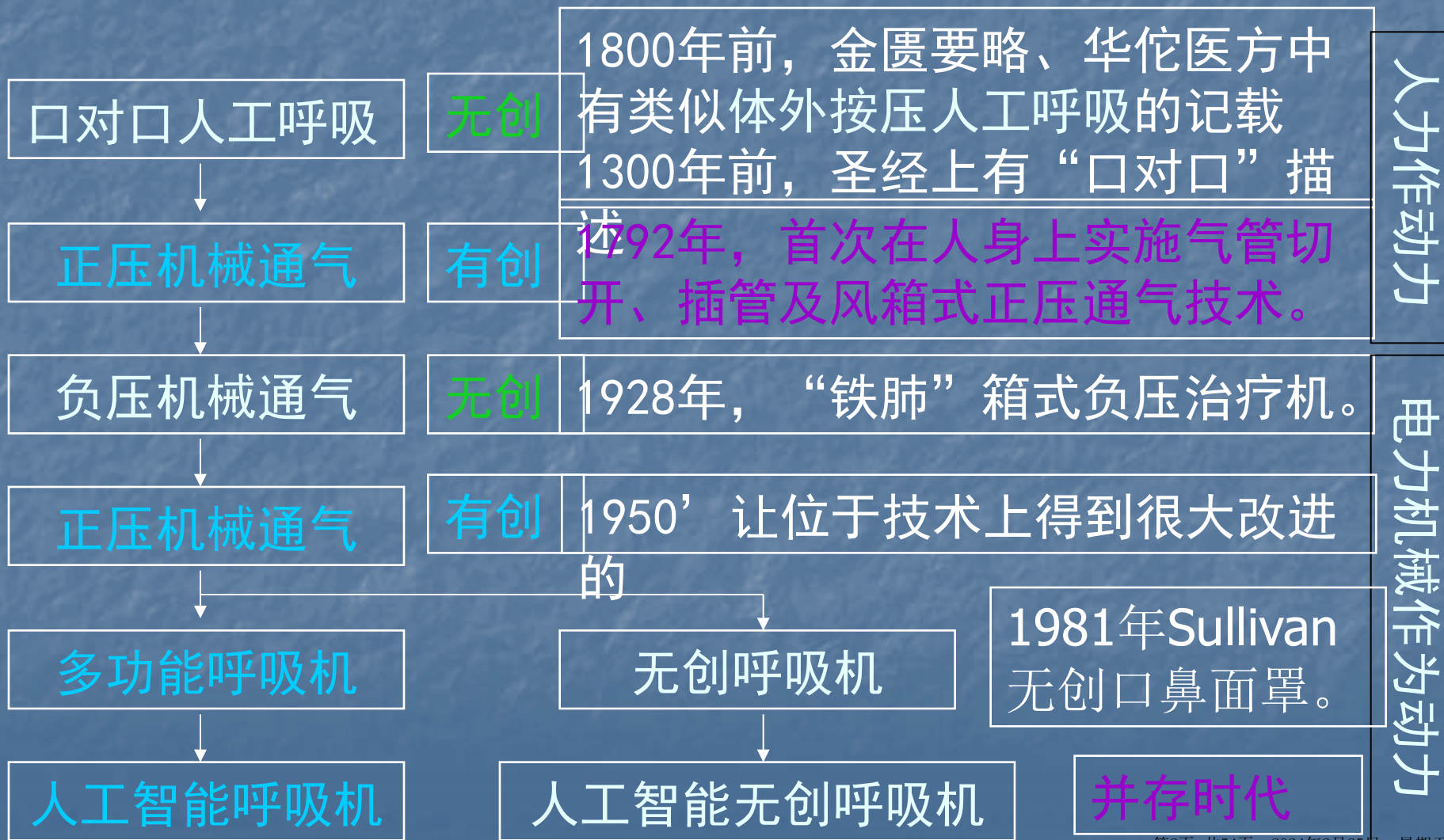


关于呼吸机的基本原理与通气模式

机械通气的发展历程



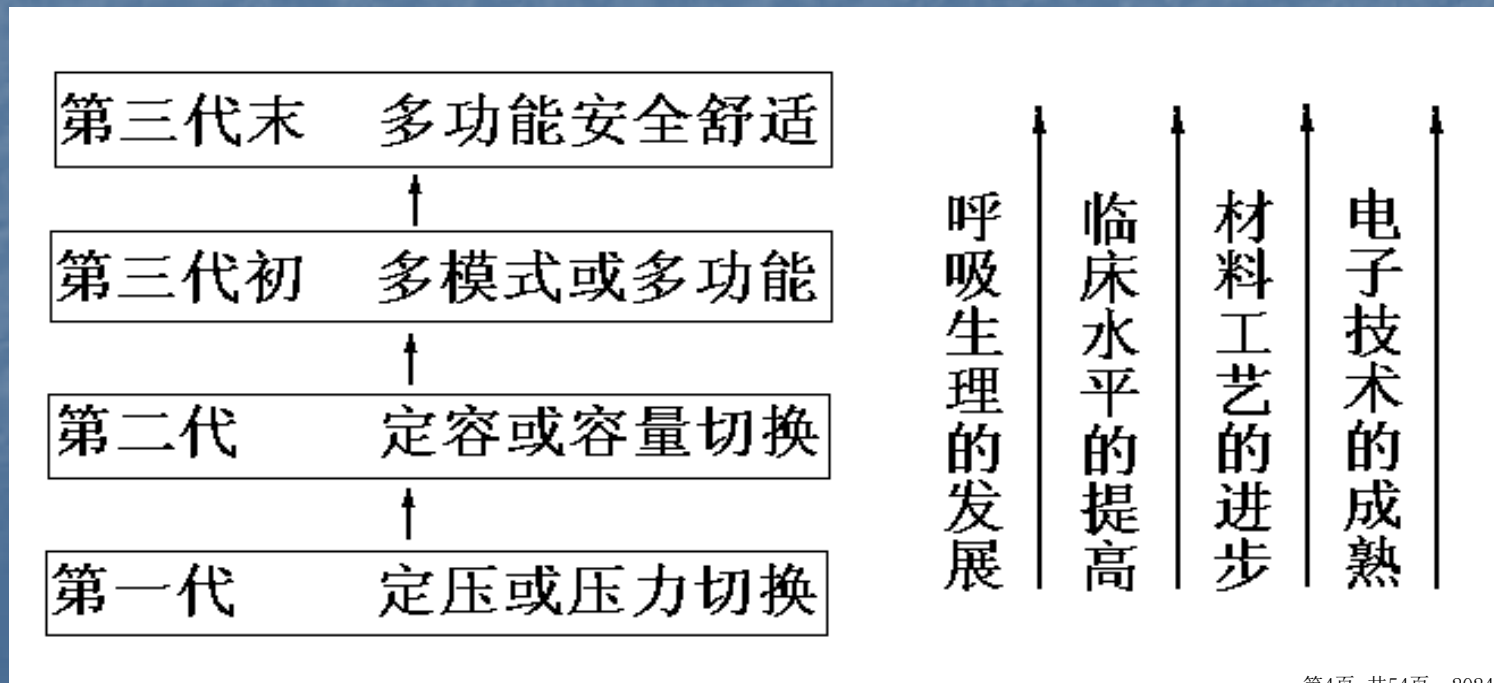
呼吸机的起源与发展

20世纪初，随着人工气道技术和喉镜直视气管插管技术的成熟，正压机械通气在麻醉和外科领域得以迅速发展。

- 1940年，第一台间歇正压通气（IPPV）麻醉呼吸机被发明，用于胸科手术和ARDS。
- 1946年，Bennet 公司研制出世界第一台初具现代呼吸机基本结构的间歇正压呼吸机PR-1A（气动气控压力限制型）。

呼吸机的起源与发展

- 回顾正压机械通气60多年的发展历史，我们认为它较好地体现了临床医学与电子技术、机械工程相互交叉和渗透，彼此促进和提高的一个发展过程，是“医学科学与工程完美结合”的典范（BME）。



呼吸机的组成

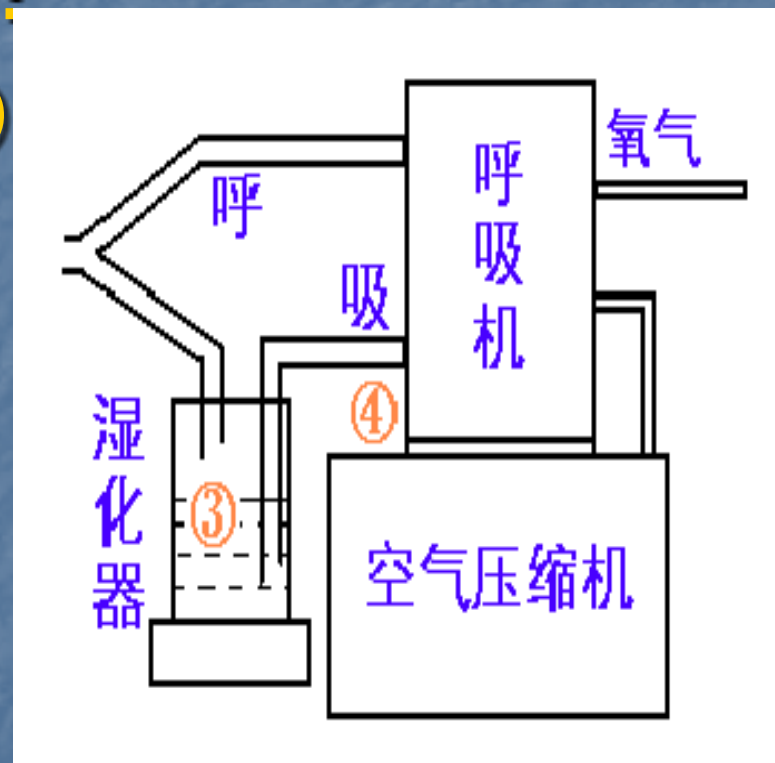
可分为两大部分或三部分：

- 主机 (气路单元+监控单元)
- 湿化器 (温控+湿化灌)
- 空、氧气源提供装置

—床边压缩机+O₂气源

—中心气源 (Air、O₂)

(2.5~5.5) kg/cm²

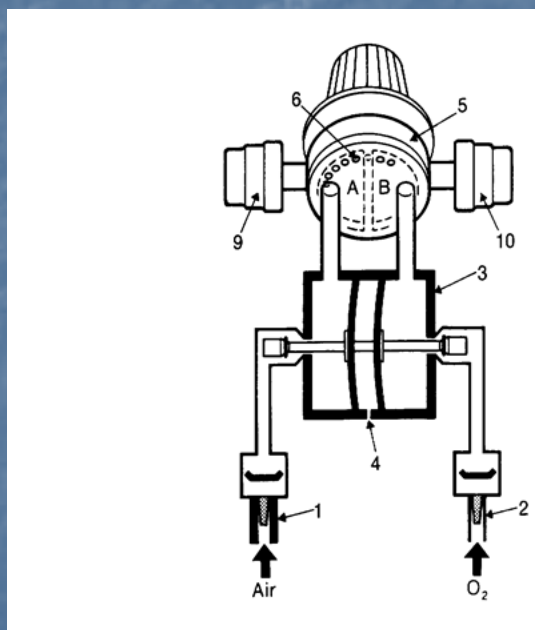


呼吸机各部分主要功能

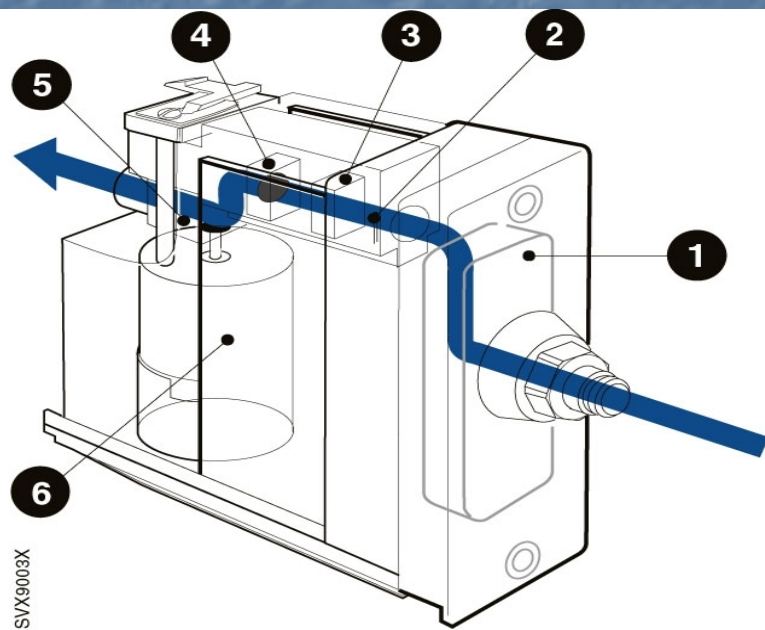
- **主 机**——气源处理、吸呼控制、监测报警
- **混合器**——外置或内置机械式，比例阀混合。
- **湿化器**——病人吸入气体的加温、加湿
- **病人管路**——5-6根螺纹管、接湿化器或雾化吸入器，病人吸入和呼出气体的传输。
- **气 源**——以适当方式提供压缩空气和氧气)
- **其 它**——主机和病人管路的固定或支撑装置

空氧配比方式

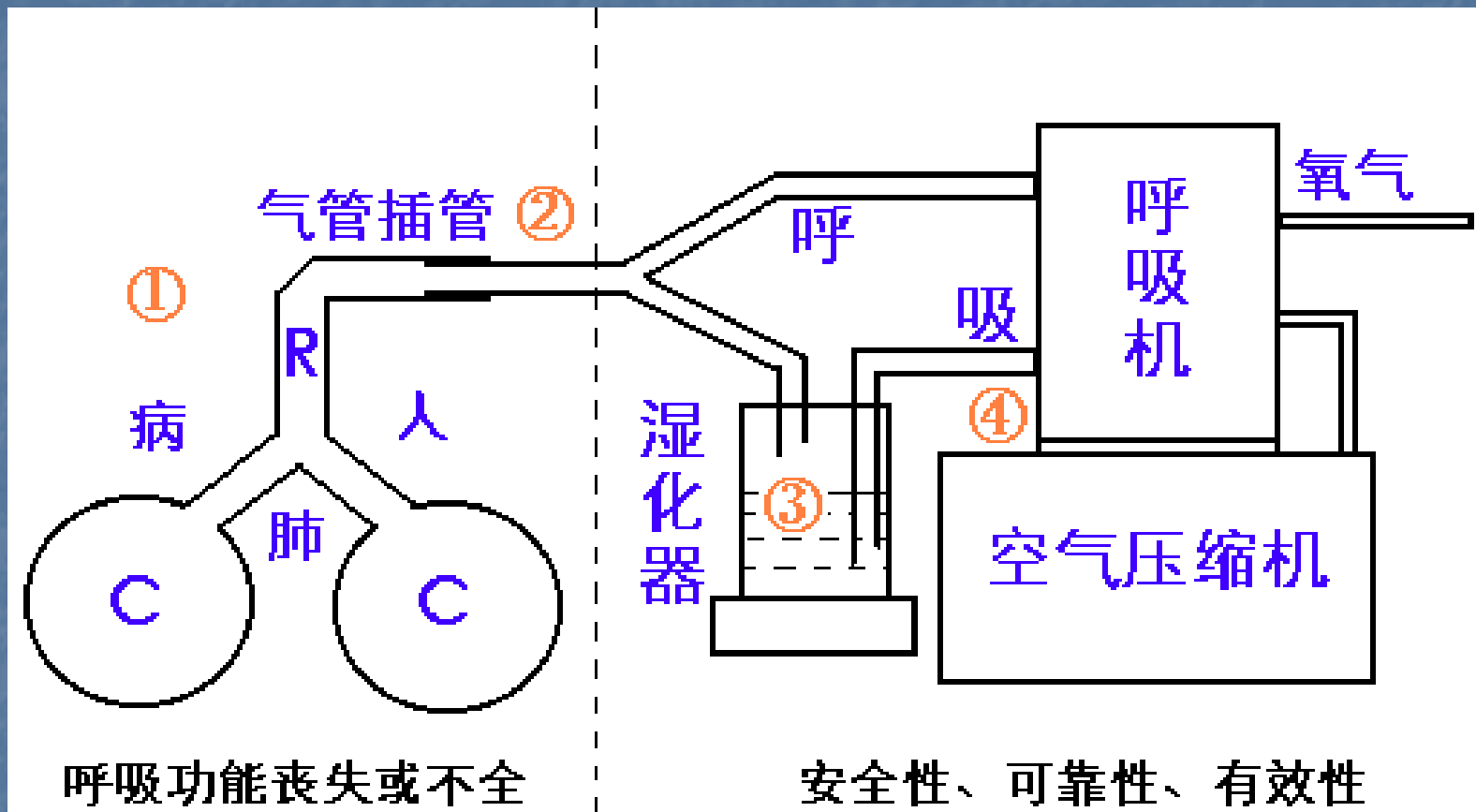
机械配比



电子配比



有创正压通气的人机系统工程

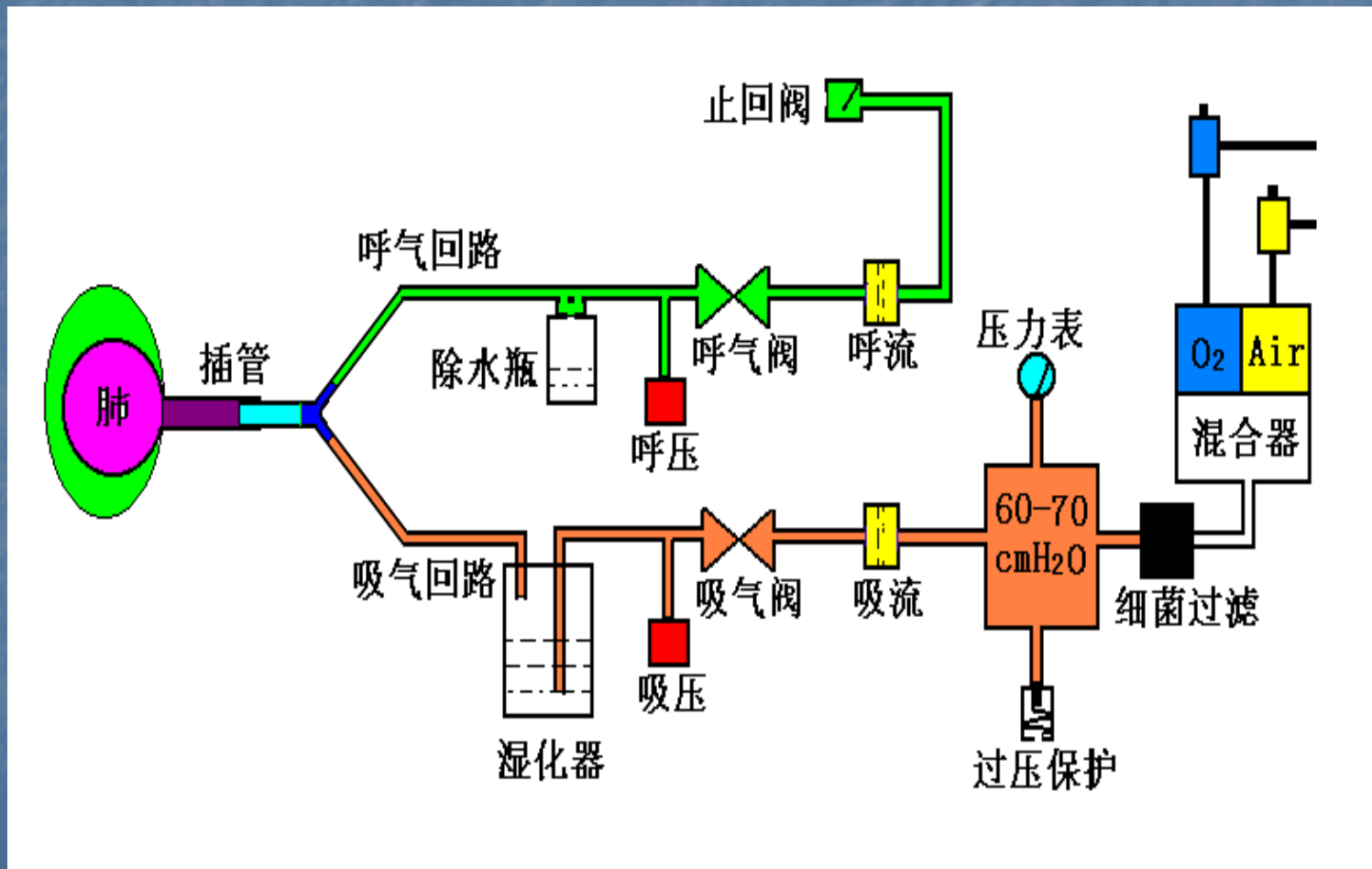


输入主机的气体为高压，要求干燥、洁净；输出给病人的混合气体为低压，要求温暖、湿润并达到有效的肺泡通气量。

主机工作原理

- ① 压缩气源的处理：减压、过滤；
- ② 空气、氧气配比混合，稳压，送到吸气阀；
- ③ 在吸气相按约定通气模式和参数向病人送气；
- ④ 同时监控参数、满足条件，“切换”到呼气相；
- ⑤ 打开或不完全打开呼气阀完成呼气过程；
- ⑥ 检测病人的状态，进入下一个呼吸周期（下一个吸气相的开始）。

基本原理示意图



通气控制流程

- 空气、氧气配比混合(干燥的气体)；
- 细菌过滤(减少感染)；
- 降至低压、稳定压力、缓存一定量气体；
- 吸气回路PID控制(实现各种通气模式)；
- 经湿化器加温、加湿(雾化)到病人；
- 呼气回路PID控制(实现PEEP等)，呼出气体排到大气中。

呼吸机的分类

目前没有统一分类标准，可按习惯分为：

- 按使用对象

 - 成人型、婴幼儿型、通用型多功能呼吸机；

- 按工作原理

 - 气控气动、电控气动、电控电动呼吸机；

- 按人机接口方式

 - 有创或无创正压通气呼吸机；

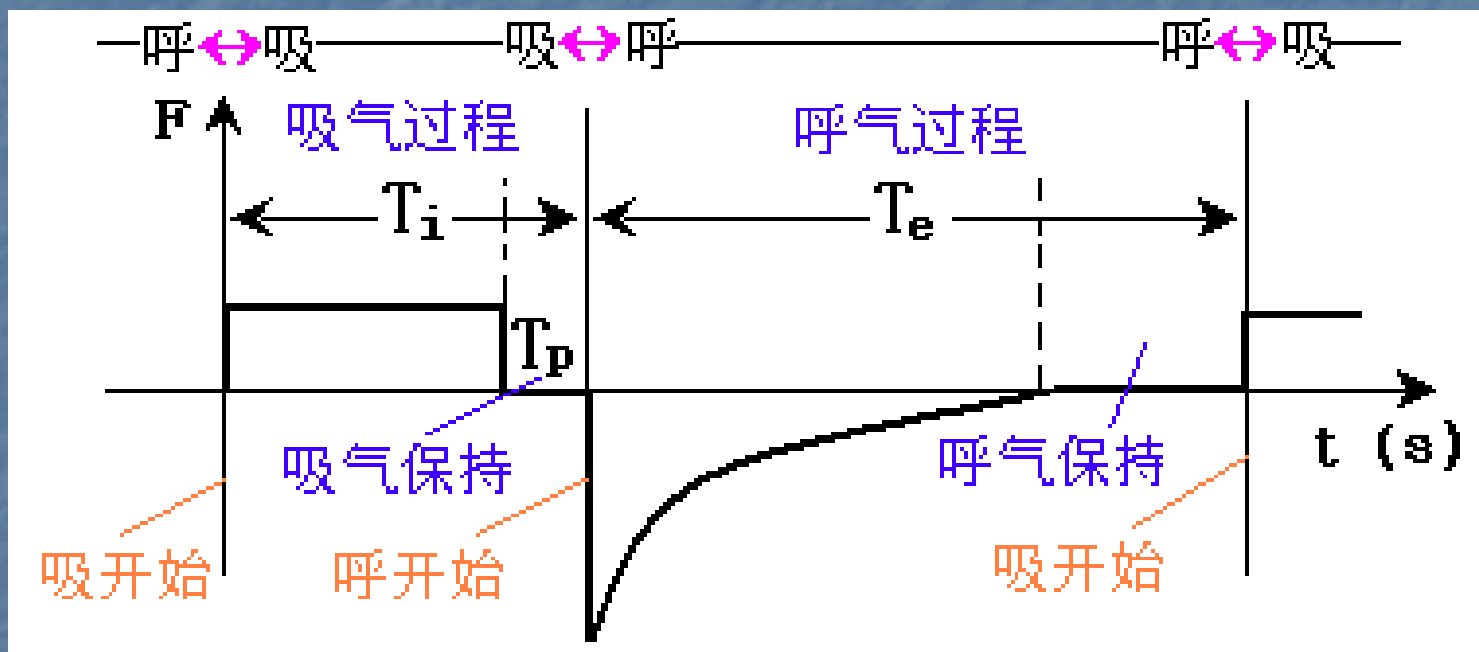
- 按机器的功能

 - 急救、麻醉、治疗、家用、高频振荡、喷射。

通气模式的定义及特点

——临床常用的基本通气模式

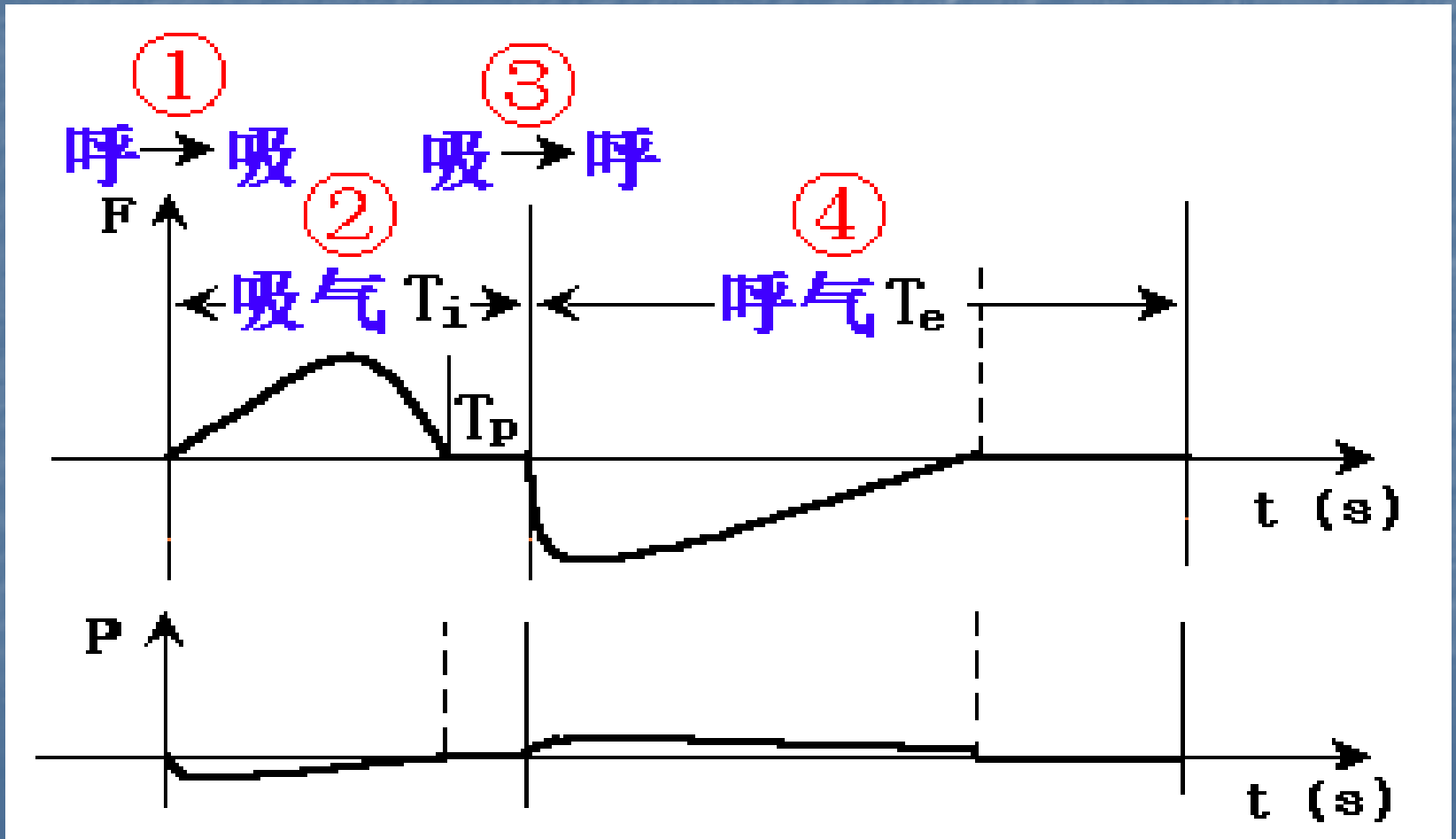
机械通气吸、呼切换状态分析



■ 两个 “开始、转换或切换”

■ 两个 “相或过程内含保持”

正压通气和生理性呼吸的区别与联系



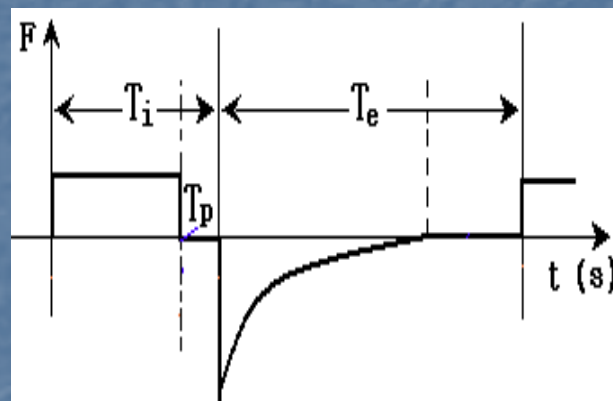
主要物理量和参数

- 时间量及参数
- 气体流量及参数
- 气道压力及参数
- 温度、湿度参数

需要非常清楚地了解各参数的物理涵义及其作用或影响。

时间参数及其符号

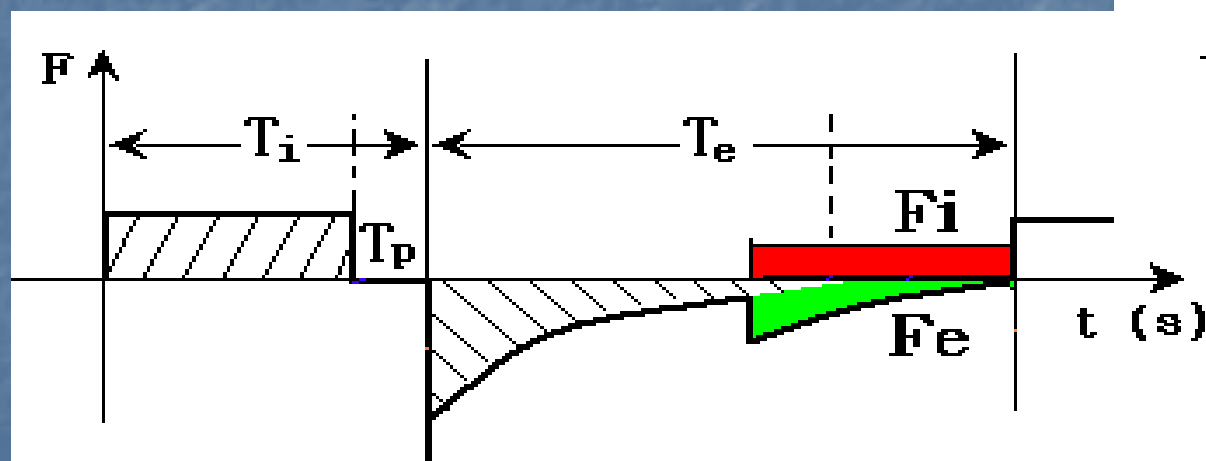
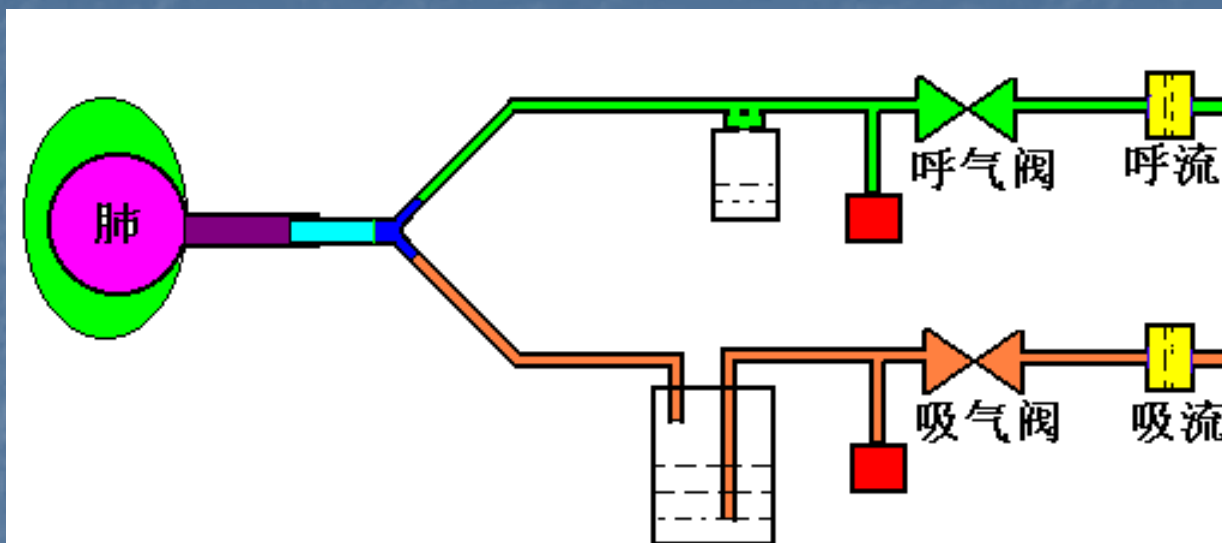
- (1) 通气频率 (f : 0~120) bpm
 - (2) 吸呼比 (I : E = T_i : T_e)
 - (3) 吸气时间 T_i (s) 、 T_{rise} (s)
 - (4) 呼气时间 T_e (s)
 - (5) 屏气时间 T_p (s) 是吸气时间的一部份，
通常设定为T的10%，临床根据病情和呼吸习惯
适当增加或减少。
- 周期: $T = T_i + T_e$, $f = 60s / (T_i + T_e)$ bpm



容量和流量参数及其符号

- (1) 分钟通气量 (MV, L/min) = $V_T \times f$
- (2) 潮气量 (TV/ V_T , ml) = $V_{TI} = V_{TE} = \int F \cdot dt$
- (3) 吸气流量 (F, l/s), 是一个动态参数,
峰值流速 F_{peak} : 影响吸呼比和吸气波形
- (4) 叹气/深吸气 Sign: 1.5或2倍的 V_T /100次
- (5) 流量触发灵敏度 (F_T , L/min), 包括吸气和呼气触发灵敏度 (需高速动态阀)

吸气流量触发灵敏度



$$F_i - F_e = \Delta F = ? \text{ L/min}$$

压力参数及其符号

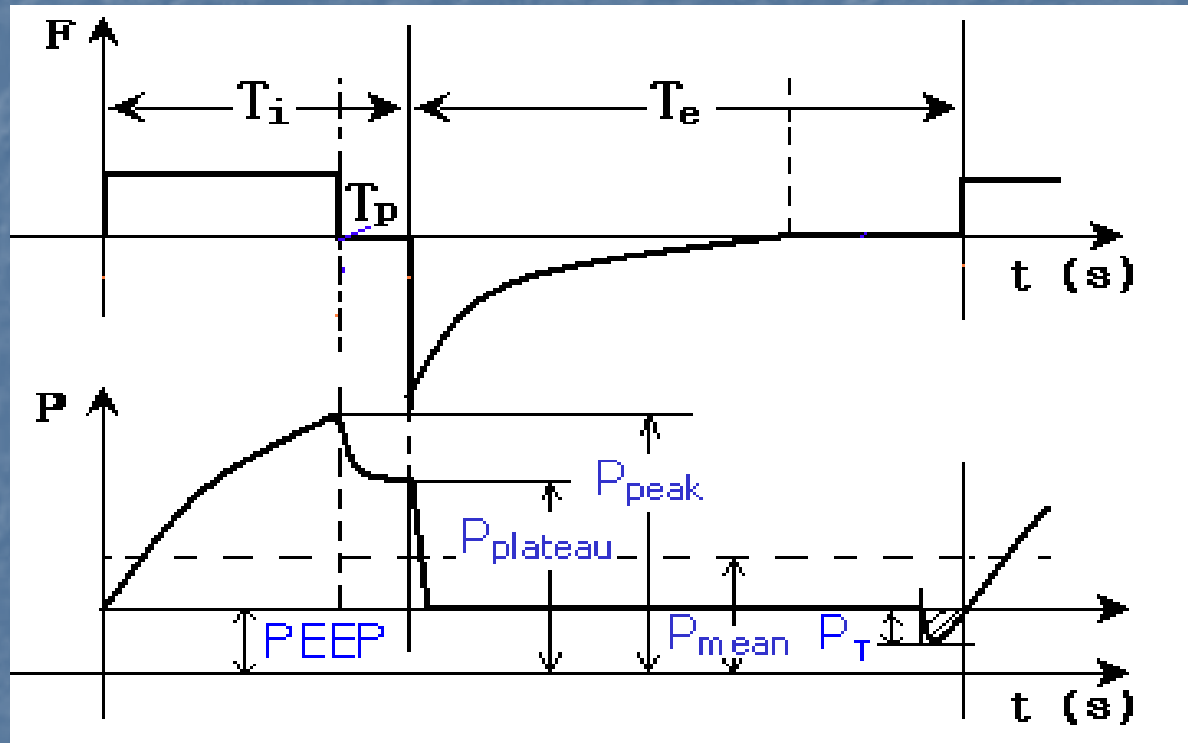
- (1) 气道压力 (Airway Pressure, $P_{\text{air}}/P_{\text{lung}}$ 不一致) 是一个动态物理参数, 波形、光柱:

P_{peak} , P_{plateau} , P_{mean} (cmH₂O或kPa)

- (2) 吸气压力水平 ($P_{\text{i-Level}}$: 0~10kPa)?
- (3) 呼气末正压 (PEEP: 0.1 kPa~3kPa)
- (4) 吸、呼压力触发灵敏度 (P_{T} : -2kPa~+2kPa)
- (5) 呼吸机的工作压力、气源压力。

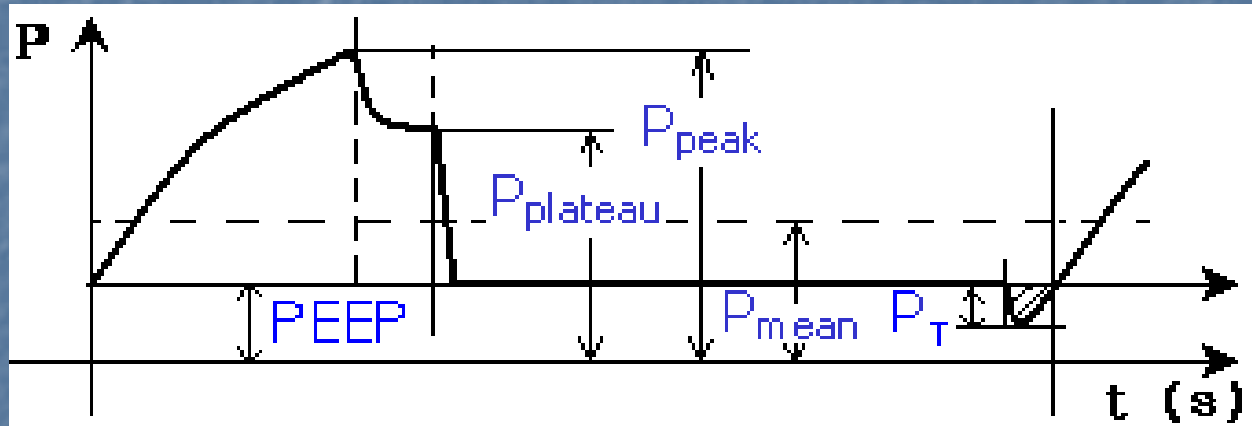
低压: (60~70) cmH₂O 高压: >120kPa

压力参数及压力触发灵敏度



- 触发压力 $P = PEEP - P_T$
- 呼吸做功 $W = \Delta S + S_C$

气道阻力和顺应性



■ 静态气道阻力

$$R_L = (P_{\text{peak}} - P_{\text{plateau}}) / \text{flow} \quad \text{cmH}_2\text{O}/\text{L}/\text{s}$$

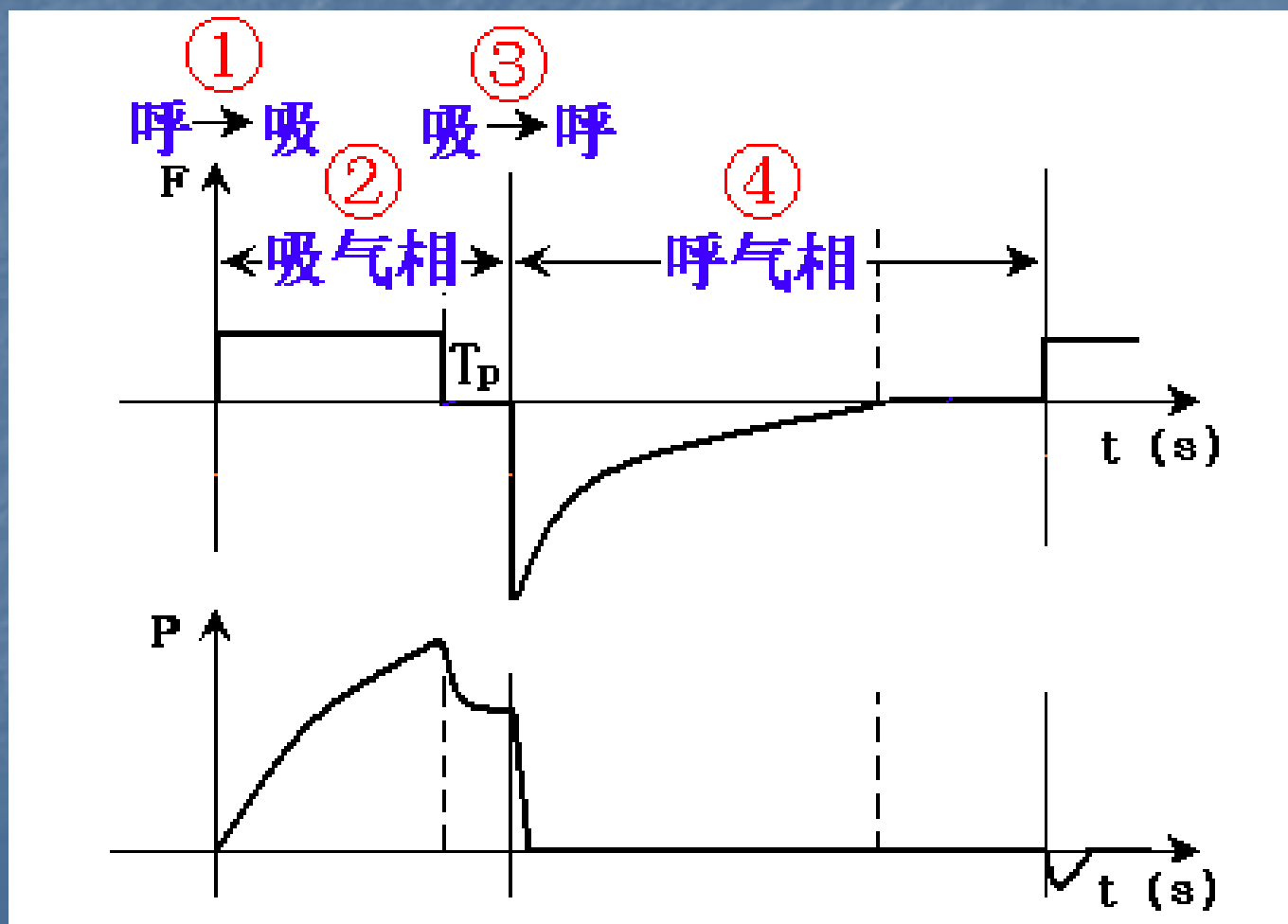
■ 静态顺应性

$$C_L = V_T / (P_{\text{plateau}} - \text{PEEP}) \quad \text{L}/\text{cmH}_2\text{O}$$

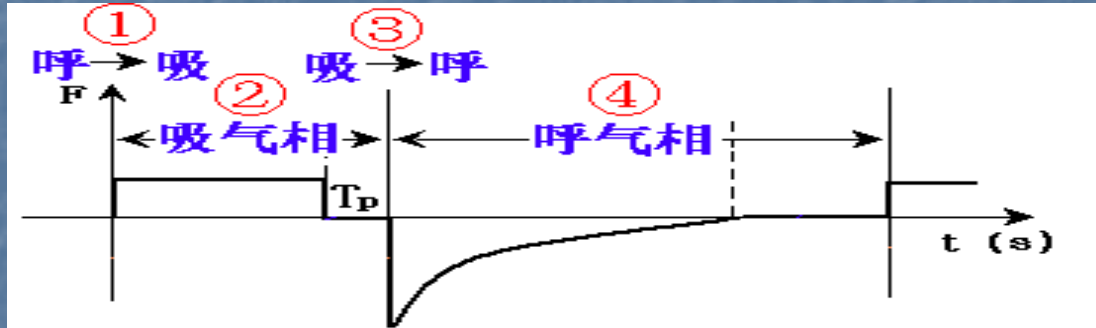
常见通气模式解析（处方）

- 用呼吸机的目的就是以一种适宜的方式对病人的肺进行有效通气，既保障病人生命需要，又要尽可能地减少并发症，而且还要安全、舒适。
- 重复进行机械通气的時間间隔叫机械通气周期, T。
- 一次吸气开始到下一次吸气开始的时间间隔为一个机械通气周期。
- 一个机械通气周期又可分解为四个状态或四个相，即：呼切换到吸、吸气相、吸切换到呼和呼气相。

机械通气的四个相（状态）



第一相——呼气切换到吸气



基于第一相定义和设计通气模式，根据吸气初始化条件或人机关系的不同，可分为：

- **控制模式** Control Mode Ventilation, CMV/VCV/PCV
辅助控制模式 (Assist-Control Mode, A/C)
- **同步间歇指令通气** (Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation, SIMV)

第一相——呼气切换到吸气

- 压力支持 (Pressure Support Ventilator, PSV)
- 持续气道正压 (Continuous Positive Airway Pressure, CPAP)

在呼气切换到吸气时，如果切换或触发的条件是流量就叫流量触发，是压力就叫压力触发，控制通气可以看作时间触发。

容量控制VCV

- F—t和 P—t曲线:

- VCV设定

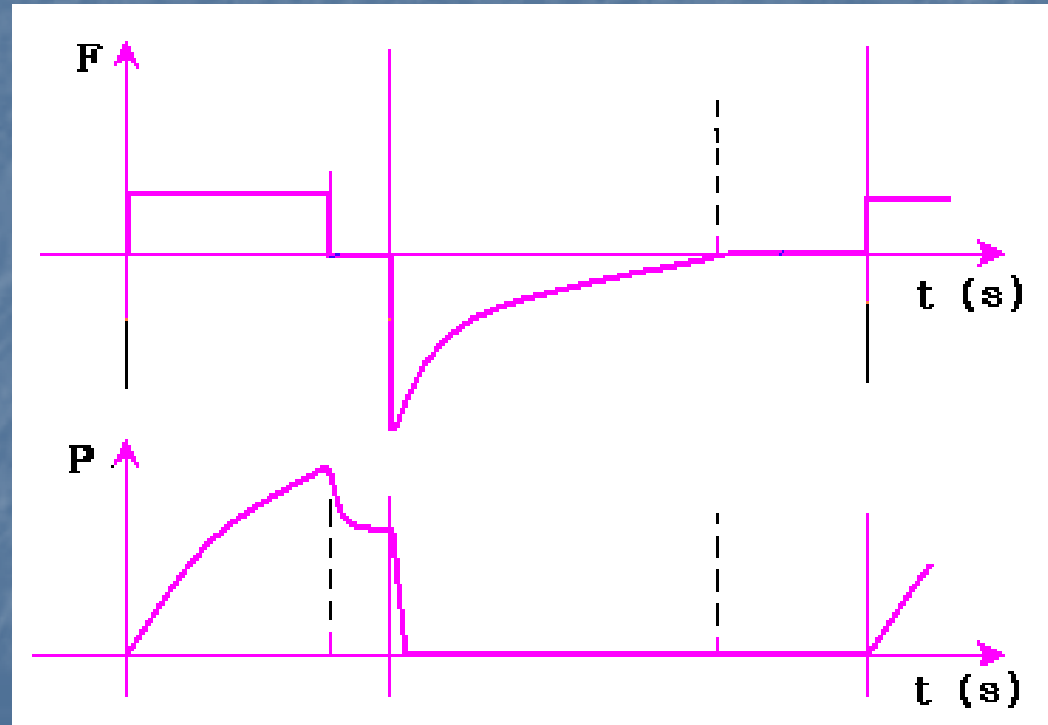
定容: $V_T / MV = ?$

- 时间: f 、 T_i 、 T_e

T_{rise} 、 T_p 、 $I:E = ?$

- 压力: $P_{max} = ?$

$P_T / F_T = ?$



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/347024014025006103>