

某省电力公司输变电可靠性数据分析及提升措施

党 翠¹,陈慧忠²,程 浩²

(1. 国网江西省电力有限公司南昌供电分公司,江西 南昌 330069;2. 国网江西省电力有限公司鹰潭供电分公司,江西 鹰潭 335001)

摘 要:文中基于PMS3.0平台,对某省电力公司从基础台账完整性,输电线路、变压器、断路器三类设施可用系数展开分析,确定影响2024年可靠性指标低的主要原因是“刚性执行力低”,并引用一个典型案例,结合停电计划优化思路提高“刚性执行力”,给出了平衡后的计划表。文中结合2024年数据情况,分析原因,进行合理性建议,并依据2019—2024年数据,预测得出2025年输变电设施可用系数指标。

关键词:PMS3.0平台;基础台账完整性;刚性执行力;停电计划优化;可用系数指标

中图分类号:TM 72 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-348X(2025)05-0018-04

0 引言

随着电网规模不断扩大,用电负荷不断攀升,为保证用户停电零感知,供电企业对输变电设施供电可靠性要求越来越严格。而输变电设备随着老化、外部环境影 响、人为原因等因素的存在,可靠性指标面临一定的挑战。我国于1993年在全行业全面启动输变电设施可靠性管理工作,对电网安全生产管理、输变电设施运行指标规律性意识、电力系统可靠性指标提升等方面发挥了重要作用。

输变电可靠性目标管理急需可靠性指标的预测值。数据是电力可靠性管理工作的基础,贯穿于可靠性管理全程,所以,需要进一步提高可靠性数据的准确性、及时性、完整性,可靠性数据越准确、完整,越能正确得出可靠性指标的预测值^[1]。

依托 PMS3.0 平台,可随着可靠性数据不断及时、准确且完整地录入系统中,准确预测出下一年的计划停运次数和计划停运时间^[2],并根据数据分析,深度挖掘影响可靠性的主要原因,减少临时性周计划和日计划停运的次数,降低非计划停运指标,保证电力企业生产运行的可靠性和稳定性^[3]。

1 2024 年数据情况分析

1.1 主要台账完整性

通过比对同源维护与输变电可靠性系统内设施台账数据,共核查某省电力公司 11 家单位 110 kV 和 220 kV 电压等级输电线路、变压器、断路器台帐。经核查,可靠性系统与生产系统中台帐数量均为 2 843 条,完整率为 100%,如图 1 所示。

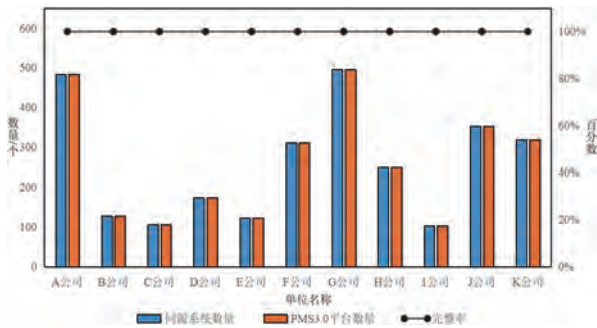


图1 某省电力公司各地市输电线路设施完整性情况

根据统计表分析,各地市输电线路设施台账完整率均达100%,未出现异常数据。

1.2 可用系数指标计算

可用系数是指设施可用时间与统计期间内总时间的比值,反映该类设施在某段时间内可用的概率情

收稿日期:2025-05-12
作者简介:党翠(1987),女,硕士,高级工程师,从事变电运维(监控)工作。

况^[2]。计算如式(1):

$$\text{输变电单台(条)可用系数} = \left(1 - \frac{\text{计划停运时间} - \text{非计划停运时间}}{\text{统计期间总时间}}\right) \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{输变电同类型设施可用系数} = \frac{\sum \text{线路(设备)可用系数} \times \text{该线路长(设备台数)}}{\sum \text{线路长度(设备台数)}} \quad (2)$$

通过分析调度日志、工作票、检修计划、故障抢修单等相关数据,核查输变电可靠性系统运行数据,计算得到11家单位110 kV和220 kV电压等级输电线路、变压器、断路器三类设施2024年可用系数指标实际值与预测值对比图,如图2-图4所示。

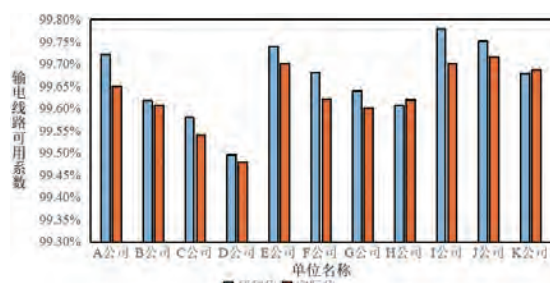


图2 各地市输电线路可用系数指标

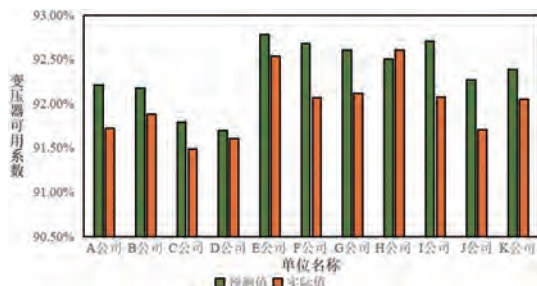


图3 各地市变压器可用系数指标

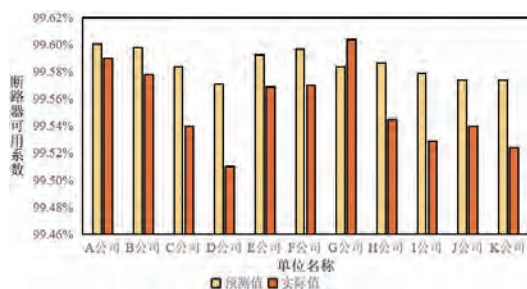


图4 各地市断路器可用系数指标

通过图2-图4可发现,绝大部分的各地市输电线路、变压器、断路器三类设施的可用系数实际值都低于预测值。通过进一步分析,发现造成以上数据现象的主要原因有:

1) 刚性执行力低。未能刚性执行年度、月度、日计划,设备因严重缺陷需紧急停电消缺次数过多,导

致临时性计划较多,未能一停多用,使得输变电设施重复停电,降低了可靠性指标。

2) 统筹不合理。因抢修安排不合理、不良环境等因素,导致故障抢修、送电不及时,使得停电前后备用时间过长,输变电可靠性下降。

3) 设施数据维护质量不高。录入人员因不了解“改造施工、大修、小修、试验、清扫”五项工作具体范围,将“第一类非计划停运”维护为“第二类非计划停运”,“计划停运”事件维护为“受累停运”,存在错录、漏录的情况,影响可靠性数据。

4) 产品设计及质量不合格。在采购设计环节,部分产品出现家族性缺陷未被及时发现,出现设备带病入网,设备验收把关不严、基建工程验收管理存在漏洞等问题,造成设施及回路重复停电,降低可靠性指标。如图5所示。

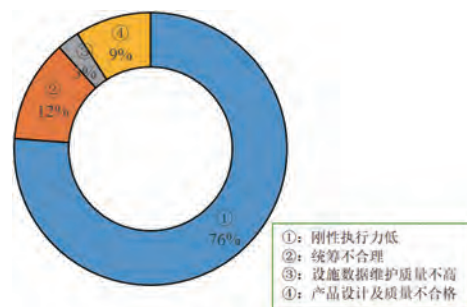


图5 主要原因占比

根据环状图可知,影响2024年某省电力公司可靠性数据的主要原因是①刚性执行力低。

2 案例分析

以J公司2024年某一个停电计划为例,刚性执行力低,未能一停多用,重复停电导致可靠性下降。其中,110 kV教友线长度为8 km,110 kV学北线长度为15 km。

停电计划优化思路为:

停电计划平衡前计划表如表1所示。

1) 将原计划9月10日开展的“学北1101间隔开关引线接头发热处理、线路闸刀传动机构合闸不到位调整”和9月10日至12日的“学北线线路C类检修”工作安排在10月10日至12日改造工作期间,可避免学北线重复停电,降低线路停运率,提高输电线路可用系数。

2) 将原计划 12 月 5 日开展的“220 kV 教学变 110 kV 教友线 1106 开关间隔保护校验传动,开关小修”安排在 11 月 5 日,同步进行“110 kV 教友线 15 号塔防震锤脱落处理消缺故障”检修工作,结合“110 kV 友好变 1 号主变间隔线变组改造”工作同时开展。可避免教友线和断路器重复停电,降低电网运行风险。

停电计划平衡后计划表如表 2 所示。

平衡前的输电线路可用系数为:

$$1 - \frac{(58 + 58) \times 15 + 130 \times 8}{(15 + 8) \times 8784} = 98.624\% \quad (3)$$

平衡后的输电线路可用系数为:

$$1 - \frac{58 \times 15 + 130 \times 8}{(15 + 8) \times 8784} = 99.054\% \quad (4)$$

通过计算对比可知,输电线路可用系数在停电计划平衡后得到了提高。

3 整改建议及预测分析

3.1 整改建议

针对 2024 年数据情况分析中出现的问题,文中提出以下合理化整改建议。

3.1.1 定期开展可靠性运行数据整治

1) 加强可靠性数据治理与核查机制。由该省公司牵头,有关项目组支撑,每月将前后备用异常、集成待确认等问题数据下发各地市进行整改,一月一清;定期组织专人进行内部数据自查,进一步促进可靠性数据填报的准确性^[4]。

2) 加强可靠性数据分析与应用。定期发布可靠性指标完成情况,编制可靠性月/年度指标分析报告,加强指标分析应用,发挥可靠性管理龙头作用。

3.1.2 加强公司可靠性人才队伍建设

加强输变电可靠性人才培训。经现场核查发现,部分单位数据维护人员对可靠性相关概念不清楚,导致录入质量不高,建议各公司定期开展输变电可靠性培训,强化员工输变电可靠性管理意识,深度了解输变电可靠性工作,进一步提高其业务水平,从而杜绝因概念不清导致的停运性质、时间等重要字段的录入错误,输电线路运行事件避免产生只录设施事件不录回路事件等问题。

3.1.3 强化现场运维检修管理

1) 加强设备运维管理,及时掌握设备运行状况。加强输变电设备巡视,及时发现并消除设备缺陷,防止发展成故障或事故;强化隐患排查治理,实现隐患发现—报告—控制—消除的闭环管理和动态监控,防止事故的发生^[5];建立健全应急机制,加强事故抢修

表 1 J 公司某一个停电计划平衡前计划表

序号	站名	设备名称	主要工作内容	停电时间	备注
1	220 kV 教学变电站	110 kV 学北 1101 间隔	学北 1101 间隔开关引线接头发热处理、线路闸刀传动机构合闸不到位调整	09 月 10 日 06:00-09 月 10 日 18:00	一般缺陷消缺
2	-	110 kV 学北线	线路 C 类检修	09 月 10 日 10:00-09 月 12 日 20:00	检修
3	-	110 kV 学北线	避让市政道路迁改 110 kV 学北线 11-18 号杆下地,架空导线改电缆线路	10 月 10 日 10:00-10 月 12 日 20:00	市政迁改(市政电缆管廊预计建设完成时间 9 月 20 日,9 月 20 日-9 月 30 日验收)
4	110 kV 友好变电站	110 kV 教友线 101 开关间隔、1 号主变	110 kV 友好变 1 号主变间隔由线变组改为 110 kV 内桥接线方式,增加 110 kV I 母线及主变高压侧 101-3 刀闸、开关母线侧 101-1 刀闸,友好变 101-2 刀闸结合小修	11 月 5 日 8:00-11 月 10 日 18:00	改造
5	-	110 kV 教友线	110 kV 教友线 15 号塔防震锤脱落处理	12 月 5 日 8:00-12 月 10 日 18:00	一般缺陷消缺
6	220 kV 教学变电站	110 kV 教友线 1106 开关间隔	保护校验传动,开关小修	12 月 5 日 9:00-12 月 5 日 18:00	例行检修

表 2 J 公司某一个停电计划平衡后计划表

序号	站名	设备名称	主要工作内容	停电时间	备注
1	220 kV 教学变电站	110 kV 学北 1101 间隔	学北 1101 间隔开关引线接头发热处理、线路闸刀传动机构合闸不到位调整	10 月 12 日 06:00-10 月 12 日 18:00	一般缺陷消缺
2	-	110 kV 学北线	避让市政道路迁改 110 kV 学北线 11-18 号杆下地,架空导线改电缆线路,线路 C 类检修	10 月 10 日 10:00-10 月 12 日 20:00	市政迁改(市政电缆管廊预计建设完成时间 9 月 20 日,9 月 20 日-9 月 30 日验收)
3	110 kV 友好变电站	110 kV 教友线 101 开关间隔、1 号主变	110 kV 友好变 1 号主变间隔由线变组改为 110 kV 内桥接线方式,增加 110 kV I 母线及主变高压侧 101-3 刀闸、开关母线侧 101-1 刀闸,友好变 101-2 刀闸结合小修	11 月 5 日 8:00-11 月 10 日 18:00	改造
4	-	110 kV 教友线	110 kV 教友线 15 号塔防震锤脱落处理	11 月 5 日 8:00-11 月 10 日 18:00	一般缺陷消缺
5	220 kV 教学变电站	110 kV 教友线 1106 开关间隔	保护校验传动,开关小修	11 月 5 日 9:00-11 月 5 日 18:00	例行检修

标准化作业管理,提高故障处理效率;应用推广带电作业,建立完善的带电作业组织模式,减少设备停电次数。

2) 加强检修过程管控。细分检修任务及作业流程,加强作业及开工前交底,明确作业内容和要求,及时优化工作面及交接流程,及时分析作业现场问题并跟踪作业进展,确保检修质量及进度,做到“修必修好”,避免重复检修的发生^[6]。抢修及检修工作结束后,应严格按照验收相关要求进行验收,避免缺陷隐患遗留。

3) 加强设备缺陷管理^[7]。及时组织分析缺陷发生的原因,审核重大设备缺陷处理的技术方案,及时发现和消除设备缺陷,确保缺陷闭环管理,提高设备健康水平。

3.2 输变电设施指标预测分析

可靠性预测旨在判断输变电设施在第 t 年的可用系数,预测模型的数学表达式如式(5)^[8]。

$$A_F(t) = \frac{1}{1 + rt^{-\alpha}} \quad (5)$$

在可靠性预测中,先采集输变电设备的历史数据,计算出前 n 年的可用系数,再将数据代入公式,求出参数 r 和 α ,在参数确定的情况下,可预测一定时段内的可用系数。

文中设备类型涵盖输电线路、变压器、断路器,通过2019—2024年历史数据计算出三类设备的可靠性预测数学模型。

输电线路可用系数的可靠性预测数学模型为:

$$A_{F_1}(t) = \frac{1}{1 + 0.003523633t^{-0.34419678}} \quad (6)$$

变压器可用系数的可靠性预测数学模型为:

$$A_{F_1}(t) = \frac{1}{1 + 0.00731634t^{-0.434519712}} \quad (7)$$

断路器可用系数的可靠性预测数学模型为:

$$A_{F_1}(t) = \frac{1}{1 + 0.004255198t^{-0.51120178}} \quad (8)$$

得到2025年($t=1$)中,输电线路可用系数为99.686%,变压器可用系数为99.274%,断路器可用系数为99.576%。

4 结语

输变电可靠性数据的分析与研究是平衡电力系统安全性、经济性与可持续性的关键。文中通过对某省电力公司2024年的数据情况进行了收集整理并深入分析,并依据近6年数据预测了2025年可用系数指标,为优化电力系统、提高供电质量、适应新能源发展和提升应急响应效率提供一定的数据支撑作用。

参考文献:

- [1] 赵悦婧. 到2028年底全面建成基于实时数据的电力可靠性管理体系[N]. 中国电力报, 2023-09-05(001). DOI: 10.28061/n.cnki.ncdlb.2023.001080.
- [2] 国家标准化管理委员会. 输变电设施运行可靠性评价指标导则: GB/T 40862—2021[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.
- [3] 周多思, 刘春艳. 提高输变电可靠性管理的一些有效方法[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2011(24): 11.
- [4] 陈旦, 周霞, 马驹. 我国2022年度供电可靠性现状分析与展望[J]. 供用电, 2023, 40(12): 55-61, 71.
- [5] 李彦国. 地市公司输变电系统可靠性管理研究[D]. 保定: 华北电力大学, 2014.
- [6] 康红艳. 提高电力系统输变电的可靠性管理措施探讨[J]. 科技创新与应用, 2013(34): 156.
- [7] 陈瑞琳. 浅谈加强设备缺陷管理积极提升消缺率[J]. 企业文化旬刊, 2013(02): 66.
- [8] 戢军. 输变电设施直流输电系统可靠性预测研究[J]. 中国新技术新产品, 2024(17): 62-64.