



高等学校试用教材

工程机械 设计

吴永平 姚怀新 主编
何挺继 主审



人民交通出版社

China Communications Press

高等学校试用教材

Gongcheng Jixie Sheji

工 程 机 械 设 计

吴永平 姚怀新 主编
何挺继 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书以现代设计的理论、方法和思想为基础,系统阐述了现代工程机械产品设计的特点、原理和方法,重点详述了铲土运输机械、路面机械及设备的设计方法及新结构与新技术。

本书主要由两部分内容组成。第一部分是工程机械设计基础,着重论述现代工程机械设计的概念和特点、基本设计程序和内容以及适用整机设计的典型现代设计方法。第二部分的内容是工程机械整机设计,主要以路面机械设备及铲土运输机械为对象,介绍了典型产品的工作系统、新结构、总体设计和计算原理。为了专业技术人员学习方便,增加了有关产品的使用技术和发展趋势等项内容。

本书是面向 21 世纪交通版高等学校系列教材之一,可作为高等学校相关专业本科生的专业课程教材和工程机械产品设计人员的自修材料。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程机械设计/吴永平,姚怀新主编. —北京:人民
交通出版社, 2005.6
ISBN 7-114-05499-8

I.工... II.①吴...②姚... III.工程机械-机械
设计 IV.TU602

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 024070 号

高等学校试用教材

书 名: 工程机械设计
著 者: 吴永平 姚怀新
责任编辑: 赵 蓬
出版发行: 人民交通出版社
地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号
网 址: <http://www.ccpres.com.cn>
销售电话: (010)85285656,85285838,85285995
总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京凯通印刷厂
开 本: 787×1092 1/16
印 张: 20.5
字 数: 506 千
版 次: 2005 年 8 月 第 1 版
印 次: 2005 年 8 月 第 1 次印刷
书 号: ISBN 7-114-05499-8
印 数: 0001—3500 册
定 价: 38.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

面向 21 世纪交通版

高等学校教材编写委员会
机械设计及其自动化专业(工程机械方向)

主任委员：冯忠绪(长安大学)

委 员 (以姓氏笔划为序)：

马桂秋(辽宁省交通高等专科学校)

卢和铭(长沙交通学院)

刘晓婷(长安大学)

朱茂桃(江苏大学)

闫佐廷(辽宁省交通高等专科学校)

李自光(长沙交通学院)

张春阳(南京交通职业技术学校)

张小龙(西安建筑科技大学)

张海英(内蒙古大学职业技术学院)

张福生(太原重型机械学院)

谷立臣(西安建筑科技大学)

单绍福(山东交通学院)

陈 勇(山东交通学院)

杨晓卫(江苏大学)

杨 平(福建省交通职业技术学院)

郭小宏(重庆交通学院)

徐格宁(太原重型机械学院)

曹源文(重庆交通学院)

崔崇学(内蒙古大学职业技术学院)

焦生杰(长安大学)

秘 书：焦生杰(长安大学)

赵 蓬(人民交通出版社)

前 言

随着社会的不断发展,作为现代化基础建设主要工具和手段的工程机械已为人们所熟知。工程机械及设备已是集机、电、液一体化和信息、激光等高新技术以及审美艺术于一身的现代机电产品,并且正在向着自动化、远距离控制和智能化等方向发展。工程机械产品开发设计人员的作用愈加重要。

设计水平是产品质量与竞争能力的决定因素之一,没有先进的设计理论、方法和手段,就难以设计和生产出具有较高技术水平的、功能完善的创新产品。作为一名工程机械设计人员应当系统地学习和掌握先进的设计理论和方法,不断吸收新的技术知识,积累实践经验,从而使自身的设计能力和素养不断提高。

现代工程机械产品已发展到了较高的技术水平,其中凝结着现代设计的理念、方法和技术创新。然而,国内目前还缺乏对工程机械产品设计方面论述得较为全面和系统的著作,这是撰写本书的基本理由。本书编写的宗旨是,以现代设计的理论、方法和思想为基础,结合现代工程机械的特点,阐述各类工程机械自身设计方法的特点与共性,达到掌握不同类型工程机械设计基本原理与方法的目的。在编写过程中,力求继承工程机械设计方面的经典理论和方法,吸收工程机械产品的新原理、新结构和先进的技术,以满足专业技术人员的学习要求,努力为工程机械专业方向的本科生和专业设计人员提供一本系统全面的教材。

长安大学工程机械学院是我国从事工程机械(特别是路面机械与铲土运输机械)教学与科研的历史最悠久的高等院校,该院教师和研究人员积累了丰富的研究成果和教学经验,本书的编写与出版实现了他们多年的心愿。为使本书对于工程技术人员具有较好的实际参考价值,特邀请了徐工集团工程机械厂、天津工程机械厂、陕西建设机械集团和陕西中大机械集团多年从事产品设计的专业技术人员参与本书的编写,在此一并表示衷心的感谢。

本书编写人员及分工如下:吴永平(绪论,上篇第一、三、五章),姚怀新(上篇第二章、下篇第二章),王国庆(上篇第四章),尹继瑶、王华君(下篇第一章),宋宝珠、李洪、解德杰(下篇第三章),王小青(下篇第四章,孟昭彬审),王华君、司小柱(下篇第五章),于槐三(下篇第六章),刘宏哲(下篇第七章,孟昭彬审),郭永铁、谭海云、曹凤新(下篇第八章,肖红路、许红旗审),刘清华、石学军、王芝(下篇第九章)。

全书由长安大学吴永平、姚怀新教授主编,并对全书进行统稿。

由于编者水平所限,书中难免有不足和疏漏之处,敬请读者指正。

编 者

2004年6月于长安大学

目 录

绪论	1
----	---

上篇 工程机械设计基础

第一章 工程机械产品的实用化设计	5
第一节 工程机械系统的基本组成	5
第二节 产品设计阶段与一般程序	7
第三节 产品规划与设计方案的创新	8
第四节 产品模块化设计原理	15
第五节 总体设计	18
第六节 结构设计基础	19
第二章 工程机械底盘基础理论	23
第一节 底盘行驶原理	23
第二节 行走机构的运动学与动力学	24
第三节 附着性能	30
第四节 牵引性能	37
第五节 牵引性能参数的合理匹配	44
第三章 可靠性设计	52
第一节 概述	52
第二节 可靠性数学基础	54
第三节 可靠性基本指标	61
第四节 可靠性设计	66
第四章 虚拟设计	75
第一节 概述	75
第二节 机械系统的建模和结构分析	78
第三节 ADAMS 软件功能	83
第四节 虚拟样机建模	86
第五节 ADAMS 设计实例	89
第五章 工业设计基础	96
第一节 概述	96
第二节 产品造型及色彩设计基础	97
第三节 人机系统设计	108

下篇 工程机械整机设计

第一章 振动压路机	124
------------------	-----

第一节	结构与工作原理	124
第二节	总体设计	130
第三节	工作参数的确定	136
第四节	振动机构设计	143
第五节	减振装置设计	148
第六节	液压系统设计	152
第二章	稳定土拌和机	160
第一节	结构与工作原理	160
第二节	总体设计及主要参数的确定	166
第三节	液压系统设计	176
第三章	路面铣刨机	180
第一节	结构及工作原理	180
第二节	总体设计及主要参数的确定	183
第三节	工作装置设计	185
第四章	稳定土拌和设备	188
第一节	用途和分类	188
第二节	结构与工作原理	189
第三节	总体设计	196
第五章	沥青混合料搅拌设备	203
第一节	结构与工作原理	203
第二节	总体设计	205
第三节	主要工作装置设计与选型	206
第六章	沥青混合料摊铺机	229
第一节	概述	229
第二节	分类与结构	230
第三节	总体设计	234
第四节	行走系统设计	239
第五节	刮板输料系统设计	245
第六节	螺旋输料系统设计	248
第七节	振捣系统设计	250
第八节	振动和熨平装置设计	253
第七章	水泥混凝土摊铺机	256
第一节	用途和分类	256
第二节	结构与工作原理	257
第三节	总体设计	261
第四节	工作装置设计	266
第五节	液压系统设计及选型	271
第八章	轮式装载机	273
第一节	用途和分类	273
第二节	结构与工作原理	277

第三节	总体设计	278
第四节	工作装置设计	282
第五节	液压系统设计	294
第九章	自行式平地机	300
第一节	用途与分类	300
第二节	结构与工作原理	302
第三节	总体设计	303
第四节	工作装置设计	308
参考文献		316

绪 论

一、关于现代产品设计

(一)关于设计的定义

设计水平是决定产品质量、成本以及产品在市场竞争中成败的关键。作为一名现代产品设计人员,深入理解和掌握产品设计的内涵是十分必要的。关于产品设计的概念有多种描述,下面是一些较典型的关于设计定义的表述:

“在某一时间,为某一技术任务寻求一个尽可能好的解所必需的一切综合和分析活动,称为设计。所谓尽可能好的解,应是指一个十分可靠的,在财力方面是可行的,又能满足其他限制条件的解。”

“产品设计是为适应市场明确显示的需求而拟定系统、零部件、工艺方法的决策过程。在多数情况下,这个过程要反复进行,要根据基础科学、数学和工程科学,为达到明确的目标对各种资源实现最佳的利用。”

“设计是一种反复决策、制定计划的活动,而这些计划的目的是把资源最好地转变为满足人类需求的系统或器件。”

“产品设计是利用科学原理、技术知识和想像力,确定能以最高的经济效益和效率实现特定功能的机械结构、整机和系统。”

“产品设计是在各种约束条件下为最好地实现给定的具体目标,制定出机器、系统或工艺过程的具体结构或抽象体系。”

根据以上各种关于设计定义的描述和设计的实践,可以对产品设计概念的本质进行分析。首先,客观需求是一切产品设计的源动力。只有掌握了市场的真正需求,才能使设计工作保持正确的方向,否则,设计的结果可能是徒劳的。其次,设计需要采用先进的科学方法、原理和技术。现代设计就是综合运用现代科学理论、方法与技术的最新成果解决工程技术问题的过程。创新是设计工作的灵魂,没有创新,就无所谓设计。创新是设计工作中应遵循的基本原理,设计者应当通过对新方案、新结构的探寻,使设计结果有所创造和发明。设计是为实现规定功能而建立最合理的技术系统的过程。仅仅满足规定功能要求的设计不能称之为完善的设计,只有在满足给定约束条件下的最优解决方案才是完满的设计。对多种方案进行比较选择是设计过程的基本要求。最后,产品设计的最终结果是要将确定的技术系统物化,这也是产品设计的最终目标。因此,设计者必须认真研究生产制造过程和工艺要求,才能确保设计方案的顺利实现。从这一点讲,可以说设计是将人们的设想转化为实物的桥梁。此外,应当把设计与计算机制图之类的工作加以明确区分,把设计者与制图员区别开来。一名合格的设计者必须善于进行独立思考,能够正确推断、决策和创新。

综上所述可以认为,工程机械产品设计就是依据工程建设市场的需求和要求,运用现代科学理论方法、技术和经验,进行产品规划,对技术方案进行构思、分析、创新、优化、评价,从而制定出满足规定功能的最佳技术系统的活动。

(二)设计与艺术的关系

早在 20 世纪 20 年代,俄罗斯学者就有这样的论断:设计是以科学为基础进行描述的艺术。在现代,人们常谈论科学技术与艺术的关系问题,而设计正是科学技术与艺术密切结合的工程技术方法,设计既是科学又是艺术。

设计是一个特殊的劳动过程。设计不仅需要基础科学理论与方法,同时,还需要坚实的专业知识和丰富的实践经验,对具体的工程条件和特点也需要深入了解。设计者要善于进行系统化思维,勤于思考,能够将不同的工作过程联系在一起,进行科学抽象,同时还应具有勇于进取和自我评价等思想素质。人们在创造某物之前,在自己的头脑中先形成一个该物的主观模型,而进一步的工作就是对这一模型的实现。我们把这两个有一定条件的劳动过程称之为设计和制造。现代产品需要由不同的劳动集体和部门共同协作来完成,这需要设计者把关于产品的信息准确传达给其他有关人员,因而就需要规范的技术语言、符号和图示方法等。

说设计是科学,因为设计需要应用系统的科学理论和方法。现代工程机械产品是一个复杂的系统,需要设计者将动力装置、传动机构、行走机构、工作装置和控制系统等完美地结合在一起,以最佳的方式将组成部分的参数进行组合,如果缺乏科学理论和专业知识,天才的艺术家也难于从事现代设计工作。

说设计是艺术,首先是因为设计总是与创造联系在一起,一项成功的设计总是包含着某种新的发明与创造,否则只能称之为仿造。现代工程机械产品的重要特征之一,就是广泛地应用了工业设计的原理与方法,从部件到整机充分体现了结构与功能的完美艺术的统一和人性化的设计理念。随着人们审美情趣的不断提高,产品的造型艺术也是产品设计是否成功的重要因素之一。产品艺术造型是以工业产品为表现对象,在满足产品功能的前提下,用艺术表现手法创造出实用、美观、经济的产品。工业产品设计的艺术性已越来越受到人们的重视。

(三)现代产品设计的特点与原则

掌握现代产品设计的特点与原则是一个合格的设计者所应有的基本素养。把握了现代产品的设计特点,也就把握了现代产品设计发展的基本方向。现代产品设计的特点可归纳为以下几个方面:

1. 在设计思想方面以功能分析为核心,以市场需求为导向,运用系统理论、逻辑思维和创造性思维方法,力求形成具有创新性的新原理和新方案;注重产品功能的可靠实现、设计方案的技术经济性评价和社会综合效益分析。

2. 在设计方法方面综合运用模块化设计、虚拟设计、可靠性设计、优化设计、工业设计以及机电液一体化等现代方法与技术,重视载荷的动态性与随机性、系统参数的优化、过程仿真、外观造型的艺术性和人机工程等原理的应用。

3. 在设计手段方面广泛应用 CAD/CAM/CAE 和虚拟现实技术,实现设计系统及制造系统的集成化和自动化,提高设计的精度,缩短产品的设计制造周期,降低设计成本。

4. 在设计目标方面努力实现产品的智能化,通过知识信息的获取、推理和运用,使产品能够根据工作对象状况和环境条件的变化自动改变工作参数,达到最佳工作效果,通过应用机器人技术使产品能够模仿人的智能活动,进而设计出高度智能化的工业产品。

现代设计所遵循的基本原则可以归结为实用美观原则、可靠原则、创新性原则、效益最优原则和评审原则。

二、工程机械的分类、设计特点与要求

工程机械是交通、能源、建材、农林水利、城镇建设、国防建设等工程施工中所使用的机械产品及设备的总称。工程机械品种规格繁多,应用十分广泛。在我国,工程机械按用途可分为八大类,即挖掘机械;铲土运输机械(堆土机、装载机、平地机、铲运机等);工程起重机械;压实机械(压路机、夯实机等);桩工机械;钢筋混凝土机械;路面机械(稳定土拌和机械与设备,水泥、沥青混合料搅拌设备,摊铺机,道路养护机械等);凿岩与风动机械。

本书主要阐述公路工程所使用的工程机械及设备的设计原理与方法,这类工程机械具有以下主要设计特点与要求:

1. 工程作业环境条件复杂多变,要求设计能够适应当地的气候、地理特点。

工程机械以野外作业为主。我国幅员辽阔,气候多样、地形地貌条件复杂。西部是高原地区,东部为广阔的平原和起伏的丘陵,西南多山地,各种地形相互交错;我国南北地区纬度跨度大,南部进入热带,北部则接近寒带,南北温差悬殊。在不同的气候地理条件下,对工程机械的结构、材料和性能就有不同的要求。例如,使用于高原地区的工程机械就要求选用增压发动机,在寒冷地区就要考虑冷起动的问题,工作在炎热地带的工程机械就要求重点解决发动机的冷却问题和改善驾驶室的散热通风条件,用于沙漠地带的工程机械就要求设计特殊的行走机构,以满足车辆的牵引性能和通过性能的要求等。

2. 以工程机械底盘理论为基础,要求发动机、行走机构与工作装置的特性之间具有良好的匹配关系。

自行式工程机械作业时,其动力装置、行走机构与工作装置之间,行走机构与地面之间,工作装置与工作介质之间,始终处于不断地相互作用和相互制约之中。它们之间表现的是一个复杂的动态过程,研究这一过程的理论基础是地面力学、工程机械底盘理论、牵引动力学、工作装置与介质相互作用机理等专业基础知识。发动机、行走机构与工作装置性能参数间的合理匹配是保证机械高效工作的基本要求。因此,作为一名工程机械设计人员,掌握这些专业基础理论,深入了解行走机构与地面、工作装置与介质间的相互作用规律,是搞好产品设计的基本要求。

3. 工作介质性质复杂,要求工作装置结构设计形式多样。

工程机械的基本功能是处理加工各种不同性质的材料,这就决定了其工作装置必须形式多样,才能满足各种工程施工的要求。多功能是工程机械的重要发展方向之一。例如,德国奔驰公司生产的乌尼莫克多功能通用底盘车就可悬挂上百种工作装置,从而满足了各种工程作业的需要。目前,多功能工程机械有进一步发展的趋势。

4. 工作介质的状态在作业中不断发生变化,要求工作参数调节方便。

由于在作业过程中材料的状态会随时发生变化,因此,要求从设计上保证其工作参数能够随作业的进行而调节,使工作参数始终处于最佳匹配状态,从而实现工作效果的最大化。以压实机械为例,对碾压不同的材料就需要设计不同类型的压路机;随着压实过程的进行,由于被压材料的密度发生变化,因而就要求其工作频率和振幅能够调节,以达到最佳的压实效果和最大的生产效率。

5. 工程质量要求不断提高,现代工程机械产品设计要求较高的作业质量控制水平,普遍应用机电液一体化和现代控制技术。

随着工程技术等级和质量的要求不断提高,对工程机械作业质量的控制技术水平的要求

也愈来愈高,即要求作业速度恒定,作业面平整,输出功率均衡且能够实现自动分配等。由于工程机械是动力作业机械、具有较大的质量和惯性,因而,只有依靠以液压驱动为基础的机电液一体化控制系统,才能较好地满足各种作业质量控制要求。工程机械的液压化已成为重要的发展方向之一。

6. 现代工程机械与人们的生活关系日益密切,要求产品设计人性化,造型美观。

现代工程机械产品已为人们所熟知,与人们的生活密不可分。现代工程机械产品设计中普遍应用了工业设计的基本原理和方法,从而使产品具有较高的造型艺术,其色彩悦人,操作舒适,低噪声、无污染,满足了人们的审美要求和对于高品质生活水准的需要。

三、学习工程机械设计的目的

本书分为工程机械设计基础和工程机械整机设计两部分内容。本书编写的目的是:通过学习现代工程机械设计的理念、基本理论与方法,掌握主要工程机械及设备的系统设计方法、新的工作原理和结构,为工程机械产品设计人员的技术创新打下坚实的专业基础。因此,学习工程机械设计有以下主要目的:

1. 学习现代产品设计的理念、基本原理与方法;
2. 掌握工程机械的总体参数匹配与设计方法;
3. 掌握主要公路工程机械及设备的基本原理、总体设计方法和新结构;
4. 了解公路工程机械及设备的主要发展趋势;
5. 为工程机械产品设计的创新奠定坚实的基础。

上篇 工程机械设计基础

第一章 工程机械产品的实用化设计

第一节 工程机械系统的基本组成

自行式工程机械一般由发动机、底盘和工作装置三部分所组成。工程机械系统是人、机械与工作介质相互作用的统一体,其基本组成与相互关系如图 1-1-1 所示。

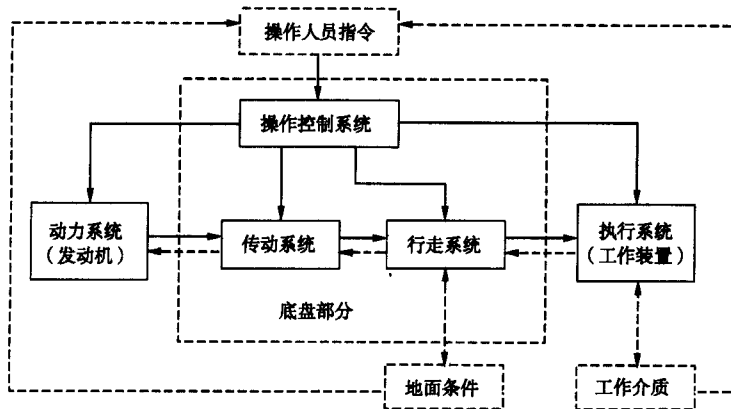


图 1-1-1 工程机械系统基本组成及其相互关系

1. 动力系统

动力系统的功能是为机械系统提供所需的动力及能源。工程机械的动力装置以柴油发动机为主,其原因是由于柴油发动机具有燃料经济性好,工作可靠、功率大、排气污染小等一系列优点。按冷却方式的不同,发动机有水冷式和风冷式两种类型。水冷式的优点是:①冷却均匀、可靠,零件热负荷小;②气缸变形小,减小了活塞与气缸间的间隙,机油消耗少;③噪声较

小;④燃料经济性好;⑤制造成本低;⑥能较好地适应增压柴油机的散热要求。水冷式发动机能很好地适应大功率发动机的需要。水冷式的主要缺点是,使用维护不够方便,冷却效果受环境温度影响较大,腐蚀性磨损较大等。风冷式的主要优点是结构简单、维护方便、对沙漠和气候异常地区的适应性好、腐蚀性磨损少等。风冷式一般适用于中小功率的发动机。

此外,由于工作装置的需要,工程机械的动力系统除主发动机外,有时还装有专门用于工作装置的副发动机。

2. 传动系统

传动系统的功用是改变机械的运行速度、运动规律及方向,并将发动机的动力以最有效的方式传递给行走机构和工作装置。设计传动系统的基本目的是为了解决发动机特性与行走机构特性和工作装置特性之间的匹配问题和矛盾。工程机械的主要传动类型包括机械传动、液力机械传动、液压传动和电传动等四种形式。

机械传动的主要优点是,传动效率高、传动准确、工作可靠、制造成本低、维修方便,以及可利用运动零件的惯性等。机械传动的缺点是:①变速箱档位数较多,结构复杂,换档操作劳动强度大;②传动系的结构布置不灵活;③抗冲击载荷能力差,工作寿命短;④不能改善工作阻力的变化特性,从而使发动机承受较大的载荷冲击;⑤直接受发动机振动的影响,降低了传动系零件的寿命。由于种种缺点的影响,在现代工程机械中纯机械传动已退到次要位置。

液力机械传动是由液力变矩器与机械传动相结合而形成的传动形式,目前这类传动形式主要用于推土机、装载机以及重型载货汽车、高级轿车和客车等车辆中。液力机械传动的主要优点是:①在一定范围内能够随外载荷的变化自动无级改变传动系统的输出扭矩和转速,从而减少了换档次数;②可实现有载起动和过载保护等功能,使机械起步平稳,并且避免了发动机的超载熄火现象;③传动系统零件所受冲击、振动载荷较小,大大延长了变速箱以及整个传动系统的使用寿命;④可保证车辆快速起步,并大大提高了行驶的舒适性;⑤容易实现变速箱的自动换档。

液压传动又称静液传动,它是由液压泵、液压马达和控制阀组成的传动形式。液压传动的主要优点是:①传动系统结构简单,便于布置;②可实现无级调速,且操作简单;③易于实现自动化和远距离操纵;④车辆转弯半径小,并可实现原地转向;⑤可通过增加液流阻力实现动力制动。液压传动的主要缺点是,随着传动功率的提高,对液压元件的寿命、可靠性等质量要求较高,传动效率较低,制造成本高等。

目前,液压传动主要应用于挖掘机、压路机、摊铺机和铣刨机等工程机械中。随着液压元件质量的进一步提高,液压传动的应用将日趋广泛,在公路工程工程机械中已有液压化的发展趋势。

电传动由发动机、发电机、电动机和控制电路所组成,主要有交流发电机一直流(电动机)驱动、交流发电机—交流驱动、交流发电机一直流变频—交流驱动等传动类型。电传动具有传动系统简单、布置方便,容易实现自动控制和无级调速,容易获得所需要的牵引特性等优点,但由于其造价高,目前主要用于特大型工程机械和载货车辆的传动系统中。

3. 行走系统

行走系统的基本功能是承担整机质量,提供足够的牵引力,传递和承受地面作用于行走机构的力和力矩,并吸收振动、冲击以保证机械的正常行驶。行走系统主要有轮式和履带式两种类型,此外还有步履式行走机构等。轮式行走系的主要特点是结构简单,机动性好,具有良好的减振性能,行驶速度高等。履带式行走系主要有承载能力高,通过性、牵引性好等优点。

4. 操纵控制系统

操纵控制系统的功用在于使机械能够正常稳定运行,使工作装置能够完成所要求的作业。工程机械的操纵控制系统一般包括底盘操纵系统和工作装置操纵系统两个部分。底盘操纵系统主要包括变速、转向和制动操纵,以及有关的控制按钮、指示仪表等。操纵系统有机械式、液压式、助力式、电液综合式等类型。具体的操纵形式决定于传动、行走、工作机构等系统的类型和要求。对操纵系统的基本要求是轻便、方便、可靠,并符合人机工程学原理。工程机械工作装置的操纵系统基本上实现了液压化或电液控制方式。

5. 执行系统

执行系统主要包括各种类型的工作装置与机构,其功能是利用机械系统的动力改变作业介质的状态、形状、位置或性质。现代工程机械工作装置类型多种多样,就公路施工机械而言,目前主要工作装置的功能包括挖掘装载、运移、拌和、铣刨、摊铺及碾压等方面。工作装置的结构性能直接影响着整机的作业能力和质量,是工程机械设计的重要内容。

第二节 产品设计阶段与一般程序

一、产品设计的基本阶段

按照产品设计的侧重点不同,产品的设计过程可分为功能原理设计、实用化设计和商品化设计等三个相互关联的阶段。

1. 功能原理设计阶段

功能原理设计阶段的任务在于将具体设计问题抽象化,突出产品的基本功能,淡化具体结构方案的实现方法,以便获得在工作原理上具有突破性与创新性的设计方案。

功能原理设计是抽象发散思维和逻辑推理结合的创造性活动。这一阶段的基本设计程序是,确定基本功能及其目标;运用各种设计目录和知识库求解功能元,进行方案综合与评价。功能原理设计是进行产品实用化设计和商品化设计的准备阶段,是产品创新的关键阶段,其工作质量和水平在很大程度上决定着产品在未来市场中的竞争能力。

2. 实用化设计阶段

实用化设计是在完成功能原理设计后或设计任务已明确的条件下,为实现所确定的方案而进行的具体设计。实用化设计阶段的主要工作内容包括总体设计、结构设计、材料选择和参数确定及优化等。

实用化设计阶段需要完成从总体方案设计到零部件设计的一系列技术工作,在这一阶段不仅需要设计人员具有创造性思维,而且要求设计人员具有较高的系统分析、力学计算和经济分析能力,丰富的工艺知识和耐心细致的工作态度。掌握实用化设计方法是产品设计人员的基本功,实用化设计能力是评价设计人员技术素养的基本方面。

3. 商品化设计阶段

商品化设计的基本任务是增加产品在市场中的竞争能力,使所设计的产品更能为用户所接受。产品能否满足市场需求及其在市场中的竞争性是检验产品设计是否成功的基本准则。

商品化设计的基本依据是工业设计和价值工程的原理与方法。商品化设计的基本要求是:使产品的功能、技术性能、经济性能、使用性能和艺术性等达到高度和谐,并能充分满足用户的需要。此外,商品化设计还包括经营策略和销售策略等方面。

二、产品设计的一般程序

掌握产品设计的一般程序是对设计人员的基本要求。通过学习设计的基本过程和相应的理论与方法,可以使设计人员理顺完成设计任务的思路,自觉地完善自身的知识结构,从而提高自身的设计水平。

工程机械产品开发设计的一般程序和相应的理论方法如表 1-1-1 所示。

产品开发设计的一般程序

表 1-1-1

设计阶段	设计步骤	工作目标	理论与方法
产品规划		可行性研究报告 设计任务书	预测理论、市场学、信息学等
方案设计		原理方案图	功能分析设计法、创造学、技术经济学、模块化设计法等
技术设计		总装配图 部件装配图 零件工作图 设计技术文件	优化设计、可靠性设计、机电液一体化技术、底盘理论与性能、工程机械设计、工业设计、机构动力学、有限元、控制理论、计算机辅助设计、反求工程、虚拟设计等
样机试制鉴定		样机 样机试验大纲 试验结果 样机鉴定文件	试验规范、标准

第三节 产品规划与设计方案的创新

一、产品规划策略与定位

(一) 产品规划策略

经营战略的正确性是企业成败的关键。制定经营战略的首要问题是企业将以何种产品和

服务去满足社会与消费者的需求,这就需要企业重视对市场的调研和预测,做出正确的产品开发规划。如果决策失误,对市场预测不准确,对市场的需求估计过高等,都会对企业造成难以估量的损失。

产品规划中的三个基本问题是:是否进行产品的设计开发;实现产品设计开发的条件如何;产品合理的产量是多少。企业应该提供何种产品才能最大限度地满足目标市场的需求,需要制定四方面的策略,即产品组合策略、商标策略、包装策略和销售服务策略。

1. 产品组合策略

按照产品寿命周期的理论,一个企业产品的市场储备量、销售量和所能获得的利润都要经历由成长到衰减的发展过程。因此,现代企业都必须具有多种经营的理念。经营生产多种产品、不断开发新产品就是这种理念的具体体现。如美国通用电气公司的产品项目多达 25 万种。企业生产和销售的全部产品项目的结构称为产品组合,企业根据市场需求、自身的能力和特点等,对产品项目结构所做出的决策称为产品组合策略。产品组合策略可分为以下几种类型:

(1)全面型

即向任何用户提供任何所需产品。

(2)市场专业型

向某类用户提供所需要的各种产品。

(3)产品专业型

即专注于某一类产品的生产,如路面机械产品、养护机械产品等,将其推销给各类用户。

(4)有限产品专业型

即集中生产单一或有限品种的产品,如压路机、搅拌设备等,以求在某个特定的市场上提高占有率。

(5)特殊产品专业型

企业根据自己的特长,生产某些具有良好销路的特殊产品项目。这种策略由于产品的特殊性,所开拓的市场是有限的,但受到的竞争威胁也相应减小。

产品组合策略只能决定产品的基本形态,由于市场需求和竞争形势的变化,产品组合中每个项目必然会发生分化,一部分产品获得较快的成长,一部分产品继续取得较高的利润,也有一部分产品则趋于衰落。为此,应经常分析产品组合中各个产品项目的销售增长率、利润率和市场占有率,判断各产品项目的潜力和发展趋势,适时开发新产品,并减少或停止衰退产品的生产,不断调整产品的品种数量结构,以保持企业生产的活力和潜力。作为设计师,应当及时了解市场、对产品的发展方向具有敏感性和判断力,不断提出新的设计思路,为领导决策提供依据和信息。产品组合是一个动态的过程,企业应当使产品适时投入或退出市场,使产品组合总是保持最佳的生产销售状况,从而不断获得较大的利润。

从产品组合策略方面讲,设计师开发新产品时,应当深入掌握企业的产品组合情况,寻求能够提高企业增长能力、发挥企业特长的产品开发项目。此外,只有了解了产品组合中各产品的利润率、销售成长率和市场占有率,弄清各产品在生命周期中所处位置,才能正确把握新产品项目开发的目的、时机等。新产品的开发设计要与企业的产品组合有一个和谐互补的关系,既不能延误产品开发的时机而使企业在市场竞争中失利,也不能因不恰当的产品开发而破坏企业产品组合的合理结构。因此,要注意研究新产品和老产品之间的关系问题,针对不同的具体情况,采取不同的策略。在产品组合中,把产品的造型、功能、规格等进行适当分组,使产品