

MH

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 4006. 3—1998

航空无线电导航设备
第 3 部分:测距仪(DME)
技术要求

Aeronautical radio navigation aids
Part 3: Technical requirements for
distance measuring equipment(DME)

1998—11—27 发布

1999—08—01 实施

中国民用航空总局 发布

目次

前言

1	范围	1
2	引用标准	1
3	定义	1
4	一般技术要求	2
5	技术性能	3
6	应答器系统	4
7	监视系统	6
8	控制和交换系统	6
9	询问测试系统	7
10	天线系统.....	7
11	电源系统.....	7
12	遥控和状态显示系统.....	8
13	工作环境.....	8

前 言

本标准是根据民用航空法，参照 GB 6364—86《航空无线电导航台站电磁环境要求》、MH/T 4003—1996《航空无线电导航台和空中交通管制雷达站设置场地规范》、《中国民用航空通信导航设备运行、维修规程》，参考《国际民用航空公约》附件十、《航空电信》，国际民用航空组织 8071 文件无线电导航设备测试手册的有关条款及有关资料并结合民航实际而制定的。

航空无线电导航设备技术标准由 4 部分组成：第 1 部分：仪表着陆系统（ILS）技术要求；第 2 部分：甚高频全向信标（VOR）技术要求；第 3 部分：测距仪（DME）技术要求；第 4 部分：无方向性信标（NDB）技术要求。

从 1999 年 8 月 1 日起，所有报批鉴定、制造、购置、安装、投产的民用航空导航设备，均应符合本标准的规定。

本标准由中国民用航空总局空中交通管理局提出，并负责解释。

本标准由中国民用航空科学技术研究中心归口。

本标准起草单位：中国民用航空总局空中交通管理局、中国民用航空总局第二研究所。

本标准主要起草人：苏玲、李其国、李兵、陈兵。

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 4006.3—1998

航空无线电导航设备 第3部分：测距仪（DME） 技术要求

Aeronautical radio navigation aids
Part 3: Technical requirements for
distance measuring equipment (DME)

1 范围

本标准规定了民用航空测距仪设备的通用技术要求，它是民用航空测距仪设备制定规划和更新、设计、制造、检验以及运行的依据。

本标准适用于民用航空行业各种地面测距仪（DME）设备。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 6364—86 航空无线电导航台站电磁环境要求

MH/T 4003—1996 航空无线电导航台和空中交通管制雷达站设置场地规范

中国民用航空通信导航设备运行维修规程（1985年4月版）

国际民用航空公约 附件十 航空电信（第一卷）（第4版 1985年4月）

国际民用航空组织 8071 文件 无线电导航设备测试手册（第3版 1972年）

3 定义

本标准采用下列定义和符号。

3.1 测距仪 distance measuring equipment (DME)

一种工作于超高频波段，通过接收和发送无线电脉冲对而提供装有相应设备的航空器至该地面设备连续而准确斜距的导航设备。

3.2 寂静时间 dead time

应答器接收机在收到一对正确询问脉冲对并产生译码脉冲后的一段封闭时间，以防止对应答脉冲的再次应答，并可防止多路径效应引起的回波响应。

- 3.3 发键时间 key down time
正在发射莫尔斯码的点或划的时间。
- 3.4 脉冲幅度 pulse amplitude
脉冲包络的最大电压值。
- 3.5 脉冲上升时间 pulse rise time
脉冲包络前沿 10% 振幅点至 90% 振幅点之间的时间。
- 3.6 脉冲下降时间 pulse decay time
脉冲包络后沿 90% 振幅点至 10% 振幅点之间的时间。
- 3.7 脉冲宽度 pulse duration
脉冲包络前、后沿上 50% 振幅点之间的时间间隔。
- 3.8 X、Y 模式 mode X、Y
用脉冲对的时间间隔来进行 DME 发射编码的一种方法，以便一个频率可以重复使用。
- 3.9 应答效率 reply efficiency
应答器所发射的应答数与其所收到的有效询问总数的比值，以百分比表示。
- 3.10 等值各向同性辐射功率 equivalent isotropically radiated power
馈送到天线上的功率与天线在给定方向上的增益（相对于各向同性天线的绝对增益或各向同性增益）的乘积。
- 3.11 pp/s pulse-pairs per second
脉冲对/秒。

4 一般技术要求

4.1 用途

测距仪是国际民航组织规定的近程导航设备，它提供航空器相对于地面测距仪台的斜距。

测距仪一般与民用航空甚高频全向信标和仪表着陆系统配合使用。当测距仪与甚高频全向信标配合使用时，它们共同组成距离——方位极坐标定位系统，直接为飞机定位；当测距仪与仪表着陆系统配合使用时，测距仪可以替代指点信标，以提供飞机进近和着陆的距离信息。

4.2 组成

测距仪设备组成如下：

- a) 应答器系统；
- b) 监视系统；
- c) 控制和交换系统；
- d) 询问测试系统；
- e) 天线系统；
- f) 电源系统；
- g) 遥控和状态显示系统。

4.3 分类

该标准中所规定的测距仪设备分为高功率型（1 000 W）和低功率型（100 W）两种。前者一般用于航路（航线）和机场进出点，后者一般用于机场终端。

4.4 台址

测距仪与甚高频全向信标台合装设置于机场，机场进出点和航路（航线）上的某一地点。测距仪与仪表着陆系统合装时，通常设置在下滑信标台，也可设置在航向信标台。测距仪设置于机场终端时，应符合机场净空要求。

4.5 系统要求

系统要求如下：

- a) 设备的技术标准应符合《国际民用航空公约》附件十、《航空电信》（第一卷）（第4版 1985年4月）规范；
- b) 测距仪台址的设置和周围的电磁环境应符合 GB 6364 的规定；
- c) 测距仪台址周围障碍物环境应符合 MH/T 4003 的规定；
- d) 设备应采用全固态器件和双机配置（天线系统除外），在交流电源供电时，设备应能不间断连续工作；
- e) 设备各部分的接地应可靠，接地系统应符合设备厂家的技术要求。

5 技术性能

5.1 射频和极化

系统应在 960 MHz~1 215 MHz 频段内工作，辐射垂直极化波。X 和 Y 模式各 126 个波道，波道间隔 1MHz。

当测距仪与工作于 108 MHz~117.975 MHz 的甚高频设备联合工作时，测距仪的工作波道必须与甚高频波道频率相配对。

5.2 覆盖

5.2.1 与甚高频全向信标联合工作的测距仪的覆盖区至少应与甚高频全向信标的覆盖区相等。

5.2.2 与仪表着陆系统联合工作的测距仪的覆盖区至少应与仪表着陆系统方位引导扇区的覆盖相等。

5.3 系统准确度

以 95% 的概率计算，由机载设备、地面设备、传输影响以及各种随机干扰脉冲的影响而导致的总的系统误差不应超过 ± 370 m (0.2 n mile)。

5.4 处理容量

在测距仪覆盖区内，应答器对航空器的处理容量应至少为 100 架飞机。

5.5 应答器的识别

5.5.1 应答器应以下列形式之一发送一个由 3 个英文字母（最多 4 个字母）组成的识别信号：

- a) 由编码的（国际莫尔斯码）识别脉冲所构成的独立识别信号；
- b) 与甚高频导航设备联合工作时的联合识别信号。

5.5.2 上述 5.5.1 两种情况下的识别均采用具有适当周期的一连串脉冲对，该脉冲对的重复频率为 1 350 pp/s；在识别发送期间，正常的应答脉冲将暂时被取代，即应答脉冲应在识别发送时间之外发射。

5.5.3 独立识别信号的特性如下：

a) 识别信号由点划形式构成的信标识别码（国际莫尔斯码）组成，至少为每隔 40 s 发一次，发射速率至少为每分钟 6 个字；

b) 应答器的识别码特性和字速率应符合下述要求，以保证每个识别码组的总的发键时间最大不超过 5 s。点的持续时间应为 0.1 s~0.160 s，划的持续时间一般为点的持续时间的三倍。点和（或）划之间的间隔为一个点持续时间 $\pm 10\%$ 。字母之间的间隔不应少于三个点的持续时间。发送一个识别码组的总的时间周期不应超过 10 s。

5.5.4 联合识别信号的特性如下：

a) 当与甚高频导航设备联合工作时，识别信号仍为上述 5.5.3 规定的点划形式（国际莫尔斯码），但应与甚高频导航设备的识别信号相同步；

b) 将每个 40 s 间隔分成四个相等的周期，应答器的识别信号仅在其中一个周期内发射，在其余周期内则由联合工作的甚高频导航设备发射识别信号。

5.5.5 当应答器与甚高频导航设备联合工作时，应采用联合识别信号；当应答器不与甚高频导航设备联合工作时，应采用独立识别信号。

5.5.6 当联合工作的甚高频导航设备发送话音通信时,来自应答器的联合识别信号不应被抑制掉和被干扰。

5.6 系统可靠性

测距仪系统平均无故障时间应大于 5 000 h。

6 应答器系统

6.1 发射机

6.1.1 发射机频率范围为: 962 MHz~1 213 MHz, 发射机应在指配的测距仪波道的应答频率上发射。

6.1.2 工作频率相对指配频率的偏差不应超过 $\pm 0.002\%$ 。

6.1.3 发射机波道间隔应为 1 MHz。

6.1.4 发射机频率应由晶体控制或频率合成。

6.1.5 所有发射脉冲的波形和频谱应符合下述规定:

a) 脉冲上升时间: 不应超过 $3\ \mu\text{s}$;

b) 脉冲宽度应为 $3.5\ \mu\text{s} \pm 0.5\ \mu\text{s}$;

c) 脉冲下降时间一般为 $2.5\ \mu\text{s}$, 不应超过 $3.5\ \mu\text{s}$;

d) 在脉冲前沿 95% 的最大振幅点和脉冲后沿 95% 的最大振幅点这间的任何瞬时的脉冲振幅均不应低于脉冲最大电压幅度的 95% 以下;

e) 脉冲调制信号的频谱应为: 在脉冲发射期间, 包含在标称波道频率的上、下 0.8 MHz 为中心的 0.5 MHz 频带内的有效辐射的功率, 均不应超过 200 mW; 包含在标称波道频率的上、下 2 MHz 为中心的 0.5 MHz 频带内的有效辐射功率, 均不应超过 2 mW, 频谱的任何一个旁瓣均应比与标称波道频率紧贴的那个旁瓣为小。

6.1.6 脉冲间隔要求如下:

a) 构成脉冲对的两个脉冲的间隔, 应为 $12\ \mu\text{s}$ (X 模式) 或 $30\ \mu\text{s}$ (Y 模式);

b) 脉冲间隔的公差为 $\pm 0.1\ \mu\text{s}$;

c) 脉冲间隔应在脉冲前沿的半电压振幅点之间测量。

6.1.7 峰值输出功率要求如下:

a) 峰值输出功率: 100 W 或 1 000 W;

b) 峰值输出功率可调整, 调整范围为 $-3\ \text{dB}$;

c) 峰值输出功率为 1 000 W 时, 应采用功率合成方式产生; 当功率合成的一个或几个功放组件故障或损坏时, 应不影响到其它功放组件的正常工作, 仅输出功率下降;

d) 构成脉冲对的两个脉冲的峰值功率之差不应大于 1 dB。

6.1.8 发射速率要求如下:

a) 发射的脉冲速率一般为 $800\ \text{pp/s} \sim 2\ 700\ \text{pp/s}$;

b) 发射的应答器能力应为: 当发射速率为 $2\ 700\ \text{pp/s} \pm 90\ \text{pp/s}$ 时 (假定服务的航空器为 100 架), 应答器仍能连续地工作;

c) 发射机工作的发射速率, 包括随机分布的脉冲对和应答脉冲对在内, 不应少于 $700\ \text{pp/s}$, 但当发射识别信号时例外, 最低发射速率应尽可能接近 $700\ \text{pp/s}$ 。

6.1.9 杂散辐射要求如下:

a) 在各个脉冲发射之间的时间间隔内, 使用一个与应答器接收机具有同样性能的接收机来收测杂散辐射功率, 并将其调谐在 DME 的任一询问或应答频率上, 其所收测到的峰值脉冲功率, 应比应答脉冲发射的峰值功率低 80 dB 以下, 这一规定适用于所有的杂散辐射;

b) 带外杂散辐射: 在 10 MHz~1 800 MHz 范围内的所有频率上 (960 MHz~1 215 MHz 内的频率除外), 应答器发射机的杂散输出在任何一个千赫的接收机带宽内均不应超过 $-40\ \text{dBm}$;

c) 在任一工作波道上, 载频的任何连续波谐波的等值各向同性辐射功率, 均不应超过-10 dBm。

6.2 接收机系统

6.2.1 接收机的频率范围应为 1 025 MHz~1 150 MHz, 接收机的中心频率应是与指配的测距仪工作波道相适应的询问频率。

6.2.2 接收机中心频率偏离指定频率不得超过±0.002%。

6.2.3 接收机波道间隔应为 1 MHz。

6.2.4 接收机的频率应由晶体控制或频率合成。

6.2.5 灵敏度要求如下:

a) 当没有机载询问脉冲对时, 为进行灵敏度测量而产生的具有正确脉冲间隔和标称频率的询问脉冲对在应答器天线处的峰值功率密度至少为-103 dBW/m² 时, 就应触发应答器, 并使应答器至少以 70% 的效率应答;

b) 当在应答器天线处的询问信号功率密度为上述 a) 的最低值至-22 dBW/m² 的最高值之间的任一值时, 应答器应保持其原有性能;

c) 当应答器的发射速率从最大值的 0 变化到 90% 时, 应答器灵敏度电平的变化不应大于 1 dB;

d) 当询问脉冲对的脉冲间隔偏离标称值±1 μs 时, 接收机灵敏度降低不应超过 1 dB;

e) 当应答速率超过最大发射速率的 90% 时, 接收机灵敏度应自动降低, 以限制应答器的应答, 从而保证应答速率不超过允许的最大发射速率 (灵敏度可降低的范围至少应为 50 dB);

f) 当接收机被上述 a) 规定的功率密度询问, 使发射速率达到最大值的 90% 时, 由于噪音而产生的脉冲对数不应超过最大发射速率的 5%。

6.2.6 接收机带宽要求如下:

a) 接收机的最小允许带宽应为: 当输入的询问信号频偏达±100 KHz 时, 由于接收机总的飘移而导致的应答器灵敏度电平降低不应超过 3 dB;

b) 当询问信号偏离波道标称频率±900 KHz 以上, 功率密度达到-22 dBW/m², 不应使应答器触发。以中频频率到达的信号, 至少应被抑制 80 dB。所有的其他杂散响应, 或 960 MHz~1 215 MHz 频带以内的其他信号和镜频, 应至少被抑制 75 dB。

6.2.7 当在有效询问脉冲对到达之前 8 μs 时接收到一个比最低灵敏度电平高 0 dB~60 dB 的单个脉冲时, 应答器最低灵敏度电平的变化 (与不存在上述信号时相比) 应在 3 dB 以内。此恢复时间的要求应在回波抑制电路不工作的情况下达到。8 μs 应在两信号前沿的半电压振幅点之间测得。

6.2.8 来自接收机任何一部分或有关电路的杂散辐射, 均应满足上述 6.1.9 的规定。

6.2.9 接收机应具有连续波抑制功能和近距回波、远距回波抑制功能。

6.3 应答器译码

6.3.1 应答器应有译码电路, 以保证应答器只被符合规定的询问信号所触发。

6.3.2 译码电路的性能应不受那些相对于正常的编码脉冲对超前、居中或落后的脉冲所影响。

6.3.3 对于一个脉冲间隔超过标称值±2 μs 以上, 信号电平高于接收机最低灵敏度达 75 dB 的询问脉冲对, 应能抗拒掉, 即应答速率不会超过没有该询问信号时的数值。

6.4 应答器延时

6.4.1 延时应符合下列数值, 见表 1。

表 1 延时数值

模式	延时 μs
X	50
Y	56

6.4.2 应答器延时应能在延时标称值减 $15\ \mu\text{s}$ 至延时标称值之间调整。

6.4.3 延时是指询问脉冲对的第一脉冲的前沿半电压点至应答脉冲对的第一脉冲的前沿半电压点之间的时间。

6.4.4 延时精度应优于 $\pm 0.25\ \mu\text{s}$ 。

6.5 应答器准确度

6.5.1 由于应答器所造成的总的系统误差不应超过 $\pm 1\ \mu\text{s}$ ($150\ \text{m}$)。

6.5.2 当与仪表着陆系统联合工作时，由于应答器所造成的总的系统误差不应超过 $\pm 0.5\ \mu\text{s}$ 。

6.6 应答效率

当应答器的负荷达到上述 5.4 的数值和最低灵敏度电平达到上述 6.2.5 a) 和 d) 的数值时，应答效率至少应为 70%。

6.7 寂静时间

寂静时间一般设定为 $60\ \mu\text{s}$ ，但应至少可在 $50\ \mu\text{s} \sim 100\ \mu\text{s}$ 内调整。

7 监视系统

7.1 在以下任一情况发生时，监视系统应具有相应的告警指示，并向控制和交换系统发出告警信号，以产生降级使用、换机或关机等动作：

- a) 应答器的延时超出规定值 $1\ \mu\text{s}$ ；
- b) 当 DME 与 ILS 联合工作时，应答器的延时超出规定值 $0.5\ \mu\text{s}$ ；
- c) 脉冲间隔超出 $1\ \mu\text{s}$ ；
- d) 峰值输出功率低于 3 dB；
- e) 应答效率低于 60%；
- f) 最低脉冲发送率低于 700 pp/s；
- g) 识别信号丢失或连续；
- h) 监视系统自身故障。

7.2 应答器的延时和脉冲间隔均应为主告警参数，其告警门限均应可调。

7.3 次告警参数应至少包括以下参数：

- a) 峰值输出功率；
- b) 应答效率；
- c) 脉冲发送率；
- d) 识别信号。

7.4 设备应具有告警延时功能，当上述 7.1 所列的告警已被监测到并且其持续时间超过设定的告警延迟时间后，控制和交换系统方可开始动作。告警延时不应超过 10 s。

7.5 设备工作时和调整时各主要参数应可由数字或模拟方式指示。

7.6 监视器告警信号可以自动存储和人工旁路。

7.7 双监视器可以同时监视一部工作的应答器，也可以用一个监视器监视接假负载工作的应答器。

8 控制和交换系统

8.1 控制和交换功能

控制和交换系统应具备至少以下控制和交换功能：

- a) 开/关机；
- b) 选择主、备用机；
- c) 可控制选择备机为冷备份或热备份；
- d) 选择本地控制或遥控；

- e) 主用机无论出现主告警还是次告警时,应能自动关闭主用机,开启备用机工作,中断时间不超过 1 s;当备用机出现次告警时,备用机应维持工作;但当备用机出现主告警时,应自动关机;
- f) 应具有告警关机后的自恢复开机功能;
- g) 告警复位。

8.2 显示功能

控制和交换系统应具有至少以下显示功能:

- a) 设备正常、告警显示;
- b) 主用机、备用机显示;
- c) 备用机接假负载工作(热备份)显示;
- d) 本地/遥控显示;
- e) 各种开关在不正常位置的显示;
- f) 各种异常状态的显示。

9 询问测试系统

设备应具有一个询问测试系统,通过发出不同的询问信号,以实现监视系统的监视功能以及检查、鉴定应答器的工作性能。

9.1 工作频率要求如下:

- a) 正常工作频率 f_0 ,是指配的 DME 工作波道相对应的询问频率;
- b) 测试频率: $f_0 \pm 200$ kHz,用于测试接收机带宽; $f_0 \pm 900$ kHz,用于测试接收机邻近波道抑制。

9.2 工作频率偏离指定频率不超过 $\pm 0.002\%$ 。

9.3 输出信号脉冲波形和频谱,应和 6.1.5 相同。

9.4 输出信号幅度要求如下:

- a) 输出信号幅度应满足应答器接收机的要求;
- b) 对输出信号的衰减量可以改变,从 0 dB~100 dB。

9.5 询问速率要求如下:

- a) 正常情况下的询问速率小于 120 pp/s;
- b) 询问速率应可以根据测试要求而改变。

9.6 脉冲间隔要求如下:

- a) 正常的询问脉冲间隔应为 12 μ s (X 模式) 或 36 μ s (Y 模式);
- b) 脉冲间隔应可以改变:标称值 ± 1 μ s,标称值 ± 2 μ s。

10 天线系统

天线系统要求如下:

- a) 频率范围: 960 MHz~1 215 MHz;
- b) 极化方式: 垂直极化;
- c) 输入阻抗: 不平衡 50 Ω ;
- d) 驻波比: 天线输入端测量 < 1.5 ;
- e) 增益: ≥ 9 dB;
- f) 监控耦合隔离: ≥ 20 dB ± 3 dB。

11 电源系统

电源系统要求如下:

- a) 设备必须具有交、直流两种供电方式。正常情况下以交流供电为主,当交流电源掉电后,应能自

动交换到备用直流电源（蓄电池）工作，无间断时间，并在设备端和遥控器端有设备异常状态的显示；当交流电源恢复后，应能自动恢复到交流供电状态；

- b) 交流电源应在对主设备正常供电的同时对备用直流电源（蓄电池）浮充电；
- c) 两个交流/直流电源应能同时并联供电，也能单独对设备供电；
- d) 电源电路应有过流、过压保护电路；
- e) 在蓄电池供电情况下，应有过放电保护装置；
- f) 蓄电池容量应保证设备正常工作至少 4 h；
- g) 电源的各部分电压、电流应能测量，并在设备上显示；
- h) 交流电源输入端应有防雷击装置；
- i) 工作电源：220 V $\pm$ 15%，单相，45 Hz $\sim$ 63 Hz。

12 遥控和状态显示系统

12.1 遥控器

遥控器应具有以下功能：

- a) 开/关机；
- b) 选择主/备机；
- c) 应有与本地控制部分相应的各种状态显示；
- d) 应有蜂鸣器及停止按钮；
- e) 遥控线路两端接口应有避雷装置；
- f) 遥控最远距离不少于 10 km；
- g) 应使用两对以下遥控线；
- h) 遥控线路故障后，不应影响到设备正常工作，同时遥控器上应给出告警指示；
- i) 遥控器应配有交、直流两种供电方式，以保证市电中断后遥控器仍能正常工作；
- j) 遥控器电源：220 V $\pm$ 15%，单相，45 Hz $\sim$ 63 Hz。

12.2 塔台重复显示器

设在机场的测距仪根据使用需要而配置塔台重复显示器，应能显示遥控器上指示的设备的主要工作状态，但不能起控制设备作用。

12.3 远距离监视和维护系统

当设备配置远距离监视和维护系统时，远距离监视和维护系统应能监视、存储甚至控制设备各部分的重要参数运行状态，以利于对设备进行维护。

13 工作环境

设备在下列工作条件下，应能正常工作：

- a) 环境温度：室内设备：-10℃ $\sim$ +50℃；室外设备：-40℃ $\sim$ +70℃；
- b) 相对湿度：室内设备：0 $\sim$ 95%；室外设备：0 $\sim$ 100%；
- c) 风速：160 km/h；
- d) 结冰：天线上结冰厚度到 1.5 cm；
- e) 海拔高度：3 000 m。

注：设备机房应充分考虑防火、防尘、防静电，以及温度、湿度控制等各方面问题，以使设备工作在最佳工作环境中，以期尽量延长设备使用寿命。

中华人民共和国民用航空
行 业 标 准
航空无线电导航设备
第 3 部分：测距仪（DME）
技术要求
MH/T 4006.3—1998

*

中国民航出版社出版发行
(北京市朝阳区光熙门北里甲 31 号楼)
— 邮政编码：100028 —
北京广内印刷厂印刷
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 28 千字
1999 年 4 月第 1 版 1999 年 4 月第 1 次印刷 印数 1—500 册
统一书号：1580110·103 定价：15.00 元