

GY

中华人民共和国广播电视和网络视听行业标准

GY/T 328—2020

广播电视钢塔桅运行维护技术规范

Technical specification for operation and maintenance of radio and TV
steel tower and mast

2020 - XX - XX 发布

2020 - XX - XX 实施

国家广播电视总局

发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	3
5 日常巡检维护	4
5.1 地基基础	5
5.2 上部结构	5
5.3 围护系统	6
5.4 防雷接地	6
5.5 健康监测	7
6 检测评估	7
6.1 一般规定	7
6.2 地基基础检测	8
6.3 上部结构检测	8
6.4 围护系统检测	10
6.5 防雷接地检测	10
6.6 安全评估	11
7 专业维护	11
7.1 一般规定	11
7.2 地基基础	11
7.3 上部结构	12
7.4 围护系统	13
7.5 防雷接地	14
8 加固改造	15
8.1 一般规定	15
8.2 材料	15
8.3 荷载与作用	15
8.4 结构分析的基本规定	15
8.5 加固的基本方法	16
9 验收	17
10 报废	17
附录 A（资料性附录） 日常巡检维护记录表	18

附录 B（规范性附录）	检测评估周期和内容表.....	22
附录 C（规范性附录）	专业维护记录表.....	25
附录 E（资料性附录）	增大构件截面的主要形式.....	30
附录 F（资料性附录）	验收记录表.....	31

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由全国广播电影电视标准化技术委员会（SAC/TC 239）归口。

本标准起草单位：中广电广播电影电视设计研究院、国家广播电视总局无线电台管理局、国家广播电视总局监管中心、中广建（北京）塔桅安全科技有限公司、同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司、浙江广播电视集团、广西广播电视技术中心、新疆维吾尔自治区广播电视局、江苏省广播电视局、辽宁省新闻出版广播影视发展研究中心、内蒙古广播电视局、深圳市广播电视传输中心、北京北广科技股份有限公司、新郑市宏达通讯器材厂、青岛中天斯壮科技有限公司、河北智恒达塔业有限公司、上海瑞来柏结构设计事务所、青岛东方铁塔股份有限公司、江苏国华管塔制造有限公司。

本标准主要起草人：夏大桥、覃晓志、陈宇昕、顾红洲、葛朝清、王方林、王洪儒、王谦、左林生、田曙光、刘奎富、关兴远、吴俊、谷海峰、张广利、张阳、郑朝辉、赵海龙、徐涛、郭建新、郭录明、曹向东、梁峰、韩宝胜、韩勇、黑振友、谢为昌。

广播电视钢塔桅运行维护技术规范

1 范围

本标准规定了广播电视钢塔桅（简称“钢塔桅”）日常巡检维护、专业维护、加固改造以及运行管理要求。

本标准适用于广播电视钢塔桅的运行维护，其他钢塔桅可参照使用。

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 11345—2013 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定（ISO 17640:2010，MOD）
- GB 14907—2018 钢结构防火涂料
- GB/T 21431—2015 建筑物防雷装置检测技术规范
- GB/T 26952—2011 焊缝无损检测 焊缝磁粉检测 验收等级（ISO 23278:2006，MOD）
- GB 50017—2017 钢结构设计标准
- GB 50135—2019 高耸结构设计标准
- GB 50205—2001 钢结构工程施工质量验收规范
- GB 50207—2012 屋面工程质量验收规范
- GB 50208—2011 地下防水工程质量验收规范
- GB 50210—2018 建筑装饰装修工程质量验收标准
- GB 50367—2013 混凝土结构加固设计规范
- GB/T 50621—2010 钢结构现场检测技术标准
- GB 51203—2016 高耸结构工程施工质量验收规范
- GY/T 64 广播电视钢塔桅防腐蚀保护涂装
- GY/T 178—2001 中、短波天馈线运行维护规程
- GY/T 5034—2015 中、短波广播发射台设计规范
- GY 5062—1998 电视和调频广播发射（转播）台（站）设计规范
- GY 5077—2007 广播电视微波通信铁塔及桅杆质量验收规范
- GY/T 5089—2014 广播通信钢塔桅可靠性检测鉴定规范
- JGJ 8—2016 建筑变形测量规范
- JGJ 102—2003 玻璃幕墙工程技术规范
- JGJ 123—2012 既有建筑地基基础加固技术规范
- JGJ/T 139—2001 玻璃幕墙工程质量检验标准
- JGJ/T 324—2014 建筑幕墙工程检测方法标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钢塔桅 steel tower and mast

以钢结构为主要受力结构的自立塔及拉线塔（桅杆）及其基础。

3.2

拉线塔（桅杆） guyed steel tower (mast)

由立柱和拉线构成的高耸钢结构。

3.3

塔桅高度 height of tower and mast

钢塔桅结构塔脚底板底面至塔顶避雷针安装处顶面的垂直距离。

3.4

检测 check and measure

对已经建成交付使用的钢塔桅的主要技术要求（含指标其他）进行检查、测量。

3.5

维护 maintenance

对已经建成交付使用的钢塔桅结构进行检查，包括日常巡检维护、专业维护和加固改造。

3.6

维护管理单位 maintenance administrative unit

负责钢塔桅结构正常运行的主体单位。

3.7

维护单位 maintenance unit

具备相关资质，实施钢塔桅结构运行维护的主体单位。

3.8

日常巡检维护 routine inspect

维护人员对钢塔桅进行周期性例行的一般项目检查。

3.9

专业维护 professional maintenance

维护单位对钢塔桅结构中的不合格项目或问题进行专业处理。

3.10

垂直度偏差 verticality deviation

钢塔桅顶端偏离中心位置的距离/塔桅高度。

3.11

外挂物 external hangings

除天馈线外、悬挂于钢塔桅上的物件，如亮化装置、警告标识、广告牌等。

3.12

围护系统 space enclosing

非承重围护结构和建筑功能配件。

3.13

上部结构 super structure

上部受力结构及围护结构中主要受力构件及连接。

3.14

接闪器 lightning receptor

专门用来接收直接雷击（雷闪）的金属物体。

4 基本规定

4.1 钢塔桅结构经验收合格投入使用后，应按设计要求的功能使用，未经设计许可或技术评审，不得在钢塔桅结构上增挂天线及其他设施，不得改变钢塔桅的原设计功能。

4.2 钢塔桅结构的运行维护包括日常巡检维护、检测评估、专业维护和加固改造。

4.3 检测、安全评估与加固前应根据结构用途、结构设计使用年限、已使用年限，结合结构使用历史、现状及未来使用要求，综合分析确定检测、评定与加固的目标。

4.4 钢塔桅结构的日常巡检维护可由维护人员承担，主要是对钢塔桅结构进行例行的检查和维护。

4.5 钢塔桅结构在专业维护和加固改造前，应委托具备相应资质的单位对钢塔桅结构进行检测评估和加固改造设计。

4.6 高空作业者应持有相应专业资质证书，并在认可的范围内施工。

4.7 钢塔桅结构应按下列规定进行运行维护：

- a) 当出现气象风压达到设计风压 60%以上、地震烈度六度以上、雷暴雨、火灾等情况时，应增加一次日常巡检维护；
- b) 专业维护和加固改造前应对钢塔桅结构进行检测评估；
- c) 维护管理单位可根据钢塔桅所处的环境及已使用年限适当增加日常巡检维护频次，保证其安全运行；
- d) 日常巡检维护项目参见附录 A。

4.8 钢塔桅结构运行维护的安全防护要求：

- a) 维护单位应建立健全安全检查制度，对安全隐患采取纠正措施。
- b) 维护单位应根据不同场地条件、设备条件、维护人员、维护施工季节等编制针对性的安全技术措施。
- c) 维护单位应针对项目现场情况制定相应的应急预案，准备必要的应急器材，并进行必要的应急演练和培训。

- d) 维护单位应当对维护施工现场的安全技术资料建立档案,并由专人管理,安全技术资料应当真实,完整、齐全。
- e) 维护施工人员上塔作业前应佩戴安全帽及穿防滑鞋,系好安全带,并检查安全带及挂钩是否正常,经过安全人员检查确认后方可上塔作业。
- f) 白天气温 37℃~40℃上塔作业累计时间不得超过 3h,高于 40℃及以上时禁止上塔作业。
- g) 在下列环境、气候条件下不应上塔维护施工:
 - 1) 施工现场遇有较强的高频感应,未采取有效防护措施;
 - 2) 风力在五级以上(含五级);
 - 3) 雨雪天或场地附近有雷电;
 - 4) 塔上有结冰、结霜;
 - 5) 能见度差的时刻。
- h) 维护施工现场应根据塔型、地形和其他环境因素,确定和划分施工危险警戒区,并圈围,在维护施工场地受限的区域宜设置安全网或其他防落物的安全防护设施。
- i) 钢塔桅结构维护施工时严禁塔上作业人员在同一垂直面同时作业。若特殊情况需垂直作业时,应经安全负责人批准,并视情况在上下两层间设置专用的防护棚或者其他隔离设施。
- j) 在维护施工过程中维护单位应注意保护钢塔桅结构上的天线、馈线等所有广电设施的安全。如发生对广电设施造成损坏的情况,维护单位应及时向维护管理单位报告。

4.9 在日常巡检维护中发现钢塔桅结构存在安全隐患,且不能通过日常巡检维护予以消除,委托具备相应资质的检测机构按照附录 B 中要求对钢塔桅结构进行检测评估。

4.10 专业维护工作完成后,应按照附录 C 的工作内容进行检查,并填写表 C.1 或表 C.2。

4.11 钢塔桅运行维护应做好资料的归档,运行维护资料应完整、连续和准确,条件许可的情况下,建立包含健康监测在内的钢塔桅运行维护安全管理系统。

4.12 钢塔桅在下列情况下,宜进行长期健康监测工作:

- a) 存在较严重的质量缺陷或者出现较严重的腐蚀、损伤、变形时;
- b) 达到设计使用年限拟继续使用时;
- c) 遭受严重灾害或事故后,需要继续使用时;
- d) 所处的地质条件特殊时(如沉降区);
- e) 检查有安全隐患时;
- f) 修复加固工作完成后。

4.13 钢塔桅健康监测的对象可以是整个塔架,也可以是地基基础或者塔体等部分;监测项目可包括基础监测、连接螺栓监测、塔体监测;技术手段包括基础沉降位移监测、变形监测、应变监测、振动监测等。

4.14 钢塔桅在线监测实施方案、计划,应根据塔架的使用历史、使用现状和今后的维修使用计划,由委托方和实施方共同确定。

4.15 钢塔桅结构运行维护,除应符合本标准的规定外,还应符合 GB 51203—2016、和 GY 5077—2007 中的相关规定。

5 日常巡检维护

5.1 地基基础

5.1.1 钢塔桅结构的地基基础日常巡检维护，应包括如下内容：

- a) 检查地脚螺栓有无松动、缺失、外露丝扣少于 2 扣；螺母松动应紧固；发现螺母、垫片丢失的用同规格螺母、垫片补回并紧固；外露丝扣少于 2 扣的，委托专业维护单位进行修复。
- b) 检查二期混凝土浇筑是否良好，未浇筑或浇筑达不到设计要求的应委托专业维护单位处理，检查一次或修复良好后，留好记录，按照基础柱头进行巡检维护。
- c) 检查基础是否有下沉、拔起、滑移情况，如发现上述情况应委托检测评估单位进行安全评估。
- d) 检查钢塔桅结构周围的防护设施及边坡稳定情况，如发现防护设施边坡出现滑坡、崩塌、坍塌、错落、冲刷损伤等坡体失稳的现象，应及时委托检测评估单位进行安全评估，并委托专业维护单位进行修复。
- e) 检查钢塔桅结构塔脚周围土壤有无塌陷、凸起情况；发现地面塌陷、凸起情况的，如果基础无明显下沉、拔起、滑移情况的，可重新夯实回填土并重做地面，若基础有明显下沉、拔起、滑移情况，应委托检测评估单位进行安全评估。
- f) 检查钢塔桅结构基础周围是否有积水情况；如果发现积水情况，可通过修建排水沟、铺设散水面等措施减少积水现象的发生，如回填土标高不到位、下陷等情况，则需要填土夯实再做好散水措施；日常巡检维护单位发现较严重问题应上报维护主管单位去委托专业维护单位处理。
- g) 检查钢塔桅结构塔脚柱头等外露部分的混凝土结构是否有开裂现象，明显开裂的情况应及时委托专业维护单位进行修复。
- h) 检查法兰底盘与桩顶间泄水孔有无堵塞现象，对于泄水孔有堵塞的应及时疏通。

5.1.2 建于建筑物屋顶上的钢塔桅结构的基础日常巡检维护，应增加如下内容：

- a) 检查屋面拉线塔拉线锚固拉点是否牢固，有锚固点松脱情况发生的，应委托检测评估单位进行安全评估；检查拉线是否锈蚀、松弛，固定绳卡数量、间距及紧固情况等。如有问题应按相关要求进行处理。
- b) 检查钢塔桅结构所在位置的屋面梁或楼板是否有新增明显裂缝或楼板有新出现渗水现象，发生上述情况的，应委托检测评估单位进行安全评估，并委托专业维护单位进行修复。
- c) 检查塔脚柱头、反梁等外露部分的混凝土结构是否开裂或露筋，发生上述情况的，应委托检测评估单位进行安全评估，并委托专业维护单位进行修复。

5.1.3 钢塔桅结构地锚的日常巡检维护，应包括如下内容：

- a) 检查拉线塔地锚基础与周围土体是否有间隙，间隙小于 10mm 时可对周围土体重新夯实，大于 10mm 时应委托检测评估单位进行安全评估；
- b) 检查露出地面的地锚杆是否锈蚀，锈蚀面积达到 40% 以上或锈蚀点深度达到地锚杆直径 1/5 以上的，应委托专业维护单位及时更换。

5.2 上部结构

5.2.1 钢塔桅上部结构日常巡检维护，应包括如下内容：

- a) 定期检测整体倾斜，若倾斜超过 GY 5077—2007 中表 10.5.4 所规定的允许偏差范围时，应委托检测评估单位进行安全评估，并委托专业维护单位进行修复；
- b) 检查构件是否有开裂或明显弯曲、扭曲变形、缺失情况，发生上述情况的，应及时委托检测评估单位进行安全评估，并委托专业维护单位进行修复；
- c) 检查构件的连接焊缝有无开裂情况，发生上述情况的，应委托检测评估单位进行安全评估，并委托专业维护单位进行修复；

- d) 检查构件螺栓、螺母有无外露丝扣少于 2 扣、断裂、锈蚀、变形、丢失情况，发现螺栓、螺母丢失的，及时补回并紧固，外露丝扣少于 2 扣、断裂、锈蚀、变形的螺栓应委托专业维护单位进行修复或更换；
- e) 检查构件是否锈蚀，构件轻微锈蚀应进行修补，若构件发生严重锈蚀或锈蚀面积较大时，应委托专业维护单位进行修复或更换；
- f) 定期检测钢塔桅结构上是否有覆冰现象发生，覆冰厚度超过 GB 50135—2019 中 50 年一遇的最大覆冰厚度时，应委托专业维护单位进行处理。

5.2.2 拉线及附件日常巡检维护，应包括如下内容：

- a) 检查拉线（钢丝绳）锈蚀情况；
- b) 检查拉线受力是否正常，有无松弛，初应力是否满足设计要求，各方拉线松紧度是否一致；
- c) 检查拉线断丝情况；
- d) 检查花篮螺丝、套环绳卡及连接件锈蚀情况；
- e) 检查绝缘架情况。

若发生异常情况，应委托专业维护单位进行处理。

5.2.3 绝缘子日常巡检维护，应包括如下内容：

- a) 检查拉线绝缘子有无裂纹、碎裂、外壁污损；
- b) 检查底座绝缘子有无裂纹、漏油、外壁污损。
- c) 底座绝缘子有裂纹、打火、漏油等现象的应进行更换，并调整放电球间隙或修复放电球，每月进行检查一次。底座绝缘子的更换按 GY/T 178—2001 相关规定执行。

5.2.4 检查平台、爬梯、走梯及外挂物等是否锈蚀、牢固、变形，若发生异常情况，应委托维护管理单位进行处理。

5.2.5 及时清理钢塔桅上部结构上的鸟巢、蜂窝、垃圾、工具、废弃材料等附着物。

5.3 围护系统

5.3.1 钢塔桅上的屋面系统日常巡检维护，应包括如下内容：

- a) 检查屋面构造是否有损坏情况；
- b) 检查防水层是否有老化、起泡、开裂或损坏情况；
- c) 检查排水装置是否有堵塞或漏水情况。

若发生异常情况，应委托专业维护单位进行处理。

5.3.2 外围防护及门窗日常巡检维护，应包括如下内容：

- a) 检查幕墙玻璃是否有碎裂情况；
- b) 检查结构胶是否有硬化、脱落情况；
- c) 检查幕墙板材是否有裂缝、破洞或碎裂情况；
- d) 检查幕墙是否有渗水现象，如有漏水现象发生，应及时拍照并记录漏水位置；
- e) 检查门窗或连接部位是否有损坏情况。

若发生异常情况，应委托专业维护单位进行处理。

5.3.3 其他防护设施日常巡检维护，应检查航空障碍灯是否正常工作，如有损坏应及时更换或修复，应委托专业维护单位进行修复。

5.4 防雷接地

检查钢塔桅结构防雷引下线是否平顺且固定良好；如果发现防雷引下线有固定不牢固情况，应将引下线固定于塔身上。

5.5 健康监测

当钢塔桅健康监测平台出现预警时，应注意观察风险趋势；当存在安全隐患时，应立即委托检测评估单位进行安全评估。

6 检测评估

6.1 一般规定

6.1.1 当需要专业维护时，应按照附录 B 的检测评估周期和内容，委托具有钢塔桅结构检测检验资质的单位承担钢塔桅结构工程的检测、安全评估工作。

6.1.2 对既有钢塔桅结构检测的抽样方案，可根据检测项目的特点按下列原则选择：

- a) 外部缺陷的检测、受检范围较小或构件数量较少、构件质量状况差异较大、灾害发生后、对结构受损情况的识别及委托方要求等，宜选用全数检测方案；
- b) 结构连接构造的检测，应选择对结构安全影响大的部位进行抽样；
- c) 按检测批检测的项目，应进行随机抽样，且最小样本容量应符合 6.1.4 的规定。

6.1.3 抽样检测以同类、同一规格的构件为一个检验批。

6.1.4 既有钢塔桅结构构件抽样检测要求，其每检验批抽样检测的最小样本容量应不小于表 1 的限定值。

表1 既有钢塔桅结构构件抽样检测的最小样本容量

检验批 的容量	最小样本容量			检验批 的容量	最小样本容量		
	A	B	C		A	B	C
2~8	2	2	3	51~90	5	13	20
9~15	2	3	5	91~150	8	20	32
16~25	3	5	8	151~80	13	32	50
26~50	5	8	13	281~∞	20	50	80

注 1：A、B、C 为检测类别，检测类别 A 适用于次要构件的检测，检测类别 B 适用于重要构件的检测，检测类别 C 适用于严格检测或复检。

注 2：无特别说明时，样本为构件。

6.1.5 地基基础抽样检测要求：

- a) 基础混凝土材料性能检测，宜采用无损检测方法，对每个典型部位测量不少于 3 个测区；
- b) 基础内部缺陷检测，宜采用超声法等无损检测方法，对可以抽取的部位不少于 3 个样本进行检测；
- c) 基础钢筋检测，取样应为重要基础的主要受力钢筋部位和要求检测的部位，被检测的每个基础的同一类构件不少于 3 处。

6.1.6 防腐检测要求：

- a) 应对整体结构进行钢结构防腐涂层外观质量检测；

- b) 对具有代表性的部位进行厚度检测;
- c) 厚度检测可根据实际测量涂层厚度均匀程度确定每个部位的测点数,每个测点的实测厚度可采用不少于3次测量的平均值。

6.2 地基基础检测

- 6.2.1 基础检测包含材料性能、尺寸、变形、损伤的检测。
- 6.2.2 当对基础材料性能有疑问时,应对基础混凝土、钢筋、基础地锚、骨架等部件的材料性能进行检测。
- 6.2.3 混凝土外观质量包含露筋、蜂窝、孔洞、夹渣、疏松、裂缝等外形缺陷和外表缺陷等。
- 6.2.4 基础检测宜进行结构裂缝的检测,并遵守下列规定:
 - a) 检测项目,应包括裂缝的位置、长度、宽度、深度、形态和数量;
 - b) 裂缝深度,可采用超声法检测,必要时可钻取芯样予以验证。
- 6.2.5 钢筋配置的检测可分为钢筋位置、保护层厚度、直径、数量等项目。
- 6.2.6 需要对钢筋外观质量进行检测时,应根据图纸和现场条件,对可能存在钢筋严重锈蚀等部位进行开凿。
- 6.2.7 地锚拉杆的外观尺寸及腐蚀情况应进行检测。
- 6.2.8 基础变形检测内容为钢塔桅结构各个基础的变形值,包括基础沉降、水平位移和偏斜。
- 6.2.9 对于施工阶段和使用阶段保留有完善沉降观测基准点的钢塔桅结构,应当对其基础沉降和变形值进行检测;对于没有沉降观测基准点的钢塔桅结构,应测量其各基础的相对沉降及中心水平位移,并保留此次测量的观测点。
- 6.2.10 在对基础质量产生质疑时,可对基础进行开挖,对基础中埋入地面以下的各部分尺寸及埋深进行检测。

6.3 上部结构检测

6.3.1 构件

- 6.3.1.1 构件几何尺寸的检测,当图纸资料齐全完整时,可进行现场抽样检测;当图纸资料残缺不全或无图纸资料时,应通过对结构布置的分析,进行现场详细测量,并经现场勘测绘制结构构件布置图,作为结构核算的基础性资料。
- 6.3.1.2 钢材的厚度宜用超声波测厚仪测定,检测前应清除饰面层,镀锌构件应扣除镀锌层的厚度。
- 6.3.1.3 构件几何尺寸的检测项目、检测方法和允许偏差,按照 GY 5077—2007 执行。
- 6.3.1.4 构件截面尺寸检测应抽取对被测构件安全性影响较大的三个以上部位进行检测。当构件强度控制时,取截面最小值作为代表值;当构件稳定、长细比控制时,取截面平均值作为代表值。
- 6.3.1.5 构件裂纹的检测项目,包括裂纹的位置、长度、宽度、形态和数量,裂纹的记录宜采用表格或图形的形式。
- 6.3.1.6 抽样检验的钢材应进行力学性能检验,必要时可进行化学成分分析。

6.3.1.7 材料力学性能检验可在构件上截取试样，不适宜或不可能在构件上取样时，可采用表面硬度法，推定钢材的强度。

6.3.1.8 如发生局部破坏，应取样进行钢材力学性能检测。检测内容包括抗拉强度、伸长率和屈服强度，承受疲劳作用的焊接结构钢材应检测冲击韧性，并分析其化学成分。

6.3.2 连接

6.3.2.1 连接质量与性能的检测可分为螺栓连接、焊接连接和拉线连接等项目。

6.3.2.2 钢塔桅结构连接用紧固标准件可包含连接用高强度螺栓、普通螺栓、锚栓（含机械型和化学浆锚型）等紧固标准件及螺母、垫圈标准配件。

6.3.2.3 普通螺栓连接发生破坏时，应进行螺栓实物最小拉力荷载及螺栓楔负载复验。

6.3.2.4 高强度螺栓连接发生破坏时，应进行螺栓楔负载、螺母保证荷载、螺母及垫圈硬度试验。

6.3.2.5 锚栓外观检测异常时，应进行其材料的机械性能试验，可采用直接张拉法，将锚栓张拉至荷载设计值作用下的内力，观察锚栓是否有拔出、变形、断裂等现象。

6.3.2.6 热浸锌的 10.9 级及以上高强螺栓发生破坏时，可对有疑问部位的螺栓连接节点取样进行磁粉探伤或渗透探伤检测。

6.3.2.7 桅杆用的线夹、花篮螺栓、拉线棒等发生破坏时，应按相应产品标准进行材料性能检测。

6.3.2.8 当对拉线材料有怀疑时，可在原拉线尾绳上截取试件，进行拉线材料性能试验。

6.3.2.9 采用目测法全数检查螺栓连接的防松措施、强度等级和几何参数，几何参数包括规格、数量和排列方式等。

6.3.2.10 对扭剪型高强度螺栓连接质量，可检查螺栓端部的梅花头是否已拧掉，除因构造原因无法使用专用扳手拧掉梅花头者外，未在终拧中拧掉梅花头的螺栓数应不大于该节点螺栓数的 5%。

6.3.2.11 对高强度螺栓连接质量的检测，可检查外露丝扣，丝扣外露应为 2 扣至 3 扣，允许有 10% 的螺栓丝扣外露 1 扣或 4 扣。

6.3.2.12 螺栓的松动或断裂，可采用观察、锤击或扭矩扳手的方法检测。

6.3.2.13 螺栓连接的外观质量检测包括螺栓断裂、松动、脱落、螺杆弯曲、节点板平整度等。

6.3.2.14 焊缝的检测项目、检测方法和允许偏差，按照 GY 5077—2007 执行。

6.3.2.15 全熔透的一、二级焊缝，可采用超声波探伤的方法检测，焊缝缺陷分级，应按 GB/T 11345—2013 确定。重要三级焊缝可采用磁粉探伤的方法检测，焊缝缺陷分级，应按 GB/T 26952—2011 确定。

6.3.2.16 对上部结构的所有焊缝都应进行外观检查。焊缝的外形尺寸和外观缺陷检测方法和评定标准，应按 GY 5077—2007 确定。

6.3.2.17 桅杆用的钢绞线、线夹、花篮螺栓、拉线棒采用的原材料，其品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求。

6.3.2.18 既有桅杆用的钢绞线、钢丝绳，可采用张力仪等方法检测即时拉力，其值应符合现行国家标准和设计要求。

6.3.2.19 底座绝缘子和拉线绝缘子应检查其有无裂纹。

6.3.3 变形

6.3.3.1 构件的变形检测包括构件的弯曲变形、跨中挠度、板件凹凸变形、扭曲变形等项目。

6.3.3.2 在对构件变形进行检测前，宜先清除饰面层；当构件各测试点饰面层厚度接近，且不明显影响评定结果，可不清除饰面层。

6.3.3.3 构件变形可采用观察或尺量以及拉线的方法检测，测量出变形的程度。

6.3.3.4 钢塔桅结构垂直度包括结构整体垂直度检测和节段间的垂直度检测。

6.3.3.5 钢塔桅结构整体变形检测应在小于 2 级风、阴天或阳光长时间未照射到结构上进行。

6.3.3.6 钢塔桅结构垂直度检测，应在塔身外一定距离设置观测点，采用经纬仪或全站仪等，测量塔身不同高度处的水平位移。

6.3.3.7 对于中心对称的钢塔桅结构，观测视线应在塔中心垂线连线上，且在一条对称轴上。

6.3.3.8 观测应在互成角度的不少于两个测点对钢塔桅结构垂直度进行测量，并求矢量和作为钢塔桅结构的实际垂直度偏差值。

6.3.3.9 对于有悬挑塔楼的高耸钢结构，应测量悬挑结构的水平度。

6.3.3.10 钢塔桅结构整体变形偏差应按 GY 5077—2007 执行。

6.3.3.11 法兰的变形检测包括法兰盘平面度、法兰盘平面间隙，检测方法和评定标准应按 GY 5077—2007 执行。

6.3.3.12 节点板的变形应检测节点板和构件的贴合度。

6.3.4 防腐

6.3.4.1 防腐层的检测包括防腐层外观、涂层厚度检测、附着性的检测。

6.3.4.2 防腐层的检测应按 GY/T 64 执行。

6.4 围护系统检测

6.4.1 围护系统的检测包括屋面系统、外围防护及门窗、防火涂料涂层厚度的检测。

6.4.2 屋面系统的检测应按 GB 50207—2012 执行；外围防护及门窗的检测应按 JGJ/T 324—2014、GB 50210—2018、JGJ/T 139—2001、JGJ 102—2003 执行；防火涂料涂层厚度的检测应按 GB/T 50621—2010、GB 50205—2001 执行。

6.5 防雷接地检测

6.5.1 防雷接地电阻值的检测应按 GB/T 21431—2015 执行。

6.5.2 接地电阻值要求应按 GY 5062—1998 和 GY/T 5034—2015 执行。

6.5.3 塔架与基础防雷接地网应有可靠焊接，焊缝截面积不小于设计规定，设计未规定时不得小于接地扁钢横截面，焊接长度不得小于 10cm，焊缝应作防腐蚀处理。

6.6 安全评估

6.6.1 钢塔桅经专业机构检测后，安全评估应按 GY/T 5089—2014 执行。

6.6.2 安全评估应根据结构、构件和连接节点的缺陷和损伤状况的检测结果及其安全性、适用性、耐久性的评定结论，提出维护、加固、改造、报废等建议。

7 专业维护

7.1 一般规定

7.1.1 钢塔桅的专业维护应检查日常巡检维护的所有项目，并对存在问题进行维护。

7.1.2 钢塔桅专业维护应包括以下内容：

- a) 日常巡检维护中解决不了的问题；
- b) 本标准中要求的钢塔桅结构垂直度、沉降、电阻等定期维护项目；
- c) 检测评估中发现的维护管理单位不能解决的问题；
- d) 其他需要专业维护内容。

7.1.3 钢塔桅结构应按期进行专业维护，维护周期见表 2。

表2 钢塔桅专业维护周期

序号	环境	维护周期
1	气候干燥、无腐蚀地区、基本风压（50 年一遇）低于 0.35kN/mm ² 的地区	8 年
2	一般地区	5 年
3	沿海或腐蚀严重地区、基本风压（50 年一遇）超过 0.85kN/mm ² 的地区	3 年

7.1.4 沉降观测次数根据钢塔桅建设年代而定，新建钢塔桅结构可在第一年每季度观测不少于 1 次，第二年每半年观测不少于 1 次，三年后每年观测不少于 1 次；基础附近地面荷载突然增减、基础四周大量积水、长时间连续降雨等情况，应及时增加观测次数。

7.2 地基基础

7.2.1 地脚螺栓锈蚀应人工除锈，将地脚螺栓表面的氧化皮和铁锈清理干净，除锈等级达到 St2 级，涂抹黄油或环氧树脂。

7.2.2 地脚螺栓未采用双螺母时，宜采用下列任一方法进行处理：

- a) 增加螺母；
- b) 单螺母且外露丝扣少于 2 扣，可对螺母及螺杆进行围焊，焊缝要求应符合 GB 50017—2017 的有关规定。

7.2.3 二期混凝土未浇注时，应根据需求留相应的孔洞，调节地脚螺母使钢塔桅结构垂直度达到 GY 5077—2007 允许范围内，再用细石混凝土或灌浆料进行浇筑。

7.2.4 对塔脚柱头、地锚基础等外露部分的混凝土裂缝的修补，按 GB 50367—2013 中的表面封闭法、注射法、压力灌浆法、填充密封法等进行修补。

7.2.5 对基础混凝土保护层脱落，钢筋外露、锈蚀断裂等，将断裂处钢筋焊接，并对外露钢筋做防腐处理，用混凝土修复。

7.2.6 基础地锚周围土沉降塌陷，应回填并夯实，做好散水。

7.2.7 基础沉降、位移观测按照 JGJ 8—2016 的要求执行，并做好观测数据记录。未设置观测点的应补设永久观测点。发现异常情况的，应委托专业检测评估单位鉴定。

7.2.8 各种地锚杆应根据当地腐蚀类型，每 5 年~10 年进行一次抽样检查，抽样率不得少于总量的 10%，必要时应进行全面检查。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%，或锈蚀点深度达直径的 1/5 以上，应进行更换。

7.2.9 塔脚基础包封处，应拆开检查，如地脚螺栓未采用双螺母且不能增加时，应进行防腐处理，基础不宜再次包封或装修掩盖，日常巡检维护时应检查螺母是否松动。

7.3 上部结构

7.3.1 连接

7.3.1.1 当螺栓断裂、损伤、变形、外露丝扣少于 2 扣及垫片缺失时，应进行螺栓更换或补装，且满足以下要求：

- a) 有资料时，按资料中规格进行更换或补装；
- b) 无资料时，采用适宜原螺栓孔直径的高强度螺栓更换或补装；
- c) 螺栓承载力计算不能满足要求时，按鉴定结果及建议处理；
- d) 更换后螺栓外露丝扣不得小于 2 扣。

7.3.1.2 对松动、欠拧、漏拧的螺栓应进行紧固，且螺栓外露丝扣不得小于 2 扣，紧固力矩宜满足表 3 的要求。

表3 普通螺栓紧固力矩

螺栓规格	M12	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
扭矩值 (N·m)	30	70	100	120	150	180	200	240
表中数值应按 4.8 级螺栓确定，6.8 级可按 4.8 级螺栓的紧固力矩取值，8.8 级、10.9 级螺栓的紧固力矩可乘 1.5，紧固力矩允许偏差为 15%。								

7.3.1.3 螺栓孔移位，螺栓无法穿过时，在满足构造要求的前提下可扩大螺栓孔直径，可采用机械扩钻孔，补装适宜螺栓；或采用焊接的方式进行局部加强，确保连接强度应不低于原设计强度。

7.3.1.4 焊缝开裂，需对焊接部位进行局部加固补强或更换，焊缝质量符合 GB 50017—2017 的有关规定。

7.3.1.5 拉线初应力应综合考虑桅杆变形和稳定等因素后确定，宜在 $150\text{N}/\text{mm}^2 \sim 250\text{N}/\text{mm}^2$ 范围内选用，并保证桅杆垂直度满足 GY 5077—2007 的要求。

7.3.2 缺陷与损伤

7.3.2.1 构件断裂，需对构件进行局部焊接加固补强或更换，焊缝应符合 GB 50017—2017 的有关规定。

7.3.2.2 绝缘底座更换，应按 GY/T 178—2001 相关规定执行。

7.3.3 变形

7.3.3.1 对弯曲、扭曲变形的构件，应委托专业维护单位矫正或替换。矫正或替换后的构件弯曲矢高允许偏差应符合 GY 5077—2007 的要求。

7.3.3.2 法兰盘间隙超过 GY 5077—2007 要求时，可采用圆形垫片或楔形垫片进行处理，垫片与原法兰盘有效连接。

7.3.4 防腐

7.3.4.1 经日常巡检维护或专业检测后发现存在锈蚀情况的构件，应按照以下规定执行：

- a) 锈蚀面积少于构件面积 40%的构件应进行局部除锈并做涂层防腐处理；
- b) 锈蚀面积超过构件面积 40%的构件，应对整个构件进行除锈并做涂层防腐处理；
- c) 对于生锈构件数量超过全塔构件数量 50%的钢塔桅结构，应对全塔进行除锈并做涂层防腐处理；
- d) 连接螺栓、花篮螺丝、拉线绝缘架、销钉、绳夹、放电球存在表面锈蚀达 40%或某锈蚀点深度为原直径的 1/5 以上，应进行更换；无需更换的，应做涂层防腐处理；
- e) 拉线锈蚀点较普遍或生黑锈脱皮在一个捻距内达表面积 40%时应更换；桅杆拉线在一个捻距内断丝总数 5%或断一股者须立即更换；拉线有打火痕迹并断丝达 3 丝~7 丝者须加固处理；无需加固或更换的，应进行除锈并做防腐处理。

7.3.4.2 钢塔桅结构的除锈与涂覆应满足如下要求：

- a) 除锈质量应满足 St2 级要求。
- b) 涂层施工时的环境温度宜在 10℃~30℃之间，相对湿度应不大于 85%，当环境条件不满足此要求时，应采取足以保证质量的防范措施。
- c) 涂层的干膜厚度应不小于 150 μm，允许偏差为 ±25 μm。

7.3.4.3 进行局部或整体防腐处理的构件，应根据腐蚀部位、腐蚀程度、涂覆方式等采取相应的处理措施，表面防腐涂层配套应按照附录 D 中要求执行。

7.3.4.4 焊缝生锈时应将焊缝表面的氧化皮和铁锈清理干净，涂刷配套的底涂料、中间涂料和面涂料。

7.3.5 拉线及附属构件

连接螺栓、花篮螺丝、拉线绝缘架、销钉、绳夹等拉线上存在锈蚀情况且不须更换的构件，应去除锈蚀部位的表面油污、积垢、铁锈并打磨干净，做涂层防腐处理。

7.4 围护系统

7.4.1 屋面系统的维护：

- a) 屋面构造有损坏的，应进行修复或改造，其质量应该满足 GB 50207—2012 的技术要求；
- b) 防水层有老化、鼓泡、开裂或损坏等问题的，应及时进行修复，其质量应该满足 GB 50207—2012 的技术要求。

7.4.2 外围防护及门窗的维护:

- a) 外围防护板材与玻璃有碎裂、破损、裂缝的,应及时进行更换或修复,施工质量应满足 JGJ/T 139—2001 的技术要求;
- b) 结构胶存在硬化、脱落现象的,需进行修复,施工质量应满足 JGJ/T 139—2001 的技术要求。

7.4.3 地下防水的维护:

地下空间有渗漏现象的,应委托专业维护单位进行修复,施工质量应满足 GB 50208—2011 的技术要求。

7.4.4 其他防护设施的维护:

- a) 检查防火涂料完整性及厚度,防火涂料脱落或厚度不达标的应委托专业维护单位进行修复,施工质量应满足 GB 14907—2018 的技术要求;
- b) 本标准未提及但实际出现的其他防护设施需委托专业维护单位进行修复时,相关施工质量须满足相关规范的技术要求。

7.5 防雷接地

7.5.1 检查防雷引下线或塔脚螺栓与地网是否有效连接,如发现连接达不到技术要求的应重新连接;检查防雷引下线是否平顺且固定良好,如发现防雷引下线固定不牢固,应将引下线有效固定于塔身;避雷针与防雷引下线的连接生锈、脱焊,应及时处理。

7.5.2 接地电阻不满足 GY 5062—1998 和 GY/T 5034—2015 的要求时,应开挖检查接地体的连接,可采用修复地网、增加地网面积、在接地体周围的土壤中掺杂导电性能好的物质或降阻剂、增加接地极等方法使其达到技术要求。

7.5.3 接闪器的维护:

- a) 检查接闪器结构的完整性和连接部位的可靠性,发现问题要及时处理;
- b) 检查接闪器底座与塔桅连接处的腐蚀情况,避免因腐蚀造成接触不良,影响雷电流有效泄放。

7.5.4 用摇表或其他仪器测试绝缘子的电阻值,达不到要求的应进行更换。

7.5.5 断丝的避雷器、存在打火痕迹的放电伞应进行修复或更换。

7.5.6 对于防雷装置及其他常见故障的处理方法可参考表 4。

表4 常见故障及处理方法

故障类型	现象	处理办法
防雷装置一般故障	安装松弛,结构变形	紧固或更换
	连接线、引下线、接地(零)线截面积小	按设计要求更换
	连接线、引下线、接地(零)线的连接点,连接头松脱	锈蚀截面减少 30%应更换或进行防腐处理
	连接线、引下线、接地(零)线损伤、碰断	重新进行焊接或机械连接或更换
保护间隙故障	连接线、引下线、接地(零)线及各连接点、连接头有烧痕或熔断现象	查明原因,小锤缺陷,按要求进行焊接或机械连接或更换
	间隙及绝缘被烧坏	更换
	间隙距离改变	按设计要求调整
	间隙被异物短路	清查异物
接地装置故障	接地电阻不合格	采用降阻剂,加补充接地装置

8 加固改造

8.1 一般规定

8.1.1 钢塔桅结构因以下情况需要加固时，加固改造方案应由具有钢塔桅结构设计资质的单位设计或确认，专业维护单位进行结构加固改造施工：

- a) 日常巡检维护发现的；
- b) 专业维护无法解决的；
- c) 检测评估报告提及加固的；
- d) 其他需要加固的。

8.1.2 加固改造施工前，应进行现场查勘、测量，结合鉴定报告，确定加固改造方案。

8.1.3 加固改造的内容和范围应根据检测评估结论和加固改造后的使用要求确定。

8.1.4 加固改造方案应结合实际施工方法，并应采取有效措施，保证新增截面、构件和部件与原结构可靠连接，形成共同体。

8.1.5 加固改造方案宜综合考虑结构安全性、经济性和施工工期，减少对正常使用的影响。

8.1.6 钢塔桅结构的焊接加固，应由有相应焊接资质的焊工施焊，且应保证良好的焊接环境。发生下列情况之一且无有效防护措施时，不得施焊：

- a) 风速大于 10m/s；
- b) 下雨或下雪；
- c) 相对湿度大于 90%；
- d) 环境温度低于 0℃（Q235 钢）或低于 5℃（Q345 钢、Q355 钢）。

8.1.7 加固改造时可能出现倾斜、失稳或倒塌等不安全状况的钢塔桅结构，在施工前，应采取相应的临时安全措施；对敏感部位进行受力分析或变形监测。

8.2 材料

加固材料应符合现行相关国家标准。

8.3 荷载与作用

8.3.1 验算原有结构的承载力和进行加固计算时，应根据实际情况重新确定荷载和作用。

8.3.2 加固计算时，荷载与作用应按 GB 50135—2019 的规定采用。当有可靠的实际测量数据时，可根据实际情况合理调整。

8.4 结构分析的基本规定

8.4.1 应根据结构的实际情况及其承受的荷载与作用进行结构分析。

8.4.2 加固前应对原结构按承载能力极限状态及正常使用极限状态进行验算。

8.4.3 加固计算应分加固过程中和加固后两个阶段进行，按承载能力极限状态及正常使用极限状态进行验算：

- a) 加固过程的结构计算，应考虑加固过程中拆卸原有零部件、增设螺栓孔等对原结构状态改变，此时只考虑加固过程的荷载与作用；

- b) 加固后的结构计算,应考虑结构加固后在预期使用期内的荷载与作用,以及加固部分与原结构的协调工作;
- c) 构件的计算截面,应分别采用相应的实际有效截面。

8.5 加固的基本方法

8.5.1 基础的加固应按 GB 50367—2013、JGJ 123—2012 等相关标准执行。

8.5.2 根据不同的加固内容可采用改变结构体系、替换构件、增大构件截面和增强连接等加固方法。当有成熟经验时,亦可采用其他加固方法。

8.5.3 改变结构体系:

- a) 可采用改变荷载分布、传力途径、节点性质和边界条件,增设附加杆件和支撑,施加预应力等措施;
- b) 应对改变后的结构体系按结构承载能力极限状态和正常使用极限状态进行计算,并应考虑施工过程中对相关结构构件承载能力和使用功能的影响。

8.5.4 替换构件:

- a) 可拆除原有不能满足继续使用要求的构件,置换新构件;
- b) 应对拆除原构件后、置换新构件前的结构体系按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行验算;
- c) 应采取切实可行的临时措施,保证原结构的安全。

8.5.5 增大构件截面:

- a) 应考虑构件的受力情况及存在的缺陷,在施工方便、连接可靠的前提下,选取最有效的增大截面形式。常用的钢塔桅结构构件增大截面形式可参考附录 E。
- b) 按增大后的截面进行承载力计算。钢材强度设计值应考虑折减系数 k ,一般取 $k=0.8$ 。
- c) 加固轴心受力构件时,应考虑构件截面偏心的影响。
- d) 加固后受弯构件和偏心受力构件计算时,不宜考虑截面的塑性发展。
- e) 加固后构件的稳定验算,应按加固后的截面取用稳定系数,同时应考虑钢材强度折减系数。
- f) 加固件与被加固件能够可靠地共同工作、断面的不变形和板件的稳定性,连接点不少于两处,且连接点的间距对受拉构件应不大于 $80i$,对受压构件应不大于 $40i$,其中 i 为单肢截面回转半径,应按钢结构设计标准 GB 50017—2017 中 7.2.6 的规定选取。

8.5.6 连接的加固:

- a) 连接的加固方法可以采用焊接、普通螺栓连接或高强度螺栓连接。
- b) 新增加的连接单独受力时,按现行规范计算;与原结构连接共同受力时,应按原有连接及新增连接的实际传力状态进行计算。
- c) 对原焊接连接的加固,可采用增加焊缝长度、增加焊缝有效厚度或增加独立的新焊缝,并做好焊缝区域的防腐蚀处理。新增焊缝技术要求应符合 GB 50017—2017 的有关规定。
- d) 加固后直角角焊缝的强度应考虑新增和原有焊缝的共同受力作用,适当降低角焊缝设计强度,计算时乘以 0.85 的折减系数。
- e) 当采用螺栓加固连接时,加固后连接节点的承载能力和构造等技术要求均应符合 GB 50017—2017 的规定。
- f) 采用增大构件截面法,加固件与被加固件通过螺栓连接时,宜选用直径较小、强度较高的螺栓。

9 验收

9.1 验收除应满足本标准的规定外，还应符合 GY 5077—2007 中第 11 章的相关要求。

9.2 验收，应提供下列文件备查和归档：

- a) 委托任务书及相关协议文件；
- b) 检测报告及相关文件；
- c) 施工组织设计或施工技术方案、技术交底记录等；
- d) 新增构件、零部件所用钢材、连接材料（焊接材料及紧固件）、涂装材料等的质量证明文件或试验报告；
- e) 新增构件的出厂合格证；
- f) 验收记录表，可参考附录 F；
- g) 竣工验收报告；
- h) 其他相关资料。

10 报废

钢塔桅结构凡符合下述条件之一者，应申请报废：

- a) 到达设计使用年限后，应由专业检测评估机构进行安全评估，根据评估结论可以报废的；
- b) 虽可使用，但加固、维护费用超过其存续价值的；
- c) 严重损坏，不具备使用条件，而又无修复价值的；
- d) 其他情形，经专业检测单位鉴定需报废的。

附 录 A
(资料性附录)
日常巡检维护记录表

钢塔桅日常巡检维护工作内容及周期见表A.1和表A.2。

表 A.1 自立塔日常巡检维护表

巡检频率 巡检项目	钢塔桅使用时长			巡检结果			维护情况
	建成~建成后第1年	建成后第1年~建成后第3年	建成后第3年~报废或搬迁				
	1年不少于1次	每半年不少于1次	每季度不少于1次				
特殊情况	气象风压达到设计风压60%以上						
	地震烈度六度以上						
	雷暴雨、台风						
	其他气象、地质灾害						
巡检内容				巡检结果		维护情况	
				是	否		
地基基础	地面塔	1	地脚螺栓是否松动缺失、外露丝扣少于2扣				
		2	二期混凝土浇筑是否良好				
		3	基础是否下沉、拔起、滑移				
		4	基础周围的防洪设施及边坡是否稳定				
		5	基础上有无地面塌陷、开裂				
		6	基础周围是否积水				
		7	钢塔桅结构塔脚柱头等外露部分的混凝土结构是否有开裂现象				
		8	法兰盘底与桩顶间泄水孔有无堵塞				
	屋面塔	9	结构基础的柱头、反梁是否有明显结构裂缝和露筋情况				
		10	钢塔桅附近天面楼板是否有新增明显裂缝或楼板有新出现渗水现象				
上部结构	塔体	1	塔体有无明显的整体倾斜				
		2	塔桅钢结构上是否有积雪或结冰不能处理				
	构件	3	构件有无开裂或明显弯曲、扭曲变形情况				
		4	构件是否锈蚀				
	连接	5	构件的连接焊缝有无开裂情况				
		6	主要构件的焊缝有无开裂情况				
		7	螺栓螺母有无外露丝扣少于2扣、以小带大、断裂、锈蚀、变形、丢失情况				
	平台	8	平台构件是否锈蚀				
		9	平台护栏是否牢固				
		10	平台底板是否牢固				

表 A.1 (续)

巡检内容			巡检结果		维护情况	
			是	否		
上部结构	爬梯走梯	11	爬梯、走梯构件是否锈蚀			
		12	爬梯、走梯构件是否牢固			
		13	爬梯、走梯螺栓连接、焊缝连接是否牢固			
	14	外挂物连接构件是否牢固、有锈蚀情况				
	15	上部结构上是否有鸟巢、蜂窝、垃圾、工具、废弃材料等附着物				
围护系统	屋面系统	1	屋面构造是否有损坏			
		2	防水层是否有老化、起泡、开裂或损坏			
		3	排水装置是否有堵塞或漏水			
	外围防护	4	幕墙玻璃是否有碎裂			
		5	结构胶是否有硬化、脱落			
		6	幕墙板材是否有裂缝、破洞或碎裂			
		7	幕墙是否有渗水现象			
	8	门窗或连接部位是否有损坏情况				
	地下防水	9	地下空间是否有渗漏			
	其他防护设施	10	航空障碍灯是否正常工作			
		11	防火涂料是否脱落或厚度不达标			
防雷接地	1	防雷接地网是否被破坏				
	2	钢塔桅结构是否与地网有效连接				
	3	避雷针与防雷引下线之间的焊接是否牢固，接头有无生锈、脱焊现象				
	4	防雷引下线是否固定良好，有无松动现象				
	5	防雷引下线与接地扁铁之间的连接是否牢固、无脱焊				
	6	接地电阻值是否满足设计要求				
其他						

表 A.2 拉线塔日常巡检维护表

巡检频率 巡检项目	钢塔桅使用时长			巡检结果		维护情况
	建成~建成后第1年	建成后第1年~建成后第3年	建成后第3年~报废或搬迁	是	否	
	1年不少于1次	每半年不少于1次	每季度不少于1次			
特殊情况	气象风压达到设计风压60%以上					
	地震烈度六度以上					
	雷暴雨、台风					
	其他气象、地质灾害					
巡检内容				巡检结果		维护情况
				是	否	
地基 基础	地面 塔	1	地脚螺栓是否松动缺失、外露丝扣少于2扣			
		2	二期混凝土浇筑是否良好			
		3	基础是否下沉、拔起、滑移			
		4	基础周围的防洪设施及边坡是否稳定			
		5	基础上有无地面塌陷、开裂			
		6	基础周围是否积水			
		7	钢塔桅结构塔脚柱头等外露部分的混凝土结构是否有开裂现象			
		8	法兰盘底与桩顶间泄水孔有无堵塞			
	屋面 塔	9	屋面拉线塔拉线锚固拉点是否牢固			
		10	结构基础的柱头、反梁是否有明显结构裂缝和露筋情况			
		11	钢塔桅附近天面楼板是否有新增明显裂缝或楼板有新出现渗水现象			
	地锚	12	地锚是否有松动的情况			
		13	地锚基础与周围土体是否有脱开现象			
		14	地锚杆是否锈蚀			
上部 结构	塔 体	1	塔体有无明显的整体倾斜			
		2	钢塔桅结构上是否有积雪或结冰不能处理			
	构 件	3	构件有无开裂或明显弯曲、扭曲变形情况			
		4	构件是否锈蚀			
	连 接	5	构件的连接焊缝有无开裂情况			
		6	主要构件的焊缝有无开裂情况			
		7	螺栓螺母有无外露丝扣少于2扣、以小带大、断裂、锈蚀、变形、丢失情况			
	拉 线 及 附 件	8	拉线(钢丝绳)是否锈蚀			
		9	拉线是否过度松弛			
		10	拉线是否有断丝情况			
		11	花篮螺丝、套环绳卡及连接件是否锈蚀			
		12	绝缘架是否锈蚀			
	绝 缘 子	13	拉线绝缘子有无裂纹、碎裂、外壁污损			
		14	检查底座绝缘子有无裂纹、漏油、外壁污损			

表 A. 2 (续)

巡检内容			巡检结果		维护情况	
			是	否		
上部 结构	平台	15	平台构件是否锈蚀			
		16	平台护栏是否牢固			
		17	平台底板是否牢固			
	爬梯 走梯	18	爬梯、走梯构件是否锈蚀			
		19	爬梯、走梯构件是否牢固			
		20	爬梯、走梯螺栓连接、焊缝连接是否牢固			
	21	外挂物连接构件是否牢固、有锈蚀情况				
22	上部结构上是否有鸟巢、蜂窝、垃圾、工具、废弃材料等附着物					
其他 防护 设施	23	航空障碍灯是否正常工作				
防雷 接地	1	防雷接地网是否被破坏				
	2	钢塔桅结构是否与地网有效连接				
	3	避雷针与防雷引下线之间的焊接是否牢固，接头有无生锈、脱焊现象				
	4	防雷引下线是否固定良好，有无松动现象				
	5	防雷引下线与接地扁铁之间的连接是否牢固、无脱焊				
	6	接地电阻值是否满足设计要求				
其他						

附 录 B
(规范性附录)
检测评估周期和内容表

钢塔桅检测评估工作内容及周期见表B.1。

表 B.1 检测评估周期和内容表

检测评估	部位	项目	序号	检测内容	建成后第一年		建成后第二年	建成后第三年~第九年		建成后第十年~报废或搬迁		搬迁	灾难、 事故	结构 改造	
					每季度	当年	每半年	每年	每三年	每年	每五年				
检测	地基 基础	混凝土	1	混凝土强度		√			√		√	√		√	
			2	碳化深度		√			√		√	√		√	
			3	外观质量		√			√		√				√
			4	内部质量											√
		钢筋	5	钢筋位置		√				√		√			√
			6	保护层厚度		√				√		√			√
			7	直径		√				√		√			√
			8	数量		√				√		√			√
		地锚拉杆	9	外观尺寸		√				√		√	√		√
			10	腐蚀		√				√		√			√
		基础骨架	11	截面尺寸		√				√		√	√		√
			12	定位尺寸		√				√		√	√	√	√
		变形	13	沉降观测	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√
			14	水平位移	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√
			15	偏斜	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√

表 B.1 (续)

检测评估	部位	项目	序号	检测内容	建成后第一年		建成后第二年	建成后第三年~第九年		建成后第十年~报废或搬迁		搬迁	灾难、 事故	结构 改造
					每季度	当年	每半年	每年	每三年	每年	每五年			
检测	地基 基础	几何尺寸	16	构件截面尺寸								√		√
			17	基础埋深									√	
	上部 结构	构件	18	规格尺寸		√			√		√	√	√	√
			19	表面质量		√			√		√	√	√	√
			20	力学性能		√			√		√	√	√	√
			21	化学成份		√			√		√	√	√	√
		螺栓	22	力学性能		√			√		√	√	√	√
			23	螺栓扭矩	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
			24	外观质量		√			√		√	√	√	√
		焊缝	25	焊缝外形尺寸		√			√		√	√	√	√
			26	内部质量		√			√		√	√	√	√
			27	焊缝外观质量		√			√		√	√	√	√
		拉线	28	力学性能		√			√		√	√	√	√
			29	拉力		√		√	√	√	√	√	√	√
		绝缘件	30	底座绝缘子		√			√		√	√	√	√
			31	拉线绝缘子		√			√		√	√	√	√
		变形	32	构件变形		√			√		√	√	√	√
			33	整体垂直度	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
			34	节段间的垂直度	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
			35	节点板贴合度		√			√		√	√	√	√
36	法兰板贴合度			√			√		√	√	√	√		

表 B.1 (续)

检测评估	部位	项目	序号	检测内容	建成后第一年		建成后第二年	建成后第三年~第九年		建成后第十年~报废或搬迁		搬迁	灾难、事故	结构改造
					每季度	当年	每半年	每年	每三年	每年	每五年			
检测	上部结构	防腐	37	防腐层外观		√			√		√	√	√	√
			38	涂层厚度检测		√			√		√	√	√	√
			39	附着性		√			√		√	√	√	√
	围护系统	屋面系统	40	屋面构造		√			√		√	√	√	√
			41	防水层		√			√		√	√	√	√
		外围防护及门窗	42	玻璃		√			√		√	√	√	√
			43	板材		√			√		√	√	√	√
			44	结构胶		√			√		√	√	√	√
		地下防水	45	防水检测		√			√		√	√	√	√
		防火涂料	46	涂层厚度		√			√		√	√	√	√
	防雷接地	接地电阻	47	接地电阻值	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
		外观质量	48	连接	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
49			防腐		√			√		√	√	√	√	
评估	整体或局部	50	安全评估	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	

注：“√”表示需检测一次。

附 录 C
(规范性附录)
专业维护记录表

钢塔桅专业维护工作内容见表C.1和表C.2。

表 C.1 自立塔专业维护记录表

台站名称			铁塔类型/ 高度		
专业维护单位					
维护人员			维护日期		
位置	项目	序号	检查内容	检查结果	维护情况
地基基础	地锚	1	地脚锚栓是否松动缺失		
		2	地脚锚栓是否锈蚀		
		3	地脚锚栓外露丝扣是否少于2扣		
	混凝土	4	二期混凝土是否浇筑、良好		
		5	塔脚柱头等外露部分的混凝土结构是否有开裂现象		
		6	基础的柱头、反梁是否有明显结构裂缝和露筋情况		
	变形	7	基础是否下沉、拔起、滑移		
		8	基础是否沉降		
	基础上部及周边	9	基础周围的防洪设施及边坡是否稳定		
		10	基础上有无地面塌陷、开裂		
		11	基础周围是否积水		
		12	钢塔桅附近天面楼板是否有新增明显裂缝或楼板有新出现渗水现象		
		13	法兰盘底与桩顶间泄水孔有无堵塞		
上部结构	连接	1	螺栓是否有断裂损伤		
		2	螺栓是否有变形		
		3	螺栓有无外露丝扣少于2扣		
		4	螺栓是否有以小带大情况		
		5	螺栓是否有缺失		
		6	螺栓连接有无松动		
		7	螺栓孔有无扩孔		
		8	构件的连接焊缝有无开裂情况		
	缺陷与损伤	9	构件有无断裂、缺失等情况		
		10	构件有无局部变形		
		11	钢材有无裂纹		

表 C.1 (续)

位置	项目	序号	检查内容	检查结果	维护情况	
上部结构	变形	12	构件有无明显弯曲、扭曲等变形情况			
		13	法兰盘间隙是否超过规定限值			
		14	塔体有无明显的整体倾斜			
		15	塔体垂直度偏差			
	防腐	16	构件是否有生锈情况			
		17	螺栓是否有生锈情况			
		18	焊缝是否有生锈情况			
		19	地脚锚栓是否有生锈情况			
		20	构件镀锌层是否有破损			
		21	构件防锈涂层是否有开裂、漆膜起泡、机械损伤情况			
22		防雷地网是否生锈				
围护系统	屋面系统	1	屋面构造是否有损坏			
		2	防水层是否有老化、鼓泡、开裂或损坏			
		3	排水装置是否有堵塞或漏水			
	外围防护及门窗	4	幕墙玻璃是否有碎裂			
		5	结构胶是否有硬化、脱落			
		6	幕墙板材是否有裂缝、破洞或碎裂			
		7	幕墙是否有渗水现象			
		8	门窗或连接部位是否有损坏情况			
	地下防水	9	地下空间是否有渗漏			
	其他防护设施	12	航空障碍灯是否正常工作			
		13	防火涂料是否脱落或厚度不达标			
	防雷接地	外观质量	1	防雷接地网是否被破坏		
			2	钢塔桅结构是否与地网有效连接		
3			避雷针与防雷引下线之间的焊接是否牢固，接头有无生锈、脱焊现象			
4			防雷引下线是否固定良好，有无松动现象			
5			防雷引下线与接地扁铁之间的连接是否牢固、无脱焊			
接地电阻		6	接地电阻值是否满足 GY 5062—1998 和 GY/T 5034—2015 的要求			
其他						

表 C.2 拉线塔专业维护记录表

台站名称				铁塔类型/ 高度		
专业维护单位						
维护人员				维护日期		
位置	项目	序号	检查内容	检查结果	维护情况	
地基基础	地脚锚栓	1	地脚锚栓是否松动缺失			
		2	地脚锚栓是否锈蚀			
		3	地脚锚栓外露丝扣是否少于 2 扣			
	混凝土	4	二期混凝土是否浇筑、良好			
		5	塔脚柱头等外露部分的混凝土结构是否有开裂现象			
		6	基础的柱头、反梁是否有明显结构裂缝和露筋情况			
	变形	7	基础是否下沉、拔起、滑移			
		8	基础是否沉降			
	地锚	9	地锚是否有松动的情况			
		10	地锚基础与周围土体是否有脱开现象			
		11	地锚杆是否锈蚀			
	基础上部及周边	12	基础周围的防洪设施及边坡是否稳定			
		13	基础上有无地面塌陷、开裂			
		14	基础周围是否积水			
		15	钢塔桅附近天面楼板是否有新增明显裂缝或楼板有新出现渗水现象			
		16	法兰盘底与桩顶间泄水孔有无堵塞			
上部结构	连接	1	螺栓是否有断裂损伤			
		2	螺栓是否有变形			
		3	螺栓有无外露丝扣少于 2 扣			
		4	螺栓是否有以小带大情况			
		5	螺栓是否有缺失			
		6	螺栓连接有无松动			
		7	螺栓孔有无扩孔			
		8	构件的连接焊缝有无开裂情况			
		9	拉线初拉力是否满足设计要求			
	缺陷与损伤	10	构件有无断裂、缺失等情况			
		11	构件有无局部变形			
		12	钢材有无裂纹			
		13	拉线绳卡螺母有无松动			
		14	套环是否变形			
		15	花篮螺丝、绳卡、套环、销钉是否丢失			
		16	拉线是否有断丝			
		17	绝缘件、绝缘底座有无裂纹、碎裂、外壁损伤等缺陷			

表 C.2 (续)

位置	项目	序号	检查内容	检查结果	维护情况
上部结构	变形	18	构件有无明显弯曲、扭曲等变形情况		
		19	法兰盘间隙是否超过规定限值		
		20	塔体有无明显的整体倾斜		
		21	塔体垂直度偏差是否满足 GY 5077—2007 的要求		
	防腐	22	构件是否有生锈情况		
		23	螺栓是否有生锈情况		
		24	焊缝是否有生锈情况		
		25	地脚锚栓是否有生锈情况		
		26	构件镀锌层是否有破损		
		27	构件防锈涂层是否有开裂、漆膜起泡、机械损伤情况		
		28	防雷地网是否生锈		
		29	花篮螺丝、绝缘架、销钉、绳夹、放电球是否生锈		
		30	拉线是否有生锈		
		31	拉线表面是否存在打火痕迹		
其他	32	航空障碍灯是否正常工作			
防雷接地	外观质量	1	防雷接地网是否被破坏		
		2	钢塔桅结构是否与地网有效连接		
		3	避雷针与防雷引下线之间的焊接是否牢固，接头有无生锈、脱焊现象		
		4	防雷引下线是否固定良好，有无松动现象		
		5	防雷引下线与接地扁铁之间的连接是否牢固、无脱焊		
	接地电阻	6	接地电阻值是否满足 GY 5062—1998 的 GY/T 5034—2015 的要求		
	绝缘件	7	底座绝缘子有无裂纹、打火、漏油等现象		
	接闪器	8	接闪器结构的完整性和连接部位是否可靠		
		9	接闪器底座与塔桅连接处是否生锈		
其他					

附 录 D
(规范性附录)
防腐涂层配套

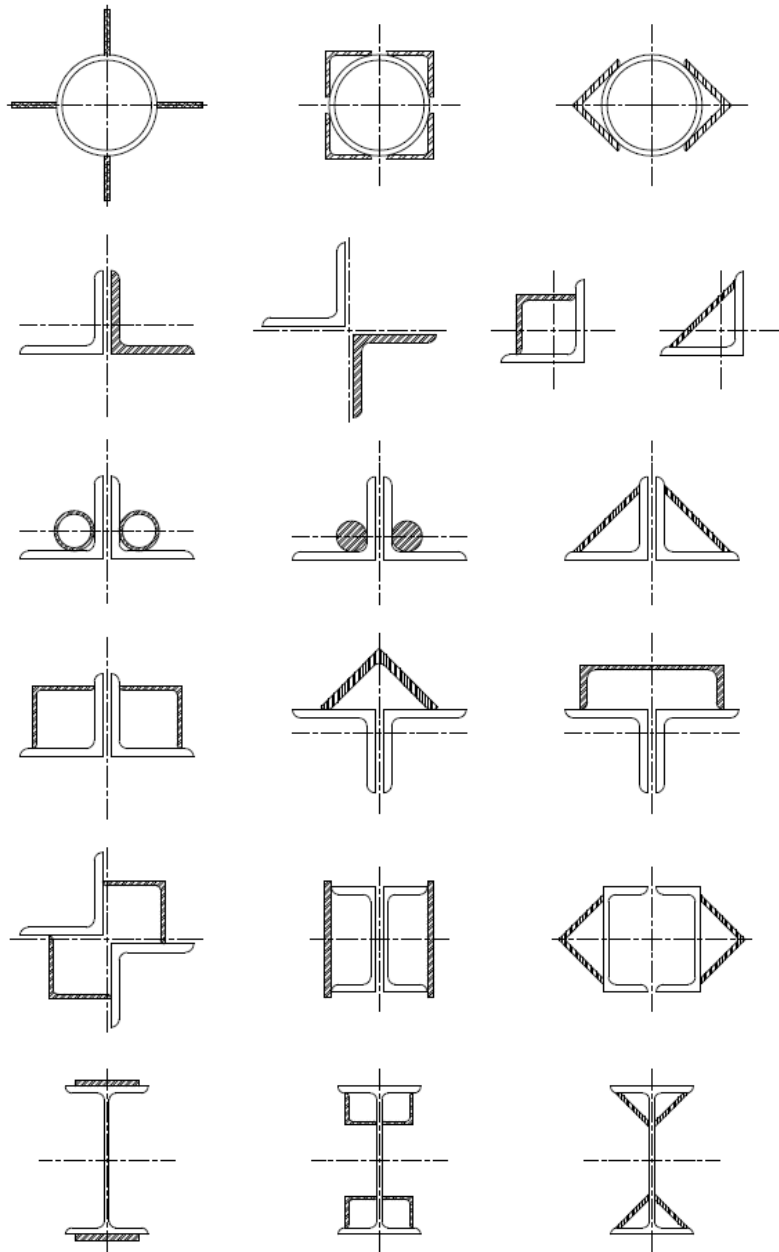
钢塔桅防腐涂层配套见表D.1。

表 D.1 防腐涂层配套

底层	中间层	面层
富锌底涂料	环氧云铁中间涂料	聚氨酯面涂料 丙烯酸环氧面涂料 丙烯酸环氧聚氨酯面涂料
环氧铁红底涂料	环氧云铁中间涂料	聚氨酯面涂料 丙烯酸环氧面涂料 丙烯酸环氧聚氨酯面涂料
环氧铁红底涂料	环氧云铁中间涂料	氯化橡胶面涂料 高氯化聚乙烯面涂料 氯磺化聚乙烯面涂料
氯化橡胶底涂料 高氯化聚乙烯底涂料 氯磺化聚乙烯底涂料	----	氯化橡胶面涂料 高氯化聚乙烯面涂料 氯磺化聚乙烯面涂料
聚氯乙烯萤丹底涂料	----	聚氯乙烯萤丹面涂料 聚氯乙烯含氟萤丹面涂料

附录 E
 (资料性附录)
 增大构件截面的主要形式

钢塔桅增大构件截面的主要形式见图E.1。



注：“▨”表示新增截面，“——”表示原截面。

图E.1 增大构件截面的主要形式

附 录 F
(资料性附录)
验收记录表

钢塔桅验收记录内容见表F.1~表F.4。

表 F.1 地基基础验收记录表

台站名称		钢塔桅高度/类型	
维护单位		维修日期	
项目	维护及加固内容	验收标准	验收情况
地锚			
混凝土			
变形			
基础上部及周边			
其他及检测评估发现的隐患问题			
维护单位质量评价： <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> 维护单位盖章： 签名： 日期： </div>			
维护管理单位意见： <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> 维护管理单位盖章： 签名： 日期： </div>			

表 F.2 上部结构验收记录表

台站名称		钢塔桅高度/类型	
维护单位		维修日期	
项目	维护及加固内容	验收标准	验收情况
连接			
缺陷与损伤			
变形			
防腐			
其他及检测评估发现的隐患问题			
维护单位质量评价： <p style="text-align: right;">维护单位盖章： 签名： 日期：</p>			
维护管理单位意见： <p style="text-align: right;">维护管理单位盖章： 签名： 日期：</p>			

表 F.3 围护系统验收记录表

台站名称		钢塔桅高度/类型	
维护单位		维修日期	
项目	维护及加固内容	验收标准	验收情况
屋面系统 外围防护			
地下防水			
其他防护设施 屋面系统 外围防护			
其他及检测评估发现的隐患问 题			
维护单位质量评价：			
维护单位盖章： 签名： 日期：			
维护管理单位意见：			
维护管理单位盖章： 签名： 日期：			

表 F.4 防雷接地验收记录表

台站名称		钢塔桅高度/类型	
维护单位		维修日期	
项目	维护及加固内容	验收标准	验收情况
外观质量			
接地电阻			
其他及检测评估发现的隐患问题			
维护单位质量评价： <p style="text-align: right;"> 维护单位盖章： 签名： 日期： </p>			
维护管理单位意见： <p style="text-align: right;"> 维护管理单位盖章： 签名： 日期： </p>			