

C—8513 钢锭模结构设计分析及实践

池 兴 槐

(武钢钢研所 邮编 430080)

【摘要】 武钢 C—8513 钢锭模结构设计、分析及其生产实践表明, C—8513 钢锭模使用过程中应力分析结果与实际效果不相符。该模平均寿命 41 次, 吨钢消耗约 30kg (未经修补等), 比 D—8413 钢锭模单耗少 30% 左右, 效果明显。

关键词 C—8513 钢锭模 设计分析

DESIGN ANALYSIS AND PRACTICE OF C—8513 INGOT MOULD

Chi Xinhuai

(Iron & Steel Research Institute WISCO)

【Synopsis】 Analysis on the design of the C—8513 ingot mould structure and practice in wisco show that the results of stress during using C—8513 die do not conform to practical effects. The average lifetime of the mould is 41 times, and the loss per ton of steel is approximately 30kg (not repaired), which is smaller than the loss of D—8413 ingot mould by about 30% and has a more distinct effect.

Keywords C—8513 ingot mould design analysis

1 前 言

C—8513 锭型(原称 WCB—8513)是为搞好锭坯系列化及结构合理化, 改进锭坯尺寸及扩大品种以提高一炼钢厂和初轧厂生产能力而设计的。1985 年底设计出图订货。1991 年 7 月起投产使用。

1991 年起武钢委托某钢研所进行钢锭模优化设计研究。针对 C—8513 钢锭模结构及对其在使用过程中做温度场和应力场的分析, 预测 C—8513 钢锭模主要报废形式将是角部开裂及模上窄边纵裂(角部纵裂趋势最大)。生产实践表明, C—8513 钢锭模主要报废原因: 模下窄边纵裂及模中宽边内壁龟裂而报废。与某钢研所对上述钢锭模的分析结

果完全不相符。

1991 年 7~12 月止, C—8513 模挂板生产中低碳镇静钢产量 50135.54t, 其板坯成坯率: 85.495%, 比同期 D—8413 模戴帽钢成坯率高出: 4.671%。

1992 年 2 月 20 日至 4 月份止, C—8513 模生产沸腾钢产量: 17108.4t, 其板坯成坯率: 89.481% 与同期 C—8412 模生产沸腾钢成坯率相近。

生产实践表明, C—8513 模生产镇静钢的模耗为 29.48kg/t (未经修补), 比 1990 年度 D—8413 模耗降低 13.55kg/t (约 30%), 效果明显。该模主要报废原因: 模底窄边生成纵裂及钢锭模宽边中部内壁龟裂而报废。为了降低模耗, 提高效益, 应进一步完善钢锭模

判废标准及修补等措施。

2 钢锭和钢锭模设计

2.1 钢锭重量

锭重主要取决于钢材品种规格。C—8513 锭型是按初轧轧制 $240 \sim 250 \times 1200 \sim 1400$ (mm) 沸腾钢和镇静钢的板坯设计,以供热轧厂及轧板厂。当浇注沸腾钢时,钢锭单重为 13.0t;当浇注镇静钢时,钢锭单重:13.66t,与 D—8413 锭型的单重及板坯规格相比均较大。

2.2 钢锭尺寸及其形式

C—8513 钢锭模为两用模,既能生产沸腾钢锭又能生产镇静钢锭。钢锭上下断面尺寸为: $1420 \times 580/1470 \times 655$ 、 $R = 60$ (mm),此外,钢锭宽面呈拱形,拱高为:25mm,以利增加表面积,改善加热及轧钢质量。

2.3 钢锭模设计

2.3.1 设计思想

为了便于生产管理,钢锭模型式愈少愈好,但应首先考虑钢锭质量,防止和消除因钢质不良而造成的废品,其次是提高炼钢、轧钢的生产能力,最后是从设计、制作及使用三因素进行研究改进,尽量降低钢锭模单耗,提高效益。

钢锭形状确定后,钢锭模设计尺寸及型式可参照和总结国内外设计经验,在采用被证明可靠的那些特性的基础上,考虑到铸造工艺及使用管理等因素,分配上、中、下部厚度等。结构设计主要准则是:(1)扁模子各部位分布尽可能合理(含制造公差),热应力尽可能小,以防应力集中,提高模子整体结构的强度、刚性及寿命。(2)应考虑钢锭模使用条件的影响。

2.3.2 钢锭模设计

根据模注钢液凝固及模子热胀冷缩作用下变形规律,又考虑到扁模宽厚比值大直接

影响模子寿命及消耗,应选择适当的模壁厚度及其形式。

生产实践表明,由于扁型钢锭模比方型(或矩形)钢锭模的宽厚比偏大,故容易产生应力集中,特别是在钢锭模窄边上、下部易生成纵裂。在钢锭模宽边外形轮廓采用一定的曲率(如拱形及波浪形等),可以使应力分布均匀。本设计模子外形选用拱形高度:40mm,比模子内腔拱高较大(15mm),相当于在模子宽面设置一个与变形卡锭方向相反的预变形。

钢锭转角半径(R)的大小会影响钢锭质量及模子寿命,转角半径过大易产生钢锭角部裂纹;转角半径过小易产生钢锭模角部纵裂。生产实践表明,武钢 C—8412 钢锭模转角半径选定 60mm,钢锭模及钢锭质量尚好。

模重和锭重的比值,与钢种及模型不同有所区别。扁模比方模的比值略大(0.2~0.50),相应地扁模比方模吨钢消耗也大。

根据国内外生产实践表明,由于钢锭角部表面积小,冷却速度快,钢锭模角部受热条件轻微,故钢锭模角部壁厚等于其同一水平面平均壁厚的 90%左右,能保证钢锭和模子各部位均匀冷却和避免产生角部裂纹现象。

2.4 C—8513 钢锭模温度场及应力场分析*

1991 年起武钢委托某钢研所铸造研究室进行钢锭模优化设计,并对武钢 C—8513 钢锭模作温度场及应力场分析,预测模子各部位的开裂趋势。表 1 为 C—8513 钢锭模设计参数。

某钢研所曾对 C—8513 钢锭模 1/2 高处截面外壁温度变化进行分析,预测注锭后模外表面温度迅速上升,前 40min 钢锭模窄面比宽面的升温速度略低。注锭约 50min,窄边外表面温度基本稳定在 600℃左右,宽面温度继续上升至浇后 100min 左右温度开始稳定在 750℃左右。脱模后钢锭模表面温度

* 某钢研所提供

表 1 C—8513 和 D—8413 模子设计参数对比

模 型	钢锭上下断 面尺寸(mm)	钢锭宽 面形式	宽厚 比 (R/B)	钢锭斜度(°) i_1 i_2	转角 半径 (mm)	高宽比 (H/D)	钢锭 浇高 (mm)	模重锭 重比值	模外上下断面 尺寸(mm)	轧制规格 (mm)
KC—8513 (两用模)	1420×580 1470×655	拱形 (拱高: 25)	2.34	1.0 1.56	60	2.2	Z: 2280 F: 2210	1.21	1850×1000 1960×1125 H:2400	1200~1400
D—8413 (戴帽)	1450×540 1400×660	直边形	2.38	1.32 3.29	85	1.97	Z:2395	1.14 (不含 帽壳)	1880×1090 1760×900 H:2235	1200~1350
差值	+20 -5 +20 +40		-0.04+0.32	-1.73	-25	+0.24	Z: -115			-50

迅速下降。C—8513 模中部截面壁温度变化，见图 1。

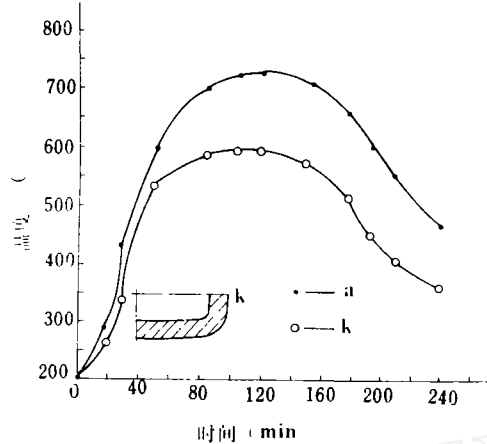


图 1 C—8513 钢锭模中截面外壁温度变化

窄边中心处热应力参数变化较突然，也易导致窄边生成纵裂。

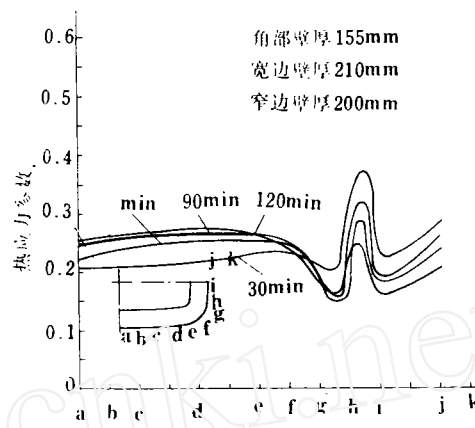


图 2 C—8513 钢锭模上口外壁热应力参数分布

由于扁模宽厚比大，温度分布不均匀，浇注时模内外温差最大，窄边比宽边外表面温度上升略慢，要承受更大的温差，故扁模窄边极易产生纵裂，为此，应适当增加窄边抗裂能力，以防止过早产生纵裂现象。

C—8513 模口上部外壁热应力参数及热应力分布预测，见图 2、3。

从图 2、3 可知，热应力分布规律大致相近，在钢锭模角部存在明显热应力和热应力参数峰值，注锭后 30min 峰值最大，角部热应力参数值为宽面和窄面值的二倍左右。因此，预测钢锭模使用中极易产生角部纵裂。虽然窄边热应力参数绝对值并不很高，但靠近

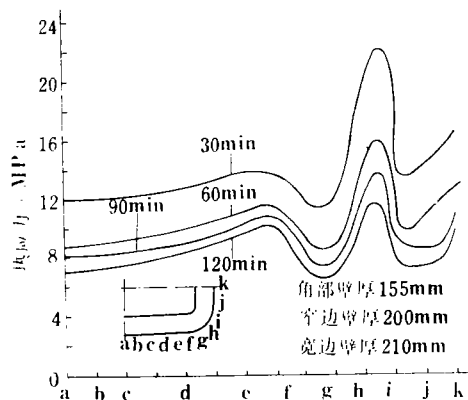


图 3 C—8513 钢锭模上口外壁热应力分布

C—8513 模 1/2 高度截面外壁热应力参数及热应力分布规律,见图 4.5。图 6 为该截面宽边外壁、窄边中点热应力及热应力参数随时间变化规律。

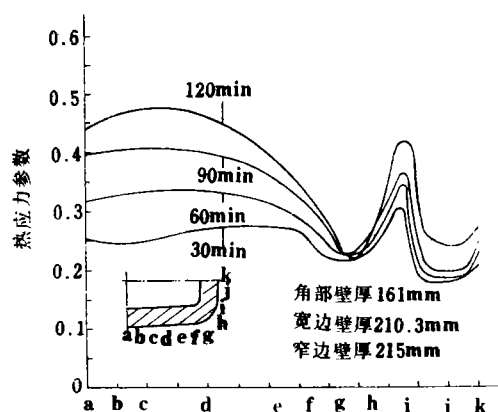


图 4 C—8513 钢锭模中截面外壁热应力参数分布

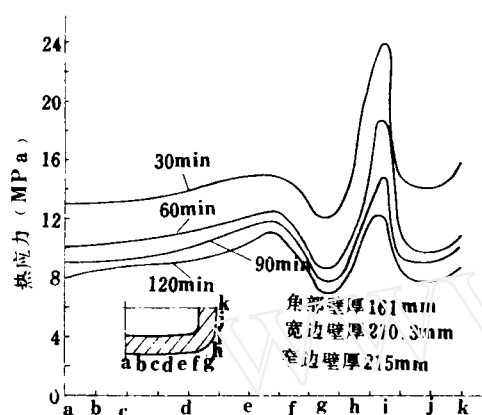


图 5 C—8513 钢锭模中截面外壁热应力分布

钢锭模 1/2 高处截面热应力、热应力参数分布规律及其随时间变化规律与模口上部相近,转角部位也有明显应力集中和热应力参数集中,极易产生角裂。

综上所述,经某钢研所作 C—8513 钢锭模使用过程应力分析表明:由于模壁厚度选择不当,角部壁厚偏小,在角部有热应力及热应力参数集中,易形成早期角部开裂,窄边外形凸度偏大,易在上口形成窄边纵裂。

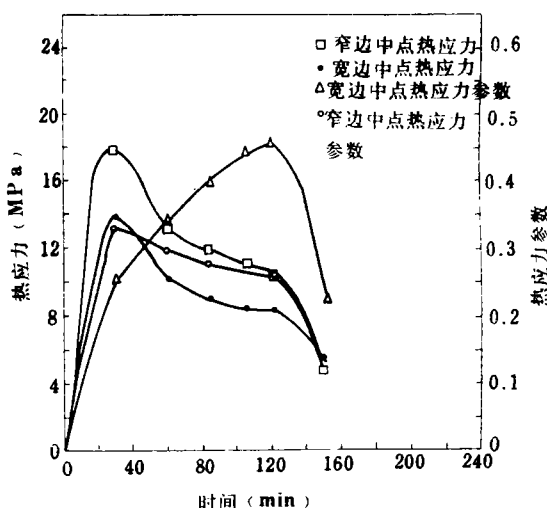


图 6 C—8513 钢锭模中截面外壁热应力参数,热应力变化

3 生产使用结果

3.1 炼钢方面

3.1.1 C—8513 钢锭模生产镇静钢和沸腾

钢的冶炼、铸锭均按现行规程执行

当浇注镇静钢时,钢锭本体上升速度:125~180mm/min;当浇注沸腾钢时,钢液上升速度为 140~200mm/min。

3.1.2 降低绝热板消耗

C—8513 钢锭模挂绝热板组装为两板式,不仅简化生产工序,减轻工人劳动强度,而且减少绝热板、射钉及挂钩的消耗。该模型比 D—8413 模型绝热板用量少 61%;比 C—8412 模型挂板用射钉及钉钩数量分别减少 30%和 50%。

3.2 初轧方面

3.2.1 增加钢锭单重,提高轧机小时产量

C—8513 锭型生产镇静钢和沸腾钢锭单重均有所增加,可提高装炉量分别为 2.7%和 16%;提高轧机小时产量分别为 6%和 12%。

3.2.2 提高钢锭成坯率

1991 年 7 月 24 日至 12 月份生产统计,C—8513 模挂板生产镇静钢:50135.54t,其

成坯率为 85.495%，见表 2。比同期 D—8413 锭型的成坯率高出 4.671%。

1992 年 2~3 月份生产统计，C—8513

模生产沸腾钢锭：16620.4t，其成坯率为 89.445%，与同期 C—8412 模生产沸腾钢相近，见表 3。

表 2 C—8513 模生产镇静钢轧钢情况

钢种	罐数	原料量 (t)	缩孔 (t)	拉裂 (t)	压痕 (t)	结疤 (t)	压坯 (t)	成坯量 (t)	轧出率 (%)	成坯率 (%)
中低碳钢	218	50135.54	312.819	90.267	38.83	27.445	5.896	42863.531	86.431	85.495

表 3 C—8513 和 C—8412 模生产沸腾钢轧钢情况

锭型	罐数	钢种	原料量(t)	流渣(t)	汽泡(t)	成坯量(t)	轧出率(%)	成坯率(%)
C—8513	70	Q215F	17108.4	103.123	22.38	15308.693	90.214	89.481
		Q235F						
C—8412	42	Q215F	10063.66	116.244	/	9011.188	90.697	89.542

3.3 钢锭模报废形式及其单耗

3.3.1 钢锭模报废形式

C—8513 钢锭模由轧辊厂制作，首先分批生产模子均按冲天炉铁水浇铸操作规程执行。

一炼钢厂使用钢锭模损坏程度和报废均由在厂检查员和车间模检员判定。

C—8513 钢锭模损坏形式主要是模底窄边*过早生成纵裂及宽边内壁龟裂(晚期)而报废。可见，这与某钢研所对上述模子使用过程应力分析结果完全不相符。

3.3.2 钢锭模消耗

1991 年 7 月 19 日至 12 月 9 日生产统计，一炼钢厂首次使用 C—8513 模挂板生产镇静钢产量：55106t，吨钢模耗为 29.48kg。

1992 年 2~5 月份生产统计，C—8513 模型生产沸腾钢产量 17108.4t，吨钢模耗为 31.11kg。

1994 年 5~6 月份进行 C—8513 模型(高炉铁水材质，改名 C—9213 模型)跟踪观察结果，该模生产镇静钢的钢锭模消耗为 28.40~31.24kg/t。

应该指出，在钢锭模结构、材质及使用条件相同条件下，钢锭模使用寿命均有高有低。

但钢锭模平均寿命及单耗基本接近。上述钢锭模判废标准过严，损坏后均未修补等，为此，降低钢锭模消耗仍有潜力可挖。

4 结 语

(1)生产实践表明，C—8513 钢锭模损坏形式主要是模底窄边纵裂及模宽中部内壁龟裂而报废，却未发现角部纵裂和模上窄边中心纵裂现象。这与某钢研所对 C—8513 钢锭模使用过程应力分析结果完全不相符。可见，C—8513 钢锭模设计参数选择合理，使用可靠。

(2)C—8513 钢锭模不仅生产镇静钢又生产沸腾钢(即两用模)，前后者提高初轧均热炉产量分别为 2.71% 和 16.28%；提高轧机小时产量分别为 5.94% 及 11.51%；提高镇静钢成坯率 4.671%，其经济效益显著。

(3)C—8513 钢锭模使用寿命波动范围：24~56 次，平均吨钢模耗为 30kg 左右(未经修补等)，比 D—8413 钢锭模消耗降低 30% 左右，效果明显。但应进一步完善钢锭模判废标准及修补等，以利降低模耗及钢锭成本。

(收稿日期 1995-04-07)

* 模底设有围带