

快速换模技术在冲压成型作业中的运用与研究

倪文胜 沈丙涛 徐传江

安徽叉车集团有限责任公司 安徽 合肥 230022

【摘要】快速换模 (SMED) 通过工业工程的方法, 将模具的产品换模时间、生产启动时间或调整时间尽可能减少。在多品种小批量的叉车制造业中, 通过 SMED 来调度分配受限制的可分配资源, 内作业时间与外作业时间的转换, 以换模效率提升生产效率, 是成功实现精益生产的 Key Point。

【关键词】快速换模; 精益生产; 冲压成型; 叉车制造

500t 油压机是 H 公司叉车油箱内外壁板冲压成型的主要设备, 冲压成型不同型号的产品, 换模作业时间相对较长, 直接影响工序生产效率, 形成瓶颈。基于精益生产的标准化作业, 推进并运用快速换模技术, 致力于冲压设备的整体效率提升, 有助于企业效率的提升。

1 快速换模技术 (SMED) 概述

快速换模技术 (SMED) 起源于日本, 由新乡重夫首创, 最初应用于汽车制造行业, 在丰田公司取得了成功。换模在丰田生产方式中将换模定义为“从前一品种最后一个合格产品, 到下一品种第一个合格产品之间的时间间隔”。基于成本的角度, 这个时间是不创造直接价值的, 是一种成本上的浪费, 所以尽可能的减少。图 1 所示, 换模时间主要由换模准备时间、换模操作时间、换模调整整理时间组成; 换模时间, 按照其特性可以分为内作业时间与外作业时间。

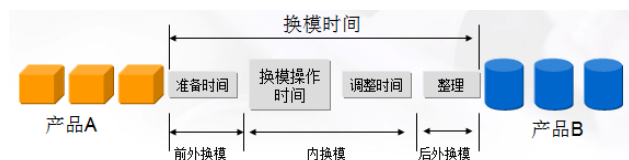


图 1 换模时间

快速换模技术 (SMED) 是一种快速有效的模具切换方法, 就是尽最大可能实现内外作业时间的转换, 实现多品种、小批量生产情态下的库存数量和库存时间, 以实现精益制造和精益管理。

快速换产技术 (SMED) 的作用有: 是实现精益生产均衡化生产的利器; 消除成本和设备可动率的损失; 缩短换模时间, 满足客户需求。

2 快速换模技术 (SMED) 基本原则与改善方向

2.1 快速换产技术 (SMED) 运用的基本原则, 分步实施

- (1) 区分换产作业的内作业时间与外作业时间;
- (2) 内作业时间转换为外作业时间, 并标准化;

- (3) 内部作业时间减少, 排除调试过程;
- (4) 完全取消作业转换操作时间。

2.2 快速换产技术 (SMED) 运用的改善方向

快速换产技术 (SMED) 在具体实施中, 应准确辨别区分内外作业, 尽可能内作业项外作业转化, 优化切换作业, 由简单到复杂的持续实施改善, 最终达到快速换模的理想状态。

快速换模的 5 个方向:

- (1) 工具形迹化管理;
- (2) 作业标准化;
- (3) 最短调试时间;
- (4) 普通操作工就能进行;
- (5) 减少使用工具。

3 快速换产技术 (SMED) 在冲压成型作业中运用分析

H 公司 500t 油压机冲压成型作业工序, 换产时间较长, 形成瓶颈。项目组拟运用快速换模技术 (SMED) 对工序作业进行改善, 以提升生产线整体效率。

3.1 现有换模调查

- (1) 换模频次及批量调查;
- (2) 换模作业时间写实;
- (3) 换模作业路径调查;
- (4) 模具连接 / 定位方式调查;
- (5) 工序作业产品调查;
- (6) 模具 / 模板相关尺寸调查。

在实施调查前, 根据调查目标编制各调查表单, 调查获取详细数据, 以便对数据进行归纳、分析、提炼, 形成分析结论、明确改善方向。表 1 为换模作业时间调查表。

表 1 换模作业时间调查表

序号	作业内容	时间 (秒)	区分		作业人数			备注
			内作业	外作业	1	2	3	
	设备停机							
1	取气管清理模具, 送回	90						来回行走月 15 米
2	过通道, 取活动扳手	35						来回行走约 25 米
3	松开压紧螺栓	36						1 人作业
4	取下压紧螺栓	39						1 人作业
5	将油压机上顶缸移动至上部	28						1 人作业
6	整理剩余物料	17						1 人作业
7	取纱布清理模具, 送回纱布	108						1 人作业
8	取扫帚清理地面	47						操作行车, 约 4 分钟
9	用行车起吊剩余物料	101						叉车辅助作业
10	调整货叉	12						行车转运物料
11	用叉起运模具, 送回模具架	61						1 人辅助
12	吊运新模具至设备旁	32						1 人辅助
13	将模具放置在台面, 粗对下顶缸	60						1 人辅助
14	取撬棒	11						1 人等待
15	用撬棒粗调模具 (对下顶缸)	6						
16	返回, 启动叉车, 取出上模具	41						1 人等待
17	取出下顶缸顶杆, 调整下顶杆	29						行车吊运, 6 分钟
18	用叉车将上模具放回	21						另 2 人配合
19	移动油压机上顶杆	30						1 人辅助
20	将油压机上顶杆退回, 校正模具	35						1 人辅助
21	再次将油压机上顶杆移动至模具	34						1 人辅助
22	将油压机上顶杆上移 200mm	10						
23	行走, 取铁丝放置模具内	41						1 人作业
24	第三次将油压机上顶缸移至模具	10						1 人辅助观察
25	取产品检测靠板	60						用时 96 秒
26	取压板安装在模具	111						2 人同时作业
27	行走, 取活动扳手	14						
28	使用活动扳手, 撬紧螺母	54						
29	将油压机上顶缸迅速退回	10						
30	取工件放入压装模具	59						
31	取六角扳手	23						1 人等待
32	用六角扳手调整限位	23						1 人配合作业
33	手动完成压型动作	30						1 人辅助观察
34	将模具下模螺栓拧紧	25						
35	将上油缸退回, 取卡板检测	28						
36	取下工件, 用卡板复检。	20						
	作业时间合计 (秒)	1391						
	作业时间折算 (分钟)	23.18						

3.2 换模作业分析

(1) 换模作业时间各维度分布

在完成各项基础调查的基础上,多换模过程的具体作业动作进行分析,为快速换模技术(SMED)按照 ECRS(合并、简化、取消、重组)进行改善提供依据。具体分析如表 2 所示。

表 2 换模作业时间分析

实际工 作时间	作业 时间	行走 等待	模具 转移	模具定 位调整	首件试 压型	其他
1408	265	547	170	254	137	35
时间占比	18.82%	38.85%	12.07%	18.04%	9.73%	2.49%

(2) 换模作业活动类型改善分析

按照 ECRS 改善原则,对每一分解动作进行分析和改善,确定改善方案(表 3)。

表 3 500 吨油压机切换改善分析表(初步对策)

步骤	作业流程	活动类型			改善前耗时		改善后耗时		初步改善方法	备注
		等待	操作	移动	内部时间	外部时间	耗时	耗时		
1	取气管清理模具,送回				30		8		就近定置气管	
2	过道取活动扳手				35		2		配专用扳手(换产小车)	
3	松开压紧螺栓				36		20		双人配合作业	
4	取下压板螺栓				33		22		双人配合作业	
5	将油压机上顶缸移动至上部				28		12			
6	整理剩余物料				17		0		转成外换产	
7	取纱布清理模具,送回脏纱布				108		15		定置在(换产小车)	
8	取扫帚清扫地面				47		0		转成外换产	
9	用叉车起吊剩余物料(转走)				184		0		转成外换产	
10	调整叉车				12		0		转成外换产	
11	用叉车起吊模具,送回模具架				61		25		双人配合作业(送至定置区)	
12	取出新模具运至设备旁				32		20		双人配合作业(定置区)	
13	将模具放置在台面,相对下顶缸				60		25		双人配合作业	
14	取插棒				11		5		定置在(换产小车)	
15	用插棒粗调整模具(对下顶缸)				6					
16	返回启动叉车,取出上模具				41					
17	取出下顶缸顶杆,精调整下顶杆位置,放回下顶杆				29				1、增加上下模座过渡板 2、工作台面增加刻度 3、在模具端面制作下顶缸尺寸标识	
18	用叉车将上模具放回模具中				21		65			
19	将油压机上顶缸移动(压至模具)				30					
20	将油压机上顶缸迅速退回,校正模具端面				35					
21	再次将油压机上顶缸移动至模具				34					
22	将油压机上顶缸向上移动200毫米				10					
23	长距离行走取铁丝放置模具内				41		8		定置在(换产小车)	
24	第三次将油压机上顶缸移动至模具				10					
25	取盖板产品检测				60		35		定置在(换产小车)	
26	取压板安装在模具上				113		62		双人配合作业	
27	长距离行走取活动扳手				14		2			
28	用活动扳手拧紧螺母				54		30		双人配合作业	
29	将油压机上顶缸迅速退回				10					
30	取工件放入压装模具				59		15			
31	用六角扳手				23		2		定置在(换产小车)	
32	用六角扳手调整限位				23		8		改善定位()	
33	手动完成压装动作				30		22			
34	取下模具螺栓旋紧				25		13		双人配合作业	
35	将上油缸退回,取卡板检测				28		10			
36	将工件取下,用卡板复检				20					
	合计(秒数)				1391	0	423			
	合计(分钟)				23.18	0.00	7.05			

【参考文献】

[1] 大野耐一. 丰田生产方式 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2006.
[2] 王卫刚, 周炳海. 快速换模技术的实践研究 [J]. 机床与液压, 2007 (05).
[3] 赵蕾. Z 公司 B 系列产品生产线精益改进研究 [D]. 徐州: 中国矿业大学, 2019.
[4] 郝冠男, 邓力君. 基于快速换模技术的生产线换线过程改善研究 [J]. 现代制造工程, 2019(4):139-144.
[5] 李登记. 基于精益生产理论的换模过程改进研究 [D]. 合肥: 合肥工业大学, 2009.

3.3 换模作业改善实施

(1) 换模前的各项准备工作: 换模前充分准备, 尽量将内作业转化为外作业。

(2) 实现换模时“手动脚不动”的原则: 不寻找工件工具, 不移动工作台, 不多用其他工具。

(3) 减少基准调整: 基准标识可视化。

(4) 减少使用螺栓, 尽量快速压紧。

(5) 开发必要的快速换模专用工具。

(6) 换模训练的实施。

(7) 并行工具的开发。

3.4 换模改善效果分析与成果固化

3.4.1 效果分析

通过快速换模技术(SMED)的运用, 500t 油压机的换模时间由 1391 秒(23.18 分钟)下降到 423 秒(7.05 分钟), 降低 69.6%。在直接效果上达到了 10 分钟换模(Single Minutes Exchange Die)的阶段目标。

3.4.2 TWI 训练

在进行全面的换模改善并达到预期效果后, 组织对相关作业人员的 TWI 训练, 通过“我说给你听、你说给我听、我做给你看、你做给我看”的方式, 相关人员均理解掌握快速换模的技术要领和作业规范。

3.4.3 成果推广与标准化

编制快速换模作业要领书, 指导作业人员依据标准作业, 规范换模作业的动作和程序, 让标准成为作业习惯, 让作业习惯符合标准。

4 结束语

快速换模技术(SMED)是减少换模时间的最直接方法, 是精益生产的重要组成部分。快速换模能降低库存、提升生产线的整体效率。快速换模技术的运用与研究, 对于多品种小批量的制造型企业, 有着重要的理论指导和现实意义。