

# 金属监督数字化过程中的报告标准化

周 权<sup>1</sup>, 张华德<sup>2</sup>, 严 海<sup>2</sup>, 庞凯杰<sup>1</sup>, 孙 剑<sup>1</sup>, 彭志珍<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国能神皖安庆发电有限责任公司, 安徽 安庆

<sup>2</sup>苏州热工研究院有限公司, 江苏 苏州

收稿日期: 2023年1月25日; 录用日期: 2023年2月24日; 发布日期: 2023年3月6日

## 摘 要

在金属监督管理平台开发项目中, 涉及多数检测报告的数字化转化, 以便对相关数据进行有效提取分析。在报告数字化转化过程中, 首先要对报告模板标准化处理, 本文介绍了检验报告标准化的必要性及标准化过程, 对报告中数据类型进行了分类, 并对多数参数设置成选项格式, 以减少数据范围及格式错误, 对报告参数逻辑关联性进行设置, 避免了上下层数据结构逻辑错误。该报告标准化方法为其他报告标准化及数字化过程提供了参考。

## 关键词

火力发电, 金属监督, 数字化, 报告标准化

# Report Standardization in the Process of Digitalization of Metal Supervision

Quan Zhou<sup>1</sup>, Huade Zhang<sup>2</sup>, Hai Yan<sup>2</sup>, Kaijie Pang<sup>1</sup>, Jian Sun<sup>1</sup>, Zhizhen Peng<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CHN ENERGYANQING Co., Ltd., Anqing Anhui

<sup>2</sup>Suzhuo Nuclear Power Research Institute Co., Ltd., Suzhou Jiangsu

Received: Jan. 25<sup>th</sup>, 2023; accepted: Feb. 24<sup>th</sup>, 2023; published: Mar. 6<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

In the development project of metal supervision and management platform, the digital transformation of most test reports is involved in order to effectively extract and analyze relevant data. In the process of report digitization transformation, the first step is to standardize the report template. This paper introduces the necessity and standardization process of the standardization of the inspection report, classifies the data types in the report, and sets most parameters into option format to reduce the data range and format errors, and sets the logical correlation of the report

parameters to avoid the logical errors of the upper and lower data structures. This report standardization method provides a reference for the standardization and digitization process of other reports.

## Keywords

Thermal Power Generation, Metal Supervision, Digitization, Report Standardization

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着数字化、智能化技术不断贴近生活和生产,发电厂正在进行数字化转型,最终目标是朝着智慧电厂方向发展[1] [2] [3]。为了实现对电厂设备金属监督更加科学化、数字化、智能化管理,开发了金属监督数字化综合管理平台。在平台开发过程中,要对金属监督报告进行数字化转化,而金属监督检验报告涉及宏观检查、无损检测、理化检验等诸多项目,虽然各检验单位有自己的固定报告格式,但不同的检验单位报告格式无法保证一致。数字化过程中需要采用统一的报告格式进行数据录入,才能方便计算机对数据进行识别和提取,以便实现对检验数据的统计管理,为实现检验结果大数据分析打好基础[4] [5]。本文介绍了金属监督数字化过程中的报告标准化,为同类型数字化平台开发工作中的数据资料数字化过程提供参考。

## 2. 检验报告的作用

检验报告是检验单位对所检验的设备出具的反映其某些安全状况的一种重要技术文件,其主要作用是检验单位传达给设备使用单位有关设备安全性能的相关信息,使用单位根据检验报告的内容和结论来了解设备的安全状态,以及处理各种问题。检验报告具有时效性、真实性、可追溯性的特点[6] [7]。

### 2.1. 时效性

时效性是检验报告最显著的特点,检验项目从委托检验开始到检验工作结束并出具检验报告,此过程能直接反映检验单位的工作效率。一般对于某些容易出现缺陷的设备,使用单位希望检验单位能够优先完成检验,以便及时发现问题并进行处理,但检验工作并非越快越好,必须注重检验工作的安全质量。另外,对于某些报告如特种设备定期检验报告,其报告具有有效期,只能代表本次检验周期的设备安全状况,对下一个检验周期设备安全状况无效。

### 2.2. 真实性

真实性是检验报告的重要特点,报告的内容应客观真实反映设备的安全状况,这是判断设备状态的重要依据,同时也是对设备维护保养的重要依据;另外,从安全方面考虑,报告的真实性直接和设备与人的安全相关。报告内容是否属实,非相关人员一般很难判断,且一般情况下几乎很少对真实性进行验证。

### 2.3. 可追溯性

可追溯性是检验报告的另一个重要特点,报告的数据和结果应该能被查证,以便在出现检验异议、

出现事故需要追责的时候有据可循。检验报告必须按要求存档,特种设备定期检验还需在监管部门存档,其余类型报告一般情况下委托单位和检验单位都需要各自存档。纸质报告保存需要较好的环境,但在某些情况下也容易损坏甚至丢失,现在计算机已普及,电子文档已经在大量使用,其查阅相对便捷,已成为资料归档的大趋势。

### 3. 报告标准化的必要性

电站锅部件众多,主要包括受热面、集箱、管道、压力容器、热交换器(含热交换管),检验报告种类繁多,涉及宏观检查、壁厚测量、射线检测、超声检测、磁粉检测、渗透检测、涡流检测、硬度检测、金相检验、光谱分析等。金属监督平台数字化的重要工作之一就是需要将各类检验报告进行数字化转化,数字化转化的目的其一是要实现设备与检验数据相关联,其二是需要将检验数据进行提取以便进行大数据预测分析,另外也加强了检验报告的保存安全性及可追溯性。报告数据分析的目的之一,首先可以通过历次数据进行对比,可以较明显筛查出异常数据,例如报告数据的输入错误等;另外,可以通过大数据分析缺陷发展,以及合理安排检验周期等;当前面临的问题是各类报告没有统一格式,也存在某些报告工艺参数及数据参数不全的情况,因此对各类报告进行标准化设计就十分必要。通过报告标准化,后期发生的检验报告可以直接按标准化录入,前期已完成的检验报告,可将其转化成标准化报告模板,以便将前期的检验数据提取出来,进一步完善设备检验数据库,以便实现对设备的全程检验状态进行跟踪评价和预测。

## 4. 报告标准化实现方法

### 4.1. 数据库设置

1) 管道、集箱等部件编码。部件编码是唯一性的,是各部件的身份证。管道、集箱等编码相对简单,其组成部位有直段、焊缝、弯头、三通、阀门等,对其逐一进行编码即可,例如管道焊缝编码对应了该焊缝所属管道名称,管道规格、管道材质、焊缝坡口型式、焊接方法,即各部件的信息都集中存入数据库,便于查询调用。报告录入时可查找到该部件,通过相关设置链接进入报告模板录入模式进行数据录入。

2) 受热面编码。受热面内容很多,编码要方便报告的标准化,特别是受热面宏观检测报告,原有报告几乎都是文字描述性内容,很难进行报告标准化,因此对其编码要充分考虑后续报告标准化的便捷性。通过区域划分,将其进行模块化区域划分,将其位置编号朝着便于定位和统计的方向进行设计。结合某1000 MW 电站锅炉受热面编码方法进行介绍,其受热面部件构成见图1左侧部分,在编码时先对其空间位置进行定位,称为“部件编码1”,例如省煤器可分为低过侧和低再侧,再通过检修空间及吹灰器等相对部件对其限定范围,例如“部件编码1”为:省煤器低过侧-第四空间-SB01/02 吹灰器通道-上方-直管;另外设置“部件编码2”为管子具体根数位置,如第XX排第XX根,受热面部件根数绝对位置编号方式统一定义为炉前往炉后,炉左往炉右的方式;根据相对位置需要往上/下数、往左/右数的另外进行了规定。而水冷壁部分相对复杂,且其中下部为螺旋管圈,很难进行绝对空间位置定位,根据各部位设置了相对定位的方式,便于现场检查 and 记录;对于下部冷灰都区域,无吹灰器等相对定位的参照物,因此对其进行了网格划分,以网格形式记录该区域的缺陷情况,水冷壁编码方式见图1右侧部分。

3) 检验单位及人员设备数据维护。在系统中录入检测单位资质(含有效期)、检验人员及资质情况(含有效期)、检测仪器设备型号及编号(在检定有效期内),设置单位、人员资质到期提醒,设置仪器设备校验到期提醒。检测单位、人员、仪器设备等发生更改后,要及时在数据库中进行更新。

### 4.2. 报告标准化方法

报告标准化之前,应仔细研读标准规范,将所有检测参数,检测数据逐一罗列,罗列后对各参数及

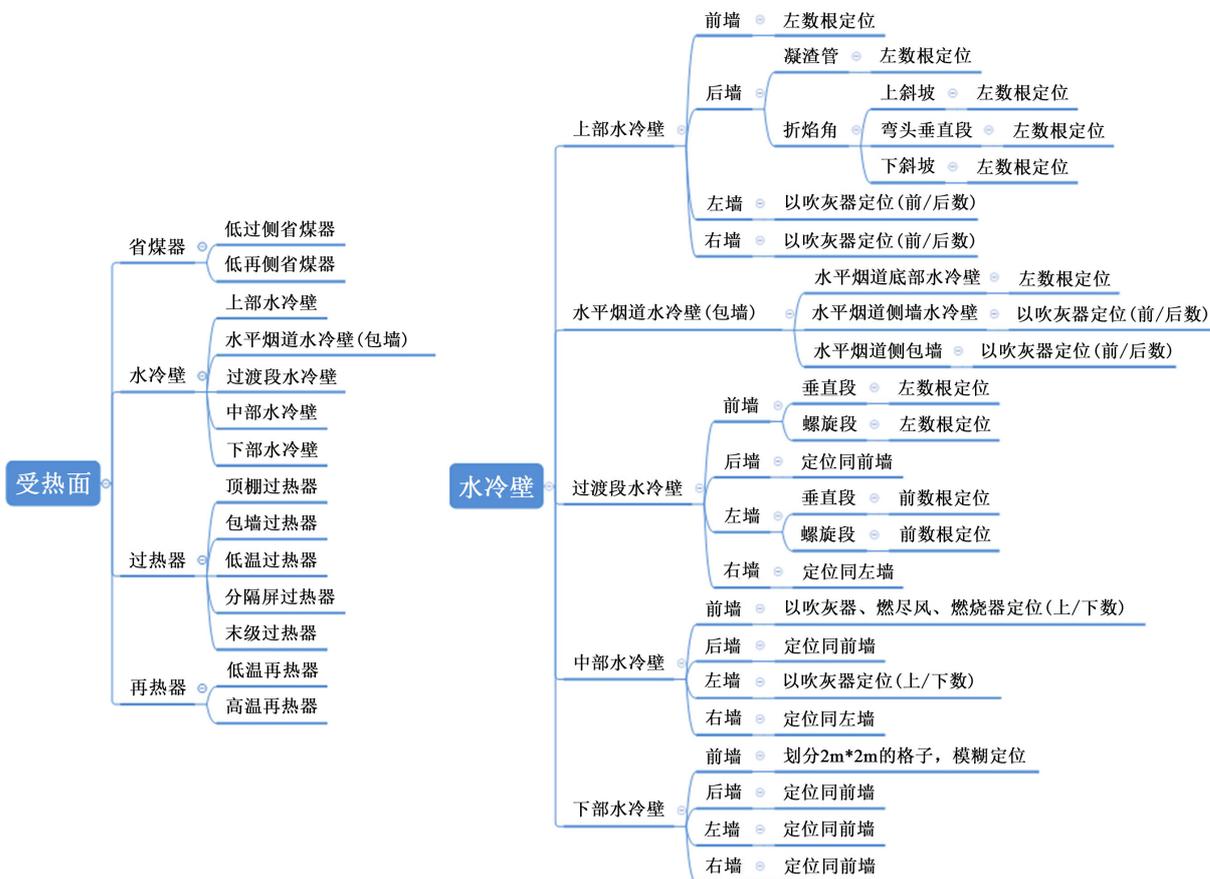


Figure 1. Heating surface and area location division  
图 1. 受热面及区域位置划分

数据进行分类处理，将其分为定量参数、关联变量、随机变量。定量参数是指其相对固定化，不随其余参数存在逻辑关联，如部件名称、部件规格、部件材质等参数；关联变量是指与定量参数存在一定关联的变量，如超声检测用探头参数、灵敏度选择等与检测对象规格存在逻辑关联性，检测人员持证情况与报告类别存在关联性，报告日期与报告录入日期自动关联；随机变量主要是检测结果信息，此类数据结果的出现是随机性的，如超声检测缺陷的位置、深度、指示长度、焊缝质量评级等信息，其中焊缝质量评级等参数又与缺陷参数中的某些数据信息相关联。报告标准化主体逻辑见图 2。

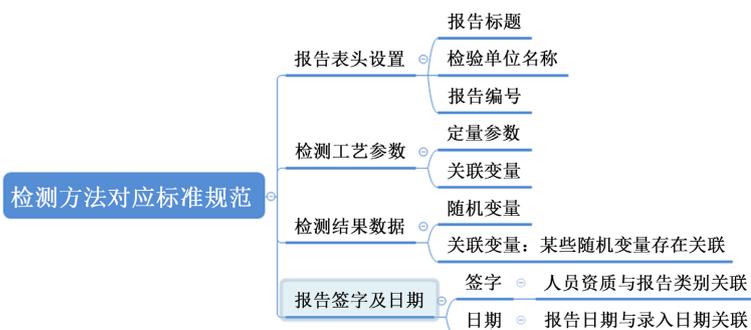


Figure 2. Main logic diagram of report standardization  
图 2. 报告标准化主体逻辑图

为了减少数据参数人工输入可能发生的错误，对参数尽可能设置成选项格式，对手工输入的数据应设置数据范围及格式识别，便于数据错误时提醒数据录入人员修改；对于存在逻辑关联的参数，应设置各参数之间的逻辑关系，在上游数据录入后转到下一个与之关联的数据时，实现对下一个关联数据的逻辑错误提醒。

### 4.3. 数据识别

针对手动输入的数据，为了防止数据格式错误，需对数据范围和格式进行识别，并设置错误提醒。设置合理的数据范围，能够避免输入数据时多输入或少输入数据位数，实现数据错误提醒；另外，对数据格式进行识别，如数据设置成证书或小数格式，对其保留小数位数进行识别，进行格式错误提醒。报告工艺参数及检测结果的数据格式及逻辑关系识别见图3。

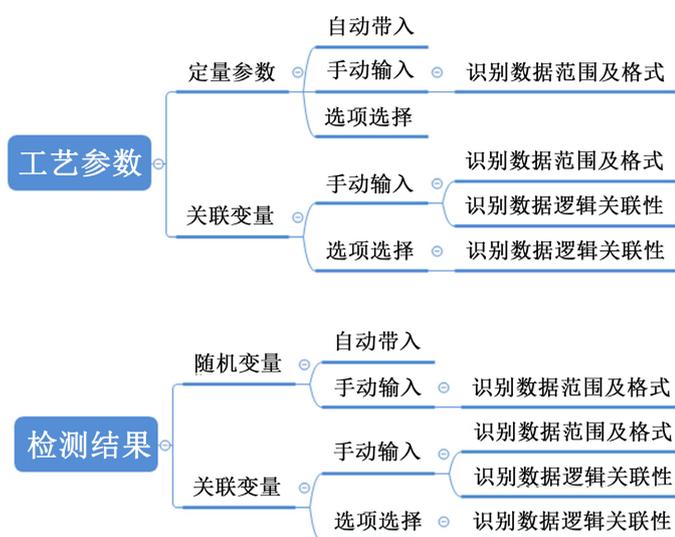


Figure 3. Report data format and logical relationship identification  
图3. 报告数据格式及逻辑关系识别

某些检测参数的选取与检测对象参数存在逻辑关联，另外检测结果中的数据也可能存在关联性，例如超声检测结果中的缺陷波反射区域与缺陷反射波幅、检测灵敏度，焊缝质量评级与检测对象规格、缺陷指示长度、缺陷所处反射区域存在逻辑关联。为了防止数据上下结构逻辑错误，需对存在逻辑关系的数据进行逻辑关联识别。

### 5. 报告标准化效果

标准化后的检验报告模板可实现数据逻辑关联检查并进行报错提醒，以及实现数据格式报错等功能，报告内容识别查错效果见图4。

标准化后的报告，可实现检测数据的提取进行时间维度对比，并可以实现对发展趋势的预测。报告数据对比及预测效果见图5。

### 6. 结论

设备编码十分重要，是报告标准化及设备数字化的关键。管道、集箱相对简单，对其直段、焊缝、弯头等逐一进行编码即可；受热面部件复杂且繁多，通过对受热面进行空间位置模块化划分，将绝对空

间位置和相对空间位置相结合组成“部件编码1”，再由具体根数组成“部件编码2”，最后将两者组合起来完成对受热面的编码。此编码方法便于实现对设备的快速定位及部件检测数据的统计分析。

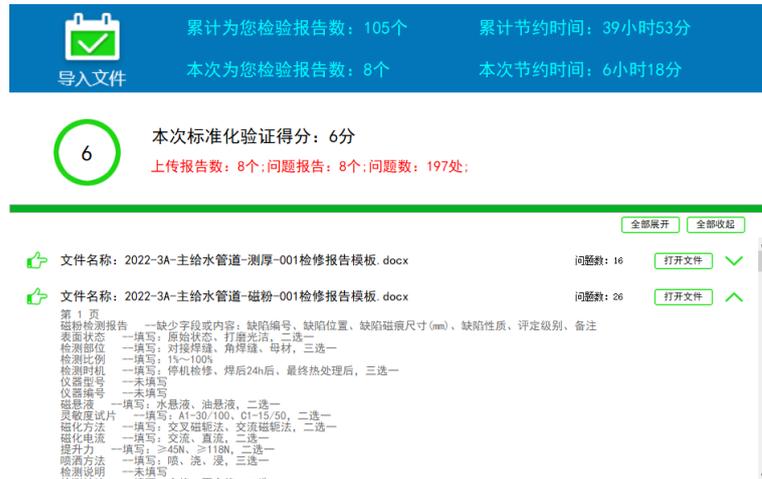


Figure 4. Report standardization effect  
图 4. 报告标准化效果



Figure 5. Data comparison and prediction  
图 5. 数据对比及预测

报告数字化过程中，应首先对各类数据进行基本分类，将其分为定量参数、关联变量和随机变量。为了将人为错误降到最低，对参数尽可能设置成选项格式，对手动输入的数据应设置数据范围及格式识别，便于数据错误时提醒数据录入人员修改；对于存在逻辑关联的参数，应设置各参数之间的逻辑关系，在上游数据填好后转到下一个与之关联的数据时，实现对下一个关联数据的逻辑错误提醒。该方法标准化后的报告经测试使用情况良好，方便后台提取相关数据进行分析，为其他检测报告的标准化及数字化过程提供了参考。

### 参考文献

[1] 王峰江. 火电智慧电厂技术路线探讨[J]. 新型工业化. 2021, 11(8): 155-156.

- 
- [2] 张博, 胡曦, 崔捷. 超临界机组智慧锅炉的研究与应用[J]. 锅炉技术, 2021, 52(4): 61-64.
  - [3] 王潇鹏. 智慧电厂建设问题与实施构想[J]. 电气技术与经济, 2020(6): 7-8+11.
  - [4] 高一康. 基于大数据分析应用的智能电厂概念及框架研究[J]. 机电信息, 2021(19): 66-68.
  - [5] 王建设, 李奎, 印伟, 等. 基于大数据分析的智慧电厂设备状态监测研究[J]. 电气应用, 2022, 41(3): 28-33.
  - [6] 钱国忠, 张剑. 特种设备检验数字化推广应用研究[J]. 中国设备工程, 2022(17): 167-169.
  - [7] 肖玉明. 特种设备检验数字化推广应用研究[J]. 质量与市场, 2021(2): 62-64.