

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T XXXXX—XXXX

铁路灾害监测系统 第1部分：风、雨、雪

Technical specification for railway disaster monitoring system — Part 1: wind, rain,
snow

（征求意见稿）

（本稿完成日期：2024年7月22日）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家铁路局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语与定义	2
4 一般规定	错误!未定义书签。
4.1 铁路灾害监测系统	4
4.2 风、雨、雪监测	5
5 监测中心	6
5.1 监测中心构成	6
5.2 监测中心功能要求	7
5.3 监测中心技术要求	10
5.4 系统接口	10
6 监控单元	12
6.1 设备构成	12
6.2 监控单元功能要求	13
6.3 监控单元技术要求	14
7 现场采集设备	17
7.1 现场采集设备构成	17
7.2 现场采集设备功能要求	17
7.3 现场采集设备技术要求	17
8 试验方法	22
8.1 监控单元	22
8.2 现场采集设备	24
9 检验规则	29
9.1 检验分类	29
9.2 出厂检验	30
9.3 型式检验	30
附 录 A （规范性） 互联互通协议	32
A.1 监测中心内部接口通信协议	32
A.1.1 应用服务器与工务调度、监测维护终端通信协议（A 接口）	32
A.1.2 应用服务器与数据库服务器通信协议（B 接口）	35
A.1.3 应用服务器与接口服务器通信协议（C 接口）	36
A.1.4 接口服务器与数据库服务器通信协议（D 接口）	36
A.2 监测中心外部接口通信协议	36
A.2.1 与监控单元通信协议（E 接口）	36
A.2.2 与相邻监测中心通信协议（F 接口）	43
A.2.3 与气象部门系统接口（G 接口）	47

前 言

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。

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。

本文件由铁路行业工务工程设备标准化技术归口单位提出并归口。

本文件起草单位：中国铁路经济规划研究院有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司电子计算技术研究所、中国铁道科学研究院集团有限公司标准计量研究所、中国铁路设计集团有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、中国铁路北京局集团有限公司。

本文件主要起草人：闫宏伟、王强、王瑞、吴歆彦、李洋、卢欣宁、马祯、赵泽宇、于行健、杨建伟、杜广宇。

铁路灾害监测系统 第1部分：风、雨、雪

1 范围

本文件规定了铁路自然灾害监测系统风、雨、雪监测的监测中心、监控单元、现场采集设备、试验方法、检验规则。

本文件适用于铁路灾害监测系统风、雨、雪监测设备的设计、制造、检验。

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 4208—2017	外壳防护等级（IP代码）
GB/T 6461—2002	金属基体上金属和其他无机覆盖层经腐蚀试验后的试样和试件的评级
GB/T 9254.1—2021	信息技术设备、多媒体设备和接收机 电磁兼容 第1部分：发射要求
GB/T 14715—2017	信息技术设备用不间断电源通用规范
GB/T 15395—1994	电子设备机柜通用技术条件
GB/T 17626.2—2018	电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.3—2023	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—2018	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—2019	电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
GB/T 17626.6—2017	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—2006	电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
GB/T 17626.9—2011	电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
GB/T 22239—2019	信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
GB/T 24338.5—2018	轨道交通 电磁兼容 第4部分：信号和通信设备的发射与抗扰度
GB/T 34068—2017	物联网总体技术 智能传感器接口规范
GB 50303—2015	建筑电气工程施工质量验收规范
TB/T 1434—1999	铁路通信产品环境条件地面固定使用
TB/T 2311—2017	铁路通信、信号、电力电子系统防雷设备
TB/T 2993.2—2016	铁路通信电源 第2部分：通信用高频开关电源系统
TB/T 3498—2018	铁路通信信号设备雷击试验方法
JB/T 11258—2011	数字风向风速测量仪
JJF 1094—2002	测量仪器特性评定
JJG(气象)005—2015	自动气象站翻斗式雨量传感器检定规程
QX/T 23—2004	旋转式测风传感器

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

瞬时风速 instantaneous wind speed

当前风速与前2s风速的平均值。

3.2

时间常数 time constant

风速计对风速的响应时间

3.3

距离常数 distance constant

平均风速与时间常数的乘积。

3.4

气流偏角 airflow deviation angle

气流偏离风洞实现段轴线的角度。

3.5

阻塞比 blockage ratio

风洞试验段内一切（包括安装支架、风速表启动杆等控制件）迎风面积与试验段均匀区横截面积之比。

3.6

湍流度 turbulence intensity

气流在三维方向上脉动分速度的均方根值与平均速度的比值。

3.7

阻尼比 damping ratio

实际阻尼与临界阻尼之比。

3.8

降雨量 rainfall

某一时段内未经蒸发、渗透、流失的液态降水，在水平面上积累的深度。

3.9

降雨强度 rainfall intensity

单位时间内的降雨量。

注：计量单位为毫米每分，符号为mm/min。

3.10

雪深 snow depth

积雪表面到轨枕板或道砟面的垂直深度，为雪深实测与雪深基准的差值。

3.11

雪深计 snow depth sensor

感知雪深，并将雪深转换成电信号输出的器件。

3.12

雪深实测 actual measurement of snow depth

雪深传感器的实际测量值。

3.13

雪深基准 snow depth datum

雪深传感器无雪时的测量值。

3.14

监测中心 monitoring center

对现场采集数据进行汇集、处理及存储，并具备与相关系统数据交互的信息系统。

3.15

监控单元 monitoring unit

对现场采集数据进行初步处理及远程传输，并具备相关报警联动触发功能的现场设备。

3.16

监控主机 monitoring host

由主控模块和接口模块组成，用于接收现场采集设备的监测数据及状态数据，采集监控单元设备状态信息，发送至监测中心（特质风、雨、雪及异物侵限监测中心系统），接收监测中心系统下达的控制命令。

3.17

主控模块 control module

接收接口模块的监测数据、设备状态信息并处理，发送至监测中心系统，接收监测中心系统下达的控制命令并下发至接口模块。

3.18

接口模块 interface module

接收风、雨、雪采集设备的监测及设备状态数据，并发送至主控模块，接收并执行主控模块下达的控制命令。

4 一般规定

4.1 铁路灾害监测系统

4.1.1 灾害监测系统是铁路信息系统的组成部分，对铁路沿线风、雨、雪、地震及上跨铁路的道路桥梁的异物侵限应实现有效、准确、实时监测，为调度指挥及维护管理提供报警、预警信息，有效防止或减少灾害对铁路列车运行安全的影响。

4.1.2 灾害监测系统应具备高可靠性、可用性、可维护性安全性及可扩展性。

4.1.3 铁路灾害监测系统应采用监测中心、现场监测设备两级架构，实时采集铁路沿线风、雨、雪、地震及上跨铁路的道路桥梁的异物侵限现场数据，接收相邻铁路局中心系统及地震、气象等相关部门系统信息，进行数据分析及处理，为运营管理提供有效、准确、可靠的监测、报警及预警信息，异物侵限报警及地震预警、报警时联动触发信号系统、牵引变电系统进行紧急处置。铁路灾害监测系统架构应符合图1的规定。

4.1.4 风、雨、雪、地震、异物侵限监测可根据工程实际情况和运营管理需要独立设置或合并设置监测中心。

4.1.5 监测中心应支持多条线路统一管理。监测中心应按运营单位管辖范围设置，也可按线路设置。

4.1.6 监测中心应与铁路时间同步系统互联，根据需要可与其他铁路相关系统互联。

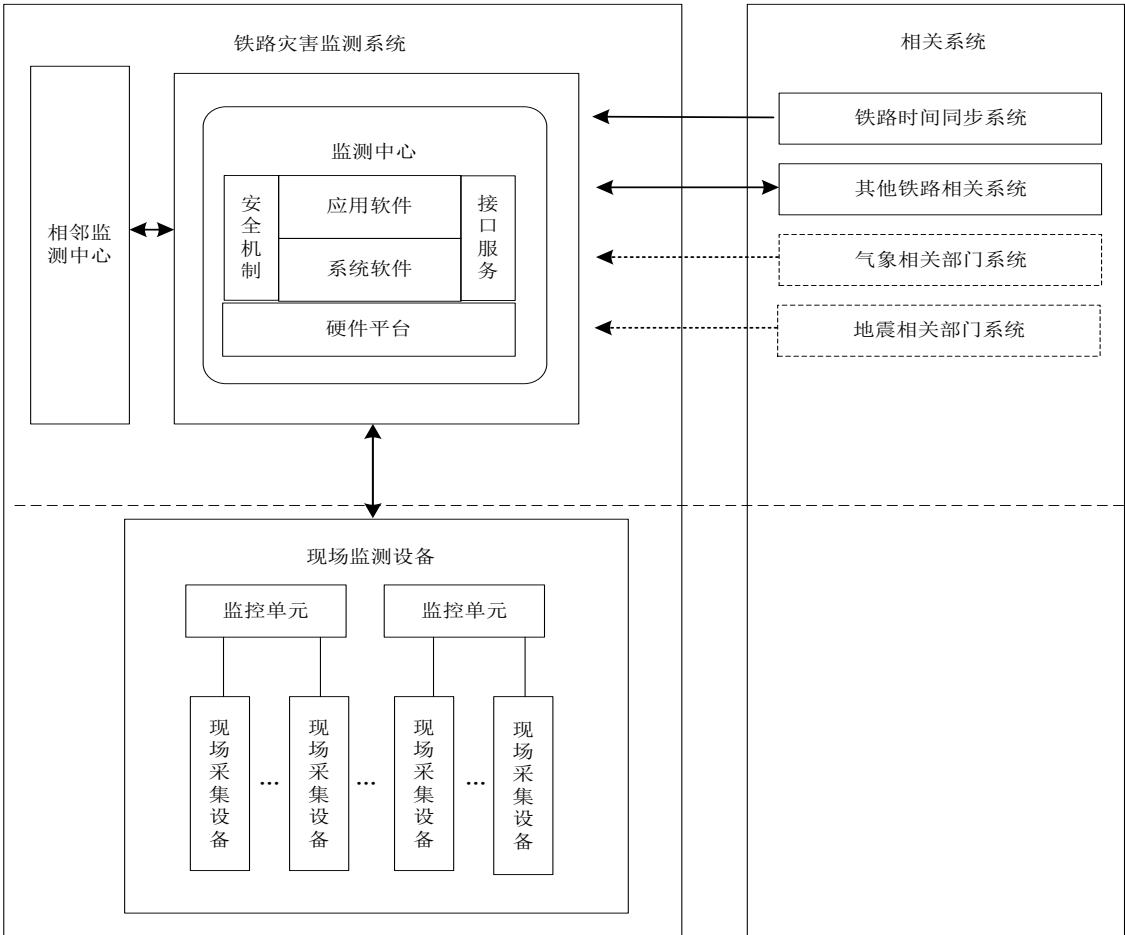


图1 铁路灾害监测系统架构及接口关系示意图

4.2 风、雨、雪监测

- 4.2.1 风、雨、雪监测应采用监测中心、现场监测设备两级架构。
- 4.2.2 监测中心应与铁路时间同步系统互联，根据需要可与其他铁路相关系统互联。
- 4.2.3 铁路灾害监测系统风、雨、雪监测部分的设备构成应符合图2的规定。

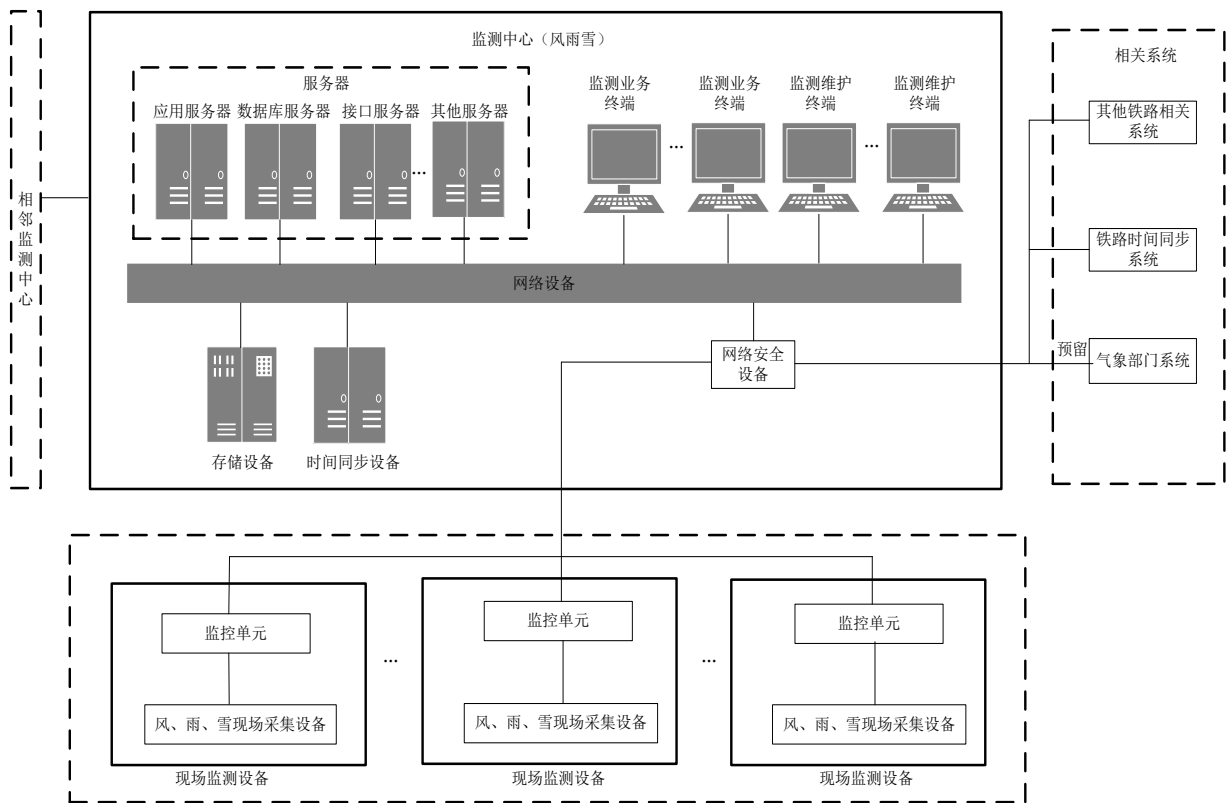


图 2 铁路灾害监测系统风、雨、雪监测设备构成示意图

5 监测中心

5.1 监测中心构成

5.1.1 硬件组成

5.1.1.1 总体构成

5.1.1.1.1 监测中心主要由服务器、存储设备、时间分配设备、网络设备、网络安全设备、监测终端组成。

5.1.1.1.2 监测终端应包括监测业务终端和监测维护终端。

5.1.1.2 服务器

5.1.1.2.1 服务器应包括应用服务器、数据库服务器、接口服务器等。

5.1.1.2.2 应用服务器应负责接收现场监测设备实时监测数据并生成灾害报警和设备故障报警信息，将实时监测数据和报警数据发送至监测终端及其他铁路相关系统。

5.1.1.2.3 接口服务器应负责监测内部数据交换，与相邻监测中心、其他铁路相关系统进行数据交互和管理，预留监测中心与气象部门系统等铁路外部系统的数据交互功能。

5.1.1.2.4 数据库服务器应负责监测中心数据的集中存储，数据包括实时监测数据、报警数据、设备状态监测数据及系统管理等有关数据；服务器停用时，不应影响监测业务终端的正常使用。

5.1.1.2.5 时间同步设备为监测中心、现场监测设备等提供时间同步功能。

5.1.1.3 监测终端

5.1.1.3.1 监测终端应包括监测业务终端和监测维护终端。

5.1.1.3.2 监测业务终端应包括列车调度终端、工务调度终端，用于提供风、雨、雪监测、报警及处置信息等内容的可视化界面。

5.1.1.3.3 监测维护终端包括工务维护终端、信息维护终端、通信维护终端，用于提供风、雨、雪监测、报警、处置及设备状态信息等内容的可视化和运行维护操作界面。

5.1.2 网络设备

5.1.2.1 监测中心网络设备应包括交换机。

5.1.2.2 监测中心网络设备应基于 TCP/IP 协议互联。

5.1.2.3 各接入节点接入监测中心网络设备时应采用 FE 接口或光接口。

5.1.3 网络安全设备

5.1.3.1 监测中心应采取安装防病毒软件等措施，软件和系统应及时升级，抵御网络上各类恶意代码的攻击；应配备性能较高的防火墙。用户登录系统时采用口令认证的方式。

5.1.3.2 监测中心应具备符合 GB/T 22239 中相应系统等级保护规定的安全防护功能。

5.2 监测中心功能要求

5.2.1 风速监测报警

5.2.1.1 数据接收与过滤

监测中心应实时接收监控单元发送的风速数据；分析单台风速风向计监测数据，检查采样值出现非数字字符、不在测量范围内、采样值与前次采样值差值不是分辨力的整数倍时、采样值与前次采样值差值大于 10m/s（可动态配置）等情况时，应将该数据标记为异常数据，不予采用。

5.2.1.2 风速显示

在线路界面上应以文字、图形、图标等形式显示风速监测点的各项监测信息。

5.2.1.3 风速报警

5.2.1.3.1 按照报警阈值对监测数据进行报警评判，当监测点风速达到报警条件时，发出报警等级、限速区段等信息，并为上述参数提供动态配置功能。

5.2.1.3.2 监测中心应具备风速报警的升级、降级和解除功能。判断实时风速符合当前报警级别解除阈值条件时，开始启动解除倒计时。在倒计时期间，持续依据报警规则判别风速报警。当监测点风速达到解除条件时，系统自动向监测业务终端发送解除报警信息，列车调度终端具备报警解除的倒计时时间显示和确认解除报警的功能。风速报警阈值、报警和解除时限应具备动态配置功能。

5.2.1.3.3 监测中心应具备风速报警限速区段设置功能，相应限速设置应符合下列规定：

- a) 当限速区段重合时，重合区段按最低限速值限速；
- b) 当重合区段均达到解除条件时，应解除当前报警。

5.2.2 雨量监测报警

5.2.2.1 数据接收及过滤

监测中心应实时接收监控单元发送的雨量监测数据，分析雨量计监测数据，检查采样值出现非数字字符、不在测量范围内、采样值与前次采样值差值不是分辨力的整数倍等情况时，应将该数据标记为异常数据，不予采用。

5.2.2.2 雨量显示

在线路界面上应以文字、图形、图标形式显示雨量监测点的各项监测信息，包括10min降雨量、小时降雨量、24h降雨量、连续降雨量等。

其中，10min降雨量为当前1min降雨量与前9min降雨量的累计降雨量；小时降雨量为当前1min降雨量与前59min降雨量的累计降雨量；24h降雨量为当前1h降雨量与前23h降雨量的累计降雨量；连续降雨量为间隔时间不超过24h且降雨量大于0.1mm的累计降雨量。

5.2.2.3 雨量报警

5.2.2.3.1 按照报警阈值对监测数据进行报警评判，当监测点雨量达到报警条件时，发出报警等级、限速区段等信息，并为上述参数提供动态配置功能。

5.2.2.3.2 监测中心应具备雨量报警的升级、降级和解除功能，当监测点雨量达到降级和解除条件时，系统自动向监测业务终端发送降级和解除报警信息。

5.2.2.3.3 监测中心应具备雨量报警限速区段设置功能，相应限速设置应符合下列规定：

- a) 当限速区段重合时，重合区段按最低限速值进行限速；
- b) 当重合区段均达到解除条件时，应解除当前报警。

5.2.3 雪深监测报警

5.2.3.1 数据接收与过滤

监测中心应实时接收监控单元发送的雪深监测数据，分析雪深计监测数据，检查采样值出现非数字字符、不在测量范围内、采样值与前次采样值差值不是分辨力的整数倍时，应将该数据标记为异常数据，不予采用。

5.2.3.2 雪深显示

在线路界面上应以文字、图形、图标形式显示雪深监测点的监测信息。

5.2.3.3 雪深报警

5.2.3.3.1 按照报警阈值对监测数据进行报警评判，当监测点雪深达到报警条件时，发出报警等级、限速区段等信息，并为上述参数提供动态配置功能。

5.2.3.3.2 监测中心应具备雪深报警的解除功能，当监测点雪深达到解除条件时，系统自动向监测业务终端发送解除报警信息，列车调度终端具备确认解除报警功能。

5.2.3.3.3 监测中心应具备雪深报警限速区段设置功能，相应限速设置应符合下列规定：

- a) 当限速区段重合时，重合区段按最低限速值进行限速；
- b) 当重合区段均达到解除条件时，应解除当前报警。

5.2.3.3.4 包含图像采集单元的雪深监测设备发生雪深报警时，监测中心应向现场监测设备下发图像采集命令，接收雪深报警点的实时图像并在监测业务终端进行显示。

5.2.4 数据统计查询

5.2.4.1 监测中心应具备管内各线路、监测点风速风向、雨量、雪深监测历史信息，及从气象部门接收的相关风速、雨量、雪深监测信息的报表查询功能，并支持查询结果文件的输出。

5.2.4.2 监测中心应具备管内各线路、监测点风速、雨量、雪深报警历史信息的报表查询功能，并支持查询结果文件的输出。

5.2.4.3 监测中心应具备管内各线路、监测点的风速年极大值、月极大值、日极大值，10min降雨量、小时降雨量、24h降雨量、连续降雨量的年极大值、月极大值、日极大值，雪深年极大值、月极大值、日极大值的统计查询功能。

5.2.4.4 监测中心应具备管内各线路、监测点的实时风速、雨量、雪深柱状图和设定时间范围内的折线图展示功能。

5.2.5 互联互通

5.2.5.1 监测中心应具备相邻监测中心风速、雨量、雪深报警信息、监测信息的交换功能。

5.2.5.2 监测中心可具备向铁路相关系统发送风速、雨量、雪深报警信息功能。

5.2.5.3 监测中心可具备接收气象部门大风、降雨、降雪信息功能。

5.2.6 系统管理

5.2.6.1 配置管理

5.2.6.1.1 监测中心应具备基础编码管理、报警参数配置、短信报警配置、终端功能配置、用户角色配置、数据备份策略配置、线路接入配置等功能。

5.2.6.1.2 监测中心应按铁路线路名称、监测点类型、监测点数量等进行配置，实现对管辖范围内监测点信息的管理配置功能。

5.2.6.2 设备状态监测与故障管理

5.2.6.2.1 接收现场监测设备、监测中心设备的故障信息，并对故障进行分类统计与分析。

5.2.6.2.2 监测中心服务器、监测终端、网络及安全设备等的工作状态，设备故障时实时生成设备故障报警信息。

5.2.6.2.3 监测监控单元的工作状态，显示风速、雨量、雪深等采集模块的状态，及监控单元主机、电源等状态，设备故障时生成设备故障报警信息。

5.2.6.2.4 监测现场采集设备的工作状态，显示风速、雨量、雪深现场采集设备状态。

5.2.6.2.5 当监控单元未实时向监测中心发送风、雨、雪数据时，监测中心监测业务终端、工务维护终端显示风、雨、雪监测实时数据应采用“—”字符予以标示。

5.2.6.2.6 按线停用检修时，停用线路设备维护检修不应影响监测中心及管辖范围内其他线路相关应用功能的正常运行。

5.2.6.3 性能管理

应具备对服务器CPU占用率、磁盘使用率、内存占用情况，存储设备使用情况等的实时监测和统计分析功能。

5.2.6.4 日志管理

5.2.6.4.1 日志应包括用户登录日志、操作日志、错误日志、数据流日志、报警日志、异常数据日志等。

5.2.6.4.2 用户登录日志应包含用户名、登录时间、登录IP等信息；操作日志包含上/下行临时行车、调度恢复、报警确认等信息；错误日志应包含应用程序信息；数据流日志应包含风、雨、雪灾害监测数据交互信息；报警日志应包含风、雨、雪灾害报警数据的交互信息；异常数据日志应包含风、雨、雪监测数据异常信息。

5.2.6.5 短信通知

监测中心可具备将灾害报警信息发送至相关移动通信终端的功能，并具备动态配置功能。

5.2.6.6 终端显示功能

5.2.6.6.1 列车调度终端主要显示管辖范围内灾害监测、灾害报警等信息。

5.2.6.6.2 工务调度终端主要显示管辖范围内灾害监测、灾害报警、设备监测报警等信息，并完成系统管理功能的配置。

5.2.6.6.3 工务维护终端主要显示管辖范围内灾害监测、灾害报警、现场采集设备和监控单元及其网络设备监测报警等信息。

5.2.6.6.4 通信维护终端主要显示管辖范围内监控单元内设备、网络等状态信息。

5.2.6.6.5 信息维护终端主要显示监测中心设备、网络等状态信息。

5.2.7 数据存储

5.2.7.1 监测中心应存储所有监测及报警数据、紧急处置和设备状态信息，所有存储数据应能统计查询。

5.2.7.2 风速、雨量、雪深监测数据保存不少于1095d，报警、紧急处置和设备状态信息保存不少于1825d。

5.3 监测中心技术要求

5.3.1 配置要求

监测中心设备除应用服务器和列车调度终端外，其他设备应按照符合当前需要的原则一次性配置，并预留适量的设备容量。

5.3.2 可靠性

5.3.2.1 在正常工作条件下，服务器、存储设备的平均无故障工作时间不小于 2×10^4 h。

5.3.2.2 在正常工作条件下，路由器、交换机、防火墙的平均无故障工作时间不小于 1×10^4 h。

5.3.3 安全性

5.3.3.1 监测中心应采取安装防病毒软件等措施，软件和系统应及时升级，抵御网络上各类恶意代码的攻击；应配备性能较高的防火墙。用户登录系统时采用口令认证的方式。

5.3.3.2 监测中心应具备符合GB/T 22239中相应系统等级保护规定的安全防护功能。

5.3.4 环境适应性

监测中心应在符合GB/T 36448要求的机房中正常工作。

5.3.5 外观与结构

外观与结构应符合下列规定：

- a) 各零部件安装正确、牢固，不得有松脱、变形及其他影响使用的缺陷；
- b) 各零部件所敷保护层应牢固、均匀、光洁，不得有划伤、锈蚀等缺陷；
- c) 设备型号、出厂编号应清晰。

5.4 系统接口

5.4.1 接口设置

5.4.1.1 监测中心接口主要包括监测中心内部接口和外部接口两类。

5.4.1.2 监测中心内部接口应符合表1的规定。

表 1 监测中心内部接口

序号	接口名称	编号
1	应用服务器与工务调度、监测维护终端接口	A
2	应用服务器与数据库服务器接口	B
3	应用服务器与接口服务器接口	C
4	接口服务器与数据库服务器接口	D

5.4.1.3 监测中心外部接口应符合表2的规定。

表 2 监测中心外部接口

序号	接口名称	编号
1	与监控单元接口	E
2	与相邻监测中心接口	F
6	与气象部门系统接口	G

5.4.2 接口内容

5.4.2.1 应用服务器与工务调度、监测维护终端接口（A 接口）

5.4.2.1.1 应用服务器向工务调度、监测维护终端发送灾害监测及报警数据、设备监测及故障数据，应用服务器接收工务调度、监测维护终端发送的灾害报警确认信息和参数配置信息。

5.4.2.1.2 具体协议内容应符合附录A的规定。

5.4.2.2 应用服务器与数据库服务器接口（B 接口）

5.4.2.2.1 应用服务器接收数据库服务器查询的灾害监测报警数据、设备监测及故障数据，应用服务器向数据库服务器发送及接收灾害、故障报警确认、解除信息，参数配置、操作记录信息。

5.4.2.2.2 具体协议内容应符合附录A的规定。

5.4.2.3 应用服务器与接口服务器接口（C 接口）

5.4.2.3.1 应用服务器接收接口服务器发送的灾害监测及报警信息，设备监测及故障信息。

5.4.2.3.2 具体协议内容应符合附录A的规定。

5.4.2.4 接口服务器与数据库服务器接口（D 接口）

5.4.2.4.1 接口服务器向数据库服务器发送灾害监测及报警信息，设备监测及故障信息，报警确认、处置信息，相关系统数据信息。

5.4.2.4.2 具体协议内容应符合附录A的规定。

5.4.2.5 与监控单元接口（E 接口）

5.4.2.5.1 监测中心通过应用服务器接收监控单元发送的风、雨、雪监测信息，监控单元及传感器设备监测、故障信息。

5.4.2.5.2 具体协议内容应符合附录A的规定。

5.4.2.6 与相邻监测中心接口（F 接口）

5.4.2.6.1 监测中心通过接口服务器与相邻监测中心接口服务器发送和接收灾害监测报警信息。

5.4.2.6.2 具体协议内容应符合附录A的规定。

5.4.2.7 与气象部门系统接口（G 接口）

5.4.2.7.1 监测中心通过接口服务器接收气象部门系统的风雨雪监测、报警与预警信息。

5.4.2.7.2 具体协议内容应符合附录A的规定。

6 监控单元

6.1 设备构成

6.1.1 监控单元由硬件设备和软件构成。

6.1.2 监控单元硬件设备应由监控主机、电源模块、防雷模块、光电转换模块、机柜等构成，监控主机由主控模块和接口模块构成。硬件设备构成应符合图 3 的规定。

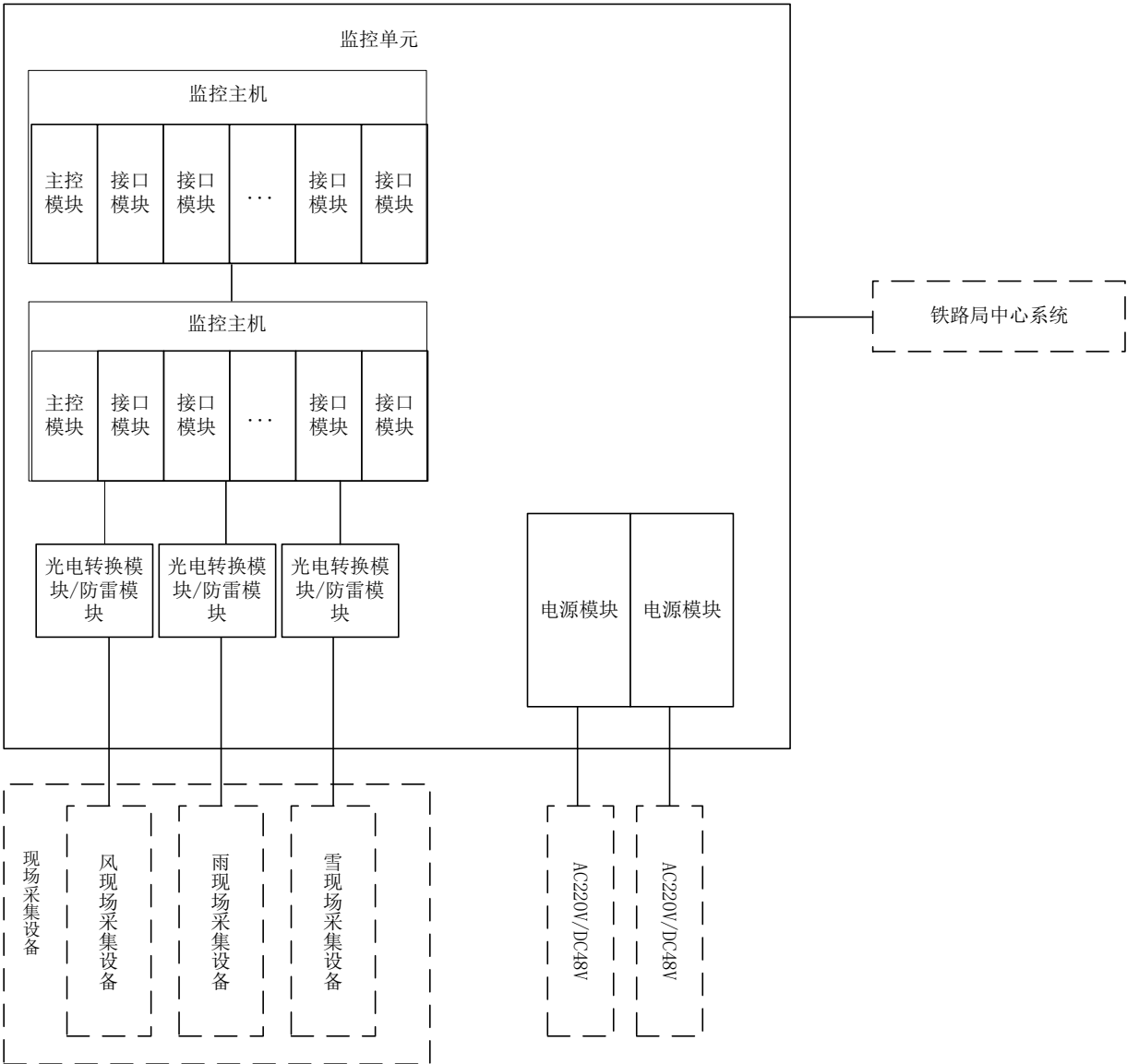


图 3 监控单元硬件设备构成图

6.2 监控单元功能要求

6.2.1 风监测数据接收、处理与传输

风监测数据接收、处理与传输应符合下列规定：

- a) 具备接收及处理风现场采集设备上传的瞬时风速、风向、温度、湿度、气压等数据功能；
- b) 实时传送风现场采集设备监测数据至监测中心。

6.2.2 雨监测数据接收、处理与传输

雨监测数据接收、处理与传输应符合下列规定：

- a) 具备接收及处理雨现场采集设备上传的雨量等数据功能；
- b) 实时传送雨现场采集设备监测数据至监测中心。

6.2.3 雪监测数据接收、处理与传输

雪监测数据接收、处理与传输应符合下列规定：

- a) 具备接收及处理雪现场采集设备上传的雪深数据和图像信息功能；
- b) 实时传送雪现场采集设备监测数据至监测中心。

6.2.4 设备状态监测

设备状态监测应符合下列规定：

- a) 具备监测监控主机主备状态、工作状态、网络状态，接口模块工作状态，电源模块工作状态，风、雨、雪现场采集设备工作状态的功能；
- b) 具备监测监控单元的外电输入状态报警及输入电压的功能；
- c) 实时传送设备状态监测数据至监测中心。

6.2.5 远程维护

监控单元应具备接收监测中心下达命令，进行在线升级的功能。

6.2.6 时间同步

监控单元应具备与监测中心系统时钟进行时间同步的功能。

6.3 监控单元技术要求

6.3.1 工作环境

能在下列条件下可靠工作：

- a) 室内温度：0℃～55℃；
- b) 相对湿度：不大于 90%（+25℃）；
- c) 气压：53.5kPa～106kPa。

6.3.2 硬件要求

6.3.2.1 监控主机

监控主机应符合下列规定：

- a) 监控主机双机热备，分别独立接收现场采集设备数据，单台故障时切换时间不大于 1s，切换期间不影响业务功能；
- b) 具备同时处理 4 处现场采集设备数据的能力。

6.3.2.2 主控模块

主控模块应符合下列规定：

- a) 具有电源、工作状态、网络状态指示灯；
- b) 网络接口传输速率不小于 100 Mbit/s。

6.3.2.3 接口模块

接口模块应符合下列规定：

- a) 支持热插拔；
- b) 具有工作状态指示灯；
- c) 传输速率不小于 4800bit/s；
- d) 风速、风向数据采样频率 1 次/s，雨量、雪深采样频率 1 次/min。

6.3.2.4 电源模块

电源模块应符合下列规定：

- a) 电源模块双套配置，单套电源模块可接入单路交流或直流电源，单套电源模块故障时不影响监控单元正常工作；
- b) 外电输入采用交流或直流方式，可选用双路输入 AC 220V（176V～264V，48Hz～52Hz）或双路输入 DC 48V（43.2V～57.6V）；
- c) 具备电源模块状态记录和报警功能，可记录电源模块工作情况，以不小于 1 次/min 的采样频率监测输入电压以及输出的分路电压指标；
- d) 电源模块的输入输出过/欠压保护功能应符合 TB/T 2993.2—2016 中 5.8 的要求；
- e) 单套电源模块输出功率和电压应符合监控单元各模块及相连的风、雨、雪现场采集设备的供电需求，容量不小于 1000VA，具有过载保护能力；
- f) 单套电源模块后备时间不少于 3h，并符合 GB/T 14715 的要求。

6.3.2.5 防雷模块

防雷模块选用的浪涌保护器，应符合TB/T 2311的要求。

6.3.2.6 机柜

机柜应符合下列规定：

- a) 机柜应符合 GB/T 15395 中标准机柜的要求，内部配线和布局应符合 GB/T 50303 的要求；
- b) 单机柜可接入 4 处现场监测点；
- c) 应符合 GB/T 4208 规定的 IP2X 的要求；
- d) 数据、电源等线缆的端接装置（端子排、压接、插接等）连接点无位移、松动和脱落。

6.3.3 接口

6.3.3.1 与监测中心系统应用/通信服务器接口

与监测中心系统应用/通信服务器接口应符合 5.4.2.5 的规定。

6.3.3.2 与风、雨、雪现场采集设备接口

与风、雨、雪现场采集设备接口应符合下列规定：

- a) 风、雨、雪现场采集设备至监控单元可采用光缆或电缆传输数据。
- b) 设备接口应符合 GB/T 34068—2017 第 6 章智能传感器通信接口的要求。

6.3.4 外观与结构

外观与结构应符合下列规定：

- a) 各零部件所敷保护层牢固、均匀、光洁，不得有划伤、锈蚀等缺陷；
- b) 螺钉连接和铆接处牢固，不应松动；
- c) 设备型号、出厂编号清晰。

6.3.5 电气安全

6.3.5.1 绝缘电阻

输入、输出线缆端子与机柜外壳间的绝缘电阻不应小于25M Ω 。

6.3.5.2 绝缘耐压

绝缘耐压应符合下列规定：

- a) 24V 以上接线端子与机柜外壳间能承受 AC 1000V 电压 1min 且无闪络或击穿现象；
- b) 24V 及以下接线端子与机柜外壳间能承受 AC 250V 电压 1min 且无闪络或击穿现象。

6.3.6 雷电防护

雷电防护应符合下列规定：

- a) 判定条件选择 TB/T 3498—2018 7.3 规定的 B 类；
- b) 监控单元的雷电防护性能应符合表 3 的要求。

表 3 监控单元防雷技术要求

端口类型	试验波形	试验等级 (kV)	
		线对地	线对线
AC220V 电源端口 (输入、输出) DC220V 电源端口 (输入、输出)	1.2/50 μ s—8/20 μ s 2 Ω 组合波	1、4	1、2
DC48V 电源端口 (输入、输出)		0.5、4	0.5、2
与现场采集设备连接的端口	10/700 μ s—5/320 μ s 40 Ω 组合波	0.5、2	0.5、1
与信号系统接口连接的端口		0.5、2	0.5、1
与监测中心系统连接的端口		0.5	/

6.3.7 接地

监控单元应分别设置工作接地和防雷接地装置，防雷接地装置与机柜绝缘。

6.3.8 电磁兼容

电磁兼容试验项目和性能判据应符合表4的要求，试验条件符合GB/T 24338.5中规定的技术要求。

表 4 监控单元电磁兼容技术要求

端口类型	试验项目	性能判据
电源端口	射频场感应的传导骚扰	A
	电快速瞬变脉冲群	A
	浪涌	B
	传导发射	0.15MHz~0.50MHz 准峰值 ≤ 79 db μ V 0.50MHz~30MHz 准峰值 ≤ 73 db μ V

表 4 监控单元电磁兼容技术要求（续）

端口类型	试验项目	性能判据
I/O 端口 (与现场采集设备连接的端口、与 信号系统接口连接的端口、与监测 中心系统连接的端口)	射频场感应的传导骚扰	A
	电快速瞬变脉冲群	A
	浪涌	B
机箱端口	射频电磁场辐射抗扰度	A
	工频磁场	A
	静电放电	B
	脉冲磁场	A
	辐射发射 (3m)	30MHz~230MHz 准峰值 ≤ 50 dB μ V/m 230MHz~1000MHz 准峰值 ≤ 57 dB μ V/m

6.3.9 可靠性、可用性

可靠性、可用性应符合下列规定：

- 正常工作条件下，平均无故障工作时间（MTBF）不小于 1×10^5 h（不含电池组）；
- 支持 7×24h 工作方式；
- 具备离线（与监测中心系统应用/通信服务器失联）运行能力，连接恢复时，能自动正常运行；
- 各独立业务模块不存在相互影响，独立业务模块内的软件错误不影响其它业务模块；
- 具有运行日志记录功能。

7 现场采集设备

7.1 现场采集设备构成

7.1.1 风现场采集设备主要由风速风向计、数据传输单元等构成。

7.1.2 雨现场采集设备主要由雨量计、数据传输单元等构成。

7.1.3 雪现场采集设备主要由雪深计、数据传输单元及图像采集单元构成。

7.2 现场采集设备功能要求

7.2.1 风速风向计应具备实时测量风速和风向，并将风速和风向值以数字信号输出的功能。

7.2.2 雨量计应具备实时测量降雨量，并能将降雨量以数字信号进行输出的功能。

7.2.3 雪深计应具备实时测量雪深，并将雪深以数字信号输出的功能，图像采集单元应具备采集雪深监测点的图像信息，并将光学图像转换为数字图像的功能。

7.2.4 数据传输单元应具备风速风向计、雨量计、雪深计和图像采集单元供电接续，并将采集数据通过通信网络传送给监控单元的功能。

7.3 现场采集设备技术要求

7.3.1 环境适应性要求

环境适应性应符合下列规定：

- a) 温度：-45℃～50℃；
- b) 湿度：相对湿度小于或等于 100%；
- c) 气压：不低于 53.5kPa（相当于海拔 5000m 以下）。

7.3.2 外观与结构

外观与结构应符合下列规定：

- a) 各零部件安装正确、牢固，不应有松脱、变形及其他影响使用的缺陷；
- b) 各零部件所敷保护层应牢固、均匀、光洁，不应有划伤、锈蚀等缺陷；
- c) 设备型号、出厂编号应清晰；
- d) 风速风向计指北标记应清晰。

7.3.3 传感器

7.3.3.1 风速风向计

7.3.3.1.1 测量范围

测量范围应符合下列规定：

- a) 风速测量范围：0m/s～50m/s；
- b) 风向测量范围：0°～360°。

7.3.3.1.2 风速特性

风速特性应符合下列规定：

- a) 分辨力：不大于 0.1m/s；
- b) 最大允许误差：不超过 $\pm(0.5 \text{ m/s} + 3\%V)$ ，V 为显示风速。

7.3.3.1.3 风向特性

应符合下列要求：

- a) 分辨力：不大于 3°；
- b) 最大允许误差：不超过 $\pm 5^\circ$ 。

7.3.3.1.4 采样速率及数据输出频率

采样速率不应低于4Hz，每秒输出一个瞬时风速值。

瞬时风速计算方法：以1s为步长，3s内不少于12个样本中有效样本的算术平均值为瞬时风速值。有效样本数应超过50%，否则无效。

7.3.3.1.5 外形尺寸

安装于接触网杆的单台风速风向计长×宽×高不超过350mm×350mm×350mm，重量不应超过2.5kg。

7.3.3.1.6 功率

单台风速风向计功率不应超过120w。

7.3.3.2 雨量计

7.3.3.2.1 测量范围

雨量计降雨强度的测量范围应为0mm/min~4mm/min。

7.3.3.2.2 分辨力及最大允许误差

分辨力及最大允许误差应符合表5的规定。

表 5 分辨力和最大允许误差

类别	分辨力	最大允许误差
翻斗式雨量计	0.1mm	±0.4mm（降雨量≤10mm时）； ±4%（降雨量>10mm时）。
压电、微波式雨量计	0.1mm	±0.5mm（降雨量≤10mm时）； ±8%（降雨量>10mm时）。

7.3.3.2.3 数据输出频率

数据输出频率不应小于1次/min。

7.3.3.2.4 外形尺寸

安装于接触网杆的雨量计长×宽×高不超过350mm×350mm×350mm，重量不应超过2.5kg。

7.3.3.2.5 功率

单台雨量计功率不应超过120w。

7.3.3.3 雪深计

7.3.3.3.1 分辨力

分辨力不应大于1mm。

7.3.3.3.2 雪深测量范围

雪深测量范围应覆盖0~1m。

7.3.3.3.3 测量允许误差

测量最大允许误差为±5mm。

7.3.3.3.4 数据输出频率

数据输出频率不应低于1次/min。

7.3.3.4 图像采集单元

7.3.3.4.1 图像分辨率

分辨率不应低于640×480。

7.3.3.4.2 图像拍摄方式

图像采集单元应同时满足下列两种拍摄方式：

- a) 当雪深超过设定值时按设定时间间隔自动拍摄静态图像；
- b) 支持远程手动拍摄静态图像。

7.3.3.4.3 辅助光源

图像采集单元应具有辅助光源，实现自然光不足时的成像。

7.3.4 数据传输单元

7.3.4.1 外形尺寸

数据传输单元箱体宽×高×深应为420mm×530mm×215mm。

7.3.4.2 箱体材质

304型不锈钢，钢板厚度不应小于1.0mm。

7.3.4.3 数据传输单元构成

数据传输单元面板应由空气开关、电源模块、电源防雷模块、数据防雷模块、端子排、地线排等构成。

7.3.4.4 电气接口

电气接口应符合下列规定：

- a) 支持 RS-485 标准数据接口；
- b) 风速风向计、雨量计、雪深计、图像采集单元及监控单元的数据线、电源输入线等部分的接线连接采用统一接线端子。

7.3.4.5 电源

电源应选用下列两种方式之一供电：

- a) 交流：220V，50Hz，电压允许偏差-20%~+15%；
- b) 直流：88V~300V。

7.3.5 电气安全

7.3.5.1 绝缘电阻

数据传输单元接线端口与外壳间绝缘电阻不应小于25MΩ。

7.3.5.2 绝缘耐压

数据传输单元接线端口与外壳间应能承受50Hz 500V电压1min，无闪络或击穿现象。

7.3.6 雷电防护

风速风向、雨量、雪深现场采集设备的雷电防护性能应符合表6的要求，试验结果应符合TB/T 3498—2018中7.3B类判定条件的规定。

表 6 现场采集设备防雷技术要求

端口类型	试验波形	试验等级 (kV)	
		线对地	线对线
数据传输单元电源输入端口	1.2/50 μ s—8/20 μ s	1、4	1、4
与风速风向计连接的供电端口	2 Ω 组合波	0.5、6	0.5、6
与监控单元连接的 RS-485 端口	10/700 μ s—5/320 μ s	0.5、6	0.5、6
与风速风向计连接的 RS-485 端口	40 Ω 组合波	0.5、6	0.5、6

7.3.7 电磁兼容

风速风向、雨量、雪深现场采集设备的电磁兼容试验项目和性能判据应符合表7的要求。

表 7 现场采集设备电磁兼容技术要求

端口类型	试验项目	性能判据 ^a
电源端口	射频场感应的传导骚扰	A
	电快速瞬变脉冲群	A
	浪涌	B
	传导发射	0.15MHz~0.50MHz 准峰值小于或等于 79 0.50MHz~30MHz 准峰值小于或等于 73
IO 端口 (与监控单元连接的端口、与风速风向计连接的端口)	射频场感应的传导骚扰	A
	电快速瞬变脉冲群	A
	浪涌	B
机箱端口	射频电磁场辐射抗扰度	A
	工频磁场	A
	静电放电	B
	脉冲磁场	A
	辐射发射 (3m)	30MHz~230MHz 准峰值小于或等于 50 230MHz~1000MHz 准峰值小于或等于 57
^a 性能判据 A、B 符合 GB/T 24338.5—2018 的规定。		

7.3.8 外壳防护等级

风速风向计、雨量计、雪深计和图像采集设备应符合GB/T 4208—2017中IP65等级的规定，数据传输单元应符合GB/T 4208—2017中IP55等级的规定。

7.3.9 盐雾防护等级

风速风向、雨量、雪深现场采集设备防盐雾等级应为 GB/T 6461—2002 中规定的 B 级。

7.3.10 机械环境适应性

风速风向、雨量、雪深现场采集设备应符合 TB/T 1434—1999 中等级 MX2 的振动、冲击相关规定。

8 试验方法

8.1 监控单元

8.1.1 产品外观检查

采用目测、测量的方法进行检查。

8.1.2 功能试验

8.1.2.1 风速风向监测数据接收、处理与传输试验

监控单元应接收风速风向计数据，经处理后，将数据传输至测试终端。

8.1.2.2 雨量监测数据接收、处理与传输试验

监控单元应接收雨量计数据，经处理后，将数据传输至测试终端。

8.1.2.3 雪深监测数据接收、处理与传输试验

监控单元应接收雪深计数据，经处理后，将数据传输至测试终端。

8.1.2.4 设备状态监测试验

设备状态监测试验应符合下列规定：

- a) 通过分别断开一台监控主机的电源和网络，利用终端软件进行监控主机设备状态监测功能试验；
- b) 通过断开一台电源模块的外电输入，利用终端软件进行电源模块设备状态监测功能试验。

8.1.2.5 电源模块试验

应符合下列规定：

- a) 交流供电试验：用交流可调稳压电源给监控单元供电，在 176V~264V，48Hz~52Hz 范围内变化，监控单元应正常工作；
- b) 直流供电试验：用直流可调稳压电源给监控单元供电，在 43.2V~57.6V 范围内变化，监控单元应正常工作。

8.1.3 电气安全试验

8.1.3.1 绝缘电阻试验

用DC 500V的兆欧表在输入、输出线缆端子与机壳之间进行测量。

8.1.3.2 绝缘耐压试验

绝缘耐压试验应符合下列规定：

- a) 对 24V 以上接线端子与机柜外壳间施加 AC 1000V 电压并保持 1min，无闪络或击穿现象；
- b) 对 24V 及以下接线端子与机柜外壳间施加 AC 250V 电压并保持 1min，无闪络或击穿现象。

8.1.4 防雷试验

防雷试验应符合下列规定：

- a) 按照 TB/T 3498—2018 中规定的试验方法，电源端口雷电防护试验使用 1.2/50 μ s—8/20 μ s 组合波，有效输出阻抗为 2 Ω 。通信端口雷电防护试验使用 10/700 μ s—5/320 μ s 组合波，有效输出阻抗为 40 Ω ；试验在监控单元通电工作状态下进行，在每个端口连接的线路上施加雷电冲击波，正负极性各 5 次，每次时间间隔 3min，并进行基础级和加强级两次试验，试验符合表 1 的要求；
- b) 存在多个相同线路端口的情况时，每种类型端口可选取一路进行试验。

8.1.5 电磁兼容试验

电磁兼容试验应符合下列规定：

- a) 静电放电抗扰度按照 GB/T 17626.2—2018 中相关试验方法进行；
- b) 射频电磁场辐射抗扰度按照 GB/T 17626.3—2016 中相关试验方法进行；
- c) 电快速瞬变脉冲群抗扰度按照 GB/T 17626.4—2018 中相关试验方法进行；
- d) 浪涌抗扰度按照 GB/T 17626.5—2019 相关试验方法进行；
- e) 射频场感应的传导骚扰抗扰度按照 GB/T 17626.6—2017 中相关试验方法进行；
- f) 工频磁场抗扰度按照 GB/T 17626.8—2006 中相关试验方法进行；
- g) 脉冲磁场抗扰度按照 GB/T 17626.9—2011 中相关试验方法进行；
- h) 传导发射按照 GB/T 9254.1—2021 中相关试验方法进行；
- i) 辐射发射按照 GB/T 9254.1—2021 中相关试验方法进行。

8.1.6 环境适应性试验

8.1.6.1 低温试验

按GB/T 2423.1—2008中“试验Ab”的规定进行，温度渐变时间不大于30min，并应符合下列规定：

- a) 初始检测：对设备进行功能测试和外观检查；
- b) 试验条件：不通电，试验样品放入试验箱中；
- c) 严酷等级：0 $^{\circ}$ C $\pm$ 2 $^{\circ}$ C，持续时间 2h；
- d) 最后检测：在试验条件的最后 15min 内通电工作，按初始检测的内容进行检测。

8.1.6.2 高温试验

按GB/T 2423.2—2008中“试验Bb”的规定进行，温度渐变时间不大于30min，并应符合下列规定：

- a) 初始检测：对设备进行功能测试和外观检查；
- b) 试验条件：通电，试验样品按正常工作状态放入试验箱中；
- c) 严酷等级：55 $^{\circ}$ C $\pm$ 2 $^{\circ}$ C，持续时间 2h；
- d) 最后检测：在试验条件的最后 15min 内，按初始检测的内容进行检测。

8.1.6.3 恒定湿热试验

按GB/T 2423.3—2016的规定进行，并应符合下列规定：

- a) 初始检测：对设备进行功能测试和外观检查；
- b) 试验条件：不通电，试验样品按正常工作状态放入试验箱中；
- c) 严酷等级：30 $^{\circ}$ C $\pm$ 2 $^{\circ}$ C，相对湿度范围 93% $\pm$ 3%，持续时间 48h；
- d) 最后检测：试验样品在标准大气条件下恢复 2h 后，按初始检测的内容进行检测。

8.1.6.4 低气压试验

低气压试验应符合下列规定：

- a) 初始检测：对设备进行功能测试和外观检查；
- b) 试验条件：通电，试验样品按正常工作状态放入试验箱中；
- c) 严酷等级：使箱内气压以 10kPa/min 的速率降低至 53.5kPa，当气压稳定后通电运行，持续时间 2h，并按初始检测的内容进行检测；
- d) 最后检测：试验样品在标准大气条件下恢复 1h 后，按初始检测的内容进行检测。

8.2 现场采集设备

8.2.1 试验环境

试验应在以下条件下进行：

- a) 温度：15℃～35℃；
- b) 相对湿度：25%～75%；
- c) 气压：86kPa～106kPa。

8.2.2 外观与结构

采用目测的方法进行检查。

8.2.3 功能要求

8.2.3.1 风速风向计

8.2.3.1.1 试验设备

试验设备应符合下列要求：

- a) 低速风洞：
 - 1) 风速范围：1.5m/s～50m/s；
 - 2) 湍流度：≤0.5%；
 - 3) 工作段流速均匀性：≤1.0%；
 - 4) 气流偏角：≤1°。
- b) 皮托静压管：
 - 1) 皮托静压管系数 K 值应在 0.99～1.01 之间；
 - 2) 皮托静压管系数 K 值最大允许误差：当风速 5m/s～10m/s 时，不超过±0.04；当风速 10m/s～25m/s 时，不超过±0.05。
- c) 数字微压计：
 - 1) 测量范围：0Pa～2500Pa；
 - 2) 分辨力：0.2Pa；
 - 3) 零位对准误差：±0.6Pa；
 - 4) 零位回复误差：±0.9Pa；
 - 5) 最大允许误差：±1.0Pa。
- d) 标准度盘：
 - 1) 测量范围：0°～360°；
 - 2) 分辨力：1°。
- e) 气温表、相对湿度表、气压表。

8.2.3.1.2 试验准备

将皮托静压管和风速风向计安装于风洞实验段内，皮托静压管的总压输出和静压输出分别连至数字微压计的总压和静压输入端口上，风速风向计通过数据传输单元与计算机及测试显示设备相连，如图4所示。测试风速风向计的阻塞比，打开设备电源开关，预热5min后开始试验。

当风速风向计的阻塞比大于5.0%时，将会给试验结果带来误差，应进行阻塞效应修正。

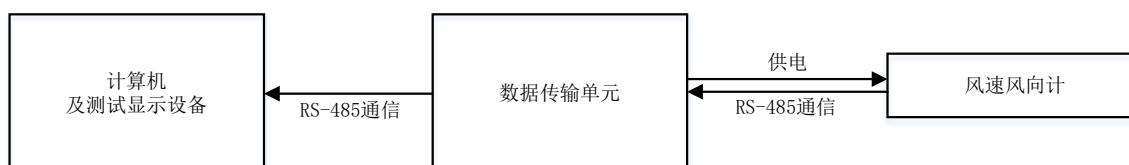


图4 风速风向现场采集设备试验布置图

8.2.3.1.3 风速测量特性

按以下方法进行试验：

a) 风杯式：

1) 起动风速：按 QX/T 23—2004 中 5.6.1.2 的规定进行；

2) 距离常数：按 QX/T 23—2004 中 5.6.1.4 的规定进行。

b) 超声波式：时间常数按 JB/T 11258—2011 中 7.6.2.1 的规定进行。

8.2.3.1.4 风向测量特性

按以下方法进行试验：

a) 风杯式：

1) 起动风速：按 QX/T 23—2004 中 5.6.2.2 的规定进行；

2) 阻尼比：按 QX/T 23—2004 中 5.6.2.4 的规定进行；

3) 动态偏移角：按 QX/T 23—2004 中 5.6.2.5 的规定进行。

b) 超声波式：时间常数按 JB/T 11258—2011 中 7.6.2.2 的规定进行。

8.2.3.1.5 分辨力检查

按JJF 1094—2002中5.7的规定进行检查。

8.2.3.1.6 风速测量范围及最大允许误差试验

风速试验点为：5m/s、10m/s、15m/s、20m/s、25m/s、30m/s、40m/s、50m/s。

在各试验点，待风洞风速稳定2min后，等时距读取风速风向计的显示风速，计算3次显示风速的算术平均值与风洞风速值之差为风速风向计的测量误差。

8.2.3.1.7 风向测量范围及最大允许误差试验

风向试验点为：从0°开始，每隔45°选取一个试验点。

将风速风向计安装在标准度盘中心，使其指示方向对准度盘的0°，使风速风向计的输出信号为0°，然后依次将其指示方向调整为45°、90°、135°、180°、225°、270°、315°、0°，读取风速风向计的显示风向，计算显示风向值与标准度盘值之差。

8.2.3.2 雨量计测量性能试验

8.2.3.2.1 翻斗式雨量计

按 JJG(气象)005—2015 第 7 章规定的方法进行。

8.2.3.2.2 压电、微波式雨量计

8.2.3.2.2.1 试验设备

试验设备要求应符合表8的规定。

表 8 试验设备

序号	名称		要求	备注	
1	模拟降雨实验室 （雨场）		高度大于或等于 18m	喷头到地面之间的距离	
			面积大于或等于 100 m²（10m×10m），适用于微波式雨量计试验		—
			面积大于或等于 16 m²（4m×4m），适用于多台压电式雨量计试验		—
			雨强范围 0.5mm/min~4 mm/min		—
			波动度	≤0.25mm（5mm≤降雨量<10mm）	三次重复测量后最大值与最小值之差
				≤0.5mm（10mm≤降雨量<30mm）	
≤1.5mm（30mm≤降雨量<60mm）					
2	标准降雨 测量装置	雨量筒	盛水范围大于或等于 70mm	—	
			MPE：±0.05mm	按标称值使用	
3	雨量计支架		高度小于或等于 1m	—	
4	秒表		—	—	

8.2.3.2.2.2 测量范围、分辨力、测量误差及数据输出频率试验

试验方法如下：

- 在模拟降雨实验室（以下简称“雨场”）内放置标准降雨测量装置（以下简称“测量装置”）；
- 在 0.5mm/min 雨强下启动雨场降雨模式，待降雨稳定后开始计时，10min 后停止，读取并记录测量装置测量值。将测量装置所在位置替换为压电或微波式雨量计，将压电或微波式雨量计安装在对应支架上固定并与测试显示设备连接，启动降雨模式，待降雨稳定后开始计时读值，10min 后结束降雨，读取被测雨量计示值为测量值；
- 更换 1mm/min、4mm/min 降雨模式，分别降雨 10min、15min，按照上述方法重复进行并得到测量装置和被测雨量计的测量值；
- 试验过程中检查压电或微波式雨量计的测量范围、分辨力和数据输出频率；
- 当降雨量小于或等于 10mm 时，雨量计测量误差按公式（1）计算；当降雨量大于 10mm 时，雨量计测量误差按公式（2）计算。

$$\Delta t = t - t_0 \dots \dots \dots (1)$$

式中：

Δt —被测雨量计的测量误差，单位为毫米（mm）；

t —被测雨量计的测量值，单位为毫米（mm）；

t_0 —测量装置的测量值，单位为毫米（mm）。

$$\delta(t) = [(t - t_0) / t_0] \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\delta(t)$ —被测雨量计的测量误差；

t —被测雨量计的测量值，单位为毫米（mm）；

t_0 —测量装置的测量值，单位为毫米（mm）。

8.2.3.3 雪深计测量性能试验

8.2.3.3.1 试验准备

将数据传输单元、图像采集单元、雪深计与外接计算机及显示设备相连并投入工作，试验布置示意图见图5。

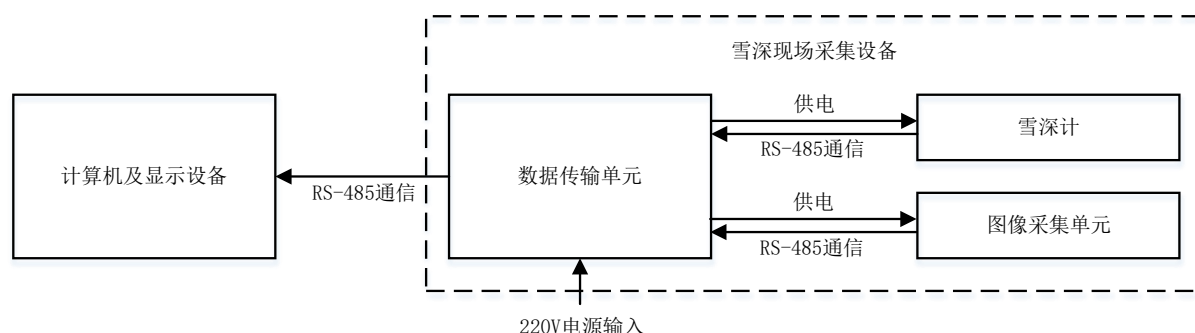


图 5 雪深现场采集设备试验布置图

8.2.3.3.2 性能检查

使用经计量检定的校准模块，模块长、宽均为100mm，高度分为50mm和200mm两种规格各2块，500mm规格1块，试验方法如下：

- a) 检查基准面是否水平；
- b) 把校准模块置于测量点位置；
- c) 使用校准模块模拟50mm、100mm、200mm、300mm、400mm、500mm、1000mm高度积雪深度，用雪深计分别测量这7种高度，每种高度重复测量3次，记录3次重复测量的误差算术平均值为当前测量高度的测量误差；
- d) 检查测量输出值，检查测量分辨力；
- e) 检查1000mm高度的校准模块测量结果是否正确，判定仪器测量范围；
- f) 记录试验过程中的数据采集时间间隔，检查数据采集频率。

8.2.3.3.3 图像采集单元试验

试验方法如下：

- a) 将图像采集单元与计算机相连，接通电源工作；
- b) 用计算机发送拍摄命令，确认计算机是否能及时接收到图像；
- c) 用计算机设置雪深报警值（3cm、5cm、10cm）和拍摄时间间隔（1min、3min、5min），确认计算机是否能在设置的时间间隔接收到图像；
- d) 确认以上两种拍摄方式接收到的图像分辨率不小于640×480；

- e) 打开实验室的灯光，用计算机发送命令拍摄图像，确认是否成像；
- f) 关闭实验室的灯光并拉上所有窗帘，确认辅助光源是否点亮，用计算机发送命令拍摄图像，确认是否成像。

8.2.3.4 数据传输单元试验

试验过程中不对数据传输单元、测试显示设备与风速风向计、雨量计、雪深计进行任何电气或机械调整，检查数据传输单元是否能正常工作。

8.2.4 电气安全

8.2.4.1 绝缘电阻试验

按TB/T 1447规定的方法进行试验。

8.2.4.2 绝缘耐压试验

按TB/T 1448规定的方法进行试验。

8.2.5 高温试验

将受试设备置于试验箱中，以不超过 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速度升温至 50°C 。当试验样品温度稳定后通电运行，持续时间2h，试验过程中检查现场采集设备是否正常工作。高温试验结束后，试验样品应保持在试验箱内，以温度变化不超过 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速度恢复到实验室温度，并保持1h，检查现场采集设备是否正常工作。

8.2.6 低温试验

将受试设备置于试验箱中，以不超过 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速度降温至 -45°C 。试验样品不通电，持续时间2h。低温试验结束后，试品通电，试验样品应保持在试验箱内，以温度变化不超过 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速度恢复到实验室温度，并保持1h，检查现场采集设备是否工作正常。

8.2.7 恒定湿热试验

将受试设备置于试验箱中，温度调至 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $93\% \text{RH} \pm 3\% \text{RH}$ 。当试验样品温湿度稳定后通电运行，持续时间2h，试验过程中检查现场采集设备是否正常工作。湿热试验结束后，关闭现场采集设备，常温下恢复8h，检查现场采集设备是否正常工作。

8.2.8 低气压试验

将受试设备置于试验箱中，使箱内气压以 $10\text{kPa}/\text{min}$ 的速率降低至 53.5kPa 。当试验样品气压稳定后通电运行，持续时间2h，检查现场采集设备是否正常工作。试验结束后，取出现场采集设备，在正常大气压力环境下恢复1h，检查现场采集设备是否正常工作。

8.2.9 外壳防护等级

按GB/T 4208—2017规定的方法进行试验。

8.2.10 盐雾试验

将现场采集设备固定在试验箱内，试验箱的温度为 $(35 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，盐溶液的PH值应在6.5~7.2内，在整个试验过程中，试验箱应保持封闭，盐溶液不断喷洒，整个过程持续16h，试验时间结束后样品表面用蒸馏水清洗恢复1h~2h，检查样品表面是否出现明显腐蚀、斑点。

8.2.11 机械环境适应性

正弦稳态振动试验在三个互相垂直的轴向方向进行，扫频次数选取5次，出现共振频率时，在该频率上持续10min；非稳态振动（冲击）试验在三个互相垂直的轴向方向进行，每方向试验次数2次，持续时间选取11ms。试验结束后检查现场采集设备是否能正常工作。

8.2.12 雷电防护

风速风向现场采集设备处于正常工作状态，按照TB/T 3498—2018中规定的试验方法，电源端口雷电防护试验使用1.2/50 μ s—8/20 μ s组合波，有效输出阻抗为2 Ω 。数据端口雷电防护试验使用10/700 μ s—5/320 μ s组合波，有效输出阻抗为40 Ω ；试验在数据传输单元通电工作状态下进行，在每个端口连接的线路上施加雷电冲击波，正负极性各5次，每次时间间隔1 min。

8.2.13 电磁兼容

风速风向现场采集设备处于正常工作状态，试验条件应符合GB/T 24338.5—2018中规定的技术要求，试验方法如下：

- 静电放电抗扰度试验按照 GB/T 17626.2—2018 中相关试验方法进行；
- 射频电磁场辐射抗扰度试验按照 GB/T 17626.3—2016 中相关试验方法进行；
- 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验按照 GB/T 17626.4—2018 中相关试验方法进行；
- 浪涌抗扰度试验按照 GB/T 17626.5—2019 中相关试验方法进行；
- 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验按照 GB/T 17626.6—2017 中相关试验方法进行；
- 工频磁场抗扰度试验按照 GB/T 17626.8—2006 中相关试验方法进行；
- 脉冲磁场抗扰度试验按照 GB/T 17626.9—2011 中相关试验方法进行；
- 传导发射试验、辐射发射试验按照 GB/T 9254.1—2021 中相关试验方法进行。

9 检验规则

9.1 检验分类

本标准的检验分为出厂检验和型式检验，检验项目应符合表9、表10的规定。

表 9 现场采集设备检验项目表

序号	检验项目	出厂检验	型式检验	技术要求对应条款	试验方法对应条款
1	外观与结构	√	√	7.3.2	8.2.2
2	功能要求	—	√	7.2	8.2.3
3	电气安全	√	√	7.3.5	8.2.4
4	高温试验	—	√	7.3.1	8.2.5
5	低温试验	—	√	7.3.1	8.2.6

表 9 现场采集设备检验项目表（续）

序号	检验项目	出厂检验	型式检验	技术要求对应条款	试验方法对应条款
6	恒定湿热试验	—	√	7.3.1	8.2.7
7	低气压试验	—	√	7.3.1	8.2.8
8	雷电防护	—	√	7.3.6	8.2.12
9	电磁兼容	—	√	7.3.7	8.2.13
10	IP 防护等级	—	√	7.3.8	8.2.9
11	盐雾试验	—	√	7.3.9	8.2.10
12	机械环境适应性	—	√	7.3.10	8.2.11
注：“√”表示进行该项检验，“—”表示不进行该项检验。					

表 10 监控单元检验项目表

序号	检验与测试项目	出厂检验	型式检验	技术要求对应条款	试验方法对应条款
1	外观检查	√	√	6.3.4	8.1.1
2	功能要求	√	√	6.2	8.1.2
3	低温	—	√	6.3.1	8.1.6.1
4	高温	—	√	6.3.1	8.1.6.2
5	恒定湿热	—	√	6.3.1	8.1.6.3
6	低气压	—	√	6.3.1	8.1.6.4
7	电气安全	√	√	6.3.5	8.1.3
8	雷电防护	—	√	6.3.6	8.1.4
9	电磁兼容	—	√	6.3.8	8.1.5
注：“√”表示进行该项检验，“—”表示不进行该项检验。					

9.2 出厂检验

批量出厂的防灾监测系统设备，应逐台进行出厂检验。

9.3 型式检验

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品提交技术（定型）鉴定前；
- 新产品试生产后；
- 转场生产；
- 设计、工艺和材料有较大改进，可能影响产品性能时；
- 超过一年未生产当再次生产时；

- f) 成批生产进行定期抽检时；
- g) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时；
- h) 根据合同规定双方有约定时。

附 录 A
(规范性)
互联互通协议

A. 1 监测中心内部接口通信协议

A. 1. 1 应用服务器与工务调度、监测维护终端通信协议（A接口）

A. 1. 1. 1 数据分类

监测中心内部接口数据分类应符合表A. 1的规定。

表 A. 1 数据分类

数据类型	子类型	类型编码
灾害监测	风	00
	雨	01
	雪	02
	环境	04
灾害报警	风	10
	雨	11
	雪	12
灾害报警解除	风	20
	雨	21
	雪	22
灾害报警可解除	风	25
	雨	26
	雪	27
设备状态 (固定频率)	风传感器	30
	雨传感器	31
	雪传感器	32

表 A.1 数据分类（续）

数据类型	子类型	类型编码
	监控单元	36
	监测中心设备	38
设备状态变化 (变化触发)	风传感器报警	40
	雨传感器报警	41
	雪传感器报警	42
	监控单元报警	46
	监测中心设备报警	48
命令数据	命令（由下及上）	50
	命令（由上及下）	51
报警确认	灾害及设备报警确认	60
基础数据	线路信息	70
	车站信息	71
	监控单元信息	72
	监测点信息	73
	基础数据完成信号	80
	规则配置	85
	区间区段配置	90
	配置数据回执	95

A.1.1.2 数据内容

A.1.1.2.1 风监测数据

应包含类型编码，线路编码，线路名称，监控单元编码，监测点编码，风速1，风向1，风速2，风向2，有效风速，有效风向，采集时间(YYYYMMDDHHMMSS)等内容。

A.1.1.2.2 雨监测数据

应包含类型编码，线路编码，线路名称，监控单元编码，监测点编码，累计降雨量，10min雨量，小时降雨量，24h降雨量，连续降雨量，分钟降雨量，采集时间(YYYYMMDDHHMMSS)等内容。

A.1.1.2.3 雪监测数据

应包含类型编码，线路编码，线路名称，监控单元编码，监测点编码，雪深实测，雪深基准，雪深，采集时间(YYYYMMDDHHMMSS) 等内容。

A.1.1.2.4 环境监测数据

应包含类型编码，线路编码，线路名称，监控单元编码，监测点编码，温度 1，湿度 1，气压 1，温度 2，湿度 2，气压 2，采集时间(YYYYMMDDHHMMSS) 等内容。

A. 1. 1. 2. 5 风报警数据

应包含类型编码，线路编码，线路名称，监控单元编码，监测点编码，报警等级，报警状态，报警风速，报警风向，风速1，风向1，风速2，风向2，限速值，限速区段个数，限速区间开始，限速区间结束，开始限速区段公里标，结束限速区段公里标，支线序号，升降级变化，报警时间(YYYYMMDDHHMMSS)，报警解除时间(YYYYMMDDHHMMSS)，报警处置措施，报警子类型，报警唯一ID等内容。

A. 1. 1. 2. 6 雨报警数据

应包含类型编码，线路编码，线路名称，监控单元编码，监测点编码，报警等级，报警状态，累计降雨量，10min降雨量，小时降雨量，24h降雨量，连续降雨量，分钟降雨量，限速值，限速区段个数，限速区间开始，限速区间结束，开始限速区段公里标，结束限速区段公里标，支线序号，升降级变化，报警时间(YYYYMMDDHHMMSS)，报警解除时间(YYYYMMDDHHMMSS)，报警处置措施，报警子类型，报警唯一ID等内容。

A. 1. 1. 2. 7 雪报警数据

应包含类型编码，线路编码，线路名称，监控单元编码，监测点编码，报警等级，报警状态，雪深，雪深基准，雪深实测，限速值，限速区段个数，限速区间开始，限速区间结束，开始限速区段公里标，结束限速区段公里标，支线序号，升降级变化，报警时间(YYYYMMDDHHMMSS)，报警解除时间(YYYYMMDDHHMMSS)，报警处置措施，报警子类型，报警唯一ID等内容。

A. 1. 1. 2. 8 风传感器状态

应包含类型编码，线路编码，线路名称，监控单元编码，监测点编码，风1传感器通信状态，风1传感器设备状态，风1传感器显示状态，风2传感器通信状态，风2传感器设备状态，风2传感器显示状态，风传感器显示状态，采集时间(YYYYMMDDHHMMSS)，报警描述等内容。

A. 1. 1. 2. 9 雨传感器状态

应包含类型编码，线路编码，线路名称，监控单元编码，监测点编码，雨传感器通信状态，雨传感器设备状态，雨传感器显示状态，采集时间(YYYYMMDDHHMMSS)，报警描述等内容。

A. 1. 1. 2. 10 雪传感器状态

应包含类型编码，线路编码，线路名称，监控单元编码，监测点编码，雪传感器通信状态，雪传感器设备状态，雪传感器显示状态，采集时间(YYYYMMDDHHMMSS)，报警描述等内容。

A. 1. 1. 2. 11 监控单元状态

应包含类型编码，线路编码，线路名称，监控单元编码，监测主机A状态，监测主机B状态，板卡描述，电源单元A状态，电源单元B状态，电源A输入电压值，电源A输出电压值，电源B输入电压值，电源B输出电压值，至风监测设备电源输出电压值，至雨监测设备输出电压值，至雪监测设备输出电压值，电源A剩余容量，电源B剩余容量，监控单元显示状态，采集时间(YYYYMMDDHHMMSS)，报警描述等内容。

A. 1. 1. 2. 12 下达命令

应包含类型编码，线路编码，线路名称，监控单元编码，监测点编码，命令种类，命令时间(YYYYMMDDHHMMSS)，操作用户名等内容，应符合表A.2的规定。

表 A.2 命令种类

命令码	命令描述
0x01	上行临时行车
0x02	下行临时行车

A.1.1.2.13 报警确认

应包含类型编码，线路编码、报警消息ID、登录用户ID、报警类型、报警确认时间(YYYYMMDDHHMMSS)等内容。

A.1.1.2.14 线路信息

应包含线路编码，线路名称等内容。

A.1.1.2.15 车站信息

应包含车站ID，线路编码，线路名称，车站名称，公里标公里数，公里标米数，排序号，使用标记等内容。

A.1.1.2.16 监控单元信息

应包含监控单元ID，线路编码，线路名称，监控单元编码(公里标)，监控单元名称，公里标公里数，公里标米数，排序号，使用标记等内容。

A.1.1.2.17 监测点信息

应包含监测点ID，线路编码，线路名称，监控单元ID，监控单元编码(公里标)，监测点编码，传感器类型，公里标公里数，公里标米数，排序号，使用标记等内容。

A.1.1.2.18 其他要求

所有字段之间以“\$”符号进行分割，风、雨、雪报警及报警解除中的多个限速区段根据限速区段个数以“^”符号进行分割。

监控单元主机状态及电源状态中应包含具体主备、工作、网络状态等内容；板卡描述直接用“,”分割，名称与值之间用“:”分割，如：板卡1:0，板卡2:0；相关电压值进行了除10操作；电源容量加“%”。

A.1.1.3 连接方式

连接方式为MQ消息队列，应用服务器与工务调度、监测维护终端进行通信。

A.1.2 应用服务器与数据库服务器通信协议（B接口）

A.1.2.1 数据格式

应符合A.1.1.1、A.1.1.2的规定。

A.1.2.2 连接方式

采用TCP/IP协议连接。

A.1.3 应用服务器与接口服务器通信协议（C接口）

A.1.3.1 数据格式

应符合A.1.1.1、A.1.1.2的规定。

A.1.3.2 连接方式

连接方式为MQ消息队列，应用服务器与接口服务器进行通信。

A.1.4 接口服务器与数据库服务器通信协议（D接口）

A.1.4.1 数据格式

应符合A.1.1.1、A.1.1.2的规定。

A.1.4.2 连接方式

应采用TCP/IP协议连接。

A.2 监测中心外部接口通信协议

A.2.1 与监控单元通信协议（E接口）

应采用物联网标准协议MQTT。使用发布订阅模型，按业务内容使用不同主题进行消息传输。

上传数据包主题格式为/包类型/数据类型/业务类型/监控单元(A/B)；下传数据包主题格式为/包类型/(监控单元编码)。相关协议应符合表A.3～A.20的规定。

表 A.3 包类型

名称	含义
Monitor	监测数据包
Alarm	报警数据包
CmdDate	命令数据包
CmdRtn	命令回执包

表 A. 4 数据类型

名称	含义
Disaster	灾害数据
State	状态数据

表 A. 5 业务类型

名称	含义
Wind	风
Rain	雨
Snow	雪
Power	电源
Su	主机

表 A. 6 监控单元

名称	含义
A	主机 A
B	主机 B

表 A. 7 风监测数据包内容

名称	要求
主题	/Monitor/Disater/WindUn/A(B)
包序号	1-65535 循环递增
时间戳	字符串类型，YYYYMMDDHHMMSS
监测点编码	无符号整数
传感器 1 风速	无符号整数，分辨力 0.1m/s
传感器 1 风向	无符号整数，单位为度
传感器 2 风速	无符号整数，分辨力 0.1m/s
传感器 2 风向	无符号整数，单位为度

表 A.8 雨监测数据包内容

名称	要求
主题	/Monitor/Disater/Rain/A(B)
包序号	1-65535 循环递增
时间戳	字符串类型, YYYYMMDDHHMMSS
监测点编码	无符号整数
累计降雨量	无符号整数, 单位为毫米 (mm)

表 A.9 雪监测数据包

名称	要求
主题	/Monitor/Disater/Snow/A(B)
包序号	1-65535 循环递增
时间戳	字符串类型, YYYYMMDDHHMMSS
监测点编码	无符号整数
雪深	有符号整数, 单位为毫米 (mm)

表 A.10 风传感器状态监测包

名称	要求
主题	/Monitor/State/Wind/A(B)
包序号	1-65535 循环递增
时间戳	字符串类型, YYYYMMDDHHMMSS
监测点编码	无符号整数
传感器 1 状态	0 正常 1 异常
传感器 2 状态	0 正常 1 异常
传感器 1 故障类型	0 无故障 1 未知 2 通信故障 3 设备故障
传感器 2 故障类型	0 无故障 1 未知 2 通信故障 3 设备故障

表 A.11 雨传感器状态监测包

名称	要求
主题	/Monitor/State/Rain/A(B)
包序号	1-65535 循环递增
时间戳	字符串类型, YYYYMMDDHHMMSS

表 A. 11 雨传感器状态监测包（续）

名称	要求
监测点编码	无符号整数
传感器状态	0 正常 1 异常
传感器故障类型	0 无故障 1 未知 2 通信故障 3 设备故障

表 A. 12 雪传感器状态监测包

名称	要求
主题	/Monitor/State/Snow/A(B)
包序号	1-65535 循环递增
时间戳	字符串类型，YYYYMMDDHHMMSS
监测点编码	无符号整数
传感器状态	0 正常 1 异常
传感器故障类型	0 无故障 1 未知 2 通信故障 3 设备故障

表 A. 13 环境数据监测包

名称	要求
主题	/Monitor/Disater/Env/A(B)
包序号	1-65535 循环递增
时间戳	字符串类型，YYYYMMDDHHMMSS
监测点编码	无符号整数
温度 1	有符号整型，分辨力 0.1 度
湿度 1	无符号整型
气压 1	无符号整型，单位为 hpa
温度 2	有符号整型，分辨力 0.1℃
湿度 2	无符号整型
气压 2	无符号整型，单位为 hpa

表 A. 14 电源状态监测包

名称	要求
主题	/Monitor/State/Power/A(B)
包序号	1-65535 循环递增
时间戳	字符串类型, YYYYMMDDHHMMSS
监控单元编码	无符号整数
电源 I 路状态	0: 正常, 1: 故障
电源 II 路状态	0: 正常, 1: 故障
电源 I 路故障类型	0: 无故障, 1: 输入故障, 2: 输出故障, 3: 通信故障, 4: 其它
电源 II 路故障类型	0: 无故障, 1: 输入故障, 2: 输出故障, 3: 通信故障, 4: 其它
电源 I 路输入电压	有符号整数, 分辨力 0.1V
电源 I 路输出电压	有符号整数, 分辨力 0.1V
电源 I 电池状态	百分比 (0%至 100%)
电源 II 路输入电压	有符号整数, 分辨力 0.1V
电源 II 路输出电压	有符号整数, 分辨力 0.1V
电源 II 电池状态	百分比 (0%至 100%)

表 A. 15 主机状态监测包

名称	要求	备注
主题	/Monitor/State/Su/A(B)	—
包序号	1-65535 循环递增	—
时间戳	YYYYMMDDHHMMSS	—
监控单元编码	无符号整数	—
扩展模块 (板卡) 1 状态	0: 正常, 1: 异常	—
扩展模块 (板卡) 2 状态	0: 正常, 1: 异常	—
扩展模块 (板卡) 3 状态	0: 正常, 1: 异常	—
扩展模块 (板卡) 4 状态	0: 正常, 1: 异常	—
扩展模块 (板卡) 5 状态	0: 正常, 1: 异常	—
相邻主机工作状态	0: 正常, 1: 异常	只监测相邻主机电源状态

表 A. 16 电源状态报警数据包

名称	要求
主题	/Alarm/State/Power/A(B)
包序号	1-65535 循环递增
时间戳	字符串类型, YYYYMMDDHHMMSS
监控单元编码	无符号整数
电源 I 路状态	0: 正常, 1: 故障
电源 II 路状态	0: 正常, 1: 故障
电源 I 路故障类型	0: 无故障, 1: 输入故障, 2: 输出故障, 3: 通信故障, 4: 其它
电源 II 路故障类型	0: 无故障, 1: 输入故障, 2: 输出故障, 3: 通信故障, 4: 其它
电源 I 路输入电压	有符号整数, 分辨力 0.1V
电源 I 路输出电压	有符号整数, 分辨力 0.1V
电源 I 电池状态	百分比 (0%至 100%)
电源 II 路输入电压	有符号整数, 分辨力 0.1V
电源 II 路输出电压	有符号整数, 分辨力 0.1V
电源 II 电池状态	百分比 (0%至 100%)

表 A. 17 主机状态报警数据包

名称	要求	备注
主题	/Alarm/State/Su/A(B)	—
包序号	1-65535 循环递增	—
时间戳	YYYYMMDDHHMMSS	—
监控单元编码	无符号整数	—
扩展模块 (板卡) 1 状态	0: 正常, 1: 异常	—
扩展模块 (板卡) 2 状态	0: 正常, 1: 异常	—
扩展模块 (板卡) 3 状态	0: 正常, 1: 异常	—
扩展模块 (板卡) 4 状态	0: 正常, 1: 异常	—
扩展模块 (板卡) 5 状态	0: 正常, 1: 异常	—
相邻主机工作状态	0: 正常, 1: 异常	只监测相邻主机电源状态

表 A. 18 命令数据包

名称	要求
主题	/CmdData/(监控单元编码)
命令序号	1-65535 循环递增
时间戳	字符串类型, YYYYMMDDHHMMSS
监控单元编码	无符号整数
监测点编码	无符号整数
命令类型	1: 上行临时行车 2: 下行临时行车 1-100 不可用作自定义命令
命令时间	时间类型

表 A. 19 命令回执数据包

名称	要求
主题	/CmdData/(监控单元编码)
命令序号	同所执行命令
时间戳	字符串类型, YYYYMMDDHHMMSS
监控单元编码	无符号整数
监测点编码	无符号整数
命令类型	1: 上行临时行车 2: 下行临时行车 1-100 不可用作自定义命令
命令回执时间	时间类型

报警数据包、命令数据包、命令回执包均为实时传输，监测数据包为定频上传，周期应符合表A. 20的规定。

表 A. 20 传输频率

数据包类型	上传周期
风监测数据	1s
雨监测数据	60s
雪监测数据	10s
状态监测数据包	60s

A. 2. 2 与相邻监测中心通信协议（F接口）

A. 2. 2. 1 通信方式

A. 2. 2. 1. 1 通过TCP/IP协议与相邻监测中心进行通讯。数据内容包含握手验证协议会话开始包、握手验证协议会话应答包、心跳请求包、心跳应答包、监测数据包、报警处置命令包、命令回执包包等，其中监测数据包包含风监测点数据块、雨监测点数据块、雪监测点数据块等。

A. 2. 2. 1. 2 风速监测数据每1s封装成数据包上传应用/通信服务器，雨量、雪深设备状态监测数据每1min封装成数据包上传应用/通信服务器。

A. 2. 2. 2 数据格式

数据格式应符合表A. 21～A. 33的规定。

表 A. 21 握手验证协议会话开始包构成

字段	占用字节	要求
数据块	变长	〈用户名，密码〉 使用 ANSI 编码

表 A. 22 握手验证协议会话应答包构成

字段	占用字节	要求
验证结果	1	0x01：身份识别通过，会话建立成功 0x02：身份识别未通过，用户名不存在 0x03：身份识别未通过，用户名存在，密码不匹配 0x04：发生错误或异常

表 A. 23 心跳请求包构成

字段	占用字节	要求
主备状态	1	0x00：主；0x01：备

表 A. 24 心跳应答包构成

字段	占用字节	要求
主备状态	1	0x00：主；0x01：备

表 A. 25 监测数据包构成

字段	占用字节	要求
监测类型	1	应符合表 A. 5 的规定
线路编码	3	应符合 GB/T 25344—2010 的规定
数据块	变长	风、雨、雪、设备监测数据

表 A. 26 风监测点数据块构成

字段	占用字节	要求
数据有效性	1	0x00 表示有效, 0x01 表示无效
监控单元编码	4	监控单元公里标, 单位为米 (m)
监测点编码	4	监测点公里标, 单位为米 (m)
瞬时风速 1	2	有符号整型, 分辨力 0.1m/s
瞬时风向 1	2	有符号整型, 单位为度
瞬时风速 2	2	有符号整型, 分辨力 0.1m/s
瞬时风向 2	2	有符号整型, 单位为度
有效瞬时风速	2	有符号整型, 分辨力 0.1m/s
有效瞬时风向	2	有符号整型, 单位为度

表 A. 27 雨监测点数据块构成

字段	占用字节	要求
数据有效性	1	0x00 表示有效, 0x01 表示无效
监控单元编码	4	监控单元公里标, 单位为米 (m)
监测点编码	4	监测点公里标, 单位为米 (m)
累计降雨量	2	有符号整型, 分辨力 0.1mm
分钟降雨量	2	有符号整型, 分辨力 0.1mm
10min 降雨量	2	有符号整型, 分辨力 0.1mm
小时降雨量	2	有符号整型, 分辨力 0.1mm
24h 降雨量	2	有符号整型, 分辨力 0.1mm
连续降雨量	2	有符号整型, 分辨力 0.1mm

表 A. 28 雪监测点数据块构成

字段	占用字节	要求
数据有效性	1	0x00 表示有效, 0x01 表示无效
监控单元编码	4	监控单元公里标, 单位为米 (m)
监测点编码	4	监测点公里标, 单位为米 (m)
雪深	2	有符号整型, 单位为毫米 (mm)
雪深基准	2	有符号整型, 单位为毫米 (mm)
雪深实测	2	有符号整型, 单位为毫米 (mm)

表 A. 29 灾害报警包构成

内容	占用字节	要求
监测类型	1	应符合表 A. 5 的规定
线路编码	3	应符合 GB/T 25344—2010 的规定
报警数据块	变长	应符合表 A. 61 至表 A. 66 的规定

表 A. 30 风速报警数据块

内容	占用字节	要求
监控单元编码	4	监控单元公里标, 单位为米 (m)
监测点编码	4	监测点公里标, 单位为米 (m)
报警等级	1	0x01: 一级报警; 0x02: 二级报警; 0x03: 三级报警; 0x04: 四级报警
报警风速	2	无符号整型, 分辨力 0.1m/s
报警风向	2	无符号整型, 单位为度
风速 1	2	无符号整型, 分辨力 0.1m/s
风向 1	2	无符号整型, 单位为度
风速 2	2	无符号整型, 分辨力 0.1m/s
风向 2	2	无符号整型, 单位为度
限速值	2	无符号整型, 分辨力 km/h
限速区段个数	1	无符号整型
限速区段开始	4	公里标, 无符号整型, 单位为米 (m)
限速区段结束	4	公里标, 无符号整型, 单位为米 (m)
数据长度	2	无符号整型, 影响区间字节长度

表 A. 30 风速报警数据块（续）

内容	占用字节	要求
影响区间	变长	UTF-8 编码格式，车站 A 名称～车站 B 名称
支线编码	1	默认 1 代表主线，2 及以上代表支线

表 A. 31 雨量报警数据块

内容	占用字节	要求
监控单元编码	4	监控单元公里标，单位为米（m）
监测点编码	4	监测点公里标，单位为米（m）
报警等级	1	0x01：一级报警；0x02：二级报警；0x03：三级报警；0x04：四级报警 0x11：一级出巡；0x12：二级出巡
累计降雨量	2	无符号整型，分辨力 0.1mm
分钟雨量	2	无符号整型，分辨力 0.1mm
10min 雨量	2	无符号整型，分辨力 0.1mm
小时降雨量	2	无符号整型，分辨力 0.1mm
24h 降雨量	2	无符号整型，分辨力 0.1mm
连续降雨量	2	无符号整型，分辨力 0.1mm
限速值	2	无符号整型，单位为千米每小时（km/h）
限速区段个数	1	无符号整型
限速区段开始	4	公里标，无符号整型，单位为米（m）
限速区段结束	4	公里标，无符号整型，单位为米（m）
数据长度	2	无符号整型，影响区间字节长度
影响区间	变长	UTF-8 编码格式，车站 A 名称～车站 B 名称
支线序号	1	默认 1 代表主线，2 及以上代表支线

表 A. 32 雪深报警数据块

内容	占用字节	要求
监控单元编码	4	监控单元公里标，单位为米（m）
监测点编码	4	监测点公里标，单位为米（m）
报警等级	1	0x01：一级报警；0x02：二级报警；0x03：三级报警 0x04：四级报警
雪深	2	有符号整型，单位为毫米（mm）
雪深基准	2	有符号整型，单位为毫米（mm）

表 A. 32 雪深报警数据块（续）

内容	占用字节	要求
雪深实测	2	有符号整型，单位为毫米（mm）
限速值	2	无符号整型，单位为千米每小时（km/h）
限速区段个数	1	无符号整型
限速区段开始	4	公里标，无符号整型，单位为米（m）
限速区段结束	4	公里标，无符号整型，单位为米（m）
数据长度	2	无符号整型，影响区间字节长度
影响区间	变长	UTF-8 编码格式，车站 A 名称～车站 B 名称
支线编码	1	默认 1 代表主线，2 及以上代表支线

表 A. 33 报警结束包构成

内容	占用字节	要求
监测类型	1	应符合表 A. 5 的规定
线路编码	3	应符合 GB/T 25344—2010 的规定
监控单元编码	4	监控单元公里标，单位为米（m）
监测点编码	4	监测点公里标，单位为米（m）
结束类别	1	0x00：风报警可解除 0x01：雨报警可解除 0x02：雪报警可解除 0x04：风报警解除确认 0x05：雨报警解除确认 0x06：雪报警解除确认
限速区段个数	1	无符号整型
限速区段开始	4	公里标，无符号整型，单位为米（m）
限速区段结束	4	公里标，无符号整型，单位为米（m）
数据长度	2	无符号整型，影响区间字节长度
影响区间	变长	UTF-8 编码格式，车站 A 名称～车站 B 名称
支线编码	1	默认 1 代表主线，2 及以上代表支线

A. 2. 3 与气象部门系统接口（G接口）

A. 2. 3. 1 数据内容

风、雨、雪相关监测、报警及预警数据。

A. 2. 3. 2 传输方式

应符合 A.2.1.2、A.2.1.3、A.2.1.4 的规定。

铁道行业标准《铁路灾害监测系统 第1部分：风、雨、雪》

(征求意见稿)

编制说明

1 工作简况

1.1 编制依据

根据《国家铁路局 2023 年铁路装备技术和运输服务标准项目计划》（国铁科法函〔2023〕72 号）23T018 项目和《国家铁路局 2023 年第一批铁路装备技术和运输服务标准项目计划（承担单位）》（科法函〔2023〕148 号）的要求，由铁路行业工务工程设备标准化技术归口单位归口，并由中国铁路经济规划研究院有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司电子计算技术研究所、中国铁道科学研究院集团有限公司标准计量研究所、中国铁路设计集团有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、中国铁路北京局集团有限公司共同起草《铁路灾害监测系统 第1部分：风、雨、雪》。

本标准为首次制定。

1.2 制修订本标准的必要性

随着我国铁路建设的发展及对防灾安全的日益重视，在我国新建开通的铁路线路上，依据线路运行速度、所处的自然环境、地理条件及灾害监测技术研究进展，各线路不同程度地建立了灾害监测系统。铁路灾害监测系统对列车运行影响较大的风、雨、雪等自然灾害和异物侵限事件进行实时监测、报警，发生异物侵限时进行紧急处置，对列车高效、安全运行发挥了重要的技术保障作用，避免或降低了自然灾害和异物侵限事件对列车运行秩序的影响。

通过相关研究及近年来运用经验的积累，各项应用指标要求已基本掌握，具备了编制铁路行业铁路灾害监测系统标准的基础。通过编制本标准，提出满足铁路行业各运输企业风、雨、雪监测现场监测设备功能、性能要求的相关规定，可有效提升风、雨、雪现场监测设备的可靠性与可用性，提高铁路安全防护水平，为灾害监测系统健康发展提供技术支撑。

1.3 编制过程

在本标准的编制过程中，完成了大量的基础研究和编写工作，本标准编制过程概要如下：

标准计划下达后，在归口单位组织下，中国铁路经济规划研究院有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司电子计算技术研究所、中国铁道科学研究院集团有限公司标准计量研究所、中国铁路设计集团有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、中国铁路北京局集团有限公司等单位成立了标准起草组，对铁路灾害监测系统风、雨、雪监测设备构成，技术要求，试验方法，检验规则等情况进行了调研，收集了相关技术资料，在对前期工作深入讨论研究后，2024 年 7 月形成了本标准的征求意见稿。

2 编制原则

2.1 标准格式统一、规范，符合 GB/T 1.1—2020 要求。

- 2.2 标准内容符合统一性、协调性、适用性、一致性、规范性要求。
- 2.3 标准技术内容安全可靠、成熟稳定、经济适用、科学先进、节能环保。
- 2.4 标准实施后有利于提高铁路产品质量、保障运输安全，符合铁路行业发展需求。

3 主要内容

- 3.1 本标准规定了铁路自然灾害监测系统风、雨、雪监测的监测中心、监控单元、现场采集设备、试验方法、检验规则。
- 3.2 本标准的主要技术要求包括铁路灾害监测风、雨、雪监测系统监测中心、监控单元以及现场采集设备的功能、配置、环境适应性、外观与结构、雷电防护、电磁兼容等规定。
- 3.3 本标准依据《铁路自然灾害及异物侵限监测系统工程技术规程》（TB 10185—2021），参考《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统总体技术方案（暂行）》（铁科技〔2013〕35号）、《铁路自然灾害及异物侵限监测系统工程技术规范》（Q/CR 9152—2018）、《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统 铁路局中心系统技术条件》（Q/CR 801—2020）、《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统监控单元暂行技术条件》（TJ/GW 172—2021）、《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统风速风向现场采集设备》（Q/CR 789—2020）、《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统雨量现场采集设备》（Q/CR 790—2020）、《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统雪深现场采集设备》（Q/CR 766—2020）等技术规范，结合现场应用实际编制。
- 3.4 本标准与《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统 铁路局中心系统技术条件》（Q/CR 801—2020）、《铁路自然灾害及异物侵限监测系统工程技术规范》（Q/CR 9152—2018）、《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统监控单元暂行技术条件》（TJ/GW 172—2021）、《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统风速风向现场采集设备》（Q/CR 789—2020）、《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统雨量现场采集设备》（Q/CR 790—2020）、《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统雪深现场采集设备》（Q/CR 766—2020）相比，重要技术差异见表1。

表 1 重要技术差异情况

序号	相关标准	本标准	说明
1	《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统 铁路局中心系统技术条件》（Q/CR 801—2020）“图 1 铁路局中心系统构成示意图”中包含既有高铁通过监控数据处理设备接入，即在路局中心系统建立前设置的线路中心系统。”	“4.6 监测中心应支持多条线路统一管理。监测中心应按运营单位管辖范围设置，也可按线路设置。”	本标准定义的监测中心可为 Q/CR 801—2020 中定义的路局中心系统，也可为线路中心。本标准主要采用路局中心方案，根据工程实际情况和运营管理需要可参考本标准设置线路中心。
2	《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统 铁路局中心系统技术条件》（Q/CR 801—2020）“4.1.2 在路局集团公司设置风、雨、雪及异物侵限监测铁路局中心系统(以下简称“铁路局中心系统”)和地震预警监测铁路局中心系统。”，包含异物侵限监测内容，明确地震预警系统铁路局中心系统为独立系统。	“4.5 风、雨、雪、地震、异物侵限监测可根据工程实际情况和运营管理需要独立设置或合并设置监测中心。”	本标准仅对铁路灾害监测风、雨、雪监测系统监测中心的构成、功能、技术要求与接口作了规定。本标准在硬件与软件上未规定监测中心独立设置的要求，与既有标准不冲突。
3	《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统 铁路局中心系统技术条件》（Q/CR 801—2020）“4.2.1.2 信息处理平台设备包括应用/通信服务器、数据库服务器、接口服务器、数据存储设备、维护管理服务器、防病毒服务器、短信服务器、时间同步(NTP)服务器、负载均衡设备等。”	“6.1.1.1.1 监测中心主要由服务器、存储设备、时间分配设备、网络设备、网络安全设备、监测终端组成。”	根据《铁路自然灾害及异物侵限监测系统工程技术规程》（TB10185-2021）的相关规定，结合技术发展方向与不同运输企业需求，本标准弱化了监测中心服务器配置要求。
4	《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统 铁路局中心系统技术条件》（Q/CR 801—2020） “4.3 软件组成 铁路局中心系统主要软件由应用软件、数据库软件、系统安全软件、系统软件等组成。其中，应用软件包括应用服务软件、通信服务软件、接口服务软件、业务监测软件、维护管理软件、查询统计软件。”	未规定软件相关内容。	本标准从系统层面对风、雨、雪监测整体功能及技术要求提出规定，不单独规定软件相关要求。
5	《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统 铁路局中心系统技术条件》（Q/CR 801—2020）外部接口包括“与新建高铁线路灾害监测系统接口、与既有高铁线路灾害监测系统接口、与监控单元接口、与相邻铁路局中心系统接口、与铁路数据服务平台接口、与综合视频监控接口、与 CTC 系统接口、与短信服务系统接口、与气象部门系统接口”。	“6.4.1.3 监测中心外部接口应符合表6.4-2的规定。”表中规定了监测中心与监控单元接口、与相邻监测中心接口、与气象部门系统接口内容。	本标准结合不同运用单位需求，以及目前系统应用情况，提出了监测中心与监控单元接口、与相邻监测中心接口、与气象部门系统接口等最基本接口的相关要求。

4 关键指标

4.1 提出了灾害监测系统架构（4.1.3、4.1.4）。

本标准作为灾害监测系统系列标准的第一部分，依据《铁路自然灾害及异物侵限监测系统工程技术规程》（TB 10185—2021），参考《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统总体技术方案（暂行）》（铁科技〔2013〕35号）相关规定，提出了铁路灾害监测系统总体技术要求及系统架构，提出了风、雨、雪、地震、异物侵限监测可根据工程实际情况和运营管理需要独立设置或合并设置监测中心。

4.2 提出了监测中心设置要求（4.1.5）。

依据《铁路自然灾害及异物侵限监测系统工程技术规程》（TB 10185—2021）相关规定，结合铁路灾害监测系统建设现状及发展方向，规定本标准所指的监测中心涵盖了铁路局级监测中心系统和线路级监测中心系统。

4.3 提出了监测中心功能要求及技术要求（5.1、5.2、5.3）。

参考《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统 铁路局中心系统技术条件》（Q/CR 801—2020），为适应铁路灾害监测系统监测中心在实际运用中的需求，本标准提出了监测中心在监测报警、数据统计查询、互联互通、系统管理以及数据存储等方面的功能要求。同时，为确保监测中心的稳定运行，本标准还明确规定了监测中心在设备配置、可靠性、安全性、环境适应性、外观与结构等方面的技术要求。

4.4 提出了监测中心外部接口要求（5.4）。

本标准结合不同运输企业需求，以及目前系统实际应用情况，提出了监测中心与监控单元接口、与相邻监测中心接口、与气象部门系统接口等最基本接口的相关要求。同时，本标准也明确指出监测中心可根据实际需求，与其他铁路相关系统进行互联，以实现信息的共享。

4.5 提出了监控单元功能要求及技术要求（第6章）。

参考《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统监控单元暂行技术条件》（TJ/GW 172—2021），为适应铁路灾害监测系统监控单元在实际运用中的需求，本标准提出了监控单元在数据接收、处理与传输、设备状态监测、远程维护、时间同步等方面的功能要求。同时，为确保监控单元的稳定运行，本标准还明确规定了监控单元在工作环境、硬件配置等方面的技术要求。

4.6 提出了现场采集设备功能要求及技术要求（第7章）。

参考《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统风速风向现场采集设备》（Q/CR 789—2020）、《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统雨量现场采集设备》（Q/CR 790—2020）、《高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统雪深现场采集设备》（Q/CR 766—2020），为适应铁路灾害监测系统现场采集设备在实际运用中的需求，本标准提出了风、雨、雪现场采集设备在数据测量、处理与传输等方面的功能要求。同时，为确保现场采集设备的稳定运行，本标准还明确规定了风、雨、雪现场采集设备在环境适应性、外观与结构、传感器、数据传输单元、电气安全、雷电防护、电磁兼容等方面的技术要求。

5 采标情况

无。

6 有无重大分歧意见

无。

7 强制或推荐、废止、公开建议

7.1 建议本标准作为推荐性行业标准发布。

7.2 由于未识别出版权等相关知识产权问题，建议本标准公开。

7.3 本标准未识别出相关专利。

8 实施标准的要求和措施建议

建议本标准在批准发布后 6 个月实施。

9 其他应予说明的事项

无。

标准起草组

2024 年 7 月