

JIXIE XITONG SHEJI DE DUOSHIJIAO YANJIU

机械系统设计 的 多视角研究

江洁◎著

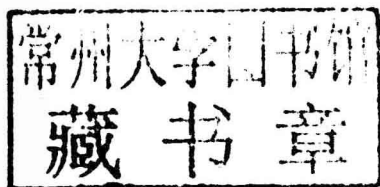


中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

机械系统设计的多视角研究

江洁 著



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

·北京·

内 容 提 要

随着社会科学的不断发展,越来越多的劳动和工作已经实现了机械化和智能化,机械系统设计已经深入社会的各个领域,成为热门的不可缺少的一环,为社会经济的发展做出了非常大的贡献。本书着眼于机械设计的这种巨大的作用以及光明的发展前景,从机械系统可靠性设计、监测系统设计以及优化设计的视角出发,探究了食品行业、机器人生产和设计行业、自动设备生产和设计行业以及车库设计等多行业的机械设计理论与方法。

本书集理论与实践于一体,非常适合广大机械专业的学生学习阅读,机械行业以及机械设计行业的工作者也可以在工作中参考本书,机械设计领域的研究者同样可以借助本书进行研究。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械系统设计的多视角研究 / 江洁著. -- 北京 :
中国水利水电出版社, 2018. 3
ISBN 978-7-5170-6345-2

I. ①机… II. ①江… III. ①机械系统-系统设计-研究 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 040775 号

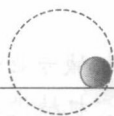
责任编辑: 陈 洁

封面设计: 王 伟

书 名	机械系统设计的多视角研究 JIXIE XITONG SHEJI DE DUOSHIJIAO YANJIU
作 者	江洁 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水) 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市同力彩印有限公司
规 格	170mm×240mm 16 开本 12.25 印张 220 千字
版 次	2018 年 3 月第 1 版 2018 年 3 月第 1 次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	49.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究



现代社会的发展和人民生活水平的提高,促进了对机械产品的需求日益增多,而机械产品设计首先需要对机械运动方案进行设计和构思。机械产品的技术水平,很大程度上是由机械系统运动方案设计的好坏来决定的。在机械系统运动方案的设计过程中,对于如何确定执行机构的动作;如何选择执行机构的形式;如何实现各执行机构间的运动协调;以及原动机的选择和传动系统的设计等,都是极富挑战性与创造性的工作。

在科学技术不断发展的过程中,在设计领域,可靠性技术日益受到各行各业人们的关注。目前,可靠性技术已经成为科研和生产不可缺少的内容。可靠性工程是以产品寿命特征为研究对象的一门新兴的边缘学科。可靠性理论在许多领域都得到广泛的发展和应用,并成为产品设计、生产和管理的质量指南。

“测量”与“控制”是人类认识世界和改造世界的重要任务,开展监测监控技术的研究,对有效减少事故隐患、预防和控制重大事故的发生、保障国民经济与社会的可持续发展具有重要的现实意义。监测监控技术已经成为人类生活、生产、科学研究等必不可少的工具和手段。

优化设计是20世纪60年代初发展起来的一门新学科,它为设计提供了一种重要的科学设计方法,因而是构成和推进现代设计方法的产生与发展的重要内容。优化设计是工程技术人员进行设计的重要技术,该技术建立在最优化的原理和方法的基础上,借助计算技术与计算机这一强有力的手段,对某项设计问题,在规定的限制条件下,优选设计参数,使某项或某几项设计指标获得最优值的设计技术。

本书以机械系统设计为主题,围绕着机械系统的可靠性设计、监测系统设计以及优化设计展开论述,讨论了机械系统可靠性设计的方法和原理,监测系统设计的原理,机械系统优化设计的方法,并结合科技发展以及社会需要,着

重探讨了滚筒采煤机机械系统以及多状态多模式受电弓机械系统的可靠性设计,探讨了基于无线传感网络的旋转机械、基于 LabVIEW 的船舶动力机械以及嵌入式旋转机械的检测系统设计,探讨了机械系统人机界面优化设计以及微粒群算法等机械系统优化方法。此外,本书选取了当今社会机械应用的热门行业:食品、自动设备、机器人以及车库机械系统等机械系统设计,通过多方面的探索,展示出机械的广泛应用性以及设计的多样性,在不同的行业会有不同的设计方法和设计理念。

本书理论联系实际,论述语言明白晓畅,非常适合机械专业的学生学习阅读,机械系统设计领域的专家也可以借助本书进行研究,机械设计领域的工作者同样可以从本书中得到帮助和启发。

作者

2018 年 1 月

第一章 机械系统与设计	1
第一节 系统与机械系统	1
第二节 机械系统的基本特征	4
第三节 机械系统设计	7
第二章 机械系统可靠性设计	25
第一节 可靠性设计原理与可靠度计算	25
第二节 基于 Internet 的机械可靠性设计	30
第三节 机械系统模糊可靠性设计	34
第四节 滚筒采煤机机械系统可靠性工程设计	38
第五节 多状态多模式受电弓机械系统混合可靠性设计	40
第三章 机械监测系统设计	48
第一节 机械系统可监测性设计理论	48
第二节 基于无线传感网络的旋转机械振动状态监测系统设计	54
第三节 基于 LabVIEW 的船舶动力机械监测系统设计	59
第四节 嵌入式旋转机械状态监测系统设计	65
第四章 食品分选装置机械系统设计	70
第一节 干制红枣机器视觉分级分选装置机械系统设计	70
第二节 水果分选机机械系统设计	77
第三节 禽蛋重量检测分级及气室导向机械系统设计	85
第五章 自动设备机械系统设计	93
第一节 压配合连接器压接设备机械系统设计	93

第二节	不合格瓶装啤酒回收设备机械系统设计	96
第三节	塑料挤出成型设备机械系统设计	102
第六章	机器人机械系统设计	107
第一节	特种地面移动机器人机械系统设计	107
第二节	仿生扑翼机器人机械系统设计	114
第三节	爬树修枝机器人机械系统设计	122
第四节	服务机器人机械系统设计	127
第七章	车库机械系统设计	135
第一节	无避让立体车库机械系统设计	135
第二节	深井式立体车库机械系统设计	143
第三节	机械式三维立体车库机械结构及控制系统设计	152
第八章	机械系统优化设计	161
第一节	机械系统人机界面优化设计	161
第二节	大型机械系统复杂构件结构优化设计	174
第三节	机械系统优化设计的微粒群算法	180
参考文献		185

第一章 机械系统与设计

机械系统是机电一体化系统的最基本要素，主要用于执行机构、传动机构和支承部件，以完成规定的动作，传递功率、运动和信息，支承连接相关部件等。机械系统通常是微型计算机控制伺服系统的有机组成部分，因此在机械系统设计时，除考虑一般机械设计要求外，还必须考虑机械结构因素与整个伺服系统的性能参数、电气参数的匹配，以获得良好的伺服性能。

第一节 系统与机械系统

一、系统

(一) 系统的定义

系统思想是进行分析和综合的辩证思维工具，它在辩证唯物主义那里吸取了丰富的哲学思想，在运筹学、控制论、各门工程学和社会科学那里获得了定性与定量相结合的科学方法，并通过系统工程充实了丰富的实践内容。

如果我们撇开一切具体系统的形态和性质，可将系统定义为：具有特定功能的、相互间具有有机联系的要素所构成的一个整体。在美国的《韦氏新国际词典》中，“系统”一词被解说为“有组织的或被组织化的整体；结合着的整体所形成的各种概念和原理的综合；由有规则的相互作用、相互依存的形式组成的诸要素集合等”。在日本的 JIS 标准中，“系统”被定义为“许多组成要素保持有机的秩序，向同一目的行动的集合体”。“一般系统论”的创始人 L. V. 贝塔郎菲把“系统”定义为“相互作用的诸要素的综合体”。美国著名学者阿柯夫认为：系统是由两个或两个以上相互联系的任何种类的要素所构成的集合。

（二）系统的特性和组成

一个形成系统的诸要素的集合永远具有一定的固有特性，或者表现为一定的行为，而这些特性或行为是它的任何一个部分都不具备的。一个系统是由诸多要素所构成的整体，但从系统功能来看，它又是一个不可分割的整体，如果硬把一个系统分割开来，那么它将失去其原来的性质。在物质世界中，一个系统中的任何部分可以被看作为一个子系统，而每一个系统又可以成为一个更大规模系统中的一部分。这就体现了分析与综合有机结合的思想方法。

系统是由要素组成的，一般地说，系统的性质是由要素决定的，有什么样的要素，就有什么样的系统。要素在构成系统、决定系统时，各种要素要形成一定的结构。要素以一定的结构形成系统时，各种要素在系统中的地位和作用不尽相同。有些要素处于中心地位，支配和决定整个系统的行为，这就是中心要素；还有一些要素处于非中心、被支配的地位，称之为非中心要素。

系统的性质取决于要素的结构，结构的好坏是由要素之间的协调作用直接体现出来的。优质的要素如果协调得不好，形成的结构可能不是最优的；但是，质量差一些的要素，如果协调得好，则可能形成优异的结构，从而决定出质量较优的系统。因此，处理好要素与要素、要素与系统的关系，对于系统的功能和性质至关重要。这就体现出系统设计的重要意义。

系统与环境同样也存在着密切的关系和联系。每一具体的系统都是在时空上有限的存在。作为一个有限的存在，都有它外界的存在或环境。一般把一个系统之外的所有其他事物或存在，称为该系统的环境。环境是系统存在的外部条件。环境对系统的性质起着一定的支配作用。系统的整体性是在系统与环境的相互联系中体现出来的。系统和它的环境构成一个整体。

二、机械系统

（一）广义上的机械系统

任何一台机器要达到最有效能的运行均离不开人和环境所构成的外部条件。我们把机器本身称之为内部系统，把人和环境称之为外部系统。内部系统和外都系统组成了全系统，也可称之为广义机械系统。人与环境是机械系统存在的外部条件，人与环境对机械的效能起着一定的支配作用。机械系统的整体性是在内部系统与外部系统的相互联系中体现出来的。例如，一台精密加工机床的效能好坏与操作者的生理、心理和技术水平有关，也与环境对机床的影响有关。

(二) 机械系统的基本特点

机械系统的关键部分是机械运动的装置,它用来完成一定的工作过程。现代机器通常由控制系统、信息测量和处理系统、动力系统以及传动和执行机构系统等组成。现代机器中控制和信息处理由电子计算机来完成。不管现代机器如何先进,机器与其他装置的主要不同点是产生确定的机械运动,完成有用的工作过程。因此,实现机械运动的传动和执行机构系统是机械的核心,机器中各个机构通过有序的运动和动力传递最终实现功能变化、完成所需的工作过程。从运动的角度来说,机器中的运动单元体称为机构。因此,机构是把一个或几个构件的运动,变换成其他构件所需的具有确定运动的构件系统。从现代机器发展趋势来看,机构中的各构件可以都是刚性构件,也可以是柔性构件、弹性构件、液体、气体和电磁体等,而且将各驱动元件与执行系统配合在一起用。

机械是机构和机器的总称。

此外,在实际生产过程中,还有采用多种机器组合起来、完成比较复杂的工作过程,这种机器系统称之为生产线。

从系统的概念来考虑问题,上述构件系统、机构系统和机器系统均可称之为机械系统,只是它们的组成要素各不相同。从完成单一的运动要求考虑,机构就是机械系统,它的组成要素是构件;从完成某一工艺动作过程考虑,机器也是机械系统,它的组成要素是机构;从完成某一复杂的工艺动作和工作过程考虑,生产线也是机械系统,它的组成要素是机器。如果我们对某一机器进行加工制造的需要出发,将其中的各个零件作为它的组成要素,零件组成的系统也可称为机械系统。由上述分析可见,机械系统是一个广义的概念,它的内涵要按分析研究的对象来加以具体化。

由于动作的实现方式和完成的具体功能不同,机械系统的种类形形色色。例如,液压系统、气动系统、物流输送系统、自动加工系统等,均是机械系统。

(三) 传动—执行机构组成了机械系统的核心

机器的种类繁多,结构也愈来愈复杂。但从实现机器功能的需要来看,一般应该包括下列子系统:动力系统、传动—执行系统、操纵系统及控制系统等。这些子系统分别实现各自的分功能,综合实现机器的总功能。从完成机器的工作过程需要考虑,传动—执行系统是机器的核心。因此,一般情况下,机械系统研究的重点也是传动—执行系统。研究机械系统概念设计时把重点放在

传动—执行机构系统上，其依据是显而易见的。

从系统设计的角度来看，把机械系统界定为机器是比较合理的，有利于开展机器的创新设计。现在有不少文献和专著中把机构也称之为机械系统，从系统的观点来看这是正确的，但是对机构的结构、运动学和动力学的研究在机构学中已经有了深入和全面的展开，也是机构学的主要研究内容，如果把机构学的研究改称为机械系统的研究，反而易使人产生误解。把机器称之为机械系统，有两方面的作用：一是将机器各组成部分作为组成要素可以按系统科学的方法来研究机器的设计，有利于机器的创新和达到综合最优的目标；二是有利于将机器的内部系统与环境的外部系统综合在一起形成一个广义机械系统，使其成为人一机—环境的综合体，由此出发进行机器的设计可以达到满足人机工程要求和适应环境变化的优良水平。

第二节 机械系统的基本特征

一、整体性

整体性是机械系统所具有的最重要和最基本的特性。系统是由两个或两个以上的可以相互区别的要素构成的统一体。虽然各要素具有各自不同的性能，但它们结合后必须服从整体功能的要求，相互间需协调和适应。一个系统整体功能的实现，并不是也不可能是某个要素单独作用的结果。一个系统的好坏，最终体现在它的效能上。因此，必须从整体效能的优劣来判断系统的好坏。确定各要素的性能和它们间的联系时，必须从整体着眼、从全局出发，并不要求所有要素都具有完美的性能。所有要素的性能都十全十美，若其整体效能统一性和协调性差也得不到令人满意的结果。相反，即使某些要素的性能并不很完善，但如能与其相关要素处于很好的统一与协调之中，往往也可使系统具有令人满意的效能。整体性也就是统一性和协调性。

各要素的随意组合不能称作为系统。因此，系统的整体性还反映在组合成系统的各要素之间的有机联系上。正是这种有机联系，才使各要素组成一个整体，如果失去了这种有机联系也就不存在整个系统。同样，在系统中不存在与其他要素不发生联系的独立要素。由此可见，系统是不能分割的，不能把一个系统分割成相互独立的子系统。但是，实际的系统有时是很复杂的，为了研究方便，可根据需要，按功能分解原理把一个系统分解成若干个子系统。这种将

系统“分解”所得的子系统与毫无道理的“分割”所得的系统是完全不同的概念。因为在分解系统时，始终保持着代表某一子功能的子系统之间的有机联系。分解后的子系统都不是完全独立的，而是维持着某种联系。这种联系分别用相应的子系统的输入与输出表示。因此，这种子系统也就不能分割成完全独立的要素。

二、相关性

组成系统的要素是相互联系、相互作用的，这就是系统的相关性。相关性就是系统各要素之间的特定关系。其中包括系统的输入与输出的关系，各要素间的层次关系，各要素的性能与系统整体之间的特定关系等。系统的相关性还体现在某一要素的改变将影响其对相关要素的作用，由此对整个系统产生影响。

系统的相关性是通过相互联系的方式来实现的，例如有时间的联系和空间的联系。广义地讲，要素之间一切联系方式的总和，叫作系统的结构。不同的联系方式对系统的相关性有不同的影响和作用。没有按一定的结构框架组织起来的多要素集合是一种非系统。结构不能离开要素而单独存在，只有通过要素间相互作用才能体现其客观存在。要素和结构是构成系统的两个缺一不可的方面，系统是要素与结构的统一。给定要素和结构两方面，才算给定一个系统。系统的相关性就是通过结构来体现的。

三、层次性

系统作为一个相互作用的诸要素的总体，它可以分解为一系列的子系统，并存在一定的层次结构，这是系统空间结构的特定形式。在系统层次结构中表述了在不同层次子系统之间的从属关系或相互作用关系。在不同的层次结构中存在着动态的信息流和物质流，构成了系统的运动特性，为深入研究系统层次之间的控制与细节功能提供了条件。

从机械系统的构成来看，由基本要素到系统整体是有阶梯性和层次性的。每个层次反映了系统某种功能实现方式。层次本身就是系统构成的部分。

如何划分层次、层次的基本特性是什么，只有根据某一具体的机械系统来加以考虑，而且还与系统的分析和设计人员的某些构想有关。

四、目的性

系统的价值体现在实现的功能上，完成特定的功能是系统存在的目的。系

统的目的性是区别这一系统和那一系统的标志。系统的目的一般用更具体的目标来体现,一般来说,比较复杂的系统都具有不止一个的目标,因此往往需要一个指标体系来描述系统的目标。

在指标体系中,各个指标之间有时是相互矛盾。为此,要从整体要求出发力求取得全局综合最优的效果,要设法在矛盾的目标之间做好协调工作,寻求平衡点,取得综合最优的方案。

系统的功能就是系统的目的性,它主要取决于要素、结构、环境。要素必须具备必要的性能,否则难以达到预期的目的。要素的相互联系方式取决于系统的结构,选择最佳的结构框架,将有利于最优实现系统的目的。同时,还要选择或创造适当的环境条件,使环境条件有利于系统功能的实现。在要素和环境条件已经给定的情况下,系统的结构才是起决定性影响的。

为了实现系统的目的,系统必须具有控制、调节和管理的功能,这些功能使系统进入与它的目的相适应的状态,实现要求的功能并能排除或减少有意的干扰。

五、环境适应性

任何一个系统都存在于一定的物质世界的环境中。因此,它必然也要与外界环境产生物质的、能量的和信息的交换,外界环境的变化必然会引起系统内部各要素之间输出、输入的变化,从而会使系统的输入发生变化,甚至产生干扰引起系统功能的变化。不能适应外部环境变化的系统是没有生命力的,而能够经常与外部环境保持最优适应状态的系统,才是理想的系统。

外部环境总是不断变化着的,系统也总是处于动态过程中,稳态过程是相对的、暂时的。因此,为了使系统运行状态良好,必须使系统对外部环境的各种动态变化和干扰具有良好的动态适应性。

为了把握好系统,必须了解系统所处的环境,分析环境对系统有何影响,如何使系统适应这种影响。系统与环境的相互作用、相互联系是通过交换物质、能量、信息来实现的。研究系统和环境的物质、能量、信息交换的规律和特性,才能有的放矢解决系统的环境适应问题。

第三节 机械系统设计

一、机器与现代机电系统

机器是由各种金属和非金属零部件组成的执行机械运动的装置,可用来完成所赋予的功能,其传统的意义是用来代替人的劳动、进行能量变换和产生有用功。现阶段,机器的概念可以扩充为:一种用来转换和传递能量、物料和信息的,能执行机械运动的设备或装置。例如,机电工程领域中的机床、三坐标测量机、起重机、纺织机、印刷机以及复印机等都是机器。

(一) 机器的类别和组成

1. 机器的类别

机器的种类繁多,从功能共性角度出发,可以发现机器是用来传递运动或动力,用来变换或传递能量、物料与信息,能完成有用机械功的装置。而在现代工业领域,虽然机器的概念是广泛的,但由传统的机器概念可知,是否完成有用的机械功就成为辨别产品(装置)能否成为机电系统的关键条件。例如,电视机、计算机等内部结构没有执行机械运动的装置,也没有克服外力作机械功,就不能称之为机电系统。因此,这里所述的机器是指具有完成有用机械功的机电系统。

根据工作类型,机器通常可以分为三类:动力机器、工作机器和信息机器。

(1) 动力机器。

动力机器一般也叫原动机,是将任何一种能量转换成机械能或将机械能转换成其他形式能量的装置。例如,内燃机、压气机、涡轮机、电动机、发电机等都属于动力机器。

通常,动力机器的主体机构比较简单,出于经济、尺寸和重量等方面的原因,设计和制造时,其运动形式和速度单一,输出运动的形式通常为旋转运动,运转速度较高。根据其输入和输出的不同,可以有多种不同的分类。

①化学能转换成机械能的动力机器。

有汽油机、柴油机、蒸汽轮机、燃气轮机等,它们把油或煤燃烧后,将化学能变成热能,形成高压燃气或高压蒸汽,由此产生机械能。这类动力机器,

关键是如何有效地将化学能变成热能,由热能转换成机械能的机械装置的结构一般不太复杂。这类动力机器的研究和设计较多地涉及热能工程学科。

②电能转换成机械能的动力机器。

有三相异步电动机、直流电动机、交流电动机、伺服电动机、步进电动机等,它们将电能转换成机械能。这类动力机器的研究和设计主要知识为电磁理论和电气工程学科。

另外,作为将其他形态的能量转变为机械能的动力机器,也可以根据输入能量的形态不同来分类,即可分为一次动力机和二次动力机两种:一次动力机是指把自然界的能源转变为机械能的机器,如柴油机、汽轮机、汽油机、燃气轮机和水轮机等;二次动力机是指把二次能源(如电能、液压能、气压能)转变为机械能的机器,如电动机、液压马达和气动马达等。

在机电工程领域,原动机作为一种把其他形式的能量转化为机械能的机械装置,是机电系统的重要部件之一。故可以根据原动机输出的运动函数的数学性质不同,将其分为线性原动机和非线性原动机,即当原动机输出的位移(或转角)函数为时间的线性函数时,称为线性原动机,如交、直流电动机;当原动机输出的位移(或转角)函数为时间的非线性函数时,称为非线性原动机,如步进电机、伺服电机等。一般地,非线性原动机通过设计或选择适当的控制系统,可作为线性原动机使用,且具有优良的可控性。

而对于可以提供驱动力的弹簧力、重力、电磁力、记忆合金的热变形力一般不属于原动机的研究范畴。

(2)工作机器。

工作机器指完成有用机械功的装置。即利用机械能来改变作业对象的性质、状态、形状或位置,或对作业对象进行检测、度量等,以进行生产或达到其他预定目的的装置。例如,金属切削机床、轧钢机、织布机、包装机、汽车、机车、飞机、起重机、输送机等都属于工作机器。

工作机器的种类繁多,是三种机器中类别最多的一种。这类机器往往按行业来分,有通用机械、重型机械、矿山机械、纺织机械、农业机械、轻工机械、印刷机械、包装机械等。按行业和用途类型来划分机器类别对生产和应用是有利的。

①金属切削。

机床如车床、铣床、刨床、磨床、钻床、镗床、加工中心等。它们主要的工作特点是实现工件和刀具的夹持和获得相对运动。按动能表面获得方法、使用刀具和实现运动方式可确定机床的类别和组成特点。

②运输机械。

如起重机、输送机、提升机、自动化立体仓库等。它们的工作特点是搬运物料、堆积货物。按物料类别和搬运要求可确定机器的类型。

③纺织机械。

如各种纺织机等。它们的工作特点是将纱线按要求进行纺纱、织布。按纺纱和织布的不同工作原理来确定机器。

④包装机械。

如糖果包装机、啤酒罐装机、软管充填封口机、制袋充填包装机等。它们的工作特点是将物料（包括固体、液体、气体）充入容器或用包装材料包容物料。由于物料形态不同，包装物的具体情况相差较大，执行动作构想和配合等不同原理方案是确定包装机械类型的基础。

工作机器的共性是利用原动机提供的动力和运动，其功能部件克服外载荷而做有用的机械功。即工作机器中必须包含有原动机，否则只能称为机构（机械装置）。因此，对于需要完成多种多样功能的工作机器的研究和设计，由于原动机的种类有限，不仅有功能部件与原动机的匹配的要求，还有运动精度、强度、刚度、安全性、可靠性等要求。

（3）信息机器。

信息机器指完成信息的传递和变换的装置。其功能是进行文字、图像、数据等信息的传递、变换、显示和记录。根据其工作原理的不同，具体的结构形式也多种多样，例如机械式钟表、机械式仪表、复印机、打印机、绘图机、照相机等。

信息机器实际也是一种工作机器，只不过其中的机械运动机构更精巧，并通过各种复杂的信息来控制功能部件的运动，以实现信息的转换和传递。最典型的如机械式钟表，以发条为原动机提供动力，利用一系列的齿轮机构和指针等功能部件的组合，实现时间信息的显示和传递。

因此，信息机器也可称为精密仪器，而作为具有多学科综合特征的仪器仪表，传统的机械式仪表一般可以纳入没有原动机的机构或精密机构，如机械式百分表；随着现阶段仪器学科的发展，各种自动化仪器已成为机电工程领域的重要基础之一，即包含原动机的信息机器，已将精密机械、传感技术、计算机控制技术、微电子技术等多种技术融为一体，成为具有机、电、光、算一体化特征的机器（产品）。例如，绘图机是通过接口接受计算机输出的信息，经过控制电路向X轴和Y轴两个方向的电动机发出绘图指令，由电动机驱动运动转换功能部件，实现滑臂和笔爪滑架的移动，逻辑电路控制绘图笔运动，在绘图纸上绘制所需图形。

2. 机器的组成

机器的种类有很多,其用途和性能也差别很大,但从组成上看,机器是由两个以上广义构件以某种方式连接(机、电、液、磁、气)而成的机电装置。通过其中某些构件限定的相对运动,能将某种原动力和运动进行转变,转换机械能或作有用功,并在人或其他智能部件的操纵和控制下,实现为之设计的功能。

机器一般由动力机、传动机、工作机和控制机组成。对应各主要组成的基本功能分别如下。

(1) 动力机。

是机器能量来源(故也称为原动机),它将各种能量转变为机械能。

(2) 传动机。

按工作机要求,将原动机的运动和动力传递、转换或分配给工作机的中间装置(通常称为传动机构)。

(3) 工作机。

直接实现机器特定功能、完成生产任务的工作执行部分(或称为执行机构)。

(4) 控制机。

操纵和控制机器的起动、停车、运动形式和参数变更的装置。

(5) 基础支承和辅助部件。

为保证机器正常工作、改善操作条件和延长使用寿命而设置的功能部件,如基础支承的机床床身,通过其支承和连接各功能部分,如冷却、润滑、计数及显示、照明、消声、除尘、互锁及安全保护等装置。

3. 机电系统

随着科学技术的发展,以电能为代表的二次能源的应用受到了高度关注,作为二次动力机的各种类型的电动机也已取得了持续进步和广泛使用。同时,电子信息技术与产业机械系统综合设计器一体化趋势越来越明显,控制机的功能和作用也越发重要。现阶段,通常把由若干机构组合而成的传动机和工作机,以及包括原动机驱动和协调传动机构、执行机构动作的控制系统在内的现代机器称为机电系统。同时,随着知识学科和生产制造的专业化,现代机器可以分为完成运动功能的机械系统和协调运动功能的控制系统两个主要子功能来分别研究、设计和制造。

(1) 机械系统。

中国古代有“机械是能用力甚寡而见功多的器械”之说。德国人 Leopold 则有“机械或工具是一种人造的设备,用它来产生有利的运动;同时在不能