



### 内容提要

- ✦ 为了使静止的发动机进入工作状态，必须先用外力转动发动机曲轴，使活塞开始上下运动，气缸内吸入可燃混合气，并将其压缩、点燃，体积迅速膨胀产生强大的动力，推动活塞运动并带动曲轴旋转，发动机才能自动地进入工作循环。发动机的曲轴在外力作用下开始转动到发动机自动怠速运转的全过程，称为发动机的启动过程。
- ✦ 完成启动所需要的装置叫起动机。

### 第一节 概述

- ✦ **启动转矩：**
  - 发动机启动时，必须克服气缸内**被压缩气体的阻力**和发动机本身及其附件内相对运动的**零件之间的摩擦阻力**，克服这些阻力所需的力矩称为启动转矩。
- ✦ **启动转速：**
  - 能使发动机顺利启动所必需的曲轴转速，称为启动转速。

- ✦ **车用汽油机：**
  - 在温度为0~20℃时，最低启动转速一般为**30~40r/min**。在更低的温度下迅速启动，要求启动转速不低于**50~70r/min**。
- ✦ **车用柴油机：**
  - 为了防止气缸漏气和热量散失过多，保证压缩终了时气缸内有足够的压力和温度，还要保证喷油泵能建立起足够的喷油压力，使气缸内形成足够强的空气涡流，要求的启动转速较高，可达**150~300r/min**，否则柴油雾化不良，混合气质量不好，发动机启动困难。此外，柴油发动机的压缩比较汽油机大，因此启动转矩也大，所以启动柴油发动机所需要的起动机功率也比汽油机大。

### 1.1 启动方式

- ✦ 1) 人力启动
- ✦ 2) 辅助汽油机启动
- ✦ 3) 电力起动机启动

### 1.2 启动预热

- ✦ 在寒冷地区和严寒季节启动发动机时，由于
  - 机油粘度增高，
  - 启动阻力矩增大，
  - 同时燃料汽化不良，
  - 蓄电池内阻增加，
- ✦ 启动性能变坏，使发动机启动困难。为此，在冬季启动时应设法将
  - 进气
  - 润滑油
  - 冷却水
- ✦ 加以预热。启动预热装置有
  - 进气预热装置
  - 电热塞
  - 启动液喷射装置
  - 启动减压装置

### 1. 进气预热装置

- 为了改善发动机的起动性能，一些化油器式发动机的**进气管道上**装有进气预热装置，它在进气温度或冷却水的温度低于一定值时通电，使进气管中的空气**迅速加热**，以利于发动机起动和混合气燃烧。进气预热装置一般由电混合气预热器、进气预热温控开关、进气预热继电器等组成。



进气预热装置

wt55pub@scau.edu.cn

### 1.2 起动预热

中、小功率柴油发动机常用冷起动预热装置的进气预热器。

- 起动发动机时，接通预热器开关后，电热丝通电温度升高并将阀体加热。阀体受热伸长并带动阀芯下移，其锥形端离开进油孔。燃油流入阀体内腔因受热而汽化，从阀体内腔喷出，并被炽热的电热丝点燃生成火焰喷入进气管道，使进气得到预热。切断预热开关时，电热丝断电，阀体温度降低而收缩，阀芯上移使锥形端堵住进油孔，火焰熄灭而停止预热。



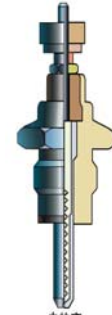
进气预热器

wt55pub@scau.edu.cn

### 1.2 起动预热

#### 2. 电热塞

- 采用涡流室式或预燃室式燃烧室的柴油发动机，由于燃烧室表面积大，在压缩行程中的热量损失较直接喷射式大，更难以起动。
- 为此，在涡流室式或预燃室式柴油机的**燃烧室中**可以安装预热塞，在起动时**对燃烧室内的空气加以预热**。每缸一个电热塞，每个电热塞的中心螺杆并联与电源相接。发动机起动前首先接通电热塞的电路，电阻丝通电后迅速将发热体钢套加热到红热状态，使气缸内的空气温度升高，从而可提高压缩终了时的温度，使喷入气缸的柴油容易着火。

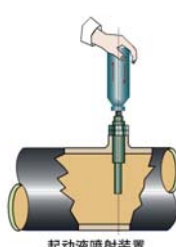


电热塞

wt55pub@scau.edu.cn

#### 3. 起动液喷射装置

- 它主要用于某些柴油发动机的起动预热。
- 喷嘴安装在发动机进气管上，起动液喷射罐内充有压缩气体氮气和乙醚、丙酮、石油醚等易燃燃料。当低温起动柴油发动机时，将喷射罐倒置，罐口对准喷嘴上的管口，轻压起动液喷射罐，打开其端口上的单向阀，起动液即通过单向阀、喷嘴喷入发动机进气管，并随着吸入进气管道的空气一起进入燃烧室。由于起动液是易燃燃料，可以在较低的温度下迅速着火，点燃喷入燃烧室内的柴油。



起动液喷射装置

wt55pub@scau.edu.cn

#### 4. 起动减压装置

- 采用降低起动转矩、提高起动转速的方法来改善柴油机的起动性能。
- 起动发动机时，将转换手柄转到减压位置，调整螺钉转动，微微顶开气门（气门一般压下1-1.25mm）以降低压缩行程的初始阻力，使起动机转动曲轴的阻力减小。此后，将手柄扳回原位，发动机即可顺利起动。



起动减压装置

wt55pub@scau.edu.cn

### 第二节 起动机

电力起动机简称起动机，由直流电动机、传动机构、控制机构等组成



控制机构  
直流电动机  
传动机构

wt55pub@scau.edu.cn

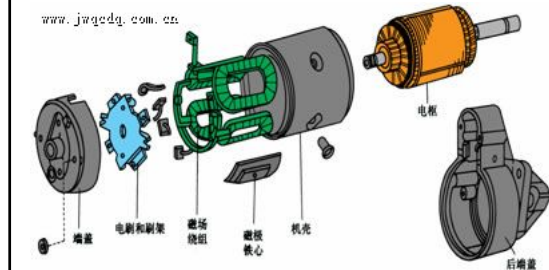
## 第二节 起动机

### 一、直流电动机

- 直流电动机在直流电压的作用下，产生旋转力矩。接通起动开关起动发动机时，电动机轴旋转，并通过驱动齿轮和飞轮的环齿驱动发动机曲轴旋转，使发动机起动。磁极是直流电动机的定子部分，用来产生电动机运转所必须的磁场，它由磁极铁心、安装在铁心上的励磁绕组及机壳组成

wt55pub@scau.edu.cn

## 第二节 起动机



wt55pub@scau.edu.cn

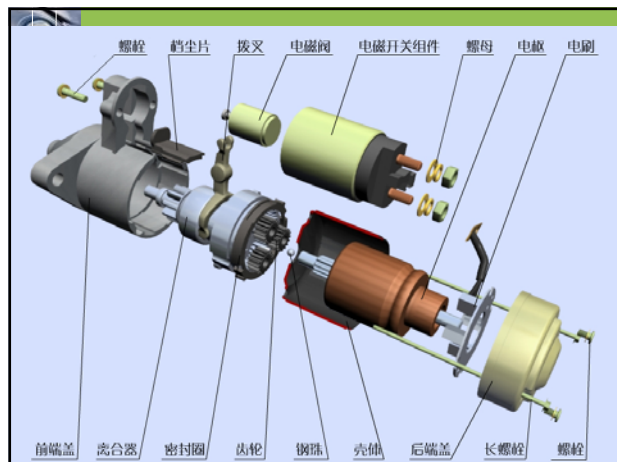
## 第二节 起动机

### 二、起动机的传动机构

#### 1. 传动机构的作用

- 起动机的传动机构安装在电动机电枢的延长轴上，用来在起动发动机时，将驱动齿轮与电枢轴联成一体，使发动机起动。发动机起动后，飞轮转速提高，它将带着驱动齿轮高速旋转，会使电枢轴因超速旋转而损坏，因此，在发动机起动后，驱动齿轮的转速超过电枢轴的正常转速时，传动机构应使驱动齿轮与电枢轴自动脱开，防止电动机超速。为此，起动机的传动机构中必须具有**超速保护装置**。

wt55pub@scau.edu.cn



## 第二节 起动机

### 2. 传动机构的类型

- 1) 惯性啮合式传动机构
  - 这种起动机工作可靠，现代汽车已很少使用
- 2) 电枢移动式啮合机构
  - 这种起动机结构复杂，仅用于一些大功率柴油车上
- 3) 强制啮合式传动机构
  - 这种起动机结构简单、工作可靠、操作方便，所以被现代汽车广泛采用

wt55pub@scau.edu.cn

## 第二节 起动机

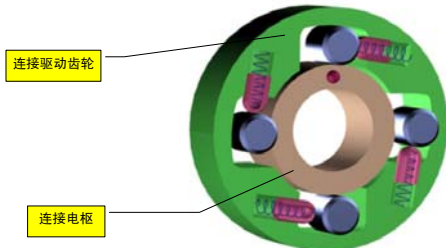
### 3. 超速保护装置

- 超速保护装置是起动机驱动齿轮与电枢轴之间的离合机构，也称为**单向离合器**。常用的单向离合器有
  - 滚柱式
  - 弹簧式
  - 摩擦片式
- 等多种形式。

wt55pub@scau.edu.cn

第二节 起动机

1) 滚柱式单向离合器  
 电枢-内座圈-滚柱-外座圈-驱动齿轮



连接驱动齿轮

连接电枢

wt30pub@scau.edu.cn

第二节 起动机

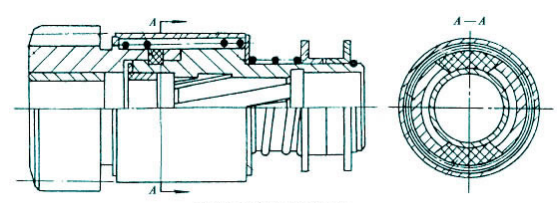


滚柱式离合机构

wt55pub@scau.edu.cn

第二节 起动机

2) 弹簧式单向离合器  
 实现起动的一种方式，到实验室看结构



弹簧式单向离合器

wt55pub@scau.edu.cn

第二节 起动机

3) 摩擦片式单向离合器  
 实现起动的一种方式，到实验室看结构



摩擦片式单向离合器

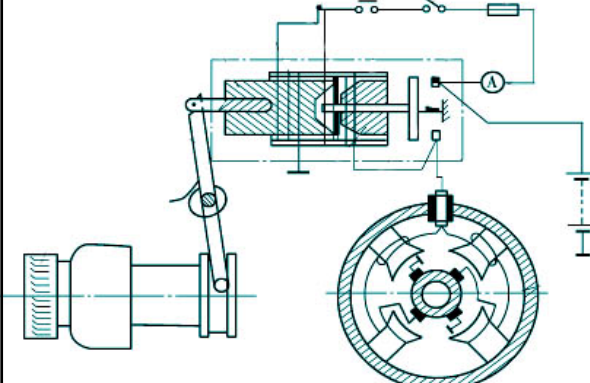
wt55pub@scau.edu.cn

第二节 起动机

三、起动机的控制机构  
 起动机的控制机构也称为操纵机构

- 作用：
  - 控制起动机主电路的通、断
  - 驱动齿轮的移出和退回
- 起动机的控制机构分为
  - 直接操纵式
    - 检修方便，且不消耗电能，有利于提高起动转速。但驾驶人的劳动强度大，不易远距离操纵，所以目前已很少应用
  - 电磁操纵式

wt55pub@scau.edu.cn



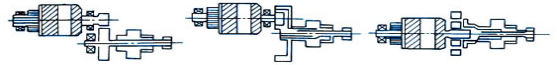
电磁操纵式控制机构结构示意图

此外，为了在起动发动机时，曲轴能获得足够的起动转矩和必要的起动转速，使发动机能迅速可靠地起动，除选用足够功率的起动机和简单可靠的控制电路外，还必须正确选择驱动齿轮和飞轮齿圈的齿数，以获得适当的传动比，该传动比一般为10~15。

wt55pub@scau.edu.cn

### 第三节 减速起动机和永磁起动机

- 一、减速起动机
- 在起动机的主轴与驱动齿轮之间装有齿轮减速器的起动机，称为减速起动机。
- 在起动机中采用高速、低转矩的直流电动机时，在电动机的电枢轴与驱动齿轮之间安装齿轮减速器，可以在降低电动机转速的同时提高其转矩。减速起动机齿轮减速器有外啮合式、内啮合式、行星齿轮式等三种不同形式。

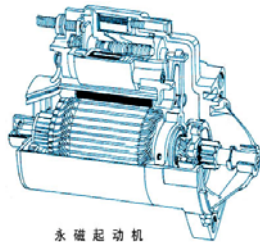


减速起动机三种形式

wt55pub@scau.edu.cn

### 二、永磁起动机

以永磁材料作为磁极的起动机，称为永磁起动机。它取消了传统起动机中的励磁绕组和磁极铁心，使起动机结构简化，体积和质量大大减小，可靠性提高，并节省了金属材料。

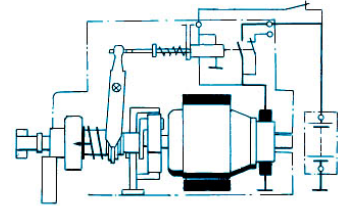


永磁起动机

wt55pub@scau.edu.cn

### 三、永磁减速起动机

采用高速低转矩的永磁电动机，并在驱动齿轮与电枢轴之间安装齿轮减速器的起动机，称为永磁减速起动机。永磁减速起动机体积和质量可以进一步减小，目前已得到广泛应用。



永磁减速起动机

wt55pub@scau.edu.cn

Thank You !

wt55pub@scau.edu.cn