

轮胎生产企业设备利用率的 管控及效益分析

王其营¹, 张连军², 赵丰博¹

(1. 中策橡胶(天津)有限公司, 天津 300452;
2. 山东枣矿中兴慧通轮胎有限公司, 山东 济南 271100)

摘要: 对轮胎生产企业设备利用率的统计方式及适用范围进行分类, 并分别制定设备利用率的管控措施, 最后就设备利用率高低对成本和效益的影响进行对比分析。

关键词: 轮胎生产企业; 设备利用率; 控制; 效益

中图分类号: TQ330.8

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2025)08-0060-05

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2025.08.013

0 前言

设备利用率是反映设备工作状态及生产效率最重要的技术经济指标之一, 对于其含义有多种解释, 其分类也有多种方式; 而且不同的管控措施, 也会产生不同的效果。本文结合轮胎生产企业实际, 对常用的设备利用率统计方式及适用范围进行分类, 并制定设备利用率的管控措施, 最后就设备利用率高低对成本和效益的影响进行对比分析, 供同行参考。

1 常用设备利用率的分类及适用范围

目前, 最常用的设备利用率主要有设备台时利用率、设备产能利用率和设备数量利用率三种统计和计算方式, 而且适用范围也有所不同, 下面分别进行阐述。

1.1 设备台时利用率

设备台时利用率是以统计周期内(一般是一年, 也可以是一个月, 个别情况是一周或每天)设备的实际运行时间和额定/理论运行时间的百分比。其中设备实际运行时间, 是指统计期内, 设备在没有明显故障时的正常运行时间; 额定/理论运行时间则是指设备在统计期内, 可以正常运行的理想时间, 作为考核设备利用率的基准时间。

轮胎生产企业对设备台时利用率的应用, 又分为设备制度台时利用率和设备计划台时利用率两种方式。

1.1.1 设备制度台时利用率

设备制度台时利用率是指设备实际开动时间与制度规定工作时间的百分比, 即设备制度台时利用率 = 实际开动台时 ÷ 制度工作台时 × 100%。

设备实际开动台时可以是单台设备在统计期内的实际工作时间, 也可以是所有统计范围内的设备实际工作时间之和; 实际开动台时可以是正常工作台时, 也可以是设备加班加点的台时。

而制度工作台时可以是单台设备在统计期内, 除去节假日和公休日之外的日历天数所折合的工时, 并减去该设备各类检修的实际工时; 也可以是统计范围内所有的设备在制度工作天数(日历天数 - 节假日天数 - 公休日天数)内, 按照每天法定工作小时(国家劳动法规定的时间, 1、2、3 班制开动时间依据企业具体规定小时计算)折合成工作台时, 并减去全部设备的检修实际工时后的工时之和。

由于轮胎生产企业大都是连续生产, 节假日和公休日停产的次数较少, 因此, 对轮胎生产企业而言, 设备制度台时利用率不低于 90% 即可视为合理, 大于 100% 也属于正常。

1.1.2 设备计划台时利用率

设备计划台时利用率是指设备实际开动时间与计划工作时间的百分比, 即设备计划台时利用率 = 实际开动台时 ÷ 计划工作台时 × 100%。

作者简介: 王其营(1967—), 男, 高级工程师, 橡胶机械专业, 已发表论文 300 余篇。

设备实际开动台时可以是单台设备的开动台时，也可以是多台设备的台时之和。

设备计划台时则是由企业根据统计周期内的节假日、公休日、订单、人员、设备效率等实际情况，所确定的单台设备计划工作台时或统计范围内全部设备计划工作台时之和。

一般情况下，设备计划台时利用率低于 100%；只有在产品订单突然增加或设备效率出现下降时，为确保订单交付，设备计划台时利用率才会高于 100%。

1.2 设备产能利用率

设备产能利用率是指设备在统计周期内设备的实际产量与设备额定 / 理论产量的百分比。设备在正常运行时，相同的设备在不同运行周期的产量或发挥的作用有明显的区别，所以不同行业或相同行业的不同工序对设备利用率的管理和控制方法就有明显的不同

轮胎生产企业对设备产能利用率的应用，又分为设备生产综合轮胎数量利用率（以下简称“设备生产数量利用率”）和设备生产综合轮胎重量利用率（以下简称“设备生产重量利用率”）两种方式。

1.2.1 设备生产数量利用率

设备生产数量利用率是一个统称，是指利用设备实际生产合格轮胎或半成品的数量与设备额定生产数量的百分比，即设备生产数量利用率 = 实际生产合格轮胎或半成品的数量 ÷ 额定生产数量 × 100%。

设备实际生产轮胎或半成品的数量需要根据工序和设备不同而分别统计。例如，在炼胶工序，炼胶生产线的产能是指密炼机在统计周期内实际完成合格胶料（包括母胶和终炼胶）的车数；在压延工序，压延生产线的产能是指压延机生产线在统计周期内实际压延合格帘布（包括纤维帘布和钢丝帘布）的长度或面积；在挤出工序，挤出生产线的产能是指挤出机在统计周期内实际挤出合格型胶（包括胎面、胎侧等）的数量；在成型工序，成型机的产能是指成型机 / 组在统计周期内实际完成合格胎坯（可分一段、二段等）的数量；在硫化工序，硫化设备的产能则是硫化设备（包括各类硫化机 / 组、硫化罐等）在统计周期内实际硫化的合格成品轮胎的数量。

设备额定生产轮胎或半成品的数量，是以设备正常状态下、在单位时间内可以生产常规产品或半成品的数量；也可以是在设备经过一段使用后，根据设备存在的问题进行有针对性改造后，在单位时间内可以生产常规产品或半成品的数量。设备额定生产轮胎或

半成品的数量也是根据工序和设备不同而分别统计，统计方法与上述内容相同。

由于操作工的操作技能有一定差别，因此，同等条件下相同设备的利用率也有一定的差别。操作工技能水平越高，在相同条件下的设备生产数量利用率就越高；反之，则越低。因此，对轮胎生产企业而言，设备生产数量利用率不低于 75% 就可以视为合理，特殊情况下，也可以大于 100%。

1.2.2 设备生产重量利用率

设备生产重量利用率是指按照成品轮胎或半成品重量来判定设备利用率的一种方式，即设备生产重量利用率 = 实际生产合格轮胎或半成品的重量 ÷ 额定生产重量 × 100%。

设备实际生产轮胎或半成品的重量也需要根据工序和设备不同而分别统计。例如，在炼胶工序，炼胶生产线的产能是指密炼机在统计周期内实际完成各类合格胶料的总重量；在压延工序，压延生产线的产能是指统计周期内实际压延帘布的总重量（可以根据帘布的长度、宽度、厚度及比重自动折算）；在挤出工序，挤出生产线的产能是指挤出机在统计周期内实际挤出各类合格型胶的总重量；在成型工序，成型机的产能是指成型机 / 组在统计周期内实际完成所有合格胎坯的总重量；在硫化工序，硫化设备的产能则是各类硫化设备在统计周期内实际硫化合格成品轮胎的总重量。

设备额定生产轮胎或半成品的重量，是以设备正常状态下、在单位时间内可以生产常规产品或半成品的理论重量计算；如果根据设备存在的问题进行有针对性改造，其额定生产轮胎或半成品的重量一般都会增加。设备额定生产轮胎或半成品的重量也是根据工序和设备不同而分别统计，统计方法与上述内容相同。

与设备生产数量利用率相比，设备生产重量利用率更切合实际。由于目前轮胎生产一般是按照订单生产，所以设备生产重量利用率不但受操作工技能水平影响，而且也受规格更换频率、产品规格生产难易程度等客观因素影响。因此，在一般情况下，设备生产重量利用率相比设备生产数量利用率的数值会稍低一些。

1.3 设备数量利用率

设备数量利用率是以统计范围内抽样时刻的开机台数与设备总台数的百分比。由于轮胎企业的生产组织属于连续作业，设备运行数量相对比较稳定，因此设备数量利用率的作用不是很明显。

正常情况下,对于单位时间内产量固定或产量容易统计或计算的,一般采用设备台时利用率;对于产量可变的,一般采用设备产能利用率,个别使用设备数量利用率。对轮胎生产企业而言,一般采用设备台时利用率和设备产能利用率,而设备数量利用率则用的较少。故本文只对设备台时利用率和设备产能利用率进行分析,对设备数量利用率则不做过多阐述。

2 设备利用率的管控措施

从上述设备台时利用率和设备产能利用率的影响因素来看,要想提高设备利用率,最主要的措施有三条,一是控制各工序设备故障时间,减少停机损失;二是控制非生产时间,使设备得到充分利用;三是提高生产效率及产品合格率,减少设备的速度损失和废品损失。

2.1 控制设备故障时间

控制设备故障时间可以与设备管理相结合,采取以下措施:

首先,制定适合本企业设备状况和生产组织的设备管理制度,完善设备使用、维护、大中修的措施,这是减少设备故障时间的基础。

其次,将设备全生命周期的前期管理做到位。前期管理包括设备研发、设计、制造等过程,虽然该周期的起始点和轨迹主要在设备设计者和制造商,但是该周期对设备的适用范围、使用效果、生命周期等都会产生重要影响。因此,只有对设备的前期管理做到位,才能使轮胎生产设备适得其所,发挥最大作用。

第三,将设备全生命周期的中期管理做扎实。中期管理包括设备采购、安装、使用、大中修、改造直至报废等过程,起始点和轨迹主要在轮胎生产企业。该周期对设备性能的体现、产能的发挥、成本的分摊及后期生命周期的延续等都会产生直接的影响,更直接影响设备的有效运行时间和运行质量。

第四,提高对设备全生命周期后期管理的认识。后期管理包括对报废或损坏设备的再制造、再使用及维护、直至最终报废。合理的再制造可以延长设备全生命周期,对降低设备购置或置换投资、控制设备使用成本、降低设备折旧费用等十分有利。

第五,加强设备的安全管理,防止发生人身和设备事故。一旦发生事故,首先做的就是设备停机整改,设备有效运行时间自然就会直接减少;其次是处理事故的相关事宜,包括设备恢复等,造成故障时间延长。

第六,合理安排设备检修时间,除突发故障外,所有的检修尽量安排在非计划生产时间内,从而减少设备停机时间。

第七,提高维修人员的专业水平,通过专业培训、与设备制造商交流等方式提高维修人员的综合素质。特别是随着智能化、数字化设备的增加,专业培训对减少设备故障时间十分重要。

第八,采用先进的故障判定技术,以便于及时快速预见问题、发现问题、解决问题。

2.2 控制非生产时间

控制非生产时间的措施主要是根据人员、订单、原材料供应、能源种类(主要是指光伏发电、风力发电等清洁能源)以及其他有利于企业成本控制的因素,对节假日和公休日进行妥善的安排。

虽然按照国家劳动法规定,节假日和公休日应该安排休班,但是可以通过换休、支付节日加班费等措施安排连续生产,这样企业的非生产天数就会减少;在制度工作台时和计划工作台时不变的情况下,设备台时利用率就会大幅提高。

当然,企业对节假日和公休日进行调整以提高设备利用率的主要依据,就是看上述有利于企业成本控制因素所带来的效益总和要大于因调整节假日和公休日而增加的加班费等人工成本;如果由此支付的加班费等人工成本大于缩短非生产时间产生的效益,则需要慎重考虑。

另外,轮胎生产企业不能为了单纯提高设备台时利用率而把制度工作台时和计划工作台时人为降低,这样做虽然可以提高表面的台时利用率,但是对发挥设备的最大作用却没有实质性帮助,这一点必须注意。

2.3 提高生产效率及产量

轮胎生产企业提高设备利用率的目的是利用现有的装备和人员,在尽量短的时间内,生产出数量最多、市场最急需、质量最稳定、附加值(销售价格)最高的产品。要想达到此目的,必须想法提高设备的生产效率,增加单位时间的产量。为此,可以采取如下措施:

首先,根据市场需求、设备产能和人员状况等因素科学编制生产作业计划,并把计划严格按照进度实施。

其次,根据生产作业计划选择适宜的设备生产合适的半成品和成品,这样可以提高生产效率,发挥设备的最大作用。

第三,加强轮胎生产各工序间的协调,加快半成

品和成品的周转速度，减少非生产占用时间。

第四，充分利用设备的一切先进功能并挖掘设备潜能，提高设备生产效率。

第五，加强设备的正确操作，减少人为损坏造成的停机时间增加，对提高产量和质量都有益。优良的设备性能加上正确的操作才能生产出计划数量的优质产品；如果设备性能较差，但通过精心操作、避免误差积累，也可以完成产量和质量指标；相反，如果设备性能优良，但操作不正确或误差积累太多，也很难保证产量和质量达到指标要求，而不合格的产品是不能计入产量的。

第六，根据企业实际情况，制定适合特殊情况下提产、提质、提效的激励措施，以尽最大可能提高设备的运行效率、稳定产品质量、增加综合效益。

通过采取上述措施，设备在统计周期内的实际生产效率会提高、产量会增加，则设备的利用率就会相应提高。

3 设备利用率对成本和效益的影响

在轮胎生产企业，设备投资占总投资的比例较高；特别是随着智能化、数字化技术的应用，设备投入及技术支持的成本更高。设备能否充分利用，直接影响到投资效益和生产成本。在同等条件下，设备利用率越高，发挥的作用就越大；设备单位工作台时和单位产品分摊的设备折旧费用就越少，生产成本就会越低；反之，亦然。下面按照设备台时利用率和设备产能利用率两方面分析对成本和效益的影响。

3.1 设备台时利用率对成本和效益的影响

假设一条炼胶生产线全部固定资产费用为 2 000 万元（包括直接设备购置和安装费用、土建和公用工程分摊费用等），按照平均年限折旧法提取折旧，折旧年限设定为 20 年。则该生产线平均折旧费用为 100 万元/年，平均每小时均摊的折旧费用为：

$$100 \times 10\,000 \div 365 \div 24 = 114.16 \text{ (元/h)}$$

下面分析不同的制度台时利用率和计划台时利用率对均摊折旧费用的影响。

(1) 制度台时利用率

如果按照制度台时利用率计算，全部剔除双休日和节假日，每年的制度工作日约为 250 天。如果制度台时利用率为 90%，则该生产线有效工作台时均摊的折旧费用为：

$$114.16 \times 365 \div 250 \div 90\% = 185.19 \text{ (元/h)}$$

即有效工作台时均摊的折旧费用比全年平均每小时均摊的折旧费用提高 71.03 元/h，提高比例为 62.22%。

如果将每年的制度工作日确定为 330 天，制度台时利用率为 95%，则该生产线有效工作台时均摊的折旧费用为：

$$114.16 \times 365 \div 330 \div 95\% = 132.91 \text{ (元/h)}$$

即有效工作台时均摊的折旧费用比全年平均每小时均摊的折旧费用提高 18.75 元/h，提高比例为 16.43%。也就是说，将每年的制度工作日确定的越长、制度台时利用率越高，有效工作台时均摊的折旧费用就越低，对成本控制就越有利。

(2) 计划台时利用率

计划台时利用率与制度台时利用率的情况接近，每年的计划台时越多，计划台时利用率越高，有效工作台时均摊的折旧费用就越低。

因此，轮胎生产企业应该保持设备的完好，特别是生产线设备，像炼胶生产线、压延生产线、挤出生产线等，不但要保持主机及各辅机的完好，更要保证生产线各部位的匹配，这样才能确保设备实际运行的有效时间，提高设备的台时利用率，降低生产成本，提高经济效益。

3.2 设备产能利用率对成本和效益的影响

由于轮胎生产企业所有的成本最终都是通过合格的产品来分摊，因此设备的产能利用率对成本和效益的影响会更直接。

假设某轮胎生产企业硫化工序全部硫化机及相应配套设施等固定资产费用为 7 200 万元（包括直接设备购置和安装费用、土建和公用工程分摊费用等，可根据实际情况进行调整），按照平均年限折旧法提取折旧，折旧年限设定为 18 年。则该硫化工序平均每年的折旧费用为 400 万元。下面分别按照设备生产综合轮胎数量利用率和生产综合轮胎重量利用率分析对成本和效益的影响。

(1) 设备生产数量利用率

按照上述配置，如果该硫化工序每年额定生产综合轮胎 200 万条，实际生产轮胎 140 万条，则该硫化工序设备生产数量利用率为： $140 \div 200 \times 100\% = 70\%$ 。则平均每条轮胎均摊的固定资产费用为： $400 \div 140 \approx 2.86 \text{ (元/条)}$ 。

如果该硫化工序通过对硫化工艺进行优化、生产计划进行调整，每年实际生产轮胎 180 万

条, 则该硫化工序设备生产数量利用率提高至: $180 \div 200 \times 100\% = 90\%$ 。则平均每条轮胎均摊的固定资产费用为: $400 \div 180 \approx 2.22$ (元/条)。

如果该硫化工序通过对硫化设备进行改造、计件工资进行调整, 每年实际生产轮胎 240 万条, 则该硫化工序设备生产数量利用率提高至: $240 \div 200 \times 100\% = 120\%$ 。当然, 设备改造也需要相应的投入, 如果投入资金为固定资产总值的 10%, 则平均每条轮胎均摊的固定资产费用为: $400 \times (1+10\%) \div 240 \approx 1.833$ (元/条)。

因此, 从上述三种产量对比可以看出, 在统计周期内, 统计范围内的设备实际生产轮胎的数量越多, 设备生产数量利用率就越高, 单位数量轮胎分摊的固定资产费用越低; 如果在统计周期内对设备进行改造, 投入的费用也要根据实际情况转入固定资产, 并按照相同的折旧提取方式进行分摊。由于轮胎的规格品种较多, 不同结构和规格轮胎的单条重量差别比较大, 生产周期也有明显的差别, 因此采用轮胎数量统计设备利用率的方式误差较大, 可比性不是很强。

(2) 设备生产重量利用率

按照上述配置, 如果该硫化工序每年额定生产轮胎的重量为 4 万 t, 实际生产轮胎的重量为 2.8 万 t, 则该硫化工序设备生产重量利用率为: $2.8 \div 4 \times 100\% = 70\%$ 。则单位重量轮胎均摊的折旧费用为: $400 \div (2.8 \times 1\,000) \approx 0.143$ (元/kg)。

如果该硫化工序通过对硫化工艺进行优化等, 每年实际生产轮胎的重量为 3.6 万 t, 则该硫化工序设备

生产重量利用率提高至: $3.6 \div 4 \times 100\% = 90\%$ 。则单位重量轮胎均摊的折旧费用为: $400 \div (3.6 \times 1\,000) \approx 0.111$ (元/kg)。

如果该硫化工序通过对硫化设备进行改造等, 每年实际生产轮胎的重量为 4.8 万 t, 则该硫化工序设备生产数量利用率提高至: $240 \div 200 \times 100\% = 120\%$ 。设备改造投入资金为固定资产总值的 10%, 则单位重量轮胎均摊的折旧费用为: $400 \times (1+10\%) \div (4.8 \times 1\,000) \approx 0.092$ (元/kg)。

因此, 在统计周期内, 统计范围内的设备实际生产轮胎的重量越大, 设备生产重量利用率就越高, 单位重量轮胎分摊的折旧费用就越低。虽然轮胎的规格品种较多, 但是不同结构和规格轮胎按照重量统计设备利用率的误差相对较小, 可比性更强。这一点, 从《GB 29449—2024 轮胎和炭黑单位产品能源消耗限额》(2024—04—29 发布, 2025—05—01 实施) 中利用轮胎重量来统计能源单耗的方式就可以得到验证。

4 结语

对轮胎生产企业而言, 无论采取哪一种设备利用率的统计方式, 最终目的就是通过采取各种措施, 确保设备安全长周期运行; 并充分利用现有的设备和人员, 生产出数量最多、重量最 / 尽量重、利润率最高、市场最急需的合格轮胎。只要达到这两点, 设备的利用率就会提高, 生产成本就会下降, 企业的综合效益就会提高。

Control and benefit analysis of equipment utilization rate in tire production enterprises

Wang Qiying¹, Zhang Lianjun², Zhao Fengbo¹

(1. Zhongce Rubber (Tianjin) Co. LTD., Tianjin 300452, China;

2. Shandong Zaokuang Zhongxing Huitong Tire Co. LTD., Jinan 271100, Shandong, China)

Abstract: This article classifies the statistical methods for equipment utilization rate of tire production enterprises and their applicable scope, and formulates corresponding control measures for different categories. Finally, this article compares and analyzes how the high or low utilization rate of equipment affects costs and benefits.

Key words: tire manufacturing enterprises; equipment utilization rate; control and management; benefit

(R-03)