

②  
4-6111

# 水轮发电机动态气隙测试技术

Technique for Dynamic Measuring of Hydrogenerator Air Gap

刘万景\*

(水利部、电力部机电研究所)

Liu Wanjing\*

TM312.06

(Mechanical and Electrical Institute for Water  
Conservancy and Electric Power Ministries)

## 摘要

简要介绍了水轮发电机气隙测量技术以及这项技术在中国的发展,比较详细的介绍了本所研制的FQJ水轮发电机气隙测量系统以及现场试验情况。

## Abstract

The technique for measuring of hydrogenerator air gap and its development at home are introduced in brief, and the system for measuring of air gap in FQJ type hydrogenerator developed by our institute and its test at site are presented in detail.

## 关键词 (key words)

水轮发电机 (hydrogenerator), 气隙 (air gap), 测量 (measuring), 传感器 (sensor)  
在我国, 长期以来对于水轮发电机气隙的测量只能在静态下做检验性测量, 众所周知是用自制的楔形塞块在定、转子气隙的上、下端部进行测量, 精度低。动态气隙测量直到80年代末才在葛洲坝水电厂得以实现。因此, 对于气隙这一水轮发电机设计参数, 在机组运转时一直没有得到验证, 实际气隙的大小以及随工况的变化情况不得而知。1988年, 我所与加拿大Vibro-meter公司建立了合作关系, 1989年引进了一套该公司生产的水轮发电机气隙测试系统。该系统于1989年5月安装到葛洲坝电厂的14号机组上, 使我们第一次了解到水轮发电机动态下的气隙值。自此以后, 先后又有广西岩滩水电站, 湖北隔河岩水电站引进了气隙测量系统, 水轮发电机气隙测量这项新技术被我国越来越多的水电技术人员了解。我所在消化国外技术的基础上, 于1993年研制出填补我国

空白的FQJ型水轮发电机气隙测量系统 (该项目为电力工业部重点科技项目)。

## 1 系统简介

FQJ型水轮发电机气隙测量系统由1~8套PDW202型平板电容式位移传感器 (已获国家专利), 一套键相传感器、一台FQJ水轮发电机气隙采集单元、一台计算机、一台喷墨打印机、一个程序软盘和若干附件及连接电缆组成。该系统安装方便、操作简单、造价低 (比国外同类产品低3倍以上), 技术性能与国外同类产品相近, 特别适用于大中型水轮发电机的气隙测量和试验, 系统构成框图如图1所示。

### (1) PDW202型平板电容式位移传感器

该传感器是由探头和前置器两部分组成

\* 参加本研究及现场试验工作的还有沈紫坪、郭江、李万平。

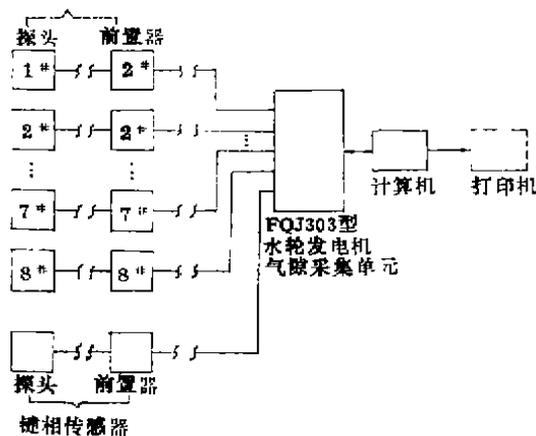


图1 系统构成框图  
(PDW202型平板电容式位移传感器)

的，其功能是将气隙的位移信号转变成4~20 mA的电信号输出。

### (2) 键相传感器

该传感器为一电涡流位移传感器，它的功能是为计算机进行计算提供参考信号，以便确定最小、最大气隙发生在哪一磁极下。

### (3) FQJ303型水轮发电机气隙采集单元

该采集单元的功能是为上述两种传感器提供工作电源，进行I/V变换、A/D变换、通信，实现计算机与传感器连接的过渡。

### (4) 计算机、打印机、软盘

其功能为数据采集、贮存、处理、数据及曲线打印。

## 2 系统特性

### 2.1 系统功能

(1) 能设定和修改传感器安装位置、传感器原始厚度、传感器标定曲线、机组有关参数等。

(2) 能采集、贮存、显示动态工况下水轮发电机各磁极对某一传感器的气隙值。

(3) 能打印气隙值数据表，气隙值与转速、气隙值与磁极号、气隙值与采样数的关系曲线。

(4) 能指示超限报警值。

(5) 能输出键相信号。

(6) 能指示机组转速。

### 2.2 系统主要技术指标

测量范围：10~35 mm

测量精度：±5%

抗磁干扰：1.2T (PDW202型平板电容式位移传感器探头部分)

采集速度：750次/秒

贮存量：60 M

## 3 系统安装

平板电容式位移传感器的探头采用粘接剂粘贴的方法，可安装在定子内壁的任何地方，但一般推荐在圆周方向的传感器均匀布置，在竖轴方向，传感器安装在定子内壁的上端、下端或中部。前置器可采用螺丝把合方式安装在定子机座合适的位置。

键相传感器可安装在上导、下导、法兰和水导处，用专门制做的支架将探头固定在轴承盖或其他基础部件上。

采集单元、计算机、打印机，可安装在发电机层机旁盘处或中控室内，安装示意图如图2所示。

安装条件：

电源：220±10% V<sub>~</sub>，50±5% Hz

温度：PDW202型平板电容式位移传感器

探头 0~120℃

前置器 0~60℃

键相传感器 -30~80℃

采集单元 0~45℃

计算机 5~35℃

打印机 5~35℃

湿度：≤90%RH

## 4 系统试验

该系统于1993年8月和9月先后在广西岩滩水电站、福建水口水电站进行了两次现场试验。两电站的水轮发电机的气隙设计值分别为

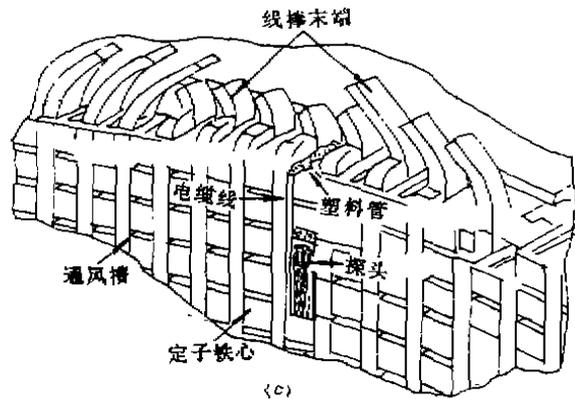
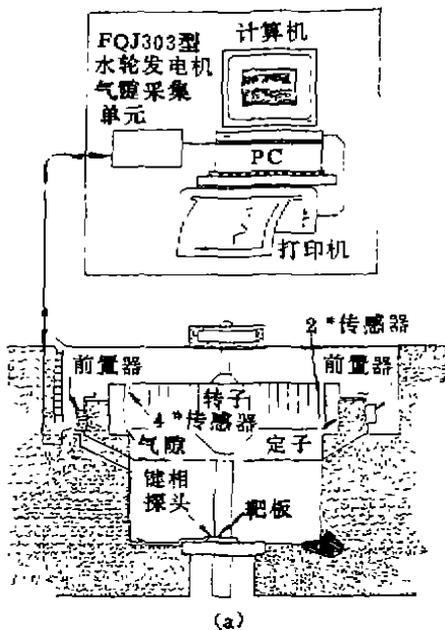


图 2

a——系统安装示意图 b——传感器布置示意图  
c——传感器安装示意图

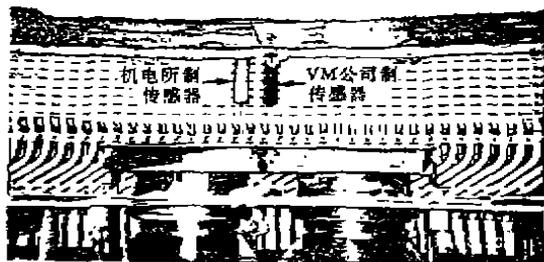
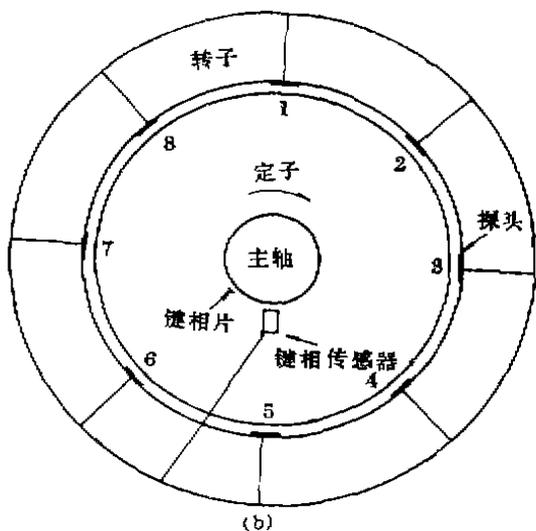


图3 本所研制的传感器与Vibro-meter公司的传感器并列安装在岩滩2号发电机上

21 mm 和 22 mm。在岩滩水电站是与加拿大 Vibro-meter公司的同类产品进行的对比试验, 两家的传感器并列安装在定子内壁的同一方位上, 如图3所示。进行了空转、空载、带负荷多工况试验, 试验数据列入表1。表2列出的是该系统在水口水电站1号机于150 MW 负荷下测得的气隙值。通过两次现场试验, 不仅验证了该系统在现场条件下的安装、运行都是可行的, 而且验证了该系统所测数据的准确性和可靠性。该系统将于今年5月安装于白山发电厂2号机上进行长期运行。

表1 岩滩电站试验数据

工 况	气 隙 值 (mm)	
	机 电 所	V-M公司
100%额定转速	18.37	17.41
75%额定转速	19.11	18.36
50%额定转速	20.01	18.62
25%额定转速	20.43	19.37
空 载	17.74	17.35
25%额定负荷	18.00	17.44
50%额定负荷	18.26	17.83
75%额定负荷	18.50	17.69
100%额定负荷	18.47	17.83

(下转第11页)

$$\beta = 56.7^\circ$$

即最大刮削方位在“5”、“6”两点之间并偏向“6”点。

### 5 绝缘垫与泵轴联轴器处理

绝缘垫有上下两层，上层为对开形。需处理时，将推力头镜板连接螺丝松开，顶车使镜板与推力头脱开落在推力瓦上，从两侧取出上层对开形绝缘垫。处理时，用具有平面的铁块包砂纸进行研磨，并注意研磨量，最后用细布打光，处理后按原位装入。要特别注意最大处理值方位，处理次数不宜多，否则应予更换。

泵轴联轴器一般采用刮削处理，先沿垂直于最大和最小刮削值连线方向刮出4~5道符合要求深度的样板沟槽〔2〕，然后再全面刮削。若工期较紧，也可采用垫紫铜片调整摆度，最

大垫高值方位在最大刮削值方位对面，但以后大修后重新组装时，摆度重新调整比较麻烦。对采用单层操作油管、以轴孔作为外油管的液压全调节机组，为防止联轴器接合面漏油，不能采用加垫的方法，而只能进行刮削处理。

根据经验，若摆度超出允许范围不大，可通过调整镜板、绝缘垫和推力头的联接螺丝或两轴联轴器联接螺丝的紧度来处理。

### 参 考 文 献

- 1 江苏省水利厅等. 泵站技术规范(SD 204—86)安装分册. 北京: 水利电力出版社, 1988.
- 2 沈日迈. 江都排灌站. 北京: 水力电力出版社, 1979.

(上接第6页)

表2 水口电站试验数据

磁极号	间隙值 (mm)										
43*	20.15	24*	18.64	5*	19.52	33*	19.62	14*	18.88	51*	20.57
42*	21.98	23*	17.23	4*	30.84	32*	20.06	13*	17.69	50*	22.99
41*	20.40	22*	18.15	3*	19.86	31*	18.81	12*	18.85	49*	21.44
40*	22.40	21*	17.05	1*	21.63	30*	19.99	11*	17.66	48*	22.72
39*	20.48	20*	18.37	2*	20.27	29*	18.64	10*	18.99	47*	21.20
38*	21.94	19*	17.03	56*	22.61	28*	20.44	9*	18.25	46*	21.98
37*	20.15	18*	18.37	55*	20.31	27*	13.37	8*	19.32	45*	20.40
36*	22.09	17*	17.46	54*	22.61	26*	19.74	7*	18.95	44*	21.63
35*	19.66	16*	18.03	53*	20.43	25*	18.06	6*	20.10		
34*	20.84	15*	17.84	52*	22.29						

水轮发电机气隙测量装置的研制成功，不仅为我国开展机组状态监测提供了重要的组成部分，同时也是我们开展水电机组振动诊断技术研究不可缺少的手段。该系统投入使用还将为我国的水轮发电机设计、制造、安装、运行提供有益的参考。

### 参 考 文 献

- 1 付元初, 刘万景. 水轮发电机气隙测量. 水电站机电技术, 1989(1)
- 2 张国兴, 刘万景. 水轮发电机气隙测量系统安装. 水电站机电技术, 1989(4)
- 3 刘万景. 静态和动态气隙测量系统. 国外大电机, 1989(5)