

XX 地区配电自动化解决方案技术建议书

Issue 01
Date 2012-09



版权所有 © 华为技术有限公司 2010。保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明



和其他华为商标均为华为技术有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受华为公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，华为公司对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

华为技术有限公司

地址： 深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼 邮编： 518129

网址： <http://www.huawei.com>

Email: support@huawei.com

目录

1	配电自动化项目概述	6
1.1	项目背景	6
1.2	配电网络现状	6
1.3	项目目标和范围	7
1.4	项目痛点与需求	9
2	配电业务需求	12
2.1	配电业务需求	12
2.1.1	配电主站层	12
2.1.2	配电子站层	17
2.1.3	配电终端层	18
2.2	环境监控业务需求	20
2.2.1	功能需求	20
2.2.2	部署需求	21
2.2.3	前端需求	23
2.2.4	服务器存储需求	27
2.3	营业网点业务需求	29
3	配电自动化解决方案总体设计	30
3.1	设计依据	30
3.2	设计原则	30
3.3	系统上下文	31
3.4	配电自动化主站系统	32
3.4.1	前置数据采集子系统	32
3.4.2	SCADA 服务器子系统	34
3.4.3	WEB 服务器子系统	35
3.4.4	整体硬件平台系统与安全防护	36
3.4.5	平台支持软件	37
3.4.6	SCADA 系统功能	40
3.4.7	DA 馈线自动化功能	44
3.5	开关站电气监控方案（终端）	45
3.6	骨干传输网介绍	46
3.6.1	骨干传输网现状	46
3.6.2	骨干传输网的业务分析	49



3.6.3	骨干传输网方案规划与设计.....	53
3.6.4	电力骨干网传输解决方案.....	57
3.7	配电接入通信解决方案.....	60
3.7.1	终端接入通信现状.....	60
3.7.2	终端接入通信的业务分析.....	61
3.7.3	终端接入通信方案规划与设计.....	61
3.7.4	EPON 通信解决方案.....	65
3.7.5	LTE 无线通信解决方案 (建议, 本期无)	70
3.8	配电环境监控解决方案.....	81
3.8.1	配电环境监控业务分析.....	81
3.8.2	配电环境监控方案.....	84
3.9	营业网点覆盖解决方案.....	92
4	网络性能设计.....	95
4.1	配电骨干传输 (MSTP) 网络性能设计	95
4.1.1	骨干传输网概述.....	95
4.1.2	视频专网传输设计.....	95
4.1.3	配电自动化传输设计.....	96
4.2	方案存储设计.....	98
4.2.1	视频监控存储设计.....	98
4.2.2	配电自动化存储设计.....	98
5	U2000 网络管理.....	99
6	方案亮点	102
6.1.1	电力 XPON 解决方案优势.....	102
6.1.2	电力无线专网解决方案优势.....	103
7	附件.....	105
7.1	附件一: 配电自动化主站.....	105
7.2	附件二: 配电通信设备清单.....	107
7.3	附件三: 配电监控、环境监控设备清单.....	107

版本说明：

Date 日期	Version 版本	Author 作者
2012 年 9 月	1.2	配电自动化解决方案 SA 团队

Key message关键信息

【Key message1】多种通信接入方式，100%覆盖配电自动化业务场景

方案特色：提供 xPON、LTE、工业以太网交换机、2G/3G/4G 无线公网等多种接入方式。

客户价值：光纤无线，混合组网，100%覆盖配电自动化场景(新建城区、成熟城区、农村、工矿企业等场景)。

【Key message2】可靠性达 99.999%、E2E 业务时延≤ 100ms，确保配电更安全

方案特色 1：xPON 采用手拉手保护，独立双上行，实时热备用，确保配电业务的可靠性。xPON 及无线专网满足电力要求的 QoS 动态带宽分配机制，确保高优先级业务优先执行。

客户价值：99.999%的通信网络高可靠性，保障配电业务 7*24 小时零中断，确保配电数据准确性。如优先保障“遥控”等关键业务的快速执行，避免配电故障。

方案特色 2：xPON 及 LTE E2E 配电业务时延≤ 100ms；xPON 主备倒换<50ms。

客户价值：超低时延，满足配电数据实时双向通信需求，充分保障配电业务（四遥）的实时性。如避免由于网络延迟造成“遥控”指令无法执行而引起配电事故。

【Key message3】电力工业级设备，满足严酷环境要求

方案特色：电力首款专属 xPON ONU 室外设备，长期工作温度范围-40℃~+85℃，电口、网口防 6KV 雷击；LTE 室外设备适应温度范围-40℃~+75℃，可适应极端气候。

客户价值：电力工业级设备，可以用于温度变化大、高湿凝露、电压波动大、电磁辐射大等各种恶劣环境，长期稳定运行。

1 配电自动化项目概述

1.1 项目背景

- **XX 地区配电网需要进一步提升**

城市配电网是电网的重要组成部分，是城市的重要基础设施。近年来，XX 市城市配电网经过“十一五”的建设与改造，在网架结构、供电能力、供电可靠性等方面得到了一定程度的提升，但仍然存在结构薄弱、供电能力不足、装备水平不高等突出问题，与国网公司建设统一坚强智能电网的要求还存在着较大的差距。

- **配电自动化系统建设需求迫切**

配电网作为电网供应链的终端环节，直接面向社会和电力终端用户供电，是电网的重要组成部分，随着经济的发展，人们对供电服务、电能质量的要求越来越高，建设具有信息化、自动化、互动化特点的智能配电网，意义重大、需求迫切，而配电自动化工程的实施将为今后智能配电网的实现打下基础。

- **A1 区供电质量要求高，需要实现配电网自动化管理**

该区域为国家 5A 级风景区，对供电服务、电能质量的要求越来越高，而现有配网管理粗犷，已无法满足要求。实现对配电网的在线监测、远程控制等自动化系统的建设，对提高供电可靠性、提升电能质量、优化供电服务、提高设备利用率等都具有极其重要的意义。XX 市 A1 区作为新一轮农网改造全国示范县，实施配电网智能化建设尤其迫切。

1.2 配电网现状

目前，XX 地区主城各区主要是电缆和架空混合网络，架空网络接线模式以“单联络”和“不同电源点间多回线路联络”为主，但仍存在一定比例的单辐射线路；电缆接线模式以环网为主，存在少部分单辐射、双辐射接线。开关站/环网柜的接线方式目前主要为单母和单母分段两种。

XX 地区电力局配电网（主城区）电缆规划统计如下：

序号	项目	单位	2009 年末	“十二五” 末规划	备注
1	10kV 线路	条	195	350	
2	10kV 线路总长度	公里	1556	2730	

2.1	架空杆路长度	公里	1364	2100	
2.2	直埋电缆长度	公里	3	0	

XX 地区电力局配电网（主城区）站点数规划统计如下：

序号	项目	单位	2009 年末		“十二五”末规划	
			总数	已实现自动化	总数	实现自动化数
1	柱上开关（带控制）	台	0	0	500	480
2	开闭所（带控制）	座	0	0	80	72
3	环网柜（带控制）	座	0	0	100	90
4	配电站/室（带控制）	座	0	0	260	230
5	柱上开关（不控制）	台	510	0	204	0
6	开闭所（不控制）	座	70	0	18	0
7	环网柜（不控制）	座	84	0	14	0
8	配电站/室（不控制）	座	260	0	100	0
9	柱上配电变压器	台	0	0	0	0
10	配电变压器总数	台	2153	0	2900	0
11	分布式电源接入	点	0	0	0	0

1.3 项目目标和范围

A1 区配电智能化按标准型规划，前期试点按实用型建设，实现完整的配网 SCADA 功能和馈线自动化（FA）功能。通过遥信（YX）、遥测（YC）数据采集，实时监测配电系统的运行，将整个配电网的实时状态完整地显示在调度面前，可以通过系统实现对开闭所、配电房、环网柜的开关的遥控（YK）操作，为配电网监控和调度提供技术手段。

配电智能化建设能明显提高配电管理水平及供电品质，改造后试点区域内应达到以下业务和目标。

项目建设实现业务：

（1）实现“三遥”，解决“盲调”。实现“三遥”功能，通过对配电网的实时监控，提升配网调度安全性，避免由于支撑信息不足造成的“盲调”现象；

（2）建设配电环境综合监控，辅助“无人值守”。在开闭所、配电房集成门禁系统、红外安防系统、环境监测、视频监控等实时监控功能，实现对整个变电站门禁系统

的远程管理；红外安防入侵的实时监测；环境及供电数据等状态信息实时监控及集中统一管理，实现方便，安全，可靠，准确，无人值守的远程智能实时监控管理。

(3) 实现故障定位、故障隔离与故障恢复。实现配电自动化功能，进行故障隔离、恢复非故障区供电，缩短故障停电时间，减小停电面积，提高供电的可靠性；

项目建设实现目标：

(1) 提高电能质量。试点地区城市供电可靠率应达到 99.99%，极其重要的一些点负荷供电可靠率为 99.999%，电压合格率达 100%；

(2) 设备实时监测。对设备进行实时监测，确保设备健康运行，设备完好率 100%；

(3) 网络优化与线损管理。配电网络优化、灵活、经济运行。通过对负荷进行实时监测，真正做到分线分台片进行线损管理；

(4) 为其他系统实现交互。做好调度、生产、营销等相关系统数据接口和信息交互，为配网调度、生产运行、负荷开放、95598 客户服务等工作提供便捷的信息交互和共享渠道。

项目范围：

XX 地区市 A1 区作为新一轮农网改造全国示范县，配电智能化改造从 A1 区下辖 B1、B2、B3、B4、B5 共 5 个区域开展，拟对 10kV 开关站、配电房、环网柜实施运行监控，实时监测配电系统的运行，将整个配电网实时的状态完整地显示在调度面前，为配电网监控和调度提供技术手段，对 10kV 电气设备实现遥信（YX）、遥测（YC）、遥控（YK）等基本的 SCADA 功能以及远程视频监控（遥视）功能。

试点区域图示（略）

项目第一期工程完成配网自动化可视化综合监控系统框架建设，实现对 B1、B2 和 B3 三个区共 14 个开关站的可视化运行综合监控，完成遥信、遥测、遥控、遥视四遥功能。

14 个开关站如下：

- B1 区：共计 2 个开关站
- B2 区：共计 2 个开关站
- B3 区：共计 10 个开关站

1.4 项目痛点与需求

1、中低压配电网存在的主要问题：

➤ 主供电源供电能力不足问题

主供电源布局不合理，支撑能力不足。110kV 市政变为市区配网主供电源，负荷过于集中，负载率过大，现有电源点布局及配网结构不能合理安排负荷转移，需进一步优化网络。

➤ 负荷转供问题

由于历史原因，转供区域设备陈旧，线路老化，供电能力不足，供电可靠性差，电压质量低，供电安全不能保证。客户用电价格执行不规范，用电管理手段落后，供用电矛盾十分突出，严重影响了当地电力企业的市场和形象。

➤ 电网结构薄弱问题

(1) 10kV 配电网部分线路尚未形成电气环网，虽有部分线路实现“手拉手”环网但受到电源点单一、导线线径小等因素制约，而无法实现互供转移负荷的能力。供电可靠性指标达不到城市供电要求。

(2) 线路分段少，供电半径大，负荷切换能力差。线路发生故障时，容易造成大面积停电。

(3) 部分线路走廊，树线矛盾突出。沿河沿、公路走向的架空裸导线线路，穿越树丛、居民区地段，易发生单相接地和相间短路故障，影响供电网络的安全性。杆塔走廊遭外力破坏严重。

(4) 线路交叉、区域混供现象严重。市区 10kV 配网线路与 6kV 配网线路多处交叉跨越，穿插供电。检修维护时，相互停电，涉及用电客户多，影响大。在运行中安全隐患大。

基于以上配电网现状，需要对配电网进行升级改造。

➤ 局部电网重载问题

(1) 随着城市负荷的快速增长，部分配变容量不足，不能满足客户负荷增长的需求。

(2) 10 千伏出线回路过少，部分线路供电范围大。线路负荷过重，配送能力不足，不能满足供电可靠性的要求。

(3) 部分 10 千伏主线路、分支线路线径小，供电能力不足，线损过高，常发生过负荷烧线断线情况。不能满足负荷增长的要求。

电力负荷的快速增长需求与现网情况的矛盾日益突出，需要对一次线路的实时监控、负荷与线损管理等实现实时化智能管理。

➤ **不适应电网安全可靠运行的老旧设备问题**

(1) 部分配变损耗高，渗漏油严重，不满足电网经济运行要求。

(2) 隔离刀闸、跌落式熔断器、绝缘子等绝缘水平低，防污能力不够，故障率高。部分开关、刀闸，投运时间长，表面氧化严重，部件磨损大，机械配合差，触头发热严重，压紧弹簧酥脆，机构卡涩，操作困难。

线路老化与配电网规划不规范，导致线路故障增多，故障定位不及时的问题。因此需要实现配电自动化，通过 SCADA 系统实现对配电一次网络的监控。

2、配电侧通信需求

对于 10kV 终端通信接入网，即变电站向下延伸到配电变压器的通信网络，应因地制宜采用多种通信方式相结合的原则建设。可采用光纤专网、配电线载波、无线公网、无线专网等多种通信方式。

具备较便利的光缆敷设条件时，应优先选用光纤专网通信方式建设终端通信接入网，光纤专网技术体制宜选择光以太网技术，主要采用以太网无源光网络(xPON)。

对于供电营业所通信采用光纤覆盖。以 11 个站点作为改造的站点，各配置容量为 622M 的 MSTP 光传输设备（具备平滑升级至 2.5G 及以上的功能）。

配用电通信网的建设以满足配网自动化、营销系统、视频监控系统和用户的通信需求为中心，坚持以专网为主、公网为补充，有线通信为主、无线通信为补充的建设原则。

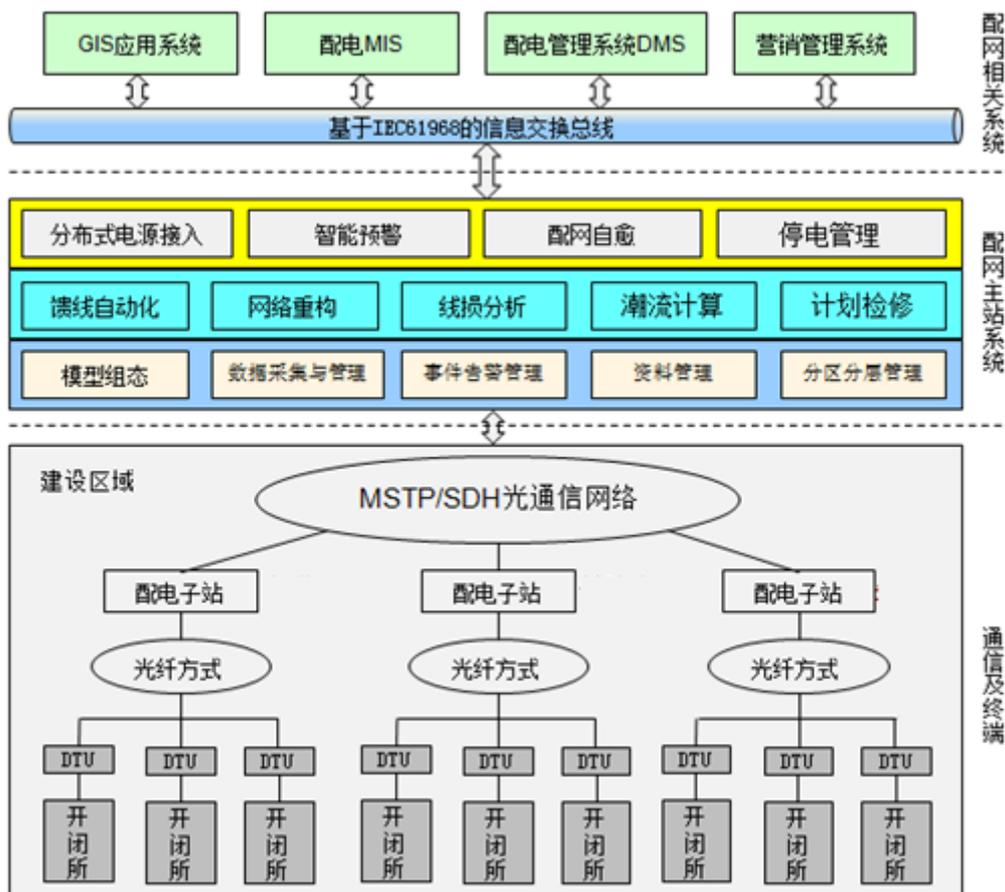
本次项目具体内容如下：

(1) 在 XX 地区电力局 A1 区供电分局建设配电自动化主战系统一套，包括 SCADA 和视频监控系统，完成配电智能化的基本平台建设。

(2) 在 B1、B2 和 B3 区共 14 个开关站进行智能化改造。安装配电监控终端(DTU)，采集电气测量数据和开关状态信息（YX、YC 以及告警信息）并配备遥控(YK)功能。安装视频监控设备，实现视频监控以及防洪报警、灯光控制、门磁、烟感等安全监控一体化集成。

(3) 完成光纤通信系统的建设。敷设变电站至开关站的光缆，并在变电站及开关站完善相应的通信设备（以太网接入卡、网络交换设备、OLT、ONU、电源模块等）。在主站端新增路由交换设备，组建专用的配电通信网络。

配电自动化试点建设的整体框架如下图所示。

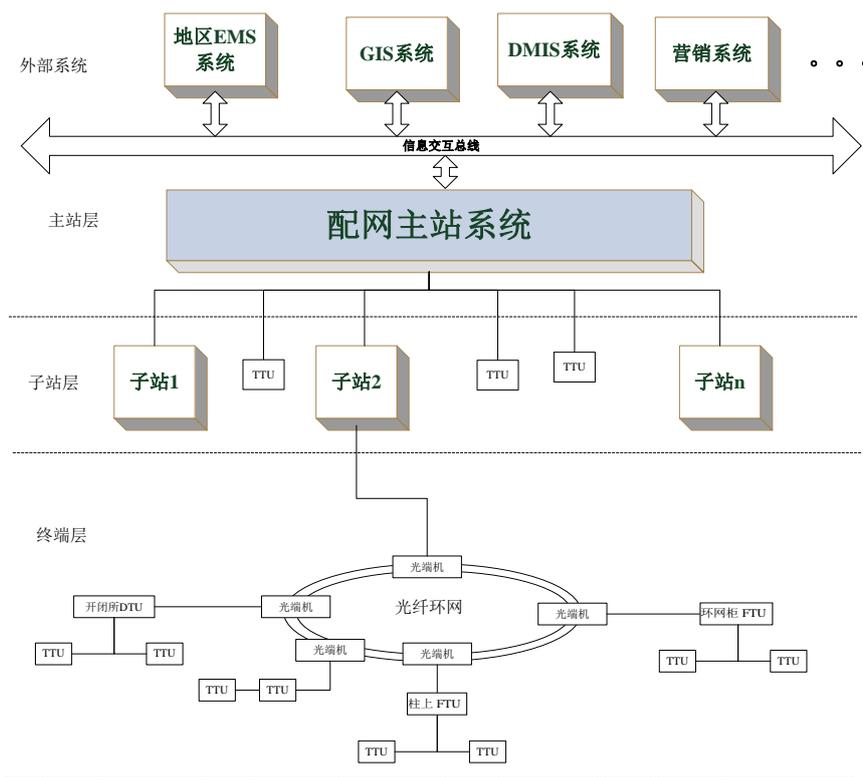


配电自动化试点建设的整体框架图

2 配电业务需求

2.1 配电业务需求

系统全面遵循 IEC61970/61968 国际标准，以配电 SCADA 功能为基础，以实现故障自动处理为目标，系统具有分散式前置机接入厂站（FTU、TTU）功能；信号告警、数据维护和管理必须具有分层、分区、分权限和相互不影响的功能；可以方便地设置和扩容分区数据服务器、分区前置数采机、分区人机工作站等，系统可方便、灵活地适应配置；充分利用配网数据交互总线，以配网调度作业管理为应用核心，实现信息的共享集成及综合利用，充分利用共享现有各系统已采集到的配网信息，管理涵盖整个配网调度指挥的全部业务流程，实现配网调度业务流程化管理和统计分析专业化，全面提升配网调度管理水平。



整体组网架构图

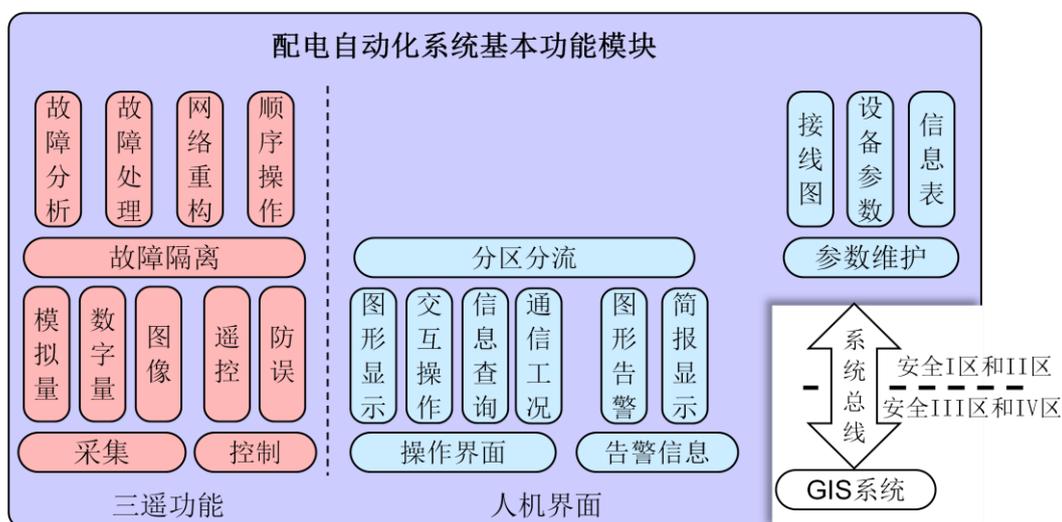
2.1.1 配电主站层

软件系统

配电自动化主站系统在功能上划分为七个部分：

配电自动化数据采集、
 监控 SCADA 功能；
 配网馈线自动化功能；
 配网应用功能；
 配网高级应用分析功能；
 配网调度作业管理功能；
 安全 WEB 数据发布系统。

上述几个子系统共享统一的模型、图形和数据库，且配网应用功能与 SCADA 功能一体化设计；安全 WEB 发布子系统通过网关服务器和物理隔离装置单向向 WEB 服务器同步数据，并通过防火墙向 MIS 网发布数据。



配电自动化系统基本功能模块图

本期 SCADA 系统包括支撑平台、应用平台、数据库和网络结构等基础平台，实现 SCADA、DA、WEB 浏览等应用功能，根据需要将来可以配置配电网高级应用。基本功能如下：

1) SCADA 监控功能。实时监测配电系统的运行，通过遥信（YX）、遥测（YC）数据采集，将整个配电网实时的状态完整地显示在调度面前，为配电网监控和调度提供技术手段。

2) 故障告警功能。在 10kV 电线故障，开关跳闸时，及时告警，提示跳闸开关和故障影响范围等信息，指导非故障区域的供电恢复，提高供电可靠性。

3) 遥控功能。通过主站计算机系统实现对开闭所开关的遥控（YK）功能。

系统业务指标要求

1) 系统容量

- 系统最大接入实时信息节点容量大于 50 万，并可不影响正常运行在线扩充；
- 可接入终端数 ≥ 10000 ；
- 可接入控制量 ≥ 20000 ；
- 可接入工作站数 ≥ 20 个

整体系统容量要求，由合作方软件系统满足。

2) 系统可用性

- 系统年可用率 $\geq 99.98\%$ ；
- 系统运行寿命 > 10 年；
- 冗余热备用节点之间实现无扰动切换，热备用节点接替值班节点的切换时间 $< 5s$ ；
- 冷备用节点接替值班节点的切换时间 $< 5min$ ；
- 任何时刻冗余配置的节点之间可相互切换，切换方式包括手动和自动两种方式；
- 任何时刻保证热备用节点之间数据的一致性，各节点可随时接替值班节点投入运行；
- 设备电源故障切换无间断，对双电源设备无干扰。

节点冗余要求由系统软件满足，设备要求冗余配置，终端服务器、数据库服务器等要求双电源冗余配置。

3) 系统可靠性和运行寿命指标

- 系统中关键设备 MTBF > 17000 小时；
- 系统应能长期稳定运行，在值班设备无硬件故障和非人工干预的情况下，主备设备不应发生自动切换；
- 由于偶发性故障而发生自动热启动的平均次数小于 1 次/3600 小时。
- 由于偶发性故障而发生自动热启动的平均次数 < 1 次/3600 小时；
- 所有设备的寿命在正常使用情况下 ≥ 15 年；
- 所有设备（包括电源设备）在给定的条件下运行，连续 4000 小时内不需要人工调整和维护。

系统可靠性及运行寿命指标由系统集成商（合作方）满足。

4) 冗余性

服务器、交换机等关键节点及关键节点电源采用冗余配置，系统内任一节点故障不应引起主要功能的丧失及导致系统响应灵敏度低于系统性能要求。冗余配置的各节点应满足以下要求：

- 在任何时刻保证冗余配置的节点之间可相互切换，备用节点可随时接替值班节点投入运行；
- 热备节点之间数据保持严格一致，节点切换不应有数据丢失及影响系统正常运行；
- 冗余配置节点可手动和自动切换，切换时间小于 5s；
- 冷备用设备接替值班设备的切换时间小于 5min；
- 关键节点（包括服务器、交换机等）配置冗余电源。设备电源故障切换以及网络切换必须无间断，对系统无干扰。

基于系统可靠性要求，数据库服务器、骨干交换机、串口终端服务器等考虑双机冗余配置，并配置磁盘阵列对实时、历史数据进行存储。

5) 网络负载

- 在任何情况下，系统骨干网在任意 5min 内，平均负载率小于 20%。
- 双网以分流方式运行时，每一网络的负载率应小于 12%，单网运行情况下网络负载率不超过 24%。

主站骨干网络配置双交换机，网络负载应满足负载要求。

6) 信息处理指标

- 主站对遥信量、遥测量和遥调量、遥控量处理的正确率为 100%

由系统集成商满足。

7) 系统实时性

- 遥测综合误差 $\leq 1.5\%$
- 遥信正确率 $\geq 99\%$
- 遥控正确率 100%
- 通信波特率以通信组网方式而定，600 至 19200bps 可设置，以太网方式可达 10MB
- 误码率 $\leq 10E-5$ ($s/n \leq 17db$)，光纤 $\leq 10E-9$ ；
- 系统响应时间：

开关量变位传递到主站: <10 秒(TTU、FTU 级,光纤方式)

遥控返校:	<8 秒(TTU、FTU 级,光纤方式)
双机切换时间:	<30 秒
站内事件分辨率:	<10 毫秒
站间事件分辨率:	<20 毫秒
遥测误码死区传递时间:	<25 秒
事故画面推出时间:	<15 秒

- 系统可靠性要求（系统平均无故障时间(MTBF)）

主机 $\geq 8760\text{H}$

系统可用率 $\geq 99.8\%$ 。

系统年可用率 $\geq 99.9\%$

主机 CPU 负载率:

电网正常时任意 30 分钟内平均 $< 30\%$

电网事故时任意 10 秒内平均 $< 60\%$

系统实时性要求由系统集成商系统及硬件设备性能整体保证。

主站系统对 ICT 的关键需求:

1) 网络配置形式采用开放以太网、星型拓扑结构、双网互备:

采用成熟、可靠、实用性强的开放式以太网,网络拓扑结构为星型以太网(Ethernet),双网互备结构,具有高可靠性及容错功能的双冗余结构。正常情况下,两个网络同时工作,分担流量。当一个网络出现故障时,系统自动将全部流量转移到另一个正常的网络上。

系统采用基于 Client/Server (客户机/服务器)模式的分布式网络结构,该系统采用标准化、网络化、功能分布的体系结构,且有高度的可靠性和维护方便性,系统具备软、硬件的扩充能力,支持系统结构的扩展和功能的升级。可以根据系统的规模和特殊需求,充分优化网络各节点资源和均衡网络负担,并便于系统的分阶段实施。

2) 主要服务器采用冗余配置:

前置、SCADA 服务器、数据库服务器、WEB 服务器等设备均由两台服务器组成,主备方式运行,互为冗余。通过网络进行监视,实现自动和手动切换:自动切换是根据系统的运行状态自动完成。手动切换是根据运行需要强制将原值班机退出值班状态,备用机转为值班机状态的过程。

3) 需要加装物理隔离装置及防火墙,数据安全方面需要加装磁盘阵列:

从硬件结构来看，整个信息交互总线系统跨越两个安全区中，分别为安全区 I 和安全区 III。根据国网安全分区防护原则，安全区 I 与安全区 III 之间设置正向与反向专用物理隔离装置，安全区域相同的系统之间实现互联需要加装硬件防火墙用。

数据安全性涉及至数据存贮介质及硬盘的安全问题。可采用操作系统提供的 RAID（冗余磁盘阵列）技术进行双硬盘镜像，确保服务器不会因某一磁盘的物理故障而丢失数据。

4) GPS 时钟系统:

GPS 设备挂接在前置采集系统中，分别用二个串口接入前置系统的主备机，利用前置机的热备份保证 GPS 接入的可靠性。

- GPS 为整个自动化系统提供标准时间、系统时间和系统频率。
- 前置系统与 RTU 对时，保证整个系统时钟的一致性。
- GPS 故障时，由系统主机时钟统一全网时钟。
- 提供时钟监视手段，可将时钟信息在系统中所有平台上显示。
- 提供人机界面，方便用户设置日期和时间。

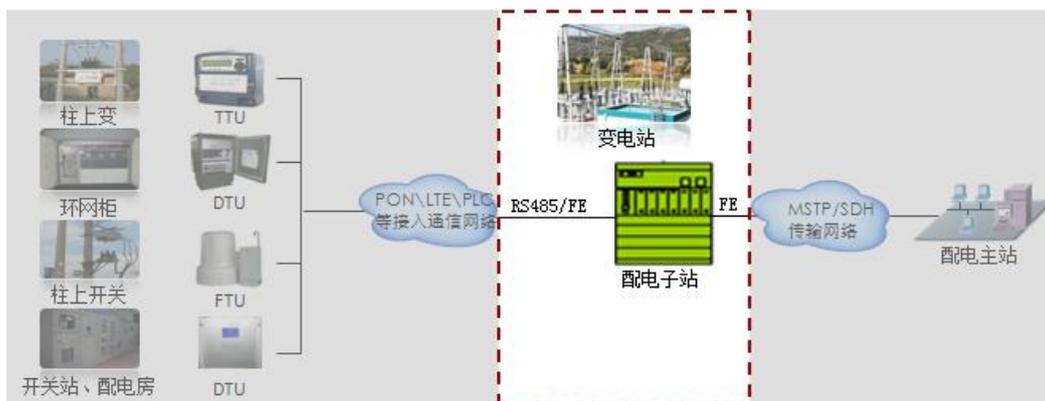
5) 电源、打印机、前置设备等:

- 主站接入前置通信设备，如串口终端服务器、MODEM 箱、电源模块、前置交换机等；
- UPS 电源；
- 打印机等外设及其他工具。

2.1.2 配电子站层

三遥数据建立配网子站层，子站放在变电站内，考虑在变电站集中对所辖范围的三遥终端数据进行采集，通过变电站至主站的通信网络转发至配电自动化主站，实现变电站出线辖区内配电网的实时数据采集、处理；设备遥控摇调；告警和处理；事件顺序记录（SOE）；历史数据存储和处理；故障定位；故障隔离；非故障区域自动恢复供电。

配网子站作为一个中转站式的通信型子站，只实现对辖区内配网终端实时数据的采集和转发，子站层不对数据做任何处理，不完成就地控制等功能。通信型子站只完成主站与 FTU 之间的通信协议转换、数据和控制命令的传递，没有配电管理和 DA 功能软件。通信型子站运行可靠、价格低廉，且基本免维护，适用于故障处理 DA 集中在主站处理的集中控制模式。子站通过多种通信方式与配电终端通信，再通过变电站至调度中心的光纤骨干网与主站通信。



配电子站接口示意图

配电子站全面支持各种国际规约, 包括 IEC870-5-101、IEC 870-5-102、IEC870-5-103、IEC870-5-104、DNP3.0、SC1801、MODBUS 等多种规约, 可方便地与国内外厂家的智能产品连接。

嵌入式配电子站可以提供多种接口, RS-232、RS-422、RS-485、双绞线和光纤以太网等。

本次配电自动化设计方案采用数据转发器模式构建配电子站系统。

2.1.3 配电终端层

配电远方终端具有数据采集、传输、控制等功能。主要包括安装在开闭所、配电房、公变、柱上开关、环网柜等地点进行数据采集和控制的配电终端设备。

根据城市配电网一次设备的特点, 在柱上开关上有选择性的装设 FTU, 在开闭所、环网柜装设 DTU, 在配电变压器上装设 TTU。

开闭所/环网柜配电终端 (DTU) :

- 模拟量数据采集和处理: 采集开闭所进出线线电流、配变低压侧电压、电流。在条件具备的情况下, 可采集进线三相电压及电表电量, 为线损管理提供依据;
- 状态量采集和处理: 能够进行越限判断产生虚拟信号。
- 遥控功能: 应用于环网联络点的终端能接收主(子)站发送的遥控命令对环网线路进行遥控操作;
- 通信功能: 具有串口和网络口通信接口;
- 后备电源: 在失电的情况下, 能够以后备电源或蓄电池放电维持继续工作, 保证故障信息以合适可靠的方式上传;
- 自检和自恢复功能: 具有自检功能, 具有较强的抗干扰能力及失电保护和检测功能, 在电源恢复后能自动启动并恢复运行;

- 具备容量扩展能力。

柱上开关配电终端（FTU）功能要求

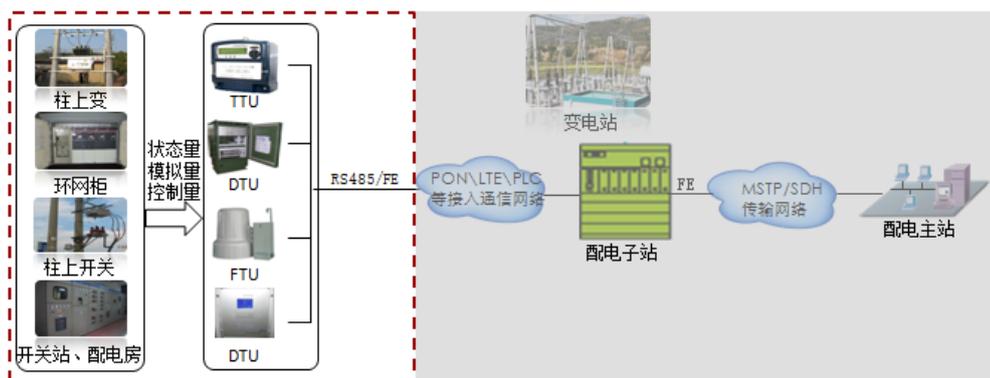
选用馈线终端 FTU（feeder terminal unit），对架空线路正常和事故情况下的信息进行采集，通过多种通信方式（有线、无线）将采集信息传送至主（子）站，自动或人工对架空线路的运行状态进行监控。

- 模拟量数据采集和处理：能采集线路的电压、电流信息。
- 状态量输入：用于监视线路的工作状态，如：过流、断路器动作、操作闭锁、零序故障等；
- 远方控制功能：能够接受主（子）站发送的控制命令完成对柱上开关的分、合操作；
- 通信功能：具有以多种通信方式与控制中心进行通信的功能，传送遥测、遥信、遥控信息；
- 后备电源：在失电的情况下，能够以蓄电池放电维持继续工作，保证故障信息以合适可靠的方式上传；
- 自检和自恢复功能：应具有自检功能，并具有较强的抗干扰能力；具有失电保护和检测功能，在电源恢复后能自动启动并恢复运行；
- 对用户支线开关，可安装具备线路保护及重合功能的终端。

配电变压器终端（TTU）功能要求

配电变压器通过在低压侧安装配变终端 TTU（transformer terminal unit），根据设定参数定时或召测向主（子）站上传所需数据，以完成对配电网中此类设备的运行监视。

- 模拟量数据采集和处理：采集配变低压侧的三相电压、电流信息或电能量信息。整点数据上传，能够支持实时召唤，越限信息实时上传。数据保存三个月；
- 通信功能：具有与主（子）站进行通信的功能，传送遥测。采用无线通信，要求在失电的情况下，能够保证故障信息以合适可靠的方式上传；
- 整定与报警功能：可通过对终端进行整定设置，使被监测的线路发生超负荷过载时，由终端通过无线方式发出报警讯号，以提示主（子）站或相关人员做出必要的处理；
- 自检和自恢复功能：应具有自检功能，并具有较强的抗干扰能力；具有失电保护和检测功能，在电源恢复后能自动启动并恢复运行。
- 具备容量扩展能力。



配电终端接口示意图

本期主要实现对 B1、B2 和 B3 区共 14 个开关站的可视化运行综合监控，主要终端设备为 DTU。接口选择以太网或 RS-232/RS-485。支持 101、104 规约通信。

2.2 环境监控业务需求

2.2.1 功能需求

配电自动化环境监控主要部署在配电自动化比较重要的开闭所和配电房里面，除了实时监控配电环境的视频，还将包含现场环境的实时温度、湿度、水位等各类现场数据，同时提供烟感报警等措施，保障配电环境的安全。

配电自动化环境监控业务需求如下：



集中管理、减员增效：配电房/开闭所分散分布，位置偏远，人工进行设备巡检效率低，周期长



设备状态监测：无法直观有效的监控设备运行状态



安全防范、环境监测：设备被盗或者被损坏，机房环境火灾、漏水等情况无法及时发现



安全生产：远程控制无法直接看到前端设备动作后状态，给电力施工人员带来隐患

基于配电自动化的业务需求，我们分解出来环境监控主要功能应包含：

- (1) 视频实时监控功能。主要用于监控现场情况以及设备运行状况。

(2) 录像功能：支持显示、抓拍、存储、检索、回放各配电房、开闭所选摄像机的多个视频。当传感器产品告警时，录像机可以启动录像功能。

(3) 远程控制功能：远程控制站端监控设备（包括摄像机和灯光等）。当告警发生时，马上控制灯光开关，打开电灯并进行拍摄。

(4) 报警联动功能：当发生报警时，能自动切换至相应摄像机，有预置位的应自动切换至指定预置位，配电房、开闭所视频处理单元或数字录像机能自动进行存盘录像，同时传送报警信息和相关图像，并自动在地理图上提示报警位置及类型；并联动相关设备，如启动现场照明、警笛等，相关设备启动后，应在设定的时间内自动关闭；支持一点报警多个摄像机联动和多点设备联动。视频处理单元应能对站内摄像机进行自检和故障报警。

(5) 监控点巡航功能：具备视频自动巡视功能，对系统的监控点进行视频巡检，参与轮巡的对象可以任意设定，包括不同配电房/开闭所的视频、同一配电房/开闭所的不同摄像机、同一摄像机的不同预置位等，轮巡间隔时间可设置，完成轮巡任务的摄像机可自动复位。

(6) 电子地图功能：电子地图上具备视频预览、设备控制、报警显示等功能。

(7) 语音对讲功能。主要避免操作不当或者误操作，由监控部门或者高级别工程师指导现场作业。

(8) 现场环境监测，包含温湿度、水浸、烟雾监测等。

2.2.2 部署需求

根据配电自动化视频监控招标方式的不同，可以分为区域或者市县单独招标或者省公司统一招标。如果是单独招标，一般采用集中式部署，如果采用集中招标，可以采用分布式部署。

集中部署：配电自动化视频监控平台集中部署在地区（或者市县），配电房/开闭所视频及环境监测前端直接接入系统。根据 XX 地区的情况，配电房/开闭所的数量在 100 个到 200 个左右，根据每个配电房/开闭所的视频摄像头 3-4 个来计算，集中部署建议支持 0-3000 个摄像头的接入。

分布式部署：配电自动化视频监控平台为分层、分区的分布式结构，按配电自动化视频及环境监测省级主站系统、配电房/开闭所视频及环境监测地区级主站系统和配电房/开闭所视频及环境监测站端系统三级构建。分布式部署建议支持 3000 个以上摄像头的接入。

对于配电自动化视频监控来说，集中部署和分布式部署的区别是，分布式部署增加了地区级主站监控分中心的建设，系统容量更大。因此以下场景方面主要基于“配电自动化视频监控平台”和“配电自动化视频监控前端”来描述，其中配电自动化视频监控平台包含“地区级主站监控分中心”。

项目 A1 区项目可以按照集中式部署，在东港、A1 区山和朱家尖 3 个区共 14 个开关站进行智能化改造，安装视频监控设备，实现视频监控以及防洪报警、灯光控制、门磁、烟感等安全监控一体化集成。

集中式部署，视频监控主站要求如下：

- 可用性
 - a) 年可用率 $\geq 99.9\%$;
 - b) 运行寿命 > 10 年。
- 可靠性
 - a) 关键设备 MTBF > 17000 小时;
 - b) 系统应能长期稳定运行，在值班设备无硬件故障和非人工干预的情况下，主备设备不应发生自动切换；
 - c) 由于偶发性故障而发生自动热启动的平均次数 < 1 次/3600 小时。
- 实时性指标
 - a) 90%以上实时视频画面调出响应时间 ≤ 4 秒;
 - b) 视频控制切换响应时间 ≤ 4 秒;
 - c) 前端设备控制延时 ≤ 4 秒;
 - d) 监控视频显示与实际事件发生时间差 ≤ 4 秒;
 - e) 用户登录时间 ≤ 4 秒;
 - f) 视频浏览帧率 $\geq 20F/s$;
 - g) 单台工作站最大视频浏览数量 ≥ 16 ;
 - h) 同屏同时可监视的配电房/开闭所数目 ≥ 16 ;
 - i) 系统时间与标准时间的误差 < 1 秒;
 - j) 冗余热备用设备(一般指服务器)之间在自动和手动方式下均应实现无扰动切换，热备用服务器接替值班服务器的切换时间 < 3 秒;
 - k) 系统从断电后重启至恢复正常运行的黑启动时间 < 15 分钟。

2.2.3 前端需求

网络摄像机

- 智能网络高速球机
 - a) 成像元件：单片/三片 CCD；
 - b) 可预设预置位： ≥ 128 个；
 - c) 变焦倍数：光学变焦 ≥ 30 倍，数字变焦 ≥ 8 倍；
 - d) 水平解析度：彩色 ≥ 540 线，黑白 ≥ 570 线；
 - e) 有效像素： $\geq 752 \times 582$ ；
 - f) 最低照度：彩色 0.7Lux(50 IRE@F1.6)，黑白 0.1Lux(50 IRE@F1.6)；
 - g) 宽动态范围： ≥ 128 倍；
 - h) 旋转角度：水平 360° 连续，垂直 $0^\circ \sim 180^\circ$ ，误差小于等于 $\pm 0.1^\circ$ ；
 - i) 旋转速度：水平 $\geq 400^\circ /s$ ，垂直 $\geq 180^\circ /s$ ，速度 5 级以上可调；
 - j) 预设巡航： ≥ 6 组，预置位切换速度 5 级以上可调，停留时间 1s ~ 128 s 可调；
 - k) 隐私遮挡区域： ≥ 4 个；
 - l) 动态侦测：开/关可选， ≥ 64 个可设置区域；
 - m) 报警：输入 ≥ 4 个，输出 ≥ 2 个；
 - n) 环境温度： $-20^\circ\text{C} \sim +70^\circ\text{C}$ ；
 - o) 环境湿度：10% $\sim 95\%$ RH，无冷凝；
 - p) 功耗： $\leq 30\text{W}$ ；
 - q) 信噪比： $\geq 50\text{db}$ ；
 - r) 防护等级：IP66；
 - s) 同步方式：内同步；
 - t) 黑白自动转换；
 - u) 具有背光补偿功能；
 - v) 可自动/手动聚焦；
 - w) 内置防雷、防浪涌和防突波保护；
 - x) 全天候防护罩，内置自动恒温装置；
 - y) 能承受冲力为 8kg 的高压水冲洗；
 - z) EMC 相关指标应满足《远动终端设备》GB/T13729-2002 规定中 4 级的要求。

- 网络中速球机

- a) 成像原件：单片/三片 CCD；
 - b) 可预设预置位： ≥ 128 个；
 - c) 变焦倍数：光学变焦 ≥ 23 倍；
 - d) 水平解析度：彩色 ≥ 540 线，黑白 ≥ 520 线；
 - e) 有效像素： $\geq 752 \times 582$ ；
 - f) 最低照度：彩色 0.2Lux（50IRE @ F1.6），黑白 0.02Lux(50IRE @ F1.6)；
 - g) 旋转角度：水平 360° 连续旋转，垂直 0~90° ；
 - h) 旋转速度：水平 $\geq 75^\circ /s$ ，垂直 $\geq 50^\circ /s$ ，速度 3 级可调；
 - i) 预设巡航： ≥ 8 组，预置位切换速度 5 级以上可调，停留时间 1s~30s 可调；
 - j) 动态侦测：开/关可选， ≥ 64 个可设置区域；
 - k) 报警：输入 ≥ 1 个，输出 ≥ 1 个；
 - l) 环境温度：-20°C ~ 60°C；
 - m) 环境湿度：10%~90%RH，无冷凝；
 - n) 功耗： $\leq 30W$ ；
 - o) 信噪比： $\geq 50dB$ ；
 - p) 防护等级：IP66；
 - q) 同步方式：内同步；
 - r) 黑白自动切换；
 - s) 具有背光补偿功能；
 - t) 可自动/手动聚焦；
 - u) 内置防雷、防浪涌、防突波保护；
 - v) 全天候防护罩，内置自动恒温装置；
 - w) EMC 相关指标应满足《远动终端设备》GB/T13729-2002 规定中 4 级的要求。
- 网络固定摄像机
 - a) 成像元件：单片/三片 CCD；
 - b) 水平解析度：彩色 ≥ 540 线，黑白 ≥ 570 线；
 - c) 有效像素： $\geq 752 \times 582$ ；
 - d) 最低照度：彩色 0.5Lux(50 IRE@F1.2)，黑白 0.1Lux(50 IRE@F1.2)；
 - e) 宽动态范围： ≥ 128 倍；
 - f) 隐私遮挡区域： ≥ 4 个；

- g) 动态侦测：开/关可选， ≥ 64 个可设置区域；
- h) 环境温度： $-20^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$ ；
- i) 环境湿度：10%~95%RH，无冷凝；
- j) 功耗： $\leq 20\text{W}$ ；
- k) 信噪比： $\geq 50\text{db}$ ；
- l) 防护等级：IP66；
- m) 具有背光补偿功能；
- n) 内置防雷、防浪涌和防突波保护；
- o) 全天候防护罩，内置自动恒温装置；
- p) EMC 相关指标应满足《远动终端设备》GB/T13729-2002 规定中 4 级的要求。

模拟摄像机

- 智能高速球机
 - a) 成像元件：单片/三片 CCD；
 - b) 制式：PAL；
 - c) 可预设预置位： ≥ 128 个；
 - d) 视频输出：VBS 1.0Vp-p/75 欧；
 - e) 变焦倍数：光学变焦 ≥ 30 倍，数字变焦 ≥ 8 倍；
 - f) 水平解析度：彩色 ≥ 540 线，黑白 ≥ 570 线；
 - g) 有效像素： $\geq 752 \times 582$ ；
 - h) 接口：RS485，BNC（视频）；
 - i) 最低照度：彩色 0.7Lux(50 IRE@F1.6)，黑白 0.1Lux(50 IRE@F1.6)；
 - j) 宽动态范围： ≥ 128 倍；
 - k) 旋转角度：水平 360° 连续，垂直 $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ ，误差小于等于 $\pm 0.1^{\circ}$ ；
 - l) 旋转速度：水平 $\geq 400^{\circ}/\text{s}$ ，垂直 $\geq 180^{\circ}/\text{s}$ ，速度 8 级以上可调；
 - m) 预设巡航： ≥ 6 组，预置位切换速度 8 级以上可调，停留时间 1s~128s 可调；
 - n) 隐私遮挡区域： ≥ 4 个；
 - o) 动态侦测：开/关可选， ≥ 64 个可设置区域；
 - p) 环境温度： $-20^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ ；
 - q) 环境湿度：10%~95%RH，无冷凝；
 - r) 功耗： $\leq 30\text{W}$ ；

- s) 信噪比: $\geq 50\text{db}$;
 - t) 防护等级: IP66;
 - u) 同步方式: , 内同步;
 - v) 黑白自动转换;
 - w) 具有背光补偿功能;
 - x) 可自动/手动聚焦;
 - y) 内置防雷、防浪涌和防突波保护;
 - z) 全天候防护罩, 内置自动恒温装置;
 - aa) 能承受冲力为 8kg 的高压水冲洗;
 - bb) EMC 相关指标应满足《运动终端设备》GB/T13729-2002 规定中 4 级的要求。
- 中速球机
- a) 成像原件: 单片/三片 CCD;
 - b) 制式: PAL;
 - c) 可预设预置位: ≥ 128 个;
 - d) 视频输出: VBS 1.0Vp-p/75 欧;
 - e) 变焦倍数: 光学变焦 ≥ 23 倍;
 - f) 水平解析度: 彩色 ≥ 540 线, 黑白 ≥ 520 线;
 - g) 有效像素: $\geq 752 \times 582$;
 - h) 接口: RS485, BNC (视频);
 - i) 最低照度: 彩色 0.2Lux (50IRE @ F1.6), 黑白 0.02Lux(50IRE @ F1.6);
 - j) 旋转角度: 水平 360° 连续旋转, 垂直 $0 \sim 90^\circ$;
 - k) 旋转速度: 水平 $\geq 75^\circ /s$, 垂直 $\geq 50^\circ /s$, 速度 3 级可调;
 - l) 预设巡航: ≥ 8 组, 预置位切换速度 5 级以上可调, 停留时间 1s~30s 可调;
 - m) 动态侦测: 开/关可选, ≥ 64 个可设置区域;
 - n) 环境温度: $-20^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$;
 - o) 环境湿度: 10%~90%RH, 无冷凝;
 - p) 功耗: $\leq 30\text{W}$;
 - q) 信噪比: $\geq 50\text{dB}$;
 - r) 防护等级: IP66;
 - s) 同步方式: 内同步;

- t) 黑白自动切换;
- u) 具有背光补偿功能;
- v) 可自动/手动聚焦;
- w) 内置防雷、防浪涌、防突波保护;
- x) 全天候防护罩, 内置自动恒温装置;
- y) EMC 相关指标应满足《远动终端设备》GB/T13729-2002 规定中 4 级的要求。

- 固定摄像机

- a) 类型: 单片/三片 CCD;
- b) 制式: PAL;
- c) 视频输出: VBS1.0Vp-p/75 欧;
- d) 水平解析度: 彩色 ≥ 540 线, 黑白 ≥ 570 线;
- e) 有效像素: $\geq 752 \times 582$;
- f) 接口: RS485, BNC (视频);
- g) 最低照度: 彩色 0.5Lux(50 IRE@F1.2), 黑白 0.1Lux(50 IRE@F1.2);
- h) 宽动态范围: ≥ 128 倍;
- i) 隐私遮挡区域: ≥ 4 个;
- j) 动态侦测: 开/关可选, ≥ 64 个可设置区域;
- k) 环境温度: $-20^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$;
- l) 环境湿度: 10%~95%RH, 无冷凝;
- m) 功耗: $\leq 20\text{W}$;
- n) 信噪比: $\geq 50\text{db}$;
- o) 防护等级: IP66;
- p) 具有背光补偿功能;
- q) EMC 相关指标应满足《远动终端设备》GB/T13729-2002 规定中 4 级的要求。

2.2.4 服务器存储需求

服务器要求

- a) 省级主站和地区级主站可按应用服务需求配备服务器, 以应用集群方式冗余配置, 具备在线扩充能力;
- b) 省级主站和地区级主站可根据分布部署的应用服务冗余配置管理服务器、通信服务器、流媒体服务器和 Web 服务器, 分别承担系统配置及管理、告警服务及环境监

控历史数据服务，网络通信及数据处理服务、流媒体处理、转发和分发服务，Web 方式（包括应急指挥平台）的在线视频浏览服务和外部接口服务；各服务器均具备相互间的应用服务接管能力；

c) 服务器应具备多 CPU 系统、高带宽系统总线、I/O 总线，具有高速运算和联机事务处理（OLTP）能力，具备集群技术和系统容错能力；

d) 服务器应支持双路独立电源输入，采用机架式安装。

工作站要求

a) 省级主站和地区级主站配备的工作站主要包括监控工作站和维护工作站，各类工作站宜采用冗余配置；

b) 各区域级巡检中心至少配备 2 台以上双屏监控工作站；

c) 工作站采用 PC 图形工作站。

存储单元要求

a) 省级主站和地区级主站均配备一台 IP SAN 存储单元，直接接入主干双网，用于视频录像和数据存储；

b) 存储单元至少配备 10TB 存储空间；

c) 存储单元应支持 SMI-S 存储管理接口标准，可进行统一的设备状态监视及资源管理；

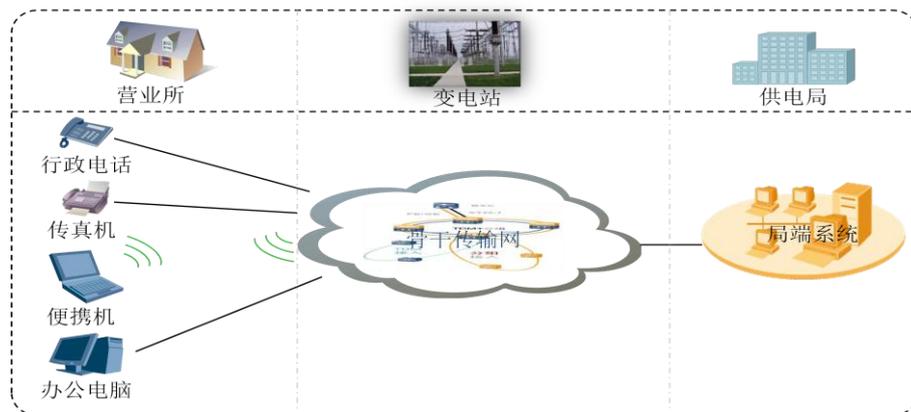
d) 具体技术要求如下：

- 具备硬盘热插拔功能；
- 支持非工作盘的休眠待机；
- 支持 SAMBA、NFS、iSCSI、CIFS、FTP、HTTP 等多种网络协议；
- 支持 Linux 操作系统；
- 基于 Web 的配置管理；
- 支持 Raid0、1、5 数据保护模式；
- 具备硬盘监控及故障检测、故障硬盘隔离、温度感应、风扇监控等功能；
- 可扩展存储设备；
- 应支持双路独立电源输入，电源模块冗余配置，采用机架式安装。

2.3 营业网点业务需求

供电营业厅（所）的主要业务有视频监控和收费服务等，根据统计一个典型供电营业厅（所）的视频信息流量为 8M，收费服务的信息流量不超过 1M。

XX 地区目前下辖营业所、微波站共 11 个站点作为十二五改造的站点，各配置容量为 622M 的 MSTP 光传输设备（具备平滑升级至 2.5G 及以上的功能）。



营业网点网络接入示意图

综上，营业所对通信流量统计汇总如下。

分类	基础流量 (M)	数量	并发比例	业务流量 (M)
营业所	12.9	1	100%	12.9

3 配电自动化解决方案总体设计

3.1 设计依据

所提供的设备及方案均应按下列标准和规定进行设计、制造、检验和安装。所用的标准必须是最新版本的标准。如果这些标准内容矛盾时，应按最高标准的条款执行或按双方商定的标准执行。

- XX 地区电网“十二五”智能化规划
- XX 省 XX 地区市临城新区高中压配电网规划
- Q/GDW 370—2009《城市配电网技术导则》；
- Q/GDW382-2009《配电自动化技术导则》；
- Q / GDW 625-2011《配电自动化建设与改造标准化设计技术规定》
- Q / GDW 626-2011《配电自动化系统运行维护管理规范》
- Q/GDW 513 配电自动化主站系统功能规范
- Q/GDW 514 配电自动化终端子站功能规范
- GB/T 18657 远动设备及系统
- DL/T 5002-2005 地区电网调度自动化设计技术规程
- DL/T 1080 电力企业应用集成 配电管理的系统接口
- GB/T 14285-2006 继电保护和安全自动装置技术规程
- 电监会〔2006〕34 号 电力二次系统安全防护总体方案
- GB/T 22239-2008 信息安全技术信息系统安全等级保护基本要求
- 电监会第 5 号令 电力二次系统安全防护规定
- 国电电网调〔2011〕168 号文件 关于加强配电网自动化系统安全防护工作的通知
- 《配电自动化验收细则》（第二版）生配电〔2011〕92 号
- 《配电自动化实用化验收细则（试行）》生配电〔2011〕69 号
- 《配电自动化试点建设与改造技术原则》（国家电网公司，二〇〇九年十一月）

3.2 设计原则

立足 XX 地区配电网的现状，坚持技术先进的同时，注重经济性和实用性，实现配电网信息技术集成，使配网自动化技术性、经济性和实用性水平达到国内领先。

总体设计原则如下：

1) XX 地区配电自动化的实施以为配网运行提供现代化的管理手段，提高配网运行管理水平和工作效率为基本目的，以实用为基本原则。

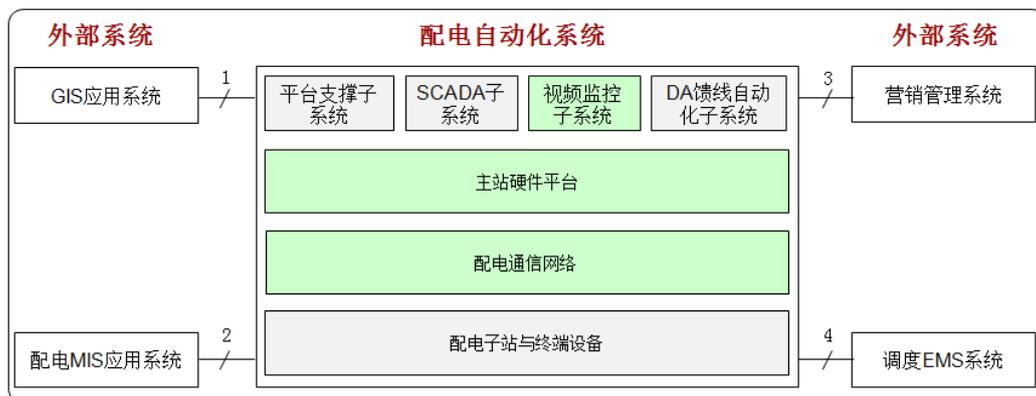
2) 配电自动化系统的用户对象是供电公司的生产运行人员，其基本功能是配网 SCADA 功能，实时监测配电系统的运行，通过 YX、YC 数据采集，将整个配电网的实时状态完整地显示在调度面前，为配电网监控和调度提供技术手段。

3) 通过在设备端安装自动化装置实现对 10 千伏馈线、开闭所、小区配电所、配电变压器等配电设备的数据采集、数据远程传输、实现远方控制（YK 功能）。

4) 开闭所、小区配电所的安全监控和巡检管理功能集成到配电自动化系统中。

3.3 系统上下文

本次 XX 地区配电自动化项目中，整体项目于集成商共同完成配电自动化系统部分。在整个配电自动化系统中，集成商提供配电自动化业务方案，包括平台支撑系统、SCADA 子系统、DA 馈线自动化子系统、配电子站、配电终端（DTU）设备等。我方提供配网通信方案、主站硬件平台方案、视频监控子系统方案。



配电自动化系统上下文

配电自动化系统与外部系统的接口信息如下。

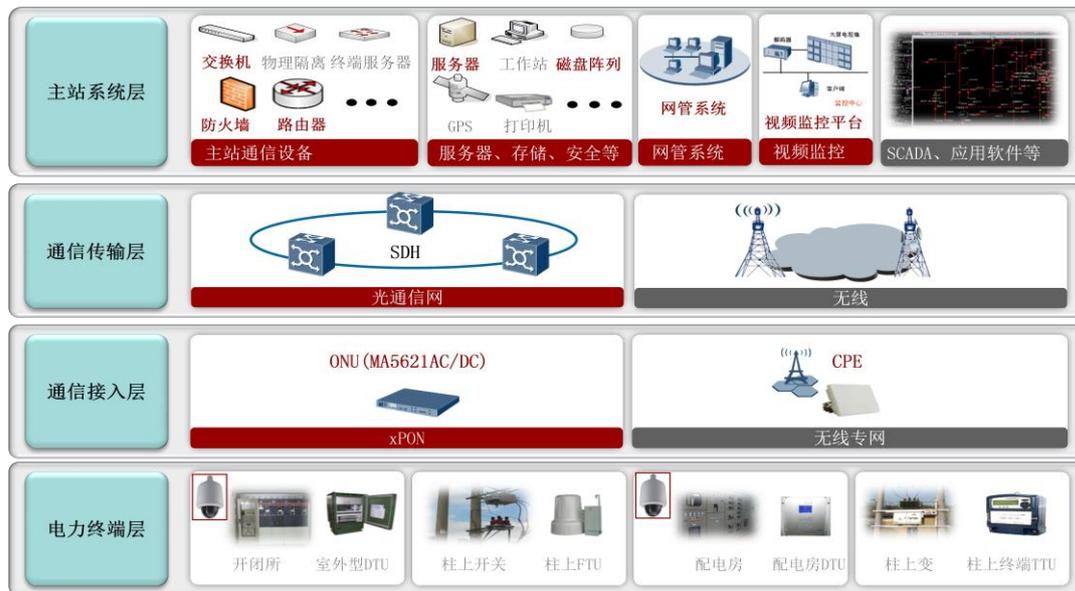
1、与 GIS 系统接口：与 GIS 系统交互图元组态、设备参数、信息点表等数据。遵从 IEC61968 标准总线接口，TCP/IP 协议。

2、与配电 MIS 应用系统接口：与 MIS 系统交互设备参数、设备状态、停电告警信息等数据。遵从 IEC61968 标准总线接口，TCP/IP 协议。

3、与营销管理系统接口：为营销管理系统提供台变低压侧统计信息；交换相关用户用电服务、急修信息、配网异常和线路停电信息，供双方信息沟通；从营销信息系统中获取用户信息，为接警分析提供数据基础。遵从 IEC61968 标准总线接口，TCP/IP 协议。

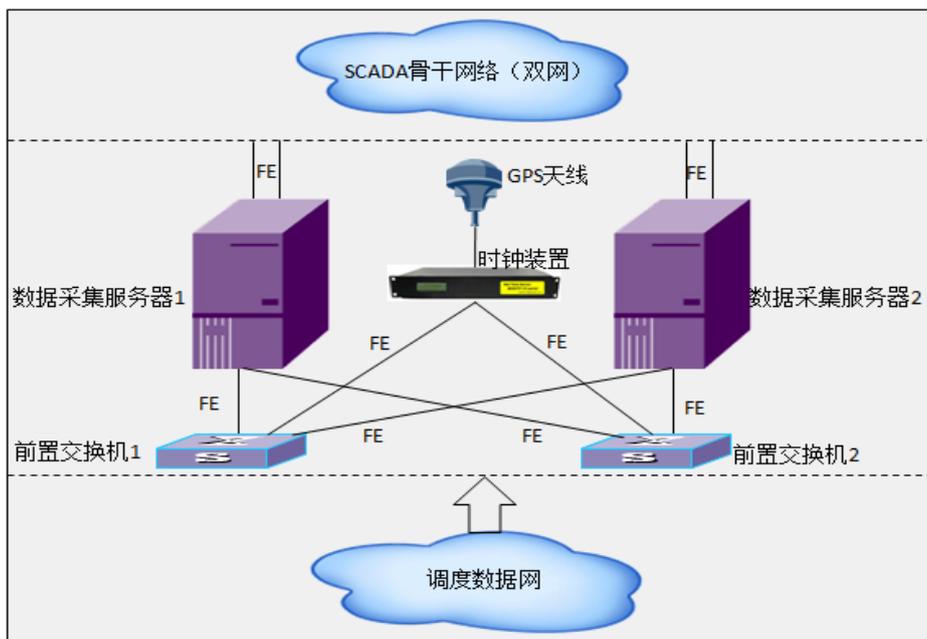
4、与上级调度 EMS 系统接口：配电自动化系统导入 EMS 系统的 CIM/XML/SVG 的主网模型图形。遵从 IEC61968 标准总线接口，TCP/IP 协议。

3.4 配电自动化主站系统



配电自动化整体系统分层架构图

3.4.1 前置数据采集子系统



前置数据采集系统

前置系统由两台服务器组成，主备方式运行，互为冗余。通过网络进行监视，实现自动和手动切换：自动切换是根据系统的运行状态自动完成。手动切换是根据运行需要强制将原值班机退出值班状态，备用机转为值班机状态的过程。

采用两通道各自的独立通道接口。为了保证配电站上传信息的可靠性，方案设计采用两通道各自的独立通道接口，各自的独立规约类型。前置机同时采集主备通道数据，由软件判断哪一路信息更为可靠，并把误码率低的一路作为有效的 SCADA 信息。

通讯规约遵循 ISO 的 OSI 协议模型、LAN 协议及 TCP/IP 协议，符合 IEC60870 标准体系，包括 101、104 规约等，保证兼容性；系统接口设计灵活，可方便的加入新规约，新规约调试时不影响系统在线运行；并可实现所有子站数据的并发处理，也可实现多台 XTU 在一条通信线路上的处理，做到数据采集的安全、可靠、准确。

支持全双工通讯方式，同步/异步通道。

前置系统提供十分友好的人机界面，用户可方便的进行人机交互。可显示各通道的运行状态、误码率、误码率曲线等；可显示各通道的上下行报文，并能根据需要暂停或将显示内容作为文档保存供事后分析；可在线修改各厂站遥测、遥信参数、通信规约、通信方式等。

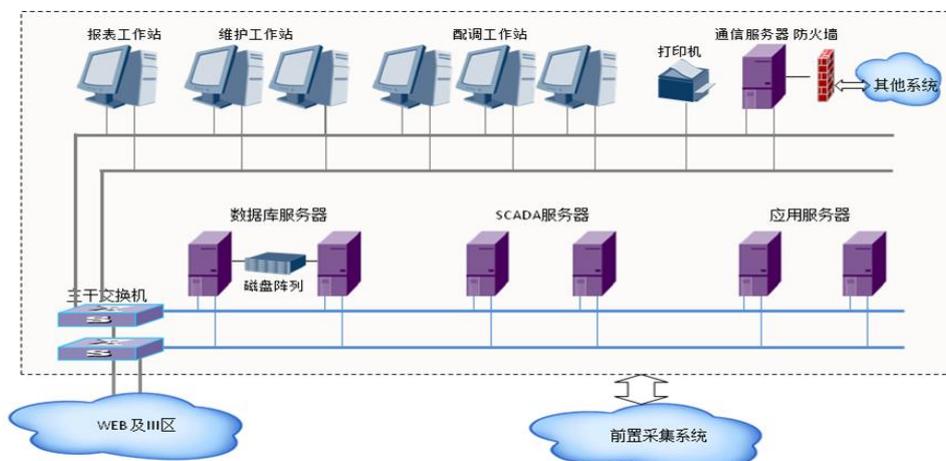
功能：

- 冗余的主/备用工作模式；
- 完成实时数据的工程单位转换、可信度检验等；
- 具有局域网接口；
- 具有故障自动切换功能；
- GPS 时钟同步；
- 由两台同样类型 ,同样配置的计算机构成。

GPS 设备挂接在前置采集系统中，分别用二个 FE 口接入前置系统，利用前置机的热备份保证 GPS 接入的可靠性。GPS 为整个自动化系统提供标准时间、系统时间和系统频率。前置系统与 xTU 对时，保证整个系统时钟的一致性。

- GPS 故障时，由系统主机时钟统一全网时钟。
- 提供时钟监视手段，可将时钟信息在系统中所有平台上显示。
- 提供人机界面，方便用户设置日期和时间。

3.4.2 SCADA 服务器子系统



SCADA 服务器系统

SCADA 服务器系统提供主要的 SCADA 功能处理和实时数据库管理能力,包括系统的快速起动、计算机间通信、监视及管理,故障监视及切换、程序员访问、系统控制打印、数据处理、以及功能恢复等,单个节点故障不应引起实时数据丢失和主要功能的丧失。

数据库服务器主要用于商用数据库的管理,及历史数据和电网模型等静态数据的存储,需保存海量数据并响应网上其他节点对数据库的访问请求。

应用服务器用于工作站完成各种流程完成定制后的流程部署。

配置磁盘阵列,确保数据存储安全。采用 RAID (冗余磁盘阵列) 技术进行双硬盘镜像,确保服务器不会因某一磁盘的物理故障而丢失数据。

SCADA 服务器主要用于各类实时数据的处理。

调度员工作站供配调人员日常运行使用。考虑配置双屏工作站。

维护工作站供维护人员日常维护使用。

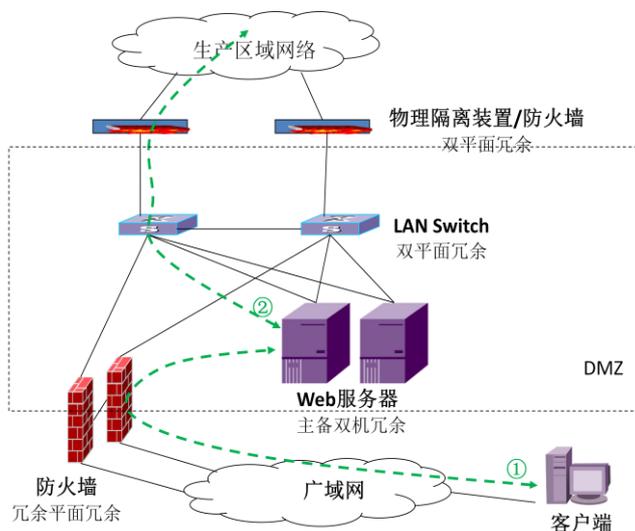
报表工作站用于各类报表制作、处理等。

配调工作站供配调人员进行配网调度管理应用,包括检修计划制定、工作票操作票管理等。

核心主干交换机用于系统主干网,实现各节点之间的高效通信。

硬件防火墙用于保证安全区域系统之间互联数据访问安全。

3.4.3 WEB 服务器子系统



WEB 子系统组网图

为保障 Web 业务的可靠性，关键组网设备采用了冗余设计：

- Web 服务器：主备双机冗余，也可以采用 Cluster 实现多机负荷分担设计
- 防火墙：双平面组网
- LAN Switch：双平面组网

① 用户从客户端通过 Web 浏览器，访问配网自动化系统发布的电网运行实时数据、准实时数据、画面、报表、曲线、图表等

- a) 客户端位于广域网，如客户办公网络或 Internet，访问电力业务数据需要 Web 服务器代理；
- b) 客户端与 Web 服务器属于不同安全区域，通过防火墙隔离

② Web 服务器代理客户端的业务请求，与生产区域的 SCADA 及应用服务器交互，获取电力业务数据

- a) 生产区域的安全等级很高，Web 服务器所在网络与其通过物理隔离装置或防火墙来实现安全隔离；
- b) 中国电网要求采用专用的正反向隔离设备来实现隔离；
- c) 海外场景客户没有指定隔离设备，采用防火墙来实现即可。

WEB 服务器实体功能

- WEB 完全免维护，系统自动实现图形、设备以及配电网模型的同步。
- 客户端只需使用浏览器，实现客户端免控件、免维护方式。

- 可以为不同权限的用户设置不同级别的访问权限，提供不同的数据、页面、图形和功能；
- 用户可浏览配网自动化系统发布的电网运行实时数据、准实时数据、画面、报表、曲线、图表等， 包括：
 - ✓ 日报、月报和年报
 - ✓ 各类统计数据 and 曲线
 - ✓ 所有事件分类列表（包括遥信变位、RTU 和厂站自动化系统运行情况、操作信息等）
 - ✓ 事件顺序记录
 - ✓ 重要参数越限
 - ✓ 系统运行状态
 - ✓ 系统主接线图及厂站接线图，画面实时数据刷新周期小于 10 秒（可由用户设置）

物理隔离装置/防火墙实体功能

- Web 服务器区域网络与生产区域网络之间

物理隔离装置用于安全 I 区系统（生产区域）主干网与 III 区通讯服务器（WEB 服务器区域）之间的安全防护，根据需要考虑配置 2 台。

- Web 服务器与广域网之间

硬件防火墙用于安全区域相同的系统之间实现互联。根据需要在 Web 服务器与广域网之间配置 2 台。

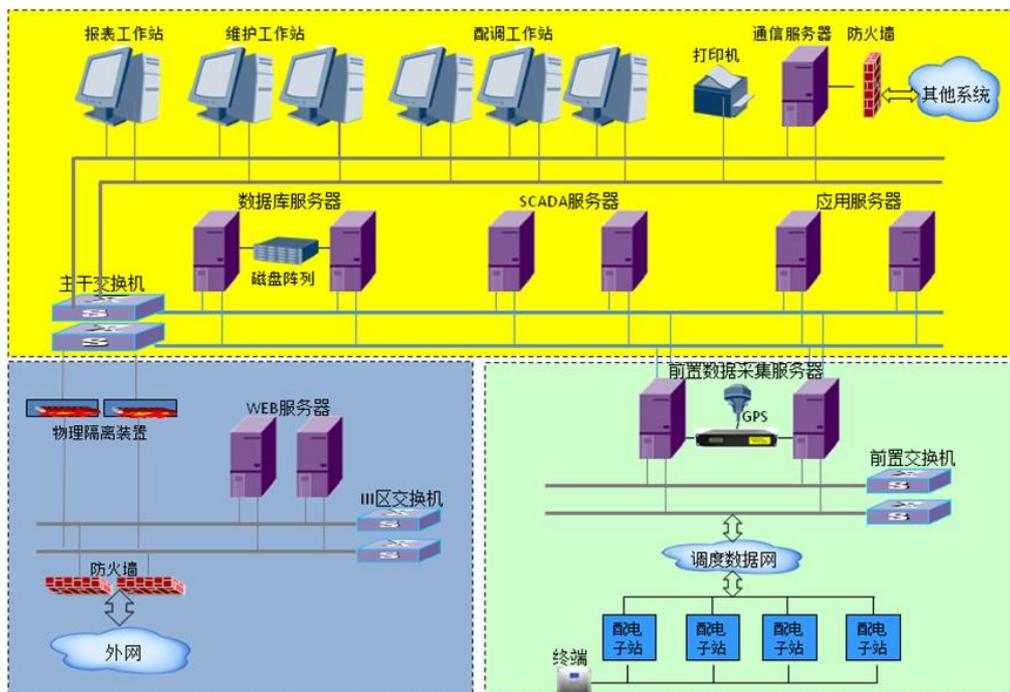
3.4.4 整体硬件平台系统与安全防护

整体硬件平台系统

系统采用基于 Client/Server（客户机/服务器）模式的分布式网络结构,该系统采用标准化、网络化、功能分布的体系结构，且有高度的可靠性和维护方便性，系统具备软、硬件的扩充能力，支持系统结构的扩展和功能的升级。可以根据系统的规模和特殊需求，充分优化网络各节点资源和均衡网络负担，并便于系统的分阶段实施。

系统主网采用分流/冗余的双网机制。系统监视网络状态，剔除故障节点机，维护网络的正常运行。该网节点有数据前置采集服务器系统、SCADA 服务器系统、数据库服务器系统、应用服务器系统、WEB 服务器系统、配调工作站系统、维护工作站系统、报表工作站系统、网络系统、时钟及频率系统及外设等。

整体硬件系统如下图。



配电自动化主站系统结构图

主站系统安全防护

网络安全防护系统采用物理安全防护装置及防火墙安全系统，严格控制非实时网和远程网对其访问。根据国网安全分区规范，不同安全分区之间采用物理隔离装置进行隔离；同一安全区内不同系统间加装防火墙。在内联网与外网（MIS 系统及外部系统）的互连处放置控制边界的防火墙，充分保护配电系统主站局域网中的服务器及工作站，有效控制隔离内联网与外网的相互访问，同时为外网用户安全地提供域登陆服务和数据库查询服务，对本地登录或远方登录的操作员访问操作进行密码和特权查核。计算机系统安装防火墙软件，监控网络之间的通信，限制对方用户的访问资源范围，防范可能来自于对方的安全威胁（如信息盗窃、非法访问、恶意破坏等），以保证内联网安全。

3.4.5 平台支持软件

支持软件包括公共支撑软件和平台支撑软件。公共支撑软件包括关系数据库软件、动态信息数据库软件、CORBA 中间件等。数据库软件包括商用数据库软件和实时数据库软件。

系统具有多层结构的支撑平台，为应用软件提供一个统一的、高可用率的、容错的环境。支撑平台提供标准的用户开发环境。

1、数据库管理

数据库包括实时库和商用库两种类型，分别管理。

● 实时数据库管理系统

为了满足配网电能参数如电压、电流、有功、无功、开关状态、报警等实时观测和调用的要求，使用实时数据库管理系统来实现快速的实时数据存取和管理。

具有完善的交互式环境的数据库录入、维护、检索工具和良好的用户界面，并可进行数据库删除、数据库清零、数据库拷贝等操作。具备全网数据同步功能，做到任一网络元件参数在整个系统中只需输入一次，全网数据保持一致，数据和备份数据保持一致。

可以建立多种数据集：用于各种 CASE 如训练、测试、计算等。

能提供数据库接口和数据库存取进程，供程序设计语言调用，支持用户的各种数据库应用要求。

支持冗余式数据库结构和镜像数据库结构，保证数据库的分布式配置。

支持将在线数据库保存为离线的文件和将离线的文件转化为在线数据库；具备可恢复性，数据库在配网自动化系统故障消失后，能够迅速恢复到故障前的状态。

● 商用数据库管理系统

除实时数据库以外的数据库包括历史数据库、应用功能库等，存储电网非实时数据及统计数据，为非实时应用和其它系统提供支持。

具有可靠性高、容量大、接口标准等特点，支持群集和数据库镜像，数据库容量不受硬件以外系统的限制。

具备针对配网自动化开发的图形界面数据管理工具，进行配网数据修改、删除等数据配置和维护工作。

2、数据备份与恢复

在系统的安全保护措施中，数据备份和恢复是最基础也是最重要的手段，系统应对其中的数据提供安全的备份和恢复机制，保证数据的完整性和可恢复性。

3、权限管理

系统的权限定义应采用层次管理的方式，拥有功能、角色、特殊属性、用户和组五种权限主体。系统管理员在定义用户时，应能根据不同的工作职能和工作性质赋予人员不同的权限和权限有效期，不同的操作员可以根据其权限赋予不同的访问能力，并且权限与工作站节点相关，不同工作站节点可有不同的权限。

4、告警服务

告警作为一种公共服务为各应用提供告警服务。系统的告警服务应具备以下特点：
丰富的告警动作和告警行为。告警动作至少应包括语音报警、音响报警、推画面报警、打印报警、中文短消息报警、需人工确认报警、上告警窗、登录告警库等，新增告警行为用户可以自定义。

5、报表管理

- 报表系统应为各应用提供制作各种统计报表的功能，其数据来源既包括 SCADA 的数据，也包括其他各种应用的数据。
- 报表管理系统具有以下功能：
- 报表处理模块实现报表属性设置、报表参数设置、报表生成、报表打印、报表修改、报表浏览等功能。
- 应提供定时打印功能。
- 报表数据定时自动生成功能，可按班、日、月、季、年生成各种类型报表；可根据需要生成典型或特殊报表。
- 客户端支持以 HTML 的方式浏览报表。

6、系统运行管理

系统运行管理实现对整个系统中的设备、功能及权限等进行分布化管理，以维护系统的完整性和可用性，提高系统运行效率。

- 运行方式管理。系统提供友好的人机界面，对系统中所有计算机的运行方式进行管理，内容包括对每台计算机应用功能的设置，打印功能、报警功能的配置，权限的设置等。
- 冗余管理。系统采用了双局域网的硬件配置方案，结合智能化网络通信软件的双网分流技术，使得无论是单网故障，还是网上节点内的单点网络故障都不影响系统中的网络通信功能。
- 为监视系统负载和性能，提供完整的在线和离线诊断测试软件包，用于诊断硬件设备、模板的故障。

7、人机界面管理

人机界面系统是用户与系统进行交互的内在支撑，系统人机界面采用全图形工作站。其图形子系统提供功能强大的图形编辑功能，用户可以生成所需的各种画面，且所有画面全网共享。同时系统提供方便快捷的图形操作界面，用户的绝大部分操作只需点击鼠标即可完成，给用户带来最大的方便，大大减轻了工作强度。

8、图模库一体化管理

按照面向对象的方法设计的基于 CIM 的图库一体化技术，采用先进的图形制导工具，图形和数据库录入一体化，作图的同时可在图形上录入数据库，使作图和录入数据一次完成，自动建立图形上的设备和数据库中的数据的关系。所见即所得，便于快速生成系统。图模库一体化技术可以根据接线图上的连接关系自动建立整个电网的网络拓扑关系，大大简化了配网自动化系统的工程化工作和维护工作，而且保证了维护工作的正确性，避免人为错误，保证图形、模型、数据库的一致性，减少建模和建库时间。

3.4.6 SCADA 系统功能

1、数据采集与处理

(1) 数据采集

- 支持按口值班的工作方式。

要求不再将各种前置设备简单地划分为主用和备用，而是让每一个设备都发挥作用并且被监视。要求对值班口及非值班口都进行管理，一旦发现某个端口异常，若是备用则给出告警，若是值班口则进行端口切换并给出告警，而万一出现一台前置服务器停下，所有属于该机的值班厂站全部转移到另一台服务器上，绝无数据丢失。

- 支持数据保险箱技术

要求做到通道切换过程中不丢失数据，实现主备通道的无缝切换。要求正常运行过程中不因值班通道的瞬时干扰而丢失数据，实现实时数据的无损采集。

- 规约类型

支持 IEC60870-5-101、IEC60870-5-104、DL451-91、DL476-92、SC1801、μ4F、DNP3.0、CDC8890 等标准规约，还支持自定义规约。

- 支持与各种 RTU/FTU/TTU/DTU 和数据源通信。
- 支持网络通道与网络 RTU 通信。
- 支持与现有配电自动化系统及调度自动化系统间的双向数据通信，通信协议支持 IEC60870-6 (TASE.2)、DL476-92、IEC60870-5-104 等网络协议。
- 支持采集数据类型

系统可以采集各类 RTU/FTU/TTU/DTU 上传的数据，调度自动化系统转发数据、GPS 时钟、周波、UPS 电源、机房的环境监测或其它计算机系统传送来的数据及人工设定的数据。

(2) 数据处理

经过数据处理的数据成为配网自动化系统中各项应用功能的基础及源泉,在确保数据处理的可靠的同时,既能抓住电网突发的瞬变,又不能让坏信息干扰其它应用功能的判断,这也正是本系统数据处理的基本目标,除了对数据处理以外,还对所有数据打上质量标签,以标明其可信度。

2、数据存储

- 存储和处理配电网的实时状态数据,如三相电压、三相电流、有功、无功、功率因数、零序电流、开关状态等,在实时数据库中动态刷新,并经过处理后按周期自动存储入历史数据库。
- 历史数据库保存全部遥测量的整点数据;可以以 5 分钟、15 分钟间隔采样的曲线数据;遥信量状态和动作次数;事件和操作记录;配电网设备的运行时间和运行率统计;事故追忆数据等。要求具备高度的可靠性。
- 数据有效性检查:可根据每个数据设置的合法范围,提供对突变数据的报警功能。
- 计算功能:针对实时数据和非实时数据提供面向配网应用的计算处理,提供自定义公式界面、手动和自动计算功能。
- 统计功能:系统可对模拟量、状态量、电度量以及各种配电网设备的数据进行多种统计处理。主要有电压合格率统计;对模拟量的各种越限时间统计;可对模拟量统计其全天、全月及全年的最大值、最小值及发生时间;各种断路器、隔离开关、刀闸等设备的动作统计;事故跳闸统计。
- 具有人工设置数据(遥测、遥信等)功能。
- 支持多数据源处理。

支持站多源技术——厂站有多路信号来源的情况,比如有两路主备直收的信号、一路网络来的信号、一路其它系统转发来的信号,只要建立一套设备和测点,在接收信号时根据各路信号的质量判断使用哪一路的结果。

支持点多源技术——要求同一测点的多源数据在满足合理性校验后按照人工定义的优先级存放(优先级的次序可由用户灵活设置),经判断后将最优数据提供 SCADA/配网自动化系统的各个应用功能使用。

3、事件告警与处理

- 事故时自动调图，可根据需要设置事项打印、声光、推图以及语音报警等报警方式；
- 可以根据责任区及权限对报警信息进行分类、分流；
- 可根据调度员责任及工作权限范围设置事项及告警内容，报警限值及报警死区均可以人机界面方式修改；
- 事项信息可长期保存并可随时按指定条件查询、打印；
- 配备专门的短信报警平台，对于系统中的各种报警事项，可以通过短信报警平台发送，将其发送给特定的人员；
- 短信报警发送的事项类型、人员以及发送时间等，均可进行灵活的设置。不同类型的报警信息可以区分发给不同的负责人；
- 实现相应报警事项的自动语音报警；
- 所有报警处理不影响系统的正常运行。
- 越限报警处理功能：对模拟量可分别设置报警上、下限，有效上、下限，当数据越限值时可生成报警记录。
- 遥信变位报警功能：开关、通道状态等遥信产生变位时产生报警记录。
- 报警提示：在人机工作站的报警窗口显示实时报警，并提供事件查询窗口，在画面上以特殊颜色显示关联遥测和遥信，用户亦可定义自动弹出关联画面或语音报警。
- SOE 处理功能：接收终端单元发送的 SOE 信息并存储入历史事件库。
- 全景 PDR：发生事故跳闸时，系统可根据用户定义好的对应关系自动记忆有关数据，并将其存入数据库中，供用户查询，应全方位地记录、保存电网的事故状态，能够真实、完整地反演电网的事故过程，系统支持根据给定的事故追忆时刻自动匹配并调出事故时系统的电网模型、事故时的图形以及事故发生时的事件，在此基础上反演当时发生的事件序列，并支持用户控制反演的进度。

4、遥控、遥调操作功能

- 提供安全可靠全面的遥控功能，并进行操作员身份验证。
- 生成操作过程的全部记录（操作人员、操作时间、操作内容等）。
- 可以进行批次遥控操作，可根据故障分析得出的执行方案批次执行。
- 具备限制不同类型用户应用遥控功能的权限，各类型用户只能使用已限定的范围内遥控操作。

- 可自动统计遥控次数、遥控成功次数等，并将统计结果存入数据库。

5、实时监控与操作

- 实时监控：对断路器、隔离开关，馈线、环网柜的负荷开关等实施遥控操作，在控制操作执行的过程中，系统随时监视电网的变化，所有控制操作及其结果记录到事件表中。
- 调度员操作：调度员可控制两状态设备如断路器和隔离开关、三状态设备如电动隔离开关、多状态(升/降)设备如变压器分接头和设定值设备如发电机控制器。调度员可以控制直流输电设备和串联电容补偿设备。某一时刻只能有一个调度员选择某个设备进行控制，或进行其它针对点的操作(如加标签)。如果调度员不能在规定的周期内完成控制步骤(或其它针对点的操作步骤)的下一步操作，对该点的选择则被自动取消。

6、人机会话功能

- 事件发生时，可自动推出报警画面，并伴有声音或语音报警。
- 具有多种类型图表，如地理接线图、配电网结构图、厂站接线图、潮流分布图和工况图；报警一览表、常用数据表、厂站设备参数表等。画面形式可为多种曲线图、棒形图、饼形图、混合图、模拟表图等。
- 采用多屏技术，在调度台支持一机双屏。每台显示器可独立实时处理各种图形和多窗口信息。
- 显示内容包含实时或置入的遥测量、遥信状态量、计算处理量、时间、设备信息、统计信息、事件记录等。
- 可以在接线图上直接查询设备基本信息、运行参数信息、运行统计信息等。
- 支持图形快速查询和设备定位功能。
- 可人工设置或修改开关、刀闸状态，接地、检修、停电等标志；可进行遥控、遥调操作以及自定义的其它操作，并生成操作过程的全部记录(包括操作人员、操作时间、操作内容等)。
- 可打印显示的图形、表格和记录文档，图形打印比例可以调节。
- 具有事件浏览功能，所有的事件归类显示，并且可以浏览某一时段的事件，可对历史事件按多种方式进行分类索引查阅及打印。

7、网络 SCADA

- 拓扑着色--在接线图上实现全局带电着色、线路带电着色、供电范围着色、电源点追踪着色、负荷转供着色。
- 自动旁路代—要求对任何标准的或特殊的接线方式，自动旁路代自动由软件完成，不需要进行任何维护定义。
- 防误闭锁—支持基于实时拓扑分析的防误闭锁功能，不需要用户进行任何定义，软件本身可通过拓扑分析处理站内、站外甚至复杂 T 接等各种情况下的防误闭锁，比如 T 接的多条线中有任何一端接地，系统都会自动禁止送电操作。

3.4.7 DA 馈线自动化功能

主站根据各配电终端或故障指示器检测到的故障报警，结合变电站、开闭所等的继电保护信号、开关跳闸等故障信息，启动故障处理程序，确定故障类型和发生位置。采用声光、语音、打印事件等报警形式，并在自动推出的配网单线图上，通过网络动态拓扑着色的方式明确地表示出故障区段，根据需要，主站可提供事故隔离和恢复供电的一个或两个以上的操作预案，辅助调度员进行遥控操作，达到快速隔离故障和恢复供电的目的。

系统的故障诊断、隔离与恢复提供实时运行和模拟研究功能。在实时模式下，系统根据电网运行的拓扑状态自动完成开关设备的操作，达到故障的诊断与隔离，并提出可实施的恢复方案；在研究模式下，可人为设置假想故障，系统自动演示故障的处理过程，包括主站的隔离、恢复策略的预演等。

故障处理的全部过程信息保存在历史数据库中，以备故障分析时使用。

1、故障定位

主站根据配电终端传送的故障信息，快速自动定位故障区段，并在调度员工作站显示器上自动调出该信息点的接线图，以醒目方式显示故障发生点及相关信息（如特殊的颜色或闪烁）。

除利用终端上送信息定位故障外，系统还可以使用故障报修（客户服务）系统传递过来的信息进行故障定位。在大量电话报修发生时，可以定位故障发生涉及的区域以及可能发生故障的上级设备，并进行明显显示。

2、故障区域隔离

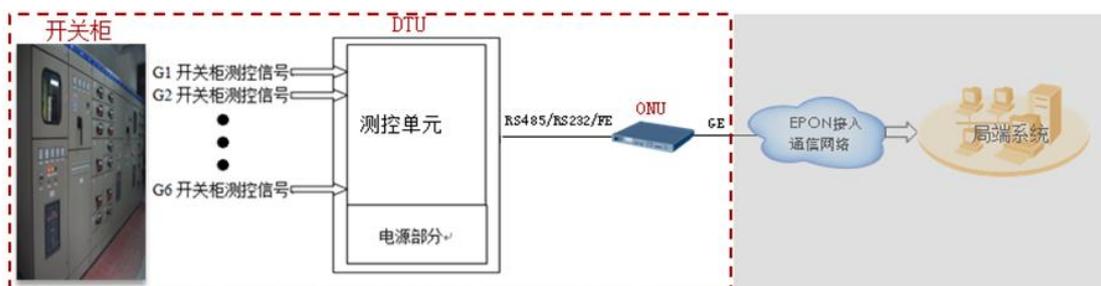
- 对于瞬时故障，若变电站出线开关重合成功，恢复供电，则不启动故障处理，只报警和记录相关事项。对于永久性故障，变电站出线开关重合不成功，则启动故障处理。

- 支持各种拓扑结构的故障分析，故障诊断、隔离与恢复的功能适于各种配网网架结构，用户扩充、修改网络结构及电网的运行方式发生改变对馈线自动化的处理不造成影响。
- 能够处理配电网的各种故障类型，对于线路上同时发生的多点故障能根据每条配电线路的重要程度对故障进行优先级划分，重要的配电网故障可以优先进行处理。
- 可灵活设置故障处理闭锁条件，避免保护调试、设备检修等人为操作对馈线自动化功能的影响。
- 主站进行故障定位并根据故障定位结果确定隔离方案，故障隔离方案可以自动或经调度员确认后进行。

3、非故障区域恢复供电

- 故障处理过程可选择自动方式进行和人机交互方式进行，执行过程中允许单步执行，也可在连续执行时人工暂停执行。在故障处理过程中，完成常规的遥控执行之后应查询该开关的状态，以判断该开关是否正确执行，若该开关未动作则停止自动执行，并提示系统运行人员，以示警告。
- 可自动设计非故障区段的恢复供电方案，并能避免恢复过程导致其他线路的过负荷；在具备多个备用电源的情况下，能根据各个电源点的负载能力，对恢复区域进行拆分恢复供电。

3.5 开关站电气监控方案（终端）



开关站设备接口示意图

开关站配电监控选用配电监控终端（DTU）。DTU 基本配置可以实现 8 条线路的电气监控，在一个屏上配置 1 台、2 台、3 台配电监控终端可以实现 8 条、16 条、24 条线路的电气监控。根据需要，可以组一个屏，也可以做多个屏。屏柜一般采用 2300mm（高）* 900mm（宽）* 950mm（深），以和一次柜大小相配为宜。

开关站统一采用 DC48V 操作电源。电源系统采用直流屏供电方案。不单独设置直流屏柜，电池管理、电池组、配电终端、以及其它监控设备集成在同一个机柜中。

电池容量按 48V/100Ah 配置。

DTU 一律配三遥功能，最大能配置 24 条线路的容量要求：

序号	项目	配置参数
3	遥测量（电流）	72 个电流量
4	遥测量（电压）	12 个电压量（4 段母线）
5	遥信量	144 个遥信
6	遥控量	48 路遥控（24 回路）
7	通信	提供不少于 3 个 RS232/485 口，2 个以太网通信接口

3.6 骨干传输网介绍

3.6.1 骨干传输网现状

XX 地区电力系统通信网经过“十一五”前四年的技术改造和系统升级，已取得了飞跃性的发展，传输平台从单纯的 SDH 平台升级至多业务 MSTP 平台。

1) 省级干线

省级光纤干线 SDH 622Mbit/s（在建），从 XX 地区 XX 变至 XX 地调段，光传输设备为 X 公司的 1660SM。

2) 地区干线

截止 2010 年底，光通信站已覆盖了所有变电站，XX 地区骨干光纤网能稳定运行，并基本满足新增站点就近接入接入层的需求，主干通道带宽为 2.5G，接入层带宽为 622M。

目前，地调至 X 地、地调至 Y 区、调度所至 A1 区所的通道为租用移动公司的 155M 电路。

截止 2009 年底，XX 地区骨干光纤网已形成采用华为设备的主干环、东环、西环以及采用 X 司设备的环网。其中，主干环 2.5Gbit/s 由 X 区调、XX 地区地调、局三号楼、集控站和 A1 区调组成，网络拓扑见图 2-2；XX 地 622Mbit/s 由集控站、A1 区调、110kVXX 变、35kVXX 变、110kVA1 区变组成，110kVXX 变以 622Mbit/s 支线接入 110kVXX 变，网络拓扑见图 2-2；西环 622Mbit/s 由 XX 区调、35kVXX 变、110kVXX 变、集控站、35kVXX 变、XX 地区电厂、110kVXX 变、35kVXX 变、110kVXX 变、110kVXX 变、110kV 城西变组

成, 35kVXX 变以 622Mbit/s 支线接入 110kVXX 变, 35kVXX 变以 622Mbit/s 支线接入 110kV 城西变, 35kVXX 变以 622Mbit/s 支线接入 110kVXX 变和 35kVXX 变, 网络拓扑见图 2-2; 某司设备环网 622Mbit/s 由 XX 地区地调、110kVXX 变、XX 地区电厂、110kVA1 区变、35kVXX 变、35kVXX 门变、110kVXX 山变、X 公司、35kVXX 变、35kVXX 变组成, XX (微波站) 以 155 Mbit/s 支线接入 XX 地区地调, 35kVXX 变、35kVXX 变、以 155 Mbit/s 支线接入 XX 地区电厂, 35kVXX 变、110kVXX 变、110kVXX 变以 155 Mbit/s 支线接入 110kVA1 区变。

华为设备 MSTP 网络结构图如下:

图略

某司设备 SDH 网络结构图如下:

图略

截止 2010 年年底, XX 地区共有 110kV 及以下变电站 36 座, 已实现 100%光通信网络覆盖, 系统主要采用深圳华为及某司设备。

XX 地区电力局 35kV/110kV 变电站光传输设备现状表

序号	端站名称	电压等级	设备厂家	设备型号	主机容量	开通容量	建设时间
1	A 变	110kV	深圳华为	OSN3500	STM-64	STM-4	2008.7
2	B 变	110kV	深圳华为	OSN3500	STM-64	STM-4	2008.11
3	C 变	110kV	深圳华为	OSN3500	STM-64	STM-4	2008.1
4	D 变	35kV	深圳华为	OSN3500	STM-64	STM-4	2008.1
5	C 变	110kV	深圳华为	OSN3500	STM-64	STM-4	2008.11
6	D 变	35kV	深圳华为	Merto1000	STM-4	STM-1	2008.7
8	E 变	35kV	深圳华为	Merto1000	STM-4	STM-4	2008.11
10	F 变	微波站	深圳华为	Merto1000	STM-4	STM-4	2008.12
11	G 变	35kV	深圳华为	OSN3500	STM-64	STM-4	2009.9
12	H 变	35kV	深圳华为	OSN3500	STM-64	STM-4	2009.6



序号	端站名称	电压等级	设备厂家	设备型号	主机容量	开通容量	建设时间
13	I 变	110kV	深圳华为	OSN3500	STM-64	STM-4	2009.6
14	J 变	220kV	深圳华为	OSN3500	STM-64	STM-4	2009.7
15	K 变	110kV	深圳华为	OSN3500	STM-64	STM-4	2009.9
16	L 变	110kV	深圳华为	OSN3500	STM-64	STM-4	2009.9
17	M 变	110kV	深圳华为	OSN3500	STM-64	STM-4	2009.7
18	N 变	110kV	深圳华为	OSN3500	STM-64	STM-4	2009.7
19	O 变	35kV	深圳华为	OSN3500	STM-64	STM-4	2009.7
20	P 变	35kV	深圳华为	Merto1000	STM-4	STM-4	2009.7
21	Q 变	35kV	深圳华为	Merto1000	STM-4	STM-4	2009.9
22	R 变	110kV	深圳华为	Merto1000	STM-4	STM-4	2009.11
23	S 变	35kV	深圳华为	Merto1000	STM-4	STM-4	2009.7
24	T 变	35kV	深圳华为	Merto1000	STM-4	STM-4	2009.6
25	U 变	35kV	XX	xxxx	STM-4	STM-4	1999.12
26	V 变	110kV	XX	xxxx	STM-4	STM-4	2007.05
27	W 变	110kV	XX	xxxx	STM-4	STM-4	1999.12
28	X 变	110kV	XX	xxxx	STM-4	STM-1	2005.08
29	Y 变	35kV	XX	xxxx	STM-4	STM-1	2005.08
30	Z 变	110kV	XX	xxxx	STM-4	STM-4	2007.06
31	AA 变	35kV	XX	xxxx	STM-4	STM-4	2006.12
32	AB 变	35kV	XX	xxxx	STM-4	STM-1	2006.08
33	AC 变	110kV	XX	xxxx	STM-4	STM-1	2007.11

序号	端站名称	电压等级	设备厂家	设备型号	主机容量	开通容量	建设时间
34	AD 变	35kV	XX	xxxx	STM-4	STM-1	2007.08
35	AE 变	微波站	XX	xxxx	STM-4	STM-1	2006.04
36	AF 变	35kV	XX	xxxx	STM-4	STM-1	2006.05
37	AG 变	35kV	XX	xxxx	STM-4	STM-1	2007.1
38	AH 变	110kV	XX	xxxx	STM-4	STM-1	2007.11

3.6.2 骨干传输网的业务分析

1、业务分类

不同类型的数据，对网络带宽的要求是不同的。110kV 变电站数据大致可以分成三类：

- (A) 实时数据；
- (B) 非实时数据；
- (C) 电信支撑网信息数据；

实时数据，要求的网络带宽是一定的。比如，需要 2Mbit/s 传输图像信息，如果网络提供的带宽小于 2Mbit/s，则会影响图像传送质量。

非实时数据，有以下 4 个因素影响其所要求的网络带宽。

(1) 网络能提供的带宽

网络提供的带宽越大，非实时数据能利用的带宽也越大。

(2) 特定应用系统或协议要求的最小带宽

如某个应用系统每点要求的最小带宽 4Kbit/s，如果小于这个带宽，则系统会认为网络断了。又比如 TCP 协议所能接受的超时时间等。

(3) 用户能忍受的带宽

比如打开一页 100K 的 Web 页面，有的能忍受 5 秒钟，有的能忍受 30 秒。

(4) 非实时数据能利用的平均带宽

如果所有非实时数据在一定时间 T 之内同时使用，产生一定的数据量 D，则网络至少应提供的带宽= D/T ，此为非实时数据能利用的平均带宽。

2、实时数据业务

实时数据核心业务如下：

- (1) 电话交换业务
 - a 电力调度电话交换网
 - b 生产管理电话交换网
- (2) 数据交换网业务
 - a 调度自动化信息传输
 - b 继电保护管理系统
 - c 系统安全自动装置
- (3) 实时数据其他业务如下：
 - a 会议电视
 - b 远程教育
 - c 变电站图像监控
 - d IP 电话
 - e 视频点播

3、非实时数据业务

非实时数据核心业务如下：

- (1) 企业资源计划系统 SAP R/3
- (2) 电力营销客户信息系统
- (3) 生成管理信息系统
- (4) 办公自动化系统 (OA)
- (5) 输配电网管理系统
- (6) 调度生产管理系统(DPMS)
- (7) 突发和定期数据

非实时数据其他业务如下：

- (1) 电子邮件
- (2) 网站浏览
- (3) 文件传送

4、电信支撑网业务

主要包括同步网业务，电信管理网业务等

5、带宽计算

带宽计算模型，参考国家电网公司部门文件（2009）391号文《关于公司系统通信网“十二五”规划报告编制工作要求的通知》的附件1“传输网业务测试方法”。

某业务断面带宽 $B = B' \times N \times \Phi 1 \times \Phi 2 \times$ 并发比例

其中：

B' ——为不同业务的单位带宽；

N ——为业务电路数量；

$\Phi 1$ ——冗余系数（ $\Phi 1 > 1$ ）指为业务预留备份通道和发展空间所需弹性系数，本规划计算中 $\Phi 1 = 1.3$ ；

$\Phi 2$ ——容灾系数（ $\Phi 2 > 1$ ）指其他方向电路发生通信网络事故时，本电路作为迂回路由分担故障电路承载的业务流量所需弹性系数，本规划计算中除IP业务为主的业务子断面 $\Phi 1 = 1$ 外，其余业务 $\Phi 2 = 2$ 。

6、业务量分析及带宽预测

1) 业务量分析及带宽需求估算

按照现有带宽预测分析方法，数据业务的增量预测应根据电网发展建设的重点方向和先后时间顺序，并结合历年来电网业务对电路带宽需求增长比例，按整数倍进行预测。根据国网公司（2010）150号文件的规定及每个110kV通信站通信业务种类及业务传输速率的要求。

单个 110kV 变点站至地调传输容量需求表

序号	业务流量组成	业务流向	业务流量(M)	链路数量(条)	可靠性要求	并发比例	小计(M)
1	调度电话	变电站-地市公司	2	1	2	100%	4
2	调度自动化	变电站-地市公司	2	1	2	100%	4
3	行政电话	变电站-地市公司	2	1	2	100%	4
4	变电站视频监控	变电站-地市公司	20	1	1	25%	5
5	变电站设备监控	变电站-地市公司	5	1	1	10%	0.5
6	雷电监测	变电站-地市公司	2	1	1	10%	0.2
7	输电线路监控	变电站-地市公司	3	5	1	100%	3
8	光缆线路监控	变电站-地市公司	2	1	1	50%	1

序号	业务流量组成	业务流向	业务流量 (M)	链路数量 (条)	可靠性要求	并发比例	小计 (M)
9	配用点信息采集点业务	营业所——变电站 ——地市公司 配电信息采集点——变电站——地市公司 用电信息采集点——变电站——地市公司 (见表 3-5)	84.5	1	1	50%	42.25
10	其他业务	变电站-地市公司	0	1	2	10%	0
11	总计						63.95

按照上述通道配置原则，在接入变电站（有配网信息）个数为 10 个的情况下，带宽将达到：1663M（63.95M×10×1.3×2），（M 为 Mbit/s 的简写，后同）。

单个直属单位至地调传输容量需求表

序号	业务流量组成	业务流向	业务流量 (M)	链路数量 (条)	可靠性要求	并发比例	小计 (M)
1	直属单位——地市公司 (一个直属单位)	直属单位——地市公司	32.9	1	2	100%	65.8
2	行政电话	直属单位——省公司	2	1	2	100%	4
3	会议电视	直属单位——省公司	8	1	2	100%	16
	总计						85.8

单个直属电厂至地调传输容量需求表

序号	业务流量组成	业务流向	业务流量 (M)	链路数量 (条)	可靠性要求	并发比例	小计 (M)
1	调度电话	直调电厂-地市公司	2	1	2	100%	4
2	调度自动化	直调电厂-地市公司	2	1	2	100%	4
3	其他业务	直调电厂-地市公司	0	1	2	100%	0
4	总计						8

按照上述通道配置原则，XX 地区电力局所 4 个分局以及 22 个直属单位，4 个直调电厂，带宽总容量需求将达到：

地调传输容量需求表

序号	业务流量组成	业务流向	业务流量 (M)	链路数量 (条)	冗余系数	容灾系数	并发比例	小计 (M)
----	--------	------	----------	----------	------	------	------	--------

序号	业务流量组成	业务流向	业务流量 (M)	链路数量 (条)	冗余系数	容灾系数	并发比例	小计 (M)
1	地市公司-直属单位	直属单位——地市公司	85.8	22	1.3	2	100%	4907.76
2	地市公司-直调变电站 (有配网信息)	直调变电站 (110kV 变电站) ——地市公司	63.95	10	1.3	2	100%	1662.7
3	地市公司-直调变电站 (无配网信息)	直调变电站 (110kV 变电站) ——地市公司	21.7	16	1.3	2	100%	902.72
4	地市公司-直调电厂	直调电厂——地市公司	8	4	1.3	2	100%	83.2
5	地市公司-县公司	县公司-地市公司	155	4	1.3	1	100%	620
6	县公司-县公司	县公司之间	155	0	1.3	1	100%	0
7	地市公司直调变电站之间	站间	2	2	1.3	1	100%	5.2
8	调度数据网业务		155	1	1.3	1	100%	201.5
9	SG-ERP 业务	地市配用电信息采集	171.6	4	1.3	1	100%	892.32
							总计	9275.4

按照上述通道配置原则，在 XX 地区电力局地调汇接侧业务断面总流量将达到：

9275.4M。

7、结论分析

根据上述通道配置及业务容量需求汇总预测，随着配用电网传输业务的增加，“十二五”期间地区骨干通信光传输网单环带宽需求在考虑冗余等因素后将达到 1663M，远超 622M，因此“十二五”期间地区骨干通信光传输网环路带宽按 2.5Gb/s 规划设计。如按照业务量年递增 10% 计算，至 2020 年的远景带宽需求将超过 2.5Gb/s，届时，应根据智能电网的建设及配用电业务的发展情况，在省公司指导下适时建设地区骨干网的第二传输平面。

3.6.3 骨干传输网方案规划与设计

1、规划目标

(1) 以满足智能电网各个环节的通信需求为中心，以电力光纤通信资源为基础，统筹规划，全面均衡发展，建成强有力地支撑智能电网发展的电力专用通信传输网络。完善地区骨干光纤传输网络拓扑，提高网格密度，重要业务节点之间实现多路由的可靠连接。

(2) 建成 100%覆盖县（市）区电力公司、直调电厂、110kV 及以下变电站、营业所、营业所的光纤网。

(3) 在“十一五”通信传输网规划实施的基础上，继续推进光缆共享和电路互补，体现全网规划的整体性和前瞻性，实现投资效益的最大化。

光缆网

“十二五”期间，结合基建、技改工程新建光缆，优化光缆路由，提高光缆网的 OPGW 覆盖率，保证 XX 地区光缆网安全可靠，同时，重点对光缆网络薄弱环节进行补强，进一步加强跨区域光缆线路的建设、改造。

传输设备网

“十二五”期间，在浙江电力通信基础网建设规范指导下，结合 XX 地区网络现状及业务需求，对无法适应“十二五”期间传输网要求的设备进行技术改造，不断完善 XX 地区通信传输网网络结构。

2、规划范围

(1) 地域范围：XX 地区市区（包括 A1、A2 区）、XX 县、XX 县；

(2) 用户范围：上述地域范围内，现有及电网“十二五”规划中拟建的 110kV 及以下变电站、直调厂站、供电营业所、10kV 通信接入站等；

3、技术政策

● 光纤

对于地区电力通信网，“十一五”期间已大量采用了 G.652B 光纤建设光缆线路；“十二五”建设期间，由于 G.652B 光纤技术成熟，造价较低，与原有光缆线路熔接方便且通常满足传输要求，故新建光缆线路仍以 G.652B 光纤为主。

● 光缆

(1) 充分利用电力系统杆塔和线路资源，建设 OPGW、ADSS 光缆。

新建、改（扩）建 110kV 线路宜采用 OPGW 或 ADSS 光缆。

新建、改（扩）建 110kV 以下线路宜采用 ADSS 光缆。

城区宜采用管道光缆，应与相关部门作好协调配合工作，要求新建的城区电力管道应至少为通信光缆预留 1 根排管，内附 3 根子管，相关道路规划改造、市政工程建设时应为通信考虑管道资源。

考虑到 XX 地区岛屿多的特殊性，部分岛屿与本岛连接需建设海底光缆。

(2) 新建或改建地区传输网骨干节点之间的光缆，原则上为 24 芯；管道光缆原则上为 48 芯；其它光缆的芯数原则上不少于 16 芯。采用专用纤芯传输继电保护信号的线路及采用专用纤芯传输智能化线路信息的线路，光缆芯数按相关部门的要求增加。

(3) 进入电力调度机构、通信枢纽站的通信光缆或电缆应穿管敷设，并采用不同的路由进入通信机房和控制室。

(4) 110kV 电压等级的变电站宜有 2 个方向的独立光缆路由。

(5) 对有条件进行改造或建设的网络重要节点之间，适度进行光缆路由的丰富性建设，为智能网络提供安全保障。

(6) 结合 110kV 电网生命线工程补强 XX 地区光缆网，提高线路保护通道的光纤化率。

● 光传输网

(1) 光传输网主要为电力调度、继电保护、安全稳定控制、电网调度自动化、电力客户服务及电网生产经营、企业行政管理等提供可靠的传输通道。以电力调度及生产实时控制业务为基础，利用现有通信网络资源，通过对网络结构的优化和补充完善，建立符合电力专用业务要求的专用光纤通信网络，满足电网实时控制业务的需求。

(2) 建设和完善光纤通信网络，调整和优化网络结构，发挥网络整体优势，提高网络可靠性和运行效率。各级通信网络建设应遵循“光缆共享、电路互补”的原则，防止重复建设和通信资源的浪费，加强网络的互联互通，形成各子网间相互的补充和备用。

(3) 充分利用 MSTP、PTN 等成熟、先进技术，建设覆盖整个 XX 地区骨干通信网的高速智能光网络，形成多业务一体化的智能网络平台。通过高带宽、大颗粒、智能化通信平台的建设，满足坚强智能电网及电网管理信息业务对网络带宽的需求。

(4) 110kV 及以下厂站、供电分局、营业所及直属生产单位等根据实际情况，以县局为中心，根据地域划分单独组网，以两点接入地区通信汇聚层（三级网），并原则选择与通信基础网汇聚层节点相一致的设备。对原有的不支持以太网传输管理的 SDH 传输设备，在“十二五”期间将进行软件升级或改造，使其增加网络传输功能，设备老旧无法升级改造的，更换新设备。

(5) 110kV 厂站通信物理通道应满足双重化要求且相互独立，传输设备的重要板卡冗余配置。

(6) 根据电网安稳控制系统、继电保护、调度自动化等业务的需求，结合省基础网覆盖情况，适时建设地区光传输网第二平面。

4、规划重点

● 传输网技术选择

当前，通信传输技术发展迅速，这为建设坚强可靠的电力通信传输网创造了条件。目前通信业界采用的传输网技术体制主要有 SDH、MSTP、ASON、PTN、DWDM、OTN 等。

“十二五”期间，XX 地区电力传输网技术体制的选择，应基于智能电网建设和发展对电力通信网的需求，并结合电力通信网承载业务的特点。通过对主流传输网技术体制深入分析研究，并以省公司电力通信传输网技术体制选择为指向，规划 XX 地区电力传输网采用 MSTP 技术组网，可实现与现有网络的平滑过渡、无缝衔接和高度融合，充分地利用原有设备，更好地保护原有投资，提高通信网建设的投资效益。

● 光缆网总体规划

“十二五”期间，配合一次线路的基建、技改工程，根据光缆技术政策，“结合 110kV 电网生命线工程补强 XX 地区光缆网，提高线路保护通道的光纤化率”，大力加强 XX 地区电力光缆网络的建设。

根据通信网架建设、完善的需要，重点规划对光缆网络薄弱环节的补强，解决光缆网络制约通信发展的瓶颈问题。光缆建设应充分利用电力系统管线资源，采用 OPGW 光缆、ADSS 光缆、管道光缆或地埋光缆，并优先采用 OPGW 光缆。

● 基建配套光设备建设

为满足“十二五”期间智能电网各项业务的迅速发展，参考业务量预测，在 2011-2015 年间 110kV 基建站点进行通信系统配套建设时，主要设备的配置应包括：

- (1) 2.5G MSTP 光传输设备 1 套，电源模块等重要板卡应冗余配置；
- (2) 通信综合数据网设备 1 套；
- (3) IP 软交换设备 1 套；
- (4) 用户接入设备 1 套、配线架 1 架（含光配、数配、音配子架）；
- (5) 接入站点和相邻站点配置相应的板卡；

(6) 通信电源一般采用 AC/DC、DC/DC 变换电源，交流 220V 整流后变成-48V 直流作为主用电源，备用电源采用变电站直流系统电源变换成-48V 直流。主备用电源自动切换，并具有外接控制和监控接口。

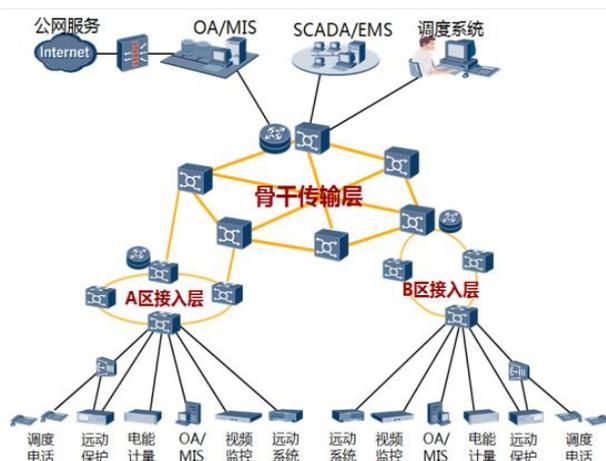
3.6.4 电力骨干网传输解决方案

华为输变电通信智能化演进方案，继承了传统 TDM 网络的高可靠、低时延特性，同时融合了 IP 网络优势，基于 Hybrid MSTP +IP 全面支撑电力业务 IP 化演进与智能电网的发展。

方案设计基于对电网发展趋势及客户需要的深入分析，采用成熟的 Hybrid MSTP 光传输产品，创新的分区、分级、分层理念，可根据电网结构、电压等级、区域互联情况，建立与电网相适配的输变电通信网络。华为提供适用于接入层、汇聚层、核心层的全系列 Hybrid MSTP 光传输产品，可根据业务流量及电网发展规划，选择相应产品进行组网。

结合 Hybrid MSTP 的特性，可直接接入以太业务，如 OA/MIS、视频监控、电能量计量及其他通过 SWITCH 接入的业务，从而减少接入层路由器的配置。方案中路由器仅在骨干传输层配置，作为各网络连接的枢纽，利用 Hybrid MSTP 提供的高速通道实现业务数据的转发与交互。

电力骨干网 Hybrid+IP 解决方案：



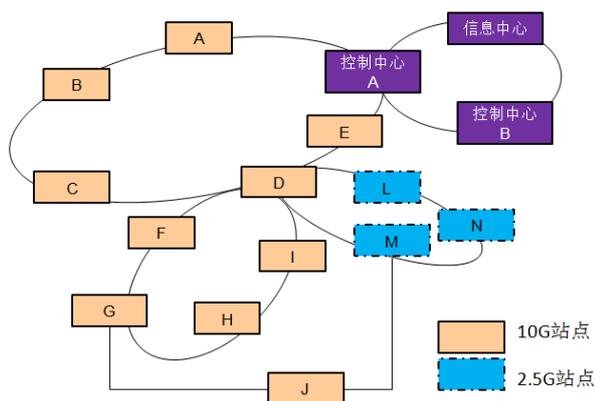
- 分区、分级、分层组网：

华为 Hybrid MSTP 系列产品融合 TDM、IP 优势，同一产品承载 TDM 与 IP 业务，满足 TDM 向 IP 分组各阶段的承载需求。在支撑电力业务 IP 化演进的同时，保证继电保护业务、安全自动装置业务的高可靠承载。

由于电网组网复杂，有多个电压等级，且跨度大、存在跨区联网等运行方式，输变电通信网的建设宜适配电网组网模式，采用分级、分区、分层建设，在保证全网信息互动的同时使各区网络具有相对独立性，避免区域网络震荡引起的大面积通信故障。

智能电网的推广需要更加智能的通信网络支撑，分级、分区、分层组网有利于提高网络的可靠性与可扩展性。

分区、分层组网模式：



- 环形、MESH 组网：

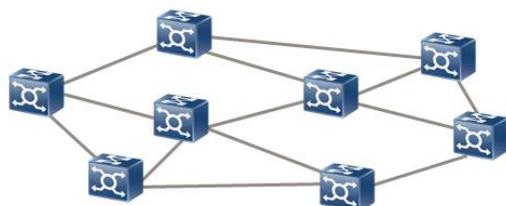
随着电网规模的不断扩大，输变电通信网络日趋复杂，为保证电力通信网络的高可靠，建议采用环形、MESH 组网，引入全方位、立体化的 ASON 智能管理平台。与传统网络相比，ASON 增加不到 10% 的投资，但是却可以带来 10 倍可靠性的提升、简化 36% 的运维工作量，并实现网络 20% 的增值。

目前电力业务正逐步 IP 化，TDM 承载与 IP 承载将长期并存，传统的光网络保护方式不完善，IP 业务层虽有保护，但也显得不足。ASON 与传统光网络保护、IP 业务层保护有如下明显优势：

与传统组网：不仅带来了抗击多次故障的好处，同时具有以下经济优势：减少穿通浪费；动态恢复可以提高带宽利用率；扁平化结构组网，减少光纤叠加使用的浪费。

与 IP 层保护：提供小于 50ms 的保护，物理层保护远快与 IP 层；解决大业务量中断、消除路由震荡保证快速恢复；降低 IP 网络成本，提供 IP 业务 QoS。

- MESH 组网模式：



- 业务划分、优先级管理与分层 QoS

智能电网的推广加强了电网与用户之间的信息交换，原来承载控制生产信息的网络将承载更多互动信息。为保证电力调度、生产业务的优先级及可靠传送，电力客户要求对各种业务作优先级区分，保证关键业务的实时、高效传输，并在通信网络不稳定时优先保证关键业务的传送。华为基于 MPLS-TP 的 VPN 服务，实现了业务的划分、保证业务传输通道的相对独立，保证了层次化 QoS。

目前大量电力业务 IP 化，MPLS VPN 能够利用公用骨干网络强大的传输能力，降低企业内部网络的建设成本，极大地提高用户网络运营和管理的灵活性，同时能够满足用户对信息传输安全性、实时性、宽频带和方便性的需要。在基于 IP 的网络中，MPLS 具有很多优点：

提高了资源利用率：由于在网内使用标签交换，用户各个点的局域网可以使用重复的 IP 地址，提高了 IP 资源利用率。

提高了网络速度：由于使用标签交换，缩短了每一跳过程中地址搜索的时间，减少了数据在网络传输中的时间，提高了网络速度。

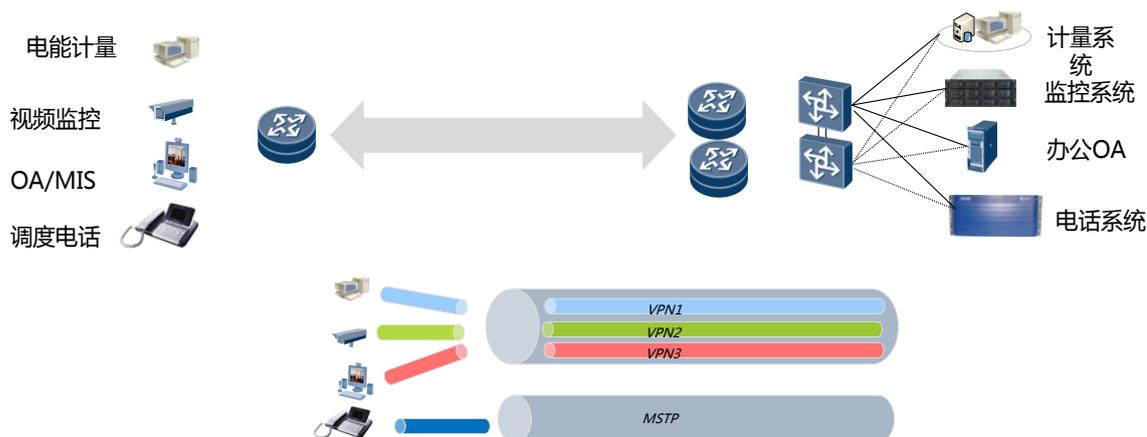
提高了灵活性和可扩展性：由于 MPLS 使用的是 ANY TO ANY 的连接，提高了网络的灵活性和可扩展性。灵活性方面，可以制订特殊的控制策略，满足不同用户的特殊需求，实现增值业务。扩容性包括：一方面网络中可以容纳的 VPN 数目更大；另一方面，在同一 VPN 中的用户很容易扩充。

安全性高：采用 MPLS 作为通道机制实现透明报文传输，MPLS 的 LSP 具有与帧中继和 ATM VCC（Virtual Channel Connection，虚通道连接）类似的高可靠安全性。

业务综合能力强：网络能够提供数据、语音、视频相融合的能力。

MPLS 的 QoS 保证：用户可以根据自己不同的业务需求，通过在 CE 侧的配置，来赋予不同的 QoS 等级。通过这种 QoS 技术，既保证了网络的服务质量，又降低了用户的费用。

VPN 通道与层次化 QoS:



2012 年 XX 地区市电力骨干传输网变电站接入拓扑图：

图略

未来（2015 年）XX 地区市电力骨干传输网变电站接入拓扑图：

图略

3.7 配电接入通信解决方案

3.7.1 终端接入通信现状

10kV 通信接入网现状

XX 地区城区现有带控制柱上开关 0 个点、带控制开闭所 21 个点、带控制配电站/室 6 个点、柱上配电变压器 273 个点，其它配电变压器 1880 个点。

0.4kV 通信网接入网现状

0.4 千伏通信接入网主要应用于用电信息采集业务，按使用对象划分为专变用户采集（以前多称负荷控制系统）和低压集中采集，按网络结构划分为远程通信信道和本地通信信道。

远程信道有 230MHz 无线专网、GPRS、CDMA、光纤专网、拨号等多种方式。目前，XX 地区 0.4 千伏通信接入网各种类型远程信道尚未应用。

本地信道主要为窄带电力线通信、宽带电力线通信、RS-485 及电力线通信与 RS-485 混合组网等，经统计，XX 地区 0.4 千伏通信接入网各种类型本地信道的应用均为空白。

XX 地区目前有公变数 1800 台，专变数 1700 台。至 2009 年底 XX 地区 0.4 千伏通信接入网还未建设。

3.7.2 终端接入通信的业务分析

终端通信接入网分为变电站—开关站、开关站—配变、配变—智能用户群 3 个层次，目前在省内其他地已经开始试点建设第一层变电站—开关站的终端通信接入网络，主要涉及配网自动化等领域；对于配变—智能用户群的第 3 层终端通信接入网络，省内仅有少量的试点。随着智能电网建设的推进，预计“十二五”期间配用电网会有较大的发展，标准也将进一步规范。本着通信适度超前的原则，规划预留开关站、配变、智能用户终端至调度管理、营业部门的传输通道。地区接入层 110kV 变电站接入侧汇聚配用电网所有业务，在每个变电站预留带宽估算如下：

配用电信息采集点接入变电站流量统计

项目	分类	基础流量(M)	数量	并发比例	业务流量(M)
配用电信息采集点流量组成与测算	用电信息采集点	3.5	100	15%	52.5
	配电信息采集点	19.1	1	100%	19.1
	营业所	12.9	1	100%	12.9
	合计				84.5

【注】：

(1) 根据国网公司[2010]150 号文件的规定，基础流量参考信息化部《十二五公司信息化通信需求分析报告》的有关结论；

(2) 按照营业所、配电信息采集点和用电信息采集点通过就近的变电站接入地区信息网络的原则，通过变电站接入地区公司的配用电信息流量包括：汇聚 1 个营业所、1 个配电信息采集点和 100 个用电信息采集点的业务流量。

(3) 单配电、用电信息采集点的流量依据如下规模计算：

一个配电信息采集点按照如下的规模计算业务流量：每个变电站按 32 条配电出线，每条配电线路分别设置 1 个设备状态监控点、1 个分布式电源监控点和 10 个视频监控点。每条配电线路按柱上开关 15 台，开闭站 2 座，环网柜 8 座，箱式变电站 30 座，杆上变压器 50 台测算；

一个用电信息采集点按照 100 个台区，每台区按照 120 个居民用户和 6 个工商用户计算业务流量。

3.7.3 终端接入通信方案规划与设计

- 规划目标

1. 总体规划目标

根据国网公司“十二五”发展的规划，进一步强化电力通信资源整合和优化，实现配用电信息的统一接入和电力通信网络的一体化建设，促进电力通信网的集约化发展和标准化建设，提高通信网的信息传输和交换能力，提高通信网的安全可靠性，建成技术先进、经济实用，合理可靠，覆盖全面、接入灵活、综合高效的终端通信接入网，满足智能配用电信息传输、交换、互动需求，成为坚强智能电网运行的重要支撑平台。

2. 建设目标

“十二五”期间，根据 XX 地区电力局智能配用电网发展对通信的要求，结合目前终端通信接入网现状及配网自动化规划，综合利用各种通信方式进行 XX 地区终端通信接入网的建设。

第一阶段（2011-2012 年）

实现配电智能化范围内专网+公网通信 100%覆盖，实现配电智能化范围内专网通信 60%覆盖（其中光纤通信覆盖 40%），其它由公网通信覆盖；用电智能化范围内专网通信 40%覆盖（其中光纤通信覆盖 20%），其他由公网通信覆盖。

第二阶段（2013—2015 年）

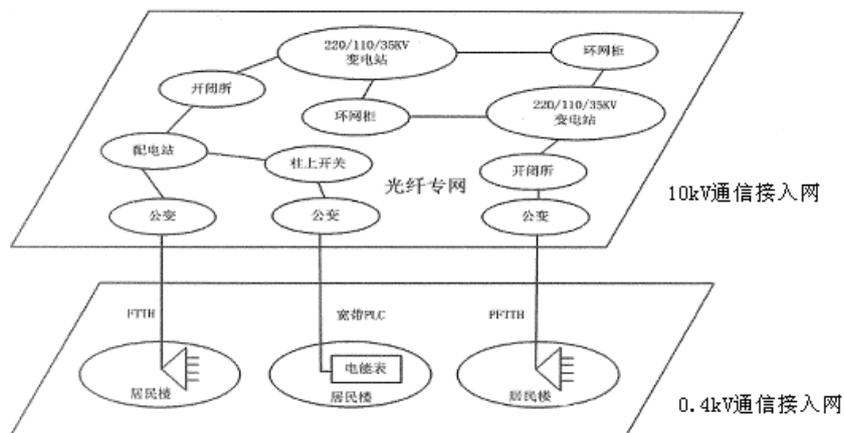
在 2011-2012 年建设的基础上，进一步实施终端通信接入网的建设，实现配电智能化范围内专网通信 88%覆盖（其中光纤通信覆盖 83%），其它由公网通信覆盖；用电智能化范围内专网通信 51%覆盖（其中光纤通信覆盖 32%），其它由公网通信覆盖。

● 规划范围

终端通信接入网是电力系统通信的重要组成部分，是电力系统骨干通信网络的延伸。

10kV 通信接入网络范围以地区骨干传输网为接入点（220kV/110kV 变电站），主要是覆盖配电网开关站、配电室、环网柜、柱上开关、公用配电变压器、配电线路等的通信网络，并向下延伸用于接入或汇聚 0.4kV 通信接入网和用户室内网的业务。

0.4kV 通信接入网是指主要覆盖智能用电公变出口至用户电表、电动汽车充电站、分布式能源站点等的通信网络。



终端通信接入网示意图

终端通信接入网承载的业务范围：配电自动化、配电可视化、远程集中抄表、电能质量分析、负荷控制、用电信息采集、防窃电及防盗、智能电器、用户和电网智能交互等。

● 技术政策

1. XX 地区电力终端通信接入网总体技术政策

- a) 终端通信接入网络具有节点数量多、位置分散、维护量大等特点，大规模网络部署应采用主流、成熟、发展前景良好的通信技术。“十二五”期间应积极开展通信新技术组网试验试点工作，逐步扩大试点规模。大规模推广应经过充分论证，有序开展。
- b) 终端通信接入网是实现配电自动化和用户用电信息采集系统的基础设施，网络设计应具有一定的前瞻性，应根据一次电网、配电自动化系统和用户用电信息采集系统应用的总体规划和中长期目标，综合多种应用需求，统一规划设计，分步实施。
- c) 终端通信接入网的建设应根据城市建设具体情况和配用电应用系统对不同区域的功能要求，充分考虑配网改造工程多、网架频繁变动的特点，因地制宜，选择合适的主导通信方式，采用多种通信方式相结合的原则组建。
- d) 主导通信方式宜选择光纤通信和成熟的宽带无线技术。
- e) 10 kV 通信接入网主要选择 xPON 无源光网络技术、宽带无线网络技术、配电载波技术、无线公网等多种技术组网，10 kV 通信接入网应尽量采用电力专网通信方式。对于具备较便利的光缆敷设条件、配电自动化要求较高的配电网络，

应选择光纤通信方式；对于要求较高但光缆难以到达或代价太高的区域，宜优先考虑宽带无线技术组网。

- f) 0.4 kV 通信接入网主要选择 xPON 无源光网络技术、基于新型宽带无线网络技术的无线公网/专网等多种技术组网。采用公网通信方式时，应满足相关安全防护和可靠性规定要求。
- g) 应同步建设通信接入网综合网管系统，实现对接入网通信设备、通信通道、重要通信站工作状态的统一监控和管理。系统应采用统一平台分层（区）建设的体系结构，并实现与原有通信综合网管系统互联。

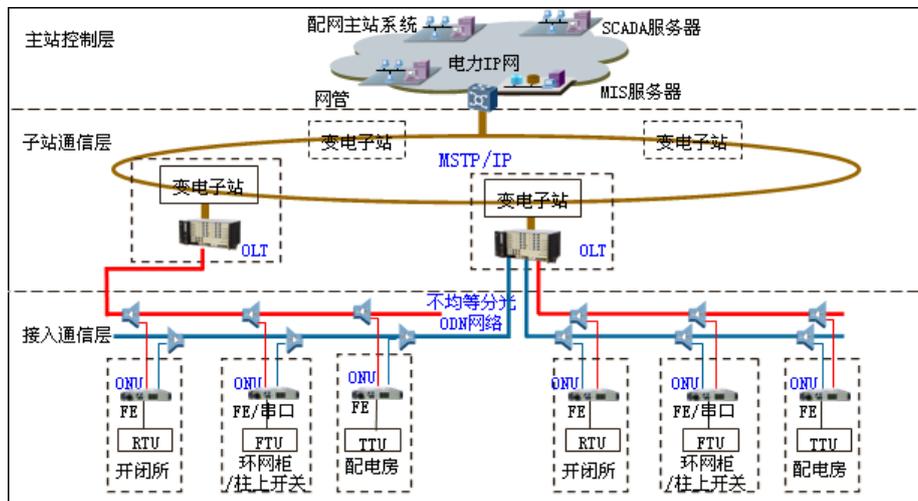
2 光纤通信网络

- a) 光缆网络是建设高质量、高可靠光通信网的前提，新建光缆应与配网电缆网络建设同步进行，光缆的芯数应结合网络的最终规模和整体发展规划适当超前，光缆芯数不应少于 24 芯。
- b) 变电站至配用电系统中心站的网络应基于光纤传输网络，采用 IP over SDH 技术体制，充分利用光缆资源和光传输网络业务电路保护特性，建成具备动态路由迂回能力，有较高生存性的、强壮的网络。随着电力一次网络的变更和建设以及底层网络的变化，网络应不断同步优化。
- c) 变电站至开闭所、台变及其它宽带应用点的光纤接入网技术体制宜选择 IP 网络优化的传输技术，目前阶段应重点加强采用 xPON 无源光网络技术进行终端通信接入网组网的研究和试点。

3 无线通信技术

- a) 主要积极开展基于 LTE 等成熟宽带无线通信技术的电力无线专网的研究和试点工作，密切跟踪其它新兴宽带无线技术的发展，适时开展试点工作。
- b) 基于公用无线数据网络的虚拟专网可作为终端通信接入网的必要补充，应用时应满足有关安全标准。

3.7.4 EPON 通信解决方案

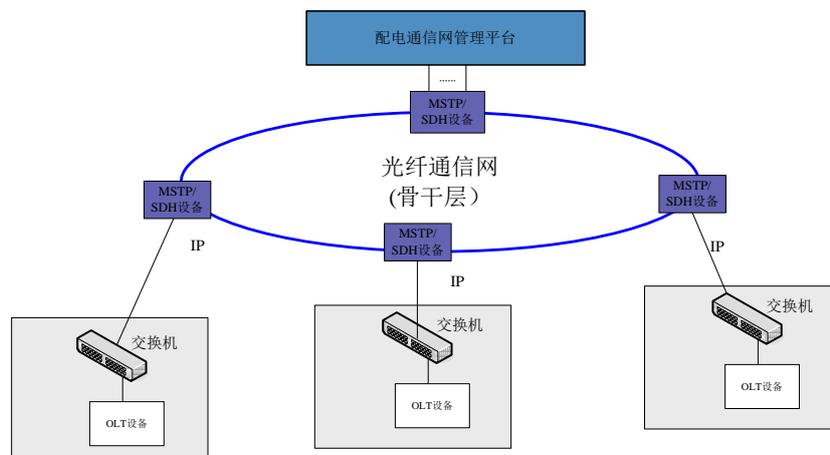


华为 PON 解决方案示意图

在本次方案中，将整个网络层次分为 3 层，分别是主站控制层（配电主站系统）、子站通信层（配电数据网络、骨干 MSTP 网、OLT）、和接入通信层（ODN 和 ONU）。其中配网通信设备主要是在子站通信层的 OLT 设备和接入通信层的 ODN 和 ONU 设备。通信系统采用基于光纤 EPON 的通信解决方案

1、主站至变电站的通信

由于 A1 区供电局已经建立了覆盖到 35kV 变电站的电力通信光纤网络，在配用电通信网中，配用电自动化主站系统至变电站主要采用电力专用 SDH/MSTP 光纤网络。主站至变电站的通信网络架构如图所示。

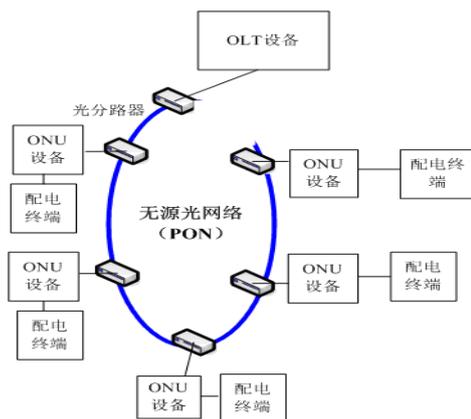


主站至变电站的通信网络

2、变电站至配电终端的通信网络

变电站至开关站的通信网络实现变电站到配电终端之间的通信，也称为接入层通信网络。

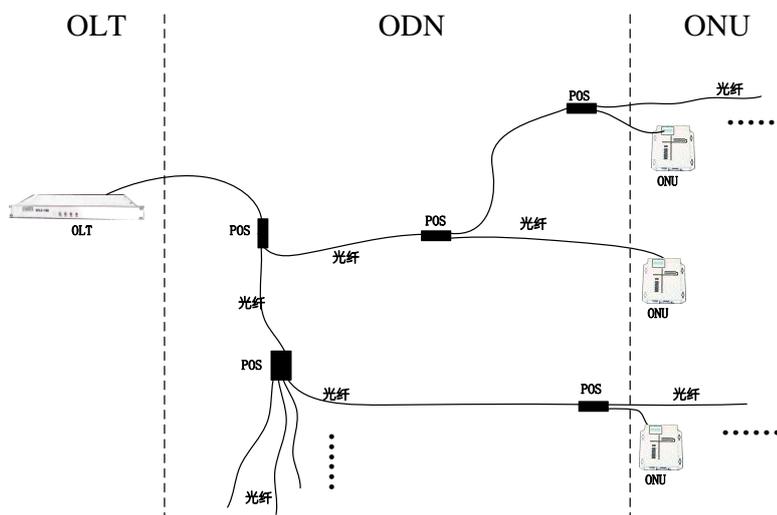
配电通信网接入层主要采用 EPON（以太无源光网络）技术，它采用点到多点结构、无源光纤传输，在以太网之上提供多种业务。通信接入层网架如图所示。



通信接入层网架图

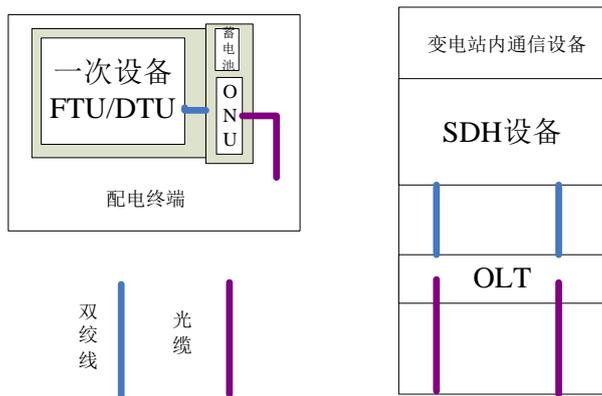
3、通信设备目标单元网架

配电通信网络接入层设备由 OLT 光线路终端、ONU 光网络单元、ODN 光配线网络组成。OLT 与多个 ONU 通过 POS 无源分光器相连，其逻辑结构如图所示。



EPON 设备逻辑图

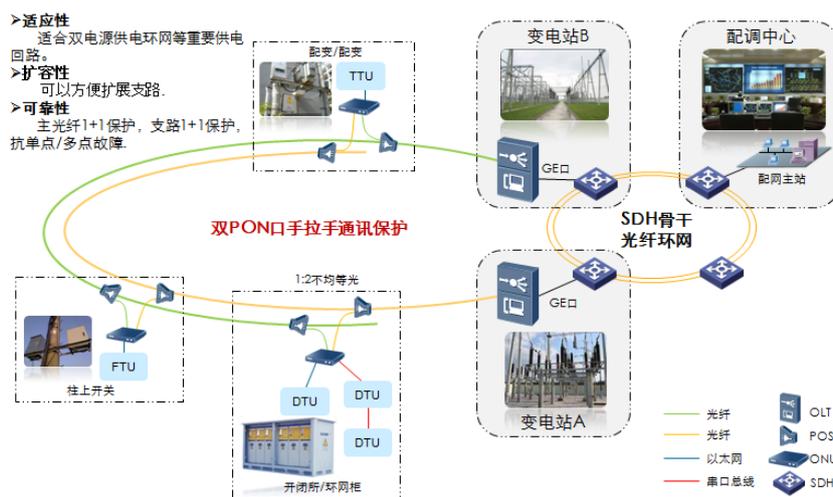
ONU 设备配置在配电终端（DTU）处，实现配电终端设备信息上传至变电站。OLT 设备配置在变电站内，实现变电站信息汇集上传，OLT、ONU 逻辑图如图所示。



OLT、ONU 逻辑图

4、网络拓扑 ODN 规划

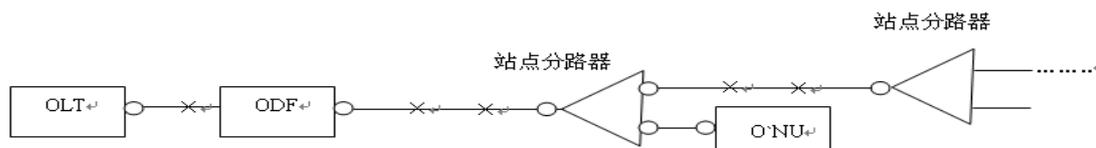
方案一:手拉手双 PON 口不等比级联方案，如下图所示:



手拉手拓扑组网图

以上方案的实现方式即是采用不等比分光级联的方式，来完成分散站点的 ODN 部署，全系列 ONU 支持带双 MAC 的 TYPE D 保护；倒换时间小于 50ms，支持同一个 OLT 内跨板保护，支持不同 OLT 间跨 OLT 冗余保护；倒换时间小于 50ms。

理论计算的模型如下:



其中○表示活动连接头，×表示熔接点，站点分路器两个输出端一端走主干链路，另一端连接 ONU,其中第一个站点到 OLT 的距离为 500m，站点之间的距离也为 500m，通过分路器损耗、光缆损耗、活动连接头损耗以及熔接点损耗计算结果如下（由于 EPON 要求插损最小值为 10dB，因此在链路损耗小于 10dB 时，需增加衰减器）：

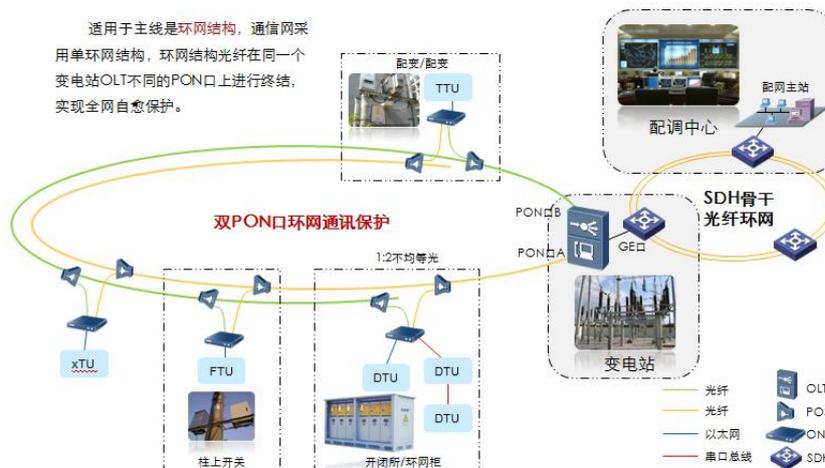
1:2(5/95)不等比分光器			1:2(10/90)不等比分光器		
节点	损耗 (dB)	所需光衰规格	节点	损耗 (dB)	所需光衰规格
1	16	0	1	12.8	0
2	17.65	0	2	14.65	0
3	19.3	0	3	16.5	0
4	20.95	0	4	18.35	0
5	22.6	0	5	20.2	0
6	24.25	0	6	22.05	0
7	25.9	0	7	23.9	0
8	27.55	0	8	25.75	0
9	19.35	0	9	27.6	0
			10	22	0
1:2(30/70)不等比分光器			三种不等比组合（8个5/95； 2个10/90;2个30/70）		
节点	损耗 (dB)	所需光衰规格	1	16	所需光衰规格
1	7.7	3dB	2	17.65	0
2	10.85	0	3	19.3	0

1:2(5/95)不等比分光器			1:2(10/90)不等比分光器		
节点	损耗 (dB)	所需光衰规格	节点	损耗 (dB)	所需光衰规格
3	14	0	4	20.95	0
4	17.15	0	5	22.6	0
5	20.3	0	6	24.25	0
6	23.45	0	7	25.9	0
7	26.05	0	8	27.55	0
			9	26	0
			10	27.85	0
			11	22.6	0
			12	25.75	0
			13	27.35	0

通过以上的理论模型计算，得出不同种分光比所能到的级联级数，这样需要根据实际的站点进行评估选择。

方案二：手拉手双 PON 口等比方案，即是在部署站点比较集中的位置，直接采用等比分路器（如：1: 64）直接完成 64 个站点的 ONT 通信，这样对于每一个站点的损耗总和为 1: 64 (IL=20.2dB) 分路器的损耗和链路其他连接点以及光缆带来的损耗之和，对于任何一个站点损耗基本一致；此种双 PON 的方式类似于方案一，ODN 的损耗预算等部署要求更加简单。

方案三：环形组网方案，即主线是环网结构，通信网采用单环网结构，环网结构光纤在同一个变电站 OLT 不同的 PON 口上进行终结，实现全网自愈保护。



环形拓扑组网图

综合三种拓扑结构看，手拉手的拓扑结构能够实现线路两端分别在两个变电站的 OLT 设备上终结，双向、双 PON 口保护，部属热备/冷备，实现全网自愈保护，网络安全可靠，因此建议优先选择手拉手的拓扑结构进行配电自动化网络的建设。

3.7.5 LTE 无线通信解决方案（建议, 本期无）

1、方案架构

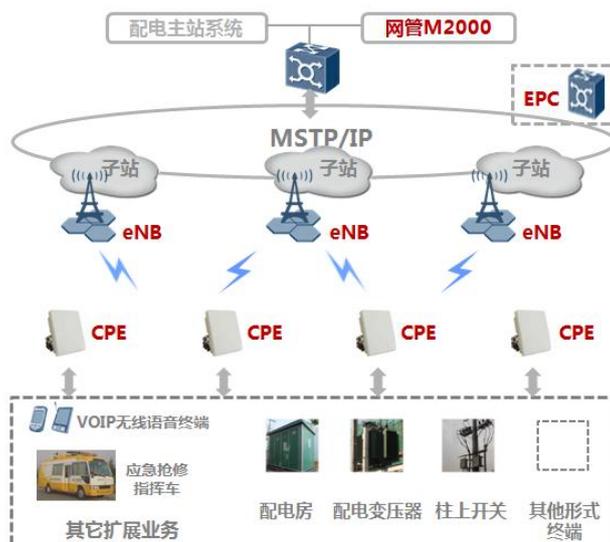
华为新一代无线宽带系统是结合了传统成熟的电信无线宽带接入技术基础上，针对电力行业业务而专门定制开发的接入系统。

新系统的设计使用了华为的第四代无线基站硬件平台，创新的全 IP 架构、扁平化、高集成、精简设计，极大的提升了系统的整体性能和可靠性。新系统秉承国家绿色、环保、低碳理念，采用了先进的功放、散热、降噪技术，有效的降低功耗和环境污染。系统创造性地将 OFDMA、HARQ、MIMO 等技术有机结合起来，整体提升了频谱利用效率，从而满足了大容量和高带宽数据能力的需求。

在电力系统的配用电环节，由于城市房屋密集、电力一次设备安放位置复杂等诸多因素，如何保证全面覆盖给电力通信系统提出了强有力的挑战。针对这一挑战，华为公司新一代无线宽带接入系统结合了 MIMO/STC/CSM/智能天线等多种技术专门应对此覆盖问题。新系统还针对电力行业多种业务级别开发出了满足电力要求的 QOS 动态带宽分配机制，该机制能根据业务的不同优先级来进行带宽分配，从而保证高优先级业务（如继电保护、遥控）等的业务等级。

华为新一代无线宽带接入系统全面支持固定、便携以及全移动模式下的话音、视频和数据业务。系统具有强大的无线资源管理、网络管理、业务管理、安全管理、终端管

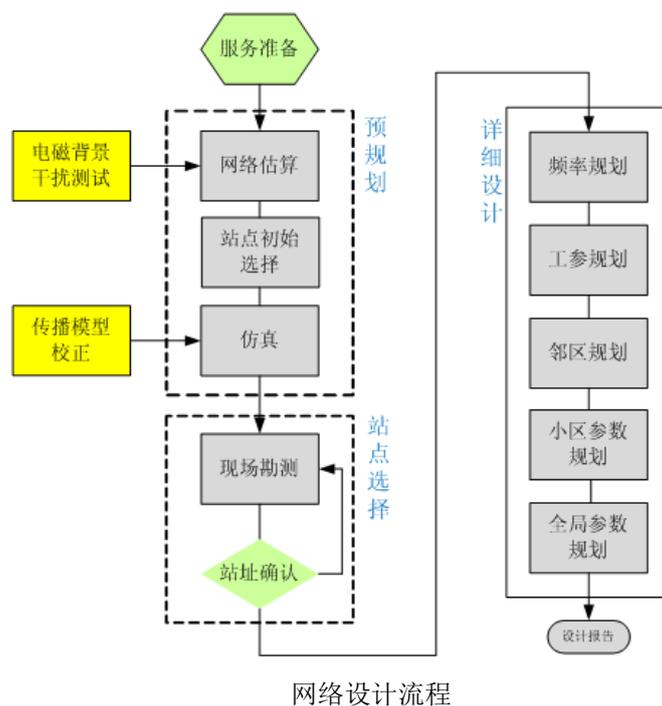
理等功能，特别适合于电力行业大范围大容量的组网。系统支持多种频段，针对电力行业，可以采用 1.8GHz 频段，其无线电频谱特性具有明显的成本优势和性能优势。该系统具备频谱利用率高、同频组网、覆盖范围大、抗多径干扰、无线宽带多业务融合等关键技术性能，可支持协同作业、语音通信、视频监控、数据采集、应急通信等多种业务，有利于电力行业开发、建设信息化专用网络，满足其定制化的需求。



无线专网配电自动化方案

2、网络设计

无线配网自动化方案一般包括三层结构，接入通信层、子站通信层和主站控制层。配电自动化系统主站部署在地市供电局等场所；无线接入通信系统负责 FTU/DTU/TTU 等电力二次设备和主站、子站系统间的双向数据通信。实际部署中，基站可以选址在电力供电局或者变电站位置，由于供电局和变电站为电力公司物业，而且能保证传输和电源的供应，因此是基站布局的最好位置；而无线终端 CPE 则在开闭所、环网柜等处就近部署，根据电力 104 或 101 规约出 FE 口或者 RS 串口与 FTU/TTU/DTU 等设备进行连接从而完成采集、控制数据的双向传递。



网络设计流程

3、电力无线专网基站规划建议

a) 站点选址建议

为保证基站设备能够长期稳定运行，基站机房选址应满足通信网络规划要求、通信技术要求及水文、地质、交通等要求。站点选址一般应满足以下要求：

不宜在温度高、有灰尘、有有害气体、易爆及电压不稳的环境中。

避开经常有大震动或强噪声的地方

远离工业锅炉和采暖锅炉。

避免选在大功率无线电发射台、雷达站或其他干扰源附近，干扰场强不应超过基站设备对无用辐射的屏蔽指标。

避免在距离海边或盐湖边 3.7 公里之内建设机房，如果无法避免，则应该建设密闭机房，空调降温，并且不可取盐渍土壤为建筑材料。否则，就一定要选择满足恶劣环境防护的设备

远离污染源。

对于冶炼厂、煤矿等重污染源，应距离 5 公里

对化工、橡胶、电镀等中等污染源应距离 3.7 公里

对食品、皮革加工厂等轻污染源应距离 2 公里

若无法避开污染源，则安装位置一定要选在污染源的常年上风向。

通信设备进行空气交换的采风口一定要远离城市污水管的出气口、大型化粪池和污水处理池。保持通信设备处于正压状态，避免腐蚀性气体进入设备内部，腐蚀元器件和电路板

机房一定不能选择过去的禽畜饲养用房，也不能选用过去曾存放化肥的化肥仓库。站址避免选在禽畜饲养场附近，如果无法避开，则应选建于禽畜饲养场的常年上风向
不宜选在尘土飞扬的路边或沙石场

机房最好位于二楼以上的楼层，如果无法满足，则机房的安装地面应该比当地历史记录的最高洪水水位高 600mm 以上。在无法满足以上要求的情况下，可根据实际情况评估基站对特定环境的适应能力，或增加相应的防护措施，保证基站运行的安全性与稳定性。

b) 网络估算

网络估算主要是对未来网络作一个简化分析，根据相关的输入信息来对网络的规模作出大致的估算，获得网络的建设规模(大致基站数目和基站配置情况)，并由此得到建设周期、经济和人力成本预算等信息。

网络估算阶段首先需要了解网络关键信息，主要包括目标覆盖区域及目标连续覆盖业务要求、估算所需要考虑的业务及承载、业务的质量要求、估算所选用的传播模型等。网络估算阶段搜集的信息越全面越准确，对网络规模的估计就越具有参考价值。

c) 覆盖规划

不同的覆盖质量设计要求会导致不同的网络估算结果，一个优良的系统应在设计时就要做好链路预算，链路预算是通过计算不同场景下在保持一定通信质量情况下链路所允许的最大传播损耗，以得到对应的小区设计半径，在链路预算过程中同时需要考虑使覆盖区内的反向信号与前向信号达到平衡，最终根据网络要求和地理环境确定基站的数目和基本分布。

d) 容量规划

在规划过程中，需要建立合适的业务模型来描述区域内用户的基本行为，业务模型直接影响系统资源配置，最终影响网络建设成本。不同的业务类别由于特性不同，需要分别建立不同的业务模型反映其对系统资源的占用情况，根据业务模型结合网络设计容量要求进行网络容量配置规划。

在网络规划过程中，为了保证配电自动化通信的高可靠性，初始建网方案以保证覆盖和干扰优先，容量靠后

e) 天线设计建议

天线高度

天线的高度设计要综合考虑保证良好的覆盖和干扰控制。可以参考覆盖区域内建筑物高度的均值，同一基站不同区域的天线允许有不同的高度。这可能是受限于某个方向上的安装空间；也可能是区域规划的需要，以满足各区域不同的覆盖、隔离、分集和干扰的要求。

天线方向角

在进行天线方位角设计时，从整个网络的角度来考虑确保覆盖均匀，减少覆盖空洞，减少重叠覆盖区，同时避免日后区域分裂时带来网络规划的复杂性。天线方位角在预规划阶段已经确定，在站点勘测中根据站点周围障碍物的阻挡情况对各扇区的方位角进行调整，避免周围障碍物对信号传播的影响。

f) 频率规划建议

合理的频率规划可以提升网络质量，降低系统内干扰，使用户获得更好的网络体验，频率规划的原则如下：

频率规则一般是成簇规划，分区域规划，尽量保证频率复用度相同。在规划过程中要首先要避免同频对打，同频对打会导致交叠覆盖区域信号干扰严重。对于有多载波扩容需求的网络，考虑到平滑扩容，初始建网时必须考虑多载波扩容。

g) 链路预算设计建议

链路预算粗略计算基站与终端间所允许的最大空间路径衰耗，即对基站和终端间下行、上行路径上一系列衰耗，增益和参数的加减运算。根据计算出的最大链路衰耗值，通过传播模型以及地形类别来确定平均基站扇区覆盖半径和区域。

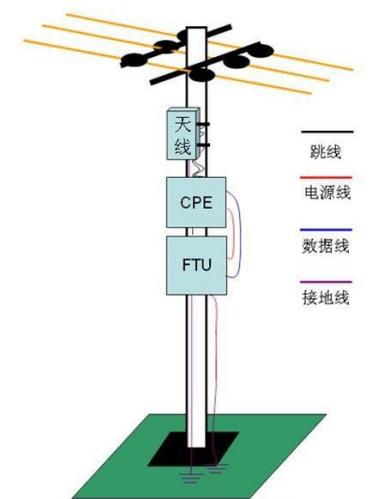
根据每种地形地貌的基站小区半径，以及该地区内这几种地形地貌的覆盖范围，我们便可以根据面积公式得出满足覆盖要求所需的最少基站数。理论上，LTE 系统可以覆盖数公里的半径，但是当考虑到传输速率、建筑阻挡等要求，实际情况可能需要具体分析。

4、电力无线专网基站接地防雷设计建议

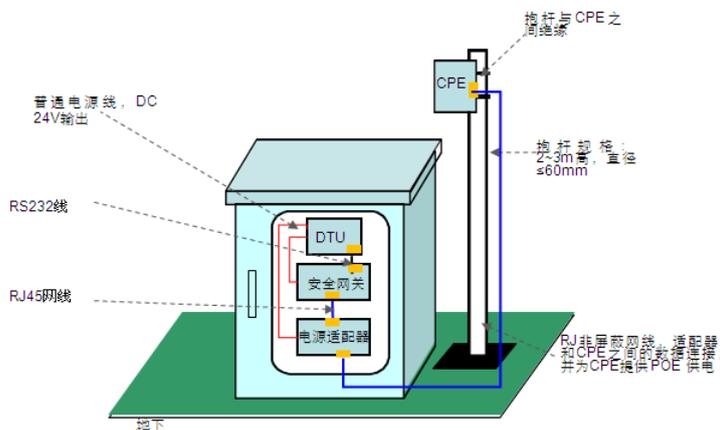
接地系统的质量是避免雷击事故发生的关键，为了保护基站的安全和稳定，要重视防雷接地系统的设计。良好的的接地还能有效避免静电破坏和人为噪声。

5、终端安装设计

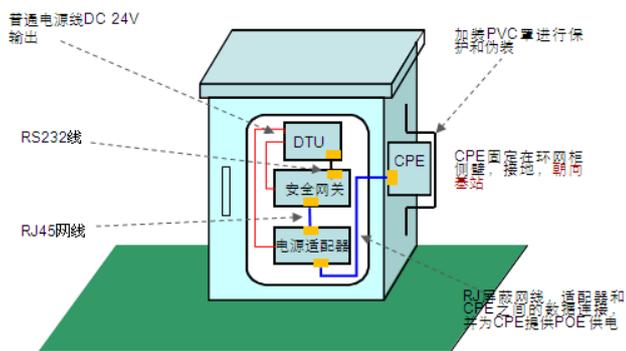
室外柱上开关



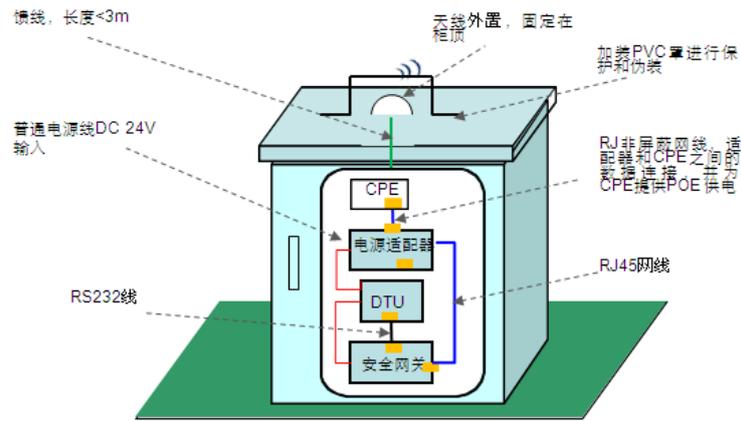
独立户外环网柜--优选，CPE 外置，固定于抱杆



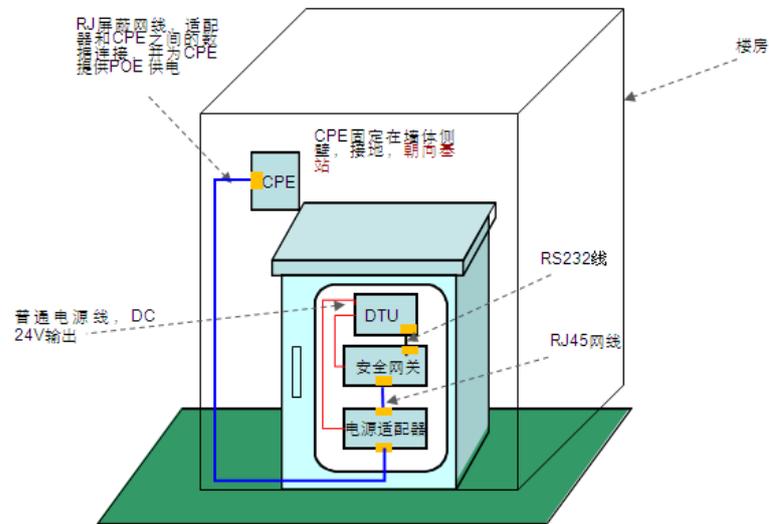
独立户外环网柜—备选 1，CPE 外置，固定于柜体外侧



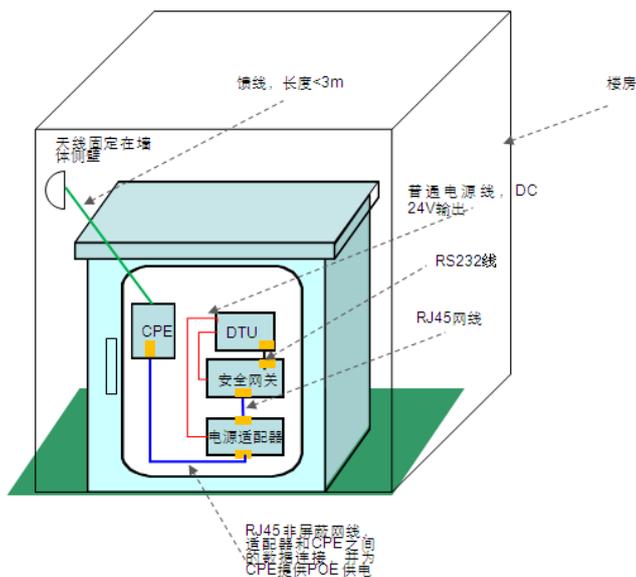
独立户外环网柜—备选 2，CPE 内置，外接天线固定



楼房一楼环网柜—优选，CPE 外置固定于墙体侧壁

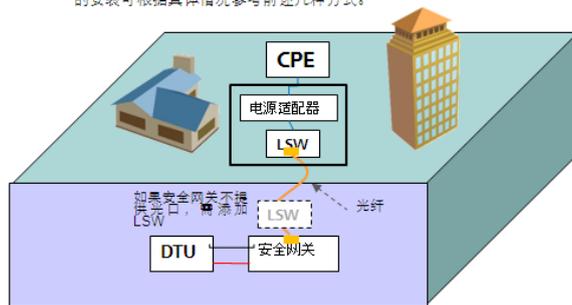


楼房一楼环网柜—备选，CPE 内置，天线外置固定于墙体侧壁



地下配电设备-中长距离通过光纤拉远至地面 CPE，固定于适当位置

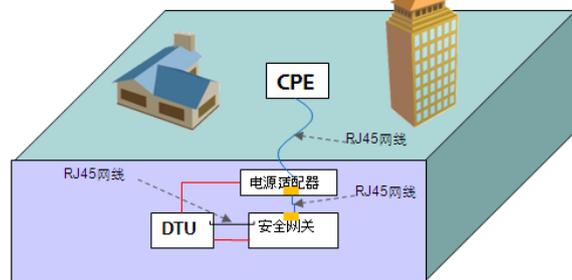
CPE、电源适配器与LSW放置在地面适当位置，并提供24DC/220VAC电源。电源适配器与LSW放置室内或柜体中，CPE的安装可根据具体情况参考前述几种方式。



地下配电设备与地面的拉线距离>100 m时

地下配电设备-短距离通过网线拉远至地面 CPE，固定于适当位置

CPE放置在地面适当位置，安装可根据具体情况参考前述几种方式。



地下配电设备与地面的拉线距离<=100 m时

6、功能介绍

电力无线专网高安全性规划

无线宽带系统提供证书认证、用户名密码认证、终端 MAC 地址绑定多层鉴权方式，并结合多种认证和加密技术，保证电力网络的安全性和可靠性，有效的防止非法用户的接入。

电力无线专网 QoS 功能规划

电网中存在高实时、准实时、高重要、一般重要等多种不同优先级的业务，无线宽带系统能够提供满足电力要求的支持 5 级调度的 QoS 机制，该机制支持 5 种不同优先级的业务，既能保证不同优先级的差异性，又能保证相同优先级用户间的公平性，高优先级用户不受低优先级用户的影响，可以实现各种端到端的 QoS 需求。

7、方案配置

设备型号	数量
USN9810	X
UGW9811	X
M2000	X
BBU3900	X
RRU3232	X
CPE	X

8、产品介绍

紧凑型核心网（USN、UGW）



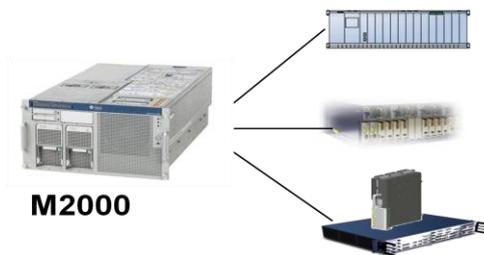
设备名称	设备型号	功能
核心网	USN9810	集成了 SGSN 和 MME 功能，同时支持 GSM/UMTS 和 LTE

接入。

UGW9811

集成了 GGSN、S-GW 和 P-GW 功能，同时支持 GSM/UMTS 和 LTE 接入。

网管设备 (M2000)



设备名称

设备型号

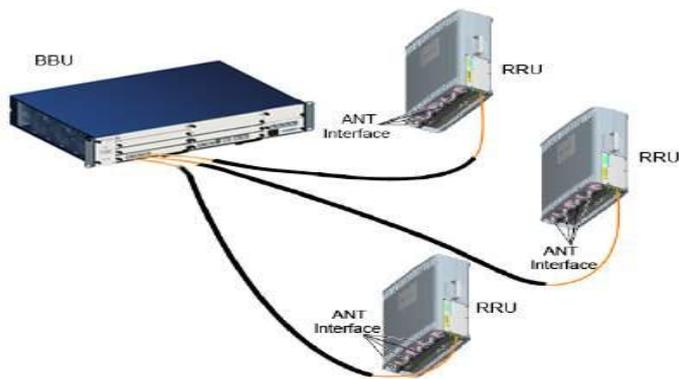
功能

网管

M2000

集中管理华为移动网络设备

基站设备(DBS3900)



分布式基站

射频拉远单元 RRU



基带处理单元 BBU



设备名称	设备型号	功能简介
基带控制单元	BBU3900	主要功能为基带处理，信令处理，无线资源管理，以及提供到核心网的传输接口，提供操作维护功能和时钟同步。
射频拉远单元	RRU3232	实现基带信号、中频信号和射频信号之间的转换，实现对无线接收信号的解调、对发送信号的调制和功率放大。

终端设备

室外/室内型 CPE



设备名称	设备型号	功能简介
------	------	------

终端设备	CPE	主要功能将电力设备传递的数据转化为无线信号，传递到网络层；并接受主站层通过网络层下发的控制信号传递给电力设备；
------	-----	---

3.8 配电环境监控解决方案

3.8.1 配电环境监控业务分析

视频监控系统通过网络交换机，它一端连接着前端开关站，另一端连接着后端视频监控工作站，系统中的所有网络设备（开关站前端视频编码器、服务器、视频工作站）全部通过网络交换机进行数据交换，共同组成一个相对独立的遥视系统网络。

监控中心是整个配电视频监控系统的核心，配置 1 台图像管理服务器、1 台转发服务器、1 台录像存储服务器、1 台中心交换机和 1 台视频监控工作站、1 台数字矩阵主机等设备。为了充分保证整个系统的性能，所有服务器采用高性能机架式服务器，工作站采用当前主流配置。

转发服务器配置千兆网卡，能满足前端 100 个开关站的接入。如果今后需要接入更多的监控点，并且数量超过一台转发服务器的处理能力，则根据需求增加相应的转发服务器即可。

开关站安防监控方案分析

开关站综合监控，除了电气监控，同时要实现视频监控以及防洪报警、灯光控制、门磁、烟感等监控一体化集成。

(1) 视频监控

各个开关站根据空间的大小及外形结构，选择数量不等的球机个数安装，无死角。球机选用高速智能型高清晰摄像机，实现，360° 全方位监控现场，可垂直方向自动翻转，可高速旋转。具有巡航路径，花样扫描等功能。

通过 RS485 实现远程控制功能。运用高强度铝合金外罩，具备防水，防尘，抗震。

(2) 门磁

开关站安装门磁报警，一旦有人进入，产生一个告警，通知主台值班人员，并且视频探头会跟门联动，实时掌握进出房间人员的情况。

(3) 远程灯光控制

一些开关站处于地下室，室内光线较暗，到了夜间，基本上没有光线。为解决现场照明光线不足，需要在各个开关站安装灯光控制系统。在监控中心，需要查看图像时能够远程打开现场的照明灯光，在结束监看时也能远程关闭灯光，需要具备以下功能：

- 能够随时远程控制灯光的开关；
- 实现定时开关灯；
- 在报警发生时，除联动球形摄像机外，还能够联动灯光的自动开启，起到照明的作用。

（4）防洪报警

对电缆沟内的水位进行实时检测，当水位超过警戒线时，能够产生报警信息。在开关站内安装水浸探测报警系统，具备以下功能：

- 当电缆沟浸水及地面的积水达到 5 公分时，触发报警器报警，在站端声光报警器发出报警的声光信号；
- 将水浸的报警信息实时传回监控中心，在中心的监控工作站的屏幕上能够显示报警发生的配电房图像，并发出语音报警提示音。

（5）烟感

开关站内安装高灵敏度烟感探测器，一旦产生的烟雾浓度达到报警值时，烟感探测器就会发出告警，现场发出警报声音，并且通过视频监控系统通知调度值班人员，第一时间安排人员赶往现场，把损失降低到最低。

（6）IP 网络对讲电话

由于信号屏蔽，一些开关站内手机无法正常通话，需要安装语音双向对讲系统，需要具备以下功能：

- 中心可以向开关站建立对讲通道，实现向配电房喊话；
- 开关站也可以向主台呼叫，建立对讲通道；
- 通道建立后，开关站可以和监控中心实现实时双向语音通话；

选择 IP 网络对讲电话，利用现有的局域网络，通过分配固定 IP，可以实现双向通话，没有时间费用及其他外在条件的限制。

具体场景设计如下



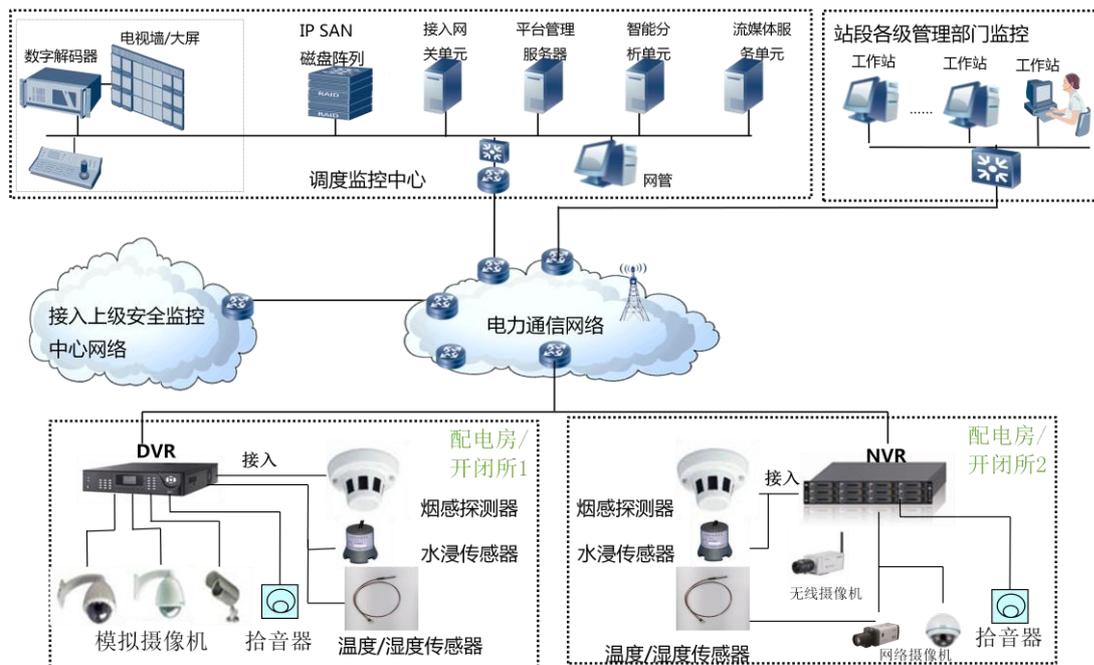
场景	部署方式	前端节点数	系统配置			传感器			
			监控中心	监控平台	前端系统	烟感	水浸	温度	湿度
集中式部署	配电室/开闭所/开关站/箱变。	一般 50 到 200 个左右的前端接入,摄像头少于 1000 个。华为规格支持 600 个左右前端接入,共 3000 个摄像头。	DLP 显示系统, DID 大屏幕显示系统, 解码器	<p>1、根据成本、性价比以及公司产品成熟度考虑,服务器推荐 RH2285 型号,根据客户需求次选 E6000 和 X3650 (IBM) 服务器</p> <p>2、根据成本、性价比以及公司产品成熟度考虑,存储推荐 S2600 型号</p> <p>3、汇聚交换机推荐 S5700,核心交换机推荐 S7703</p>	<p>1、根据客户要求可以选择全模拟摄像头、“IP+模拟”摄像头或者全 IP 摄像头的部署方式。基于成本考虑,一般考虑模拟摄像头+DVR 的部署。</p> <p>2、摄像头主要用于室内部署场景,主要包含枪机和球机,分红外和非红外,高清和标清。典型场景下一般部署 3-4 个,最方正的屋子部署两个枪机,1-2 个球机</p> <p>3、接入交换机使用 S2700</p> <p>4、DVR, 4 路, 8 路和 16 路型号根据客户需求选择</p>	<p>工作电流: 静态电流小于 10UA, 工作电流在 20-25UA 之间。</p> <p>烟雾灵敏度: 符合 UL 的 217 号标准。</p> <p>工作温度: 40oF-120oF (-4°C -50°C)。</p> <p>气体介面温度: 10[%] -90[%]。</p> <p>蜂鸣器声量能级: 10 英尺处为 85 分贝。</p>	<p>a) 灵敏度: 3 mm±1mm;</p> <p>b) 响应时间: ≤1S;</p> <p>c) 误报率: ≤ 0.01%;</p> <p>d) 输出方式: 常闭/常开型无源输出。</p>	<p>a) 温度测量范围: -20°C~+80°C;</p> <p>b) 温度测量精度: 0.5°C;</p> <p>c) 响应时间: ≤15s;</p> <p>d) 数据传输距离: ≥800m;</p> <p>e) 环境温度: -20°C~+70°C;</p> <p>f) 环境湿度: 10%~95%RH ;</p> <p>g) 输出方式: 4 mA ~20mA。</p>	<p>a) 湿度测量范围: 0%~100%RH;</p> <p>b) 湿度测量精度: ±3%RH (25°C) ;</p> <p>c) 响应时间: ≤15s;</p> <p>d) 数据传输距离: ≥800m;</p> <p>e) 环境温度: -20°C~+70°C;</p> <p>f) 环境湿度: 10%~95%RH ;</p> <p>g) 输出方式: 4 mA ~20mA。</p>

场景与配置概况

配电自动化环境监控协议接口，视频信令控制基于 SIP 协议传输，媒体流基于 RTP 协议传输，传感器与 DVR/NVR 之间是电流/电压脉冲信号。

配电环境监控业务主要包含视频实时监控功能、录像功能、远程控制功能、报警联动功能、监控点巡航功能、电子地图功能、语音功能、现场环境监测功能等。

3.8.2 配电环境监控方案



系统结构图

实时监控浏览

- 实时监控：

系统支持用户通过客户端远程查看监控点的实时画面，用户可以通过多窗口的方式实时查看多个监控点的画面。根据同时观看的监控点数量，监控窗口可以划分为 1、4、6、8、9、10、12、16 个播放窗口。

实时监控过程中，用户通过云镜控制面板可以控制镜头上下左右移动，并可以调整镜头的焦距以及控制光圈放大和缩小。

用户还能够轮流观看不同监控点的实时视频，观看过程中不需要手动操作，每个监控点的视频能够按照指定时长自动轮流播放。

- 电视墙播放视频：

电视墙是监控中心常用的监控设备，由多个大屏幕液晶电视机组成，能够放大监控画面，便于监控人员观看。

系统支持将监控画面上传到电视墙上播放，每台电视机可以对应一个监控点，最多可支持播放 36 个监控点视频。支持多种电视墙布局结构以适应不同监控中心的电视墙布局。

对于配电自动化环境监控来说，主要需求如下：

a) 以按照地区- ->监控区域->摄像机（可为多个摄像机，按监控目标

分为一主多辅）树形方式展开选择所需监控的视频，可实时监视本地区所辖配电房/开闭所视频信息，可实时监视同一配电房/开闭所多路（1、4、9、16）实时视频并实现一机同屏同时监视；可同时实时监视多个配电房/开闭所（1、4、9）的单路实时视频；可同时监视电力设备的多角度视频；

b) 不同的配电监控中心仅可监视其所辖配电房/开闭所的视频；

c) 可根据配电房/开闭所平面布置图上告警状态直接查看相关视频；

d) 多台监控工作站及 Web 用户可同时监控任一配电房/开闭所视频；

e) 具备视频自动复位功能，即可对配电房/开闭所的摄像机设定默认监视位置，正常状态下摄像机保持默认位置；在控制完成后设定的时间段内恢复默认监视位置；

f) 可对任意视频进行手动录像，对任一帧实时视频以 JPEG、JPG 或 BMP 的图片进行抓拍和存放。

录像业务

● 手动平台录像：

用户在实时监控过程中，可以手动触发平台录像，并将录像保存在平台。用户可以通过录像参数设置功能自行设置录像时长，时长到达后平台自动停止用户的手动录像。用户也可以在手动录像过程中停止用户触发的平台录像。

用户可以通过客户端查询自身触发的平台录像，并在客户端上播放录像文件。平台具有容量大、稳定性高、性能高的特点，可以长时间的保存大量录像文件。

● 手动前端录像：

用户在实时监控过程中，可以手动触发前端录像，并将录像保存在前端硬盘。用户可以通过录像参数设置功能自行设置录像时长，时长到达后前端自动停止用户的手动录像。用户也可以在手动录像过程中停止用户触发的前端录像。

用户可以通过客户端查询自身触发的前端录像，并在客户端上播放录像文件。

● 手动本地录像：

用户在实时监控过程中，可以手动触发客户端录像，并将录像保存在 PC 机的硬盘。用户可以通过录像参数设置功能自行设置录像时长和录像文件的大小，当时长或者录像文件大小到达限制后客户端自动停止用户的手动录像。用户也可以在手动录像过程中停止用户触发的本地录像。

用户可以通过客户端查询自身触发的本地录像，并在客户端上播放录像文件。

- 告警联动录像：

告警联动录像也称事件录像，事件发生时根据事件类型触发自身或者其他镜头录像，到达录像时长后即停止录像。用户可以设定事件发生前的预录时间。

当平台接收到事件时，检查是否存在相应的报警联动录像计划，如果策略存在且生效，则触发联动策略中指定的镜头启动平台录像。告警联动录像计划中的镜头可以是本身也可以是其它镜头。通常，图像遮蔽、视频丢失等事件不触发镜头自身录像。

- 平台定时录像：

系统支持用户设置平台定时录像计划，当策略起始时间到达后，平台自动生成录像任务并启动平台录像，当任务结束时平台停止录像。用户可以设置多个定时录像计划，多个录像计划时间可以重叠，录像计划重叠的部分仅生成一份录像。

定时录像计划分为工作日录像和一次性录像两种。用户可以设定工作日的起始和结束录像时间，也可以设定一次性录像的起始时间和结束时间。

- 前端录像回放

系统支持用户通过客户端指定时间段、按事件类型、按书签三种方式回放前端录像，回放过程中可以进行快进、慢进、单帧回放、暂停、恢复暂停、拖拽、停止回放等操作。前端录像回放速率支持 2 倍速和 4 倍速，前端慢进速率支持 1/2 倍速、1/4 倍速。

- 平台录像回放

系统支持用户通过客户端指定时间段、按事件类型、按书签三种方式回放平台录像，回放过程中可以进行快进、慢进、快退、单帧回放、暂停、恢复暂停、拖拽、停止回放等操作。平台录像回放速率支持 2 倍速、4 倍速、8 倍速和 16 倍速、32 倍速，慢进速率支持 1/2 倍速、1/4 倍速、1/8 倍速。

- 本地录像回放

系统支持用户通过客户端指定时间段、按事件类型、按书签三种方式回放客户端的录像，回放过程可以进行快进、慢进、单帧回放、暂停、恢复暂停、拖拽、停止回放等操作。客户端录像回放速率支持 2 倍速、4 倍速、8 倍速和 16 倍速、32 倍速，慢进速率支持 1/2 倍速、1/4 倍速、1/8 倍速。

- 前端录像下载

系统支持用户通过客户端指定时间段、按事件类型、按书签三种方式下载前端录像，下载过程中可以暂停下载和恢复下载。系统支持下载过程的数据统计，能够显示下载的进度、已下载的数据量、保存的位置等信息。

系统支持多路镜头同时下载。

系统支持前端录像下载过程中的断点续传能力。

- 平台录像下载

系统支持用户通过客户端指定时间段、按事件类型、按书签三种方式下载平台录像。下载过程可以进行暂停下载和恢复下载操作。系统支持下载过程的数据统计，能够显示下载的进度、已下载的数据量、保存的位置等信息。

- 系统支持多路镜头同时下载

对于配电自动化环境监控录像来说，功能要求分解如下：

a) 远程设置站端系统录像规则，实现站端系统的手动录像、定时录像、告警触发录像、画面异动检测录像等；

b) 具备集中存储功能，实现将严重告警时的视频和电网事故视频集中存储到地区级主站 IP SAN 中，采用以秒为单位的视频流方式存储策略；

c) 同时显示、存储、检索、回放各配电房/开闭所所选摄像机的多个视频；

d) 以人机界面方式统一管理本地和各配电房/开闭所的历史视频和图片，可按告警事件、时间段、摄像机、存储位置等组合条件检索；可从站端系统上传任意一段历史录像，删除本地和各配电房/开闭所的历史视频；

e) 远程回放配电房/开闭所的任一摄像机的历史视频（时间可选）、告警录像和本地录像；回放方式有逐帧、慢放、常速、快速、进度条拖放等方式，回放时支持画面放大/缩小、局部放大、画面亮度、对比度、饱和度、色调的调节；

f) 具备回放视频单帧抓拍和连续抓拍能力，并可对图片进行标注方便查找。

远程控制功能

- 云台控制

云镜为云台与镜头的统称。云台为镜头设备的辅助设备，镜头设备安装在云台上。辅助设备还包括雨刮器、照明灯等设备。

➤ 系统支持用户在客户端上对云镜进行控制，用户可以控制云镜方位、锁定云镜、控制云镜辅助设备、控制云镜拍摄效果，镜头焦距的拉伸、光圈大小、画面大小等。

➤ 系统支持云台预置位功能。当用户需要经常观看某些固定方位时，预置位便于用户快速便捷地将镜头切换到固定方位，而不需要手动调节镜头方向。

➤ 系统支持镜头的自动巡航。用户通过客户端预先录制镜头巡航轨迹，使用时可以选择一个巡航轨迹，云镜即能自动按照该轨迹转动拍摄。

➤ 系统支持辅助设备的控制，用户可以在客户端上远程打开或者关闭辅助设备。

视频抓拍

用户在观看实时视频或录像时，能够截取需要的画面。

用户可以单张抓图，也可以连续多张抓图。连续抓图的数量设置范围为 1~10 张，连续抓图的间隔时间设置范围为 1~5 秒。

发生告警事件时，系统对监控画面进行自动抓图。

抓图的数量、间隔时间可以由用户自行设置。

对于配电自动化环境监控远程控制来说，功能要求分解如下：

- a) 远程控制站端系统视频监控设备和环境监控设备，包括摄像机、灯光等的控制；
- b) 对摄像机视角、方位、焦距、光圈、景深进行调整及控制；
- c) 对于有预置位的摄像机，能直接进行预置和操作；
- d) 对摄像机的控制操作完成后，释放控制权限的时间可设定；
- e) 设置和查询摄像机的预置位；
- f) 远程控制声光告警设备；
- g) 可进行配电房/开闭所的布防/撤防控制，布防/撤防可按照可事先制定的策略由系统自动进行，也可以通过配电房/开闭所平面布置图进行布防或者撤防控制；
- h) 控制按照用户优先级划分，优先级高的用户可无条件获得低优先级用户的控制权，同级别用户根据时间优先的原则获得控制权；
- i) 可在视频画面上利用鼠标拖拽监控视频的方式控制摄像机的监控方位、视角，实现快速拉近、推远、定焦某个景物；
- j) 可对 DVR 远程控制，实现 DVR 远程升级、重新启动、参数配置等功能；
- k) 可在指定的监控工作站上向单个或多个站端系统下发提示信息(文本方式)，该信息能以屏幕菜单调节方式（On-Screen Display, OSD）在站端系统上送的相应视频上显示。

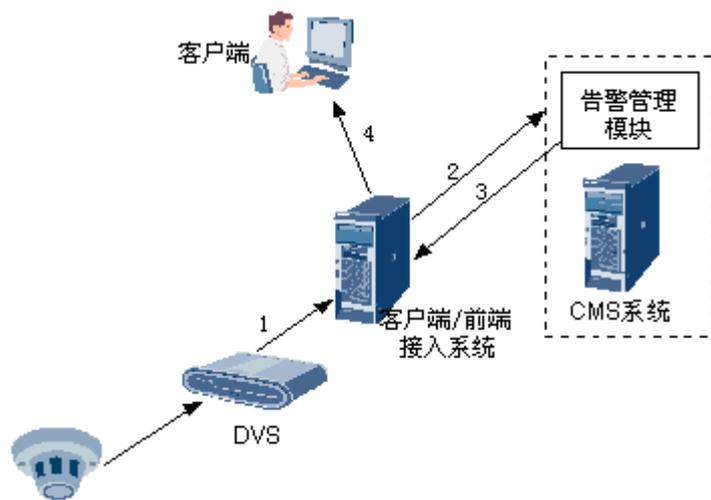
报警联动功能

用户可以通过客户端查询历史发生的告警事件，系统能够将告警事件的发生时间、告警类型、告警设备名称、告警级别显示给用户。如果告警联动到其他设备，用户还可以查询到联动设备编号、联动设备名称、联动时间、联动动作等详细信息。

可以查看的告警类型包括但不限于：视频丢失、视频恢复、视频移动开始、视频移动结束、中心存储磁盘满、客户站点存储空间满、设备上线、设备离线、前端硬盘故障、前端硬盘恢复等。

当前端发生告警时，除了通过告警提示通知用户，并能够将告警设备的实时监控画面显示在空闲窗口。

告警联动业务流程示意图



实时视频浏览场景流程

➤ 功能描述

用户能够通过告警联动功能及时获取报警信息。

➤ 实现方法

- 1) 告警设备（如）向前端设备（DVS/DVR）发送告警信号，前端设备向前端接入系统发送报警通知。
- 2) 前端接入系统向中心管理服务器的告警管理模块转发报警通知。
- 3) 告警管理模块检索相关的报警联动策略，如果存在与客户端相关的报警联动策略，将报警通知转发给客户端接入系统。
- 4) 客户端接入系统将报警通知转发给客户端。客户端通过声音、画面闪烁等方式向用户报警。

对于配电自动化环境监控告警联动来说，功能要求分解如下：

- a) 告警分为严重告警和一般告警两级，告警级别可设定；
- b) 所有告警信息均在告警窗实时显示，显示内容包括日期时间、地区及厂站名、关联的监控设备、告警内容及其它信息；不同级别的告警信息分色显示，其色可设置；可按分层分区分类选择显示，以卡片方式分类提示和选择；
- c) 实现告警联动，可根据告警信号位置切换指定摄像机视频，操作指定设备（照明等），并自动录像（录像时间可设定）；
- d) 实现严重告警的自动手机短信告警功能；
- e) 应提供灵活的告警信息过滤和分类手段，对不同区域、用户和工作站设置相应的过滤条件和分类方法；

f) 具备告警信息的管理员、监控员确认功能；应按权限和区域确认，不同区域的事件及告警确认和处理相对独立；

g) 所有告警信息及确认信息（包括确认时间、确认节点、确认用户等）应自动保存，可打印输出；

h) 具备警铃警笛联动告警功能；

i) 按照时间、地点、告警类型组合方式综合查询历史告警信息。

监控点巡航功能

系统具备视频自动巡视功能，对系统的监控点进行视频巡检，参与轮巡的对象可以任意设定，包括不同配电房/开闭所的视频、同一配电房/开闭所的不同摄像机、同一摄像机的不同预置位等，轮巡间隔时间可设置，完成轮巡任务的摄像机可自动复位。

对于配电自动化环境监控巡航功能来说，功能要求分解如下：

- 在可设定的间隔时间内对配电房、开闭所摄像机进行视频巡检，参与巡检的对象可以任意设定，包括同一站端的不同摄像机、同一摄像机的不同预置位等，巡检间隔时间可设置；

电子地图

电子地图功能通过 GIS (Geography Information System) 技术实现在视频监控客户端的电子地图中部署监控镜头并浏览实时视频，并可在电子地图上显示告警情况。提供基于 GIS 地图的监控界面，操作员能够更直观地利用地图界面监控相关区域，进行查看实时视频、视频录像、控制摄像头设备等各种功能操作。

主要功能如下：

支持镜头位置设置：支持用户在电子地图中设置监控镜头的位置，并可根据需要修改镜头位置或删除镜头。

支持镜头位置信息导入、导出：支持用户将电子地图中得镜头位置信息导出并保存为 sdb 或 sdd 文件，支持用户将 sdb 或 sdd 文件中的镜头位置信息导入到电子地图中。

支持电子地图常用功能：普通电子地图具有的常用功能，如放大、缩小、定位、鹰眼。

支持电子地图告警联动：支持告警事件发生时，电子地图上相应的镜头图标闪烁，提示用户有告警发生。

支持电子地图视频监控：支持用户在电子地图中激活某摄像头设备的实时视频。

对于配电自动化环境监控巡航功能来说，功能要求分解如下：

- a) 可在在电子地图上呈现多个摄像机的多角度实时视频（简称多角度视频）；
- b) 可在在电子地图上进行控制摄像头，如放大、缩小、激活录像和抓拍等功能；
- c) 电子地图支持告警提示

语音对讲业务

● 前端语音对讲

用户在实时监控过程中，可以与监控点人员进行语音对讲，语音对讲过程中，用户可以关闭和打开前端的声音，并可调整前端语音对讲的音量。

语音对讲仅能选择一个设备，语音对讲和实时监控实现流程相同，不同的是实时监控是前端发送视频流到客户端，而语音对讲则需要客户端将音频流发送到前端。

● 前端语音广播

用户在实时监控过程中，可以启动与多个设备的语音广播，语音广播过程中，用户可以关闭和打开前端的声音，并可调整前端语音对讲的音量。

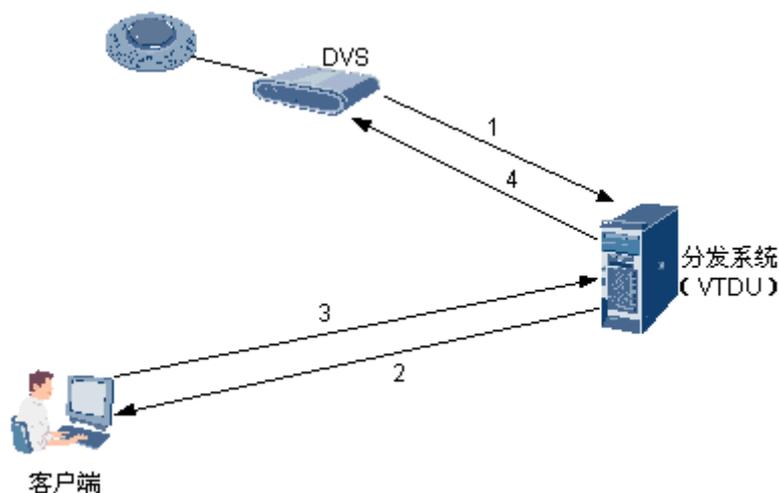
语音广播可以选择多个设备，前实现中，语音对讲和实时监控实现流程相同，不同的是实时监控是前端发送视频流到客户端，而语音对讲则需要客户端将音频流发送到前端。

● 功能描述

客户端系统的用户与监控点前端系统的用户能够通过语音对讲功能进行语音交流，客户端系统的用户能够通过静音操作决定是否收听监控现场的音频。

● 实现方法

语音对讲功能的实现流程如下图所示。



语音对讲功能的实现流程如下所示：

前端系统向客户端系统发送音频：

1、当用户正在观看实时视频时，前端设备（DVS）将音频数据发送到 VTDU 系统。

2、VTDU 系统将音频数据转发给客户端。用户能够收听监控现场的音频。

客户端系统向前端系统发送音频：

3、用户按下音频对讲按钮，进行对讲，客户端将音频流进行编码，并传送给 VTDU 系统。

4、VTDU 系统将音频流转发给前端设备，使用的端口是接收前端设备媒体流的端口。前端设备将音频流解码并播放。

对于配电自动化环境监控语音监控来说，功能要求分解如下：

- a) 配电房/开闭所端场景录音播放；
- b) 实现实时与主站的双向语音对讲及语音广播；
- c) 实现双向语音录音功能，播放、保存、回放语音；

设备和软件清单如下：

序号	设备名称	作用	数量	备注
1	图像管理服务器	保存开闭所前端设备的配置信息；前端设备工作状态实时检测；对监控终端和用户的管理，如操作权限、优先级等；还可对系统事件，如用户登录和退出，布防和撤防，报警等等进行记录；报警信息的处理等	1 套	
2	转发服务器	实现将前端视频转发到后端的各监控终端、电力网用户	1 套	
3	视频监控工作站	实现对前端开闭所图像调用、监视		可以和 SCADA 工作站合用
4	中心业务平台管理软件	所有设备及业务的管理控制	1 套	
5	网络存储管理软件	录像的调度管理	1 套	
6	客户端软件	完成图像的浏览、控制、报警联动显示	1 套	

3.9 营业网点覆盖解决方案

营业所的工作比较多。前端业务主要有收费、办事客户业务、报修等；后端业务主要有抄表收费、业扩报装、装表接电、表卡核算、线路运行维护、客户抢修等。业务主要分为数据、语音、视频三类。根据统计一个典型供电营业厅（所）的视频信息流量为 8M，收费服务的信息流量不超过 1M。

XX 地区本次以 11 个站点作为本项目改造的站点，各配置容量为 622M 的 MSTP 光传输设备（具备平滑升级至 2.5G 及以上的功能）。

按照营业所、配电信息采集点和用电信息采集点通过就近的变电站接入地区信息网络的原则，每个营业所通过变电站接入地区公司的骨干传输网络。营业所的数据、语音、视频等业务通过企业路由接入，上行接入华为的传输设备 Metro1000 光网络传输设备，最终通过光纤接入就近变电站骨干网传输系统。

方案如下图。



营业所通信接入方案图

骨干传输网业务需求详见“3.6.2 骨干传输网的业务分析”章节。

骨干传输网络后续规划采用 MSTP 技术，营业所就近接入变电站节点。华为 MSTP 解决方案采用“统一交换”架构，具备分组传送能力，同时完全兼容现有网络，能以最佳性能和成本满足承载网分组化转型诉求。

产品特点：

- 通过“统一交换”架构，可通过业务板级扩展，实现 TDM 模式、分组模式和混合模式的平滑转换，降低客户技术选择的难度，始终以最适合模式满足业务和网络发展诉求
- 基于成熟的分组架构，具备完善的分组时钟特性，精细化的 Qos 能力，SDH-like 的管理能力，强大的 PWE3 功能，构建可靠的分组承载网。
- 继承强大的 MSTP 特性，实现 TDM 业务的最佳承载。

AR 系列企业路由器是秉承华为在数据通信、无线、接入网、核心网领域的深厚积累，依托自主知识产权的 VRP 平台，推出的面向企业及分支机构的新一代网络产品。集路由、交换、3G、语音、安全等功能于一身，采用多核 CPU 和无阻塞交换架构，凭借领先于业界的系统性能和可扩展能力，

充分满足未来业务扩展的多元化应用需求，提供一体化的解决方案，为客户多业务加速，最大限度保护客户投资。

产品特点：

- 第 3 代 AR，性能领先多核，业务分布式处理专业品质，业务高可靠真正的路由交换一体化。
- 双模网络，灵活接入丰富的 3G 制式，面向 LTE 的无线演进大带宽高可靠的 PON 接入，高密灵活的以太接入。
- 多业务合 1，网络融合统一通信，提高沟通效率全面保护，业务安全接入开放业务平台，合作增值。

4 网络性能设计

4.1 配电骨干传输（MSTP）网络性能设计

4.1.1 骨干传输网概述

传输网络流量主要包含综合数据网和调度数据网流量，涉及调度/配电生产系统、综合办公系统、能量管理系统等业务流量。本篇主要介绍基于配电的配电自动化业务流量和视频监控业务流量网络性能要求。

4.1.2 视频专网传输设计

视频监控解决方案物理上由信令中心和媒体业务节点两大部分组成。本文分别针对信令中心和媒体节点的业务承载情况，根据所需带宽与端口，给出网络设备配置清单。

基于信令的带宽计算原则：

每一条信令连接所占带宽按 7kbps 计算；

客户端接入带宽按前端并发连接数的 20%计算。

根据以上原则，本期项目建设容量（前端并发连接数）为 42 路，所以信令中心带宽计算公式如下：

$$\begin{aligned} \text{信令中心出口带宽} &= \text{前端接入带宽} + \text{客户端接入带宽} \\ &= \text{平台建设容量} * 7k + \text{平台建设容量} * 7k * 20\% \\ &= 42 \text{ 路} * 7k + 42 \text{ 路} * 7k * 20\% \\ &= 0.35 \text{ M} \end{aligned}$$

根据信令中心带宽计算结果，需配置主备两台千兆交换机。同时，为保障信令中心的数据安全，再配置两台防火墙。

配置表如下：

序号	设备名称	厂家型号	数量
1	三层千兆交换机	华为 S5300	XX 台
2	防火墙	华为 Eudemon1000	XX 台

基于媒体流量的带宽计算原则：

实时浏览业务按建设容量的 20%计算。

根据以上原则，本期项目建设容量（前端并发连接数）为 42 路，所以信令中心带宽计算公式如下：

媒体业务节点出口带宽计算公式如下：

$$\begin{aligned} \text{媒体业务节点出口带宽} &= \text{录像业务并发带宽} + \text{实时浏览并发带宽} \\ &= 42 \text{ 路} * 2\text{M} + 42 \text{ 路} * 2\text{M} * 20\% \\ &= 100.8 \text{ M} \end{aligned}$$

根据信令中心带宽计算结果，需配置主备两台千兆交换机。

配置表如下：

序号	设备名称	厂家型号	数量
1	三层千兆交换机	华为 S5300	XX 台

因此，配电视频监控网上骨干并发流量在 100Mbit/s 左右。开闭所接入并发流量在 6Mbit/s 左右。

4.1.3 配电自动化传输设计

根据配电自动化系统的功能要求，配电网的数据类型分为以下几种：

1. 状态信息：主要包含开关的分合状态、设备运行状态，配电网运行状态和故障信息。
2. 测量信息：通过采样等手段获得的线路电压、电流信息以及功率、频率等派生计算量。
3. 控制信息：包含由控制中心下发的遥控、遥调、设点等控制命令。
4. 其他业务数据：包括计量、电能质量等。

对满足自动化功能的基本传输量可参考下表：

	传输数据类型	优先级	更新周期	信息单元长度(字节)
状态量	1. 开关位置	A	突发传送或周期 1-5 秒轮询	1-3
	2. 接地刀闸			
	3. 开关远方、就地	B	突发传送或周期 1-5 秒轮询	1-3
	4. 开关储能、操作电源			
	5. SF6 开关压力信号			
	6. 终端状态	A	突发传送或周期 1-5 秒轮询	1-3
	7. 通信状态	A	突发传送或周期 1-5 秒轮询	1-3
	8. 故障信号、保护动作信号和异常信号			
模拟量	1. 电流	B	突发传送或 5 秒周期轮询	2-6
	2. 电压	B	突发传送或 5 秒周期轮询	2-6
	3. 有功功率			
	4. 无功功率	B	突发传送或 5 秒周期轮询	2-6
	5. 功率因数			
	6. 零序电流及三相不平衡电流			
	7. 温度	C	突发传送或 60 秒周期轮询	2-6
	8. 电能量	C	15 分钟周期轮询	4-24(正、反向有功、无功、时标)
控制量	1. 分合闸操作	A		
	2. 配电变压器有载调压	B		
	3. 配电电容器投停	B		
	4. 设定值			
	总召唤	B	10 分钟或重新初始化	36(遥测+状态不含电量)
	对时信息	B	30 分钟	8
	谐波及电能质量信息	C	突发传送或 15 分钟轮询	2-6×谐波次数
	事件记录 SOE	C	突发传送	10

对各级传输实时性的要求见下表：

级别	要求	传输延时
A	传输实时性要求最高，优先传送	<5s
B	传输实时性要求高，优先级次之	<10s
C	传输无严格实时性要求，优先级最低	<60s

根据配网自动化数据的时延或轮询时间要求：遥信和遥控数据要求小于 5s；遥测数据要求小于 30s，来估算“一遥、二遥、三遥”的通信速率要求：

- 1) 遥信量 按照每个开关 8 个遥信量，每个遥信量 1 个字节计算
- 2) 遥测量 按照每个开关 3 个遥测量，每个信息量量化为 2 字节计算
- 3) 遥控量 按照每个开关 1 个遥控量，每个信息量量化为 1 字节计算

因此，数据量统计，遥信：1× 8=8 个字节，遥测：3×2=6 个字节，遥控：1×1 =1 个字节

此外，通信占用字节：按照 IP 头 20 个字节，UDP 头 8 个字节考虑。单个配网终端的通信带宽需要：

三遥： $8+6+1+28=43$ 字节

$43 \times 8 \div 5 = 68.8 \text{bit/s}$ ，20 个终端大概 1376bit/s

二遥： $8+6+28=42$ 字节。

$42 \times 8 \div 5 = 67.2 \text{bit/s}$ ，20 个终端大概 1344bit/s

一遥： $8+28=34$ 字节。

$34 \times 8 \div 5 = 54.4 \text{bit/s}$ ，20 个终端大概 1088bit/s

因此，按照每个电房最多 20 个开关计算，对于实现“一遥”的信息点，单个终端带宽容量约 1376bit/s；对于实现“二遥”的信息点约 1344bit/s；对于实现“三遥”的信息点，单个终端带宽容量约 1088bit/s。XX 地区配电终端都满足三遥业务需求。

4.2 方案存储设计

4.2.1 视频监控存储设计

视频监控流量计算。14 个开关站，每站 3 个摄像头，供 42 路视频。

首先计算视频数据存储空间（按照每个硬盘 2T 容量计算）：

视频数据存储空间（G）= 需要存储的视频流路数 \times 单路视频流需要存储的时长（s） \times 单路视频平均码率 \times CBR/8/1024 = $K \times L \times 24 \times 3600 \times R \times \text{CBR}/8/1024$ 。

一般情况下，CBR 系数= 1.1；CBR 影响系数是指恒定码流(CBR) 正误差给存储容量带来的影响系数。K 指存储路数，L 指存储天数，R 指视频存储码率（Mbps）。

42 路视频,D1 格式存储 30 天，每路带宽按 2Mbps 计算，可以算出视频数据存储空间为： $(42 \times 30 \times 24 \times 3600 \times 2 \times 1.1/8/1024)G=29236G$ 。

4.2.2 配电自动化存储设计

配电自动化流量，每开闭所按照 10Kbit/s 来计算，配电业务流量存储 1 年的存储空间为 $14 \times 10 \times 365 \times 24 \times 3600/8/1024/1024=526G$ 。

5 U2000 网络管理

华为推荐统一网络管理系统 iManager U2000 作为 XX 地区配电项目的网络管理解决方案。

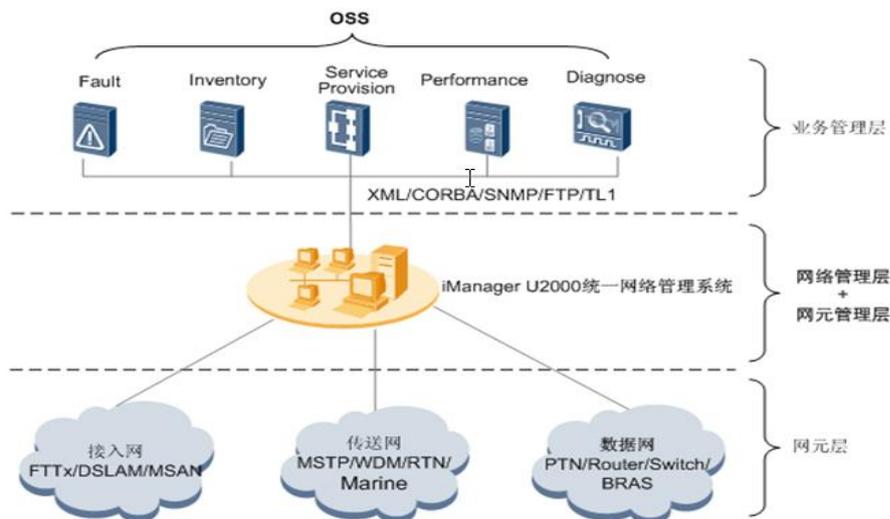
iManager U2000 (以下简称为 U2000) 定位于华为公司设备管理系统, 是华为公司面向未来网络管理的主要产品和解决方案, 具备强大的网元层、网络层管理功能。

U2000 提供标准领先、类型丰富的北向接口全面满足客户的 OSS 集成需求。

U2000 能够对传送设备、接入设备和 IP 设备进行统一管理, 可管理华为 MSTP、WDM、OTN、Microwave、Router、Switch、PTN、MSAN、DSLAM、FTTx、Firewall 等设备和业务。

U2000 提供全部的网元层和网络层管理功能: 安全管理, 拓扑管理, 故障管理, 性能管理和网络管理。

U2000 在 TMN (Telecommunication Management Network) 的结构中处于网元管理层和网络管理层。如图所示。



U2000 在 TMN 中的网络

1、iManager U2000 设计概述

U2000 对 XX 地区配电项目中推荐的所有华为网络产品线设备，网络和业务进行管理。

U2000 满足 XX 地区配电项目对网络管理的所有需求，如：拓扑管理，故障管理，业务部署，性能管理，存量管理等。

U2000 提供标准、开放的北向接口，满足与其他 OSS 系统集成的需求。

U2000 提供高可用性、容灾的部署解决方案，当主服务器发生故障，可以在最短的时间内切换到备服务器，保障系统继续正常使用。

U2000 采用业界领先的伸缩网管架构，可拆可合，能适应复杂、大型网络的管理需求。各网元管理组件耦合性小，支持平滑在线扩展从单域到多域管理能力。

U2000 支持用户分权分域管理，对不同的用户分配不同的管理对象和不同的管理权限，从而保证网管系统的安全。

2、U2000 管理应用场境及功能

U2000 提供了接入设备、传送设备、IP 设备的统一管理平台，可为多种组网场景提供管理方案。根据 XX 地区配电项目网络管理系统的需求分析，华为建议部署 U2000 的拓扑管理、告警管理、性能管理、存量管理、安全管理、系统监控等功能组件。

3、亮点功能

- 针对 FTTX 全场景快速业务发放
- 快速故障定责
- 一键式故障分责诊断
- 告警差异化管理
- 批量自动升级网元

4、iManager U2000 部署和组网

U2000 为传送、接入、IP 网络提供统一的全网管理解决方案，满足大规模网络管理需求。用户可以根据网络规模和组网部署要求，制定网管系统部署组网方案。

U2000 部署模式

网管部署方案	支持平台	容灾能力	组网复杂程度	支持的最大网络规模
--------	------	------	--------	-----------



网管部署方案	支持平台	容灾能力	组网复杂程度	支持的最大网络规模
单机系统集中式	Windows Solaris SUSE Linux	低	简单	Windows 支持中规模网络 (2000 到 6000 等效网元) Solaris 支持超大规模网络 (15000 到 20000 等效网元)
高可用性系统集中式	Solaris	高	简单	Solaris 支持超大规模网络 (15000 到 20000 等效网元)

6 方案亮点

6.1.1 电力 XPON 解决方案优势

该解决方案的核心是利用光纤材质在通讯上的优势，并结合端设备 OLT、ONU，以及具有分光功能的 ODN 设备使得 PON 解决方案在结构上可以得到优化

电力 PON 解决方案，采用光纤通讯的固有优点：

- 带宽高，网络中能承载的数据量大、数据速度快，延时小，
- 误码率低，满足电力行业通讯的需求
- 安全性好，光纤传输的安全性非常好

同时，分光功能 ODN 带来结构上的优势：

- 传统光纤通讯由于光纤传输的特性，无法实现简易管理和简洁网络设计，现今的分光功能的 ODN，甚至智能 IODN 使得光纤网络结构的连接方式更多样化，可扩容和修改性也增强
- 分光 ODN 带来的配电 PON 网络结构上的优化，有利于节省光缆，有利于节省成本

结合来看，电力 PON 解决方案具有，数据带宽高，数据可靠性高、数据安全性高的优势以外，具有能更加适应项目情况的丰富网络设计的可能性，能为整个配电自动化通信带来便利

华为在配电领域的亮点

- 客户价值：追求最优的结构设计方案，实现客户价值
- 场景多样：华为提供了多种不同的解决方案，包括电力 XPON 解决方案，电力无线专网解决方案，电力以太网交换机解决方案，电力无线公网解决方案等，可以在主要的通信组网方式基础上，为用户提供适应多变场景的辅助通信解决方案，充分能够满足用户的实际需求
- 行业领先：华为通信业务从电信级到电力级，具有领先的行业地位，具有可靠的质量和保障体系
- 产品成熟：工业级专用设备，各项产品均能满足甚至超过行业标准、用户要求，同时华为具有强大的研发能力，满足用户定制需求，产品安全性强
- 经验丰富：华为产品和方案具有丰富的交付经验，具有强大的交付能力，充分保证项目工程的实施

6.1.2 电力无线专网解决方案优势

采用无线宽带技术的配电自动化通信解决方案，具有多种优势：

- **设备简单**

无线基站部署在光纤覆盖到的变电站，无线终端可内置或就近部署在各种二次设备监测终端（TTU/DTU/FTU 等）侧，环境适应性问题容易解决；

- **通讯带宽高**

容量大，无线宽带技术提供了较大的带宽，能够应对较大的峰值业务数据量，同时大容量提供了相当数目的终端接入支持，也为扩容提供了方便

- **保障可靠**

无线网业务提供了多种保障机制设备可靠性能够满足电力用户需求

- **组网灵活**

没有线介质铺设的困难，适合应用于有线通讯无法大规模建设的地区，且可根据地形等因素与其他组通信方式配合，混合组网，同时无线简单的接入方式，有利于扩容，扩容，网络结构调整

- **安全性强**

双向鉴权、UTRAN 加密和信令的完整性保护，继承 UMTS 安全性，同时用户域、网络域增强安全

- **业务支撑**

在无线宽带覆盖区域内，除了可以支持配电网业务之外，也可作为多媒体融合通信的无线接入手段，为现场维护人员提供语音、数据等多种通信业务。

- **覆盖广、覆盖深**

由此，无线宽带配电网自动化解决方案主要应用在有线光纤铺设难度较大的老城区或边远地区、有较好信号覆盖的配电网场景，以及有其它的无线业务需求的场景。

华为在配电领域的亮点

- **客户价值**

追求最优的结构设计方案，实现客户价值

- **场景多样**

华为提供了多种不同的解决方案，包括电力 XPON 解决方案，电力无线专网解决方案，电力以太网交换机解决方案，电力无线公网解决方案等，可以在主要的通信组网方

式基础上，为用户提供适应多变场景的辅助通信解决方案，充分能够满足用户的实际需求。

- **行业领先**

华为通信业务从电信级到电力级，具有领先的行业地位，具有可靠的质量和保障体系。

- **产品成熟**

工业级专用设备，各项产品均能满足甚至超过行业标准、用户要求，同时华为具有强大的研发能力，满足用户定制需求

- **经验丰富**

华为产品和方案具有丰富的设计、交付经验，能充分保证项目工程的实施进度

7 附件

7.1 附件一：配电自动化主站

本次主站平台暂建设单网单机系统，满足后续双网双机冗余结构演进。

硬件设备和软件清单如下：

序号	设备名称	技术要求	单位	数量	备注
一 硬件部分					
1	数据采集服务器 (前置机)	微机服务器	台	XX	
2	SCADA 功能服务器，兼历史数据服务器	微机服务器，要求比较高的内存和存储容量 Windows Server 操作系统，SQL Server 数据库	台	XX	
3	配电监控工作站	高档微机，Windows 操作系统	台	XX	
4	测试维护工作站	高档微机，Windows 操作系统	台	XX	
5	报表工作站	高档微机，Windows 操作系统，Office 系统	台	XX	
6	网络打印机	A3 网络打印机	台	XX	
7	网络交换机		套	XX	
8	GPS 时钟		套	XX	

9	其他	网络电缆、附件等		XX	
二 软件部分					
1	系统平台软件	操作系统软件(Windows Server) 数据库管理软件 (SQL Server) Office 软件	套	XX	
1	SCADA 系统支持平台	系统运行管理软件、计算机网络管理系统软件、历史数据库管理系统软件、实时数据库管理系统软件、数据备份与恢复、用户开发环境、人机界面管理、报表管理、权限管理、告警管理等	套	XX	
2	SCADA 基本功能软件	数据采集、状态监视、远方控制、人机交互、防误闭锁、图形显示、事件告警、事件顺序记录、事故追忆、数据统计、报表打印	套	XX	

7.2 附件二：配电通信设备清单

选择华为技术有限公司 PON 接入设备,3 个变电站,每个配置 XX 套 OLT 设备 MA5683, 48V 直流供电, 19 英寸机柜安装, 配个 OLT 配置 XX 个 PON 口, XX 个 GE 光口上行。

14 个开闭所, 每个配置一个双 PON 口 ONU 设备 MA5621, 同时配置 XX 个 10: 90 分光器, XX 个分光器安装盒; 每个 MA5621 提供 4 个 10M/100M/1000M 以太网接口, 同时提供两个 RS232/485 串口。

配置一套网管设备 U2000, 包含: 网管服务器一套、操作系统和数据库软件、网管系统应用软件、相应的 License。

序号	设备	数量	备注
1	OLT MA5683T	XX	
2	ONU MA5621	XX	
3	分光器	XX	
4	网管服务器 硬件	XX	
5	网管操作系 统和数据库 软件	XX	
6	接入网管理 应用软件	XX	

7.3 附件三：配电监控、环境监控设备清单

针对一个开关站站的电气和安防监控设备清单:

序号	设备名称	要求	数量	备注
1	配电监控终端 (DTU)	2300mm(高)* 900mm(宽)* 950mm (深) 机柜 YDJ400 配电监控终端, 最多 24 条线路配置	XX	
2	备用电源系统	电源充放电管理单元, 铅酸电池 48V/100Ah	XX	
3	通讯设备	工业型光接口交换机	XX	
4	视频编码器	视频 DVR 设备	XX	
5	数据汇接器	视频以太网数据汇接器 含硬盘	XX	
6	智能球机	NCC-6084, SONY480 机芯,含电源、 支架	XX	
7	远程灯光控制		XX	
8	烟感探头		XX	
9	门磁		XX	
10	防洪报警装置		XX	
11	IP 语音装置		XX	