



中华人民共和国国家标准

GB/T 38847—2020

智能工厂 工业控制异常监测工具技术要求

Intelligence factory—
Technical requirements for industrial control abnormal monitoring instrument

2020-07-21 发布

2021-02-01 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

前言 I

引言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语、定义和缩略语..... 1

4 工业控制异常监测工具的部署 2

5 工业控制异常监测工具等级划分 2

 5.1 技术要求分级 2

 5.2 技术要求分类 3

6 技术要求 5

 6.1 基本级 5

 6.2 增强级 9

附录 A（规范性附录） 环境适应性要求 12

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国工业过程测量控制和自动化标准化技术委员会(SAC/TC 124)归口。

本标准起草单位:启明星辰信息技术集团股份有限公司、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、中国石油天然气股份有限公司规划总院、北京中油瑞飞信息技术有限责任公司、中车戚墅堰机车有限公司、中国科学院沈阳自动化研究所、北京市自来水集团有限责任公司、重庆信安网络安全等级测评有限公司、上海自动化仪表有限公司、中国网络安全审查技术与认证中心、国家工业信息安全发展研究中心。

本标准主要起草人:孟雅辉、许涛、王玉敏、和曦、杜兰、尚文利、张晨艳、张为群、包伟华、甘杰夫、张哲宇、赵剑明、刘志远、董朋、原真、马俊闯、尚羽佳、王静、周学良、单博、蒋浩然、陈春雨。



引 言

随着工业化与信息化的深度融合,来自信息网络的安全威胁正逐步对工业控制系统造成极大的安全威胁,传统的工业控制异常监测工具在面对工业控制系统的安全监测时因不能识别工业控制系统专用协议、对工业控制系统异常特征分析不足,显得力不从心,因此急需一种能应用于智能工厂中的工业控制异常监测工具对异常行为进行监测和报警。

应用于智能工厂的工业控制异常监测工具与传统工业控制异常监测工具的主要差异体现在:

- a) 智能工厂的工业控制异常监测工具是专门针对工业控制系统的检测系统,支持十几种主流工控协议的深度解析,内置特有的工控网络检测策略;可检测利用工控设备漏洞对工控网络的多种入侵攻击;
- b) 智能工厂的工业控制异常监测工具采用工业级全密闭硬件设计,环境适应能力强;
- c) 智能工厂的工业控制异常监测工具满足工业现场要求的高可靠性和稳定性等需求。

智能工厂

工业控制异常监测工具技术要求

1 范围

本标准规定了智能工厂的工业控制异常监测工具(以下简称:监测工具)的部署、等级划分和技术要求。

本标准适用于工业控制异常监测工具的设计、开发与测试。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件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文件。凡是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 2423.5—2019 环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ea 和导则:冲击

GB/T 2423.10 环境试验 第2部分:试验方法 试验 Fc: 振动(正弦)

GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)

GB 4824 工业、科学和医疗(ISM)射频设备 骚扰特性 限值和测量方法

GB/T 4857.20 包装 运输包装件 碰撞试验方法

GB/T 4857.23—2012 包装 运输包装件基本试验 第23部分:随机振动试验方法

GB/T 9254 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

GB/T 13729—2019 远动终端设备

GB/T 15153.1 远动设备及系统 第2部分:工作条件 第1篇:电源和电磁兼容性

GB/T 17214.4 工业过程测量和控制装置的工作条件 第4部分:腐蚀和侵蚀影响

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验

GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626.10 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验

GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/T 17626.12—2013 电磁兼容 试验和测量技术 振铃波抗扰度试验

GB/T 17626.16 电磁兼容 试验和测量技术 0 Hz~150 kHz 共模传导骚扰抗扰度试验

GB/T 17626.17 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口纹波抗扰度试验

GB/T 17626.29 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/T 20275—2013 信息安全技术 网络入侵检测系统技术要求和测试评价方法

3 术语、定义和缩略语

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 术语和定义

3.1.1

工业控制异常监测工具 industrial control abnormal monitoring instrument

以工业控制网络上的数据包作为数据源,监听所保护网络内的所有数据包并进行分析,发现针对工业控制系统的网络入侵、病毒、流量异常等异常行为的系统。

3.1.2

探测器 sensor

用于收集可能指示出入侵行为或者滥用信息系统资源的实时事件,并对收集到的信息进行初步分析的入侵检测系统组件。

[GB/T 20275—2013,定义 3.6]

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DCS:集散控制系统(Distributed Control System)

PLC:可编程序控制器(Programmable Logic Controller)

RTU:远程终端单元(Remote Terminal Unit)

4 工业控制异常监测工具的部署

监测工具是以旁路监测工业控制系统网络,抓取网络流量,发现异常行为并报警。图 1 是将监测工具旁路部署在工业网络交换机的镜像口上,工业控制系统业主根据工业网络交换机情况,酌情考虑部署。对于工具的环境适应性要求见附录 A。

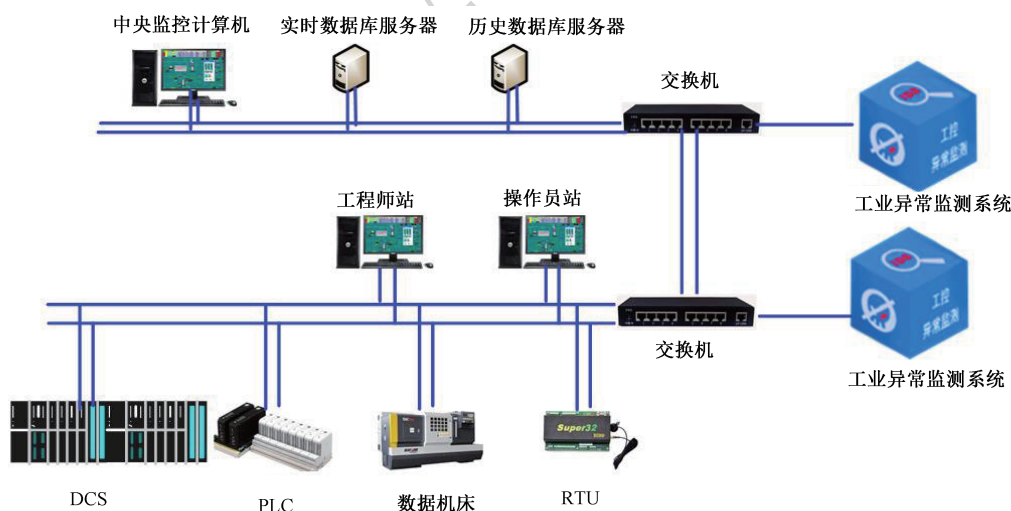


图 1 工业控制异常监测工具部署示例

5 工业控制异常监测工具等级划分

5.1 技术要求分级

按照 GB/T 20275—2013 有关要求,结合工业控制系统需求,将技术要求分为基本级和增强级。

5.2 技术要求分类

将技术要求分为功能要求、安全要求、保证要求、性能要求四个方面。其中产品保证要求采用 GB/T 20275—2013 中的安全保证要求,产品性能要求采用 GB/T 20275—2013 中的性能要求,产品功能要求、安全要求分别见表 1 和表 2。

表 1 工业控制异常监测工具产品功能要求等级划分

产品功能要求	功能组件	基本级	增强级
数据探测功能要求	数据收集	√	√
	协议分析	√	√
	入侵行为监测	√	√
	工业协议异常行为监测	—	√
	网络流量监测	—	√
	病毒监测	—	√
异常分析功能要求	数据分析	√	√
	分析方式	√	√
	防躲避能力	√	√
	网络违规行为分析	√	√
	网络异常行为分析	—	√
	网络拓扑自动梳理	—	√
	检测规则管理	—	√
	事件合并	—	√
	事件关联	—	√
	基于流量的高级分析	—	√
	异常行为溯源	—	√
	工控漏洞入侵行为检测	—	√
异常响应功能要求	安全告警	√	√
	告警方式	√	√
	排除响应	√	√
	定制响应	√	√
	全局预警	—	√
	异常管理	—	√
管理控制功能要求	图形界面	√	√
	事件数据库	√	√
	事件分级	√	√
	策略配置	√	√
	产品升级	√	√
	统一升级	√	√
	分布式部署	—	√
	集中管理	—	√
	端口分离	—	√

表 1 (续)

产品功能要求	功能组件	基本级	增强级
检测结果处理要求	事件记录	√	√
	事件可视化	√	√
	报告生成	√	√
	报告查阅	√	√
	报告输出	√	√
	安全运维管理	√	√
	安全审计	√	√
产品灵活性要求	报告制定	√	√
	窗口定义	—	√
	事件定义	—	√
	协议定义	—	√
	通用接口	—	√
注：“√”表示具有该要求；“—”表示对该项无要求。			

表 2 工业控制异常监测工具产品安全要求等级划分

安全功能要求	功能组件	基本级	增强级
身份鉴别	用户鉴别	√	√
	鉴别失败的处理	√	√
	多鉴别机制	—	√
	鉴别数据保护	—	√
用户管理	用户角色	√	√
	安全数据管理	√	√
	安全属性管理	—	√
数据保护	数据保护	√	√
事件数据安全	数据存储告警	—	√
通信安全	通信完整性	√	√
	通信稳定性	√	√
	升级安全	√	√
产品自身安全	产品自身安全	√	√
注：“√”表示具有该要求；“—”表示对该项无要求。			

6 技术要求

6.1 基本级

6.1.1 产品功能要求

6.1.1.1 数据探测功能要求

6.1.1.1.1 数据收集

应具有实时获取受保护网段内的数据包的能力。获取的数据包应足以进行检测分析。

6.1.1.1.2 协议分析

至少应监视基于以下协议的事件：IP、ICMP、ARP、RIP、TCP、UDP、HTTP、FTP、TFTP、SNMP、TELNET。

包含但不限于 ModBus TCP、OPC、DNP3、Enترنت/IP 或行业的专有协议等工业控制协议事件的检测。

6.1.1.1.3 入侵行为监测

应监测包括但不限于：暴力破解、拒绝服务攻击、工业协议脆弱性攻击、安全扫描、蠕虫病毒、脆弱口令、木马后门攻击、缓冲区溢出攻击等。

6.1.1.2 异常分析功能要求

6.1.1.2.1 数据分析

应对收集的数据包进行分析，发现 6.1.1.1.3 中所述入侵行为。

6.1.1.2.2 分析方式

应以协议深度分析、流量分析、模式匹配、入侵行为建模分析等一种或多种方式进行入侵异常分析。

6.1.1.2.3 防躲避能力

应能发现工控协议躲避或欺骗检测的行为，如 IP 碎片重组、TCP 流重组、协议端口重定位、URL 字符串变形、shell 代码变形、隧道协议、隐蔽通道传输等。

6.1.1.2.4 网络违规行为分析

发现内部违规的网络行为，包括但不限于网络内非授权的新设备、非授权启用服务/端口、正常服务的停用、违规网络访问，违规 VPN 接入、违规的拨号网络、违规的远程管理。

6.1.1.3 异常响应功能要求

6.1.1.3.1 安全告警

当系统检测到入侵异常时，应自动采取相应动作以发出安全警告。

6.1.1.3.2 告警方式

告警可以采取监测工具计算机端监控界面实时提示、日志记录等方式。

6.1.1.3.3 排除响应

应允许用户定义对被检测网段中指定的主机或特定的事件不予告警,降低误报。

6.1.1.3.4 定制响应

应允许用户对被检测网段中指定的主机或特定的事件定制不同的响应方式,以对特定的事件突出告警。

6.1.1.4 管理控制功能要求

6.1.1.4.1 图形界面

应提供友好的用户界面用于管理、配置工业控制异常监测工具。管理配置界面应包含配置和管理产品所需的所有功能。

6.1.1.4.2 事件数据库

事件数据库应包括事件定义和分析、处理建议等。

6.1.1.4.3 事件分级

应按照事件的严重程度将事件分级,并报告给管理员。

6.1.1.4.4 策略配置

应提供方便、快捷的监测工具策略配置方法和手段。

6.1.1.4.5 产品升级

应具有及时更新、升级产品和事件库的能力。

6.1.1.4.6 统一升级

应提供对系统的事件库进行统一升级的功能。

6.1.1.5 检测结果处理要求

6.1.1.5.1 事件记录

应记录并保存检测到的入侵事件。入侵事件信息应至少包含以下内容:事件发生时间、源地址、目的地址、危害等级、事件详细描述以及解决方案建议等。

6.1.1.5.2 事件可视化

用户应能通过管理端界面实时清晰地查看入侵事件。

6.1.1.5.3 报告生成

应能生成详细的检测结果报告。

6.1.1.5.4 报告查阅

用户可自定义查询条件在管理端浏览检测结果。

6.1.1.5.5 报告输出

检测结果报告应可输出成方便用户阅读的文本格式,包括 word、HTML、PDF 等。

6.1.1.5.6 安全运维管理

应具备管理功能,具体技术要求如下:

a) 管理安全

- 1) 支持对授权管理员的口令鉴别方式,且口令设置满足安全要求;
- 2) 应在所有授权管理员、主机和用户请求执行任何操作之前,对每个授权管理员、主机和用户进行唯一的身份鉴别;
- 3) 应为每一个规定的授权管理员、主机和用户提供一个唯一的为执行安全策略所必需的安全属性。

b) 管理方式

- 1) 应支持通过 console 端口进行本地管理;
- 2) 应支持通过网络接口进行远程管理,并可限定可进行远程管理的网络接口;
- 3) 远程管理过程中,管理端与监测工具之间的所有通讯数据应加密传输,例如 https 方式。

c) 管理能力

- 1) 向授权管理员提供设置和修改安全管理相关的数据参数的功能;
- 2) 向授权管理员提供设置、查询和修改各种安全策略的功能;
- 3) 向授权管理员提供管理审计日志的功能。

6.1.1.5.7 安全审计

应具备安全审计功能,具体技术要求如下:

a) 记录事件类型

- 1) 被监测工具策略允许、禁止的访问请求;
- 2) 试图登录监测工具管理端口和管理身份鉴别请求;
- 3) 检测到的异常行为。

b) 日志内容

- 1) 数据包发生的时间,日期应包括年、月、日,时间应包括时、分、秒;
- 2) 数据包的协议类型、源地址、目标地址、源端口和目标端口等;
- 3) 攻击事件的详细描述。

c) 日志管理

- 1) 应只允许日志管理员访问日志;
- 2) 日志管理员应能够对日志进行存档、删除和清空;
- 3) 应提供能查阅日志的工具,具备对审计事件以时间、日期、主体 ID、客体 ID 等条件检索的能力,并且只允许授权管理员使用查阅工具;
- 4) 应支持对日志的统计分析和生成报表的功能;
- 5) 审计事件应存储于掉电非易失性存储介质中,且在存储空间达到阈值时至少能够形成报警通知管理员。

6.1.1.6 产品灵活性要求

应支持授权管理员修改和定制报告内容。

6.1.2 产品安全要求

6.1.2.1 身份鉴别

6.1.2.1.1 用户鉴别

应在用户执行任何与安全功能相关的操作之前对用户身份进行鉴别。应提供用户身份标识唯一和鉴别信息复杂度检查功能,保证应用系统中不存在重复用户身份标识,身份鉴别信息不易被冒用。

6.1.2.1.2 鉴别失败的处理

当用户鉴别尝试失败连续达到指定次数后,系统应锁定该账号,并将有关信息生成审计事件。最多失败次数仅由授权管理员设定。

6.1.2.2 用户管理

应设置多个角色,并赋予不同的权限,包括系统管理员、操作员、审计员,并应保证每一个用户标识是全局唯一的。

6.1.2.3 事件数据安全

应仅限于指定的授权角色访问事件数据,禁止其他用户对事件数据的操作。

6.1.2.4 数据保护

应在遭受攻击时,能够完整保存事件数据,并保留已经记录的事件数据。

6.1.2.5 通信安全

6.1.2.5.1 通信完整性

应确保各组件之间传输的数据(如配置和控制信息、告警和事件数据等)不被泄露或篡改。

6.1.2.5.2 通信稳定性

应采取点到点协议等保证通信稳定性的方法,保证各部件和管理端之间传递的信息不因网络故障而丢失。

6.1.2.5.3 升级安全

应确保事件库和版本升级时的通信安全,应确保升级包是由开发商提供的。

6.1.2.6 产品自身安全

应采取隐藏探测器 IP 地址等措施使自身在网络上不可见,以降低被攻击的可能性。

6.1.3 产品保证要求

产品保证要求应满足 GB/T 20275—2013 中 6.2.3 安全保证要求。

6.1.4 产品性能要求

产品性能要求应满足 GB/T 20275—2013 中 6.2.1.7 性能要求。

6.2 增强级

6.2.1 产品功能要求

6.2.1.1 数据探测功能要求

6.2.1.1.1 工业协议异常行为监测

应建立业务流量上下限的基线,以发现背离基线的峰、谷业务流量。

应检测异常特点时间段内重放的业务流量。

应能针对网络业务系统的安全规定和措施,制定出对应的安全检测规则,对业务系统的异常行为进行监测,发现业务网络中的违规行为,避免内部的安全风险。

应能对可疑加密传输检测、隐藏信道检测、可疑木马通信、常规行为中不常见的未知突发网络行为进行监测。

系统支持至少一种工业控制协议的异常行为监测,例如 ModBus TCP、IEC 60870-5-104、OPC、DNP3、Ethernet/IP 等。

6.2.1.1.2 网络流量监测

应监视整个网络或者某一特定协议、IP 地址、MAC 地址、端口的报文方向、标记位、流量和字节流量,并可按协议、IP 地址、MAC 地址、端口、标记位进行聚类分析, TOP N 分析。

应监视整个网络或者某一特定协议、地址、端口的报文流量和字节流量。

6.2.1.1.3 病毒监测

应能检测网络中的木马、蠕虫等病毒,并将相关事件信息进行展示。

6.2.1.2 异常分析功能要求

6.2.1.2.1 网络异常行为分析

应能发现包括但不限于网络扫描、设备的异常访问关系、异常访问流量、异常指令、可疑加密流量等异常行为。

6.2.1.2.2 网络拓扑自动梳理

应支持自动发现各网段的活跃 IP,并将梳理发现的各网段绘制成网络拓扑图。

6.2.1.2.3 检测规则管理

应支持检测规则按照各检测场景进行分类,方便检测规则的查看与配置操作。

6.2.1.2.4 事件合并

应具有对高频度发生的相同安全事件进行合并告警,避免出现告警风暴的能力。

6.2.1.2.5 事件关联

应具有把不同的事件关联起来,发现低危害事件中隐含的高危害攻击的能力。

6.2.1.2.6 基于流量的高级分析

应能检测网络暴力破解口令行为。

应能检测慢速扫描行为。

6.2.1.2.7 异常行为溯源

应能对攻击事件及异常行为等线索进行追溯跟踪,生成相互关联的报警事件的攻击路线,实现对攻击事件及异常行为的溯源。

6.2.1.2.8 工控漏洞入侵行为检测

应支持利用已知工控设备漏洞的入侵攻击行为检测,支持利用厂商设备漏洞的入侵攻击行为检测。

6.2.1.3 异常响应功能要求

6.2.1.3.1 全局预警

应具有全局预警功能,管理端可在设定全局预警的策略后,将局部出现的重大安全事件通知其上级工业控制异常监测工具管理端或者下级工业控制异常监测工具管理端。

6.2.1.3.2 异常管理

应具有全局安全事件的管理能力,可与安全管理中心或网络管理中心进行联动。

6.2.1.4 管理控制功能要求

6.2.1.4.1 分布式部署

应具有本地或异地分布式部署、远程管理的能力。

6.2.1.4.2 集中管理

应设置异常监测管控平台,对分布式、多级部署的监测工具进行统一集中管理,形成多级管理结构。

6.2.1.4.3 端口分离

探测器应配备不同的端口分别用于产品管理和网络数据监听。

6.2.1.5 产品灵活性要求

6.2.1.5.1 窗口定义

应支持用户自定义窗口显示的内容和显示方式。

6.2.1.5.2 事件定义

应允许授权管理员自定义事件,或者对开发商提供的事件作修改,并应提供方便、快捷的定义方法。

6.2.1.5.3 协议定义

除支持默认的网络协议集外,还应允许授权管理员定义新的协议,或对协议的端口进行重新定位。

6.2.1.5.4 通用接口

应提供对外的通用接口,以便与其他安全设备(如网络安全管理软件、防火墙等)共享信息或规范化联动。

6.2.2 产品安全要求

6.2.2.1 身份鉴别

6.2.2.1.1 多鉴别机制

应提供多种鉴别方式,或者允许授权管理员执行自定义的鉴别措施,以实现多重身份鉴别措施。多鉴别机制应同时使用。

6.2.2.1.2 鉴别数据保护

应保护鉴别数据不被未经授权查阅和修改。

6.2.2.2 用户管理

应仅限于已识别的指定授权角色可以对指定的安全属性进行查询、修改、删除、改变其默认值等操作。

6.2.2.3 事件数据安全

系统应在发生事件数据存储器空间将耗尽等情况时,自动产生告警。产生告警的剩余存储空间大小应由用户设定。

6.2.3 安全保证要求

产品保证要求应满足 GB/T 20275—2013 中 6.3.3 安全保证要求。

6.2.4 产品性能要求

产品性能要求应满足 GB/T 20275—2013 中 6.3.1.7 性能要求。

附 录 A
(规范性附录)
环境适应性要求

A.1 概述

环境适应性要求主要包括气候、电磁兼容、绝缘、接地、机械适应性、外壳防护等。每一项又有各自的具体要求。应根据设备实际部署环境的不同,由用户和设备制造商确定具体应满足的要求。

A.2 工作温度

表 A.1 规定了设备工作、贮存和运输温度条件。设备在规定的工作温度范围内工作时,其功能和性能应满足本标准的规定。在规定的温度范围内贮存和运输时,不应发生裂痕、老化或其他损坏;当经受该温度范围后再恢复到工作温度范围时,设备应能正常工作。

应用于温度快速变化场合的设备在经受不超过 50 ℃/min 的温度变化时应能正常工作。

表 A.1 温度条件

等级	工作温度 ℃		贮存和运输温度 ℃	
	低温	高温	低温	高温
I	0	60	—40	70
II	—40	70	—40	85
X	特定			
X 是一个开放等级,具体温度要求范围可根据设备实际应用环境与客户协商确定。				

A.3 相对湿度

设备在表 A.2 规定的相对湿度环境条件下应能正常工作。

表 A.2 相对湿度条件(无凝结)

等级	低相对湿度 %	高相对湿度 %
I	5	95
X	特定	
X 是一个开放等级,具体相对湿度要求范围可根据设备实际应用环境与客户协商确定。		

A.4 大气压力

设备工作大气压力条件见表 A.3。

表 A.3 大气压力条件

等级	低气压 kPa	高气压 kPa
I	80	106
II	70	106
X	特定	
X 是一个开放等级,具体大气压力要求范围可根据设备实际应用环境与客户协商确定。		

A.5 防腐蚀

设备工作在盐雾环境条件下或存在其他化学活性物质,应提供工业环境中抗腐蚀和侵蚀的能力,保证设备在表 A.4、表 A.5 规定的环境条件下能够长期使用。



表 A.4 盐雾

等级	最大盐雾浓度 mg/m ³
I	≤5
X	特定
X 是一个开放等级,具体抗腐蚀性要求范围可根据设备实际应用环境与客户协商确定。	

表 A.5 化学活性物质条件

等级	依据标准	化学活性物质
I	GB/T 17214.4	工业清洁空气
II		中等污染
III		严重污染
X		特定
X 是一个开放等级,具体抗腐蚀性要求范围可根据设备实际应用环境与客户协商确定。		

A.6 抗霉变

设备工作在潮湿多雨地区和霉菌滋生环境下不应发生霉变,并能够正常工作。

A.7 电磁兼容性

电磁兼容辐射和传导发射限值按 GB 4824 为 CLASS A,电磁兼容抗扰度的性能判据要求见表 A.6。

同时,设备应满足工业环境中的电磁兼容性要求,具体技术指标见表 A.7~表 A.26。

表 A.6 性能判据

性能评价判据	说明
A	试验期间和试验后受试设备均应按预期要求继续运行,无功能丧失或性能下降
B	试验期间,受试设备允许出现暂时的性能下降或功能丧失,但设备可以自我恢复,试验后设备应按预期要求继续运行。不能出现系统死机、复位或重启
C	试验期间,允许受试设备出现暂时的性能下降或功能丧失,但需要人工干预或系统复位才能恢复

表 A.7 辐射发射及传导发射要求

测试项	测试端口	依据标准	测试频段	限值
辐射发射	整机	GB 4824、GB/T 9254	30 MHz~1 GHz	A 类
传导发射	电源口、信号口		150 kHz~30 MHz	A 类

表 A.8 外壳端口静电放电抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级	判据
I	GB/T 17626.2	3(接触放电±6 KV,空气放电±8 KV)	A
II		4(接触放电±8 KV,空气放电±15 KV)	A
X		特定	
X是一个开放等级,具体电磁兼容性能力要求可根据设备实际应用环境与客户协商确定。			

表 A.9 整机射频电磁场辐射抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级	试验频段	判据
I	GB/T 17626.3	2(3 V/m,80%AM)	80 MHz~1 GHz	A
II		3(10 V/m,80%AM)		A
X		特定		
X 是一个开放等级,具体电磁兼容性能力要求可根据设备实际应用环境与客户协商确定。				

表 A.10 电源端口及信号端口电快速瞬变脉冲群抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级	判据
I	GB/T 17626.4	3(电源口±2 KV,信号口±1 KV)	A
II		4(电源口±4 KV,信号口±2 KV)	A
X		特定	
X 是一个开放等级,具体电磁兼容性能力要求可根据设备实际应用环境与客户协商确定。			

表 A.11 信号端口浪涌(冲击)抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级		判据
I	GB/T 17626.5	线-地	2	A
II			3	A
III			4	A
X		特定		
X 是一个开放等级,具体电磁兼容性能力要求可根据设备实际应用环境与客户协商确定。				

表 A.12 直流电源输入端口浪涌(冲击)抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级				判据
I	GB/T 17626.5	线-地	3	线-线	3	A
II			4		4	A
X		特定				
X 是一个开放等级,具体电磁兼容性能力要求可根据设备实际应用环境与客户协商确定。						

表 A.13 交流电源输入端口浪涌(冲击)抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级				判据
I	GB/T 17626.5	线-地	3	线-线	3	A
II			4		4	A
X		特定				
X 是一个开放等级,具体电磁兼容性能力要求可根据设备实际应用环境与客户协商确定。						

表 A.14 电源端口及信号端口射频场感应的传导骚扰抗扰度要求

等级	依据标准	576 严酷等级	试验频段	判据
I	GB/T 17626.6	2(3 V,80%AM)	150 kHz~80 MHz	A
II		3(10 V,80%AM)		A
X		特定		
X 是一个开放等级,具体电磁兼容性能力要求可根据设备实际应用环境与客户协商确定。				

表 A.15 整机工频磁场抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级	判据
I	GB/T 17626.8	稳定持续磁场:4 级 短时作用磁场:4 级	A
II		稳定持续磁场:5 级 短时作用磁场:5 级	A
X		特定	
X 是一个开放等级,具体电磁兼容性能力要求可根据设备实际应用环境与客户协商确定。			

表 A.16 整机阻尼振荡磁场抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级	判据
I	GB/T 17626.10	4	A
II		5	A
X		特定	
X 是一个开放等级,具体电磁兼容性能力要求可根据设备实际应用环境与客户协商确定。			

表 A.17 电源端口阻尼振荡波抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级	判据
I	GB/T 17626.12—2013	2	A
II		3	A
X		特定	
X 是一个开放等级,具体电磁兼容性能力要求可根据设备实际应用环境与客户协商确定。			

表 A.18 振铃波抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级	判据
I	GB/T 17626.12—2013 的表 1	3	A
II		4	A
X		特定	
X 是一个开放等级,具体电磁兼容性能力要求可根据设备实际应用环境与客户协商确定。			

表 A.19 电源口 0 Hz~150 Hz 共模传导骚扰抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级	判据
I	GB/T 17626.16	3	A
II		4	A
X		特定	
X 是一个开放等级,具体电磁兼容性能力要求可根据设备实际应用环境与客户协商确定。			

表 A.20 交流电源输入端口电压暂降抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级	判据
I	GB/T 17626.11	2 类	B
II		3 类	B
X		特定	
X 是一个开放等级,具体电磁兼容性能力要求可根据设备实际应用环境与客户协商确定。			

表 A.21 交流电源输入端口短时中断抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级	判据
I	GB/T 17626.11	2 类	C
II		3 类	C
X		特定	
X 是一个开放等级,具体电磁兼容性能力要求可根据设备实际应用环境与客户协商确定。			

表 A.22 交流电源输入端口电压变化抗扰度要求

等级	依据标准	试验参数				
		电压实验等级	电压降低所需时间	降低后电压维持时间	电压增加所需时间	判据
I	GB/T 17626.11	70%U _T	突变	1 周期	25 周期	A
X		特定	特定	特定	特定	特定
X 是一个开放等级,具体电磁兼容性能力要求可根据设备实际应用环境与客户协商确定。						

表 A.23 直流电源输入端口纹波抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级	判据
I	GB/T 17626.17	2	A
II		3	A
III		4	A
X		特定	
X 是一个开放等级,具体电磁兼容性能力要求可根据设备实际应用环境与客户协商确定。			

表 A.24 直流电源输入端口电压暂降抗扰度要求


等级	依据标准	严酷等级	判据
I	GB/T 17626.29	试验等级:40% U_T 和 70% U_T ;持续时间:1 s	A
X		 特定	
X 是一个开放等级,具体电磁兼容性能力要求可根据设备实际应用环境与客户协商确定。			

表 A.25 直流电源输入端口短时中断抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级	判据
I	GB/T 17626.29	试验等级:0%U _T ;持续时间:1 s	B
X		特定	
X 是一个开放等级,具体电磁兼容性能力要求可根据设备实际应用环境与客户协商确定。			

表 A.26 直流电源输入端口电压变化抗扰度要求

等级	依据标准	严酷等级	判据
I	GB/T 17626.29	试验等级:80% U_T 和 120% U_T ;持续时间:10 s	A
X		特定	
X 是一个开放等级,具体电磁兼容性能力要求可根据设备实际应用环境与客户协商确定。			

A.8 绝缘性能

A.8.1 绝缘电阻

设备的绝缘电阻要求见表 A.27。

表 A.27 绝缘电阻要求

名称	依据标准
一般环境绝缘电阻	GB/T 13729—2019 的表 13
湿热环境绝缘电阻	GB/T 13729—2019 的表 14

A.8.2 绝缘耐压

设备的绝缘耐压要求见表 A.28。

表 A.28 绝缘耐压要求

名称	依据标准	严酷等级
额定绝缘电压小于 60 V 的回路	GB/T 15153.1	VW2
额定绝缘电压大于 60 V 的回路		VW3
高海拔地区空气密度小,同等电压下,空气更容易产生电离现象,使设备的绝缘性能下降。建议高海拔地区使用的设备通过合理设计,保证其绝缘性能。		

A.8.3 泄漏电流

设备工作时对保护接地端的泄漏电流应不大于 5 mA。

A.9 接地

设备应具有接地端子及标记,标记应具耐久性且易识别,接地直流电阻不大于 10 mΩ。

A.10 机械适应性

设备应提供工业环境中的机械适应性能力,具体技术要求见表 A.29。

表 A.29 机械适应性要求

名称	依据标准	等级		备注
		I (导轨安装)	II (面板安装)	
正弦振动-工作	GB/T 2423.10	5 Hz≤f≤9 Hz,7 mm; 9 Hz≤f≤150 Hz,2.0 g; 每分钟一倍频程(±10%)	5 Hz≤f≤9 Hz,7 mm; 9 Hz≤f≤150 Hz,2.0 g; 每分钟一倍频程(±10%)	在三个互相垂直轴的每个轴上分别扫描 10 次
冲击-工作	GB/T 2423.5—2019	15 g 持续时间:11 ms/次 脉冲波形:半正弦		每个坐标轴的+/-方向各进行 3 次冲击,即共 18 次
随机振动-包装运输	GB/T 4857.23—2012	堆码高度 2.5 m 采用 GB/T 4857.23—2012 附录 A 中规定的水平 II 曲线,振动持续时间为 4 h		3 个轴向分别进行
碰撞-包装运输	GB/T 4857.20	10 G,脉冲持续时间 11 ms,60 次/min,1 000 次		

A.11 外壳防护

设备的外壳防护等级由制造商和用户协商确定,防护等级宜从表 A.30 规定的范围内选择。

表 A.30 外壳防护等级表

防尘等级	防水等级	依据标准
IP2X IP3X IP4X IP5X	IPX0 IPX1 IPX2 IPX3 IPX4 IPX5 IPX6 IPX7	GB/T 4208—2017