

# 基于 SIS 数据库和动态设备模型的厂级设备性能管理

江 涛<sup>1</sup>

## 摘要：

本文介绍了基于 SIS 数据库和动态设备模型的厂级设备性能管理技术在电力行业中的应用,以及如何通过厂级设备性能管理平台提高电厂设备的可靠性和可利用率,进而提高整个电厂生产效率。

## 关键词：

动态设备模型 SIS 数据库 厂级设备性能管理

## 前言：

美国的电力市场在经历了加州电力改革挫折和美加大停电事故后的三年多来,对电力信息系统投入的实际绩效也经历了一个反思和重新评估的阶段,而如何利用现有电力信息的投资挖掘电力企业的生产效率以及如何利用信息系统提高生产设备的可靠性和可利用率,从而实现电力生产企业连续、安全、高效的运行是这次重新评估的两个最主要方向。从企业生产运营管理层面来看,一个显著的变化趋势就是,美国的电力企业在过去的两年里纷纷成立或组建以集团或电厂为单位的设备性能管理中心(EPC),并通过 EPC 实现对厂级设备的性能管理,从而实现电力企业的更安全、高效运行。

在中国,经济连续高速增长带来的新一轮电力建设正在如火如荼的进行,随着新建电厂的集中投运,SIS 系统也正在中国的电厂迅速普及。通过 SIS 系统的建设,可以将电厂的信息系统投入和电厂的生产管理结合的更加紧密,SIS 系统有效地解决了生产控制和生产管理之间的鸿沟。由于 SIS 系统是面向厂级的应用,随着新建电厂的投运,SIS 系统的运行管理和应用的持续改进将会是决定 SIS 系统生命力的一个关键,而如何通过管理手段来提高 SIS 的实际应用价值也是每一个投资 SIS 电厂需要重视和考虑的问题。从美国的经验来看,由一个综合了生产和信息的人员,并由公司主管垂直领导的生产服务部门或组织将会对 SIS 这样综合系统作用的发挥起到至关重要的作用。

随着 SIS 的普及,基于 SIS 数据库的应用也在实践中逐步完善,2005 年 6 月 1 日起由国家发改委正式颁布实施了《火力发电厂厂级监控信息系统技术条件》,作为电力行业 SIS 系统的标准,该标准为未来 SIS 应用的发展指明了方向。该标准中明确指出:电厂的工艺设备状态监测和故障诊断是 SIS 系统的一个至关重要的应用。

电厂设备的连续高效运转是电厂安全高效生产的关键。目前电厂的设备检修体制为计划检修,即按照全年的生产计划安排检修计划,计划检修的模式可以有效的降低设备的非计划停机时间,但也存在着不能完全避免非计划停机事故的发生以及存在资源浪费等缺点。计划检修是适合目前管理体制的被动检修方式,但不是经济性最高的设备维护管理方式。基于

---

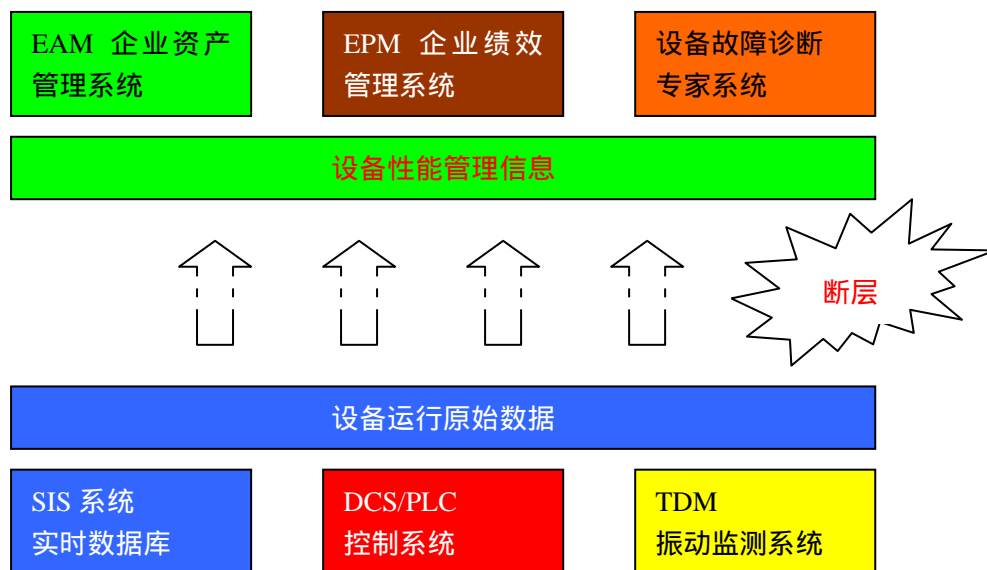
<sup>1</sup> 北京中瑞泰科技有限公司 海淀区学清路 8 号 科技财富中心 B302 Tony@CRTsoft.com 邮编:100085

SIS 数据库和设备动态模型的厂级设备性能管理的目标就是通过提高设备的可靠性和实际可利用率,让每个设备的性能指标达到或超过预期的性能指标要求,进而通过设备性能的改善提高整个电厂的生产效率和可利用率。通过厂级设备性能管理系统的实现可以在目前检修体制下最大化设备的可靠性和可利用率,大大降低非计划停机事故发生的可能,进而提高整个电厂的实际效率。

### 实现厂级设备性能管理中遇到的问题：

厂级或机组级的设备性能管理包括参数级、设备级和系统级的设备在线监测与性能诊断。由于电厂存在着大量的旋转设备和非旋转设备,设备或系统对象多为复杂的多变量耦合系统,随着设备运行时间和运行环境的改变,设备的动态性能也在随时发生变化,如何准确了解当前所有设备的运行状态和实际性能也是实现厂级设备状态性能管理的关键。目前,相对封闭单点运行的设备故障监测系统无法实现大规模的厂级设备动态建模,由于没有反应当前设备运行状态的动态模型,对设备的在线性能评估变得非常困难,实现厂级设备性能管理也变得非常困难。

大型电厂在基础信息化的投入包括先进的计算机分散控制系统 (DCS 系统), SIS 系统的厂级实时/历史数据库系统,企业资产管理系统 (EAM) 和计算机管理信息系统 (MIS) 等等。DCS 和 SIS 系统数据库中采集保存着大量现场设备运行的原始数据,而设备预防管理维护 (PM) 和设备故障诊断专家系统等设备维护管理系统的需要的是现场设备的动态性能数据,在目前电厂的设备数据采集和设备状态性能分析处理之间还缺少一个统一的设备状态性能管理平台,如图一所示：



图一：实现“设备状态性能管理”的断层

由于缺少设备高精度的动态在线模型和厂级设备性能管理平台,如何通过现有的信息化投资实现厂级设备可靠性和可利用率的提高,实现厂级设备的在线故障检测和诊断就变得非常困难。

## 实现厂级设备性能管理的技术解决方案：

根据电厂的实际情况，结合现有信息化的投入，从技术角度可以通过以下三个步骤实现厂级设备状态性能管理：

### 1. 建立厂级系统和设备的在线动态模型

针对机组的各个子系统和现场运行的主辅机设备建立整厂的系统设备模型。建模技术采用“基于相似性原理的多元建模”技术，即根据设备运行的历史数据创建设备动态智能模型，并可根设备运行状态随时对设备模型进行修正。由于 SIS 数据库中保存着大量的设备原始数据，而这些原始数据之中存在着反应设备运行规律和设备参数之间耦合关系的大量信息，通过对 SIS 数据库中大量历史数据的分析处理得到的设备动态数据模型可以最真实的反应现场设备的运行规律和设备各参数之间的耦合关系。

由于对历史数据的分析创建模型的方法采用的是非参数建模方式，可以避免传统约束参数型静态建模无法精确反应现场设备实际情况和需要大量专家人工干预的弊端，极大提高了设备动态模型创建的效率和精度。非参数建模方式几乎可以解决所有机械或流程设备的建模，无需传统监测方法中需要新增测量设备才可实现设备的状态检测，可大大节约投资。此外，结合电厂变工况（如启停机）时设备容易出现故障的特点，可采用 Twing-Modeling（双模并发）技术，实现单个设备的并发多模运行，即在稳定工况和变工况时实现不同设备模型之间的自由切换。

### 2. 根据动态设备模型建立厂级设备性能状态监测智能预警平台

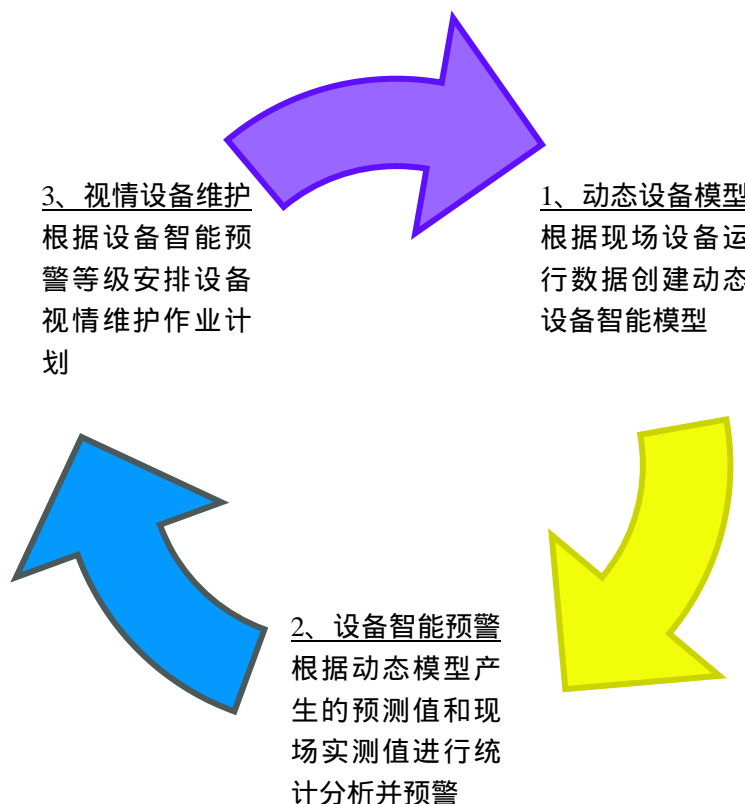
根据“基于相似性原理的多元建模”原理产生的设备动态模型可针对现场设备的每一个测点产生智能预测值，智能预测值不仅仅取决于当前设备的运行状态，也取决于设备测点之间复杂的耦合关系和设备的历史运行规律。通过高精度的智能预测值和实际运行值之间的比较和统计学分析，针对系统设备的性能状态发布设备早期故障的智能预警。

另外，通过预警平台，设备的管理和使用人员可结合实际情况进行设备性能状态的预警等级分类和预警约束条件的定义，提高设备性能早期故障预警的可靠性和实际可操作性。

### 3. 分析设备性能早期故障预警，提高在线设备性能

电厂可安排相关部门和人员结合设备预警等级安排故障分析和检修维护作业计划，并通过设备的早期故障处理积累、建立起设备在线运行的动态维护专家知识库。根据设备性能的故障早期预警信息分析潜在事故中的参数关联，找到潜在引发设备事故的可能，并安排合适的设备检修维护计划，实现设备的视情维护，提高设备的可靠性和实际运行效率，将可能发生的设备事故消灭在事故萌芽中，进而减少非计划停机事故的发生，提高整厂的生产效率。比如，设备的运行管理和维护人员可以通过设备预警信息处理结果触发 EAM 系统中预防性维护工单，安排相应的检修维护作业计划。另外所有的设备早期预警处理结果可以录入到整个设备状态性能管理系统中，通过现场设备的早期故障预警处理分析的不断累积，逐渐形成针对现场设备专有的后台动态维护专家知识库。

综上所述,通过设备状态性能管理系统的建立,可以有效的结合了现有电厂信息化的投资,提高系统和设备包括设备参数的可靠性,提高设备的实际可利用率,实际运行中,提高设备性能的三个解决步骤形成一个循环运行的环路,从而实现设备性能的不断改进和提高。厂级设备性能管理系统解决方案在实现设备性能提高的循环中,其运行示意图如图二所示:



图二：在线提高“设备性能”循环步骤示意图

厂级设备性能管理系统的技术特点：

和传统的设备在线监测等相对封闭的系统相比,基于 SIS 数据库和设备动态模型建立的厂级设备性能管理系统有如下特点,如表一所示：

	传统的设备监测	厂级设备状态性能管理
在线动态设备模型	无	有
设备所有测点监测	重要测点	全部,产生预测值
设备状态性能预警	无,报警或事后	有,事前预警
设备专家知识库	静态库	动态库
厂级设备性能管理	无或单个设备	有,厂级
系统易用及开放性	封闭系统	平台
系统实施周期及难度	长,专家	短,用户可控
收益投资比	一般	高

表一：厂级设备性能管理和传统设备监测比较表

## 总结：

通过基于 SIS 数据库和设备动态模型的厂级设备性能管理系统的建立,可以有效的将电厂设备的原始运行数据转化成设备性能管理数据,并通过整厂设备的动态智能模型和预警管理平台的建立,有效的解决设备原始数据和设备性能管理之间的鸿沟,进而大大提高了系统设备的可靠性和可利用率,提高整个电厂的实际生产效率,为下一步更加优化的主动检修方式提供了基础准备。

## 参考文献：

- 1、《设备状态监测与故障诊断技术及应用》 盛兆顺 尹琦岭 化学工业出版社
- 2、《iEM 设备状态智能预警系统白皮书》 北京中瑞泰科技有限公司
- 3、《火力发电厂厂级监控信息系统技术条件》 国家发展和改革委员会 中国电力出版社