

项目制造企业的 ERP 应用研究——以电梯制造企业为例

郭佳 陈功玉 (中山大学 岭南学院 广东 广州 510275)

摘要: 项目制造兼具项目特点和制造本质,这两个方面决定了项目制造企业的业务存在其特殊性。尤其是在产品结构复杂,生产规模庞大的情况下,项目制造业务对于 ERP 系统提出了相当高的要求。目前国内外 ERP 软件现有的功能在满足项目制造业务的需求方面均存在很大的不足,必须在项目实施过程中通过客户化开发实现,这造成了企业的 ERP 系统建设项目中的大量重复工作。先通过典型项目制造企业中的业务调查挖掘出项目制造业务中存在的难点问题,分析项目制造业务的独特需求,最后将上述需求与目前国际上最先进的 ERP 软件之一 Oracle EBS 所能提供的功能进行匹配,找出 ERP 软件在支持项目制造业务的不足之处,希望能够为今后的 ERP 软件不断完善提供一些参考。

关键词: 项目制造;企业资源计划;工作分解结构

ERP Application in Project Manufacturing Enterprise

GUO Jia, CHEN Gong-Yu (Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Project Manufacturing has both project features and the nature of manufacturing, and these two aspects decide that the business of project manufacturing enterprise is different from others. Especially in a complex products structure and mass production environments, the business has great impact on ERP system. Currently, the functions of ERP software have many shortcomings in satisfying the project manufacturing requirement, so it has to be customized in ERP implementation process, which caused a large number of duplication work in enterprise ERP projects. This article first goes through a typical project manufacturing companies to find out business problems, and next analyzes the special business requirement of project manufacturing. Finally, it matches one of the most advanced ERP software, Oracle EBS with the business requirements, finding out the shortcomings of ERP in supporting project manufacturing business and providing some reference to continuous improvement of ERP.

Keywords: project manufacturing; enterprise resource planning; work breakdown structure

1 引言

项目制造是一种面向订单的生产类型,以满足客户的个性化需求为目标,其产品往往是大型专用装备,如:建筑用钢结构、客户定制的飞机发动机、房产商定制的电梯、此外还包括其他定制化专用机械等。项目制造具有产品结构复杂,生产周期长,对资源计划、能力均衡、成本控制与交货期控制要求高等特点,根

据客户的需求进行从设计到生产的过程,依靠大量的非标准化零部件或产品满足客户需求。

项目制造型企业都有一个共同的特点:即,其生产经营管理方式基本上以“项目”为主线或载体进行组织与管理。目标是成功交付项目,获得项目收益。同普通的离散制造相比,项目制造业务的关注重点不同,对 ERP 系统的要求也不同。项目制造针对每一个

收稿时间:2010-01-14;收到修改稿时间:2010-03-01

客户订单都事先在系统中建立了相应的项目号和信息,在系统的客户订单中调用了该项目号,并且该项目号将贯穿于主生产计划和材料计划、采购订单、制造订单、库存控制以及相应的财务科目,是第一次在 ERP 系统中真正实现了按订单制造,并且实现了按订单进行企业资源的计划和控制^[1]。项目制造业务的特殊性,决定了同普通离散制造业务相比,其业务的关注点和控制点不同,对 ERP 也提出了更高的要求。

企业资源计划 (Enterprise Resources Planning, 简称 ERP), 是一组能够管理组织全部业务的应用集合,它以统一的数据库和信息技术架构实现生产、财务、人力资源、采购等部门的信息无缝集成,从而帮助企业加快信息反应速度、增强沟通能力、提高订单管理能力以及缩短财务循环期^[2]。为了便于使用和扩展,成熟的 ERP 产品通常是按照模块化的理念设计点的,企业可以根据需要选择这些模块。按照业务领域,ERP 被划分为采购、制造、销售、财务等较大模块,并且可以细分至更具体的模块^[3]。根据项目制造企业的特点,针对项目制造企业在管理中存在的问题,研究项目制造企业的 ERP 系统,对于提高项目制造企业的竞争能力具有十分重要的现实意义。在项目制造这种业务模式下,管理制造业务的难点问题是什么?目前成熟的 ERP 软件产品在匹配项目制造的业务特点时有哪些功能的局限性?这些问题值得我们进行研究。

2 项目制造的难点及其对 ERP 的功能需求

我们以一家典型项目制造企业作为研究对象,该企业为中国电梯制造业领军企业,其母公司为世界 500 强企业,目前企业当前使用的信息系统十几个,这些系统由不同公司提供,使用不同开发平台开发。该企业准备实施 Oracle EBS 系统作为其 ERP 系统,除进行电梯设计的 PLM 系统外,其他业务领域全部使用 Oracle EBS。该企业的主要业务为根据客户的要求设计和生产电梯,每台电梯上都有一定程度的标准部件,也有相当一部分是完全根据客户要求量身定制的非标准部件,这些部件根据所谓的“项目”约定,具有不同的参数。公司的一般经营目标就是实现项目交付并取得项目利润。为了充分挖掘大规模项目制造业务对 ERP 的功能需求,我们采用以下方法进行探索性研究:

(1) 根据对其全公司范围所有部门的中高层管理

人员的深度调研,共收集到企业现存管理问题 247 个,见表 1。经过问题分类,将这些问题分为 IT 规划不合理、业务标准化程度不够、当前系统功能不足、当前系统使用不当、业务流程缺失、业务流程设计不合理、流程执行不足、组织绩效差、组织结构不合理等九类问题。

表 1 企业目前现存管理问题

问题分类	低	高	中	总计
IT 规划不合理	16	14	12	42
业务标不够准化	1	10	6	17
当前系统功能不足	16	14	17	47
当前系统使用不当	2	2	1	5
业务流程缺失	6		14	20
业务流程不合理	6	32	31	69
流程执行不足	5	13	22	40
组织绩效差		3	1	4
组织结构不合理		1	2	3
总计	52	89	106	247

注:灰色部分表示与信息系统相关问题

(2) 整理出涉及到 IT 规划不合理、当前系统功能不足、当前系统使用不当、业务流程缺失等四类问题 114 个,因为这四类问题在一定程度上同 ERP 系统相关。

(3) 根据问题的描述和笔者在项目制造方面的咨询工作经验,经过筛选,排除掉普通离散制造行业同样可能存在的问题,最后归纳出由项目制造的业务特点导致的系统相关问题 32 个。

(4) 对 32 个重叠和交叉的问题进行进一步整理,排除重复的问题,最后可以将项目制造的 ERP 应用难点归纳为 11 个方面。

产品结构更为复杂,基础资料数据大。一方面,根据不同项目和子项目,同一料号的物料的物理属性多样,如不同的颜色、不同开孔位置、不同材质、不同花纹等,不能项目混用;另一方面,BOM 层次多,创建和维护制造 BOM 工作量大。此外,由于很多数据仅在特定项目使用,一次性编码量大,而如果重用,则管理难度增大。

WBS 管理复杂。WBS 指工作分解结构(WBS Work Breakdown Structure),将一个项目分解为具体的多个工作。对于制造项目而言,项目可以具体细分为多个子项目或子任务,并且每个子项目都是一个具体的制造交付物。比如一个电梯制造项目可分为多台电梯作为子项目,每台电梯的要求都可能是不同的。此外,每个子任务的交付时间要求也有可能是不同的,

这就有可能导致后续同一个项目不同子项目的分批设计、分批制造、分批发运的情况。

生产计划方式多样。对于产品层计划而言,通常来说使用 MTO 或 ATO 的生产方式,对于物料层计划而言,对于项目专用物料,即按项目追溯的物料,一般使用 MRP 计划,对于通用件,则使用 MRP 结合库存计划如最小-最大计划、订至点计划等,同时对于使用量大、体积较大的物料,也可能使用 JIT 拉动的方式。

采购管理复杂。一方面,项目和子项目所需要的特定物料在采购时必须向供应商提供明确的相关数据;另一方面,需要根据项目制造的 WBS 和 MDS 向供应商明确采购物料的数量及交货期。

生产管理复杂。生产周期长,在生产中需要向作业人员明确的数据多,如作业图纸号、物料需求定额、产品装箱清单等,而这些数据很多都是同项目或子项目相关。

物流管理复杂。由于项目制造的特殊性,相当程度的物料和产品都只供特定项目使用,而为了避免庞大的物料数据量,料号往往在项目间是重用的,如成本和基本物理属性相同的两个零件,只是开孔位置稍有不同,不通过料号区分,但是从采购接收、库存摆放、生产领用、完工入库、销售发运等物流环节为了对实物进行区分,必须在系统中建立料号与项目之间的有效关联。

建立 WBS 时难以考虑能力限制。制造项目往往周期较长,根据项目的交付合同,需要确定项目的各个工作的开始和完成时间,如设计、生产、发运、安装等工作。项目 WBS 的确定,往往需要各个部门共同评估,根据自身资源,确定各部门的工作需要消耗的时间和资源,然后倒推确定上游工作的开始和完成时间。

产出同步性要求高。项目制造合同的特殊性决定了同普通的离散制造相比,经常要求项目的各个交付物同步产出,或者是一定要按顺序产出,如电梯生产过程中要求各个箱头要按照安装的顺序同步产出或分批产出,可以想象,如果首批安装的箱头没有产出,其他箱头即使提前产出也是没有意义的,只能是占用资金和仓库空间。因此理想的制造执行过程中,应该是根据欠料或设备停工等情况,调整项目的整体生产,进而有效利用产能和仓库空间。

项目进程透明度要求高。项目制造的生产模式往往是定制化生产,产品结构复杂,生产流程长,这就需要了解项目的进展情况绝对不能是两眼一抹黑。

这对于提高客户满意度,并对项目履行过程中发生的情况能够及时应对有很大意义。对于交付物的关键部件,也需要能够及时监控采购或生产的进展。

要求按项目进行成本核算。同普通的离散制造相比,项目制造的业务模式下,往往需要按项目进行成本核算。项目制造企业希望通过项目成本核算,分析项目利润、了解最赚钱的产品、找出最赚钱的客户,对于结构复杂的项目而言,进行精确的成本核算往往非常困难,但对企业而言却非常有意义。

① 销售和采购定价工作量大。由于和传统制造模式相比,部分零部件需要根据项目的设计和制造要求另行确定计划价,需要在采购之前进行询报价流程并确定采购价格。销售价格的定价基础为采购物料的累积再乘以一定的比率。大量的项目专用物料确定采购订单价格的工作,有可能会影响到后续的销售定价及采购执行流程。

项目制造业务本身的特点造成了管理上的难点,这些难点问题涉及到物料管理、采购、仓储、制造、销售等环节,贯穿于供应链运作的整个过程中,代表了项目制造业务对于 ERP 的特殊需求。归纳后的项目制造业务的难点及对系统的需求见表 2。

表 2 项目制造难点及对其 ERP 的需求

提出的问题	对系统的需求
问题 1. 物料基础数据管理难度大	需求 1. 物料基础数据管理融入项目要素,物料编码能够重用并且能够按照项目维护不同属性
问题 2. WBS 管理难度大,时间点多	需求 2. 需要系统能够管理项目、子项目的 WBS,能够管理设计时间、制造时间、发运时间等多个时间点
问题 3. 计划方式多样,生产计划难度大	需求 3. 需要系统支持混合计划模式,既能够实现中长期标准件的 MTS 生产,又能够实现定制产品的 MTO 生产,需要计划单能够按项目追溯
问题 4. 物资采购难度大	需求 4. 大量由项目产生的定制性数据需要通过系统发送给众多供应商,包括采购订单、采购件 BOM 等,需要供应商门户 (ISP)
问题 5. 生产管理复杂	需求 5. 需要系统能够通过生产工单指引提供生产所需各项数据
问题 6. 物流管理复杂	需求 6. 要求在实物上能够通过标签或识别技术区分,在系统上能够支持按照项目对采购接收、仓储、发运等环节进行管理
问题 7. 制订 WBS 时难以考虑能力限制	需求 7. 需要能够在建立 WBS 时考虑到项目需要的各种能力,进而调整 WBS
问题 8. 产出同步性要求高	需求 8. 需要系统排产时,能够体现出同一个项目的不同交付物尽可能一起交付的原则
问题 9. 项目进程透明度要求高	需求 9. 需要系统能够提供制造进度查询门户类似功能,能够按照项目查询具体进展。
问题 10. 项目成本核算难度大	需求 10. 由于不同项目的成本差异较大,需要至少能够在标准成本法下核算项目成本。
问题 11. 销售和采购定价难度大	需求 11. 能够根据项目参数快速计算销售和采购价格,能够按项目管理物料询价

3 Oracle EBS功能与项目制造需求的匹配

3.1 Oracle EBS 系统的相关模块及功能

对于项目制造企业,在进行 ERP 选型时,一般会首先

考虑国内外较为成熟的 ERP 产品是否能够满足业务需求，由于完全定制化开发 ERP 系统成本高、周期长，一般只有企业的业务确实非常特殊，或出于特别的信息安全角度考虑，才会完全重新开发 ERP 系统。因此，更多的企业选择购买国内外的成熟 ERP 软件来满足企业需要，在这里我们有必要研究的是这些 ERP 软件能否真正满足大规模项目制造的需要。在此，由于不可能研究所有的 ERP 软件，因此我们选择 Oracle EBS 系统作为 ERP 软件的代表。

Oracle 全球企业管理软件的领先企业，Oracle 电子商务套件(EBS)是众多全球 500 强和国内大型企业选择的管理软件，基本代表了 ERP 软件的最先进水平。笔者有过多年 Oracle EBS 的供应链管理相关模块咨询顾问工作经验，参与了多家著名企业的实施工作，这其中也包括一些项目制造企业。在评估 ERP 软件功能时，我们以 Oracle EBS R12 版本为准。目前在其供应链管理相关的很多模块中提供了对项目制造业务的支持，这些模块包括：(1)Oracle 项目管理基础模块(Oracle PM)；(2)Oracle 项目制造模块(Oracle PJM)；(3)Oracle 库存管理模块(Oracle INV)；(4)Oracle 物料清单模块(Oracle BOM)；(5)Oracle 高级供应链计划模块(Oracle APS)或 Oracle 物料计划模块(Oracle MRP)；(6)Oracle 在制品管理模块(Oracle WIP)；(7)Oracle 采购模块(Oracle PO)；(8)Oracle 项目成本模块(Oracle Project Costing)；(9)Oracle 项目开单模块(Oracle Project Billing)。

3.2 项目制造的 ERP 系统模型

在以项目制造业务为主的企业中，按照制造业务的流程，我们可以规划相关的系统结构模型，如图 1 所示。

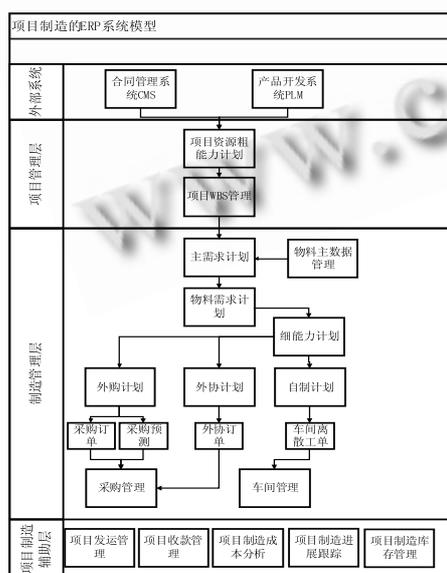


图 1 项目制造的 ERP 系统模型

ERP 系统提供的功能包括三个部分：

(1) 项目管理层

该层次相当于根据签订的合同或订单，查看资源可用性，并根据资源情况明确项目的交付物、交付时间，制订细分的工作计划，明确制造质量要求等。

该模型中使用 Oracle 项目管理模块(Oracle PM)进行匹配，可以定义细分的 WBS，支持审批，并将项目自动分配到 Oracle 项目制造模块(PJM)。但是 Oracle PM 不支持资源计划，不能根据资源可用性调整 WBS。

(2) 制造管理层

该层次相当于根据项目 WBS 规定的时间和内容，完成制造过程。包括了普通离散制造管理的各个方面：如物料主数据管理、计划管理、生产管理、采购管理、质量控制等，但是需要对项目制造业务的特点增强部分功能。

该层次中使用 Oracle 库存模块(Oracle INV)管理物料数据、Oracle 物料清单模块(Oracle BOM)管理物料清单数据、Oracle 高级供应链计划模块(Oracle APS)或 Oracle 供应链计划模块(Oracle MRP)、Oracle 车间管理模块(Oracle WIP)、Oracle 采购管理模块(Oracle PO)、Oracle 供应商门户(Oracle iSP)进行匹配。此四个模块都提供了对项目制造业务的支持。

由 Oracle INV 和 BOM 创建或从外部系统导入生产必须的物料主数据，由 Oracle APS 或 Oracle MRP 根据项目管理层提供的细分 WBS 进行物料层的生产、外协和采购计划，由 Oracle PO 根据采购物料计划进行采购价格管理及采购订单生成、审批、采购订单接收；由 Oracle WIP 根据生产物料计划进行生产工单生成、生产过程管理及产品完工。

(3) 项目辅助层

该层次相当于辅助支持项目制造的特别功能需求，这部分是普通离散制造同样需要管理的业务，但也因为项目制造的特殊性而存在一定的差异，包括项目发运、项目收款、项目成本、项目进程监控、项目库存管理等。

该层次中使用 Oracle 订单管理模块(Oracle OM)管理订单及发运，但在项目制造模式下，Oracle OM 的易用性非常有限。使用 Oracle 项目开单模块管理项目(Oracle Project Billing)管理项目开票及收款，使用 Oracle 项目成本模块(Oracle Project Costing)收集和管理项目成本，使用 Oracle 项目制造模块(Oracle PJM)

的制造门户查看跟踪项目制造进程,使用 Oracle 库存管理模块(Oracle INV)管理项目物料库存。

3.3 Oracle EBS 功能与项目制造需求的匹配

中国制造企业应用 ERP 系统已有 10 余年,但关于其应用效果却一直存在争议。舆论普遍认为:中国企业 ERP 实施成功率很低,大多数企业付出了巨大的代价而收效甚微^[4],这其中不乏企业实施的 ERP 系统与其制造业务匹配程度有限的因素。在上一章中总结了项目制造业务对 ERP 的 11 个典型需求,在此根据笔者长期以来对 Oracle EBS 这套 ERP 软件的实施经验,评估 Oracle EBS 的系统功能与这些需求的匹配程度,也就是考查软件是否能够满足项目制造的需求,见表 3。

在上述结果中,逐一进行分析,Oracle EBS 所提供的功能与需求的匹配程度绝大多数为中、低,对作为国外先进 ERP 软件的代表,Oracle EBS 并不能很好的满足项目制造的需求,虽然提供了支持项目制造的功能,但是在实际的应用中与业务的需求匹配程度有限,提供的功能较弱,不能达到制造管理的要求。

4 结语

从 MRP 到 ERP,企业资源管理的理论和信息系统都有了巨大的发展,世界范围内的系统供应商也发展到数以百计,但是这些 ERP 软件大多只是提供了对普通离散制造或流程制造生产模式的支持,随着精益制造、大规模定制、项目制造等新理念的广泛应用,这些理念对 ERP 提出了更高的要求。正如本文的研究结果,对于依赖于信息系统的项目制造企业来说,业务特殊性产生的问题和带来的 ERP 需求已经摆在管理者面前,并且这些需求是多方面的,贯穿整个供应链运作过程中。在制造业发达、制造模式日趋多样化的中国,信息系统的应用程度对生产力水平的影响至关重要。本文表明 Oracle ERP 软件的项目制造功能难以满足项目制造企业制造和物流管理的需求,可见即使是国外著名的 ERP 软件产品,对项目制造的支持也远远没有成熟。由于这些 ERP 软件在项目制造方面功能薄弱,对业务的支持程度明显比较差,笔者深深感受到企业实施 ERP 的过程中会非常依赖于实施顾问的素质,必须对 ERP 系统进行大量客户化定制,这在 ERP 实施水平相对较低的中国非常难以实现。

本文选择 Oracle EBS 作为 ERP 软件的代表,这是因其已经形成了完善的产品体系,代表了 ERP 软件

最先进的水平,国内外 ERP 产品中,仅 SAP R/3 在对项目制造的支持中提供近似的功能,其他产品化的 ERP 软件功能均在一定程度上更弱。因此匹配 ERP 功能与项目制造的需求后的结果对其他 ERP 产品的改进同样具有一定的指导作用。期待着国内外 ERP 软件厂商能够根据日趋发展的制造模式不断完善自己的产品,适应企业管理不断增长的需求。

表 3 Oracle EBS 功能与项目制造需求匹配程度

需求	Oracle EBS 系统模块	需求匹配程度	说明
1	Oracle INV 、 Oracle BOM	低	无法对物料设定因项目不同而差异化的属性组,无法因项目不同而差异化的 BOM
2	Oracle PM	中	支持项目、子任务的 WBS 管理,但是易用性不强
3	Oracle APS 、 Oracle MRP 、 Oracle INV	高	支持混合的生产计划模式,但其软、硬追溯的项目追溯方式,在应对大规模项目制造时,易用性不强
4	Oracle PO , Oracle iSP	中	采购订单的项目软、硬追溯易用性差,供应商门户功能比较弱
5	Oracle WIP	中	生产工单无法根据项目制造的特点提供必要的物料属性组
6	Oracle INV 、 Oracle WMS	低	只提供项目虚拟货位管理,无法进行项目的物理货位管理
7	Oracle PM	低	无法考虑项目资源约束和进行项目资源能力规划
8	Oracle WIP 、 Oracle PJM	低	无法考虑同步产出问题,只能依靠人工调整
9	Oracle PM 、 Oracle PJM	中	可以查询项目硬追溯的产品或物料的生产及采购进度,库存情况,但是大规模项目制造情况下易用性不强
10	Oracle Project Costing	中	在使用标准成本方法下支持项目成本收集,但是难以准确计算全部成本
11	无	低	没有专门的支持按项目进行产品和物料快速定价的模块,无法按照项目进行采购询价

参考文献

- 1 陈心力等.改进的项目制造方案的物料需求计划运算逻辑.工业工程与管理,2003,(4):67 - 70.
- 2 Wylie L. A Vision of the next-generation MRPII. Gartner Group, 1990.
- 3 Oracle 公司.Oracle E-business suite R12 User Guide (Oracle EBS 用户手册).
- 4 楼润平,王惠芬.ERP 实施方法论与实施过程研究.工业技术经济,2004,23(3):61 - 63.