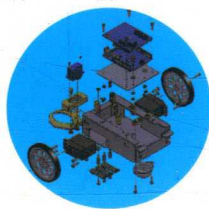

现代机械工程师启蒙

XIANDAI JIXIE GONGCHENGSHI QIMENG

王华权 著



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

现代机械工程师启蒙

王华权 著

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书以设计并制作一台智能小车为主线,以便携式数控机床、SolidWorks 三维机械设计软件和 Microsoft Office 软件为制作设计工具,以 Arduino 系统为控制平台,通过小车零部件的制作、组装、调试,零件测绘、三维建模、工程图样输出、运动仿真、有限元分析,控制系统的硬件搭建、控制软件加载及参数调整,以及工程文件的编制等实践活动,系统地展示了现代机械工程师的主要职业活动内容和现代机械工程活动的基本路径,以期年轻朋友通过本书案例的体验,对现代机械工程师职业有启蒙认知。

基于多年的从业体会,作者也对现代工程师的软硬实力、创新方法及职业健康提出了建议。

本书适合作为大专院校机械专业启蒙教材,也适合有意了解现代机械工程师职业活动的其他相关人士阅读。

图书在版编目(CIP)数据

现代机械工程师启蒙/王华权著. —武汉:华中科技大学出版社,2016.6
ISBN 978-7-5680-1813-5

I. ①现… II. ①王… III. ①机械工程-基本知识 IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 103162 号

现代机械工程师启蒙

Xiandai Jixie Gongchengshi Qimeng

王华权 著

策划编辑:严育才

责任编辑:姚 幸

封面设计:原色设计

责任校对:刘 竣

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:武汉楚海文化传播有限公司

印 刷:武汉鑫昶文化有限公司

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:16

字 数:320 千字

版 次:2016 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:38.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

学工秘笈

听课背书做考卷，
学工百闻逊一践；
笔试之优莫沾喜，
融会贯通靠实践；
工者膜拜实用性，
实践皈依是实现；
孤匠技贵精中精，
团队协作靠文件；
知识产权依法佑，
专利走在发布前；
图表文章多媒体，
制定标准成工仙。

工程是将人类科技成果直接转化成惠及人类生活的活动。从土木工程、材料工程到机械工程，再到电子工程、航空航天工程、医学工程等，为改善人类生活作出了实质性的贡献。

作为一门古老的学科，机械工程在以计算机技术为代表的现代技术影响下，其设计、制造、运作等方式及工具都发生了翻天覆地的变化。

机械工程技术是构建形体的技术。它渗透到国计民生的每一个角落，支撑着实体经济的发展，在其他工程领域、科学研究领域以及人们的日常生活中都担当着重要的角色。它是工业体系的脊梁，是协助其他学科领域通向高端的阶梯和抓手。在经济全球化的时代，缺乏完备先进机械工程技术经济体，犹如患有软骨病的人体，随时都有跌倒的危险。

将现代机械工程师的职业活动内容及工作模式，即：从数字化造型构思开始，到计算机数字化仿真，再到用数字化设备制作样机，直至用数控机床实施大规模制造，以一种通俗且富有参与感的方式展现给机械工程及科学相关学生和其他人士，既是机械工程教育从业者的责任，也是处在朦胧之中求学者的需要。

鉴此，作者凭着从机械工人到机械专业大学生、研究生、机械工程师、高校教师的阅历，从尺规绘图到用计算机 3D 软件设计从事产品设计的体验，从用手工制作

工件到用数控机床进行零部件制作的经验,从中国本土的高技术企业到美国本土的高技术企业的工作经历,从产品研发一线返回到高等院校机械专业教学一线的职业感受,在总结多年教学实例的基础上,完成了这套以案例为主线,以 3D 设计软件和个人便携式数控机床(PPCNC)为抓手,兼有微电子控制技术基础介绍的现代机械工程师入门读物。随着软件和硬件的升级,书中的表述也许会过时,需要适时更新,3D 打印技术也将更为广泛地使用。但是,作者相信:以计算机 3D 建模、计算机仿真等分析软件为支承的设计工具和以数控机床为主的制造技术,在今后很长的时间内仍是机械工程领域的主流。

让年轻的才俊们入门、入神、入行、入胜,是工程人才的培养目标;为初入机械领域学习的年轻人“树信心、唤兴趣、激热情、钓期待”是本书撰写的初衷。

本书相应的课程实施多年以来,为大学一年级尚未选定专业的理工科新生认识机械专业和选择主修专业提供了有益的帮助。学生们在项目实施过程中认识到:现代机械并不是傻大黑粗、冷冰冰的铁疙瘩。

现代机械是有灵气、有内涵、有深度,甚至是富哲理、有担当的人造精灵。

感谢深圳大学费跃农教授在本项教学探索实践中给予作者的长期支持和帮助。本书的内容也是在呼应费跃农教授先期推动的“早期工程体验”教学计划的基础上形成的。

感谢深圳大学柯力同学、余荣涛同学、胡启能同学、余华煌同学为本书撰写所贡献的智慧和付出的辛勤劳动!

感谢深圳大学王鑫老师、李商旭老师、黄桂坚老师、王红志老师、丁一菲老师、李红云老师、李福明老师、李天利老师在多年教学实践中给予作者的帮助!

感谢麻省理工学院 Media Lab. 的在校博士生 Jieqi, Nadya, David Cranor, David Mellis, Nanwei 等五人,从波士顿来到深圳大学和我的学生一起上示范课。

David Mellis 先生作为 Arduino 系统的主要研发人员,在示范课之后亲自介绍了 Arduino 的应用案例,促成我决定引入 Arduino 平台,作为本书案例中的智能控制系统。

作者天资平凡,能力有限,在撰写过程中虽竭力以勤奋弥补,仍感脑格不济。因此,本书难免存在种种不足甚至谬误,我将虚心听取读者的批评、指正,也诚挚地邀请有意愿、有能力的专家参与本书内容的改进,共同为那些渴求现代机械知识的年轻学子,寻找一条少花冤枉力气的入门之路。

本书案例的相关电子文档可到 [http://pan. baidu. com/s/1sl9spjB](http://pan.baidu.com/s/1sl9spjB) 网页中下载。

王华权

2016 年 3 月于深圳大学

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 什么是机械?	(1)
1.2 什么是机械工程,什么是机械工程师?	(3)
1.3 工程师的软实力	(7)
1.4 现代机械工程活动的基本步骤	(10)
第 2 章 从一项任务开始说起	(12)
2.1 智能小车的制作	(12)
2.2 智能小车的设计表达	(14)
2.3 编制工程文件	(16)
第 3 章 机械手的制作	(17)
3.1 制作工具介绍	(17)
3.1.1 数控加工简介	(17)
3.1.2 PPCNC 简介	(19)
3.1.3 PPCNC 操作入门	(20)
3.1.4 PPCNC 加工实例——刻字	(28)
3.2 舵机架加工	(31)
3.3 齿轮臂加工	(40)
3.4 机械手装配	(45)
第 4 章 机械手三维建模及装配	(49)
4.1 SolidWorks 入门	(50)
4.2 零部件测绘及使用 SolidWorks 进行三维建模	(52)
4.2.1 舵机架测绘	(52)
4.2.2 舵机架建模	(53)
4.2.3 轮毂建模	(62)
4.2.4 机械手爪建模	(65)
4.2.5 一字舵盘的测绘及建模	(71)
4.2.6 从动臂固定轴测绘及建模	(72)
4.2.7 舵机测绘及建模	(72)
4.3 制作装配体	(72)



4.3.1	装配体空间创建	(73)
4.3.2	零件的插入	(73)
4.3.3	装配关系简介	(75)
4.3.4	装配关系的编辑与压缩	(82)
4.3.5	零件库的使用	(84)
4.4	制作分解装配图	(86)
4.4.1	爆炸图制作	(86)
4.4.2	步路线	(87)
4.4.3	解除爆炸	(89)
第5章	绘制工程图	(90)
5.1	工程图简介	(90)
5.2	制图标准简介	(92)
5.3	工程零件详图绘制	(94)
5.3.1	创建零件图	(94)
5.3.2	创建主视图、左视图、俯视图	(95)
5.3.3	设置图纸格式、线型	(95)
5.3.4	创建剖视图来表达螺钉孔的形状	(96)
5.3.5	创建轴测图	(97)
5.3.6	创建局部放大视图	(97)
5.3.7	修改剖面线样式	(98)
5.3.8	标注尺寸	(98)
5.3.9	标注公差	(100)
5.3.10	添加技术要求	(101)
5.4	从动臂固定轴工程图制作	(103)
5.5	制作装配图	(103)
5.5.1	添加机械手打开、闭合配置	(103)
5.5.2	制作分解装配图(爆炸图)	(105)
5.5.3	添加零件号及BOM表	(106)
5.5.4	添加工作范围参数	(109)
第6章	车体零部件的测绘及建模	(114)
6.1	车架的钣金建模	(114)
6.2	其他零部件测绘及建模	(129)
6.2.1	轮胎测绘及建模	(129)
6.2.2	驱动轮舵机测绘及建模	(129)



6.2.3 电路板测绘及建模	(130)
6.2.4 六角垫柱测绘及建模	(132)
6.3 建立子装配体	(132)
6.3.1 车轮装配	(133)
6.3.2 嵌装螺母装配	(133)
6.3.3 车架装配	(134)
第 7 章 整车的三维模型装配	(136)
7.1 零部件的导入及装配	(136)
7.2 制作爆炸视图	(142)
7.3 添加爆炸步路线	(149)
7.4 生成爆炸视图工程图及材料明细表	(153)
7.5 总体外形图	(158)
第 8 章 车架制作	(160)
8.1 生成激光切割加工用车架图样	(160)
8.2 加工车架和板座	(164)
8.3 制作嵌装螺母	(171)
8.4 车架弯折成形	(172)
8.5 3D 打印装饰物	(173)
第 9 章 智能小车实物装配	(175)
9.1 舵机测试	(175)
9.2 车体装配	(178)
9.3 传感器的使用及安装	(180)
9.4 安装开发板和扩展板	(181)
第 10 章 小车控制	(182)
10.1 Arduino 简介	(182)
10.2 电路连接	(183)
10.3 Arduino 编程环境简介	(185)
10.4 控制智能小车做直线运动	(187)
10.5 控制智能小车搬运物块	(189)
第 11 章 利用计算机进行工程计算	(192)
11.1 从 Excel 的计算功能说起	(192)
11.2 有限元分析方法简介	(198)
11.2.1 悬臂梁分析	(200)
11.2.2 创建模型	(200)



11.2.3	前处理	(201)
11.2.4	创建算例	(202)
11.2.5	定义材料	(203)
11.2.6	定义夹具	(203)
11.2.7	定义载荷	(204)
11.2.8	划分网格	(205)
11.2.9	运行算例及分析结果	(206)
11.2.10	实验验证	(210)
11.3	从动臂有限元分析	(210)
11.3.1	问题描述	(210)
11.3.2	从动臂工况分析	(211)
11.3.3	构建有限元分析算例	(211)
11.3.4	结果分析	(213)
第 12 章	运动仿真	(216)
12.1	启动运动仿真插件	(216)
12.2	从单摆的运动仿真说起	(217)
12.3	智能小车运动过程演示	(220)
12.3.1	创建运动算例	(220)
12.3.2	添加引力	(221)
12.3.3	添加马达	(222)
12.3.4	仿真结果	(223)
12.3.5	添加本地配合	(224)
12.4	估算马达力矩	(226)
第 13 章	编撰工程文件及项目管理	(233)
13.1	编写工程项目树状目录——Family Tree	(233)
13.2	制作甘特图	(236)
13.3	让你的文件更美观	(240)
13.4	学会使用制作电子演讲稿	(241)
第 14 章	关于知识产权、创新与职业健康	(242)
参考文献		(246)

第1章 绪 论

1.1 什么是机械？

什么是机械？在回答这个问题前，我们先看下面一组图片。



图 1-1-1

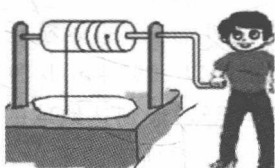


图 1-1-2



图 1-1-3



图 1-1-4



图 1-1-5

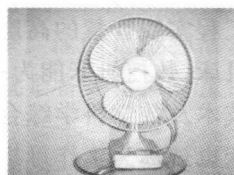


图 1-1-6

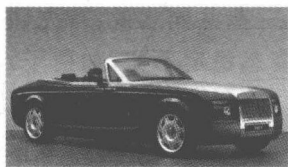


图 1-1-7



图 1-1-8



图 1-1-9

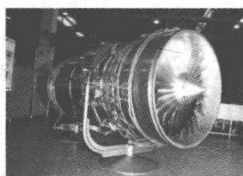


图 1-1-10



图 1-1-11

图 1-1-1 所示为小明用筷子吃面条,用筷子挑热面条吃,避免了热面条烫手的困扰,也避免了手指上的脏物沾染面条。图 1-1-2 所示为小明用辘轳取水,用辘轳取水,克服了手不够长、力气不够大的困难,轻松地从井中获得了满满的一桶水。图 1-1-3 所示为自行车,自行车的双轮转换了人类双腿的力量,让人们行动更加轻便捷。图 1-1-4 所示为伞,伞给人们提供了一个移动的“亭子”,雨天能为人们遮雨,人们即使在雨中行走也不会出现“落汤鸡”似的尴尬,烈日之下,能为人们遮光,保护皮肤不受强光的伤害,维持皮肤的白皙。图 1-1-5 所示为折叠椅,折叠椅能为人腿分担身体的重量,让双腿得到休歇。图 1-1-6 所示为风扇,风扇能为人体提供强度可控的清涼空气流,在炎热的气候中,它可替代人手摇扇,让人体感到凉爽。图 1-1-7 所示为汽车,汽车能搭载着人员或货物快速地移动,帮助人们完成需要徒步或手拉肩扛的繁重劳动。图 1-1-8 所示为火车,火车能一次性将上千人员或数百吨货物快速地运送到几千千米之外,这样的运输任务是人力、畜力难以胜任的。图 1-1-9 所示为飞机,喷气式飞机能以 1000 km/h 的速度将人员或货物在 10000 m 的高空快速运输,一日之内人就可舒适地到达地球的任何地方,缩小了地球村的时空距离;飞机还提供了一个从天空观看地面的平台,扩大了人类的视野,拓展了人类的活动空间。图 1-1-10 所示为涡扇式航空发动机,涡扇式航空发动机通过燃烧航空煤油来产生强劲的空气流,为飞机提供飞行动力,它是人类从事机械科学研究和工程实践智慧的高度结晶,被称为机械王国皇冠上的明珠。图 1-1-11 所示为数控机床,数控机床能为一切机械的制造提供强有力的支持,它是机械与现代电子信息技术及数学科学综合应用的产物。机床几乎是所有人造物品的造物之母,所以机床也被称为工作母机。

上述图片向我们展示了一些似乎毫无关联的物品。它们的形状和结构有的非常简单,如图 1-1-1 中的一双筷子;有的极其复杂,如图 1-1-10 中的涡扇式航空发动机。但这些看起来毫不相干的物品,仔细想来似乎也有一些共同之处:首先,它们都是依靠特定的空间姿态来工作的,有的要保持位置、姿态稳定不变(如椅子),有的则一定要变换空间位置、姿态才能工作(如筷子、汽车、飞机);其次,它们的功能都和替代人的体力劳动有关,有些甚至超越了人类身体的能力。于是我们想这样来描述机械:

机械是一种有形的“东东”;

机械是一种由多个构件组成的“东东”;

机械是一种靠改变或保持位置、姿态,来替代人类从事体力劳动的“东东”;

机械是一种能替代甚至超越人类身体能力,帮助人类干活的“东东”。

上述定义也许过于“卡通”,缺乏学术上的严谨。

如果说得更严谨、更专业一点的话,我们可以这样定义机械:



机械是由多个具有特定形状、特定强度、特定刚度的实体构件组成,依靠保持或变换其位置/姿态来实现特定功能,替代甚至超越人类身体的力量、活动范围,帮助人类从事体力劳动的人造装置。

简而言之,机械主要是帮助人类从事体力劳动的人造装置。

有些机械甚至可以协助人类的脑力劳动,如手摇计算机、机械式正弦仪等。

1.2 什么是机械工程,什么是机械工程师?

1. 机械工程

要回答什么是机械工程,首先要回答什么是工程?

工程是一种利用技术手段,遵守科学规律,有多人协同参与,有资源,有投入预算,有明确活动日程,有验收规范,创造具有实际用途“器物”的活动。

这里所指的“器物”可以是建筑物(建筑工程),也可以是动物、植物(生物工程),还可以是计算机软件(软件工程),以及飞机、轮船……

在造物活动中有一批人,他们利用其所掌握的技术手段和科学知识,结合社会需要和个人的专业特长,分别从事创想器物形态,通过计算或试验确定器物尺寸,制定器物标准,编制造物活动计划,调配造物所需的人力物力,监控造物活动进展,测试器物性能,评鉴器物质量,使用/维护产出的器物等工作。他们是造物活动全过程的策划者、实施者以及复杂器物的使用/维护者。他们就是备受世人尊重的工程师。

如果上述活动所造“器物”是帮助人类从事体力劳动的机械,那么这种活动就是机械工程。

机械工程的活动内容大体可以分为机械设计、机械制造、机械运行管理等。

机械设计大体分为结构设计和机构设计两大类。结构设计要确保机械具有足够的承受载荷能力(如自行车的车架既要轻便,又要能够安全地承载骑行者,即使受到坎坷不平道路的颠簸也不折弯或折断)。机构设计要赋予机械满足使用要求的活动能力(如使自行车能将骑行者双脚交替的上下运动变成车轮的转动)。

2. 设计与机械工程师

本书将传统意义上的“设计”一词,拆分成“设”和“计”两种不同的任务。

设:从无到有的创想与构建,包括创想出机械的作业功能,创想出机械的物理形态。

曾有人创想出一种有着翅膀的机械,能承载人类在空中飞翔。将这种创想付之于实体构建,就有了飞机。当能够代替人类走路的机械这种创想得以构建时,就有了自行车,有了汽车、火车。各种稀奇古怪的创想还在延续,机械工程技术还在



不断地推动这些创想的实现,而机械工程师则是将创想转化成实用器物的主要推手。这些器物不断地改变着人们的生活方式,让人类从荒蛮走向文明。

“设”的冲动主要来源于生活或生产实践,来自于实际需求或对需求的想象,也来自于对前人智慧的继承与发扬。成功的“创想”需要有足够的技术手段来呈现。无法实施的“创想”只能算是幻想,可实施的创想才是工程意义上的“设”。譬如,我想要一种机器,它能对人脑进行复制磁盘一样的操作,让人明天变成科学家,后天变成金融家、律师、医生……这个想法听上去很美好,但是,当我们还不知道这种机器应该是什么样的,更谈不上怎样造出这样的机器的时候,这种想法只是个幻想。工程师不能沉浸在幻想之中,而应不断学习和研发新技术。只有掌握了大量能让创想变成现实的技术手段,才能成为“靠谱”的工程师,而不会沦为不着边际的空想家。

机械工程师从事的“设”活动,往往和图形分不开。不少传统艺术家或造型设计师喜欢用“手捏泥人”的方式进行创意表达,而现代机械工程师则主要以三维或二维图形来表达、交流创意或设计思想。

图形能辅助人类进行形象思维。在设计过程中,设计师可以通过图形将特定时间的创想记录下来,日后根据这些已有的图形不断加以修改、完善,使设计逐步达到实用要求。这种不断改进的过程,实质上起到了延长人的思维链条长度的作用,不断细化的图形能将设计者在不同时段思维成果加以累积,形成更为缜密、复杂的设计。好比下象棋,高手可以想出并储存 100 步棋局的变化,“糠手”则只能想出 3~5 步的棋局变化。我们通过对图形的不断修改、完善,其累积效应相当于只能想出 5 步棋局的下棋“糠手”变成了可以想出 100 步的下棋高手。计算机三维建模软件的普及大大增加了工程师的空间创想能力,让不少空间想象能力天赋不高的“糠手”,造型设计能力超越了“裸脑”造型设计高手。

图形的另一个重要作用是用来与他人沟通。那些难以用语言、文字、表格描述清楚的设想,往往用图形就能直观、清晰地表达。有了这种表达方式,人们之间的沟通变得直观与简单,设计者可通过直观的图形向相关人士传达自己的设计意图,使他人更容易理解并能及时表达相关意见。设计者可通过倾听他人的意见,吸取众人的智慧,让设计更加完美。所以,很多科班出身的机械工程师的第一门专业课程就是工程制图。手绘草图是一种传统且有效的图形表达方式,但是要画得像模像样、简单易懂,则需要长时间的绘画技能训练,甚至需要有出众的天赋。幸运的是,当下能在个人计算机上运行的三维图形设计软件已经十分普及,有些三维设计软件学习起来十分容易,这些软件已经成为工程人员表达设计思想的简单而给力的工具。它能让没有绘画基础的人,也能画出像模像样的图形。

三维图能直观、形象地表达创意,而“工程图”则是对设计活动最终成果的精确表述。所谓工程图是指具有完整制造信息要求的图形、文字、符号的集合,这些信



息可以是尺寸、颜色、表面镀层、表面纹理、加工方法、表面/里面的物理特性(硬度、耐磨度)、表面粗糙度等微观/介观/宏观几何特性以及相互配合零件的松紧程度等等。一幅信息完整的工程图样应该是:按图样的全部要求,任何制造商都只能做出同样品质、同样外观的产品。如果图样所包含的信息不完整,对于其中信息不明确的地方,不同的制造商就可能有不同的理解,从而导致所制造出的产品有所差异。要绘制或读懂工程图样需要有大量的专业知识。三维图适合向非专业人士展示机械的形体,二维工程图适用于专业人士之间的精确设计思想表达。

随着计算机图形技术的发展,很多设计信息可以直接附在三维模型之上,使得工程图信息的表达与三维模型逐渐融合,去二维工程图的趋势开始显现。

现代机械工程师必须熟练掌握通过图形表达设计思想的技能。

计:在创想的基础上,通过计算和(或)试验分析,精确确定机械的尺寸及其他参数的技术活动。我们也可以将“计”这种活动称为“分析”,将从事“计”的人称为分析师。分析的最高目标就是优化机械的参数。分析活动工作大体可分成理论分析和试验分析两大类。样机制作出来之前所进行的基本都是理论分析,样机制作出来之后可以进行试验分析或基于试验数据的理论分析。试验分析要借助各种各样的仪器进行。

数理化功底是机械分析师的从业基础,掌握必要的计算工具、数理模型的建模方法和计算方法,掌握必要的经验数据和设计规范是分析师从业的必备条件。良好的数理化功底和使用分析仪器的经验则能帮助分析师更好地完成分析工作。

如果说巧妙的创意是机械设计的起点,那么精确的分析则是机械系统步入先进殿堂的必经之路。巧妙的创意可以令机械的功能让人称奇,但是要让机械具有合理、精巧的外形,还必须有精确的计算与分析。精确的计算分析让机器既能出色地完成既定的功能,又具有小巧合理的形状。反之,缺少精打细算的分析的机械,则往往显得傻大笨粗,甚至毛病百出。

心算、笔算、简易计算器等传统手段早已经不足以应付现代机械工程活动中的计算任务,取而代之的是高性能计算机及专业计算、分析软件以及专门的测试仪器。

现代机械分析工程师必须熟练掌握一到两个专业分析软件或熟练使用专门的测试仪器。

“设”要靠灵感、靠生活的感悟;“计”则要靠扎实的基础数理功底,靠日积月累的经验的支持,还要靠对现代计算软件或仪器的熟练应用。

现代机械工程师队伍,不能缺少深谙数理化之道、能用计算机和专业软件来“神机妙算”及利用现代化仪器为机械把脉的分析高手。

传统意义上的制造,大致可以分为四个层次。

(1) 将矿物质提炼成化学成分符合使用要求的原材料。这些工作主要由冶金、化工等学科承担。



(2) 将原材料变成具有特定形状和尺寸的零件。常用的加工方法有依靠机械切削成形的车、铣、磨等。近年来,依靠堆积材料成形的 3D 打印方法目前也已开始流行。

(3) 赋予零件特定的物理、化学性能。如:用热处理方法改变材料的坚韧性,用表面喷涂的方法改变金属材料的耐蚀性等。

(4) 将分散的零件组装成符合使用要求的装置。如:将零件装配成计时精确的手表,将部件组装成飞机等。

制造是机械工程中永恒的核心话题。机械往往是制造过程中的主角,任何美好的设想,任何完美的设计,都要通过制造来实现。制造能力是孕育整体工业能力的土地,你的制造方法越多,你的这块土地就越广袤;你的制造方法越先进,你的这土壤就越肥沃。在一片贫瘠、狭小的土地上,怎能长出参天大树?

制造能力的强弱是衡量一个国家整体工业水平高低的标尺。制造能力是设在通向科学和工程技术高峰道路上的一道独木桥,机械是现代工业的压舱石。

没有“设”哪有“计”?不能制造,“设”了有何用?制造“一夫当关”,百业“万夫待开”。

如果说科学是寻梦,设计就是做梦,制造则是圆梦。

不能制造的设计是白日做梦。

制造、制图、计算与测试分析是机械工程师的四大职业利器。

制造与制图是现代机械工程师的看家本领,计算与分析手段则是现代工程师通向高、精、尖的法宝。

不会制造什么都做不了,不会制图、不会计算、不会分析什么都难做好。

——机械“设”、“计”、制造这些工程活动涉及众多参与者和众多的资源投入。人类社会发展到今天,积累了数不清学不完的知识、信息、技术。新的知识、信息、技术仍在爆炸性地增加,我们已经走进了“大数据”的时代。单靠一个人或少数几个人,无法获得创造人造卫星、数控机床、高铁系统、喷气式飞机这样结构复杂、功能强大的机器所需要的全部知识和技术。要创造能成“大器”的机器,必须聚集多学科、多数量的专业人员协同工作。这些人员的分工合作和资源调配需要具有机械专业知识背景和管理能力的人员来协调、调度。工程竣工后,机器的运行也需要具有专业素养的人来参与使用和维护。这些从事调度、协调及运营工作的人员需要足够的机械专业素养,我们统称这些人员为机械运管(运行管理)工程师。缺乏有效的运行管理,工程师队伍会沦为群龙无首的“个体户”,成为一盘散沙,难成大器。

机械工程离不开运行管理。

我们简单地将机械工程师分成以下四类:机械创意工程师,他们以“设”为主;机械分析工程师,他们以“计”为业;机械工艺工程师,他们专注于从事制造;机械运管工程师,他们是从项目规划、资源调度与管理的人员。



现代机械少不了传感器、计算机、控制器等信息采集、分析、指令系统。当机械装上了这些信息系统后,我们就将其称为“智能机器”,机械学科由此自然而然地延伸到了其他技术领域。

工程领域也是科学家的摇篮,很多科学研究问题都起源于工程实践,机械领域也不例外。从事机械设计、制造以及管理的工程师,经常会因在工程实践中发现一些用现有科学理论尚无法合理解释的问题,而转身投入对这些问题的科学研究,一不小心,也许就变成了科学家。

机械工程活动需要进行人力资源和物质资源的调配,这种活动可以造就出色的管理人才。机械运管工程师如果迈出机械行业,很快就能适应其他领域中的管理、资源调配工作,一不小心可能就变成了企业家、社会活动家、金融家……

机械工程领域足够广袤,足够坚实,足以涵盖你的才华边界,足以承载你的人生抱负和理想。

当你期待平凡、宁静的生活之时,你可以在机械工程领域找到一个只要勤劳即可胜任的工作职位,开辟一个养家糊口的经济来源,筑起你的生活小巢;当你决定为深思熟虑的理想和抱负打拼之时,机械工程领域有无数可让你施展才华、大显身手的工程项目,你可以尽情地施展个人才华,从这里开始扬帆起航。

1.3 工程师的软实力

如果说设计、制造能力是工程师的硬实力,那么匠心、匠艺、匠德就是工程师的软实力。

工程师的匠心可以用专心、细心、责任心简要地概括。

所谓专心是指将人的主要精力聚焦在一个领域上,除承担职业任务之外,还要始终关注本领域及相关的技术动向,研究新的技术方法,掌握各种方法使用的细节,积累丰富的经验,成为能够多、快、好、省地解决该领域工程问题的专家。现代社会信息传播快,各种诱惑铺天盖地,见异思迁、缺乏定力的表现与工程师的匠心相悖。工程师的成长犹如酿酒,时间越久越香。对职业不感兴趣、缺乏热情、没有定力都是工程师成长道路上的障碍。

所谓细心是指工程师要以认真的态度对待工程问题,要在心静如水的状态下对待每一个工程细节问题,认真对待每一个数据,认真对待每一个工程细节,做得精准、细致,万无一失。

所谓责任心是指工程师要以高度的社会责任感来对待工程问题,要脚踏实地,不敷衍,不以次充好。对待工程问题要一是一,二是二,来不得半点虚假。利用现有技术能做到的事,一旦承担就要尽力做好;做不到的事,要先加以研究,在未找到可行的解决方案之前,要谨慎行事,不可因一时的利益而轻举妄动。因为,出现任



何的工程瑕疵都可能贻害社会。

工程师的匠艺可概括为:博学、善用、简约、极致。

博学:指工程师要有广博的科学知识和技术方法,善于吸收、借鉴不同领域的知识和方法为我所用,要终生学习,学无止境。

善用:遵守科学规律,不墨守成规,善于将各种知识、经验和技术融会贯通后加以巧妙地综合运用,获得最佳的效果。

简约:善于抓住事物的关键问题,将复杂的问题抽丝剥茧,找出其核心环节所在,将复杂的问题简单化。艺高者方案简,反之则繁。

极致:优秀的工程师应该怀有一种追求极致的极客心理,对待技术问题先过自己关(让自己挑不出毛病),再过他人关(让他人也无可挑剔)。没有最好,只有更好。

“艺高人胆大,艺极博惊叹”。专业技术能力达到一定高度,你做起事来就能得心应手。好多常人不敢想、不敢做的事,艺高者可以从容地去谋划、实施,因为他们胸有成竹。

图 1-3-1 至图 1-3-8 所示的机械设备是对“艺高人胆大”和“艺极博惊叹”的一种诠释。

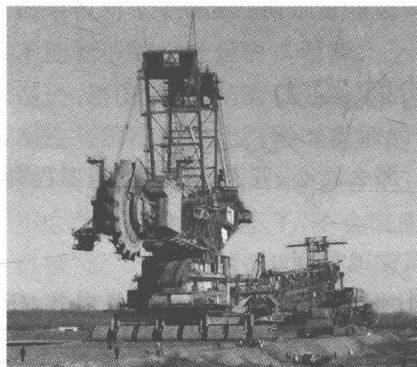


图 1-3-1 巨型斗轮挖掘机



图 1-3-2 成人坐在巨型翻斗车的车轮中



图 1-3-3 小孩在巨型翻斗车下

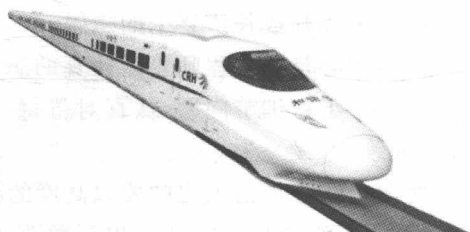


图 1-3-4 和谐号高速铁道列车