

教育科学“十五”国家规划课题研究成果

机械设计基础 课程设计

陈立德 主编



高等教育出版社

教育科学“十五”国家规划课题研究成果

机械设计基础课程设计

陈立德 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是教育科学“十五”国家规划课题研究成果——《机械设计基础》教材的配套教材,是根据国家教育部制订的“高等学校机械设计、机械设计基础课程教学基本要求”,并结合编者多年来高等工科院校应用型人才培养的教改实践经验编写的。

全书内容共分5篇19章及附录,其内容有:机械设计常用标准和资料、机械设计基础课程实验、机械设计基础课程大作业、机械设计基础课程设计指导书、机械设计基础课堂讨论及附录等。

课程设计指导书是按课程设计步骤编写的,对每一设计步骤都说明其工作内容和进行顺序。指导书是以二级圆柱齿轮减速器为例说明其机械设计的过程。在有关章节中编入了设计计算实例,以便学生更好地掌握教学内容。同时书中还设有有关参考图册、装配图常见错误示例、答辩参考题等。

本书可作为高等院校机械类、近机类的机械设计、机械设计基础课程的实践性教学环节的教材,同时可供学生进行毕业设计及有关工程技术人员进行工程设计时参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计/陈立德主编. —北京:高等教育出版社,2006. 7

ISBN 7-04-019332-9

I. 机... II. 陈... III. 机械设计-课程设计-高等学校-教材 IV. TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第045912号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京汇林印务有限公司		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×960 1/16	版 次	2006年7月第1版
印 张	23	印 次	2006年7月第1次印刷
字 数	420 000	定 价	26.40元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19332-00

总序

为了更好地适应当前我国高等教育跨越式发展需要,满足我国高校从精英教育向大众化教育的重大转移阶段中社会对高校应用型人才培养的各类要求,探索和建立我国高等学校应用型人才培养体系,全国高等学校教学研究中心(以下简称“教研中心”)在承担全国教育科学“十五”国家规划课题——“21世纪中国高等教育人才培养体系的创新与实践”研究工作的基础上,组织全国100余所培养应用型人才为主的高等院校,进行其子项目课题——“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”的研究与探索,在高等院校应用型人才培养的教学内容、课程体系研究等方面取得了标志性成果,并在高等教育出版社的支持和配合下,推出了一批适应应用型人才培养需要的立体化教材,冠以“教育科学‘十五’国家规划课题研究成果”。

2002年11月,教研中心在南京工程学院组织召开了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题立项研讨会。会议确定由教研中心组织国家级课题立项,为参加立项研究的高等院校搭建高起点的研究平台,整体设计立项研究计划,明确目标。课题立项采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批启动立项研究计划。为了确保课题立项目标的实现,组建了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题领导小组(亦为高校应用型人才立体化教材建设领导小组)。会后,教研中心组织了首批课题立项申报,有63所高校申报了近450项课题。2003年1月,在黑龙江工程学院进行了项目评审,经过课题领导小组严格的把关,确定了首批9项子课题的牵头学校、主持学校和参加学校。2003年3月至4月,各子课题相继召开了工作会议,交流了各校教学改革的情况和面临的具体问题,确定了项目分工,并全面开始研究工作。计划先集中力量,用两年时间形成一批有关人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系等理论研究成果报告和 In 研究报告基础上同步组织建设的反映应用型人才特色的立体化系列教材。

与过去立项研究不同的是,“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题研究在审视、选择、消化与吸收多年来已有应用型人才培养探索与实践成果基础上,紧密结合经济全球化时代高校应用型人才培养工作的实际需要,努力实践,大胆创新,采取边研究、边探索、边实践的方式,推进高校应用型人才培养工作,突出重点目标,并不断取得标志性的阶段成果。

教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱和基础,作为体现教学内容

和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索、建设适应新世纪我国高校应用型人才培体系需要的教材体系已成为当前我国高校教学改革和教材建设工作面临的十分重要的任务。因此,在课题研究过程中,各课题组充分吸收已有的优秀教学改革成果,并和教学实际结合起来,认真讨论和研究教学内容和课程体系的改革,组织一批学术水平较高、教学经验较丰富、实践能力较强的教师,编写出一批以公共基础课和专业、技术基础课为主的有特色、适用性强的教材及相应的教学辅导书、电子教案,以满足高等学校应用型人才的需要。

我们相信,随着我国高等教育的发展和高校教学改革的不断深入,特别是随着教育部“高等学校教学质量和教学改革工程”的启动和实施,具有示范性和适应应用型人才培的精品课程教材必将进一步促进我国高校教学质量的提高。

全国高等学校教学研究中心

2003年4月

前 言

本书是教育科学“十五”国家规划课题研究成果——《机械设计基础》教材的配套教材,是一本理论联系实际和实践性教学环节的教材,是集机械设计常用设计资料、实验、大作业、课程设计指导书、课堂讨论及附录为一体的实践性教材。

本书尽量避免与陈立德主编的《机械设计基础》教材内容重复,以课程设计为中心来精选有关机械设计方面的数据与图册,力求简明实用,注意加强学生工程设计能力的培养。为适应当前机械设计工作的需要,尽量采用最新国家标准,并给出了必要的新、旧标准对照和代换资料。

参加本书编写工作的有:陈立德、凌秀军、李颖(第1~5章、第8~17章及有关资料收集),毛炳秋(第6章部分、第7章及有关资料收集),姜小青(第6章部分、第18章、附录部分),罗卫平(第6章部分、附录部分),安国会(第6.2.3节)。全书由南京金陵科技学院陈立德教授担任主编,并负责全书的统稿,毛炳秋任副主编。

南京航空航天大学欧阳祖行教授仔细地审阅了全部文稿和图稿,提出了很多宝贵意见和建议,在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中得到了洪星华、卞咏梅、褚天承等同志的大力支持和帮助,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中错误或不妥之处在所难免,敬请读者指正。

编者

2005年10月于南京

目 录

第 1 篇 机械设计常用标准和规格

第 1 章 常用数据和一般标准	3
1.1 图纸格式	3
1.2 常用数据	4
第 2 章 螺纹	19
2.1 普通螺纹	19
2.2 梯形螺纹	21
2.3 管螺纹	22
第 3 章 材料	23
3.1 黑色金属材料	23
3.2 非铁金属材料	34
3.3 工程塑料	35
第 4 章 公差与配合	36
4.1 极限与配合	36
4.2 形状和位置公差	43
4.3 表面粗糙度	48
第 5 章 齿轮传动、蜗杆传动公差	52
5.1 渐开线圆柱齿轮的精度(GB/T 10095.1—2001,GB/T 10095.2—2001 摘录)	52
5.2 锥齿轮精度(GB 11365—89 摘录)	61
5.3 圆柱蜗杆、蜗轮精度(GB 10089—88 摘录)	71

第 2 篇 机械设计基础课程实验

第 6 章 课程实验	79
6.1 概述	79
6.2 实验	80

第 3 篇 机械设计基础课程大作业

第 7 章 课程大作业	113
7.1 概述	113
7.2 大作业指导书	113

第 4 篇 机械设计基础课程设计指导书

第 8 章 绪论	127
8.1 课程设计的目的	127
8.2 课程设计的内容和任务	127
8.3 课程设计的步骤	128
8.4 课程设计中应注意的问题	129
第 9 章 传动方案设计	131
9.1 确定传动类型	131
9.2 选择电动机	137
9.3 计算总传动比并分配传动比	143
9.4 计算传动装置的运动和动力参数	145
第 10 章 传动零件的设计计算	148
10.1 选择联轴器的类型和型号	148
10.2 设计减速器以外的传动零件	148
10.3 设计减速器内部的传动零件	149
第 11 章 减速器轴及轴承装置的设计	152
11.1 轴的设计	152
11.2 轴承装置的设计	156
第 12 章 减速器箱体及附件的设计	158
12.1 减速器箱体设计	158
12.2 减速器附件及其结构设计	165
第 13 章 减速器装配工作图的设计	175
13.1 装配图设计的第一阶段	176
13.2 装配图设计的第二阶段	179
13.3 装配图设计的第三阶段	187
13.4 减速器装配图常见错误示例	195
第 14 章 减速器零件工作图设计	199
14.1 零件工作图的内容和要求	199
14.2 轴类零件工作图的设计要求	200
14.3 齿轮类零件工作图的设计要求	203
14.4 齿轮类零件精度等级的标注	206
第 15 章 编写设计计算说明书	210
15.1 设计计算说明书的内容	210
15.2 设计计算说明书的编写要求	210
15.3 设计计算说明书的书写格式示例	211
第 16 章 课程设计的答辩	214

16.1 准备答辩	214
16.2 答辩参考题	215
16.3 成绩评定	220
第 17 章 参考图例及设计题目	221
17.1 参考图例	221
17.2 课程设计题目	256
第 18 章 用计算机设计	266
18.1 计算机绘图的硬件系统	266
18.2 计算机辅助绘图	267
18.3 计算机辅助设计	269
第 5 篇 机械设计基础课堂讨论	
第 19 章 课堂讨论	273
19.1 概述	273
19.2 课堂讨论	273
附录一 润滑与密封	278
附录二 电动机	287
附录三 联轴器	297
附录四 滚动轴承	305
附录五 连接的标准元件	330
参考文献	353
后记	354

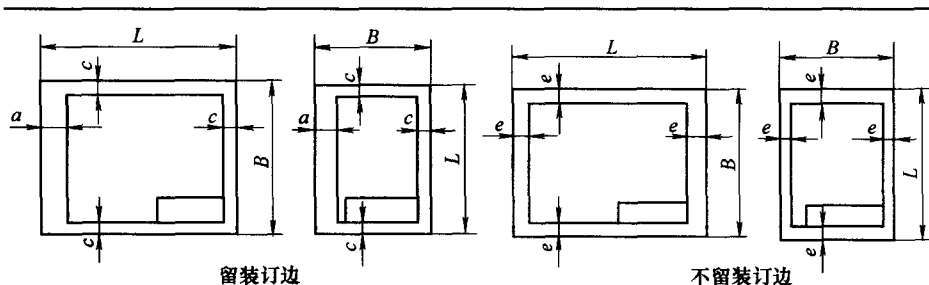
第 1 篇

机械设计常用标准和规格

第 1 章 常用数据和一般标准

1.1 图纸格式

表 1.1 图纸幅面、图样比例

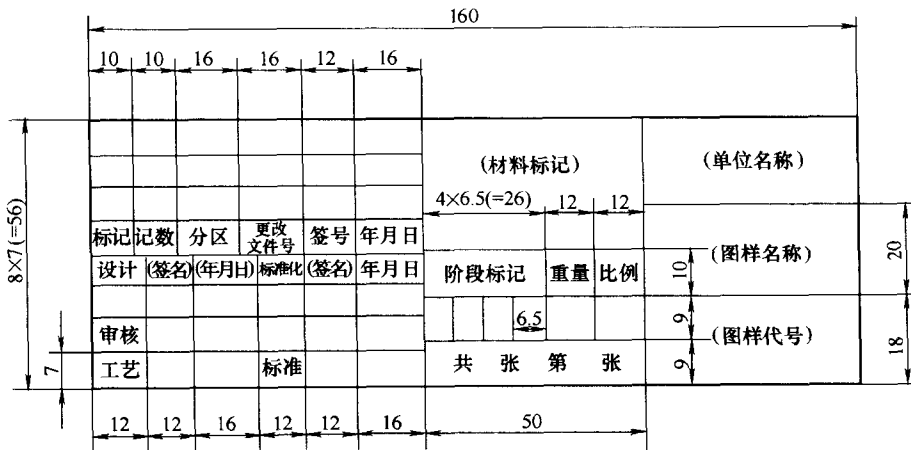


图纸幅面 (GB/T 14689—93 摘录)						图样比例 (GB/T 14690—93)			
mm									
基本幅面(第一选择)			加长幅面(第二选择)			原值比例	缩小比例	放大比例	
幅面代号	$B \times L$	a	c	e	幅面代号				$B \times L$
A0	840 × 1189	10	20	20	A3 × 3	420 × 891	1:1	1:2 $1:2 \times 10^n$	5:1 $5 \times 10^n:1$
A1	594 × 841				A3 × 4	420 × 1189	1:5 $1:5 \times 10^n$	2:1 $2 \times 10^n:1$	
A2	420 × 594	25	10	10	A4 × 3	297 × 630	1:10 $1:1 \times 10^n$	1:10 $1:1 \times 10^n$	$1 \times 10^n:1$
A3	297 × 420				A4 × 4	297 × 841	必要时允许选取	必要时允许选取	
A4	210 × 297	5	5	5	A4 × 5	297 × 1051	1:1.5 $1:1.5 \times 10^n$	4:1 $4 \times 10^n:1$	必要时允许选取
									1:2.5 $1:2.5 \times 10^n$
							1:3 $1:3 \times 10^n$		
							1:4 $1:4 \times 10^n$		
							1:6 $1:6 \times 10^n$		

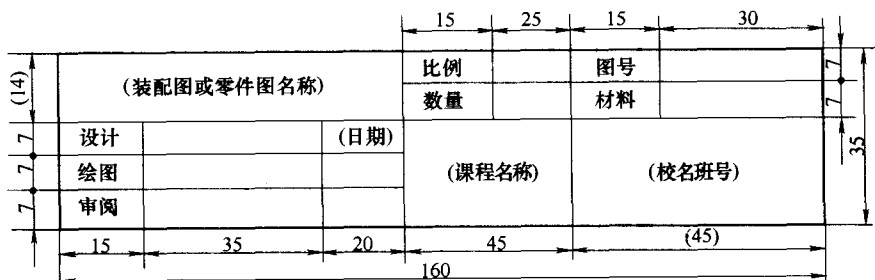
注: 1. 加长幅面的图框尺寸,按比所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如对 A3 × 4,按 A2 的图框尺寸确定,即 e 为 10 mm(或 c 为 10 mm)。
2. 加长幅面(第三选择)的尺寸见 GB/T 14689。

...
02	滚动轴承 7210C	2		GB/T 292-94	7
01	箱座	1	HT200		7
序号	名称	数量	材料	标准	备注
10	50	10	25	40	(25)
160					

图 1.1 明细表格式(本课程用)



(a) 标准规定的格式



(b) 学校用简化格式(本课程用)

图 1.2 装配图或零件图标题栏格式(参考)

1.2 常用数据

表 1.2 一些金属材料的熔点、热导率及比热容

名称	熔点	热导率	比热容	名称	熔点	热导率	比热容
	℃	W/(m·K)	J/(kg·K)		℃	W/(m·K)	J/(kg·K)
灰铸铁	1 200	46.4 ~ 92.8	544.3	铝	658	203	904.3
铸钢	1 425		489.9	铅	327	34.8	129.8
低碳钢	1 400 ~ 1 500	46.4	502.4	锡	232	62.6	234.5
黄铜	950	92.8	393.6	锌	419	110	393.6
青铜	995	63.8	385.2	镍	1 452	59.2	452.2

注：表中的热导率(导热系数)值为 0 ~ 100 ℃ 范围内的值。

表 1.3 材料线[膨]胀系数 α_t $10^{-6}^{\circ}\text{C}^{-1}$

材 料	温度范围/ $^{\circ}\text{C}$								
	20	20 ~ 100	20 ~ 200	20 ~ 300	20 ~ 400	20 ~ 600	20 ~ 700	20 ~ 900	70 ~ 1 000
黄铜		17.8	18.8	20.9					
青铜		17.6	17.9	18.2					
铸铝合金	18.44 ~ 24.5								
铝合金		22.0 ~ 24.0	23.4 ~ 24.8	24.0 ~ 25.9					
碳钢		10.6 ~ 12.2	11.3 ~ 13	12.1 ~ 13.5	12.9 ~ 13.9	13.5 ~ 14.3	14.7 ~ 15		
铬钢		11.2	11.8	12.4	13	13.6			
3Cr13		10.2	11.1	11.6	11.9	12.3	12.8		
1Cr18Ni9Ti		16.6	17	17.2	17.5	17.9	18.6	19.3	
铸铁		8.7 ~ 11.1	8.5 ~ 11.6	10.1 ~ 12.1	11.5 ~ 12.7	12.9 ~ 13.2			
镍铬合金		14.5							17.6
砖	9.5								
水泥、混凝土	10 ~ 14								
胶木、硬橡皮	64 ~ 77								
玻璃		4 ~ 11.5							
有机玻璃		130							

表 1.4 常用材料的[质量]密度

材料名称	[质量]密度	材料名称	[质量]密度	材料名称	[质量]密度
	$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \left(\frac{\text{t}}{\text{m}^3} \right)$		$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \left(\frac{\text{t}}{\text{m}^3} \right)$		$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \left(\frac{\text{t}}{\text{m}^3} \right)$
碳钢	7.8 ~ 7.85	铅	11.37	无填料的电木	1.2
合金钢	7.9	锡	7.29	赛璐珞	1.4
球墨铸铁	7.3	镁合金	1.74	酚醛层压板	1.3 ~ 1.45
灰铸铁	7.0	硅钢片	7.55 ~ 7.8	尼龙 6	1.13 ~ 1.14
紫铜	8.9	锡基轴承合金	7.34 ~ 7.75	尼龙 66	1.14 ~ 1.15
黄铜	8.4 ~ 8.85	铅基轴承合金	9.33 ~ 10.67	尼龙 1010	1.04 ~ 1.06
锡青铜	8.7 ~ 8.9	胶木板、纤维板	1.3 ~ 1.4	纵纤维木材	0.7 ~ 0.9
无锡青铜	7.5 ~ 8.2	玻璃	2.4 ~ 2.6	横纤维木材	0.7 ~ 0.9
碾压磷青铜	8.8	有机玻璃	1.18 ~ 1.19	石灰石、花岗石	2.4 ~ 2.6
冷拉青铜	8.8	矿物油	0.92	砌砖	1.9 ~ 2.3
工业用铝	2.7	橡胶石棉板	1.5 ~ 2.0	混凝土	1.8 ~ 2.45

表 1.5 常用材料的弹性模量及泊松比

名 称	弹性模量	切变模量	泊松比 μ	名 称	弹性模量	切变模量	泊松比 μ
	E/GPa	G/GPa			E/GPa	G/GPa	
灰铸铁、白口铸铁	115 ~ 160	45	0.23 ~ 0.27	铸铝青铜	105	42	0.25
球墨铸铁	151 ~ 160	61	0.25 ~ 0.29	硬铝合金	71	27	
碳钢	200 ~ 220	81	0.24 ~ 0.28	冷拔黄铜	91 ~ 99	35 ~ 37	0.32 ~ 0.42
合金钢	210	81	0.25 ~ 0.3	轧制纯铜	110	40	0.31 ~ 0.34
铸钢	175	70 ~ 84	0.25 ~ 0.29	轧制锌	84	32	0.27
轧制磷青铜	115	42	0.32 ~ 0.35	轧制铝	69	26 ~ 27	0.32 ~ 0.36
轧制锰黄铜	110	40	0.35	铅	17	7	0.42

表 1.6 黑色金属硬度对照表 (GB 1172—74 摘录)

洛氏 HRC	维氏 HV	布氏 $30D^2$		洛氏 HRC	维氏 HV	布氏 $30D^2$		洛氏 HRC	维氏 HV	布氏 $30D^2$		洛氏 HRC	维氏 HV	布氏 $30D^2$	
		HBS	$d_{10} 2d_5$ 、 $4d_{2.5}$			HBS	$d_{10} 2d_5$ 、 $4d_{2.5}$			HBS	$d_{10} 2d_5$ 、 $4d_{2.5}$			HBS	$d_{10} 2d_5$ 、 $4d_{2.5}$
69	997	—	—	56	620	—	—	43	411	401	3.049	30	289	283	3.611
68	959	—	—	55	599	—	—	42	399	391	3.087	29	281	276	3.655
67	923	—	—	54	579	—	—	41	388	380	3.130	28	274	269	3.701
66	889	—	—	53	561	—	—	40	377	370	3.171	27	268	263	3.741
65	856	—	—	52	543	—	—	39	367	360	3.214	26	261	257	3.783
64	825	—	—	51	525	—	—	38	357	350	3.258	25	255	251	3.826
63	795	—	—	50	509	—	—	37	347	341	3.299	24	249	245	3.871
62	766	—	—	49	493	—	—	36	338	332	3.343	23	243	240	3.909
61	739	—	—	48	478	—	—	35	329	323	3.388	22	237	234	3.957
60	713	—	—	47	463	449	2.886	34	320	314	3.434	21	231	229	3.998
59	688	—	—	46	449	436	2.927	33	312	306	3.477	20	226	225	4.032
58	664	—	—	45	436	424	2.967	32	304	298	3.522	19	221	220	4.075
57	642	—	—	44	423	413	3.006	31	296	291	3.563	18	216	216	4.111

注: $30D^2$ ——试验载荷, kgf; D ——钢球直径; d_{10} 、 $2d_5$ 、 $4d_{2.5}$ ——分别为钢球直径 10 mm、 $2 \times$ 钢球直径 5 mm、 $4 \times$ 钢球直径 2.5 mm 时的压痕直径, mm。

表 1.7 常用材料的摩擦系数

材料名称	摩擦系数 f				材料名称	摩擦系数 f			
	静摩擦		滑动摩擦			静摩擦		滑动摩擦	
	无润滑剂	有润滑剂	无润滑剂	有润滑剂		无润滑剂	有润滑剂	无润滑剂	有润滑剂
钢-钢	0.15	0.1 ~ 0.12	0.15	0.05 ~ 0.1	钢-夹布胶木			0.22	
钢-低碳钢			0.2	0.1 ~ 0.2	青铜-夹布胶木			0.23	
钢-铸铁	0.3		0.18	0.05 ~ 0.15	纯铝-钢			0.17	0.02
钢-青铜	0.15	0.1 ~ 0.15	0.15	0.1 ~ 0.15	青铜-酚醛塑料			0.24	
低碳钢-铸铁	0.2		0.18	0.05 ~ 0.15	淬火钢-尼龙9			0.43	0.023
低碳钢-青铜	0.2		0.18	0.07 ~ 0.15	淬火钢-尼龙1010				0.039 5
铸铁-铸铁		0.18	0.15	0.07 ~ 0.12	淬火钢-聚碳酸酯			0.30	0.031
铸铁-青铜			0.15 ~ 0.2	0.07 ~ 0.15	淬火钢-聚甲醛			0.46	0.016
皮革-铸铁	0.3 ~ 0.5	0.15	0.6	0.15	粉末冶金-钢			0.4	0.1
橡胶-铸铁			0.8	0.5	粉末冶金-铸铁			0.4	0.1

表 1.8 物体的摩擦系数

名称		摩擦系数 f	名称		摩擦系数 f
滑动轴承	液体摩擦	0.001 ~ 0.008	滚动轴承	深沟球轴承	0.002 ~ 0.004
	半液体摩擦	0.008 ~ 0.08		调心球轴承	0.001 5
	半干摩擦	0.1 ~ 0.5		圆柱滚子轴承	0.002
密封软填料盒中填料与轴的摩擦		0.2		调心滚子轴承	0.004
制动器普通石棉制动带(无润滑) $p = 0.2 \sim 0.6 \text{ MPa}$		0.35 ~ 0.46		角接触球轴承	0.003 ~ 0.005
离合器装有黄铜丝的压制石棉 $p = 0.2 \sim 1.2 \text{ MPa}$		0.40 ~ 0.43		圆锥滚子轴承	0.008 ~ 0.02
				推力球轴承	0.003

表 1.9 常用法定计量单位及换算关系

量的名称	法定计量单位		非法定计量单位		换算关系
	名称	符号	名称	符号	
转速	转每分	r/min			1 r/min = (1/60)r/s
长度	米	m	埃 英寸	Å in	1 Å = 0.1 nm = 10 ⁻¹⁰ m 1 in = 0.025 4 m = 25.4 mm
面积	平方米	m ²			
体积、容积	立方米	m ³	立方英尺	ft ³	1 ft ³ = 0.028 316 8 m ³ = 28.316 8 dm ³
	升	l, L (1 l = 1 dm ³)	加仑(英) 加仑(美)	gal(英) gal(美)	1 gal(英) = 4.546 09 dm ³ 1 gal(美) = 3.785 41 dm ³
质量	千克(公斤)	kg	磅	lb	1 lb = 0.453 592 37 kg
	吨	t	长吨、英吨		1 英吨 = 1 长吨 = 1 016.05 kg
力、重力	牛[顿]	N	达因	dyn	1 dyn = 10 ⁻⁵ N
			千克力 吨力	kgf tf	1 kgf = 9.806 65 N 1 tf = 9.806 65 × 10 ³ N
力矩	牛[顿]米	N · m	千克力米	kgf · m	1 kgf · m = 9.806 65 N · m
压力、压强	帕[斯卡]	Pa	巴 标准大气压 约定毫米汞柱 工程大气压	bar atm mmHg at(kgf/cm ²)	1 bar = 0.1 MPa = 10 ⁵ Pa (1 Pa = 1 N/m ²) 1 atm = 101 325 Pa 1 mmHg = 133.322 4 Pa 1 at = 1 kgf/cm ² = 9.806 65 × 10 ⁴ Pa
			千克力每平方米	kgf/mm ²	1 kgf/mm ² = 9.806 65 × 10 ⁶ Pa
[动力]粘度	帕[斯卡]秒	Pa · s	泊	P	1 P = 0.1 Pa · s
运动粘度	二次方米 每秒	m ² /s	斯[托克斯]	St	1 St = 1 cm ² /s = 10 ⁻⁴ m ² /s
能[量], 功 热量	焦[耳]	J	千克力米 尔格 热化学卡	kgf · m erg cal _{th}	1 kgf · m = 9.806 65 J 1 erg = 10 ⁻⁷ J 1 cal _{th} = 4.184 0 J
功率	瓦[特]	W	[米制]马力		1 [米制] 马力 = 735.498 75 W
比热容	焦[耳]每 千克开[尔 文]	J/(kg · K)			
传热系数	瓦[特]每 平方米开 [尔文]	W/(m ² · K)			
热导率(导 热系数)	瓦[特]每 米开[尔 文]	W/(m · K)			