

# 拖拉机 设计手册

---

机械电子工业部洛阳拖拉机研究所 主编

 上册

机械工业出版社



# 拖拉机设计手册

## 上册

机械电子工业部洛阳拖拉机研究所 主编



机械工业出版社

(京) 新登字054号

### 内 容 提 要

本手册是一部专业工具书，它以各类拖拉机的设计为主要内容，包括拖拉机整机、配套发动机及其各部件的有关专业理论和性能指标、结构、设计计算方法、常用材料和试验方法及其相应的测试设备、专业标准和法规等。此外，还列举了各种工程作业变型及其工作装置的结构与设计计算法。

本手册可供拖拉机行业的工程技术人员进行产品设计和开发工作以及管理、工艺、使用维修等方面的人员工作时参考，亦可供与拖拉机配套的柴油机行业的工程技术人员进行产品设计和开发工作时参考，还可供汽车、工程机械、农业机械和其他行业的读者了解拖拉机产品知识或查找有关资料参考。本书也是大、中专院校相关专业师生的重要参考书。

## 拖 拉 机 设 计 手 册

上 册

机械电子工业部洛阳拖拉机研究所 主编

责任编辑：蔡耀辉 于蕴英 沈 红 版式设计：霍永明

封面设计：郭景云 责任校对：肖新民

责任印制：路琳

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码：100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

济南新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092<sup>1/16</sup>·印张 8<sup>0</sup>·插页 3·字数 2477 千字

1994年8月北京第1版·1994年8月济南第1次印刷

印数 0 001—2 500 定价：125.00元

ISBN 7-111-03831-2/S·54

# 《拖拉机设计手册》编辑委员会

主任委员 刘洪林  
第一副主任委员 陆根源  
副主任委员 程悦荪 商 镇 翁家昌  
顾 问 郭栋才 陈秉聪 吴敬业  
金耀奎 吴起亚  
委 员 (以姓氏笔划为序)  
丁 川 马恒永 邓卓荣  
叶恒敬 刘建华 冯悟初  
朱剑秋 庄定康 余 群  
汪德蓉 吕栗樵 迟全昌  
宋 发 周孔亢 周 煜  
赵文聚 姚海辰 凌桐森  
谢国章 谢传镗 蔡耀辉

## 《手册》编辑部:

主 任 凌桐森  
副 主 任 吕栗樵 邱梅开  
责任编辑 郭聚臣  
编 辑 (以姓氏笔划为序)  
于跃荣 石鲁民 李齐隆 刘举华  
陈英超 张孝祖 张闽鲁 郭豁英  
胡 军

# 《拖拉机设计手册》编著、主审人名单

(以出现先后为序)

## 绪 论

主 审 刘洪林 谢国章  
编著者 凌桐森

### 第 1 篇 产品规划与总体设计

主 编 陆根源  
副主编 关树文 汪德蓉  
主 审 刘洪林  
编著者 陆根源 (第 1 章, 2·1, 2·2, 第 3、4 章) 王世荣 (2·3)  
高尔光 (第 4 章) 王大雄、卢振洲 (第 5 章) 关树文、南基信  
(第 6 章) 汪德蓉、周 煜 (第 7 章) 诸葛镇 (第 8 章)  
尚守序、石友泉 (第 9 章)

### 第 2 篇 拖拉机性能分析

主 编 翁家昌  
副主编 赵 铨 余 群 陈德兴  
主 审 陆根源  
编著者 余 群 (第 1、7 章) 陈德兴 (第 2 章) 方在华 (第 3 章)  
翁家昌 (第 4、5、8 章) 高行方 (第 6 章) 赵 铨 (第 9 章)  
宫 镇 (第 10 章)

### 第 3 篇 拖 拉 机 试 验

主 编 冯悟初  
副主编 熊明寿 朱一东  
主 审 商 镇  
编著者 冯悟初 (第 1 章) 熊明寿 (第 2、3、4 章) 熊庆哲、邹达章、  
王公甫 (第 4 章) 钱 进 (第 5、6 章) 朱一东、韩长英 (第 7 章)  
任坤南、秦志渊 (第 8 章) 南基信 (8·2)

## 第4篇 强度设计

**主 编** 程悦荪  
**副主编** 冯锡曙 刘星荣 丁 川  
**主 审** 赵少汴  
**编著者** 程悦荪 (第1、9章) 刘星荣 (2·1) 冯锡曙 (2·2、第6、10章)  
 王锦雯 (第3章) 郁工瑞 (第4章) 丁 川 (第5、7章) 张家颀、  
 曹正清 (第8章)

## 第5篇 拖拉机用发动机

**主 编** 李厚斐  
**副主编** 陈德玠 吴舜圭  
**主 审** 李德桃  
**编著者** 李厚斐 (第1、2章) 吴舜圭 (第3、4、10章) 李希斌 (第3章)  
 李祖民、黄永亨 (第5章) 罗佩珩 (第6章) 邹宝瑜 (第7章)  
 宋林章 (第8章) 沈婉如 (第9章) 巫树铮、陈无畏、葛松林 (第10章)  
 宓浩祥 (第11章) 张蕊芳 (第12章) 史洛晨 (第13章) 马志华 (第  
 14章) 张 璞 (第15章) 杨庆佛 (第16章) 唐寿鹏 (第17章) 倪新民  
 (第18章)

## 第6篇 传动系

**主 编** 程悦荪  
**副主编** 周纪良 胡 平  
**主 审** 陆根源  
**编著者** 胡 平 (1·1、1·2、第10章) 周纪良 (1·3、1·4、第4、11章)  
 于瑞玺 (1·5) 宫福昌 (第2章) 郑联珠 (第3章) 许纯新 (第5  
 章) 林世裕 (6·1) 王录明 (6·2) 张志伟 (第7章) 刘建华、  
 程悦荪 (第8章) 华耀达 (第9章) 孙维恭 (第11章)

## 第7篇 轮式拖拉机前桥、转向系和制动系

**主 编** 吕栗樵  
**副主编** 邱梅开 施 炯  
**主 审** 程悦荪  
**编著者** 郑联珠 (第1章) 吕栗樵 (2·1、2·2、2·4、2·6) 施 炯 (2·3)  
 李燕卿 (2·5) 邱梅开 (第3章)

## 第8篇 行走系

主 编 邓卓荣 项祖训  
 副主编 朱士岑 蒋崇贤  
 主 审 翁家昌  
 编著者 项祖训 (1·1、1·2) 沈祖权 (1·2) 由书城 (1·3) 蒋崇贤 (第2章) 朱士岑 (3·1、3·2、3·3) 殷匡中、兰心达 (3·4) 许兆林、史溱平 (第4章)

## 第9篇 液压悬挂系统和工作装置

主 编 秦维谦  
 副主编 蒋达人 徐 熙  
 主 审 程悦荪  
 编著者 秦维谦、张兰义(第1、2、4章) 蒋达人 (3·1、3·2、3·3、5·4、第8章) 陈龙兴 (3·4、3·6) 彭荫堂 (3·5) 吴锡章 (3·7、3·9、5·7) 尚 东 (3·8) 徐 熙 (5·1、5·2、5·3、5·5、5·8、5·9、5·12) 谢维祥 (5·6) 武兴亚 (5·10) 祝 蔚 (5·11) 石云起(6·1、6·2) 李 玉 (6·3) 王延录 (6·4) 崔宪江 (第7章)

## 第10篇 驾驶室、驾驶座、覆盖件和扶手架的设计

主 编 宫 镇  
 副主编 周一鸣 吕 俊  
 主 审 翁家昌  
 编著者 吕 俊 (1·1、1·2、1·3、1·4、1·5、1·6、1·9、1·10、第5章)  
 宫 镇 (1·7、1·8) 郭聚臣 (2·1) 周一鸣 (2·1·3、2·2、2·3)  
 张书之 (2·4) 朱光均 (第3章) 苏清祖 (第4章)

## 第11篇 电气系统及其附件

主 编 郑宾遂  
 副主编 唐才林 巫树铮  
 主 审 史占奎  
 编著者 郑宾遂 (第1、4章) 唐才林 (2·1、2·3、第6章) 王伯良(2·2)  
 巫树铮 (第3章) 张善达 (第5章)

## 第12篇 拖拉机现代化设计基本方法

主 编 喻谷源  
 副主编 周孔亢 马恒永  
 主 审 万耀青 顾履平  
 编著者 喻谷源 (第1章) 华克勤 (第2章) 李齐隆、丁成杰 (第3章)  
 张效芳、吴志莉 (3·4) (6·5·2) 马恒永、徐幼卿 (第4章)  
 苏清祖、王锦雯 (第5章) 张孝祖 (第6章) 王大雄 (6·5·1)

## 第13篇 拖拉机常用材料

主 编 陈鹤涛  
 副主编 雷铭君 何孝瑜  
 主 审 张文恺  
 编著者 陈德森 (1·1·1) 陶永玺 (1·1·2、1·1·7、1·1·8、2·2·4) 沈庆通  
 (1·1·3) 雷铭君 (1·1·4、1·1·9、2·2·1、附录) 朱 铭 (1·1·5、  
 1·1·6) 张祖临 (1·1·10、2·2·5) 刘景陶 (1·2、1·2·1、1·2·2)  
 陈鹤涛 (1·2·3、1·2·4、附录) 王冬生 (1·2·3、1·2·4) 张科峰  
 (1·3) 潘秀林 (1·4) 魏兴宝 (1·5、附录) 胡慧莉 (1·6·1、1·6·2  
 1·6·3、1·6·4、1·6·7、1·6·8) 张延平 (1·6·5) 周奇之 (1·6·6)  
 曹本惠 (1·6·7) 何孝瑜 (2·1) 董振乾 (2·2·2) 仝玉柱 (2·2·3)

全书统稿 凌桐森 郭聚臣



## 前 言

为进一步提高拖拉机产品的技术水平,促进拖拉机工业上质量、上品种、上水平、提高经济效益,并为90年代及以后的产品开发工作提供先进、实用的专业性工具书,经原机械工业部农业机械局批准,成立了《拖拉机设计手册》编辑委员会和编辑部,确定以机电部洛阳拖拉机研究所为主编单位,组织与拖拉机行业有关的科研院所、高等院校和重点企业共同编写《拖拉机设计手册》。几年内,先后有机电部工程农机司、机电部洛阳拖拉机研究所、吉林工业大学、第一拖拉机制造厂、江苏工学院、洛阳工学院、安徽工学院、天津拖拉机厂、北京农业工程大学、武汉工学院、哈尔滨拖拉机厂、常州拖拉机厂、上海拖拉机内燃机公司、中国农业机械化科学研究院、东北林业大学、机电部郑州机械研究所、机电部无锡油泵油嘴研究所、无锡柴油机厂、太原工学院、开封内燃机电器总厂、北京理工大学等单位的160多位长期从事本专业工作的专家和教授参加了撰稿、统稿、审稿和编辑工作。在编审人员的共同努力下,今天本书终于与读者见面了。

《拖拉机设计手册》是一部专业性的工具书,以各类拖拉机的设计为主要内容,包括拖拉机整机、配套发动机及其各部件的有关专业理论、性能指标、结构、设计计算方法、常用材料、试验方法及其相应的测试设备、专业标准和法规等。此外,还列举了各种工程作业变型及其工作装置的结构与设计计算方法。内容丰富,可供从事拖拉机及其配套柴油机产品的设计、开发工作的人员参考。

本手册以具有中专以上文化程度的拖拉机行业(包括配套发动机)产品设计与开发、管理、工艺、使用维修等方面的人员和汽车拖拉机专业、农业机械设计和使用专业等的大中专学生为主要读者对象,亦可供其他读者了解拖拉机产品知识或查找有关资料时参考。

本手册的编写内容贯彻了先进、实用、准确的原则。

**先进性** 手册的内容反映了建国以来,特别是近年来拖拉机行业在产品设计和试验研究中的成果,以及生产和使用方面的经验,吸收了国外的先进技术,反映了我国80年代拖拉机产品的设计理论、方法以及产品测试技术水平。

**实用性** 本手册以满足拖拉机产品设计的实用需要作为内容取舍的出发点,普及与提高相结合,可适应较宽的读者面。

**准确性** 论点、数据、公式、图表及资料正确、可靠,依据充分。

本手册以篇为单位,各篇自成系统,相对独立;全手册又构成完整体系,便于查阅、使用。

鉴于各种主、客观原因,本手册在内容上难免有不尽完善之处,对于手册中的缺点与错误,敬请读者批评指正。

在编写期间,除上列参加编审的单位外,还得到了中国农机工业协会、中国内燃机工业协会、中国农机学会拖拉机学会、鞍山红旗拖拉机厂、沈阳拖拉机厂、长春拖拉机厂、江西拖拉机厂以及农机行业的很多管理、制造和使用等部门的大力支持。对于上级主管部门、各编审单位和兄弟单位在手册编写期间给予的支持、帮助和鼓励,在此深表谢意。

《拖拉机设计手册》编辑委员会

1992年7月

## 常用物理量符号

- $a$  —— 拖拉机质心纵向坐标 (mm);  
 $b$  —— 轮胎宽度; 履带宽度 (mm);  
 $B$  —— 拖拉机轮距、轨距 (mm);  
 $D$  —— 轮胎外径 (mm);  
 $e$  —— 拖拉机质心横向坐标 (mm);  
 $f$  —— 滚动阻力系数;  
 $F$  —— 力 (N);  
 $F_f$  —— 滚动阻力 (N);  
 $F_q$  —— 拖拉机驱动力 (N);  
 $F_T$  —— 拖拉机牵引力 (N);  
 $F_{T0}$  —— 拖拉机标定牵引力 (N);  
 $F_\phi$  —— 拖拉机附着力 (N);  
 $F_r$  —— 拖拉机制动力 (N);  
 $g_e$  —— 发动机燃油消耗率 [g/(kW·h)];  
 $g_b$  —— 发动机标定燃油消耗率 [g/(kW·h)];  
 $g_{ed}$  —— 拖拉机动力输出轴燃油消耗率 [g/(kW·h)];  
 $g_T$  —— 拖拉机牵引燃油消耗率 [g/(kW·h)];  
 $G_f$  —— 小时燃油消耗量 (kg/h);  
 $h$  —— 拖拉机质心高度坐标 (mm);  
 $H$  —— 离地间隙 (mm);  
 $H_d$  —— 道路离地间隙 (mm);  
 $H_n$  —— 农艺离地间隙 (mm);  
 $i_z$  —— 传动系总传动比;  
 $k$  —— 土壤比阻 (MPa);  
 $L$  —— 拖拉机轴距 (mm);  
 $L_0$  —— 履带接地长度 (mm);  
 $m$  —— 质量 (kg);  
 $m_T$  —— 拖拉机质量 (kg);  
 $m_s$  —— 拖拉机结构质量 (mm);  
 $m_n$  —— 农具质量 (kg);  
 $m_p$  —— 配重质量 (kg);  
 $m_u$  —— 拖拉机使用质量 (kg);  
 $m_g$  —— 拖拉机机组质量 (kg);  
 $m_{Tg}$  或  $W(G)$  —— 拖拉机重力 (N);  
 $M$  —— 力矩 (N·m);  
 $M_B$  —— 转向力矩 (N·m);  
 $M_f$  —— 滚动阻力矩 (N·m);  
 $M_q$  —— 驱动力矩 (N·m);  
 $M_r$  —— 制动力矩 (N·m);  
 $M_z$  —— 转向阻力矩 (N·m);  
 $M_\phi$  —— 附着力矩 (N·m);  
 $n_e$  —— 发动机转速 (r/min);  
 $n_{eb}$  —— 发动机标定转速 (r/min);  
 $p$  —— 压力、压强 (kPa 或 MPa);  
 $P$  —— 功率 (kW);  
 $P_d$  —— 动力输出轴功率 (kW);  
 $P_e$  —— 发动机有效功率 (kW);  
 $P_{eb}$  —— 发动机标定功率 (kW);  
 $P_T$  —— 拖拉机牵引功率 (kW);  
 $P_y$  —— 液压输出功率 (kW);  
 $q_p$  —— 接地比压 (kPa);  
 $Q_\phi$  —— 附着载荷 (N);  
 $r$  —— 轮胎自由半径 (mm);  
 $r_d$  —— 轮胎动力半径 (mm);  
 $R$  —— 转向半径 (m);  
 $R_y$  —— 转向圆半径 (m);  
 $T$  —— 转矩 (N·m);  
 $T_e$  —— 发动机有效转矩 (N·m);  
 $T_{eb}$  —— 发动机标定转矩 (N·m);  
 $T_q$  —— 驱动轮转矩 (N·m);  
 $v$  —— 拖拉机实际速度 (km/h);  
 $v_t$  —— 拖拉机理论速度 (km/h);  
 $Y$  —— 侧向力 (N);  
 $Z$  —— 垂直地面的支承反力 (N);

## 几个下角标符号说明

$\alpha$ —— 纵向坡度角, 内前轮转角( $^{\circ}$ );	$\omega$ —— 角速度。
$\beta$ —— 横向坡度角, 外前轮转角( $^{\circ}$ );	max —— 最大;
$\delta$ —— 行走装置滑转率;	min —— 最小;
$\eta_c$ —— 传动系效率;	lim —— 极限值;
$\eta_f$ —— 滚动效率;	c —— 从动;
$\eta_T$ —— 牵引效率;	q —— 驱动;
$\eta_s$ —— 滑转效率;	L —— 左;
$\theta$ —— 机架转角( $^{\circ}$ );	R —— 右;
$\lambda$ —— 附着载荷分配系数;	$\Sigma$ —— 总、代数和;
$\mu$ —— 摩擦系数, 转向阻力系数;	1 —— 前轮;
$\phi$ —— 附着系数;	2 —— 后轮。

# 目 录

前言	
常用物理量符号	
绪论	1
1. 拖拉机产品发展简史及其在国民经济中	

的作用	1
2. 现代拖拉机的技术发展趋势	2
3. 我国拖拉机产品的发展经历与展望	7
4. 开发拖拉机产品的设计程序和方法	14

## 第 1 篇 产品规划与总体设计

第 1 章 拖拉机的类型和特点	19
1.1 拖拉机分类	19
1.1.1 拖拉机按用途分类	19
1.1.2 拖拉机按结构分类	19
1.1.3 不同用途和结构类型拖拉机组合	20
1.2 各种用途拖拉机的特点	20
1.2.1 一般用途拖拉机	20
1.2.2 中耕拖拉机	20
1.2.3 果园拖拉机	20
1.2.4 园艺拖拉机	20
1.2.5 水田拖拉机	20
1.2.6 坡地拖拉机	20
1.2.7 林业拖拉机	20
1.2.8 工业拖拉机	20
1.3 各种结构类型拖拉机的特点	21
1.3.1 后轮驱动拖拉机	21
1.3.2 四轮驱动拖拉机	21
1.3.3 履带拖拉机	22
1.3.4 手扶拖拉机	23
1.3.5 船式拖拉机	24
1.3.6 自走底盘	24
参考文献	24

## 第 2 章 拖拉机系列化、通用化和标准化

2.1 拖拉机系列化	25
2.1.1 拖拉机系列	25
2.1.2 拖拉机系族	26
2.1.3 派生机型	26
2.2 零部件通用化	26
2.2.1 系列内零部件通用化	26
2.2.2 系列间零部件通用化	28
2.3 拖拉机标准化	30

2.3.1 《产品标准化综合要求》的编写	30
2.3.2 贯彻标准和提高产品结构标准化程度	30
2.3.3 图样和技术文件的标准化审查	30
2.3.4 制订产品企业标准	31
2.3.5 《产品标准化审查报告》的编写	31
2.3.6 产品标准化程度的评价	31
参考文献	31

## 第 3 章 拖拉机使用性能及设计目标

3.1 拖拉机使用性能体系	32
3.2 通过性	32
3.2.1 平地通过性	32
3.2.2 越障通过性	33
3.2.3 行间通过性	34
3.3 转向操纵性	34
3.3.1 转向机动性	34
3.3.2 行驶直线性	35
3.4 稳定性	35
3.4.1 纵向稳定性	36
3.4.2 横向稳定性	36
3.5 制动性能	37
3.5.1 行车制动性能	37
3.5.2 停车制动性能	37
3.6 高低气温适应性	37
3.6.1 高温适应性	37
3.6.2 低温适应性	37
3.7 牵引和动力性能	38
3.7.1 牵引性能	38
3.7.2 动力输出轴性能	39
3.7.3 工作速度配置	40
3.8 液压提升和输出性能	40

3·8·1 液压提升性能 .....	41	4·3·2 与配套有关的农机具技术规格 .....	61
3·8·2 液压输出性能 .....	41	参考文献 .....	72
3·9 燃油经济性 .....	41	第5章 轮式拖拉机的总体设计 .....	73
3·9·1 牵引燃油消耗率 .....	41	5·1 总体布置 .....	73
3·9·2 动力输出轴燃油消耗率 .....	42	5·1·1 后轮驱动拖拉机的总体布置方 案 .....	73
3·10 拖拉机质量 .....	42	5·1·2 四轮驱动拖拉机的总体布置方 案 .....	74
3·10·1 结构质量 .....	42	5·1·3 其它轮式拖拉机总体布置方案 .....	79
3·10·2 使用质量 .....	43	5·2 整机参数的确定 .....	82
3·11 可靠性 .....	43	5·2·1 质心位置 .....	82
3·11·1 无故障性 .....	43	5·2·2 轮距和轴距 .....	84
3·11·2 维修经济性 .....	44	5·2·3 前、后车轮尺寸规格 .....	85
3·11·3 耐久性 .....	44	5·2·4 铰接式四轮驱动拖拉机最大折腰 角 .....	86
3·12 使用方便性 .....	44	5·3 部件布置及要求 .....	86
3·12·1 视野 .....	44	5·3·1 机架 .....	86
3·12·2 操纵轻便性 .....	45	5·3·2 发动机及附件 .....	87
3·12·3 使用保养方便性 .....	47	5·3·3 传动系 .....	88
3·13 劳动保护性能 .....	47	5·3·4 转向机构及前轴 .....	89
3·13·1 驾驶员安全防护性能 .....	47	5·3·5 液压悬挂系统 .....	92
3·13·2 噪声水平 .....	48	5·3·6 驾驶室、全底板、机罩、挡泥板、 燃油箱及蓄电池 .....	93
3·13·3 乘坐平顺性 .....	48	5·3·7 拖拉机总布置图的绘制 .....	94
3·13·4 驾驶室微气候控制 .....	49	参考文献 .....	101
3·14 外形美观性 .....	49	第6章 履带拖拉机的总体设计 .....	102
参考文献 .....	53	6·1 总体布置方案 .....	102
第4章 拖拉机与农机具的配套 .....	54	6·1·1 一般用途履带拖拉机的总布置 方案 .....	102
4·1 拖拉机与农机具布置位置及连接方式 .....	54	6·1·2 履带拖拉机各种变型的总布置 方案 .....	110
4·1·1 农机具位置对作业适应性 .....	54	6·2 整机参数的确定 .....	120
4·1·2 不同型式拖拉机的农机具布置 位置 .....	54	6·2·1 标定牵引力 .....	120
4·2 拖拉机和农机具配套协调 .....	56	6·2·2 各档理论速度及档数 .....	120
4·2·1 拖拉机与农机具的配套联接 .....	56	6·2·3 发动机标定功率 .....	121
4·2·2 拖拉机牵引力、输出动力、工作 速度与农机具协调 .....	56	6·2·4 整机质量的选择及牵引性能参 数的合理匹配 .....	121
4·2·3 拖拉机操纵性、轮胎承载能力、 提升能力与悬挂农机具协调 .....	59	6·2·5 轴距、轨距、履带接地长度及 宽度 .....	122
4·2·4 拖拉机轮(轨)距、轮胎宽度与 犁配套协调 .....	59	6·2·6 质心位置 .....	123
4·2·5 拖拉机悬挂机构与农机具的尺寸 参数相协调 .....	60	6·2·7 离地间隙和外廓尺寸 .....	124
4·2·6 拖拉机液压输出与农机具配套 协调 .....	61	6·3 部件布置和要求 .....	125
4·3 拖拉机及农机具配套有关的技术规 格 .....	61	6·3·1 发动机 .....	125
4·3·1 与配套有关的拖拉机技术规格 .....	61		



6.3.2 传动系.....126

6.3.3 行走系.....127

6.3.4 其它.....128

参考文献 .....133

第7章 手扶拖拉机的总体设计.....134

7.1 总体布置方案.....134

7.1.1 两轮式手扶拖拉机的总体布置方案.....134

7.1.2 耕整机的总体布置方案.....135

7.1.3 动力耕耘机的总体布置方案.....135

7.1.4 手扶拖拉机变型的布置方案.....136

7.2 整机参数的确定.....138

7.2.1 牵引力、速度和功率.....138

7.2.2 质量、质心位置及其调整.....139

7.2.3 轮距、地隙和外廓尺寸.....140

7.2.4 车轮.....141

7.3 部件布置和要求.....141

7.3.1 发动机.....141

7.3.2 传动系.....142

7.3.3 制动及转向机构.....142

7.3.4 农具的连接及悬挂.....143

7.3.5 操纵机构.....147

7.3.6 扶手架及其它附件.....147

参考文献 .....147

第8章 船式拖拉机的总体设计.....148

8.1 总体布置方案.....148

8.1.1 船式拖拉机的总体布置方案.....148

8.1.2 船式拖拉机变型的布置方案.....148

8.2 整机参数的确定.....153

8.2.1 牵引力、速度和功率.....153

8.2.2 船体的接地压力和接地尺寸.....154

8.2.3 质量参数和船体位置.....156

8.2.4 轮距、轴距和离地间隙.....159

8.3 部件布置和要求.....160

8.3.1 发动机.....160

8.3.2 传动系.....160

8.3.3 制动和转向机构.....160

8.3.4 “船-轮”式行走机构 .....163

8.3.5 操纵系统.....164

8.3.6 配套农具的联接和提升机构.....166

参考文献 .....166

第9章 轮式与履带式林业集材拖拉机的总体设计.....167

9.1 使用工况和使用要求.....167

9.1.1 使用工况.....167

9.1.2 使用要求.....167

9.2 总体布置特点.....167

9.3 整机参数的确定.....168

9.3.1 集材作业时标定牵引力和木材载量.....168

9.3.2 速度和档数.....169

9.3.3 发动机标定功率.....170

9.3.4 质量与质心位置.....170

9.4 部件布置和要求.....171

9.4.1 发动机.....171

9.4.2 驾驶室.....171

9.4.3 机架、传动、转向和制动.....171

9.4.4 行走装置.....171

9.5 工作装置.....172

9.5.1 绞盘机.....172

9.5.2 搭载装置.....173

9.5.3 排障器.....173

9.5.4 对工作装置的要求.....177

参考文献 .....178

## 第2篇 拖拉机性能分析

第1章 土壤-车辆系统力学 .....180

1.1 土壤的物理机械性质.....180

1.1.1 土壤的质地分类.....180

1.1.2 土壤的几种物理性质.....180

1.2 在车辆载荷作用下土壤内的应力分布.....181

1.3 塑性平衡理论在地面车辆系统力学中的应用.....183

1.4 主动、被动土压原理.....184

1.5 土壤的承载能力.....186

1.6 载荷-沉陷曲线及其拟合方程 .....188

1.7 剪切-位移关系及其拟合方程 .....191

1.8 土壤-车辆系统力学中的经验方法 (WES法) .....192

1.8.1 圆锥指数 (Cone Index 简写CI) .....192

1.8.2 车辆圆锥指数 (Vehicle Cone Index简写VCI) .....193

# Ⅺ

1·8·3 用 $F_{CI}$ 和 $R_{CI}$ 判断车辆通过性.....	195	2·3·1 手扶拖拉机旋耕机组受力分析.....	226
1·8·4 用圆锥指数预测车辆的牵引性能.....	195	2·3·2 手扶拖拉机犁耕机组受力分析.....	227
1·9 拖拉机的行驶原理.....	196	2·4 船式拖拉机机组动力学.....	227
1·9·1 驱动力矩与传动效率.....	196	2·4·1 船式拖拉机机组在纵垂面内的受力分析.....	227
1·9·2 拖拉机的行驶原理.....	196	2·4·2 船式拖拉机机组在水平面内的受力分析.....	228
1·10 拖拉机行走机构的运动学和动力学.....	196	参考文献.....	229
1·10·1 车轮的运动学.....	196	第3章 拖拉机的牵引性能.....	230
1·10·2 行走机构的动力学.....	198	3·1 拖拉机的牵引特性.....	230
1·11 拖拉机的行驶阻力.....	200	3·1·1 拖拉机的功率平衡和效率.....	230
1·11·1 拖拉机行驶阻力形成的原因.....	200	3·1·2 拖拉机的牵引特性曲线.....	231
1·11·2 刚性轮的行驶阻力.....	200	3·1·3 对拖拉机牵引特性的分析.....	233
1·11·3 轮胎的行驶阻力.....	201	3·2 发动机特性曲线和滑转率曲线的拟合方程.....	235
1·11·4 履带的行驶阻力.....	203	3·2·1 发动机特性曲线的拟合方程.....	235
1·12 拖拉机的行驶驱动力.....	204	3·2·2 滑转率曲线的拟合方程.....	236
1·12·1 履带驱动力与滑转和接地压力分布的关系.....	204	3·3 拖拉机牵引性能参数的预估.....	238
1·12·2 驱动轮胎的驱动力及其滑转.....	207	3·3·1 轮胎的载荷方程组.....	238
附录.....	208	3·3·2 拖拉机的载荷分配.....	240
参考文献.....	208	3·3·3 拖拉机的驱动方程组.....	241
第2章 拖拉机机组动力学.....	209	3·3·4 驱动桥特性.....	243
2·1 轮式拖拉机机组动力学.....	209	3·3·5 牵引性能参数的预估.....	244
2·1·1 轮式拖拉机在纵垂面内的受力分析.....	209	3·4 拖拉机牵引性能预测图.....	245
2·1·2 牵引机组纵垂面内的受力分析.....	210	3·4·1 拖拉机的牵引系数和牵引效率.....	245
2·1·3 悬挂犁耕机组纵垂面内的受力分析.....	212	3·4·2 拖拉机牵引性能预测图(一).....	246
2·1·4 悬挂旋耕机组纵垂面内的受力分析.....	216	3·4·3 拖拉机牵引性能预测图(二).....	250
2·1·5 轮式机组在水平面内的受力分析.....	219	参考文献.....	251
2·1·6 轮式机组在横垂面内的受力分析.....	221	第4章 拖拉机的稳定性.....	252
2·1·7 四轮驱动拖拉机动力学特点.....	222	4·1 拖拉机的纵向稳定性.....	252
2·1·8 轮式拖拉机的越障能力.....	223	4·1·1 纵向极限翻倾角.....	252
2·2 履带式拖拉机机组动力学.....	224	4·1·2 纵向下滑角.....	253
2·2·1 履带式拖拉机机组在纵垂面内所受的外力.....	225	4·1·3 带牵引机具时的纵向稳定性.....	254
2·2·2 履带式拖拉机机组在纵垂面内的力平衡.....	225	4·1·4 带悬挂机具时的纵向稳定性.....	257
2·3 手扶拖拉机机组动力学.....	226	4·1·5 在纵向坡道上陷入凹坑时的翻倾情况.....	258
		4·2 拖拉机的横向稳定性.....	258
		4·2·1 横向极限翻倾角.....	258
		4·2·2 横向下滑角.....	259
		4·2·3 横向临界翻倾角.....	259
		4·2·4 横向临界下滑角.....	260
		4·2·5 纵向力对横向滑移的影响.....	260
		4·2·6 铰接式和前轮并置式拖拉机的	

横向稳定性.....	261	6.4.1 转向条件.....	288
4.3 复杂情况下的拖拉机稳定性.....	262	6.4.2 履带拖拉机转向特性曲线.....	290
4.3.1 复杂情况下的稳定性及其研究方法.....	262	参考文献 .....	290
4.3.2 拖拉机下长坡时的失控.....	263	第7章 拖拉机的制动性能.....	291
4.3.3 拖拉机翻越陡堤时的稳定性.....	264	7.1 制动性能的评价指标.....	291
4.3.4 拖拉机越障时的动态横向稳定性.....	265	7.2 制动时车轮的受力.....	291
4.3.5 拖拉机的连续翻滚.....	267	7.2.1 地面制动力.....	291
参考文献 .....	268	7.2.2 制动器的制动力.....	291
第5章 轮式拖拉机转向性能.....	269	7.2.3 地面制动力、制动器制动力及附着着力之间的关系.....	291
5.1 轮式拖拉机的转向运动学.....	269	7.2.4 硬路面上的附着系数.....	292
5.1.1 转向方式与转向力矩的形成.....	269	7.3 拖拉机的制动力.....	293
5.1.2 实现转向运动的条件.....	269	7.3.1 拖拉机的制动力以及前后轮上的动态垂直载荷.....	293
5.1.3 转向半径.....	270	7.3.2 制动效能.....	293
5.2 轮式拖拉机的转向动力学.....	272	7.4 拖拉机-挂车组的制动 .....	295
5.2.1 车轮的转向阻力矩.....	272	7.4.1 拖拉机-双轴挂车组的制动 .....	295
5.2.2 转向时作用在拖拉机上的力.....	272	7.4.2 拖拉机-单轴挂车组的制动 .....	296
5.2.3 转向时的力和力矩平衡式.....	273	7.5 拖拉机和拖拉机-挂车机组在制动时的行驶方向稳定性.....	298
5.3 单差速器对轮式拖拉机性能的影响.....	274	7.5.1 拖拉机在制动时的行驶方向稳定性.....	298
5.3.1 单差速器的运动分析.....	274	7.5.2 轮式拖拉机-挂车机组制动时的方向稳定性.....	298
5.3.2 单差速器的受力分析.....	275	第8章 拖拉机的起步和加速性能.....	299
5.4 轮式拖拉机的转向特性.....	276	8.1 拖拉机的加速性能.....	299
5.4.1 车轮滚动时的侧偏现象.....	276	8.1.1 拖拉机加速时的力平衡式.....	299
5.4.2 车轮的侧偏特性.....	277	8.1.2 拖拉机的加速能力.....	299
5.4.3 车轮侧偏现象对转向特性的影响.....	278	8.2 拖拉机的起步加速过程.....	300
5.5 非稳定转向过程.....	279	8.2.1 起步加速过程的基本力学模型.....	301
5.5.1 拖拉机的转向过程.....	279	8.2.2 起步过程的其它形式力学模型.....	302
5.5.2 拖拉机非稳定转向过程.....	280	参考文献 .....	304
5.5.3 拖拉机机组非稳定转向过程.....	281	第9章 拖拉机的行驶平顺性.....	305
参考文献 .....	281	9.1 拖拉机及其机组的力学模型和振动方程.....	305
第6章 履带拖拉机转向性能.....	282	9.1.1 拖拉机整机力学模型及振动方程.....	305
6.1 履带拖拉机的转向运动学.....	282	9.1.2 拖拉机-拖车机组力学模型及振动方程.....	310
6.2 履带拖拉机的转向动力学.....	283	9.1.3 拖拉机-悬挂犁耕地机组力学模型及振动方程.....	316
6.2.1 稳定转向时力系平衡.....	284	9.2 拖拉机的振动源.....	319
6.2.2 转向时横向阻力矩和横向阻力系数.....	284	9.2.1 地面不平度的测定和地面谱.....	319
6.3 履带拖拉机的转向功率.....	286		
6.3.1 履带拖拉机转向功率平衡与发动机载荷比.....	286		
6.3.2 不同转向机构 $\nu$ 与 $\xi$ 的关系 .....	288		
6.4 履带拖拉机的操纵特性.....	288		

9.2.2 用数字仿真技术(Monte Carlo法)模拟地面不平度和轮子的平滑与跳跃过程.....321

9.2.3 其他激振源.....322

9.3 拖拉机轮胎的力学特性.....323

9.3.1 轮胎静刚度系数及其测定.....323

9.3.2 轮胎阻尼系数及其测定.....324

9.4 拖拉机机体上任一点响应的计算.....327

9.4.1 多自由度线性系统输入谱与输出谱的关系.....327

9.4.2 拖拉机机体上任意点响应的加速度功率谱.....328

9.4.3 座位的最佳安置点.....328

9.5 拖拉机的前轮摆振.....329

9.5.1 前轮摆振的机理.....329

9.5.2 前轮摆振的振动方程式.....330

9.5.3 影响摆振的因素及消除方法.....331

参考文献.....331

第10章 拖拉机的噪声.....332

10.1 噪声及其基本物理参数.....332

10.1.1 噪声及其传播.....332

10.1.2 噪声的基本物理参数.....332

10.2 噪声的评价指标.....333

10.2.1 噪声的物理度量.....333

10.2.2 噪声的主观评价.....334

10.3 控制拖拉机噪声的途径.....336

10.3.1 控制拖拉机噪声的必要性.....336

10.3.2 控制拖拉机噪声的途径.....336

参考文献.....338

第3篇 拖拉机试验

第1章 总论.....339

1.1 概述.....339

1.2 试验的内容及分类.....339

1.2.1 选型试验.....339

1.2.2 新产品的开发试验.....340

1.2.3 认证性试验.....340

1.2.4 产品的出厂试验.....340

1.2.5 用户的验收试验.....341

第2章 试验设计.....342

2.1 概述.....342

2.2 正交试验设计.....342

2.3 正交表的构成和构造.....343

2.4 正交试验设计的基本方法.....349

2.4.1 试验方案的设计步骤.....349

2.4.2 试验结果分析.....350

2.5 有交互作用的正交设计.....353

2.6 水平数不相等的正交设计.....354

2.6.1 直接运用混合正交表.....354

2.6.2 改造正交表以适应试验需要.....354

2.6.3 改造数据使其适用于恰当的正交表.....355

2.7 试验指标的估计.....356

2.8 正交试验设计的方差分析.....356

参考文献.....359

第3章 测量误差和测试数据处理.....360

3.1 测量误差.....360

3.1.1 测量误差及其分类.....360

3.1.2 过失误差和异常数据的取舍.....360

3.1.3 系统误差的判断和消除.....361

3.1.4 偶然误差的基本特性.....363

3.1.5 数据列的精度.....363

3.1.6 直接测量参数的测量值处理.....365

3.1.7 间接测量参数的测量值处理.....367

3.2 试验数据处理.....369

3.2.1 静态试验数据处理.....369

3.2.2 动态试验数据处理.....369

3.2.3 试验数据的回归.....374

参考文献.....379

第4章 测试技术和仪器设备.....380

4.1 常用传感器工作原理.....380

4.1.1 概述.....380

4.1.2 电阻应变片.....380

4.1.3 其他类型传感器工作原理简介.....382

4.2 拖拉机试验常用典型仪器.....390

4.2.1 土壤物理-力学性能测试仪器.....390

4.2.2 气温、气压、湿度和温度测量仪器.....392

4.2.3 测力计.....392

4.2.4 转速计.....394

4.2.5 油耗测量仪.....395

4.2.6 位移、速度测量仪——第五轮.....397

4.2.7 压力测量仪表.....397