

文章编号: 0258-0926(2017)06-0057-04; doi: 10.13832/j.jnpe.2017.06.0057

核电厂一回路温度探头测试数据采集方法研究

刘建光¹, 刘入幻¹, 黄 昀²

1. 中广核工程有限公司, 广东深圳, 518124; 2. 红沿河核电有限公司, 辽宁大连, 116000

摘要: 反应堆冷却剂系统温度测量通道标定试验(RCP63)中传统的数据采集方法为人工采集法, 存在处理效率低、易发生人因失误、可归档性差等问题。针对这些问题, 通过研究核电厂中数字化仪控系统(DCS)数据采集特点, 在 DCS 数据库中插入数据脚本的方式进行数据采集。该方法成功应用于红沿河核电厂 3 号机组, 提高了工作效率, 减少了可能的人因失误环节。

关键词: 温度测量; 数据采集; 交叉比对

中图分类号: TK9 **文献标志码:** A

Design of Data Acquisition Method of Temperature Probe for Primary Circuit in Nuclear Power Plants

Liu Jianguang¹, Liu Ruhuan¹, Huang Yun²

1. China Nuclear Power Engineering Co. Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518124, China;

2. Liaoning Hong Yan He Nuclear Power Co. Ltd., Dalian, Liaoning, 116000, China

Abstract: The traditional data acquisition method for reactor coolant system temperature measurement channel calibration test (RCP63) is artificial acquisition method. It is with low processing efficiency, prone to human error, poor archiving and other issues. For these problems, this paper studies the DCS (digital instrument control system) data acquisition characteristics of nuclear power plants, and uses the database data in the DCS (digital instrument control system) for data acquisition. The method had been successfully applied to the unit 3 of Hongyanhe Nuclear Power Plant, which increased the work efficiency and reduced the potential human errors.

Key words: Temperature measurement, Data collection, Cross-match

0 引 言

反应堆冷却剂系统温度测量通道标定试验(RCP63)通过安装在一回路主管道和测温旁路的 24 只热电阻温度计在稳态工况下进行标定。试验过程中需要对 18 个测温通道进行交叉比较, 交叉比较的数据多, 计算过程复杂。传统的人工数据采集法存在处理效率低、易发生人因失误、可归档性差等问题, 本课题通过对数字化仪控系统(DCS)试验数据采集特点进行研究, 寻找新的数据采集方法。

1 DCS 数据采集特点

RCP63 试验中原始的输入数据包括测温探头的电阻值、函数发生器(GD)校正前后的输出, 利用这些数据对 18 个温度探头相关参数进行数据交叉比较, 确保数据测量的准确性。具体原理如图 1 所示。试验数据采集时分别采集安全级数据和非安全级数据, 本研究采用的 DCS 由日本三菱公司开发的 MELTAC-Nplus 系统和北京广利核工程有限公司的 MACS IV 系统组成, 安全级部分采用 MELTAC 平台, 非安全级部分采用 MACS

收稿日期: 2016-12-23; 修回日期: 2017-07-12

作者简介: 刘建光(1988—), 男, 工程师, 现主要从事 DCS 调试工作

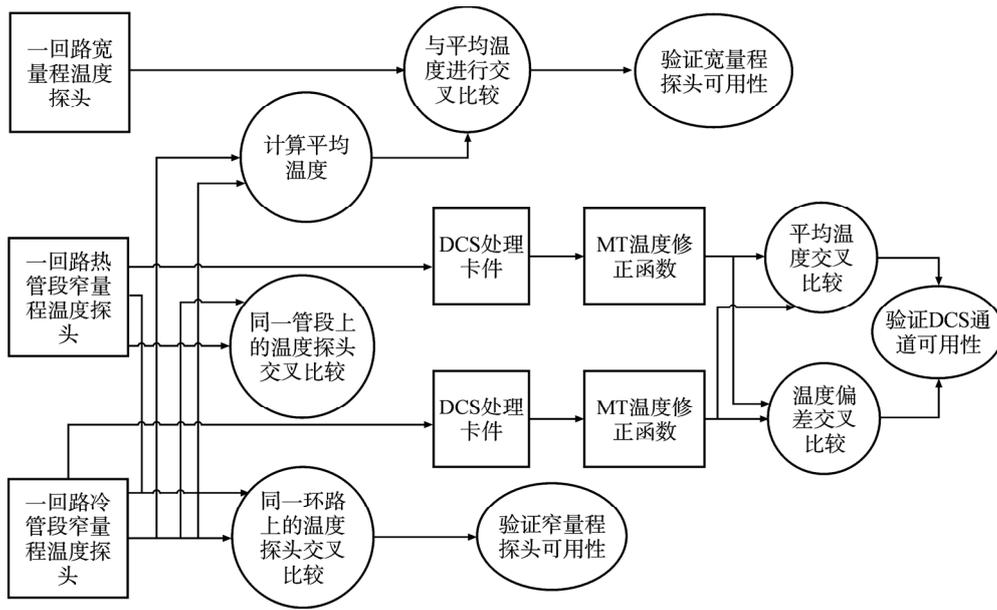


图1 RCP63 试验原理
Fig.1 Test Principle of RCP63

IV 平台，相互之间通过网关进行通讯。

1.1 非安全级 DCS 数据采集特点

非安全级 DCS 数据采集具有以下特点：

- (1) 采集频率高，每间隔 200 ms 采集一次。
- (2) 数据信息完整，具有时间标签。
- (3) 采集精度高。
- (4) 组态软件具备导入插件的功能，可采用 VB 编写插件后进行导入。

(5) 获取的数据格式为“TRD”，可导入到 EXCEL 中。

1.2 安全级 DCS 数据采集特点^[1]

- (1) 每台 MELENS 可以采集 40 组数据。
- (2) 采集频率为每 1 s 采集一次。
- (3) 采集精度为小数后 3 位。
- (4) 组态软件具备历史数据导出功能，数据格式为“CSV”，可方便地导入到 EXCEL 中。

2 数据采集脚本编写

由于安全级平台具有历史数据库导出功能，安全级 DCS 数据采集可以通过平台软件导出。非安全级 DCS 平台不具备数据导出功能，需要通过其他方式进行数据采集。研发了程序脚本植入程序，实现一回路温度探头测试试验数据快速、准确的获取。

MACS VI 平台的组态软件 Conmaker 具有和其他大部分组态软件相似的控制流程。Conmaker 软件在配置中自带一个任务读取函数“MACS_Task”，执行“MACS_Task”即调用命名为“MACS_PRG”的算法页，在“MACS_PRG”算法页中判断控制站的状态后依次调用具有各种功能的 ST 类型（结构化文本）算法页，并按固定的周期循环执行，以此实现一个控制站基本的数据采集、处理和控制信号输出的功能^[2]。其控制流程见图 2。

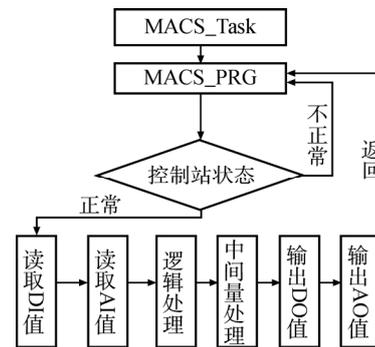


图2 Conmaker 控制流程图
Fig. 2 Control Flow Chart of Conmaker

在组态软件 Conmaker 中，可以在 Visualizations 模块单元中定义数据采集脚本，具体格式如下：

```

VISUALISATIONRCP63_FCS_VISU_TYPE
S : 1,1
  _BG_BMP : "
  _TEXT : 1
  _PAINTZOOM : 100
  _TREND : "
  _POS : 100,90,101,91,100,90
  _DSP : "
  _ACCESSLEVELS : 2,2,2,2,2,2,2
  _COLORS : 16777215,0,16777215,0
  _TRENDBASICS : 0,1,1
  _HAXIS : 200,10000,1000,500,2000,2000
  _DATETIME : 'hh$:'$'mm$:'$'ss','dd$'-$'MM$'-
'$yyyy'
  _USEDATETIME : 1,0
  _TEXT : 0,16,700,0,0,0,134
  _FONT : 'Arial'
  _HASSYMBOLBAR : 0
  _VARIABLES : ","
  _TRENDLINE : 2,1,8421631
  _VAXIS : '0.000000;10.000000;1.000000;0.500
000;1.000000;1.000000;'
  _DIRECTION : 0
  _TEXT : 0,16,700,0,0,0,134
  _FONT : 'Arial'
  _HASSYMBOLBAR : 0
  _VARIABLES : ","
  _TRENDLINE : 2,1,8421504
  _TRENDCURVE : 0,0,0,3
  _BITMAP : "
  _TOLERANCE : 255,7
  _TOLERANCE : 16711680,2
  _VARINFOLIST : 7
  _LINE : 0,0
  _VARIABLES : '.AA3RCP032MT01.AV',"
  _LINE : 0,0
  _VARIABLES : '.AA3RCP035MT01.AV',"
  _LINE : 0,0
  _VARIABLES : '.AA3RCP047MT01.AV',"
  _LINE : 0,0
  _VARIABLES : '.AA3RCP050MT01.AV',"
  _LINE : 0,0
  _VARIABLES : '.AA3RCP059MT01.AV',"
  _LINE : 0,0
  _VARIABLES : '.AA3RCP062MT01.AV',"
  _LINE : 0,0

```

```

  _VARIABLES : '.AA3RCP_3KCS321AR_GW
01',"
  _TRENDDATABASE : 1
  _DATABASETYPE : 'filesystem'
  _DATABASENAME : "
  _DATABASEPATHS : 'd:\hollias_macs
  _DATABASEVARIABLE : "
  _DATABASEFILEHANDLING : 0,0
  _KEYINFOLIST : 0
END_VISUALISATION

```

脚本在 Visualizations 模块单元中定义后，需要装入到控制站中。该脚本运行采用的是在线监测运行方式，只有在工程师站连接控制站进行监视时，该脚本才能运行，除此之外该脚本处于休眠状态，不会运行。在运行时主要考虑 2 方面因素：①对控制站运行负荷的影响，通过监视控制站运行负荷，发现在运行该脚本过程中控制站运行负荷几乎无变化，实际负荷在 50%以下，满足电厂安全运行要求；②系统逻辑的影响，由于该脚本只实现数据采集功能，不参与任何逻辑控制，对系统本身逻辑不会产生任何影响。

3 方案实施

在组态软件 Conmaker 操作界面上部对象管理区 Project 中定义有 Import 和 Export 功能。该功能可以分别导入导出 Conmaker 相关数据，通过 Import 功能可将离线编写好的数据脚本导入到 Conmaker 中。

数据脚本导入后在组态软件 Conmaker 操作界面上部对象管理区“Visualizations”显示定义的脚本。

需要时先将带有采集脚本的控制站在线，开始数据采集，采集完成后将控制站离线即可停止采集。利用脚本采集数据的 RCP63 试验步骤为：

(1) 在非安全级 DCS 中获取所需要的试验数据。

(2) 在安全级 DCS 中获取试验所需数据。

(3) 将数据进行后续处理。

(4) 数据自动采集过程中，控制站负荷如图 3 所示。由图 3 可见（图中纵坐标为控制站 A/B 列 CPU 负荷，SYS LOAD33A 代表控制站中 A 列服务器，SYS LOAD33B 代表控制站中 B 列服务

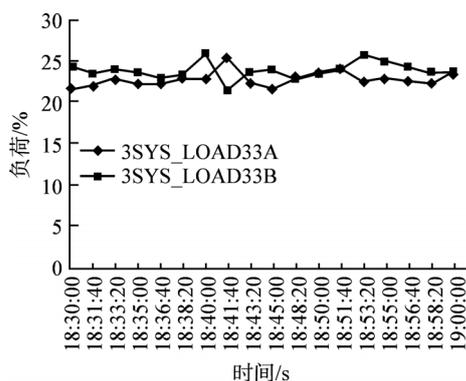


图 3 插件运行时控制站负荷图

Fig. 3 Load Chart for Plug-in Runtime Control Station

器)运行插件后不会大幅增加控制站负荷率。

4 现场实际应用

目前红沿河核电厂 3 号机组已完成各功率平台的一回路温度探头测试试验,包括 5%、10%、15%、75%、87%和 100%核功率平台,总共 21 次试验,各功率平台试验平均用时为 2.19 h。采用在 DCS 内植入数据采集插件的方法,有效地减

少了试验所占用的机组整体试验关键路径时间,圆满实现了将红沿河 3 号机组各功率平台一回路温度探头测试试验时间控制在 3 h 以内的目标。

5 结束语

一回路温度探头标定试验的准确性决定了相关控制和保护逻辑能否正确动作,而试验数据的采集对于试验成功与否起到了至关重要的作用。采用数据脚本进行数据采集的方式克服了人工采集方式的弊端。现场实际应用证明,该方法可以大大提高试验效率,缩短调试时间,具有很好的使用价值。

参考文献:

- [1] 张冬冬,蒙海军.红沿河核电站安全级 DCS 控制系统设计[J].电力建设,2009,30(6):66-68.
- [2] 姜桂洪,张龙波,张冬梅,等.SQL Server 2005 数据库应用与开发[M].北京:清华大学出版社,2014.

(责任编辑:张明军)