



新钢种汇编

钢筋专辑

上海人民出版社

《新钢种汇编》
钢 筋 专 辑

上海市冶金工业局编

上海人民*出版社出版
(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海东方红印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4 字数 86,000
1971年8月第1版 1971年8月第1次印刷

书号: 15·4·177 定价: 0.23 元

发行范围: 只限国内发行

前 言

钢筋是建筑工程中三大主要材料之一，它的发展对于多快好省地进行基本建设，配合建筑技术革命有很重要的意义。但是，在我国钢筋发展史上，长期以来一直存在着尖锐的两条路线的斗争。伟大领袖毛主席教导我们说：“我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行。”而叛徒、内奸、工贼刘少奇及其在冶金系统的代理人，却拒不执行毛主席的伟大指示，大肆鼓吹洋奴哲学、爬行主义等反革命修正主义黑货，使我国的钢筋生产一度局限于仿制国外几个老牌号钢种的不合理状况，远远不能适应我国基本建设飞跃发展的要求。

伟大的无产阶级文化大革命，摧毁了以叛徒、内奸、工贼刘少奇为首的资产阶级司令部，为我国普通低合金钢的发展开辟了无限广阔的前途。在毛主席提出的“独立自主、自力更生”，“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针指引下，我国钢铁和建筑工业战线上的工人阶级，满怀“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平”的雄心壮志，组成了包括生产、使用和科研部门在内的工人、革命技术人员和革命干部的三结合技术革命大军，立足于战备，立足于我国富有资源，加速发展了我国的普通低合金钢。

近几年来，上海各有关钢厂在科研、设计、使用单位的大力支持协作下，根据我国储量丰富的硅(Si)、钒(V)、钛(Ti)等资源特点，发展了硅钒系、硅钛系普通低合金钢筋，并且初步建立起从化学成分到机械性能配套衔接的系列。实践证明，

这些普通低合金钢筋的冶炼和轧制工艺均属一般,生产方便,合格率较高;在使用方面,钢材的性能良好,能满足设计和施工要求,并较之目前使用的 44 锰硅、25 锰硅等钢筋更为优越。

伟大领袖毛主席教导我们:“一个正确的认识,往往需要经过由物质到精神,由精神到物质,即由实践到认识,由认识到实践这样多次的反复,才能够完成。”随着普通低合金钢筋生产和使用的不断扩大,还可能碰到这样和那样的问题。让我们高举毛泽东思想伟大红旗,坚持“独立自主、自力更生”的方针,“走自己工业发展道路”,进一步发展和完善普通低合金钢筋,大力推广应用普通低合金钢筋,为使我国的钢铁和建筑工业在最短时间内赶上和超过世界先进水平作出新的贡献。

毛主席语录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。

指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

备战、备荒、为人民。

我们的方针要放在什么基点上？放在自己力量的基点上，叫做自力更生。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

毛主席语录

中国人民有志气,有能力,一定要在不远的将来,赶上和超过世界先进水平。

坚持政治挂帅,加强党的领导,大搞群众运动,实行两参一改三结合,大搞技术革新和技术革命。

打破洋框框,走自己工业发展道路。

目 录

前 言

一、硅钒系普通低合金钢筋.....	1
15 硅钒 (15 Si V)	2
20 硅钒 (20 Si V)	15
35 硅 ₂ 钒 (35 Si ₂ V)	24
40 硅 ₂ 钒 (40 Si ₂ V)	31
二、硅钛系普通低合金钢筋.....	44
16 硅钛 (16 Si Ti)	45
25 硅钛 (25 Si Ti)	67
35 硅 ₂ 钛 (35 Si ₂ Ti)	79
45 硅 ₂ 钛 (45 Si ₂ Ti)	88

一、硅钒系普通低合金钢筋

硅钒系普通低合金钢筋的试制工作，是在伟大领袖毛主席“独立自主、自力更生”，“备战、备荒、为人民”，“打破洋框框，走自己工业发展道路”的伟大方针指引下，在波澜壮阔的无产阶级文化大革命中，在十分尖锐的两个阶级、两条道路、两条路线的斗争中诞生和发展起来的。几年来，在各有关单位的大力协作下，经过艰苦的努力和反复实践，现在已经基本建立起一个化学成分有一定衔接，强度由低到高的比较完整的钢筋用钢体系。目前已经基本定型并成批生产的钢种有 15 硅钒、20 硅钒、35 硅₂钒和 40 硅₂钒等，其强度级别分别为 34/52、40/60、50/80 和 60/90 公斤。

硅钒系普通低合金钢筋的主要特点是：

(1) 硅钒系钢中使用我国富有的矿藏资源硅和钒作为合金元素，改变了以往老合金钢种中“锰字当头”的状况。

(2) 硅钒系钢中，靠硅来提高强度，靠钒强化基体和细化晶粒来显著提高强度，以使钢中淬透性较强的碳含量适当减少，锰含量明显降低。如 15 硅钒、20 硅钒和 40 硅₂钒钢筋比同强度级别的 16 锰、25 锰硅和 44 锰₂硅钢筋的碳含量减少了 5~25%，锰含量降低了 41~50%，从而改善了钢材的塑性、可焊性等综合性能。

(3) 硅钒系钢筋能建立起一个符合建筑使用要求的强度体系，且同一钢号中钢筋直径由小到大性能波动较小，给设计、施工带来方便。

(4) 硅钒系钢中化学成分有一定衔接，冶炼及轧制工艺

简单,因而产品质量稳定,合格率高。

15 硅钒 (15 Si V)

15 硅钒钢筋为硅钒系普通低合金钢筋中的 34/52 公斤级钢筋,相当于 YB171-69 中规定的 II 级,主要作非预应力钢筋之用。这种钢筋具有良好的机械、工艺性能和可焊性,现已成批生产,可代替 16 锰钢筋使用。

(一) 技术条件

1. 化学成分(%) 见表 1-1-1。

表 1-1-1

碳	硅	锰	钒	硫	磷
0.12~0.18	0.80~1.20	0.60~0.90	0.04~0.10	≤0.045	≤0.045

〔注〕成分下限不作为成品交货条件。

2. 性能指标 见表 1-1-2。

表 1-1-2

钢筋直径 (毫米)	屈服点 σ_s (公斤/毫米 ²)	抗拉强度 σ_b (公斤/毫米 ²)	伸长率 δ_5 (%)	冷 弯	供应 状态	钢筋 外形
6~25	≥34	≥52	≥16	180°; $d=3a$	热轧	人字纹
28~32	≥32	≥50	≥16	180°; $d=3a$		

〔注〕①经供需双方协商,可供应圆钢筋。

②根据用户要求,直径大于 25 毫米的钢筋 σ_s 、 σ_b 可按 ≥34、≥52 交货。

③经供需双方协议,可作常温(或低温)冲击试验,数据不作验收依据。

(二) 冶炼及轧制工艺特点

1. 冶炼 该钢种目前在碱性侧吹转炉冶炼,也可以在电炉、平炉、纯氧顶吹转炉冶炼。其特点为:

(1) 钢液浇注温度 ≥1560°C。

(2) 终点磷控制在 0.03% 以下。

(3) 采用石灰粉末稠化终点炉渣。

(4) 脱氧全部在盛钢桶内进行。最后加入 0.2~0.4 公斤/吨钢的铝和 0.4~0.6 公斤/吨钢的硅钙合金。

合金回收率为：锰铁 85~90%，硅铁 85% 左右，钒铁 80~85%。

(5) 浇注采用 450~500 毫米/分的速度。

2. 轧制 由 10 吋热帽镇静方锭经 2~3 次加热开坯，轧制成直径 6~32 毫米的钢筋。

(1) 钢锭(坯)加热温度：1050~1150°C。

(2) 钢筋终轧温度：约 950°C 左右。

(3) 轧后空冷。

(三) 实际使用性能

1. 机械性能的生产统计 对几百炉的 15 硅钒钢筋作了统计，结果列于表 1-1-3、表 1-1-4。

15 硅钒钢筋实际熔炼平均成分

表 1-1-3

钢筋直径 (毫米)	化 学 成 分 (%)					
	C	Mn	Si	V	S	P
12~32	0.15	0.73	1.07	0.084	0.02	0.03

15 硅钒钢筋实际机械性能

表 1-1-4

钢筋直径 (毫米)	屈服点 σ_s (公斤/毫米 ²)	抗拉强度 σ_b (公斤/毫米 ²)	伸长率 δ_5 (%)	冷弯
12~32	$\frac{39.25 \sim 50.5}{43.4}$	$\frac{53.25 \sim 68.0}{58.8}$	$\frac{19.0 \sim 33.0}{27.7}$	$d=3a$, 180° 合格

[注] 分子为波动范围，分母为平均值。

同炉号的钢筋机械性能波动情况，曾选择有代表性的规格和成分的钢筋进行试验，结果表明，同炉号的强度波动范围是比较小的，见表 1-1-5。

15 硅钒同炉号钢筋机械性能波动情况

表 1-1-5

钢筋直径 (毫米)	主要化学成分(%)				屈服点 σ_s ($\frac{\text{公斤}}{\text{毫米}^2}$)	抗拉强度 σ_b ($\frac{\text{公斤}}{\text{毫米}^2}$)	伸长率 δ_5 (%)	屈服比 $\frac{\sigma_b}{\sigma_s}$ (%)	冷弯 ($d=3a, 180^\circ$)
	C	Mn	Si	V					
22	0.13	0.71	1.17	0.09	$\frac{42.8-44.0}{43.4}$	$\frac{58.3-59.0}{58.6}$	$\frac{29.0-31.0}{30.4}$	$\frac{134-136.5}{135.0}$	合格
25	0.13	0.77	1.03	0.08	$\frac{39.4-42.1}{41.2}$	$\frac{55.3-58.0}{56.5}$	$\frac{28.8-34.4}{30.3}$	$\frac{133.5-141}{137.1}$	合格
25	0.18	0.79	1.10	0.09	$\frac{46.0-47.5}{46.7}$	$\frac{62.2-64.5}{63.2}$	$\frac{27.5-30.0}{29.0}$	$\frac{135-136}{135.4}$	合格
28	0.13	0.74	1.17	0.06	42.5	57.0	28.8	134.1	合格
28	0.17	0.74	0.98	0.09	44.0	59.5	27.5	135.2	合格

2. 冲击韧性 采用不同化学成分和不同规格的 15 硅钒钢筋进行试验,每一种温度下的冲击试片为 6~12 个,试验结果是令人满意的, -40°C 时还有较高的冲击值,见图 1-1-1。

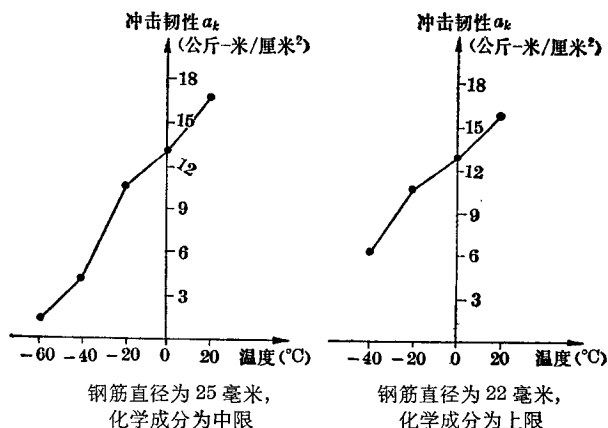


图 1-1-1 15 硅钒钢筋冲击韧性的分布曲线

3. 弹性模量 直径 22 毫米的钢筋采用 X-Y 记录仪测定, 直径大于 22 毫米的钢筋采用百分表测定。所测结果表明, 一般都在 2.0×10^6 公斤/厘米² 以上, 见表 1-1-6。

15 硅钒钢筋原材料弹性模量 表 1-1-6

钢 筋 直 径 (毫 米)	弹 性 模 量 E ($\times 10^6$ 公斤/厘米 ²)
22	$\frac{2.0 \sim 2.09}{2.05}$
25	$\frac{1.97 \sim 2.12}{2.03}$
32	$\frac{2.04 \sim 2.18}{2.12}$

〔注〕分子为波动范围, 分母为平均值。

4. 疲劳性能 在 100 吨万能试验机上进行了低频拉伸疲劳试验, 试验所用的试件为 25 毫米直径的钢筋毛试样。由于夹具未完全过关, 疲劳极限尚未能测出, 但现有结果已超过同级别的某些钢种, 更是大大超过了有关规范规定的要求。可见, 15 硅钒钢筋的疲劳性能是比较好的。部分试验结果列于表 1-1-7。

15 硅钒钢筋疲劳试验结果 表 1-1-7

试件类别	应力特征 ρ	频 率 (次/分)	应力 (公斤/厘米 ²)		疲 劳 循 环 次 数 (万)	备 注
			最大值	最小值		
原 材	0.1	500	2400	240	227.3	断于夹具
			2600	260	298.0	未断
			2800	280	250.0	未断
			3000	300	106.8	断于夹具
冷 拉 4500 公斤/厘米 ² , 250 °C 半小 时时效	0.7	500	4200	2940	250.0	未断
			4600	3220	250.0	未断
			5000	3500	250.0	未断

5. 冷拉时效性能 考虑到 15 硅钒钢筋在某些地区有时也被用于预应力构件中, 故选用 25 毫米直径的钢筋进行了冷拉及各种时效试验。其结果见表 1-1-8、表 1-1-9、表 1-1-10 及图 1-1-2。

15 硅钒钢筋冷拉参数及未时效机械性能 表 1-1-8

试件状态	冷拉应力 σ_0 (公斤/厘米 ²)	冷拉率 (%)	弹性 回缩 (%)	屈服点 σ_s (公斤/毫米 ²)	抗拉强度 σ_b (公斤/毫米 ²)	伸长率 δ_5 (%)	弹性模量 E ($\times 10^6$ 公斤/厘米 ²)	屈服比 σ_b/σ_s (%)
原材				39.4~42.1 41.2	55.3~58.0 56.5	28.8~34.4 30.3	1.97~2.12 2.03	133.5~141.0 137.1
冷拉, 未时效	4500	1.86~2.87 2.28	0.21~0.34 0.25	45.7~46.7 46.1	55.4~58.0 56.5	25.6~28.8 27.0	1.79~1.99 1.89	119.5~125.5 122.8

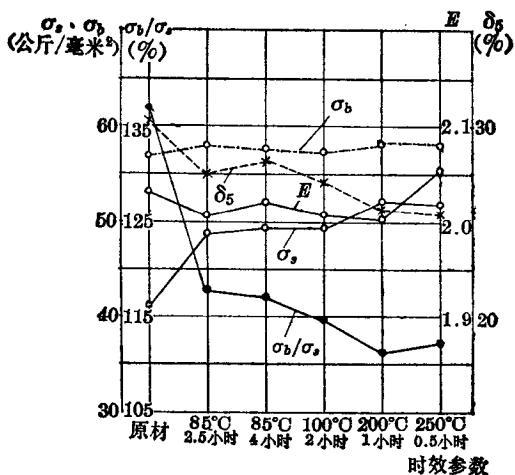


图 1-1-2 15 硅钒钢筋不同时效情况下力学性能的变化

15 硅钒钢筋电热时效后的机械性能 表 1-1-9

电热时效 参 数	屈服点 σ_s (公斤 毫米 ²)	抗拉强度 σ_b (公斤 毫米 ²)	伸长率 δ_5 (%)	弹性模量 $E(\times 10^6)$ (公斤 厘米 ²)	屈 服 比 σ_b/σ_s (%)	备 注
100°C, 6'	$\frac{49.1-49.5}{49.2}$	$\frac{57.1-58.6}{57.9}$	$\frac{24.0-26.4}{25.2}$	$\frac{1.96-2.05}{2.00}$	$\frac{116.5-119.5}{118.1}$	屈服台阶 比较明显
150°C, 10'	$\frac{50.2-50.9}{50.7}$	$\frac{57.2-59.0}{58.3}$	$\frac{24.0-27.2}{25.4}$	$\frac{2.00-2.11}{2.05}$	$\frac{113.5-116.0}{115.0}$	屈服台阶 比较明显
200°C, 15'45''	$\frac{51.4-51.9}{51.6}$	$\frac{57.9-59.2}{58.7}$	$\frac{24.0-27.2}{26.0}$	$\frac{2.06-2.13}{2.09}$	$\frac{112.5-115.0}{113.7}$	屈服台阶 比较明显

〔注〕原材料性能同表 1-1-8。

15 硅钒钢筋自然时效后的机械性能 表 1-1-10

自然时效 时 间	屈服点 σ_s (公斤 毫米 ²)	抗拉强度 σ_b (公斤 毫米 ²)	伸长率 δ_5 (%)	弹性模量 $E(\times 10^6)$ (公斤 厘米 ²)	屈 服 比 σ_b/σ_s (%)	备 注
半 月	$\frac{47.5-48.5}{47.8}$	$\frac{55.8-58.4}{57.0}$	$\frac{25.6-28.8}{27.0}$	$\frac{1.95-2.06}{2.00}$	$\frac{116.5-123.0}{119.4}$	屈服台阶 比较明显
一 月	$\frac{48.3-48.9}{48.6}$	$\frac{56.6-58.0}{57.1}$	$\frac{25.6-28.8}{27.2}$	$\frac{1.97-2.07}{2.01}$	$\frac{116.0-120.0}{117.2}$	
二 月	$\frac{48.5-48.9}{48.7}$	$\frac{55.8-57.4}{56.8}$	$\frac{26.4-28.4}{27.2}$	$\frac{1.97-2.07}{2.03}$	$\frac{114.5-117.5}{116.4}$	

〔注〕原材料性能同表 1-1-8。

从以上试验结果可以看出：

(1) 15 硅钒钢筋冷拉率比较均匀，没有小于 1.5% 或大于 3.0% 的情况。弹性回缩值在千分之三左右。

(2) 当冷拉而未时效时，其屈服强度仅仅少许超过冷拉应力，极限强度几乎无变化；冷拉并完成时效之后，屈服强度则有显著提高（提高了 14% 以上），极限强度亦有所增长。此

时,塑性虽有降低,但延伸率仍保持较高的数值,冷弯合格,而且屈服比(σ_b/σ_s)均在110%以上,超过有关规定的要求。

(3) 无论采取那一种情况时效,初期的时效进展都很迅速,如以弹性模量接近原材的数值而论,或者85°C、4小时,或者电热100~150°C,或者自然时效半月以上都可以达到。但如果要追求完全时效,则需较高的温度或较长的时间。鉴于时效是一项比较费事的工序,而时效所提高的强度一般地都未予以利用,因此,建议时效后的 E 值基本上恢复至原材的水平,以满足设计、张拉施工的需要就行了。这样,就有可能降低时效温度或缩短时效时间,节省一定的人力和物力。

(4) 由于15硅钒钢筋具有屈服强度较高的特点,所以经4500公斤/厘米²的应力冷拉后,冷作变形比较小,反映到冷拉率的数值上都在3%以下,故冷拉而未时效时的弹性模量可达到 1.85×10^6 公斤/厘米²左右;经过一定的时效后,就可达到或接近原材料的数值。

(四)物理性能

1. 临界点 用膨胀法测定,结果列于表1-1-11。

表 1-1-11

A_{c1}	A_{c3}	A_{r1}	A_{r3}
765°C	962°C	679°C	843°C

(试验用钢成分: 0.15%C, 1.30% Si, 0.78% Mn, 0.09% V)

2. 线胀系数 见表1-1-12、表1-1-13。

表 1-1-12

温 度	100°C	200°C	300°C	400°C
瞬时线胀系数	12.0×10^{-6}	12.7×10^{-6}	13.6×10^{-6}	14.5×10^{-6}

表 1-1-13

温 度	100~200°C	200~300°C	300~400°C
平均线胀系数	12.0×10^{-6}	13.1×10^{-6}	14.2×10^{-6}

3. 金相组织 铁素体+珠光体。

实际晶粒度 7~8 级。

4. 硬度 布氏硬度 HB 约 170~179。

(五) 焊接性能 对化学成分为上限的 15 硅钒钢筋, 进行了大量的对焊、电弧焊及接触电渣焊试验, 证明可焊性良好。

1. 闪光对焊 试验中所用的钢筋直径为 22~32 毫米。焊机为 LP-100 型, 焊接工艺为“闪光——预热——闪光焊”。主要焊接参数及其接头的性能见表 1-1-14、表 1-1-15。

15 硅钒钢筋闪光对焊时的焊接参数及接头抗拉试验结果 表 1-1-14

钢筋 直径 (毫米)	主要焊接参数					极限强度 (公斤/毫米 ²)	抗拉时断裂部位			冷弯
	变压器 级次	调伸 长度 (d)	预热 留量 (毫米)	二次闪 光留量 (毫米)	顶锻 留量 (毫米)		母材 (根)	热影 响区 (根)	焊缝 (根)	
22	IV~VII	1.0~ 1.5	2	7	5	$\frac{57.1 \sim 60.3}{59.7}$	48	0	0	48 根 全部合格
25	V~VII	1.0~ 1.25	4	7	5	$\frac{54.6 \sim 56.6}{57.8}$	62	0	1	63 根 全部合格
32	VI~VII	1.0	6	8	7	$\frac{60.8 \sim 63.7}{62.2}$	23	0	1	24 根 全部合格

〔注〕表列数据系稳定性试验的汇总结果。

15 硅钒钢筋对焊接头常温下的冲击值 表 1-1-15

试件部位	冲击值 a_k (公斤-米/厘米 ²)	备 注
焊 缝	$\frac{11.0 \sim 23.9}{15.8}$	试件尺寸为 10×10×55 毫米
热影响区	$\frac{11.8 \sim 21.9}{18.3}$	

此外,对 15 硅钒钢筋对焊接头(经过冷拉、时效)还进行了疲劳试验,其结果见表 1-1-16。

15 硅钒钢筋对焊接头疲劳试验结果 表 1-1-16

试件状态	应力特征 ρ	频率 (次/分)	应力 (公斤/厘米 ²)		疲劳循环次数 (万次)	备 注
			最大值	最小值		
对焊接头	0.7	500	3600	2520	250	未 断
毛 试 样	0.7	500	3800	2660	193	断于热影响区
(冷拉时效处理)	0.7	500	4000	2800	165	断于热影响区

2. 电弧焊 电弧焊试验以坡口接头为主,并对帮条接头和搭接接头进行了一定的试验。

以往,对于普通低合金钢的电弧焊,一般均规定采用抗裂性较好的低氢型碱性焊条,但这种焊条需采用直流焊机或需采用具有较高次级电压的交流焊机,并且焊前须经 250~300°C 烘焙 1~2 小时,以及要求较高的操作技术等,这样,给生产上,特别是给三线建设带来许多不便。为此,我们在试验中采用了上海电焊条厂在无产阶级文化大革命中创制的“新 69 焊条”。这种焊条能交、直流两用,在操作工艺上具有一般酸性焊条的优点,即:易于操作、脱渣容易、表面光洁等;在机械性能方面完全符合有关标准 GB981-67 所列的 T55 级焊条的性能要求。

电弧焊试验用的钢筋成分为上限,直径为 22、25 毫米,施焊形式见图 1-1-3、图 1-1-4。现将坡口焊试验结果列于表 1-1-17、表 1-1-18。

从表列情况可以看出,无论那一种接头类型,其抗拉强度