

# 热带森林生态系统气象观测 铁塔的设计

刘玉洪 张克映 马友鑫 张建候

(中国科学院昆明生态研究所, 昆明 650223)

## 提 要

讨论了西双版纳地区原始热带雨林和人工林气象观测铁塔的选择与设计,扼要地介绍了气象观测铁塔的塔形、结构及其功能,并提出了在高湿多雷热带雨林地区设计、安装铁塔应注意的事项及解决途径。

**关键词:** 西双版纳 热带森林 气象观测铁塔

## 前 言

随着森林生态系统定位研究的深入,森林气象观测铁塔建立的必要性更显重要,特别是对热带森林的研究—树木高大、森林垂直结构的多层性及林冠以上的大气层(相当于树高0.5—1倍的大气层)的研究,观测铁塔是最基本的手段之一。观测塔的建立,可获取热带森林生态系统大气环境下的气象要素(如光、温、湿等)在森林内的垂直分布及林冠层以上(树高0.5—1倍的大气层)的分布和林木生长发育、物候、生理特性等的生物原始数据。并且可为热带林木生长发育、病虫害与气象、森林气象灾害提供基本资料,对开展热带森林气象和生态系统的结构与功能、保护及连续利用有深远的意义。

### 1 铁塔的选择

在“中国生态网络建设工程”项目中,西双版纳热带生态站的任务是在森林中修建两座气象观测铁塔,其中一座建在自然热带雨林内,另一座建在人工橡胶林内。于1993年1月在省内调研基础上,请林业部门的设计院完成初步设计,设计塔形为塔状,由地面自下而上的逐渐减小,即下部大( $2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$ ),上部小( $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ ),采用角钢结

构的自立式铁塔,该塔的特点是在山地地形复杂的森林条件下具有人工组装的可行性且破坏森林较少,不需斜拉线等优点;但其地基工程量较大,所用钢材量较多,造价也高,加之钢材用量是下部多,上部少,观测数据受其影响会有系统误差。1993年下半年又到北京及山东等地调研,在此基础上经领导及专家多次论证,决定采用广电部设备制造厂设计制造的正三角形钢柱结构拉线塔,正三角形的每边宽为1m。该塔的特点是外形由下而上均是一样大小,钢材用量上部与下部一样,对观测中由塔体本身造成的影响误差可视为一致,而且其所用钢材总量也较自立式塔小得多(约 $1/5—1/4$ ),承担塔身的地基部分简单,对塔基部地面森林的破坏很少,另外它还具有架设方便,可以在无电源条件的森林内人工组装,其制造技术较成熟,而且厂家积设计、制造和安装为一体无后顾之忧。该塔形也是目前国内气象观测用塔的首选塔形之一。

### 2 铁塔的设计

#### 2.1 塔址选择

塔址的选择是修建铁塔较关键的一环,它是根据森林气象观测的要求所决定的,既要满足观测的技术要求具代表性,还要有人

工安装的可行性,如地形复杂,交通不便,树木林立、繁茂,无电源等均是制约建塔的关键因素。另外,铁塔的造价也是制约建塔的因素之一。

西双版纳热带生态站建造的两座气象观测铁塔,一座建于距生态站本部 8km(距公路约 2km)处的勐仑自然保护区热带雨林内,其植物群落类型为季节雨林中的千果榄仁(*Terminalia myriocarpa*)、番龙眼(*Pometia tomentosa*)林,其树种高大(建塔处实测树高为 33—40m),外貌终年常绿,在季风控制的滇南热带地区广泛分布,具有较好的代表性。建塔处选在山地林中相对较平坦处,森林植被也较好并具代表性。另一座气象观测铁塔建在热带生态站本部的三层人工林内,上层为橡胶(*Hevea brasiliensis*),中层为萝芙木(*Rauvolfia vomitoria*),下层为千年健(*Homalomena occulta*),塔址处较平坦,林冠外貌整齐,树高 16—18m,同样具有较好的代表性。

两座气象观测铁塔塔址经浅井勘测作地质稳定性评价,塔址处的地质类型均属中硬场地,岩性分析属粉质粘土并伴有长石石英砂岩或卵石层。由此可知塔址地质环境良好,无不良工程地质现象分布。

## 2.2 塔高

根据森林气象观测塔塔高应不小于树高的 1.5—2 倍的技术要求,在自然热带雨林(平均树高 33—40m)的铁塔设计为 70m 高;而人工橡胶林(上层橡胶树高平均 16—18m)的观测铁塔设计为 30m 高。

## 2.3 塔形、结构

我们选择边宽 1m 的正三角形钢柱拉线塔,三角形顶点是支持铁塔的三根主柱,它们之间用钢筋网状焊接而成,工作人员可以从三角形内部自由上下,相对较安全。为便于人工组装,厂家在制造时每 4.5m 为一节,节与节之间用螺丝连接固定。70m 高的观测铁塔分别在距地面 27m, 54m 和 67.5m 高的地方设计有三层拉线,每一层为 120° 角的三根拉

线; 30m 高的铁塔在 13.5m 和 27m 的地方设有二层拉线。拉线的钢丝绳均由水泥预制块锚定在约 2m 深的基地内。

该塔形的设计、制造与安装技术是目前国内观测塔中较成熟的一种。在森林内交通不便,无电源,无动力机械起吊工具的条件下,加上林中树种种类繁多,多层次,生长茂密,藤本、附生植物较多和复杂山地地形的条件下,也能完全由人工组装而成。

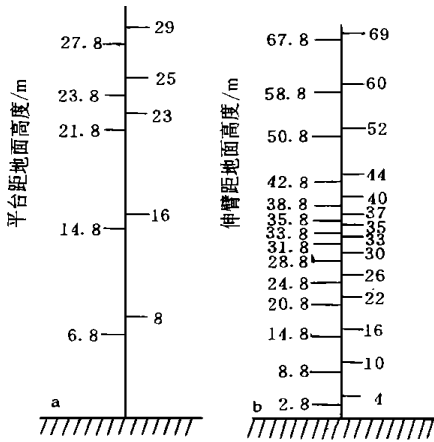
为了在山地森林内便于运输及组装,工厂在设计制造时,每一塔节件约重 300kg,长约 4.5m。但是该类型塔的拉线较多,如 70m 高铁塔三层三个方位计 9 根拉线,给在生长茂密的热带雨林中施工带来相当多的困难,因为在森林观测铁塔建设中的原则之一就是最大限度不砍伐或少砍伐树木,要让其保持自然状态。

## 2.4 观测平台与伸臂

观测铁塔中的工作平台是基于工作方便与安全而设立的,平台面距塔体正三角形边环形向外伸出 0.5m,是不等边的六角形,平台的六角形边缘上有 1m 高的围栏。

在平台上方 1.2m 处安装 2m 长的水平伸臂,作为观测仪器的支架,伸臂内端在与主柱的连接处有一转动的轴,伸臂可自由的水平转至平台内,便于在塔上安全工作,待仪器安装好后又可转至工作位置用螺丝固定;伸臂外端还焊有带安装孔的铁板,用于固定各种传感器。由于本区地处西南季风气候区,大多 SW 向风,故我们选择把伸臂安装在上风 SW 向,以减少观测铁塔本身对仪器的影响。

观测平台与伸臂在塔中数量多少的设计依据是以森林冠面层为中心,向上或下均是由密渐疏,另外在林冠层下还要兼顾第二或第三层的林冠面等。我们设计在自然森林中的 70m 高铁塔的平台 14 个,观测层次 16 个(包括地面和距地面 1.5m 两个层次);人工橡胶林 30m 高铁塔平台 5 个,观测层次 7 个(见附图)。



附图 西双版纳热带森林生态系统观测铁塔平台与伸臂距地面垂直高度/m 位置的示意图

- a. 人工橡胶林内 30m 高观测铁塔  
b. 热带雨林内 70m 高观测铁塔

## 2.5 防腐

中国生态网络定位研究中的观测任务是一项长期性的工作,时间长是其显著的特点。在气象观测铁塔建设中,铁塔的防腐措施也应加以重视。特别是在西双版纳地区,而且铁塔又建在野外的热带森林内,高温重湿使钢材的正常使用年限往往低于一般地区,所以采取一定的防腐措施是必要的,也是设计铁塔需考虑的问题之一。因此,铁塔塔节全部采用较先进的热喷涂铝镁合金技术,此技术能使钢材一般在正常条件下可使用 30—50 年;铁塔拉绳选用镀锌钢丝绳,塔节与塔节间连接的螺丝、地锚拉杆等也采用镀锌防腐技术。

## 2.6 避雷

西双版纳是全国有名的多雷暴地区之一,多年平均雷暴日数达 120 天以上,所以避雷设备是建塔设计应注意的一个重要内容。我们选用的避雷方法是常规的接地电阻法。其中 70m 高铁塔的外引接地扁钢引入附近溪流。但由于本地区土壤电阻率较大,我们依靠增加成倍接地钢材的数量和增加接地钢材的面积(以塔为中心,辐射状增加接地钢材),以减小接地电阻,最终接地电阻为 3.2—3.9 $\Omega$  基本符合国家标准。

## 3 小结

西双版纳热带森林气象观测铁塔的设计具有如下特点。

3.1 铁塔的工作平台与观测伸臂较多,特别在林冠面附近最密,便于今后开展各学科的独立研究和多学科的合作研究工作。

3.2 铁塔高是平均树高的 1.5—2 倍,热带雨林中 70m 高铁塔是目前生态网络站,观测塔中较高的一座,也是云南热带雨林中具规模的一座森林气象观测塔。

3.3 采用了目前国内较先进的制造技术,具有较成熟和可行性的特点,如喷涂防腐技术等。

3.4 西双版纳生态站两座森林气象观测铁塔均建于森林内,而限于经费条件的限制,在相对的林外旷地都没有建造对照的气象观测塔,它对全面了解各种气象要素的森林效应,没有可比的对照点。这些不足都将有待于科研工作的进一步深入而逐渐完善。

# Designing the Meteorological Observation Iron-Tower of Tropical Forest Ecosystem

Liu Yuhong Zhang Keying Ma Youxin Zhang Jianhou

(Kunming Institute of Ecology, The Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223)

## Abstract

The choosing and designing of meteorological observation iron-towers in the original tropical rainforest and the man-made forest were discussed in Xishuangbanna. The shape, structure and functions of the observation iron-towers were also briefly given. Finally, the attentions and resolving ways to design and install the iron-towers were put forward in a tropical rainforest region where is very moist and of thunderstorm.

**Key Words:** xishuangbanna tropical forest meteorological observation iron-tower