

XIU LI SHOU

QI CHE XIU LI SHOU CE

汽车修理手册

主 编 张凯良
副主编 陈旭景 于济国

 机械工业出版社
China Machine Press



汽车修理手册

主 编 张凯良
副主编 陈旭景 于济国



机械工业出版社

本手册内容包括：常用代号及资料，汽车维修制度及一般工艺，汽车发动机的检修，汽车底盘的检修，汽车电器的检修，汽车综合性能检测六大部分。重点介绍汽车的拆装步骤和方法；检测方法；修理工艺和修理尺寸；安装调整数据以及汽车故障的现象、产生原因和排除方法。

本手册实用性强，内容比较全面，通俗易懂，可供汽车修理人员和汽车驾驶人员查阅。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车修理手册/张凯良主编. —北京：机械工业出版社，2001.12
ISBN 7-111-09330-5

I. 汽... I. 张... III. 汽车—车辆修理—手册 IV. U472.4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 062919 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑：朱 华 王英杰 版式设计：霍永明 责任校对：李秋荣

封面设计：陈 沛 责任印制：路 琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm×1400mmB5·29.375 印张·2 插图·1767 千字

0 001—3 000 册

定价：66.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

主 编	张凯良						
副主编	陈旭景	于济国					
编写人	贾伯文	张子波	王晓燕	邵 勋	肖 颖		
	刘兰菊	张凯新	张国栋	沃 森	李淑杰		
审稿人	关文达	铁维麟					

前 言

随着我国汽车工业的发展和汽车保有量的剧增,对汽车维修的需求越来越大。特别是我国加入 WTO 以后,我国的汽车维修业将面临更加严峻的挑战。为推动我国汽车维修业的发展,满足广大汽车维修工及工程技术人员迫切需要,我们组织了在汽车使用维修方面有长期实践和教学经验的讲师、副教授、教授、高级工程师编写了这本《汽车维修手册》。

本手册深入浅出地介绍了中、高档汽车的维修工艺(包括汽车发动机、汽车底盘、汽车电气的维修)和汽车综合检测方面的技术。重点介绍了奥迪、桑塔纳、富康、捷达、切诺基、解放 CA1092 等国产主要车型的结构原理、拆卸、分解、装配、检查、调整、故障诊断与排除等实用技术,还有针对性地叙述了丰田系列、日产、现代、大宇、本田等进口车型的维修要点。本书选收了汽车常用英文缩写、常见进口汽车国产配件、汽车电路图标识、汽车性能参数等常用的汽车维修资料和数据,对汽油喷射、电子点火、电控自动变速器、制动防抱死装置、汽车空调、电动窗、电动椅等高新技术及其维修知识也有较全面的介绍,并对近几年来我国汽车工业的新进展、新技术、新工艺和生产出的新车型也有一定程度的反映。因此,本手册内容全面、资料丰富、通俗易懂、实用性强,是汽车维修工及工程技术人员必备的工作手册,也是一本适用于汽车专业大学、中专学生的教学参考书。

本书由张凯良任主编,陈旭景、于济国任副主编,参加编写的还有张子波、贾伯文、张国栋、沃森、王晓燕、邵勋、肖颖、刘兰菊、李淑杰、张凯新同志。

限于编写时间和作者水平,书中不足之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

目 录

前言

第一章 常用代号及资料 1

一、字母和代号 1

1. 拉丁字母 1

2. 希腊字母 1

3. 汉语拼音字母 2

4. 标准代号 2

5. 法定计量单位 2

6. 数学符号与常用数 5

7. 工程材料主要力学、物理性能 的符号和单位 5

8. 常用金属材料热处理工艺及代号 6

9. 极限与配合、形位公差和表面粗 糙度 6

10. 国内外汽车常用电气图形符号 11

二、国产汽车型号 12

1. 企业名称代号 12

2. 车辆类别代号 12

3. 主参数代号 22

4. 产品序号 22

5. 专用汽车分类代号 22

6. 企业自定代号 27

三、进口汽车常用代号、缩略语英汉 对照 27

四、进口汽车国产配件 31

五、几种国产汽车主要性能参数 34

六、常见进口汽车主要性能参数 37

第二章 汽车维修制度及一般

工艺 72

一、汽车维修制度 72

1. 汽车维护制度 72

2. 汽车修理制度 72

二、汽车维护工艺规范 73

1. 汽车维护的原则、分级和周期 73

2. 汽车维护的作业内容 73

三、汽车维护工艺及组织形式 97

1. 汽车维护工艺的主要内容 97

2. 汽车维护工艺组织 97

四、汽车修理的一般工艺与组织 98

1. 基本概念 98

2. 汽车修理工艺的组织方法 99

五、汽车维修技术 100

1. 汽车零件清洗技术 100

2. 检验技术 103

3. 汽车总成的拆卸与装配 112

六、汽车零件的修复方法 113

1. 机械加工修复法 113

2. 压力加工修复法 116

3. 焊接修复法 117

4. 电镀修复法 120

5. 金属喷涂修复法 122

6. 零件胶粘修复法 125

第三章 汽车发动机的检修 129

一、机体的检修 129

1. 气缸体的检修 129

2. 气缸盖的检修 151

二、曲轴飞轮组的检修 153

1. 曲轴的检修 153

2. 飞轮的检修 163

三、活塞连杆组的检修 164

1. 活塞的检修 164

2. 连杆的检修 174

四、配气机构的检修 178

1. 气门的检修 178

2. 气门座的修理 180

3. 气门与气门座研磨 181

4. 气门弹簧的检查 184

5. 凸轮轴检修 185

6. 配气相位的检查与调整 188

7. 气门间隙调整方法 192

五、化油器式汽油机燃料系的检修 196

1. 汽油泵的检修 196

2. 化油器的检修与调整 202

3. 化油器式汽油机燃料系的故障

与调整	208	11. 黄河 JN1181 型载货车发动机维修	
六、汽油喷射系统的检修	214	数据表	417
1. 汽油喷射系统组成及工作		12. CA1091K2YC6105QC 发动机主要	
原理	214	零件配合间隙表	424
2. 汽油喷射系统主要部件的		13. CA1092K26110 型柴油机维修	
检修	216	数据表	426
3. 汽油喷射系统的故障诊断	276	14. 汽车发动机修理一般技术	
七、柴油机燃料系的检修	301	数据表	428
1. 喷油泵的检修与调试	301	十一、发动机大修竣工验收技术条件 ..	438
2. 喷油器的检修与调试	318	1. 发动机大修竣工技术条件	438
3. 柴油机供给系其他部件的		2. 发动机大修竣工验收技术条件 ..	439
检修	320	十二、发动机异响判断	439
4. 柴油机燃料系的故障与诊断	322	1. 发动机异响的本质	439
八、润滑系的检修	334	2. 发动机异响的类型及异响判断	
1. 机油泵的检修	334	方法	439
2. 曲轴箱通风装置的检修	341	3. 曲柄连杆机构异响判断	440
3. 润滑系的故障与诊断	346	4. 配气机构异响判断	443
4. 中外润滑油牌号对照	349	5. 发动机其他异响	444
九、冷却系的检修	354	第四章 汽车底盘的检修	446
1. 水泵的检修	354	一、离合器的检修	446
2. 散热器与节温器的检修	358	1. 膜片弹簧式离合器的结构与	
3. 硅油风扇的检修	362	组成	446
4. 汽车防冻液的选用	364	2. 拆卸和分离离合器应注意的	
十、发动机主要零件维修数据	368	事项	448
1. 东风 EQ1090E 型发动机维修		3. 主要易损件的检修	448
数据表	368	4. 常见的汽车离合器的维修	449
2. 东风 EQ11086102BQ26 发动机		5. 离合器的故障与排除	456
主要零件配合间隙表	377	二、手动变速器的检修	458
3. 解放 CA1091 型载货汽车发动机		1. 变速器主要零件的检测	458
维修数据表	380	2. 常见汽车变速器的维修	460
4. 解放 CA1046L 型载货汽车发动		3. 手动变速器的故障与排除	496
机维修数据表	387	三、自动变速器的检修	498
5. 上海桑塔纳轿车发动机维修		1. 自动变速器结构简介	498
数据表	391	2. 典型车自动变速器的结构特点 ..	503
6. 奥迪 100 型轿车发动机维修		3. 典型汽车自动变速器的维修	509
数据表	396	4. 典型汽车自动变速器以现代轿车	
7. 捷达/高尔夫轿车发动机维修		KM176 型自动变速器为例	
数据表	400	的故障诊断	522
8. 富康轿车发动机维修数据表	406	四、万向传动装置的检修	539
9. 南京依维柯 A40、10 型客车发动机		1. 万向传动装置的拆卸与分解	539
维修数据表	411	2. 万向传动装置的检修与装配	544
10. 北京切诺基轿车发动机维修		3. 万向传动装置的故障与排除	547
数据表	414	五、驱动桥的检修	547

1. 驱动桥的拆卸、分解与检修	547	2. 起动机的正确使用与维护	759
2. 驱动桥的装配与调整	563	3. 起动机的故障与排除	763
3. 驱动桥的故障与排除	570	4. 起动机的修复	768
六、转向系的检修	570	三、点火系统的检修	774
1. 转向系结构简介	570	1. 点火系统简介	774
2. 转向系的拆卸与分解	571	2. 点火系统主要元件的规格与 型号	780
3. 转向系的检修、装配与调整	580	3. 点火系统的正确使用与维护	807
4. 转向系的故障与排除	611	4. 点火系统的故障与排除	815
七、制动系的检修	612	四、照明与信号系统的检修	862
1. 制动系结构简介	612	1. 照明系统的检修	862
2. 制动系的检查与调整	621	2. 信号系统的检修	868
3. 汽车制动性能与检测	643	五、汽车空调的检修	875
4. 汽车制动系的故障与排除	645	1. 汽车空调简介	875
八、行驶系的检修	646	2. 汽车空调系统主要部件的种类和 性能	876
1. 前轮与前悬架的检修	646	3. 汽车空调的使用与维护	886
2. 前轮与前悬架的故障与排除	667	4. 汽车空调系统常见故障与 排除	891
3. 后轮与后悬架的检修	667	六、车身电器设备	898
4. 汽车后轮与后悬架的故障与 排除	681	1. 刮水器和洗涤器系统	898
九、汽车的总装、修竣后的检验与 交车使用	682	2. 电动车窗控制系统	903
1. 汽车的总装	682	3. 车门锁和防盗系统	904
2. 汽车修竣后的检验与交车使用	682	第六章 汽车综合性能检测	907
十、汽车底盘主要零件的装配、调整 数据	683	一、汽车综合性能检测	907
1. 丰田系列汽车底盘主要零件的 装配、调整数据	683	二、汽车综合性能检测站	908
2. 桑塔纳轿车底盘主要零件的装配、 调整数据	696	三、汽车发动机检测	909
3. 现代轿车底盘主要零件的装配、 调整数据	702	1. 发动机技术状况评价参数	909
4. 奥迪轿车部分特性参数	716	2. 发动机各系统和各机构的评价 参数	909
第五章 汽车电器的检修	722	3. 发动机综合性能检测项目	910
一、充电系统的检修	722	4. 发动机功率的检测	910
1. 蓄电池型号及规格	722	5. 发动机耗油量的测定	911
2. 蓄电池的常见故障与排除	723	6. 汽车废气排放限值与检测	911
3. 蓄电池的检修	726	7. 汽油机点火系技术状况的 检测	914
4. 交流发电机与调节器的型号及 规格	733	四、汽车底盘检测	919
5. 交流发电机及调节器的正确使 用与维修	739	1. 传动系检测设备	919
二、起动系统的检修	754	2. 前轮定位的检测与设备	919
1. 起动机规格及型号	754	3. 汽车制动性能的检测与设备	923
		4. 汽车驱动轮的输出功率检测	923
		5. 汽车前照灯的检测	925
		6. 汽车噪声的检测	926

第一章 常用代号及资料

一、字母和代号

1. 拉丁字母 (见表 1-1)

表 1-1 拉丁字母

正 体		斜 体		名 称 (国际音 标注音)
大 写	小 写	大 写	小 写	
A	a	A	a	[ei]
B	b	B	b	[bi:]
C	c	C	c	[si:]
D	d	D	d	[di:]
E	e	E	e	[i:]
F	f	F	f	[ef]
G	g	G	g	[dʒi:]
H	h	H	h	[eitʃ]
I	i	I	i	[ai]
J	j	J	j	[dʒei]
K	k	K	k	[kei]
L	l	L	l	[el]
M	m	M	m	[em]
N	n	N	n	[en]
O	o	O	o	[ou]
P	p	P	p	[pi:]
Q	q	Q	q	[kju:]
R	r	R	r	[ɑ:]
S	s	S	s	[es]
T	t	T	t	[ti:]
U	u	U	u	[ju:]
V	v	V	v	[vi:]
W	w	W	w	[ˈdʌblju:]
X	x	X	x	[eks]
Y	y	Y	y	[wai]
Z	z	Z	z	[zed]

2. 希腊字母 (见表 1-2)

表 1-2 希腊字母

读 音	正体 大写	正体 小写	斜体 大写	斜体 小写
alpha	Α	α	Α	α
beta	Β	β	Β	β
gamma	Γ	γ	Γ	γ
delta	Δ	δ	Δ	δ
epsilon	Ε	ε	Ε	ε
zeta	Ζ	ζ	Ζ	ζ
eta	Η	η	Η	η
theta	Θ	θ, θ	Θ	θ, θ
iota	Ι	ι	Ι	ι
kappa	Κ	κ	Κ	κ
lambda	Λ	λ	Λ	λ
mu	Μ	μ	Μ	μ
nu	Ν	ν	Ν	ν
xi	Ξ	ξ	Ξ	ξ
omicron	Ο	ο	Ο	ο
pi	Π	π	Π	π
rho	Ρ	ρ	Ρ	ρ
sigma	Σ	σ	Σ	σ
tau	Τ	τ	Τ	τ
upsilon	Υ	υ	Υ	υ
phi	Φ	φ, φ	Φ	φ, φ
chi	Χ	χ	Χ	χ
psi	Ψ	ψ	Ψ	ψ
omega	Ω	ω	Ω	ω

注：摘自 GB3101—1993。

3. 汉语拼音字母 (见表 1-3)

表 1-3 汉语拼音字母

大 写	小 写	名 称	读 音
A	a	啊	啊
B	b	拜	玻
C	c	猜	雌
D	d	歹	得
E	e	鹅	鹅
F	f	衰夫	佛
G	g	该	哥
H	h	哈	喝
I	i	衣	衣
J	j	街	基
K	k	开	科
L	l	哀而	勒
M	m	哀姆	摸
N	n	乃	讷
O	o	喔	喔
P	p	排	坡
Q	q	丘	欺
R	r	啊而	日
S	s	哀思	思
T	t	态	特
U	u	乌	乌
V	v	维	维
W	w	娃	屋
X	x	希	希
Y	y	呀	衣
Z	z	再	资

注: V 一般只用来拼写外来语、少数民族语言和方言。

4. 标准代号

(1) 国家标准代号 (见表 1-4)

(2) 汽车国际标准代号 (见表 1-5)

5. 法定计量单位 (GB 3100—1993)

我国的法定计量单位(以下简称法定单位)包括以下内容:

(1) 国际单位制的基本单位见表 1-6

(2) 国际单位制的辅助单位见表 1-7

(3) 国际单位制中具有专门名称的导出单位

见表 1-8

(4) 国家选定的非国际单位制单位见表 1-9

(5) 由以上单位构成的组合形式的单位

(6) 由词头和以上单位所构成的十进倍数和分数单位见表 1-10

表 1-4 国家、部、局 (专业) 标准代号

名 称		标准代号
国家标准		GB
国家内部标准		GBn
国家标准(建筑)		GBJ
机械委员会		
专 业	机电	JB、JZ
	重机	Q/ZB、ZJ
	金属切削机床	GC
	量具	GL
	刀具	GR
	汽车、轴承	汽
	砂轮、磨料	GS
	锻压机械	GD
	电工	电(D)、Q/D
	仪器、仪表	Y、ZBY
	农业机械	NJ、NJJ
	工程机械	GJ
	兵器工业	WJ
	核工业部	EJ
航空工业部		HB
电子工业部		SJ
煤炭工业部		MT
石油工业部		SY
冶金工业部		YB
化学工业部		HC
航天工业部		QJ
林 业 部		LY
地质矿产部		DZ
铁 道 部		TB
交 通 部		JT
邮 电 部		YD
水力电力部		SD
纺织工业部		FJ
轻 工 业 部		QB、SG
农牧渔业部		NY、NK、SC
城乡环境保护部		JZ、JC

(续)

名 称	标准代号
中国造船总公司	CB
对外经济贸易部	WM
粮 食 部	LS
商 业 部	SB
公 安 部	GN
卫 生 部	WS
劳动人事部	LD
教 育 部	JJY
	(JY)
文 化 部	WH
中央广播电视部	GY
国家建材局	JC
国家计量局	JJG
国家物资局	WB
国家海洋局	HY
国家测绘总局	CH
中国民用航空局	MH
中央气象局	QX
中国科学院	KY
全国供销合作总社	GH
中央手工业管理局	SC

注：在代号后加“/Z”为指导性技术文件，如“YB/Z”为冶金部指导性技术文件。

表 1-5 汽车国际标准代号

代 号	名 称
ISO	国际标准化组织 ^①
FISITA	国际汽车工程协会
IRU	国际公路运输联盟
BPICA	汽车制造商国际常设委员会
ECE	欧洲经济委员会
EEC	欧洲经济共同体
ANSI	美国国家标准
SAE	美国汽车协会
DOT	美国运输部
FMVSS	美国联邦汽车安全标准
BS	英国国家标准
BSI	英国标准协会
DIN	前联邦德国国家标准

(续)

代 号	名 称
ГОСТ	前苏联国家标准
SIS	日本国家标准
JASO	日本汽车标准协会
NF	法国国家标准
BNA	法国机动车标准委员会
CSCA	法国机动车制造者协会
AFNOR	法国标准化协会
UNI	意大利国家标准
CUNA	意大利汽车标准化委员会
CMVSS	加拿大安全标准
CSA	加拿大国家标准
SIS	瑞典国家标准
SNV	瑞士国家标准
STAS	罗马尼亚国家标准
TGL	民主德国国家标准

① ISO 是由联合国标准协商委员会 (UNSCC) 与
国际标准化协会 (ISA) 合并，于 1947 年 2 月
23 日正式成立，我国以中国标准化协会
(CAS) 的名义，以 P 成员（即正式成员）团体
的身份于 1978 年 9 月参加了该组织。目前 ISO
有 178 个技术委员会，汽车专业标准隶属第 22
技术委员会 (TC22)，即道路车辆技术委员会。
TC22 下属 24 个分技术委员会 (SC)。TC22 的
秘书处设在法国巴黎，由法国标准化协会
(AFNOR) 主持。TC22 已公布 190 多个汽车及
摩托车正式标准。

表 1-6 国际单位制的基本单位

量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m
质量	千克(公斤)	kg
时间	秒	s
电流	安[培]	A
热力学温度	开[尔文]	K
物质的量	摩[尔]	mol
发光强度	坎[德拉]	cd

注：1. 圆括号中的名称，是它前面的名称的同义词，下同。

2. 方括号中的字，在不致引起混淆和误解的情况下，可以省略。去掉方括号中的字即为其简称，无方括号的单位名称，其简称与全称同，下同。

表 1-7 国际单位制的辅助单位

量的名称	单位名称	单位符号
平面角	弧度	rad
立体角	球面度	sr

表 1-8 国际单位制中具有专门名称的导出单位

量的名称	单位名称	单位符号	其他表示式例
频率	赫〔兹〕	Hz	s^{-1}
力;重力	牛〔顿〕	N	$kg \cdot m/s^2$
压力,压强,应力	帕〔斯卡〕	Pa	N/m^2
能量,功,热	焦〔耳〕	J	$N \cdot m$
功率,辐射通量	瓦〔特〕	W	J/s
电荷量	库〔仑〕	C	$A \cdot s$
电位,电压,电动势	伏〔特〕	V	W/A

(续)

量的名称	单位名称	单位符号	其他表示式例
电 容	法〔拉〕	F	C/V
电 阻	欧〔姆〕	Ω	V/A
电 导	西〔门子〕	S	A/V
磁 通 量	韦〔伯〕	Wb	$V \cdot s$
磁通量密度,磁感应强度	特〔斯拉〕	T	Wb/m^2
电 感	亨〔利〕	H	Wb/A
摄氏温度	摄 氏 度	$^{\circ}C$	
光 通 量	流〔明〕	lm	$cd \cdot sr$
光 照 度	勒〔克斯〕	lx	lm/m^2
放射性活度	贝可〔勒尔〕	Bq	s^{-1}
吸收剂量	戈〔瑞〕	Gy	J/kg
剂量当量	希〔沃特〕	Sv	J/kg

表 1-9 国家选定的非国际单位制单位

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时 间	分	min	1min=60s
	〔小〕时	h	1h=60min=3600s
	天〔日〕	d	1d=24h=86400s
平 面 角	〔角〕秒	($''$)	$1''=(\pi/648000)\text{rad}$ (π 为圆周率)
	〔角〕分	($'$)	$1'=60''=(\pi/10800)\text{rad}$
	度	($^{\circ}$)	$1^{\circ}=60'= (\pi/180)\text{rad}$
旋转速度	转 每 分	r/min	$1r/min=(1/60)s^{-1}$
长 度	海 里	n mile	1n mile=1852m (只用于航程)
速 度	节	kn	1kn=1 n mile/h =(1852/3600)m/s (只用于航行)
质 量	吨	t	1t=10 ³ kg
	原子质量单位	u	1u $\approx$ 1.6605655 $\times$ 10 ⁻²⁷ kg
体 积	升	L, (l)	1L=1dm ³ =10 ⁻³ m ³
能	电子伏	eV	1eV $\approx$ 1.6021892 $\times$ 10 ⁻¹⁹ J
级 差	分 贝	dB	
线 密 度	特〔克斯〕	tex	1tex=1g/km

注: 1. 平面角单位度、分、秒的符号, 在组合单位中应采用 ($^{\circ}$), ($'$), ($''$) 的形式。例如不用 $^{\circ}/s$, 而用 ($^{\circ}$)/s。

2. 升的符号中, 小写字母 l 为备用符号。

3. r 为“转”的符号。

4. 人民生活和贸易中, 质量习惯称为重量。

表 1-10 用于构成十进倍数单位的词头

所表示的因数	词头名称	词头符号
10^{18}	艾[可萨]	E
10^{15}	拍[它]	P
10^{12}	太[拉]	T
10^9	吉[加]	G
10^6	兆	M
10^3	千	k
10^2	百	h
10^1	十	da

6. 数学符号与常用数

数学符号

$\approx$	近似等于
$\ll$	远小于
$\gg$	远大于
$\triangleq$	对应于, 相当于
$\dots$	等等
$=$	等于
$\neq$	不等于
$<$	小于
$\leq$	小于或等于
$>$	大于
$\geq$	大于或等于
$+$	加
$-$	减
$\cdot$ 或 $*$ 或 $\times$	乘
$-$ 或 $/$	除
Σ	连加
Π	连乘
$\propto$	正比号
$\sqrt{\quad}$	平方根($\sqrt[n]{\quad}$ n 次方根)
$n!$	n 的阶乘(如 $3! = 1 \times 2 \times 3 = 6$)
$ x $	x 的绝对值
$\rightarrow$	趋近于
∞	无穷大
i 或 j	虚数单位, $i^2 = -1$
$\perp$	垂直于
$//$	平行于
$\angle$	角
$\triangle$	三角形
$\lim$	极限

 Δ 希腊字母 Delta(表示两值之差) d 全微分 ∂ 偏微分 $\int$ 积分 $\ln$ 以 $e^{\odot}$ 为底的对数 $\lg$ 以 10 为底的对数

常用数

 $e = 2.718282^{\odot}$ $e^2 = 7.389056$ $1/e = 0.367879$ $\lg e = 0.434294$ $\sqrt{e} = 1.648721$ $1/\lg e = 2.302585$ $\ln 10 = 2.302585$ $1/\ln 10 = 0.434294$ $\pi = 3.14159$ $\sqrt{\pi} = 1.77245$ $1/\pi = 0.31831$ $\pi^2 = 9.86960$ $180/\pi = 57.29578$ $\pi/180 = 0.017453$ $\sqrt{2} = 1.41421$ $1/\sqrt{2} = 0.70711$ $\sqrt{3} = 1.73205$

7. 工程材料主要力学、物理性能的符号和单位 (见表 1-11)

表 1-11 机械工程材料的主要力学、物理性能的符号和单位

性能指标		单位
名称	符号	
抗拉强度	σ_b	$P_a(N/m^2)$
抗压强度	σ_{bc}	
抗弯强度	σ_{bb}	
抗剪强度	τ	
抗扭强度	τ_b	
屈服点	σ_s	
屈服强度	$\sigma_{0.2}$	

 $\ominus e = 1 + 1/1! + 1/2! + 1/3! \dots$ (自然对数的底)。

(续)		
性能指标		单 位
名 称	符 号	
伸长率	$\delta, \delta_5, \delta_{10}$	%
断面收缩率	ψ	
冲击韧度(冲击韧性)	σ_K	J/m ²
冲击吸收功	A_K	J
疲劳极限	σ_{-1}	Pa
蠕变极限	工作温度 σ 变形量百分比 工作温度 σ 变形速度	
持久极限	工作温度 σ 时间小时	
布氏硬度	HBS	
洛氏硬度	HRA HRB HRC	Pa
维氏硬度	HV	
显微硬度	HM	回跳高度 h
肖氏硬度	HS	
弹性模量	E	Pa
密度	ρ	kg/m ³
比热容	c	J/(kg·K)
线膨胀系数	α	K ⁻¹
热导率(导热系数)	λ	W/(m·K)

注：在有关材料力学性能进行法定计量单位换算时，对于力的单位，采用近似换算：1kgf=10N。

8. 常用金属材料热处理工艺及代号

(1) 钢的热处理方法代号 (见表 1-12)

表 1-12 钢的热处理方法代号

热处理方法	代号	标 准 举 例
退 火	Tn	Tn:退火表示方法
正 火	Z	Z:正火表示方法

(续)		
热处理方法	代号	标 准 举 例
调 质	T	T235: 为调质至 220 ~ 250HBS 的表示方法
淬 火	C	C48: 为淬火回火至 45 ~ 50HRC 的表示方法
油中淬火	Y	Y35: 为油冷淬火后回火至 30 ~ 40HRC 的表示方法
高频感应加热淬火	G	G52: 为高频淬火后回火至 50 ~ 55HRC 的表示方法
调质高频淬火	T—G	T—G54: 为调质后高频淬火回火至 52 ~ 58HRC 的表示方法
火焰淬火	H	H54: 为火焰加热淬火后回火至 52 ~ 58HRC 的表示方法
液体碳氮共渗	Q	Q59: 为液体碳氮共渗淬火回火至 56 ~ 62HRC 的表示方法
渗氮	D	D0.3—900: 为渗氮深至 0.3mm、硬度大于 850HV 的表示方法
渗碳淬火	S—C	S0.5—C59: 为渗碳层深度至 0.5mm、淬火后回火至 56 ~ 62HRC 的表示方法
渗碳高频淬火	S—G	S0.9—G59: 为渗碳层深度至 0.9mm、高频淬火后回火至 56 ~ 62HRC 的表示方法

(2) 汽车主要零件热处理常用工艺规范 (见表 1-13)

9. 极限与配合、形位公差和表面粗糙度

(1) 极限与配合 国家标准极限与配合类别用字母和数字表示。

字母 ES(es) 表示上偏差, EI(ei) 表示下偏差, 大写字母用于孔, 小写字母用于轴。字母 IT 表示标准公差, 数字表示公差等级。国家标准将公差等级分为 20 级, 各级标准公差代号分别为 IT01、IT0、IT1……IT18, 其中 IT01 公差等级最高, 其余依次降低, IT18 公差等级为最低。

表 1-13 汽车主要零件热处理常用规范

零件名称	材料	预备热处理		最终热处理	
		规格	硬度 (HBS)	规格	硬 度
曲 轴	45	1. 正火: 850~870℃空冷 2. 淬火: 820~840℃水淬 3. 回火: 590~620℃	192 ~269	轴颈用高频电流加热至 830~850℃, 水冷; 硬化层深度 3~5mm 回火: 自留余热至 200~250℃, 自然回火	心 部 255 ~ 285HBS; 表面 52 ~ 62HRC
	球墨铸铁 QT600-3A	1. 正火: 920~940℃, 保温 1~3h, 出炉喷雾冷却 5~10min 后空冷 2. 回火: 550~600℃, 保温 3~4h, 空冷	250 ~302	—	—
凸轮轴	45	1. 淬火: 810~830℃, 水淬 2. 回火: 510~560℃	186 ~241	凸轮、偏心轮轴颈及齿轮用高频电流加热至 830~850℃, 水冷; 硬化层深度 2~5mm, 凸轮顶部 10mm, 齿轮齿顶部淬透 回火: 200℃左右自然回火	凸轮、偏心轮、轴颈 52~62HRC; 齿轮 40~56HRC; 其他部分 25~30HRC
	球墨铸铁 QT600-3A	1. 正火: 920~940℃, 保温 2h, 出炉喷雾冷却 5~10min 后空冷 2. 回火: 550~600℃, 保温 2h, 空冷	250 ~302	高频表面淬火, 淬硬层 2~4mm 回火: 200℃左右自然回火	45~55HRC
连 杆	40	正火: 850~870℃, 空冷	—	1. 淬火: 810~820℃, 水淬 2. 回火: 590~620℃, 空冷	207~286HBS
	45Mn2	—	—	1. 淬火: 840~860℃油淬 2. 回火: 640~660℃, 油或水冷	228~269HBS
	40Cr	正火: 850~870℃, 空冷	—	1. 淬火: 840~860℃油淬 2. 回火: 550~600℃油、水或空冷	217~248HBS
气门 弹簧	50CrVA	原系退火钢丝	—	1. 淬火: 840~860℃, 油淬 2. 回火: 430~450℃, 空冷	40~50HRC
	65Mn	—	—	1. 淬火: 790~820℃, 油淬 2. 回火: 370~430℃, 空冷	42~49HRC

(续)

零件名称	材料	预备热处理		最终热处理	
		规格	硬度 (HBS)	规格	硬 度
变速器齿轮、变速器第一轴和中间轴	20Mn2TiB	—	—	1. 渗碳:870~950℃ 2. 淬火:840~900℃,油淬 3. 回火:200℃,空冷	表面 58~63HRC 心部 33~48HRC
变速器第二轴	40MnB	—	—	1. 淬火:860℃±10℃,油淬 2. 回火:550~600℃,水冷	269~302HBS
变速器所有变速叉、变速导轨	20	—	—	1. 液体碳氮共渗:860℃,空冷,渗层 0.15~0.30mm 2. 淬火:800℃±10℃,水冷 3. 回火:200℃±10℃,空冷	表面 58~63HRC
转向节及传动轴花键轴	40Cr	正火:850~870℃,空冷	207	1. 淬火:840~860℃,油冷 2. 回火:610~640℃,水冷	27~33HRC
万向节十字轴	20CrMnTi	正火:950~970℃,空冷	—	1. 渗碳:920~950℃,渗碳层 1.0~1.5mm 2. 淬火:820~840℃,油淬 3. 回火:190~210℃,空冷	58~63HRC
	15Cr	正火:850~900℃,空冷	156~197	1. 渗碳:920~940℃,渗碳层 1.3~1.6mm 2. 淬火:830~850℃,油淬 3. 回火:190~210℃	58~63HRC
转向节臂	40Cr	—	—	1. 淬火:850℃,油淬 2. 回火:660℃,空冷	27~33HRC
前 轴	45	—	—	1. 淬火:830℃±10℃,水淬 2. 回火:600~630℃,空冷	230~255HBS
半 轴	40MnB	正火:880℃±10℃,在流动空气中冷却	—	1. 淬火:860℃±10℃,凸缘盘在油中冷却 10~15s,其余全部水淬 2. 回火:400~460℃,水冷	340~415HBS
驱动桥主动锥齿轮	20CrMnTi	正火:950~970℃,空冷	≤207	1. 渗碳:920~940℃,渗碳层 1.0~1.5mm 2. 淬火:860~880℃,油淬 3. 回火:180~200℃,空冷	齿面 58~63HRC 心部 26~40HRC

(续)

零件名称	材料	预备热处理		最终热处理	
		规格	硬度 (HBS)	规格	硬 度
活塞销	15Cr、20Cr	—	—	1. 渗碳: $940^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, 保温 270min, 空冷, 渗碳层 $0.5 \sim 0.9\text{mm}$ 2. 淬火: $840^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, 油淬 3. 回火: $200^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, 空冷	外表面 $58 \sim 63\text{HRC}$; 内表面 $\leq 38\text{HRC}$
	20	—	—	1. 渗碳: 940°C , 保温 5h, 空冷 2. 第一次淬火: $880 \sim 900^{\circ}\text{C}$ 油淬 3. 第二次淬火: $780 \sim 800^{\circ}\text{C}$ 在盐水中冷却 4. 回火: $180 \sim 200^{\circ}\text{C}$, 空冷 渗碳层深度: 壁厚 3.5mm 以下为 $0.6 \sim 0.9\text{mm}$; 大于 $3.5 \sim 5\text{mm}$ 为 $0.8 \sim 1.2\text{mm}$; 大于 5mm 则为 $1.1 \sim 1.7\text{mm}$	外表面 $58 \sim 63\text{HRC}$, 内表面 $\leq 38\text{HRC}$
	45	1. 淬火: $840 \sim 860^{\circ}\text{C}$, 水淬 2. 回火: $540 \sim 550^{\circ}\text{C}$	—	1. 高频电流表面淬火 2. 低温回火: $180 \sim 200^{\circ}\text{C}$	外表面 $58 \sim 63\text{HRC}$; 内表面 $\leq 38\text{HRC}$
机油泵齿轮	20	—	—	1. 液体碳氮共渗: $840 \sim 860^{\circ}\text{C}$, 直接淬火, 水淬, 渗层 $0.25 \sim 0.30\text{mm}$ 2. 回火: $200^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, 保温 $60 \sim 90\text{min}$, 空冷	$56 \sim 60\text{HRC}$
气门挺杆	15Cr	正火: 820°C , 空冷	$143 \sim 197$	1. 渗碳: $920 \sim 930^{\circ}\text{C}$, 渗碳层 $0.8 \sim 1.5\text{mm}$ 2. 淬火: $850 \sim 860^{\circ}\text{C}$, 油淬 3. 回火: 200°C , 空冷	球形工作面 $54 \sim 62\text{HRC}$; 圆柱形部分不低于 33HRC
进气门	40Cr	—	—	1. 淬火: $850 \sim 860^{\circ}\text{C}$, 油淬 2. 回火: $600 \sim 630^{\circ}\text{C}$, 水冷 调质 3. 杆端局部淬火: 850°C , 油淬	杆部及头部应为 $30 \sim 40\text{HRC}$; 杆端 $3 \sim 5\text{mm}$ 内不应低于 45HRC