

21 世纪高等院校机械工程规划教材

机械工程生产实习

主编	蔡安江	张 丽	王红岩
参编	阮晓光	郭师虹	林 红
	王守仁	崔焕勇	贾刘卡
	苏东宁	赵秀霞	
主审	徐国义	范俊祥	



机械工业出版社

本书是以教育部《关于积极推进“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革”实施工作的若干意见》为基础，结合面向 21 世纪高等工程教育教学改革的研究成果编写的。

本书是以我国农机行业特大型企业的工业生产为背景素材编写而成的，资料翔实，且经长期生产实践验证，具有典型性、科学性、实践性和启发性。全书共分七章，包括绪论、拖拉机的基本知识、毛坯的制造方法、典型零件的加工、齿轮加工、装配、先进机械加工设备简介。各章均酌量配置了复习思考题，以配合教学的需要。

本书力求遵循简明扼要、学以致用、便于自学的原则，并以机械工程的系统观念为指导，强调对学生工程实践能力、工程素质和创新能力的培养，突出实践性和先进性。

本书是高等工科院校机械工程类专业和近机械类专业生产实习的基本教材，也可作为非机械类专业本科及高等工业专科学校、职业技术学院等相关专业的教材，还可供各类工程技术人员及技术工人参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械工程生产实习/蔡安江等主编. —北京：机械工业出版社，2005.3
21 世纪高等院校机械工程规划教材
ISBN 7-111-16022-3

I. 机... II. 蔡... III. 机械工程—实习—高等学校—教材
IV. TH-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 003779 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑：季顺利 版式设计：张世琴 责任校对：刘志文
封面设计：张 静 责任印制：石 冉
北京中兴印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行
2005 年 3 月第 1 版第 1 次印刷
787mm×1092mm¹/₁₆·9.25 印张·225 千字
定价：14.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68326294
封面无防伪标均为盗版

前 言

生产实习是高等工科院校工程类专业学生的一门主要的实践性课程。为适应工程实践类课程教学内容与体系改革的需要, 加强对学生工程实践能力、工程素质和创新能力的培养, 按照机械工程专业生产实习的基本要求, 以我国工程类专业重要的生产实习基地之一——中国一拖集团有限公司的产品生产为背景素材, 在认真总结多年工程实践教学经验的基础上, 编写了本书。

本书取材于生产实习现场, 针对性强。在内容安排上, 依据生产实习的基本要求紧扣生产现场; 在理论阐述上, 力求少而精、突出重点的同时又注重典型性和系统性; 所有的素材资料翔实, 经长期生产实践验证, 具有典型性、科学性、启发性和实用性。本书在编写过程中, 十分注重传授知识与素质、能力培养的结合, 重视学生工程能力、创新意识和创新能力的培养以及学生自学能力和乐于探知精神的培养, 体现“因材施教”的原则。本书编写的目的是使学生对机械制造生产的全过程有一个基本的整体了解, 扩大工程知识面, 开拓工程视野, 同时也使从事生产实习的教师从繁琐的实习准备工作中解脱出来, 节约有限的实习时间, 提高生产实习的效果。

本书由中国一拖集团有限公司教育培训中心实习接待科、西安建筑科技大学和济南大学联合组织编写。其中: 第一章、第二章、第四章第一~四节、第六章第一~二节由蔡安江编写; 第三章第一~三节由王守仁、崔焕勇、贾刘卡编写; 第三章第四~五节由林红编写; 第四章第五~六节、第六章第三节由阮晓光编写; 第五章由阮晓光、苏东宁、张丽编写; 第七章由王红岩、赵秀霞编写。蔡安江、张丽和王红岩担任主编。蔡安江负责全书的总纂、定稿。郭师虹负责书中图形的计算机绘制、处理及排版工作; 阮晓光负责书稿的计算机录入。

本书由西安建筑科技大学范俊祥副教授和教育部机械基础课程教学指导委员会委员、哈尔滨理工大学徐国义教授担任主审。在编写和审稿过程中, 教育部机械基础课程教学指导分委员会主任、清华大学傅水根教授和教育部机械基础课程教学指导委员会委员、天津大学陈金水教授及中国一拖集团有限公司教育培训中心主任李晓庆高级工程师给予了热情的鼓励与主持, 并提出了许多宝贵的意见与建议。此外, 本书作为西安建筑科技大学校级重点建设教材得到了学校各有关单位及相关高校的大力支持和帮助, 谨在此一并表示由衷的谢意。

由于作者的理论水平和实践经验有限, 谬误之处在所难免, 恳请读者不吝赐教。

作 者

目 录

前言		第三节 曲轴加工	50
第一章 绪论	1	第四节 气缸体加工	67
第一节 生产实习的目的与要求	1	第五节 凸轮轴加工	88
第二节 生产实习的内容	2	第六节 刀具制造	95
第三节 生产实习的方式与考核	3	复习思考题	99
第四节 生产实习的管理与指导	5	第五章 齿轮加工	102
第二章 拖拉机的基本知识	7	第一节 齿轮齿形的加工	102
第一节 拖拉机的总体构造	7	第二节 齿轮的加工工艺	108
第二节 柴油发动机的基本工作原理	10	复习思考题	114
复习思考题	12	第六章 装配	115
第三章 毛坯的制造方法	13	第一节 装配的基本知识	115
第一节 铸造	13	第二节 履带式拖拉机装配	118
第二节 锻造与板料冲压	15	第三节 轮式拖拉机装配	123
第三节 焊接	18	复习思考题	127
第四节 热处理	20	第七章 先进机械加工设备简介	128
第五节 毛坯的选择	22	第一节 数控机床概述	128
复习思考题	25	第二节 数控机床的加工	134
第四章 典型零件的加工	26	第三节 典型数控设备简介	137
第一节 典型表面加工工艺	26	复习思考题	141
第二节 连杆加工	32	参考文献	142

第一章 绪 论

第一节 生产实习的目的与要求

一、生产实习的目的

生产实习是高等工科院校各专业教学计划中一个重要的实践性教学环节，是学生强化工程意识、获得工程实践知识的主要教育形式，是学生接触企业、获得生产技术及管理知识，进行工程师基本素质训练的必要途径。其目的是：

1) 使学生加深对所学专业在工业中所处的门类、地位和作用的认识，巩固专业思想，强化工程意识，培养事业心、责任心和务实精神。

2) 使学生了解和掌握本专业基本的生产实际知识，印证和巩固已学过的专业基础课与部分专业课，并为后续专业课的学习、课程设计和毕业设计打下良好的基础。

3) 培养学生生产实践中调查研究、观察问题的能力以及理论联系实际、运用所学知识分析问题、解决工程实际问题的能力。

4) 通过生产现场对机械产品从原材料到成品的生产过程的观察和分析，开阔学生的专业视野，拓宽专业知识面，丰富工程实践知识，了解专业的国内外科技发展水平和现状。

5) 了解社会，接近工人群众，克服学生中轻视实践、轻视劳动群众的思想，树立实践观点、劳动观点、群众观点和集体主义观点。

二、生产实习的要求

对高等学校学生进行生产实习的总要求是：了解社会，接触实际，以增强群众观点和事业心、责任感，提高思想觉悟，巩固所学理论，获得本专业初步的实际知识，以利于培养实际工作能力和专业技能。根据这一原则要求，结合机械工程类专业的培养目标，提出以下具体要求：

1) 全面熟悉机械产品的制造、装配过程及其所适用的各种技术文件。

2) 深入分析典型零件的机械加工过程及其所属部件的装配工艺过程。

3) 重点了解典型零件加工所用设备、工装（夹具、刀具、量具、辅具）的工作原理，结构特点及适用范围。对重点工序的部分专用夹具能分析定位、夹紧，并计算定位误差。

4) 了解分析生产现场所制定的工艺规程等技术文件对保证产品性能的可行性和可靠程度。

5) 了解研究工厂技术改造和新工艺、新技术的发展与应用状况及机电一体化、CAD/CAM/CAE 等现代制造技术在生产实际中的应用。

6) 了解熟悉机械制造企业的生产组织、技术管理、质量保证体系和全面质量管理等方面的工作及生产安全防护方面的组织措施。

第二节 生产实习的内容

产品的制造过程是指从原材料投入生产开始到产品生产出来准备交付使用的全过程。它是由生产技术准备、毛坯制造、机械加工、热处理、装配、检验、运输、储存等一系列相互关联的劳动过程所组成的，如图 1-1 所示。

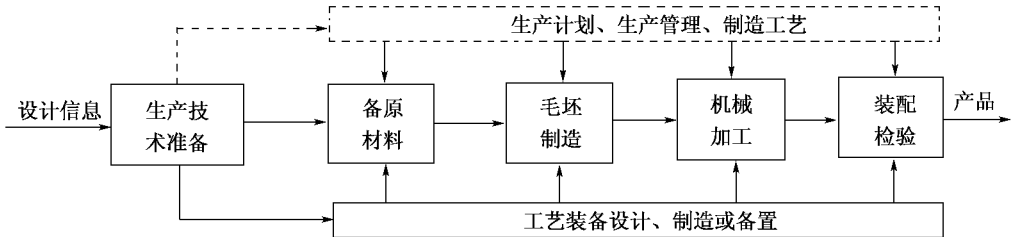


图 1-1 产品的制造过程

生产实习是对产品的制造过程进行实践性教学的重要环节。生产实习的具体内容是：

1. 毛坯的制造方法及应用范围

- 1) 了解砂型铸造、精密铸造、压力铸造、熔模铸造等铸造方法。
- 2) 了解自由锻、模型锻造等锻造方法。
- 3) 熟悉焊接件、冲压件和塑料件的制造方法等。
- 4) 了解热处理与表面处理技术的应用和作用。

2. 典型零件加工

1) 深入分析指定的典型零件（连杆、曲轴、气缸体、凸轮轴）的技术要求及结构工艺性，结合现场工艺找出该零件的主要工序和次要工序，分析其各主要表面的加工方法和所选择设备的合理性。

2) 用工序简图的方式详细记录现场指定零件的工艺过程，包括工序名称、设备型号、刀具与夹具的类型、工件的定位与夹紧方式以及切削要素的选取等。

3) 要求掌握指定零件各主要重点工序的基准选择、定位原理、夹紧机构、加工工艺特征以及分析加工质量、生产效率、经济性与设计要求的关系。

4) 了解指定零件重点工序专用设备的性能、结构、工作原理及选用的依据。

5) 了解现场所用切削刀具的材料、结构、夹持方式、刃磨方法、寿命情况、工作状况及存在的问题。

6) 了解现场生产线的组成、布局、传动方式、工作循环与控制原理。

7) 研究现场质量管理与质量检验的方法，并分析废品产生的原因及防护措施。

8) 了解现场先进工艺、技术革新和机械加工自动化的应用以及生产的组织管理与安全防护组织措施等。

3. 齿轮加工

- 1) 了解齿轮的现场工艺，记录分析其工艺流程。

2) 熟悉齿轮的检验项目和方法, 分析所检项目和精度之间的关系。

4. 装配工艺

1) 了解各部件的划分和装配顺序, 总装线与部件装配线的组成、传动及工位的划分, 轴承、螺纹件、销钉、齿轮、轴等零件的装配方法。

2) 了解装配工艺及所用的设备、工具和装配过程中的技术检验方法, 并分析工件质量对装配、产品工作性能的影响。

3) 了解柴油机曲柄连杆机构、配气机构、供给系统的构造及装配技术要求, 了解装配精度的保证方法, 并分析变速器、后桥、齿轮液压泵、转向机构等装配工艺。

5. 先进加工设备

1) 了解先进加工设备的性能、运动、结构特点及加工范围。

2) 熟悉先进加工设备丧失精度的原因和修复方法。

6. 参观实习

为了开阔工程视野、扩大丰富学生的知识面, 应根据具体情况, 组织学生到其他生产类型的相关企业进行参观学习。

第三节 生产实习的方式与考核

一、生产实习的方式

生产实习是培养学生综合素质和能力的重要实践教学形式。生产实习的方式有:

1. 专题报告和专题讲座

实习开始时, 企业应指派人员作企业概况、产品介绍、生产安全防护等方面的专题报告, 使学生初步了解和掌握本专业的实际生产知识, 熟悉企业的生产任务、生产规模、主要产品及性能及开发新产品的计划等方面的情况, 明确安全防护、劳动纪律与技术保密规定, 保证实习安全顺利的进行。在实习过程中, 适时安排一些典型零件的工艺分析、质量管理、刀具设计、设备与技术工作经验介绍等专题讲座, 使学生了解企业管理、学会工艺分析, 达到综合能力的培养。

2. 教师讲课

为保证学生在缺乏专业理论知识的情况下进行实习的效果, 教师讲课是十分必要的。教师主要讲授分析问题、认识问题的基本原理、基本方法和思路, 尽量采用实习中的内容, 理论联系实际, 进一步促使学生能力的提高, 引导学生深入实习。

3. 现场实习

现场实习是学生进行生产实习的主要方式, 学生应根据规定的内容认真进行实习。对于重点实习的内容要反复深入现场, 仔细观察、认真分析, 阅读资料、图样, 听取专题讲座, 向现场工人和技术人员请教, 在弄懂搞透的基础上作好归纳总结。现场实习中, 学生应将每天的实习内容, 现场观察分析的结果, 收集的有关资料, 所听报告的内容等均记入实习日记。实习日记是检查和考核实习单元成绩的重要依据之一。

4. 参观实习

参观实习是整个生产实习中的一个重要环节。教师应根据教学需要组织参观相关企业, 重点了解不同生产类型企业的生产特点、设备及工装, 以开阔学生视野。

5. 阅读实习教材和现场图样资料

生产实习教材是学生实习过程中进行预习、复习和自学的主要资料，是检查学生实习效果的标准和依据。它的内容紧密结合实习的具体要求，通过生产现场的实例教给学生分析问题的思路和方法，帮助学生尽快地熟悉生产现场，深入了解和分析生产现场，从而主动、积极地去进行实习。因此，学生必须认真阅读学习，教师应根据选点的不同指定阅读学习内容。

现场图样资料和工艺文件是生产现场直接用于指导生产的技术性文件，也是学生应该学习的重要“实践知识”，认真阅读这些资料文件是深入实习的重要条件。

6. 作业与实习报告

实习中，教师应根据现场实习的内容布置一定的作业，要求学生完全弄懂与实习有关的思考题。每个实习单元结束时应交作业一次，作为考核实习单元成绩的重要依据之一。

实习报告是在生产实习结束后，按要求写出实习总结和体会，它是考核实习成绩和实习效果的重要依据。

二、生产实习的考核

生产实习的考核是整个生产实习的重要环节，它既可以检查学生实习的成绩，又可衡量教师指导的效果，对提高生产实习质量起着十分重要的作用。

生产实习的考核可按以下内容进行评定：

(1) 平时表现 包括实习态度、组织纪律和实习单元的考核。其中实习单元的考核主要是检查实习日记和作业的完成情况。

(2) 实习报告 按实习报告提纲要求撰写实习报告。考核主要是根据实习报告的质量。

实习报告的提纲是：

1) 全面、详细地对整个生产实习过程进行概述性的总结。

2) 完成指定零件机械加工工艺规程的编制。主要包括零件加工工艺规程的设计及机械加工工艺卡片的编写。

3) 完成典型零件重点工序的工艺分析（由指导老师指定），主要包括分析加工方法及工艺特点，用六点定位原理进行定位、夹紧及定位误差分析，进行加工精度和加工质量的分析。

4) 实习体会。通过现场实习和参观实习，写出收获和体会，并对本次生产实习提出建设性的意见。

实习报告要求简明扼要、语言通顺、内容充实、层次分明、图文并茂、重点分析突出，并按规定时间完成。

(3) 实习内容的考试 主要包括实习内容的理论考试（笔试）和实习现场内容及相关内容的考核（口试）。

(4) 综合考核 考核《生产实习工作质量调查反馈表》的完成质量。

在以上四部分的考核中，平时表现占总考核成绩的 40%，实习报告占总考核成绩的 35%，实习内容的考试占总考核成绩的 20%，《生产实习工作质量调查反馈表》占总考核成绩的 5%。这个比例可以促使学生重视平时实习的各个环节，保证实习的顺利进行。实习日记可以系统检查实习目的是否达到。实习报告可以系统检查实习内容的掌握情况，进一步深

化实习，扩大实习成果，使学生对工程问题从感性认识上升到理性认识，达到分析解决问题能力的培养和科技论文撰写能力的锻炼。同时，教师也可以从实习报告中发现实习指导中的不足，有利于完善今后的实习指导教学。

第四节 生产实习的管理与指导

一、生产实习的管理

生产实习的管理是保持良好的实习秩序，使实习有计划、有步骤进行的重要保证，是提高生产实习教学质量的基础。因此，在实习中必须对学生进行严格管理，不断探索生产实习管理的新办法、新途径。

搞好生产实习管理除了增强指导教师的责任感和事业心及制定详细具体的管理措施外，最重要的是严明实习纪律，它是实习顺利进行的保证，也是保障实习安全的一项必要措施。学生在实习的全过程中必须无条件地遵守生产实习纪律。生产实习纪律主要归纳如下：

- 1) 严格遵守实习企业的一切规章制度，主要有上下班制度、门卫制度、技术安全制度、卫生制度和作息制度等。
- 2) 在企业实习中，严禁随意动机床或其他设备的按钮。未经许可，严禁用手触摸任何工件。
- 3) 爱护实习企业的财产，如有损坏照价赔偿。
- 4) 说话文明，举止礼貌，尊敬师傅、工程技术人员和管理人员。
- 5) 实习期间，授课、讲座或报告，不得迟到、早退，严禁旷课现象发生。
- 6) 实习期间，确因身体原因需休息者，必须向指导教师请假。
- 7) 严禁打架、斗殴、酗酒等不良习气发生，一旦发生，必须给予严厉处分。
- 8) 严禁在实习企业内和公共场所吸烟。

生产实习纪律应使学生人人皆知、明白，并贯穿于生产实习的始终，且应采取强有力的措施，狠抓实习纪律的落实和执行。

二、生产实习的指导

生产实习必须加强教师的指导，其原因是学生普遍习惯于教师课堂讲课式地传授理论知识，对于现场实习往往在开始阶段会出现畏难情绪，不知如何下手，不会观察、不会提问题，不会记实习笔记，且在实习最后阶段不知如何总结、提高。因此，教师的指导工作应贯穿于实习的全过程，充分认识其自身在实习中的地位和作用，认真细致地搞好实习的指导工作。

在生产实习中，教师应按生产实习教学大纲的要求，经常研究实习的指导方法，不断地总结指导经验。在指导生产实习时应注意以下几点：

1. 按生产实习的规律组织实习内容

生产实习的内容组织一般是在实习的前阶段，应多注重实习基础知识的学习，如工艺的基本知识、夹具的定位原理、刀具的结构和机床的构造等，并结合现场实例进行分析、研究，布置一定量的思考题，让学生自觉地围绕问题搜集资料学习，从而做到主动地去实习。在实习的中期和后期可安排一定量的技术讲座，有助于实习的深入，使书本上的知识与生产

实际知识紧密地结合起来，理论联系实际，提高生产实习的教学效果。

2. 现场示例讲解

在生产实习中，教师可就现场实例进行详细地分析讲解，学生参与讨论，最后教师总结提高，这样就能大大地调动学生学习的积极性和求知欲，达到培养学生分析问题、解决问题的能力。

3. 专题调研

在生产实习中，教师可根据实习企业的具体情况给学生布置一定量的专题进行调研，使学生始终带着问题实习，可以有效地提高生产实习的质量。

4. 讲究实习方法

在生产实习中，教师应教给学生如何实习的方法，在实习的各阶段要善于启发、诱导学生，使学生的实习步步深入。学生应充分发挥主观能动性和积极性，注意观察，深入调查，悉心研究，并努力做到“六勤”：

- 1) 眼勤：观察现场，学习有关工艺资料、技术文件和参考书。
- 2) 耳勤：专心听讲，耐心细致。
- 3) 手勤：多记笔记，多画工装、设备简图等。
- 4) 嘴勤：不懂、不明白的问题及时求教。
- 5) 脑勤：多思考、多分析。
- 6) 腿勤：不明白的问题，反复去现场观察，找人求解。

实践证明，“六勤”是提高生产实习教学质量的有效方法。

第二章 拖拉机的基本知识

第一节 拖拉机的总体构造

拖拉机是一种动力机械，在国民经济中，应用比较广泛。拖拉机是比较复杂的机器，它的构造和组成都是为解决生产和使用要求而设计的。拖拉机按结构形式通常分为手扶拖拉机、轮式拖拉机和履带式拖拉机三种。不同类型、不同功率的拖拉机，虽然在总体布置和具体结构上有区别，但它们都是由发动机、底盘、车身、电气设备四大部分组成的。

1. 发动机

发动机是拖拉机的动力装置。其功用是使供入其内的燃料燃烧，并将产生的热能转变为动力，通过底盘的传动系统驱动拖拉机运动。发动机主要由机体、曲柄连杆机构、配气机构、燃油供给系统和调速器、润滑系统及起动机组成。我国拖拉机的发动机全部采用柴油机。

2. 底盘

底盘是拖拉机的骨架和工作部件，用来保证拖拉机正确、安全地行驶和联结农具，并将发动机的动力转变为拖拉机行驶和农具工作所需的动力，以完成各种作业。底盘一般由传动系统、行走系统、转向系和工作装置(牵引装置、动力输出装置和液压悬挂装置)组成。

图2-1是履带式拖拉机简图。发动机2产生的动力和运动经离合器3、联轴器4传给变

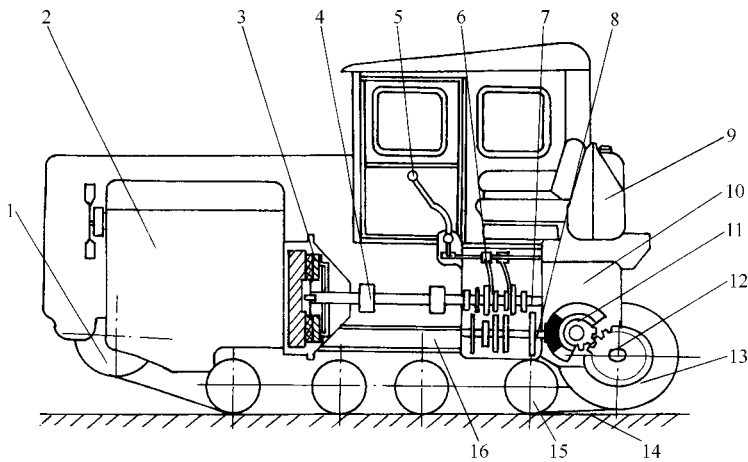


图 2-1 履带式拖拉机简图

- 1—导向轮 2—发动机 3—离合器 4—联轴器 5—变速杆 6—变速器
7—第一轴 8—第二轴 9—油箱 10—后桥 11—中央传动锥齿轮 12—最终传动齿轮
13—驱动轮 14—履带 15—支承轮 16—车架

变速器 6，经变速器 6 变速、变转矩后，成为拖拉机前进所需的动力和运动，并由后桥 10 中的中央传动锥齿轮 11 及最终传动齿轮 12，使驱动轮 13 产生运动。拖拉机的运动速度决定于变速杆 5 的位置。

(1) 传动系统 传动系统是位于发动机与驱动轮之间的传动部件。它的功用是将发动机的动力按工作需要和使用要求传递给驱动轮，使拖拉机获得所需要的行驶速度和牵引力，并可实现停车和倒车的要求。拖拉机的传动系统有机械式和液压式两大类，目前仍然普遍采用机械式传动系统。

图 2-2a 是轮式拖拉机的传动系统组成，它包括离合器、变速器、中央传动、最终传动四个部分。通常将中央传动、最终传动和位于同一壳体内的差速器合称为后桥。

离合器接合时，发动机动力便从离合器经变速器的挂挡齿轮副传给中央传动，然后由中央传动大锥齿轮将动力经差速器分配给两边的最终传动，最后传递给驱动轮。离合器分离时，动力就切断。

图 2-2b 是履带式拖拉机的传动系统组成，其传动路线与轮式拖拉机基本相同。主要差别在于后桥中没有差速器，而在中央传动与最终传动之间装有左、右两个转向机构。

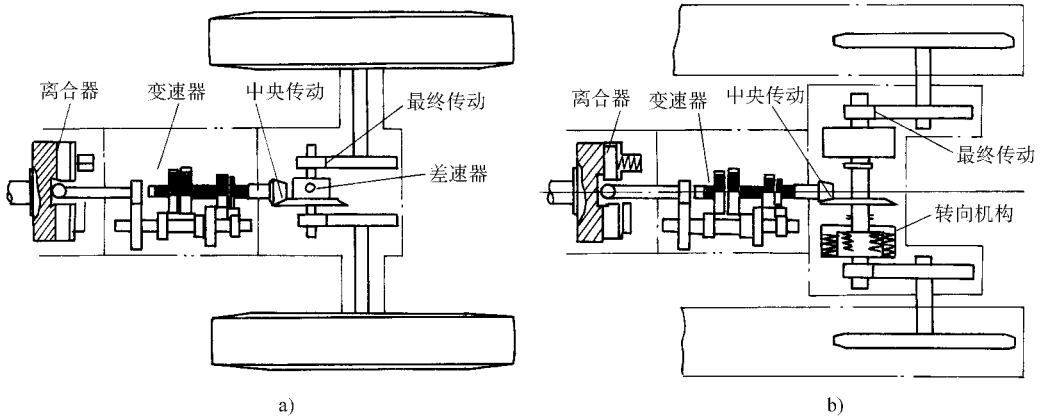


图 2-2 拖拉机传动系统的组成

a) 轮式拖拉机传动系统的组成 b) 履带式拖拉机传动系统的组成

轮式拖拉机的差速器和履带式拖拉机的转向机构都是传递动力的部件，在结构上与中央传动和最终传动密切相连，且装在同一后桥壳体内，但它们最主要的功用是为了满足拖拉机转向的需要，所以又把它们都作为转向系的组成部分。

(2) 行走系统 行走系统的功用是将拖拉机各总成、部件连接成整体，起到支撑全车、保证行驶，并将发动机经传动系统传到驱动轮上的驱动转矩转变为地面对驱动轮或履带的推进力。根据行走系统构造的不同，拖拉机可以分为轮式和履带式两种。

轮式拖拉机的行走系统主要包括前轴、前轮和后轮。

履带式拖拉机的行走系统组成如图 2-3 所示。两个承重轮安装在一套台车架上，如图 2-4 所示。

(3) 转向系 转向系的功用是改变和控制拖拉机的行驶方向，以保证拖拉机正确、安全地工作。一般轮式拖拉机是依靠偏转两个前导向轮进行转向；履带式拖拉机是通过操纵传动杆件，改变传动系统中转向机构（如转向离合器）传给一侧驱动轮的转矩实现转向，因而履

带式拖拉机的转向系就是转向机构的操纵机构。

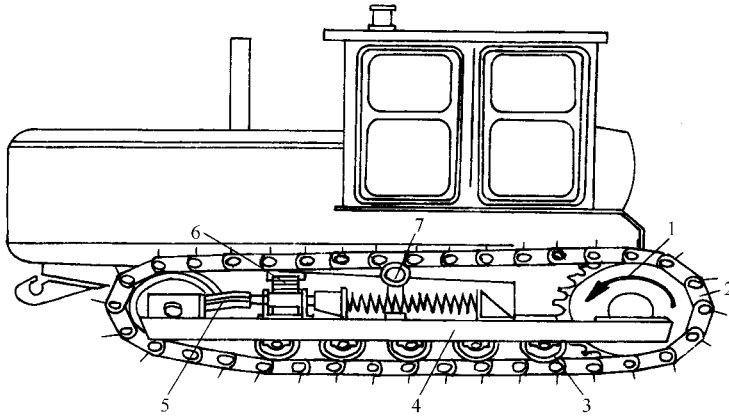


图 2-3 履带式拖拉机行走系统的组成

1—驱动轮 2—履带 3—承重轮 4—台车架 5—张紧装置和导向轮 6—悬架弹簧 7—托轮

(4) 制动系 制动系的功用是刹车和协助转向。拖拉机的制动系由制动器和制动操纵机构组成。制动器是用来对驱动轮产生阻力矩的装置，能够使驱动轮很快地减速和停止转动。制动操纵机构是用来操纵制动器的，由制动踏板和一系列传动杆件组成。在拖拉机上，只对驱动轮进行制动，为了协助拖拉机进行转向，每侧驱动轮有独立的制动器和制动操纵机构，既能单独操纵，也可联动操纵。拖拉机上普遍采用的是摩擦式制动器。

轮式拖拉机采用的是蹄式摩擦制动器，如图 2-5 所示。制动器由随着车轮一起旋转的制动鼓 2 和不旋转的制动蹄 5、摩擦片 3、凸轮 1、支承销 6 和回拉弹簧 4 组成。此外，还有踏板、拉杆和制动臂等，组成了操纵机构（图中未画出）。

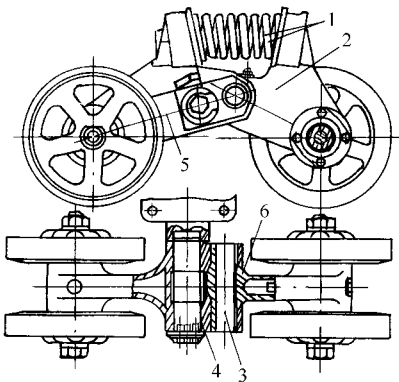


图 2-4 支重台车架

1—悬架弹簧 2—内平衡臂 3—轴
4—滑动轴承 5—外平衡壁 6—销

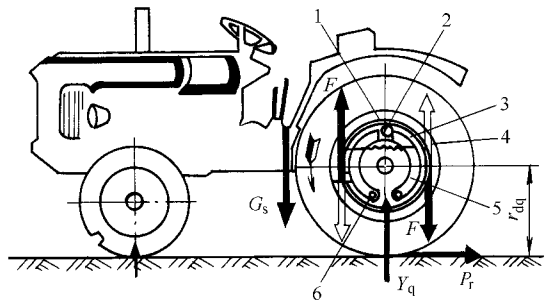


图 2-5 制动器的作用原理简图

1—制动凸轮 2—制动鼓 3—摩擦片 4—回拉弹簧
5—制动蹄 6—支承销 Y_q —路面对车轮的垂直反力
 F —摩擦力 P_r —制动力 r_{dq} —车轮的半径

当踩下踏板时，通过拉杆、制动臂使制动凸轮 1 转动一个角度，并将制动蹄 5 的上端向外顶开，而下端则绕支承销 6 摆动。当摩擦片与旋转的制动鼓 2 的内表面接触时，在其接触

表面之间就产生摩擦力 F ，制动蹄对制动鼓压得很紧时，摩擦力对制动鼓形成一个足够的制动力矩，抱死制动鼓后，迫使车轮停转。与此同时，在车轮和路面之间产生一个与行驶方向相反的制动力 P_r ，迫使拖拉机停止运动。

当松开踏板时，回拉弹簧 4 促使制动蹄恢复原位，以消除对车轮的制动作用。

(5) 工作装置 工作装置的功用是连接或悬挂农具，以便和各种农具配套完成不同作业。它主要包括牵引装置、动力输出装置（动力输出轴和驱动带轮）和液压悬挂装置。图 2-6 为分置式液压悬挂装置布置图。

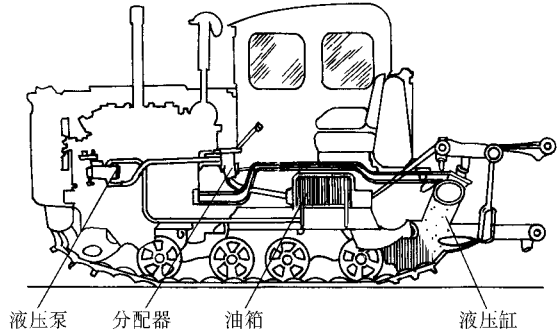


图 2-6 分置式液压悬挂装置

3. 车身

车身的功用是安置驾驶员、乘客或货物。

4. 电气设备

电气设备的功用是解决拖拉机的照明、安全信号和发动机的起动。它主要由电源组、发动机起动系及点火系和照明装置、信号装置（喇叭、仪表）等用电设备组成。

第二节 柴油发动机的基本工作原理

国产拖拉机的发动机都采用柴油发动机。它的特点是没有点火装置，柴油在高压下喷入气缸内与送入缸内的空气混合，在气缸内的高压下混合自燃，放出热能，膨胀做功，实现热能与机械能的转换。

一、单缸四行程柴油发动机的工作原理

四行程柴油机指的是活塞连续运行四个行程（即曲轴旋转两周）的过程中，完成一个工作循环（进气—压缩—燃烧膨胀—排气）的柴油机。图 2-7 是单缸四行程柴油机的机构简图。气缸体 4 中的活塞 5 通过活塞销 6、连杆 7 与曲轴 8 相连。曲轴转一圈可带动活塞上下运动各一次，活塞上下运动一次可推动曲轴转一圈。活塞在最高处（离曲轴中心最远）的位置叫上止点，反之叫下止点。上止点与下止点之间的距离称为活塞行程（常用 S 表示）。进气门 2、排气门 1、喷油器 3 安放在气缸上部的气缸盖上，分别由专门机构控制，保证能按时打开、关闭和喷入雾状柴油。

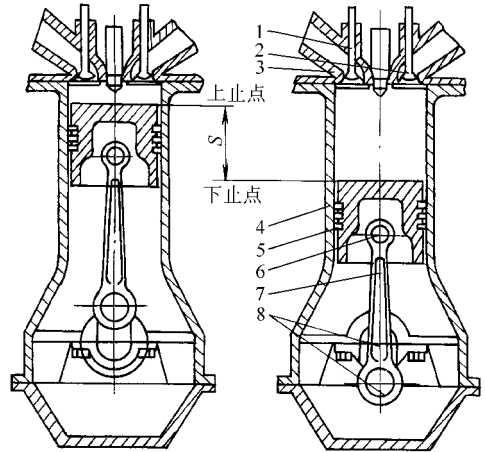


图 2-7 单缸四行程柴油机的机械简图
1—排气门 2—进气门 3—喷油器 4—气缸体
5—活塞 6—活塞销 7—连杆 8—曲轴

图 2-8 是单缸四行程柴油机的工作过程。

1. 进气行程

活塞从上止点移动到下止点，是靠曲轴旋转第一个半周时把它拉下的。这时进气门打开，排气门关闭。活塞下移腾出的空间造成气缸内的真空吸力，使纯净空气不断吸入缸内。当活塞到达下止点时，进气门关闭，进气行程结束。此时气缸内的压力一般为 $76 \sim 96 \text{kPa}$ ，温度一般为 $40 \sim 70^\circ\text{C}$ 。

2. 压缩行程

活塞从下止点移动到上止点，是靠曲轴旋转第二个半周时把它推上的。这时进、排气门均关闭，气体受压后温度、压力不断升高，从而为喷入柴油燃烧创造了条件。当活塞到达上止点时，气缸内的压力可达 $3040 \sim 4053 \text{kPa}$ ，温度可达 $500 \sim 700^\circ\text{C}$ （柴油自燃温度为 330°C ）。

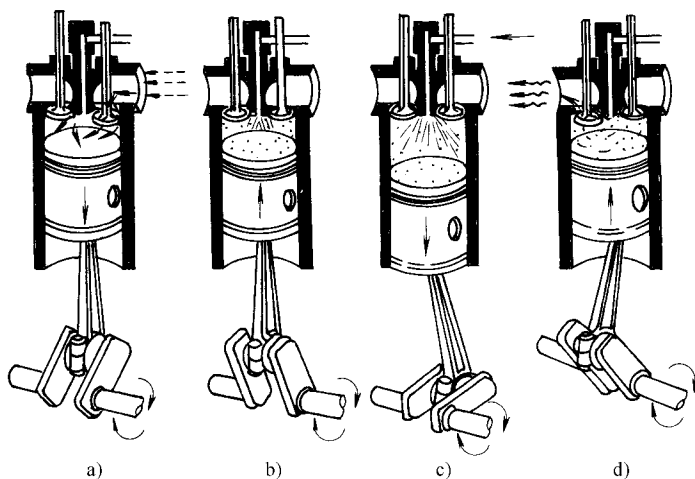


图 2-8 单缸四行程柴油机的工作过程

a) 进气 b) 压缩 c) 作功 d) 排气

3. 作功行程

压缩行程结束后，喷油器将雾状柴油喷入气缸，高温蒸

发，与空气混合自燃。这时燃烧气体温度可达 $1500 \sim 2000^\circ\text{C}$ ，压力达 $6079 \sim 10138 \text{kPa}$ 。由于进、排气门均关闭，高压气体便膨胀推动活塞从上止点移动到下止点，并通过连杆带动曲轴旋转，产生动力对外作功。活塞到达下止点时，作功行程完成，曲轴也旋转过了第三个半周。

4. 排气行程

活塞又从下止点移动到上止点，是靠曲轴的惯性带动的。这时排气门打开，进气门仍关闭，燃烧后的废气受活塞上移的排挤从排气门排出。活塞到达上止点，排气行程结束，这时气缸内的压力一般为 $101.3 \sim 126.6 \text{kPa}$ ，温度为 $300 \sim 500^\circ\text{C}$ ，曲轴旋转过了第四个半周。

由于曲轴依靠飞轮转动的惯性作用，活塞又由上止点向下止点移动，重复上述工作循环。柴油机正是通过这样的周期循环来实现连续不断的运转。

二、四缸四行程柴油发动机的工作原理

单缸四行程柴油机只有作功行程产生动力，其他三个行程靠飞轮储存的功能来完成，因此发动机工作不平稳。其曲轴每转两周只有半周作功，造成曲轴旋转不均匀，工作振动大。为改善曲轴旋转的不均匀性，一般采用多缸发动机。目前常用的有四缸、六缸和八缸。

东方红-75 拖拉机的 4125A 型发动机是四行程直列四缸发动机，每一缸的工作循环与单缸发动机相同，而作功行程间隔 $720^\circ / 4 = 180^\circ$ 。如图 2-9 所示，四缸发动机曲轴的各曲拐处于同一平面内，其中一、四缸在同一方向；二、三缸在另一方向，互错 180° 。当一、四缸活塞上行时，二、三缸下行，各气缸的作功行程次序为 1—3—4—2。因此四缸发动机的均

匀性和平衡性均优于单缸发动机。

三、柴油发动机的主要组成

柴油机的形式和构造多种多样，但都必须由下列机构和系统组成，来保证柴油机更好地进行工作循环，实现燃烧放热，膨胀作功的能量转换。

(1) 机体组件 包括机体（气缸体—曲轴箱）、气缸套和油底壳等。它们构成了柴油机工作的基础和骨架，所有运动件和辅助系统都支承在它上面。

(2) 曲柄连杆机构 包括活塞、连杆、曲轴和飞轮等，是柴油机的主要运动件。它们的作用是往复式发动机传递动力的传动机构，是实现工作循环的结构措施，即将燃料燃烧放出的热能转变为机械能，将活塞在气缸内的往复运动转变为曲轴的旋转运动而对外作功。

(3) 配气机构与进、排气系统 包括进、排气门组件、挺柱与推杆、凸轮轴、传动系统、进气管、排气管和空气滤清器等。它的作用是定时地排出废气，吸入新鲜空气，提供燃料燃烧所需的充足氧气。

(4) 燃料供给与调节系统 包括喷油泵、喷油器、输油泵、燃油滤清器及调速器等。它们的作用是定时、定量地向燃烧室喷入燃油，并创造良好的燃烧条件，满足燃烧过程的需要。

此外，还有冷却系统、润滑系统和起动系统等。

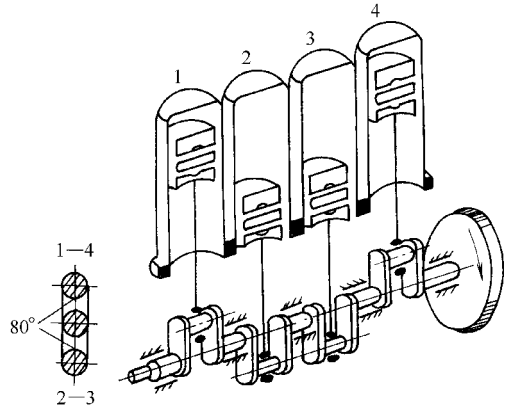


图 2-9 四缸四行程柴油机曲拐排列简图

复习思考题

1. 拖拉机是由哪几大部分组成的？
2. 简述轮式拖拉机和履带式拖拉机传动系统的组成。
3. 柴油发动机的四个行程各完成的主要工作是什么？
4. 简述柴油发动机的主要组成及功用。
5. 四缸柴油发动机与单缸柴油发动机相比有何优点？

第三章 毛坯的制造方法

第一节 铸 造

一、概述

铸造是指将液态金属浇入铸型内，冷却凝固后获得一定形状、尺寸和性能的原材料、毛坯或零件的生产方法。采用铸造方法获得的金属制品称为铸件，它是机械制造业中一项重要的毛坯制造工艺过程，在机械制造中占有重要的地位。

铸造成形具有以下特点：

- 1) 铸造的适应性强，几乎不受零件的形状、尺寸大小和生产批量的限制。
- 2) 铸件的使用性能良好，特别是减振性能、耐磨性能、耐腐蚀性能和切削性能。
- 3) 铸造具有良好的经济性，其所用原材料来源广泛，价格低廉，且可利用回收材料。
- 4) 铸件的形状和尺寸与零件非常接近，加工余量小，可节省金属材料和加工工时，是实现少、无切削加工的重要途径之一。

但铸造工序多，生产过程中工艺控制较困难，因而铸件的质量不稳定，废品率高，力学性能较差，且劳动强度大、工作环境差。

铸造的成形方法很多，主要分为砂型铸造和特种铸造。目前，应用最广泛的铸造方法是砂型铸造，约占世界铸造总产量的60%，特种铸造应用较多的是金属型铸造、熔模铸造、压力铸

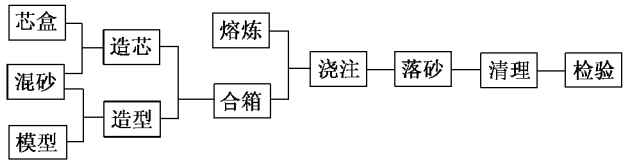


图 3-1 砂型铸造生产流程图

造、低压铸造、离心铸造、陶瓷铸造、实型铸造、磁性铸造、差压铸造、连续铸造以及挤压铸造等。砂型铸造生产流程如图 3-1 所示。熔模铸造生产流程如图 3-2 所示。

各种铸造方法均有其优缺点及适用范围，主要依据铸件的形状、大小、质量要求、生产批量、合金的品种及现有的设备条件等具体情况，进行全面分析比较，选出合适的铸造方法。表 3-1 列出了几种常用铸造方法的综合比较。

铸造常用于制造形状复杂、承受静载荷及压应力的零件，如箱体、床身、支架和机座等，其质量和产量以及精度等直接影响到机械产品的质量、产量和成本。铸造生产的现代化程度，反映了机械工业的先进程度，反映了清洁生产和节能省材的工艺水准。

铸造生产在工业发达国家的国民经济中占有重要的地位。据统计，在机床、内燃机、重型机械、矿山机械中，铸件约占整机重量的 70%~90%；在拖拉机中约占 50%~70%；在农业机械中约占 40%~70%；在轧钢机中占 75%~80%，在汽车中约占 50%~70%。在铸造生产中，铸铁件应用最广泛，约占铸件总产量的 70%。