ICS 03.220.40

CCS

团 R07 体 标 准

T/CIN ***—2026

标载通信网络的数据交互技术要求

Technical specifications for data interaction on the communication network of navigation buoy

（征求意见稿）

2025－XX－XX 发布 2025－XX－XX 实施

中国航海学会 发 布

目　　次

前　　言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 一般规定 2
5 通信网络与数据交互模式 3
5.1 通信网络 3
5.2 网络连接模式 3
5.3 交互模式 3
6 报文格式与传输规则 3
6.1 报文结构 3
6.2 传输规则 5
7 报文定义 5
7.1 操控指令报文 5
7.2 数据传输报文 8
8 安全要求 15
8.1 身份认证 15
8.2 数据安全 15
8.3 访问控制 15
附录A (资料性)相关数据表 16
表A.1　闪光灯质表 16
表A,2　6比特ASCII表 23
表A.3　字节对应关系 24

前　　言

本文件按照GB/T 1.1 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。

本文件由中国航海学会提出并归口。

本文件起草单位：武汉理工大学、交通运输部北海航海保障中心、东南大学。

本文件主要起草人：高曙、陈先桥、李建英、季克淮、刘新宇、于文宇、贾俊豪、王向阳。

标载通信网络的数据交互技术要求

1 范围

本文件规定了航标终端设备与岸端服务平台通过标载通信网络进行通信时网络连接模式、数据交互模式、报文结构与传输规则、报文定义和安全要求。

本文件适用于采用标载通信网络并辅以北斗短报文方式的海上航标与岸基服务平台之间的通信。

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 4696-2016 中国海区水上助航标志

GB/T 28181-2022 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求

GB/T 32907-2016 信息安全技术 SM4 分组密码算法

GB/T 44087-2024 北斗三号区域短报文通信用户终端技术要求与测试方法

JT/T 697.15-2023 交通信息基础数据元 第 15 部分：航标信息基础数据元

JT/T 761-2022 航标灯通用技术条件

JT/T 788-2023 航标遥测遥控系统技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

标载通信网络

依托新型 B5G（Beyond 5G）技术，结合无蜂窝大规模 MIMO（Multiple-Input Multiple-Output）基站和多跳组网技术，构建的一种高效、灵活的通信网络，具有低延迟、广覆盖、无缝连接以及多跳组网延伸通信距离的特点，能够实现广域覆盖和高效、大容量标载数据传输，在海洋特殊工况条件下提供稳定的通信支持。

3.2

岸基服务平台

与航标终端设备进行数据交互的系统。

注：包括接收航标工作状态、环境监控状态（各类传感器、摄像头、固态雷达等）数据、以及向航标终端设备发送操控命令等（以下简称“平台”）。

3.3

航标终端设备

海上航标系统的核心执行与数据处理单元。

注：主要负责采集、管理、发送航标设备的实时运行参数、周围的水文气象数据、视频/雷达监控数据等，并执行岸基服务平台下达的操控指令（以下简称“终端”）。

3.4

航标工作状态数据

航标设备的当前运行状态数据，包括位置、灯光、电池电量、灯器温度、信号强度、定位方式等。本文件中航标相关基础数据元的定义、分类及编码规则，应符合 JT/T 697.15-2023 的规定。

3.5

雷达回波强度数据

通过航标设备上的固态雷达装置采集并传输到岸基服务平台的数据。

3.6

监控视频流数据

通过航标设备上安装的摄像头采集的实时视频流数据，用于监测海上交通环境。

3.7

SM4 算法

分组长度与密钥长度均为 128 比特，加密算法与密钥扩展算法均采用 32 轮非线性迭代结构。

注：由中国国家密码管理局制定并发布的分组对称加密算法，是我国信息安全体系中自主可控的核心密码算法之一。

4 一般规定

4.1 航标终端设备应包括采集气象、水文等数据的传感器、固态雷达、视频摄像头、数据采集接口、数据存储器、工控机和无线通信传输模块、卫星定位模块等。

4.2 航标终端设备与岸基服务平台间的通信宜采用传输控制协议(Transmission Control Protocol，TCP)和用户数据包协议(User Datagram Protocol，UDP)方式。在单次通信会话中，TCP 与 UDP 协议不应混用，即同一会话仅能采用一种传输协议，且协议类型应在连接建立前协商确定。

4.3 终端与平台之间应通过 TCP 或 UDP 协议建立网络连接，使用预置的平台 IP 地址和默认服务端口号进行通信。平台 IP 地址和默认服务端口号应在终端启用前完成预置；当平台 IP 地址或服务端口号发生变更时，应在变更生效前由平台通过远程配置指令（如北斗短报文）进行更新，以确保通信切换期间不中断。更新完成后，终端应重新建立连接以使新配置生效。通过北斗短报文更新平台 IP 地址或端口号时，通信参数与传输格式应符合 GB/T 44087-2024 的技术要求。

4.4 TCP/UDP 服务端口号的取值范围建议为 1024-65535，以避免与 IANA 规定的 Well-Known Ports（0－1023）范围冲突，并通过访问控制列表限制非法 IP 接入，仅允许预置的合法 IP 访问对应端口。

5 通信网络与数据交互模式

5.1 通信网络

终端与平台数据交互采用标载通信网络，但由于航标上电力资源受限，终端与平台的网络连接采用按需连接模式。

5.2 网络连接模式

5.2.1 按需连接模式

由于航标电力资源受限，标载通信网络的连接采用按需连接模式，当需要建立连接时，平台使用北斗短报文向终端发送远程启动命令，再由终端向平台发送启动确认，从而建立连接，随后，终端通过北斗短报文定时（默认5min，根据需要在1min～10min内调整）向平台发送心跳报文，表示连接状态。期间平台通过标载通信网络向终端发送操控命令，终端向平台传输各类数据，直到终端向平台发送登出请求并得到平台应答，或平台通过北斗向终端发出关闭通知，从而结束此次连接。

5.2.2 远程启动

当终端处于“省电模式”，即终端上工控机、摄像头、固态雷达、标载通信网络等处于关闭状态，平台通过北斗短报文向终端发送远程启动命令，终端收到此命令后，开启以上设备、建立标载通信网络连接并传输数据，如监控视频流、雷达回波强度数据等。

同时，通过北斗短报文，终端向平台发送登录确认，随后定时（默认5min，根据需要在 1min～10 min内调整）向平台发送心跳，表示连接状态。平台超过3min未收到终端的登录确认报文，则重发远程启动命令直到达到最大重发次数（一般为3次，每次间隔3min）。达到最大重发次数仍未收到终端登录确认，则平台生成报警，等待人工干预。

5.3 交互模式

5.3.1 终端向平台发送数据

由于终端电力资源受限，平台按需通过北斗短报文开启标载通信网络，随后通过该网络实时传输监控视频流、雷达回波强度数据、航标工作状态与环境状态等数据。

5.3.2 平台向终端发送指令

平台通过标载通信网络发送操控指令，例如参数设置、打开/关闭摄像头等，确保航标及相关设备根据指令及时响应。对于此类指令，数据交互一般以请求-应答模式运行，每一条请求报文都需要对应一个有效的应答。当请求方将报文发送后30s内未收到应答报文，请求方应将报文重新发送。在发送3次报文仍未收到应答报文，则属于通讯故障。遵循请求-应答机制，使得两者在使用异步交互方式的同时能保证数据和操作的一致性。

6 报文格式与传输规则

6.1 报文结构

6.1.1 报文头

报文头是每个报文必要的公共部分，描述了每个报文的最基本信息；字段依次为报文起始标志、报文总长度、命令类型代码、报文流水号等。见表1。

表 1　报文头组成

字段	比特bit	描述
报文起始标志	6	表明一个报文数据的开始，报文起始标志固定为@。
报文总长度	12	报文头起始到报文尾结束的比特位数。
命令类型代码	4	标识该报文是发起请求还是请求应答的命令类型，在命令类型代码中，发起请求类型报文的命令码最高位为0，请求应答类型报文的命令码最高位为1。命令类型代码分配见表2
报文流水号	8	取值范围从 0x00 至 0xFF，报文流水号标识发送方发出的每一次报文请求。接收方回复请求时，必须使用同样的流水号标识回复报文。发送方各自维护自己的流水号(取值范围从 0x00 至 0xFF)，每发出一次请求，下一次报文请求的流水号自动循环递增，当流水号达到 0xFF 时，下一个报文的流水号循环重新回到 0x00。
分包索引	6	当前分包在整个包中的位置编号（0：无分包；分包时从1开始计数）
报文标志位	6	标识该报文的协议版本与加密内容等情况。其中高三位为协议版本号，取值范围为：0-7;低三位为传输数据加密标识，说明本报文的加密情况，0：未加密，1：采用SM4，2:AES加密，3：DES加密
时间戳	33	报文生成的时间戳，使用协调世界时（Universal Time Coordinated，UTC），具体定义如表3。
航标ID	16	取值范围从0x0000至0xFFFF,编码规则应符合 GB 4696-2016 中助航标志的编号规范。
报文校验码	16	报文头部的所有数据CRC16校验的结果值，验证头部的完整性。

表 2　命令类型代码定义

命令字	描述	命令字	描述
0	远程启动	8	登录确认
1	远程关闭	9	心跳报文
2	登出请求	10	登出应答
3	操控指令请求报文	11	操控指令应答报文

表 3　时间定义

字段名	比特bit	描述
UTC 年	7	0-99；（以2000年为基准，对应2000-2099年）
UTC 月	4	1-12；
UTC 日	5	1-31；
UTC 时	5	0-23；
UTC 分	6	0-59；

UTC 秒	6	0-59；

6.1.2 报文体

报文体包含了实际交互的数据内容，是需要设置的参数、传输的命令、各种类型数据等，对于接收方，提取并处理报文体是其主要任务,不同报文的报文体内容详见“7 报文体定义”。由于种类和长度不确定，因此报文体的长度是动态的。

6.1.3 报文尾部

报文尾部包含校验和和结束码，见表4。

表 4 报文尾部组成

字段	比特bit	描述
校验和	16	报文体的校验和，确保报文体部分数据没有在传输过程中发生损坏或丢失。
结束符	6	固定值，表示报文的结束。设置为*。

报文内容利用6比特ASCII码封装（见附录表2 6比特ASCII码），最后不足6位时用0填充。

6.2 传输规则

6.2.1 报文分包

由于终端处理能力和网络承载方式有限，对于较长的报文，平台和终端应尽量安排多次操作完成。例如对于应答序列较长的参数查询要求或数据上传,平台和终端在考虑到当前网络状态的情况下宜将数据包分包，分成数次完成整个序列的发送。平台和终端在收到所有分包封装的报文后，根据分包索引按顺序拼接，分包封装的报文包应使用相同报文流水号。

6.2.2 数据加密

数据交互应支持明文模式和密文模式，密文模式宜采用 GB/T 32907-2016规定的国密算法SM4，也可采用高级加密标准(Advanced Encryption Standard,AES)、数据加密标准(Data Encryption Standard，DES)。加密密钥应通过北斗短报文或专用加密通道分发，密钥更新周期不超过 90 天，密钥分发过程应进行身份认证，确保密钥传输安全。

6.2.3 监控视频流和雷达回波强度数据传输方式

监控视频流数据的传输协议、数据封装格式应符合GB/T 28181-2022中关于视频数据交互的相关规定。使用H.264或H.265编码，在带宽受限的情况下宜动态调整帧率或码率，帧率一般不低于30fps，码率控制为VBR（可变比特率），以适应网络带宽变化；对于雷达回波强度数据，建议以JPEG格式压缩传输，每2s传输一次。

7 报文体定义

7.1 操控指令报文

7.1.1 远程启动报文

远程启动报文用于向终端发送启动请求。报文头中“命令类型代码”为 0，无需报文体。

7.1.2 登录确认报文

登录确认报文是用于终端向平台发送登录确认信息。报文头中“命令类型代码”为8。报文体定义如下：

字段名	比特bit	描述
终端固件号1：IMEI	40	终端固件号1，不足字段长度时，低位补0。
终端固件号:2：IMSI	40	终端固件号2，不足字段长度时，低位补0。

为了防止非法接入和保证终端的合法性，终端和所使用的网络设备之间应具备相互约束，相互认证的关系。平台使用终端序列号唯一标识终端，终端固件号（包括终端固件号1和终端固件号2）唯一标识终端网络设备，终端固件号1内容是IMEI（国际移动设备身份码），唯一标识终端上的网络模组，终端固件号2内容是IMSI（国际移动用户识别码），唯一标识终端上的网络鉴权设备，即SIM卡。

终端序列号与终端固件号两者对应，在终端服务通信平台上进行绑定，即只有正确的终端序列号且对应正确的终端固件号才能视为合法的终端。

7.1.3 远程关闭报文

远程关闭报文用于向终端发送关闭命令。报文头中“命令类型代码”为 1，无需报文体。

7.1.4 心跳报文

心跳报文用于终端向平台发送连接状态信息。由于要维持连接，必须发送心跳包文，报文头中“命令类型代码”为9，无需报文体。

7.1.5 登出请求报文

登出请求报文用于终端告知平台退出登录请求，表示要结束此次会话过程，报文头中“命令类型代码”为2。报文体定义如下：

字段名	比特bit	描述
原因	2	退出登录原因： 0：终端正常退出，进入等待启动模式 1：终端故障退出，进入等待启动模式 其他值保留

7.1.6 登出应答报文

登出应答报文用于平台对退出登录请求的应答。报文头中“命令类型代码”为10。无需报文体。

7.1.7 操控指令请求报文

操控指令请求报文用于平台向终端发送各类控制命令，如摄像头启动、停止、各类参数设置等，报文头中“命令类型代码”为3。报文体依据功能不同而不同，具体定义如下：

字段名	比特bit	描述
操控类别	4	1：启动摄像头视频流传输命令； 2：停止摄像头视频流传输命令；

字段名	比特bit	描述
		3：启动雷达回波强度数据传输命令； 4：停止雷达回波强度数据传输命令； 8：设置视频流传输参数命令，参数内容见表5； 9：设置雷达传输参数命令，参数内容见表6； 其他值保留

表 5　视频流传输参数设置命令报文体

字段名	比特bit	描述
视频编码格式	2	设置视频编码格式： 0：H.264 1：H.265 2：H.266 3：保留
分辨率	24	高12位用于设置水平像素数，低12位用于设置垂直像素数，如011110000000 010000111000，表示(1920 x 1080)
帧率	8	每秒传输帧数（30帧/秒），默认为00011110
比特率	14	比特率（单位 kbps）
图像亮度	7	当前摄像头捕获图像的亮度（0-100%),如：1001011
图像对比度	7	当前摄像头捕获图像的对比度（0-100%)如：0111100
色彩饱和度	7	图像的色彩饱和度（0-100%)如：1010101

表 6　雷达传输参数设置命令报文体

字段名	比特bit	描述
雷达模式	3	0：标准模式（例如，常规的监测模式，适用于大多数场景） 1：高分辨率模式（例如，适用于对小目标、高精度要求的场景） 2：长距离模式（例如，优化为探测远距离目标） 3：短距离模式（例如，优化为近距离高精度探测） 4：自动模式（根据环境自动选择最佳模式）
量程	16	设置的雷达量程（单位：米）
增益	7	设置的增益（单位：dB），（假设增益范围是0-255，对应于0%-100%）
杂波抑制	8	设置的杂波抑制级别，通常为0-255的值。

7.1.8　操控指令应答报文

操控指令应答报文用于终端向平台发送各类控制或参数设置命令的应答,报文头中“命令类型代码”为11。报文体定义如下：

字段名	比特bit	描述
操控类别	4	1：启动摄像头视频流传输命令； 2：停止摄像头视频流传输命令；

字段名	比特bit	描述
		3：启动雷达图像传输命令； 4：停止雷达图像传输命令； 8：设置视频流传输参数命令； 9：设置雷达传输参数命令；
结果	2	0：成功 1：失败 其他值保留

7.2 数据传输报文

7.2.1 雷达回波强度数据

雷达强度回波数据报文体定义如下：

字段名	比特bit	描述
数据类型	2	1：雷达回波强度数据；
总长度	32	整个数据项的原始大小
数据内容	Variable Length	雷达回波强度数据

7.2.2 监控视频流数据

监控视频流数据报文体定义如下：

字段名	比特bit	描述
数据类型	2	2：监控视频流数据；
总长度	32	整个数据项的原始大小
帧类型	2	指示当前帧的类型: 1:I帧, 2:P帧, 3:B帧。
数据内容	Variable Length	视频数据

7.2.3 航标工作状态数据

航标工作状态数据报文体定义如下：

字段名	比特bit	描述
数据类型	2	3：航标工作状态数据；
设备编号	44	见表7
工作灯器	325	见表8
备用灯器	67	见表9
能源状态	76	见表10
AIS 设备状态	58	见表11

字段名	比特bit	描述
雷达状态	98	见表12
摄像头状态	100	见表13
工作设备	150	见表14
备用设备	82	见表15
能源参数	66	见表16
工作模式	18	见表17

表 7　设备编号描述表

字段名	比特bit	描述
厂商编码 [a]	7	1-99；
器材类型 [b]	4	0-15；
产品类型 [c]	6	1-63；
规格型号 [d]	6	0-63；
生产年份	7	0-99；
设备序号	14	1-9999；

[a] 厂商编码由使用方授权通过后提供，确保不同厂商编码不重复，避免编码冲突。

[b] 航标灯器固定为03，AIS设备、雷达应答器固定为04。

[c] 灯器根据灯器类型匹配，AIS设备固定为01、雷达应答器固定为02。

[d] 厂商型号所对应的序号。

表 8　工作灯器描述表

字段名	比特bit	描述
工作模式	3	1=独立工作/2=主备模式/3=主应模式/4=主备一体/5=主应一体/6=主辅模式；
工作灯器	3	1=主/2=备/3=应急/4=辅助/7=不可用=默认值；
灯器温度	8	-40-120/-126=超范围/-127=不可用=默认值，最高位表示符号，单位：1 摄氏度（℃）；
灯器湿度	7	0-100/127=不可用=默认值，单位：1 百分比（%）；
日光阀值	7	0-100/126=超范围/127=不可用=默认值，单位：10 勒克斯（lx）；
信号强度	30	北斗：10 路，0-4；GPRS：0-31；
定位方式	3	1-7；1=GP/2=BD/3=GL/4=GA/5=GN/7=不可用=默认值；
纬度	27	± 90° /-67108863=不可用=默认值，最高位表示符号，北=正，南=负，单位：1/10 000 分（′ ）；
经度	28	± 180° /-134217727=不可用=默认值，最高位表示符号，东=正，西=负，单位：1/10 000 分（′ ）；
加速度 X	8	0-160/161=超范围/255=不可用=默认值， 单位：0.1 重力加速度（G）；
加速度 Y	8	0-160/161=超范围/255=不可用=默认值， 单位：0.1 重力加速度（G）；

加速度 Z	8	0-160/161=超范围/255=不可用=默认值， 单位：0.1 重力加速度（G）；
发光控制	3	1=光控=默认值/2=时控/3=强开/4=强关；
发光状态	2	1=亮/2=灭/3=不可用=默认值；
灯质	9	1-257，明暗时间（256 种灯质代码+扩展灯质代码）；灯质的定义与分类应符合JT/T 761-2022的规定,详见附录表1 闪光灯质表
射程	6	0-30/62=超范围/63=不可用=默认值；单位：1 海里（nm）；
工作电压	15	0-26000/32766= 超范围/32767= 不可用=默认值，单位：0.01 伏特（V）；
工作电流	15	0-20000/32766= 超范围/32767= 不可用=默认值，单位：0.01 安培（A）；
功率等级	7	0-100/127=不可用=默认值，单位：1 百分比（%）；
闪光抑制	2	1=是/2=否/3=不可用=默认值；
电机工作状态	2	1=正常/2=不正常/3=不可用=默认值；
保险工作状态	2	1=正常/2=不正常/3=不可用=默认值；
剩余灯泡数	3	1-6/7=不可用=默认值；
当前工作灯泡	3	1-6/7=不可用=默认值；
空载电压	12	0-4000/4095=超范围/4096=不可用=默认值，单位：0.01 伏特（V）;
负载电压	12	0-4000/4095=超范围/4096=不可用=默认值， 单位：0.01 伏特（V）；
日光阀电压	9	0-500/510=超范围/511=不可用=默认值， 单位：0.01 安培（A）；
旋转周期	7	0-120/127=不可用=默认值，单位：1 秒（s）；
实际转速	7	0-120/127=不可用=默认值，单位：1 秒（s）；
灯泡 1 工作时长	12	0-6000/8090=超范围/8191=不可用=默认值，单位：1 小时；
灯泡 2 工作时长	12	0-6000/8090=超范围/8191=不可用=默认值，单位：1 小时；
灯泡 3 工作时长	12	0-6000/8090=超范围/8191=不可用=默认值，单位：1 小时；
灯泡 1 感应电压	9	0-500/510=超范围/511=不可用=默认值，单位：0.01 安培（A）；
灯泡 2 感应电压	9	0-500/510=超范围/511=不可用=默认值，单位：0.01 安培（A）；
灯泡 3 感应电压	9	0-500/510=超范围/511=不可用=默认值， 单位：0.01 安培（A）；
灯泡 1 状态	2	1=正常/2=不正常/3=不可用=默认值；
灯泡 2 状态	2	1=正常/2=不正常/3=不可用=默认值；
灯泡 3 状态	2	1=正常/2=不正常/3=不可用=默认值；

表 9　备用灯器描述表

字段名	比特bit	描述
日光阀电压	9	0-500/510=超范围/511=不可用=默认值，单位：0.01 安培（A）；
通信状态	2	1=正常/2=异常/3=不可用=默认值；

灯器温度	8	-40-120/-126=超范围/-127=不可用=默认值，最高位表示符号，单位：1 摄氏度（℃）；
灯器湿度	7	0-100/127=不可用=默认值，单位：1 百分比（%）；
发光状态	2	1=亮/2=灭/3=不可用=默认值；
灯质	9	1-257，明暗时间（256 种灯质代码+扩展灯质代码）；灯质的定义与分类应符合JT/T 761-2022的规定,详见附录表1 闪光灯质表
旋转周期	7	0-120/127=不可用=默认值，单位：1 秒（s）；
工作电压	12	0-4000/4094=超范围/4095=不可用=默认值，单位：0.01 伏特（V）；
工作电流	11	0-2000/2046=超范围/2047=不可用=默认值，单位：0.01 安培（A）；

表 10　能源状态描述表

字段名	比特bit	描述
电池温度	8	-40-120/-126=超范围/-127=不可用=默认值，最高位表示符号，单位：1 摄氏度（℃）；
电池湿度	7	0-100/127=不可用=默认值，单位：1 百分比（%）；
电池电压	12	0-4000/4094=超范围/4095=不可用=默认值，单位：0.01 伏特（V）；
充电电压	12	0-4000/4094=超范围/4095=不可用=默认值，单位：0.01 伏特（V）；
充电电流	11	0-2000/2046=超范围/2047=不可用=默认值，单位：0.01 安培（A）；
剩余电量	7	0-100/127=不可用=默认值，单位：1 百分比（%）；
循环次数	10	0-1000/1022=超范围/1023=不可用=默认值，单位：1 次；
市电电压	9	0-400/510=超范围/511=不可用=默认值，单位：1 伏特（V）；

表 11　AIS 设备状态描述表

字段名	比特bit	描述
设备编码	30	MMSI 九位码；
工作电压	8	0-180/254=超范围/255=不可用=默认值，单位：0.1 伏特（V）；
发射电流	12	0-4000/4094=超范围/4095=不可用=默认值，单位：1 毫安（mA）；
VCO 状态	2	1=正常/2=异常/3=不可用=默认值；
GPS 状态	2	1=正常/2=异常/3=不可用=默认值；
POS 状态	2	1=正常/2=异常/3=不可用=默认值；
PPS 状态	2	1=正常/2=异常/3=不可用=默认值；

表 12　雷达状态描述表

字段名	比特bit	描述
工作编码	6	英文编码符号
工作时间	6	0-60/62=超范围/63=不可用=默认值；单位：1 秒（s）；
休止时间	6	0-60/62=超范围/63=不可用=默认值；单位：1 秒（s）；
工作电压	12	0-4000/4094=超范围/4095=不可用=默认值，单位：0.01 伏特（V）；
工作电流	11	0-2000/2046=超范围/2047=不可用=默认值，单位：0.01 安培（A）；

工作纬度	27	± 90° /-67108863=不可用=默认值，最高位表示符号，北=正，南=负，单位：1/10 000 分（′）；
工作经度	28	± 180° /-134217727=不可用=默认值，最高位表示符号，东=正，西=负，单位：1/10 000 分（′）；
工作状态	2	1=正常/2=异常/3=不可用=默认值；

表 13　摄像头工作状态描述表

字段名	比特bit	描述
工作编码	6	英文编码符号
摄像头类型	2	1=可见光摄像头/2=红外摄像头 /3=不可用 = 默认值
工作时间	6	0-60/62=超范围/63=不可用=默认值；单位：1 秒（s）；
休止时间	6	0-60/62=超范围/63=不可用=默认值；单位：1 秒（s）；
工作电压	12	0-4000/4094=超范围/4095=不可用=默认值，单位：0.01 伏特（V）；
工作电流	11	0-2000/2046=超范围/2047=不可用=默认值，单位：0.01 安培（A）；
工作纬度	27	± 90° /-67108863=不可用=默认值，最高位表示符号，北=正，南=负，单位：1/10 000 分（′）；
工作经度	28	± 180° /-134217727=不可用=默认值，最高位表示符号，东=正，西=负，单位：1/10 000 分（′）；
工作状态	2	1=正常/2=异常/3=不可用=默认值；

表 14　工作设备描述表

字段名	比特bit	描述
灯器温度下限	8	-40-120/-127=不可用/未变更=默认值，最高位表示符号，单位：1 摄氏度（℃）；
灯器温度上限	8	-40-120/-127=不可用/未变更=默认值，最高位表示符号，单位：1 摄氏度（℃）；
灯器湿度门限	7	0-100/127=不可用/未变更=默认值，单位：1 百分比（%）；
纬度基点位置	27	± 90° /-67108863=不可用/未变更=默 认值，最高位表示符号，北=正，南=负，单位：1/10 000 分（′）；
经度基点位置	28	± 180° /-134217727=不可用/未变更=默认值，最高位表示符号，东=正，西=负，单位：1/10 000 分（′）；
位移阀值	8	0-200/255=不可用/未变更=默认值，单位：1 米（m）；
碰撞门限	5	1-16/31=不可用/未变更=默认值，单位：1 重力加速度（G）；
发光控制	3	1=光控/2=时控/3=强开/4=强关/7=未变更=默认值；
亮灯阀值	7	0-100/127=不可用/未变更=默认值，单位：10 勒克斯（lx）；
灯器灯质	9	1-257；明暗时间（256 种灯质代码+扩展灯质代码）；灯质的定义与分类应符合JT/T 761-2022的规定,详见附录表1 闪光灯质表
灯器射程	6	0-30/63=不可用/未变更=默认值，单位：1 海里（nm）；
工作电压下限	9	0-400/511=不可用/未变更=默认值，单位：0.1 伏特（V）；
工作电压上限	9	0-400/511=不可用/未变更=默认值，单位：0.1 伏特（V）；
工作电流(动态)	8	0-200/255=不可用/未变更=默认值,单位：0.1 安培（A）；

下限		
工作电流(动态)上限	8	0-200/255=不可用/未变更=默认值,单位：0.1 安培（A）；

表 15　备用设备描述表

字段名	比特bit	描述
灯器温度下限	8	-40-120/-127=不可用/未变更=默认值，最高位表示符号，单位：1 摄氏度（℃）；
灯器温度上限	8	-40-120/-127=不可用/未变更=默认值，最高位表示符号，单位：1 摄氏度（℃）；
灯器湿度门限	7	0-100/127=不可用/未变更=默认值，单位：1 百分比（%）；
发光控制	3	1=光控/2=时控/7=未变更=默认值；
亮灯阀值	7	0-100/127=不可用/未变更=默认值，单位：10 勒克斯（lx）；
灯器灯质	9	1-257；明暗时间（256 种灯质代码+扩展灯质代码）；灯质的定义与分类应符合JT/T 761-2022的规定,详见附录表1 闪光灯质表
灯器射程	6	0-30/63=不可用/未变更=默认值，单位：1 海里（nm）；
工作电压下限	9	0-400/511=不可用/未变更=默认值，单位：0.1 伏特（V）；
工作电压上限	9	0-400/511=不可用/未变更=默认值，单位：0.1 伏特（V）；
工作电流(动态）下限	8	0-200/255=不可用/未变更=默认值,单位：0.1 安培（A）；
工作电流(动态)上限	8	0-200/255=不可用/未变更=默认值,单位：0.1 安培（A）；

表 16　能源参数描述表

字段名	比特bit	描述
电池温度下限	8	-40-120/-127=不可用/未变更=默认值,最高位表示符号,单位:1 摄氏度(℃);
电池温度上限	8	-40-120/-127=不可用/未变更=默认值,最高位表示符号,单位:1 摄氏度(℃);
电池湿度门限	7	0-100/127=不可用/未变更=默认值，单位：1 百分比（%）；
电池电压下限	9	0-400/511=不可用/未变更=默认值，单位：0.1 伏特（V）；
电池电压上限	9	0-400/511=不可用/未变更=默认值，单位：0.1 伏特（V）；
充电电压上限	9	0-500/511=不可用/未变更=默认值，单位：0.1 伏特（V）；
充电电流上限	8	0-200/255=不可用/未变更=默认值,单位：0.1 安培（A）；
电池温度下限	8	-40-120/-127=不可用/未变更=默认值,最高位表示符号,单位:1 摄氏度(℃);

表 17　工作模式描述表

字段名	比特bit	描述
运行模式	4	0=恢复出厂设置/1=正常/2=测试/14=重启/15=未变更，1=默认值；
上报周期	8	1-240/255=不可用/未变更，60=默认值，单位：1 分钟（min）；
报警周期	6	1-60/63=不可用/未变更,10=默认值，单位：1 分钟（min）；

7.2.4　环境状态数据

环境状态数据报文头定义如下：

字段名	比特bit	描述
数据类型	2	4：环境状态数据；
风速	40	项目数：4（瞬时，1min, 10min,极大值） 取值范围： 1-600 单位：0.1 米/秒 时间间隔：10分钟
风向	36	项目数：4（瞬时，1min, 10min,极大值） 取值范围：0-359 单位：1度 时间间隔：10分钟
风时	30	项目数：3（最大时间，17st,17et） 取值范围：0-599 单位：1秒 时间间隔：10分钟
浪高	44	项目数：4（最大，显著，有效，平均） 取值范围：0-2000 单位：0.01米 时间间隔：30分钟
周期	64	项目数：4（最大，显著，有效，平均） 取值范围：1-50000 单位：0.01 时间间隔：30min
浪向	36	项目数：4（最大，显著，有效，平均）） 取值范围：0-359 单位：1度 时间间隔：30min
流速	900	项目数：3（最大，平均，瞬时）*30（30表示层数） 取值范围：0-1000 单位：0.01米/秒 时间间隔：60min
流向	810	项目数：3（最大，平均，瞬时）*30（30表示层数） 取值范围：0-359 单位：1度 时间间隔：60min
深度	9	项目数：1 取值范围：30-500 精度：0.1米

字段名	比特bit	描述
		时间间隔：10min
能见度	56	项目数：4(最大，最小，平均，瞬时） 取值范围：0-10000 单位：1米 时间间隔：10min
浊度	10	项目数：1 数据类型：单精度 取值范围：0-1000 单位：1 散射浊度单位（ NTU） 时间间隔：60min

8 安全要求

8.1 身份认证

平台与终端应采用双向身份认证机制，确保通信双方合法性。终端登录平台时，应向平台提交终端序列号、终端固件号 1（IMEI）及终端固件号 2（IMSI），三者应与平台预置的绑定信息完全一致，平台验证通过后方可建立连接。平台向终端发送操控指令前，应向终端提供预置的平台身份标识，终端验证通过后再执行指令，未通过验证时应拒绝响应并记录异常日志。身份认证过程中，所有身份标识信息应采用密文传输，禁止明文传输。

8.2 数据安全

数据传输支持明文模式与密文模式，优先采用密文模式。密文模式应使用国密算法 SM4，也可选用 AES、DES 加密算法，加密密钥应通过北斗短报文或专用加密通道分发，分发过程应附加身份校验流程。密钥更新周期不得超过 90天，终端与平台应同步完成密钥更新，旧密钥更新后立即失效。报文体应通过 CRC16 算法计算校验和，接收方应对收到的报文体重新计算校验和，与报文尾部校验和比对一致后方可处理，不一致则判定为数据损坏，应请求重发。

8.3 访问控制

终端仅允许访问预置的平台 IP 地址与端口号，端口限定在 1024～65535 范围，禁止访问其他 IP 地址和端口。平台应配置访问控制列表，仅允许预置的合法终端 IP 接入，对非法接入请求应直接拒绝并记录日志，日志应包含非法 IP、接入时间、请求内容等信息。终端与平台的连接采用按需连接模式。终端与平台的连接权限管理、非法接入拦截等访问控制策略，应符合 JT/T 788-2023 中关于系统安全的技术规定。

附录 A
（资料性）
相关数据表

本附录提供航标通信与设备参数相关的参考数据表，各表的用途如下：

表 A.1 为闪光灯质对应的编码映射表，用于报文传输中“灯质”字段的取值标识；

表 A.2 定义了 6 比特 ASCII 码的字符与二进制对应关系，是报文内容封装的编码依据；

表 A.3 为字节与对应数据含义的对照关系，辅助报文字段的解析与转换。

表 A.1 闪光灯质表

序号	字段	对应灯质代码
1	FXIED	1
2	FL1.5S(0.2+1.3)	2
3	FL1.5S(0.3+1.2)	3
4	FL1.5S(0.4+1.1)	4
5	FL1.5S(0.5+1.0)	5
6	FL2S(0.2+1.8)	6
7	FL2S(0.3+1.7)	7
8	FL2S(0.4+1.6)	8
9	FL2S(0.5+1.5)	9
10	FL2S(0.7+1.3)	10
11	FL2S(0.8+1.2)	11
12	FL2.5S(0.3+2.2)	12
13	FL2.5S(0.5+2.0)	13
14	FL3S(0.2+2.8)	14
15	FL3S(0.3+2.7)	15
16	FL3S(0.4+2.6)	16
17	FL3S(0.5+2.5)	17
18	FL3S(0.6+2.4)	18
19	FL3S(0.7+2.3)	19
20	FL3S(1.0+2.0)	20
21	FL4S(0.2+3.8)	21
22	FL4S(0.3+3.7)	22
23	FL4S(0.4+3.6)	23
24	FL4S(0.5+3.5)	24
25	FL4S(0.6+3.4)	25
26	FL4S(0.8+3.2)	26
27	FL4S(1.0+3.0)	27
28	FL4S(1.5+2.5)	28

29	FL4.3S(1.3+3.0)	29
30	FL5S(0.2+4.8)	30
31	FL5S(0.3+4.7)	31
32	FL5S(0.5+4.5)	32
33	FL5S(0.9+4.1)	33
34	FL5S(1.0+4.0)	34
35	FL5S(1.5+3.5)	35
36	FL6S(0.2+5.8)	36
37	FL6S(0.3+5.7)	37
38	FL6S(0.4+5.6)	38
39	FL6S(0.5+5.5)	39
40	FL6S(0.8+5.2)	40
41	FL6S(1.0+5.0)	41
42	FL6S(1.2+4.8)	42
43	FL6S(1.5+4.5)	43
44	FL7S(1.0+6.0)	44
45	FL7S(2.0+5.0)	45
46	FL7.5S(0.5+7.0)	46
47	FL8S(0.5+7.5)	47
48	FL8S(1.0+7.0)	48
49	FL9S(0.9+8.1)	49
50	FL9S(1.0+8.0)	50
51	FL10S(0.3+9.7)	51
52	FL10S(1.0+9.0)	52
53	FL10S(1.5+8.5)	53
54	FL12S(2.5+9.5)	54
55	FL15S(1.0+14.0)	55
56	FL30S(1.0+29.0)	56
57	FL(2)4S(0.5+1.0,0.5+2.0)	57
58	FL(2)4.5S(0.4+1.0,0.4+2.7)	58
59	FL(2)5S(0.2+1.2,0.2+3.4)	59
60	FL(2)5S(0.4+0.6,0.4+3.6)	60
61	FL(2)5S(0.5+0.5,0.5+3.5)	61
62	FL(2)5S(0.5+1.0,0.5+3.0)	62
63	FL(2)5.5S(0.4+1.4,0.4+3.3)	63
64	FL(2)6S(0.5+1.0,0.5+4.0)	64
65	FL(2)6S(0.5+0.5,0.5+4.5)	65

66	FL(2)6S(1.0+1.0,1.0+3.0)	66
67	FL(2)7S(1.0+1.0,1.0+4.0)	67
68	FL(2)8S(0.4+1.0,0.4+6.2)	68
69	FL(2)8S(0.5+1.0,0.5+6.0)	69
70	FL(2)8S(1.0+1.0,1.0+5.0)	70
71	FL(2)10S(0.4+1.6,0.4+7.6)	71
72	FL(2)10S(0.5+1.0,0.5+8.0)	72
73	FL(2)10S(0.5+1.5,0.5+7.5)	73
74	FL(2)10S(1.0+1.0,1.0+7.0)	74
75	FL(2)10S(1.0+1.5,1.0+6.5)	75
76	FL(2)12S(0.4+1.0,0.4+10.2)	76
77	FL(2)12S(0.5+1.0,0.5+10.0)	77
78	FL(2)12S(1.5+2.0,1.5+7.0)	78
79	FL(2)15S(1.0+2.0,1.0+11.0)	79
80	FL(2)20S(1.0+3.0,1.0+15.0)	80
81	FL(2)25S(1.0+1.0,1.0+22.0)	81
82	FL(3)5S(0.25+0.25,0.25+0.25,0.25+3.75)	82
83	FL(3)6S(0.4+0.8,0.4+0.8,0.4+3.2)	83
84	FL(3)6S(0.4+1.2,0.4+1.2,0.4+2.4)	84
85	FL(3)6S(0.5+1.0,0.5+1.0,0.5+2.5)	85
86	FL(3)6S(0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+3.5)	86
87	FL(3)8S(0.5+1.0,0.5+1.0,0.5+4.5)	87
88	FL(3)9S(0.3+1.0,0.3+1.0,0.3+6.1)	88
89	FL(3)9S(0.8+1.2,0.8+1.2,0.8+4.2)	89
90	FL(3)10S(0.5+1.5,0.5+1.5,0.5+5.5)	90
91	FL(3)10S(0.5+1.0,0.5+1.0,0.5+6.5)	91
92	FL(3)12S(0.5+1.5, 0.5+1.5, 0.5+7.5)	92
93	FL(3)12S(0.5+2.0,0.5+2.0,0.5+6.5)	93
94	FL(3)12S(0.8+1.2,0.8+1.2,0.8+7.2)	94
95	FL(3)15S(0.3+1.7,0.3+1.7,0.3+10.7)	95
96	FL(3)15S(0.5+1.5,0.5+1.5,0.5+10.5)	96
97	FL(3)20S(0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+17.5)	97
98	FL(3)20S(0.5+1.5,0.5+1.5,0.5+15.5)	98
99	FL(3)20S(0.8+1.2,0.8+1.2,0.8+15.2)	99
100	FL(3)20S(1.0+1.0,1.0+1.0,1.0+15.0)	100
101	FL(4)8S(0.4+0.4,1.2+0.4,1.2+0.4,0.4+3.6)	101
102	FL(4)8S(0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+4.5)	102

103	FL(4)10S(0.5+1.0,0.5+1.0,0.5+1.0,0.5+5.0)	103
104	FL(4)10S(0.8+1.2,0.8+1.2,0.8+1.2,0.8+3.2)	104
105	FL(4)12S(0.3+1.7,0.3+1.7,0.3+1.7,0.3+5.7)	105
106	FL(4)12S(0.5+1.5,0.5+1.5,0.5+1.5,0.5+5.5)	106
107	FL(4)12S(0.8+1.2,0.8+1.2,0.8+1.2,0.8+5.2)	107
108	FL(4)15S(0.5+1.5,0.5+1.5,0.5+1.5,0.5+8.5)	108
109	FL(4)15S(1.0+1.0,1.0+1.0,1.0+1.0,1.0+8.0)	109
110	FL(4)16S(0.5+1.5,0.5+1.5,0.5+1.5,0.5+9.5)	110
111	FL(4)20S(0.3+3.0,0.3+3.0,0.3+3.0,0.3+9.8)	111
112	FL(4)20S(0.5+1.5,0.5+1.5,0.5+1.5,0.5+13.5)	112
113	FL(4)20S(1.5+1.5,1.5+1.5,1.5+1.5,1.5+9.5)	113
114	FL(4)30S(0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+26.5)	114
115	FL(5)20S(1.0+1.0,1.0+1.0,1.0+1.0,1.0+1.0,1.0+11.0)	115
116	FL(6)12S(0.25+1.25,0.25+1.25,0.25+1.25,0.25+1.25,0.25+1.25,0.25+4.25)	116
117	FL(6)15S(0.5+1.0,0.5+1.0,0.5+1.0,0.5+1.0,0.5+1.0,0.5+7.0)	117
118	FL(2+1)6S(0.3+0.4,0.3+1.2,0.3+3.5)	118
119	FL(2+1)6S(0.5+0.5,0.5+1.0,0.5+3.0)	119
120	FL(2+1)9S(0.5+0.5,0.5+1.5,0.5+5.5)	120
121	FL(2+1)10S(0.5+0.5,0.5+1.5,0.5+6.5)	121
122	FL(2+1)12S(1.0+1.0,1.0+2.0,1.0+6.0)	122
123	FL(2+1)12S(1.0+1.0,1.0+4.0,1.0+4.0)	123
124	FL(2+1)15S(1.0+2.0,1.0+5.0,1.0+5.0)	124
125	IS02S(1.0+1.0)	125
126	IS03S(1.5+1.5)	126
127	IS04S(2.0+2.0)	127
128	IS05S(2.5+2.5)	128
129	IS06S(3.0+3.0)	129
130	IS08S(4.0+4.0)	130
131	IS010S(5.0+5.0)	131
132	LFL5S(2.0+3.0)	132
133	LFL6S(2.0+4.0)	133
134	LFL8S(2.0+6.0)	134
135	LFL8S(3.0+5.0)	135
136	LFL10S(2.0+8.0)	136
137	LFL10S(3.0+7.0)	137
138	LFL10S(4.0+6.0)	138

139	LFL12S(2.0+10.0)	139
140	LFL15S(4.0+11.0)	140
141	LFL20S(2.0+18.0)	141
142	MO(A)6S(0.5+0.5,1.5+3.5)	142
143	MO(A)8S(0.4+0.6,2.0+5.0)	143
144	MO(A)8S(0.8+1.2,2.4+3.6)	144
145	MO(A)10S(0.5+0.5,1.5+7.5)	145
146	MO(A)15S(0.5+1.5,2.0+11.0)	146
147	MO(B)15S(1.5+0.5,0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+10.5)	147
148	MO(B)30S(2.5+1.0,0.75+1.0,0.75+1.0,0.75+22.25)	148
149	MO(C)12S(1.5+0.5,0.5+0.5,1.5+0.5,0.5+6.5)	149
150	MO(C)15S(1.5+0.5,0.5+0.5,1.5+0.5,0.5+9.5)	150
151	MO(D)8S(1.5+0.5,0.5+0.5,0.5+4.5)	151
152	MO(D)8S(1.2+0.4,0.4+0.4,0.4+5.2)	152
153	MO(D)10S(0.3+1.0,0.3+1.0,0.3+7.1)	153
154	MO(D)10S(5.0+1.0,1.0+1.0,1.0+1.0)	154
155	MO(D)12S(0.5+0.5,0.5+0.5,1.5+0.5,0.5+7.5)	155
156	MO(D)15S(0.5+0.5,0.5+0.5,1.5+0.5,0.5+10.5)	156
157	MO(K)10S(1.5+0.5,0.5+0.5,1.5+5.5)	157
158	MO(K)12S(1.5+0.5,0.5+0.5,1.5+7.5)	158
159	MO(K)15S(1.5+0.5,0.5+0.5,1.5+10.5)	159
160	MO(F)12S(0.5+0.5,0.5+0.5,1.5+0.5,0.5+7.5)	160
161	MO(F)15S(0.5+0.5,0.5+0.5,1.5+0.5,0.5+10.5)	161
162	MO(M)8S(1.5+0.5,1.5+4.5)	162
163	MO(N)6S(1.2+0.4,0.4+4.0)	163
164	MO(N)6S(1.5+0.5,0.5+3.5)	164
165	MO(N)8S(5.0+1.0,1.0+1.0)	165
166	MO(O)12S(1.5+0.5,1.5+0.5,1.5+6.5)	166
167	MO(O)15S(1.5+0.5,1.5+0.5,1.5+9.5)	167
168	MO(P)8S(0.4+0.4,1.2+0.4,1.2+0.4,0.4+3.6)	168
169	MO(P)10S(0.5+0.5,1.5+0.5,1.5+0.5,0.5+4.5)	169
170	MO(P)12S(0.5+0.5,1.5+0.5,1.5+0.5,0.5+6.5)	170
171	MO(P)15S(0.5+0.5,1.5+0.5,1.5+0.5,0.5+9.5)	171
172	MO(Q)12S(1.5+0.5,1.5+0.5,0.5+0.5,1.5+5.5)	172
173	MO(Q)15S(1.5+0.5,1.5+0.5,0.5+0.5,1.5+8.5)	173
174	MO(R)8S(0.5+0.5,1.5+0.5,0.5+4.5)	174
175	MO(U)10S(0.4+0.6,0.4+0.6,1.2+6.8)	175

176	MO(U)10S(0.5+0.5,0.5+0.5,1.5+6.5)	176
177	MO(U)12S(0.5+0.5,0.5+0.5,1.5+8.5)	177
178	MO(U)15S(0.5+0.5,0.5+0.5,1.5+11.5)	178
179	MO(U)15S(0.6+0.3,0.6+0.3,1.4+11.8)	179
180	MO(U)15S(0.6+0.3,0.6+0.3,1.5+11.7)	180
181	MO(U)15S(0.65+0.25,0.65+0.25,1.5+11.7)	181
182	MO(U)15S(0.8+0.1,0.8+0.1,1.5+11.7)	182
183	MO(U)30S(0.75+1.0,0.75+1.0,2.5+24)	183
184	MO(V)8S(0.4+0.4,0.4+0.4,0.4+0.4,1.2+4.4)	184
185	MO(V)8S(0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+0.5,1.5+3.5)	185
186	MO(W)10S(0.5+0.5,1.5+0.5,1.5+5.5)	186
187	MO(X)8S(1.2+0.4,0.4+0.4,0.4+0.4,1.2+3.6)	187
188	MO(Y)15S(1.5+0.5,0.5+0.5,1.5+0.5,1.5+8.5)	188
189	MO(Y)12S(1.5+0.5,0.5+0.5,1.5+0.5,1.5+5.5)	189
190	MO(Z)12S(1.5+0.5,1.5+0.5,0.5+0.5,0.5+6.5)	190
191	MO(Z)10S(1.5+0.5,1.5+0.5,0.5+0.5,0.5+4.5)	191
192	OC3S(2.0+1.0)	192
193	OC3S(2.5+0.5)	193
194	OC3.5S(2.5+1.0)	194
195	OC4S(2.5+1.5)	195
196	OC4S(3.0+1.0)	196
197	OC5S(3.0+2.0)	197
198	OC5S(4.0+1.0)	198
199	OC5S(4.5+0.5)	199
200	OC6S(4.0+2.0)	200
201	OC6S(5.0+1.0)	201
202	OC8S(5.0+3.0)	202
203	OC9S(6.0+3.0)	203
204	OC10S(6.0+4.0)	204
205	OC15S(10.0+5.0)	205
206	OC(2)8S(3.0+2.0,1.0+2.0)	206
207	OC(2)8S(5.0+1.0,1.0+1.0)	207
208	Q0.5S(0.25+0.25)	208
209	Q1S(0.5+0.5)	209
210	Q1S(0.8+0.2)	210
211	Q1.2S(0.5+0.7)	211
212	Q1.2S(0.6+0.6)	212

213	Q(2)5S(0.3+0.7,0.3+3.7)	213
214	Q(2)5S(0.5+0.5,0.5+3.5)	214
215	Q(2)10S(0.5+0.5,0.5+8.5)	215
216	Q(3)5S(0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+2.5)	216
217	Q(3)10S(0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+7.7)	217
218	Q(3)10S(0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+7.5)	218
219	Q(3)10S(0.6+0.6,0.6+0.6,0.6+7.0)	219
220	Q(4)6S(0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+2.7)	220
221	Q(4)6S(0.4+0.6,0.4+0.6,0.4+0.6,0.4+2.6)	221
222	Q(4)8S(1.2+0.4,0.4+0.4,0.4+0.4,1.2+3.6)	222
223	Q(4)10S(0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+6.7)	223
224	Q(4)12S(0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+8.7)	224
225	Q(4)15S(0.35+0.7,0.35+0.7,0.35+0.7,0.35+11.5)	225
226	Q(4)20S(0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+16.5)	226
227	Q(5)7S(0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+2.7)	227
228	Q(5)10S(0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+5.7)	228
229	Q(6)10S(0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+4.7)	229
230	VQ(9)10S(0.25+0.25,0.25+0.25,0.25+0.25,0.25+0.25,0.25+0.25,0.25+0.25, 0.25+0.25,0.25+0.25,0.25+5.75)	230
231	Q(9)15S(0.2+0.8,0.2+0.8,0.2+0.8,0.2+0.8,0.2+0.8,0.2+0.8,0.2+0.8,0.2+0.8,0.2+6.8)	231
232	Q(9)15S(0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+6.7)	232
233	Q(9)15S(0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+6.5)	233
234	VQ(6)+LFL10S(0.25+0.25,0.25+0.25,0.25+0.25,0.25+0.25,0.25+0.25,0.25+0.25,2.0+5.0)	234
235	Q(6)+LFL15S(0.2+0.8,0.2+0.8,0.2+0.8,0.2+0.8,0.2+0.8,0.2+0.8,2.0+7.0)	235
236	Q(6)+LFL15S(0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,0.3+0.7,2.0+7.0)	236
237	Q(6)+LFL15S(0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+0.5,0.5+0.5,2.0+7.0)	237
238	VQ0.5S(0.15+0.35)	238
239	VQ0.5S(0.2+0.3)	239
240	VQ0.5S(0.25+0.25)	240
241	VQ0.6S(0.2+0.4)	241
242	VQ0.6S(0.3+0.3)	242

243	VQ0.75S(0.5+0.25)	243
244	VQ4S(0.2+1.0,0.2+2.6)	244
245	VQ8S(0.2+1.0,0.2+6.6)	245
246	VQ(3)5S(0.25+0.25,0.25+0.25,0.25+3.75)	246
247	VQ(3)5S(0.2+0.3,0.2+0.3,0.2+3.8)	247
248	VQ(3)5S(0.3+0.2,0.3+0.2,0.3+3.7)	248
249	VQ(3)5S(0.3+0.3,0.3+0.3,0.3+3.5)	249
250	VQ(3)15S(0.1+0.5,0.1+0.5,0.1+13.7)	250
251	VQ(9)10S(0.15+0.35,0.15+0.35,0.15+0.35,0.15+0.35,0.15+0.35,0.15+0.35, 0.15+0.35,0.15+0.35,0.15+5.85)	251
252	VQ(9)10S(0.2+0.3,0.2+0.3,0.2+0.3,0.2+0.3,0.2+0.3,0.2+0.3,0.2+0.3,0.2+0.3,0.2+5.8)	252
253	VQ(9)10S(0.3+0.3,0.3+0.3,0.3+0.3,0.3+0.3,0.3+0.3,0.3+0.3,0.3+0.3,0.3+0.3,0.3+4.9)	253
254	VQ(6)+LFL10S(0.2+0.3,0.2+0.3,0.2+0.3,0.2+0.3,0.2+0.3,0.2+0.3,2.0+5.0)	254
255	VQ(6)+LFL10S(0.3+0.3,0.3+0.3,0.3+0.3,0.3+0.3,0.3+0.3,0.3+0.3,2.0+4.4)	255
256	VQ(6)+LFL15S(0.3+0.3,0.3+0.3,0.3+0.3,0.3+0.3,0.3+0.3,0.3+0.3,2.0+9.4)	256
257	T3S（Bu 1.0+0.5,Y 1.0+05）	257

表 A.2　6 比特 ASCII 表

ASCII HEX = binary	字符	6比特ASCII	ASCII HEX = binary	字符	6比特ASCII
30=00110000	0	000000	50=01010000	P	100000
31=00110001	1	000001	51=01010001	Q	100001
32=00110010	2	000010	52=01010010	R	100010
33=00110011	3	000011	53=01010011	S	100011
34=00110100	4	000100	54=01010100	T	100100
35=00110101	5	000101	55=01010101	U	100101
36=00110110	6	000110	56=01010110	V	100110
37=00110111	7	000111	57=01010111	W	100111
38=00111000	8	001000	60=01100000	`	101000
39=00111001	9	001001	61=01100001	a	101001
3A=00111010	:	001010	62=01100010	b	101010
3B=00111011	;	001011	63=01100011	c	101011
3C=00111100	(	001100	64=01100100	d	101100

3D=00111101	=	001101	65=01100101	e	101101
3E=00111110	)	001110	66=01100110	f	101110
3F=00111111	?	001111	67=01100111	g	101111
40=01000000	@	010000	68=01101000	h	110000
41=01000001	A	010001	69=01101001	i	110001
42=01000010	B	010010	6A=01101010	j	110010
43=01000011	C	010011	6B=01101011	k	110011
44=01000100	D	010100	6C=01101100	l	110100
45=01000101	E	010101	6D=01101101	m	110101
46=01000110	F	010110	6E=01101110	n	110110
47=01000111	G	010111	6F=01101111	o	110111
48=01001000	H	011000	70=01110000	p	111000
49=01001001	I	011001	71=01110001	q	111001
4A=01001010	J	011010	72=01110010	r	111010
4B=01001011	K	011011	73=01110011	s	111011
4C=01001100	L	011100	74=01110100	t	111100
4D=01001101	M	011101	75=01110101	u	111101
4E=01001110	N	011110	76=01110110	v	111110
4F=01001111	O	011111	77=01110111	w	111111

表 A.3　字节对应关系

位数	二进制最大值	对应实际值	个数
1	1	1	2
2	11	3	4
3	111	7	8
4	1111	15	16
5	11111	31	32
6	111111	63	64
7	1111111	127	128
8	11111111	255	256
9	111111111	511	512
10	1111111111	1023	1024
11	11111111111	2047	2048
12	111111111111	4095	4096
13	1111111111111	8191	8192
14	11111111111111	16383	16384
15	111111111111111	32767	32768
16	1111111111111111	65535	65536

17	11111111111111111	131071	131072
18	111111111111111111	262143	262144
19	1111111111111111111	524287	524288
20	11111111111111111111	1048575	1048576
21	111111111111111111111	2097151	2097152
22	1111111111111111111111	4194303	4194304
23	11111111111111111111111	8388607	8388608
24	111111111111111111111111	16777215	16777216
25	1111111111111111111111111	33554431	33554432
26	11111111111111111111111111	67108863	67108864
27	111111111111111111111111111	134217727	134217728
28	1111111111111111111111111111	268435455	268435456
29	11111111111111111111111111111	536870911	536870912
30	111111111111111111111111111111	1073741823	1073741824
31	1111111111111111111111111111111	2147483647	2147483648