

# 三维可视化技术在生物质锅炉防磨防爆管理中的应用

王晓东，朱雁军，吕海洋，刘长瑞

（国能生物发电集团有限公司，北京100000）

**摘要：**生物发电机组中由于磨损、腐蚀等造成的锅炉泄漏极为常见。然而传统管理模式下日常检修严重依赖检修人员经验，未能实现对于锅炉运行、检修数据的有效利用。国能生物发电集团有限公司依托三维建模技术与数据分析技术构建一个涵盖防磨防爆综合业务，并具备高度可视化性能的防磨防爆可视化管理平台，实现锅炉设备数据的可视化管理，为锅炉泄漏分析、检修策划提供强大的分析平台。

## 1 生物质锅炉防磨防爆现状分析

生物质发电机组由于其本身燃料特性、锅炉结构等原因，锅炉承压部件的泄漏事故时有发生，因锅炉四管泄漏导致的机组停机占停运总数的60%左右。生物质锅炉从承压部件泄漏位置分析：炉排管、前后墙水冷壁、左右墙水冷壁、一级过热器、四级过热器等是泄漏的主要部位，不同设备随着年份的增加泄漏发生频率也随时变化着。从劣化因素上分析：烟气冲刷磨损、高温腐蚀、应力拉伤则为主要泄漏影响因素。

当前生物质电厂锅炉防磨防爆管理以传统管理方式为主，严重依赖一线管理人员的个人经验，缺少信息化的支撑。针对生物质锅炉设备特性以及泄漏因素，以三维技术以及大数据分析技术的应用为突破口，打破传统管理方式，以全新的视角用新技术实现向防磨防爆管理新模式的转变，有效的利用锅炉物理物理结构数据、历史检修数据、历史泄漏数、实时运行数据综合判断锅炉健康状态，并形成生物质电厂防磨防爆安全管理数据库。

## 2 三维可视化技术在生物质防磨防爆中的应用

采用三维建模技术以及大数据分析技术建立集锅炉物理结构、防磨防爆业务数据、锅炉实时运行数据为一体的三维数字化防磨防爆管理平台，实现对锅炉受热面、集箱、焊口等部件物理结构、设备型号等信息的直观的三维展现、同时可视化平台集成锅炉设备的检修数据、泄漏数据、减薄数据等，通过三维平台进行数据分析以及风险评估，为设备的剩余寿命分析建立预测与分析机制，为检修计划的制定、运行过程中设备的健康状态提供评判基础，全方位的实现锅炉设备的精细化管理。

## 3 防磨防爆可视化管理系统研发内容

### 3.1 技术路线

防磨防爆可视化管理系统结合三维技术，通过三维建模对锅炉结构进行1:1高保真模拟，可以全面直观地浏览锅炉信息，全面掌握锅炉运行状态，结合锅炉防磨防爆当前运行数据、历史检修及爆管数据，及时掌握缺陷和事故发生规律，为机组检修提供数据依据。

锅炉三维场景建模与交互设计依托3DMAX以及Unity3D技术为依托进行研发设计。具备层级式的开发环境，可视化编辑能力以及详细的属性编辑器和动态的模型预览，可快速的制作开发原型。并且拥有完备的引擎功能、高效的工作流程、具备更逼真的画面效果、更强大的跨平台发布能力以及更丰富的插件支撑等。

管壁减薄预测依托大数据分析技术对历史测厚数据以及机组历史运行调整数据进行综合分析计算，并通过图形化的方式对结果进行直观呈现。用户可以直观查看受热面指定标高下不同管排的历史测厚数据、壁厚预测数据、减薄速率在不同管排下的分布情况，进而科学合理的采取各类防磨措施，以及处理手段。

### 3.2 功能开发

#### 3.2.1 基础信息管理

建立过热器、水冷壁、省煤器、烟冷器等设备的精细化台账，将每根管子的规格材质信息、焊口信息、集箱信息等

进行信息集中展现与查询。

### 3.2.2检修管理

建立检修前-中-后的全过程管理体系，检修前根据历史检修记录及锅炉状态制定检修计划。在检修过程中，以可视化图纸作为现场检修的数据记录载体，以数据与位置相结合的方式记录信息的记录。检修后以可视化图标综合展示现场检修数据，为缺陷的处理以及下次检修计划的制定提供分析手段。

### 3.2.3壁厚减薄预测

建立壁厚减薄预测分析模型，通过整合锅炉所有结构数据，测厚记录数据，然后对锅炉受热面逐个进行区域划分，进而计算出各区减薄系数以及剩余寿命。系统能够实现随着数据量的不断增加，预测系数的不断自我修正。系统同时提供了报表页面与三维可视化界面，用户不仅可以快捷的查询不同受热面，不同区域的减薄情况，同时可以直观的查看区域的空间位置，以及历史检查点分布等其他信息，方便综合分析（图1）。同时，支持预测系数的人工设定与调整，是真正可用，能用的预测分析工具。

### 3.2.4三维综合分析

按锅炉受热面实际结构进行精细化三维建模，具体到管子以及焊口，三维模型作为数据综合分析平台集成受热面规格材质信息、更换管信息、减薄信息、事故信息、检修信息等内容，三维综合分析模块提供4大场景包括以下内容（图2）。



图1 减薄区域分析

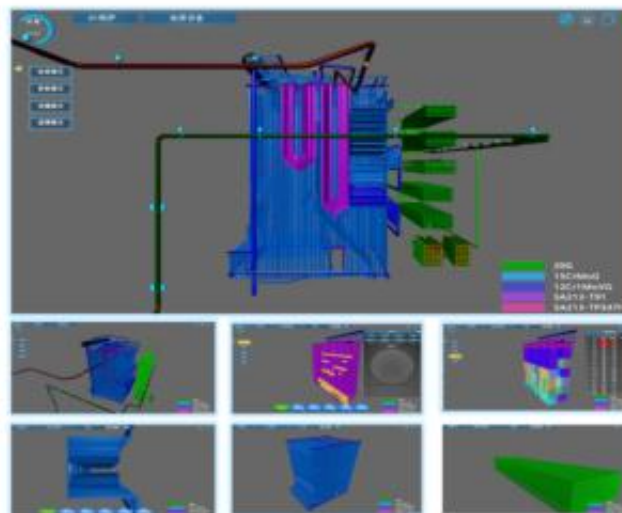


图2 三维综合信息展示

（1）检修场景。检修场景下用户可直观查看历次检修过程中该受热面下检查点的位置分布信息以及缺陷类型统计信息等信息。用户通过历史检查点的分布信息可以直观了解是否存在检查点分布不合理，是否存在检查密度不达标的情况。而通过缺陷统计，可以直观了解当前受热面的主要缺陷，方便有针对性的采取防磨防爆措施。

（2）换管场景。换管场景下用户可直观查看历次检修过程中该受热面的换管情况，包含位置分布及数量等信息。相较于电子版数据，三维展示手段更为直观。

(3) 泄爆场景。泄爆场景下用户可直观查看该受热面下发生过的泄爆情况，以及其发生位置，概要描述等相关信息。

(4) 减薄场景。减薄场景下系统将受热面进行了区域划分，并将后台计算获得的减薄数据、减薄速率数据等通过区域颜色进行直观展示。用户可以快速了解受热面下不同区域的减薄情况，以及不同区域的减薄速率情况，为检修计划制定提供重要参考。

#### 4应用情况

国能生物发电集团有限公司于2018年在集团内推广使用防磨防爆可视化管理系统，通过研发锅炉防磨防爆统一规范管理平台，完善锅炉防磨防爆基础执行环节的全过程规范化标准化管理，统一管理锅炉设备台账数据、检修数据、建立防磨防爆生态数据库，为各级管理人员提供辅助支撑工具，结合直观的三维设备可视化平台，通过数据分析挖掘功能，提高锅炉管理的专业水平，为集团内降低锅炉泄漏非停次数做出较大贡献。

#### 5结束语

防磨防爆可视化系统的建立结合三维技术以及大数据分析技术实现了锅炉设备台账以及检修工作的精细化管理，针对历史数据利用率低等情况通过系统的应用彻底改变了这一现状，锅炉检修的进行更多的利用系统中积累的大量数据进行有针对性的检修，锅炉防磨防爆管理系统的应用将大大提升防磨防爆管理水平。

#### 参考文献

[1]丁力新.电厂锅炉原理[M].北京：中国电力出版社出版，2006.

[2]张新生，熊立红，唐必光.高温过热器壁温计算模型及寿命估算[J].武汉大学学报（工学版），1999（5）：88-91.

[3]徐立强，王焱，姜博.生物质电厂振动炉排管道泄漏分析及预防措施[J].科学技术创新，2015（15）：10-12.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/161261.html>