

# ZJSEE

## 浙江省电力学会标准

T/ZJSEE XXXX-YYYY

### 5G 电力 UPF 技术规范

### Technical Specification of 5G UPF for Power Supply

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

浙江省电力学会 发布

# 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	3
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语和定义 .....	3
4 符号、代号和缩略语 .....	4
5 5G 电力虚拟专网总体架构 .....	5
5.1 概述 .....	5
5.2 电网域 .....	6
5.3 运营商域 .....	6
5.4 电力 UPF .....	6
6 功能要求 .....	6
6.1 基本功能要求 .....	7
6.2 增强功能要求 .....	7
7 接口要求 .....	8
7.1 接口通用要求 .....	8
7.2 业务接口要求 .....	8
8 性能要求 .....	9
8.1 可靠性和可用性 .....	9
8.2 设备处理性能 .....	9
9 管理要求 .....	10
10 安全要求 .....	10
10.1 业务隔离要求 .....	10
10.2 用户终端安全要求 .....	10
10.3 系统安全要求 .....	10
10.4 边界安全防护要求 .....	10
10.5 其他安全要求 .....	11
11 环境要求 .....	11

## 前 言

随着新型电力系统加快构建，电力控制类业务、管理类业务需求不断涌现，对电力通信覆盖范围、带宽时延、可靠性、安全性提出了更高要求。5G由于高带宽、低时延、大连接的特性，与智慧电力的融合也成为重要的方向。国家也在积极开展基于5G的电力通信网络的改造和应用场景的试点和规模推广。因此提出了本标准，用于规范浙江电力行业5G虚拟专网中UPF技术要求。

（以下是基本部分）。

本标准（或本部分或本指导性技术文件）由浙江省电力学会××××提出并解释。

本标准（或本部分或本指导性技术文件）起草单位（包括第一承担单位和参加起草单位，按对标准的贡献大小排列）：

国网浙江省电力有限公司温州供电公司。

国网浙江省电力有限公司信息通信分公司。

中国电信股份有限公司研究院。

中电信智能网络科技有限公司。

中国电信温州分公司。

广东电网责任有限公司珠海供电局。

重庆大学物理学院。

本标准（或本部分或本指导性技术文件）主要起草人（按对标准的贡献大小排列）：

国网浙江省电力有限公司温州供电公司信息通信分公司：郑立、陆绍彬、杨棋涵、陈铭、徐前茅、谢谭谈、赵加利、金良溥。

国网浙江省电力有限公司信息通信分公司：邱兰馨、汤亿则、凌芝、徐阳洲。

中国电信股份有限公司研究院：李志昊。

中电信智能网络科技有限公司：鄢欢、董晓亮、徐达。

中国电信温州分公司：胡卢胜、杜瑞新。

广东电网责任有限公司珠海供电局：刘鹏。

重庆大学物理学院：郑云天。

本标准（或本部分或本指导性技术文件）首次发布（或本标准×年×月首次发布，×年×月第一次修订，×年×月第二次修订）。

# 5G 电力 UPF 技术规范

## 1 范围

本标准规定了浙江省电力行业的5G电力虚拟专网总体架构及5G共享式UPF、入驻式UPF的功能要求、接口要求、性能要求、管理要求、安全要求及环境要求。

本标准适用于浙江省电力行业5G虚拟专网中的UPF设备，供电力行业企业、基础电信运营商共同使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

3GPP TS23.501	5G系统架构 (System Architecture for the 5G System)
3GPP TS23.502	5G系统流程 (Procedures for the 5G System)
3GPP TS29.244	控制面与用户面接口协议 (Interface between the Control Plane and the User Plane Nodes)
3GPP TS29.281	通用分组无线系统隧道协议：用户面 (General Packet Radio System (GPRS) Tunneling Protocol User Plane (GTPv1-U))
YD/T 3615-2019	5G移动通信网 核心网总体要求
YD/T 3616-2019	5G移动通信网 核心网网络功能技术要求
YD/T 3628-2019	5G移动通信网 安全技术要求
GB/T 22239-2019	信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
GB/T 22240-2019	信息安全技术 网络安全等级保护定级指南
GB/T 9254-1998	信息技术设备无线电骚扰限值和测试方法
GB/T 17618-1998	信息技术设备抗扰度限值和测试方法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 5G 网络切片 5G Network Slicing

基础电信运营商从统一5G网络基础设施分离出的虚拟网络，实现网络资源隔离，以适配各种类型的业务应用。

### 3.2 5G 电力专网 5G Private Network for Power Supply

在基础电信运营商5G网络中，基于网络切片、能力开放等技术，于接入、承载、核心网等环节构建的面向电力行业的虚拟专用网络。

### 3.3 5G 电力切片 5G Network Slicing for Power Supply

基于5G网络切片技术，基础电信运营商为电力行业提供一张5G虚拟专网，与5G切片标识 (S-NSSAI) 对应。同一张电力切片中可以配置多个DNN来区分不同的电力业务。

### 3.4 共享式 UPF Shared UPF

基础电信运营商建设的行业用户共享UPF，一般部署在基础电信运营商机房，可供多个不同的行业用户共享。

### 3.5 入驻式 UPF On-Premises UPF

基础电信运营商建设的行业用户独享UPF，一般部署在企业园区机房，适用于对业务隔离要求较高的用户。

## 4 符号、代号和缩略语

下列符号、代号和缩略语适用于本文件。

3GPP: 第三代合作伙伴计划 (3rd Generation Partnership Project)

5GC: 5G核心网 (5G Core Network)

5QI: 5G服务质量标识 (5G QoS Identifier)

5G SA: 5G独立组网 (Standalone)

AAA: 认证、授权、计费 (Authentication, Authorization, Accounting)

AMF: 接入和移动管理功能 (Access and Mobility Management Function)

DN: 数据网络 (Data Network)

DNN: 数据网名称 (Data Network Name)

FAR: 包转发规则 (Forwarding Action Rule)

FlexE: 灵活以太网 (Flex Ethernet)

FRER: 帧复制与消除 (Frame Replication and Elimination for Reliability)

GBR: 保证比特速率 (Guaranteed Bit Rate)

GE: 千兆以太网 (Gigabit Ethernet)

GRE: 通用路由封装 (Generic Routing Encapsulation)

GPRS: 通用分组无线系统 (General Packet Radio System)

GTP: GPRS隧道协议 (GPRS Tunneling Protocol)

GTP-U: GPRS隧道协议用户平面部分 (GTP User Plane)

HA: 高可用性 (High Availability)

HSR: 高可用性无缝冗余 (High-availability Seamless Redundancy)

IP: 互联网协议 (Internet Protocol)

IPsec: 互联网安全协议 (IP Security)

IPv4: 互联网协议第4版 (Internet Protocol Version 4)

IPv6: 互联网协议第6版 (Internet Protocol Version 6)

MEC: 多接入边缘计算 (Multi-access Edge Computing)

MTBR: 平均故障间隔时间 (Mean Time Between Repair)

MTTR: 平均故障修复时间 (Mean Time To Repair)

NSSAI: 网络切片选择辅助信息 (Network Slice Selection Assistance Information)

PDR: 包检测规则 (Packet Detect Rule)

PDU: 协议数据单元 (Protocol Data Unit)

PCFP: 报文转发控制协议 (Packet Forwarding Control Protocol)

PRP: 并行冗余协议 (Parallel Redundancy Protocol)

QoS: 服务质量 (Quality of Service)

RA: 路由器通告 (Router Advertisement)

RAN: 无线接入网 (Radio Access Network)

RB: 资源块 (Resource Block)

RS: 路由器请求 (Router Solicitation)  
 SMF: 会话管理功能 (Session Management Function)  
 S-NSSAI: 单个网络切片选择辅助信息 (Single Network Slice Selection Assistance Information)  
 TEID: 隧道端点标识 (Tunnel Endpoint Identifier)  
 TS: 技术规范 (Technical Specification)  
 UE: 用户设备 (User Equipment)  
 UL CL: 上行分类器 (Uplink Classifier)  
 UPF: 用户面功能 (User Plane Function)

## 5 5G 电力虚拟专网总体架构

### 5.1 概述

UPF是5G核心网的用户面网元，主要负责UE业务数据的路由转发、数据与业务识别、动作和策略执行等。UPF在5G核心网中的位置如图1所示。

UPF根据SMF下发的各种策略，在靠近用户网络的边缘执行业务流量的处理，达到提高带宽效率、减少网络阻塞的效果。

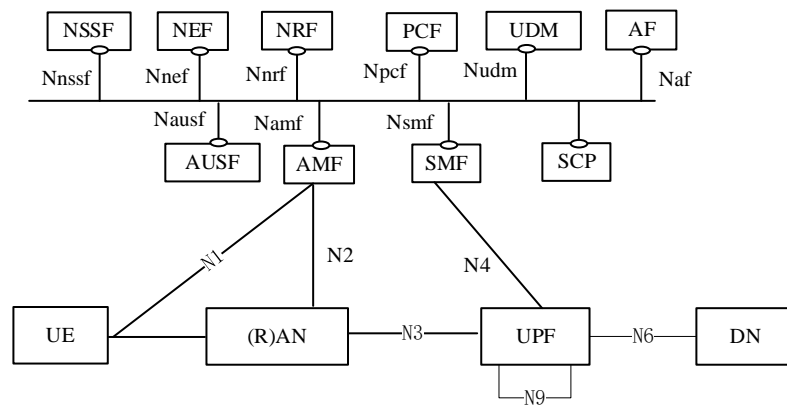


图 1 UPF 在 5G 核心网中的位置

5G电力虚拟专网，是指在公网运营商的5G SA网络中，基于网络切片、UPF/MEC、能力开放等技术，在无线、承载、核心网等环节虚拟出一张面向电力行业的专用网络，并与电力通信专网跨域融合，实现端到端的电力业务承载、高强度安全隔离以及资源管理。

5G电力虚拟专网通常基于UPF构建，根据业务情况可采用共享式UPF或入驻式UPF。如图2所示。

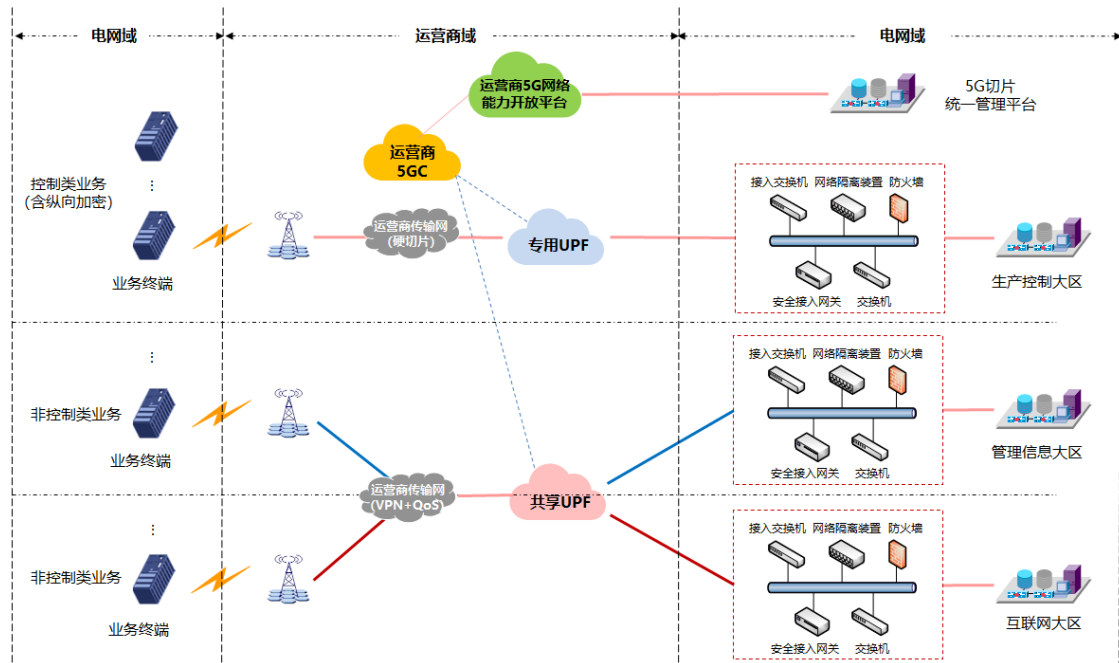


图 2 5G 电力虚拟专网

## 5.2 电网域

电网域主要包括电网生产控制大区、管理信息大区和互联网大区的业务终端、业务系统以及用于电网的5G切片统一管理平台等。

电网域的业务终端与业务系统之间通过运营商域的5G虚拟专网进行通信。

## 5.3 运营商域

由基础电信运营商构建承载电力业务的5G虚拟专网，主要包括基站、传输设备及传输网络、5G核心网、UPF等。

基于电力业务需求及5G网络能力，可采用不同的隔离方案：

生产控制大区：无线侧采用RB资源预留实现硬隔离，并采用不同的5QI优先级调度实现安全区I和安全区II之间的逻辑隔离；传输侧采用FlexE进行硬隔离，并划分不同的VPN实现安全区I和II之间的逻辑隔离；核心网侧采用独立专用UPF，并划分一个独立切片（S-NSSAI），可为不同的控制类业务分配不同的DNN。

管理信息大区和互联网大区：无线侧采用不同的5QI优先级调度实现逻辑隔离；传输侧采用VPN实现逻辑隔离；核心网侧共享运营商行业共享UPF，与其他行业用户的业务进行逻辑隔离。

## 5.4 电力 UPF

UPF是5G电力虚拟专网中基础电信运营商与电力通信网络的边界，主要用于电力业务终端数据的转发和路由，是构建5G电力虚拟专网的关键网元。

按照部署模式的不同，电力UPF可采用共享式UPF和入驻式UPF。通常生产控制类业务采用入驻式UPF，管理信息类业务和互联网大区业务采用共享式UPF。

## 6 功能要求

## 6.1 基本功能要求

### 6.1.1 节点管理

6.1.1.1 UPF 应支持 SMF 发起的偶联建立、更新与释放。

6.1.1.2 UPF 应支持向 SMF 上报心跳信息。

6.1.1.3 UPF 应支持向 SMF 上报与 N4 会话无关的信息,如 GTP-U 远端的用户面路径故障等。

### 6.1.2 会话管理

6.1.2.1 UPF 应支持 SMF 发起的会话建立、修改、删除。

### 6.1.3 策略接收与执行

6.1.3.1 UPF 应支持预定义处理规则、流量门控规则、用量监控和上报。

### 6.1.4 数据转发

6.1.4.1 UPF 应支持 N3、N9 隧道处理,如 GTP-U 隧道的封装、解封装。

6.1.4.2 UPF 应支持 N6 接口 IP 报文的转发。

6.1.4.3 UPF 应支持数据缓存功能。

### 6.1.5 QoS 控制

6.1.5.1 UPF 应支持对 PDU 会话的 QoS 控制。

6.1.5.2 UPF 应支持 Non-GBR QoS 流与 GBR QoS 流。

### 6.1.6 终端 IP 地址分配

6.1.6.1 UPF 应支持为用户终端分配 IP 地址,包括 IPv4 单栈、IPv6 单栈或 IPv4/IPV6 双栈地址。

6.1.6.2 当终端采用核心网签约固定 IP 或 DN-AAA 服务器分配 IP 地址时,UPF 应支持按照 N4 接口中携带的用户终端 IP 地址进行路由发布和转发处理。

### 6.1.7 支持切片及 DNN

6.1.7.1 UPF 应支持切片标识 (S-NSSAI) 的识别。

6.1.7.2 UPF 应支持多个 DNN 及专线的开通,不同 DNN 之间应支持业务逻辑隔离。

### 6.1.8 移动性管理

6.1.8.1 UPF 应支持基于 Xn、N2 接口的切换。

## 6.2 增强功能要求

### 6.2.1 二次认证鉴权

6.2.1.1 UPF 应支持转接 SMF 与外部数据网络之间的交互消息,应支持 Radius 等认证消息,以实现终端的二次认证/鉴权。

### 6.2.2 双发选收

6.2.2.1 UPF 可配合 UE、核心网支持双 PDU 会话冗余传输机制。当业务需要多路冗余传输时,UE 建立双 PDU 会话,并在两个独立的用户面通道上进行数据传输。

6.2.2.2 对接收到的冗余数据进行选收去重等操作,对于下行报文,UPF 将数据复制到两个 PDU 会话进行发送,UE 对接收到的数据进行去重。

注:双PDU会话传输由UE和DN之间建立两个独立的PDU会话,依赖应用层冗余协议,如PRP/HSR、FRER或其他协议等。

### 6.2.3 帧路由

6.2.3.1 UPF 支持向 SMF 上报其支持帧路由 (Framed Routing) 的能力。

6.2.3.2 UPF 支持根据 SMF 提供的手机后路由信息执行后路由相关动作。



## 6.2.4 UL CL 分流

6.2.4.1 UPF 支持上行流量分类器功能，将用户流量分流到数据网络的不同接入点。

6.2.4.2 UPF 支持基于 SMF 提供的包检测规则和包转发规则向不同的 PDU 会话锚点 UPF 转发上行业务流，以及将来自链路上的不同 PDU 会话锚点 UPF 的下行业务流合并到 UE。

6.2.4.3 UPF 支持同时作为 UL CL 和 PDU 会话锚点的能力。

## 6.2.5 5G LAN 功能

6.2.5.1 UPF 支持 Ethernet 类型的会话。

6.2.5.2 UPF 支持根据 SMF 下发的流量转发规则，进行单播、多播和广播报文的转发和复制。

## 6.2.6 静态地址路由冗余

6.2.6.1 UPF 支持 UPF 之间的 GRE 隧道转发的方式实现 UPF 主备时的上下行流量转发，以满足终端固定 IP 场景下的 UPF 容灾。

## 6.2.7 惯性运行及应急接入

6.2.7.1 UPF 应支持惯性运行能力，在 N4 接口链路故障后，原有连接态用户的业务不中断。

6.2.7.2 UPF 应支持应急控制面网元（AMF、SMF、UDM）的能力，在 N4 接口链路故障后，新用户可正常接入。

注：惯性运行功能主要适用于入驻式UPF。

# 7 接口要求

## 7.1 接口通用要求

UPF可采用通用硬件或专用硬件，均应满足以下物理接口要求。

### 7.1.1 支持不同的类型的物理接口

UPF设备应支持GE电接口、GE光接口及10GE、25GE光接口等。

### 7.1.2 支持物理接口聚合

UPF设备应支持多个物理接口聚合，以实现不同的转发容量。

### 7.1.3 支持物理接口与业务接口的映射

UPF设备应支持不同业务接口可映射到不同的物理接口，以实现不同业务接口的物理隔离。

## 7.2 业务接口要求

UPF应支持N3、N4/N4-u、N9、N6、管理接口。

### 7.2.1 支持 N3 接口

N3接口是5G (R)AN与UPF间的接口，用于在 5G (R)AN与UPF之间进行用户数据的隧道传输。N3接口采用GTP-U协议，应遵循3GPP TS 29.281标准。

### 7.2.2 支持 N4 接口

N4接口是SMF和UPF之间的接口，采用PFCP协议，应遵循3GPP TS29.244标准，同时还应遵循基础电信运营商制定的N4接口开放要求。

UPF除了支持N4接口外，还应支持N4-u接口，用于转发SMF与UPF之间的用户面数据，实现如二次认证消息（如Radius）、IPv6 RS/RA等报文的转发。N4-u接口采用GTP-U协议，应遵循3GPP TS 29.281标准。

### 7.2.3 支持 N9 接口

N9接口是UPF与UPF间的接口，在UPF与UPF之间进行用户面报文的传输。N9接口采用GTP-U协议，应遵循3GPP TS 29.281标准。

### 7.2.4 支持 N6 接口

N6接口是UPF和外部数据网之间的接口。N6接口可支持专线、隧道等方式与外部数据网络对接。

### 7.2.5 支持管理接口

管理接口是UPF和运维管理系统之间的接口。管理接口应支持Restful、SNMP、Syslog等协议。

## 8 性能要求

### 8.1 可靠性和可用性

UPF系统的关键软件、硬件应采用一定的冗余备份方案，以保证系统的不间断运行，同时系统应具有软件、硬件故障恢复的能力。

UPF应提供以下冗余备份方案：

- a) 节点内备份方案。设备应采用冗余设计，当其中软件模块、组件发生故障时，不影响业务的继续提供。
- a) 本地节点间 1+1 热备方案。该方案要求 UPF 的部署采用两个节点，但逻辑上仍为一个 UPF 网元，其中一个为主节点，另外一个为备份节点。主节点发生故障，备份节点自动变为主节点，继续提供服务，切换过程用户无感知。旧的主节点重启后角色变为备份节点。
- b) 异地容灾方案。该方案要求部署在不同的地理位置的 UPF 连接到同一个 SMF 和基站。当其中一个节点发生不可恢复的故障时，SMF 检测到该节点的状态变为不可用时，会选择异地容灾 UPF 并在新的 UPF 建立对应的会话，恢复受影响的用户数据流。该过程用户数据流会中断一段时间。

以上三种方案均应满足以下可靠性指标：

- a) 典型配置系统可用度（HA）：99.999%以上；
- b) 平均故障间隔时间（MTBR）：150000 小时以上；
- c) 平均故障修复时间（MTTR）：小于 0.5 小时。
- d) 主备切换成功率：95%以上。

### 8.2 设备处理性能

UPF应满足以下性能要求。如表1所示。

表A.1 UPF 设备处理性能

性能项	性能要求
支持会话数	≥2 万
系统吞吐量	≥10Gbps
DNN 数目	≥ 300
平均转发时延	<500 μ s
最大时延抖动	<300 μ s

## 9 管理要求

基础电信运营商通过能力开放接口向电力系统提供5G切片统一管理的能力。

UPF应支持基础电信运营商的相关数据采集、接口开放等要求，并为电力行业用户提供UPF告警、性能等运行状态信息。

## 10 安全要求

### 10.1 业务隔离要求

对于电力控制类业务，可采用入驻式UPF的建设模式，UPF部署至电力通信机房，以实现与其他用户业务的物理隔离。入驻式UPF也应支持采用不同DNN进行不同业务的逻辑隔离。

对于电力管理类业务和互联网大区业务，可采用共享式UPF的建设模式，同时采用不同DNN以实现与其他行业用户的业务逻辑隔离。

### 10.2 用户终端安全要求

UPF应满足以下用户终端安全技术要求：

- a) UPF 应支持 UE 上行流量地址防欺诈检查的能力；
- b) 对于终端用户之间互访的 IP 数据包，UPF 应能够进行灵活的配置以实现数据包传输的允许或阻断；
- c) UPF 应支持 UE 白名单，在白名单之内的终端才可经过 UPF 进行处理转发。

### 10.3 系统安全要求

UPF应支持硬件系统、操作系统、应用层等不同层级的安全加固。

UPF应支持对网络访问、系统文件等多个层级的安全控制访问。如存在非法用户访问，UPF应保存日志记录等相关信息。

### 10.4 边界安全防护要求

网络边界安全防护主要是指在各网络边界采用部署硬件防火墙、网络安全接入网关、网络安全隔离装置、防病毒和入侵防御等综合防御措施进行安全防护，通过配置访问控制、入侵检测、日志记录和审计等安全策略，实现边界隔离和安全防护，结合管理措施防范跨区的非法访问和来自外部的恶意攻击。

## 10.5 其他安全要求

UPF还应满足以下安全要求：

- a) UPF 应支持与 SMF 的偶联白名单功能，即只有在白名单中的 SMF 节点，才可与 UPF 建立偶联关系，以确保 UPF 的信令安全；
- b) UPF 应支持与 SMF 之间进行偶联双向认证；
- c) UPF 应支持通过 IPSec 等协议对 N4、N3、N6 接口进行加密，以提升信令数据和用户业务数据的机密性和完整性
- d) UPF 应支持 TEID 的唯一性。
- e) UPF 应支持信令过载配置，以限制从 SMF 接收以及发送给 SMF 的信令流量大小。

## 11 环境要求

入驻式UPF设备应满足以下环境要求。共享式UPF设备可参考基础电信运营商相关要求。

### 11.1 机房湿度

设备必须能够在以下环境条件下正常运行：相对湿度：10%~90%（非凝露、非结霜）。

### 11.2 机房温度

设备必须能够在以下温度条件下正常运行：短期支持的环境温度为0℃~50℃，长期稳定运行的环境温度为5℃~45℃。

### 11.3 防尘要求

设备应能满足下述清洁度的机房正常运行：

- a) 直径大于 5 μm 的灰尘浓度 $\leq 3 \times 10^4$  粒/m<sup>3</sup>；
- b) 灰尘粒子是非导电、导磁和腐蚀性的。

### 11.4 抗电磁干扰与电磁辐射

设备的电磁兼容性应符合国标GB/T 9254-1998《信息技术设备无线电骚扰限值和测试方法》和GB/T 17618-1998《信息技术设备抗扰度限值和测试方法》。

### 11.5 设备抗震

设备应在以下震动条件下正常工作：

- a) 抗震措施：按 8 级烈度进行计算；
- b) 机械振动：4.9 牛顿/平方米（50 赫兹至 200 赫兹）。

### 11.6 电源与接地

设备应支持双电源备份，应支持-48V直流电源、220V交流电源。

设备应适配机房已有的接地装置。