

**本科毕业设计（论文）**

**题目：** 并联式混合动力汽车总体设计

学 院： 国际学院

专 业： 机械设计制造及其自动化

学 生 姓 名： 詹宇

学 号： 631326110109

指 导 教 师： 罗召霞

评 阅 教 师：

完 成 时 间： 2017年5月20日

重庆交通大学

CHONGQING JIAOTONG UNIVERSITY

**本科毕业设计（论文）原创性声明**

本人郑重声明：所提交的毕业设计（论文），是本人在导师指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已注明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。对本文研究做出过重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。

本人完全意识到本声明的法律后果由本人承担。

作者签名（亲笔）： 年 月 日

-------------------------------------------------------------------------------------------------

**本科毕业设计（论文）版权使用授权书**

本毕业设计（论文）作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，本科生在校攻读期间毕业设计（论文）工作的知识产权单位属重庆交通大学，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅；本人授权重庆交通大学可以将毕业设计（论文）的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编毕业设计（论文）。

作者签名（亲笔）： 年 月 日

导师签名（亲笔）： 年 月 日

# 摘 要

随着化石能源日益枯竭和污染问题，新能源汽车将取代传统燃料汽车以降低油耗和污染排放。但是因为短期内技术尚未能取得突破性进展，所以过渡方案是采用更加符合市场需求的混合动力汽车，本文将主要围绕并联式混合动力汽车的优势进行总体布置设计。

混合动力汽车是采用先进的控制技术的化石燃料能源汽车与电动汽车的结合，具备了两者的优点。其中，并联式混合动力汽车采用的并联式混合动力系统拥有两个独立驱动类型，即传统发动机驱动和电机驱动系统。驱动力可由这两个系统分别或共同提供。当同时提供驱动力时，动力的流向为并联，故名并联式混合动力汽车。

并联式混合动力汽车总体设计的主要内容是：设计参数的的选定，驱动系统的设计，电机、电机控制器、变速器、发动机、主减速器的选定，总体布置设计。

关键词**：** 并联式；混合动力汽车；总体布置设计；参数设计

**General design of parallel hybrid electric vehicle**

# Abstract

With the increasing depletion of fossil fuels and pollution, new energy vehicles will replace the traditional fuel vehicles to reduce fuel consumption and pollution emissions. But because of the short term is still not a breakthrough, so the transition program is used more in line with the hybrid car market demand, this paper will mainly focus on the parallel hybrid vehicle the advantages of general layout design.

Hybrid electric vehicle is a combination of fossil fuel energy vehicles and electric vehicles with advanced control technology. Among them, the parallel hybrid electric vehicle adopts the parallel hybrid power system which has two independent driving types, namely the traditional engine drive and the motor drive system. The driving force can be provided by the two systems respectively or jointly. When the driving force is provided at the same time, the flow direction of the power is parallel.

The main contents of the overall design of parallel hybrid electric vehicle is: the selected design parameters, the design of drive system, motor, motor controller, engine, gearbox, reducer selection, layout design.

**Key Words：Parallel；Hybrid Vehicle；General layout design；Parameter design**

目 录

摘 要 II

Abstract III

1 设计选型 1

1.1 基本要求 1

1.2 参数要求 1

1.3 主要考虑特性 1

1.4 车型确定 2

1.5 轴数选择 3

1.6 布置形式选择 3

1.7 车身形式 4

2 主要参数及尺寸的确定 4

2.1 轴距及轮距 4

2.2 轮廓尺寸 5

2.3 前悬LF和后悬LR 5

2.4 最小离地间距 5

2.5 轴荷分配和质心计算 5

2.6 发动机主要性能指标计算 6

2.7 变速器的档位数和传动比 7

3 并联式驱动系统设计 7

3.1 原理 7

3.2 特点 8

3.3 转矩耦合和转速耦合 8

4 汽车总成设计 9

4.1 发动机和电动机系统 9

4.2 车身系统 9

4.3 传动系统 9

4.4 底盘系统 10

4.5 电器系统 10

5 运动校核 10

致 谢 12

参 考 文 献 13

附录A 14

# 设计选型

## 基本要求

1. 汽车外轮廓尺寸应符合GB1589-89的外轮廓尺寸限界规定
2. 轴荷分布合理，并符合相关公路法规限定要求
3. 汽车各项性能满足任务书中的指标
4. 进行运动学方面的较核，确保汽车正确的运动
5. 拆装和维修方便

## 参数要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 参数值 | | 参数 | |
| 质量参数 | 整备质量(kg) | | 1486 |
| 最大总质量(kg) | | 1866 |
| 性能参数 | 最高车速(km/h) | | 150 |
| 最大爬坡度(%) | | 30% |
| 0-100km/h加速时间 | | 13s |
| 总成参数 | 最大功率(Kw) | | 105 |
| 最大扭矩(N.m) | | 165 |
| 最高档速比 | | 0.8 |
| 主减速比 | | 4.286 |

## 主要考虑特性

### 动力性

汽车的动力性主要由三个方面的指标来评定：

1. 最高车速：

指汽车在规定载重质量条件下，在良好水平路面上能达到的最高行驶速度。

1. 加速能力：

指汽车在各种使用条件下迅速增加汽车行驶速度的能力。加速过程中加速用的时间越短、加速度越大和加速距离越短的汽车，加速性能就越好。

1. 上坡能力：

上坡能力用汽车满载时以最低挡位在坚硬路面上等速行驶所能克服的最大坡度来表示，称为最大爬坡度。它表示汽车最大牵引力的大小。不同类型的汽车对上述三项指标要求各有不同。轿车与客车偏重于最高车速和加速能力，载重汽车和越野汽车对最大爬坡度要求较严。但不论何种汽车，为在公路上能正常行驶，必须具备一定的平均速度和加速能力

### 燃油经济性

混合动力汽车燃油经济性体现在加速和减速较频繁的场合，采用不同的控制策略可以降低油耗，而长时间匀速行驶时效果不明显。影响因素有：发动机热效率、传动系统、造型影响、控制策略。

### 制动性能

汽车行驶时能在短时间内停车且维持行驶方向稳定性和在下长坡时能维持一定车速的能力，称为汽车的制动性，是汽车的主要性能之一。

### 动力性能

汽车的动力性指标主要由最高车速、加速能力和最大爬坡度来表示，是汽车使用性能中最基本的和最重要的性能。

### 通过性

汽车在一定的载质量下能以较高的平均速度通过各种坏路及无路地带和克服各种障碍物的能力，称之为汽车的通过性。各种汽车的通过能力是不一样的。轿车和客车由于经常在市内行驶。通过能力就差。而越野汽车、军用车辆、自卸汽车和载货汽车，就必须有较强的通过能力。

### 稳定性

汽车的稳定性是汽车在受到外界扰动后恢复原来运动状态的能力，以及抵御发生倾覆和侧滑的能力。对于汽车来说，侧向稳定性尤为重要。当汽车在横向坡道上行驶。转弯以及受其他侧向力时，容易发生侧滑或者侧翻。汽车重心的高度越低，稳定性越好。合适的前轮定位角度使汽车具有自动回正和保持直线行驶的能力，提高了汽车直线行驶的稳定性。如果装载超高、超载，转弯时车速过快，横向坡道角过大以及偏载等，容易造成汽车侧滑及侧翻。

## 车型确定

常见汽车按最大总质量分类（GB3730.1-1988）：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 汽车类型 | 微型 | 轻型 | 中型 | 重型 |
| 厂定汽车最大总质量/t | ≤1.8 | >1.8~6 | >6~14 | >14 |

此处应为轻型汽车

## 轴数选择

常见轴数通常有二轴、三轴、四轴。轿车、轻型及以下的车辆均采用二轴型式，中型及以上的汽车多采用三轴，少数采用四轴。

结合参数要求，此处采用二轴。

## 布置形式选择

现在的乘用车的布置形式主要有：前置前驱、前置后驱、前置四驱、中置后驱、中置四驱、后置后驱、后置四驱。

### 前置前驱

大多数轿车上比较流行的驱动方式，但货车和大客车基本不采用。主要用于2.5L以下乘用车。布局一般是将发动机横置，与设计紧凑的变速驱动桥相连。优点主要为结构紧凑、空间利用率高、动力传递效率高、稳定性好。缺点主要为前轮负荷小牵引力下降、前桥复杂成本高、前端驱动需要等速转向节工艺复杂。

### 前置后驱

较传统的驱动方式，国内外大多数货车、部分轿车和客车采用，小型车较少采用。优点主要为驱动轮牵引性能好、轴荷分配较均匀、操作机构布置简单、转向机构结构简单。缺点主要为传动轴影响燃油经济性、驾驶室空间小，影响舒适性。

### 前置四驱

多用于高性能轿车或越野车，暂不考虑。

### 中置后驱

多用于高性能跑车和超级跑车，暂不考虑。

### 中置四驱

多用于高性能跑车和超级跑车，暂不考虑。

### 后置后驱

目前大、中型客车比较流行的形式。应用在乘用车上几乎没有优点，暂不考虑。

### 后置四驱

较少车型采用。应用在乘用车上几乎没有优点，暂不考虑。

考虑到本车整备质量较轻，且需要电机与发动机为并联式，故初步拟定采用4x2前置前驱类型

## 车身形式

轿车车身是由发动机舱、客厢和行李箱三部分组成。轿车车身的基本形式有折背式、直背式和舱背式三种。三种基本车身形式的主要区别表现在车身顶盖与车身后部形状之间的关系上的差别。

折背式车身有明显的发动机舱、客厢和行李箱，且车身顶盖与车身后部呈折线连接。

直背式车身流线型好，有利于降低空气阻力系数和使行李箱容积增大。

舱背式轿车车身的顶盖比折背式长，同时后窗与后行李箱盖形成一个整体的后部车门，一般情况下行李箱容积小。发动机排量在1.0L以下的轿车，以舱背式为主；发动机排量在1.0-4.0L时，三种都有；发动机排量大于4.0L式，基本采用折背式车身。

# 主要参数及尺寸的确定

## 轴距及轮距

部分汽车的轴距和轮距：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 车型 | 类别 | 轴距L／mm | 轮距B／mm |
| 轿车 | 微型 | 2000-2200 | 1100-1380 |
| 普通 | 2100-2540 | 1150-1500 |
| 中级 | 2500-2860 | 1300-1500 |
| 中、高级 | 2850-3400 | 1400-1580 |
| 高级 | 2900-3900 | 1560-1620 |
| 4x2货车 | 微型 | 1700-2900 | 1150-1350 |
| 轻型 | 2300-3600 | 1300-1650 |
| 中型 | 3600-5500 | 1700-2000 |
| 重型 | 4500-5600 | 1840-2000 |

轴距L的选择要考虑它对整车其它尺寸参数、质量参数和使用性能的影响。在满足所设计的汽车的车厢尺寸、轴荷分配、主要性能和整体布置等要求的前提下，将轴距设计得短一些比较好。结合选定的车型，此处初步选定轴距L为2100-2540，轮距B为1150-1500。其中，轴距L取2500mm。

根据 B=kL ，其中k为系数，对于微型轿车，k=0.55～0.64，对于其它轿车，k=0.5~0.54。

计算得轮距B取1300mm。

## 轮廓尺寸

汽车的轮廓尺寸包括其总长、总宽、总高，它应根据汽车的类型、用途、承载量、道路条件、结构选型以及相关法律法规确定。

根据《汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值》（GB1589-2016）中的要求，二轴客车最大车长、车宽、车高分别为12000、2500、4000，单位：mm。

通常轿车的轴距约为总长的54%～60%，车长取4200。

轮距B和车宽W之间的关系为：B=3/4 W + 100(±80)，故车宽W约取1600mm。

结合车高和车宽，根据一些常见车辆尺寸，车高初步拟定为1300。

## 前悬LF和后悬LR

汽车的前悬LF和后悬LR尺寸由总布置后确定。前、后悬过长时，汽车接近角和离去角都小，影响汽车通过性能。对长头汽车，前悬不能缩短的原因是这段尺寸内要布置保险杠，散热器、风散、发动机等部件。

## 最小离地间距

汽车的最小离地间距，就是在水平面上汽车底盘的最低点与地面的间距，通常单位为毫米（mm），不同车型其离地间距也是不同的，离地间距越大，车辆的通过性就越好。后置驱动类型汽车的离地最低点一般在后轴中央，前置驱动类型汽车一般在前轴。一般轿车的最小离地间隙为100mm~200mm，符合正常道路状况的使用要求。影响轿车总高的因素有底部离地高、地板一下部件高、室内高和车顶造型高度等。

轴间底部离地高应大于最小离地间隙。由座位高、乘员身长和头部及头上部空间构成的室内高一般为1120~1380mm。汽车造型高度在20~40mm范围内变化。

## 轴荷分配和质心计算

轴荷分配时汽车的重要质量参数，对牵引性、通过性、制动性、操控性和稳定性等主要使用性能以及轮胎使用寿命有很大影响。

对于轿车而言，前置前驱满载时的前轴负荷最好在55%以上，以保证爬坡时的附着力。

部分汽车的轴荷分配范围：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 车型 | | 空载 | | 满载 | |
| 前轴 | 后轴 | 前轴 | 后轴 |
| 轿车 | 前置前驱 | 56%～66% | 34%～44% | 47%～60% | 40%～53% |
| 前置后驱 | 50%～55% | 45%～50% | 45～50% | 50%～55% |
| 后置后驱 | 42%～50% | 50%～58% | 40%～45% | 55%～60% |

此处选择 轿车 前置前驱 类型

## 发动机主要性能指标计算

### 最大功率Pe max及相应转速nP

发动机功率越大则汽车动力性越好，但功率过大会使发动机功率利用率降低，燃料经济性下降，动力传动系的质量也要加大，故应通过计算合理选择。

其中，最大功率Pe max可根据下式计算出：

式中 Pe max --- 发动机最大功率，kW;

--- 传动系的传动效率，对于4x2式汽车取 ；

ma --- 汽车总质量，kg；

g --- 重力加速度，m/s2

f --- 滚动阻力系数，对于汽车等高速车辆需考虑车速，并取,约为0.0265；

va max --- 最高车速，km/h；

CD --- 空气阻力系数，轿车取0.4～0.5；

A --- 汽车正面投影面积，m2，对于轿车，可按 计算，其中B为汽车总宽，H为汽车总高，约为1.6224

按式求出Pe max约为54.4 kW，其应为发动机在全负载下测定时得到的最大有效功率，比一般发动机外特性的最大功率低12%～20%。

在整车选型阶段还应对发动机最大功率时转速nP提出要求，因为它不仅影响发动机本身技术指标及使用寿命，还影响整车性能、传动系寿命以及主减速比的选择，轿车汽油机的nP大多为 4000～6000 r/min，取5000r/min。

### 发动机最大转矩Te max及相应转速nT

发动机最大转矩Te max及相应转速nT对汽车动力因素、加速性能及爬坡性能等动力特性有影响。可按下式求发动机的最大转矩Te max(单位为N·m):

式中 --- 发动机的转矩适应系数，汽油机多为1.2~1.35，此处取1.2；

--- 最大功率时的转矩，N·m；

--- 最大功率，kw；

--- 最大功率相应的转速，r/min；

按式求出约为91.64 N·m

发动机最大转矩相应的转速nT通常与nP间的对应关系为nP／nT=1.4~2.0，取1.5

此处nT取3333 r/min

### 发动机适应性系数Φ

发动机适应性系数能表明发动机适应汽车行驶工况的程度，现代发动机的适应性系数值对汽油机Φ=1.4~2.4，与转矩适应系数和转速适应系数nP／nT间的关系为

按式求出Φ约为1.8

## 变速器的档位数和传动比

不同类型汽车的变速器，其档位数也不相同。过去常用3个或4个前进档，但近年俩为提高其动力性尤其是燃料经济性，多采用5个前进档。此处取5档

选择最低档传动比时，应根据汽车最大爬坡度、驱动车轮与地面的附着力、汽车的最低稳定车速以及主减速比和驱动车轮的滚动半径来综合考虑。

最大爬坡度要求的变速器Ⅰ档传动比为：

式中 m --- 汽车总质量；

g --- 重力加速度；

--- 道路最大阻力系数；

--- 驱动车轮的滚动半径；

--- 发动机最大转矩；

i0 --- 主减速比；

--- 汽车传动系的传动效率；

G2 --- 汽车满载静止于水平路面时驱动桥给地面的载荷；

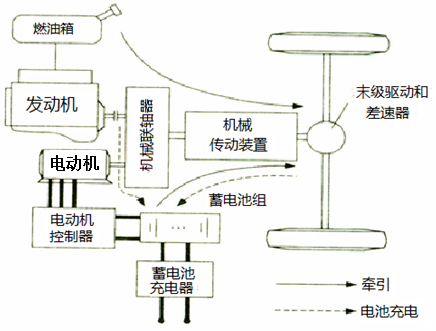
--- 道路的附着系数，计算时取 ;

# 并联式驱动系统设计

## 原理

在驱动系统内部存在两类能量流，分别为机械能量流和电能量流。在功率交汇点处，始终以同一类功率形式，即电气的或机械的功率形式，而不是电气的和机械的功率形式，呈现着两个功率的相加或将一个功率分解为两个功率。混合动力电动汽车基本分类为：串联式、并联式、混联式和复合式。其中并联式（机械耦合）的原理基本如图：

并联式混合动力驱动系统的特征：在机械耦合器中两个机械功率被相加在一起。内燃机是基本能源设备，而蓄电池组和电动机驱动装置则组成能量缓冲器。此时，功率流仅受动力装置-内燃机和电动机所控制。由发动机直接向驱动轮提供机械动力，在机械层面上与传动系相配合的电动机予以辅助，并通过机械联轴器使两者共同配合提供动力。动力流向如图：



## 特点

1. 发动机和电动机都直接向驱动轮提供转矩，不存在能量形式的转换，因而能量损失较少；
2. 不需要附加的发电机，牵引电动机相比于串联式的牵引电动机小，因此结构紧凑；
3. 发动机和驱动轮之间存在着机械联轴器，因此其运行点不可能固定在 一个狭小的转速和转矩区域内。

## 转矩耦合和转速耦合

机械耦合包括转矩耦合和转速耦合：

转矩耦合：机械联轴器将发动机与电动机的转矩相加，并将总转矩传递给驱动轮，发动机和电动机的转矩可分别独立控制，但受到功率守恒的约束。发动机转速、电动机转速以及 车速以某一确定关系相互耦合，不可能独立控制。

转速耦合：机械联轴器将发动机和电动机的转速相加，且所有的转矩被耦合在一起，不能独立控制

# 汽车总成设计

## 发动机和电动机系统

发动机、电动机、机械连轴器这一机械传动总成的布置，关键在于其与发动机机舱后隔板、地板及倾斜部分的最佳相对位置。此时的布置空间应考虑到发动机维修的方便性。布置完成后应以曲轴中心线与缸体前端的交点M及曲轴中心线的倾斜角

## 车身系统

### 车架和车身底板的位置

轿车多采用承载式车身，其布置以侧视图和俯视图为主，整车的长宽确定后，车架的长宽也基本确定。车架长度大致与整车长度接近，车架前部宽度可根据前置发动机的外廓宽度、前轮距以及前轮最大转角时需留的空间等因素确定；车架后部宽度可根据后轮距和钢板弹簧片宽等尺寸确定。

### 油箱和行李箱

油箱通常位于司机坐椅一侧，以便加油。从防火考虑，最好位于轴距以内并远离发动机排气管、消音器及蓄电池。排气管、消音器通常布置在汽车右侧，而蓄电池靠近电动机则可缩短线路。轿车的行李箱布置在后座之后及后悬处，它应容纳下多件行李。

### 座椅及附件

### 冷暖空调系统

轿车的空调设备都布置在仪表板的右侧，完成布置后，可绘出轿车顶盖、发动机罩、行李箱盖、前后风窗玻璃的轮廓线。

## 传动系统

### 离合器

### 变速器

变速器由传动机构与操作机构组成

### 减、差速器

### 传动系统

当发动机、电动机、联轴器和后驱动桥的位置确定后，可布置万向节和传动轴。

## 底盘系统

### 车轮与车桥

轮胎的尺寸和型号是进行汽车性能计算和绘制总布置图的重要原始数据之一，选择的依据是车型、使用条件、轮胎的静负荷、轮胎的额定负荷以及汽车的行驶速度等

轮胎所承受的最大静负荷与轮胎额定负荷之比，称为轮胎负荷系数。大多数为0.9～1.0。

为提高汽车的动力因素、降低汽车及其质心的高度，对公路用车在其轮胎负荷系数及汽车离地间隙允许的范围内应尽量选取尺寸较小的轮胎。

根据轿车轮胎标准GB 2978-82 以及常见国产汽车轮胎的规格参数。

### 悬架系统

纵置钢板弹簧广泛用于货车、客车的前后悬架及部分轿车的后悬架。前钢板弹簧多置于车架纵梁下方，以便留出前轮的转动空间而不使前轮距增打，并以其前端为固定端以便与转向器靠近且减少冲击。后钢板弹簧则布置于纵梁的外侧。

### 转向系统

采用90%的人体样板并将座椅调至最后和最下的位置时，转向盘在侧视图上的位置由转向管柱的倾角α及距离c,d决定。在俯视图上，发动机机舱盖的轮廓线及转向盘轮缘上部共切直线，应交于司机的眼睛以下。

### 制动系统

## 电器系统

### 启动点火系统

### 照明信号系统

### 仪表系统

### 辅助系统

### 电器系统电路

# 运动校核

一般要校核转向轮的跳动、传动轴的跳动、悬架与转向杆系的运动等，确定其运动轨迹及运动空间，防止产生运动干涉和不协调等情况。校核

设计总结

# 致 谢

参 考 文 献

# 附录A