

冷轧带肋钢筋原材料选材及轧制面缩率的探讨

邱建昌 林振伦 周锐 张云

星联网（深圳）有限公司

[摘要] 本文介绍冷轧带肋钢筋生产过程中如何选择原材料及根据原材料强度合理安排轧制面缩率。

[关键词] 冷轧带肋钢筋 原材料 轧制机理 轧制工艺

1 概述

冷轧带肋钢筋原材料为低碳钢热轧光圆盘条，因原材料牌号不同，含碳量不同，抗拉强度不同，所使用的轧制面缩率不一样，造成产品质量差异较大，而市场上又很难买到专用母材，故如何选择合适的原材料及确定轧制面缩率是生产的关键。

2 轧制机理

冷加工工艺设计的基础是对钢筋冷加工过程中钢筋结构变化和相应性能变化的认识。钢筋在轧制过程中，金属晶料沿着变形的方向被拉长和延伸，使晶料扁平，形成纤维状、碎化、畸变，在性能上具体表现为强度提高，延性降低的变化，即冷加工硬化。

3 轧制常用工序

常用的冷加工设备，根据传动方式可划分为主动轧机及被动轧机，即轧制动力是由轧制机组主轴提供还是由拉线机提供；根据收线方式又分为上收线及下收线或立式及卧式；根据受力方式又可分为拉拔、轧拔、主动连轧。

4 原材料的选择

目前我们常规产品为 5.5mm、7mm、8.5mm、10.5mm；但随着客户群的增长，应用范围的扩大及适应设计理念，需要的产品规格越来越多，如 4.75mm、5mm、6mm、6.75mm、8mm、10mm、11mm 等，而市场能购买的原材料常用规格又仅有 6.5mm、8mm、10mm、12mm。因冷轧带肋钢筋厂家生产量一般不大，月产 1000~5000 吨不等，相对钢铁厂日均 500 吨/台班，很难从钢厂订到专用母材。在市场上从代理商处购买来的原材，每批次炉号不尽相同，造成原材强度离散性较大。故如何选择材料及轧制面缩率成为实际生产中的关键问题。

5 轧制工艺试验

我们选择不同的原材料进行不同的轧制工艺试验，以验证材料及面缩率对钢筋强度的影响。

5.1 轧制面缩率的试验

我们选择：1.广钢（440MPa）12mm 轧制 10mm、10.5mm，

2.宣化(440MPa) 6.5mm 轧制 6mm、5.5mm 的试验。结果如表 1。

表 1 轧制面缩率的试验

原材料直径 (mm)	抗拉强度 MPa	伸长率 (%)	冷轧后直 径 (mm)	面缩率 (%)	抗拉强度 MPa	伸长率 (%)
12	440	32	10.5	23.4	604.6	8.0
12	440	32	10.0	30.5	663.2	7.5
6.5	440	32	6.0	14.8	550.4	8.5
6.5	440	32	5.5	28.4	638.9	7.8

5.2 轧制直径微调的试验

根据规范 GB13788-2008 中对重量允许偏差±4.5%的要求，我们同时还进行一些轧制直径微调的试验，即选用同一捆原材料，将成品轧制成满足重量上偏差及下偏差的钢筋不同直径的试验。试验结果如表 2。

表 2 轧制直径微调的试验

原材料直径 (mm)	抗拉强度 (MPa)	成品直径 (mm)	抗拉强度 (MPa)	伸长率 (%)
12	440	10.28	586.5	6.8
12	440	10.5	595.4	7.2
12	440	10.7	597.2	7.5

实验证明对于不同强度的原材料，选择合适的面缩率相当重要，原材强度高时选择小面缩率，强度低时选择大面缩率，这种直径的微调对于质量控制及生产组织方面比较合理。直径变化对强度影响不大，但对伸长率有一定的影响，为适用于产品质量处于临界状态时的一种调整方法，但实用范围不很强。

5.3 钢筋强度的经验公式

CRB550Q 钢筋轧制后的抗拉强度 R_m 的计算可以根据以下经验来估算

$$R_{m1} = R_{m0} \times (A_0/A_1)$$

式中 R_{m1} ——轧制后钢筋抗拉强度，单位：MPa；

R_{m0} ——轧制前原材料抗拉强度，单位：MPa

A_0 ——原材料截面积，单位： mm^2 ；

A_1 ——轧制后钢筋截面积，单位： mm^2 ；

根据经验，结合 CRB550 钢筋实际生产情况，冷轧后强度一般会提升 100~150MPa。

6 轧制工艺的变化

对于原材料强度较高或面缩率较大的产品，冷轧后半成品普遍存在高强度、低延伸率的情况，为确保延伸率，通常会在调直过程中强行增加压下量牺牲部分强度的方式来提高产品延伸率，不利之处在于调直机负荷过大，机器备件损耗快，且对钢筋有磨损。频繁调整，生产效率低。如何提高轧后伸长率，解决生产效率及质量这一对自相矛盾的问题，针对目前产品状况，我们于 2009 年 10 月对现有拉线机进行改造，*a.* 应力消除装置由原五个增加为七个，增加反复弯曲的频次。*b.* 拉拔前增设一道修圆模，减少一次减径率，有效地提高了冷轧后产品延伸率，使其高于或接近于 8%。

7. 产品性能的统计

表 3 为 2009 年冷轧带肋钢筋产品性能的统计。通过表中我们看出，虽然从市场上采购来的原材料较杂乱，但因我们采取行之有效的控制方法，产品质量较稳定，满足规范及客户要求。

表 3 2009 年产品性能的统计

项 目		φ 7.0	φ 5.5	φ 8.5	φ 10.5
σ _b (MPa)	最大值	637.8	663.9	650.2	628.4
	平均值	581.7	614.32	590.6	582.89
	最小值	552	553.44	551.4	552.8
	标准差	18.21	22.44	20.82	20.42
	95%保证率	551.63	577.2	556.23	550.1
δ ₁₀ (%)	最大值	12.43	12.67	11.8	11.8
	平均值	10.33	9.64	9.8	9.8
	最小值	8.43	8.45	8.24	8.3
	标准差	0.81	0.87	0.81	0.81
	95%保证率	9.0	8.2	8.5	8.5

8. 常用产品轧制原材料的选择

根据我们多年生产经验，我们将产品面缩率分为三类：

1) 正常面缩率，即产品减径率在 23%~28%之间，此类产品应选择原材料抗拉强度在 430~480MPa 范围，轧制成我们常规产品 5.5mm,7mm,8.5mm,10.5mm；

2) 大面缩率，即产品减径率>28%，此类产品应选择原材料抗拉强度在 480~530MPa 范围，轧制成 6mm,9mm,11mm 等非常规产品；

3) 小面缩率，即产品减径率<23%，此类产品应选择原材料抗拉强度在 410~430MPa 范围，轧制成 5mm,8mm,10mm 等规格产品；

原材料入厂后，质检部先按炉号逐捆检测，按强度高低分区域堆放。生产过程中根据订单合理安排轧制，确保轧制后产品质量满足要求及质量的稳定性。

表 4 常用轧制冷轧带肋钢筋的原材料的选择。

表 4 冷轧带肋钢筋原材料选择

原材料直径 (mm)	原材抗拉强度 (MPa)	伸长率 (%)	冷轧带肋钢 筋直径 (mm)	冷拔光面钢 筋直径 (mm)
φ 6.5	410~430	≥23	---	Φ ^{CP} 5.0
φ 6.5	430~480	≥23	Φ ^R 5.5	
φ 6.5	480~530	≥23	Φ ^R 6.0	---
φ 8.0	410~430	≥23	--	Φ ^{CP} 6.0
φ 8.0	430~480	≥23	Φ ^R 7.0	
φ 10.0	410~430	≥23	---	Φ ^{CP} 8.0

$\phi 10.0$	430~480	≥ 23	$\Phi^R 7.0$	--
$\phi 10.0$	480~530	≥ 23	$\Phi^R 9.0$	$\Phi^{CP} 9.0$
$\phi 12.0$	410~430	≥ 23	$\Phi^R 10.0$	$\Phi^{CP} 10.0$
$\phi 12.0$	430~480	≥ 23	$\Phi^R 10.5$	--
$\phi 12.0$	480~530	≥ 23	$\Phi^R 11.0$	$\Phi^{CP} 11.2$

9 新工艺的展望

近年来不少钢筋加工厂在大力推广在线热处理的冷轧带肋钢筋加工工艺,这对于解决长期困扰冷轧带肋钢筋抗拉强度及伸长率这一自相矛盾的问题是一个很好的尝试。但对于焊网厂因原轧制设备大多为三面肋被动轧制,如何将在线热处理与原有设备相衔接,如何解决钢筋收卷后产品性能内外一致等问题,对我们来说尚属新课题,有待于解决,并在实践中验证。

10 结语

钢筋焊接网广泛用于路、桥、板、墙及涵洞和沟渠等建筑物中,质量要求严,如何提高产品性能,选择合适的材料及面缩率对我们是一个任重道远的课题。我公司自 1994 年成立至今已有十六的历史,公司高层一直很重视生产工艺改造及产品质量统计工作,以上只是我们工作中的一些总结。

星联钢网 (深圳)