ICS 33.060.20
M 09

中华人民共和国国家标准

GB 9159-XXXX
代替 GB 9159-2008

无线电发射设备安全要求

Safety requirements for radio transmitting equipment

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

已授权的专利证明材料为专利证书复印件或扉页，已公开但尚未授权的专利申请证明材料为专利公开通知书复印件或扉页，未公开的专利申请的证明材料为专利申请号和申请日期。

××××-××-××发布　　××××-××-××实施

国家市场监督管理总局

发布

国家标准化管理委员会

目　　次

目　　次 I
前　　言 2
1 范围 3
2 规范性引用文件 3
3 术语、定义和符号 3
4 安全原则 6
5 工作条件 7
6 元器件和结构 8
7 防有害电击和射频皮肤灼伤 11
8 防高温、着火及其他危害 15
附录 A 18
附录 B 19
附录 C 20
附录 D 23
附录 E 25
附录 F. 26
参考文献 27

前　言

本文件的全部技术内容为强制性。

本文件按照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。

本文件代替GB 9159-2008《无线电发射设备安全要求》。

本文件与GB 9159-2008相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

——修改了符号条款的内容（见3.2，2008年版的附录B）；

——增加了缩略语的条款（见3.3）；

——增加了安全原则的条款，包括一般原则和对象（见第4章）；

——增加了操作条件的一般要求和一般试验条件（见5.1）；

——修改了正常使用条件中对温度和湿度条件的要求（见5.2，2008年版的4.1）；

——修改了故障条件中的故障情况（见5.3，2008年版的4.2）；

——修改了对元器件和结构的概述（见6.1，2008年版的5.1）；

——修改了对连接器的要求（见6.2.2，2008年版的5.2.2）；

——在开关条款中补充了使用单相断路器布置的三相电源的情况（见6.2.3，2008年版的5.2.3）；

——在熔断器条款中补充了对特殊的熔断特性的说明（见6.2.4，2008年版的5.2.4）；

——增加了对光纤的要求（见6.2.6）；

——增加了对电池的要求（见6.2.7）；

——补充了结构的一般要求的内容（见6.3.1，2008版5.3.1）；

——修改了电池的安装要求（见6.3.4，2008年版5.3.4）；

——补充了安全标志要求的内容（见6.4，2008版5.4）；

——将电气安全要求合并到防有害电击和射频皮肤灼伤章中的概述条款下（见7.1，2008版5.5、6.1）；

——补充了外壳条款中对电线与吊钩的接地连接的要求（见7.3.4，2008版6.3.4）；

——补充了布线与终端条款中对自攻螺钉的使用限制（见7.5，2008版6.5）；

——补充了防高温、着火及其他危害一般要求的内容（见8.1，2008版7.1）；

——修改了对非电离辐射的要求（见8.5.1，2008版7.5.1）；

——修改了电离辐射的检测标准（见8.5.2，2008版7.5.2）；

——增加了对激光器的一般要求（见8.5.4）；

——修改了对技术人员的培训要求（见附录B，2008版附录C）；

——修改了对可能发生危害的了解要求、增加了对眼睛的防护的条款（见附录C，2008版附录D）；

——增加了时变电场、磁场和电磁场曝露的要求说明（见附录D）。

——增加了接触温度限值的要求（见附录F）。

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。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

——1991年首次发布为GB 9159-1988，2008年第一次修订；

——本次为第二次修订。

无线电发射设备安全要求

1 范围

本文件规定了无线电发射设备的设计和结构要求，给出了试验方法。

本文件适用于由熟练技术人员负责操作的无线电发射设备，也适用于作为发射机系统组成部分的辅助设备和附属装置，包括构成发射机系统的组合单元、匹配网络和冷却系统等。

本文件也适用于其它相关设备的安全要求。

本文件不适用于不构成发射机组成部分的天线系统、馈线和匹配网络。

本文件不适用于采用双重绝缘或加强绝缘而无保护接地的安全绝缘结构的发射设备。

注：此类设备被称为 II 类设备，通常标有 3.2.2 b）所示的符号。

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 2423.1-2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 A：低温

GB/T 4207-2022 固体绝缘材料耐电痕化指数和相比电痕化指数的测定方法

GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB 4943.1-2022 音视频、信息技术和通信技术设备 第 1 部分：安全要求

GB/T 5169.2-2021 电工电子产品着火危险试验 第 2 部分：着火危险评定导则 总则

GB/T 5169.44-2022 电工电子产品着火危险试验 第 44 部分：着火危险评定导则 着火危险评定

GB/T 13870（所有部分） 电流对人和家畜的效应

GB/T 14366-2017 声学 噪声性听力损失的评估

GB/T 7247.1-2024 激光产品的安全 第 1 部分：设备分类和要求

GB/T 7247.12-2026 激光产品的安全 第 12 部分：用于信息传输的自由空间光通信系统的安全

GB 26572-2025 电器电子产品有害物质限制使用要求

ICNIRP Guidelines, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric,magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1 **熟练** skilled

具备电气及无线电工程方面的必备知识和实践经验，了解在无线电发射设备（包括辅助设备）上工作时可能发生的各种危险，并采取适当的预防措施以确保人员的安全。

注 1：有关评估人员指定为的能力的指导见附录 B。

注 2：上述定义和附录 B 中的指导详细给出了技术人员的最低要求。

3.1.2 **操作员** operator

运营公司或操作员。

3.1.3 **操作区域** operator area

ICNIRP 职业曝露限值适用的区域。

3.1.4 **电气安全** electrically safe

不会造成有害的电击或射频皮肤灼伤。

3.1.5 **爬电距离** creepage distance

空气中两个导电件之间或导电件与设备机箱之间沿绝缘体表面测得的最短距离。

3.1.6 **电气间隙** clearance

空气中测得的两个导电件之间或导电件与设备机箱之间的最短距离。

3.1.7 **手动** by hand

不使用工具、硬币或其他任何物体的操作。

3.1.8 **可触及部件** accessible part

用 GB/T 4208 中描述的标准试验手指，沿任意方向以不超过 30N 的力插入时可触及的部位。

注：为了防止闪络，任何带电部件如果与标准试验手指之间距离小于附录 A 中给出的电气间隙，也被认为是可触及部件。

3.1.9 **外壳** enclosure

指存放可能有危险设备物品并禁止进入的空间，如上锁的门或不使用工具无法拆除的盖板。

3.1.10 **安全装置** safety device

为保护人员免受可能的伤害而设置的任何部件或元器件。

3.1.11 II 类设备 class II equipment

防触电保护不仅仅依赖于基本绝缘，还提供了额外的安全预防措施，如双重绝缘或加强绝缘，不单纯依赖于保护接地的设备。

3.1.12 基本绝缘 basic insulation

提供基本防止触电的保护。

3.1.13 双重绝缘 double insulation

包括基本绝缘和独立绝缘的绝缘，以便在基本绝缘发生故障时降低触电的风险。

3.1.14 加强绝缘 reinforced insulation

提供相当于双重绝缘防触电保护的单一绝缘系统。

3.2 符号

3.2.1 通用符号

a）交流电源 

b）直流电源 

c）交直流电源 

d）三相交流电源 

e）接地 

f）天线 

g）特殊丢弃处置限制适用 

3.2.2 与安全有关的符号

a）保护接地 

b）安全绝缘结构设备（II类设备） 

c）危险电压 

d）电离辐射 

e）高温 

3.2.3 与防潮程度有关的符号

IP 代码（国际保护标志）用于表示对固体颗粒或水侵入的防护程度。代码的第一个数字表示对固体颗粒侵入的防护，第二个数字表示对水侵入的防护。如果没有规定对固体颗粒的防护，则该数字用字母 X 代替。

以下 IP 代码适用于对水侵入的防护：

IPX0 无防护

IPX1 防止垂直方向滴水

IPX2 防止当外壳在 15°倾斜时垂直方向滴水

IPX3 防淋水

IPX4 防溅水

IPX5 防喷水

IPX6 防强烈喷水

IPX7 防短时间浸水影响

IPX8 防持续浸水影响

IPX9 防高温/高压喷水的影响

3.3 缩略语

ICNIRP 国际非电离辐射防护委员会（International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection）

4 安全原则

4.1 一般原则

设计人员必须了解无线电发射设备安全要求的基本原则，以便他们能够设计出安全的设备。

设计人员不仅要考虑设备的正常使用条件，还要考虑故障条件、可预见的误操作和外部影响，如：温度、海拔、污染、潮湿和电源过电压等。绝缘间距的尺寸应考虑到制造公差可能会减小，或在制造、运输和正常使用过程中可能遇到的由搬运、冲击老化和振动引起的变形。

需要统筹考虑熟练技术人员和非熟练技术人员的安全问题。

保护措施的要求应假定非熟练技术人员未受过识别危险的培训，但他们不会故意制造危险情况。这样的要求为清洁工、临时访客和所有其他非熟练技术人员提供了保护。无论危险部件是否有标记或屏障，非熟练技术人员不应能接触。

4.2 目标

本文件给出的要求旨在降低可能接触本文件中涵盖设备人员的以下风险：

a）电击

b）皮肤灼伤

c）高温和着火

d）有害辐射造成的伤害

e）机械或任何其他危险

本文件旨在降低按照制造商规定的方式安装、操作和维护设备（无论其是互连单元或是独立单元组成的系统）的上述风险。

本文件规定了设计和施工要求以及适当情况下的试验方法，具体包括：

a）熟练技术人员在操作、进行常规调整以及在可行情况下进行故障查找和修理设备时的安全；

b）当设备正常运行时，以及在正常使用中可能出现的某些特定故障条件下运行时，人员（包括由熟练技术人员指导的非熟练技术人员）的安全；

c）预防着火及其蔓延。

这些要求并不一定保证在设备非正常运行时在设备上作业的非熟练技术人员的安全。

本文件规定了在适当情况下开展的试验，以检查设备在正常运行时以及在规定的故障条件下是否符合本文件的安全要求。试验应在一套具有代表性的设备上进行，以便确定设计是否符合本文件的要求。

本文件的使用并不限于型式试验，也可用于设备安装后的验收试验、设备部分改造后的试验，以及为保证设备在整个寿命期间的安全以适当的时间间隔所进行的试验。

5 工作条件

5.1 一般要求

本章规定了设备正常使用条件和故障条件，在这些条件下，设备可以在不对人员（包括由熟练技术人员指导的非熟练技术人员）造成危险的前提下运行。当设备在 5.2 中规定的正常使用条件下运行时，以及在 5.3 中详述的任何初始故障条件下运行时，都应符合本文件的安全要求。

5.2 正常使用条件

正常使用条件如下：

a）温度和湿度条件应符合材料规格要求以及制造方与使用方之间的约定；

b）温度和湿度不得使设备冷凝；

c）如无特殊说明，设备的环境大气条件如下：

——温度：+5℃～+45℃；

——相对湿度：45%～75%，无冷凝；

——气压：86kPa～106kPa。

d）电源电压和频率应在设备的设计范围之内；

e）对于交流供电设备，电源电压的波形为基本正弦波；

f）对于交流直流两用的设备，两种电源要分别单独供电；

g）如有保护接地端子或接点，应与地可靠连接（见7.2.1），其他任何接地端子也应可靠接地，但设计为靠手动接线的接地端子可不与地牢固连接；

h）如有出入门和盖板或其他防护物体，应关闭或固定在其位置上，除非是设计成靠手动打开或拆卸的，才可保持打开或拆卸；

i）设备工作应在任何设计使用的位置下正常工作；

j）设备在任何运行状态下都应是可控的；

k）设备应在设备规格中给出的任何输入信号条件和输出负载下运行。

5.3 单一故障条件

在单一故障条件下运行是指当设备在5.2中给出的正常使用条件下运行时，出现以下a）～i）故障之一，并随之引起伴生故障。初始单一故障应按合适次序依次施加。故障如下：

a）由于爬电距离小于附录A给出的值(除非其绝缘符合7.6的要求)所引起爬电距离间的短路（详见7.6）；

b）由于电气间隙小于附录A给出的值所引起的电气间隙的短路；

c）通过检查设备和分析电路图，判断出有潜在危险的元器件。除非该元器件被证明是符合要求的；

d）射频输出端有非正常的阻抗，包括开路和短路；

e）冷却系统失效；

f）间断工作型电动机连续运行，除非设备中对此有保护措施；

g）旋转或直线运动装置的活动部件，因机械故障而堵转；

h）三相电源缺相；

i）三相四线电源中性线断开。

5.4 一般试验条件

一般试验条件应符合相关设备的测量方法标准。

如果制造方和使用方对部分偏离的试验条件有约定，按约定执行，否则按产品说明书执行。

6 元器件和结构

6.1 概述

设备的设计和制造应能够在设备的整个生命周期内确保人员的安全，贯穿整个系统的开发到运行，直至淘汰设备处置的全过程。

如果没有规定试验方法，应通过目视检查和适当的功能试验来检查是否符合要求。

6.2 元器件

6.2.1 一般要求

在正常使用条件下和在故障条件下，元器件的使用均应不超过其额定值。正常使用条件和故障条件详见5.2和5.3。

在正常使用条件下，在与元器件在设备内使用条件相当的条件下，应对元器件在设备内部或在设备外部进行试验。如果制造方和使用方对受试元器件的数量有约定，按约定执行，否则按产品说明书执行。

6.2.2 连接器

连接器的安全要求如下：

a）连接器的设计应使其不能以可能导致危险的方式配合，例如，用于电源电路以外的连接器不能连接到主电源连接器上。除非经专门设计，电源连接器不得用于任何其他目的，例如用于低压电源或信号电路；

b）连接器的结构应能防止内部导线外露，并保证不与其他部分相接触；

c）用于辅助目的(如监测)的连接器及设备内连接点，与其他电路间的电气间隙和爬电距离值，至少应是附录A给定值的两倍；

d）带有不可拆卸的软线和电缆的连接器，应符合GB 4943.1中所给出的要求。

6.2.3 开关

在正常使用条件下，电网电源和其他电源电路用的断路器及手动开关，应具有良好的通断能力。断路器在故障条件下，也应保持良好的通断能力。开关(包括断路器及安全隔离器)应能将设备同电源的所有电极同时断开，确保设备绝对安全。

如果使用单相断路器布置的三相电源，则中性点不应被保护。

开关的通断位置应有明显清晰的指示。

6.2.4 熔断器

熔断器中的熔断部件应封装，熔断器的额定值应尽可能标记在其固定部件上，或标记在熔断器附近。

特殊的熔断特性，如延时或分断能力，至少应在说明书中注明。

6.2.5 易受腐蚀的部件

设备的结构应保证在部件受腐蚀后不对人员造成危害。

如果制造方和使用方对腐蚀检验有约定，按约定执行，否则按产品说明书执行。

6.2.6 光纤

为了防止眼睛受伤，应使用激光等级1（眼睛安全）的激光发射机，以防止光纤传输的激光功率达到危险强度。

含有激光等级1M或更高等级的设备，当熟练技术人员或非熟练技术人员可接触时，应符合GB/T 7247.12的要求。

6.2.7 电池

电池的要求如下：

a）设备不得包含：

——按重量计，汞含量超过0.005%的任何电池或蓄电池；

——便携式电池或蓄电池，包括装在设备中的按重量计镉含量超过0.002%的电池或蓄电池。

b）电池、蓄电池和电池组应标有3.2.1 g)中所示的符号；

c）如果设备配有可更换电池，并且如果更换类型不正确的电池可能导致爆炸（例如，某些锂电池），则应在电池附近有标记或在使用与维护说明中声明。该标记或声明应包括以下或类似文字：

注意：如果更换的电池类型不正确，有爆炸的风险。按照说明处理使用过的电池。

6.3 结构

6.3.1 一般要求

结构的一般要求包括：

a）设备应尽量采用非易燃材料制造，并应具有足够的强度，以确保安全；

b）未经豁免，不得使用超出GB 26572规定限值的有害物质；

c） 在电气连接松动会造成危害的地方，其紧固程度不应取决于绝缘材料的压缩程度；

d）兼做电气和机械连接的螺钉，应装配牢固，不得松动；

e）容易造成人员伤害的运动部件，应加以充分防护；

f）在部件可由遥控而起动的地方，要加以适当的防护措施，防止可能的伤害，并应在遥控部件附近有适当的标识；

g）设备的机械设计应尽量减少锋利边缘、凸角、热管道以及势能释放部件（如弹簧）等对人员造成伤害的可能性。在适当的地方应设置警示标识；

h）设备的设计，应使其噪声尽量减小，以防人员因处在过强噪声环境中造成听觉和神经系统的伤害。当噪声超过GB/T 14366中规定的限值时，应有明显的标记，标出允许人员安全滞留的时间，并提示戴好防护耳罩。例如，大型发射机冷却装置房间中的噪音。

6.3.2 防潮

如果制造方和使用方对防潮检验有约定，按约定执行，否则按产品说明书执行。并且这些试验应在设备按照GB/T 2423.1标准要求开展湿热试验之后进行。

6.3.3 防水

如果设备是防水的（见3.2.3中的IP代码)，在按制造方与使用方商定的条件下进行试验时，应保持安全。并且这些试验应在设备按照GB/T 2423.1标准要求开展试验之后再进行。

6.3.4 电池的安装

铅酸电池和镍镉电池的外壳布置应保持有良好的通风条件，以消除有害气体和蒸汽，并保证电池电解液泄漏时，不会损害其他部件，也不会伤害人员。

6.4 安全标记

安全标记的要求如下：

a）有关安全的标记，应在设备整个寿命期间保持字迹清晰、易于辨认。用下列的目视检查法进行检查：

——用两块布，一块浸水，一块浸汽油，依次轻轻擦拭标记15s，标记应满足上述要求；

——当曝露于阳光时，标记不能因褪色而难于辨认。

b）标记的文字应采用汉字，应使用符号来避免语言问题；

c）为保证安全而专门设置的开关和隔离器，应有明显的标记，以防与其他开关混淆。标记应符合6.4b）的要求；

d）用于防止有害辐射并在维修期间可拆卸的部件，应标以适当的警告标记。

维修说明和安全相关说明应以汉字提供。

7 防有害电击和射频皮肤灼伤

7.1 概述

带电部件的电击防护要求应符合本章规定。存在危险电压的发射机设计应遵循本章的规定。

如果没有给出测试方法，应通过目视检查和适当条件下通过功能测试来检查是否符合要求。

电气安全部件应符合下列条件之一：

a）该部件与地之间，以及该部件与其他任何可触及部件之间的电压，峰值不得超过72V（测量所用的仪表，其内阻不低于10kΩ/V）；

b）电压虽然超过72V峰值，但电流和电容值不超过表2、表3中给出的限值。

表2 电流限值

频率	电流限值[a]
直流	2 mA
<1kHz	0.7 mA（峰值）
1kHz～100kHz	0.7 f mA（峰值）
>100kHz	70 mA（峰值）
a：这里的电流限值是在连接于该部件与地之间或该部附件与其他任何可触及部件之间的2 kΩ的无感电阻上测得的电流，表中 f 表示频率，单位为kHz。	

表3 电容量限值

电压范围（峰值）/V	电容限值/μF[a]
72～450	0.1
450～15000	45/U
>15000	675000/U^2
a：这里的电容限值是该部件与地之间或该部件与其他可触及部件之间的电容量。峰值电压（U）单位为伏特，应使用内阻不小于10kΩ/V的仪表来测量。	

在附录C的C.2节中，提供了关于电流流过人体影响的进一步信息。

7.2 接地

7.2.1 保护接地端子

可触及的可导电部件，均应与保护接地端子可靠连接。另外，还应符合下列规定：

a）连接于固定电源布线的设备

应使用单独的保护接地端子，尽可能靠近电网电源端子，并应标有适当的符号。

接地端子所用的材料，应与接地铜导体电解相容。

接地端应保证不能手动松脱。

b）具有不可拆卸的软线或电缆的设备

适用于7.2.1a）的要求。

设备接电网电源的软线或电缆，应含有一根具有适当截面的绝缘接地导线，其颜色应与附录E的要求相一致，并应接到设备的保护接地端子上。如果配有插头，则应将此线接到插头的保护接地端。

c）具有电网电源连接器的设备

应保证设备的电网电源连接器有保护接地接点，该接点应是接连器整体的一部分。在电源插进连接器之前，应先接上保护接地。反之，在拔掉电源之后，才能断开保护接地。

d）保护接地端子连接的误用

保护接地端子和保护接地点不应被用任何其他用途。

7.2.2 保护接地

保护接地应满足以下要求：

a）只有用金属部件装配的外壳，才能判断为是充分保证连续接地的。在正常工作条件下和故障条件下，如果能够在接地安全上保证永久的良好传导性和合适的低阻抗，可认为零件在电气上是安全的。

对于盖板、未装配面板和其他保护面板等部件，其上可附有不带电的设备，面板的一部分与机架有金属对金属的接触时，通常的金属拧固连接或者低阻抗插头触点可认为具有足够的连续性保证。若有带电部件连接，则应使用单独的导体连接；

b）保护接地用的导体，不应用于其他任何用途。

7.3 外壳

7.3.1 一般要求

为防止人员进入带危险电压的外壳，应设置安全装置，其要求在7.3.2中给出。

打开外壳后，设备上剩余电压的允许值在7.3.3中给出，其它的安全规定在7.3.4中给出。

7.3.2 外壳安全装置

进入外壳应遵循以下步骤：

a）在去除所有危险电压并使可触及部件符合电气安全要求之前，安全装置应保证出入门不得打开，并且手动拆装的盖板、防护罩等不得拆开。

对地峰值电压超过1000V的部件应先用保护接地开关接地后，才可打开出入门或盖板等；

b）人员安全的保护功能应由设备中的安全装置完成。安全系统的设计除应考虑继电器、接触器、断路器等部件（上述部件可能由电动、磁控、液压或气动等方式驱动）的可靠工作外，还应考虑7.4中规定的安全装置的机械性能；

c）安全装置和外壳进出锁定装置的联锁，应保证在安全装置未正确动作之前，人员不能进入外壳。为此，应配备合适的机械系统；

d）应保证在保护接地开关断开接地之前，以及所有出入门关好或盖板等复位之前，危险电压不应重新接入；

e）设有人员出入设备的外壳，要有可靠的装置，以防止任何人员进入外壳后被关在外壳内而加上危险电压。

7.3.3 设备上剩余的电压

外壳出入门打开以及用手动可装卸的盖板、防护罩等移开以后，变成了可触及部件，应符合7.1的要求。

设备上的电压，除了按7.1a）中的规定要求外，如果不是可触及的，并且用内阻不小于10 kΩ/V的仪表测量的对地峰值电压小于358V的话，则可不符合7.1b）中的要求。

应采用专门的、不可用手动方式拆卸的防护罩，防止人员接近不安全电压，并且防护罩上应标有符合6.4b）的警告标记。

7.3.4 附加措施

应尽可能采用接地棒作为附加安全措施。

接地棒应具有一根绝缘手柄，手柄的绝缘程度要与所接触的电压相适应。在手柄的一端有一个刚性的导电钩子，用适当截面的软导线将导电钩可见的接地。如果此软线上有绝缘物，则要求绝缘物应是透明的，并较为松弛的套在导体上，也可用绝缘珠代替。电线与钩子的接地连接应用螺栓紧固，并始终可见。

设备的设计应保证在接触设备外部（如未接地的仪表观察窗、装饰件等）的绝缘材料表面时，不会受到电击。

应按7.1进行电压试验。

7.4 安全装置的机械性能

安全装置的机械性能要求如下：

a）安全装置的设计，要符合“失效保护”的原则，即万一安全装置内部发生故障时，仍能对人员提供保护；

b）不应出现虚假安全指示的可能；

c）安全装置从“安全”到“不安全”位置的转换，应在准确无误的操作下才能进行，并且“安全”位置与“不安全”位置不能混淆；

d）应不能用手动使安全装置失去保护作用；

e）安全装置的设计应考虑避免误操作，在设备全寿命期内安全装置应持续有效；

f）保护接地开关的结构和安装，应使人员在安全的位置上即可直接看到接触点的接通情况；

g）作为安全系统组成部分的手柄、旋钮等，应牢固、可靠地固定于其轴上。手柄或旋钮等部件的机械传动装置应采用可靠方法防止打滑或错误定位，例如，键、安全固定销钉等；

h）安全系统的所有部件，包括机械联轴器、轴承、圆锥销等，应便于检查和维修。

7.5 布线与终端

布线和终端的要求如下：

a）所有的导线和电缆，都应加以足够的保护，以防在正常操作条件下可能遭受机械损伤；

b）应采用可靠绝缘，对用做监控、键控、控制或调制的导线从设备内部连接到外部时，最好采用隔离结构或接地屏蔽加以防护，以免它们与设备内部的其他导线之间可能发生接触；

c）软性电缆的端接装置，应能确保电缆的电气连接不受机械应力的影响，并确保电缆免遭磨损；

d）自攻螺钉（螺纹切割或螺纹成形）不得用于载流部件的电气连接，除非它们产生完整的标准机械螺纹。

7.6 绝缘

设备中爬电距离小于附录A规定值的地方，绝缘材料应采用无漏电痕迹的，并且是非易燃的。

除陶瓷之外的其他材料，其相比漏电起痕指数应采用GB/T 4207中给出的试验方法来确定。如果相比漏电起痕指数等于或大于175，即可认为该材料是无漏电起痕的。

绝缘材料的可燃性应使用GB/T 5169.2和GB/T 5169.44中给出的试验方法加以检验。

在电子管内，在管脚和管座、继电器、插头和插座、印刷电路板、晶体管、微型组件及类似器件上，只要各自符合其技术规范，则可有较小的爬电距离。

7.7 射频输出端电压

发射机上非电气安全的射频输出端子，尤其是明馈线的连接器，只要人员不会无意接近这些危险部位，是允许存在的，必要时可设置防护装置。

应尽可能将射频输出电路设计成可将任何电荷（例如，由于可能会导致危险的静电荷的积累）泄放到地。

还要注意到，由于与同一工作场所的其他发射机的耦合，发射机输出端子可能会存在高压，对此应采取措施，保证这些部件的电气安全。

8 防高温、着火及其他危害

8.1 一般要求

设备的设计应能确保人员在正常操作过程中不会因部件过热而受到伤害，也不会出现可能引起着火或其他危险的高温情况。

在本章中未规定试验方法的，应用目视检查法检验，或用功能试验进行检验。

8.2 高温

8.2.1 正常使用条件下的温度限制

设备中任何可触及部分的温度不应对人员造成伤害，任何部件的温度不应导致电气绝缘受损或机械强度降低。

接触温度限值在附录F中规定。

8.2.2 故障条件下温升

在故障条件下（见5.3），设备任何部件的温度不应引起燃烧或释放出易燃、有害气体。

检验方法如下：

——当采用热脱扣、过载跳闸、熔断器等方法限制温度时，应在该装置动作后2 min内进行温度测量。

——当没有采用上述方法限制温度时，应直接测量部件的最高温度，但设备工作时间不应超过6 h。

——将测得的温度值与所用元件及材料的最高安全工作温度值相比较，可以按GB 4943.1中给出的故障条件下温升最大值作为指导。

8.3 着火

设备的设计，应尽可能减小着火及火蔓延的危险。为此，应尽量避免使用易燃元器件和材料，例如，非阻燃性塑料。

当无法避免使用含有易燃流体的元器件时，应采取严格措施，防止流体一旦泄出，流到温度与流出流体燃点相近的元器件上引起着火，或使元器件绝缘受损。

8.4 内爆与炸裂

8.4.1 通用要求

容易内爆或炸裂的部件应加以防护，避免造成人员伤害。

8.4.2 内爆

用于测量或监控的装置，荧光屏尺寸超过16 cm的阴极射线管或显像管应是本质安全型的，否则应加外罩，防止内爆产生的各种危害。

任何可能内爆的非本质安全型管子，应配置不能手动拆卸的保护屏。若采用单层玻璃保护屏，则不应与管子表面相接触。如果保护屏是可拆卸的，其上应配有清晰易见、文字高度不小于3 mm的警告标记，指明在设备工作之前，应装好此保护屏。

用目视检查法检验。必要时，采用GB 4943.1规定的自身防爆管子或装有不防爆管子设备的相关试验方法进行检验。

8.4.3 炸裂

可能会炸裂导致危险的部件，在其结构中应装备安全阀或标以“易爆点”标记，以防止该部件承受过大压力。

安全阀或“易爆点”标记所处的位置，应保证其一旦动作，该处对人员没有危险。

8.5 有害辐射

8.5.1 非电离（包括电磁场）辐射

设备的设计应使得杂散或机箱泄漏的射频非电离辐射对人员没有危害。

设备产生的任何杂散电场和磁场的电或磁分量在操作区域内不得超过附录D中给出的值。应在可能出现更高限值的地方放置警告标志。

8.5.2 曝露电离辐射

设备的设计应防止有害电离辐射对人员的伤害。

通过测量机箱外表面电离辐射的量值来检验。在正常工作条件下，距设备外表面10 cm任何易接近点测得的电离辐射量，应小于1μSv/h（0.1mR/h）。

所用的测量方法应适用于整个辐射频谱范围。

8.5.3 放射性材料的一般要求

经慎重考虑使用了含放射性材料的管子或其他任何零部件的设备，应在设备上附有非常明显的警告标记，并在设备的说明书中给出关于这些零部件的搬运、贮存的完整说明，并简明的指出这些放射性材料将会引起哪些危害。

8.5.4 激光器的一般要求

如果设备包含激光器，应在设备上贴上激光标志。激光器的分类应遵循GB/T 7247.1的规定：

——2类及以上激光器需要张贴危险标签；

——3级或4级激光器应在设备内安装互锁等适当的保护装置，以防止眼睛损伤。

8.6 危险材料

设备中所有危险材料，应在设备说明书中列出，并在说明书中给出关于这些材料的搬运、贮存的完整说明，简明的指出这些危险材料将会引起哪些危害。

8.7 低压电源危险短路

设备中若含有大电流低电压的部件，如电子管的灯丝电源以及大容量电池组等，即使按3.1.4定义是电气安全的，但在突然发生短路时，设备中导体和端子仍易产生剧烈的飞弧或过热，引起着火甚至伤害人员。因此，此类设备的设计和制造时应使得这种危害短路的可能性为最小。

附录 A

（规范性）

电气间隙和爬电距离

在设备的部件之间，应有适当的电气间隙和爬电距离，以免因灰尘沉积或潮湿而出现故障。

表A.1中给出的电气间隙和爬电距离，是计及装配和零件公差后的最小实际间隙。

表A.1 电气间隙和爬电距离

直流或峰值电压（U）/V[a]	有效值电压（$U/\sqrt{2}$）/V	电气间隙/mm	爬电距离/mm
72<U≤354	50< $U/\sqrt{2}$ ≤250	3	3
354<U≤500	250< $U/\sqrt{2}$ ≤ 360	3	4
500<U≤1400	360< $U/\sqrt{2}$ ≤ 1000	2+U/500	2+U/500
U>1400	$U/\sqrt{2}$>1000	除非制造方与用户商定采用其他标准，否则有关部件在进行2U伏电压试验时，应没电晕产生	
[a]U——正常使用条件下的直流电压或交流峰值电压（频率不超过1000Hz），即正常工作电压的110%。			
注：如果绝缘部分包含一个小于1 mm宽的凹槽或者是凸起时，则爬电距离不算凹槽或凸起的全长，而只算其宽度。如果电气间隙有两个或多个由导电部件分开的串联空气隙，则任何小于1 mm宽的空气隙在计算总距离时可以忽略。			

附录 B

（规范性）

熟练技术人员资格评价导则

3.1.1中“熟练的”的定义意味着，作为一个熟练技术人员，必须做到在发射机的工作期间，不仅有责任并且还有能力保护自身的及直接在其指导下工作的非熟练技术人员的安全。

在当前情境下，胜任能力要求具备充分的技术知识、充分的实践经验以及对特定发射机安装细节的了解，以避免对人员造成危险。

对熟练技术人员的培训要求不应仅限于技术事项，最好还应包括急救治疗，特别是人工复苏、呼吸和外部心脏按压（心脏按摩）等方法。

在实践中，不可能给出熟练技术人员所需的技术知识、培训和经验的详细规定，因为这取决于发射机的类型和其所涉及的职责，熟练技术人员的职责范围可以从简单发射机的正常操作到附件C中描述的包含高压的复杂发射机的维护。

附录 C

（规范性）

发射设备工作人员安全预防措施导则

C.1 概述

为了保证无线电发射机及其附属设备工作人员的安全，应对可能发生危害有一个全面的了解。

一般的，应了解以下几方面内容：

——当所用电压超过72V（峰值）时，应采取的一般预防措施；

——当使用射频高电压（往往比上述电压高得多）时，所应采取的防护措施；

——存在于天线及其馈线附近的电磁场效应，可能会导致着火，使人员遭受电击和灼伤；

——在易燃气体存放的地方，有发生爆炸的危险；

——在设备或建筑物上走动工作的人员，当意外的触及带电导线而受到电击时，有跌落下来的危险。

C.2 危险电压和电流

从根本上讲，电击强度的判断标准是电流而不是电压，甚至一个非常小的电流通过人体的要害部位，都可能导致死亡。产生致命电流所需的电压，取决于人体电阻，接触条件和通过人体的线路等等。

电击影响的详细信息在GB/T 13870中给出。

C.3 电击：急救处理

电击可能导致正常呼吸中断，要恢复呼吸必须立即急救。因此，工作人员必须掌握各种人工呼吸和心脏按摩的方法。

除颤器是一种有效的急救设备。

在高压事故情况下，需要紧急的医疗救护，并治疗由于严重灼伤而带来的身体上有害生成物的影响。

在所有情况下，都应要求医疗协助。

应对所有可能存在危险电压的发射设备上工作和维修的人员运用人工呼吸的能力进行检查，必要时对这些人员安排更多的急救训练。

C.4 发射设备的运行

发射设备的运行应满足以下要求：

a）应使设备始终保持在符合安全要求的状态上；

b）应定期的对设备的安全状态.防护措施及安全装置应有功效进行认真的检修，并应由一名适当机构指定的熟练技术人员来进行。

应对门联锁系统、机械联锁装置、隔离开关、接地开关、并联电阻以及用于防过压及过流的保护装置等的有效性进行检查。安全保护装置在故障条件下动作之后，也应进行上述检查。

除替换外，不得改动或拆掉安全装置。任何情况下，非经有关机构的特别许可，任何人不得变更安全电路；

c）在正常工作条件下，所有用于防意外触电的保护盖板，都应保持关闭。只有在维修时，并经过负责的熟练技术人员同意后才能打开。设计用于通过工具拆卸的盖子不得修改为手动操作；

d）设备的所有金属外壳、盖板等，都应始终有效地接地，并应注意维护这些保护性接地连接。对于固定螺纹盖板，通常的金属螺纹连接或低阻抗插头触点被认为足以确保连续性，前提是没有电气设备连接到它们上，并且面板的某些部分与框架具有金属对金属的接触。如果电气部件连接到此类物品上，则应使用提供适当低阻抗的单独连接；

e）根据3.1.10的定义，敞开式结构的设备所占用的空间也应看作是外壳；

f）设备开机之前，熟练技术人员应负责清楚的查明：设备及其相连的天线系统上，已没有人在上面工作；允许发射的所有准备工作都已完毕；没有将工具、检修装置及行灯遗忘在设备中；并且，为试验而连接的仪器等都已拆除。

C.5 形成无电压状态的方法

按以下步骤形成无电压状态：

a）检修设备之前，一定要先断开电网电源，必须一直用目视检查法对断开情况进行检查，指派专人监视并设法保证不能再通电（见7.3.2），断电之后，对其他线路，如控制线、联锁线和调制线等进行检查，如果带有危险电压，则就要把线路断开。另外，还应断开天线（或天馈线）与端接装置的连接，以防由于天线的感应而产生危险电压；

当不可能断开天线或馈线时，则要采用其他适当保护措施来消除电压。例如，在若干必要的地方实行接地，不过这些接地线与工作波长相比应非常短；

b）与已断开电源的电路相连的电容器，如果带有危险电压，应将其放电，并在整个检修期间，一直使其端子短接以及外壳接地；

c）设备停止运行后（包括长期不用的设备），电气结构上存留的电荷在某些情况下也可能会造成严重电击，因此，应用接地棒将所有电荷对地放掉，并应重复做几次；

d）在对自动和遥控设备进行检修之前，应将自动或遥控开关电路断开，使其不起作用。应采取预防措施，确保在工作进行时不能恢复远程或自动开关。如果可能，锁匙应由从事工作的人持有。

C.6 无电压的判断方法

在按照C.5将设备断电之后，应判断检修区内确无电压存在。可用电压表、测量仪器、用以指示射频电压存在的辉光放电灯或其他适当的方式来进行判断。高压外露部件应通过连接接地棒进行接地，但这只能在通过其他方法确定没有电压后进行。

C.7 在带电电路上作业

要尽量限制对超过7.1b）限定电压的带电电路进行作业，或在此类电路附近进行作业。只有满足下列的条件时，方可以执行这样的工作。

——这工作必须由经授权的熟练的电气工程师执行，由另外一个接受过培训并且有能力立即切断电源的人监视，并该监视人接受过训练能通过人工呼吸和心脏的按摩给予急救；

——无电离或非电离辐射危险的可能性；

——工作必须在没有电弧或电流流过人体的危险方式下执行；

——工作必须使用合适的设备、测试设施和工具安全地执行工作；

——应采取合适的措施标示危险的区域；

——工作仅在被迫原因下执行，例如无电压时将无法工作或无法确定故障位置。

C.8 其他危害

C.8.1 射频辐射危害

射频辐射危害应满足以下要求：

a）人员可能会受其影响的微波范围内的功率密度最大电平值，以及频率较低的射频场强电场分量和磁场分量，不要超过国家的相关规定。对于还没有采用可允许的非电离辐射电平的国家标准的国家来说，可从ICNIRP指南中获得关于限制时变电场、磁场和电磁场（不超过300 GHz）曝露限值指南（见附件D）；

b）在设备发射期间，人员绝不能对任何微波辐射器、反射器、波导、喇叭状辐射体以及任何集中波束辐射系统直接以目视检查法进行检查。

C.8.2 眼睛防护

在操作期间，人员不得对光纤或激光源系统进行直接目视检查。

附录 D

（规范性）

时变电场、磁场和电磁场（不超过 300 GHz）曝露限值导则

曝露于时变电场和磁场的参考水平见表D.1和D.2。它们摘自ICNIRP关于限制曝露于时变电场、磁场和电磁场（高达300 GHz）的指南（1998年）。

表D.1 职业曝露于时变电场和磁场的参考水平（未扰动均方根值）

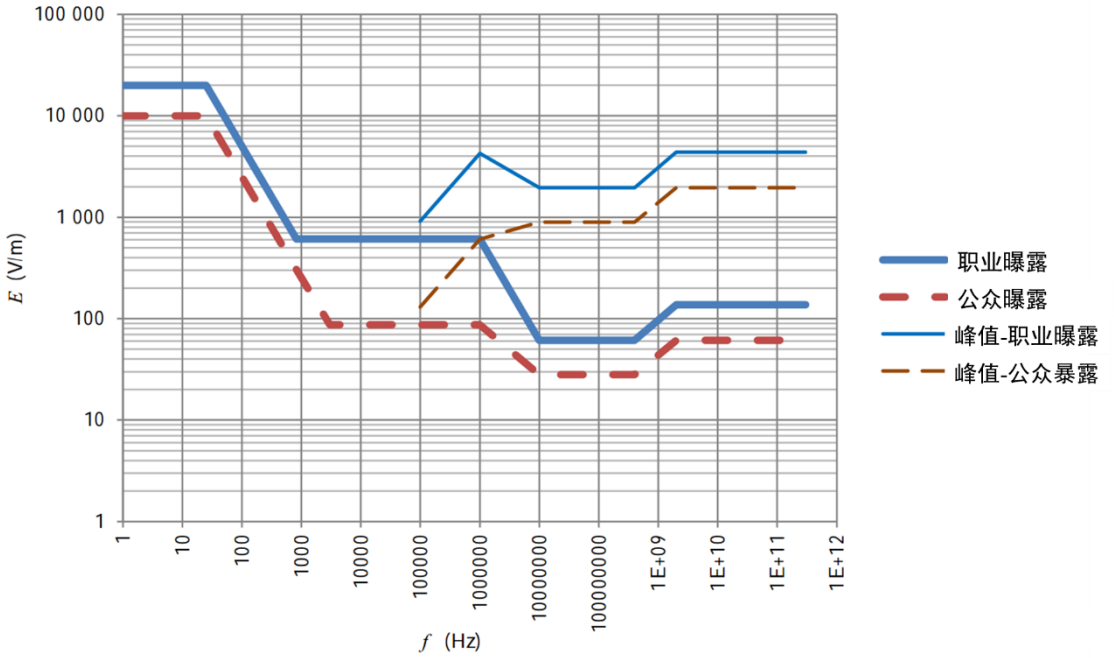
频率范围	电场强度 V/m	H场强 A/m	B场强 μT	等效平面波功率密度 W/m2
>1 Hz	–	1.63×10^5	2×10^5	–
1 Hz～8 Hz	20000	$1.63\times10^5/f^2$	$2\times10^5/f^2$	–
8 Hz～25 Hz	20000	$2\times10^4/f$	$2.5\times10^4/f$	–
0.025 kHz～0.82 kHz	$500/f$	$20/f$	$25/f$	–
0.82 kHz～65 kHz	610	24.4	30.7	–
0.065 MHz～1 MHz	610	$1.6/f$	$2.0/f$	–
1 MHz～10 MHz	$610/f$	$1.6/f$	$2.0/f$	–
10 MHz～400 MHz	61	0.16	0.2	10
400 MHz～2000 MHz	$3\sqrt{f}$	$0.008\sqrt{f}$	$0.01\sqrt{f}$	$f/40$
2 GHz～300 GHz	137	0.36	0.45	50
注：f是频率范围列中所示的频率。				

表D.2 一般公众曝露于时变电场和磁场的参考水平（未扰动均方根值）

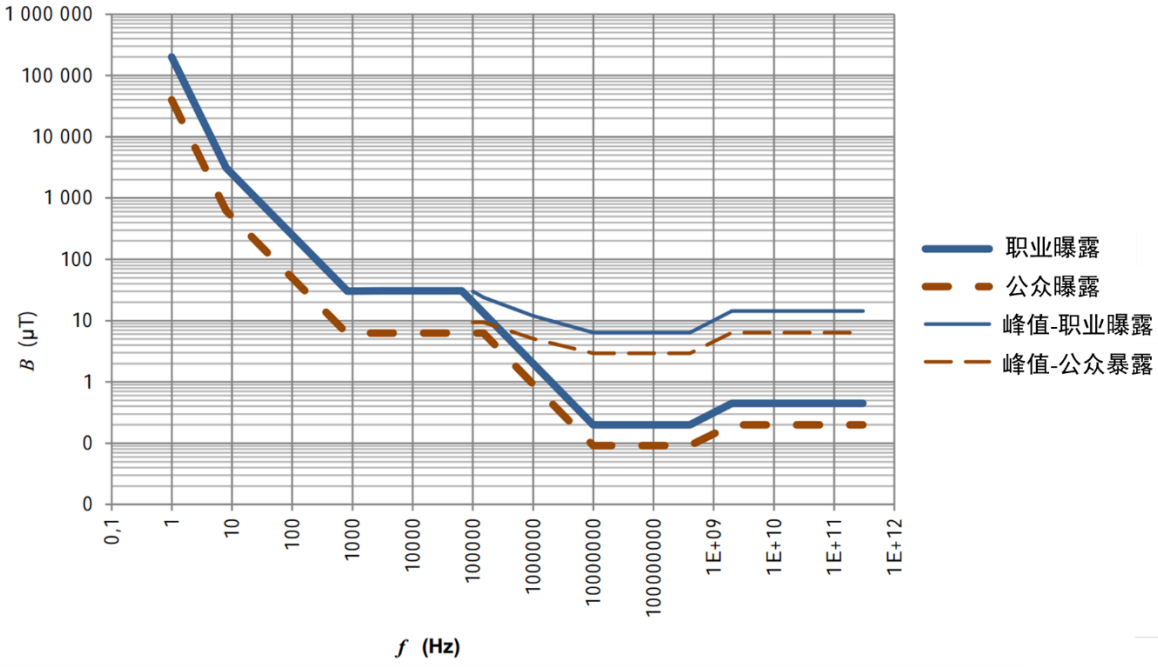
频率范围	电场强度 V/m	H场强 A/m	B场强 μT	等效平面波功率密度 W/m2
>1 Hz	–	3.2×10^4	4×10^4	–
1 Hz～8 Hz	10000	$3.2\times10^4/f^2$	$4\times10^4/f^2$	–
8 Hz～25 Hz	10000	$4000/f$	$5000/f$	–
0.025 kHz～0.8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	–
0.8 kHz～3 kHz	$250/f$	5	6.25	–
3 kHz～150 kHz	87	5	6.25	–
0.15 MHz～1 MHz	87	$0.73/f$	$0.92/f$	–
1 MHz～10 MHz	$87/\sqrt{f}$	$0.73/f$	$0.92/f$	-
10 MHz～400 MHz	28	0.073	0.092	2
400 MHz～2000 MHz	$1.375\sqrt{f}$	$0.0037\sqrt{f}$	$0.0046\sqrt{f}$	$f/200$

2 GHz～300 GHz	61	0.16	0.2	10
注：*f*是频率范围列中所示的频率。				

图D.1和D.2显示了表D.1和D.2中给出的参考水平的比较。



图D.1表D.1和D.2中时变电场曝露的参考水平对比



图D.2表D.1和D.2中时变磁场曝露的参考水平对比

附录 E

（规范性）

软电缆和软电线接地芯线的颜色

软电缆和软电线中用于接地或类似保护目的的芯线，应采用绿色和黄色标志。

在这种芯线的每15 mm长的一段上，绿色和黄色中任意一种颜色，应占该段芯线表面的30%~70%，余下部分应为绿色和黄色中的另一种颜色。

上述颜色应保证不能擦掉，并不得用于标志其他芯线。

附录 F

（规范性）

接触温度限值

可接触部件的温度不应超过表 F.1 所示的限值。

表 F.1 接触温度限值

操作员可触及区域内的零部件	温度限值 T_{max} /℃		
	金属	玻璃、瓷器及玻璃材料	塑料和橡胶[b]
仅短时握持或接触的手柄、旋钮、握把等	60	70	85
正常使用中持续握持的手柄、旋钮、握把等	55	65	75
可接触的设备的外部表面[a]	70	80	95
设备内部可接触的部件[c]	80	80	95

[a]同时满足下列条件的，温度可达到 100℃：

——设备外部表面不超过 50 毫米且在正常使用情况下不可被接触的区域；

——为实现预定功能需要发热的设备部件（如电子管），且该情况对操作员显而易见。应在设备上邻近高温部件的醒目位置标注警示。

警示可采用如 3.2.2 e）所示标识，或采用下述（或类似含义）文字：

警告

热表面

请勿触摸

[b]对于每种材料，应根据材料的数据计算确定其适当的最高温度。

[c]同时满足下列条件的，温度可超过上述限值：

——此类部件不可被意外触及；

——该部件设有如 3.2.2 e）所示的标识，表明其为高温部件。

对于计划安装在限制进入区域的设备，应遵循表 F.1 中的温度限值规定。但对于那些显然被设计为散热器或带有明显警示标识的外部金属部件，其允许的最高温度为 90℃。

参 考 文 献

[1] IEC 60215 Safety requirements for radio transmitting equipment – General requirements and terminology