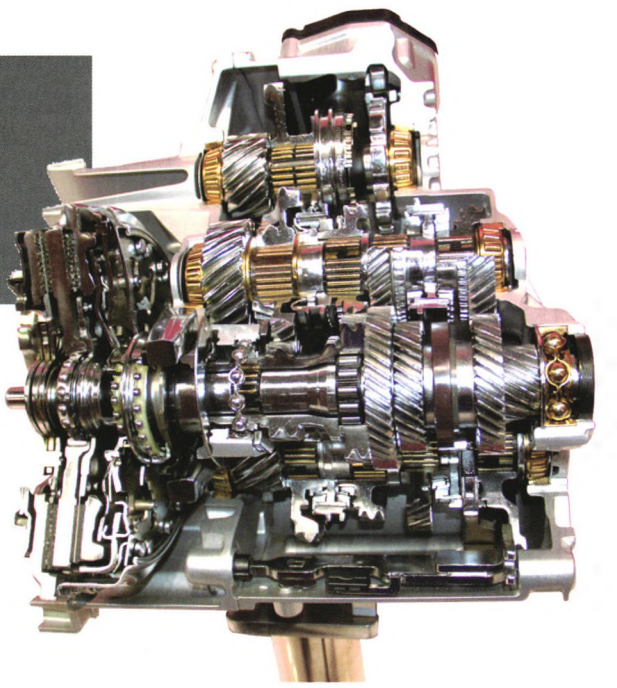
同步器生产线精益项目改善

□ 神龙汽车有限公司技术中心/龚昌钧 夏维

本文主要针对神龙公司襄樊工厂变速器车间加工BE变速器同步器生产线，通过工艺方案优化、产能及设备平面布置优化及减少操作工定员等，最终实现了目标。



同步器是汽车变速器中的一个非常重要的零件，其作用是实现挂挡平顺。我公司BE变速器采用锁销式同步器，能够传递较大的转矩，它由齿套、同步锥环、卡环和导向杆组成。同步器的质量好坏直接影响到换挡的平顺性。目前国内通常是采用先单独加工同步环（铜材或粉冶喷钼等）螺纹槽，再铆接成同步器总成。而我公司采用先压装铆接好同步环（铝材）半成品，然后再加工螺纹槽，来保证同步器同轴度要求。目前采用这种加工工艺在国内还属首创，其优点是产品精度高，质量有保证，磕碰少，但加工难度较大。

2012年BE同步器生产线状况

同步器加工工序流程如下：

（1）OP05：在上线前对齿套进行检查，确定齿套经过热处理，零件无磕碰伤及黑皮，齿的倒角满足工艺要求，防松槽外观无缺陷。

（2）OP10：将3个导向杆压装到同步环内，检查贴合紧密，检查导向杆扁平面的平面度。

（3）OP20：快速将卡簧装配到同步器滑套内，再装入同步环与导向杆合件。

（4）OP30：将另一端同步环压入3导向杆到位后，两端同时进行静压铆接。

（5）OP40：数控车床上车锥面及螺纹。产品要求螺纹是三头螺纹，现生产采用单头螺纹刀通过三个螺纹车削循环完成加工，加工单面螺纹节拍60.91s；手工上下料14.65s，机械加工时间46.26s。该工序为同步器线瓶颈工序，严重制约产能提升。

（6）OP50在XF1410上清洗后发装配工段进行总成装箱。

BE1/2挡同步器工艺要求如图1所示。OP40（车锥面及螺纹）时序节拍60.91s，具体见表1。

同步器线平面布置如图2所示。

通过2012年产能计算，生产线

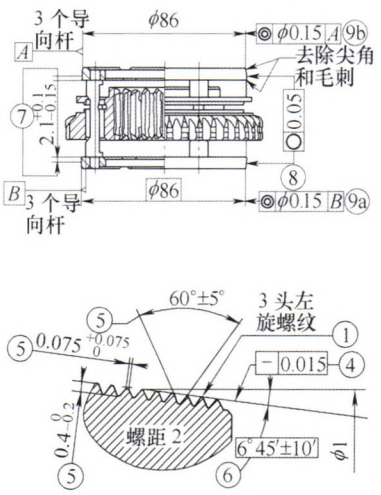
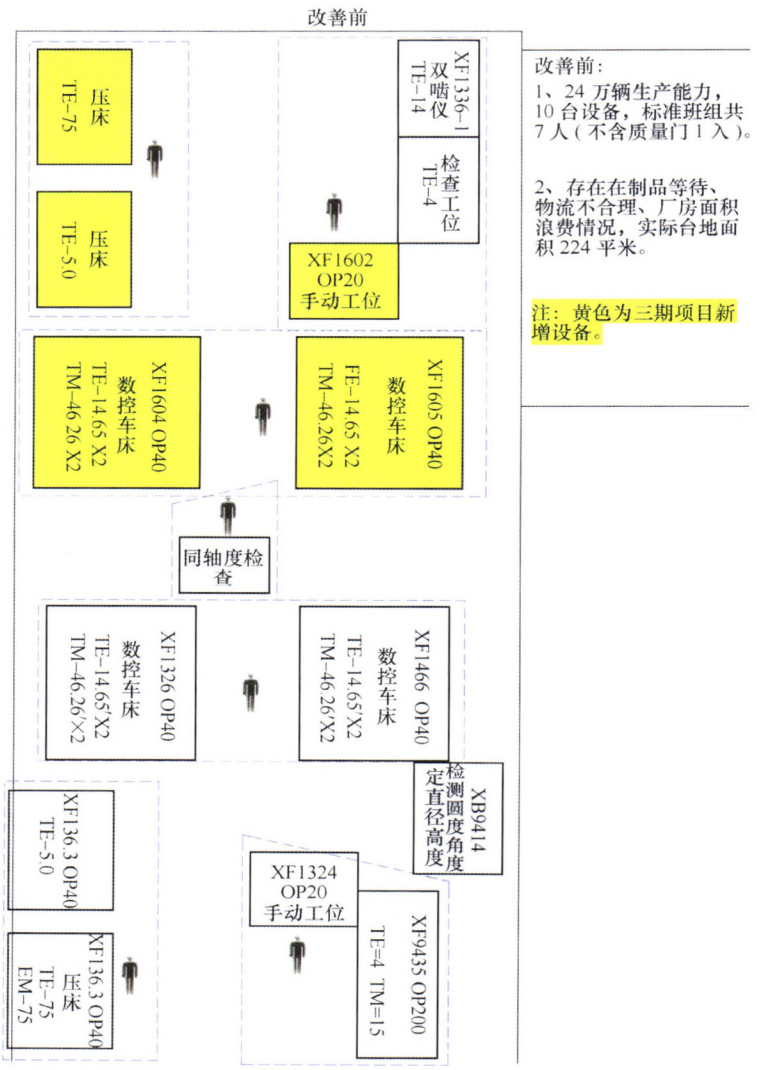


图1 同步器工艺要求

表1 生产线OP40工序节拍

步骤	工序内容	标准时间/s
1	上下料	14.65
2	车外圆	7.88
3	车螺纹	25.26
4	车外圆去毛刺	13.12
节拍/s		60.91

实际生产能力见表2。其中，2012年和2013年生产能力要求分别12万台和18万台。从表2中可以得出，2012年和2013年生产线实际生产能力分别为100 029+100 029=200 058台和102 769+102 769=205 539台。



改善前：
1、24 万辆生产能力，10 台设备，标准班组共 7 人（不含质量门 1 入）。

2、存在在制品等待、物流不合理、厂房面积浪费情况，实际台地面积 224 平米。

注：黄色为三期项目新增设备。

图 2

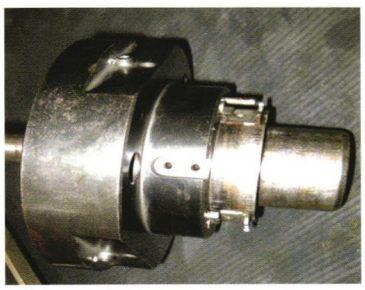
表2 BE 1/2/3/4/5挡同步器线产能计算

配人数量	OP	工序名称	设备类型	工时卡CI节拍（min/套）	RS目标		2012年实际能力	2013年实际能力
					2014年	2015年	BE	BE
1	齿套200	上线检查	拨叉槽检测	0.950	0.73	0.75	267 226	274 547
	20	装同步器弹簧	手动工位	–	–	–		
1	10	同步环压装	压床	1.325	0.73	0.75	191 596	196 845
	30	铆接	压铆机	–	–	–		
1	齿套200	上线检查	拨叉槽检测	2.192	0.73	0.75	115 832	119 005
		检查磕碰伤	BE1/2挡齿轮磕碰伤	–	–	–		
	10	同步环压装	压床	–	–	–		
	20	装同步器弹簧	手动工位	2.538	0.73	0.75		
	30	铆接	压铆机	–	–	–		
1	40	车锥面及螺纹	数控车床	2.538	0.73	0.75	100 029	102 769
1	40	车锥面及螺纹	数控车床	–	–	–	100 029	102 769
1	–	同轴度检查	同轴度检具	1.137	0.73	0.75	223 341	229 460
1	–	同轴度检查	同轴度检具	1.137	0.73	0.75	223 341	229 460

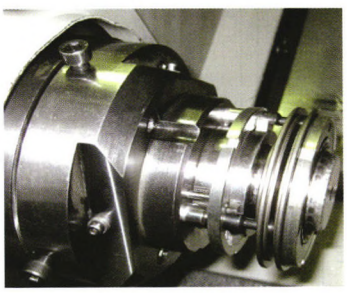
2014年精益改善方案

1.改善措施

（1）优化上下料时间。改善夹具结构；减少液压缸反应时间，制定标准作业指导书，优化员工操作步骤。最终使上下料时间由原14.65s优化为8.28s。改建前后夹具结构如图3所示。



（a）改进前



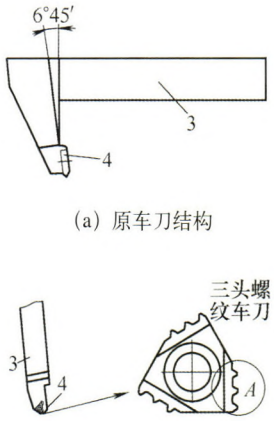
（b）改进后

图 3

（2）改进螺纹切削刀具。如图4所示，原螺纹车刀为单头车刀，刀片型号：K-TT32RK10，由于车削产品为三头螺纹，被切削材料为铝合金，为防止倒牙现象，全齿深为渐进分段切削，螺纹走刀次数为：6×3=18次。优化后的螺纹车刀为三头螺纹刀，走刀次数减少为8次。大大缩短了螺纹车削时间。优化后TM加工工时由原46.26s变成29.28s。

优化后的节拍见表3。改进后平面布置方案如图5所示。

优化方案如下：



（a）原车刀结构

（b）现三头螺纹车刀结构

图 4

（1）达到32万台生产能力，10台设备，标准班组6人（不含质量部门1人），与改善前相比减少1台设备投资，减少1人（可节约成本80万元）。

（2）缩小设备间距，一人多机，优化人机组合，减少厂房面积浪费，面积由原来224m²减少到188.5m²；优化物流，减少在制品等待，实现精益改善最终效果。

优化后产能计算见表4。其

表3 同步器生产线OP40节拍时序

步骤	工序内容	类型	标准时间/s
1	上下料	TE	8.28
	按启动键，第一次换刀结束	TM	8.10
2	第二次换刀结束	TM	8.50
3	第三次换刀结束	TM	12.68
4	主轴停转	TM	0
时序图节拍			37.56
设计节拍			39.6
节拍损益率：−5.15%			

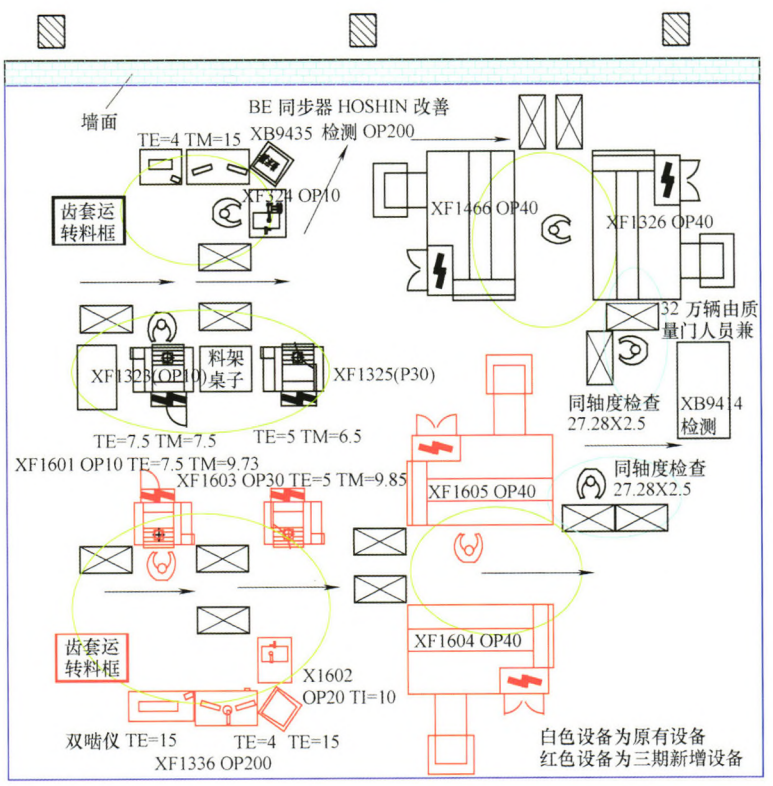


图5 改进后平面布置

表4 BE 1/2/3/4/5挡同步器线优化后产能计算

配人数量	OP	工序名称	设备类型	工时卡CI节拍(min/套)	RS目标		2014年实际能力	2015年实际能力
					2014年	2015年	BE	BE
1	齿套200	上线检查	拨叉槽检测	0.950	0.76	0.77	278 208	281 869
	20	装同步器弹簧	手动工位	–	–	–		
1	10	同步环压装	压床	1.325	0.76	0.77	199 470	202 094
	30	铆接	压铆机	–	–	–		
1	齿套200	上线检查	拨叉槽检测	2.192	0.76	0.77	120 592	122 179
		检查磕碰伤	BE1/2挡齿轮磕碰伤	–	–	–		
	10	同步环压装	压床	–	–	–		
	20	装同步器弹簧	手动工位	–	–	–		
	30	铆接	压铆机	–	–	–		
1	40	车锥面及螺纹	数控车床	1.553	0.76	0.77	170 149	172 387
1	40	车锥面及螺纹	数控车床	1.637	0.76	0.77	161 485	163 610
1	–	同轴度检查	同轴度检具	1.137	0.76	0.77	232 520	235 579
1	–	同轴度检查	同轴度检具	1.137	0.76	0.77	232 520	235 579

中，2014年和2015年生产能力要求分别是24万台和32万台，从表4中可以得出，2014年和2015年生产线实际生产能力分别为331 634台和335 998台。

2. 改善效果

（1）产能提升。经过以上改善BE同步器生产线产能由原20万台提升到32万台。

（2）降低废品率。通过夹具改造及优化，降低同轴度超差废品率，由原2.5%降低到0.2%以下，每年减少废品损失36.8万元。

（3）技术降成本。减少数控车床投资一台，节约成本80万元；优化平面布置减少操作工一人，可节约人力资源投入成本80万元。

（4）目前我们正在进一步优化车床夹具，正在调试跟踪阶段。一旦试验，有望取消同轴度100%检查工步，还可以减少2个人员。

目前已完成降成本总收益196.8万元。

结语

通过技术改善，优化平面布置、夹具改造、刀具优化、程序优化、标准化作业等手段实施，可以切实可行地达到改善零件质量、工序平衡、提升产能、降低成本的目的，实现精益生产。

AUTO1950

龚昌钧
高级工程师
神龙汽车有限公司/技术中心/动力总成底盘部/变速器现生产工艺室
研究方向：汽车变速器产品设计及工艺设计