

# Reflection on the Impact of Beijing's "July 31st" Extreme Climate on the Power System

Youjun Cai Zhaofang Han Gaihua Guo

Beijing Jingdian Electric Power Engineering Design Co., Ltd., Beijing, 100007, China

## Abstract

Electricity, as the most important energy guarantee for the country, is related to economic and social development and the quality of people's production and life, it plays a crucial role in ensuring the safe and stable development of the country, society, and people. Affected by the global temperature rise, extreme weather disasters have occurred frequently, and the extreme rainfall climate disaster in Beijing on July 31, 2023 has once again sounded the alarm bell. Electricity, as the most important infrastructure, should be highly valued. This paper describes the process and damage caused by the extreme weather disaster on July 31st in Beijing, analyzes the causes, and proposes suggestions and measures to deal with extreme weather disasters, ensuring that the scope of power outages is minimized and the recovery time of power outages is minimized under extreme weather events.

## Keywords

power system; extreme climate; cause of occurrence; recommended measure

## 关于北京“7·31”极端气候对电力系统影响的思考

蔡有军 韩召芳 郭改华

北京京电电力工程设计有限公司, 中国·北京 100007

## 摘要

电力作为国家最为重要的能源保障, 关系经济社会发展和人民生活生活质量, 对保障国家、社会、人民安全稳定发展发挥着举足轻重的作用。受全球气温上升影响, 极端气候灾害频发, 北京2023年“7·31”极端降雨气候灾害再次敲响了警钟。电力作为最为重要的基础设施, 应该予以高度重视。论文通过叙述北京“7·31”极端气候灾害发生过程、造成的损害, 并分析产生的原因, 举一反三提出了应对极端气候灾害的建议及措施, 确保极端气候事件下电网停电范围最小化, 停电恢复时间最短化。

## 关键词

电力系统; 极端气候; 产生原因; 建议措施

## 1 引言

电力系统作为国家最为重要的基础设施, 也是国家最为重要的能源保障。电力系统的安全可靠运行是通信、交通、供水、供气等相关基础设施安全可靠运行的基础。电力安全与政治安全、经济安全、网络安全、社会安全等诸多领域密切相关, 与国家安全、经济发展、民生福祉息息相关。人类燃烧化石燃料和砍伐森林所造成的温室效应, 以及过度的土地利用都影响着地球的气候, 使温室气体浓度增加、全球变暖, 在厄尔尼诺现象、太阳辐射变化、地球轨道偏离等因素共同作用, 造成极端天气和气候事件频繁发生。可能导致电网的崩溃和瓦解, 造成长时间、大面积的停电, 2002年巴西、

2003年美国 and 加拿大、2005年莫斯科、2012年印度等大面积停电事件, 引发了跨领域连锁反应, 导致重大经济财产损失, 甚至引发社会恐慌, 危及国家安全<sup>[1]</sup>。

## 2 北京“7·31”极端气候灾害过程及影响

2023年7月29日起, 北京市地区出现灾害性特大暴雨天气。7月29日20时至8月2日7时, 北京市平均降雨量达到331mm, 83小时内降雨是常年年均降雨量的60%。特别是门头沟区平均达到538.1mm, 房山区平均达到598.7mm。北京市发布暴雨红色预警, 永定河流域、北运河流域、大石河流域河道流量超过洪水预警标准。北京因灾死亡33人, 18人失踪, 近129万人受到灾害影响, 包括5.9万间房屋倒塌, 14.7万间房屋严重损坏, 22.5万亩农作物受灾。灾害对主要基础设施的影响:

①北京市门头沟区王平镇、斋堂镇、雁翅镇、清水镇以及房山区蒲洼乡、十渡镇、张坊镇、佛子庄镇、史家营镇

【作者简介】蔡有军(1975-), 男, 中国北京人, 硕士, 高级工程师, 从事电气工程、电力系统、电气设计、工程管理研究。

等,由于通讯光缆、基站受损严重甚至长时间“断网”处于瘫痪状态,与以上地区无法通讯联系,当地人员、房屋、道路等受灾、受损情况不能及时掌握,延误最佳的救援时机,严重影响救灾的指挥和协调。

②北京市门头沟区、房山区中低压配电网受损严重,涉及配电线路共487条,冲毁、折断或倾斜电杆1.2万余基,冲毁柱上变压器566台、柱上开关234台,造成局部地区电力中断,无法满足家庭和社区的照明、通信以及自救等基本需求,不能保证交通运输系统、医疗设施和公共服务设施的正常运营,对当地居民的生产、生活以及抢险救灾造成重大影响。

③北京市房山区境内的京港澳高速、涞宝路、108国道、京昆路、兴良路、良常路以及门头沟区109国道、斋幽路等多条道路都受到了影响,甚至被冲毁造成断路,给当地居民的出行和自救造成了重大影响,也给灾后外部救援工作带来了巨大的挑战,救灾人员、物资无法第一时间进入灾区,延缓了抢险救灾的时效性<sup>[2]</sup>。

可以看出:没有通讯无法掌握受灾、受损情况,抢险救灾系统无法正常运转;没有电力供应,通讯、交通、医疗、抢险救灾没有保障;没有道路无法通行,不能及时救灾或撤离。通讯、电力、交通在抢险救灾过程中相互制约、互为保障。

### 3 北京“7·31”极端气候灾害形成的原因

北京地势西北高东南低,西部和北部是山地,东部和南部是平原。

#### 3.1 地域范围内水汽条件充沛

5号台风“杜苏芮”低压环流携带充足的水汽与副高外围东南气流汇合,加上6号台风“卡努”输送的水汽,汇集在京津冀地区,形成大的降水系统的气候环境。其中,图1为台风。

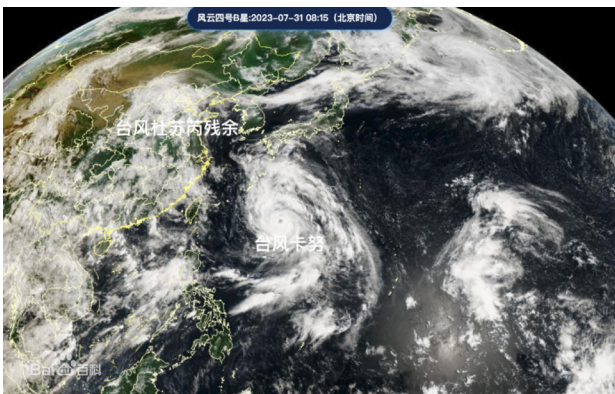


图1 台风

#### 3.2 大气高压系统阻挡

降水系统东侧的副热带高压和北侧的大陆高压合并形成“高压墙”,阻挡降水系统的转移,导致京津冀等地区维持长时间强降雨。

#### 3.3 山脉地形的提升作用

北京西部、北部的太行山、燕山山脉,对降水系统造成阻挡,迫使输送而来的水汽在山前受到地形提升作用,更多水汽凝结成雨,进而增强了降雨的强度。以上三点原因造成了北京市特别是房山、门头沟地区的极端降水,造成“7·31”极端气候灾害<sup>[3]</sup>。

### 4 对北京“7·31”极端气候灾害的反思

①由于“厄尔尼诺现象”影响,全球气候变暖加剧了气候系统不稳定,而且气候系统变暖仍在持续,极端天气气候事件风险进一步加剧。北京2012年的“7·21”暴雨、2016年的“7·20”暴雨和2018年的“7·16”暴雨,到“7·31”仅仅12年的时间先后发生四次强降雨,预示并验证了当前以及今后发生的破纪录极端事件将会随着气候变暖成为经常性的事件,极端天气事件出现的频次和强度都明显增加,这是必须面对且不可逆转的气候“新常态”。

②对比北京“7·21”强降雨,不管是预测、预警、应对、应急都更从容、更充分、更严谨,尤其是北京主城区通讯、交通、电力等运行正常,居民生产生活稳定,没有出现“7·21”时的交通中断以及人员死亡情况。但是对北京西部山区降雨强度创历史新高,对门头沟和房山受灾面积、灾害程度普遍预料不足,天气预测不准确,气象预警不及时。

③北京地处海河流域,几十年都处于干旱期,缺水是主要矛盾,永定河几十年没有水,拒马河、大石河都处于断流状态。人们抗大汛大灾的意识不强,一定程度上,每年进入汛期,关注点大多在抗旱,在如何解决缺水问题,普遍对极端气候增多,极端洪涝灾害重视不够,忽略了干得越久,发大水的概率就越大<sup>[4]</sup>。

④由于常年干旱、河道断流,沿岸老百姓防大汛的意识减弱,再加上经济利益的考量,开始向河道内发展。在河道范围内弃置、堆放杂物,在堤防、护堤建房、放牧、存放物料,在河道范围内采砂、取土、存放物料、修建厂房或者其他建筑设施,造成河堤受损、泄洪通道不畅,无形中放大了灾害造成的范围与程度。

⑤以负荷为中心建设配电网,无法预料极端强降雨冲刷、浸泡等灾害影响;中低压配电网规划设计的水文地质条件无法估量极端气候;浅山区、山区由于电源点少、负荷分散、容量较小、施工难度大等原因,电网结构、互联互通能力相对较差,建设标准相对较低;浅山区、山区地形复杂,平坦、开阔地少,中低压配电设施选址困难,线路走廊受限,只能顺路沿河道向周边辐射<sup>[5]</sup>。

⑥人类还不能真实地描述大气运动的细微结构,尚未完全认识和掌握大气运动规律;覆盖地、空、天的气象立体观测系统的布点不够、密度不足,对于某个局部地区显得“网眼过大”,观测结果的“颗粒度大”有误差;目前不能真实模拟实时在线、随机性的大气演变,预测结果存在误差,致

使天气预报的及时性、准确性不足<sup>[6]</sup>。

## 5 面对强降雨极端气候灾害的建议及措施

面对“新常态”，电力系统必须以“人民至上、生命至上”的决心，以“时时放心不下”的态度，汲取“7·21”“7·31”极端降雨气候灾害的教训，在建设安全高效、清洁低碳、柔性灵活、智慧融合新型电力系统的基础上，增加电网韧性，增加抵御灾害的预警能力以及“黑启动”恢复能力。

①结合北京地区地形特点，根据历年气象、水文资料，明确区域内的河道、行洪区、蓄洪区、滞洪区的具体范围，划定防汛控制界线，绘制相关的防汛分布等级图，排查区域内电网设备的分布情况，根据现场实际明确防汛的重点以及存在的隐患。对于现状位于河道、蓄洪区、滞洪区，特别是在行洪区、滑坡区、冲刷区的电力设施，应采取基础加固、边坡加护等措施增强抗冲刷、抗倾覆抵御自然灾害的能力，必要时进行迁改。

②新建电力设施应尽量避免河道（行洪区）、滑坡区、冲刷区，新建跨河、穿河、穿堤、临河的电力设施，根据《中华人民共和国水法》和《中华人民共和国河道管理条例》，必须按照河道管理权限，将建设方案报送河道主管机关审查同意，必要时进行防洪影响评价<sup>[7]</sup>。

③综合电网结构、设备标准、防护措施、次生灾害等方面，考虑极端气候提高规划设计施工标准，采用桩基础、深基坑、大护坡增加杆塔的抗冲刷、抗倾覆能力，增加线路之间的跨区、站间、线间联络水平，提高电网弹性、韧性。采用先进物联网、现代传感和信息通信等技术，实现设备、通道运行状态及外部环境的在线监测，提高预警能力和信息化水平。提高配电网运行监测、控制能力，实现配电网实时可观可控，以“主动监控”，缩小故障范围。根据负荷等级合理配置配电终端，提高故障定位能力，实现网络自愈重构，提高自动化实用化水平<sup>[8]</sup>。

④完善通讯系统建设，建设应急通信保障体系，组建固定、移动和空天三维立体全覆盖的专用通信网络的指挥网；利用短波电台和通信卫星等多元化手段，在灾害现场快速建立上下贯通并且独立的应急通信指挥调度网，提高应急通讯的能力。提高小型化和轻型化应急通讯装备的应用，运用应急通信车、卫星电话、无人机、超轻型卫星便携站、北斗有源终端、小型移动供电设施等，在公共网络瘫痪的情况下，为应急抢险提供通讯保障。

⑤加强应急准备及演练，提高救援队伍的应急反应能

力和协同作战能力。一是应急人员、医资、物资、设备准备充足；二是不编脚本、不打招呼、不做介绍，全程按照实战要求展开“盲演”；三是推动以变电站、供电所为单位开展疏散转移、信息传递、自救互救等方面“小演练”；四是模拟在断水、断电、断路、断网极端复杂环境下的应急救援；五是跨地域作战做到高效指挥、协同联动。

⑥加强与气候灾害预警部门和各级应急管理机构的沟通联系，共享与融合水利、气象、通讯、交通、应急信息。针对极端天气和小气候，建设气象监测系统，对风速、雷暴、水位、雨量、雪量等要素及现场进行全天候实时监测、采集、存储，开展预测和模拟，对气象灾害进行风险评估，并及时发布相应的预警信息，支持各部门及时启动应急预案。

## 6 结语

电力系统大面积停电事故直接影响到工农业生产和人民生活，给社会造成重大的经济损失，影响社会的安定，损害党和政府以及企业的形象，不仅是经济问题，也是政治问题。当前全球气候系统变暖仍在持续，极端气候事件出现的频次和强度还会明显增加。面对这种气候“新常态”，电力系统务必要树立防大汛、应大急理念，增强灾害防范意识，加强极端气候事件的监测预警，提高预报准确性和及时性；加强应对极端气候事件的应急准备及演练，完善应急指挥与通讯系统建设；运用新技术、新装备，提升断水、断电、断路、断网极端复杂环境下的救援能力，确保极端气候事件下电网停电范围最小化，停电恢复时间最短化。

## 参考文献

- [1] 中国气象局.2017年中国公共气象服务白皮书[M].北京:中国气象局,2018.
- [2] 百度百科.7·31北京暴雨[EB/OL].2023.
- [3] 经济日报.极端天气频发原因何在[EB/OL].2022.
- [4] 中国青年网.累计雨量大,短时雨强大,气象专家解释北京极端降水原因[EB/OL].2023.
- [5] 杨墨,董大勇,岳思诗.企业战略中的自然气候因素:来自极端降雨影响中国上市公司战略调整的证据[J].系统工程,2023,41(5):84-103.
- [6] 刘敏.考虑气候变化的极端降雨诱发滑坡风险分析[D].长沙:中南大学,2022.
- [7] 王彬.极端降雨敲响气候变化警钟[J].科学新闻,2021,23(4):47-49.
- [8] 李慧.气候变暖致使大范围长历时极端降雨事件在日本显著增加[J].水利水电快报,2021,42(6):5.