

表 5-2 弹簧常用材料

材料名称 及牌号	直径 /mm	切变 模量 G/GPa	弹性 模量 E/GPa	推荐 硬度 HRC	推荐 温度 /℃	性 能
碳素弹簧钢丝 25~80 40Mn~70Mn	B 级: 0.08~13 C 级: 0.08~13 D 级: 0.08~6	79	206		-40~130	强度高、性能好。B 级用于低应力弹簧, C 级用于中等应力弹簧, D 级用于高应力弹簧
重要用途碳素 弹簧钢丝 65Mn T9A T8MnA	E 组: 0.08~6 F 组: 0.08~6 G 组: 1~6					强度高, 韧性好, 用于重要的小弹簧
弹簧用不锈钢丝 A 组 1Cr18Ni9 0Cr18Ni10 0Cr17Ni12Mo2 B 组 1Cr18Ni9 0Cr18Ni10 C 组 0Cr17Ni8Al	0.08~12	71	193	—	-200~300	耐腐蚀, 耐高、低温, 用于腐蚀或高、低温环境工作的小弹簧
油淬火回火钢丝 65Mn	5~80	79	196	45~50	40~120	弹性好, 用于普通机械用弹簧
油淬火回火钢丝 50CrVA					40~210	有较高的疲劳强度, 抗高温, 用于工作温度高的较大弹簧
油淬火回火钢丝 55Si2Mn					40~250	有较高的疲劳强度, 弹性好, 广泛用于各种机械的弹簧
硅青铜线 QSi3-1	0.1~6	41	93.2	90~100 HBW	-40~120	有较高的耐腐蚀和防磁性能, 用于机械或仪表等的弹性元件
锡青铜线 QSn4-3 QSn6.5-0.1 QSn6.5-0.4 QSn7-0.2		40			-250~120	有较高的耐磨损、耐腐蚀和防磁性能, 用于机械或仪表等的弹性元件
铍青铜线 QBe2		44			-200~120	有较高的耐磨损、耐腐蚀、防磁和导电性能, 用于机械或仪表等的精密弹性元件

表 5-3 弹簧钢丝的抗拉强度 σ_b

MPa

钢丝直径 /mm	碳素弹簧钢丝			重要用途碳素弹簧钢丝			弹簧用不锈钢丝		
	B 级	C 级	D 级	E 组	F 组	G 组	A 组	B 组	C 组
1.0	1660~2010	1960~2300	2300~2690	2020~2350	2350~2650	1850~2110	1471	1863	1765
1.2	1620~1960	1910~2250	2250~2550	1920~2270	2270~2570	1820~2080	1373	1765	1667
1.4	1620~1910	1860~2210	2150~2450	1870~2200	2200~2500	1780~2040	1373	1665	1667
1.6	1570~1860	1810~2160	2110~2400	1830~2140	2160~2480	1750~2010	1324	1667	1569
1.8	1520~1810	1760~2110	2010~2300	1800~2130	2060~2360	1700~1960	1324	1667	1569
2.0	1470~1760	1710~2010	1910~2200	1760~2090	1970~2230	1670~1910	1324	1667	1569
2.2	1420~1710	1660~1960	1810~2110	1720~2000	1870~2130	1620~1860			
2.3							1275	1569	1471
2.5	1420~1710	1660~1960	1760~2060	1680~1960	1770~2030	1620~1860			
2.6							1275	1569	1471
2.8	1370~1670	1620~1910	1710~2010	1630~1910	1720~1980	1570~1810			
2.9							1177	1471	1373
3.0	1370~1670	1570~1860	1710~1960	1610~1890	1690~1950	1570~1810			
3.2	1320~1620	1570~1810	1660~1910	1560~1840	1670~1930	1570~1810	1177	1471	1373
3.5	1320~1620	1570~1810	1660~1910	1520~1750	1620~1840	1470~1710	1177	1471	1373
4.0	1320~1620	1520~1760	1620~1860	1480~1710	1570~1790	1470~1710	1177	1471	1373
4.5	1320~1570	1520~1760	1620~1860	1410~1640	1500~1720	1470~1710	1079	1373	1275
5.0	1320~1570	1470~1710	1570~1810	1380~1610	1480~1700	1420~1660	1079	1373	1275
5.5	1270~1520	1470~1710	1570~1810	1330~1560	1440~1660	1400~1640	1079	1373	1275
6.0	1220~1470	1420~1660	1520~1760	1320~1550	1420~1660	1350~1590	1079	1373	1275
6.5	1220~1470	1420~1610					981	1275	
7.0	1170~1420	1370~1570					981	1275	
8.0	1170~1420	1370~1570					981	1275	
9.0	1130~1320	1320~1520						1128	
10.0	1130~1320	1320~1520						981	

表 5-4 青铜线的抗拉强度 σ_b

MPa

材料	硅 青 铜 线			锡 青 铜 线			铍 青 铜 线		
线材直径 /mm	0.1~2	>2~4.2	>4.2~6	0.1~2.5	>2.5~4	>4~5	状态	硬化调质前	硬化调质后
							软	343~568	>1029
抗拉强度 σ_b	784	833	833	784	833	833	1/2 硬	579~784	>1176
							硬	>598	>1274

表 5-5 弹簧材料的许用应力

MPa

钢丝类型或材料		碳素弹簧 钢丝	重要用途 碳素弹簧钢丝	弹簧用 不锈钢丝 ^①	65Mn	50CrVA 55Si2Mn	青铜线
压缩弹簧 许用切应 力 $[\tau]$	Ⅲ类	$0.5\sigma_b$	$0.5\sigma_b$	$0.45\sigma_b$	570	740	$0.4\sigma_b$
	Ⅱ类	$(0.38\sim0.45)\sigma_b$	$(0.38\sim0.45)\sigma_b$	$(0.34\sim0.38)\sigma_b$	455	590	$(0.30\sim0.35)\sigma_b$
	Ⅰ类	$(0.30\sim0.38)\sigma_b$	$(0.30\sim0.38)\sigma_b$	$(0.28\sim0.34)\sigma_b$	340	445	$(0.25\sim0.30)\sigma_b$
拉伸弹簧 许用切应 力 $[\tau]$	Ⅲ类	$0.4\sigma_b$	$0.4\sigma_b$	$0.36\sigma_b$	380	495	$0.32\sigma_b$
	Ⅱ类	$(0.30\sim0.36)\sigma_b$	$(0.30\sim0.36)\sigma_b$	$(0.27\sim0.30)\sigma_b$	325	420	$(0.24\sim0.28)\sigma_b$
	Ⅰ类	$(0.24\sim0.30)\sigma_b$	$(0.24\sim0.30)\sigma_b$	$(0.22\sim0.27)\sigma_b$	285	310	$(0.20\sim0.24)\sigma_b$
扭转弹簧 许用弯曲 应力 $[\sigma]$	Ⅲ类	$0.8\sigma_b$	$0.8\sigma_b$	$0.75\sigma_b$	710	925	$0.75\sigma_b$
	Ⅱ类	$(0.60\sim0.68)\sigma_b$	$(0.60\sim0.68)\sigma_b$	$(0.55\sim0.65)\sigma_b$	570	740	$(0.55\sim0.65)\sigma_b$
	Ⅰ类	$(0.50\sim0.60)\sigma_b$	$(0.50\sim0.60)\sigma_b$	$(0.45\sim0.55)\sigma_b$	455	590	$(0.45\sim0.55)\sigma_b$

注： σ_b 取材料抗拉强度的下限值；^①不适用于直径 $d<1\text{ mm}$ 的钢丝。

弹簧按载荷循环次数分为以下 3 类：

Ⅰ类——载荷循环次数在 10^6 以上；

Ⅱ类——载荷循环次数在 $10^6\sim10^3$ 之间；

Ⅲ类——受静载荷或载荷循环次数小于 10^3 。

选择弹簧材料要综合考虑功能要求、使用环境条件和加工工艺要求，合理选择。以下因素可供选择时参考：

（1）碳素弹簧钢 价格便宜，来源方便；弹性极限较低，淬透性差，不能在高温条件下工作，适合于制造一般用途的小尺寸弹簧。

（2）合金弹簧钢 常用的有低锰弹簧钢、硅锰弹簧钢和铬钒钢。合金弹簧钢淬透性好，强度高；硅锰弹簧钢弹性极限高，回火稳定性好；铬钒钢组织细化，强度高，韧性好，但价格较高，适用于重要场合。

（3）不锈钢和青铜 不锈钢耐腐蚀；青铜材料的耐腐蚀、防磁和导电性能好，强度较低，常用于腐蚀性较强的化工设备上。