



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX-20xx

发电厂分散控制系统数据通信网络 负荷率测量方法

Test Method of Communication Load Rate for Distributed Control System
in Power Plant

(征求意见稿)

20xx-xx-xx发布

20xx-xx-xx实施

国家市场监督管理总局发布

发电厂分散控制系统数据通信网络负荷率测量方法

Test Method of Communication Load Rate for
Distributed Control System in Power Plant

JJF XXXX—XXXX

归口单位：全国无线电计量技术委员会

主要起草单位：新疆维吾尔自治区计量测试研究院

内蒙古电力科学研究院

华电电力科学研究院有限公司

参加起草单位：中国计量科学研究院

国网辽宁省电力有限公司电力科学研究院

本规范由全国无线电计量技术委员会负责解释。

本规范主要起草人：

马晓春（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

高正平（内蒙古电力科学研究院）

王 伟（华电电力科学研究院有限公司）

参加起草人：

邓向瑞（中国计量科学研究院）

韩 磊（华电电力科学研究院有限公司）

党少佳（内蒙古电力科学研究院）

许 静（国网辽宁省电力有限公司电力科学研究院）

目 录

引言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语.....	2
4 概述.....	2
5 计量特性.....	2
5.1 负荷率.....	3
6 测量条件.....	3
6.1 环境条件.....	3
6.2 测量用设备.....	3
7 测量项目和测量方法.....	5
7.1 测量项目.....	5
7.2 外观及工作正常性检查.....	5
7.3 负荷率.....	5
8 测量结果表达.....	6
附录 A 原始记录内页格式.....	7
附录 B 测试证书内页格式.....	8

引言

本规范参考 JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》编制。

本规范编制中参考了以下文件：

DL/T 774-2015 《火力发电厂热工自动化系统检修运行维护规范》；

DL/T 659-2016 《火力发电厂分散控制系统验收检测规范》；

DL/T 701 火力发电厂热工自动化术语。

本规范为首次发布。

发电厂分散控制系统数据通信网络负荷率测量方法

1 范围

本规范适用于采用工业以太网的发电厂分散控制系统数据通信网络负荷率测量，其他网络类型的发电厂分散控制系统数据通信网络负荷率测量可参照执行。

2 引用文件

本规范引用以下文件：

GB/T 21671-2018 基于以太网技术的局域网（LAN）系统验收测试方法

GB/T 30094-2013 工业以太网交换机技术规范

GB/T 38868-2020 工业控制网络通用技术要求 有线网络

GB/T 30372 火力发电厂分散控制系统验收导则

GB/T 36293 火力发电厂分散控制系统技术条件

DL/T 659-2016 火力发电厂分散控制系统验收检测规范

DL/T 701-2022 火力发电厂热工自动化术语

DL/T 774-2015 火力发电厂热工自动化系统检修运行维护规范

DLT 261-2022 火力发电厂热工自动化系统可靠性评估技术导则

YD/T 1141-2022 以太网交换机测试方法

凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语

3.1 数据通信网络负荷率 Data communication network load rate

分散控制系统通讯网络中单位时间内数据通信网络吞吐量相对于总线带宽的占比。

数据通信网络负荷率的计算公式为：

数据通信网络负荷率=实际流量/额定最大流量×100%

实际流量：指在统计周期内，设备或链路实际传输的数据量（通常以bps为单位）的平均值。

额定最大流量：指设备或链路的理论最大承载能力（如千兆链路的额定值为1000Mbps）。

4 概述

分散控制系统（DCS，Distributed Control System）是一种集计算机技术、控制技术、通信网络技术和图形显示技术于一体的自动化控制系统，其核心特点是“分散控制、集中管理”，在发电厂中，分散控制系统主要用于对锅炉、汽轮机等重要设备进行控制和监视，以保证生产过程的安全、稳定和高效。

通信网络是DCS各组成部分之间数据传输的“神经中枢”，不仅保障现场控制站、操作员站、工程师站等设备的信息交互，还负责连接现场控制站与操作员站/工程师站，传输实时控制数据和监控信息，因此要求高实时性和可靠性。

分散控制系统中数据通信网络负荷率（以下简称负荷率）直接影响控制系统的安全稳定运行，为确保网络系统安全稳定运行，应定期的对分散控制系统负荷率进行测试。

在数据通信领域，负荷率（Load Factor）是衡量网络设备、链路或系统在特定时间内实际承载流量与额定承载能力之间比例的指标，用于反映其“繁忙程度”或“资源利用率”。它是评估网络运行状态、规划扩容需求的重要依据。

5 计量特性

5.1 负荷率

测量范围：0.1%~20%；最大允许误差：±(1%~2%)。

6 测量条件

6.1 环境条件

- a) 环境温度：(20±10)℃；
- b) 相对湿度：<80%；
- c) 电源电压及频率：220V±11V，50Hz±1Hz；
- d) 其他：周围无影响测量工作正常进行的电磁干扰及机械振动。

6.2 测量用设备

6.2.1 网络性能测试仪

- a) 最大端口速率：支持 10M/100M/1000M/10Gbps；
- b) 流量发生范围：10kbps~3000Mbps；
- c) 负荷率测量范围：0.1%~30%，最大允许误差：0.01%；
- d) 报文大小：帧长度为 64，128，256，512，1024，1280，1518；
- e) 报文协议：支持支持 TCP、UDP、ICMP 等传输层协议。

6.2.1 网络线缆（2 根）

- a) 速率：10M/100M/1000M/10Gbps

7 测量项目和测量方法

7.1 测量项目

7.1.1 负荷率

负荷率范围：0.1%~20%

7.2 外观及工作正常性检查

7.2.1 被测系统的外观完好，无影响其计量特性的机械损伤。

7.2.2 被测系统通信网络和通信模件应冗余配置；进行控制器网络冗余切换功能检测，工作正常；进行工作站端网络冗余切换功能检测，工作正常。

7.2.3 被测系统通信网络和通信模件供电电源应冗余配置；进行电源冗余切换功能检测，工作正常。

7.2.4 被测DCS系统应能够显示通信网络设备的状态、诊断信息、通信网络状态；主控通讯网络上各节点状态、主控通信网络的各节点负荷率。

7.3 负荷率

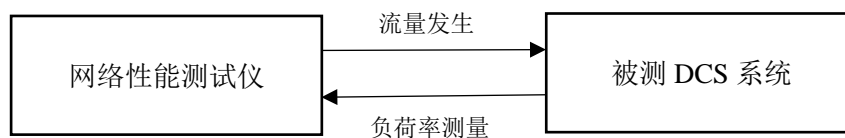


图1 负荷率测量连接框图

7.2.1 按图1所示通过网线连接网络性能测试仪和被测DCS系统；

7.2.2 按被测DCS系统的参数设置网络性能测试仪端口速率，IP地址，网络性能测试仪运行PIN命令，确认网络连接；

7.2.3 网络性能测试仪流量模式采用“持续”方式；帧类型选择“固定”模式；

7.2.4 网络性能测试仪帧长度设置为“64”字节；

7.2.5 网络性能测试仪流量按20%的最大端口速率，发送流量；

7.2.6 读取网络性能测试仪测试的负荷率和被测DCS系统指示的负荷率数值，记录于附录A表A.2中。

7.2.7 改变网络性能测试仪的流量大小，发送流量，按7.2.6完成所有流量的测量；

7.2.8 改变网络性能测试仪帧长度设置，重复7.2.5~7.2.7，完成其他帧长度（64，128，256，512，1024，1280，1518字节）负荷率的测试。

8 测量结果表达

发电厂分散控制系统数据通信网络负荷率测量完成后，出具测试报告，测试报告的主要内容包括：

- a) 标题：“测试证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行测试的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被测对象的描述和明确标识；
- g) 进行测试的日期，；
- h) 如果与测试结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 测试所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次测试所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 测试环境的描述；
- l) 测试结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对依据规范的偏离的说明；
- n) 测试证书签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 测试结果仅对被校对象有效的说明；

p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

附录 A 原始记录内页格式

表 A.1 工作正常性检查

工作正常性检查	符合要求 <input type="checkbox"/>
	不符合要求 <input type="checkbox"/>

表 A.2 负荷率测量

流量输入端口：

负荷率测量端口：

额定带宽：1000（Mbps）

流量设定值 (Mbps)	帧长度 (字节)	被测 DCS 系统 负荷率示值 (%)	负荷率实际值 (%)
200	64		
	128		
	256		
	512		
	1024		
	1280		
	1518		
.....	64		
	128		
	256		
	512		
	1024		
	1280		
	1518		
1	64		
	128		
	256		
	512		
	1024		
	1280		
	1518		

附录 B 测试证书内页格式

表 B.1 负荷率测量

流量输入端口：

负荷率测量端口：

额定带宽：1000（Mbps）

流量设定值 （Mbps）	帧长度 （字节）	被测 DCS 系统 负荷率示值 （%）	负荷率实际值 （%）
200	64		
	128		
	256		
	512		
	1024		
	1280		
	1518		
.....	64		
	128		
	256		
	512		
	1024		
	1280		
	1518		
1	64		
	128		
	256		
	512		
	1024		
	1280		
	1518		