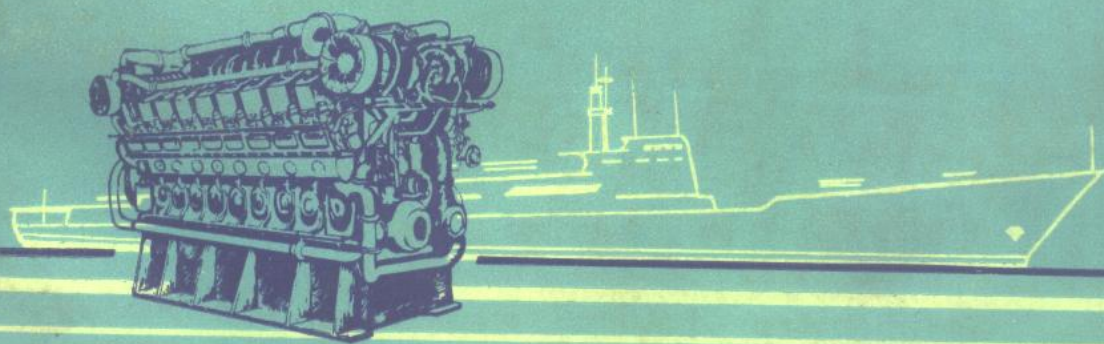


船用柴油机设计手册

(八)

材 料



國防工業出版社

11664 10165

船用柴油机设计手册

(八)

材 料

《船用柴油机设计手册》编辑委员会 编

本篇主编：宁长盛

执笔人员：第一章：宁长盛、周光华、汪荣生、刘志超、黄克竹、王孔探、
范希贤、刘家驹 第二章：程华峰 第三章：曲天金

国防工业出版社

内 容 简 介

本书是“船用柴油机设计手册”的第八篇，主要介绍船用柴油机常用的金属材料、非金属材料及油料。

金属材料部分，除简要地介绍了一般资料、热处理及表面处理的基本概念和选用原则外，着重介绍了材料的性能数据，并列出了常用的品种规格。书中还对断裂力学及材料的断裂韧性作了简单的介绍，以供参考。

非金属材料部分，包括油漆、橡胶、塑料及其制品和其他常用的非金属材料，介绍了这些材料的性能、品种规格及其应用。对主要质量指标的含义也作了必要的说明。

油料部分，扼要地说明了油料及润滑剂有关理化指标的意义。介绍了燃油油、润滑油、润滑脂及油料添加剂的性能、品种规格和选用原则，还介绍了国外几个主要国家船用柴油机油料的性能及品种规格，并列出了柴油机换油期的参考指标。

“船用柴油机设计手册”共有八篇及附录一章，现按篇分册出版，共九个分册：第一篇设计总论，第二篇总体设计，第三篇船用柴油机工作过程计算，第四篇动力计算，第五篇船用柴油机主要零部件，第六篇系统和附件，第七篇试验与测量，第八篇材料，最后一册为“附录”。

本书主要供船用柴油机设计研究人员使用，也可供柴油机制造和使用部门工程技术人员及高等院校有关专业的师生参考。

ZR10/36

船用柴油机设计手册

(八)

材 料

《船用柴油机设计手册》编辑委员会 编

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

787×1092¹/₁₆ 印张23 530千字

1979年9月第一版 1979年9月第一次印刷 印数：0,001—7,500册

统一书号：15034·1880 定价：2.85元

《船用柴油机设计手册》编辑委员会

领 导 成 员

张有萱	夏 桐	沈岳瑞	李渤仲
陈时雄	余运生	孙全柱	李忠仁
刘 仁	熊 琳	刘 颖	胡国栋
于康庄	赖灵淮	谭汉雄	朱国信

《船用柴油机设计手册》编辑工作组

刘 锦	张连方	方 商	商云祥
邱耀先	华裕达	潘荫琪	殷志成
程华峰	徐景福	茅建国	

前 言

柴油机已经有将近一个世纪的发展历史，但迄今技术上仍处于不断改进和发展阶段。柴油机在各种类型军民船舶中应用极为广泛。根据国外不完全的统计资料，1976年新建的2000吨以上民用船舶中，柴油机动力已超过一千万马力，占船舶主机总马力的72%，并且有继续上升的趋势。中小型运输船，工程船及渔轮中柴油机的应用更为普遍。在舰艇中，虽然近年来燃气轮机的发展在一定范围内取代了柴油机，但在中、小型战斗舰艇中，柴油机因其经济性较好以及其它原因，仍被广泛采用。大量军用辅助舰船中，柴油机更是主要动力。因此，大力发展柴油机制造工业和不断提高船用柴油机性能和技术水平是发展我国内河和海洋运输事业，建设强大海军和开发海洋资源的一项重要措施。

我国在解放前几乎没有船用柴油机制造工业。解放后随着国民经济和国防建设的发展，船用柴油机工业也获得迅速的发展。在“独立自主、自力更生”社会主义建设方针的指引下，1958年我国年青的船机科研设计队伍开始自行研制了多种型号舰船用柴油机，其中包括远洋运输船舶所用的低速重型柴油机，以及大功率中、高速柴油机，有多种型号通过了国家鉴定，已进行正式生产，装备了许多舰船，累积了一定的研究、设计新型船用柴油机的经验。

现在我国社会主义革命和社会主义建设进入了一个新的时期，以华国锋同志为首的党中央领导全国各族人民开始了新的长征。为了实现新时期的总任务，全国科学大会制定了科学技术发展的近期和远景规划，号召科学技术要走在国民经济和国防建设的前面。船用柴油机工业及其科学技术也进入了以高速度向现代化进军的阶段。

在这一新的阶段中，船用柴油机科研和设计工作应认真总结建国以来正、反两方面的经验，并在“独立自主、自力更生”的基础上，有分析、有选择地学习国外的先进技术。在统一领导、全面规划的前提下，研究发展更多的、符合我国国情的各种类型舰船用柴油机及其附属设备，尽快地把我国舰船用柴油机的技术提高到世界先进水平，为实现国民经济和国防建设现代化作出应有的贡献。《船用柴油机设计手册》就是为了适应这一新形势的要求，总结我国多年来的研究设计经验，及本着“洋为中用”的原则适当地选用了一些国外可靠的设计方法和资料编写的，为我国从事船用柴油机的广大科研、设计、教学、生产和使用人员提供必要的船用柴油机研究、设计的技术知识和资料。

本手册的读者对象是具备一定基础理论知识和实际经验的本专业从业人员，其中有些篇章也可供与船用柴油机有关的其它专业人员参考，以及作为大专院校有关专业学生的辅助学习资料。

本书共分八篇。第一篇是设计总论，其内容是介绍船用柴油机发展简史和当前发展趋势，阐明有关设计指导思想和设计程序中的有关问题，其中特别强调船用柴油机的三化问题；介绍各种类型舰船对柴油机设计的技术要求。第二篇是总体设计，介绍船用柴油机在总体设计阶段所要考虑的各种技术问题，提供各种设计方案比较用的资料和计算方法。第

三、四两篇是有关工作过程和动力学方面的计算方法。第五篇是船用柴油机主要零部件设计、计算和专用试验方法的介绍。第六篇是船用柴油机各种系统及其有关附件的设计。第七篇是船用柴油机在研制过程中各种试验研究方法的详细介绍。第八篇是有关船用柴油机使用材料和油料的介绍。最后附录一章是国内外有代表性的各种类型船用柴油机参数总表、剖面图、有关标准资料、国际单位与公制单位的换算以及电算程序。每篇暂以分册形式出版，以便读者选用。全手册出齐后，再发行一部分合订本。

我们准备在第一版出版以后，通过科学研究和广泛的学术交流，逐步形成我国自己的、比较完善的船用柴油机研究设计方法，积累丰富的设计资料和数据，在以后的版本中修订和补充，使有助于尽快的提高我国船用柴油机技术，赶超国外先进水平。

由于本手册系第一次编写，内容不完善的地方一定很多，希望读者在使用中发现需要补充和修订的地方随时取得联系，以便在今后再版时加以修订和充实。

本手册的编写是在国内有关船用柴油机科研、设计的领导机关、院校、科研设计单位和生产单位的大力协同下进行的，共有 100 余人参加了各篇、章、节的编写，为了对编写的内容负责，篇、章的主要编写人员都有署名。编辑委员会借此出版机会，特向各有关单位领导的大力支持和有关同志的热情帮助表示深切的感谢。

《船用柴油机设计手册》编辑委员会

目 录

第八篇 材 料

材料性能符号表	8-1
第一章 金属材料	8-3
第一节 综述	8-3
(一) 一般资料	8-3
(二) 钢铁产品名称、用途、冶炼方法和浇铸方法命名表	8-3
(三) 常用有色金属及合金产品代号	8-4
(四) 黑色金属材料的分类、特点及表示方法	8-4
(五) 硬度换算表	8-6
(六) 材料的摩擦系数	8-8
(七) 尺寸系数	8-8
(八) 腐蚀系数	8-10
(九) 强化系数	8-13
(十) 硬度与抗拉强度之间的经验公式	8-15
(十一) 疲劳强度和静强度间的经验关系式	8-16
(十二) 热处理及表面处理	8-16
第二节 碳素钢	8-36
(一) 钢号和化学成分	8-36
(二) 钢的机械性能、特点及应用	8-37
(三) 未列入技术条件的性能数据	8-40
第三节 合金结构钢	8-44
(一) 钢号和化学成分	8-44
(二) 钢的机械性能、特点及应用	8-47
(三) 未列入技术条件中的性能数据	8-54
(四) 低磁钢	8-63
第四节 弹簧钢、工具钢	8-65
(一) 钢号和化学成分	8-65
(二) 钢的机械性能、特点及应用	8-67
(三) 未列入技术条件中的性能数据	8-70
第五节 不锈钢、耐热钢和耐热合金	8-74
(一) 化学成分	8-74
(二) 机械性能、特点及应用	8-75
(三) 未列入技术条件中的性能数据	8-82
第六节 铸铁、铸钢	8-98
(一) 铸铁	8-98
(二) 铸钢	8-102
(三) 未列入技术条件中的性能数据	8-108

(四) 电渣熔铸钢	8-113
第七节 钢材的品种规格	8-114
第八节 铝及铝合金	8-126
(一) 变形铝合金	8-126
(二) 铸造铝合金	8-150
(三) 铝及铝合金的品种规格	8-159
第九节 铜及铜合金	8-161
(一) 变形铜合金	8-161
(二) 铸造铜合金	8-181
(三) 铜及铜合金的品种规格	8-186
第十节 钛及钛合金	8-190
(一) 化学成分	8-190
(二) 钛及钛合金的主要特性、应用及机械性能	8-191
(三) 未列入技术条件的性能数据	8-194
(四) 品种规格	8-198
第十一节 焊接材料	8-199
(一) 焊条	8-199
(二) 焊丝	8-202
(三) 焊剂	8-203
(四) 焊料	8-204
第十二节 断裂力学及材料的断裂韧性	8-206
(一) 线弹性断裂力学基本概念	8-206
(二) 疲劳破断过程的断裂力学分析	8-216
(三) 材料在应力腐蚀条件下的断裂	8-217
(四) 应用举例	8-220
附表一 我国与外国钢号对照表	8-224
附表二 我国与国外有色金属牌号对照表	8-240
参考资料	8-242
第二章 非金属材料	8-244
第一节 油漆	8-244
(一) 油漆的分类和命名	8-244
(二) 油漆的主要质量指标及含义	8-245
(三) 一般常用漆和腻子	8-246
第二节 橡胶及其制品	8-251
(一) 概述	8-251
(二) 国防工业用橡胶胶料	8-253
(三) 胶管	8-256
(四) 胶板	8-266
(五) 胶绳	8-268
第三节 塑料及其制品	8-268
(一) 概述	8-268
(二) 压塑粉	8-270
(三) 塑料板	8-271
(四) 塑料棒	8-273
(五) 塑料管	8-274
(六) 尼龙(聚酰胺树脂)	8-275

(七) 聚碳酸酯和聚砜	8-276
(八) 工业有机玻璃	8-277
(九) 其它	8-277
第四节 胶粘剂和液体垫圈	8-278
(一) 胶粘剂	8-278
(二) 液体垫圈	8-281
第五节 石棉制品	8-282
(一) 石棉制品专用名词解释	8-282
(二) 石棉线、绳、布	8-282
(三) 石棉纸和板	8-283
(四) 橡胶石棉板	8-283
(五) 其它	8-285
第六节 纸和其他非金属材料	8-288
(一) 纸和纸张	8-288
(二) 其他非金属材料	8-291
附表 非金属材料新旧名称、型号、标准对照表	8-296
参考资料	8-298
第三章 燃料与润滑剂	8-299
第一节 燃料与润滑剂主要理化指标及其意义	8-299
(一) 燃料和润滑油主要理化指标及其意义	8-299
(二) 润滑脂主要指标及其意义	8-325
第二节 船用柴油机燃料的选择和使用	8-327
(一) 船用柴油机对燃料的要求	8-327
(二) 柴油机燃料的品种和规格	8-331
第三节 船用柴油机润滑剂、防锈油与添加剂	8-338
(一) 柴油机对润滑油的要求	8-338
(二) 部分润滑油与防锈油的规格指标	8-343
(三) 润滑脂	8-350
(四) 常用石油产品添加剂	8-350
(五) 柴油机润滑油换油期参考指标	8-354
第四节 石油产品的分类、命名和代号	8-355
(一) 石油燃料的分组、命名和代号	8-355
(二) 润滑油的分组、命名和代号	8-356
(三) 润滑脂的分组、命名和代号	8-357
参考资料	8-358

第八篇 材 料

材料性能符号表

符 号	名 称	单 位
σ_b	抗拉强度	公斤/毫米 ²
σ_a	抗压强度	公斤/毫米 ²
σ_w	抗弯强度	公斤/毫米 ²
σ_p	比例极限	公斤/毫米 ²
σ_e	弹性极限	公斤/毫米 ²
σ_s	屈服点或物理屈服强度	公斤/毫米 ²
$\sigma_{0.2}$	永久变形量为0.2%时的屈服强度	公斤/毫米 ²
δ	延伸率	%
δ_5	延伸率, 5倍直径标距试样	%
δ_{10}	延伸率, 10倍直径标距试样	%
ψ	断面收缩率	%
σ_{-1}	疲劳强度(光滑试样, 对称循环弯曲疲劳)	公斤/毫米 ²
σ_{-1k}	缺口疲劳强度(缺口试样, 对称循环弯曲疲劳)	公斤/毫米 ²
σ_{-1p}	对称循环拉压疲劳强度	公斤/毫米 ²
σ_0	初始应力	公斤/毫米 ²
τ	抗剪强度	公斤/毫米 ²
τ_{-1}	对称循环扭转疲劳强度	公斤/毫米 ²
τ_{-1k}	对称循环缺口扭转疲劳强度	公斤/毫米 ²
a_k	冲击韧性	公斤·米/厘米 ²
$\sigma_{100}, \sigma_{1000}, \sigma_{10000}$ 或 $\sigma_{10^2}, \sigma_{10^3}, \sigma_{10^4}$	分别为100小时, 1000小时, 10000小时的持久强度	公斤/毫米 ²
$\sigma_{1 \cdot 10^{-3}}, \sigma_{1 \cdot 10^{-4}}$ $\sigma_{0.2 \cdot 10^{-3}}, \sigma_{0.2 \cdot 10^{-4}}, \dots$	蠕变强度, $\sigma_{1 \cdot 10^{-3}}$ 指蠕变第二阶段引起 $1 \cdot 10^{-3}\%$ /小时变形速度的应力, $\sigma_{0.2 \cdot 10^{-3}}$ 指蠕变第二阶段引起 $0.2 \cdot 10^{-3}\%$ /小时变形速度的应力, 余类似	公斤/毫米 ²
$\sigma_{1/100}, \sigma_{1/1000}$, 或 $\sigma_{1/10^2}, \sigma_{1/10^3}, \dots$	蠕变强度, 指100小时, 1000小时内引起1%总变形量的应力, 余类似	公斤/毫米 ²
HB	布氏硬度	公斤/毫米 ²
HRC	洛氏硬度, 载荷150公斤, 金刚锥角为120°	
HRB	洛氏硬度, 载荷100公斤, 钢球压头直径1.588毫米	
HRA	洛氏硬度, 载荷60公斤, 金刚锥角为120°	
HV	维氏硬度	公斤/毫米 ²
HS	肖氏硬度	
E	弹性模量	公斤/毫米 ²
G	切变弹性模量	公斤/毫米 ²
μ	①泊松比 ②导磁率	高斯/奥斯特

符 号	名 称	单 位
α	线膨胀系数	$1/^\circ\text{C}$
λ	导热系数	卡/厘米·秒· $^\circ\text{C}$
C	比热	卡/克· $^\circ\text{C}$
ρ	①比电阻(电阻率、电阻系数)	欧姆·毫米 ² /米
	②密度	克/厘米 ³
ρ^t	在 $t^\circ\text{C}$ 下的视密度	克/厘米 ³
γ	比重	
d	比重(油料), d_4^t 即 $t^\circ\text{C}$ 的液体的密度与 4°C 水的密度之比	
f	摩擦系数	
k	滚动摩擦系数	厘米
S_k	真实断裂强度	公斤/毫米 ²
e	尺寸系数	
e_b	静载荷时尺寸系数	
e_{-1}	交变载荷时尺寸系数	
K_f	应力集中系数	
β_1	腐蚀系数	
β_2	强化系数	
Hc	矫顽力	奥斯特
Br	剩余磁感应强度	高斯
A	燃料的苯胺点	度
$^\circ\text{API}$	比重指数	
η	动力粘度	泊(克(质)/厘米·秒)
		厘泊($\frac{1}{100}$ 泊)
ν	运动粘度	沱(厘米 ² /秒)
		厘沱($\frac{1}{100}$ 沱)
$^\circ\text{E}$	恩氏粘度	秒
SUS(SSU)	赛氏通用粘度	秒
Red. No. I($^\circ\text{R}$)	雷氏一号粘度	秒
Red. No. II	雷氏二号粘度	秒
SSF	赛氏粘稠油粘度	秒
Btu	英热单位	
T·A·N	总酸值	毫克氢氧化钾/克
T·B·N	总碱值	毫克氢氧化钾/克
$^\circ\text{RA}$	海军用雷氏秒(美)	秒
$^\circ\text{B}$	巴氏度(法)	度
K_I	应力强度因子。脚注 $i = \text{I, II, III}$, 分别表示裂纹三种不同变形方式下的应力强度因子	公斤/毫米 ^{3/2}
G_i	裂纹扩展力或裂纹的能量释放率。脚注 $i = \text{I, II, III}$, 分别表示裂纹三种不同变形方式下的裂纹扩展力	公斤·毫米/毫米 ² 或 公斤/毫米
K_{Ic}	平面应变断裂韧性 (I型变形)	公斤/毫米 ^{3/2}
K_c	平面应力断裂韧性	公斤/毫米 ^{3/2}
G_{Ic}	I型变形裂纹扩展力的临界值	公斤·毫米/毫米 ² 或 公斤/毫米
ΔK_{Ith}	界限应力强度因子幅度	公斤/毫米 ^{3/2}
K_{Isc}	应力腐蚀临界应力强度因子	公斤/毫米 ^{3/2}

第一章 金属材料

第一节 综 述

(一) 一般资料

表8-1-1-1 金属材料中常用化学元素名称及符号

名 称	铬	镍	硅	锰	铝	磷	硫	钨	钼	钒	钛	铜	铁	硼	钴
符 号	Cr	Ni	Si	Mn	Al	P	S	W	Mo	V	Ti	Cu	Fe	B	Co
名 称	氮	铌	钽	钙	锕	碳	铈	铯	锆	镧	铅	锡	锑	锌	铼
符 号	N	Nb	Ta	Ca	Ac	C	Ce	Cs	Zr	La	Pb	Sn	Sb	Zn	Re

(二) 钢铁产品名称、用途、冶炼方法和浇铸方法命名表

表8-1-1-2 钢铁产品名称、用途、冶炼方法和浇铸方法命名表(GB221-63)

名 称	汉 字	汉语拼音代号	字 体	名 称	汉 字	汉语拼音代号	字 体
甲类钢	甲	A	大 写	特级	特	E	大 写
乙类钢	乙	B	大 写	焊条用钢	焊	H	大 写
特类钢	特	C	大 写	滚动轴承钢	滚	G	大 写
平炉	平	P	大 写	铆螺钢	铆螺	M	大 写
碱性侧吹转炉	碱	J	大 写	铸造生铁	铸	Z	大 写
酸性侧吹转炉	酸	S	大 写	可锻铸铁	可锻	KT	大 写
顶吹转炉	顶	D	大 写	球墨铸铁(机标)	球铁	QT	大 写
沸腾钢	沸	F	大 写	珠光体可锻铸铁(机标)		KTZ	大 写
半镇静钢	半	b	小 写	耐热铸铁(机标)	热铁	RT	大 写
易切削钢	易	Y	大 写	耐热球墨铸铁(机标)		RQT	大 写
磁钢	磁	C	大 写	铸钢		ZG	大 写
碳素工具钢	碳	T	大 写	灰铸铁	灰铁	HT	大 写
高级优质钢	高	A	大 写	船用钢	船	C	大 写

(三) 常用有色金属及合金产品代号

表8-1-1-3 常用有色金属及合金产品代号 (GB340-76)

名 称	汉语拼音代号	名 称	汉语拼音代号
铜	T	超硬铝	LC
铝	L	特殊铝	LT
镁	M	无氧铜	TU
金属粉末	F	涂料铝粉	FLU
喷铝粉	FLP	钨钴硬质合金	YG
镍	N	钨钴钛硬质合金	YT
黄铜	H	铸造碳化钨	YZ
青铜	Q	铸造合金	Z
白铜	B	镁合金 (变形加工用)	MB
防锈铝	LF	焊料合金	HL
锻铝	LD	阳极镍	NY
硬铝	LY	钛及钛合金	T

表8-1-1-4 有色金属及合金产品状态名称、特性和代号 (GB340-76)

状态名称及产品特性	代 号	状态名称及产品特性	代 号
热加工	R	不包铝的	B
退火(焖火)	M	不包铝(热轧)	BR
淬火	C	不包铝(退火)	BM
淬火后冷轧(冷作硬化)	CY	不包铝(淬火、冷作硬化)	BCY
淬火(自然时效)	CZ	不包铝(淬火、优质表面)	BCO
淬火(人工时效)	CS	不包铝(淬火、冷作硬化、优质表面)	BCYO
硬	Y	优质表面(退火)	MO
$\frac{3}{4}$ 硬、 $\frac{1}{2}$ 硬	Y ₁ 、Y ₂	优质表面淬火自然时效	CZO
$\frac{1}{3}$ 硬、 $\frac{1}{4}$ 硬	Y ₃ 、Y ₄	优质表面淬火人工时效	CSO
特硬	T	淬火后冷轧、人工时效	CYS
优质表面	O	热加工、人工时效	RS
加厚包铝的	J	淬火、自然时效、冷作硬化、优质表面	CZYO

(四) 黑色金属材料的分类、特点及表示方法

表8-1-1-5 黑色金属材料的分类、特点及表示方法

分 类	特 点	表 示 方 法
碳 素 钢	甲 一般不经过热处理而直接使用。仅保证供应状态的机械性能不保证化学成分	钢号采用表 8-1-1-2 中的汉字或汉语拼音字母代号表示钢类和冶炼方法等不同情况, 其中平炉钢省略“平”或“P”字, 在钢类和冶炼方法的缩写后面用阿拉伯数字顺序编号。 甲类钢: 平炉钢以“甲”或“A”和顺序号表示, 例如 1 号平炉钢的钢号记为“甲 1”或“A 1”; 转炉钢则在钢类缩写和顺序号中间标以冶炼方法缩写, 例如 2 号碱性转炉钢的钢号记为“甲碱 2”或“AJ2”。
	乙 按化学成分供应以便满足用户热处理要求。不保证供应状态的机械性能	乙类钢和特类钢: 除乙类钢钢号前冠以“乙”或“B”, 特类钢钢号前冠以“特”或“C”的缩写外, 其余钢号表示方法和甲类钢同。
	特 保证化学成分同时又保证供应状态的机械性能	沸腾钢、半镇静钢分别在钢号末尾加注符号“沸”或“F”, “半”或“b”, 镇静钢则不标注

(续)

分 类	特 点	表 示 方 法
碳 素 钢	普通含锰量 同时保证机械性能和化学成分,且硫、磷等杂质含量较普通碳素钢少	用钢中平均含碳量的万分之几表示钢号,例如平均含碳量为0.25%的钢,其钢号为“25”。含锰量较高的钢,应将锰元素标出,例如平均含碳量为0.50%,含锰量为0.7~1.0%的钢,其钢号为“50锰”或“50Mn”。 沸腾钢、半镇静钢和镇静钢的表示方法和普通碳素钢相同。例如平均含碳量为0.10%的沸腾钢和半镇静钢,其相应钢号分别为“10沸”或“10F”和“10半”或“10b”。专门用途的钢,在钢号后面加注代表用途的按表8-1-1-2中规定的代号
	较高含锰量 除含锰量较高(0.7~1.2%)外,其他成分与普通含锰量同	
钢	碳素工具钢 钢的平均含碳量较高,约0.7~1.3%,热处理后可得到高硬度和高耐磨性,但其红硬性差,淬透性低,淬火变形较大	它的钢号是用“碳”或“T”字后附以平均含碳量的千分数表示,例如平均含碳量为0.80%的碳素工具钢,其钢号记为“碳8”或“T8”,含锰量较高时在钢号后面标出“锰”或“Mn”,例如“碳8锰”或“T8Mn”。 高级优质碳素工具钢的硫、磷含量比优质碳素工具钢低,为便于区别,在钢号后加注“高”或“A”,例如“碳8高”或“T8A”
合 金 钢	普通低合金钢 普通碳素钢中加入少量合金元素(总量<3%)。其机械性能较碳素钢高,焊接性、耐腐蚀性、耐磨性较碳素钢好,而经济指标与碳钢相近	钢号开始二位数表示钢中平均含碳量的万分数,随后以汉字或国际化学符号表示钢中所含各主要合金元素。钢中主要合金元素含量,除个别情况外,一般以百分之几表示,标注在元素符号后面。当合金元素平均含量小于1.5%时,钢号中只标明元素不标明元素含量。当合金元素平均含量等于或大于1.5%、2.5%、3.5%……时,元素含量要标出,并相应地写为2、3、4……。例如平均含碳量为0.36%、含锰量为1.5~1.8%、含硅量为0.4~0.7%的钢,其钢号写为“36锰2硅”或“36Mn2Si”。 钢中的钼、钒、硼等如系有意加入的,虽然含量很低,仍应在钢号中标出,当两个钢种的化学成分,除其中一个主要元素外,都基本相同,而且这个元素的含量也都小于1.5%,此时在该元素后加注“1”字以示区别。高级优质钢,在钢号后加“高”或“A”字
	合金结构钢 钢中加入一定量的合金元素,提高了钢的机械性能、耐磨性、淬透性及其他性能	
金 属 工 具 钢	合 金 钢中除含有很高的碳含量外,还含有较高的铬、钨、钼、钒等合金元素,提高了钢的淬硬性、淬透性、耐磨性和韧性。高速工具钢还具有较好的“红硬性”,在较高温度(高达600℃)下仍有较高的硬度和耐磨性	钢号开始数字表示钢中平均含碳量的千分数,当平均含碳量 $\geq 1.00\%$ 时,则开始数字可以省去。对含铬量低的合金工具钢,其含铬量也以千分数表示,并在含量之前加一个“0”字,其他合金元素含量的表示方法,基本上与合金结构钢相同。例如平均含铬量为0.60%的工具钢,其钢号记为“铬06”或“Cr06”。 高速工具钢钢号中不必标出含碳量,一般只标出合金元素平均含量的百分数,例如碳含量为0.70~0.80%、铬含量为3.80~4.40%、钨含量为17.5~19.0%、钒含量为1.00~1.40%的高速工具钢,其钢号标记为“钨18铬4钒”或“W18Cr4V”
	特殊合金钢 加入某些合金元素使钢具有特殊性能,例如不锈钢、耐酸钢、耐热钢等	这类钢的含碳量大都很低,一般在钢号中不标出。主要合金元素以百分数表示,而氮、钛、铌……等按微量元素表示方法标出。 如果含碳量不同,而合金元素含量相同时,其含碳量仍以千分数表示,例如“0Cr13”、“1Cr13”等。如果含碳量较高时,为了明确起见,含碳量以千分数表示,例如“9Cr18”等
铸 钢	—	在相应的钢号前冠以“ZG”符号,例如ZG45等
铸 铁	灰 铸铁 含碳量大于2.0%的铁碳合金,其中碳全部或大部分以片状石墨的形式存在	灰铸铁以“HT”为代号,其后的数字表示机械性能。第一组数字代表最低抗拉强度,第二组数字代表最低抗弯强度。例如“HT20-40”其抗拉强度和抗弯强度分别为20公斤/毫米 ² 和40公斤/毫米 ²
	球 墨 铸 铁 铸铁中的碳全部或大部分以球状石墨形式存在,其机械性能可与铸钢相比,减震性、耐磨性较铸钢好	球墨铸铁以“QT”为代号,其后的数字表示机械性能。第一组数字代表最低抗拉强度,第二组数字代表最低延伸率。例如“QT45-5”其抗拉强度和延伸率分别为45公斤/毫米 ² 和5%

(续)

分 类	特 点	表 示 方 法
铸 铁	可 锻 铸 铁 由白口铁退火后制成, 其中碳全部或大部分以球状或絮状石墨形式存在, 因而强度较灰铸铁高	可锻铸铁以“KT”为代号, 珠光体可锻铸铁以“KTZ”为代号, 其后的数字表示机械性能。第一组数字代表最低抗拉强度, 第二组数字代表最低延伸率。例如“KTZ45-5”为珠光体可锻铸铁, 抗拉强度为45公斤/毫米 ² , 延伸率为5%
合 金	铁 合 金 一般系指含铁量大于50%的高合金钢	—
	镍 合 金 一般指含镍量大于50%的合金	—

(五) 硬度换算表

表8-1-1-6 硬度换算表⁽¹⁾

布 氏 硬 度		洛 氏 硬 度			维 氏 硬 度	肖 氏 硬 度
压 痕 直 径 <i>d</i> (毫米)	10/3000 HB (公斤/毫米 ²)	150 公 斤 HRC	60 公 斤 HRA	100 公 斤 HRB	HV (公斤/毫米 ²)	HS
2.00	946	—	—	—	—	—
2.05	898	—	—	—	—	—
2.10	875	—	—	—	—	—
2.15	817	—	—	—	—	—
2.20	782	72	89	—	1220	107
2.25	744	69	87	—	1114	100
2.30	713	67	85	—	1021	96
2.35	683	65	84	—	940	92
2.40	652	63	83	—	867	88
2.45	627	61	82	—	803	85
2.50	600	59	81	—	746	81
2.55	578	58	80	—	694	78
2.60	555	56	79	—	649	75
2.65	532	54	78	—	606	72
2.70	512	52	77	—	587	70
2.75	495	51	76	—	551	68
2.80	477	49	76	—	534	66
2.85	460	48	75	—	502	64
2.90	444	47	74	—	474	61
2.95	430	45	73	—	460	59
3.00	418	44	73	—	435	57
3.05	402	43	72	—	423	55
3.10	387	41	71	—	401	53
3.15	375	40	71	—	390	52
3.20	364	39	70	—	380	50
3.25	351	38	69	—	361	49
3.30	340	37	69	—	344	47
3.35	332	36	68	—	335	46
3.40	321	35	68	—	320	45
3.45	311	34	67	—	312	44
3.50	302	33	67	—	305	42
3.55	293	31	66	—	291	41
3.60	286	30	66	—	285	40
3.65	277	29	65	—	278	39
3.70	269	28	65	—	272	38

(续)

布氏硬度		洛氏硬度			维氏硬度	肖氏硬度
压痕直径 d (毫米)	10/3000 HB (公斤/毫米 ²)	150 公斤 HRC	60 公斤 HRA	100 公斤 HRB	HV (公斤/毫米 ²)	HS
3.75	262	27	64	—	261	37
3.80	255	26	64	—	255	36
3.85	248	25	63	—	250	36
3.90	242	24	63	100	240	35
3.95	235	23	62	99	235	34
4.00	228	22	62	98	226	33
4.05	223	21	61	97	221	33
4.10	217	20	61	97	217	32
4.15	212	19	60	96	213	31
4.20	207	18	60	95	209	30
4.25	202	—	59	94	201	30
4.30	196	—	58	93	197	29
4.35	192	—	58	92	190	29
4.40	187	—	57	91	186	28
4.45	183	—	56	89	183	28
4.50	179	—	56	88	177	27
4.55	174	—	55	87	174	27
4.60	170	—	—	86	170	26
4.65	166	—	—	85	166	26
4.70	163	—	—	84	163	25
4.75	159	—	—	83	159	25
4.80	156	—	—	82	156	24
4.85	153	—	—	81	153	24
4.90	149	—	—	80	149	23
4.95	146	—	—	79	146	23
5.00	143	—	—	78	143	22
5.05	140	—	—	77	140	21
5.10	137	—	—	75	137	21
5.15	134	—	—	74	134	19
5.20	131	—	—	73	131	19
5.25	128	—	—	72	128	19
5.30	126	—	—	71	126	19
5.35	124	—	—	70	124	19
5.40	121	—	—	68	121	19
5.45	118	—	—	67	118	19
5.50	116	—	—	65	116	19
5.55	114	—	—	64	114	18
5.60	112	—	—	63	112	18
5.65	109	—	—	61	109	18
5.70	107	—	—	60	107	18
5.75	105	—	—	58	105	18
5.80	103	—	—	57	103	18
5.85	101	—	—	56	101	17
5.90	99	—	—	55	99	17
5.95	97	—	—	53	97	17
6.00	95	—	—	51	95	17

(六) 材料的摩擦系数

表8-1-1-7 材料的摩擦系数^[2,8]

材料名称	摩擦系数, f			
	静摩擦		动摩擦	
	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	0.05~0.10
钢-软钢			0.2	0.1~0.2
钢-铸铁	0.3		0.18	0.05~0.15
钢-青铜	0.15	0.1~0.15	0.15	0.1~0.15
软钢-铸铁	0.2		0.18	0.05~0.15
软钢-青铜	0.2		0.18	0.07~0.15
铸铁-铸铁		0.18	0.15	0.07~0.12
铸铁-青铜			0.15~0.2	0.07~0.15
青铜-青铜		0.1	0.2	0.07~0.1
软钢-榉木	0.6	0.12	0.4~0.6	0.1
软钢-榆木			0.25	
铸铁-榉木	0.65		0.3~0.5	0.2
铸铁-榆、杨木			0.4	0.1
青铜-榉木	0.6		0.3	
钢-皮革			0.2	
皮革(外)-榉木	0.6		0.3~0.5	
皮革(内)-榉木	0.4		0.3~0.4	
皮革-铸铁	0.3~0.5	0.15	0.6	0.15
橡皮-铸铁			0.8	0.5
麻带-金属			0.3~0.5	0.12

表8-1-1-8 滚动摩擦系数(大约值)^[2,4]

摩擦材料	滚动摩擦系数 k (厘米)	摩擦材料	滚动摩擦系数 k (厘米)
软钢与软钢	0.005	铸铁轮或钢轮与钢轨	0.05
淬过火的钢与淬过火的钢	0.001	表面淬火车轮与钢轨	
铸铁与铸铁	0.005	圆锥形车轮	0.08~0.1
木材与钢	0.03~0.04	圆柱形车轮	0.05~0.07
木材与木材	0.05~0.08		

(七) 尺寸系数

材料机械性能表中给出的强度数据, 是在实验室条件下用直径 $d \leq 10$ 毫米的标准试样测得的, 不能真正代表大尺寸零件的强度指标。零件尺寸增大时, 其静强度和疲劳强度均将降低, 降低的程度用尺寸系数 ϵ 表示。 ϵ 是指实验室标准试样性能同形状相似而尺寸不同的零件性能的比值。

静载荷时,

$$\epsilon_b = \frac{(\sigma_b)_d}{(\sigma_b)_d} \quad (8.1.1.1)$$