

ICS XX.XXX

P XX

备案号: XXXX

中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T XXXX-20XX

DL

电力数据通信网络工程设计规程

Code for engineering design of electric power data communication network

(送审稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX

实施

国家能源局 发布

中华人民共和国电力行业标准

电力数据通信网络工程设计规程

Code for engineering design of electric power data communication
network

DL/T XXXX-20XX

主编部门：电力规划设计总院

批准部门：国家能源局

施行日期：20XX年X月X日

XX 出版社

20XX 北京

国家能源局 公告

20XX年 第XX号

按照《国家能源局关于印发<能源领域行业标准化管理办法(试行)>及实施细则的通知》(国能局科技〔2009〕52号)有关规定，经审查，国家能源局批准.....，现予以发布。

附件：行业标准目录

国家能源局

20XX年XX月XX日

附件：

行业标准目录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	批准日期	实施日期
.....						
XXX	DL/TXXXX-20XX	电力数据通信网络工程设计规程			20XX-XX-XX	20XX-XX-XX
.....						

前 言

根据《国家能源局关于下达 2017 年能源领域行业标准制(修)订计划的通知》(国能科技〔2017〕52 号)的要求,编制组经过全面深入的调查研究,总结并吸收了我国电力数据通信网络建设方面积累的实际经验和成果,并在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本规程共分 10 章,主要内容包括:总则、术语和缩略语、业务需求、总体网络方案、网络系统配置、网络管理与时间同步、网络安全与网络认证、网络性能指标及设备参数、网络接入及业务割接、设备安装及环境要求等。

本规程由国家能源局负责管理,由电力规划设计总院提出,由能源行业电力系统规划设计标准化技术委员会负责日常管理,由中国电力工程顾问集团华东电力设计院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送电力规划设计总院(地址:北京市西城区安德路 65 号,邮政编码:100120)。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位: 中国电力工程顾问集团华东电力设计院有限公司

参 编 单 位: 国网信息通信分公司

中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司

中国能源建设集团广东省电力设计院有限公司

中国能源建设集团广西电力设计研究院有限公司

主要起草人:

主要审查人:

目 录

1	总则	1
2	术语和缩略语	2
	2.1 术语	2
	2.2 缩略语	3
3	业务需求	6
	3.1 网络定位及覆盖范围	6
	3.2 业务种类及特性	6
	3.3 业务流向及流量预测	8
4	总体网络方案	10
	4.1 网络分层	10
	4.2 节点设置	10
	4.3 链路组织	11
	4.4 网络互联	12
	4.5 路由协议	13
	4.6 组播协议	14
5	网络系统配置	14
	5.1 自治域	14
	5.2 IP 地址	15
	5.3 路由策略	16
	5.4 流量工程	17
	5.5 QoS 服务质量	17
	5.6 VPN 划分	19
6	网络管理与时间同步	21
	6.1 网络管理系统	21
	6.2 时间同步	21
7	网络安全与网络认证	22
	7.1 网络安全	22
	7.2 网络认证	23
8	网络性能指标及设备参数	23
	8.1 网络性能参数指标	24
	8.2 设备参数	24
	8.3 网络设备选型及配置	29

9 网络接入及业务割接	30
9.1 接入模式	30
9.2 业务接入	30
9.3 业务割接	32
10 设备安装及环境要求	32
10.1 设备安装	32
10.2 环境要求	33
本规程用词说明	35
引用标准名录	36
条文说明.....	37

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and abbreviations	2
2.1	Terms	2
2.2	Abbreviations	3
3	Service requirement	6
3.1	Network positioning and coverage	6
3.2	Service types and characteristics	6
3.3	Service flow and traffic prediction	8
4	Overall network scheme	10
4.1	Network Layering	10
4.2	Node Setting	10
4.3	Link organization	11
4.4	Network interconnection	12
4.5	Routing protocol	13
4.6	Multicast protocol	14
5	Network system configuration	14
5.1	Autonomous domains	14
5.2	IP address	15
5.3	Routing strategy	16
5.4	Flow engineering	17
5.5	QoS service quality	17
5.6	VPN division	19
6	Network management and time synchronization	21
6.1	Network management system	21
6.2	Time synchronization	21
7	Network security and network authentication	22
7.1	Network security	22
7.2	Network authentication	23
8	Network performance indicators and equipment parameters	23
8.1	Network performance parameter indicators	24
8.2	Equipment parameters	24
8.3	Selection and configuration of network equipment	29
9	Network access and service cutover	30

9.1 Access mode	30
9.2 Service access	30
9.3 Service cutover	32
10 Equipment installation and environmental requirements	32
10.1 Equipment installation.....	32
10.2 Environmental requirements	33
Explanation of wording in this code	35
List of quoted standards	36
Explanation of provisions·	37

1 总则

1.0.1 为适应网络技术的发展和保障电力系统的安全稳定运行，规范和统一电力数据通信网络工程的设计标准和技术要求，提高电力数据通信网络的设计水平，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于电力数据通信网络的规划及新建、改扩建工程设计。

1.0.3 电力数据通信网络工程设计应符合电力企业的建设、运行及管理要求，应与电力系统发展方向一致，做到安全可靠、技术先进、经济合理、节能环保。电力数据通信网络工程设计必须贯彻国家的基本建设方针和有关技术经济政策。

1.0.4 电力数据通信网络工程设计应遵循“统一规划设计、统一技术体制、统一路由策略、统一组织实施”的建设方针，适应“统一规划、分级管理”的管理模式，满足“先进性、经济性、开放性、统一性、可靠性、可扩展性及可管理性”的技术原则，符合电力数据通信网络技术发展的要求。电力数据通信网建设应遵循网络发展客观规律，合理划分建设阶段，并应坚持数据通信网整体发展方向的一致性和前后技术体制的兼容性。

1.0.5 电力数据通信网应充分考虑大颗粒业务、覆盖面广、层级简单等需求因素，集中建设和管理网络，技术上应有适度的前瞻性，实际部署时应统筹考虑投资效益、运维管理、政策方针等因素。

1.0.6 电力数据通信网络工程设计除应执行本规程的规定外，尚应符合国家和电力行业其他现行有关标准的规定。

2 术语和缩略语

2.1 术语

2.1.1 电力数据通信网络 electric power data communication network

电力数据通信网是电力公司综合性的广域网络传输平台，是电力公司系统内各种计算机应用系统实现互联的基础。承载电力系统管理信息大区业务的专用广域数据网络，连接电力企业各类办公场所、生产运行场所、营业场所计算机局域数据网络。基于三层 IP 技术构建的数据通信网，主要由路由、交换设备构成，由光缆或传输网络承载，一般由核心层、汇聚层、接入层组成，提供各种数据、语音、图像和多媒体等业务服务的综合性网络承载平台。

2.1.2 数据通信网专业网管系统 data communication network management system

面向数据通信网络及业务管理，提供数据通信网络资源、配置、性能、告警的集中监控，支持数据通信网络路由、流量及流向分析，可提供 VPN 业务配置下发、安全认证等一系列支撑数据通信网络运维工作的网络管理系统。

2.1.3 多协议标签交换 multi-protocol label switching (MPLS)

一种用于快速数据包交换和路由的体系，它为网络数据流量提供了目标、路由、转发和交换等能力。在 MPLS 中，数据传输发生在标签交换路径 (LSP) 上。LSP 是每一个沿着从源端到终端的路径上的结点的标签序列。固定长度标签被插入每一个包或信元的开始处，并且可被硬件用来在两个链接间快速交换包，加速数据的快速交换。

2.1.4 核心路由器 core router

配置在电力数据通信网络拓扑中的核心层节点，用于数据交换转发并汇接网络骨干/汇聚设备的路由器。

2.1.5 骨干/汇聚路由器 backbone/convergence router

配置在电力数据通信网络拓扑中的骨干/汇聚层节点，用于数据交换转发并汇接网络接入设备的路由器。

2.1.6 接入路由器 access router

配置在电力数据通信网络拓扑中的接入层节点，用于数据接入并连接接入交换机的路由器。

2.1.7 接入交换机 access switch

配置在电力数据通信网络拓扑中的各节点，用于电力数据通信网络所承载业务接入的交换机。

2.1.8 软件定义网络 software defined network (SDN)

一种新型的网络技术，它的理念是将网络的控制平面与数据转发平面进行分离，并实现可编程化控制。在基于 SDN 的网络中，传统网络设备紧耦合的网络架构被分拆成应用、控制、网络三层分离的架构。

2.1.9 服务质量 quality of service (QoS)

网络系统的性能度量，反映了其数据传输以及对业务提供服务的质量。

2.1.10 虚拟专用网络 virtual private network (VPN)

在同一物理网络介质上为不同业务分别提供的相互逻辑隔离的专用数据网络。

2.1.11 虚拟路由转发表 virtual routing forwarding (VRF)

亦称 VPN-instance (VPN 实例)，是 PE 为直接相连的站点 (site) 建立并维护的一个专门实体，每个 site 在 PE 上都有自己的 VPN-instance，每个 VPN-instance 包含到一个或多个与该 PE 直接相连的 CE 的路由和转发表，若实现同一 VPN 内各个 Site 间的互通，该 VPN-instance 还应包含连接在其他 PE 上的发出该 VPN 的 Site 的路由信息。

2.1.12 背靠背跨域 OPTION A

两个 AS 的 ASBR 互相作为 PE 和 CE，在域内各自配置 MPLS L3 VPN 网络，对于跨域的 VPN，ASBR 充当 VPN 的 PE 设备，在 ASBR 上配置该 VPN 对应的 VRF，并为该 VRF 分配一个接口 (可为逻辑接口)，两个 ASBR 之间属于同一 VPN 的接口互相连接。对于本端自治域的 VPN，ASBR 充当 PE 角色，导入该 VPN 的所有路由。对于对端自治域的 VPN，ASBR 充当 CE 角色，通过与对端 ASBR 之间的 E-BGP 来学习对端 VPN 的路由，再分发到本端 VPN 的所有 PE 设备中去。

2.1.13 单跳 MP-EBGP 跨域 OPTION B

AS 内通过正常的 MPLS/BGP 传递 VPN 路由信息，AS 之间通过单跳的 MP-EBGP 协议传递 VPN 路由信息。ASBR 间通过 MP-EBGP 分发 VPN-IPv4/VPN-IPv6 路由信息和相应的标签。

2.1.14 扁平化 (口字型) 连接 flat model

两侧均以双设备形式组网，通过两条平行链路进行对接，每一侧的两台设备各承担一条对接链路，同时，这两台设备之间也设有互连链路，四台设备形成“口”字型。

2.2 缩略语

ARP	Address Resolution Protocol	地址解析协议
AS	Autonomous System	自治域

BGP	Border Gateway Protocol	边界网关协议
CE	Customer Edge	用户端边缘(设备)
CIDR	Classless Inter-Domain Routing	无类型域间选路
CoS	Class of Service	服务类型
CPOS	Channelized POS	通道化 POS
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing	密集型光波复用
EGP	Exterior Gateway Protocol	外部网关协议
EMS	Energy Management System	能量管理系统
GRE	Generic Routing Encapsulation	通用路由封装
IP	Internet Protocol	网络之间互连协议
IGMP	Internet Group Manage Protocol	互联网组管理协议
IGP	Interior Gateway Protocol	内部网关协议
IP Sec	Internet Protocol Security	互联网协议安全性
IS-IS	Intermediate System-to-Intermediate System	中间系统到中间系统
L2F	Level 2 Forwarding protocol	第二层转发协议
L2TP	Layer 2 Tunneling Protocol	第二层隧道协议
MAC	Media Access Control	媒体访问控制
MPLS	Multiprotocol Label Switching	多协议标签交换
MP-EBGP	Multi-Protocol Exterior Border Gateway Protocol	多协议的外部边界网关协议
MP-IBGP	Multi-Protocol Interior Border Gateway Protocol	多协议的内部边界网关协议
MSTP	Multi-Service Transfer Platform	基于 SDH 的多业务传送平台
MTU	Maximum Transmission Unit	最大传输单元
OSPF	Open Shortest Path First	开放最短路径优先协议
OTN	Optical Transport Network	光传输网
PE	Provider Edge	运营商边缘(设备)
PIM-DM	Protocol Independent Multicast-Dense Mode	密集模式独立组播协议
PIM-SM	Protocol Independent Multicast-Sparse Mode	稀疏模式独立组播协议
POS	Packet Over SDH	基于 SDH 的包交换
PPTP	Point to Point Tunneling Protocol	点对点隧道协议
QoS	Quality of Service	服务质量

RIP	Routing Information Protocol	路由信息协议
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	数据采集与监视控制
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同步数字体系
SDN	Software Defined Network	软件定义网络
SPN	Slicing Packet Network	切片分组网
SNMP	Simple Network Management Protocol	简单网络管理协议
STM	Synchronous Transfer Module	同步传递模块
VPLS	Virtual Private Lan Service	虚拟专用局域网业务
VPN	Virtual Private Network	虚拟专用网
VLAN	Virtual Local Area Network	虚拟局域网
VLSM	Variable-Length Subnet Mask	可变长子网掩码

3 业务需求

3.1 网络定位及覆盖范围

3.1.1 电力数据通信网络是为电力生产管理服务的电力系统企业内部专用数据网络，是各级电力企业间进行数据通信的基础网络设施，是电力企业生产管理 III 区、管理信息 IV 区及互联网 V 区等业务系统的主要承载平台。

3.1.2 电力数据通信网指电力企业专用的广域数据网络，用于接入电力企业的调度生产管理系统、管理信息系统、电力通信资源管理系统、企业多媒体业务、语音业务等生产管理区、管理信息大区及互联网大区等业务。

3.1.3 电力数据通信网应覆盖其企业所辖各级行政单位、直属单位、所属厂站、办公楼宇、供电所、营业厅等业务系统所要求部署的节点。

3.1.4 电力数据通信网应适配各级各类业务应用在不同层级机构的部署需求，并具备业务集中上线的扩容能力。

3.1.5 电力数据通信网应覆盖电力企业的业务节点、组网节点和接入节点，其中业务节点为应用系统集中接入的网络节点，组网节点为满足网络层面形成稳定的网络拓扑结构所需的节点，接入节点为业务应用部署的站点。

3.1.6 电力数据通信网是电力企业内部业务系统的数据交换网络平台，业务系统自身所需的接入交换设备及其安全接入防护设备不属于数据通信网络工程范畴。

3.2 业务种类及特性

3.2.1 电力数据通信网络主要用于承载生产管理区（安全 III 区）、管理信息大区（安全 IV 区）、互联网大区（安全 V 区）等业务，按照电力安全防护相关要求，原则上安全 I、II 区业务不应在数据通信网上承载。

3.2.2 生产管理区(安全 III 区)主要包括用于生产管理的相关业务系统，该区的外部通信边界是控制区安全 II 区和管理信息区，主要服务用户为电力企业调度及生产管理人员，典型业务信息主要包括：

- (1) 调度管理信息系统（DMIS）
- (2) 雷电监测系统
- (3) 气象信息
- (4) 电厂生产管理信息系统
- (5) 通信网网管信息
- (6) IP 语音电话

- (7) 图纸档案管理系统
- (8) 视频业务（视频会议、视频监视、设备状态监测）

3.2.3 管理信息大区(安全 IV 区)主要包括用于公司办公自动化、管理信息化的业务系统，该区的外部通信边界为生产管理区和互联网大区，主要服务用户为电力企业全员，典型业务信息主要包括：

- (1) 信息管理系统（ERP/SG-ERP）
- (2) 设备管理系统（PMS）
- (3) 营销应用系统
- (4) 信息灾备业务
- (5) 物资系统
- (6) GIS 类应用系统
- (7) 实验测试局域网

3.2.4 互联网大区(安全 V 区)主要满足互联网、移动办公的要求，可在电力企业内网与外网系统相互进行数据交互的业务系统，该区是管理信息大区和信息外网交互的中间区域，主要服务用户为需要外网办公的电力企业人员，典型业务信息主要包括：

- (1) 信息外网
- (2) 统一视频外网
- (3) 物联管理平台
- (4) WEB 类服务应用
- (5) 移动 APP
- (6) 云计算及云终端

3.2.5 电力数据通信网络承载的各类典型业务系统要求各不相同，其传输特性参见表 3.2-1。

表 3.2-1 典型业务种类及特性分析表

序号	业务系统	优先级	并发率	实时性	可靠性	单用户流量 (Kbps)
1	生产管理区(安全 III 区)					
1.1	调度管理信息系统 (DMIS)	高	20%	非实时	高	150
1.2	雷电监测系统	高	10%	非实时	高	60
1.3	气象信息	高	10%	非实时	高	60
1.4	电厂生产管理信息系统	高	20%	非实时	高	150

序号	业务系统	优先级	并发率	实时性	可靠性	单用户流量 (Kbps)
1.5	通信网网管信息	高	10%	实时	高	64
1.6	IP 语音电话	高	30%	实时	高	134
1.7	图纸档案管理系统	高	10%	非实时	高	500
1.8	视频业务（视频会议）	高	10%	实时	高	2000/8000
1.9	视频业务（视频监控）	高	10%	实时	高	2000 (每监测点)
1.10	视频业务（设备状态监测）	高	10%	实时	高	2000 (每监测点)
2	管理信息大区(安全 IV 区)					
2.1	信息管理系统 (ERP/SG-ERP)	较高	20%	非实时	较高	N*60 (N为业务系统数)
2.2	设备管理系统（PMS）	较高	35%	非实时	较高	150
2.3	营销应用系统	高	25%	实时	高	60
2.4	信息灾备业务	高	10%	非实时	高	150000
2.5	物资系统	较高	10%	非实时	高	150
2.6	GIS 类应用系统	高	10%	非实时	高	500
3	互联网大区(安全 V 区)					
3.1	信息外网	一般	20%	非实时	一般	2000
3.2	统一视频外网	一般	10%	非实时	一般	2000
3.3	物联管理平台	一般	10%	非实时	一般	150
3.4	WEB 类服务应用	一般	10%	非实时	一般	60
3.5	移动 APP	一般	10%	非实时	一般	150
3.6	云计算及云终端	一般	10%	非实时	一般	150

3.3 业务流向及流量预测

3.3.1 电力数据通信网业务流向及流量预测应包括明确性需求估算和预测性需求估算。

3.3.2 电力数据通信网应根据业务需求进行带宽设计，组网带宽应结合电力企业业务系统规划及设备生命周期，满足 5~10 年内业务增长需求。

3.3.3 根据业务部署层级及流量流向特征，可将业务应用分为一级业务应用和二级业务应用。

3.3.4 电力数据通信网络工程应以网络覆盖范围的不同类型节点，作为基础范围进行估算，列出该覆盖范围内所有的业务应用，并采取业务流量平均摊销法，对每个业务系统开销的带宽数值进行估算，通过单站带宽预测和断面带宽预测综合确定网络系统带宽。

3.3.5 电力数据通信网带宽需求预测可采用直观预测和弹性系数相结合的方法，一般可采用式（3.3.5-1）估算：

$$B_x = \sum (B_A \times N \times \phi_1 \times \phi_2) \quad (3.3.5-1)$$

式中：

B_x — 带宽需求；

B_A — 业务净流量；

N — 链路数量；

ϕ_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，计算中除数据网 $\phi_1 = 1$ 外（主要考虑数据网本身具有自动的路由选择功能，保护性能较强，且数据网已充分考虑了冗余空间），其余业务 $\phi_1 = 2$ （主要考虑其它业务实时性、可靠性要求较高，一般配置电路时已为其开通了冗余通道）；

ϕ_2 — 并发系数，对于专线业务、实时性要求高的业务，并发比例均取 100%。

本方法适用于单个站点出口带宽测算和网络断面带宽预测，根据自身实际情况，对业务净流量、链路数量、冗余系数、并发比例系数进行适当调整计算。

3.3.6 带宽冗余度是电力通信传输网规划的重要参考指标，冗余度过低将不能满足电力通信业务快速发展和通道可靠性保障的需求，过高则会造成资源浪费，总体宜控制在 0.5 左右，一般可采用式（3.3.6-1）估算。

$$\delta = \frac{B_N - B_U}{B_N} \quad (3.3.6-1)$$

式中：

δ — 带宽冗余度；

B_N — 断面允许的带宽，为该断面所有线路侧光接口速率之和；

B_U — 开通业务的带宽，为该断面所有开通通道的带宽之和，在规划计算中等于本级网络的预测断面带宽。

3.3.7 应梳理数据通信承载业务的流向，根据数据网流量监测及带宽占用情况合理预测远期带宽需求，明确各类节点上联带宽设置。

3.3.8 流量预测可结合现网系统流量监测进行带宽测算。正常运行条件下，工作时段和夜间灾备复制时段平均业务流量带宽占用率宜低于 40%，应急突发情况下业务峰值带宽占用率宜低于 70%。

4 总体网络方案

4.1 网络分层

4.1.1 电力数据通信网应根据电力企业组织架构、网络运行管理总体要求、网络节点规模和业务部署特点采用分级建设，可采用二级或三级建设。

4.1.2 各级电力数据通信网应考虑带宽容量需求大、覆盖面要求广、集中部署业务需纵向贯通等因素采用分层架构，网络层级不宜过多。

4.1.3 任一层级电力数据通信网可采用核心层、汇聚层、接入层三层架构，根据网络规模可将汇聚层与核心层整合或在汇聚层的基础上增加骨干层。

4.1.4 电力数据通信网各层级网络拓扑应确保网络的安全性、可靠性、可用性和可扩展性，可采用星型结构、环形结构、网状结构或混合型结构，核心层宜采用完全网状网结构，汇聚层宜采用不完全网状网或环形混合型结构，接入层宜采用星型或环形结构，如图 4.1-1 所示。

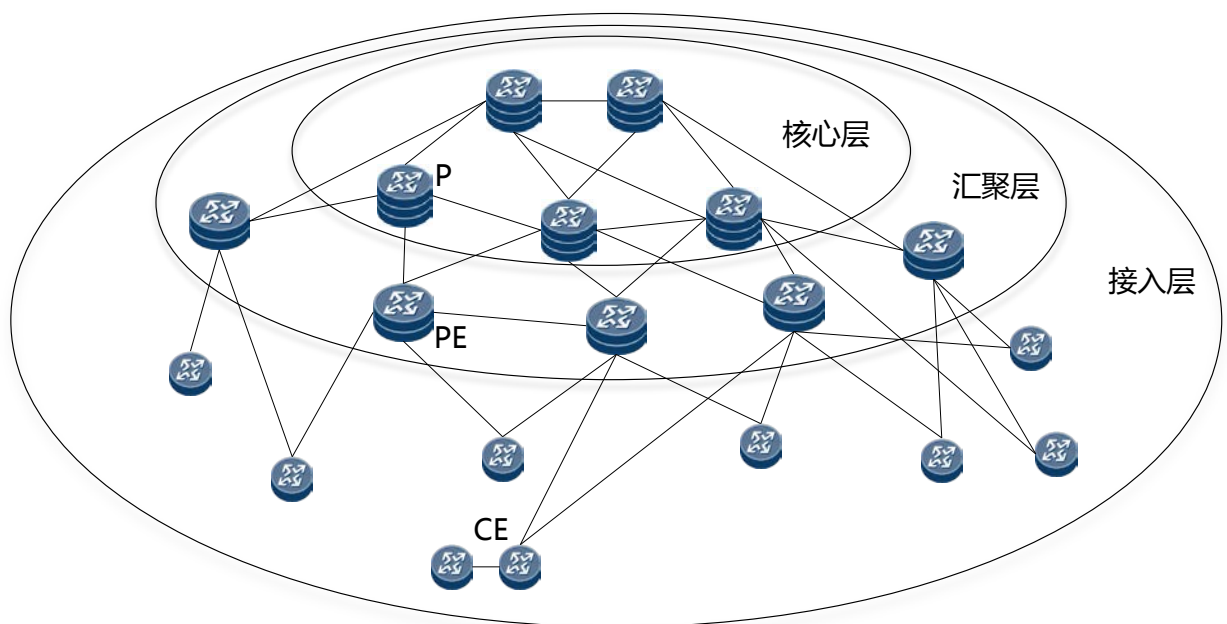


图 4.1-1 网络分层架构图

4.2 节点设置

4.2.1 节点设置应结合网络节点所属企业隶属级别架构、业务系统架构、业务流量流向、通信传输网架构、网络拓扑、网络整体可靠性等因素综合决定。

4.2.2 核心层节点可设置在各级数据通信网所需覆盖的节点中行政及业务级别最高点、业务系统中心节点、上下级网络互连节点，如供电公司、数据中心节点、灾备节点，核心层节点数量不宜超过 5 个。

4.2.3 汇聚层节点应设置在业务流量汇聚点、电力传输网络或光缆网络的汇聚点，节点位置应便于网络的运行维护和管理。

4.2.4 接入层节点与汇聚层节点的比例不宜大于 15:1，每个汇聚层节点汇接的接入层链路数量不宜大于 30，若不满足应增加汇聚层节点或调整相应的接入链路。

4.2.5 核心节点宜设置为 P 节点，汇聚层节点可作为 P/PE 节点，接入层节点可设置为 PE/CE 节点，采用网络延伸方式接入的节点可不设置为 CE 节点。

4.3 链路组织

4.3.1 电力数据通信网重要节点应在网络路由、传输链路、设备配置等方面遵循 N-1 准则，以保障网络的高可靠性和高安全性。

4.3.2 电力数据通信网采用双平面建设时宜分别承载于不同的传输平面。

4.3.3 电力数据通信网宜采用专用光纤、SDH、WDM、OTN、SPN 等技术作为组网承载层技术，各级数据通信网应根据所需覆盖的节点光缆和传输网络的特点和优势选择组网链路，组网接口宜为 100GE、10GE、GE 及 FE 等。

4.3.4 电力数据通信网所需的组网链路是否需要传输侧提供保护方式由传输网侧确定。

4.3.5 核心层节点之间链路组织宜优选采用 OTN 技术或专用光纤，任一节点应至少具备 2 条相互独立物理路由与其它节点互连，汇聚层节点应采用至少具备 2 条相互独立物理路由分别接入不同核心节点。

4.3.6 汇聚层节点之间互连链路应以网状连接为主，任一节点应至少具备 2 条相互独立物理路由与其它节点互连。

4.3.7 接入层节点宜采用扁平化（口字型）结构与汇聚层节点设备互连，应保障业务接入的可靠性。接入层链路传输距离在 80km 以内可采用光纤直连，传输距离超过 80km 时应承载于 SDH/OTN 等传输系统上。

4.3.8 电力数据通信网络传输电路带宽安排和典型接口建议详见表 4.3-1。

表 4.3-1 电力数据通信网络传输电路安排表

序号	网络层	带宽安排	典型接口
1	核心层节点与核心层节点之间	n×10000M	10GE
2		n×100000M	100GE
3	核心层节点与汇聚层节点之间	1×10000M	10GE
4		n×1000M	GE
5	汇聚层节点与汇聚层节点之间	1×10000M	10GE
6		1000M	GE
7		155M	POS
8	汇聚层节点与接入层节点之间	1000M	GE
9		100M	GE
10		n×2M	CPOS、E1/G.703
11	接入层节点之间	1000M	GE
12		100M	FE
13		n×2M	E1/G.703

4.3.9 网络节点与某一方向（含直接互连、经中转互连）连接如有多条链路，应分散部署在同一节点的不同设备上，设备条件不满足的，应将链路分散在同一设备的不同接口板卡上；同一地区不同出局方向的 IP 链路应选用不同光缆路由或传输系统。

4.3.10 数据通信网络的自治域间互联，应至少具备 2 条相互独立物理路由的传输电路。

4.3.11 数据通信网中链路的时段平均业务流量带宽占用率超过 40%时，宜进行网络优化或相应相应链路带宽升级扩容。

4.3.12 数据通信路由器设备远距离端口由传输网提供传送链路时，相应的网络接口应满足传输接口技术要求及相关标准。

4.4 网络互联

4.4.1 上下级数据通信网之间应直接互联，同级数据通信网之间原则上不应直接互联。

4.4.2 上下级数据通信网的第一互联节点原则上应选择在调度机构或公司、地区，第二互联节点原则上应选在调度机构之外的核心层或汇聚层节点。

4.4.3 上下级数据通信网络互联带宽应不低于 10Gb/s，互联链路可用率应达到 99.9%且误码率低于 10^{-9} ，应具备独立的传输路由。

4.4.4 上下级数据通信网互联通道应优先选择本地互联链路，应能自动切换到异地互联链路，应保证收敛切换时间少于 4s。

4.4.5 上下级数据通信网互连节点应启用路由聚合和过滤，应使用基于 IP 地址的访问控制列表、前缀列表、路由标记、Community 标记等技术。

4.4.6 上下级数据通信网互联链路的两端设备接口应设置相同的 MTU 值。

4.4.7 电力数据通信网与传统路由交换网络核心设备互联，网络之间需部署安全防护设备，路由协议采用 EBGP、OSPF、静态路由等协议。

4.4.8 规模较大的区域性 MPLS VPN 数据通信网之间互联出口数量不宜超过 5 个；网络规模较小的数据通信网之间互联出口数量不宜超过 2 个。

4.5 路由协议

4.5.1 电力数据通信网络的域内路由协议(IGP)可采用 IS-IS 协议或 OSPF 协议，新建及改建网络宜采用 IS-IS 协议，IS-IS 协议应符合 IETF RFC 1142 的相关规定，OSPF 协议符合 IETF RFC 1583 的相关规定。

4.5.2 电力数据通信网络的域间路由协议应采用策略化的边界网关路由协议 BGP-4，应符合 IETF RFC 4271 的相关规定。

4.5.3 IS-IS 协议应采用统一 IS-IS Level-2 only 模式，逻辑区域内的设备应配置为 IS-IS Level-1 only 模式。

4.5.4 电力数据通信网 PE 路由器与 CE 路由器之间应采用 E-BGP 协议实现 VPN 路由分发。

4.5.5 IPv6 网络域内路由协议应采用 IS-ISv6 协议，域间路由协议应采用 BGP4+协议，IPv4 网络域内路由协议应采用 IS-IS 协议，域间路由协议应采用 MP-EBGP 协议。

4.5.6 电力数据通信网跨域连接应采用 IETF RFC 4364 规定的 OPTION C 方式；与网络规模较小的 MPLS VPN 网络，应优先采用 OPTION B 方式，不具备条件的情况下可采用 OPTION A 方式作为临时方案。

4.5.7 新建或整网改造的数据通信网应支持分段路由(Segment Routing)的 SDN 技术，支持采用 Telemetry 协议实现秒级的网络感知。各级数据通信网的 SDN 控制器应实现对所辖的路由器设备的统一控制，支持分布式集群部署、多策略选路、路由精确控制、流量全局调度等功能。

4.6 组播协议

4.6.1 电力数据通信网应具备全网开启组播的能力，应对组播流量进行管理和控制，满足流媒体、会议电视等组播模式业务。

4.6.2 组播协议应遵循下列原则进行部署：

(1) 组播组管理可选用 IGMPv2 或 IGMPv3 协议，在 IPv6 环境中可选用 MLDv1 或 MLDv2 协议；

(2) 二层交换机组播侦听可选用 IGMP Snooping 或 IGMP Proxy 协议；

(3) IPv4 域间组播应采用 MP-BGP 和 MSDP 协议，IPv6 域间组播可采用 Embedded RP 方式实现；

4.6.3 域内组播协议可采用 PIM-SM 协议，应按物理拓扑设置 RP（集合点），当网络组播服务需求进一步增加时，可在每个区域中增加 RP 数量。

4.6.4 RP 应遵循下列原则进行部署：

(1) 每个组播域应至少设置两个 RP，可根据网络规模和组播信息源情况适当增加 RP 数量；

(2) 组播域内的 RP 之间采用 MSDP 互通组播源信息，以 Anycast RP 方式实现冗余和负载均衡，其他非 RP 路由器以静态方式指向该 RP 地址；

(3) RP 路由器的选择从网络拓扑、组播源分布和对设备的要求等几个方面考虑，优先选择核心路由器或设置专门的设备作为 RP；

(4) 在 RP 上对组播源、组播组、SA 消息等进行过滤，实现对组播的控制和管理；

(5) 组播域内可设置 RPT 到 SPT 的切换以提高组播流的转发性能。

4.6.5 电力数据通信网应根据组播业务所服务的不同对象，规划用于内部业务的组播组地址，以便灵活地定义组播域范围，实现不同组播域之间的地址隔离。

5 网络系统配置

5.1 自治域

5.1.1 电力数据通信网应根据电力企业上下管理关系、网络规模等因素划分成一个或多个自治域(AS)。

5.1.2 数据通信网的自治域号码应由统一规划管理，现网运行的各个数据通信网所用 ASN 号应按统一标准要求执行。

5.1.3 电力数据通信网应统一 ASN 号码，可按降序方式分配，并进行合理规划，不同节点之间、不同 VPN 之间应采用不重复的自治域号码。

5.1.4 自治系统之间应采用路由聚合技术，抑制自治域间路由明细，减少自治域间路由数量，防止出现路由震荡。

5.1.5 自治系统之间应采用路由过滤技术进行双向路由控制，严格控制自治域对外通告和内部接收的路由范围。

5.1.6 自治系统内应以 Loopback0 地址建立邻居关系，自治系统间应以互连接口网络地址建立邻居关系。

5.1.7 自治系统内宜采用 RR 技术，RR 可设置在核心路由器或汇聚路由器，并应满足冗余要求，对于一定规模网络宜单独设置 RR。

5.2 IP地址

5.2.1 电力数据通信网 IP 地址分为网络地址、业务地址。网络地址包括设备管理地址及设备间互联地址。业务地址为业务系统接入电力数据通信网络的地址，所有 IP 地址空间必须互不重叠。

5.2.2 电力数据通信网络的网络 IP 地址资源分配应执行网络所属企业内部信息网络 IP 地址编码规范，统一规划、统一管理、统一分配。

5.2.3 电力数据通信网设备互联地址、管理地址以及业务地址规划应根据网络设备数量和目标网络拓扑结构，结合目标网络的层级管理架构，以及 IP 地址的数字特征进行规划和分配，地址规划容量至少能够满足远景目标网络五年内设备互连和管理地址需求。

5.2.4 电力数据通信网应采用 IPv4 地址，且支持 IPv6 地址。IP 地址设置应满足唯一性、可管理性、连续性和可扩展性的要求。

5.2.5 电力数据通信网应采用可变长子网掩码(VLSM)和无类型域间选路(CIDR)技术分配 IP 地址。

5.2.6 业务地址应根据各站点业务需求分配，可根据需求采用“先业务、后区域”方式或者“先区域、后业务”方式。

5.2.7 电力数据通信网络内每台设备应设置 1 个设备管理 IP 地址，其中路由器及三层交换机启用设备 Loopback 地址作为网管地址，二层交换机可启用管理 Vlan 接口作为网管地址。网络设备之间的互联链路应设置设备互连 IP 地址。

5.2.8 IPv6 的过渡技术主要有三种：双协议栈技术（RFC2893）、隧道技术（RFC2893）和地址/协议转换技术（RFC2766）。

5.3 路由策略

5.3.1 路由策略应选用主流的路由技术和合理的策略，实现网络路由的优化，通过路由策略实现预期的路由选择，满足流量疏通和对流量流向的控制要求。

5.3.2 路由设计应保证路由的稳定性和冗余性，实现对业务流量的可靠承载与转发，应尽量对路由进行汇总，减少路由表条目,提高路由稳定性。

5.3.3 路由策略宜采用路由反射、BFD、IS-IS padding 等路由控制技术，提高路由性能和可靠性。

5.3.4 路由策略可根据需求变化快速地进行调整，保证路由策略的可扩展性；路由策略应满足路由安全的要求，对非法路由及路由攻击具有防御能力。

5.3.6 网络内部 IGP 路由策略应根据需求选择合理的路由汇总、路由过滤策略，最大程度减少接入节点上传路由条目数量、消除本地路由变化引发的更新信息穿越整个网络进行传播。

5.3.7 网络内部 BGP 路由策略应合理规划。其实施的基本要求为：

- (1) 除 IGP 路由协议承载的域内路由外,域间路由应通过 MP-EBGP 协议负责承载,包括 VPN 内的缺省路由、VPN 明细路由;
- (2) 与接入层互联应采用 E-BGP 路由协议, E-BGP 路由应部署接收及过滤策略。在网络 PE 侧和 CE 出口侧配置安全防护策略,只允许合法内网网段上行访问。同时,CE 接入设备应采用动态路由,做好路由过滤和路由汇总,实现路由动态切换;
- (3) 应在 PE 设备上针对 VPN 业务路由部署振荡抑制功能,以保持数据通信网络中 BGP 内路由信息的稳定性;
- (4) BGP 自治域内所有 PE 路由器均应运行域内 MP-IBGP,以解决 BGP 同步问题;
- (5) 数据通信网应采用路由反射器技术提高 IBGP 会话的扩展性,路由反射器(RR)应冗余设置,建议设置专用 RR 设备,可结合网络拓扑规模合理考虑部署分级 RR,以及 RR 分区域管理下辖设备;
- (6) 路由策略应充分利用 BGP 属性实现控制与过滤,应对 BGP 路由设置 Community 属性,以区分不同的路由来源、路由范围、QoS 等级等;并根据实际情况设置 MED 值、本地优先级等属性实现路由选择。

5.3.8 网络外部上行路由策略应根据网络流量分担、分布与路由备份需求，统一规划路由 Metric 值，实现与 PE 设备间路径负载分担及备份的路由策略。

5.4 流量工程

5.4.1 流量工程是在网络设备和传输线路正常或者失效的情况下，从给定的基础设施中提取最佳的网络服务，是对网络工程和网络规划的一种补充和完善措施。

5.4.2 流量工程根据网络拓扑，快速、准确、有效地动态重新分配业务流，可解决网络拥塞，避免由于业务流和资源的无效映射所导致的有些网络资源过度利用，而其它资源则利用不足的矛盾，尤其是在发生网络线路或设备故障时。

5.4.3 根据业务需求，在保证网络的可靠性、稳定性的前提下启用流量工程 MPLS TE。

5.4.4 流量工程应根据网络链路资源、路由组织、流量控制等因素全网统一规划 TE 的部署。

5.4.5 实施流量工程应考虑到不同厂商设备间的互通性与兼容性因素。

5.4.6 为了达到实时业务要求的网络可靠性，可在网络关键部位启用 MPLS 快速重路由，提供节点间的故障保护，同时应与 IS-IS 快速收敛相互协调。

5.5 QoS服务质量

5.5.1 QoS 基本要求

根据数据业务、语音、视频融合承载的需要，数据通信网应提供具有 QoS 保障的差分服务，QoS 部署要求如下：

- (1) 路由器端口都应保留一定比例带宽作为链路控制、严格优先级队列等用途，全网 5 分钟内的各条链路带宽利用率不应超过链路总带宽的 30%；
- (2) 采用 DiffServ 作为网络突发拥塞时 QoS 保障的主要方式，确保高等级业务优先转发。骨干网可结合适度轻载、快速路由收敛及快速重路由等方式提高网络服务质量；
- (3) QoS 策略按照 DiffServ 模型和业务开展的需要在网络的不同位置实施，在网络边界实施分类标记和流量控制，在全网实施拥塞控制；
- (4) 根据业务需求情况和设备支持能力，应用基于 BGP 属性的 QoS 标识等技术，对有 QoS 需求的业务通过 QoS 等级技术进行保证；
- (5) MPLS QoS 采用 E-LSP (EXP-inferred-PSC LSPs) 模式，实现基于 DiffServ 的 QoS 保障；
- (6) 组播的 QoS 同单播的 QoS 一致，实现基于 DiffServ 的 QoS 保障；
- (7) IPv6 使用与 IPv4 一致的方式，实现基于 DiffServ 的 QoS 保障。

5.5.2 QoS 配置模型

QoS 服务保障策略应以带宽预留保证为主，结合 DiffServ、路由快速收敛、快速重路由等技术，实现网内的 QoS 保障。要求如下：

(1)使用 MPLS EXP 作为标记字段。在网络边界设备上进行分类和标识，原则上根据端口（物理端口或逻辑端口）或标记字段实现业务分类和标记。在保证安全的前提下，可以考虑用 IP 地址或应用层端口号来分类，以提高业务开展的灵活性；

(2)限速和整形在网络边界设备上进行；

(3)网络设备提供一个绝对优先队列和四个以上轮循队列，配合 WRED 丢弃机制，实现基于 QoS 等级的 IP 包转发。在条件具备后，可以考虑提供两个队列，用于保障网络控制流量的安全隔离和优先转发；

(4)要求 MPLS 结合 DiffServ 提供不同等级的服务质量。采用基于 IP Precedence (IPP) 和 MPLS EXP 标记位最大支持 8 个业务等级分类。其中 IP Precedence (IPP) 与 MPLS EXP 相对应，分别是级别 0-7。针对数据通信网，级别 6 作为最高优先级、级别 4 作为高等优先级、级别 2 作为中等优先级、级别 1 作为低等优先级、级别 0 作为默认级。级别 3 和 5 预留，作为以后网络扩展使用。业务等级分类见表 5.5-1。

表 5.5-1 业务等级分类表

业务等级	标记值	所承载的典型业务
关键	6	网络设备管理控制流量；IP 电话信令和语音流量
高	4	交互式、单向式视频会议业务； 大数据块流量； 交易系统、关键性业务数据；
中	2	备份数据； 低带宽、长连接数据流量；
低	1	时延不敏感业务流量； 低带宽、低使用率业务流量；
缺省	0	无需 QOS 保障业务

5.5.3 网络时延

网络时延为 IP 网络中两个参考测量点 T1、T2 之间，IP 数据包传送的时间间隔。网络时延分为单向时延及双向时延。网络单向时延的定义用公式（5.5.3-1）表示。

$$IPTD = \frac{L}{R} + \frac{L}{R} + \frac{L}{R} + \frac{L}{R} + \frac{L}{R} + \frac{L}{R} + \frac{L}{R} + \frac{L}{R} + \frac{L}{R} + \frac{L}{R} \quad (5.5.3-1)$$

式中：

IPTD——网络时延值；

T1——IP 数据包离开参考测量点 1 的时间；

T2——数据包进入参考测量点 2 的时间，并且 T2>T1。

5.5.4 网络抖动

指一个数据流中的所有 IP 数据包的传送时延变化，也称为时延变化。时延抖动的定义用公式（2）表示。

$$IPDV=IPTD_{max}-IPTD_{min} \quad (5.5.3-2)$$

式中：

IPDV——时延抖动值；

IPTD——时延，IPTD_{max} 为测量间隔内 IPTD 的最大值，IPTD_{min} 为测量间隔内 IPTD 的最小值。

5.5.5 网络丢包率

丢包率指在 IP 网络两个参考测试点间传送过程中数据包丢失的比率。网络丢包率的定义用公式（3）表示。

$$IPLR=(1-IPPN2/IPPN1) \times 100\% \quad (5.5.3-3)$$

式中：

IPLR——网络丢包率值；

IPPN1——在测试参考点 1 发送的数据包数；

IPPN2——在测试参考点 2 接收到的数据包数。

5.5.6 电力数据通信网应根据业务等级提供不同的网络 QOS 保障。

5.6 VPN划分

5.6.1 VPN 应按照通用生产调度管理系统、信息管理系统、语音、视频等数据类型为第一逻辑进行划分，需要对现有业务进行整合归并，并为远期其他业务类型、应用系统上线预留余地。

5.6.2 业务 VPN 可采用分级划分，可根据业务应用等级及部署范围划分为一级 VPN 和二级 VPN，等级不宜多，典型的一级业务 VPN 如下表所示。

表 5.6-1 电力数据通信网络典型 VPN 划分

序号	VPN 类型	承载业务类型
1	信息 VPN	SG-ERP、信息灾备等数据业务
2	通信 VPN	通信设备监控、网管等数据业务

3	调度 VPN	调度软交换等为调度生产服务的数据业务
4	视频 VPN	视频会议、视频监视和设备状态监测等视频业务
5	语音（IMS）业务 VPN	行政交换 IMS、呼叫中心等语音业务
6	互联网业务 VPN	信息外网、统一视频外网等互联网业务
7	其他 VPN	其他一级业务

5.6.3 电力数据通信网通过 VPN 技术实现不同安全分区对应子网之间的逻辑隔离，禁止通过电力数据通信网实现不同 VPN 之间互通。

5.6.4 业务系统应按照安全分区原则和企业管理业务隔离要求接入电力数据通信网络相应 VPN，同类业务系统之间，路由器网络采用域内 MPLS-VPN 互联，PTN/SPN 网络采用 ELINE/ELAN VPN 互联。

5.6.5 下级数据通信网的 VPN 划分应确保与上级业务的互联互通。

5.6.6 不同业务 VPN 接入宜配置专用 CE 接入设备，同类型 VPN 原则上应通过同一个 VPN、同一 CE 设备接入。

5.6.7 VPN 命名应全网统一规范唯一，命名可采用大写字母，相应描述反映覆盖范围、业务信息。

6 网络管理与时间同步

6.1 网络管理系统

6.1.1 电力数据通信网管理系统应面向网络配置及业务管理，具备数据通信网络资源、性能、告警等集中监控功能，支持数据通信网络路由、流量及流向分析，提供 VPN 业务配置下发、安全认证等支撑功能。

6.1.2 大规模多层次电力数据通信网宜配备专业网络管理系统，按照“统一调度、分级管理，分权分域”原则进行管理。

6.1.3 电力数据通信网网络管理系统按照网络分级部署模式进行建设，本级网管负责所属网络设备的监控，上下级网管可实现数据交互，交互数据包括但不限于资源、配置、性能、高级数据。

6.1.4 网管系统应能够灵活配置，支持集中管理、分区管理以及 MPLS-VPN 管理等，支持按地理区域、业务类型和用户端口进行分层和分级的网络管理，并具有远程管理的能力。网络中的路由器、业务接入交换等设备应纳入统一的网络管理系统中。

6.1.5 同一电力数据通信网络内的网络设备应接受同一网管系统管理，网管系统应具备管理全网设备的能力。电力数据通信网络的网管系统应具备拓扑管理、配置管理、故障管理、安全管理、性能管理、VPN 管理和设备管理等功能。

6.1.6 网络节点设备及网管终端接入电力数据通信网络管理系统宜优先采用带内网络通道方式，不满足主备网管通道路由可采用带外通道。

6.1.7 电力数据通信网管系统可纳入数据通信网网管 VPN 业务，可通过北向接口接入公司 TMS 系统。

6.1.8 电力数据通信网网络管理系统可根据网络规模配置采集服务器、应用服务器、数据库服务器、AAA 服务器及存储设备，可采用异地主备架构，备用系统可部署在 III/IV 区业务容灾节点。

6.2 时间同步

6.2.1 电力数据通信网设备应采用 NTP 协议实现时间同步。在具备条件的情况下，应将 NTP 服务器接入电力时间同步网。

6.2.2 电力数据通信网时间同步应包括网络设备、网管系统、认证系统的时间同步。所有网络设备和系统主机时间同步的精度要求在 100ms 以内。以 NTP 协议作为网络时间同步协议，采用客户机/服务器结构，客户机定期地查询服务器取得时间信息。

6.2.3 电力数据通信网可通过设备之间运行时间同步协议（NTP）进行时间同步，采用两级 NTP 层次结构。

6.2.4 各级数据通信网可采用以太网接入方式接入同步网，节点可选取网络区域内同步时钟节点较高等级的节点设备。

7 网络安全与网络认证

7.1 网络安全

7.1.1 电力数据通信网应遵循“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”的二次安全防护原则，建立符合国家发展和改革委员会令 2014 年第 14 号、国能安全〔2015〕36 号、《电力监控系统安全防护规定》等要求的安全防护系统，各应用系统必须在满足安全防护规定要求后方可接入。

7.1.2 电力数据通信网应符合电力监控系统安全防护规定，生产控制大区和管理信息大区应实现物理隔离。

7.1.3 管理信息大区与互联网大区之间应部署交互业务独立使用的逻辑隔离装置，实现管理信息大区与互联网大区边界间的数据安全交互。

7.1.4 网络边界应部署满足相关要求的网络安全防护设备，应加强防治黑客及病毒攻击、访问控制、数据传输等安全策略的部署。

7.1.5 网络设计应遵循整体安全防护体系的要求，在不增加网络路径长度、不增加设备瓶颈的前提下，采用三层路由设备统一实现组网和安全保护功能。

7.1.6 电力数据通信网应在专用通信通道上使用独立的网络设备组网，在物理层面上实现与电力企业其它数据网及外部公共信息网的安全隔离。

7.1.7 电力数据通信网络不同 VPN 承载的业务系统不应直接互访，若确有互访需求时，则必须采用具有访问控制功能的安全设备。同一 VPN 内业务系统可以进行互访，但必须根据调度关系及业务需求采取路由控制措施以保证安全性。

7.1.8 管理信息大区如有跨单位跨安全区的访问需求，应按照发起侧的安全分区，经对应的数据通信网 VPN 纵向访问目标单位相同安全分区的局域网，再在目标单位内部按照安全要求通过安全设备跨区横向访问目标系统，避免不同安全区经数据通信网交叉互联。不同安全区的业务地址应通过目标单位的安全设备进行地址转换后向对方网络发布。如 7.1-1 图所示。

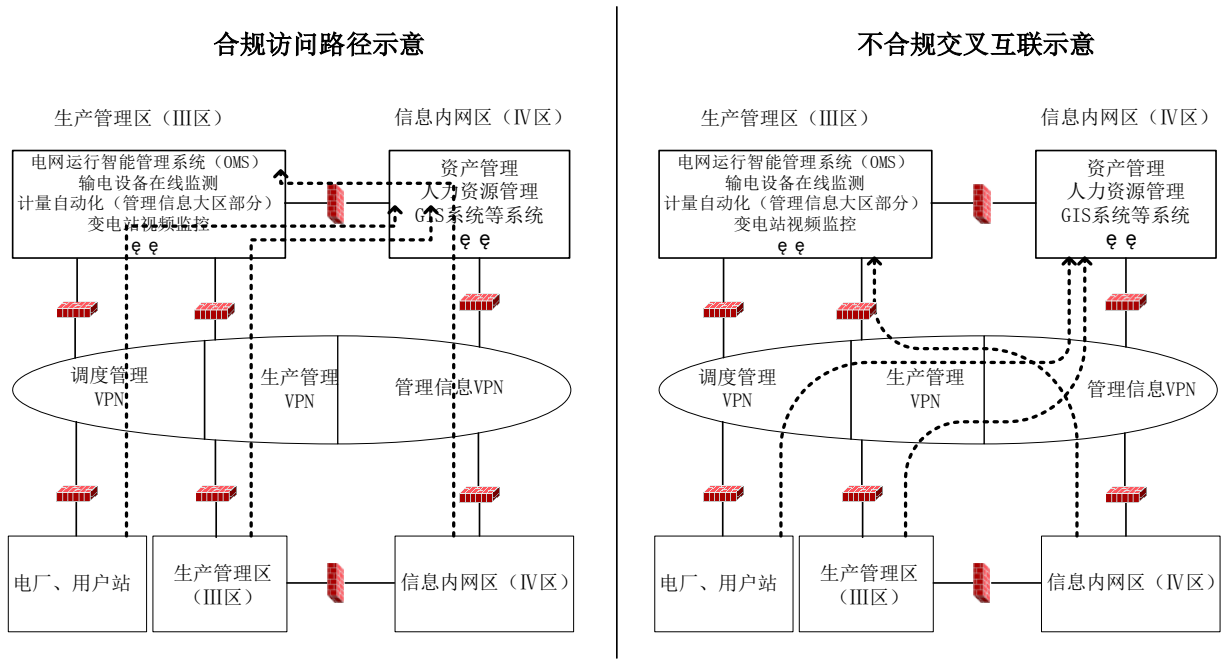


图 7.1-1 数据通信网跨安全区访问路径

7.1.9 电力数据通信网应采取可靠措施确保网络层的安全，确保网络不受攻击，确保网络服务的可用性；局域网网络层安全要求机密信息不允许被随意访问。

7.1.10 电力数据通信网络的网络管理系统应具备全面的安全管理功能。

7.2 网络认证

7.2.1 电力数据通信网的安全管理应遵循统一管理、分级负责的原则，应按照信息安全等级保护二级系统要求定级、备案及测评，满足 GB/T22239-2008《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》要求。

7.2.2 网络认证系统建设应以节点为单位，采用全网统一的认证系统，设置统一的 AAA 服务器，负责处理接入统一认证。认证管理由接入控制层配合 AAA 认证服务器完成。认证系统根据请求信息，进行相关的认证，并将认证授权结果返回给控制层，只允许合法的用户通过合法的途径登录数据通信网的设备。采用开放式网络架构设计，可根据网络需要进行灵活的软件升级及部署。

7.2.3 电力数据通信网的安全防护需求包括防止网络拥塞、网络中断、网络瘫痪，以及为各业务 VPN 之间提供逻辑隔离保障。

7.2.4 业务系统的安全防护措施应由对应业务系统管理部门提出并实施。

7.2.5 电力数据通信网认证系统主要采用的接口协议包括 Radius、Diameter 协议等。

8 网络性能指标及设备参数

8.1 网络性能参数指标

8.1.1 电力数据通信网络通信链路应考虑 N-1 故障下的迂回需求。正常状况下，设计水平年带宽占用率应小于其物理带宽的 50%。

8.1.2 任一网络自治域内接入点至所属业务系统部署节点的双向网络延时应控制在 100ms。

8.1.3 网络自治域内的网络收敛时间，正常状况下应不大于 60s，故障状况下应不大于 95s。

8.1.4 自治系统内任意接入站点至所属业务系统双向网络时延应控制在 100ms 以内。

8.1.5 自治系统内任意接入站点至所属机构网络抖动应控制在 20ms 以内。

8.1.6 自治系统内任意两个网络节点间的网络丢包率应小于 10^{-5} 。

8.1.7 自治系统内的网络收敛时间应小于 20s。

8.1.8 电力数据通信网络端到端可用率应大于 99.99%，整体可用率应大于 99.9%。

8.2 设备参数

8.2.1 电力数据通信网络主设备可用率应大于 99.999%，端到端可用率应大于 99.99%，整体可用率应大于 99.9%。

8.2.2 正常状况下网络节点设备主处理器的每小时平均负载率不应超过 50%。

8.2.3 电力数据通信网络节点路由设备可分为高端路由器、中端路由器、接入路由器三类，其中高端和接入可根据参数细分为一、二类，各类路由器设备应满足下述功能要求和性能指标。

(1) 高端路由器

1) 应采用模块化的硬件结构。应采用全分布式转发架构，所有线路板均具有业务处理和转发能力，支持 MPLS VPN 分布式处理。

2) 线路板宜采用子母卡配置方式，配置 2 块及以上的业务板卡应安装在机箱不同的物理槽位上，引擎、母卡、机箱等自带的各类型端口不计入端口配置总数。

3) 高端一类路由器整机吞吐量不低于 1600Gbps，高端二类整机吞吐量不低于 1280Gbps。

4) 高端一类路由器单槽位吞吐量不低于 200Gbps，高端二类单槽位吞吐量不低于 160Gbps。

5) 高端一类路由器整机最大包转发能力（64 字节）不小于 2380Mpps，高端二类整机最大包转发能力（64 字节）不小于 1900Mpps。

6) 数据报文（含 64 字节、1518 字节）转发时延小于 1ms。

7) 主控冗余后可用线路板插槽数量不少于 8 个。

- 8) 高端一类路由器每槽位 100GE 端口数量不少于 2 个。
- 9) 高端一类路由器每槽位 10GE 端口数量不少于 20 个，高端二类每槽位 10GE 端口数量不少于 8 个。
- 10) 高端一类路由器每槽位 GE 端口数量不少于 40 个。高端二类路由器每槽位 GE 端口数量不少于 40 个。
- 11) 高端二类路由器每槽位 STM-1 POS 端口数量不少于 16 个，STM-4 POS 端口数量不少于 8 个，STM-1 CPOS 端口数量不少于 2 个，E12 端口数量不少于 24 个。
- 12) 线路板 IPv4 转发表容量不小于 200 万，IPv6 转发表容量不小于 100 万。
- 13) OSPFv2 邻居数量不少于 1000 个，路由表容量不少于 100 万，OSPFv3 邻居数量不少于 500 个，路由表容量不少于 100 万。
- 14) IS-IS 邻居数量不少于 500 个，路由表容量不小于 100 万；IS-ISv6 邻居数量不少于 500 个，路由表容量不小于 100 万。
- 15) BGP4 邻居数量不少于 1000 个，路由表容量不小于 200 万。
- 16) BGP RR 客户端邻居数量不少于 1000 个，路由反射容量不小于 200 万。
- 17) 线路板 IPv4 转发表容量不小于 200 万，IPv6 转发表容量不小于 100 万。
- 18) OSPFv2 邻居数量不少于 1000 个，路由表容量不少于 100 万，OSPFv3 邻居数量不少于 500 个，路由表容量不少于 100 万。
- 19) IS-IS 邻居数量不少于 500 个，路由表容量不小于 100 万；IS-ISv6 邻居数量不少于 500 个，路由表容量不小于 100 万。
- 20) BGP4 邻居数量不少于 1000 个，路由表容量不小于 200 万。
- 21) BGP RR 客户端邻居数量不少于 1000 个，路由反射容量不小于 200 万。

(2) 中端路由器

- 1) 线路板宜采用子母卡配置方式，配置了 2 块及以上的业务板卡应安装在机箱不同的物理槽位上，引擎、母卡、机箱等自带的各类型端口不计入端口配置总数。
- 2) 整机端口吞吐量不低于 720Gbps。
- 3) 单槽位吞吐量不低于 120Gbps。
- 4) 整机最大包转发能力（64 字节）不小于 1070Mpps。
- 5) 数据报文（含 64 字节、1518 字节）转发时延小于 1ms。
- 6) 主控冗余后可用全尺寸线路板插槽数量不少于 6 个。
- 7) 单槽位 10GE 端口数量不少于 4 个。

- 8) 单槽位 GE 端口数量不少于 20 个。
- 9) 单槽位 STM-1 POS 端口数量不少于 16 个，STM-4 POS 端口数量不少于 8 个。
- 10) 单槽位 STM-1 CPOS 端口数量不少于 2 个。
- 11) 单槽位 E12 端口数量不少于 24 个。
- 12) 线路板 IPv4 转发表容量不小于 50 万，IPv6 转发表容量不小于 5 万。
- 13) OSPFv2 邻居数量不少于 200 个，路由表容量不少于 50 万；OSPFv3 邻居数量不少于 200 个，路由表容量不少于 50 万。
- 14) IS-IS 邻居数量不少于 500 个，路由表容量不小于 50 万；IS-ISv6 邻居数量不少于 500 个，路由表容量不小于 50 万。
- 15) BGP4 邻居数量不少于 500 个，路由表容量不小于 100 万。
- 17) BGP RR 客户端邻居数量不少于 500 个，路由反射容量不小于 100 万。
- 18) 整机支持 LSP 数量不少于 2 万，配置的线路板支持 LSP 数量不少于 5000。
- 19) 整机支持 VRF 数量不少于 1000,配置的线路板支持 VRF 不少于 1000 及单个 VRF 内支持的转发表容量不少于 20 万。
- 20) 整机 ACL 规则数目不少于 5000；IPv6 ACL 规则数目不少于 5000。
- 21) 线路板支持每端口队列数不少于 8。
- 22) 线路板支持每端口 200ms 缓存能力，平均每千兆端口缓存容量不低于 18MB。

(3) 接入路由器

- 1) 应支持万兆以太网光接口、千兆以太网光接口、10/100/1000Mbps 自适应以太网接口和 10/100Mbps 自适应以太网接口。
- 2) 整机最大包转发能力（64 字节）不小于 2.5Mpps。
- 3) 数据报文（含 64 字节、1518 字节）转发时延小于 10ms。
- 4) 低端一类路由器可采用固定接口形式的设备，不少于 8 个千兆光，8 个千兆电。低端二类接口板卡槽位数量不少于 2 个，每槽位 GE 端口数量不少于 2 个，FE 端口数量不少于 4 个，E12 端口数量不少于 8 个。
- 5) IPv4 转发表容量不小于 5 万，IPv6 转发表容量不小于 2 万。
- 6) OSPFv2 邻居数量不少于 100 个，路由容量不少于 5 万；低端路由器 OSPFv3 邻居数量不少于 100 个，路由容量不少于 3 万。
- 7) ISIS 邻居数量不少于 100 个，路由容量不少于 5 万；低端路由器 ISISv6 邻居数量不少于 100 个，路由容量不少于 3 万。

- 8) BGP4 邻居数量不少于 100 个，路由表容量不小于 5 万。
- 9) BGP4+邻居数量不少于 100 个，路由表容量不小于 3 万。
- 10) BGP RR 客户端邻居数量不少于 100 个，路由反射容量不小于 5 万。
- 11) LSP 数量不少于 2 万。
- 12) VRF 数量不少于 1000 个,单个 VRF 内支持的转发表容量不少于 5 万。
- 13) ACL 规则数目不少于 2000，IPv6 ACL 规则数目不少于 1000。

8.2.4 电力数据通信网络的业务接入，可根据需求选择二层功能或三层功能的局域网交换机，接入交换机应至少满足下述功能要求和性能指标：

- (1) 二层功能交换机
 - 1) 全双工状态时，交换容量应不小于 10Gbps；
 - 2) 包转发率(吞吐量)应不小于 6Mpps；
 - 3) 24 个 10/100Base-T 以太网端口，2 个光电复用 1000Base-X 转换端口；
 - 4) 支持基于端口速率百分比的广播风暴抑制、支持基于 pps 的广播风暴抑制；
 - 5) 支持 L2(Layer 2)-L4(Layer 4)包过滤功能，提供基于源 MAC 地址、目的 MAC 地址、源 IP 地址、目的 IP 地址、端口、协议类型、VLAN 等；
 - 6) 支持 IP/Port/MAC 的绑定功能；
 - 7) 支持单向链路检测协议；
 - 8) 支持端口环回检测；
 - 9) 双电源冗余。
- (2) 三层功能交换机
 - 1) 交换容量应不小于 100Gbps(全双工状态)；
 - 2) 包转发率(吞吐量)应不小于 60Mpps；
 - 3) 24 个 10/100/1000Base-T 以太网端口，4 个光电复用 1000Base-X 转换端口；
 - 4) 支持 MCE；
 - 5) 支持静态路由、RIP、OSPF、路由策略；
 - 6) 支持 PIM-DM、PIM-SM、MBGP 等路由协议；
 - 7) 支持流镜像、支持本地和远程端口镜像；
 - 8) 支持 L2(Layer 2)-L4(Layer 4)包过滤功能，提供基于源 MAC 地址、目的 MAC 地址、源 IP(IPv4/IPv6)地址、目的 IP(IPv4/IPv6)地址、TCP/UDP 端口号、VLAN 的流分类；
 - 9) 支持 IP/Port/MAC 的绑定功能；

- 10) 支持单向链路检测协议;
- 11) 支持端口环回检测;
- 12) 支持访问控制列表功能;
- 13) 双电源冗余。

8.2.5 根据网络节点业务流量的不同，纵向加密认证装置可选择百兆或千兆装置，应至少满足下述功能要求和性能指标：

- 1) 最大并发加密隧道数应不小于 2000 条;
- 2) 明文数据包吞吐量应不小于 340Mbps;
- 3) 密文数据包吞吐量应不小于 80Mbps;
- 4) 数据包转发延迟应不大于 1ms;
- 5) 数据包丢弃率为 0(满负荷);
- 6) 4 个 100/1000Base-T 以太网端口;
- 7) 支持基于数字证书的认证;
- 8) 对传输的数据通过数据签名与加密进行数据真实性、机密性、完整性保护;
- 9) 支持透明工作方式与网关工作方式;
- 10) 具有基于 IP、传输协议、应用端口号的综合报文过滤与访问控制;
- 11) 采用“Agent”技术，实现装置之间智能协调，动态调整安全策略;
- 12) 支持旁路功能，在紧急故障状态下，可以旁路所有安全功能，作为透明桥接设备工作，同时有明显的警告提示;
- 13) 支持双机热备功能，可以自动切换;
- 14) 具备开机自检和按管理指令自检功能;
- 15) 双电源冗余。

8.3 网络设备选型及配置

8.3.1 电力数据通信网宜按核心节点、汇聚节点和接入节点三个等级配置不同的路由设备。

8.3.2 同层级、同类节点宜统一设备配置参数，硬件板卡、软件版本等基础组网环境，高一层级的网络设备选型可相应提高。

8.3.3 核心层节点应采用高端一类路由器；汇聚层宜采用中端路由器，根据业务需求也可采用高端二类路由器，接入层采用低端路由器，核心层节点设备可冗余配置。

8.3.4 各级数据通信网应采用路由反射器技术提高 IBGP 会话的扩展性，上下级网络互连节点及数据通信网核心节点可设置为网络 RR 节点，可设置专用 RR 设备，路由反射器（RR）应冗余设置。

8.3.5 电力数据通信网络的边界应配置业务接入交换机，可采用具有三层功能的接入交换机，通过划分不同的 VLAN 网段实现各类业务的接入。

8.3.7 数据网路由器应支持 IPv6 分段路由的 SDN 技术。

9 网络接入及业务割接

9.1 接入模式

9.1.1 业务接入包括业务系统提供端和业务访问端接入，业务系统提供端为部署有各类电力数据通信网业务系统应用、数据库、存储、认证等服务器的节点，业务访问端仅部署有各类业务访问终端的节点，其网络接入可根据节点性质和业务特点采用不同等级的接入模式。

9.1.2 电力数据通信网络与业务系统提供端网络设备宜独立配置，采用以太网链路互连，规模较小的变电站、营业厅等节点可利用电力数据通信网络设备兼做业务系统局域网设备使用，设备内逻辑区分广域网与局域网配置。

9.1.3 同一个站点不应部署多级数据通信网接入设备，应通过上下级网络互联满足业务需求。

9.1.4 业务系统网络接入电力数据通信网应采用路由汇总技术，应采用路由过滤技术，进行双向路由控制，严格控制对外通告和内部接收的路由范围。

9.1.5 电力数据通信网络采用 MPLS VPN 组网时，业务系统网络接入宜配置独立业务 CE 设备或 MCE 接入网络 PE 设备。

9.1.6 电力数据通信网络采用 PTN/SPN 设备组网时，业务系统局域网配置成 CE (Customer Edge) 设备或多 CE (Multi-VRF CE) 接入 PTN/SPN 设备，不同业务系统局域网应设置独立 CE 或 MCE，分别接入对应广域网 ELINE 或 ELAN VPN，SPN 设备可启用三层功能作为 PE 路由器接入业务系统局域网 CE。

9.1.7 业务系统提供端网络和互联网出口应通过安全防护设备，业务系统访问端网络接入可不加装相关安全防护设备。

9.2 业务接入

9.2.1 业务系统提供端网络接入电力数据通信网应采用双设备和 N-1 多链路，一般采用业务系统局域网核心设备直接光接口上联至电力数据通信网的 2 台核心层或骨干层节点路由器设备。

9.2.2 一级业务系统提供端接入应采用双设备双上联接入模式，二级业务系统提供端可采用双设备双上联接入模式或双设备单上联模式，

9.2.3 业务访问端网络接入电力数据通信网络一般采用 5 种连接方式，配置有冗余网络设备的重要业务节点应实现 N-1 多链路接入。

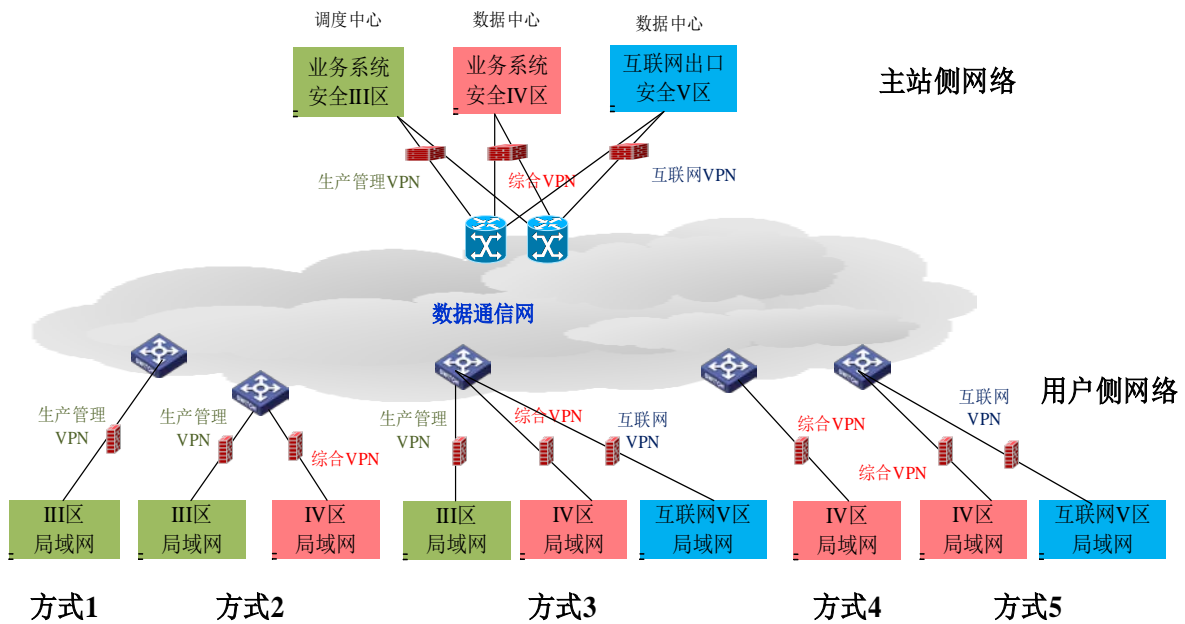


图 9.2-1 业务系统接入网络连接方式

9.2.6 各类典型电力场所节点接入电力数据通信网的要求宜符合表 9.2-1 的要求：

表 9.2-1 各类型电力场所业务系统接入数据通信网要求

序号	类型	电力场所	业务系统及设备	用户侧业务系统接入方式	接入要求
1	电网数据通信网	网省电网公司、分子公司、地市/区县电力公司、各二级单位等单位本部	具有较大数量安全区 IV 终端，部分单位部署安全区 III、IV、V 的业务系统	方式 2 或方式 3	III 区、IV 区局域网，采用独立以太网接口接入数据通信网，应部署 III 区、IV 区接入边界防火墙。（如无 III 区业务系统及设备可不设立 III 区局域网）
2		有人值守站、集控站、巡维中心	既有一定数量安全区 IV 终端，又有安全区 III 业务终端的	方式 2 或方式 3	III 区、IV 区局域网，采用独立以太网接口接入数据通信网，应部署 III 区、IV 区接入边界防火墙。
3		无人值守站	主要为安全区 III 业务终端，个别安全区 IV 办公终端	方式 1	III 区局域网(不单独设立 IV 区局域网)采用以太网接口接入数据通信网安全 III 区 VPN，应部署 III 区接入边界防火墙。为数少量的安全区 IV 终端纳入安全区 III 管理。
4		供电所、营业厅、二级单位等	基本为安全区 IV 办公终端，以及安全区 III 语音视频 IP 硬件终端	方式 4 或方式 5	IV 区局域网(不单独设立 III 区局域网)采用独立以太网接口接入数据通信网安全 IV 区 VPN，应部署 IV 接入边界防火墙。

序号	类型	电力场所	业务系统及设备	用户侧业务系统接入方式	接入要求
5		直调发电厂、用户站等外单位	安全区 III 工作站	方式 1	III 区局域网采用独立以太网接口接入数据通信网安全 III 区 VPN，应部署接入边界防火墙等安全防护设备。
6	发电企业数据通信网	发电企业总部	具有较大数量安全区 IV 终端，部分单位部署安全区 III、IV、V 的业务系统	方式 2 或方式 3	III 区、IV 区局域网，采用独立以太网接口接入数据通信网，应部署 III 区、IV 区接入边界防火墙。（如无 III 区业务系统及设备可不设立 III 区局域网）
7		集控站	既有一定数量安全区 IV 终端，又有安全区 III 业务终端的	方式 2 或方式 3	III 区、IV 区局域网，采用独立以太网接口接入数据通信网，应部署 III 区、IV 区接入边界防火墙。
8		电厂、新能源站	既有一定数量安全区 IV 终端，又有安全区 III 业务终端的	方式 2 或方式 3	III 区、IV 区局域网，采用独立以太网接口接入数据通信网，应部署 III 区、IV 区接入边界防火墙。

9.3 业务割接

9.3.1 网络割接应采取分步实施、分期完成、重要业务优先、以先核心再边缘的原则进行。

9.3.2 电力数据通信网络的网络过渡和业务迁移应遵循下列主要技术路线：

1) 在网络升级改造过程中不宜中断其运行；可提前建设网络的核心层和骨干/汇聚层，并对其进行路由设备和传输电路的重新配置；

2) 对于主站侧，可先将各业务系统局域网的备用部分接入新配置的核心和骨干/汇聚设备，逐步完成网络过渡；

3) 对于用户侧，各业务系统局域网可逐次中断原网络的主备通信方式，接入新配置的汇聚路由设备。

9.3.3 电力数据通信网割接应充分考虑网络设备利旧的可能性。

9.3.4 电力数据通信业务割接应细化分步网络割接步骤，必要时可增加临时网络设备。

10 设备安装及环境要求

10.1 设备安装

10.1.1 数据通信网设备应安装在标准尺寸网络设备屏柜内，数据通信网络设备应支持机架式安装。

10.1.2 数据通信网络设备缆线敷设应整齐规范，强弱电应分开走线，缆线标识规范清晰，设备板卡及槽位安排应满足后期扩容缆线敷设需求。

10.1.3 数据通信网设备防雷接地应符合 DL/T 548 的规定。

10.1.4 电力数据通信网络的设备应采用冗余方式供电，供电方式应保证稳定可靠，可采用不间断 AC 220V UPS 电源或者 DC-48V 电源。

10.1.5 数据通信网络设备对直流电源的指标要求如表 10.1-1 所示。

表 10.1-1 直流电源要求

项 目	指 标
□48V 输入端电压波动范围	□-38V~-72V
承受冲击电流能力	至少大于 1.5 倍的负载额定电流能力
稳压精度要求	当交流电压输入范围在额定值 85%~110% 范围内以及负载电流在 5%~100% 额定值范围内变化，整流器的输出电压在 -46V~-56V 范围内任意整定值，其稳压精度小于等于 1%
开关机过冲幅度	不超过直流输出电压整定值的 5%
峰值杂音电压	小于等于 200mV
动态响应	恢复时间小于 200ms

10.1.6 采用不间断 AC220V UPS，其电源电压波动范围如表 10.1-2 所示。

表 10.1-2 交流电源要求

项 目	指 标
供电给设备使用	额定电压值的 10%~5%
供电给电源模块及重要建筑物	额定电压值的 15%~10%
交流电频率	额定电压值的 4%~4%
电压波形正弦畸变率	小于等于额定电压值的 5%

10.2 环境要求

10.2.1 电力数据通信网设备应处于良好的运行环境中，应根据网络规划和网络设备的技术要求，综合考虑水文、地质、地震、电力、交通等因素，选择符合设备工程环境设计要求的机房。

10.2.2 电力数据通信网络的节点设备和网管系统设备宜安装于通信机房、数据中心机房或二次设备室内。

10.2.3 机房或设备室内的环境应符合《通信局（站）机房环境条件要求与检测方法》的相应技术要求。

(1) 荷重要求

机房或设备室的地面荷载宜为 $5\text{kN/m}^2 \sim 8\text{kN/m}^2$ 。

(2) 环境要求

开机时的温度应为 $18^\circ\text{C} \sim 26^\circ\text{C}$ ；开机时的相对湿度应小于 60%；温度变化率应小于 5°C/h ；

防尘：环境空气中粒径不少于 $0.5\mu\text{m}$ 的悬浮粒子数应少于 1.8×10^7 粒/ m^3 ；

防静电：机房区域内绝缘体的静电电压绝对值不应大于 1kV；机房防静电地板的表面电阻值应为 $1 \times 10^5 \Omega \sim 1.0 \times 10^9 \Omega$ ；

电磁干扰：在 80MHz \sim 1000MHz 和 1400MHz \sim 2000MHz 频段范围，机房区域内的无线电骚扰环境场强不应大于 126dB($\mu\text{V/m}$)，工频磁场场强不应大于 30A/m。

(3) 接地要求

数据通信网设备均应接地，设备的接地端子应通过接地线接至机柜的接地铜排，机柜接地铜排应与机房接地铜排可靠连接，机房防雷接地应符合 DL/T 548—2012 中的相关要求。

10.2.4 机房或设备室的净高不宜小于 3.0m，房间门窗应良好密闭，地面宜采用防静电活动地板，房内照明照度不宜低于 500lx，事故照明照度不宜低于 50lx。

本规程用词说明

(1) 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的：

采用“可”或“可以”。

(2) 条文中指明应按其它有关标准执行的写法为：

“应符合.....的规定”或“应按.....执行”。

引用标准名录

- 《电力监控系统安全防护规定》(国家发展和改革委员会令 2014 年第 14 号)
- 《电力监控系统安全防护总体方案》(国家能源局文件/国能安全〔2015〕36 号)
- 《数据中心设计规范》(GB 50174)
- 《电力数据通信网络初步设计内容深度规定》(DL/T 5365)
- 《电力系统通信站过电压防护规程》(DL/T 548)
- 《开放最短路径优先路由协议(第二版)(OSPF Version 2)》(IETF RFC 1583)
- 《边界网关路由协议(A Border Gateway Protocol 4)》(IETF RFC 4271)
- 《边界网关路由协议与基于 MPLS 的 VPN 技术(BGP/MPLS IP VPN)》(IETF RFC 4364)

中华人民共和国电力行业标准
电力数据通信网络工程设计规程

DL/T XXXX-20XX

条文说明

制 订 说 明

《电力数据通信网络工程设计规程》DL/T XXXX-20XX，经国家能源局 20XX 年 XX 月 XX 日以第 XX 号公告批准发布。

本规程制订遵循如下编制原则：

- (1) 突出电力系统的特点，反映工程的建设背景。
- (2) 强调电网新技术的应用，保持先进的技术水准。
- (3) 注意与行业其它相关规程相适应，符合国家有关法规和规范。
- (4) 具有较好的通用性，能在全国范围内普遍适用，不受区域的限制均能够得到实施。
- (5) 把握理论和实践的融合，紧密结合电力数据通信网络的实际运行应用。

本规程为新编电力行业标准。在制订过程中，编制组开展了广泛、细致的调研工作，力求调查对象具有广泛性和典型性；深入了解了全国范围内电力数据通信网络的现状与存在问题，认真总结了电力数据通信网络的规划、设计、施工和运行方面的实际经验；同时参考了国内相关技术标准和规范性文件，征求了行业内设计单位和运行单位的意见，最后经专家审查再修改定稿。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 录

1	总则	401
3	业务需求	401
	3.3 业务流向及流量预测	401
4	总体网络方案	401
	4.3 链路组织	401
	4.5 路由协议	423
5	网络系统配置	42
	5.2 IP 地址	423
	5.3 路由策略	434
	5.5 QOS 服务质量	434
6	网络管理与时间同步	445
	6.1 网络管理系统	445
	6.2 时间同步	456
7	网络安全与网络认证	456
	7.1 网络安全	456
9	网络接入及业务割接	467
	9.3 业务割接	467

1 总则

1.0.2 本规程的应用范围具体包括电力数据通信网络的规划、新建及改扩建工程设计，发电厂、变电站等站点接入电力数据通信网络的设计。

3 业务需求

3.3 业务流向及流量预测

3.3.1 明确性需求预测为根据公司业务部署情况，先针对单一业务访问节点的各类明确性业务需求进行预测和估算，在此基础上，按照网络所需覆盖的总节点数量规模、业务应用逻辑关系和部署方式进行汇总预测估算。预测性需求估算是对于增效需求缺乏历史经验数据的，可在既有计算逻辑之上考虑业务规模增加系数，增长系数一般以相对明确、有依据的统计数据为测算参数，如用户数量增长率等。

3.3.3 根据业务部署层级及流量流向特征，可将业务应用分为一级业务应用和二级业务应用，具体定义如下：

(1) 一级业务应用：指业务系统的使用终端范围涵盖电力公司总部及省市公司、地市级公司、县公司等，各级机构的使用终端对业务系统的访问数据流量存在从其所属层级数据骨干网流出的业务应用系统。

(2) 二级业务应用：是指业务系统的使用终端范围集中于某一层级节点内部，所有使用终端对业务系统的访问数据流量均在其所辖层级数据通信网络内流转的业务应用系统。

4 总体网络方案

4.3 链路组织

4.3.6 汇聚层节点之间互连链路应以网状连接为主，任一节点应至少具备 2 条相互独立物理路由与其它节点互联，与上级核心层节点宜采用双链路对接，与下级节点互联应根据实际路由需要组织对接链路。

4.3.12 数据通信路由器设备远距离端口由传输网提供传送链路时，相应的网络接口应满足传输接口技术要求及相关标准。

(1) 与 SDH 网络之间的网络接口，应遵从 YD/T 1170 和 YD/T 1267 有关同步接口技术要求部分的内容。

(2) 与 WDM 传输系统之间的网络接口，应遵从 YD/T 1060-2000 和 YD/T 1143-2001 有关光接口部分的要求；应遵从 IEEE 802.3ae 标准（Institute of Electrical and Electronics Engineers 802.3ae）的相关标准。

(3) 与 OTN 传输系统之间的网络接口，应遵从 ITU-T 建议的技术标准、IEEE 802.3ba 标准 (Institute of Electrical and Electronics Engineers 802.3ba) 相关接口定义以及 G.709、G.7041 的相关标准。

4.5 路由协议

4.5.5 电力数据通信网跨域连接应采用 IETF RFC 4364 规定的 OPTION C 方式；与网络规模较小的 MPLS VPN 网络，应优先采用 OPTION B 方式，不具备条件的情况下可采用 OPTION A 方式作为临时方案。

表 4.5-1 OPTION A/B/C 方式的比较表

项目方法	OPTION A	OPTION B	OPTION C
ASBR VPN 感知	需要处理 VPN 信息，并配置 VRF	需要处理 VPN 信息，不配置 VRF	不感知 VPN 信息
ASBR 负载	处理所有 VPN 信息，负载重	处理所有 VPN 信息，负载重	不处理 VPN 信息，负载轻
链路	每个 VPN 在 ASBR 之间占用一个链路	一个链路	一个链路
跨越 VPN 传递	ASBR 通过 IGP 传递 VPN	ASBR 之间通过 MP-EBGP 传递 VPN 信息	源、宿端 PE 直接到通过 MP-EBGP 传递 VPN
对接	对接简单，ASBR 互为 PE、CE 设备，IP 对接	当 MP-IBGP 不改变下一跳为自己时，ASBR 之间需要运行 LDP	ASBR 之间需要运行 BGP 扩展来传递公网标签
隧道	AS 内部建立双层 LSP，ASBR 之间 IP 转发	ASBR 之间单层或 ASBR 到上游 PE 之间监理双层 LSP	
维护	简单	复杂	复杂
场景	VPN 数量少，业务开展早期	VPN 数量始终，ASBR 之间链路手足，业务中期	VPN 数量大，

5 网络系统配置

5.2 IP地址

5.2.8 IPv6 的过渡技术主要有三种：双协议栈技术（RFC2893）、隧道技术（RFC2893）和地址/协议转换技术（RFC2766）。根据网络实际情况，以及未来技术发展路线，IPv6 的过渡要求如下：

（1）IPv4 到 IPv6 的演进可采用双栈过渡策略。结合网络扩容，通过要求新增设备支持 IPv4/IPv6 双协议栈来逐步扩大可实现 IPv6 的网络范围；

（2）数据通信网可采用基于 MPLS 技术的 6VPE 实现 IPv6 网络的互联互通及 IPv6 VPN。

5.3 路由策略

5.3.6 网络内部 IGP 路由策略应根据需求选择合理的路由汇总、路由过滤策略，最大程度减少接入节点上传路由条目数量、消除本地路由变化引发的更新信息穿越整个网络进行传播。其基本要求为：

- （1）网络 IGP 域应具有明确的边界，以保障内部网络的安全；
- （2）应统一进行 IS-IS 路由区域（Area）、System-ID 划分；
- （3）应根据网络流量分担、业务核心分布情况、路由冗余备份的实际需求，统一规划路由 Metric 值，实现预期的数据转发路径引导和管理控制策略目标；

IGP 主要负责承载数据通信网内部互联端口路由、设备环回地址路由等，除此之外的其他路由、业务路由信息不应通过 IGP 协议传播。

5.3.8 网络外部上行路由策略应根据网络流量分担、分布与路由备份需求，统一规划路由 Metric 值，实现与 PE 设备间路径负载分担及备份的路由策略。

IGP 主要负责承载 CE 设备互联端口路由、设备环回地址路由等，CE 与 PE 设备采用 E-BGP 路由互联方式，其实施的基本要求为：

- （1）除 IGP 承载的域内路由外，域间均由 BGP 负责承载，包括缺省路由、VPN 路由等；
- （2）与 PE 互联应采用 E-BGP 路由协议，CE 应配置 E-BGP 路由发送及过滤策略。在 CE 出侧配置安全防护策略，只允许合法内网网段上行访问。同时，CE 接入设备应采用动态路由，做好路由过滤和路由汇总，实现路由动态切换；
- （3）路由策略应充分利用 BGP 属性实现控制与过滤，应对 BGP 路由设置 Community 属性，以区分不同的路由来源、路由范围、QoS 等级等；并根据 MED 值、本地优先级等属性实现路由选择。

5.5 QOS服务质量

5.5.6 电力数据通信网应根据业务等级提供不同的网络 QOS 保障，网络 QOS 保障参数如表 5.5-2 所示。

表 5.5-2 网络 QOS 保障参数指标表

序号	业务等级	业务指标（50%利用率）				业务指标（100%利用率）			
		丢包率	平均时延	最大时延	抖动	丢包率	平均时延	最大时延	抖动
1	关键	≤ 0.05%	≤40+ 4ms	≤60+ 4ms	≤2ms	≤ 0.05%	≤40+ 10ms	≤60+ 10ms	≤4ms
2	金								
3	银								
4	铜								
5	缺省	≤ 0.05%	≤40+ 10ms	≤60+ 10ms	≤ 10ms	≤2%	≤40+ 40ms	≤60+ 60ms	≤ 20ms

6 网络管理与时间同步

6.1 网络管理系统

6.1.5 同一电力数据通信网络内的网络设备应接受同一网管系统管理，网管系统应具备管理全网设备的能力。电力数据通信网络的网管系统应具备拓扑管理、配置管理、故障管理、安全管理、性能管理、VPN 管理和设备管理等功能。

(1) 应具备自动监测和描绘网络拓扑结构的功能，可以提供统一的拓扑视图和集中式管理视角，采用不同位图标识不同类型的设备、不同颜色描绘设备、链路的不同状态，并可按照物理连接或实际需求调整拓扑显示方式。

(2) 应能实现网络设备参数的设置、修改和日志功能，可通过配置口或虚拟终端进行本地或远程配置，可用图形用户界面进行设置。配置管理包括网络结构的配置和网络业务的配置。

(3) 应具备故障管理功能，实现网络故障的发现和定位。故障事件通过简单网络管理协议(SNMP)间歇轮询向网管中心报告，或使用网络设备 SNMP trap 功能进行触发式告警更新。具体包括：实时监视故障和发出告警信息，并对其统计分析；对网络设备的电源、模块和端口进行在线检测；监视网络拓扑及网络配置。

(4) 应具备用户认证、权限分级、操作审计、漏洞扫描、日志记录等安全管理功能，实现认证和授权信息(如口令和密钥)的维护和分发，并能进行登录审计和记录。具体包括：实施唯一的用户 ID 号；鉴定用户权限；维护当前正在使用中的用户；记录全部登录过程；提供安全日志；提供超时管理；安全注销等。

(5) 应能实现网络设备的性能测量，包括流量统计、帧、包和段的传送效率分析、目的地的可达性及延迟特性；应能实现网络设备的性能监控，包括性能信息收集、性能信息存储、性能阈值处理和性能管理报告等。

(6) 应能实现 VPN 的增加、删除和配置，实现 VPN 的状态监控和故障排查。VPN 网管可以在网管中心授权下在 VPN 内部进行相应的网络管理。

(7) 应能实现对网内所有站点网络设备的管理。当骨干网网管系统发生故障时，可通过子区网管监视终端管理所辖区域的站点网络设备。

6.2 时间同步

6.2.3 电力数据通信网可通过设备之间运行时间同步协议（NTP）进行时间同步，采用两级 NTP 层次结构，按照以下原则进行连接：

- 1) 选择至少 2 台核心层设备引入外部的时间源，构成一级 NTP 服务器，为 PE 设备提供时间同步服务；
- 2) 数据通信网 PE 设备构成二级 NTP 服务器，为 CE 设备提供时间同步服务；
- 3) 对于网管系统、认证系统的主机设备，就近与本地已经获得时间源的设备建立连接。在时间同步网建成后，网络设备和主机设备可以就近引入本地时间同步网的时间源。时间同步系统的接口协议主要采用 NTP 协议；
- 4) NTP 协议需进行 MD5 安全认证。

7 网络安全与网络认证

7.1 网络安全

7.1.3 管理信息大区与互联网大区之间应部署交互业务独立使用的逻辑隔离装置，实现管理信息大区与互联网大区边界间的数据安全交互。

管理信息大区和互联网大区的信息安全网络隔离装置即电力 IV 区和互联网大区的连接专用装置，设备应具备如下功能：

- 1) 只允许互联网大区主动请求管理信息大区；
- 2) 只允许指定方式连接管理信息网大区系统；
- 3) 只允许指定数据内容交互；

7.1.9 电力数据通信网应采取可靠措施确保网络层的安全，确保网络不受攻击，确保网络服务的可用性；局域网网络层安全要求机密信息不允许被随意访问。

(1) 实时和非实时业务接入电力数据通信网络，应配置电力专用纵向加密认证装置。

(2) 应采用基于 IP 安全体系结构(IP Sec)的 IP VPN，网络路由器设备应支持 IP Sec 标准，实现数据源身份认证、数据完整性检查、数据加密、重发攻击保护，以及自动的密钥管理和安全关联管理等功能。

(3) 应采用流量分析技术，对经过网络设备的数据流进行统计和分析，并可根据需要设置多种口令管理方法。

(4) 禁止选用具有无线通信功能的网络设备。

9 网络接入及业务割接

9.3 业务割接

9.3.4 对于厂站端(接入节点)，由于各业务系统基本均具备主备通信方式，能保证信息传输的实时性要求，可以逐次中断原网络的主备通信方式后，接入新配置的汇聚路由设备；对于调度端，由于新的核心层和骨干/汇聚层的网络已经提前建成，当地各业务系统又大都为主备方式配置，可以先将系统的备用部分接入新配置的核心和骨干/汇聚路由设备，逐步完成网络过渡。

本标准用词说明

引用标准名录

条文说明