

# 水力发电机组振动摆度标准的研究

吴应华

(国家电投集团四川中水能源有限公司 四川省成都市 614007)

摘要:在世界上目前国际上振动与摆锤 ISO 标准已广泛应用多年。而最近几年,ISO 和 IEC 也将 ISO7919-5 和 ISO10816-5 合并为新标准 ISO20816-5:2016,以取代以前的旧标准,成为 ISO 和 EC 的共同标准。但是,在一些国家对机组的振动和摆锤也存在在其特有的标准。

关键词:振动和摆度;国际国内标准;振动和摆度评定;水轮发电机组

## 1 引言

近年来,中国在水电发展上已取得了绝对的领先,特别是已成为大型机组、巨型机组和可逆式抽水蓄能机组的大国,在国际市场也占有一定的地位。投标文件的编制、合同谈判、机组调试和稳定性试验都需采用相关标准。然而,这些标准存在的适用范围具有着一定的局限性,并且有的标准之间存在着相互矛盾和冲突的部分,这就导致了在实际工程应用中存在着歧义。同时,也对如何完善和修订这些标准奠定坚实的基础。

## 2 国际标准 ISO

ISO 1997 颁布了 ISO7919-5:1997 从 97 年起称为“ISO”标准的“主轴摆度”,提出了 A、B、C、D4 区划分主轴摆度极限曲线,根据四个分区,给出了振动速度和位移的两个评价标准。

2005 年,ISO7919-5:1997 修订为 ISO7919-5:2005,随机废止。其中,最大的变化是将旧标准的四个小分区 A、B、C 和 D 改为两个大分区:A-B 和 C-D。但是,ISO10816:2000 没有修订,依然是 A、B、C 和 D4 区以表格形式给出。

从 2007 年开始,国际组织已经将两个标准进行了合并,形成了 ISO20816-5:2016,作为 ISO7919-5:2005 和 ISO10816:2000 的替代方案,给出了组合标准的三个分区,即 A-B 区(不限 ED 长期运行),C 区和 D 区不再分开。该标准颁布于 2017 年。通过十年时间的不断完善与修订在全球召开了 15 个国际会议,其中 2 次在中国。

### 2.1 ISO 标准修订的依据和原则

新标准强调在机组振动评估中应考虑两个标准:1 测得的振动幅度。2 振动幅度的变化和相位测量。新标准中的振动幅度限值是根据现有装置的“振动摆数据库”收集的数据,通过数理统计计算得出的。本标准中建议的振幅限值不应是合同保证值的刚性指标。机组振动的特性进行评估时应应对主轴摆动、固定件振动、主轴摆动相对于轴承冷装总间隙的百分比以及轴瓦温度相结合。当振动幅度较大时,应采取相应的诊断措施,对振动幅度较大的原因及其可能产生的影响进行测量和进一步分析,并采取必要的措施,保证机组的长期无限制运行。

### 2.2 关于摆度大小和轴承间隙的问题

“国际级振动摆数据库”虽然也列出了轴承间隙的统计要求,但数据库中所存在的数据十分复杂有的甚至相互矛盾,着其中就包括理论设计间隙(dv-设计值),也有测量间隙(mv-测量值),热间隙(h-hot)冷热间隙(c-cold),许多数据根本不明确其代表的含义,很多电厂并未提供数据或者其提供者的数据不具有准确性;从理论上讲,设计间隙是不可测得的热间隙,大多数提供的数据都是 mv 测量的间隙值,而测量间隙是测得的冷间隙,一些 dv 设计间隙,一些热测量间隙,等等。“中国振动摆数据库”关于轴承间隙数据仍然是空白。因此,并不能够通过统计分析来发现主轴摆与轴承间隙之间的规律性。

此外,摆锤尺寸是否合理还取决于轴承温度和机组轴线安装姿态。如果存在的摆度较大,就会导致有较高的轴承温度,产生这种原因可能是因为油循环系统设计不合理或者是冷却量不足所导致的,所以要根据具体的原因来确定整改方案。在大多数状况下,虽然摆度大,但温度低,这就体现出来轴承具有很大的间隙,可以对其进行调整,但存在摆度值很大的现象并为对其进行调整,这将导

致有很大的安全隐患,将需要重新考虑摆度检测系统报警跳机整定值,以避免因此出现误报警已经频繁跳机引发故障。

## 3 国内标准分析

国内关于机组振动和摆度的标准分为两大类。

一个相当于翻译后使用的 ISO 标准,包括 GB/T11348.5--2008 旋转机械转轴径向振动测量与评价第 5 部分;(2) GB/T6075.5--2002 非旋转部件机械振动测量与评价第 5 部分;(3) GB/T32584-2016《水力发电厂和蓄能泵站机组机械振动评价》,此标准是根据 ISO20816-5:2016 为文献进行编写,其中:CH 正在前期讨论中,结合国内机组安装标准和实际运行统计。需要尽快对此标准进行完善与修订,以此来替代 ISO20816-5:2016,并改进其他方面。

第二类标准是国内有关单位编制的标准,包括:水轮机基本技术条件 GB/T22581--2008《混流式水泵水轮机基本技术条件》;(4) GB/T7894-2009《水轮发电机基本技术条件》;(5) GB/T7894-2009《水轮发电机基本技术条件》NA。国家标准第 1 号修正案 XG1-2015;6 GB/T18482--2010《可逆式抽水蓄能机组启动试验操作规程》;7/T507--2014《水轮发电机组启动试验规程》;今天 GB/T17189-2007《水力机械(水轮机、蓄能泵、水泵水轮机)振动和脉动现场试验规程》等。

关于摆锤,水轮发电机组安装技术规范 9.5.7“机组轴线允许摆动值(双振幅)”给出了机组在安装翻身过程中的摆动值,在注 4 中特别指出,“以上都是机组的翻身摆动,不是运行摆动”。

中国振动数据库没有测速,不符合国际标准,不能用国际振动数据库进行数理统计”。因此,比较遗憾的是它并未被采用。在这些国内标准中都根据了额定转速提供了其固定件的特定振动限值,以及定子机座的垂直振动限值和水平和垂直振动限值。然而,国际标准不再根据速度来划分振动限值,也没有这样的限值。

## 4 结论和建议

国内标准是以工程经验为基础的实用标准,与国际标准存在一定差异。需要进一步收集、分析和验证适用范围(如空载和部分负载条件)。在工程应用中不宜混用不同的标准体系和采用最高的要求。

本阶段的振动和摆度评定均符合现行 ISO 标准和 GB/T 统计标准(混合流动单元适用于 70%~100%的负荷范围),国内安装标准 GB/T 和工厂调试、调试程序为基础,结合工厂调试的所有条件进行测量。d.通过专业的综合分析,给出了参考同类机组的振动特性和经验。

## 5 结语

在大多数状况下,大部分机组也可低于原 A 区上限线和国内机组安装标准 GB/T 及机组调试试运规程。报警和跳线保护的整定值可根据上述结果确定,如 1.25 和 1.6 倍设置,也可根据机组中长期运行情况及检修后的情况进行调整。

## 参考文献

- [1]罗红英,田正野,郑永山.多布电站 4 号机组振动试验分析[J].人民珠江,2017,38(11):61-64+93.
- [2]刘莉莎.混流式水轮发电机组振动试验及故障诊断[D].河北工程大学,2015.
- [3]张松松.小型混流式水轮发电机组振动试验与分析[D].河北工程大学,2014.