

# 能力需求计划

# 本章内容

- 概述
- CRP的输入数据
- CRP的处理过程
- CRP的评价
- 本章小结

# CRP的基本概念

- **CRP**是一种将**MRP**输出的对物料的分时段需求计划转变成对企业各个工作中心的分时段需求计划的管理工具，是一种协调能力需求与可用能力之间平衡管理的处理过程，是一种协调**MRP**的计划内容和确保**MRP**在现有生产环境中可行、有效的计划管理方法。

# 工作内容

- 从工作内容上来看，**MRP**的计划内容是物料，具体内容包括需要的物料编码、物料数量和需用时间等；而**CRP**的计划内容是能力，具体内容包括工作中心加工能力、员工工作时间、设备加工效率、员工出勤率和劳动生产率等。
- 从工作内容角度来看，**CRP**起到一个计划转换器的作用，把**MRP**转换成**CRP**，实际上，**CRP**又起到了一个工作延伸扩散器的作用，把有关物料计划管理和控制工作向设备计划管理和控制工作、人力资源计划管理和控制工作方面延伸和扩散，使得整个**ERP**系统有可能把物料管理、设备管理和人资管理等多种职能工作作为一个整体的系统对待。

# 处理过程

- 从处理过程来看，**CRP**不仅仅把对物料的需求计划转变成对工作中心的能力需求计划，而且还要协调和处理有关这些能力的能力需求与可用能力之间的矛盾。
- 能力需求来自于**MRP**，可用能力来自于现有的生产作业环境。
- 从宏观角度来看，如果能力需求小于可用能力，那么除了引起可用能力的闲置和浪费之外，一般不会对**MRP**的正常实施运行带来什么负面影响和障碍。但是，经常遇到的情况是，能力需求大于可用能力，该怎么办呢？

# 能力需求冲突解决方案

- 一是扩大企业现有的可用能力；
- 二是通过减少**MRP**以降低能力需求；
- 三是通过移峰填谷、加班加点和外部协作等临时性的管理调度手段来解决能力需求和可用能力之间的矛盾。

# CRP的回答

- [A] 生产什么？生产多少？何时生产？(由生产作业计划回答，并且得到计划负荷。这些计划负荷也可以是分时段的)
- [B] 使用什么工艺路线？工艺路线中包括哪些工作中心？(前面这两个问题可以得到单位负荷耗用能力标准例如使用某个数控加工机床的标准工时定额，再加上计划负荷，即可得到**MRP**对能力的需求量)
- [C] 工作中心的可用能力是多少？(这是重要的基础数据)
- [D] 分时段的的能力需求状况如何？(分时段的计划负荷加上单位负荷耗用能力标准可以得到分时段的的能力需求状况)

# CRP的作用示意图

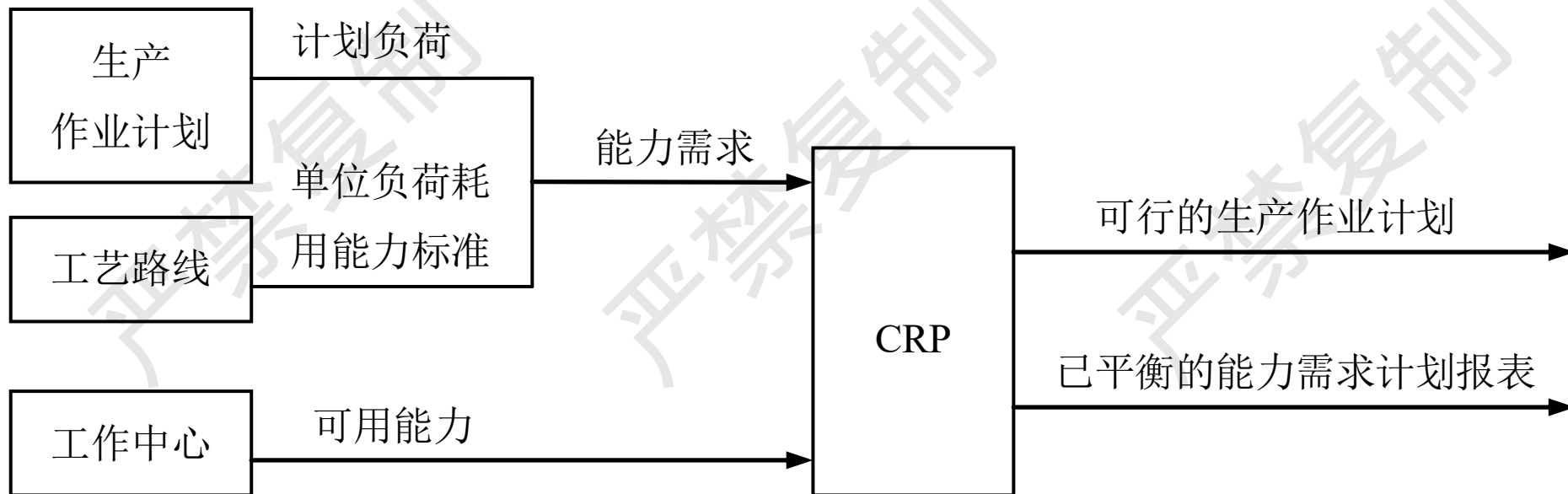




表 5-1 CRP 与 RCCP 之间的区别

比 较 项	RCCP	CRP
计划阶段	MPS	MRP 与生产作业计划
主要作用	校验 MPS 是否可行	校验生产作业计划是否可行
能力对象	关键工作中心	全部工作中心
计算过程依据	资源清单	工艺路线
负荷对象	独立需求件	相关需求件
库存状况	不考虑	考虑
订单类型	计划和确认订单	计划和确认订单、已下达订单
工作日历	工厂日历或工作中心日历	工作中心日历
提前期	提前期偏置	按照工序的开始时间和完工时间

# CRP的编制方式

- 无限能力计划是不考虑能力限制的**CRP**方式。当工作中心的负荷工时超过能力工时，该工作中心处于超负荷状态。在无限能力计划中，由于不考虑能力限制，工作中心的负荷是所有消耗该工作中心的负荷相加，因此这是一种更加自然的处理能力需求的方式，超负荷状态是一种不可避免的现象。
- 有限能力计划是考虑能力限制的**CRP**编制方式。由于考虑了能力限制，某个工作中心的负荷工时总是不能超过该工作中心能力工时的，因此在这种方式下不会出现工作中心超负荷现象。

# 无限能力计划

- 无限能力计划是不考虑能力限制的CRP方式。当工作中心的负荷工时超过能力工时，该工作中心处于超负荷状态。
- 在无限能力计划中，由于不考虑能力限制，工作中心的负荷是所有消耗该工作中心的负荷相加，因此，这是一种更加自然的处理能力需求的方式，超负荷状态是一种不可避免的现象。
- 当工作中心处于超负荷状态时，可以采取两种措施。
  - 第一种是增加能力工时措施，例如，可以采购新的加工设备、招聘新的员工等；
  - 第二种措施是采取调度手段，例如，延长工作中心的工作时间、采用替代工作中心、将超负荷转移到其他工作中心、变加工为采购以及采用外协加工等。
- 实际上，还有一种更为极端的管理措施，即延长订单的交货期或者干脆取消订单。

# 有限能力计划

- 有限能力计划是考虑能力限制的**CRP**编制方式。由于考虑了能力限制，某个工作中心的负荷工时总是不能超过该工作中心能力工时的，因此，在这种方式下，不会出现工作中心超负荷现象。
- 按照处理超负荷的方式，有限能力计划又可以分为优先级计划和有限顺排计划。
- 这里主要介绍优先级计划。优先级计划是指根据订单状况等因素为计划负荷指定一个优先级，按照各个计划负荷的优先级为工作中心分配计划负荷。当工作中心满负荷时，优先级较高的计划负荷被执行，优先级较低的计划负荷被推迟。

# CRP的输入数据

- 加工订单数据
- 工艺路线数据
- 工作中心数据
- 工作中心日历数据

# 加工订单

- 加工订单是生产作业计划的一种表现形式。
- 按照指导生产加工的有效性状态，加工订单可以分为3种类型：
  - 计划订单
  - 确认订单
  - 已下达订单
- 计划订单是根据**MRP**直接计算得到的加工订单。但是，由于实际上物料的需求和能力的可用性可能会与计算得到的数据有差异，因此，计划订单必须经过生产计划管理人员修正之后才能使用。计划订单经过修正并与实际情况相符合后，由生产计划管理人员将其状态修改为确认订单。
- 确认订单是否能成为指导实际加工作业的任务，还需要下达。
- 已下达订单状态是生产作业计划的真正实施状态，也被称为加工订单。加工订单中的主要数据是物料加工数量、完成日期、加工工序、准备时间和加工时间等。加工订单描述了工作中心负荷的来源。

# 工艺路线

- 工艺路线是一种重要的基础数据，它描述零件、组件以及最终产品等物料加工和装配所需要的工序步骤和每一步骤所需要的工作中心、加工工具以及加工定额工时(准备时间和加工时间等)，还指定了某些特殊工序步骤的可替换工序。
- 工艺路线是一种标准，它可以把来自于加工订单的负荷转变成对加工中心的能力需求。

# 工作中心

- 工作中心是**CRP**中不可或缺的最重要的基础数据之一。无论是来自于加工订单和工艺路线的能力需求，还是可用的生产加工能力，其载体就是工作中心。
- 工作中心还起到一种把作业工作与组织结构、人力资源连接起来的桥梁作用。作为**CRP**的核心数据单元，其主要数据包括每天班次、每班工作小时数、每班人数、每班设备数、加工效率和设备利用率等。
- 实际上，当前许多**ERP**系统在工作中心的描述上还有进一步细化的空间。



# 日期数据

- 作为一种计划数据，日期数据是不可缺少的。为了快速、准确且方便地确定计划日期，通常采取制造日历、工厂日历和工作中心日历等数据。
- 日历上的主要数据是日历编码和对应的日期。不同类型的日历，差别主要在于其适用范围和描述的精细程度。
- 制造日历往往用于整个企业，是最基本的日历。
- 工厂日历增加了不同生产加工车间的实际作业的工作时间和班次等特点。
- 工作中心日历真正体现了精细化管理的思想，它可以根据不同工作中心的特点来安排更加切合实际的工作日历。

# CRP的处理过程

- CRP处理过程中的关键环节
- CRP的编制过程流程图
- CRP编制示例

# CRP处理过程中的关键环节

- 计算工作中心可用能力
- 计算工作中心上的工序负荷
- 计算工作中心的分时段能力需求

# 计算工作中心可用能力

- 在描述工作中心的可用能力时，需要确定工作中心的能力单位、能力类型和额定能力。额定能力应该经常随着实际能力的变化进行调整。
- 不同类型的企业，采用不同的工作中心能力单位。在离散型企业中，例如，机械、电子产品等企业，经常采用加工单件物料所需加工时间(小时/件)或单位时间的产量(件/小时)等单位描述工作中心的可用能力。在流程型企业中，例如，化工、纺织和造纸等企业，经常采用单位时间产量(米/日、吨/日、千克/时)等单位描述工作中心的可用能力。
- 经常用到两种类型的能力描述，一种是按照设备工时描述能力，另一种是按照人员工时描述能力。具体采用哪一种能力类型，往往需要考虑企业产品的特点、管理习惯和成本核算方式等多个因素。

# 计算工作中心上的工序负荷

- 计算工作中心上的工序负荷是指逐个工序计算与某个工作中心相关联的生产负荷。
- 生产负荷来自两个数据：加工的物料数量和加工单个物料需要的额定工时。
- 在**CRP**的计算过程中，加工的物料数量来自于物料的计划投入量，加工单个物料需要的额定工时来自于工艺路线。

# 计算工作中心的分时段能力需求

- 就像分时段物料需求计划一样，工作中心的能力需求也应该是分时段。
- 为了计算工作中心的分时段能力需求，需要计算两方面的数据：
  - 第一，计算每一个工序在每一个工作中心上的开始时间和结束时间；
  - 第二，以工作中心为基础，按照时段汇总所有工序的能力需求。

# 序提前期示意图

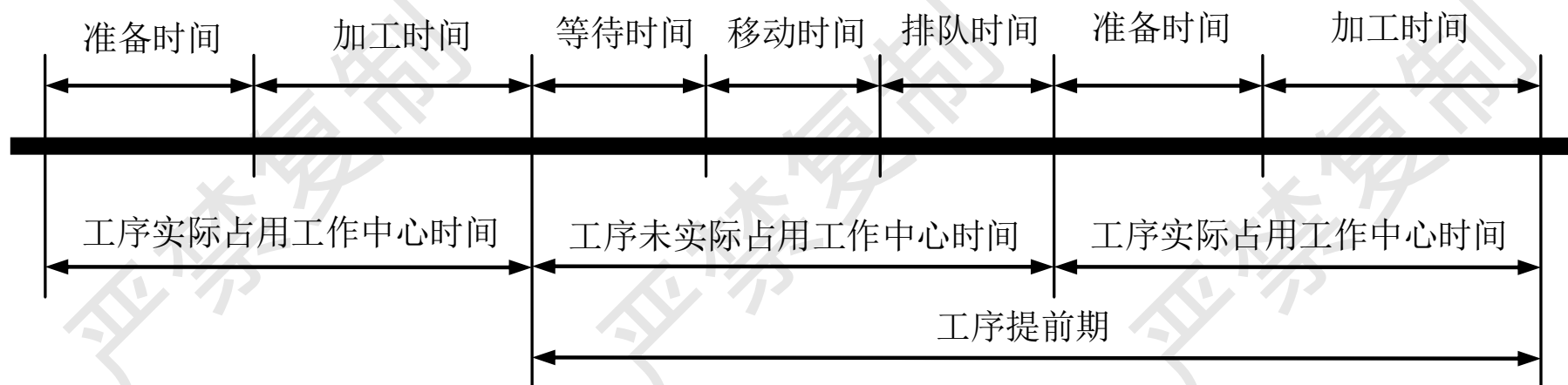




图 5-3 CRP 的编制过程流程图



## CRP编制示例

- 假设自行车ZXCA-F2的BOM结构如图5-4所示。每个ZXCA-F2由2个物料A和1个物料B组成，每个物料B由1个物料C和2个物料D组成。

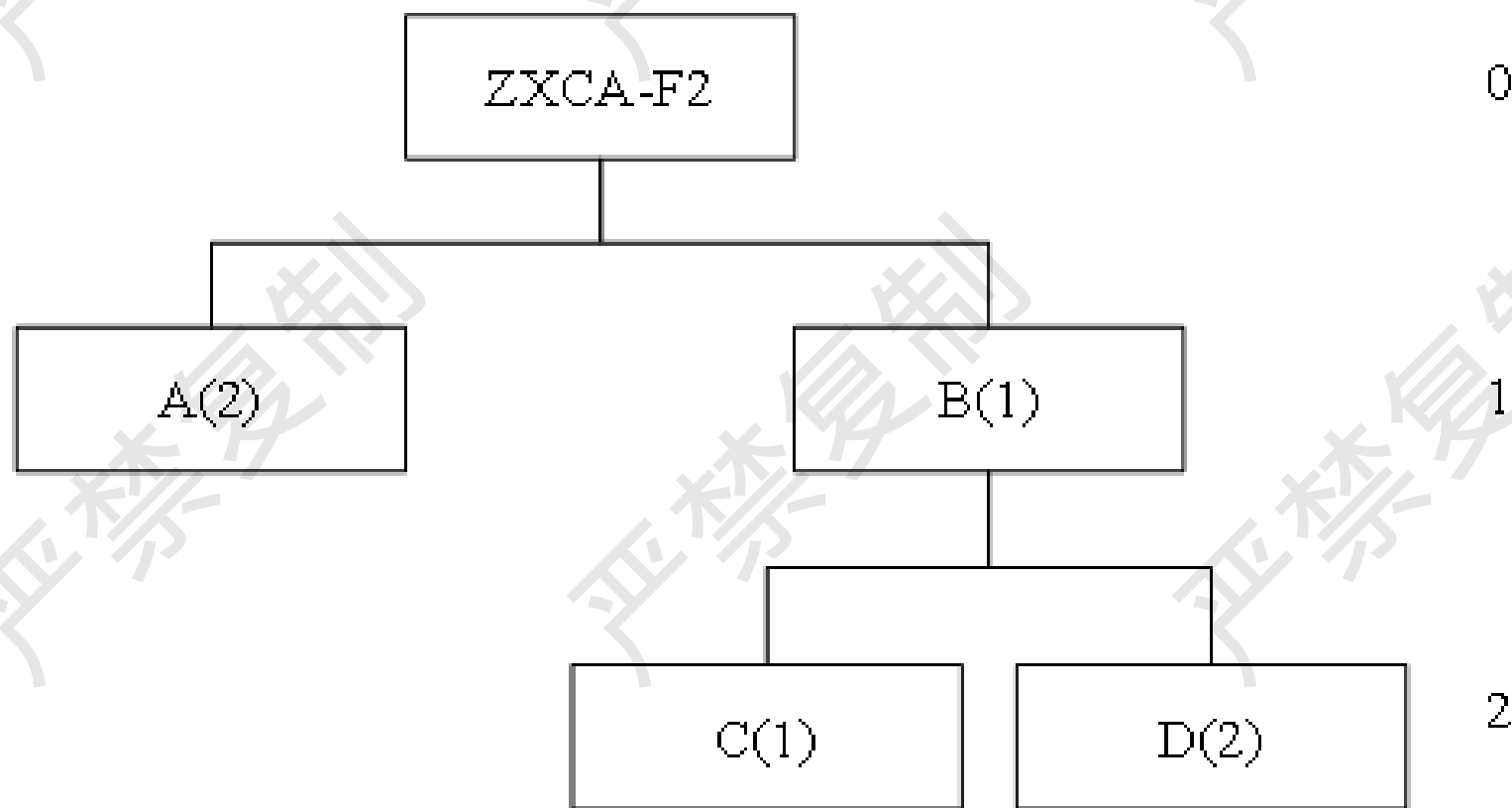


图 5-4 自行车 ZXCA-F2 的 BOM 结构

表 5-2 ZXCA-F2 的 MPS

物料名称：自行车

物料编码：ZXCA-F2

提前期：1

时段	当期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
计划产出量			90	90	90	120	120	120	120	150	150
计划投入量		90	90	90	120	120	120	120	150	150	



(续表)

物料	时段	当期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	毛需求量		90	90	90	120	120	120	120	150	150	
	计划接收量		100									
	PAB	50	60	70	80	60	40	120	100	50	100	100
	净需求量			55	45	65	85	105	25	75	125	
	计划产出量			100	100	100	100	200	100	100	200	
	计划投入量		100	100	100	100	200	100	100	200		
C	毛需求量		100	100	100	100	200	100	100	200		
	计划接收量		120									
	PAB	80	100	200	100	200	200	100	200	200	200	200
	净需求量			80		80	80		80	80		
	计划产出量			200		200	200		200	200		
	计划投入量		200		200	200		200	200			
D	毛需求量		200	200	200	200	400	200	200	400		
	计划接收量		300									
	PAB	150	250	350	150	250	150	250	350	250	250	250
	净需求量			70		170	270	170	70	170		
	计划产出量			300		300	300	300	300	300		
	计划投入量		300		300	300	300	300	300			

表 5-4 工作中心和工作中心的可用能力

工作中心编码	每天工作小时	利用率(%)	效率(%)	可用能力(额定小时/天)
WC02	8	98	99	7.76
WC07	8	98	99	7.76
WC15	8	95	98	7.45
WC23	8	95	95	7.22
WC39	8	95	90	6.84

表 5-5 ZXCA-F2 的工艺路线和额定工时

物料编码	工序编码	工作中心编码	单件加工时间(小时)	准备时间(小时)
ZXCA-F2	5	WC02	0.03	0.52
A	5	WC07	0.01	0.35
	10	WC15	0.04	0.35
B	5	WC02	0.02	0.65
C	5	WC07	0.03	0.65
	10	WC23	0.03	0.65
D	5	WC39	0.05	0.55

表 5-6 工作中心的工序负荷计算结果

物料编码	工序编码	工作中心编码	订单数量	能力负荷(小时)
ZXCA-F2	5	WC02	90	$90 \times 0.03 + 0.52 = 3.22$
			120	$120 \times 0.03 + 0.52 = 4.12$
			150	$150 \times 0.03 + 0.52 = 5.02$
A	5	WC07	150	$150 \times 0.01 + 0.35 = 1.85$
			300	$300 \times 0.01 + 0.35 = 3.35$
	10	WC15	150	$150 \times 0.04 + 0.35 = 6.35$
			300	$300 \times 0.04 + 0.35 = 12.35$
B	5	WC02	100	$100 \times 0.02 + 0.65 = 2.65$
			200	$200 \times 0.02 + 0.65 = 4.65$
C	5	WC07	200	$200 \times 0.03 + 0.65 = 6.65$
	10	WC23	200	$200 \times 0.03 + 0.65 = 6.65$
D	5	WC39	300	$300 \times 0.05 + 0.55 = 15.55$



表 5-7 ZXCA-F2 的生产作业时间

物料 编码	工序 编码	工作中 心编码	可用能力 (小时/天)	订单 数量	能力负荷 (小时)	生产作业时间(天)	生产作业时间 (小时)
ZXCA-F2	5	WC02	7.76	90	3.22	$3.22 \div 7.76 = 0.41$	4
				120	4.12	$4.12 \div 7.76 = 0.53$	5
				150	5.02	$5.02 \div 7.76 = 0.65$	6
A	5	WC07	7.76	150	1.85	$1.85 \div 7.76 = 0.24$	2
				300	3.35	$3.35 \div 7.76 = 0.43$	4
	10	WC15	7.45	150	6.35	$6.35 \div 7.45 = 0.85$	7
				300	12.35	$12.35 \div 7.45 = 1.66$	14
B	5	WC02	7.76	100	2.65	$2.65 \div 7.76 = 0.34$	3
				200	4.65	$4.65 \div 7.76 = 0.60$	5
C	5	WC07	7.76	200	6.65	$6.65 \div 7.76 = 0.86$	7
	10	WC23	7.22	200	6.65	$6.65 \div 7.22 = 0.92$	8
D	5	WC39	6.84	300	15.55	$15.55 \div 6.84 = 2.27$	19

表 5-8 工作中心的等待时间、移动时间和排队时间

工作中心编码	等 待 时 间	移 动 时 间	排 队 时 间
WC02	0	1	2
WC07	1	1	2
WC15	1	1	1
WC23	1	1	1
WC39	1	1	1
库房	0	1	0

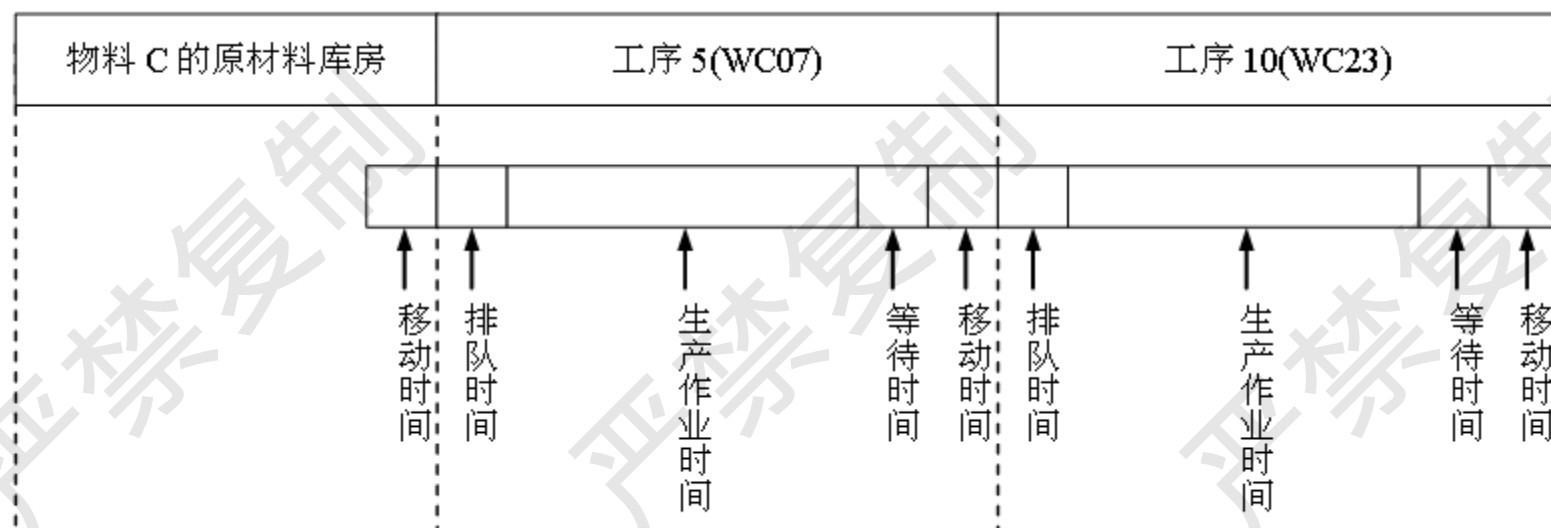


图 5-5 物料 C 的工艺路线和时间之间的关系

表 5-9 物料 C 的制造时间(小时)

工 序	工作中心编码	排 队 时 间	生产作业时间	等 待 时 间	移 动 时 间
库房	—	0	0	0	1
5	WC07	2	7	1	1
10	WC23	1	8	1	1

表 5-10 物料 C 的开工时间和完工时间

工 序	工作中心编码	能 力 负 荷	开 工 时 间	完 工 时 间
5	WC07	6.65	第 1 周周三 12 点	第 1 周周四 11 点
10	WC23	6.65	第 1 周周四 14 点	第 1 周周五 14 点

表 5-11 物料 C 的分时段能力需求计划

物料	工作中心	当期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	WC07		6.65		6.65	6.65		6.65	6.65			
	WC23		6.65		6.65	6.65		6.65	6.65			





# CRP的评价

- 通常情况下，**CRP**的前提条件是无限能力。
- 也就是说，在能力需求计算过程中，不考虑工作中心可用能力的限制。当能力需求计划计算出来之后，再处理有关可用能力和能力需求之间产生冲突的地方。这些问题暴露出来之后，管理人员可以及早地采取相关措施，在计划阶段解决可用能力不足的问题，从而有可能提高管理效率和质量。

# 时间交叉程度

- 在计算工序的开工时间和完工时间时，需要考虑等待时间、移动时间、排队时间、加工时间和准备时间等工艺时间。如果这些工艺时间之间是串行的，那么计算过程就会比较简单。但是，如果这些工艺时间之间可以是并行、交叉的，不同的物料之间、不同的工序之间的交叉程度都可能是不同的。即使是同一种物料、相同的工序之间，但是由于批量的不同，他们的工艺时间的交叉程度也可能是不同的。在实际生产中，这种交叉程度既可能是线性的，也可能是阶梯形的，从而使用计算机处理这种交叉现象的难度大大增加。



# 时段粒度

- 时段粒度非常关键。时段粒度越细，则各种数据的管理越精细，各种细节问题也容易暴露出来，更容易采取合理有效的管理措施。但是，随着时段粒度的细化，数据量也越来越大，管理的复杂性也越来越高，管理的难度也越来越大。例如，时段是周，那么无论是周三的能力需求，还是周四的能力需求，都汇总到一个周次的能力需求中，从而掩盖了周三和周四的差别。如果时段是天，则周三、周四的差别即可显示出来。这种差别是否能够显示出来是非常重要的。