

关于风电基础预应力锚栓组合件安装 质量控制的探索

李剑锋

(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,四川成都 610072)

摘要: 预应力锚栓的安装精度、安装质量至关重要,通过工程实践,总结并探索出部分提升锚栓安装质量的控制措施与方法。

关键词: 风电基础;预应力锚栓;同心度;水平度;安装精度;质量控制

中图分类号: TK89;TV52;TV223;TV523

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2017)增1-0120-03

1 概述

随着我国陆上风电场建设的如火如荼发展,风力发电机组基础的形式也多种多样,按照不同的地质条件,一般选用的基础形式包括重力型基础、预制桩基础、钻孔灌注桩基础、岩石锚杆基础等。而目前实施的陆上风电项目,无论是河谷风电场,还是山地风电场,对于潜埋式重力基础形式格外重视,一般采用圆形或八边形重力扩展式基础。随着技术领域的不断研究探索,板梁基础形式(由圆形筏板、肋梁及中心台柱组成)应运而生,在钢筋、混凝土用量上较扩展型基础有较大的优化,而且该基础与塔架的连接形式也通常采用预应力锚栓取代传统的基础环。

预应力锚栓较基础环具有诸多优势,除了在钢筋用量上有较大节省外,在基础结构整体受力上,预应力锚栓通过上、下锚板将基础连接成一体,使结构连续、无刚度和强度的突变;在安装工艺上,中心台柱的钢筋与锚栓交叉架设,互相干扰性较小,施工便利,基础整体性好;采用液压张拉器对预应力锚栓施加设计张拉值后,基础结构整体处于受压状态,有利于发挥混凝土抗压性能优势,在正常工况基础360°方向受弯时,也只在迎风侧释放部分压应力,混凝土仍处于受压状态,混凝土基础不易产生拉裂缝,使基础耐久性能得以提高;锚栓组合件生产周期较短,运输较基础环快捷、方便,有利于现场施工,进而加快施工进度。

预应力锚栓虽然具备上述工程优势,但在安装工艺上却要求严格,安装精度控制在毫米级,对

安装质量控制提出了很高的要求。笔者以参建的黄联关风电场项目预应力锚栓组合件安装为例,在预应力锚栓安装质量控制方面进行了一些有益的探索,取得了较好的实践成果。

2 工程实例

笔者所参建的黄联关风电场项目地处四川省凉山州西昌市境内,为典型的河谷风电场。黄联关风电场装机总容量为205 MW,由82台DF121-2 500 kW-H90 m直驱式风力发电机组组成,单机容量为0.25 MW,采用“一机一变”箱式变压器,通过8回路、35 kV集电线路送电至220 kV升压站。

风机基础采用预应力锚栓板梁式基础形式,基础筏板厚0.6 m,直径为20~22.6 m,肋梁采用“八爪形”均匀分布于中心台柱周围,中心台柱直径为5.4 m。由于整个风电场位于安宁河谷区域,设计人员考虑到具体的涉洪要求,对中心台柱进行了精细化设计,根据每个机位不同的涉洪水位,设计出4 120~8 120 mm六种不同高度的基础形式。锚栓组合件由208根锚栓、上下锚板及相关附件组成,锚栓规格为M42,锚孔为 $\varphi 45$,锚栓与锚孔间隙为3 mm。锚栓长度规格分别为4 120 mm、4 420 mm、5 120 mm、6 120 mm、7 120 mm、8 120 mm,共6种,其中7 120 mm、8 120 mm两种超长型锚栓在安装质量控制上难度较大。

3 锚栓安装技术要求

根据设计提供的《预应力锚栓组合件安装技术指导书》,对锚栓组合件安装质量给出了以下

收稿日期:2017-04-29

技术要求(表1)。针对各项质量控制参数,在实践中需采取有效的措施加以保证,特别是对今后塔筒安装的重要参数——“上下锚板同心度”至关重要。

表1 锚栓组合件安装技术参数表

序号	检验项目	检验标准	备注
1	下锚板与基础中心同心度	≤ 5 mm	相对偏差
2	上下锚板同心度(螺孔同轴度)	≤ 3 mm	相对偏差
3	下锚板水平度	≤ 3 mm	
4	锚栓上端露出上锚板长度	± 1.5 mm	
5	上锚板水平度(浇筑前)	≤ 1.5 mm	
6	上锚板水平度(浇筑后)	≤ 2 mm	

4 锚栓安装质量控制要点

预应力锚栓组合件是连接基础与塔筒的关键部件,其安装质量直接关系到后续塔筒的安装工作。上锚板水平度、上下锚板同心度是影响后续塔筒安装的重要因素,208根锚栓要精确、无误地与塔筒底法兰盘的208个锚孔连接,且锚栓与锚孔间隙只能控制在3mm范围内。必须保证锚栓从安装到后期混凝土浇筑全施工过程中一直保持其铅垂性,控制难度较大。笔者从工程实践中总结并得出以下质量控制要点。

(1) 初期安装精度的保证。

锚栓组件在初期安装时,必须严格按照安装精度控制要求进行安装,将上锚板的水平度控制在1.5mm范围内,将上下锚板同心度的安装质量必须控制在3mm正负偏差值内,将锚栓上端露出上锚板的长度控制在1.5mm范围内。对于超长型锚栓的安装质量更需加强控制,采用适当的施工措施克服其因锚栓过长出现的挠度变形。

(2) 减小后续施工干扰的影响。

锚栓组合件安装完成后,需经过钢筋绑扎、模板安装、混凝土浇筑等工序,若对其中任何一个工序过程控制不当,均可能对锚栓组合件产生干扰而影响其精度,故在后续施工过程中,需精心施工,避免出现施工不当影响锚栓组合件精度的情况。

(3) 施工过程中的量测纠偏。

锚栓组合件安装完成后,后续的施工历时较长,难免会产生对其精度的干扰。在施工过程中,

必须采取适当的措施,对上下锚板同心度进行过程中的量测并及时纠偏,以免累计误差值在施工中扩大。

(4) 塔筒安装前的复核校正。

在混凝土浇筑后、塔筒安装前,必须对上锚板水平度进行二次复核校正,将其水平度控制在2mm范围内,方可进行后续塔筒的安装。

对于超长型锚栓,更需把控好安装过程中的各项质量控制要点,减小其挠度变形值,以保证后续塔筒安装的顺利进行。

5 所采取的锚栓安装质量控制措施

针对上述锚栓安装质量控制要点,笔者在工程实践中探索总结出一些实用的质量控制措施,在工程实践中取得了良好的效果。

措施一:铅垂线法控制同心度。

对于上、下锚板同心度的安装精度控制。由于其精度控制为3mm数量级,多采用精密测量仪器方式进行控制。但在工程实践中,这种方式操作麻烦且不直观、有效。笔者参建工程的同心度控制采用了铅垂线法,具体操作过程为:在上、下锚板安装前,精确地在锚板四个象限位置刻画标志点,锚板安装粗调就位后,在上锚板的四个标志点挂铅垂线,同时用拖拉绳对上锚板进行调整,经反复多次调整后,能将上、下锚板同心度有效地控制在3mm范围内,该施工方法简单、有效。

措施二:简易钢筋支撑上锚板。

对于超长型锚栓,因其挠度变形较大,不易控制其同心度。工程实践中,在上锚板安装就位进行同心度调整后,采用将 $\phi 32$ 钢筋焊接成十字撑形式支撑上锚板,以减小长锚栓的挠度变形,在实践中取得了较好效果。

措施三:定制工装。

若要保证上、下锚板同心度以及锚栓的铅垂性,最好使锚栓保持三点一线。而上、下锚板的锚孔仅能保证两点,故需增加一个定制工装,用于保证三点一线。定制工装为与上锚板锚孔布置一致的轻型、缩小版结构,对超长型锚栓的质量控制效果良好。

措施四:PVC简易卡孔。

锚栓组合件安装就位后,锚栓与锚孔的间隙在后续施工过程中难免会产生扰动,一旦扰动产生,混凝土浇筑后就很难纠偏。在工程实践中采用 $\phi 45$ 、壁厚1.5 mm的PVC管,将其破成两个半圆后卡在锚栓与锚孔间隙中,对锚栓同心度质量控制产生了非常有效的作用。

措施五:过程量测纠偏。

在锚栓组合件初期安装就位后,其后续的施工难免会对其产生一定的干扰影响,在后续的施工中除了尽量避免这种干扰外,过程量测的一直跟进至关重要。具体措施为:在锚栓初期安装后,在上锚板四个象限位置设置量测标志,首次进行测量读数,在后续的钢筋绑扎、模板安装、混凝土浇筑过程中,分期进行测量复核,若发现较大的干扰影响,采用固定在地表上的拖拉绳调整纠偏,使锚栓组件的精度在施工过程中一直处于受控状态。

措施六:吊装前的复核校正。

塔筒吊装前,基础与上锚板之间有60 mm的

二次灌浆后浇带,可以进行上锚板水平度的再次复核校正,通过上锚板下部的尼龙螺母对上锚板水平度进行末次调节,确保将上锚板水平度控制在2 mm范围内。

实践证明:通过采取上述锚栓组合件安装质量控制措施后,其安装精度得到了有效保证,在后续的塔筒吊装过程中,锚栓与塔筒法兰孔均一次性对接成功,为后续施工提供了保障。

6 结语

预应力锚栓板梁式基础因其具有的卓越的性能,已越来越多地被各类风电场采用,其安装精度要求高,对安装工艺提出了更高的要求。笔者通过参建项目工程实践,总结探索出部分锚栓安装质量控制的措施、方法,以期抛砖引玉,提升锚栓安装质量,让预应力锚栓基础形式越来越广泛地获得应用。

作者简介:

李剑峰(1978-),男,重庆长寿人,高级工程师,学士,从事工程总承包管理与技术工作。(责任编辑:李燕辉)

(上接第47页)

看出:TRT超前地质预报对裂隙构造和地下水反应相对较为敏感且预测精度相对较高。但从测试的地震波三维成像图(图5)可见,成像的正、负反射带能反映出结构面和地下水,但未能表达出隧洞前方岩体中的岩性、构造等具有明显差异的结构面,也未能反映地下水顺层分布、集中某一部分排泄的特征,亦不能预测出水量的大小。

3 结语

TRT超前地质预报在玉瓦水电站取得了成功的应用。首先,TRT预测有效范围内的围岩情况经开挖验证基本正确,且预测的距离和精度均较为可观。特别是对地下水、裂隙都有比较准确的预测,对岩石强度和岩体完整性的变化趋势的预测也比较准确;其次,TRT技术现场操作简单,数据采集迅速,且不需要使用炸药爆破作为震源,不但对施工干扰小,亦很安全。由于TRT测试对传感器的设置要求较高,故传感器需要与岩壁凝固结实,且部分传感器需设置到顶拱,因此,在测试过程中,这部分工作对测试效率影响较大。玉瓦

水电站引水隧洞洞径较小,测试相对较顺利。但对于规模较大的隧洞,在顶拱设置传感器时则需要专门的升降设备辅助进行。

TRT超前地质预报技术先进,相比于其它物探类超前预报方法具有:预测距离长、精度高;锤击作为震源;高精度传感器接收信号;层析扫描图像处理系统;成果三维图像直观展示等一系列优点。但其所检测到的数据较为笼统,对各种地质特征不能有效预测且数据间关联性极强,不仅需要解译人员对系统相当熟悉,还要具备较高的地质理论知识。

参考文献:

- [1] 陈刚毅. TRT地质超前预报技术及其在三峡翻坝高速公路中的应用[J]. 资源环境与工程, 2009, 23(3): 304-307.

作者简介:

罗宇(1985-),男,重庆市人,助理工程师,学士,从事水利水电工程地质工作;
胡帅(1978-),男,湖北黄梅人,高级工程师,硕士,从事水电工程地质工作。

(责任编辑:李燕辉)