

# 团 体 标 准

T/CIRA XXXXX—2026

## 堆照同位素生产设施 无线网络系统技术规范 第2部分：业务需求与设计

Technical Specification for Wireless Communication Network System of reactor irradiation isotope production facilities-Part2: Business requirements and Design

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

（征求意见稿）

2026年6月12日

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国同位素与辐射行业协会 发布

目 次

目 次..... I

前 言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 业务需求..... 2

    4.1 基本业务需求..... 2

    4.2 承载业务需求..... 3

    4.3 扩展业务需求..... 3

    4.4 多业务承载要求..... 3

5 设计要求..... 3

    5.1 设计原则..... 4

    5.2 系统组成及网络结构..... 4

    5.3 室内覆盖设计..... 5

    5.4 室外覆盖设计..... 5

    5.5 系统网络容量设计..... 5

    5.6 系统频率配置及干扰控制..... 5

    5.7 机房、电源、防雷接地要求..... 5

    5.8 设备设计要求..... 5

附 录 A （规范性附录） 承载业务需求..... 6

附 录 B （资料性附录） 扩展承载业务需求..... 9

参 考 文 献..... 11

## 前 言

本文件按照GB/T1.1-2020给出的规则起草。

本文件是 T/CIRA \*\*\*《堆照同位素生产设施无线网络系统技术规范》的第2部分。 T/CNEA \*\*\* 包含以下4个部分。

- 第1部分：总体要求；
- 第2部分：业务需求与设计；
- 第3部分：安装与调试；
- 第4部分：测试与验收；

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国同位素与辐射行业协会提出并归口。

本标准负责起草单位：

本标准主要起草人：

# 堆照同位素生产设施无线通信网络系统技术规范

## 第 2 部分：业务需求与设计

### 1 范围

本文件规定了堆照同位素生产设施无线通信网络系统的业务需求与设计的要求。  
本文件适用于国内及国外新建、改建和扩建的堆照同位素生产设施。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求  
GB/T 25070 信息安全技术 网络安全等级保护安全设计技术要求  
GB 50174 数据中心设计规范  
GB 50311 综合布线系统工程设计规范  
GB 50689 通信局(站)防雷与接地工程设计规范

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**基本业务** basic business

堆照同位素生产设施无线通信网络系统近期承载的刚性业务需求。

#### 3.2

**扩展业务** extended business

堆照同位素生产设施发展中无线通信网络远后期承载的业务需求。

#### 3.3

**多业务承载** multi-service bearer

将多种业务集成并在统一的承载网上运行，为用户提供多样化的服务。

#### 3.4

**电磁干扰** electromagnetic interference;EMI

电磁骚扰引起的设备、传输通道或系统性能的下降。

#### 3.5

## 工业控制系统 industrial control system

工业控制系统(ICS)是一个通用术语,它包括多种工业生产中使用的控制系统,包括监控和数据采集系统、分布式控制系统(DCS)和其他较小的控制系统。

## 4 业务需求

### 4.1 基本业务需求

#### 4.1.1 移动语音通信

##### 4.1.1.1 业务特征

使用SIP协议完成无线通信网络与行政电话、公网移动电话之间的移动通信。

##### 4.1.1.2 业务通信要求

通信可靠性满足:误包丢失率 $\leq 10^{-2}$ 。

业务上下行峰值速率满足:标清话音通信速率 $\geq 12.2\text{kbps}$ ;高清话音通信速率 $\geq 23.85\text{kbps}$ 。

业务容忍最大时延满足:数据包时延 $\leq 100\text{ms}$ ,端到端单项时延 $\leq 300\text{ms}$ 。

#### 4.1.2 移动短信

##### 4.1.2.1 业务特征

可实现无线通信网络与无线通信终端及调度平台之间的文字、数字和图片等信息的发送与接收。

##### 4.1.2.2 业务通信要求

通信可靠性满足:误包丢失率 $\leq 10^{-3}$ 。

业务上下行峰值速率满足:通信速率 $\geq 1\text{Mbps}$ 。

业务容忍最大时延满足:数据包时延 $\leq 100\text{ms}$ ,端到端单项时延 $\leq 300\text{ms}$ 。

#### 4.1.3 视频会商

##### 4.1.3.1 业务特征

可实现基于无线网络传输的集中控制、会议扩声、会议显示等功能,需具有承载扩展业务的能力,可根据实际需求实现不仅限于会议摄像等扩展功能。

##### 4.1.3.2 业务通信要求

通信可靠性满足:误包丢失率 $\leq 10^{-3}$ 。

业务上下行峰值速率满足:通信速率 $\geq 2\text{Mbps}$ 。

业务容忍最大时延满足:数据包时延 $\leq 150\text{ms}$ ,图像和语音的相对延迟 $< 40\text{ms}$ 。

#### 4.1.4 调度通信

##### 4.1.4.1 业务特征

可实现基于无线网络传输的集中调度功能,可通过系统调度平台实现对工作人员的单呼、组呼和群呼。

#### 4.1.4.2 业务通信要求

通信可靠性满足：误包丢失率 $\leq 10^{-3}$ 。

业务上下行峰值速率满足：通信速率 $\geq 1\text{Mbps}$ 。

业务容忍最大时延满足：数据包时延 $\leq 100\text{ms}$ 。

#### 4.1.5 无线视频监控

##### 4.1.5.1 业务特征

可实现无线摄像设备视频数据的采集、传输、切换控制、显示、分配、记录和重放等功能。

##### 4.1.5.2 业务通信要求

通信可靠性满足：误包丢失率 $\leq 10^{-3}$ 。

业务上下行峰值速率满足：上行标清视频：通信速率 $\geq 2\text{Mbps}$ ；下行通信速率 $\geq 1\text{Mbps}$ ，下行云台控制信息传输速率 $\leq 10\text{kpbs}$ 。

业务容忍最大时延满足：数据包时延 $\leq 150\text{ms}$ 。

#### 4.2 承载业务需求

承载业务是指近期可利用无线通信系统实现的业务需求，包含应急预案推送、智能工单、信息文档系统、邮件系统、人员管理、智能防走错、设备电子围栏、3D导航、车辆管理、智能辐射防护等业务，需明确业务特征和业务通信要求。宜符合附录 A 的规定，可根据设施实际需要不断扩展。

#### 4.3 扩展业务需求

扩展业务是指后续可利用无线通信系统实现的智慧工厂相关业务需求，包含智能巡检、设备状态监测、生产辅助智能决策、AI问答、远程管理等业务。参照附录 B 的规定，可根据设施实际需要不断扩展。

#### 4.4 多业务承载要求

##### 4.4.1 系统通信可靠性要求

误包丢失率 $\leq 10^{-3}$ 。

##### 4.4.2 系统速率要求

单基站：上行 $\geq 50\text{Mbps}$ ；下行 $\geq 100\text{Mbps}$ 。

##### 4.4.3 系统时延要求

数据包时延 $\leq 100\text{ms}$ 。

##### 4.4.4 系统容量要求

网络应能够满足业务容量及扩容要求。

### 5 设计要求

5.1 设计原则

- 5.1.1 应遵循国家及行业管理部门的相关技术要求和规范，在各种工况下，可为整个设施提供有效的通信手段。
- 5.1.2 设计应具有前瞻性、可扩展性，应综合评估工程在技术方案和经济性两方面的合理性。
- 5.1.3 不应应对设施相关监测及控制等设备造成电磁干扰。
- 5.1.4 承载有移动办公业务的无线通信系统网络应与工业控制系统网络实现有效隔离。
- 5.1.5 无线通信系统组网架构应满足实际业务需求，采用专网，并对关键网元采用主备冗余方式。
- 5.1.6 如果实现无线控制，相关的网络系统需要采取两套独立的核心网络设备实现功能。
- 5.1.7 系统采用不低于等保二级要求进行组网架构。

5.2 系统组成及网络结构

- 5.2.1 无线通信系统可划分为应用层、核心层、传输层、无线接入层及无线通信终端层等网络层级。
- 5.2.2 无线通信系统核心层与传输层应采用高可靠组网设计方案，核心层和传输层之间应采用双链路组网连接。无线通信系统典型参考网络拓扑结构详见图 1, 可根据技术方案和设备特性进行调整。

双核心网组网图

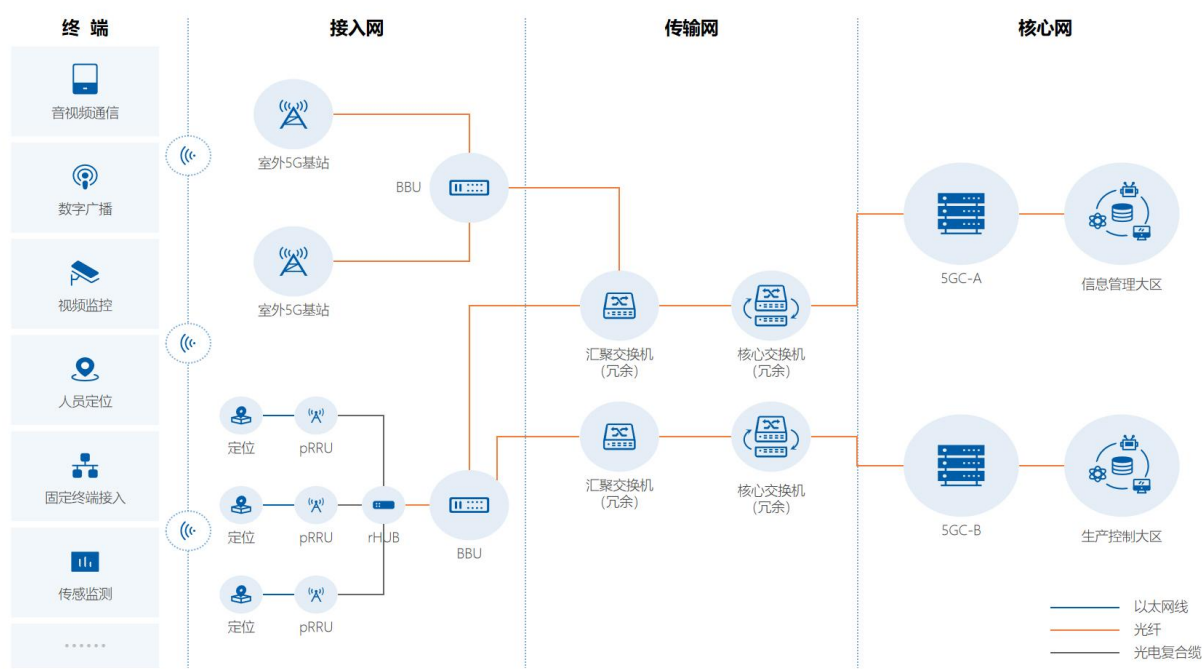


图 1 无线通信系统典型参考网络拓扑结构

- 5.2.3 覆盖指标：对有业务需求的楼层和区域进行覆盖。目标覆盖区域内 95% 以上的位置，接收信号电平  $\geq -80\text{dBm}$ 。其中对重点目标覆盖区域的覆盖电平指标：重点区域内 95% 以上的位置，接收信号电平  $\geq -70\text{dBm}$ 。
- 5.2.4 信号质量：目标覆盖区域内 95% 以上位置，用户终端接收到的下行信号 S/N 值  $>10\text{dB}$ 。

### 5.3 室内覆盖设计

5.3.1 辐射区域内安装的无线通信系统设备及电缆应考虑辐照因素的影响。

5.3.2 室内覆盖天线选型应满足室内环境、应用场景和安装位置的要求。

### 5.4 室外覆盖设计

室外型基站、天线选型应符合安装区域的环境条件，如温度、湿度、盐雾、防雷等。

### 5.5 系统网络容量设计

5.5.1 无线通信系统网络容量应根据业务需求配置，考虑现实性和可持续发展性。

5.5.2 网络容量设计应考虑业务的多样性需求，并设置合理的网络负荷。

5.5.3 无线通信系统的容量应能满足接入基站数量、并发用户数和总吞吐量等各方面的需求。

### 5.6 系统频率配置及干扰控制

无线通信系统无线频率使用应按照国家相关规定执行。

### 5.7 机房、电源、防雷接地要求

5.7.1 必要的无线通信系统机房设计按照 GB50174 执行，并满足无线通信系统对机房的要求。

5.7.2 防雷接地应符合 GB 50689 的有关规定。

### 5.8 设备设计要求

5.8.1 室内基站设备是应针对工业厂房的安装场景设计开发，结构具备高可靠性和易于安装性。

5.8.2 室外基站设备主要用于室外区域的无线网络的覆盖，为用户提供高速宽带接入功能、语音通信和定位等功能，设备需要连接射频防雷器。

5.8.3 对于应用在辐射区域内的无线通信室内分布设备，需要考虑耐辐照要求。



附 录 A  
(规范性附录)  
承载业务需求

A.1 应急预案推送

A.1.1 业务特征

通过无线通信系统将应急预案发送到相关人员的无线通信终端。

A.1.2 业务通信要求

应急预案推送业务通信要求包括以下几个方面：

- a) 通信可靠性要求：丢包率 $\leq 10^{-3}$ ；
- b) 业务上下行峰值速率要求：通信速率 $\geq 2$  Mbps；
- c) 业务容忍最大时延要求：数据包时延 $\leq 100$  ms。

A.2 智能工单

A.2.1 业务特征

在无线通信终端上实现工单自动生成、查询、提醒、对接、管理、统计等功能；

A.2.2 业务通信要求

智能工单业务通信要求包括以下几个方面：

- a) 通信可靠性要求：丢包率 $\leq 10^{-3}$ ；
- b) 业务上下行峰值速率要求：通信速率 $\geq 1$  Mbps；
- c) 业务容忍最大时延要求：数据包时延 $\leq 300$  ms。

A.3 信息文档系统

A.3.1 业务特征

在无线通信终端上实现对文件、图纸等的存储、管理功能；

A.3.2 业务通信要求

信息文档系统业务通信要求包括以下几个方面：

- a) 通信可靠性要求：丢包率 $\leq 10^{-3}$ ；
- b) 业务上下行峰值速率要求：通信速率 $\geq 1$  Mbps；
- c) 业务容忍最大时延要求：数据包时延 $\leq 300$  ms。

A.4 邮件系统

A.4.1 业务特征

在无线通信终端上实现一对一、一对多的邮件编辑、发送、传输、存储、转发、接收等功能。

A.4.2 业务通信要求

邮件系统业务通信要求包括以下几个方面：

- a) 通信可靠性要求：丢包率 $\leq 10^{-3}$ ；
- b) 业务上下行峰值速率要求：通信速率 $\geq 1$  Mbps；
- c) 业务容忍最大时延要求：数据包时延 $\leq 300$  ms。

## A.5 人员管理

### A.5.1 业务特征

实现包括人员信息查询、人员清点、轨迹定位、搜救等功能；

### A.5.2 业务通信要求

人员管理业务通信要求包括以下几个方面：

- a) 通信可靠性要求：丢包率 $\leq 10^{-3}$ ；
- b) 业务上下行峰值速率要求：通信速率 $\geq 50$  kbps；
- c) 业务容忍最大时延要求：数据包时延 $\leq 300$  ms。

## A.6 智能防走错提示

### A.6.1 业务特征

在人员进入现场重要区域时通过系统的提示功能提醒人员注意，为防止人员走错提供一定的保护手段；

### A.6.2 业务通信要求

防走错提示业务通信要求包括以下几个方面：

- a) 通信可靠性要求：丢包率 $\leq 10^{-3}$ ；
- b) 业务上下行峰值速率要求：通信速率 $\geq 50$  kbps；
- c) 业务容忍最大时延要求：数据包时延 $\leq 300$  ms。

## A.7 设备电子围栏

### A.7.1 业务特征

在重要、敏感设备周围通过定位设置一定的隔离区域，在人员进入隔离区域内时发送报警信息；

### A.7.2 业务通信要求

设备电子围栏业务通信要求包括以下几个方面：

- a) 通信可靠性要求：丢包率 $\leq 10^{-3}$ ；
- b) 业务上下行峰值速率要求：通信速率 $\geq 50$  kbps；
- c) 业务容忍最大时延要求：数据包时延 $\leq 300$  ms。

## A.8 3D 导航

### A.8.1 业务特征

通过厂房3D 信息，为人员提供三维的移动导航服务；

## A.8.2 业务通信要求

3D导航业务通信要求包括以下几个方面：

- a) 通信可靠性要求：丢包率 $\leq 10^{-3}$ ；
- b) 业务上下行峰值速率要求：视频功能通信速率 $\geq 2$  Mbps, 定位功能通信速率 $\geq 50$  kbps；
- c) 业务容忍最大时延要求：数据包时延 $\leq 300$  ms。

## A.9 车辆管理

### A.9.1 业务特征

实现对车辆管理的实时动态监控、调度、车辆管理业务处理、车辆业务信息的统计分析等功能；

### A.9.2 业务通信要求

车辆管理业务通信要求包括以下几个方面：

- a) 通信可靠性要求：丢包率 $\leq 10^{-3}$ ；
- b) 业务上下行峰值速率要求：通信速率 $\geq 50$  kbps；
- c) 业务容忍最大时延要求：数据包时延 $\leq 300$  ms。

## A.10 智能辐射防护

### A.10.1 业务特征

实现对个人剂量实时监测、并对监测数据自动存储、统计、管理及评估分析，并能实现实时发送报警信号功能；

### A.10.2 业务通信要求

智能辐射防护业务通信要求包括以下几个方面：

- a) 通信可靠性要求：丢包率 $\leq 10^{-3}$ ；
- b) 业务上下行峰值速率要求：通信速率 $\geq 50$  kbps；
- c) 业务容忍最大时延要求：数据包时延 $\leq 300$  ms。

**附 录 B**  
**（资料性附录）**  
**扩展承载业务需求**

**B.1 智能巡检****B.1.1 业务特征**

利用系统大带宽、低时延、广连接的能力，结合机器人、AR、AI视觉、多源传感器，实现无人化 / 少人化巡检、自动识别、远程协同、预测预警的一体化巡检能力。

**B.1.2 业务通信要求**

业务通信要求包括以下几个方面：

- a) 通信可靠性要求：丢包率 $\leq 10^{-3}$ ；
- b) 业务上下行峰值速率要求：视频功能通信速率 $\geq 2$  Mbps, 定位功能通信速率 $\geq 50$  kbps；
- c) 业务容忍最大时延要求：数据包时延 $\leq 150$  ms。

**B.2 设备状态监测****B.2.1 业务特征**

通过无线终端，对设备在现场进行检查、管理、维护、记录等业务功能；

**B.2.2 业务通信要求**

业务通信要求包括以下几个方面：

- a) 通信可靠性要求：丢包率 $\leq 10^{-3}$ ；
- b) 业务上下行峰值速率要求：通信速率 $\geq 50$  kbps；
- c) 业务容忍最大时延要求：数据包时延 $\leq 300$  ms。

**B.3 生产辅助决策****B.3.1 业务特征**

汇聚巡检视频、设备工况、环境传感等多源数据，依托AI进行缺陷识别、状态趋势分析与风险研判；实现智能派单、巡检任务优化及应急调度辅助，通过态势可视化直观展示生产状态，完成告警、处置、归档全流程闭环，依托5G网络保障数据实时可靠传输，支撑生产管理科学决策。。

**B.3.2 业务通信要求**

业务通信要求包括以下几个方面：

- a) 通信可靠性要求：丢包率 $\leq 10^{-3}$ ；
- b) 业务上下行峰值速率要求：通信速率 $\geq 50$  kbps；
- c) 业务容忍最大时延要求：数据包时延 $\leq 150$  ms。

**B.4 远程管理****B.4.1 业务特征**

实现现场视频交互、画面回传、语音指导、文件传输、数据库共享等，根据现场问题的实际情况进行有效控制和指导；

#### B.4.2 业务通信要求

远程指导业务通信要求包括以下几个方面：

- a) 通信可靠性要求：丢包率 $\leq 10^{-3}$ ；
- b) 业务上下行峰值速率要求：通信速率 $\geq 2$  Mbps；
- c) 业务容忍最大时延要求：数据包时延 $\leq 300$  ms。

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 2900.54—2002 电工术语 无线电通信：发射机、接收机、网络 and 运行
  - [2] GB/T 51292—2018 无线通信室内覆盖系统工程技术标准
  - [3] NB/T 20263—2014 核电厂通信设计规范
  - [4] YD/T 5120—2015 无线通信室内覆盖系统工程设计规范
  - [5] YD5214—2015 无线局域网工程设计规范
  - [6] T/CIRA006-2021 堆照同位素生产设施无线通信网络系统技术规范
-