

# 现有通信铁塔加固技术研究

王 华

湖北邮电规划设计有限公司 湖北 武汉 430023

**【摘要】**：随着通信技术的快速发展，发展中地区的3G网络需要升级到4G网络，而发展中地区的网络已经普及，未来将升级到5G网络。这意味着将需要更新和扩展越来越多的媒体。在中国，工信部应尽可能与三大运营商合作，减少不必要的基础设施建设。目前，新成立的中国铁塔股份有限公司专为通信运营商提供基础设施建设服务，通过向电通信站点传输线路支撑结构来降低基站建设成本。电信站点的铁塔和输电线路作为支撑结构的初始成本占站点总成本的50%以上，不可能重复建设。因此，以最小代价解决铁塔扩容加固问题具有重大的经济和社会意义。

**【关键词】**：现有通信铁塔；加固技术

## Research on the Reinforcement Technology of Existing Communication Towers

Hua Wang

Hubei Post and Telecommunications Planning and Design Co., Ltd. Hubei Wuhan 430023

**Abstract:** With the rapid development of communication technology, 3G networks in developing regions need to be upgraded to 4G networks, while networks in developing regions have become popular and will be upgraded to 5G networks in the future. This means that more and more media will need to be updated and expanded. In China, the Ministry of Industry and Information Technology should work with the three major operators as much as possible to reduce unnecessary infrastructure construction. At present, the newly established China Tower Co., Ltd. provides infrastructure construction services for communication operators, and reduces the construction cost of base stations by transmitting line support structures to electrical communication stations. The initial cost of the tower and transmission line of the telecommunications station as a support structure account for more than 50% of the total cost of the station, and it is impossible to repeat the construction. Therefore, it is of great economic and social significance to solve the problem of tower expansion and reinforcement at the least cost.

**Keywords:** Existing communication towers; Reinforcement technology

电信塔是为移动通信系统创建信号区域的基础设施。由于电信塔的底面积通常小于其高度，因此通常设计为高层建筑。铁塔在物理上是一个钢结构，对地震的反应相对较差。一般对其不进行抗震验算，只实施结构性措施。因此，风荷载是设计铁塔时要考虑的最重要的荷载条件。常见类型的电信塔包括单管主塔。角钢铁塔造价高，结构复杂，占地面积大。然而，由于它的高净空，它经常被用作一个空的空间。

## 1 通信工程中铁塔基础要求分析

### 1.1 牢固支撑要求

在电信项目中，铁塔建设应主要关注结构的有效维护。塔基础将具有更充分的混凝土支撑效果，防止塔基础不稳定并最终造成更明显的危险。对铁塔基础施工的稳定支护要求，应重点评估基础铁塔结构的稳固性，充分考虑与铁塔有关的重要问题，按时进行长期的运行尽职调查。有效的机制改变了周围土壤和风荷载的组成。随着通信技术的飞速发展，对通信铁塔的负荷要求越来越高，对现有通信铁塔也有加强的需求。在塔顶安装电信设备不仅增加了结构上的静载荷，而且增加了塔的横向风载荷。因此，需要加固技术来提高电信塔的整体稳定性，以避免在大风中倒塌。

### 1.2 经济性要求

在电信工程中，铁塔的建设不可避免地带来了巨大的基础设施需求。为了提高基础设施的可持续性，许多高水平工程项目的建设往往包括质量控制和增加基础设施支持。虽然这种趋势实际上提高了整个工程项目的运行效率，但实际工作中存在明显的弊端，尤其是从经济角度来看。对高质量的需求无疑会导致对资金投入的需求不断增加，因此很难做到良好的施工，为此在设计中考虑经济性要求，确保经济效益。

### 1.3 因地制宜要求

认识到其结构对电信塔技术的选择和设计而言，以提高其后续长期使用的安全性，以及与气候相关的气候。影响因素应反映设计和选择适用于当地环境的提案的具体工具的坚实基础。需要综合分析场地基础设施周围各种环境因素的潜在影响和风险，以确保选择合适的地基类型来选择和设计建筑铁塔的地基。项目规划更加智能，保证了可行性和效率，即使在建筑工地也是理想的选择<sup>[1]</sup>。

## 2 角钢塔加固方法研究

### 2.1 铁塔结构倒塌分析

铁塔钢结构弹性强度不稳定问题较为复杂。结构稳定性分析,主要用于计算桅杆或构件的临界力或静态极限承载力。抗拉强度稳定性可分为局部稳定性和一般稳定性。使用边界位移要求法计算塔桅结构的整体稳定性。荷载系数  $K$  至少为结构对应的风荷载  $W$  的 1 倍。当迭代过程收敛时,结构保持稳定。逐渐增加  $K$  值,计算结构变换迭代次数,直到迭代过程发生变化。收敛的最终状态,接近迭代过程中的波动,是结构的临界状态。此时,  $K$  值是桅杆结构相邻静载荷系数之和,  $K$  值一般在 2.0 左右。铁塔结构的倒塌和损坏分析可能意味着铁塔中没有连接,然后可以为钢筋的设计和施工提供建议。借助清晰的计算和分析,可以在高度非线性问题中解决各种二维、三维结构的快速碰撞、爆炸和倒塌问题。对涉及几何非线性(大位移、大旋转应力)的线性材料。临时动态问题是一个很好的解决方案。已经计算了三个角钢塔的结构倒塌。结构常数、使用寿命、空气载荷和耐久性为标准值,空气载荷是空气的两倍。研究表明,三座铁塔在双倍大气压的作用下倒塌,破裂部位为距地面六分之一,约为高度的 2/3。

### 2.2 基于弧长法的整体稳定分析

计算钢结构整体稳定性的模型往往将弱构件的流动作为结构的整体屈曲。这些成员的可变性是全局结构的局部变化。如果不仔细考虑应力状态,导致局部坍塌的临界载荷直接作为结构整体稳定性的临界载荷和结构极限强度的整体稳定性来评价。因此,为了排除肢体局部破坏的影响,采用一种方法对杆件和单元的静承载力进行建模。弧长法(RiksMethod)在非线形结构分析中具有分析稳定、计算效率高、重复性稳定等特点。非线性倒塌的倒塌可以在跟踪结构进展前后进行有效的研究。弧长法可以考虑材料的大变形和延展性的影响,是计算实际结构的通用方法。它的基本概念是在对增量的每一步进行非线性分析时预先确定的载荷增量(也称为载荷控制或力控制)或预测位移增量(也称为位移控制),它提供了许多步来增加载荷。一系列迭代计算,映射结构的实际载荷路径并最终获得结构上的最终载荷。

如果我们根据支架弱点和弧长法取荷载曲线系数,那么三个电信支架的弱点大约是第 6 区高度的 2/3,这印证了前面的分析。荷载因子分别为 1.98、1.45、1.82,所有负荷系数都小于 2.0。从整体稳定性看,结构性安全储备较少,有待加强<sup>[2]</sup>。

## 3 角钢塔加固施工技术

第一,根据孔型、边钢、辊边、钢的类型,根据尺寸、旋转位置、刀具位置,有限缩径相对安全,缩径速度较慢。因此,常规晶粒的精加工难以衡量,如低温和显得减量,只有奥氏体结晶区只能采用多次道浅红轧制。由于生产过程中经常使用高

温,各等级原料的奥氏体晶粒很容易产生,轧制道次短,容易形成端角。此外,每种钢在刀片和角度上都有一定的测量差异,例如在旋转过程中变形程度和冷温度的变化,从而导致截面特性均匀。对于本文所讨论的角钢,钒氮微解相结合的共同设计提高了钢角钢的力学性能和均匀性。第二阶段的钢材越多,尺寸越小,效果越强。根据透射电镜结果,轨道的每个角落的沉淀率都是相同的,但边部析出物的尺寸较小,是受力增加的主要原因。对于由铁氧体链组成的结构等级,根据每级杆的原理和 Hall-Pretsch 方程,公式(1)用于计算正方形的流动强度。

$$R_{YS} = R_o + R_S + R_P + R_G \quad (1)$$

式中:  $R_o$  为基体的晶格力;固溶强化对屈服强度的贡献值  $R_s$  的强度。本文讨论的钢边具有相同的边角结构。因此,方程(1)中前两个粒子对屈服应力的贡献是相同的,但具有小边缘的粒子的角阻力大于角阻力对屈服应力的贡献。屈服强度对生产力的贡献小于角,两者的综合作用角钢截面的强度趋于均匀。

弧长法(RiksMethod)在非线形结构分析中具有分析稳定、计算效率高、重复性稳定等特点。非线性倒塌的倒塌可以在跟踪结构进展前后进行有效的研究。弧长法可以考虑材料的大变形和延展性的影响,是计算实际结构的通用方法。它的基本概念是在对增量的每一步进行非线性分析时预先确定的载荷增量(也称为载荷控制或力控制)或预测位移增量(也称为位移控制),它提供了许多步来增加载荷。一系列迭代计算,映射结构的实际载荷路径并最终获得结构上的最终载荷<sup>[3]</sup>。

第二,角钢自立塔塔身结构加固。角钢通信塔的踏面结构多采用“之”字形,倒“K”型或“X”型,塔型分为重型塔、轻型塔和中型塔。今天,信标和中塔是通信系统中最常见的。随着现代电信业的快速发展,增加电信塔容量问题已成为一个重要问题。在进行加固扩容时,如果塔体的挂载没有达到设计的面积,我们必须对铁塔进行加固来满足扩容的需要。但在实践中,铁塔越少,扩张的条件就越好。大部分桅杆超过了原设计载荷,原安装的天线状况良好,无法调整以增加范围。在这种情况下,必须加强塔,以满足扩展的需要。加固塔架,首先要研究分析设计,描述铁塔荷载的主要组成部分和塔架荷载的主要来源。这些包括重力和风荷载的主要来源,因此需要分析这两个因素引起的荷载变化,并从受力构件入手,以实现对接塔的加固作用。

(1)主材加固。主材是铁塔的最重要的特性之一,而铁塔加固是加固最重要的方面。主材加固具体方法是增加构件的截面积,主要是增加双拼角钢的形式。目前的研究表明,十字形组合更适合加固铁塔材料。对双拼角钢的组合,可以根据需要选择合适的连接器。连接构件不仅用作简单的连接,而且还

必须承受一定的负荷。因此,需要保证链结构各要素的强度和稳定性。而对于主材与连接件的连接,可以根据情况使用不同的夹具来实现。

(2)斜材加固。相比于主材加固,斜材加固的方式较多,增强相对于主钢筋倾斜的材料。当然,增加辅助材料、折减构件计算长度、改变构件回旋半径等方式。这些基本技巧分别介绍如下:如果采用这种加固方式也需要用到铁塔的原有孔位,增设的辅助材料可以分担一部分的承载力,增加辅助材料的可以用于斜材加固。这种加固方法还需要使用凹槽孔的起始位置。额外的支撑可能会分担一些负荷能力,但塔体的自身重力会增加,这种方法在实践中很少用于倾斜的加劲肋。为了缩短计算结构的长度,要增设一定的辅助支撑,这种加固方式中,构建的回旋半径也有所改变。此外,这种加固方法需要使用原有的铁塔的原有孔位。硬件方法的区别在于,这种加固方法的操作需要使用额外的螺栓孔来连接基材。

第三,基础加固。对铁塔的塔体进行加固处理直接增加了塔体自身重力增加、风荷载增加,增加了风荷载,这直接影响到塔基的承载能力。因此,加强塔基础也是塔加固工程的重要组成部分。在加固地基时,最常用的方法是基础加宽法,其目的只是将地基延伸到原来的基础上。这种加宽方式主要适用于地基承载力或变形达不到要求。大型通信铁塔通常有独立的基础,如果独立基础的抗拉力不够,可以在抗拉力范围内通过计算抗拉力来计算混凝土的重量。需要注意的是,土体置换应在最佳自然天气条件下进行。如因基础问题导致塔身倾斜,应及时注浆的方式进行加固。

## 4 加固方案验证分析

### 4.1 加固方案结果比较

采用基于弧长法的两种加固方案的塔架结构进行大变形弹塑性非线性分析,标志性地采用只受拉桁架单元模拟,而其角钢铁塔则由欧拉梁单元模拟。预应力拉索能有效承受侧向风荷载,减少电小塔身弯矩及附加轴力,因此导致塔身薄弱位置上移,提高最终承载能力,总体稳定性得到改善。角钢加固方

案是将角钢从地面起至三分之二的塔高,用预定的截面代替原来的基材截面,将塔身最薄的部分吊起来制成。通信塔的整体稳定性有了很大的提高。

### 4.2 角钢加固方案构件计算

角钢加固方案包括将地面至铁塔 2/3,并将材料的原始主要截面更改为预期截面。按照《钢结构设计规范》(GB50017-2003)相关要求,且两侧支撑间核心板数量至少为 2 块。在高层建筑中,需要在新添加的山形钢和原山形基础钢之间固定填充焊接作业或者开螺栓孔,非常不便。因此,对不设中部填板、设置 1 道填板、设置 2 道填板的加固主材构件进行了有限元分析,考察 3 种加固方式与原主材极限承载力的差异。

采用缩减积分壳单元模拟角钢及填板,并考虑物理和几何非线性的影响,根据第一阶屈曲模态引入 1/1000 初始缺陷,L125 一阶屈曲模态引入 1/1000 初始缺陷×8 角钢分别采用 3 种加固方式的构件应力云图及屈曲模式。在钢筋和原始基材之间没有间隔物的情况下,基材的中心部分表现出弯扭屈曲不稳定性。当安装 2 道填板时,基材具有跨中局部弯扭屈曲。使用边角加固后,基材单元的最终承载能力大于原来的单角钢构件,小尺寸单元的加固效果更加明显。L125×8 角钢容易因减薄而产生局部缺陷,因此承载能力仅提高 9%。最终的承载能力比没有填料的情况要小一些,但是单层和双层填料的元件的最终承载能力大致相同。在钢筋项目本身中,可以选择无钢筋模式或 1 道填板加固设计。

## 5 结语

随着当今通信行业的快速发展,通信行业中使用的天线和其他设备的数量不断增加。在天线等电信设备的大力支持下,加固电信铁塔已成为电信不可或缺的一部分。在安装(更换)电信塔天线、增加天线高度或搬迁、组装或分塔时,我们进行安全评估,以满足建筑单元的资质要求。为保证铁塔结构的安全,确保铁塔结构安全的日常维护必须针对安装现场,必须针对铁塔,如果铁塔发生倾斜,必须及时采取有效的应对措施。

## 参考文献:

- [1] 王圣,贾斌,田建国.现有通信铁塔加固技术研究[J].四川建筑科学研究,2019,45(01):11-16.
- [2] 韩文理.基于通信铁塔的安全性及安全性评估分析[J].无线互联科技,2018,15(19):10-11.
- [3] 陆亚洲.浅谈通信铁塔的加固技术[J].科技资讯,2017,15(15):4+6.