

# 现行标准牌号 Q235 角钢性能的研究

李 光

(北京首钢红冶钢厂 北京 10000)

**摘 要:** Q235 我国钢铁产品中产量最大的牌号,本文对北京首钢红冶钢厂 Q235 角钢大规模生产数据进行了抽样和统计分析,认为现行 GB/T 700 中的 Q235 牌号标准水平低实物质量高的现象应是普遍的, Q235 浪费了宝贵的钢铁资源。本文提出了本企业标准牌号 HQ275 (Q235 的代替牌号),并对其进行了对比评价和可行性分析。对 GB/T700-1988 修订提出了建设性意见,认为其应加紧修订和实施。

**关键词:** Q235 角钢;统计分析;浪费资源;HQ275;GB/T 700;修订

**中图分类号:** TG335.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-0514(2006)05-0034-05

## Performance studies of the existing Q235 angle steel standards

LI - Guang

(Beijing Shougang Hongye Steel Plant, Beijing 102249, China)

**Abstract:** Q235 is the biggest trademark in the output of chinese steel products, Sampling and statistical analysis is applied in the mass Q235 angle steel production data in Beijing Shougang Hongye Steel Plant in the article, which show the phenomenon should be universal that the current Q235 standard in GB/T 700 is low but one's physical quality is high, Q235 wasted valuable steel resources. This article raises the enterprise integration standards HQ275 (Q235 replacement trademark), and a comparison of its evaluation and feasibility analysis. Finally, it brings forward the constructive view to the amendments of GB/T700-1988 that should be stepped up and implemented.

**Key words:** Q235 angle steel; statistical analysis; waste resources; HQ275; GB/T700; amendment

### 0 前言

碳素结构钢是钢铁生产中产量最大、品种最多、用途最广的钢类,是工程结构的主要原材料。碳素结构钢中只含铁、碳、硅、锰及杂质元素磷和硫,不含其它有意添加的合金元素。它一般不要求进行热处理,通常在交货状态下使用,其性能主要取决于钢中的碳含量。

中国碳素结构钢国家标准 GB/T 700-1988 中按碳的成分区间划分了 5 个牌号,见表 1。

表 1 牌号与碳含量对比表

碳含量	0.06 ~ 0.12	0.09 ~ 0.15	0.12 ~ 0.22	0.18 ~ 0.28	0.28 ~ 0.38
牌 号	Q195	Q215	Q235	Q255	Q275

其中 Q195 和 Q215,因塑性好、强度等级低,主要是控制化学成分,保证良好的工艺性能,基本用于非

标用途,代替牌号 08、10 优质碳素结构钢制造冲压件、焊接结构件;而 Q255 和 Q275,因强度高耐磨性较好、焊接性和低温冲击韧性差,一般用于承受中等机构结构, Q275 也可做非标用途代替牌号 30、35 优质碳素结构钢,目前市场鲜见其牌号的产品; Q235 是最通用的工程结构用钢之一,具有优良的焊接性和塑性,但强度较低,是 GB/T 700-1988 的代表性牌号和产量主体。因此研究 Q235 钢相当于研究了碳素结构钢的实际应用。

笔者结合目前控制轧制的理念已广泛地被各级钢铁企业接受并实际运用的有利现状,认为有必要对 Q235 的这个问题进行深入研究。

本文采用统计技术对本厂牌号 Q235 角钢的实物性能质量进行了抽样分析,评价了 Q235 钢材的技术性和社会性,同时对 GB/T 700-1988 的进一步修订也提出了建设性意见。

收稿日期:2006-08-25

1 Q235 钢材实物质量分析

以北京首钢红冶钢厂采用 Q235 坯料轧制的等边角钢为对象进行抽样分析。

1.1 生产工艺、装备

1.1.1 坯材车间工艺流程

加热→ $\varnothing 550 \times 2/\varnothing 450 \times 2$ (横列式)→热锯→检验→冷床水冷→矫直→检验→包装→入库

产品:  $\angle 6.3$  号 ~ 10 号

1.1.2 轧二车间工艺流程

加热→ $\varnothing 500 \times 1/\varnothing 300 \times 2/\varnothing 250 \times 5 + \varnothing 300 \times 1$ (半连续式)→检验→剪切→矫直→检验→包装→入库

产品:  $\angle 3$  号 ~ 5.6 号

1.1.3 坯料: 首钢二、三炼钢厂 120<sup>2</sup>、130<sup>2</sup>、140<sup>2</sup>、Q235B 级钢。

1.1.4 出炉钢温: 1 250 ~ 950℃。

1.1.5 终轧钢温: 1 100 ~ 850℃。

1.2 抽样

抽样分组按表 2 要求进行,具体的样本数据见表 3。

表 2 Q235 级钢还轧制等边角钢的性能统计抽样分组

抽样编组	抽样属性
1	轧二车间按 Q235A 交货的 4 号与 5 号角钢的性能统计。
2	轧二车间采用控制化学成分 + 轧后风冷后,生产欧标 S275JR 级 4 号与 5 号角钢的性能统计,用以与编组 1 对比。
3	坯材车间按 Q235A 交货的 $\angle 90 \times 90 \times 7$ 角钢,因为 9 号角钢终轧温度高、在该车间所有规格中延伸系数最小,性能属于相对最低的型号,因而用它进行比较分析。
4	坯材车间按 Q235A 交货的 $\angle 90 \times 90 \times 8$ 角钢,用以与编组 3 对比不同厚度情况下的性能。
5	坯材车间控制化学成分后,生产 SS400 级不同规格的角钢综合性能统计。

表 3 牌号 Q235 钢还轧材性能统计分析

抽样编组	交货牌号	轧制机组	碳含量	工艺/时间	角钢规格	样本量/炉	力学性能指标	范围	平均值/MPa	标准差 S/MPa	达标 Q235	
											长期过程能力指数 P <sub>PL</sub>	能力评价
1	Q235A	小型半连	0.12 ~ 0.20	冷床空冷 2005 年 1 ~ 2 月	4 号 5 号	62	Rel	285 ~ 365	326	16.09	1.89	过剩
						62	Rm	410 ~ 495	458	16.66	1.66	过剩
						62	A	29 ~ 41	35	2.72	1.10	充分
2	S275JR	轧机组	0.15 ~ 0.20	加热、轧制与编组 1 相同 不同:冷床风冷 2005 年 1 ~ 2 月	4 号 5 号	62	Rel	305 ~ 360	331	10.92	2.93	过剩
						62	Rm	430 ~ 500	467	12.96	2.37	过剩
						62	A	31 ~ 42	36	2.26	1.47	充足
3	Q235A	中型横列	0.12 ~ 0.20	冷床水冷 2003 年 2 ~ 10 月	9 号 7mm 厚	57	Rel	300 ~ 340	322	10	2.90	过剩
						57	Rm	430 ~ 480	456	12.1	2.23	过剩
						57	A	30 ~ 43	36.61	2.6	1.36	充足
4	Q235A	式机组	0.12 ~ 0.20	冷床水冷 2003 年 2 ~ 10 月	9 号 8mm 厚	38	Rel	270 ~ 335	303	14	1.62	充足
						38	Rm	420 ~ 470	442	14.1	1.58	充足
						38	A	27 ~ 40	36.21	2.1	1.62	充足
5	SS400		0.15 ~ 0.20	加热、轧制及冷却与编组 3、编组 4 相同 2005 年 1 ~ 2 月	6.3 ~ 10 号	72	Rel	290 ~ 345	314	10.56	2.49	过剩
						72	Rm	420 ~ 475	450	9.88	2.53	过剩
						72	A	目标采用定标距试样,不能简单比较				

1.3 抽样分析与评价

表 3 过程能力评价一栏可见,Q235 钢坯在很大的温度波动下及不同规格、不同成分、不同冷却制度下批量生产的 Q235 级角钢,在强度指标上的长期过程能力指数绝大部分是过剩的,在塑性指标上过程能力也是充足的(冷弯性能 100% 合格)。角钢实物综合性能基本是 S275 强度和 Q235 的塑性的强强组合,牌号 Q235 已名不符实了。对这种综合性能优良的原 Q235 角钢,本文以北京首钢红冶钢厂厂标“H”为字头,重新命名为牌号 HQ275。欧标 EN 10025 和 ISO 630 等标准内的相关牌号,在化学成分上基本与 Q235

相同,但它们按交货强度的高低却划分不同牌号,其中 S275 和 E275 一般为碳素结构钢最高级别牌号,而 GB/T 700 只有一个 Q235。这一点的差异造成了我国普钢市场鱼龙混杂,一方面造成了劣质小钢厂的大量滋长,另一方面浪费了大量钢铁资源,不利于国家鼓励低耗、高性能产品发展的钢铁产业政策。

2 HQ275 级钢技术分析

2.1 HQ275 的代号与等级

H 是北京首钢红冶钢厂厂标,其它要求符合 GB/T700 中牌号命名的规定。

2.2 化学成分和性能

5。

2.2.1 HQ275 的化学成分与性能指标详见表 4 和表

2.2.2 化学成分与性能对比评价详见表 6~表 8。

表 4 HQ275 化学成分(熔炼)表

牌 号	C	Si	Mn	P	S	N	Ceq
HQ275B/C/D	0.12~0.20	≤0.3	0.30~0.70	≤0.045	≤0.045	≤0.008	≤0.36

表 5 HQ275 力学性能及工艺性能一览表

牌号	厚度/mm	屈服 Rel/MPa	抗拉 Rm/MPa	延伸 A/%	冷弯	冲击试验 V 型		屈服比 Rel/Rm
						温度/℃	冲击功 J	
HQ275B	3~12	≥275	≥410	≥26	d=a	+20	≥27	≤0.8
HQ275C						0	≥27	
HQ275D						-20	≥27	

表中数据为 3~16mm 厚度钢材性能。

表 6 HQ275 与相关碳素结构钢牌号化学成分(熔炼)对比

牌 号	等 级	C	Si	Mn	P	S	N
Q235	B	0.12~0.20	≤0.3	0.30~0.70	≤0.045	≤0.045	≤0.008
Q255	B	0.18~0.28	≤0.3	0.40~0.70	≤0.045	≤0.045	≤0.008
Q275	-	0.28~0.38	≤0.3	0.50~0.80	≤0.045	≤0.045	≤0.008
SS400	-	-	-	-	≤0.050	≤0.050	-
A36	-	≤0.26	≤0.4	-	≤0.050	≤0.040	-
S275	JR	≤0.21	-	≤1.5	≤0.045	≤0.045	≤0.009
HQ275	B/C/D	0.12~0.20	≤0.3	0.30~0.70	≤0.045	≤0.045	≤0.008

Q235 和 S275 C、P、S 随等级增加略有下降

表 7 HQ275 与相关碳素结构钢牌号性能对比

牌 号	等 级	屈服强度/ MPa	抗拉强度/ MPa	延伸率 A/ %	冷弯性能	冲击性能(V 型)	
						温度/℃	冲击功/J
Q235	A/B/C/D	235	375	26	d=a	-/+20/0/-20	27
Q255	A/B	255	410	24	d=2a	-/+20	27
Q275	-	275	490	20	d=3a	-	-
SS400	-	245	400	17~21*	d=1.5	-	-
A36	-	250	400	-	-	-	-
S275	JR/J0/J2G3/J2G4	275	410	22	-	-/+20/0/-20	27
HQ275	B/C/D	275	410	26	d=a	+20/0/-20	27

\*:SS400 为定标距试样;表中数据为 3~16mm 厚度钢材性能。

表 8 牌号对比评价

牌 号	性 能 评 价
Q235	具有优良的塑韧性和焊接性,强度低,最高等级可保证-20℃冲击性能
Q255	强度略有上升,延伸率下降、冷弯性能下降、最高只能保证常温冲击
Q275	较高的强度和碳含量,延伸率和冷弯性能及焊接性明显低于 Q235,不分等级,不保冲击性能
SS400	强度值高于 Q235,一定冷弯性能和延伸率,不保冲击性能和焊接性
A36	强度值高于 Q235,延伸率相当,其它性能没有明示,需双方协议
S275	较高的强度,延伸率略低于 Q235,最高 J2G4 级保证-20℃冲击性能,但锰含量较高已达到低合金钢范围,不利于焊接性和制造成本
HQ275	钢材具有优良的综合强韧性能 强度达到欧标 S275 水平,明显高于 Q235、Q255、SS400 和 A36; 延伸率、冷弯和低温冲击韧性保留了 Q235 的最佳水平,优于其它牌号; 给出了碳当量和屈服比上限,确保了焊接性、抗震性及加工性能。

2.3 HQ275 可行性分析

2.3.1 表 9 列出了表 3 中力学性能抽样编组达标 HQ275 的统计分析,表 10 列出了屈服比最大值达标 0.8 的统计分析。

2.3.2 分析

·编组 2 和编组 5 中 S275JR 与 SS400 生产中采用了控制 Q235 碳含量成分 + 轧后采用风冷或水冷措施,过程能力达到牌号 HQ275 批量生产要求。

·编组 1 抽样中抗拉强度略低,主要原因应是开轧温度范围大,导致了成品性能波动范围宽(S 值大),另外轧后空冷温降过慢也是导致强度绝对值不高的原因。

·编组 3 抽样达标的原因,主要是因为品种单一,延伸系数相同波动小,9 号角钢 7mm 薄壁角钢轧制时间长终轧温度低。

·编组 4 抽样中强度指标显示过程能力不足,主要是与 9 号角钢 8mm 厚度角钢轧制节奏快,终轧温度高且波动大,精轧延伸系数小有关。

·内控措施统计评价

编组 2 和编组 5 中,性能指标全部达到了 HQ275 的要求。因 1 号和 2 号的轧制机组、轧制时间、规格等外界条件相同,故对其抽样性能进行定量的方差分析,以考察控制成分和轧后风冷因素的影响。

列方差分析表 11。

表 9 力学性能达标 HQ275 的长期过程能力分析表

抽样编组	1		2		3		4		5	
	P <sub>PL</sub>	评价	P <sub>PL</sub>	评价	P <sub>PL</sub>	评价	P <sub>PL</sub>	评价	P <sub>PL</sub>	评价
屈服强度	1.06	充分	1.71	过剩	1.57	充足	0.67	不足	1.23	充分
抗拉强度	0.96	勉强	1.47	充足	1.27	充分	0.76	不足	1.35	充足
延伸率	1.10	充分	1.47	充足	1.36	充足	1.62	充足		

表 10 屈服比最大值达标 0.8 的统计分析表

编组	牌号	轧制时间	规格	样本量/炉	范围	平均值	波动标准差	过程能力 P <sub>PU</sub>	过程能力评价
1	Q235A	2005/1~2	4 号 5 号	62	0.67~0.76	0.71	0.019	1.57	充足
2	S275JR	2005/1~2	4 号 5 号	62	0.68~0.74	0.71	0.013	2.34	过剩
3	Q235A	2003/2~10	7*90	57	0.67~0.74	0.71	0.016	1.93	过剩
4	Q235A	2003/2~10	8*90	38	0.61~0.73	0.68	0.020	1.93	过剩
5	SS400	2005/1~2	6.3 号~10 号	72	0.66~0.74	0.70	0.018	1.90	过剩

表 11 方差分析表

编号	项目	总自由度	组内	组间	总偏差平方和	组间偏差平方和	组内偏差平方和	组间均方差	组内均方差	F 比	$F_{0.05}(1, \infty)$
			自由度	自由度		3.84					
1,2	屈服强度	124	123	1	23 816.73	750	23 066.53	750.2	188	4.0	影响显著
1,2	抗拉强度	124	123	1	29 324.8	2 889	27 186	2 888.8	221	13.1	影响显著

结论:从方差分析可见,在 a = 0.05 的显著性水平上,控制碳含量和轧二车间增加风冷的措施对 Q235 钢的屈服强度和抗拉强度产生了显著的影响。同时,它也解释了编组 5 中的坯材 SS400 角钢尽管包含 6.3~10 号所有规格,但其性能的过程能力仍达标 HQ275 的原因。

·由于北京首钢红冶钢厂轧钢生产线较落后,精轧机组能力低,未能实现真正的温控轧制, Q235 角钢在实际热轧生产时,属再结晶区~~和~~非再结晶区无规律轧制,产品性能相对波动较大,但是在此种条件下,仍基本上具备批量生产 S275 和 HQ275 的能力,那么在其它新建或较为先进的轧钢生产线上也应更具备

生产 275 级钢的条件,换句话说,牌号 Q235 标准水平低实物质量高的现象应是普遍的。Q235 浪费了大量钢铁资源,GB/T 700 - 1988 应加紧修订。

3 GB/T 700 - 1988 修订建议

(1)Q235 等级牌号应用广泛,235 等级的船用和桥用等专用钢基本也属于其范围。目前尽管 Q235 属低耗牌号,但综合性能优异的高强度牌号如 Q390、Q420、Q460 及 HRB400、HRB500 等要大规模领导市场,决非一朝之功,生产企业及相关方还需在技术上、经济性上及推广应用上深入开展工作,Q235 还会在长时期内大规模占领市场,因此 GB/T 700 - 1988 修

订意义重大。

(2) 建议国家标准的制修订中,技术要求应充分体现技术进步,相比企业标准主要应考虑的是具体顾客的适用性问题。

(3) 建议在标准制修订中大量应用统计技术分析,挖掘技术创新点。

(4) HQ275 只是企业标准牌号而已,建议在 Q235 成分框架内采标 S275 或 E275 与 Q235 形成系列。二者的屈服强度较 Q235 提高了  $(275 - 235)/235 = 11.43\%$ ,与同强度级的钢结构相比可节约 10% 钢材,并且保留了 Q235 优良工艺性能,所以其技术性和经济性是毋庸置疑的。

(5) 产品性能参数是需方需求的真实质量特性,而成分和生产工艺则是供方为满足需方确认的产品性能而设计的过程因素,它并不具备唯一性。因此建议修订 GB/T 700 - 1988 时淡化标准中关于化学成分和冶炼过于严格的等级区分,偏重钢的综合力学和工

艺性能参数的周全和领先。另外建议大量采用协议附加条款,来保障顾客对工艺因素的特殊需求。

#### 4 结语

1) 本文采用统计技术对 Q235 角钢实物性能和 HQ275 的可行性进行了分析,认为 Q235 浪费钢铁资源, HQ275 在生产中具备可行性, HQ275 体现了 Q235 钢的真正水平和技术进步。

2) HQ275 较 Q235 同等级钢可节省钢材约 10%, 会给劣质小钢厂造成技术壁垒,符合国家钢铁工业发展方向,具有很好是经济性和社会性。

3) 修订 GB/T 700 - 1988 意义重大,建议尽快进行。

4) 建议修订 GB/T 700 - 1988 时在 Q235 成分框架内采标 S275 或 E275 与 Q235 形成系列,偏重性能指标的周全与领先,大量采用协议附加条款形式来体现推荐性。

#### · 动态与简讯 ·

### 国际国外标准

2006 年 7 月 10 日到 7 月 12 日,组团参加了在英国伦敦召开的第 34 届 ISO TC17/SC12 连轧钢板及钢带国际标准会议,来自宝钢、首钢、武钢、唐钢、鞍钢和冶金工业信息标准研究院的专家们,与来自美国、加拿大、德国、日本、印度等国的代表共同讨论了热轧钢板、冷轧钢板、热镀锌钢板的不平度允许偏差等十余个国际标准;

2006 年 7 月 19 日 - 20 日,在鞍山钢铁集团公司召开了“制丝用盘条”国际标准研讨会,来自首钢、武钢、沙钢、青岛钢铁集团公司、安阳钢铁集团公司、唐钢、ASM 集团(上海)有限公司等 9 个单位的 18 名代表参加了会议。会议对国际标准技术内容进行了讨论,提出了我国对国际标准的修订意见,会议决定成立国际标准中国工作组,参加国际标准的起草,以达

到积极吸取国外先进经验和技術,促进国内技术进步和产品质量提高,在国际标准中充分体现和反映中国的利益的目的。

2006 年 7 月 19 日 ISO/TC17/SC17“国际标准化组织盘条和钢丝技术委员会”的“ISO/WD 17832 子午线轮胎用钢帘线”国际标准新工作项目草案正式启动,钢帘线产品被称为是“金属制品的皇冠产品”,制定钢帘线产品的国际标准,有望促进国际贸易,进一步提高产品的质量。2006 年 8 月 30 日 - 31 日,组团参加了在德国召开的 ISO TC17/SC16 钢筋试验方法国际标准会议,来自宝钢、水钢和冶金工业信息标准研究院的代表,与来自美国、英国、德国、日本、法国、芬兰等 8 个国家的代表共同讨论了钢筋和预应力用钢、钢筋网试验方法等 3 个国际标准。

### 标准审定情况

- ① 2006 年 8 月 14 日《预应力钢棒用热轧盘条》通过审定
- ② 2006 年 7 月 20 日《钢拉杆》通过审定
- ③ 2006 年 9 月 5 日《热轧和锻制圆管坯》通过审定