

74722.62
1.2

机械传动设计手册

(修 订 本)

上 册

主 编: 江耕华 胡来瑤 陈启松
编 写: 江耕华 胡来瑤 陈启松
顾本午 蒋福章 姚守铎

煤炭工业出版社

机械传动设计手册

(修 订 本)

下 册

主 编：江耕华 胡来瑭 陈启松
编 写：江耕华 胡来瑭 陈启松
顾本午 蒋福章 姚守铎

煤炭工业出版社

(京) 新登字042号

内 容 提 要

本《手册》分12篇,共46章。全书内容包括:机械传动总论;机构分析与综合;齿轮与齿轮传动;蜗杆与蜗轮传动;行星齿轮传动;挠性体传动;减速器;变速装置;轴系零件;润滑与密封;弹簧;钢丝绳及绳具。

本《手册》较全面系统地介绍了各类机械传动装置的设计与计算方法,选编了大量的数表和线图,并列有较多的设计和计算实例。全书内容丰富,简明系统、实用可靠。

本《手册》可供从事机械设计、制造和使用部门的工程技术人员使用,也可供工科大专院校机械专业的师生参考。

责任编辑:顾建中 翟 刚

机 械 传 动 设 计 手 册

(修 订 本)

江耕华 胡来瑭 陈启松 等编

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 787×1092mm¹/₁₆ 印张 154¹/₄ 插页 1

字数3725千字 印数1—7,792

1983年4月第1版

1992年12月第2版 1992年12月第1次印刷

ISBN 7-5020-0546-3/TD·501

书号 3321(共两册)定价 87.00元

前 言

(修 订 版)

《机械传动设计手册》是为我国机械设计、制造及使用部门的工程技术人员编写的一部专用工具书。本《手册》第一版自1983年出版发行以来,由于内容丰富系统、数据准确可靠、计算实例简明等特点,深受广大工程界读者的欢迎。近年来,随着机械设计和制造技术的发展,新的设计方法和资料不断出现,机械行业许多新的基础标准相继颁布。为适应90年代现代化建设的需要和广大读者的要求,我们对《手册》第一版进行了全面修订。

修订后的《手册》,在内容编写上力求简明、系统、实用、可靠,使之更适用于各种机械及其传动装置的设计和计算,其中包括矿山、重型、工程及通用机械等。与第一版相比,新增加的篇目有:机构分析与综合、变速装置、润滑与密封、钢丝绳及绳具等,其它篇章亦作了较为全面的更新、充实和调整。

修编后的《手册》有以下主要特点:

一、充分吸收了新的研究成果和设计资料

在圆柱齿轮传动中增编了“05变位齿轮”的设计资料;锥齿轮传动中增编了近年来各工业部门引进的“克林根堡”弧齿锥齿轮的设计方法;蜗杆传动中充实了圆弧圆柱蜗杆传动和平面二次包络环面蜗杆传动的设计方法;渐开线行星齿轮传动中选编了一部分很实用的、具有较高精确度的计算数表;挠性体传动中增加了同步齿形带传动;轴系零件中增加了软轴设计;滚动轴承全部改用了新的国家标准及修订后的额定动、静负荷值。

二、广泛采用了先进、实用的设计计算方法

“渐开线圆柱齿轮承载能力计算方法”(GB3480—83)、“通用渐开线圆柱齿轮承载能力简化计算”(GB10063—88)、“渐开线圆柱齿轮胶合承载能力计算方法”(GB6413—88)、“锥齿轮承载能力计算方法”(GB10062—88)及“锥齿轮胶合承载能力计算方法”(GB11367—89)等是近几年来我国颁布执行的新标准。齿轮承载能力的这些计算方法,与ISO(国际标准化组织)体系相同,反映了目前世界各国齿轮研究的最新成果。在编写中为便于读者应用,我们将这些新的计算方法作了必要的简化和补充。

另外,在行星齿轮传动中,除介绍渐开线行星传动、渐开线少齿差行星传动、摆线针轮行星传动和谐波齿轮行星传动的设计和计算方法外,还将渐开线行星传动中心轮和行星轮柔性轮缘的强度校核改用了经实践验证过的新的计算方法。

三、充实和增编了内容,扩大了适应范围

为开扩设计思路、满足机械设计和机械传动系统总体方案设计及选型设计的需要,新增加了机构分析与综合、变速装置和润滑与密封等篇目。前者用较多的表格和线图介绍了各种常用机构的结构、运动、动力及功能分析和图解及解析的设计方法;后者较全面地介绍了润滑装置、润滑剂、密封件以及机械零部件常用的润滑方法,其中部分资料选自国内引进

产品和国外新技术，具有较高的实用价值；在变速装置篇中搜集了机床、汽车、轻工、纺织等机械设计的资料，编入了齿轮变速箱和无级变速器的设计方法和应用。

另外，在其它篇章中还更换、充实了部分数表和线图，以便于读者使用。

四、更换了旧的标准，采用了新的国家标准

在齿轮传动、蜗杆传动、滚动轴承、花键联接、密封件等内容中全部采用了新的国家标准，如“渐开线圆柱齿轮精度”(GB10095—88)、“锥齿轮和准双曲面齿轮精度”(GB11365—89)、“齿条精度”(GB10096—88)、“圆弧圆柱齿轮精度”(JB4021—85)、“圆柱蜗杆、蜗轮精度”(GB10089—88)、“圆弧圆柱蜗杆减速器标准”(GB9174—88)以及各种齿轮传动的基准齿廓及基本参数等国家标准。

全书中的计量单位全部改用了国际单位制(GB3100~3102—86)。

《手册》修订本是在煤炭科学研究总院上海分院、焦作矿业学院的支持下修订的。在修订过程中，我们曾到有关工厂、院校及设计研究单位调查研究和搜集资料，广泛听取了读者对《手册》第一版的意见。初稿完成后，又邀请了有关专家、教授进行审查，其中有：中国矿业大学研究生部孟惠荣、煤炭科学研究总院上海分院黄钦宗，上海市冶金矿山机械技术研究所李秉为、上海交通大学花家寿、太原工业大学邵家辉、淮南矿业学院陶升元，华东化工学院张文照、煤炭科学研究总院上海分院邱皓东、无锡采煤机械厂虞鉴、中国统配煤矿总公司耿兆瑞等同志。他们提出了许多宝贵的意见，并提供了部分资料，在此一并致谢。

《手册》由煤炭科学研究总院上海分院教授级高工江耕华、焦作矿业学院教授胡来瑤（现任湖北工学院教授）、煤炭科学研究总院上海分院教授级高工陈启松担任主编，参加编写的人员还有：教授级高工顾本午、高工蒋福章和姚守钵。各编写人员的分工为：第一、二、四、八篇，第五篇第二、三、四章，第六篇第四章，第七篇第三章由胡来瑤编写；第三篇第一、三、五、六章，第十一篇（部分）由江耕华编写；第六篇第三章，第九篇由陈启松编写；第三篇第二、四章由顾本午编写；第五篇第一章，第六篇第一、二章、第七篇第一、二、四、五章，第十二篇由蒋福章编写；第十篇，第十一篇（部分）由姚守钵编写。

由于这次修订工作时间较紧和编者水平有限，错误和缺点在所难免，恳切希望读者批评指正。

编 者

1990. 10于上海

目 录

前 言

第一篇 机械传动总论

第一章 机械传动类型及选择	2
第一节 现代机器的结构组成	2
第二节 机械传动的特性和参数	5
第三节 机械传动的基本类型	8
第四节 机械传动类型的选择	16
第二章 机械传动系统方案设计	25
第一节 机械传动系统设计的基本问题	25
第二节 机械传动系统的传动比分配	26
第三节 机械传动系统的性能计算	32
第四节 机械传动系统方案设计实例	35
参考书目	44

第二篇 机构分析与综合

第一章 机构分析综述	48
第一节 机构的结构组成	48
第二节 机构的自由度计算	61
第三节 平面机构的结构分析	70
第四节 平面机构的运动分析	75
第五节 平面机构的力分析	94
第六节 机械系统的功能分析	104
第二章 平面连杆机构综合	118
第一节 四杆机构的结构型式	118
第二节 四杆机构的传动特性	120
第三节 四杆机构按最小传动角综合	122
第四节 四杆机构按连架杆位置综合	126
第五节 四杆机构按连杆位置综合	133
第六节 四杆机构的轨迹综合	134
第三章 凸轮机构综合	136
第一节 凸轮机构的结构类型	136
第二节 凸轮机构的传动特性	139
第三节 从动杆的运动规律	142
第四节 凸轮基圆半径的选择	149

第五节 凸轮工作廓线综合	154
第六节 凸轮机构的结构设计	160
第四章 非圆节线机构综合	164
第一节 非圆节线机构的类型	164
第二节 瞬心线机构综合	164
第三节 非圆齿轮机构综合	167
第四节 互包络线机构	176
第五章 间歇机构综合	180
第一节 棘轮机构综合	180
第二节 槽轮机构综合	184
第三节 不完全齿轮机构综合	192
参考书目	201

第三篇 齿轮与齿轮传动

第一章 齿轮与齿轮传动综述	204
第一节 齿轮与齿轮传动的代号与分类	204
第二节 渐开线圆柱齿轮基本齿廓和模数	208
第三节 渐开线圆柱齿轮的轮齿修形	210
第四节 齿轮与蜗轮传动啮合作用的计算	211
第二章 渐开线圆柱齿轮传动的几何计算	217
第一节 外啮合标准齿轮传动的几何计算	217
第二节 渐开线圆柱齿轮的变位原理及应用	221
第三节 变位系数的选择	224
第四节 外啮合高度变位齿轮传动的几何计算	243
第五节 外啮合角度变位齿轮传动的几何计算	246
第六节 内啮合标准齿轮传动的几何计算	257
第七节 内啮合高度变位齿轮传动的几何计算	261
第八节 内啮合角度变位齿轮传动的几何计算	264
第九节 交错轴斜齿轮传动的几何计算	283
第十节 齿轮与齿条传动的几何计算	288
第十一节 带中间轮外啮合角度变位齿轮的几何计算	292
第十二节 直齿圆柱齿轮的测绘	297
第十三节 斜齿圆柱齿轮的测绘	307
第三章 锥齿轮传动的几何计算	315
第一节 锥齿轮传动的各部名称	315
第二节 锥齿轮传动的类型与特点	315
第三节 锥齿轮的基本齿廓、模数和变位制	318
第四节 锥齿轮传动的几何参数	319
第五节 克林根堡(希克洛—帕洛德)制弧齿锥齿轮	336
第六节 锥齿轮传动的几何计算及实例	357
第七节 锥齿轮的测绘	373
第四章 渐开线齿轮传动的强度计算	381

第一节 渐开线圆柱齿轮强度的设计计算	381
第二节 渐开线圆柱齿轮疲劳强度的校核计算	382
第三节 锥齿轮疲劳强度的校核计算	414
第四节 渐开线圆柱齿轮和锥齿轮的齿面胶合强度校核计算	423
第五节 渐开线齿轮强度计算的实例	433
第六节 齿轮材料及热处理	455
第五章 渐开线齿轮精度	458
第一节 渐开线圆柱齿轮精度	458
第二节 齿条精度	483
第三节 锥齿轮和准双曲面齿轮精度	492
第六章 圆弧圆柱齿轮传动	509
第一节 圆弧圆柱齿轮传动的特点	509
第二节 圆弧圆柱齿轮的基本齿廓与模数	510
第三节 圆弧圆柱齿轮传动的基本参数选择	512
第四节 圆弧圆柱齿轮传动的几何计算	513
第五节 圆弧圆柱齿轮传动的强度计算	516
第六节 圆弧圆柱齿轮传动的强度计算实例	527
第七节 圆弧圆柱齿轮精度	532
参考书目	544

第四篇 蜗杆与蜗轮传动

第一章 圆柱蜗杆传动的几何计算	546
第一节 圆柱蜗杆传动的基本术语和符号	546
第二节 圆柱蜗杆传动的类型和特性	547
第三节 圆柱蜗杆传动的参数选择	552
第四节 圆柱蜗杆传动的变位计算	573
第五节 圆柱蜗杆传动的几何计算	576
第六节 普通圆柱蜗杆传动的测绘	583
第二章 环面蜗杆传动的几何计算	590
第一节 环面蜗杆传动的基本术语和符号	590
第二节 环面蜗杆传动的类型和特性	591
第三节 直廓环面蜗杆传动的参数选择	599
第四节 直廓环面蜗杆“变参数修形”计算	605
第五节 直廓环面蜗杆传动的几何计算	609
第六节 可展环面蜗杆传动的参数选择	617
第七节 可展环面蜗杆传动的几何计算	621
第三章 蜗杆传动的强度计算	628
第一节 蜗杆传动的失效形式	628
第二节 蜗杆与蜗轮的材料和热处理	630
第三节 圆柱蜗杆传动的强度计算	632
第四节 环面蜗杆传动的强度计算	644
第五节 蜗杆体强度和刚度的校核计算	654

第六节 蜗杆传动的效率计算	656
第七节 蜗杆传动的热平衡计算	661
第八节 蜗杆传动设计计算实例	664
第四章 蜗杆蜗轮的精度和公差	671
第一节 圆柱蜗杆、蜗轮的误差定义和精度等级	671
第二节 圆柱蜗杆、蜗轮的检验项目和公差	678
第三节 直廓环面蜗杆、蜗轮的精度等级和误差定义	693
第四节 直廓环面蜗杆、蜗轮的检验项目和公差	698
第五节 可展环面蜗杆、蜗轮的精度和公差	702
第六节 蜗杆传动公差选用实例	709
参考书目	715

第五篇 行星齿轮传动

第一章 渐开线行星齿轮传动	718
第一节 渐开线行星齿轮传动的基本术语和代号	718
第二节 渐开线行星齿轮传动的类型和特点	719
第三节 渐开线行星齿轮传动的传动比计算	721
第四节 渐开线行星齿轮传动的齿数选择	723
第五节 渐开线行星齿轮传动的几何计算	814
第六节 渐开线行星齿轮传动的受力分析	817
第七节 渐开线行星齿轮传动的强度计算特点	822
第八节 渐开线行星齿轮传动的效率计算	826
第九节 中心轮和行星轮的结构与计算	830
第十节 行星架的设计与计算	836
第十一节 行星齿轮传动的均载机构设计	845
第十二节 渐开线行星齿轮传动的设计计算实例	859
第十三节 典型零件的结构及工作图	879
第二章 渐开线少齿差行星齿轮传动	884
第一节 少齿差行星齿轮传动的类型和特点	884
第二节 少齿差行星齿轮传动的传动比计算	890
第三节 少齿差行星齿轮内啮合的干涉验算	894
第四节 少齿差行星齿轮传动的参数选择	897
第五节 少齿差行星齿轮传动的几何计算	913
第六节 少齿差行星齿轮传动的强度计算	924
第七节 锥差型少齿差行星齿轮传动的几何计算	930
第八节 锥差型少齿差行星齿轮传动的结构设计特点	932
第三章 摆线针轮行星齿轮传动	934
第一节 摆线针轮行星齿轮传动的基本术语和符号	934
第二节 摆线针轮行星齿轮传动的传动比和特点	934
第三节 摆线针轮行星齿轮传动的啮合原理	937
第四节 摆线针轮行星齿轮传动的几何计算	942
第五节 摆线针轮行星齿轮传动的作用力分析	946

第六节 摆线针轮行星齿轮传动的强度计算	951
第七节 摆线针轮行星齿轮传动设计计算实例	956
第八节 摆线针轮行星齿轮减速器	959
第四章 谐波齿轮行星传动	970
第一节 谐波齿轮行星传动的基本术语和符号	970
第二节 谐波齿轮行星传动的传动比和特点	970
第三节 谐波齿轮行星传动的结构方案设计	976
第四节 柔轮与发生器的结构型式选择	982
第五节 谐波齿轮行星传动的几何计算	989
第六节 谐波齿轮行星传动的强度计算	997
第七节 谐波齿轮行星传动的效率计算	1007
第八节 谐波齿轮行星传动设计计算实例	1010
参考书目	1016

第六篇 挠性体传动

第一章 三角胶带传动	1020
第一节 普通V带传动	1020
第二节 窄V带传动	1034
第二章 同步齿形带传动	1056
第一节 同步齿形带传动的特点与应用	1056
第二节 同步齿形带传动的主要参数及规格	1056
第三节 同步齿形带传动的带轮	1065
第四节 同步齿形带传动的设计计算	1075
第五节 同步齿形带传动的计算实例	1080
第三章 滚子链传动	1083
第一节 传动用短节距精密滚子链的基本参数和尺寸 (GB1243.1—83)	1083
第二节 滚子链链轮齿形及公差	1085
第三节 链轮与滚子链的材料及热处理	1093
第四节 滚子链与链轮的选择计算 (JB/ZZ 10—86)	1094
第四章 圆环链传动	1103
第一节 圆环链的结构型式	1103
第二节 圆环链的性能指标和选择计算	1105
第三节 圆环链链轮的齿形参数和几何计算	1109
第四节 圆环链和链轮的啮合特性	1115
第五节 圆环链链轮的技术条件	1117
第六节 圆环链传动设计计算实例	1118
参考书目	1121

目 录

第七篇 减 速 器

第一章 减速器的结构型式和传动比	1124
第一节 减速器的分类和型式	1124
第二节 圆柱齿轮减速器的传动比 (JB716—65)	1126
第三节 减速器的结构尺寸	1127
第四节 齿轮的结构尺寸	1137
第二章 圆柱齿轮减速器	1144
第一节 ZDY、ZLY、ZSY型圆柱齿轮减速器 (ZBJ19004—88)	1144
第二节 ZDZ、ZLZ、ZSZ型圆柱齿轮减速器	1174
第三节 ZDH、ZLH、ZSH型圆弧圆柱齿轮减速器 (JB1586—75)	1178
第四节 ZQH型圆弧圆柱齿轮减速器 (JB1585—75)	1231
第五节 ZLZ型减速器	1250
第三章 圆柱蜗杆减速器	1256
第一节 普通圆柱蜗杆减速器	1256
第二节 圆弧圆柱蜗杆减速器	1261
第四章 NGW-Z、NGW-S、NGW-L型行星齿轮减速器	1268
第一节 NGW-Z型行星齿轮减速器 (JB3722—84)	1268
第二节 NGW-S型行星齿轮减速器 (JB3723—84)	1288
第三节 NGW-L型行星齿轮减速器 (JB3724—84)	1308
第五章 圆锥圆柱型减速器	1324

第八篇 变 速 装 置

第一章 齿轮变速箱	1334
第一节 齿轮变速箱的变速方式	1334
第二节 齿轮变速箱的转速图	1337
第三节 机床变速箱的齿数选择	1342
第四节 机床变速箱的动力参数计算	1347
第五节 汽车变速箱设计计算实例分析	1351
第二章 无级变速器	1363
第一节 无级变速器的调速特性	1363
第二节 刚性摩擦式无级变速器	1366
第三节 挠性摩擦式无级变速器	1376
第四节 齿链式无级变速器	1379
参考书目	1407

第九篇 轴 系 零 件

第一章 轴	1410
第一节 轴的常用材料	1410
第二节 轴的结构设计	1412
第三节 轴与轮毂的联接计算	1425
第四节 轴上作用力的分析	1545
第五节 轴的强度计算	1556
第六节 轴的刚度计算	1569
第七节 轴的计算实例	1574
第二章 软轴	1585
第三章 滚动轴承的选择和计算	1591
第一节 滚动轴承的种类、代号和选择	1591
第二节 滚动轴承的寿命计算	1605
第三节 滚动轴承尺寸表	1615
第四节 滚动轴承的配合	1700
第五节 常用滚动轴承的结构尺寸	1704
第六节 滚动轴承的润滑和密封	1705
第四章 滑动轴承	1710
第一节 滑动轴承的分类和应用	1710
第二节 滑动轴承的计算	1710
第三节 滑动轴承的计算实例	1726
第四节 滑动轴承用轴套	1729
第五节 常用滑动轴承座的结构和尺寸	1737
第五章 联轴器与离合器	1743
第一节 联轴器	1743
第二节 液力耦合器	1816
第三节 离合器	1823
第六章 制动器	1846
参考书目	1860

第十篇 润 滑 与 密 封

第一章 润滑方法及润滑装置	1864
第一节 润滑方法及润滑装置的选择	1864
第二节 一般润滑件	1865
第三节 稀油集中润滑	1871
第四节 干油集中润滑	1885
第五节 油雾润滑	1924
第二章 润滑剂	1936
第一节 润滑剂的分类	1936
第二节 工业润滑油	1941

第三节 常用润滑脂	1962
第三章 常用机械零部件的润滑	1972
第一节 普通滑动轴承的润滑	1972
第二节 滚动轴承的润滑	1978
第三节 齿轮传动装置的润滑	1985
第四节 链传动的润滑	1995
第五节 联轴器的润滑	1997
第六节 离合器的润滑	1997
第七节 钢丝绳的润滑	1998
第四章 密封与密封件	2000
第一节 静密封与密封件	2000
第二节 动密封与密封件	2024
参考书目	2071

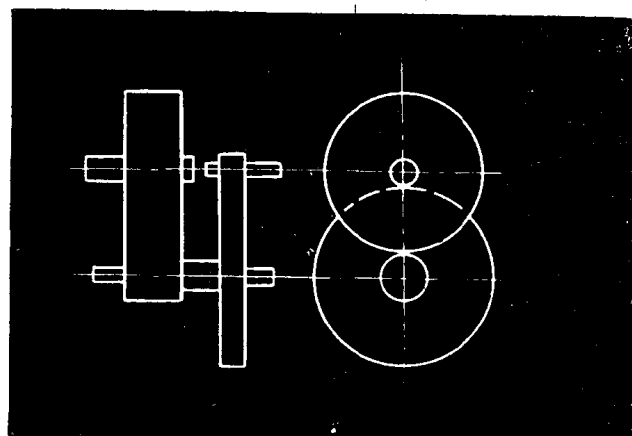
第十一篇 弹 簧

第一章 圆柱螺旋弹簧	2074
第一节 圆柱螺旋弹簧的分类与结构型式	2074
第二节 圆柱螺旋弹簧的参数名称及代号	2076
第三节 弹簧材料和许用应力	2077
第四节 圆柱螺旋压缩弹簧	2082
第五节 圆柱螺旋拉伸弹簧	2101
第六节 圆柱螺旋扭转弹簧	2108
第七节 螺旋弹簧的卷绕	2112
第八节 圆柱螺旋弹簧的技术条件	2113
第二章 碟形弹簧	2118
第一节 碟形弹簧的型式与精度	2118
第二节 碟形弹簧的参数名称及代号	2118
第三节 碟形弹簧的材料和许用应力	2119
第四节 碟形弹簧的计算公式	2120
第五节 碟形弹簧有关参数的选择	2122
第六节 碟形弹簧计算表	2125
第七节 碟形弹簧组合特性及参数	2128
第八节 碟形弹簧的技术要求(GB1972—80)	2129
第九节 碟形弹簧的计算实例	2130
第十节 碟形弹簧典型工作图	2133

第十二篇 钢丝绳及绳具

第一章 钢丝绳	2136
第一节 钢丝绳的分类、特点及用途	2136
第二节 钢丝绳的选型计算及型号	2140
第二章 绳具	2181
第一节 钢丝绳夹 (GB5976—86)	2181

第二节 钢丝绳用楔形接头 (GB5973—86)	2185
第三节 钢丝绳用套环	2183
第四节 钢丝绳用开式索具螺旋扣	2191
第五节 索具卸扣 (沪Q/JB44—66)	2192
第六节 滑轮及滑车	2193
参考书目	2214
附录1 外啮合变位齿轮传动 $\alpha'-x_z-y_z-\Delta y_z$ 数表	2215
附录2 渐开线函数表 $\text{inv} \alpha = \text{tg} \alpha - \alpha$	2267
附录3 渐开线内花键插齿刀的基本型式和尺寸 (GB6341—86)	2283
附录4 齿轮滚刀的基本型式和尺寸 (GB6083—85)	2284
附录5 渐开线花键滚刀基本型式和尺寸	2285
附录6 常用电动机	2286
附录7 国内外滚动轴承型号规格对照表	2330
附录8 国内外常用润滑油脂性能对照表	2390
附录9 30°渐开线花键 (国标送审稿) 量棒直径 D_{R0} 、 D_{R1} 、跨棒距及棒间距数表	2415



第一篇

机械传动总论

第一章 机械传动类型及选择

第一节 现代机器的结构组成

所有现代的机器，尽管构造和用途多种多样，但它们的结构组成均包括动力机、传动系统和工作机构三大部分。此外，为保证机器的正常工作，还需要设置操纵装置和控制系统。例如，矿井提升机是由电动机（动力机）、齿轮减速器（传动系统）、卷筒和钢丝绳（工作机构）、制动装置、控制系统及操纵装置等所组成；又如普通车床是由电动机、主传动齿轮变速箱、主轴以及进给传动系统、操纵和制动装置等所组成。一般地说，现代机器的结构组成如图 1-1-1 所示，各组成部分的作用主要是：

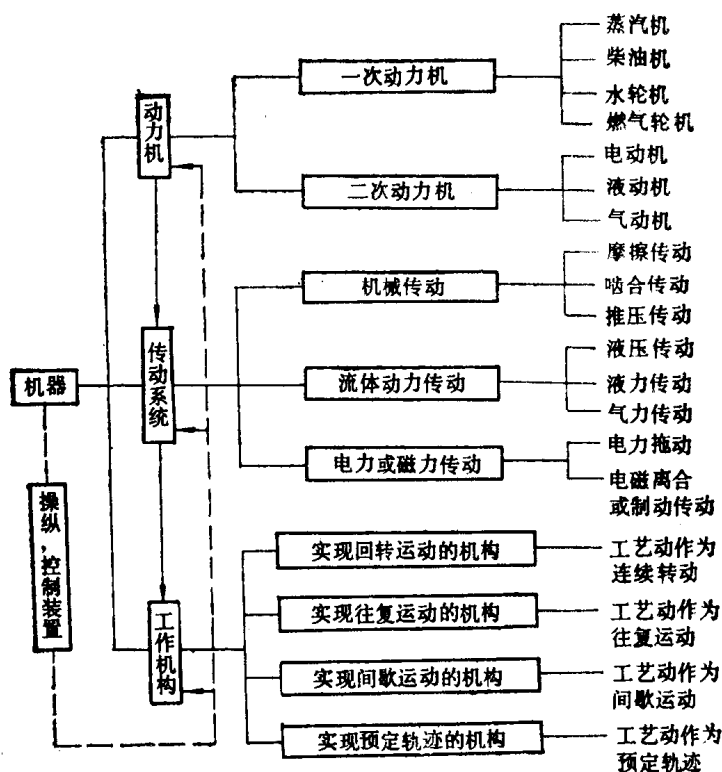


图 1-1-1 机器结构组成

动力机——是机器完成工作任务的动力源。按能量转换性质的不同，动力机分一次动力机和二次动力机。前者又称发动机和原动机，可将自然界的能源直接转换为机械能，如蒸汽机、柴油机、水轮机和燃气轮机等。用一次动力机驱动发电机、液压泵或空压机，将自然界的能源转换成电能、液体或气体的压力能，再将这种形式的能量转换为机械能的机器称为二次动力机，如电动机、液动机和气动机等。大多数机器都采用二次动力机，如金