



天津翔悦密封材料有限公司



弗莱希波·泰格  
金属波纹管有限公司



温州环球阀门制造有限公司



北新集团建材股份有限公司

## MAXIMO设备管理系统在电厂的开发和应用

The Exploitation and Application of Maximo Enterprise Asset  
Management System at Power Plant

山东日照发电厂(276826) 马 勇 牟春华

**【摘 要】** 日照电厂MAXIMO设备管理系统成功地应用于电厂生产及物资全过程管理的各个领域，真正实现了生产及物资全过程管理的信息化、自动化、科学化和标准化，有效的降低了生产成本，极大的提高了企业的现代化管理水平。

**【关键词】** MAXIMO 电厂 开发 应用

### 1 引 言

根据企业资产管理的特点和实际需要，选择适合自身发展的EAM系统，构筑统一、标准、广阔的企业资产信息平台，是企业EAM系统实施成功的前提。

日照电厂经过对国内外多家EAM系统的广泛考察、比较和论证，选择了美国MRO公司开发的MAXIMO设备管理系统。MAXIMO设备管理系统是世界上著名的企业资产维护与设备维修管理商用套装软件，是对企业资产管理和维护活动进行全过程自动化管理的集成的软件包。MAXIMO系统应用了最先进的信息处理技术和管理理论，充分展现了现代化的管理理念与维修过程的完美融合，是美国MRO公司在设备维修管理系统领域深入探索、研究而开发出来的精品之作，代表了设备管理系统发展的方向和潮流，得到了世界各行业的广泛认可和称赞。MAXIMO系统以工单为核心，驱动设备管理的各个方面，主要包括工单管理、计划和进度管理、资产管理和跟踪、安全措施、物资采购和发票、资源管理、报表与分析、与财务系统集成等。

按照MAXIMO系统先进管理思想和理念，对部门职能和业务流程进行设计和优化，理顺、规范和优化电厂的管理模式和生产关系，作好系统的客户化实施工作，是MAXIMO系统实施成功的关键。

国内电力行业应用EAM系统的企业较多，但是在实际生产管理中真正充分发挥作用的却寥寥无几。究其原因在于，对企业自身的特点和所采纳的系统未能深入研究，要么生搬硬套，削足适履；要么按照企业传统的管理习惯对EAM系统进行大量修改，面目全非，没有将EAM系统的先进思想与企业的实际管理有机结合起来。这不仅发挥不了EAM系统的作用，实际上也没有达到引进EAM系统的初衷。

基于上述两方面的经验教训，日照电厂实施MAXIMO系统之初，就确立了明确的指导思想，即利用MAXIMO系统的先进思想和理念，理顺、规范和优化电厂的管理和生产关系，建立起适应现代化管理要求的、行之有效的生产运行和管理机制。功能和业务流程的设计和优化，要尽量与MAXIMO系统设计思想相吻合，不对MAXIMO进行大的实质性修改。

为此，我们对电厂生产管理业务和设备综合指标进行了深入分析和研究，充分利用MAXIMO系统、

DCS（分散控制系统）系统和其它系统数据库集成的丰富信息，努力开发出各项设备管理指标在线自动生成程序，使之真正反映设备的运行状况，为提高企业宏观管理和决策水平提供了科学、真实的依据，充分发挥了MAXIMO设备管理系统在生产过程管理中的重要作用。同时，还设计开发了MAXIMO系统与其他系统的接口程序，如状态检修系统、实时数据系统等，实现各应用软件系统集成和数据共享。

## 2 MAXIMO在日照电厂的成面应用

坚定不移地贯彻MAXIMO系统设计思想，优化和完善业务流程，作到部门岗位职责明确，在生产及物资管理实际中全面推行MAXIMO设备管理系统，是日照电厂EAM系统实施成功的根本保证。

日照电厂MAXIMO设备管理的应用覆盖了生产、物资管理的各个领域，包括设备台帐、设备消缺和检修管理、定期工作管理、标准作业计划、安全计划、物资管理、仓储管理等，实现了电厂设备维修工作及物资管理工作的全过程闭环管理和电子流程审批。另外，还客户化开发了各类考核报表程序、设备可靠性和完好率自动统计程序、大（小）修项目网络图管理程序等。

### 2.1 按照MAXIMO系统要求，集成设备各方面信息，建立健全设备台帐数据库，实现数据共享。

设备台帐是MAXIMO的基础部分，其中基础数据的定义与收集又是设备管理模块的核心和重点。实现的功能可以满足对设备运行维修的质量控制、对设备运行维修的成本控制、对设备运行维修的安全监督和对设备进行维修方法的研究等要求，并且提供的信息也较齐全和共享方便。

传统意义的设备台帐，只包括了：设备属性、设备部件、技术参数、检修经历及设备异动等信息。该系统的台帐不仅包括了以上信息，还与仓库动态关联在一起，设备及其部件的库存信息能够实时动态的统计出来；该设备台帐还包括了与设备相关的危险分析及预防隔离措施，在办理与该设备相关的工作票时可直接调用此信息。还包括了设备的检修路线、仪表参数、测点限值、预防行为维修及相关文档等信息。

在建立设备台帐时，功能位置的编码方式采用的是电站原有的KKS编码体系，并且建立了功能位置的层次关系、树状结构。位置结构树如下：

实现的功能包括设备记录的增删改、备件组装结构的应用、设备备品备件定义、设备移动变更历史跟踪、设备成本记录、连接文档的挂接等。

### 2.2 优化检修业务流程，确立最佳的设备维修工单处理流程，实现全过程闭环管理。

在实施开发过程中，我们针对电厂工作实际情况，结合MAXIMO的工单核心处理功能，本着既简化审批程序又能使工作“可控、在控”，设计出符合日照电厂实际的流程。实现了维修工单的准备、签发、许可、完工、关闭的全过程电子化闭环管理。设备维修过程中强化了成本的管理，将备件、材料、人工、工具等费用细化到了每一检修工序。经过两年多的运行，该流程运转良好。有效的提高了生产率和设备可靠性，并有效的降低了设备检修成本。在此基础上，实现了缺陷奖惩考核报表的自动计算，既能减轻管理人员的复杂计算，又能客观准确的反映实际情况。

工单的处理流程由“工单跟踪”程序来完成。下图为“工单跟踪”程序主界面：

#### 2.2.1 工单的生成

运行人员或其他人员发现缺陷后，在MAXIMO系统中打开“工单管理”模块的“工作申请”程序或“工单跟踪”程序，填写相关内容后，生成一处于申请状态的工单，相应的负责专业即可查看到该工单。

对于大/小修及定期工作，在“预防性维修”模块中的“大（小）修项目”和“定期工作”程序中建

立预防性维修项目并组织好结构后可批量生成预防性维修工单。

### 2.2.2 工作准备

检修人员在MAXIMO系统中通过检查“工单管理”模块中的“工单跟踪”程序，即可查看到需本部门处理的缺陷。

对于一个处在申请状态的工单，工作负责人需在“工单跟踪”程序中把所需人员、材料、费用、工具、检修步骤、危险、安全措施、工时、检修时间等内容填写完备，然后点击“准备好”按钮即可。

在准备工单的过程中，如果有相应的标准作业计划和标准安全计划，可以直接关联到本工单，若需要可再进行相应的修改。

### 2.2.3 工作签发

对于处在“准备好”状态的工单，由工作票签发人对该工单的安全措施、检修工序、员工、材料、费用、费用来源等各项准备措施进行检查审核，确定无问题后，点击“工单签发”按钮。

在工单签发的同时，系统自动到仓库中查找该工单所需的备品或材料。

如果所需备品或材料可满足需求，则将备品或材料预留下来，以备领用；该工单可进行到下一步序“工作许可”。如果备品或材料不能满足工单需求，则直接将该工单置为“等材料”状态，物资公司根据等材料工单进行物资采购。所需材料到货后，工单状态经授权人员手动或系统自动置为“工作签发”状态后，可进入下一步序“工作许可”。

物资需求的检查是一个自动的瞬间的过程，只要处于“工作签发”状态即说明材料需求已满足，否则就是“等材料”状态。

### 2.2.4 工作许可

对于处在“工作签发”状态的工单，则由运行人员进行工作许可。

首先检查安全措施栏是否有停主/辅机的要求，如果有停机要求，并且能够立即安排停机，则在停机后对工单进行许可。如暂不能停，则将工单状态置为“等待停机”，在该状态下，工单的一切信息都不可编辑。一旦停机后先将该工单激活为“工作签发”状态，然后进行工作许可。

运行人员根据工单的安全预防措施和安全隔离措施的要求，对应填写好具体的安全隔离操作步骤和恢复操作步骤，打印出工作票和操作票，并持票做好就地安全隔离措施，填写执行结果、许可人、许可开工时间等内容，在MAXIMO系统中完善相关内容后点击“工作许可”按钮即可。

### 2.2.5 工作过程和验收关闭

对于处在“工作许可”状态的工单，检修人员即可以开始工作。工作完成以后，填写检修交代、实际情况和故障汇报等内容。

使用“工单跟踪”中的“实际情况”标签页可输入、查看和修改工单上使用的实际作业操作、员工和工种、物料以及工具。如果有工作计划，则 MAXIMO 将数据从“工作准备”标签页的“操作”表窗口复制到“实际情况”标签页的“操作”表窗口。

要汇报实际的人工、物料和工具使用情况，请单击相应的子标签页。然后可使用这些标签页中的对话框来复制计划数据，或插入关于使用情况的不同的或附加的信息。必须在工单被批准后可以汇报实际情况。只有已批准的人工才能用于计算人工小时与成本的实际情况。在保存所做的更改前可以修改字段。通过从“操作”菜单选择编辑历史可更改已汇报的实际情况或已完成的工单。

使用“工单跟踪”的“故障汇报”标签页可记录和查看设备和位置的故障现象（问题）、故障原因和修复措施。如果在单击“故障汇报”标签页之前，已经在“工单”标签页的“问题代码”字段中输入了一个问题代码，则 MAXIMO 在“故障汇报”表窗口的第一行显示该代码并允许选择“原因”代码。如

果“问题代码”字段中没有代码，单击“问题代码”字段中的“详细信息”按钮 并选择一个值，即可输入故障的问题代码；然后依次选择故障原因代码和修复措施代码。

汇报工作完成后，工作负责人点击“工作完成”按钮，申请运行人员验收。运行人员查看到“工作完成”的工单后即开始进行验收，合格则按程序进行有关隔离恢复工作、并将该工单关闭，否则点“工作不合格”按钮将状态置为“工作许可”，继续检修，直至合格。

### 2.2.6 后续工单

若某工单的书面工作票在办理了一次延期后仍未完工，在此工单验收关闭前，可生成后续工单，继续检修工作。生成后续工单的方法是：首先在“工单跟踪”程序里调出此工单，并确认工单状态为“工作签发”或“工作许可”或“工作完成”，然后点击“生成后续工单”按钮即可。工单在验收关闭后将不能生成后续工单。

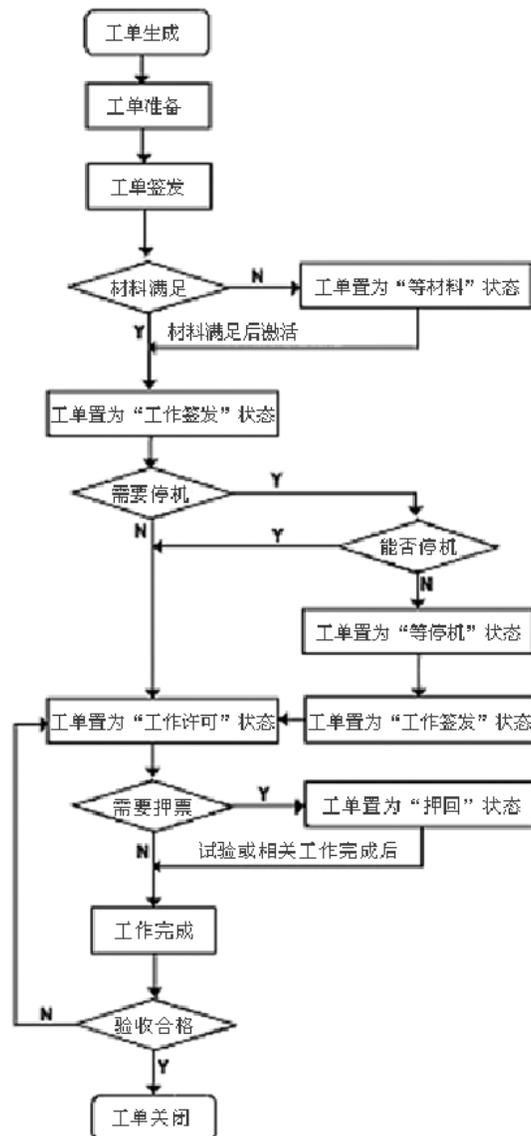


图1 工单处理流程图

### 2.2.7 工单层次结构

工单层次结构是按父-子关系安排的一组工单。可以通过多种方法来创建层次结构:A. 使用“工单层次结构”来构建层次结构，B. 从预防性维护(大/小修、定期工作等)层次结构生成层次结构，C. 将一个检修路线应用到单个工单。

不论层次结构是怎样创建的，都可以使用“工单层次结构”标签页来查看和修改它们。一旦工单被组织到层次结构，就能轻易更改所有状态、查看全部估算成本和实际成本并将全部工单放入一个序列中

以便检修人员可按定义的顺序执行任务。还可以将工单移到另一个层次结构中。

“工单层次结构”标签页显示当前工单、父工单和子工单的信息。如要插入父工单和子工单，请：

A. 选择“工单层次结构”标签页并查询工单。

B. 如要添加父工单，请：单击“所属”字段中的“详细信息”按钮 并从“选择值列表”选择工单。该列表包含 MAXIMO 数据库中所有未完成的工单, 可以选择已是另一工单的父工单的工单。

C. 保存此记录。

D. 如要添加子工单，请：在“子工单”表窗口中的空白“工单”列中单击，然后选择“操作/选择子工单”。出现的选择子工单对话框是一个工单列表，可以用多种方法对工单进行过滤。选择一个或多个工单并将它们复制到“子工单”表窗口中。保存此记录。参见下面对已是另一层次结构中的子工单的工单的注释。

或者, 在空白“工单”字段中单击并从单击右键出现的菜单中选择“选择值”选项。此对话框列出 MAXIMO 数据库中的所有工单。选择一个工单并单击“确定”，将该工单复制到表窗口中。从“工单”字段移出后，MAXIMO 将使您的选择生效。参见下面对已是另一层次结构中的子工单的工单的注释。

或者, 通过在“子工单”表窗口的“描述”列中输入工单的描述来创建新的工单。使用 tab 键移出“描述”字段后，MAXIMO 自动在“工单”字段中插入一个标识。在保存该行之前，您可以编辑该字段。

注：每次复制作为另一个父工单的子工单的工单时，都会将这些工单从它们的父工单中分离出来并将它们添加到新的父工单“工单层次结构”标签页的主要字段中的工单中。如果复制下面有层次结构工单的工单，则这些工单也随子工单移动。

可使用“选择子工单”对话框中的选项来更新所有移动的工单的状态，以使它们与父工单的状态匹配。

E. 要将另一级添加到层次结构，请单击“子级”表窗口中的“工单”列并选择“详细信息”按钮。MAXIMO 将子工单移到主要“工单”字段中。用步骤 D 中的做法添加一个子工单。

### 2.3 大/小修项目管理与工单管理紧密结合，并实现了项目进度在线管理功能

根据电厂大/小修管理的要求，结合已进行的机组大修情况，将大修项目的管理进行了完善和优化。包括大/小修项目组织结构、检修周期、启动日期、检修工序、质量标准、质量监督点、五项监督等。

使用“预防性维护”标签页可创建和查看预防性维护记录。大/小修项目组织结构分为五层，以#1机组大修为例，第一层只有一条内容，即：#1机组大修；第二层有两条内容，即#1机组大修标准项目，#1机组大修非标准项目。第三层共有十二条内容，锅炉（等共六个专业）标准项目六条，锅炉（等共六个专业）非标准项目六条。第四层即各专业具体项目。第五层即各专业具体项目的分项目（对于没有分项目的大修项目，到第四层即结束）。

在大/小修项目组织结构及相关信息建立完善后，可将所有大/小修项目一次性生成有层次结构的大/小修工单（工作类型为“PJ”），大/小修工单的处理流程与缺陷工单的处理流程相同。

设计了MAXIMO系统与MS PROJECT的接口，可以方便的与PROJECT交换数据，从而可对大修项目进度实现在线管理。主要实现如下功能：

所有项目从MAXIMO自动导入到PROJECT；项目计划开始和完成时间自动从PROJECT写入MAXIMO；项目实际开始时间和完成时间从MAXIMO导入PROJECT；在PROJECT中实现各项目之间的顺序关系；按专业进行项目统计，包括项目总数、开工数和完工数；项目列表中，有大修顺序日期和对应日历日期。

## 2.4以工单管理为平台，开发了设备缺陷自动考核报表功能

根据设备缺陷管理制度，为了考核各部门对缺陷处理的工作效率、处理水平等内容，编制了缺陷考核报表。报表内容包括：零缺陷运行、消缺率、泄漏率、物资规定时间到货率、运行办票及时率、缺陷发现、缺陷超期、缺陷验收及时率等8种考核报表。既能减轻管理人员的复杂计算，又能客观准确的反映实际情况。

## 2.5设备可靠性和完好率管理自动统计功能的开发和应用：

设备可靠性管理和设备完好率是设备管理的一个重要指标，原来的可靠性和完好率管理需要人工统计和输入各项事件数据，不但繁琐而且易出错，并且有人为的因素在内，将影响可靠性和完好率各项指标的客观实在性。

根据国家电力行业标准《发电设备可靠性评价规程》和相关设备评价标准结合本厂生产实际情况，以maximo为平台开发了的可靠性、完好率自动计算程序，可以根据现场设备的实际情况自动计算设备的可靠性指标和完好率指标。设备的实际运行状态通过实时模块直接从DCS取过来，与设备有无缺陷进行比较，根据可靠性和完好率的定义，由系统自动生成各个设备的考核指标。各种可靠性指标和完好率指标均可以形成报表进行打印输出。实际应用过程中，它起到了考核指标客观公正，计算方便快捷，减轻了劳动强度，提高了工作效率的作用。

## 2.6以物资采购申请为驱动，实现了物资管理全过程实时跟踪：

以MAXIMO物资和仓储管理为平台，结合日照电厂物资管理的特点，对物资处理流程进行了设计优化，实现了物资申请、询价、订购、入库、发料的全过程实时跟踪。有效的提高了物资和资金的有效利用率，大大提高了物资采购管理的规范性和透明度。决策层和各部门能及时、准确地掌握物资计划执行情况、资金使用情况及库存物资情况等。

### 2.6.1 采购管理

包括采购申请的登记、申请单的跟踪、询价单的发出、供应商的报价、订单生成、订单跟踪、发票登记、供应商查询、申请单查询、询价查询、订单查询、订单交货查询等功能。

#### 3.6.1.1采购申请

采购申请是采购流程中的第一步。主要是登记和维护用户的采购申请，记录申请单的申请专业、申请人、申请时间、修改时间、推荐供应商、预算总额等，并完成对采购申请的审批流程。“采购项目”标签页可以逐条记录每一采购项目的详细信息：物资编码、物资名称、规格型号、单价、单位、数量等。

由于MAXIMO本身的采购申请状态只有一级审批：从WAPPR（等待批准）到APPR（批准），不能满足日照电厂对采购审批的要求，同时对不同的采购类型须不同的审批流程也无法做到，因此重新开发了采购多级审批程序，根据费用来源自动确定审批流程。

所有采购计划都必须填写采购申请单，采购申请单皆由班组提报。对消缺工单所需紧急采购的物资，在工单里填报并在工单签发时自动判断库存物资是否够用，若不够则工单状态变为“等材料”（也可经授权人员手动将工单置为“等材料”状态）；然后班组将等材料工单所列物资填报到采购申请单，根据不同费用来源走不同审批流程。物资公司根据已批准采购申请单进行询价、采购。

采购申请单查询统计功能：分专业、分班组、分时间、分费用来源查询统计已批准的采购申请单的内容、金额；对单个申请单可查询已订购的、已入库验收的、已领用的项目、资金。采购申请单有打印报表功能。

#### 2.6.1.2采购询价公开化

对需竞价采购的物资，必须生成询价单并将询价结果填入询价单。

### 2.6.1.3 采购定单

已经批准的采购申请单可以生成采购定单。物资到货后的验收入库（可实现二级验收）也在定单内完成。

采购单实现了物资计划的自动分拣功能，物资计划采购人员以本人的用户名登录系统后，看到的物资采购项目即为自己需处理的物资采购计划。

### 2.6.2 仓储管理

日照发电厂仓储管理基本是按照MAXIMO原有的管理模式进行管理的。电厂物资管理原来为手工管理，没有对物资进行编码，实施小组与物资公司经过多次讨论研究，确定了物资编码体系。物资分类如下：

01金属材料	02轻工、建筑材料
03石油制品	04化工、化学产品
05设备	06导线、电缆
07电瓷	08螺钉及垫圈
09水暖阀门	10焊接小五金
11电气材料	12金具
13仪器仪表及继电器	14轴承
15工具	17土产杂品
18办公自动化	19通讯及电子元件
20交通及消防器材	21办公用品
22劳保用品	23阀门高压管件
50通用备品	51燃料备品
52锅炉备品	53汽机备品
54电气备品	55热工备品
56化学备品	57灰水备品
58其它备品	

#### 2.6.2.1 仓库的定义

为满足仓储管理的需要，定义了4个仓库：

ZONGKU 一电厂总库

SJBPK 一随机备品仓库

SGBPK 一事故备品库

CHAOSHIKU一超市库

#### 2.6.2.2 仓储管理实现的功能

备件管理、资产分类、备件组装结构、物资验收、验收调整、领料申请与预留、领料、退料、物资转移、物资盘点、库存调整、CRO重购申请。

#### 2.6.2.3 仓储管理模块的查询功能

备件信息查询、库存信息查询、交易查询、单证查询、订单查询

#### 2.6.2.4 仓储管理模块的报表功能

特别库存物资报表、库存物资ABC盘点分析报表、经济批量信息报表、物资重订购建议报表、物资重

订点信息报表、库存物资价格评估报表、物资采购状态报表、过期物资清单报表、物资可用信息报表、库存物资报警报表、库存物资用途报表等。

### 2.6.3 物资管理全过程实时跟踪

系统经二次开发完善后，实现了物资申请、询价、订购、入库、发料的全过程实时跟踪。有效的提高了物资和资金的有效利用率，大大提高了物资采购管理的规范性和透明度。

2.6.3.1 启动：在maximo主页面上的“仓储管理”模块中找到“物资全过程跟踪”程序，单击可启动该程序。

2.6.3.2 物资库存跟踪：可根据仓库、物资分类、库存余量、供应商等查询条件进行分类统计。例如：统计超市里库存余量大于零的由真谛电子公司提供的物资项目：(1)首先确定统计条件：仓库选择“CHAISHIKU”（超市库），库存余量选择“大于0”，供应商选择“ZDDZ”（真谛电子公司）；(2)单击屏幕左上角的执行查询按钮即可。每次改变统计条件都要单击该按钮。表1为物资库存查询结果。注：统计结果的最后一行为库存物资项目和库存物资金额汇总。

2.6.3.3. 物资计划跟踪：可对计划的执行情况进行全过程跟踪。有两种查询方式：

按计划单查，表2：为10月份已批准的费用来源为大修费的计划的查询结果，双击每一行计划单可查看计划内的具体物资项目。

按计划单里的物资项目统计。可对每一项物资项目的订货、入库、领用进行实时跟踪。表3：为11月份海能工程公司未订货的物资计划项目的查询结果。

2.6.3.4物资入库跟踪：可对入库物资的结算情况进行统计。表4：为10月13日至11月12日物资公司总库（ZONGKU）内所有入库物资的统计结果。

2.6.3.5. 物资费用跟踪：可对物资费用按计划和领用分类统计。

2.6.3.6 跟踪统计结果的准确与否与物资流程的各个环节执行情况有关：

计划提报：提报计划时选择的物资编码要准确，选择后不得改动物资名称、规格型号、订购单位等关键信息。

询价与订货：计划员要按规定及时生成询价单或采购定单。若需询价则应将询价单的流程执行完毕后在询价单内创建定单，不得在询价单未执行完毕的情况下直接手工生成定单；若不需询价，则应复制采购申请项目到采购定单，不得手工生成定单。

入库验收：计划员与库管员对入库物资进行两级验收，以确保入库信息的准确（仓库、数量等）。

发放领用：发料时库管员要将物资的发放信息填写准确（计划号、费用来源、用料部门、发放数量等）。

## 3 MAXIMO系统与状态检修系统集成

MAXIMO系统可以与ENTEK状态检修系统实现无缝连接，ENTEK系统检测到的故障可以直接触发MAXIMO系统工单，利用MAXIMO系统建立的标准作业指令和安全作业指令进行检修，组成一套完整的设备状态检修管理系统。

MAXIMO系统在日照电厂的全面实施成功，有力推动了企业现代化管理进程，极大提高了企业的现代化管理水平，荣获了日照市科技进步奖和山东省电力集团公司科技进步奖。这也标志着EAM系统在电力行业的应用达到了崭新的境界，为电力行业提供了一个将现代化的管理理论和理念全面融入到生产管理实

践中的成功范例。我们将按照“科学严谨，求实创新”的精神，一如既往，进一步深入开发应用好系统的强大功能。

文章作者： 马 勇

发表时间： 2005-01-31 00:00:00

[\[关闭窗口\]](#) [\[打印文章\]](#) [\[回到顶端\]](#)