

# 水轮发电机组动平衡试验中配重块的安全设置

王 谦, 刘 宇

(四川中鼎科技有限公司, 四川 成都 610045)

**摘 要:**水轮发电机组的动平衡试验是通过在转子上加配重块以减轻或消除相对于转轴旋转中心的不平衡离心力来达到机组安全稳定运行的目的。对于高转速、失衡严重的机组,必须重视并预防配重块的不当设置可能带来的安全隐患及其对机组运行、检修的不利影响。

**关键词:**水轮发电机组;动平衡试验;配重块;安全;转子刚性本体

**中图分类号:**TV734.2;TV737

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2016)增 1-0090-02

## 1 概 述

水轮发电机组的动平衡试验特别是新机组启动试验时,需要循序渐进地逐步减小或消除失衡矢量,即可能要在转子刚性本体上进行多次设置配重块的试验。对于高转速、失衡严重的机组,这一试验存在较高的安全风险,况且配重块在试验中脱落并对机组造成损坏的事件亦有所报道。因此,动平衡试验的首要前提是试验安全。

## 2 配重块的安全设置

某水电站 2 号机组为典型的高转速、失衡严重的机组,其基本铭牌参数为:额定转速 600 rpm,额定功率 65 MW,额定水头 390 m。机组转子轮毂为整体锻造,在其制造加工过程中可能存在某些缺陷,致使在机组启动试验中转速至 510 rpm 时上、下摆度已近 1 mm,而其上机架水平振动则已达 353  $\mu\text{m}$ ,机组各部振动、摆度已严重超过规程的限定值并将轴承间隙振松,机组表现出的强大失衡矢量较为罕见。经重调瓦隙并通过四次共加配重约 79.5 kg 后方使机组运行稳定性达到了规程要求的优秀水平。由于转子上平面磁极引线及机械紧固件布设繁杂,配重块的设置不得不在转子刚性本体上见缝插针地用直接焊牢的方式完成。这种散乱的配重方式不仅影响机组的美观、使机组产生运行噪声,更为主要的是给机组带来了运行及检修的安全隐患。由于当时该电站发电任务的紧迫性,致使该状况不得不暂时搁置。

2014 年 4 月 2 号机组大修时该电站铲除了启动试验时设置的全部配重块,并邀请中鼎公司

进行大修后的运行稳定性试验。中鼎公司认为这是一次很好地调整配重块安全设置的时机并进行详细稳妥的方案制定:鉴于机组开启后在转速上升至 488.82 rpm 时各部振动、摆度已严重增大,运行状态与启动试验时基本一致,因此决定结合两次试验出现的问题进行分析,将启动试验时原散乱的配重块进行矢量合成计算,初步分析需在相位准确的前提下应加配重量约 30 kg。但该转子上平面无法谋求到能设置如此大质量的安全配重面积,问题较为严峻。经实地勘测转子结构,决定采取如图 1 所示的、安全有效地设置配重块的措施,即将平面面积较大的配重块焊上一个圆弧挡块且其与转子轮毂刚性本体内侧的圆弧半径一致,使两者吻合靠牢再进行焊接,这样处理的结果是使配重块在机组运转时所产生的离心力即由转子刚性本体完全承担,而不再由原平面焊接时的焊缝承担,从而极大程度地提高了动不平衡试验的安全性。同时,面积较大的配重块平面为后继的追加配重提供了支持。由于配重矢量的集中且相位准确,较之原散乱方式的配重量大幅减少了约 45 kg 并降低了机组的运行噪声,加之新施加的 30 kg 主配重块后机组运行稳定性已基本达到规程要求的优良水平,后经 6 kg 的配重调整,机组运行状态达到了规程要求的优秀水平。

此时配重块抑制机组在额定转速下转动部分的不平衡离心力,该离心力  $F$  约为:

$$F = mrw^2 = mr \left( \frac{2\pi n}{60} \right)^2 = 3.6 \times 1.5 \times \left( \frac{2 \times 3.14 \times 600}{60} \right)^2 = 21.3 (\text{kN})$$

收稿日期:2016-03-08

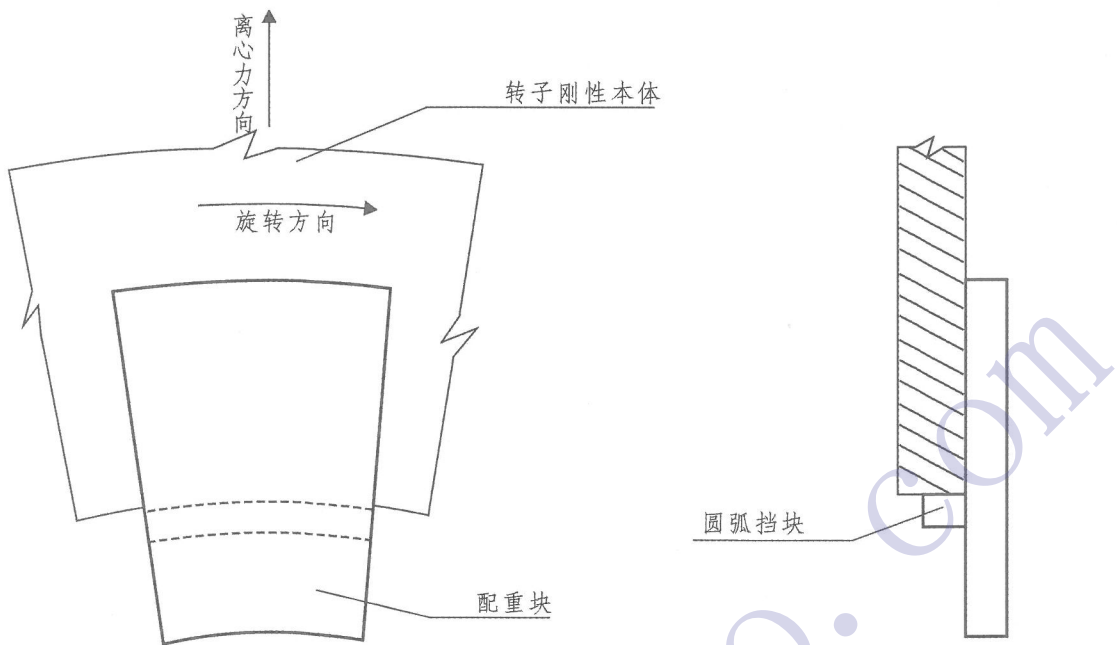


图 1 高转速机组、严重失衡时配重块的安全设置示意图

式中  $m$  为配重块质量,  $N$ ;  $r$  为配重半径,  $m$ ;  $n$  为机组转速,  $r/\text{min}$ 。

在机组过速 140% 时,其离心力约为额定转速下的两倍。从计算式中可以看出:配重块的不当设置其风险性极高,若由此造成事故对机组将是毁灭性的破坏。因此,配重块的安全设置是水轮发电机组动平衡试验的首要保障。

### 3 结 语

笔者认为:不同机型的水轮发电机组其结构差异很大,在动平衡加配重的试验中几乎没有可直接引用的模板,因此,试验人员必须熟悉机组结构,因地制宜地将配重块设置在转子刚性本体上,以保证机组的运行安全;同时,对于高转速、严重

失衡的机组,设置配重块时应考虑多次追加配重的可行性。对于转子本体确实没有平面焊接位置的中小型机组,配重块的设置必须经过设计、制造单位的计算认可,并在设置结构上尽可能地与转子刚性本体联接,方能取得较好的效果。如有些机组只能将配重块设置在风扇环上,此时,应考虑将配重块设置为风扇环与转子刚性本体的连接件,进而使机组安全得到保障。

#### 作者简介:

王 谦(1985-),男,重庆丰都人,助理工程师,从事水电站机组试验工作;

刘 宇(1986-),女,四川荣县人,助理工程师,学士,从事水电站机组试验工作。

(责任编辑:李燕辉)

## 成都院 2015 年度党建工作获省国资委通报表扬

日前,省国资委印发《关于 2015 年度国有企业党建工作考核结果的通报》文件,对成都院 2015 年党建工作情况进行了通报表扬。此次共有 25 户中央在川企业和 13 户省属国有企业获表扬。2015 年底至 2016 年初,按照省国资委党委安排部署,各企业认真组织开展了党委(党组)书记抓党建工作专项述职和党建工作民主测评。经统计分析,各企业党建工作平均综合得分较上年有所提高;企业党建工作责任落实情况、重点工作完成情况、创新工作完成情况三项指标较上年均呈上升趋势。2015 年,成都院党委在省国资委与电建集团党委的正确领导下,不断加强成都院党的思想建设、组织建设、队伍建设、作风建设、反腐倡廉建设和企业文化建设,全面提升党建工作水平,全面完成全年工作目标,为院转型升级与改革发展提供了坚强的政治保障。在全面推进全院党建各项工作中,院党委着重从狠抓“三严三实”专题教育,不断加强作风建设;强化理论武装和思想引领,积极发挥政治核心作用;注重抓关键少数,打造过硬干部队伍;注重固本强基,提升战斗堡垒作用发挥能力;落实两个责任,强化党风廉政建设;加强新闻宣传与企业文化建设,汇聚转型发展正能量;加强群众工作领导,夯实群众基础营建和谐企业等方面,抓实、抓牢党建各项工作。2016 年是实施“十三五”规划的开局之年,也是国有企业转型升级、攻坚克难的关键之年。新形势、新常态对加强全院党的建设提出了新要求。院党委将落实从严管党治党的责任,领导全院各级党组通过不断加强思想建设、组织建设、作风建设、反腐倡廉建设和企业文化建设,不断加强领导班子和干部队伍、党员队伍和人才队伍建设,切实提升成都院党建工作水平,为全面推进成都院深化改革、转型发展提供坚强的政治、思想、组织和人才保障。