

GY

中华人民共和国广播电影电视行业标准

GY/T 178 - 2001

中、短波天馈线运行维护规程

Operation and maintenance regulation
of MW and SW antennas and feedlines

2001-11-09 发布

2002-01-01 实施

国家广播电影电视总局 发布

前 言

中、短波天馈线是广播电台的重要设施，是电波发射和接收的关键性设备。为了不断提高中、短波广播天馈线运行系统维护的质量，确保天馈线系统可靠运行，保证中、短波广播的有效覆盖，使天馈线的维护工作规范化，特制定本标准。

本标准是根据广播天馈线设施的类型、性能、特点、工艺要求、设备材料等，参照 GY 61-1989《广播电视中心和台、站机械维修安全规程》、GY 62-1989《广播电视中心和台、站天线工作安全规程》、GY 63-1989《广播电视中心和台、站电气工作安全规程》和 GB 6527-1986《安全色使用导则》的相关内容，依据《广播电视设施保护条例》的有关条文进行编制的。

随着广播事业的发展，中、短波天馈线系统的维护工作量不断增加，维护人员须经严格的专业培训，经考试合格后持证上岗，并严格遵守各有关技术安全规定，按统一标准完成维护任务。

本标准根据中、短波天馈线维护单位需要，对目前所维护的天馈线的维护内容、操作程序、测试数据制定了统一的标准，以不断提高天馈线维护水平，延长天馈线系统的使用寿命，保证其安全、可靠运行。

各单位要严格按本标准中规定的天馈线系统维护内容和周期，定期对天馈线系统进行巡检、大修，本单位承担不了的天馈线大修改造工程，应委托有营业执照的正规专业施工队伍进行施工。

本标准的附录 A、B、C、D、E、F、G 是标准的附录。

本标准的附录 H 是提示的附录。

本标准由全国广播电视标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：国家广播电影电视总局无线电台管理局。

本标准主要起草人：郭亚明、张竞、张庆霄。

中华人民共和国广播电影电视行业标准

中、短波天馈线运行维护规程

GY/T 178 - 2001

Operation and maintenance regulation
of MW and SW antennas and feedlines

1 范围

本标准适用于功率在 1kW 及以上的中、短波天馈线系统及其附属设备的运行维护的技术要求,包括中、短波天馈线的电气维护指标,中、短波天馈线的结构维护要求及天馈线系统的测试方法、维护周期等。

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 6527-1986 安全色使用导则

GB 6946-1986 钢丝绳铝合金压制接头

GY 61-1989 广播电视中心和台、站机械维修安全规程

GY 62-1989 广播电视中心和台、站天线工作安全规程

GY 63-1989 广播电视中心和台、站电气工作安全规程

3 总则

3.1 凡从事广播天线专业的工程技术人员、技术工人和负责广播天馈线系统及其附属设备维修的工作人员,都必须掌握本标准,并在工作中严格执行。

3.2 各单位天馈线系统的维护部门应根据本标准的规定,结合本部门的实际情况,制定天馈线系统的维护实施细则。

3.3 天馈线维护工作必须注意安全,严格按 GY 62 的相关条款执行。

3.4 各有关单位应具备现运行的天馈线设备的完整的技术资料(包括隐蔽工程图纸)。

3.5 本标准主要针对发射天馈线设备而制定,个别条款涉及到接收天馈线设备。在接收天馈线设备没有单独制定维护标准之前,可参照本标准执行。

4 中、短波天馈线系统的电气维护指标

4.1 一般要求

中、短波天馈线的电气维护应以保证天线电气特性符合设计要求为前提。

4.2 中波天馈线系统的电气维护指标

4.2.1 地网线由长度为 0.2 ~ 0.5 的铜导线按 3° ~ 6° 的间隔均布敷设,其接地电阻值应小于 2 。

4.2.2 中波天馈线的行波系数见表 1。

国家广播电影电视总局2001-11-09 批准

2002-01-01 实施

表 1 中波天馈线系统的行波系数

序号	天线使用情况	行波系数
1	单频使用	大于 0.95
2	单频多方向使用	大于 0.9
3	两频共用	大于 0.8

4.2.3 馈线地线的接地电阻不得超过 4 Ω 。

4.2.4 用 2500V 兆欧摇表测量馈电线绝缘，在干燥天气的情况下，其绝缘电阻不低于 200M Ω ；在潮湿天气下不低于 20M Ω 。

4.2.5 定向天线水平方向图主瓣最大值偏离发射主向不大于 $\pm 1.5^\circ$ ，其副瓣最大值不得超过主瓣最大值的 45%。

4.2.6 中波定向天线前后比应符合表 2 的规定。

表 2 中波定向天线前后比

序号	天线类型	前后比
1	二塔定向天线	不小于 1.5
2	四塔定向天线	不小于 3
3	八塔定向天线	不小于 4

4.2.7 天馈线系统参数及桅杆垂直度的测量方法见附录 A。

4.3 短波天馈线系统的电气维护指标

4.3.1 短波天线的实际辐射方位角与设计方位角的电气偏差应符合表 3 的规定。

表 3 短波天线辐射方位角与设计方位角允许电气偏差度

序号	天线类型	辐射方位角与设计方位角之偏差
1	每层有一对振子的同相水平天线	不大于 $\pm 2^\circ$
2	每层有二对振子的同相水平天线	不大于 $\pm 1^\circ$
3	每层有四对振子的同相水平天线	不大于 $\pm 0.5^\circ$
4	每层有一片单元的隙缝天线	不大于 $\pm 2^\circ$
5	每层有二片单元的隙缝天线	不大于 $\pm 1^\circ$
6	每层有四片单元的隙缝天线	不大于 $\pm 0.5^\circ$
7	单菱形天线	不大于 $\pm 1^\circ$
8	双菱形天线	不大于 $\pm 0.5^\circ$

4.3.2 转动天线如有机械误差，允许在表 3 的基础上增加 $\pm 1^\circ$ 。

4.3.3 同相水平天线作偏向发射时，实测方位角与设计方位角偏差应符合表 4 的规定。

表 4 作偏向发射的同相水平天线实际辐射方位角与设计方位角允许偏差

序号	天线类型	调配后辐射方位角与设计方位角之偏差
1	每层有二对振子的天线	不大于 $\pm 1.5^\circ$
2	每层有四对振子的天线	不大于 $\pm 1^\circ$

4.3.4 同相水平天线做主向、反向、偏向发射时，在整个工作波段内，其副瓣最大值不得大于主瓣最大值的 45%。

4.3.5 短波天线支持物接地点的接地电阻不应大于 4 Ω 。

4.3.6 短波天线的前后比应符合表 5 的规定。

表 5 短波天线的前后比允许值

序号	天线类型		前后比
1	幕形天线	可调反射器	不小于 4
		固定反射网	不小于 6
2	单菱形天线	不小于 10	
3	双菱形天线	不小于 10	
4	鱼骨形天线	不小于 4	
5	对数周期天线	不小于 4	

4.3.7 短波天线的自然行波系数应符合表 6 的规定。

表 6 短波天线的自然行波系数

序号	天线类型	自然行波系数
1	单菱形天线	不小于 0.6
2	双菱形天线	不小于 0.6
3	宽频带同相水平天线	不小于 0.6
4	笼形对称振子天线	不小于 0.3
5	鱼骨形天线	不小于 0.65
6	对数周期天线	不小于 0.5
7	角形天线	不小于 0.35

4.3.8 各类短波调谐天线调配后的行波系数应符合表 7 的规定。

表 7 短波调谐天线调配后的行波系数

序号	天线类型	行波系数
1	用于单频	不小于 0.9
2	用于双频或多频	不小于 0.65

4.3.9 短波天线的不平衡系数应不大于 10%，其波角差应不大于 6° 。

4.3.10 用 2500V 兆欧摇表测量天线和馈线导线对地绝缘电阻，在干燥天气时，发射天馈线阻值不应小

于 200M Ω ，接收天馈线阻值不应小于 20M Ω ；在潮湿天气时，发射天馈线阻值不应小于 20M Ω ，接收天馈线阻值不应小于 2M Ω 。

4.3.11 馈电线效率在工作频段范围内应大于 85%，特殊情况下可适当减小。

4.3.12 馈线绝缘子每厘米允许峰值电压为 700V。

4.3.13 短波天线交换开关应满足下列要求：

- a) 天线交换开关的特性阻抗应和与之相联的馈线特性阻抗匹配；
- b) 交换设备所引起的行波系数的降低：室内应不大于 10%，室外应不大于 15%。

5 中、短波天馈线及塔桅结构的维护要求

5.1 塔桅及拉绳的维护要求

5.1.1 自立塔、桅杆建成并经全面检查验收合格后方可投入正常运行。自立塔、桅杆除日常维护外，应定期对塔桅结构、桅杆拉绳、绝缘架等进行大修检查，以保证塔桅结构的安全。大修检查的周期可参考表 8 的规定。

表 8 天馈线系统大修检查周期

序号	气候条件	大修周期
1	气候干燥、无腐蚀地区	8 年
2	一般地区	5 年
3	沿海或腐蚀严重地区	3 年

5.1.2 塔桅的垂直度允许偏差范围应符合表 9 的规定。

表 9 塔桅的垂直度允许偏差范围

序号	不同边宽的塔桅	垂直度允许偏差
1	边宽为 0.5 米的拉线式桅杆	中波塔不得大于 1/750
		短波支撑物不得大于 1/500
2	边宽为 0.8 米 ~ 1 米的拉线式桅杆	中波塔不得大于 1/1500
		短波支撑物不得大于 1/750
3	边宽为 1 米以上的拉线式桅杆	中波塔不得大于 1/1500
		短波支撑物不得大于 1/1000
4	自立式塔架	非短波支撑物不得大于 1/1500
		短波支撑物不得大于 1/1000
5	木杆	不得大于 1/500

5.1.3 塔桅的局部弯曲度允许范围应符合表 10 的规定。

表 10 塔桅的局部弯曲度允许范围

序号	不同边宽的塔桅	局部弯曲度允许偏差
1	边宽为 0.5 米的拉线式桅杆	不得大于 1/750
2	边宽为 0.8 米~1 米的拉线式桅杆	不得大于 1/750
3	边宽为 1 米以上的拉线式桅杆	不得大于 1/750
4	自立式塔架	不得大于 1/750
5	木杆	不得大于 1/750

5.1.4 桅杆拉绳的安装拉力一般应满足设计初拉力值，最低也要达到设计初拉力值的 80%。

5.1.5 塔桅拉绳制作要求见附录 B。

5.2 塔桅结构及附属构件结构检查、更换要求

5.2.1 应经常注意检查塔桅结构，发现焊缝开裂或未围焊等情况，应及时补焊；螺栓松动应紧固；螺杆腐蚀严重者应立即更换；无缝钢管塔柱内有积水可在底端打孔将水放净，放水孔直径应不影响塔柱结构强度，并应检查判定积水原因，及时排除。补焊或打孔排水后，应进行局部的防腐处理。

5.2.2 塔身主体结构、塔身连接螺栓及拉绳等受腐蚀更换依据见表 11。

表 11 更换受腐蚀的塔桅结构、连接螺栓和拉绳的标准

序号	腐蚀程度和更换判定
1	塔身主柱腐蚀点深度达主柱直径的 1/5 时应更换
2	连接螺栓、花篮螺丝、绳夹腐蚀点深度达螺杆直径的 1/5 时应更换
3	桅杆拉绳(钢丝绳)锈蚀点较普遍或生黑锈脱皮在一个捻距内达表面积的 40%时应更换
4	桅杆拉绳绝缘架螺杆锈蚀深度达其直径的 1/5 时应更换
5	桅杆拉绳在一个捻距内断丝达总数的 5%或断一股者须立即更换；拉绳有打火痕迹并断丝达 3 丝~7 丝者须加固处理
6	用钢绞线做桅杆拉绳时，发现有断丝或表面生黑锈时要及时更换

5.3 塔桅基础和地锚的维护要求

5.3.1 新建的塔桅基础，在建成或投产运行的三年之内应定期检查有无裂缝，测量有无下沉或倾斜等情况。

5.3.2 各种地锚每 5 年~10 年进行一次抽样检查，抽样率不得少于总量的 10%，必要时进行全面检查。

5.3.3 发现地锚杆锈蚀，应彻底除锈并刷沥青、包裹麻布片或塑料薄膜。地锚杆表面锈蚀达 40%或某锈蚀点深度为原直径的 1/5 以上，应进行更换。

5.4 钢塔、桅杆的维护要求

5.4.1 更新钢塔及桅杆位移误差允许值见表 12。

表 12 更换钢塔及桅杆位移误差允许值

序号	更新内容	允许误差
1	钢塔、桅杆	$\pm 3\text{cm}$
2	天线支撑用水泥杆更换新水泥杆时	$\pm 3\text{cm}$
3	阻抗变换线及天线调配线用杆更新时横向位移	$\pm 5\text{cm}$
4	更换馈线杆时横向位移	$\pm 5\text{cm}$

5.4.2 塔架、桅杆涂漆的维护要求见附录 C。

5.4.3 更换桅杆底座绝缘子的程序及要求见附录 D。

5.5 天线幕的维护项目

5.5.1 校正天线大吊线和天线幕八字线，使其达到设计图纸的要求。使用 15 年以上的天线幕可适当降低张力，但应保持在原设计值 80% 的范围内。

5.5.2 查看天线幕上绝缘子的洁净度，检查天线单元振子线连接处及分馈线，有损坏的及时更换并做好记录。

5.5.3 检查和更换鱼骨形天线的耦合元件。

5.5.4 检查天线幕上的所有钢构件有无锈蚀、松动及打火痕迹等，需涂漆防腐的应涂漆防腐。

5.5.5 检查天线幕的尾绳、八字线等部分有无断丝或锈蚀，不符合要求的应更换；检查调整天线幕用的花篮螺丝有无锈蚀，不符合要求的应更换。

5.5.6 在没有设计图纸资料的情况下大修天线幕，应当以合格的同类天线幕的垂度及张力作参考进行调整。

5.5.7 校正天线幕时，天线幕的中心位移允许误差应在 $\pm 20\text{mm}$ 以内。

5.5.8 在调整没有吊线的同相水平天线幕时应慎重，不宜调得过紧，须参考设计要求调整。

5.5.9 天线幕更新的技术要求见附录 E。

5.5.10 施工用钢丝绳安全系数见附录 F。

5.6 馈线的维护项目

5.6.1 多线式非对称馈电线的内环与外环应同心，保持内环与外环之间的几何距离，其垂度应符合设计要求。

5.6.2 做馈线之前，必须把线材调直，制作时一般应按原几何形状加工成型。

5.6.3 两根跳引线的长度应相等，绑扎松紧应适度，受力应均匀，做到加电不打火，风吹不翻转。跳引线之间的距离应符合设计要求，跳引线距支持物的距离不得小于 300mm。

5.6.4 制作馈电线时，必须保证原设计尺寸不变，绑扎点应锡焊，各支撑要绑牢并锡焊。

5.6.5 馈电线终端收口、跳引线及铜支撑、钢支撑等的绑扎头都要锡焊，以保证接触良好、牢靠、不变形。

5.6.6 多线式对称馈线的导线应受力均匀、长短一致，线上的铜支撑、钢支撑、瓷支撑都应做到平、直、对齐。

5.6.7 馈线导线搭接时，其接头要求见表 13。

表 13 馈线导线搭接要求

序号	导线直径 (mm)	绑线直径 (mm)	绑扎长度 (mm)	处 置
1	1.6	自身绑扎	20	擦净锡焊
2	2.0	自身绑扎	20	擦净锡焊
3	3.0	1.6	50	擦净锡焊
4	4.0	2.0	70	擦净锡焊
5	5.0	2.0	80	擦净锡焊
6	6.0	2.0	100	擦净锡焊

5.6.8 用 2500V 摇表摇测馈线用绝缘子的阻值应不小于 400M，并要求保持绝缘子表面清洁。

5.7 水泥杆的维护要求

5.7.1 凡高度在 15m 以上的水泥杆，其垂直度偏差不得大于被测高度的 1/750；局部弯曲不得大于被测长度的 1/750。凡高度在 15m 以下的水泥杆，其垂直度偏差不得大于被测高度的 1/750，不允许出现局部弯曲。

5.7.2 检查水泥杆的结构时，如有混凝土表面裂开或大面积剥离，应及时更换。

5.7.3 馈线水泥杆的埋深应符合设计要求。一般杆高 5m 的水泥杆埋深不低于 1.2m；杆高 7m 的水泥杆埋深不低于 1.4m；杆高 9m 的水泥杆埋深不低于 1.5m。

5.7.4 馈线终端杆和转角杆均应加拉绳或支撑。

5.7.5 在地下水位较高、地质条件较差的场地内更换无底盘馈线水泥杆，应加混凝土托盘。

6 中、短波天馈线系统的日常维护项目及周期

6.1 日常维护项目

6.1.1 清洁、检查所有天馈线绝缘子并摇测绝缘子的电阻值，调整馈线松紧度。

6.1.2 维修馈线钢制件，清洁并重新涂漆或涂黄油。

6.1.3 清洁、维护、检修所有天线场地的偏、反向开关的绝缘、刀闸、半角轮、插杆、接点，转动部分应上润滑油。

6.1.4 维护、检修地锚拉杆、花篮螺丝、U形环、绳夹等构件并做防锈处理。

6.1.5 定期测试中波天线地网的接地电阻，维修地网和天馈线用接地线，接地线应完整无缺，地网完好率应在 90%以上。

6.1.6 检查桅杆底座绝缘子、馈线窗口接头、调配室内部元件。

6.1.7 测量并调整馈线的行波系数，测量天线不平衡系数、波角差，测量馈线效率。

6.1.8 测量短波天线支持物基础的相对下沉量。

6.1.9 测量定向天线的前后比，测绘天线水平面方向图。

6.1.10 巡视天馈线，巡视天线调配元件，夜间巡视设备打火情况，白天巡视天线场区，制止妨碍或危及天线设备安全的施工和操作。

6.1.11 测量菱形天线、鱼骨形天线的吸收电阻并保证电阻值符合设计要求。

6.1.12 清理馈线路由左右 2 米以内的树枝杂草，馈线下方不得种植高于 0.8 米的农作物或堆积其他杂

物。

6.1.13 机房馈线窗口、场地开关应保持明显的天线标号和方向标示。

6.1.14 中波传输线为同轴电缆时，其维护要求为：

a) 在使用频段内，同轴电缆的驻波比 $S < 1.1$ ；

b) 对地绝缘电阻 $R > 500M$ ；

c) 每年应至少测试一次同轴电缆的对地绝缘和驻波比，同时检查电缆的密封状况和固定卡子的可靠性；

d) 若绝缘电阻值降低，则要采取排潮措施，以提高电阻值，同时要做好电缆的密封。

6.2 中波天馈线系统的周期性维护

6.2.1 中波天馈线周检项目及表 14。

表 14 中波天馈线周检项目及表 14。

序号	项 目	内 容 及 要 求
1	巡视地网	有断线处及时修复，接头处必须锡焊
2	检查馈电窗口软接头、与铁塔连接的馈管、塔底放电球	如有松动、放电痕迹等异态及时处理
3	检查调配室调配元件、屏蔽层、各接点、电容片、线圈、绝缘子等	检查清洁
4	检查钢塔底座绝缘子	检查有无裂纹、放电、漏油等现象
5	巡视馈线路由（有夜间播音的增加夜间巡视）	检查有无断线、碰线、接地线情况，跳线的两端有无异常

6.2.2 中波天馈线月检项目及表 15。

表 15 中波天馈线月检项目及表 15。

序号	项 目	内 容 及 要 求
1	塔桅底座绝缘子	清洁
2	检查场地开关	清洁绝缘子、检查高频接点、转动部分上油
3	塔桅结构	清理附着物

6.2.3 中波天馈线年检项目及表 16。

表 16 中波天馈线年检项目及表 16。

序号	项 目	内 容 及 要 求
1	测量馈线对地绝缘	200M 以上
2	测量定向天线前后比	参照表 2 要求
3	调整馈线垂度	1%左右（冬天），3%左右（夏天）
4	拉线花篮螺丝保养	黄油封涂麻布包扎

表 16 中波天馈线年检项目及要 求 (完)

序号	项 目	内 容 及 要 求
5	雷雨季前检查避雷系统	测量接地电阻应小于 4
6	测量行波系数	按表 1 执行
7	检查拉绳初拉力值	参照 5.1.4 款
8	观测塔桅垂直度的变化	参照表 9 要求， 灾害性天气过后要立即进行调测
9	检查塔基础的接地铜皮	检查有无损坏或与地网脱焊现象

注：灾害性天气是指 6 级以上地震、8 级以上大风、严重裹冰、沙尘暴等。

6.2.4 中波天馈线大修项目及要 求见表 17。

表 17 中波天馈线大修项目及要 求

序号	项 目	内 容 及 要 求
1	校验桅杆拉线的初拉力	初拉力应满足设计值
2	全面检查塔桅结构	开焊、断裂、连接螺栓松动情况
3	塔桅拉线及绝缘架检查	参考表 11 和附录 C 的内容
4	馈线系统大修	参考表 22 有关内容
5	抽查地锚	按照 5.3.3 执行

注：上述内容的检查周期可参考表 8 的规定。

6.2.5 对于新建的钢塔基础，在运行后的三年之内，每年应测量一次下沉量，并做好记录。

6.3 短波天馈线系统的维护及周期

6.3.1 每日应对天线场区进行巡视，有夜间播音的天线，每周至少用两个夜晚进行夜巡，观察天馈线系统有无打火现象。

6.3.2 短波天馈线周检项目及要 求见表 18。

表 18 短波天馈线周检项目及要 求

序号	项 目	内 容 及 要 求
1	巡察天线幕的绝缘子	有无断裂
2	巡察天线幕的振子线	有无断线
3	巡察天线幕的反射网	有无断线
4	巡察天线幕的下引线	有无断线、碰线
5	巡察馈线跳线	有无断线、碰线

6.3.3 每次换频后，应测量行波系数。

6.3.4 短波天馈线月检项目内容及要 求见表 19。

表 19 短波天馈线月检项目内容及要求

月 检 项 目	内 容	内容及要求
检查场地开关	转动部分是否灵活	应灵活,对接点进行清洁
	偏转角度是否正确	应正确,对转动部分上油
	各触点有无打火痕迹	清洁打火痕迹
	有无漏雨痕迹	清洁雨痕,堵住漏雨处

6.3.5 短波天馈线季检项目及要求见表 20。

表 20 短波天馈线季检项目及要求

序号	项 目	内 容 及 要 求
1	检查金属支撑点,跳引线接点有无打火痕迹	查找打火原因,清理打火痕迹,清除打火故障
2	检查天馈线上的绝缘子有无打火、爬电现象	查找原因并予以处理
3	清除天馈线下方的杂草和树枝	保证安全距离

6.3.6 短波天馈线年检项目及要求见表 21。

表 21 短波天馈线年检项目及要求

序号	项 目	内 容 及 要 求
1	检测天线系统的不平衡系数	小于 15%
2	测量馈线传输效率	大于 80%
3	测量天馈线系统绝缘电阻	发射天线 200M ,收音天线 20M

6.3.7 两年测量一次鱼骨形天线耦合电阻。

6.3.8 短波天馈线大修项目及要求见表 22。

表 22 短波天馈线大修项目及要求

序号	项 目	内 容 及 要 求
1	全面检查天线幕	1. 天线幕绝缘子的检查及大修。2. 天线幕馈电点检查。3. 天线振子连接点检查。4. 天线振子尾绳及八字线检查。5. 天线下引线检查。6. 钢构件刷漆防腐。
2	全面检查天线支撑物	1. 测量塔桅的垂直度,对拉线花篮螺丝进行涂油保护。2. 检查塔桅结构并刷漆防腐。3. 抽查拉线地锚杆,如发现锈蚀严重要全面检查,对锈蚀度达地锚杆直径的 1/20 以上的,要立即更换,其它的地锚杆要进行防腐处理。4. 对钢塔拉线进行检查,钢丝绳拉线在一个捻距内断丝达总丝数的 5%或断股时,必需立即更换,钢绞线拉线发现黑锈或断丝时要及时更换。

6.4 短波天馈线大修周期参考表 8 的内容。

6.5 天线系统经常出现的故障现象、原因和处理办法见附录 H。

附录 A
(标准的附录)
天馈线系统参数及桅杆垂直度的测量方法

A1 天馈线系统参数的测量方法

A1.1 接地电阻的测量(见图 A1)

用接地电阻测量仪，一端接被测物体，另一端接地，要求被测物体与接地点相距 20m 左右。

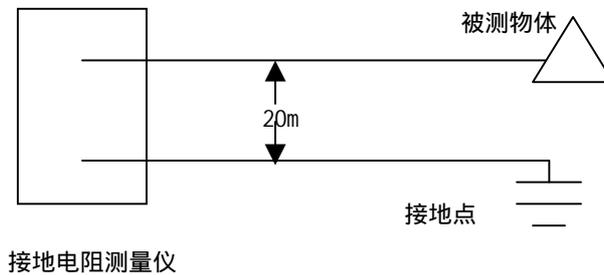


图 A1 接地电阻测量图

A1.2 不平衡系数的测量

使用四分之一波长测量回线接热偶表的测量方法：将测量回线一个钩子空着，另一个钩子挂同电位一侧的线上，沿线滑移，测量出电位最大值 V_1 ，记下 V_1 在线上的位置。在此位置上，移去钩子，挂在异电位一侧的线上，测出电位 V_2 ，则不平衡系数 为：

$$= \left| \frac{V_1 - V_2}{V_1 + V_2} \right| \times 100\%$$

A1.3 波角差的测量

使用四分之一波长测量回线接热偶表的测量方法：用单钩(另一钩悬空)挂在馈线同电位一侧的线上，从天线端向机房方向滑移，记下热偶表最大值的相应位置；用同样方法在异电位一侧的线上记下热偶表最大值的相应位置。量出这两个位置之间的距离 L ，则波角差 为：

$$= \frac{360^\circ}{L}$$

式中： L 的单位为米；波长 的单位为米。

A1.4 前后比的测量

在被测天线的发射前方 (0° 方向) 和后方 (180° 方向) 距离天线几何中心等长 (L) 的两点上，用场强仪分别测量出这两点的场强 E ，则前后比为：

$$= \frac{E_{0^\circ}}{E_{180^\circ}}$$

注：中波天线 L 应大于 1000m；短波天线 L 应为 5 ~ 10 。

A1.5 馈线传输效率的测量

使用四分之一波长测量回线接热偶表的测量方法：在发射机射频出口和天线终端的馈线上同时测量出电压最大值(波腹)及最小值(波节)，其传输效率为：

$$= \frac{U_{2\max} \cdot U_{2\min}}{U_{1\max} \cdot U_{1\min}} \times 100\%$$

式中：U1、U2 分别是馈线始端与终端的电压。

A1.6 天馈线系统行波系数的测量

A1.6.1 平衡式架空明线馈线行波系数的测量

使用四分之一波长测量回线接热偶表的测量方法：用金属钩子在最靠近天线一端的馈线上向机房方向滑动的过程中，从热偶表上可读出电压的最大值和最小值。电压最小值与最大值之比即为该天馈线系统在此工作频率上的行波系数。

$$K = \frac{U_{\min}}{U_{\max}}$$

A1.6.2 中波馈线(多线式非对称馈电)行波系数的测量

高压实验棒钩子接两只串联的 4pF 云母电容，通过射频同轴电缆 75 - 5(编织网悬空)接至毫伏表。钩子挂在馈线芯线上，沿线滑移，在毫伏表上显示出最小读数和最大读数。其最小读数与最大读数之比即为该天馈线系统在此工作频率上的行波系数(公式同上)。

注：

- 1 当发射机工作波长较长，波节点电压读数变化缓慢，不宜确定电压波节点位置时，可以在比波节点读数稍大一点的前、后馈线上记下两个位置，取这两个位置的中心就是电压波节点的真正位置。
- 2 以上介绍的测量方法是传统的测量方法之一，仅供参考，希望有网络分析仪的单位使用仪器测量。

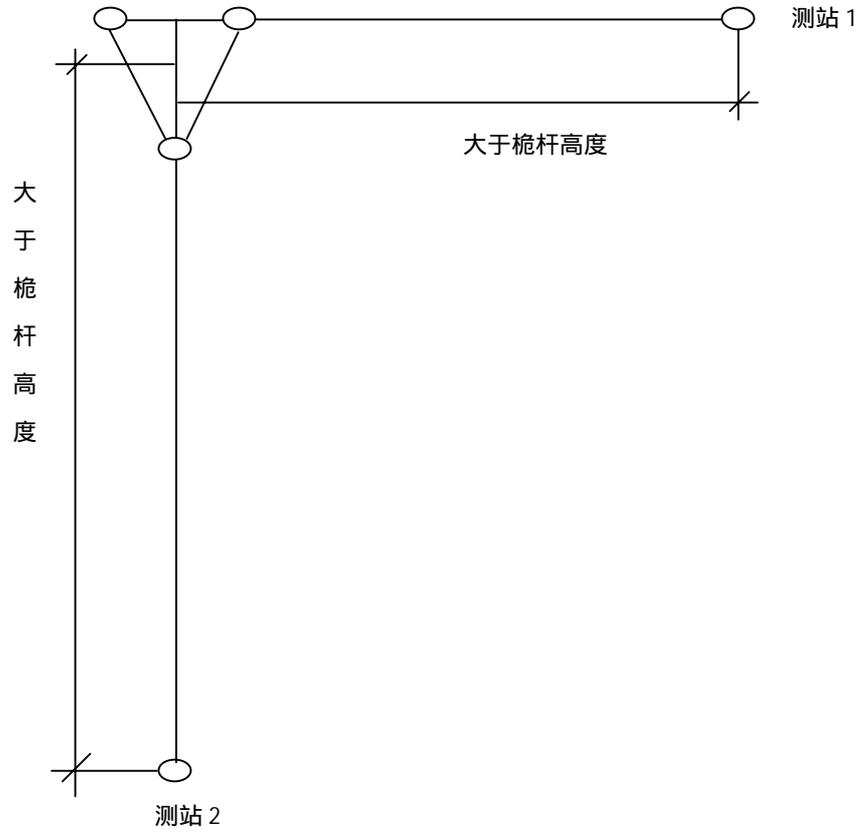
A2 桅杆垂直度的测量

A2.1 测量的位置

拉绳节点、上下两相邻拉绳节点之间、桅杆顶部。

A2.2 测量方法

用两台经纬仪在互相垂直的方向进行测量，由底节塔柱一直向上观测其轴线变化情况，如图 A2 所示：



注：如没有两台经纬仪时，可用一台经纬仪先后在杆测站 1、测站 2 测。

图 A2 桅杆垂直度测量示意图

附录 B
(标准的附录)
桅杆拉绳制作要求

B1 用钢丝绳制作拉绳时,应将钢丝绳进行预拉、理顺后再下料,其拉绳尾端的下料长度应根据地形标高实测的结果调整。

B2 拉绳尾端经套环回头卡结时,必须将绳夹的压板卡紧主绳(长绳),将U形卡的半圆部分向上卡紧短绳头。

B3 拉绳绳套应做成恰能装进蛋形绝缘子,绳套过大致使蛋形绝缘子掉落,视为不合格。

B4 为防止拉绳绳夹卡紧时钢丝受力变形,绳夹应进行两次拧紧。

B5 拉绳绳夹螺纹必须完好无损,有脱扣、滑扣、裂纹者不能使用,绳夹的使用数量和间距应按设计要求,设计图纸没有说明的应符合表 B1 的规定。

表 B1 绳夹的使用数量和间距

钢丝绳直径(mm)	<7	<13	16	18	20	22	24	26	30	32< <38
绳夹数目(个)	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5
绳夹间距(mm)	100	120	150	150	150	150	150	180	200	250

B6 拉绳采用编插方法时,编插长度应大于钢丝绳直径的 20 倍,每一股编插四次以上。

B7 编插钢丝绳时不得损坏中间的麻绳芯子,编插的走向必须朝着钢丝绳的捻向编插(即顺插)。

B8 用纲绞线制作拉绳时,采用绑扎方法,绑扎铁丝直径和绑扎长度可参考表 B2 所提供的数据或按设计要求。

表 B2 绑扎铁丝直径和绑扎长度

序号	纲绞线直径(mm)	绑扎铁丝直径(mm)	绑扎长度(mm)	第一次回头(mm)
1	6.6	2.0	250	170
2	7.8	2.6	300	200
3	9.0	3.0	350	230
4	10.5	4.0	400	270

B9 纲绞线拉绳绳套要求弯曲度大小合适,以夹不碎绝缘子又使绝缘子不脱落而且平直端正为准。

B10 绑扎绳套回头时,要求绑扎线基本平整、圈与圈之间在同一面上,超过绑线半径的缝隙不得多于两处。

B11 绑扎拉线时,其折回头长度应为 20mm,并要求将回头剪齐打倒摆平。要求绑扎的终端交叉拧紧摆直,交叉次数不得少于三次。

B12 纲绞线绑扎头长度的允许误差为 $\pm 5\text{mm}$ 。

B13 编插绳套,在起头时要使绳股排列平顺,插出的绳套不要过紧而拧劲,也不应松散而破劲,剩余的散股要从根部剪掉并砸平整。

- B14 用于卡钢丝绳、钢绞线尾端的绳夹规格应和钢丝绳、钢绞线的直径相互配套。
- B15 拉绳做回头时，除需要安装绝缘子的绳套外，其他绳套内均应衬套环，以免磨损钢丝绳。
- B16 提倡采用金属套管压接工艺，详见 GB 6946 的有关规定。

附录 C

(标准的附录)

塔架、桅杆涂漆的维护要求

- C1 改建或扩建的塔架、桅杆及其零、部件，均应采用热镀锌或热喷涂，并在架设之前完成镀涂工序。
- C2 在已建的塔架、桅杆上涂漆前，应将塔架、桅杆表面的油污、锈皮、泥土和积水等清除干净，如表面出现锈蚀麻点时，必须先将锈蚀彻底除净，然后涂刷底漆，待其干燥后，方可涂刷面漆。对锈蚀严重的部位，要补一层防锈漆。面漆要涂抹均匀，漆层不能太厚。
- C3 涂漆应在环境温度为 5 ~ 35 范围内，相对湿度不大于 80%的条件下进行。严禁在雨、雾天气或塔架桅杆表面有霜、露时涂漆。
- C4 对有旧漆的塔架、桅杆进行涂漆防腐时，涂漆厚度以全面覆盖原漆为准，要求漆面均匀完整，无漏涂之处。如维护周期得当，一般只需涂一遍面漆，但若维护周期过长，视情况可涂两遍，两遍漆的间隔时间不得少于 48 小时。
- C5 油漆颜色应符合 GB 6527 的相关规定，即黑黄相间或红白相间。
- C6 调漆时要稀稠适度，太稀则附着性差，太稠则漆层过厚，易爆皮脱落。稀释油漆时，严禁使用非标准稀释剂调漆。
- C7 为了有效地防腐蚀，在涂漆时，应根据大气环境选择相适应的涂料，底漆和面漆的化学成份必须配套。
- C8 雨、雾天，铁塔表面有冰霜、露或预测 8 小时内有降雨可能时，不要进行涂漆维护。
- C9 涂漆时应用刷子涂抹，不得用其它工具代替（采用喷涂方式除外），对特殊复杂的部位可用干净的布细心多次涂抹。

附录 D
(标准的附录)
更换桅杆底座绝缘子的程序及要求

- D1 在更换前,新底座绝缘子应具有机械耐压和电气性能试验数据证明书,试验数据不得低于设计所规定的数值。
- D2 在更换底座绝缘子之前,应首先对新绝缘子做如下三项试验,合格之后,才能更换。
- a) 用 2500V 摇表摇测一分钟,其阻值需在 1000M 以上;
 - b) 进行泄漏试验。加 45kV 电压持续五分钟,泄漏电流不得大于 200 μ A;
 - c) 做电气耐压试验。试验电压数值应是该产品规定值。
- D3 新绝缘子在更换前,应做严格的外观检查,该绝缘子应无损伤、无裂纹,并要求绝缘子内、外壁清洁,万向顶上涂有足够的凡士林油。
- D4 更换底座绝缘子时,必须使用专用的顶塔设备,要使用机械千斤顶。
- D5 更换底座绝缘子时,天气必须晴好,风力在 4 级以下。
- D6 更换桅杆底座绝缘子时,应按下列程序进行:
- a) 检查专用的顶塔设备和工具,确认安全、可靠后,才能使用;
 - b) 在离桅杆底部 3m ~ 4m 高的地方安装一层临时拉线。临时拉线钢丝绳直径不得小于第一层永久拉线钢丝绳的直径。临时拉线地锚距离基础约 5m ~ 6m;
 - c) 将桅杆顶起 10mm ~ 20mm,并观察 5 分钟 ~ 10 分钟,证实无异常现象后,方可进行更换底座绝缘子的工作;
 - d) 将桅杆顶起后,用顶塔设备代替底座绝缘子,顶起的桅杆中心位移不得大于 2 mm,新换底座绝缘子的中心位移也不得大于 2mm;
 - e) 对新换的底座绝缘子应进行承载能力的考验,一般不得少于 30 分钟,然后再拆掉顶塔设备;
 - f) 按设计要求校正桅杆的垂直度,并调整拉线钢丝绳的初拉力。

附录 E
(标准的附录)
天线幕更新的技术要求

- E1 在安装天线幕之前,应将桅杆稍微向天线幕拉力的反方向倾斜,天线幕安装好之后,在天线幕的拉力作用下,会使桅杆的垂直度趋于合格。
- E2 天线幕在安装前,应对其所有节点、绝缘子、钢构件、每个单元振子线等进行仔细地检查,破损部件应及时更换。
- E3 天线幕安装完毕,对桅杆的垂直度再进行一次检查调整,使其完全符合设计要求。
- E4 天线幕所用单元振子可以预制,其具体要求:
- a) 预制振子之前,必须用直线器将铜线(双金属线)调直,以保证预制振子的铜线平直舒展;
 - b) 预制单元振子时,必须在场地地面上按设计要求用紧线器将铜线预拉、调直后,再用钢尺量尺寸制作;
 - c) 做单元振子时,绑扎的线头必须先擦净氧化层,再绑扎锡焊,以保证接触良好和不变形;
 - d) 由两根以上的铜线组成的单元振子,要求每根铜线的受力均匀,表皮无硬伤;
 - e) 在绑接固定单元振子的振子环时,应加衬线。
- E5 振子绑扎可采用合金套筒压接工艺代替铜绑线,参考 GB 6946 的有关规定。
- E6 天线单元振子制作允许误差不得大于振子总长度的 1/1000。
- E7 天线单元振子的绑扎应按设计图的要求操作,凡无设计图的天线单元振子制作要求的参考表 E1。

表 E1 用双金属线做天线单元振子的制作要求

序号	根数	铜线直径(mm)	铜绑线直径(mm)	绑扎长度(mm)	处 置
1	2	3.0	1.2	40 ~ 50	锡焊
2	2	4.0	1.6	50 ~ 60	锡焊
3	2	5.0	2.0	60 ~ 70	锡焊
4	2	6.0	2.0	70 ~ 80	锡焊
5	3	5.0	2.0	70 ~ 80	锡焊
6	3	6.0	2.0	80 ~ 100	锡焊
7	4	5.0	2.0	100 ~ 110	锡焊
8	4	6.0	2.0	110 ~ 120	锡焊
9	6	5.0	2.0	120 ~ 130	锡焊
10	6	6.0	2.0	130 ~ 140	锡焊
11	8	6.0	2.0	140 ~ 150	锡焊
12	12	6.0	2.0	150 ~ 160	锡焊

- E8 天线用阻抗变换线的长度和线间距离应符合设计要求。
- E9 菱形天线、鱼骨形天线、长波天线等的吸收电阻阻值应符合要求,其接地电阻阻值应不大于 10 。

- E10 鱼骨形天线的耦合元件应符合设计要求，发现变质或损坏者应及时更换。
- E11 天线引下线应以线间不相碰、保持所要求的形状和距离，并保证振子馈电相位正确为准。

附录 F
(标准的附录)
施工用钢丝绳安全系数

F1 施工用钢丝绳安全系数应符合表 F1 的规定。

表 F1 施工用钢丝绳安全系数

序号	用 途	安 全 系 数 (倍)
1	临时拉绳	2.5
2	手动卷扬机	4
3	绞磨	4
4	电动卷扬机(轻型)	5
5	电动卷扬机(中型)	5.5
6	电动卷扬机(重型)	6
7	带子绳	10
8	乘人	10 以上

F2 施工中钢丝绳的实际工作拉力决不允许超过其允许拉力，钢丝绳的允许拉力可按下式计算：

$$= \frac{S_b}{m}$$

式中： S_b 为钢丝绳允许拉力，单位：千牛；

S_b 为钢丝绳的破断拉力，单位：千牛；

m 为安全系数，按表 F1 的规定。

F3 钢丝绳破断拉力 S_b

$$1 \times 7 \quad S_b = 1470N/mm^2 \quad S_b \approx 82d^2$$

$$6 \times 37 \quad S_b = 1550N/mm^2 \quad S_b \approx 40d^2$$

$$4 \times 19 \quad S_b = 1550N/mm^2 \quad S_b \approx 60d^2$$

上式中 d 为钢丝绳的直径，单位：毫米。

附录 G
(标准的附录)
专用术语

G1 行波系数

在馈线上一个工作波长的距离内，电流（或电压）最小值与电流（或电压）最大值之比即为行波系数，它的倒数即驻波比。

G2 不平衡系数

是反映采用平衡馈电方式传输的馈线上的电流（或电压）相位超前（或滞后）情况的参数。

G3 天馈线效率

是馈线终端电流（或电压）最大值和最小值的乘积与馈线始端电流（或电压）最大值和最小值的乘积之比。它反映了馈线的损耗情况。

G4 塔桅垂直度

是塔桅顶端偏离塔桅中心轴线的距离与塔桅高度之比，反映了塔桅偏离轴线的情况，其公式为：

$$\text{塔桅的不垂直度} = \frac{\text{塔桅顶端偏离塔桅中心轴线的距离}}{\text{塔桅的高度}}$$

G5 塔桅的局部弯曲度

是被测塔桅柱偏离塔柱轴线的距离与被测塔柱长度之比，其公式为：

$$\text{局部弯曲度} = \frac{\text{被测塔柱偏离轴线的距离}}{\text{被测塔柱长度}}$$

附录 H
(提示的附录)
天馈线系统经常出现的故障现象、原因和处理办法

H1 中波天馈线系统故障现象、原因和处理办法

见表 H1。

表 H1 中波天馈线系统故障现象、原因和处理办法

序号	故障现象	原因	处理办法
1	馈线某部位经常打火	馈线垂度过大、内外芯线不好	调整垂度、换线
		有杂物在内外导线上	去掉杂物
		绝缘子不清洁	清洁绝缘子
2	馈线杆倾斜	杆基下沉	扶正杆位、夯实杆基
		拉线卡箍下滑	将卡箍复位、卡紧、调紧拉线
		拉线被外力碰撞	加强巡视、杜绝损伤
3	调配室窗口玻璃破碎	馈线软接点太紧	更换软接头
		穿墙绝缘子耐压不够	清洁或更换穿墙绝缘子
4	底座绝缘子开裂	底座不平	换新底座时垫平
		绝缘子表面不清洁	定期清洁绝缘子
		绝缘子质量问题	更新前进行耐压试验
5	拉绳放电不畅	电阻失效	更新电阻
		放电间隙太大	调整放电伞间隙
6	桅杆拉线某一条突然变松	地锚杆断裂	检查地锚
		蛋形绝缘损坏	更换并检查原因
7	筒形绝缘子破裂	拉绳架组装不好, 受力不均	调整拉绳架
		放电不畅	调整放电伞间隙
		丝绕电阻失效	更换丝绕电阻
		质量问题	更换前加强检查
8	行波系数突变	调配元件被烧毁	检查并更换
9	天线效率突然降低	地网断线	检查地网线并加以修复

H2 短波天馈线系统常见故障现象、原因和处理办法

见表 H2。

表 H2 短波天馈线系统故障现象、原因和处理办法

序号	故障现象	原因	处理办法
1	天线幕或馈线打火	振子或下引线太松	调整天线幕垂度
		馈电点虚接	接好并焊牢
		绑头处松散	重新绑扎
		铁支撑生锈	更新铁支撑
		行波系数偏低	调整行波系数
		金属构件氧化严重	清除氧化层,必要时可采用跨接的方法
2	下引线或反射器 调配线打火	因局部高电压引起, 主要是行波不好	在打火部位绑一段长 2m 左右同等直径的导线
			检查行波系数,分析高电位原因
			重新调整反射器
3	反射网打火	接头处虚接	重新接好
		频率不合适	建议换频
4	天线幕哑铃 绝缘子断裂	绝缘子不清洁	清洁绝缘子
		拉力太大	调整张力
5	馈线杆倾斜	杆基下沉	扶正杆位、夯实杆基
		拉绳卡箍下滑	将卡箍复位、卡紧、调紧拉绳
		拉绳被外力碰撞	加强巡视杜绝损伤
6	天线幕支撑调整困难	天线幕与地面连接点未打开	打开所有连接点,去掉垂锤
		拉绳角度不对	可加临时曳线辅助调整

中 华 人 民 共 和 国
广 播 电 影 电 视 行 业 标 准
中、短波天馈线运行维护规程

GY/T 178—2001

*

国家广播电影电视总局标准化规划研究所出版发行

责任编辑：王佳梅

查询网址：www.chinasarft.gov.cn

北京复兴门外大街二号

联系电话：(010) 86093424 86092645

邮政编码：100866

版权专有 不得翻印

定价 20.00 元