

5G承载网络运维

职业技能等级标准

标准代码：510099

（2021年2.0版）

武汉烽火技术服务有限公司 制定

2021年12月 发布

目 次

前言.....	1
1 范围.....	2
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和定义.....	3
4 适用院校专业.....	5
5 面向职业岗位（群）	7
6 职业技能要求.....	8
参考文献.....	16

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本标准起草单位：武汉烽火技术服务有限公司、中国通信企业协会、中国通信工业协会、湖北省通信行业协会、华中科技大学、武汉邮电科学研究院、武汉软件工程职业学院、武汉职业技术学院、武汉船舶职业技术学院、长江工程职业技术学院。

本标准主要起草人：李国徽、祝江、靳东滨、刘远、叶志伟、王春枝、何琼、陈晴、吴琦、刘继清、耿晶晶、代谢寅、周泉、刘玲玲、张宇、薛明。

声明：本标准的知识产权归属于武汉烽火技术服务有限公司，未经武汉烽火技术服务有限公司同意，不得印刷、销售。

1 范围

本标准规定了5G承载网络运维职业技能等级对应的工作领域、工作任务及职业技能要求。

本标准适用于5G承载网络运维职业技能培训、考核与评价，相关用人单位的人员聘用、培训与考核可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准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标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

RFC 3031 Multiprotocol Label Switching Architecture

OIF-FLEXE-2.0 Flex Ethernet

IEEE 802.3-2018 IEEE Standard for Ethernet

ITU-T Y.1711 Operation & Maintenance mechanism for MPLS networks

RFC 8402 Segment Routing Architecture IETF

RFC 1142 OSI IS-IS Intra-domain Routing Protocol IETF

RFC 4364 BGP/MPLS IP Virtual Private Networks (VPNs)

3GPP TS 38.215 5G NR (Release 15)

3GPP TS 23.501 5G的系统架构 (Release 16)

GB/T 12158 防止静电事故通用导则

GB/T 50311 建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范

GB/T 50312 建筑与建筑群综合布线系统工程验收规范

YD/T 778 光纤配线架

YD/T 779 数字配线架

YD 5059-2005 通信设备安装抗震设计规范

YD 5098-2005 通信局（站）防雷接地设计规范

3 术语和定义

国家、行业、团体、企业标准界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

5GC (5th Generation Core)

5G核心网，又可称为NGC。

[3GPP TS 23.501 V16.3.0 (2019-12)，定义 3.1]

3.2

LTE (Long Term Evolution)

长期演进，3GPP定义的移动通信技术名称，通常用来指LTE无线网络。

[3GPP TS 36.401 V1.0.0(2007-09)，6]

3.3

CU (Centralized Unit)

集中单元，主要包括非实时的无线高层协议栈功能。

[中国电信 5G光传送网白皮书-2017，2.2]

3.4

DU (Distributed Unit)

分布单元，主要处理物理层功能和实时性需求的二层功能。

[中国电信 5G光传送网白皮书-2017，2.2]

3.5

AAU (Active Antenna Unit)

有源天线单元，RRU天线一体化单元，一般供5G网络使用。

[中国电信 5G光传送网白皮书-2017, 2.2]

3.6

SPN (Slicing Packet Network)

切片分组网，是基于IP/MPLS/SR、Slicing Ethernet和波分的新一代端到端分层交换网络，具备业务灵活调度、高可靠性、低时延、高精度时钟、易运维、严格QoS保障等属性的传送网络。

[YD/T 3826-2021, 定义 3.1]

3.7

FlexE (Flexible Ethernet)

FlexE技术是一种基于以太网的多速率子接口在多PHY链路上的承载技术，支持捆绑、通道化和子速率。

[IA OIF-FLEXE-01.1, 摘要]

3.8

FlexE Client

FlexE服务客户，FlexE网络承载的服务客户，目前OIF标准定义为以太分组业务流，可扩展支持TDM、CPRI等业务类型。

[IA OIF-FLEXE-01.1, 6.2]

3.9

FlexE Group

FlexE组，一个或多个具备相同组编号的PHY组成的一个FlexE协议组，为FlexE Shim提供统一的底层服务。

[IA OIF-FLEXE-01.1, 6.2]

3.10

MPLS (Multi-Protocol Label Switching)

多协议标签交换技术是一种传输技术，可以实现用户业务的透明传输。MPLS结合了IP网络强大的路由功能和传统二层网络高效的转发机制，在转发平面采用面向连接方式。

[RFC 3031, 2.1]

3.11

SR (Segment Routing)

段路由SR (Segment Routing) 是基于源路由理念而设计的在网络上转发数据包的一种协议。SR将网络路径分成多个段，并且为这些段和网络中的转发节点分配段标识ID。通过对段和网络节点进行有序排列 (Segment List)，就可以得到一条转发路径。

[RFC 8402, 3.1.2]

3.12

L3VPN (Layer 3 Virtual Private Network)

三层虚拟专用网，是一种基于IP的VPN技术，为用户提供具有三层可达性的虚拟专用网络，并实现不同用户业务之间的路由隔离。对每个用户来讲，不同接入点的用户就像收到了一个虚拟的专用路由器上一样，实现不同接入点用户之间的路由互联。

[RFC 4364, 1.1]

4 适用院校专业

4.1 参照原版专业目录

中等职业学校：计算机应用、计算机网络技术、网站建设与管理、网络安全系统安装与维护、软件与信息服务、客户信息服务、计算机速录、计算机与数码产品维修、电子与信息技术、电子技术应用、通信技术、通信运营服务、通信系统工程安装与维护、物联网技术应用、网络信息安全等。

高等职业学校：通信技术、移动通信技术、通信系统运行管理、通信工程设计与监理、电信服务与管理、光通信技术、物联网工程技术、电子信息工程技术、应用电子技术、微电子技术、智能产品开发、智能终端技术与应用、智能监控技术应用、移动互联应用技术、光电技术应用、物联网应用技术、计算机应用技术、计算机网络技术等。

高等职业教育本科学校：电子信息工程、物联网工程、计算机应用工程、网络工程、软件工程、数字媒体技术、大数据技术与应用、信息安全与管理、通信工程、集成电路技术与应用等。

应用型本科学校：电子信息工程、电子科学与技术、通信工程、微电子科学与工程、光电信息科学与工程、信息工程、电子信息科学与技术、电信工程及管理、应用电子技术教育、计算机科学与技术、网络工程、信息安全、物联网工程、智能科学与技术、电子与计算机工程等。

4.2 参照新版职业教育专业目录

中等职业学校：电子信息技术、物联网技术应用、电子技术应用、计算机应用、计算机网络技术、软件与信息服务、数字媒体技术应用、大数据技术应用、移动应用技术与服务、网络信息安全、现代通信技术应用、通信系统工程安装与维护、通信运营服务、微电子技术及器件制造等。

高等职业学校：电子信息工程技术、物联网应用技术、应用电子技术、电子产品制造技术、电子产品检测技术、移动互联应用技术、智能光电技术应用、计算机应用技术、计算机网络技术、软件技术、数字媒体技术、大数据技术、云计算技术应用、信息安全技术应用、工业互联网技术、现代通信技术、现代移动通信技术、通信软件技术、卫星通信与导航技术、通信工程设计与监理、通信系统运行管理、智能互联网络技术、网络规划与优化技术、电信服务与管理、集成电路技术、微电子技术、机电一体化技术、电气自动化技术、工业互联网应用等。

高等职业教育本科学校：电子信息工程技术、物联网工程技术、柔性电子技术、光电信息工程技术、计算机应用工程、网络工程技术、软件工程技术、数字媒体技术、大数据工程技术、云计算技术、信息安全与管理、工业互联网技术、现代通信工程、集成电路工程技术、工业互联网工程等。

应用型本科学校：信息与计算科学、电气工程及其自动化、智能电网信息工程、电气工程与智能控制、能源互联网工程、电子信息工程、电子科学与技术、通信工程、微电子科学与工程、光电信息科学与工程、信息工程、电子封装技术、集成电路设计与集成系统、电磁场与无线技术、电波传播与天线、电子信息科学与技术、电信工程及管理、应用电子技术教育、计算机科学与技术、软件工程、网络工程、信息安全、物联网工程、智能科学与技术、空间信息与数字技术、电子与计算机工程、数据科学与大数据技术、网络空间安全、电子商务等。

5 面向职业岗位（群）

【5G 承载网络运维】（初级）：主要面向电信运营商、通信工程服务提供商、通信设备制造商等企事业单位，在工程建设、现场维护等工作岗位，从事工程建设、现场维护等工作。

【5G 承载网络运维】（中级）：主要面向电信运营商、通信工程服务提供商、通信设备制造商等企事业单位，在工程督导、网络维护等工作岗位，从事工程建设、网络维护、业务开通、常规故障处理等工作。

【5G 承载网络运维】（高级）：主要面向电信运营商、通信工程服务提供商、通信设备制造商等企事业单位，在技术支持、网络优化、网络运营等工作岗位，从事工程建设、网络维护、业务开通、复杂故障处理、网络规划和设计、网络优化等工作。

6 职业技能要求

6.1 职业技能等级划分

5G承载网络运维职业技能等级分为三个等级：初级、中级、高级，三个级别依次递进，高级别涵盖低级别职业技能要求。

【5G 承载网络运维】（初级）：根据承载网络的操作流程和规范，完成 5G 通信承载网络设备安装、站点测试、单站开通、设备联调、日常维护、设备验收等工作。

【5G 承载网络运维】（中级）：根据承载网络业务配置规范，完成 5G 通信承载网络站点巡检、业务开通、故障处理等工作。

【5G 承载网络运维】（高级）：根据承载网络的配置规范和维护要求，完成 5G 通信承载网络规划、网络设计、网络部署方案制定、项目管理、维护计划制定、时钟规划部署、网络评估、网络优化方案制定等工作。

6.2 职业技能等级要求描述

表 1 5G 承载网络运维职业技能等级要求（初级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
------	------	--------

1. 5G 承载设备安装	1.1 设备硬件认知	<p>1.1.1 能列举常见的机柜类型（不少于 3 种），并正确解释机柜之间的主要差异。</p> <p>1.1.2 能正确描述不同类型机柜内机柜安装的步骤和注意事项。</p> <p>1.1.3 能正确描述 PDP 模块、PDP 电源和子框电源线的安装步骤和注意事项。</p> <p>1.1.4 能正确识别不同类型的光纤跳线，能准确描述光纤跳线的布放规范（不少于 5 条）。</p> <p>1.1.5 能正确描述 5G 承载设备的典型结构、工作环境和电压等指标。</p> <p>1.1.6 能正确区分各类机盘、光模块、电模块和线缆，并根据实际工程需求选用合适的部件。</p>
	1.2 安装准备	<p>1.2.1 能正确描述机械安全、电气安全和激光安全等各类安全施工注意事项（每类不少于 3 种）。</p> <p>1.2.2 能根据 5G 承载设备安装需求，列举并准备各种安装工具（不少于 5 种）。</p> <p>1.2.3 能根据 5G 承载设备安装规范，检查安装环境，并准确记录检查结果和分析出不合格项。</p>
	1.3 设备安装	<p>1.3.1 能根据设备类型和机房环境选择合适的机柜，能安全、有序、合理地安装设备机柜。</p> <p>1.3.2 能根据安装流程和规范，安全、有序、合理地安装设备 PDP 模块、电源线和子框电源线。</p> <p>1.3.3 能根据安装流程和规范，安全、有序、合理地安装设备子框。</p> <p>1.3.4 能根据安装流程和规范，安全、有序、合理地安装设备机盘和风扇。</p>
	1.4 线缆连接及布放	<p>1.4.1 能根据安装需求与布线规范，完成设备内部和外部的线缆布放。</p> <p>1.4.2 能正确选用和操作测试仪表，完成线缆链路质量测试，并保证测试结果的准确性。</p> <p>1.4.3 能根据线缆的实际连接，正确完成标签制作和粘贴，并保证美观和清晰。</p>
2. 5G 承载设备开通	2.1 通信网络基础知识认知	<p>2.1.1 能根据 TCP/IP 分层模型，准确解释 IP 地址和 MAC 地址的作用。</p> <p>2.1.2 能正确描述跨网段通信、同网段通信的实现机制，并简要描述静态路由和动态路由的工作原理。</p> <p>2.1.3 能列举以太网的 VLAN 技术在 5G 承载网的具体应用（不少于 2 条）并加以解释。</p> <p>2.1.4 能简要解释 DHCP 和 ARP 协议的工作原理，并根据业务模型正确描述它们在 5G 承载网的应用。</p>
	2.2 设备加电	<p>2.2.1 能根据设备加电要求，完成设备加电安全检查。</p> <p>2.2.2 能根据设备加电标准动作，完成机柜电源接通和子框电源接通。</p> <p>2.2.3 能根据单板运行指示灯闪烁状态，准确判定设备</p>

		<p>加电后运行状态。</p> <p>2.2.4 能按照要求在指定表格上准确记录检查结果。</p>
	2.3 网管系统 认知	<p>2.3.1 能够简要描述 5G 承载网网管系统的常见功能（不少于 4 种）。</p> <p>2.3.2 能够描述 5G 承载网网管系统的部署模式（不少于 2 种）。</p> <p>2.3.3 能够简要描述 5G 承载网的网管系统与承载网设备之间通信的原理。</p>
	2.4 设备上管 开通	<p>2.4.1 能够成功开启网管服务并登陆网管系统。</p> <p>2.4.2 能够成功在网管系统里完成网元管理 IP 地址的规划和下发（30 分钟以内）。</p> <p>2.4.3 能够成功在网管系统里自动或手动完成设备板卡的添加，并保证与实际插卡情况一致。</p> <p>2.4.4 能够成功在网管系统里自动或手动完成设备之间连纤的添加，并保证与实际连纤情况一致。</p> <p>2.4.5 能够成功在网管系统里完成配置文件的备份和启动配置文件的设置。</p>
3. 5G 承载设备测试验收	3.1 5G 技术特点和 应用场景 认知	<p>3.1.1 能简要描述移动通信的发展历程，并正确复述各发展阶段的主流标准和业务特征。</p> <p>3.1.2 能准确概括 5G 的八大关键能力的含义、指标和单位，并能与 4G 的能力进行简要对比分析。</p> <p>3.1.3 能准确解释三大场景 eMBB、uRLLC 和 mMTC 的概念，并各列举典型应用（不少于 3 条）。</p>
	3.2 5G 承载网 网络架构 认知	<p>3.2.1 能根据通信行业专业划分，准确解释光传输承载网的功能定位。</p> <p>3.2.2 能正确描述 5G 承载网城域范围内的分层模型，并能正确描述各层次的常规组网规模和拓扑。</p> <p>3.2.2 能简要分析 5G 业务的承载需求，并列举 5G 承载关键技术（不少于 3 个）。</p> <p>3.2.3 能正确解释国际热门技术 SDN 的概念，并简要描述 SDN 在 5G 承载网的应用。</p>
	3.3 5G 无线、 核心网网络 架构 认知	<p>3.3.1 能根据通信行业专业划分，准确解释无线接入网、移动核心网的功能定位。</p> <p>3.3.2 能正确列举 5G 基站的硬件架构分类以及之间的连接关系，能简要描述 5G 基站的架构演进。</p> <p>3.3.3 能准确解释 5G 的 NSA、SA 两种场景的主要差异，并列举 option 方案（不少于 2 种）并简要解释。</p> <p>3.3.4 能列举 5G 核心网网元（不少于 3 个），并准确解释其主用功能。</p>
	3.4 工程竣工 验收	<p>3.4.1 能简要描述隧道连通性和业务连通性的测试指标项目及合格指标范围。</p> <p>3.4.2 能根据组网和验收方案，完成 5G 承载网的隧道连通性测试，并分析测试结果。</p> <p>3.4.3 能根据组网和验收方案，完成 5G 承载网的业务连</p>

		<p>通性测试，并分析测试结果。</p> <p>3.4.4 能根据验收方案，完成工程初验和工程终验，并请客户在工程初验报告和终验报告上签字确认。</p>
	3.5 网络可靠性测试	<p>3.5.1 能描述 5G 承载网的可靠性保护方案及各方案的保护对象。</p> <p>3.5.2 能根据网络变更操作流程，完成 5G 承载网设备的主控盘倒换测试，并分析测试结果。</p> <p>3.5.3 能根据可靠性倒换测试的检验标准，如实记录可靠性倒换测试结果和执行倒换回退操作，并验证操作结果。</p>
	3.6 竣工资料编制	<p>3.6.1 能根据竣工资料内容齐备性要求，确认竣工所需要的资料，并协调各方完成竣工相关资料的收集整理。</p> <p>3.6.2 能描述竣工资料内容的准确性要求，真实准确地记录测试数据和竣工状况。</p> <p>3.6.3 能描述竣工资料内容的规范性要求，按要求对竣工资料进行归档。</p>
4. 5G 承载设备维护	4.1 维护项目认知	<p>4.1.1 能描述出 80%以上的日常维护、周期性维护项目，并说出各项目的维护要点。</p> <p>4.1.2 能描述出 80%以上的设备现场维护和网管中心维护的工作项目，并说出各项目的维护要点。</p> <p>4.1.3 能描述各项维护的操作规范和注意事项（每项不少于 4 条）。</p>
	4.2 网管中心维护	<p>4.2.1 能完成网管服务器的硬件和软件的工作，并根据检查结果分析网管服务器是否满足工作要求。</p> <p>4.2.2 能使用网管检查告警和性能，能正确描述各种告警及性能的含义。</p> <p>4.2.3 能正确使用网管检查光功率，并根据结果判断光功率是否正常。</p> <p>4.2.4 能正确使用网管检查设备工作状态，并正确描述出各种状态参数的含义。</p> <p>4.2.5 能完成设备数据安全、基础数据配置和主控盘同步状态的检查工作。</p>
	4.3 设备现场维护	<p>4.3.1 能根据检查标准，完成硬件结构、线缆、机房配套设施和备件的检查，并对检查结果进行分析。</p> <p>4.3.2 能按照操作规范，更换设备机盘光模块和风扇单元，并确保更换后的部件正常运行。</p> <p>4.3.3 能按照操作规范，清洁设备、风扇单元和光纤连接器，并确保清洁后的器件满足运行要求。</p>
	4.4 维护报告编写	<p>4.4.1 能正确描述维护报告的编写要求，并将所完成的维护操作，编写成维护报告。</p> <p>4.4.2 能总结出维护中发现的问题，正确描述处理建议及原因。</p> <p>4.4.3 能描述日、周、月、季和年等时间维度的维护项目，并填写维护记录表。</p>

表 2 5G 承载网络运维职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 5G 业务开通	1.1 承载网切片技术认知	<p>1.1.1 能正确分析新一代以太网技术 FlexE（灵活以太网）的作用，并列举技术优势（不少于 2 条）。</p> <p>1.1.2 能简要描述 FlexE 如何实现网络带宽的切片和业务的隔离。</p> <p>1.1.3 能列举 FlexE 技术在 5G 承载网的具体应用（不少于 2 条）。</p>
	1.2 带宽切片配置	<p>1.2.1 能根据业务需求，在 5 分钟内完成 FlexE 切片的配置，设置切片的带宽，并成功验证结果。</p> <p>1.2.2 能根据业务调整需要，在 5 分钟内完成 FlexE 切片带宽调整的配置，并成功验证结果。</p> <p>1.2.3 能根据业务需求，在 5 分钟内完成切片逻辑通道的 VLAN 子接口配置，并成功验证结果。</p>
	1.3 IP 和路由配置	<p>1.3.1 能根据 IP 地址的分配策略，在 10 分钟内完成 loopback 和 NNI 接口的配置，并成功验证结果。</p> <p>1.3.2 能根据 IP 路由连通性要求，在 10 分钟内完成静态路由的配置，并成功验证结果。</p> <p>1.3.3 能根据 IP 路由连通性要求，在 10 分钟内完成动态路由的配置，并成功验证结果。</p>
	1.4 承载网隧道技术认知	<p>1.4.1 能正确描述 MPLS 标签转发和 IP 路由转发的区别，能各列举至少 1 条典型应用。</p> <p>1.4.2 能列举现有 MPLS 隧道的主要实现方式（不少于 2 条），并简要解释几种方式之间的差异。</p> <p>1.4.3 能正确描述国际主流的 SR 隧道技术的特点、实现机制及其在 5G 承载网的应用模型。</p>
	1.5 隧道配置	<p>1.5.1 能根据业务需求，在 5 分钟内完成控制面协议 PCEP 的配置。</p> <p>1.5.2 能根据业务需求，在 10 分钟内完成 SR 隧道的配置。</p> <p>1.5.3 能根据业务需求，完成 PCEP 和 SR 隧道的配置结果验证。</p>
2. 5G 承载网故障处理	2.1 异常告警识别	<p>2.1.1 能准确描述故障处理流程、主要告警的含义及产生原因。</p> <p>2.1.2 能根据故障处理要求，在 5 分钟内完成当前告警查询、告警级别划分和告警信息定位。</p> <p>2.1.3 能根据故障处理原则，在 5 分钟内完成异常告警的原因分析。</p>
	2.2 IP 路由故障处理	<p>2.2.1 能根据路由协议部署方案，在 5 分钟内正确区分出设备的直连路由、静态路由或动态路由。</p>

		<p>2.2.2 能根据路由协议参数规划, 在 10 分钟内完成路由协议邻居查询, 并对异常邻居进行分析。</p> <p>2.2.3 能根据路由协议参数规划, 在 10 分钟内完成路由表查询, 并对异常路由进行正确分析。</p>
	2.3 SR 隧道故障处理	<p>2.3.1 能根据 PCEP 参数配置规范, 在 5 分钟内完成 PCEP 配置检查。</p> <p>2.3.2 能使用网管, 在 5 分钟内完成 PCEP 状态查看。</p> <p>2.3.3 能使用网管, 在 10 分钟内完成 SR 隧道故障查询和定位, 并成功记录故障隧道信息。</p> <p>2.3.4 能使用网管, 在 10 分钟内完成 SR 隧道的状态查看, 并根据返回结果正确判断隧道的运行情况。</p>
	2.4 故障案例编写	<p>2.4.1 能根据故障报告模板, 详细描述故障发生时的故障现象。</p> <p>2.4.2 能根据故障现象, 获取并筛选有关的重要信息。</p> <p>2.4.3 能根据故障现象和相关信息, 理清故障处理思路, 进行故障原因的初步分析。</p> <p>2.4.4 能根据故障报告模板, 详细记录故障处理过程。</p> <p>2.4.5 能根据故障报告模板, 准确表述故障产生的根本原因, 并总结该类故障处理的经验方法或同类故障的规避方法。</p>

表 3 5G 承载网络运维职业技能等级要求（高级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 网络规划	1.1 网络资源规划	<p>1.1.1 能根据基站接入带宽和站点分布, 完成承载网接入层、汇聚层、核心层的组网规模设计, 确定各层次的网络结构及网元数量。</p> <p>1.1.2 能根据站点机房之间的距离, 通过光功率预算选择对接站点之间的光模块型号。</p> <p>1.1.3 能正确描述承载设备站点名称、连纤名称和端口名称等相关资源的规划标准并完成规划, 输出台账、站点工程设计图等归档资料。</p> <p>1.1.4 能正确描述承载网业务接口、网内互联接口和 loopback 接口等 IP 地址资源的规划要求并完成规划。</p> <p>1.1.5 能根据 5G 各场景的带宽需求, 描述出 FlexE 硬切片通道的规划原则, 并完成时隙容量的规划设计。</p> <p>1.1.6 能根据组网规模和业务特性, 描述出路由的规划设计要求, 并完成静态路由和动态路由协议的规划设计。</p>
	1.2 5G 业务规划与配置	<p>1.2.1 能正确描述 VPN 的意义和结构模型, 并列举 MPLS VPN 的典型应用 (不少于 2 条)。</p> <p>1.2.2 能准确解释 MPLS L2VPN 和 MPLS L3VPN 的转</p>

		<p>发原理之间的差异。</p> <p>1.2.3 能根据 5G 业务的特点，简要概述 MPLS VPN 在 5G 承载网的部署方案。</p> <p>1.2.4 能根据 5G 业务的流向特点，完成 SR 隧道的主用路径和保护路径规划，规划的路径符合隧道的建立原则。</p> <p>1.2.5 能根据 5G 业务模型，描述出 MPLS VPN 业务的路由规划原则，并完成相应的规划。</p> <p>1.2.6 能根据业务需求，在 10 分钟内完成 MPLS VPN 的配置，并成功验证结果。</p>
	1.3 时间同步网规划	<p>1.3.1 能正确识别承载设备硬件面板上的带外同步接口，能根据硬件参数选择对应类型的线缆。</p> <p>1.3.2 能正确选择外接同步源站点，能规划主、从同步源的配置参数。</p> <p>1.3.3 能正确设计整网的时钟同步路径和时间同步路径，并规划对应的保护路径。</p> <p>1.3.4 能根据性能指标要求，正确选择 5G 同步网所需的单纤双向光模块类型。</p>
2. 5G 承载网故障处理	2.1 异常告警处理	<p>2.1.1 能根据故障处理要求，在 5 分钟内完成当前告警查询、告警级别划分和告警信息定位。</p> <p>2.1.2 能根据故障处理原则，在 5 分钟内完成异常告警的原因分析。</p> <p>2.1.3 能根据故障处理流程，在 10 分钟内完成异常告警的处理，成功消除异常告警并恢复业务。</p>
	2.2 IP 路由故障处理	<p>2.2.1 能根据路由协议部署方案，在 5 分钟内正确区分出设备的直连路由、静态路由或动态路由。</p> <p>2.2.2 能根据路由协议参数规划，在 10 分钟内完成路由协议邻居查询和路由表查询，并对异常邻居和异常路由进行正确分析。</p> <p>2.2.3 能根据路由协议故障处理方法，在 10 分钟内完成邻居异常处理和路由异常处理，并成功验证 IP 路由的连通性。</p>
	2.3 PCEP 故障处理	<p>2.3.1 能根据 PCEP 参数配置规范，在 5 分钟内完成 PCEP 配置检查，并成功改正错误配置。</p> <p>2.3.2 能使用网管，在 5 分钟内完成 PCEP 状态查看。</p> <p>2.3.3 能根据 PCEP 协议故障处理方法，在 10 分钟内完成 PCEP 通信异常处理，并成功验证结果。</p>
	2.4 SR 隧道故障处理	<p>2.4.1 能使用网管，在 10 分钟内完成 SR 隧道故障查询和定位，并成功记录故障隧道信息。</p> <p>2.4.2 能使用网管，在 10 分钟内完成 SR 隧道的状态查看，并根据返回结果正确判断隧道的运行情况。</p> <p>2.4.3 能使用网管，在 10 分钟内完成 SR 隧道异常处理，并成功验证隧道的连通性。</p>
	2.5 VPN 故障	<p>2.5.1 能使用网管，在 10 分钟内完成 VPN 业务查询和</p>

	处理	<p>定位，并成功记录故障现象和 VPN 业务信息。</p> <p>2.5.2 能使用网管，在 10 分钟内完成 VPN 路由查询，并对异常路由和异常状态进行准确分析。</p> <p>2.5.3 能使用网管，在 10 分钟内完成 VPN 故障处理，并成功验证 VPN 私有连接的连通性。</p>
	2.6 故障案例编写	<p>2.6.1 能根据故障报告模板，详细描述故障发生时的故障现象。</p> <p>2.6.2 能根据故障现象，获取并筛选有关重要信息。</p> <p>2.6.3 能根据故障现象和相关信息，理清故障处理思路，进行故障原因的初步分析。</p> <p>2.6.4 能根据故障报告模板详细记录故障处理过程。</p> <p>2.6.5 能根据故障报告模板，准确表述故障产生的根本原因，并总结该类故障处理的经验方法或同类故障的规避方法。</p>
3. 网络优化	3.1 网络巡检	<p>3.1.1 能根据巡检指导文档，完成网管服务器外部环境、网管服务器硬件运行状态和网管服务器软件运行状态等项目的检查。</p> <p>3.1.2 能根据巡检指导文档，完成网管数据安全、数据库运行状态、网管运行状态和网管使用安全等项目的检查。</p> <p>3.1.3 能根据巡检指导文档，利用网管系统完成设备巡检，包括设备单板状态、光功率、机盘温度和机盘电压等常用信息。</p>
	3.2 网络评估	<p>3.2.1 能正确描述网络评估的流程。</p> <p>3.2.2 能简要描述网络结构的评估子项及指标。</p> <p>3.2.3 能针对各评估子项，准确提取现网数据，并对网络实际情况进行评分。</p>
	3.3 网络优化	<p>3.3.1 能根据网络评估情况，合理地给出网络结构类的优化建议。</p> <p>3.3.2 能根据网络评估情况，合理地给出网络资源类的优化建议。</p> <p>3.3.3 能针对优化建议，依据网络变更操作规范，安全、有效地执行网络变更。</p>

参考文献

- [1] IMT-2020(5G) 5G承载需求白皮书
- [2] IMT-2020(5G) 5G承载网络架构和技术方案白皮书
- [3] IMT-2020(5G) 5G承载光模块白皮书
- [4] RFC 3644 Policy quality of service (QoS) Information model
- [5] RFC 8402 Segment Routing Architecture IETF
- [6] RFC 1142 OSI IS-IS Intra-domain Routing Protocol IETF
- [7] RFC 4364 BGP/MPLS IP Virtual Private Networks (VPNs)
- [8] RFC 3031 Multiprotocol Label Switching Architecture
- [9] OIF-FLEXE-2.0 Flex Ethernet
- [10] IEEE 802.3-2018 IEEE Standard for Ethernet
- [11] ITU-T Y.1711 Operation & Maintenance mechanism for MPLS networks
- [12] 3GPP TS 38.215 5G NR (Release 15)
- [13] 3GPP TS 23.501 5G的系统架构 (Release 16)
- [14] 2015-1638T-YD 软件定义分组传送网 (SPTN) 总体技术要求
- [15] 2016-1511T-YD 分组传送网 (PTN) 网络流量和性能监测分析技术要求
- [16] QB-B-016-2016 高精度时间同步1PPS+TOD时间接口规范
- [17] QB-B-011-2016 分组传送网 (PTN) 设备测试规范
- [18] GB/T 12158 防止静电事故通用导则
- [19] GB/T 50311 建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范
- [20] GB/T 50312 建筑与建筑群综合布线系统工程验收规范

- [21] YD/T 778 光纤配线架
- [22] YD/T 779 数字配线架
- [23] YD/T 5003-2005 电信专用房屋设计规范
- [24] YD 5059-2005 通信设备安装抗震设计规范
- [25] YD 5098-2005 通信局（站）防雷接地设计规范
- [26] YD 5002-2005 邮电建筑防火设计标准
- [27] 中华人民共和国教育部.高等职业学校移动通信技术专业教学标准.2019
- [28] 中华人民共和国教育部.高等职业学校移动通信工程设计与监理专业教学标准.2019
- [29] 中华人民共和国教育部.高等职业学校通信技术专业教学标准.2019
- [30] 教育部关于印发《职业教育专业目录(2021年)》的通知(教职成〔2021〕2号)
- [31] 《教育部关于公布2019年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》(教高函〔2020〕2号)
- [32] 《教育部关于公布2020年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》(教高函〔2021〕1号)