

APS-advanced planning system

高级计划（排产）系统

要哪一个级别的APS？

1级.打通管理-生产数据流

2级.模仿人工逻辑,自动排产,很难提升指标

3级.自动排产.优化关键指标-订单完成率/降低库存/减少工时浪费

要不要 自主可控？

A.APS供应商之一，代理国外产品，没有源码，核心算法不能定制

B.APS供应商之二，掌握算法源码，可定制，自主可控

旷闻供应链计划与排产系统

1.采用运筹学优化算法，

优化、提升业务关键指标。提升采购计划准确度，采购到货计划匹配生产计划。提升排产指标，提升订单完成率，缩短生产周期，减少同一设备的物料切换、减少无直接产出的时间浪费，降低原料、半成品、在制品库存。

2.自动排产长短期计划，年计划、季度计划、月计划、周计划、日计划，精确计算安排生产，并承诺客户交期。WhatIf模拟排产，构造虚拟订单、虚拟资源,应对各种可能的生产场景，如设备或人力异常、订单波动等。

3.适用行业

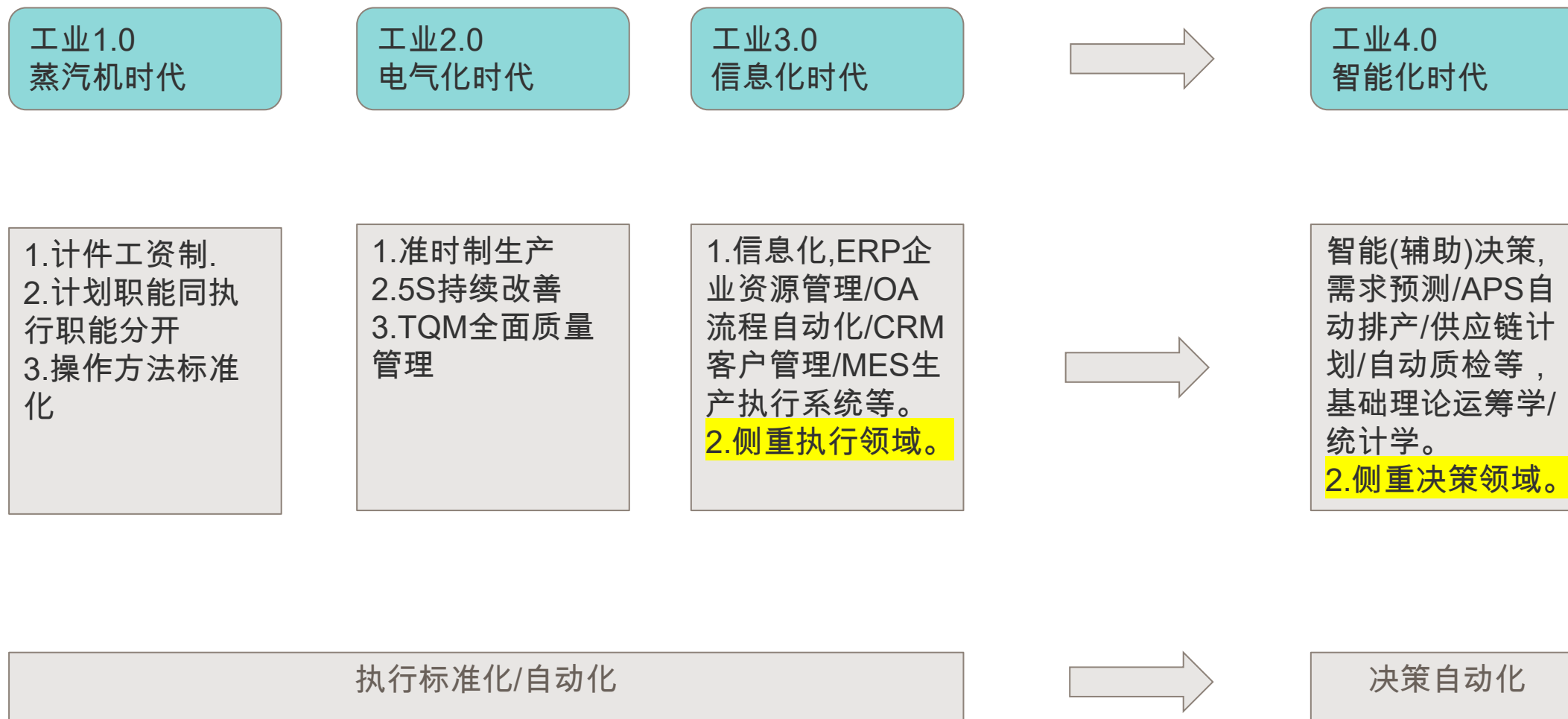
离散制造业如家电、电子、机械、汽车、模具等，按行业配置关键参数。
半流程+半离散，金属压延行业。

欢迎合作

- 1.按项目实施。
- 2.OEM。
- 3.深度合作。



1-APS理论：工业4.0与管理工具



1-APS理论：决策工具的演变→运筹学+统计学→算法+建模



线性规划是指如何最有效或最佳地谋划经济活动。它所研究的问题有两类：

一类是指一定资源的条件下，达到最高产量、最高产值、最大利润；

一类是，任务量一定，如何统筹安排，以最小的消耗取完成这项任务。如最低成本问题、最小投资、最短时间、最短距离等问题。前者是求极大值问题，后者是求极小值问题。总之，线性规划是一定限制条件下，求目标函数极值的问题。

第一步，假设决策变量，比如设为 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$

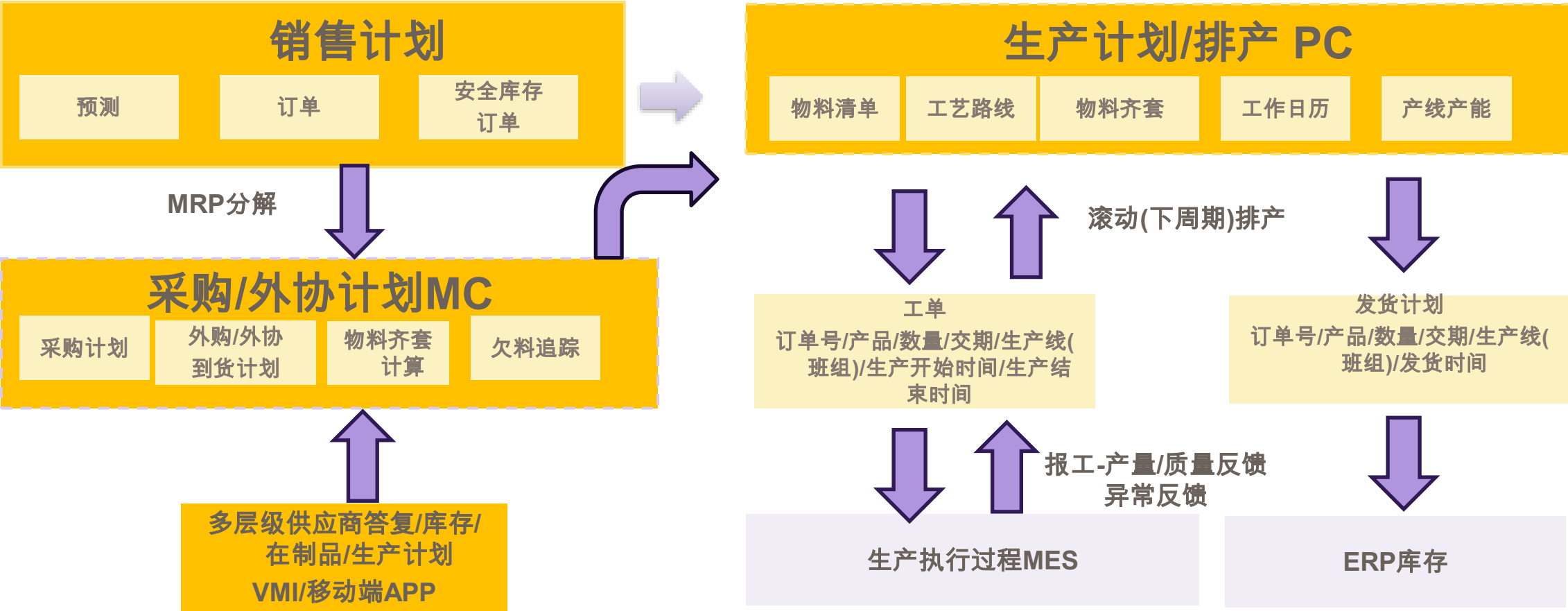
第二步，建立目标函数，比如上面是以最大的为目标函数： $\max z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3$

第三步，寻找约束条件，比如下面约束条件：

$$s.t. \begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \geq (= \leq) b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \geq (= \leq) b_2 \\ \dots\dots\dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \geq (= \leq) b_m \end{cases}$$

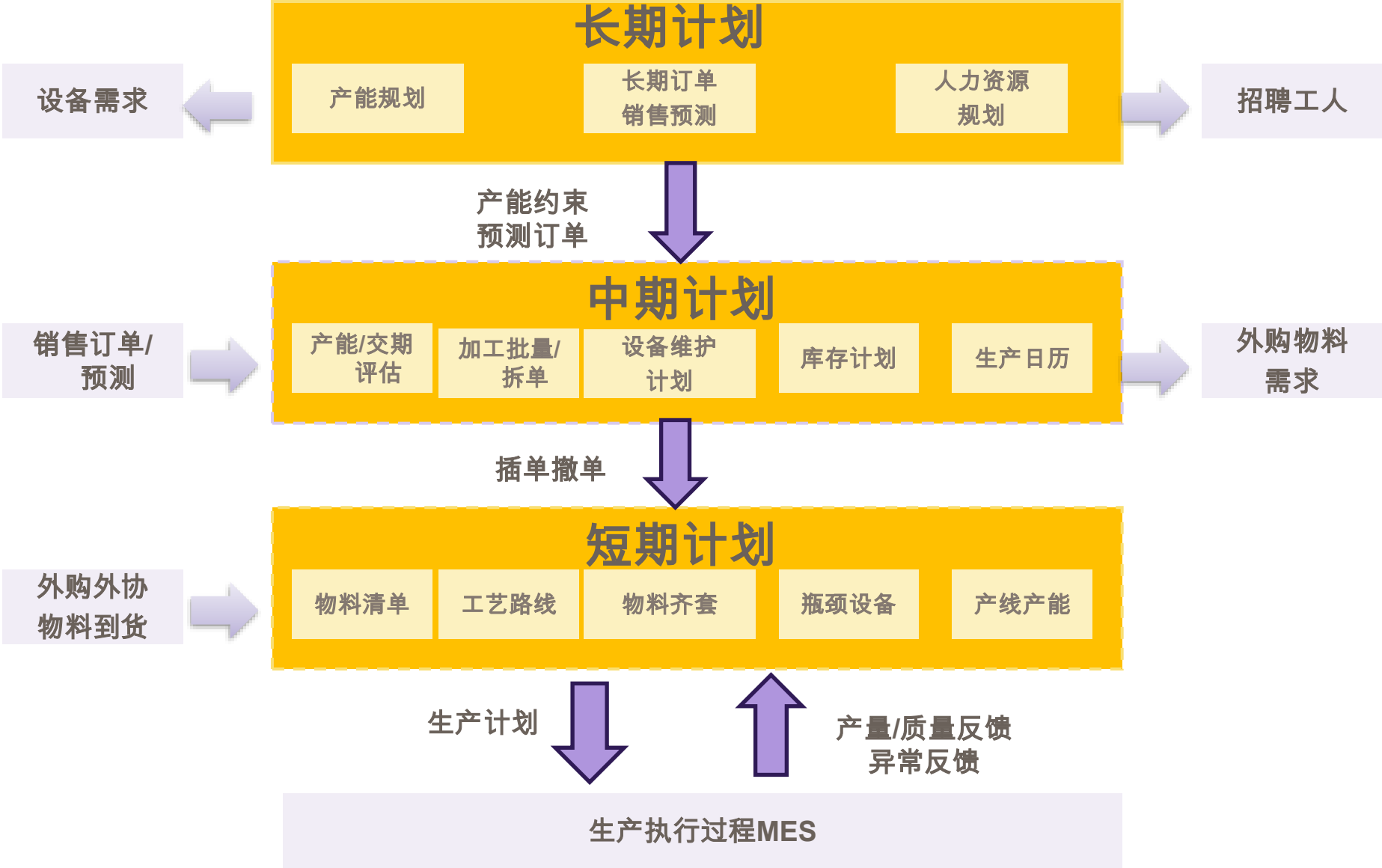
例如手工排产计算100次，计算机排产100万次，选择一个最大值，计算机优于手工

1-APS理论：供应链计划-业务架构

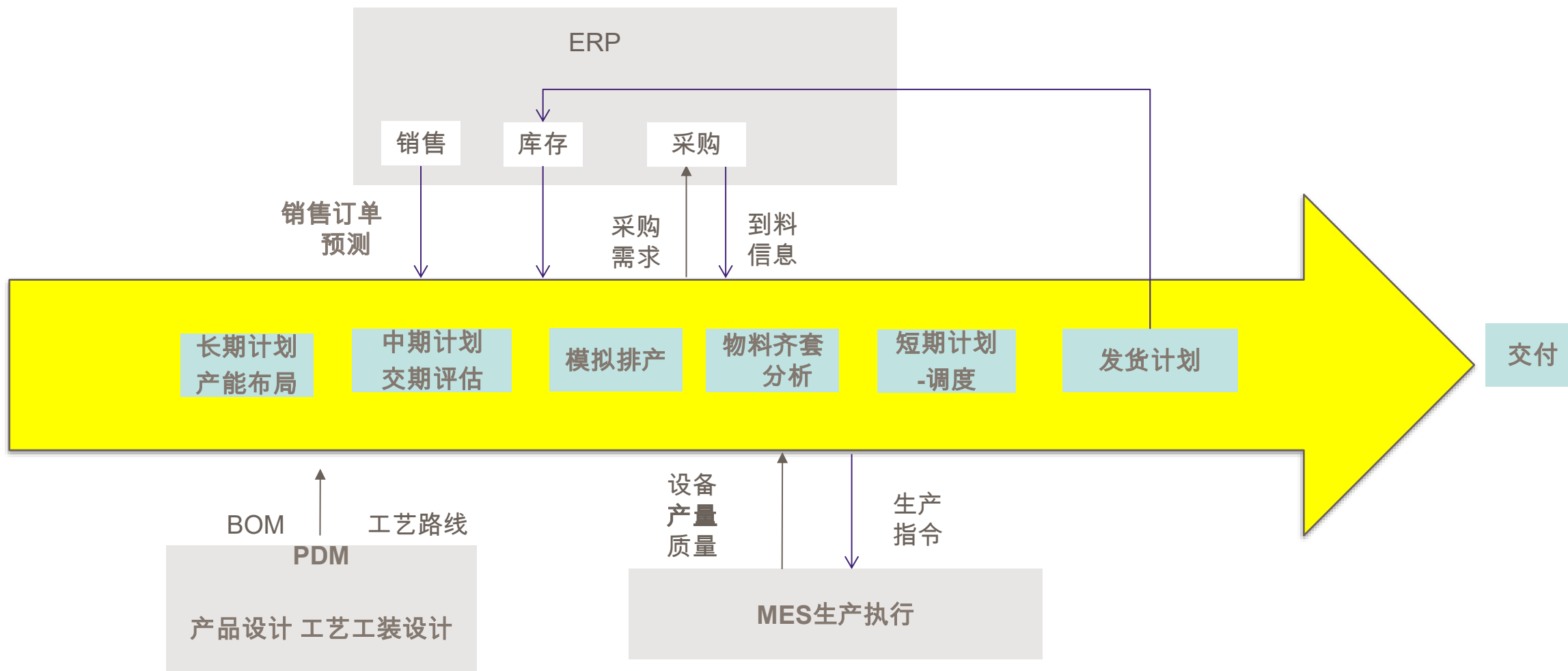


- 1.按订单MRP分解外购/外协订单
- 2.按物料全部齐套，排产
- 3.物料齐套计算，按排产的结果，分批到货

1-APS理论：生产计划分层

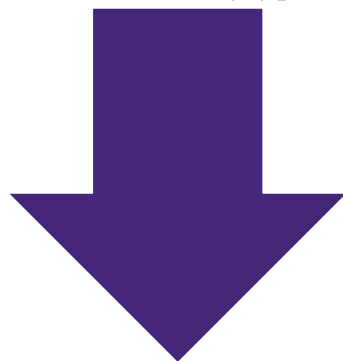


1-APS理论： APS与其它系统耦合



2.APS算法：排产本质-数学的排列组合问题-运筹学

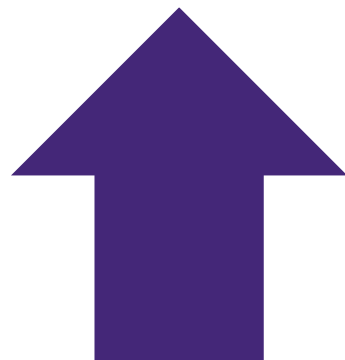
排产的**业务本质**-任务
资源的平衡



任务-订单/工序



资源-产线/物料/
人员/班次



排产的**数学本质**-
复杂的排列组合

排
列
组
合

$$A_n^m = \underbrace{n(n-1)(n-2)\cdots(n-m+1)}_{m\text{个因子}} = \frac{n!}{(n-m)!}$$

$$C_n^m = \frac{A_n^m}{m!} = \frac{n!}{m!(n-m)!}; C(n, m) = C(n, n-m), \text{ 其中 } n \geq m$$

运筹学
算法建
模

$$\text{Max} Z = \sum_{i=1}^n (p_i - c_i) x_i$$

约束条件:

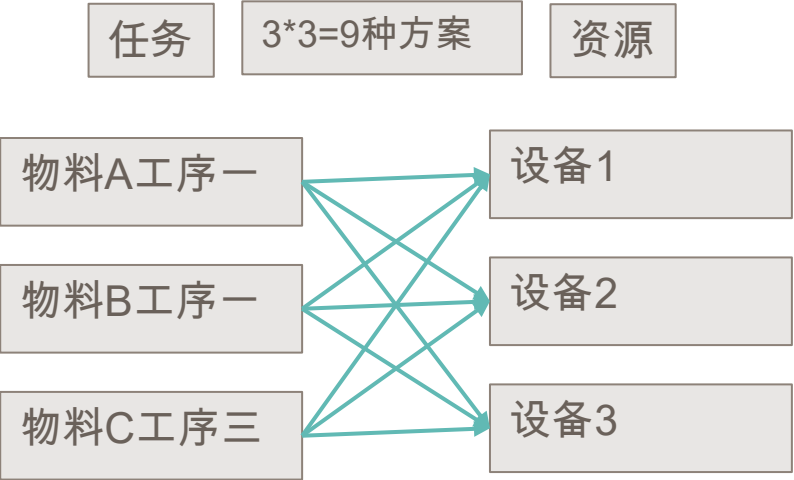
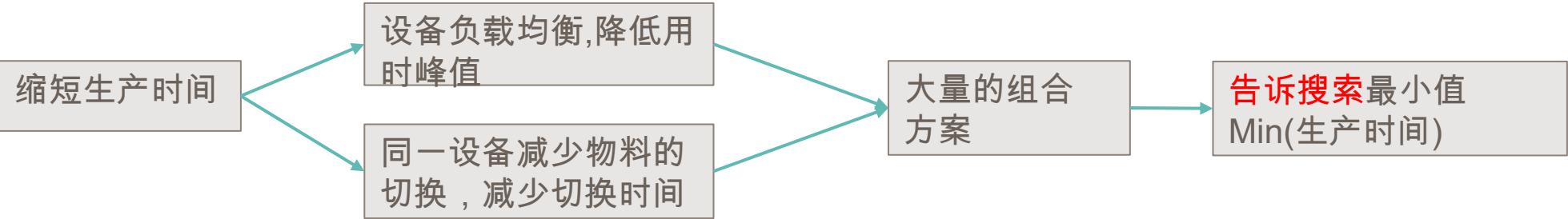
$$x_i \geq L_i, \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

$$x_i \leq U_i, \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

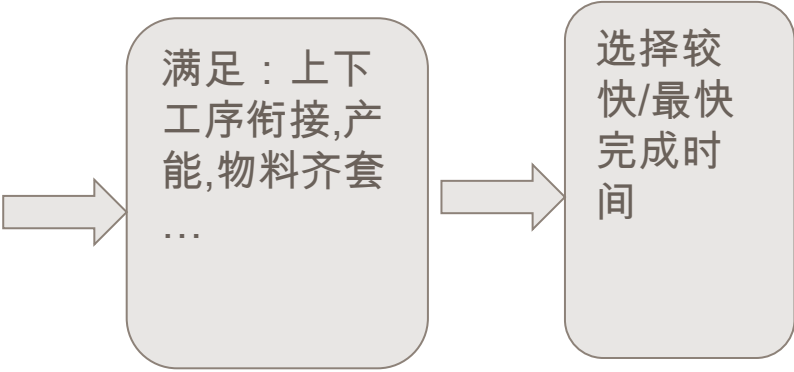
$$\sum_{i=1}^n a_{ik} x_i \leq b_k, \quad (k = 1, 2, 3, \dots, K)$$

$$U_i > 0, L_i \geq 0, x_i \geq 0$$

2.APS算法：为什么能提升 关键指标？



1.以气扳手1个订单为例
任务=25(自制件)*3 (工序)
每个工序的资源=10
可能方案总数=25*3*10=750
20个订单, 方案总数=15000
2.生产周期30天,时间变量
=30*24*3600=259.2万
3.总方案数。。。。。



建模示例：产量最大+订单约束+产能约束

排产业务描述

从ERP读取订单，满足交期、产能，安排到每个班组、班次

用数学的语言，
描述排产
计算排产

实际排产可能上百万个
变量，几十万行方程/
不等式

1. 业务数据：月度订单与产能

型号	订单需求量 (K/月)	标准产能 (K/月)	k/小时	8, 9, 10
小米	130	85		1 8, 9, 10
三星	65	60		
苹果	122	100		

2. 处理产量(变量)

班组	产品型号	数量(变量)	31*3	
甲	小米	X1		0
甲	三星	X2		0
甲	苹果	X3		100
乙	小米	X4		68
乙	三星	X5		3
乙	苹果	X6		15
丙	小米	X7		62
丙	三星	X8		12
丙	苹果	X9		7

3. 建模

目标：产量最大值	$X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9$	MAX (B1+B2+B3)
目标：订单优先级	$10X1 + X2 + X3 + 10X4 + X5 + X6 + 10X7 + X8 + X9$	
约束：订单	小米 $X1 + X4 + X7 \leq 130$	
	三星 $X2 + X5 + X8 \leq 65$	
	苹果 $X3 + X6 + X9 \leq 122$	
约束：产能	甲 $X1/85 + X2/60 + X3/100 \leq 8/9/10$ (1代表1个月)	
	乙 $X4/85 + X5/60 + X6/100 \leq 1$	
	丙 $X7/85 + X8/60 + X9/100 \leq 1$	

4. 数学软件求解，写到数据库

5. 排产查询结果展示

6. 难点

6.1 计划没有分层，长期计划、短期计划问题混合，导致数据量太大，短时间无法求解，例如1个月排产建模，约20万个变量，80万个方程、不等式。

6.2 多目标相互矛盾，且不确定，人的主观判断—>客观指标，如优先级

7. 数据量基本评估方法

订单量*工序数*产线条数(瓶颈工序)*班次*天数

248000

订单量*工序数*产线条数(瓶颈工序)*班次*班时*天数

992000

其它辅助变量，如爬坡

2.APS算法：排产目标

目标优先级	目标	含义
1	提高订单完成率	干得多
2	缩短生产周期	干得快
2.1	减少产品切换	时间成本/人力成本低
3	减少在制品库存	周转快
4	提高设备利用率	设备成本低

2.APS算法：排产约束

次序	约束（排产规则）
1	订单交期
2	BOM
3	工艺路线
4	产能约束
5	物料齐套
6	班时约束
7	不跨班次/跨班次安排任务
8	金属压延行业约束-提前天数
9	金属压延行业约束-1.本质是产品切换的规则，冷轧工序宽度从宽到窄,厚度从大到小,排产。2.精整工序,按轴径分组
10	外协产能
11	减少物料/型号切换的次数，减少无产出的作业时间
12	设备利用率下限，低于下限的不安排
13	期初库存
14	副资源（如模具、工装）的产能约束
15	特殊资源批量生产（如熔炼炉攒够一定数量才能生产，产能>=产能利用率下限）

2.APS算法： 业务调研---建模(python建模)---数学求解器计算---排产结果

业务语言：生产业务分析



数学语言：
启发式算法+
优化算法建模

周期最短
完成率最大
切换最少...

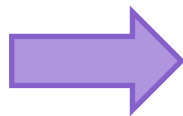
$$\begin{aligned} & \min c^T x \\ & \text{s.t.} \begin{cases} Ax \leq b \\ Aeq \cdot x = beq \\ lb \leq x \leq ub \end{cases} \end{aligned}$$

运筹学优化算法
目标
约束

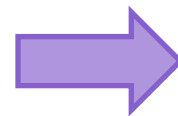


数学求解器
Gurobi

```
1 \ Objective function
2 Maximize
3 obj: +1 OBJ_ZAP -1 OBJ_YA +1 OBJ_ORDER -1 OBJ_ZAO -1 OBJ_XLCHA +1 OBJ_PBX -1 OBJ_KC +1 OBJ_YAJM -1 OBJ_BATCH +1 OBJ_DAYSUM
4 \ Constraints
5 Subject to
6 +C373 +C374 +C375 +C376 +C377 +C378 +C379 +C380 +C381 +C382 +C383 +C384 +C385 +C386 +C387 +C388 +C389 +C390 +C391 +C392 +C393 +C394 +C395 +C396
7 0 C1 <= 0
8 +C435 +C436 +C437 +C438 +C439 +C440 +C441 +C442 +C443 +C444 +C445 +C446 +C447 +C448 +C449 +C450 +C451 +C452 +C453 +C454 +C455 +C456 +C457 +C458
9 0 C1 <= 0
10 +C497 +C498 +C499 +C500 +C501 +C502 +C503 +C504 +C505 +C506 +C507 +C508 +C509 +C510 +C511 +C512 +C513 +C514 +C515 +C516 +C517 +C518 +C519 +C520
11 0 C1 <= 0
12 +C1489 +C1490 +C1491 +C1492 +C1493 +C1494 +C1495 +C1496 +C1497 +C1498 +C1499 +C1500 +C1501 +C1502 +C1503 +C1504 +C1505 +C1506 +C1507 +C1508 +C1509
13 0 C1 <= 0
14 +C373 +C374 +C375 +C376 +C377 +C378 +C379 +C380 +C381 +C382 +C383 +C384 +C385 +C386 +C387 +C388 +C389 +C390 +C391 +C392 +C393 +C394 +C395 +C396
15 0 C1 <= 0
16 +C311 +C312 +C313 +C314 +C315 +C316 +C317 +C318 +C319 +C320 +C321 +C322 +C323 +C324 +C325 +C326 +C327 +C328 +C329 +C330 +C331 +C332 +C333 +C334
17 0 C1 <= 0
18 +C249 +C250 +C251 +C252 +C253 +C254 +C255 +C256 +C257 +C258 +C259 +C260 +C261 +C262 +C263 +C264 +C265 +C266 +C267 +C268 +C269 +C270 +C271 +C272
19 0 C1 <= 0
20 +C1 +C2 +C3 +C4 +C5 +C6 +C7 +C8 +C9 +C10 +C11 +C12 +C13 +C14 +C15 +C16 +C17 +C18 +C19 +C20 +C21 +C22 +C23 +C24 +C25 +C26 +C27 +C28 +C29 +C30 +C31
21 0 C1 <= 0
22 +C63 +C64 +C65 +C66 +C67 +C68 +C69 +C70 +C71 +C72 +C73 +C74 +C75 +C76 +C77 +C78 +C79 +C80 +C81 +C82 +C83 +C84 +C85 +C86 +C87 +C88 +C89 +C90 +C91
23 +C373 +C374 +C375 +C376 +C377 +C378 +C379 +C380 +C381 +C382 +C383 +C384 +C385 +C386 +C387 +C388 +C389 +C390 +C391 +C392 +C393 +C394 +C395 +C396
24 +C311 +C312 +C313 +C314 +C315 +C316 +C317 +C318 +C319 +C320 +C321 +C322 +C323 +C324 +C325 +C326 +C327 +C328 +C329 +C330 +C331 +C332 +C333 +C334
25 +C249 +C250 +C251 +C252 +C253 +C254 +C255 +C256 +C257 +C258 +C259 +C260 +C261 +C262 +C263 +C264 +C265 +C266 +C267 +C268 +C269 +C270 +C271 +C272
26 +C1 +C2 +C3 +C4 +C5 +C6 +C7 +C8 +C9 +C10 +C11 +C12 +C13 +C14 +C15 +C16 +C17 +C18 +C19 +C20 +C21 +C22 +C23 +C24 +C25 +C26 +C27 +C28 +C29 +C30 +C31
27 +C435 +C436 +C437 +C438 +C439 +C440 +C441 +C442 +C443 +C444 +C445 +C446 +C447 +C448 +C449 +C450 +C451 +C452 +C453 +C454 +C455 +C456 +C457 +C458 +C459 +C460 +C461 +C462 +C463 +C464 +C465 +C466 +C467 +C468 +C469 +C470 +C471 +C472 +C473 +C474 +C475 +C476 +C477 +C478 +C479 +C480 +C481 +C482 +C483 +C484 +C485 +C486 +C487 +C488 +C489 +C490 +C491 +C492 +C493 +C494 +C495 +C496 +C497 +C498 +C499 +C500 +C501 +C502 +C503 +C504 +C505 +C506 +C507 +C508 +C509 +C510 +C511 +C512 +C513 +C514 +C515 +C516 +C517 +C518 +C519 +C520 +C521 +C522 +C523 +C524 +C525 +C526 +C527 +C528 +C529 +C530 +C531 +C532 +C533 +C534 +C535 +C536 +C537 +C538 +C539 +C540 +C541 +C542 +C543 +C544 +C545 +C546 +C547 +C548 +C549 +C550 +C551 +C552 +C553 +C554 +C555 +C556 +C557 +C558 +C559 +C560 +C561 +C562 +C563 +C564 +C565 +C566 +C567 +C568 +C569 +C570 +C571 +C572 +C573 +C574 +C575 +C576 +C577 +C578 +C579 +C580 +C581 +C582 +C583 +C584 +C585 +C586 +C587 +C588 +C589 +C590 +C591 +C592 +C593 +C594 +C595 +C596 +C597 +C598 +C599 +C600 +C601 +C602 +C603 +C604 +C605 +C606 +C607 +C608 +C609 +C610 +C611 +C612 +C613 +C614 +C615 +C616 +C617 +C618 +C619 +C620 +C621 +C622 +C623 +C624 +C625 +C626 +C627 +C628 +C629 +C630 +C631 +C632 +C633 +C634 +C635 +C636 +C637 +C638 +C639 +C640 +C641 +C642 +C643 +C644 +C645 +C646 +C647 +C648 +C649 +C650 +C651 +C652 +C653 +C654 +C655 +C656 +C657 +C658 +C659 +C660 +C661 +C662 +C663 +C664 +C665 +C666 +C667 +C668 +C669 +C670 +C671 +C672 +C673 +C674 +C675 +C676 +C677 +C678 +C679 +C680 +C681 +C682 +C683 +C684 +C685 +C686 +C687 +C688 +C689 +C690 +C691 +C692 +C693 +C694 +C695 +C696 +C697 +C698 +C699 +C700 +C701 +C702 +C703 +C704 +C705 +C706 +C707 +C708 +C709 +C710 +C711 +C712 +C713 +C714 +C715 +C716 +C717 +C718 +C719 +C720 +C721 +C722 +C723 +C724 +C725 +C726 +C727 +C728 +C729 +C730 +C731 +C732 +C733 +C734 +C735 +C736 +C737 +C738 +C739 +C740 +C741 +C742 +C743 +C744 +C745 +C746 +C747 +C748 +C749 +C750 +C751 +C752 +C753 +C754 +C755 +C756 +C757 +C758 +C759 +C760 +C761 +C762 +C763 +C764 +C765 +C766 +C767 +C768 +C769 +C770 +C771 +C772 +C773 +C774 +C775 +C776 +C777 +C778 +C779 +C780 +C781 +C782 +C783 +C784 +C785 +C786 +C787 +C788 +C789 +C790 +C791 +C792 +C793 +C794 +C795 +C796 +C797 +C798 +C799 +C800 +C801 +C802 +C803 +C804 +C805 +C806 +C807 +C808 +C809 +C810 +C811 +C812 +C813 +C814 +C815 +C816 +C817 +C818 +C819 +C820 +C821 +C822 +C823 +C824 +C825 +C826 +C827 +C828 +C829 +C830 +C831 +C832 +C833 +C834 +C835 +C836 +C837 +C838 +C839 +C840 +C841 +C842 +C843 +C844 +C845 +C846 +C847 +C848 +C849 +C850 +C851 +C852 +C853 +C854 +C855 +C856 +C857 +C858 +C859 +C860 +C861 +C862 +C863 +C864 +C865 +C866 +C867 +C868 +C869 +C870 +C871 +C872 +C873 +C874 +C875 +C876 +C877 +C878 +C879 +C880 +C881 +C882 +C883 +C884 +C885 +C886 +C887 +C888 +C889 +C890 +C891 +C892 +C893 +C894 +C895 +C896 +C897 +C898 +C899 +C900 +C901 +C902 +C903 +C904 +C905 +C906 +C907 +C908 +C909 +C910 +C911 +C912 +C913 +C914 +C915 +C916 +C917 +C918 +C919 +C920 +C921 +C922 +C923 +C924 +C925 +C926 +C927 +C928 +C929 +C930 +C931 +C932 +C933 +C934 +C935 +C936 +C937 +C938 +C939 +C940 +C941 +C942 +C943 +C944 +C945 +C946 +C947 +C948 +C949 +C950 +C951 +C952 +C953 +C954 +C955 +C956 +C957 +C958 +C959 +C960 +C961 +C962 +C963 +C964 +C965 +C966 +C967 +C968 +C969 +C970 +C971 +C972 +C973 +C974 +C975 +C976 +C977 +C978 +C979 +C980 +C981 +C982 +C983 +C984 +C985 +C986 +C987 +C988 +C989 +C990 +C991 +C992 +C993 +C994 +C995 +C996 +C997 +C998 +C999 +C1000
```



排产结果
产品/数量/生产线/生产日期



MES执行

2.APS算法：真实数据---同一批订单，计算时间不同，订单完成率、生产周期截然不同

订单	计算时间	生产周期	订单完成日	提升	订单完成率	提升
20条	15分钟	568小时	第24天	37.8%	100%	13%
20条	11分钟	913小时	第39天		87%	

id	标记	交期起始日	交期截止日	生产开始日	生产截止日	锁定天数	排产策略	生产用时	订单完成率	
25	未下达	2023/6/1	2023/6/30	2023/6/1	2023/10/30	10	1	568.000	100%	
24	未下达	2023/4/1	2023/4/30	2023/4/1	2023/10/30	10	1	913.000	87%	

产线编号	生产线	生产开始时间	生产结束时间	生产用时	产线编号	生产线	生产开始时间	生产结束时间	生产用时
43	磨床1号	2023/4/1 2:00	2023/5/9 1:00	911	43	磨床1号	2023/6/1 9:00	2023/6/24 16:00	559
49	磨床2号	2023/4/6 17:00	2023/5/9 1:00	776	49	磨床2号	2023/6/1 15:00	2023/6/24 16:00	553
46	装配线	2023/4/2 15:00	2023/5/9 1:06	874	46	装配线	2023/6/5 18:00	2023/6/24 16:12	454
42	车床1号	2023/4/1	2023/5/7 10:00	874	42	车床1号	2023/6/1	2023/6/24 10:00	562
48	车床2号	2023/4/1	2023/4/16 7:00	367	48	车床2号	2023/6/1	2023/6/24	552
44	钻床1号	2023/4/1 1:00	2023/5/8 18:00	905	44	钻床1号	2023/6/1 9:00	2023/6/24 13:00	556
50	钻床2号	2023/4/1 4:00	2023/5/8 22:00	906	50	钻床2号	2023/6/1 6:00	2023/6/24 13:00	559

3.管理改进：排产多目标是跷跷板，很难协调



财务部	生产成本最低
人力部	薪酬均衡，人员稳定
设备部	设备利用率高
生产部	计划稳定，减少插单
公司	提高客户满意度，增加订单

多目标是跷跷板，不可能兼得，**局部利益服从全局利益**，排优先级。

确保优先级高的目标，在高目标值不变前提下，求次优先级的目标。

3.管理改进： APS的目标---关键业务指标

APS目标	MES目标
APS—改善关键指标,提升业务指标上限	信息透明可追溯,防错防呆,提升业务指标下限

APS提升上限

实际执行

MES提升下限

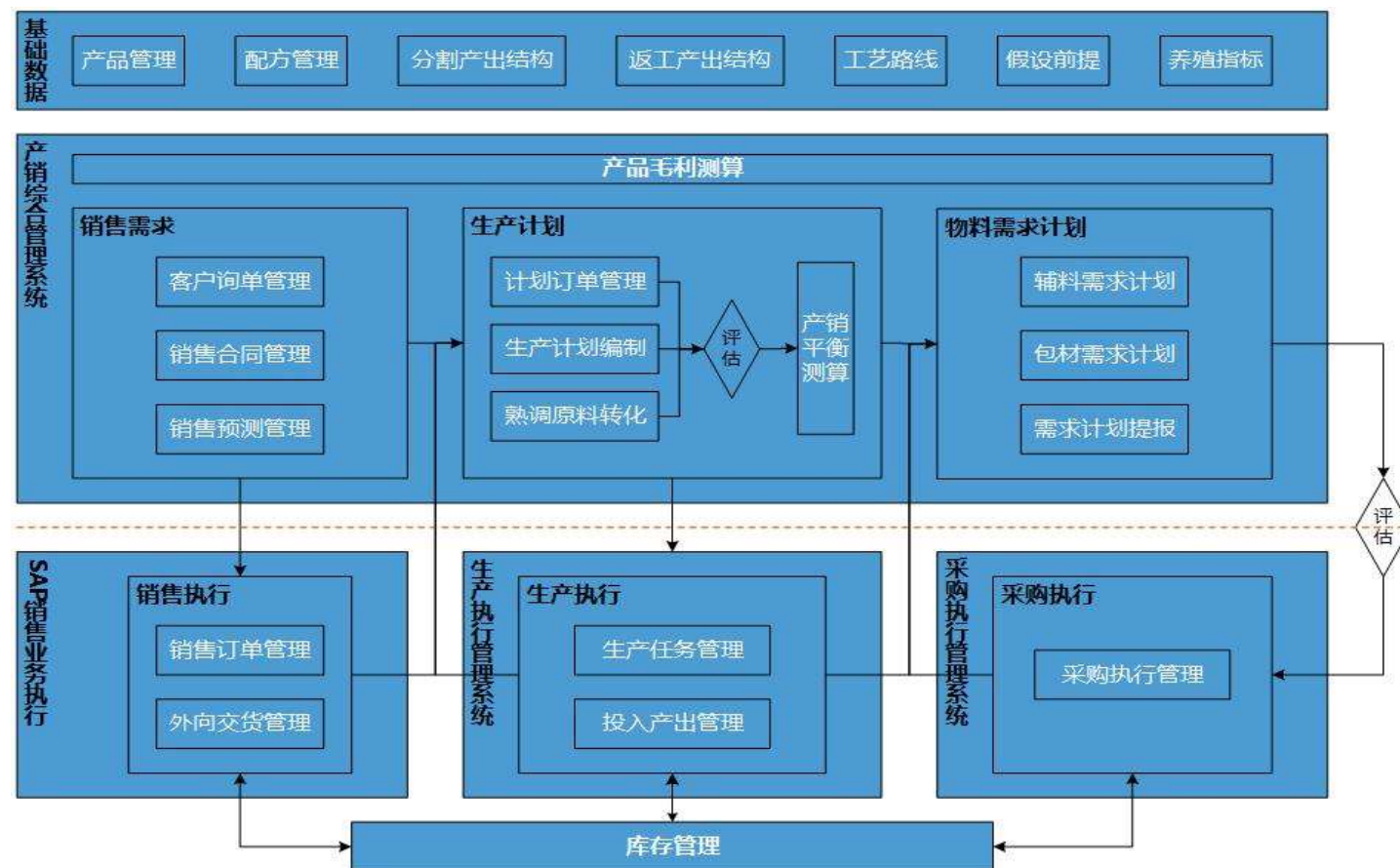
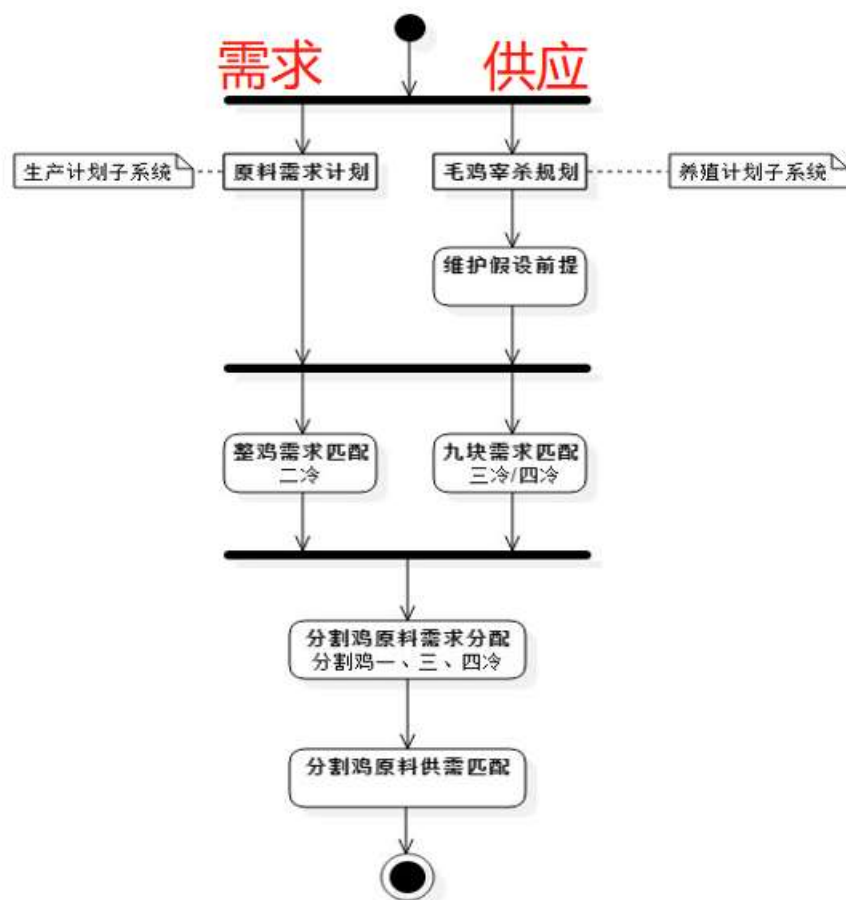
APS目标	含义
提高订单完成率	干得多
缩短生产周期	干得快
减少产品切换	时间成本/人力成本低
减少在制品库存	周转快
提高设备利用率	设备成本低
工时均衡	薪酬公平
其它目标	

4.项目案例： 食品行业-产销(供需)平衡，行业首创核心技术

1物料平衡 2供应链计划，销售、采购、生产，三大计划的协同、优化。

3目标:毛利润最大.4约束:原料BOM,成品BOM,订单量/交期,工艺路线.5算法:自研算法+局部Ipsolve建模求解。

6效果提高了毛利润，2019年上线,成功运行3年多，支撑每月销售接单。7.做年度预算的时间从两周缩短到4个小时。



4.项目案例：家电厂排产POC测试

组装排产,提高订单完成率5%-8%，减少产品切换3%-21%

自动排产 - [排产]

基础信息

销售订单

排产

退出

排产

换产线

生产线负荷

排产执行一览表

订单日志

排产参数

3 / 3

排产策略

id	标记	交期起始日	交期截止日	生产开始日	生产截止日	锁定天数	排产策略	生产用时	订单完成率
19	未下达	2021/3/1	2023/7/30	2023/4/1	2023/8/30	10	2	881.000	95.00%
20	未下达	2023/4/30	2023/4/30	2023/4/1	2023/8/30	10	1	1188.000	86.00%

查询参数

新增参数

删除参数

交期起始日

2023年 7月 1日

交期截止日

2023年 7月31日

生产起始日

2023年 7月11日

生产截止日

2023年 8月31日

排产

按产线查询

下达

取消下达

按订单查询

总用时=1188, 订单完成率=86.00%, 切换次数=

7 / 185

插单

拆单

锁定

检查

导出excel

名称

过滤

取消过滤

排产ID	生产单号	物料	名称	型号	工序	生产线	生产开始时间	生产结束时间	交期	下单日期	计划数量	已生产量
85911	20210455-01	SAT15009 (白色)	SAT15009 (白*#r	15009	1贴片	A1-7	2023/4/2 12:27	2023/4/3 2:07	2023/4/30	2021/8/20	410	0
85918	20210455-01	SAT15009 (白色)	SAT15009 (白*#r	15009	1贴片	A1-7	2023/4/3 2:07	2023/4/4 4:47	2023/4/30	2021/8/20	800	0
85912	20210455-02	SAT15009 (古色)	SAT15009 (古*#r	15009	1贴片	A1-7	2023/4/6 9:47	2023/4/7 19:07	2023/4/30	2021/8/20	1000	0
85920	20210968	SAT15003-3C (黑色)	SAT15003-3*#r	15003	1贴片	A1-7	2023/4/11 22:17	2023/4/15 9:37	2023/4/30	2021/8/20	2500	0
85921	20210969	SAT15003-3C (黑色)	SAT15003-3*#r	15003	1贴片	A1-7	2023/4/15 9:37	2023/4/18 20:57	2023/4/30	2021/10/20	2500	0
85913	20211325-1	SAT15006	SAT15006*#r	15006	1贴片	A1-6	2023/4/8 17:40	2023/4/14 10:10	2023/4/30	2021/12/1	5460	0
85850	20211364	TXG-AFT08003J (...)	TXG-AFT080*#r	08003	1贴片	A1-1	2023/4/5 15:18	2023/4/6	2023/4/30	2021/12/30	870	0
85851	20211364	TXG-AFT08003J (...)	TXG-AFT080*#r	08003	2粘胶	B1-1	2023/4/8 8:21	2023/4/8 17:03	2023/4/30	2021/12/30	870	0
85852	20211364	TXG-AFT08003J (...)	TXG-AFT080*#r	08003	3测试包装	C1-1	2023/4/9 4:24	2023/4/9 21:48	2023/4/30	2021/12/30	1740	0
85847	20211433-01	AFT08003Q-UL	AFT08003Q-*#r	08003	1贴片	A1-1	2023/4/7 8:14	2023/4/7 16:57	2023/4/30	2022/4/14	871	0
85848	20211433-01	AFT08003Q-UL	AFT08003Q-*#r	08003	2粘胶	B1-2	2023/4/8 15:22	2023/4/9 0:04	2023/4/30	2022/4/14	871	0
85849	20211433-01	AFT08003Q-UL	AFT08003Q-*#r	08003	3测试包装	C1-2	2023/4/9 23:47	2023/4/10 17:12	2023/4/30	2022/4/14	1742	0
85915	JD01220801	4.1.19.010.00004	SAT15009/蓝*#r	15009	1贴片	A1-7	2023/4/4 5:47	2023/4/5 6:47	2023/4/30	2022/10/15	750	0
85917	JD01220802	4.1.19.010.00005	SAT15009/蓝*#r	15009	1贴片	A1-7	2023/4/5 7:47	2023/4/6 8:47	2023/4/30	2022/12/15	750	0
85901	JD03221202	4.1.01.087.00042	DT10L-E/空气*#r	DT10L	1贴片	A1-6	2023/4/1	2023/4/1 4:43	2023/4/30	2023/2/26	401	0
85931	JD11221253	4.1.01.098.00009	AFT08005A-*#r	08005	1A组件贴片	D1	2023/4/2 13:13	2023/4/2 22:18	2023/4/30	2023/4/30	909	0
85930	JD11221253	4.1.01.098.00009	AFT08005A-*#r	08005	1A组件贴片	D1	2023/4/2 22:18	2023/4/3 7:24	2023/4/30	2023/4/30	909	0
85928	JD11230204	4.1.01.098.00008	AFT08005-G*#r	08005	1A组件贴片	D1	2023/4/1 18:24	2023/4/2 3:18	2023/4/30	2023/4/30	891	0
85929	JD11230204	4.1.01.098.00008	AFT08005-G*#r	08005	1A组件贴片	D1	2023/4/2 3:18	2023/4/2 12:13	2023/4/30	2023/4/30	891	0
85916	JD13220820	4.1.19.001.00002	SAT24002-C*#r	24002	1贴片	A1-6	2023/4/6 3:32	2023/4/8 16:10	2023/4/30	2022/8/30	1819	0
85909	TD12220811	4.1.19.003.00003	SAT15003-C*#r	15003	1贴片	A1-7	2023/4/8 90:57	2023/4/11 91:17	2023/4/30	2022/11/3	1450	0

4.项目案例：BOM层级多，零部件多，适合模具、装备制造

select * from v_output a where a.date1='2023-10-1' 输入一个SQL表达式来过滤结果(使用Ctrl+Space)

	123 alt_id	123 machine	123 duration	abc_xh_orders	abc_mch	abc_gx	date1_plan	date2_plan	123 id_company	date1	date2
1	0	34	10,000	21367.5.chizhou-1	减速机齿轮-轴-1-1	1.加工中心加工	2023-10-01 10:00:00	2023-10-01 20:00:00	[NULL]	2023-10-01	2023-10-01
2	0	34	10,000	21367.5.chizhou-1	减速机齿轮-轴-1-2	1.加工中心加工	2023-10-02 07:00:00	2023-10-02 17:00:00	[NULL]	2023-10-01	2023-10-01
3	0	34	10,000	21367.4.chizhou-1	减速机齿轮-轴-1	1.加工中心加工	2023-10-03 04:00:00	2023-10-03 14:00:00	[NULL]	2023-10-01	2023-10-01
4	0	34	10,000	21367.5.chizhou-1	减速机齿轮-轴-1-3	1.加工中心加工	2023-10-04 01:00:00	2023-10-04 11:00:00	[NULL]	2023-10-01	2023-10-01
5	0	37	10,000	21367.4.chizhou-1	减速机齿轮-轴-1	2.装配	2023-10-04 11:00:00	2023-10-04 21:00:00	[NULL]	2023-10-01	2023-10-01
6	0	34	10,000	21367.3.chizhou	减速机齿轮-轴	1.加工中心加工	2023-10-05 18:00:00	2023-10-06 04:00:00	[NULL]	2023-10-01	2023-10-01
7	0	37	10,000	21367.3.chizhou	减速机齿轮-轴	2.装配	2023-10-06 04:00:00	2023-10-06 14:00:00	[NULL]	2023-10-01	2023-10-01
8	0	34	10,000	21367.3.chilunke	减速机齿轮壳	1.加工中心加工	2023-10-06 05:30:00	2023-10-06 15:30:00	[NULL]	2023-10-01	2023-10-01
9	0	34	20,000	21367.2.chilun1	减速机齿轮	1.加工中心加工	2023-10-11 11:30:00	2023-10-12 07:30:00	[NULL]	2023-10-01	2023-10-01
10	1	36	10,000	21367.2.chilun1	减速机齿轮	2.齿形加工	2023-10-12 07:30:00	2023-10-12 17:30:00	[NULL]	2023-10-01	2023-10-01
11	0	37	10,000	21367.2.chilun1	减速机齿轮	3.装配	2023-10-12 17:30:00	2023-10-13 03:30:00	[NULL]	2023-10-01	2023-10-01
12	0	34	10,000	21367.2.xiangti1	箱体同级	1.加工中心加工	2023-10-24 02:00:00	2023-10-24 12:00:00	[NULL]	2023-10-01	2023-10-01
13	0	34	10,000	21367.2.xiangti	箱体	1.加工中心加工	2023-10-24 13:00:00	2023-10-24 23:00:00	[NULL]	2023-10-01	2023-10-01
14	0	34	10,000	21367.2.xiangti2	箱体同级2	1.加工中心加工	2023-10-25 00:00:00	2023-10-25 10:00:00	[NULL]	2023-10-01	2023-10-01
15	0	37	10,000	21367.1.jiansuji	减速机	3.装配	2023-10-25 10:00:00	2023-10-25 20:00:00	[NULL]	2023-10-01	2023-10-01

4.项目案例：家具排产

分包装计算 分包参数 产品主数据 合同号编码 柜号 分包历史 退出程序

订单导入 分包计算 下达ERP 图示2层

图3列 查询分包结果 含包重算 高亮

待分包订单 分包结果-包/层

10 / 23

产品	箱号	层数	包重 kg
上海家饰佳余山院...	1	5	5.721
上海家饰佳余山院...	2	5	13.124
上海家饰佳余山院...	3	3	9.726
上海家饰佳余山院...	4	5	24.636
上海家饰佳余山院...	5	2	39.142
上海家饰佳余山院...	6	4	27.791
上海家饰佳余山院...	7	5	25.537
上海家饰佳余山院...	8	5	22.216
上海家饰佳余山院...	9	5	27.674
上海家饰佳余山院...	10	5	28.013
上海家饰佳余山院...	11	4	16.739
上海家饰佳余山院...	12	4	28.532
上海家饰佳余山院...	13	1	6.730
上海家饰佳余山院...	14	2	22.387
上海家饰佳余山院...	15	3	1.827
上海家饰佳余山院...	16	5	27.961
上海家饰佳余山院...	17	2	12.201
上海家饰佳余山院...	18	2	7.185
上海家饰佳余山院...	19	3	9.414
上海家饰佳余山院...	20	3	6.465
上海家饰佳余山院...	21	3	2.004
上海家饰佳余山院...	22	3	3.424
上海家饰佳余山院...	23	1	3.923

排布

1 / 15

赋值箱号 层号 赋值箱长 赋值箱宽 解锁

订单id	箱号	层号	箱长	箱宽	订单号	空间名称	输出名称	板长度	板宽度	板厚度	重量	数量	材料
82263	10	1	582.000	823.000	JAM0012551-1	上海家饰佳余山院子322...	抽厚底板无/反	462.000	709.000	18.500	4.636	1	18.50颗粒
82267	10	2	582.000	823.000	JAM0012551-1	上海家饰佳余山院子322...	抽前板正/反	116.000	709.000	18.500	1.164	1	18.50颗粒
82322	10	2	582.000	823.000	JAM0012551-1	上海家饰佳余山院子322...	左侧板无/反	230.000	800.000	18.500	2.604	1	18.50颗粒
82323	10	2	582.000	823.000	JAM0012551-1	上海家饰佳余山院子322...	右侧板正/无	230.000	800.000	18.500	2.604	1	18.50颗粒
82265	10	3	582.000	823.000	JAM0012551-1	上海家饰佳余山院子322...	铁槽抽屉右侧板正/无	500.000	130.000	18.500	0.920	1	18.50颗粒
82312	10	3	582.000	823.000	JAM0012551-1	上海家饰佳余山院子322...	右侧板正/反	230.000	800.000	18.500	2.604	1	18.50颗粒

排布 手工分包 手工分包统计 订单 分包统计 产品 计算信息 接口日志

当前层

下一层

3层

4层

5层

1.减少包装层数
2.减少面积浪费

家具排产：自动计算包装箱的层数、板优化排列，目标-浪费面积最小。

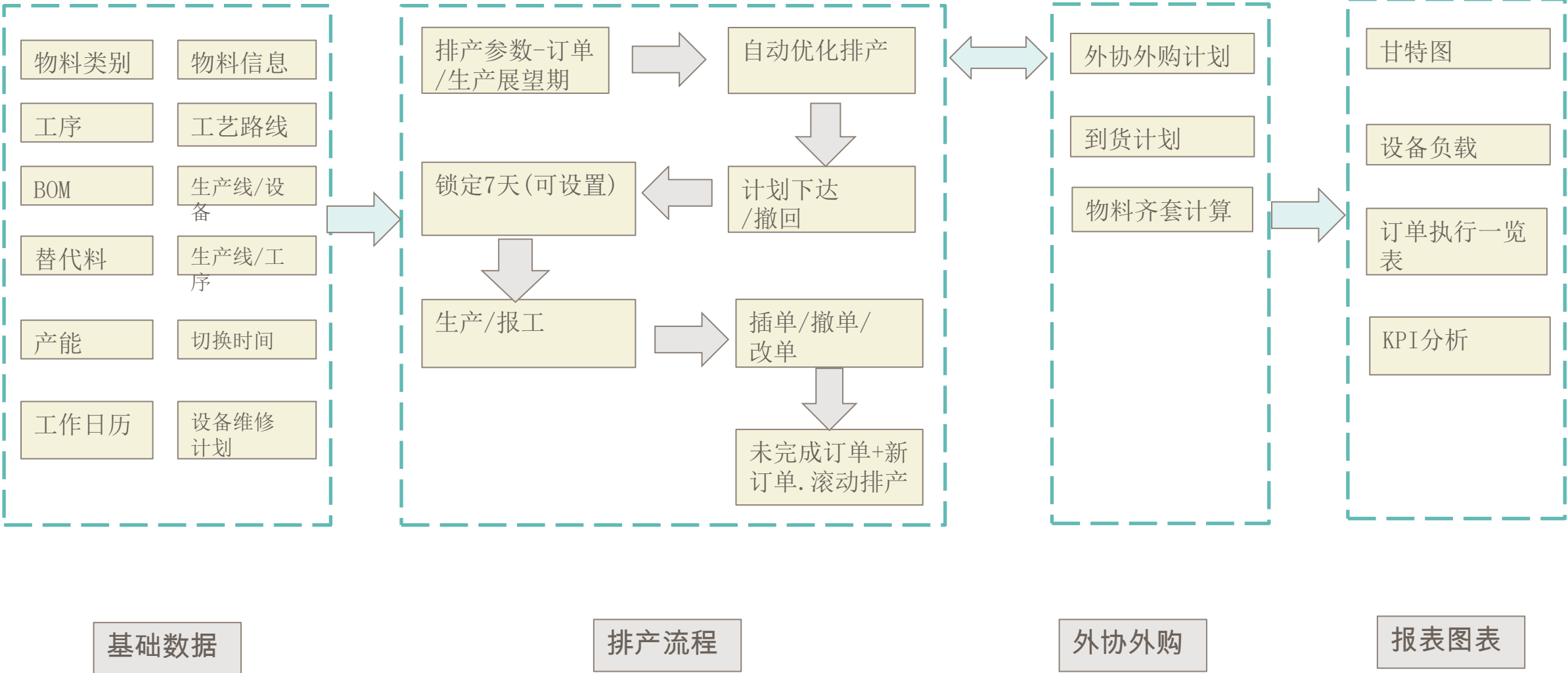
4.POC案例：PCB排产

排产规则：

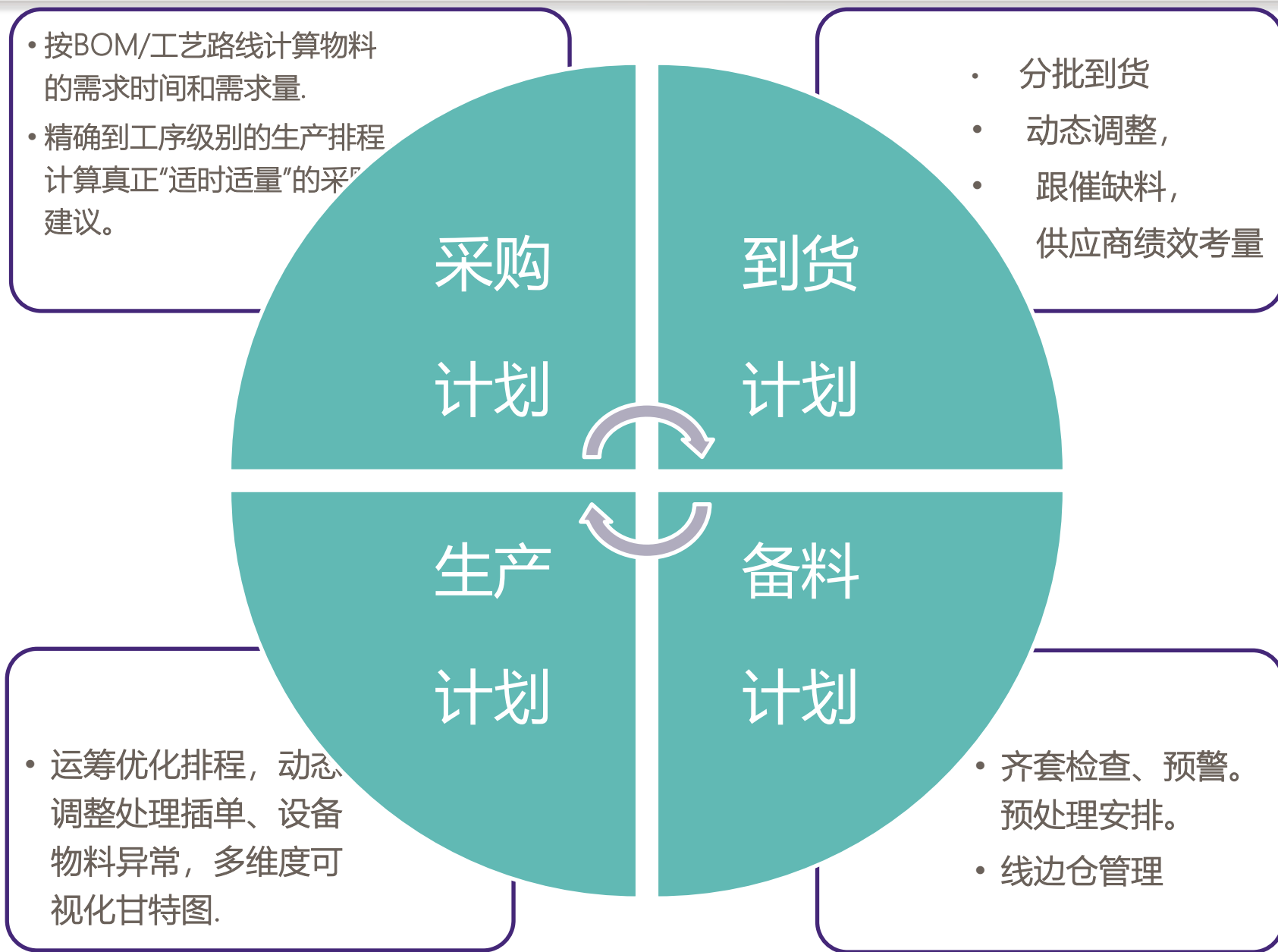
类型	规则	说明
时间规则	工作日	在工作日班次时间内进行计划排产。
	计划完工时间	计划结果优先满足任务令完成时间
	经济批量	产品对应的总装 $UPH \times \text{班次时间} = \text{当班产能}$ 产品对应的测试 $UPH \times \text{班次时间} = \text{当班产能}$ 产品对应的 DIP $UPH \times \text{班次时间} = \text{当班产能}$ 产品对应的 SMT $UPH \times \text{班次时间} = \text{当班产能}$
	计划冻结	冻结锁定 1 天或其他周期内的计划，再次排产时原则上不能改变冻结期内的计划。
资源规则	指定产线约束	不同产品由于规则等限制需要在特定的产线上生产
	工装治具约束	SMT、整机工序段，钢网等工装治具会制约生产。
	人力资源	1、根据计划给出人员规划。（规划数量（单位：万） / 有效生产天数/UPPH） *1000 2、根据现有人数进行预警，显示差值（考勤系统提供人员数-每天所需人员数量=缺口）。
排产规则	经济批量	1、总装生产计划所需齐套物料数量到经济批量且总体交期

		满足就等物料全部齐套后排， $UPH \times \text{班次时间} = \text{经济批量}$) 2、总装生产计划所需齐套物料数量到经济批量且总体交期不满足就先排实际齐套数量。剩余部分等物料齐套后再排 3、总装生产计划所需齐套物料数量到没到经济批量且总体交期不满足先不排，需预警后人工介入调整优先级、物料提拉。 4、总装生产计划所需齐套物料数量没到经济批量，整体交期满足按总体齐套时间排。
	产线产能	先排一条，如果订单的交期满足就往后排；如果交期无法满足且有多条可用线体下就再开一条线体，以此类推。（基于可用线体大于 1 条的情况）
	特殊规则	驻厂 SMT 产线只能支持一个工单做到底，不能分流。（系统不支持）
	合并排产	1、同整机编码下、完工时间接近（3 天内的生产订单）的排在一起。 2、根据产品类型（GPON\EPON\XGSPON 等）尽可能排在同一条产线上。 3、先排正常任务令等需求、再考虑合并：同编码一致 产能富裕时再排清单收尾；最后考虑返工改制；

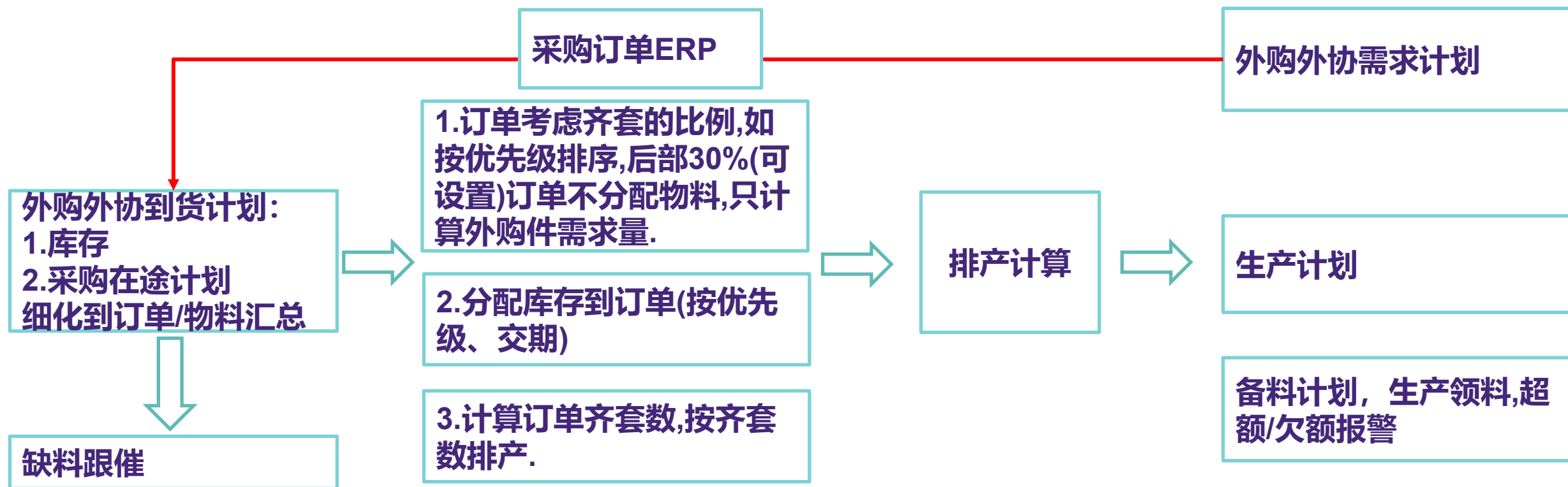
5.APS方案-数据与流程



5.APS方案-四个计划的闭环



5.APS方案-物料齐套流程



5.APS方案---一键排产---订单/数量/生产线或设备/生产开始时间/生产结束时间

← → ↺ 🏠 ⓘ 127.0.0.1:5000/main ☆ ⓘ ⋮

菜单

排产系统

欢迎, sunny 退出

基础信息

销售订单

生产计划

生产计划

排产检查

外协外购计划

库存计划

订单甘特图

生产线负载

生产线任务图

仿真

首页 物料 × BOM × 生产计划 ×

排产 检查 下达 取消下达 甘特图

查询排产结果 导出Excel

新增 保存 取消 删除 交期起始日: 交期截止日: 查询

参数ID	下达标记	交期起始日	交期截止日	生产起始日	版本	行业场景	生产截止日	锁定天数	排产目标	生产总用时H	订单完成率	切换时间H	计划组织	后台标记	备注
8	27	未下达	2023-09-01	2023-09-30	2023-09-02	1	2单件小批量	2023-10-30	10	提高订单完成率/减少切换	697	11.00%		4	
9	28	已下达	2023-10-01	2023-10-30	2023-10-01	1	2单件小批量	2023-10-30	10	提高订单完成率/减少切换	50	100.00%		4	完成
10	30	未下达	2024-01-01	2024-01-31	2024-01-01	1	2单件小批量	2024-01-30	10	提高订单完成率/减少切换				4	
11	31	已下达	2024-04-01	2024-04-30	2024-04-01	1	2单件小批量	2024-04-30	10	提高订单完成率/减少切换	26	99.00%	226	4	完成
12															

5 第 1 共3页 时间段 报工 锁定一行 解锁 显示1到5,共14记录

	结果ID	物料编码	物料名称	订单id.物料	订单量	工序	生产线	生产起始时间	生产结束时间	交期	切换次数	产能	超期	状态	库存量	库存时	工序id
1	282336	bsqz1	模具-模架1	30028.2.701	1	1.车床-车	车床2号	2024-04-05 17:30:00	2024-04-05 20:00:00	2024-04-26	1	0.40000	未逾期		0.000		19
2	282336	bsqz1	模具-模架1	30028.2.701	1	2.钻床-钻	钻床1号	2024-04-05 20:40:00	2024-04-06 01:40:00	2024-04-26	0	0.20000	未逾期		0.000		20
3	282336	bsqz1	模具-模架1	30028.2.701	1	3.磨床-磨	磨床1号	2024-04-06 20:00:00	2024-04-06 20:30:00	2024-04-26	1	2.00000	未逾期		0.000		21
4	282336	bsqz1	模具-模架1	30028.2.701	1	4.装配	装配线	2024-04-24 05:30:00	2024-04-24 06:30:00	2024-04-26	0	1.00000	未逾期		0.000		10
5	282336	bsqz4	模具-复位弹簧4	30028.2.704	1	1.外协外	外协外购:	2024-04-01 08:00:00	2024-04-01 08:00:00	2024-04-26		100000	未逾期		0.000		22
6	282336	bsqz7	模具-滑块7	30028.2.707	1	1.加工中	加工中心:	2024-04-01 08:00:00	2024-04-01 10:30:00	2024-04-26	0	0.40000	未逾期		0.000		8
7	282336	bsqz7	模具-滑块7	30028.2.707	1	2.齿形加	C2齿形加	2024-04-01 11:40:00	2024-04-01 13:20:00	2024-04-26	0	0.60000	未逾期		0.000		9
8	282336	bsqz8	模具-顶针8	30028.2.708	1	1.车床-车	车床2号	2024-04-11 14:00:00	2024-04-11 16:30:00	2024-04-26	1	0.40000	未逾期		0.000		19
9	282336	bsqz9	模具-冷却水路9	30028.2.709	1	1.磨床-磨	磨床1号	2024-04-01 08:00:00	2024-04-01 09:15:00	2024-04-26	0	0.80000	未逾期		0.000		21
10	282336	bsqz10	模具-型芯型腔	30028.2.710	1	1.车床-车	车床2号	2024-04-01 08:00:00	2024-04-01 09:00:00	2024-04-26	0	1.00000	未逾期		0.000		19

5.APS方案-接单测算/多版本对比

1.接单：订单类型=预测，排产测算交期，客户认可下单，订单类型改为订单；如客户不满意交货日期，则改变优先级，重新排产，直至客户满意。

2.多版本排产。改变设备、订单，多次排产(多个版本)，对比关键指标如订单完成率、生产周期，选择其一下达MES.

设置优先级	要素
1	客户等级：衡量客户重要性及服务的优先级
2	交期：产品交付的预定时间，确保按时完成
3	下单日期：客户提交订单的日期，影响生产安排

排产

检查

下达

取消下达

甘特图

查询排产结果

导出Excel

新增

保存

取消

删除

交期起始日:

交期截止日:

查询

	参数ID	下达标记	交期起始日	交期截止日	生产起始日	版本	行业场景	生产截止日	锁定天数	排产目标	生产总用时H	订单完成率	切换时间H	计划组织	后台标记	备注
7	26	未下达	2023-09-01	2023-09-30	2023-09-01	1	2单件小批量	2023-10-30	10	提高订单完成率/减少切换	789	12.00%	版本一	4	完成	gais
8	27	未下达	2023-09-01	2023-09-30	2023-09-02	1	2单件小批量	2023-10-30	10	提高订单完成率/减少切换	697	11.00%	版本二	4		gais
9	28	已下达	2023-10-01	2023-10-30	2023-10-01	1	2单件小批量	2023-10-30	10	提高订单完成率/减少切换	50	100.00%		4	完成	
10	30	未下达	2024-01-01	2024-01-31	2024-01-01	1	2单件小批量	2024-01-30	10	提高订单完成率/减少切换				4		

5

第 1 共3页

时间段

报工

锁定一行

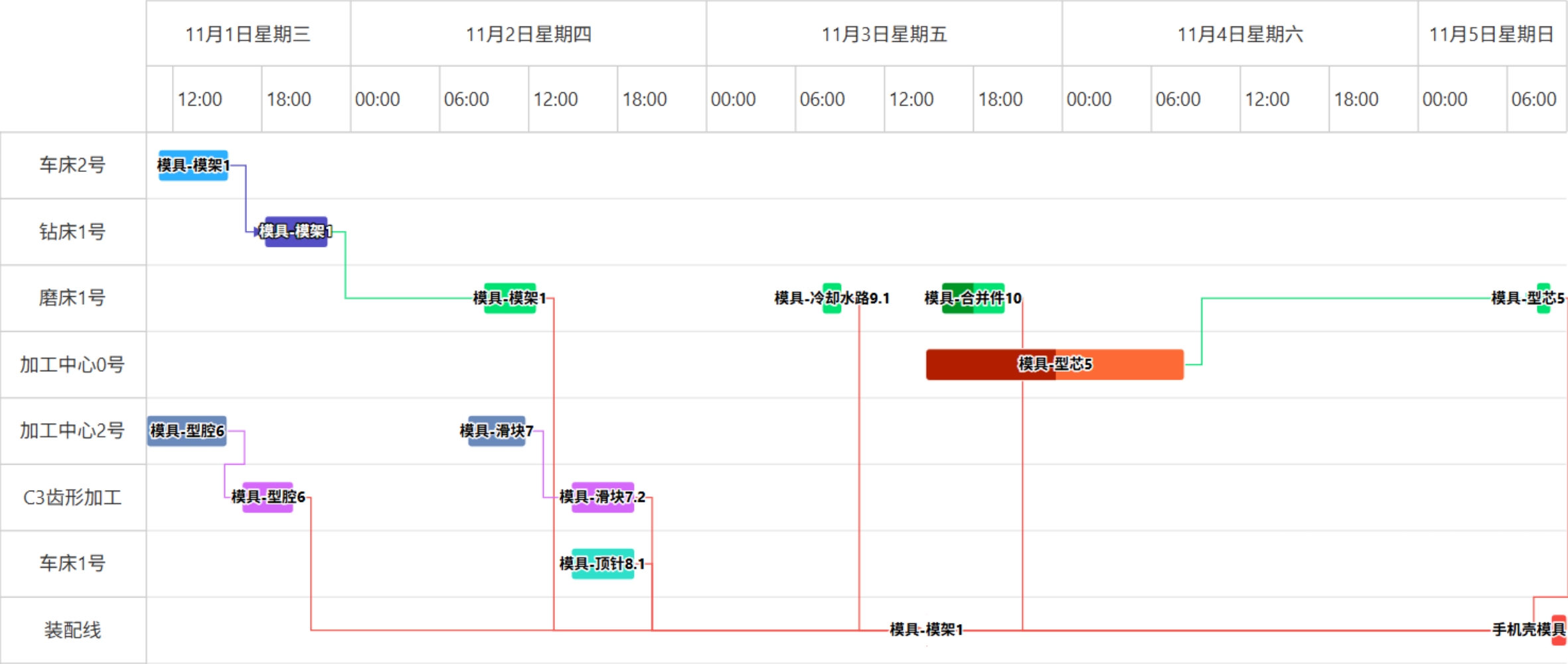
解锁

显示1到5,共14记录

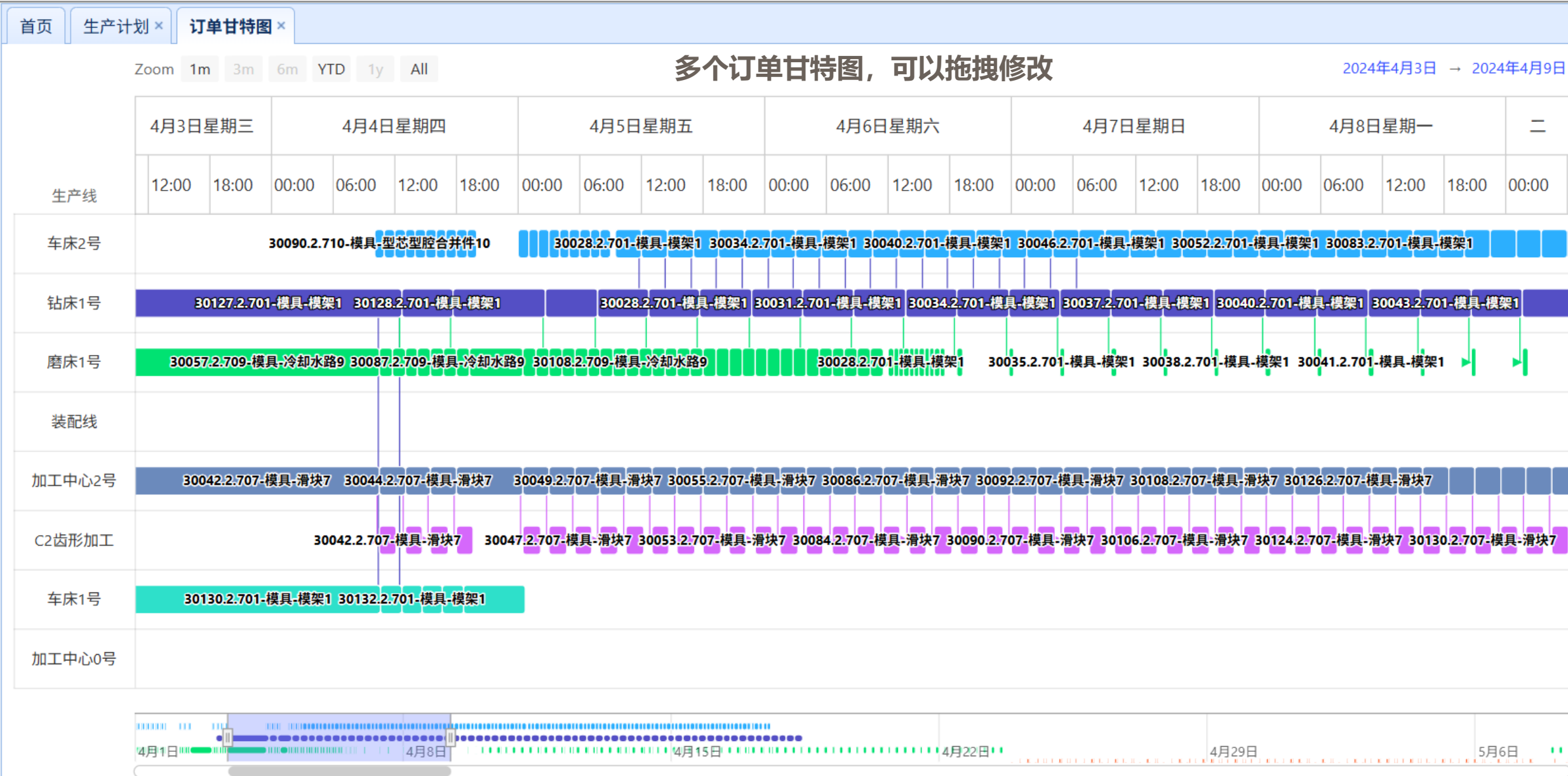
	结果ID	物料编码	物料名称	订单id.物料	订单量	工序	生产线	生产起始时间	生产结束时间	交期	切换次数	产能	超期	状态	库存量	库存时间	工序id
1	288029	chizhou	气扳机	21568.1.671	0	1.装配	装配线二	2023-09-01 14:42:07	2023-09-01 14:42:07	2023-09-13		0.30000	未逾期		1.000	2023-0	10
2	288030	chizhou-1	气扳机组件1	21568.2.672	1	1.车床-车	车床2号	2023-09-02 04:11:00	2023-09-02 04:30:00	2023-09-13	0	3.00000	未逾期		0.000		19
3	288030	chizhou-1	气扳机组件1	21568.2.672	1	2.钻床-钻	钻床2号	2023-09-04 16:00:00	2023-09-04 16:06:00	2023-09-13	0	9.00000	未逾期		0.000		20
4	288030	chizhou-1	气扳机组件1	21568.2.672	1	3.磨床-磨	磨床2号	2023-09-04 16:06:00	2023-09-04 16:07:00	2023-09-13	0	60.0000	未逾期		0.000		21
5	288030	chilunke1	气扳机组件2	21568.2.673	1	1.车床-车	车床2号	2023-09-14 18:52:00	2023-09-14 19:11:00	2023-09-13	0	3.00000	逾期		0.000		19

5.APS方案---排产结果---甘特图

订单甘特图 展示BOM、工艺路线



5.APS方案---排产结果---甘特图



5.APS方案-发现产能瓶颈，提高设备利用率

← → ↺ 🏠 ⓘ 127.0.0.1:5000/main ☆ ⓘ ⋮

菜单 <<

排产系统
欢迎, sunny 改密码
退出

数据接口 >>

基础信息 >>

销售订单 >>

生产计划 >>

📅 生产计划

📅 排产检查

📅 外协外购计划

📅 库存计划

📅 订单甘特图

📅 生产线负载

📅 生产线任务图

📅 仿真

首页 生产计划 × 生产线负载汇总 ×

生产线负载信息

生产线ID	生产线名称	生产开始	生产结束	计划工时	实际用时	设备利用率%	开始时间差	结束时间差	总工时
34	加工中心0号	2024-04-02 04:00:00	2024-04-15 09:00:00	276	276	100	4	321	276
51	加工中心2号	2024-04-02 04:00:00	2024-04-28 10:00:00	587.5	587.5	100	4	634	589
35	砂型砂芯设备1号	2024-04-02 06:00:00	2024-04-28 11:40:00	256.88	256.67	44	6	635	588
43	磨床1号	2024-04-02 04:00:00	2024-04-28 01:30:00	262.5	262.5	45	4	625	580
46	装配线	2024-04-10 21:00:00	2024-04-28 12:10:00	105	105	25	213	636	423
42	车床1号	2024-04-02 04:00:00	2024-04-06 22:00:00	73.03	73	100	4	118	73
48	车床2号	2024-04-02 04:00:00	2024-04-17 12:00:00	326	326	100	4	372	327

生产线设备利用率

设备名称	利用率(%)
加工中心0号	100%
加工中心2号	100%
砂型砂芯设备1号	44%
磨床1号	45%
装配线	25%
车床1号	100%
车床2号	100%
钻床1号	100%