

一、（超）纯水电导率测量应用：

1.1 超纯水电导率测量：（超）纯水电导率理论电导率值为 0.055us/cm(约 18.2Mohm)

- 纯水：电导率在 0.1~2μS/cm 之间。
- 超纯水：电导率在 0.067~0.056μS/cm 之间，是实验室中常见的极高纯度水。

1.2 电导率测量要求满足标准要求：美标 ASTM 及 NIST standards 及国标

- 电导率测量：ASTM D5391-95 -
- 脱气电导率：ASTM Standards D4519 and D5391.

1.3 电导率测量精度及分辨率要求(真正超纯水应用<0.15us/cm)

- 测量精度要求：0.01us/cm (最佳 0.001us/cm(真正超纯水应用));
- 测量分辨率为：0.001us/cm (最佳 0.0001us/cm(真正超纯水应用))

1.4 电导率测量参数包括：

- ①比电导率 SC;
- ②氢电导率 CC;
- ③脱气氢电导率 DGCC.

1.5 中国国内对发电厂水汽电导率要求(根据 GB/T12145—2016 火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量)

*对于大型发电企业(过热蒸汽>18.3MPa): 要求主蒸汽电导率(@25℃)≤0.1us/cm(期望值≤0.8us/cm)

4 蒸汽质量标准

汽包炉和直流炉主蒸汽质量应符合表 1 的规定。

表 1 蒸汽质量

过热蒸汽压力 MPa	钠 μg/kg		氢电导率(25℃) μS/cm		二氧化硅 μg/kg		铁 μg/kg		铜 μg/kg	
	标准值	期望值	标准值	期望值	标准值	期望值	标准值	期望值	标准值	期望值
3.8~5.8	≤15	—	≤0.30	—	≤20	—	≤20	—	≤5	—
5.9~15.6	≤5	≤2	≤0.15*	—	≤15	≤10	≤15	≤10	≤3	≤2
15.7~18.3	≤3	≤2	≤0.15*	≤0.10*	≤15	≤10	≤10	≤5	≤3	≤2
>18.3	≤2	≤1	≤0.10	≤0.08	≤10	≤5	≤5	≤3	≤2	≤1
* 表面式凝汽器、没有凝结水精除盐装置的机组，蒸汽的脱气氢电导率标准值不大于 0.15 μS/cm，期望值不大于 0.10 μS/cm；没有凝结水精除盐装置的直接空冷机组，蒸汽的氢电导率标准值不大于 0.3 μS/cm，期望值不大于 0.15 μS/cm。										

*标准摘录

*并对不同工艺段的电导率也提出了具体的技术要求（具体参考相应标准及现场要求）。

二、在线测量电导率

2.1 在线电导率测量方法：

工业在线电导率测量一般通过两电极式的电导率传感器实现的，常规电极电极常数要求 K=0.01,传感器测量范围一般要求 0-50us/cm（历史沿袭下来的电导率为 0-200us/cm（考虑到启停及其它原因）。

电导率变送器要求工业级，防止电极极化/有实时的温度补偿，及对应的温度补偿系数（线形/非线性/其它设定线形补偿系数等）。

2.2 在线电导率分析仪一般要求：精度 0.01us/cm，分辨率 0.001us/cm；电极要求为钛电极/不锈钢电极；分体式最佳（便于清洗/更换等后期适用）。变送器及电极要求工业级，正常使用寿命 3-10 年（不污染电极前提下）。

三、便携式测量：验证/校准/追溯

3.1 电导率现场验证/校准

基于现状及研究，国内发电厂超纯水电导率校准遵循 DL/T677-2018《发电厂在线化学仪表检验规程》中有关电导率的校准要求，其对应于低电导率的仪表有清晰并明确的技术要求。

基于标准及对于低电导率的在线仪表需要使用标准便携式电导率表进行现场校准及验证在线仪表的准确性

等技术指标，以及必须满足的技术要求。

便携式超纯水电导率分析仪需要定期计量院校验，以定期验证标准仪表的准确性及完成标准传递；

标准仪表要求：轻量便携/重复性及精度要求比在线电导率仪表高一个等级（如在线仪表精度为 0.01us/cm, 则要求便携式仪表精度为其小数点后 1 位 (如 0.003us/cm, 因为这种高精度的便携式超纯水电导率仪表极其少, 且需要保持长期稳定的精度及测量重复可靠性。))

3.2 现场验证仪器及仪器计量追溯

作为便携式标准超纯水电导率分析仪，根据发电厂现场应用，需要测量比电导率 SC/氢电导率 CC/脱气氢电导率 DGCC;这几个参数的标准仪表，需要满足：高精度/重复性好/真正便携适用于现场应用条件；

*便携式标准仪表是实现在线电导率仪表长期运行/保证高精度/稳定运行的必要条件；

四、准确性分析

4.1 在线电导率测量：SC/CC/DGCC

所使用的仪表需要定期依照相应国家标准，进行定期校准/送检/验证等一系列的标准传递，并可具有可追溯性；完整的计量传递也是国家或者行业要求的。

五、北京德尔斐科技的技术解决方案

5.1 比电导率 SC 测量

5.1.1 在线比电导率 SC 测量

*在线型 IED300-COND 系列：单/双通道电导率分析仪

5.1.2 便携式比电导率 SC 测量

*便携型号 Mark-603：双参数 SC/CC 电导率分析仪（带树脂筒/切换阀）/500g/小型一体化/即插即测 精度 0.003us/cm；分辨率 0.0001us/cm



5.2 氢电导率 CC

5.2.1 在线氢电导率 CC 测量

*在线型号 IED300-CC 系列：在线氢电导率分析仪（一体/分体型）：传统树脂型

*在线型号 IED300-CC/EDI 系列：在线氢电导率分析仪（一体/分体型）：EDI 电可再生型

*可选进口型

5.2.2 便携式氢电导率 CC 测量

*便携型号 Mark-603：双参数 SC/CC 电导率分析仪（带树脂筒/切换阀）

5.3 脱气氢电导率 DGCC.

5.3.1 在线脱气氢电导率 DGCC 测量

- *国产在线型 IED300-DGCC 系列：单/双参数脱气氢电导率分析仪 (CC+DGCC)
- *进口在线 Mark24DGCC(参考下图)：配置三个电导率分析仪 (4 参数 SC/CC/DGCC/计算 PH)。
- *进口在线 Mark25DGCC(参考下图)：配置三个电导率分析仪 (4 参数 SC/CC/DGCC/溶解 CO₂)。



Mark24DGCC



Mark25DGCC

5.3.2 便携式脱气氢电导率 DGCC 测量:

- *进口便携型 Mark24DGCC(参考下图)：配置三个电导率分析仪 (4 参数 SC/CC/DGCC/计算 PH)。
- *进口便携型 Mark25DGCC(参考下图)：配置三个电导率分析仪 (4 参数 SC/CC/DGCC/溶解 CO₂)。



Mark24DGCC/P



Mark25DGCC/P