

# 2024 年全国电力可靠性 年度报告

国家能源局

中国电力企业联合会

2025 年 3 月



# 目 录

<b>第一章 2024 年全国 100 兆瓦及以上火电机组、50 兆瓦及以上水电机组、核机组、风电机组、光伏发电设备运行可靠性 .....</b>	<b>1</b>
第一节 2024 年纳入可靠性指标统计评价的 发电机组装机容量构成.....	1
第二节 1000 兆瓦等级燃煤机组运行可靠性 .....	4
第三节 600 兆瓦等级燃煤机组运行可靠性 .....	7
第四节 300 兆瓦等级燃煤机组运行可靠性 .....	11
第五节 200 兆瓦等级燃煤机组运行可靠性 .....	16
第六节 超临界及以上燃煤机组运行可靠性.....	19
第七节 燃气轮机组运行可靠性.....	19
第八节 燃煤机组备用时间分析.....	20
第九节 2023 年新投产机组可靠性指标 .....	23
第十节 非计划停运分析 .....	25
第十一节 按地区分类的燃煤机组运行可靠性 .....	27
第十二节 水电机组运行可靠性.....	28
第十三节 700 兆瓦等级常规水电机组运行可靠性 .....	39
第十四节 核机组运行可靠性.....	41
第十五节 风电机组运行可靠性.....	43
第十六节 光伏发电设备运行可靠性 .....	46

<b>第二章 2024 年全国 200 兆瓦及以上容量燃煤机组 主要辅助设备运行可靠性.....</b>	<b>49</b>
第一节 磨煤机运行可靠性.....	52
第二节 给水泵组运行可靠性.....	57
第三节 送风机运行可靠性.....	60
第四节 引风机运行可靠性.....	63
第五节 高压加热器运行可靠性.....	65
第六节 国产、进口辅助设备可靠性对比分析 .....	68
第七节 燃煤机组环保系统和设施运行可靠性 .....	71
<b>第三章 2024 年全国 220 千伏及以上电压等级变压器、断路器、架空线路等输变电设施运行可靠性.....</b>	<b>74</b>
第一节 2024 年全国输变电设施统计数量.....	74
第二节 输变电设施运行可靠性总体情况.....	74
第三节 变压器运行可靠性.....	76
第四节 断路器运行可靠性.....	89
第五节 架空线路运行可靠性.....	101
<b>第四章 2024 年全国直流输电系统运行可靠性.....</b>	<b>111</b>
第一节 直流输电系统总体情况.....	111
第二节 可靠性指标总体情况.....	115
第三节 强迫停运情况 .....	126

第四节 计划停运情况 .....	132
<b>第五章 2024 年全国 10 千伏供电系统用户供电可靠性.....</b>	<b>137</b>
第一节 全国供电可靠性总体情况 .....	137
第二节 区域供电可靠性 .....	140
第三节 省级行政区供电可靠性.....	141
第四节 地级行政区供电可靠性.....	144
第五节 全国 50 个主要城市供电可靠性 .....	154
第六节 停电原因分析 .....	157
<b>附表.....</b>	<b>166</b>
附表 1 2024 年火电机组运行主要可靠性指标.....	166
附表 2 2024 年水电机组运行主要可靠性指标.....	170
附表 3 2024 年风电机组运行主要可靠性指标.....	171
附表 4 2024 年全国 220 千伏及以上电压等级架空线路、变压器、电抗器、断路器 器等输变电设施可靠性综合指标.....	172
附表 5 2024 年全国直流输电系统运行可靠性主要指标 .....	176
<b>参考文献.....</b>	<b>179</b>



# 第一章 2024 年全国 100 兆瓦及以上火电机组、50 兆瓦及以上水电机组、核电机组、风电机组、光伏发电设备运行可靠性

## 第一节 2024 年纳入可靠性指标统计评价的发电机组装机容量构成

纳入 2024 年电力可靠性统计的发电机组为 100 兆瓦及以上火电、50 兆瓦及以上水电和核电机组（本章均为此统计口径），共 3391 台，纳入 2024 年电力可靠性统计的新能源风电机组 77585 台，光伏发电组 129842 组，总装机容量 15.77 亿千瓦。2024 年全国火电机组运行可靠性综合指标见附表 1，水电机组运行可靠性综合指标见附表 2，风电机组运行可靠性综合指标见附表 3。

### 一、纳入可靠性统计的发电机组构成

2024 年，纳入可靠性统计的火电机组 2232 台（含 280 台燃气轮机组），总装机容量 9.99 亿千瓦，占全国火电总装机容量的 69.16%；水电机组 1107 台，总装机容量为 2.83 亿千瓦，占全国水电总装机容量的 67.14%；核电机组 52 台，总装机容量为 0.54 亿千瓦，占全国核电总装机容量的 94.89%；风电机组总装机容量 1.59 亿千瓦，占全国风电总装机容量的 36.14%；光伏发电组总装机容量 0.82 亿千瓦，占全国太阳能发电总装机容量的 13.46%。

### 二、纳入可靠性统计的火电机组装机构成

2024 年，纳入可靠性统计的火电机组中燃煤机组 1952 台，总装机容量 9.17 亿千瓦，占纳入统计的火电机组装机容量的 91.79%；燃气轮机组 280 台，总装机容量 0.82 亿千瓦，占纳入统计的火电机组总装机容量的 8.21%。

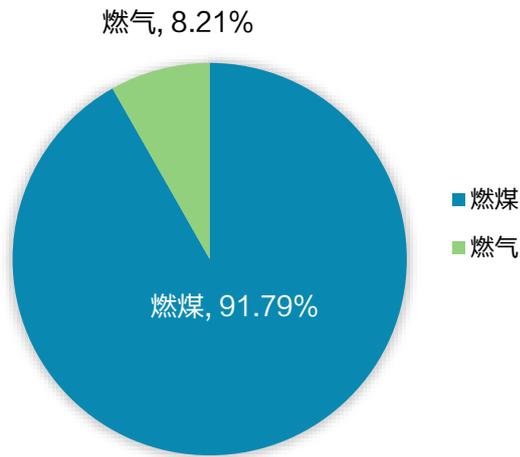


图 1-1 2024 年火电机组按类型分类装机容量构成

2024 年，纳入可靠性统计的 1000 兆瓦及以上容量机组 175 台，总容量 1.77 亿千瓦，占统计燃煤机组成装机容量的 19.33%；600-699 兆瓦容量机组 614 台，总容量 3.89 亿千瓦，占统计燃煤机组成装机容量的 42.38%；300-399 兆瓦容量机组 913 台，总容量 2.97 亿千瓦，占统计燃煤机组成装机容量的 32.4%；200-299 兆瓦容量机组 114 台，总容量 0.23 亿千瓦，占统计燃煤机组成装机容量的 2.55%；100-199 兆瓦容量机组 114 台，总容量 0.16 亿千瓦，占统计燃煤机组成装机容量的 1.74%；其余容量等级机组 22 台，总容量 0.15 亿千瓦，占统计燃煤机组成装机容量的 1.6%。燃煤机组成装机容量构成见图 1-2。

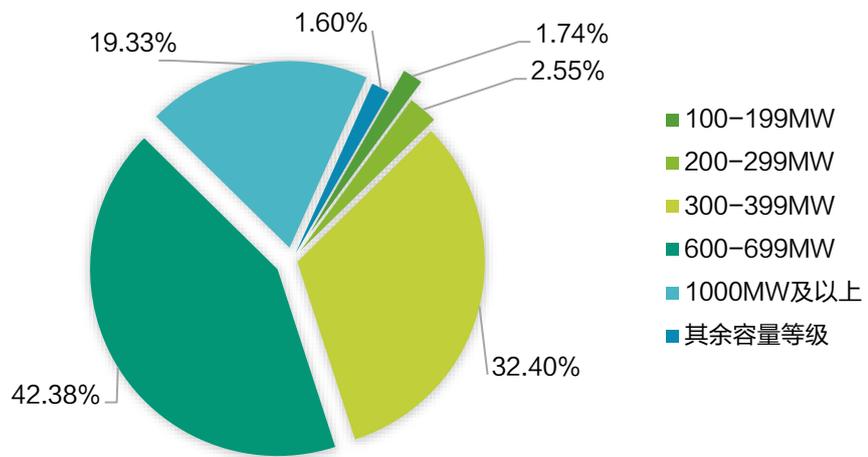


图 1-2 2024 年按机组容量分类的燃煤机组成装机容量构成

### 三、纳入可靠性统计的水电机组装机容量构成

按机组类型分：2024 年纳入可靠性统计的轴流机组 153 台，总容量 0.17 亿千瓦，占统计水电机组装机容量的 6.01%；混流机组 779 台，总容量 2.18 亿千瓦，占统计水电机组装机容量的 77.03%；抽水蓄能机组 175 台，总容量 0.48 亿千瓦，占统计水电机组装机容量的 16.96%。水电机组装机容量构成见图 1-3。

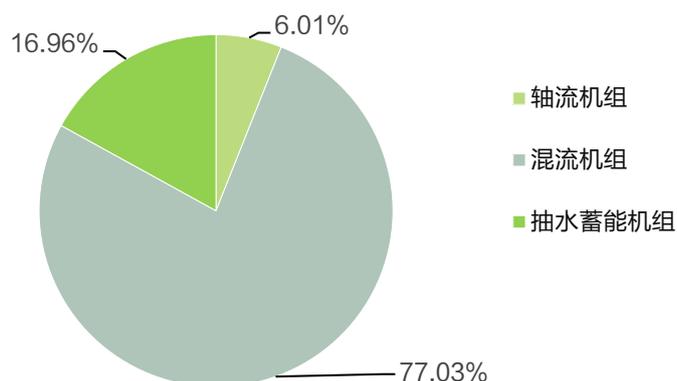


图 1-3 2024 年水电机组按类型分类装机容量构成

按单机容量分：50-99 兆瓦机组 335 台，总容量 0.22 亿千瓦，占统计水电装机容量的 7.77%；100-199 兆瓦机组 231 台，总容量 0.32 亿千瓦，占统计水电装机容量的 11.31%；200-299 兆瓦机组 144 台，总容量 0.33 亿千瓦，占统计水电装机容量的 11.66%；300-399 兆瓦机组 196 台，总容量 0.62 亿千瓦，占统计水电装机容量的 21.91%；400 兆瓦及以上容量机组 201 台，总容量 1.34 亿千瓦，占统计水电装机容量的 47.35%。水电机组装机容量见图 1-4。

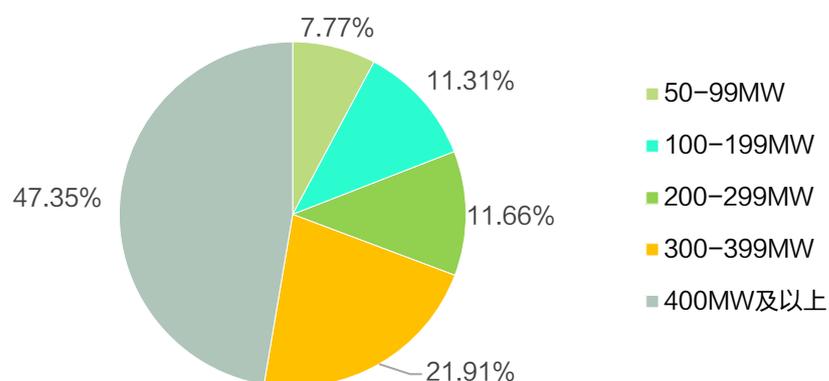


图 1-4 2024 年水电机组按单机容量分类装机容量构成

## 第二节 1000 兆瓦等级燃煤机组运行可靠性

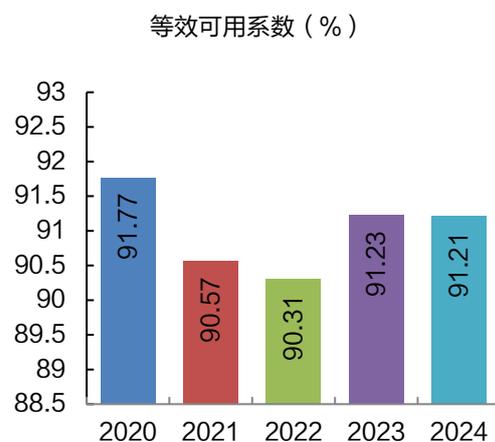
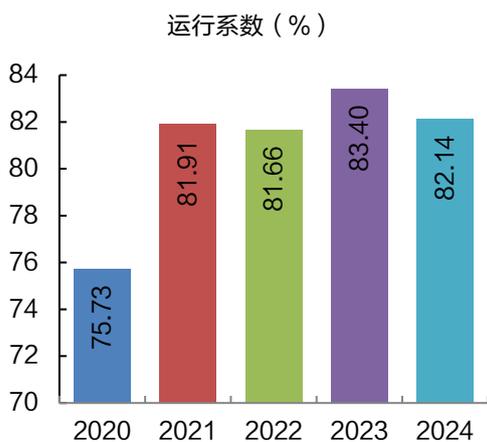
2024 年，纳入可靠性统计的 1000 兆瓦等级燃煤机组 175 台，其中国产 171 台，进口 4 台，同比台数增加 12 台。

### 一、2020-2024 年 1000 兆瓦等级燃煤机组主要运行可靠性指标

2024 年，1000 兆瓦等级燃煤机组运行系数为 82.14%，同比下降 1.26 个百分点，主要因素是备用小时的增加；等效可用系数 91.21%，同比下降 0.02 个百分点，主要因素为台年平均计划停运时间增加；非计划停运共 66 次，其中强迫停运 51 次，分别同比减少 2 次、8 次；非计划停运时间共 6540.18 小时，同比减少 3334.14 小时。1000 兆瓦等级燃煤机组主要可靠性指标见表 1-1 及图 1-5。

表 1-1 2020-2024 年 1000 兆瓦等级燃煤机组主要运行可靠性指标

年份	统计台数 (台)	运行系数 (%)	等效可用系数 (%)	等效强迫停运率 (%)	非计划停运次数 (次/台年)
2020	126	75.73	91.77	0.27	0.33
2021	137	81.91	90.57	0.75	0.61
2022	149	81.66	90.31	0.51	0.54
2023	161	83.40	91.23	0.71	0.43
2024	175	82.14	91.21	0.44	0.38



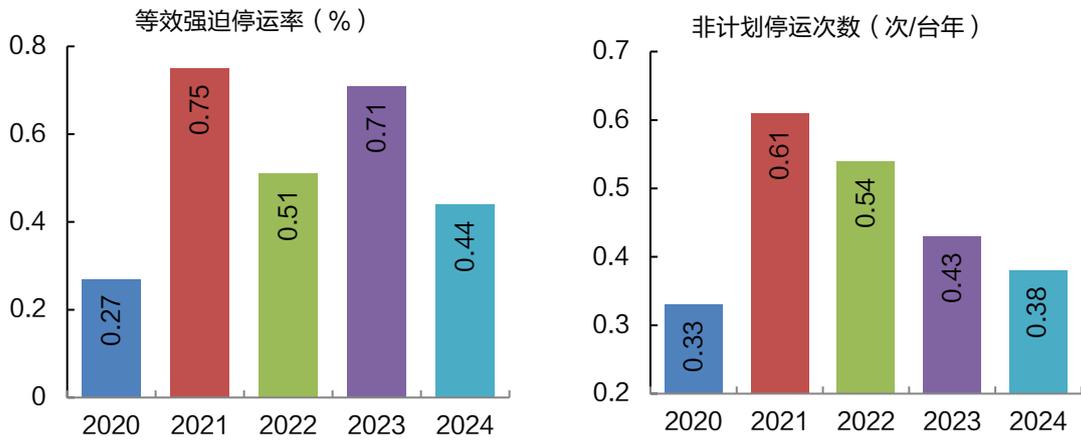


图 1-5 2020-2024 年 1000 兆瓦等级燃煤机组主要可靠性指标

## 二、主要设备等效非计划停运小时对机组等效可用系数的影响

表 1-2 2024 年 1000 兆瓦等级主要设备等效非计划停运小时对机组的影响

制造厂家		统计台数 (台)	等效非计划停运小时 (小时/台年)		影响机组等效可用系数的百分点 (%)	
			总计	其中设备因素	总计	其中设备因素
锅炉	上海锅炉	67	21.92	0.02	0.25	0.00
	东方锅炉	62	3.19	0.65	0.04	0.01
	哈尔滨锅炉	34	1.71	0.00	0.02	0.00
	北京巴威	8	85.49	52.82	0.98	0.60
	美国巴威	4	12.50	0.00	0.14	0.00
汽机	上海汽机	106	2.26	0.02	0.03	0.00
	东方汽机	43	12.74	0.00	0.15	0.00
	哈尔滨汽机	22	12.85	0.00	0.15	0.00
	北重电	4	0.00	0.00	0.00	0.00
发电机	上海电机	105	11.53	0.00	0.13	0.00
	东方电机	41	0.24	0.00	0.00	0.00
	哈尔滨电机	22	37.02	37.02	0.42	0.42
	北重电	4	0.00	0.00	0.00	0.00
	日本日立	2	0.00	0.00	0.00	0.00

全国 175 台 1000 兆瓦等级燃煤机组可靠性指标分布情况见表 1-3 及图 1-6，各区域全年可用且运行暴露率指标较好的机组见表 1-4。

表 1-3 2024 年 1000 兆瓦等级燃煤机组可靠性指标分布

对标值	等效可用系数 (%)	运行系数 (%)	出力系数 (%)	等效强迫停运率 (%)	非计划停运次数 (次)	非计划停运小时 (h)
最优值	100	99.82	86.38	0.00	0.00	0.00
第 5%值	100	96.84	81.41	0.00	0.00	0.00
第 25%值	95.72	88.47	75.51	0.00	0.00	0.00
中位值	91.60	83.95	68.83	0.00	0.00	0.00
第 75%值	87.88	77.14	61.68	0.12	1.00	8.60
末位值	68.56	41.11	8.11	13.68	4.00	937.43
总平均值	91.21	82.14	68.23	0.44	0.38	37.97

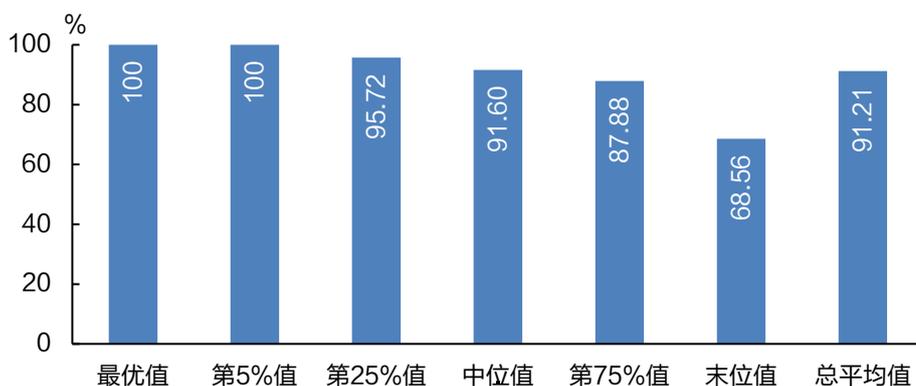


图 1-6 2024 年 1000 兆瓦等级燃煤机组等效可用系数指标分布

表 1-4 2024 年各区域全年可用且运行暴露率指标较好的 1000 兆瓦等级燃煤机组

地区	机组名称	运行暴露率 (%)
华东	国家能源集团谏壁发电厂 13 号机组	99.10
	国家能源集团泰州发电有限公司 3 号机组	98.83
	江苏常熟发电有限公司 6 号机组	98.77
	华能南京金陵发电有限公司 2 号机组	98.35
	华能(浙江)能源开发有限公司玉环分公司 4 号机组	98.27
	华能(浙江)能源开发有限公司玉环分公司 2 号机组	97.09
	徐州华润电力有限公司 5 号机组	95.63
西北	陕西能源赵石畔煤电有限公司 2 号机组	99.82
	国能浙能宁东发电有限公司 1 号机组	96.84
南方	广东大唐国际雷州发电有限责任公司 1 号机组	95.80

### 第三节 600 兆瓦等级燃煤机组运行可靠性

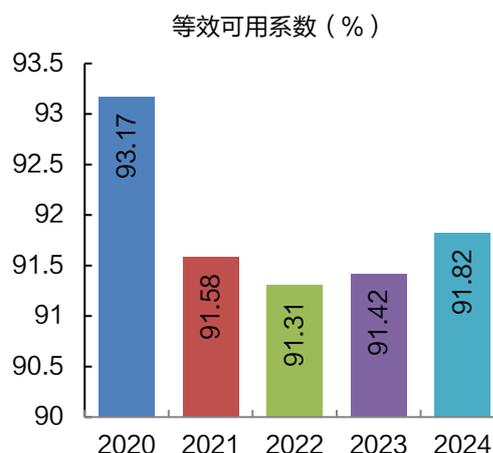
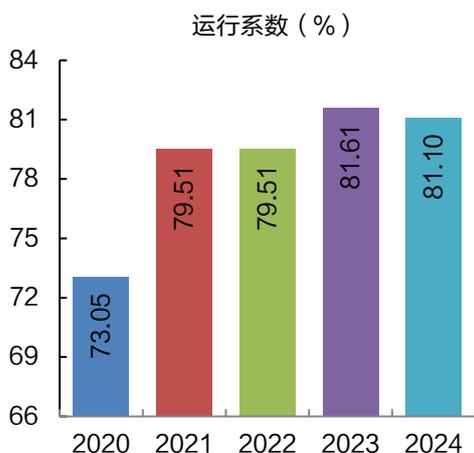
2024 年，纳入可靠性统计的 600 兆瓦等级燃煤机组 614 台，其中国产 591 台，进口 23 台。

#### 一、2020-2024 年 600 兆瓦等级燃煤机组主要可靠性指标

2024 年，600 兆瓦等级燃煤机组运行系数为 81.10%，同比下降 0.51 个百分点，主要因素是备用小时数的增加；等效可用系数为 91.82%，同比上升 0.4 个百分点，主要因素是台年平均非计划停运时间减少。2024 年 600 兆瓦等级燃煤机组发生非计划停运总计 248 次，其中强迫停运 221 次，分别同比减少 26 次、13 次；非计划停运总时间为 17889.94 小时，同比减少 15670.74 小时。600 兆瓦等级燃煤机组主要可靠性指标见表 1-5 及图 1-7。

表 1-5 2020-2024 年 600 兆瓦等级燃煤机组主要可靠性指标

年份	统计台数 (台)	运行系数 (%)	等效可用系数 (%)	等效强迫停运率 (%)	非计划停运次数 (次/台年)
2020	548	73.05	93.17	0.42	0.49
2021	570	79.51	91.58	0.72	0.61
2022	576	79.51	91.31	0.72	0.60
2023	594	81.61	91.42	0.69	0.46
2024	614	81.10	91.82	0.36	0.41



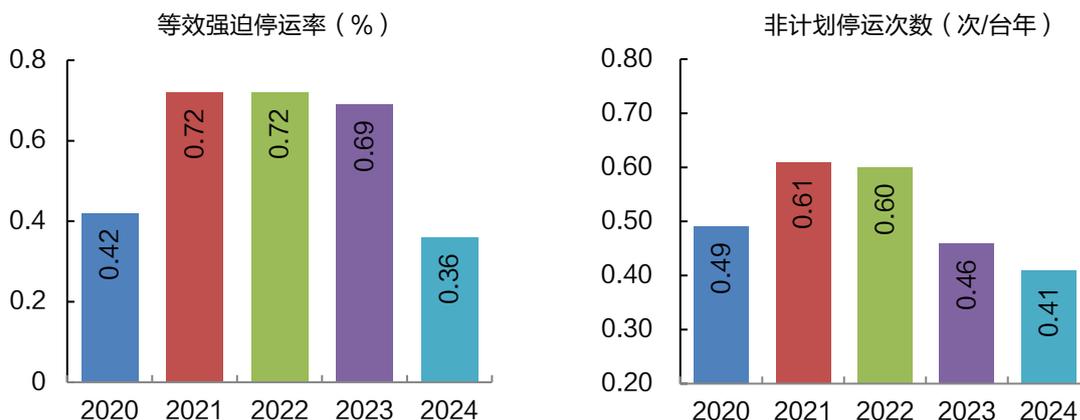


图 1-7 2020-2024 年 600 兆瓦等级燃煤机组主要可靠性指标

按投运年份分类，600 兆瓦等级燃煤机组投运时长 10 年-20 年的机组 414 台，占 600 兆瓦等级机组的 67.43%，平均等效可用系数 92.00%，高于 600 兆瓦等级燃煤机组平均等效可用系数 0.18 个百分点。具体见图 1-8。

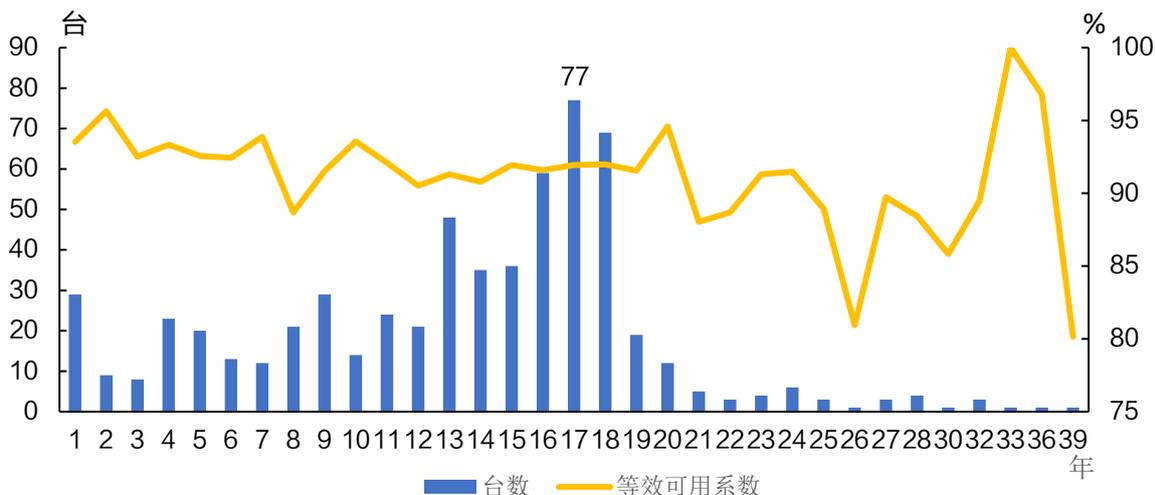


图 1-8 2024 年 600 兆瓦等级燃煤机组按投运年份和台数分类的平均等效可用系数

## 二、主要设备等效非计划停运小时对机组等效可用系数的影响

### (一) 600 兆瓦等级燃煤机组的锅炉

表 1-6 2024 年 600 兆瓦等级燃煤机组锅炉的等效非计划停运小时对机组的影响

制造厂家	统计台数 (台)	等效非计划停运小时 (小时/台年)		影响机组等效可用系数的 百分点 (%)	
		总计	其中设备因素	总计	其中设备因素
哈尔滨锅炉	193	24.02	4.86	0.27	0.06
东方锅炉	186	22.90	5.83	0.26	0.07
上海锅炉	145	12.36	3.36	0.14	0.04
北京巴威	54	15.31	5.80	0.17	0.07
美国巴威	6	0.00	0.00	0.00	0.00

### (二) 600 兆瓦等级燃煤机组的汽机

表 1-7 2024 年 600 兆瓦等级燃煤机组汽机的等效非计划停运小时对机组的影响

制造厂家	统计台数 (台)	等效非计划停运小时 (小时/台年)		影响机组等效可用系数的 百分点 (%)	
		总计	其中设备因素	总计	其中设备因素
东方汽机	199	3.93	1.12	0.04	0.01
上海汽机	194	1.73	0.59	0.02	0.01
哈尔滨汽机	169	0.15	0.00	0.00	0.00
法国阿尔斯通	10	0.00	0.00	0.00	0.00
北重电	10	11.28	11.28	0.13	0.13
英国通用电气	7	0.00	0.00	0.00	0.00
日本东芝	6	0.00	0.00	0.00	0.00
日本三菱	6	0.00	0.00	0.00	0.00

### (三) 600 兆瓦等级燃煤机组的发电机

表 1-8 2024 年 600 兆瓦等级燃煤机组发电机的等效非计划停运小时对机组的影响

制造厂家	统计台数 (台)	等效非计划停运小时 (小时/台年)		影响机组等效可用系数的 百分点 (%)	
		总计	其中设备因素	总计	其中设备因素
东方电机	197	1.80	0.08	0.02	0.00
上海电机	183	3.07	0.00	0.04	0.00
哈尔滨电机	169	1.91	0.53	0.02	0.01
北重电	12	0.00	0.00	0.00	0.00

制造厂家	统计台数(台)	等效非计划停运小时(小时/台年)		影响机组等效可用系数的百分点(%)	
		总计	其中设备因素	总计	其中设备因素
英国通用电气	7	10.95	0.00	0.13	0.00
德国西门子	6	0.00	0.00	0.00	0.00
日本三菱	6	0.00	0.00	0.00	0.00
日本东芝	6	0.00	0.00	0.00	0.00
法国阿尔斯通	6	0.00	0.00	0.00	0.00

全国 614 台 600 兆瓦等级燃煤机组可靠性指标对标情况见表 1-9 及图 1-9，各区域全年可用且运行暴露率指标较好机组见表 1-10。

表 1-9 2024 年 600 兆瓦等级燃煤机组可靠性指标分布

对标值	等效可用系数(%)	运行系数(%)	出力系数(%)	等效强迫停运率(%)	非计划停运次数(次)	非计划停运小时(h)
最优值	100	100	90.70	0.00	0.00	0.00
第 5%值	100	95.52	79.10	0.00	0.00	0.00
第 25%值	96.24	88.47	71.89	0.00	0.00	0.00
中位值	92.80	82.74	64.57	0.00	0.00	0.00
第 75%值	88.09	75.74	59.92	0.06	1.00	4.12
末位值	61.73	31.83	34.97	10.97	6.00	307.55
总平均值	91.82	81.10	65.05	0.36	0.41	29.33

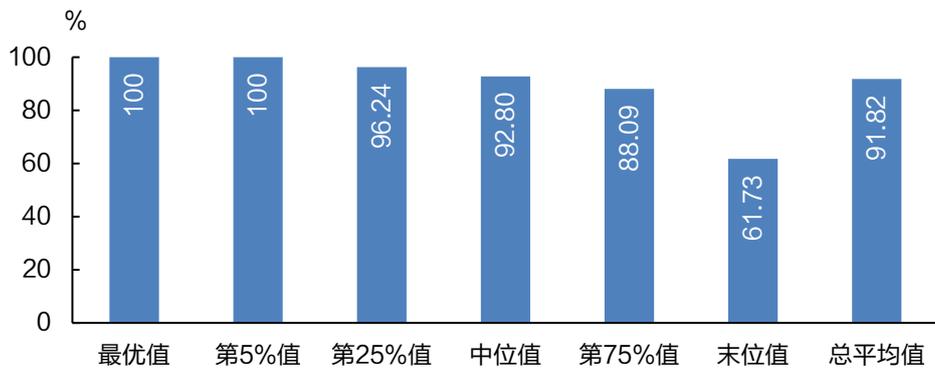


图 1-9 2024 年 600 兆瓦等级燃煤机组等效可用系数指标分布

表 1-10 2024 年各区域全年可用且运行暴露率指标较好的 600 兆瓦等级燃煤机组

地区	机组名称	运行暴露率 (%)
华北	国能河北定州发电有限责任公司 2 号机组	100
	内蒙古大唐国际托克托发电有限责任公司 10 号机组	100
	国电建投内蒙古能源有限公司 1 号机组	99.90
	阳城国际发电有限责任公司 7 号机组	97.88
	内蒙古大唐国际托克托发电有限责任公司 8 号机组	97.67
	内蒙古大唐国际托克托发电有限责任公司 7 号机组	96.63
	国能山西河曲发电有限公司 3 号机组	96.22
华东	国能陈家港发电有限公司 1 号机组	100
	江苏利港电力有限公司 7 号机组	98.66
	安徽淮南平圩发电有限责任公司 3 号机组	98.46
	国家能源集团宿迁发电有限公司 4 号机组	98.16
	国电浙江北仑第一发电有限公司 1 号机组	98.06
	国电浙江北仑第一发电有限公司 4 号机组	98.06
	国能太仓发电有限公司 7 号机组	96.68
	江苏国信扬州发电有限责任公司 3 号机组	96.16
	江苏大唐国际吕四港发电有限责任公司 4 号机组	96.05
	浙江浙能镇海发电有限责任公司 1 号机组	95.77
	江阴利港发电股份有限公司 6 号机组	95.52
西北	陕西商洛发电有限公司 1 号机组	99.29
南方	国能粤电台山发电有限公司 2 号机组	99.78

## 第四节 300 兆瓦等级燃煤机组运行可靠性

2024 年，纳入可靠性统计的 300 兆瓦等级燃煤机组共 913 台，其中国产 862 台，进口 51 台。

### 一、2020-2024 年 300 兆瓦等级燃煤机组主要可靠性指标

2024 年，300 兆瓦等级燃煤机组运行系数为 79.24%，同比下降 0.81 个百分点，主要因素是备用小时数增加且运行小时数减少；等效可用系数 92.57%，同比上升 0.38

个百分点，主要因素是计划停运时间和非计划停运时间均减少。2024年300兆瓦等级燃煤机组非计划停运总计356次，其中强迫停运326次，同比分别减少55次和33次；非计划停运总时间为28047.55小时，同比减少16836.85小时。具体见表1-11及图1-10。

表 1-11 2020-2024 年 300 兆瓦等级燃煤机组主要可靠性指标

年份	统计台数 (台)	运行系数 (%)	等效可用系数 (%)	等效强迫停运率 (%)	非计划停运次数 (次/台年)
2020	894	72.21	93.25	0.53	0.50
2021	904	78.50	91.86	0.93	0.59
2022	924	78.80	92.11	0.48	0.47
2023	930	80.05	92.19	0.51	0.44
2024	913	79.24	92.57	0.42	0.39

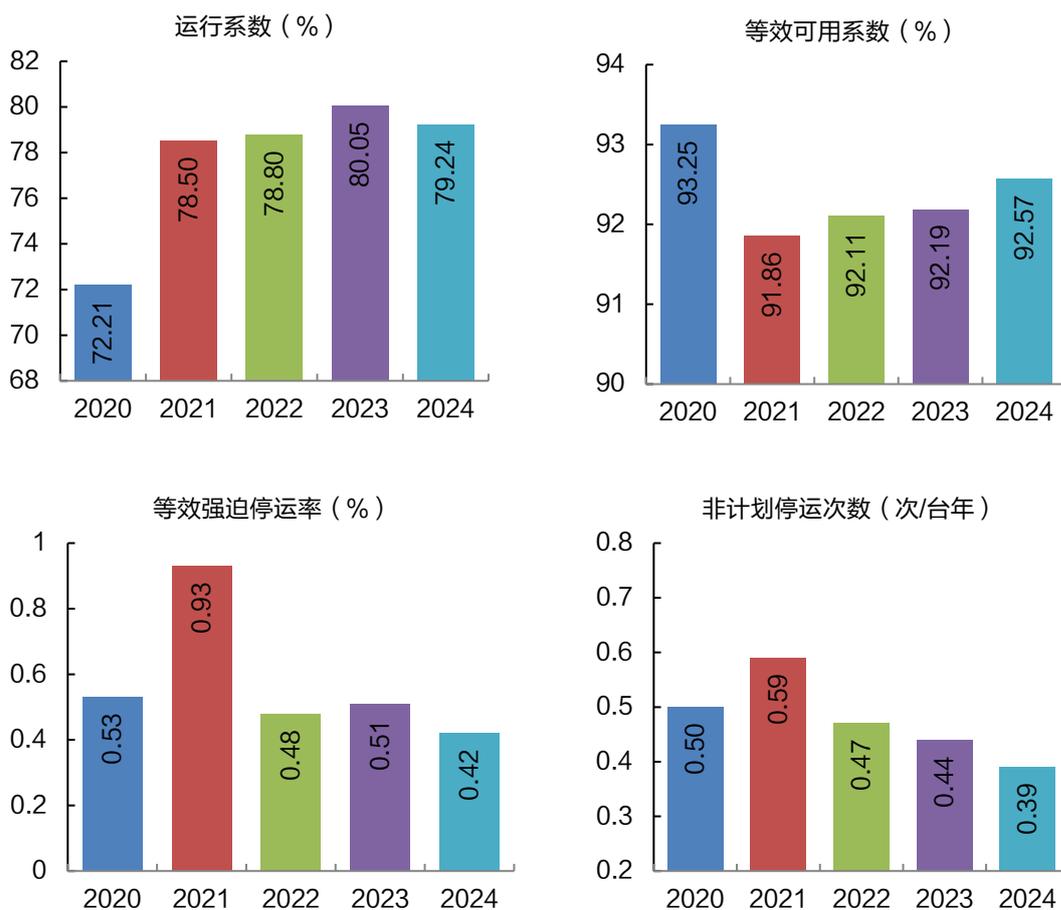


图 1-10 2020-2024 年 300 兆瓦等级燃煤机组主要可靠性指标

按投运年份分类，投运年份在 30 年以上的 300 兆瓦等级燃煤机组 63 台；投运 15 年以上 300 兆瓦等级燃煤机组 572 台，占 300 兆瓦等级燃煤机组的 62.65%，平均等效可用系数 94.27%，高于全部 300 兆瓦等级燃煤机组等效可用系数 1.7 个百分点。300 兆瓦等级燃煤机组等效可用系数 92.57%，高于全国纳入可靠性统计的燃煤机组平均水平。具体见图 1-11。

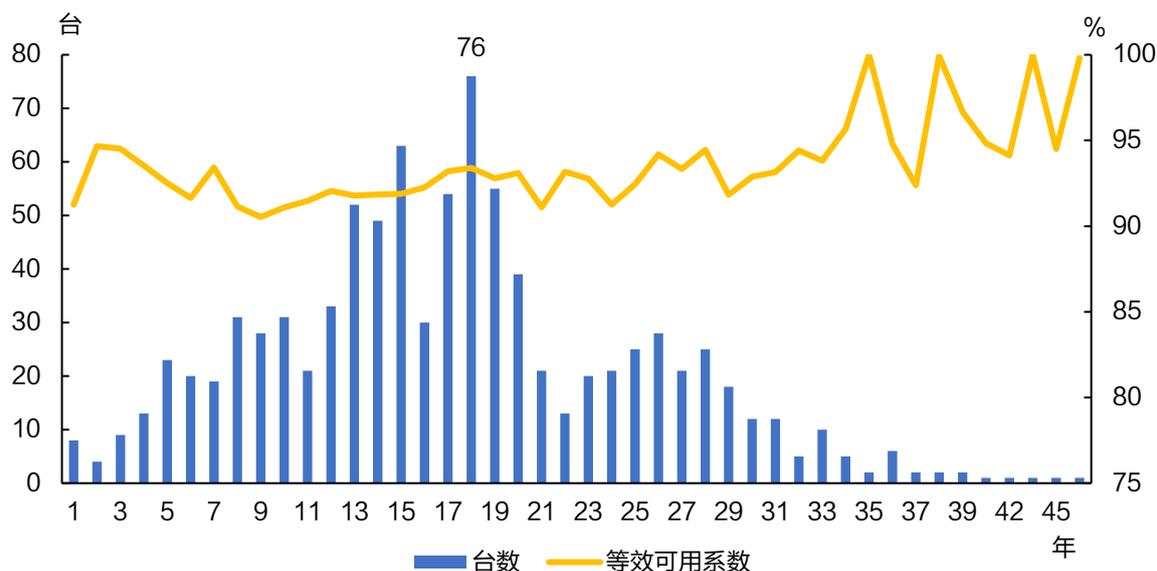


图 1-11 2024 年 300 兆瓦等级燃煤机组按投运年份和台数分类的平均等效可用系数

## 二、主要设备等效非计划停运小时对机组等效可用系数的影响

### (一) 300 兆瓦等级燃煤机组的锅炉

表 1-12 2024 年 300 兆瓦等级燃煤机组锅炉的等效非计划停运小时对机组的影响

制造厂家	统计台数 (台)	等效非计划停运小时 (小时/台年)		影响机组等效可用系数的百分点 (%)	
		总计	其中设备因素	总计	其中设备因素
哈尔滨锅炉	258	21.60	3.17	0.25	0.04
东方锅炉	254	28.00	8.39	0.32	0.10
上海锅炉	230	22.81	2.27	0.26	0.03
北京巴威	64	5.32	1.77	0.06	0.02
武汉锅炉	47	20.27	4.45	0.23	0.05

制造厂家	统计台数(台)	等效非计划停运小时(小时/台年)		影响机组等效可用系数的百分点(%)	
		总计	其中设备因素	总计	其中设备因素
福斯特·惠乐	14	2.45	0.00	0.03	0.00
日本三菱	12	0.91	0.91	0.01	0.01
三井巴布科克	6	0.00	0.00	0.00	0.00

### (二) 300兆瓦等级燃煤机组的汽机

表 1-13 2024 年 300 兆瓦等级燃煤机组汽机的等效非计划停运小时对机组的影响

制造厂家	统计台数(台)	等效非计划停运小时(小时/台年)		影响机组等效可用系数的百分点(%)	
		总计	其中设备因素	总计	其中设备因素
上海汽机	293	3.71	0.80	0.04	0.01
东方汽机	263	3.70	0.56	0.04	0.01
哈尔滨汽机	221	7.03	4.26	0.08	0.05
北重电	66	3.10	0.00	0.04	0.00
西门子	12	0.57	0.00	0.01	0.00
日本三菱	11	0.00	0.00	0.00	0.00
美国西屋	6	1.21	0.00	0.01	0.00
意大利安萨尔多	6	0.00	0.00	0.00	0.00
法国阿尔斯通	6	0.00	0.00	0.00	0.00
日本日立	6	0.74	0.00	0.01	0.00
美国通用	6	0.00	0.00	0.00	0.00

### (三) 300兆瓦等级燃煤机组的发电机

表 1-14 2024 年 300 兆瓦等级燃煤机组发电机的等效非计划停运小时对机组的影响

制造厂家	统计台数(台)	等效非计划停运小时(小时/台年)		影响机组等效可用系数的百分点(%)	
		总计	其中设备因素	总计	其中设备因素
上海电机	297	1.32	0.04	0.02	0.00
东方电机	252	1.96	1.09	0.02	0.01
哈尔滨电机	218	1.09	0.17	0.01	0.00
北重电	62	15.11	11.47	0.17	0.13

制造厂家	统计台数(台)	等效非计划停运小时(小时/台年)		影响机组等效可用系数的百分点(%)	
		总计	其中设备因素	总计	其中设备因素
济发设备	14	4.42	0.00	0.05	0.00
日本三菱	11	0.00	0.00	0.00	0.00
德国西门子	11	1.86	0.38	0.02	0.00
美国西屋	6	0.00	0.00	0.00	0.00
美国通用	6	0.00	0.00	0.00	0.00
意大利安萨尔多	6	0.00	0.00	0.00	0.00

全国 913 台 300 兆瓦等级燃煤机组可靠性指标分布情况见表 1-15 及图 1-12, 各区域全年可用且运行暴露率指标较好机组见表 1-16。

表 1-15 2024 年 300 兆瓦等级燃煤机组可靠性指标分布

指标 对标值	等效可用系数(%)	运行系数(%)	出力系数(%)	等效强迫停运率(%)	非计划停运次数(次)	非计划停运小时(h)
最优值	100	100	96.63	0.00	0.00	0.00
第 5%值	100	95.05	78.63	0.00	0.00	0.00
第 25%值	95.47	88.74	69.35	0.00	0.00	0.00
中位值	93.55	82.42	63.65	0.00	0.00	0.00
第 75%值	90.22	74.84	59.04	0.07	1.00	3.53
末位值	56.38	0.00	0.00	21.37	8.00	806.32
总平均值	92.57	79.24	63.69	0.42	0.39	30.55

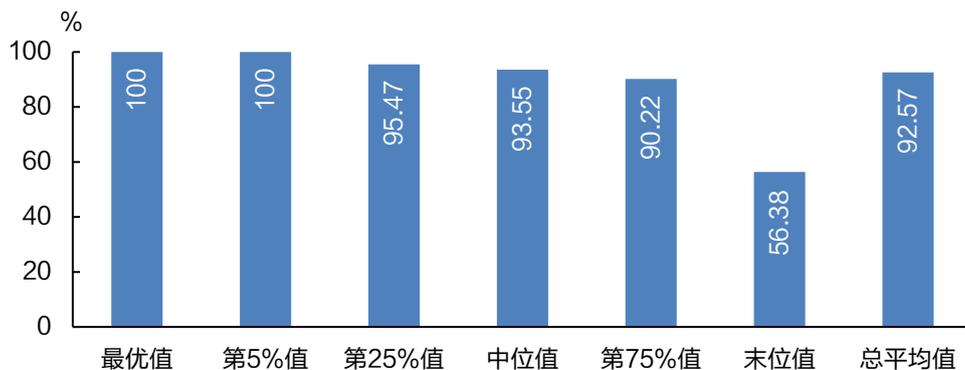


图 1-12 2024 年 300 兆瓦等级燃煤机组等效可用系数指标分布图

表 1-16 2024 年各区域全年可用且运行暴露率指标较好的 300 兆瓦等级燃煤机组

地区	机组名称	运行暴露率 (%)
华北	内蒙古国华准格尔发电有限责任公司 4 号机组	100
	大唐国际发电股份有限公司张家口发电厂 7 号机组	98.83
	大唐国际发电股份有限公司张家口发电厂 6 号机组	97.66
	内蒙古京能双欣发电有限公司 1 号机组	96.75
	内蒙古霍煤鸿骏铝电有限责任公司电力分公司 9 号机组	96.39
	华能北方联合电力达拉特发电厂 5 号机组	95.81
	国能秦皇岛发电有限责任公司 3 号机组	95.72
	国家能源蓬莱发电有限公司 2 号机组	95.19
华东	华能国际电力股份有限公司福州电厂 4 号机组	100
	宝山钢铁股份有限公司电厂 4 号机组	99.82
	浙江浙能嘉兴发电有限公司 1 号机组	99.67
	江苏常熟发电有限公司 4 号机组	98.36
	太仓港协鑫发电有限公司 6 号机组	96.33
	浙江浙能温州特鲁莱发电有限责任公司 4 号机组	95.41
	华能国际电力股份有限公司太仓电厂 1 号机组	95.29
	浙江浙能温州发电有限公司 6 号机组	95.18
华中	国家能源集团江西电力有限公司九江发电厂 6 号机组	100
	国电长源电力股份有限公司沙市热电厂 1 号机组	95.27
南方	国能(惠州)热电有限责任公司 2 号机组	98.90
	华能海南发电股份有限公司东方电厂 4 号机组	97.98

## 第五节 200 兆瓦等级燃煤机组运行可靠性

2024 年，纳入可靠性统计的 200 兆瓦燃煤机组共 114 台，其中国产 108 台，进口 6 台。

### 一、2020-2024 年 200 兆瓦等级燃煤机组主要可靠性指标

2024 年，200 兆瓦等级燃煤机组台数同比减少，机组平均运行系数 66.43%，同

比下降 1.9%个百分点；机组平均等效可用系数 94.7%，同比上升 0.27 个百分点，主要因素是机组平均计划停运小时下降。非计划停运次数为 0.35 次/台年，同比下降 0.1 次/台年，等效强迫停运率为 0.39%，同比下降 0.25 个百分点。2024 年 200 兆瓦等级燃煤机组非计划停运总计 39 次，其中强迫停运 34 次。具体见表 1-17 及图 1-13。

表 1-17 2020-2024 年 200 兆瓦等级燃煤机组主要可靠性指标

年份	统计台数 (台)	运行系数 (%)	等效可用系数 (%)	等效强迫停运率 (%)	非计划停运次数 (次/台年)
2020	135	68.50	93.74	0.41	0.53
2021	125	70.13	93.56	0.92	0.64
2022	128	64.73	93.68	0.68	0.46
2023	115	68.33	94.43	0.64	0.45
2024	114	66.43	94.70	0.39	0.35

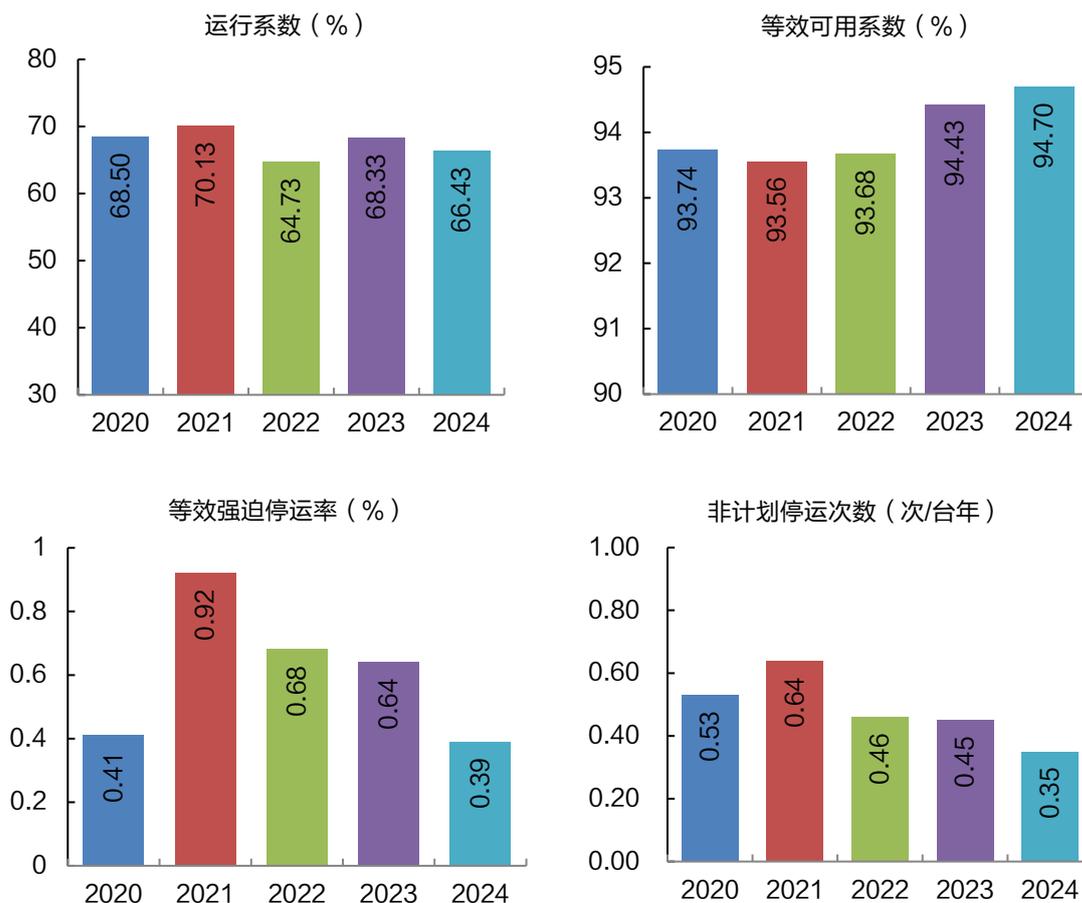


图 1-13 2020-2024 年 200 兆瓦等级燃煤机组主要可靠性指标趋势

## 二、主要设备等效非计划停运小时对机组等效可用系数的影响

### (一) 200兆瓦等级燃煤机组的锅炉

表 1-18 2024 年 200 兆瓦等级燃煤机组锅炉的等效非计划停运小时对机组的影响

制造厂家	统计台数(台)	等效非计划停运小时(小时/台年)		影响机组等效可用系数的百分点(%)	
		总计	其中设备因素	总计	其中设备因素
哈尔滨锅炉	46	12.66	0.00	0.14	0.00
东方锅炉	25	1.68	0.00	0.02	0.00
武汉锅炉	18	2.33	0.00	0.03	0.00
无锡锅炉	7	25.54	0.00	0.29	0.00
上海锅炉	6	0.72	0.00	0.01	0.00

### (二) 200兆瓦等级燃煤机组的汽机

表 1-19 2024 年 200 兆瓦等级燃煤机组汽机的等效非计划停运小时对机组的影响

制造厂家	统计台数(台)	等效非计划停运小时(小时/台年)		影响机组等效可用系数的百分点(%)	
		总计	其中设备因素	总计	其中设备因素
哈尔滨汽机	73	9.96	0.00	0.11	0.00
东方汽机	21	1.67	0.00	0.02	0.00
北重电	10	0.00	0.00	0.00	0.00

### (三) 200兆瓦等级燃煤机组的发电机

表 1-20 2024 年 200 兆瓦等级燃煤机组发电机的等效非计划停运小时对机组的影响

制造厂家	统计台数(台)	等效非计划停运小时(小时/台年)		影响机组等效可用系数的百分点(%)	
		总计	其中设备因素	总计	其中设备因素
哈尔滨电机	66	7.08	3.69	0.08	0.04
东方电机	15	0.00	0.00	0.00	0.00
北重电	10	0.00	0.00	0.00	0.00
济发设备	9	0.00	0.00	0.00	0.00

## 第六节 超临界及以上燃煤机组运行可靠性

2024 年，纳入可靠性统计的超临界及以上燃煤机组共 826 台，其中超临界机组 469 台，超超临界机组 357 台。2024 年超临界及以上燃煤机组运行可靠性主要综合指标见表 1-21。超临界及以上燃煤机组与纳入可靠性统计的燃煤机组近五年平均等效可用系数趋势见图 1-14。

表 1-21 2020-2024 年超临界及以上燃煤机组运行可靠性指标

统计年份	统计台数 (台)	非计划停运次数 (次/台年)	非计划停运小时 (小时/台年)	等效可用系数 (%)
2020	629	0.51	36.44	92.63
2021	694	0.61	75.73	91.34
2022	746	0.58	60.40	91.03
2023	780	0.47	57.67	91.49
2024	826	0.39	31.85	91.68



图 1-14 2020-2024 年超临界及以上燃煤机组等效可用系数

## 第七节 燃气轮机组运行可靠性

2024 年，纳入可靠性统计的 100 兆瓦及以上燃气轮机组共 280 台，总容量 0.82 亿千瓦。2020-2024 年燃气轮机组主要可靠性指标见表 1-22。2020-2024 年燃气轮机组与燃煤机组等效可用系数趋势见图 1-15。

表 1-22 2020-2024 年燃气轮机组主要可靠性指标

年份	统计台数 (台)	运行系数 (%)	等效可用系数 (%)	等效强迫停运率 (%)	非计划停运次数 (次/台年)
2020	225	45.34	93.16	0.22	0.30
2021	239	46.17	92.43	0.23	0.33
2022	258	43.48	92.62	0.08	0.15
2023	265	44.57	92.90	0.15	0.19
2024	280	46.01	92.30	0.12	0.19

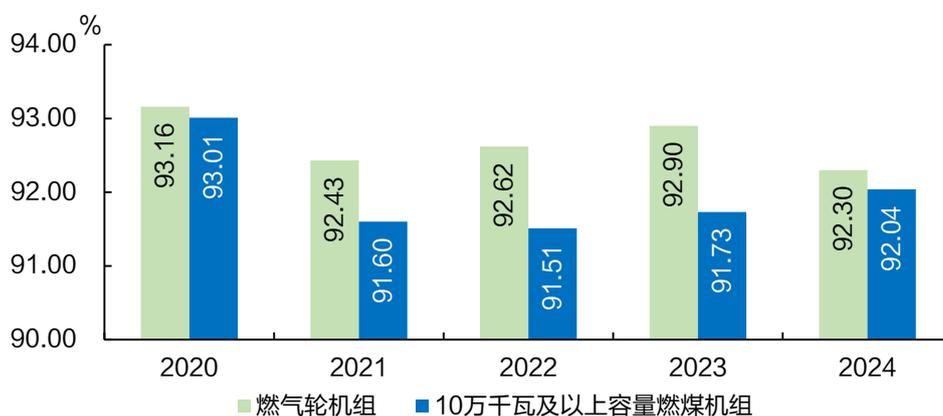


图 1-15 2020-2024 年燃气轮机与燃煤机组等效可用系数趋势

## 第八节 燃煤机组备用时间分析

2024 年，全国平均备用时间同比上升 87.92 小时，除华东、西南电网燃煤机组备用小时同比有所下降外，其余各区域电网燃煤机组备用小时均有所上升，其中区域备用时间最长的为华中电网 1396.37 小时，区域备用时间最短的为内蒙电网 311.96 小时；区域备用时间同比下降最多的为西南电网，同比下降 275.25 小时。具体见表 1-23 及图 1-16。

表 1-23 2020-2024 年按区域电网分类的火电机组备用时间

区域电网	2020 年备用 (小时/台年)	2021 年备用 (小时/台年)	2022 年备用 (小时/台年)	2023 年备用 (小时/台年)	2024 年备用 (小时/台年)
华北电网	1720.33	1254.71	1258.45	1161.74	1283.51
东北电网	1164.13	974.09	1345.42	1022.93	1095.40

区域电网	2020年备用 (小时/台年)	2021年备用 (小时/台年)	2022年备用 (小时/台年)	2023年备用 (小时/台年)	2024年备用 (小时/台年)
华东电网	1716.30	817.03	791.17	748.93	598.93
华中电网	2214.47	1567.71	1345.73	1353.83	1396.37
西北电网	1698.44	936.95	766.82	842.07	936.86
西南电网	3631.34	2472.54	766.82	1457.50	1182.25
南方电网	2147.42	1133.37	1528.79	828.13	1389.05
内蒙电网	441.86	569.58	314.03	271.42	311.96
全国	1779.28	1115.39	1119.30	972.27	1060.19

注：华北电网-北京、天津、冀北、河北、山东和山西；东北电网-辽宁、吉林和黑龙江；华东电网-上海、江苏、浙江、安徽和福建；华中电网-湖北、湖南、河南和江西；西北电网-陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆；西南电网-四川、重庆和西藏；南方电网-广东、广西、云南、贵州和海南；内蒙电网-蒙东和蒙西。

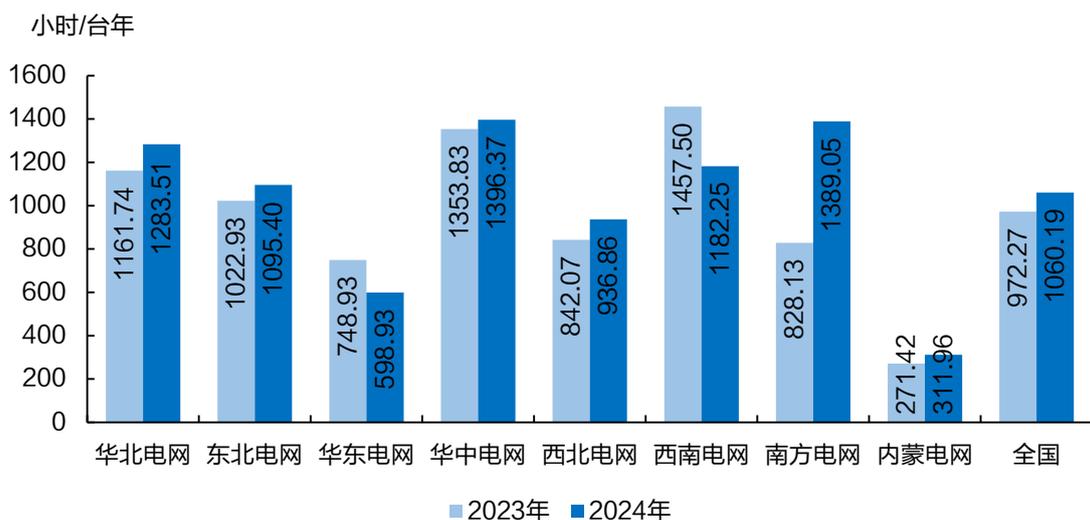


图 1-16 2023、2024 年各大区域备用小时

备用时间较少的五个省份依次是海南省 200.59 小时、浙江省 442.84 小时、江苏省 525.59 小时、新疆维吾尔自治区 532.04 小时、内蒙古自治区 563 小时；备用时间相对较长的五个省份依次是北京市 8222.33 小时、广西壮族自治区 3071.98 小时、青海省 2549.46 小时、湖南省 2008.26 小时、湖北省 1710.13 小时。具体见表 1-24。主要发电集团备用小时见图 1-17。

表 1-24 2024 年各省（自治区、直辖市）燃煤机组备用及运行时间

省/自治区/直辖市	统计台数 (台)	平均容量 (兆瓦/台)	运行小时 (小时/台年)	备用小时 (小时/台年)
北京市	4	192.50	308.86	8222.33
河北省	119	381.29	6914.43	1283.46
山西省	158	390.99	6816.00	1235.37
内蒙古自治区	205	423.47	7596.18	563.00
天津市	26	449.77	6947.72	1078.85
山东省	137	413.83	6560.84	1670.19
辽宁省	71	391.69	6753.59	1501.82
吉林省	45	321.84	7296.65	743.93
黑龙江省	55	325.27	7040.47	1197.41
江苏省	126	570.91	7522.01	525.59
浙江省	67	661.74	7755.60	442.84
安徽省	85	588.00	7359.77	581.72
上海市	27	551.85	7081.65	987.66
福建省	51	563.18	7202.65	789.59
河南省	110	488.20	6886.62	1261.98
湖北省	65	510.31	6409.99	1710.13
湖南省	45	534.78	6030.08	2008.26
江西省	38	621.32	7410.34	613.67
四川省	23	469.57	6953.42	1210.80
重庆市	20	524.00	7107.77	1170.65
陕西省	77	494.55	7005.91	1115.82
甘肃省	26	325.19	6770.53	1433.38
青海省	4	505.00	5675.26	2549.46
宁夏回族自治区	52	500.00	7461.07	679.95
新疆维吾尔自治区	77	399.61	7633.65	532.04
广东省	112	564.84	6652.62	1206.95
广西壮族自治区	32	578.13	4993.26	3071.98
云南省	24	425.00	6748.53	1020.50
贵州省	63	446.67	6842.57	979.62
海南省	8	345.00	7667.19	200.59

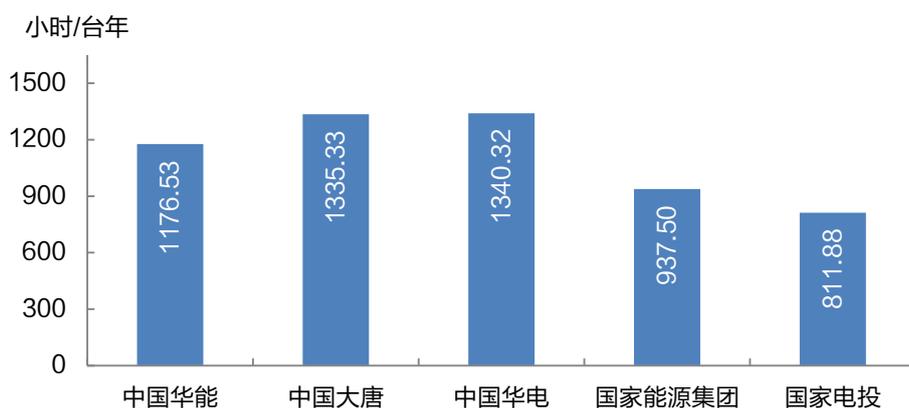


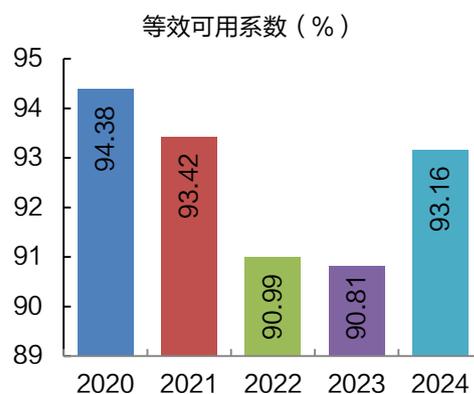
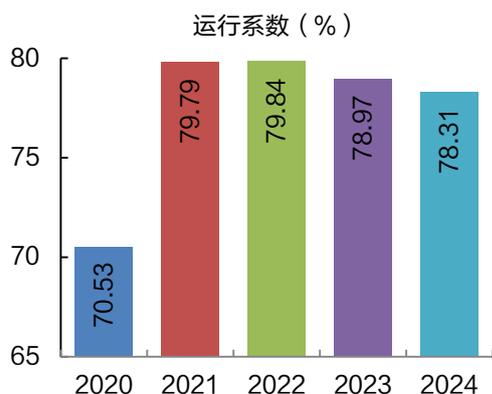
图 1-17 2024 年主要发电集团备用小时

## 第九节 2023 年新投产机组可靠性指标

2023 年投产、纳入 2024 年可靠性指标统计的燃煤机组共 54 台，总容量为 0.37 亿千瓦。近五年来燃煤机组投产后第一年运行可靠性指标见表 1-25 及图 1-18。

表 1-25 2020-2024 年燃煤机组投产后第一年运行可靠性指标

年份	投产年份 (年)	统计台数 (台)	平均容量 (兆瓦)	运行系数 (%)	等效可用系数 (%)	等效强迫停运率 (%)	非计划停运次数 (次/台年)
2020	2019	48	664.29	70.53	94.38	0.40	0.68
2021	2020	43	668.14	79.79	93.42	0.98	0.77
2022	2021	21	780.86	79.84	90.99	0.64	0.76
2023	2022	25	740.72	78.97	90.81	2.60	1.08
2024	2023	54	690.44	78.31	93.16	0.50	0.63



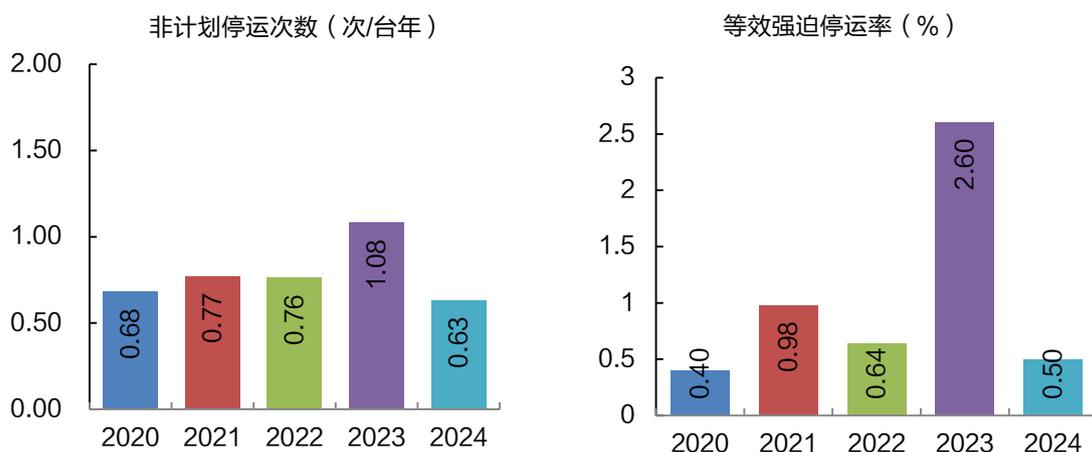


图 1-18 2020-2024 年燃煤新投产机组投产后第一年可靠性指标趋势

2023 年投产燃煤机组在 2024 年的等效可用系数同比上升了 2.35 个百分点，高于全国纳入可靠性统计的燃煤机组平均值 1.12 个百分点；等效强迫停运率同比下降 2.1 个百分点；非计划停运次数同比减少 0.45 次/台年，高于纳入全国可靠性统计的燃煤机组平均值 0.23 次/台年。按照机组容量分析，2023 年新投产主要容量等级燃煤机组可靠性指标同比情况见图 1-19 及图 1-20。

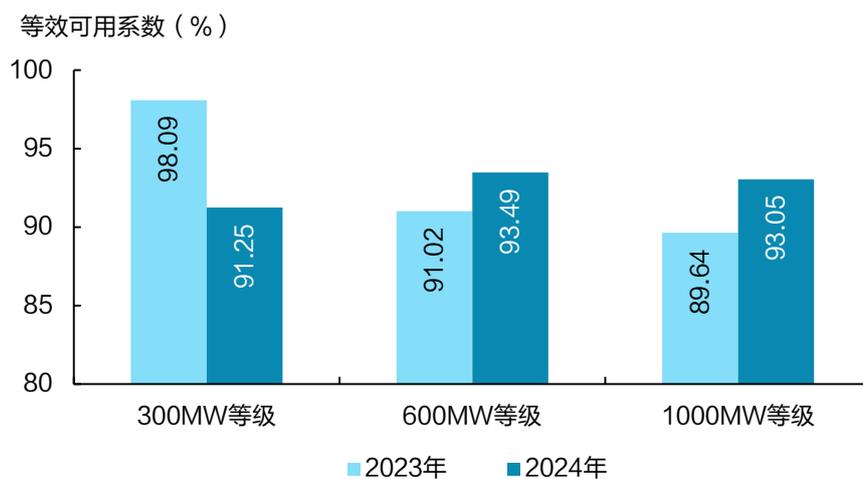


图 1-19 2023、2024 年新投产机组按容量等级划分等效可用系数

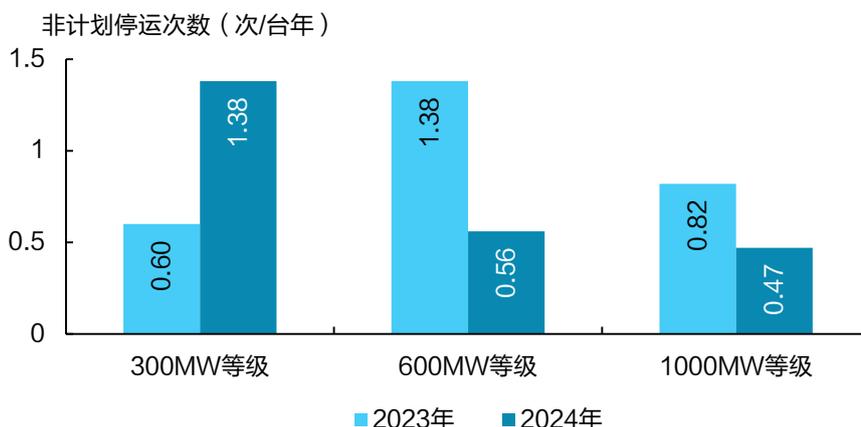


图 1-20 2023、2024 年新投产机组按容量等级划分非计划停运次数

## 第十节 非计划停运分析

2024 年，全国 1952 台燃煤机组共发生非计划停运 767 次，非计划停运总时间为 70014.64 小时，台年平均停运 0.4 次、32.74 小时，同比分别下降 0.05 次、21.23 小时。其中持续时间超过 300 小时的非计划停运共 27 次，非计划停运时间 22148.38 小时，占全部燃煤机组非计划停运总时间的 31.64%。

发生强迫停运 685 次，强迫停运总时间 53587.6 小时，台年平均值分别为 0.35 次、26.85 小时，同比分别下降 0.05 次和 16.69 小时。强迫停运占全部燃煤机组非计划停运总时间的 76.54%。

三大主设备中，锅炉是引起非计划停运的主要部件，非计划停运台年平均为 0.18 次、89.1 小时，占全部燃煤机组非计划停运总时间的 68.97%。锅炉、汽轮机、发电机三大主设备引发的非计划停运占到了全部燃煤机组非计划停运总时间的 88.47%。具体见表 1-26。

表 1-26 2024 年燃煤机组三大主设备引发非计划停运的比重

序号	主设备	停运次数 (次/台年)	停运时间 (小时/台年)	*百分比 (%)
1	锅 炉	0.18	89.10	68.97
2	汽轮机	0.06	13.24	10.25
3	发电机	0.05	11.94	9.25

注：\*百分比：占燃煤机组非计划停运时间的百分比。

按照造成发电机组非计划停运的责任原因分析，产品质量问题为第一位，台年平均为 0.09 次、25.73 小时。前五位主要责任原因占全部燃煤机组非计划停运总时间的 77.54%。具体见表 1-27。

表 1-27 2024 年燃煤机组非计划停运的前五位责任原因

序号	责任原因	停运次数 (次/台年)	停运时间 (小时/台年)	*百分比 (%)
1	产品质量不良	0.09	25.73	19.92
2	设备老化	0.06	25.95	20.09
3	检修质量不良	0.06	20.46	15.84
4	运行不当	0.05	17.89	13.85
5	规划、设计不周	0.03	10.13	7.84

注：\*百分比：占燃煤机组非计划停运时间的百分比。

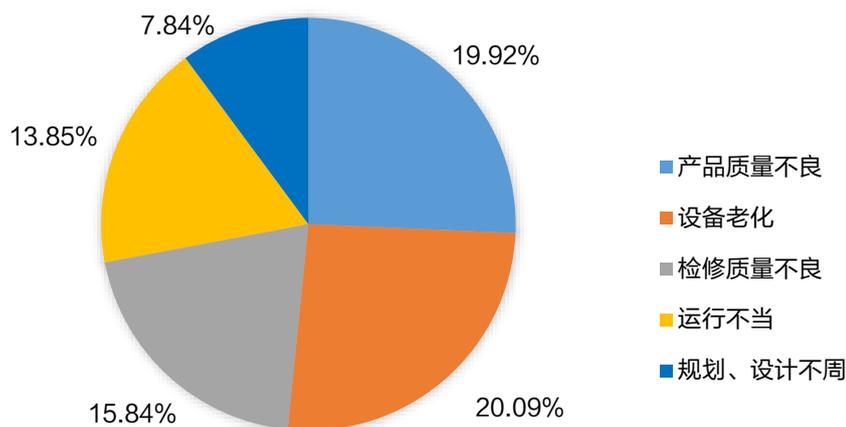


图 1-21 2024 年非计划停运的前五位责任原因占燃煤机组非计划停运时间的百分比

2024 年，按照燃煤机组非计划停运事件持续时间长短分类，停运次数最多的是 10-100 小时区间的非计划停运事件，并且大部分是强迫停运事件，占燃煤机组总非计划停运次数的 42.24%，其次是低于 10 小时的内非计划停运次数，占燃煤机组总非计划停运次数的 28.95%；超过 1000 小时的有 3 次。具体见表 1-28。

表 1-28 2024 年非计划停运事件按持续时间划分表

火电机组非计划停运时间 (小时)	非计划停运总次数 (次)	占非计划停运次数百分比 (%)
<10	222	28.95
10-100	324	42.24
100-500	214	27.90
500-1000	4	0.52
>1000	3	0.39

备注：各分级数值范围中，下限值包含，上限值为不包含

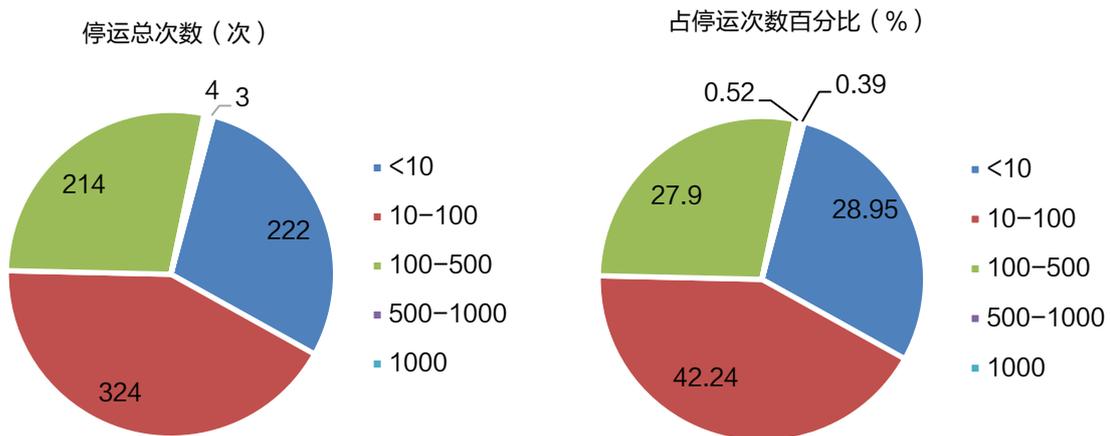


图 1-22 2024 年非计划停运事件按持续时间划分停运总次数和占比

## 第十一节 按地区分类的燃煤机组运行可靠性

2024 年，各地区纳入可靠性统计的燃煤机组运行可靠性指标见表 1-29 及图 1-23。

表 1-29 2024 年各地区燃煤机组运行可靠性指标

地区	统计台数 (台)	平均 容量 (兆瓦/台)	每千瓦装机 发电量 (兆瓦时/千瓦)	运行 系数 (%)	等效可用 系数 (%)	非计划停运 次数 (次/台年)
华北	649	405.42	4.52	79.95	92.77	0.37
东北	171	351.95	3.25	79.36	93.33	0.41
华东	356	589.53	5.41	84.90	91.59	0.35

地区	统计台数 (台)	平均容量 (兆瓦/台)	每千瓦装机 发电量 (兆瓦时/千瓦)	运行系数 (%)	等效可用 系数 (%)	非计划停运 次数 (次/台年)
华中	301	517.70	4.06	76.85	92.39	0.30
西北	236	446.29	4.81	82.62	92.74	0.39
南方	239	514.07	4.37	73.72	89.58	0.65
全部	1952	469.87	4.58	80.00	92.04	0.40

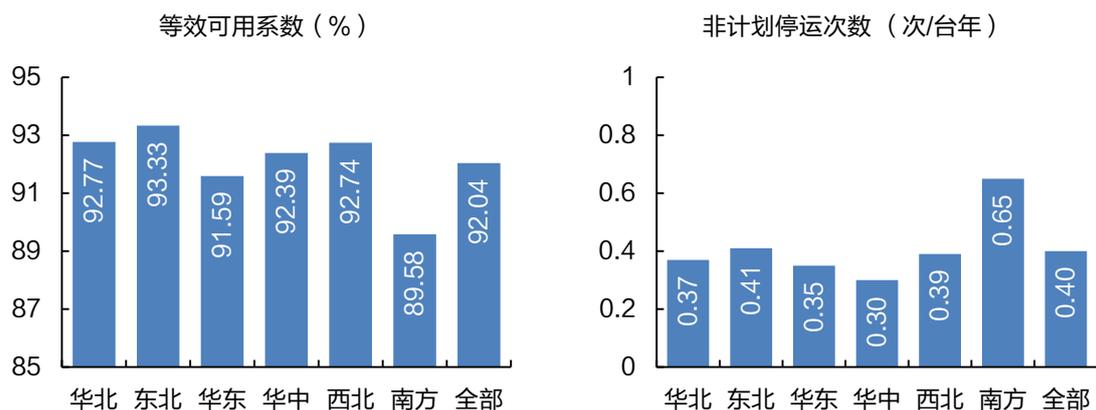


图 1-23 2024 年各地区燃煤机组等效可用系数、非计划停运次数

## 第十二节 水电机组运行可靠性

### 一、2020-2024 年水电机组运行可靠性指标

2024 年，水电机组的等效可用系数为 93.78%，同比上升 0.40 个百分点；运行系数为 54.44%，同比上升 3.59 个百分点；非计划停运次数为 0.14 次/台年，同比下降 0.01 次/台年；等效强迫停运率为 0.03%，同比持平。具体见表 1-30 及图 1-24、图 1-25。

表 1-30 2020-2024 年水电机组主要可靠性指标

年份	统计台数 (台)	平均容量 (兆瓦/台)	运行系数 (%)	等效可用 系数 (%)	等效强迫 停运率 (%)	非计划 停运次数 (次/台年)	强迫停运 次数 (次/台年)	强迫停运 时间 (小时/台年)
2020	957	235.43	58.86	93.31	0.06	0.20	0.14	1.89
2021	973	239.89	56.50	92.27	0.40	0.22	0.15	21.97
2022	1010	249.17	54.93	92.95	0.04	0.13	0.10	2.07

年份	统计台数 (台)	平均容量 (兆瓦/台)	运行系数 (%)	等效可用系数 (%)	等效强迫停运率 (%)	非计划停运次数 (次/台年)	强迫停运次数 (次/台年)	强迫停运时间 (小时/台年)
2023	1061	258.34	50.85	93.38	0.03	0.15	0.11	1.34
2024	1107	255.33	54.44	93.78	0.03	0.14	0.11	1.63

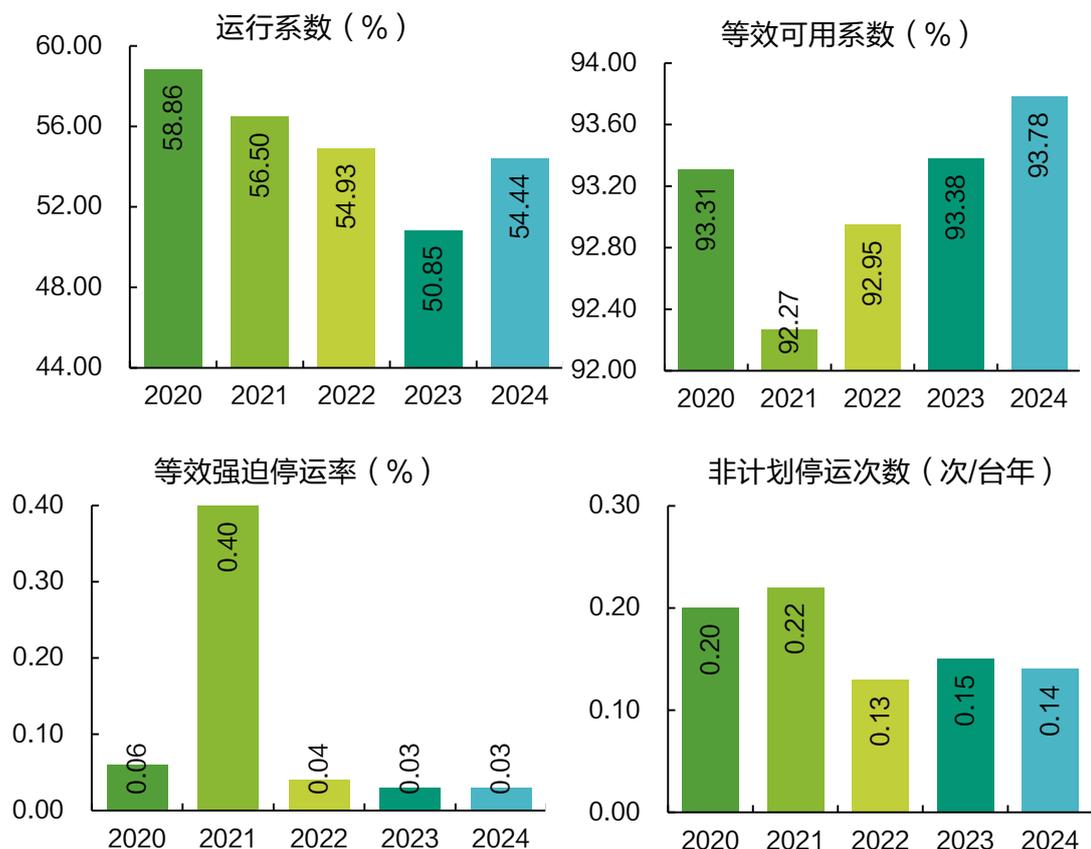


图 1-24 2020-2024 年水电机组主要可靠性指标

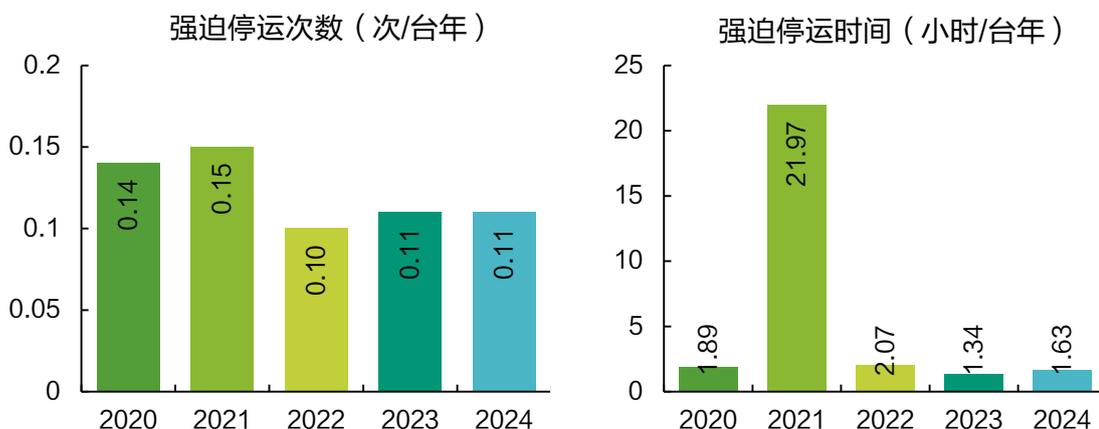


图 1-25 2020-2024 年水电机组强迫停运次数和时间

## 二、2024年50兆瓦及以上各容量水电机组运行可靠性指标分布

表 1-31 2024年50兆瓦及以上各容量水电机组运行可靠性指标分布

分类	统计台数 (台)	运行系数 (%)	等效可用 系数 (%)	等效强迫 停运率 (%)	非计划停运 次数 (次/台年)
水电轴流机组	153	62.26	91.98	0.00	0.05
50-99兆瓦	65	52.38	94.30	0.00	0.11
100-199兆瓦	81	66.88	91.71	0.00	0.01
200-299兆瓦	7	54.44	87.11	0.00	0.00
水电混流机组	779	57.58	94.29	0.01	0.04
50-99兆瓦	257	52.29	92.92	0.00	0.03
100-199兆瓦	144	49.78	94.20	0.01	0.07
200-299兆瓦	108	48.03	94.73	0.03	0.03
300-699兆瓦	165	65.95	93.96	0.03	0.04
700兆瓦及以上	105	55.73	94.79	0.00	0.03
抽水蓄能机组	175	37.45	92.10	0.15	0.67
50-99兆瓦	13	43.06	92.29	0.16	0.38
100-199兆瓦	6	29.60	95.07	0.01	0.17
200-299兆瓦	29	32.44	92.35	0.04	0.21
300兆瓦及以上	127	38.39	91.98	0.17	0.83
全部	1107	54.44	93.78	0.03	0.14

## 三、2020-2024年水电机组按机组类型分类运行可靠性指标

表 1-32 2020-2024年不同类型水电机组主要可靠性指标

分类	年份	统计台数	运行系数 (%)	等效可用 系数 (%)	等效强迫 停运率 (%)	非计划停运 次数 (次/台年)
轴流 机组	2020	143	67.57	92.79	0.01	0.16
	2021	136	64.10	91.95	0.33	0.18
	2022	141	60.68	91.20	0.02	0.09
	2023	141	58.93	91.94	0.04	0.09
	2024	153	62.26	91.98	0.00	0.05

分类	年份	统计台数	运行系数 (%)	等效可用系数 (%)	等效强迫停运率 (%)	非计划停运次数 (次/台年)
混流机组	2020	702	62.23	93.86	0.06	0.09
	2021	720	59.21	92.62	0.45	0.11
	2022	732	57.49	93.53	0.02	0.04
	2023	755	52.96	93.96	0.01	0.03
	2024	779	57.58	94.29	0.01	0.04
抽水蓄能机组	2020	112	33.15	90.15	0.15	0.96
	2021	117	36.00	90.20	0.10	0.94
	2022	137	37.91	90.37	0.19	0.67
	2023	165	37.92	91.08	0.12	0.77
	2024	175	37.45	92.10	0.15	0.67
全部	2020	957	58.86	93.31	0.06	0.20
	2021	973	56.50	92.27	0.40	0.22
	2022	1010	54.93	92.95	0.04	0.13
	2023	1061	50.85	93.38	0.03	0.15
	2024	1107	54.44	93.78	0.03	0.14

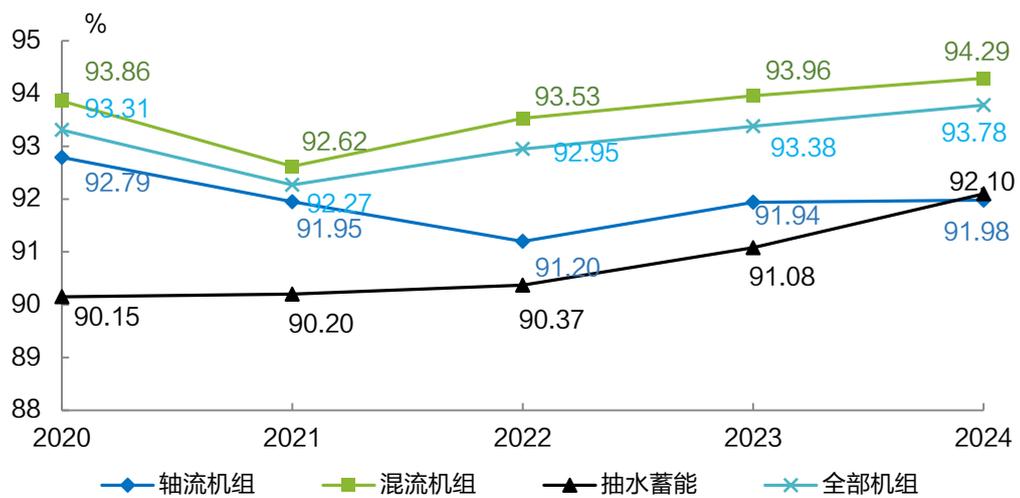


图 1-26 2020-2024 年水电机组等效可用系数

#### 四、2020-2024年50兆瓦及以上各容量水电机组运行可靠性指标

表 1-33 2020-2024年50兆瓦及以上各容量水电机组主要可靠性指标

机组型式	分类 指标	年份	统计 台数	运行 系数 (%)	等效可用 系数 (%)	等效强迫 停运率 (%)	非计划停运 次数 (次/台年)
轴流 机组	50-99兆瓦	2020	61	58.22	91.65	0.02	0.30
		2021	61	57.74	91.57	0.79	0.33
		2022	61	51.77	91.01	0.00	0.15
		2023	65	49.17	93.55	0.00	0.18
		2024	65	52.38	94.30	0.00	0.11
	100-199兆瓦	2020	75	73.11	93.18	0.01	0.05
		2021	68	69.86	91.90	0.02	0.07
		2022	73	65.90	91.70	0.03	0.04
		2023	69	64.70	91.63	0.06	0.01
		2024	81	66.88	91.71	0.00	0.01
	200-299兆瓦	2020	7	54.89	93.47	0.04	0.15
		2021	7	45.43	94.01	0.00	0.00
		2022	7	48.08	88.17	0.00	0.00
		2023	7	49.23	89.06	0.00	0.00
		2024	7	54.44	87.11	0.00	0.00
混流 机组	50-99兆瓦	2020	242	56.98	93.60	0.12	0.08
		2021	248	53.68	93.10	0.09	0.04
		2022	249	54.37	94.61	0.01	0.01
		2023	246	48.16	94.45	0.01	0.02
		2024	257	52.29	92.92	0.00	0.03
	100-199兆瓦	2020	133	53.16	94.79	0.02	0.13
		2021	132	49.51	93.33	0.04	0.15
		2022	125	46.40	93.66	0.00	0.05
		2023	134	42.76	93.47	0.03	0.05
		2024	144	49.78	94.20	0.01	0.07
	200-299兆瓦	2020	101	57.90	94.79	0.04	0.07
		2021	106	53.83	93.76	0.02	0.09

机组 型式	分类 指标	年份	统计 台数	运行 系数 (%)	等效可用 系数 (%)	等效强迫 停运率 (%)	非计划停运 次数 (次/台年)	
		2022	104	49.97	94.26	0.02	0.04	
		2023	106	41.62	94.65	0.00	0.00	
		2024	108	48.03	94.73	0.03	0.03	
	300兆瓦及以上	2020	226	65.07	93.58	0.02	0.08	
		2021	234	62.30	92.23	1.14	0.17	
		2022	254	60.40	93.26	0.02	0.05	
		2023	269	56.47	93.85	0.01	0.03	
		2024	270	60.70	94.39	0.02	0.03	
	抽水 蓄能 机组	50-99兆瓦	2020	10	54.82	92.54	0.16	0.60
			2021	11	63.82	94.60	0.07	0.64
2022			16	61.01	95.33	0.02	0.06	
2023			15	52.68	92.08	0.01	0.13	
2024			13	43.06	92.29	0.16	0.38	
100-199兆瓦		2020	6	23.74	88.91	0.15	0.17	
		2021	6	26.60	87.20	0.09	0.36	
		2022	6	26.34	87.21	0.00	0.00	
		2023	6	24.06	89.66	0.06	0.17	
		2024	6	29.6	95.07	0.01	0.17	
200-299兆瓦		2020	29	28.59	89.30	0.10	0.38	
		2021	29	31.42	91.54	0.02	0.31	
		2022	29	32.60	91.73	0.01	0.28	
		2023	29	30.09	91.22	0.02	0.28	
		2024	29	32.44	92.35	0.04	0.21	
300兆瓦及以上		2020	67	34.41	90.43	0.17	1.33	
		2021	71	36.85	89.74	0.14	1.28	
		2022	86	38.77	89.92	0.11	0.97	
		2023	115	39.40	91.06	0.16	1.01	
		2024	127	38.39	91.98	0.17	0.83	

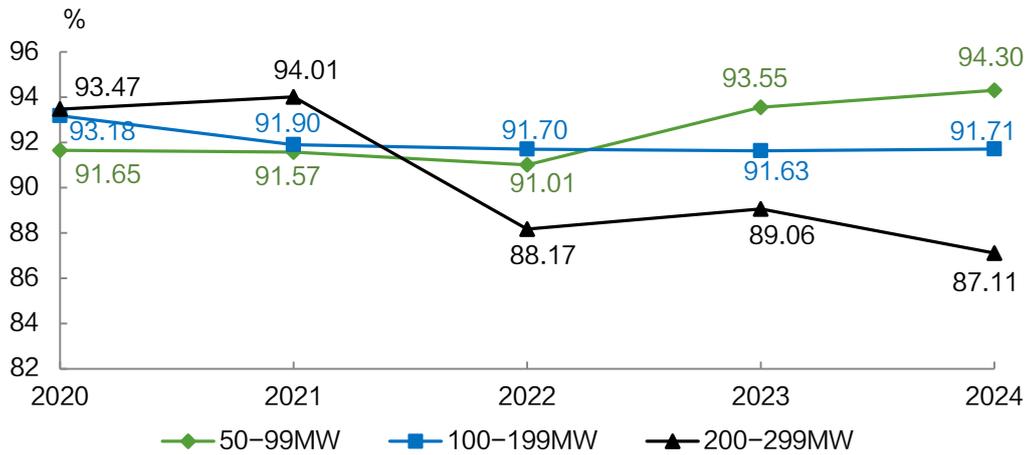


图 1-27 2020-2024 年水电轴流机组等效可用系数

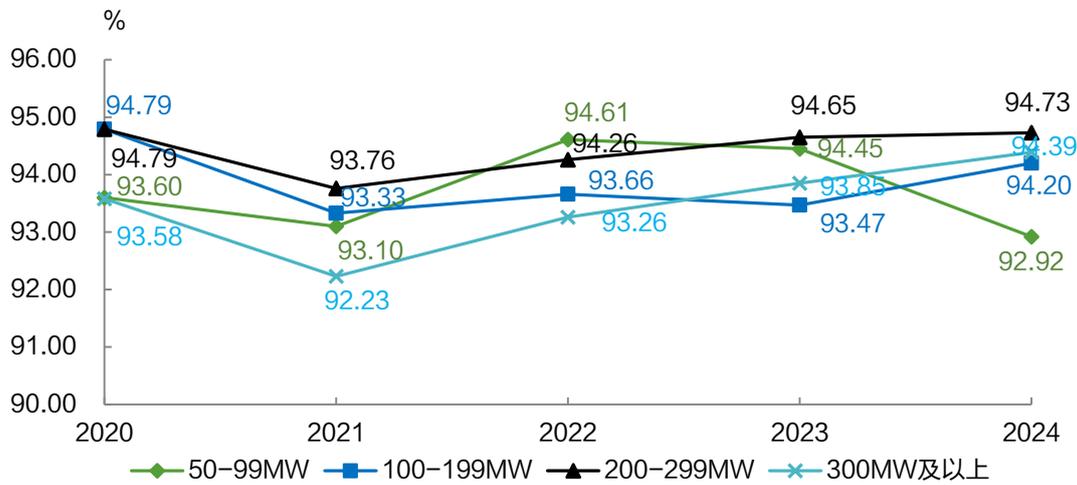


图 1-28 2020-2024 年水电混流机组等效可用系数

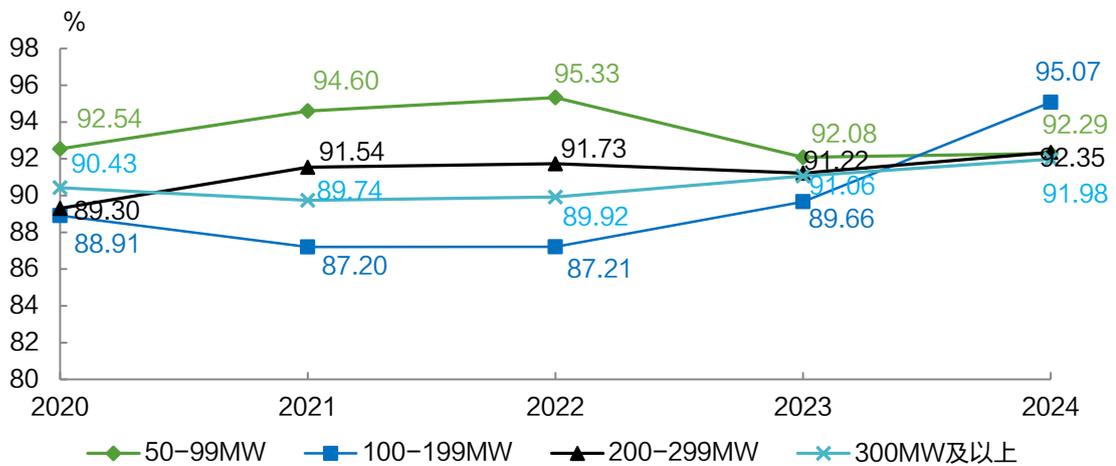


图 1-29 2020-2024 年抽水蓄能机组等效可用系数

2024年全国779台纳入可靠性统计的水电混流机组可靠性指标分布情况见下表。

表 1-34 2024 年水电混流机组可靠性指标分布

指标	等效可用系数 (%)	运行系数 (%)	出力系数 (%)	等效强迫停运率 (%)	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (h)
最优值	100	100	100	0	0	0
第 5% 值	100	92.55	96.29	0	0	0
第 25% 值	97.70	71.27	87.05	0	0	0
中位值	96.10	54.11	79.44	0	0	0
第 75% 值	93.06	36.89	66.95	0	0	0
最末值	0.93	2.55	2.36	5.77	2	594.62
总平均值	94.29	57.58	75.19	0.01	0.04	2.38

2024年全国153台纳入可靠性统计的水电轴流机组可靠性指标分布情况见下表。

表 1-35 2024 年水电轴流机组可靠性指标分布

指标	等效可用系数 (%)	运行系数 (%)	出力系数 (%)	等效强迫停运率 (%)	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (h)
最优值	100	100	100	0	0	0
第 5% 值	100	87.36	97.92	0	0	0
第 25% 值	97.00	76.20	86.79	0	0	0
中位值	95.65	62.70	79.29	0	0	0
第 75% 值	93.38	45.66	70.94	0	0	0
最末值	57.23	12.88	30.37	0.53	3	35.40
总平均值	91.98	62.26	78.19	0	0.05	0.25

2024年全国175台纳入可靠性统计的抽水蓄能机组可靠性指标分布情况见下表。

表 1-36 2024 年水电抽水蓄能机组可靠性指标分布

指标	等效可用系数 (%)	运行系数 (%)	出力系数 (%)	等效强迫停运率 (%)	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (h)
最优值	100	92.72	100	0	0	0
第 5% 值	97.27	56.23	97.93	0	0	0
第 25% 值	95.34	41.06	94.77	0	0	0
中位值	93.93	35.41	86.45	0	0	0

指标	等效可用系数 (%)	运行系数 (%)	出力系数 (%)	等效强迫停运率 (%)	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (h)
第 75% 值	92.58	31.19	77.00	0.08	1	2.70
最末值	66.57	16.39	5.54	10.51	8	306.75
总平均值	92.10	37.45	82.10	0.15	0.67	6.05

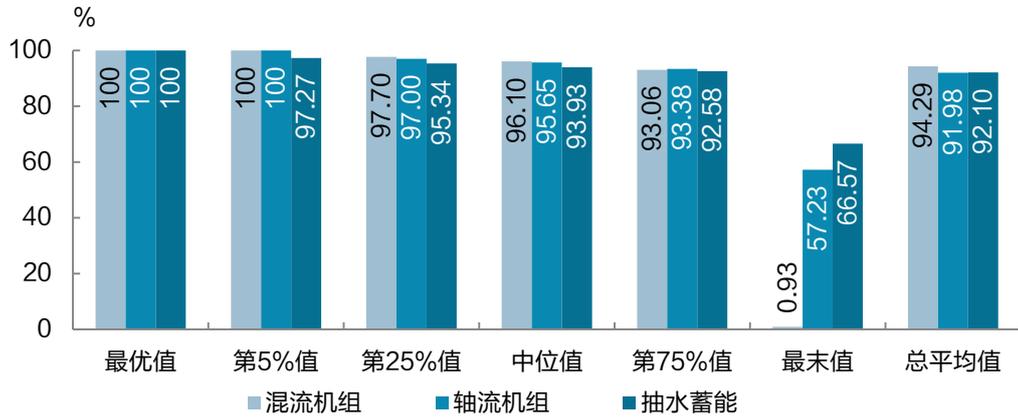


图 1-30 2024 年水电机组等效可用系数分布图

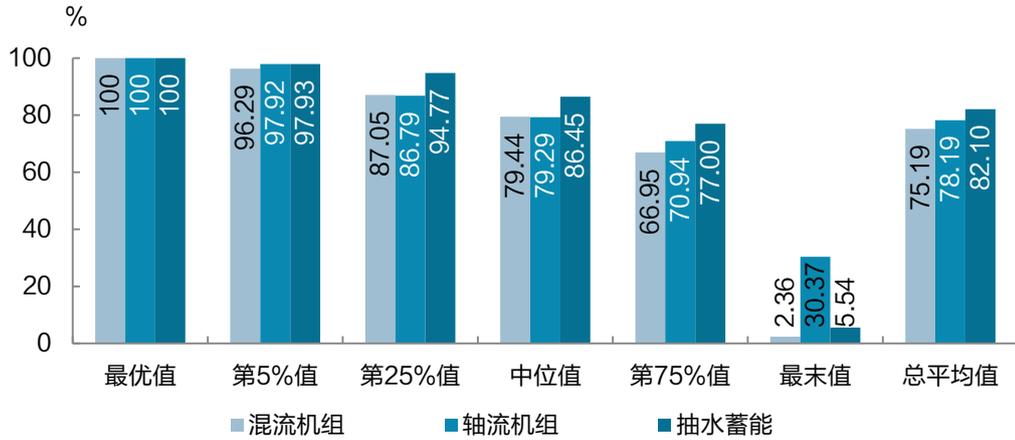


图 1-31 2024 年水电机组出力系数分布图

### 五、新投产水电机组投产后第一年运行可靠性指标

2023 年投产，纳入 2024 年可靠性统计的水电机组共 25 台，总容量 0.06 亿千瓦，等效可用系数 93.85%，比 2022 年投产机组次年等效可用系数下降 1.12 个百分点。

表 1-37 2020-2024 年水电机组投产后第一年运行可靠性指标

年份	投产年	统计台数	平均容量 (兆瓦)	运行系数 (%)	等效可用 系数 (%)	等效强迫 停运率 (%)	非计划停运 次数 (次/台年)
2020	2019	14	213.57	54.60	95.09	0.08	0.14
2021	2020	21	448.29	51.89	92.83	0.01	0.24
2022	2021	39	476.87	52.63	93.78	0.07	0.51
2023	2022	51	433.61	48.67	94.97	0.12	0.71
2024	2023	25	265.42	39.21	93.85	0.06	0.33

注：\*对应指标为该年度新投产机组在下一年度的运行可靠性指标。

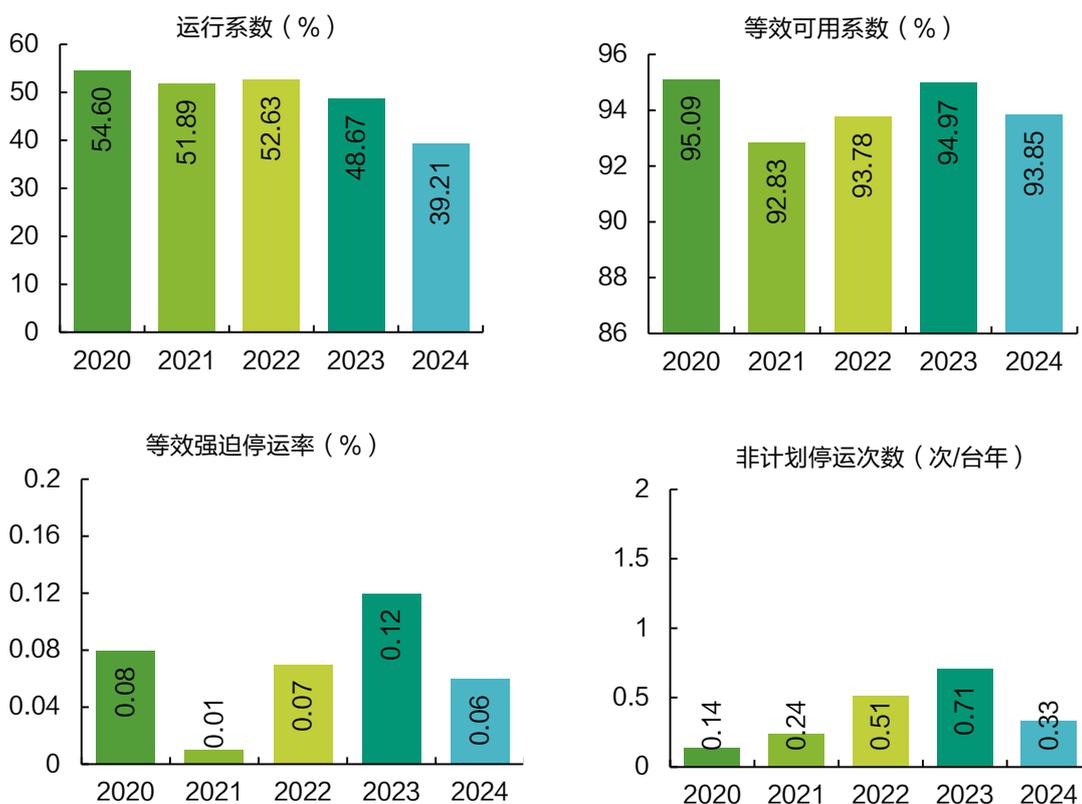


图 1-32 新投产水电机组投产后第一年运行可靠性指标

## 六、水电机组非计划停运

2024 年水电机组(1107 台)共发生非计划停运 155 次,非计划停运总时间 3726.59 小时,台年平均分别为 0.14 次、2.88 小时,非计划停运次数同比降低 0.01 次/台年,非计划停运时间同比减少 0.03 小时/台年。

强迫停运共发生 120 次, 总计 1377.78 小时, 占全部非计划停运总时间的 36.97%。强迫停运台年平均次数为 0.11 次, 同比持平; 强迫停运台年平均时间为 1.63 小时, 同比减少 0.66 小时。

水电机组主设备中, 发电机引起的非计划停运台年平均次数和时间分别为 0.04 次和 21.74 小时, 累计停运时间占非计划停运总时间的 58.92%; 变压器引起的非计划停运台年平均次数和时间分别为 0.04 次和 8 小时, 累计停运时间占非计划停运总时间的 21.67%; 水轮机引起的非计划停运台年平均次数和时间分别为 0.02 次和 3.68 小时, 累计停运时间占非计划停运总时间的 9.97%。2024 年水电机组主设备引发非计划停运的比重见表 1-38 及图 1-33。

表 1-38 2024 年水电机组主设备引发非计划停运的比重

序号	主设备	非计划停运次数 (次/台年)	非计划停运时间 (小时/台年)	*百分比 (%)
1	发电机	0.04	21.74	58.92
2	变压器	0.04	8.00	21.67
3	水轮机	0.02	3.68	9.97

注: \*百分比: 占机组非计划停运总时间的百分比。

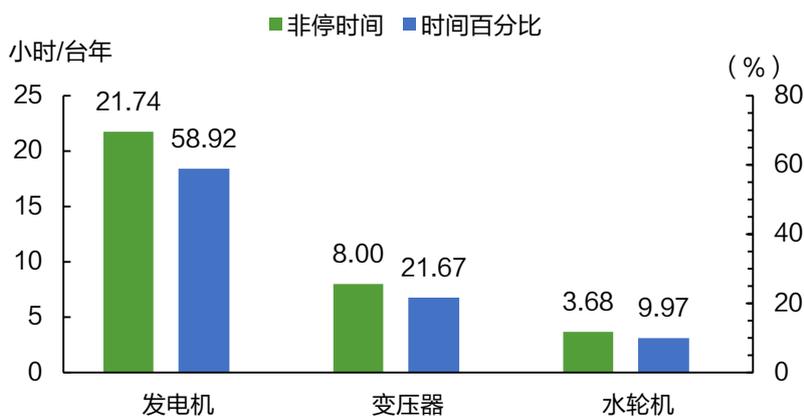


图 1-33 2024 年水电机组主设备引发非计划停运的比重

引发非计划停运的责任原因中产品质量问题为第一位, 台年平均次数为 0.06 次, 其引起的非计划停运时间为 14.57 小时/台年, 占非计划停运总时间的 39.48%; 其次是设备老化, 引起的非计划停运台年平均次数和时间分别为 0.04 次和 10.66 小时, 累计停运时间占非计划停运总时间的 28.90%; 排在第三位的是施工安装不良问题, 引起的非计划停运台年平均次数和时间分别为 0.01 次和 8.69 小时, 累计停运时间

占非计划停运总时间的 23.54%。表 1-39 及图 1-34 为非计划停运的前三位责任原因。

表 1-39 2024 年水电机组主设备非计划停运的前三位责任原因

序号	责任原因	停运总次数 (次)	停运时间 (小时/台年)	*百分比 (%)
1	产品质量问题	68	14.57	39.48
2	设备老化	48	10.66	28.90
3	施工安装问题	10	8.69	23.54

注：\*百分比：占机组非计划停运时间的百分比。

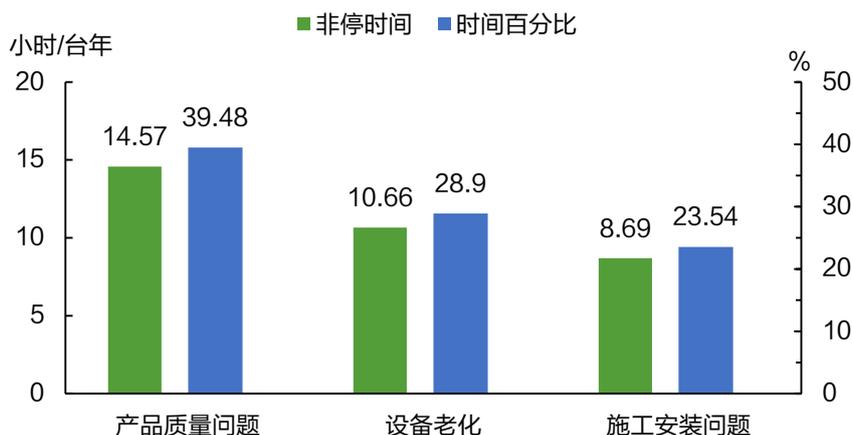


图 1-34 2024 年水电机组主设备非计划停运的前三位责任原因

## 第十三节 700 兆瓦等级常规水电机组运行可靠性

### 一、700 兆瓦等级常规水电机组运行可靠性指标

2024 年，参与统计 700 兆瓦等级水电机组为 105 台，均为混流机组，机组数量同比持平。等效可用系数 94.79%，同比增加 0.18 个百分点；备用时间为 3431.50 小时，同比降低 319.34 小时；计划停运时间为 457.27 小时，同比降低 14.35 小时；非计划停运次数为 0.03 次/台年，同比降低 0.01 次/台年；非计划停运时间为 0.20 小时/台年，同比降低 0.32 小时/台年。

2020-2024 年 700 兆瓦等级常规水电机组主要可靠性指标见表 1-40 及图 1-35。

表 1-40 2020-2024 年 700 兆瓦等级常规水电机组主要可靠性指标

年份	统计台数 (台)	运行系数 (%)	等效可用系数 (%)	等效强迫停运率 (%)	非计划停运次数 (次/台年)
2020	76	63.04	94.16	0.00	0.05
2021	84	59.12	93.21	0.02	0.11
2022	95	55.05	93.56	0.00	0.05
2023	105	51.79	94.61	0.01	0.04
2024	105	55.73	94.79	0.00	0.03

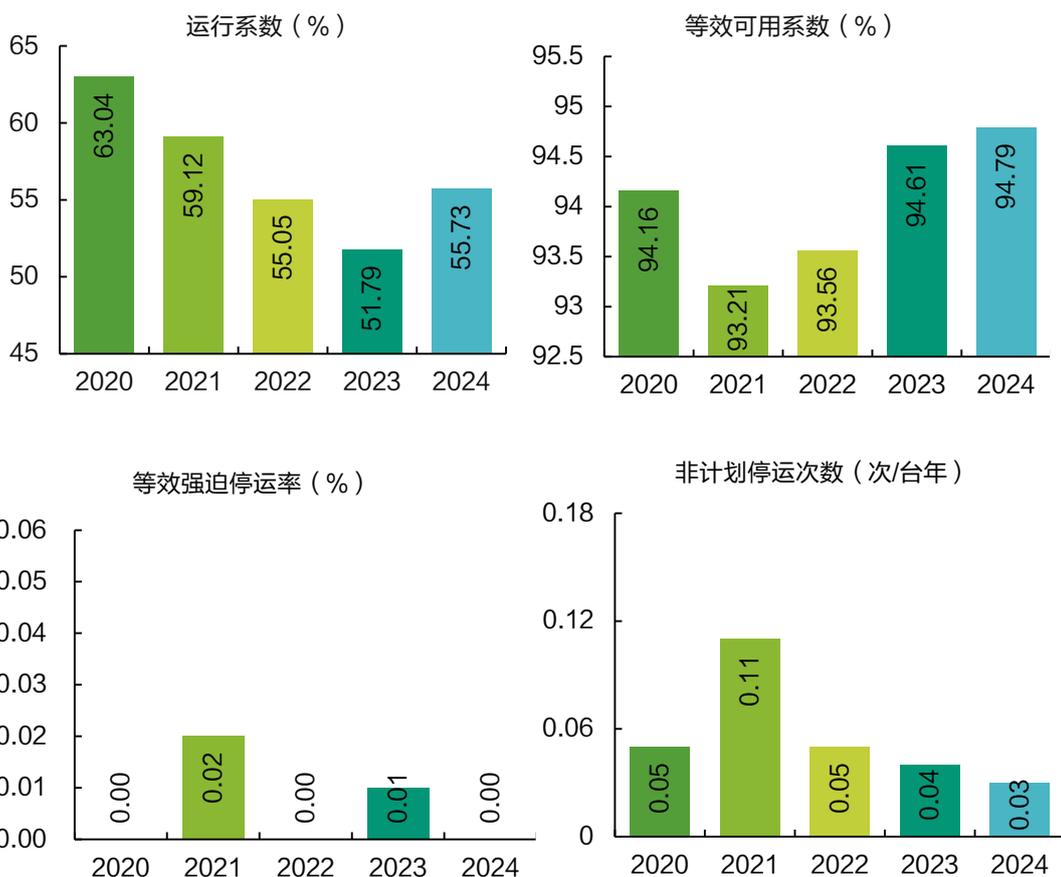


图 1-35 2020-2024 年 700 兆瓦等级常规水电机组可靠性指标

## 二、700 兆瓦等级常规水电机组非计划停运

2024 年，700 兆瓦及以上容量等级水电机组共发生非计划停运 3 次，非计划停运总时间 21.83 小时。台年平均非计划停运次数、时间分别为 0.03 次、0.20 小时，非计划停运总次数同比减少 1 次，累计非计划停运时间降低了 36.36 小时。

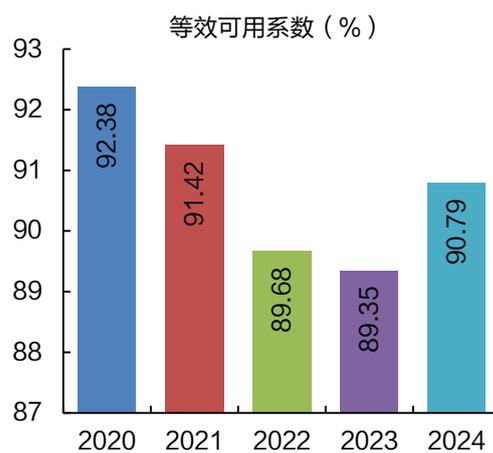
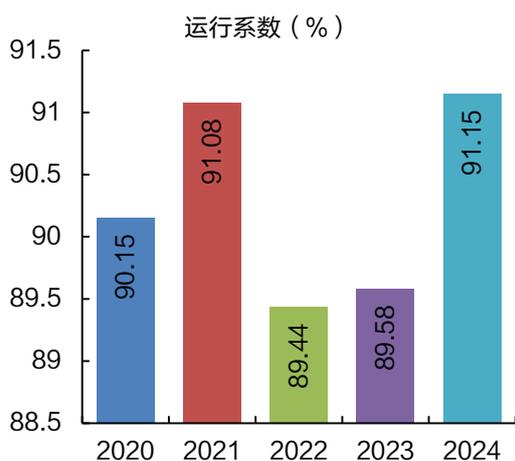
3次非计划停运事件均为发电机系统故障引起，非计划停运的责任原因分别为检修质量、施工安装和产品质量问题。

## 第十四节 核电机组运行可靠性

纳入2024年可靠性统计的核电机组有52台，总容量0.54亿千瓦，占全国核电总装机容量的94.89%。核电机组的主要可靠性指标见表1-41及图1-36。

表1-41 2020-2024年核电机组主要可靠性指标

年份	统计台数 (台)	平均容量 (兆瓦/台)	运行系数 (%)	等效可用系数 (%)	等效强迫停运率 (%)	非计划停运次数 (次/台年)
2020	27	918.67	90.15	92.38	0.12	0.07
2021	46	1027.59	91.08	91.42	0.11	0.17
2022	49	1034.04	89.44	89.68	0.18	0.14
2023	51	1038.19	89.58	89.35	0.44	0.27
2024	52	1041.81	91.15	90.79	0.04	0.06



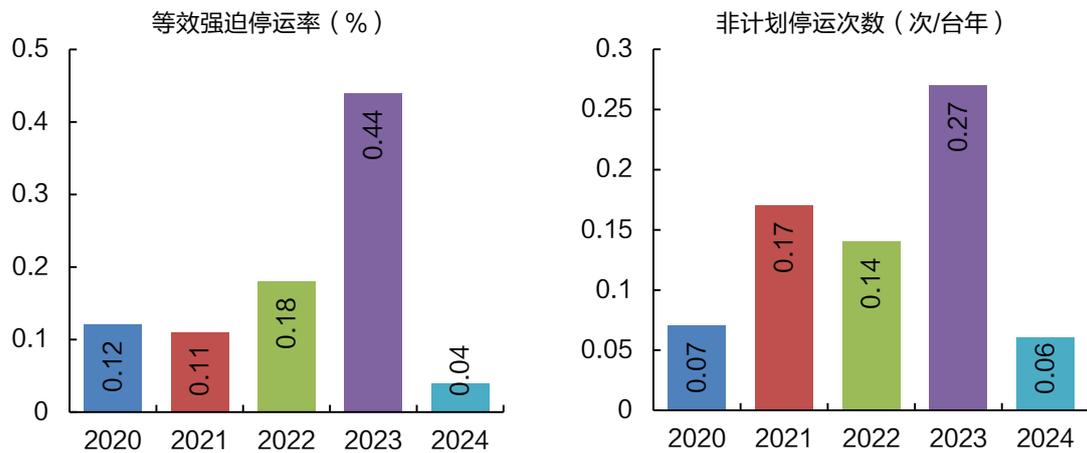


图 1-36 2020-2024 年核电机组主要可靠性指标趋势

全国 52 台核电机组可靠性指标分布情况见表 1-42 及图 1-37。

表 1-42 2024 年核电机组可靠性指标分布

对标值	等效可用系数 (%)	运行系数 (%)	出力系数 (%)	等效强迫停运率 (%)	非计划停运次数 (次)	非计划停运小时 (h)
最优值	100	100	100	0.00	0.00	0.00
第 5% 值	100	100	100	0.00	0.00	0.00
第 25% 值	96.74	96.76	98.91	0.00	0.00	0.00
中位值	92.57	92.37	97.70	0.00	0.00	0.00
第 75% 值	88.83	90.17	95.08	0.00	0.00	0.00
末位值	42.76	33.68	84.66	1.10	1.00	102.20
总平均值	90.79	91.15	95.96	0.04	0.06	4.12

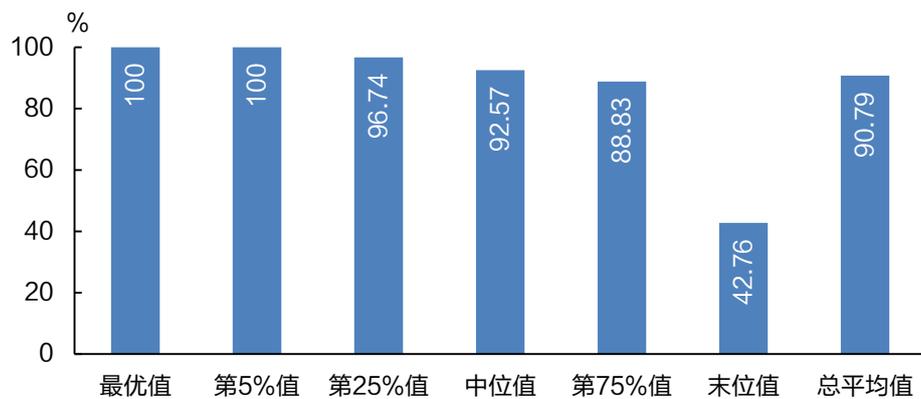


图 1-37 2024 年核电机组等效可用系数指标分布

2024年，核电机组等效可用系数同比上升1.44个百分点，主要因素是非计划停运时间的减少，台年非计划停运时间为4.12小时/台年，同比减少28.84小时/台年；2024年共发生3次非计划停运事件，同比减少11次，累计停运时间为210.2小时，同比减少1659.83小时。

## 第十五节 风电机组运行可靠性

### 一、风电机组主要可靠性指标

2024年，纳入可靠性统计的风电机组有77585台，总容量1.59亿千瓦。运行系数为98.39%，同比下降0.63个百分点；非计划停运时间台年平均值为36.54小时，同比上升11.12小时；非计划停运次数台年平均值为1.19次，同比下降0.28次。纳入可靠性统计的海上风电机组3837台，总容量0.17亿千瓦，运行系数为97.04%，同比下降1.45个百分点，非计划停运时间台年平均值为113.99小时，同比增加38.78小时，非计划停运次数台年平均值为1.01次，同比增加0.13次。2020-2024年风电机组主要可靠性指标见表1-43。

表 1-43 2020-2024 年风电机组主要可靠性指标

年份	统计台数 (台)	运行系数 (%)	非计划停运小时 (小时/台年)	非计划停运次数 (次/台年)	计划停运小时 (小时/台年)	计划停运次数 (次/台年)
2020	30220	98.79	34.00	1.61	31.04	2.53
2021	48956	98.67	29.10	1.56	41.25	2.81
2022	58645	98.57	35.99	1.45	41.76	2.94
2023	63473	99.02	25.42	1.47	35.09	2.97
2024	77585	98.39	36.54	1.19	79.82	2.90

2024年，纳入可靠性统计的华北电网区域风电机组14728台，运行系数为98.80%，非计划停运时间台年平均值为26.27小时，非计划停运次数台年平均值为1.45次。东北电网区域风电机组12805台，运行系数为99.01%，非计划停运时间台年平均值为24.97小时，非计划停运次数台年平均值为1.21次。华东电网区域风电机组7104台，运行系数为98.58%，非计划停运时间台年平均值为58.07小时，非计划停运次数台年平均值为1.02次。华中电网区域风电机组4810台，运行系数为98.73%，非

计划停运时间台年平均值为 35.72 小时，非计划停运次数台年平均值为 1.14 次。西北电网区域风电机组 20670 台，运行系数为 98.27%，非计划停运时间台年平均值为 18.47 小时，非计划停运次数台年平均值为 0.93 次。西南电网区域风电机组 1449 台，运行系数为 96.71%，非计划停运时间台年平均值为 39.33 小时，非计划停运次数台年平均值为 1.51 次。南方电网区域风电机组 8909 台，运行系数为 96.82%，非计划停运时间台年平均值为 77.06 小时，非计划停运次数台年平均值为 1.06 次。内蒙电网区域风电机组 7110 台，运行系数为 99.12%，非计划停运时间台年平均值为 32.66 小时，非计划停运次数台年平均值为 1.65 次。2024 年风电机组按区域划分的主要可靠性指标见表 1-44。

表 1-44 2024 年按区域划分的风电机组主要可靠性指标

区域电网	统计台数 (台)	运行系数 (%)	非计划停运小时 (小时/台年)	非计划停运次数 (次/台年)	计划停运小时 (小时/台年)	计划停运次数 (次/台年)
华北电网	14728	98.80	26.27	1.45	47.29	3.05
东北电网	12805	99.01	24.97	1.21	47.34	3.20
华东电网	7104	98.58	58.07	1.02	45.57	3.26
华中电网	4810	98.73	35.72	1.14	39.90	2.00
西北电网	20670	98.27	18.47	0.93	123.04	1.93
西南电网	1449	96.71	39.33	1.51	162.36	9.11
南方电网	8909	96.82	77.06	1.06	150.22	3.10
内蒙电网	7110	99.12	32.66	1.65	36.69	3.59

## 二、风电机组非计划停运

2024 年，风电机组非计划停运累计时间为 253.92 万小时，非计划停运累计时间较长的前三类主设备分别是齿轮箱系统、变桨系统和变流系统，分别占全部非计划停运累计时间的 22.99%、16.27%和 10.74%。其中海上风电机组非计划停运累计时间为 33.28 万小时，非计划停运累计时间较长的前三类主设备分别是变桨系统、变流系统和齿轮箱系统，分别占海上风电机组非计划停运累计时间的 23.41%、11.63%和 6.55%。2024 年风电机组累计非计划停运时间按主设备分类见图 1-38。

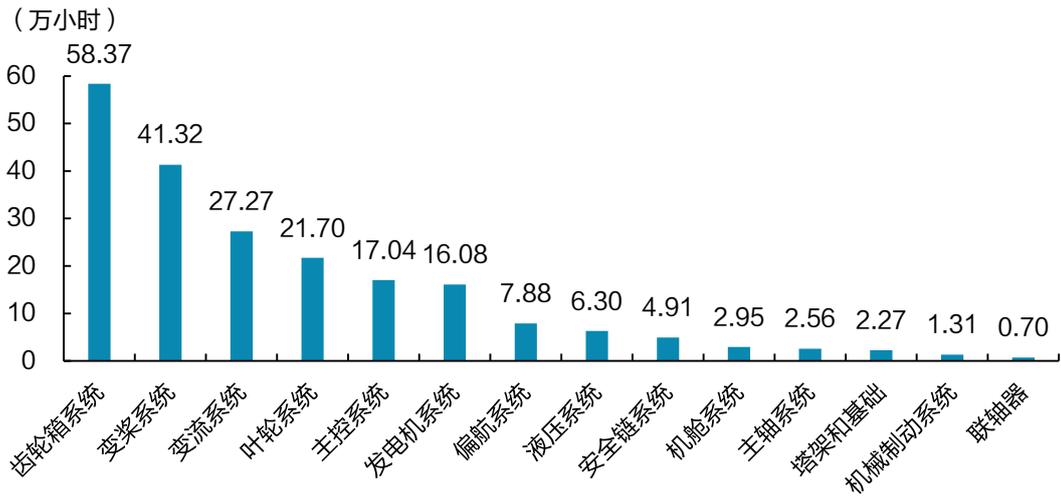


图 1-38 2024 年风电机组累计非计划停运时间按主设备分类

2024 年，风电机组非计划停运次数累计 91455 次，累计非计划停运次数较多的前三类主设备分别是变桨系统、变流系统和发电机系统，分别占 19.69%、14.35%和 9.66%。其中，海上风电机组非计划停运次数累计 3809 次，累计非计划停运次数较多的前三类主设备分别是变桨系统、变流系统和主控系统，分别占海上风电机组非计划停运累计次数的 24.99%、17.22%和 9.58%。2024 年风电机组累计非计划停运次数按主设备分类见图 1-39。

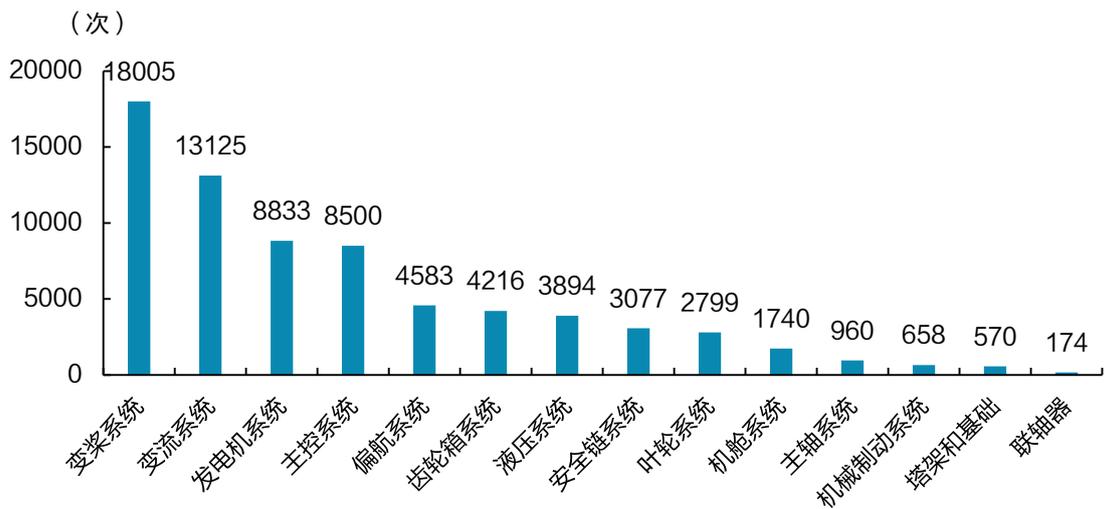


图 1-39 2024 年风电机组累计非计划停运次数按主设备分类

### 三、基于实时数据的风电机组主要可靠性指标

2024年，共有19825台风电机组接入基于实时数据的风电可靠性管理平台，总容量0.48亿千瓦。机组平均可用率为92.93%，较去年减少2.94%；其中海上风电机组平均可用率为97.26%，较去年增加1.17%。等效年利用小时为2126小时，较去年减少153小时；其中海上风电机组2590小时，较去年增加224小时。基于实时数据的风电机组主要可靠性指标见表1-45。

表1-45 基于实时数据的风电机组主要可靠性指标

年份	统计台数 (台)	统计容量 (亿千瓦)	机组可用率 (%)		等效年利用小时 (小时)	
			全部	海上	全部	海上
2023	19825	0.48	95.87	95.43	2279	2366
2024	19825	0.48	92.93	97.26	2126	2590

## 第十六节 光伏发电设备运行可靠性

### 一、光伏发电设备主要可靠性指标

2024年，纳入可靠性统计的光伏发电机组有129842组（光伏电站960座），总容量0.82亿千瓦。运行系数为98.11%，非计划停运时间台年平均值为2.87小时，非计划停运次数台年平均值为0.03次。

2024年，纳入可靠性统计的华北电网区域光伏发电组25282组，运行系数为96.80%，非计划停运时间台年平均值为4.52小时，非计划停运次数台年平均值为0.03次。东北电网区域光伏发电组8220组，运行系数为98.78%，非计划停运时间台年平均值为1.04小时，非计划停运次数台年平均值为0.10次。华东电网区域光伏发电组11130组，运行系数为94.22%，非计划停运时间台年平均值为1.84小时，非计划停运次数台年平均值为0.02次。华中电网区域光伏发电组9924组，运行系数为99.54%，非计划停运时间台年平均值为3.82小时，非计划停运次数台年平均值为0.04次。西北电网区域光伏发电组40984组，运行系数为99.19%，非计划停运时间台年平均值为1.23小时，非计划停运次数台年平均值为0.03次。西南电网区域光伏发

电组 6342 组，运行系数为 89.79%，非计划停运时间台年平均值为 2.55 小时，非计划停运次数台年平均值为 0 次。南方电网区域光伏发电组 23036 组，运行系数为 98.98%，非计划停运时间台年平均值为 17.44 小时，非计划停运次数台年平均值为 0.03 次。内蒙电网区域光伏发电组 4924 组，运行系数为 99.64%，非计划停运时间台年平均值为 0.34 小时，非计划停运次数台年平均值为 0.02 次。2024 年光伏发电组按区域划分的主要可靠性指标见表 1-46。

表 1-46 2024 年按区域划分的光伏发电组主要可靠性指标

区域电网	统计组数 (组)	运行系数 (%)	非计划停运小时 (小时/台年)	非计划停运次数 (次/台年)	计划停运小时 (小时/台年)	计划停运次数 (次/台年)
华北电网	25282	96.80	4.52	0.03	10.96	0.05
东北电网	8220	98.78	1.04	0.10	1.89	0.05
华东电网	11130	94.22	1.84	0.02	11.89	0.17
华中电网	9924	99.54	3.82	0.04	5.79	0.08
西北电网	40984	99.19	1.23	0.03	9.32	0.15
西南电网	6342	89.79	2.55	0.00	54.12	0.29
南方电网	23036	98.98	17.44	0.03	27.00	0.16
内蒙电网	4924	99.64	0.34	0.02	4.94	0.01
全部	129842	98.11	2.87	0.03	10.97	0.12

## 二、光伏发电组非计划停运

2024 年，光伏发电组非计划停运累计时间为 29.54 万小时，非计划停运累计时间最长的是逆变器，占全部非计划停运累计时间的 65.20%，其次为组串。2024 年光伏发电组累计非计划停运时间按主设备分类见图 1-40。

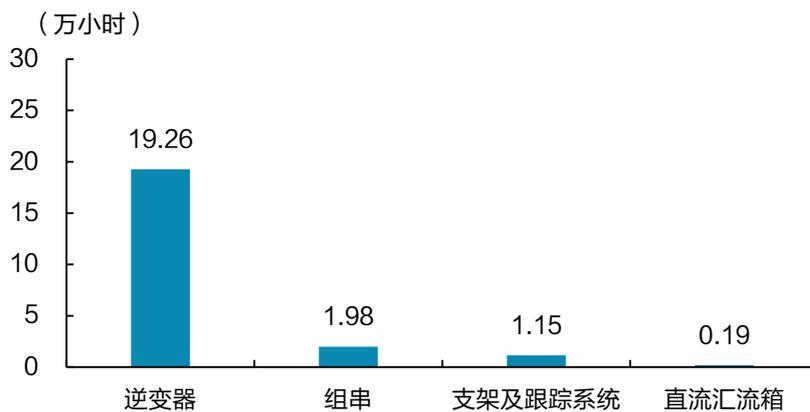


图 1-40 2024 年光伏发电组累计非计划停运时间按主设备分类

2024 年，光伏发电组非计划停运次数累计 4934 次，累计非计划停运次数最多的是逆变器，占全部非计划停运累计次数的 67.82%，其次为组串。2024 年光伏发电组累计非计划停运次数按主设备分类见图 1-41。

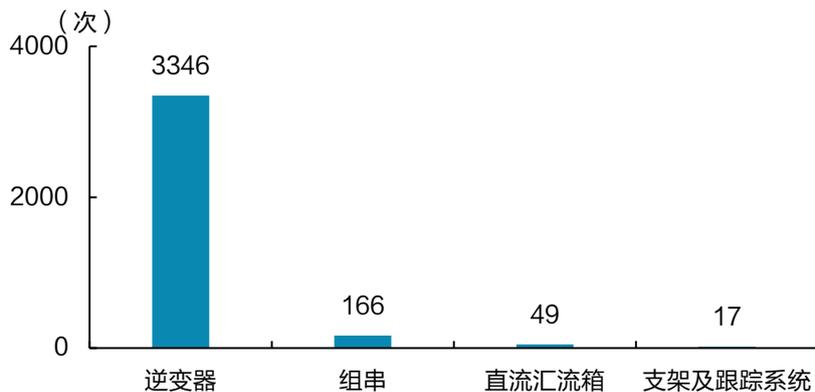


图 1-41 2024 年光伏发电组累计非计划停运次数按主设备分类

## 第二章 2024 年全国 200 兆瓦及以上容量燃煤机组 主要辅助设备运行可靠性

200 兆瓦及以上容量燃煤机组的主要辅助设备,包括磨煤机、给水泵组、送风机、引风机和高压加热器。近两年来,主要辅助设备的非计划停运率保持平稳态势。其中,磨煤机和高压加热器的非计划停运率虽仍高于其他辅助设备,但在近几年总体呈下降趋势。

2024 年,磨煤机可用系数同比上升 0.10 个百分点,给水泵组、送风机、引风机、高压加热器可用系数均同比下降,分别下降 0.30、0.18、0.18 和 0.20 个百分点。磨煤机、给水泵组、送风机、引风机、高压加热器运行系数均同比下降,分别下降 0.82、0.19、0.78、0.92 和 1.15 个百分点。磨煤机、给水泵组、送风机、引风机、高压加热器台年运行小时分别减少 54.41、1.31、48.01、60.86 和 80.84 小时。磨煤机、给水泵组、送风机、引风机、高压加热器的非计划停运率均同比持平。具体见表 2-1 及图 2-1、图 2-2、图 2-3。

表 2-1 2020-2024 年燃煤机组主要辅助设备可靠性指标

辅助设备分类		统计台数 (台)	运行系数 (%)	可用系数 (%)	计划停 运系数 (%)	非计划 停运系数 (%)	非计划 停运率 (%)
磨煤机	2020	7153	60.36	94.21	5.76	0.03	0.05
	2021	7273	67.08	93.60	6.37	0.03	0.05
	2022	7438	68.70	93.15	6.83	0.02	0.03
	2023	7540	70.68	93.72	6.41	0.01	0.02
	2024	8012	69.86	93.82	6.16	0.01	0.02
给水泵组	2020	3875	54.32	94.79	5.20	0.01	0.02
	2021	3942	58.84	94.37	5.61	0.02	0.03
	2022	3692	61.57	93.68	6.32	0.01	0.01
	2023	3699	63.91	94.31	5.91	0.01	0.01
	2024	3831	63.72	94.01	5.98	0.01	0.01
送风机	2020	2786	73.57	94.61	5.39	0.00	0.00
	2021	2837	79.85	94.02	5.98	0.00	0.00
	2022	2863	79.79	93.49	6.50	0.01	0.01

辅助设备分类		统计台数 (台)	运行系数 (%)	可用系数 (%)	计划停 运系数 (%)	非计划 停运系数 (%)	非计划 停运率 (%)
	2023	2861	81.56	94.12	6.06	0.00	0.00
	2024	3007	80.78	93.94	6.06	0.00	0.00
引 风 机	2020	2867	73.39	94.59	5.40	0.02	0.02
	2021	2923	79.26	93.88	6.10	0.03	0.03
	2022	2945	79.55	93.52	6.47	0.01	0.01
	2023	2951	81.34	94.05	6.12	0.00	0.00
	2024	3078	80.42	93.87	6.13	0.00	0.00
高 压 加 热 器	2020	4355	73.68	94.54	5.44	0.02	0.03
	2021	4470	79.76	94.14	5.85	0.02	0.02
	2022	4436	79.81	93.57	6.41	0.02	0.02
	2023	4520	81.71	94.01	6.16	0.02	0.02
	2024	4758	80.56	93.81	6.18	0.02	0.02

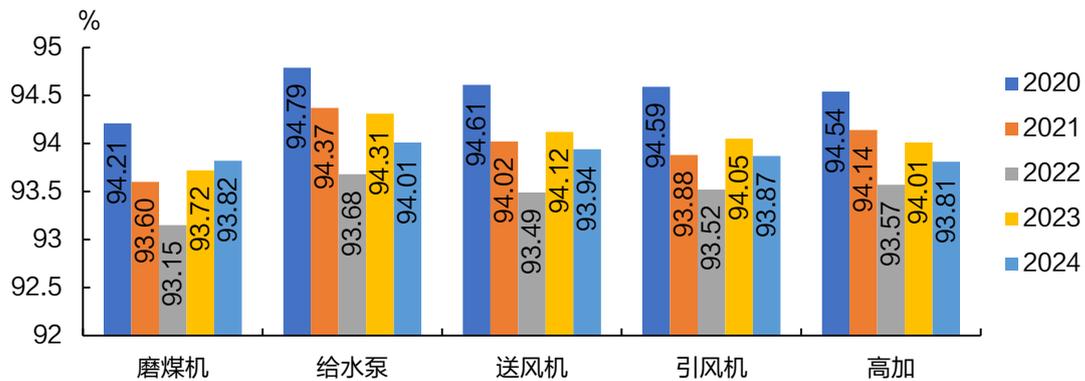


图 2-1 2020-2024 年燃煤机组五种辅助设备可用系数

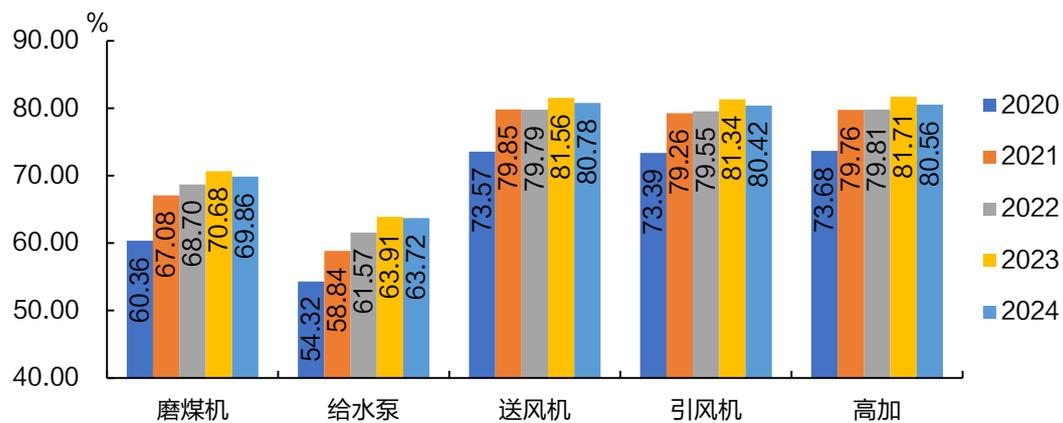


图 2-2 2020-2024 年燃煤机组五种辅助设备运行系数

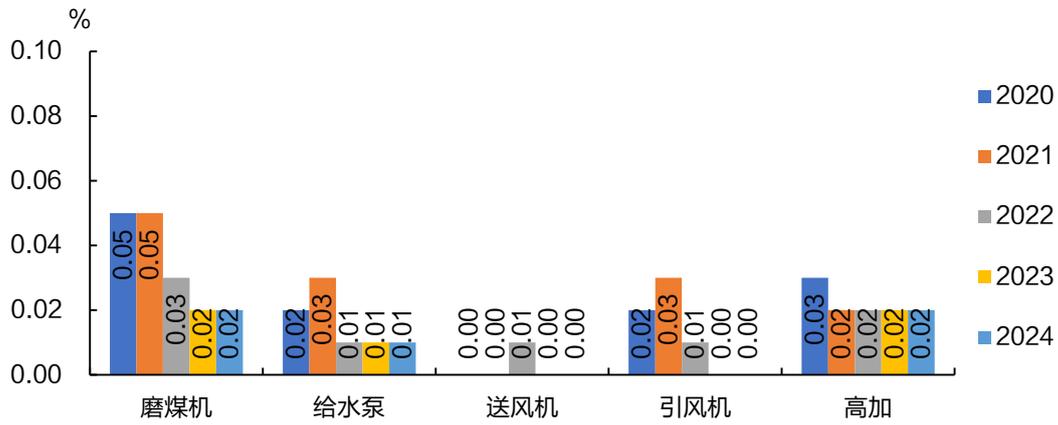


图 2-3 2020-2024 年燃煤机组五种辅助设备非计划停运率

2024 年燃煤机组五种辅助设备可用系数指标分布情况见表 2-2，可用系数对标值分布见图 2-4。

表 2-2 2024 年燃煤机组五种辅助设备可用系数指标分布情况

设备	磨煤机	给水泵	送风机	引风机	高压加热器
总台数（台）	8012	3831	3007	3078	4758
最优值（%）	100	100	100	100	100
最优值占比（%）	27.93	33.57	31.50	30.92	32.06
中间值（%）	94.68	95.00	94.79	94.71	94.70
最末值（%）	22.59	53.40	51.57	51.55	41.80
平均值（%）	93.82	94.01	93.94	93.87	93.81

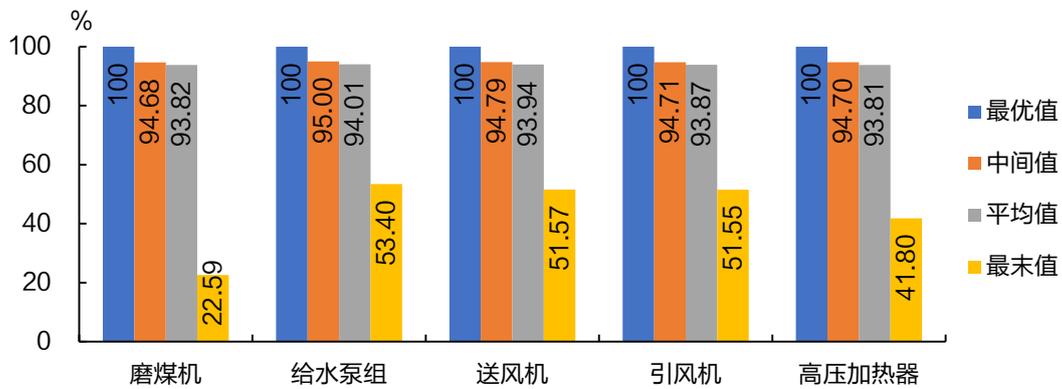


图 2-4 2024 年五种辅助设备可用系数对标值分布图

## 第一节 磨煤机运行可靠性

### 一、2024 年磨煤机按主机容量分类运行可靠性指标

表 2-3 2024 年磨煤机按主机容量分类运行可靠性指标分布

主机容量 (兆瓦)	统计台数 (台)	运行系数 (%)	可用系数 (%)	计划停运系数 (%)	非计划停运系数 (%)	非计划停运率 (%)
200-299	335	58.71	95.43	4.50	0.06	0.11
300-399	3373	64.95	95.72	4.28	0.00	0.01
500-599	40	60.52	94.39	5.61	0.00	0.00
600-699	3294	69.59	93.66	6.33	0.01	0.02
1000 及以上	882	73.30	92.55	7.45	0.00	0.00

### 二、2024 年磨煤机按转速分类运行可靠性指标

2024 年，低、中、高速磨煤机可用系数分别为 93.65%、93.84%、94.24%，低、中速磨煤机同比分别上升 0.54、0.05 个百分点，高速磨煤机同比下降 1.51 个百分点，具体见表 2-4 及图 2-5。低、中、高速磨煤机运行系数分别为 70.16%、69.94%、65.21%，低、中速磨煤机同比分别下降 1.85、0.67 个百分点，高速磨煤机同比上升 1.06 个百分点。低、中速磨煤机平均台年运行小时分别减少 145.72、41.4 小时，高速磨煤机平均台年运行小时增加 108.54 小时。具体见表 2-4 及图 2-6。

表 2-4 2024 年磨煤机按转速分类运行可靠性指标分布

磨煤机 分类	统计台数 (台)	运行系数 (%)	可用系数 (%)	计划停运系数 (%)	非计划停运系数 (%)	非计划停运率 (%)
低速磨	1527	70.16	93.65	6.35	0.00	0.00
中速磨	6227	69.94	93.84	6.14	0.02	0.02
高速磨	258	65.21	94.24	5.76	0.00	0.00

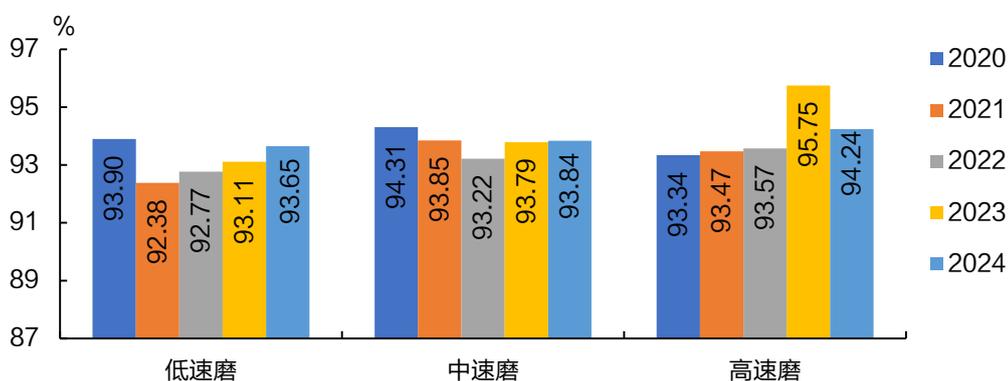


图 2-5 2020-2024 年低、中、高速磨煤机可用系数

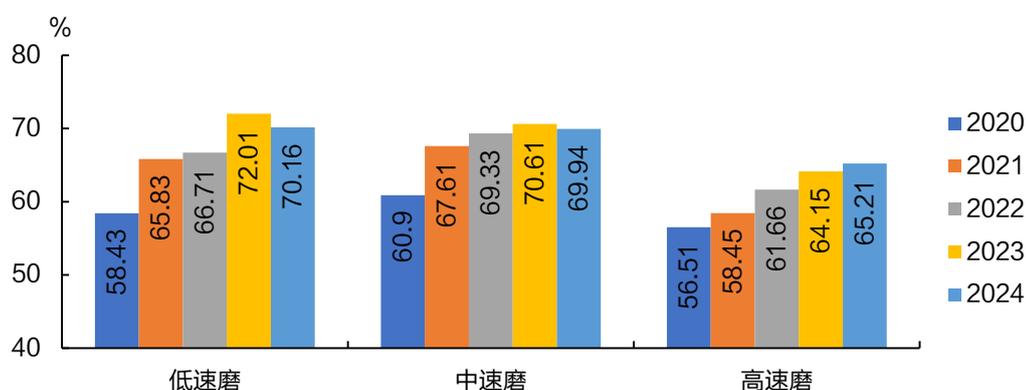


图 2-6 2020-2024 年低、中、高速磨煤机运行系数

### 三、2024 年按制造厂分类运行可靠性指标(按 20 台及以上统计台数排序,下同)

#### (一) 低速磨煤机

表 2-5 2024 年低速磨煤机按制造厂分类运行可靠性指标

制造厂家	统计台数(台)	运行系数(%)	可用系数(%)	非计划停运率(%)	设备因素影响	
					非停小时*	% **
北方重工集团有限公司 (原沈阳重型机械)	714	66.92	93.15	0.01	0.04	9.71
上海电气上重碾磨特装设备有限公司	250	72.20	92.78	0.00	0.00	0.00
福斯特·惠勒公司	113	73.90	94.10	0.00	0.00	0.00
西安电力机械厂	69	70.35	92.98	0.00	0.00	0.00
北京电力设备总厂	65	83.40	97.48	0.00	0.00	0.00

制造厂家	统计台数(台)	运行系数(%)	可用系数(%)	非计划停运率(%)	设备因素影响	
					非停小时*	% **
焦作矿山机械厂	46	65.69	94.84	0.00	0.00	0.00
洛阳矿山机器厂 (中信重型机械公司)	24	45.16	93.49	0.00	0.00	0.00
三井巴布科克能源有限公司	20	56.71	91.09	0.00	0.00	0.00
山东济南发电设备厂有限公司	20	54.90	89.98	0.00	0.00	0.00
长春发电设备总厂	20	90.43	96.28	0.00	0.00	0.00

注：\*此项为由于设备因素造成的非计划停运小时，单位：小时/台年（本章下同）；

\*\*此项为设备因素造成的非计划停运小时占同类设备同一厂家全部非计划停运时间的百分比（本章下同）。

## （二）中速磨煤机

表 2-6 2024 年中速磨煤机按制造厂分类运行可靠性指标

制造厂家	统计台数(台)	运行系数(%)	可用系数(%)	非计划停运率(%)	设备因素影响	
					非停小时*	% **
北京电力设备总厂	2295	68.97	93.38	0.02	0.09	6.47
上海电气上重碾磨特装设备有限公司	1979	72.23	94.10	0.03	1.43	74.91
长春发电设备总厂	909	68.83	93.80	0.01	0.09	20.87
北方重工集团有限公司 (原沈阳重型机械)	276	63.63	95.10	0.02	0.12	9.29
上海电气集团公司	82	73.97	95.64	0.00	0.00	0.00
三菱公司	57	62.75	90.22	0.17	0.68	7.29
北京重型机器厂	56	73.57	95.72	0.01	0.00	0.00
湘潭电机股份有限公司	39	73.50	93.99	0.00	0.00	0.00
石川岛播磨株式会社	30	72.91	95.25	0.00	0.00	0.00
巴布科克公司	26	59.81	91.23	0.00	0.00	0.00
上海电力机械厂	24	75.07	95.88	0.00	0.23	100
北方工程公司	24	71.74	96.95	0.00	0.00	0.00
阿尔斯通公司	24	72.65	87.17	0.23	0.00	0.00
福斯特·惠勒公司	20	65.40	95.66	0.00	0.00	0.00

### （三）高速磨煤机

表 2-7 2024 年高速磨煤机按制造厂分类运行可靠性指标分布

制造厂家	统计台数 (台)	运行系数 (%)	可用系数 (%)	非计划停运率 (%)	设备因素影响	
					非停小时*	% **
长春发电设备总厂	113	57.28	90.51	0.00	0.00	0.00
北方重工集团有限公司	94	72.42	95.29	0.00	0.00	0.00

## 四、2024 年磨煤机非计划停运

### （一）非计划停运原因分析

2024 年，磨煤机非计划停运主要技术原因排在前五位的分别是：堵塞、磨损（机械磨损）、卡涩、漏粉和跳闸。造成非计划停运的主要部件是辊-碗式中速磨煤机本体出口管、辊-盘式中速磨煤机本体磨辊、辊-碗式中速磨煤机本体磨辊、辊-环式中速磨煤机液压加载装置拉杆和磨煤机电动机保护装置。主要责任原因是：燃料影响、产品质量不良、检修质量不良、管理不当和设备老化。具体见表 2-8。

表 2-8 2024 年磨煤机非计划停运前五位技术原因

技术原因	非计划停运小时			非计划停运次数		非计划停运次数百分数 (%) *	非计划停运小时百分数 (%) *
	累计	平均每台年	平均每次	累计	平均每台年		
堵塞	2159.72	0.27	1.72	1259	0.16	64.63	19.23
磨损（机械磨损）	1601.33	0.20	24.26	66	0.01	3.39	14.26
卡涩	780.77	0.10	6.91	113	0.01	5.80	6.95
漏粉	736.65	0.09	7.67	96	0.01	4.93	6.56
跳闸	735.05	0.09	66.82	11	0.00	0.56	6.55

注：\*指此原因引起的非计划停运次数（小时数）占全部非计划停运次数（小时数）的百分数（本章下同）。

2024 年磨煤机非计划停运前五位技术原因中，堵塞占比连续三年上升，排在第一位；磨损（机械磨损）占比大幅下降，排在第二位；卡涩占比略有上升，排在第三位；漏粉占比大幅下降，排在第四位；跳闸前四年未出现过，今年排在第五位。2020-2024 年前五位技术原因造成磨煤机非计划停运小时占总非计划停运小时的百分数见图 2-7。

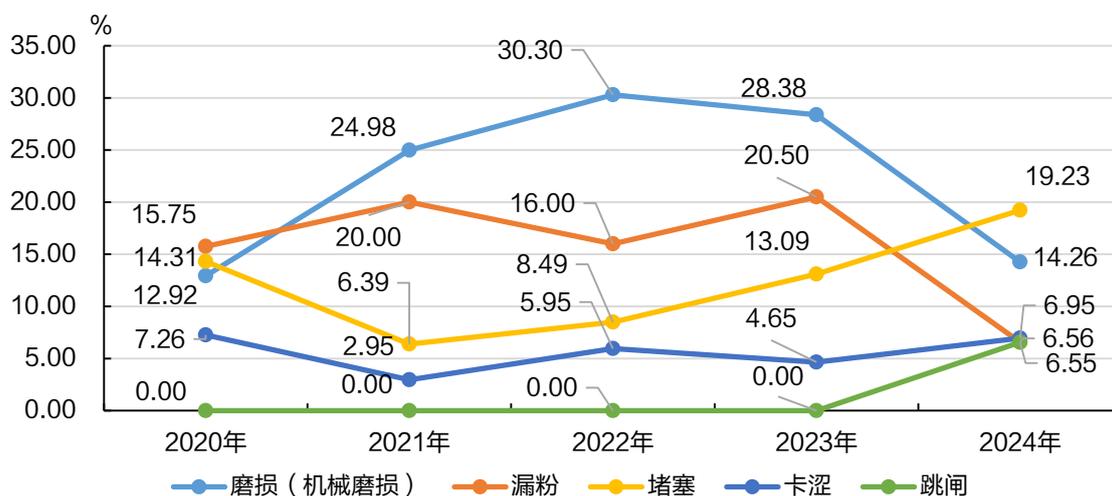


图 2-7 2020-2024 年磨煤机非计划停运前五位技术原因停运小时百分比

### (二) 低、中、高速磨煤机非计划停运主要原因

表 2-9 2024 年低、中速磨煤机非计划停运首位技术原因

磨煤机分类	主要原因	停运次数百分数 (%)	停运小时百分数 (%)
低速磨煤机	堵塞	87.68	52.84
中速磨煤机	堵塞	58.56	17.79

注：因本年度高速磨煤机未发生非停事件，故表内未列入。

### (三) 单台全年非计划停运时间最长的三台设备

表 2-10 2024 年磨煤机单台全年非计划停运时间前三名设备

辅助设备	投运时间	累计非计划停运小时	非计划停运主要原因	制造厂家	责任原因
某电厂 01 号机组 04 号磨煤机	2003-11	742.18	给煤机故障，导致磨煤机跳闸。	北京电力设备总厂	燃料影响（缺燃煤）
某电厂 04 号机组 03 号磨煤机	2022-6	578.33	磨煤机本体出口管堵塞	上海电气上重碾磨特装设备有限公司	产品质量不良（工艺不良）
某电厂 01 号机组 0B 号磨煤机	2005-12	571.90	磨煤机拉杆密封漏煤粉	北京电力设备总厂	管理不当（责任制不健全）

## 第二节 给水泵组运行可靠性

### 一、2024 年给水泵组按主机容量分类运行可靠性指标

表 2-11 2024 年给水泵组按主机容量分类运行可靠性指标分布

主机容量 (兆瓦)	统计 台数 (台)	运行系数 (%)	可用 系数 (%)	计划停 运系数 (%)	非计划 停运系数 (%)	非计划 停运率 (%)
200-299	219	35.89	96.53	3.47	0.00	0.00
300-399	2001	60.24	94.46	5.52	0.01	0.02
500-599	16	41.40	92.28	7.72	0.00	0.00
600-699	1274	64.94	93.58	6.41	0.01	0.01
1000 及以上	279	73.83	93.55	6.45	0.00	0.00

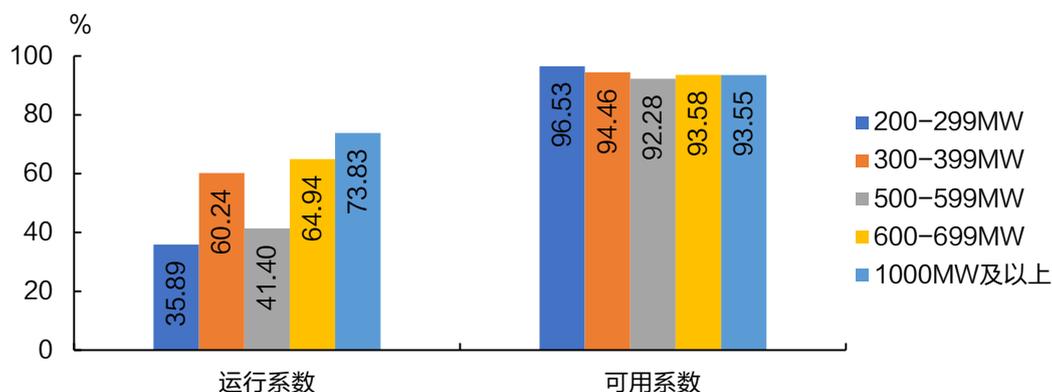


图 2-8 2024 年给水泵按机组容量分类运行系数和可用系数

### 二、2024 年给水泵组按制造厂分类运行可靠性指标

表 2-12 2024 年给水泵组按制造厂分类运行可靠性指标分布

制造厂家	统计 台数 (台)	运行系数 (%)	可用系数 (%)	非计划 停运率 (%)	设备因素影响	
					非停小时*	% **
中国电建集团上海能源装备有限公司 (原上海电力修造总厂 有限公司)	1532	62.67	93.96	0.01	0.24	59.83
沈阳水泵厂	638	58.12	93.97	0.02	0.21	17.34
上海水泵厂	165	60.75	93.26	0.00	0.02	71.55
KSB	133	62.63	94.10	0.00	0.00	0.00
苏尔寿公司	117	75.56	94.75	0.01	0.00	0.00

制造厂家	统计台数(台)	运行系数(%)	可用系数(%)	非计划停运率(%)	设备因素影响	
					非停小时*	% **
北京电力设备总厂	107	62.83	95.54	0.00	0.07	100.00
上海电气集团公司	107	69.04	94.34	0.00	0.00	0.00
郑州电力机械厂	84	50.80	95.64	0.00	0.00	0.00
东方汽轮机厂	67	74.70	92.51	0.04	0.00	0.00
沈阳鼓风机(集团)有限公司	66	68.53	94.73	0.01	0.09	20.41
上海凯士比泵公司	63	67.75	95.18	0.11	6.68	100.00
威尔泵有限公司	47	56.98	95.89	0.00	0.00	0.00
日本	38	69.45	95.14	0.00	0.00	0.00
上海希科水电设备有限公司	38	56.66	95.80	0.00	0.00	0.00
上海电建修造厂	37	56.56	93.89	0.05	0.77	33.09
三菱公司	37	63.55	90.15	0.01	0.00	0.00
杭州发电设备集团公司	37	58.11	92.54	0.00	0.00	0.00
荏原博泵泵业有限公司	34	80.81	95.10	0.03	2.10	100.00
华北电力设备成套公司	33	80.94	95.87	0.00	0.00	0.00
哈尔滨汽轮机厂有限责任公司	30	80.85	97.60	0.00	0.00	0.00
英格索兰水泵厂	30	56.21	93.24	0.17	4.67	55.80
英国	27	60.65	93.53	0.00	0.00	0.00
荏原公司	25	63.86	86.30	0.01	0.00	0.00
沈阳电机股份有限公司	25	58.24	92.51	0.00	0.00	0.00

### 三、2024年给水泵组非计划停运

#### (一) 非计划停运原因

2024年,给水泵组非计划停运主要技术原因排在前五位的分别是:脱落、漏水、磨损(机械磨损)、松动和脏污。造成非计划停运的主要部件是:给水泵小汽轮机、给水泵本体机械密封组件、给水泵本体尾盖、给水泵本体泵芯组件和给水泵小汽轮机联轴器螺栓。主要责任原因是:产品质量不良、设备老化、施工安装不良、检修质量不良和外部原因。具体见表2-13。

表 2-13 2024 年给水泵组非计划停运前五位技术原因

技术原因	非计划停运小时			非计划停运次数		非计划停运次数百分数 (%) *	非计划停运小时百分数 (%) *
	累计	平均每台年	平均每次	累计	平均每台年		
脱落	764.97	0.20	254.99	3	0	3.33	26.60
漏水	633.17	0.17	45.23	14	0	15.56	22.02
磨损（机械磨损）	310.52	0.08	20.70	15	0	16.67	10.80
松动	162.45	0.04	40.61	4	0	4.44	5.65
脏污	129.45	0.03	129.45	1	0	1.11	4.50

2024 年，给水泵组非计划停运前五位技术原因中，脱落占比快速上升，排在第一位；漏水占比大幅上升，排在第二位；磨损（机械磨损）占比小幅下降，排在第三位；松动占比小幅上升，排在第四位；脏污前四年未出现过，今年排在第五位。2020-2024 年前五位技术原因造成的给水泵组非计划停运小时占总非计划停运小时的百分数见图 2-9。

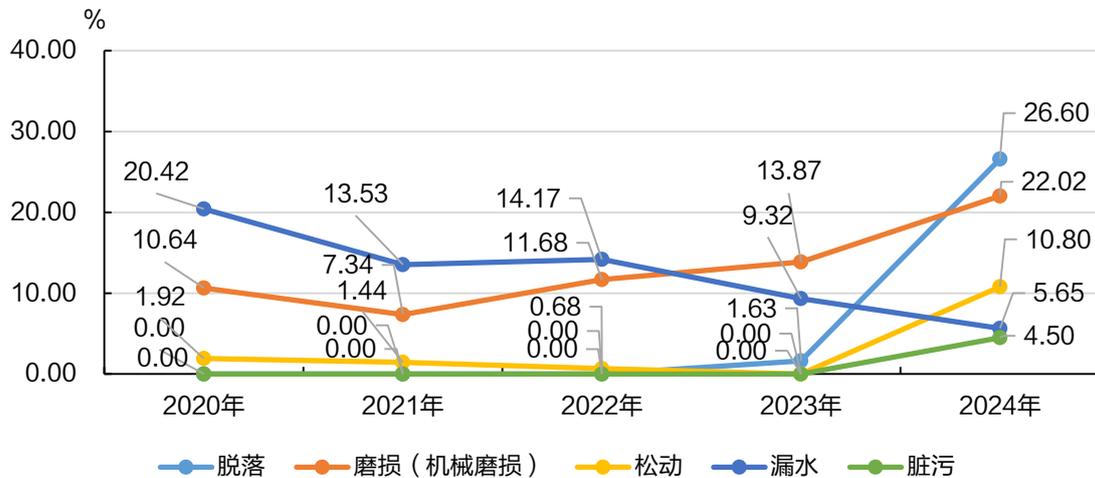


图 2-9 2020-2024 年给水泵组非计划停运前五位技术原因停运小时百分比

(二) 单台全年非计划停运时间最长的三台设备

表 2-14 2024 年给水泵组单台全年非计划停运时间前三名设备

辅助设备	投运时间	累计非计划停运小时	非计划停运主要原因	制造厂家	责任原因
某电厂 1 号机组 16 号给水泵组	2019-6	744.00	汽动给水泵调节油滤油器切换阀故障	上海凯士比泵公司	产品质量不良 (零部件不合格)

辅助设备	投运时间	累计非计划停运小时	非计划停运主要原因	制造厂家	责任原因
某电厂 05 号机组 01 号给水泵组	2008-12	294.35	给水泵本体泵芯组件出力不足	沈阳水泵厂	设备老化 (超期服役)
某电厂 04 号机组 4B 号给水泵组	2006-5	251.25	给水泵本体尾盖漏水	中国电建集团上海能源装备有限公司	产品质量不良 (材质不良)

### 第三节 送风机运行可靠性

#### 一、2024 年送风机按主机容量分类运行可靠性指标

表 2-15 2024 年送风机按主机容量分类运行可靠性指标

主机容量 (兆瓦)	统计台数 (台)	运行系数 (%)	可用系数 (%)	计划停运系数 (%)	非计划停运系数 (%)	非计划停运率 (%)
200-299	190	65.33	96.06	3.94	0.00	0.00
300-399	1450	80.47	94.43	5.57	0.00	0.00
500-599	12	76.36	91.20	8.80	0.00	0.00
600-699	1039	80.88	93.63	6.37	0.00	0.00
1000 及以上	288	83.07	93.48	6.52	0.00	0.00

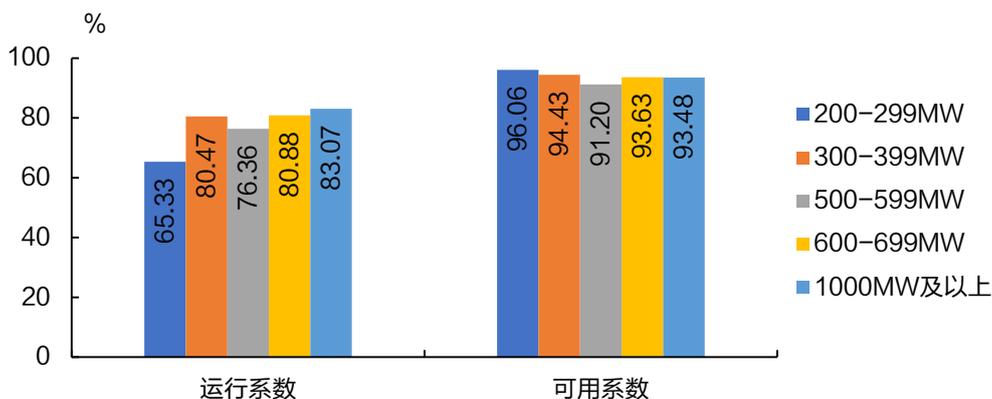


图 2-10 2024 年送风机按主机容量分类的运行系数和可用系数

#### 二、2024 年送风机按制造厂分类运行可靠性指标

表 2-16 2024 年送风机按制造厂分类运行可靠性指标

制造厂家	统计台数(台)	运行系数(%)	可用系数(%)	非计划停运率(%)	设备因素影响	
					非停小时*	% **
上海鼓风机厂有限公司	1236	81.31	94.32	0.00	0.02	28.11
中国电建集团透平科技有限公司 (原成都电力机械厂)	529	80.93	93.61	0.00	0.00	0.00
沈阳鼓风机(集团)有限公司	476	79.67	93.62	0.00	0.13	51.79
成都风机厂	74	82.25	93.88	0.00	0.00	0.00
豪顿华工程有限公司(英国)	54	82.79	94.24	0.00	0.00	0.00
武汉鼓风机厂	50	83.96	95.45	0.00	0.00	0.00
成都凯凯凯电站风机有限公司	38	82.81	93.27	0.00	0.00	0.00
英国	38	76.60	93.74	0.00	0.00	0.00
丹麦	34	78.27	94.24	0.00	0.00	0.00
上海电气集团公司	26	84.07	96.03	0.00	0.00	0.00
成都电力修造厂	20	88.73	95.00	0.01	0.00	0.00
山东电力设备有限公司	20	63.27	90.79	0.00	0.00	0.00

### 三、2024 年送风机非计划停运

#### (一) 非计划停运原因

2024 年，送风机非计划停运的主要技术原因排在前五位的分别是：断裂、磨损（机械磨损）、脱落、卡涩、温度高；造成设备非计划停运的主要部件是：动叶调节轴流送风机本体动叶片、动叶调节轴流送风机本体轴承、动叶调节轴流送风机本体调节机构、送风机电动机轴承、动叶调节轴流送风机液压站油管道；主要责任原因是：产品质量不良、管理不当、设备老化、外力损坏、运行不当等。具体见表 2-17。

表 2-17 2024 年送风机非计划停运前五位技术原因

技术原因	非计划停运小时			非计划停运次数		非计划停运次数百分数(%) *	非计划停运小时百分数(%) *
	累计	平均每台年	平均每次	累计	平均每台年		
断裂	112.87	0.04	28.22	4	0	19.05	34.45
磨损 (机械磨损)	110.82	0.04	36.94	3	0	14.29	33.83
脱落	22.05	0.01	22.05	1	0	4.76	6.73

技术原因	非计划停运小时			非计划停运次数		非计划停运次数百分数 (%) *	非计划停运小时百分数 (%) *
	累计	平均每台年	平均每次	累计	平均每台年		
卡涩	16	0.01	16	1	0	4.76	4.88
温度高	8.05	0	8.05	1	0	4.76	2.46

2024年，送风机非计划停运前五位技术原因中，断裂造成的非计划停运小时占比大幅上升，排在第一位；磨损（机械磨损）占比小幅上升，排在第二位；脱落占比小幅上升，排在第三位，卡涩占比下降，排在第四位，温度高占比大幅下降，排在第五位。2020-2024年前五位技术原因造成的送风机非计划停运小时占总非计划停运小时的百分数见图 2-11。

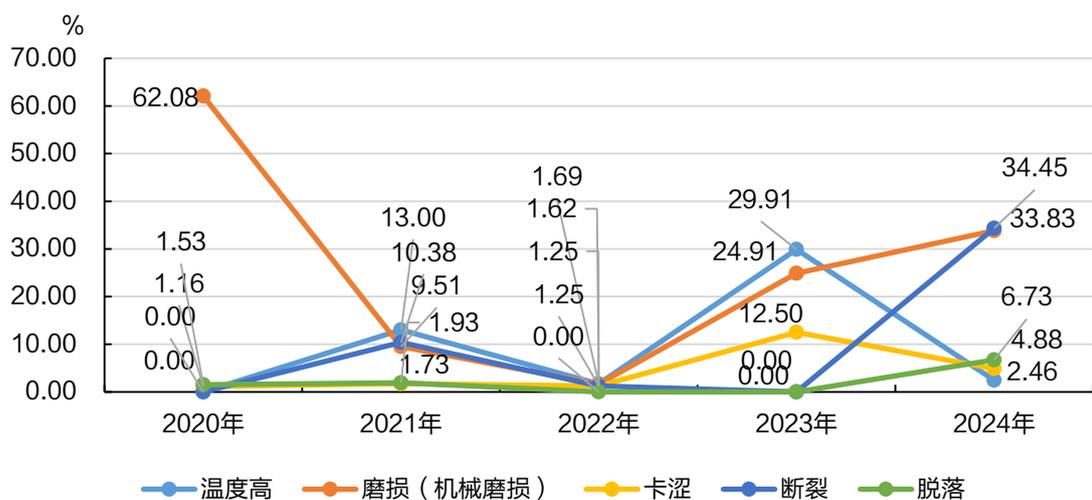


图 2-11 2020-2024 年送风机非计划停运前五位技术原因停运小时百分比

## (二) 单台全年非计划停运时间最长的三台设备

表 2-18 2024 年送风机单台全年非计划停运时间前三名设备

辅助设备	投运时间	累计非计划停运小时	非计划停运主要原因	制造厂家	责任原因
某电厂 02 号机组 01 号送风机	1996-4	88.48	动叶调节轴流送风机本体动叶片断裂	沈阳鼓风机（集团）有限公司	产品质量不良（材质不良）
某电厂 04 号机组 4A 号送风机	2013-12	60.15	动叶调节轴流送风机本体轴承磨损（机械磨损）	成都电力机械厂	设备老化（超期服役）
某 01 号机组 02 号送风机	1996-4	35.83	动叶调节轴流送风机磨损（机械磨损）	沈阳鼓风机（集团）有限公司	管理不当（计划不周）

## 第四节 引风机运行可靠性

### 一、2024 年引风机按主机容量分类运行可靠性指标

表 2-19 2024 年引风机按主机容量分类运行可靠性指标分布

主机容量 (兆瓦)	统计台数 (台)	运行系数 (%)	可用系数 (%)	计划停运 系数 (%)	非计划 停运系数 (%)	非计划 停运率 (%)
200-299	198	66.24	95.97	4.03	0.00	0.00
300-399	1500	80.02	94.20	5.80	0.00	0.00
500-599	12	75.58	91.52	8.48	0.00	0.00
600-699	1048	80.42	93.65	6.35	0.00	0.00
1000 及以上	291	83.02	93.46	6.54	0.00	0.00

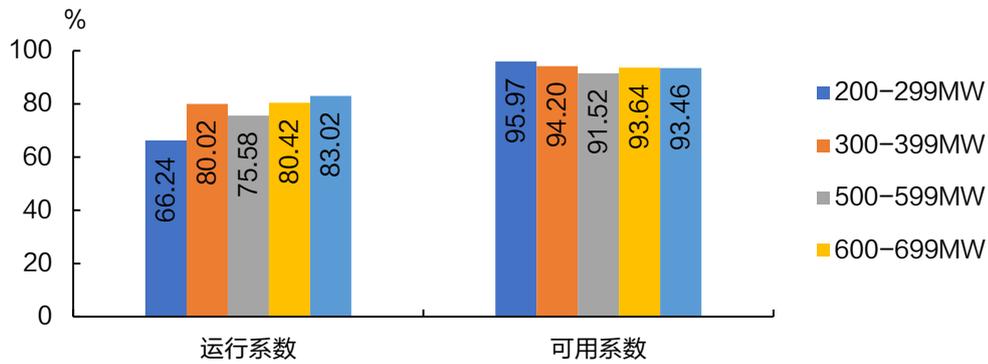


图 2-12 2024 年引风机按主机容量分类的运行系数与可用系数

### 二、2024 年引风机按制造厂分类运行可靠性指标

表 2-20 2024 年引风机按制造厂分类运行可靠性指标

制造厂家	统计台数 (台)	运行系数 (%)	可用系数 (%)	非计划 停运率 (%)	设备因素影响	
					非停小时*	% **
中国电建集团透平科技有限公司 (原成都电力机械厂)	1487	80.81	93.88	0.00	0.06	73.96
上海鼓风机厂有限公司	561	79.78	94.25	0.00	0.13	100.00
成都风机厂	205	80.72	93.23	0.00	0.00	0.00
沈阳鼓风机(集团)有限公司	190	78.73	95.70	0.00	0.00	0.00
成都凯凯凯电站风机有限公司	75	80.93	91.24	0.00	0.00	0.00
成都电力修造厂	55	80.70	93.58	0.00	0.00	0.00

制造厂家	统计台数(台)	运行系数(%)	可用系数(%)	非计划停运率(%)	设备因素影响	
					非停小时*	% **
豪顿华工程有限公司(英国)	24	88.49	96.27	0.00	0.00	0.00
丹麦	21	80.67	93.66	0.00	0.00	0.00
山东电力设备有限公司	20	66.99	93.00	0.00	0.00	0.00
英国	20	83.98	93.27	0.00	0.00	0.00
武汉鼓风机厂	20	83.31	95.30	0.00	0.00	0.00

### 三、2024年引风机非计划停运

#### (一) 引风机非计划停运原因

2024年,引风机非计划停运的主要技术原因排在前五位的分别是断裂、振动大、裂纹(开裂)、脱落、燃烧损坏;造成设备非计划停运的主要部件是:动叶调节轴流引风机本体液压缸(轮毂)、静叶调节轴流引风机本体风壳、动叶调节轴流引风机本体动叶片、动叶调节轴流引风机润滑油站油管道、静叶调节轴流引风机本体轴承;主要责任原因是:产品质量不良、检修质量不良、运行不当、管理不当、外部原因等。具体见表2-21。

表2-21 2024年引风机非计划停运前五位技术原因

技术原因	非计划停运小时			非计划停运次数		非计划停运次数百分数(%)*	非计划停运小时百分数(%)*
	累计	平均每台年	平均每次	累计	平均每台年		
断裂	136.6	0.04	22.77	6	0	20.69	30.17
振动大	116.93	0.04	29.23	4	0	13.79	25.83
裂纹(开裂)	41.47	0.01	41.47	1	0	3.45	9.16
脱落	32.95	0.01	32.95	1	0	3.45	7.28
燃烧损坏	18.22	0.01	18.22	1	0	3.45	4.02

2024年,引风机非计划停运前五位技术原因中,断裂占比大幅上升,排在第一位;振动大占比小幅下降,排在第二位;裂纹(开裂)占比上升,排在第三位;脱落占比略有上升,排在第四位;燃烧损坏前四年未出现过,今年排在第五位。前五位技术原因造成引风机非计划停运小时占总非计划停运小时的百分数见图2-13。

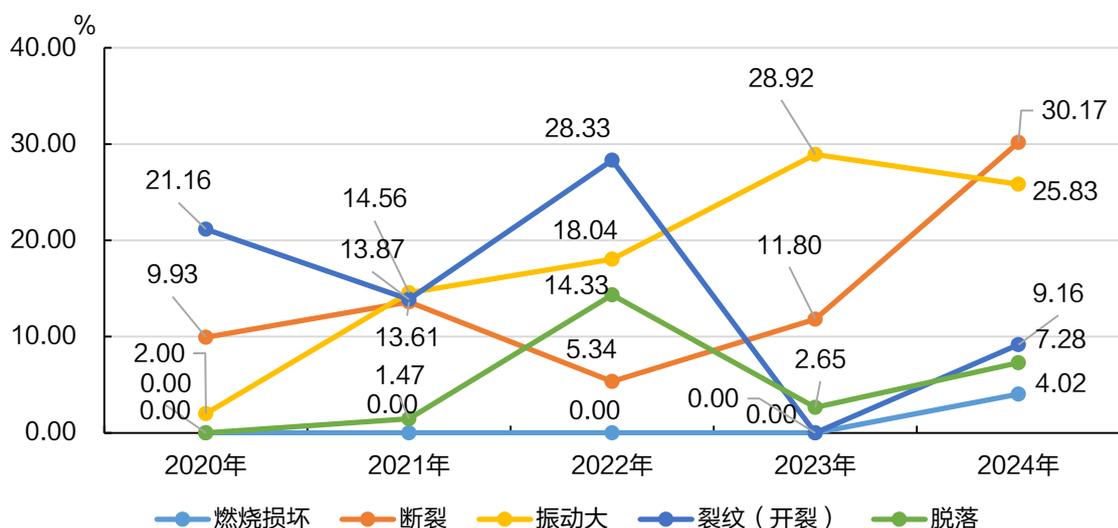


图 2-13 2020-2024 年引风机非计划停运前五位技术原因停运小时百分比

## (二) 单台全年非计划停运时间最长的三台设备

表 2-22 2024 年引风机单台全年非计划停运时间前三名设备

辅助设备	投运时间	累计非计划停运小时	非计划停运主要原因	制造厂家	责任原因
某电厂 03 号机组 32 号引风机	2009-9	132.18	引风机电动机电源装置 电缆单相短路	上海鼓风机厂 有限公司	施工安装不良 (隐蔽工程质量 不良)
某电厂 03 号机组 31 号引风机	2009-9	127.47	引风机电动机电源装置 电缆单相短路	上海鼓风机厂 有限公司	施工安装不良 (隐蔽工程质量 不良)
某电厂 04 号机组 02 号引风机	2022-6	80.82	静叶调节轴流引风机本 体风壳振动大	杭州汽轮机股 份有限公司	产品质量不良 (材质不良)

## 第五节 高压加热器运行可靠性

### 一、2024 年高压加热器按主机容量分类运行可靠性指标

表 2-23 2024 年高压加热器按主机容量分类运行可靠性指标分布

主机容量 (兆瓦)	统计 台数 (台)	运行 系数 (%)	可用 系数 (%)	计划停 运系数 (%)	非计划 停运系数 (%)	非计划 停运率 (%)
200-299	240	65.81	96.39	3.60	0.01	0.01
300-399	2259	79.98	94.22	5.76	0.02	0.02
500-599	16	75.88	91.51	8.49	0.00	0.00
600-699	1590	80.52	93.47	6.50	0.02	0.03
1000 及以上	601	82.51	93.59	6.41	0.00	0.00

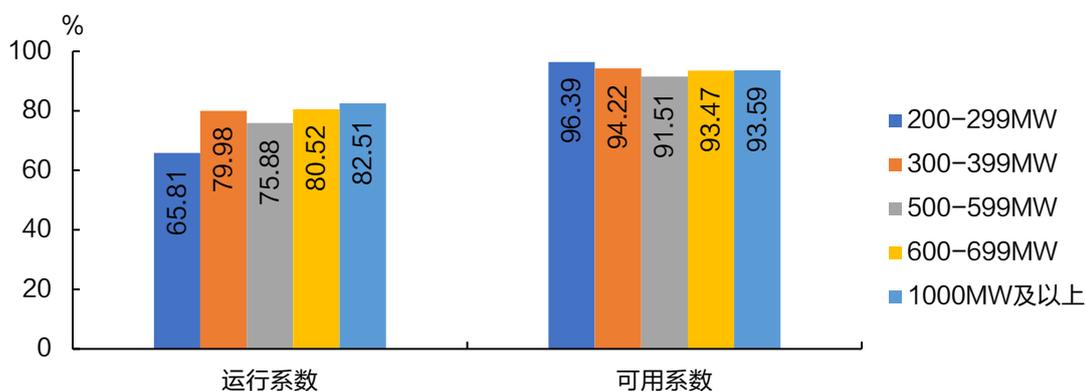


图 2-14 2024 年高压加热器按主机容量分类的运行系数与可用系数

## 二、2024 年高压加热器按制造厂分类运行可靠性指标

表 2-24 2024 年高压加热器按制造厂分类运行可靠性指标分布

制造厂家	统计 台数 (台)	运行 系数 (%)	可用 系数 (%)	非计划 停运率 (%)	设备因素影响	
					非停 小时*	% **
上海电气电站设备有限公司 (原上海动力设备有限公司 SPEC)	1807	80.93	93.34	0.02	0.20	16.99
东方锅炉(集团)股份有限公司	871	78.82	94.08	0.02	1.04	64.42
哈尔滨锅炉厂有限责任公司	792	80.39	93.44	0.02	1.50	99.17
杭州锅炉集团股份有限公司	360	83.46	94.26	0.04	1.53	54.25
青岛锅炉辅机厂	119	83.71	93.83	0.00	0.00	0.00
华北电力设备成套公司	43	80.57	92.43	0.06	4.22	100.00
四川锅炉厂	42	83.32	96.25	0.04	2.90	96.10
南京汽轮电机厂	38	85.18	96.17	0.00	0.00	0.00
福斯特·惠勒公司	30	82.65	93.65	0.00	0.00	0.00

制造厂家	统计台数(台)	运行系数(%)	可用系数(%)	非计划停运率(%)	设备因素影响	
					非停小时*	% **
德国	30	78.21	96.62	0.00	0.00	0.00
中国电建集团上海能源装备有限公司	26	89.28	94.87	0.00	0.00	0.00
上海电力机械厂	22	89.11	94.82	0.00	0.00	0.00
三菱公司	21	60.75	94.26	0.00	0.00	0.00

### 三、2024 年高压加热器非计划停运

#### (一) 非计划停运原因

2024 年，高压加热器非计划停运的主要技术原因排在前五位的分别是：漏水、裂纹（开裂）、漏汽、焊缝爆泄漏、开焊。造成设备非计划停运的主要部件是：高压加热器 U 型管、高压加热器水侧安全门阀体、高压加热器疏水管道、高压加热器疏水管道焊口、高压加热器疏水管道弯头等。主要责任原因是：设备老化、产品质量不良、检修质量不良、施工安装不良等。具体见表 2-25。

表 2-25 2024 年高压加热器非计划停运前五位技术原因

技术原因	非计划停运小时			非计划停运次数		非计划停运次数百分数(%) *	非计划停运小时百分数(%) *
	累计	平均每台年	平均每次	累计	平均每台年		
漏水	3738.35	0.79	155.76	24	0.01	28.57	51.24
裂纹（开裂）	1362.23	0.29	104.79	13	0.00	15.48	18.67
漏汽	1100.65	0.23	84.67	13	0.00	15.48	15.09
焊缝爆泄漏	511.4	0.11	85.23	6	0.00	7.14	7.01
开焊	114.02	0.02	57.01	2	0.00	2.38	1.56

2024 年，高压加热器非计划停运前五位技术原因中，漏水原因造成的非计划停运时间占比近五年均排在第一位；裂纹（开裂）、漏汽占比均有较大提升，排在第二位、第三位；焊缝爆泄漏占比小幅提升，排在第四位；开焊占比大幅下降，排在第五位。前五位技术原因造成高压加热器非计划停运小时占总非计划停运小时的百分数见图 2-15。

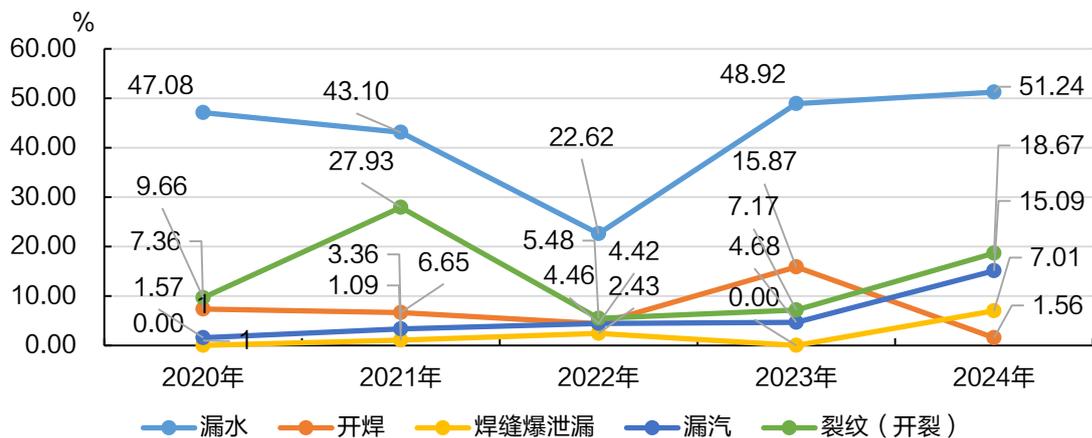


图 2-15 2020-2024 年高压加热器非计划停运前五位技术原因停运小时百分比

## (二) 单台全年非计划停运时间较长的三台设备

表 2-26 2024 年高压加热器单台全年非计划停运时间前三名设备

辅助设备	投运时间	累计非计划停运小时	非计划停运主要原因	制造厂家	责任原因
某电厂 07 号机组 71 号高压加热器	2007-5	903.45	高压加热器换热管漏水	上海电气电站设备有限公司 (原上海动力设备有限公司 SPEC)	设备老化 (超期服役)
某电厂 08 号机组 83 号高压加热器	2006-12	251.08	高压加热器疏水管道焊口开裂	上海电气电站设备有限公司 (原上海动力设备有限公司 SPEC)	检修质量不良 (焊接不良)
某电厂 03 号机组 01 号高压加热器	2010-02	229.67	高压加热器水侧安全门漏汽	哈尔滨锅炉厂有限责任公司	产品质量不良 (材质不良)

## 第六节 国产、进口辅助设备可靠性对比分析

### 一、200 兆瓦及以上容量辅助设备

2024 年,纳入可靠性统计的 200 兆瓦及以上容量燃煤机组五种辅助设备磨煤机、给水泵组、送风机、引风机和高压加热器国产化率分别为 93.39%、85.50%、91.01%、94.34%和 94.93%,磨煤机、送风机、引风机、高压加热器国产化率同比上升,给水泵组国产化率同比下降。

国产五种辅机的可用系数分别为 93.81%、94.07%、94.05%、93.90%和 93.76%,

与进口设备可用系数相比，国产磨煤机、给水泵组、送风机、引风机高于进口 0.07、0.07、0.73 和 0.58 个百分点，国产高压加热器低于进口 0.81 个百分点。具体见图 2-16。

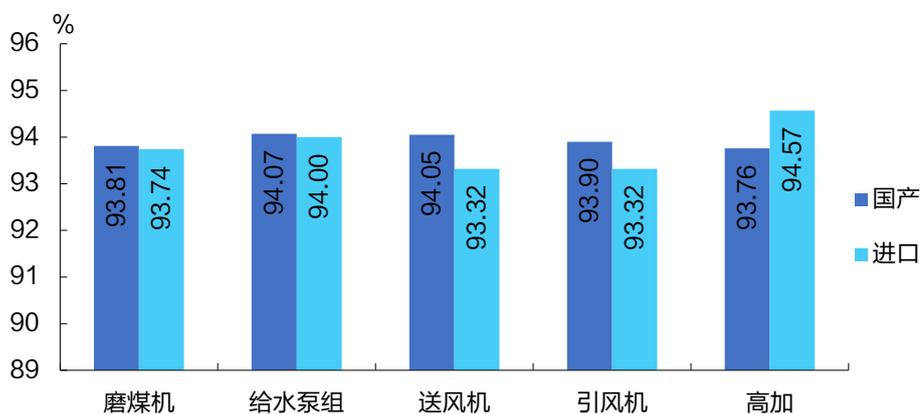


图 2-16 2024 年 200 兆瓦及以上容量燃煤机组五种辅助设备  
国产、进口可用系数

2024 年，200 兆瓦及以上容量燃煤机组五种辅机国产设备的非计划停运率分别为 0.02%、0.01%、0.00%、0.00%、0.02%，与进口设备相比，国产磨煤机非计划停运率低于进口设备 0.02 个百分点，高压加热器高于进口设备 0.02 个百分点，给水泵组、送风机、引风机非计划停运率与进口设备相同。具体见图 2-17。

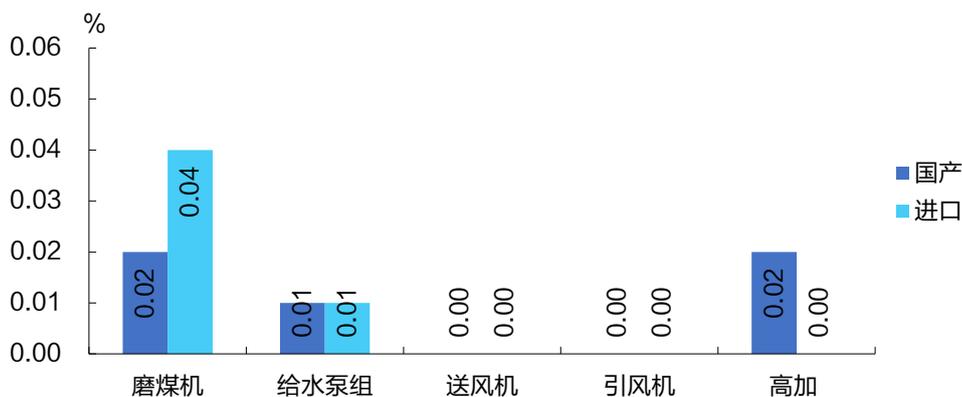


图 2-17 2024 年 200 兆瓦及以上容量燃煤机组五种辅助设备  
国产、进口非计划停运率

## 二、300 兆瓦容量等级辅助设备

2024 年，300 兆瓦容量等级燃煤机组五种辅助设备国产化率分别为 93.02%、

90.44%、91.78%、93.97%和 92.95%。国产五种辅机的可用系数分别为 94.20%、94.38%、94.35%、94.15%和 94.15%，与进口设备相比，国产五种辅机分别低于进口设备 1.40、0.94、1.09、0.88 和 1.25 个百分点。

五种辅助设备中，国产设备运行系数均高于进口设备，分别高 2.00、3.46、6.57、8.51 和 7.67 个百分点。非计划停运率送风机、引风机与进口设备相同，其余国产设备均高于进口设备，磨煤机高 0.02 个百分点，给水泵组高 0.02 个百分点，高加高 0.03 个百分点。具体见表 2-27。

表 2-27 2024 年 300 兆瓦容量等级燃煤机组五种辅助设备  
按国产、进口分类主要可靠性指标

指标	磨煤机		给水泵组		送风机		引风机		高加	
	国产	进口								
台数 (台)	3075	231	1789	189	1307	117	1372	88	2069	157
运行系数 (%)	69.61	67.61	60.50	57.04	81.11	74.54	80.65	72.14	80.66	72.99
可用系数 (%)	94.20	95.60	94.38	95.32	94.35	95.44	94.15	95.03	94.15	95.40
计划停运系数 (%)	5.79	4.40	5.61	4.68	5.64	4.56	5.84	4.97	5.83	4.60
非计划停运率 (%)	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00

### 三、600 兆瓦容量等级辅助设备

2024 年，600 兆瓦容量等级燃煤机组五种辅助设备国产化率分别为 94.32%、85.16%、89.59%、95.22%和 97.37%，除磨煤机、给水泵组国产化率下降 0.12、0.75 个百分点，送风机、引风机、高压加热器国产化率均同比上升，分别升高 1.81、0.25 和 0.43 个百分点。

五种辅助设备中，除国产送风机运行系数高于进口设备 1.59 个百分点外，其余国产设备运行系数均低于进口设备，分别低 0.66、3.61、0.36 和 1.68 个百分点。可用系数除给水泵组低于进口设备 0.47 个百分点，其余国产设备均高于进口设备，分别高 1.09、1.76、2.89 和 0.24 个百分点。设备非计划停运率，国产磨煤机比进口设备低 0.04 个百分点，国产给水泵组、送风机、引风机与进口设备持平，国产高压加热器比进口设备高 0.03 个百分点。具体见表 2-28。

表 2-28 2024 年 600 兆瓦容量等级的五种辅助设备  
按国产、进口分类主要可靠性指标

指标	磨煤机		给水泵组		送风机		引风机		高压加热器	
	国产	进口								
台数 (台)	3039	183	1050	183	886	103	956	48	1517	41
运行系数 (%)	69.50	70.16	64.21	67.82	81.00	79.41	80.27	80.63	80.48	82.16
可用系数 (%)	93.73	92.64	93.63	94.10	93.91	92.15	93.82	90.93	93.53	93.29
计划停运系数 (%)	6.26	7.31	6.37	5.89	6.09	7.85	6.18	9.07	6.45	6.71
非计划停运率 (%)	0.02	0.06	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00

## 第七节 燃煤机组环保系统和设施运行可靠性

2024 年，纳入可靠性统计的燃煤机组环保系统和设施，即除尘设备、脱硫系统、脱硝系统分别为 2218 台、1514 套、1274 套，同比分别增加 220 台、69 套、132 套。除尘设备和脱硫、脱硝系统运行系数分别为 80.82%、80.08%、80.61%，同比分别下降 1.12、1.11 和 1.40 个百分点；三类环保设备可用系数分别为 93.87%、93.68%、93.92%，同比分别下降 0.10、0.25、0.33 个百分点；三类环保设备非计划停运率均为 0.00%，脱硫系统、脱硝系统同比均下降 0.01 个百分点，除尘设备保持不变。具体见表 2-29、表 2-30、表 2-31。

表 2-29 2020-2024 年 200 兆瓦及以上燃煤机组除尘设备主要可靠性指标

年份	台数 (台)	运行系数 (%)	可用系数 (%)	非计划停运率 (%)
2020	1638	72.75	94.66	0.00
2021	1887	79.95	94.07	0.01
2022	1933	79.95	93.27	0.01
2023	1998	81.94	93.97	0.00
2024	2218	80.82	93.87	0.00

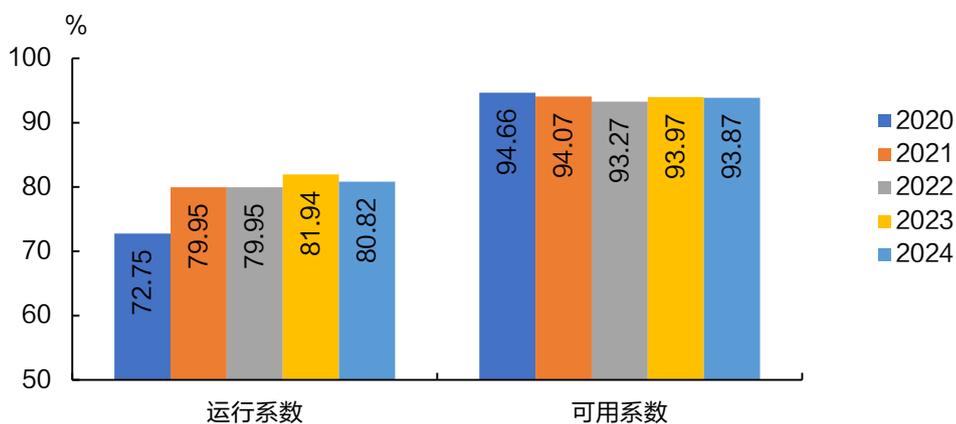


图 2-18 2020-2024 年 200 兆瓦及以上燃煤机组除尘设备运行系数、可用系数

表 2-30 2020-2024 年 200 兆瓦及以上燃煤机组脱硫系统主要可靠性指标

年份	台数 (台)	运行系数 (%)	可用系数 (%)	非计划停运率 (%)
2020	1267	72.79	94.55	0.00
2021	1400	79.38	93.92	0.00
2022	1433	79.14	93.40	0.02
2023	1445	81.19	93.93	0.01
2024	1514	80.08	93.68	0.00

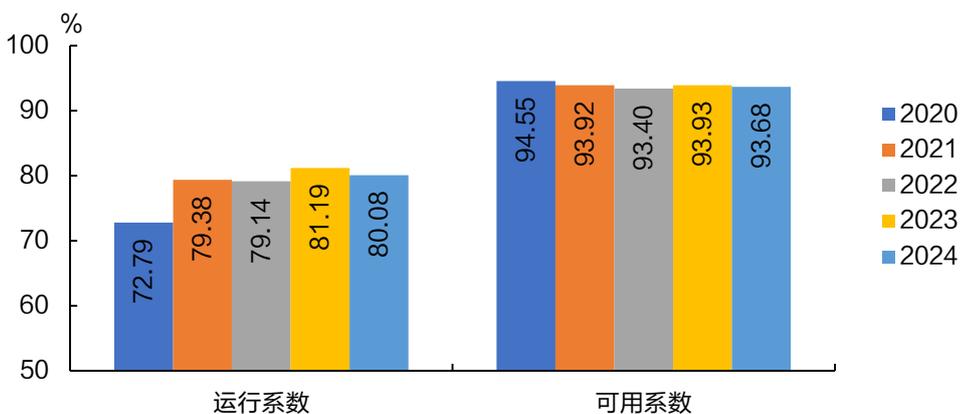


图 2-19 2020-2024 年 200 兆瓦及以上燃煤机组脱硫系统运行系数、可用系数

表 2-31 2020-2024 年 200 兆瓦及以上燃煤机组脱硝系统主要可靠性指标

年份	台数(台)	运行系数 (%)	可用系数 (%)	非计划停运率 (%)
2020	672	73.73	94.63	0.00
2021	952	80.39	94.02	0.00
2022	1112	80.34	93.77	0.00
2023	1142	82.01	94.25	0.01
2024	1274	80.61	93.92	0.00

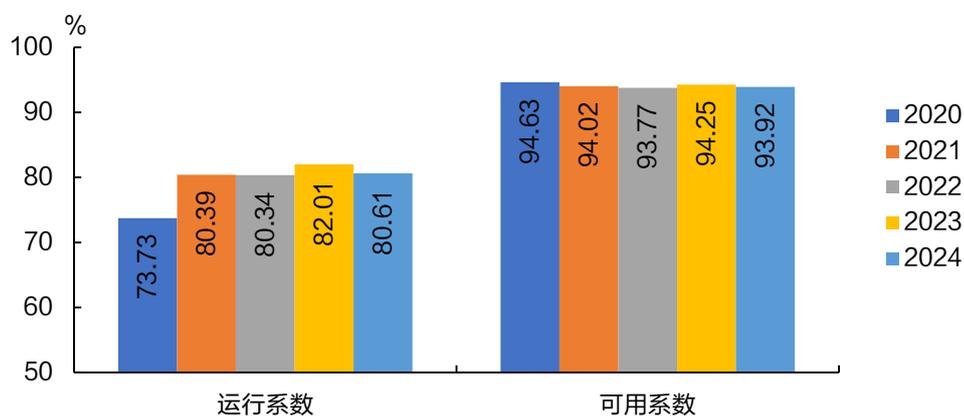


图 2-20 2020-2024 年 200 兆瓦及以上燃煤机组脱硝系统运行系数、可用系数

## 第三章 2024 年全国 220 千伏及以上电压等级变压器、 断路器、架空线路等输变电设施运行可靠性

纳入电力可靠性统计的输变电设施包括：架空线路<sup>1</sup>、变压器<sup>2</sup>、断路器、电抗器、电流互感器、电压互感器、隔离开关、避雷器、组合电器、电缆线路、母线。

### 第一节 2024 年全国输变电设施统计数量

2024 年，纳入输变电可靠性统计的电网企业包括国家电网有限公司、中国南方电网有限责任公司、内蒙古电力(集团)有限责任公司及所辖 471 个地市级供电公司和发电厂，发电企业包括中国华能集团有限公司、中国大唐集团有限公司、中国华电集团有限公司、国家电力投资集团有限公司、国家能源投资集团有限责任公司等发电集团及所辖 1002 个发电厂。报送范围涵盖了 220 千伏及以上电压等级架空线路、变压器、断路器等输变电设施的可靠性统计数据。2024 年全国输变电设施统计数量情况见附表 4。

### 第二节 输变电设施运行可靠性总体情况

2024 年，十一类主要输变电设施的计划停运时间均高于 2023 年，其中组合电器、电缆线路、架空线路的计划停运时间升幅较大，分别同比上升 213.46 小时/百套年、94.691 小时/千米年和 53.020 小时/千米年。受计划停运时间升高影响，除架空线路外，其余设施的可用系数均低于 2023 年，其中组合电器、变压器降幅较大，分别同比下降 0.778 个、0.149 个百分点。除组合电器和母线外，其余设施的强迫停运率均高于 2023 年，其中变压器、电抗器、断路器的强迫停运率变化较大，分别同比增加 0.351 次/百台年、0.271 次/百台年、0.208 次/百台年。具体指标见表 3-1、图 3-1 和图 3-2。

---

1 含交流输电线路和高压直流输电线路

2 含油浸式交流变压器和高压直流输电换流变压器

表 3-1 2023、2024 年全国输变电设施主要可靠性指标

类别	可用系数%		强迫停运率		非计划停运时间		计划停运时间	
	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024
架空线路	99.440	99.677	0.054	0.102	0.658	1.793	45.719	98.739
变压器	99.563	99.414	0.144	0.495	0.153	0.588	37.911	51.846
电抗器	99.818	99.722	0	0.271	0.040	0.601	15.852	24.155
断路器	99.821	99.769	0.135	0.343	0.021	0.171	15.594	20.329
电流互感器	99.949	99.890	0.016	0.069	0.006	0.024	4.430	9.767
电压互感器	99.947	99.902	0.015	0.077	0.045	0.029	4.543	8.683
隔离开关	99.963	99.937	0.013	0.056	0.003	0.019	3.236	5.567
避雷器	99.955	99.912	0.007	0.048	0.042	0.023	3.901	7.774
电缆线路	99.931	99.923	0.073	0.087	1.786	6.745	4.301	98.992
组合电器	99.962	99.185	0.038	0.018	0.008	0.670	3.300	216.760
母线	99.943	99.935	0.096	0.054	0.010	0.038	4.935	5.969

注：强迫停运率单位：电缆线路单位为次/千米年，其它设备单位为次/百千米（台、套、段）年；非停、计停时间单位：架空线路单位为小时/百千米年，其它设备单位为小时/千米（台、套、段）年。

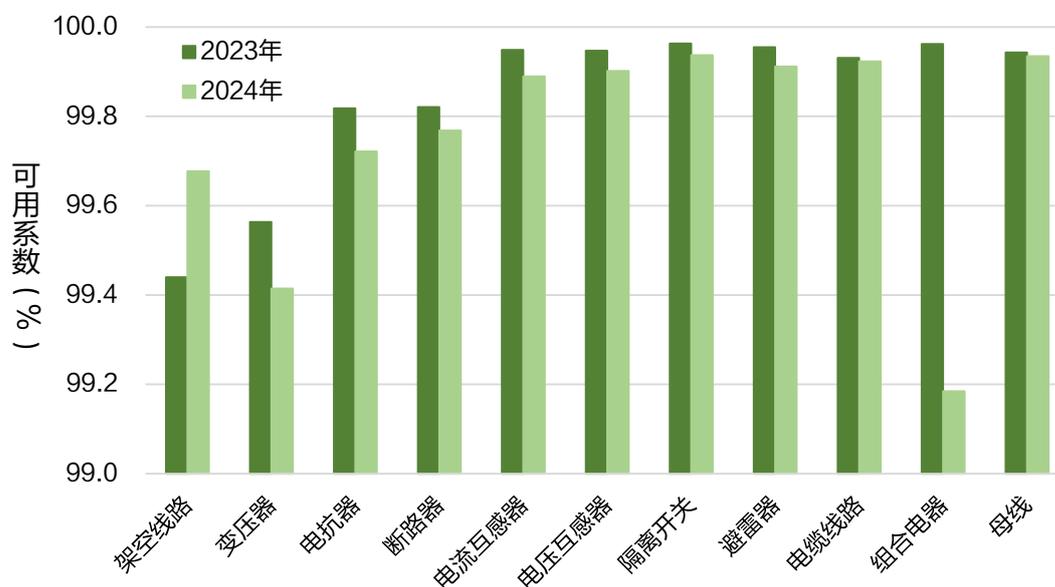


图 3-1 2023、2024 年全国输变电设施可用系数对比

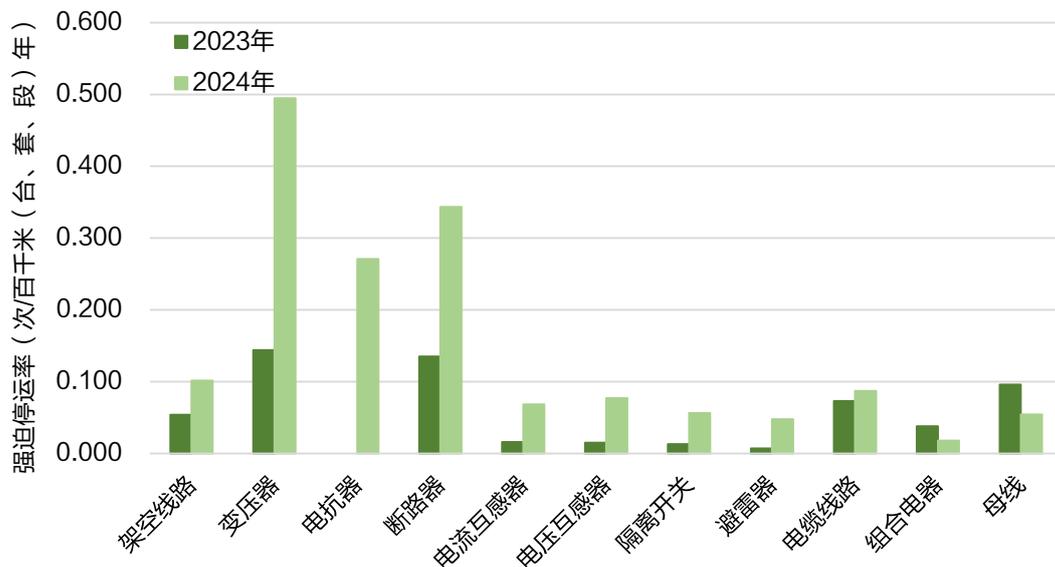


图 3-2 2023、2024 年全国输变电设施强迫停运率对比

### 第三节 变压器运行可靠性

#### 一、2020-2024 年指标对比

2024 年，变压器的统计数量较 2020 年增加 83.623 百台年，五年年均增长率 9.551%，同比增加 49.36 百台年。变压器可用系数近五年保持在较高水平，但受自然灾害频发及设备运行环境变化等影响，可用系数呈下降趋势，2024 年变压器可用系数较 2020 年下降 0.158 个百分点，同比下降 0.149 个百分点。变压器强迫停运率近五年整体呈波动上升趋势，2024 年变压器强迫停运率较 2020 年上升了 0.131/百台年，同比上升 0.351 次/百台年。2020-2024 年变压器主要可靠性指标及对比见图 3-3、图 3-4 和图 3-5。

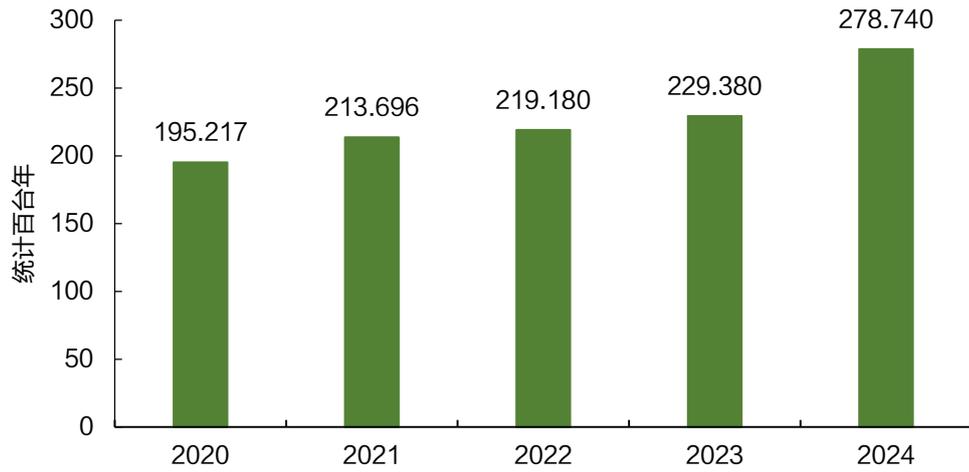


图 3-3 2020-2024 年变压器统计百台年数对比

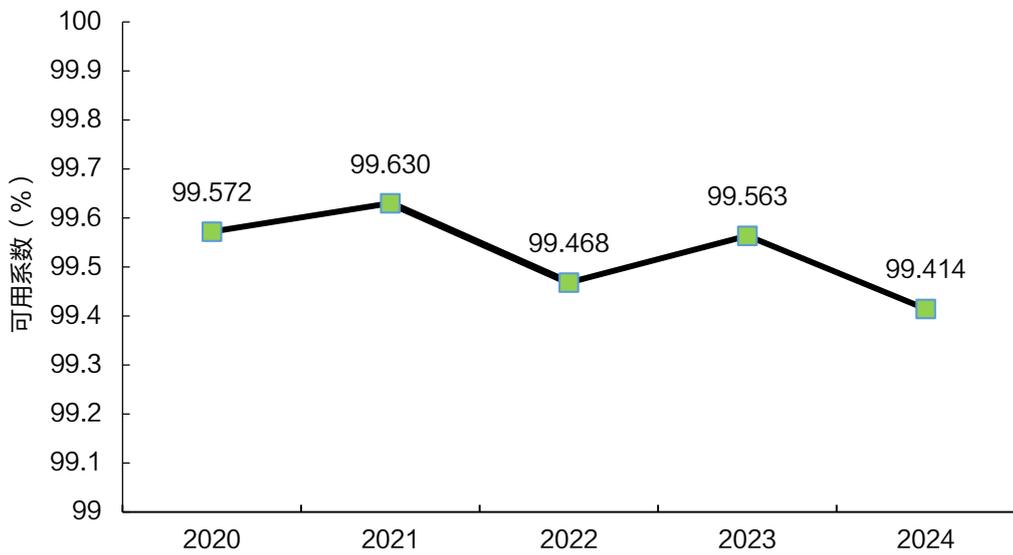


图 3-4 2020-2024 年变压器可用系数对比

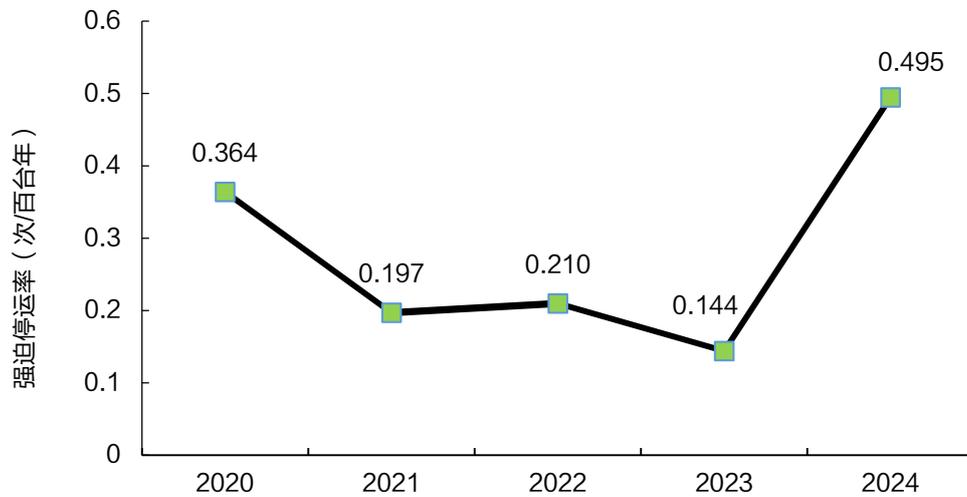


图 3-5 2020-2024 年变压器强迫停运率对比

## 二、按运行单位分析

2024年,电网侧3家集团公司国家电网有限公司、中国南方电网有限责任公司、内蒙古电力(集团)有限责任公司的变压器可用系数分别为99.760%、99.544%、99.826%。发电侧12家集团公司中,大型央企变压器可用系数前三位分别是中国大唐集团有限公司98.734%、中国华能集团有限公司98.527%、中国华电集团有限公司97.528%,地方能源企业变压器可用系数前三位分别是内蒙古能源集团有限公司99.945%,北京能源集团有限责任公司99.300%、深圳市能源集团公司98.928%。

2024年各单位变压器运行可靠性指标见表3-2。

表3-2 2024年各单位变压器运行可靠性指标

单位	统计数量 (百台年)	可用系数 (%)	计划停运率 (次/百台年)	计划停运时间 (小时/台年)
<b>电网侧综合</b>	<b>235.820</b>	<b>99.728</b>	<b>32.699</b>	<b>23.768</b>
国家电网有限公司	189.580	99.760	20.382	20.941
中国南方电网有限责任公司	38.200	99.544	96.210	39.834
内蒙古电力(集团)有限责任公司	8.040	99.826	21.405	14.084
<b>发电侧综合</b>	<b>43.170</b>	<b>97.704</b>	<b>55.667</b>	<b>205.232</b>
中国华能集团有限公司	9.060	98.527	41.167	129.347
中国大唐集团有限公司	5.080	98.734	28.953	111.186
中国华电集团有限公司	7.620	97.528	67.216	217.612
国家能源投资集团有限责任公司	6.480	97.255	48.299	239.359
国家电力投资集团有限公司	3.960	96.496	90.636	310.701
中国长江三峡集团有限公司	2.940	96.532	98.974	355.939
浙江省能源集团公司	1.610	97.070	54.738	257.405
北京能源集团有限责任公司	1.390	99.300	25.165	61.527
广东省能源集团有限公司	1.360	96.711	44.821	288.163
内蒙古能源集团有限公司	0.490	99.945	4.082	4.874
深圳市能源集团公司	0.260	98.928	19.287	94.173
河北省建设投资公司	0.220	93.879	122.727	537.647

### 三、按投运时间分析

2024年,全国变压器投运时间在10年以上20年以内的数量最多,为10929台。可用系数较高的是5年以内和5年以上10年以内的变压器,可用系数分别为99.657%和99.543%。非计划停运率较低的是5年以上10年以内和5年以内的变压器,非计划停运率分别为0.403次/百台年和0.574次/百台年。

2024年变压器按投运时间分类的可靠性指标情况见表3-3、图3-6和图3-7。

表 3-3 2024 年变压器按投运时间分类的可靠性指标情况

投运时间	电压等级 (千伏)	台数	可用系数 (%)	计划停运率 (次/百台年)	非计划停运率 (次/百台年)
<5	<b>综合</b>	<b>7124</b>	<b>99.657</b>	<b>28.350</b>	<b>0.574</b>
	220	4234	99.778	26.982	0.477
	330	220	99.830	23.754	1.425
	500	2287	99.371	31.659	0.697
5—10	<b>综合</b>	<b>5578</b>	<b>99.543</b>	<b>30.881</b>	<b>0.403</b>
	220	3288	99.653	30.081	0.487
	330	172	99.618	26.905	1.145
	500	1810	99.280	33.937	0.161
10—20	<b>综合</b>	<b>10929</b>	<b>99.266</b>	<b>41.735</b>	<b>0.703</b>
	220	7167	99.445	42.569	0.894
	330	310	99.539	27.994	0.636
	500	3269	98.869	41.068	0.326
≥20	<b>综合</b>	<b>2412</b>	<b>99.040</b>	<b>48.540</b>	<b>0.662</b>
	220	1803	99.225	44.080	0.673
	330	50	96.669	76.000	2.000
	500	559	98.627	60.948	0.514

注:各数值范围中,下限值为包含,上限值为不包含。

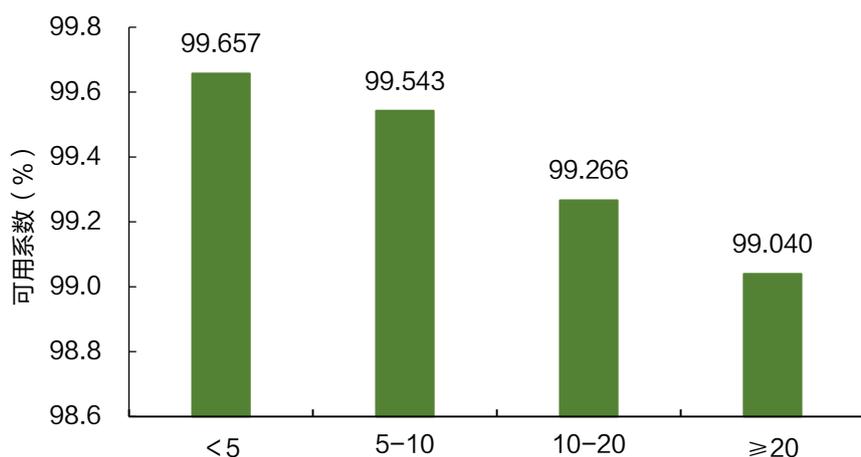


图 3-6 2024 年不同投运时间变压器可用系数对比

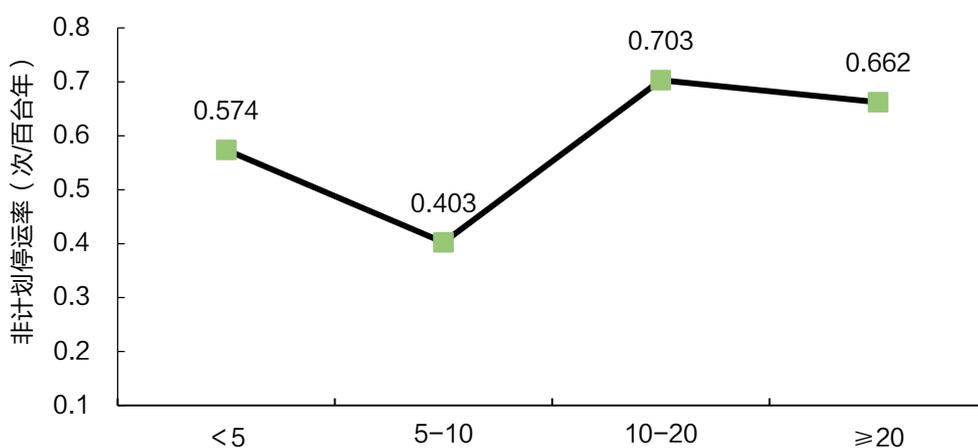


图 3-7 2024 年不同投运时间变压器非计划停运率对比

#### 四、变压器计划停运、非计划停运影响可用系数比较

2024 年，变压器可用系数同比降低 0.149 个百分点。计划停运影响可用系数占比为 98.878%，同比下降 0.647 个百分点。非计划停运影响可用系数占比 1.122%，同比上升 0.647 个百分点。

2023 年和 2024 年变压器计划停运、非计划停运影响可用系数比较见表 3-4。

表 3-4 2023、2024 年变压器计划停运、非计划停运影响可用系数比较

指标	2023 年	2024 年	比较
可用系数%	99.563	99.414	-0.149
计划停运影响可用系数占比%	99.524	98.878	-0.647
非计划停运影响可用系数占比%	0.476	1.122	0.647

## 五、变压器非计划停运事件分析

2024年，变压器共发生非计划停运166次，同比增加114次。其中220千伏有123次，同比增加93次；330千伏有8次，同比增加7次；500千伏有32次，同比增加14次；750千伏有2次，同比持平；1000千伏有1次，同比持平。2024年变压器非计划停运时间0.588小时/台年，同比增加0.435小时/台年。

### （一）按停运时间分析

非计划停运时间在5小时以内的停运次数为56次，5-100小时之间的停运次数为77次，100-200小时之间的停运次数为18次，200小时以上的停运次数为15次。

2024年变压器按停运时间分类的非计划停运情况见表3-5。

表3-5 2024年变压器按停运时间分类的非计划停运情况

变压器非计划停运时间	非计划停运次数
<5	56
5-100	77
100-200	18
≥200	15

注：各数值范围中，下限值为包含，上限值为不包含。

2024年全国变压器发生100小时以上非计划停运事件33次，典型事件如下：

2024年6月，国网北京市电力公司检修分公司220kV草厂站3号主变因设备自身原因导致C相放电，发生1次第一类非计划停运，非停时间为625.18小时。

2024年9月，国网四川省电力公司超高压分公司500kV石棉站3号主变由于局部放电原因，发生1次第一类非计划停运，非停时间为3164.98小时。

2024年10月，南网超高压公司柳州局桂林站500kV1号主变因设备原因导致C相起火，发生1次第一类非计划停运，非停时间为456.45小时。

### （二）按部件因素分析

2024年，其它部件设备、一次系统和套管是引起220千伏及以上变压器非计划停运次数较多的前三位部件因素，分别引起非计划停运31次、31次和20次。套管、其它部件设备和线圈是引起220千伏及以上变压器非计划停运时间较长的前三位部件因素，分别引起非计划停运7213.46小时、2387.65小时和1889.66小时。

2024年各电压等级变压器按部件原因分类的非计划停运情况见表3-6至表3-11。

表 3-6 2024 年 220 千伏及以上变压器按部件原因分类的非计划停运情况

部件	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
其它部件	31	<b>2387.65</b>	15.686
一次系统	31	1358.21	8.923
套管	20	<b>7213.46</b>	47.388
线圈	18	<b>1889.66</b>	12.414
引流线	15	326.07	2.142
分接开关	10	232.05	1.524
非电量保护装置	9	577.10	3.791
冷却系统	9	31.91	0.210
继电保护	7	263.59	1.732
绝缘油	3	387.67	2.547
管形母线	3	169.55	1.114
油箱及储油柜	3	81.70	0.537
设备基础	2	91.28	0.600
套管电流互感器	2	56.30	0.370
外壳	2	1.32	0.009
铁心	1	154.50	1.015

表 3-7 2024 年 220 千伏变压器按部件原因分类的非计划停运情况

部件	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
其它部件	24	1076.60	20.771
一次系统	22	729.28	14.070
套管	14	1735.70	33.487
引流线	14	93.30	1.800
线圈	11	580.01	11.190
分接开关	9	228.36	4.406
继电保护	7	263.59	5.086
非电量保护装置	6	52.80	1.019
冷却系统	5	11.88	0.229
管形母线	3	169.55	3.271
套管电流互感器	2	56.30	1.086
油箱及储油柜	2	29.72	0.573
铁心	1	154.50	2.981

部件	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
外壳	1	1.05	0.020
绝缘油	1	0.38	0.007
设备基础	1	0.20	0.004

表 3-8 2024 年 330 千伏变压器按部件分类的非计划停运情况

部件	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
其它部件	3	424.90	83.804
储油柜	1	51.98	10.253
气体继电器	1	16.82	3.317
一次系统	1	9.45	1.864
有载分接开关	1	3.68	0.726

表 3-9 2024 年 500 千伏变压器按部件分类的非计划停运情况

部件	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
线圈	7	1309.65	13.867
一次系统	7	563.94	5.971
套管	6	5477.77	58.000
其它部件	3	879.15	9.309
冷却系统	3	19.85	0.210
绝缘油	2	387.28	4.101
气体继电器	1	482.58	5.110
引流线	1	232.78	2.465
设备基础	1	91.08	0.964
外壳	1	0.27	0.003

表 3-10 2024 年 750 千伏变压器按部件分类的非计划停运情况

部件	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
非电量保护装置	1	24.90	78.056
引流线	1	7.00	21.944

表 3-11 2024 年 1000 千伏变压器按部件分类的非计划停运情况

部件	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
一次系统	1	55.54	100

### （三）按责任原因分析

2024年，产品质量不良、气候因素和设备老化是引起220千伏及以上变压器非计划停运次数较多的前三位责任原因，分别引起非计划停运55次、30次和25次。产品质量不良、气候因素和设备老化是引起220千伏及以上变压器非计划停运时间较长的前三位责任原因，分别引起非计划停运5796.43小时、5465.22小时和782.07小时。

2024年变压器按责任原因分类的非计划停运情况见表3-12至表3-17。

表3-12 2024年220千伏及以上变压器按责任原因分类的非计划停运情况

责任原因	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比(%)
产品质量不良	55	5796.43	38.079
气候因素	30	5465.22	35.903
设备老化	25	782.07	5.138
外部原因	8	668.73	4.393
动物事故	8	67.69	0.445
规划、设计不周	7	410.53	2.697
电力系统影响	7	281.59	1.850
施工安装不良	7	185.19	1.217
运行不当	5	20.32	0.133
其它	3	348.23	2.288
责任原因不明	3	297.21	1.953
检修质量不良	2	738.52	4.852
管理不当	2	50.28	0.330
自然灾害	2	16.85	0.111
外力损坏	1	55.54	0.365
燃料影响	1	37.63	0.247

表3-13 2024年220千伏变压器按责任原因分类的非计划停运情况

责任原因	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比(%)
产品质量不良	36	2413.53	46.564
气候因素	25	433.42	8.362
设备老化	22	748.83	14.447
动物事故	8	67.69	1.306
规划、设计不周	7	410.53	7.920

责任原因	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
施工安装不良	5	143.47	2.768
运行不当	5	20.32	0.392
责任原因不明	3	297.21	5.734
外部原因	3	150.75	2.908
其它	2	276.23	5.329
电力系统影响	2	118.04	2.277
自然灾害	2	16.85	0.325
管理不当	1	46.83	0.904
燃料影响	1	37.63	0.726
检修质量不良	1	1.87	0.036

表 3-14 2024 年 330 千伏变压器按责任原因分类的非计划停运情况

责任原因	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
产品质量不良	4	404.97	79.872
设备老化	2	13.23	2.610
其它	1	72.00	14.201
施工安装不良	1	16.82	3.317

表 3-15 2024 年 500 千伏变压器按责任原因分类的非计划停运情况

责任原因	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
产品质量不良	14	2970.93	31.457
气候因素	5	5031.79	53.278
外部原因	5	517.98	5.485
电力系统影响	5	163.54	1.732
检修质量不良	1	736.65	7.800
设备老化	1	20.00	0.212
管理不当	1	3.45	0.037

表 3-16 2024 年 750 千伏变压器按责任原因分类的非计划停运情况

责任原因	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
施工安装不良	1	24.90	78.056
产品质量不良	1	7.00	21.944

表 3-17 2024 年 1000 千伏变压器按责任原因分类的非计划停运情况

责任原因	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
外力损坏	1	55.534	100.000

(四) 按制造厂家分析

变压器按制造厂家分类（按 2024 年统计台数排序，本章下同）的可靠性指标情况见表 3-18 至 3-22。

表 3-18 2024 年 220 千伏变压器按制造厂家分类的非计划停运情况

制造厂家	统计台数 (台)		可用系数 (%)		强迫 停运率 (次/百台 年)	设备因素影响		
	2023 年	2024 年	2023 年	2024 年		非停时间 (小时/台 年)*	占该厂非停 总时间比例 (%)**	强迫停运率 (次/百台年)
特变电工	3249	3283	99.528	99.435	0.61	0.15	57.915	0.16
西门子(SIEMENS)公司	1149	1793	99.754	99.691	0.33	0.26	99.617	0.22
中国西电	1722	1596	99.651	99.689	0.40	0.02	9.756	0.15
ABB 公司	1616	1566	99.686	99.679	0.44	0.01	5.348	0.19
保定天威保变电气股份有限公司	1543	1351	99.409	98.946	0.80	0.36	47.867	0.00
山东电力设备有限公司	969	1128	99.737	99.612	1.25	0.12	21.480	0.18
江苏华鹏变压器有限公司	673	802	99.728	99.745	0.50	0.00	2.381	0.12
东芝(TOSHIBA)公司	463	577	99.582	99.374	0.34	0.00	0.000	0.00
山东泰开变压器有限公司	386	523	99.683	99.787	0.76	0.02	17.073	0.19
山东达驰电气有限公司	386	417	99.743	99.820	0.94	0.02	4.899	0.24
哈尔滨变压器厂	240	305	99.840	99.725	0.32	0.00	0.000	0.00
山东鲁能泰山电力设备有限公司(泰安泰山电气有限公司)	139	296	99.673	99.720	0.96	0.00	0.000	0.00
葫芦岛电力设备厂	251	279	99.918	99.874	0.00	0.00	0.000	0.00
江苏南通晓星变压器有限公司(江苏南通友邦变压器有限公司)	161	184	99.679	99.491	0.00	0.00	0.000	0.00
吴江变压器有限公司	100	178	99.912	99.874	0.57	0.00	0.000	0.00
南京立业电力变压器有限公司	79	168	99.842	99.789	0.00	0.00	0.000	0.00
正泰电气股份有限公司	115	160	99.530	99.258	1.27	0.08	91.860	0.64

制造厂家	统计台数 (台)		可用系数 (%)		强迫停运率 (次/百台年)	设备因素影响		
	2023 年	2024 年	2023 年	2024 年		非停时间 (小时/台年)*	占该厂非停总时间比例 (%)**	强迫停运率 (次/百台年)
云南变压器电气股份有限公司	94	111	99.552	99.147	0.00	0.00	0.000	0.00

\* 此项为由于设备因素造成的非计划停运小时;

\*\* 此项为设备因素造成的非计划停运小时占该制造厂提供产品的全部非计划停运时间的百分比 (下同);

另: 为增加报告可读性, 本报告只列举出 220kV 电压等级统计数量 100 台及以上, 500kV 电压等级统计数量 50 台及以上, 其它电压等级统计数量 10 台及以上的制造厂家 (下同)。

表 3-19 2024 年 330 千伏变压器按制造厂家分类的非计划停运情况

制造厂家	统计台数 (台)		可用系数 (%)		强迫停运率 (次/百台年)	设备因素影响		
	2023 年	2024 年	2023 年	2024 年		非停时间 (小时/台年)*	占该厂非停总时间比例 (%)**	强迫停运率 (次/百台年)
中国西电	253	267	99.384	99.473	0.76	1.33	98.961	0.38
特变电工	170	169	99.247	99.264	1.17	0.01	39.130	1.18
保定天威保变电气股份有限公司	70	74	98.948	99.150	1.33	0.00	0.000	0.00
山东电力设备有限公司	45	56	99.816	99.893	1.72	0.00	0.000	0.00
东芝(TOSHIBA)公司	33	56	99.343	99.756	0.00	0.00	0.000	0.00
江苏华鹏变压器有限公司	11	23	100.000	99.889	0.00	0.00	0.000	0.00
ABB 公司	12	17	99.730	99.373	0.00	0.00	0.000	0.00
山东泰开变压器有限公司	15	14	100.000	99.888	0.00	0.00	0.000	0.00
江苏南通晓星变压器有限公司 (江苏南通友邦变压器有限公司)	9	11	99.881	99.917	0.00	0.00	0.000	0.00
西门子(SIEMENS)公司	12	11	99.997	100.000	0.00	0.00	0.000	0.00

表 3-20 2024 年 500 千伏变压器按制造厂家分类的非计划停运情况

制造厂家	统计台数 (台)		可用系数 (%)		强迫停运率 (次/百台年)	设备因素影响		
	2023 年	2024 年	2023 年	2024 年		非停时间 (小时/台年)*	占该厂非停总时间比例 (%)**	强迫停运率 (次/百台年)
特变电工	1876	2185	99.312	98.859	0.46	0.01	0.359	0.14
保定天威保变电气股份有限公司	958	984	99.113	98.289	0.20	0.14	60.426	0.10

制造厂家	统计台数（台）		可用系数（%）		强迫停运率(次/百台年)	设备因素影响		
	2023年	2024年	2023年	2024年		非停时间(小时/台年)*	占该厂非停总时间比例(%)**	强迫停运率(次/百台年)
ABB 公司	754	924	99.608	99.625	0.54	0.88	74.660	0.21
西门子(SIEMENS)公司	384	864	99.768	99.590	0.12	0.56	100.000	0.12
东芝(TOSHIBA)公司	707	808	99.574	99.290	0.24	1.38	100.000	0.24
中国西电	879	686	99.632	98.990	0.43	0.19	14.847	0.28
山东电力设备有限公司	393	390	99.863	99.425	0.00	0.00	0.000	0.00
吴江变压器有限公司	117	140	99.806	99.752	0.00	0.00	0.000	0.00
山东泰开变压器有限公司	90	116	99.921	99.840	0.00	0.00	0.000	0.00
三菱(MHISUBISHI)公司	110	99	99.699	98.259	0.00	0.00	0.000	0.00
阿尔斯通公司	66	64	99.856	99.349	0.00	0.00	0.000	0.00
山东达驰电气有限公司	66	60	99.429	99.642	0.00	0.00	0.000	0.00
正泰电气股份有限公司	36	54	99.747	99.949	0.00	0.00	0.000	0.00

表 3-21 2024 年 750 千伏变压器按制造厂家分类的非计划停运情况

制造厂家	统计台数（台）		可用系数（%）		强迫停运率(次/百台年)	设备因素影响		
	2023年	2024年	2023年	2024年		非停时间(小时/台年)*	占该厂非停总时间比例(%)**	强迫停运率(次/百台年)
特变电工	123	158	99.654	99.600	0.00	0.05	100.000	0.00
山东电力设备有限公司	90	126	99.744	99.800	0.00	0.00	0.000	0.00
中国西电集团	95	97	99.361	99.370	0.00	0.00	0.000	0.00
保定天威保变电气股份有限公司	114	91	99.048	99.491	0.00	0.00	0.000	0.00
东芝(TOSHIBA)公司	36	40	99.595	99.777	0.00	0.00	0.000	0.00
ABB 公司	22	31	98.233	99.399	0.00	0.00	0.000	0.00

表 3-22 2024 年 1000 千伏变压器按制造厂家分类的非计划停运情况

制造厂家	统计台数（台）		可用系数（%）		强迫停运率(次/百台年)	设备因素影响		
	2023年	2024年	2023年	2024年		非停时间(小时/台年)*	占该厂非停总时间比例(%)**	强迫停运率(次/百台年)
特变电工	101	127	99.122	99.642	0.00	0.00	0.000	0.00

制造厂家	统计台数（台）		可用系数（%）		强迫停运率(次/百台年)	设备因素影响		
	2023年	2024年	2023年	2024年		非停时间(小时/台年)*	占该厂非停总时间比例(%)**	强迫停运率(次/百台年)
保定天威保变电气股份有限公司	43	70	99.541	99.323	1.36	0.00	0.000	0.00
山东电力设备有限公司	39	45	99.455	99.384	0.00	0.00	0.000	0.00
中国西电	25	35	98.879	99.347	0.00	0.00	0.000	0.00
ABB公司	4	4	100.000	99.566	0.00	0.00	0.000	0.00

## 第四节 断路器运行可靠性

### 一、2020-2024年指标对比

2024年，断路器的统计数量较2020年增加59.629百台年，五年年均增长率2.854%，同比增加21.023百台年。断路器可用系数近5年保持在较高水平，但受计划停运时间增长影响，整体呈小幅下降趋势，2024年断路器可用系数较2020年下降0.076个百分点，同比下降0.052个百分点。断路器强迫停运率近五年来有所起伏，受产品质量不良、自然灾害等因素影响，2024年断路器强迫停运率较2020年上升0.198次/百台年，同比上升0.208次/百台年。

2020-2024年断路器主要可靠性指标及对比见图3-8、图3-9和图3-10。

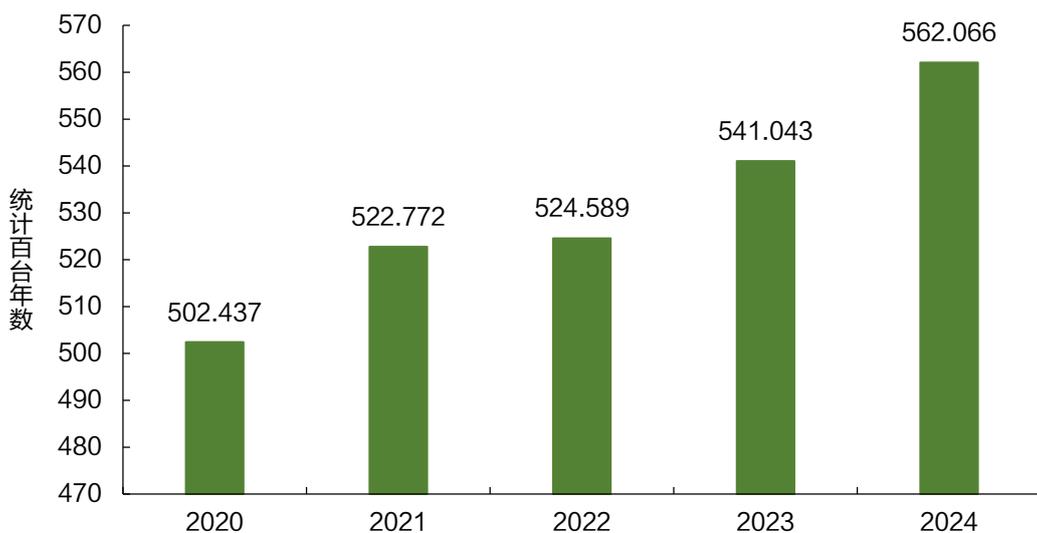


图 3-8 2020-2024 年断路器统计百台年数对比

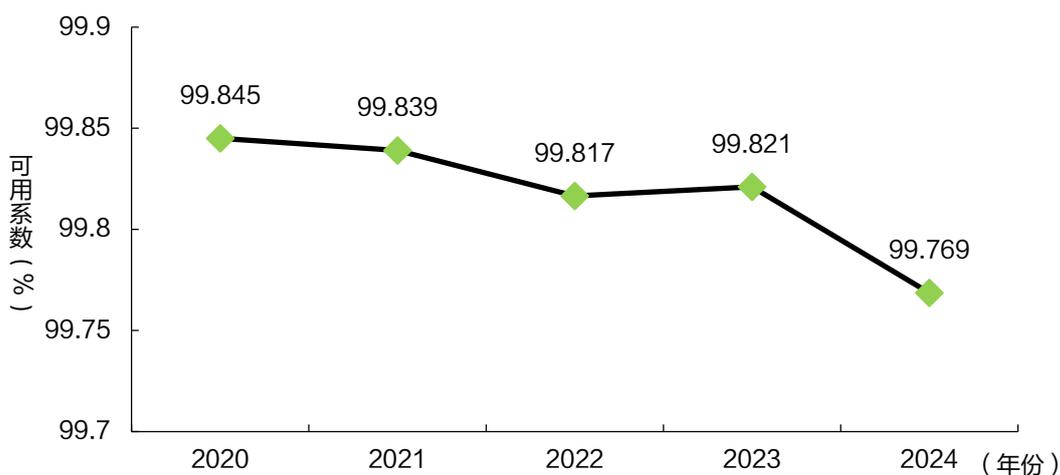


图 3-9 2020-2024 年断路器可用系数对比

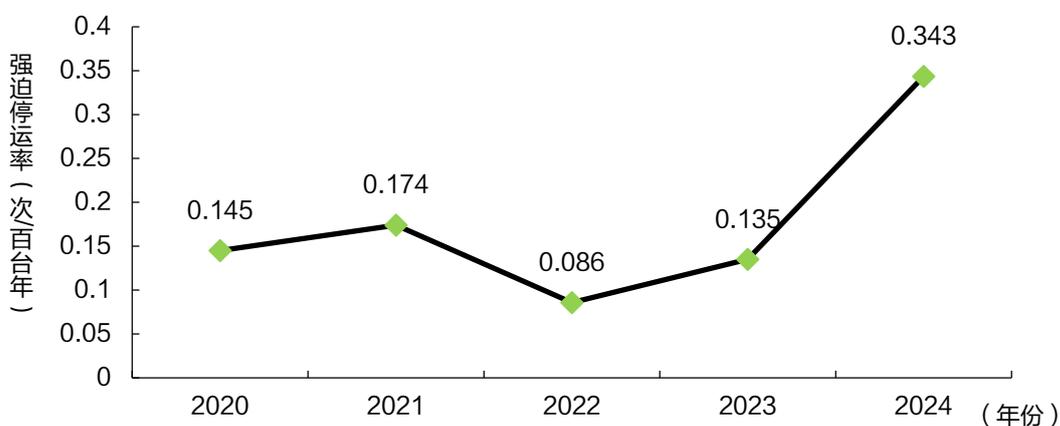


图 3-10 2020-2024 年断路器强迫停运率对比

## 二、按运行单位分析

2024 年，电网侧 3 家集团公司国家电网有限公司、中国南方电网有限责任公司、内蒙古电力(集团)有限责任公司的断路器可用系数分别为 99.808%、99.802%、99.872%。发电侧 12 家集团公司中，大型央企断路器可用系数前三位分别是中国长江三峡集团有限公司 99.922%、中国大唐集团有限公司 99.726%、国家电力投资集团有限公司 99.520%；地方能源企业断路器可用系数前三位分别是内蒙古能源集团有限公司 99.993%、北京能源集团有限责任公司 99.708%、广东省能源集团有限公司 99.474%。

2024 年各单位断路器运行可靠性指标见表 3-23。

表 3-23 2024 年各单位断路器运行可靠性指标

单位	统计数量 (百台年)	可用系数 (%)	计划停运率 (次/百台年)	计划停运时间 (小时/台年)
<b>电网侧</b>	<b>502.450</b>	<b>99.810</b>	<b>26.834</b>	<b>16.703</b>
国家电网公司	376.520	99.808	17.120	16.936
中国南方电网有限责任公司	104.840	99.802	62.923	17.060
内蒙古电力集团公司	21.090	99.872	20.859	10.781
<b>发电侧</b>	<b>59.630</b>	<b>99.421</b>	<b>22.423</b>	<b>50.884</b>
中国华能集团有限公司	12.560	99.489	19.825	44.925
中国大唐集团有限公司	6.150	99.726	8.785	24.074
中国华电集团有限公司	11.850	99.224	32.580	68.428
国家能源投资集团有限责任公司	10.690	99.306	22.357	60.949
国家电力投资集团有限公司	6.300	99.520	16.508	42.064
中国长江三峡集团有限公司	2.380	99.922	13.874	6.867
浙江省能源集团公司	2.330	98.729	41.131	111.662
北京能源集团有限责任公司	2.120	99.708	16.006	25.658
广东省能源集团有限公司	2.100	99.474	13.334	45.281
河北省建设投资公司	0.450	97.568	177.778	213.636
内蒙古能源集团有限公司	0.780	99.993	6.410	0.618

### 三、按投运时间分析

2024 年，全国断路器投运时间在 10 年以上 20 年以内的数量最多，为 29799 台。可用系数较好的是 5 年以上 10 年以内和 5 年以内的断路器，可用系数分别为 99.836% 和 99.806%。非计划停运率较低的是 20 年以上和 5 年以上 10 年以内的断路器，非计划停运率分别为 0.377 次/百台年和 0.440 次/百台年。

2024 年不同投运时间断路器可靠性指标情况见表 3-24、图 3-11 和图 3-12。

表 3-24 2024 年不同投运时间断路器可靠性指标

投运时间 (年)	电压等级 (千伏)	台数	可用系数 (%)	计划停运率 (次/百台年)	非计划停运率 (次/百台年)
<5	<b>综合</b>	<b>9195</b>	<b>99.806</b>	<b>24.317</b>	<b>0.465</b>
	220	6922	99.838	24.488	0.373
	330	352	99.809	20.631	0.000
	500	1665	99.765	21.485	0.974

投运时间 (年)	电压等级 (千伏)	台数	可用系数 (%)	计划停运率 (次/百台年)	非计划停运率 (次/百台年)
	750	237	99.344	43.385	0.457
	1000	11	100.000	9.531	0.000
5-10	<b>综合</b>	<b>9958</b>	<b>99.836</b>	<b>21.697</b>	<b>0.440</b>
	220	7533	99.843	22.463	0.441
	330	459	99.850	15.420	0.214
	500	1712	99.806	21.690	0.507
	750	217	99.784	11.356	0.421
	1000	37	99.930	8.108	0.000
10-20	<b>综合</b>	<b>29799</b>	<b>99.744</b>	<b>28.519</b>	<b>0.586</b>
	220	23149	99.779	27.439	0.459
	330	1194	99.808	14.153	0.167
	500	5279	99.580	36.847	1.259
	750	167	99.580	17.439	0.000
	1000	4	99.374	25.000	0.000
≥20	<b>综合</b>	<b>6401</b>	<b>99.728</b>	<b>26.376</b>	<b>0.377</b>
	220	5323	99.760	26.129	0.417
	330	282	99.792	14.819	0.345
	500	796	99.494	32.033	0.120

注：各数值范围中，下限值为包含，上限值为不包含。

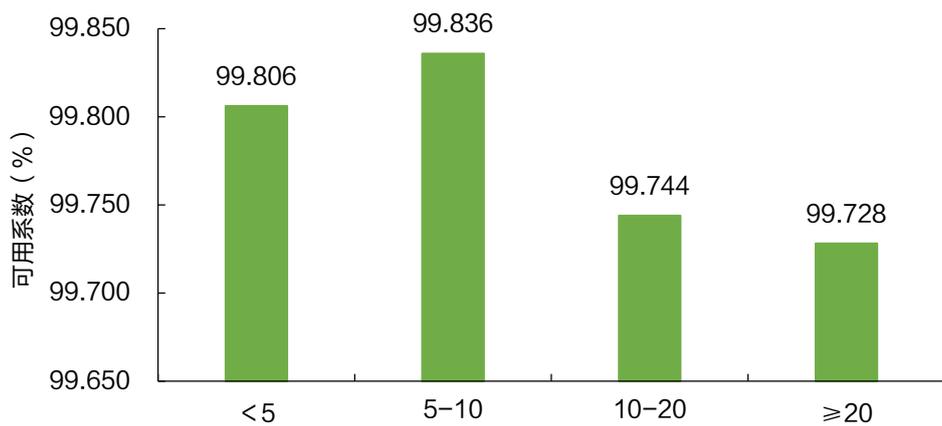


图 3-11 2024 年不同投运时间断路器可用系数对比

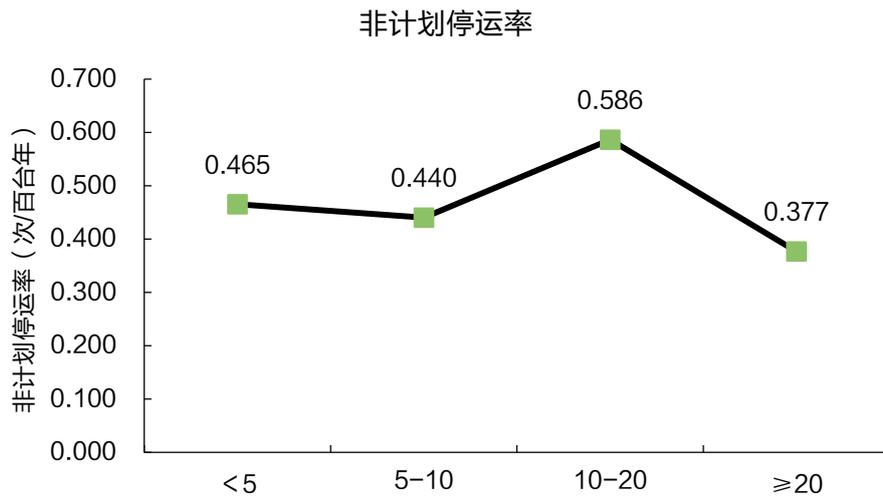


图 3-12 2024 年断路器不同投运时间非计划停运率对比

#### 四、计划停运、非计划停运影响可用系数比较

2024 年，断路器可用系数同比下降 0.052 个百分点。计划停运影响可用系数占比为 99.186%，同比下降 0.675 个百分点。非计划停运影响可用系数占比 0.814%，同比上升 0.675 个百分点。

2023、2024 年断路器计划停运、非计划停运影响可用系数比较见表 3-25。

表 3-25 2023、2024 年断路器计划停运、非计划停运影响可用系数比较

指标	2023 年	2024 年	比较
可用系数%	99.821	99.769	-0.052
计划停运影响可用系数占比%	99.860	99.186	-0.675
非计划停运影响可用系数占比%	0.140	0.814	0.675

#### 五、断路器非计划停运事件分析

2024 年，断路器共发生非计划停运 290 次，同比增加 206 次。其中 220 千伏有 191 次，同比增加 145 次；330 千伏有 4 次，同比增加 3 次；500 千伏有 93 次，同比增加 70 次；750 千伏有 2 次，同比减少 12 次；1000 千伏未发生停运，同比持平。2024 年累计非计划停运 0.171 小时/台年，同比增加 0.150 小时/台年。

##### (一) 按停运时间分析

非计划停运时间在 5 小时以内的停运次数为 129 次，5-100 小时的停运次数为

142 次，100-300 小时的停运次数为 13 次，300 小时以上的停运次数为 6 次。

2024 年断路器按停运时间分类的非计划停运情况见表 3-26。

表 3-26 2024 年断路器按停运时间分类的非计划停运情况

断路器非计划停运时间（小时）	非停次数（次）
<5	129
5-100	142
100-300	13
≥ 300	6

注：各数值范围中，下限值为包含，上限值为不包含。

2024 年全国断路器发生 100 小时以上非计划停运事件 19 次，典型事件如下：

2024 年 11 月，国网安徽省电力有限公司滁州供电公司 500kV 清鹭线 5031 断路器由于 B 相流变渗油，发生 1 次第一类非计划停运，非停时间为 766 小时。

2024 年 11 月，南网深圳供电局 500kV 屹百站 500kV 现屹甲线 5013 开关由于灭弧室喷口导向环脱落，发生 1 次第一类非计划停运，非停时间为 791.65 小时。

## （二）按部件因素分析

2024 年，一次系统、本体其他部件和操作机构是引起 220 千伏及以上断路器非计划停运次数较多的前三位部件因素，分别引起非计划停运 75 次、65 次和 64 次。本体其他部件、一次系统和操作机构是引起 220 千伏及以上断路器非计划停运时间较长的前三位部件因素，分别引起非计划停运 2646.59 小时、2470.98 小时和 1627.39 小时。

2024 年各电压等级断路器按部件原因分类的非计划停运情况见表 3-27 至 3-31。

表 3-27 2024 年 220 千伏及以上断路器按部件原因分类的非计划停运情况

非计划停运部件	非计划停运次数（次）	非计划停运时间（小时）	占非计划停运总时间的百分比（%）
一次系统	75	2470.98	26.457
本体其他部件	65	2646.59	28.337
操作机构	64	1627.39	17.425
二次回路公用设备	22	501.54	5.370
端子箱	16	179.22	1.919
灭弧部份	13	1376.39	14.737
其它设备	13	341.21	3.653

非计划停运部件	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比(%)
继电保护	7	132.47	1.418
支撑基础	4	12.20	0.131
引流线	3	3.70	0.040
设备构支架	2	31.96	0.342
远动系统	2	9.51	0.102
绝缘	2	1.45	0.016
二次回路	1	2.90	0.031
自动装置	1	2.07	0.022

表 3-28 2024 年 220 千伏断路器按部件分类的非计划停运情况

非计划停运部件	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比(%)
一次系统	64	2051.78	39.504
操作机构	47	1229.30	23.668
二次回路公用设备	22	501.54	9.656
本体其他部件	17	1010.04	19.447
端子箱	12	133.10	2.563
其它设备	9	66.11	1.273
继电保护	4	105.96	2.040
灭弧部份	4	42.20	0.813
支撑基础	4	12.20	0.235
引流线	3	3.70	0.071
绝缘	2	1.45	0.028
设备构支架	1	31.50	0.606
二次回路	1	2.90	0.056
自动装置	1	2.07	0.040

表 3-29 2024 年 330 千伏断路器按部件分类的非计划停运情况

非计划停运部件	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比(%)
灭弧部份	2	124.05	63.124
其它设备	1	72.00	36.638
设备构支架	1	0.47	0.237

表 3-30 2024 年 500 千伏断路器按部件分类的非计划停运情况

非计划停运部件	非计划停运次数(次)	非计划停运时间(小时)	占非计划停运总时间的百分比(%)
本体其他部件	48	1636.55	43.222
操作机构	17	398.09	10.514
一次系统	11	419.20	11.071
灭弧部份	6	1048.66	27.696
端子箱	4	46.12	1.218
继电保护	3	26.52	0.700
其它设备	2	201.70	5.327
远动系统	2	9.51	0.251

表 3-31 2024 年 750 千伏断路器按部件分类的非计划停运情况

非计划停运部件	非计划停运次数(次)	非计划停运时间(小时)	占非计划停运总时间的百分比(%)
灭弧部份	1	161.48	99.142
其它	1	1.40	0.858

### (三) 按责任因素分析

2024 年，产品质量不良、气候因素和自然灾害是引起 220 千伏及以上断路器非计划停运次数较多的前三位责任原因，分别引起非计划停运 120 次、62 次和 28 次。产品质量不良、管理不当和气候因素是引起 220 千伏及以上断路器非计划停运时间较长的前三位责任原因，分别引起非计划停运 4850.27 小时、1291.34 小时和 842.89 小时。

2024 年各电压等级断路器按责任原因分类的非计划停运情况见表 3-32 至 3-36。

表 3-32 2024 年 220 千伏及以上断路器按责任原因分类的非计划停运情况

非计划停运原因	非计划停运次数(次)	非计划停运时间(小时)	占非计划停运总时间的百分比(%)
产品质量不良	120	<b>4850.27</b>	51.932
气候因素	62	<b>842.89</b>	9.025
自然灾害	28	423.84	4.538
设备老化	24	778.90	8.340
外部原因	13	92.15	0.987
其它设备	10	33.94	0.363

非计划停运原因	非计划停运次数(次)	非计划停运时间(小时)	占非计划停运总时间的百分比(%)
外力损坏	8	223.35	2.391
施工安装不良	7	178.74	1.914
电力系统影响	6	397.96	4.261
检修质量不良	4	115.29	1.234
管理不当	3	<b>1291.34</b>	13.827
动物事故	2	0.03	0.000
其它	1	72.00	0.771
燃料影响	1	37.63	0.403
规划、设计不周	1	1.25	0.013

表 3-33 2024 年 220 千伏断路器按责任原因分类的非计划停运情况

非计划停运原因	非计划停运次数(次)	非计划停运时间(小时)	占非计划停运总时间的百分比(%)
气候因素	53	739.75	14.243
产品质量不良	48	1480.12	28.498
自然灾害	27	422.83	8.141
设备老化	19	716.05	13.786
外部原因	10	90.13	1.735
其它设备	8	29.91	0.576
外力损坏	7	129.68	2.497
施工安装不良	5	131.39	2.530
电力系统影响	4	11.98	0.231
管理不当	3	1291.34	24.863
检修质量不良	3	111.76	2.152
动物事故	2	0.03	0.001
燃料影响	1	37.63	0.725
规划、设计不周	1	1.25	0.024

表 3-34 2024 年 330 千伏断路器按责任原因分类的非计划停运情况

非计划停运原因	非计划停运次数(次)	非计划停运时间(小时)	占非计划停运总时间的百分比(%)
设备老化	2	26.65	13.561
产品质量不良	1	97.87	49.801
其它	1	72.00	36.638

表 3-35 2024 年 500 千伏断路器按责任原因分类的非计划停运情况

非计划停运原因	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比(%)
产品质量不良	70	3110.80	82.158
气候因素	9	103.15	2.724
设备老化	3	36.20	0.956
外部原因	3	2.02	0.053
电力系统影响	2	385.98	10.194
施工安装不良	2	47.36	1.251
外力损坏	1	93.67	2.474
检修质量不良	1	3.53	0.093
其它设备	1	2.63	0.070
自然灾害	1	1.01	0.027

表 3-36 2024 年 750 千伏断路器按责任原因分类的非计划停运情况

非计划停运原因	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比(%)
产品质量不良	1	161.48	99.142
其它	1	1.40	0.858

#### (四) 按制造厂家分析

断路器按制造厂家分类的可靠性指标情况见表 3-37 至表 3-41。

表 3-37 2024 年 220 千伏断路器按制造厂家分类的非计划停运情况

制造厂家	统计台数(台)		可用系数(%)		强迫停运率(次/百台年)	设备因素影响		
	2023 年	2024 年	2023 年	2024 年		非停时间(小时/台年)*	占该厂非停总时间比例(%)**	强迫停运率(次/百台年)
西门子(SIEMENS)公司	10641	11641	99.885	99.804	0.25	0.07	77.528	0.10
ABB 公司	9927	9666	99.822	99.765	0.23	0.01	31.111	0.07
河南平高电气股份有限公司 (平顶山高压开关厂)	6235	5840	99.859	99.814	0.63	0.07	42.138	0.12
中国西电	3888	3770	99.862	99.806	0.66	0.02	7.258	0.05
AREVA 公司	2357	2762	99.838	99.798	0.07	0.01	57.895	0.04
山东泰开高压开关有限公司	1881	2556	99.898	99.869	0.63	0.03	20.000	0.16
江苏省如高高压电器有限公司	1525	2173	99.921	99.866	0.24	0.00	0.000	0.00

制造厂家	统计台数（台）		可用系数（%）		强迫停运率(次/百台年)	设备因素影响		
	2023年	2024年	2023年	2024年		非停时间(小时/台年)*	占该厂非停总时间比例(%)**	强迫停运率(次/百台年)
阿尔斯通公司	2172	1952	99.868	99.801	0.30	0.00	8.333	0.05
新东北电气（沈阳）高压开关有限公司（沈阳高压开关有限责任公司）	849	552	99.932	99.668	0.85	0.00	0.265	0.17
上海思源高压开关有限公司	163	151	99.728	99.673	0.00	0.00	0.000	0.00
大连华夏泰克电气集团有限公司	107	111	99.827	99.673	0.00	0.00	0.000	0.00

表 3-38 2024 年 330 千伏断路器按制造厂家分类的非计划停运情况

制造厂家	统计台数（台）		可用系数（%）		强迫停运率(次/百台年)	设备因素影响		
	2023年	2024年	2023年	2024年		非停时间(小时/台年)*	占该厂非停总时间比例(%)**	强迫停运率(次/百台年)
中国西电	929	882	99.710	99.775	0.23	0.00	0.000	0.00
河南平高电气股份有限公司（平顶山高压开关厂）	382	387	99.913	99.903	0.26	0.25	100.000	0.26
ABB 公司	355	330	99.761	99.822	0.00	0.00	0.000	0.00
西门子(SIEMENS)公司	189	181	99.653	99.685	0.00	0.00	0.000	0.00
AREVA 公司	99	159	99.624	99.880	0.00	0.00	0.000	0.00
阿尔斯通公司	157	105	99.825	99.902	0.00	0.00	0.000	0.00
上海思源高压开关有限公司	33	60	99.816	99.884	0.00	0.00	0.000	0.00
苏州开关厂	51	37	99.942	100.000	0.00	0.00	0.000	0.00
山东泰开高压开关有限公司	13	20	99.490	99.887	0.00	0.00	0.000	0.00
陕西开关厂	13	15	100.000	100.000	0.00	0.00	0.000	0.00

表 3-39 2024 年 500 千伏断路器按制造厂家分类的非计划停运情况

制造厂家	统计台数（台）		可用系数（%）		强迫停运率(次/百台年)	设备因素影响		
	2023年	2024年	2023年	2024年		非停时间(小时/台年)*	占该厂非停总时间比例(%)**	强迫停运率(次/百台年)
ABB 公司	2865	2938	99.705	99.631	0.33	0.49	94.553	0.13
西门子(SIEMENS)公司	1818	1906	99.764	99.692	0.31	0.02	100.000	0.26
中国西电	1020	887	99.629	99.721	0.55	0.04	37.719	0.11
河南平高电气股份有限公司（平顶山高压开关厂）	641	839	99.607	99.702	0.83	0.28	63.431	0.24

制造厂家	统计台数（台）		可用系数（%）		强迫停运率(次/百台年)	设备因素影响		
	2023年	2024年	2023年	2024年		非停时间(小时/台年)*	占该厂非停总时间比例(%)**	强迫停运率(次/百台年)
AREVA 公司	565	659	99.122	99.345	0.30	0.21	53.488	0.00
阿尔斯通公司	511	448	99.596	99.423	0.42	0.86	51.163	0.21
山东泰开高压开关有限公司	164	322	99.810	99.869	0.00	0.00	0.000	0.00
新东北电气（沈阳）高压开关有限公司（沈阳高压开关有限责任公司）	346	322	99.830	99.584	0.61	0.72	100.000	0.61
上海思源高压开关有限公司	68	232	99.980	99.946	0.88	1.90	96.942	0.88
三菱(MHISUBISHI)公司	180	109	99.881	99.432	0.00	0.00	0.000	0.00

表 3-40 2024 年 750 千伏断路器按制造厂家分类的非计划停运情况

制造厂家	统计台数（台）		可用系数（%）		强迫停运率(次/百台年)	设备因素影响		
	2023年	2024年	2023年	2024年		非停时间(小时/台年)*	占该厂非停总时间比例(%)**	强迫停运率(次/百台年)
河南平高电气股份有限公司（平顶山高压开关厂）	211	221	99.419	99.662	0.45	0.00	0.000	0.00
中国西电	163	140	99.392	99.488	0.74	1.19	100.000	0.74
ABB 公司	133	111	99.542	99.576	0.00	0.00	0.000	0.00
新东北电气（沈阳）高压开关有限公司（沈阳高压开关有限责任公司）	84	78	99.419	99.597	0.00	0.00	0.000	0.00
山东泰开高压开关有限公司	32	39	99.524	99.316	0.00	0.00	0.000	0.00

表 3-41 2024 年 1000 千伏断路器按制造厂家分类的非计划停运情况

制造厂家	统计台数（台）		可用系数（%）		强迫停运率(次/百台年)	设备因素影响		
	2023年	2024年	2023年	2024年		非停时间(小时/台年)*	占该厂非停总时间比例(%)**	强迫停运率(次/百台年)
ABB 公司	18	16	98.093	99.733	0.00	0.00	0.000	0.00
西安西电高压开关有限责任公司（西安高压开关厂）	3	15	99.197	99.946	0.00	0.00	0.000	0.00
河南平高电气股份有限公司（平顶山高压开关厂）	17	13	99.291	100.000	0.00	0.00	0.000	0.00
新东北电气（沈阳）高压开关有限公司（沈阳高压开关有限责任公司）	6	6	98.643	100.000	0.00	0.00	0.000	0.00

## 第五节 架空线路运行可靠性

### 一、2020-2024 年指标对比

2024 年，架空线路的统计数量较 2020 年增加 1439.311 百千米年，五年年均增长率 4.220%，同比增加 859.034 百千米年。架空线路可用系数近 5 年保持在较高水平，2024 年保持上升，2024 年架空线路可用系数较 2020 年上升 0.215 个百分点，同比上升 0.237 个百分点。架空线路强迫停运率近五年相对平稳，2024 年有所上升，受导线、绝缘子等零部件及自然灾害的影响，2024 年架空线路强迫停运率较 2020 年上升 0.047 次/百千米年，同比上升 0.048 次/百千米年。

2020-2024 年架空线路主要可靠性指标及对比见图 3-13 至图 3-15。

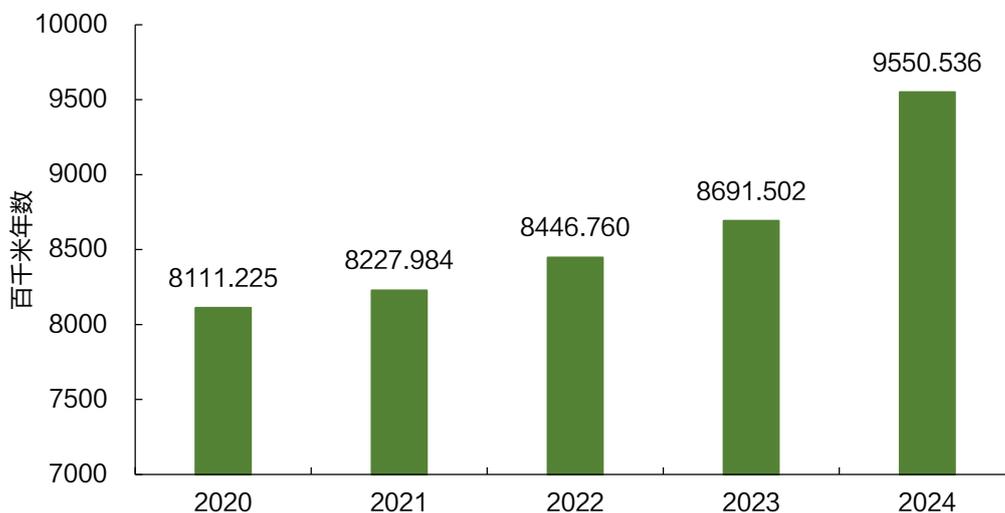


图 3-13 2020-2024 年架空线路统计百千米年数对比

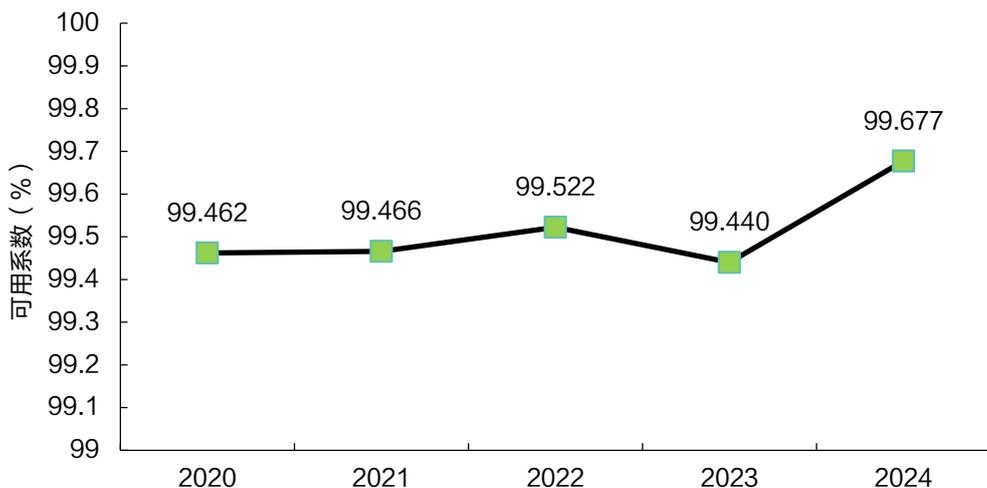


图 3-14 2020-2024 年架空线路可用系数对比

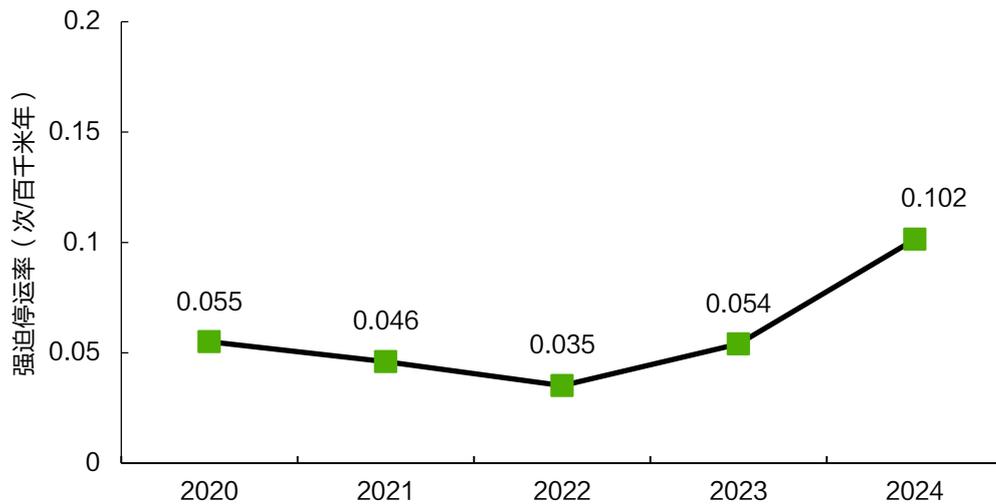


图 3-15 2020-2024 年架空线路强迫停运率对比

## 二、按运行单位分析

2024 年, 电网侧三家集团公司国家电网有限公司、中国南方电网有限责任公司、内蒙古电力(集团)有限责任公司的架空线路可用系数分别是 99.665%、99.705%和 99.934%。

2024 年各单位架空线路运行可靠性指标见表 3-42。

表 3-42 2024 年各单位架空线路运行可靠性指标

单位	统计数量 (百千米年)	可用系数 (%)	计划停运率 (次/百千米年)	计划停运时间 (小时/百千米年)
<b>电网侧综合</b>	<b>9183.250</b>	<b>99.681</b>	<b>0.939</b>	<b>97.378</b>
国家电网有限公司	7262.720	99.665	0.885	102.013
中国南方电网有限责任公司	1612.290	99.705	1.314	91.951
内蒙古电力(集团)有限责任公司	308.250	99.934	0.237	16.559

## 三、按投运时间分析

2024 年, 全国架空线路投运时间在 10 年以上 20 年以内的数量最多, 为 10800 条。可用系数较好的是 5 年以内和 5 年以上 10 年以内的的架空线路, 可用系数分别为 99.741%和 99.705%。非计划停运率较低的是 5 年以上 10 年以内和 10 年以上 20 年以内的架空线路, 非计划停运率分别为 0.088 次/百千米年和 0.097 次/百千米年。

2024 年不同投运时间架空线路可靠性指标情况见表 3-43、图 3-16 和图 3-17。

表 3-43 2024 年架空线路按投运时间分类的可靠性指标情况

投运时间	电压等级 (千伏)	统计数量 (条)	可用系数 (%)	计划停运率 (次/百千米年)	非计划停运率 (次/百千米年)
<5	<b>综合</b>	<b>9410</b>	<b>99.741</b>	<b>1.004</b>	<b>0.134</b>
	220	7670	99.787	1.184	0.147
	330	353	99.891	0.957	0.094
	500	1230	99.454	0.754	0.140
	750	101	99.546	0.284	0.000
	1000	47	98.881	0.506	0.063
5—10	<b>综合</b>	<b>6846</b>	<b>99.705</b>	<b>0.871</b>	<b>0.088</b>
	220	5481	99.759	1.128	0.117
	330	297	99.855	0.379	0.019
	500	922	99.458	0.537	0.053
	750	67	99.284	0.320	0.048
	1000	70	98.776	0.414	0.032
10—20	<b>综合</b>	<b>10800</b>	<b>99.620</b>	<b>0.958</b>	<b>0.097</b>
	220	8725	99.698	1.239	0.131
	330	334	99.636	0.685	0.032
	500	1640	99.228	0.624	0.060
	750	80	99.193	0.206	0.011
	1000	15	98.751	0.568	0.000
≥20	<b>综合</b>	<b>3061</b>	<b>99.640</b>	<b>0.853</b>	<b>0.113</b>
	220	2705	99.691	1.055	0.140
	330	49	99.667	0.386	0.028
	500	307	99.191	0.436	0.059

注：各数值范围中，下限值为包含，上限值为不包含。

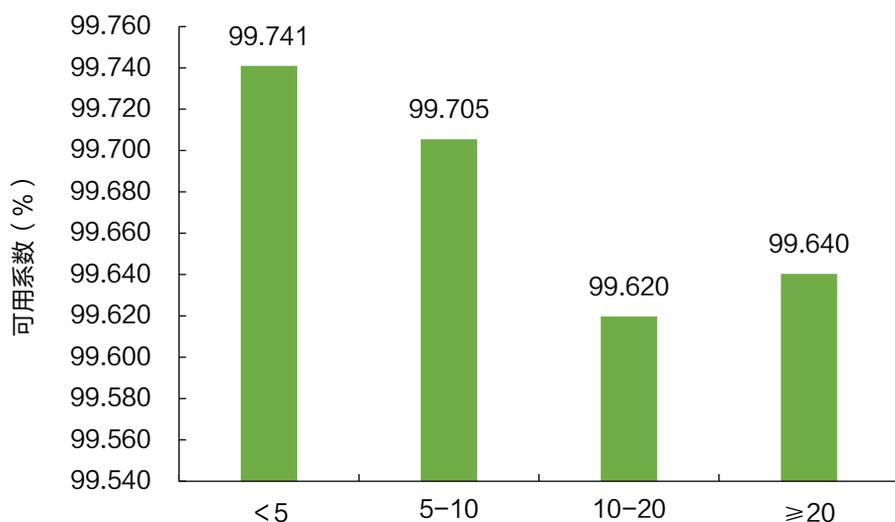


图 3-16 2024 年不同投运时间架空线路可用系数对比

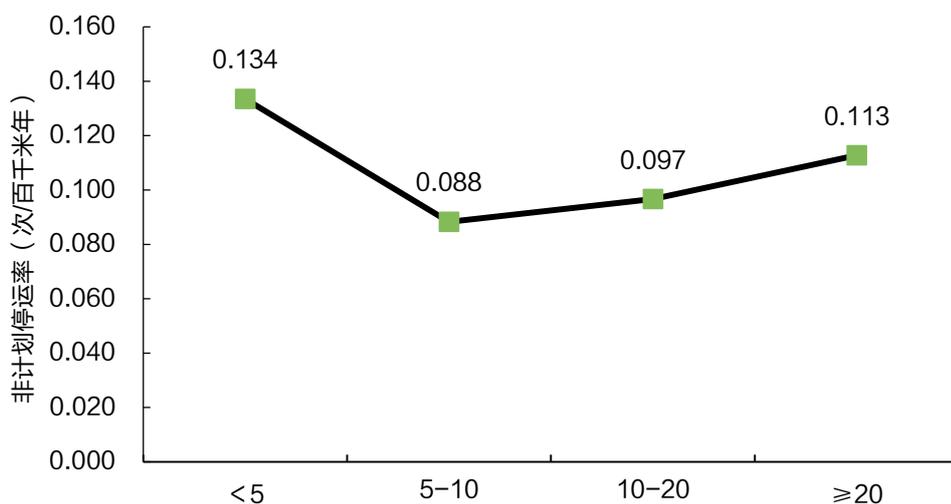


图 3-17 2024 年架空线路不同投运时间非计划停运率对比

#### 四、计划停运、非计划停运影响可用系数比较

2024 年，架空线路可用系数同比上升 0.237 个百分点。计划停运影响可用系数占比为 98.204%，同比下降 0.414 个百分点。非计划停运影响可用系数占比 1.796%，同比上升 0.414 个百分点。

2023、2024 年架空线路计划停运、非计划停运影响可用系数比较见表 3-44。

表 3-44 2023、2024 年架空线路计划停运、非计划停运影响可用系数比较

指标	2023 年	2024 年	比较
可用系数%	99.440	99.677	0.237
计划停运影响可用系数占比%	98.618	98.204	-0.414
非计划停运影响可用系数占比%	1.382	1.796	0.414

## 五、架空线路非计划停运事件分析

2024 年，架空线路共发生非计划停运 994 次，同比增加 473 次。其中 220 千伏有 758 次，同比增加 460 次；330 千伏有 18 次，同比增加 14 次；500 千伏有 205 次，同比增加 2 次；750 千伏有 5 次，同比增加 1 次；1000 千伏有 8 次，同比增加 2 次。2024 年累计非计划停运 1.793 小时/百千米年，同比增加 1.134 小时/百千米年。

### （一）按停运时间分析

非计划停运时间在 1 小时以内的停运次数 360 次，1-5 小时的停运次数 268 次，5-100 小时的停运次数 323 次，100-200 小时的停运次数 22 次，200 小时以上的 21 次。

2024 年架空线路按停运时间分类的非计划停运情况见表 3-45。

表 3-45 2024 年架空线路按停运时间分类的非计划停运情况

架空线非计划停运时间	非计划停运次数
<1	360
1—5	268
5-100	323
100-200	22
≥ 200	21

注：各数值范围中，下限值为包含，上限值为不包含。

2024 年全国架空线路发生 100 小时以上非计划停运事件 43 次，典型事件如下：

2024 年 2 月，国网湖南省电力有限公司检修分公司 500kV 浏云 I 线由于覆冰影响，导致导线断裂，发生 1 次第一类非计划停运，非停时间为 294.67 小时。

2024 年 9 月，南方电网海南电网公司 220kV 龙东 I 线由于台风“摩羯”影响，导致杆塔受损，发生 1 次第一类非计划停运，非停时间为 344.43 小时。

## （二）按部件因素分析

2024年，导线、绝缘子和一次系统是引起220千伏及以上架空线路非计划停运次数较多的前三位部件因素，分别引起非计划停运683次、108次和63次。导线、杆塔和一次系统是引起220千伏及以上架空线路非计划停运时间较长的前三位部件因素，分别引起非计划停运10313.17小时、1783.22小时和1614.35小时。

2024年架空线路按部件分类的非计划停运情况见表3-46至表3-51。

表3-46 2024年220千伏及以上架空线路按部件分类的非计划停运情况

部件	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
导线	683	<b>10313.17</b>	62.697
绝缘子	108	1534.02	9.326
一次系统	63	<b>1614.35</b>	9.814
架空地线	59	628.67	3.822
金具	19	257.05	1.563
杆塔	36	<b>1783.22</b>	10.841
其它	9	82.17	0.500
通讯系统	8	147.95	0.899
引流线	4	5.50	0.033
串联补偿装置	3	51.82	0.315
继电保护	1	31.32	0.190
自动装置	1	0.02	0.000

表3-47 2024年220千伏架空线路按部件分类的非计划停运情况

部件	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
导线	523	5691.05	55.238
一次系统	60	1609.67	15.624
绝缘子	79	792.10	7.688
架空地线	38	364.03	3.533
杆塔	27	1439.32	13.970
金具	14	176.57	1.714
通讯系统	5	61.90	0.601
其它	6	81.95	0.795

部件	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
串联补偿装置	2	50.83	0.493
引流线	2	4.03	0.039
继电保护	1	31.32	0.304
自动装置	1	0.02	0.000

表 3-48 2024 年 330 千伏架空线路按部件分类的非计划停运情况

部件	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
导线	9	34.30	24.964
绝缘子	4	102.85	74.854
其它	2	0.20	0.146
架空地线	2	0.03	0.024
杆塔	1	0.02	0.012

表 3-49 2024 年 500 千伏架空线路按部件分类的非计划停运情况

部件	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
导线	142	4472.967	75.954
绝缘子	24	639.050	10.852
架空地线	19	264.600	4.493
杆塔	7	343.867	5.839
金具	4	75.367	1.280
通讯系统	3	86.050	1.461
一次系统	3	4.683	0.080
引流线	2	1.467	0.025
串联补偿装置	1	0.983	0.017

表 3-50 2024 年 750 千伏架空线路按部件分类的非计划停运情况

部件	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
导线	2	2.00	27.972
金具	1	5.12	71.562
绝缘子	1	0.02	0.233
杆塔	1	0.02	0.233

表 3-51 2024 年 1000 千伏架空线路按部件分类的非计划停运情况

部件	非计划停运次数（次）	非计划停运时间（小时）	占非计划停运总时间的百分比（%）
导线	7	112.85	99.985
其它	1	0.017	0.015

### （三）按责任因素分析

2024 年，气候因素、自然灾害和外力损坏是引起 220 千伏及以上架空线路非计划停运次数较多的前三位责任原因，分别引起非计划停运 425 次、310 次和 108 次。气候因素、自然灾害和外部原因是引起 220 千伏及以上架空线路非计划停运时间较长的前三位责任原因，分别引起非计划停运 6718.67 小时、3880.95 小时和 1182.72 小时。

2024 年架空线路按责任原因分类的非计划停运情况见表 3-52 至表 3-57。

表 3-52 2024 年 220 千伏及以上架空线路按责任原因分类的非计划停运情况

责任原因	非计划停运次数（次）	非计划停运时间（小时）	占非计划停运总时间的百分比（%）
气候因素	425	<b>6718.67</b>	40.845
自然灾害	310	<b>3880.95</b>	23.594
外力损坏	108	1096.97	6.669
外部原因	29	<b>1182.72</b>	7.190
动物事故	29	221.35	1.346
产品质量不良	24	533.58	3.244
设备老化	19	454.60	2.764
其它	11	341.60	2.077
运行不当	10	231.03	1.405
管理不当	9	927.65	5.639
规划、设计不周	8	283.62	1.724
施工安装不良	6	500.07	3.040
责任原因不明	3	0.28	0.002
电力系统影响	2	55.98	0.340
检修质量不良	1	20.17	0.123

表 3-53 2024 年 220 千伏架空线路按责任原因分类的非计划停运情况

责任原因	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
气候因素	318	4038.77	39.201
自然灾害	235	2147.42	20.843
外力损坏	81	609.00	5.911
外部原因	28	1182.63	11.479
动物事故	26	220.25	2.138
产品质量不良	17	474.58	4.606
设备老化	15	237.65	2.307
其它	11	341.60	3.316
运行不当	9	156.43	1.518
规划、设计不周	6	224.37	2.178
管理不当	4	228.87	2.221
施工安装不良	3	364.80	3.541
电力系统影响	2	55.98	0.543
责任原因不明	2	0.27	0.003
检修质量不良	1	20.17	0.196

表 3-54 2024 年 330 千伏架空线路按责任原因分类的非计划停运情况

责任原因	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
自然灾害	5	18.25	13.282
产品质量不良	4	12.47	9.073
气候因素	4	2.67	1.941
设备老化	2	101.73	74.042
外力损坏	2	2.27	1.650
动物事故	1	0.02	0.012

表 3-55 2024 年 500 千伏架空线路按责任原因分类的非计划停运情况

责任原因	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
气候因素	98	2565.65	43.567
自然灾害	67	1714.25	29.109
管理不当	5	698.78	11.866

责任原因	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
外力损坏	22	483.43	8.209
施工安装不良	2	130.15	2.210
设备老化	2	115.22	1.956
运行不当	1	74.60	1.267
规划、设计不周	2	59.25	1.006
产品质量不良	3	46.53	0.790
动物事故	2	1.08	0.018
外部原因	1	0.08	0.001

表 3-56 2024 年 750 千伏架空线路按责任原因分类的非计划停运情况

责任原因	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
气候因素	2	1.15	16.084
施工安装不良	1	5.12	71.562
外力损坏	1	0.87	12.121
自然灾害	1	0.02	0.233

表 3-57 2024 年 1000 千伏架空线路按责任原因分类的非计划停运情况

责任原因	非计划停运次数 (次)	非计划停运时间 (小时)	占非计划停运总时间的 百分比 (%)
气候因素	3	110.43	97.844
外力损坏	2	1.40	1.240
自然灾害	2	1.02	0.901
责任原因不明	1	0.02	0.015

## 第四章 2024 年全国直流输电系统运行可靠性

### 第一节 直流输电系统总体情况

2024 年，全国纳入可靠性管理的直流输电系统数量为 51 个，其中包括 18 个点对点超高压直流输电系统、19 个点对点特高压直流输电系统、9 个背靠背直流输电系统和 5 个多端直流输电系统。直流系统额定输送容量总计 233574 兆瓦，其中 2024 年增加 1200 兆瓦。直流输电线路总长度为 52949 千米，同比增加 110 千米。

2024 年纳入可靠性管理的直流输电系统基本情况见表 4-1。

表 4-1 2024 年纳入可靠性管理的直流输电系统基本情况

序号	系统名称	极（单元）	投运日期	额定电压（千伏）	额定输送容量（兆瓦）	线路长度（千米）	电网集团
点对点超高压直流输电系统							
1	葛南直流输电系统	极 I	1989-09-01	±500	1164	1106	国家电网
		极 II	1990-08-01				
2	天广直流输电系统	极 I	2000-12-26	±500	1800	963	南方电网
		极 II	2001-06-26				
3	龙政直流输电系统	极 I	2003-06-01	±500	3000	860	国家电网
		极 II	2003-06-01				
4	江城直流输电系统	极 I	2004-06-01	±500	3000	941	国家电网
		极 II	2004-06-01				
5	宜华直流输电系统	极 I	2006-12-01	±500	3000	1060	国家电网
		极 II	2006-12-01				
6	兴安直流输电系统	极 I	2007-12-03	±500	3000	1194	南方电网
		极 II	2007-06-21				
7	德宝直流输电系统	极 I	2010-04-21	±500	3000	534	国家电网
		极 II	2010-04-21				
8	伊穆直流输电系统	极 I	2010-09-30	±500	3000	913	国家电网
		极 II	2010-09-30				
9	银东直流输电系统	极 I	2011-03-25	±660	4000	1335	国家电网
		极 II	2011-03-25				

序号	系统名称	极（单元）	投运日期	额定电压 (千伏)	额定输送 容量 (兆瓦)	线路 长度 (千米)	电网 集团
10	林枫直流 输电系统	极 I	2011-05-02	±500	3000	978	国家 电网
		极 II	2011-05-02				
11	柴拉直流 输电系统	极 I	2012-06-10	±400	600	1034	国家 电网
		极 II	2012-06-10				
12	牛从甲直流 输电系统 (溪洛渡-广东)	极 I	2014-04-11	±500	3200	1225	南方 电网
		极 II	2013-10-12				
13	牛从乙直流 输电系统 (溪洛渡-广东)	极 I	2014-06-29	±500	3200	1225	南方 电网
		极 II	2014-06-29				
14	金中直流 输电系统	极 I	2016-06-18	±500	3200	1105	南方 电网
		极 II	2016-06-18				
15	永富直流 输电系统	极 I	2016-06-30	±500	3000	577	南方 电网
		极 II	2016-06-30				
16	厦门柔性直流 输电系统	极 I	2015-12-17	±320	2000	11	国家 电网
		极 II	2015-12-17				
17	如东柔性直流 输电系统	极 I	2021-10-19	±400	1100	108	中国 三峡
		极 II	2021-10-19				
18	游圃直流输电系统	对称单极	2024-04-28	±200	1200	110	国家 电网
<b>点对点特高压直流输电系统</b>							
19	楚穗直流 输电系统	极 I	2010-06-18	±800	5000	1374	南方 电网
		极 II	2009-12-28				
20	复奉直流 输电系统	极 I	2010-07-26	±800	6400	1907	国家 电网
		极 II	2010-07-26				
21	锦苏直流 输电系统	极 I	2012-12-06	±800	7200	2078	国家 电网
		极 II	2012-12-06				
22	天中直流 输电系统	极 I	2014-01-25	±800	8000	2192	国家 电网
		极 II	2014-01-25				
23	宾金直流 输电系统	极 I	2014-07-03	±800	8000	1653	国家 电网
		极 II	2014-07-03				
24	普侨直流 输电系统	极 I	2015-05-30	±800	5000	1412	南方 电网
		极 II	2014-01-29				
25	灵绍直流 输电系统	极 I	2016-08-24	±800	8000	1720	国家 电网
		极 II	2016-08-24				

序号	系统名称	极（单元）	投运日期	额定电压 (千伏)	额定输送 容量 (兆瓦)	线路 长度 (千米)	电网 集团
26	祁韶直流 输电系统	极 I	2017-06-23	±800	8000	2383	国家 电网
		极 II	2017-06-23				
27	雁淮直流 输电系统	极 I	2017-06-30	±800	8000	1119	国家 电网
		极 II	2017-06-30				
28	鲁固直流 输电系统	极 I	2018-01-01	±800	10000	1234	国家 电网
		极 II	2018-01-01				
29	锡泰直流 输电系统	极 I	2018-01-01	±800	10000	1620	国家 电网
		极 II	2018-01-01				
30	新东直流 输电系统	极 I	2018-05-28	±800	5000	1958	南方 电网
		极 II	2018-05-28				
31	昭沂直流 输电系统	极 I	2019-01-01	±800	10000	1238	国家 电网
		极 II	2019-01-01				
32	吉泉直流 输电系统	极 I	2019-07-01	±1100	12000	3284	国家 电网
		极 II	2019-07-01				
33	青豫直流 输电系统	极 I	2019-12-30	±800	8000	1563	国家 电网
		极 II	2019-12-30				
34	雅湖直流 输电系统	极 I	2021-06-21	±800	8000	1696	国家 电网
		极 II	2021-06-21				
35	陕武直流 输电系统	极 I	2021-12-21	±800	8000	1137	国家 电网
		极 II	2022-09-30				
36	建苏直流 输电系统	极 I	2022-12-01	±800	8000	2087	国家 电网
		极 II	2022-12-01				
37	金塘直流 输电系统	极 I	2023-06-01	±800	8000	2140	国家 电网
		极 II	2023-06-01				
<b>背靠背直流输电系统</b>							
38	灵宝背靠背	单元 I	2005-07-01	±120	360	0	国家 电网
		单元 II	2009-12-15	±167	750		
39	高岭背靠背	单元 I	2008-11-01	±125	750	0	国家 电网
		单元 II	2008-11-01	±125	750		
		单元 III	2012-11-13	±125	750		
		单元 IV	2012-11-13	±125	750		
40	黑河背靠背	单元 I	2012-01-07	±125	750	0	国家 电网

序号	系统名称	极（单元）	投运日期	额定电压 (千伏)	额定输送 容量 (兆瓦)	线路 长度 (千米)	电网 集团
41	鲁西背靠背	单元 I	2016-06-30	±160	1000	0	南方 电网
		单元 II	2016-08-29	±350	1000		
		单元 III	2017-06-30	±160	1000		
42	宜昌柔性直流 背靠背 (渝鄂直流北通道)	单元 I	2019-06-01	±420	1250	0	国家 电网
		单元 II	2019-06-01	±420	1250		
43	施州柔性直流 背靠背环流站 (渝鄂直流南通道)	单元 I	2019-06-01	±420	1250	0	国家 电网
		单元 II	2019-06-01	±420	1250		
44	云霄背靠背	单元 I	2022-10-01	±100	1000	0	国家 电网
		单元 II	2022-10-01	±100	1000		南方 电网
45	南粤背靠背	单元 I	2022-05-25	±300	3000	0	南方 电网
		单元 II	2022-05-25				
46	粤中背靠背	单元 I	2022-03-29	±300	3000	0	南方 电网
		单元 II	2022-03-29				
<b>多端直流输电系统</b>							
47	禄高肇直流 输电系统	极 I 极 II	2004-09-24 (高肇极 I)	±500	3000	1277	南方 电网
			2004-05-31 (高肇极 II)				
			2020-06-11 (禄高)				
48	昆柳龙直流 输电系统	极 I	2020-07-31 (昆龙两端低端)	±800	8000	1489	南方 电网
		极 II	2020-12-27 (三端)				
49	张北柔性直流 输电系统	正极	2022-01-04	±500	4500	766	国家 电网
		负极	2022-01-04	±500			
50	舟山柔性直流 输电系统	正极	2014-07-04	±200	1000	281	国家 电网
		负极	2014-07-04	±200			
51	南澳柔性直流 输电系统	单极	2013-12-25 (三端)	±160	150	62	南方 电网

## 第二节 可靠性指标总体情况

2024年，全国直流输电系统运行情况平稳，纳入可靠性统计的50个<sup>3</sup>系统合计能量可用率<sup>4</sup>为95.802%，同比下降1.012个百分点；合计能量利用率为48.75%，同比上升6.68个百分点；总计强迫停运26次，同比下降6次。

2023年、2024年全国纳入可靠性统计的直流输电系统可靠性指标见表4-2。

表4-2 2023年、2024年全国纳入可靠性统计的直流输电系统可靠性指标

可靠性指标	年份	直流系统类型				合计
		点对点超高压系统	点对点特高压系统	背靠背系统	多端系统	
系统数量 (个)	2023年	16	18	8	5	47
	2024年	17	19	9	5	50
额定输送容量 (兆瓦)	2023年	42264	142600	20860	16650	220374
	2024年	44264	150600	20860	16650	232374
能量可用率 (%)	2023年	97.512	97.022	93.110	-	96.814
	2024年	97.391	94.884	97.269	-	95.802
强迫停运次数 (次)	2023年	11	12	3	6	32
	2024年	6	12	2	6	26
强迫能量不可用率 (%)	2023年	0.044	0.105	0.027	-	0.085
	2024年	0.029	0.129	0.030	-	0.092
计划能量不可用率 (%)	2023年	2.435	2.872	6.863	-	3.187
	2024年	2.580	4.987	2.701	-	4.106
总输送电量 (亿千瓦时)	2023年	1693.53	5679.49	678.91	511.16	8563.09
	2024年	1908.68	6661.45	847.08	557.12	9974.34
能量利用率 (%)	2023年	45.75	45.47	41.09	40.10	42.07
	2024年	49.22	50.49	46.36	43.71	48.75

### 一、点对点超高压直流输电系统可靠性指标

#### (一) 能量可用率与强迫停运次数

<sup>3</sup> 游图直流输电系统运行时间不满一年，不计入运行数据统计。

<sup>4</sup> 本报告中能量可用率、强迫能量不可用率、计划能量不可用率、能量利用率等可靠性合计指标计算方法为各系统指标按照额定输送容量加权计算。

2024年，纳入可靠性统计的点对点超高压系统17个，合计能量可用率97.391%，同比下降0.121个百分点；强迫能量不可用率0.029%，同比下降0.015个百分点，计划能量不可用率2.580%，同比上升0.145个百分点。其中兴安系统能量可用率最高，为100%，江城系统最低，为93.766%。天广、龙政、兴安、伊穆、银东、林枫、牛从甲、牛从乙、金中、永富、如东11个系统的强迫能量不可用率最低，为0%；葛南系统最高，为0.522%。兴安系统的计划能量不可用率最低，为0%；江城系统最高，为6.180%。

与2023年相比<sup>5</sup>，牛从甲、宜华、金中、柴拉、如东、兴安、银东、伊穆8个系统的能量可用率分别上升4.513、1.833、1.738、1.511、1.300、1.265、0.773、0.364个百分点，江城、葛南、天广、林枫、德宝、永富、龙政、牛从乙8个系统的能量可用率分别下降5.666、5.157、2.692、1.997、1.934、0.552、0.350、0.166个百分点。

2024年，点对点超高压直流输电系统强迫停运次数6次，均为单极强迫停运，同比下降5次，其中葛南系统发生2次单极强迫停运，江城、宜华、柴拉、厦门4个系统各发生1次单极强迫停运。天广、龙政、兴安、德宝、伊穆、银东、林枫、牛从甲、牛从乙、金中、永富、如东12个系统全年未发生强迫停运。

2024年点对点超高压直流输电系统主要可靠性指标见表4-3。

表4-3 2024年点对点超高压直流输电系统主要可靠性指标

系统	能量可用率 (%)	强迫能量不可用率 (%)	计划能量不可用率 (%)	单极强迫停运		双极强迫停运	
				次数 (次)	时间 (小时)	次数 (次)	时间 (小时)
葛南	94.843	0.522	4.630	2	45.86	0	0
天广	96.320	0	3.680	0	0	0	0
龙政	97.178	0	2.820	0	0	0	0
江城	93.766	0.059	6.180	1	5.14	0	0
宜华	99.775	0.087	0.140	1	7.62	0	0
兴安	100	0	0	0	0	0	0
德宝	95.862	0.087	4.140	0	0	0	0
伊穆	97.783	0	2.220	0	0	0	0
银东	97.021	0	2.980	0	0	0	0
林枫	95.871	0	4.130	0	0	0	0

<sup>5</sup> 厦门柔性直流输电系统2023年全年在检修，因此2024年可靠性统计同比情况均不涵盖

系统	能量可用率 (%)	强迫能量不可用率 (%)	计划能量不可用率 (%)	单极强迫停运		双极强迫停运	
				次数 (次)	时间 (小时)	次数 (次)	时间 (小时)
柴拉	97.231	0.180	2.590	1	15.54	0	0
牛从甲	99.640	0	0.360	0	0	0	0
牛从乙	96.880	0	3.120	0	0	0	0
金中	99.350	0	0.650	0	0	0	0
永富	96.160	0	3.840	0	0	0	0
如东	98.560	0	1.440	0	0	0	0
厦门	98.163	0.080	1.760	1	6.73	0	0
合计	97.391	0.029	2.580	6	80.89	0	0

## (二) 能量输送情况

2024年，17个点对点超高压直流输电系统总输送电量1908.68亿千瓦时，同比增加215.15亿千瓦时；能量利用率为49.22%，同比上升3.48个百分点。其中兴安系统能量利用率最高，达到69.27%，如东系统能量利用率最低，为23.85%。

与2023年相比，葛南、天广、龙政、宜华、兴安、伊穆、银东、林枫、牛从甲、牛从乙、金中11个系统的能量利用率分别上升30.63、14.06、5.23、5.03、2.61、2.66、14.59、4.80、7.40、8.57、6.74个百分点；江城、德宝、柴拉、永富、如东5个系统分别下降1.78、3.00、4.79、4.19、7.17个百分点。

2024年点对点超高压直流输电系统能量输送情况见表4-4。

表4-4 2024年点对点超高压直流输电系统能量输送情况

系统	额定输送容量 (兆瓦)	总输送电量 (亿千瓦时)	能量利用率 (%)
葛南	1164	57.60	56.33
天广	1800	57.73	36.52
龙政	3000	121.95	46.28
江城	3000	145.85	55.35
宜华	3000	84.15	31.93
兴安	3000	182.54	69.27
德宝	3000	156.95	59.56
伊穆	3000	137.31	52.10
银东	4000	225.30	64.12
林枫	3000	131.95	50.07
柴拉	600	26.69	50.63

系统	额定输送容量(兆瓦)	总输送电量(亿千瓦时)	能量利用率(%)
牛从甲	3200	160.94	57.26
牛从乙	3200	162.89	57.95
金中	3200	136.72	48.64
永富	3000	75.46	28.71
如东	1100	23.05	23.85
厦门	2000	21.60	24.59
合计	44264	1908.68	49.22

### (三) 可靠性指标

2024年,宜都、兴仁、宝安3个站的能量可用率最高,为100%,富宁站最低,为96.160%。富宁站的计划能量不可用率最高,为3.840%,南桥站的强迫能量不可用率最高,为0.522%。

2024年点对点超高压直流输电系统中各发生强迫停运4次,均为单极强迫停运,同比减少1次。南桥站停运2次,江陵、华新站各停运1次。

2024年点对点超高压直流输电系统换流站指标见表4-5。

表4-5 2024年点对点超高压直流输电系统换流站指标

	能量可用率 (%)	强迫能量不可用率 (%)	计划能量不可用率 (%)	强迫停运次数		
				单极	双极	合计
葛洲坝	98.201	0	1.799	0	0	0
南桥	97.241	0.522	2.237	2	0	2
天生桥	96.320	0	3.680	0	0	0
广州	96.390	0	3.610	0	0	0
龙泉	98.286	0	1.714	0	0	0
政平	98.763	0	1.237	0	0	0
江陵	99.941	0.059	0	1	0	1
鹅城	99.542	0	0.458	0	0	0
宜都	100	0	0	0	0	0
华新	99.775	0.087	0.138	1	0	1
兴仁	100	0	0	0	0	0
宝安	100	0	0	0	0	0
德阳	97.854	0	2.146	0	0	0
宝鸡	98.238	0	1.762	0	0	0
伊敏	98.175	0	1.825	0	0	0

	能量可用率 (%)	强迫能量不可用率 (%)	计划能量不可用率 (%)	强迫停运次数		
				单极	双极	合计
穆家	98.621	0	1.379	0	0	0
银川东	98.469	0	1.531	0	0	0
胶东	98.702	0	1.298	0	0	0
团林	98.552	0	1.448	0	0	0
枫泾	98.278	0	1.722	0	0	0
柴达木	97.501	0	2.499	0	0	0
拉萨	97.692	0	2.308	0	0	0
从西	99.640	0	0.360	0	0	0
牛寨	99.640	0	0.360	0	0	0
从西	97.380	0	2.620	0	0	0
牛寨	97.380	0	2.620	0	0	0
金官	99.350	0	0.650	0	0	0
桂中	99.350	0	0.650	0	0	0
永仁	96.164	0	3.836	0	0	0
富宁	96.160	0	3.840	0	0	0
浦园	98.322	0.077	1.602	0	0	0
鹭岛	98.387	0	1.613	0	0	0
绿谷	98.560	0	1.440	0	0	0
黄沙洋	98.560	0	1.440	0	0	0
合计强迫停运次数				4	0	4

## 二、点对点特高压直流输电系统可靠性指标

### (一) 能量可用率与强迫停运次数

2024年，纳入可靠性统计的19个点对点特高压直流输电系统合计能量可用率为94.884%，同比下降2.138个百分点；强迫能量不可用率为0.129%，同比上升0.024个百分点；计划能量不可用率为4.987%，同比上升2.115个百分点。其中楚穗系统的能量可用率最高，为99.480%；雅湖系统最低，为92.034%。复奉、锦苏、天中、宾金、普侨、祁韶、雁淮、昭沂、吉泉、青豫、雅湖11个系统的强迫能量不可用率最低，为0%；金塘系统最高，为0.619%。楚穗系统的计划能量不可用率最低，为0.300%；雅湖系统最高，为7.966%。

与 2023 年相比<sup>6</sup>，楚穗、宾金 2 个系统的能量可用率分别上升 7.447、1.024 个百分点；复奉、锦苏、天中、普侨、灵绍、祁韶、雁淮、鲁固、锡泰、新东、昭沂、吉泉、青豫、雅湖、陕武、建苏 16 个系统分别下降 1.870、0.032、3.528、1.284、2.303、0.446、0.601、0.968、1.578、6.760、3.584、3.901、0.038、6.026、3.162、7.373 个百分点。

2024 年，点对点特高压直流输电系统强迫停运次数 12 次，同比持平，其中锡泰系统发生 1 次双极强迫停运，灵绍、锡泰、新东、陕武 4 个系统各发生 1 次单极强迫停运。复奉、锦苏、天中、宾金、普侨、祁韶、雁淮、昭沂、吉泉、青豫、雅湖 11 个系统全年未发生强迫停运。

2024 年点对点特高压直流输电系统主要可靠性指标见表 4-6。

表 4-6 2024 年点对点特高压直流输电系统主要可靠性指标

系统	能量可用率 (%)	强迫能量不可用率 (%)	计划能量不可用率 (%)	阀组强迫停运		单极强迫停运		双极强迫停运	
				次数	小时	次数	小时	次数	小时
楚穗	99.480	0.220	0.300	2	75.75	0	0	0	0
复奉	95.800	0	4.200	0	0	0	0	0	0
锦苏	94.729	0	5.271	0	0	0	0	0	0
天中	95.377	0	4.623	0	0	0	0	0	0
宾金	94.537	0	5.463	0	0	0	0	0	0
普侨	94.620	0	5.380	0	0	0	0	0	0
灵绍	94.788	0.179	5.033	0	0	1	31.53	0	0
祁韶	92.824	0	7.176	0	0	0	0	0	0
雁淮	97.112	0	2.888	0	0	0	0	0	0
鲁固	96.710	0.431	2.858	1	151.60	0	0	0	0
锡泰	95.693	0.196	4.111	0	0	1	26.52	1	7.92
新东	93.240	0.010	6.750	0	0	1	1.95	0	0
昭沂	95.891	0	4.109	0	0	0	0	0	0
吉泉	93.403	0	6.597	0	0	0	0	0	0
青豫	96.327	0	3.673	0	0	0	0	0	0
雅湖	92.034	0	7.966	0	0	0	0	0	0
陕武	94.548	0.190	5.262	0	0	1	33.35	0	0
建苏	92.052	0.508	7.440	2	521.42	0	0	0	0

<sup>6</sup> 金塘直流系统 2023 年投运不足 1 年，无运行数据，因此 2024 年可靠性统计指标同比情况均不涵盖。

系统	能量可用率 (%)	强迫能量不可用率 (%)	计划能量不可用率 (%)	阀组强迫停运		单极强迫停运		双极强迫停运	
				次数	小时	次数	小时	次数	小时
金塘	94.641	0.619	4.740	2	217.57	0	0	0	0
合计	94.884	0.129	4.987	7	966.33	4	93.35	1	7.92

## (二) 能量输送情况

2024年，19个点对点特高压直流输电系统总输送电量6661.45亿千瓦时，同比增加了981.96亿千瓦时；能量利用率为50.49%，同比上升5.02个百分点；其中灵绍系统能量利用率最高，为79.28%，雅湖系统能量利用率最低，为25.28%。

与2023年相比<sup>7</sup>，楚穗、复奉、锦苏、宾金、普侨、灵绍、祁韶、雁淮、鲁固、锡泰、新东、昭沂、吉泉、青豫、陕武、建苏16个系统的能量利用率分别上升12.91、0.05、5.85、7.06、12.51、9.83、2.40、10.68、0.63、8.67、6.90、11.47、5.87、0.23、13.26、2.76个百分点；天中、雅湖2个系统分别下降2.83、0.86个百分点。

2024年点对点特高压直流输电系统能量输送情况见表4-7。

表4-7 2024年点对点特高压直流输电系统能量输送情况

系统	额定输送容量(兆瓦)	总输送电量(亿千瓦时)	能量利用率(%)
楚穗	5000	224.79	51.18
复奉	6400	263.78	46.92
锦苏	7200	342.05	54.08
天中	8000	454.09	64.62
宾金	8000	288.47	41.05
普侨	5000	173.64	39.54
灵绍	8000	557.13	79.28
祁韶	8000	354.04	50.38
雁淮	8000	543.86	77.39
鲁固	10000	445.28	50.69
锡泰	10000	442.12	50.33
新东	5000	238.38	54.28
昭沂	10000	448.25	51.03
吉泉	12000	683.73	64.86
青豫	8000	190.36	27.09
雅湖	8000	177.63	25.28

<sup>7</sup> 金塘直流系统2023年投运不足1年，无运行数据，因此2023年可靠性统计指标同比情况均不涵盖。

系统	额定输送容量(兆瓦)	总输送电量 (亿千瓦时)	能量利用率(%)
陕武	8000	335.89	47.80
建苏	8000	254.12	36.16
金塘	8000	243.85	34.70
合计	150600	6661.45	50.49

### (三) 各可靠性指标

2024年,穗东站的能量可用率最高,为99.730%,韶山站最低,为96.113%;韶山站的计划能量不可用率最高,为3.887%,姑苏站的强迫能量不可用率最高,为0.508%。

2024年,点对点特高压直流输电系统均未发生双极强迫停运,陕北站发生1次单极强迫停运,姑苏站发生2次单极强迫停运,楚雄站发生2次阀组强迫停运,广固站、金沙江站各发生1次阀组强迫停运。

2024年点对点特高压直流输电系统换流站指标见表4-8。

表4-8 2024年点对点特高压直流输电系统换流站指标

换流站	能量可用率 (%)	强迫能量不可用率 (%)	计划能量不可用率 (%)	强迫停运次数			
				阀组	单极	双极	合计
楚雄	99.720	0.220	0.060	2	0	0	2
穗东	99.730	0	0.270	0	0	0	0
复龙	98.166	0	1.834	0	0	0	0
奉贤	98.246	0	1.754	0	0	0	0
锦屏	98.202	0	1.798	0	0	0	0
苏州	98.284	0	1.716	0	0	0	0
天山	98.119	0	1.881	0	0	0	0
中州	98.130	0	1.870	0	0	0	0
宜宾	98.248	0	1.752	0	0	0	0
金华	98.281	0	1.719	0	0	0	0
普洱	98.750	0	1.250	0	0	0	0
侨乡	98.700	0	1.300	0	0	0	0
灵州	98.050	0	1.950	0	0	0	0
绍兴	98.322	0	1.678	0	0	0	0
祁连	98.258	0	1.742	0	0	0	0
韶山	96.113	0	3.887	0	0	0	0
雁门关	98.556	0	1.444	0	0	0	0

换流站	能量可用率 (%)	强迫能量不可用率 (%)	计划能量不可用率 (%)	强迫停运次数			
				阀组	单极	双极	合计
淮安	98.282	0	1.718	0	0	0	0
扎鲁特	98.022	0	1.978	0	0	0	0
广固	97.794	0.431	1.774	1	0	0	1
锡盟	97.332	0	2.668	0	0	0	0
泰州	98.276	0	1.724	0	0	0	0
新松	97.310	0	2.690	0	0	0	0
东方	97.240	0	2.760	0	0	0	0
伊克昭	97.953	0	2.047	0	0	0	0
沂南	98.196	0	1.804	0	0	0	0
昌吉	97.909	0	2.091	0	0	0	0
古泉	97.986	0	2.014	0	0	0	0
青南	96.888	0	3.112	0	0	0	0
豫南	98.241	0	1.759	0	0	0	0
雅砻江	98.205	0	1.795	0	0	0	0
鄱阳湖	97.613	0	2.387	0	0	0	0
陕北	98.270	0.190	1.541	0	1	0	1
武汉	98.499	0	1.501	0	0	0	0
建昌	97.075	0	2.925	0	0	0	0
姑苏	96.147	0.508	3.345	0	2	0	2
金沙江	96.681	0.471	2.848	1	0	0	1
钱塘江	96.996	0	3.004	0	0	0	0
合计强迫停运次数				4	3	0	7

### 三、背靠背直流输电系统可靠性指标

#### (一) 能量可用率与强迫停运次数

2024年,纳入可靠性统计的9个背靠背直流输电系统合计能量可用率97.269%,同比上升4.159个百分点;强迫能量不可用率0.030%,同比上升0.003个百分点,计划能量不可用率2.701%,同比下降4.162个百分点。其中鲁西系统的能量可用率最高,为99.170%,粤中系统最低,为94.980%;高陵、黑河、鲁西、施州、粤中、南粤、云霄7个系统的强迫能量不可用率最低,为0%,宜昌系统最高,为0.203%;鲁西系统的计划能量不可用率最低,为0.830%;粤中系统最高,为5.020%。

与2023年相比<sup>8</sup>，灵宝、高岭、黑河、鲁西、施州、粤中、南粤7个系统的能量可用率分别上升0.239、0.596、0.284、2.607、0.710、4.917、19.853个百分点；宜昌系统下降1.488个百分点。

2024年，背靠背直流输电系统共发生2次单元强迫停运，同比减少1次，其中灵宝、宜昌系统各发生1次。

2024年背靠背直流输电系统主要可靠性指标见表4-9。

表4-9 2024年背靠背直流输电系统主要可靠性指标

系统	能量可用率(%)	强迫能量不可用率(%)	计划能量不可用率(%)	单元强迫停运	
				次数	小时
灵宝	98.119	0.116	1.765	1	10.17
高岭	98.211	0	1.789	0	0
黑河	98.640	0	1.360	0	0
鲁西	99.170	0	0.830	0	0
宜昌	97.083	0.203	2.714	1	17.82
施州	98.579	0	1.421	0	0
粤中	94.980	0	5.020	0	0
南粤	96.460	0	3.540	0	0
云霄	95.260	0	4.740	0	0
合计	97.269	0.030	2.701	2	27.99

## (二) 能量输送情况

2024年，纳入可靠性统计的9个背靠背直流输电系统总输送电量847.08亿千瓦时，同比增加168.17亿千瓦时；能量利用率46.36%，同比上升5.27个百分点。其中高岭系统的能量利用率最高，为76.87%，黑河系统最低，为0.47%。

与2023年相比<sup>9</sup>，高岭、鲁西、宜昌、施州、粤中、南粤6个系统的能量利用率分别上升4.15、2.78、20.21、20.17、0.54、16.85个百分点；灵宝、黑河系统分别下降8.37、27.25个百分点。

2024年背靠背直流输电系统能量输送情况见表4-10。

<sup>8</sup> 云霄系统2023年投运不满足1年，无运行数据，因此2023年可靠性统计指标同比情况均不涵盖

<sup>9</sup> 云霄系统2023年投运不满足1年，无运行数据，因此2023年可靠性统计指标同比情况均不涵盖。

表 4-10 2024 年背靠背直流输电系统能量输送情况

系统	额定输送容量(兆瓦)	总输送电量(亿千瓦时)	能量利用率(%)
灵宝	1110	56.16	57.76
高岭	3000	202.57	77.08
黑河	750	0.31	0.47
鲁西	3000	75.09	28.57
宜昌	2500	120.00	54.80
施州	2500	119.10	54.38
粤中	3000	59.52	33.97
南粤	3000	105.91	40.30
云霄	2000	108.41	41.25
合计	20860	847.08	46.36

#### 四、多端直流输电系统可靠性指标

##### (一) 能量输送情况与强迫停运次数

2024 年，纳入可靠性统计的 5 个多端直流输电系统总输送电量 557.12 亿千瓦时，同比增加 45.96 亿千瓦时；能量利用率 43.71%，同比上升 3.61 个百分点。其中禄高肇系统能量利用率最高，为 56.65%，南澳系统最低，为 13.64%。

2024 年，多端直流输电系统共发生强迫停运 6 次，同比持平，其中阀组强迫停运 1 次，单极强迫停运 4 次，双极强迫停运 1 次；禄高肇、舟山系统未发生强迫停运，南澳、张北、昆柳龙系统各发生 3 次、2 次、1 次。

2024 年多端直流输电系统主要可靠性指标见表 4-11。

表 4-11 2024 年多端直流输电系统主要可靠性指标

系统	额定容量 (兆瓦)	总输送电量 (亿千瓦时)	能量利用率 (%)	强迫停运次数				
				阀组	单极	双极	单元	合计
禄高肇	3000	148.87	56.65	0	0	0	0	0
昆柳龙	8000	263.61	37.62	1	0	0	0	1
张北	4500	135.53	51.57	0	2	0	0	2
舟山	1000	7.32	20.88	0	0	0	0	0
南澳	150	1.79	13.64	0	2	1	0	3
合计	16650	557.12	43.71	1	4	1	0	6

### 第三节 强迫停运情况

#### 一、强迫停运情况

2024年，全国直流输电系统共发生26次强迫停运，其中双极强迫停运2次、单极强迫停运14次、阀组强迫停运8次、单元强迫停运2次。

2024年，全国直流输电系统强迫停运等效停运小时累计437.58小时，其中等效停运时间最长的是南澳系统，为99.84小时；天广、龙政等32个系统未发生强迫停运，等效停运时间为0小时。

2024年直流输电系统强迫停运情况见表4-12。

表4-12 2024年直流输电系统强迫停运情况

统计对象	阀组强迫停运		单极强迫停运		双极强迫停运		单元强迫停运		强迫停运合计	
	次数(次)	小时(小时)	次数(次)	小时(小时)	次数(次)	小时(小时)	次数(次)	小时(小时)	次数(次)	等效停运小时(小时)
点对点超高压直流输电系统										
葛南	—	—	2	91.72	0	0	—	—	2	45.86
天广	—	—	0	0	0	0	—	—	0	0
龙政	—	—	0	0	0	0	—	—	0	0
江城	—	—	1	10.28	0	0	—	—	1	5.14
宜华	—	—	1	15.23	0	0	—	—	1	7.62
兴安	—	—	0	0	0	0	—	—	0	0
德宝	—	—	0	0	0	0	—	—	0	0
伊穆	—	—	0	0	0	0	—	—	0	0
银东	—	—	0	0	0	0	—	—	0	0
林枫	—	—	0	0	0	0	—	—	0	0
柴拉	—	—	1	31.08	0	0	—	—	1	15.54
牛从甲	—	—	0	0	0	0	—	—	0	0
牛从乙	—	—	0	0	0	0	—	—	0	0
金中	—	—	0	0	0	0	—	—	0	0
永富	—	—	0	0	0	0	—	—	0	0
如东	—	—	0	0	0	0	—	—	0	0
厦门柔直	—	—	1	13.47	0	0	—	—	1	6.73

统计对象	阀组强迫停运		单极强迫停运		双极强迫停运		单元强迫停运		强迫停运合计	
	次数(次)	小时(小时)	次数(次)	小时(小时)	次数(次)	小时(小时)	次数(次)	小时(小时)	次数(次)	等效停运小时(小时)
点对点特高压直流输电系统										
楚穗	2	75.75	0	0	0	0	—	—	2	18.94
复奉	0	0	0	0	0	0	—	—	0	0
锦苏	0	0	0	0	0	0	—	—	0	0
天中	0	0	0	0	0	0	—	—	0	0
宾金	0	0	0	0	0	0	—	—	0	0
普侨	0	0	0	0	0	0	—	—	0	0
灵绍	0	0	1	31.53	0	0	—	—	1	15.77
祁韶	0	0	0	0	0	0	—	—	0	0
雁淮	0	0	0	0	0	0	—	—	0	0
鲁固	1	151.60	0	0	0	0	—	—	1	37.90
锡泰	0	0	1	26.52	1	7.92	—	—	2	17.22
新东	0	0	1	1.95	0	0	—	—	1	0.975
昭沂	0	0	0	0	0	0	—	—	0	0
吉泉	0	0	0	0	0	0	—	—	0	0
青豫	0	0	0	0	0	0	—	—	0	0
雅湖	0	0	0	0	0	0	—	—	0	0
陕武	0	0	1	33.35	0	0	—	—	1	16.67
建苏	2	521.42	0	0	0	0	—	—	2	44.62
金塘	2	217.57	0	0	0	0	—	—	2	54.39
背靠背直流输电系统										
灵宝	—	—	—	—	—	—	1	10.17	1	10.17
高岭	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
黑河	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
鲁西	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
宜昌	—	—	—	—	—	—	1	17.82	1	17.82
施州	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
粤中	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
南粤	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
云霄	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0

统计对象	阀组强迫停运		单极强迫停运		双极强迫停运		单元强迫停运		强迫停运合计	
	次数(次)	小时(小时)	次数(次)	小时(小时)	次数(次)	小时(小时)	次数(次)	小时(小时)	次数(次)	等效停运小时(小时)
多端直流输电系统										
禄高肇	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
昆柳龙	1	3.92	0	0	0	0	0	0	1	0.98
张北	0	0	2	101.58	0	0	0	0	2	21.40
舟山	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
南澳	0	0	2	331.70	1	31.56	0	0	3	99.84
合计	8	970.25	14	688.42	2	39.48	2	28.00	26	437.58

与2023年相比，总计强迫停运次数同比减少6次，其中双极强迫停运同比增加1次，单极强迫停运同比减少7次，阀组强迫停运同比增加1次，单元强迫停运同比减少1次，累计强迫停运等效停运小时同比减少54.23小时。

2020-2024年全国直流输电系统强迫停运情况见表4-13。

表4-13 2020-2024年全国直流输电系统强迫停运情况

停运类型	指标类别	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年
阀组强迫停运	双阀组系统数量(个)	14	16	17	18	18
	次数(次)	6	5	8	7	8
	平均次数(次/系统·年)	0.429	0.313	0.471	0.389	0.444
单极强迫停运	单极数量(个)	58	64	73	86	90
	次数(次)	13	11	11	21	14
	平均(次/极·年)	0.224	0.172	0.151	0.245	0.156
双极强迫停运	双极数量(个)	29	32	32	34	36
	次数(次)	1	1	1	1	2
	平均次数(次/双极·年)	0.034	0.031	0.031	0.030	0.028
单元强迫停运	背靠背单元数量(个)	14	14	14	16	16
	次数(次)	4	3	5	3	2
	平均次数(次/单元·年)	0.286	0.214	0.357	0.188	0.125

2020-2024年全国直流输电系统平均强迫停运次数见图4-1。

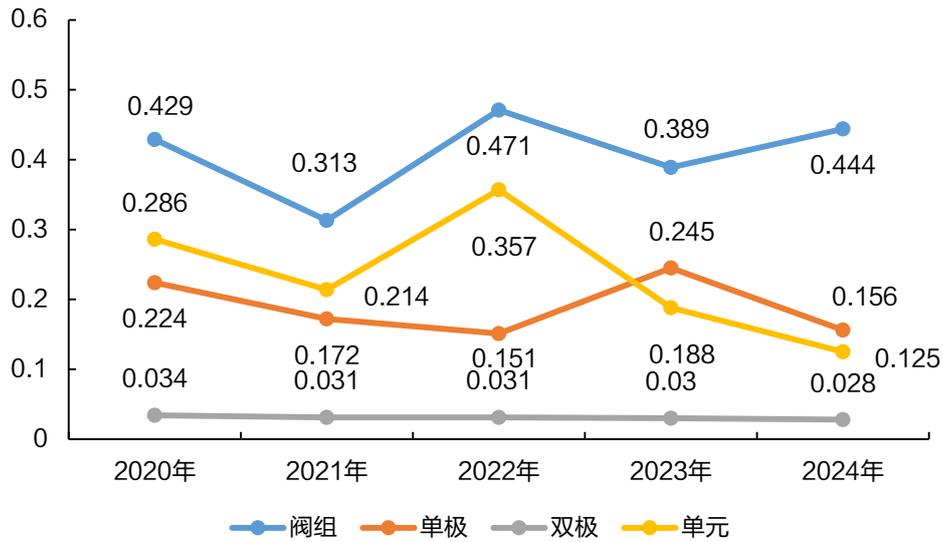


图 4-1 2020-2024 年全国直流输电系统平均强迫停运次数

## 二、强迫停运主要原因分析

2024 年，全国直流输电系统强迫停运主要原因中，交流及辅助设备原因 8 次，次数占比为 30.77%，等效停运小时 200.03 小时，占比最高，为 45.71%；控制保护系统原因 8 次，次数占比为 30.77%，等效停运小时 117.13 小时，占比 26.77%；直流输电线路原因 6 次，次数占比 23.08%，等效停运小时 62.53 小时，占比 14.29%；阀设备原因 2 次，次数占比 7.69%，等效停运小时 46.74 小时，占比 10.68%；直流一次设备原因 1 次，占比 3.85%，等效停运小时 10.17 小时，占比 2.32%；其他原因 1 次，次数占比 3.85%，等效停运小时 0.98 小时，占比 0.22%。

按照交流及其辅助设备（AC-E）、阀设备（V）、控制和保护系统（C&P）、直流一次设备（DC-E）、其他原因（O）、直流输电线路（TL）六大类原因分类统计。

2024 年全国直流输电系统强迫停运的主要分类原因见表 4-14。

表 4-14 2024 年全国直流输电系统强迫停运的主要分类原因

统计对象	AC-E		V		C&P		DC-E		O		TL	
	次数	等效时间	次数	等效时间	次数	等效时间	次数	等效时间	次数	等效时间	次数	等效时间
点对点超高压直流输电系统												
葛南	2	45.86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
天广	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
龙政	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

统计对象	AC-E		V		C&P		DC-E		O		TL	
	次数	等效时间	次数	等效时间	次数	等效时间	次数	等效时间	次数	等效时间	次数	等效时间
江城	0	0	0	0	1	5.14	0	0	0	0	0	0
宜华	0	0	0	0	1	7.62	0	0	0	0	0	0
兴安	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
德宝	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
伊穆	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
银东	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
林枫	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
柴拉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15.54
牛从甲	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
牛从乙	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
金中	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
永富	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
厦门	0	0	0	0	1	6.73	0	0	0	0	0	0
如东	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
点对点特高压直流输电系统												
楚穗	0	0	0	0	2	18.94	0	0	0	0	0	0
复奉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
锦苏	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
天中	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
宾金	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
普侨	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
灵绍	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15.77
祁韶	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
雁淮	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
鲁固	1	37.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
锡泰	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	17.22
新东	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.98
昭沂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
吉泉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
青豫	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
雅湖	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

统计对象	AC-E		V		C&P		DC-E		0		TL	
	次数	等效时间	次数	等效时间	次数	等效时间	次数	等效时间	次数	等效时间	次数	等效时间
陕武	0	0	0	0	1	16.67	0	0	0	0	0	0
建苏	2	44.62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
金塘	1	41.36	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13.03
背靠背直流输电系统												
灵宝	0	0	0	0	0	0	1	10.17	0	0	0	0
高岭	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
黑河	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
鲁西	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
宜昌	1	17.82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
施州	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
云霄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
粤中	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
南粤	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
多端直流输电系统												
禄高肇	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
昆柳龙	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.98	0	0
张北	1	12.46	1	8.93	0	0	0	0	0	0	0	0
舟山	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
南澳	0	0	1	37.81	2	62.03	0	0	0	0	0	0
合计	8	200.03	2	46.74	8	117.13	1	10.17	1	0.98	6	62.53

注：1. 单位：小时。

2. 交流及其辅助设备（AC-E），阀设备（V），控制和保护系统（C&P），直流一次设备（DC-E），其他原因（0），直流输电线路（TL）。

与 2023 年相比，直流输电线路原因次数同比减少 5 次，等效停运小时同比上升 7.88 个百分点；交流及其辅助设备原因次数同比增加 3 次，等效停运小时同比上升 49.94 个百分点；阀设备原因次数同比减少 4 次，等效停运小时同比下降 3.79 个百分点；控制和保护系统原因次数同比增加 3 次，等效停运小时同比上升 33.07 个百分点；其他原因次数同比持平；直流一次设备原因次数同比减少 3 次，等效停运小时同比下降 72.56 个百分点。

2024 年，四类直流输电系统强迫停运等效停运小时的原因分类见表 4-15。

表 4-15 2024 年四类直流输电系统强迫停运等效停运小时的原因分类

统计对象	AC-E	V	C&P	DE-E	0	TL	合计
	等效停运小时 (小时)						
点对点超高压系统	45.86	0	19.49	0	0	15.45	80.89
点对点特高压系统	123.88	0	35.61	0	0	46.99	206.48
背靠背系统	17.82	0	0	10.17	0	0	27.99
多端系统	12.46	46.74	62.03	0	0.98	0	122.22
全国累计	200.02	46.74	177.13	10.17	0.98	62.53	437.58

## 第四节 计划停运情况

2024 年，全国直流输电系统计划停运总计 162 次，同比增加 39 次，其中阀组计划停运 45 次，单极计划停运 30 次，双极计划停运 62 次，单元计划停运 25 次。

2024 年，全国直流输电系统计划停运等效停运小时累计 15694.63 小时。其中等效停运时间最长的是雅湖系统，为 699.70 小时，其次为建苏系统，为 653.50 小时，等效停运时间最短的是兴安系统，为 0 小时。

2024 年直流输电系统计划停运情况见表 4-16。

表 4-16 2024 年直流输电系统计划停运情况

统计对象	阀组计划停运		单极计划停运		双极计划停运		单元计划停运		计划停运合计	
	次数	小时	次数	小时	次数	小时	次数	小时	次数	等效停运小时
点对点超高压直流输电系统										
葛南	—	—	2	41.25	2	365.87	—	—	4	407.12
天广	—	—	1	11.77	2	317.53	—	—	3	329.30
龙政	—	—	0	0	1	247.92	—	—	1	247.92
江城	—	—	2	53.15	2	489.34	—	—	4	542.49
宜华	—	—	1	12.13	0	0	—	—	1	12.13
兴安	—	—	0	0	0	0	—	—	0	0.00
德宝	—	—	0	0	1	363.48	—	—	1	363.48
伊穆	—	—	0	0	1	194.75	—	—	1	194.75

统计对象	阀组计划停运		单极计划停运		双极计划停运		单元计划停运		计划停运合计	
	次数	小时	次数	小时	次数	小时	次数	小时	次数	等效停运小时
银东	—	—	0	0	1	261.68	—	—	1	261.68
林枫	—	—	0	0	2	362.67	—	—	2	362.67
柴拉	—	—	0	0	1	227.65	—	—	1	227.65
牛从甲	—	—	0	0	1	31.80	—	—	1	31.80
牛从乙	—	—	0	0	2	273.84	—	—	2	273.84
金中	—	—	0	0	1	57.12	—	—	1	57.12
永富	—	—	0	0	1	336	—	—	1	336.00
如东	—	—	1	127.00	0	0	—	—	1	127.00
厦门	—	—	2	154.66	0	0	—	—	2	154.66
点对点特高压直流输电系统										
楚穗	2	5.85	1	20.48	0	0	0	0	3	26.33
复奉	1	2.79	1	76.13	1	290.03	0	0	3	368.95
锦苏	0	0	0	0	2	463.02	0	0	2	463.02
天中	1	7.62	1	5.49	1	392.95	0	0	3	406.06
宾金	0	0	0	0	4	479.85	0	0	4	479.85
普侨	0	0	1	10.08	2	467.77	0	0	3	477.85
灵绍	1	41.10	1	9.05	3	391.92	0	0	5	442.07
祁韶	0	0	0	0	2	630.36	0	0	2	630.36
雁淮	0	0	0	0	1	253.67	0	0	1	253.67
鲁固	1	3.45	0	0	1	247.60	0	0	2	251.05
锡泰	2	65.59	0	0	1	295.48	0	0	3	361.07
新东	2	24.95	0	0	2	586.53	0	0	4	611.48
昭沂	5	212.90	1	148.02	0	0	0	0	6	360.92
吉泉	1	2.23	0	0	2	577.22	0	0	3	579.45
青豫	0	0	0	0	2	322.67	0	0	2	322.67
雅湖	4	55.20	1	2.58	8	641.92	0	0	13	699.70
陕武	3	63.01	0	0	3	399.18	0	0	6	462.20
建苏	15	202.05	2	299.63	1	151.82	0	0	18	653.50
金塘	4	39.58	3	74.25	1	302.53	0	0	8	416.36
背靠背直流输电系统										

统计对象	阀组计划停运		单极计划停运		双极计划停运		单元计划停运		计划停运合计	
	次数	小时	次数	小时	次数	小时	次数	小时	次数	等效停运小时
灵宝	—	—	—	—	—	—	2	155.02	2	155.02
高岭	—	—	—	—	—	—	4	157.13	4	157.13
黑河	—	—	—	—	—	—	1	119.50	1	119.50
鲁西	—	—	—	—	—	—	2	73.19	2	73.19
宜昌	—	—	—	—	—	—	4	238.43	4	238.44
施州	—	—	—	—	—	—	4	124.84	4	124.85
粤中	—	—	—	—	—	—	3	311.00	3	311.00
南粤	—	—	—	—	—	—	4	441.25	4	441.25
云霄	—	—	—	—	—	—	1	416.37	2	416.37
多端直流输电系统										
禄高肇	0	0	0	0	3	178.14	0	0	3	178.14
昆柳龙	3	31.40	0	0	2	161.44	0	0	5	192.84
张北	0	0	4	119.83	2	327.52	0	0	6	447.35
舟山	0	0	3	216.99	0	0	0	0	3	216.99
南澳	0	0	2	588.77	0	0	0	0	2	588.77
合计	45	757.73	30	1971.27	62	11091.26	25	2036.73	162	15856.99

2024年，纳入可靠性统计的直流输电系统中，年度检修的等效停运小时最长为普侨系统，为467.77小时；其次为吉泉、南粤、建苏系统，为454.60小时、416.37小时、408.03小时，其他都在400小时以内，江城、宜华、兴安、楚穗、新东、南澳6个系统全年未安排年度检修。

江城、宜华、兴安、楚穗、祁韶、新东、雅湖、南澳8个系统年度检修等效停运小时占计划停运等效停运小时比例低于50%，龙政、德宝、伊穆、银东、柴拉、牛从甲、金中、如东、厦门、雁淮、灵宝、高岭、黑河、云霄14个系统年度检修等效停运小时占计划停运等效停运小时比例为100%。

除年度检修之外，其他计划停运等效停运小时最长的是新东系统为611.48小时；其次是南澳、江城系统，为588.77小时、542.49小时，其次是雅湖、祁韶系统，为386.78小时、333.05小时；其次是张北、建苏系统，为251.23小时、245.47小时；其次是宾金、陕武系统，为233.88小时、212.01小时，其余系统均100小时以内。

2024年直流输电系统年度检修情况见表4-17。

表 4-17 2024 年直流输电系统年度检修情况

统计对象	年度检修停运			其他计划停运		
	次数 (次)	系统等效停运 小时 (小时)	时间百分比 (%)	次数 (次)	系统等效停运 小时 (小时)	时间百分比 (%)
点对点超高压直流输电系统						
葛南	1	354.53	87.08	3	52.58	12.92
天广	2	317.53	98.18	1	11.77	3.57
龙政	1	247.92	100	0	0	0
江城	0	0	\	3	542.49	100
宜华	0	0	\	1	12.13	100
兴安	0	0	\	0	0	\
德宝	1	363.48	100	0	0	\
伊穆	1	194.75	100	0	0	\
银东	1	261.68	100	0	0	\
林枫	1	342.92	94.55	1	19.75	5.45
柴拉	1	227.65	100	0	0	\
牛从甲	1	31.80	100	0	0	\
牛从乙	1	229.92	83.96	1	43.92	16.04
金中	1	57.12	100	0	0	\
永富	1	336.00	87.50	0	0	\
如东	1	127.00	100	0	0	\
厦门	2	154.66	100	0	0	\
点对点特高压直流输电系统						
楚穗	0	0	\	3	26.33	100
复奉	1	290.03	78.61	2	78.92	21.39
锦苏	1	308.93	66.72	1	154.08	33.28
天中	1	392.95	96.77	2	13.11	3.23
宾金	1	245.97	51.26	3	233.88	48.74
普侨	2	467.77	98.93	1	5.04	1.07
灵绍	1	294.17	66.54	4	147.90	33.46
祁韶	1	297.32	47.17	1	333.05	52.83
雁淮	1	253.67	100	0	0	\
鲁固	1	247.60	98.62	1	3.45	1.38

统计对象	年度检修停运			其他计划停运		
	次数 (次)	系统等效停运 小时 (小时)	时间百分比 (%)	次数 (次)	系统等效停运 小时 (小时)	时间百分比 (%)
锡泰	1	295.48	81.84	2	65.59	18.16
新东	0	0	\	2	611.48	100
昭沂	1	297.59	82.45	5	63.33	17.55
吉泉	1	454.60	78.45	2	124.85	21.55
青豫	1	308.85	95.72	1	13.82	4.28
雅湖	1	312.92	44.72	12	386.78	55.28
陕武	1	250.18	54.13	5	212.01	45.87
建苏	1	408.03	62.44	17	245.47	37.56
金塘	1	302.53	72.66	7	113.83	27.34
背靠背直流输电系统						
灵宝	1	155.02	100	0	0	\
高岭	1	157.13	100	0	0	\
黑河	1	119.50	100	0	0	\
鲁西	1	71.58	97.80	1	1.61	2.20
宜昌	1	201.60	84.55	3	36.83	15.45
施州	1	110.88	88.82	3	13.96	11.18
粤中	1	393.00	70.90	2	90.50	29.10
南粤	1	416.37	89.07	3	48.25	10.93
云霄	1	220.50	100	1	0	0
多端直流输电系统						
禄高肇	1	134.83	75.69	2	43.31	24.31
昆柳龙	1	118.54	70.02	4	74.30	38.53
张北	1	196.12	57.99	5	251.23	56.16
舟山	1	177.87	81.97	2	39.12	18.03
南澳	0	0	\	2	588.77	100
合计	47	11148.49	70.31	115	4708.50	29.69

# 第五章 2024 年全国 10 千伏供电系统 用户供电可靠性

## 第一节 全国供电可靠性总体情况

### 一、供电可靠性指标

2024 年，全国供电系统用户平均供电可靠率 99.924%，同比提升 0.013 个百分点；用户平均停电时间 6.71 小时/户，同比减少 1.12 小时/户；用户平均停电频率 2.12 次/户，同比减少 0.18 次/户。其中，全国城市电力网（以下简称城网）用户平均供电可靠率 99.977%，农村电力网（以下简称农网）用户平均供电可靠率 99.915%，城网、农网用户平均供电可靠率相差 0.062 个百分点；全国城网用户平均停电时间 1.99 小时/户，农网用户平均停电时间 7.46 小时/户，城网、农网用户平均停电时间相差 5.47 小时/户；全国城网地区用户平均停电频率 0.65 次/户，农网地区用户平均停电频率 2.36 次/户，城网、农网地区用户平均停电频率相差 1.71 次/户。

2024 年全国供电用户供电可靠性指标汇总见表 5-1。

表 5-1 2024 年全国供电系统用户供电可靠性指标汇总

可靠性指标		全口径 (1+2+3+4)	城网 (1+2)	市中心 (1)	市区 (2)	农网 (3+4)	城镇 (3)	农村 (4)
等效总用户数 (万户)		1332.58	183.56	25.89	157.67	1149.02	219.87	929.15
用户总容量 (亿千伏安)		59.76	15.96	2.63	13.33	43.8	13.73	30.07
用户平均供电可靠率 (%)	*	99.924	99.977	99.990	99.975	99.915	99.957	99.905
	**	99.930	99.981	99.991	99.979	99.922	99.961	99.913
平均停电时间 (小时/户)	*	6.71	1.99	0.88	2.17	7.46	3.79	8.33
	**	6.11	1.71	0.79	1.86	6.81	3.44	7.61
平均停电频率 (次/户)	*	2.12	0.65	0.34	0.70	2.36	1.22	2.63
	**	2.05	0.62	0.32	0.67	2.28	1.17	2.54

可靠性指标		全口径 (1+2+3+4)	城网 (1+2)	市中心 (1)	市区 (2)	农网 (3+4)	城镇 (3)	农村 (4)
平均故障停电时间 (小时/户)	*	4.17	1.24	0.52	1.36	4.64	2.29	5.19
	**	3.57	0.96	0.43	1.05	3.98	1.94	4.47
平均预安排停电时间 (小时/户)		2.54	0.74	0.36	0.81	2.83	1.50	3.14

注：1:市中心区； 2:市区； 3:城镇； 4:农村

\*: 含重大事件日指标； \*\*: 剔除重大事件日后指标

## 二、供电可靠性变化趋势

全国供电系统用户平均供电可靠率由 2020 年的 99.865% 提升至 2024 年的 99.924%，提升了 0.059 个百分点，其中城网平均供电可靠率由 2020 年的 99.969% 提升至 2024 年的 99.977%，提升了 0.008 个百分点；农网平均供电可靠率由 2020 年的 99.848% 提升至 2024 年的 99.915%，提升了 0.066 个百分点。

2020-2024 年全国供电系统用户平均供电可靠率变化见图 5-1。

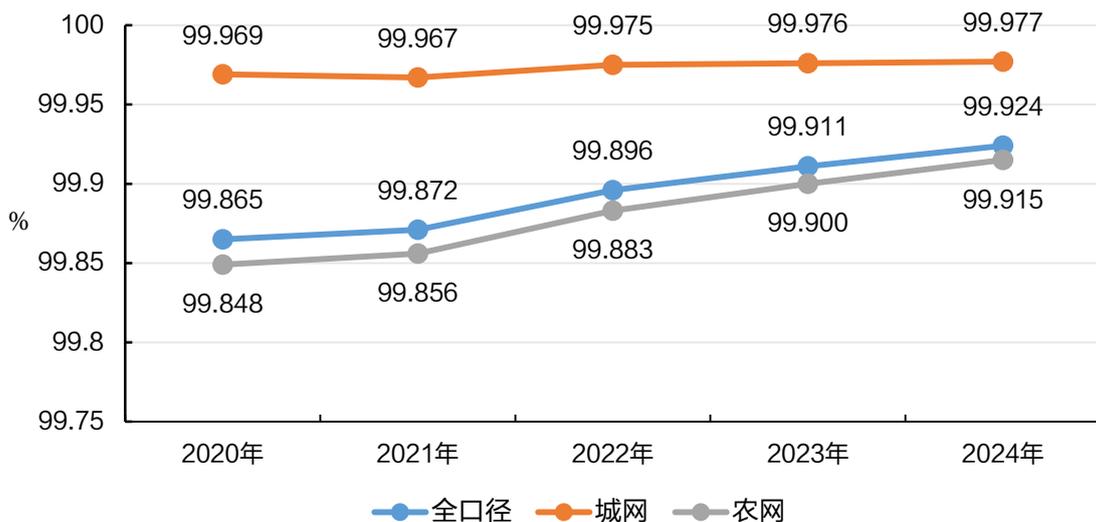


图 5-1 2020-2024 年全国供电系统用户平均供电可靠率变化

全国用户平均停电时间由 2020 年的 11.87 小时/户下降至 2024 年的 6.71 小时/户，下降了 5.16 小时/户，其中城网用户平均停电时间由 2020 年的 2.75 小时/户下降至 2024 年的 1.99 小时/户，下降了 0.77 小时/户；农网用户平均停电时间由 2020 年的 13.31 小时/户下降至 2024 年的 7.46 小时/户，下降了 5.84 小时/户。

2020-2024年全国供电系统用户平均停电时间变化见图 5-2。

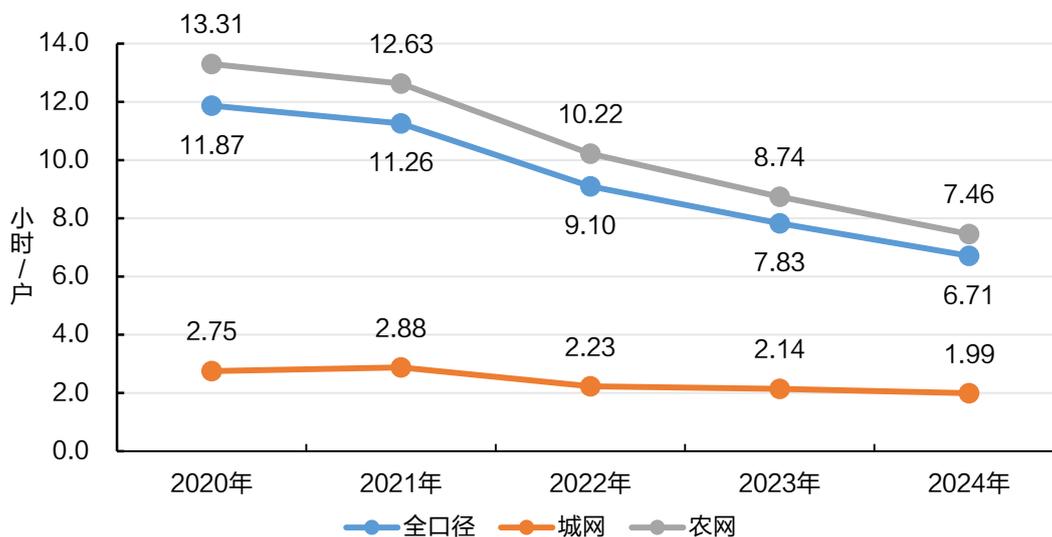


图 5-2 2020-2024 年全国供电系统用户平均停电时间变化

全国的用户平均停电频率由 2020 年的 2.69 次/户下降至 2024 年的 2.12 次/户，下降了 0.57 次/户，其中城网地区的用户平均停电频率由 2020 年的 0.73 次/户下降至 2024 年的 0.65 次/户，下降了 0.08 次/户；农网地区的用户平均停电频率由 2020 年的 2.99 次/户下降至 2024 年的 2.36 次/户，下降了 0.64 次/户。

2020-2024 年全国供电系统用户平均停电频率变化见图 5-3。

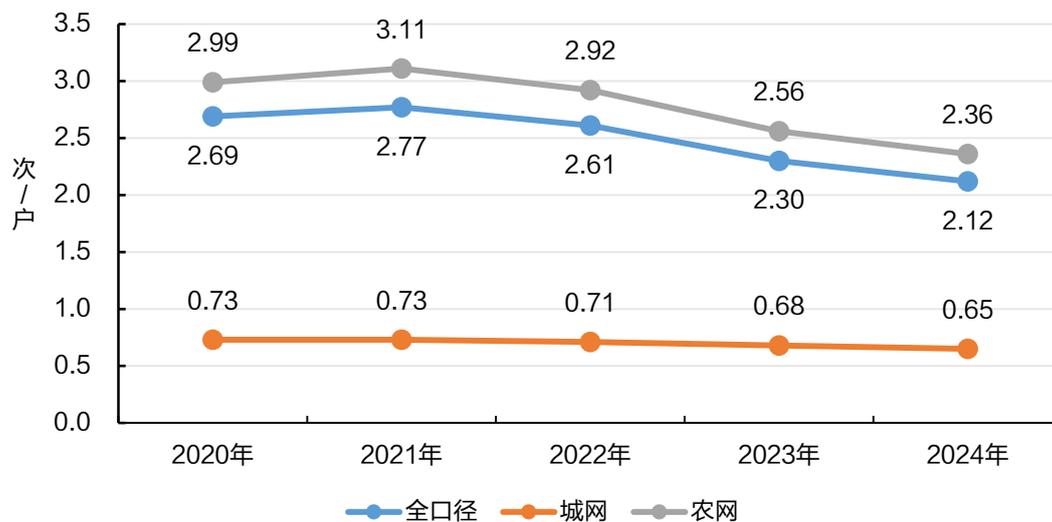


图 5-3 2020-2024 年全国供电系统用户平均停电频率变化

## 第二节 区域供电可靠性

### 一、用户平均停电时间

2024年，全国六个区域中<sup>10</sup>，华东区域用户平均停电时间明显低于其他区域，东北区域用户平均停电时间高于其他区域。

东北区域、华中区域、西北区域、南方区域的全口径用户平均停电时间分别为11.95小时/户、8.91小时/户、11.37小时/户、6.69小时/户，均高于全国平均值6.71小时/户。华东区域的城网与农网用户平均停电时间相差最小，差值0.95小时/户；东北区域的城网与农网用户平均停电时间相差最大，差值10.28小时/户。华中区域的全口径用户平均停电时间同比上升0.22小时/户；南方区域的城网用户平均停电时间同比上升0.34小时/户。

2024年各区域全口径、城网和农网用户平均停电时间见图5-4。

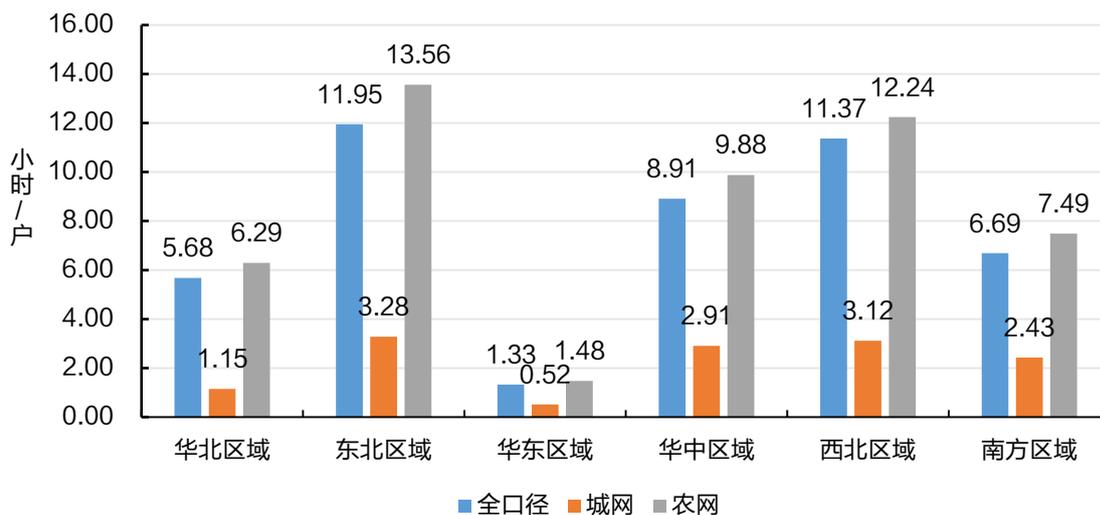


图5-4 2024年各区域全口径、城网和农网用户平均停电时间

### 二、用户平均停电频率

2024年，全国六个区域中，华东区域用户平均停电频率明显低于其他区域，东

<sup>10</sup>华北区域包括：北京、天津、河北、山西、山东、内蒙古；东北区域包括：黑龙江、吉林、辽宁；华东区域包括：江苏、浙江、上海、安徽、福建；华中区域包括：河南、湖北、湖南、江西、四川、重庆、西藏；西北区域包括：陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆；南方区域包括：广东、广西、云南、贵州、海南。

北区域用户平均停电频率高于其他区域。

东北区域、华中区域、西北区域的全口径用户平均停电频率分别为 4.27 次/户、2.86 次/户、3.03 次/户，均高于全国平均值 2.12 次/户。华东区域的城网与农网用户平均停电频率相差最小，差值 0.69 次/户；东北区域的城网与农网用户平均停电频率相差最大，差值 3.75 次/户。东北区域全口径用户平均停电频率同比下降 0.68 次/户，华中区域全口径用户平均停电频率同比上升 0.19 次/户。

2024 年各区域全口径、城网和农网用户平均停电频率见图 5-5。

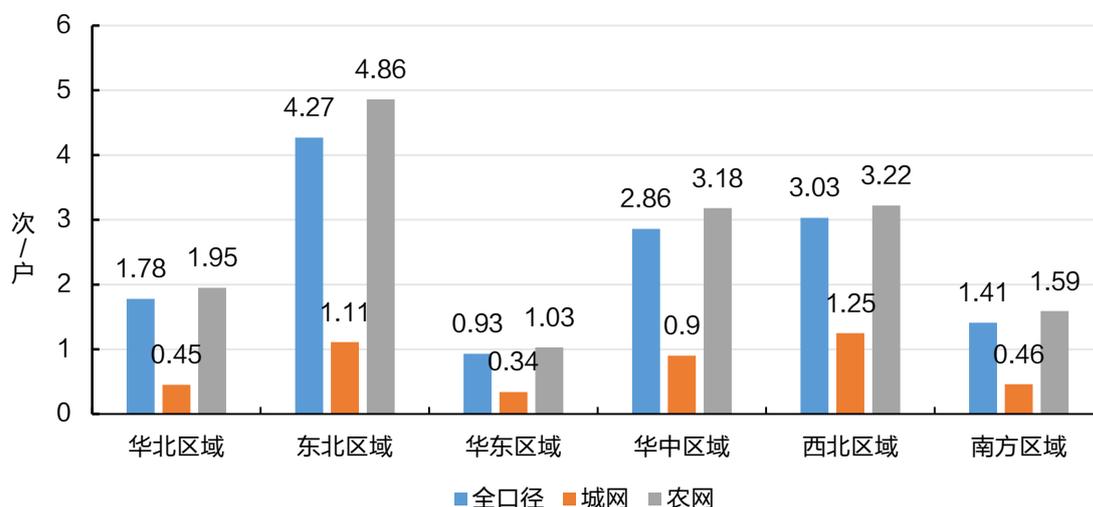


图 5-5 2024 年各区域全口径、城网和农网用户平均停电频率

### 第三节 省级行政区供电可靠性

#### 一、用户平均停电时间

2024 年，31 个省级行政区中<sup>11</sup>，北京、天津、上海、江苏、浙江、安徽、福建、山东的用户平均停电时间少于 2 小时/户，吉林、海南、西藏、甘肃、青海的用户平均停电时间超过 15 小时/户。

北京、天津、上海、江苏、浙江、安徽、福建、山东、广东的城网用户平均停电时间少于 1 小时/户，黑龙江、湖南、海南、西藏、青海的城网用户平均停电时间超过 4 小时/户；北京、天津、上海、江苏、浙江、安徽、福建的农网用户平均停电时间少于 2 小时/户，吉林、黑龙江、海南、西藏、甘肃、青海的农网用户平均停电时

<sup>11</sup> 本报告未含香港、澳门、台湾地区数据。

间超过 15 小时/户。

31 个省级行政区中，用户平均停电时间同比减少的有 26 个，减少幅度超过 10% 的有 21 个。降幅前三位为福建、青海、安徽，分别同比下降 49.76%、48.06%、33.74%；5 个省级行政区的用户平均停电时间同比增加，其中海南省的增加幅度最大。

2024 年省级行政区用户平均停电时间分布情况见表 5-2。

表 5-2 2024 年省级行政区用户平均停电时间分布情况

用户平均停电时间		省份
全口径	少于 2 小时	北京、天津、上海、江苏、浙江、安徽、福建、山东
	2-6 小时	湖北、广东、宁夏
	6-10 小时	河北、山西、辽宁、河南、江西、广西、贵州、云南、陕西
	10-15 小时	内蒙古、黑龙江、湖南、重庆、四川、新疆
	高于 15 小时	吉林、海南、西藏、甘肃、青海
城网	少于 1 小时	北京、天津、上海、江苏、浙江、安徽、福建、山东、广东
	1-2 小时	江西、湖北、重庆、宁夏
	2-3 小时	河北、山西、内蒙古、辽宁、河南、贵州、新疆
	3-4 小时	吉林、广西、四川、云南、陕西、甘肃
	高于 4 小时	黑龙江、湖南、海南、西藏、青海
农网	少于 2 小时	北京、天津、上海、江苏、浙江、安徽、福建
	2-6 小时	山东、湖北、广东、宁夏
	6-10 小时	河北、山西、辽宁、江西、河南、广西、贵州、云南、陕西
	10-15 小时	内蒙古、湖南、重庆、四川、新疆
	高于 15 小时	吉林、黑龙江、海南、西藏、甘肃、青海

注：1.表中所有指标范围向下包含

2.表中省级行政区按照国家行政序列排序

## 二、用户平均停电频率

2024 年，31 个省级行政区中，北京、天津、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、宁夏的用户平均停电频率少于 1 次/户，吉林、黑龙江、西藏、陕西、甘肃的用户平均停电频率超过 3.5 次/户。

天津、上海、山东、广东的城网用户平均停电频率少于 0.25 次/户，山西、黑龙江、湖南、海南、西藏、陕西、甘肃、青海的城网用户平均停电频率超过 1 次/户；北京、天津、上海、江苏、福建、山东、广东、宁夏的农网用户平均停电频率少于 1 次/户，吉林、黑龙江、西藏、陕西的农网用户平均停电频率超过 4 次/户。

31 个省级行政区中，用户平均停电频率同比减少的有 22 个，减少幅度超过 10% 的有 16 个，降幅前三位为宁夏、新疆、贵州，分别同比下降 29.69%、28.90%、28.23%；9 个省级行政区的用户平均停电频率同比增加，其中湖南省的增加幅度最大。

2024 年省级行政区用户平均停电频率分布情况见表 5-3。

表 5-3 2024 年省级行政区用户平均停电频率分布情况

用户平均停电频率		省份
全口径	小于 1 次	北京、天津、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、宁夏
	1-2.5 次	内蒙古、安徽、湖北、广西、贵州、云南、新疆
	2.5-3 次	河北、江西、河南、重庆
	3-3.5 次	山西、辽宁、湖南、海南、四川、青海
	大于 3.5 次	吉林、黑龙江、西藏、陕西、甘肃
城网	小于 0.25 次	天津、上海、山东、广东
	0.25-0.5 次	北京、江苏、浙江、福建、重庆、宁夏
	0.5-0.75 次	河北、辽宁、安徽、河南、广西、贵州
	0.75-1 次	内蒙古、吉林、江西、湖北、四川、云南、新疆
	大于 1 次	山西、黑龙江、湖南、海南、西藏、陕西、甘肃、青海
农网	小于 1 次	北京、天津、上海、江苏、福建、山东、广东、宁夏
	1-2.5 次	内蒙古、浙江、安徽、广西、贵州、云南、新疆
	2.5-3 次	河北、江西、河南、湖北、湖南、重庆、青海
	3-4 次	山西、辽宁、海南、四川、甘肃
	大于 4 次	吉林、黑龙江、西藏、陕西

注：1.表中所有指标范围向下包含

2.表中省级行政区按照国家行政序列排序

## 第四节 地级行政区供电可靠性

### 一、用户平均停电时间

2024年，全国333个地级行政区<sup>12</sup>的用户平均停电时间范围为0.04-44.65小时/户，其中，城网的用户平均停电时间范围为0.04-29.80小时/户，农网的用户平均停电时间范围为0.11-54.32小时/户。按四分位法将各地级行政区分为四个梯队，全口径用户平均停电时间的梯队区间界限值分别为0.04小时/户和3.05小时/户、7.44小时/户、11.29小时/户、44.65小时/户，城网用户平均停电时间的梯队区间界限值分别为0.04小时/户和1.12小时/户、2.20小时/户、3.83小时/户、29.80小时/户，农网用户平均停电时间的梯队区间界限值分别为0.11小时/户和3.59小时/户、8.00小时/户、12.12小时/户、54.32小时/户。

2024年，全国333个地级行政区中，19个地级行政区（占5.71%）的用户平均停电时间少于1小时/户，75个地级行政区（占22.52%）的用户平均停电时间超过12小时/户，188个地级行政区（占56.46%）的用户平均停电时间高于全国平均值（6.71小时/户）；69个地级行政区（占20.72%）的城网用户平均停电时间少于1小时/户，74个地级行政区（占22.22%）的城网用户平均停电时间超过4小时/户，173个地级行政区（占51.95%）的城网用户平均停电时间高于全国平均值（1.99小时/户）；15个地级行政区（占4.50%）的农网用户平均停电时间少于1小时/户，84个地级行政区（占25.23%）的农网用户平均停电时间超过12小时/户，183个地级行政区（占54.95%）的农网用户平均停电时间高于全国平均值（7.46小时/户）。

---

<sup>12</sup>全国333个地级行政区由国家电网、南方电网、内蒙古电力、山西地电、云南保山电力所报数据计算得到,其他单位未报送数据。四川遂宁、阿坝、甘孜，青海海北州、黄南州、海南州、玉树州，新疆克拉玛依、昌吉、博州、巴州、阿克苏、克州、喀什、伊犁、塔城、阿勒泰无城网区域，海南三沙无农网区域，不含北京、天津、上海、重庆4个直辖市。

2024 年全国地级行政区用户平均停电时间分布见图 5-6 至图 5-8。

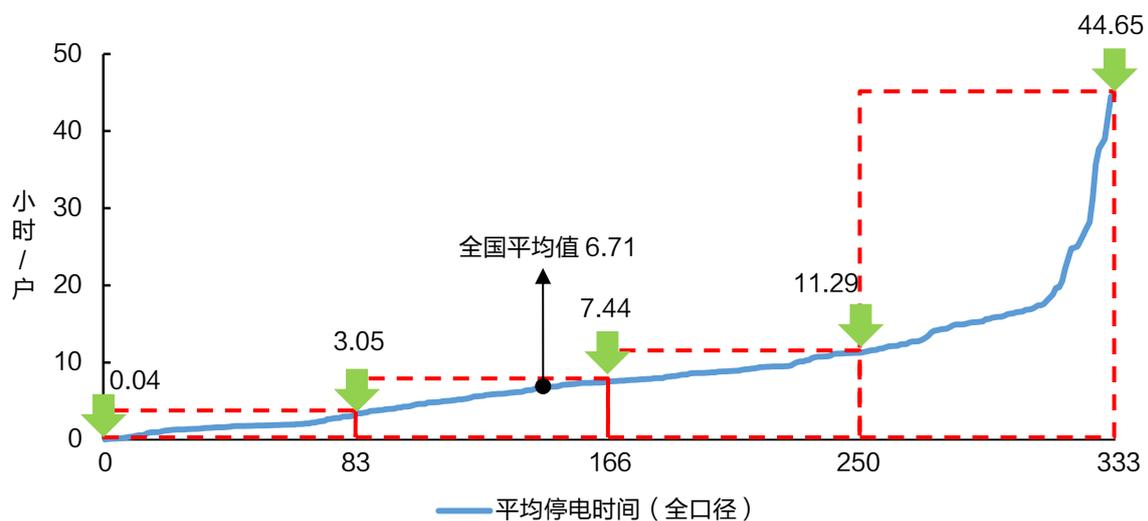


图 5-6 2024 年全国地级行政区用户平均停电时间分布（全口径）

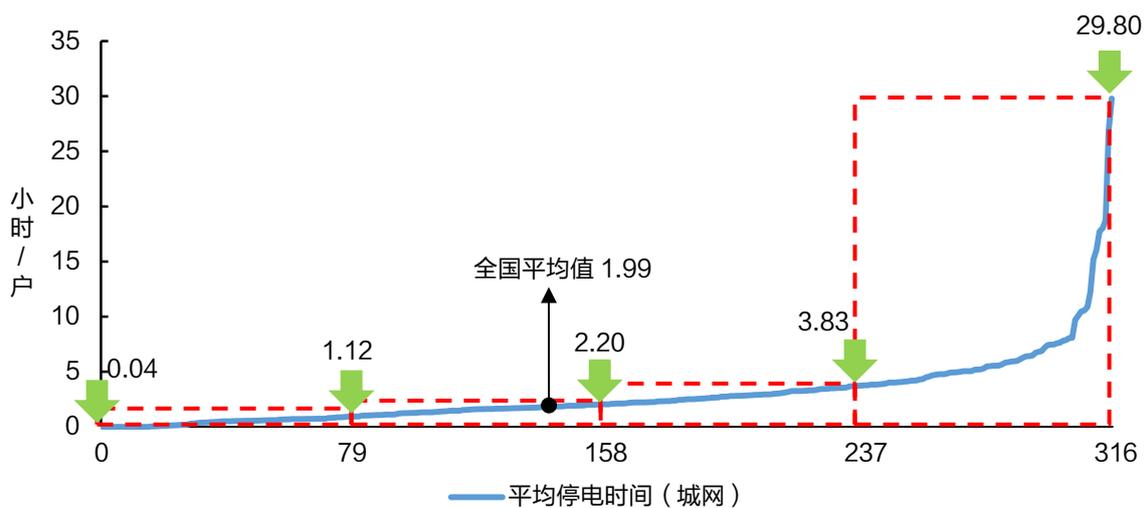


图 5-7 2024 年全国地级行政区用户平均停电时间分布（城网）

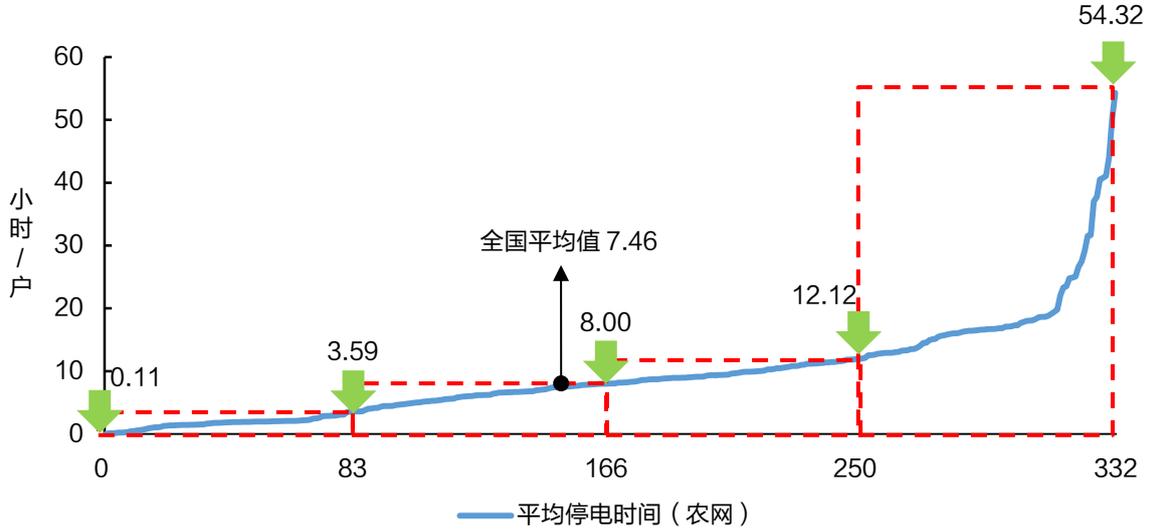


图 5-8 2024 年全国地级行政区用户平均停电时间分布 (农网)

表 5-4 2024 年地级行政区用户平均停电时间分布情况

用户平均停电时间		地级行政区
全口径	少于 1 小时	江苏南京、扬州、泰州；浙江杭州、宁波、嘉兴、绍兴；安徽马鞍山；福建福州、厦门；山东济南、青岛；广东广州、深圳、珠海、佛山、东莞、中山；海南三沙
	1-4 小时	山西太原；内蒙古乌海；辽宁大连；江苏无锡、徐州、常州、苏州、南通、连云港、淮安、盐城、镇江、宿迁；浙江温州、湖州、金华、衢州、舟山、台州、丽水；安徽合肥、芜湖、蚌埠、淮南、淮北、铜陵、安庆、黄山、滁州、阜阳、宿州、六安、亳州、池州、宣城；福建莆田、三明、泉州、漳州、南平、龙岩、宁德；山东淄博、枣庄、东营、烟台、潍坊、济宁、泰安、威海、日照、临沂、德州、聊城、滨州、菏泽；河南郑州；湖北武汉、鄂州、荆门、广东汕头、江门、茂名、惠州、汕尾、云浮；广西南宁；海南三亚；贵州贵阳；云南昆明、玉溪；陕西铜川；宁夏银川、固原；新疆乌鲁木齐、克拉玛依
	4-9 小时	河北石家庄、唐山、秦皇岛、邯郸、邢台、保定、承德、沧州、廊坊、衡水；山西大同、阳泉、长治、晋城、朔州、晋中、运城、忻州、临汾；内蒙古呼和浩特、包头、阿拉善、鄂尔多斯、乌兰察布、锡盟；辽宁沈阳、鞍山、盘锦、抚顺、本溪、丹东、锦州、辽阳、葫芦岛；江西南昌、九江、新余、景德镇、萍乡、鹰潭、赣州、吉安、宜春、抚州、上饶；河南开封、洛阳、平顶山、安阳、鹤壁、新乡、焦作、濮阳、许昌、漯河、三门峡、南阳、商丘、信阳；湖北黄石、十堰、宜昌、襄阳、孝感、荆州、随州、黄冈、恩施；湖南长沙、株洲、湘潭、湘西、衡阳、常德；广东韶关、肇庆、梅州、河源、阳江、清远、潮州、揭阳；广西柳州、防城港、钦州、贵港、来宾；四川成都；贵州遵义、黔西南、黔南；云南丽江、曲靖、楚雄、红河、大理、普洱、德宏、怒江、迪庆；陕西西安、宝鸡、咸阳、渭南、延安、汉中；甘肃兰州、嘉峪关、金昌；青海西宁、海东；宁夏银川、石嘴山、吴忠、固原、中卫；新疆阿克苏、哈密、塔城

用户平均停电时间	地级行政区
9-12 小时	<p><b>河北</b>张家口；<b>山西</b>吕梁；<b>内蒙古</b>巴彦淖尔；<b>辽宁</b>营口、铁岭、朝阳；<b>黑龙江</b>哈尔滨、大兴安岭；<b>河南</b>周口、驻马店；<b>湖北</b>武汉、黄石、十堰、宜昌、襄阳、鄂州、荆门、孝感、荆州、黄冈、随州、恩施；<b>湖南</b>邵阳、张家界；<b>广东</b>湛江；<b>广西</b>桂林、北海、玉林、百色、河池、崇左；<b>四川</b>自贡、攀枝花、绵阳、遂宁、南充、眉山、宜宾、广安、达州、巴中；<b>贵州</b>六盘水、安顺、毕节、铜仁、黔东南；<b>云南</b>昭通、临沧、西双版纳；<b>陕西</b>榆林、安康；<b>甘肃</b>张掖、平凉、甘南；<b>青海</b>西宁、海东；<b>新疆</b>吐鲁番、博州、巴州、伊犁</p>
大于 12 小时	<p><b>内蒙古</b>赤峰、通辽、呼伦贝尔、兴安盟；<b>辽宁</b>阜新；<b>吉林</b>长春、吉林、四平、辽源、通化、白山、松原、白城、延边；<b>黑龙江</b>齐齐哈尔、鸡西、鹤岗、双鸭山、大庆、伊春、佳木斯、七台河、牡丹江、黑河、绥化；<b>湖北</b>咸宁；<b>湖南</b>岳阳、益阳、郴州、永州、怀化、娄底；<b>广西</b>梧州、贺州；<b>海南海口、儋州</b>；<b>四川</b>泸州、德阳、广元、内江、乐山、雅安、资阳、阿坝、甘孜、凉山；<b>云南</b>保山、文山；<b>西藏</b>拉萨、日喀则、昌都、林芝、山南、那曲、阿里；<b>陕西</b>商洛；<b>甘肃</b>白银、天水、武威、酒泉、庆阳、定西、陇南、临夏；<b>青海</b>海北州、黄南州、海南州、果洛州、玉树州、海西州；<b>新疆</b>昌吉、克州、喀什、和田、阿勒泰</p>
少于 1 小时	<p><b>河北</b>石家庄；<b>山西</b>晋城；<b>内蒙古</b>鄂尔多斯；<b>江苏</b>南京、徐州、苏州、南通、连云港、淮安、盐城、扬州、镇江、泰州、宿迁；<b>浙江</b>杭州、宁波、嘉兴、湖州、绍兴、金华、衢州、舟山、台州、丽水；<b>安徽</b>合肥、芜湖、蚌埠、马鞍山、淮北、铜陵、安庆、黄山、滁州、阜阳、宿州、六安、亳州、池州、宣城；<b>福建</b>福州、厦门、莆田、三明、泉州、漳州、南平、龙岩；<b>山东</b>济南、青岛、淄博、烟台、济宁、滨州；<b>湖北</b>黄石、荆门、孝感；<b>广东</b>广州、深圳、珠海、汕头、佛山、江门、惠州、东莞、中山；<b>广西南宁、百色、崇左</b>；<b>海南</b>三沙</p>
城 网  1-2 小时	<p><b>河北</b>唐山、邯郸、衡水；<b>山西</b>太原、大同、临汾；<b>内蒙古</b>包头、乌兰察布、锡盟、阿拉善；<b>辽宁</b>沈阳、大连、鞍山、丹东、盘锦、葫芦岛；<b>黑龙江</b>哈尔滨；<b>江苏</b>无锡、常州；<b>浙江</b>温州；<b>安徽</b>淮南；<b>福建</b>宁德；<b>江西南昌、九江、赣州、吉安、宜春、上饶</b>；<b>山东</b>枣庄、东营、潍坊、泰安、威海、日照、临沂、德州、聊城、菏泽；<b>河南</b>郑州、洛阳、安阳、三门峡；<b>湖北</b>武汉、宜昌、鄂州、荆州、咸宁；<b>湖南</b>湘西；<b>广东</b>韶关、肇庆、梅州、潮州、揭阳；<b>广西</b>柳州、梧州、贵港、来宾；<b>海南</b>三亚；<b>四川</b>成都；<b>贵州</b>贵阳、黔东南；<b>云南</b>昆明、曲靖、保山；<b>陕西</b>宝鸡、汉中；<b>甘肃</b>兰州、甘南；<b>青海</b>海西州；<b>宁夏</b>银川、固原、中卫；<b>新疆</b>吐鲁番、和田</p>
2-3 小时	<p><b>河北</b>秦皇岛；邢台、张家口、承德；<b>山西</b>晋中、运城、忻州；<b>内蒙古</b>乌海、赤峰；<b>辽宁</b>本溪、锦州、辽阳、铁岭、朝阳；<b>吉林</b>吉林、松原；<b>江西</b>景德镇、萍乡、新余、鹰潭、抚州；<b>河南</b>平顶山、鹤壁、新乡、焦作、濮阳、漯河、南阳、信阳、周口、驻马店；<b>湖北</b>襄阳、黄冈、随州；<b>湖南</b>常德、怀化；<b>广东</b>茂名、汕尾、河源、阳江、清远、云浮；<b>广西</b>防城港、钦州、河池；<b>四川</b>广安、巴中、凉山；<b>贵州</b>六盘水、安顺、黔东南、黔南；<b>云南</b>玉溪、丽江、楚雄、红河；<b>陕西</b>西安、铜川；<b>甘肃</b>庆阳、陇南；<b>新疆</b>乌鲁木齐、哈密</p>

用户平均停电时间		地级行政区
	3-4 小时	河北保定、沧州、廊坊；山西朔州；内蒙古呼和浩特、通辽、巴彦淖尔、兴安盟；辽宁抚顺、阜新；吉林长春、四平、辽源；河南开封、许昌、商丘；湖北恩施；湖南株洲、湘潭、衡阳、娄底；广西玉林；四川攀枝花、内江、眉山；云南西双版纳；陕西延安、商洛；甘肃嘉峪关、金昌、天水、武威、张掖、平凉、临夏；宁夏石嘴山、吴忠
	高于 4 小时	山西阳泉、长治、吕梁；内蒙古呼伦贝尔；辽宁营口；吉林通化、白山、白城、延边；黑龙江齐齐哈尔、鸡西、鹤岗、双鸭山、大庆、伊春、佳木斯、七台河、牡丹江、黑河、绥化、大兴安岭；湖北十堰；湖南长沙、邵阳、岳阳、张家界、益阳、郴州、永州；广东湛江；广西桂林、北海、贺州；海南海口、儋州；四川自贡、泸州、德阳、绵阳、广元、乐山、南充、宜宾、达州、雅安、资阳；贵州遵义、毕节、铜仁；云南昭通、普洱、临沧、文山、大理、德宏、怒江、迪庆；西藏拉萨、日喀则、昌都、林芝、山南、那曲、阿里；陕西咸阳、渭南、榆林、安康；甘肃白银、酒泉、定西；青海西宁、海东、果洛州
农 网	小于 1 小时	江苏南京、扬州；浙江杭州、宁波、嘉兴、绍兴；福建厦门；山东济南、青岛；广东广州、深圳、珠海、佛山、东莞、中山
	1-4 小时	内蒙古乌海；江苏无锡、徐州、常州、苏州、南通、连云港、淮安、盐城、镇江、泰州、宿迁；浙江温州、湖州、金华、衢州、舟山、台州、丽水；安徽合肥、芜湖、蚌埠、淮南、马鞍山、淮北、铜陵、安庆、黄山、滁州、阜阳、宿州、六安、亳州、池州、宣城；福建福州、莆田、三明、泉州、漳州、南平、龙岩、宁德；山东淄博、枣庄、东营、烟台、潍坊、济宁、泰安、威海、日照、临沂、德州、聊城、滨州、菏泽；湖北武汉、鄂州；广东汕头、江门、茂名、惠州、汕尾；海南三亚；贵州贵阳；云南昆明；陕西铜川；宁夏银川、固原；新疆克拉玛依
	4-9 小时	河北石家庄、唐山、邯郸、邢台、保定、沧州、衡水；山西太原、大同、阳泉、长治、晋城、晋中、运城、忻州、临汾；内蒙古呼和浩特、包头、乌兰察布、锡盟、阿拉善；辽宁沈阳、大连、鞍山、本溪、丹东、锦州、盘锦、葫芦岛；江西南昌、九江、新余、鹰潭、赣州、吉安、宜春、抚州、上饶；河南郑州、开封、平顶山、安阳、鹤壁、新乡、焦作、濮阳、许昌、漯河、三门峡、南阳、商丘、信阳；湖北黄石、十堰、宜昌、襄阳、荆门、孝感、荆州、黄冈、随州、恩施；湖南湘潭、衡阳、常德、湘西；广东韶关、肇庆、梅州、河源、阳江、清远、潮州、揭阳、云浮；广西南宁、柳州、钦州、贵港、来宾；四川成都；贵州遵义、黔南；云南曲靖、玉溪、丽江、普洱、楚雄、红河、大理、德宏、怒江、迪庆；陕西西安、宝鸡、咸阳、渭南、延安；宁夏石嘴山、吴忠、中卫；新疆乌鲁木齐、哈密、阿克苏、塔城

用户平均停电时间	地级行政区
9-12 小时	河北秦皇岛、张家口、承德、廊坊；山西朔州、吕梁；内蒙古鄂尔多斯、巴彦淖尔；辽宁抚顺、营口、辽阳、铁岭、朝阳；黑龙江大兴安岭；江西景德镇、萍乡；河南洛阳、周口、驻马店；湖南长沙、株洲、邵阳；广东湛江；广西桂林、防城港、玉林、百色、河池、崇左；四川攀枝花、遂宁、眉山巴中；贵州六盘水、安顺、毕节、铜仁、黔西南、黔东南；云南昭通、临沧、西双版纳；陕西汉中、榆林、安康；甘肃兰州、嘉峪关、金昌、张掖、平凉、甘南；青海西宁、海东；新疆吐鲁番、博州、巴州、伊犁
高于 12 小时	内蒙古赤峰、通辽、呼伦贝尔、兴安盟；辽宁阜新；吉林长春、吉林、四平、辽源、通化、白山、松原、白城、延边；黑龙江哈尔滨、齐齐哈尔、鸡西、鹤岗、双鸭山、大庆、伊春、佳木斯、七台河、牡丹江、黑河、绥化；湖北咸宁；湖南岳阳、张家界、益阳、郴州、永州、怀化、娄底；广西梧州、北海、贺州；海南海口、儋州；四川自贡、泸州、德阳、绵阳、广元、内江、乐山、南充、宜宾、广安、达州、雅安、资阳、阿坝、甘孜、凉山；云南保山、文山；西藏拉萨、日喀则、昌都、林芝、山南、那曲、阿里；陕西商洛；甘肃白银、天水、武威、酒泉、庆阳、定西、陇南、临夏；青海海北州、黄南州、海南州、果洛州、玉树州、海西州；新疆昌吉、克州、喀什、和田、阿勒泰

注：1.表中所有指标范围向下包含  
2.表中地市按照国家行政序列排序

## 二、用户平均停电频率

2024 年，全国 333 个地级行政区的用户平均停电频率范围为 0.09-10.67 次/户，其中，城网的用户平均停电频率范围为 0.06-4.79 次/户，农网的用户平均停电频率范围为 0.14-10.67 次/户。按四分位法将各地级行政区分为四个梯队，全口径用户平均停电频率的梯队区间界限值分别为 0.09 次/户和 1.26 次/户、2.27 次/户、3.43 次/户、10.67 次/户，城网用户平均停电频率的梯队区间界限值分别为 0.06 次/户和 0.44 次/户、0.74 次/户、1.17 次/户、4.79 次/户，农网用户平均停电频率的梯队区间界限值分别为 0.14 次/户和 1.40 次/户、2.48 次/户、3.76 次/户、10.67 次/户。

2024 年，全国 333 个地级行政区中，58 个地级行政区（占 17.42%）的用户平均停电频率少于 1 次/户，52 个地级行政区（占 15.62%）的用户平均停电频率超过 4 次/户，175 个地级行政区（占 52.55%）的用户平均停电频率高于全国平均值（2.12 次/户）；92 个地级行政区（占 27.63%）的城网用户平均停电频率少于 0.5 次/户，21 个地级行政区（占 6.31%）的城网用户平均停电频率超过 2 次/户，185 个地级行

政区（占 55.56%）的城网用户平均停电频率高于全国平均值（0.65 次/户）；55 个地级行政区（占 16.52%）的农网用户平均停电频率少于 1 次/户，68 个地级行政区（占 20.42%）的农网用户平均停电频率超过 4 次/户，175 个地级行政区（占 52.55%）的农网用户平均停电频率高于全国平均值（2.36 次/户）。

2024 年全国地级行政区用户平均停电频率分布见图 5-9 至图 5-11。

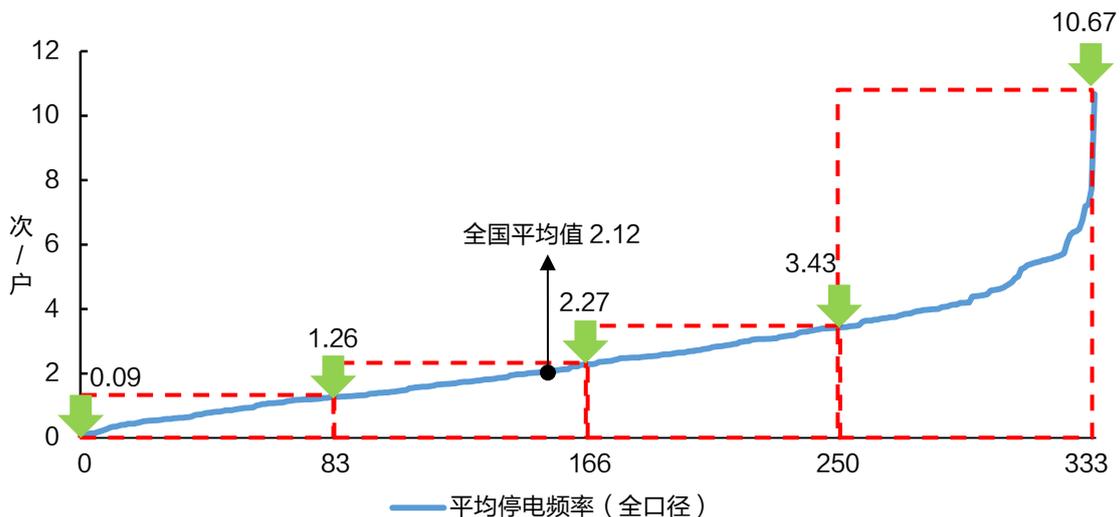


图 5-9 2024 年全国地级行政区用户平均停电频率分布（全口径）

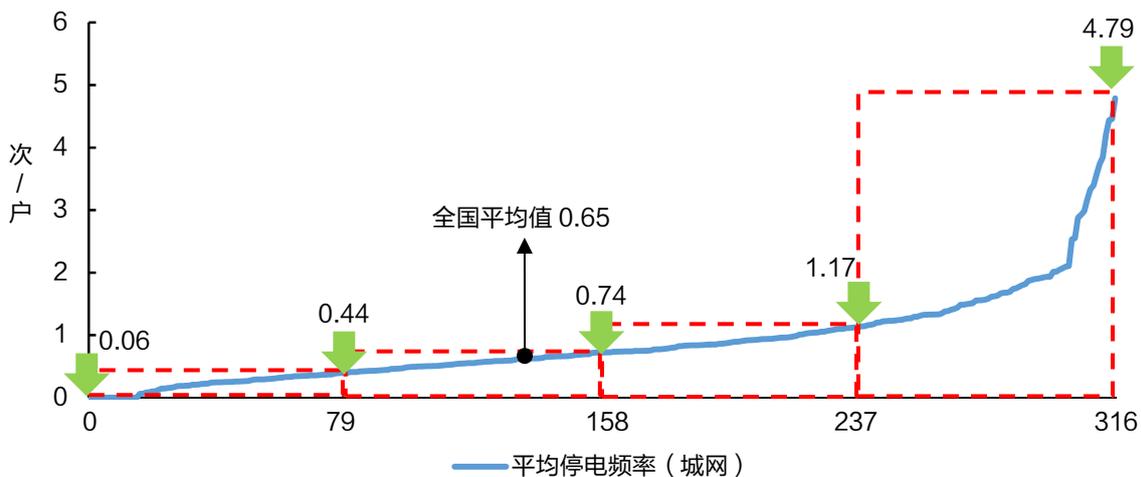


图 5-10 2024 年全国地级行政区用户平均停电频率分布（城网）

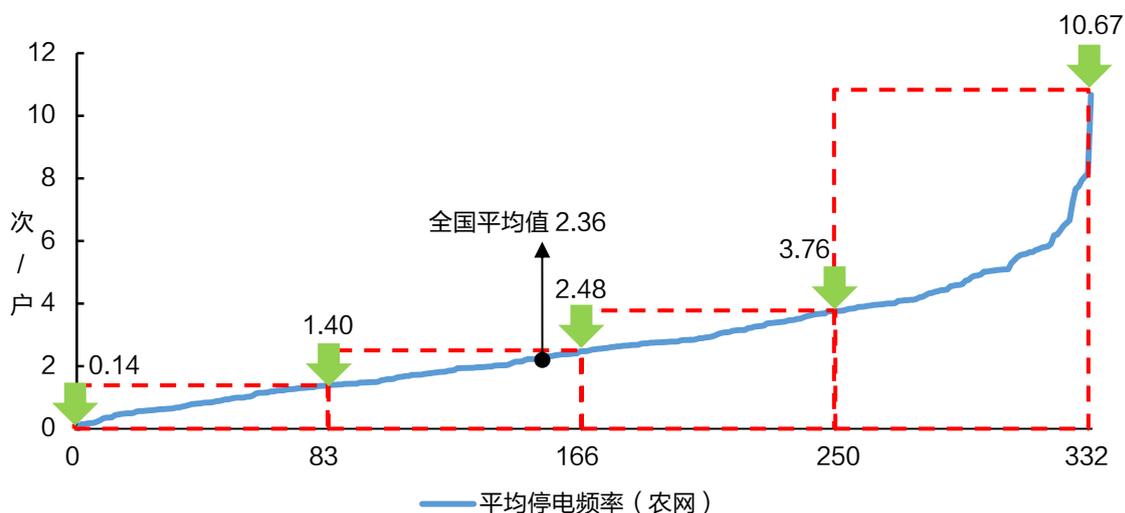


图 5-11 2024 年全国地级行政区用户平均停电频率分布 (农网)

表 5-5 2024 年地级行政区用户平均停电频率分布情况

用户平均停电频率		地级行政区
全口径	小于 1 次	<b>内蒙古</b> 乌海； <b>江苏</b> 南京、无锡、常州、苏州、南通、扬州、镇江、泰州、宿迁； <b>浙江</b> 杭州、宁波、嘉兴、绍兴、舟山； <b>福建</b> 福州、厦门、莆田、三明、泉州； <b>山东</b> 济南、青岛、淄博、枣庄、东营、烟台、潍坊、济宁、泰安、威海、日照、临沂、德州、聊城、滨州、菏泽； <b>广东</b> 广州、韶关、深圳、珠海、汕头、佛山、江门、茂名、惠州、汕尾、东莞、中山、潮州、揭阳； <b>海南</b> 三沙； <b>云南</b> 昆明、玉溪； <b>宁夏</b> 银川、石嘴山、吴忠、固原； <b>新疆</b> 克拉玛依
	1-2 次	<b>河北</b> 石家庄、唐山、邢台； <b>山西</b> 太原； <b>内蒙古</b> 呼和浩特、包头、鄂尔多斯、巴彦淖尔、乌兰察布； <b>辽宁</b> 鞍山、盘锦； <b>江苏</b> 徐州、连云港、淮安、盐城； <b>浙江</b> 温州、湖州、金华、衢州、台州； <b>安徽</b> 合肥、芜湖、蚌埠、淮南、马鞍山、淮北、铜陵、安庆、黄山、滁州、阜阳、宿州、六安、亳州、池州、宣城； <b>福建</b> 漳州、南平、龙岩、宁德； <b>江西</b> 鹰潭； <b>河南</b> 郑州； <b>湖北</b> 武汉、黄石、鄂州、荆门； <b>湖南</b> 长沙； <b>广东</b> 湛江、肇庆、梅州、河源、阳江、清远、云浮； <b>广西南宁</b> 、柳州、贵港、河池、来宾； <b>海南</b> 海口、三亚； <b>四川</b> 成都； <b>贵州</b> 贵阳、六盘水、遵义、铜仁； <b>云南</b> 曲靖、丽江、普洱、红河、楚雄、西双版纳、大理、德宏； <b>陕西</b> 铜川； <b>甘肃</b> 兰州、嘉峪关； <b>青海</b> 西宁； <b>宁夏</b> 中卫； <b>新疆</b> 乌鲁木齐、哈密、昌吉、巴州、和田、塔城
	2-3 次	<b>河北</b> 邯郸、保定、沧州、衡水； <b>山西</b> 临汾； <b>内蒙古</b> 赤峰、通辽、锡盟； <b>辽宁</b> 大连、抚顺、本溪； <b>黑龙江</b> 大兴安岭； <b>浙江</b> 丽水； <b>江西南昌</b> 、萍乡、九江、新余、赣州、吉安、抚州； <b>河南</b> 开封、洛阳、安阳、鹤壁、新乡、焦作、许昌、漯河、南阳、商丘、周口； <b>湖北</b> 宜昌、襄阳、孝感、荆州、随州； <b>湖南</b> 株洲、湘潭、衡阳、常德、湘西； <b>广西</b> 桂林、北海、防城港、钦州、玉林、百色、崇左； <b>四川</b> 自贡、攀枝花、广元、遂宁、眉山、达州、巴中； <b>贵州</b> 安顺、毕节、临沧； <b>云南</b> 怒江、迪庆； <b>陕西</b> 宝鸡、金昌、白银、张掖； <b>甘肃</b> 甘南； <b>青海</b> 海东、海西州； <b>新疆</b> 吐鲁番、博州、阿克苏、伊犁

用户平均停电频率		地级行政区
	3-4 次	<b>山西</b> 阳泉、长治、晋城、晋中、运城、吕梁； <b>内蒙古</b> 呼伦贝尔、兴安盟； <b>辽宁</b> 沈阳、丹东、锦州、营口、辽阳、铁岭； <b>吉林</b> 吉林、通化、白城； <b>黑龙江</b> 佳木斯、七台河、牡丹江、绥化； <b>江西</b> 景德镇、宜春、上饶； <b>河南</b> 平顶山、濮阳、三门峡、信阳； <b>湖北</b> 十堰、黄冈、咸宁； <b>湖南</b> 邵阳、张家界、益阳、郴州、永州、娄底； <b>广西</b> 梧州、泸州； <b>四川</b> 德阳、绵阳、内江、乐山、南充、宜宾； <b>云南</b> 昭通、文山； <b>西藏</b> 拉萨、昌都、阿里； <b>陕西</b> 西安、咸阳、安康、商洛； <b>甘肃</b> 天水、武威、平凉、酒泉； <b>青海</b> 黄南州、海南州； <b>新疆</b> 克州、喀什、阿勒泰
	大于 4 次	<b>河北</b> 秦皇岛、张家口、承德、廊坊； <b>山西</b> 大同、朔州、忻州； <b>辽宁</b> 阜新、朝阳、葫芦岛； <b>吉林</b> 长春、四平、辽源、白山、松原、延边； <b>黑龙江</b> 哈尔滨、齐齐哈尔、鸡西、鹤岗、双鸭山、大庆、伊春、黑河； <b>河南</b> 驻马店； <b>湖北</b> 恩施； <b>湖南</b> 岳阳、怀化； <b>广西</b> 贺州； <b>海南</b> 儋州； <b>四川</b> 广安、雅安、资阳、阿坝、甘孜、凉山； <b>云南</b> 保山； <b>西藏</b> 日喀则、林芝、山南、那曲； <b>陕西</b> 渭南、延安、榆林、汉中； <b>甘肃</b> 庆阳、定西、陇南、临夏； <b>青海</b> 海北州、玉树州、果洛州
城 网	小于 0.5 次	<b>河北</b> 石家庄、秦皇岛、邢台； <b>山西</b> 太原； <b>辽宁</b> 大连、鞍山、丹东； <b>江苏</b> 南京、无锡、常州、苏州、南通、连云港、淮安、盐城、扬州、镇江、泰州、宿迁； <b>浙江</b> 杭州、宁波、嘉兴、湖州、绍兴、金华、舟山； <b>安徽</b> 蚌埠、马鞍山、铜陵、滁州； <b>福建</b> 福州、厦门、莆田、三明、泉州、漳州、南平、龙岩、赣州； <b>山东</b> 济南、青岛、淄博、枣庄、东营、烟台、潍坊、济宁、泰安、威海、日照、临沂、德州、聊城、滨州、菏泽； <b>河南</b> 洛阳、三门峡； <b>湖北</b> 黄石、荆门、孝感； <b>广东</b> 广州、韶关、深圳、珠海、汕头、佛山、江门、湛江、惠州、梅州、阳江、东莞、中山、潮州、揭阳； <b>广西南</b> 宁、柳州、梧州、百色、河池、崇左； <b>海南</b> 三沙； <b>贵州</b> 六盘水、黔东南； <b>云南</b> 昆明、曲靖； <b>青海</b> 海西州； <b>宁夏</b> 银川、固原、中卫
	0.5-1 次	<b>河北</b> 唐山、邯郸、衡水； <b>山西</b> 大同、晋城、临汾； <b>内蒙古</b> 包头、乌海、赤峰、鄂尔多斯、呼伦贝尔、巴彦淖尔、阿拉善； <b>辽宁</b> 沈阳、本溪、锦州、辽阳、盘锦、朝阳、葫芦岛； <b>吉林</b> 长春、吉林、松原； <b>黑龙江</b> 哈尔滨； <b>江苏</b> 徐州； <b>浙江</b> 温州、衢州、台州、丽水； <b>安徽</b> 合肥、芜湖、淮南、淮北、安庆、黄山、阜阳、宿州、六安、亳州、池州、宣城； <b>福建</b> 宁德； <b>江西南</b> 昌、萍乡、九江、新余、鹰潭、吉安、宜春、上饶； <b>河南</b> 郑州、开封、平顶山、安阳、新乡、焦作、濮阳、许昌、漯河、南阳、信阳、周口、驻马店； <b>湖北</b> 武汉、宜昌、襄阳、鄂州、荆州、随州； <b>湖南</b> 衡阳、常德、湘西； <b>广东</b> 茂名、肇庆、汕尾、河源、清远、云浮； <b>广西</b> 桂林、防城港、钦州、贵港、玉林、来宾； <b>海南海</b> 口、三亚； <b>四川</b> 成都、攀枝花、广元、内江、南充、眉山、广安、达州、巴中； <b>贵州</b> 贵阳、遵义、安顺、毕节、铜仁； <b>云南</b> 玉溪、保山、丽江、临沧、楚雄、红河、西双版纳； <b>陕西</b> 宝鸡、汉中； <b>甘肃</b> 兰州、金昌、武威、陇南； <b>甘南</b> ； <b>宁夏</b> 石嘴山、吴忠； <b>新疆</b> 乌鲁木齐、吐鲁番、哈密

用户平均停电频率	地级行政区
1-1.5 次	<p><b>河北</b>保定、张家口、承德、沧州、廊坊；<b>山西</b>朔州、晋中；<b>内蒙古</b>呼和浩特、通辽、乌兰察布、兴安盟、锡盟；<b>辽宁</b>抚顺、营口、阜新、铁岭；<b>吉林</b>四平、通化、白山、白城；<b>黑龙江</b>黑河；<b>江西</b>景德镇、抚州；<b>河南</b>鹤壁、商丘；<b>湖北</b>咸宁、恩施；<b>湖南</b>长沙、株洲、湘潭、郴州、怀化、娄底；<b>广西北海</b>；<b>四川</b>自贡、泸州、德阳、绵阳、乐山、宜宾、普洱；<b>云南</b>大理、德宏；<b>陕西</b>铜川、咸阳、安康、商洛；<b>甘肃</b>嘉峪关、天水、张掖、平凉、庆阳、临夏；<b>青海</b>西宁、海东</p>
1.5-2 次	<p><b>山西</b>长治、运城；忻州；<b>吉林</b>辽源、延边；<b>黑龙江</b>齐齐哈尔、鸡西、七台河、牡丹江；<b>湖北</b>十堰、黄冈；<b>湖南</b>邵阳、张家界、永州；<b>四川</b>雅安、资阳；<b>云南</b>昭通、文山、怒江；<b>西藏</b>拉萨、昌都；<b>陕西</b>西安、延安、榆林；<b>甘肃</b>白银、酒泉、定西</p>
大于 2 次	<p><b>山西</b>阳泉、吕梁；<b>黑龙江</b>鹤岗、双鸭山、大庆、伊春、佳木斯、绥化、大兴安岭；<b>湖南</b>岳阳、益阳；<b>广西</b>贺州；<b>海南</b>儋州；<b>云南</b>迪庆；<b>西藏</b>日喀则、林芝、山南、那曲、阿里；<b>陕西</b>渭南；<b>青海</b>果洛州</p>
农 网	<p><b>内蒙古</b>乌海；<b>江苏</b>南京、无锡、常州、苏州、南通、扬州、泰州、宿迁；<b>浙江</b>杭州、宁波、嘉兴、绍兴；<b>福建</b>福州、厦门、莆田、三明、泉州；<b>山东</b>济南、青岛、淄博、枣庄、东营、烟台、潍坊、济宁、泰安、威海、日照、临沂、德州、聊城、滨州、菏泽；<b>广东</b>广州、韶关、深圳、珠海、汕头、佛山、江门、茂名、惠州、汕尾、东莞、中山、潮州、揭阳；<b>云南</b>昆明、玉溪；<b>宁夏</b>银川、石嘴山、吴忠、固原；<b>新疆</b>克拉玛依</p>
	<p><b>河北</b>石家庄、唐山；<b>山西</b>太原；<b>内蒙古</b>呼和浩特、包头、鄂尔多斯、乌兰察布、阿拉善；<b>江苏</b>徐州、连云港、淮安、盐城、镇江；<b>浙江</b>温州、湖州、金华、衢州、舟山、台州；<b>安徽</b>合肥、芜湖、蚌埠、淮南、马鞍山、淮北、铜陵、安庆、黄山、滁州、阜阳、宿州、六安、亳州、池州、宣城；<b>福建</b>漳州、南平、龙岩、宁德；<b>江西</b>鹰潭；<b>河南</b>郑州；<b>湖北</b>武汉、鄂州、荆门；<b>广东</b>湛江、肇庆、梅州、河源、阳江、清远、云浮；<b>广西南宁</b>、柳州、贵港、河池、来宾；<b>海南海口</b>、三亚；<b>四川</b>成都；<b>贵州</b>贵阳、遵义、铜仁；<b>云南</b>曲靖、丽江、普洱、楚雄、红河、西双版纳、大理、德宏；<b>陕西</b>铜川；<b>甘肃</b>嘉峪关；<b>宁夏</b>中卫；<b>新疆</b>乌鲁木齐、哈密、昌吉、巴州、和田、塔城</p>
	<p><b>河北</b>邯郸、邢台、保定、沧州、衡水；<b>内蒙古</b>赤峰、通辽、巴彦淖尔、锡盟；<b>辽宁</b>大连、鞍山、本溪、盘锦；<b>黑龙江</b>大兴安岭；<b>浙江</b>丽水；<b>江西南昌</b>、萍乡、九江、新余、赣州、吉安、抚州；<b>河南</b>开封、洛阳、安阳、鹤壁、新乡、焦作、许昌、漯河、南阳、商丘、周口；<b>湖北</b>黄石、宜昌、襄阳、孝感、荆州；<b>湖南</b>长沙、湘潭、衡阳、常德、湘西；<b>广西</b>桂林、北海、防城港、钦州、玉林、百色、崇左；<b>四川</b>攀枝花、广元、遂宁、达州、巴中；<b>贵州</b>六盘水、安顺、毕节、黔西南；<b>云南</b>临沧、怒江、迪庆；<b>陕西</b>宝鸡；<b>甘肃</b>兰州、张掖；<b>甘南</b>；<b>青海</b>西宁、海东、海西州；<b>新疆</b>吐鲁番、博州、阿克苏、伊犁</p>

用户平均停电频率	地级行政区
3-4次	山西阳泉、长治、晋城、晋中、运城、临汾、吕梁；内蒙古呼伦贝尔、兴安；辽宁抚顺、丹东、锦州、营口、辽阳；黑龙江七台河、绥化；江西景德镇、宜春、上饶；河南平顶山、濮阳、三门峡、信阳；湖北十堰、黄冈、咸宁、随州；湖南株洲、邵阳、益阳、郴州、永州、娄底；四川自贡、德阳、绵阳、乐山、南充、眉山；云南昭通、文山；西藏阿里；陕西咸阳、商洛；甘肃金昌、白银、天水、武威、平凉、酒泉；青海黄南州、海南；新疆克州、喀什、阿勒泰
大于4次	河北秦皇岛、张家口、承德、廊坊；山西大同、朔州、忻州；辽宁沈阳、阜新、铁岭、朝阳、葫芦岛；吉林长春、吉林、四平、辽源、通化、白山、松原、白城、延边；黑龙江哈尔滨、齐齐哈尔、鸡西、鹤岗、双鸭山、大庆、伊春、佳木斯、牡丹江、黑河；河南驻马店；湖北恩施；湖南岳阳、张家界、怀化；广西梧州、贺州；海南儋州；四川泸州、内江、宜宾、广安、雅安、资阳、阿坝、甘孜、凉山；云南保山；西藏拉萨、日喀则、昌都、林芝、山南、那曲；陕西延安、榆林、西安、安康、汉中、渭南；甘肃庆阳、定西、陇南、临夏；青海海北州、果洛州、玉树州

注：1.表中所有指标范围向下包含  
2.表中地市按照国家行政序列排序

## 第五节 全国 50 个主要城市供电可靠性

### 一、用户平均停电时间

2024年，全国50个主要城市<sup>13</sup>的用户平均停电时间3.39小时/户，比全国平均值少3.32小时/户。其中，城网用户平均停电时间1.28小时/户，比全国平均值少0.71小时/户；农网用户平均停电时间4.03小时/户，比全国平均值少3.43小时/户。

2024年，北京、天津、南京、扬州、杭州、宁波、绍兴、福州、厦门、济南、青岛、广州、深圳、佛山、东莞的用户平均停电时间少于1小时/户，长春、哈尔滨、海口、重庆、拉萨的用户平均停电时间超过10小时/户；北京、天津、上海、苏州、杭州、宁波、绍兴、福州、厦门、青岛、广州、深圳、佛山、东莞、南宁的城网用户平均停电时间少于0.5小时/户，呼和浩特、长春、长沙、海口、拉萨、西安、西宁、乌鲁木齐的城网用户平均停电时间超过2小时/户；北京、天津、南京、

<sup>13</sup> 50个主要城市覆盖4个直辖市、27个省会城市、5个计划单列市及其他14个GDP排名靠前的城市。

扬州、杭州、宁波、绍兴、厦门、济南、青岛、广州、深圳、佛山、东莞的农网用户平均停电时间少于1小时/户，长春、哈尔滨、海口、重庆、拉萨、兰州、西宁的农网用户平均停电时间超过10小时/户。

2024年，全国50个主要城市中有38个城市的用户平均停电时间同比降低，30个城市的用户平均停电时间同比减少超过10%，沈阳、哈尔滨、扬州、杭州、合肥、泉州、东莞、贵阳、昆明、西安、乌鲁木齐的用户平均停电时间同比减少超过30%。12个城市的用户平均停电时间同比增加，上海、无锡、苏州、武汉、长沙、海口的用户平均停电时间增加超过40%。

2024年主要城市用户平均停电时间分布情况见表5-6。

表5-6 2024年主要城市用户平均停电时间分布情况

用户平均停电时间		城市
全口径	少于1小时	北京、天津、南京、扬州、杭州、宁波、绍兴、福州、厦门、济南、青岛、广州、深圳、佛山、东莞
	1-2小时	上海、无锡、徐州、常州、苏州、南通、温州、合肥、泉州、烟台、潍坊
	2-4小时	太原、大连、郑州、武汉、南宁、贵阳、昆明、银川、乌鲁木齐
	4-10小时	石家庄、唐山、呼和浩特、沈阳、南昌、长沙、成都、西安、兰州、西宁
	高于10小时	长春、哈尔滨、海口、重庆、拉萨
城网	少于0.5小时	北京、天津、上海、苏州、杭州、宁波、绍兴、福州、厦门、青岛、广州、深圳、佛山、东莞、南宁
	0.5-1小时	石家庄、南京、徐州、南通、扬州、合肥、泉州、济南、烟台
	1-1.5小时	太原、大连、无锡、常州、温州、潍坊、武汉、昆明、银川
	1.5-2小时	唐山、沈阳、哈尔滨、南昌、郑州、重庆、成都、贵阳、兰州
	高于2小时	呼和浩特、长春、长沙、海口、拉萨、西安、西宁、乌鲁木齐
农网	少于1小时	北京、天津、南京、扬州、杭州、宁波、绍兴、厦门、济南、青岛、广州、深圳、佛山、东莞
	1-2小时	上海、无锡、徐州、苏州、南通、温州、合肥、福州、泉州、潍坊
	2-5小时	唐山、太原、大连、常州、烟台、郑州、武汉、南宁、贵阳、昆明、银川、乌鲁木齐

用户平均停电时间		城市
5-10 小时	石家庄、呼和浩特、沈阳、南昌、长沙、成都、西安	
高于 10 小时	长春、哈尔滨、海口、重庆、拉萨、兰州、西宁	

注：1.表中所有指标范围向下包含  
2.表中城市按照国家行政序列排序

## 二、用户平均停电频率

2024 年，全国 50 个主要城市的用户平均停电频率 1.22 次/户，比全国平均值少 0.90 次/户。其中，城网用户平均停电频率 0.47 次/户，比全国平均值少 0.18 次/户；农网用户平均停电频率 1.46 次/户，比全国平均值少 0.90 次/户。

2024 年，天津、上海、南京、杭州、厦门、济南、青岛、潍坊、广州、深圳、佛山、东莞的用户平均停电频率少于 0.5 次/户，沈阳、大连、长春、哈尔滨、南昌、重庆、拉萨、西安的用户平均停电频率超过 2 次/户；天津、上海、苏州、南通、杭州、宁波、绍兴、厦门、济南、青岛、烟台、潍坊、广州、深圳、佛山、东莞、南宁的城网用户平均停电频率少于 0.25 次/户，呼和浩特、长沙、拉萨、西安、西宁的城网用户平均停电频率超过 1 次/户；天津、上海、杭州、厦门、济南、青岛、潍坊、广州、深圳、佛山、东莞的农网用户平均停电频率少于 0.5 次/户，沈阳、大连、长春、哈尔滨、南昌、长沙、重庆、拉萨、西安、兰州、西宁的农网用户平均停电频率超过 2 次/户。

2024 年，全国 50 个主要城市中有 34 个城市的用户平均停电频率同比降低，26 个城市的用户平均停电频率同比减少超过 10%，绍兴、泉州、东莞、贵阳、兰州、乌鲁木齐的用户平均停电频率同比减少超过 30%。16 个城市的用户平均停电频率同比增加，武汉、长沙的用户平均停电频率增加超过 40%。

2024 年主要城市用户平均停电频率分布情况见表 5-7。

表 5-7 2024 年主要城市用户平均停电频率分布情况

用户平均停电频率		城市
全口径	小于 0.5 次	天津、上海、南京、杭州、厦门、济南、青岛、潍坊、广州、深圳、佛山、东莞
	0.5-1 次	北京、无锡、常州、苏州、南通、扬州、宁波、绍兴、福州、泉州、烟台、昆明、银川
	1-1.5 次	徐州、温州、合肥、郑州、武汉、南宁、海口、贵阳
	1.5-2 次	石家庄、唐山、太原、呼和浩特、长沙、成都、兰州、西宁、乌鲁木齐
	大于 2 次	沈阳、大连、长春、哈尔滨、南昌、重庆、拉萨、西安
城网	小于 0.25 次	天津、上海、苏州、南通、杭州、宁波、绍兴、厦门、济南、青岛、烟台、潍坊、广州、深圳、佛山、东莞、南宁
	0.25-0.5 次	北京、石家庄、太原、大连、南京、无锡、常州、扬州、福州、泉州、重庆、昆明、银川
	0.5-0.75 次	唐山、沈阳、徐州、温州、合肥、郑州、武汉、成都、贵阳、兰州
	0.75-1 次	长春、哈尔滨、南昌、海口、乌鲁木齐
	大于 1 次	呼和浩特、长沙、拉萨、西安、西宁
农网	小于 0.5 次	天津、上海、杭州、厦门、济南、青岛、潍坊、广州、深圳、佛山、东莞
	0.5-0.75 次	北京、南京、无锡、常州、苏州、绍兴、福州、泉州、烟台、银川
	0.75-1.5 次	徐州、南通、扬州、宁波、温州、合肥、南宁、贵阳、昆明
	1.5-2 次	石家庄、唐山、太原、呼和浩特、郑州、武汉、海口、成都、乌鲁木齐
	大于 2 次	沈阳、大连、长春、哈尔滨、南昌、长沙、重庆、拉萨、西安、兰州、西宁

注：1. 表中所有指标范围向下包含  
2. 表中城市按照国家行政序列排序

## 第六节 停电原因分析

2024 年，全国用户平均故障停电时间为 4.17 小时/户，用户平均预安排停电时间为 2.54 小时/户，分别占到用户平均停电时间的 62.12%、37.88%；用户平均故障停电频率为 1.70 次/户，用户平均预安排停电频率为 0.42 次/户，分别占到用户平均停电频率

的 80.40%、19.60%。

2024 年全国故障、预安排停电指标见表 5-8。

表 5-8 2024 年全国故障、预安排停电指标

可靠性指标	全口径 (1+2+3+4)	百分比 (%)	城网 (1+2)	百分比 (%)	农网 (3+4)	百分比 (%)
用户平均故障停电时间 (小时/户)	4.17	62.12	1.24	62.54	4.64	62.10
用户平均预安排停电时间 (小时/户)	2.54	37.88	0.74	37.46	2.83	37.90
用户平均故障停电频率 (次/户)	1.70	80.40	0.50	77.26	1.90	80.54
用户平均预安排停电频率 (次/户)	0.42	19.60	0.15	22.74	0.46	19.46
故障停电平均持续时间 (小时/次)	2.81	—	2.93	—	2.80	—
预安排停电平均持续时间 (小时/次)	5.76	—	5.62	—	5.82	—
故障停电平均用户数 (户/次)	12.31	—	6.10	—	12.67	—
预安排停电平均用户数 (户/次)	9.16	—	4.49	—	9.54	—

## 一、故障停电分析

### (一) 故障平均停电指标分析

2024 年，全国用户平均故障停电时间 4.17 小时/户，同比减少 13.60%；用户平均故障停电频率 1.70 次/户，同比减少 6.92%。其中城网、农网用户平均故障停电时间分别为 1.24 小时/户、4.64 小时/户，同比分别减少 2.85%、14.04%。城网、农网用户平均故障停电频率分别为 0.50 次/户、1.90 次/户，同比降低 3.70%、7.09%。

六个区域中，东北、华中、西北、南方区域的用户平均故障停电时间高于全国平均值（4.17 小时/户），华东区域用户平均故障停电时间最短，为 0.90 小时/户。东北、华中、西北区域用户平均故障停电频率均高于全国平均值（1.70 次/户），华东区域用户平均故障停电频率最低，为 0.75 次/户。华中、西北、南方区域的故障停电平均持续时间高于全国平均值（2.79 小时/次）；华东区域故障停电平均持续时间最短，为 1.60 小时/次。华北、东北、西北、南方区域的故障停电平均用户数高于全国平均值（12.31 户/次），华东区域故障停电平均用户数最少，为 5.54 户/次。

2024 年全国、各区域故障停电指标见表 5-9。

表 5-9 2024 年全国、各区域故障停电指标

区域		全国	华北区域	东北区域	华东区域	华中区域	西北区域	南方区域
用户平均故障停电时间 (小时/户)	全口径	4.17	3.07	7.34	0.90	6.02	5.42	4.88
	城网	1.24	0.62	1.86	0.34	1.76	1.68	1.88
	农网	4.64	3.40	8.36	1.00	6.71	5.82	5.45
用户平均故障停电频率 (次/户)	全口径	1.70	1.37	3.58	0.75	2.38	2.09	1.18
	城网	0.50	0.34	0.85	0.28	0.70	0.83	0.39
	农网	1.90	1.52	4.09	0.83	2.65	2.22	1.33
故障停电平均持续时间 (小时/次)	全口径	2.79	2.60	2.71	1.60	2.80	2.90	6.48
	城网	2.93	3.51	2.82	1.70	2.78	2.58	6.07
	农网	2.80	2.60	2.70	1.60	2.83	2.94	6.52
故障停电平均用户数 (户/次)	全口径	12.31	14.41	21.82	5.54	10.50	17.20	18.25
	城网	6.10	7.56	8.13	4.68	4.77	6.64	10.57
	农网	12.67	14.59	23.16	5.55	10.85	18.11	18.61

## (二) 故障停电次数分析

2024 年，全国有 55.71% 的用户未发生过故障停电。在发生故障停电用户中，有近 44.12% 的用户故障停电 1 次，有 13.05% 的用户故障停电次数在 5 次及以上，1.72% 的用户故障停电次数在 10 次及以上。

2024 年用户故障停电次数分布见图 5-12。

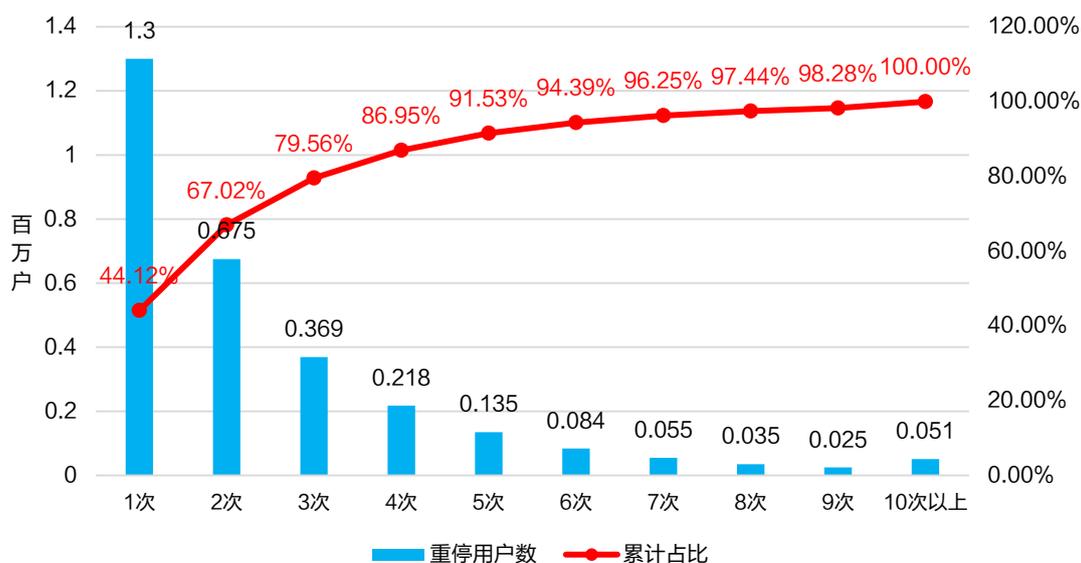


图 5-12 2024 年用户故障停电次数分布

### （三）故障停电持续时间分析

2024年，故障停电平均持续时间为2.79小时/次，同比减少0.42小时/次。其中，城网故障停电平均持续时间为2.93小时/次，同比降低0.04小时/次；农网故障停电平均持续时间为2.80小时/次，同比增加0.44小时/次。其中，有25.65%的故障停电能够在1小时以内排除并恢复供电；有17.17%的故障停电能够在1-2小时以内排除并恢复供电；有15.93%的故障停电恢复时间超过了10个小时。

2024年故障停电持续时间占比见图5-13。

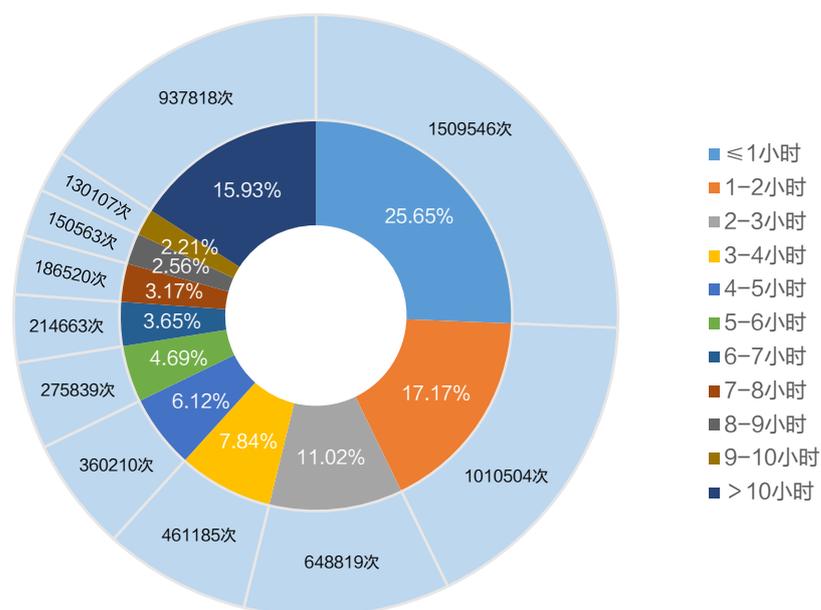


图5-13 2024年故障停电持续时间占比

### （四）故障停电原因分析

2024年，全国故障停电主要责任原因为：自然因素占41.08%，造成用户平均停电时间1.71小时/户，同比增加0.09小时/户；设备因素占17.67%，造成用户平均停电时间0.74小时，同比减少0.21小时/户，其中设备老化是主要原因；外力因素占16.32%，造成用户平均停电时间0.68小时/户，同比减少0.19小时/户，其中异物短路是主要原因；用户因素占11.01%，造成用户平均停电时间0.46小时/户，同比减少0.15小时/户。

2024年故障停电原因占比见图5-14。

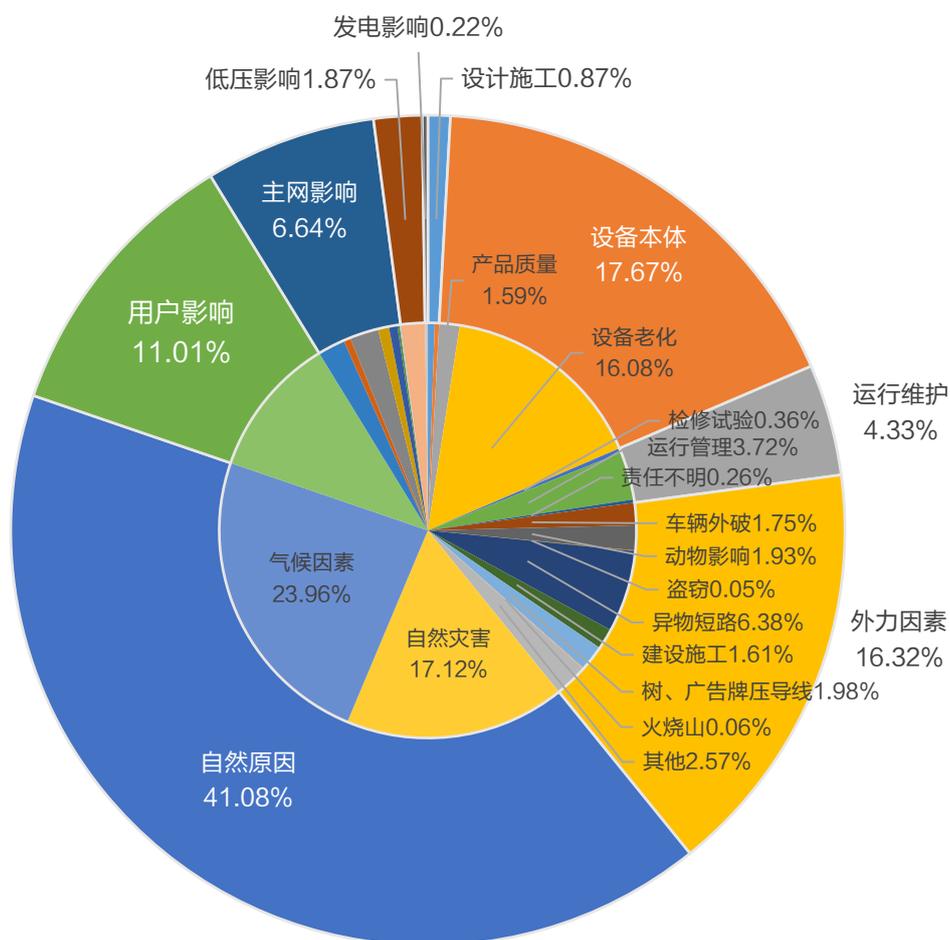


图 5-14 2024 年故障停电原因占比

### (五) 故障停电设施分析

2024 年，10（6、20）千伏架空线路、电缆线路、变压器、断路器四类主要设施中，架空线路故障率为 10.23 次/百千米·年，电缆线路故障率为 4.37 次/百千米·年，变压器故障率为 0.93 次/百台·年，断路器故障率为 0.40 次/百台·年。

2020-2024 年配网四类主要设施故障率变化见图 5-15。

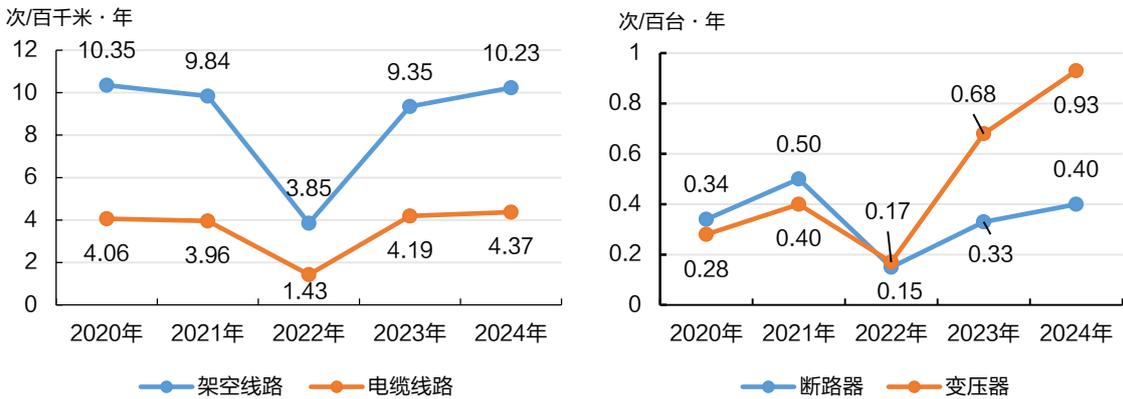


图 5-15 2020-2024 年配网四类主要设施故障率变化

## 二、预安排停电分析

### (一) 预安排平均停电指标分析

2024 年，全国用户平均预安排停电时间为 2.54 小时/户，同比减少 15.35%；用户平均预安排停电频率为 0.42 次/户，同比减少 11.30%。其中城网用户平均预安排停电时间为 0.74 小时/户，同比减少 13.79%；农网用户平均预安排停电时间为 2.83 小时/户，同比减少 15.45%；城网、农网用户平均预安排停电频率分别为 0.15 次/户、0.46 次/户，同比分别减少 8.84%、减少 11.45%。

六个区域中，华北、东北、华中、西北区域的用户平均预安排停电时间超过全国平均值（2.54 小时/户），华东区域用户平均预安排停电时间最短，为 0.43 小时/户。东北、华中、西北区域的用户平均预安排停电频率超过全国平均值（0.42 次/户），华东区域的用户平均预安排停电频率最低，为 0.17 次/户。华北、东北、华中、西北、南方区域的预安排停电平均持续时间超过全国平均值（5.76 小时/次），华东区域的预安排停电平均持续时间最少，为 3.18 小时/户。华北、东北、西北区域的预安排停电平均用户数超过全国平均值（9.16 户/次），华东区域的预安排停电平均用户数最少，为 2.88 户/次。

2024 年全国、各区域预安排停电指标见表 5-10。

表 5-10 2024 年全国、各区域预安排停电指标

区域		全国	华北区域	东北区域	华东区域	华中区域	西北区域	南方区域
用户平均预安排停电时间 (小时/户)	全口径	2.54	2.61	4.61	0.43	2.88	5.95	1.81
	城网	0.74	0.53	1.42	0.18	1.14	1.43	0.55
	农网	2.83	2.89	5.20	0.48	3.17	6.43	2.04
用户平均预安排停电频率 (次/户)	全口径	0.42	0.40	0.69	0.17	0.48	0.95	0.23
	城网	0.15	0.12	0.26	0.06	0.19	0.43	0.07
	农网	0.46	0.44	0.77	0.19	0.53	1.00	0.26
预安排停电平均持续时间 (小时/次)	全口径	5.76	6.02	7.22	3.18	5.93	5.79	9.11
	城网	5.62	5.45	6.31	3.12	6.17	4.50	9.07
	农网	5.82	6.25	7.47	3.19	5.95	5.95	9.19
预安排停电平均用户数 (户/次)	全口径	9.16	18.82	39.98	2.88	8.06	18.33	4.55
	城网	4.49	4.65	11.63	2.05	4.22	7.01	3.12
	农网	9.54	20.56	46.46	2.94	8.34	19.53	4.63

### (二) 预安排停电次数分析

2024 年，全国有 81.73% 的用户未发生预安排停电。在发生预安排停电用户中，有 66.71% 的用户预安排停电 1 次，有 3.84% 的用户预安排停电次数在 5 次及以上，有 0.16% 的用户预安排停电次数在 10 次及以上。

2024 年用户预安排停电次数分布见图 5-16。

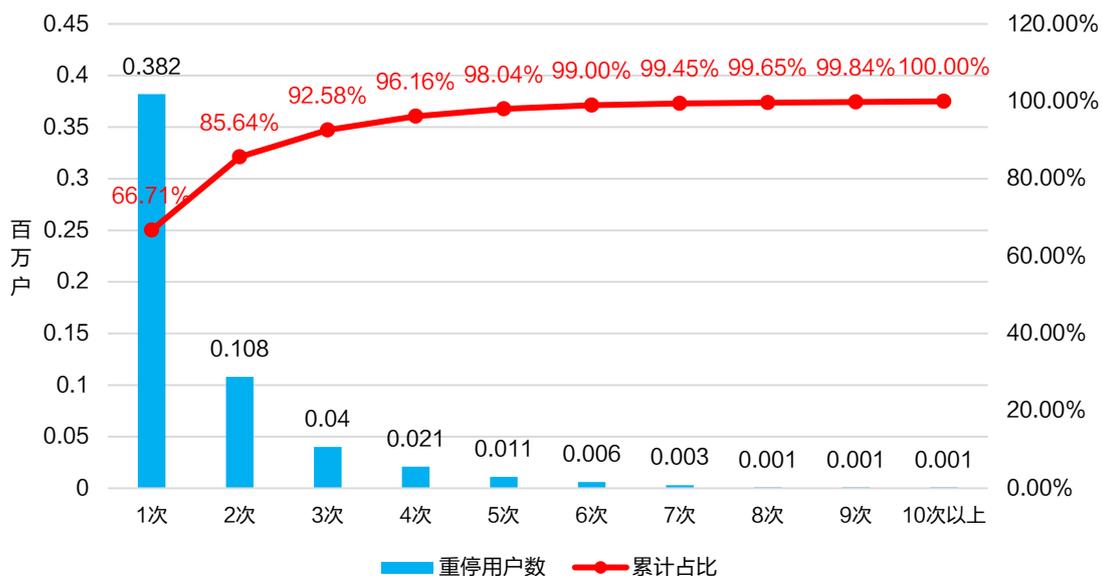


图 5-16 2024 年用户预安排停电次数分布

### （三）预安排停电持续时间分析

2024年，预安排停电平均持续时间5.76小时/次，同比减少0.61小时/次。其中，城网预安排停电平均持续时间5.62小时/次，同比减少0.03小时/次；农网预安排停电平均持续时间5.82小时/次，同比减少0.65小时/次。其中，有14.19%的预安排停电在1小时以内恢复供电；有5.83%的预安排停电在1-2小时以内恢复供电；有38.79%的预安排停电恢复时间超过10个小时。

2024年预安排停电持续时间占比见图5-17。

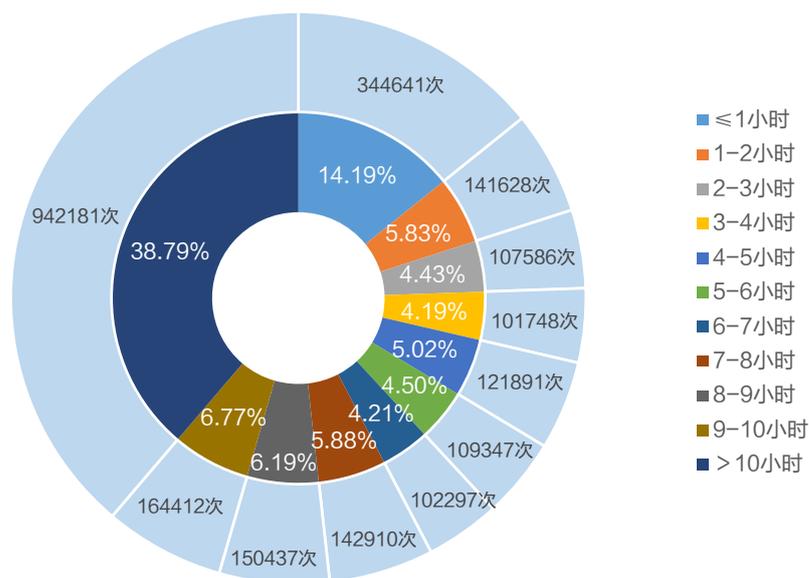


图 5-17 2024 年预安排停电持续时间占比

### （四）预安排停电原因分析

2024年，全国预安排停电主要原因为：计划检修占64.19%，造成用户平均停电时间1.63小时/户，同比减少0.09小时/户；工程停电占27.38%，造成用户平均停电时间0.69小时/户，同比减少0.31小时/户；临时检修占6.89%，造成用户平均停电时间0.17小时/户，同比减少0.03小时/户。

2024年预安排停电原因占比见图5-18。

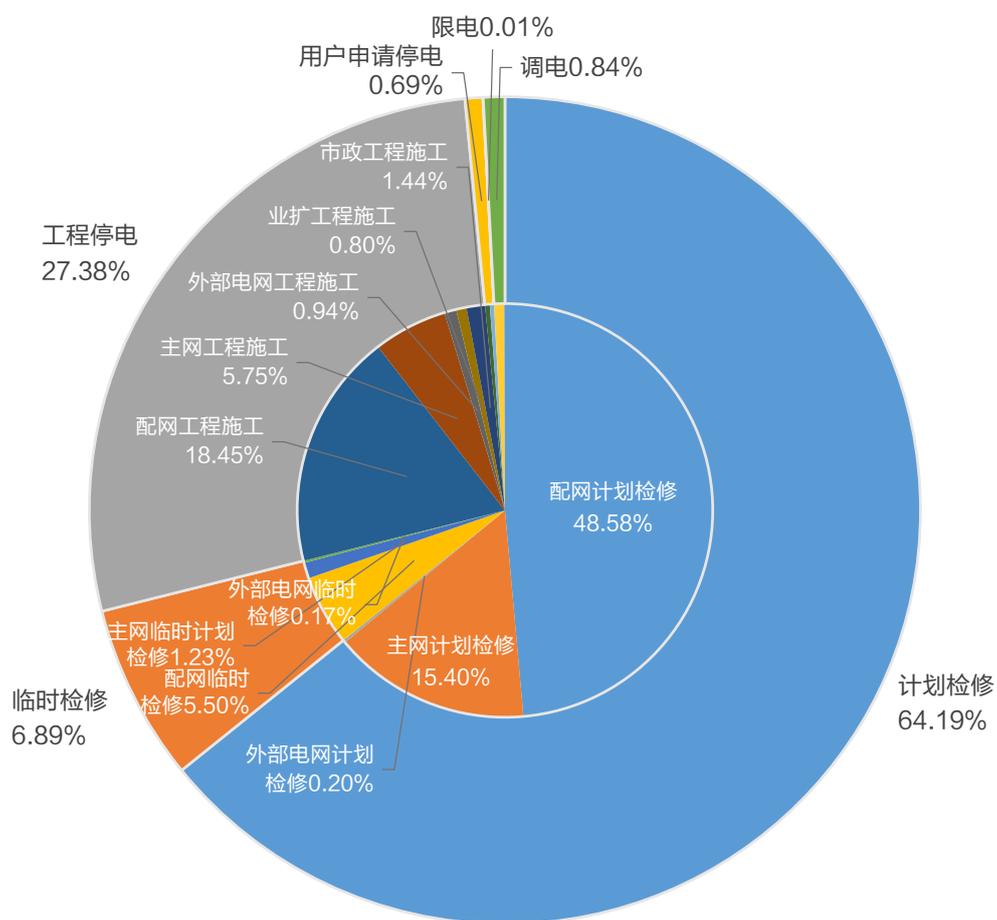


图 5-18 2024 年预安排停电原因占比

附表 1 2024 年火电机组运行主要可靠性指标

机组容量 (MW)	性质分类	台数	台年数	利用小时 UTH	可用小时		不可用小时及次数						降低出力等效 停运小时	等效可用系数 EAF (%)	等效强迫停 运率 EFOR (%)
					运行 SH	备用 RH	计划停运		非计划停运		强迫停运				
							次数	小时	次数	小时	次数	小时			
100-120	燃煤国产	8	7.77	3025.79	5046.81	3320.56	1.03	406.67	0.13	9.95	0.13	9.95	0	95.26	0.18
	燃煤全部	8	7.77	3025.79	5046.81	3320.56	1.03	406.67	0.13	9.95	0.13	9.95	0	95.26	0.18
125	燃煤国产	8	8	3482.45	5426.41	2627.39	1.38	728.4	0.13	1.79	0.13	1.79	0	91.69	0.03
	燃煤进口	4	4	2788.34	5921.45	2210.45	1	613.81	0.25	38.29	0.25	38.29	0	92.58	0.64
	燃煤全部	12	12	3251.08	5591.43	2488.41	1.25	690.2	0.17	13.96	0.17	13.96	0	91.98	0.25
130-138	燃煤国产	35	34.93	3484.67	5322.71	2534.77	1	562.17	0.8	364.35	0.69	95.56	0.06	89.45	1.77
	燃煤全部	35	34.93	3484.67	5322.71	2534.77	1	562.17	0.8	364.35	0.69	95.56	0.06	89.45	1.77
140-159	燃煤国产	49	44.89	3719.85	5557.34	2794.38	1.11	402.28	0.45	30	0.45	30	0.04	95.08	0.54
	燃煤全部	49	44.89	3719.85	5557.34	2794.38	1.11	402.28	0.45	30	0.45	30	0.04	95.08	0.54
160-185	燃煤国产	10	8.53	2183.05	4243.01	4221.48	0.82	319.51	0	0	0	0	0	96.36	0
	燃煤全部	10	8.53	2183.05	4243.01	4221.48	0.82	319.51	0	0	0	0	0	96.36	0
100-199	燃煤国产	110	104.13	3440.47	5317.04	2865.53	1.07	468.84	0.48	132.6	0.44	45.34	0.04	93.15	0.85
	燃煤进口	4	4	2788.34	5921.45	2210.45	1	613.81	0.25	38.29	0.25	38.29	0	92.58	0.64
	燃煤全部	114	108.13	3418.79	5337.13	2843.75	1.06	473.66	0.47	129.46	0.43	45.11	0.04	93.13	0.85
200	燃煤国产	73	72.67	3980.55	6324.36	1945.06	0.99	483.58	0.43	31	0.36	27.72	0.08	94.14	0.44
	燃煤进口	2	2	0	0	8784	0	0	0	0	0	0	0	100	0
	燃煤全部	75	74.67	3873.95	6155	2128.2	0.96	470.63	0.42	30.17	0.35	26.98	0.08	94.3	0.44

机组容量 (MW)	性质分类	台数	台年数	利用小时 UTH	可用小时		不可用小时及次数						降低出力等效停运小时	等效可用系数 EAF (%)	等效强迫停运率 EFOR (%)
					运行 SH	备用 RH	计划停运		非计划停运		强迫停运				
							次数	小时	次数	小时	次数	小时			
210-250	燃煤国产	35	33.82	3284.11	5868.9	2475.94	0.83	423.11	0.24	16.05	0.24	16.05	0	95	0.28
	燃煤进口	4	4	0	0	8712.77	0.25	71.23	0	0	0	0	0	99.19	0
	燃煤全部	39	37.82	2936.72	5248.08	3135.67	0.77	385.89	0.21	14.35	0.21	14.35	0	95.44	0.28
200-299	燃煤国产	108	106.49	3748.37	6172.51	2122.04	0.94	463.42	0.37	26.02	0.32	23.83	0.05	94.43	0.39
	燃煤进口	6	6	0	0	8735.38	0.17	48.62	0	0	0	0	0	99.45	0
	燃煤全部	114	112.49	3543.62	5835.35	2483.29	0.9	440.76	0.35	24.6	0.3	22.53	0.05	94.7	0.39
300	燃煤国产	292	290.08	4487.17	6774.96	1327.94	1.05	641.03	0.38	40.07	0.34	36.43	1.07	92.23	0.54
	燃煤进口	2	1.9	4784.67	6436.41	1902.51	1.05	433.65	1.05	11.43	1.05	11.43	0	94.93	0.18
	燃煤全部	294	291.98	4489.11	6772.76	1331.68	1.05	639.68	0.38	39.88	0.35	36.27	1.06	92.25	0.54
310-329	燃煤国产	89	88.75	4093.99	6614.79	1599.16	0.87	555.51	0.25	14.54	0.25	14.54	3.09	93.48	0.23
	燃煤进口	3	2.94	3651.81	5064.34	2939.15	1.02	780.51	0	0	0	0	0	91.11	0
	燃煤全部	92	91.7	4079.79	6565.01	1642.18	0.87	562.73	0.24	14.08	0.24	14.08	2.99	93.4	0.22
330-340	燃煤国产	259	258.38	4492.38	7072.05	1077.94	0.99	603.64	0.37	30.37	0.35	28.04	4.4	92.73	0.44
	燃煤全部	259	258.38	4492.38	7072.05	1077.94	0.99	603.64	0.37	30.37	0.35	28.04	4.4	92.73	0.44
350-352	燃煤国产	222	221.65	4468.02	7230.09	845.35	1.05	677.57	0.48	30.99	0.42	26.99	0.67	91.93	0.38
	燃煤进口	34	33.96	4167.19	6756.83	1625.73	0.68	395.22	0.29	6.22	0.29	6.22	1.4	95.41	0.11
	燃煤全部	256	255.61	4428.05	7167.22	949.02	1	640.06	0.46	27.7	0.41	24.23	0.76	92.39	0.35
360-399	燃煤进口	12	12	4621.31	6975.83	1274.43	0.67	517.41	0.75	16.33	0.75	16.33	0.03	93.92	0.24

机组容量 (MW)	性质分类	台数	台年数	利用小时 UTH	可用小时		不可用小时及次数						降低出力等效 停运小时	等效可用系数 EAF (%)	等效强迫停 运率 EFOR (%)
					运行 SH	备用 RH	计划停运		非计划停运		强迫停运				
							次数	小时	次数	小时	次数	小时			
	燃煤全部	12	12	4621.31	6975.83	1274.43	0.67	517.41	0.75	16.33	0.75	16.33	0.03	93.92	0.24
300-399	燃煤国产	862	858.86	4443.34	6976.59	1144.43	1.02	631.02	0.39	31.96	0.36	29	2.18	92.43	0.44
	燃煤进口	51	50.8	4272.21	6711.31	1617.04	0.71	447.09	0.41	8.56	0.41	8.56	0.94	94.8	0.14
	燃煤全部	913	909.66	4433.05	6960.64	1172.85	1	619.96	0.39	30.55	0.36	27.77	2.11	92.57	0.42
500	燃煤国产	4	3	5029.55	7081.78	1125.79	1.33	574.32	0.33	2.11	0.33	2.11	0	93.44	0.03
	燃煤进口	4	4	4779.95	6724.17	832.33	1.25	1164.02	0.5	63.48	0.5	63.48	0	86.03	0.94
	燃煤全部	8	7	4888.13	6879.17	959.53	1.29	908.43	0.43	36.88	0.43	36.88	0	89.24	0.54
600	燃煤国产	223	221.15	4407.92	6953.78	1109.8	0.97	690.35	0.38	30.07	0.36	27.77	2.53	91.77	0.4
	燃煤进口	10	10	5061.33	7148.11	670.83	0.8	961.52	0.4	3.55	0.4	3.55	0.74	89	0.06
	燃煤全部	233	231.15	4436.19	6962.19	1090.81	0.96	702.08	0.39	28.92	0.36	26.73	2.45	91.65	0.38
630-650	燃煤国产	99	98.8	4792.44	7073.13	967.6	0.83	717.19	0.35	26.08	0.3	21.09	4.59	91.49	0.34
	燃煤进口	5	4.89	4399.93	6981.21	894.27	1.23	859.26	1.23	49.26	1.02	48.96	0	89.66	0.7
	燃煤全部	104	103.69	4773.85	7068.77	964.13	0.85	723.92	0.4	27.18	0.34	22.41	4.37	91.4	0.35
660-680	燃煤国产	269	267.88	4720.1	7262.6	834.66	0.84	656.32	0.41	30.43	0.36	23.51	2.5	92.15	0.35
	燃煤进口	8	8	5202.51	7406.41	545.58	0.88	801.77	1	30.24	0.88	26.56	0.65	90.52	0.37
	燃煤全部	277	275.88	4734.07	7266.76	826.29	0.84	660.53	0.43	30.42	0.37	23.6	2.44	92.11	0.35
600-699	燃煤国产	591	587.84	4620.98	7120.73	955.04	0.89	678.66	0.39	29.57	0.35	24.62	2.86	91.9	0.36

机组容量 (MW)	性质分类	台数	台年数	利用小时 UTH	可用小时		不可用小时及次数						降低出力等效停运小时	等效可用系数 EAF (%)	等效强迫停运率 EFOR (%)
					运行 SH	备用 RH	计划停运		非计划停运		强迫停运				
							次数	小时	次数	小时	次数	小时			
	燃煤进口	23	22.89	4970.28	7206.85	673.13	0.92	880.81	0.79	23.22	0.7	21.8	0.54	89.7	0.3
	燃煤全部	614	610.73	4633.98	7123.93	944.55	0.89	686.19	0.41	29.33	0.36	24.52	2.77	91.82	0.36
700	燃煤国产	6	5.97	4903.97	7791.53	421.32	0.84	547.62	0.33	23.53	0.33	23.53	0	93.5	0.3
	燃煤进口	4	4	4498.73	6987.27	1146.57	1.5	647.02	0.5	3.14	0.25	1.43	38.47	92.16	0.57
	燃煤全部	10	9.97	4741.45	7468.99	712.17	1.1	587.49	0.4	15.35	0.3	14.67	15.43	92.96	0.4
800	燃煤国产	1	1	4311.17	7053.22	855.48	1	875.3	0	0	0	0	0	90.04	0
	燃煤进口	1	1	3747.7	6041	2743	0	0	0	0	0	0	0	100	0
	燃煤全部	2	2	4029.44	6547.11	1799.24	0.5	437.65	0	0	0	0	0	95.02	0
900	燃煤进口	2	2	5269.28	7223.04	551.35	1	1009.61	0	0	0	0	0	88.51	0
	燃煤全部	2	2	5269.28	7223.04	551.35	1	1009.61	0	0	0	0	0	88.51	0
1000	燃煤国产	171	169.69	4923.73	7214.97	796.85	0.92	733.62	0.38	38.56	0.3	30.95	2.66	91.18	0.45
	燃煤进口	4	4	4886.36	7229.49	905.08	1.25	636.93	0.25	12.5	0	0	0	92.61	0
	燃煤全部	175	173.69	4922.88	7215.3	799.31	0.93	731.42	0.38	37.97	0.29	30.24	2.6	91.21	0.44
500-1350	燃煤国产	773	767.5	4718.28	7155.02	901.92	0.9	694.85	0.39	32.21	0.34	26.49	2.76	91.69	0.38
	燃煤进口	38	37.89	4870.76	7110.73	834.49	1.03	818.68	0.61	20.09	0.5	17.19	4.47	90.4	0.34
	燃煤全部	811	805.4	4725.12	7153.04	898.89	0.9	700.4	0.4	31.66	0.35	26.07	2.84	91.63	0.38
100-1350	燃煤国产	1853	1836.98	4583.96	7042.01	1043.64	0.96	664.7	0.39	33.66	0.35	27.54	2.46	92.02	0.43
	燃煤进口	99	98.7	4478.18	6743.9	1375.45	0.81	649.43	0.46	15.22	0.42	13.56	2.91	92.4	0.24
	燃煤全部	1952	1935.68	4578.68	7027.14	1060.19	0.96	663.94	0.4	32.74	0.35	26.85	2.48	92.04	0.42
燃气轮机组		280	279.11	2441.11	4041.61	4065.85	1.13	665.5	0.19	11.04	0.15	6.45	0.21	92.3	0.12

附表2 2024年水电机组运行主要可靠性指标

机组分类	机组容量 (MW)	台数 (台)	台年数	平均容量 (兆瓦/台)	利用小时 [小时/(台年)]	可用小时		不可用小时及次数						降低出力等效停运小时 [小时/(台年)]	等效可用系数 (%)	等效强迫停运率 (%)
						运行 [小时/(台年)]	备用 [小时/(台年)]	计划停运		非计划停运		强迫停运				
								次数 [次/(台年)]	小时 [小时/(台年)]	次数 [次/(台年)]	小时 [小时/(台年)]	次数 [次/(台年)]	小时 [小时/(台年)]			
抽水蓄能机组	全部	175	175	272.45	2700.83	3289.61	4800.02	1.79	688.32	0.67	6.05	0.58	5.08	0	92.1	0.15
	50~99	13	13	65.31	2286.58	3782.31	4324.71	1.08	668.64	0.38	8.34	0.38	8.34	0	92.29	0.16
	100~199	6	6	150.00	2625.82	2600.2	5750.4	1.33	433.17	0.17	0.23	0.17	0.23	0	95.07	0.01
	200~299	29	29	237.93	2656.04	2849.49	5262.47	1.86	670.76	0.21	1.28	0.21	1.28	0	92.35	0.04
	300及以上	127	127	307.32	2719.49	3372.6	4706.69	1.87	697.74	0.83	6.97	0.71	5.8	0	91.98	0.17
水电轴流机组	全部	153	152.67	109.62	4276.32	5468.82	2610.6	1.24	704.33	0.05	0.25	0.01	0.07	0	91.98	0
	50~99	65	65	63.96	3612.27	4601.47	3681.98	1.34	499.69	0.11	0.87	0.02	0.15	0	94.3	0
	100~199	81	80.84	138.44	4519.89	5874.78	2181.11	1.09	728.05	0.01	0.06	0.01	0.06	0	91.71	0
	200~299	7	6.83	200.00	4301.38	4782.2	2869.24	2.05	1132.56	0	0.00	0	0	0	87.11	0
水电混流机组	全部	779	774.28	280.10	3802.95	5057.48	3231.72	1.13	492.43	0.04	2.38	0.02	0.98	6.62	94.29	0.01
	50~99	257	255.95	67.06	3299.93	4592.8	3652.74	1.1	533.27	0.03	5.20	0.01	0.03	83.37	92.92	0
	100~199	144	143.86	137.23	3012.04	4372.75	3901.65	1.26	500.77	0.07	8.83	0.04	0.54	0.02	94.2	0.01
	200~299	108	107.22	232.17	3151.13	4218.91	4102.05	1.08	461.82	0.03	1.22	0.03	1.22	0	94.73	0.03
	300及以上	270	267.25	578.24	4064.84	5331.63	2959.19	1.1	491.75	0.03	1.43	0.02	1.11	0	94.39	0.02
全部	1107	1101.95	255.33	3643.99	4781.78	3461.03	1.25	538.31	0.14	2.88	0.11	1.63	5.1	93.78	0.03	

附表3 2024年风电机组运行主要可靠性指标

机组容量 (MW)	台数 (台)	台年数	平均容量 (MW/台)	可用小时 (小时/台年)		不可用小时及次数 (小时/台年) (次/台年)			
						计划停运		非计划停运	
				运行	备用	次数	小时	次数	小时
1 以下	5430	5415.94	0.79	8573.48	11.39	1.47	121.57	0.71	77.56
1-1.49	784	782	1.22	8739.19	6.99	3.03	30.28	0.97	7.54
1.50-1.99	33091	32866.31	1.50	8714.56	18.18	2.83	29.73	1.24	21.53
2-2.49	20787	20017.37	2.03	8666.49	30.28	2.88	58.74	1.29	28.49
2.50 及以上	17493	16511.18	3.55	8567.79	29	3.55	134.84	1.15	52.37
全部	77585	75592.8	2.06	8642.4	25.23	2.9	79.83	1.19	36.54

附表4 2024年全国220千伏及以上电压等级架空线路、变压器、电抗器、断路器等  
输变电设施可靠性综合指标

设施类型	电压等级 (千伏)	设施总数/ 线路全长 *1	统计百台 (段、套、千米) 年数	强迫 停运率 *2	可用系数 (%)	非计划 停运次数 (次)	非计划 停运时间 *3	计停次数 (次)	计划停电 时间 *3
架空线路	综合	10059.180	9550.54	0.102	99.68	994	1.793	8721	98.739
架空线路	220	5829.865	5671.29	0.127	99.74	758	1.853	6659	104.649
架空线路	330	397.615	385.67	0.029	99.78	18	0.356	252	71.794
架空线路	440	10.336	-	-	-	-	-	-	-
架空线路	500	2843.426	2766.14	0.076	99.34	205	2.244	1617	99.733
架空线路	660	13.350	-	-	-	-	-	-	-
架空线路	750	352.774	343	0.015	99.35	5	0.021	86	43.98
架空线路	800	397.465	-	-	-	-	-	-	-
架空线路	1000	214.348	192.6	0.042	98.81	8	0.586	90	81.704
变压器	综合	27409	278.74	0.495	99.41	166	0.588	10114	51.846
变压器	220	16492	183.58	0.567	99.56	123	0.317	6580	38.929
变压器	330	752	7.5	0.934	99.45	8	0.676	223	52.061
变压器	400	12	-	-	-	-	-	-	-
变压器	500	8303	83.5	0.314	99.08	32	1.253	3055	81.824
变压器	660	24	-	-	-	-	-	-	-
变压器	750	573	5.42	0.185	99.45	2	0.059	137	49.943
变压器	800	952	-	-	-	-	-	-	-

设施类型	电压等级 (千伏)	设施总数/ 线路全长 *1	统计百台 (段、套、千米) 年数	强迫 停运率 *2	可用系数 (%)	非计划 停运次数 (次)	非计划 停运时间 *3	计停次数 (次)	计划停电 时间 *3
变压器	1000	301	2.77	0.361	99.45	1	0.201	119	48.249
电抗器	综合	6326	62.72	0.271	99.72	21	0.601	1247	24.155
电抗器	220	409	3.89	0	99.94	0	0	28	5.158
电抗器	330	169	1.71	0.586	99.98	1	0.002	2	1.320
电抗器	500	4271	42.79	0.023	99.70	5	0.526	962	26.008
电抗器	750	819	7.94	1.133	99.71	9	0.921	137	25.705
电抗器	1000	658	6.39	0.939	99.67	6	1.231	118	27.501
断路器	综合	55339	562.07	0.343	99.77	290	0.171	14820	20.329
断路器	220	42927	436.73	0.346	99.80	191	0.123	11330	17.906
断路器	330	2287	22.88	0.131	99.81	4	0.086	353	16.445
断路器	500	9452	95.53	0.387	99.64	93	0.404	2974	30.866
断路器	750	621	6.29	0.318	99.57	2	0.259	152	37.096
断路器	1000	52	0.51	0	99.90	0	0	5	8.677
电流互感器	综合	157608	1590.12	0.069	99.89	120	0.024	21179	9.767
电流互感器	220	129147	1303.91	0.061	99.92	91	0.022	16529	7.517
电流互感器	330	4266	42.75	0	99.94	0	0	229	5.093
电流互感器	400	46	0.46	0	97.36	0	0	18	231.509
电流互感器	500	23096	232.2	0.125	99.74	29	0.041	4396	23.242
电流互感器	750	593	5.86	0	100.00	0	0	0	0
电流互感器	1000	454	4.88	0	99.98	0	0	7	1.745

设施类型	电压等级 (千伏)	设施总数/ 线路全长 *1	统计百台 (段、套、千米) 年数	强迫 停运率 *2	可用系数 (%)	非计划 停运次数 (次)	非计划 停运时间 *3	计停次数 (次)	计划停电 时间 *3
电压互感器	综合	114800	1142.29	0.077	99.90	106	0.029	14097	8.683
电压互感器	220	76283	763.89	0.052	99.94	46	0.015	8752	5.409
电压互感器	330	7236	70.84	0	99.94	0	0	438	5.535
电压互感器	500	28627	282.12	0.156	99.81	56	0.075	4455	16.715
电压互感器	750	1815	17.67	0.113	99.78	2	0.014	237	19.688
电压互感器	1000	820	7.57	0.264	99.50	2	0.025	215	43.692
隔离开关	综合	231788	2345.54	0.056	99.94	155	0.019	16103	5.567
隔离开关	220	193745	1963.8	0.050	99.96	116	0.016	12147	3.951
隔离开关	330	7926	79.05	0.025	99.97	2	0.007	223	2.633
隔离开关	500	27259	274.29	0.106	99.80	35	0.043	3458	17.130
隔离开关	750	2689	26.73	0.075	99.84	2	0.002	258	13.737
隔离开关	1000	127	1.25	0	99.95	0	0	8	4.308
避雷器	综合	199566	1990.65	0.048	99.91	101	0.023	20237	7.774
避雷器	220	156583	1566.57	0.045	99.93	71	0.016	14885	6.073
避雷器	330	7182	70.41	0	99.94	0	0	391	5.195
避雷器	500	32315	319.21	0.072	99.83	26	0.038	4420	14.987
避雷器	750	2504	25.01	0.040	99.79	1	0.013	313	19.022
避雷器	1000	963	9.26	0	99.58	3	0.931	228	36.298
电缆线路	综合	258.74	252.92	0.087	99.92	26	6.745	297	98.992
电缆线路	220	253.15	247.4	0.089	99.94	25	6.041	267	74.538

设施类型	电压等级 (千伏)	设施总数/ 线路全长 *1	统计百台 (段、套、千米) 年数	强迫 停运率 *2	可用系数 (%)	非计划 停运次数 (次)	非计划 停运时间 *3	计停次数 (次)	计划停电 时间 *3
电缆线路	330	1.17	1.1	0	99.85	1	193.076	2	139.296
电缆线路	500	4.42	4.42	0	99.46	0	0	28	1457.805
电缆线路	750	0	0	0	100.00	0	0	0	0
组合电器	综合	9719	125.09	0.018	99.18	241	0.670	32219	216.760
组合电器	220	7515	103.15	0.013	99.49	137	0.291	21284	141.213
组合电器	330	219	2.07	0.048	98.92	11	5.463	670	353.593
组合电器	500	1893	19.04	0.036	97.90	75	1.436	9036	506.417
组合电器	750	42	0.42	0.120	93.62	10	19.638	247	1979.819
组合电器	1000	50	0.41	0.170	88.81	8	16.852	982	3269.966
母线	综合	14686	146.94	0.054	99.94	11	0.038	1302	5.969
母线	220	11868	119.07	0.059	99.95	10	0.047	942	4.759
母线	330	484	4.8	0	99.95	0	0	56	10
母线	500	2198	21.74	0	99.87	0	0	289	11.264
母线	750	124	1.21	0.823	99.86	1	0.041	13	12.396
母线	1000	9	0.09	0	100.00	0	0	2	28.296

注：\*1 架空线路、电缆线路单位为：百千米；其他设备单位为：台（套、段）。

\*2 电缆线路单位为次/千米年，其他设备单位为次/百千米（台、套、段）年。

\*3 架空线路单位为小时/百千米年，其他设备单位为小时/千米（台、套、段）年。

附表5 2024年全国直流输电系统运行可靠性主要指标

系统名称	能量可用率 EA (%)	能量利用率 U (%)	强迫能量不可用率 FEU (%)	计划能量不可用率 SEU (%)	合计强迫停运次数 (次)	总输送电量(亿千瓦时)
点对点超高压直流输电系统						
葛南	94.843	56.48	0.522	4.635	2	57.60
天广	96.320	36.62	0	3.680	0	57.74
龙政	97.178	46.40	0	2.822	0	121.95
江城	93.766	55.50	0.059	6.176	1	145.85
宜华	99.775	32.02	0.087	0.138	1	84.15
兴安	100	69.46	0	0	0	182.54
德宝	95.862	59.72	0	4.138	0	156.96
伊穆	97.783	52.25	0	2.217	0	137.31
银东	97.021	64.30	0	2.979	0	225.30
林枫	95.871	50.21	0	4.129	0	131.95
柴拉	97.231	50.77	0.177	2.592	1	26.69
牛从甲	99.640	57.41	0	0.360	0	160.94
牛从乙	96.880	58.11	0	3.120	0	162.89
金中	99.350	48.77	0	0.650	0	136.72
永富	96.160	28.71	0	3.840	0	75.46
如东	98.560	23.92	0	1.440	0	23.05
厦门	98.163	12.33	0.077	1.761	1	21.60

系统名称	能量可用率 EA (%)	能量利用率 U (%)	强迫能量不可用率 FEU (%)	计划能量不可用率 SEU (%)	合计强迫停运次数 (次)	总输送电量 (亿千瓦时)
点对点超高压直流输电系统						
楚穗	99.480	51.32	0.22	0.30	2	224.79
复奉	95.800	47.05	0	4.200	0	263.78
锦苏	94.729	54.23	0	5.271	0	342.05
天中	95.377	64.80	0	4.623	0	454.09
宾金	94.537	41.16	0	5.463	0	288.47
普侨	94.620	39.64	0	5.380	0	173.64
灵绍	94.788	79.50	0.179	5.033	1	557.13
祁韶	92.824	50.52	0	7.176	0	354.04
雁淮	97.112	77.61	0	2.888	0	543.86
鲁固	96.710	50.83	0.431	2.858	1	445.28
锡泰	95.693	50.47	0.196	4.111	2	442.12
新东	93.240	54.42	0.010	6.750	1	238.38
昭沂	95.891	51.17	0	4.109	0	448.25
吉泉	93.403	65.04	0	6.597	0	683.73
青豫	96.327	27.16	0	3.673	0	190.36
雅湖	92.034	25.35	0	7.966	0	177.63
陕武	94.548	47.93	0.190	5.262	1	335.89
建苏	92.052	36.26	0.508	7.440	2	254.12
金塘	94.641	34.80	0.619	4.740	2	243.85

系统名称	能量可用率 EA (%)	能量利用率 U (%)	强迫能量不可用率 FEU (%)	计划能量不可用率 SEU (%)	合计强迫停运次数 (次)	总输送电量 (亿千瓦时)
背靠背直流输电系统						
灵宝	98.119	57.76	0.116	1.765	1	56.16
高岭	98.211	77.08	0	1.789	0	202.57
黑河	98.640	0.47	0	1.360	0	0.31
鲁西	99.170	28.57	0	0.830	0	75.09
宜昌	97.083	54.80	0.203	2.714	1	120.00
施州	98.579	54.38	0	1.421	0	119.10
云霄	95.260	33.97	0	4.740	0	59.52
粤中	96.460	40.30	0	3.540	0	105.91
南粤	94.980	41.25	0	5.020	0	108.41
多端直流输电系统						
禄高肇	97.970	56.65	0	2.030	0	148.87
昆柳龙	98.070	37.62	0.010	1.920	1	263.61
张北	—	51.57	—	—	2	135.53
舟山	—	20.88	—	—	0	7.32
南澳	—	13.64	—	—	3	1.79

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国. 《电力可靠性管理办法（暂行）》. 中国政府网. 国家发展和改革委员会. 2022年4月16日。
- [2] 中华人民共和国. 《国家能源局关于加强电力可靠性管理工作的意见》. 中国政府网. 国家能源局. 2023年2月14日。
- [3] DL/T 861-2020, 电力可靠性基本名词术语[S]
- [4] DL/T793-2012, 发电设备可靠性评价规程[S]
- [5] DL/T793. 1-2017, 发电设备可靠性评价规程 第1部分：通用要求[S]
- [6] DL/T793. 2-2017, 发电设备可靠性评价规程 第2部分：燃煤机组[S]
- [7] DL/T793. 3-2019, 发电设备可靠性评价规程 第3部分：水电机组[S]
- [8] DL/T793. 4-2019, 发电设备可靠性评价规程 第4部分：抽水蓄能机组[S]
- [9] DL/T793. 5-2018, 发电设备可靠性评价规程 第5部分：燃气轮发电机组[S]
- [10] DL/T793. 6—2019, 发电设备可靠性评价规程 第6部分：风力发电机组[S]
- [11] DL/T 2139-2020, 火力发电厂辅助设备可靠性评价规程[S]
- [12] DL/T793. 7—2022, 发电设备可靠性评价规程 第7部分：光伏发电设备[S]
- [13] GB/T 40862-2021, 输变电设施运行可靠性评价指标导则[S]
- [14] DL/T837-2020, 输变电设施可靠性评价规程[S]
- [15] DL/T2030-2019, 输变电回路可靠性评价规程[S]
- [16] T/GEC 479-2021, 直流输变电设施可靠性评价规程[S]
- [17] DL/T989-2022, 直流输电系统可靠性评价规程[S]
- [18] DL/T836. 1-2016, 供电系统供电可靠性评价规程 第1部分：通用要求[S]
- [19] DL/T836. 2-2016, 供电系统供电可靠性评价规程 第2部分：高中压用户[S]
- [20] DL/T836. 3-2016, 供电系统供电可靠性评价规程 第3部分：低压用户[S]