

快速换模提高生产力

沈德盛 着

快速换模的最主要精神就是要有“充分的事前准备作业”，如此才能由十分钟快速换模进军到以秒为单位的换模最高效率。

四年前台中某大以外销为主的冲压机械厂，由于当时业务增加一倍，王董事长向银行贷款七千万元，用来扩建一倍的厂房，采购将近一倍的设备和 70% 的新进人员。然而，很不幸遇上台币大幅升值，报价不得不提高，造成竞争力减弱，订单近二年来不但未增加一倍，反而减少了三成；加上国内利率亦急速上升，利息支出，亦成事先无法预估的额外负担。一年前，无法再支撑下去而倒闭了。

日本工厂改善专家新乡重夫一九五零年，应东洋工业公司做现场改善辅导，当时东洋公司所面临的问题是因业务量急速扩增，而现有的大型八百吨、七百五十吨和三百吨的冲床已满载，无法应付订单的需求。是时新乡重夫到现场参观后，向厂长建议派工程师拿马表，对三台冲床的一周稼动实际情况记录下来，再研讨改善的对策。

改善之前先做稼动分析

厂长不以为然立刻回答说：“这不可能，我们整天都在现场，也深切了解全场的生产瓶颈都在这三台冲床上，因此我们派最优秀的熟练工人，不分昼夜三班制来操作，可以说除无可预防的故障外，稼动率几乎可以说时百分之百。如果应付业务的增加，除了再采购新设备外，别无他途了。”

当时新乡重夫也不置可否以婉转的语气回答：“你说的是实情，已是很难解决的问题，不过我还是想做稼动分析，如果分析结果还是无法解决，我会向社长建议采购设备。”结果，厂长才同意让新乡重夫进行设备的稼动分析调查。

新乡重夫针对八百吨的冲床做稼动分析，到了第二天做完了一批量后就准备换另一产品的模具，只见熟练的作业员换下了旧模具后，却在工厂内左忙右忙地跑来跑去，经请教领班后，才知道因新的模具缺少了一支螺丝，本来是和模具在一起的，可能是别台冲床的作业员拿走，所以到处去找是否可代用的螺丝。经过一个多小时，那位作业员汗流满面，拿了一支螺丝回来。

领班问作业员为何拿支螺丝要那么久，他回答说：“因为找了很久没有找到，最后只得把隔壁的模具上较长的螺丝拿来锯短后，再到机房请车床师傅车床，所以才会耽误这么久。”而且像这类事情，还时常发生。

当天八百吨冲床的实际稼动记录如下：准备、收拾和换模作业占 47%，宽放时间占 26%，附属作业占 24%，而主体作业（也就是真正有赚钱的作业）仅有 3%而已。而准备收拾和换模作业细分为搬运模具 3.5%。安装模具占了 11.7%，调整占了 21.7%，卸除模具占 7.2%，其它占 2.4%。在宽放作业的职务宽放可细分为搬运材料 2.3%，等候吊车 3.1%，材料冷却 3.6%和其它 4.7%。

分内、外部准备工作提高效率

由上可知，实际有附加价值能赚钱的主作业时间仅仅 3% 而已。这时，新乡重夫突然有所领悟，经几天思索对策后，将准备换模作为分成：

- 绝对要停机才能换模工作。例如卸除模具、安装模具等的“内部换模准备工作”。
- 在机械运转中，可同步预先准备的工作，例如旧模具的搬运、新模具搬到机器旁边等候的“外部换模准备工作”。

以上例而言，“准备螺丝”和“找螺丝”就属于“外部准备工作”，就建议厂长今后将所有的作业分成“内部准备作业”和“外部准备作业”，不允许机器停下后，再找螺丝等“外部作业”时间发生，再规定螺丝加以整理，放在集中的保管箱内，不可乱放。结果效率提高了 50%，不必买新设备也可解决生产瓶颈的问题了。

新乡重夫于一九五七年后到三菱重工业造船厂辅导时，厂长提出“加工柴油引擎本体的龙门刨床能力不足”的改善问题。新乡重夫在现场仔细作调查发现：“引擎本体的中心对准备工作和决定加工尺寸的测距工作等，都在龙门刨床上做，这时机器都在停止状态，所以稼动率显着地降低”。

经与现场主管讨论后想出绝妙的构想，“另外准备一个工件栈板，将下一个要刨削的引擎本体放置在工件栈板上再做调整、对准和测距等工作，要加工时将引擎本体连工作栈板一齐推进刨床内，固定后就马上可以刨削，如此就可大幅减少因准备而停机的时间”。

厂长命之立刻付之实行，结果节省了准备时间，稼动率提高 40%，问题得以解决了。

关键技术“十分钟快速换模”

一九六九年新乡重夫应丰田汽车公司车身厂邀请去辅导时，该厂经理作简报说道：“我们有部一千吨冲床，现在准备换模的时间至少要四小时以上，据我们所知，西德 VW 公司只花二小时而已，因此上级要求一定赶上 VW 的水准，是否可行？”新乡重夫就提出将“内部准备工作与外部准备工作先将之完全分开，再将各准备作业加以改善”的对策。经六个月后，就达到“一小时三十分”超过 VW 的标准了。

但丰田公司的高级主管还不满意，他们要求是否可缩短到三分钟以内，这几乎天方夜谭的要求，也令新乡重夫吓一跳。当时他灵感一来，就想起了三菱重工业造船的龙门刨床改善案例，那是将以前属于内部准备工，改到外部准备工作。马上召集领班和操作员们，依换模准备作业顺序检讨内容，积极加以修改，结果在三个月之后，终于做到了“三分钟”换模的目标。

为了纪念将所有换模准备工作时间，都改善到十分钟内，称之为“十分钟快速换模”。丰田汽车公司通令各厂和卫星工厂彻底实施此“十分钟内快速换模”。由于快速换模是解决零库存、混线生产、一个流、同期化和平准化最主要的关键技术，是以对其后“丰田式生产方式”的成功具有决定性的影响。此后日本各各大企业也陆续采用，大大地提高日本制造业的生产体质。

向不可能挑战、划时代创举

前丰田汽车公司副社长大野耐一在一九七六年曾说到：“丰田汽车以往总认为工作时间内尽量要生产产品，因此换刀具、鑽头就放在中午休息或下班后来做。遇到产量增加时，本来切削五十个，就要更换刀具，却因不愿意耽误生产而一延再延，常因刀具的不良制造出许多不良品。

又如多轴鑽床因刀具、鑽头很多，全部更换需花很长时间，因此安排星期天来加班赶工。自从引进了快速换模，这些问题一一化解了。十分钟内换模标准还太宽，目前我们要向秒为单位来挑战。”数年前大野耐一来台演讲时，也再三强调丰田生产方式的一个流的必要条件是快速换模，而且时间要以秒为单位才行。

由以上三个案例可知，新乡重夫前后花了十九年时间，才发展了“十分内快速换模”的划时代生产技术。这是为解决一千吨换模由四小时缩短为一小时半，再缩短为一小时半，再缩短为三分钟内几乎不可能的严苛要求下诞生了。是以，向“不可能”挑战，往往会有革命性的创新技术和灵感产生。

改善换模作业的思考步骤可归纳如下：

- 一、 依现况换模作业的顺序逐步记录作业内容和时间。
- 二、 将所有准备作业分成内部准备作业和外部准备作业。
- 三、 将内部准备作业转变为外部准备工作。
- 四、 彻底改善内部准备作业和外部准备工作的各动作因素。例如快速治夹具、专用工具和搬运台车等。

成本高，失去竞争力

笔者二年前辅导某大家俱厂的六面刨快速换模改善，这六面刨是高价和瓶颈设备，然而因构造复杂，换模需要二小时以上，当时要求工业工程师对这换模作业作全程录影，事后召集作业员、领班和工程师们一同观赏换模作业的录影带，大家一面看一面大笑，因为换模作业员也正同四十九年前东洋工业公司的案例一样，只见作业员找螺丝、垫片和工具，而找遍整个工厂找不到，竟向别台六面刨，拿走垫片、螺丝等；而且螺丝有六角头，有圆头、有长、有短。垫片有平面、有弹簧片的。没有统一的标准，结果建议他们依上述四步骤去改善，结果二个月内从二小时的换模改善为十五分内。

二年前曾参观春源钢铁公司的硅钢片工厂，由于硅钢片的尺寸规格繁多，切割硅钢薄带的分割机切刀座上成排刀片的间隔，要随尺寸变更而调整且耗时相当长，如要达到十分钟内的换模几乎不可能。因此春源公司设计了同三菱重工业的案例一样，再分割机旁准备另一备用的切刀座，事先将下批工作的尺寸切刀调整好，当要更换时，只要顺手一推即可。

四年前亦曾参观某大纸厂，有台进口的高速切纸机价值上千万，但每当一卷用完时，整台切纸机就会空转，而作业员漫不经心取下纸卷支撑钢管放在台车上，到五十公尺外的原纸卷仓库取出，再架到切纸机上，需要二十分之久。

少量多样换具换模再缩短

试想，这二十分内，正如千万的台币放在地上完全没有产生任何附加价值。如以上述快速换模的步骤来改善，应可在三分钟内完成了。反之，宜兰中兴纸厂有台快速切纸机，其换纸卷全自动跳接，几乎以“一秒”为单位的换模。这家纸厂的管理不合理，成本因而没有竞争力，在二年前也关闭了。

彰化全兴机械公司是一家制造汽车用座椅、方向盘、后倾器和滑槽的厂商，主要供应国内各大汽车厂。由于汽车行业竞争激烈，中心厂商要求卫星厂每年降低价值一成，加上产品寿命愈来愈低，机种愈来愈多，是典型的多种少量生产形态的工厂。因此模具换模时间的缩短，是企业生存和竞争最大的利器。六年前经济部自动化服务团，向其建议并成立冲压成产线的快速换模专案，其过程和成果如下：

一、 冲床设备方面：

1、改善前是六台冲床成一纵向排列，并有一条输送带作为运搬只用，其缺点有：

- 模具储放置区距离冲床太远，模具搬运浪费很多时间。
- 冲床与冲床之间的动线，相当不利物料搬运和换模作业的进出。
- 冲压作业以输送带带来运搬半成品，容易造成取放、取代和半成品增加的浪费。
- 设备能力之间很难平衡。

2、改善后的做法：

- 将模具储放架移到冲床后一公尺处。

应用目视管理找到所需要的

- 冲床改为横向排列，并在冲床间安装滚输和轨道，作为模具事前准备和运搬之用。
- 把运搬半成品的输送带撤除，改以可调式滑槽来传送半成品，以减少半成品的浪费，达到“一个流”的境界。
- 以流程图分析各项产品的制程，统计工程所需要的吨数，选择最适合的冲床排列以使生产线尽可能平衡。

二、 模具管理方面：

1、改善前的模具存放采取专人集中管理方式，在厂房旁边规划模具存放区，但距离冲床达四十五公尺以上，其缺点有：

- 模具太重（190Kg 到 250 Kg），而且存放距离冲床太远，每次运搬需要二人而且浪费太多时间。
- 模具与模具架没有规划，以致于管理不当。
- 原有模具架未改善，取放模具相当不方便。

2、改善后的作法：

- 将模具架迁移排放于冲床后约三公尺左右，以减少运搬距离的浪费。
- 将各机种的模具配合冲床的位置，以颜色来作区别存放在模具架，如此能以最短时间内找到所要的模具，也就是目视管理。
- 为了储放更多的模具，更新设计长 2500mm、宽 550mm、高 19.75mm

的模具存放架，并在模具架上增设轴承滑轨，如此不必再用吊车来存取模具，安全又有效率。现可存放一百八十副模具。

求新求变走在时代尖端

三、冲压作业方面

1、改善前冲压作业原为纵向生产，半成品摆在第一部冲床旁，作业人员取出经冲压后，放在输送带传给后面的第二工程作业员加工，如此类推到第三、第四……直到半成品加工完成。在冲压流程里，可发现生产线中的不良搬运动作，如取半成品的无谓浪费。且原有设备布置无法达到快速换模，以致冲床稼动率低，生产效率也相对的低落。

2、改善后冲压作业改为横向生产，半成品的运搬改由滑槽顺序地传送，可降低半成品存放量和节省无谓的取放动作浪费。且由于冲床重新布置，生产线较能平衡，稼动率也高了。

改善效率如下：

- 换模时间改善前平均是一百九十五分钟，改善后是 3.12 分钟，已达到“十分内换模”的标准，每月节省约一万二千元。
- 不良率改善前是 1.94%，改善后降低为 1.5%，每月节省金额约八千元。
- 冲床稼动率改善前是 73%，改善后是 94%，每月节省金额约三十二万元。

全兴吴董事长回忆到：“全兴能在市场激烈竞争和经济不景气冲击下，依然屹立不摇，而且还能逐年成长，完全是不断求新求变的追求改善，一定要走到时势变化之前才可。换模作业由一百九十分钟改为几乎不可能的三分钟，启发了我们向不可能的挑战精神，带给我们无比的自信和力量。”

充分的事前准备作业

日本快速换模专家米泽庆多，即曾来台指导数家机械厂推行快速换模，他指出国内目前有下列缺点要改善：

- 工厂对专门技术人员的依赖太大，应实施标准化，再训练使每位作业员都能在短期内就能自行换模。
- 冲模的中心受力问题未完全被重视；其寿命和精确度会受影响，应使用定位梢。
- 模具的运搬不要用吊车或拖，而应尽可能用滚轮以推的方式。
- 夹具厚度要一致，不但本厂要标准化，而且对卫星工厂也要标准化。
- 模具高度没有统一，随时要调整滑座，相当浪费时间，因此应使之标准化，并建立零调整的观念。
- 要珍惜模具和机械，不要忘记定期保养。

快速换模的最主要精神就是要有“充分的事前准备作业”，不要临时抱佛脚。有一次曾参观台南某大灯具制造厂，在装配线上作业员一面装配一面用锉刀修正不良的零组件，而下工程的作业员就没有工件在等待。或者许多作业因配件不全，或工具临时找不到就产生停工待料等不正常现象。最困扰的事是每当换机种时，十几位作业员都在休息，等待班长和技术员换模具和调整，以换线的正常要求十分钟而言，全部就损失一百分钟左右。因此都尽量安排在中午休息时间换线，如此常造成制造过多的浪费和订单于生产不协调的现象。

快速换模各行各业皆可用

在日本有同性质的制造厂、零组件都事先准备好存放在生产线的存放盘点区内，如缺料就不下线；以另一订单提前生产，如此就不会有停工待料的现象发生。又严格执行品质检验；不合格零件决

不流到下一工程，因此也没有一面装配一面在补整零件的现象。而且模具都标准化和换模简单化和无误化，因此每位作业员都能自行换模和调整。整条生产线的换模时间只有一分半而已。

快速换模的观念可应用于各行各业，如电视摄影棚的快速换布景、餐饮业的快速供料、营建业的快速拆换模版和鹰架等等。芳邻餐厅一天依时段供应五种餐点，如引进快速换模，必将提高工作效率。日本有家餐厅位充分利用昂贵的店租，把店改为早上供应早点，中午和傍晚供应午餐和晚餐，而八点以后就改为酒廊。然而这三种店面布置和座位完全不同才可以，因此采取快速换模观念，在二十分钟内将店面布置和座位依时段不同而快速更换。

先前所提的台中某大冲床机械厂的扩厂案例，事后经过调查分析，其原有设备的产能、空间和人力，如引进快速换模的观念提高设备的稼动率，再配合丰田式的零库存、一个流、U 型布置、一人多机化等，足能应付产能增加一倍的要求，现在不幸陷于到倒闭的命运，身为经营者再做扩厂的决策分析时，不可不慎。

某科技股份有限公司 STC 辅导附件

- 1、 项目：快速换（模）线
- 2、 目的：此是 TPS 的关键技术，可大幅缩短 LT 和小批量生产
- 3、 做法：
 - 3.1 如果大幅缩短 LT 和小批量生产必须作好快速换线，请参看教材“生产 48—53”
 - 3.2 对贵公司的“大产能，高速”机械，如 BURN IN，镀锡机、SMT、是最好的改善对象。
 - 3.3 整条装配线也可视为对象，曾辅导某家电子厂再 10 秒内完成 30 人左右的装配线。
 - 3.4 换线时间的定义是对任何机器，前一机种输出后，到另一机种的输出时间差。以此准则，贵公司的 SMT 的换线时间不是 0.5 小时而是____小时。
 - 3.5 换线换模的步骤：
 - 3.5.1 选一种常生产的机种
 - 3.5.2 用摄影机全程拍下换线过程，如有二人换模时间用二台摄影机来拍，注意，要有时间到“秒”在书面上。
 - 3.5.3 拍完后，将各动作，从前一生产机种到下一机种为止，如试车调机不顺，也都要记录下，逐一记录下表中：

机台		机种		换模作业记录表		年 月 日		
no	时间 (到秒)	时 间 差	动作	内、外作业	正常 0 不正常 X	作业者	作 业 备 注	改 善 方 法

其中内作业是以机器一定要停才能作的作业动作，如拆下和装上模具

而准备下机种模具、工治、台车、等是不必机器停时可作的作业称为外作业。

而一些找工具、装错、作业错误…等，记为不正常打“X”

3.5.4 重新把 3.5.3 不正常的作业划上一线删除，再把所有内外作业分开列表如下

机台	机种	换模内作业记录表				年	月	日
no	动作	时间	作业者	作业备注	改善方法			

- 3.5.5 尽量将内部作业变为外部作业
- 3.5.6 再将内、外作业作改善。
例如调整。调机的内作业改为“零调机”或固定模具的螺丝改为无螺丝化…等。
- 3.5.7 最好将所有的模具、治具、工具…等换模所需要的物品放在可移动的特制台车上。事先换模前准备好再几台旁，一停机换模久可换。
- 3.5.8 最好，可将换模所需的工具全挂在机台侧面上。
- 3.5.9 再订定标准换模作业顺序。

机台 机种 标准换模作业顺序表 年 月 日

no	动作	内 外 作 业	时 间 秒	外 部 作 业 时 间 累积	作业者	作 业 备 注	有 否 可 改善
1		内	120				
2		外	50	50			
3		外	60	110			
4		内	40				
5		外	50	160			
6		外	70	230			