大型立式同步电机安装实测气隙值统计分析

冯守均

(安徽水利厅上桥工程管理处,安徽 怀远 233400)

摘要:运用统计分析理论中的游程检验法对实测气隙值作统计检验,判定实测气隙值为随机变量,计算其随机特征值;继而运用统计分析理论中的F检验和t检验,推断大修前后气隙值总体均值及方差变化,确定气隙值总体置信区间。根据统计检验结果,阐述了统计分析结果的实际意义,对气隙值调整结果及气隙异常值的处理提出了不同于常规方法的判据及见解。

关键词:游程检验;均值;方差;置信区间

中图分类号: TM341 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-6254(2003)05-0037-03

0 引言

大型立式同步电机广泛应用于大型泵站中,作为立式轴流泵配套电机。机组安装时,电机定子与转子间的空气间隙(简称气隙)调整是重要工序之一,有关规程及教科书皆规定:

$$\Delta\eta = \frac{\Delta\eta_1 + \Delta\eta_2 + \dots + \Delta\eta_n}{n} \quad (1)$$

$$\frac{\Delta\eta_{\max} - \Delta\eta}{\Delta\eta} \leq 10\% \quad (2)$$

$$\frac{\Delta\eta - \Delta\eta_{\min}}{\Delta\eta} \leq 10\% \quad (3)$$

式中 $\Delta\eta$ 为气隙均值, $\Delta\eta_{\max}$ 为气隙最大值, $\Delta\eta_{\min}$ 为气隙最小值, $\Delta\eta_i$ 为第*i*个磁极处实测气隙值,*n*为电机磁极数。

在安装调试中,如气隙实测值满足(2)、(3)两

式,即认为气隙调整合格。有关气隙调整的程序、方法,不再赘述。现从统计分析角度,对实测气隙值作进一步分析、探讨。

1 统计分析

1.1 统计资料来源及说明

上桥泵站安装2.8CJ-70型轴流泵6台,设计流量120 m³/s,配套电机为TDL1600-3250/36-40型立式同步电机。在对6号机组作常规大修时,测得大修前后电机气隙值各一组,见表1。

电机转子磁极数*n*=40,电机制造图标明转子外径为 $\phi 2961 \pm 0.15$ mm,定子内径为 $\phi 2970 \pm 0.3$ mm。显然,气隙值无误差理论值 $\Delta\eta_L$ 应为:

$$Dh_L = (2970 - 2961) / 2 = 4.5 \text{ mm}$$

考虑制造允差,气隙值上限为:

$$4.5 + (0.3 + 0.15) / 2 = 4.725 \text{ mm}$$

表1 实测气隙值取样统计表

单位:mm

磁极号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
大修前	4.65	4.4	4.45	4.15	4.4	4.55	4.45	4.2	4.35	4.35	4.2	4.15	4	4.15	3.75	4.15	3.8	4.1	4.15	4.05
大修后	4.5	4.18	4.15	4.56	4.28	4.3	4.15	4.43	4.63	4.51	4.37	4.6	4.66	4.4	4.43	4.6	4.34	4.46	4.26	4.48
磁极号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
大修前	4.2	3.85	4	4	4	3.95	4.4	4	4.2	4.2	4.25	4.29	4.25	4	4.5	4.65	4.4	4.5	4.4	4.5
大修后	4.55	4.27	4.15	4.63	4.29	4.26	4.43	4.63	4.97	4.84	4.5	4.73	4.45	4.2	4.32	4.46	4.42	4.15	4.72	4.25

作者简介:冯守均(1946-),男,安徽定远人,高级工程师,总工程师,主要从事水利工程设计与管理。

$t_{0.05} = 2.0227$, 故总体均值区间为

$$[\bar{X} - 2.0227 \frac{s}{\sqrt{n}}, \bar{X} + 2.0227 \frac{s}{\sqrt{n}}]$$

将 $\bar{X}_1$ 、 $\bar{X}_2$ 、 s_1^2 、 s_2^2 数值代入可得:大修前实测气隙值总体均值区间为 [4.153, 4.297]; 大修后为 [4.375, 4.501]。

2 统计分析结果的实际意义

根据以上统计分析结果,可认为大修后,6号机气隙总体状态较大修前有显著改善,其理由如下:

1) 大修前实测气隙值样本均值为 4.22, 大修后为 4.44, 后者较前者更接近理论值 4.50。

2) 与气隙理论值区间 [4.225, 4.725] 相比较,大修后气隙总体均值区间 [4.375, 4.501] 能被理论值区间完全包含,而大修前气隙总体均值区间 [4.153, 4.297] 不能被理论值区间完全包含,其下限 (4.153) 溢出理论值区间。

3) 从气隙方差看,大修后气隙方差显著小于大修前。方差越小,说明气隙均匀程度越好。

3 结语

运用统计学中的单样本游程检验法,判明实测气隙值为随机变量,进行了相关特征计算和检验,解决了有关实测气隙值的三个问题:

1) 使用 F 检验和 U 检验,推断大修前后总体方差及均值的变化,使用 t 估计法确定了气隙

值总体置信区间。

2) 根据气隙方差与均值的变化以及总体均值置信区间与理论值区间相比较,判断气隙状况是否改善,特别是根据大修后气隙方差是否显著小于大修前气隙方差来判断气隙状况是否显著改善,而不仅仅只根据式(2)、(3)作判断。

3) 实测气隙时,有时会出现“异常点”,其气隙值较邻近点有显著差异(过大或过小),不能满足式(2)或式(3)。如:表1中第29个磁极处大修后气隙值为 4.97, 不满足式(2)。此类异常值在一组实测值中有时多达好几个,一般常将此异常值弃去,不予考虑。然而,这样处理的理由并不充分。若将实测气隙值视作随机变量,用本文所介绍的方法处理,无需弃去异常值。

参考文献:

- [1] 颜金锐. 科研中常用统计方法—自由统计检验[M]. 中国统计出版社, 2002.
- [2] 朱勇华, 邵淑彩, 孙辑玉. 应用数理统计[M]. 武汉水利电力大学出版社, 1999.
- [3] 沈日迈. 江都排灌站[M]. 水利电力出版社, 1986(3版).
- [4] 湖北水利勘测设计院. 大型电力排灌站[M]. 水利电力出版社, 1984.
- [5] 湖北水利厅农水处. 大型泵站机组安装、运行和维修. 1988.
- [6] 周复恭, 汪叔夜, 黄运成. 应用数理统计[M]. 中央广播电视大学出版社, 1987.
- [7] 陈家鼎, 刘婉如, 汪仁官. 概率统计讲义[M]. 人民教育出版社, 1980.

Statistical Analysis of Air Gap Value Measured on Large Vertical Synchronomotor

FENG Shou-jun

(ShangQiao Project Management Station of the Water Conservancy Agency, Huaiyuan, Anhui 233400, China)

Abstract: Applied runs test method of statistical analysis theory, air gap value measured actually is made statistical test and decided on random variable, and its eigenvalue is gained. Further using the F-test and t-test, the air gap value's mean value and variation of variance are deduced and, the confidence interval of air gap before and after the heavy repair is decided. In accordance with the statistical test result, the paper expatiated the actual meaning of the statistical analysis result, brought forward a criterion and a view which are different from the form gotten with conventional methods, for dealing with the air gap value adjust measured actually and the air gap abnormal value.

Keywords: Runs test; Mean value; Variance; Confidence interval