/天

这是成年人每天的心跳次数  
(以每分钟 70 次计算),  
也叫心率。

将心脏与所有神经的连接切断,  
它依然会继续跳动一段时间,  
因为心脏具有自己的搏动开关。

## 1 交通枢纽

心脏就像是一个不知疲倦的机械泵,  
时刻不停地收缩、舒张,  
以保证人体正常的血液循环。

心脏是人体唯一一个可以日夜不停、  
持续一生运行的肌肉组织。

心率的加快或放缓主要由神经来调节,  
而心率也会在一定程度上调节我们的血压:  
心率加快, 血压升高; 心率减慢, 血压下降。

## 2 循环调度中心

心脏从纵向上分为左右两部分,  
每部分又分为心房和心室。  
因此, 心脏共分为四个腔室:  
左心房、左心室、右心房、右心室。  
流经人体器官的静脉血进入腔静脉,  
然后被“吸入”右心房。

上腔静脉和下腔静脉  
(汇集身体中含有较多  
二氧化碳等废物的静脉血)

心脏右侧

右心房

首先: 右心房收缩, 将血液  
推送进舒张开的右心室。

然后: 右心室收缩, 将血液  
推送进肺动脉。

右心室

瓣膜

肺动脉  
(把静脉血导向肺部)

心脏左侧

首先: 左心房收缩,  
将血液推送进左心室。

然后: 左心室收缩,  
将血液推送进主动脉,  
血液随后被送达全身。

左心房

左心室

瓣膜

主动脉  
(将动脉血送往全身各处)

肺静脉  
(运来自肺部的动脉血)

来自肺部充满  
氧气的动脉血,  
通过肺静脉进入左心房。

## 单向闸门: 瓣膜

每个心房和心室的出口都配有一个“闸门”,  
也就是瓣膜, 保证血液单向循环, 阻止血液回流。  
瓣膜呈漏斗状, 有2~3个小阀门。  
心室或心房收缩时, 血液推压瓣膜的阀门,  
迫使阀门张开, 此时血液流出;  
阀门及时关闭, 阻止血液回流。

瓣膜张开

瓣膜闭合



运动



安静



心脏会根据我们的活动强度进行适应性调节，而心率也因人而异。

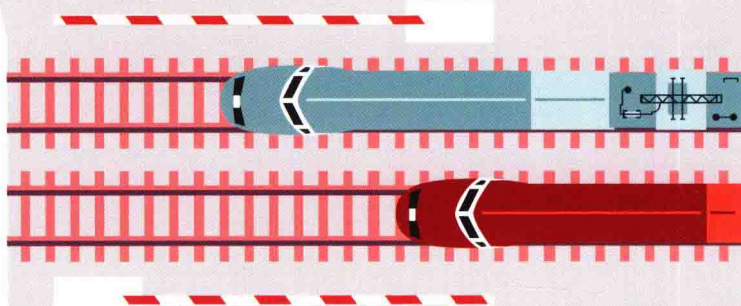
## 加速

运动时，心脏会加速活动，血流量因此变大，得以提供给肌肉所需的更多的氧。

心脏会调整供血，使之与身体活动需求成正比。

此外，恐惧也会让心跳加快。

这是因为恐惧正在提醒我们的身体要为逃跑做准备，所以需要加快心率的方式，调动更多含氧血液供给肌肉。



还有一个例子可以说明这种调动机制：  
开始运动（比如赛跑）之前，  
心跳有时会和运动时一样快。

## 竞技之泵

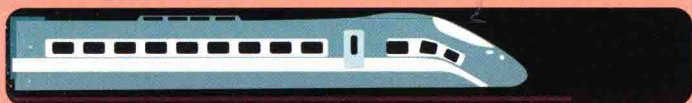
运动员的心率比普通人更慢一些：

安静状态下是每分钟50次（而不是70次）。

但在运动时，心率有可能加快4倍，达到每分钟200次；

而普通人的心跳会加快3倍（从每分钟70次达到每分钟200次）。

### 运动员的心脏



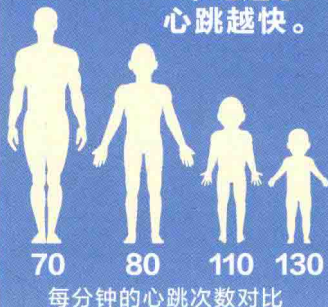
运动时的心率约为每分钟200次。

### 普通人的心脏



安静时的心率约为每分钟70次。

一般来说，  
年纪越小  
心跳越快。



## 高烧： 泵高速运行

发烧时，我们的心率会加快。

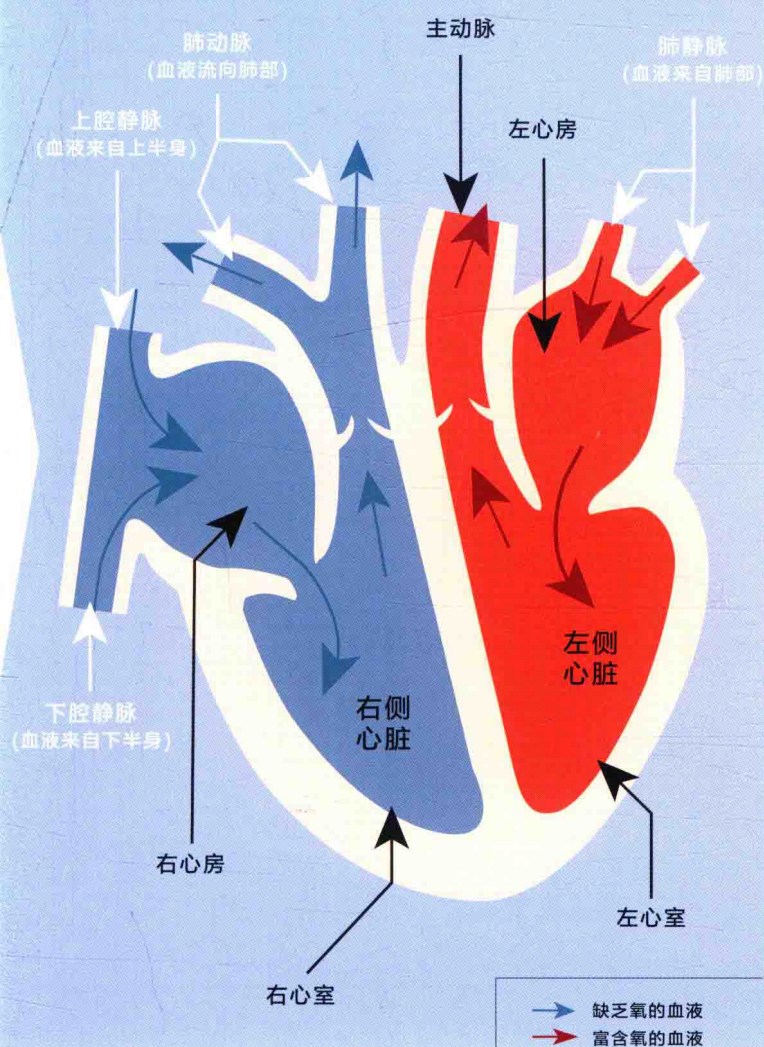


+10次/分钟

# 25亿次

这是人在一生中  
心跳的次数。

## 心脏血液循环示意图



## 有声系统

医生能用听诊器听到我们的心跳声，而且是两种不同的声音：

一个是心室收缩发出的低沉闷响，

一个是血液从心脏流出时，

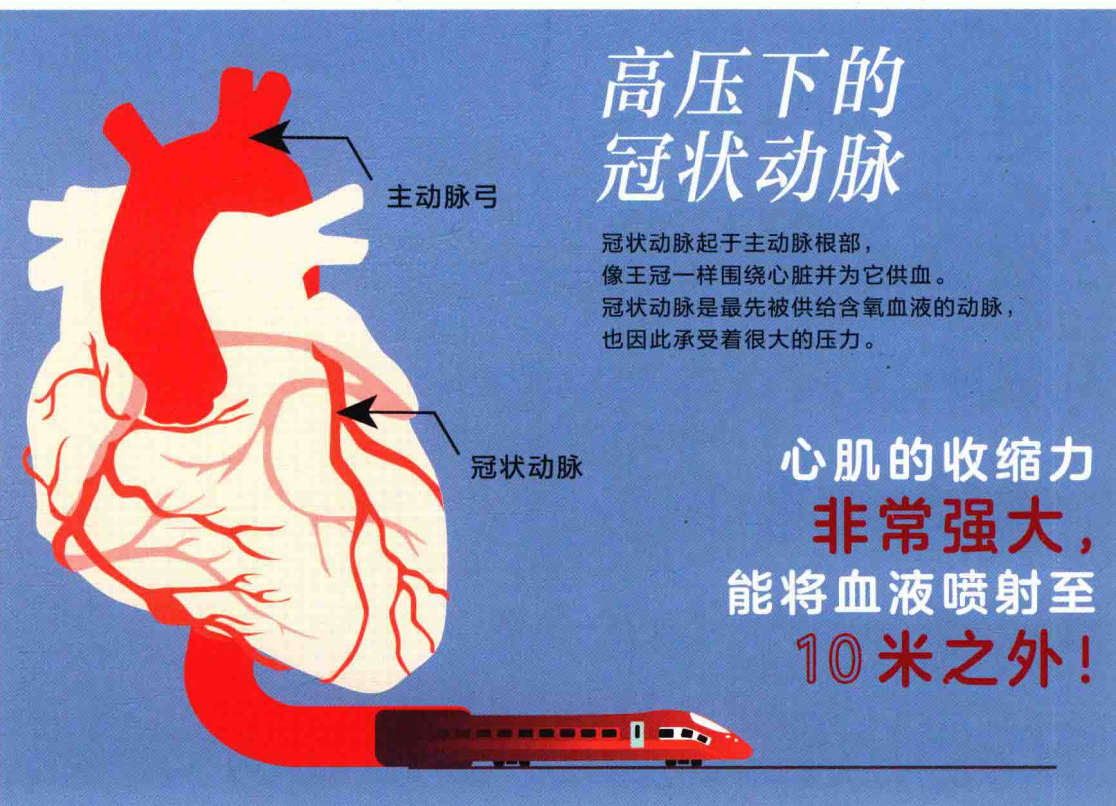
瓣膜快速关闭发出的短促脆音。

## 高压下的 冠状动脉

冠状动脉起于主动脉根部，

像王冠一样围绕心脏并为它供血。

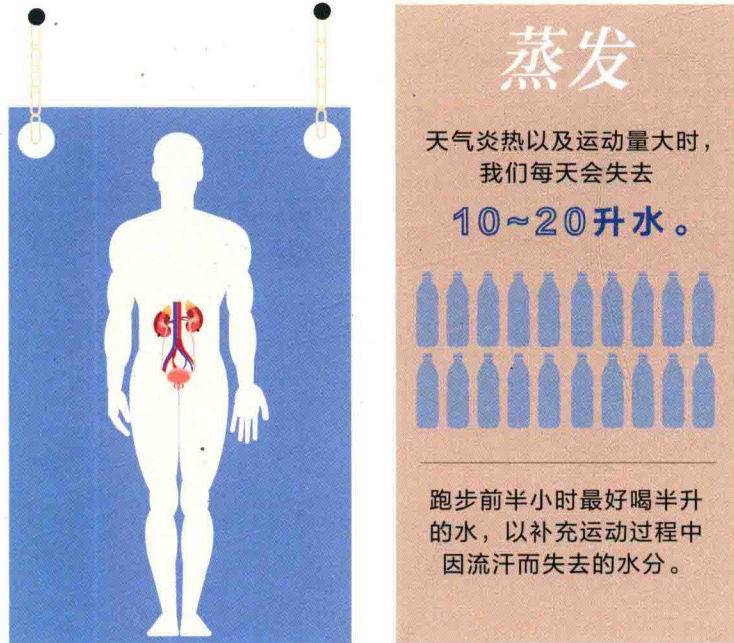
冠状动脉是最先被供给含氧血液的动脉，也因此承受着很大的压力。





# 城市排水系统

## 人体水循环



### 蒸发

天气炎热以及运动量大时，我们每天会失去  
**10~20升水。**

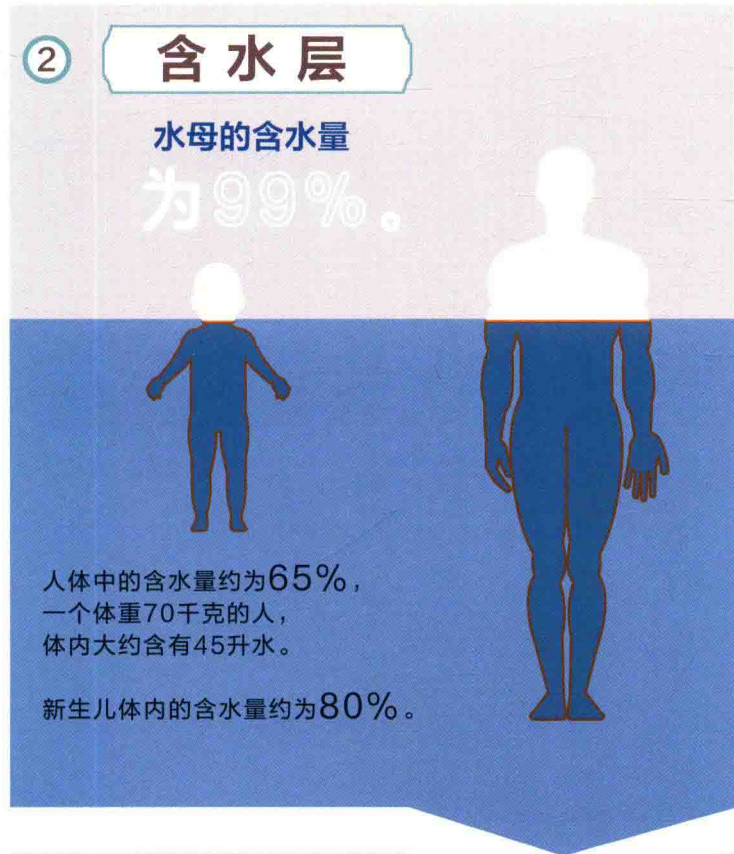
跑步前半小时最好喝半升的水，以补充运动过程中因流汗而失去的水分。

### ② 含水层

水母的含水量为**99%**。

人体中的含水量约为**65%**，一个体重70千克的人，体内大约含有45升水。

新生儿体内的含水量约为**80%**。



### 人体每日需要2.5升水

1.5升来自直接饮用的水

1升来自食物中的水



### ① 互联线路

#### 城市饭店

#### 排水

每天会有半升水经由肺部以呼吸产生的水蒸气的形式排出。天气炎热或运动时，我们还会通过皮肤丧失更多的水分。所以喝水补给是很有必要的。

#### 消化管道

食物中大约**70%的水分**会被消化道吸收。

我们喝的水会进入消化道。一部分在胃中被吸收，剩下的则被肠道尤其是结肠吸收。水分进入毛细血管，然后滋养身体的各个器官。

### 干燥预警

身体缺少**2%的水**会让我们感觉口渴

缺水**20%**则会引发死亡

尿液发红、口腔和皮肤干燥、头晕眼花都是缺水的最初迹象。

每日排出的粪便中含水**0.2升**。

### 骨头的含水量约为20%。

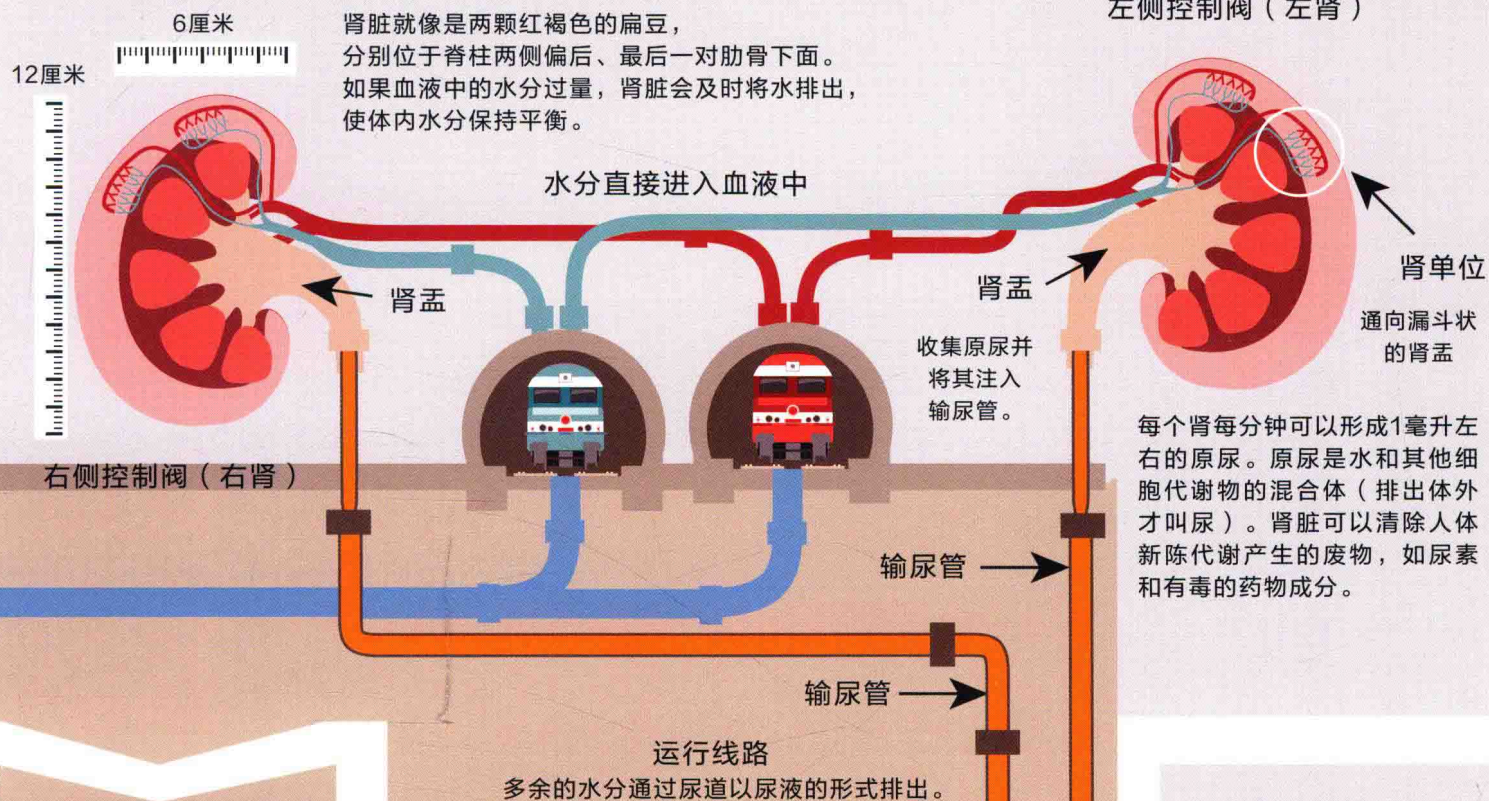
人可以坚持**40天**不吃东西，前提是有水喝且处于休息状态，但却不可能坚持**3天**不喝水。

### 大脑灰质的含水量约为85%。



③

## 净化站



每分钟约有  
1.2升血液  
流经两个肾脏，  
约占心脏总输出  
血量的1/4。

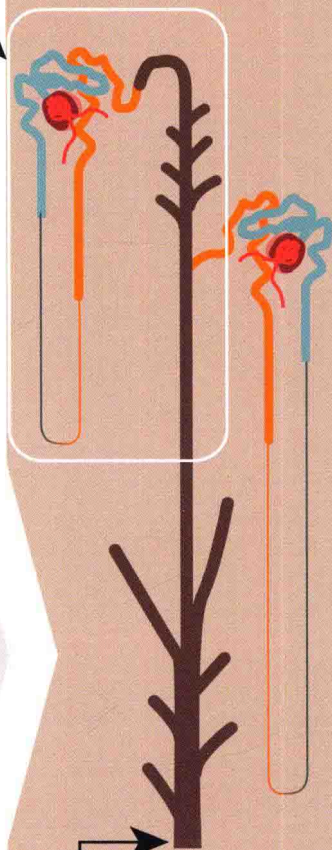
人体每日产生尿液  
约为1.5升。

人一生中产生的尿液  
约40立方米 = 一个小型  
游泳池的容积

肾脏每日可以“清洁”  
200升血液，  
并从中析出废物。

## 过滤器

肾脏中有数以百万计的过滤组织：肾单位。每个肾单位主要由一个U形的肾小管和主体为毛细血管球的肾小体构成。



肾小管

肾小管是肾单位的组成部分，可以进一步吸收原尿中的营养成分。

肾脏每日回收约1.6千克无机盐、160克葡萄糖和70克氨基酸。

婴儿的括约肌还不够发达，所以他们无法自主控制排尿。

④

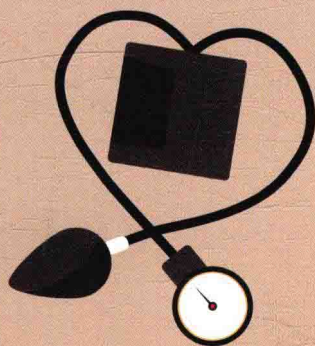
## 调节器

### 血压调节器

肾脏对于调节人体含水量具有重要作用。通过肾小管的重吸收功能，人体内的水平衡得到重新调节，血压也因此保持恒定。

如果喝大量的水，血液中的含水量会快速升高。为了使血容量和血压保持正常，肾脏会将多余的水分过滤。

肾脏也会排出过量的盐分，从而调节血液浓度。

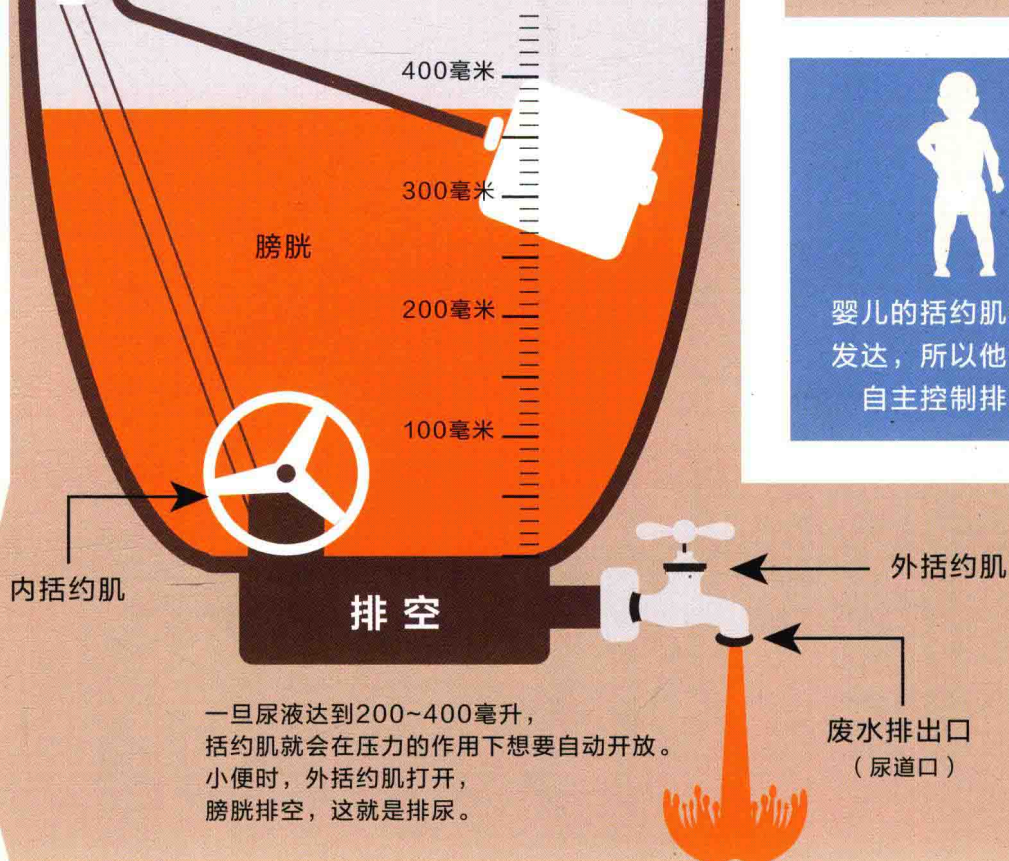


尿会抑制微生物生长，因为它呈酸性，具有一定杀菌功能。



## 满溢的蓄水罐

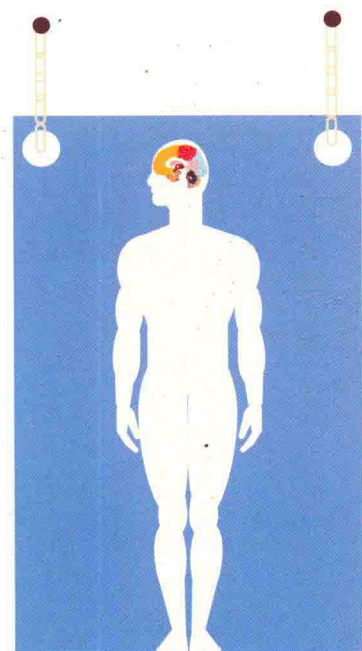
膀胱至多可以容纳1升的尿液。这个“蓄水罐”是被慢慢充满的，在“蓄水”的过程中，膀胱壁一点一点被撑大。随后，尿液通过尿道，经由括约肌排出体外。





# 硅谷

## 大脑



**高新科技服务器**

胎儿发育时，  
大脑每分钟产生  
**25万个**  
脑细胞。

## ① 高新科技区



### 网卡

大脑的表层称为大脑皮层，就像一张人体功能的映射图。  
比如，外界的声音信息会通过听神经传递给听觉中枢，形成听觉；  
视网膜上的视细胞也会将接收到的图像信息  
通过视神经传递给大脑后部的视觉中枢，形成视觉。

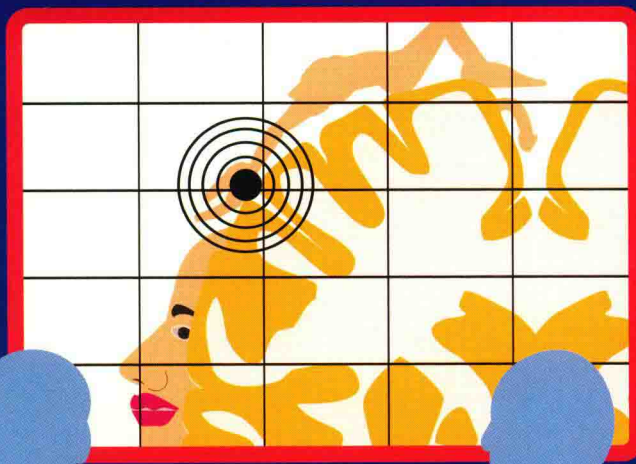
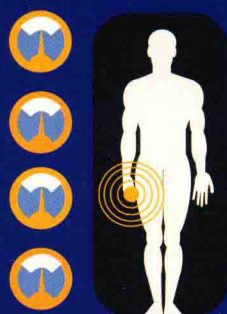
## ② 总控中心

### 中央指挥部

大脑皮层是人体的智力中心，  
它拥有大量的褶皱结构，层层叠叠，  
大大增加了皮层的表面积，  
为人类智力的发展创造了更多机会。



### 光盘系统



通过刺激大脑皮层的  
特定区域，  
我们可以控制  
相对应的每一块肌肉。

大脑皮层的运动区  
控制着肌肉的活动。

控制手部的  
大脑皮层特定区域，  
对我们最为常用和重要。

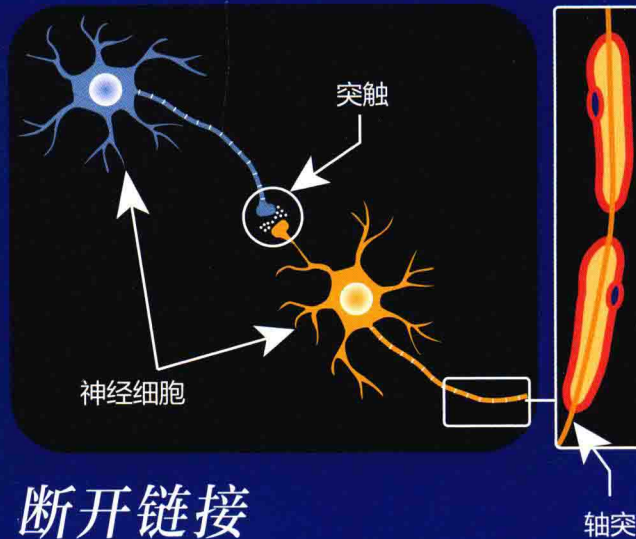
### 自由交易

神经系统的运转依靠神经细胞之间的联系。  
儿童时期，我们在周围环境中发现探究得越多，互动交流得越多，  
特定的神经回路就越容易得到强化训练，对大脑学习能力的提高也就越有帮助。



### 持续发展

有科学家在1999年发现神经细胞  
可以再生。



### 断开链接

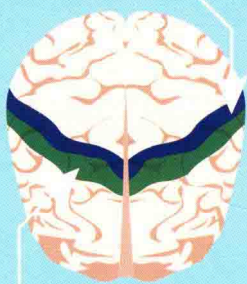
如果神经被切断，与之相对应的特定身体部位  
就会失去感觉和运动机能。不过一旦被切断的两段接合起来，  
轴突会再次生长，经过训练，神经有可能得到修复。



## 触摸屏

来自皮肤触觉感受器的信息被大脑皮层接收。皮层上的不同区域分别对应着人体的特定部位，同手部和面部相关的部位尤其敏锐。

大脑皮层运动区



大脑皮层感觉区

## 电路图

磁共振成像技术可以将活动或思考中启用的神经细胞线路，用人眼可见的画面呈现出来。



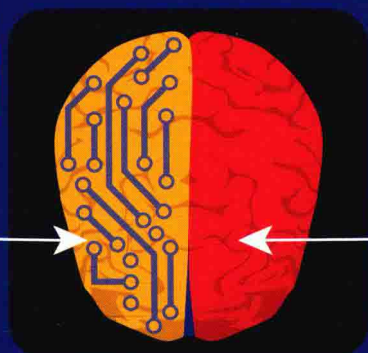
1000多亿个神经细胞

通过成千上万亿个连接点（神经突触）  
形成上亿条神经回路，  
控制着人体的行为活动。

### 左脑主导

- 逻辑性
- 条理性
- 分析能力

### 大脑剖面图



大脑左半球

### 右脑主导

- 创造性
- 艺术思维
- 感性

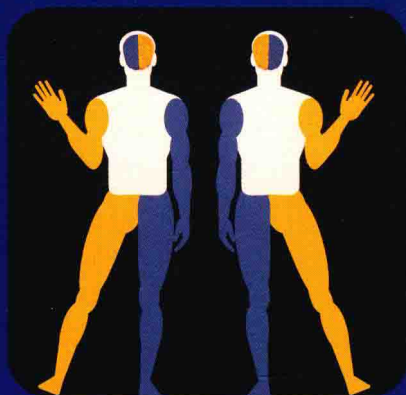
大脑右半球

## 交叉控制

大脑分为左半球和右半球。右半球接收左侧身体的感觉信息，支配着左手、左腿；相应地，左半球则接收来自右侧身体的感觉信息。

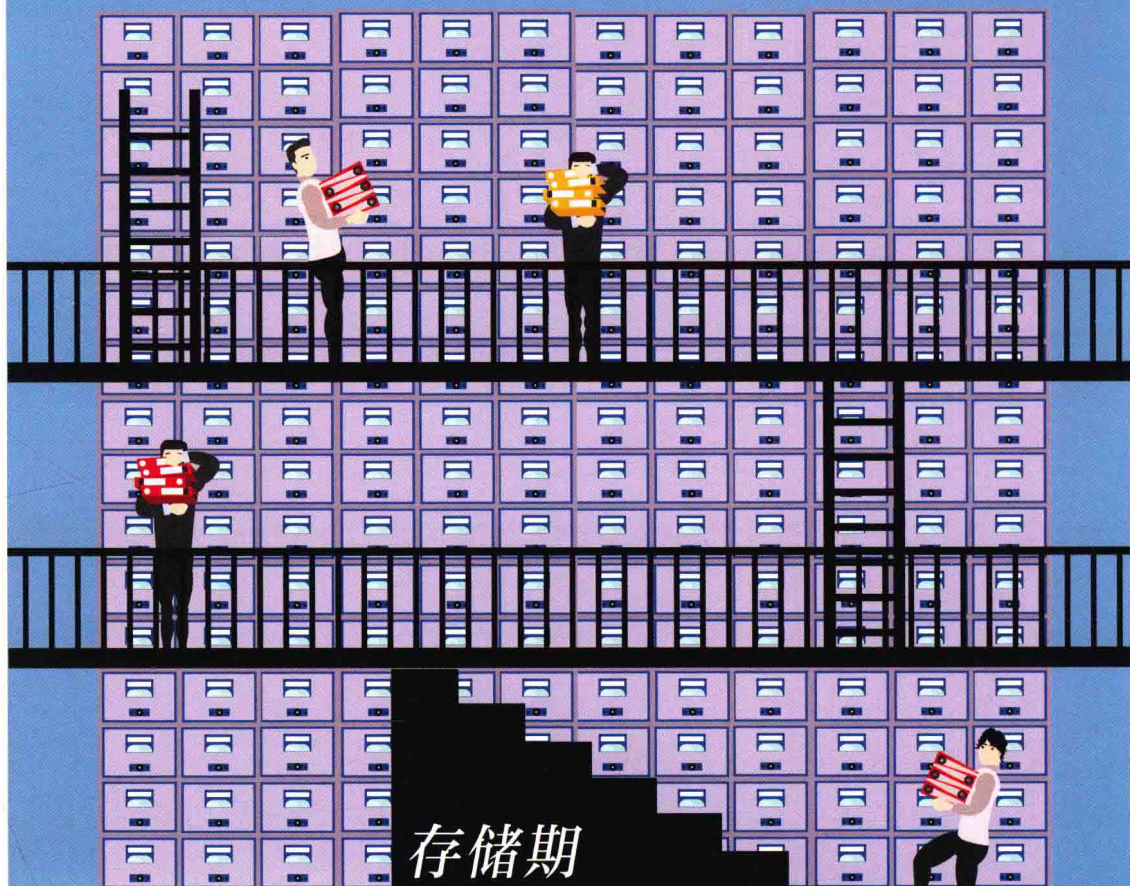
## 专项服务

运动时，大脑皮层的运动区通过中枢神经系统发出指令，控制着相对应的每一块肌肉。这些区域在左右脑都有，但分别交叉控制身体：左撇子主要受到右脑控制，右撇子主要受到左脑控制。



## ③ 数据存储大楼

为了记住事物，我们的感官会将接收到的相关信息，传送到大脑皮层对应的区域，神经细胞对其进行识别、分类等整合加工。记忆活动并不是固定在一个位置不动，而是依次通过大脑皮层的一系列区域，有些还会传递到更高级的海马区。海马区接收的刺激越强烈，信息就越有可能成为记忆存储起来。



## 存储期

记忆等学习行为需要激活很多神经回路。为了达到这一目的，我们得想办法赋予新知识以“意义”，比如将其与我们所熟悉的事情相关联，或演习将来如何使用这些知识。

## 永久的记忆

长时记忆的容量几乎是无限的，可以将我们经历或学习的事情永久保存。

新的信息要同记忆中已有的知识或经验相关联和对照，才有机会被记住，因为长时记忆不是对信息的被动接收和保存，而是需要一个构建的过程。长时记忆不但会涉及大脑皮层区域，尤其是海马区，还会进一步深入到大脑的情绪中枢，如下丘脑。这就是为什么让我们感动的事更容易被记住。反过来，要想记住某件事，就要让自己对这件事有需求。

## 短暂的记忆

工作记忆（短时记忆）是保存时间很短的记忆类型。比如，短时记忆可以临时让我们在拨号时记住电话号码。短时记忆只是将接收的信息短暂地存储在大脑皮层的相应区域，十分不稳定，很容易被新的刺激所取代。

短时记忆能让我们临时记住

7个左右的元素

（词语、字母或数字）。





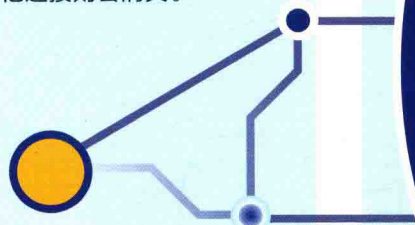
## 激活链接

学习时，大脑会激活并强化新的神经回路。  
在读到一个新的词汇时，神经细胞之间会发生新的关联。  
不停地重复新词汇可以强化新关联的突触，  
使神经细胞之间建立长期联系。  
过段时间，我们可以通过激活这些经过强化的神经回路  
“回想”起来。



学习时，  
神经细胞之间  
数以亿计的连接  
不断建立。

学习时，新的神经回路开始  
起作用。这些被启用的连接  
得到强化，稳定下来，而其  
他连接则会消失。



## 联想记忆



比起零散的信息，  
大脑更容易记住相互之间有关联的信息。  
神经回路很容易被打断或替代，  
因此，与相关信息建立的回路越多，  
指定信息越容易被记住。

汽车

## 记忆方式

我们怎样才能对一篇文章  
产生深刻印象？大声读，  
用耳朵听，还是抄写？

这取决于我们记忆的方式：



视觉记忆



听觉记忆



书写记忆

最好的记忆方式是多重组合：  
用眼睛看，大声读并抄写。

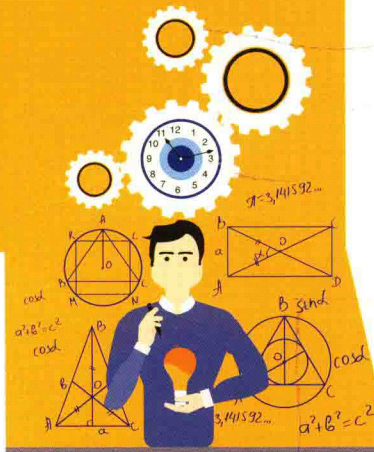
## 视觉联系

将两种认知形式相结合  
有助于记忆，比如词语  
和图片组合搭配。

4

## 智力研究所

智力是学习、创造以及适应  
新环境的能力。智力活动会  
同时用到额叶（思考和计划  
的总部）和顶叶（整合感官  
信息的处理器）。

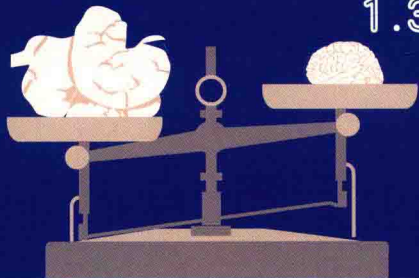


创造是将很多想法相结合，  
产生新的思路 and 观点。  
但大脑充斥着大量的无关信息，  
我们需要把这样的  
“背景音”关小，  
才能在放松中进行创造。

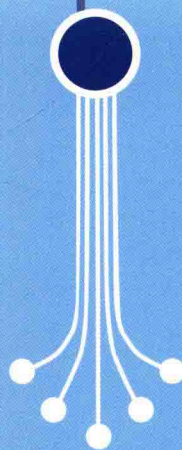
大脑的重量和智力  
没有必然联系

人类的大脑  
1.3千克

大象的大脑  
5千克



智力使用的是高速  
直达线路：大脑皮  
层的锥体细胞。  
它们中的一个可以  
与500多个中间神  
经细胞相连，从  
而增强信号。

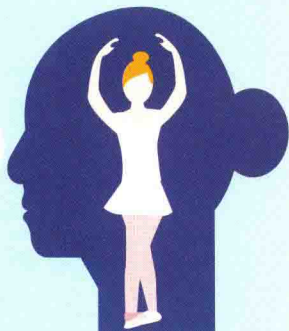


## 动作记忆

将一个新的舞步变为图像印入  
大脑，在执行动作时，记忆效  
果可以提高

50%!

通过在头脑中重复舞步  
的动作，我们可以强化  
这一神经回路，直到形  
成下意识反应。这也是  
体育冠军们常使用的训  
练技巧。



我们每天会损失

10万多个  
神经细胞。

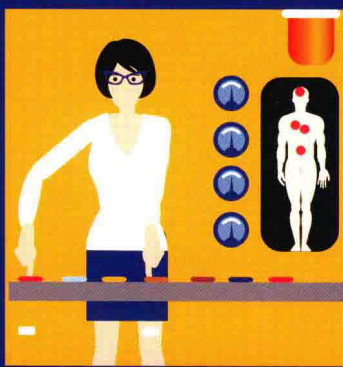
年纪越大，  
神经细胞越少。  
之所以没有越来越笨，  
是因为神经细胞之间  
会不断产生足够多的  
神经回路，  
让我们保持  
一定的智力水平，  
甚至更有智慧！



## ⑤ 自动化工作室

### 协调中心

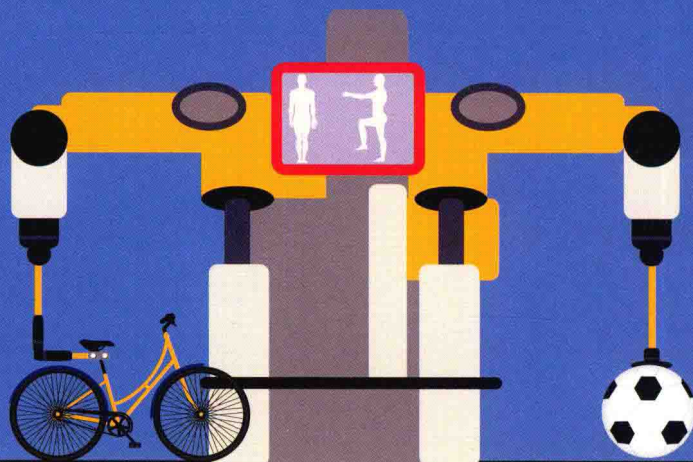
这一功能区藏在大脑皮层下的脑干（大脑和脊髓之间较小的一部分）中。  
这里是信息中转地，也是人体机能的指挥中心。它能调节心率、呼吸、体温，并与饥饿、口渴等感觉密切相关，还可以在早上把我们唤醒。



大脑中有一部分  
**控制人体**  
每日运转的功能  
是不受意识  
控制的。

### 无意识的惯性记忆

自动记忆和程序记忆可以不依赖于我们的意识和认知而自行工作，比如吃、喝、说话、骑自行车、踢足球。这些记忆储存在大脑中心深处，以及小脑和大脑的运动皮层。我们在吃东西时不会思索要做哪些动作，这就是一种惯性记忆，形成于我们的早期童年。

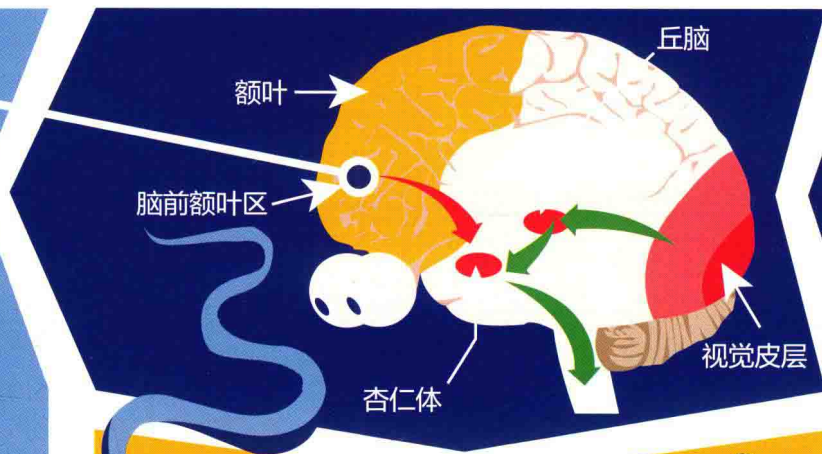


### 危机处理小组

如果感觉到危险，  
大脑前部的额叶区域会接收到信息，  
进行思考并作出判断。



这里还会发出“逃离”的指令，  
并控制肌肉的运动，  
从而让我们及时脱险。  
这一危机处理过程只需几秒钟即可完成。  
有时，甚至在我们还没有意识到的时候，  
避险行动就已经开始了。



大脑中发出直觉行为指令的  
脑干和小脑部分也被称为  
“爬行动物脑”  
或  
“原始脑”，  
因为它与爬行动物控制身体的  
大脑功能一样。

### 刺激，反应！

大脑中的杏仁体  
往往被原始冲动所激发，  
还会因受到恐惧、愤怒等情绪的影响  
而做出激烈的直觉行为。  
不过成年以后，杏仁体可以被脑前额叶控制，  
使得行为得到规范和调整。



### 心情晴雨表

血清素可以说是一种幸福激素。  
脑中血清素的多少，  
对于我们感知情绪具有重要影响。

缺乏血清素

=

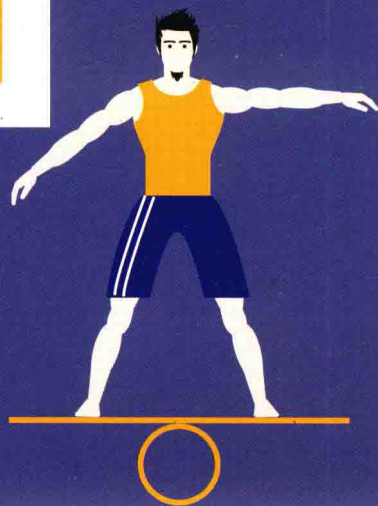
沮丧和抑郁



阳光有利于血清素的形成。因此冬季昼短夜长，阳光照射减少，  
往往引起情绪低落，这也是导致冬季抑郁症高发的一个因素。

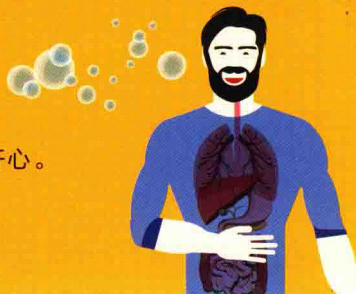
### 调节与平衡

每日有规律地进行30分钟的运动，有助于平衡情绪。  
事实上，下丘脑和脑垂体会分泌神经冲动传送媒介——内啡肽（吗啡的“表亲”），它可以缓和肌肉疼痛，  
还会让人感到快乐，缓解焦虑和疲惫感。



### 笑的功效

笑对于身体和情绪的健康  
都有好处，  
因为笑会刺激整个大脑皮层。  
笑可以促进消化和呼吸，  
改善睡眠，还能让我们感到开心。



能引发激动情绪的事件  
会比其他事情更让人  
记忆深刻。

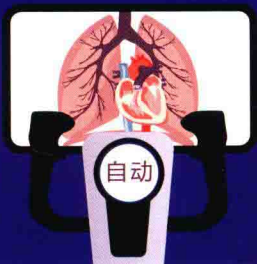


# 互联网中心

## 神经系统

### 自动巡航

肺、心脏等器官和血管的肌肉组织，可以通过神经反射路径自动运行，无须大脑进行有意识的干预。



构成神经系统的神经纤维连在一起有**10万千米**。所有神经纤维构成**神经束**，汇集在大脑这一控制中心。

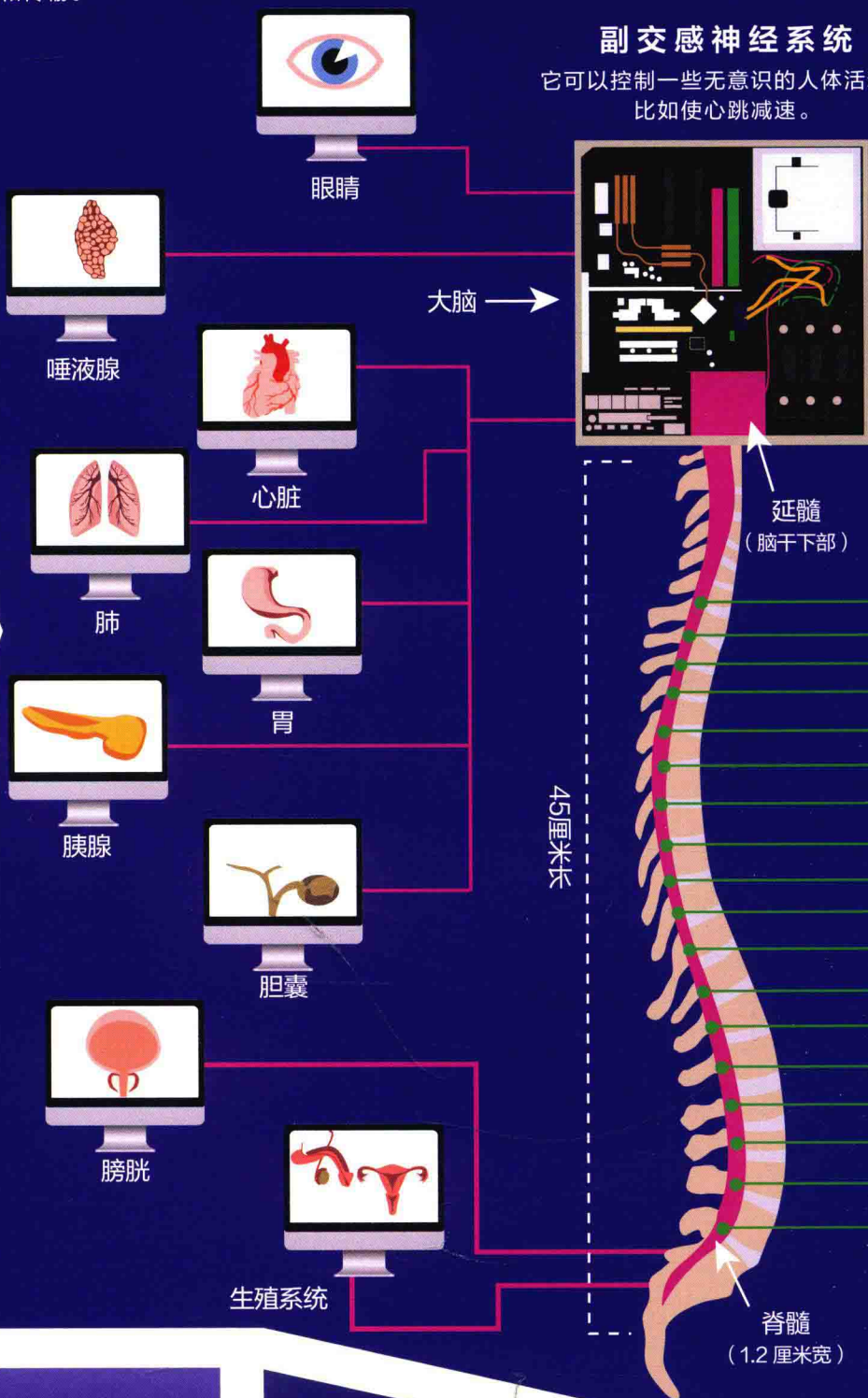
## 1 中央转换器

为了不使大脑这一决策中心发生阻塞，多个中间控制站将每秒获得的数百万信息进行分拣和传输。

这些中转站位于脊髓和大脑下部的延髓中。信息在中转站得到辨认和分类，只有获得优先权的信息才会进入大脑。

### 副交感神经系统

它可以控制一些无意识的人体活动，比如使心跳减速。

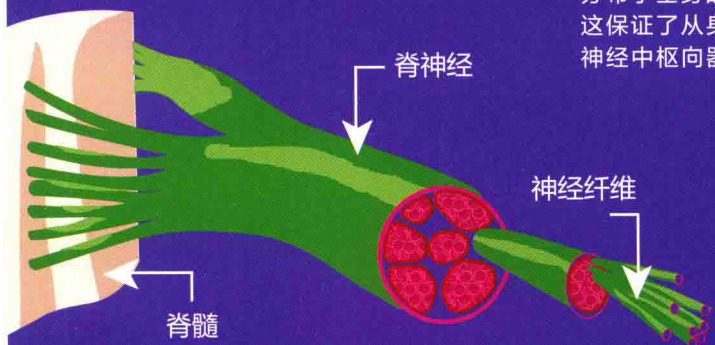


## 2 连接电缆

神经作为传导线路，由脊髓直通大脑。它像电缆一样，由众多纤维构成。

### 神经纤维

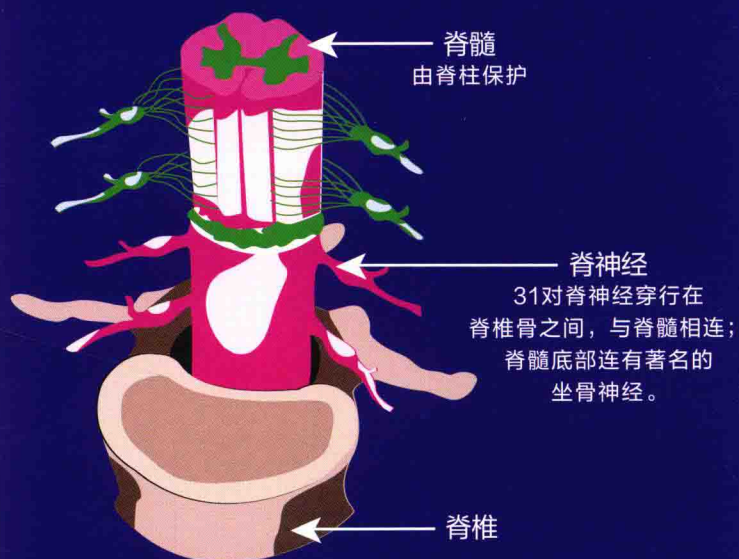
分布于全身的神经纤维是相对独立的，这保证了从身体各处接收到的信息相互分离，神经中枢向器官和肌肉发出的指令也互不干扰。



### 周围神经

我们的感觉（视觉、听觉、触觉、味觉、嗅觉）时刻被唤醒，从而为大脑提供信息。

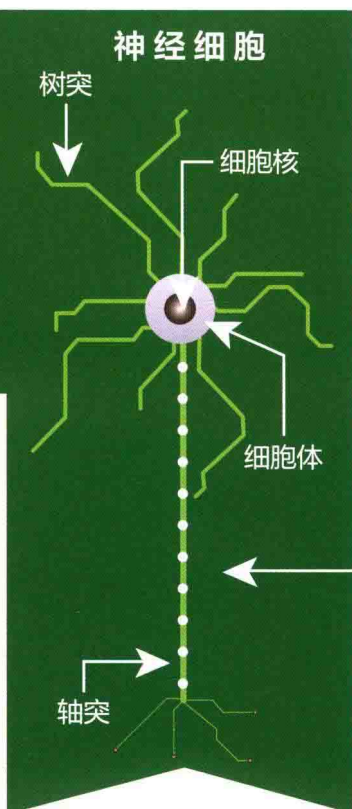
### 脊髓剖面图





### 3 传输电路板

每秒钟有数以百万计的信息经过我们的身体，有时会由神经细胞捕捉。神经细胞由细胞体和细胞突起构成，后者包括星状的短分支树突和长纤维轴突两部分，一些轴突长达1米。神经冲动从树突传向细胞体，然后沿着轴突传导，速度可以达到120米/秒。



### 4 电气绝缘

就像电话线一样，每条神经都由绝缘外壳——髓鞘包围。这种白色脂质物包裹着轴突，并形成一段段的组织结构。神经冲动从一段髓鞘到另一段髓鞘，进行跳跃式传递，大大加快了传导速度。



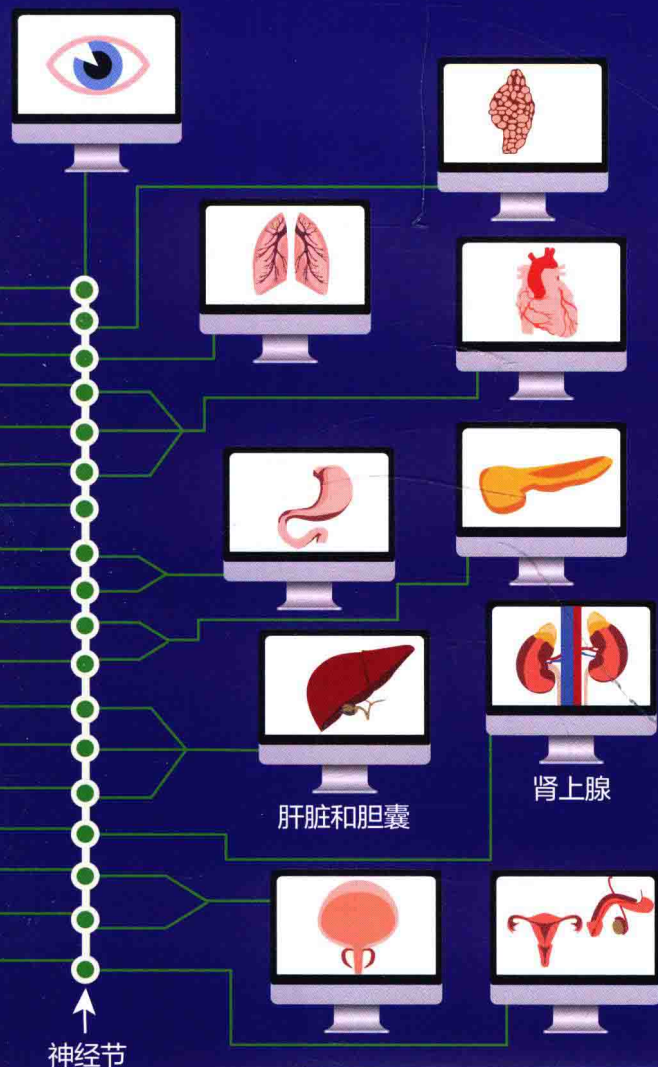
对于较短的神经，可以加速至1米/秒；对于较长的神经则可以加速至120米/秒。

神经冲动将指令传递给肌肉，对于有髓鞘的神经，每秒可以传递信息

2500多个。

### 交感神经系统

由脊髓发出的神经纤维分布到内脏、心血管和腺体，这一系统可以使心跳或呼吸加速。



每个神经细胞会形成上万个突触

大脑内的突触数以千亿计

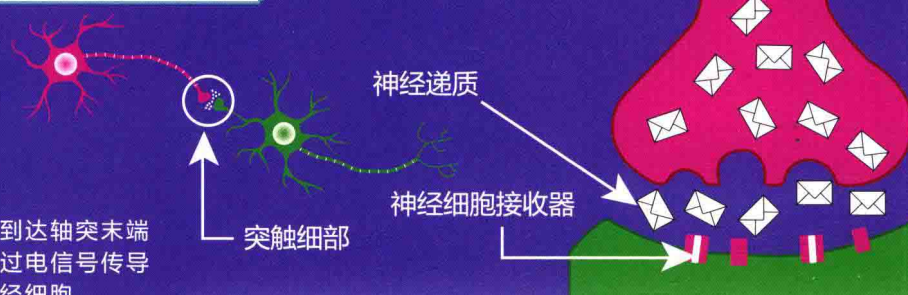
### 5 低速传导

调节器官运作的神经位于大脑灰质和脊髓中。这些神经没有髓鞘，因此信息传导速度会慢很多。



### 6 节点传输

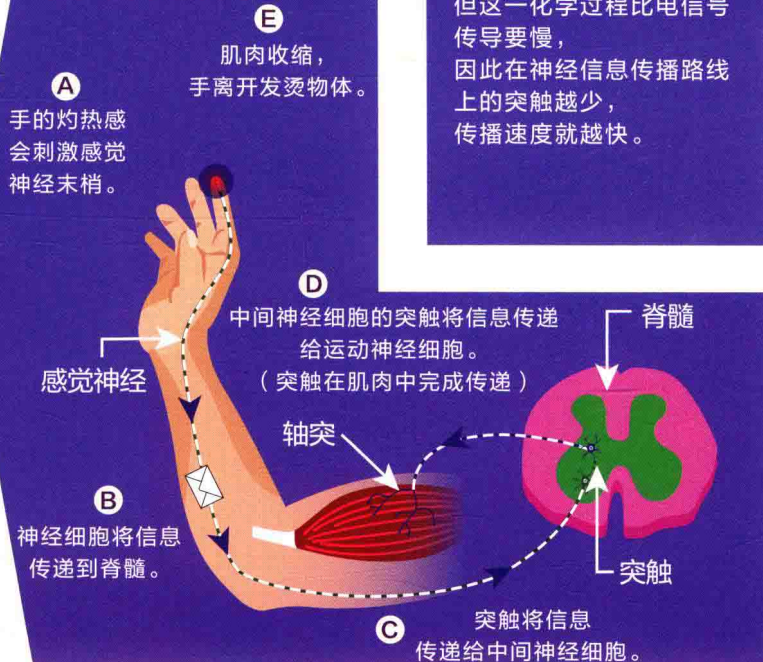
当神经信息到达轴突末端时，无法通过电信号传导至下一个神经细胞。此时，作为接触点的突触会制造一种叫“递质”的化学信息。神经递质像信使一样，唤醒下一个神经细胞。但这一化学过程比电信号传导要慢，因此在神经信息传播路线上的突触越少，传播速度就越快。



### 反射传输中心

如果触摸发烫的物体，人会在感觉灼热前缩回手，这就是反射作用。这一过程没有大脑干预，反射传输的中心是脊髓。

### 反射弧：自动完成



### 反垃圾邮件过滤器



每个神经细胞都会获得其他神经细胞的信息。有些突触具有激发性（可以促进信息传递），还有一些起抑制作用（可以屏蔽信息），每一类突触活跃的数量决定信息是否被传导。这就是突触调节神经系统运行的方式。

一个人心情的好坏也会影响突触分泌神经递质的数量和质量。



# 游乐场

## 听觉和平衡

外耳和中耳是复杂的器官，可以接收和放大传递震动的声波。

### 1 游乐场入口

我们能看到的“耳朵”就是游乐场入口，包括耳廓和外耳道。扁喇叭形状的耳廓可以收集声音，聚集声波；它由软骨构成，可以拉动变形，不过马上就能复原。

### 3 丁零零！

声音的震动由中耳内的三块听小骨依次传达并加强：锤骨击打砧骨，砧骨再将震动传递至镫骨。

### 2 震动鼓

外耳道向内连接中耳，后者已深入至颅骨。外耳道的尽头是鼓膜。声音引发的空气震动撞击至鼓膜，使之像绷紧的鼓面一样产生震动。

### 5 传声赛道

镫骨将声波的震动传送至前庭（内耳的入口），然后，震动到达耳蜗。这个螺旋形的骨管结构包括三个内部充满淋巴液的空腔。震动通过淋巴液传送给听觉感受器，进而引起听觉神经的冲动。最后神经冲动传输至大脑皮层的听觉区，形成被感知的听觉。

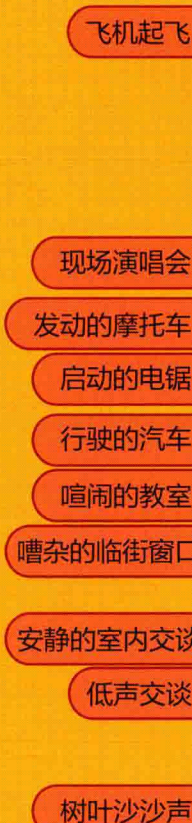
## 4 噪音之塔

### 小心噪音！

耳朵很脆弱。爆炸之类的强噪音会损坏鼓膜，音乐声如果太大也会伤害内耳。

### 声音等级

音量的度量单位是分贝（dB）。



难以忍受的噪音可能导致不可逆转的耳聋。

过长时间的持续噪音会损害耳内的感觉细胞。

持续的噪音会让我们感到疲惫。





## 6 旋转飞机

飞机着陆过程中，气压迅速变化，导致鼓膜内外形成压力差，鼓膜被迫向耳内挤压，所有外界的声音因此减弱。



要想让这种感觉消失，我们可以通过咽口水的方式，让空气通过咽鼓管进入鼓室。

## 缓解方法

捏紧鼻子，用嘴呼吸可以增加耳内压力，从而平衡双耳鼓膜内外的压力，缓解不适。

平衡器官由内耳耳蜗中的三个半规管构成。



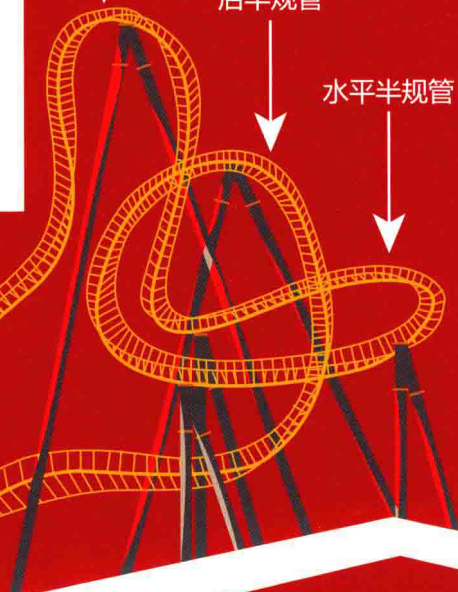
## 7 云霄飞车

前半规管

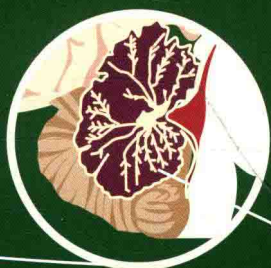
后半规管

水平半规管

三个半规管几乎位于三个相互垂直的平面上，像立体坐标轴一样，能感知头部位置的变动。它们还可以感觉到加速：当汽车转弯或用力转身时，我们体验到的就是这种感觉。



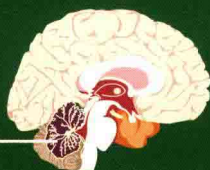
## 8 保持平衡



内耳中的半规管、大脑中的视觉感知系统以及肌肉组织（尤其是足部）中的感受器，共同决定我们的平衡感。它们发出的信息会传输至大脑后下方的小脑。小脑表面有许多平行排列的浅沟，小脑中部主要发挥让我们保持站立的功能，小脑后外侧区域帮助我们在走路和运动时保持平衡。

小脑

内耳的部分功能与小脑一起，参与协调人体的平衡。



## 平衡和运动

走路实际上是一系列试图打破平衡的运动。足底对压力敏感的感受器，以及肌肉组织中的感受器，会把运动信息提供给小脑，小脑将对此进行分析处理。在此过程中，视觉提供的信息也发挥重要作用。



每个半规管中都含有淋巴液，会随着头部的晃动而晃动，并与含有碳酸钙颗粒的耳石膜发生接触。耳石膜上附着的耳石作用于毛细胞，进而将信息传至小脑。

## 狼来了？

如果有人叫我们，我们会立刻把头转向他。声音首先传到离声源近的那只耳朵，随后传向另一只耳朵。通过比较两只耳朵所接收到的声音，我们就可以对声源进行定位。



## 9 海盗船

乘船时，半规管会感受到船的摇晃，但视觉也许并没有察觉，尤其是当我们待在看不到水平线的船舱中时。于是，矛盾的信息会扰乱大脑，就出现了晕船的情况。

晕船会让神经刺激消化道，引发恶心和呕吐。

### 晕车也一样

尤其是当我们在车上低头阅读时，视觉和半规管提供的方向信息会产生错位。



如果视觉关注水平线，眼睛和半规管提供的信息相一致，晕船的症状就会消失。

感觉失去平衡时，我们就像瘫痪了一样。但这不是小脑的原因，而是因为恐高。

为了克服这种感觉，我们可以贴靠墙壁，朝前而不是朝下看。

## 10 蹦极

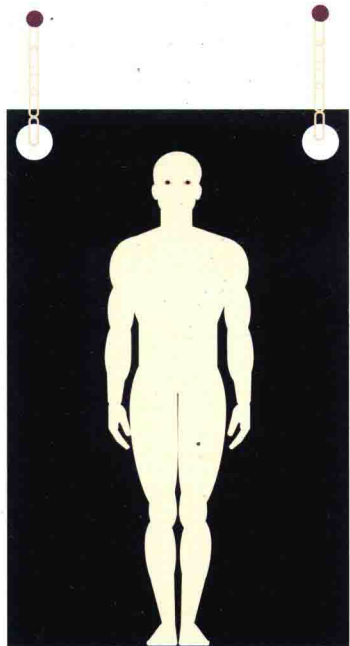
眩晕也是一种人体失去平衡的感觉。站在悬崖边或阳台上时就会有这种感觉，我们似乎受到高度的吸引，想要跳下去。





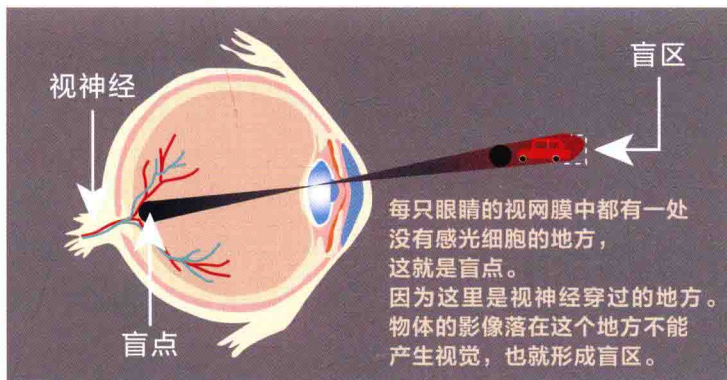
# 电影院

## 视觉



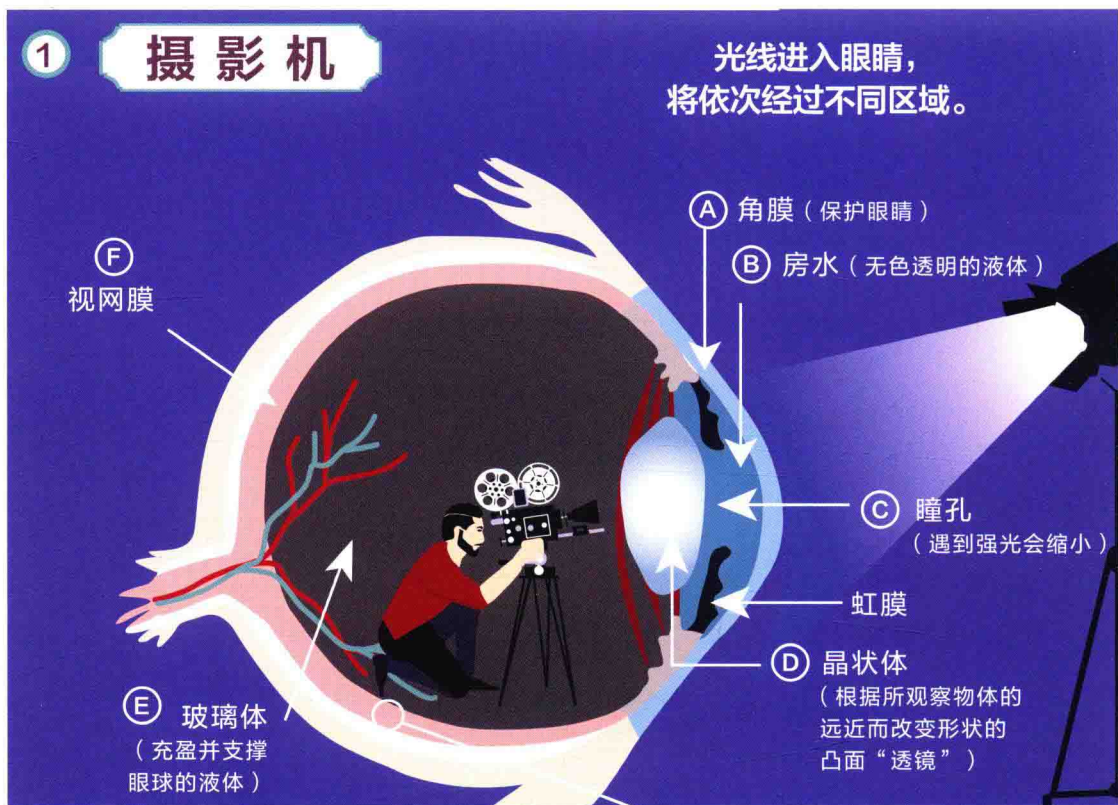
### 眼睛

所感知到的信息占  
大脑接收人体全部信息的  
**70%!**



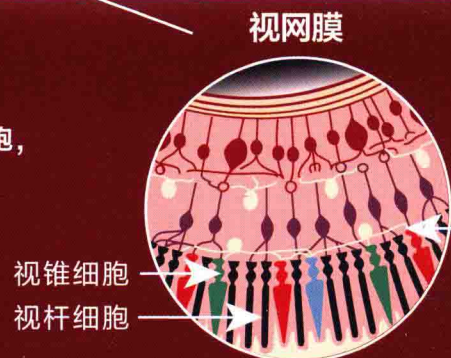
## 1 摄影机

光线进入眼睛，  
将依次经过不同区域。



### 传感器

视网膜中央密布着  
500多万个视锥细胞，  
负责捕捉图像色彩，  
并保证清晰度。  
有些视锥细胞  
对红色敏感，  
有些对绿色敏感，  
有些对蓝色敏感。



## 3D成像



大脑会像分析距离信息一样  
分析不同的视角，  
结合两只眼睛看到的图像，  
重建思维画面，创造立体视觉。  
如果闭上一只眼睛，  
我们就失去了这种  
3D成像的能力。

## 2 导演

对于一些模棱两可、  
无法确定的图像信息，  
大脑可以从两种毫不相关的  
解释中作出判断。

这是一个花瓶还是  
两个面对面的侧脸？



### 视觉暂留时间

**0.1秒**

### 技艺精湛的 纺织技师能区别

**1000万**  
种颜色  
细微的差别

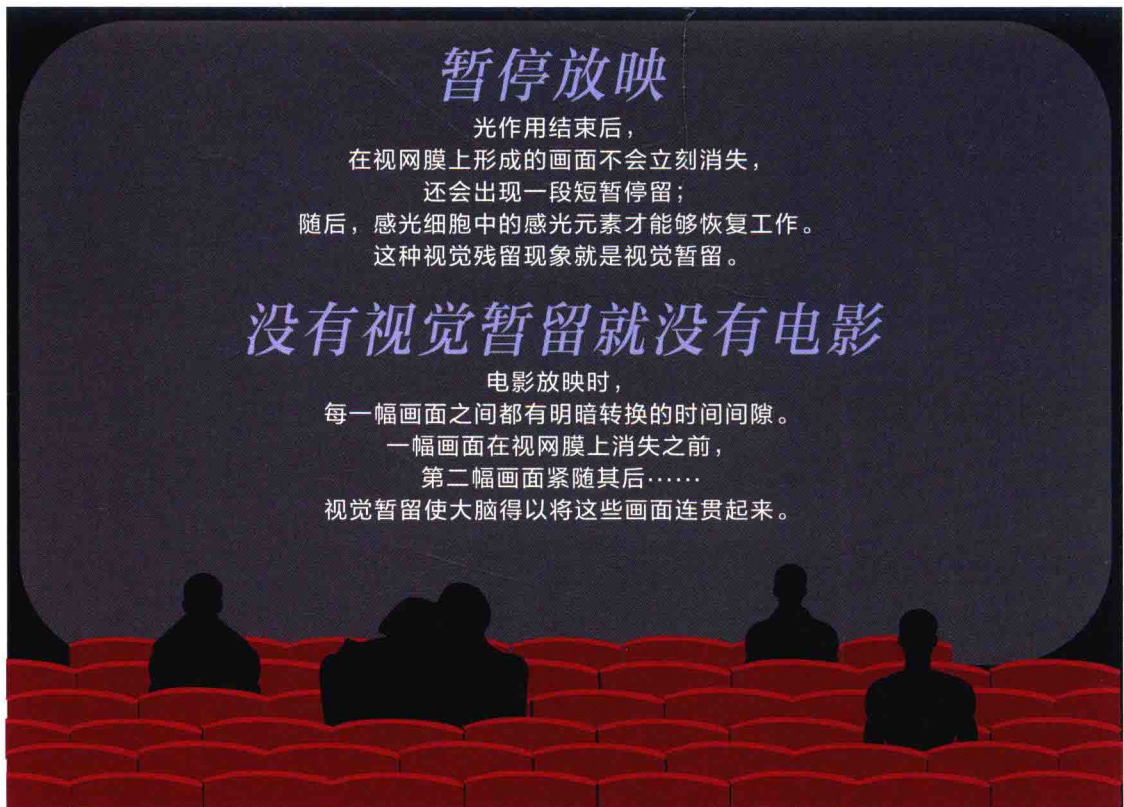


## 暂停放映

光作用结束后，  
在视网膜上形成的画面不会立刻消失，  
还会出现一段短暂停留；  
随后，感光细胞中的感光元素才能够恢复工作。  
这种视觉残留现象就是视觉暂留。

## 没有视觉暂留就没有电影

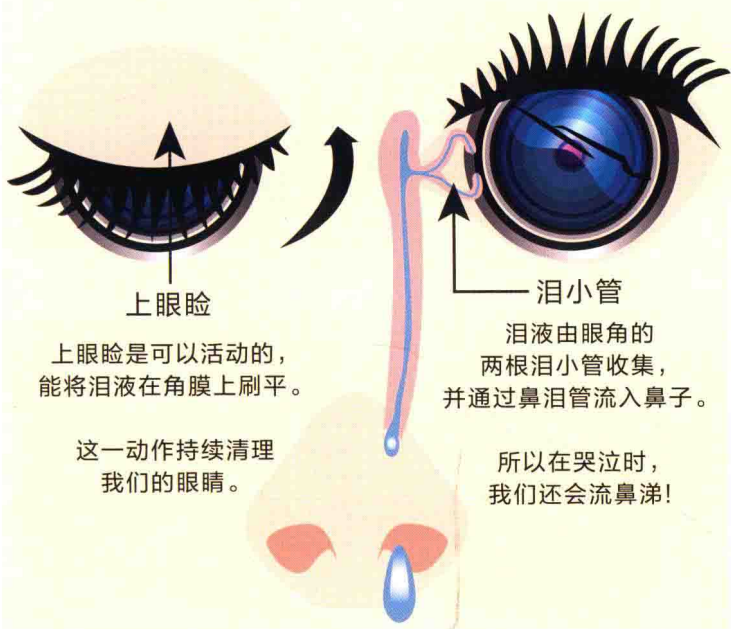
电影放映时，  
每一幅画面之间都有明暗转换的时间间隙。  
一幅画面在视网膜上消失之前，  
第二幅画面紧随其后……  
视觉暂留使大脑得以将这些画面连贯起来。





## 镜头雨刷

每只眼睛都由眼睑保护。



每分钟，  
眼睛会在  
我们没有意识到  
的情况下，  
**眨动  
15次。**

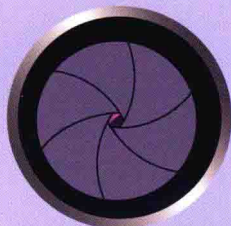
## 变焦镜头

如果人眼离物体太近，  
晶状体会通过  
改变自身弧度的方式，  
让画面变得清晰。

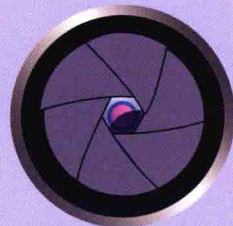


## 快门

瞳孔的大小会根据光线的明暗  
收缩或放大，这有利于保护视  
网膜上的感光细胞，防止它们  
受到过多的光刺激。同时，瞳  
孔的收放还有助于提高接收画  
面的质量。



光亮中瞳孔收缩



黑暗中瞳孔放大

### 1.2亿个视杆细胞

能感受微弱的光，  
使我们得以看到黑暗中的物体。  
视杆细胞对运动状态下的物体  
较为敏感，  
但无法分辨颜色，  
因此会将动态画面看成是灰色的。  
所以法国才会有这样一句俗语：  
夜幕之下，所有的猫都是灰色的。

## 恐怖电影

为什么夜晚会让人害怕？  
光线充足时，视觉形成于视网膜中心；  
但在黑暗中，分布于视网膜周围的大量视杆细胞活跃起来，  
虽然大大拓宽了我们的视野范围，但来自四面八方的模糊信息让我们感到不安全。  
同时，物体的颜色也因为光照不足而变得不真实。



为什么在一些照片上  
我们的眼睛  
被拍摄成红红的颜色？



当我们身处暗处时，  
瞳孔会放大。  
如果此时我们被闪光灯照射，  
光线就会进入眼睛，  
照亮眼底红色的毛细血管。

电影画面放映  
的速度是

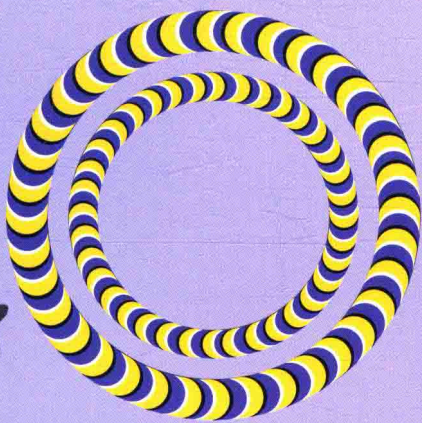
**每秒  
24帧**

### ③ 神奇的视觉幻术



#### 动态错觉

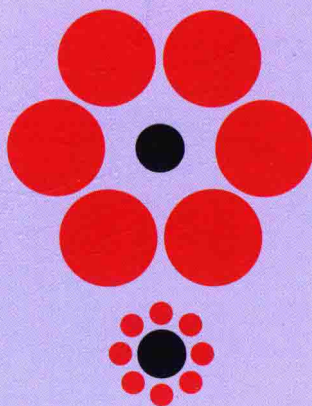
视觉暂留现象使得画面在我们的眼中停留。  
为了摆脱这种停滞状态，  
眼球会无意识地移动。  
于是视觉暂留的画面同运动的眼球所看到的画面产生冲突，  
这就造成了图片在动的错觉。



#### 破译视觉错觉的秘密

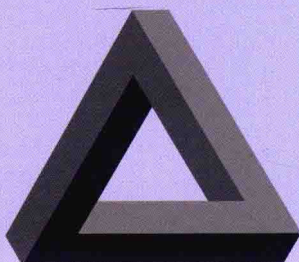
##### 大小错觉

两个黑色圆形一样大吗？  
是的。  
但其四周红色圆形的大小  
干扰了大脑的判断，  
才会让我们觉得  
下面的黑色圆形更大。

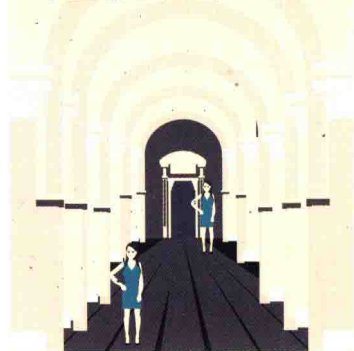


##### 不可能的三角形

我们的大脑会把看到的東西  
同印象中的信息进行比较。  
这张图让我们觉得是一个相  
连的梁架，但图片在三维空  
间是违反物理规则、不可能  
真实存在的。我们的理智受  
到了扰乱。



## 透视的力量



图中哪个女孩更高？  
我们的大脑已经逐渐获得了  
透视的概念——  
它知道近大远小的道理。  
事实上，这两个女孩一样高。  
为了取得透视的效果，  
我们常常把背景上的物品  
画得更小。



# 夜间航行

睡眠

我们一生中  
1/3的时间  
都在睡眠中度过！

## ① 快速登机

### 我们为什么打哈欠？

打哈欠是身体发出的提醒。疲惫、紧张、厌烦、瞌睡、缺氧或大吃一顿之后都可能打哈欠。  
打哈欠时，我们的面部肌肉和胸廓肌肉得到拉伸，胸腔扩张，大量空气进入肺部。

打十个哈欠的功效相当于小睡片刻。

### 打哈欠会传染

这是一种不由自主的模仿。  
打哈欠会受到视觉与听觉的触发，就连回想和暗示都会让我们想要开始打哈欠。打完哈欠后，我们会感觉状态更好了。

## ② 夜航周期

一整晚的睡眠飞行=3~5次转机夜航

每夜通常有3~5个睡眠周期，每个周期时长90~120分钟，每两个周期之间会有“转机”，也就是短暂觉醒。  
睡觉就像是乘飞机旅行，每次转机后都会有新一轮的起飞降落。

### 一边睡觉一边长高

在深度睡眠的第一阶段中，人体分泌的生长激素（能够加速骨骼和肌肉的生长发育）明显增加。这段时间是我们长个子的“黄金期”。

## 出发

一个睡眠周期=90~120分钟

### 入睡期 10分钟

我们开始变得没那么专注，想要放松，想闭上眼睛睡觉。

### 浅睡期 5分钟

进入半睡眠状态，我们听到声响但没有精力做出回应，大脑反应变慢。

### 中睡期 15分钟

进入深度睡眠后，我们“与世隔绝”，什么都听不到了。

### 轻睡期 15分钟

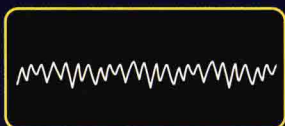
我们进入平静睡眠状态，还能听到声响，但不能理解其意义。这一阶段很容易受到刺激而惊醒。

## 机场控制塔

通过将电极和大脑相连，我们可以追踪大脑活动，并以脑电图的形式记录下来。这一记录曲线能呈现睡眠期和觉醒期脑电波的变化。



入睡期



浅睡期



轻睡期



中睡期



深睡期



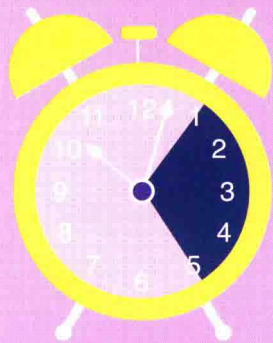
快速眼动期



## 做梦时间

约占我们总睡眠时长的1/4

每个快速眼动期，  
我们都会做梦，  
一整晚的做梦时间大约为  
1小时40分钟。



也就是说，  
每90分钟有20分钟的  
快速眼动期。

## 3 中转站到了

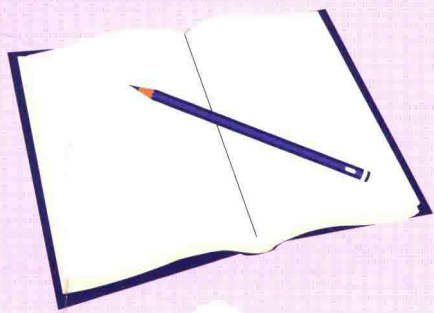
快速眼动期对于加深记忆等智力活动是不可或缺的。  
没有它，我们就无法生活。  
一般认为，梦的内容来自于白天产生的想法、经历的事件和感受。  
在快速眼动期，眼珠会快速转动，仿佛正在重新体验一段经历。  
例如，一个人白天看了一场网球赛，  
睡觉时，他的眼珠很可能就会左右移动！



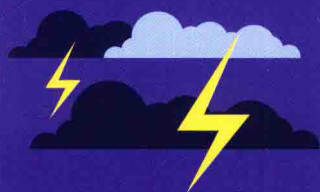
如果在快速眼动期  
结束时被唤醒，我  
们就能记住整个梦  
的内容，即使这个  
时期仅仅持续了很  
短的时间。

## 一边做梦一边学习

在快速眼动期，  
大脑会将白天接收的信息进行分类，  
并将其与记忆中存储的内容相关联。  
这相当于重温白天的经历，加深了记忆。  
这一“复习”活动强化了相关的神经回路，  
对长期记忆的形成有重要作用。



## 闪耀吧，灵感！



美梦和噩梦的素材  
来源于大脑将现有信息  
与记忆中信息的混合。  
这种无意识状态的  
信息酝酿，  
成为思考、灵感  
和创造力的源泉。

### 快速眼动期 20分钟

我们的肌肉完全放松，  
眼球会快速转动，  
但大脑的活跃程度接近于清醒状态。



### 深睡期 30~40分钟

我们睡得很沉，完全“不省人事”，  
几乎没有什么能唤醒我们。  
此时身体处于完全休息的状态，  
肌肉放松，身体几乎不动，心跳放慢，体温下降。  
这是身体的一个修复期。

## 安全着陆

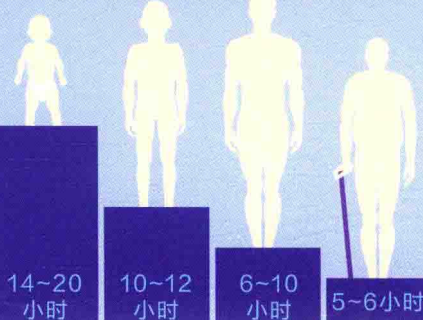


比起用刺激的铃声打破睡眠  
周期，更好的办法是利用两  
段睡眠周期的间隔让自己自  
然醒来。早起时花点时间活  
动身体，深呼吸，为精力充  
沛的一天做好准备。

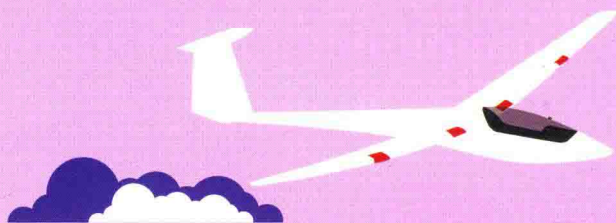
1965年，  
来自美国加利福尼亚州  
圣迭戈的兰迪·加德纳  
创造了连续  
264小时（11天）的  
不眠纪录！

## 睡眠时长

婴儿 儿童 成人 老年人



## 4 自动滑翔



疲惫时，我们想打瞌睡，  
休息几分钟会让我们恢复状态。  
把头枕在手臂上，什么也不想。  
一旦闭上了眼睛，  
唤醒神奇的阿尔法脑电波，  
大脑活动就会开始减弱，  
变得缓慢且有规律。  
而持续20分钟的小憩往往可以  
令人恢复活力。  
比如，单人帆船运动员就经常利用  
管理短期睡眠的方式，重获专注力。



拿破仑  
每天只需要  
4个小时  
的睡眠。



而爱因斯坦  
每天需要11个小时。

## 不明飞行

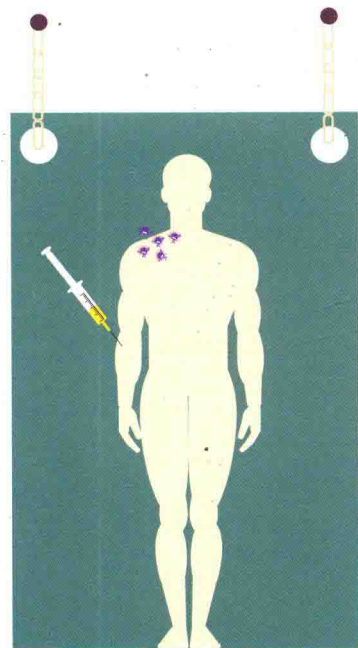
梦游者会在夜里起床、说话、睁着眼睛在屋子里活动。  
他们似乎是醒着的，但其实是处于深度睡眠状态。  
十几分钟后，他们会回到自己的床上，  
而第二天早晨却什么都不记得。  
千万不要叫醒梦游的人，他们有可能会有过激行为，  
还可能逃跑或让自己受伤。



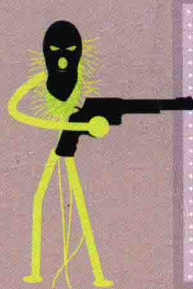




## 疾病的预防



## 2 绑架者

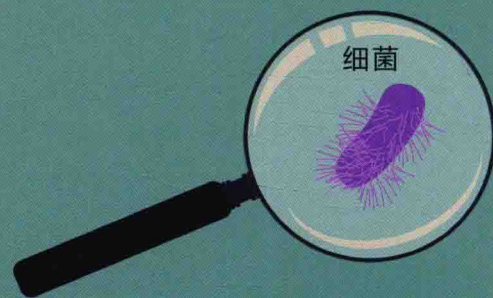


病毒会在细胞内通过自我复制的形式，迅速繁殖上千个相同的个体。它们在细胞膜的掩护之下，无法轻易被机体侦察到。细胞死亡后，病毒在体内释放开来。

病毒比细菌  
还要小  
1000倍！

## 1 入侵者

细菌是一种极其微小的有机体，侵入人体的细菌以抢夺人体所需的营养物质为生。一旦进入人体，它们就会大量繁殖，有一些还会分泌毒素，引发疾病，例如结核病。



在温度适宜和营养充足的情况下，一个单独的细菌体在一天中，可以产生数以亿计的细菌个体。



## 特种部队

1928年，英国细菌学家亚历山大·弗莱明偶然间发现他培育的菌群被某种霉菌物质消灭了，而这就是青霉菌。



青霉菌



抗生素

## 定时炸弹

一些病毒在爆发前可以在我们的细胞中潜伏很长时间。例如疱疹病毒，在日照或高烧时才发作。



## 变异者

有些病毒，比如流感病毒，常常会发生变异，人体免疫系统无法识别并消灭。正是这些变化引发了大规模的流行病。



11年后，英国学者钱恩和弗洛里成功提取了这种抗菌素——青霉素，并将其用于治疗感染。随后被发现的第二种抗生素——链霉素，使当时肆虐的结核病得到了抑制。

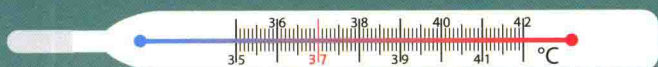
## 4 第一道安全防线

如果皮肤有小伤口，空气中的细菌就会进入伤口并攻击我们的细胞。淋巴细胞发现感染情况后，会发出预警。白细胞根据危机程度，分配对抗细菌的数量。这些机体的卫士与细菌同归于尽，之后就会变为大量的黏液，也就是脓。最后，皮肤基底细胞开始增生，伤口渐渐愈合。



## 3 预警信号

如果人体被病菌入侵，体温就会升高；体温越高，机体的免疫反应通常就会越激烈。



## 5 过激警报

有时，当人体被某些外来物质入侵，免疫系统就会失控，产生不正常的激烈反应：过敏。第一次接触这些外来物质时，淋巴细胞会把它当作入侵者记住；第二次接触时，淋巴细胞就会迅速作出反应，免疫细胞觉得自己受到攻击，于是会制造组织胺，开启炎症反应。



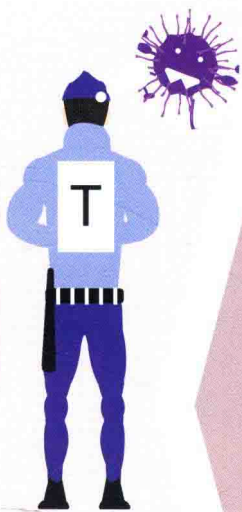


血液中含有200亿~500亿个白细胞，对人体起到重要的保护机能。这些具有细胞核的大细胞，可以以1微米/秒的速度移动，还可以通过变形穿透毛细血管壁，从而到达人体各处。

长骨骨髓每秒可以制造  
300万白细胞

## 巡逻兵

被病毒感染的细胞会将侵入人体的外来物质(抗原)保存在细胞膜中，进而激发免疫系统发出警报。淋巴细胞中的T细胞会识别入侵者，并制造化学物质摧毁它们。T细胞还会记住已经接触过的病毒，再次遇见就会发出攻击。T细胞可以存活很长时间，并且能在整个人体中循环流通，避免病毒的二次侵入。



## 化学武器

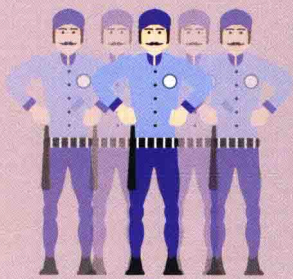
T细胞发现受感染的细胞后，会瞄准其细胞膜，释放一种具有细胞毒作用的免疫分子——穿孔素，在其表面形成小孔，从而对目标细胞起到杀伤作用。



200亿~500亿个士兵时刻准备作战。

## 三大部队

血液中有不同类型的白细胞。  
感染严重时，  
白细胞的数量会急剧增加。



淋巴细胞 (22%)

是体积最小的，  
其细胞核几乎占据了  
整个细胞。

受到袭击时，人体可以动员

350亿~500亿↑

淋巴细胞。

## 生化战

白细胞中的淋巴细胞  
负责甄别入侵者，  
并向它们发动生化攻击。  
大部分淋巴细胞储藏在  
淋巴结、脾和骨髓中。

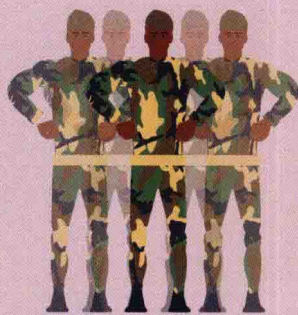


单核细胞 (10%)

是体积最大的，  
只有一个大细胞核。

## 换岗

人体细胞时刻不停地更新。  
每秒钟有2亿细胞  
参与到新陈代谢中来。  
衰老和死去的人体细胞  
会被白细胞吞噬、清理掉。



粒细胞 (68%)

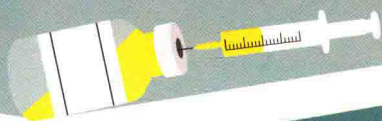
有多个细胞核，  
主要功能是消灭并  
吞噬细菌。

## 万能钥匙

白细胞通过变形运动  
自由出入毛细血管，  
潜入到人体各处细胞中。  
为了捕获细菌，  
白细胞可以通过变形  
来包围它们，  
进而将其消灭。

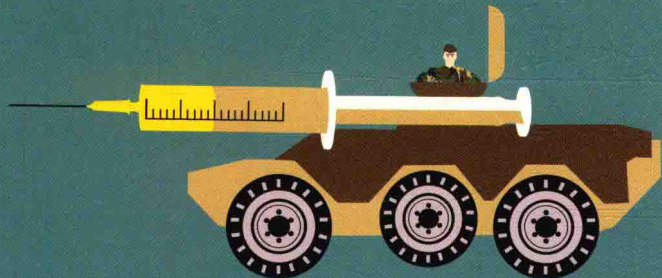
## 巴斯德，战胜狂犬病的人

1885年，法国微生物学家巴斯德找到了减轻狂犬病毒毒性的方法，并成功地给狗接种了疫苗。他第一次用于人体的实践是给一个被疯狗咬伤的小男孩注射不同毒性的提取液。



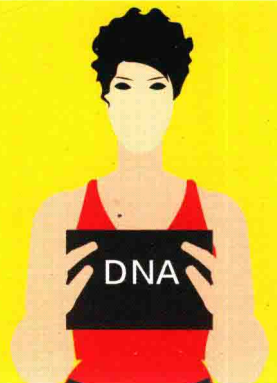
## 安全防御

如果有新的细菌进入人体，  
淋巴细胞需要几天的时间才能识别并分泌抗体将其摧毁。  
这就使得细菌有时间繁殖并侵袭人体。



接种疫苗是向体内注入已经被杀死或是衰弱的病菌。  
淋巴细胞会记住该种细菌的化学特征，  
一旦下次有相同的细菌进入人体，  
淋巴细胞就能紧急动员，发起反击，  
因而得以快速高效地将其消灭。

我们的机体是独一无二的，每个细胞都有自己的专属标记，就像一个特别的签名。这能帮助我们的机体识别入侵者：任何不具备这一特殊标记的细胞都会被认为是入侵者，淋巴细胞会迅速反应，向它们发起反击。因此通过DNA（脱氧核糖核酸）检测并识别细胞专属特征，警察就能够确认一个人的身份。



## 鼠疫

也叫黑死病，  
由鼠蚤传播。  
中世纪时，  
鼠疫及其他瘟疫  
夺走了将近一半的  
欧洲人口。

## 霍乱

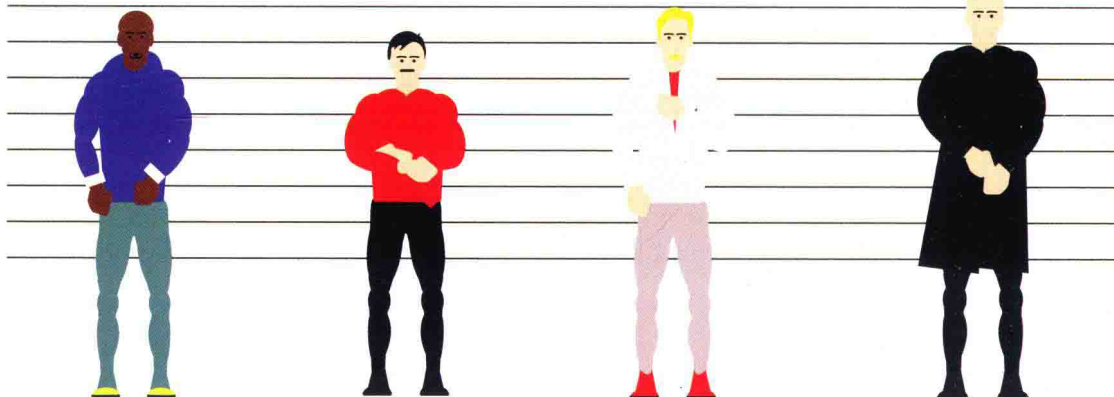
霍乱弧菌  
会引发腹泻和脱水，  
有一半的病人  
会在患病后  
几天内身亡。

## 埃博拉

爆发于西非，  
科学家认为  
携带病毒的蝙蝠  
是传播的源头。  
其致死率在50%以上。

## 艾滋病

HIV，即艾滋病病毒  
会摧毁免疫细胞，  
使病人无法  
正常地抵御疾病。  
艾滋病病毒主要  
通过血液和性接触传播。



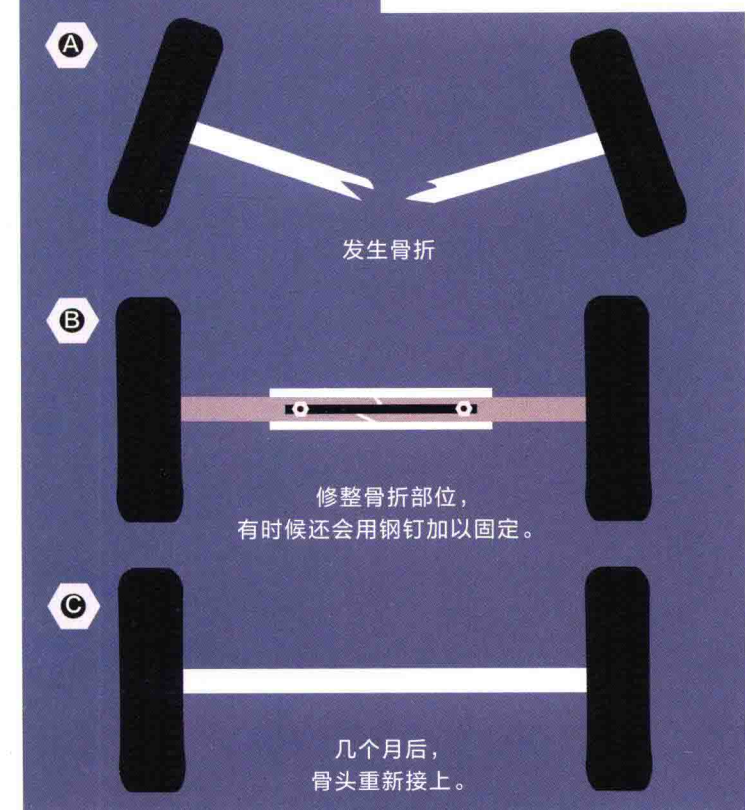


# 事故维修中心

## 创伤修复



**车轴断裂**  
骨折时，  
外科医生将断骨两端复位，  
然后用石膏固定。  
骨组织会再生，  
直到骨折部位重新连接起来。



### 1 意外事故

#### 刮蹭

皮肤下的小静脉和小动脉破损，血液流出来，其中的血小板(血液中的细胞碎片)会马上作出反应：它们聚集成团，附着在血管破损的地方，像塞子一样阻止血液继续流出。

进入伤口的细菌

白细胞

表皮层

真皮层

血管

## 2 维修车间

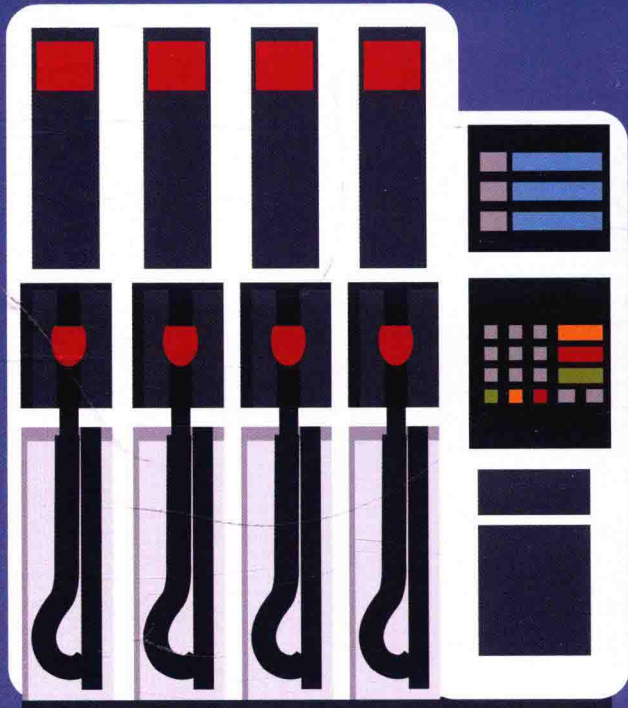
### 燃料泄漏

如果失血过多，我们就需要接受输血。但不恰当的输血会引发致命的凝血病症。

人类的血型被分为几大类。1900年，兰德斯坦纳发现了3种血型：A型、B型和O型。后来，他的学生又发现第4种，即AB型。

理论上，除了O型血可以给任何血型输血，而AB型可以接受任何血型的输血以外，其他血型都只能向相同血型的人输血。

此外，血液中的Rh因子让血型有了更细致的划分。如果人体血液中含有Rh因子，我们就称其为Rh阳性（Rh+），否则就是Rh阴性（Rh-）。Rh阴性血可以向其他Rh血型供血，但只能接受同样是Rh阴性血型的血液。



### 更换零件

人们可以对某些出故障的器官进行更换，但来自另一个人的器官可能受到我们的免疫系统排斥。所以，器官移植需要供受双方组织相容。

肾脏

心脏

肺

肝脏

胰腺

肠

在法国  
有5.5万人  
接受过  
器官移植。

可移植的器官包括：  
肾脏、肝脏、心脏、肺、胰脏、肠、皮肤、角膜、血管、肌腱等。

自2000年以来，  
人们甚至尝试过手移植；  
2005年开始进行脸部移植。

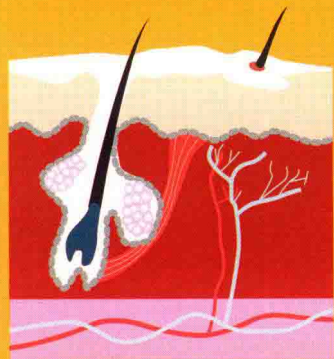


## 小心火源！

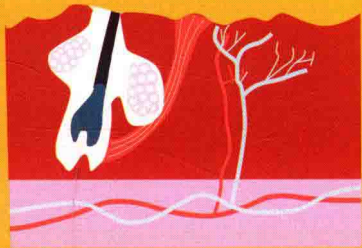
烧伤的皮肤或多或少会遭到破坏。



浅度烧伤：仅伤及表皮的一部分，可将伤处皮肤置于冷水中十分钟，缓解不适症状。



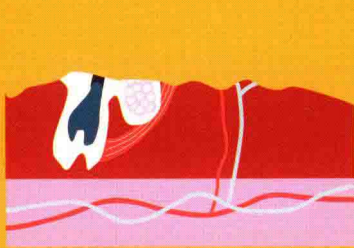
正常皮肤（剖面图）



I度烧伤（表面）



深度烧伤（人体会严重失水）：用干净的纱布将伤处与外界隔离，防止感染，并须立即就医。



II度烧伤（深层）

## 修修补补

研究人员开发并试验了皮肤培养技术，可以为严重烧伤者提供自体皮肤移植，这可以降低身体产生排斥反应的风险。

目前人们已经可以使用臀部皮肤进行小范围的皮肤移植。



## 疏通软管

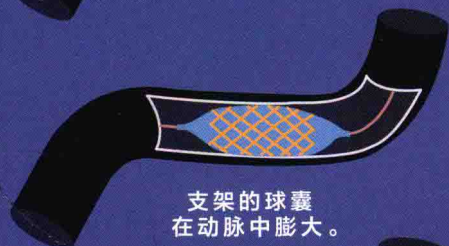
如果某根给心脏供血的冠状动脉发生阻塞，就会造成部分心肌缺氧，导致坏死，这就是心肌梗死。

如果治疗及时，病人可以通过植入包裹着金属纱网的支架疏通动脉。支架可以使动脉保持打开的状态。

如果无法植入支架，病人将进行动脉旁路移植，绕过阻塞部位，重新连接供血通路，这就是人们常说的心脏“搭桥术”。



支架嵌入动脉中。

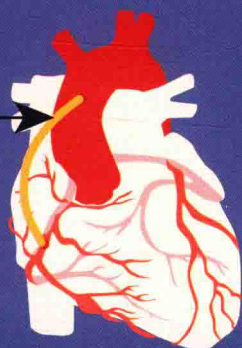


支架的球囊在动脉中膨大。



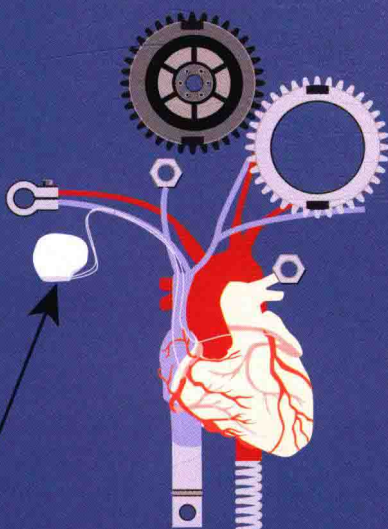
球囊取出，支架支撑动脉，保持通畅。

冠状动脉搭桥



在法国每年约有4万人被植入心脏起搏器。

心脏起搏器



## 调节泵

如果心率过慢或失常，可以在体内或体外放置心脏起搏器。这一电子设备会规律性地给心肌输送电子脉冲，触发心脏有规律地收缩。

## 晒伤！



紫外线会灼伤皮肤，尤其是在皮肤没有晒黑的时候。

## 机械义体

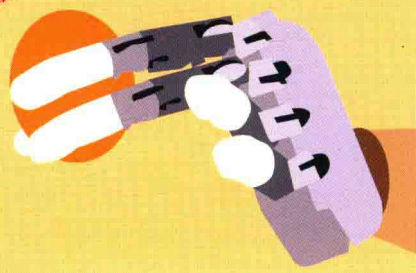
一些机械义体可以部分地替代人体器官或四肢的功能。有些人义体会模仿原器官的外形和功能，有些还可以提高身体性能。



## 仿生肢体器官

人们发明了直接由神经操控的人造器官：仿生器官。

2010年，一位病人成功移植了一只与胳膊神经相连的仿生手。它可以抓起小东西，还能开瓶盖或系鞋带。

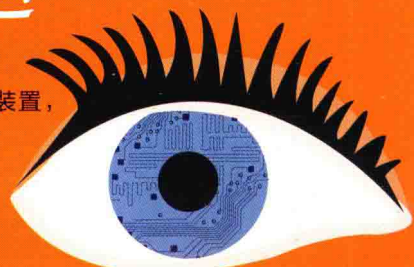


## 南非残疾人运动员 奥斯卡·皮斯托瑞斯

在小腿截肢后装上了机械假肢，在2012年创造了当时的残疾人200米短跑世界纪录。

## 仿生雷达

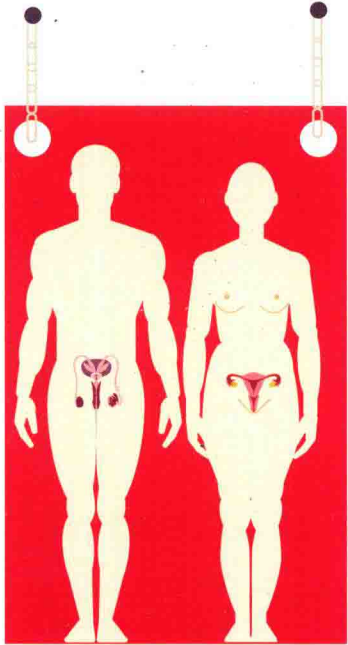
如今，依靠与脑部相连的电子装置，视觉也可以被恢复，虽然对于盲人来说效果仍有待提高。





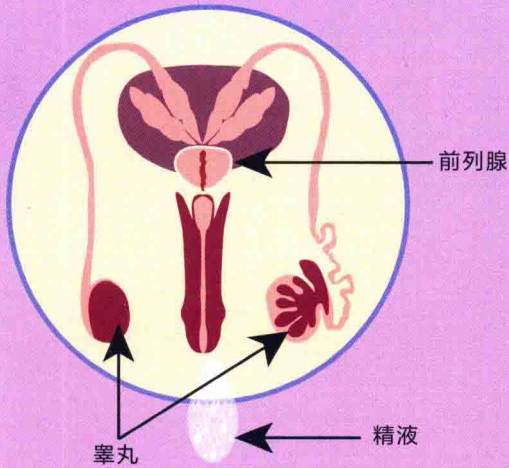
# 生命设计室

## 孕育和传续



### 精子制造机

男性有两个睾丸制造精子。前列腺等腺体参与制造精液，精液中含有精子。



## 1 两台互补的机器

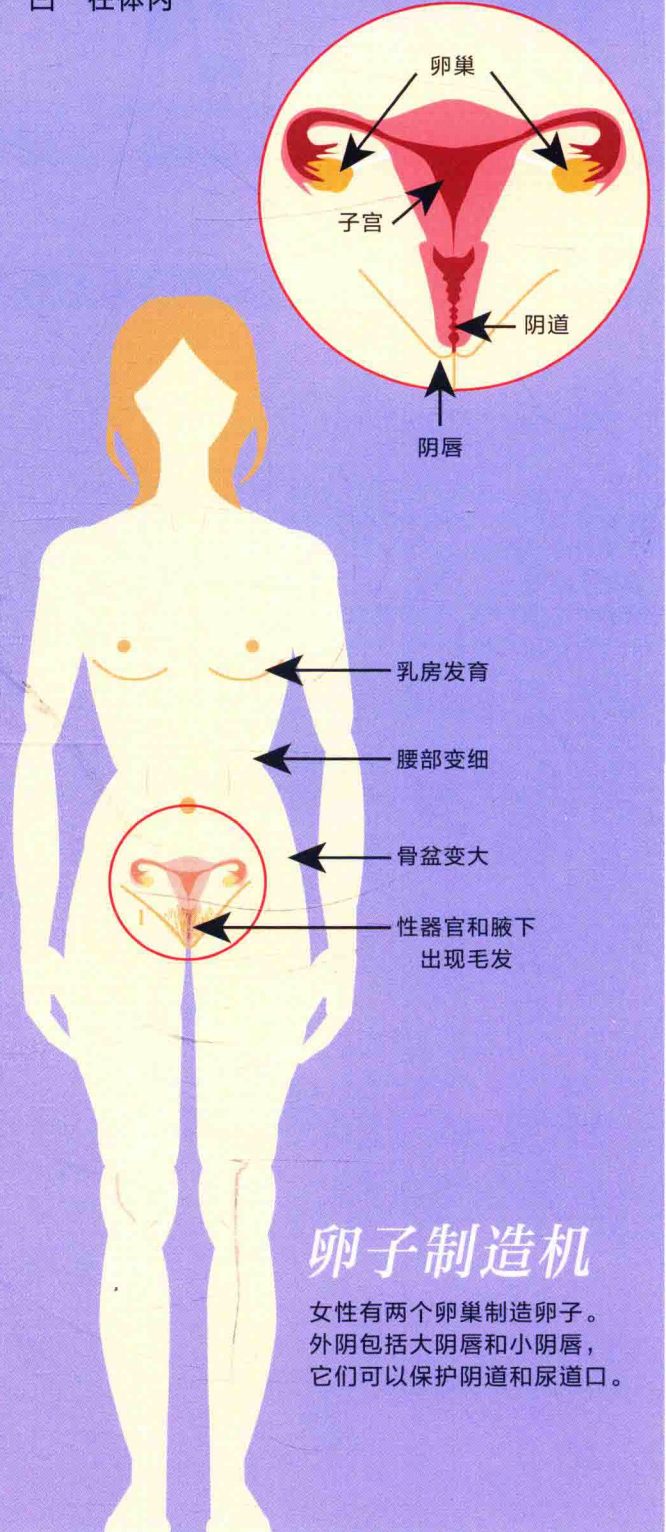
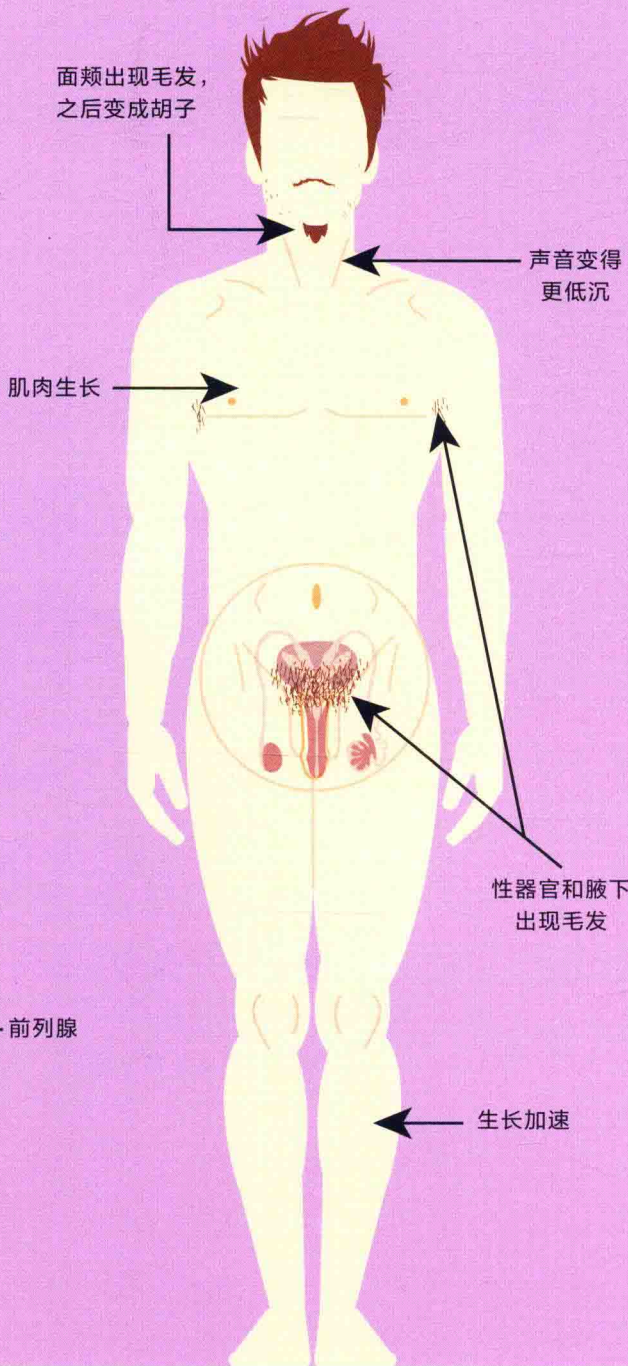
男性和女性因生殖器官不同而产生区别，当然还有外部性征的区别，例如乳房。

### 机器试运转

青春期（男孩10~18岁，女孩9~16岁）时，人体受激素影响而产生变化，男孩和女孩的变化各不相同。男孩开始产生精子，女孩产生卵子，之后就可以生育了。

男性的生殖器官“凸”出在体外

女性的生殖器官“凹”在体内



### 卵子制造机

女性有两个卵巢制造卵子。外阴包括大阴唇和小阴唇，它们可以保护阴道和尿道口。

## 2 周期循环系统

每个月，子宫内膜都会自发地增厚，毛细血管增生，为未来的胎儿提供了一个像小窝一样的温床。

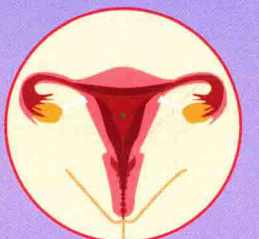
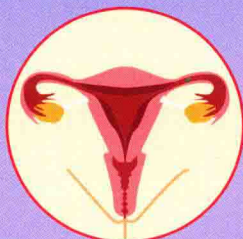
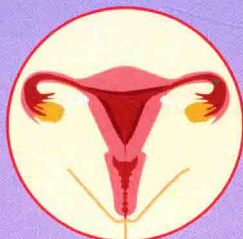
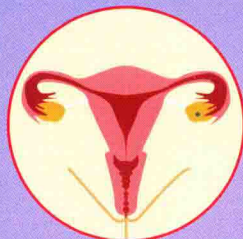
如果卵子没有受精，排卵14天后，会随着子宫内膜脱落形成的血液排出，这就是月经。

卵巢中一颗卵子成熟了。

排卵（释放卵子）。

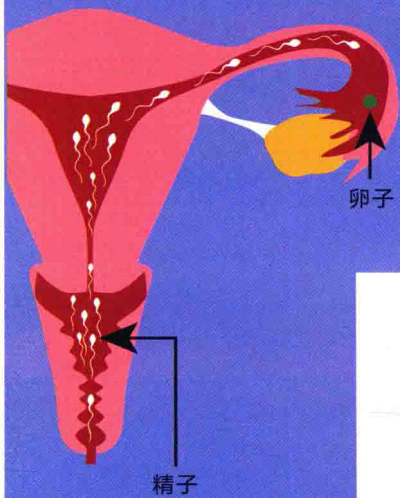
子宫为胚胎植入做好准备。

卵子没有受精，月经出现。

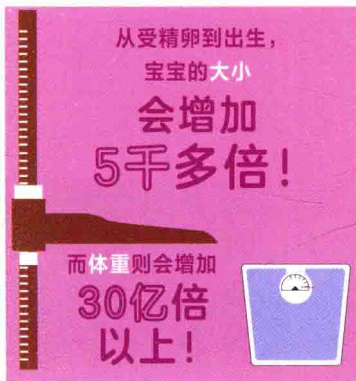




### 3 生命设计



男性一次可以释放2亿~3亿个精子。



在9个月的时间里，  
宝宝在妈妈肚子里长大，  
受到羊水的保护，并由脐带供给营养。  
脐带与附着在子宫壁上的胎盘相连，  
胎儿从胎盘获得母体提供的氧气和其他营养物质。



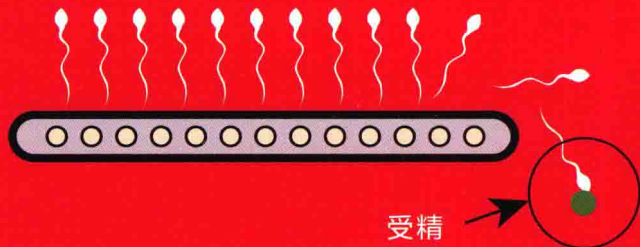
所有器官成形，  
可鉴定性别。



胎儿能听到外界声响，  
并在妈妈肚子里活动。



### 生命设计进行中



心脏开始跳动。



胚胎附着在妈妈的子宫里。

8周后  
胚胎变成胎儿。



胎儿会打哈欠，  
抓脐带，  
几乎能听到所有声音。  
如果在此时出生，  
胎儿可以存活。



胎儿调整胎位，  
渐渐变为头朝下。



胎儿准备好出生。

脐带

羊水

### 4 协助设计

如果一名女性由于特殊原因无法怀孕，  
在某些情况下可以通过辅助医疗的手段完成生育。  
比如可以将精子或卵子取出体外，  
培养成胚胎后再植入女性体内进行孕育，  
也就是人工受精。

### 5 罢工

为了防止怀孕，  
有很多种节育方式。



### 6

### 出厂设置

出生时，  
胎盘内的羊膜破裂，  
羊水涌出。  
同时子宫收缩，  
胎儿被向外推挤，  
外阴扩大后，胎儿出生。

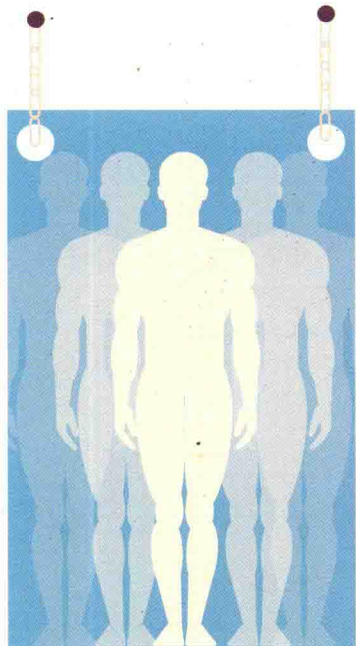
出生后，脐带会被剪断。  
新生儿可以自主呼吸，  
第一声啼哭标志着肺功能开始运行。

羊水



# 自选商场

## 遗传基因



我们的身体由  
**大约70万亿个**  
人体细胞构成。

绝大多数细胞  
都含有一个细胞核，  
细胞核中含有  
**46条染色体。**

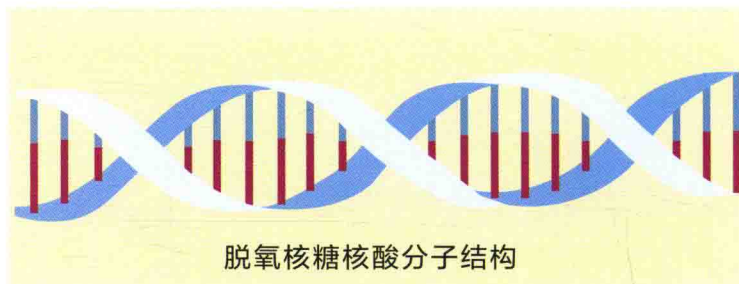
大多数基因  
有规律地集中在  
染色体上。

每个人有  
**2.5万个左右的基因。**

## ① 生命的大目录

脱氧核糖核酸（DNA）就像一个由30亿碱基对构成的大目录，  
是人体遗传的基本载体，存在于绝大多数人体细胞之中。

DNA就像是一份超  
级目录，包含了引发  
生命发育和机能运行  
的信息存储。

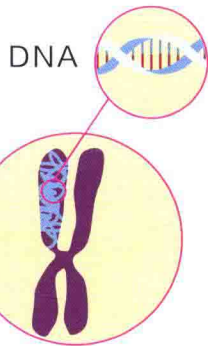


脱氧核糖核酸分子结构

按说明书  
运行



细胞



染色体

## 使用手册

人体细胞包含着生命发展、  
运行必需信息的使用指南，  
但只有一部分相关信息  
被读取和使用。

XX

XY



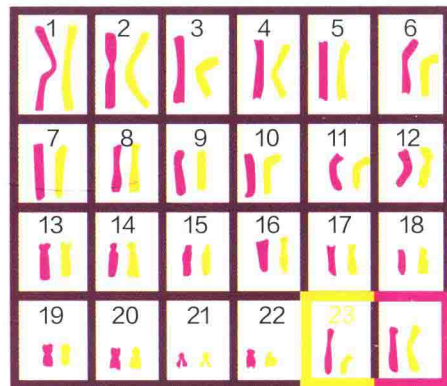
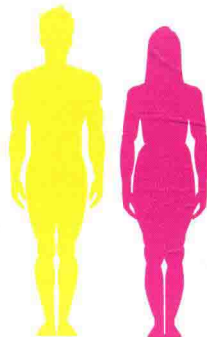
37°

## 原始目录

我们的人体细胞都刻录着来自父母的遗传记忆，  
而父母的则来自于祖先的代代相传。  
这些遗传记忆存在于基因（带有遗传信息的DNA片段，也就是遗传因子）中。  
基因决定或影响着相应的人体特征，  
例如眼睛的颜色等。

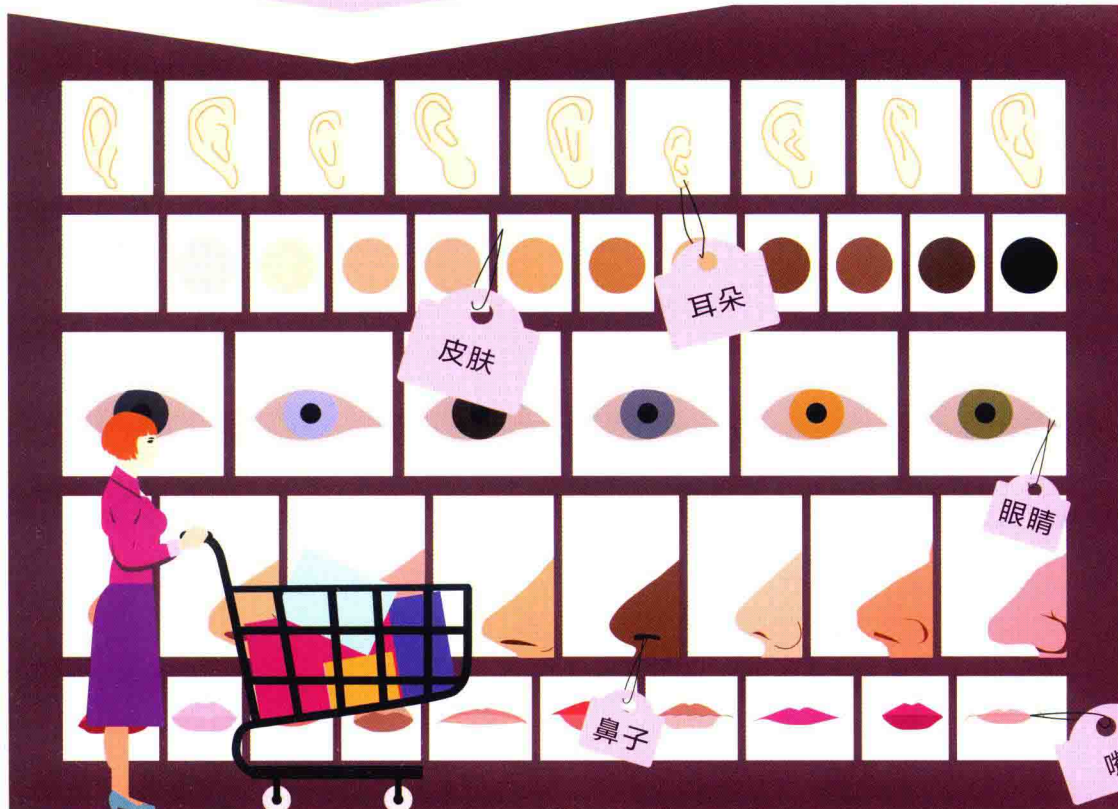
## 46条染色体

胚胎发育，受精卵分裂，  
染色体得到复制。  
人体细胞46条染色体中，  
一半来自父亲，一半来自母亲。  
1~22对为男女共有的常染色体，  
第23对是决定我们性别的性染色体，  
男性为XY，女性为XX。



## 多样性组合

婴儿的遗传物质混合了祖辈相当多的基因信息，  
尤其是来自父母双方的。  
这就解释了为什么我们的样貌存在着极大的多变性。  
我们也因此常常能从孩子身上看到很多  
与父母甚至是祖父母相像的地方。

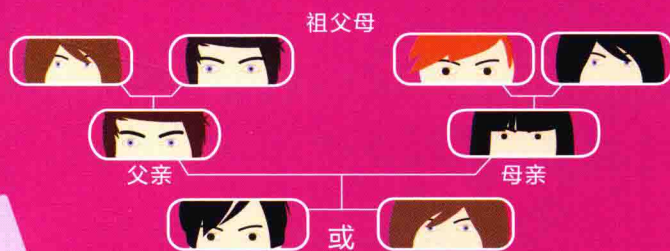


## 眼睛的颜色

### 案例1

如果一个孩子的眼睛是蓝色的，  
而他的父亲是蓝色眼睛，母亲是棕色眼睛。  
这说明母亲不仅具有棕眼基因，  
也有蓝眼基因（来自她的一位拥有蓝眼基因的祖先）。  
如果母亲只有棕眼基因，  
那么孩子也一定会是棕色眼睛。

这是因为，蓝眼基因相对于棕眼基因是隐性基因，  
也就是说蓝眼基因可以存在于染色体中，而不被表现出来。





## 女士柜台

XX

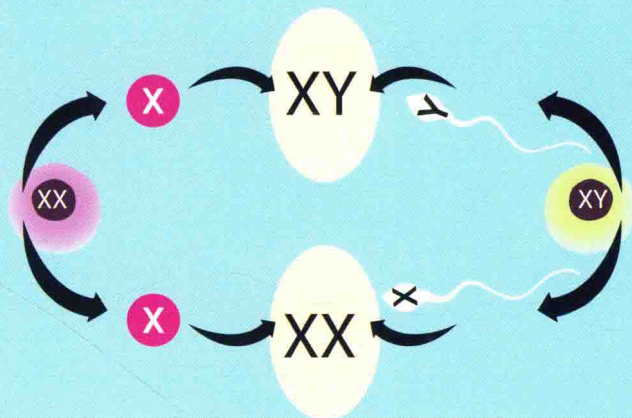
女性的人体细胞中拥有一对性染色体XX，但卵子形成时，XX分离开来，每个卵子中只含有一个X染色体。

②

## 综合柜台

卵子和精子结合后的受精卵，其染色体来自卵子和精子。

如果受精卵中含有XX染色体，未来婴儿的性别为女，  
如果受精卵中含有XY染色体，未来婴儿的性别为男。



## 男士柜台

XY

男性的人体细胞中拥有一对性染色体XY，但精子形成时，XY分离开来，X染色体进入一个精子，Y染色体进入另一个精子。

③

## 染色精选

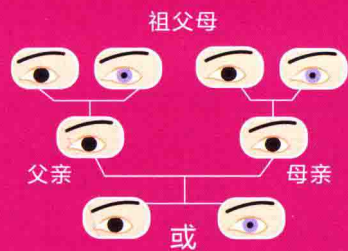
### 头发的颜色

头发的颜色受多组基因配对累积效果的支配或影响。同金发基因相比，棕发基因为显性。一个棕发的人可能既有棕发基因也有金发基因，而且隐性的金发基因有可能遗传给后代。如果其棕发的伴侣也有这两种同样的基因，这对夫妻就可能会有后代获得两个金发基因，从而拥有金发，只是他们的后代拥有棕发的概率会更大。



#### 案例2

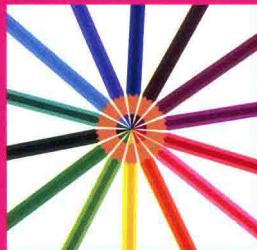
如果父亲和母亲是棕色眼睛，大部分情况下，他们孩子的眼睛也会是棕色。如果父母各自均有一位蓝色眼睛的祖先将蓝眼基因传给了他们，只要这一基因隐藏在染色体组中，这对夫妻就可能有一个蓝眼睛后代。这种隐性基因常常隔两代甚至更多代才会表现出来。



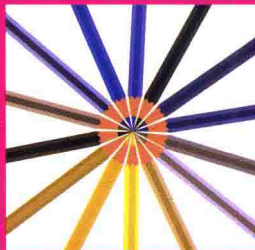
### 限量版

色盲症者无法识别所有的颜色。他们的视网膜中，视锥细胞内感光色素异常或不全，以致缺乏辨别某种或某些颜色的能力。比如，很多人无法区分红色和绿色。

正常人的视界



色盲症者的视界

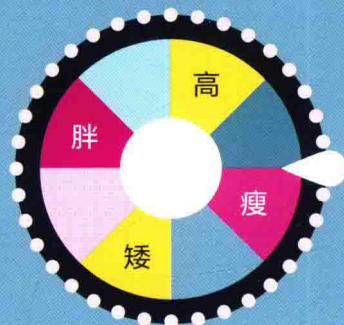


④

## 品种繁多

人类的一些特征是具有遗传性的，但也会受环境和教育的影响。例如，身材可能受童年时期饮食情况的影响，认知能力也如此。

双胞胎（尤其是同卵双胞胎）在很多方面都很相似：性别、血型、智力……但指纹除外。



### 货品改造

科学家尝试用一系列的生物技术改写人类特定的DNA结构，以改变生命大目录中的信息。这些高科技手段被用来治疗某些遗传病。



### 直接复制?

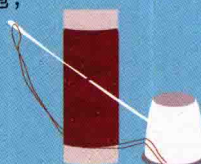
除了同卵双胞胎以外，其他人和自己拥有相同基因的概率几乎为零。不过，很多外在特征如面貌、体型等，存在着惊人相似度的现象还是比较常见的。我们在一些模仿秀节目中常常会看到这种神奇的巧合。



⑤

## 售后服务

人们已经开始培育一些具有自我复制能力的干细胞。例如皮肤细胞，为的是帮助严重烧伤者获得再生皮肤。还有一些正在进行的研究想要试管培育干细胞，从而修复某些器官。这些也是再生医学的基础。





# 惊悚博物馆

## 藏在人体里的脏东西

### 2 耳垢

耳垢原本是一种由外耳道皮肤汗腺分泌的黄色黏液，可以防止细菌和小虫进入耳道。如果这种分泌物逐渐风干并积累起来，聚集在外耳道内，就形成了耳垢。

耳垢

### 1 鼻涕

鼻黏膜制造黏液（鼻涕）以保持鼻腔湿润，同时过滤空气，粘住空气中的灰尘。正常的鼻涕是透明的，异常时变为黄色或绿色。绿色是由细胞色素（一种酶）引起的，黄色是因为鼻涕中聚集了因抵御细菌而死亡的白细胞。当鼻子出血时，鼻涕会变红；如果感染了某些细菌，甚至会变成蓝色！

### 鼻屎

被鼻涕粘住的灰尘聚集在鼻腔，风干之后会变硬，成为鼻屎。如果鼻屎的颜色变得比平常深，就应该是吸入了空气中较脏的灰尘颗粒。

彩色的鼻涕

### 3 口气

如果吃了大蒜、洋葱、辣椒等食物，喝了酒或服了某些药物，它们的成分会进入人体血液循环。这些成分通过肺循环，随着呼出的气体被排出来，因而产生异味。

吸烟者的呼吸道中留有烟草的残余物质，所以他们呼出的气体中也有烟味。

早晨起床时，难闻的口气是由于夜间滋生并堆积在牙齿和鼻腔中的细菌导致的。

### 4 痤疮

青春期时，体内激素的变化常常会引起皮脂腺分泌过多油脂。皮脂会堵住毛孔并形成黑头，细菌在里面繁殖，使皮肤感染并形成粉刺或痘痘。

### 5 虱子

虱子这种小寄生虫长1~3毫米，会叮咬头皮并吸血，引发瘙痒。它们繁殖迅速，很快就会蔓延至所有头发。母虱子还会在发根处产卵。

虱子

### 6 呕吐物

吃太多或消化不好时，我们会把胃里的东西从嘴里吐出来，而且吐出的食物多多少少已经被消化。酒喝多了也是这样。一些疾病同样会引发呕吐。当我们吃了一些有毒食品或服了过量药物，人会本能地产生呕吐，而这往往可以救我们的命。

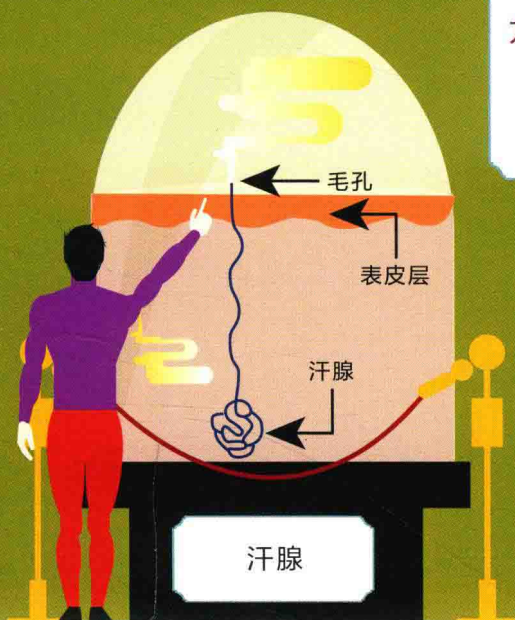


7

## 汗液

### 或多或少有些味道

汗腺遍布全身，  
会分泌酸性汗液以抗菌。  
腋窝、臀部和私处的汗腺  
产生的汗液多含有机成分，  
很容易释放异味。



每日洗澡，  
尤其需要清洁腋窝、  
臀部和私处等  
易出汗部位。

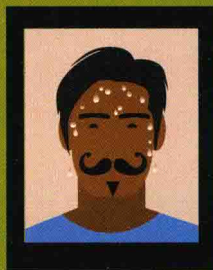
男性比女性  
更容易出汗，  
且出汗量更多。

## 脚臭



有时脚底会出很多汗，  
如果穿的鞋子不透气，  
细菌就会滋生，  
并产生发酵的臭味。

紧张=出汗



情绪变化会让  
手心和额头出汗。

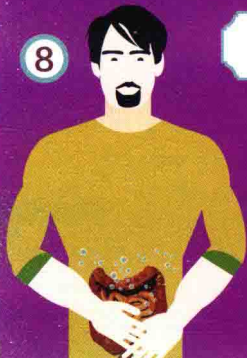


我们每日呼吸  
会流失  
0.5升  
水分。

不仅仅是在天气热的时候，  
寒冷的日子也是一样。

8

## 肚子咕咕叫



肠子中会有气体，  
这可能是在我们吃东西时吞入的，  
也可能是由某些食物发酵产生的，  
例如某些蔬菜或豆子。  
这些气体在肠道中循环，  
就会引发不可控制的声响。

人体每日产生  
0.5升  
气体。

其中，甲烷、硫化氢  
等来自肠道细菌  
的消化。

9

## 打嗝和放屁

人体可以通过打嗝或放屁将肠道中的气体排出，  
这是可以控制的。  
某些食物会产生很多气体，  
引发肠胃胀气，  
它们会在夜晚被释放。

## 噪音

在压力下释放气体，  
会发出声响。  
比如肛门括约肌震动，  
有时就会产生放屁声。



## 异味

有些物质，例如吲哚，  
会参与肠道中滞留食物的发酵，  
往往形成非常臭的屁。



10

## 小便

### 可以控制排放

一旦膀胱内的液体达到0.2~0.4升，  
膀胱壁中的传感器就会通知大脑。  
如果受情绪和低温的影响，  
有可能不到0.2升就会产生便意。  
想要小便但情况不允许，  
尿道括约肌会保持收缩状态，  
膀胱会更加膨胀，  
我们因此可以忍耐一段时间。  
不过，膀胱越是充盈，  
大脑接收的信号就越强烈，  
上厕所的想法就越紧迫。



大脑发出释放尿液  
这一命令时，  
膀胱的肌层收缩，  
括约肌打开，  
尿液排出。  
膀胱排空后，  
会恢复原来大小。

### 尿液的颜色



11

## 大便

来自胃部的食物  
会通过平滑肌的收缩  
不断向下蠕动，  
其中难以消化的部分  
缓缓通过小肠后，被推向  
消化道的最后一部分：直肠。  
直肠的终点是肛门，  
肛门括约肌会在我们想要  
大便时打开。



因为特别浓缩且含有更多的氨，  
早晨的尿液味道最重。  
从中世纪至19世纪，  
医生会尝病人的尿液，  
根据其中的含糖量来判断  
病人是否患有糖尿病。  
因为糖尿病病人的尿液中  
有枫树糖浆的甜味！

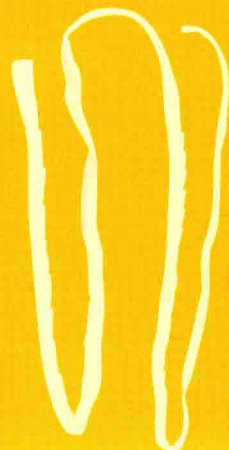
12

## 肠道寄生虫

如果卫生习惯不好，或者吃了没煮熟的肉，  
寄生虫会随着食物进入肠道，并安营扎寨。  
不过别担心，我们可以用驱虫药将其除掉。

### 绦虫

1~12米长



### 蛔虫

30厘米长



有些寄生虫的虫卵  
会孵出幼虫侵占肠道，  
之后进入血液循环，  
并在肺中生长。  
它们甚至还会向上爬到喉咙，  
之后再被吞咽，  
成为肠道中的成虫。