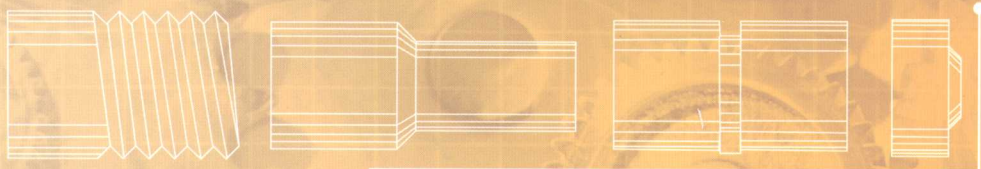




高等职业教育机械类专业“十一五”规划教材

机械工程设计基础



主编 郑毅 副主编 梁建玲 彭斐

本书配有
电子教案



国防工业出版社
National Defense Industry Press

高等职业教育机械类专业“十一五”规划教材

机械工程设计基础

主编 郑毅

副主编 梁建玲 彭斐

图例及符号(CB)标准

机械工程设计基础\郑毅主编,北京:国防工业出版社,2008.7

ISBN 978-7-118-02981-2

高等职业教育机械类专业“十一五”规划教材

机械工程设计基础\郑毅主编,北京:国防工业出版社,2008.7

第一版 1/16开

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第083271号

机械工业出版社

(北京市西城区百万庄大街24号 邮编100044)

机械工业出版社

机械工业出版社

国防工业出版社

2008年7月第1版 1/16开 32.00元

(北京·机械工业出版社)

发行科: (010) 68411232 编辑科: (010) 68411232
发行科: (010) 68411232 编辑科: (010) 68411232

内 容 简 介

本书根据高等职业教育的教学基本要求及目前教学改革发展的需要而编写,以“必须、够用”为原则,结合高等职业教育的特点,特别注重理论知识与工程实际的结合。本书是高等职业教育机械类专业的技术基础课教材,内容包括:工程力学、机械工程材料、公差与配合、机械传动和液压传动等内容。在讲述工程力学的材料力学部分时,不再以基本变形分章,而是以内力、变形、强度和刚度计算分章,系统性更强。每章都配有本章小结和习题。本书具有实用、简明、综合性强的特点,建议理论学时 90 个左右(如需电子教案,请发邮件至 Lyzhang@ndip.cn 索取)。

本书不仅可供高等职业教育机械类专业使用,也可作为社会职业教育培训教材,还可供各类学校相关专业师生和有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械工程设计基础/郑毅主编. —北京:国防工业出版社,2008.7

高等职业教育机械类专业“十一五”规划教材

ISBN 978-7-118-05681-5

I. 机... II. 郑... III. 机械设计—高等学校:技术学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 083571 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 21 字数 554 千字

2008 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 32.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前言

本书根据高等职业教育的教学基本要求及目前教学改革发展的需要而编写,以“必须、够用”为原则,针对高等职业教育和高职学生的特点,弱化了理论知识的单纯分析和公式推导,难度较大的知识点直接给出结论和计算公式。本书是高等职业教育机械类专业的技术基础课教材,编写时精选职业岗位(群)必须的基础知识、基本理论和使用维护一般机械的知识。力求做到叙述简明扼要,内容恰当,深浅适宜,便于自学和教学。

在编写过程中,特别注重理论知识与工程实际的结合,书中所举例子都是工程上的实例,针对性强。课程内容涵盖了原机械类专业所涉及的工程力学、机械工程材料、公差与配合、机械传动和液压传动等内容。除绪论外本书共分5篇13章,对原有课程内容和课程体系进行了大的整合和改动,力求简化理论知识,强化实践技能。为便于学习,本书所必须的资料、表格都在正文中列出,每章末附有小结和习题。各篇、章具有相对的独立性,可以根据专业需要和教学课时数酌情取舍。本书采用我国的法定计量单位及专业术语,书中所涉及的工程标准,都采用了最新的国家标准,紧跟时代发展的步伐,保持了教学内容的先进性。

工程力学部分主要讲述物体的受力分析及四种杆件基本变形时强度、刚度条件在工程设计中的应用,培养学生利用强度和刚度条件设计工程上常用构件的能力。在编写材料力学部分时,不再以四种基本变形分章,而是基于内力计算、变形分析、强度和刚度计算等分章,系统性更强;机械工程材料部分主要讲述工程上常用材料的性能特点、用途及常用改变材料性能的热处理方法,该部分旨在培养学生正确选择工程材料和热处理方法的能力;公差与配合部分主要讲述如何选用公差等级、形状公差、位置公差及表面粗糙度,培养学生根据工程条件选择合适公差与配合的能力;机械传动部分主要讲授平面四杆机构特点、常用联接的种类及选用,带传动的设计计算,齿轮的传动的应用和设计计算,轴的设计计算及常用标准件的选用,培养学生进行简单产品设计开发和正确选用标准件的能力;液压传动部分主要讲述液压控制元件的工作过程和简单液压控制回路的工作过程,培养学生处理和解决液压系统故障的能力。本书具有实用、简明、综合性强的特点,建议理论学时90个左右(请发邮件至 Lyzhang@ndip.cn 索取本教材配套的电子教案)。

本书不仅可供高等职业教育机械类专业使用,也可作为社会职业教育培训教材,还可供各类学校相关专业师生和有关工程技术人员参考。

本书由广州铁路职业技术学院机电工程系机械制造教研课题组编写,参加编写的人员都是长期从事本学科教学的一线教师。具体编写任务分配:郑毅(绪论、第1章、第2章、第5章、第6章、第13章),梁建玲(第9章、第10章、第11章、第12章),彭斐(第3章、第4章、第7章、第8章)。全书由郑毅主编并统稿。由于编者水平有限,缺点在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2008年6月于广州

目 录

绪论	1
第一篇 工程力学	
第1章 静力分析	3
1.1 静力学的基础	3
1.1.1 力及力系的概念	3
1.1.2 静力学公理	4
1.2 约束、约束反力及物体的受力	6
1.2.1 柔索约束	6
1.2.2 光滑面约束	7
1.2.3 光滑铰链约束	7
1.2.4 物体的受力	8
1.3 平面汇交力系的合成与平衡	10
1.3.1 概述	10
1.3.2 力在坐标轴上的投影	11
1.3.3 平面汇交力系合成的解析法	11
1.3.4 平面汇交力系的平衡方程及其应用	12
1.4 力矩与力偶	13
1.4.1 力对点之矩	13
1.4.2 合力矩定理	13
1.4.3 力偶及其性质	15
1.4.4 平面力偶系的合成与平衡方程	16
1.5 平面任意力系的合成与平衡	18
1.5.1 力的平移定理	18
1.5.2 平面任意力系的简化	19
1.5.3 平面一般力系的平衡方程及其应用	21
本章小结	23
习题	24
第2章 材料力学	28
2.1 概述	28
2.1.1 材料力学的任务	28

2.1.2	材料力学的基本假设	28
2.1.3	杆件的基本受力与变形形式	29
2.2	杆件的内力分析	30
2.2.1	内力的概念及求解方法	30
2.2.2	轴向拉伸或压缩时的内力分析	31
2.2.3	杆件剪切变形时的内力	33
2.2.4	圆轴扭转时的内力	33
2.2.5	梁弯曲时的内力	35
2.3	应力和变形分析	41
2.3.1	应力概念	41
2.3.2	轴向拉伸和压缩的应力与变形分析	41
2.3.3	剪切和挤压时的应力	51
2.3.4	圆轴扭转时的应力分布规律和强度条件	55
2.3.5	弯曲时梁横截面上的正应力和强度计算	59
	本章小结	65
	习题	68

第二篇 机械工程材料

第3章	黑色金属材料	74
3.1	金属材料的力学性质	74
3.1.1	强度	74
3.1.2	塑性	75
3.1.3	硬度	76
3.1.4	冲击韧性	77
3.1.5	疲劳强度	77
3.2	铁碳合金的基础知识	78
3.2.1	金属的晶体结构	78
3.2.2	铁碳合金基本组织	79
3.3	钢的热处理	81
3.3.1	钢的退火	81
3.3.2	钢的正火	82
3.3.3	钢的淬火	82
3.3.4	钢的回火	82
3.3.5	钢的表面热处理	83
3.4	常用钢的分类、牌号和应用	84
3.4.1	钢的分类和编号	84
3.4.2	碳素钢	86

3.4.3	合金钢	89
3.5	铸铁	93
3.5.1	铸铁的石墨化	93
3.5.2	常用铸铁	94
3.5.3	合金铸铁	95
	本章小结	95
	习题	96

第4章	有色金属及非金属材料	97
4.1	有色金属	97
4.1.1	铝及其合金	97
4.1.2	铜及其合金	98
4.2	非金属材料	99
4.2.1	高分子材料	99
4.2.2	陶瓷材料	100
4.2.3	复合材料	101
	本章小结	102
	习题	102

第三篇 公差与配合

第5章	极限与配合	103
5.1	概述	103
5.2	基本术语及其定义	103
5.2.1	有关尺寸的术语定义	103
5.2.2	有关公差与偏差的术语定义	105
5.2.3	有关配合的术语定义	106
5.3	极限与配合国家标准的组成	110
5.3.1	基准制	110
5.3.2	标准公差系列	110
5.3.3	基本偏差系列	111
5.3.4	公差带与配合的标准化	114
5.4	尺寸公差与配合的选择	118
5.4.1	配合制的选用	118
5.4.2	公差等级的选用	120
5.4.3	配合种类的选用	121
5.5	一般公差线性尺寸的未注公差	123
5.5.1	线性尺寸的一般公差的概念	123

5.5.2	标准的有关规定	123
5.5.3	线性尺寸的一般公差的表示方法	124
	本章小结	124
	习题	124
第6章	形状和位置公差	125
6.1	概述	125
6.1.1	形位公差的研究对象	125
6.1.2	形位公差的特征项目及其符号	126
6.1.3	形位公差的标注方法	126
6.1.4	形位公差带	129
6.2	形状公差与轮廓度公差	129
6.2.1	形状公差与公差带	129
6.2.2	轮廓度公差与公差带	131
6.3	位置误差与位置公差	132
6.3.1	定向公差与公差带	132
6.3.2	定位公差与公差带	135
6.3.3	跳动公差与公差带	136
6.4	形位公差的选用	138
6.4.1	形位公差项目的选择	138
6.4.2	基准的选择	139
6.4.3	形状和位置公差选择举例	139
6.5	表面粗糙度	140
6.5.1	表面粗糙度的定义	140
6.5.2	表面粗糙度对机械零件使用性能的影响	141
6.5.3	表面粗糙度的评定	142
6.5.4	评定参数的数值规定	144
6.5.5	表面粗糙度的标注	145
6.5.6	表面粗糙度的选用	148
	本章小结	149
	习题	149

第四篇 机械传动

第7章	平面机构	150
7.1	运动副的概念	150
7.2	运动副的分类	150
7.3	平面机构	151

7.3.1	四杆机构的基本形式	151
7.3.2	铰链四杆机构有曲柄的条件	153
7.3.3	铰链四杆机构的演化	154
7.4	平面四杆机构的基本特性	157
7.4.1	平面四杆机构的运动特性	157
7.4.2	平面四杆机构的传力特性	158
	本章小结	160
	习题	160
第8章	联接	162
8.1	螺纹联接	162
8.1.1	螺纹的形成	162
8.1.2	螺纹的主要参数	163
8.1.3	螺旋副的受力分析、效率和自锁	164
8.1.4	常用螺纹联接件	165
8.1.5	螺纹联接	167
8.1.6	螺纹联接的预紧和防松	168
8.1.7	螺栓联接的强度计算	169
8.1.8	提高螺栓联接强度的措施	175
8.2	键联接	176
8.2.1	键联接的类型及应用	176
8.2.2	平键联接的强度计算	179
8.2.3	花键联接	180
8.2.4	销联接	180
8.3	联轴器和离合器	181
8.3.1	联轴器	181
8.3.2	离合器	185
	本章小结	186
	习题	186
第9章	带传动	188
9.1	带传动概述	188
9.1.1	带传动的类型和特点	188
9.1.2	V带的结构和规格	189
9.1.3	带传动的特点	190
9.1.4	带传动的几何参数	191
9.2	带传动的工作原理及承载能力计算	191
9.2.1	带传动的工作原理	191
9.2.2	带传动的运动分析	192

9.2.3	带的应力分析	193
9.3	普通 V 带传动设计	194
9.3.1	带传动的主要失效形式和设计准则	194
9.3.2	V 带传动设计计算和参数选择	194
9.4	V 带轮的结构	199
9.5	带传动的张紧装置及维护	201
	本章小结	203
	习题	203
第 10 章	齿轮传动	204
10.1	齿轮传动特点及类型	204
10.2	渐开线直齿圆柱齿轮	205
10.2.1	渐开线的形成及性质	205
10.2.2	渐开线齿廓符合齿廓啮合基本定律	205
10.2.3	渐开线标准直齿圆柱齿轮各部分名称和几何尺寸	207
10.3	渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动及根切现象	209
10.3.1	渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动	209
10.3.2	渐开线直齿圆柱齿轮的加工	211
10.4	斜齿圆柱齿轮传动	212
10.4.1	斜齿圆柱齿轮的形成及啮合特性	212
10.4.2	斜齿圆柱齿轮的几何参数和尺寸计算	213
10.4.3	斜齿圆柱齿轮的当量齿数	215
10.4.4	斜齿轮传动的正确啮合条件和重合度	215
10.5	渐开线圆柱齿轮强度设计	216
10.5.1	轮齿的失效形式和计算准则	216
10.5.2	齿轮材料	218
10.5.3	齿轮传动精度简介	219
10.5.4	直齿圆柱齿轮轮齿的受力分析和计算载荷	219
10.5.5	直齿圆柱齿轮传动的强度计算	220
10.5.6	斜齿圆柱齿轮强度设计	223
10.5.7	齿轮传动参数的选择和设计步骤	225
10.6	圆锥齿轮传动	229
10.6.1	直齿圆锥齿轮传动特性	229
10.6.2	直齿圆锥齿轮的齿廓曲线、背锥和当量齿数	229
10.6.3	直齿圆锥齿轮传动的几何尺寸计算	230
10.7	齿轮的结构	231
10.8	齿轮传动的润滑	233
10.9	涡轮蜗杆传动	234
10.9.1	蜗杆传动的特点及类型	234

10.9.2	蜗杆传动机构的基本参数和尺寸	235
10.10	轮系	239
10.10.1	定轴轮系传动比的计算	239
10.10.2	周转轮系传动比的计算	241
10.10.3	组合轮系	243
10.10.4	轮系的功用	244
	本章小结	246
	习题	246
第 11 章	轴	249
11.1	概述	249
11.1.1	轴的功用和类型	249
11.1.2	轴的材料	250
11.1.3	轴的结构设计	251
11.1.4	轴的强度计算	254
11.2	滑动轴承	258
11.2.1	滑动轴承的类型	258
11.2.2	滑动轴承的特点	258
11.2.3	滑动轴承的结构和材料	258
11.2.4	滑动轴承的润滑	261
11.2.5	非液体摩擦滑动轴承的计算	262
11.2.6	液体摩擦滑动轴承简介	264
11.3	滚动轴承	265
11.3.1	滚动轴承的构造	265
11.3.2	滚动轴承的结构特性	266
11.3.3	滚动轴承的主要类型及选择	266
11.3.4	滚动轴承的代号及类型选择	268
11.3.5	滚动轴承的组合设计	269
11.3.6	滚动轴承的失效形式及设计准则	273
11.3.7	滚动轴承的寿命计算	273
11.3.8	滚动轴承的装拆、润滑与密封	280
11.3.9	轴承的维护	281
	本章小结	282
	习题	282
第 12 章	机械的润滑和密封	285
12.1	摩擦、磨损和润滑	285
12.1.1	摩擦的类型	285
12.1.2	磨损	286

12.1.3	润滑的作用	286
12.2	常用润滑剂的选择	286
12.2.1	润滑油	287
12.2.2	润滑脂	288
12.2.3	固体润滑剂	289
12.3	常用传动装置的润滑	289
12.3.1	滑动轴承的润滑	289
12.3.2	滚动轴承的润滑	290
12.4	机械装置的密封	291
12.4.1	静密封	291
12.4.2	动密封	291
	本章小结	294
	习题	294

第五篇 液压传动

第 13 章	液压传动的基础知识	295
13.1	液压传动概述	295
13.1.1	液压传动的工作原理	295
13.1.2	液压传动系统的组成	296
13.1.3	液压传动的优缺点	297
13.1.4	液压系统图形符号	297
13.2	常用液压泵	298
13.2.1	液压泵的工作原理及特点	298
13.2.2	常用液压泵	300
13.3	执行元件	304
13.3.1	液压马达	304
13.3.2	液压缸	305
13.4	液压控制阀	306
13.4.1	方向控制阀	307
13.4.2	压力控制阀	308
13.4.3	流量控制阀	310
13.4.4	辅助元件	311
13.5	液压基本回路	313
13.5.1	方向控制回路	313
13.5.2	压力控制回路	314
13.5.3	调速回路	316
13.6	液压系统故障诊断	317

13.6.1 故障诊断中值得遵循的原则	317
13.6.2 常见故障诊断及处理方法	318
本章小结	320
习题	321
参考文献	322

绪 论

1. 机械概述

1) 机器与机构

人类为了满足生产和生活的需要,设计和制造了类型繁多、功能各异的机器。机器是执行机械运动的装置,用来转换能量或传递运动,如内燃机、电动机、洗衣机、机床、汽车、起重机等;它们的用途、性能、构造、工作原理各不相同,通常一台完整的机器包括三个基本部分:

(1) 原动机部分。其功能是将其他形式的能量变换为机械能(如内燃机和电动机分别将热能和电能变换为机械能)。原动机部分是驱动整部机器以完成预定功能的动力源。

(2) 工作部分(或执行部分)。其功能是利用机械能去变换或传递能量、物料、信号,如发电机把机械能变换成为电能,轧钢机变换物料的外形等。

(3) 传动部分。其功能是把原动机的运动形式、运动和动力参数转变为工作部分所需的运动形式、运动和动力参数。

以上三部分都必须安装在支承部件上。为了使三个基本部分协调工作,并准确、可靠地完成整体功能,必须增加控制部分和辅助部分。

所有的机器都是由许多机械零件组合而成。

若从运动的观点来研究机器,机器由机构组成,机构由若干构件组成,各构件之间具有确定的相对运动;机构通常指传递运动的机械。一部机器可以包含一个机构(如电动机),也可以包含几个机构,如图 0-1 所示的单缸四冲程内燃机包含由齿轮 9、齿轮 10 组成的齿轮机构;由曲轴 2、连杆 3、活塞 4 组成的曲柄滑块机构;由凸轮 8、从动杆 7 组成的凸轮机构等。

2) 机器的类型

根据机器的用途可以将机器分为:

(1) 动力机械,如电动机、内燃机、液压机等,主要用来实现机械能与其他形式能量间的转换。

(2) 加工机械,如轧钢机、包装机及各类机床,主要用来改变物料的结构形状、性质及状态。

(3) 运输机械,如汽车、飞机、轮船、火车等,主要用来改变人或物料的空间位置。

(4) 信息机械,如打印机、传真机、摄像机等,主要用来获取或处理各种信息。

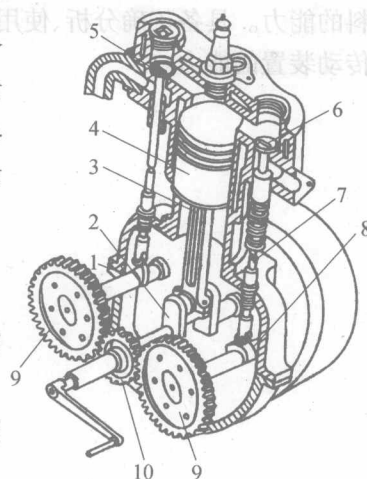


图 0-1 单缸内燃机

1—汽缸体; 2—曲轴; 3—连杆;
4—活塞; 5—进气门; 6—排气门;
7—从动杆; 8—凸轮; 9、10—齿轮。

2. 本课程的性质、内容和任务

1) 课程性质

本课程是一门综合性的技术基础课,主要介绍机械中的基本知识和基本方法。

2) 课程内容

(1) 工程力学,介绍构件的受力分析及构件的承载能力分析。

(2) 机械工程材料,介绍机械工程材料的组织结构、成分和性能,材料的热处理方法及合理选用机械工程材料。

(3) 公差与配合,介绍机械零件的几何精度、公差与配合及表面质量。

(4) 机械传动,讲述机械中常用机构和通用零件的工作原理、运动特性、结构特点及设计方法等。同时介绍国家标准及标准零件的选用原则。

(5) 液压传动,讲授液压系统的组成、液压系统组成元件的结构与工作原理及典型的液压控制回路的工作。

3) 课程任务

(1) 能熟练运用力学平衡条件求解简单力系的平衡问题,掌握零部件的受力分析和强度计算方法。

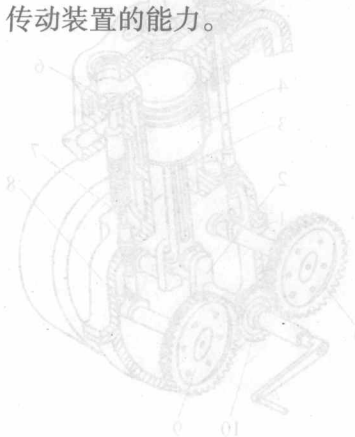
(2) 了解常用工程材料种类、牌号、性能、应用及热处理方法,合理选用常用机械工程材料。

(3) 掌握有关公差标准的基本内容和主要规定。对图样上常见的公差配合能正确理解,具有选用公差与配合的初步能力。

(4) 熟悉通用零件的工作原理、特点、应用及其结构和标准,掌握通用零件的选用和设计方法。

(5) 掌握液压传动系统的工作原理,初步具有分析和解决液压系统故障的能力。

(6) 具有与本课程有关的解题、运算、绘图能力和应用标准、手册、图册等有关技术资料的能力。具备正确分析、使用及维护机械的能力。初步具有设计通用零件和简单机械传动装置的能力。



第一篇 工程力学

第1章 静力分析

1.1 静力学的基础

1.1.1 力及力系的概念

1. 力的定义

力是物体之间相互的机械作用,这种作用将使物体的机械运动状态发生变化,或者使物体产生变形。前者称为力的外效应;后者称为力的内效应。

2. 力的三要素

实践证明,力对物体的作用效应,决定于力的大小、方向(包括方位和指向)和作用点的位置,这三个因素就称为力的三要素。在这三个要素中,如果改变其中任何一个,也就改变了力对物体的作用效应。例如,用扳手拧螺母时,作用在扳手上的力,因大小不同,或方向不同,或作用点不同,它们产生的效果就不同(图1-1-1(a))。

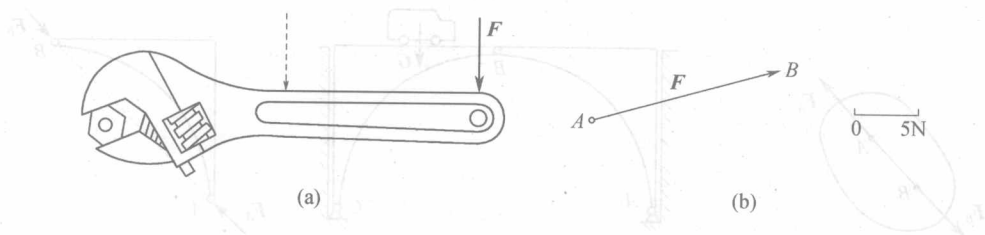


图1-1-1 力的作用效果及力的表示

力是一个既有大小又有方向的量,而且又满足矢量的运算法则,因此力是矢量(或称向量)。

矢量常用一个带箭头的有向线段来表示(图1-1-1(b)),线段长度 AB 按一定比例代表力的大小,线段的方位和箭头表示力的方向,其起点或终点表示力的作用点。此线段的延伸称为力的作用线。用黑体字 F 代表力矢,并以同一字母的非黑体字 F 代表该矢量的模(大小)。

力的国际制单位是牛顿或千牛顿,其符号为 N ,或 kN 。

3. 力系的有关概念

物体处于平衡状态时,作用于该物体上的力系称为平衡力系。力系平衡所满足的条件称为平衡条件。如果两个力系对同一物体的作用效应完全相同,则称这两个力系互为