

国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

Y.4559

(12/2020)

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 – 业务、应用、计算和数据处理

基站无人机检查服务的要求和功能体系结构

ITU-T Y.4559 建议书

ITU-T



ITU-T Y系列建议书

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。

基站无人机检查服务的要求和功能体系结构

摘要

天气状况的变化和材料老化可能对基站造成破坏，从而影响网络服务质量，甚至会引发安全事故。网络运营商需要定期进行检查和维护操作。由于这些操作需在高强度和高海拔处长期进行，因此人工进行的基站检查服务（BSI）是危险、低效且昂贵的。

具有成熟飞行控制和传感能力的无人机（UAV）既可以在正常工作环境中使用，也可以在某些极端工作环境中使用。因此，使用无人机进行基站检查可以通过网络连接代替大多数人工检查，从而降低了检查的风险并确保人员安全。

为实现自动化功能，无人机需要具备相应的飞行控制、传感和捕获以及通信能力，因此有必要开发一种具有相应功能的基站检查支持平台，以满足基站无人机检查服务的自动化和安全性要求。

ITU-T Y.4559建议书描述了基站无人机检查服务的要求和功能体系结构。着重介绍了如何利用基站检查专用无人机（BSI-UAV）为基站提供有效的检查服务。

历史沿革

版本	建议书	批准	研究组	唯一识别码*
1.0	ITU-T Y.4559	2020-12-16	20	11.1002/1000/14424

关键词

基站检查；物联网；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	2
6 基站无人机检查服务概述	2
7 使用无人机和支持平台时对基站检查的能力要求	3
7.1 基站检查专用无人机的能力要求	3
7.2 基站检查支持平台的能力要求	5
8 基站无人机检查服务的功能实体	6
8.1 基站检查专用无人机的功能实体	6
8.2 基站检查支持平台的功能实体	7
9 安全考虑	8
附录I – 国际民航组织关于无人机/无人机系统的建议	9
参考文献.....	10

基站无人机检查服务的要求和功能体系结构

1 范围

本建议书规定了基站无人机检查服务的要求和功能体系结构。本建议书的范围包括：

- 介绍基站无人机检查服务，包括基站检查的人工操作和使用基站检查专用无人机的优势；
- 基站检查专用无人机和基站检查服务支持平台的能力要求；
- 基站无人机检查服务的功能体系结构。

注1 – 民用无人机飞行法规监管，如国际民航组织（ICAO）提出的注册、识别和交通管理的定义功能，不在本建议书的范围之内。

注2 – 现有通信网络（包括4G / 5G移动网络）的通用能力和功能不在本建议书的范围之内。这些网络不需要修改。

2 参考文献

以下ITU-T建议书和其中引用条款的其它参考文献构成本建议书的条款。所注明版本在出版时有效。所有建议书及其它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它参考文献。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。

无。

3 定义

3.1 他处定义的术语

本建议书使用了下列他处定义的术语：

3.1.1 应用[b-ITU-T Y.2091]：一个结构化的能力集合，这些能力可在一种或多种业务的支撑下提供增值功能，并可由API接口提供支撑。

3.1.2 能力[b-ITU-R M.1224-1]：在给定的内部条件下，一项满足某一定量特性的服务要求的能力。

3.1.3 功能实体[b-ITU-T Y.2012]：由一组不可分的特定功能组成的实体。功能实体是逻辑概念，而功能实体的分组则用于描述实际的物理实施方案。

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

注1 – 通过使用标识、数据捕获、处理和通信能力，物联网充分利用物体向各项应用提供服务，同时确保满足安全和隐私要求。

注2 – 从广义而言，物联网可被视为技术和社会影响方面的一个愿景。

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

3.2 本建议书中定义的术语

无。

4 缩写词和首字母缩略语

本建议书使用了下列缩写词和首字母缩略语：

BSI	基站检查
BSI-UAV	基站检查专用无人机
FE	功能实体
GNSS	全球导航卫星系统
IoT	物联网
UAS	无人机系统
UAV	无人机

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 基站无人机检查服务概述

天气状况的变化和材料老化可能对基站造成损坏，包括塔架或天线倾倒、电缆断裂、结构腐蚀等。因此网络运营商需要及时定期进行定期检查。

典型的基站检查 (BSI) 服务包括：

- 立面观察：塔架基础、塔架主体、环境、天线馈线、天线架、螺栓和螺母、招牌、腐蚀和障碍物等。
- 工作参数收集：天线的纬度和经度、悬挂高度、方位角、机械倾角和电磁倾角等。
- 信号测量：强度测试、覆盖率测试和干扰测试等。

然而，基站检查的人工服务会导致两个重要问题：

- 危害基站检查人员的生命安全。人员爬上基站塔，对塔体、天线、馈线、支架等组件进行近距离检查，这是一项长期的高强度、高海拔的工作。

- 低效率和高成本。在天气和地理条件允许的情况下，平均每天一名人员可以完成多达3到5个基站的检查。如果发生洪水、地震和山体滑坡等灾害，如此强度的检查不太可能完成的。检查的细节和准确性取决于人工观察。

基站无人机检查服务采用专用无人机（BSI-UAV）来进行上述基站检查服务。借助无人机更成熟的飞行控制和传感能力，可以通过网络连接代替大多数人工检查，从而降低了检查风险并确保了人员安全。基站无人机检查服务还具有其他优势，如能够到达人员难以进入的场景，并且客观、高效地对基站和组件进行实时检查且不会出现盲点。

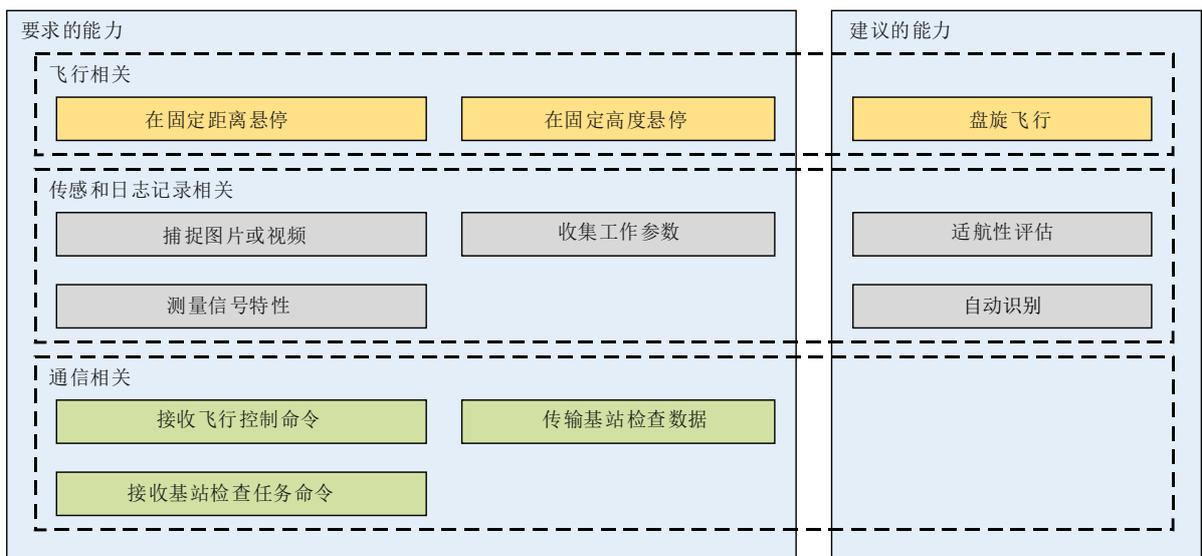
基站无人机检查服务的实施流程如下：

- 支持平台根据对基站检查专用无人机能力的了解以及基站检查服务和计划，为其安排和指导具体操作。
- 然后，基站检查专用无人机收集数据并按照指示将数据传输到支持平台，支持平台可以据此制定基站检查报告。

本建议书描述了可有效提供基站无人机检查服务的专用无人机和基站支持平台的必备能力要求，并定义了必要的功能实体。

7 使用无人机和支持平台时对基站检查的能力要求

7.1 基站检查专用无人机的能力要求



Y.4559(20)_F7-1

图7-1 – 基站检查专用无人机的能力要求

如图7-1所示，基站检查专用无人机的能力要求包括三个主要部分：飞行调整能力、传感参数和日志记录参数的能力以及与基站检查支持平台间的通信能力。每个部分的能力又分为两类：要求能力和建议能力。

基站及其组件所需的基站检查专用无人机飞行调整的能力包括：

- 要求具有以一定距离悬停在基站或其组件上的能力；
- 要求具有在固定高度上悬停在基站或其组件上的能力；
- 建议具有在基站或其组件周围绕圈飞行的能力。

基站检查专用无人机的传感和日志记录参数的必要能力包括：

- 要求具有捕获基站或其组件的图像或视频的能力；
- 建议具有通过所捕获的图像或视频自动识别基站或其组件的能力；
- 要求具有收集基站或其组件周围的温度、气压或风速参数的能力；
- 建议具有根据测量结果评估适航性的能力；
- 要求具有测量信号强度、覆盖范围或干扰强度或承受载荷的能力。

所需的基站检查专用无人机与基站检查支持平台间通信的能力包括：

- 要求具有通过特定的通信网络从基站检查支持平台接收基站检查飞行控制命令的能力（如，以一定的距离或高度悬停或盘旋在基站及其组件上、起飞和降落）；
- 要求具有通过特定的通信网络从基站检查支持平台接收基站检查任务命令（如执行图像或视频捕获，收集温度、气压或风速参数以及测量信号性能）的能力；
- 要求具有通过特定的通信网络将所捕获或测量的BSI数据（例如基站或其组件的图像或视频、观察到的天线的机械倾角、信号或干扰强度、所测量的天线的电磁倾角）传输到BSI支持平台的能力。

7.2 基站检查支持平台的能力要求

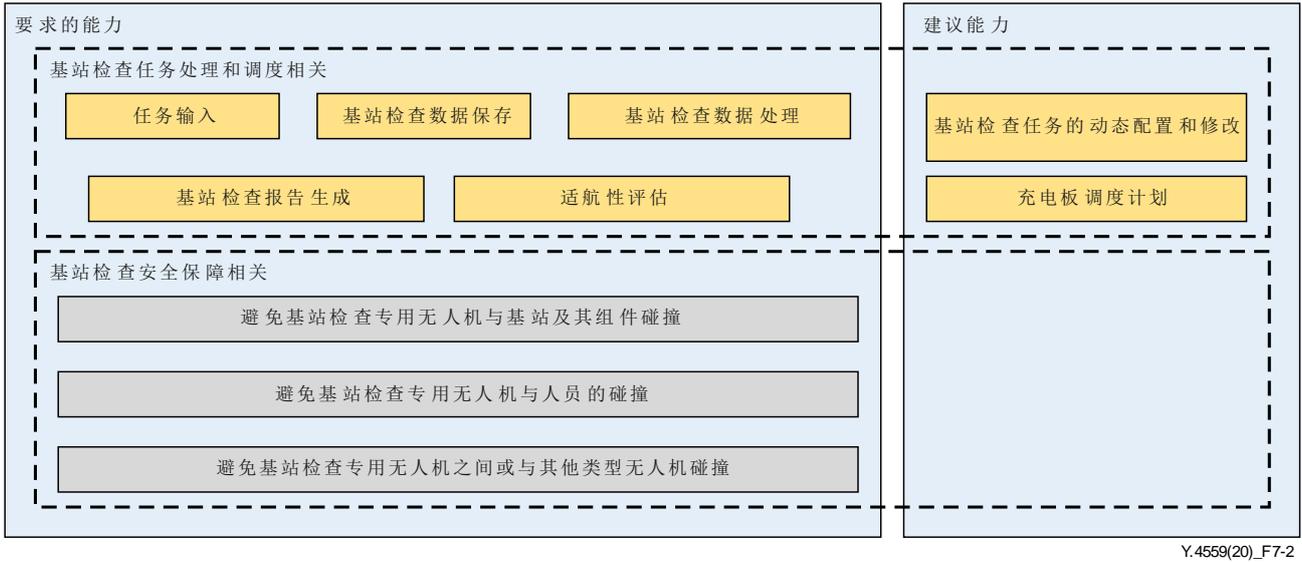


图7-2 – 基站检查支持平台的能力要求

如图7-2所示，基站检查支持平台的能力要求包括两个主要部分：基站检查任务处理和调度以及确保基站检查安全性。每个部分中的能力又分为两类：必要能力和建议能力。

基站检查支持平台所必要的自动处理和调度基站检查任务的能力包括：

- 要求具有将定期或紧急基站检查计划的任务输入基站检查专用无人机的能力，其中可能包括适航性、起飞和降落条件、飞行路线和航路点、行动点和触发条件；
- 建议具有动态配置和修改基站检查任务的能力；
- 要求具有自动保存基站检查专用无人机所捕捉或测量的基站检查数据的能力；
- 要求具有自动处理所保存的基站检查数据的能力，例如通过所捕获的图像或视频来分析基站及其组件的完整性或导出工作参数，并通过整合测量数据来绘制信号或干扰的分布图；
- 要求具有根据所处理的数据自动生成基站检查报告的能力；
- 要求具有评估基站检查专用无人机适航性的能力，包括风力、天气条件、电池、全球导航卫星系统（GNSS）定位有效性、人类活动和基站检查专用无人机驾驶员的资质等。
- 建议具有安排调度基站检查专用无人机充电板并操纵基站检查专用无人机在充电板上着陆的能力。

确保基站检查安全的能力对于基站检查支持平台来说十分必要，其中包括：

- 要求具有避免基站检查专用无人机之间或基站检查专用无人机和其他无人机之间碰撞的能力；
- 要求具有避免基站检查专用无人机与基站及其组件碰撞的能力；

– 要求具有避免基站检查专用无人机与人员之间碰撞的能力。

8 基站无人机检查服务的功能实体

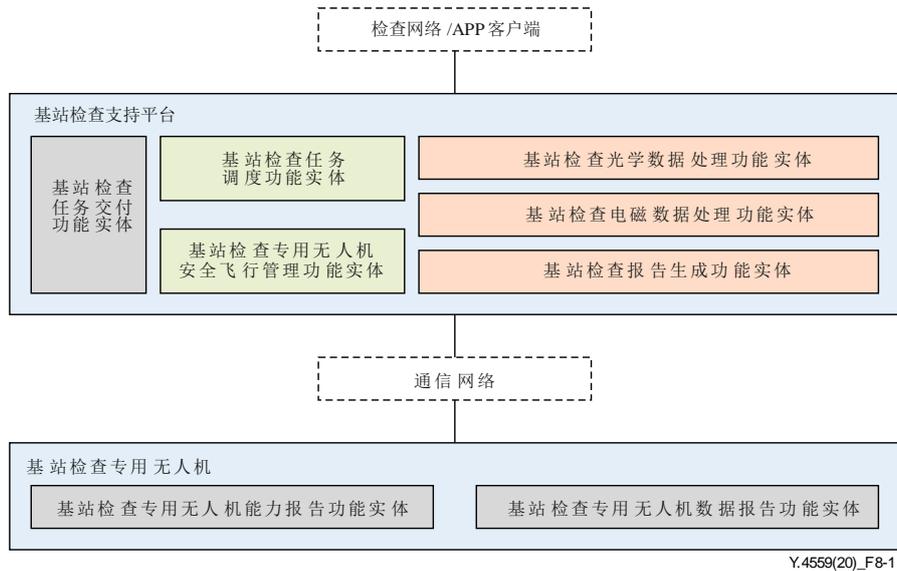


图8-1 – 基站无人机检查服务的功能架构

如图8-1所示，使用无人机的基站检查服务的功能架构包括两个主要部分。一个是基站检查支持平台，另一个是基站检查专用无人机。通信网络和Web / APP客户端不在本建议书的范围之内。

8.1 基站检查专用无人机的功能实体

8.1.1 基站检查专用无人机能力报告的功能实体

该功能实体通过特定的通信网络向基站检查支持平台报告基站检查专用无人机的可用能力。通过此功能实体，基站检查支持平台能够了解第7.1节中所定义的基站检查专用无人机所支持的能力，并且这些可用能力还可以用于相应地安排基站检查任务。

该功能实体使基站检查专用无人机至少具有向基站检查支持平台报告其是否满足基站检查服务的基本能力。按照第7.1节所要求的悬停在固定的距离上\悬停在固定的高度、捕获图像或视频、收集工作参数、测量信号性能、接收飞行控制命令、接收基站检查任务命令并传输基站检查数据。所要求的能力可以单独报告，也可以作为一个基本能力集群，与管理部门颁发的特定证书一起报告。

该功能实体还可以使基站检查专用无人机具有向基站检查支持平台报告其是否满足基站检查服务可选功能的能力，例如第7.1节中所建议的盘旋飞行、适航性评估和自动识别。所建议的能力可以单独报告，也可以作为基本功能集群与管理部门或制造商颁发的特定证书一起报告。

8.1.2 基站检查专用无人机数据报告的功能实体

该功能实体通过特定的通信网络将捕获或测量的数据从基站检查专用无人机报告给基站检查支持平台。通过该功能实体，基站检查支持平台能够获取基站检查数据以进一步处理，因此满足了第7.1节中所定义的基站检查支持平台中与相应功能实体进行通信的能力要求。

此功能实体使基站检查专用无人机至少具有报告被捕获的基站或其组件的图像或视频、所收集的基站或其组件周围的环境参数、或所测量的针对基站检查支持平台的信号强度、覆盖范围或干扰强度。

该功能实体还使基站检查专用无人机具有将某指定基站及其组件或适航性评估向BSI支持平台报告的能力。

8.2 基站检查支持平台的功能实体

8.2.1 基站检查任务交付的功能实体

该功能实体通过特定的通信网络将任务信息从基站检查支持平台交付到基站检查专用无人机。通过该功能实体，支持平台能够根据基站检查计划向基站检查专用无人机交付特定的操作命令，尤其是部署由第8.2.3节中所定义的“基站检查专用无人机安全飞行管理功能实体”所产生的安全飞行策略和措施，因此满足了第7.2节中所定义的基站检查任务自动处理和调度的能力要求。

该功能实体使基站检查支持平台至少具有将任务交付给由第8.2.2节中所定义的“基站检查任务调度功能实体”中接收调度的基站检查专用无人机的能力。该功能实体还可以使基站检查支持平台具有修改、暂停或中止任务的能力。多个任务可以单独或作为任务集群一起交付、修改、暂停或中止。

8.2.2 基站检查任务调度的功能实体

该功能实体根据定期或紧急的基站检查计划或其他输入来安排基站检查任务。通过该功能实体，基站检查支持平台能够将基站检查服务映射到基站检查专用无人机的特定操作中，因此满足了第7.2节中所定义的自动处理和调度基站检查任务的能力要求。

该功能实体使基站检查支持平台至少具有评估适航性、设置起降条件以及为基站检查专用无人机安排飞行路线、航路点、行动点和触发条件的能力。它还可以使基站检查支持平台能够对基站检查专用无人机的充电面板进行调度。基站检查任务交付功能实体在第8.2.1节中可以将多个计划的操作聚集为要交付的任务。在所有任务调度中均应遵循第8.2.3节中所定义的基站检查专用无人机安全飞行管理功能实体所生成的安全飞行策略和措施。

8.2.3 基站检查专用无人机安全飞行管理的功能实体

该功能实体生成并部署策略和措施，以避免基站检查专用无人机和另一个基站检查专用无人机、其他无人机、基站组件或人员之间发生碰撞。该功能实体可以在基站附近设置禁飞区（例如，基站检查专用无人机与任何基站或其组件接近的距离不能少于5米）。通过此功能实体，基站检查支持平台至少能够保证围绕基站或其组件的飞行安全，因此满足了第7.2节中所定义的确保持基站检查安全的能力要求。

该功能实体使基站检查支持平台至少具有基于对基站检查专用无人机的位置和路线、其无人机的存在和位置、基站及其组件的位置、人类活动和其他因素的分析来生成策略和措施的能力。

8.2.4 基站检查光学数据处理的功能实体

该功能实体处理由基站检查测量和收集的光学数据，并将其转换为与基站检查相关的参数或判断。

该功能实体可使基站检查支持平台至少具有能够通过所捕获的基站检查光学数据（包括图像或视频）来分析基站及其组件的完整性状态（塔基、塔身、环境、天线馈线、天线架、螺栓和螺母、招牌、腐蚀和障碍物）或导出工作参数（高度、方位角和倾斜度）的能力。该功能实体还可以使基站检查支持平台能够从基站检查专用无人机确认基站或组件的识别结果。

8.2.5 基站检查电磁数据处理的功能实体

该功能实体处理由基站检查测量和收集的电磁数据，并将其转换为与基站检查相关的参数或判断。

该功能实体还可让基站检查支持平台至少能够通过集成和计算测得的基站检查电磁数据（包括信号强度、覆盖范围和干扰）来绘制信号或干扰的分布图、发现覆盖孔并跟踪干扰源。

8.2.6 基站检查报告生成的功能实体

该功能实体根据处理后的数据和结果生成最终的基站检查报告。

该功能实体可使BSI支持平台至少具有生成BSI报告的能力，包括完整性状态（塔基、塔身、环境、天线馈线、天线架、螺栓和螺母、招牌、腐蚀和障碍物）或基站及其组件的工作衍生参数（高度、方位角和倾斜度），以及信号或干扰的分布图、发现的覆盖孔或干扰源。该功能实体还可以使基站检查支持平台能够生成基站检查报告，包括飞行日志、任务征用或安全管理。

9 安全考虑

可以重复利用基站检查专用无人机和基站检查支持平台之间通信网络的安全能力，包括用于用户数据传输的加密和完整性保护。

本建议书中所定义的基站检查专用无人机安全飞行管理的功能实体可确保基站检查专用无人机与另一个基站检查专用无人机、其他无人机、基站组件或人员之间避免碰撞。与行政法规和监督有关的其他飞行安全要素由国际民航组织的建议书负责和保证（见附录I），因此不在本建议书的范围之内。

附录I

国际民航组织关于无人机/无人机系统的建议

(此附录非本建议书不可分割的组成部分)

本附件简要介绍了国际民用航空组织（ICAO）和国际民航组织关于无人机/无人机系统的建议。

国际民航组织与会员国和行业团体合作，就国际民用航空标准以及建议做法和政策达成共识，以支持建立安全、高效、有保障、经济上可持续和对环境负责的民航部门。关于无人机/无人机系统，国际民航组织审议了许多国家现行的无人机系统规定，以查明与国际民航组织航空框架相一致并可由许多国家实施的共性和最佳做法。审议活动的成果即是第101、102和149部分题为的“无人机系统模型法规”。

第101/102部分的模型法规仅限于无人迹系统的认证和安全操作。第101部分描述了有关无人机注册、操作条件、空域限制、操作区域批准和其他安全运行规则的法规。第102部分着重于资格、应用、条件、中止和取消方面的认证和授权。第149部分标准规定适用于在无人机系统环境中运行的组织。它规定了被批准的航空组织的认证和运行的规则。

国际民航组织关于无人机/无人机系统的建议旨在为各国提供一种范本语言，以促进针对飞行安全的行政法规和监督制定无人机系统法规。因此，国际民航组织的建议涉及了关于飞行安全的行政法规和监督，这些建议不在本建议书的范围。

参考文献

- [b-ITU-T Y.2012] 建议书ITU-T Y.2012 (2010)，下一代网络的功能要求和架构。
- [b-ITU-T Y.2091] 建议书ITU-T Y.2091 (2011)，下一代网络的术语和定义。
- [b-ITU-T Y.4000] 建议书ITU-T Y.4000/Y.2060 (2012)，物联网概述。
- [b-ITU-T Y.4113] 建议书ITU-T Y.4113 (2016)，物联网的网络要求。
- [b-ITU-R M.1224-1] ITU-R M.1224-1 (2012)建议书，国际移动通信（IMT）术语词汇。
- [b-ICAO] 国际民航组织关于无人机系统模型的法规，第101、102和149部分。

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