

ICS 27.100
K 52
备案号: 53943-2016

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1522 — 2016

发电机定子绕组内冷水系统水流量超声波 测量方法及评定导则

Guide for ultrasonic waterflow measuring method and evaluation of
internal water cooling system for generator stator windings

2016-01-07 发布

2016-06-01 实施

国家能源局 发 布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 水流量的测量	1
4 评定标准	2
附录 A (资料性附录) 时差型超声波测量原理	3
附录 B (资料性附录) 发电机定子绕组内冷水系统水流量超声波测量试验报告 (参考模板)	4

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》的规定进行编制的。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电机标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：广东电网有限责任公司电力科学研究院、国网湖北省电力公司电力科学研究院、
国网辽宁省电力有限公司电力科学研究院、华北电力科学研究院有限责任公司。

本标准主要起草人：张征平、胡卫、崔一铂、王健军、梅志刚、杨楚明、涂小涛、冉旺、陈文。

本标准首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条
一号，100761）。

发电机定子绕组内冷水系统水流量超声波 测量方法及评定导则

1 范围

本标准规定了交接、检修时，使用超声波流量仪对发电机定子绕组内冷水系统水流量进行测量的方法及评定原则。

本标准适用于定子绕组水内冷方式的各型发电机。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

2.1

内冷水系统 internal water cooling system

用于冷却水内冷发电机定子绕组的水回路，含空心铜管（或不锈钢管）、汇流管、分支水管（引水管）、水箱、水泵、冷却器、过滤器等。

2.2

分支水流量 branch waterflow

发电机内冷水系统分支水管单位时间内流过的水的体积，单位为“升/分钟（L/min）”。

3 水流量的测量

3.1 一般要求

3.1.1 检测原则

本标准是以水流量作为发电机内冷水系统流通性的评定参数，以各分支水管水流量之间的偏差作为评定内冷水系统的流通性的依据。

3.1.2 适用场合

水流量测量适用于下列场合：

- a) 交接时；
- b) A 级检修时；
- c) 对水回路流通性有怀疑时；
- d) 必要时。

3.1.3 测量仪器要求

测量仪器宜选用时差型测量原理的超声波流量仪，其精度等级应在 1.5 级及以上，且适用管径应与各型引水管尺寸相对应。时差型超声波测量仪的测量原理参见附录 A。

3.2 测量方法

3.2.1 试验准备

试验前应进行下列准备工作：

- a) 内冷水系统应充分排气，引水管表面应擦拭清洁；

- b) 内冷水系统宜为额定运行方式，测量期间应保持压力、流量稳定；
- c) 可参照发电机图纸，对引水管进行编号，应记录引水管材质、管径、壁厚等参数。

3.2.2 测量对象

应对下列系统进行水流量的测量：

- a) 定子线棒的引水管（测量时，应在出水端或进水端进行，优先选在出水端）；
- b) 定子绕组环形引线的引水管；
- c) 定子绕组出线套管的引水管。

3.2.3 测量过程要求

测量过程应符合下列要求：

- a) 测量前，应完成超声波流量计的参数设置、传感器安装、调零等准备工作；
- b) 测量点位置宜选在直管段部位，应消除弯管等因素对测量结果的影响；
- c) 测量过程中，应在传感器接触面涂抹凡士林类耦合剂，使得传感器与引水管表面接触良好；
- d) 测量时，应记录水温、进水压力、总进水管流量、各引水管的水流量；
- e) 测量工作完成后，应将引水管表面的耦合剂擦拭干净。

4 评定标准

应对定子上层线棒、定子下层线棒、环形引线、出线套管各部位引水管分类进行比较。各部位引水管流通性应按表 1 的规定进行评定。试验报告模板参见附录 B。

表 1 发电机内冷水系统流通性评定标准

负偏差绝对值 %	评 定 结 果
≤10	正常
>10	异常
注 1：偏差 = [(单根引水管流量值 - 同类型所有引水管的平均流量值) / 同类型所有引水管的平均流量值] × 100%。 注 2：对异常的定子线棒应在该线棒的另一端进行复测，并结合历次测量数据、运行温度等，综合判断被测线棒的内冷水流通状况。 注 3：当环形引线水流量值偏差较大时，应结合出线套管的水流量测量值进行综合判断。	

附 录 A
(资料性附录)
时差型超声波测量原理

利用超声波测量水流量有多种基于不同原理的方法,如时差法、频差法、多普勒法等,其中采用时差型超声波流量计广泛应用于发电机定子绕组内冷水系统水流量的测量。

超声波在流动的水中传播时,顺流方向声波的传播速度会增大,而逆流方向则会减小。对于相同长度的一段管道,超声波顺流和逆流时有不同的传播时间。顺流时的传播时间短,逆流时的传播时间长,并且顺流和逆流传播的时间差与水在管道中的流速存在着线性关系。利用这种线性关系计算出水的流速,再考虑管道的内、外管径等必要的参数,就可以测量出管道内的水流量。测量原理如图 A.1 所示。

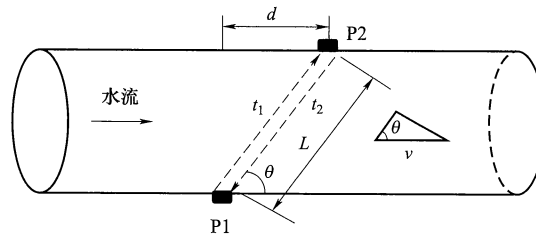


图 A.1 时差型超声波测量原理

图 A.1 中, P1 和 P2 分别是超声波仪器的发射探头和接收探头,它们与引水管轴线安装成 θ 角。设超声波在静止的水中传播速度为 c , 引水管中水的流动速度为 v , P1 和 P2 之间的直线距离为 L , 水平距离为 d 。从发射探头 P1 向接收探头 P2 顺流发射时, 超声波传播时间 t_1 为:

$$t_1 = \frac{L}{c + v \cos \theta} \quad (\text{A.1})$$

超声波从接收探头 P2 逆流反射回到发射探头 P1 时, 超声波传播时间 t_2 为:

$$t_2 = \frac{L}{c - v \cos \theta} \quad (\text{A.2})$$

时差为:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2Lv \cos \theta}{c^2 - v^2 \cos^2 \theta} \quad (\text{A.3})$$

一般 $c \gg v$, 则时差可简化为:

$$\Delta t \approx \frac{2Lv \cos \theta}{c^2} \quad (\text{A.4})$$

根据式 (A.4) 可求出速度 v :

$$v = \frac{L^2}{2d} \times \frac{t_2 - t_1}{t_1 t_2} \quad (\text{A.5})$$

测得管中水的流速后, 就可以根据水管的外径、内径、壁厚等参数计算出水流量, 即

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \int v dt \quad (\text{A.6})$$

其中, D 为水管的内径。

附录 B
(资料性附录)

发电机定子绕组内冷水系统水流量超声波测量试验报告 (参考模板)

B.1 试验目的

受_____单位委托,对_____电厂_____发电机进行定子绕组内冷水系统水流量测量,检验其流通性是否满足标准要求。

B.2 发电机铭牌及引水管参数

B.2.1 发电机铭牌

型 号:	_____	额定容量:	_____
额定功率:	_____	定子电压:	_____
额定频率:	_____	定子电流:	_____
额定转速:	_____	出厂序号:	_____
出厂日期:	_____	生产厂家:	_____

B.2.2 引水管参数

引水管参数见表 B.1。

表 B.1 引水管参数

项 目	外 径 mm	内 径 mm	管 材
定子上层线棒引水管			
定子下层线棒引水管			
环形引线引水管			
出线套管引水管			

B.3 试验依据

B.3.1 试验标准

DL/T 1522—2016 发电机定子绕组内冷水系统水流量超声波测量方法及评定导则。

B.3.2 试验要求

将发电机定子绕组内冷水系统的进水压力调至额定运行时的水压,并保持水压的稳定,使用超声波流量计逐根测量各引水管的水流量。

B.4 主要试验仪器

主要试验仪器见表 B.2。

表 B.2 试验仪器清单

仪器名称	仪器编号	型号规格	精度等级	测量范围	有效日期	检定单位

B.5 试验数据

试验日期：____年____月____日。

测量时，定子内冷水系统的进水压力为____MPa，总进水管流量____t/h，水温____℃。

B.5.1 定子上层线棒引水管流量测量结果（在发电机____端测量）

定子上层线棒引水管流量测量结果见表 B.3。

表 B.3 定子上层线棒引水管水流量测量结果

编 号	水 流 量 L/min	偏 差 %	编 号	水 流 量 L/min	偏 差 %
1			N		
2			N+1		
...			...		
水流量平均值 L/min					

B.5.2 定子下层线棒引水管流量测量结果（在发电机____端测量）

定子下层线棒引水管水流量测量结果见表 B.4。

表 B.4 定子下层线棒引水管水流量测量结果

编 号	水 流 量 L/min	偏 差 %	编 号	水 流 量 L/min	偏 差 %
1			N		
2			N+1		
...			...		
水流量平均值 L/min					

B.5.3 环形引线引水管水流量测量结果

环形引线引水管水流量测量结果见表 B.5。

表 B.5 环形引线引水管水流量测量结果

编 号	水 流 量 L/min	偏 差 %	编 号	水 流 量 L/min	偏 差 %
1			N		
2			N+1		
...			...		
水流量平均值 L/min					

B.5.4 出线套管引水管水流量测量结果

出线套管引水管水流量测量结果见表 B.6。

表 B.6 出线套管引水管水流量测量结果

编 号	水 流 量 L/min	偏 差 %	编 号	水 流 量 L/min	偏 差 %
A			X		
B			Y		
C			Z		
水流量平均值 L/min					

B.6 试验结论

_____电厂_____发电机定子绕组内冷水系统各引水管水流量测量结果的负偏差绝对值均不大于 10%，符合标准要求，试验合格。

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
发电机定子绕组内冷水系统水流量超声波
测量方法及评定导则
DL/T 1522 — 2016

*

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
北京九天众诚印刷有限公司印刷

*

2016 年 7 月第一版 2016 年 7 月北京第一次印刷
880 毫米×1230 毫米 16 开本 0.5 印张 14 千字
印数 0001—1000 册

*

统一书号 155123 · 3152 定价 9.00 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

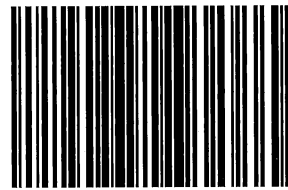
版 权 专 有 翻 印 必 究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.3152