

棒材弹簧夹子的制造工艺

(俄)C.A.谢米哈特斯基等著

江苏 李良福 译

摘要 列出了“磁山冷拉厂”股份有限公司研制和掌握的制造棒材弹簧夹子的工艺。该工艺的特点是中间毛坯的冷弯和最终型面的热弯 - 冲压相结合。为了获得给定的机械性能,夹子经热处理。进行了工艺和工具的改进工作,研究了原始毛坯质量对成品夹子质量的影响。

一、前言

ОП105 棒材弹簧夹子(ОСТ32.156-2000)是新型先进种类的复杂形状的铁路紧固件,它是钢轨下地基与钢轨本身联接的主要元件之一(图1)。在使用条件下,夹子工作在苛刻的交变载荷状态下,因此应该有严格规定的几何尺寸和机械性能。由此,还应对原始轧材的化学成分、表面缺陷、脱碳层、原始毛坯的组织状况和机械性能提出高的要求,还

必须遵守工艺过程的所有工序。

二、制造工艺

由于“磁山金属制品 - 冷拉厂”股份有限公司进行了科研和试验工作,已研制和掌握了弹簧夹子的制造工艺。该工艺包括:冷弯前金属的准备、校正和切断毛坯、冷弯中间“奥米伽”型面、用高频电流加热夹子毛坯、热弯曲 - 冲压、最终热处理、压缩夹子。作为原材料,选择了40Si2A钢。它有良好的淬透性,可保证原始毛坯和成品制品所需的全套机械性能。所研制的工艺已在“莫斯科紧固件厂”股份有限公司制造夹子用的自动流水线上实行。该流水线由MRP公司(德国)的UBH600型号通用冷弯自动机、“NEWELKO”公司(英国)的感应装置和“BRET”公司(法国)的热冲压机所组成。

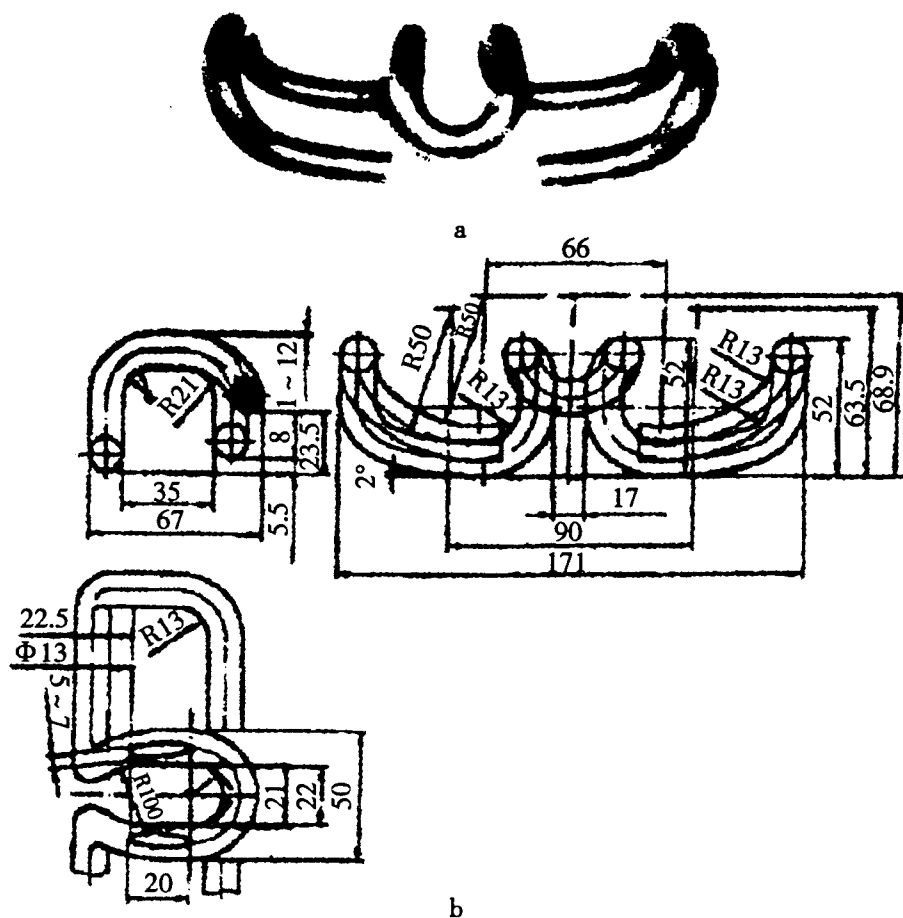


图1 “莫斯科紧固件厂”股份有限公司生产的 OΠ105 夹子的外形(a)和图样(b)

自动线的生产率为 10 件 /min。夹子的热处理(淬火和回火)是在 CK3A 输送带型淬火一回火装置上实现的, 压缩是在 MK3 结构的专用试验台上实现的, 它专用来评价夹子的弹性。作用原理在于外力施加在夹子的环上, 压下量应不小于 8mm。在去除负荷后, 夹子环的高度不应超出标准规定值(18^{+2} mm)。

OΠ105 夹子制造工艺的独特特点是冷弯中间“奥米伽”毛坯和热弯曲—冲压最终型面与标准规定的尺寸相结合。

众所周知, 弯曲属于冲压变形工序, 这时塑性变形是在专用的工艺装备—弯曲模内实现的。这时, 必须保证获得给定精度的制品, 保证实行压力塑性变形而不破坏毛坯, 这对冷弯特别迫切。

图 2 所示为弯曲中间“奥米伽”夹子毛坯的工步。从图 2 中可见,弯曲是在若干阶段内,按各段顺序实现的。作为工具是利用 Cr12Mo 钢弯曲模和 Cr12MoV 钢专用内凸模和外凸模。

在生产夹子过程中,冷弯工艺已被改进,即被切断毛坯的长度已被减小(图 2,a)。

MRP 公司自动机的技术特性预先规定利用长度为 $600 \pm 10\text{mm}$ 的原始毛坯。工具的改进应用小长度的毛坯。作为缩短毛坯的移动工具,利用下个毛坯上流动的金属,而作为支持和导向元件是利用相应工位上的弯曲工具。这可在一个弯曲自动机上生产毛坯长度不同的各种型号夹子,从而在生产夹子时可减小金

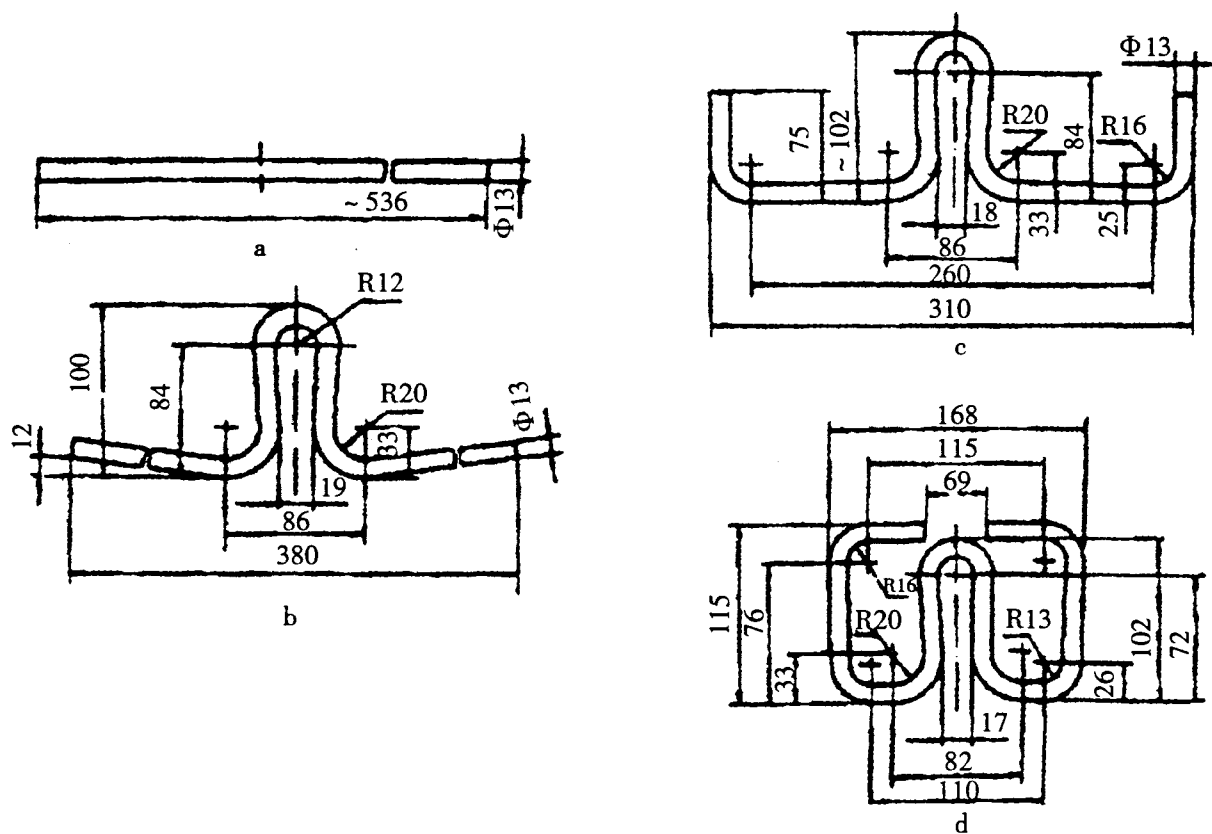


图 2 弯曲夹子毛坯的工步

a- 切断定长棒料; b- 成型毛坯的内环; c- 预弯毛坯的两端; d- 终弯毛坯的两端

属消耗可能性。

为了规定热弯曲—冲压夹子最终型面用毛坯的加热温度,利用了莫斯科紧固件厂的热冲压 40Cr2A 钢制件的工作经验(特别是铁路防爬器),以及有关文献的推荐。在按照标准要求成型被测参数的最终几何形状时,900℃~1000℃的加热温度可满足异型毛坯的塑性变形条件。

夹子的热弯曲—冲压是在“BRET”单工位热冲床上,在由 4CrMoNi 高合金模具钢制的专门化模具内,滑块一次行程中实现的。4CrW5Si 钢扇形凹模的工作型槽可复现成品夹子的形状和尺寸,并考虑到尺寸极限偏差。热弯曲凸模同样用 4Cr5MoSi 高合金模具钢制造。

工业性试验批 ОП105 夹子是在 2003 年制造的,而产品的批量出产开始于 2006 年 1 月。

应该指出,在制造夹子时,立即引起与 40Si2A 钢脱碳倾向高的问题。从有关文献和过去工作经验得知,40Si2A 型硅钢较 65Mn 和 70 钢有毫无疑问的优点:

在它们热处理时,预先规定用工业水淬火(替代油淬),消除了试剂内清洗制件的工序。这可保证节约材料,改善车间内的生态环境。此外,40Si2A 钢具有全套性能,其中最重要的是用假定弹性极限表征的抗小塑性变形强度。弹性极限的大小可决定使用过程中制品内不应超过的极限应力。

考虑到 40Si2A 钢的主要缺点一在加热时脱碳倾向高,为了改善产品的质量,对原始冷拉坯料的允许脱碳层值已提高了要求(不大于 0.19mm)。

在修订夹子的制造工艺时,已进行了确定原始冷拉金属的质量对成品夹子质量影响的研究。

Φ13±0.3mm 的冷拉坯料是用“磁山钢铁公司”股份有限公司供应的 Φ14^{+0.3}_{-0.5}mm 或 Φ15^{+0.3}_{-0.5}mm 的 40Si2A 钢(TY14-101-481-2002)冷拉坯料,“在莫斯科紧固件厂”股份公司的冷拉车间按修订后的工艺制造的。

在弯曲—冲压夹子前,研究了两批 40Si2A 钢冷拉坯料:在工厂冷拉车间制

造的;“别洛列茨基钢铁公司”股份有限公司供应的。试样是从每批坯料的 10 捆中挑选出的,然后跟踪每捆中的待加工毛坯和成品夹子的质量。坯料的机械性能完全符合工艺文件的要求。

三、研究结果

研究结果见下表。从表中可见,成品夹子的总脱碳与原始拉坯料的状况和在热冲压和热处理时获得的脱碳有关。

在热处理后超过标准规定值的情况下,会在冷拉坯料上产生高的脱碳层。

有最好塑性和变形性的是“别洛列茨基钢铁公司”股份有限公司供应的冷

拉坯料,其呈 1-2 级的粒状珠光体组织(图 3),没有脱碳。

在试验经热处理和压缩后的成品夹子时,带屈氏体组织的夹子(图 4)有标准规定值范围内最好的质量和硬度。

但是,在测定热处理后夹子几何参数时,暴露出在被测主要参数中一个参数—平面度偏差(平面度偏差应不大于 1.5mm)。在系列情况下,实测值超过了标准规定值(图 5)。还发现一了下列规律性:一个主要被测尺寸—夹子下支之间的距离 $35^{+0.5}\text{mm}$,热处理后在 0.5 ~ 1mm



图 3 “别洛列茨基钢铁公司”股份有限公司供应的 40Si2A 钢金属坯料的显微组织(1-2 级细粒状珠光体)



图 4 回火后 OП105 夹子的显微组织(屈氏体)

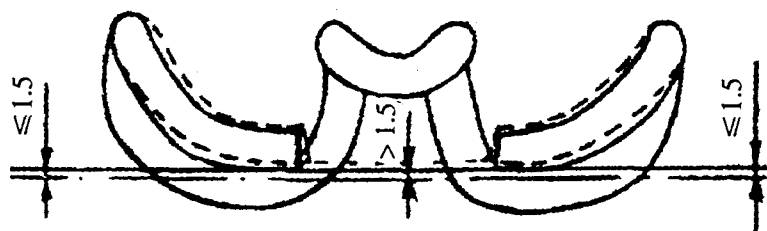


图 5 OΠ105 夹子:实曲线 - 热处理前; 虚曲线 - 热处理后

范围内变化(见图 1)。

因为符合不同组织状况的是不同体积,显然,在热处理时零件的体积和尺寸将发生变化。在个别截面点内冷却的不

均匀性和相变的不均匀性,将导致发生应力,从而引起大小不均匀的弹性变形和塑性变形。因此,在热处理这样或那样的变形程度是不可避免的。

表

冷拉坯料的批号	冷拉坯料的供应商	试样号	显微组织标准(%): 不小于粒状珠光体的 70%	脱 碳 mm			硬度标准: HRC 42 ~ 48	显微组织 (不规定标准)	回弹试验结果
				直径为 13 (+/-0.3)mm 的冷拉坯料标准: 不大于 0.19mm	在 “BRET” 自动机上热处理后的夹子: 不规定标准	在“N5 CK3A” 上热处理后的夹子标准: 不大于 0.26mm			
1	“莫斯科紧固件厂”股份有限公司的冷拉车间	1	70	0.1	0.12	0.16	44-45	屈氏体	满意
		2	70	0.06	0.08	0.13	46		
		3	80	0.18	0.21	0.26	42		
		4	70	没有	0.03	0.09	45-48		
		5	70	0.08	0.11	0.18	44-46		
		6	70	0.14	0.17	0.23	46-48		
		7	80	0.2	0.22	0.27	41.5	屈氏体 - 索氏体	不满意
		8	70	0.07	0.10	0.15	45-47	屈氏体	
		9	70	0.21	0.24	0.28	41-41.5	索氏体	
		10	70	0.22	0.25	0.30	41-41.5		
2	“别洛列茨基钢铁公司”股份有限公司	1-10	80-100	没有	0.02-0.03	0.06-0.08	44-48	屈氏体	满意

一般情况下,在热处理时会发生变形和翘曲,即由于组织转变产生体积变化,以及由于组织转变和热应力引起形状变化。

淬火钢的体积增大可这样解释:奥氏体转变成马氏体(晶格变化)将产生膨胀,这同样是淬火时变形的原因。

从减小变形的观点,重要因素之一是在马氏体区间的区域内的冷却速度,从而直接与应用的淬火介质有关。在马氏体区间内冷却应该是缓慢的,这可用矿物油作为淬火介质来达到。

钢制件水淬的独特特点是:对大多数钢,其中还包括 40Si2A 钢,淬火时的最大冷却速度与马氏体转变区域相一致,从而引起制件大的组织应力和变形。众所周知,水在所有温度区域冷却得较快,但在低于 300℃ 的温度区域,冷却速度较在油内或油乳化液内的冷却速度高 9 ~ 27 倍。从而也是制件变形的主要原因(图 6)。淬火后尺寸变化的另一个原因是制件浸在淬火介质内的方位,其将显著影响到变形和尺寸的变化。为了减小变形,

一般在实际生产中用这样的浸入法:例如,杆件顺着轴线浸入;而盘件顺着肋条浸入。

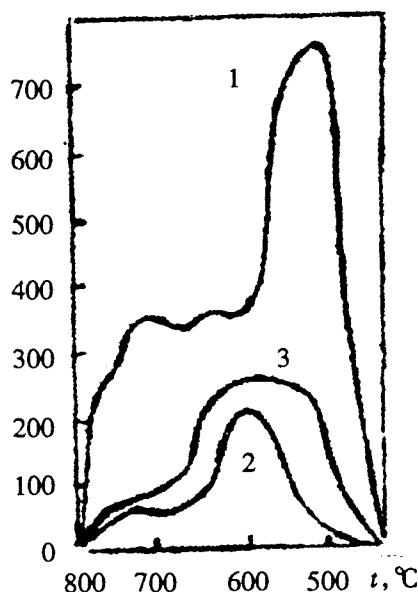


图 6 直径为 20mm 的银球在水(1)中、油(2)中和 30%水 - 油乳化液(3)中的冷却速度

由于 OII105 夹子的外形和其生产工艺复杂,浸在水中淬火时顺着中心轴线方位实现是甚有问题的。

考虑到在热处理前、后夹子下支间距离 $35^{+0.5}\text{mm}$ 测量的统计数据,曾进行了热弯曲模的改进,其在于改变工作型槽的尺寸,并考虑到在淬火时该尺寸减小 0.5mm ~ 1mm。这可消除成品夹子上上述的参数原有的不符,以及最大减小平面度偏差。

为了评价在弯曲—冲压、热处理和压缩后夹子的质量,曾在 30 件夹子试样上检测了经受热处理时变化的主要几何尺寸。

从测量结果(图 7 和 8)中可见,大多数夹子在弯曲—冲压、热处理和压缩试验后符合标准规定值,并考虑到极限偏差。

主要尺寸所需值的个别偏差可这样解释:在热处理过程中夹子的变形;在冲压时成形模具调整过程中的废品,这可采取技术措施在生产前准备设备。

为了最大减少水淬时夹子的翘曲,

目前研制了下列技术解决办法:预先规定现代化改造淬火输送带,已在浸入淬火介质时“加荷时效”夹子,从而可保证它们顺着中心轴线定向。

四、结论

在分析所得数据的基础上修改和改进铁路夹子整个生产过程的研究和工业性试验工作,可得出结论:“莫斯科紧固件厂”股份有限公司所应用的工艺、设备和成形工具可保证稳定制造 ОП105 棒材弹簧夹子,并完全符合标准的要求。

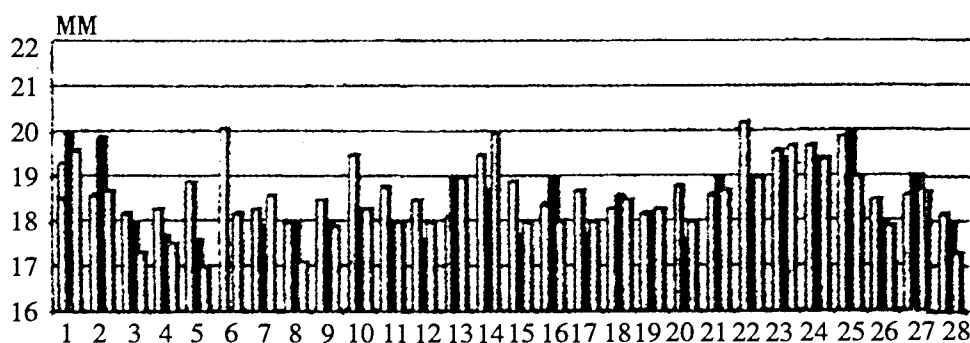


图 7 按冶炼夹子环高度的变化

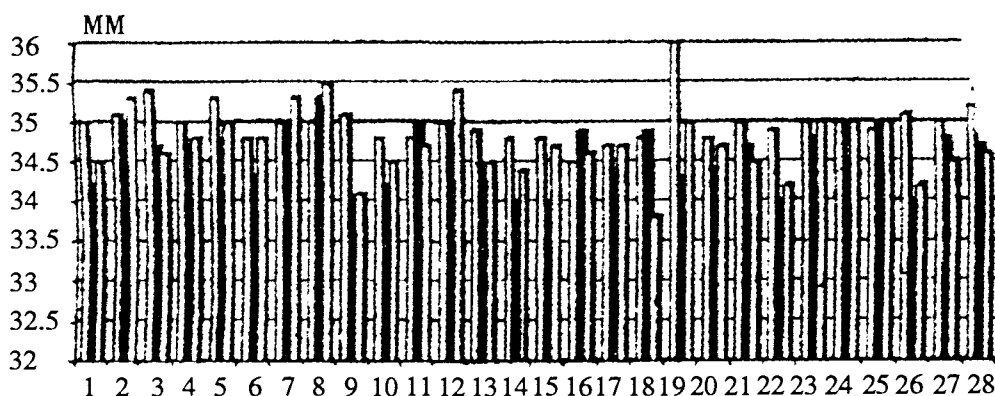


图 8 按冶炼夹子环之间距离的变化