

风电设备自动清洗装置的研究

Research on Automatic Cleaning Device of Wind Power Equipment

杨一帆

Yifan Yang

华能新能源股份有限公司云南分公司 中国·云南昆明 650000

Yunnan Branch, Huaneng New Energy Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

摘要: 为解决风电塔架自动清洗问题, 论文研究提出一种新的清洗装置, 充分利用风电塔架结构, 风电设备自动清洗装置自动爬升, 到达需要清洗高度, 进行自动清洗作业。研究装置对风电设备的清洗部位进行清洗, 提高设备的清洗效率和清洗效果, 从而实现高效、简便、自动化的目的, 避免人工高空作业带来的安全风险, 达到自动清洗的目的。

Abstract: In order to solve the problem of automatic cleaning of wind power tower, this paper studies and proposes a new cleaning device, which makes full use of the structure of wind power tower. The automatic cleaning device of wind power equipment automatically climbs to the required cleaning height and performs automatic cleaning. The research device cleans the cleaning parts of the wind power equipment to improve the cleaning efficiency and cleaning effect of the equipment, so as to achieve the purpose of high efficiency, simplicity and automation, avoid the safety risks caused by manual high-altitude operation, and achieve the purpose of automatic cleaning.

关键词: 风电; 自动清洗; 研究

Keywords: wind power; automatic cleaning; research

DOI: 10.12346/peti.v4i3.6709

1 应用概况

华能新能源股份有限公司云南分公司(以下简称“云南分公司”)隶属于华能新能源股份有限公司,位于中国云南省昆明市,是华能集团首个效益型百万千瓦高原风电基地,是华能新能源公司的“中坚力量”和“发展主力军”“效益排头兵”。

多年来,云南分公司秉承华能集团“三色”公司使命,认真履行国有企业经济责任、政治责任、社会责任和环保责任,始终做到新能源开发与带动地方经济协同发展、与社会责任建设和谐发展、与生态环境协调发展;生动诠释了“建设一座电站、带动一方经济、保护一片环境、造福一方百姓、共建一方和谐”的社会责任理念。华能新能源股份有限公司云南分公司隶属于中国华能旗下的华能新能源股份有限公司,主要从事云南地区新能源项目的投资、建设和经营。多年来,公司坚持以风电、光伏发电为核心,通过基地型与分

散(布)式相结合、开发与收购相结合,持续提升盈利能力、竞争能力、抗风险能力和可持续发展能力,立足国内、走向世界,努力创建具有国际竞争力的世界一流新能源企业。

2006年中国启动了云南省新能源项目开发建设,于2008年投运了云南省第一座风电场——大风坝风电场,开创了全国高原风电建设的先河,其良好的社会效益和经济效益吸引了各大电力企业争先进入云南发展新能源,掀起了云南省开发建设新能源的热潮。公司抢抓机遇,相继在大理、楚雄、保山、昆明等9个县市建设了20个风电场和2个光伏电站,装机容量108.375万千瓦(风电101.675万千瓦、光伏6.7万千瓦),在建光伏项目55万千瓦,在云南省新能源装机规模位居前列,是中国华能首个效益型百万千瓦高原风电基地。

2 设计背景

在生活和生产中,随着能源需求的不断增加,传统能源

【作者简介】杨一帆(1998-),男,中国河南邓州人,本科,助理工程师,从事新能源科学技术研究。

的不断消耗，每个领域都在大力地发展新型可再生能源。而在中国，风力资源尤为丰富，风无处不在，特别是在高原地区以及近海地区。风电的开发环境和前景越来越好，但是，随着风力发电场的增多，风电装机的容量也越来越大，风电设备的维护保养和清洗问题也就显得尤为突出。

清洗装置目的在于利用风电塔架结构，提供一种替代人工作业的清洗装置，利用爬升装置、旋转装置和角度补偿，以及机械臂前端的清洗更换插头，根据需要更换清洗盘或清洗喷头，科学合理实施清洗作业。同时在清洗过程中，内盘转盘电机齿轮配合外盘链条，可以实现360°旋转对塔架清洗，清洗盘或清洗喷头配合机械臂可以全方位清洗，从而提高设备的清洗效率和清洗效果，实现高效、简便、自动化的目的，避免人工高空作业带来的安全风险，达到高效清洗的目的。

3 清洗现状分析

3.1 风力机污染危害

强风力、高湿度、高盐腐的地区，风力发电机组塔架和设备舱的电气设备受环境影响，不同程度存在腐蚀问题。所以，需要定期对风力机组进行维修保养、清理保养、防锈蚀等。

3.2 清洗现状技术分析

清洗设备的设备和方法多样，如人工清洗、设备清洗、机器人清洗等。人工清洗比较方便，中国较为常见。机械设备的清洗净化，就是将水雾喷射到含尘空气中，利用喷射水雾对粉尘颗粒进行个体增重、凝并、碰撞拦截后，迫使水雾与尘粒结合导致降落，以此实现清洗。

设备清洗的喷嘴喷射是设备清洗净化常见形式，能够将能够直接将附着在设备上面的粉尘积尘等，遇到油污等附着物，在水中加入化学清洗剂，便可清洗干净。

设备清洗的优点，与现有技术相比、设计出作品具有的节能减排的实质性技术特点和显著效果。

利用风电塔架，实现对风电设备的自动清洗，避免人工高空作业带来的安全风险，提高设备的清洗效率和清洗效果，实现高效、简便、自动化的目的，起到自动清洗的目的^[1]。

如果设备清洗装置设计合理，那么可以分解风力机表面的污渍，清洗85%~95%的积尘污染。所以，有必要对设备清洗的方式方法另外入手，寻求新的解决之道。

4 清洗现状技术分析

清洗设备的设备和方法多样，如人工清洗、设备清洗、

机器人清洗等。人工清洗比较方便，中国较为常见。机械设备的清洗净化，就是将水雾喷射到含尘空气中，利用喷射水雾对粉尘颗粒进行个体增重、凝并、碰撞拦截后，迫使水雾与尘粒结合导致降落，以此实现清洗。

设备清洗的喷嘴喷射是设备清洗净化常见形式，能够直接将附着在设备上面的粉尘积尘等，遇到油污等附着物，在水中加入化学清洗剂，便可清洗干净。

设备清洗的优点，与现有技术相比、设计出作品具有的节能减排的实质性技术特点和显著效果：利用风电塔架，实现对风电设备的自动清洗，避免人工高空作业带来的安全风险，提高设备的清洗效率和清洗效果，实现高效、简便、自动化的目的，起到自动清洗的目的。如果设备清洗装置设计合理，那么可以分解风力机表面的污渍，清洗85%~95%的积尘污染。所以，有必要对设备清洗的方式方法另外入手，寻求新的解决之道^[2]。

5 清洗装置的设计

5.1 设计原则

风电设备清洗装置要在塔架外部运行，同时保证风轮和机舱（包括发电机和传动系统）稳定，保证风电设施的安全正常运行。

风电设备清洗装置要满足强度，承受在塔架、叶轮、机舱的载重量，并且应进行疲劳分析，满足设计寿命。

风电设备清洗装置要计算分析运行的稳定性，从而能够满足清洗设备运行的稳定性和安全性^[3]。

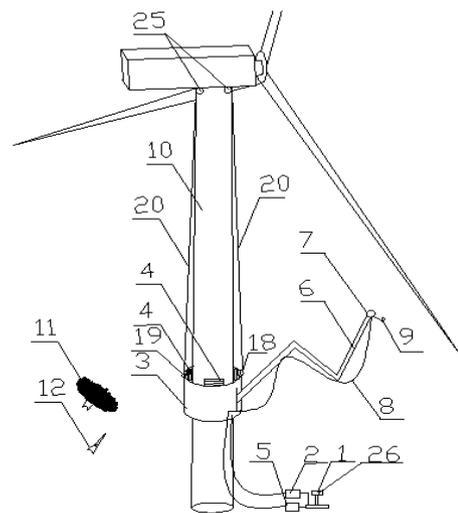


图1 风电设备装置构造图

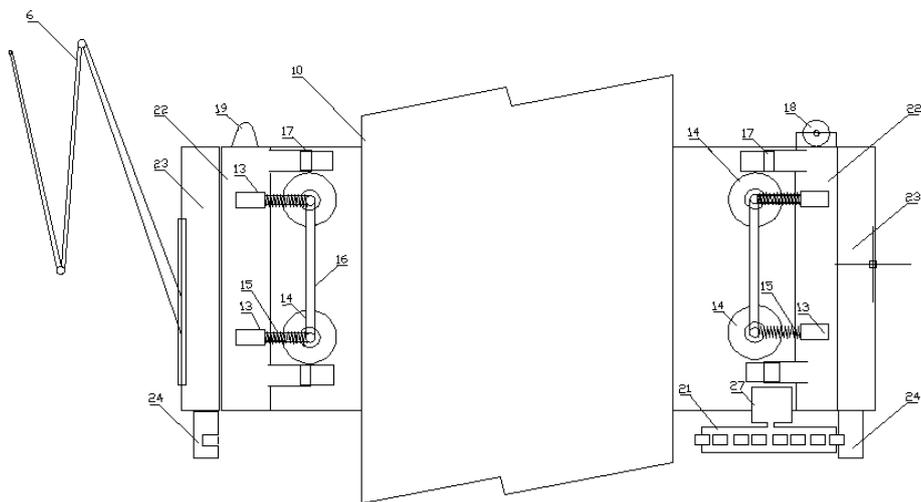


图2 爬升装置剖面图

1—中央集成控制装置；2—发动机；3—爬升装置；4—涨紧装置；5—供水装置；6—机械臂；7—清洗更换插头；8—高压清洗供水管路；9—摄像头；10—塔架；11—清洗盘；12—清洗喷头；18—卷扬机；19—钢丝绳固定点；20—钢丝绳；25—滑轮；26—显示器；27—转盘电机；28—内盘螺栓；29—内盘螺帽；30—内盘法兰盘；31—外盘螺栓；32—外盘螺帽；33—外盘法兰盘；34—滚珠

5.2 设计说明

- ①风电设备塔架。负责承载整个清洗装置。
- ②升降台。带动机械臂到达指定位置。
- ③升降装置。钢丝绳一端固定于升降台内壁经过上方塔筒连接于电机转轴，电机正转升降台上升，反转升降台下降。
- ④旋转装置。通过旋转电机带动齿轮传动链条正向传递和反向传递，从而带动升降台正向旋转和逆向旋转。
- ⑤机械臂。通过机械臂可以精准到达清洗部位进行清洗。
- ⑥张紧装置。当清洗装置到达指定位置时，通过推拉电机的启闭，将清洗装置牢牢固定于塔架位置后进行清洗。
- ⑦角度补偿装置。通过一个旋转电机和一根长短可选择长螺丝，对一些通过升降旋转达不到的部位进行更全面的清洗。
- ⑧控制台。通过控制台操控清洗装置通过升降旋转到指定部位后再进行机械臂的操作进行清洗。

5.3 爬升装置和旋转的设计

风电设备清洗爬升装置的设计图，图2、图3为爬升装置剖面及仰视图。

风电设备清洗爬升装置的旋转实施方式，对照图1风电设备装置构造图和图3爬升装置仰视图，做进一步的说明。

爬升装置到达清洗位置后，涨紧装置(17)动作，在塔架(10)上面锁定。转轮(14)保持原状态，启动内盘(22)上面的转盘电机(27)，带动齿轮(21)和链条(24)转动，从而带动和链条(24)一体的外盘(23)，再带动机械臂(6)，进而对塔架(10)实施全方位的清洗。

5.4 安装和拆卸

安装和拆卸方式，图3爬升装置仰视图做进一步说明。

爬升装置的内盘(22)和外盘(23)等距离切割分离，分别焊接内盘法兰盘(30)和外盘法兰盘(33)，安装时内盘法兰盘(30)用内盘螺栓(28)和内盘螺帽(29)固定。外盘法兰盘(33)用外盘螺栓(31)和外盘螺帽(32)固定。反之亦然。

内盘(22)和外盘(23)之间有滚珠(34)相连，便于旋转。链条(24)是活接链条，可以插接固定。拆卸时，注意对滚珠(34)进行黄油涂抹后，用纱布包扎固定，防止丢失和杂物污染。

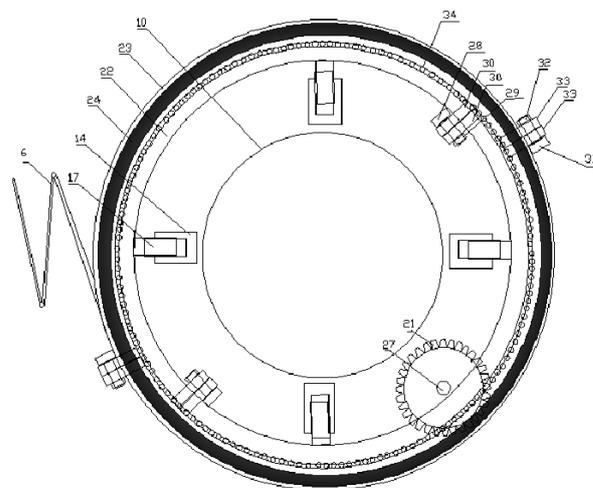


图3 爬升装置仰视图

6 研究阶段存在的问题

基于风电设备清洗装置的研究涉及多方面的理论、方法和技术，本研究还有许多新的问题需要解决，需要在不断的

研究应用中不断积累和完善,在以下几个方面,还需要做进一步的研究和开发。

6.1 防重心不稳研究

因为爬升系统和机械臂的不对称性,机械臂伸出惯性的特点,机械臂会出现倾斜。为了控制重心失稳,在设计时,就要充分考虑机械臂的选材重量问题,比如选择铝合金或镁合金,还有一种构思,可以考虑设计对称的1组两个机械臂。

6.2 爬升装置的卷扬机的替代研究

该装置的存在是为了爬升装置的提升,由于本清洗装置是在风电塔安装完成后实施的清洗,塔架上面的滑轮要提前考虑安设。如果安装风电设备时没有考虑,将为本装置的清洗带来极高重新安装风险。为此,对于爬升装置卷扬机的替代将作为今后研究对象。

6.3 其他方面的研究

还有其他难以明确的原因,也可能增加清洗难度。例如,风力轴向风流和径向风流的扰动、调整风电设备清洗装置位置等。

7 结语

①利用风电设备清洗装置系统,在距离地面30m以下范围,含尘气体都在这里,含尘气流的外扩能够被有效组织。随着高度的增加,需要将喷嘴更加靠近清洗电。

②对比其他清洗作业方式,风电设备清洗装置系统的有更高的安全性。

③如果机械臂距离爬升装置越近,那么稳定性就更加稳定可靠。

④利用1个机械臂清洗处理,存在重心不稳,促使涨紧装置力度增强。

⑤采用的角度补偿侧面调节,大大地扩展风电设备清洗装置的角度和面积。

参考文献

- [1] GB/T 19072—2003 风力发电机组/塔架[S].
- [2] 杨一帆.风力机清洗装置研究[D].长春:长春工程学院,2020.
- [3] 杨卫林.煤矿综掘工作面除尘净化装置的研究[D].武汉:武汉工程大学,2017.