

国 际 电 信 联 盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

Y.4421

(10/2021)

Y系列：全球信息基础设施、互联网协议问题、
下一代网络、物联网和智慧城市

物联网和智慧城市及社区 – 框架、架构和协议

使用IMT-2020网络的无人机和 无人机控制器的功能架构

ITU-T Y.4421建议书

ITU-T



全球信息基础设施、互联网协议问题、下一代网络、物联网和智慧城市

全球信息基础设施	
概要	Y.100–Y.199
业务、应用和中间件	Y.200–Y.299
网络问题	Y.300–Y.399
接口和协议	Y.400–Y.499
编号、寻址和命名	Y.500–Y.599
运营、管理和维护	Y.600–Y.699
安全	Y.700–Y.799
性能	Y.800–Y.899
互联网的协议问题	
概要	Y.1000–Y.1099
业务和应用	Y.1100–Y.1199
体系、接入、网络能力和资源管理	Y.1200–Y.1299
传输	Y.1300–Y.1399
互通	Y.1400–Y.1499
服务质量和网络性能	Y.1500–Y.1599
信令	Y.1600–Y.1699
运营、管理和维护	Y.1700–Y.1799
计费	Y.1800–Y.1899
经由NGN的IPTV	Y.1900–Y.1999
下一代网络	
框架和功能体系模型	Y.2000–Y.2099
服务质量和性能	Y.2100–Y.2199
业务方面：业务能力和业务体系	Y.2200–Y.2249
业务方面：NGN中业务和网络的互操作性	Y.2250–Y.2299
NGN的增强功能	Y.2300–Y.2399
网络管理	Y.2400–Y.2499
网络控制体系和协议	Y.2500–Y.2599
基于分组的网络	Y.2600–Y.2699
安全	Y.2700–Y.2799
通用移动性	Y.2800–Y.2899
运营商水平的开放环境	Y.2900–Y.2999
未来网络	Y.3000–Y.3499
云计算	Y.3500–Y.3999
大数据	Y.3600–Y.3799
量子密钥分发网络	Y.3800–Y.3999
物联网和智慧城市及社区	
概要	Y.4000–Y.4049
定义和术语	Y.4050–Y.4099
要求和应用案例	Y.4100–Y.4249
基础设施、连接和网络	Y.4250–Y.4399
框架、构架和协议	Y.4400–Y.4549
业务、应用、计算和数据处理	Y.4550–Y.4699
管理、控制和性能	Y.4700–Y.4799
识别与安全	Y.4800–Y.4899
评估与评定	Y.4900–Y.4999

如果需要进一步了解细目，请查阅ITU-T建议书清单。

使用IMT-2020网络的无人机和 无人机控制器的功能架构

摘要

广泛使用的民用无人机（UAV）对通信和网络能力提出了越来越高的要求，包括无缝覆盖、低延迟、Gbps级速率和高精度定位。现有的民用无人机商用产品采用直接无线电链路，这受服务距离和质量的限制。因此，IMT-2020可用于无人机通信。无人机需要同时提供不同特性的服务，为此需要一种全新类型的IMT-2020用户终端。同样，IMT-2020是一种新型的无人机通信网络，因为它最初是为地面覆盖而设计的。为了在IMT-2020网络中实现对民用无人机操作的支持及提高无人机应用服务的质量，需要一套功能来弥合无人天线系统（UAS）与IMT-2020网络之间的互操作差距。ITU-T Y.4421建议书为使用IMT-2020网络的UAV和UAV控制器提供了一个功能架构，以及在应用层、服务和应用支持层以及安全能力中定义的功能。本建议书旨在解决民用无人机使用其传输能力接入IMT-2020网络并实现通信的问题。

历史沿革

版本	建议书	批准	研究组	唯一识别码*
1.0	ITU-T Y.4421	2021-10-11	20	11.1002/1000/14738

关键词

功能架构，IMT-2020，无人机

* 欲查阅建议书，请在您的网络浏览器地址域键入URL <http://handle.itu.int/>，随后输入建议书的唯一识别码，例如，<http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>。

前言

国际电信联盟（ITU）是从事电信、信息通信技术（ICT）领域工作的联合国专门机构。ITU-T（国际电信联盟电信标准化部门）是国际电信联盟的常设机构，负责研究技术、操作和资费问题，并且为在世界范围内实现电信标准化，发表有关上述研究项目的建议书。

每四年一届的世界电信标准化全会（WTSA）确定ITU-T各研究组的研究课题，再由各研究组制定有关这些课题的建议书。

WTSA第1号决议规定了批准建议书须遵循的程序。

属ITU-T研究范围的某些信息技术领域的必要标准，是与国际标准化组织（ISO）和国际电工技术委员会（IEC）合作制定的。

注

本建议书为简明扼要起见而使用的“主管部门”一词，既指电信主管部门，又指经认可的运营机构。

遵守本建议书的规定是以自愿为基础的，但建议书可能包含某些强制性条款（以确保例如互操作性或适用性等），只有满足所有强制性条款的规定，才能达到遵守建议书的目的。“应该”或“必须”等其它一些强制性用语及其否定形式被用于表达特定要求。使用此类用语不表示要求任何一方遵守本建议书。

知识产权

国际电联提请注意：本建议书的应用或实施可能涉及使用已申报的知识产权。国际电联对无论是其成员还是建议书制定程序之外的其它机构提出的有关已申报的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见。

至本建议书批准之日止，国际电联已经收到实施本建议书可能需要的受专利/软件版权保护的知识产权的通知。但需要提醒实施者注意的是，这可能并非最新信息，因此特大力提倡他们通过下列ITU-T网址查询ITU-T的专利数据库：<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>。

© 国际电联 2021

版权所有。未经国际电联事先书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

目录

页码

1	范围	1
2	参考文献	1
3	定义	1
3.1	他处定义的术语	1
3.2	本建议书中定义的术语	2
4	缩写词和首字母缩略语	2
5	惯例	3
6	概述	3
7	功能要求	4
7.1	应用层要求	4
7.2	服务和应用支持层要求	5
7.3	安全能力要求	6
8	功能架构	6
8.1	飞行状态演示	8
8.2	服务质量演示	8
8.3	公共信息分发	8
8.4	无人机和控制器服务和拥塞管理	8
8.5	无人机任务管理	8
8.6	无人机和控制器身份存储	9
8.7	无人机和控制器状态监控	9
8.8	无人机和控制器匹配	9
8.9	无人机和控制器授权和认证	9
8.10	用户授权和认证	9
9	安全考虑	10
附录I	– 基于IMT-2020网络的无人机注册、安全飞行控制/监控和航路规划用例	11
I.1	基于IMT-2020网络的无人机和用户注册用例	11
I.2	基于IMT-2020网络的无人机安全飞行控制/监控流程用例	12
I.3	基于IMT-2020网络的无人机航路规划用例	13
参考书目		14

使用IMT-2020网络的无人机和 无人机控制器的功能架构

1 范围

本建议书的范围包括：

- **功能架构：**使用IMT-2020网络作为用户终端的民用无人航空器（UAV）和无人机控制器的功能参考架构。
- **功能：**在功能架构中定义的功能，包括应用层、服务和应用支持层以及安全能力。

此外，本建议书还定义了使用功能架构的相关要求、程序、安全考虑和部署用例。

注1 – 现有的IMT-2020通用功能和能力，以及已集成在UAV中用于飞行的供电和监控模块不在本工作项目的范围内。

注2 – 民用无人机飞行法规和监管（例如，国际民航组织（ICAO）提出的、定义用于注册、识别和交通管理的类别规范和功能）不在本工作项目的范围内。任何基于本建议书的实施方案都应区域和国家/地区法规保持一致。

2 参考文献

以下ITU-T建议书和其中引用条款的其他参考文献构成本建议书的条款。所注明版本在出版时有效。所有建议书及其他参考文献均接受修订；因此鼓励使用本建议书时了解是否可能使用最新版本的建议书和以下列出的其他参考文献。ITU-T建议书的现行有效版本清单定期出版。本建议书内文档的参考文献作为独立文件并不反映本建议书版本的状况。

[ITU-T Y.2012]	ITU-T Y.2012建议书（2010年），下一代网络的功能要求和架构。
[ITU-T Y.3300]	ITU-T Y.3300建议书（2014年），软件定义网络的框架。
[ITU-T Y.3501]	ITU-T Y.3501建议书（2016年），云计算 – 框架和高层要求。
[ITU-R M.1645]	ITU-R M.1645建议书（2003年），IMT-2020及IMT-2020之后系统未来发展的框架和总体目标。
[ITU-R M.2083-0]	ITU-R M.2083-0建议书（2015年），2020年及之后IMT未来发展的框架和总体目标。

3 定义

3.1 他处定义的术语

本建议书使用以下他处定义的术语：

3.1.1 应用（application） [b-ITU-T Y.2091]：一个结构化的能力集，这些能力可在一种或多种服务的支撑下提供增值功能，并可通过一个API接口来提供支撑。

3.1.2 能力（capability） [b-ITU-R M.1224-1]：在给定的内部条件下，一个项目满足某项具有定量特性的服务要求的能力。

3.1.3 民用无人机 (civilian unmanned aerial vehicle) [b-ITU-T F.749.10]: 由地面控制站或遥控器通过各种无线通信方式控制的无人飞行装置。它通常由飞机机身、动力装置、航空电子电气设备和任务载荷设备等组成, 用于工业、消费领域等非军事应用领域, 完成对包括音频、视频和图像在内的数据的特定操作和传输。

3.1.4 设备 (device) [b-ITU-T Y.4000]: 在物联网中, 这是一个具有强制性通信能力和选择性传感、激励、数据捕获、数据存储和数据处理能力的设备。

3.1.5 物联网 (Internet of things) (IoT) [ITU-T Y.4000]: 信息社会的一种全球基础设施, 它基于现有的和正在演进的、可互操作的信息通信技术, 实现 (物理之物和虚拟之物的) 相互连接, 以提供先进的服务。

注1 – 通过利用标识、数据捕获、处理和通信能力, 物联网充分利用“物”向所有类型的应用提供服务, 同时确保满足安全和隐私要求。

注2 – 广义而言, 物联网可被视为技术和社会影响方面的一个愿景。

3.1.6 基准点 (reference point) [ITU-T Y.2012]: 两个非交叉功能实体间连接处的一个概念点, 可用于确定在这些功能实体之间交换的信息类型。

3.1.7 服务 (service) [b-ITU-T Y.2091]: 由提供商向用户提供的一系列功能与设施。

3.1.8 物 (thing) [b-ITU-T Y.4000]: 在物联网中, “物”指的是物理世界 (物理之物) 或信息世界 (虚拟之物) 中的一个对象, 它可被标识并整合进通信网络中。

3.2 本建议书中定义的术语

无。

4 缩写词和首字母缩略语

本建议书使用以下缩写词和首字母缩略语:

4G	第四代移动通信
eMBB	增强型移动宽带服务
IMEI	国际移动设备识别码
IMSI	国际移动用户识别码
IoT	物联网
MTC	机器类型通信
mMTC	大规模机器类型通信
NFV	网络功能虚拟化
QoS	服务质量
SDN	软件定义网络
SIM	用户身份模块
SON	自组织网络

UAS	无人机系统
UAV	无人机
uRLLC	超可靠和低延迟通信

5 惯例

在本建议书中使用以下惯例：

- 关键用语“要求”（**is required to**）表明是一项务必严格遵守的要求，若要宣布与本建议书一致，则不允许与该要求有任何偏离。
- 关键用语“建议”（**is recommended**）表明是一项建议遵守的要求，但并非绝对必要。因此宣布一致性时可不提出该要求。

6 概述

根据[ITU-R M.2083-0]，IMT-2020可被视为“提供比[ITU-R M.1645]中所述之能力更多增强型能力的系统、系统组件和相关方面”。请注意，[ITU-R M.1645]为无线电接入网定义了IMT-2000及IMT-2000之后系统未来发展的框架和总体目标。

IMT-2020网络将自身与第四代（4G）网络[ITU-T Y.2012]区分开来，不仅在无线电性能方面有进一步演进，而且还大大提高了端到端灵活性。这种端到端灵活性很大程度上来自于在IMT-2020网络组件中引入了网络软件化方法。软件定义网络（SDN）[ITU-T Y.3300]、网络功能虚拟化（NFV）[b-ETSI NFV-WP1] [b-ETSI NFV-WP5G]和云计算[ITU-T Y.3501]等技术将共同为IMT-2020网络提供前所未有的灵活性。这种灵活性将使IMT-2020网络中的大量新能力成为可能，包括网络切片[b-ITU-T Y-Sup.44]。

预计IMT-2020网络支持的服务可分为三类[ITU-R M.2083-0]：增强型移动宽带（eMBB）服务、基于超可靠和低延迟通信（uRLLC）的服务，以及基于大规模机器类型通信（mMTC）的服务。

- eMBB允许用户可以随时随地体验高速、高质量的多媒体服务，例如，虚拟现实、增强现实、4K或8K超高清视频甚至全息服务。
- uRLLC支持需要极低端到端延迟的延迟敏感和任务关键服务，例如，触觉互联网、医疗或工业机器人的远程控制、无人驾驶汽车和实时交通控制。
- mMTC涉及大量的MTC设备。

与IMT-advanced和其他移动通信网络相比，IMT-2020网络在数据速率、延迟、覆盖、定位、安全和能源效率方面的能力有所提高，因此它可更好地帮助无人机应用并满足其需求。此外，通过引入网络切片、大规模天线、自组织网络（SON）等新技术，它将进一步保证空中网络覆盖、端到端服务质量以及对联网无人机的高效识别和控制。

大多数无人机应用和服务都需要从无人机到服务中心或控制器的高清视频反馈。例如，无人机辅助管道和基站巡检、搜救任务和娱乐需要高达30 Mbit/s的上行链路传输数据速率，这可以在IMT-2020典型的城乡覆盖场景中提供。全景视频、虚拟现实、农业和林业监视等一些专业应用可能需要高于100 Mbit/s的数据速率，对此，IMT-2020网络可以通过其高频和低频的协调覆盖来支持。

为了实现无人机姿态稳定和调整，任务设备管理和应急对策远程控制是无人机应用和服务的另一个典型需求。端到端延迟要求可能因应用场景和服务特性的不同而不同，例如，娱乐、管道、基站巡检要求的遥控时延可达500 ms，而搜救、监视要求的遥控时延需小于100 ms。由于其服务质量（QoS）机制以及灵活的帧和调度设计，IMT-2020网络是可以保证做到这一点的。

随着应用的多样化，对无人机定位的需求也逐渐增加。普通的监视和娱乐仅要求50 m以内的定位精度，而管道和基站巡检、搜救、自动返航和降落则要求更高的、1 m甚至0.1 m的定位精度。通过蜂窝网络和差分GNSS的混合定位技术，IMT-2020网络可以达到这样的定位精度，从而满足无人机应用和服务的需求。

除了广度之外，连接的无人机也对通信网络覆盖的高度带来了影响。娱乐、搜救和监视的覆盖高度要求在100 m左右，而管道和基站巡检、测绘则可能需要300 m到1000 m的覆盖高度。通过大规模天线和干扰消除技术，IMT-2020网络可以大大增强无人机应用和服务的空中覆盖性能。

从这个角度来看，IMT-2020网络（目前处于早期商业部署阶段）将能够满足上述要求，并在为无人机系统（UAS）提供无所不在的覆盖和可持续服务方面发挥关键作用[b-ITU-R M.2171]。该功能架构用于民用无人机和无人机控制器，利用其交通和传输能力，在IMT-2020网络中进行访问和通信，并弥合UAS与IMT-2020网络之间实现互操作的鸿沟。无人机和控制器的用户信息，包括应用数据、控制指令、飞行状态和身份信息，对IMT-2020网络是透明的。

7 功能要求

第7.1至7.3节描述功能要求，包括应用层、服务和应用支持层以及安全能力。

7.1 应用层要求

本节描述了应用层的功能需求。应用层依托从服务和应用支持层到无人机、无人机控制器和其他授权用户的能力，来提供呈现各项功能的应用。

飞行状态演示：为该应用的控制器和其他授权用户提供演示无人机飞行状态的功能。

- 需要演示无人机的高度（高于地面）；
- 需要演示无人机的速度（水平和/或垂直）和方向；
- 建议演示无人机的螺旋桨速度；
- 建议演示无人机的剩余电量和飞行时间；
- 建议演示无人机的飞行姿态（如机身高度）；
- 建议演示无人机的当前飞行程序（如起飞、巡航和降落）；
- 建议演示无人机的导航点（如三维坐标）。

服务质量演示：为该应用的无人机、控制器和其他授权用户提供演示服务质量的功能。

- 需要演示无人机与无人机控制器或无人机控制中心之间的端到端延迟；
- 需要演示无人机与无人机控制器或无人机控制中心之间的传输速率；
- 需要演示无人机与无人机控制器或无人机控制中心之间的数据包丢失率。

公共信息分发：为该应用的无人机、控制器和其他授权用户提供分发公共信息的功能。

- 需要将空中交通控制信息分发给无人机和无人机控制器；
- 需要将无人机飞行限制和警告区域信息分发给无人机和无人机控制器；
- 建议将天气信息分发给无人机和无人机控制器；
- 建议将灾害信息分发给无人机和无人机控制器；
- 建议将商业信息（如网络质量信息）分发给无人机和无人机控制器。

无人机和控制器服务和拥塞管理：提供依据服务类型和重要性进行应用级调度和优先级处理的功能。无人机和控制器服务和拥塞管理功能确保网络层以上的服务质量。它作为包括IMT-2020 QoS机制在内的端到端QoS的一部分，并可以为不同的应用调用IMT-2020中定义的网络切片。

- 需要支持无人机和无人机控制器服务的静态（按绝对顺序）调度和优先级处理；
- 建议支持无人机和无人机控制器服务的动态（按相对顺序）调度和优先级处理。

无人机任务管理：为无人机提供管理任务相关和/或飞行相关应用的功能。

- 需要支持无人机和无人机控制器的控制指令执行；
- 需要支持无人机的飞行日志记录；
- 建议支持无人机的航路规划；
- 建议支持无人机的导航；
- 建议支持无人机和无人机控制器的任务调度；
- 建议支持无人机的无人机编组；
- 建议支持无人机和无人机控制器的音频/视频/监控数据处理。

7.2 服务和应用支持层要求

本节描述了服务和应用程序支持层的功能需求。服务和应用支持层由能够提供应用接口以收集应用层中不同应用之数据的各种能力组成。

无人机和控制器身份存储：存储用于授权和认证的无人机和控制器身份信息，以访问IMT-2020网络。存储的身份信息可用于在应用层和安全能力中定义的、新兴的身份相关的功能。

- 需要支持存储无人机和无人机控制器的永久身份；
- 建议支持存储无人机和无人机控制器的临时身份。

无人机和控制器状态监控：监控演示的飞行状态和服务质量信息。应用层需要的信息可以通过监控相关参数和系统来获得，例如，无人机动力系统和发动机系统。监控操作可以由无人机自身来触发，也可以由控制器或其他授权用户的请求来触发。

- 需要支持无人机触发的监控操作；
- 需要支持无人机控制器触发的监控操作；
- 建议支持其他授权用户触发的监控操作。

无人机和控制器匹配：存储授权无人机和控制器的匹配关系。匹配关系可用于在应用层和安全能力中定义的新兴对等（例如，无人机与其匹配的无人机控制器）功能。

- 需要支持添加、删除和修改无人机与无人机控制器之间的匹配关系。

7.3 安全能力要求

本节描述了安全能力中的功能要求。包括用户数据传输加密和完整性保护在内的IMT-2020安全能力可重用于网络层及以下。

无人机和控制器授权和认证：提供授权和认证无人机或无人机控制器接入IMT-2020网络的功能。可以采用IMT-2020用户授权和认证规则和程序作为基线。可以基于无人机和无人机控制器身份在应用层开发额外的和特定的授权和认证规则和程序。

- 需要支持添加、删除和修改用于IMT-2020网络接入的无人机或无人机控制器认证或许可证与其在IMT-2020中所用身份或订购信息之间的关联。

用户授权和认证：提供授权和认证用户而非无人机或无人机控制器使用第7.1节和第7.2节中所定义功能的功能。可以采用IMT-2020用户授权和认证规则和程序作为基线。可以在应用层开发额外的和特定的授权和认证规则和程序。

- 需要支持添加、删除和修改用于访问全部或部分功能的用户而非无人机或无人机控制器认证或许可证与其在IMT-2020中所用身份或订购信息之间的关联。

8 功能架构

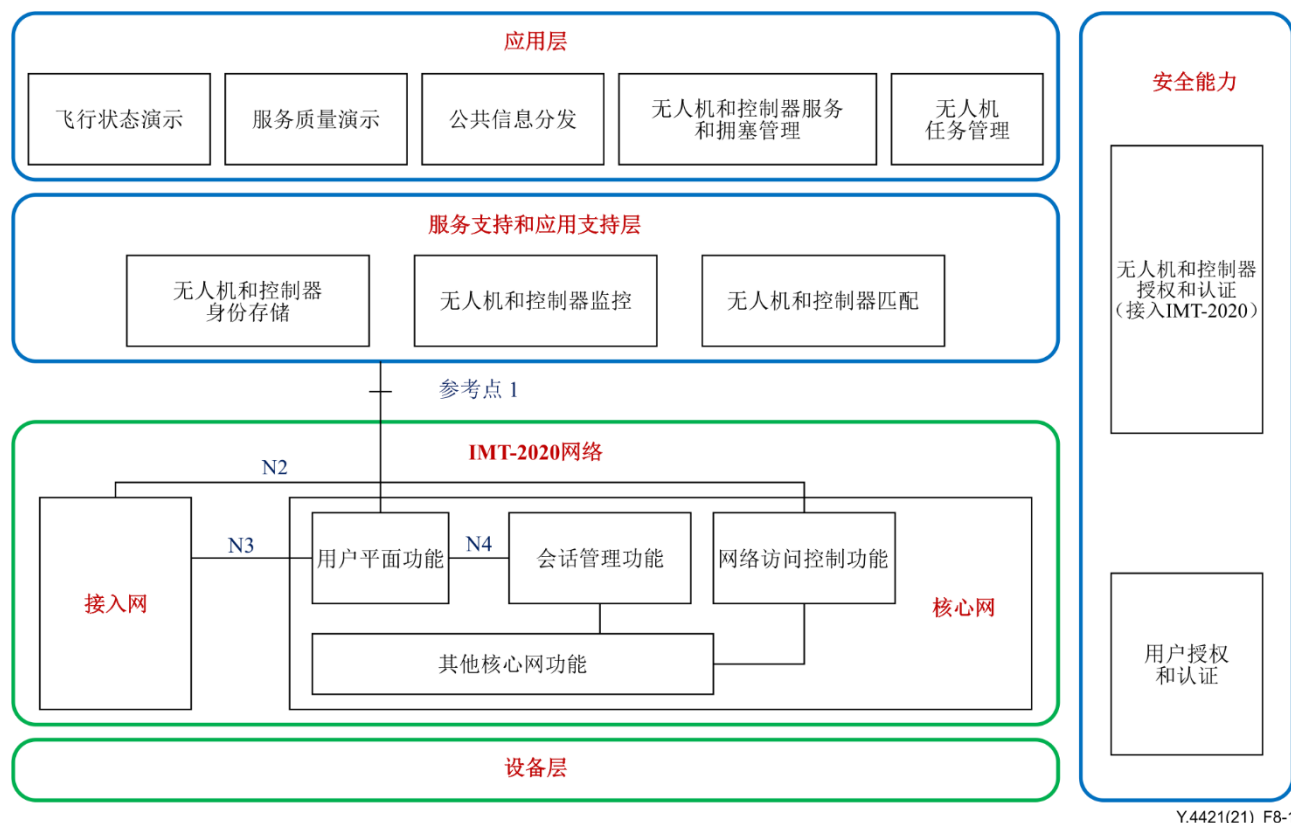


图8-1 – 使用IMT-2020网络的无人机和无人机控制器的功能架构

参考点1位于IMT-2020核心网中的支持层与用户平面功能之间。作为参考，位置在[ITU-T Y.3102]图8-1中的“用户平面功能”与“数据网络”之间。在[b-3GPP TS 23.501]中也将之定义为N6。例如，天气信息、灾害信息和商业信息可以从网络运营商经由参考点1分发给无人机、无人机控制器和其他授权用户。基于IMT-2020规则，无人机、无人机控制器和用户的授权和认证可以通过IMT-2020网络与无人机之间的交互来执行。具体来说，可以将数字标识符嵌入到经由参考点1报告给网络的消息中。通过上述信息，可以将认证或许可与无人机、无人机控制器和用户相关联。

参考点1在IMT-2020范围内。本建议书中无需对参考点1做更多定义或修改。

尽管如此，定义的功能架构对各种通信网络（如IMT-2000）具有普遍性，本建议书使用IMT-2020功能的技术原因包括（但不限于）：

用户平面功能

它是实现为IMT-2020网络而开发的新QoS机制的关键。与其他通信网络（如IMT-2000）不同，IMT-2020网络对核心网和接入网采用2级QoS机制，例如，核心网根据其QoS要求将数据流映射到QoS流，而接入网则根据当前无线信道状况和负载，进一步将QoS流映射到数据无线承载。该机制将部分QoS保障权限委托给接入网，并因此实现了业务需求与传输能力之间的更灵活适配。通过这种QoS机制，接入网能够尽最大努力确保关键的无人机服务，如远程控制，并对数据承载进行初步调整，以减少延迟或避免中断。

会话管理功能

除了用户计划功能实现的新QoS机制外，会话管理功能还通过会话的优先级处理来保证对不同目的地的服务的适当调度。这对无人机服务而言至关重要，尤其是在确保远程控制效率的同时，可以保持视频反馈等其他服务的连续性。此外，该功能还允许暂停和恢复会话，允许无人机服务按需挂起，以节省能源并在需要时快速恢复。

网络访问控制功能

通过网络访问控制功能，IMT-2020网络利用相关安全技术，同时实施新的安全协议来解决以前未解决的威胁。IMT-2020网络不是通过用户身份模块（SIM）卡对用户进行身份认证，这很难满足无人机的各种服务和要求，IMT-2020网络通过为每个设备指配一个唯一的身份来解决这个问题。此外，它还提供了更好的加密（256位而不是128位），尤其是对第一步验证的过程，以避免泄露无人机身份和位置信息。

其他核心网络功能

IMT-2020核心网依据基于服务的架构而设计。这种架构不是将功能集成到物理网络元素中，而是允许IMT-2020核心网基于逻辑接口来调用功能。它实现了动态的网络负载分担、灾害恢复、更简单的扩容和网络功能的开放性，这更好地支持了大容量的无人机和无人机服务。

无人机服务的另一个重要特征是网络切片。IMT-2020网络定义了一系列切片相关功能，包括网络切片选择功能、网络仓库功能和网络数据分析功能。利用网络切片选择功能，IMT-2020网络中的无人机可以根据自身的属性、应用行业或业务需求，形成一种或多种类型的用户。通过为无人机指配（或允许之使用）某个专用切片集，可以在逻辑上将无人机的服务策略与其他用户区分开来。通过细化无人机的专用切片识别码，可以区分不同应用行业的无人机，以及控制数据和多类型应用数据服务，这可以利用不同的切片来保证。

8.1 飞行状态演示

该功能实现了对无人机飞行状态的演示。演示飞行状态功能可用于信息共享或应用/服务。演示的飞行状态功能包括第7.1节中描述的一个或多个参数。

该功能从第8.5节定义的无人机任务管理功能和第8.7节定义的无人机和控制器状态监控功能中收集飞行状态信息。它将收集到的信息转换为参数，这些参数可演示并分享给无人机控制器或其他授权用户。无人机和无人机控制器或其他授权用户之间的匹配关系可以由第8.8节定义的无人机和控制器匹配功能所提供的匹配关系来确定，也可以由第8.10节定义的用户授权和认证功能所提供的使用该功能的权限来确定。

8.2 服务质量演示

该功能实现了对自/至无人机控制器或控制中心的无人机服务质量的演示。演示服务质量可用于信息共享或应用/服务。演示的服务质量包括第7.1节中描述的一个或多个参数。

该功能从第8.7节定义的无人机和控制器状态监控功能中收集服务质量信息。它将收集到的信息转换为参数，这些参数可演示并分享给无人机控制器或其他授权用户。无人机和无人机控制器或其他授权用户之间的匹配关系可以由第8.8节定义的无人机和控制器匹配功能所提供的匹配关系来确定，也可以由第8.10节定义的用户授权和认证功能所提供的使用该功能的权限来确定。

8.3 公共信息分发

该功能实现了向无人机控制器或其他授权用户发布公共信息。公共信息分发功能可用于信息共享或应用/服务。分发的公共信息功能包括第7.1节中描述的一个或多个参数。

该功能从管理部门收集公共信息，例如，民航管理、公共安全或灾害预警、来自企业（如网络运营商）的商业信息。它将收集到的信息转换为参数，这些参数可分发给无人机控制器或其他授权用户。无人机和无人机控制器或其他授权用户之间的匹配关系可以由第8.8节定义的无人机和控制器匹配功能所提供的匹配关系来确定，也可以由第8.10节定义的用户授权和认证功能所提供的使用该功能的权限来确定，或可以由第8.5节定义的无人机任务管理功能所提供的位置或航路信息来确定。

8.4 无人机和控制器服务和拥塞管理

该功能实现了对应用层的服务调度和优先级处理。可以静态地或动态地调度服务，如第7.1节所述。

该功能从第8.5节定义的无人机任务管理功能收集服务信息。然后根据服务类型和重要性对服务进行绝对或相对排序，以保证优先任务的服务质量，避免可能出现的传输拥塞。

8.5 无人机任务管理

该功能实现了对无人机的任务或飞行管理。它支持第7.1节中描述的一个或多个应用。

该功能从无人机控制器、控制中心或管理部门（例如，民航管理部门）收集与任务相关或与飞行相关的信息或飞行指令。可为相应的无人机提供转发控制指令、记录飞行、规划航路或调度任务等功能。

如果支持的话，该功能还可以通过开放接口，从IMT-2020网络获取网络质量信息（例如，服务负载、信号强度、特定区域的干扰或覆盖盲区。它可以根据来自IMT-2020网络的网络质量信息为无人机相应地规划航路或航点，以确保服务质量。

该功能还提供必要的信息，包括飞行状态和服务类型，以及分别对第8.1节定义的飞行状态演示和无人机功能和第8.4节定义的控制器服务和拥塞管理功能而言的重要性。

8.6 无人机和控制器身份存储

该功能实现了对无人机和无人机控制器身份的存储，这些身份是为应用和服务支持功能而定义的，或者为本功能架构中定义的其他身份相关功能而定义。

该功能从无人机和控制器收集设备身份信息，或者从其制造或管理部门收集认证或许可信息。它通过某些算法从收集到的信息中生成要在本功能架构中使用的、无人机和无人机控制器的身份。无人机或控制器的每个生成身份都将被存储并被用作专用的标识符，用于如第8.8节中所定义的匹配，以及如第8.9节中所定义的、与IMT-2020中所用之身份或订购信息的关联。

8.7 无人机和控制器状态监控

该功能实现了对无人机或无人机控制器触发之飞行状态和服务质量信息的监控。它也可以由其他授权用户来触发（如在指挥中心）。

该功能从安装于无人机或无人机控制器中的传感器或软件收集状态信息（主要是测量参数）。它将收集到的信息转换为其他功能要求的监控参数（例如，飞行状态演示的速度或服务质量演示的传输延迟）并传递结果。

如果支持，该功能还能够通过开放接口向IMT-2020网络提供收集到的信息或监控到的项目。通过该功能的信息，IMT-2020可以根据无人机的高度或速度信息来配置小区关系、测量报告和小区重选规则。

8.8 无人机和控制器匹配

该功能实现了对无人机和无人机控制器的匹配关系管理。匹配关系可用于确保经由IMT-2020网络的通信源和目的地，或者呈现应用层中定义的配对相关功能。

该功能从无人机和无人机控制器或者其制造或管理部门收集匹配信息。它生成一个匹配表，包括匹配的无人机和无人机控制器的身份，这些身份由第8.6节中定义的无人机和控制器身份存储功能生成。匹配表可进一步用于确定传递状态信息或分发公共信息的目的地，如第8.1节、第8.2节和第8.3节中所述。

8.9 无人机和控制器授权和认证

该功能实现了对无人机或无人机控制器的授权和认证，以便利用现有的IMT-2020用户授权和认证规则与程序来访问IMT-2020网络。

该功能从其制造或管理部门收集无人机和无人机控制器的认证或许可信息。它基于收集到的信息派生权限设置，以授权无人机和无人机控制器访问IMT-2020网络。当无人机或无人机控制器需要访问时，它还负责通过验证权限来进行身份认证。

该功能可以进一步向IMT-2020网络提供认证或许可信息，以协助无人机和无人机控制器的专用网络部署、调度或服务质量保证。

8.10 用户授权和认证

该功能实现了授权和认证无人机或无人机控制器之外的用户使用第8节定义之应用层功能的能力。

该功能从其制造或管理部门收集无人机或无人机控制器之外的用户的认证或许可信息。它根据收集到的信息派生权限设置，以授权用户访问某些功能。当用户需要访问任何功能时，它还负责通过验证权限来进行认证。

9 安全考虑

包括用户数据传输加密和完整性保护在内的IMT-2020安全能力可用于支持本建议书中定义之应用层、服务和应用支持层的安全要求与安全能力。

注 – 与法规和监管有关的飞行安全考虑由国际民航组织（ICAO）的建议书阐述和保证，因此不在本建议书的范围内。

附录I

基于IMT-2020网络的无人机注册、 安全飞行控制/监控和航路规划用例

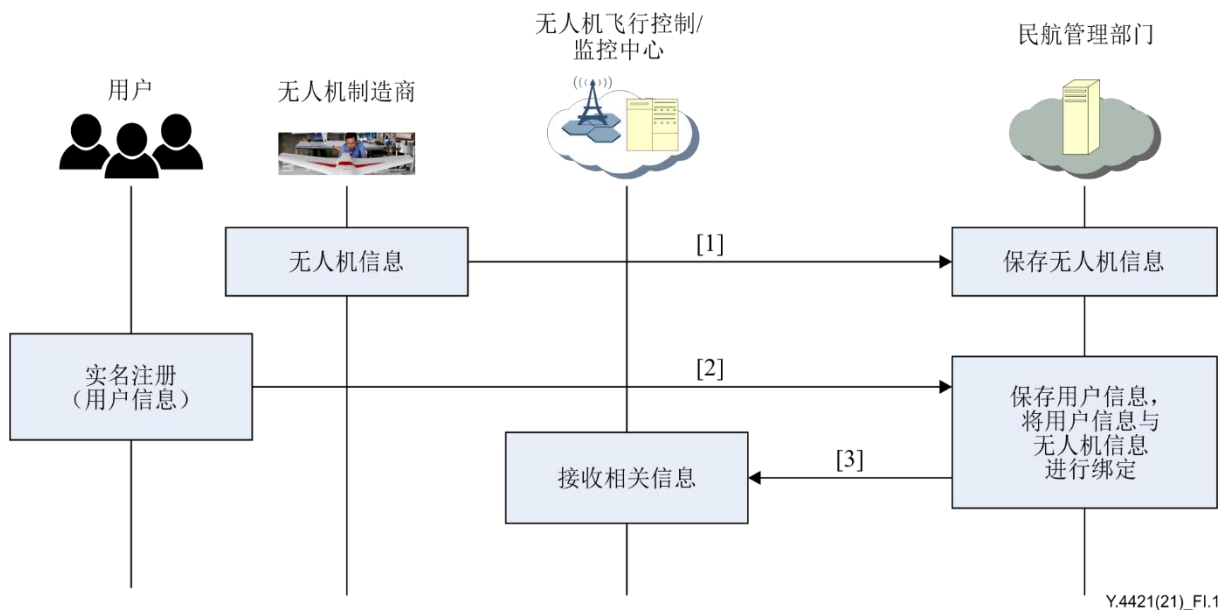
（此附录非本建议书不可分割的组成部分）

注：附录I中的用例仅提供理论上使用本建议书的实施方案示例。

I.1 基于IMT-2020网络的无人机和用户注册用例

基于授权的频谱，IMT-2020网络可提供大带宽、低延迟、高可靠的通信服务，支持未来无人机高效有序的空中交通管理。每架无人机都有一个唯一的数字标识符和一个由国家/地区代码、行业领域代码、企业名称代码和企业自定义代码组成的序列号。无人机在飞行前须向民航管理部门注册。每架无人机须至少有一个与数字标识符（例如，国际移动设备识别码（IMEI））相关联的IMT-2020通信模块。通信模块可以选择使用带有国际移动用户识别码（IMSI）的SIM卡。

图I.1展示了无人机的一个用例以及基于IMT-2020网络的用户注册。



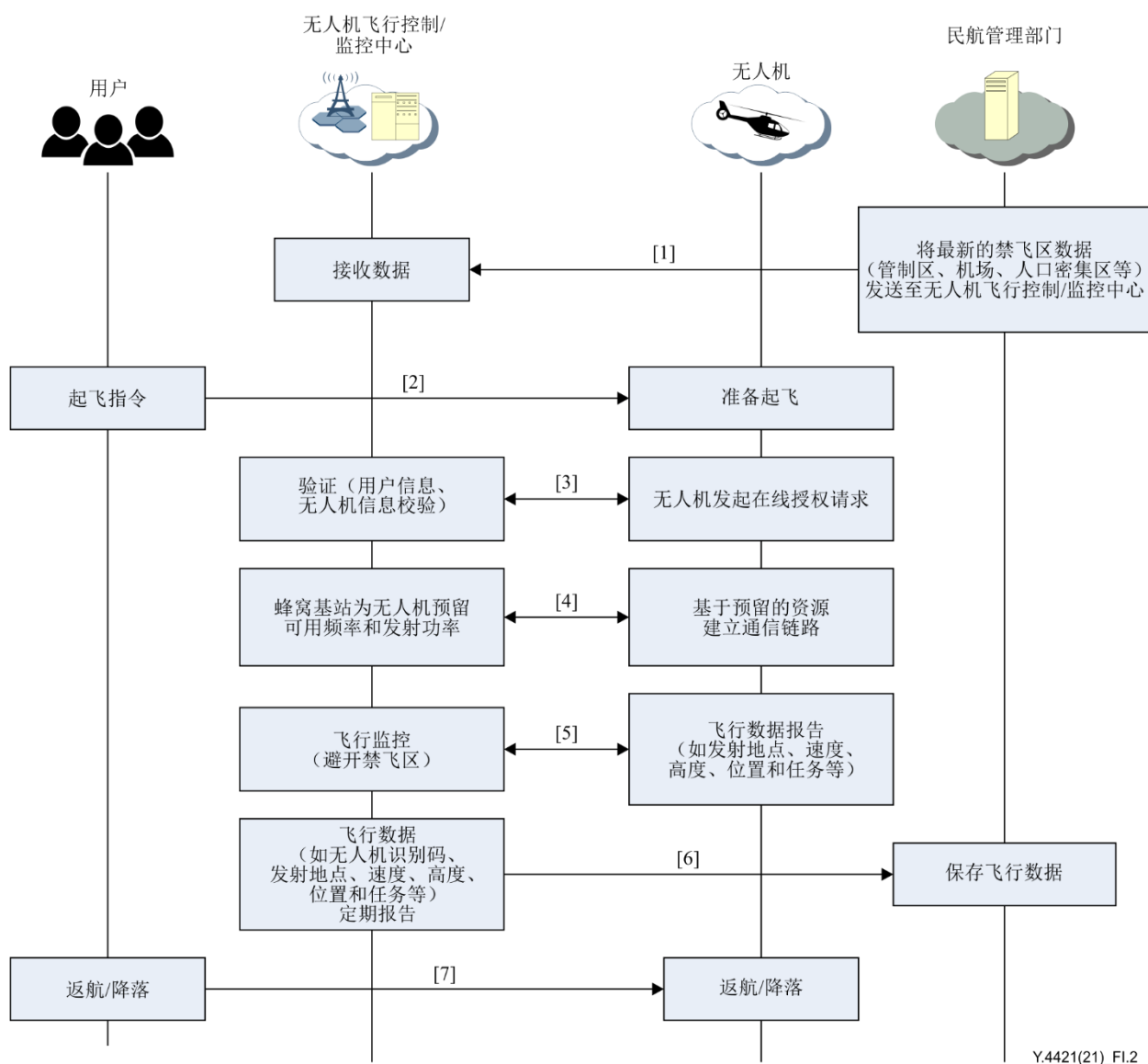
图I.1 – 基于IMT-2020网络的无人机和用户注册

- 1) 将无人机编号、无人机数字标识符、SIM卡/通信模块等无人机信息发送至民航管理部门。
- 2) 将用户识别码、姓名、手机号等用户信息发送至民航管理部门。民航管理部门核对无误后，将用户信息与无人机信息进行绑定。
- 3) 民航管理部门将用户信息和无人机信息同时发送至无人机飞行控制/监控中心，无人机飞行控制/监控中心保存该信息。

I.2 基于IMT-2020网络的无人机安全飞行控制/监控流程用例

上述注册过程为后续安全飞行和监控做好了准备，但民航管理部门是一个管理部门，而不是飞行控制/监控部门。因此，需要一个飞行控制/监控中心/实体（可选地，该实体可以是电信运营商），依靠高可靠、低延迟和广覆盖的通信网络，来控制/监控无人机的实时安全飞行，并为民航管理部门收集飞行数据。

图I.2展示了基于IMT-2020网络的无人机安全飞行控制/监控流程用例。



Y.4421(21)_FI.2

图I.2 – 基于IMT-2020网络的无人机安全飞行监控流程

- 1) 飞行前，民航管理部门须将最新的禁飞区数据（管制区、机场、人口密集区等）发送至无人机飞行控制/监控中心。这些数据将用于监控无人机的飞行。
- 2) 用户发出起飞指令，无人机准备起飞。
- 3) 无人机通过设备校验（序列号、数字标识符和IMEI）与用户电话号码和可信位置向无人机飞行控制/监控中心发起在线授权请求。无人机飞行控制/监控中心利用用户信息对无人机信息进行验证和测试。

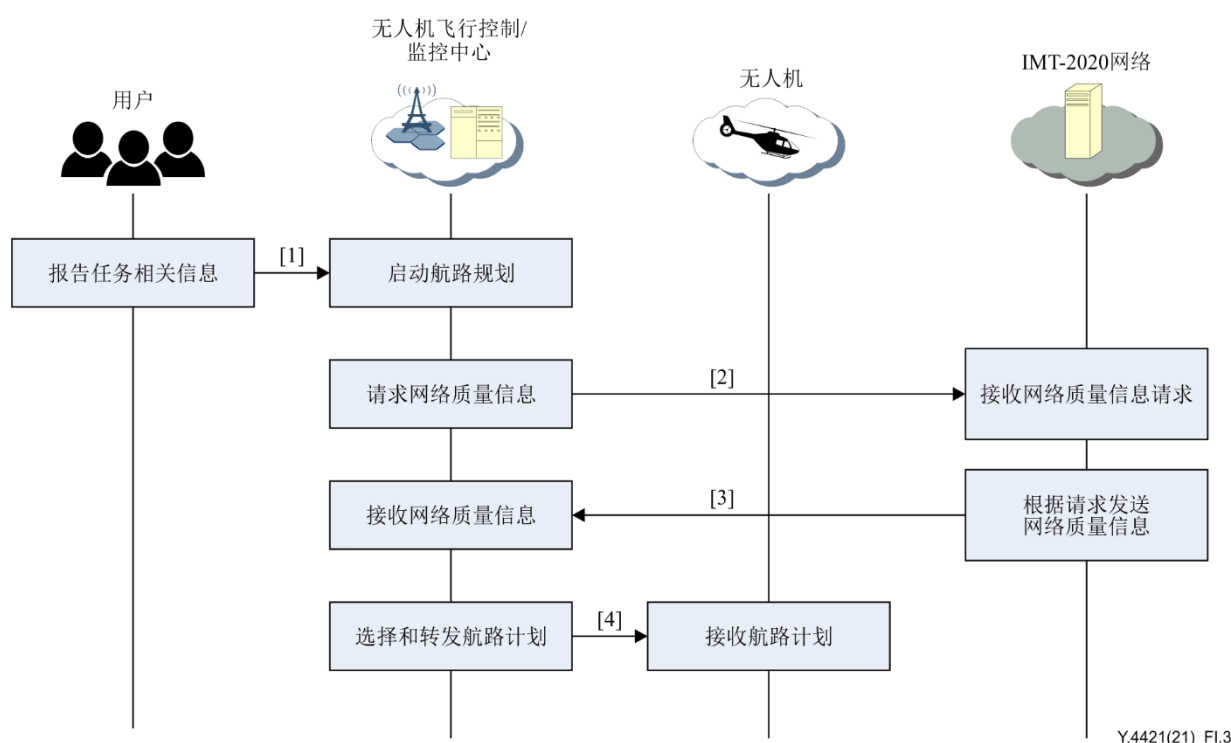
- 4) 如果授权和认证通过，那么蜂窝基站为无人机预留可用频率和发射功率，并基于预留的资源通知无人机建立通信链路。如果没有，那么锁定无人机，直至接收到正确的无人机信息与用户信息一致，否则禁止飞行，等待下一次起飞指令。
- 5) 发射后，无人机向无人机飞行控制/监控中心报告实时飞行数据（如速度、高度、位置和任务等）。无人机飞行控制/监控中心通过高可靠、低延迟和广覆盖的通信网络，对无人机飞行过程实施监控，以避免禁飞区。
- 6) 无人机飞行控制/监控中心定期向民航管理部门报告飞行数据（如无人机识别码、速度、高度、位置和任务等）。

当任务完成时，用户指示无人机返航/降落。

I.3 基于IMT-2020网络的无人机航路规划用例

可以是电信运营商的飞行控制/监控中心可以基于来自IMT-2020网络的网络质量信息为无人机相应地规划航路，以保证服务质量。

图I.3展示了基于IMT-2020网络的无人机航路规划用例。



图I.3 – 基于IMT-2020网络的无人机航路规划

- 1) 飞行前，用户（作为无人机控制器）将任务相关信息发送至无人机飞行控制/监控中心。中心最初生成一个或多个航路计划。
- 2) 无人机飞行控制/监控中心向IMT-2020网络请求沿初始规划航路的网络质量信息。
- 3) IMT-2020网络将根据请求发送网络质量信息（如信号强度、平均延迟、传输速率、服务负载等）。这些数据将用于调整无人机的初始航路计划或对航路进行排名。
- 4) 无人机飞行控制/监控中心可以基于网络质量信息对初始航路计划进行调整。将从初始航路计划或调整后的航路计划中选出的最优航路计划转发给无人机。无人机基于接收到的航路计划执行任务。

参考书目

- [b-ITU-T F.749.10] Recommendation ITU-T F.749.10 (2019), *Requirements for communication services of civilian unmanned aerial vehicles*.
- [b-ITU-T Y.2091] Recommendation ITU-T Y.2091 (2011), *Terms and definitions for next generation networks*.
- [b-ITU-T Y.3102] Recommendation ITU-T Y.3102 (2018), *Framework of the IMT-2020 network*.
- [b-ITU-T Y.4000] Recommendation ITU-T Y.4000/Y.2060 (2012), *Overview of the Internet of things*.
- [b-ITU-T Y-Sup.44] Recommendation ITU-T Y Suppl.44 (2017), *Standardization and open source activities related to network softwarization of IMT-2020*.
- [b-ITU-R M.1224-1] Recommendation ITU-R M.1224-1 (2012), *Vocabulary of terms for International Mobile Telecommunications (IMT)*.
- [b-ITU-R M.2171] Report [ITU-R M.2171](#) (2009), *Characteristics of unmanned aircraft systems and spectrum requirements to support their safe operation in non-segregated airspace*.
- [b-3GPP TS 23.501] 3GPP TS 23.501 (2019), *3rd Generation Partnership Project – Technical Specification Group Services and System Aspects – System architecture for the 5G System (5GS); Stage 2*.
- [b-ETSI NFV-WP1] ETSI NFV-WP1 (2012), *Network Functions Virtualisation – Introductory White Paper*. Available [viewed 2021-05-24] at: https://portal.etsi.org/NFV/NFV_White_Paper.pdf
- [b-ETSI NFV-WP5G] ETSI NFV-WP5G (2017), *Network Functions Virtualisation – White Paper on Network Operator Perspectives On NFV priorities for 5G*. Available [viewed 2021-05-24] at: https://portal.etsi.org/NFV/NFV_White_Paper_5G.pdf

ITU-T系列建议书

A系列	ITU-T工作的组织
D系列	资费和结算原则以及国际电信/ICT经济 and 政策问题
E系列	综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素
F系列	非话电信业务
G系列	传输系统和媒质、数字系统和网络
H系列	视听和多媒体系统
I系列	综合业务数字网
J系列	有线网和电视、声音节目及其他多媒体信号的传输
K系列	干扰的防护
L系列	环境和ICT、气候变化、电子废物、节能；线缆和外部设备的其他组件的建设、安装和保护
M系列	电信管理，包括电信网管管理和网络维护
N系列	维护：国际声音节目和电视传输电路
O系列	测量设备技术规程
P系列	电话传输质量、电话装置、本地线路网络
Q系列	交换和信令以及相关的测量与测试
R系列	电报传输
S系列	电报业务终端设备
T系列	远程信息处理业务的终端设备
U系列	电报交换
V系列	电话网上的数据通信
X系列	数据网络、开放系统通信和安全
Y系列	全球信息基础设施、互联网协议问题、下一代网络、物联网和智慧城市
Z系列	用于电信系统的语言和一般软件问题