

拖拉机与农用运输车 的实用设计

李晋善 谭德荣 编著

机械工业出版社



拖拉机与农用 运输车的实用设计

李晋善 谭德荣 编著



机械工业出版社

本书是在高等工业学校拖拉机专业《拖拉机设计》教材编审规划要求的基础上,增加农用运输车设计内容编写而成的。

本书概括介绍拖拉机和农用运输车的实用设计。内容包括整机设计、部件主要参数的确定及某些主要零件的设计计算、优化设计。

本书贯彻少而精原则,突出设计重点,简明扼要。可作为拖拉机专业设计试用教材,并可供相近专业学生毕业设计参考,也可作为从事拖拉机与农用运输车设计、制造、使用维修技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

拖拉机与农用运输车的实用设计/李晋善,谭德荣编著.
北京:机械工业出版社,1996.9
ISBN 7-111-05280-3

I.拖… II.①李… ②谭… III.①拖拉机-机械设计②
农业机械:运输机械-机械设计 IV.S219.02

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第14363号

出版人 马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码 100037)

责任编辑:林春泉 版式设计:李松山

封面设计:王洪流 责任印制:郭志仁

北京通县马头印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1996年8月第1版第1次印刷

787mm×1092mm1/16·8印张·185千字

0 001-1700册

定价 18 元

前 言

随着社会对专业人材综合能力要求的提高,拖拉机专业的学生要求拓宽知识面增加汽车设计知识;但受学时的限制,不得不删减“拖拉机设计”内容。目前还没有一本合适的书满足上述要求。

农用运输车近几年发展迅速,它介于拖拉机与汽车之间,两者既有联系又有区别:在设计上类同汽车货车,而在使用要求上类同轮式拖拉机。为此,编者将农用运输车设计作为本书的重要内容之一。

本书的出版,对于推动农用运输车的进一步发展和拖拉机专业的教材建设具有积极的现实意义。

本书第一、二篇由李晋善编写,分别概括介绍拖拉机和农用运输车的实用设计,内容包括整机设计、部件主要参数的确定及某些主要零部件的设计计算;第三篇由谭德荣编写,简要介绍一些典型零件的优化设计。李晋善负责全书统稿与校对。

本书贯彻少而精原则,突出设计重点,简明扼要。可作为拖拉机专业的设计试用教材,并可供相近专业学生毕业设计参考,也可作为从事拖拉机与农用运输车设计、制造、使用维修技术人员的参考书。

本书得到了曹新忠主任和董增前、陈德元两位教授的指导,编者表示衷心感谢。由于水平有限,书中错误和欠妥之处在所难免,望读者批评指正。

编 者

1995 年 12 月

目 录

前言

第一篇 拖拉机设计概论 (1)

第一章 总论 (1)

- (一) 拖拉机的设计要求 (1)
- (二) 拖拉机的设计程序 (2)
- (三) 拖拉机的总体设计 (3)
- (四) 拖拉机整机参数的确定 (9)

第二章 传动系 (13)

- (一) 传动系设计概述 (13)
- 1. 设计要求 (13)

- 2. 机械传动系设计应考虑的主要问题 (13)

- 3. 机械传动系的总传动比及其分配 (13)

- 4. 部件传动比分配的推荐范围 (15)

- 5. 齿轮传动系的效率 (15)

- 6. 齿轮传动系的计算载荷 (15)

- (二) 离合器 (16)

- 1. 设计要求 (16)

- 2. 离合器主要参数的确定 (16)

- 3. 离合器的验算 (18)

- 4. 离合器主要零件的计算 (20)

- 5. 离合器结构设计中应注意的问题 (23)

- (三) 联轴器 (23)

- 1. 设计要求 (23)

- 2. 强度计算 (23)

- (四) 挂档式换挡变速箱 (24)

- 1. 设计要求 (24)

- 2. 组成式变速箱设计步骤 (25)

- 3. 变速箱主要参数的确定 (25)

- 4. 圆柱齿轮的变位与强度计算 (27)

- 5. 轴与轴承的设计计算 (29)

- 6. 变速箱的结构设计 (30)

- (五) 摩擦式换挡变速箱 (32)

- 1. 定轴传动的摩擦式换挡变速箱 (32)

- 2. 单排行星机构的运动学和动力学 (32)

- 3. 行星机构设计计算中的几个问题 (33)

- 4. 闭锁离合器扭矩和制动器扭矩求法 (34)

- 5. 行星传动全负载换挡变速箱 (34)

- (六) 中央传动 (35)

- 1. 设计要求 (35)

- 2. 弧齿锥齿轮设计计算 (35)

- (七) 差速器 (39)

- 1. 简单式差速器基本参数的确定 (39)

- 2. 承载能力 (40)

- (八) 最终传动 (41)

- 1. 设计要求 (41)

- 2. 主要参数选择与结构设计注意事项 (41)

- 3. 轮式拖拉机驱动轴 (44)

- (九) 动力输出装置 (43)

- 1. 动力输出装置传动零件的强度验算要点 (43)

- 2. 动力输出带轮的布置要求 (43)

第三章 转向系统 (44)

- (一) 轮式拖拉机转向系 (44)

- 1. 设计要求 (44)

- 2. 转向梯形机构 (44)

- 3. 双拉杆机构 (45)

- 4. 转向器 (47)

- 5. 转向系的强度验算 (48)

- 6. 转向助力器的设计要求 (50)

- (二) 履带拖拉机转向系 (51)

- 1. 设计要求 (51)

- 2. 基本参数的确定 (51)

第四章 制动系 (53)

- (一) 制动器计算力矩的确定 (53)

- (二) 拖拉机的制动性能 (54)

- (三) 带式制动器基本参数的确定与验算 (54)

- (四) 蹄式制动器基本参数的确定与验算 (55)

- (五) 盘式制动器基本参数的确定与验算 (55)

第五章 轮式拖拉机行走系	(56)	第八章 总论	(66)
(一) 设计要求	(56)	(一) 农用运输车的设计程序	(66)
(二) 轮胎选择原则	(56)	(二) 农用运输车的总体设计	(67)
(三) 悬架弹簧刚度的选择	(56)	(三) 农用运输车的主要参数的确定	(69)
(四) 前轮定位参数的推荐值	(56)	第九章 农用运输车的传动系	(74)
(五) 前桥验算	(57)	(一) 概述	(74)
(六) 前桥设计注意事项	(57)	(二) 农用运输车的机械式传动系	(74)
第六章 液压悬挂装置	(58)	(三) 传动系各部件的设计要点	(76)
(一) 概述	(58)	第十章 农用运输车的转向系和制动系	(80)
1、设计要求	(58)	(一) 转向系主要组成机件设计要点	(80)
2、液压悬挂装置的分类	(58)	(二) 制动系统设计要点	(81)
3、耕深控制要求	(58)	第十一章 农用运输车的行驶系	(83)
(二) 各种不同控制方法对驱动轮的增重 和前轮失重	(58)	(一) 概述	(83)
1、驱动轮增重 ΔY_d	(58)	(二) 行驶系的载荷确定	(83)
2、前轮失重 ΔY_f	(59)	(三) 悬架装置	(83)
(三) 悬挂机构	(59)	(四) 车 轮	(85)
1、设计要求	(59)	第十二章 农用运输车的车架与车身	(86)
2、设计任务	(60)	(一) 车架设计要点	(86)
3、杆件尺寸的确定步骤	(60)	(二) 车身设计要点	(87)
4、提升速比的计算	(60)	第三篇 拖拉机与农用运输车的零部件 优化设计	(89)
5、提升能力的计算	(60)	第十三章 拖拉机与农用运输车的零部件优化设计	(89)
(四) 阻力控制的传感	(61)	(一) 优化设计及方法简介	(89)
1、上拉杆传感	(61)	(二) 拖拉机与农用运输车的零部件优化设计	(90)
2、下拉杆传感	(62)	1、离合器碟形弹簧的优化设计	(90)
第七章 驾驶室与驾驶室	(63)	2、转向梯形优化设计	(92)
(一) 驾驶室	(63)	3、双拉杆转向机构优化设计	(93)
1、设计要求	(63)	4、差速器优化设计	(94)
2、设计内容	(63)	5、制动器优化设计	(96)
3、驾驶室悬架系统设计	(63)	6、悬挂机构优化设计	(97)
4、座垫与靠背设计注意事项	(64)	附表:	(100)
5、驾驶座的结构设计	(64)	拖拉机部分:附表 1~附表 15	(100)
(二) 驾驶室	(64)	农用运输车部分:附表 16~附表 17	(110)
1、设计要求	(64)	主要参考文献	(122)
2、隔振设计与减振设计	(64)		
3、隔声设计与吸声设计	(65)		
4、翻车防护装置	(65)		
第二篇 农用运输车设计概论	(66)		

第一篇 拖拉机设计概论

第一章 总 论

(一)拖拉机的设计要求

一台好的拖拉机,应该是技术上可行,经济上可取,用户满意。满足“实用、价廉、先进、配套、多能(一机多用、综合利用性好)、易造、好修、能就地取材、三化程度高和外形美观”等要求。这些要求,可概括为:“好用、好造、好修和好看”,并可作为评价拖拉机设计质量的标准。

好用,指使用性能好。能在预定的工作环境和作业项目中,表现出良好的使用性能(包括农业技术性能、技术经济性能和一般技术性能)。例如,良好的牵引性、通过性、机动性、可靠性、经济性和舒适性等。

好造,指制造时成本低、生产率高。好造表现在以下五个方面:

1. 结构简单

在满足使用性能要求前提下,结构力求简单、质量轻。这就要:

- 1)合理选择结构型式,减少传动环节,重复利用传动元件,力求使零件的种类和数量最少。
- 2)合理安排零件,充分利用空间,做到结构安排合理,加工量最小。

2. 选材合理

少用或不用稀有合金钢、有色金属,使材料品种少、价格低。另外,应尽量多用质优价廉的代用材料。

3. 加工、装配工艺简便

提高加工、装配工艺性能。设计的零件要便于成坯,便于装、夹和加工,且在一次装夹中能完成尽量多的工序;零件便于装配成部件;加工精度、技术要求和表面粗糙度等确定的合理。

4. 工艺继承性好

要设计成系列产品,在改进设计时要保持与原产品有良好的工艺继承性。

5. 通用

设计中的产品要遵守国家标准、行业标准及与其他有关行业通用;贯彻“三化”原则。

好修,原则上是指以下三方面:

- 1)便于技术保养 各调整部位及检查孔应设计合理,便于接近、观察和调整;油、水的注入口、放出口应便于注、放;尽量减少润滑点;减少调整部位;延长调整间隔期。
- 2)更换易损件时拆装方便。
- 3)易损件具有通用性。

好看,指外形符合形态学要求,给人以美的享受。主要表现在车身造型及颜色上。一个美观的外形和漂亮的颜色将使产品增加市场竞争力。

(二)拖拉机的设计程序

拖拉机从研制到批量生产,其传统的设计程序,大体经历以下几个步骤:

1. 制定设计技术任务书

在我国,“任务书”一般由生产产品的上级主管机关下达。也可以工厂自己制定,然后经主管部门审核批准。任务书用来把握设计方向和目标。

(1)任务书的主要内容 任务来源、设计指导思想、目的要求、用途、拖拉机工作条件、所选发动机型号及主要性能指标、拖拉机基本参数、底盘主要零部件结构类型及特征和附件及配套农具要求等。有时还附有其他说明(包括国内外同类型机型的比较资料等)。

(2)在制定任务书的过程中应做的工作

1)调查研究(收集情报),了解作业对象、使用条件(诸如气候、地形、土壤状况、耕作制度、习惯等)以及国家的技术经济政策(包括有关标准法规,如制动安全规范、噪声与排放控制标准、“三化”情况。).

2)用户访问,了解现有同类机型存在的问题、使用经验等,广泛搜集使用性能资料。

3)参考国内外同类先进机型的技术资料,尽量采用“新技术、新结构、新材料和新工艺”,使设计的产品具有先进技术性能。

2. 技术设计

此阶段是以任务书为依据,进行图纸设计。包括:

(1)方案设计 对整机、部件进行多方案比较,然后选取一个能够满足使用性能要求;工厂能做到产、供、销配合;采用新技术的较佳方案。

在决定方案时,须同时考虑纵向标准系列,横向间变形的可能,以及维护保养的方便性。

方案选定后:

1)绘总体布置草图,初步安排各部件与操纵机构,检查部件方案的合理性及实现的可能性。

2)绘制传动系简图。

3)确定参数,即确定整机参数与尺寸(包括总传动比、轮距、轴距、重心坐标、最小离地间隙和牵引点高度及外形尺寸等)。

4)估算整机性能并进行牵引计算(计算牵引力、牵引功率、行驶速度和牵引效率等),检查经济性和生产率。

5)绘制各部件结构草图。

(2)部件设计 此阶段是方案设计的具体化。包括:

1)部件参数的选择与计算。

2)主要零件强度、刚度、寿命和结构尺寸的计算。

3)绘制部件图,解决各零件的配合、安装、调整、散热、润滑和密封等问题。

4)绘制整机总图和尺寸链图,解决部件装配关系。

(3)零件设计

1)画零件图(包括形状、尺寸、各种公差、材料、精度和技术要求等)。

2)尺寸链计算。必须指出:虽然是零件设计,但要有全局观点、节约观点和发展观点。

(4)编制技术文件

1)设计计算书、尺寸链计算书。

2) 整机、部件的试验技术要求。

3) 使用保养说明书。

4) 零、备件目录。

5) 外购、外协件目录及技术要求。

3. 样机试制

产品试制是一个重要环节。通过试制,可以考核图纸的正确性、完整性。试制时要编制试制工艺,制作必要的工艺装备。提出加工装配要求。

制造方式一般为单件生产。提供 3~5 台样机。

4. 样机试验鉴定

样机试验是从设计到正式生产制造之间必不可少的重要环节。它检验设计的正确性。只有经过试验才能确定整车技术性能是否达到设计要求和满足农艺要求;试验还将考核制造装配质量。将为进一步改进设计和定型生产提供依据。

试验鉴定内容包括:

1) 运转前进行一般性技术检查。

2) 试运转。

3) 走合(磨合)试验。

4) 性能试验(抽一台样机作全面性能试验,测定整机参数,进行牵引试验)。

5) 使用试验:包括平均无故障间隔时间(MTBF)能否达 300h 以检验可靠性和 2000h 生产试验以检验耐久性。其中发动机、悬挂系统还必须在使用试验的中期和结束后各再进行性能试验一次。

6) 技术鉴定:主管部门邀请专家学者(高校、科研单位)、厂家和用户等单位代表数人召开产品鉴定会,成立鉴定委员会。进行图纸资料审查;整机性能测试;零部件测试等。最后提出并讨论通过结论性意见或改进意见。

新产品鉴定后,产品最后能否投产转入小批生产,取决于性能的好坏与成本的高低。

在小批生产之后,还要进行鉴定,通过后才能转入批量生产。

(三) 拖拉机的总体设计

设计一台拖拉机,由许多人共同完成,通常分成总体设计组和若干部件设计组。它们应相互配合协调工作。

1. 总体设计的任务

(1) 确定总体方案 根据任务书规定的使用要求,牵引计算所确定的基本参数以及其他条件,选择和确定拖拉机的型式(轮式、履带式、手扶和船式)及总体方案。

(2) 布置、调整各部件 合理布置各部件、附件在拖拉机上的位置,提出控制要求(绘尺寸控制图)。确定和合理调整拖拉机的重量分配和重心坐标。

(3) 检查方案 检查所选部件结构方案的合理性及实现的可能性;确定联接方式;协调部件与部件、部件与整机间设计中出现的问题。

(4) 布置工作场所 布置驾驶员的工作场所,安排操纵机构。

(5) 检查零部件 查核各运动零件、部件的运动空间,排除一切干涉。

(6) 考虑变型设计 整机设计中充分考虑变形设计;考虑农具配套;提高“三化”程度和维修保养方便性。

2. 总体设计步骤

(1) 方框图阶段 根据任务书要求,参考同类机型的技术资料和使用调查报告,对所选各部件结构型式、外形尺寸及在整机上的布置进行多方案比较和多方案设计,在满足性能要求的前提下,选择一个最好方案。最后用与各部件外形大致相仿的方框,绘成整机方框图,以便估算整机参数。

(2) 总布置草图(控制图)阶段 用 1:2 或 1:5 的比例,绘整机侧视图、俯视图和各种局部视图,用以控制各部件尺寸和质量;协调各部件关系;校核运动件是否干涉;部件拆装、维修保养是否方便。

控制图虽不必绘其内部结构和尺寸,但要各部件特性尺寸,主要配合尺寸和控制尺寸,部件相互位置、支承连接方式,操纵机构布置等标明。

为充分表示零、部件相互关系,通常采用示意性的重迭透视画法,校核各部分尺寸链。

布置操纵机构时,最好作实体模型。必要时,最后作整机实体模型,以全面审查设计。

(3) 总装配图阶段 在根据部件的控制尺寸和质量进行部件设计,并完成零件图设计后,根据零、部件图绘总装配图(纵剖视图、外形图)和整机尺寸链图,以检查能否恰当装配(顺序),联接尺寸是否一致,有关部件的运动空间,并排除可能发生的干涉现象。

3. 轮式拖拉机的总布置

(1) 布置方案的确定 主要是确定构成拖拉机机体的几个部件的相互位置。轮式拖拉机传动系各部件布置方案如图 1-1 所示。

确定原则首先要满足使用要求,其次考虑所采用的部件方案的特点,最后考虑变型方便。

方案确定后,进行各部件的布置。

(2) 布置顺序

1) 根据整机参数,绘制总布置图基准线(地平线,前后轮中心线,曲轴中心线)。

2) 布置前桥、发动机。

3) 发动机位置确定后,可由前向后布置离合器、联轴器和变速箱。

4) 从驱动轮,由后向前布置最终传动、制动器和中央传动。

5) 布置转向系。

6) 布置座位、操纵机构和驾驶室。

7) 布置工作装置及其他附件。

(3) 主要部件的布置及要求

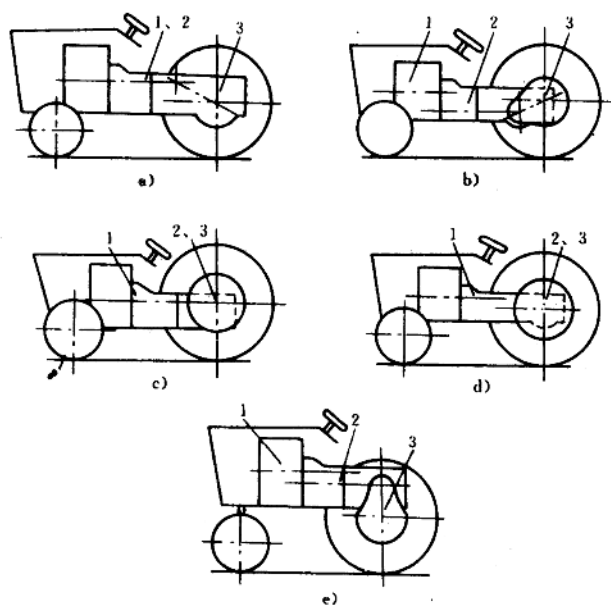


图 1-1 轮式拖拉机传动系各部件布置方案

1—曲轴轴线 2—变速箱输出轴轴线 3—驱动轮轴线

1) 前桥

①首先确定转向传动杆件的布置类型(如单拉杆式后置梯形)。在留有足够的运动间隙的情况下,初步定出前轴距发动机接合面的距离和托架后部结构型式。

②确定托架纵断面的结构形式。留下足够的拆卸风扇皮带的间隙。定出摆轴相对曲轴中心线的距离(低多少)。

③根据农艺高度要求,定出摆轴中心与前轴中心的高度差(摆轴高)。托架处于前轴上方,两者间留 70~100mm 间隙,以便轴的摇摆。

④根据前轴所受力、力矩的传递形式,确定前轴支承长度(应保证有足够的支承刚度)。

2) 发动机 发动机的位置影响轴荷分配和离地高度。布置前应知道外形尺寸及配合尺寸:如图 1-2 所示,发动机前面与前桥托架有接合面,后部与离合器有接合面。

水箱同风扇之间应留有 15~30mm 间隙,且两者中心高度差不应过大,以免影响散热或打坏水箱。

3) 传动系 传动系壳体的组合形式如图 1-3 所示。

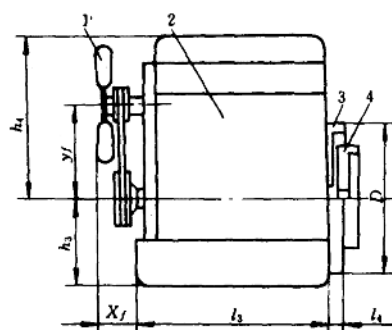


图 1-2 发动机主要尺寸

1—风扇 2—发动机机体 3—飞轮壳 4—飞轮

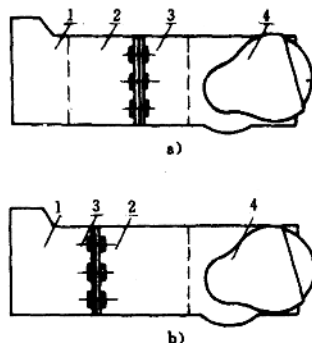


图 1-3 传动系壳体的组合

1—离合器壳 2—变速箱壳 3—空室 4—最终传动

布置传动系时要定出箱体分界面(壳体的分段应使相互位置精度要求高的孔处于同一壳体上),外形及操纵机构的位置等。

整个传动系的重心应尽量处于车的纵向垂直对称平面内,以保证车的良好使用性能。

4) 转向系 转向盘的位置和倾角(对水平面而言)应该使驾驶员操纵方便。为此,转向轴倾角多为 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$,摇臂下端后倾 $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$ (保证向左、右转动方向盘旋转角相同)。方向盘的位置应与座位、操纵机构系统的布置统一考虑,符合人一机工程学要求。

转向系基本布置就绪后,即应画出转向机构运动轨迹,并排除一切干涉(例如,转向时托架可能与横拉杆相碰,为消除这一现象,二者应留有不小于 10mm 的间隙)。前轮在最大转角或最大跳动情况下,同任何机件不得相碰(间隙不小于 10~20mm)。

5) 驾驶室、驾驶座及操纵机构 驾驶室应安全可靠(骨架结构有足够强度、刚度;固定可靠);空间大小不妨碍驾驶员操作;封闭驾驶室要求底板密封。

驾驶座应有侧挡板;座椅位置可调(应靠近重心,但不能太靠近方向盘);应能隔振吸振。

操纵机构围绕座位安排,应符合人一机工程学要求;操纵方便,避免需同时动作的操纵杆集中在一只手或脚上;注意工作条件(如悬挂操纵杆在右方);使操作动作符合习惯;操纵机构

不得有干涉;操作力符合要求等。

6)工作装置 工作装置应符合有关专业标准的规定;应在机架上留有多种悬挂的安装孔及安装空间,机架上与农具联接的部位应注意加强,保证有足够的强度。

7)附件设计的一般特点

①一般附件不承受很大的力,但必须有足够的刚度,防止振坏。

②轮廓尺寸公差大,绘布置图时应注意不致因制造误差而彼此干涉,为此尽量选用共同基准。

③附件的支架应固定在保养修理时不需拆卸的壳体上。

8)附件型式的选择、布置和支架设计

①油箱布置 除考虑调整整车重心外,常布置在:

- a. 发动机之后、仪表板之下。此位置的缺点是由于受空间的限制,常得不到足够的容量。
- b. 发动机上方(但检修发动机不便)。
- c. 驾驶座之后(油管太长;有时会影晌悬挂杆件运动)。

有的拖拉机设两个油箱以满足容量要求(不少于10h工作之需)。油箱出油口位置,应保证油箱倾斜 25° 能正常供油。

②蓄电池、仪表及其电器布置

a. 蓄电池布置除考虑调整重心外,常布置在:仪表板下,水箱之前,驾驶座两侧。即布置在维护方便、温度不高和靠近电机处(缩短起动线路)。电池应固定可靠,并加以防护和避振。电池容量应满足冬季夜间起动和照明检修用电。

b. 发电机功率应能保证同时工作的用电设备需要,满足电池充电用。

c. 各种用电设备的开关应置于易于触及的地方。仪表要集中布置。电器应注意防油、防水和防污。大灯应能调节。将走向相同的连接电线并拢制成线束(分前、中、后三段及一些单独小线束)用联接板联接,并用不同颜色、标号粗细区分。应绘制线路图(用静态简化视图,按照车上俯视图上的位置展开绘出电器元件图),按电线实际走向及连接方法,如实地画出每一条连接电线。

③空气滤清器布置。空气滤清器是清除进入气缸内空气中灰尘杂质的重要装置。为提高其使用寿命,应安装在离地面较高、灰尘少和靠近进气管处。但不应太靠近驾驶室。

④机罩外形应考虑拖拉机形态学。机罩与机体联接可靠且考虑保养发动机、电池、空滤器的方便性。

⑤挡泥板能防止泥水的甩起。挡泥板要保证车轮的跳动不受妨碍,同车轮间隙不小于80mm。前轮挡泥板宽度稍大于前轮,大小不妨碍转向,后沿做到能防止泥水后甩。后轮挡泥板宽度为 $2/3$ 轮宽。

⑥搁脚地板。当地板高于600mm时应设上、下车踏板及扶手。第一级距地面高400mm。

图1-4是轮式拖拉机总布置示意图, y_0 是曲轴轴线高度; α_m 是最终传动倾角; β_2 是转向摇臂倾角。

总布置参数参见附表14。

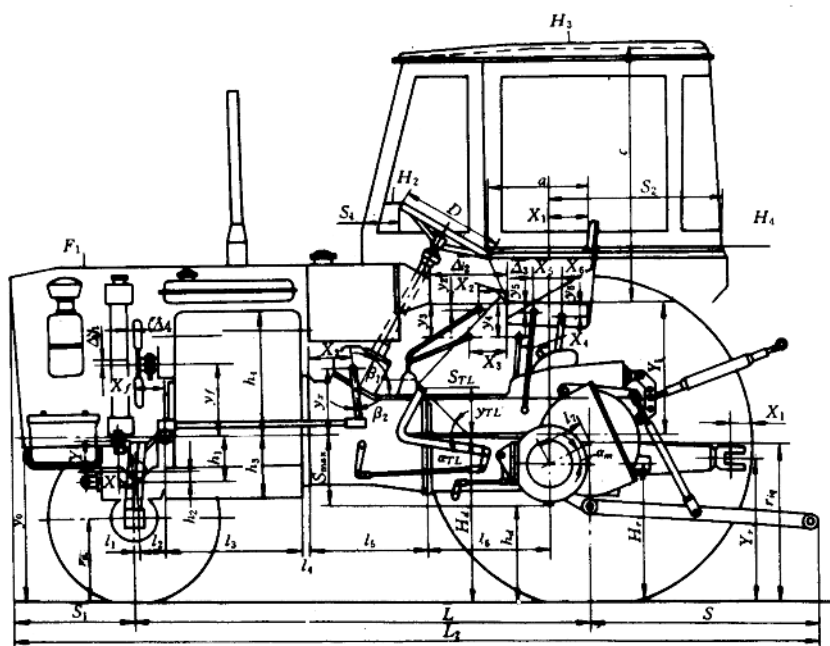


图 1-4 轮式拖拉机总布置示意图

4. 重心位置的估算与调整

总布置的重要任务之一是合理布置各部件的位置,以便使重心满足质量分配的要求而使轴荷分配合理。这里主要是控制重心的纵向坐标 a (重心到驱动轮中心的水平距离)。

$$a = L(1 - \lambda) \quad (1-1)$$

式中 L —— 轴距;

λ —— 质量分配系数。 $\lambda = \frac{G_q}{G_s}$;

G_q —— 驱动轮上分配的质量;

G_s —— 使用质量。

旱田 4×2 轮式拖拉机, λ 取 $0.60 \sim 0.65$ 。根据 a 值进行总体布置。

(1) 重心位置的估算方法 根据总布置方案图,参考现有拖拉机部件质量资料(附表 14)估计各部件质量 G_i ,并给定各部件重心的纵向坐标 a_i ,如图 1-5 所示。

用下式算出整机重心纵向坐标估算值:

$$a = \frac{\sum G_i a_i}{\sum G_i} = \frac{G_1 a_1 + G_2 a_2 + \dots + G_n a_n}{G_1 + G_2 + \dots + G_n} \quad (1-2)$$

若不符合要求,要对部件位置进行调整,再估算直至得到满意结果。

对于 4×2 后轮驱动拖拉机,后桥质量较大,一般布置结果往往重心过于靠后,前轮载荷不足。为此,应加以调整。

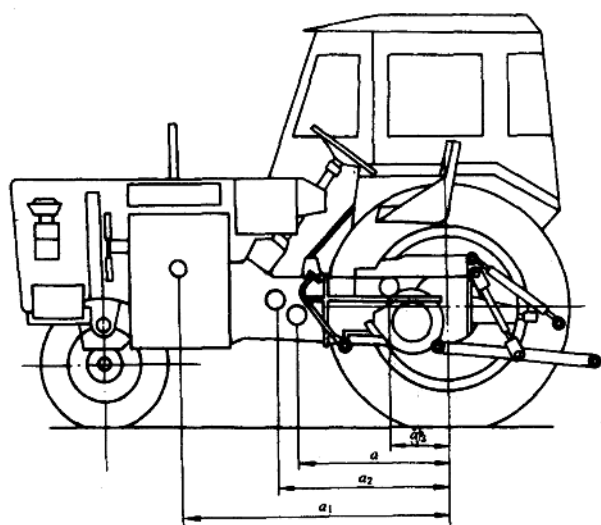


图 1-5 拖拉机重心纵向坐标的估算

(2) 调整方法

1) 将发动机和离合器前移,在离合器和变速箱间采用联轴器。将前轴作成后掠,如图 1-6 所示。

但发动机也不能过前,以免影响通过性(接近角不应少于 $30^\circ \sim 35^\circ$)。具体布置以轴载质量合适为宜。

2) 将最终传动主动轴和从动轴中心的连线对于水平面间的夹角减少,使变速箱等部件前移。值得注意的是,这样将导致离地高度的减小。

3) 在前端布置附件(如散热器、电池、油箱等)或加配重,以增加前轴的轴荷。

由于使用中的油重变化,设计计算时油箱油重按一半计算。

重心高度坐标,在满足离地高度要求前提下,应尽量降低。

重心横向坐标,一般很小不必考虑。

5. 变型设计

(1) 高地隙中耕变型 增加地隙是提高拖拉机通过性的重要内容。中耕变型拖拉机为适应作业要求必须具有较好的纵向通过性,因而须提高其离地间隙。常用的方法有:

1) 增加前桥地隙

- ① 采用曲拐式前轮轴。
- ② 换用长立轴。

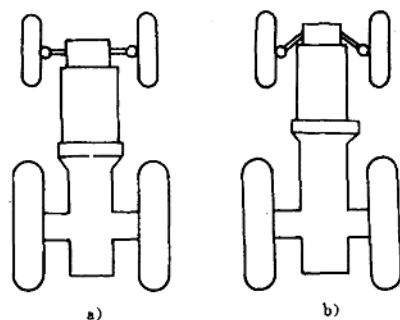


图 1-6 一般布置式和后掠式前轴

2) 增加后桥地隙

① 转动最终传动(外置式)壳体角度。

② 换用两级减速最终传动。

③ 增加附加最终传动(内置式)。

④ 换用大直径窄轮胎。

(2) 履拖变型时的特点

1) 各档传动比、工作速度和牵引性能有较大不同。

2) 重心要求、部件布置不同。

3) 传动系载荷不同(轮式常受附着限制)。

4) 零件通用化程度小。轮式拖拉机的履带式变型,通常对行走系转向系需另行设计,其他系统可通用(因牵引力增大而驱动轮减小,驱动扭矩无明显变化)或稍作变动(如速度降低需变动变速箱齿轮)。

(3) 设计履拖变型时需解决的问题

1) 在机架前端增加配重,以使原来偏后的重心前移。

2) 提高额定牵引力。因使用质量的增加使附着力增大;另一方面,履带车的滚动阻力大。因此必须增大变型车的额定牵引力。

3) 额定牵引力和配套农具的变化,一般要求重新设计悬挂装置。

4) 降低速度。履带拖拉机以低速工作,因而须改动变速箱中一些齿轮齿数,以满足要求。

(四) 拖拉机整机参数的确定

整机参数是制定设计任务书、总体设计的重要内容之一,影响到拖拉机性能能否达到预期要求和总体及部件结构型式的选择。

1. 额定牵引力 P_{TN}

根据农用拖拉机最经常而又繁重的作业项目(通常为犁耕作业)确定。测定条件为:对于旱田,在水平地段,以基本犁耕速度在中等湿度的留茬地上进行犁耕;对于水田,应换装水田行走装置,在中等深度(至硬底层 18~20cm)的灌水稻茬田里以基本犁耕作业速度犁耕;滑转率在规定的范围内(旱田:轮式 16%~20%,履带式 7%~10%,手扶 25%;水田:轮式在 20%~25%)所发挥的最大牵引力为 P_{TN} 。

或在上述条件下,当发动机处于标定工况时拖拉机能发挥的最大牵引力为 P_{TN} 。

额定牵引力按下式计算:

$$P_{TN} = (1.1 \sim 1.2) Z b_1 h K \quad (\text{kN}) \quad (1-3)$$

式中 Z —— 铧数;

b_1 —— 单个铧宽(m);

h —— 耕深(m);

K —— 土壤平均比阻(kPa)

2. 排档数及各档理论速度

随着拖拉机作业项目的增多,要求有合适的排档来满足要求。目前轮式拖拉机前进档一般在 6 个以上;履带拖拉机有 4~5 个。国外轮式拖拉机多在 8 个以上并有增加的趋势。

不同作业项目要求有不同的作业速度。拖拉机作业速度一般可分为四类:

(1) 基本作业速度 用该类速度作业占全部作业的 70%,因而基本作业速度档应不少于

3~4个。要求变速箱在尽可能增加使用档数的同时,应当把档次集中在主要速度区间(相邻档速度公比 $q = 1.15 \sim 1.20$,建议 $q_{\max} = 1.28$ 为宜,且各档间公比应均匀)。

主要速度区间是由农艺确定的,轮式为4~12km/h;履带拖拉机为5.5~8.5km/h;手扶为3~4km/h。

(2) 运输速度 档数应不少于2个,以适应运输要求。由于拖拉机前、后桥一般无弹性悬架,因而速度不宜过高。速度范围:轮式12~30km/h;履拖9~12km/h;手扶10~16km/h。

主要根据道路条件确定其速度,轮式在良好路面可用20~30km/h;一般路面用15~20km/h。

(3) 慢行速度 用于旋耕、收获,保证农艺质量。速度范围为2~5km/h。

(4) 爬行速度 不是为了增大牵引力,主要是根据作业类型的需要设置。例如用于栽植、开沟($v < 2\text{km/h}$)等。

(5) 倒行速度 多为两个。慢倒: $v = 2 \sim 4\text{km/h}$,用来挂接农具等;快倒: $v = 4 \sim 12\text{km/h}$,用于作业中倒车,可节省倒车时间。工业用或穿梭作业的拖拉机希望有较多的倒档,以提高工作效率。

3. 发动机额定功率 N_{eN}

N_{eN} 应能满足在低基本耕作档速度 v_j 下发挥额定牵引力 P_{TN} 的需要。

$$N_e' = \frac{P_{TN}v_j}{3.6\eta_T} + \text{其他需用功率} \quad (\text{kW}) \quad (1-4)$$

式中 P_{TN} 的单位为kN;轮式拖拉机牵引效率 η_T 取0.6;其他需用功率指在发挥 P_{TN} 的同时,油泵、气泵、动力输出轴等同时工作所需的功率。

为轮式拖拉机选择发动机时,应满足下列要求:

1) 12h 标定功率不小于计算值 N_e' 。

2) 发动机扭矩储备系数 $\mu = \frac{M_{\max} - M_{eN}}{M_{eN}} > 15\%$ 。

3) 额定状态时比耗油率 $g_{eN} < 250\text{g}/(\text{kW} \cdot \text{h})$; $g_e - N_e$ 曲线在60% N_{eN} 以上增长不大。最大转矩点的 g_{eM} 不大于 g_{eN} 的98%;变负荷的平均 g_e 不大于 g_{eN} 的125%。

4) 在最大扭矩 $M_{\max}$ 时,发动机的转数 n_M 不大于70% n_{eN} 。

5) 标定工况下稳定调速率 δ 不大于8%。

4. 拖拉机质量

(1) 结构质量 G_j 是指与拖拉机结构有关的全部零件质量的总和。在保证零部件工作可靠的前提下,应尽量减轻结构质量,提高经济性。

(2) 使用质量 G_s

$$G_s = G_j + G_F + G_P = G_{\min} + G_P \quad (1-5)$$

式中 G_F ——必要的附加质量;(包括油、水、工具和驾驶员重)

G_P ——配重质量(材质可稍差)。

$G_F = (0.06 \sim 0.11)G_j$,其中燃油按10h需要量计算;润滑油及水取 $G_F = (0.03 \sim 0.05)G_j$ 。

G_s 应保证有足够的附着力 P_ϕ ,而 $P_\phi \geq P_{TN} + P_f$,由 $P_\phi = \Phi G_\phi$,滚动阻力 $P_f = f(G_s + G_a)$ 得。

带悬挂农具时:

$$G_s \geq \frac{P_{TN}}{\Phi\lambda - f(1 + \frac{G_n}{G_s})} \quad (1-6)$$

带牵引农具时:

$$G_{smax} = \frac{P_{TN}}{\Phi\lambda - f} \quad (1-7)$$

式中的 λ 为质量分配系数, $\lambda = \frac{G\Phi}{G_s}$,带牵引农具或有地轮的悬挂农具 λ 取0.75~0.80;带悬挂农具时取0.80~0.85。附着系数 Φ ,旱田为0.55~0.65;水田高花纹胎为0.60。农具重 G_n ,带悬挂犁时 $G_n/G_s = 0.06 \sim 0.12$,带牵引犁或有地轮悬挂犁时为零。滚动阻力系数 f ,轮式旱田 $f = 0.05 \sim 0.10$;轮式水田 $f = 0.20 \sim 0.30$ 。

5. 拖拉机的轮(轨)距 B

拖拉机的轮(轨)距 B 是两侧驱动轮(履带)中心纵向对称平面间的距离。 B 的大小直接影响到拖拉机的使用性能,因此:

(1) 希望 B 尽量小

- 1) 使最小转向半径 R_{min} 小,还可减少外形尺寸,提高机动性。
- 2) 便于与农具配套,减少偏牵引。
- 3) 提高(在田间小路、桥、巷)通过能力。

(2) B 又不能太小,否则

- 1) 横向稳定性变差。
- 2) 受后桥零件等结构布置限制。
- 3) 对履拖,将减少转向力矩。

(3) 希望能调节,以满足不同作业要求。

- 1) 犁耕既要保证横向稳定性,又不致偏牵引过多, B 应适中。
- 2) 旋耕为便于与旋耕机耕宽适应, B 小好。
- 3) 运输作业防止翻车, B 大些好。
- 4) 中耕需与行距适应,应更能调节。

轮距调节方法分有级式和无级式。通常所用轮距称为基本轮距,一般设置在从最小轮距算起的第二级或第三级上(但也有个别的设在第一级)。

国产拖拉机轮距调节范围:

$N_e < 20\text{kW}$, $B = 1000 \sim 1400\text{mm}$ 。 $20 < N_e < 45\text{kW}$, $B = 1100 \sim 2000\text{mm}$ 。

本行业的统计公式为:

轮式

$$B = (0.39 \sim 0.45) \sqrt[3]{N_{eN}} \quad (\text{m}) \quad (1-8)$$

履拖

$$B = (0.37 \sim 0.45) \sqrt[3]{N_{eN}} (\text{不能调节}) \quad (1-9)$$

6. 轴距 L (接地长度 L_0)

轴距 L 是指前后轮轴线的水平距离。其大小影响到拖拉机的使用性能。