



设计素养、制造工艺与机械创新

1.1 设计素养

早期的设计,只要符合用户的使用功能要求就可以了。随着科学技术的发展、人们认识水平的提高和对美好事物的追求,对设计的要求除了满足使用功能和相应的经济指标外,还必须符合人因工程、美学以及环境和生态等的要求。作为工程技术人员,要完成一项优秀的设计,不仅要掌握所需要的科学知识,还应该在工程项目的历练中积淀丰富的工程经验,并逐步具备下列 5 方面的素养,即科学素养、工程素养、人文素养、艺术素养和心理素养。

1. 科学素养

科学素养是一个与时俱进的概念。就当前来说,科学素养主要由科学知识、科学方法、科学能力以及科学技术与社会 4 部分组成。

1) 科学知识

从大处看,物理知识、化学知识、生物知识、海洋知识、空间知识、系统论知识等都属于科学知识的范畴;从小处看,英文字母 DNA、CAD、CNC、FMS、ISO 各代表什么含义,同样属于科学知识的范畴。作为社会的总体,科学知识需要探索,需要发展,需要应用,需要普及;作为社会的个体,科学知识需要探索,需要学习,需要积累,需要实践,需要运用。对科学知识的掌握,不仅需要有一定的广度,而且对某个特定领域需要有一定的深度。科学知识不仅可以用来解释世界,而且可以用来服务于人类社会的发展,以及对自然的适应与协调。

2) 科学方法

科学方法是认识自然或获得科学知识的程序或过程。现代科学方法始于 20 世纪初的逻辑经验论,发展至今,主要有三层含义:其一,科学方法是多元的。它既包括较为有序的经验方法和理性方法,也包括不很有序或很不有序的臻美方法,在做假设时,甚至包括无序的猜测、想象、灵感、顿悟、幻想等创造性的心理活动。其二,科学方法是创新的。伟大的科学发现一般都没有现成的程式和方法可循,但科学大师往往能从已有的方法中创造出新的方法。其三,科学方法是开放和包容的,它向后来的各种理性的方法(如系统方法、计算机模拟方法等)和非理性的方法(如拟人化方法、目的论方法、宇宙宗教思维方法等)敞开着大门。

3) 科学能力

科学能力是对所确定的科学研究方向进行探索,并取得成效的能力。它包括敏锐的观



察力,客观的批判力,冷静的决断力,熟练的实验力,持久的坚持力以及对团队的凝聚力。所谓敏锐的观察力,不只是指在同样的条件下,能够观察到实验中的科学细节,而且能觉察到从什么途径入手,可以达到科研的目的;所谓客观的批判力,主要指在思维领域,不受外界干扰,特别是已有的权威性结论干扰,能从客观事物的内在本质看准自己的研究方向;所谓冷静的决断力,主要指在研究中能够排除一切干扰,坚持自己看准的科研方向;所谓熟练的实验力,主要指擅长使用相关的仪器设备,来达到科研的目的;所谓持久的坚持力,主要指敢于面对困难和挫折,以百折不挠的勇气和毅力,坚持到最后胜利;所谓对团队的凝聚力,主要指学术带头人能够凝聚团队的力量,协同攻关,最后取得成效。

4) 科学技术与社会

作为科技工作者,应该熟悉当今科学技术发展的水平,洞察科学技术发展的方向。深入了解宏观和微观研究领域所需要的各种科学技术,例如显微技术、衍射技术、分析技术、计算机技术、精密测量技术、遥感与遥控技术、空间探索技术等,这样就可以从现代技术中找到科学探索的利器,从而在更高的起点上开展科学研究。科学研究主要用于发现那些尚未发现的新知识、新现象和探究那些尚未发现的新规律。新的知识、新的现象和新的规律,是社会发展中认识和改造世界的有力武器。另外,还有一部分研究成果可以转化为社会所需要的工程技术或产品。这样,科学工作者就可以运用社会创造的财富从直接和间接两方面为社会提供服务。

2. 工程素养

所谓工程素质或工程素养,主要指工程技术人员在提出、承接、规划、实施和完成工程任务的完整过程中,应该或必须具备的基本素养。这些基本素养,是在学校求学与继后的工作过程中逐渐养成的。它能使工程技术人员掌握处事的完整思维方法,使他们在承接工程任务时,不至于陷入单纯业务和技术的范畴,而能从事物发展的整体与相互联系上把握工程。作为 21 世纪的工程技术人员,应具备以下 10 方面的工程意识。

1) 责任意识

人之所以作为人,很重要的一点是,他要在社会事务和家庭中承担相应的责任。无论是作为一个单位的领导,还是一个普通的工作人员,都有他自己的岗位责任。责任感强的领导,就能以身作则,带领整个团队愉快地完成工作任务,并不断开拓出新的业绩;责任感强的工作人员,同样能够与大家团结合作,协力同心,承担起自己应尽的一份责任。一个有责任感的人,一般在家庭中同样会体现出这点。

2) 安全意识

安全是事业成功的保障。安全的重要性几乎无人不知,但实际情况却往往并非如此。在设计施工中,有人不顾国家标准,偷工减料,不按工艺流程操作,以致桥断楼塌,酿成大祸;也有人置安全操作规程于不顾,我行我素,导致人身与设备事故;还有人不顾交通规则,酗酒贪杯,造成车毁人亡。因此,作为工程技术人员,从学生开始,“安全”二字,就要牢记于心,并贯穿于今后的实际行动中。不仅要关注个人的安全,也要关注周边相关人员和设施的安全。

3) 质量意识

质量是企业的生命。我国曾经为提高机械产品的质量在全国开展“质量万里行”的活

动。但时至今日,产品的质量问题是制约我国企业发展的重大因素,伪劣产品一直影响着我国产品的市场声誉。尤其是涉及人们安全的食品和药品也不时出严重问题。要使我国各行各业的产品拥有良好的市场声誉和国际竞争力,必须牢固树立质量意识,确保产品质量。

4) 团队意识

完成一项工程或一种产品,往往是一种群体行为,是个人与群体的有机结合。作为工程技术人员,无论是工程的领导者,还是参与者,必须有团队意识。只有整个团队群策群力,同心协力,各尽所能,各负其责,才能高质量、创造性地按时完成工程任务。要树立团队意识,就要学会尊重他人,善于与人交流和共事。这样的团队才会有凝聚力,才能共攻难关,共渡难关。

5) 环保意识

众所周知,科学技术与工业的发展带来了社会的长足进步。然而,人们也越来越清醒地认识到,随着社会的发展,全球性的环境和生态问题变得越来越突出。从臭氧层的破坏到空气中雾霾的危害,以及土壤和江、河、湖、海的全方位污染,威胁着人类社会的生存与发展。因此,一个工程项目的确立,必须慎重考虑它对环境 and 生态眼前与长远的影响。人类只有一个地球,在可预见的未来,我们还只能生活在地球上。世界上有些东西是可以逃避的,但如果一个复杂的环境系统或生态系统破坏了,人类是没有地方可以逃避的。

6) 创新意识

无论是一个国家、一个民族、一个企业,还是一个工程技术人员,创新都是最具生命力的象征。一个缺乏创新能力的民族难以自立于世界民族之林;一个缺乏创新能力的工程技术人员难以有广阔的发展空间;作为企业更是如此。要创新,不但要掌握丰富的知识,更重要的是要有丰富的想象力和实践经验,要敏锐地看到社会或市场需求。正是社会的需求和个人的兴趣,带来创造的无限激情和动力。一个拥有创造力的单位,决不会因循守旧,墨守成规,而必然欣欣向荣,充满着发展的蓬勃生机。当然,创新并不只是需要发散式的创新思维,还要懂得各种技术标准和技术规范。这样的创新,最终才比较容易实现。

7) 经济意识

在当前形势下,工程技术人员的头脑中应该有经济意识。如承接一项工程的成本、利润和利税等,在工程实施前就应该进行精心筹划和预测。待工程竣工后还要反过来看一下,工程质量是否达到标准,经济上是否达到了预定的指标。头脑中有经济意识,在保证质量和安全的前提下,就会千方百计挖掘潜力,开源节流,以有限的人、财、物的投入,去获取最大的社会经济效益。

8) 管理意识

“管理出效益”,这话一点不假。从整体看,一个工程技术人员,早晚都会涉及工程或企业的管理问题。只懂技术而不懂管理,有可能给工程或企业造成不应有的损失,而科学管理则有可能使同样条件下的企业创造奇迹。因此,工程技术人员有必要向技术和管理兼备的复合型人才成长的方向发展。

9) 法律意识

法律是社会得以正常运行的轨道。作为未来的工程师必须知法和守法,这就需要粗

知企业法、劳动法、合同法、专利法和税法等国家法律。懂得法律,就懂得如何维护国家的利益,也懂得维护企业的利益和个人的利益,使企业或个人的行为约束在法制的轨道上。

10) 社会意识

社会是一个异常复杂的超巨型系统,许多工程项目都是由社会问题引起的。与此相关的工程项目的解决,又有助于社会这个超级系统更有效地运行。例如,很多大城市的交通问题就是一个令人头疼的社会问题。解决上述问题的思路,可能导致许多工程解决办法。其一是投入巨资,修建地铁;其二是向空中发展,修建立交桥或高架公路;其三是大力发展公共交通系统。由此可以看出,解决同一个问题的工程方式可能是多种多样的。

以上有关工程素养的 10 个方面,对理工科类学生的培养是至关重要的。学生的头脑中刻印有这些东西,再经过工程实践的反复磨砺,就会在解决工程技术问题中变得越来越成熟。这些素养,即使对人文社会学科、经济管理学科的学生,对他们未来获取职业生涯的成功,同样会起着重要作用。

3. 人文素养

所谓人文,是指人类社会的各种文化现象。各种文化现象,鱼龙混杂,既有精华,也有糟粕。我们所倡导的人文,是指各种文化现象中科学的、先进的、优秀的、健康的和精华的部分。

人文素养包括三个重要的方面,即人文知识、人文精神和人文践行。

1) 人文知识

人文知识是人类在长期的历史发展中,逐渐形成的认识、改造自身和社会的文化知识,例如历史、文学、艺术、哲学和宗教等。这些从丰富的社会实践中抽象出来属于精神层面的知识可以通过各种纸质和非纸质的媒体展现出来。人们可以借助视觉和听觉,从课堂或各种媒体中获取。一个人的人文知识是否丰富,也可以通过口头或书面表示出来。但是,有了人文知识,并不等于有了人文精神。只有当人所具有的人文知识内化为个人的思想、意识和情感,外化为良好的品格、德行和善行,这个人才有了人文精神。否则这个人只是有了媒体上记载、口头上拥有的人文知识。

2) 人文精神

人文精神属于历史与文化范畴。不同的历史时代,不同的民族文化,对人文精神都有自己的诠释。顾毓秀先生在台湾成功大学六十学年度毕业典礼上说过:“人文精神是求善求美的精神。凡是文学家、史学家、哲学家、艺术家,必具人文精神”。扩展来说,对于当代的科学家和工程技术人员,也必具求善求美的人文精神。

人文精神应包含以下具体内涵:

(1) 体现对人的价值要求,关怀现实生活中人的心身全面价值的实现,同时提倡人文精神与科学理性的相容性。

(2) 是一个人、一个民族、一种文化的内在灵魂与生命。它贯穿在人们思维中的理想、信念、价值取向和审美情趣等,并将这种内在的灵魂与生命外化到个人与群体的言行举止中。

(3) 将人与群体的文化生命和文化世界贯注于人的价值取向和理想追求中,以此不断

促进人自身和人赖以依存的社会进步,发展与完善。

(4) 体现在人能否正确对待自我、他人、社会和自然的态上,体现在对真、善、美的追求上,体现在重视人、尊重人、关心人和爱护人上。

(5) 是一种关注人生真谛和人类命运的理性态度。它包括对个性和主体精神的尊重,对自由、平等和做人尊严的渴望,对理想、信仰、自我实现的执著,以及对生命、生存和死亡意义的探索,而人格的完善是其终极关怀。

3) 人文践行

很多人的阅历中会经常遇到,一个文化水平不高的工人或农民,甚至一个没有念过书的家庭妇女,由于家庭、亲戚、朋友等良好社会环境的熏陶和影响,经常表现出诚实、善良、勤劳、正直、利他等人文精神;而有些念书不少的人,甚至是有学位的人,学了不少人文知识,但在为人处世方面,却未必能高过那些文化程度较低的人。这就是人们常说的“有文化没知识”和“有知识没文化”的矛盾现象。问题究竟出在哪里呢?这是因为,人文知识不能只停留在书本或口头上,而一定要经过内思和内化,转变为内在的人文素养。而这种人文素养还必须进一步践行为利他、利社会、利环境的实际行动,这样才能使人文知识具有真正的社会意义和社会价值。

因此,对于人来说,人文知识、人文素养和人文践行这三者需要构成一个完整的系统。

在某种意义上说,人之所以为万物之灵,就在于人具有人文,具有自己独特的精神文化。人文精神,不只是深深渗透在历史、文学、艺术等人文学科中,渗透在自然科学与工程技术中,也无时无刻地渗透在人们的思想和行为中。科学技术的进步对社会的发展起着至关重要的作用,而人文精神始终是人类社会发展的健康基因和指路明灯。

4. 艺术素养

艺术是具有极高人文价值的人类想象力、创造力和表现力的结晶,是人类文化的丰富积淀。对于艺术家的艺术素养来说,主要表现在“艺术观察力、艺术想象力和艺术创造力”,这是因为艺术家要去发展和创造新的艺术。对于普通国民来说,艺术素养“则侧重于体现艺术对个体的养成功能,着眼于艺术如何服务于国民的自幼至长乃至终身的人格塑造和涵养”。国民的艺术素养表现为“艺术感知力、艺术理解力、艺术判断力、艺术想象力、艺术鉴赏力和艺术行动力等”。

我们不难在生活和娱乐中感受到艺术的魅力。例如,当我们看到一部优秀的文学作品,一幅优美的图画,一座典雅的建筑,一幕动人的戏剧,一场别具新意的舞蹈,以及大自然赐予人类的各种壮美景观;当我们听到美妙动听的乐曲,鸟的美妙鸣叫,泉水清脆的叮咚作响等,都会带来美的愉悦、心灵的触及,以及情感的升华等。这些人类创造的,以及大自然赐予的至真至美的事物,必然使我们的的心灵得到熏陶、慰藉、净化和升华。这种好的艺术作品,好的环境接触多了,个人的人格塑造和涵养就会逐渐体现出来。

艺术素养属于美育的范畴,是创新灵感来源之一。人类创新的能力来自一个人的专业基础、文化积淀和综合素养。一个人具有宽厚的专业基础、良好的艺术修养、深厚的文化底蕴以及由此导致的优秀品格,将无疑会提高个人的创造性思维能力。



5. 心理素养

在全国大学生工程训练综合能力竞赛的赛场上,除了参与竞赛的“无碳小车”需要在设计、制造和装配调试等方面达到良好的技术要求外,还要求参赛者在限定时间内在现场操作机床进行零件加工,将加工好的零件进行组装,接着在赛场进行整机试运行和参与比赛,最后经过抽签完成答辩。由于在一个比较陌生的环境中完成一整套复杂而精细的要求,参赛者的心理素养就变得特别重要。

在一个比较陌生的现场加工零件,首先需要熟悉环境、机床、工具等,然后操作机床进行加工并独立进行其他工作。这既考验一个人平时训练的技术素养,同样考验一个人的心理素养。如果一个团队,平时训练的基本功扎实,又能够胸有成竹、有条不紊地完成上述各项要求,他(她)们就能将小车的功能发挥到极致,最终在赛场上取得胜利;反之,如果平时的训练不够扎实,或者心理素养不够稳定,临场就可能出现手忙脚乱、顾此失彼的现象,这就会严重影响临场的发挥。因此,在很多情况下,平静、理性、稳定的心理素养在关键的时刻将起到重要的作用。

2010年在大连理工大学开展首届全国大学生工程训练综合能力竞赛时,作者提出在学生操作机床加工零件前,安排5min的心理疏导环节,就是基于上述理由。在心理疏导前,参赛的学生脸部显得比较紧张,但在5min心理疏导后,学生紧张的心态开始放松,脸上逐渐泛出笑容。

1.2 广义设计与机械设计

1.2.1 广义设计

人们常说,科学家探究与解释世界,而工程师则创造与适应世界。本章所涉及的设计、制造与创新主要是工程师的事业,自然也就是创造与适应世界的事业。当代的工程师要进行设计,不仅需要有开阔的视野,懂得设计所涉及的知识、原理、方法和技巧,具有良好的科学素养和工程素养,而且要具有良好的人文素养和艺术素养。现代社会已经发展到这一步,人们对市场产品的要求不仅要满足一定的使用功能、安全性和可靠性,需要符合人因工程学和审美,需要与环境和生态相适应,而且需要符合不同群体、不同区域、不同民族的特殊要求等。

那么,什么是广义设计呢?

人类要改造自然和适应自然,要满足各种社会需求,就需要设计。而社会的需求几乎无处不有,无所不在,这就决定了设计所具有的广义性。因此,广义设计是人类的一项创造性活动,是在广泛社会需求的基础上,将人类创造的各种技术成果转化为社会产品的手段与方法。也就是说,设计是针对预定的目标,经过一系列的规划、分析与决策,最终产生相应的文字、数据、图形等信息的过程。例如,服装设计、食品设计、建筑设计、机械设计、水利枢纽设计、交通路线设计,以及软件设计、工艺流程设计等。设计之后的成果通过某种方式转化为某项工程或技术产品,来满足社会的各种需求。

实际上,广义设计还包括各种规章制度的建立,各种管理机制的创新,甚至包括社会改

革的进程等。人们常说,邓小平是中国改革开放的总设计师,就是针对我国社会改革的进程来说的。机械设计,只是广义设计中的一个与社会生产密切相关的重要组成部分。

1.2.2 机械设计

1. 机械设计的目标

机械设计有两个目标:一个是宏观目标,另一个是具体目标。

1) 宏观目标

机械设计的宏观目标是满足社会对各种机械产品的需求。人类社会对产品的需求是随着社会的发展而发展,随着科学技术的进步而进步的,永远不会停止在原有的水平上。这就要求设计者对社会的新需求有透彻的了解,以便设计出符合市场需求的新颖和高质量的产品。否则,就可能被市场所淘汰。

例如,人类最早的交通工具就是自己的双腿,随后发展出骑马、骑毛驴、骑骆驼、骑大象等。像马、毛驴、骆驼、大象等交通工具,虽然都是大自然界所赐予的,但人类已经具备驾驭这些动物的能力。随着社会生产力的发展,陆路有了独轮车、轿子和马车,江河湖海有了舟楫;接着有了省力的自行车和快速奔驰的汽车;再接着发明了飞机,不仅以更高的速度在内陆飞行,而且可以轻易地飞越江河湖海。

再如家庭用具,早期的厨房只有炉灶和锅碗瓢勺,逐渐有烤箱、电冰箱、微波炉;早期洗衣服靠手洗,现在有了自动化的智能洗衣机;早期炎热的夏天只能扇扇子,而今有了节能的空调。这些都是设计随着社会科学技术进步发展的例子。正是以上完成的各种符合时代需求的产品,才实现了设计的宏观目标。

2) 具体目标

机械设计的具体目标是实现机械产品的成图。一个好的构想,一个好的创新思维,一个好的机械设计,不能只放在自己的脑子里,而要有合适的表达方式,才能被他人理解与接受,也才能与他人交流与合作。这个合适的表达方式就是图纸。图纸是工程师的语言,讲的就是这个道理。图纸是表达设计思想的,因此,无论采用常规还是现代设计,创新设计主要体现在成图阶段。这是因为设计思想决定了新颖性和独创性。

在机械设计中,首先设计的是装配图。装配图表达的是所设计产品的完整信息,反映出产品的布局、原理和功能,产品由哪些自制件、功能部件与标准件所组成,以及不同零件应该选择怎样的材料等。

在完成装配图的前提下,再由装配图拆分出零件图。零件图由一个或一组视图所组成,它除了反映该零件的形状、结构和尺寸外,还必须反映该零件在装配图中的技术要求。零件的技术要求包括尺寸精度、形状精度、位置精度、表面粗糙度,以及热处理与表面处理等。落实到图纸上的这些技术要求,需要严格体现出不同产业部门、不同技术领域的技术标准和技术规范。

从生产的角度看,有了高质量的装配图和零件图,就可以进行市场采购,安排毛坯生产,进行工装卡具设计,并开始零件生产了。

2. 机械设计的知识

完成机械设计,实现高质量、富于创造性的成图,只有新颖和合理的构思是不够的,还需要丰富的科学知识。那么,完成机械设计需要哪些方面的知识呢?

除了数学、工程力学和工程材料外,还需要工程制图、机械原理、机械设计和制造工艺等方面的知识,以及国家、不同产业部门、不同技术领域的技术标准和技术规范。这是我们在进行机械设计时,所需要的基本的知识结构。

人们在学习这些知识时,是一门一门功课学,一门一门功课考,但在使用知识时,就不是一门一门的用了,而是需要综合的用,有时候没有学过的也要用。这不仅需要我们了解和熟悉各种知识之间的关联,而且需要在面对新的知识领域时,具有独立获取知识的能力。一个优秀的工程师,要完成一个好的设计,除了有丰富的理论知识外,还需要注重向实践学习,向老工程师、老技工学习,逐渐积累起丰富的工程实践经验。这样,在设计中,就能将设计理论与工程经验紧密结合起来,为成功的创新设计铺平道路。

3. 机械设计的内涵

机械设计包括方案设计、总体设计和结构设计三个部分。

1) 方案设计

机械设计的第一阶段是方案设计,就是将个人或团队头脑中的多种设计方案进行比较,以达到优化的目的。在设计方案的比较过程中,产品的新颖性和独创性的主要思路就会得到体现。在传统设计中,多种设计方案的比较是很费时间的一件工作。但有了像 Inventor 这样的高级设计软件,设计方案的出现和比较就会快捷得多。设计方案的优化,为最终设计的成功奠定了基础。一般来说,方案设计在开始阶段,采用的是海阔天空的发散思维,但落实到具体产品的阶段上,就需要用科学的工程知识来进行收敛了。

2) 总体设计

总体设计是为了得到技术先进,主体结构合理,满足使用功能并具有创意的总装配图。总装配图,将清晰地表达出产品的使用功能、主要技术参数和空间状态,以及各主要部件和零件之间的尺寸关系、配合关系和运动关系等。有了总装配图,就可以进行产品的结构设计了。

3) 结构设计

结构设计是将总装配图中一个个独立的零件拆分出来,绘成零件图。在拆分零件时,一定要清楚该零件在整个设备中所具备的功能和作用,在工作中处于动态还是静态,必须将这些功能与作用通过零件图上相关的技术要求体现出来。结构设计不仅关系到零件的形状、尺寸、数量和采用的材料等,而且关系到零件的强度、刚度、可靠性和使用寿命,还关系到零件是否好加工、是否好装配与调试、是否好维修等。总体来说,结构设计的好坏,直接关系到整机的质量与水平。

4. 机械设计的工具

一直到 20 世纪 80 年代初,我国机械设计的主要工具还是丁字尺、比例尺、计算尺、绘图板、量角器、圆规、分规、铅笔和橡皮。这些比较原始的设计工具,使得工程师们的设计效率

低,多种设计方案难以比较,有时候装配图的尺寸链也很难控制,在很大程度上影响产品进入市场的周期。

随着科学技术的发展,高速运行的计算机的普遍应用,尤其像 CAD,Inventor,CAXA,Pro/E,UG,MASTERCAM 等高级设计软件(有的涉及 CAM)的实现,使机械设计步入到现代。这些现代的设计方法,不但大大提高了机械设计的效率和质量,而且缩短了产品设计的周期。

这种设计,已经不是简单的图面设计,而是包括数据库和专家系统在内、涉及产品质量的理论计算,甚至包括行之有效的仿真设计和仿真实验。这就使得设计的效率和质量大大跨进了一步。美国的波音 777 飞机在完成数字化设计,还没有完成样机的情况下就接到生产订单,就是这种极为先进的设计技术被有关行业认可的反映。

5. 机电一体化的发展方向

早期的机械设计,确实是名副其实的纯机械设计。例如,在 20 世纪 70~80 年代我们所经历的台钳设计、平口钳设计、轧面机设计、机床动力头设计、印刷包装机设计、多功能木材力学试验机设计、大扬程高压水泵设计等,都属于比较典型的纯机械设计。但到 20 个世纪 90 年代后,特别是高速、高效的计算机广泛应用后,人们发现,纯机械的产品设计开始减少,很多富于创造性的科研和技术成果都是在跨学科、跨系统和跨专业的边界出现的。这样,机械设计开始摆脱纯机械方向,向着机电一体化或机光电液气一体化的方向稳步前进。如数控旋转电加工机床、汽车离合器超速试验机、十二工位数控激光淬火机床、游泳训练水上牵引系统、体质智能化测试系统、数控旋转超声波加工机床等,都是技术集成的机电一体化产品。科学技术的发展,嵌入式芯片性能的迅速提高和价格的不断下降,使之在机械产品的设计中得以广泛应用,并开创出崭新的局面。

1.3 机械制造工艺

1. 机械制造工艺的定义

机械制造中的工艺究竟是什么?有人认为它是机械产品生产过程中一个离散的、经验的甚至水平不高的工作层面。这种看法有失偏颇。制造工艺广泛涉及热加工中各种材料非常复杂的毛坯成形,以及现有的和正在发展中的冷加工(切削加工)及特种加工所提供的各种工艺条件,是将原材料或毛坯转化为符合图纸要求的合格零件的过程,这个转化过程并非如人们想象的那么简单,是产品质量保证的关键环节。如果从本质看,机械制造工艺是机械产品生产过程中最具活力的关键环节,是通过人这一决定性要素,不断发展与运用铸造、锻压、焊接、热处理和表面处理等工艺手段和工艺方法,系统地解决各种毛坯成形和材料改性问题;是利用切削加工和特种加工所提供的各种工艺方法,处理好机床、工件、夹具、刀具(或工具、高能束流)、加工运动、加工参数,以及装配与调试中的矛盾运动,解决零件和整机成形的质量问题;是在复杂工艺环境的诸要素中求优化解的过程;是提供解决不确定性问题基本思路和发展创造性思维的有效途径;是我国实现制造强国的重要技术基石。事实上,我们面对的制造工艺问题,几乎都是灵活的、综合的、系统的、可优化的,具有一定的不确

定性,具有一定的可发展性,而且很多是没有标准答案的。正是因为这样,使得我们在学习制造工艺理论和工艺知识、参加工艺实践的过程中,不仅可深入了解机械制造的工艺知识和工艺流程,领悟解决复杂性和不确定性问题的思维方法,积极发展创造性思维,而且为学生日后进行创造性设计时,将工艺原则和工艺细节体现到设计图纸中奠定丰厚的基础条件。

2. 制造工艺的目标

如果说机械设计的目标在于成图(总装配图和零件图),那么,机械制造工艺的目标就在于成形(毛坯成形、零件成形和整机成形)。机械制造工艺是将设计图纸转化为零件与设备的技术手段或技术装备,以及通过使用这些装备,采用刀具切削、砂轮磨削或特种加工等方式,适当穿插热处理和表面处理这些材料改性的工艺方法,使毛坯逐渐成为合格零件的过程。由于零件材料的种类繁多,毛坯与零件的尺寸和结构难以胜数,必须达到的技术要求又严格多样,这就决定了这种转化手段的复杂性、多样性和可发展性,同时也清楚地点明了工艺创新的重要性和多样性。

(1) 毛坯成形: 主要包括铸造、锻造与焊接。铸造是通过高温下的金属液体在铸型的型腔内成形,以得到各种尺寸大小和结构不同的铸件;锻造是通过适当温度下,靠冲击力或静压力使金属材料产生塑性变形来得到零件毛坯;焊接是通过加热或加热又加压的方法,使分开的两部分材料成为不可拆卸的整体。

铸造、锻造和焊接等工艺方法,提供各种各样尺寸大小和具有不同结构和性能要求的毛坯。这些毛坯被送到机械加工车间,由技术工人操作机床或工具,将毛坯加工成符合图纸要求的零件。

(2) 零件成形: 包括主要采用刀具和磨具的切削加工成形,以及采用特殊加工原理的特种加工成形。切削加工是利用切削刀具或磨具,通过不同机床的切削运动来完成加工任务的。采用切削加工的机床,既有常规的普通机床,如车床、铣床、磨床和齿轮加工机床等;也有先进的数控机床,如数控车床、数控铣床、带刀库和自动换刀系统的加工中心,以及技术高度集成的柔性制造系统(FMS)等。机械制造就是通过不同的机床、工件和刀具之间的切削运动将毛坯加工成合格零件的。有的零件需要某种或某些性能上的特殊要求,就需要采用不同的热处理或表面处理的方法。当零件的材料或结构,依靠切削加工不能解决问题时,就需要采用不存在宏观机械力的特种加工,如电加工、激光加工、超声波加工、水射流切割等来实现。

另外,钳工主要靠手工加工,很多零件的最后成形仍然离不开钳工。

(3) 整机成形: 其工艺方法是装配与调试。当全部所设计的零件都按照技术要求加工完毕,市场采购的功能部件如数控工作台、伺服电机、滚珠丝杠、计算机等,以及标准件如滚珠轴承、螺钉螺母、密封件、卡环等全部到位,就可以安排钳工进行装配了。

钳工装配需要首先对装配图进行透彻的学习与理解,然后按照装配图的技术要求,将零件装配成组件或部件,再在此基础上完成整机的装配工作。整机装配好之后,还需要对装配就绪的设备进行调试,使其达到预定的功能与技术要求。迄今为止,除了部分设备依靠自动化装配外,钳工装配仍然是整机成型的主要、甚至唯一的手段。