

# 微型货车变速器设计

## 摘 要

变速器是一辆汽车传动系统的重要组成部分，在汽车传动过程中发挥着重要作用，质量好的变速器在换挡过程中是低耗油、低噪音、换挡无冲击等许多的优点，因此设计的高质量、高水平的变速器便显得尤为重要。

本次毕业设计设计一个微型货车的变速器。我将设计一个三轴式（5+1）挡手动变速器，那么第一是对齿轮的设计以及一些参数的选取；第二对轴以及花键尺寸的设计；第三对轴承进行选取，根据所需的转速以及轴的直径来选取轴承的型号；第四对操纵杆和同步器的选取做好准备以及本次将选用的锁环式惯性同步器；之后根据所得数据进行零件图以及装配图的绘制。

关键词：变速器，齿轮，中间轴，同步器

## 目 录

摘要.....	I
1 绪 论.....	1
1.1 汽车变速器的概述 .....	1
1.2 汽车变速器设计的目的和意义 .....	2
1.3 国内外汽车变速器发展的现状及发展趋势.....	2
1.4 手动变速器的特点和设计的主要内容 .....	4
2 变速器传动机构的布置方案.....	5
2.1 变速器倒挡布置方案 .....	5
2.2 齿轮形式.....	5
2.3 换挡机构形式 .....	5
2.4 挡位的选择 .....	6
2.5 自动脱挡.....	6
2.6 变速器轴承 .....	7
2.7 变速器轴数的选择.....	7
2.8 同步器设计 .....	7
3 各主要参数的设计计算 .....	8
3.1 确定变速器传动比.....	8
3.2 确定中心距 .....	10
3.3 变速器外形尺寸 .....	10
3.4 轴直径的确定 .....	10
3.5 齿轮参数设计 .....	11

---

(5) 齿顶高系数 .....	12
3.6 各挡齿数分配 .....	12
4 变速器齿轮的设计计算 .....	19
4.1 变速器齿轮的几何尺寸计算 .....	19
4.2 计算变速器各轴的扭矩和转速 .....	19
4.3 齿轮的强度计算校核 .....	20
5 变速器轴和轴承的选取校核 .....	26
5.1 初选变速器轴的轴径和轴长 .....	26
5.2 轴的结构设计 .....	27
5.3 变速器轴的强度计算 .....	28
5.4 变速器轴承的选择和校核 .....	36
6 同步器和操纵机构的设计选用 .....	40
6.1 同步器的设计选用 .....	40
6.2 变速器操纵机构的设计选取 .....	42
6.3 变速器箱体的设计 .....	43
7 成本分析 .....	44
7.1 设计成本 .....	44
7.2 制造成本 .....	44
7.3 纳税成本 .....	43
7.4 使用成本 .....	44
8 结论 .....	46
参考文献 .....	47

# 1 绪论

## 1.1 汽车变速器的概述

变速器设计用来改变发动机传递至驱动轮的转矩及转速，主要是在车辆起步、转弯、爬坡、加速等工况下，使得车辆获得不同牵引力及车速，并且使发动机在最适当的工况范围内工作<sup>[1]</sup>。变速器设计空挡、倒挡，极大方便了我们的行程。空挡使我们能够更方便的控制汽车的行驶和停止；倒挡方便我们倒退行驶调整车位等等。

变速器是连接发动机和驱动轮之间的连接纽带，它的目的是让汽车在起步，转弯，爬坡加速等情况下可以选择不同的发动机牵引力。让发动机在最有利的情况下进行工作发挥最大的作用<sup>[2]</sup>。变速器有多个不同的挡位。在低挡的时变速器能具有较大的牵引力，保证了抵挡下汽车能够在一些坡度较大以及路面不平的情况下不会因为变速器的动力不足而导致熄火。变速箱一般是控制轴的长度来保证它有足够的刚性。

同步器是手动变速器、自动手动变速器和双离合变速器的核心<sup>[3]</sup>。它的作用是将变速箱齿轮、发动机离合器盘系统和输出轴的相对速度降低到零<sup>[4]</sup>，还增设了使接合套与对应接合齿圈的圆周速度迅速达到并保持一致（同步）的机构，以及阻止两者在达到同步之前接合以防止冲撞的结构<sup>[5]</sup>。达到车辆使用的功能要求，换挡轻便高效，提高驾驶舒适性，降低驾驶员疲劳强度的效果<sup>[6]</sup>。齿轮啮合副设计的好坏将直接影响变速箱的承载能力和噪声高低<sup>[7]</sup>。变速器中的常啮合齿轮均采用斜齿圆柱齿轮。直齿圆柱齿轮仅用于低挡和倒挡<sup>[8]</sup>。齿轮是手动变速器的主要传动部件，由于其具有结构紧凑、效率高、寿命长、工作可靠和维修方便等特点，在运动和动力的传递等方面得到了非常普遍的应用，并且有关齿轮的设计方法也已经有了相应的规范和标准<sup>[9]</sup>。换挡操纵机构也是变速器的一部分，在变速器中操纵机构配合离合器等机构完成换挡操作，在这个过程中，操纵机构即是驾驶员直接操控的一个机构，又能保证在换挡过程以及结束之后不会自动脱挡，还设置了一些锁止机构，保证换挡的准确性以及安全操纵性，操纵机构的发展相对比较简单，只要材料的选取注意恰当，其它相应的内部结构基本都差不多，不像齿轮等等零部件的设计比较繁琐。

从汽车诞生时起，汽车变速器在汽车传动系中扮演着至关重要的角色<sup>[10]</sup>

，自第一辆汽车问世以来已经有很长的历史了，在这历史长河中不断摸索完善，并且随着发展技术的提升，汽车在人民生活中扮演着重要角色。变速器通过改变扭矩和转速来控制动力的输出情况，这个设计对于微型货车具有更加特别的意义。而且在这个时代对汽车的要求也越来越高对生产技术的要求也越来越精密，因此我们选择汽车舒适性将会是我们选择汽车时的一个参考标准；变速器的缺点将会随着我们不断设计而逐步优化，得到更优质的变速器。按挡数的不同，变速箱可以分为三、四、五和多挡几种。汽车变速器的使用寿命要求将会和汽车的本身的寿命相当，所以微型货车的市场和变速器市场有着一定意义的相连。原材料的价格攀升，对汽车变速器承载能力也将要求很大，结构紧凑能够缩减一些成本。因此零件的设计将会要求更精密更耐用，并且结构要更紧凑，资源的利用也要更充分。

本次设计中给定整车质量、最大爬坡度、最大额定功率、最高车速等条件下，设计一个微型货车的变速器，此次设计的重点将会在挡位传动比的选择及计算依据、齿轮参数的选择计算及校核、二轴及中间轴强度校核等。且此次微型货车变速器的设计将基本上满足微型货车的使用要求。对变速器进行分析、方案的选择、设计计算和整理之后将会达到预期效果，完成本次毕业设计。

## 1.2 汽车变速器设计的目的和意义

现代汽车上广泛采用内燃机作为动力源，其扭矩和转速的变化范围很小，而复杂的使用条件要求汽车的驱动力和车速能在相当大的范围内变化<sup>[11]</sup>。为适应行驶条件，改变传动比，使汽车能够倒退、怠速、起动、变速，设计了变速器在传动系中，改变驱动轮的力和速度变化范围。我们设计变速器的最终目的就是使变速器能够在特定的工况下良好的运行工作，达到最大效益又能减小磨损噪音等。

变速器最主要的还是要能够和汽车本身有良好的匹配度，这样才能保证发动机在有利的工况下工作效率提高，当然在工作的同时也能尽可能减小磨损，减小噪音等。要满足上述要求，我们在设计的时候就必须合理选择我们所需的设计参数，认真计算我们所得的参数这样才能够达到我们汽车所需要的标准，也能更好地匹配汽车的动力系统。

## 1.3 国内外汽车变速器发展的现状及发展趋势

### 1.3.1 国内外变速器现状

在国内汽车经济型变速器市场上，输入扭矩 $T$ 在100Nm至200Nm之间有很大潜力，其配套的发动机型号：380、480、485、490、4901Q、4902Q、4903Q、495，配套的车辆为：农用运输车、轻型载货汽车、小公共汽车。目前输入扭矩在100Nm至200Nm之间的变速器多用200Nm以上的变速器代用<sup>[12]</sup>。

---

目前，国内变速器主要采用齿轮传动机构传递动力。齿轮是手动变速器的主要传动部件，由于其具有结构紧凑、效率高、寿命长、工作可靠和维修方便等特点，在运动和动力的传递等方面得到了非常普遍的应用，并且有关齿轮的设计方法也已经有了相应的规范和标准<sup>[13]</sup>。现在对变速器的要求也越来越高，有以下几个发展阶段：

(1) 手动变速器

手动变速器顾名思义是通过驾驶员的操控来改变变速器的运行状况进而改变汽车的行驶状态，手动变速器相比其他而言具有更好地驾驶体验感，但是对驾驶员的操作也有较高要求，毕竟通过多个动作来完成换挡，对驾驶员的驾驶技术有着较高要求，对车辆的熟悉也具有较高要求。

### （2）自动变速器

自动变速器是能够通过引擎的转速进行换挡的，根据驾驶员需要的速度情况会进行自动的换入不同挡位达到驾驶员所需要的速度，相比于手动变速器而言，自动变速器能够弥补它换挡时候那种“顿挫”的感觉。

### （3）无级变速器

无级变速器又称连续变速器，它与传统传动自动化的主要区别是结构简单，体积小，可用于两组皮带的传动。既没有手动变速器的多副变速器，也没有自动变速器的复杂行星变速器，实现速比的渐变。

## 1.3.2 变速器的发展趋势

变速器是传动系的重要组成部分，它能够衡量出汽车的技术水平，逐步向这更简便更实惠的方向发展。

在某些方面，手动变速器可能比自动变速器和 CVT 差，例如相对较高的传动效率，反应的速度也比较快，在这种高科技时代它们会越来越精准，和汽车的匹配度会更好，提高了在行驶过程中操作的舒适性，但是他相比之下也会比较费油，而且现代技术不完善，维修成本也会比较昂贵，所以性价比方面也就有待争议。

随着技术的发展，无级变速器可能会得到更好的发展，相比之下无级变速器在操作驾驶方面要比手动那个变速器好得多，只是技术不全面通过慢慢优化改革无级变速器会越来越实惠，用的也会越多，但是这是时代的进步，是一个比较漫长的过程，需要不断更新不断创造，或许也就有更好的变速器能够普遍使用了。

变速器的发展是汽车发展中重要的发展环节，变速器就是动力的改变以及传输，恰好是在这一部分我们能够享受到汽车速度与我们想要的速度之间的一种享受，手动变速器也不是什么都不好，简单来讲他带给驾驶员的操作体验就是其它变速器达不到的，其次手动变速器也能适应环境，相比之下，手动变速器运用在货车之类的车上是在合适不过的比自动变速器和无级变速器就更适合这类车的作用以及功能。目前来说，换挡基本采用同步器进行换挡。手动变速器在货车上的应用还是占大多数，手动变速器适应复杂的路面条件，而且挡位相对比较多，技术比较全面，耗油量相对较低，如此一来，在货车是比较有性价比的，既能带来收益成本又合理，主要维修成本也相对较低，所以，对于长途货运这些或者说在乡间使用这种车就不会因为太高的维修费用而使消费者不敢使用这一车型。自动变速器有它的适用场合，根据它自身的优点，与车型来匹配，所以一些商用车及轿车对它的使用就会比较合理，科技在发展，时代在进步，优胜劣汰，好

---

用的变速器会得到更好的优化设计，最后投入到生活运用中去，但这是一个比较艰难的过程，需要共同努力，创新创造，优化改革，设计出物美价廉的变速器来便利日常生活。

变速器的发展是衡量汽车发展的技术水平的一项技术。21 世纪能源与环境、先进的制造技术、新型材料技术、信息与控制技术等是科学技术发展的重要领域,这些领域的科技进步推动了变速器技术的发展<sup>[14]</sup>。

## 1.4 手动变速器的特点和设计的主要内容

### 1.4.1 手动变速器的特点

随着技术水平的发展,对生活质量的要求也有改变,但是相应的对环境保护以及对油耗的要求也越来越高。目前,乘用车一般采用 4-5 个挡位的变速器。发动机排量大的乘用车多用五个挡。商用车变速器采用 4-5 个挡或多挡。载质量在 2.0-3.5 的货车采用五挡变速器,载质量在 4.0-8.0t 的货车采用六挡变速器。多挡变速器多用于总质量大些的货车和越野车上<sup>[15]</sup>。

三轴变速器在目前用的多。两个周上的齿轮分别和一轴啮合来工作,这个过程中中间轴、轴承、齿轮都不承载,且他们之间只传递转矩。它直接把一、二轴连起来传递转矩,称为直接挡,而且汽车行驶过程中直接挡位的使用要比其它挡位的使用次数多,由此也延长了使用寿命。这是变速器直接挡最优势的地方,而其它挡位则需要三根轴的两对齿轮来进行传动。

手动变速器耗油低,手动变速器主要换挡就是人力操控,维修成本低,手动变速器在目前来说发展的已经比较成熟,在此基础上对一些部件进行更改来完善一些不足的地方,正因为如此,它的维修技术就比较全面,而且覆盖面积广,所需的零部件成本也由于流水线生产而降低,因此维修成本也是相对比较低的。

斜齿圆柱齿轮使用寿命长、噪声低,但货车倒、一挡就是用直齿圆柱齿轮。相比之下斜齿圆柱的制造要比直齿圆柱齿轮复杂的多。

### 1.4.2 设计的主要内容

(1) 通过主减速比以及其他参数得到一档传动比,之后根据直接挡以及经验公式得到其它挡位的近似值,根据所提供参考值得到各挡传动比;

(2) 选取齿轮的参数,之后进行齿数的选择计算以及中心距的修正,压力角以及螺旋角的最终值,根据修正中心距的情况以及齿数确定各齿轮的变位系数和齿形系数。根据算得的参数以及已知参数公式进行齿轮的应力校核;

(3) 确定轴的初步直径,根据受力分析进行轴的受力校核,之后根据公式得到最终的轴的直径;

(4) 根据所得轴的直径以及轴承安装位置确定所选轴承,之后进行力的校核以及寿命校核;

(5) 根据同步器的相关参数得到我所需的同步器尺寸以及操纵杆的选取;

(6) 最后,进行箱体的设计。



## 2 变速器传动机构的布置方案

### 2.1 变速器倒挡布置方案

如图所示是一般变速器的倒挡布置方案

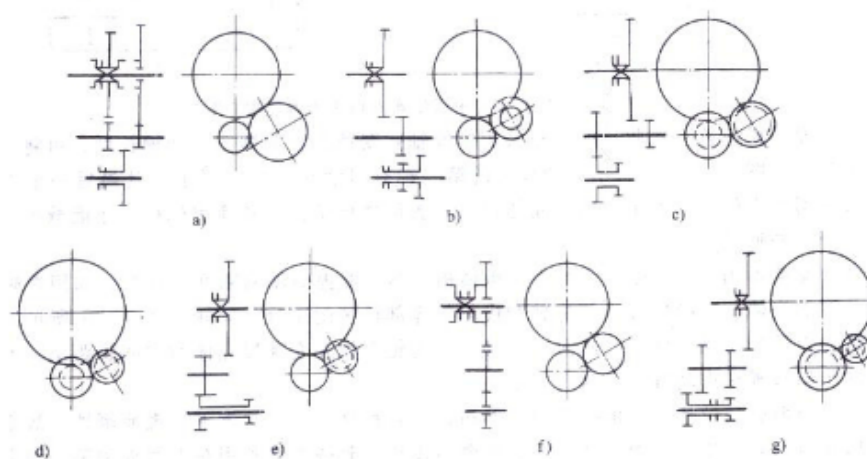


图 2.1 倒挡布置方案

图 2.1 为常见的倒挡布置方案；

图 2.1b) 方案缩短了中间轴，但换挡困难；

图 2.1c) 方案倒挡传动比大，但设置的程序不合理。

图 2.1d) 方案经常在货车中使用，在结构上对图 2.1c) 做了修改；

图 2.1e) 方案是齿宽增大，一、倒挡为一体；

图 2.1f) 方案变速器轴向长度缩短，换挡轻便；

图 2.1g) 方案操纵机构复杂

综上所述，本次设计采用图 2.1f) 方案的倒挡布置方案。

### 2.2 齿轮形式

齿轮有两种类型的前轮，直升机和直线。与斜齿轮相比，斜齿轮使用较多，但某些齿轮仍然使用直线，其他齿轮通过比较优缺点选择螺旋传动，底盘使用寿命长，运行稳定。

### 2.3 换挡机构形式

同步器换挡是现在主要的换挡方式。

相比其它换挡方式，同步器换挡比较迅速而且没有齿轮冲击，降噪与我所需要达到的目的正好合适，同步器换挡跟驾驶员技术操作无关，使汽车安全性能提高，并且加速性能也变好、燃油经济性也得到了提升。当然它的制造就要求精度、轴向尺寸大。同步器换挡也是现在最主要的换挡方式。

## 2.4 挡位的选择

本次设计的微型载货汽车变速器采用 5+1 挡。如图 2.2 所示：

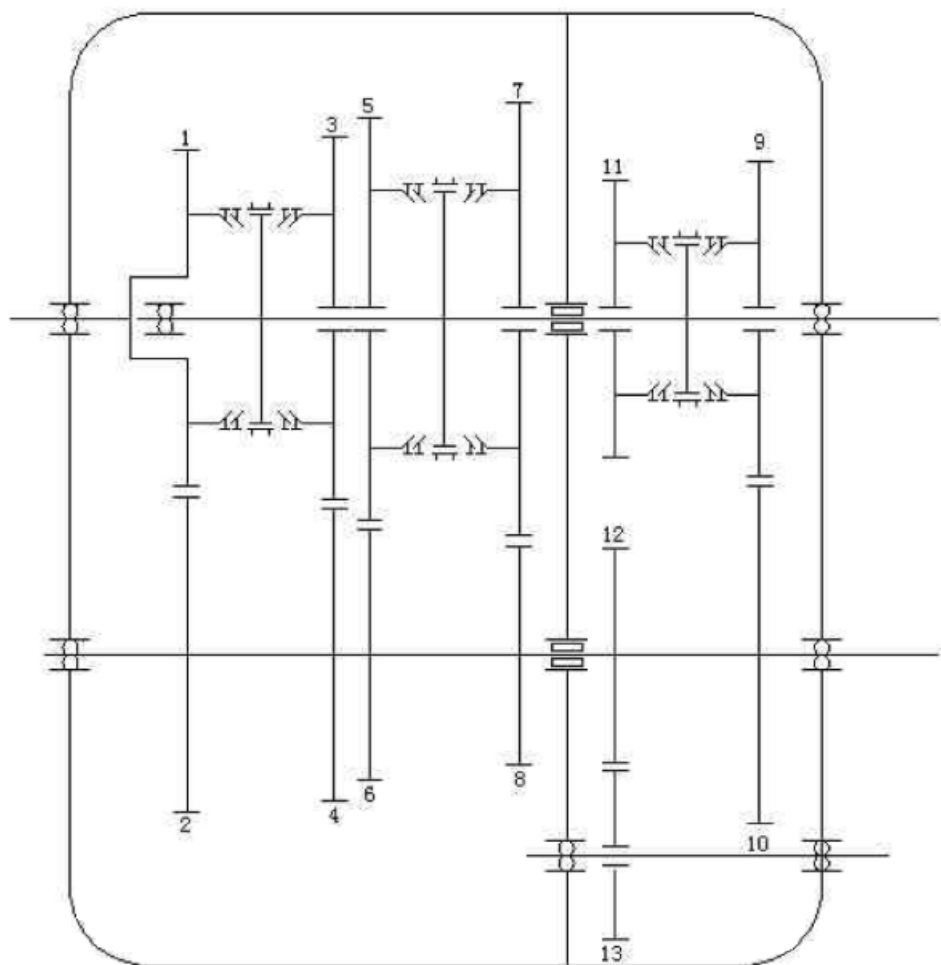


图 2.2 手动变速器 (5+1) 挡挡位分配

如图所示：1——第一轴常啮合齿轮；2——中间轴常啮合齿轮；3——第二轴三挡齿轮；4——中间轴三挡齿轮；5——第二轴二挡齿轮；6——中间轴二挡齿轮；7——第二轴一档齿轮；8——中间轴一档齿轮；9——第二轴五挡齿轮；10——中间轴五挡齿轮；11——第二轴倒挡齿轮；12——中间轴倒挡齿轮；13——倒挡中间齿轮

## 2.5 自动脱挡

自动脱挡的主要原因是传输轴的刚性不够，振动和齿轮的结合磨损，是传输的主要故障之一。我们可以从下面措施改进：

- 
- (1) 啮合套上前齿圈变薄；
  - (2) 错开两接合齿的啮合位置；

(3) 利用结合齿的锥面阻止自动脱挡。

## 2.6 变速器轴承

具有高极限转速的深沟球轴承，可承受径向和轴向载荷；在特殊情况下，应具有角合同的履行能力；仅径向带电时摩擦系数小，接触角为零。

## 2.7 变速器轴数的选择

中间轴通过连接一轴和二轴，在操纵变挡时就能改变转速和扭矩从而改变运行的速度，它的优点是噪声小、磨损小，而且直接挡的时候具有较高的传动效率，传动比接近1:1，高挡位运行时它通过常啮合齿轮的方式进行传动，低挡位运行时就可以不采用常啮合齿轮的方式传动。在这些换挡过程中一律采用同步器进行换挡操作。直接挡的传递效率较高，但其它挡位较低。本次设计的微型货车将采用中间轴式变速器。

## 2.8 同步器设计

锁环式和锁销式同步器，由同步、啮合和锁紧装置组成。用于货车上的变速器一般是锁环式同步器，因为它的结构布置合理，紧凑等。采用最多的换挡方式所以同步器的设计选取也是比较重的一环。

### 3 各主要参数的设计计算

#### 3.1 确定变速器传动比

在最大爬坡路面上行驶时，最大驱动力应能克服滚动阻力和轮胎与路面之间的爬坡阻力，由于行驶时车速不高，空气阻力可忽略不计。这时：

$$F_{k\max} \geq F_f + F_{i\max} \quad (3-1)$$

式中：  $F_{k\max}$  ——最大驱动力；

即

$$F_{k\max} = T_{e\max} i_1 i_0 \eta_T / R_0 \quad (3-2)$$

$F_f$  ——滚动阻力；

即

$$F_f = fmg \cos \alpha_{\max} \quad (3-3)$$

$F_{i\max}$  ——最大上坡阻力；

即

$$F_{i\max} = mg \sin \alpha_{\max} \quad (3-4)$$

把以上参数代入 (3-1) 得：

$$i_1 \geq \frac{mg(f \cos \alpha_{\max} + \sin \alpha_{\max})R_0}{T_{e\max} i_0 \eta_T} \quad (3-5)$$

以上是根据最大爬坡度确定一档传动比<sup>[16]</sup>。

式中：  $T_{e\max}$  ——发动机最大扭矩，  $T_{e\max} = 157 \text{N} \cdot \text{m}$ ；

$i_1$  ——变速器一档传动比；

$i_0$  ——主传动器传动比，  $i_0 = 4.55$ ；

$\eta_T$  ——传动系机械效率，取 0.86；

$R_0$  ——驱动轮滚动半径，0.383；

$f$  ——道路滚动阻力系数取 0.020；

---

$m$ ——汽车总质量， $m = 2405kg$ ；

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/525342302234011310>