

干燥空气环网柜中绝缘气体湿度测量方法

Humidity Measurement Method of Insulating Gas in Dry Air Ring Main Unit

(与国际标准一致性程度的标识)

(起草初稿)

2024-01-01 发布

2024-06-01 实施

浙江省电力学会 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 测量方法 2

5 测量结果的温度折算 3

6 安全注意事项 3

7 测量结果报告 3

附录 A 5

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由浙江省电力学会提出。

本文件由浙江省电力学会化学与环保专业委员会技术归口和解释。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至浙江省电力学会标准工作委员会（地址：浙江省杭州市南复路1号，邮编：310008，网址：<http://www.zjsee.org/>，邮箱：zjseeorg_bz@163.com）。

干燥空气环网柜中绝缘气体湿度测量方法

1 范围

本文件规定了干燥空气环网柜中绝缘气体湿度的测量方法。

本文件适用于干燥空气环网柜在型式试验、出厂试验、交接试验及预防性试验时绝缘气体湿度的测量。其他环保气体环网柜、环保柜中绝缘气体湿度测量方法可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 26860-2011 电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分

DL/T 506-2018 六氟化硫电气设备中绝缘气体湿度测量方法

T/CERS 0002-2018 3.6kV~40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

环保气体 environment-friendly

特指一种或多种无毒无害的气体组合，具有稳定性优和绝缘性能强的特点。在制备、支撑设备运行、外力作用下组分缓慢改变过程中不产生危害人体健康或污染周围环境的产物。同时，其全球变暖潜能值（GWP）不大于 CO₂。

3.2

氮气 nitrogen

一种无色、无味、无臭气体，分子式：N₂，是空气的主要成分之一，常温下化学性质稳定。相对分子质量：28.0134。

3.3

氧气 Oxygen

一种无色、无味、无臭气体，分子式：O₂，是空气的主要成分之一，化学性质比较活泼，具有氧化性和助燃性。相对分子质量：31.9988。

3.4

干燥空气 dry air

一种经人为干预手段制成，属于环保气体范畴的干燥气体，其中氮气（N₂）、氧气（O₂）各占体积分数的 78%和 22%。

3.5

开关设备和控制设备 alternating-current metal-enclosed switchgear and controlgear(environment-friendly gas)

开关装置及与其相关的控制、测量、保护和调节设备的组合，以及这些装置和设备同相关的电气连接、辅件、外壳和支撑件的总装的总称。

[来源：GB/T 3906-2020 3.101]

3.6

金属封闭开关设备和控制设备 alternating-current metal-enclosed switchgear and controlgear(environment-friendly gas)

除进出线外，其余完全被接地金属外壳封闭的开关设备和控制设备。
[来源：GB/T 3906-2020 3.102]

3.7

金属封闭开关设备和控制设备（环保气体） **alternating-current metal-enclosed switchgear and controlgear (environment-friendly gas)**
以环保气体作为主绝缘气体介质封闭于气箱结构中的金属封闭开关设备和控制设备。
[来源：T/CERS 0002-2018，3.2]

3.8

环网柜 **ring main unit**
以负荷开关为核心，用于环形配电网拓扑结构的金属封闭开关设备和控制设备的总称，具备故障线路切除、负荷分配和电源切换功能。

3.9

环网柜（环保气体） **ring main unit (environment-friendly gas)**
以环保气体作为主绝缘气体介质封闭于气箱结构中的环网柜。

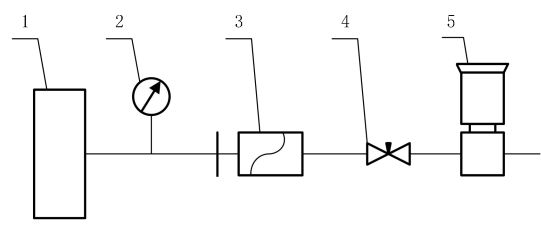
3.10

环网柜（干燥空气） **ring main unit (environment-friendly gas)**
以干燥空气作为主绝缘气体介质封闭于气箱结构中的环网柜。

4 测量方法

4.1 总体要求

干燥空气环网柜中绝缘气体湿度可采用电解式、冷凝露点式、电阻电容式等不同类型湿度计仪器进行测量。充气过程中须控制流速和气压以防止触发环网柜泄压机制。在充气过程结束后将环网柜静置48h以使水分在气箱内分布达到平衡态。出厂试验或例行检修后的湿度测量则需在充气过程结束后将环网柜静置24h后进行。为保证测量精确度，取样点须尽可能就近设置在环网柜气箱周边且须严格保证整条管路的密封性能。测量系统须具备对环网柜气箱内部工作气压的耐受能力以确保测量结果的准确性。测量系统组成及设备间连接方式参见图1。



- 说明：
- 1——待测干燥空气环网柜
 - 2——环网柜压力表计
 - 3——环网柜接头（接环网柜与仪器）
 - 4——仪器气体入口阀门（针阀）
 - 5——湿度计

图 1 测量气路连接图

4.2 对湿度计的要求

湿度计参照 DL/T 506-2018 中 4 的技术要求。

4.3 对测量气路系统的要求

测量气路系统参照 DL/T 506-2018 中 5 的技术要求。

4.4 对测量环境温度与湿度的要求

测量环境温度与湿度参照 DL/T 506-2018 中 6 的技术要求。

4.5 对测量压力的要求

4.5.1 推荐在常压下测量。

4.5.2 在仪器允许的条件下也可在环网柜压力下测量，环网柜压力下测量的计算参见 DL/T 506-2018 中附录 A。

4.6 湿度的表示方法

气体湿度的表示方法应符合 DL/T 506-2018 中 8 的技术要求。

4.7 测试步骤

4.7.1 测量气路连接。选择尺寸适配、高洁净度的实验管路、中间接头、密封结构、阀门，与湿度计测量仪器（参考图 1）紧密连接，保证全气路连接处可靠密封，无泄漏点位。

4.7.2 启动仪器。将连接管与仪器进气口连接，打开湿度计仪器电源使其进入待测状态。

4.7.3 测量气路与环网柜取样接头连接。

4.7.3.1 环网柜取样接头检查。取下环网柜取样接头密封件，检查取样接头并对其进行清理，确定其中未堆积呈固态或液态的、可能影响测试结果准确性的杂质。

4.7.3.2 测量气路与环网柜取样接头连接。把连接好的测量气路与环网柜取样接头连接，使连接处可靠密封、无泄漏点位。

4.7.4 湿度测量。打开环网柜上的阀门，记录此时环网柜压力表计上的压力。测量时缓慢开启气路阀门，将气体压力和流速调节至合适范围内。过程中时刻保持测量流量的稳定并实时监测被测气体压力以防其陡降。待检测数据稳定后记录下该时刻数据。测量结束时，记录环网柜压力表计上的压力。

4.7.5 拆除连接于环网柜取样接头和测量气路间的接头。将环网柜上的取样阀门关闭，拆卸环网柜取样接头，并恢复环网柜密封结构。

4.7.6 环网柜取样口检漏。恢复环网柜密封结构后，在其周围涂抹肥皂泡，验证环网柜取样口已被可靠密封。

4.7.7 湿度计测量仪器使用后，将干燥氮气通入其内部管路持续 15min~20min 后关闭仪器，并可靠封闭仪器出气和进气口。

4.7.8 湿度计测量仪器的使用方法参照使用说明书。

5 测量结果的温度折算

5.1 环境温度对环网柜气箱中绝缘气体湿度有明显的影响，测量结果须按照附录 A 折算至 20℃下标准数值。

5.2 如环网柜生产厂家提供了折算曲线、图表，可视具体情况采纳进行温度折算。

6 安全注意事项

6.1 环网柜带电状况下进行测试时应做好安全防护措施。

6.2 在测试过程中，应保证测试现场通风。

6.3 试验人员的安全防护参照 T/CERS 0002-2018 有关规定执行。

6.4 带电作业的安全措施参照 GB 26860-2011 有关规定执行。

7 测量结果报告

测量结果报告应包括以下内容

- a) 被测环网柜名称、型号、出厂编号、出厂日期；
- b) 湿度计仪器名称、型号、出厂编号、校验日期；
- c) 环境温度、湿度、大气压力、天气状况；
- d) 测量结果、执行标准和分析意见；

T/ZJSEE XXXX-YYYY

- e) 测量日期：年、月、日；
- f) 测量工作人员、审核、批准；
- g) 利用特殊方式测量时，需要注明测量方法和计算方法。

附录 A
(规范性)
干燥空气湿度测量结果的温度折算表

A.1 干燥空气湿度测量结果的温度折算如表A.1 所示，其中的数据表示环境温度为t的湿度测量值折算到 20℃的湿度值，单位为微升/升（μL/L）。

A.2 符号和意义如下：

T——表示环境温度，单位为摄氏度（℃）。
R——表示环境温度为 t 的湿度测量值，单位为微升/升（μL/L）。

A.3 折算表的使用方法如下：

- a) 如果折算值可以由实测值直接从表 A.1 中查出，即为折算值。
- b) 如果折算值不能由实测值直接从表 A.1 中查出，可以采用加权求值法（即线性插值法），计算出折算值，公式如下：

$$V_{Y(t)}=V_{Y(0)}+ (V_{Y(1)}-V_{Y(0)}) /10\times (V_{X(t)}-V_{X(0)}) \tag{A.1}$$

或者

$$V_{Y(t)}=V_{Y(1)}+ (V_{Y(1)}-V_{Y(0)}) /10\times (V_{X(1)}-V_{X(t)}) \tag{A.2}$$

式中：

$V_{Y(t)}$ ——测试温度下的实测值换算至 20℃下的湿度值；
 $V_{X(t)}$ ——测试温度下的实测湿度值；
 $V_{X(1)}$ 、 $V_{X(0)}$ ——同一环境温度下与实测值最接近的整数值；
 $V_{Y(1)}$ 、 $V_{Y(0)}$ ——为 $V_{X(1)}$ 、 $V_{X(0)}$ 换算至 20℃下的湿度值。

表 A.1 （续）

R μL/L	t ℃																			
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
760	1369	1308	1273	1205	1136	1099	1053	1005	927	835	760	724	700	678	649	636	608	594	581	560
770	1380	1318	1284	1216	1148	1111	1065	1016	937	846	770	734	710	688	659	647	617	604	591	570
780	1390	1329	1295	1227	1160	1122	1077	1026	947	856	780	744	719	698	669	657	627	614	602	579
790	1401	1340	1304	1238	1172	1133	1089	1037	958	866	790	754	728	709	680	667	637	623	612	589
800	1409	1352	1312	1248	1183	1145	1101	1047	968	877	800	764	738	719	690	677	647	632	622	600
810	1418	1362	1320	1258	1195	1156	1112	1058	978	887	810	774	747	729	701	688	656	643	633	610
820	1427	1374	1328	1268	1207	1168	1124	1068	989	897	820	783	756	738	712	697	666	654	643	621
830	1436	1386	1336	1278	1220	1181	1135	1079	999	908	830	793	765	747	721	707	676	663	653	631
840	1445	1397	1339	1285	1232	1194	1147	1089	1009	918	840	804	776	758	730	718	687	674	663	640
850	1456	1406	1352	1298	1244	1206	1158	1100	1019	929	850	814	786	768	739	729	696	684	674	650
860	1470	1414	1366	1311	1256	1219	1170	1110	1030	939	860	824	796	778	750	740	707	694	684	659
870	1483	1422	1380	1324	1269	1231	1180	1120	1040	950	870	834	805	788	761	749	716	705	694	669
880	1497	1429	1393	1337	1281	1238	1191	1130	1050	960	880	844	815	798	771	759	726	715	704	679
890	1510	1437	1406	1350	1294	1248	1202	1141	1061	971	890	854	825	808	781	768	737	724	715	689
900	1512	1441	1418	1362	1306	1248	1215	1151	1071	981	900	863	835	817	790	778	746	734	725	700
910	1524	1453	1430	1374	1318	1259	1227	1161	1081	991	910	872	845	826	801	788	757	745	735	711
920	1538	1465	1443	1387	1331	1270	1240	1171	1092	1001	920	882	854	837	811	797	767	754	746	721
930	1550	1479	1455	1399	1343	1280	1252	1180	1102	1012	930	892	864	847	820	806	777	764	756	731
940	1563	1491	1466	1410	1355	1291	1265	1190	1113	1022	940	901	874	858	831	817	787	774	766	742
950	1577	1504	1477	1420	1363	1302	1277	1200	1123	1032	950	912	885	869	840	828	797	784	775	752
960	1591	1517	1488	1430	1372	1311	1290	1209	1134	1042	960	922	896	878	851	838	806	794	785	761
970	1605	1530	1499	1440	1381	1321	1302	1218	1145	1052	970	932	905	887	861	848	817	805	796	771
980	1617	1543	1510	1450	1390	1331	1315	1227	1155	1063	980	943	915	897	870	859	826	814	807	781
990	1629	1556	1524	1463	1399	1341	1323	1236	1165	1073	990	953	926	907	881	868	835	824	817	791
1000	1643	1569	1537	1476	1409	1351	1334	1246	1175	1084	1000	963	936	917	892	878	844	835	827	801
1010	1655	1583	1551	1488	1420	1364	1344	1254	1185	1095	1010	974	945	927	902	888	854	844	837	812

