

中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T XXXXX—XXXX

卫星导航系统港口高精度应用技术要求

Technical requirements of satellite navigation system based high-precision  
positioning applied in port

(征求意见稿)

2017年5月2日

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国交通运输部

发布

## 目 次

引 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义、缩略语 .....	1
3.1 术语和定义 .....	1
3.2 缩略语 .....	2
4 一般要求 .....	3
5 系统组成 .....	3
5.1 概述 .....	3
5.2 信息管理子系统 .....	4
5.3 基准站子系统 .....	4
5.4 移动站子系统 .....	4
5.5 通讯子系统 .....	4
6 功能要求 .....	4
6.1 信息管理子系统 .....	4
6.2 基准站子系统 .....	4
6.3 移动站子系统 .....	4
6.4 通讯子系统 .....	5
7 性能要求 .....	5
7.1 总体性能要求 .....	5
7.2 基准站接收机 .....	5
7.3 移动站接收机 .....	5
7.4 网络通讯 .....	6
8 系统数据交换接口 .....	6
8.1 差分数据 .....	6
8.2 定位导航信息输出 .....	6
附录 A（资料性附录） 港口高精度卫星定位导航系统定位信息精度检验方法 .....	7
参 考 文 献 .....	9

## 引 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由交通运输信息通信及导航标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：交通运输部水运科学研究所。

本标准主要起草人：黎广宇、耿雄飞、张安民、晁毅博、顾群、朱玮玮、窦路。

# 卫星导航系统港口高精度应用技术要求

## 1 范围

本标准规定了卫星高精度定位技术在港口生产业务应用中的一般要求、系统组成、功能要求、性能要求以及系统数据交换接口。

本标准适用于集装箱和干散货码头针对移动机械、船舶、车辆设计并建设的港口高精度卫星定位导航系统。

## 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，仅所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 4208 外壳防护等级(IP代码)

GB/T 6107 使用串行二进制数据交换的数据终端设备和数据电路终接设备之间的接口

GB/T 28588 全球导航卫星系统连续运行基准站网技术规范

GB 50311 综合布线系统工程设计规范

GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范

GB 50174 电子信息系统机房设计规范

CH/T 2009 全球定位系统实时动态测量(RTK)技术规范

NMEA 0183 船用电子设备接口标准(NMEA 0183 Standard for Interfacing Marine Electronic Devices)

## 3 术语和定义、缩略语

### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1.1

**定位精度** positioning precision

卫星定位系统输出的位置信息的距离均方根值。

#### 3.1.2

**全球卫星导航系统接收机** GNSS receiver

获取并输出定位结果的GNSS终端设备。

#### 3.1.3

**全球卫星导航系统测量型接收机 geodetic GNSS receiver**

提供伪距、载波相位等原始观测数据，可用于高精度定位的GNSS终端设备。

## 3.1.4

**基准站 reference station**

在控制点上架设全球卫星导航系统测量型接收机、通信终端等设备，并在一定时间内连续观测、记录卫星信号，将数据传输给基准站信息管理软件或经处理后输出差分改正数据的设施。

## 3.1.5

**移动站 roving station**

安装于港口范围内机械设备上的全球卫星导航系统接收机及附属设备。

## 3.1.6

**网络 RTK network RTK**

在一定区域内建立多个基准站，对该地区构成网状覆盖，并进行连续跟踪观测，通过这些站点组成卫星定位观测值的网络解算，获取覆盖该地区和某时间段的RTK改正参数，用于该区域内RTK用户进行实时RTK改正的定位方式。

## 3.1.7

**标称精度 nominal precision**

全球卫星导航系统接收机出厂时标明的精度指标。

## 3.1.8

**水平定位精度 horizontal positioning precision**

定位信息在水平方向上的投影分量的精度。

注：水平定位精度通常以测量值的水平方向投影分量中误差衡量。

## 3.1.9

**垂直定位精度 vertical positioning precision**

定位信息在垂直方向上的投影分量的精度。

注：垂直定位精度通常以测量值的垂直方向投影分量中误差衡量。

## 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BDS——北斗卫星导航系统 (BeiDou Navigation Satellite System)

CGCS2000——2000国家大地坐标系 (China Geodetic Coordinate System 2000)

CORS——连续运行基准站 (Continuously Operating Reference Station)

GALILEO——伽利略卫星导航系统 (Galileo Navigation Satellite System)

GLONASS——全球导航卫星系统 (Global Navigation Satellite System)

GNSS——全球卫星导航系统 (Global Navigation Satellite System)  
 GPS——全球定位系统 (Global Positioning System)  
 PDOP——位置精度因子 (Positional Dilution Of Precision)  
 RMS——均方根 (Root Mean Square)  
 RTCM——海事无线电技术委员会 (Radio Technical Commission for Maritime Services)  
 RTK——实时动态定位 (Real Time Kinematic)  
 TCP/IP——传输控制协议/因特网互联协议 (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)  
 UTC——协调世界时 (Coordinated Universal Time)

#### 4 一般要求

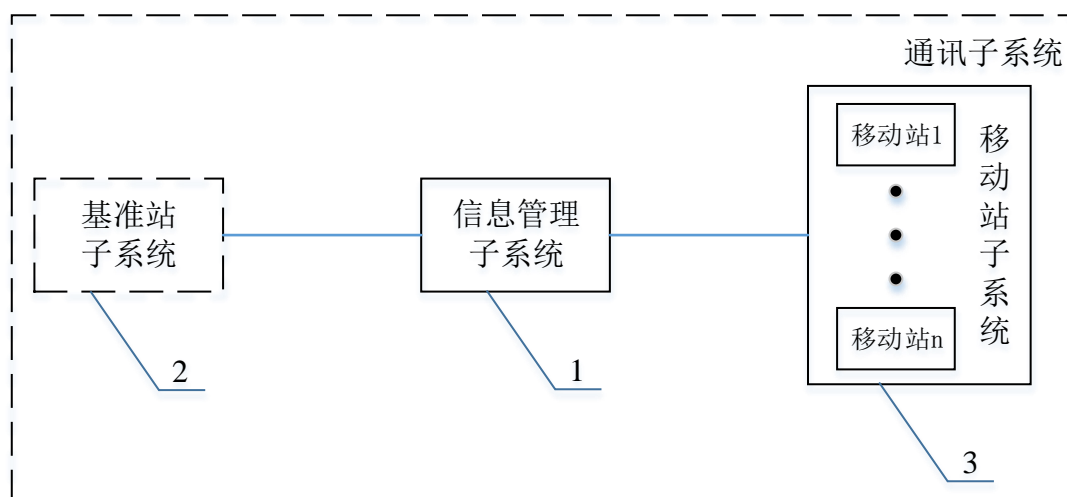
港口高精度卫星定位导航系统一般要求如下：

- 坐标系应使用 CGCS2000；
- 定位相关数据宜使用 UTC 进行存储，使用非 UTC 进行存储时，应记录所使用的时间基准；
- GNSS 接收机除应支持 BDS 定位方式外，至少还应支持 GPS、GLONASS 和 GALILEO 定位方式中的一种；
- 系统建设应满足 GB 50343 中对电子信息系统的防雷及防浪涌的相关要求；
- 室外设备防护等级应满足 GB/T 4208 中规定的 IP56 等级的要求。

#### 5 系统组成

##### 5.1 概述

港口高精度卫星定位导航系统由信息管理子系统、基准站子系统和移动站子系统组成，系统结构如图1所示。



说明：

- 1——信息管理子系统总体上管理基准站子系统和移动站子系统的信息和状态；
- 2——基准站子系统应向信息管理子系统提供差分信息。该子系统可由系统外部提供的网络RTK服务替代；
- 3——移动站子系统由各移动站组成，接收信息管理子系统发出的差分信息，并输出定位结果。

图1 港口高精度卫星定位导航系统结构示意图

## 5.2 信息管理子系统

信息管理子系统主体软硬件应安装于符合GB 50174规定的机房，但不对机房等级做出提高或降低的影响。

## 5.3 基准站子系统

基准站子系统一般要求如下：

- a) 应通过自建基准站或使用网络 RTK 服务等方式取得 RTK 定位所需的差分信息；
- b) 基准站建设应满足 GB/T 28588 的基准站建设要求；
- c) 获取的差分信息宜通过信息管理子系统向移动站子系统发送。

## 5.4 移动站子系统

移动站子系统一般要求如下：

- a) 所用卫星定位设备总体上应满足 CH/T 2009 对仪器设备的要求；
- b) GNSS 接收机及天线应安装稳固且防振。

## 5.5 通讯子系统

港口高精度卫星定位导航系统可根据需要单独建立通讯子系统，也可与港口其他系统共用通讯网络。共用通讯网络时，所使用通讯网络应保障港口高精度卫星定位导航系统数据的高效、稳定、可靠的传输。

## 6 功能要求

### 6.1 信息管理子系统

信息管理子系统功能要求如下：

- a) 应具备高精度定位信息的汇聚和处理功能，还应具备向外系统转发高精度卫星定位信息的功能；
- b) 应具备管理和远程监控基准站的功能，在基准站发生故障时，应具备报警能力；
- c) 应具备在系统内接收和转发差分信息的功能；
- d) 应具备接收外系统差分信息和向外系统发送差分信息的功能；
- e) 应具备接受经认证的非自建移动站登录并进行信息收发和管理的功能。

### 6.2 基准站子系统

基准站子系统功能要求如下：

- a) 采用单基站定位时，应能输出 RTCM2.3、RTCM3.0、RTCM3.1、RTCM3.2 格式的差分信息；
- b) 采用 CORS 系统定位时，应能输出 RTCM3.0、RTCM3.1、RTCM3.2 格式的差分信息和原始观测信息。

### 6.3 移动站子系统

移动站子系统功能要求如下：

- a) 应具备接收差分信息、实时解算并输出高精度定位导航信息的功能；

- b) 数据输出格式应满足 NMEA 0183 中对 GNSS 接收机的数据格式要求；
- c) 在 RTK 定位状态为异常时，应具有报警功能。

#### 6.4 通讯子系统

通讯子系统应具备系统内各类设备所需的数据接口，并应满足系统运行所需的差分信息、定位导航信息的通讯需求。

### 7 性能要求

#### 7.1 总体性能要求

港口高精度卫星定位导航系统总体性能要求如下：

- a) 应能实时获取各移动站的定位信息，定位信息的水平定位精度不应低于 25 mm、垂直定位精度不应低于 50 mm，并宜按照附录 A 的规定进行检验；
- b) 定位信息的数据更新频率不应低于 1 Hz；
- c) 定位信息精度应至少每年检测一次，精度不符合要求时应及时解决；
- d) 基准站子系统和移动站子系统应具备在长期无人值守情况下稳定工作的能力。

#### 7.2 基准站接收机

基准站GNSS接收机设备总体上应满足性能稳定、故障率低以及可靠性高的要求。

基准站GNSS接收机设性能指标应不低于表1所列要求：

表1 基准站 GNSS 设备性能要求列表

性能项目	要求描述
水平标称精度（静态）	$5\text{mm}+1\times 10^{-6}\times d$ （RMS）
垂直标称精度（静态）	$10\text{mm}+1\times 10^{-6}\times d$ （RMS）
工作温度	0℃ ~ 50℃
工作湿度	95% 无冷凝
注1：水平标称精度（静态）和垂直标称精度（静态）单位：毫米（mm）。	
注2：水平标称精度（静态）和垂直标称精度（静态）要求中d为移动站至基准站距离，单位：公里（km）。	

#### 7.3 移动站接收机

移动站GNSS接收机设备总体上应满足性能稳定、故障率低以及可靠性高的要求。

移动站GNSS接收机设性能指标应不低于表2所列要求：

表2 移动站 GNSS 设备性能要求列表

性能项目	要求描述
水平标称精度（RTK）	$20\text{mm}+1\times 10^{-6}\times d$ （RMS）
垂直标称精度（RTK）	$40\text{mm}+1\times 10^{-6}\times d$ （RMS）
工作温度	-30℃ ~ 65℃
工作湿度	95% 无冷凝



表 2（续）

性能项目	要求描述
注1：水平定位精度（RTK）和垂直定位精度（RTK）单位：毫米（mm）。	
注2：水平定位精度（RTK）和垂直定位精度（RTK）要求中d为移动站至基准站距离，单位：公里（km）。	

#### 7.4 网络通讯

网络通讯性能要求如下：

- a) 信息管理子系统的网络带宽应不低于 100 Mbit/s；
- b) 基准站子系统的网络带宽率应不低于 2 Mbit/s；
- c) 网络通讯中的有线网络通讯误码率应小于  $10^{-8}$ ；
- d) 信息管理子系统与基准站子系统间的数据通讯延时应小于 500 ms。

### 8 系统数据交换接口

#### 8.1 差分数据

##### 8.1.1 一般要求

在基准站子系统与信息管理子系统之间应使用有线网络进行差分数据的传输。在信息管理子系统与移动站子系统间宜使用有线网络进行差分数据的传输，有线网络无法连通的移动站宜使用无线网络与信息管理子系统连接。

##### 8.1.2 电气接口

差分数据的传输应使用RJ45网口或9针的RS-232C串口。接口的电气特性要求如下：

- a) RJ45 接口的电气特性应符合 GB50311 的规定；
- b) RS-232C 接口的电气特性应符合 GB/T 6107 的规定。

##### 8.1.3 信息格式

差分数据格式应按6.2.1、6.2.2的规定。

#### 8.2 定位导航信息输出

##### 8.2.1 一般要求

定位导航信息输出接口应由信息管理子系统实现。

##### 8.2.2 信息内容

高精度卫星导航系统的定位导航信息输出内容至少应包括经纬度、高程以及时间，还宜包括目标的速度、运动方向以及卫星定位质量信息。

##### 8.2.3 通讯协议

定位导航信息输出应使用TCP/IP数据通讯协议。

## 附录 A

## (资料性附录)

## 港口高精度卫星定位导航系统定位信息精度检验方法

## A.1 一般要求

港口高精度卫星定位导航系统定位信息精度检验一般要求如下：

- a) 试运行前应进行定位信息精度检验；
- b) 正式运行后至少应每年进行一次；
- c) 应使用系统实际使用的基准站子系统和移动站子系统。

## A.2 测量准备

测量准备要求如下：

- a) 实际测量前，应先制定测量计划。测量计划主要确定测量所用设备、测试点数量及位置、测量时段长度及采样间隔；
- b) 定位信息精度检验前，应在港口范围内选取不少于 3 个测试点，且测试点应在港口范围内尽量分散；
- c) 每个测试点应进行不少于 3 次的定位信息采集，同一测试点的各次采集宜在不同日期的不同时段进行；
- d) 单次测量时段长度应不小于 30 min，采样间隔宜在 1 s 至 10 s 之间。

## A.3 测量执行

测量执行要求如下：

- a) 测试点在测量时段需要满足 15° 以上可观测 GNSS 卫星数量大于 6 个且三维位置几何精度因子 (PDOP) 值小于 4 的要求；
- b) 测量执行时应使用移动站 GNSS 接收机进行双频 RTK 定位，并于 GNSS 接收机稳定输出固定解后开始记录定位信息；
- c) 各测试点获取的定位信息以测量时段为最小单元，并单独保存。定位信息文件名宜包括测点号和测量时段号。

## A.4 水平定位精度计算

水平定位精度以测试点为最小单元进行计算。

港口高精度卫星定位导航系统的水平位置信息精度检验计算前，应使用 3° 带的高斯—克吕格正形投影获取平面坐标。高斯—克吕格正形投影的中央子午线经度可选择使用港口中心区域的经度值。

各测试点水平定位精度 ( $M_{hs}$ ) 应按下列公式计算：

$$dH = \sqrt{dX^2 + dY^2} \dots\dots\dots (A.1)$$

$$M_{hs} = \sqrt{\frac{1 [dHdH]}{N K - 1}} \dots\dots\dots (A. 2)$$

式中：

- $M_{hs}$ ——测试点水平方向投影分量的中误差；
- $dX$ ——测试点投影后的平面坐标的X轴分量与X轴分量平均值的差值；
- $dY$ ——测试点投影后的平面坐标的Y轴分量与Y轴分量平均值的差值；
- $dH$ ——测试点平面点位平均值与每次观测的平面点位的差值；
- $N$ ——测试点采集时段数；
- $K$ ——采集时段的观测次数。

注：单位为毫米（mm）

#### A. 5 垂直定位精度检验

垂直定位精度以测试点为最小单元进行计算。

各测试点垂直定位精度（ $M_{vs}$ ）应按下列公式计算：

$$M_{vs} = \sqrt{\frac{1 [dVdV]}{N K - 1}} \dots\dots\dots (A. 3)$$

式中：

- $M_{vs}$ ——测试点垂直方向投影分量中误差；
- $dV$ ——测试点高程平均值与每次观测高程的差值；
- $N$ ——测试点采集时段数；
- $K$ ——采集时段的观测次数。

注：单位为毫米（mm）

#### A. 6 定位信息精度符合性判定

港口高精度卫星定位导航系统定位信息精度检验的各测试点的水平定位精度和垂直定位精度符合 7.1.1 的规定。任意测试点的水平或垂直定位精度不符合要求则港口高精度卫星定位导航系统整体精度检验为不合格。

港口高精度卫星定位导航系统整体精度检验为不合格后，需要查找相应原因并加以解决。问题解决后，应按照本附录重新进行全部内容的检验。

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 19391-2003 全球定位系统(GPS)术语及定义
  - [2] GB/T 18314-2009 全球定位系统(GPS)测量规范
  - [3] BD 110001—2015 北斗卫星导航术语
  - [4] BD 420005—2015 北斗/全球卫星导航系统(GNSS)导航单元性能要求及测试方法
  - [5] BD 420009—2015 北斗/全球卫星导航系统(GNSS)测量型接收机通用规范
-