

第 1 章 EAM 基础知识

本章导读

企业设备资产管理（EAM，Enterprise Asset Management）是一个以现代化计算机技术及网络通信技术为运行平台，面向资产密集型企业的企业信息化解决方案的总称。本章作为导论，着重论述企业设备资产管理的基本概念和管理思想，从 EAM 的功能构成开始为以下各章内容的开始提供一个最为一般的方法论和概念基础。

本章从 EAM 的基本概念入手，逐步展开 EAM 的管理思想，在全面了解 EAM 的功能构成后，明确企业实施 EAM 的目标与效益，并阐述及分析 EAM 与 ERP 之间的关系。

本章学习目标

本章重点要求学生理解掌握 EAM 的概念及其功能构成，了解 EAM 的基本概念和管理思想，初步了解 EAM 的功能构成以及与 ERP 之间的关系。

1.1 什么是 EAM

随着信息技术的飞速发展，企业的信息化程度也逐渐趋于完善。企业在进入信息时代之前，所有业务都依靠手工处理。信息基本上掌握在业务人员的手中，保存在纸质档案里。这种传统的工作方式使得工作效率低下，与企业领导间接地希望提高劳动生产率来增强企业自身竞争力的意图产生了极大的矛盾。Word、Excel、AutoCAD 等工具的出现，使得企业顺利地进入了信息化的第一个阶段——业务信息化时代。但是用这些办公软件只能提高个人的工作效率，企业内部大部分业务是需要员工之间相互协作才能完成的。于是，企业的信息化建设就得到了进一步的发展，出现了许多以部门为核心，或以某种业务系统的企业管理软件，如 ERP、财务管理软件、人事管理软件和 OA 等系统。这些系统把企业原有个别典型的业务迁移到信息化环境中，解决了小范围内员工之间的协同，大幅提高了企业个别部门或个别业务的效率，EAM 就是在这个时期针对企业设备资产管理而形成的一个系统管理平台。

1. EAM 的发展简史

EAM（Enterprise Asset Management，企业设备资产管理）系统的前身是 CMMS（Computerized Maintenance Management System，计算机化的维修管理系统），主要适用于资产密集型企业对高价值固定资产的维护、保养和跟踪等信息的管理，它以提高资产利用率、降低企业运行维护成本为目标，以优化企业维修资源为核心，通过信息化手段，合理安排维修计划及相关资源与活动，从而提高企业的经济效益和企业的市场竞争力。

EAM 在中国已经有 20 年的历史，经历了电子表格应用、静态信息管理的初级阶段，以及动态工作管理、管理决策分析阶段的发展过程。

EAM 的技术架构也经历了 Dos 版本、Windows 版本、C/S 结构、跨平台的 C/S 结构和跨平台的 B/S 结构 5 个阶段的发展，如图 1-1 所示。

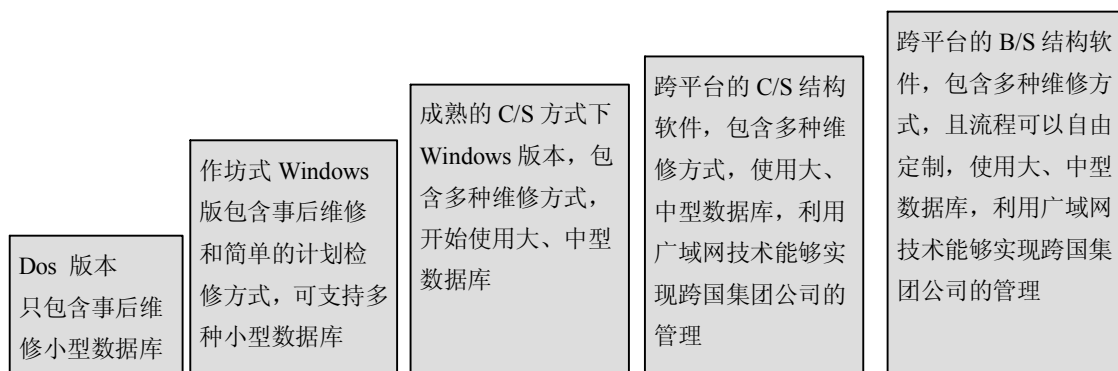


图 1-1 EAM 技术架构的发展简史

2. EAM 系统的应用范围

早期应用于资产密集型企业，这些企业的特点有：在国家组成结构中地位显赫，掌握着国家命脉；资产高度密集，资产的管理成本在总生产成本中比重最大，至少占 50%；资产的安全可靠运行是保障生产任务完成的核心；生产量取决于资产本身的性能，受原料投入数量影响较小；资产技术含量和自动化程度高；生产工艺相对简单属流程性企业，对人的依赖性较弱。

现在已从传统意义上的资产密集型企业向更广阔的企业市场来发展。

3. EAM 的定义

(1) E (Enterprise)。

什么类型的企业最适合进行 EAM 的建设呢？首先，必须是资产密集型企业；其次，必须是效益来源于设备的稳定和高效运行的企业；最后，就是控制企业资产成本同“增长企业利用，提高企业效益”精密联系的企业。

那么，哪些行业最适合进行 EAM 建设呢？EAM 建设涉及电力、石油、航空、采矿、交通运输、港口及制造业等行业。

(2) A (Asset)。

EAM 中资产管理的主要对象如下：生产/非生产设备、车辆、工具、通信装置、厂房/楼宇设施、测试仪器、IT 设施。

1) 资产。公司拥有的任何设备、机器或技术。

2) 位置。地理位置：设备存放的物理位置，例如#1 厂房、#2 厂房等；功能位置：在设计阶段根据特点和功能确定的安装位置。

3) 系统。资产和位置的组合，一起实现某一功能，一旦其中某一个部件出现问题，将影响到整个系统的功能，例如电厂的通风系统、通信系统等。

(3) M (Management)。

EAM 的管理思想是对设备采购、安装、运行、报废（出让）整个生命周期进行管理。生命周期如图 1-2 所示。

从管理学原理的角度出发，资产管理主要分为以下 3 方面的内容：

1) 工作管理。包括设备跟踪、紧急维修、日常维护、运行操作、计划性维修（预防性维护）及项目维修。

2) 资源管理。包括库存管理、采购管理和人力资源管理。

3) 知识管理。包括维修标准管理、故障代码体系管理和设备资料管理。

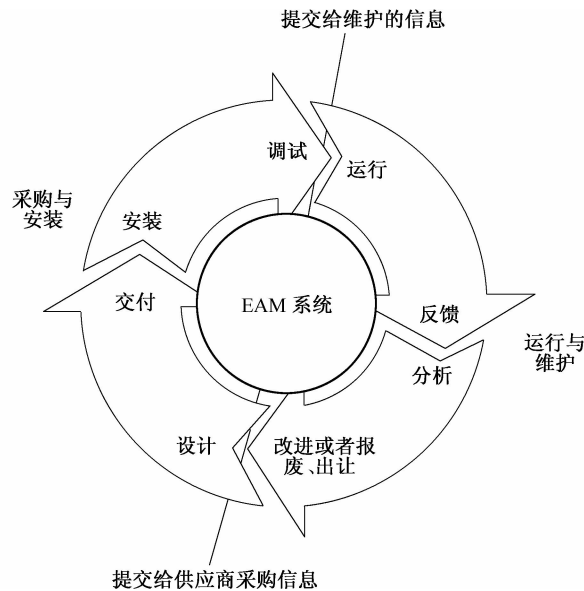


图 1-2 EAM 生命周期

EAM 所管理的实物举例如下。

- 发电：泵、阀、汽轮机、管道等。
- 输配电：电缆、变压器、机架、服务能力储量等。
- 电信：机架、电缆、卡槽、端子、塔、服务能力储量等。
- 机场：登机桥、闸门、油库、车辆等。
- 地铁：车辆、闸门、信号系统、轨道等。

EAM 所涉及的过程：工作管理、维护管理、库存管理和采购管理等。

EAM 所涉及的资金：成本和预算。

EAM 所涉及人员的因素：知识、经验、技能、时间等。

(4) EAM 概念性定义。

EAM 是在 CMMS 的基础上发展起来的。一般认为 EAM 是以现代化的计算机及网络通信技术为运行平台，以企业有形资产（如生产设备和厂房设施等）为管理对象，以降低总体维修成本、提高维修效率和投资回报为目标、融合了先进的设备维护管理思想，集企业各项设备管理功能于一身，并能对企业各种维修资源进行有效协调与控制的计算机管理信息系统。

EAM 是在企业内部围绕资产从采购、安装调试、运行管理到转让报废的生命周期的管理过程中，运用现代信息技术提高资产的运行可靠性与使用价值，降低维护成本与维修成本，提高企业管理水平和人员素质，加强企业竞争力的一套系统。具体来说，它以企业资产、设备台账为基础，以工作单的提交、审核、执行为主线，按照故障维修、预防维修、以可靠性为中心的维修和状态检修等几种可能模式，跟踪、管理资产的生命周期过程。

EAM 是一个集成系统，它可将采购管理、库存管理、人力资源管理、设备管理以及检修管理等集成在一个数据充分共享的信息系统之中，同时通过接口可与 DCS 和 ERP 等系统相连，实现企业内部信息的完全共享。

EAM 实现的功能主要是管理企业有形资产以及管理或显示资产的原值、计价、折旧等信息。EAM 的最终目标是集成的资产维护与优化资产利用；可动态调整维护、维修计划；确保

最大化的工作安全及法规的遵从；提高资产的可靠性、控制维护和维修费用，延长资产的使用寿命周期。

从上面的定义可以看出，其核心点是：管理的核心对象是设备；管理的核心内容是设备跟踪、维护、维修工作；支持维修模式的发展；拥有有效的管理思想基础；全生命周期管理；信息充分共享，信息是其运转的基础；这也是建立企业 EAM 基础和目标的核心。

综上所述，EAM 是一个以现代化计算机技术及网络通信技术为运行平台，面向资产密集型企业的企业信息化解决方案的总称，是在设备由事后维修转变为预测性和预防性维修基础上发展起来的集成化计算机管理系统，是以大型数据库为基础，具有网络化操作功能的设备资产管理软件。主要适用于资产密集型企业对高价值固定资产的维护、保养、跟踪等信息管理。其能够优化设备利用、提高生产力、降低运作成本，并最终提高投资回报率（ROI）；能够帮助资产密集型企业建立资产管理策略，并将其作为企业总体运营的一部分，从而提高企业的经济效益和市场竞争能力。

EAM 是涉及多学科的集成系统，它包括软件工程、系统工程、计算机技术、网络技术、数据库技术、行为科学、现代管理科学和维修工程学等。它由多个企业应用模块组件组成，是一种计算机化的资产管理和维护系统，它使用计算机辅助系统管好企业的有形资产，是能够帮助企业从有形资产中获得更佳业绩的信息管理工具。

4. EAM 的种类

（1）资产生命周期管理（Asset Lifecycle Management）：全过程管理。

全过程管理以资产一生为出发点，把围绕资产系统的人力、物力、财力、信息和资源等，通过科学地规划、组织、协调、控制等的管理功能最有效地发挥出来，以达到生命周期费用最经济、综合效率最高的目的。具体来说，是以设备一生的费用为对象，以降低设备生命周期费用为目标的设备管理。前期管理涉及规划、研究、设计、制造和安装调试（验收）等过程。后期管理涉及使用、维修、改造和报废更新等过程。

设备生命周期费用（Life Cycle Cost）指设备在整个生命周期的总费用，可分为设置费和维持费，其中设置费包括研究费、设计费、制造费、购置费、运输费和安装调试费等，维持费包括能源费、维修费、操作工人工资、报废费及相关的杂费等。

（2）全员检修（Total Productive Maintenance）：日本首推的维修管理概念。

基本定义是全体员工通过小组活动进行生产维护，其目的是提高生产有效时间以充分利用各种资源。它的重点是研究设备使用阶段的管理。

其方针是：通过员工的全体参与，使设备综合效率最大化；保持和提高设备的可靠性，保持和创造维护安全、质量和生产力的能力；保持设备使用寿命最大化；提高员工技能，培养员工的专业经验。

（3）RCM（Reliability Centered Maintenance）：可靠性为中心的维修。

RCM 由美国航空业在 20 世纪 60 年代提出。RCM 的定义就是以可靠性理论为手段，以保持系统运行应具有的功能或固有的可靠性为目标，对组成系统的诸多设备的维修需求进行分析，然后确定检修计划的维修方式。

可靠性是指设备机能在时间上的稳定程度，或者说，在一定时间不发生问题的程度（概率），包括固有可靠性和使用可靠性。

其特点为：维修决策是建立在分析构成系统的设备对系统可靠性影响的重要程度上的，因此，不同的设备应采取不同的维修策略；其决策是建立在系统或设备的故障分析基础上的，

因此故障模式识别是 RCM 的一项重要内容；其决策同时考虑了维修效果与经济效益的关系，一是通过考虑影响系统，系统功能的重要性来确定资金分配与维修计划，二是从经济效益出发选择合适的维修方式。

重点要解决如下问题：

- 现行环境下，设备和系统的功能及相关的性能指标。
- 什么故障下系统无法实现其功能。
- 引起功能故障的原因。
- 故障发生时会出现的后果。
- 什么情况下的故障至关重要。
- 检修措施的效果和经济性。

最常用的数学分析方法：

故障树分析（FTA，Fault Tree Analysis）：对系统故障的成因由总体到部件按树状结构逐级细化的演绎推理分析方法。

失效模式及后果分析是利用表格方式将所研究系统中的每一个可能发生的故障模式及所产生的影响逐一分析，并把每一种故障模式分级评价。

时下最流行的设备管理规范：RCM 和 TPM。

- RCM 主要是提高设备稳定性。
- TPM 主要是提高设备的生产能力。

（4）点检定修制管理体系。

1）设备点检：在点检、操作和维修三者之间，点检是核心。它是一种科学的管理方法，利用感官和简单的仪表工具，按照标准、定点、定周期对设备进行检查，找隐患，发现故障的初期信息，将故障消灭在萌芽状态的一种管理方法。

点检是设备预防维修的基础，其目的是防故障于未然。

2）定修：在点检的基础上，按照预防性维修原则，按严格的定期修理周期。涉及设备使用维护制度、设备检修工程管理制度、设备检修备件管理制度、设备维修技术管理制度、设备技术状态管理制度、设备事故故障管理制度和设备维修费用管理制度等。

（5）状态检修 CBM（Condition-Base Maintenance）。

根据设备的健康状态来安排检修计划，状态检测是状态检修的基础。

1.2 EAM 的管理思想

EAM 的产生与发展是与信息技术的发展和设备维修理论的发展密切相关的，在 EAM 的发展过程中融合了许多新的设备维修理论，其先进的管理思想集中体现在以下几个方面：

1. 先进的维修管理思想

EAM 以企业设备资产为中心，对设备资产的全生命周期进行管理，提供事后维修、计划维修、预防性维修和预测性维修等几种维修模式，目的是提高资产可靠性及利用率，降低用户生产成本，积极改善资产回报。其中全面贯穿了预防性维修、预测性维修、以可靠性为中心的维修以及全员生产维修等先进维修管理思想。

预防性维修（PM，Preventive Maintenance），也称为以时间间隔为基础的预防维修或计划

维修。这种维修思想强调按照一定的周期制定维修计划（大修、中修和小修），或者在对设备进行定期性的检查、分析的基础上制定维修计划，摩擦学是其理论基础。这种维修体制的优点是可以有计划地利用生产空隙离线操作，预先准备好维修资源（包括人力和维修备件），减少非计划（故障）停机，将潜在的故障消灭在萌芽状态。其缺点是容易产生维修过剩或维修不足。对于故障特征随时间而变化的设备，这种维修方式仍是一种有效的方式。因此，它仍然是许多企业采用的基本维修方法。在 EAM 系统中，提供了有效管理预防性维修计划的功能。

预测性维修（PdM, Predictive Maintenance），也称为预知维修或状态维修，它是随着设备故障诊断技术的进步发展起来的一种维修制度。其主要原理是：在设备出现了明显的劣化后实施维修，而设备劣化可以由被监测的设备状态参数的变化反映出来。因此该方法强调通过测量设备状态，在分析设备监测数据、识别即将出现的问题、评估设备故障模式、预计故障修理时机的基础上制定维修策略。由于故障状态可以预知，则可以预先制定周密的维修计划，准备好维修资源，这样就可以大大提高维修效率，减少维修停机时间。在 EAM 系统中，提供了与计算机监控系统的接口，以便从中采集数据并加以分析，为制定维修策略提供依据。

以可靠性为中心的维修（RCM, Reliability Centered Maintenance），这是一种综合设备可靠性、设备故障后果和故障模式的有关信息，以运行经济性为出发点的维修管理模式。它强调对设备的异常状况进行早期诊断，以设备可靠性状况、设备故障后果和维修资源消耗为依据制定维修策略，包括维修内容/维修类型、维修间隔期和维修级别等，目的是要优化维修、降低维修费用、提高设备可靠性和可利用率。EAM 系统中通过计算设备可靠性参数、采集设备状态数据、记录设备故障信息，在分析、评估的基础上为制定维修策略提供依据。

全员生产维修（TPM, Total Productive Maintenance），它是日本在引进美国生产维修体制的基础上，吸取了英国设备综合工程学的理论，并结合本国国情而逐步发展起来的一种维修体制。它以达到设备综合效率最大化为目标，对整个设备的一生建立全系统（包括每个部件和零件，涉及电气、传动、安全、液压、气动和润滑等各个子系统）的预防维修体制，强调全员参与和各个部门共同推行（包括生产、维修、设计和采购等部门）。EAM 的集成性、信息共享性等许多环节都融合了 TPM 的思想。

2. 成本控制管理思想

资产密集型的企业，资产的维护与维修成本是企业成本的主要构成部分，因此在 EAM 中强化了成本核算和成本控制的管理思想。在 EAM 中，以工单为主线，对设备维护与维修成本数据进行采集、分析、跟踪与控制。在每一张工单中，记录了维修的设备、维修内容、维修消耗的材料和工时、维修质量等信息。因而可以通过工单对材料和人工费用进行统计，使得任何一笔费用都与有关的设备、库存、项目、部门和人员之间建立明确的关系。这就可以把所有的成本项目（包括外包服务）分解到相应的设备（或机组）上，或者分解到有关部门上。管理者可以通过软件，从各种不同角度来统计、观察和分析各种费用的构成、分摊与积累情况。从而，这些成本信息为高层领导的管理决策提供了最直接的依据。另外，通过与财务系统的集成，EAM 的维修成本信息可为财务系统利用。

3. 知识管理思想

其指导思想是将维修人员的知识转换为企业范围内的智力资本。在 EAM 系统中，可以按照故障代码、故障现象、故障原因、维修措施的层次结构建立设备故障代码体系结构，记录设备问题，为以后设备故障的诊断与分析提供依据。同时，通过标准化维修管理，实时对企业维修工程师的维护与维修经验进行收集、积累，并形成标准作业计划，从而将维修人员

(2) 工单管理：它是 EAM 的核心模块之一，主要用于执行与工单相关的所有功能，包括工单创建、策划、审批、执行、报告、分析与查询等。

(3) 预防性维护管理：该模块主要用于安排常规预防性维护工作，基于日历、事件和条件自动定义维护任务，自动生成预防性维护工单，对维护过程进行跟踪，对维护结果与维护成本进行分析。

(4) 资产管理：主要指设备的台账管理。

(5) 作业计划管理：作业计划是对一个工单中所要执行任务的详细描述，通常包括操作步骤、估计的人工及物料、工具需求。一个工作计划可以细化为一个或多个任务，也可以分配给多个工单。

(6) 安全管理：主要对检修工作场所的安全信息和安全措施进行管理。

(7) 库存管理：管理维修备件的库存信息，记录和汇总备件入口、移库、领用出库、退库等信息，对库存数量和库存资金进行监控，提供库存优化策略。

(8) 采购管理：有效处理从提出采购需求起直到结清供货商发票为止所有类型的采购活动，对采购单进行全过程的跟踪管理，提供完整的处理流程。

(9) 报表管理：主要指在设备进行维修的过程中，对所花费的时间、物流、人工等各种成本进行统计分析的功能。

(10) 数据采集管理：主要对采集到的设备运行及故障等信息的管理，为制定预防性维护计划提供依据。

成熟的 EAM 系统应实现的基本功能如图 1-4 所示。

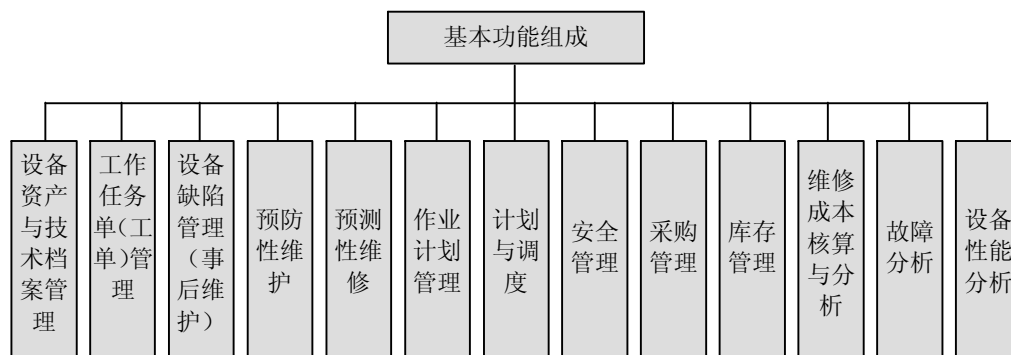


图 1-4 EAM 系统的基本功能

1.4 企业实施 EAM 的目标与效益

1. EAM 目标

为什么要选择 EAM 系统？

现代资产管理要求提高资产的产能，实现资产最大的回报率；要求以预防性为主的维修作业模式，减少设备突发故障；要求对设备的历史故障进行分析，持续改进维修策略；在保证作业需求的情况下，最大限度地减少库存；要求建立“维修知识数据库”，提高维修人员技能。

同时，企业资产管理也面临着下面这些典型问题：要有条件来决策是否应该购买新的设备；要了解设备的维修历史和维修成本，以便优化设备维护和维修的成本预算；清楚设备的维

修费用什么时候可以交给供货商承担,以便减少维修成本;要知道应该何时提出采购申请,采购的数量是多少;在紧急情况下最快的进货方式是什么;在不紧急的情况下最经济的进货方式是什么。

使用现代信息技术大大提高了数据传递、共享、分析的效率,管理者可以从数据分析中,得到正确、实时的决策信息,需要高效地贯彻资产管理的最佳理念。

(1) 通过企业资产管理 EAM 的实施,其目标主要是帮助企业实现:

- 1) 全面管理公司的运营维修工作,提供决策支持。
- 2) 优化资产利用。预防性维护预报和时间安排,与生产时间表同步。
- 3) 动态调整维护计划。基于使用、检修读数和质量的预防性维护。
- 4) 最大化工作安全并确保遵守规章。完整的技能信息库、在线工作文档、工作流程驱动的审批。
- 5) 集成整个企业范围的资产管理。系统外的集成、直观的基于 Web 的用户界面。
- 6) 量化设备资产管理,规范其工作流程。
- 7) 实现资产管理信息化,更有效地配置生产设备、人员及其他资源。
- 8) 借助于系统的帮助,每位维修管理人员可以管理更多的设备。
- 9) 改善工人的安全保障,促进规程的执行,减少停产时间。
- 10) 建立清晰的、动态的设备数据库,提高设备利用率及可靠性,控制维护及维修费用,延长设备生命周期。
- 11) 加强成本管理,降低生产运营成本,降低备件库存及备件成本。
- 12) 帮助企业更好地贯彻 ISO9000,符合行业和政府部门的法规。
- 13) 摸清家底,有效了解公司资产的使用情况。
- 14) 进行细化、规范化和标准化管理,提高总体效率:
 - ①统一各种编码和报表;
 - ②统一共有重要设备的管理流程;
 - ③与其他系统(OA、ERP、实时系统等)接口,提高管理效率;
 - ④决策支持(专家)系统帮助企业从各个方面了解全公司的运营,提供制定预算、工作分析等的决策支持系统。
- 15) 降低设备停机时间,提高设备可靠性,增加设备使用效率:
 - ①提供正确的维修方法指导;
 - ②有效的工单管理系统;
 - ③切实可行的预防性维修方案;
 - ④及时、合理的备品备件供应;
 - ⑤故障代码体系的设定,分析故障代码报告;
 - ⑥设备的状态监控体系;
 - ⑦历史数据分析从而优化维修方案。
- 16) 提高有效的工作时间,提高维护效率,降低总体维修成本:
 - ①提高可靠性,降低故障性停机比率;
 - ②减少实施故障性维修的成本;
 - ③精确的工作成本统计以优化实施故障性维修的成本;
 - ④有效的库存控制(ABC 分类、重定货点、安全库存、经济采购量...);

17) 工作的安全管理。把与安全、环保、健康相关联的一切信息包括设备、位置、环境、危险情况、防护措施和操作步骤落实到每一张工作单上,减少直至杜绝安全隐患,可以说,安全无处不在!

(2) 在资产维护机会方面,统计表明 EAM 系统将帮助企业:

- 1) 生产率提高: 40%~55%。
- 2) 安全性提高: 20%~50%。
- 3) 运行时间 (Wrench Time) 增加: 20%~50%。
- 4) 节省资金: 50%~90%。
- 5) 过剩库存减少: 50%~90%。
- 6) 单位成本减少: 10%~40%。
- 7) 计划外故障时间减少: 30%~40%。
- 8) 设备停机时间减少: 20%。
- 9) 设备可靠性提高: 30%。
- 10) 维修效率提高: 20%~70%。
- 11) 设备生命周期延长: 10%。

2. EAM 效益

企业资产管理 (EAM) 系统既包括先进的信息技术,又包括先进的管理思想,并将两者结合起来进行科学的实施和应用。企业资产管理 (EAM) 系统应用的效益分为直接的经济效益和社会效益, EAM 效益评价如图 1-5 所示。

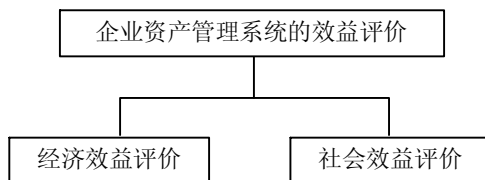


图 1-5 EAM 效益评价

经济效益是指企业资产管理 (EAM) 系统的应用能够通过优化设备维修计划,降低设备故障停机时间,延长设备的使用寿命,节约维修成本、管理费用,提高工作效率等方面带来的效益;而社会效益是指企业资产管理 (EAM) 系统的应用可以提高企业员工的素质;提高企业核心竞争力,从而提升企业形象、扩大企业社会影响。

(1) 经济效益。

企业信息化的直接效益主要表现在两个方面:效率的提高和成本的降低,其直接效益包括 3 个方面的效益:新增收入、应用节省额和运营成本的节约额。直接经济效益分析如图 1-6 所示。

EAM 系统量化了 TPM,固化了 TPM 流程,实现了资产管理信息化,更有效地配置生产设备、人员及其他资源,借助 EAM 系统,每位维修管理人员可以管理更多的设备,改善工人的安全保障,促进规程的执行,减少停产时间,建立清晰的、动态的设备数据库,提高设备利用率及可靠性,控制维护及维修费用,延长设备生命周期;降低备件库存及成本,帮助企业更好地贯彻 ISO9000,符合行业和政府部门的法规。

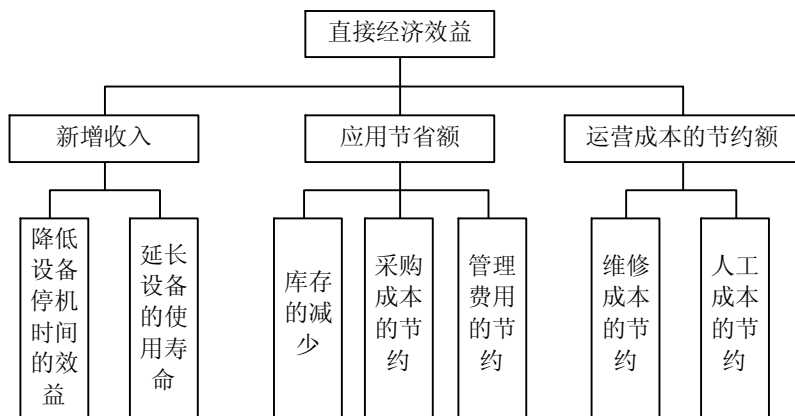


图 1-6 直接经济效益分析

1) 降低设备的停机时间所产生的效益。

设备健康、持续、稳定的运转，实现专业设备的完整性管理是生产企业在设备维护管理方面的目标。EAM 系统应用的目的是通过有效的设备维护管理来提高设备的可靠性，降低设备故障停机时间，延长设备的使用寿命。

系统中有效的工单管理系统将维修和维护的所有信息记录下来并保存在系统中，通过对设备维修和故障历史数据的记录与分析，保障设备的最优使用状况，制定合理的维修计划，及时准确地做出生产和设备维修的决策，有效地管理企业的所有设备。通过设备的预防性维修减少突发性设备停机故障，提高设备可靠性并延长设备的使用寿命。采购部门通过系统提供的数据，对供应商进行分析，选择供货质量和产品可靠性程度高的供应商，以提高设备和备件的质量，从而可以降低设备的故障率。

2) 维修成本的降低。

EAM 系统中的工单模块会在工单关闭后，将所有工单发生的费用和成本自动累计，维修人员通过对比，分析预算费用与实际发生的费用之间的差别，查明原因，从而动态地调整既定的维修计划和标准作业模式，降低维修成本。系统通过统一的工单系统和建立标准的故障体系，跟踪维修的全过程，并积累大量的维修数据和信息形成一个专家系统，支持公司日常的维修工作以及维修计划和维修策略的制定，通过合理的预防性维修，减少设备故障失效的可能性。系统跟踪设备的维修历史，并对这些数据加以分析，减少不必要的维修费用。快速有效地处理紧急故障，降低总体失效维护的成本并减少故障所导致的损失。

3) 人力资源的减少所节约的成本。

系统对每项维修工作提供参考的工作流程，使维修部门能及时调度适当的人力和其他资源提高工作效率。这里主要计算人工成本。

EAM 系统具有查询、统计、分类和汇总等项的功能，涵盖先进的管理思想，将工作过程标准化，同时还提供标准的作业计划，使得公司的管理效率大大提高。

4) 库存成本的减少。

系统中包含的库存管理模块利用安全库存量、重订货点、经济订货量、采购提前期、ABC 分析等理论的支持，确保在设备安全运行前提下的最低库存量，系统通过多仓库间的调拨，统一管理，保证设备零备件的合理储存量。系统通过对工单的管理，综合考虑备件管理和维修工作，根据相应的数学模型公式对历史消耗数据进行分析，提出最优化的库存量，使得备件库存

降低又能保证及时准确的事故备件供应。系统通过对周转件的有效管理,也能有效地降低库存量。系统能记录下所有设备的备件情况,并对这些数据加以分析,减少不必要备件的库存量。

5) 采购询价比价所节约的成本。

系统在采购过程中采用采购成本核算、供应商分析、询价比价等手段保障企业最经济有效地采购高质量的产品。

6) 管理费用的下降。

系统在控制维修成本的同时,相应的管理费用也会随着维修计划的逐渐完善而下降。

7) 延长设备的寿命。

以 EAM 系统为组织和积累设备数据的平台,通过对设备实际运行数据的分析利用,制定科学合理的设备维修策略,降低维修过程中的损害因素,可以大幅度地提高和延长设备的预期使用寿命。

8) 为科学的决策提供依据。

EAM 系统是基于现代高科技手段而提供一种网络化的解决方案,用先进的技术突破企业跨地域的限制。系统通过对维修数据的记录和分析,能够帮助企业的决策者对维修过程、维修质量、维修能力和维修成本等方面加以定量和定性的分析;统一编码、统一流程、统一报表使得数据多层次多角度分析成为可能,为有效的决策提供依据。

(2) 社会效益。

1) 提高企业员工素质。

系统的运行与维护需要上至公司决策层、管理层,下至普通执行层的全员参与,一方面信息系统要服从企业的管理目标,另一方面信息系统又反过来促进企业管理的革新与科学化的进程。系统的投运对参与人员就必然提出更高的要求,从而迫使职工参与培训与学习,主动适应因系统应用带来的管理变革。在这一过程中很自然地提高了职工的素质,适应现代化管理的需要。

EAM 系统的应用给企业带来了现代管理的思想和方法。通过实施该系统,促进企业业务流程的重组,改变了企业传统的管理模式。实现这一转变,促使企业员工不断改变观念、接受培训、更新知识,增强了员工的责任感和紧迫感,从而提高了员工的整体素质。

2) 提高企业核心竞争力,提升企业形象、扩大企业社会影响。

EAM 系统的使用提高了企业核心竞争力,主要表现在 EAM 以可靠性为中心的设备管理,降低设备的停机故障率;EAM 对设备全生命周期的管理降低维护管理成本;EAM 系统的高效性和有效性,提高企业的劳动生产率。EAM 系统提高企业的核心竞争力,在市场竞争中立于不败之地,同时也提升了企业形象、扩大了企业的社会影响。

除了经济效益和社会效益以外,企业在成功实施 EAM 系统后,获得的效益还体现在管理效益和知识管理上。

(3) 管理效益。

实施 EAM 项目总体上来说,可以提高企业或集团的总体生产调度能力、设备及备件的管理模式和管理水平,优化、规范企业资产管理流程。具体体现在:

1) 引入或建立合适的管理思想,提供平台实现管理思想的贯彻和执行。

2) 整理和优化公司相关业务过程(流程),提高工作效率。

3) 合理配置公司部门结构和岗位,并建立相关部门、岗位职责和目标管理体系。

4) 工作计划性加强,执行力加强。

5) 透明工作,可加强工作监督机制,提高工作效率。

(4) 知识管理。实施 EAM 项目,可在生产、维修、物资、设备、采购的知识管理方面实现有效积累,并形成巨大的知识库来反向指导相关工作。主要有:

- 1) 能记录所有工作历史,在维修、采购、库房方面都可积累数据提供分析。
- 2) 能建立故障(缺陷)管理,帮助不同维修水平的维修人员学习,快速寻找解决问题的方法。
- 3) 能帮助公司建立维修标准体系和规范化维修工作。
- 4) 能把设备相关资料规整起来,便于快速查找和学习。例如,可以建立检修规程、运行规程、故障代码体系和预防性维修模版等。

1.5 EAM 和 ERP 的关系

1. ERP 的基本概念

ERP (Enterprise Resource Planning), 中文意思是企业资源计划。它是从 MRP (物料资源计划) 发展而来的新一代集成化管理信息系统,它扩展了 MRP 的功能,其核心思想是供应链管理,它跳出了传统企业边界,从供应链范围去优化企业的资源,是基于网络经济时代的新一代信息系统。

ERP 是一种主要面向制造行业进行物质资源、资金资源和信息资源集成一体化管理的企业信息管理系统。ERP 是一个以管理会计为核心可以提供跨地区、跨部门甚至跨公司整合实时信息的企业管理软件。

ERP 是一个面向供应链的管理思想;它是一个软件产品;它是一个整合了企业管理理念、业务流程、基础数据、人力物力、计算机软硬件和软件于一体的企业资源管理系统。

ERP 的功能涵盖了生产规划系统、物料管理系统、财务会计系统、销售与分销系统、企业情报管理系统的相关功能。主要包括:供应链管理、销售与市场、分销、客户服务、财务管理、制造管理、库存管理、工厂与设备维护、人力资源、报表、制造执行系统 (Manufacturing Executive System, MES)、 workflow 服务和企业信息系统等。此外,还包括金融投资管理、质量管理、运输管理、项目管理、法规与标准和过程控制等补充功能。

ERP 的特点是:

- (1) ERP 更加面向市场,面向经营,面向销售。
- (2) ERP 更强调企业流程与 workflow。
- (3) ERP 更多地强调财务。
- (4) ERP 较多地考虑人为因素作为资源在生产经营规划中的作用。
- (5) ERP 支持 MRPII 与 JIT (Just In Time) 的混合生产管理模式。
- (6) ERP 采用客户/服务器分布式结构、面向对象技术、电子数据交换 EDI、多数据库集成、图形用户界面、第四代语言及辅助工具。

在企业中,一般的管理主要包括 3 个方面的内容:生产控制(计划、制造)、物流管理(分销、采购、库存管理)和财务管理(会计核算、财务管理)。这三大系统本身就是集成体,它们互相之间有相应的接口,能够很好地整合在一起对企业进行管理。

在企业实际的信息化应用中,EAM 和 ERP 存在较强的替代关系。对企业的资产进行管理是 ERP 系统的职能之一;而实际应用中,扩展了的 EAM 系统往往也会带有人事、财务等功能,这就导致了 EAM 和 ERP 在功能上有了很大的重叠。因此,在讨论 EAM 的应用时,不能

不对二者进行比较。

1. EAM 和 ERP 的关系

EAM 的定位应该是设备实物管理的平台、是设备相关软件的容器，是设备管理的核心，它更关注于实物设备的管理，如图 1-7 所示。

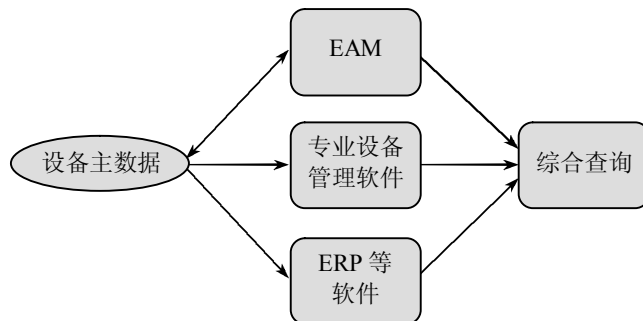


图 1-7 EAM 的定位

目前，国外相当数量的 EAM 软件产品都是从 ERP 的始祖 MRP 发展起来的，只是各自的发展方向不同，演变成既相互依赖，又独立发展和相互竞争的两种管理风格的产品。ERP 的核心管理思想是供应链的管理，主要管理企业的生产流程，而 EAM 则是管理生产线上的运营设备。

从广义上说，EAM 系统是实现企业 ERP 的一个子系统。而从另一个角度来讲，也有人把 EAM 看成一种资产管理部分被极度放大的 ERP。同时在国外不少企业的应用证明，EAM 系统往往可以当作条件不成熟的情况下，建立 ERP 系统的一个过渡阶段，其最终的发展方向是成为 ERP 的一个部分。因此，可以说 EAM 和 ERP 在本质上是一致的。

ERP 是发展的大方向，ERP 中好的东西需要继续保留。同时，EAM 是 ERP 的完善和补充。二者在保持设备主数据一致的基础上，共同完成设备管理的任务，并且需要保证二者运行的独立性。

EAM 实现 ERP 中生产能力的确保。对于设备密集型企业，EAM 更加重要。电力企业中设备的完好率和可用率是企业生产的核心内容，EAM 系统的设备/维修管理功能应当是电力企业的 IT 项目核心内容之一。EAM 系统在企业内涉及的部门比较单一，业务过程也相对简单，实施的难度较小，也比较容易取得效果。EAM 系统的实施可以为企业 ERP 系统应用在技术和人才储备上作好准备。

二者的关系如图 1-8 所示。

2. EAM 与 ERP 比较分析

具体来看，库存、采购是 EAM 和 ERP 都包含的功能，并且非常完善。而对于固定资产管理、工作流程、物料需求计划及人力资源管理等模块，EAM 和 ERP 的侧重面各有不同，如 ERP 侧重工艺流程等流程管理，EAM 侧重检修方式、标准作业和周期性维修等工作流程。

尽管从某种意义上说，实施 EAM 系统是建立 ERP 系统的一种过渡形式，但这并不表示 EAM 没有发展的必要。在企业软硬件条件不成熟，尤其是企业原本信息化程度不高，企业内部环境复杂的情况下，发展 EAM 将会是较佳的选择。

从实际应用情况来看，由于 EAM 专注于企业管理中的一个领域，具有更加明确具体的目标，因此相对 ERP 而言，EAM 更容易实现，成功率更高。同时 EAM 涉及的部门要少（设备

部门为主)、牵涉流程简单(设备的维修、维护为主)、投资规模要小(一般为 ERP 的 1/5~1/10), 实施周期要短(一般为 ERP 的 1/3~1/10)、投资回报快(通常只有 1 年左右), 这对企业人力物力的要求相对要低, 并且 EAM 系统避开了人、财、物等敏感问题, 其实施过程中面临来自企业内部的阻力将大大下降。

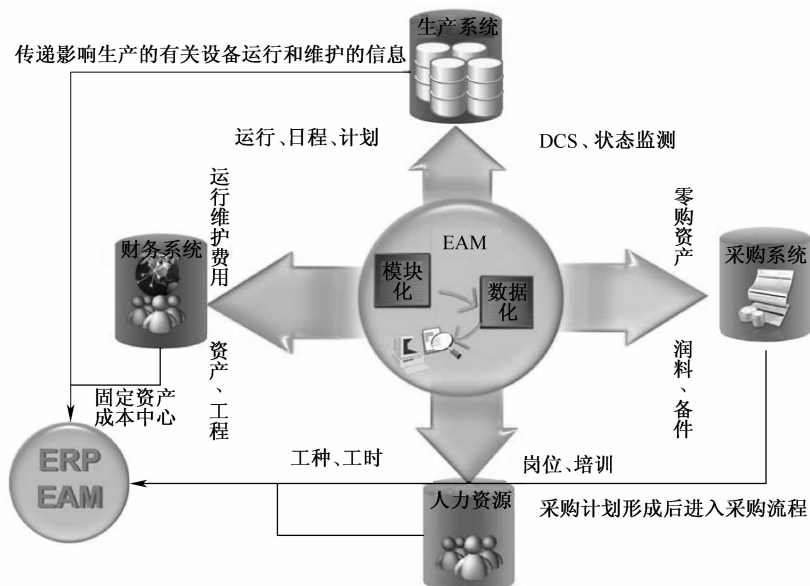


图 1-8 EAM 与 ERP 的关系图

总之, ERP 功能大而全, 投资规模大, 实施周期长, EAM 功能小而专, 投资规模小, 实施周期短。ERP 主要用来管理一个企业以什么原材料, 如何高效管理生产流程, 如何将产品售出; EAM 主要是管理企业的生产设备、制定科学的维修计划, 确保生产流水线连续、有计划地提供生产服务。

3. EAM 和 ERP 系统的接口实现

以 Maximo 为例, EAM 与 ERP 系统的接口信息的对应关系如图 1-9 所示。

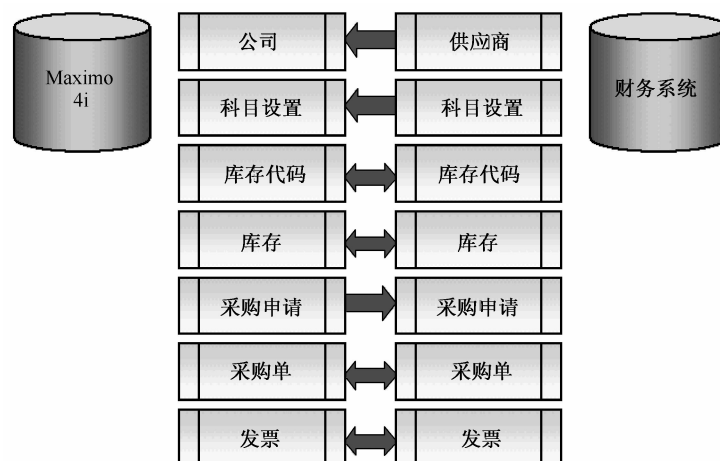


图 1-9 EAM 与 ERP 的接口信息对应关系

1.6 案例分析

我国大亚湾核电站在信息化建设方面采用先上 EAM 后上 ERP 的模式,大胆采用 MRO 公司的 Maximo 系统,成为该软件产品在全球核电行业的第一个客户,也为我国电力企业探索出了一条符合中国国情的信息化之路。

1. 特殊行业 特殊需求

电站作为一个“特殊”的发电单位,它的运行安全问题异常敏感,涉及政治和社会等各个方面,安全性、经济性是电站最为重要的两组指标体系,其二者之间又有紧密的联系。因此,在这个行业里实施信息化就具有许多特点:

(1) 电厂管理基本上要围绕着调度、配送、维护、销售、采购、电力市场调节的发/输/配计划和金融/财务一体化来进行。这一切看起来简单,但是电力系统中的大型集团在尚未电力改革之前过于庞大,所辖全资、控股、参股发电公司及企业、事业单位很多,因此对信息化提出的要求就可能更为庞杂。

(2) 对于电站来说,它的管理始终围绕 4 个核心来进行:①以可靠性为中心的维修管理;②以业绩为中心的质量管理;③以预防为主的安全管理;④以效益为目的的成本管理。其中安全是第一位的,这就要求公司的生产、维修等操作过程要严格按照规程进行,尽量减少人为的失误。

(3) 在电力行业内,所谓产品库存的概念是不存在的,即使描述库存也是针对设备和备件,这些电力设备就是企业资产。电力行业的资产绝大部分是固定专用设备。

(4) 在电力企业,出于对安全的考虑,流程不能够过分简化。比如原来一张工作单最多有 19 种状态,优化之后变成了 16 种,流程并没有被大幅度压缩或者扁平化。

正因为电力行业信息化的特殊性和敏感性,使得信息化建设在大亚湾核电站建设伊始就得到了高度的重视。但是,电力企业管理信息化建设在当时还处于一个较低层次,要真正建设与一流设备配套的管理信息系统还要“勇于吃螃蟹”,走出一条新路,信息化从何处切入就成了摆在企业面前的一道难题。

2. 立足实际 路径选择

多年来,大亚湾自己开发的与生产管理密切相关的软件系统有 14 个之多,包括备品备件管理系统、生产仓库管理系统、采购管理系统和通用工具管理系统等,这些不同时期、基于不同目的开发的系统提高了各自部门的工作效率,但从整体上说,由于各个部门业务流程相互独立,相互间衔接不畅,形成了 14 个完整的信息孤岛,对整个生产的管理也成了“见树木不见森林”的状态。“欲穷千里目,更上一层楼”,要实现对生产的全面管理,就要引入一套先进的、完善的、集成的系统结束目前的割据局面。

决定开展管理信息系统集成改造之后,摆在领导面前的有两大难题:第一是究竟选择什么系统,是先上 ERP 还是先上 EAM 软件?第二是究竟选择哪家公司的产品?第一个问题是一个战略问题,又直接制约着第二个问题。经过长时间的反复论证,公司最后选定先上 EAM 系统,主要是基于以下两点考虑:

首先是管理现状的制约:ERP 大而全,EAM 则小而专。对大亚湾核电站来说,当时选取管理软件的时候,可以选择先上 ERP,但是它相对而言比较复杂,就当时核电站管理的实际情况来看,比较冒险。在核电这个行业,出现管理上的跳跃式发展基本上是不可能的。真正的

ERP 系统是面向企业管理的，实施存在很大的风险，必须在绝对可控的条件下整合这些系统。而且，现行的 ERP 系统中的设备维护功能非常薄弱，甚至没有。这显然与目前国内的电力企业需求有冲突。

其次是 EAM 系统自身的优势：对于电力行业中的发电企业来说，对设备的有效管理是信息化的第一步，而通常在其他行业中所说的 ERP 中最先应该实现的财务一体化反而成了最后的环节。而且，与 ERP 系统相比，EAM 的管理范畴相对聚焦，涉及部门少（以设备部门为主）、牵涉流程简单（以设备维修、维护为主）、投资规模小（仅为 ERP 的 1/5~1/10）、实施周期短、回报快（一年左右），是电力企业信息化的最佳选择。

显然，在当时企业信息化水平还不高的情况下，专业的 EAM 更适合有着特殊要求的电力企业。

练习题

1. 简述 EAM 的基本概念。
2. 简述 ERP 的基本概念。
3. 简述维修管理思想的组成。
4. 简述 EAM 的功能构成。
5. 简述 EAM 和 ERP 的关系。