

引言

小四轮拖拉机是广大农民广泛使用机械，但伴随农村现代化建设、小型施工及装卸机械化发展，需要经过小四轮拖拉机改善，深入拓展小四轮拖拉机功效，是一个显著节本增效工程技术，含有很强实用性。

农业大发展，农业基础设施改善和农业生产效率提升是农业发展必需条件，农业机械在这个发展过程中将含有决定性作用。自20世纪90年代以来，国外农业机械进入了一个新发展时期，在广泛应用新技术同时，不停涌现出新结构和新产品。同时，继完成提升整机可靠性任务后，技术发展关键在于增加产品电子信息技术含量和智能化程度，努力完善产品标准化、系列化和通用化，改善驾驶人员工作条件，向节能、环境保护方向发展。伴随微电子技术向农业机械渗透，现代大功率农用拖拉机日益向智能化和机电一体化方向发展。现在，中国农业机械化在调整和反哺中快速、健康地发展进入了快速发展战略机遇期。中国部分大型企业，不停学习国外优异经验和技术，加大技术改造和升级换代力度，推进了国产农业机械产品质量提升，但中国制造水平和上述发达国家存在着较大差距。所以，了解发达国家动力机械特点和优势，寻求差距，发挥自己优点是中国拖拉机制造业当务之急。

伴随变型运输拖拉机和农用运输车发展，原来依靠农村运输业发展起来小四轮拖拉机逐步转向田间地头。然而，现在小四轮拖拉机田间作业能力差，又没有很多配套农业机械，农忙季节短，致使大量小四轮拖拉机十二个月中作业时间短，被迫长久闲置着。这影响了农村专业户作业效益，也造成了不应该有资源浪费。针对这些情况，我们在原有小四轮拖拉机基础上稍微作些改动，使它功效延伸。譬如可在原来小四轮拖拉机基础上，改变座位、方向盘、离合、油门、刹车方位，把拖拉机变成倒开式，在变速箱后安装挖掘装置、铲运装置或装载装置而成。

此次毕业设计是对机械专业学生在毕业前一次全方面训练，目标在于巩固和扩大学生在校期间所学基础知识和专业知识，训练学生综合利用所学知识分析和处理问题能力。是培养、锻炼学生独立工作能力和创新精神之最好手段。毕业设计要求每个学生在工作过程中，要独立思考，刻苦钻研，有所发明分析、处理技术问题。经过毕业设计，使学生

掌握改造方案确实定、比较、分析及进行必需计算。

1. 拖拉机变速箱发展现实状况

伴随农村水利建设及小型施工、装卸场所机械化发展，挖掘机、铲运机、装载机等工程机械被普遍采取。因为工程机械价格较高。农民纷纷购置由小四轮拖拉机改装而成挖掘机、铲运机。这些机型结构简单，价格较低，可在原来小四轮拖拉机基础上，改变座位、方向盘、离合、油门、刹车方位，把拖拉机变成倒开式，在变速箱后安装挖掘装置、铲运装置或装载装置而成。

1.1 拖拉机发展情况

1.1.1 结构型式发展

1) 前轮小、后轮大、前轮转向轮式拖拉机这种标准型轮式拖拉机在欧美取得最广泛使用。在美国关键采取后轮驱动，大型拖拉机采取双排驱动轮胎，但四轮驱动也逐步增多，关键带后悬挂具作业。多数四轮驱动机型上可选装前悬挂装置和前动力输出轴，能够前后全部悬挂机具进行复式作业。

2) 平台式四轮驱动拖拉机和自走底盘为了在拖拉机上能安装播种、施肥、施药机具，有四轮驱动拖拉机驾驶室偏前部署，后部有一平台能够安装机具，有为四轮驱动自走底盘，发动机卧置在驾驶室下面，能够在驾驶室前部和后部梁架上安装机具。

3) 前后轮相同，折腰转向四轮驱动拖拉机在美国这种结构型式用于特大型通常见途拖拉机上，采取前后双排轮胎。在西欧，这种结构型式适用于中小型果园拖拉机。

4) 橡胶履带拖拉机欧美金属履带拖拉机农业用量极少，1987年后相继出现了橡胶履带拖拉机和折腰转向履带拖拉机采取4个三角形橡胶履带装置替换驱动轮胎，这种机型最高运输速度为30千米每小时。俄罗斯也在研究采取三角形橡胶履带驱动型式大功率拖拉机。

1.1.2 各系统技术发展

1) 发动机 大中功率拖拉机发动机普遍采取直喷燃烧室, 标定转速通常为2200~2500转每分钟哪个采取不一样缸径、缸数和自然吸气、增压或增压中冷达成标定功率范围。

2) 传动系 (1) 变速箱。在大中型拖拉机变速箱中, 比较经济结构方案是采取主变速(3挡~4挡) 加倒挡器, 啮合套换挡, 可选装两挡动力换挡和爬行挡。较完善方案采取主变速4挡动力换挡和副变速4挡~8挡同时器换挡, 含有啮合套或液压离合器换挡倒挡器和可选装爬行挡。更完善采取全动力换挡16+4挡或18+8挡。动力换挡装置有行星式和定轴齿轮式, 可利用液压离合器换接。(2) 驱动桥。大中型拖拉机前后驱动桥普遍采取湿式盘式制动器和行星最终传动。前驱动桥采取摩擦式自锁差速器或液压差速锁, 后驱动桥大多采取液压差速锁, 以提升牵引附着性能, 前轮驱动离合也采取液压操纵。(3) 动力输出轴。美国生产拖拉机, 其后动力输出轴是按不一样功率采取540, 540/1000转每分钟或单独1000转每分钟标准转速和对应型轴头。西欧生产拖拉机广泛采取变速后动力输出轴, 前动力输出轴为1.2.3型轴头。大中型拖拉机动力输出普遍为全独立式, 和变速箱动力换挡装置相对应, 也采取液压离合器换挡。

3) 行走转向系 在大中型拖拉机上采取宽断面子午线轮胎约占2/3。四轮驱动拖拉机通常前轮最大转角达50度。前驱动液压转向普遍采取穿心油缸, 即转向油缸和横拉杆合成一体。

4) 液压悬挂系统 (1) 在大中型拖拉机上, 载荷传感闭心液压系统已被普遍应用, 变量泵供油压力和流量可按工况需要自动适应。”很多新研制生产系列拖拉机已广泛采取电子液压悬挂系统。(2) 前后三点悬挂, 普遍采取快速挂接装置。

5) 驾驶室 密封、隔声驾驶室装有空调设备。转向盘倾角和高低和减振座椅位置可按驾驶员身材调整, 全部传动、液压悬挂操纵全部集中在右侧操纵台上(有可随座椅一起转动), 均用按钮或旋钮操纵。在仪表板上除了有多个常规温度、压力、电流、燃油量等多种操纵状态(前轮驱动、制动、动力输出轴、灯光等)显示或警示信号外, 还可经过机载计算机数显关键性能参数。

1.2 变速箱发展情况

即使现在国际市场上5速、6速甚至7速自动变速箱价格昂贵且结构复杂，不过改善燃油经济性和降低排放污染优点正在驱使汽车厂商日益对其加以重视。

现在摆在厂商面前难题就是怎样降低成本。相比之下无级变速箱(CVT)也存在一样困难。尽管CVT在市场上已经很普遍，不过其可靠性仍然存在一定问题。

很长一段时间内大多数自动变速箱均采用三挡或四挡，美国市场上仅有极少数用于高级轿车五挡和六挡自动变速箱。现在因为传输发动机和变速箱间信号电控技术不停进步，已经为五挡或更多挡位自动变速箱正确调整换挡时间提供了可能。从而在降低有害排放同时改善了加速性、平顺性和燃油经济性。

据相关咨询机构估计，汽车厂商可能以后会跳过五速变速箱而直接应用六速自动变速箱，并在短时间内使其成为行业标准。

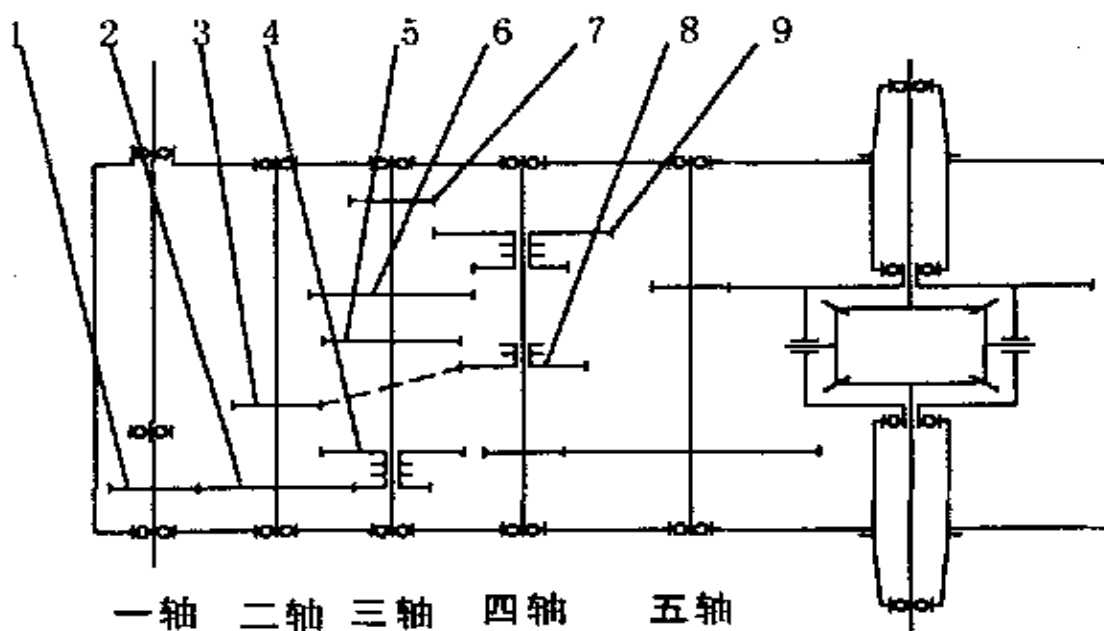
数据显示，德国关键变速箱制造商ZF六速变速箱产量正在日益增加，累计生产25万台，现在年企业估计销售90万台。

技术文件表明，拥有优异技术通用、福特六速变速箱将使两个企业同时拥有超越其它竞争对手产品。通用动力系统部副总裁却认为，其实消费者根本不会考虑其购置变速箱到底有多少挡位，她们真正关注是车辆是否能够保持一直如一燃油经济性，是否能够确保每次发动机全部能够正常开启，是否每次驾驶时感受到平稳而平静，是否每次超车或并道时感受到安全。而汽车厂商任务就是满足她们愿望，同时还要确保把成本和价格降到最低。

2. 奔牛150拖拉机变速箱结构组成关系

2.1 变速箱结构

奔牛150拖拉机关键有6个前进档和1个倒档,小四轮拖拉机变速箱传动结构图2.1所表示

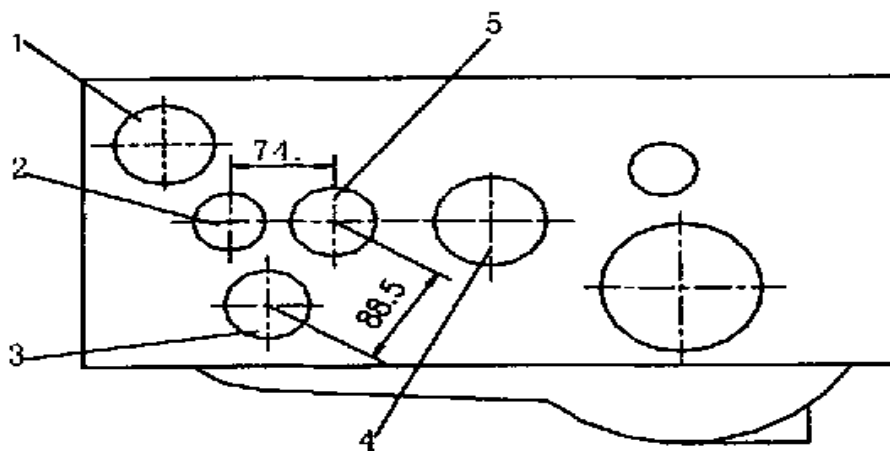


1一轴齿轮2. 副变速高速齿轮3. 副变速低速齿轮4. 副变速双联滑移齿轮5. 二, 五档齿轮

6. 四、六档齿轮7. 一、三档齿轮8. 二、五档滑移齿轮9. 一、三、四、六档双联滑移齿轮

图2.1 小四轮拖拉机变速箱传动示意图

其变速箱内各轴之间关系图2.2



1. 一轴 2. 二轴 3. 二轴 4. 五轴 5. 四轴

图2.2 小四轮拖拉机变速箱结构示意图

2.2 各档位传动路线

一档: $1 \rightarrow 2$

↓

$3 \rightarrow 4''$

↓

$7 \rightarrow 9''$

↓

$10 \rightarrow 11$

↓

$12 \rightarrow 13$

二档: $1 \rightarrow 2$

↓

$3 \rightarrow 4''$

↓

$5 \rightarrow 8$

↓

$10 \rightarrow 11$

↓

$12 \rightarrow 13$

三档: $1 \rightarrow 2$

↓

$3 \rightarrow 4'$

↓

$7 \rightarrow 9''$

↓

$$10 \rightarrow 11$$



$$12 \rightarrow 13$$

四档: $1 \rightarrow 2$



$$3 \rightarrow 4''$$



$$6 \rightarrow 9'$$



$$10 \rightarrow 11$$



$$12 \rightarrow 13$$

五档：1→2

↓

3→4'

↓

5→8

↓

10→11

↓

12→13

六档：1→2

↓

2→4'

↓

6→9'

↓

10→11

↓

12→13

倒档：1→2

↓

3→8

↓

10→11

↓

12→13

2.3 其各档位传动比及其速度

2.3.1 各档位传动比

$$i_1 = \frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_4''}{z_3} \times \frac{z_9''}{z_7} \times \frac{z_{11}}{z_{10}} \times \frac{z_{13}}{z_{12}} = 39 \quad i_2 = \frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_4''}{z_3} \times \frac{z_8}{z_5} \times \frac{z_{11}}{z_{10}} \times \frac{z_{13}}{z_{12}} = 37$$

$$i_3 = \frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_4'}{z_3} \times \frac{z_9''}{z_7} \times \frac{z_{11}}{z_{10}} \times \frac{z_{13}}{z_{12}} = 13 \quad i_4 = \frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_4''}{z_3} \times \frac{z_9'}{z_6} \times \frac{z_{11}}{z_{10}} \times \frac{z_{13}}{z_{12}} = 15$$

$$i_5 = \frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_4'}{z_2} \times \frac{z_8}{z_5} \times \frac{z_{11}}{z_{10}} \times \frac{z_{13}}{z_{12}} = 12 \quad i_6 = \frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_4'}{z_2} \times \frac{z_9'}{z_6} \times \frac{z_{11}}{z_{10}} \times \frac{z_{13}}{z_{12}} = 5$$

$$i_{\text{倒}} = \frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_8}{z_3} \times \frac{z_{11}}{z_{10}} \times \frac{z_{13}}{z_{12}} = 36$$

2.3.2 各档位速度

拖拉机车轮标准为 7.5-16，则其直径为 750mm，则各档位速度为：

$$\begin{aligned} V_1 &= 4.5 \text{ Km/h} & V_2 &= 4.89 \text{ Km/h} & V_3 &= 13.6 \text{ Km/h} & V_4 &= 11.8 \text{ Km/h} \\ V_5 &= 15.29 \text{ Km/h} & V_6 &= 35.4 \text{ Km/h} & V_{\text{倒}} &= 5.04 \text{ Km/h} \end{aligned}$$

3. 变速箱变形设计及其应用

针对中国农村小四轮拖拉机大量闲置实际情况和农用小型机械装备配套要求，我们对拖拉机变速箱进行改善设计。这种变形设计把拖拉机由牵引型变为农用小型机械配套型，拓展了拖拉机用途。

伴随变型运输拖拉机和农用运输车发展，原来依靠农村运输业发展起来小四轮拖拉机逐步转向田间地头。然而，现在小四轮拖拉机田间作业能力差，又没有很多配套农业机械，农忙季节短，致使大量小四轮拖拉机十二个月中作业时间短，被迫长久闲置着。这影响了农村专业户作业效益，也造成了不应该有资源浪费。针对这些情况，我们在原有小四轮拖拉机基础上稍微作些改动，使它功效延伸。譬如可在原来小四轮拖拉机基础上，改变座位、方向盘、离合、油门、刹车方位，把拖拉机变成倒开式，在变速箱后安装挖掘装置、铲运装置或装载装置而成。

3.1 小四轮拖拉机关键部件变型设计

把一般牵引型拖拉机改制成易于安装其它农用机械装备变型拖拉机，需要把原拖拉机牵引板拆去，并在此位置处加装后置发动机架，将发动机后移至该架上，发动机排气管及油门控制线稍加改装后，就可在原发动机位置处安装所需农用小型机械设备。

3.1.1 后置发动机架设计和安装

后置发动机架由主梁、连接板和支撑等部件组成。两根主梁平行放置，焊接在连接板上，用于安装发动机，主梁下边加支撑和连接板焊合在一起。和拖拉机配合安装时，先把拖拉机牵引板拆下，连接板安装在原拖拉机牵引板位置处和拖拉机变速箱连接，用原 6 只螺栓把该架紧固，然后再把柴油发动机以前部移至机架上固定牢靠，机架改制和安装即完成。

3.1.2 发动机排气管及油门控制线改装

原发动机排气管为 L 形设计，发动机后置以后，拖拉机离合器 V 带轮位置不变，V 形带由发动机向前传动，这时，发动机排气管和 V 形带相互干涉，排气管就需要改装了。我们把排气管设计成向上倾斜型，以避开 V 形带，再将柴油机油门控制线改向后方。这么，一台变型拖拉机改制完成。

3.2 变型拖拉机和农用小型机械配套方法

变型拖拉机能够和碾米机、饲草粉碎机、喷药机、喷灌机、装载机、液压升降台等多个农用小型机械装备方便连接。应用于农副产品加工、植保、抗旱、农田水利、果园管理及短途搬运等行业。

3.2.1 和小型农副产品加工机械配套

和小型农副产品加工机械配套方法是把需要机械安装在拖拉机原柴油机位置上，由拖拉机左置动力输出轴输出动力，带动加工机械运转，必需时，可加装 V 形带张紧轮离合，以分离动力传动。因为多种加工机械设备安装尺寸不尽相同，需要设计专用机架。应用中，我们把常见加工机械安装尺寸孔预先在机架上钻出，把专用机架改造成通用机架，预先安装在拖拉机原柴油机位置上，便于多种加工机械交换。该机架也可同时合理布局安装多台加工机械，变成农副产品“流动加工厂”。当通用机架上安装加工机械重量较轻时，必需增加配重，以预防变型拖拉机后倾及转向失控。

3.2.2 和植保、抗旱机械配套

和植保、抗旱类机械配套关键是喷药机、喷雾机、喷灌机、水泵等。可利用前述通用机架方便安装。在进行喷药、喷雾时，有时需要操作人员和机同行，这时要注意合理部署药箱和操作人员位置，注意操作人员安全。

3.2.3 安装农田水利作业机械

安装农田水利作业机械关键指安装装载机、挖掘机等。首先应依据拖拉机动力及机架规格参数设计出适宜液压机械，固定在拖拉机前端机架上。然后把液压泵安装在侧动力输出轴上，在便于操作位置固定好多路换向阀，连接高压油管即可。安装挖掘机时要加固机架，并安装液压支撑支承地面。它可用于农田挖沟取土、矿场、基建、道路修筑等作业。

3.2.4 安装液压升降台

升降台可用于果园管理、摘果等作业。其安装方法和装载机基础一致，区分只在于把装载机变为升降台，采取液压升降，平台上设置防护栏。

3.2.5 安装简易车厢

安装简易车厢可用于田间地头和家庭之间短距离轻量运输，减轻农民劳动量。只需按拖拉机机架尺寸用角钢等材料焊一个长方形箱体固定于机架上就行了，制作相当简便。

由一般牵引型拖拉机改制成易于安装农用机械装备变型拖拉机，不需改动拖拉机底盘，结构简单，成本低，适应性强，拓展了小四轮拖拉机功效，是一个显著节本增效工程技术，含有很强实用性。适用于农村专业户流动性作业，在农忙季节，还能够随时依据需要转换成原来配置，不耽搁耕作、播种、收获，真正实现一机多用，成为农民致富得力助手。

4. 倒开式改善方案确实定

小四轮拖拉机是广大农民广泛使用机械，但伴随农村现代化建设、小型施工及装卸机械化发展，需要经过小四轮拖拉机改善，深入拓展小四轮拖拉机功效，是一个显著节本增效工程技术，含有很强实用性。现经过对奔牛 150 拖拉机变速箱改善设计，实现小四轮拖拉机变成倒开式，适应多个用途。

4.1 改善具体方案

具体实现将奔牛 150 拖拉机变速箱中 6 个前进档,1 个倒挡改成 3 个前进档和 2 个倒挡设计。实现变速箱结构设计。

4.2 改善设计及使用注意事项

- (1) 二轴根据 $8-36 \times 32 \times 6$ 花键轴设计，两端安装轴承处尺寸不变。
- (2) 图3 中Ⅱ档齿轮(6a)和Ⅲ档齿轮(7a)安装位置和图1 中Ⅳ,Ⅵ档齿轮(6)和Ⅰ,Ⅲ档齿轮(7)分别对齐，中间用隔套分开，以确保原变速箱操纵机构不变。
- (3) 倒Ⅰ、倒Ⅱ档靠副变速杆控制，这时Ⅰ、倒Ⅰ、倒Ⅱ档滑动齿轮(8)必需和倒Ⅰ、倒Ⅱ档齿轮(5)啮合，即主变速杆放在原Ⅱ,Ⅴ 档位置处。
- (4) Ⅰ 档和倒Ⅰ 档共用一个齿轮，即Ⅰ、倒Ⅰ 档齿轮(3)。在使用Ⅰ 档时，一定要先把副变速杆放在Ⅰ、倒Ⅱ档位置上，然后再把主变速杆放在Ⅰ 档位置上。

4.3 改善设计后效果

经过改善后倒开式小四轮拖拉机增加了2 个前进档，改变了原来只有1 个前进速度情况，其3个前进速度分别为 5.04km/h 、 8.96km/h 和 15.28km/h ，能够满足小型挖掘机、铲运机、装载机等工程机械使用要求。同时，该改善设计含有结构改动小、改造费用低、安装使用方便等特点，能够把现有闲置小四轮拖拉机改装成小型挖掘机、铲运机、装载机等工程机械，最大程度地发挥小四轮拖拉机使用效能，满足广大农村水利建设及小型施工、装卸场所机械化需要。

5. 机械部分设计计算

本章关键介绍是机械部分改善设计计算，设计计算方法是从技术基础课程本身性质出发经过一个基础方法去掌握设计计算基础理论和技能。本章中关键是依据变速箱原始尺寸和改善以后要求对变速箱内轴和齿轮进行改善设计计算，轴关键是设计其直径和它结构尺寸，齿轮是对其分度圆直径、齿根圆直径、齿顶圆直径和齿轮宽度设计计算。并对轴和齿轮进行校核计算。

5.1 发动机基础参数

型号: ZH1100

额定功率: 11KW (15马力)

额定转速: 2200r/min

发动机输出转矩由4根B-2240型V带传送到变速箱, 发动机V带轮和离合器V带轮基准直径分别为130mm和228mm, 则带传动传动比为 $i_0 = 228/130 = 1.754$ 。

5.2 变速箱参数确定

变速箱参数关键包含齿轮齿数, 传动路线, 各档位传动比, 各档位速度和各轴在不一样档位时转速。确定这些参数用来进行改善设计。

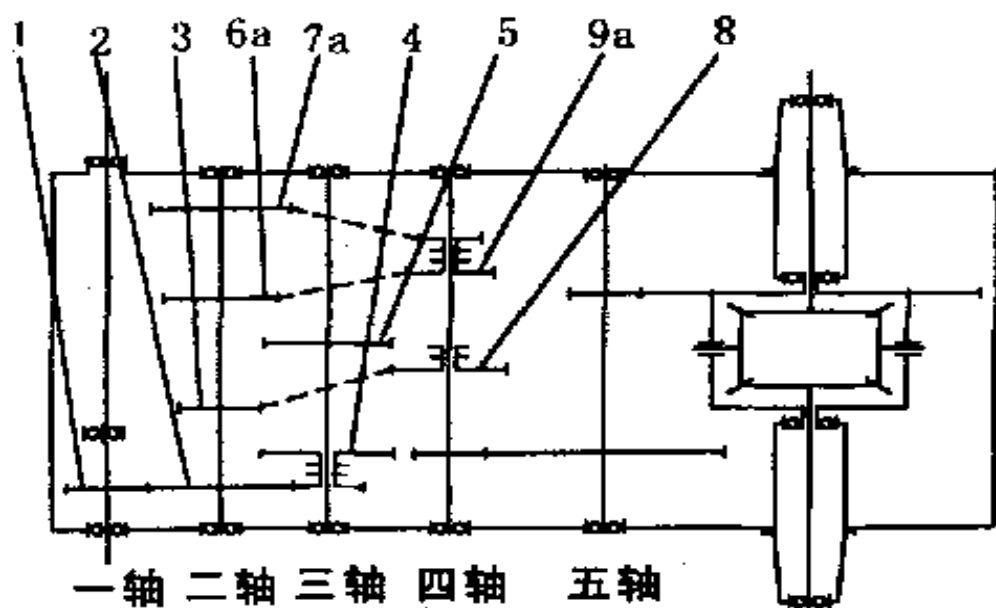
则各轴转速为: $N_1=32.2\text{r/min}$ $N_2=33.9\text{r/min}$ $N_3=96.5\text{ r/min}$ $N_4=83.6\text{ r/min}$

$N_5=104.5\text{ r/min}$ $N_6=250.8\text{ r/min}$ $N_{\text{倒}}=34.8\text{ r/min}$

5.3 具体改善措施

从图2.1和图2.2中能够看出, 在不改变变速箱结构情况下, 把IV, VI档齿轮(6)和I, II档齿轮(7)从三轴上卸下, 再安装在二轴上, 就能够达成增加前进档目标。因为二、三轴结构不一样, 同时三、四轴之间和二、四轴之间中心距也不相同, 所以必需重新配对设计这两对齿轮和二轴, 才能够使齿轮顺利安装进去。改善后倒开式小四轮拖拉机变速箱传动结构图5.3所表示。

改善后变速箱有3个前进档和2个倒档。原来前进档改变为倒I、倒II档齿轮未变, 速度就是原来前进I档和II档, 速度分别为4.89km/h和15.29km/h; 原来一个倒档改变为现在前进档, 其速度为5.04km/h; 最终剩下2个前进档速度未定, 能够依据改善后倒开式拖拉机用途来设计这两个前进档。这时, 2个前进档速度分别为8.96km/h和15.28km/h。



1. 一轴齿轮 2. 倒二档齿轮 3. 一, 倒一档齿轮 4. 倒一, 倒二档双联滑移齿轮
 5. 倒一, 倒二档齿轮 6a. 二档齿轮 7a. 三档齿轮 8. 一, 倒一、倒二档滑移齿轮
 9a. 二、三档双联滑移齿轮 10、11、12、13 等变速齿轮

图 5.3 倒开式小四轮拖拉机变速箱传动示意图

5.4 改善后参数设计

一轴转速为: $n_0 = N/i_0 = 2200/1.754 = 1254 \text{ r/min}$

5.4.1 改善后各档位速度

依据一轴速度和轮胎直径可求得各档位速度以下:

一档: $V_1 = 5.04 \text{ Km/h}$

二档: $V_2 = 8.96 \text{ Km/h}$

三档: $V_3 = 15.28 \text{ Km/h}$

倒一: $V_4 = 4.89 \text{ Km/h}$

倒二: $V_5 = 15.29 \text{ Km/h}$

5.4.2 各档位输出转速

一档时: $N_1 = 35.6 \text{ r/min}$

二档时: $N_2 = 63.4 \text{ r/min}$

三档时: $N_3 = 108.1 \text{ r/min}$

倒一档时: $N_4=34.6 \text{ r/min}$

倒二档时: $N_5=108.2 \text{ r/min}$

5.4.3 各档位传动路线和总传动比

1) 传动路线

一档: $1 \rightarrow 2$

↓

$3 \rightarrow 8$

↓

$10 \rightarrow 11$

↓

$12 \rightarrow 13$

二档: $1 \rightarrow 2$

↓

$6a \rightarrow 9a''$

↓

$10 \rightarrow 11$

↓

$12 \rightarrow 13$

三档: $1 \rightarrow 2$

↓

$7a \rightarrow 9a'$

↓

$10 \rightarrow 11$

↓

$12 \rightarrow 13$

倒一: $1 \rightarrow 2$

↓

$3 \rightarrow 4''$

↓

$5 \rightarrow 8$

↓

$10 \rightarrow 11$

↓

$12 \rightarrow 13$

倒二: $1 \rightarrow 2$

↓

$2 \rightarrow 4'$

↓

$5 \rightarrow 8$

↓

$10 \rightarrow 11$

↓

$12 \rightarrow 13$

2) 传动比计算:

一档时: $i_1 = n_0 / n_1 = 35$

二档时: $i_2 = 19.7$

三档时: $i_3 = 11.6$

倒一档时: $i_4 = 36.2$

倒二档时: $i_5 = 11.6$

5.4.4 分配各档传动比, 设计 6, 7 两个齿轮

1) 齿轮齿数

$$z_1 = 21 \quad z_2 = 36 \quad z_3 = 22 \quad z_4' = 17 \quad z_4'' = 31 \quad z_5 = 30 \quad z_6 = 28$$

$$z_7 = 34 \quad z_8 = 29 \quad z_9' = 15 \quad z_9'' = 21 \quad z_{10} = 16 \quad z_{11} = 54 \quad z_{12} = 16 \quad z_{13} = 76$$

2) 分配后各档传动比为 :

$$i_1 = \frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_8}{z_3} \times \frac{z_{11}}{z_{10}} \times \frac{z_{13}}{z_{12}} = 36 \quad i_2 = \frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_{9a'}}{z_{6a}} \times \frac{z_{11}}{z_{10}} \times \frac{z_{13}}{z_{12}} = 20$$

$$i_3 = \frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_{9a}''}{z_7} \times \frac{z_{11}}{z_{10}} \times \frac{z_{13}}{z_{12}} = 12 \quad i_4 = \frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_4''}{z_3} \times \frac{z_8}{z_5} \times \frac{z_{11}}{z_{10}} \times \frac{z_{13}}{z_{12}} = 37$$

$$i_5 = \frac{z_2}{z_1} \times \frac{z_4'}{z_2} \times \frac{z_8}{z_5} \times \frac{z_{11}}{z_{10}} \times \frac{z_{13}}{z_{12}} = 12$$

3) 齿轮分度圆直径计算, 见下表 5.1:

编号	齿数	模数	分度圆直径 mm
1	21		63
		3	

2	36	108
3	22	66
4'	17	51
4"	31	93
5	30	90
6a	28	84
7a	34	102
8	29	87
9'	15	45
9"	21	63
10	16	48
11	54	162
12	16	48
13	76	228

表 5.1 齿轮分度圆直径

4) 依据齿轮齿数，查表得齿轮其它参数

查表得，齿顶高系数 $h^* = 1, c^* = 0.25, m = 3$ ，压力角 $\alpha = 20^\circ$ ，d 为分度圆直径， h_a 为齿顶高， h_f 为齿根高，h 为齿全高， d_a 为齿顶圆

则有：

$$\Delta h_{a1} = \Delta h_{a2} = h_a^* \times m = 1 \times 3 = 3mm$$

$$\Delta h_{f1} = \Delta h_{f2} = (h_a^* + c^*) \times m = 3.75mm$$

$$\Delta h_1 = \Delta h_2 = (2h_a^* + c^*) \times m = 6.75mm$$

齿顶圆直径： $d_{ai} = (z_i + 2h_a^*) \times m$

齿根圆直径： $d_{fi} = (z_i - 2h_a^* - 2c^*) \times m$

基圆直径： $d_{bi} = d_i \times \cos \alpha$

各齿轮具体参数以下表 5.2

编号	齿数	模数	齿顶圆直径	齿根圆直径	基圆直径
1	21		69	55.5	59.5
2	36		114	100.5	101.5
3	22		72	58.5	62
4'	17		57	43.5	47.9

4"	31	99	115.5	87.4
5	30	96	82.5	84.6
6a	28	90	76.5	78.9
7a	34	3	57	43.5
8	29	93	79.5	81.8
9'	15	51	37.5	42.3
9"	21	69	52.5	59.2
10	16	54	40.5	45.1

11	54	168	154.5	152.2
12	16	54	40.5	45.1
13	76	236	220.5	214.2

表 5.2 齿轮具体参数

齿距 $p_1 = \pi m = p_2 = 3.14 \times 3 = 9.42mm$

基圆齿距 $p_{b1} = p_{b2} = p \times \cos \alpha = p_2 \times \cos \alpha = 9.42 \times \cos 20^\circ = 8.85mm$

齿厚 $s_1 = s_2 = \pi m / 2 = 4.7mm$

齿槽宽 $e_1 = e_2 = \pi m / 2 = 4.7mm$

顶隙 $c = c^* \times m = 0.25 \times 3 = 0.75$

由上可知，全部齿轮以下参数相同：

$h_a = 3mm$ $h_f = 3.75mm$ $h = 6.75mm$ $p = 9.42mm$

$p_b = 8.9mm$ $s = e = 4.7mm$ $c = 0.75mm$

5) 确定中心距

一轴和二轴： $d_{12} = m(z_1 + z_2) / 2 = 85.5mm$

二轴和三轴： $d_{23} = m(z_3 + z_5) / 2 = 78mm$

三轴和四轴： $d_{34} = m(z_5 + z_8) / 2 = 88.5mm$

二轴和四轴： $d_{24} = m(z_7 + z_{9'}) / 2 = 73.5mm$

四轴和五轴： $d_{45} = m(z_{10} + z_{11}) / 2 = 105mm$

6) 确定齿宽

由《拖拉机设计手册》中查得，拖拉机变速箱内齿轮宽度设计公式为 $B=4\sim 6m$,并依据机械设计理论得齿轮宽度，齿轮宽度见下表 5.3

编号	齿宽 (mm)
1	20
2	12
3	20

4'	20
4"	12
5	12
6a	15
7a	15
8	15
9'	20
9"	20
10	20
11	15
12	20
13	15

表 5.3 齿轮宽度

7) 改善后两对齿轮参数计算

6a: 齿形角 $\alpha = 20^\circ$, 6a 和 9a" 啮合角 $\alpha' = 21.5^\circ$, 原中心距为 $a' = 74.1\text{mm}$, 现中心距为 $a = 73.5\text{mm}$

$$\text{节圆直径: } d_{6a}' = d_{6a} \times \cos 20^\circ / \cos 21.5^\circ = 84.8\text{mm}$$

$$d_{9a''}' = d_{9a''} \times \cos 20^\circ / \cos 21.5^\circ = 63.6\text{mm}$$

$$\text{中心距变动系数: } y = (a' - a) / m = 0.2$$

$$\text{齿顶高变动系数: } \Delta y = x_1 + x_2 - y = 0$$

$$\text{齿根圆直径: } d_{f6a} = d_{6a} - 2h_{f6a} = 76.8\text{mm}$$

$$d_{f9a''} = d_{9a''} - 2h_{f9a''} = 56.4\text{mm}$$

$$\text{齿顶圆直径: } d_{a6a} = d_{6a} + 2h_{a6a} = 90.3\text{mm}$$

$$d_{a9a''} = d_{9a''} + 2h_{a9a''} = 69.9\text{mm}$$

$$\text{齿顶高: } h_{a6a} = (h_a^* + 0.05)m = 3.15\text{mm}$$

$$h_{a9a''} = (h_a^* + 0.05)m = 3.45\text{mm}$$

$$\text{齿根高: } h_{f6a} = (h_a^* + c^* - 0.05)m = 3.6\text{mm}$$

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/906031145003010211>