

名称 FH-HY300无线电高度表
产品使用手册

单位 西安方恒电子科技有限公司

编写 _____

校对 _____

审核 _____

标准化 _____

批准 _____

1 概述

FH-HY300无线电高度表（以下简称高度表）用于测量飞行器相对地面（海面）的垂直高度。

FH-HY300高度表具有良好的抗干扰性能和电磁兼容能力，适应各种复杂地形的测量，具有体积小、重量轻等特点。

FH-HY300高度表采用窄频带接收、回波灵敏度随高度可控、等效频谱前沿检测及伺服控制等技术，具有良好的抗干扰性能。该产品历经多次飞行考核，工作正常，技术成熟，质量可靠。

2 技术要求

2.1 完整性、外观及互换性要求

2.1.1 高度表由测控单元、发射天线、接收天线、发射馈线、接收馈线组成，各部分的名称、代号、数量列于表 1。各组成部分表面无裂纹、损伤、锈蚀、刻字清晰；馈线保护层完整，馈线与插头连接端无松动。

2.1.2 成套的高度表必须有以下文件：产品证明书。

2.1.3 高度表的外形及安装尺寸应符合批准的产品图样设计文件。高度表必须按批准的设计文件进行制造、装配、调试和检验。

表1 高度表组成

序号	名 称	代号	数量	备注
1	测控单元	FH-HY300	1个	
2	发射天线		1个	
3	接收天线		1个	
4	发射馈线		1根	
5	接收馈线		1根	

2.1.4 高度表各组合应保证电气性能和机械结构的互换性，更换同名组合时，对高度表有关微调元器件进行微调以后，高度表应能正常工作，并满足技术条件的要求。

2.1.5 高度表防腐蚀和装饰涂复应符合图样设计文件的要求。

3 主要技术指标

3.1 完整性、外观及互换性要求

3.1.1 高度表由测控单元、发射天线、接收天线、发射馈线、接收馈线组成。各组成部分表面无裂纹、损伤、锈蚀、刻字清晰；馈线保护层完整，馈线与插头连接端无松动。

3.1.2 成套的高度表必须有以下文件：产品使用说明，产品合格证。

3.1.3 高度表的外形及安装尺寸应符合批准的产品图样设计文件。高度表必须按批准的设计文件进行制造、装配、调试和检验。

3.1.4 高度表各组合应保证电气性能和机械结构的互换性，更换同名组合时，对高度表有关微调元器件进行微调以后，高度表应能正常工作，并满足技术条件的要求。

3.1.5 高度表防腐蚀和装饰涂复应符合图样设计文件的要求。

3.2 电气性能要求

3.2.1 工作频率：4300±100MHz；

3.2.2 天线辐射功率：20~24dBmW；

3.2.3 接收灵敏度：优于-85dBmW

全温范围内，在 1500m高度下，高度表测控单元接收端等效功率为-85dBmW时，高度表应能捕获并维持跟踪。

3.2.4 测高能力：不小于 1500m，进入测高区间，数据准备时间不超过 0.8s；

3.2.5 线性工作范围：2~1500m；

3.2.6 测高精度：

$$\begin{aligned} &\leq \pm 0.3\text{m} && 1\text{m} < H \leq 5\text{m} \\ &\pm 0.2 \pm 0.02 \times H \text{ m} && 5\text{m} < H \leq 1500\text{m} ; \end{aligned}$$

式中：H — 被测高度，m。

按表2测试项目对高度表工作范围和测量精度进行检查，应满足要求。

表2

测试高度	回路衰减	高度输出允许范围	备注
5m	40 ± 5dB	5 ± 0.3	
100m	90 ± 5dB	100 ± 2.2	
600m	95 ± 5dB	600 ± 12.2	
1000m	95 ± 5dB	1000 ± 22.2	
1500m	95 ± 5dB	1500 ± 30.2	

3.2.7 上电启动后，数据准备时间 ≤ 1.0s；

3.2.8 反应时间常数：不大于 0.1s；

3.2.9 适应飞行姿态：俯仰 ± 25°、滚动 ± 35°；

3.2.10 适应载体水平速度：0~2马赫；

3.3 电气接口要求

3.3.1 电连接器

无线电高度表测控单元上电连接器型号为 J30-15ZK，信号名称和接

点分配见表 3。

各RS422接口电路与外壳间的绝缘电阻应满足：常态环境（温度 $15^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 80\%$ ） $\geq 20\text{M}\Omega$ 。

测控单元、发射天线和接收天线上射频插座型号为 SMA-50K，电缆组件均为 SMA-50J连接器。

表 3：接口芯线表(J30J-15ZK)

序号	芯线定义	芯线号	去向/来自
1	+28.5V正	1, 2	供电输入+
2	+28.5V地	13, 14	供电输入-
3	RS422_TXA	3, 4	发射接收相对于高度表
4	RS422_TXB	5, 6	
5	RS422_DGND	8	
6	差拍信号	7	单机测试用
7	告警信号	9	单机测试用
8	高度脉冲	10	单机测试用
9	屏蔽地	15	

3.3.2 绝缘电阻

产品各RS422接口电路与外壳间的绝缘电阻应满足：常态环境（温度 $15^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 80\%$ ） $\geq 20\text{M}\Omega$ 。

3.3.3 输出信号形式

无线电高度表通过 RS422串行通信接口与控制器进行双向数据通信，传输形式：波特率 115200ps；1位起始位，8位数据位，1位停止位，1位奇校验位，单工传送，控制器收发端隔离；传输周期：1帧/10ms，通讯误码率 $\leq 1 \times 10^{-7}$ 。

表 4 高度表串口数据格式

序号	参数名称	字节	含义	备注
1	帧头	2	7E7E	
2	高度和	2	高度+300m,16进制,高位在前,分辨率 0.1m	
3	状态位	1	80H数据有效, 00H数据无效	
4	校验和	1	前 5个字节无符号算术累加和。	

3.3.4 供电电源

直流 $\pm 24\sim 34V$ ，消耗功率不大于 15W。

3.3.5 天线安装距离

天线为两个微带天线，两天线安装近边距离 300~900mm。

3.4 机械参数要求

高度表各部分尺寸重量要求列于表 5

表 5

序号	名称	尺寸	重量
1	测控单元	主体尺寸: 93mm X 67mm X 45.5mm	0.23±0.02
2	发射天线	110X64X5mm	0.10±0.01
3	接收天线	110X64X5mm	0.10±0.01
4	馈线	发射馈线长: 1500mm	≤0.1
		接收馈线长: 1500mm	

3.5 可靠度、平均无故障工作时间

可靠度 $R \geq 0.990$ （置信度0.7）

平均无故障工作时间 $\geq 400\text{h}$ 。

3.6 产品标识

3.6.1 在高度表前后面板醒目位置标注有产品名称、代号、出厂编号。

2.6.2 电连接器带有保护盖帽，并标明电连接器代号。

4 使用工作环境条件

4.1 野战环境条件

大气温度： $-40 \sim +55^{\circ}\text{C}$ ；

相对湿度：不大于 $98\%(25^{\circ}\text{C})$

海拔高度：不大于 $4500\text{m}(57.7\text{kPa})$ 。

4.2 贮存环境

4.2.1 长期贮存

在具有防雨、防潮、防霉、防尘、防静电、防暴、防雷电、防齿类动物设施的库房环境下，并满足

大气温度： $5 \sim +30^{\circ}\text{C}$ ；

相对湿度：不大于 $75\%(25^{\circ}\text{C})$ 。

高度表贮存寿命为 11年。

4.2.2 野外贮存

在技术阵地简易库房内或在避风避雨条件下贮存，一次贮存时间不小于 3个月。

4.3.3 极限贮存环境温度

贮存环境温度： $-50 \sim +65^{\circ}\text{C}$ ；

4.3 运输环境

4.3.1 公路运输

允许最大累积运输距离 5000km ，其中四级公路 800km 。一级公路

允许行驶速度 80km/h；二、三级公路允许行驶速度 50km/h；一四级公路允许行驶速度 30km/h。

4.3.2 铁路运输

允许最大累积运输距离 10000km，其中四级公路 800km。铁路允许行驶速度 120km/h。

4.3.3 其他运输

水上运输：速度、里程不限，但具备防盐雾、霉菌和水浸渍措施；

空中运输：速度、里程不限。

4.4 飞行环境条件

最大飞行高度：	70km；
最大飞行时间：	≥40min；
轴向过载：	-20g~+20g；
横、法向过载：	-15g~+15g；
前舱空气温度：	≤55℃。
舱内最低温度	-40℃。

4.5 试验条件允许偏差

加速度：	±10%；
振动频率：	±2%；
功率谱密度：	20Hz~2000Hz +3dB
500Hz~2000Hz	允许容差-6dB，累计带宽不大于 100Hz；
总均方根 g_{rms}	±15%；
气压：	±5%，或±200Pa；
温度：	±2℃；
相对湿度：	±5%RH。

5 安装与调整

5.1 测控单元的安装与调整

测控单元的安装是通过底板下部四个耳片与机体支架相连接，安装时应保证均匀装入耳片的安装孔中，并用 **M4**螺钉与弹体支架拧紧。装好后，四周不允许与其它部件相碰，使高度表在规定的力学环境内正常工作。

5.2 天线的安装。

天线按轴向口面向下安装，一般接收天线就近测控单元下面安装，另一个为发射天线远离测控单元安装。发射天线和接收天线在电气和结构上是一样的，可以互易。

天线安装在机体内，天线元口面向下，两天线近边距为 **300mm~900mm**之间。

5.3 馈线的安装

高度表发射馈线长度为 **1.5m**，接收馈线长度为 **1.5m**。连接器均为 **SMA**。安装时应保证插头与插座接触良好并拧紧插头螺母保证不松动，推荐**0.9N·m**的力矩。

发射馈线多余部分单独绕圈，再与天线连接；接收馈线多余部分同样单独绕圈，再与天线连接。发射、接收馈线绕圈时，要求平面垂直，弯曲半径大于 **50mm**，不平行走线。并用压线卡每隔一定距离加一个固定夹子(加软管，以防压伤馈线)将馈线压紧，保证馈线与机体之间没有相对运动，连接器附近应加固定措施。

6 高度表的使用及维修

6.1 高度表单机测试

6.1.1 高度表单机测试要求及注意事项：

- a.测试场地应配备 **220V/50Hz**交流电源，空间不限；

b.测试前应对高度表及测试设备进行检查。所以测试仪器应该工作正常并在检定合格期内，连接电缆进行导通正常，所有仪器及设备应接地良好。

c.正常情况下，高度表测试应在通电 3min后进行。

高度表单机测试可以在不含天线、测试天线下进行，在工作状态下不允许测零高度或收发天线直接相接。

6.1.2 检查测量范围

a. 按附录B连接高度表与测试设备；

b. 将测试台“状态开关”置于“工作”位置；“电源”开关置于“通”；“选择开关”置于“-15V”位置。高度表与高度模拟器相连接，按表2的项目依次改变等效高度，高度表应该输出的高度数据为有效状态。

6.1.3 检查高度表测量精度

a. 按附录B连接高度表与测试设备；

b. 将测试台“状态开关”置于“工作”位置；“电源”开关置于“通”；“选择开关”置于“-15V”位置。高度表与高度模拟器相连接，按表2的项目依次改变等效高度，应符合以下技术要求。

$$\begin{aligned} &\leq \pm 0.3 && 1\text{m} < H \leq 5\text{m} \\ &\pm 0.2 \pm 0.02 \times H \quad \text{m} && 5\text{m} < H \leq 1500\text{m} ; \end{aligned}$$

式中：H — 被测高度，m。

6.1.4 检查工作频率及调频带宽

a. 按附录B连接高度表与测试设备；

b. 将测试台“状态开关”置于“工作”，“电源”开关置于“通”，接100m等效高度，跟踪情况下，通过定向耦合器观察检波波形，调节示波器呈现两个稳定的检波波形，参见附录D；

c. 谐振波长表置于“外指示”，调节谐振波长表，使其千分尺由小至

大（即由里向外），观察检波波形，分别读出对应最低、最高谐振频率时的刻度；

d. 在示波器上观察的波形如附录 D所示，由谐振波长表“刻度 频率校正曲线”查出最高频率 f_{max} 及最低频率 f_{min} ，计算出中心频率 f_0 及调频带宽 Δf 值，应满足技术条件要求。

$$f_0 = (f_{max} + f_{min}) / 2 \dots\dots\dots(1)$$

$$\Delta f = f_{max} - f_{min} \dots\dots\dots(2)$$

6.1.5 检查整机灵敏度

a. 按附录B连接高度表与测试设备；

b. 将测试台“状态开关”置于“工作”位置，接上2m、100m等不同的等效高度，接通电源，增大外加衰减器的衰减量，使高度表搜索，然后缓慢减小外加衰减器的衰减量，在高度表刚跟踪时记下衰减值，则该高度下的整机灵敏度为：

$$P_r = P_t - (L_0 + L_{e1} + L_{e2}) \dots\dots\dots(4)$$

- 式中：
- P_r —整机灵敏度，dBm；
 - P_t —发射功率，计23dBm；
 - L_0 收、发馈线的衰减量，9dB；
 - L_{e1} 等效高度的总衰减量，dB；
 - L_{e2} 外加衰减器的衰减量，dB。

灵敏度的精确测试在通电3min后进行；在一个衰减量位置上至少停留s以上。

6.1.6 检查供电情况

a. 按附录B连接高度表与测试设备；

b. 将测试台“状态开关”置于“工作”位置；“电源”开关置于“通”；高度表与高度模拟器相连接，按选择100m等效高度，应符合以下技术要求。

c. 改变供电电源分别为25V、28V、31V时高度表100m精度应该满足要求。

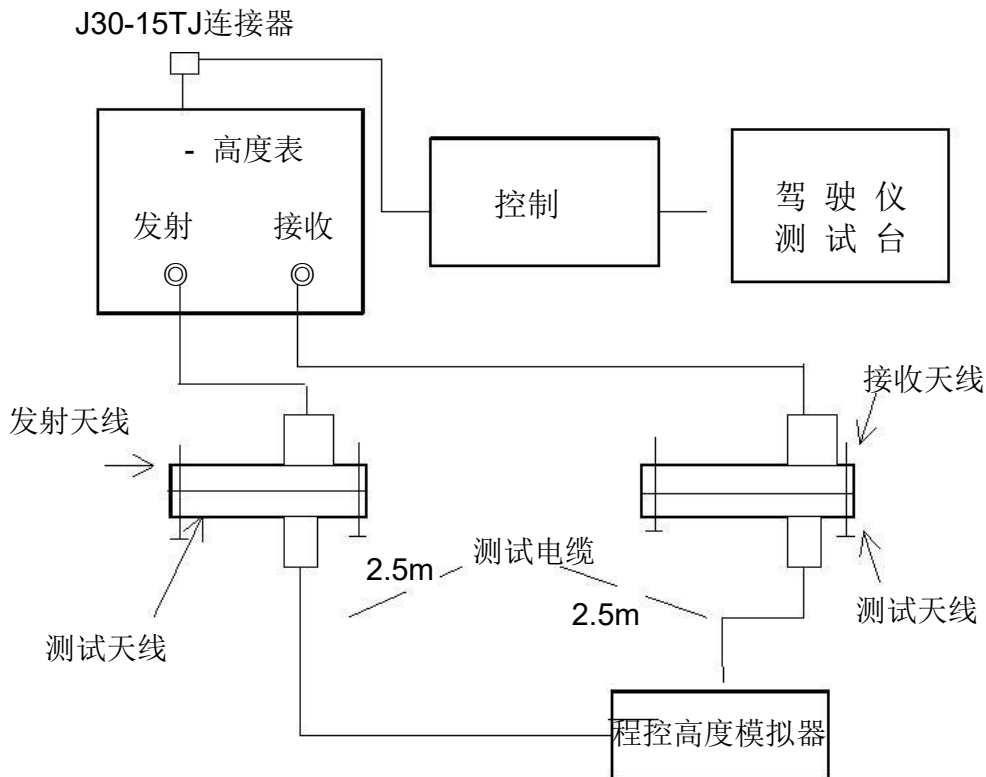


图 3 高度表装弹后测试连接图

6.2 高度表装无人机后测试

6.2.1 技术阵地测试

高度表装弹后在技术阵地（包括总装厂）参加驾驶员单元测试及无人机综合测试。此时高度表由弹上+27V(+28.5V)供电。技术阵地应配备相应的程控模拟器等测试设备，测试连接如图3所示。

装无人机后，高度表单元测试项目有：(1)高度表搜索跟踪转换正常性检查和闭锁功能检查；(2)高度表5m、1000m接收灵敏度项目检查；(3)测量精度检查。

(1) 高度表搜索跟踪转换正常性检查

程控高度模拟器设置 100m 高度，外回路总衰减量设置为不小于 125dB，高度表应该处于搜索状态，高度串口数据显示无效；外回路总衰减量设置为不大于100dB，高度表应该处于跟踪状态，高度串口数据显示有效。

(2) 灵敏度检查

高度模拟器分别接 5m、100m 等效高度，将程控衰减器的衰减量调大至高度表出现搜索(数据无效状态)，监视高度串口数据状态变化情况，逐渐减少衰减量至高度表正常跟踪(数据有效状态)，记下此时可变衰减器的读数，按下式计算高度表的捕捉灵敏度：

$$P_{\min} = 23 - (L_0 + L_{e1} + L_{e2} + L_{e3} + L_{e4}) \dots \dots \dots (4)$$

式中： P_{\min} — 整机接收灵敏度，dBmW；

L_0 — 高度表收、发馈线的衰减量，dB；

L_{e1} — 等效高度模拟器的起始衰减量，dB；

L_{e2} — 模拟器的数控衰减器衰减量，dB；

L_{e3} — 2根测试电缆的衰减量，dB；

L_{e4} — 两对天线的转换衰减量，dB，（约5dB）。

(3) 高度输出特性的检查

更换高度模拟器不同等效高度，由全机测试台测出高度信息应满足技术要求。

6.3 全机起飞前高度表正常性检查

全机起飞前无线电高度表工作正常性进行检查，可以用内装有某一固定高度(暂定 55m)高度的发控检查专用测试天线与高度表收发天线进行对接，此时高度表输出与之对应的高度，表示高度表工作正常，可以正常发射。发射阵地应配备相应的发控天线。

也可以以跟踪高度表天线下方的乱反射高度进行判断，在高度位于

2m~100m时，可以起飞。

7 包装

7.1 FH-HY300无线电高度表装于产品装放箱中，箱内包括：

- a. 主机（用防潮塑料袋包好） 1部；
- b. 馈线 2根；
- c. 天线（用防潮塑料袋包好） 2个；
- d. 产品合格证 1份。

7.2 高度表采用专用包装箱进行包装运输，结构固，具有密封防尘能力，包装箱正面标识有产品代号、编号、制造厂代号，背面标识有“向上”、“小心轻放”、“切勿倒置”、“防潮”等；

7.3 负责装箱人员应在装箱单上签字留名。

8 贮存和运输

8.1 高度表的贮存和运输，均应放于装放箱内进行。专用装放箱应放在架上放置，并与“向上”标记相符。禁止与毒物、酸、碱、煤油和汽油等易燃易挥发物品一同贮存。

8.2 高度表在自然库房条件下置于装放箱的保存期为1a。

产品尺寸图：

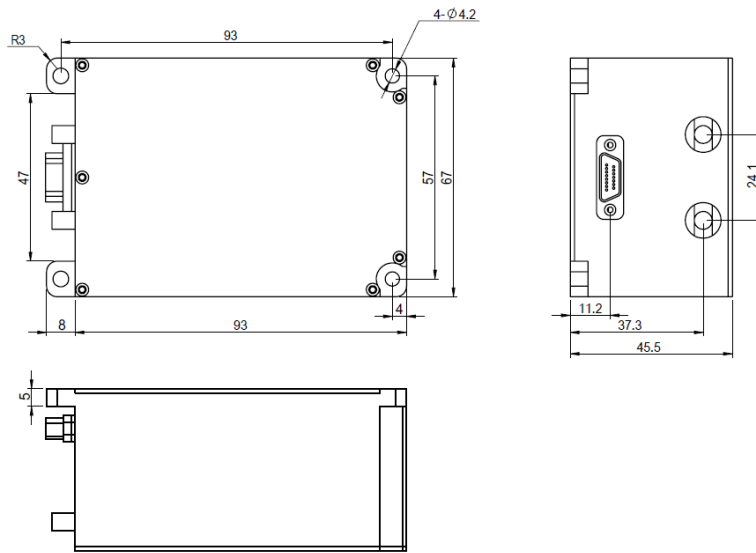


图1 高度表主要尺寸图

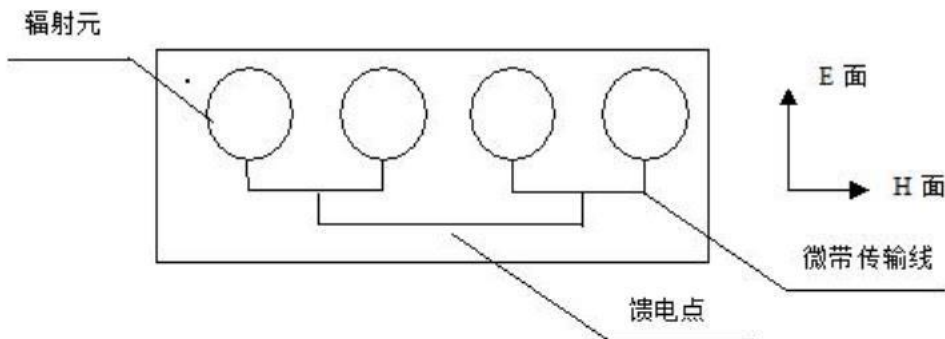


图2 天线的组成示意图

