

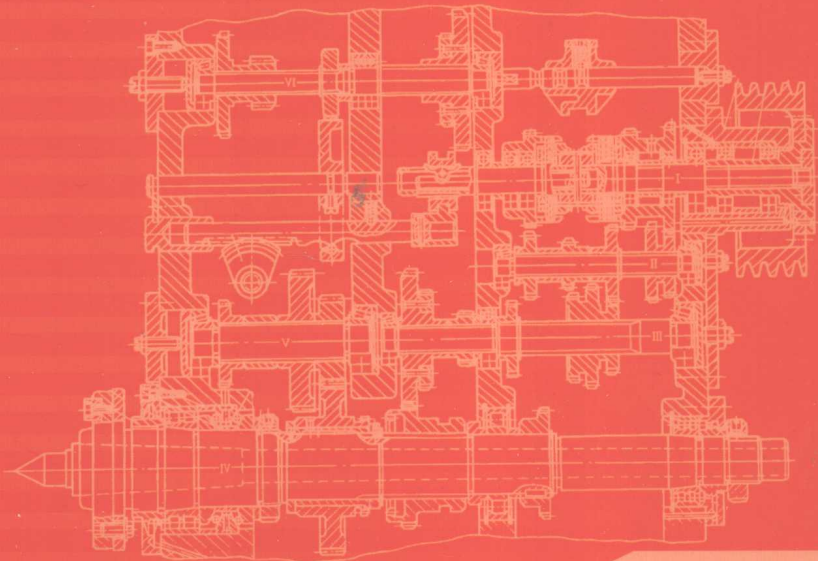
简明 机械 设计手册

JIANMING

设计手册

JIXIE SHEJI SHOUCHE

主 编 孔凌嘉
副主编 张歧生 郭纪林
主 审 毛谦德



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

简明机械设计手册

主 编 孔凌嘉
副主编 张歧生 郭纪林
主 审 毛谦德

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书主要为配合机械设计类的课程学习、课程设计、毕业设计而编写。

全书共 19 章：常用数据资料和一般标准规范，公差和表面粗糙度，常用工程材料，螺纹和螺纹连接，焊接和粘接，键连接和销连接，带传动和链传动，渐开线圆柱齿轮传动，锥齿轮传动，蜗杆传动，螺旋传动，轴，滚动轴承，滑动轴承，联轴器、离合器和制动器，润滑与密封，减速器，电机。

本书可供高等院校、大专及成人教育等各类学校的机械类、近机械类的学生使用，也可供工程技术人员在一般工程设计中选用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

简明机械设计手册/孔凌嘉主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2008.2 (2008.3 重印)

ISBN 978-7-5640-1124-6

I. 简… II. 孔… III. 机械设计-技术手册 IV. TH122-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 013422 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 31

字 数 / 731 千字

版 次 / 2008 年 2 月第 1 版 2008 年 3 月第 2 次印刷

印 数 / 3001 ~ 7000 册

定 价 / 57.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 李绍英


图书出现印装质量问题，本社负责调换



孔凌嘉，北京理工大学教授。1991年毕业于西安交通大学机械学专业，获工学博士学位。长期从事机械设计及理论科学的的教学与科研工作，为本科生讲授机械设计课程，指导课程设计，参加教育部、北京市教学改革项目及国家自然科学基金等多项科研项目，主编《机械设计》和《机械基础综合课程设计》教材。

毛谦德，北京理工大学教授。1934年出生，1955年毕业于南京工学院（现东南大学）机械制造专业，1980—1982年为德国卡尔斯鲁厄大学机械设计研究所访问学者。长期从事机械设计教学及有关研究工作。主持了包括国家自然科学基金和兵器科技预研基金项目在内的多项科研任务。主编或参编专业书5本，译著3本，在国内外学术刊物和会议上发表论文50余篇。主要论著有：《考虑轴瓦弹性变形的滑动轴承稳定性》（德文）、《可倾瓦气体径向轴承的理论和试验研究》、《平面扇形可倾瓦气体止推轴承的研究》（英文）、《袖珍机械设计师手册》等。从1992年开始享受政府特殊津贴。

责任编辑：张玉荣

封面设计：彩多设计
COLOR DESIGN

试读结束：需要全本请在线购买 www.ertongbook.com

《简明机械设计手册》编委会

主 审 毛谦德

主 任 孔凌嘉

委 员 张歧生 郭纪林 陈智刚

京玉海 彭晓兰 熊 坚

朱江峰 余 萍 陈根琴

高保真 魏春雷 徐慧民

赵广平 余 林 林黄耀

马光峰 冷兴聚 魏祥祯

荣 辉 殷耀华 李 轶

付 铁 苏 伟 王艳辉

前 言

随着教学改革的不深入，机械设计类课程更加重视学生的实践和创新能力的培养。本手册是为了更好地适应课程改革要求，满足高等院校机械类、近机械类学生在机械设计类课程学习、课程设计及毕业设计时的使用要求而编写。

编写时力求达到简明、实用和更新标准规范之目的，使设计者在查阅本手册时能方便快捷和准确地得到一般所需设计资料、标准，并能从中培养、锻炼和提高设计能力。

参加本手册编写的人员有孔凌嘉（第一章，第十三章，第十四章），荣辉（第二章，第六章，第七章），殷耀华（第三章，第十二章，第十九章），李轶（第四章，第五章），付铁（第八章、第九章，第十章、第十一章），苏伟（第十五章，第十八章），王艳辉（第十六章，第十七章），全书由孔凌嘉负责统稿，并担任主编，张歧生，郭纪林任副主编，并协助主编对全书进行了统稿工作，编委会其他成员对本书进行了审核。

本手册由北京理工大学毛谦德教授担任主审。毛谦德教授对本书的审阅非常仔细和严格，提出了许多宝贵意见，使本书质量有较大提高，在此表示深深的感谢。

由于编者水平所限，书中可能存在错误和欠妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 常用数据资料和一般标准规范	(1)
一、标准代号	(1)
1. 国内部分标准代号	(1)
2. 国外部分标准代号	(1)
二、常用法定计量单位及其换算	(1)
三、常用材料数据	(3)
1. 常用材料的弹性模量及泊松比	(3)
2. 金属材料熔点、热导率及比热容	(3)
3. 材料线[膨]胀系数	(3)
4. 常用材料的密度	(4)
5. 常用材料极限强度的近似关系	(4)
6. 钢铁(黑色金属)硬度及强度换算	(5)
四、摩擦系数	(6)
1. 常用材料的滑动摩擦系数	(6)
2. 常用材料的滚动摩擦系数	(6)
3. 摩擦副的摩擦系数	(6)
五、机械效率和各种传动的传动比	(7)
1. 机械传动和摩擦副的效率概略值	(7)
2. 各种传动的传动比	(7)
六、机械制图部分标准	(8)
1. 图纸幅面及图框格式	(8)
2. 图样比例	(9)
3. 标题栏及明细栏	(9)
4. 剖面符号	(10)
5. 常用零件在图样中的表示法	(11)
6. 机构运动、机械传动简图	(18)
七、机械加工一般标准规范	(22)
1. 标准尺寸	(22)
2. 锥度与锥角系列	(23)
3. 棱体的角度与斜度	(25)
4. 中心孔	(26)
5. 球面半径	(28)
6. 滚花	(28)
7. 零件的倒圆与倒角	(28)
8. 砂轮越程槽	(29)
9. 刨切越程槽	(30)
10. 插齿、滚齿退刀槽	(30)
11. T形槽和相应螺栓	(31)

12. 燕尾槽	(32)
13. 机器轴伸和轴高	(33)
八、铸件设计规范	(36)
1. 铸件最小壁厚	(36)
2. 铸件外壁、内壁与加强筋的厚度	(37)
3. 铸件壁厚的过渡形式与尺寸	(37)
4. 铸造斜度	(37)
5. 铸造过渡斜度	(38)
6. 铸造内圆角半径	(38)
7. 铸造外圆角半径	(39)
8. 铸件平面上凸台尺寸	(40)
九、操作件	(40)
1. 手柄球	(40)
2. 手柄套	(41)
3. 定位手柄座	(41)
4. 手柄杆	(42)
第二章 公差和表面粗糙度	(43)
一、极限与配合	(43)
1. 标准公差和基本偏差系列	(43)
2. 孔、轴的基本偏差	(43)
3. 线性尺寸的一般公差 (未注公差)	(45)
4. 公差带和配合选择	(46)
二、形状和位置公差 (形位公差)	(52)
1. 形位公差符号	(52)
2. 形位公差值	(52)
3. 形位公差等级选用实例	(55)
三、表面粗糙度	(58)
1. 表面粗糙度主要评定参数	(58)
2. 主要评定参数系列值	(58)
3. 表面粗糙度参数的选用	(59)
4. 表面粗糙度符号及意义	(61)
第三章 常用工程材料	(63)
一、钢铁 (黑色) 金属	(63)
1. 常用符号、代号及一般说明	(63)
2. 钢铁 (黑色) 金属材料	(67)
3. 钢铁 (黑色) 金属型材	(85)
二、非铁 (有色) 金属	(100)
1. 常用符号、代号和一般说明	(100)
2. 非铁 (有色) 金属材料	(101)
3. 非铁 (有色) 金属型材	(107)
三、非金属材料及其制品	(111)
第四章 螺纹和螺纹连接件	(119)
一、螺纹	(119)
1. 螺纹的种类、特点和应用	(119)
2. 螺纹的主要几何参数	(119)

3. 普通螺纹	(120)
4. 梯形螺纹	(128)
二、螺纹零件的结构要素	(132)
1. 螺栓、螺钉的拧入深度、攻螺纹深度和钻孔深度尺寸	(132)
2. 螺纹的收尾、肩距、退刀槽和倒角	(132)
3. 螺栓孔与凸缘尺寸	(134)
4. 紧固件通孔及沉孔尺寸	(134)
5. 普通螺纹内、外螺纹余留长度; 钻孔余留深度, 螺栓突出螺母的末端长度	(135)
6. 底座地脚螺栓孔直径尺寸	(136)
7. 扳手空间	(136)
三、螺纹连接件	(138)
1. 螺纹连接的基本类型及其应用	(138)
2. 螺栓与螺柱标准	(139)
3. 螺钉标准	(144)
4. 螺母标准	(152)
5. 垫圈和挡圈标准	(154)
第五章 焊接与粘接	(162)
一、焊接	(162)
1. 常用焊接方法的特点及应用	(162)
2. 金属的焊接性	(162)
3. 焊条	(164)
4. 焊接接头和焊缝的基本形式	(167)
5. 焊缝符号	(168)
6. 焊接结构设计正误对照	(174)
7. 焊接接头的强度计算	(176)
二、粘接	(179)
1. 常用粘接剂	(179)
2. 粘接接头设计	(183)
第六章 键连接与销连接	(186)
一、键连接	(186)
1. 键连接的尺寸标准	(186)
2. 键和键槽的尺寸公差	(194)
二、花键连接	(195)
1. 花键连接的类型、特点和应用	(195)
2. 矩形花键	(195)
三、销连接	(200)
第七章 带传动和链传动	(206)
一、带传动	(206)
1. V带传动	(206)
2. 平带传动	(213)
3. 带传动的张紧	(215)
二、链传动	(218)
1. 传动用滚子链的结构、基本参数与尺寸	(218)
2. 链轮结构	(221)
3. 链传动的布置与张紧	(222)

第八章 渐开线圆柱齿轮传动	(225)
一、渐开线圆柱齿轮基本齿廓和模数系列	(225)
二、渐开线圆柱齿轮结构设计	(225)
三、齿轮常用材料及其力学性能	(226)
四、渐开线圆柱齿轮精度	(228)
1. 定义与代号	(229)
2. 精度等级及其选择	(233)
3. 极限偏差值	(233)
4. 其他检验项目	(238)
5. 推荐的检验项目	(244)
6. 精度等级的标注	(245)
五、圆柱齿轮工作图示例	(245)
第九章 锥齿轮传动	(248)
一、锥齿轮模数系列	(248)
二、锥齿轮结构设计	(248)
三、锥齿轮精度	(249)
1. 误差代号	(249)
2. 精度等级及检验项目	(250)
3. 齿轮副的侧隙	(251)
4. 齿轮精度的标注	(251)
5. 锥齿轮各项误差数值表	(251)
四、锥齿轮工作图示例	(260)
第十章 蜗杆传动	(262)
一、圆柱蜗杆基本齿廓	(262)
二、蜗杆、蜗轮的主要标准参数	(262)
三、蜗杆、蜗轮的结构及尺寸	(263)
1. 蜗杆结构	(263)
2. 蜗轮结构	(263)
四、圆柱蜗杆、蜗轮精度	(263)
1. 误差名称及代号	(263)
2. 精度等级及检验项目	(264)
3. 蜗杆传动的侧隙	(265)
4. 图样标注	(265)
5. 蜗杆传动各项误差数值表	(266)
五、蜗杆、蜗轮工作图示例	(272)
第十一章 螺旋传动	(275)
一、滑动螺旋传动	(275)
1. 滑动螺旋副常用材料及应用范围	(275)
2. 滑动螺旋副材料的许用压强和许用应力	(275)
3. 滑动螺旋副的精度	(276)
4. 螺杆和螺母工作图示例	(279)
二、滚动螺旋传动	(280)
1. 滚动螺旋副的材料和热处理	(280)
2. 滚动螺旋副的精度	(280)

第十二章 轴	(285)
一、轴的用途和分类	(285)
二、轴的材料	(286)
三、轴的结构设计	(289)
1. 轴上零件的轴向定位与固定方法	(289)
2. 轴上零件的周向定位与固定方法	(290)
3. 向心轴颈和止推轴颈	(292)
4. 轴的结构工艺性	(292)
5. 提高轴疲劳强度的结构措施	(293)
四、轴的工作图示例	(294)
第十三章 滚动轴承	(296)
一、滚动轴承的类型选择	(296)
二、滚动轴承的配合	(299)
三、角接触向心轴承和推力轴承的轴向游隙	(302)
四、常用滚动轴承尺寸及性能	(303)
1. 深沟球轴承	(304)
2. 调心球轴承	(308)
3. 角接触球轴承	(312)
4. 圆柱滚子轴承	(319)
5. 调心滚子轴承	(329)
6. 圆锥滚子轴承	(333)
7. 推力球轴承	(337)
五、轴承盖和套杯	(344)
第十四章 滑动轴承	(345)
一、滑动轴承的类型和应用特点	(345)
二、滑动轴承座	(346)
1. 滑动轴承座的型号说明及应用特点	(346)
2. 整体有衬正滑动轴承座	(346)
3. 对开式二螺柱正滑动轴承座	(347)
4. 对开式四螺柱正滑动轴承座	(348)
5. 对开式四螺柱斜滑动轴承座	(348)
三、轴瓦	(349)
1. 径向轴承轴瓦的类型	(349)
2. 整体轴套的轴颈系列	(349)
3. 轴承衬厚度	(350)
4. 轴套的公差配合	(350)
5. 轴套的固定	(350)
6. 铜合金整体轴套	(351)
7. 卷制轴套	(353)
8. 覆有减振塑料层双金属卷制轴套	(355)
9. 薄壁不翻边轴瓦	(356)
10. 烧结轴套	(358)
11. 尼龙轴套	(360)
四、整圆止推垫圈	(361)
五、润滑孔与润滑槽	(363)

第十五章 联轴器、离合器和制动器	(365)
一、联轴器	(365)
1. 联轴器的类型、特点及应用	(365)
2. 联轴器轴孔和连接形式与尺寸	(371)
3. 凸缘联轴器	(374)
4. 滚子链联轴器	(376)
5. TGL 鼓形 (尼龙内齿圈) 齿式联轴器	(378)
6. 弹性套柱销联轴器	(380)
7. 带制动轮弹性套柱销联轴器	(382)
8. 弹性柱销联轴器	(383)
9. 梅花形弹性联轴器	(385)
10. 轮胎式联轴器	(387)
11. 十字轴式万向联轴器	(390)
12. 钢球式节能安全联轴器	(392)
二、离合器	(393)
1. 离合器分类	(393)
2. 牙嵌离合器	(393)
3. 机械式摩擦离合器	(393)
4. 片式电磁离合器	(396)
三、制动器	(397)
1. 常用制动器的特点和应用	(397)
2. 鼓式制动器	(398)
3. 电磁制动器	(399)
第十六章 圆柱螺旋弹簧	(401)
一、常用弹簧的主要类型	(401)
二、圆柱螺旋弹簧参数及尺寸	(403)
1. 圆柱螺旋弹簧的基本参数	(403)
2. 圆柱螺旋弹簧的标准尺寸系列	(404)
3. 圆柱螺旋弹簧的端部结构	(405)
三、常用弹簧材料	(408)
1. 常用弹簧材料及其应用特点	(408)
2. 常用弹簧钢丝的力学性能	(410)
3. 弹簧材料参数的选择	(414)
四、弹簧标记	(415)
第十七章 润滑与密封	(416)
一、润滑剂	(416)
1. 润滑油	(416)
2. 润滑脂	(420)
二、润滑装置	(421)
三、密封	(425)
1. 密封类型及应用	(425)
2. 常用密封件	(429)
第十八章 减速器	(438)
一、减速器设计一般资料	(438)
1. 常用减速器类型、特点及应用	(438)

2. 圆柱齿轮减速器标准中心距	(441)
3. 减速器公称传动比	(442)
4. 减速器主要零件的配合	(443)
5. 减速器技术要求	(443)
二、减速器的结构	(444)
1. 减速器的基本结构	(444)
2. 减速器箱体结构尺寸	(446)
3. 减速器附件	(447)
三、减速器典型结构示例	(449)
四、常用标准减速器及其应用	(453)
第十九章 电动机	(458)
一、电动机主要类型及其应用	(458)
二、电动机外壳的防护分级	(459)
三、常用电动机	(460)
1. Y 系列三相异步电动机	(460)
2. YR 系列绕线转子三相异步电动机	(468)
3. YZR、YZ 系列冶金及起重用三相异步电动机	(472)
四、小功率异步电动机	(476)
主要参考文献	(483)

第一章 常用数据资料和一般标准规范

一、标准代号

1. 国内部分标准代号 (表 1-1)

表 1-1 国内部分标准代号

代号	标准名称	代号	标准名称
GB	中国国家标准	QB	轻工行业标准
JB	机械行业标准	QC	汽车行业标准
CB	船舶行业标准	QJ	航天工业行业标准
FZ	纺织行业标准	SH	石油化工行业标准
HB	航空工业行业标准	SJ	电子行业标准
HG	化工行业标准	SY	石油行业标准
JC	建材行业标准	TB	铁道运输行业标准
JG	建筑工业行业标准	YB	黑色冶金行业标准
JY	教育行业标准	YS	有色金属行业标准

注：在代号后加“/T”为推荐性标准，不加强制性标准

2. 国外部分标准代号 (表 1-2)

表 1-2 国外部分标准代号

代号	标准名称	代号	标准名称
ISO	国际标准化组织标准	DIN	德国国家标准
ISA ^①	国际标准化协会标准	JIS	日本工业标准
IEC	国际电工委员会标准	NF	法国国家标准
EN	欧洲标准	ASME	美国机械工程师协会标准
ANSI	美国国家标准	ASTM	美国材料与实验协会标准
BS	英国国家标准	IEEE	美国电气电子工程师学会标准

① ISO 的前身为 ISA

二、常用法定计量单位及其换算 (表 1-3)

表 1-3 常用法定计量单位及其换算

物理量名称	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
	单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
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 公顷	m ² hm ²	公亩 平方英尺	a ft ²	1 a = 10 ² m ² 1 ft ² = 0.092 903 0 m ²

续表

物理量名称	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
	单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
体积	立方米 升	m^3 L(1) (1 L = $10^{-3} m^3$)	立方英尺 英加仑 美加仑	ft^3 UKgal USgal	1 $ft^3 = 0.028\ 316\ 8 m^3$ 1 UKgal = 4.546 09 dm^3 1 USgal = 3.785 41 dm^3
速度	米每秒	m/s	英尺每秒 英里每[小]时	ft/s mile/h	1 ft/s = 0.304 8 m/s 1 mile/h = 0.447 04 m/s
加速度	米每二次方秒	m/s^2	英尺每二次方秒	ft/s^2	1 $ft/s^2 = 0.304\ 8 m/s^2$
质量	千克(公斤) 吨	kg t	磅 英吨	lb ton	1 lb = 0.453 592 37 kg 1 ton = 1 016. 05 kg
力	牛[顿]	N	达因 千克力 磅力	dyn kgf lbf	1 dyn = 10^{-5} N 1 kgf = 9. 806 65 N 1 lbf = 4. 448 22 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 正应力 切应力	帕[斯卡]	Pa	巴 千克力每平方米 毫米汞柱 工程大气压 标准大气压	bar kgf/cm ² mmHg at atm	1 bar = 10^5 Pa 1 kgf/cm ² = 0. 098 066 5 MPa 1 mmHg = 133. 322 Pa 1 at = 98 066. 5 Pa = 98. 066 5 kPa 1 atm = 101 325 Pa = 101. 325 kPa
[动力]黏度	帕[斯卡]秒	Pa · s	泊	P	1 P = 10^{-1} Pa · s
运动黏度	二次方米 每秒	m^2/s	斯[托克斯]	St	1 St = 10^{-4} m^2/s
能[量] 功 热	焦[耳]	J	尔格 千克力米 卡 热化学卡	erg kgf · m cal cal _{th}	1 erg = 10^{-7} J 1 kgf · m = 9. 806 65 J 1 cal = 4. 186 8 J 1 cal _{th} = 4. 184 0 J
功率	瓦[特]	W	[米制]马力		1 [米制]马力 = 735. 499 W
比热容	焦[耳]每千 克开[尔文]	J/(kg · K)	千卡每千克开 [尔文]	kcal/ (kg · K)	1 kcal/(kg · K) = 4 186.8 J/(kg · K)
传热系数	瓦[特]每平 方米开[尔文]	W/(m ² · K)	卡每平方米秒 开[尔文]	cal/ (cm ² sK)	1 cal/(cm ² · s · K) = 41 868 W/(m ² · K)
热导率 (导热系数)	瓦[特]每米 开[尔文]	W/(m · K)	卡每厘米秒开 (尔文)	cal/ (cm · s · K)	1 cal/(cm · s · K) = 418. 68 W/(m · K)

三、常用材料数据

1. 常用材料的弹性模量及泊松比 (表 1-4)

表 1-4 常用材料的弹性模量及泊松比

名称	弹性模量 E/GPa	切变模量 G/GPa	泊松比 μ	名称	弹性模量 E/GPa	切变模量 G/GPa	泊松比 μ
灰铸铁	118~126	44.3	0.3	轧制锌	82	31.4	0.27
球墨铸铁	173		0.3	铅	16	6.8	0.42
碳钢、镍铬钢、合金钢	206	79.4	0.3	玻璃	55	1.96	0.25
铸钢	202		0.3	有机玻璃	2.35~29.42		
轧制纯铜	108	39.2	0.31~0.34	橡胶	0.0078		0.47
冷拔纯铜	127	48.0		电木	1.96~2.94	0.69~2.06	0.35~0.38
轧制磷锡青铜	113	41.2	0.32~0.35	夹布酚醛塑料	3.92~8.83		
冷拔黄铜	89~97	34.3~36.3	0.32~0.42	赛璐珞	1.71~1.89	0.69~0.98	0.4
轧制锰青铜	108	39.2	0.35	尼龙 1010	1.07		
轧制铝	68	25.5~26.5	0.32~0.36	硬聚氯乙烯	3.14~3.92		0.34~0.35
拔制铝线	69			聚四氟乙烯	1.14~1.42		
铸铝青铜	103	41.1	0.3	低压聚乙烯	0.54~0.75		
铸锡青铜	103		0.3	高压聚乙烯	0.147~0.245		
硬铝合金	70	26.5	0.3	混凝土	13.73~39.2	4.9~15.69	0.1~0.18

2. 金属材料熔点、热导率及比热容 (表 1-5)

表 1-5 金属材料熔点、热导率及比热容

名称	熔点 ℃	热导率 /[W·(m·K) ⁻¹]	比热容 /[J·(kg·K) ⁻¹]	名称	熔点 ℃	热导率 /[W·(m·K) ⁻¹]	比热容 /[J·(kg·K) ⁻¹]
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:表中的热导率值指 0~100℃ 的范围内

3. 材料线 [膨] 胀系数 (表 1-6)

表 1-6 材料线 [膨] 胀系数 α

材料	温度范围/℃								
	20	20~100	20~200	20~300	20~400	20~600	20~700	20~900	70~1 000
	$\alpha / (10^{-6} \cdot K^{-1})$								
工程用铜		16.6~17.1	17.1~17.2	17.6	18~18.1	18.6			
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		