

案例 2

用累计和控制图控制三维测量仪的稳定性

来源	国家自然科学基金资助项目 (项目编号: 70101007)	类别	<input checked="" type="checkbox"/> 案例 <input type="checkbox"/> 方法
作者	何桢 刘豹	关键词	累计和控制图 稳定性 休哈特 控制图 检出力
理论知识	累计和控制图	适用层次	<input checked="" type="checkbox"/> 本科生 <input checked="" type="checkbox"/> 研究生 <input type="checkbox"/> MBA

1. 案例背景

测量系统稳定性研究常用的方法是单样本测量法,即首先选择一个样本或标准件(以下简称样本)。每间隔一段固定的时间,对样本进行 n 次测量,将被测质量特征值描在休哈特控制图 ($\bar{X}-R$ 或 $X-R_m$) 上,当控制图上的点超出控制限后,即认为测量系统稳定性失控。

采用休哈特控制图分析和控制测量系统的稳定性存在如下问题:(1)休哈特控制图对均值变化的检出力较弱;(2)根据休哈特控制图难以确定稳定性失控后的调整量。

累计和 (Cumulative Sum, 简称 CUSUM) 控制图是一种控制均值变化比较有效的控制图。

表 1 给出了当 $n=1$, $n=3$ 和 $n=5$ 三种情况下,两种控制图的均值偏移量和 ARL 之间的关系。

表 1 两种控制图 ARL 对比分析

偏移量 t	n=1		n=3		n=5	
	累计和控制图	休哈特控制图	累计和控制图	休哈特控制图	累计和控制图	休哈特控制图
0	469.10	370.40	469.11	370.40	469.10	370.40
0.25	141.93	281.15	51.06	184.24	30.26	133.16
0.5	38.02	155.22	13.15	60.69	8.67	33.40
0.75	17.03	81.22	6.93	22.48	4.88	10.76
1.0	10.34	43.89	4.68	9.76	3.39	4.50
1.25	7.33	24.96	3.52	4.95	2.59	2.39
1.5	5.67	14.97	2.83	2.91	2.10	1.57
1.75	4.61	9.47	2.36	1.95	1.76	1.22
2.0	3.89	6.30	2.02	1.47	1.52	1.08
2.25	3.36	4.41	1.77	1.23	1.34	1.02
2.5	2.96	3.24	1.58	1.10	1.19	1.00
2.75	2.64	2.49	1.42	1.04	1.08	1.00
3.0	2.39	2.00	1.29	1.01	1.00	1.00
3.25	2.18	1.67	1.18	1.00	1.00	1.00
3.5	2.00	1.45	1.09	1.00	1.00	1.00

注: 累计和控制图的参数取值: $k=0.5\sigma$, $H=5\sigma$

2. 案例描述

某企业使用三维测量仪测量印刷电路板上的锡浆厚度,为保证测量系统的稳定性,工程师选择一零件,每天对该零件进行测量一次,测量结果见表 2。在进行测量系统研究之前,

全国Mini-MBA职业经理双证班



精品课程 权威双证 全国招生 请速充电

你可能准备跳槽或者求职, 却为缺少行业经验和专业证书而被用人单位百般挑惕!

你可能目前衣食无忧, 但随着年龄的增长和社会竞争压力的增大, 因为得不到专业的全新培训而失去竞争的机会和面临被淘汰的危机。

美华教育携手中国经济管理大学面向全国举办迷你 MBA 职业经理双证书班, 毕业颁发双证书。

招生专业及其颁发证书

认证项目	颁发双证	学费
全国《职业经理》MBA 高等教育双证书班	高级职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《人力资源总监》MBA 双证书班	高级人力资源总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《市场总监》MBA 高等教育双证书班	高级市场总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《酒店经理》MBA 高等教育双证班	高级酒店管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《营销经理》MBA 高等教育双证班	高级营销经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《企业培训师》MBA 高等教育双证班	企业培训师高级资格认证毕业证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《财务总监》MBA 高等教育双证班	高级财务总监职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《品质经理》MBA 高等教育双证班	高级品质管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《生产经理》MBA 高等教育双证班	高级生产管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《营销策划师》MBA 双证书班	高级营销策划师高级资格认证证书+2 年制 MBA 高等教育研修证书	1280 元
全国《物流经理》MBA 高等教育双证班	高级物流管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育结业证书	1280 元
全国《项目经理》MBA 高等教育双证班	高级项目管理职业经理资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元
全国《企业总经理》MBA 高等教育双证班	全国企业总经理高级资格证书+2 年制 MBA 高等教育研修结业证书	1280 元



【授课方式】 全国招生、函授学习、权威双证

我校采用国际通用3结合的先进教育方式授课（远程函授+教学电子光盘自修+网络学院持续视频学习）



【颁发证书】 学员毕业后可以获取权威双证书与全套学员学籍档案

- 1、毕业后可以获取相应专业钢印《高级职业经理资格证书》;
- 2、毕业后可以获取2年制的《MBA研究生课程高等教育研修结业证书》;



【证书说明】

1. 证书加盖中国经济管理大学钢印和公章（学校官方网站电子注册查询、随证书带整套学籍档案）；
2. 毕业获取的证书与面授学员完全一致，无“函授”字样，与面授学员享有同等待遇，证书是学员求职、提干、晋级的有效证明；。



【学习期限】 3个月（允许有工作经验学员提前毕业，毕业获取证书后学校仍持续辅导2年）



【收费标准】 全部费用1280元（含教材光盘、认证辅导、注册证书、学籍注册等全部费用）

函授学习为你节省了大量的宝贵的学习时间以及昂贵的MBA导师的面授费用，是职业经理人首选的学习方式。



【招生对象】

- 1、对管理知识感兴趣，具有简单电脑操作能力（有2年以上相应工作经验者可以申请提前毕业）。
- 2、年龄在20—55岁之间的各界管理知识需求者均可报名学习。



【教程特点】

- 1、完全实战教材，注重企业实战管理方法与中国管理背景完美融合，关注学员实际执行能力的培养；
- 2、对学员采用1对1顾问式教学指导，确保学员顺利完成学业、胸有成竹的走向领导岗位；
- 3、互动学习（专家、顾问24小时接受在线咨询，第一时间回答学员的提问和咨询）



【考试说明】

1. 卷面考核：毕业试卷是一套完整的情景模拟试卷（与工作相关联的基础问卷）
2. 论文考核：毕业需要提交2000字的论文（学员不需要参加毕业论文答辩但论文中必修体现出5点独特的企业管理心得）
3. 综合心理测评等问卷。



【颁证单位】

中国经济管理大学经中华人民共和国香港特别行政区批准注册成立。目前中国经济管理大学课程涉及国际学位教育、国际职业教育等。学院教学方式灵活多样，注重人才的实际技能的培养，向学员传授先进的管理思想和实际工作技能，学院会永远遵循“科技兴国、严谨办学”的原则不断的向社会提供优秀的管理人才。



【承办单位】

美华管理人才学校是中国最早由教委批准成立的“工商管理MBA实战教育机构”之一，由资深MBA教育专家、教育协会常务理事徐传有教授担任学校理事长。迄今为止，已为社会培养各类“能力型”管理人才近10万余人，并为多家企业提供了整合策划和企业内训，连续13年被教委评选为《优秀成人教育学校》《甲级先进办学单位》。办学多年来，美华人独特的教学方法，先进的教学理念赢得了社会各界的高度赞誉和认可。



【咨询电话】 13684609885 0451--88342620

【咨询教师】 王海涛 郑毅



【报名须知】

- 1、报名登记表格下载后详细填写并发邮件至 xchy007@163.com（入学时不需要提交相片，毕业提交试卷同时邮寄4张2寸相片和一张身份证复印件即可）
- 2、交费后请及时电话通知招生办确认，以便于收费当日学校为你办理教材邮寄等入学手续。



【报名地址】 哈尔滨市道外区南马路 120 号职工大学 109 室美华教育（ 邮政编码：150020）



【证书样本】(全国招生 函授学习 权威双证 请速充电)

(高级职业经理资格证书样本)

(两年制研究生课程高等教育结业证书样本)



【学费缴纳方式】

方式一	邮局邮寄	邮寄地址：哈尔滨市道外区南马路 120 号职工大学 109 室 邮政编码：150020
方式二	学校帐号	学校帐号：184080723702015 开户银行：哈尔滨银行龙江支行 支付系统行号：313261018018 企业户名：哈尔滨市道外区美华管理人才学校
方式三	交通银行 (太平洋卡)	帐号：40551220360141505 户名：王海涛 开户行：交通银行哈尔滨分行信用卡中心
方式四	邮政储蓄 (存折)	帐号：602610301201201234 户名：王海涛 开户行：哈尔滨道外储蓄中心
方式五	中国工商银行 (存折)	帐号：3500016701101298023 户名：王海涛 开户行：哈尔滨市道外区靖宇支行

可以选择任意一种方式缴纳学费，建议使用第五种方式（中国工商银行，比较方便快捷）收到学费的当天，学校就会用邮政特快的方式为你邮寄教材和考试问卷。

全国职业经理MBA双证班

精品课程 火热招生

函授学习 权威双证 全国招生 请速充电

认证系列：高级职业经理资格认证、人力资源总监、营销经理、财务总监、企业培训师、酒店经理、品质经理、生产经理、物流经理、项目经理、市场总监、营销策划师等学习认证系列。

颁发双证：通用高级经理资格证书 + MBA 高等教育研修结业证书 (含 2 年全套学籍档案)

证书说明：证书全国通用、国际互认、电子注册，是提干、求职、晋级、移民的有效依据

学习期限：3 个月 (允许工作经验丰富学员提前毕业)

收费标准：全部学费 1280 元

咨询电话：13684609885 0451- 88342620

报名邮箱：xchy007@163.com

学校网站：www.mhjj.net

颁证单位：中国经济管理大学 **承办单位：**美华管理人才学校

全国招生 函授教育 颁发双证 权威有效

由权威测量机构对测量仪进行的校准，校准后用测量仪对该零件进行了大量测试，根据测量结果，估计出测量仪在稳定时的测量均值 $\mu = 6.5\text{mil}$ (1mil 等于千分之一英寸)，标准差 $\sigma = 0.3\text{mil}$ 。若采用休哈特单值控制图进行稳定性控制，取控制限系数为 3，则 $UCL = 7.4\text{mil}$ ， $LCL = 5.6\text{mil}$ 。由表 2 可以看出，20 天的测量值均未超出上下控制限，即休哈特控制图不能检测出测量结果已发生偏移。但是采用累计和控制图，设 $k = 0.5\sigma = 0.15$ ， $H = 5\sigma = 1.5$ ，可以明显看出，第 9 天的上累计和 $C^+ = 1.57 > 1.5$ ，可以判定测量结果发生了偏移，最后一个累计和为零的点（第 3 天）到失控点的样本观测点数 $N^+ = 6$ ，此时应对测量仪进行偏差校正，校正量为：

$$A = k + C_i^+ / N^+ = 0.15 + 1.57/6 = 0.41\text{mil}$$

对于本例而言，由于休哈特控制图未能报警，测量仪器未被校准，因此上累计和一直增加。

表 2 累计和计算表

序 号	测 量值	C +	C-
1	6.5 1	0 .00	0.00
2	6.0 5	0 .00	0.30
3	6.5 5	0 .00	0.09
4	6.7 5	0 .10	0.00
5	7.1 9	0 .64	0.00
6	6.8 8	0 .86	0.00
7	7.0 1	1 .22	0.00
8	6.7 8	1 .36	0.00
9	6.8 6	1 .57	0.00
1 0	6.3 5	1 .26	0.00
1 1	6.6 9	1 .30	0.00
1 2	6.9 0	1 .55	0.00
1 3	6.5 1	1 .41	0.00
1 4	6.2 8	1 .04	0.07
1 5	6.8 3	1 .23	0.00
1 6	7.1 0	1 .68	0.00
1 7	7.0 5	2 .07	0.00
1 8	7.0 5	2 .47	0.00
1 9	6.7 2	2 .54	0.00
2 0	7.1 7	3 .06	0.00

3. 结论与展望

当测量系统的稳定性出现小幅度偏移(一般是偏移量小于 1.5σ), 采用累计和控制图比传统的休哈特控制图控制测量系统的稳定性偏差更加有效, 在相同测量次数条件下, 累计和控制图既减少了虚发警报的错误 (第一类错误概率 α), 又减少了漏发警报的风险 (第二类错误概率 β)。同时当在累计和控制图上出现失控状态时, 还可以方便地计算出调整量以便对测量系统进行校准。

为进一步提高累计和控制图的检出力, 可以采用快速初始响应(Fast Initial Response, FIR)技术[8], 更迅速地检测出测量结果的微小偏移, 可以应用与对测量系统的稳定性要求比较高的场合。

4. 参考文献

- [1] Measurement System Analysis Reference Manual[M]. Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motor Corporation, 1995:107-109
- [2] E S Page. Continuous Inspection Scheme[J]. Biometrika, 1954, Vol. 41, pp100-104
- [3] Hawkins D. M. A CUSUM for a Scale Parameter[J]. Journal of Quality Technology, 1981, 13(4):228-231
- [4] Lucas J. M. The design and use of V-mask control Scheme[J]. Journal of Quality Technology. 1976, 8(1):1-12
- [5] Thomas P. R. Statistical Method for Quality Improvement[M]. John Wiley & Sons Inc, 1989:102-118
- [6] Montgomery Douglas C. Introduction to Statistical Quality Control[M]. 3rd edition. John Wiley & Sons Inc, 1996: 314-330
- [7] Woodall W H Admas B M. The Statistical Design of CUSUM chart. Journal of Quality Engineering[M]. 1993, 5(4):559-570
- [8] Lucas J. M., Crosier R. B. Fast Initial Response for CUSUM Quality Schemes: Give Your CUSUM a Head Start[M]. Technometrics, 1982, 24(3):119-205