

全国大学生机械创新设计大赛

专题一：项目简介与命题解析

一. 全国大学生机械创新设计大赛简介

全国大学生机械创新大赛是经教育部高等教育司批准，由教育部高等学校机械学科教学指导委员会主办，机械基础课程教学指导分委员会、全国机械原理教学研究会、全国机械设计教学研究会、北京中教仪科技有限公司联合著名高校共同承办，面向大学生的群众性科技活动。目的在于综合设计能力与协作精神；加强学生动手能力的培养和工程实践的训练，提高学生针对实际需求进行机械创新、设计、制作的实践工作能力、吸引、鼓励广大学生踊跃参加课外科技活动，为优秀人才脱颖而出创造条件。

✧ 历届赛事

➤ 第一届（2004.9）——南昌大学

主题：无固定主题

➤ 第二届（2006.10）——湖南大学

主题：“健康与爱心”

大赛内容为“助残机械、康复机械、健身机械、运动训练机械等四类机械产品的创新设计与制作”。

➤ 第三届（2008.10）——武汉海军工程大学

主题：“绿色与环境”

大赛内容为“环保机械、环卫机械、厨卫机械三类机械产品的创新设计与制作”。其中“环保机械”的解释为用于环境保护的机械；“厨卫机械”的解释为用于厨房、卫生间内所使用的机械。所有参加决赛的作品必须与本届大赛的主题和内容相符，与主题和内容不符的作品不能参赛。参赛作品必须以机械设计为主，提倡采用先进理论和先进技术，如机电一体化技术等。对作品的评价不以机械结构为单一标准，而是对作品的功能、结构、工艺制作、性能价格比、先进性、创新性等多方面进行综合评价。在实现功能相同的条件下，机械结构越简单越好。

➤ 第四届（2010.10）——东南大学

主题：“珍爱生命，奉献社会”

大赛内容为“在突发灾难中，用于救援、破障、逃生、避难的机械产品的设计与制作”。其中“用于救援、破障的机械产品”指在火灾、水灾、地震、矿难等灾害发生时，为抢救人民生命和财产所使用的机械；“用于逃生、避难的机械产品”，指立足防范于未然，在突发灾害发生时保护自我和他人的生命和财产安全的机械，也包括在灾难和紧急情况发生时，房屋建筑、车船等运输工具以及其他一些公共场合中可以紧急逃生、避难功能的门、窗、锁的创新设计。

➤ 第五届（2012.07）——中国人民解放军第二炮兵工程学院（陕西西安）

主题：“幸福生活——今天和明天”

大赛内容为“休闲娱乐机械和家庭用机械的设计和制作”。家庭用机械指“对家庭或宿舍内物品进行清洁、整理、储存和维护用机械”。休闲娱乐机械指“机械玩具或在家庭、校园、社区内设置的健康益智的生活、娱乐机械”。凡参加过本赛事以前比赛的作品原则上不得再参加本届比赛；如果作品在功能或原理上确有新的突破和创新，参赛时须对突破和创新之处做出说明。

➤ 第六届（2014.07）——东北大学

主题：“幻·梦课堂”

大赛内容为“教室用设备和教具的设计与制作”。学生们可根据对日常课堂教学情况的观察，或根据对未来若干年以后课堂教学环境和状态的设想，设计并制作出能够使课堂教学更加丰富、更具吸引力的机械装置。

课堂包括教室、实验室等教学场所。教室用设备包括桌椅、讲台、黑板、投影设备、展示设备等；教具是指能帮助大学生理解和掌握机械类课程（包括但不限于“理论力学”、“材料力学”、“机械制图”、“机械原理”、“机械设计”、“机械制造基础”等）的基本概念、基本原理、基本方法等的教学用具。

➤ 第七届（2016.07）——山东交通学院

主题：“服务社会——高效、便利、个性化”

大赛内容为“钱币的分类、清点、整理机械装置；不同材质、形状和尺寸商品的包装机械装置；商品载运及助力机械装置”。

二. 全国大学生机械创新设计大赛命题解析

1. 竞赛主题

第七届全国大学生机械创新设计大赛（2016 年）的主题为“服务社会——高效、便利、个性化”；内容为“钱币的分类、清点、整理机械装置；不同材质、形状和尺寸商品的包装机械装置；商品载运及助力机械装置”。

当今中国社会经济发展中，创新创业成为广泛关注的问题。大学生利用所掌握的专业知识、专业技能，通过开发产品，一方面可以实现自己的创业梦想，另一方面也可以为正在进行创业的中小企业和个人提供便利，帮助他人创业。

2. 命题说明

(1) 关于钱币的分类、清点、整理机械装置的设计

该类机械装置的主要功能是可以对混杂在一起的各种纸币和硬币进行分类、清点、整理。设计时，可以只实现分类、清点、整理三种功能中的一种或两种功能，也可以同时实现三种功能。设计中追求的目标是高效、准确、实用。作品设计应注意满足目前城市公交公司、商贸和银行等行业在整理零钞、零币中的实际需求；不能用市场已有产品或已有产品的简单改制品参赛。对是否实现假币、残币的辨识功能，不做统一要求。

(2) 关于不同材质、形状和尺寸商品的包装机械装置的设计。

主要针对开设“网店”等创业人员在创业初期存在的人手少、工作量大的问题，设计可以用于包装多种材质、尺寸和形状商品的个性化机械装置。设计中应遵循环保、快捷和节约的设计理念。

(3) 关于商品载运及助力机械装置的设计

主要是设计帮助快递员进行载运和搬动物品等工作的辅助装置。所设计的商品载运装置不仅要快捷，而且要保证投递员和商品的安全，便于实现文明装卸、文明分发、投递各类快件；助力装置主要指在搬运商品的过程中可以减轻投递员劳动强度、且能保障商品安全的小型与轻便的机械装置。

设计时应注重综合运用所学“机械原理”、“机械设计”、“机械制造工艺及设备”等课程的设计原理与方法，注重作品原理、功能、结构上的创新性。

3. 作品评审

参赛作品的评审采用**综合评价**，评价观测点有以下几个方面：

(1) 选题评价：新颖性、实用性、意义或前景

- (2) 设计评价：创新性、结构合理性、工艺性、先进理论和技术的应用、设计图纸质量
- (3) 制作评价：功能实现、制作水平与完整性、作品性价比
- (4) 现场评价：介绍及演示、答辩与质疑

4. 参赛条件

参赛条件中“全国在校本、专科大学生（含 2016 届毕业生）”是指本届大赛期间在国家承认的高等院校注册的在校学生以及 2016 年毕业的本、专科学生。

5. 设计资料

参赛队需提交完整的设计说明书并附主要设计图纸（包括纸质、电子文档）。其中主要设计图纸包括（A0 或 A1）总装配图、部件装配图和若干重要零件图。设计图纸要求正确、规范。所有对机械设计图纸的国家标准要求和工艺设计要求均为图纸质量评价的要素。

三. 成都工业学院学生参赛情况

➤ 第四届全国大学生机械创新设计大赛四川赛区竞赛（2010.06）

第四届全国大学生机械创新设计大赛四川赛区竞赛于2010年6月12日在西南石油大学开赛，共有来自四川大学、电子科技大学、西南交通大学、成都电子机械高等专科学校等省内19所高校选送的107件作品参加了竞赛。

全国大学生机械创新设计大赛每两年举办一次，本届的竞赛主题是“珍爱生命，奉献社会”，具体内容为“在突发灾难中，用于救援、破障、逃生、避难的机械产品的设计与制作”。我校我系领导高度重视，以特色科技比赛项目“科创杯”机构创新设计大赛为依托，经过3个月紧锣密鼓选拔和2个月专业老师的培训、指导，最终由学生自主设计，完成实体模型的4个项目脱颖而出，代表我校参加此次大赛。最终凭借设计巧妙、结构简单、科学实用等特点，四个参赛项目同时获得二等奖。这四个项目分别是逃生防护栏、快开逃生窗、生命液压撑、多功能逃生桌。

➤ 第五届全国大学生机械创新设计大赛四川赛区竞赛“2012.05”

2012年5月5~6日，第五届全国大学生机械创新设计大赛四川赛区比赛在西华大学隆重举行，本届的竞赛主题是“幸福生活——今天和明天”，具体内容为“休闲娱乐机械和家庭用机械的设计和制作”。共有来自四川大学、电子科技大学、西南交通大学等省内24所高校选送的165件作品参加了竞赛。我院代表团共有5项作品参赛，其中机电工程系参赛的“V型重叠杯状容器分离器”和“手拉式自适应水果去皮机”两项荣获得全省一等奖（全省仅32项一等奖），机电系“脚踏式洗衣机”、“多功能转位窗”和机械系“纯机械式扫地车”荣获得全省二等奖（全省仅60余项二等奖）。

➤ 第六届全国大学生机械创新设计大赛四川赛区竞赛“2014.05”

2014年5月9~10日，第六届全国大学生机械创新设计大赛四川赛区比赛在西南交通大学隆重举行，本届的竞赛主题是“幻·梦课堂”。共有来自四川大学、电子科技大学、西南交通大学等省内27所高校选送的195件作品参加了竞赛。此次竞赛我院共有8项作品参加，在比赛评奖难度增加的情况下，取得了全省一等奖一项、二等奖两项、三等奖两项的好成绩。其中机电工程系“工件表面的成形原理教具”项目获得一等奖（全省排名第七，共20项一等奖），并取得代表四川省高校参加全国决赛资格（共16个项目），也是我校首次获得全国大赛参赛资格。

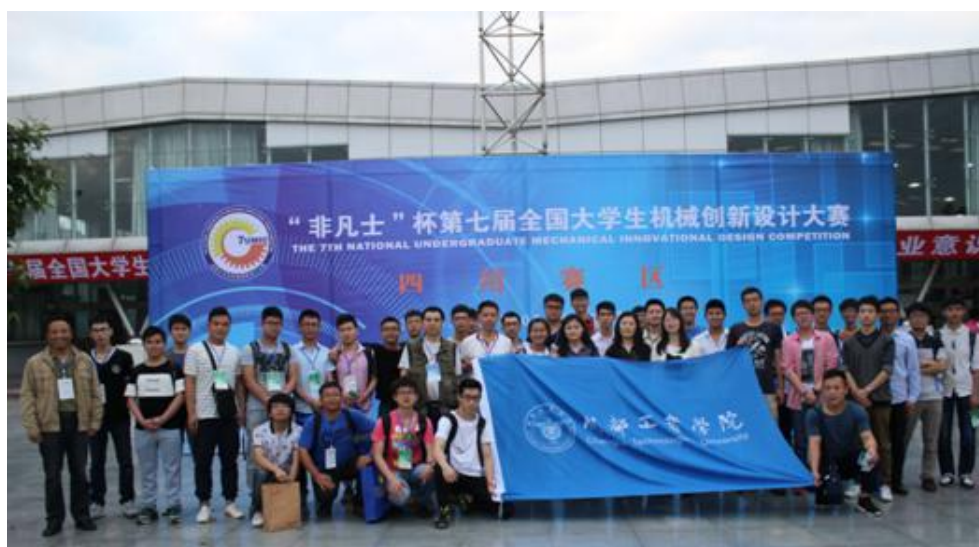


附表：四川赛区推选参加全国决赛项目名单

编号	作品名称	学校名称	奖项	名次
A-39	“动画”四杆	电子科技大学	一等奖	1
B-23	幻梦全方位多媒体模型演示台	西南交通大学	一等奖	2
C-37	Idrawing - 便携式多功能制图架	西南交通大学	一等奖	3
E-21	课堂趣味一体式桌椅	电子科技大学	一等奖	4
D-04	印象三维——通用型实物展示台增强模块组	西南交通大学	一等奖	5
A-24	科式加速度演示仪	西南石油大学	一等奖	6
B-24	工件表面的成形原理教具	成都工业学院	一等奖	7
B-09	双向多功能凸轮教学演示机构	电子科技大学	一等奖	8
B-13	平面连杆机构演示试验台	四川大学	一等奖	9
A-11	瞬心求速验证仪	四川大学	一等奖	10
C-22	可升降转换课桌椅套件	四川大学	一等奖	11
D-39	“S” “O” 制图课桌	西南交通大学	一等奖	12
D-14	梦幻作业箱	电子科技大学	一等奖	13
D-21	基于新型轨道的互动平台	四川大学锦江学院	一等奖	14
C-32	多功能教学绘图仪	成都学院	一等奖	15
A-38	“鱼尺”多功能教具	西南石油大学	一等奖	16

➤ 第七届全国大学生机械创新设计大赛四川赛区竞赛(2016.05)

第七届全国大学生机械创新设计大赛（2016 年）四川赛区的比赛于 5 月 8 日落下帷幕，本届大赛的主题为“服务社会——高效、便利、个性化”，紧扣当前国家积极倡导的“大众创新，万众创业”主旋律。来自全省 38 所高校师生齐聚一堂，纷纷展示出自己的拿手绝活，共 160 余项作品参与了此次比赛。我校以机械工程学院为班底，带着精心设计加工的 11 项作品在比赛中展示自我。经过两天的激烈角逐，我校共取得了 3 项二等奖，2 项三等奖的好成绩。



序号	作品名称	作品组类	团队成员	指导老师	获奖等级
1	纸箱包装机	包装机械装置	曾正林、郭皓、邓力川、蔡·秋红、田龙	黄静、高荣	二等奖
2	无碳运货车	运载及助力装置	李秋月、周乐超、蔡晓莘	郑向华、张欢	二等奖
3	爬楼运输车	运载及助力装置	刘健伟、钱庆杰、陈志军、陈刚、罗天华	黄静、高荣	二等奖
4	公交车纸硬币初分装置	钱币分类装置	樊东洋、吴观模、刘建、张海阔、李旭瑞	唐剑兵、陈黎丽	三等奖
5	小型硬币分类整理机	钱币分类装置	王文刚、兰道全、刘志云	焦万均、李刚俊	三等奖

全国大学生机械创新设计大赛

专题二：功能与原理创新设计

一. 如何选题

提出一个问题往往比解决一个问题更重要，好的选题是成功的一半，要从“问题”中筛选“题目”；

分析现有装置的问题，搜寻现有用户的需求，每一个具体的创新对象，其属性都是无穷多的，选题也是这样，注意案例剖析对选题的启示。

➤ 选题的原则

(1) 科学性

所选的课题必须有一定的理论依据和事实基础，要符合人类认识和事物发展的基本规律。如果所选的课题在方向上发生差错，那么，不论你有多大的聪明才智，仍会遭到失败。

(2) 创新性

课题研究的目的是认识前人还没有认识或没有充分认识的规律，这就要求研究的课题要有一定程度的独创性和新颖性。根据新产品的创新程度分类有全新产品、换代产品、改进产品。

- 创新包括：理论、观点上的创新；方法上的创新；应用上的创新
- 创新也并不是要求一切都是独创的，更不能要求去开辟一个全新的研究领域
- 提出一个别人还没有研究过的课题是创新；
- 用与别人不同的研究方法去进行研究一个已经研究过的课题也是创新；
- 将一种理论、一个观点首次应用到实际中去是创新；
- 将已经在某一领域得到应用的理论、观点、方法和手段，应用到新的领域中去也是创新。

(3) 可行性

这条原则要求在选题时一定要充分考虑课题研究的主观条件和客观条件，要从自己已有的所学知识水平、自身积累的经验、兴趣爱好、时间和精力及与其他人的配合等实际情况出发，选择自己通过努力可以获得成功的课题。

(4) 实用性

一个产品如果失去了基本功能或不实用，也就没有了价值。如图所示多轮汽车。

二. 钱币的分类、清点、整理机械装置功能分析及原理设计

1. 国内外硬币清分发展现状

硬币清分机至今已有 30 年的历史，发展到今天，硬币清分机已具有可靠的传动系统和先进的计数清分功能，其智能化的设计为解决硬币清点的困难提供了完美的选择。国外著名厂家有日本的荣光、瑞典的 SCANCOIN AB。

在国内，清华大学、北京科技大学、上海交通大学、杭州电子科技大学、苏州大学、福州大学等多家单位均对如何进行正确的硬币识别做过深入研究，在机理上普遍采用电涡流法。这些单位的研究在可能涉及的硬币范围内取得了较好的效果，但对硬币的鉴别都局限于项目本身，存在不系统、不完整，对伪币效果识别不好等问题。

2. 国内外硬币清分装置性能指标

在硬币清分领域里，国外较早的开展了研究，并且做了大量的工作。开发的产品大致也分为三个档次，低档、中档和高档。低档清分速度在 1000 枚/min 以下，中档为 1000~1500 枚/min 左右，高档则在 1500 枚/min 以上。

当今国内外硬币清分装置，或者设计原理简单，抗振动、抗电磁干扰能力差，识别伪币能力差；要么制造复杂、价格昂贵、缺少实用价值。

3. 硬币清分原理

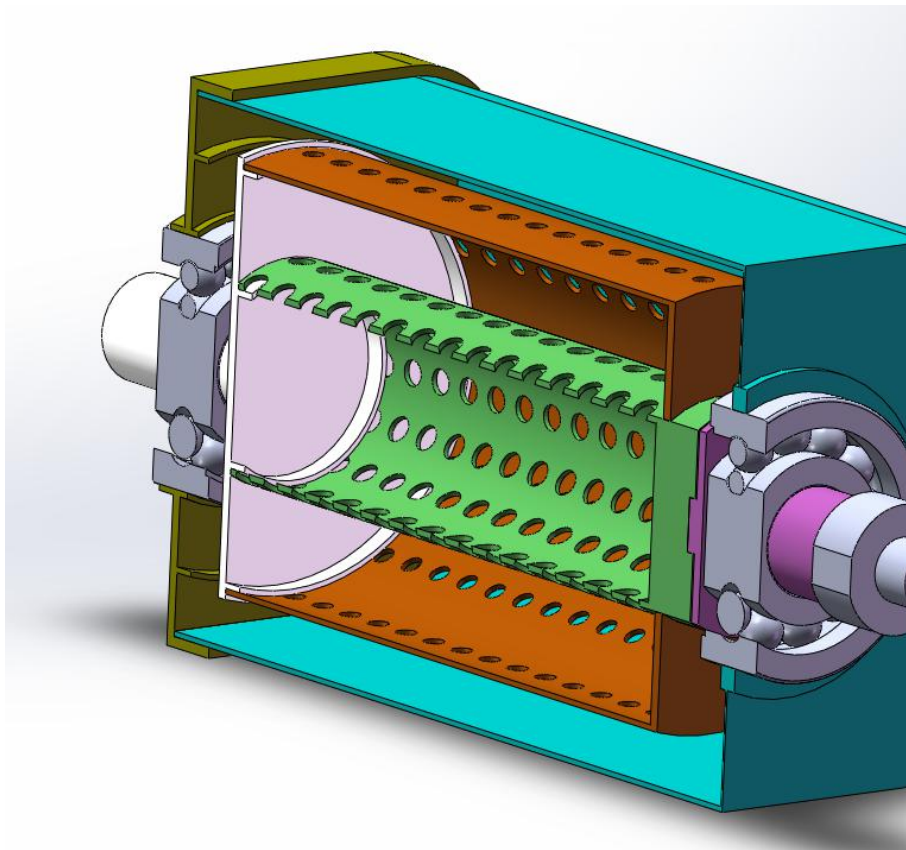
目前硬币清分原理主要有两大类，一类是根据物理技术进行清分，另一类是根据性能指标进行清分。高速清分基本上都是采用性能指标来进行清分。

4. 一种硬币清分机设计实例

本硬币清分机主要具有硬币分离、计数等简单功能。

具体的分离步骤是这样的，首先混币通过传输装置，定时定量的（定时定量的目的在于防止一次送进过多的硬币而导致分离盘负担过大，引起堵塞和分离不流畅）传输一部分混币到图中所示的分离盘，首先分离 1 分的硬币，所以第一个传感器挡币块与导轨的距离设计的要比 1 分的硬币略大，比其它币值的硬币直径都要小，以此为标准再经过实验产生的分离效果，我们确定一个合适的直径，这样 1 分的硬币和其它币值的硬币就区分了出来。

其工作原理如下：启动电动机，电动机带动分离盘，使得分离盘转动，则分离盘中的硬币作离心运动，硬币被拨到导轨中（导轨上端对应 6 个传感器挡币块，挡币块与导轨的距离大小循序从上到下依次变大），然后根据硬币的尺寸由小到大的循序对挡币块与导轨之间的距离进行调整，从而对不同直径的硬币进行分离。其装置简图如图所示。

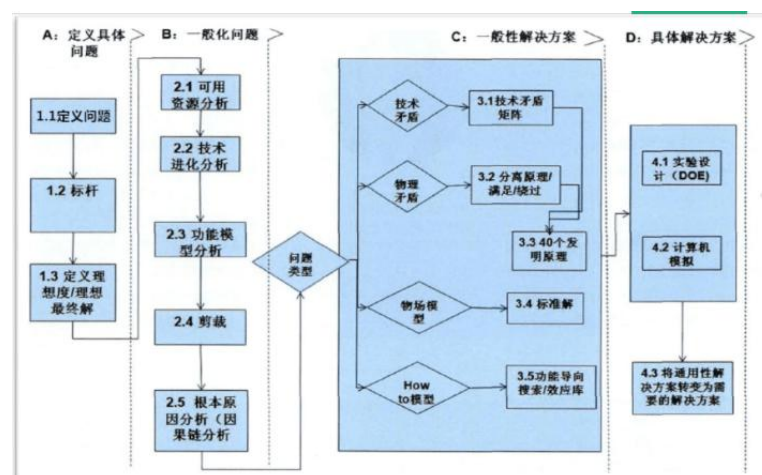


三. 不同形状和尺寸商品的包装装置的功能分析

关于不同材质、形状和尺寸商品的包装机械装置的设计，主要针对开设“网店”等创业人员在创业初期存在的人手少、工作量大的问题，设计可以用于包装多种材质、尺寸和形状商品的个性化机械装置。设计中应遵循环保、快捷和节约的设计理念。

纸箱包装在快递的用得最为广泛，所以此次快递包装机械设计主要针对纸箱快递包装，但此包装机械不只是局限于快件的包装，适用于所有纸箱包装物体。

接下来用 TRIZ 理论对包装机械进行分析：



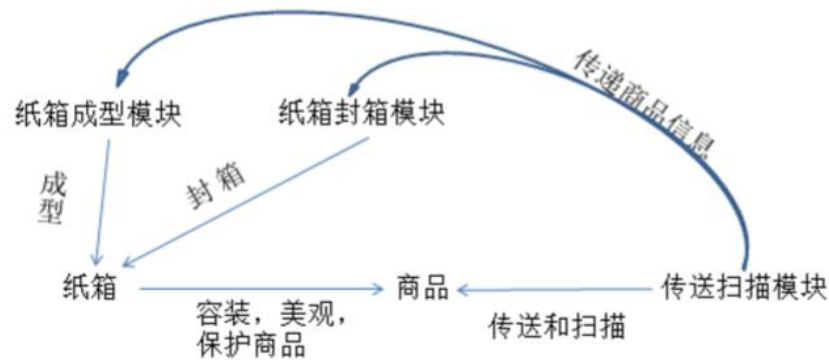
1. 功能定义

定义问题：设计关于不同材质、形状和尺寸商品的包装机械装置。

标杆分析：当前包装机械水平可实现半自动化对不同材质、形状和尺寸商品，且包装机械设备很庞大复杂。

定义理想度：设计出来的包装机械结构简单且能全自动化实现对不同材质、形状和尺寸商品包装。

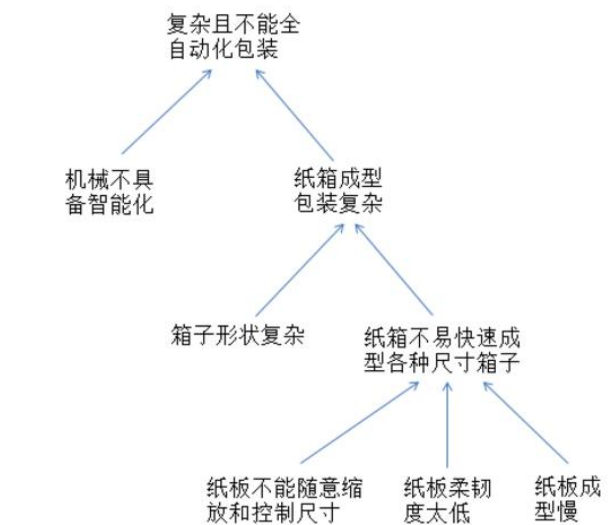
2. 功能模型分析



3. 系统剪裁法

- (1) 纸箱为不可去除组件，所以剪裁规则 A 不可用。
- (2) 纸箱不能实现自我成型和封箱，所以剪裁规则 B 也不可用。
- (3) 剪裁规则 C：如果能从系统中或超系统中找到另一个组件来执行有用功能，那么功能大载体是可以被剪裁掉的。可将封箱模块封箱功能分配到传送扫描模块和纸箱成型模块。

4. 根本原因分析



5. 一般解决方案

解决方案 1: 在包装机械中植入像机器人一样的智能化控制设备, 但大大增加了包装机械成本, 故该方案不合适。

解决方案 2: 改变包装鞋子的形状, 使箱子形状更为简单易成型。圆形比正方形简单易成型, 故可采用圆形纸箱对商品进行包装。

解决方案 3: 可参考动画片中将各种形状的物体压缩成小颗粒, 需要时再打开。寻找一种新材料, 可将各种大小尺寸的箱子压缩成小颗粒, 但需要时再打开。还未找到这种新材料, 且成本也应该会很高, 所以该方案也不合适。

解决方案 4: 纸的柔韧度过大, 将不能形成固定包装形状, 则不能实现容装和保护商品的功能, 类比于薄膜包装, 所以该方案不合适。

解决方案 5: 寻找一种低成本且可从原材料就快速成各种形状的材料和技术, 目前科技水平还未实现, 故不采取该方案。

6. 技术矛盾矩阵

提高包装机械的自动化水平的同时也会恶化了装置的复杂度, 装置的自动化程度与装置的复杂度构成了一对技术矛盾。

特征技术参数: 自动化程度 (43) 和装置的复杂性 (45)

查矛盾矩阵得发明原理: (No.15) 动态化; (No.24) 中介; (No.28) 机械系统的替代; (No.10) 预先作用原理; (No.13) 逆向思维; (No.4) 非对称; (No.17) 维数变化

7. 解决方案

(1) (No.15) 动态化, 提高装置的动态化水平。

(2) (No.10) 预先作用原理, 将纸板瓦楞纸板加工成圆形, 便于圆形纸箱的成型。

四. 整机原理设计

1. 机械总功能的定义

2. 机械工作原理的拟定

对机械总功能进行功能分解, 拟定实现总功能的工作原理和技术手段, 确定出机械所要实现的工艺动作。

3. 执行构件的运动设计和原动机选择

(1) 根据机械要实现的功能和工艺动作, 确定执行构件的数目、运动形式和运动参数。

(2) 确定原动机的类型及其运动参数。

(3) 确定各执行构件运动的协调配合关系，绘制机械的工作循环图。

4. 执行机构的选型、变异和组合

5. 传动系统的方案设计

(1) 确定传动系统的总传动比

(2) 选择传动机构类型

(3) 拟定传动链的布置方案

(4) 分配传动比。即根据传动系统的组成方案，将总传动比合理分配至各级传动机构。

(5) 确定各级传动机构的基本参数和主要几何尺寸。

6. 机械系统方案的拟定与评价

7. 机构的尺寸综合

根据执行构件和原动机的运动参数，以及各执行构件运动的协调配合要求，确定各构件的运动尺寸，绘制机械系统的机构运动简图。

8. 机构的运动和动力分析

全国大学生机械创新设计大赛

专题三：结构创新设计

一. 机械结构设计任务

机械结构设计任务是在总体设计的基础上，根据所确定的原理方案，决定满足功能要求的机械结构，需要决定的内容包括结构的类型和组成，结构中所有零部件的现状、尺寸、位置、数量、材料、热处理方式和表面状况，所确定的结构除应能够实现原理方案所规定的动作要求外，还应能满足设计对结构的强度、刚度、精度、稳定性、工艺性、寿命、可靠性等方面的要求。结构设计是机械设计中涉及问题最多、最具体、工作量最大的阶段。

机械结构设计的重要特征之一是设计问题的多解性，即满足统一设计要求的机械结构并不是唯一的，结构设计中得到一个可行的结构方案一般并不是很难，然而，机械结构设计任务是在众多的可行结构方案中寻求较好的或最好的方案。现有的数学分析方法能使我们从一个可行方案出发在一个单峰区间内寻求到局部最优解，但是并不能使我们遍历全部的可行区域，找出所有的局部最优解，并从中找出全局最优解，得到最好的设计方案。这就需要发挥创造性思维方法的作用。

二. 结构创新设计方法

1. 零部件结构方案的创新设计

设计者从一个可行或已知结构方案出发，通过变换得到大量可行方案的过程。

(1) 零件功能面的变异与创新

零件与工作介质或与被加工物体相接触的表面称为功能面。通过对功能面的创新设计，可以得到为实现同一功能的多种结构方案。

(2) 联接方案的变异与创新

(3) 支承方案的变异与创新

支承的变异与创新包括：支点位置的变异；支点轴承的种类及其组合的变异。

(4) 材料对零部件结构变异与创新的影响

结构设计中既要根据功能要求合理地选择适当的材料，又要根据材料的种类确定适当的加工工艺，并根据加工工艺要求确定适当的结构，只有通过适当的结构设计才能使所选择的材料最充分的发挥优势。

2. 提高性能的创新设计

- (1) 提高零部件强度与刚度的变异与创新
- (2) 提高工艺性的设计与创新

3. 结构的宜人化设计

- (1) 适合人生理特点的结构设计
- (2) 适合人的心理特点的结构设计

4. 新型结构设计

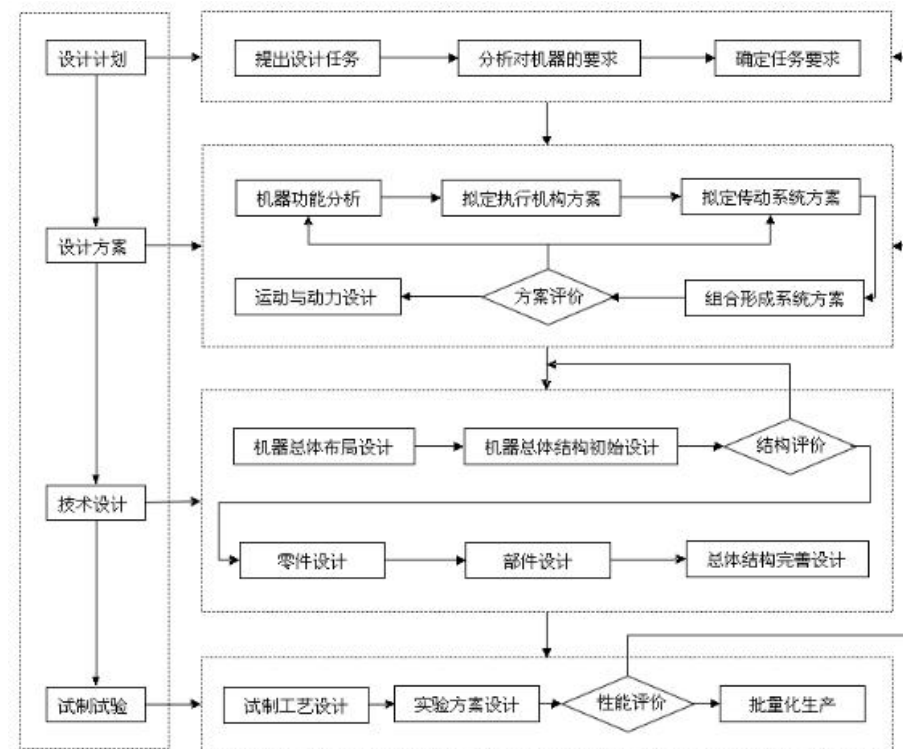
- (1) 弹性结构
- (2) 快速联接结构
- (3) 多功能组合结构

三. 整机设计

机械产品设计的流程是一个复杂的过程,而不同类型的产品采用的设计方法和设计步骤也不同。

1. 机械产品的设计步骤

机械产品的设计步骤大致包括四个阶段:



- (1) 设计计划, 此阶段的目标是编写设计任务书;

- (2) 方案设计，此阶段的目标是绘制机构运动简图以及运动循环图；
- (3) 技术设计，此阶段的目标是绘制机器总体布局图、零件图、部件装配图以及总装配图；
- (4) 试制试验，此阶段的目标是制定试制工艺卡、制定实验方案、性能分析报告、制定改善措施。

每个阶段又分为若干设计细节。

2. 机械零件设计步骤

机械零件设计步骤（流程）一般大致地分为以下几步：

- (1) 根据零件的使用要求来确定零件的类型和结构；
- (2) 根据机器设备的工作要求，计算作用于零件上的载荷；
- (3) 根据零件的类型、结构和所受载荷，分析零件可能的失效形式，以确定零件的设计准则；
- (4) 根据零件的工作条件以及对零件的特殊要求，依据选材原则选择合适的材料；
- (5) 根据设计准则计算并确定零件的基本尺寸；
- (6) 根据工艺性以及标准化原则设计的零件的结构；
- (7) 零件机构细节设计完成后，必要时用更详细的校核计算来判断零件结构的合理性。