

5G基站链式抱箍检测技术研究

傅俊磊, 马再生, 丁 勇, 范志荣

浙江方圆检测集团股份有限公司, 浙江 杭州

收稿日期: 2022年11月12日; 录用日期: 2022年12月8日; 发布日期: 2022年12月16日

摘 要

随着我国5G基站的大量建设, 链式抱箍产品作为利用现有设施建设5G基站的重要零部件, 其质量可靠性至关重要。本文利用自制的5G基站链式抱箍检测平台, 对链式抱箍产品进行检测, 以确认链式抱箍质量。

关键词

5G基站, 链式抱箍, 检测

Research on Chain-Type Hoop Detection Technology in 5G Base Station

Junlei Fu, Zaisheng Ma, Yong Ding, Zhirong Fan

Zhejiang Fangyuan Test Group Co., Ltd., Hangzhou Zhejiang

Received: Nov. 12th, 2022; accepted: Dec. 8th, 2022; published: Dec. 16th, 2022

Abstract

Along with the massive construction of 5G base station in our country, the chain-type hoop product is an important component to construct 5G base station using existing facilities, and its quality reliability is very important. In this paper, the chain-type hoop testing platform in self-made 5G base station is used to test chain-hoop products, so as to confirm the quality of chain-hoop.

Keywords

5G Base Station, Chain-Type Hoop, Detection

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

5G 通信网络是我国数字新基建的关键组成,同时也是我国数字经济发展以及信息通信行业发展的基础和前提[1]。5G 网络能够实现智慧社会和工业互联网等多个领域的赋能,尤其是信息通信行业发展角度,5G 建设统筹行业和社会经济两方面,能够带动产业链高效协同发展[2]。而这些愿景的实现均离不开 5G 通信基站这一重要基础设施。

目前,5G 基础设施建设正如火如荼地进行着,移动通信网络对容量和覆盖的要求不断提高[3]。5G 基站“高频段”的技术特性,决定着基站的间距将越来越小,密度越来越大,需要进一步合理规划站址,降低选址难度,缩短建设工期,有效控制成本[3]。5G 信号基站的安装将最大限度地利用城市、乡村马路边的广告牌、路灯杆等现有设施进行安装[4]。此时,链式抱箍就能发挥其应用场景广泛的特点,通过调节其链节长短,能适用各种不同规格的灯杆、管塔等设施。

使用链式抱箍安装 5G 基站设备已经被广泛应用,包括华为、中兴、诺基亚等知名厂商的设备都设计了与链式抱箍连接的配件。5G 基站设备价值高,动辄几十万,甚至上百万,所以链式抱箍的安全性至关重要。链式抱箍的检测目前并没有相应的产品标准,只能通过其使用的材料,进行物理化学等常规检测。承载性能和抗风性能等只能通过相应的结构标准进行参照试验,各实验室的试验方法都不尽相同,绝大多数还是用几吨的砝码进行加载,既浪费人工,又没有效率。本文拟通过电机加载及传感器检测荷载及目标构件位移的方式,模拟风对链式抱箍平台的影响,从而检测链式抱箍产品的质量。

2. 试验对象及参数

1) 本次试验对象为某型链式抱箍,分两层安装于十六边型锥型柱(锥度 0.02 ± 0.005 , 直径 $\phi 600$ mm~800 mm, 高度 > 4 米),每层抱箍分别安装六个支臂,如图 1 所示,且上下对称,并于每对上下支臂安装一根抱杆。如图 2 所示工况,进行试验,试验时分别加载固定荷载,测量每根抱杆的垂直方向位移和水平方向位移。

2) 根据试验要求,设计安装 6 根抱杆,均匀分布于整条链上,模拟每根抱杆安装一台 5G 设备,每台设备重约 100 kg。模拟设备在承重工况下遭遇 12 级台风(根据要求估算受力约为 1.64 kN/m^2)从一个方向影响链式抱箍平台,每台设备受风面积约 0.8 m^2 ,故设定每根抱杆受力约 1320 N。

3. 试验方案[5]

参照 GB/T 50344-2019《建筑结构检测技术标准》中结构性能的静力荷载检验部分,制定试验方案。

3.1. 试验装置

试验装置为自制 5G 基站抱箍平台检测系统。由电机于三个位置对整体平台进行加载,并通过传感器对受力及位移进行测量。垂直方向 6 个加载点,力传感器测量荷载,每个加载点力值 0~3000 N。水平方向两层,每层 6 个加载点,每层位移可移动,每个加载点力值 0~5000 N。共配置 21 个力传感器,其中 3 个 50,000 N 传感器,实时测量每个电机加载时的总荷载,6 个 3000 N 传感器实时测量垂直方向荷载,12 个传感器实时测量水平方向荷载。6 个位移传感器,测量范围为 25 mm~35 mm,可拆卸,并对目标构件实时位移进行监控。

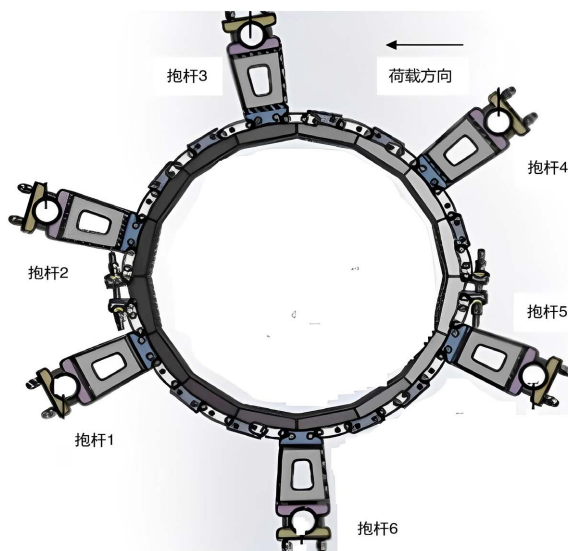


Figure 1. Installation drawing of hoop
图 1. 抱箍安装图

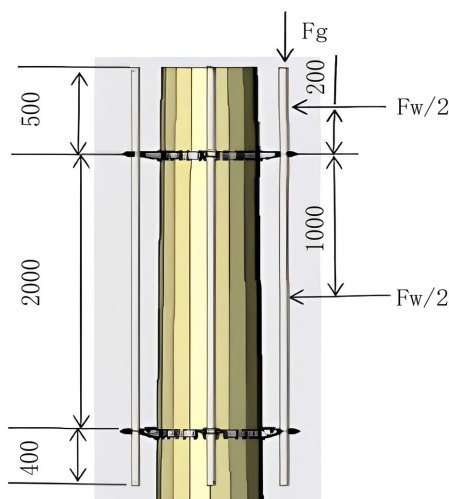


Figure 2. Position diagram of hoop
图 2. 抱箍位置图

3.2. 荷载布置

本次试验用每根抱杆受到的力，模拟该套产品在安装 5G 设备的情况下，受到风力的影响。以 1.5 倍安全系数对每个试点进行加载，对每根抱杆施加垂直方向荷载 1500 N，以图 2 中 F_g 表示。每根抱杆横向施加荷载 2000 N，上下两处受力点分别为 1000 N，以 $F_{w上}$ 和 $F_{w下}$ 表示。以图 1 中左下抱杆为 1 号杆，按顺时针方向依次为 2~6 号杆，各受力点以表 1 符号表示。

3.3. 试验方法

1) 试验荷载的施加

垂直方向荷载：始终施加 1500 N 荷载，模拟设备安装于抱杆上，以考核抱杆在该荷载下是否出现明显滑移，是否会影响 5G 设备安全。

Table 1. Symbols and test loads of stress points**表 1.** 受力点符号及检测荷载

抱杆编号 受力位置	抱杆 1	抱杆 2	抱杆 3	抱杆 4	抱杆 5	抱杆 6
F_g	F_{g1} : 1500 N	F_{g2} : 1500 N	F_{g3} : 1500 N	F_{g4} : 1500 N	F_{g5} : 1500 N	F_{g6} : 1500 N
$F_{w上}$	$F_{w上1}$: 1000 N	$F_{w上2}$: 1000 N	$F_{w上3}$: 1000 N	$F_{w上4}$: 1000 N	$F_{w上5}$: 1000 N	$F_{w上6}$: 1000 N
$F_{w下}$	$F_{w下1}$: 1000 N	$F_{w下2}$: 1000 N	$F_{w下3}$: 1000 N	$F_{w下4}$: 1000 N	$F_{w下5}$: 1000 N	$F_{w下6}$: 1000 N

水平方向荷载：在正式加载前，施加 20 N 的初载荷。然后分五级加载，每级加载最大检测荷载的 20%，以考核每根抱杆的横向位移，分析抱杆安装位置及安装数量是否合理，整个链式抱箍平台结构设计是否合理。各受力点荷载施加方案见表 2。

Table 2. Graded loads of each stress point (unit: N)**表 2.** 各受力点分级加载荷载(单位: N)

受力点	初载荷	第一级	第二级	第三级	第四级	第五级
F_{g1}	1500	1500	1500	1500	1500	1500
F_{g2}	1500	1500	1500	1500	1500	1500
F_{g3}	1500	1500	1500	1500	1500	1500
F_{g4}	1500	1500	1500	1500	1500	1500
F_{g5}	1500	1500	1500	1500	1500	1500
F_{g6}	1500	1500	1500	1500	1500	1500
$F_{w上1}$	20	200	400	600	800	1000
$F_{w上2}$	20	200	400	600	800	1000
$F_{w上3}$	20	200	400	600	800	1000
$F_{w上4}$	20	200	400	600	800	1000
$F_{w上5}$	20	200	400	600	800	1000
$F_{w上6}$	20	200	400	600	800	1000
$F_{w下1}$	20	200	400	600	800	1000
$F_{w下2}$	20	200	400	600	800	1000
$F_{w下3}$	20	200	400	600	800	1000
$F_{w下4}$	20	200	400	600	800	1000
$F_{w下5}$	20	200	400	600	800	1000
$F_{w下6}$	20	200	400	600	800	1000

2) 每级加载完成后，测量变形，达到最大荷载后，保持荷载，每隔 15 分钟测量荷载及位移，直到变形值在 15 分钟内不再明显增加为止。

3) 记录数据后分级卸载，并在每一级荷载和卸载全部完成后测量位移值。观察各部位有无损伤，如裂缝、焊缝开裂，构件弯折等。

4. 试验结果及分析

按照上述试验方案对该型抱箍进行试验，试验结果如下：

1) 垂直方向：每根抱杆施加 1500 N 的垂直向下荷载，位移如表 3 所示。

Table 3. Vertical displacement

表 3. 垂直位移

抱杆	位移 mm	卸载后位移 mm
1	2.272	0.118
2	2.187	0.107
3	2.435	0.115
4	2.317	0.124
5	2.254	0.113
6	2.280	0.124

从以上结果可知，六根抱杆的位移基本一致，且稍有位移，未影响整体结构安全性。位移主要来自支臂倾斜，有效避免了刚性变形，卸载后基本能恢复原位，该型链式抱箍产品结构设计合理，能有效承受固定荷载，支臂与抱杆连接处未产生明显滑移。

2) 水平方向：每根抱杆垂直方向持续保持 1500 N 荷载，水平方向两个位置分别分级加载至 1000 N，位移如表 4 所示。

Table 4. Horizontal displacement

表 4. 水平位移

抱杆	位移 mm					卸载后位移 mm
	200 N	400 N	600 N	800 N	1000 N	
1	1.149	1.463	1.769	2.150	2.371	0.659
2	1.050	1.137	1.149	1.176	1.202	0.551
3	2.276	2.651	3.272	3.976	4.355	1.764
4	1.044	1.122	1.204	1.239	1.259	0.614
5	1.242	1.652	2.146	2.670	2.999	0.701
6	2.402	2.959	3.510	4.178	4.857	1.992

1000N时位移

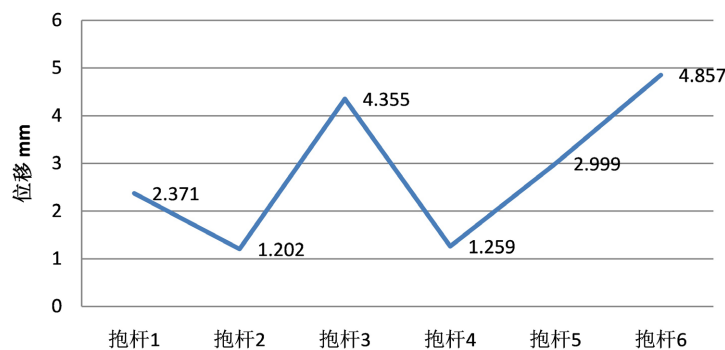


Figure 3. Comparison of the maximum displacement of each hold rod

图 3. 各抱杆最大位移对比图

从以上数据及图 3 分析可知, 当荷载与抱杆所成夹角越大时, 抱杆位移显著增大, 但该型链式抱箍结构稳定, 所使用的连接螺栓强度均远大于受到的荷载值, 且抱杆支臂均为可调节式, 大大减少受到荷载的影响。抱杆 3 与抱杆 6 与荷载方向几乎成 90° 角, 受到相同的荷载时, 位移最大, 但均未超过 5 mm, 且卸载后, 永久变形不超过 2 mm, 质量可靠。建议安装多根抱杆时, 应尽量均匀分布于链式抱箍上, 且数量不宜过多, 以免造成迎风面积增大, 从而增加抱箍受到的力值, 造成抱箍连接螺栓断裂等影响整体安全性的隐患。在链式抱箍所使用的材料检测方面, 建议重点检测连接螺栓的理化性能, 特别是螺栓的抗拉强度及剪切强度等性能, 避免因连接螺栓断裂而造成设备跌落等现象, 避免造成经济损失, 尤其避免对人员造成的伤害。如该产品安装于海边等腐蚀性较强的环境中时, 还应考虑构件的表面防腐, 必要时应镀锌或增加表面涂层, 以确保构件不会因为自身受到腐蚀而引起断裂等形式的破坏。

基金项目

浙江省市场监督管理局自筹科技计划项目(ZC2021A037)。

参考文献

- [1] 刘智. 探析 5G 基站规划建设的难点[J]. 中国新通信, 2021, 23(8): 21-22.
- [2] 李军. 新时代背景下中国 5G 发展的机遇与挑战研究[J]. 科技创新导报, 2020(9): 250-251.
- [3] 李兵. 5G 基站共享电力塔技术方案研究[J]. 通信电源技术, 2020, 37(11): 195-197.
- [4] 任艳红. 5G 基站的部署研究[J]. 电视技术, 2019, 43(10): 51-52+77.
- [5] 中国建筑科学研究院有限公司. GB/T 50344-2019 建筑结构检测技术标准(附条文说明) [S]. 北京: 国内-国家标准-国家市场监督管理总局 CN-GB, 2019.