

氧化锌粉料称量过程能力的影响因子研究

于森,李彦玲,孔繁奇,杨大伟,王泽民

[赛轮(沈阳)轮胎有限公司,辽宁 沈阳 110144]

摘要:在设备正常且忽略人为因素的前提下,通过收集某配方的氧化锌粉料称量数据,运用柏拉图方法筛选称量过程影响因子并对其进行Mann-Whitney检验和等方差检验分析,寻找氧化锌粉料称量过程能力的关键影响因子。结果表明:提前量和点动值是影响氧化锌粉料称量过程的关键影响因子;与提前量为0.1 kg时相比,提前量为0.3 kg时的氧化锌粉料称量样本分布概率的标准差(简称标准差)高56%,提前量为0.1 kg时氧化锌粉料称量过程更稳定;与点动值为0.5 s时相比,点动值为1.5 s时的标准差高10%,点动值为0.5 s时氧化锌粉料称量过程更稳定。

关键词:氧化锌粉料;称量过程能力;影响因子;提前量;点动值;标准差

中图分类号:TQ330.38⁺⁷

文章编号:2095-5448(2021)06-0297-05

文献标志码:A

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2021.06.0297



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

1955年,第1台远程控制的自动称量系统在橡胶配料工艺领域开始尝试应用^[1],经过多年的发展,橡胶配料自动称量技术越发成熟^[2-4],企业对称量精度的要求也越来越高^[5-10]。在轮胎制造过程中,由于操作人员和设备的原因,粉料称量时会存在一定误差(而且误差并非正态分布),从而影响轮胎性能。

本工作以氧化锌粉料称量过程为研究对象,忽略人为因素,在设备正常工作的前提下,通过多次试验,寻找氧化锌粉料称量准确性的影响因子,以提高氧化锌粉料的称量过程能力,从而改善产品质量,提高利润。

1 试验材料与设备

试验材料为某配方的氧化锌粉料。

试验设备为粉料自动在线投料系统,软控股份有限公司产品。

2 试验方案

本试验运用精益六西格玛方法论,借助

作者简介:于森(1985—),男,辽宁辽阳人,赛轮(沈阳)轮胎有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎工艺研究工作。

E-mail:sen.yu@sailuntire.com

Minitab软件进行数据分析,方案如下。

(1)抽取某配方一段连续生产区间内全部氧化锌粉料,选取至少100组称量样本,作出氧化锌粉料称量样本分布概率图与直方图。

(2)运用柏拉图方法筛选氧化锌粉料称量过程影响因子,并对影响因子进行潜在失效模式及后果分析(简称FMEA),找到称量参数的重要影响因子。

(3)对于已筛选出的重要影响因子,进行下一步分析,找到关键影响因子。

3 结果与讨论

3.1 试验及称量样本分布图

抽取4天的氧化锌粉料称量样本数据(每天106车),从制造执行系统(MES)中导出电子记录。

选取样本容量(N)为120,得到氧化锌粉料称量样本分布概率图(见图1),其中,百分比1为(每相差0.05 kg氧化锌样本组数/氧化锌样本总数)×100%。样本分布概率的标准差(简称标准差)为0.038 42,概率(P)小于0.005。氧化锌粉料称量样本分布直方图如图2所示,其中,频率为(各种质量氧化锌样本组数/氧化锌样本总数)×100%。

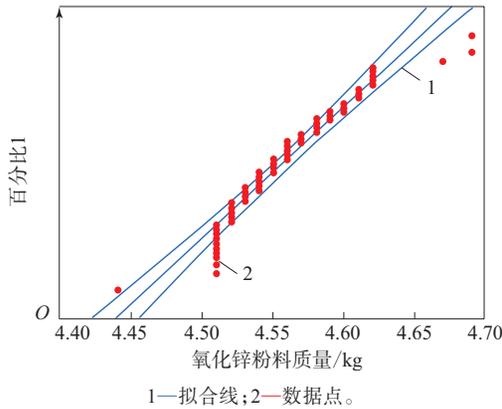


图1 氧化锌粉料称量样本分布概率图

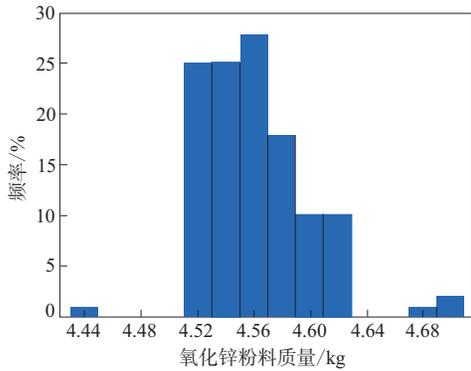


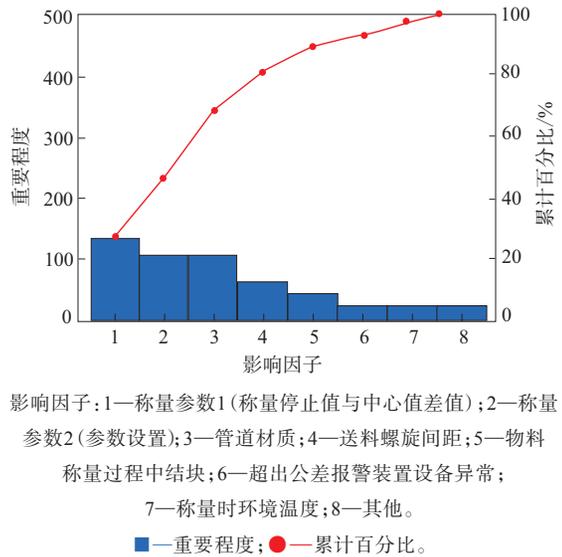
图2 氧化锌粉料称量样本分布直方图

根据图1和2分析氧化锌粉料称量样本是否为正态分布(P 小于0.05时,数据为非正态分布),对数据进行个体分布标识分布和变换,发现 P 均小于0.05,均未拟合成功,即数据为非正态分布。在操作人员称量氧化锌粉料过程中,氧化锌粉料质量在合格范围之内,但是质量总体离最佳值较远。针对这一情况,进一步分析氧化锌粉料称量过程中的影响因子。

3.2 称量关键影响因子分析

通过柏拉图方法筛选氧化锌粉料称量影响因子,进一步总结氧化锌粉料称量影响因子重要程度,如图3所示,重要程度通过因果(CE)矩阵工具打分评价,累计百分比为各影响因子在所有影响因子中重要程度占比的累计百分数。

从图3可以看出,氧化锌粉料称量的重要影响因子有称量参数(含影响因子1和2)、管道材质和送料螺旋间距,对其进行FMEA打分(见表1),发现最重要的影响因子为称量参数。进一步选择慢称值、提前量和点动值3个参数进行分析,以



影响因子:1—称量参数1(称量停止值与中心值差值);2—称量参数2(参数设置);3—管道材质;4—送料螺旋间距;5—物料称量过程中结块;6—超出公差报警装置设备异常;7—称量时环境温度;8—其他。
■—重要程度;●—累计百分比。

图3 氧化锌粉料称量影响因子重要程度

发现关键影响因子。

慢称值为快称转为慢称时距离中心值剩余的质量,分别设置为4和3 kg;提前量为连续称量转为点动称量时距离中心值剩余的质量,分别设置为0.1和0.3 kg;点动值为点动称量的时间,分别设置为0.5和1.5 s。对调整值先进行理论分析是否有必要设置,再进行氧化锌粉料称量对比分析。调整值为上一车超出公差范围时,下一车称量时调整提前量的百分比。由于此项参数只在超出公差时产生影响,所以不是本工作的显著影响因子。

对慢称值分别为3和4 kg的两组氧化锌粉料称量样本进行Mann-Whitney检验(见图4,图中EAT为总样本平均值, W 为第1个样本的秩和),由于 P 大于0.05,不能拒绝原假设(慢称值为3和4 kg的氧化锌粉料称量中心值没有显著差异),所以慢称值对氧化锌粉料称量过程能力没有太大影响。

提前量为0.1和0.3 kg时,两组氧化锌粉料称量样本提前量分布概率图如图5所示[百分比2为(每相差0.01 kg氧化锌样本组数/氧化锌样本总数) $\times 100\%$],提前量等方差检验图如图6所示,提前量为0.1和0.3 kg时,氧化锌粉料称量标准差分别为0.004 8和0.007 5。

由图5可知,两组氧化锌粉料称量样本的提前量分布 P 小于0.05,不服从正态分布;对两组数据进行等方差检验(见图6),由于非正态分布按Levene检验结果,得到 P 小于0.05,拒绝原假设(提

表1 FMEA打分表

项 目	流程步骤							
	称量步骤1	称量步骤2	称量步骤3	卸料步骤1	称量步骤4	称量步骤5	称量步骤6	卸料步骤2
关键过程输入	送料螺旋间距	称量停止算法	设定的称量参数	运输管道	硬脂酸、氧化锌	超出公差报警装置	称量时环境温度	卸料控制装置
潜在失效模式	送料螺旋间距过大	称量停止值与中心值差异大	设定的称量参数不正确	运输管道挂壁	有结块	报警或报警后直接进行下一步	称量时环境温度超温	卸料控制装置异常运行
潜在失效后果	粉料超出公差	称量过程能力低	粉料超出公差	粉料超出公差	粉料超出公差	粉料超出公差	粉料超出公差或下料慢	粉料超出公差
严重度 ¹⁾	7	5	7	7	7	7	7	7
潜在失效原因	设计不合理	称量停止的算法不合理	慢称值、提前量、点动值等称量参数设置不合理	管道材料易挂壁	物料存在过程结块	超出公差报警装置设备异常	称量时环境温度高	卸料控制装置异常
发生度 ²⁾	3	9	5	5	2	1	1	1
当前控制方法	设备管控	设备管控	作业前点检	目测	作业前点检	作业前点检	作业前点检	作业前点检
难检度 ³⁾	3	3	3	3	3	3	3	3
风险优先系数	63	135	105	105	42	21	21	21

注:1)严重度为流程步骤对顾客影响的严重程度;2)发生度为流程步骤潜在失效模式和潜在失效原因发生频率的大小;3)难检度为检测到流程步骤失效模式的能力大小。

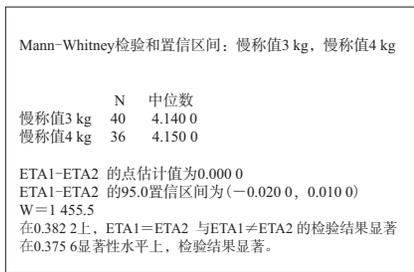
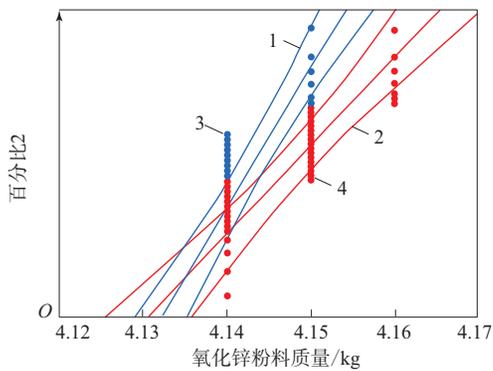


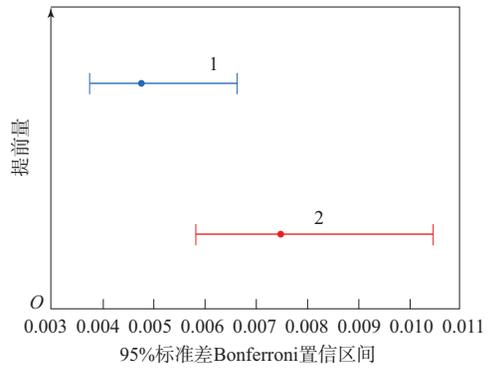
图4 Mann-Whitney检验图示意



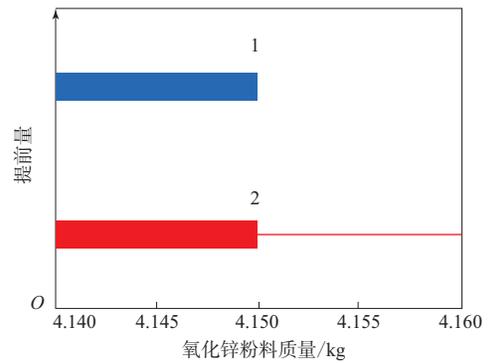
拟合线:1—提前量为0.1 kg;2—提前量为0.3 kg。
数据点:3—提前量为0.1 kg;4—提前量为0.3 kg。

图5 提前量分布概率图

前量为0.1和0.3 kg的氧化锌粉料称量数据波动没有显著差异)。假设检验结果说明,即使设置距中心值0.3或0.1 kg时由连续称量转为点动称量,如果距离称量目标值太近,可能会造成称量数据波动加大,所以提前量是氧化锌粉料称量过程能力的关键影响因素。



(a) 95%标准差-提前量等方差检验图



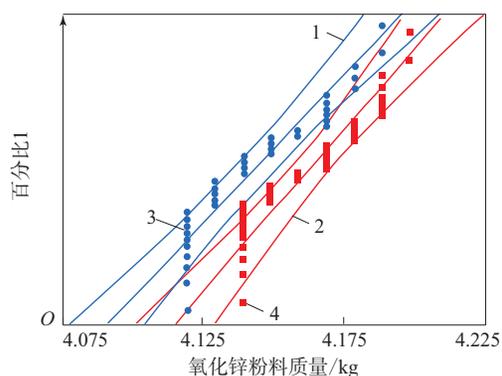
(b) 氧化锌粉料质量-提前量等方差检验图

提前量/kg:1—0.1;2—0.3。

图6 提前量等方差检验图

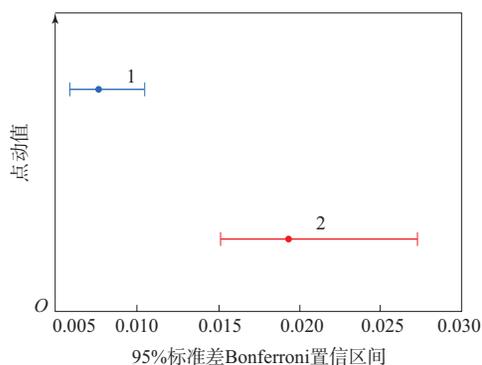
点动值为0.5和1.5 s时,两组氧化锌粉料称量样本点动值分布概率图如图7所示,点动值等方差检验图如图8所示。

由图7和8可知,点动值为0.5和1.5 s时,对氧

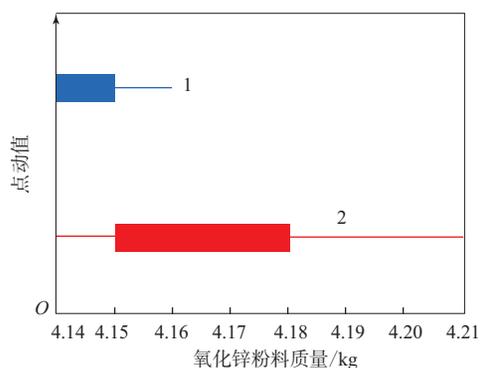


注同图5。

图7 点动值分布概率图



(a) 95%标准差-点动值等方差检验图



(b) 氧化锌粉料质量-点动值等方差检验图

点动值/s:1—0.5;2—1.5。

图8 点动值等方差检验图

化锌粉料称量的中心值没有影响,但对数据波动有影响(点动值为1.5 s时标准差为0.229 8,点动值为0.5 s时标准差为0.209 5),也就是会影响称量过程能力,所以本工作中点动值是影响氧化锌粉料称量过程能力的关键影响因子。

4 结论

(1) 提前量和点动值是影响氧化锌粉料称量过程的关键影响因子。

(2) 提前量为0.3 kg时氧化锌粉料称量标准差比提前量为0.1 kg时高56%,提前量为0.1 kg时氧化锌粉料称量更为稳定。

(3) 点动值为1.5 s时氧化锌粉料称量标准差比点动值为0.5 s时高10%,点动值为0.5 s时氧化锌粉料称量更为稳定。

参考文献:

- [1] KEN KARDUX,马继伟.混炼胶配合剂的微量称量[J].橡胶技术与装备,1990(4):30-33.
- [2] 娄高峰,杨文明,赵春光.粉状外加剂精确称量系统研究[J].中国设备工程,2020(3):203-204.
- [3] 吴帅芝.橡胶行业粉料自动称量系统设计及实验研究[D].青岛:青岛科技大学,2010.
- [4] 赵桂英,王忠光,崔荣芝,等.一种实验室用橡胶小料称量装置的设计[J].橡胶工业,2016,63(6):369-371.
- [5] 佚名.一种粉料提前预混的称量装置[J].橡塑技术与装备,2017,43(23):65.
- [6] 田智慧,张永胜,王国平.自动称量配料控制系统设计[J].包装工程,2019,40(1):140-144.
- [7] 李金贤,翁家雄,马铁军,等.MOBS协议在密炼机自动称量系统中的应用[J].橡胶工业,2006,53(5):301-303.
- [8] 王冠群.射频识别系统在小料配料产品中的应用[J].橡胶工业,2016,63(8):490-492.
- [9] 姜鹏,王中医,李勇.基于小料配料流场的除尘罩结构优化[J].橡胶工业,2020,67(10):781-786.
- [10] 侯金智.全自动小粉料称量系统的设计[J].橡胶科技,2016,14(1):43-46.

收稿日期:2020-12-15

Study on Influencing Factors of Zinc Oxide Powder Weighing Process Capability

YU Sen, LI Yanling, KONG Fanqi, YANG Dawei, WANG Zemin

[Sailun (Shenyang) Tire Co., Ltd, Shenyang 110144, China]

Abstract: Under the premise that the equipment was normal and human factors were ignored, by

collecting the weighing data of zinc oxide powder in a certain formula, the Plato method was used to screen the weighing process influencing factors, and Mann-Whitney test and equal variance test were carried out to find the key factors influencing the zinc oxide powder weighing process capability. The results showed that, lead value and inching value were the key influencing factors in the zinc oxide powder weighing process. Compared with 0.1 kg lead value, the standard deviation of the sample distribution probability in the weighing of zinc oxide powder (short for standard deviation) with 0.3 kg lead value was higher by 56%, and the zinc oxide powder weighing process was more stable when the lead value was 0.1 kg. Compared with 0.5 s inching value, the standard deviation of 1.5 s inching value was higher by 10%, and the zinc oxide powder weighing process was more stable when the inching value was 0.5 s.

Key words: zinc oxide powder; weighing process capability; influencing factor; lead value; inching value; standard deviation

《绿色设计产品评价技术规范 汽车轮胎》等 10项行业标准即将实施

2021年4月19日,工业和信息化部批准并公布

了563项行业标准,其中《绿色设计产品评价技术规范 汽车轮胎》等10项与橡胶行业相关的新制修订行业标准(见表1)将于2021年7月1日实施。

表1 即将实施的10项橡胶行业相关新制修订行业标准

标准号	标准名称	标准主要内容
HG/T 5864—2021	绿色设计产品评价技术规范 汽车轮胎	本标准规定了汽车子午线轮胎的绿色评价要求、产品生命周期评价报告编制方法和评价方法,适用于轿车子午线轮胎、轻型载重汽车子午线轮胎和载重汽车子午线轮胎。
HG/T 5833—2021	硫化促进剂 N,N'-二甲基-N,N'-二苯基秋兰姆二硫化物(MPTD)	本标准规定了硫化促进剂N,N'-二甲基-N,N'-二苯基秋兰姆二硫化物(简称硫化促进剂MPTD)的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存,适用于以N-甲基苯胺、二硫化碳为主要原料经氧化反应制得的硫化促进剂MPTD。
HG/T 5834—2021	硫化促进剂 双(O,O-二丁基二硫代磷酸)锌(ZDBP)	本标准规定了硫化促进剂双(O,O-二丁基二硫代磷酸)锌(简称硫化促进剂ZDBP)的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存,适用于以丁醇与五硫化二磷反应,再与氧化锌反应制得的硫化促进剂ZDBP。
HG/T 5835—2021	硫化促进剂 双[O-丁基-O-(2-乙基己基)二硫代磷酸]锌(ZEHBP)	本标准规定了硫化促进剂双[O-丁基-O-(2-乙基己基)二硫代磷酸]锌(简称硫化促进剂ZEHBP)的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存,适用于以丁醇、2-乙基己基辛醇与五硫化二磷反应,再与氧化锌反应制得的硫化促进剂ZEHBP。
HG/T 5836—2021	乳胶垫	本标准规定了乳胶垫的要求、试验方法、检验规则和包装、标志、运输与贮存,适用于由天然胶乳、合成胶乳或由天然胶乳与合成胶乳并用的混合胶乳加入配合剂经发泡、硫化等工艺制备的乳胶垫芯与垫套组成的乳胶垫。
HG/T 5837—2021	发动机电子节温器用橡胶密封阀门	本标准规定了发动机电子节温器用橡胶密封阀门的符号、结构型式、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存,适用于燃油发动机电子节温器橡胶密封阀门。
HG/T 5838—2021	金属骨架发泡橡胶复合密封板	本标准规定了金属骨架发泡橡胶复合密封板的术语和定义、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存,适用于汽车传动系统(发动机、变速箱、车桥)、工业缝纫机、气动工具等的密封,工作温度范围-40~140℃、峰值温度为150℃条件下使用的金属骨架发泡橡胶密封板。
HG/T 5839—2021	气弹簧用密封圈	本标准规定了气弹簧用的橡胶密封圈的术语和定义、符号、要求、试验方法、检验规则和包装、运输、贮存,适用于安装在气弹簧活塞杆与缸筒之间,起密封作用的气弹簧用橡胶密封圈。
HG/T 4193—2021 (代替HG/T 4193—2011)	轮胎气门嘴延伸管	本标准规定了轮胎气门嘴延伸管的术语和定义、型号标记、结构型式及尺寸、零部件的类型、结构尺寸及材料、外观、密封性、通气速率、连接、爆破、耐腐蚀、试验方法、检验规则、标识、包装和贮存,适用于载重汽车(包括客车、挂车及无轨电车)、工业车辆、工程机械、拖拉机、农业和林业机械等轮胎用气门嘴延伸管。
HG/T 4194—2021 (代替HG/T 4194—2011)	轮胎气门嘴延伸管试验方法	本标准规定了轮胎气门嘴延伸管试验的术语和定义、试验设备、仪器仪表、密封性试验、连接试验、爆破试验、通气速率试验和耐腐蚀试验,适用于载重汽车(包括客车、挂车及无轨电车)、工业车辆、工程机械、拖拉机、农业和林业机械等轮胎用气门嘴延伸管的试验。

(本刊编辑部)