



见习机械设计工程师资格考试培训教材

见习机械设计工程师 资格考试指南

中国机械工程学会机械设计分会 组 编
谢里阳 王大康 赵富强 主 编

MI22

620

2007

见习机械设计工程师资格考

见习机械设计工程师 资格考试指南

中国机械工程学会机械设计分会组编
谢里阳 王大康 赵富强 主编

机械工业出版社

本书是见习机械设计工程师资格考试培训教材的配套用书。全书由现代机械设计方法、计算机辅助设计及制造技术、机电企业管理导论三大部分组成,各章包括基本内容、学习要点、典型例题、习题。书中每部分安排有几套全真试卷并附有习题及全真试卷的参考答案,以方便学生系统复习和灵活应用。

本书主要作为高等院校机械工程类专业毕业生和在校生参加见习机械设计工程师资格考试的指导教材,也可供相关专业的大学生和工程技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

见习机械设计工程师资格考试指南/谢里阳等主编.
—北京:机械工业出版社,2007.2
见习机械设计工程师资格考试培训教材
ISBN 978-7-111-20780-1

I. 见… II. 谢… III. 机械设计-工程技术人员-资格
考核-自学参考资料 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 008751 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:孙 薇 蔡开颖

责任编辑:蔡开颖 版式设计:张世琴 责任校对:张莉娟

封面设计:王伟光 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2007 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·16.75 印张·404 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-20780-1

定价:34.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294
购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话:(010) 88379711
封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据中国机械工程学会《见习机械设计工程师资格认证实施细则》的规定与要求编写的,是见习机械设计工程师资格考试培训教材的配套辅导用书。全书由现代机械设计方法、计算机辅助设计及制造技术、机电企业管理导论三大部分组成,各章包括基本内容、学习要点、典型例题、习题。书中每部分安排有几套全真试卷并附有习题及全真试卷的参考答案,以方便学生系统复习和灵活应用,帮助学生检查学习效果,做到心中有数。

本书第1部分,现代机械设计方法,由东北大学谢里阳教授担任主编,编写人员有:赵新军(第1篇),由美雁、谢里阳(第2篇),何雪涪(第3篇),李佳、谢里阳(第4篇)。第2部分,计算机辅助设计及制造技术,由北京工业大学王大康教授担任主编,编写人员有:李杨(第1章),谢川(第2章),仇晓黎(第3章),王大康(第4章),白传栋(第5章)。第3部分,机电企业管理导论,由武汉理工大学赵富强副教授担任主编,编写人员有:赵富强(第1、7章),翟运开(第2章),董岚(第3章),袁付礼(第4章),倪燕翎(第5、6章),陈定方(第8章),王丹(第9章)。

本书主要作为高等院校机械工程类专业毕业生和在校生参加见习机械设计工程师资格考试的指导教材,也可作为各校教师编写辅导教案的参考,也可供相关专业的大学生和工程技术人员使用。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 部分 现代机械设计方法

第 1 篇 创新设计——TRIZ 理论

第 1 章 创新设计的基本概念..... 3	第 3 章 利用技术进化模式实现
1.1 基本内容 3	创新 7
1.2 学习要点 3	3.1 基本内容 7
习题 1 4	3.2 学习要点 7
	习题 3 8
第 2 章 设计中的冲突及其解决	
原理 5	第 4 章 计算机辅助创新设计
2.1 基本内容 5	软件 (CAI) 9
2.2 学习要点 5	4.1 基本内容 9
2.3 典型例题 6	4.2 学习要点 9
习题 2 6	

第 2 篇 有限元方法与 ANSYS 应用

第 5 章 弹性力学有限元法的基本	第 7 章 弹性力学有限元法 18
思想和特点 11	7.1 基本内容 18
5.1 基本内容 11	7.2 学习要点 18
5.2 学习要点 11	7.3 典型例题 21
习题 5 12	习题 7 24
第 6 章 弹性力学的基本概念 13	第 8 章 有限元设计分析中的若
6.1 基本内容 13	干问题 25
6.2 学习要点 13	8.1 基本内容 25
6.3 典型例题 16	8.2 学习要点 25
习题 6 17	8.3 典型例题 26

习题 8	27	9.2 学习要点	28
9.3 典型例题	29	习题 9	53
第 9 章 有限元分析软件	28		
9.1 基本内容	28		

第 3 篇 优化设计

第 10 章 概述	55	方法	66
10.1 基本内容	55	13.1 基本内容	66
10.2 学习要点	55	13.2 学习要点	66
习题 10	56	13.3 典型例题	68
		习题 13	75
第 11 章 优化设计问题的数学模型	57	第 14 章 约束问题的优化设计	
11.1 基本内容	57	方法	76
11.2 学习要点	57	14.1 基本内容	76
11.3 典型例题	58	14.2 学习要点	76
习题 11	60	14.3 典型例题	77
		习题 14	80
第 12 章 优化设计的数学基础	61	第 15 章 机械优化设计的应用	81
12.1 基本内容	61	15.1 基本内容	81
12.2 学习要点	61	15.2 学习要点	81
12.3 典型例题	63	15.3 典型例题	81
习题 12	64	习题 15	86
第 13 章 无约束问题的优化设计			

第 4 篇 可靠性设计

第 16 章 产品可靠性设计及其度量指标	87	第 18 章 机械零件可靠性设计	96
16.1 基本内容	87	18.1 基本内容	96
16.2 学习要点	87	18.2 学习要点	96
16.3 典型例题	89	18.3 典型例题	97
习题 16	90	习题 18	98
第 17 章 可靠性设计中常用的概率分布	92	第 19 章 机械系统的可靠性	99
17.1 基本内容	92	19.1 基本内容	99
17.2 学习要点	92	19.2 学习要点	99
17.3 典型例题	93	19.3 典型例题	102
习题 17	95	习题 19	104

全真试卷	106	习题 11	116
全真试卷 A	106	习题 12	116
全真试卷 B	107	习题 13	119
全真试卷 C	109	习题 14	126
		习题 15	127
习题及全真试卷参考答案	111	习题 16	127
习题 1	111	习题 17	130
习题 2	111	习题 18	133
习题 3	111	习题 19	135
习题 5	112	全真试卷 A	136
习题 6	112	全真试卷 B	140
习题 7	113	全真试卷 C	143
习题 8	113		
习题 9	114	参考文献	148
习题 10	115		

第 2 部分 计算机辅助设计及制造技术

第 1 章 计算机辅助设计技术	151	第 5 章 产品数据管理技术	172
1.1 基本内容	151	5.1 基本内容	172
1.2 学习要点	151	5.2 学习要点	172
1.3 典型例题	152	习题 5	174
习题 1	152		
第 2 章 三维几何建模技术	154	全真试卷	175
2.1 基本内容	154	全真试卷 A	175
2.2 学习要点	154	全真试卷 B	178
2.3 典型例题	154	全真试卷 C	181
习题 2	156	全真试卷 D	185
第 3 章 计算机辅助工艺设计	157	习题及全真试卷参考答案	188
3.1 基本内容	157	习题 1	188
3.2 学习要点	157	习题 2	189
3.3 典型例题	160	习题 3	189
习题 3	161	习题 4	190
第 4 章 计算机辅助制造技术	164	习题 5	192
4.1 基本内容	164	全真试卷 A	193
4.2 学习要点	164	全真试卷 B	194
4.3 典型例题	168	全真试卷 C	195
习题 4	170	全真试卷 D	196

第3部分 机电企业管理导论

第1章 企业管理概论	201	第7章 WTO与企业国际贸易	224
1.1 基本内容	201	7.1 基本内容	224
1.2 学习要点	201	7.2 学习要点	224
1.3 典型例题	202	7.3 典型例题	224
习题1	202	习题7	225
第2章 企业经营管理	206	第8章 制造业的发展现状与趋势	228
2.1 基本内容	206	8.1 基本内容	228
2.2 学习要点	206	8.2 学习要点	228
2.3 典型例题	206	8.3 典型例题	228
习题2	207	习题8	228
第3章 企业生产管理	210	第9章 求职与就业	232
3.1 基本内容	210	9.1 基本内容	232
3.2 学习要点	210	9.2 学习要点	232
3.3 典型例题	210	9.3 典型例题	232
习题3	211	习题9	232
第4章 企业质量管理	213	全真试卷	235
4.1 基本内容	213	全真试卷A	235
4.2 学习要点	213	全真试卷B	237
4.3 典型例题	213	全真试卷C	240
习题4	214	习题及全真试卷参考答案	242
第5章 企业财务管理	217	习题1	242
5.1 基本内容	217	习题2	244
5.2 学习要点	217	习题3	245
5.3 典型例题	217	习题4	247
习题5	218	习题5	248
第6章 工程道德法规	221	习题6	249
6.1 基本内容	221	习题7	251
6.2 学习要点	221	习题8	253
6.3 典型例题	221	习题9	254
习题6	221	全真试卷A	255
		全真试卷B	256
		全真试卷C	256

第 1 部分

现代机械设计方法

主 编 谢里阳

参 编 赵新军 由美雁

何雪滢 李 佳

第1篇 创新设计——TRIZ理论

第1章 创新设计的基本概念

1.1 基本内容

- 1) 创新设计的概念和核心内容。
- 2) TRIZ 的产生和主要内容。
- 3) TRIZ 的重要发现。
- 4) TRIZ 解决发明创造问题的一般方法。
- 5) 发明创造等级的划分。

1.2 学习要点

1. 创新设计

设计是人类的基本活动。设计活动的领域可划分为设计哲学、设计理论与方法、设计的应用。创新设计是解决发明问题的设计，该过程的核心是概念设计。创新设计的特征是在概念设计阶段解决设计中的冲突和矛盾，提出新的或有竞争力的原理解。

2. TRIZ 的概念

TRIZ 是基于知识的、面向人的解决发明问题的系统化方法学，其核心是技术系统进化原理。

3. TRIZ 的重要发现

- 1) 在以往不同领域的发明中所用到的原理（方法）并不多，不同时代的发明，不同领域的发明，其应用的原理（方法）被反复利用。
- 2) 每条发明原理（方法）并不限定应用于某一特殊领域，而是融合了物理的、化学的和各工程领域的原理，这些原理适用于不同领域的发明创造和创新。
- 3) 类似的冲突或问题与该问题的解决原理在不同的工业及科学领域交替出现。
- 4) 技术系统进化的模式（规律）在不同的工程及科学领域交替出现。
- 5) 创新设计所依据的科学原理往往属于其他领域。

4. TRIZ 解决发明创造问题的一般方法

TRIZ 解决发明创造问题的一般方法是：首先将要解决的特殊问题加以定义、明确；然后，根据 TRIZ 理论提供的方法，将需解决的特殊问题转化为类似的标准问题，而针对类似的标准问题总结、归纳出类似的标准解决方法；最后，依据类似的标准解决方法就可以解决用户需要解决的特殊问题了。

5. 发明创造的等级划分

TRIZ 通过分析专利发现, 各国家不同的发明专利内部蕴涵的科学知识、技术水平都有很大的区别和差异。TRIZ 理论将发明专利或发明创造分为以下五个等级(水平)。

第1级: 通常的设计问题, 或对已有系统的简单改进。

第2级: 通过解决一个技术冲突对已有系统进行少量改进。

第3级: 对已有系统的根本性改进。

第4级: 采用全新的原理完成对已有系统基本功能的创新。

第5级: 罕见的科学原理导致一种新系统的发明、发现。

实际上, 发明创造的级别越高, 获得该发明专利时所需的知识就越多, 这些知识所处的领域就越宽, 搜索有用知识的时间就越长。同时, 随着社会的发展、科技水平的提高, 发明创造的等级随时间的变化而不断降低, 原来最初的最高级别的发明创造逐渐成为人们熟悉和了解的知识。95%的发明专利是利用了行业内的知识, 只有少于5%的发明专利是利用了行业外的及整个社会的知识。因此, 如果企业遇到技术冲突或问题, 可以先在行业内寻找答案; 若不可能, 再向行业外拓展, 寻找解决方法。若想实现创新, 尤其是重大的发明创造, 就要充分挖掘和利用行业外的知识, 正所谓“创新设计所依据的科学原理往往属于其他领域”。

习 题 1

1. 创造、创新及创新设计的概念和主要区别?
2. TRIZ 理论的主要内容是什么?
3. TRIZ 理论解决发明创造问题的一般方法是什么?
4. 发明创造等级的划分有什么意义?

第2章 设计中的冲突及其解决原理

2.1 基本内容

- 1) 冲突的概念和分类。
- 2) 物理冲突及其解决原理。
- 3) 技术冲突及其解决原理。
- 4) 利用冲突矩阵实现技术创新。

2.2 学习要点

1. 冲突的概念和分类

冲突即矛盾，问题或不协调，不和谐。设计过程中，当改变某个零部件的设计，即提高产品某方面的性能时，可能会影响到与这些被改进零部件相关联的零部件，结果可能使产品或系统的另一些方面的性能受到影响。如果这些影响是负面影响，则设计出现了冲突。

TRIZ 理论将冲突分为三类，即管理冲突、物理冲突及技术冲突。物理冲突、技术冲突是 TRIZ 的主要研究内容，下面将分别论述。

2. 物理冲突及其解决原理

(1) 物理冲突的概念 物理冲突是指为了实现某种功能，一个子系统或元件应具有有一种特性，但同时出现了与该特性相反的特性。

(2) 物理冲突的解决原理 物理冲突的解决方法是利用分离原理，分离原理包括：空间分离、时间分离、基于条件的分离和总体与部分的分离。

1) 空间分离原理。将冲突双方在不同的空间上分离，以降低解决问题的难度。当关键子系统冲突双方在某一空间只出现一方时，空间分离是可能的。

2) 时间分离原理。将冲突双方在不同的时间段上分离，以降低解决问题的难度。当关键子系统冲突双方在某一时间段上只出现一方时，时间分离是可能的。

3) 基于条件的分离。将冲突双方在不同的条件下分离，以降低解决问题的难度。当关键子系统的冲突双方在某一条件下只出现一方时，基于条件分离是可能的。

4) 总体与部分的分离。将冲突双方在不同的层次上分离，以降低解决问题的难度。当冲突双方在关键子系统的层次上只出现一方，而该方在子系统、系统或超系统层次上不出现时，总体与部分的分离是可能的。

3. 技术冲突及其解决原理

(1) 技术冲突的概念 技术冲突是指一个作用同时导致有用及有害两种结果，也可指有用作用的引入或有害效应的消除导致一个或几个子系统或系统变坏。

(2) 技术冲突的一般化处理 TRIZ 理论提出用 39 个通用工程参数描述冲突。实际应用中，首先要把组成冲突的双方内部性能用该 39 个工程参数中的某 2 个来表示。目的是把实际工程设计中的冲突转化为一般的或类似标准的技术冲突。

(3) 技术冲突的解决原理 TRIZ 理论提出了 40 条发明创造原理, 他们是解决技术冲突的核心内容。实践证明, 这些原理对于指导设计人员的发明创造、创新具有非常重要的作用。

4. 利用冲突矩阵实现创新

(1) 冲突矩阵 冲突矩阵将描述技术冲突的 39 个通用工程参数与 40 条发明创造原理建立了对应关系, 很好的解决了设计过程中选择发明原理的难题。

(2) 利用冲突矩阵实现创新 TRIZ 的冲突理论似乎是产品创新的灵丹妙药。实际上, 在应用该理论之前的前处理与应用后的后处理仍然是关键的问题。应用技术冲突解决问题必须依据相应的具体步骤才能实现。

2.3 典型例题

例 2-1 在超声速飞机的发展过程中曾经必须解决气动力上的一个难题: 为了优化飞机的亚声速性能, 要求采用小后掠角、大展弦比的机翼。为了满足超声速的要求, 则要求采用大后掠角、小展弦比的机翼。两种要求使机翼处于互相排斥的物理状态。这一矛盾可以用第一种方法(即时间分离原理)解决, 即采用变后掠翼设计。通过在飞行的不同阶段(不同时间)相应调整后掠角, 可以满足飞机在亚声速与超声速状态下的不同气动要求。

飞机起落架的设计也是应用了时间分离原理。在起降过程中要求飞机有起落架, 支持飞机在地面的滑行过程; 在飞行中则要求不要有起落架, 以免增加飞行阻力。为此设计了可收放的起落架, 在起降时伸出机体外, 飞行时则收回起落架舱中。

习 题 2

1. 什么是冲突、物理冲突和技术冲突?
2. 物理冲突的解决方法(原理)是什么?
3. 如何解决存在的技术冲突?
4. 冲突矩阵的作用是什么?
5. 如何利用冲突的解决方法进行技术创新?

第3章 利用技术进化模式实现创新

3.1 基本内容

- 1) S 曲线及其作用。
- 2) 技术系统进化模式。

3.2 学习要点

1. S 曲线及其作用

分析研究表明,技术性能随时间变化的规律呈 S 形曲线,图 3-1 分别给出了 S 曲线和分段 S 曲线,可以看出两个 S 曲线明显的趋近于一条直线,该直线是由技术的自然属性所决定的性能极限。沿横坐标可以将产品或技术分为新发明、技术改进和技术成熟三个阶段或婴儿期、成长期、成熟期和退出期四个阶段。

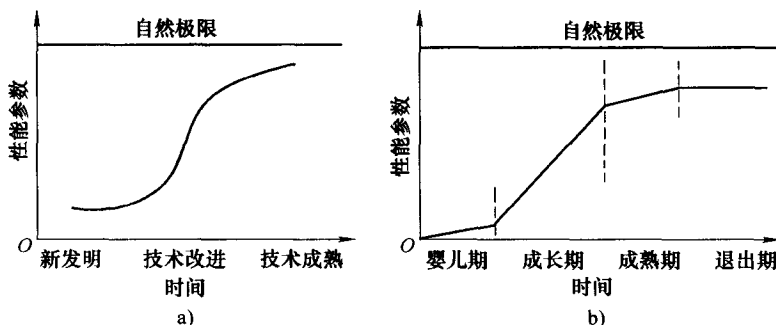


图 3-1 S 曲线
a) S 曲线 b) 分段 S 曲线

对于企业 R&D 决策,具有指导意义的是分段 S 曲线上的拐点。第一个拐点之后,企业应从原理实现的研究转入商品化开发,否则,该企业会被已经转入商品化的企业甩在后面。当出现第二个拐点后,产品的技术已经进入成熟期,企业因生产该类产品获取了丰厚的利润,同时要继续研究优于该产品核心技术的更高一级的核心技术,以便将来在适当的机会转入下一轮的竞争。

一代产品的发明要依据某一项核心技术,然后经过不断完善使该技术逐渐成熟。在这期间,企业要有大量的投入,但如果技术已经成熟,推进技术更加成熟的投入不会取得明显的收益。此时,企业应转入研究,选择替代技术或新的核心技术。

2. 技术系统进化模式

多种历史数据分析表明,技术进化过程有其自身的规律与模式,是可以预测的。这些模式能引导设计人员尽快发现新的核心技术。技术系统的 11 条进化模式如图 3-2 所示。

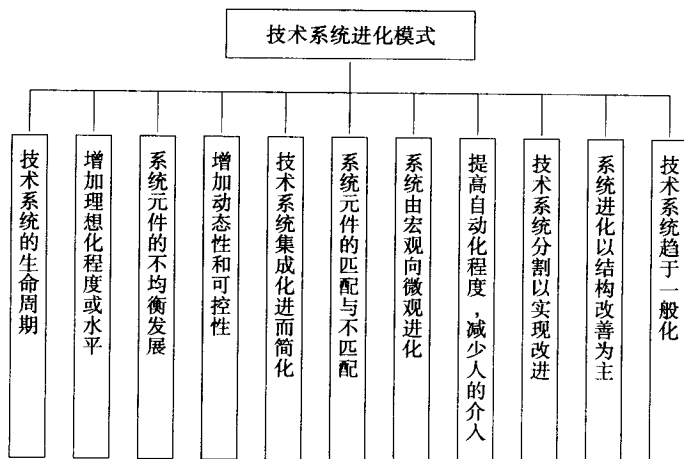


图 3-2 11 种技术系统进化模式

进化模式或进化路线指出了产品结构进化的状态序列，其实质是产品如何从一种核心技术转移到另一种核心技术，新旧核心技术所完成的基本功能相同，但是新技术的性能极限提高，或成本降低，即产品沿进化路线进化的过程是新旧核心技术更替的过程。基于当前产品核心技术所处的状态，按照进化路线，通过设计，可使其转移到新的状态。核心技术通过产品的特定结构实现，产品进化过程实质上就是产品结构的进化过程。因此，TRIZ 中的进化理论是预测产品结构进化的理论。

应用进化模式与进化路线的过程为：根据已有产品的结构特点选择一种或几种进化模式，然后从每种模式中选择一种或几种进化路线，从进化路线中确定新的核心技术可能的结构状态。

习 题 3

1. 技术也可以进化吗？如何进化？
2. 技术系统进化的 11 种模式是什么？
3. 如何利用技术系统的进化模式进行技术创新？

第4章 计算机辅助创新设计软件 (CAI)

4.1 基本内容

- 1) CAI 软件的发展过程及种类。
- 2) 创新能力拓展平台 CBT/NOVA 的结构。

4.2 学习要点

1. CAI 的发展

CAI 的发展历经了以下几个阶段：

1946 年 ~ 1986 年，TRIZ 理论的萌芽—成型期，主要是少数发明家在使用 TRIZ。

1986 年 ~ 1992 年，TRIZ 理论日趋完善，进入了实际的工程化应用期，主要使用者是专家、学者。

1992 年 ~ 2000 年，TRIZ 理论与 IT 技术相结合，形成了早期的 CAI 软件。同时，本体论开始出现并取得一定的研究成果。这个时期的使用者为接受过一定层次 TRIZ 训练的工程技术人员。

2000 年至今，TRIZ 与本体论相结合，形成了更为先进的 CAI 理论基础。同时，在易用性上做了很大的改进，软件的使用者已经可以包括任何接受过高等教育的工程技术人员。

2. CAI 软件的种类

以 TRIZ 理论为基础设计开发的计算机辅助创新设计软件按功能多少、结构复杂程度以及用途的不同有数十种之多，软件所用开发语言以英文为主，也有用俄文、中文等其他语言开发的软件，其中具有代表意义的 CAI 软件见表 4-1 所示。

表 4-1 具有代表意义的 CAI 软件

序号	软件名称	主要功能	开发公司
1	Innovation WorkBench (IWB) (英文版)	为工程人员提供全面、系统的解决创新问题的方法，包括 7 个模块：创新问题分析、问题表述、系统操作、创新实例库、创新导航、评价和网络学习模块	Ideation International Inc. (美国)
2	Goldfire Innovator (英文版)	为工程人员提供结构化的解决创造问题的方法，包括 4 个模块：优化工作平台、研究者平台、创新趋势分析和创新知识库	Invention Machine Corporation. (美国)
3	CREAX Innovation Suite (英文版)	帮助工程人员按步骤实现创新，解决冲突，包括 10 个模块：交互式快速浏览、问题描述、资源与约束、进化趋势、进化的潜能、创新原理、冲突矩阵、系统模型、选择工具和知识库	CREAX NV (比利时)
4	Pro/Innovator (英文版和中文版)	融合发明创造方法学、现代设计方法学、自然语言处理技术与计算机软件技术为一体的计算机创新辅助工具，包括 5 个模块	IWINT Inc. (亿维讯) 总部在美国，中国的北京、成都、香港设有分公司
5	CBT/NOVA (教学用) (英文版和中文版)	创新能力拓展培训平台，在有限时间内提高使用者的创新能力、优化创新思维、激发创新潜能、掌握创新技法，进而能够在解决实际创新设计问题时找出满意的解决方法，包括 6 个模块	