

热处理 数据参考手册

冶金工业部马鞍山钢铁设计研究院

77.141

014111

热处理数据参考手册

王西芬 译

段聚先 校

冶金工业部

马鞍山钢铁设计研究院

随着我国现代化建设的日益发展，对钢材的品种质量提出了日益严格的要求。因此优质钢和合金钢的生产将在国民经济发展中占着越来越重要的地位；热处理工艺是优质钢和合金钢生产中的一个重要环节。从事钢铁工业生产设计、研究工作的工程科技人员必须对热处理这门工艺和技术予以高度重视。我们翻译这本《热处理数据手册》的目的也就在此。

这本手册是美国Sunbeam公司出版的《热处理数据手册》第6版，汇集的大量数据资料可供钢铁及机械系统的技术人员参考。

热处理数据参考手册

王西芬 译

*

冶金部马鞍山钢铁设计研究院情报室编辑出版
冶金部马鞍山钢铁设计研究院文印厂照印印刷

1990年8月印

Sunbeam 热处理数据手册

目 录

A. I. S. I—S. A. E 钢的技术规格和成份

S. A. E. 钢的基本编号	1
碳素钢	3
易切钢	8
高锰碳钢	9
碳钢钢包内化学成份限制	10
合金钢成份	13
合金钢板	19
马氏体不锈钢	22
铬镍钢 (奥氏体)	23
铁素体不锈钢	25
炼钢元素的功能	27
铝冶金 (略)	

保 护 气 氛

Sunbeam 发生器指南	28
露点与含碳量关系	30
露点与水份含量关系	31
气氛空—煤气比例	32

金 属 热 处 理

S. A. E. 钢典型热处理制度	34
主要工具钢的热处理制度	47
硬度与回火温度的关系	50
渗碳时间及温度	51

碳氮共渗 (氰化)	52
硬度与含碳量关系	52
典型的铝热处理 (略)	
感应热处理	53

其 他 数 据

氰化	55
淬火, 回火火色	56
重量, 熔点	57
容许时间误差	58
金属热焓	60
炉子能力与计算	61
硬度	61
淬火注意事项	69
华氏与摄氏温度转换	71
转换系数	73
热损/绝热厚度计算式	74
燃烧流量方程式	75

英 制 — 公 制 转 换

英制—公制转换	77
---------------	----

定 义

定义	93
----------	----

SAE钢基本编号系统

数词与数字	钢种与化学元素平均含量
	碳素钢
10××	普碳($Mn \leq 1.00\%$)
11××	含硫易切钢
12××	含硫磷易切钢
15××	含锰量较高的碳素钢 (最大 Mn 1.00—1.65%)
	锰钢
13××	Mn 1.75(%，下同——译者注)
	镍钢
23××	Ni 3.50
25××	Ni 5.00
	镍铬钢
31××	Ni 1.25; Cr 0.65及0.80
32××	Ni 1.75; Cr 1.07
33××	Ni 3.50; Cr 1.50及1.57
34××	Ni 3.00; Cr 0.77
	钼钢
40××	M_o 0.20及0.25
44××	M_o 0.40及0.52
	铬钼钢
41××	Cr 0.50, 0.80及0.95; M_o 0.12, 0.20, 0.25及0.30
	镍铬钼钢
43××	Ni 1.82; Cr 0.50及0.80; M_o 0.25
43BV××	Ni 1.82; Cr 0.50; M_o 0.12及0.25; V 最小0.03
47××	Ni 1.05; Cr 0.45; M_o 0.20及0.35

81××	Ni 0.30; Cr 0.40; Mo 0.12
86××	Ni 0.55; Cr 0.50; Mo 0.20
87××	Ni 0.55; Cr 0.50; Mo 0.25
88××	Ni 0.55; Cr 0.50; Mo 0.35
93××	Ni 3.25; Cr 1.20; Mo 0.12
94××	Ni 0.45; Cr 0.40; Mo 0.12
97××	Ni 0.55; Cr 0.20; Mo 0.20
98××	Ni 1.00; Cr 0.84; Mo 0.25
	镍 钼 钢
46××	Ni 0.85及1.82; Mo 0.20及0.25
48××	Ni 3.50; Mo 0.25
	铬 钢
50××	Cr 0.27, 0.40, 0.50及0.65
51××	Cr 0.80, 0.87, 0.92, 0.95, 1.00及1.05
501××	Cr 0.50
511××	Cr 1.02
521××	Cr 1.45
	铬 钒 钢
61××	Cr 0.60, 0.80及0.95; V 0.10及0.15最小
	钨 铬 钢
71××	W 13.50及16.50; Cr 3.50
72××	W 1.75; Cr 0.75
	硅 锰 钢
92××	Si 1.40及2.00; Mn 0.65, 0.82及0.85; Cr 0.00及0.65
9××	低合金高强度钢
	各种不锈钢 (铬 锰 镍)
302××	Cr 17.00及18.00; Mn 6.50及8.75; Ni 4.50及5.00

303××	不锈钢 (铬 镍) Cr 8.50, 15.50, 17.00, 18.00, 19.00, 20.00, 20.50, 23.00, 25.00; Ni 7.00, 9.00, 10.00, 10.50, 11.00, 11.50, 12.00, 13.00, 13.50, 20.50, 21.00, 35.00
514××	不锈钢 (铬) Cr 11.12, 12.25, 12.50, 13.00, 16.00, 17.00, 20.50及25.00
515××	Cr 5.00
××B××	硼强化钢 B指含硼钢
××L××	含铅钢 L指含铅钢

表1A 碳钢成份用于锻造半成品, 热轧
及冷加工棒材; 线材及无缝管

SAE号	钢 包 化 学 成 份 限 度, %				对应的 AISI 号
	C	Mn	P最大	S. 最小	
1005	0.06max	0.35max	0.040	0.050	---
1006	0.08max	0.25-0.40	0.040	0.050	1006
1008	0.10max	0.30-0.50	0.040	0.050	1008
1010	0.08-0.13	0.30-0.60	0.040	0.050	1010
1011	0.08-0.13	0.60-0.90	0.040	0.050	-
1012	0.10-0.15	0.30-0.60	0.040	0.050	1012
1013	0.11-0.16	0.50-0.80	0.040	0.050	-
1015	0.13-0.18	0.30-0.60	0.040	0.050	1015
1016	0.13-0.18	0.60-0.90	0.040	0.050	1016
1017	0.15-0.20	0.30-0.60	0.040	0.050	1017

1018	0 15 0 20	0.60—0.90	0.040	0 050	1018
1019	0 15 0 20	0.70—1.00	0.040	0 050	1019
1020	0 18 0 23	0.30—0.60	0.040	0.050	1020
1021	0 18 0 23	0.60—0.90	0.040	0.050	1021
1022	0 18—0 23	0.70—1.00	0.040	0.050	1022
1023	0 20—0 25	0.30—0.60	0.040	0.050	1023
1024**	0 19 0 25	1.35—1.65	0.040	0.050	1024
1025	0 22 0 28	0.30—0.60	0.040	0.050	1025
1026	0 22—0 28	0.60—0.90	0.040	0.050	1026
1027**	0 22—0 29	1.20—1.50	0.040	0.050	1027
1029	0 25—0 31	0.60—0.90	0.040	0.050	—
1030	0 28—0 34	0.60—0.90	0.040	0.050	1030
1035	0 32—0 38	0.60—0.90	0.040	0.050	1035
1036**	0 30—0 37	1.20—1.50	0.040	0.050	1036
1037	0 32—0 38	0.70—1.00	0.040	0.050	1037
1038	0 35—0 42	0.60—0.90	0.040	0.050	1038
1039	0 37—0 44	0.70—1.00	0.040	0.050	1039
1040	0 37—0 44	0.60—0.90	0.040	0.050	1040
1041**	0 36 0 44	1.35—1.65	0.040	0.050	1041
1042	0 40—0 47	0.60—0.90	0.040	0.050	1042
1043	0 40—0 47	0.70—1.00	0.040	0.050	1043
1044	0 43—0 50	0.30—0.60	0.040	0.050	—
1045	0 43—0 50	0.60—0.90	0.040	0.050	1045
1046	0 43—0 50	0.70—1.00	0.040	0.050	1046
1047**	0 43—0 51	1.35—1.65	0.040	0.050	—
1048**	0 44—0 52	1.10—1.40	0.040	0.050	1048
1049	0 46—0 53	0.60—0.90	0.040	0.050	1049
1050	0 48—0 55	0.60—0.90	0.040	0.050	1050
1051**	0 45—0 56	0.85—1.15	0.040	0.050	—
1052**	0 47—0 55	1.20—1.50	0.040	0.050	1052
1053	0 48—0 55	0.70—1.00	0.040	0.050	—
1055	0 50—0 60	0.60—0.90	0.040	0.050	1055
1060	0 55—0 65	0.60—0.90	0.040	0.050	1060
1061**	0 55—0 65	0.75—1.05	0.040	0.050	

1064	0.60-0.70	0.50-0.80	0.040	0.050	1064
1065	0.60-0.70	0.60-0.90	0.040	0.050	1065
1066* *	0.60-0.71	0.85-1.15	0.040	0.050	---
1069	0.65-0.75	0.40-0.70	0.040	0.050	—
1070	0.65-0.75	0.60-0.90	0.040	0.050	1070
1072* *	0.65-0.76	1.00-1.30	0.040	0.050	---
1074	0.70-0.80	0.50-0.80	0.040	0.050	1074
1075	0.70-0.80	0.40-0.70	0.040	0.050	---
1078	0.72-0.85	0.30-0.60	0.040	0.050	1078
1080	0.75-0.88	0.60-0.90	0.040	0.050	1080
1084	0.80-0.93	0.60-0.90	0.040	0.050	1084
1085	0.80-0.93	0.70-1.00	0.040	0.050	---
1086	0.80-0.93	0.40-0.50	0.040	0.050	1086
1090	0.85-0.98	0.60-0.90	0.040	0.050	1090
1095	0.90-1.03	0.30-0.50	0.040	0.050	1095

注：加铅：当需要在标准钢种中加入铅元素时，范围为0.15—0.35%。

此种钢号在第2、第3数字间插入字母“L”以示区别，如10L45。

* 这些钢可由碱性平炉、碱性吹氧转炉或碱性电炉炼钢生产而得（见SAE、J411）。当需要硅时，在钢号SAE1015以下时（不含SAE1015），Si最大0.10%；SAE1015—SAE1025，0.10%max或0.10—0.20%，0.15—0.30%，0.20—0.40%或0.30—0.60%；在SAE1025以上时，则为0.10—0.20%，0.15—0.30%，0.20—0.40%或0.30—0.60%。

* * 这些钢种，最大含Mn在1%以上时，编入1500系列，见表3.10××标准型号不连续。

* * * 有些质量和商品视用户要求，硫、磷含量极限更要低些（见SAEJ411，表1为一般的）。

表1B 碳钢成份用于结构型
材、板带、薄板与焊管

SAE No.	钢 包 化 学 成 份*** 极限%			
	C	Mn	P. max	S. max
1006	0.08max	0.25 - 0.45	0.040	0.050
1008	0.10max	0.25 - 0.50	0.040	0.050
1009	0.15max	0.50max	0.040	0.050
1010	0.08—0.13	0.30 - 0.60	0.040	0.050
1012	0.10—0.15	0.30 - 0.60	0.040	0.050
1015	0.12—0.18	0.30—0.60	0.040	0.050
1016	0.12—0.18	0.60 - 0.90	0.040	0.050
1017	0.14 - 0.20	0.30 - 0.60	0.040	0.050
1018	0.14—0.20	0.60 - 0.90	0.040	0.050
1019	0.14—0.20	0.70—1.00	0.040	0.050
1020	0.17—0.23	0.30—0.60	0.040	0.050
1021	0.17—0.23	0.60 - 0.90	0.040	0.050
1022	0.17—0.23	0.70 - 1.00	0.040	0.050
1023	0.19—0.25	0.30—0.60	0.040	0.050
1024	0.18—0.25	1.30—1.65	0.040	0.050
1025	0.22—0.28	0.30—0.60	0.040	0.050
1026	0.22—0.28	0.60—0.90	0.040	0.050
1027	0.22—0.29	1.20 - 1.55	0.040	0.050
1030	0.27 - 0.34	0.60 - 0.90	0.040	0.050
1033	0.29—0.36	0.70—1.00	0.040	0.050
1035	0.31—0.38	0.60—0.90	0.040	0.050
1036	0.30—0.38	1.20- 1.55	0.040	0.050
1037	0.31—0.38	0.70—1.00	0.040	0.050
1038	0.34 - 0.42	0.60—0.90	0.040	0.050
1039	0.36—0.44	0.70 - 1.00	0.040	0.050
1040	0.36—0.44	0.60—0.90	0.040	0.050
1041	0.36—0.45	1.30 - 1.65	0.040	0.050
1042	0.39 - 0.47	0.60—0.90	0.040	0.050

SAE No	钢包化学成份*, 极限%			
	C	Mn	P, max	S, max
1043	0.39--0.47	0.70--1.00	0.040	0.050
1045	0.42--0.50	0.60--0.90	0.040	0.050
1046	0.42--0.50	0.70--1.00	0.040	0.050
1048	0.43--0.52	1.05--1.40	0.040	0.050
1049	0.45--0.53	0.60--0.90	0.040	0.050
1050	0.47--0.55	0.60--0.90	0.040	0.050
1052	0.46--0.55	1.20--1.55	0.040	0.050
1055	0.52--0.60	0.60--0.90	0.040	0.050
1060	0.55--0.66	0.60--0.90	0.040	0.050
1064	0.59--0.70	0.50--0.80	0.040	0.050
1065	0.59--0.70	0.60--0.90	0.040	0.050
1070	0.65--0.76	0.60--0.90	0.040	0.050
1074	0.69--0.80	0.50--0.80	0.040	0.050
1078	0.72--0.86	0.30--0.60	0.040	0.050
1080	0.74--0.88	0.60--0.90	0.040	0.050
1084	0.80--0.94	0.60--0.90	0.040	0.050
1085	0.80--0.94	0.70--1.00	0.040	0.050
1086	0.80--0.94	0.30--0.50	0.040	0.050
1090	0.84--0.98	0.60--0.90	0.040	0.050
1095	0.90--1.04	0.30--0.50	0.040	0.050

* 钢板表面要求视最终用途而定, 后缀字母“E”表示暴露部分需要良好的涂刷表面; “U”后缀则表示非暴露部分, 表面清理不重要。

** 这些钢可由碱性平炉、碱性吹氧转炉或碱性电炉炼钢生产而得 (见SAE J411, 碳钢和合金钢)。需要硅时, 在SAE 1015以下 (不含1015)、为0.10% max; SAE 1015—SAE 1025, 0.10% max或0.10—0.20%, 或0.15—0.30%; SAE 1025以上者, Si为0.10—0.20%或0.15—0.30%。

*** 有些质量和商品, 视用户要求, 磷、硫含量要更低些 (见SAE J411, 表1为一般的)。

表2 易切削碳钢成份用于半成品零件,
热轧和冷加工棒材、线材及无缝管

SAE NO.	钢包化学成份* 极限%				相应的 AISI No
	C	Mn	P	S	
1110	0.08-0.13	0.30-0.60	0.04max	0.08-0.13	1110
1116	0.14-0.20	1.10-1.40	0.04max	0.16-0.23	1116
1211	0.13max	0.60-0.90	0.07-0.12	0.10-0.15	1211
1212	0.13max	0.70-1.00	0.07-0.12	0.16-0.23	1212
1213	0.13max	0.70-1.00	0.07-0.12	0.24-0.33	1213
1215	0.09max	0.75-1.05	0.04-0.09	0.26-0.35	1215
12L13**	0.13max	0.70-1.00	0.07-0.12	0.24-0.33	
12L14**	0.15max	0.85-1.15	0.04-0.09	0.26-0.35	12L14
1108	0.08-0.13	0.50-0.80	0.040	0.80-0.13	1108
1109	0.08-0.13	0.60-0.90	0.040	0.80-0.13	1109
1117	0.14-0.20	1.00-1.30	0.040	0.08-0.13	1117
1118	0.14-0.20	1.30-1.60	0.040	0.08-0.13	1118
1119	0.14-0.20	1.00-1.30	0.040	0.24-0.33	1119
1132	0.27-0.34	1.35-1.65	0.040	0.08-0.13	1132
1137	0.32-0.39	1.35-1.65	0.040	0.08-0.13	1137
1139	0.35-0.43	1.35-1.65	0.040	0.13-0.20	1139
1140	0.37-0.44	0.70-1.00	0.040	0.08-0.13	1140
1141	0.37-0.45	1.35-1.65	0.040	0.08-0.13	1141
1144	0.40-0.48	1.35-1.65	0.040	0.24-0.33	1144
1145	0.42-0.49	0.70-1.00	0.040	0.04-0.07	1145
1146	0.42-0.49	0.70-1.00	0.040	0.08-0.13	1146
1151	0.48-0.55	0.70-1.00	0.040	0.08-0.13	1151

注: SAE号1110、1211、1212、1213、12L14、1108和1109由用户专门要

求硅含量。当需要时, 对SAE 1108、1109和1110, 最大为0.10%

对SAE 1116及以上, 0.10%max或0.10-0.20%, 0.15-0.30%,
0.20-0.04%或0.30-0.60%

* 这些钢可由碱性平炉、碱性吹氧炉转或碱性电炉炼钢而得(见SAE J411)

** 当需要加铅时, 通常加入量为0.15-0.35%用在表示钢号的第2、第3、
数字间插入“L”以示区别如11L17

表3 高锰碳钢成份用于半成品锻造、
热轧和冷加工棒材、线材及无缝管

SAE	前述SAE No	钢 包 化 学 成 份*, %			
		C	Mn	P, max	S, max
1513	-	0.10-0.16	1.10-1.40	0.040	0.050
1515	-	0.15-0.21	1.10-1.40	0.040	0.050
1517	-	0.18-0.24	1.10-1.40	0.040	0.050
1524	1024	0.19-0.25	1.35-1.65	0.040	0.050
1525	-	0.23-0.29	0.80-1.10	0.040	0.050
1526	-	0.22-0.29	1.10-1.40	0.040	0.050
1527	1027	0.22-0.29	1.20-1.50	0.040	0.050
1536	1036	0.30-0.37	1.20-1.50	0.040	0.050
1541	1041	0.36-0.44	1.35-1.65	0.040	0.050
1547	1047	0.43-0.51	1.35-1.65	0.040	0.050
1548	1048	0.44-0.52	1.10-1.40	0.040	0.050
1551	1051	0.45-0.56	0.85-1.15	0.040	0.050
1552	1052	0.47-0.55	1.20-1.50	0.040	0.050
1561	1061	0.55-0.65	0.75-1.05	0.040	0.050
1566	1066	0.60-0.71	0.85-1.15	0.040	0.050
1572	1072	0.65-0.76	1.00-1.30	0.040	0.050

注：当需要在标准钢中加铅元素时，通常加0.15—0.35%，在钢号第2、第3个数字中插入字母“L”，如15L41。

* 当需加硅时，一般用：在钢号SAE 1524及以下，为0.10%max或0.10—0.20%，0.15—0.30%，0.20—0.40%，或0.30—0.60%；SAE 1525及以上，则为0.10—0.20%，0.15—0.30%，0.20—0.40%或0.30—0.60%。

对于特殊的应用或工艺，往往需要有不同于表1A、1B、2、3所列的化学成份。这些特殊要求的化学元素的含量可以下述三种方法之一来表示：（1）用一最小极限；（2）用一最大极限；（3）用最大最小值构成一范围。

碳钢各种元素的标准钢包分析极限与范围值列于表4和5。在这些表内，“范围”是最大最小值的算术差（即0.19—0.25是范围0.06）。此钢包分析的极限与范围亦符合SAE J409规定的检验分析

的标准成分变化范围

从表1B可看到,有些钢种的碳、锰含量范围比表1A中的要宽些。当生产型钢、钢板、带钢、薄板和焊管时,这种较宽的范围是必须的,因为有着综合因素和复杂问题。一些产品的尺寸规格大,用的轧机设备也大,这些产品的化学成分要求有所不同,其应用的灵活性亦小些。这些区别也反映在表4和5中。

表4 碳钢钢包化学成份极限及范围

元 素	标准化学极限与范围, %		
	极限或具体范围的最大值%	范 围	最低的最大值
碳*	≤ 0.12		0.06
	$> 0.12, \leq 0.25$	0.05	
	$> 0.25, \leq 0.40$	0.06	
	$0.40, \leq 0.55$	0.07	
	$> 0.55, \leq 0.80$	0.10	
	> 0.80	0.13	
锰	≤ 0.40	0.15	0.35
	$> 0.40, \leq 0.50$	0.20	
	$> 0.50, \leq 1.65$	0.30	
磷	碱性钢:		
	≤ 0.040		0.040
	$> 0.040, \leq 0.08$	0.03	
	$> 0.08, \leq 0.13$	0.05	
	酸性贝塞麦钢:		
	≤ 0.12		0.12
硫	$> 0.08, \leq 0.13$	0.05	
	碱性钢:		
	≤ 0.050		0.05
	酸性贝塞麦钢:		
	≤ 0.060		0.06
	碱性钢和酸性贝塞麦钢		

	≥ 0.05 ≤ 0.09 ≥ 0.09 ≤ 0.15 0.5 ≤ 1.15 0.23 ≤ 0.35	0.03 0.05 0.07 0.09	
铜**	≥ 0.10 ≥ 0.10 ≤ 0.15 ≥ 0.15 ≤ 0.20 ≥ 0.20 ≤ 0.30 ≥ 0.30 ≤ 0.60	— 0.08 0.10 0.15 0.20	0.10
铜 铅***	需Cu时，通常采用0.20最小值 需Pb时，通常范围为0.15—0.35		

- * 碳元素范围示于表内首栏中，仅指锰不超过1.10%，当锰最大值超过1.10%，则表中碳范围值要加0.01
- ** 由于工艺的技术性质，酸性贝塞麦法不生产一定含硅量的钢，当含硅量为规定的极限时，通常的做法是不生产含磷硫碳钢，否则会使加工性能变坏
- *** 钢包分析不测定铅，因铅是加入在钢包流钢至每一钢锭内的，铅的检验分析示于SAE J409

表5 碳钢钢包化学成分极限值及范围

元 素	标准化学成分极限及范围, %		
	极限或具体范围的最大值%	范 围	最低的最大值
碳*	≤ 0.15		0.08**
	≤ 0.15	0.05	
	$> 0.15, \leq 0.30$	0.06	
	$0.30, \leq 0.40$	0.07	
	$> 0.40, \leq 0.60$	0.08	
	$> 0.60, \leq 0.80$	0.11	
	$> 0.80, \leq 1.35$	0.14	
锰	≤ 0.50	0.20	0.40
	$> 0.15, \leq 0.23$	0.30	
	$> 1.15, \leq 1.65$	0.35	
磷	≤ 0.08	0.03	0.04
	$> 0.08, \leq 0.15$	0.05	
硫	≤ 0.08	0.03	0.05
	$> 0.08, \leq 0.15$	0.05	
	$> 0.15, \leq 0.23$	0.07	
	$> 0.23, \leq 0.33$	0.10	
硅	≤ 0.15	0.08	0.10
	$> 0.15, \leq 0.30$	0.15	
	$> 0.30, \leq 0.60$	0.30	
铜	当需要 Cu 时, 一般最小为 0.20		

* 碳范围在表内首栏中, 系指 Mn 含量不超过 1.00%, 当最大 Mn 极限超过 1.00% 时, 表中碳范围值要加 0.01。

** 0.12 碳最大值是用于结构型钢和钢板。