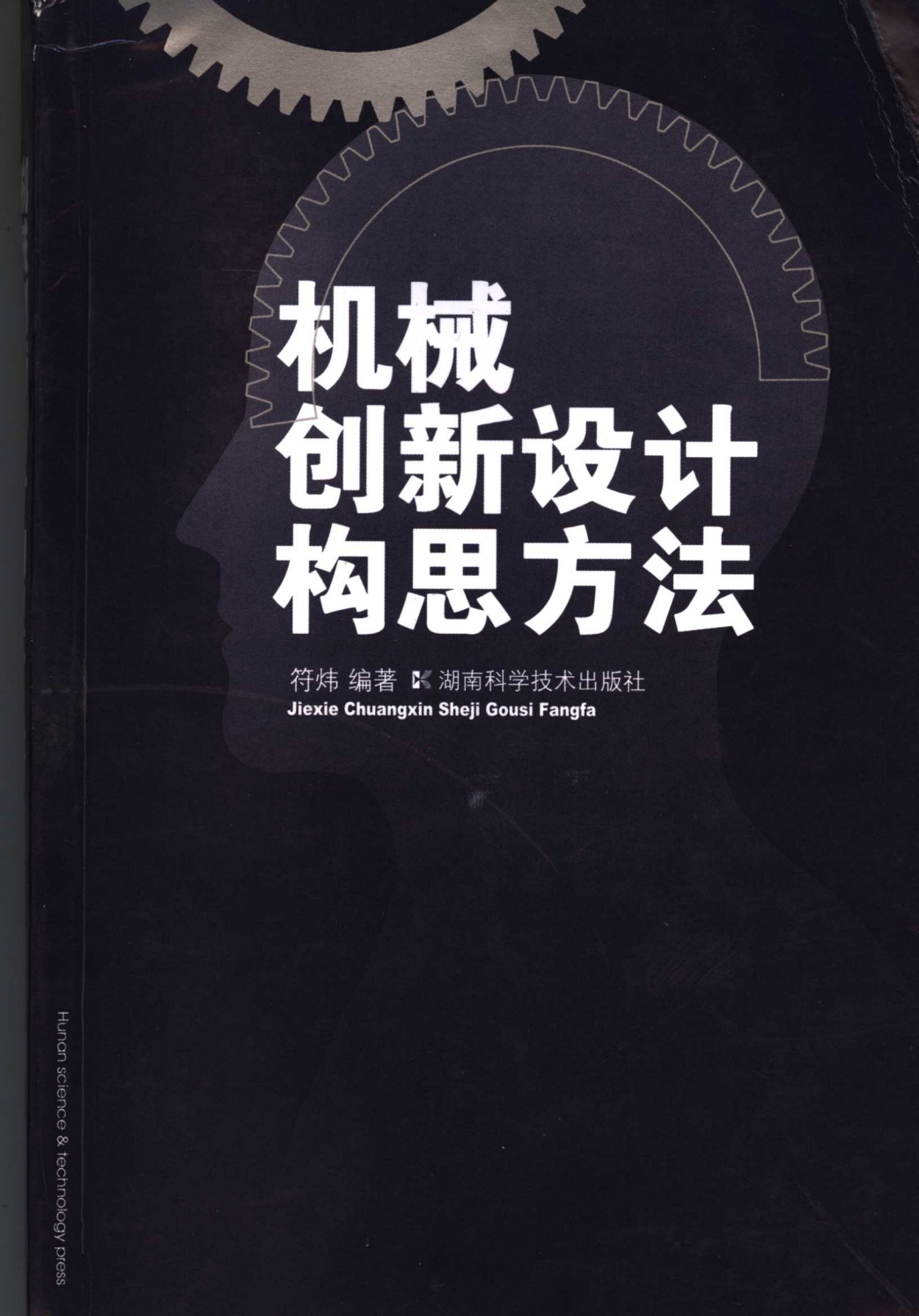
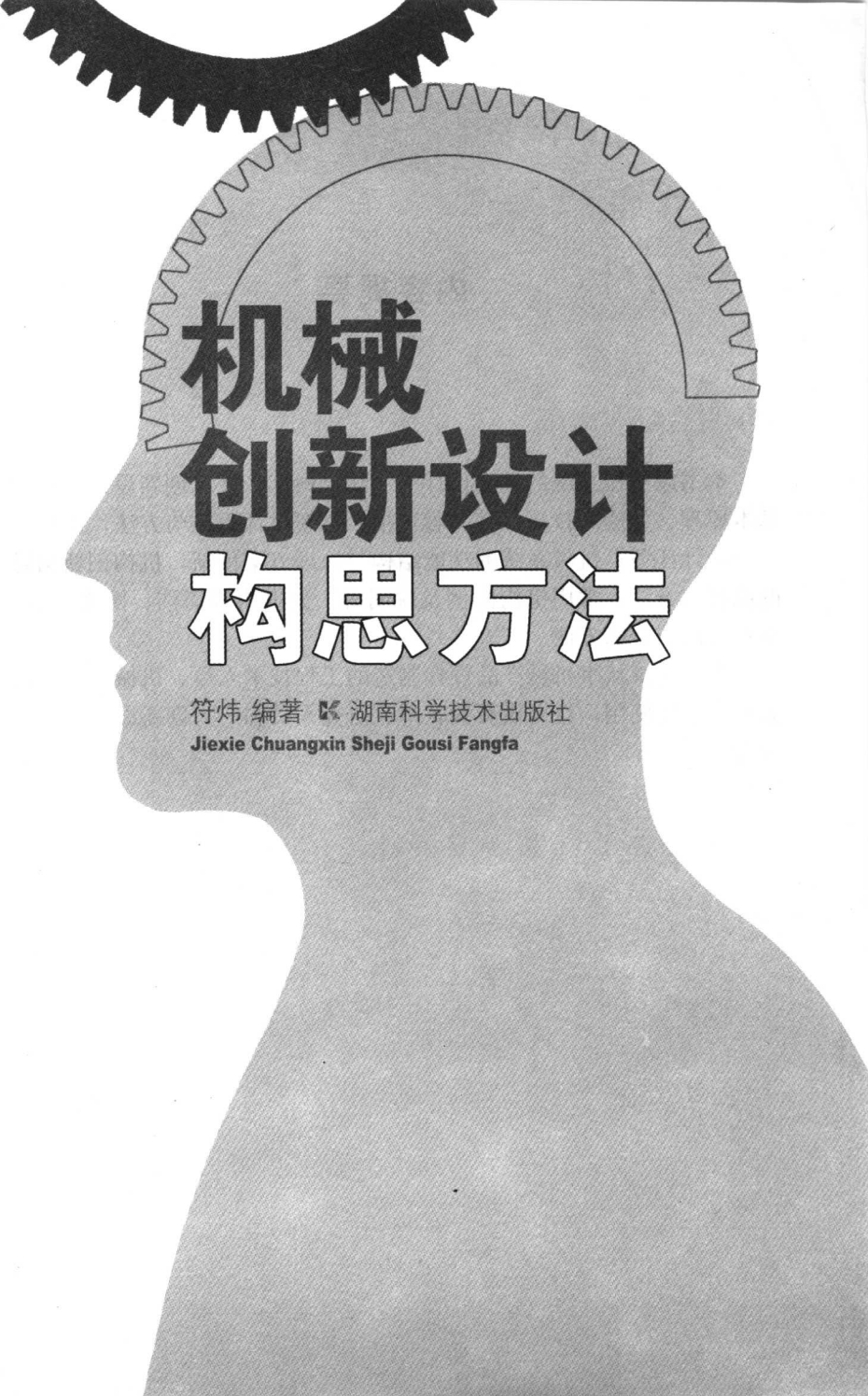




机械 创新设计 构思方法

符炜 编著 湖南科学技术出版社
Jiexie Chuangxin Sheji Gousi Fangfa



机械 创新设计 构思方法

符炜 编著



湖南科学技术出版社

Jiexie Chuangxin Sheji Gousi Fangfa

图书在版编目 (CIP) 数据

机械创新设计构思方法 / 符炜编著. —长沙: 湖南科学技术出版社, 2006. 1
ISBN 7-5357-4271-8

I. 机... II. 符... III. 机械设计 IV. TH122

中国版本图书馆CIP数据核字 (2005) 第124766号

机械创新设计构思方法

编 著: 符 炜

责任编辑: 徐 为

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731-4375808

印 刷: 衡阳博艺印务有限责任公司

(印装质量问题请直接与原厂联系)

厂 址: 湖南省衡阳市黄茶岭光明路 21 号

邮 编: 421008

出版日期: 2006 年 1 月第 1 版第 1 次

开 本: 850mm×1168mm 1/32

印 张: 12.5

插 页: 2

字 数: 330000

书 号: ISBN 7-5357-4271-8/TH·80

定 价: 27.00 元

(版权所有·翻印必究)

前 言

发明与创新是推动人类文明发展的根本动力，也是决定一个国家综合国力的基础要素。机械的发明与创新是人类创造性活动的重要组成部分之一，从原始人类的木棍、石斧、骨针，到中国古代的指南车、天文钟、木牛流马，再到今天的机器人、太空船、登月车……无不包含着机械创新设计的成果。

长期的设计实践使人们体验到，设计工作往往要求有广博的知识、足够的经验和独到的判断力，即使是经验丰富的设计师也很难做到圆满出色的设计，至于初出茅庐者就更为困难了。导致这种困难的原因之一是缺乏把我们引向好的设计的基本指导原理和准则，数学、力学等基础理论已为解决“量的设计”如确定形状、尺寸等，提供了许多行之有效的办法，但是对于“质的设计”如功能构建、方案拟定等还缺乏系统的研究。

历史上许多伟大的发明家如爱迪生、法拉第、瓦特等，他们设计创新的成果流传至今，但当初他们完成这些发明所用的方法和思路却无从查找。爱迪生一生有 1000 多件发明，大家只好叹称为“天才”和“发明大王”。人们在想，能否从天才们的创造性思维活动中总结出格式化、实用化的理论条规，以便于常人去掌握、仿效并在设计过程中起到激发创造能动性的作用，从而也可以进行设计创新而不囿于“天才”、经验与直觉。现代机械设计知识体系正朝着这个方向发展，

而作者撰写本书的目的也正在于此。

本书以机械系统概念设计的过程和方法为主线，其内容包括创新设计思维与方法、市场需求与设计任务、机械系统的功能结构与原理方案创新、机构创新构思的原理与方法、常用机构图例及说明等。本书可供从事机械产品设计制造的工程技术人员、机械类专业的大中专学生使用，也可供有关教师、研究人员和广大创新设计爱好者参考。

全书力求内容简洁、重点突出、查阅方便。但限于水平，如有疏漏和错误之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2005 年 1 月于湘潭大学北斗村

内容提要

本书以机械系统的概念设计为主线，向读者展示创新设计构思的基本原理、方法和技巧。其内容包括：创新设计思维与方法，市场需求与设计任务，机械系统的功能结构与原理方案创新，机构创新构思的原理与方法，常用机构图例及说明等。全书内容简洁、图文并茂、重点突出、查阅方便。

本书可供从事机械产品设计制造的工程技术人员、机械类专业的大中专学生使用，也可供有关教师、研究人员和广大创新设计爱好者参考。

目 录

第一章 创新设计思维与方法	(1)
一、设计的本质、类型及一般进程	(1)
1. 设计的本质	(1)
2. 设计的类型	(2)
3. 设计的一般进程	(2)
二、创造的特征与总体过程	(5)
1. 创造的特征	(5)
2. 创造的总体过程	(5)
三、工程技术人员创造能力的构成与开发	(7)
1. 创造能力的构成	(7)
2. 创造能力的开发	(7)
3. 非智力因素对创造性成就的影响	(8)
四、创造性思维的特点与类型	(9)
1. 创造性思维的特点	(9)
2. 创造性思维的类型	(11)
(1) 形象思维与抽象思维	(11)
(2) 发散思维与集中思维	(12)
(3) 直达思维与旁通思维	(13)
(4) 逻辑思维与非逻辑思维	(14)

五、创新的基本法则与方法	(15)
1. 创新的基本法则	(15)
2. 偏于直觉的创新构思方法	(18)
(1) 头脑风暴法	(19)
(2) 头脑风暴法的变种方法	(21)
(3) 综摄法	(23)
(4) 设问探求法	(28)
(5) 列举分析法	(31)
(6) 联想创新法	(34)
3. 偏于逻辑的创新构思方法举例	(34)
第二章 市场需求与设计任务	(43)
一、市场需求的现代特征	(43)
二、产品的寿命周期与创新战略分布	(45)
1. 产品的寿命周期	(45)
(1) 产品寿命周期的定义、划分及特点	(45)
(2) 延长产品寿命周期的方法	(46)
2. 产品寿命周期的创新战略与模式分布	(47)
三、设计调查的内容与方法	(47)
1. 设计调查的内容	(47)
2. 常用调查与预测方法	(49)
(1) 直接调查法	(49)
(2) 专职人员预测法	(50)
(3) 时间序列分析法	(51)
(4) 先导事件分析法	(58)
(5) 包络线外推法	(59)
(6) 趋势外推法	(60)
(7) 德尔非法	(61)
(8) 产品-市场矩阵	(67)

(9) 需求-优势矩阵	(67)
四、设计开发的意义与原则	(68)
1. 设计开发的意义	(68)
(1) 设计开发是企业经营的核心	(69)
(2) 设计开发决定了产品的先天质量	(69)
(3) 设计开发中的预防是最重要的预防	(69)
(4) 设计开发是决定产品成本的主导因素	(69)
2. 设计开发的原则	(70)
五、明确设计任务	(72)
1. 对需求的识别与分析	(72)
2. 设计任务书	(74)
(1) 目的说明	(74)
(2) 初步要求说明	(75)
3. 设计要求表	(76)
(1) 设计要求表的拟定原则	(76)
(2) 拟定设计要求表的常用分析和思考方法	(77)
(3) 设计要求表的内容	(77)
(4) 设计要求表举例	(78)
第三章 机械系统的功能结构与原理方案创新	(81)
一、机械系统的概念与特征	(81)
1. 机械系统的概念	(81)
2. 输入输出三要素	(81)
3. 机械系统的边界	(84)
4. 机械系统与环境的相互影响	(84)
5. 机械系统的基本特征	(85)
二、机械系统的功能	(86)
1. 功能的分类	(86)
2. 功能的定义方法	(87)

3. 功能系统图	(88)
4. 功能元与功能单元	(88)
三、待研系统的总功能及其分解策略	(90)
1. 抽象归纳待研系统的总功能	(90)
2. 总功能分解的两种策略	(92)
(1) 将总功能分解到不能再分的功能元	(92)
(2) 将总功能分解到适当层次的功能单元	(98)
3. 功能的独立性原理	(100)
(1) 功能独立性应用举例	(100)
(2) 功能的联结、非联结、准联结状态	(103)
(3) 功能状态的转化	(105)
四、功能结构图的构建与改变方法	(106)
1. 功能结构的基本形式	(107)
2. 功能结构图的构建	(108)
(1) 构建功能结构图的注意事项	(108)
(2) 构建功能结构图举例	(108)
3. 功能结构的改变	(113)
(1) 改变功能结构的方法	(113)
(2) 改变功能结构举例	(113)
五、功能结构与作用原理的关系	(117)
1. 功能结构与作用原理的关系考察	(117)
2. 对创新设计的启示	(121)
六、分功能求解的方法	(121)
1. 分功能求解的一般步骤与原则	(121)
(1) 分功能求解的一般步骤	(121)
(2) 分功能求解的一般原则	(123)
2. 分功能求解的方法	(124)
(1) 研究物理效应求解	(124)

(2) 制定编排表式求解	(126)
(3) 检索设计目录求解	(131)
七、原理解法组合与设计方案变型	(162)
1. 原理解法的组合及其具体化	(162)
(1) 原理组合的形态学矩阵	(165)
(2) 进行原理组合的注意事项	(165)
(3) 原理组合的具体化	(168)
2. 设计方案变型	(168)
(1) 几何特征变型	(169)
(2) 运动特征变型	(170)
(3) 材料特征变型	(172)
八、方案设计举例	(174)
第四章 机构创新构思的原理与方法	(190)
一、机构创新在机械方案设计中的地位	(190)
二、基本概念与机构自由度	(191)
1. 机构	(191)
2. 运动副	(191)
3. 运动链	(193)
4. 单环与多环机构	(193)
5. 机构的自由度	(194)
(1) 基本计算公式	(194)
(2) 平面机构自由度的计算	(194)
(3) 空间机构自由度的计算	(195)
三、机构的结构综合	(197)
1. 开式链机构的结构综合	(197)
2. 平面闭式链机构的结构综合	(197)
(1) 平面闭式链的基本型式	(197)
(2) 运动链向机构的演化	(201)

3. 空间闭式链机构的结构综合简介	(206)
四、机构型综合的创新构思法	(210)
1. 基本原理与方法	(210)
(1) 基本原理	(210)
(2) 如何采用凸轮与从动件	(211)
(3) 如何采用齿轮副	(212)
2. 常用基本链型及其拓扑特性	(213)
(1) $W=1$ 且不含复合铰链时	(213)
(2) $W=2$ 且不含复合铰链时	(213)
(3) $W=0$ 且不含复合铰链时	(213)
(4) 含有复合铰链的基本链型	(213)
(5) 常用基本链型的拓扑特性	(215)
3. 注意之点	(216)
4. 型综合创新举例	(218)
五、机构的组合创新	(232)
1. 组合机构的分类与应用	(232)
(1) 串联式组合机构	(232)
(2) 并联式组合机构	(233)
(3) 复合式组合机构	(237)
(4) 反馈式组合机构	(239)
(5) 叠联式组合机构	(239)
2. 组合机构的分析与设计	(241)
六、非圆齿轮机构的传动设计	(251)
1. 椭圆齿轮机构	(252)
(1) 椭圆齿轮的传动特点	(252)
(2) 椭圆齿轮的设计步骤	(253)
(3) 椭圆齿轮的简化计算	(255)
2. 卵形齿轮机构	(255)

(1) 卵形的生成	(255)
(2) 卵形齿轮的传动特点	(257)
(3) 卵形齿轮的设计步骤	(259)
3. 偏心齿轮及其与非圆齿轮共轭	(260)
(1) 偏心齿轮与其共轭齿轮机构	(260)
(2) 偏心齿轮机构	(263)
4. 传动设计举例	(265)
第五章 常用机构图例及说明	(275)
1. 轨迹生成机构	(276)
(1) 四杆直线轨迹生成机构	(276)
(2) 四杆直线轨迹生成机构	(276)
(3) 齿轮连杆直线轨迹生成机构	(277)
(4) 四杆圆轨迹生成机构	(277)
(5) 四杆圆轨迹生成机构	(278)
(6) 六杆圆轨迹生成机构	(278)
(7) 六杆椭圆轨迹生成机构	(279)
(8) 齿轮连杆椭圆轨迹生成机构	(279)
(9) 带挠性件的抛物线轨迹生成机构	(280)
(10) 带挠性件的双曲线轨迹生成机构	(280)
(11) 四杆双纽线轨迹生成机构	(281)
2. 供给、传送机构	(281)
(1) 摆块式锻坯送进机构	(281)
(2) 圆锥形工件定向机构	(282)
(3) 摆动式料斗供料器	(282)
(4) 离心式圆柱形工件供料器	(283)
(5) 摇杆式供料器	(283)
(6) 能自动调节生产率的给料机	(284)
(7) 摩擦式薄板送进机构	(284)

(8) 凸轮-杠杆式板材送进机构	(285)
(9) 钢丝间歇送进及切断机构	(286)
(10) 钢球分选装置	(287)
(11) 圆柱形制品分类装置	(287)
3. 夹持、夹紧机构	(288)
(1) 采用扇形齿轮的夹持机构	(288)
(2) 凸轮-顶杆式夹紧机构	(288)
(3) 液压-杠杆式夹紧机构	(289)
(4) 薄壁工件用液压式夹紧机构	(289)
(5) 液压式可胀芯轴	(290)
(6) 液压-斜楔-杠杆式自动调心夹紧机构	(290)
(7) 液压-斜楔-杠杆式自动调心卡盘	(291)
(8) 液压-齿轮式夹紧机构	(292)
(9) 液压式多件夹紧机构	(293)
(10) 飞机起落架用钢球锁紧机构	(294)
4. 联轴器与离合器机构	(295)
(1) 十字万向联轴器	(295)
(2) 钢球万向联轴器	(295)
(3) 弹簧联轴器	(296)
(4) 齿轮联轴器	(296)
(5) 轮胎式弹性联轴器	(297)
(6) 钢板式快速装拆联轴器	(297)
(7) 凸轮-杠杆式摩擦离合器	(298)
(8) 弹簧式摩擦离合器	(299)
(9) 凸轮式限速离合器	(299)
(10) 滚柱式单向离合器	(300)
(11) 电磁式离合器	(301)
(12) 电磁式离合器	(301)

5. 制动机构	(302)
(1) 杠杆式带制动机构	(302)
(2) 闸块式离心制动机构	(302)
(3) 凸轮式制动机构	(303)
(4) 摩擦停车器	(303)
(5) 升降机紧急制动器	(304)
(6) 带锯齿齿的多片圆盘式制动机构	(304)
(7) 带锯齿齿的圆锥式制动机构	(305)
(8) 可换向弹簧制动器	(305)
(9) 带橡胶气囊的气动式制动机构	(306)
(10) 液力制动机构	(306)
(11) 汽车的连杆—气压式制动装置	(307)
(12) 飞机着陆轮的制动装置	(308)
6. 齿轮变速机构及周转轮系机构	(309)
(1) 三速齿轮机构	(309)
(2) 五速齿轮机构	(309)
(3) 六速齿轮机构	(310)
(4) 带有制动器与离合器的齿轮变速机构	(311)
(5) 两输出件行星齿轮机构	(311)
(6) 装有齿轮离合器的行星齿轮机构	(312)
(7) 装有制动器的可反转行星齿轮减速机构	(313)
(8) 采用椭圆齿轮的行星减速机构	(314)
(9) 马铃薯挖掘机的行星齿轮机构	(315)
(10) 刨床工作台运动换向的行星齿轮机构	(315)
(11) 具有大传动比的行星齿轮减速器	(316)
(12) 具有圆锥齿轮的差动机构	(316)
(13) 滚筒卷纸机构	(317)
(14) 拖拉机差速装置	(317)

7. 无级变速机构	(318)
(1) 摩擦盘-滚轮式无级变速机构	(318)
(2) 锥形摩擦轮式无级变速机构	(318)
(3) 摩擦盘-摩擦球式无级变速机构	(319)
(4) 滚轮-摩擦盘式无级变速机构	(320)
(5) 圆锥-行星钢球式无级变速机构	(320)
(6) 具有可分合锥盘的无级变速器	(321)
(7) 具有差动机构的无级变速器	(322)
8. 调节机构	(323)
(1) 电动机用离心调速机构	(323)
(2) 飞机发动机用散热器空冷调节机构	(323)
(3) 齿轮齿条式调压机构	(324)
(4) 微型开关式液面高度调节机构	(324)
(5) 涡流式调速机构	(325)
(6) 变距螺旋桨调节机构	(326)
(7) 电钟摆轮用调速机构	(327)
(8) 光电式温度调节机构	(327)
(9) 采用杠杆原理的调压机构	(328)
(10) 稳压机构	(329)
9. 安全、保险装置与机构	(330)
(1) 有保险销和电动机停车开关的安全装置	(330)
(2) 小型拉丝机的开关装置	(330)
(3) 金属丝重绕机的自动停车装置	(331)
(4) 过载保险装置	(331)
(5) 升降机电用杠杆式安全机构	(332)
(6) 过载保险装置	(333)
(7) 带有棘轮的保险装置	(334)
(8) 卧式锻压机的螺栓断开式安全装置	(335)

10. 气、液传动机构	(336)
(1) 气缸机构	(336)
(2) 气压式冲击驱动机构	(336)
(3) 采掘用铲斗的气压传动机构	(337)
(4) 气动擦窗器	(338)
(5) 气压式开门机构	(339)
(6) 液动式杠杆-棘轮机构	(340)
(7) 油压机机构	(340)
(8) 带自动反向装置的液压传动机构	(341)
(9) 具有快退功能的液压传动机构	(342)
(10) 具有双活塞同步功能的液压传动机构	(343)
(11) 半自动刀架滑座的液压传动机构	(344)
(12) 工件自动脱离用水力传动机构	(345)
(13) 飞机起落架机构	(346)
(14) 飞机起落架的紧急放下装置	(346)
(15) 飞机起落架用操纵机构	(347)
11. 电气机构	(348)
(1) 电磁-杠杆式接续机构	(348)
(2) 电磁-弹簧式压缩机传动机构	(348)
(3) 电接触式计量机构	(349)
(4) 脉冲点火式钢球断流机构	(349)
(5) 电磁驱动式速动继电器机构	(350)
(6) 杠杆式温度继电器机构	(350)
(7) 警报信号发生机构	(351)
(8) 利用粘性流体的时滞机构	(351)
(9) 电磁式指针减振机构	(352)
(10) 电梯门的电气式安全机构	(352)
(11) 棘轮-电磁式上条机构	(353)