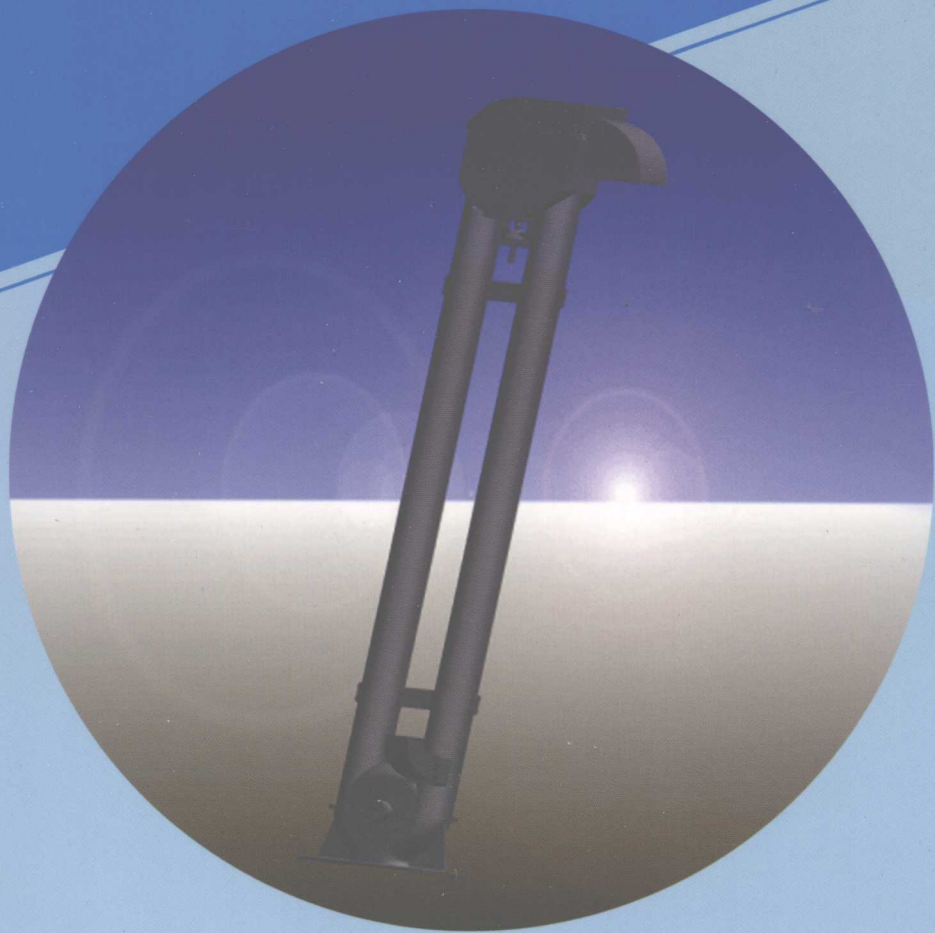
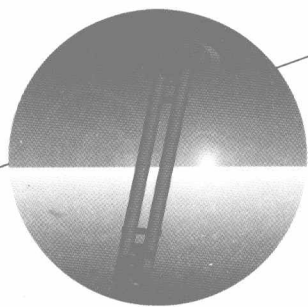




串联盘输送机的 “三化”综合设计

栾丽君 李明 著

辽宁大学出版社



串联盘输送机的 “三化”综合设计

栾丽君 李明 著

辽宁大学出版社

©栾丽君 李 明 2007

图书在版编目 (CIP) 数据

串联盘输送机的“三化”综合设计/栾丽君, 李明著. 沈阳: 辽宁大学出版社, 2007.1

ISBN 978-7-5610-5302-7

I. 串… II. ①栾…②李… III. 输送机-设计-高等学校-教材 IV. TH220.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 007642 号

出 版 者: 辽宁大学出版社

(地址: 沈阳市皇姑区崇山中路 66 号 邮政编码: 110036)

印 刷 者: 辽宁工程技术大学印刷厂

发 行 者: 辽宁大学出版社

幅面尺寸: 170mm × 228mm

印 张: 7.25

字 数: 130 千字

出版时间: 2007 年 1 月第 1 版

印刷时间: 2007 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑: 刘 葵

封面设计: 邹本忠

版式设计: 程 莉

责任校对: 齐 月

定 价: 20.00 元

联系电话: 024-86864613

邮购热线: 024-86851850

网 址: <http://press.lnu.edu.cn>

电子邮件: Lnupress@vip.163.com

内 容 简 介

散状物料输送机械是起重运输机械中广泛应用的一种形式。串联盘输送机是一种新型的散料输送设备,它能满足对环境要求很高的输送任务,而且所占空间小,效率高,运输成本低;它解决了粉体机械输送中重质粉料远距离输送的难题。“三化”综合设计法是集“动态优化、智能化、可视化”的优点,以提高产品总体质量为目的的先进设计方法。因此,利用“三化”综合设计方法,以串联盘输送机为研究对象进行研究具有重要的理论意义及应用价值。

“动态优化设计、智能化设计与可视化设计”综合设计法,是以提高产品总体质量为目标,以非线性理论为基础,以广义优化为手段,汇集动态优化设计、智能化设计和可视化设计为一体的设计法,提出了对于新开发的产品、有相似产品可借鉴的时候,应采取“三化”综合设计法进行设计比较合适。本书利用“动态优化、智能化、可视化”综合设计方法对串联盘输送机进行理论研究,提出了串联盘输送机工作理论框架,为串联盘输送机的继续研究奠定了理论基础。

对串联盘输送机输送系统进行了动力学及运动学分析以实现其动态优化设计。对传动系统进行了初步优化设计,确定驱动轮齿数的合适范围为5~8。

利用先进的三维建模及有限元分析软件对串联盘输送机的关键零件进行了有限元分析。

利用离散化的方法建立了串联盘输送机传动系统的动力学模型;确定了串联盘输送机传动系统是一个小阻尼振动系统,将传动系统的非线性阻尼系统简化为线性阻尼系统,并被实验证明在一定的误差范围是可行的;串联盘输送机传动系统有载荷运行时是一个变阻尼、变输入力的非线性随机振动系统,且物料的运行阻力在单元的不同振动方向上取值不同,很难用现有的解析方法进行求解,本书提出了一种分步加载的渐进方法进行求解。

利用“三化”综合设计方法，对串联盘输送机进行了智能化设计。由于串联盘输送机传动系统有载荷运行时是一个变阻尼、变输入力的非线性随机振动系统，为了保证驱动电机在恒功率下运行，需对受料电机转速进行自动控制。利用 BP 神经网络的自学习功能，对串联盘输送机工作控制过程进行训练，得到训练样本，利用基于 BP 神经网络整定的 PID 智能控制理论对串联盘输送机工作过程进行控制，利用 MATLAB 软件对控制系统进行仿真，仿真结果证明采取此种控制方法是可行的。

利用“三化”综合设计方法，对串联盘输送机进行了可视化设计。建立了串联盘输送机的三维可视化模型，在三维模型下对零件进行了有限元分析，并在虚拟可视化的环境下，对串联盘输送机的整体工作性能进行分析、评价和修改，以实现其装配过程可视化；将所设计的串联盘输送机在动力学分析软件中虚拟仿真，以实现其工作过程可视化。

前 言

散状物料输送机械是起重运输机械中广泛应用的一种形式。为了适应运输不同种类、不同块度及不同湿度物料的需要以及满足不同输送场地、不同环保的要求,国内外已经开发了许多种类的连续输送设备,其中运输散状物料的机械主要有普通带式输送机、管式胶带输送机、气垫带式输送机、螺旋输送机、气力输送机、刮板输送机、埋刮板输送机等。各种输送机有自己的优点,同时也有它的缺陷。这些传统运输设备有的污染环境,有的振动强烈、产生很大的噪声,有的生产效率低、能耗大。例如,胶带输送机和气垫带式输送机具有输送物料种类广泛、输送能力范围大等优点,但它输送的物料暴露在空气中,给环境造成较大的污染;管式胶带输送机能解决污染环境的问题,但它的运输成本较高;刮板输送机和埋刮板输送机输送物料种类广泛,能适应较恶劣的环境,但它的噪声大、振动强烈、效率低。螺旋输送机能满足运输散料及粉料要求,不污染环境,但螺旋输送机的运输能力低,输送距离小,适应地形的能力差。

目前,很多的粉体输送采用气体输送机。气体输送机在输送物料时不污染环境,适应地形的能力好,但输送距离受限制,输送的物料会有一部分吸附在管道壁上或过滤网上,时间一长会堵塞管道;气体输送要求很高的气体压力,在强大的气流输送下,物料之间相互碰撞,会对物料造成磨损,降低物料的粒度,同时降低物料的等级,对于怕磨损的物料很不合适。

串联盘输送机是一种新型的散料输送设备。它能满足对环境要求很高的输送任务,而且所占空间小,适应地形能力强,输送距离大,不损伤物料,效率高,运输成本低。英国、澳大利亚、美国、德国已经有了这种产品,国内还没有这种产品,对它的研究还刚刚起步。本书选取串联盘输送机进行研究,可以填补国内这方面研究的空白,具有重要的理论意义及应用价值。

机械产品的市场竞争日趋激烈,人们愈来愈渴望获得高性能的产品。为了达到目的,从根本上确立产品的优良品质,产品设计理论的创新已成为各发达工业国家关注的热点。长期以来,科技工作者试图通过研究与开发(其中主要的阶段是设计出高质量的产品)来满足用户对产品广义质量的要求,

尽最大努力来提高所研制产品的质量。到目前为止,为了研究开发出高质量的产品,已提出了数十种设计方法。综合设计法是其中之一。

综合设计法的普遍公式是: $(1+3)+x$ 。即括弧中的 1 是概念设计, 3 是“三化”综合设计法, 即综合动态优化、智能优化和可视优化设计为一体的广义优化方法, 而 x 是依据产品的特点采用的设计方法, 如汽车的设计, 造型设计十分重要, x 是造型设计; 对于一般产品, 创新设计十分重要, x 是创新设计; 对于新开发的产品, 试验研究很重要, x 是实验研究, 如此等等。因此, 综合设计法将几种设计法综合在一起, 这种综合设计法可以在较大范围内, 考虑设计中应该考虑综合质量的几个主要问题, 能相对较多地或较全面地反映用户对产品设计综合质量的要求, 以便在较大范围内来满足用户对产品综合质量的要求。

利用闻邦椿院士提出的 $(1+3)+x$ 综合设计法能在较大范围内来满足用户对产品综合质量的要求。由于产品设计层次的不同, 综合设计法还可以有不同的组合形式, 如“ $3+x$ ”综合设计法、“三化”综合设计法。对于新开发的产品, 无任何相似产品可借鉴的时候, 应采取 $(1+3)+x$ 综合设计法, 其中 1 是概念设计, 其中也包含了创新设计, x 应是实验研究; 对于新开发的产品, 有相似产品可借鉴的时候, 应采取“ $3+x$ ”综合设计法, 此时概念设计退到次要位置, x 应是实验研究; 对已有产品进行革新改造时, “三化”综合设计法是首选的方法。

串联盘输送机是一种有待于开发的产品, 本书运用“动态优化、智能化和可视化”的“三化”综合设计方法对串联盘输送机进行了综合设计, 提出了串联盘输送机设计的基本理论框架, 为串联盘输送机的继续研究奠定了理论基础。

本书得到了辽宁工程技术大学博士基金的资助, 研究成果主要来源于辽宁省教育厅资助项目“串联盘输送机的理论及应用研究(20081218)”, 是作者博士论文的一部分。

本书在编写过程中得到了有关领导和同行专家的大力支持和帮助, 在此表示衷心的感谢!

由于笔者水平有限, 研究还不够深入, 难免存在疏漏之处, 敬请读者不吝赐教与指正。

作 者

2006 年 12 月

于辽宁工程技术大学

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 选题的目的及意义	1
1.2 串联盘输送机概述	5
1.3 设计方法国内外发展历程及发展趋势	6
1.4 “3+实验研究”综合设计法概述	10
1.5 本书的主要研究内容	16
第 2 章 串联盘输送机力学特性分析	18
2.1 串联盘输送机的结构及工作原理	18
2.2 散粒体的力学性质	19
2.3 承载段的力学分析	20
2.4 输送系统运行阻力的确定	24
2.5 牵引能力的分析	25
2.6 输送系统运动分析	29
2.7 驱动轮齿数的确定	30
2.8 本章小结	32
第 3 章 串联盘输送机有限元分析	33
3.1 有限元分析及有限元分析软件	33
3.2 UG 软件有限元分析步骤	37
3.3 关键零件的有限元分析	38
3.4 本章小结	44

第 4 章 串联盘输送机动态设计	45
4.1 建立动力学方程一般方法	45
4.2 传动系统的无阻尼自由振动动态设计	48
4.3 有阻尼传动系统的动态设计	52
4.4 有载荷传动系统动态设计	60
4.5 本章小结	68
第 5 章 串联盘输送机智能化设计	69
5.1 受料系统的设计	69
5.2 智能控制概述	72
5.3 基于 BP 神经网络的 PID 控制	74
5.4 基于 BP 神经网络的 PID 结构的确定	81
5.5 基于 BP 神经网络整定的 PID 控制算法	82
5.6 控制系统的 MATLAB 仿真	85
5.7 本章小结	89
第 6 章 串联盘输送机可视化设计	91
6.1 可视化设计的主要内容	91
6.2 实现方案	92
6.3 系统的建模	92
6.4 虚拟装配及干涉检查	93
6.5 工作过程可视化	96
6.6 本章小结	97
第 7 章 结论	98
参考文献	100

第1章 绪论

1.1 选题的目的及意义

1.1.1 输送机

散状物料输送机械是起重运输机械中广泛应用的一种形式，广泛应用在港口、发电厂、冶金厂、水泥厂、粮食、化工等行业，主要用于运输煤炭、矿石、水泥、粮食、药品、化肥、药粉及碳黑等。它一般由单机或系统组成。散状物料运输机械系统通常由远距离运输、转载、挖取、堆积等设备构成。为了适应运输不同种类、不同块度及不同湿度物料的需要，以及满足不同输送场地、不同环保的要求，国内外已经开发了许多种类的连续输送设备，其中运输散状物料的机械主要有普通带式输送机、管式胶带输送机、气垫带式输送机、螺旋输送机、气力输送机、刮板输送机、埋刮板输送机等。各种输送机有自己的优点，同时也有它的缺陷。这些传统运输设备有的污染环境，有的振动强烈、产生很大的噪声，有的生产效率低、能耗大。例如，胶带输送机和气垫带式输送机具有输送物料种类广泛、输送能力范围大等优点，但它输送的物料暴露在空气中，给环境造成较大的污染；管式胶带输送机能解决污染环境的问题，但它的运输成本较高；刮板输送机和埋刮板输送机输送物料种类广泛，能适应较恶劣的环境，但它的噪声大、振动强烈、效率低。螺旋输送机能满足运输散料及粉料要求，不污染环境，但螺旋输送机的运输能力低，输送距离小，适应地形的能力差^[1,10]。

目前，很多的粉体输送采用气体输送机。气体输送机在输送物料时不污染环境，适应地形的能力好；但输送距离受限制，输送的物料会有一部分吸附管道壁上或过滤网上，时间一长会堵塞管道；气体输送要求很高的气体压力，在强大的气流输送下，物料之间相互碰撞，会对物料造成磨损，降低物

料的粒度，同时降低物料的等级，对于怕磨损的物料很不合适。

串联盘输送机是一种新型的散料输送设备。它能满足对环境要求很高的输送任务，而且所占空间小，适应地形能力强，输送距离大，不损伤物料，效率高，运输成本低。英国、澳大利亚、美国、德国已经有了这种产品，国内还没有这种产品，对它的研究还刚刚起步。因此，本书选取串联盘输送机进行研究，可以填补国内这方面研究的空白，具有重要的理论意义及应用价值。“串联盘输送机的理论及应用研究”是作者在 2001 年获得的辽宁省教育厅资助项目。

1.1.2 设计方法

1.1.2.1 现代设计方法

机械产品的市场竞争日趋激烈，人们愈来愈渴望获得高性能的产品。为了达到目的，从根本上确立产品的优良品质，产品设计理论的创新已成为各发达工业国家关注的热点^[11]。长期以来，科技工作者试图通过研究与开发（其中主要的阶段是设计出高质量的产品）来满足用户对产品广义质量的要求，尽最大努力来提高所研制产品的质量。到目前为止，为了研究开发出高质量的产品，已提出了数十种设计方法，图 1.1 从不同角度对这些设计方法进行了分类。

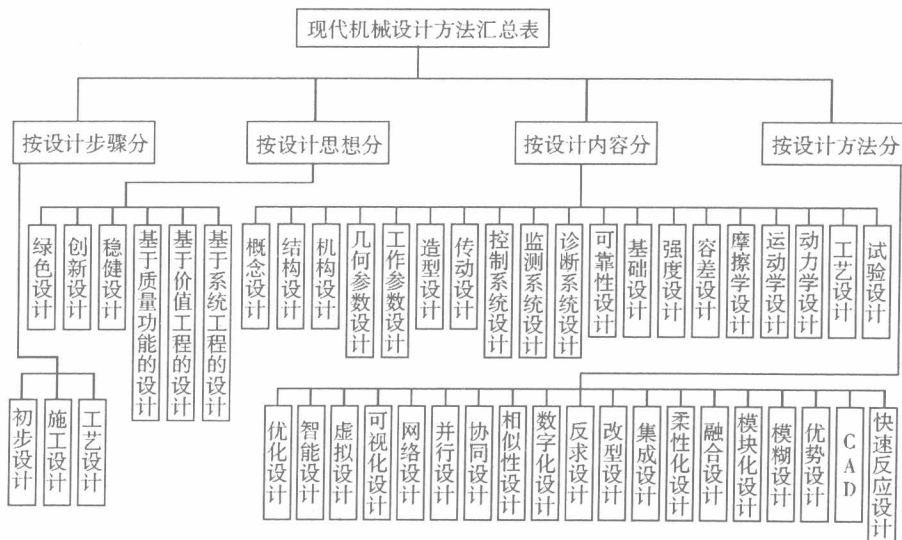


图 1.1 现代机械设计方法的种类

从设计过程来看有：方案设计或初步设计、施工设计、工艺设计。

从设计内容来看有：概念设计或方案设计、结构设计、工艺参数设计、造型设计、传动设计、摩擦学设计、运动学设计、动力学设计、强度设计、可靠性设计、试验设计、工艺设计、控制系统设计等。

从设计方法来看有：全生命周期优化设计法、面向产品总体质量的广义优化设计法优化设计、智能设计、虚拟设计、可视化设计、网络设计、并行设计、协同设计、相似性设计、数字化设计、三次设计等。

从设计思想与观点来看有：绿色设计、创新设计、稳健设计、基于质量功能展开的设计（QFD）、基于系统工程的设计、基于价值工程的设计等。

由于目前机械设备的多样性与复杂性以及各种设计方法目标与研究内容的局限性，单一方法通常只考虑产品质量或产品性能的某一方面或某些方面，这一不足应该是十分明显的。要想用一种设计方法全部概括所有设计内容，全面地实现用户对产品的总体质量的要求，这是十分困难的。

1.1.2.2 “ $(1+3) + x$ ” 综合设计法

在科学技术工作者提出的各种各样的设计方法中，较有代表性的方法有：全生命周期优化设计、虚拟设计、并行设计、面向产品质量的功能化设计（QFD）、智能设计、创新设计、动态设计等。这些设计方法一般只能考虑产品综合质量的某一个方面，或少数几个方面。设计方法论正在向对产品综合质量或综合性能的总体方向发展，它是以产品设计总体质量为目标，即在最大范围内来满足用户对产品总体质量或综合性能的要求。

现代机械产品的广义质量或综合性能（即包括机器的结构性能、工作性能和制造性能等）如图 1.2 中的说明。闻邦椿院士提出的 $(1+3) + x$ 综合设计法能在较大范围内来满足用户对产品综合质量的要求。综合设计法，可克服单一设计方法的局限性，在现有的一些主要的方法中找出对产品总体质量，包括结构性能：可靠性、安全性与耐久性；技术性能：实效性、稳定性与指标优越性；制造性能：工艺性、制造成本、生产周期等有决定性影响，或有重要影响的几种方法，在设计中加以综合地考虑与实施。

综合设计法的普遍公式是： $(1+3) + x$ 。即括弧中的 1 是概念设计，3 是“三化”综合设计法，即综合动态优化、智能优化和可视优化设计为一体的广义优化方法，而 x 依据产品的特点采用的设计方法，如汽车的设计，造型设计十分重要， x 是造型设计；对于一般产品，创新设计十分重要， x 是创新设计，对于新开发的产品，试验研究很重要， x 是实验研究，如此等等。因此，综合设计法将几种设计法综合在一起，这种综合设计法可以在较大范围内，考虑设计中应该考虑综合质量的几个主要问题，能相对较多地或

较全面地反映用户对产品设计综合质量的要求，以便在较大范围内来满足用户对产品综合质量的要求。

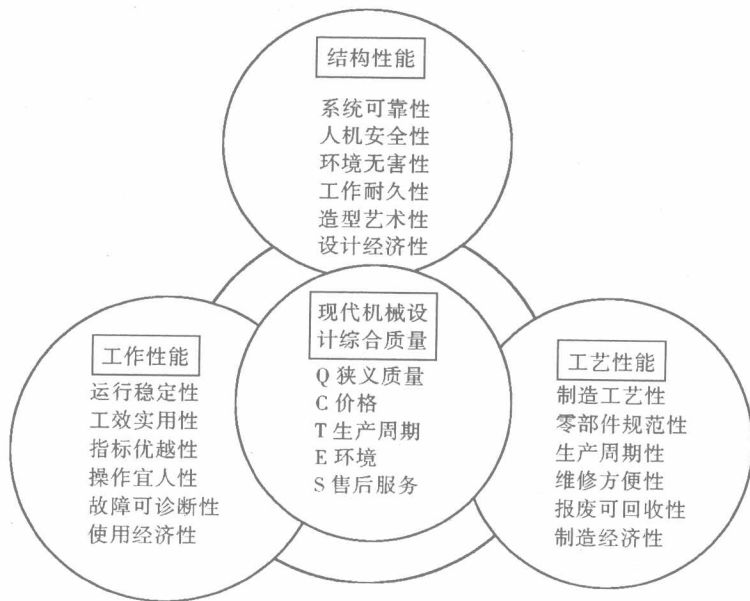


图 1.2 现代机械产品设计的广义综合质量和三方面的性能

1.1.2.3 “3+实验研究”综合设计法

利用闻邦椿院士提出的 $(1+3)+x$ 综合设计法能在较大范围内来满足用户对产品综合质量的要求。由于产品设计层次的不同，综合设计法还可以有不同的组合形式，如“ $3+x$ ”综合设计法、“三化”综合设计法。对于新开发的产品，无任何相似产品可借鉴的时候，应采取 $(1+3)+x$ 综合设计法，其中 1 是概念设计，其中也包含了创新设计， x 应是实验研究；对于新开发的产品，有相似产品可借鉴的时候，应采取“ $3+x$ ”综合设计法，此时概念设计退到次要位置， x 应是实验研究；对已有产品进行革新改造时，“三化”综合设计法是首选的方法。

1.1.2.4 结论

串联盘输送机是一种新型的散料输送设备，对它的研究属于新产品开发，但国外已有这类产品可以借鉴，为了使串联盘输送机在设计之初在一个较高的起点上，在较大范围内来满足用户对产品综合质量的要求，作者认为采取“3+实验研究”综合设计法比较合适。因此，本书的选题“串联盘输送机的‘三化’综合设计及实验研究”一方面在理论上丰富了闻邦椿院士提

出的 $(1+3)+x$ 综合设计法的内容,具有重要的理论意义;另一方面通过对串联盘输送机的设计来验证“三化”综合设计法可行性、合理性及先进性,具有重要的理论意义和实际应用价值。

1.2 串联盘输送机概述

串联盘输送机最初是由英国工程师 Robert Walker 发明的。在 1950 年后半年,他被要求去帮助设计一个工厂,要求需要一个费用不高的输送机输送大豆物料。在市场上,他没找到合适的运输设备。因此,他开始设计一个简单的输送系统。他制作一个样板机,由一个绳子串联一个木制圆盘,在管道内运行,运行效果良好。因此,他和他的同伴及他的妻子开了一个公司,为输送粉料物体修改设计,并申请了专利。第一台输送机 FLOVEYOR 首先在 1962 年 Perth 农业部展现。

在 1964 年,他和他的同伴把原来的公司改变成联合公司: Production Machinery Co. Pty Ltd, 这个公司经过 40 多年有了很大的变化,它的产品在世界各地广泛销售,并且用途广泛。但对这种设备的理论研究还非常少,如图 1.3 是国外几张现场应用照片^[8-9]。



图 1.3 国外现场应用照片

它的工作原理是:在封闭的管道内用钢丝绳或钢链串联起来的圆盘作为牵引机构运输物料的。它满足对环境要求很高的输送任务,而且占地面积小,效率高,运输成本低;串联盘输送机的适用范围较广泛,除了一般粉状,颗粒状,弹丸状及脆性材料外,还可输送像二氧化钛、氧化钙、炭黑、氧化铁、硅石等重质材料。粉体物料在三维空间内沿封闭管道直线移动,输送机布置灵活,形式多样,可水平布置、竖直布置、倾斜布置及 Z 型布置。垂直单机输送距离可达 20m 左右。它对物料无破坏作用,设备的运行维护

简单,清理方便,系统具有自清理功能。它解决了粉体机械输送中重质粉料远距离输送的难题^[1-16]。

我国对这种设备的研究还刚刚起步,还处于理论研究和试验阶段。上海市化工装备研究所生产的管链式粉体输送机,其牵引链采用的是链环,最大输送长度达到 20m,高度达 10m,生产能力低,能量消耗大,已在上海四家化工厂应用,但他们的设计还处于模仿阶段。

1.3 设计方法国内外发展历程及发展趋势

1.3.1 设计方法国内外发展历程

17 世纪以来,数学与力学的发展和结合,使人们上升到运用经验和数学计算来解决设计中某些问题的时代^[3]。18 世纪(工业革命)到 19 世纪是科技发展的重要时期,出现了较多的复杂机械,但此时还没有形成系统的设计理论和方法来指导机械设计。借助图纸进行设计是在 20 世纪初才形成的,当时的设计较多的还是依赖才能和经验,运用一些基本的设计计算,也借助于类比、模拟和试凑等方法。因此,产品的完善周期较长,从发明到实际成功地应用,往往需要几十年或上百年。随着科技发展和设计方法的形成及设计理论的充实,产品完善周期也逐渐缩短。例如,蒸汽机从发明到应用经历了 100 年;电动机用了 57 年;电子管用了 31 年;汽车用了 27 年;电视机用了 12 年;晶体管用了 5 年;近代的激光技术仅用了 1 年^[19]。

20 世纪 60 年代初,英国政府明确提出要改善产品设计,并以政策和财政来支持推广设计新技术。联邦德国工程师协会(VDI)曾于 1963 年召开了一次“关键在于设计”的会议。1983 年出版了一本“设计作为科学”的文集。经过 20 多年的努力,全体工程师协会成员共同合作,制订了一系列有关设计的指导性文件,如技术产品的方案性设计、技术系统和产品方法学、产品设计人机工程学、工业产品模块化设计、精密机械工业造型设计以及其他设计规范、设计目录和设计守则等^[19-21]。

美国在第二次世界大战末期,为了加强对设计的指导,成立了“工业设计委员会”。到 1972 年改为“设计委员会”。1985 年,美国科学基金会召开了设计理论和设计方法研究的目标和优化项目的讨论会,制订相应的政策以提高产品的竞争能力。美国机械工程师学会每年召开一次“设计自动化会议”,每次会议都有创新内容。

日本设计领域吸收美国关于自动设计和 CAD 的技术,将机械设计过程看

作是一个完整的系统,将设计看作是技术、经济、美学、人机学的一体化整体,并激励推广和采用新技术,从而大大提高了机械产品在国际市场的竞争力。

近年来,国际上召开了一系列与设计有关的会议。例如,1980年在英国朴次茅斯召开的“设计研究会议”,1981年在意大利罗马召开的“国际工程设计会议”,1982年在英国伦敦召开的“设计政策会议”等等,发展到最近,每年开会一次。这些会议的议题是探讨设计的新理论和新方法。

人工智能和专家系统将逐步应用于CAD中。计算机集成制造系统(CIMS),从概念设计、计算分析、图形处理,NC技术到柔性加工设备,成为一个集成的整体。以超级微机为基础工作站得到迅猛发展。动态分析及计算机仿真技术用于设计。图形与非图形数据统一的工程数据库管理系统的实用化将逐渐得到解决。工程图样的自动输入将进一步发展和得到应用。工艺特征实体造型将进一步完善。设计软件将实现接口标准化、图形标准化、制造标准化和系统管理标准化。新一代CAD集成软件将出现。工业发达国家对设计方法学的研究日益重视和深入。原联邦德国在20世纪60年代就开始研究,逐渐形成了他们自己的体系,其研究特点是强调设计的系统化和逻辑分析,要求按步骤有规律地进行设计。近年来还注意将设计方法学密切联系生产,如价值工程、模块化设计等,还加强设计方法学与CAD的结合。日本发展设计方法学的特点是密切将本国实际和消化引进国外技术相结合,强调引进技术的国产化。

我国机械设计的发展经历了一个曲折的过程。1958年以前,所谓设计,主要是照抄前苏联的图纸进行仿制。长期以来,我国采用传统的“三段设计法”,即方案设计(初步设计)、技术设计、施工设计。其中起决定作用的方案设计通常是根据提出的设计任务的技术要求,找样本、专利、图纸、研究报告等资料,然后靠设计者的经验进行,其本质是经验性的,以模仿为主,局限性很大。到了20世纪60年代初,开始加强了新产品的开发设计与实验研究工作,从而使设计从仿制和经验设计逐步走向试验研究和计算分析阶段。1965年在全国召开了机械产品设计革命化工作会议,会议上将设计工作提到“生产技术中的第一道工序”的高度,并总结了一条:“试验、研究、设计、制造、安装、使用、维护”的“七事一贯制”的方法。到了20世纪70年代初,开始建立了机械产品的研究及测试基地。到80年代初再次召开机械产品设计工作会议,开始在国内介绍一些国际上的先进技术与方法。同时,计算机引入设计领域,对设计工作的发展起了很大的推动作用^[19-22]。

到目前为止,科学工作者提出了各种各样的设计方法,有代表性的方法^[18-50]有:全生命周期优化设计^[18-27]、虚拟设计^[28-40]、并行设计、面向产

品质量的功能化设计 (QFD)、智能设计、创新设计、动态设计^[41-108]等。这些设计方法一般只能考虑产品综合质量的某一个方面,或少数几个方面。新产品的研究与开发、老产品的改造以及装备基地的建设都离不开产品的设计工作,产品的设计是产品研究与开发过程中十分重要的环节。它对产品设计质量的影响起着至关重要的作用,它决定了产品“先天性优劣”这一至关重要的本质特性,据统计,产品设计对产品质量的贡献率可达 70%。因此,有的专家把“产品设计工作”看作是产品质量的“灵魂”。

许多科技工作者为了提高产品的设计质量,曾经进行了大量的研究工作,对各种设计方法进行了深入的研究,取得了许多有益的成果。在许多产品的设计中,取得了很好的效果。如果在这个基础上,再从宏观角度出发,采用综合设计法开展对产品的设计工作,这将在较大范围内更能满足产品对其总体质量的要求。

1.3.2 设计方法国内外发展趋势

就目前国内外的研究状况来看,产品的设计理论与方法正在向如图 1.4 所示的几个主导方向发展:(1)按科学发展观指出的方向;(2)面向产品总体质量方向;(3)向更高层次(非线性,包括非稳态)方向;(4)向更加复杂系统的方向;(5)信息化方向等;(6)设计法研究的深化等^[17-51]。

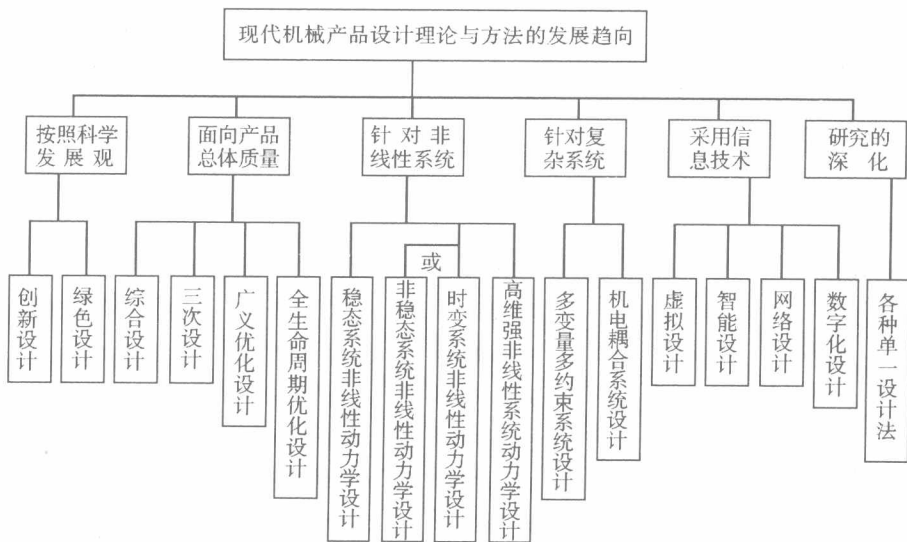


图 1.4 现代机械产品设计理论与方法的发展趋向