

Q / G D W

国家电网公司企业标准

Q / GDW 429 — 2010

智能变电站网络交换机技术规范

The technical specification for Ethernet LAN switch in Smart Substation

2010-03-24 发布

2010-03-24 实施

国家电网公司 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 引用标准.....	1
3 基本技术条件.....	1
4 主要性能要求.....	3
5 安装要求.....	6
6 技术服务.....	6
编制说明.....	7

前 言

由于现行国家标准、行业标准、企业标准和 IEC 标准等未统一智能变电站网络交换机技术要求等内容，为使智能变电站网络交换机选型、设备采购等工作有所遵循，特编制本标准。

本标准的技术参数及功能要求是基于国内外数字化变电站网络交换机的设计、制造和运行经验，并结合智能变电站的技术导则及设计技术规范而提出。由于智能变电站技术仍处于发展阶段，本规范的相关技术原则将随着技术的发展与成熟逐步修订和完善。

本规范由国家电网公司基建部提出并解释。

本规范由国家电网公司科技部归口。

本规范主要起草单位：江苏省电力设计院、中国电力工程顾问集团公司、河南省电力勘测设计院、四川电力设计咨询有限责任公司，四川电力试验研究院、山东电力工程咨询院有限公司。

本规范参与起草单位：浙江省电力设计院、陕西省电力设计院、安徽省电力设计院、国网电力科学研究院、浙江电力试验研究院。

本规范主要起草人：褚农、朱东升、陈志蓉、曾健、孙纯军、苏麟、黄晓博、于广耀、郑旭、李琪林、周志勇、徐迪、黄国方、阮黎翔、朱凯进、吴琼、葛成。

智能变电站网络交换机技术规范

1 范围

本规范规定了智能变电站中的网络交换机的技术要求、安装要求以及技术服务等内容。
本规范适用于国家电网公司系统内智能变电站的新建工程，其它扩建、改建工程可参照执行。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本规范书中引用而构成本规范书的条文。所示标准均应采用最新有效版本。

GB 2423 电工电子产品环境试验

GB 4208—1993 外壳防护等级（IP 代码）

GB 9254—2008 信息技术设备的无线电骚扰限制和测量方法

GB/T 17626 电磁兼容 试验和测量技术

YD/T 1099—2005 以太网交换机技术要求

YD/T 1627—2007 以太网交换机设备安全技术要求

YD/T 1693—2007 基于光纤通道的 IP 存储交换机技术要求

DL/T 860 变电站通信网络与系统

Q/GDW 383—2009 智能变电站技术导则

Q/GDW 393—2009 110（66）～220kV 智能变电站设计技术规范

Q/GDW 394—2009 330～750kV 智能变电站设计技术规范

IEC 62351 Power systems management and associated information exchange - Data and communications security 功率系统管理和联合信息交换—数据和通信安全性

IEC 61588 Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems 网络测量和控制系统的精密时钟同步协议

IEEE 802.3 Information Technology 信息技术

3 基本技术条件

3.1 使用环境

- a) 海拔高度：≤1000m
- b) 环境温度：-5℃～+45℃（户内）
-25℃～+55℃（户外）
- c) 最大日温差：25K
- d) 最大相对湿度：95%（日平均）
90%（月平均）
- e) 大气压力：86kPa～106kPa。
- f) 抗震能力：水平加速度 0.30g，垂直加速度 0.15g。

注：以上条件可根据工程本地区实际环境进行修正。

3.2 主要技术指标

3.2.1 电源

a) 基本参数

- 1) 额定电压: DC 220/110V。为调试方便, 交换机也应支持 220V AC 交流供电
- 2) 允许偏差: $-20\% \sim +15\%$
- 3) 纹波系数: 不大于 5%

b) 电源接线应采用端子式接线方式。

c) 将输入直流电源的正负极性颠倒, 装置无损坏, 并能正常工作。

d) 当电源参数在极限内变化时, 交换机应能可靠工作, 各项功能和性能指标应符合 4.2 要求。

e) 当装置满配满负荷工作条件下的整机功耗不大于 60W。

3.2.2 绝缘性能

a) 绝缘电阻

在试验的标准大气条件下, 装置的外引带电回路部分和外露非带电金属部分及外壳之间, 以及电气上无联系的各回路之间, 用 1000V 的直流兆欧表测量其绝缘电阻值, 应不小于 20M Ω 。

b) 介质强度

- 1) 在试验的标准大气条件下, 装置应能承受频率为 50Hz, 历时 1min 的工频耐压试验而无击穿闪络及元器件损坏现象;
- 2) 工频试验电压值按表 3.2-1 选择。也可以采用直流试验电压, 其值应为规定的工频试验电压值的 1.4 倍;
- 3) 试验过程中, 任一被试回路施加电压时其余回路等电位互联接地。

表 3.2-1 工频试验电压值

被测回路	额定绝缘电压 (V)	试验电压 AC (V)
整机引出端子和背板线——地	>60~250	2000
直流输入回路——地	>60~250	2000
信号输出触点——地	>60~250	2000
无电气联系的各回路之间	>60~250	2000
以太网(电)接口——地	≤ 60	500

c) 冲击电压

交换机各导电回路与地(或与地有良好接触的金属框架)之间, 对于额定绝缘电压大于 60V 的回路, 应能承受 1.2/50 μ s、开路试验电压为 5kV 的标准雷电波的短时冲击电压试验; 对于额定绝缘电压小于 60V 的回路, 应能承受 1.2/50 μ s、开路试验电压为 1kV 的标准雷电波的短时冲击电压试验, 交换机允许闪络, 但不应出现绝缘击穿或损坏。试验后, 装置的技术性能指标应符合 4.1、4.2 的规定。

3.2.3 耐湿热性能

装置应能承受 GB/T 2423.9 规定的恒定湿热试验。试验温度为 $+40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 相对湿度为 $(93 \pm 3)\%$, 试验持续时间 48h。在试验结束前 2h 内, 用 1000V 直流兆欧表, 测量各外引带电回路部分对外露非带电金属部分及外壳之间、以及电气上无联系的各回路之间的绝缘电阻值应不小于 1.5M Ω ; 介质强度不低于规定值的 75%。

3.2.4 抗干扰性能

抗电磁干扰能力应满足 DL/T 860 标准、GB/T 17626 系列等标准的相关要求, 并提供型式试验检测报告。

网络交换机至少应通过表 3.2-2 所包含的电磁兼容类试验。

表 3.2-2 抗干扰性能要求和试验

序号	试 验	参考标准	严酷等级
1	静电放电抗扰度	GB/T 17626.2	IV级
2	射频电磁场辐射抗扰度	GB/T 17626.3	III级
3	电快速瞬变脉冲群抗扰度	GB/T 17626.4	IV级
4	浪涌（冲击）抗扰度	GB/T 17626.5	III级
5	射频场感应的传导骚扰抗扰度	GB/T 17626.6	III级
6	工频磁场抗扰度	GB/T 17626.8	V级
7	脉冲磁场抗扰度	GB/T 17626.9	V级
8	阻尼振荡磁场抗扰度	GB/T 17626-10	III级
9	振荡波抗扰度	GB/T 17626.12	II级
10	直流电源暂降、暂时中断抗扰度	GB/T 17626.29	0%

注：评价等级均采用 A。

3.2.5 无线电骚扰限值

无线电骚扰限值应符合《GB/T 9254—2008 信息技术设备的无线电骚扰限制和量测方法》。

表 3.2-3 交换机在 10m 测量距离处的辐射骚扰限制

频率范围 MHz	准峰值限制 dB (μV/m)
30~230	40
230~1000	47

注：1. 在过渡频率处（230MHz）应采用较低的限制。
2. 当出现环境干扰时，可以采取附加措施。

3.2.6 结构、外观及其他

- a) 机箱尺寸宜采用标准 19 英寸机箱，高度采用 1U 的整数倍。
- b) 装置的不带电金属部分应在电气上连成一体，具备可靠接地端子，并应有相应的标识。
- c) 金属结构件应有防锈蚀措施。
- d) 外观要求：
 - 1) 应于交换机设备正面（非出线端）设置交换机品牌标志、型号名称；
 - 2) 背面接线端口应标明端口序号或名称，电源端子上方应标注接线说明；
 - 3) 底面板应标注交换机制造方名称、设备名称、型号、MAC 地址、默认 IP 地址、产品序列号、硬件版本号、通过认证标志、产地及其它必要信息；
 - 4) 交换机前后均设有按端口序号排列的指示灯。

4 主要性能要求

4.1 一般技术要求

- 4.1.1 装置应是模块化的、标准化的、插件式结构；大部分板卡应容易维护和更换，且允许带电插拔；任何一个模块故障或检修时，应不影响其它模块的正常工作。
- 4.1.2 装置电源模块应为满足现场运行环境的工业级产品，电源端口必须设置过电压保护或浪涌保护

器件。

4.1.3 交换机应采用自然散热（无风扇）方式。

4.1.4 装置的所有插件应接触可靠，并且有良好的互换性。

4.1.5 单个交换机平均故障间隔时间 MTBF \geq 200 000 小时。

4.1.6 双电源供电的交换机应支持电源输出报文告警功能。

4.1.7 网络交换机应具有完善的自诊断功能，并能以报文方式输出装置本身的自检信息，与变电站自动化系统状态监测接口。

4.1.8 当交换机用于传输 SMV 或 GOOSE 等可靠性要求较高的信息时应采用光接口；当交换机用于传输 MMS 等信息时宜采用电接口。

4.1.9 全光口配置的交换机的规格一般选用 8 口、16 口或 24 口；全电口配置的交换机的规格一般选用 16 口、24 口或 48 口；光口/电口混合配置的交换机可根据工程具体需求进行选型。

4.2 基本性能

4.2.1 交换机吞吐量等于端口速率 \times 端口数量（流控关闭）。

4.2.2 在满负荷下，交换机可以正确转发帧的速率（端口吞吐量）应等于端口速率。

4.2.3 当 SMV 采用组网或与 GOOSE 共网的方式传输时，用于母线差动保护或主变差动保护的过程层交换机宜支持在任意 100M 网口出现持续 0.25ms 的 1000M 突发流量时不丢包，在任意 1000M 网口出现持续 0.25ms 的 2000M 突发流量时不丢包。

4.2.4 交换机 MAC 地址缓存能力应不低于 4096 个。

4.2.5 交换机学习新的 MAC 地址速率大于 1000 帧/s。

4.2.6 传输各种帧长数据时交换机固有时延应小于 10 μ s。

4.2.7 交换机在全线速转发条件下，丢包（帧）率为零。

4.2.8 虚拟局域网 VLAN

交换机应支持 IEEE 802.1Q 定义的 VLAN 标准；

交换机应支持通过 VLAN 技术实现 VPN，至少应支持基于端口或 MAC 地址的 VLAN；

应支持同一 VLAN 内不同端口间的隔离功能；

单端口应支持多个 VLAN 划分；

交换机应支持在转发的帧中插入标记头，删除标记头，修改标记头；

其它具体要求参见 YD/T 1099 中 7.6 规定。

4.2.9 交换机应支持 IEEE 802.1p 流量优先级控制标准，提供流量优先级和动态组播过滤服务，应至少支持 4 个优先级队列，具有绝对优先级功能，应能够确保关键应用和时延要求高的信息流优先进行传输。

4.2.10 当交换机采用环形网络时，为实现变电站通信网络设备一致性，网络恢复宜采用快速生成树协议 RSTP 或多生成树协议 MSTP，并符合 IEEE 802.1w，且与 IEEE802.1d 的兼容。

环形网络 RSTP、MSTP 最长恢复时间通过每个交换机不超过 50ms。

4.2.11 时钟传输性能

交换机作为 IED 连接的汇集点，应具备实现对于所连接的 IED 时间同步的功能。

a) 交换机应支持简单网络时钟（SNTP）时钟传输协议，传输精度小于 1ms；

b) 当过程层采用 IEC 61588 网络对时方式时，交换机应支持精密同步时钟传输协议，并可以作为边界时钟、透明时钟、普通时钟等角色。

1) 边界时钟传输精度小于 \pm 200ns；

2) EtoE 透明时钟单级传输精度小于 \pm 200ns；

3) PtoP 透明时钟单级传输精度小于 \pm 200ns。

4.3.12 宜支持 IPV6 协议，同时兼容 IPV4 协议。

4.2.13 以太网接口

交换机的接口类型及技术要求符合 IEEE 802.3 要求。

a) 光接口性能指标

	多模光器件		单模光器件	
	发光器件	接收器件	发光器件	接收器件
波长	850nm/1310nm		1310nm/1550nm	
发光功率	$\geq -14\text{dBm}$	—	$\geq -8\text{dBm}$	—
接收灵敏度	—	$\leq -25\text{dBm}$	—	$\leq -25\text{dBm}$

注：智能变电站宜统一采用多模光器件，发光器件采用 1310nm 波长，接口选用 ST 型。

b) 电接口性能指标

采用五类双绞线传输距离不小于 100m，传输速率不小于端口的线速，接口统一选用 RJ45 接口。

4.3 功能要求

4.3.1 数据帧转发

交换机应支持电力相关协议数据的转发功能，如 IEC 60870-5-104、DL/T 860 相关协议的数据帧转发。

4.3.2 数据帧过滤

交换机应实现基于 IP 或 MAC 地址的数据帧过滤功能。

4.3.3 网络风暴抑制功能

- 支持广播风暴抑制；
- 支持组播风暴抑制；
- 支持未知单播风暴抑制。

4.3.4 组播功能

网络交换机支持包括 GMRP 二层动态 MAC 地址的配置组播功能、静态 MAC 地址的配置组播功能以及动态 IP 映射（IGMP-SNOOPING）组播功能。

4.3.5 镜像

以太网交换机应支持镜像功能，包括一对一端口镜像、多对一端口镜像。使用该功能可以将交换机的流量拷贝以用于进行详细的分析利用。

在保证镜像端口吞吐量的情况下，镜像端口不应当丢失数据。

4.3.6 多链路聚合

支持逻辑上多条单独的链路作为一条独立链路使用，支持不少于 4 个端口的链路聚合；链路聚合功能开启过程中不应数据丢失。

4.3.7 组网功能

可以按照智能变电站自动化系统的需求进行组网，组网方式可为以下方式之一：

- 星形
- 环形
- 双星形
- 双环形

4.3.8 管理功能

- 支持网络管理协议（SNMPv2、V3）；
- 提供安全 WEB 界面管理；
- 提供密码管理；

——支持端口断线报警和端口状态实时监测

——提供异常告警提示

4.3.9 通信安全

交换机支持用户密码保护、加密认证和访问安全、基于 MAC 地址的端口安全等。

交换机可具有抵御拒绝服务攻击和防止常见病毒传播的能力。

4.3.10 其它

其它功能参见 YD/T 1099—2005 和 YD/T 1627—2007。

5 安装要求

5.1 安装地点

适用于户内柜或户外柜等封闭空间内安装。

5.2 防护等级

装置应采用密闭壳体,当安装在户外柜内时,防护等级应达到 IP42,安装在户内柜时,防护等级 IP40。

5.3 出线方式

网络交换机可采用前出线或后出线方式,现场安装的交换机宜采用后出线方式。

6 技术服务

6.1 应提供的技术文件

6.1.1 产品的鉴定证书和满足本规范技术要求的电力设备质检中心出具的产品型式试验质检报告。

6.1.2 产品的 ISO9000 (GB/T 1900) 质量保证体系文件,能够证明该质量保证体系经过国家认证并且正常运转。

6.2 应提供的资料

6.2.1 交换机的方框原理图及其说明;

6.2.2 交换机的嵌入 WEB 软件说明以及基于 SNMP 协议的网络管理软件的说明,根据工程需求提供 MIB 管理库文件和技术支持。

6.2.3 交换机布置和安装接线图,包括设备尺寸和安装尺寸,光纤网络设备的连接及其安装要求等。

6.2.4 交换机网络端口(包括光纤端口)类型、电源端、报警端接线定义及说明,模块化设计的交换机应说明选用模块的端口类型及接口数量。

6.2.5 其他资料和说明手册,主要包括:

- a) 交换机的装配、运行、检验、维护、零件清单、推荐的部件以及型号等方面的说明;
- b) 试验设备及专用工具的说明和有关注意事项;
- c) 装置的正常试验、运行维护、故障诊断的说明。

6.3 技术配合

包括以下项目:

- a) 现场安装/投运的合作和管理。
- b) 负责协助接入全站过程层网络系统。
- c) 提供设备的现场验收、测试方案和技术指标。
- d) 其它约定配合工作。

智能变电站网络交换机技术规范

编 制 说 明

目 次

一、编制背景.....	9
二、编制主要原则及思路.....	9
三、与其他标准的关系.....	9
四、主要工作过程.....	9
五、规范的结构和内容.....	10

为加快建设统一坚强智能电网，提高智能变电站建设效率和效益，规范智能变电站关键技术、设计和工程应用，推动和指导新建工程设计和建设工作，根据公司《智能电网第一阶段重点项目实施方案》、《关于下达智能电网试点工程项目计划的通知》（国家电网智能〔2009〕909号文）的安排，由公司基建部牵头，组织江苏省电力设计院、中国电力工程顾问集团公司、河南省电力勘测设计院、四川电力设计咨询有限责任公司，四川电力试验研究院、山东电力工程咨询院有限公司等单位，开展了《智能变电站网络交换机技术规范》的制定工作。

一、编制背景

1. 公司对智能电网、智能变电站建设设计提出的要求。

2. 变电站自动化领域中自动化、计算机信息与通信技术快速发展，国内外数字化变电站和无人值班变电站积累一定的设计、运行成果和经验，国际上即将颁布 IEC61850 第二版，为智能变电站建设设计提供了有力技术支撑。

3. 现行国家标准、行业标准、企业标准和 IEC 标准等未统一智能变电站网络交换机技术要求等内容，不能适应智能变电站建设要求，为使智能变电站网络交换机选型、设备采购等工作有所遵循，特编制本标准。

二、编制主要原则及思路

1. 按照《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》（GB/T 1.1-2000）、《关于印发〈国家电网公司技术标准管理办法〉的通知》（国家电网科〔2007〕211号）和《电力企业标准编制规则》（DL/T 800—2001）的有关要求，开展本规范制定工作。

2. 本规范依据《智能变电站技术导则》（Q/GDW 383—2009）、《110（66）kV～220kV 智能变电站设计规范》（Q/GDW 393—2009）、《330kV～750kV 智能变电站设计规范》（Q/GDW 394—2009）等有关要求，进一步细化，并充分总结吸收国内外数字化变电站和无人值班变电站设计、运行成果和经验、以及通用设计等公司标准化成果。

3. 作为公司企业标准，使公司系统内智能变电站网络交换机选型、设备采购等工作有所遵循。

三、与其他标准的关系

1. 本规范引用了《智能变电站技术导则》（Q/GDW 383—2009）、《110（66）kV～220kV 智能变电站设计规范》（Q/GDW 393—2009）、《330kV～750kV 智能变电站设计规范》（Q/GDW 394—2009）等的有关规定。

2. 本规范应用了《变电站通信网络和系统》（DL/T 860）以及《以太网交换机技术要求》（YD/T 1099—2005）的有关规定。

3. 智能变电站设计除应执行本标准外，尚应严格执行强制性国家标准和行业标准，应符合现行的国家标准、行业和企业有关标准的规定。

四、主要工作过程

1. 2009年8月14日，在西安组织召开《智能变电站网络交换机技术规范》研究编制工作启动会，成立了编写工作组。会议拟出编制大纲、工作计划，并讨论通过；

2. 2009年8月～9月，按照编制大纲和工作计划，编制标准初稿，并经编写组内部讨论后形成初稿修改稿；

3. 2009年10月15日，编写组在北京对初稿内容进行了详细讨论，确定技术规范的内容框架；

4. 2009年11月17日，编写组按照修改意见，修改完善形成征求意见稿；

5. 2009年12月14日，将征求意见稿发给各网省公司和顾问集团广泛征求意见；

6. 2009年12月14日~12月26日,编写组汇总梳理征求意见稿反馈意见,认真讨论,修改完善后形成送审稿;

7. 2009年12月30日,在北京召开国家电网公司智能变电站网络交换机等技术规范的评审会议,对送审稿进行了评审,提出了专家评审意见;

8. 2010年01月08日,编写组根据评审意见修改完善形成报批稿。

五、规范的结构和内容

本规范针对智能变电站的特点,重点规范了网络交换机的主要技术指标、一般技术要求、基本性能、功能要求、安装、防护等级、出线要求等。

本规范对的主要结构及内容如下:

1. 前言
 2. 目次
 3. 正文,共设六章:范围、引用标准、基本技术条件、主要性能要求、安装要求、技术服务。
-