

现代机械零部件 设计手册

于惠力 冯新敏 主编

XIANDAI JIXIE LINGBUJIAN SHEJI SHOUCHE



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

现代机械零部件设计手册

主编 于惠力 冯新敏
参编 王妍玮 韩 蓉 韩彦勇 张 蔓
李 伟 周广超 杜 鹏



机械工业出版社

本书融通用机械零部件设计计算方法与设计手册为一体,涵盖了各种通用的机械零部件设计计算方法、规范及现行标准等设计技术资料,同时增加了现代机械零部件设计最新知识和最新设计方法,注意传统设计与现代设计的融合。书中不仅包括通用机械零部件设计方法、设计数据,还列举了许多设计计算实例、按最新标准绘制的零件图以及主要零部件现代设计方法的实例。例如:螺栓连接的可靠性设计;用 Pro/Engineer 设计带轮、链轮、齿轮、蜗轮蜗杆;齿轮和轴的有限元分析、齿轮减速器模块化设计,以及可靠性优化设计等内容。本书是一部内容全面、实用性强、通用性好、体现现代机械零部件设计的专业工具书,涉及的标准全部为最新国家标准。

本书共分 8 篇,主要包括:现代机械设计方法简介、机械零部件常用设计资料和一般标准、常用机械基础标准、工程常用材料、连接零部件、传动零部件、轴系零部件和其他零部件等内容。

本书可供从事机械设计的工程技术人员作为工具书使用,也可供大专院校的相关专业师生学习参考,还适合生产第一线的操作人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

现代机械零部件设计手册/于惠力,冯新敏主编. —北京:机械工业出版社, 2012. 11

ISBN 978 - 7 - 111 - 39986 - 5

I. ①现… II. ①于…②冯… III. ①机械元件 - 设计 - 手册
IV. ①TH13 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 238548 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:黄丽梅 责任编辑:章承林 王海霞 版式设计:霍永明

责任校对:刘怡丹 常天培 封面设计:陈 沛 责任印制:张 楠

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2013 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 71.25 印张 · 3 插页 · 2452 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 39986 - 5

定价:218.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

策划编辑:(010) 88379770

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

目 录

前言

第 1 篇 现代机械设计方法简介

第 1 章 创造性设计方法	1	6.2 曲面表示与曲面造型	10
1.1 创新设计与 TRIZ 理论概述	1	6.3 实体造型方法	11
1.2 设计冲突及消解（技术矛盾和冲突 矩阵）	1	6.4 参数化特征造型技术	11
1.3 基于 TRIZ 的创新设计实例	2	6.5 专用 CAD 系统的开发应用	12
第 2 章 优化设计	4	第 7 章 模块化设计	13
2.1 优化设计概述	4	7.1 模块化设计概述	13
2.2 无约束优化设计方法	4	7.2 模块化设计过程	13
2.3 有约束优化设计方法	4	7.3 模块化产品设计实例	13
2.4 多目标优化设计方法	4	第 8 章 反求设计	15
第 3 章 可靠性设计	5	8.1 反求设计概述	15
3.1 可靠性设计概述	5	8.2 实物反求设计概述	15
3.2 机械零部件可靠性设计	6	8.3 反求分析和设计举例	16
3.3 系统可靠性设计	6	第 9 章 绿色设计	18
第 4 章 有限元法	7	9.1 绿色设计概述	18
4.1 有限元法概述	7	9.2 绿色设计流程	18
4.2 有限元的一般方法	7	9.3 绿色设计的评价指标体系	18
4.3 有限元分析软件介绍	8	第 10 章 虚拟设计	19
第 5 章 动态设计	9	10.1 虚拟设计概述	19
5.1 动态设计概述	9	10.2 虚拟现实技术的体系结构	19
5.2 动态设计的有关概念和基本原则	9	10.3 虚拟现实硬件基础	19
第 6 章 计算机辅助设计（CAD）	10	10.4 虚拟设计制造系统的体系结构	20
6.1 CAD 概述	10	10.5 虚拟设计建模基础	21

第 2 篇 机械零部件常用设计资料和一般标准

第 1 章 零部件设计常用资料	22	1.9 国内部分标准代号	26
1 常用资料和数据	22	1.10 国外部分标准代号	26
1.1 常用材料的密度	22	2 量和单位	26
1.2 常用材料的弹性模量及泊松比	22	2.1 法定计量单位	26
1.3 常用材料的线膨胀系数	23	2.1.1 用于构成十进倍数和分数单位的 词头	26
1.4 常用金属材料的熔点、比热容和 热导率	23	2.1.2 常用物理量符号及法定计量 单位	26
1.5 钢铁硬度值对照表	23	2.2 常用单位换算系数	28
1.6 常用材料的摩擦因数	24	2.2.1 长度单位换算系数	28
1.7 常用材料极限强度的近似关系	24	2.2.2 面积单位换算系数	28
1.8 机械传动效率	24		

2.2.3 体积、容积单位换算系数	28	3 锻造和冲压设计的工艺性及结构要素	44
2.2.4 质量单位换算系数	28	3.1 胎模锻和自由锻锤上固定模模锻的 模锻斜度	44
2.2.5 密度单位换算系数	29	3.2 胎模锻和自由锻锤上固定模模锻的 圆角半径	45
2.2.6 速度单位换算系数	29	3.3 圆钢锤扁尺寸	45
2.2.7 质量流量单位换算系数	29	3.4 扁钢辗成圆柱形端尺寸	45
2.2.8 体积流量单位换算系数	29	3.5 冲压件的结构要素	45
2.2.9 压力单位换算系数	30	3.5.1 最小可冲孔眼尺寸	45
2.2.10 力单位换算系数	30	3.5.2 翻孔尺寸及其与边缘的最小 距离	46
2.2.11 功、能及热量单位换算系数	30	3.5.3 平冲压件和成形冲压件的尺寸 公差	46
2.2.12 功率单位换算系数	31	4 焊接的工艺性	47
2.2.13 黑色金属硬度及强度换算	31	4.1 常用金属的焊接性	47
第2章 常用零部件设计一般标准和 规范	33	4.1.1 钢的焊接性	47
1 零部件冷加工设计工艺性与结构要素	33	4.1.2 铸铁的焊接性	47
1.1 优先数和优先数系	33	4.1.3 有色金属的焊接性	49
1.2 标准尺寸	33	4.2 焊条及选择	49
1.3 中心孔	36	4.2.1 选择焊条的基本原则	49
1.4 标准角度	37	4.2.2 国标焊条的类别及型号	50
1.5 零件的倒圆与倒角	37	4.3 焊接方法代号	52
1.6 球面半径	38	5 热处理	52
1.7 过渡配合、过盈配合嵌入倒角参考 数据	38	5.1 常用材料的热处理	52
1.8 砂轮越程槽	39	5.1.1 材料在热处理中的特性	52
1.9 刨削、插削、珩磨越程槽	39	5.1.2 合金元素及碳在钢中的影响和 作用	53
1.10 滚花	40	5.2 热处理的方法、特点和应用	53
2 铸件设计的工艺性及结构要素	40	5.2.1 普通热处理的方法、特点和 应用	53
2.1 铸件最小壁厚	40	5.2.2 表面热处理的方法、特点和 应用	55
2.2 灰铸铁件外壁、内壁与加强筋的 厚度	40	5.3 零件工作图应注明的热处理要求	58
2.3 最小铸孔尺寸	41	5.4 典型零件的热处理实例	59
2.4 壁厚过渡尺寸	41	5.5 热处理对零件结构设计的要求	59
2.5 铸造斜度	41	5.5.1 热处理对零件结构设计的一般 要求	59
2.6 铸造外圆角	42	5.5.2 感应淬火的特殊要求	62
2.7 铸造内圆角及过渡尺寸	42	6 装配工艺注意事项	63
2.8 加强筋	43		
2.9 孔边凸台	43		
2.10 内腔尺寸	43		
2.11 凸座	43		
2.12 铸件尺寸公差	44		

第3篇 常用机械基础标准

第1章 机械制图	67	1.2 标题栏和明细栏	67
1 基本规定	67	1.3 比例	70
1.1 图框格式和图幅尺寸	67	1.4 图线	70

1.5 剖面符号	71	4 圆锥的锥度与锥角、棱体的角度与斜度 系列	155
2 图样画法	71	4.1 圆锥的锥度和锥角系列	155
2.1 投影法	71	4.2 棱体的角度和斜度系列	157
2.2 视图	72	5 圆锥公差和配合	159
2.3 剖视图	73	5.1 圆锥公差	159
2.4 局部放大图	74	5.2 圆锥配合	163
2.5 简化画法及其他规定画法	75	第3章 几何公差	168
3 装配图中零、部件序号及其编排方法	75	1 术语、定义和符号	168
4 尺寸标注	76	1.1 术语及定义	168
4.1 尺寸数字、尺寸线、尺寸界线和标注 尺寸的符号	76	1.2 几何公差的符号	170
4.2 简化注法	80	1.3 几何公差的定义	171
4.3 其他标注	81	2 几何公差数值及应用	185
5 尺寸公差与配合的标注	82	2.1 几何公差注出公差值的规定	185
6 常用结构要素和常用件的表示法	83	2.2 几何公差值的选用原则	187
6.1 螺纹、螺纹连接的表示法及标记	83	3 几何公差的选择与应用	188
6.2 齿轮表示法	87	3.1 几何公差特征项目的选用	188
6.3 花键表示法	88	3.2 公差原则和公差要求的选用	189
6.4 装配图中弹簧的表示法	89	3.3 基准要素的选用	189
6.5 动密封圈表示法	90	3.4 几何公差原则选用示例	189
6.6 滚动轴承的通用画法	91	3.5 几何公差综合应用实例	192
6.7 展开图画法	91	4 几何公差在图样上的标注方法	194
第2章 公差与配合	95	5 未注几何公差	197
1 极限与配合	95	5.1 未注几何公差的公差值	197
1.1 术语、定义与标注	95	5.2 未注公差值的应用	198
1.2 公差、偏差和配合的基本规定	98	第4章 表面粗糙度	199
1.3 标准公差和基本偏差	100	1 主要术语、定义、符号和代号	199
1.4 孔、轴的极限偏差	106	1.1 表面粗糙度的术语及定义	199
1.5 孔、轴的公差带	142	1.2 表面粗糙度常用的符号与代号	201
1.6 基孔制与基轴制优先和常用配合	144	2 表面粗糙度的参数及其数值	202
1.7 配制配合	145	2.1 评定表面粗糙度的参数及其数值 系列	202
1.8 极限与配合的选择和应用	145	2.2 取样长度的数值和选用	203
2 未注公差的线性和角度尺寸的一般公差	146	3 表面粗糙度的选择	203
2.1 一般公差的公差等级和极限偏差	146	3.1 表面粗糙度对零件功能的影响	203
2.2 适用的尺寸和图样表示法	146	3.2 规定表面粗糙度要求的一般规则	204
3 统计尺寸公差	147	3.3 表面粗糙度参数及参数值的选择	204
3.1 统计尺寸公差的含义	147	3.4 表面粗糙度参数值的应用实例	204
3.2 规定实际尺寸概率分布特性的方案及 标注	148	4 表面粗糙度在图样上的标注方法	204
3.3 统计尺寸公差在孔、轴配合中的应用	148		

第4篇 工程常用材料

第1章 黑色金属	208	1.1 灰铸铁	208
1 铸铁牌号和性能	208	1.1.1 灰铸铁的牌号	208

1.1.2 灰铸铁的性能	209	5.2.3 不锈钢	230
1.1.3 灰铸铁的应用	210	5.3 工具钢	230
1.2 可锻铸铁	210	5.3.1 碳素工具钢	230
1.2.1 可锻铸铁的分类	210	5.3.2 合金工具钢	231
1.2.2 可锻铸铁的牌号、力学性能及 应用	210	5.4 不锈钢	234
1.3 球墨铸铁	211	6 钢的型材、板材、管材和线材	240
1.3.1 球墨铸铁的牌号和力学性能	211	6.1 圆钢、方钢、六角钢及八角钢	240
1.3.2 球墨铸铁的应用	213	6.1.1 圆钢和方钢	240
1.4 耐热铸铁	213	6.1.2 六角钢和八角钢	241
1.4.1 耐热铸铁的牌号及化学成分	213	6.2 钢板和钢带	241
1.4.2 耐热铸铁的性能	213	6.2.1 冷轧钢板和钢带	241
1.4.3 耐热铸铁的应用	214	6.2.2 热轧钢板和钢带	241
2 铸钢牌号和性能	214	6.3 型钢	244
2.1 一般工程用铸钢	214	6.3.1 热轧角钢	244
2.1.1 一般工程用铸钢的牌号及力学 性能	214	6.3.2 热轧工字钢	244
2.1.2 一般工程用铸钢的应用	214	6.3.3 热轧槽钢	244
2.2 焊接结构用铸钢	214	6.3.4 热轧 L 型钢	245
2.3 铸造高锰钢	215	6.4 钢丝	246
2.4 合金铸钢	215	第 2 章 有色金属	247
3 碳素结构钢和低合金结构钢的牌号及 性能	216	1 铜和铜合金	247
3.1 碳素结构钢	216	1.1 铸造铜合金	247
3.1.1 碳素结构钢的牌号及性能	216	1.1.1 铸造铜合金的性能特点与用途	247
3.1.2 碳素结构钢的性能特点和应用	217	1.1.2 铸造铜合金的力学性能	249
3.2 优质碳素结构钢	217	1.2 加工用铜	250
3.2.1 优质碳素结构钢的性能	217	1.3 加工用铜合金	251
3.2.2 优质碳素结构钢的性能特点及 应用	218	1.3.1 加工用铜合金的化学成分和 力学性能	251
3.3 低合金高强度结构钢	220	1.3.2 加工用铜合金的特性和用途	253
3.3.1 低合金高强度结构钢的牌号和 性能	220	2 铝和铝合金	257
3.3.2 低合金高强度结构钢的应用	223	2.1 铸造铝合金	257
4 合金结构钢	223	2.1.1 合金铸造方法和变质处理代号	257
4.1 合金结构钢的性能	223	2.1.2 合金状态代号	257
4.2 常见合金结构钢的品种规格、性能及 应用	225	2.1.3 铸造铝合金的力学性能	257
5 特殊用途钢	228	2.1.4 铸造铝合金的主要特征和应用 举例	259
5.1 弹簧钢	228	2.2 压铸铝合金	260
5.1.1 弹簧钢的性能	228	2.2.1 压铸铝合金牌号和代号的表示 方法	260
5.1.2 弹簧钢的性能特点和用途	228	2.2.2 压铸铝合金的特点及应用举例	260
5.2 滚动轴承钢	229	2.3 变形铝合金	261
5.2.1 铬轴承钢	229	2.3.1 铝和铝合金加工产品的力学 性能	261
5.2.2 渗碳轴承钢	230	2.3.2 加工铝材的牌号、特性及用途	265
		3 镁合金	267
		3.1 铸造镁合金	267

3.1.1 铸造镁合金的牌号和代号	267
3.1.2 铸造镁合金的力学性能	268
3.1.3 铸造镁合金的基本特征和应用 举例	268
3.2 压铸镁合金	268
3.3 加工镁合金	269
3.3.1 加工镁合金的性能特点和应用	269
3.3.2 加工镁合金的力学性能	269
4 钛及钛合金型材	270
4.1 钛及钛合金型材的牌号、特性和 用途	270
4.2 钛合金板	271
4.3 钛合金管	272
第3章 非金属材料	274

第5篇 连接零部件

第1章 螺纹及螺纹连接	280
1 基本设计计算方法	280
1.1 螺纹	280
1.2 螺纹连接	281
1.2.1 螺纹连接的类型和标准螺纹连 接件	281
1.2.2 螺纹连接的拧紧和防松	282
1.2.3 螺栓组连接的结构设计和受力 分析	283
1.2.4 螺栓组连接的强度计算	284
1.2.5 提高螺纹连接强度的措施	288
1.2.6 受力分析和强度计算框图	289
1.3 设计计算实例	290
1.4 连接的可靠性设计	293
1.4.1 松螺栓连接的可靠性设计	293
1.4.2 紧螺栓连接的可靠性设计	294
1.4.3 受剪螺栓连接的可靠性设计	300
2 设计标准及规范	301
2.1 结构要素	301
2.1.1 外螺纹的末端	301
2.1.2 普通螺纹收尾、肩距、退刀槽和 倒角	303
2.1.3 普通内、外螺纹余留长度及钻孔 余留深度与螺栓突出螺母的 末端长度	305
2.1.4 普通螺纹基本牙型	306
2.1.5 普通螺纹基本尺寸	306
2.1.6 直径与螺距系列	309
2.1.7 普通螺纹优选系列	312

1 橡胶	274
1.1 常用橡胶的品种、性能和用途	274
1.2 工业用橡胶板	275
1.3 石棉橡胶板	275
2 塑料	276
2.1 塑料的分类、名称、特性和应用	276
2.1.1 塑料的分类	276
2.1.2 塑料的特性和应用	277
2.2 常用塑料的特性与用途	277
2.2.1 常用热固性塑料的特性与用途	277
2.2.2 常用热塑性塑料的特性与用途	277
2.3 常用工程塑料选用参考实例	279

2.1.8 普通螺纹公差	312
2.1.9 螺纹的旋合长度	317
2.1.10 普通螺纹的标记	318
2.1.11 普通螺纹的极限偏差	319
2.1.12 普通螺纹中等精度、优选系列的 极限尺寸	328
2.1.13 普通内螺纹的极限尺寸	331
2.1.14 普通外螺纹的极限尺寸	346
2.1.15 紧固件通孔及沉孔尺寸	360
2.1.16 粗牙螺纹、螺钉的拧入深度、 攻螺纹深度和钻孔深度	361
2.1.17 地脚螺栓孔和凸缘尺寸	361
2.1.18 扳手空间	362
2.2 常用螺纹连接件及其标准数据	363
2.2.1 螺栓、螺柱、螺钉	363
2.2.2 螺母	382
2.2.3 垫圈、挡圈	410

第2章 键连接	448
1 基本设计计算方法	448
1.1 键连接的类型、特点及应用	448
1.2 平键连接的设计计算	449
1.2.1 平键连接的强度计算	449
1.2.2 平键连接的设计	450
1.3 花键连接的设计计算	450
1.3.1 花键连接的特点和分类	450
1.3.2 花键连接的强度计算	450
1.4 键连接的设计计算实例	451
2 设计标准及规范	453
2.1 平键连接	453

2.1.1 平键键槽的剖面尺寸	453	1.4 过盈连接的计算实例	542
2.1.2 普通型平键	454	1.5 过盈连接的结构设计	543
2.1.3 薄型平键	457	2 设计标准及规范	545
2.1.4 导向型平键	458	第5章 铆接	548
2.1.5 楔键键槽的剖面尺寸	459	1 基本设计计算方法	548
2.1.6 普通型楔键	460	1.1 铆接的特点与应用	548
2.1.7 半圆键键槽的剖面尺寸	462	1.2 铆缝和铆钉	548
2.1.8 普通型半圆键	463	1.3 铆接的原理与破坏形式	549
2.1.9 切向键及其键槽	464	1.4 铆接铆缝的设计计算要点	550
2.2 花键连接	467	1.5 铆接的设计计算实例	550
2.2.1 矩形花键尺寸和公差	467	1.6 铆接的结构设计	552
2.2.2 矩形内花键长度系列	469	2 设计标准及规范	553
2.2.3 圆柱直齿渐开线花键	470	2.1 铆钉的公称杆径	553
第3章 销连接	515	2.2 铆钉通孔直径	553
1 基本设计计算方法	515	2.3 铆钉间的距离	553
1.1 销连接的类型特点及应用	515	2.4 铆钉的许用应力	554
1.2 销连接的设计计算	516	2.5 铆钉的材料及热处理	554
1.2.1 设计计算原则	516	2.6 常用铆钉标准	554
1.2.2 设计计算实例	516	2.6.1 半圆头铆钉	554
2 设计标准及规范	516	2.6.2 小半圆头铆钉	555
2.1 圆柱销	516	2.6.3 半圆头铆钉长度的选择	555
2.1.1 不淬硬钢和奥氏体不锈钢 圆柱销	516	2.6.4 平头铆钉	556
2.1.2 淬硬钢和马氏体不锈钢圆柱销 ..	518	2.6.5 平锥头铆钉	557
2.1.3 不淬硬钢和奥氏体不锈钢 内螺纹圆柱销	519	2.6.6 扁平头、扁圆头半空心铆钉	557
2.1.4 淬硬钢和马氏体不锈钢 内螺纹圆柱销	521	2.6.7 90°沉头铆钉	558
2.1.5 直槽轻型弹性圆柱销	523	2.6.8 120°沉头铆钉	560
2.1.6 开口销	526	2.6.9 沉头抽芯铆钉	562
2.1.7 销轴	528	2.6.10 开口型平圆头抽芯铆钉	563
2.2 圆锥销	530	2.6.11 封闭型平圆头抽芯铆钉	564
2.2.1 圆锥销	530	2.6.12 击芯铆钉	565
2.2.2 内螺纹圆锥销	532	第6章 焊接	566
2.2.3 开尾圆锥销	533	1 基本设计计算方法	566
2.2.4 螺尾锥销	534	1.1 焊接的类型与应用	566
2.3 槽销	535	1.2 常用焊接方法及其选择	566
2.3.1 全长锥槽槽销	535	1.2.1 常用焊接方法	566
2.3.2 半长锥槽槽销	537	1.2.2 常用焊接方法的选择	567
2.3.3 沉头槽销	538	1.3 焊缝的受力及焊接件的设计要点	567
第4章 过盈连接	540	1.4 焊接设计计算实例	568
1 基本设计计算方法	540	1.5 焊接的结构设计	570
1.1 过盈连接的原理及特点	540	2 设计标准及规范	572
1.2 过盈连接的装配方法	540	2.1 不同材料焊接方法的优先选择	572
1.3 过盈连接的设计计算	540	2.2 设计系数 a 、 b 的值	573
		2.3 焊缝的静载许用应力	573
		2.4 焊缝符号表示法	573
		2.5 碳钢焊条	577

第 7 章 粘接	578	2 设计标准及规范	580
1 基本设计计算方法	578	2.1 粘合剂分类	580
1.1 粘接的特点与应用	578	2.2 几种常用粘合剂的性能	581
1.2 常用粘合剂简介	578	2.3 几种常用粘合剂粘接层剪切强度的 比较	581
1.3 粘接的结构设计要点	579		
1.4 粘接的结构设计实例	579		
第 6 篇 传动零部件			
第 1 章 螺旋传动	582	尺寸系列及其承载能力	618
1 基本设计计算方法	582	2.2.5 滚动螺旋副的材料及热处理	620
1.1 螺旋传动概述	582	2.2.6 滚动螺旋副的计算	621
1.2 滑动螺旋传动的设计计算方法	584	第 2 章 带传动	623
1.2.1 设计方法概述	584	1 基本设计计算方法	623
1.2.2 常用材料及热处理	585	1.1 带传动工作原理	623
1.2.3 精度	585	1.2 带传动受力分析	623
1.3 滑动螺旋传动的设计计算实例	585	1.3 带传动应力分析	623
1.4 滚动螺旋传动简介	589	1.4 带传动弹性滑动与打滑	624
1.5 静压螺旋传动简介	591	1.5 V 带传动的失效形式和设计准则	624
2 设计标准及规范	591	1.6 V 带传动设计框图	625
2.1 滑动螺旋传动	591	1.7 V 带传动设计实例	626
2.1.1 螺母材料及选用	591	1.8 应用 Pro/Engineer 设计 V 带轮	627
2.1.2 螺杆常用材料及热处理	592	1.9 平带传动设计实例	629
2.1.3 螺旋副的当量摩擦因数	592	1.10 梯形齿同步带传动设计实例	631
2.1.4 螺杆的长度系数	592	1.11 多楔带传动设计实例	632
2.1.5 滑动螺旋副的许用应力	592	2 设计标准及规范	633
2.1.6 螺母和螺杆材料的许用应力	592	2.1 V 带及窄 V 带选型图	633
2.1.7 矩形螺纹的基本尺寸	592	2.2 V 带的额定功率和单根普通 V 带功率 增量	634
2.1.8 梯形螺纹的牙型	593	2.3 V 带设计用系数	639
2.1.9 梯形螺纹的直径与螺距	593	2.4 V 带的截面尺寸及基准带长	640
2.1.10 梯形螺纹的基本尺寸	595	2.5 V 带轮的轮槽尺寸及基准直径系列	642
2.1.11 梯形螺纹的公差	599	2.6 平带设计实用数据	642
2.1.12 锯齿形螺纹 (3°、30°) 的 牙型	605	2.7 同步带设计用数据速查	644
2.1.13 锯齿形螺纹的直径与螺距 系列	605	2.8 多楔带设计数据	652
2.1.14 锯齿形螺纹 (3°、30°) 的 基本尺寸	607	2.9 带轮材料	657
2.1.15 锯齿形螺纹 (3°、30°) 的 公差	610	2.10 带轮结构设计	658
2.2 滚动螺旋传动	616	2.11 带传动的张紧方式	658
2.2.1 滚动螺旋传动的公称直径和基本 导程	616	2.12 传动带的类型及带传动形式	660
2.2.2 滚动螺旋副的几何尺寸	617	第 3 章 链传动	661
2.2.3 滚动螺旋副的型号标注	617	1 基本设计计算方法	661
2.2.4 常用内、外循环滚动螺旋副的		1.1 概述	661
		1.1.1 链传动的特点	661
		1.1.2 链传动的分类	661
		1.1.3 传动链的类型	661
		1.2 滚子链传动的主要参数	661

1.3 链传动的运动特性	662	1.5.2 轮齿接触疲劳强度的计算	702
1.3.1 链传动的运动不均匀性	662	1.6 斜齿圆柱齿轮传动设计框图	702
1.3.2 链传动的动载荷	663	1.7 斜齿圆柱齿轮传动设计实例	702
1.4 滚子链传动设计框图	663	1.8 斜齿轮接触应力的有限元分析	705
1.5 滚子链传动设计实例	664	1.9 齿轮传动的优化设计	707
1.6 应用 Pro/Engineer 设计滚子链轮	665	1.10 应用 Pro/Engineer 设计齿轮实体	708
1.7 滚子链和链轮	665	1.11 锥齿轮传动的计算概述	713
1.8 链传动的布置	666	1.12 直齿锥齿轮传动的几何计算	713
1.9 链传动的张紧	666	1.13 直齿锥齿轮传动的受力分析	717
1.10 链传动的润滑方法	666	1.14 直齿锥齿轮传动的强度计算	717
1.11 其他常用标准链传动	666	1.14.1 锥齿轮初步设计	717
2 设计标准及规范	667	1.14.2 直齿锥齿轮传动的强度校核	718
2.1 滚子链设计系数	667	1.15 直齿锥齿轮传动的设计实例	720
2.2 齿形链传动系数	668	1.16 齿轮精度设计实例	725
2.3 滚子链及齿形链的选型	669	1.16.1 斜齿圆柱齿轮精度设计实例	725
2.4 齿形链的基本参数和尺寸	674	1.16.2 直齿锥齿轮精度等级设计实例	727
2.5 滚子链主要参数	679	1.17 齿轮传动的效率和润滑	728
2.6 链传动的布置	681	1.17.1 齿轮传动的效率	728
2.7 链传动的张紧	681	1.17.2 齿轮传动的润滑	728
2.8 链传动的润滑方法	682	2 设计标准及规范	728
2.9 链轮的材料	683	2.1 齿轮传动设计系数	728
2.10 链轮结构	684	2.1.1 圆柱齿轮传动的设计系数	728
2.11 滚子链链轮的技术数据	686	2.1.2 直齿锥齿轮传动的设计系数	734
2.12 齿形链链轮轮槽尺寸	689	2.2 精度等级及其选择	738
2.13 双节距链链轮的技术数据	694	2.2.1 圆柱齿轮的精度等级及其选择	738
2.14 弯板链链轮的技术数据	696	2.2.2 直齿锥齿轮的精度等级及其选择	739
2.15 其他常用标准链的主要参数和尺寸	698	2.3 圆柱齿轮精度数据	740
第4章 齿轮传动	700	2.3.1 轮齿同侧齿面偏差	740
1 基本设计计算方法	700	2.3.2 径向综合偏差与径向跳动	750
1.1 齿轮强度计算方法概述	700	2.3.3 齿轮副	753
1.1.1 发展概况	700	2.3.4 参考数据	754
1.1.2 ISO 法计算齿轮特点	700	2.3.5 齿轮坏的精度	755
1.2 齿轮传动失效形式及设计准则	700	2.4 锥齿轮精度数据	756
1.2.1 失效形式	700	2.4.1 第Ⅰ公差组	756
1.2.2 设计准则	700	2.4.2 第Ⅱ公差组	758
1.3 圆柱齿轮传动受力分析	700	2.4.3 第Ⅲ公差组	763
1.3.1 直齿圆柱齿轮传动的受力分析	700	2.4.4 其他	763
1.3.2 斜齿圆柱齿轮传动的受力分析	701	2.4.5 齿坏的公差	768
1.4 直齿圆柱齿轮传动强度计算	701	2.5 齿轮常用材料	769
1.4.1 轮齿弯曲疲劳强度的计算公式	701	2.6 齿轮结构	770
1.4.2 轮齿接触疲劳强度的计算	702	2.6.1 齿轮轮坯结构的选择	770
1.5 斜齿圆柱齿轮传动强度计算	702	2.6.2 齿轮的结构形式	770
1.5.1 轮齿弯曲疲劳强度的计算	702	2.7 齿轮传动的效率及润滑	772

第 5 章 蜗杆传动	775	1. 11. 2 直廓环面蜗杆传动强度计算	791
1 基本设计计算方法	775	1. 12 圆弧圆柱蜗杆设计实例	791
1. 1 蜗杆传动分类	775	1. 13 直廓环面蜗杆设计实例	791
1. 2 主要参数及几何尺寸计算	776	1. 14 蜗杆传动精度设计实例	791
1. 2. 1 主要参数	776	2 设计标准及规范	793
1. 2. 2 几何尺寸计算	779	2. 1 基本参数	793
1. 3 受力分析	779	2. 2 蜗杆传动设计系数	799
1. 4 失效形式及强度计算	780	2. 3 蜗杆传动精度数据	800
1. 4. 1 失效形式及设计准则	780	2. 3. 1 精度等级及蜗杆检验组数据	800
1. 4. 2 强度计算	780	2. 3. 2 蜗杆检验项目的公差及偏差	801
1. 5 蜗杆的刚度计算	781	2. 3. 3 蜗轮的各项公差及偏差	802
1. 6 效率和热平衡计算	781	2. 3. 4 蜗杆副的各项公差及偏差	804
1. 7 蜗杆传动设计框图	782	2. 3. 5 齿坯公差及偏差	807
1. 8 普通蜗杆传动设计实例	782	2. 4 蜗杆及蜗轮材料	807
1. 9 应用 Pro/Engineer 设计蜗轮	785	2. 5 圆弧圆柱蜗杆传动技术数据	808
1. 10 应用 Pro/Engineer 设计蜗杆	787	2. 6 直廓环面蜗杆传动技术数据	811
1. 11 圆弧圆柱蜗杆传动及直廓环面蜗杆 传动强度计算	790	2. 7 直廓环面蜗杆传动的精度数据	818
1. 11. 1 圆弧圆柱蜗杆传动强度计算	790	2. 8 润滑及润滑剂	820

第 7 篇 轴系零部件

第 1 章 轴	822	1. 10 应用 Pro/Engineer 设计轴	841
1 基本设计计算方法	822	1. 11 轴类部件的动态分析和设计	841
1. 1 概述	822	1. 11. 1 轴类部件的动态分析	842
1. 1. 1 轴的分类	822	1. 11. 2 轴类部件的动态设计	843
1. 1. 2 轴的材料及选择原则	822	2 设计标准及规范	845
1. 2 轴的结构设计	822	2. 1 轴的常用材料及其性能	845
1. 2. 1 轴上零件的固定	823	2. 2 各种强度计算系数	847
1. 2. 2 轴的加工工艺性和装配工艺性	825	2. 3 各种截面轴的抗弯与抗扭截面系数 计算公式	850
1. 3 轴的强度计算	827	2. 4 轴的刚度计算数据	851
1. 3. 1 按许用切应力计算	827	2. 5 轴的结构设计数据	852
1. 3. 2 按许用弯曲应力计算	828	第 2 章 滚动轴承	859
1. 3. 3 按许用安全系数校核轴的疲劳 强度	828	1 基本设计计算方法	859
1. 4 轴的刚度计算	829	1. 1 主要类型及其代号	859
1. 4. 1 弯曲变形计算	830	1. 1. 1 主要类型及特性	859
1. 4. 2 扭转变形计算	830	1. 1. 2 滚动轴承的代号	860
1. 5 轴的设计流程图	830	1. 2 寿命计算	863
1. 6 轴的设计计算实例	831	1. 3 寿命计算框图	864
1. 7 轴强度设计的有限元法	835	1. 4 滚动轴承静强度计算	864
1. 8 轴结构的优化设计	836	1. 5 滚动轴承极限转速计算	864
1. 9 轴的可靠性设计	837	1. 6 寿命计算实例	864
1. 9. 1 转轴的可靠性设计	837	1. 7 滚动轴承组合结构设计	866
1. 9. 2 心轴的可靠性设计	839	2 设计标准及规范	869
1. 9. 3 传动轴的可靠性设计	840	2. 1 寿命计算相关系数	869

2.2 滚动轴承当量动载荷的计算系数 X、Y 值	870	2 设计标准和规范	913
2.3 滚动轴承静载荷计算的相关系数	871	2.1 刚性联轴器	913
2.4 常用滚动轴承的尺寸和主要性能 参数	871	2.1.1 凸缘联轴器	913
2.4.1 深沟球轴承	871	2.1.2 套筒联轴器	915
2.4.2 角接触球轴承	873	2.1.3 夹壳联轴器	917
2.4.3 圆柱滚子轴承	876	2.2 无弹性元件的挠性联轴器	919
2.4.4 圆锥滚子轴承	878	2.2.1 滚子链联轴器	919
2.5 成对安装的角接触轴承轴向支反力的 计算	881	2.2.2 鼓形齿式联轴器	921
2.6 滚动轴承的润滑和密封	881	2.2.3 WS、WSD 型十字轴万向 联轴器	930
2.7 滚动轴承的公差与配合	882	2.2.4 SWC 型整体叉头十字轴式万向 联轴器	932
第 3 章 滑动轴承	885	2.3 非金属弹性元件的挠性联轴器	940
1 基本设计计算方法	885	2.3.1 弹性套柱销联轴器	940
1.1 概述	885	2.3.2 弹性柱销齿式联轴器	943
1.2 失效形式及常用材料	885	2.3.3 弹性柱销联轴器	950
1.3 不完全液体润滑滑动轴承的设计 计算	886	2.3.4 LXZ 型带制动轮弹性柱销 联轴器	952
1.4 不完全液体润滑滑动轴承的设计 计算实例	887	2.3.5 梅花形弹性联轴器	955
1.5 液体动压润滑形成原理及基本 方程	887	2.3.6 轮胎式联轴器	959
1.6 液体动压径向滑动轴承承载能力的 计算	889	2.4 挠性杆联轴器	961
1.6.1 设计计算	889	2.5 钢球式节能安全联轴器	966
1.6.2 参数选择	889	2.6 联轴器轴孔和键槽形式	971
1.7 液体动压径向滑动轴承的计算实例 ..	890	第 5 章 离合器	975
1.8 其他形式滑动轴承简介	892	1 基本设计计算方法	975
2 设计标准及规范	893	1.1 概述	975
2.1 常用材料及其性能	893	1.2 离合器的选择与计算	975
2.2 常用设计参数	896	1.3 离合器的选择与计算实例	976
2.3 液体动压径向滑动轴承的 $S_0 - \varepsilon$ 曲线图	897	2 设计标准和规范	978
2.4 液体动压径向滑动轴承的流量 系数 $\bar{q}_v$	898	2.1 设计参数	978
2.5 液体动压径向滑动轴承的摩擦特性 系数 $\bar{\mu}$	898	2.1.1 设计选用系数	978
2.6 滑动轴承座的结构尺寸	899	2.1.2 摩擦片、摩擦副及摩擦块相关 数据	979
2.7 常用润滑参数及润滑装置	903	2.2 机械离合器	980
第 4 章 联轴器	908	2.2.1 牙嵌离合器	980
1 基本设计计算方法	908	2.2.2 摩擦式离合器	983
1.1 概述	908	2.3 电磁离合器	985
1.2 联轴器的选择与计算	909	2.3.1 牙嵌式电磁离合器	985
1.3 联轴器的选择计算实例	910	2.3.2 磁粉离合器	987
		2.4 超越离合器	989
		2.5 安全离合器	994
		2.5.1 剪销式安全离合器	994
		2.5.2 牙嵌式安全离合器	995
		2.5.3 钢球式安全离合器	996
		2.5.4 摩擦式安全离合器	998

2.5.5 ALY 液压安全离合器

(联轴器) 1000

2.6 离心离合器 1006

第 8 篇 其他零部件

第 1 章 减速器 1007

1 基本设计计算方法 1007

1.1 常用减速器的类型、特性及应用 1007

1.2 常见的几种减速结构 1008

1.2.1 圆柱齿轮减速器 1008

1.2.2 锥齿轮减速器 1008

1.2.3 圆锥-圆柱齿轮减速器 1008

1.2.4 蜗杆减速器 1008

1.2.5 减速器附件 1008

1.3 传动装置的总体设计 1009

1.3.1 传动方案的确定 1009

1.3.2 选择电动机 1010

1.3.3 计算传动装置总传动比并分配
各级传动比 10111.3.4 计算传动装置的运动参数和
动力参数 1012

1.4 传动零件的设计计算 1013

1.4.1 减速器外传动零件设计计算
要点 10131.4.2 减速器内传动零件设计计算
要点 1014

1.5 减速器装配草图的设计 1014

1.5.1 初步绘制装配草图的准备
工作 1014

1.5.2 初步绘制装配草图 1016

1.5.3 校核轴、轴承及键 1018

1.5.4 完成减速器的装配草图设计 1018

1.5.5 圆锥-圆柱齿轮减速器装配草图
设计 1024

1.5.6 蜗杆减速器装配草图设计 1027

1.6 完成减速器装配图的设计 1028

1.6.1 标注尺寸 1028

1.6.2 编写技术条件和减速器特性 1028

1.6.3 零件编号、明细栏和标题栏 1029

1.7 零件工作图的设计 1030

1.7.1 零件工作图的设计要求 1030

1.7.2 轴零件工作图的设计 1030

1.7.3 齿轮零件工作图的设计 1032

1.7.4 箱体零件工作图的设计 1033

1.8 编写设计计算说明书 1034

1.8.1 设计说明书的内容 1034

1.8.2 设计说明书的要求及注意

事项 1034

1.9 齿轮减速器模块化设计 1035

1.10 齿轮减速器系统可靠性优化设计 1036

1.11 减速器参考图例 1039

1.11.1 装配图及结构图示例 1039

1.11.2 零件工作图图例 1054

2 设计标准及规范 1064

2.1 圆柱齿轮减速器的标准中心距 1064

2.2 减速器主要零件的公差配合 1065

2.3 减速器的润滑与密封 1065

2.3.1 常用润滑剂 1065

2.3.2 常用密封装置 1066

2.4 减速器附件 1072

2.4.1 检查孔及检查孔盖 1072

2.4.2 通气装置 1072

2.4.3 轴承盖 1073

2.4.4 螺塞及封油垫 1074

2.4.5 吊耳、吊钩及吊环结构尺寸 1075

2.4.6 油标及油尺 1076

2.5 Y 系列三相异步电动机的技术数据和
安装尺寸 10772.5.1 Y 系列三相异步电动机的技术
数据 10772.5.2 Y 系列三相异步电动机的安装
尺寸 1079

第 2 章 弹簧 1086

1 基本设计计算方法 1086

1.1 弹簧的类型 1086

1.2 弹簧材料与性能 1088

1.2.1 弹簧材料 1088

1.2.2 弹簧的制造 1088

1.2.3 疲劳强度 1088

1.2.4 弹簧材料的性能 1089

1.3 圆柱螺旋弹簧的设计计算 1090

1.3.1 基本参数及设计计算方法 1090

1.3.2 弹簧设计实例 1103

1.4 圆柱螺旋压缩弹簧的优化设计 1108

1.5 圆柱螺旋压缩弹簧的检验 1110

1.6 其他类型的弹簧简介 1110

1.6.1 碟形弹簧 1110

1. 6. 2	空气弹簧	1112	2. 2. 1	弹簧的材料	1115
1. 6. 3	片弹簧	1113	2. 2. 2	弹簧的许用应力	1119
2	设计标准及规范	1113	2. 2. 3	其他设计参考资料	1119
2. 1	一般用途圆截面圆柱螺旋弹簧尺寸 系列	1113	参考文献		1121
2. 2	弹簧材料及许用应力	1115			

第1篇 现代机械设计方法简介

第1章 创造性设计方法

1.1 创新设计与 TRIZ 理论概述

创新是一个社会进步的不竭动力,纵观当今企业,唯有不断创新,才能在科技和经济的激烈竞争中处于不败之地。在企业中产品更新换代的关键就在于创新性设计。自主创新,方法先行。可见,创新的方法是创新设计中的重要手段。当今,我国以一个发展中国家迈向创新型国家的行列时,就更要求技术人员可以掌握创新的方法,把先进的创新方法当做国家进步的重要武器。

创新理论和创新实践都证明,创新能力是人的一种潜能,是人人都具有的一种能力,而且这种能力可以经过一定的学习和训练得到激发和提升。现实生活中人们将发明创造更多地归结为发明家的任务,其实这是对创新活动存在的一个认识上的误区。事实证明创新和其他活动一样,也具有自身一套内在的规律和方法。熟知和掌握这些创新规律与原理知识对于提升我们的创新水平和效率都具有重要的价值。创新知识一旦被人们所掌握,就会为其个体带来极大的创新能力,获得运用创新思维和创新方法打开通往其他知识大门的钥匙。学习、研究、应用、推广 TRIZ 理论可以大大缩短发明创造的进程,提升产品的创新水平。经过半个多世纪的发展,尤其是进入 21 世纪,TRIZ 理论已经成为一套解决新产品开发实际问题的成熟的理论和方法体系。

实践证明,创新是有规律可以遵循的,TRIZ 理论就是对创新方法的一个总结,只要遵循创新规律,研究创新方法,就能突破创新效率瓶颈,设计出新产品,不断推动产品的更新换代。

TRIZ 理论属于前苏联的国家机密,在军事、工业、航空航天等领域均发挥了巨大作用,成为创新的“点金术”,让西方发达国家一直望尘莫及。后来,随着前苏联的解体,大批 TRIZ 专家移居欧美等发达国家,TRIZ 才被世人所知,后传播到美国、欧洲、日本、韩国等地。

TRIZ 的含义是“发明问题解决理论”,是由俄语(теории решения изобретательских задач)拼写的单词首字母组成,在欧美国家也可缩写为 TIPS (Theory of Inventive Problem Solving)。它是由前苏联发明家根里奇·阿奇舒勒(G·S·Altshuller)在 1946 年创立的,后来根里奇·阿奇舒勒也被尊称为“TRIZ 之父”。1946 年,根里奇·阿奇舒勒开始了发明问题解决理论的研究工作。当时根里奇·阿奇舒勒在前苏联里海海军的专利局工作,在处理世界各国著名的发明专利过程中,他总是考虑这样一个问题:当人们进行发明创造、解决技术难题时,是否有可遵循的科学方法和法则,从而能迅速地实现新的发明创造或解决技术难题呢?答案是肯定的。根里奇·阿奇舒勒发现任何领域的产品改进、技术的变革、创新和生物系统一样,都存在产生、生长、成熟、衰老、灭亡,是有规律可循的。人们如果掌握了这些规律,就能能动地进行产品设计并能预测产品的未来趋势。以后数十年中根里奇·阿奇舒勒穷其毕生的精力致力于 TRIZ 理论的研究和完善。在他的领导下,前苏联的研究机构、大学、企业组成了 TRIZ 的研究团体,分析了世界近 250 万份高水平的发明专利,总结出各种技术发展进化遵循的规律模式,以及解决各种技术矛盾和物理矛盾的创新原理和法则,建立一个由解决技术,实现创新开发的各种方法、算法组成的综合理论体系,并综合多学科领域的原理和法则,建立起 TRIZ 理论体系。

TRIZ 揭示了创新实践的规律,总结了求解创新问题的分析方法和解决方法,是指导人们进行创新实践的理论基础和方法论。

1.2 设计冲突及消解(技术矛盾和冲突矩阵)

任何产品都具有一个或多个功能,如飞机具有运输、侦察等功能。可以说,产品是多种功能的复合载体,为了实现这些功能,产品就要由多个实现相关性能的零部件组成。当产品的零部件数量很大时,如要进行产品的性能改进则需要有强大的辅助工具加以支

持。为了提高产品的性能,需要根据功能需求不断地对产品的某个或某些性能进行改进或创新设计。当改变某个元件的设计,即提高产品某方面的性能时,可能会影响到与被改进元件相关联的其他元件,结果就可能导致产品另一方面的性能受到影响。如果由于改进而产生的影响是负面影响,则改进设计就出现了矛盾。因此可以说,创新设计要做的工作就是解决创新设计过程中的各种矛盾,那么矛盾就是创新设计问题的切入点。

无论是新设计还是已有产品的改进设计,设计人员在设计过程中首先要保证或提高产品的某些内部性能,但这种提高往往导致产品其他内部性能的降低,即设计中往往存在冲突。冲突普遍存在于各种产品的设计之中。按传统设计中的折中法,冲突并没有彻底解决,而是在冲突双方取得折中方案,或称降低冲突的程度。TRIZ 理论认为,产品创新的标志是解决或移走设计中的冲突,而产生新的有竞争力的解。

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。技术冲突常表现为一个系统中两个子系统之间的冲突。技术冲突出现的几种情况:

1) 在一个子系统中引入一种有用功能,导致另一个子系统产生一种有害功能,或加强了已存在的一种有害功能。

2) 消除一种有害功能导致另一个子系统有用功能变坏。

3) 有用功能的加强或有害功能的减少使另一个子系统或系统变得太复杂。

TRIZ 理论认为,创造性问题是指包含至少一个矛盾的问题。当技术系统某个特性或参数得到改善时,常常会引起另外的特性或参数劣化,该矛盾称为“技术矛盾”。解决技术矛盾问题的传统方法是在多个要求间寻求“折中”,也就是“优化设计”,但每个参数都不能达到最佳值。而 TRIZ 则是努力寻求突破性方法消除冲突,即“无折中设计”。

应用 TRIZ 解决问题的方法可知,对一个等待解决的实际问题模型,应用 TRIZ 工具,可以得到方案模型,再把这些解决方案应用到具体问题中,使矛盾得以解决。TRIZ 理论能应用矛盾矩阵很好地解决技术矛盾。

其中最重要的是由 39 个通用工程参数和 40 条发明原理构成的解决矛盾矩阵表,发明问题的核心是解决冲突,未克服冲突的设计不是创新设计。产品进化过程就是不断解决产品所存在冲突的过程,一个冲突

解决后,产品进化过程处于停顿状态;之后的另一个冲突解决后,产品移到一个新的状态。设计人员在设计过程中不断地发现并解决冲突,是推动其向理想化方向进化的动力。它是通过研究人类创新的实例,对创新过程加以高度概括,通过建立创新思维的激发环境,设定创新思维的转换条件,规范创新活动的流程,结合工程技术创新原理,在一定程度上实现对创新思维的控制和预测。使创新走出了盲目的、高成本的试错和灵光一现式的头脑风暴。因此,运用 TRIZ 理论,可大大加快人们创造发明的进程而且能得到高质量的创新产品。

任何问题都需要经过分析和解决两个阶段才能得到答案,机电产品的创新设计也需遵循这一规律。机电产品大多具有较复杂的系统结构和功能流程,其创新设计的过程更加复杂和不确定。TRIZ 理论由于其来源于创新(专利)并应用于创新的特点,提供了多种有效的问题分析方法和解决方法,在机电产品的创新设计中有很大的应用空间。在对 TRIZ 理论及相关方法的研究基础上,将其成功应用到机电产品的创新设计之中,会取得很好的效果。

我国机械制造业普遍存在产品落后、技术创新能力不足、市场低迷等情况,问题的关键在于企业缺乏快速响应市场的新产品开发及技术创新的机制和能力。特别是我国广大的中小型企业新产品更新开发能力差、资金匮乏,迫切需要获得新产品具体开发技术的支持。而 TRIZ 理论和基于 TRIZ 理论的计算机辅助创新技术的研究和应用顺应了我国制造业发展的技术需求,具有广阔的应用前景。

实践证明,运用 TRIZ 理论,可大大加快人们创造发明的进程,而且能得到高质量的创新产品。它能够帮助我们系统地分析问题,快速发现问题本质或者矛盾;它能够准确确定问题探索方向,不会错过各种可能;它能够帮助我们突破思维障碍,打破思维定势,以新的视角分析问题,进行逻辑性和非逻辑性的系统思维;它还能根据技术进化规律预测未来发展趋势,帮助我们开发富有竞争力的新产品。

1.3 基于 TRIZ 的创新设计实例

【实例 1】用化学的方法为金属表面镀层的过程如下:金属制品放置于充满金属盐溶液的池子中,溶液中含有镍、钴等金属元素,在化学反应过程中,溶液中的金属元素凝结到金属制品表面形成镀层,温度越高,镀层形成的速度越快,但温度越高有用元素沉淀到池子底部与池壁的速度也越快,温度低又会大大降低生产率。该问题的技术冲突为:两个标准参数为