

ICS 91.140.01

CCS B 20

# 团 体 标 准

T/CIIA XXXX—XXXX

## 粮仓压力传感器在线粮食储量检测系统 通用技术要求

General technical requirements for Online grain storage monitoring system using  
granary pressure sensors

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国信息协会 发布

## 目 录

1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 系统原理 .....	1
4.1 压力传感器原理 .....	1
4.2 粮仓压力传感器在线粮食储量检测系统工作原理 .....	1
5 技术要求 .....	2
5.1 功能要求 .....	2
5.2 硬件技术要求 .....	2
5.3 软件技术要求 .....	2
5.4 外观要求 .....	2
5.5 技术指标 .....	4
5.6 软件数据输出接口定义 .....	4
5.7 压力传感器布置模型 .....	6
5.8 粮仓储粮重量计算模型 .....	7
5.9 数据采集及通信系统 .....	8
5.10 WEB 子系统架构 .....	8
5.11 通信服务子系统架构 .....	8
6 试验方法 .....	9
6.1 系统功能检验 .....	9
6.2 环境试验 .....	9
6.3 电磁兼容试验 .....	9
6.4 安全性试验 .....	9
6.5 压力传感器静态性能试验 .....	9
7 设备安装 .....	9
7.1 土建条件 .....	9
7.2 检查验收 .....	9
7.3 设备保管 .....	9
7.4 设备安装要求 .....	10
8 检验规则 .....	10
8.1 检验分类 .....	10
8.2 出厂检验 .....	10
8.3 型式检验 .....	10
9 标志、包装、使用说明书、贮存及运输 .....	11
9.1 标志 .....	11
9.2 包装 .....	11
9.3 使用说明书 .....	11
9.4 贮存 .....	11
9.5 运输 .....	11

## 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。

本文件由中国信息协会提出并归口。

本文件起草单位：北京航天金泰星测技术有限公司；中储粮成都储藏研究院；航天爱信诺智慧科技有限公司；杭州安鸿科技股份有限公司；湖北叶威（集团）智能科技有限公司；成都比斯特科技有限公司

本文件主要起草人：张弢、史青、李振国、严晓平、胡坤、陈召安、谢胜利、叶维林、林荣华

# 粮仓压力传感器在线粮食储量检测系统 通用技术要求

## 1 范围

本文件规定了粮仓压力传感器在线粮食储量检测系统的测量原理、技术要求、试验方法、设备安装、检验规则、标志、包装、使用说明书、贮存及运输。

本文件适用于粮仓中各类散装原粮在储藏过程中储粮重量的在线监测。

## 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。

JJG882-2004	《压力变送器》
GB/T 9969-2008	《工业产品使用说明书总则》
GB/T 13384-2008	《机电产品包装通用技术条件》
GB/T 191	《包装储运图示标志》
GB 4793.1-2007	《测量、控制和实验室用电气设备的安全要求》 第1部分：通用要求
GB/T 6587-2012	《电子测量仪器通用规范》
GB/T 17626	《电磁兼容 试验和测量技术》
LS1206-2005	《粮食仓库安全操作规程》
LS1207-2005	《粮食仓库机电设备安装技术规程》

## 3 术语和定义

### 3.1 粮仓压力传感器 granary pressure sensor

用于测量粮食压力并输出电信号的传感器，以下简称压力传感器。

## 4 系统原理

### 4.1 压力传感器原理

压力传感器基于变电容原理，其工作原理是弹性膜片与陶瓷电极板形成平板电容，当外界压力作用于传感器弹性膜片时，膜片发生变形，电容量发生变化，信号处理和转换电路检测这一变化并将其转换为数字压力信号输出。

### 4.2 粮仓压力传感器在线粮食储量检测系统工作原理

粮仓压力传感器在线粮食储量检测系统工作原理为：按照一定的压力传感器布置模型，在储备粮仓内部布设粮仓压力传感器，经数据采集与传输设备将压力信息上传至数据处理中心平台，根据粮食重量计算模型，实时计算出粮仓储粮数量。对粮仓储粮数量进行实时监测、动态监管和紧急情况预警。

## 5 技术要求

### 5.1 功能要求

#### 5.1.1 在线检测粮仓储粮数量

通过测量粮堆压力，对粮仓储粮重量进行实时检测和动态监管。

#### 5.1.2 储粮状态智能分析与异常预警

实时判断空仓、满仓、倒仓状态，对异常情况及时作出报警。

#### 5.1.3 数据存储与检索

具备数据存储、历史数据查询和网络共享功能。

#### 5.1.4 数据显示

具备传感器压力、粮仓储粮重量等储粮数据表格与图形等方式的显示功能。

#### 5.1.5 管理权限设置

设置国家、省、市、县、粮库等不同权限，向不同的管理者提供相应权限下的数据。

#### 5.1.6 使用场合

用于房式仓、筒式仓等散装储备粮仓，根据仓容选择传感器型号。

### 5.2 硬件技术要求

测量设备硬件应符合LS/T1203-2002 5.2的要求，具体包括计算机、元器件、通信电缆和电源电缆、抗干扰、防护、安全、防爆和工艺等方面的要求。

### 5.3 软件技术要求

系统软件平台及应用软件的开发应符合LS/T1203-2002 5.3的要求。

### 5.4 外观要求

#### 5.4.1 压力传感器

5.4.1.1 压力传感器外观应符合图纸（图一）要求，铭牌应完整、清晰。



(图一)

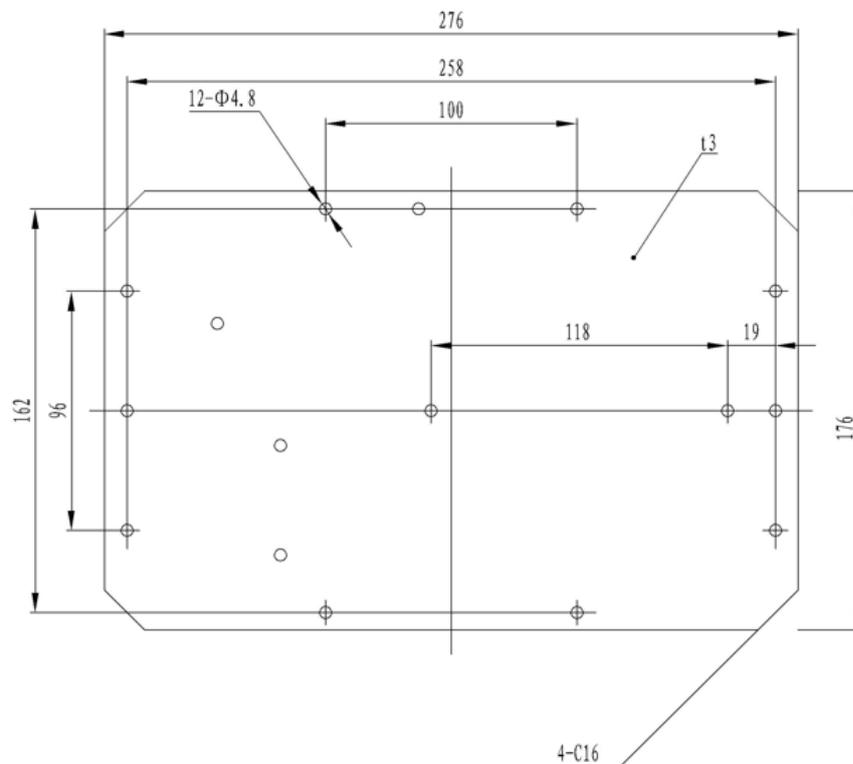
5.4.1.2 传感器零部件应完好无损，紧固件不得有松动和损伤现象。

5.4.1.3 传感器的外表面不应有明显的凹痕、裂缝和变形。

#### 5.4.2 压力数据采集与传输设备

5.4.2.1 整体结构简洁美观，便于安装、维护。

5.4.2.2 数据采集、传输设备的外形尺寸应符合图纸（图二）要求，表面色泽一致，无明显变形、划痕、永久性污渍，亦无起泡、腐蚀、毛刺龟裂、脱落等现象，金属表面不能有锈蚀。说明文字应清晰。



(图二)

## 5.5 技术指标

### 5.5.1 粮仓压力传感器

5.5.1.1 量程：0~80kPa，0~200kPa，0~500kPa。

5.5.1.2 电源：5V±0.5V DC。

5.5.1.3 工作温度：-20℃~+50℃。

5.5.1.4 为保证粮食压力测量精度，传感器受力面直径应不小于100mm。

5.5.1.5 测量误差：0.5%FS。

5.5.1.6 单机功耗：≤10mA。

5.5.1.7 过载能力：150%FS。

5.5.1.8 长期稳定性：能够连续工作五年以上，零点漂移不超过0.3%/年。

5.5.1.9 信号输出方式：采用RS485总线。

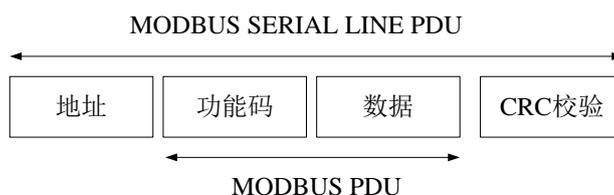
5.5.1.10 接线方式：VCC（红）；GND（黑）；信号A（黄）；信号B（蓝）。

5.5.1.11 通信地址编号：从1开始（不间断）。

## 5.6 软件数据输出接口定义

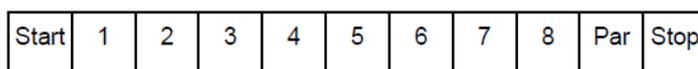
粮仓变送器对外通信物理层采用RS485协议（图三），链路层和应用层采用MODBUS协议。物理层为RS485，波特率9600，120Ω双绞线，三线（A，B，GND），外加VCC给压力传感器供电。

链路层采用RTU传输模式。



图三 压力数据传输协议

单字符帧为11位，偶校验：



图四 单字符帧格式

16位CRC生成多项式： $1 + x^2 + x^{15} + x^{16}$

表1 内部保持寄存器序列

0	低 4 BCD 码		压力
1	数据状态 ( 4BITS )	高 3 BCD	
2	低 4 BCD	温度	温度
3	数据状态 ( 4BITS )	高 3 BCD	

备注：一个寄存器为2字节。数据状态：前三位代表数据是否正常，000为正常，111为故障。第四位代表数据的正负，0为正，1为负。

读取寄存器指令：

表2 请求

功能码	1 个字节	0x03
起始地址	2 个字节	0x0000~0xFFFF
寄存器数量	2 个字节	1~125 (0x7D)

表3 响应

功能码	1 个字节	0x03
字节数	1 个字节	2×N*
寄存器值	N*×2 个字节	

N\*=寄存器的数量

表4 错误

差错码	1 个字节	0x83
异常码	1 个字节	01 或 02 或 03 或 04

### 5.6.1 压力数据采集与传输设备

5.6.1.1 使用 220V 交流供电，自带备用电池（用于外部电源暂时中断期间）。

5.6.1.2 为压力传感器提供 5.0V 直流电源，负载能力： $\geq 3A$ 。

5.6.1.3 定时采集数据，采集周期可调，保证数据采集稳定性。

5.6.1.4 与压力传感器的通讯协议按照 5.5.1.16。

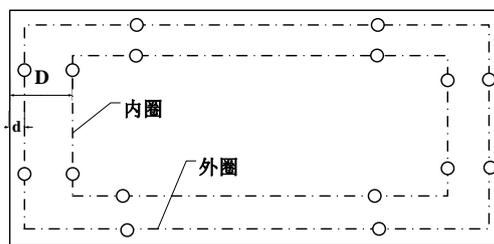
5.6.1.5 工作温度： $-40^{\circ}\text{C}\sim+75^{\circ}\text{C}$ 。

5.6.1.6 通信距离：控制室到各仓设备通信距离不超过 2km。

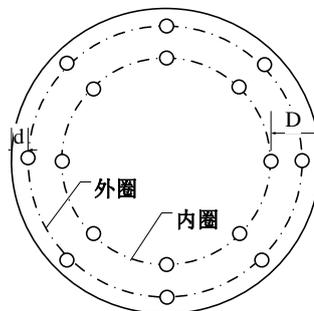
## 5.7 压力传感器布置模型

### 5.7.1 房式仓、筒式仓压力传感器的布置模型

房式仓传感器布置如图五所示，筒式仓如图六所示，底面压力传感器按外圈和内圈两圈布置，外圈压力传感器均与侧面墙距离为 $d>0$ 且 $d<1\text{m}$ ，内圈传感器均与侧面墙距离 $D$ 为 $2\sim 3\text{m}$ 。每圈传感器数量均为 $6\sim 10$ 台，传感器间距应不小于 $1\text{m}$ 。



图五 房式仓底面压力传感器布置模型



图六 筒式仓底面压力传感器布置模型

### 5.7.2 布置模型说明要求

系统应编制压力传感器布置模型说明。说明中明确压力传感器的量程、数量，在仓房中的安装位置（墙壁或地面）、具体在仓内的坐标尺寸等。应使得现场施工人员能够利用该布置模型，结合待安装仓房信息，自行设计或使用相关软件，明确绘制出具体某一个廐间的压力传感器布局图。

### 5.7.3 布置模型的建立原则

建立压力传感器布置模型时，应从工程实用角度，遵循以下原则：

### 5.7.4 经济性原则

在满足测量精度的同时，压力传感器的数量应尽可能少。

### 5.7.5 便利性原则

传感器布置位置应方便进出粮操作，并尽量减少传感器的损坏。

## 5.8 粮仓储粮重量计算模型

### 5.8.1 模型计算精度

在粮面平整的前提下，粮仓储粮重量测量精度应满足下述要求：

- 进粮完毕平仓两周后，系统计算储量与入库统计数量相比，测量误差不超过 2%FS；
- 出粮前一周内，系统计算储量与出库统计数量相比，测量误差不超过 3%FS；
- 粮仓机械通风期间，允许系统测量误差暂时波动（不超过 15%FS）。

### 5.8.2 模型控件接口定义

#### 5.8.2.1 模型参数

仓房信息、传感器部署安装信息、本次压力采集值、上次压力采集值，具体见“参数结构说明”。

#### 5.8.2.2 返回值

状态编号（0代表入仓、1代表储粮、2代表出仓）。

- 根据压力模型预测的粮食数量，单位为吨；
- 若传感器数据错误，返回值为-1；
- 若模型号错误，返回值为-2。

### 5.8.3 模型判断精度

粮仓储粮状态判断正确率应满足95%以上。

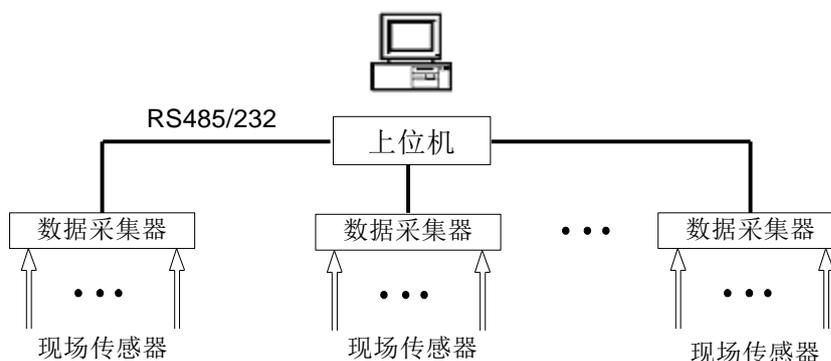
表5 参数结构说明

参数类别	参 数
仓房信息	粮仓编号、粮库名（最长100个字符）
	粮仓名（最长100个字符）
	粮仓类型（0-房式仓，1-筒式仓）
	房式仓长度（筒式仓时为筒式仓直径，单位：米）
	房式仓宽度（筒式仓时为0，单位：米）
	粮仓储粮类型（0-小麦，1-玉米，2-稻谷，3-大豆）
	已知当前粮仓进粮重量，单位吨（未知为-1）

传感器部署安装信息	型号号
	传感器编号模式 ( 10-传感器规则编号, 11-传感器不规则编号 )
	每圈传感器的个数 ( 由外圈到内圈进行排序 )
压力值信息	传感器编号 ( 传感器编号从0开始 )
	传感器是否有故障 ( 默认false无故障 )
	传感器点所在圈号 ( 0-外圈, 1-内圈 )
	传感器采集的压力值

### 5.9 数据采集及通信系统

数据采集系统主要是将现场传感器所采集的数据通过电缆传输给数据处理机, 然后经数据处理机处理后, 数据再经由电缆传输到上位机, 进入数据库系统。



图七 数据采集系统图

### 5.10 WEB 子系统架构

Web子系统包括表示层、业务层、业务数据访问层、数据访问层：

表示层：由UI (User Interface) 和UI控制逻辑组成；

业务层：封装了实际业务逻辑，包含数据验证，事物处理，权限处理等业务相关操作，是整个应用系统的核心；

业务数据访问层：是一个针对具体应用系统的专属层，它为业务层提供与数据源交互的最小操作方式；

数据层：为数据源提供一个可供外界访问的接口。

### 5.11 通信服务子系统架构

通信服务子系统分为业务服务层、协议引擎层、数据访问层、调度器层、通信服务层：

业务服务层：实现用户数据处理及解析，并根据通信协议的要求解析数据包并对数据进行相应的数据分析及处理；

协议引擎层：实现通信协议的实现及维护；

协议处理层：使通信服务器能够对多种应用层协议同时进行处理，该层使用有限状态机对通信协议的通信过程进行定义；

数据访问层：负责访问数据库；

调度器层：实现调度底层通信数据和上层的协议解析及数据处理。

通信服务层：实现底层的数据通信。

## 6 试验方法

### 6.1 系统功能检验

系统功能按照本标准5.1要求逐项对照检查，检验表的制定参照LS/T1203-2002 粮情测控系统8.8。

### 6.2 环境试验

设备的环境试验方法按照LS/T1203-2002 粮情测控系统8.1。

### 6.3 电磁兼容试验

设备的电磁兼容试验方法按照LS/T1203-2002 粮情测控系统8.2。

### 6.4 安全性试验

设备的安全性试验方法按照LS/T1203-2002 粮情测控系统8.3。

### 6.5 压力传感器静态性能试验

压力传感器的零点、满量程、测量误差、过载能力等静态性能的测定以及工作温度范围等按照GB/T15478-1995 压力传感器性能试验方法。

## 7 设备安装

### 7.1 土建条件

必要时，与设备安装有关的土建工程（含设备预埋件和预埋布线管、接线盒等），应在设备安装开始前完成。预埋件的数量、位置、几何尺寸、位置偏差和质量，以及预留孔洞的数量、位置、尺寸应符合设计要求。

### 7.2 检查验收

设备和材料到达现场后，应在规定期限内开箱验收检查，检查方法参照LS1207-2005粮食仓库机电设备安装技术规程3.1。

### 7.3 设备保管

设备保管方法按照LS1207-2005粮食仓库机电设备安装技术规程3.2。

#### 7.4 设备安装要求

- 7.4.1 粮仓压力传感器需在空仓状态安装。
- 7.4.2 去掉压力传感器外包装，根据装箱清单及设计图纸，清点压力传感器数量及通信地址。
- 7.4.3 检测压力传感器零压力输出（必要时校零）。
- 7.4.4 根据设计图纸、设备安装技术规程，安装压力传感器。
- 7.4.5 仓内压力信号以 485 总线方式传输，最终出仓电缆为一根电缆。
- 7.4.6 钢管、电缆、电线敷设应符合 LS1207-2005 中的相关规定。
- 7.4.7 仓外测控设备的安装，应符合 LS/T 1203-2002 中 7.1 的要求。

### 8 检验规则

#### 8.1 检验分类

产品检验分出厂检验和型式检验。

#### 8.2 出厂检验

出厂产品应逐台进行检验。检验内容分为外观检验和性能检验。

##### 8.2.1 外观检验

目力观测，检验产品是否符合5.4的规定。

##### 8.2.2 性能检验

- a) 检验压力传感器产品是否符合 5.5.1.1、5.5.1.5 的规定。
- b) 检验数据采集与传输设备产品是否符合 5.5.2.3 的规定。

#### 8.3 型式检验

型式检验是对产品质量的全面考核。检验项目包括5.5.1、5.5.2中所有项目。型式试验的样本应从出厂检验的合格批次中随机抽取三套进行型式试验。

##### 8.3.1 有下列情况之一应进行型式试验：

- a) 新产品定型鉴定时；
- b) 产品结构、材料、工艺、有较大改变，可能影响性能时；
- c) 正常生产时，每三年进行一次；
- d) 出厂检验结果与上次型式试验有较大差异时；
- e) 产品停产一年后，恢复生产时；

f) 国家质量监督机构提出进行型式试验要求时。

### 8.3.2 判定规则

a) 全部项目合格则判定型式试验合格。

b) 如不合格项目可加倍抽样，对不合格项目进行复检，如仍不合格则判定型式试验不合格。

## 9 标志、包装、使用说明书、贮存及运输

### 9.1 标志

产品标志应包括产品名称、型号、生产厂家、出厂日期和产品的的主要技术参数。

### 9.2 包装

产品的包装应符合 GB/T13384-2008 和 GB/T191-2008 的规定，应连同合格证和说明书规定的成套附件进行包装。

### 9.3 使用说明书

产品的使用说明书应符合 GB/T9969-2008 的规定。

### 9.4 贮存

产品应贮存于通风干燥的室内，长期存储应保留原包装。

### 9.5 运输

包装好的产品应适用于车运环境应力要求，中途不得受强烈的振动和碰撞，长途运输时，应注意防潮防水。