

过程能力分析在缫丝生产管理中的应用

陈兴灿¹, 李冰¹, 郭蔚¹, 李艳¹, 卢受坤², 盖国平¹

(1. 广西出入境检验检疫局检验检疫技术中心, 南宁 530021; 2. 广西桂华丝绸有限公司, 南宁 530306)

摘要: 针对广西部分生丝产品品质等级一般,且利润低的问题,文章依据国家标准对某企业生产的55批鲜茧生丝样品进行检验,借助过程能力指数法分析了该企业的缫丝过程能力并指出需要改进的方向,以期达到提高产品质量和降低生产成本的目的。结果表明,该企业生产过程的纤度偏差、清洁、洁净、纤度最大偏差的过程能力指数分别为1.53、0.71、2.75、0.99,说明企业的纤度偏差过程能力良好;清洁和纤度最大偏差的过程能力较差,需要持续改进;洁净过程能力为特优,可考虑降低生产成本。

关键词: 缫丝; 过程能力指数; 生丝检验; 品质等级; 清洁; 纤度最大偏差

中图分类号: TS101.91; TS143.223 文献标志码: A 文章编号: 1001-7003(2018)06-0008-06 引用页码: 061102

Application of process capability analysis in reeling production management

CHEN Xingcan¹, LI Bing¹, GUO Wei¹, LI Yan¹, LU Shoukun², GE Guoping¹

(1. Inspection and Quarantine Technology Center, Guangxi Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Nanning 530021, China;
2. Guangxi Guihua Silk Co., Ltd., Nanning 530306, China)

Abstract: The quality grade of Guangxi raw silk is not high and the profit is low. For these problems, 55 batches of fresh cocoon raw silk from an enterprise were tested according to the national standards in this paper, and then process capability index method was used to analyze the ability of reeling process capability, and the direction of improvement was pointed out, in order to further improve product quality and reduce production cost. The results showed that the process capability indexes of size deviation, cleanness, neatness and the maximum size deviation were 1.53, 0.71, 2.75 and 0.99 respectively in this enterprise. This means that the process capability of size deviation is good; the process capability of cleanness and the maximum size deviation is poor, which needs continuous improvement; the process capability of neatness is excellent, and the reduction of production cost may be considered.

Key words: reeling; process capability index; raw silk inspection; quality grade; cleanness; maximum size deviation

近年来,借着国家“东桑西移”的机遇,广西地区桑蚕丝绸产业强势崛起,目前广西蚕茧和生丝产量等多项指标已位居全国第一。但生丝作为一种天然纤维,其品质质量受诸多因素影响^[1];缫丝工技术能力、缫丝设备、蚕茧原料质量、生产工艺设计^[2-3]、生产管理水平等。生丝交易是一种按质论价的过程,

不同等级的生丝有较大的价差,由于现有缫丝技术是一门较成熟的技术,不同缫丝企业在缫丝工技术能力、缫丝设备、蚕茧原料质量、生产工艺设计等条件的差异不大^[4],在上述条件相同时,如何生产出高品质生丝,使生产效益最大化需要通过科学管理来实现。过程能力^[5]是目前管理学常用的目标限量管理法,是对生产过程内在一致性的总体评价,即过程水平满足技术要求的能力。产品质量受生产过程中工人、机器、材料、工艺和环境等五个因素综合作用的影响,过程能力即包括上述五个基本要素。过程能力指数,是指在一定时间里,处于某一稳定生产过程下的实际生产能力的量化值,这个量化值反映了

收稿日期: 2017-10-11; 修回日期: 2018-04-10

基金项目: 国家质检总局科技计划项目(2016IK069)

作者简介: 陈兴灿(1986—),男,工程师,主要从事丝类检验检疫及高效节能降耗印染技术的研究。通信作者: 盖国平,高级工程师 284048294@qq.com。

生产过程保证产品质量的能力。目前已有文献表明,过程能力分析可应用于卷烟制丝工艺技术改进^[6]和卷烟加料均匀性评价^[7-8]中,可通过对制丝过程中的过程能力现状进行分析,梳理工艺流程,确定关键影响因素,并对薄弱工艺环节进行改进,达到提高制丝过程能力水平的目的。

由于生丝不同品质等级规定了不同分级指标(即目标限量),本文尝试用影响生丝品质等级指标的检验结果分析某缫丝企业在实际生产中的过程能力,并对其生产管理提出一些改进意见,这对于提高广西地区缫丝企业生产的生丝质量具有非常重要的理论意义和实际意义。

1 过程能力

1.1 过程能力指数的计算

假设生丝的质量特性值都趋向于正态分布,当缫丝过程能力越高,则生丝质量特性值的分散性就会越小;若缫丝过程能力越低,则生丝质量特性值的分散性就会越大^[9-10]。

过程能力指数 CPK 是目标限量范围与过程能力的比值^[11],该比值在于确认质量特性符合目标限量的程度,并以此作为过程持续改进的依据。 CPK 息息相关的两个参数:过程精密度 CP ,计算方式见式(2);过程准确度 CA ,计算方式见式(5)。 CPK 是 CA 及 CP 两者的综合反应, CA 反映的是位置关系, CP 反映的是散布关系^[12]。

$$\mu = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

$$CP = \frac{T}{6\sigma} = \frac{T}{6\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}} \quad (2)$$

表 1 过程能力指数 CPK 的评级标准及改进措施

Tab. 1 Rating standards and improvement measures of process capability index(CPK)

过程能力级别	过程能力指数值	产品质量特性	改进措施
A+ 级	$CPK \geq 2.0$	特优	可降低能力,以降低成本
A 级	$2.0 > CPK \geq 1.67$	优	保持能力
A 级	$1.67 > CPK \geq 1.33$	良	能力可改善,以提高到 A+ 级
B 级	$1.33 > CPK \geq 1.0$	一般	能力稍有变异,即有产生不良,应提高
C 级	$1.0 > CPK \geq 0.67$	差	过程不良较多,必须提升其能力
D 级	$CPK < 0.67$	不可接受	能力太差,应考虑重新整改

$$T = USL - LSL \quad (3)$$

$$M = \frac{(USL + LSL)}{2} \quad (4)$$

$$CA = (\bar{x} - M) / (T/2) \quad (5)$$

$$CPK = CP \times (1 - |CA|) \\ = \min\left[\frac{(USL - \bar{x})}{3\sigma}, \frac{(\bar{x} - LSL)}{3\sigma}\right] \quad (6)$$

式中: x_i 为某一样品的质量值或技术指标; μ 为样本质量特性值的算术平均值; n 为样本量; σ 为总体产品的质量特性值(标准差)或样品标准差; T 为公差或最大变化范围; USL (Upper Size Limit 的简写)为目标范围允许最大值,生丝检验可用等级上限表示; LSL (Lower Size Limit 的简写)为目标范围允许最小值,生丝检验可用等级下限表示; CP 为过程能力精密度; CA 为过程能力准确度; M 为目标范围中心值; CPK 为过程能力指数。

1.2 正态性检验

过程能力指数分析是建立在过程稳态基础之上的,所以对生产过程能力指数评价前,应进行正态分布验证。正态性检验方式有: χ^2 拟合优度检验、W 检验、D 检验、偏度检验与峰度检验、Kolmogorov-Smirnov 检验(简称 K-S 检验)等,本文将借助 K-S 检验进行正态性检验。

1.3 过程能力判断方式

过程能力指数的值越大,表明产品的离散程度相对于技术标准的公差范围越小,因而过程能力就越高;过程能力指数的值越小,表明产品的离散程度相对公差范围越大,因而过程能力就越低。因此,可以从过程能力指数的数值大小来判断能力的高低^[12-13]。从经济和质量两方面的要求来看,过程能力指数并非越大越好,而应在一个适当的范围内取值。可依据表 1 标准对计算出的过程能力指数做相应对策。

2 过程能力指数在生丝生产中的应用

生丝产品共有两个国家标准,产品标准为 GB/T 1797—2008《生丝》,方法标准为 GB/T 1798—2008《生丝试验方法》。根据标准要求,生丝产品的测试项目(或质量指标)包括:外观、平均公量纤度、纤度偏差、纤度最大偏差、清洁、洁净、均匀二度变化、均匀三度变化、断裂强度、断裂伸长率、切断、抱合等,共计12个项目,其中影响生丝产品质量等级的项目有11个。因缫丝生产特殊性在于生产成本低,原料、人工等价格较高,为获得最大效益,当使

用过程能力指数作为缫丝生产量化指标时,首先应当考量成本因素,其次再考虑质量(品质)特性因素。

2.1 选择样本

选择广西某生产企业生产的生丝。产品规格:鲜茧生丝 22.22/24.44 dtex; 产品目标等级:3A 及以上;生产周期:2015年10月20日—11月3日;产品样本量:55批,约33t;样品检验结果:见表2;检验依据:GB/T 1797—2008《生丝》,GB/T 1798—2008《生丝试验方法》。

表2 样本企业鲜茧生丝检验结果

Tab.2 The test results of fresh cocoon raw silk of sample enterprise

编号	纤度偏差/ dtex	二度变化/ 条	清洁/ 分	洁净/ 分	纤度最大偏差/ dtex	三度变化/ 条	切断/ 次	强度/ (cN·dtex ⁻¹)	伸长率/ %	抱合/ 次
1	1.42	4	95.20	92.85	4.21	0	4	3.56	21.1	91
2	1.30	5	93.50	91.30	3.94	0	3	3.49	21.1	92
3	1.39	2	95.70	93.40	3.73	0	4	3.56	22.0	95
4	1.45	4	96.60	93.10	4.40	0	4	3.52	22.2	94
5	1.51	2	96.70	92.60	3.85	0	3	3.55	22.3	93
6	1.65	2	96.00	93.85	4.60	0	3	3.54	22.9	90
7	1.47	2	95.00	92.70	3.74	0	4	3.54	22.7	92
8	1.42	3	96.90	92.45	4.17	0	4	3.60	21.0	92
9	1.47	3	95.70	91.95	4.37	0	3	3.60	22.3	93
10	1.42	3	95.40	92.60	4.80	0	3	3.55	22.3	94
11	1.25	5	94.90	92.70	3.92	1	4	3.54	22.1	92
12	1.43	3	96.50	92.70	4.10	0	3	3.60	22.1	90
13	1.42	5	95.20	92.65	3.83	0	4	3.57	21.9	93
14	1.33	2	96.50	93.30	4.25	0	4	3.52	21.7	95
15	1.53	4	94.80	91.15	4.51	0	3	3.57	22.0	92
16	1.54	8	95.90	92.30	5.15	0	3	3.59	22.2	92
17	1.34	5	95.30	92.35	3.53	0	3	3.56	22.5	94
18	1.57	4	97.20	92.60	4.04	1	3	3.54	22.0	92
19	1.58	4	95.00	93.30	5.12	1	3	3.59	22.3	94
20	1.80	5	94.80	91.95	5.47	1	4	3.58	22.3	90
21	1.54	1	96.60	93.15	4.51	0	3	3.58	21.2	92
22	1.47	2	95.20	92.65	4.67	0	4	3.53	22.3	92
23	1.27	3	95.80	93.60	3.22	0	3	3.60	22.4	90
24	1.47	4	95.40	92.65	4.37	0	3	3.56	21.5	91
25	1.58	2	95.60	92.65	4.71	0	4	3.57	22.4	93
26	1.49	5	94.80	92.45	4.21	0	4	3.53	22.5	90
27	1.42	3	93.70	92.20	4.35	0	4	3.60	22.1	91
28	1.28	2	95.10	92.30	3.45	0	3	3.54	22.5	91
29	1.33	4	97.00	93.10	3.72	0	3	3.53	21.8	91
30	1.69	7	96.20	93.55	4.31	0	4	3.58	22.6	92
31	1.83	7	95.40	92.60	5.08	0	5	3.55	22.4	90
32	1.74	7	95.80	93.15	3.55	0	3	3.54	22.2	91
33	1.55	4	95.30	92.40	5.22	0	4	3.54	21.1	90

续表 2

编号	纤度偏差/ dtex	二度变化/ 条	清洁/ 分	洁净/ 分	纤度最大偏差/ dtex	三度变化/ 条	切断/ 次	强度/ (cN · dtex ⁻¹)	伸长率/ %	抱合/ 次
34	1.50	3	95.00	92.60	4.65	0	3	3.54	22.2	91
35	1.89	6	95.60	92.30	7.53	0	4	3.53	22.4	93
36	1.51	3	95.30	92.85	4.35	0	4	3.59	22.1	90
37	1.37	3	93.60	93.20	3.98	0	5	3.53	21.1	86
38	1.40	3	95.40	92.80	3.19	0	5	3.55	22.3	88
39	1.37	2	95.90	93.20	4.02	0	5	3.53	22.1	94
40	1.32	0	98.00	93.70	4.04	0	4	3.62	21.9	93
41	1.40	3	96.10	93.45	4.00	0	4	3.66	20.1	89
42	1.61	2	95.90	93.00	5.16	0	4	3.56	21.8	90
43	2.06	6	95.10	92.85	5.39	0	3	3.54	22.2	89
44	1.64	4	96.50	93.55	5.18	0	5	3.56	21.6	90
45	1.71	4	94.50	92.90	5.63	0	4	3.61	22.3	90
46	1.63	6	95.40	92.70	5.11	0	4	3.54	22.1	91
47	1.39	6	96.30	92.25	4.53	0	5	3.59	22.4	93
48	1.61	5	95.20	92.45	4.81	0	4	3.58	22.2	93
49	1.62	4	95.00	92.70	4.35	0	3	3.56	21.6	94
50	1.48	3	94.00	93.10	5.13	0	4	3.52	21.8	92
51	1.55	4	95.70	93.10	3.84	0	5	3.55	22.5	92
52	1.51	6	95.50	92.65	4.17	1	4	3.68	20.2	92
53	1.60	4	97.60	93.50	5.02	1	3	3.48	21.0	93
54	1.45	5	93.90	92.30	4.78	0	5	3.59	22.5	89
55	1.51	4	95.00	92.50	3.69	0	4	3.59	22.6	90

2.2 正态性检验

选择 SPSS 软件中的单样本 K-S 检验,进行正态分布验证,检验结果如表 3 所示。

由表 3 可看出,只有纤度偏差、纤度最大偏差、清洁、洁净 4 个项目符合正态分布。其中切断、均匀二度变化、均匀三度变化、抱合为非连续性函数,较难符合正态性,断裂强度和伸长率不符合正态分布

与样本量有关。经统计,上述符合正态分布的 4 个项目合计定级率为 100%,纤度偏差的定级率约为 38%,纤度最大偏差的定级率为 44%,清洁的定级率约为 84%,洁净的定级率约为 30%。这 4 个项目也是生丝检验的主要项目,是影响生丝使用性能主要项目^[14]。本文将着重分析这 4 个项目的生产过程能力指数。

表 3 SPSS 单样本 K-S 检验统计结果

Tab.3 The statistical results of Kolmogorov-Smirnov inspection of SPSS single sample

项目	纤度偏差	二度	清洁	洁净	最大偏差	三度	切断	强度	伸长率	抱合	
样本量	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	
正态参数 ^{a, b}	<i>x</i>	1.51	3.85	95.55	92.76	4.43	0.11	3.76	3.56	21.98	91.56
	<i>σ</i>	0.16	1.65	0.94	0.54	0.73	0.32	0.693	0.037	0.59	1.80
最极端差别	绝对	0.10	0.16	0.10	0.11	0.10	0.53	0.25	0.13	0.20	0.14
	正	0.10	0.16	0.090	0.11	0.10	0.53	0.25	0.13	0.12	0.12
	负	-0.055	-0.099	-0.10	-0.091	-0.062	-0.36	-0.25	-0.098	-0.19	-0.14
检验统计量		0.10	0.16	0.10	0.11	0.10	0.53	0.25	0.13	0.19	0.14
双尾渐近显著性(<i>P</i> 值)		0.200 ^{c, d}	0.002 ^c	0.200 ^{c, d}	0.098 ^c	0.200 ^{c, d}	0.000	0.000	0.022 ^c	0.000 ^c	0.008

注: a-假设是正态分布, b-根据数据计算值, c-Lilliefors 显著性校正, d-显著性下限。当 *P* 值大于 0.05 时表示该指标符合正态分布。

2.3 过程能力指数目标范围参数的选择

依据 GB/T 1797—2008《生丝》标准中的技术指标要求 纤度偏差、纤度最大偏差、清洁和洁净的 3A 级的指标值分别是 2.61 dtex、5.22 dtex、95.0 分、90.00 分。纤度偏差、纤度最大偏差的目标范围上限值(USL)可设计为生丝达到 3A 级的指标值;纤度偏差、纤度最大偏差的目标范围下限值(LSL)设计为极限接近于 0。清洁、洁净的目标范围下限值(LSL)可设计为生丝达到 3A 级的指标值;清洁、洁净的目标范围上限值(USL)分别设计为理论最大值 100 分、100 分。

2.4 结果分析和讨论

使用公式对过程能力指数进行计算,其结果如表 4 所示。

表 4 过程能力计算结果

Tab. 4 The calculation results of process capability

统计项目	纤度偏差	清洁	洁净	纤度最大偏差
样本标准差(σ)	0.16	0.94	0.54	0.73
样本平均值(\bar{x})	1.51	95.55	92.76	4.43
目标最大值(USL)	1.78	100.00	100.00	5.22
目标最小值(LSL)	0.00	95.00	90.00	0.00
目标区间中心值(μ)	0.89	97.50	95.00	2.61
过程精密度(CP)	1.85	0.89	3.10	1.20
过程准确度(CA)	0.18	0.20	0.11	0.17
过程能力指数(CPK)	1.53	0.71	2.75	0.99

从表 4 统计结果可以看出,纤度偏差的过程能力指数为 1.53,为 A 级,能力良好。说明该企业的生丝纤度偏差的过程能力状态稳定,缫丝企业纤度偏差生产工艺设计良好,纤度偏差的生产管理良好,缫丝工人操作适当,缫丝设备纤度感知器灵敏度高,添绪机械添茧准确率高,缫丝车速与原料茧质量相适应。

清洁的过程能力指数为 0.71,为 C 级。说明企业的生丝清洁过程能力较差,缫丝过程需要持续改进。在生丝生产过程中,影响清洁的主要因素有:蚕茧原料质量、缫丝通道光滑度、瓷眼类型等。经调查,该企业为鲜茧缫丝,还使用了某种免穿瓷眼。根据实验室检验数据统计,使用这种免穿瓷眼的生丝清洁成绩普遍低于陶瓷针孔瓷眼。另外,改进清洁成绩可适当提高鲜茧的真空渗透水温。

洁净的过程能力指数为 2.75,为 A++ 级。说明该企业的生丝洁净过程能力为特优,生产过程可考虑降低生产成本。在生丝生产过程中,影响清洁的主要因素有:蚕茧原料质量、煮茧质量等。经调查,该企业为鲜茧缫丝,缫丝过程不需要煮茧。该企

业的生丝洁净的主要影响因素为蚕茧原料质量,因此企业可考虑降低生产成本,可使用质量稍差的蚕茧生产 3A 级生丝。

纤度最大偏差的过程能力指数为 0.99,为 B 级。说明该企业的生丝纤度最大偏差过程能力一般,过程因素稍有变异,即产生不良的危险。该企业在生产中应考虑提升纤度最大偏差的生产能力,经分析该企业的最大偏差质量一般的主要原因是:偶发性的样品纤度值较大,偏离中心的情况较多。纤度大野纤的影响因素主要与缫丝工人的巡回次数、缫丝车速较快等相关,该企业应在上述方面改善生产能力,改善纤度最大偏差质量。

本文研究结果能够指导企业进行生产工艺改进,研究方法可在其他缫丝企业进行推广。受样本来源限制,本文未研究高品位生丝的生产过程能力,未能获得高品位生丝和普通生丝的生产原料优化设计的最佳方案。

3 结论

本文依据国家标准对某企业生产的 55 批鲜茧生丝样品进行检验,借助过程能力指数法分析了该企业缫丝过程中的纤度偏差、清洁、洁净、纤度最大偏差的过程能力指数。研究表明,样本在生产过程中,纤度偏差的过程能力良好,清洁和纤度最大偏差的过程能力较差,需要持续改进。建议企业可通过使用陶瓷针孔瓷眼、适当提高鲜茧的真空渗透水温来改进控制清洁成绩的过程能力,通过使用灵敏度较高的纤度感知器、增加缫丝工人的巡回次数、减慢缫丝车速等方式来提高纤度偏差的过程能力。洁净的过程能力为特优,生产过程中可考虑混入部分质量稍差的蚕茧以降低生产成本。

参考文献:

- [1]黄奇,王翠芳. 浅谈当前影响生丝质量下降的原因及对策[J]. 四川丝绸, 1995(1): 12-13.
HUANG Qi, WANG Cui Fang. Discussion on the reasons and countermeasures of the current decrease of raw silk quality [J]. Sichuan Silk, 1995(1): 12-13.
- [2]龚求娣. 浅谈工艺条件对生丝抱合和强伸力的影响[J]. 丝绸, 2006(9): 27.
GONG Qiudi. Talk about effect of process conditions on cohesion and tensile strength of raw silk [J]. Journal of Silk, 2006(9): 27.
- [3]黄继伟,于媛媛,封宝山,等. 提高鲜茧缫生丝抱合成绩

- 的探讨[J]. 丝绸, 2014, 51(10): 12-15.
HUANG Jiwei, YU Yuanyuan, FENG Baoshan, et al. Discussion on enhancing cohesion performance of fresh cocoon silk [J]. Journal of Silk, 2014, 51(10): 12-15.
- [4]张夏. 国产煮茧、缂丝生产设备的比较研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2007.
ZHANG Xia. A Comparative Study of Domestic Cooking and Reeling Equipment [D]. Suzhou: Soochow University 2007.
- [5]桂庆平, 王晓玲. 过程能力指数(C_P值)在实际化工生产中的应用[J]. 安徽化工, 2009, 35(1): 59-61.
GUI Qingping, WANG Xiaoling. Application of process performance index (CP value) in practic chemical production [J]. Anhui Chemical Industry, 2009, 35(1): 59-61.
- [6]文杰, 唐着宽, 杨明权 等. 过程能力分析在制丝工艺技术改进中的应用[J]. 烟草科技, 2012(3): 5-11.
WEN Jie, TANG Zhuokuan, YANG Mingquan, et al. Application of process capability analysis in upgrading of primary processing [J]. Tobacco Science & Technology, 2012(3): 5-11.
- [7]刘泽春, 黄华发, 洪伟龄 等. 过程能力分析在卷烟加料均匀性评价中的应用[J]. 烟草科技, 2010(10): 5-7.
LIU Zechun, HUANG Huaifa, HONG Weiling, et al. Application of process capability analysis in evaluation of casing uniformity [J]. Tobacco Science & Technology, 2010(10): 5-7.
- [8]黄麒. JNJ 卷烟厂制丝过程能力评价与提升研究[D]. 济南: 山东大学, 2013.
HUANG Qi. Research on Tobacco Manufacturing Process Capability Evaluation and Improvement in JNJ Cigarette Factory [D]. Ji'nan: Shandong University, 2013.
- [9]耿仲康. 工序能力指数 CP 在纺织生产质量控制中计算和应用的探讨[J]. 麻纺织技术, 1980(3): 25-32.
GENG Zhongkang. The calculation and application of process capability index (CP) in textile production quality control [J]. Ramie Textile Science Technology, 1980(3): 25-32.
- [10]周维. 基于运筹学及统计学的生丝产质量管理[D]. 苏州: 苏州大学, 2009.
ZHOU Wei. Production Quality Management of Raw Silk Based on Operational Research and Statistics [D]. Suzhou: Soochow University 2009.
- [11]陶泳, 朱文玉. CPK(过程能力指数)与 PPK(过程性能指数) [J]. 中国质量, 2005(1): 77-78.
TAO Yong, ZHU Wenyu. CPK (process capability index) and PPK (process performance index) [J]. China Quality, 2005(1): 77-78.
- [12]杨维权. 工序能力指数 CP 值的定义、推断与作用[J]. 质量管理, 1991(6): 28-29.
YANG Weiquan. The definition, inference and function of the process capability index (CP) [J]. Quality Management, 1991(6): 28-29.
- [13]李成显. 过程能力与计数值过程能力指数计算[J]. 国防技术基础, 2005(7): 9-10.
LI Chengxian. Process capability and numerical process capability index calculation [J]. Technology Foundation of National Defence, 2005(7): 9-10.
- [14]蒋小葵, 张惠娟, 丁松. 洁净是影响当前生丝质量的主要因素[J]. 中国纤检, 2002(3): 12-14.
JIANG Xiaokui, ZHANG Huijuan, DING Song. Neatness is the main factor affecting the quality of raw silk [J]. China Fiber Inspection, 2002(3): 12-14.