

主 编 王 凡
副主编 宋建新 王 玲

实用 机械制造工艺 设计手册



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



实用机械制造工艺设计手册

主 编 王 凡
副主编 宋建新 王 玲
参 编 焦可如 刘国才

目 录 (CONTENTS)

第一章 绪论
第一节 机械制造业的发展概况
第二节 机械制造业的工艺设计
第三节 机械制造业的工艺设计方法
第二章 机械加工工艺设计
第一节 机械加工工艺设计的基本概念
第二节 机械加工工艺设计的基本步骤
第三节 机械加工工艺设计的基本方法
第三章 机械装配工艺设计
第一节 机械装配工艺设计的基本概念
第二节 机械装配工艺设计的基本步骤
第三节 机械装配工艺设计的基本方法
第四章 机械涂装工艺设计
第一节 机械涂装工艺设计的基本概念
第二节 机械涂装工艺设计的基本步骤
第三节 机械涂装工艺设计的基本方法
第五章 机械热处理工艺设计
第一节 机械热处理工艺设计的基本概念
第二节 机械热处理工艺设计的基本步骤
第三节 机械热处理工艺设计的基本方法
第六章 机械表面处理工艺设计
第一节 机械表面处理工艺设计的基本概念
第二节 机械表面处理工艺设计的基本步骤
第三节 机械表面处理工艺设计的基本方法
第七章 机械检测工艺设计
第一节 机械检测工艺设计的基本概念
第二节 机械检测工艺设计的基本步骤
第三节 机械检测工艺设计的基本方法
第八章 机械包装工艺设计
第一节 机械包装工艺设计的基本概念
第二节 机械包装工艺设计的基本步骤
第三节 机械包装工艺设计的基本方法
第九章 机械运输工艺设计
第一节 机械运输工艺设计的基本概念
第二节 机械运输工艺设计的基本步骤
第三节 机械运输工艺设计的基本方法
第十章 机械维修工艺设计
第一节 机械维修工艺设计的基本概念
第二节 机械维修工艺设计的基本步骤
第三节 机械维修工艺设计的基本方法



机械工业出版社

本手册共分3篇15章,主要包括:零件的材料与热处理要求、毛坯、结构工艺性、加工精度、加工经济性、加工余量、切削用量、工时定额、工艺文件、机床与刀具的选择、量检具与夹具设计、加工工艺设计实例。内容精练,简单明了,适合机械制造及其自动化专业的专、本科师生和相关人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

实用机械制造工艺设计手册/王凡主编. —北京:机械工业出版社, 2008. 5

ISBN 978-7-111-23569-9

I. 实… II. 王… III. 机械制造工艺—技术手册
IV. TH16-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 024495 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:李万宇 责任编辑:郑 铨 版式设计:霍永明

责任校对:张晓蓉 封面设计:姚 毅 责任印制:洪汉军

北京铭成印刷有限公司印刷

2008年5月第1版第1次印刷

169mm×239mm·22.25印张·431千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-23569-9

定价:39.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)68351729

封面无防伪标均为盗版

前言

目录

为了完成一个机械零件的生产工艺过程，必须在详细分析零件的设计要求以后，才能开展后续的各项工。不论是简单还是复杂的零件，一般均需要经过对零件图样的分析，根据被加工零件的材料、热处理要求、加工质量要求、生产批量等实际情况，安排相应的加工工艺过程，从而选用适当的工艺装备，其中包括机床、夹具、刀具、量具和检具。机械零件的生产工艺过程需确定合理切削用量、分配工时，对特殊的工序设计出实用的专用工艺装备(夹具、刀具、量具和检具)。

本手册力图用简单明了的形式，按照上述思路进行编写，希望本书比较适合机械制造及其自动化专业的专、本科学生和从事本专业工作的教师以及相关人士使用。

本手册由沈阳理工大学机械工程学院、辽宁省标准化研究院和包头机械工业学校等单位的同志参加了编写和整理工作。本手册由王凡任主编，宋建新、王玲任副主编，焦可如、刘国才参编。各参编人员均参与了部分审稿工作。

本手册共分3篇15章，参加各篇(章)编审人员及完成的工作如下：

第1篇 编写人 王凡、刘国才

审稿人 王玲

第2篇 编写人 王凡、宋建新、王玲

审稿人 焦可如

第3篇 编写人 王凡、宋建新、焦可如

审稿人 王玲

为了满足信息量要大，篇幅要尽可能短，内容要新并且要简单、明了、实用的要求，作者做了大量的收集整理工作。由于作者的水平所限，手册中难免有不妥之处，恳请广大读者提出批评和建议，以期提高手册质量。

编者

目录

前言

前言

第1篇 零件图样的工艺性分析

第1章 零件材料及其热处理	2
第1节 常用钢铁材料及其特性	2
1. 常用金属材料力学性能代号及其含义	2
2. 优质碳素结构钢	3
3. 碳素结构钢	5
4. 低合金结构钢	6
5. 合金结构钢	7
6. 一般工程用铸造碳钢件	11
7. 灰铸铁件	12
8. 球墨铸铁件	13
9. 可锻铸铁件	14
10. 耐热铸铁件	15
第2节 常用非铁金属材料及其特性	16
1. 非铁金属铸造方法和热处理状态名称及其代号	16
2. 铸造铜合金	17
3. 常用加工铜材	19
4. 常用铝材	23
5. 钛材	25
第3节 其他材料及其特性	26
1. 工程常用塑料	26
2. 尼龙棒料及管材	28
第4节 热处理及相关说明	28
1. 如何在图样上正确地表明热处理要求	28
2. 如何恰当地提出热处理要求	32
3. 普通热处理工艺特点及作用	35

4. 典型零件热处理方法应用实例	38
第5节 热处理常见问题及基本对策	40
1. 热处理常见问题及解决方法	40
2. 专用机床夹具非标准零件推荐材料及热处理方法	42
参考文献	42
第2章 毛坯及制造方法	43
第1节 毛坯及其表面层厚度	43
第2节 铸件的机械加工余量	44
1. 铸件机械加工余量及其等级	44
2. 铸件的尺寸公差数值及其他相关尺寸的确定	46
第3节 锻件的机械加工余量	48
第4节 轧制件的机械加工余量	51
1. 轴类零件热轧棒料	51
2. 车后不磨削的易切削钢轴类	52
3. 轧制圆棒料	52
4. 车后需淬火及磨削的易切削钢轴类	53
第5节 常见问题及基本对策	53
1. 锻造应注意的常见问题和解决方法	53
2. 铸造应注意的常见问题和解决方法	54
3. 冲压应注意的常见问题和解决方法	55
4. 焊接应注意的常见问题和解决方法	56
第3章 零件的结构工艺性	57
第1节 零件的机械加工结构工艺性	57
第2节 零件的装配及维修结构工艺性	60
第4章 生产纲领与节拍	63
第1节 生产纲领与生产类型的确定	63
第2节 各种生产类型的工艺特征	65
第3节 现代生产组织形式及特点	66
第5章 加工质量及其选择	70
第1节 图样上涉及加工质量的要素	70
第2节 表面粗糙度	71
1. 表面粗糙度 R_a 值及与旧标准的对照	71
2. 加工方法与表面粗糙度	71
3. 表面粗糙度的选用实例	74
4. 公差等级与表面粗糙度的一般关系	75



5.	典型零件被加工表面粗糙度的确定	76
第3节	配合性质及其选择	78
1.	公差与配合的新旧国家标准对照简表	78
2.	各公差等级的适用范围及实例	79
3.	标准公差值	83
4.	直径 $<500\text{mm}$ 的轴、孔的基本偏差数值	84
5.	常用配合及选择实例	88
6.	形位公差等级及选择实例	90
第4节	加工质量及其选择实例	92

第2篇 工艺过程设计

第6章	加工方法及加工经济精度	96
第1节	工艺路线的拟订	96
1.	工艺路线的选择原则和方法	96
2.	外圆表面加工方案及加工精度	96
3.	内孔表面加工方案及加工精度	97
4.	平面加工方案及加工精度	98
5.	螺纹的常用加工方案	98
6.	齿轮的加工方案及加工精度	99
第2节	经济精度等级及表面粗糙度	99
1.	各种外圆加工方法能达到的经济精度及表面粗糙度	99
2.	各种孔加工方法能达到的经济精度及表面粗糙度	100
3.	平面的各种加工方法能达到的经济精度及表面粗糙度	101
4.	端面及槽的各种加工方法能达到的经济精度及表面粗糙度	102
5.	几种常见特种加工方法的加工精度	103
第3节	常见加工方法能达到的形状位置公差等级	104
1.	常见加工方法能达到的圆度、圆柱度的公差等级	104
2.	常见加工方法能达到的同轴度、圆跳动的公差等级	104
3.	常见加工方法能达到的平行度、垂直度的公差等级	104
4.	典型表面加工方案的选择实例	105
第7章	工序间加工余量及其确定	107
第1节	轴的加工余量	107
第2节	孔的加工余量	111
第3节	平面加工余量	118
第4节	攻螺纹及装配前的钻孔直径	121

第8章 切削用量及工时定额	126
第1节 切削用量的确定	126
1. 切削用量的一般性选择原则	126
2. 车削加工切削用量的选择	128
3. 钻、扩、铰、绞、镗削加工切削用量的选择	134
4. 铣削加工切削用量的选择	139
5. 磨削加工切削用量的选择	145
6. 拉削及螺纹加工切削用量的选择	151
第2节 时间定额的估算	153
1. 时间定额的组成及工时计算	153
2. 基本时间的计算	153
3. 常见加工方法的切入及切出行程	156
4. 典型动作辅助时间定额参考值	157
第9章 工艺文件的组成	159
第1节 工艺文件	159
第2节 工序卡片的填写	163
1. 工序卡片的主要内容	163
2. 检验卡片及其内容	163
3. 零件的常见测量方法和量具	164
第3节 机械加工工艺流程图的构成及基本内容	171
参考文献	172
第3篇 通用工艺装备选择	
第10章 机床的选择	174
第1节 金属切削机床的分类及通用机床的型号	174
1. 普通机床型号	174
2. 专用机床型号	177
第2节 金属切削机床的主要技术参数和使用特点	178
1. 车床的型号及主要技术参数	178
2. 钻床的型号及主要技术参数	184
3. 铣床的型号及主要技术参数	188
4. 铣镗床的型号及主要技术参数	188
5. 磨床的型号及主要技术参数	188
6. 齿轮加工机床的型号及主要技术参数	188
第3节 数控加工机床及其选择	206



1. 数控机床及加工中心	206
2. 数控机床的型号及主要技术参数	206
3. 加工中心的型号及主要技术参数	206
第4节 特种加工及设备选择	215
1. 电火花加工及设备选择	215
2. 线切割加工及设备选择	217
3. 电解加工及设备选择	218
4. 超声加工	218
第11章 刀具的选择	220
第1节 刀具材料及其特性	220
1. 碳素工具钢与合金工具钢的牌号及用途	220
2. 高速工具钢的牌号及用途	220
3. 硬质合金的牌号及用途	222
4. 刀具陶瓷和超硬刀具材料	225
第2节 切刀的选择	226
1. 车刀的种类及主要用途	226
2. 常用刨刀和插刀的类型与用途	227
第3节 孔加工刀具的选择	228
1. 麻花钻	228
2. 扩孔钻和铰钻的形式和尺寸	229
3. 铰刀的形式和尺寸	235
4. 深孔钻的尺寸和使用范围	238
5. 镗刀的类型和用途	241
6. 复合孔加工刀具的选择	243
第4节 铣刀的选择	244
1. 铣刀的种类和用途	244
2. 铣刀直径的选择	244
3. 铣刀角度的选择	245
4. 硬质合金铣刀的形式和尺寸	248
第5节 拉刀的选择	250
1. 拉削方式分类	250
2. 内拉刀的结构和刀齿的几何参数	251
第6节 其他刀具的选择	252
1. 齿轮刀具的种类和用途	252
2. 螺纹刀具的种类、用途及螺纹车刀的主要工作角度	257

第12章 专用量检具设计	258
第1节 孔和轴用量规	258
1. 孔和轴量规名称、代号及用途	258
2. 光滑极限量规的公差及公差带	259
3. 光滑极限量规的结构形式、尺寸及技术要求	260
4. 光滑极限量规设计实例	262
第2节 普通螺纹量规	263
第3节 矩形花键量规	272
1. 矩形花键量规的种类与代号	272
2. 矩形花键量规的公差与公差带	273
3. 矩形花键量规的其他技术要求	276
第13章 通用夹具的种类及使用特点	277
第1节 工作台	277
1. 普通回转工作台	277
2. 数控回转工作台	278
第2节 分度装置	279
第3节 卡盘	281
1. 手动卡盘	282
2. 动力卡盘	282
3. 电动卡盘	283
第4节 夹头	284
第5节 虎钳	286
第6节 吸盘	287
第7节 中心架和跟刀架	289
第8节 顶尖	290
第14章 专用夹具设计	292
第1节 定位方案的确定、定位符号及其表示方法	292
第2节 各种典型定位元件的结构及其作用	295
第3节 典型夹紧机构	301
第4节 各类机床上使用的典型夹具	308
1. 车床及内、外圆磨床夹具	308
2. 钻床夹具(钻模)	310
3. 铣床夹具	316
4. 镗床夹具	321
第5节 常用夹紧元件的结构及其作用	323



第 15 章 机械加工工艺设计实例	333
第 1 节 L195 转向节图样的工艺性分析	333
1. 非机械加工要素的分析	334
2. 机械加工要素的分析	334
第 2 节 L195 转向节机械加工工艺过程设计	334
1. 定位基准的选择	335
2. 加工方法的选择	335
3. 加工阶段的划分及工序的安排	335
4. 工艺规程的编制	335
第 3 节 专用夹具设计	337
1. 加工要求分析	337
2. 安装方案的确定	337
3. 定位误差分析	337
4. 绘制夹具装配图及零件图	339
第 4 节 常见问题及解决方法	341
参考文献	343

第 1 章 零件材料及其热处理

第 1 节 常用钢铁材料及其特性

1. 常用金属材料力学性能代号及其含义(表 1-1)

表 1-1 常用金属材料力学性能代号及其含义

代号	名称	单位	含义
σ_b	抗拉强度	MPa 或 N/mm ²	试样受拉力时, 拉断前所承受的最大应力
σ_{bc}	抗压强度		试样受压力时, 在压坏前所承受的最大应力
σ_{bb}	抗弯强度		试样受弯曲力时, 在破坏前所承受的最大应力
τ	抗剪强度		试样受剪力时, 在剪断前所承受的最大切应力
τ_b	抗扭强度		试样受扭转力时, 在扭断前所承受的最大切应力
$\sigma_{0.2}$	屈服强度		材料试样在拉伸过程中, 负荷不增加或开始有所下降而变形继续发生的现象称为屈服, 此时的最小应力为屈服极限。通常按产生永久变形量为原长度的 20% 时的应力为屈服强度
σ_{-1}	疲劳极限		材料试样在对称弯曲应力作用下, 在应力循环 N 次后仍不发生断裂时所能承受的最大应力。对于钢, $N = 10^6 \sim 10^7$ 次仍不发生疲劳断裂时, 可以认为随时随着 N 的增加也将不再会发生疲劳断裂
σ_e	弹性极限		材料能保持弹性变形的最大应力, 一般按永久变形为原长的 0.005% 时的应力值表示
E	弹性模量		在弹性变形阶段, 应力与应变成正比时的比例常数, 是衡量材料刚度的指标
σ_u^t (DVM)	蠕变极限		加载后观测 25 ~ 35h, 可允许的伸长速度为 $10 \times 10^{-4} \% / h$ 的应力
δ	伸长率(延伸率)	%	材料试样在拉断后, 标距长度的增加量与原标距长度的百分比
ψ	断面收缩率		材料试样在拉断后, 其断裂处横截面积的收缩量与原截面积的百分比。伸长率和断面收缩率均用来表示材料的塑性指标
α_{KU} 或 α_{KV}	冲击韧度	J/cm ²	金属材料对冲击负荷的抵抗能力。通常都是以大能量的一次冲击值(α_{KU} 或 α_{KV})作为标准。以冲断试样上所消耗的功与断口处截面积的比值作为冲击韧性值

(续)

代号	名称	单位	含义
HB	布氏硬度	一般不标注	金属抵抗硬的物体压入其表面的能力。用淬火钢球或硬质合金球压入金属表面,保持一定时间变形稳定后卸载,载荷与压痕的比值即是该金属的布氏硬度。硬度用硬质合金球测量,代号为 HB 或 HBW。例如:200~230HB
HRC	洛氏硬度 C 级	—	用来测定 230~700HB 的金属材料,主要用于测定淬火钢、调质钢等较硬的金属材料。例如 45~50HRC
HRA	洛氏硬度 A 级	—	一般用来测定硬度很高(>700HB)或硬而薄的金属材料,如碳化物、硬质合金或表面淬火层,调质钢等
HRB	洛氏硬度 B 级	—	主要用来测定 60~230HB 一类比较软的金属材料。如碳钢、退火钢、铝铜等有色金属材料
HV	维氏硬度	—	只适用于测定很薄(0.3~0.5mm)的金属材料、金属薄镀层或化学热处理后 0.03~0.05mm 的表面层硬度。如测定镀铬、渗碳、氮化处理后的表面层硬度
HS	肖氏硬度	—	适用于测定表面光滑的一些精密量具或不容易搬动的大型机件

2. 优质碳素结构钢(表 1-2)

表 1-2 优质碳素结构钢(节选 GB/T 699—1999)的牌号及主要用途

牌号	推荐热处理/°C			主要力学性能				特性及用途例举		
	正火	淬火	回火	σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ_5 (%)	ψ (%)			
08F	930			175	295	35	60	这种材料强度不大,塑性和韧性很高,有良好的冲击、拉延和弯曲性能,焊接性好,用于要求塑性好的零件,如管、垫片、套筒、短轴、离合器盘		
08				195	325	33	60			
10F				185	315	33	55			
10	920			205	335	31	55	屈服强度和抗拉强度比较低,塑性和韧性好,在冷态下容易模压成型。一般用作拉杆、卡头、垫片、铆钉。焊接性甚好,冷拉或正火状态的切削加工性能比退火状态的好		
15F				—	—	205	335	29	55	焊接性能好。适合作管子、垫片,心部强度要求不高的渗碳和碳氮共渗零件:套圈、短轴、靠模、离合器盘,也作摇杆、吊钩、螺栓等
15				—	—	225	375	27	55	塑性、韧性、焊接性能和冷冲性能均极好,强度较低。用于受力不大韧性要求高的零件、渗碳件、紧固件、冲模锻件及不需要热处理的低负荷零件,如螺栓、螺钉、拉条、法兰盘及化工容器、蒸汽锅炉等。冷拉或正火状态的加工性能比退火状态的好

(续)

牌号	推荐热处理/℃			主要力学性能				特性及用途例举
	正火	淬火	回火	σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ_5 (%)	ψ (%)	
20	910	—	—	245	410	25	55	冷变形塑性好,一般供弯曲和压延用。用于要求很大韧性不受很大应力的零件: 杠杆、轴套、螺钉、起重钩等。还可以用于表面硬度高而心部强度要求不高的渗碳和碳氮共渗零件。冷拉或正火状态的切削加工性能比退火状态的好
25	900	870	600	275	450	23	50	性能与20号钢相似,焊接性和冷应变性均高,无回火脆性倾向。用于制造焊接设备,经锻造、热冲压和机械加工的不承受高应力的零件,如轴、辘子、连接器、垫圈、螺栓、螺钉、螺母
30	880	860	600	295	490	21	50	截面尺寸不大时,淬火并回火后呈索氏体组织,具有良好的强度和韧性。用于制造螺钉、拉杆、轴、套筒、机座
35	870	850	600	315	530	20	45	有良好的塑性和适当的强度,多在正火和调质后使用。焊接性能尚可,但要焊前预热,焊后回火。一般不焊接。用于制造曲轴、转轴、杠杆、连杆、圆盘、套筒、钩环、飞轮、机身、法兰、螺栓、螺母
40	860	840	600	335	570	19	45	有较高的强度,加工性良好,冷变形塑性中等,焊接性能差,焊前要预热,焊后要热处理,多在正火和调质状态下使用。用于制造辘子、轴、曲柄销、活塞杆等
45	850	840	600	355	600	16	40	强度较高,塑性和韧性尚好,焊接性差。用于承受较大载荷的小截面调质件和应力较小的大型正火件,以及对心部强度要求不高的表面淬火件: 曲轴、传动轴、齿轮、蜗杆、键、销等。水淬时有形成裂纹的倾向,形状复杂的零件应在热水或油中淬火
50	830	830	600	375	630	14	40	强度较高,塑性和韧性差,焊接性差、可加工性中等。一般在正火、调质状态下使用。用于要求较高强度,而要求耐磨性或弹性、动载荷及冲击负荷不大的零件: 齿轮、轧辊、机床
55	820	820	600	380	645	13	35	强度较高,塑性和韧性差,焊接性差、可加工性中等。一般在正火、调质状态下使用。用于要求较高强度,而要求耐磨性或弹性、动载荷及冲击负荷不大的零件: 齿轮、轧辊、机床

(续)

牌号	推荐热处理/°C			主要力学性能				特性及用途例举
	正火	淬火	回火	σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ_5 (%)	ψ (%)	
60	810	—	—	400	675	12	35	强度、硬度和弹性均相当高,可加工性和焊接性差,水淬有裂纹倾向,小件才能淬火,大件多用正火。用作轧辊、轴、轮箍、弹簧、离合器、钢丝绳等受力较大、需要耐磨性和一定弹性的零件
65	—	—	—	410	695	10	30	经适当的热处理后,可得到较高的强度和韧性。在淬火、中温回火状态下,作截面小形状简单的弹性零件。在正火状态下,制造耐磨性高的零件:轧辊、凸轮、轴、钢丝绳等
70	790	—	—	420	715	9	30	
75	—	820	480	880	1080	7	30	强度稍高于70号钢,弹性略低,其他性能相近,淬透性能低。用作制造截面不大($\leq 20\text{mm}$),承受强度不太高的板弹簧、螺旋弹簧以及要求耐磨的零件
80	—			930	1080	6	30	
85	—			980	1130	6	30	
15Mn	920	—	—	245	410	26	55	为高锰低碳渗碳钢,性能接近15号钢,但淬透性和强度、塑性要好。用于制造心部力学性能要求高的渗碳零件,例如凸轮轴、齿轮、联轴器等,焊接性能尚可
20Mn	910	—	—	275	450	24	50	
25Mn	900	870	600	295	490	22	50	
30Mn	880	860	600	315	540	20	45	强度与淬透性比相应的碳钢高,冷变形时塑性尚好,可加工性良好,回火脆性倾向,锻后要立即回火,一般在正火状态下使用。用来制造螺栓、螺母、杠杆、转轴、心轴等
35Mn	870	850	600	335	560	19	45	
45Mn	850	840	600	375	620	15	40	用作受磨损的零件,转轴、心轴、齿轮、啮合杆、螺栓、螺母、离合器盘、花键轴、万向节、凸轮轴、曲轴、汽车后轴、地脚螺栓。焊接性差
50Mn				390	645	13	40	
60Mn	810	—	—	410	695	11	35	强度较高,淬透性比碳素弹簧钢好,容易产生淬火裂纹。适合制造各种弹簧
65Mn	830	—	—	430	735	9	30	强度高、淬透性大。易生淬火裂纹、并有回火脆性。适宜较大尺寸的扁、圆弹簧、发条,以及其他经受摩擦的农机零件。也可制作轻载汽车离合器弹簧
70Mn	790	—	—	450	785	8	30	弹簧圈、盘簧、止推环、离合器盘、锁紧圈

3. 碳素结构钢(表 1-3)

表 1-3 碳素结构钢(参考 GB/T 700—2006)的牌号及主要用途

牌号	等级	与旧标准对照牌号	屈服强度 σ_s /MPa, \geq						抗拉强度 σ_b /MPa \geq	特性及用途例举
			厚度或直径/mm							
			≤ 16	$> 16 \sim 40$	$> 40 \sim 60$	$> 60 \sim 100$	$> 100 \sim 150$	$> 150 \sim 200$		
Q195	—	—	195	185	—	—	—	—	315 ~ 430	载荷小的零件、铁丝、垫铁、垫圈、开口销、拉杆、冲压件及焊接件
Q215	A	A2	215	205	195	185	175	165	335 ~ 450	垫圈、套圈、拉杆、渗碳件及焊接件
	B	C2								
Q235	A	A3	235	225	215	215	195	185	370 ~ 500	金属结构件, 心部强度要求不高的渗碳或碳氮共渗零件, 拉杆、连杆、吊钩、车钩、螺栓、螺母、套筒、轴及焊接件, C、D 用于重要的焊接结构
	B	C3								
	C	—								
	D	—								
Q275	A	A4	275	265	255	245	225	215	410 ~ 540	转轴、心轴, 链轮、齿轮、拉杆、摇杆、吊钩、楔等中等强度要求的零件, 焊接性尚可
	B	C4								
	C	C5								
	D	—								

4. 低合金结构钢(表 1-4)

表 1-4 低合金结构钢(节选 GB/T 1591—1994)的牌号及主要用途

牌号	与旧标准对照牌号	厚度或直径/mm	主要力学性能				特性及用途例举
			σ_s /MPa	σ_b /MPa	σ_s (%)	$A_{KV}(20^\circ\text{C})/J$	
Q295 (A、B)*	09MnV	< 16	≥ 295				有良好的塑性和较好的冲击韧度、冷弯和焊接性。一般在热轧或正火状态下使用。用在冲压件和各种容器、低压锅炉汽包、中低压化工容器和油罐、铁路车辆造船和有低温要求的结构, 可用于 $-50^\circ\text{C} \sim -70^\circ\text{C}$ 的条件
	09MnNb	$\geq 16 \sim 35$	≥ 275	390 ~ 570	23	34	
	09Mn2	$\geq 35 \sim 50$	≥ 255				
	12Mn						