

Точное машиностроение: классический MRP не работает

Спектр применения продукции точного машиностроения очень широк. Это и оборудование для формирования и переноса изображений для самых различных сфер: от микроэлектроники до легкой промышленности и полиграфии, а также сборочное оборудование, полуавтоматы и автоматы, различные типы электродвигателей, инструмент, оснастка, прецизионные устройства. Довольно значительная часть продукции точного машиностроения производится и потребляется оборонной промышленностью.

Сложности планирования

Общим для данного типа производств является выпуск продукции небольшими партиями, вплоть до единичных экземпляров, а также производство сложных изделий с большим количеством узлов и деталей. Все это обуславливает необходимость значительных инвестиций в оборудование. Прецизионные станки стоят дорого и, к сожалению, сейчас отечественной промышленностью практически не выпускаются. Причем немалая часть оборудования до сих пор попадает под эмбарго по причине потенциально двойного назначения. В результате немало предприятий точного машиностроения вынуждены использовать технологии 20-30-летней давности. Стоит добавить также большой объем инженерных и проектных работ, а также то, что значительная часть сотрудников (до 30 %) занята в диспетчеризации и производственном контроле.

Как правило, реорганизация на таких предприятиях если и проходит, то очень медленно. Отчасти потому что в силу специфики производственных процессов традиционные подходы, как правило, здесь не очень применимы. ERP-системы, успешно планирующие несложное сборочное производство, могут оказаться малоэффективными в ситуации, когда производственная программа претерпевает постоянные изменения, на которые надо реагировать и в соответствии с которыми нужно корректировать планы. Необходимо иметь развитый механизм поддержки процессов контроля качества, управления инструментом (включая процедуры проверок и алгоритмы замен), а самое главное, возможность динамического перепланирования с учетом различных отклонений и ограничений. Для различных классов и типов высокоточных изделий существуют свои наработанные техники и правила управления. И они не входят в штатную функциональность ERP-систем. Неизбежной является необходимость стыковки с внешними программами и устройствами, в том числе устройствами измерения и контроля. А

значит, управляющая система верхнего уровня должна быть максимально открытой, выполненной в “открытой архитектуре”, допускающей интеграцию с другими программными продуктами.

Чем плох MRP?

В первую очередь невозможностью учитывать ограничения по производственным мощностям. Алгоритм, заложенный в систему, калькулирует потребность в материалах и полуфабрикатах без учета мощностей рабочих центров. Созданные производственные задания приходится распределять по производственному календарю вручную или с помощью отдельной программы, пусть и входящей в состав интегрированной системы. В результате распределение производственных заданий системой, в том числе и из-за изолированности от первого шага планирования, очень часто весьма далеко от оптимального.

Во-вторых, MRP-подход предполагает неизменность технологического маршрута и времени изготовления. Точно так же должны быть известны заранее и характеристики продукта. Но, скажем, при варке стали процент “попадания” в плановые характеристики не превышает 70 %. При этом оставшиеся 30 % выхода – вовсе не брак и могут быть повторно использованы для других заказов. Классический MRP-алгоритм не работает в такой ситуации.

И, наверное, самое главное – этот метод не является процессно-ориентированным. Акцент в MRP сделан на учет материалов безотносительно к их использованию на той или иной стадии производственного цикла. Да, при возникновении отклонения (брака, поломки оборудования, отмене запущенного в производство заказа, появлении “горящего” заказа) система сообщит о необходимости коррекции плана, но... Пересчитывать заново производственную программу для изделий и полуфабрикатов, уже запущенных в производство и находящихся в рабочих центрах, обезличенных и объединенных в партии, – контрпродуктивно. Поскольку пересчет идет по всем цехам, переделам и рабочим центрам, изменяются параметры фактически всех производственных заказов, и полученный результат очень часто невозможно интерпретировать. В такой ситуации обычно продолжают выполнение плана до логического конца, то есть до того момента, когда предприятие в состоянии совокупно оценить, какие цех-заказы завершены, а какие – нет. Для сложных производств обычно MRP-пересчет делают не чаще раза в неделю. Обычно реже, поскольку при частом пересчете производство начинает “лихорадить”. Но ведь отклонения случаются гораздо чаще!

А уж если речь идет о неполных данных... MRP-программа составит производственный план тогда и только тогда, когда все параметры цех-заказов, такие как время наладки, время изготовления, мощность рабочего центра, точно определены. А эти данные обычно известны лишь для типовых операций и изделий. Для несерийных изделий можно сделать лишь приблизительные оценки.

Для высокоточных производств характерен длительный цикл изготовления. Общее время исполнения заказа может составлять несколько месяцев. И если для серийных высокоточных производств MRP-алгоритм в известной степени применим, то при производстве нетиповых изделий, создаваемых под заказ, он работать не будет.

Планирование с учетом ограничений

Стохастичность и переменчивость производственных планов плюс необходимость частого их пересмотра и индивидуализация клиентских заказов привели к появлению новых техник планирования еще в 70-е годы.

Одними из первых инноваторов были японцы, которые предложили метод Seiban. Как рассказывает один из авторов метода, клиенты очень любят вносить изменения и менять требования к изделию даже тогда, когда оно уже запущено в производство. При этом клиентские заказы в общем производственном плане не обезличиваются, а при разузловании структуры изделия все связи между отдельными узлами и подсборками сохраняются и отслеживаются системой. Снабжение под конкретный заказ трассируется индивидуально. Как следствие, клиентский заказ, а вместе с ним все порожденные производственные задания могут препланироваться изолированно от других. Однако планировать и трассировать каждую гайку в каждом производственном задании, не объединяя их в партии, практически невозможно, да и нецелесообразно.

Дальнейшее развитие этого метода привело к использованию Seiban и MRP в связке. Те узлы и компоненты изделия, которые потенциально могут подвергаться изменениям, обрабатываются по методике Seiban, остальные – согласно принципам MRP. Это позволяет избежать сверхподробного и избыточного учета по типовым узлам и компонентам, которые при любом развитии событий остаются в производственной спецификации.

Seiban решил часть проблем MRP, но не все. Осталось множество вопросов, связанных с решением задач оптимизации загрузки производственных мощностей, "проталкивания" "горящих" заказов и получения ответа на вопрос "к какому сроку какие заказы мы в состоянии выполнить?".

Появился так называемый CBS-подход (Constraint Based Scheduling) и соответствующие программные средства. Подход основан на алгоритмах сортировки и приоритизации производственных заказов и позволяет решить проблему распределения набора производственных заданий по набору производственных мощностей в соответствии с заданным критерием. Проблема планирования касается трех составляющих: подробно определить, какой ресурс, когда и для каких операций применим. Следовательно, необходимо произвести оптимальное распределение ресурсов по конкретным видам



Рис. 1

работ, определить оптимальную последовательность исполнения заданий и оптимальный момент запуска в производство каждого задания. При этом перепланирование может осуществляться в рамках одной рабочей смены, в то время как классические MRP-алгоритмы в рамках смены ничего не оптимизируют. Минимальным дискретом планирования является рабочая смена. На рис. 1 приведены два производственных плана: первый составлен MRP-программой, второй оптимизирован с учетом возможности запараллеливания операций и исключения пролеживания.

Планирование в рамках CBS

CBS поддерживает несколько методов планирования. Механизм прогнозного планирования позволяет построить оптимальный производственный график для заданного набора производственных заказов. Реагирующее (реактивное или оперативное) планирование отвечает за внесение изменений в производственную программу с учетом существующих ограничений, интерактивное планирование включает ручную манипуляцию производственной программой.

При создании плана в Constraint Based Scheduling учитываются доступность ресурса, возможность выполнения указанного задания с его использованием, а также последовательность взаимосвязей между операциями.

Критерии оптимизации часто конфликтуют друг с другом и плохо соизмеримы. Это означает, что при планировании необходимо обеспечить некий баланс между несколькими, слабо согласующимися требованиями, что предполагает наличие/разработку оценок (возможно грубых). В рамках процесса планирования можно говорить о глобальных критериях, например о минимизации средней задержки по всем производственным заказам в плане (пролеживание, ожидание доступности ресурса) или о минимизации объемов незавершенного производства. Существуют и локальные критерии, например, сокращение суммарного времени на переналадку/переоснастку в рамках заданного временного интервала (неделя, месяц) или обеспечение максимальной загрузки заданного рабочего центра.

Планирование производится с учетом разнообразных ограничений, например по типам заданий, которые могут выполняться на специфическом рабочем центре или по их максимальному количеству в любое заданное время. Система при этом старается планировать таким

образом, чтобы завершение выполнения каждой из операций, которые могут производиться одновременно, произошло в одно и то же время.

При создании производственной программы используют ряд подходов, техник и оптимизационных методов. Их выбор во многом определяется спецификой конкретного производства, тактическими и стратегическими целями и множеством других факторов. Построение программы начинается с ряда типовых шагов, сходных с классическим подходом. Затем применяются различные техники оптимизации ("сжатие потока", "парные перестановки", "сортировка" и др.).

Весь процесс изображается в графической форме на экране, где видна загрузка мощностей, текущее состояние производственных заданий, их обеспеченность ресурсами (материалами), текущий статус, задержки и т.п.

На рис. 2 приведен пример неоптимизированного плана.

После оптимизации время исполнения производственной программы сократилось на сутки, и стал возможен более ранний старт (рис. 3).

Напоследок заметим, что универсального алгоритма построения оптимальной производственной программы математически до сих пор не создано. И существующие

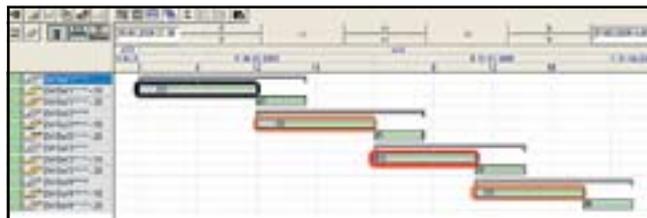


Рис. 2

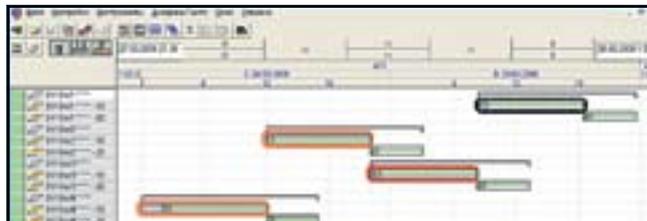


Рис. 3

подходы – лишь паллиатив, не позволяющий построить оптимальный план для произвольного производства. Однако в каждом конкретном случае современные методики позволяют поддерживать весьма эффективное производственное управление.

Дмитрий Шехватов, компания IFS Russia & CIS

DIRECTUM GRANT получите

до **3 000 000** руб

на автоматизацию документооборота
www.grant.directum.ru