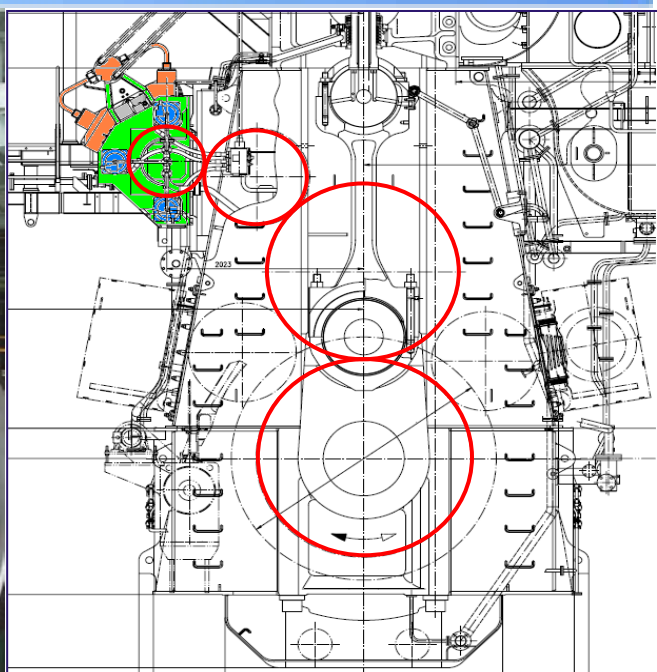




船舶柴油机构造与原理

4.3 柴油机废气涡轮增压

问题：如何提高船舶柴油机的有效功率？

$$P_e \propto p_e \cdot D^2 \cdot S \cdot n \cdot i \cdot m$$

方法1：改变柴油机的结构参数；

方法2：提高柴油机的转速；

方法3：提高柴油机的平均有效压力。

1. 基本概念

增压：用提高气缸进气压力的方法，使进入气缸的空气密度增加。

增压比：增压后空气压力和增压前空气压力的比值。用来表示柴油机增压压力的高低，为无因次量(π_b)。

低增压 $\pi_b \leq 1.5$;

中增压 $\pi_b = 1.5 \sim 2.5$;

高增压 $\pi_b = 2.5 \sim 3.5$;

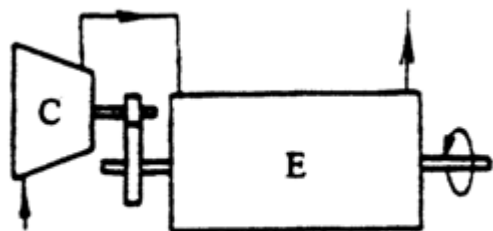
超高增压 $\pi_b > 3.5$ 。

现代船用低速柴油机的 π_b 一般在3.0上下。

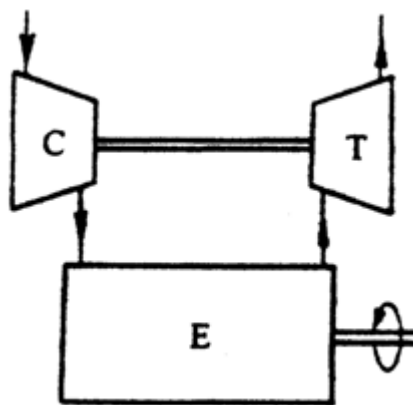
2. 柴油机增压方式

- 增压的核心问题：增加进入气缸的空气压力（密度）。如何才能做到？
- 常用的方法：离心式压气机。
- 如何驱动压气机？

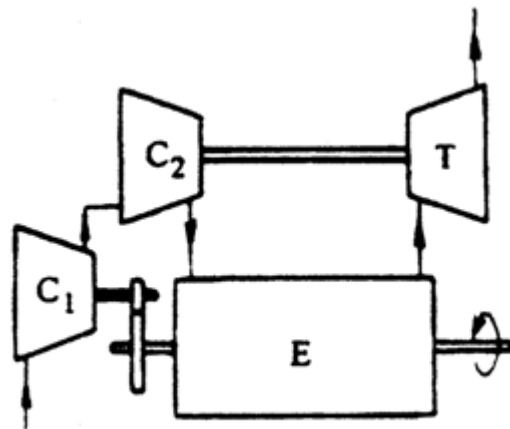
2. 柴油机增压方式



a) 机械增压



b) 废气涡轮增压



c) 复合增压

图片来源：李斌,船舶柴油机, 大连海事大学出版社, 2008.

废气涡轮增压的特点

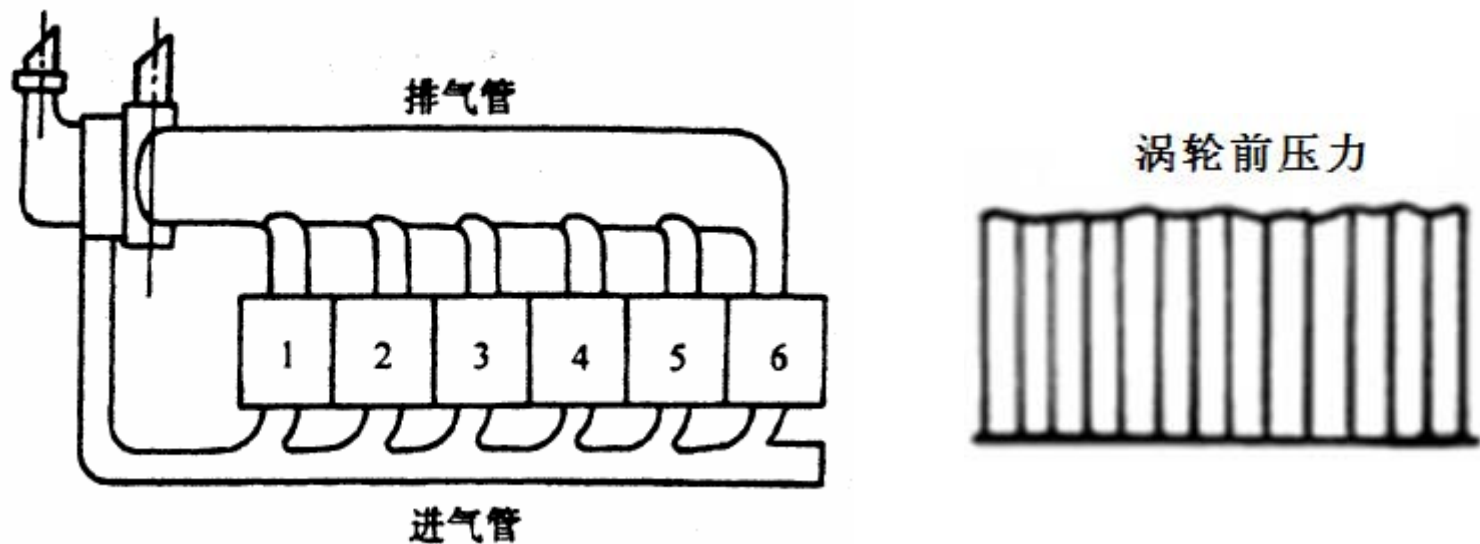
- 动力性：提高柴油机的功率；
- 经济性：由于废气能量的回收能提高了经济性。改善了发动机的热效率，降低燃油消耗率；
- 排放性：排气噪音相对减小,排气颗粒物减少；
- 涡轮增压热负荷问题严重；
- 另外，对大气温度及排气背压较敏感。

3. 柴油机排气的可用能分析

- 根据在废气涡轮中能量的利用情况，通常把废气的能量分成两部分：
- **脉冲能**：废气由缸内压力膨胀到排气管压力的膨胀能 E_1 。
- **定压能**：废气由排气管压力膨胀到大气压力时的膨胀能 E_1 。

4. 废气涡轮增压的两种基本形式

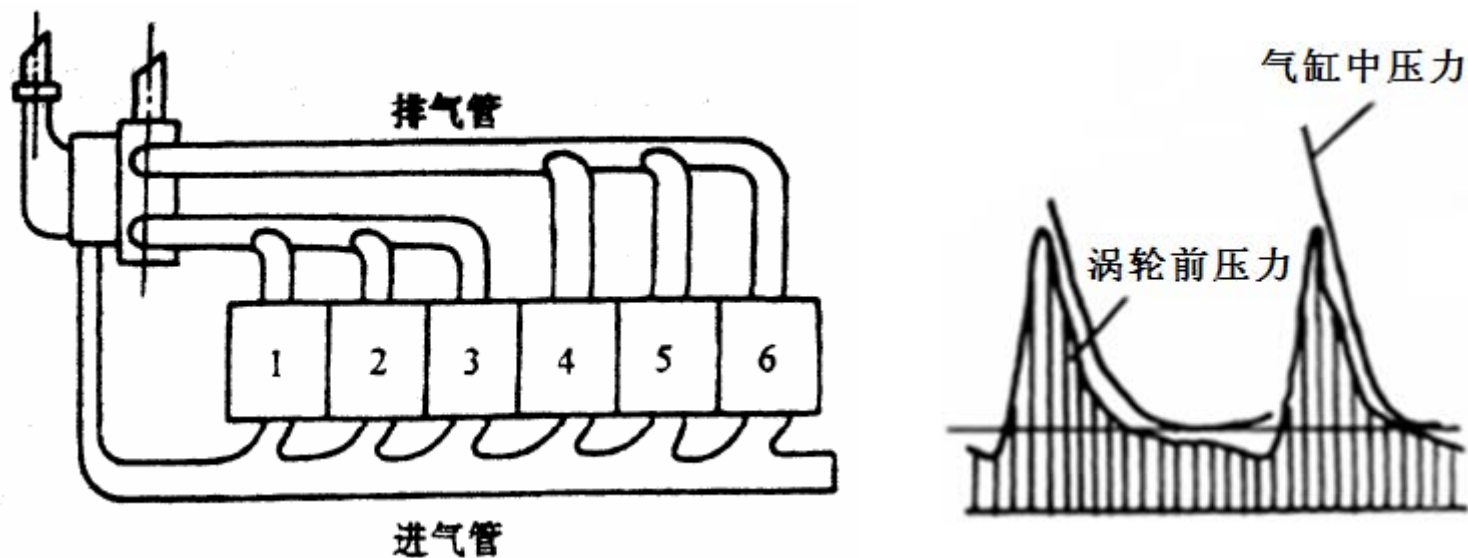
- 定压增压



图片来源：李斌,船舶柴油机, 大连海事大学出版社, 2008.

4. 废气涡轮增压的两种基本形式

- 脉冲增压



图片来源：李斌,船舶柴油机, 大连海事大学出版社, 2008.

4. 废气涡轮增压的两种基本形式

- 脉冲增压排气管分组
- 目的：避免同组内各缸的排、扫气过程互相干扰。
- 二冲程柴油机排气间隔（即发火间隔）为 120° 曲轴转角。这样，同一组的最多允许气缸数为

$$i=360/120=3$$

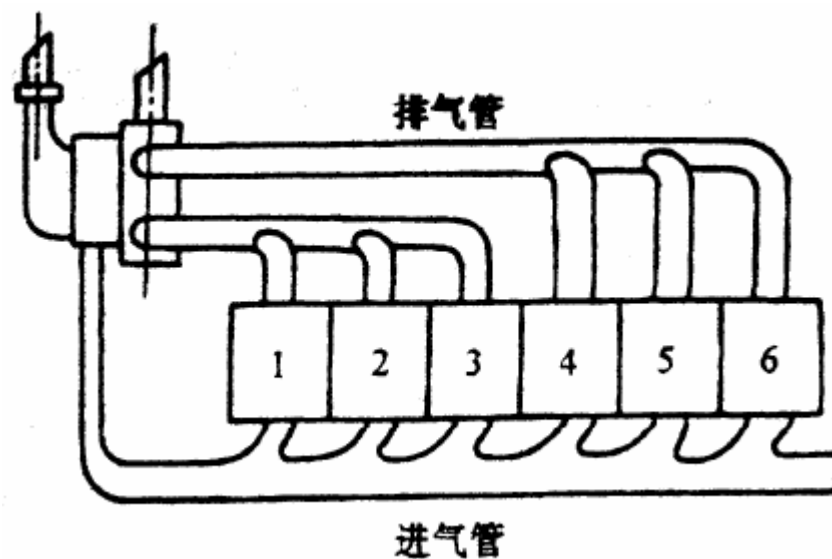
4. 废气涡轮增压的两种基本形式

- 脉冲增压排气管分组
- 四冲程柴油机排气间隔（即发火间隔）为 240° 曲轴转角，同一组的最多允许气缸数为
$$i=720/240=3$$

4. 废气涡轮增压的两种基本形式

- 脉冲增压排气管分组

例如某四冲程六缸柴油机的发火顺序为1—5—3—6—2—4，则
可把1、2、3缸分为一组，4、5、6缸分为另一组。



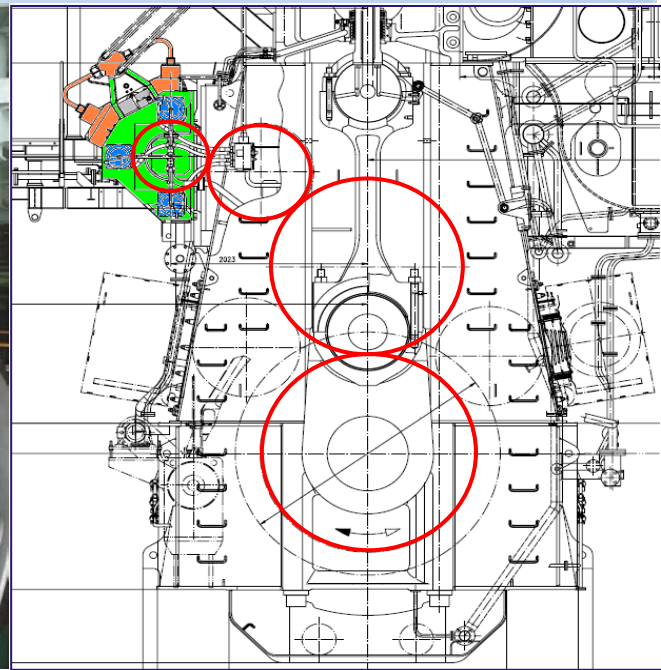
图片来源：李斌,船舶柴油机, 大连海事大学出版社, 2008.

5. 两种系统的比较

- 排气能量的利用—— 脉冲增压系统好
- 涡轮的工作性能 —— 定压增压系统有利
- 增压系统的布置—— 定压增压系统较简单
- 使用管理上的要求—— 定压增压系统较好
- 柴油机的加速性及低负荷性能—— 脉冲增压系统好

5. 两种系统的比较

- 脉冲增压：在低、中增压时，采用脉冲增压可以更多地利用废气能量。虽然在结构、管理、涡轮效率等方面有缺点，但与其优点相比还是属于第二位的。
- 等压增压：随着增压压力的提高，定压能的比例也随之增高，脉冲增压在废气能量利用方面的优势不存在，而在结构、布置、涡轮效率等方面的问题上升为第一位的。因此，在高增压时均采用定压增压。



Thank You !