

设计学

—— 传动零件

[民主德国] S. 弗罗尼斯 主编

王汝霖 黄宇中 华申吉 曹士鑫 译

汪一麟 校

高等教育出版社

设 计 学

——传 动 零 件

[民主德国] S. 弗罗尼斯 主编

王汝霖 黄宇中 华申吉 曹士鑫 译

汪一麟 校

高 等 教 育 出 版 社

内 容 提 要

本书系根据 德意志民主共和国工学博士 S. 弗罗尼斯 (Stefan Fronius) 教授主编的《设计学—传动零件》(KONSTRUKTIONSLEHRE—Antriebsselemente) 一书的第二版 (柏林 VEB Verlag Technik 1982 年出版) 译出。

本书系统地介绍了设计学中各传动零件的计算原理和设计方法, 特别注重阐述了传动系统的配置和匹配问题。全书共分八章, 分章阐述了轴、密封件、轴承、联轴器和制动器、齿轮传动、带传动和链传动、无级变速机械传动等传动零件, 全书系统性和科学性较好。

本书可作为我国高等工业学校各有关专业《机械零件》课程的教学参考书, 也可供从事机械设计的工程技术人员参考。

设 计 学

——传动零件

[民主德国] S. 弗罗尼斯 主编

王汝霖 黄宇中 华申吉 曹士鑫 译

汪一麟 校

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

河北省香河县印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 24.25 字数 550 000

1988年10月第1版 1988年10月第1次印刷

印数 00 001—2,92

ISBN7-04-000256-6/TH·178

定价 6.60 元

第 一 版 序

在设计技术范畴内,传动技术在机械制造业中已具有重要的意义,它从动力方面、时间方面和地点方面来研究使能量适应于材料领域内的各种实际状况。通过近年来对设计科学的研究,人们已认识到功能元件在能量范围内的特殊地位,并且力图改善传动零件的特性。人们已从理论上和实验上进一步阐明了传动系统中考虑周期性驱动力和惯性力产生的力和力矩以及由传动零件的变形和误差产生的力和力矩的计算原理,并为设计人员提供了掌握这些原理的方法。零件的特性值或特性功能已被确定,且可供设计人员在配置传动系统时进行选择 and 设计之用。

由于目前对“传动技术”和“传动零件”的概念还存在不明确之处,因此在本书开头一节中对不同的概念给以定义,并对传动技术的领域作了简短的描述,从而利用了一部分不同的论点和参考文献作出结论。

关于各传动零件章节的编写,值得感谢德意志民主共和国各高等工业学校的有关教师,他们担任编写与各自的研究课题有关的章节。由此可以保证,作者尽管对内容丰富的素材作了简述,但仍根据各自的经验介绍了最新的知识。

本书在编写中没有对不同合作者的风格和表述方法加以统一,因为这样并不影响总的印象,而且反映了作者个性的特点。

我以个人和出版社的名义对所有参加编写的同事们的主动合作和良好配合表示感谢。

St. Frounious(教授、工学博士)

第 二 版 序

本书可作为设计人员和从事实际工作的工艺人员的知识库以及在高等工业学校中讲授设计学课程用的补充教材。本书第一版颇受读者欢迎,因此在第一版问世的当年即告售罄。

为了尽快地解决由此造成的供不应求的问题,特重印出版了本书的第二版。

德文下标字母说明

a——轴向;齿顶;压紧;振幅	kl——小
A——轴向;接触面;工作;外部	L——轴承
ā——当量	M——混合
ab——从动	mind——最小
an——主动	mittel——中间
AD——疲劳(无应力集中)	n——法向;名义;有效
ADK——疲劳(有应力集中)	N——法向;名义;有效
b——弯曲;节圆;钻动;加速	nenn(Nean)——名义
B——孔;加速;制动;惯性;工作	o——下限
bekannt——已知	öl——油
Betr——工况	p——主动侧;齿廓
C——离心	Paket——组
d——伸长;旋转	r——摩擦;带;径向
dyn——动态	R——滚子;摩擦;滑移;径向;带;轮
E——饱和	Reib——摩擦
erf——所需	res(Res)——反作用;合成
erw——扩大	rest——残余
f——齿根;弹簧;离心	s——销;从动侧;剪切;屈服;支承;间隙;端面;秒
F——屈服;固体;平面;加工	S——端面;拉伸
FK——表面影响	Sch——剪切
Fe——固体	soll——所需
Fl——液体	sp——附加
g——滑动;基圆;大	St——冲击
G——重量	stat——静态
ges——总的	stoß——冲击
gl——滑动	T——切向
gr——大	theo——理论
H——粘附;附着;赫兹;辅助	u——圆周;上限
h——自由车削;小时	U——圆周
I——内部	ü——过渡
k——小;齿顶;链	üb——大致
K——接触;极限;临界;应力集中;滚球;爪;联轴器;冷却	v——相当;损耗;相对;预紧

V——磨损
vorh——实际; 预计
w——有效
W——轴; 抗衡; 阻力; 滚动体

wirk——有效; 实际
Wü——散热; 传热
z——内; 拉
zul——许用; 容许

目 录

第一章 传动技术与传动零件 (Stefan

Fronius 著, 黄宇中译) 1

1.1 传动技术的任务 1

1.2 原动机与工作机的匹配 1

1.3 能量的传递、变换和储存与任

意给定的机器位置的局部匹配 8

1.3.1 原动机与工作机的匹配 9

1.3.2 保证装置内合理的分流传递 10

第二章 轴 (Stefan Fronius, Johan-

nes Klose 著, 黄宇中译)

2.1 分类与功用 13

2.2 结构 13

2.2.1 轴结构的影响因素 13

2.2.2 轴的结构型式 14

2.3 轴的材料 16

2.4 轴的计算 16

2.4.1 轴的计算目的 16

2.4.2 作用力和力矩 17

2.4.2.1 力和力矩对计算的意
义 17

2.4.2.2 轴上的作用力 17

2.4.2.3 轴上的力矩 18

2.4.3 轴的初步计算 21

2.4.3.1 问题的提出 21

2.4.3.2 大致直径的确定 21

2.4.3.3 初步计算在草图设计中的
应用 22

2.4.4 轴的强度验算 22

2.4.4.1 危险截面 22

2.4.4.2 轴上的应力及其注意事
项 22

2.4.4.3 疲劳强度 24

2.4.4.4 安全系数的验算 31

2.4.5 轴的变形控制 34

2.4.5.1 轴的变形计算 34

2.4.5.2 容许变形 36

2.4.6 轴的临界转速 36

2.4.6.1 轴的振动 36

2.4.6.2 弯曲振动 37

2.4.6.3 扭转振动 40

2.4.7 根据验算结果作出的结
论 40

2.4.8 计算例题 40

2.5 轴的特殊结构型式 44

2.6 标准目录 45

2.7 参考文献 46

第三章 密封 (Karl-Friedrich Hager

著, 黄宇中译) 47

3.1 基本知识 47

3.1.1 密封的概念、功用和分
类 47

3.1.2 对密封的要求 47

3.1.2.1 工作可靠性 47

3.1.2.2 使用寿命 47

3.1.2.3 泄漏 48

3.1.2.4 摩擦功率 48

3.1.3 密封材料 48

3.1.4 结构形状 49

3.2 静止零件的密封 49

3.2.1 密封机理 49

3.2.2 研磨和滚压 49

3.2.3 密封膏 50

3.2.4 平面密封 50

3.2.5 异型密封 51

3.2.6 套管密封 51

3.2.7 密封焊接 52

3.3 纵向移动零件的密封	52	4.2.2.3 润滑剂	76
3.3.1 间隙密封	52	4.2.2.4 轴承材料与润滑剂的组 合	80
3.3.2 填料函密封	52	4.2.3 承载能力	81
3.3.2.1 软填料环	53	4.2.3.1 概述	81
3.3.2.2 软金属填料环	54	4.2.3.2 载荷类型	82
3.3.2.3 形状不变的填料环	54	4.2.3.3 流体动力润滑状态下的承受 静载能力	82
3.3.3 异型圈	54	4.2.3.4 流体动力润滑状态下的承受 动载能力	97
3.3.4 夹紧环	56	4.2.3.5 流体静力润滑状态下的承载 能力	98
3.3.5 膜片和波纹管	56	4.2.3.6 混合摩擦和固体摩擦状态下的 承载能力	100
3.4 旋转零件的密封	56	4.2.4 摩擦与发热	101
3.4.1 接触式密封	57	4.2.4.1 流体动力润滑状态下的摩擦 与发热	101
3.4.1.1 填料函密封	57	4.2.4.2 流体静力润滑状态下的摩擦 与发热	105
3.4.1.2 轴用密封圈	57	4.2.4.3 混合摩擦和固体摩擦状态下 的摩擦与发热	106
3.4.1.3 滑动环密封	58	4.2.5 结构与润滑	107
3.4.1.4 封闭液体的填料函密 封	59	4.2.5.1 轴承、轴承材料和润滑剂的 选择	107
3.4.2 非接触式密封	59	4.2.5.2 结构对工作性能的影响	108
3.4.2.1 间隙式密封	59	4.2.5.3 润滑剂的引入和分布	112
3.4.2.2 迷宫式密封	59	4.3 滚动轴承	113
3.4.3 防护式密封	59	4.3.1 结构型式与形状配对	114
3.5 标准目录	60	4.3.1.1 装配单元	114
3.6 参考文献	61	4.3.1.2 滚动轴承的标记	119
第四章 轴承 (Gerd Fleischer 著, 王汝霖译)	62	4.3.1.3 附装单元	121
4.1 概述	62	4.3.2 材料配对	123
4.1.1 功用与分类	62	4.3.2.1 套圈和滚动体的材料	123
4.1.2 摩擦类型与摩擦状态	63	4.3.2.2 保持架的材料	123
4.1.2.1 固体摩擦	64	4.3.2.3 润滑材料	123
4.1.2.2 液体摩擦	66	4.3.3 承载能力	126
4.1.2.3 混合摩擦	70	4.3.3.1 接触类型和载荷类型	126
4.2 滑动轴承	72	4.3.3.2 混合摩擦和固体摩擦状态下	
4.2.1 结构型式与形状配对	72		
4.2.1.1 装配单元	72		
4.2.1.2 附装单元	73		
4.2.2 材料配对	74		
4.2.2.1 轴和轴用推力盘的材料	74		
4.2.2.2 轴承材料	75		

的承受静载能力	131	5.2.3.6 套管弹簧联轴器	204
4.3.3.3 混合摩擦和液体摩擦状态下 的承受动载能力	133	5.2.3.7 层板弹簧联轴器	204
4.3.4 摩擦与发热	161	5.2.3.8 弹性圈柱销联轴器	205
4.3.4.1 向心轴承的摩擦与发 热	162	5.2.3.9 弹性爪式联轴器	206
4.3.4.2 推力轴承的摩擦与发热	160	5.2.3.10 弹性剪切滚子联轴器	208
4.3.5 结构与润滑	160	5.2.3.11 弹性圆盘联轴器	208
4.3.5.1 轴承、轴承材料和润滑剂的 选择	180	5.2.3.12 橡胶弹簧联轴器	209
4.3.5.2 套圈的固定	183	5.2.4 不可控制的液力传动联 轴器	209
4.3.5.3 润滑剂的引入和分布	184	5.3 可控制的离合器 ^[5.10]	209
4.3.5.4 轴承部位的密封	185	5.3.1 概述	209
4.4 参考文献	186	5.3.2 机械传动的同步离合器	210
第五章 联轴器与制动器 (Johannes Klose, Felix Leistner 著, 华 申吉、王汝霖译)	180	5.3.3 机械传动的异步离合器	211
5.1 联轴器概述	189	5.3.3.1 异步离合器的工作 方式	211
5.2 不可控制的联轴器	189	5.3.3.2 具有盘状摩擦面的摩 擦离合器所能传递的 扭矩	211
5.2.1 固定式联轴器	189	5.3.3.3 接合过程	212
5.2.1.1 概述	190	5.3.3.4 摩擦功与发热	214
5.2.1.2 套筒联轴器	190	5.3.3.5 摩擦面的磨损	214
5.2.1.3 夹壳联轴器	190	5.3.3.6 机械控制离合器	216
5.2.1.4 凸缘联轴器	191	5.3.3.7 液压控制离合器	216
5.2.2 补偿式联轴器	192	5.3.3.8 气动控制离合器	217
5.2.2.1 概述	192	5.3.3.9 电磁控制离合器	217
5.2.2.2 柱销联轴器	192	5.3.3.10 计算例题: 机械控制 摩擦片离合器	218
5.2.2.3 牙嵌联轴器	193	5.3.4 液力传动的离合器	220
5.2.2.4 齿轮联轴器	193	5.3.5 磁力传动的离合器	220
5.2.2.5 十字滑块联轴器	194	5.4 自动控制的离合器	221
5.2.2.6 金属伸缩管联轴器	194	5.4.1 概述	221
5.2.2.7 膜片联轴器	194	5.4.2 机械传动的自动离合器	221
5.2.2.8 铰链联轴器	195	5.4.2.1 离心离合器	221
5.2.3 弹性联轴器	197	5.4.2.2 定向离合器	222
5.2.3.1 概述	197	5.4.2.3 安全离合器	222
5.2.3.2 螺旋弹簧联轴器	202	5.4.3 液力传动的自动控制离 合器	223
5.2.3.3 扭转弹簧联轴器	203	5.5 制动器概述	223
5.2.3.4 杆弹簧联轴器	204	5.6 机械制动器	224
5.2.3.5 蛇形弹簧联轴器	204		

5.6.1	外瓦块制动器	224
5.6.2	内瓦块制动器	229
5.6.3	外带式制动器	231
5.6.4	内带式制动器	233
5.6.5	盘式和片式制动器	233
5.6.6	锥面制动器	234
5.7	液力制动器	235
5.7.1	可动装置用的液力制 动器	236
5.7.2	固定装置用的液力制 动器(水涡流制动器)	236
5.7.3	空气涡流制动器	236
5.8	电力制动器	237
5.9	参考文献	237
第六章 齿轮与齿轮传动 (Stefan Fronius 著,曹士鑫、华申 吉译)		
6.1	概述	239
6.2	啮合几何学	239
6.2.1	名称和概念	240
6.2.2	啮合定律	243
6.2.3	齿面的画法	244
6.2.4	轮齿位向	246
6.2.5	圆柱齿轮传动的齿廓	246
6.2.6	渐开线齿廓	247
6.2.6.1	圆的渐开线几何学	247
6.2.6.2	直齿圆柱齿轮的画法	249
6.2.6.3	齿轮主要尺寸的确定	250
6.2.6.4	齿廓变位	251
6.2.6.5	渐开线齿轮的啮合	252
6.2.6.6	渐开线齿轮的啮合条 件	252
6.2.6.7	选择齿廓变位系数所 依据的界限和准则	254
6.2.6.8	内啮合齿廓	255
6.2.7	斜齿圆柱齿轮的齿廓	257
6.2.8	摆线齿廓	259
6.2.9	圆柱齿轮的特殊齿廓	260

6.2.10	圆锥齿轮传动的齿廓	261
6.2.11	蜗杆传动的齿廓	262
6.3	齿轮的计算基础	264
6.3.1	承载能力的定义	265
6.3.2	齿轮上的作用力	266
6.3.2.1	外力	266
6.3.2.2	动态内力	268
6.3.2.3	摩擦力	268
6.3.3	齿轮的速度	269
6.3.4	蜗杆传动的速度	269
6.3.5	承载能力计算	270
6.3.5.1	圆柱齿轮的承载能力 计算	270
6.3.5.2	蜗轮的承载能力计算	292
6.3.6	计算例题	296
6.4	传动的效率与发热	301
6.4.1	损耗与效率	301
6.4.2	发热	302
6.5	齿轮传动的结构设计准则	302
6.5.1	齿轮体的结构	303
6.5.1.1	圆柱齿轮	303
6.5.1.2	圆锥齿轮	303
6.5.1.3	蜗轮	304
6.5.2	箱体的结构	304
6.6	齿轮传动的润滑	304
6.6.1	润滑方法	304
6.6.2	润滑剂的选择	304
6.7	标准目录	305
6.8	参考文献	306
第七章 挠性件传动(Hermann Hagedorn 著,王汝霖译)		
7.1	引言	308
7.2	带传动	308
7.2.1	平型带传动	309
7.2.1.1	平型带传动的作用力	309
7.2.1.2	伸长滑动与打滑滑动	312
7.2.1.3	摩擦	313
7.2.1.4	弹性模量	314

7.2.1.5 拉应力	314	7.3.9 润滑与维护	347
7.2.1.6 使用寿命与安全系数	316	7.3.10 计算例题	348
7.2.1.7 轴承作用力	317	7.4 标准目录	349
7.2.1.8 计算过程	318	7.5 参考文献	350
7.2.1.9 平型带材料	318	第八章 无级变速的机械传动(Her-	
7.2.1.10 结构	320	mann Hagedorn 著, 王汝	
7.2.1.11 平型带传动的计算例		霖译)	352
题	324	8.1 传动技术的观点	352
7.2.2 三角带传动	327	8.2 传动比、调速范围、调速特	
7.2.2.1 三角带类型	327	性	353
7.2.2.2 计算	328	8.3 具有刚性传动件的无级变	
7.2.2.3 三角带轮	330	速传动(摩擦轮传动)	356
7.2.2.4 张紧装置	331	8.3.1 摩擦轮传动的原理	356
7.2.3 组合传动	331	8.3.1.1 法向力(压紧力)	356
7.2.4 特种带	332	8.3.1.2 赫兹压力与压平面积	358
7.2.5 三角带传动的计算例题	332	8.3.1.3 强制滑动与钻动力矩	358
7.3 链传动	334	8.3.1.4 功率与效率	361
7.3.1 概述	334	8.3.1.5 使用寿命	362
7.3.2 链的种类与标记	334	8.3.2 无级变速摩擦轮传动的	
7.3.3 链轮	336	实际结构	363
7.3.4 多边形效应	339	8.3.2.1 摩擦环传动(锥体-空	
7.3.5 链传动的作用力	340	心锥体-锥体)	363
7.3.5.1 链上的纵向力	340	8.3.2.2 球面体传动(球面体-	
7.3.5.2 链轮与链间作用力的		截球体-球面体)	363
传递	343	8.3.2.3 球体传动(锥体-球体-	
7.3.6 磨损与使用寿命	344	锥体)	365
7.3.6.1 一般问题	344	8.4 具有挠性传动件的无级变	
7.3.6.2 铰链表面压力的影响	345	速传动(拉曳件传动)	366
7.3.6.3 润滑的影响	345	8.4.1 宽型三角带传动	366
7.3.6.4 加工误差和装配误差		8.4.2 链传动	368
的影响	345	8.5 计算例题	371
7.3.6.5 结论	346	8.6 参考文献	373
7.3.7 链长的确定	346	附录	375
7.3.8 结构	347		

第一章 传动技术与传动零件

1.1 传动技术的任务

机械制造中最常见的任务之一是选择原动机并使它在动力和空间方面适应工作机械或动力机械的各种要求和实际情况。例如，一台具有任意特性曲线的原动机在规定的位上同一台工作机联接，要求两者在工作时噪音和振动小，而效率又尽可能最高。要完成这样的任务，有大量的机械零件可供选用。目前，人们将这些零件统称为传动零件，并将解决这类问题的知识领域称为传动技术。

由于这涉及到引入的新概念，为避免发生误解，有必要对这些概念作简要解释。

传动技术完全是一般性地研究机械设备中的各种机械零件为进行能量的转化、变换、传递和储存而协同工作时所发生的问题，并提供了解决这些问题的原则。我们可以从这一般任务中突出两个对传动技术特别重要的综合性问题而简要地讨论如下。

1.2 原动机与工作机的匹配

大家知道，原动机与工作机的匹配任务，就是用现有的一台原动机通过传动零件的中间联接，保证机械设备按预定的要求启动。在运转时，应使原动机和工作机充分发挥其最佳效能（例如使两者以最高的效率工作），并力使其振动和噪音较小。还应提出的匹配任务是，在应用一定的传动零件时，要为具有一定特性曲线的工作机挑选具有恰当特性曲线的原动机，该原动机应具有所需的起动特性，且在运转时具有最高的效率。作为重要的附加要求，应提出在任何情况下，都要做到价格低廉、空间地位小或结构轻巧。

人们早就试图解决这些问题，那时人们根据经验定出了使用率或称设备价值，且应用于新设计中。但是事实证明，这些经验数据远不能满足现代的要求。因此，人们应该探索，如何在理论上分析每一种传动情况，并借助于现代数值方法在数学上加以描述。为此，必须熟悉各种机器和机械零件的特性曲线，并且有必要借助于方框图建立一个便于计算的简化模型。通过这类模型的建立，首先对这些问题加以概括，然后将其结果推广用于类似的情况。因此在一切匹配任务中，应该依据用符号表示的简图作出装置图，然后建立求解此专题用的模型。

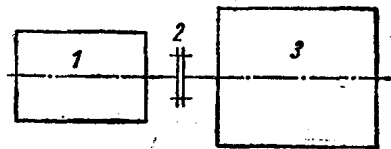


图 1.1 最简单的传动装置简图
1—原动机；2—联轴器；3—工作机

例如，图 1.1 表示一台简单装置的简图，在该装置中，要求原动机和工作机同轴地联接起来。

图 1.2 表示一种略为复杂一些的情况。原动机通过一套用于改变扭矩和转速的传动装置与工

作机相联接,图中飞轮起调节能量的作用。对此可以充分考虑到,当用联轴器作局部匹配时,是将原动机和工作机配置在传动装置的同一侧(图 1.2 a),还是配置在传动装置的两侧(图 1.2b),或将原动机配置在传动装置的旁边而用带传动联接起来(图 1.2 c)。

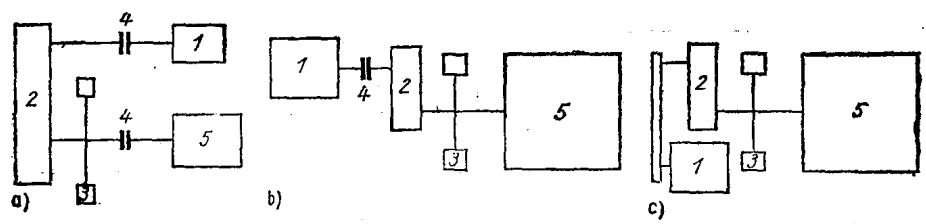


图 1.2 传动零件的可能配置情况
1—原动机; 2—传动装置; 3—飞轮; 4—联轴器; 5—工作机

在匹配机器参数时,也能利用这些图。

要解决这个问题,必须具备关于机器和传动零件的详尽知识,以便从经过整理的机器和零件重要的特性曲线中了解起动和正常运转时各种过程的清晰变化情况。我们总是应该挑选对特定匹配情况最有利的特性曲线。

原动机、工作机和零件的一些特性曲线见图 1.3~1.5,现来讨论要满足的一些附加要求。

图 1.3 表示直流并激电动机、直流串激电动机或三相交流异步电动机的扭矩随转速和电流大小而变化的最重要的特性曲线。这两种特性曲线在传动技术中都是非常重要的,因为扭矩随转速变化的曲线可用于判断起动特性,而电流特性曲线则包括了电气设备制造所需要的数据。

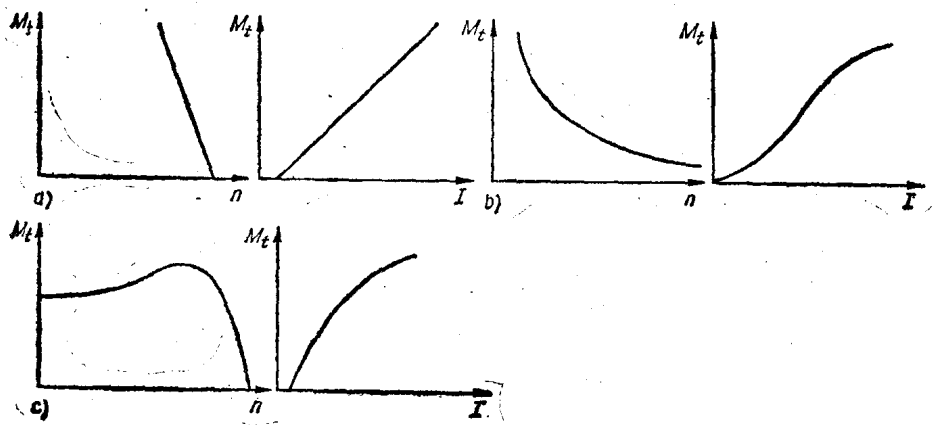


图 1.3 电动机的特性曲线
a) 直流并激电动机; b) 直流串激电动机; c) 三相交流异步电动机

图 1.4 为柴油发动机的效率、扭矩和单位耗油量与转速关系的示意图。

与扭矩变化相比,传动技术中特别要考虑效率或单位耗油量,以便获得一种经济的解题方案。

图 1.5 表示三种离合器所能传递的扭矩。左图表示感应式滑动离合器 2 和片式操纵离合器 1 的扭矩与转差率的关系,而右图说明离心式离合器 3 和片式操纵离合器 1 随转速而变化的扭

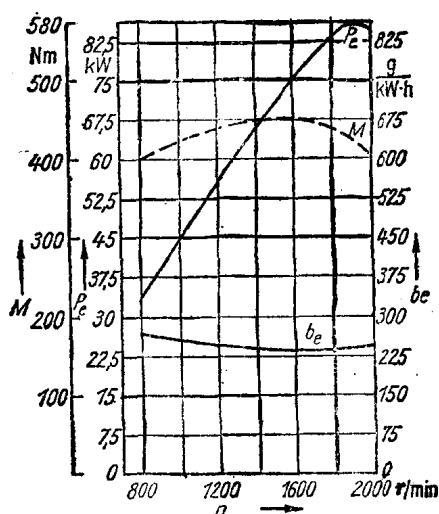


图 1.4 柴油发动机的特性曲线
P—发动机的有效功率；M—扭矩；b_e—单位耗油量

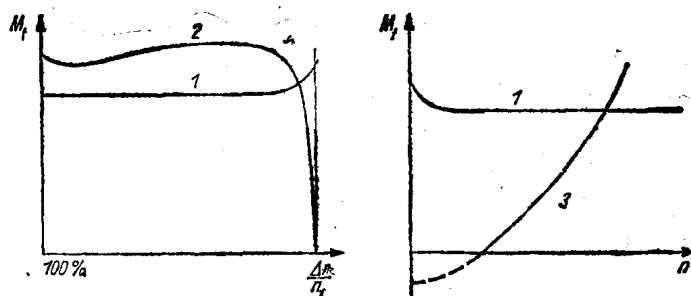


图 1.5 离合器的特性曲线

矩曲线。

后面将用与所讨论有关的例子来说明工作机的特性曲线。

当原动机和工作机的特性曲线已知，而任务是要使之相互匹配时，首先应该提出的问题是，起动时满足什么要求才算是合乎理想呢？这个问题不能立即回答，因为这时各种不同的观点都可作为标准。但是可以提出下面一些主要的要求：工作机应该在等扭矩情况下增速，以便最充分地利用原动机所提供的驱动功率，即起动时，装置中由加速力矩、摩擦力矩和工作力矩合成的力矩应保持不变，由此可为进行机械零件的优化设计建立良好的先决条件。根据此要求可以得出，凡是空车起动的机器必然作线性增速，因为在这种情况下除了恒定的摩擦力矩外，只有加速力矩在起作用。由于加速力矩的大小与转速增加成正比，因此当起动时间相同时，在转速作线性增加的情况下，加速力矩达到最小(图 1.6)。

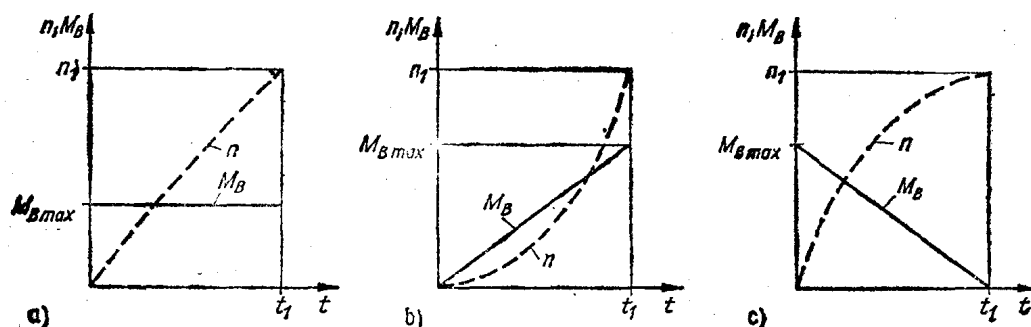


图 1.6 起动特性对最大加速力矩值的影响
n—转速；M_a—加速力矩
a) 线性增速；b) 递增增速；c) 递减增速

为了较详细地阐明合适的操作方式，在图 1.7 中描绘了一种简单的传动情况。为了避免在电网中产生过大的电流脉冲，应将鼠笼式转子绕成星形-三角形接线，以驱动具有较大转动惯量

的工作机。工作机的工作图是已知的。

应将力矩特性曲线按相同的比例尺一起画出。从图上可以看出,工作机的额定力矩是否协调,以及在无其它零件作中间联接的情况下,工作机能否在满载时起动。在图示的情况下是不可能的,因为这时工作机的起动力矩大于电动机的起动力矩。

工作机在空载时的起动一般是没有什么问题的,可是当转动惯量较大时,起动时间会过长,而且电动机可能会过分发热。这时在电动机和工作机之间接入一离心式离合器,并把它特性曲线绘在电动机的特性曲线图中,这样就得出如下结论:工作机的有效力矩可通过离合器的特性曲线显示出来,该力矩可用来克服工作阻力和惯性力。电动机的特性曲线和离合器的特性曲线二者之差用来使电动机质量加速。大家知道,电动机在几乎不承受载荷时起动,而仅在到达额定转速前的短暂时间内才开始使质量加速。

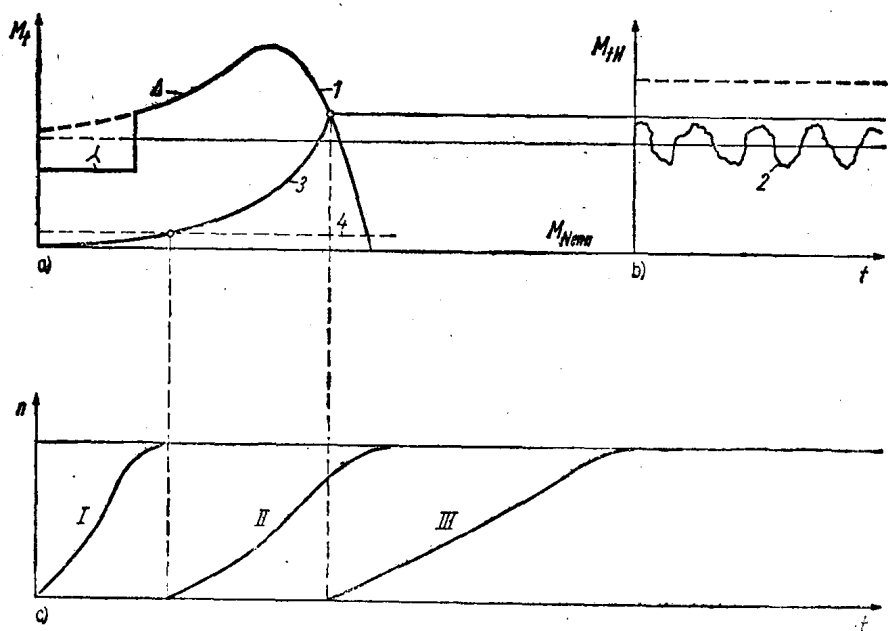


图 1.7 异步电动机与工作机的匹配

a), b) 力矩特性曲线

1—电动机的特性曲线; 2—工作机的运转特性曲线(在额定力矩曲线上); 3—离合器的特性曲线;

4—工作机的空载特性曲线

c) 起动特性曲线

I—单独电动机; II—电动机和工作机(空载时); III—电动机和工作机(满载时)

如果必须在满载时驱动工作机,则应在离合器的力矩已超过工作机的额定力矩后才开始启动工作机。离合器的力矩与工作机的额定力矩之差可用来使质量加速。电动机和工作机的启动过程可按图 1.7 绘出简图。此外,离合器起着过载保护作用,因为它在超出图示的附着力矩 M_{Hh} 时就会打滑。

第二个例子说明汽车传动的力矩匹配和转速匹配问题。图 1.8 为表示传动情况的简图。

在转入实际传动问题并将各种特性曲线图相互比较之前,应对特性曲线进行适当的处理。现在从汽车特性曲线图出发来讨论这个问题(图 1.9)。水平的虚线表示汽车在平坦的道路上满

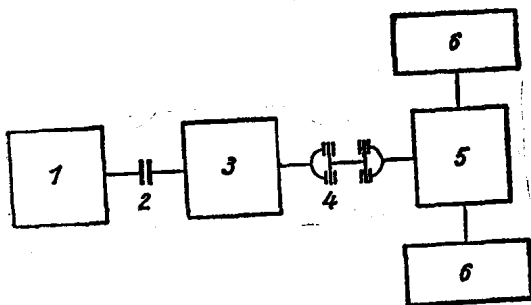


图 1.8 汽车传动简图

1—发动机；2—操纵离合器；3—变速箱；4—万向联轴器；5—差速器；6—主动轮

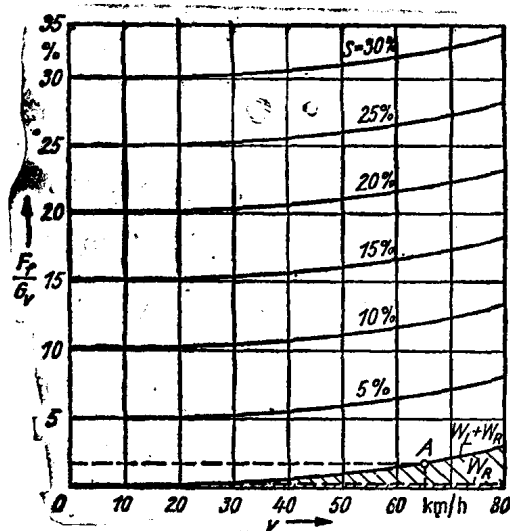


图 1.9 汽车运转曲线图

F_T —主动轮的驱动力； G —汽车在载货时的重量； W_R —滚动阻力； W_L —空气阻力； S —坡度

载行驶时与速度几乎无关的滚动阻力。实线表示与速度有关的空气阻力和滚动阻力。还应该克服坡度的影响。这样，这些仅同载荷和坡度有关的曲线可作为满载空气阻力等值线而标在图中。确定功率 $P = F_T v$ 时，必须使它满足用户提出的条件（例如，汽车在平地上以一定的车速满载行驶时做到低燃料消耗）。于是，所选发动机的功率可通过阻力曲线上的期望速度点（A 点）给出。由此即可定出发动机的额定功率。

例如已选定了柴油机作为发动机，其特性曲线见图 1.4。首先考虑到发动机的转速为主动轮所希望的转速的三倍到四倍，而后者可按车速和主动轮直径算出。因此，转速可通过一变速器或变矩器（后轴传动）得到改变，以便在给定的发动机转速下达到所希望的速度。为了使汽车还能在有坡度的道路上行驶，必须使发动机的力矩与按汽车运转曲线图得出的力矩相匹配。为此，希望在所有的情况下都尽可能使用发动机全功率。由于发动机全功率仅能用于规定的转速，所以力矩必须通过传动装置来加以调整，该传动装置使转速降低而力矩增大。我们暂且忽略传动装置的效率，于是传动比必须按双曲线规律变化，以便在每种工况下都能利用全功率。在可供选择的传动中，只有液力传动完全符合这个条件，而齿轮传动仅能实现双曲线上个别点。也就是说，液力传动可实现无级调速，齿轮传动只能实现有级调速。从经济观点出发，人们在小汽车上选用齿轮传动，按几何级数规定速度级。现将其阻力特性曲线用相同的比例尺绘在图中，通过此图可把所有的齿轮圆周力和速度值换算出来，并由图可看出，在一定的坡度下能达到何种速度及在各种工况下使汽车加速的力有多大（图 1.10）。这些参数可从图上标出的有关工况下的力矩曲线与相应的汽车阻力曲线之差来求得，并可用来确定加速时间。

因为内燃机仅在一定的转速下输出力矩，所以装入一操纵离合器后，可将发动机同传动装置脱开，从而使发动机能够起动。通过离合器还可使发动机在较低的转速下起动。

从所举的例子可知，为完成第一部分的任務，应考虑下列机械零件，操纵离合器、滑动离合器