

大电机消息

(内部参考)

—— 1978年合订本 ——

哈尔滨大电机研究所技术情报室

大电机消息

1

78.1.5

(内部参考)

哈尔滨大电机研究所技术情报室

(总第73期)

国内动态 国外消息

盐锅峡水轮机的气蚀和磨损
朝阳20万机组油膜振荡的消除及动平衡
汽轮机转子温度的无线电测量法
60万千瓦汽轮机中间机组的护环油压试验
水冷电机经验交流碰头会
刘家峡水电机组的几项改进
响洪甸1万千瓦水发机组取消下导轴承
黄坛口漏油泵用塑料自起动装置
黄坛口水电机组的调相自动化运行
东芝的600米水头31.5万千伏安可逆机组
水轮发电机的发展前景
水发机短路时磁路的饱和
日本大电机水轮机新产品
大型汽轮机用复合式转子槽衬
大型汽轮机绝缘的加速电压耐久性试验
大型汽轮机转子氢冷的发展前景
苏联发电设备的一些简要情况
苏联汽轮机氢冷技术的新发展
东芝公司的80万千伏安二极汽轮机

更正和说明

国内动态

盐锅峡水轮机的气蚀和磨损

62年第一台投运后,到75年已全部投运8台4.4万千瓦混流式水轮机。水头38米、107转/分。有14个叶片的转轮直径为4.1米。吸出高度—(1~2)米。由于没有排沙设施,(黄河)泥沙磨损严重,过流部件大都均有顺流向的大面积鱼鳞坑或沟槽,主要部位在转轮的叶片正面出水边靠下环处、叶片背面的进口边、下环内侧叶片间、叶片出水边、导叶的正面和座环的导叶间以及转轮迷宫间隙。磨损最深达20~30毫米。至于转轮气蚀,主要属叶型气蚀,但也和非线型或局部间隙气蚀有关。气蚀部位在转轮的叶片背面上部进水边和下部靠近下环处及与上冠接触处,背面出水边靠近下环处。气蚀面积占总面积的8.5%,气蚀指数 = $(0.4 \sim 0.8) \times 10$ 毫米/小时,属3~4级。气蚀和磨损的修复,以堆焊不锈钢为主。

73年以来,曾用环氧树脂和聚胺脂涂料作抗气蚀磨损试验,结果表明,在过流部件非关键部位,非金属涂料有一定保护作用,但在关键部位皆大面积脱落,说明其抗气蚀性能较差。今后打算采取的措施是:研究排沙设施,继续研究非金属涂料,研究采用等离子喷涂新工艺,研究扩大抗磨金属材料的使用范围(如迷宫、导叶立面、端面等),叶型的观测和修正,进行泥沙损坏机理的研究等

摘自该厂资料77.8

朝阳20万机组油膜振荡的消除及动平衡

——应提高动平衡质量和加强油楔轴承参数的研究

朝阳电厂20万千瓦双水内冷汽发机组(1号机)在投运后遇到的关键问题是油膜自激振荡和工频振动。为此,东电一公司、电厂、技改局、清华和哈电机、哈汽机等单位对机组振动特性作了测试和分析,主要采取修改电机轴承参数来消除油膜振荡,采取动平衡来降低工频振动。

当机组起动升速至2400转/分时,产生突发剧烈振动,首先激发的,也是振动最严重的就是发电机两侧6.7号轴承(垂直振动达230微米),这种振动是低频(16赫)振动和工频振动的迭加,它与通过临界转速时的共振不同,随着转速上升并不下降。根据资料介绍,转轴油膜自激振荡的发生与轴颈偏心率有关,增加轴颈偏心率可提高轴承失稳转速,即提高轴承稳定性。由于机组已装好,方便易行的办法是修改轴承参数,即缩短瓦长,提高轴承比压。实践表明,增大轴颈偏心率(提高轴承比压,提高润滑油温度,增

大轴承间隙，加深三油楔轴承的油楔深度等）是消除低频振动的有效措施，然而，它的有效性是有限的。转轴动平衡精度对自激振荡的激发没有明显的影响，因为不平衡引起的离心力是与转速频率相同的交变力，而低频自激振荡是与一阶临界转速频率相同的低频振动，两者的频率是不相同的。基础的刚度、阻尼和参振质量，通过轴承油膜与转轴发生关系，对转轴稳定性是有影响的，然而基础对油膜振荡激发的影响是通过轴系临界转速的影响及引起自激体系的阻尼力和激发力的变化而发生作用的。若仅从两者临界转速相近就说油膜振荡发生的原因是基础刚度问题，是缺乏根据的。

根据1号机油膜振荡的消除和动平衡，认为：①缩短轴瓦，提高轴承比压只是应急措施，实际上三油楔轴承已退化为椭圆或圆柱轴承，应深入研究其轴承参数；②低频自激振动已成为发展大机组的关键问题之一，应加强轴承—转轴—蒸汽通流部份的汽体和润滑油动激发的自激振动的研究；③汽轮机转子应做分部平衡和整体高速动平衡（不能只作整体低速动平衡），应增加平衡加重面，而发电机转子应提高平衡质量；④对大型汽发电机的柔性转子，可在现场动平衡，而且可使过大的平衡质量移到转子本体上，可以不考虑振动和失衡的三阶分量，因它对电机转子振动的影响较小；⑤当转轴失衡变化较大时，轴承振动的灵敏度系数的变化也较大，这除了仪表原因而外，转轴过大的动挠曲是较大的原因，而且还应提高测振仪表的精度。

摘自东北技改局《电力技术报导》77№9

汽轮机转子温度的无线电测量法

过去用电压电流比值求取汽轮机转子温度，只能反映平均温度（而不是局部高温），尚不能保证运行可靠。华东电管局中试所、重庆自动化所、闸北电厂和杨树浦电厂于7月份研制成功无线电测温仪并在闸北8号机（2.5万千瓦）上试测，结果表明它有承受巨大离心力、抗强磁干扰、体积小、重量轻的特点，而且能实现无接触地反映局部高温。该测温仪由测温元件（铂电阻或金属膜热敏电阻）、测量部件（无线电发射器）接收信号装置和电源（中频）组成。测温范围 $0\sim 200^{\circ}\text{C}$ ，精度 $\pm 1\%$ ，测点数4，光电控制选点，测速每点1秒（显示时间3秒），数字指示管显示，可直读。接收设备可与计算机连接。在转子槽内和端部埋设电阻元件后，经转换器将其随温度而变化的关系转变为线性频率变化，再经无线电发射器（置于端部轴孔内并有旋转变压器将频率在高频上载波发射出去，后由接收器接收并经放大、调制、滤波等取得与发射器同样频率，再由计数器及时标（分频单元）使其4秒钟显示一次，并用数字指示管显示达到直读的目的。

在闸北8号机的试测证明，该测温仪在汽轮机空载、突然加负载、负载和低功率因数等工况下均能工作正常。今后的改进意见是：提高测温元件的强度和减少其体积，改进其接线法及固定法，减少其时间常数，应保证发射器半导体元件在环境温度 80°C 下正常工作。

摘自华东电管局中试所资料77.10

60万千瓦汽轮机中间机组的护环油压试验

——加压试验达到了使护环应力重新分布的目的

护环为汽轮机重要部件，如何验证护环在使用上是否安全，是一个较为重要的课题。为模拟护环使用工况来鉴定护环，并且为降低国产护环的残余应力，对护环进行了使其受膨胀力的油压试验。油压试验的单位压力为900公斤/厘米²，为保证试验装置的密封性能和使其能承受很大的轴向力，采用了由三个钢压圈和一个“V”型橡胶圈组成的有良好随动性的密封结构；为能使其承受轴向力，采用了一端带法兰的整体轴，在另一端用卡环锁紧的整体结构。该装置在受1500吨轴向力时，可产生11000吨的径向力，经试验，装置的刚性和密封性能均为良好。

在试验前，对护环进行了X—光表面残余应力测定，然后对两个环分别进行了反复加压泄压试验。从试验结果看出：在压力为900kg/cm²反复16次时，其残余应力变化率为21.37%，在压力为700kg/cm²反复10次时，其变化率为4.66%。因为加压产生的应力低于护环的屈服强度，因而不可能产生新的第Ⅱ类和第Ⅲ类残余应力，另外在直径为Φ1250的护环上，加压产生最大的弹性变形在5m/m以下，其值是很小的，因而不能有第Ⅰ类残余应力产生，所以表面残余应力的变化率，实质上是残余应力降低的百分率。另外从X—测量结果还发现加压后残余应力全部呈现为有利于护环使用工况的压应力—达到为使护环残余应力重新分布之目的。此试验是模拟护环使用工况的，因而为护环使用提供了一个直观的试验方法。在运行中护环受离心力，由此产生的变形是无法测量的，此试验也为其提供了较为准确的变形数值。

(工艺科)

水冷电机经验交流碰头会

根据一机、水电两部的“攻关计划”，为提高水冷电机设计、制造和运行水平，于4月16日至18日在上海召开了碰头会，参加这次碰头会的有：上电、东电、北重、哈电和哈大电机所。会议认为，双水内冷是我国首创的新型冷却技术，近二十年来，除了成批生产12.5万机外，已投运的还有30万水电、30万火电、20万火电和援朝6万机（60赫、3600转/分），现在研制的60万火电也采用这种技术。会议安排“水冷电机经验交流会”的主要内容是：总结交流经验，提出问题，组织攻关，确定今后十年的研究项目和任务。由于水冷技术涉及面广、专题较多，而且哈电和上电的60万机的中间机组将在年内完成，确定了下述5个专题交流会的时间、地点如下：①绝缘引水管（材料、试验检查、结构型式、工艺等）——77年下半年、上海；②转子引水线及励磁引线（理论、计算、试验实测、结构、工艺等）——77年底或78年初、上海；③定转子绝缘材料、结

构、定子线圈槽部和端部固定方式和材料——78年二季、四川；④运行维护、检测、监视、平衡技术、油膜振荡——78年三季、哈市；⑤定子端部发热和今后大机组的探讨——78年底或79年初、北京。

摘自《纪要》77·4

刘家峡水电机组的几项改进

1、大轴摆度实现自动遥测——大轴摆度须定期监视，过去人工用百分表实测，既费力又不安全。现用 CD—6—F 型传感器固定在靠近大轴的地方，使机械摆动量转换成电讯号并传递到仪表盘上，可随时进行观察。

2、调速器旋转变压器传动机构的改进——原来两个导向轴须与套平行，否则会发卡 and 顶弯。参照东方厂的原理，取消了重锤，代以表条。表条一端固定在变压器轴上，另端固定在表条盒上。表条有予紧力，当机组开或关时，表条放松或旋紧，使旋转变压器发出信号。

3、调速器液压阀的改进——调速器油系统总阀门原为手动球型阀，操作费力，阀杆不易止漏。现改为液压阀并加装油缸，油塞用 O 型橡皮条密封，阀头用尼龙丝止漏，由三通阀启闭。

4、调速器手动切换阀的改进——DT—150 型调速器切换阀原为旋塞式且装在柜内，切换时须先打开柜门，不但操作不便，而且漏油。改进后将切换阀装在柜前壁上，手柄放在柜外，设有自锁以防误动。

5、水轮机主轴密封的改进——5号机原为尼龙浮动环结构，运行二年即磨损漏水。现取消浮动环，转轮护罩上外加一叶轮泵。实践证明基本可行。

6、水箱浮子的改进——5号水冷电机贮水箱水位监视原用灯泡式浮子元件为铜质或铁质，易生锈，影响水质，且不便维护和监示。现改为干簧接点式，浮子改用塑料瓶，上下移动由塑料杆带动磁铁。

摘自《甘肃电力技术》77 No.3

响洪甸1万千瓦水发机组取消下导轴承

响洪甸1万千瓦水电机组自59年投运以来一直未解决上下两导轴承甩油问题。油雾污染线圈，影响机组的清洁、降温和绝缘。原想解决下导甩油问题，后来发现新安江7.25万千瓦机组取消下导的试验，便于70年11月将3号机下导取消，使三导减为二导。取消下导后的三年运行证明，机组运行良好、安全、稳定。但是未做突然短路试验。在取消下导轴承后安装时，要注意转子平衡、推力头、轴线、气隙、导轴承间隙、转子圆度。当推力头较松时，可在法兰处装二硫化铝轴瓦（间隙大些），以保证安全。总之，取消

下导可达到简化结构、检修方便、缩短大修工期、保持清洁、保护绝缘的目的。

摘自华东电管局中试所《电力技术通讯》77№9

黄坛口漏油泵用塑料自启动装置

漏油泵可自启动将水电机组油压装置的漏油打回油槽。原用浮筒式自启动元件，较难调整，容易误动作或不动作，易破裂，甚至浮不起来。73年改用泡沫塑料浮子代替铜皮浮子，并取消了水银开关，浮子上粘上一块磁钢，浮子中间插入一根空心塑料管，该管二头在漏油箱内固定，浮子能在塑料管上滑动，再在塑料管内安放三个干簧结点。只要调整干簧结点位置即可保持油面。这种浮子至今，每天动作近10次，从未卡住或误动作，十分可靠。

摘自该厂资料77.8

黄坛口水电机组的调相自动化运行

水电机组作调相运行的关键是压水，即使转轮脱出水面，否则将有巨大功率损耗和较大振动。实测表明，将导叶关闭后转轮在水中运行时，功率损耗为机组额定出力的29.3%，若脱出水面则只有4.8%。实验表明，压水不成功的原因是单位给气量太低，用增大气管直径和改进阀门损耗等办法可解决。该厂用两根 $\Phi 50$ 气管并联（原来一根）而得到根本改善（最优计算管径应为 $\Phi 85$ ）。原用浮子元件测量压水，原理上存在问题，无法使用。后改用电极式，效果良好。曾试用泡沫式浮子测量吸出管水位，没有电极式可靠，时间长了水垢易卡住。

摘自该厂资料77.9

国外消息

东芝的600米水头31.5万千伏安可逆机组

——世界上最高水头的高速大容量机组将于79年投运

日本东芝公司为南斯拉夫巴吉纳·巴斯塔电站制造的两台世界上最高水头的高速大容量蓄能水电机组将于79年初投运。该机在最高水头600.3米时为31.5万千瓦，428.6（飞逸650）转/分， $GD^2 = 6000$ 吨米²， $N_s = 27$ 米—米³/秒。水泵水轮机的特点是：①虽然 $H = 600$ 米级，但用了500米级的 N_s ，改善了翼型、减小了水力损失和提高了效率，②

改善了转轮入口处的汽蚀和出口处的二次流；③水泵输入功率小而水轮机出力大；④水头变化范围大（>20%），改善了低水头的不利特性。设计时用强度模型测定了静态应力分布，用有限单元法分析了应力，吸取了大平电站的运行经验。转轮直径4.8米，由13Cr3.5Ni不锈钢整体铸造。涡壳入口直径2.3米，有11节，用60公斤/厘米²高强度钢板焊接，最大水压90公斤/厘米²。顶盖为4瓣，底环为2瓣，顶盖最大直径7米，最大受力超过2万吨。顶盖、底环和导叶的接合面间设有密封以防漏水。导叶为13铬不锈钢整体结构，共20个。导水机构接力器用铸铁活塞环的钢板焊接结构，油压50公斤/厘米²，导轴承用分块瓦式结构。

发电电动机31.5万千伏安/31万千瓦，11千伏，16533/16540安，50赫，功率因数0.95（滞后）/1.0，14极，短路比0.85以上，静止可控硅励磁，低频同步起动。推力轴承负荷1300吨，周速60米/秒，共12块瓦，平均压力40公斤/厘米²以上，曾作过3000吨荷重的推力轴承试验装置进行试验。该机为半伞型。定子分四瓣，其基础环上装有6组电动风扇。转子周速120米/秒，转子磁轭为高强度钢板的整环，磁轭外径4.5米，大轴分三段（上轴头和中轴轴毂皆为空心焊接结构），由螺钉作轴向联接。

1号发电电动机厂内试验结果如下：短路比0.907，效率98.09%， $X'd=0.279$ ， $X_o=0.151$ ，定子线圈63°C，转子线圈51°C，推力轴承60°C。1.2nn运行10分钟无异象现象。

王民富摘译自《东芝评论》77№6（日文）

水轮发电机的发展前景

——由于水冷影响参数，应采用更经济更好的空冷

文章论述了大型水轮发电机的设计与制造的特点、发展前景和容量增长的可能性。水轮发电机容量增长的同时，使其利用率提高并且尺寸大幅度地增加，这就决定了定、转子就地制造和安装的必要性。文章强调指出，采用水冷绕组进一步提高线负荷是可能的，但是由于水冷对水发机参数有影响，所以线负荷的进一步提高却不能得到充分利用。因此指出，可以采用更经济的更好的空气冷却系统。文章列举了一些水发机的参数，乃至极限容量值和水冷、空冷转子的尺寸。图10幅、文献16种。

王秀慧译自《电工文摘》77№2 H203（俄文）

〔原载《电能经济》76№2.0（德文）〕

水发机短路时磁路的饱和

大型水轮发电机磁路在短路时的饱和是十分现实的，首先在槽附近区，定子和转子磁轭的饱和度仍低，磁极铁心只在原始工况大于额定电压下被饱和。超瞬变参数值在饱和作用下被减小，甚至在 $U_o \leq U_H$ 时， X_d'' 可达15%， T 达50%。此点应在设计时以及

在计算瞬变工况时考虑。在为试制的水发机计算 $X''d$ 时可以采用开口的边缘阻尼槽。图5幅，表3个，文献7种。

陈珍姐译自《电工文摘》1977№2 H205 (俄文)

〔原载《电力》76№31 (俄文)〕

日本大电机水轮机新产品

1、东芝公司为南斯拉夫制造的世界最高水头 (600.3米) 31.5万千瓦水泵水轮机于76年完成。

2、日立公司制造的2台世界最大容量的14.9万千瓦 (180转/分，水头104.9米) 斜流式水泵水轮机已于76年6月在马濑川第一电站投运。

3、日立公司为加拿大码依卡电站制造的2台 49.2 万千瓦混流式水轮机已于76年12月投运，这是日本出口的最大容量机。

4、日立公司为南原电站制造的2台31.8万千瓦水泵水轮机于76年7月投运，这是日本国内运行的最大容量机。

5、三菱公司的定转子绕组双水内冷1.4千万伏安水发机于76年5月中旬制成，预计年内安装并完成无水试验，77年1月在中吕电站运行，这是日本最初的水冷试验机。

6、日立公司于76年制造的63.48千万伏安2极汽发机是日本50赫最大容量机，该机定子绕组水内冷，转子绕组用斜流气隙取气直接氢冷，采用无换向器式励磁机，可能用半速同期起动方式。

7、富士公司76年制成整体浸渍的单枢结构的可逆轧机用5000千瓦，35转/分大型直流电动机，其单位转速的容量达143千瓦/转/分。而过去该值超过100时采用双枢结构而且是在常压下浸漆，容易产生气隙，影响传热。这次完成大型单枢在真空罐中整浸，绕组与铁心间没有气隙，可使导热性提高至2倍以上，使损耗降低。

李连贵 摘译自《电机》77№1 (日文)

大型汽轮机用复合式转子槽衬

——由介电箔片、缓冲毡和玻璃纤维复合压制的槽衬击穿强度很高

大型汽发电机的转子槽衬 (U形、L形或条形槽绝缘) 承受很大的机械应力。在热——机械性能和电气强度方面，玻璃纤维增强环氧树脂完全可以满足，但在机械变形时，它就不能满足刚度和介电强度方面的要求。对槽衬的要求是：体积小、寿命长、不击穿。过去10年所用的转子槽衬是单纯的玻纤增强层压制品，不管如何精心设计和制造，在实践中它仍会被击穿，由于修理费用高，常引起对它的普遍怀疑。因为这种材料有脆裂特性，尽管经过预先试验，在装配和运行中仍然难免有压缩、弯曲和剪切应力的局部集中。当变形超过一定程度便出现微观裂纹，若同时存在电应力便导致击穿。在它

中间夹一层电绝缘箔片后也无多大改善,因为槽衬的试验依据应是击穿所需要的机械能量吸收(或临界应变)。瑞士BB公司根据模拟(铜线经槽衬压向铁心和压向通风槽空间)试验给出负荷——距离曲线,试验表明电强度的这种动态试法能获得重复性好的试验结果。所发展的复合式转子槽衬是将几种不同的介电材料复合到一起的层压制品,它具有综合的特性。它的构成包括:中间放一层绝缘箔片来提供介电强度,其断裂应变为50~100%(如Kapton、ResistofolN和Mylar等箔片);两面放上未浸渍的乱纤维毡(断裂应变为10~20%)作缓冲和保护箔片;外层是玻纤增强塑料(如Vetresit14,断裂应变为2~3%),它提供机械强度和整体刚度。为使强度 >200 牛顿/毫米²(相当于外施的转子离心力)和刚度 >15 千牛顿/毫米²,介电箔片及其保护层不应超过复合制品总厚度的 $1/3 \sim 1/2$ 。试验证明,这种复合式槽衬的达到击穿所需要的断裂能量或击穿强度要比单纯玻纤增强层压品高得多。

朱启林摘译自《IEEE》77.E1No.2(英文)

大型汽轮机绝缘的加速电压耐久性试验

——高电压或高频率能大为缩短电寿命试验时间

西德KWU和美国AC公司的所有大型汽轮机都用Micalastic真空浸渍环氧片云母绝缘。绝缘的介电强度是其寿命最重要的判断标准。在较高电场强度和较高频率作用下可较短时间确定绝缘实际寿命。IEC规定,温度和机械应力以及周围环境是绝缘老化的决定性因子。只要老化机理不变,当频率增加时,寿命将成比例地缩短。但是,提高场强对老化速率的影响与增加频率的影响不同。在高场强和4000赫高频试验中,发现3毫米厚绝缘的线圈产生早期的热击穿,这是局部过热引起的。因此,加速老化试验的频率不应超过1000赫,以免产生局部过热。当频率为50和500赫时,和场强为12和11千伏/毫米时对2毫米厚绝缘的试验证明,老化机理保持不变。2和3毫米厚试样的试验都证明,500赫的击穿时间是50赫的10%,这种时间加速的线性关系值得重视。如果场强增到额定值的10倍,则在50赫下的电寿命可缩短到只有几分钟。当场强为额定值(10千伏/毫米)的4~5倍时,击穿时间只有几千小时,若在低场强时则需几年。若用500赫中频,可将寿命试验时间压缩到1万小时以下。根据试验分析提出的电寿命加速试验方案(程序),对于片云母和粉云母都获得良好结果。试验表明,将500赫的击穿时间乘上10所得曲线和在更高场强下50赫的击穿时间曲线构成一条连续的曲线。曾在100°C和130°C以及室温下对3毫米厚Micalastic绝缘进行试验,结果表明100°C和130°C的击穿时间各为室温的2倍和6倍,说明高温对电寿命是有利的,但对环氧粉云母绝缘所做的补充试验说明并非所有的温度(如150~180°C)都对寿命有利,而证明Micalastic绝缘仅仅是能承受那种温度而已。因为在高温下,这种材料的粘合剂(占绝缘总体积的50%)的机械应力和场强减小了,同时使其介质常数增大了所以电寿命延长了,这已为试验所证明。关于机械应力对电寿命的影响,曾做过许多试验。当线圈承受一半机械应力和最大

机械应力时，击穿电压各为24.3和20千伏/毫米，当没有机械应力时——29千伏/毫米。因为以环氧作粘合剂时其中塑性蠕变，使机械应力松弛。试验表明，击穿发生在应力较高的压缩边（只有少数试样在张力边），还发现该处有夹紧方法造成的机械损伤。

总之，试验证明，高频和高压可大大缩短电寿命的试验时间；而温度和机械应力联合作用时，由于绝缘弹性模量的衰减，还难以研究。这说明不能只按一个因子（如温度）来评定绝缘，最好是把可能存在的因子、包括尚不知道的因子考虑进去。

戴雪康、朱启林 摘译自《IEEE》77No.1（英文）

大型汽轮机转子氢冷的发展前景

——160万千瓦汽轮机可用切向通风和轴向气隙隔板而转子温升为60°C

大型汽轮机的转子氢冷，在技术上最完善的方法是多路气隙取气自通风和采用斜向风道。它的优点在于它与电机容量无关，即与转子长度无关。苏联“电力”厂已将此法用于6~80万千瓦的电机。美国GE公司也用此法取代原来的径向——轴向——径向的风道。转子绕组的冷却强度。取决于两个因素，即气隙内进风的风速和风速。为防止进风（冷风）与出风（热风）的混合，GE公司在气隙采用环形隔板（径向气隙隔板）。这样虽能保证较低的进风温度，然而却限制了风速，而加强氢气自循环的风速是一种更有前途的方法，即使少许增加了进风温度（与最低温度相比）也是值得的。因此，在保持尽可能低的进风温度的同时，必须使气隙氢气的流动与转子的旋转相协调，即用切向通风方式。由于旋转着的转子周围吸引着气隙内的氢气，从而使旋转风道和氢气的相对速度降低。对切向气流进行人工阻滞（意即采用轴向气隙隔板）可使气隙中的压力得到合理的再分布。当该轴向气隙隔板伸出气隙深度（一般 ≥ 100 毫米）的 $\frac{2}{3}$ 时，对风速的切向分量能阻滞30%，可使风压增加3.2倍，可使风速增加一倍多。对30万和80万千瓦汽轮机的试验证实，采用此法时80万机的转子绕组温升为36°C，这相当于风速60米/秒（用原法时不超过35米/秒）；30万机——20°C，这相当于风速增到2倍。由于再循环，切向通风具有稍高的进风温度（50万和80万机该值为15~17°C），然而，对冷却效果起决定性作用的是转子绕组内氢气的流量。

分析表明，160万千瓦汽轮机采用切向通风和对氢气人工阻滞时，能保证转子绕组平均温升不超过60°C。

邱建甫 摘译自《电》75No.1（俄文）

苏联发电设备的一些简要情况

——设备可靠性没有得到有效解决还须改善质量

苏联1975年年底装机容量为21800万千瓦，其中火电16200万千瓦、占74.5%，水电4080万千瓦占18.5%。1975年火电机组的构成是，16万千瓦87台，20万千瓦117台，

25万千瓦7台, 30万千瓦130台, 50万千瓦2台, 80万千瓦4台。至75年已投入运行的16~30万千瓦火电机组总容量8227万千瓦约占全部火电站的50%。苏联25万千瓦机组为供热机组。

大机组是电力系统的主力, 到1976年底投入运行的大机组共359台, 其中80万千瓦机组6台, 50万千瓦3台, 30万千瓦135台。这些设备的发电量占全部火电站发电量的55%。1976年投入4台24万千瓦水电机组, 1台21.5万千瓦水电机组。水电站总容量达到4200万千瓦。

1975年发电设备产量为1710万千瓦, 1976年为1660万千瓦。当前重点抓两个问题: 一是提高效率, 一是提高可靠性。目前在15~30万千瓦机组当中, 已达到相当高的可用率, 即对所有火电机组来说, 已达到86~87%。为使更大机组的可用率也能保持这一水平, 还必须大大改善设计和制造、安装和维修质量。苏联的设备可靠性没有得到有效的解决。

至1980年底装机火电将达20200千瓦(占总的71.3%), 水电5360万千瓦(占19%), 原子能电站1940万千瓦(6.9%)。

摘自《电工活页》一机部机械院机电所1977年第四期

苏联汽轮机氢冷技术的新发展

——采用轴向气隙隔板将使2极160万千瓦氢冷的新转子温度不超过60°C

苏联对汽轮机冷却技术的研究给予很大的重视。30万千瓦以上的有“水氢氢”, “水水氢”、“全液冷”三种方式, 其中对“水氢氢”方式的实验研究尤为重视。80万千瓦的TBB—300—2已于70年制成投产, 75年又制成120万千瓦的两极机。对“水氢氢”冷却方式的研究是从62年开始的, 当时发现TBB—200—2及TBB—320—2普遍存在的问题是: ①转子线圈温升偏高, 往往超过允许极限75°C, 其中尤其是转子大号线圈端部严重过热; ②TBB系列所采用的单路抽风式通风系统与转子多路式通风是非耦合的, 结果定子温度分布极不均匀, 电机中部温度偏高; ③轴流风扇的出口动压过大, 以致效率很低, 影响电机通风效果。

针对上述问题, 首先将端部改用二路、四路或更多并联支路的通风方式, 并将原定子的抽出式通风改为径向——切向通风。从1962年起, 先后改造了7台TBB—320—2电机, 结果转子平均温度大约下降了15~20°C, 定子温度下降10°C左右。如果在风扇出口增加导向静叶片, 则风扇压力提高、风量增大, 定子温度均可下降5~7°C。经过这些改进, 容量在50万以下的TBB系列温度全可过关。大部TBB—320—2的电机均可超负荷运行。

对TBB系列进行了新的改进研究, 其中以带升高片的槽楔(我国习惯地称之为轴向气隙隔板)收效最为显著, 据报导大约已有10台在运行中的氢冷机(主要是TBB—320—2及TBB—165—2)改装了轴向气隙隔板, 其转子平均温度大约下降15~35°C, 定子部份则效果不大, 个别甚至升高。

轴向气隙隔板的基本原理是在气隙中增设挡板后，气隙中气体的切向速度将明显下降，则进入风斗的相对速度增大。据报导，如果在定子与水平方向呈 45° 角的地方放置4个轴向隔板，其径向高度约占气隙的 $2/3$ ，则转子风沟中的气流速度将近增加一倍。当用于切线速度大的大容量电机中，收效尤为显著，例如TBB—300—2采用这一措施后，其转子温升仅 35°C ，TBB—1200—2的转子温升也只有 36.6°C （均为试验值），此外苏联计划制造的160万千瓦两极机经过计算，其转子温升不超过 60°C 。

轴向气隙隔板由许多隔板块组成，隔板块形状和槽楔相似，只是在其下部镶上了一块耐热耐油橡胶皮板，结构比较简单，同时由于安装在与水平呈 45° 的四个槽内，所以转子可以按常规办法插入定子内，对安装维修均很方便，对于这一新技术，我国科研和电站运行部分正密切予以注视。

（魏书慈）

东芝公司的80万千瓦安二极汽轮机

日本东芝公司最近制成的80万千瓦安二极汽轮机主要数据如下：2极、3600转/分、25千伏、18475安、60赫、定子水冷、转子氢冷（4.2表压）、功率因数0.9（滞后）、短路比0.53、无整流子励磁、交流励磁机3500千伏安440伏、直流励磁电压550伏。转子为NiCrMoV钢，用真空脱氧法制成。非磁性护环为高MnCr钢，经盐基性电炉冶炼和特殊冷加工制成，强度达105公斤/毫米²以上。定子线圈端部槽口部份包以多层石棉带作为防晕措施。定子线圈包绝缘后和嵌入槽槽后再加压加热固化，同时在槽内垫以适形材料以防线圈移动，采用的滑动斜槽楔能减少松弛。端部用木块和浸渍合成树脂的玻璃丝带绑扎并喷涂以合成树脂使整体固化。当线圈发热时，端部支撑可轴向伸缩。端部紧固件如螺杆螺帽等也用非磁性材料并用环氧树脂固定以防松动。转子两端装有轴流风扇，采用先进的气隙取气方式通风冷却能保证轴向温度分布。转子绕组氢内冷，定子绕组水内冷。定子铁心氢冷。转子在车间完工后曾作通风实测，结果与预计相符。与过去不同，这次对轴承托架还用X射线和有限单元法以及氢压进行了结构强度分析。轴承供油压力1.8公斤/厘米²，当 100°C 时，最小油膜在0.15毫米以上，不会发生金属接触。供油油压设在轴承入口处，以免形成负压。热电偶监视瓦温， 107°C 时发警报， 121°C 时停车。采用椭圆轴瓦，以免引起油膜自激振动。本机已达湍流域润滑，对此曾反复进行动静特性试验。本机一级临界转速在900转/分以下，而额定转速在二级和三级之间，转子平衡应用了长轴“转子电动反应数据”设备。本机曾在现场进行全负载断路试验。总装后的车间综合试验结果与设计值相符。周皓 摘译自《东芝评论》74No.2（日文）

更正和说明：1、本刊77No.13P2中“库容247米³”应为“库容247亿米³”。

2、本刊77No.12P2中“下环锥角 13° ”应为“下环锥角 20° ”、“第二强度理论”应为“第三强度理论”。

3、本刊77No.11P7中“可逆水泵水轮机已运行于500至900米水头范围”一段，“900米”水头指用于五级泵。

（编者）

大电机消息

2

78.2.3

(内部参考)

哈尔滨大电机研究所技术情报室

(总第74期)

国内动态

大电机、水轮机行业三年主攻方向
渭源电站水电机组扩初设计在京审查
全国水轮机导叶塑料轴套经验交流会
60万千瓦汽轮机大轴出水表面防腐新工艺
3万KVA调相机扩初设计审查会
行业标准化工作核心组扩大会

国外消息

依太普水电站的74万KVA机组
爱舍维斯公司转桨式水轮机的50年
下个世纪将以超导磁场的汽轮机为主
神钢最近的轧机用直流电动机
西门子的第二代箱型电机系列

——“76年布尔诺国际水轮机会议”——论文简介

网 讯

情报技术与未来的世界

西门子公司的技术情报工作

国内动态

大电机、水轮机行业三年主攻方向

——提高质量、确保重点产品、推行“三化”、狠抓理论、加强情报

1977年12月25日至30日，一机部科技局在保定召开了科研工作会议，结合这次会议，电工局组织了电工行业科研计划座谈会。会上传达了英明领袖华主席的重要指示，讨论了电工行业23年科技发展规划，制订了各归口研究所三年主攻方向。

大电机、水轮机行业今后三年的主攻方向是：

1、大力提高产品质量，积极开展30万千瓦、60万千瓦汽轮发电机，“330”水电机组，1700轧钢电机及其配套设备等一批重点“三保”产品的科研工作，组织质量评比工作。2、大力推行“三化”工作，对现有产品要积极进行完善、鉴定、定型，组织好统一设计，1980年，各批量产品要建立起新系列。3、狠抓基础理论及基础技术的研究工作：重点是电磁场理论，绕组理论，电机冷却方式，励磁方式，可控硅供电在电机上应用的理论，高压绝缘理论，水轮机气蚀磨损理论，机械、电磁振动和噪音理论，断裂力学，最佳设计理论，以及电子计算机应用等。4、加强技术情报和行业组织工作。

(陈钦平)

渭源电站水电机组扩初设计在京审查

——会议同意哈电方案、强调提高质量、确保安全可靠

鸭绿江上中朝合建渭源水电站的水电机组是由哈尔滨电机厂承制，该电站装机6台，其中3台为50周波机组，另外3台为60周波机组，单机容量均为6.5万千瓦。1978年元月7日至11日在北京召开了该机组扩初设计审查会，会议由一机部电工局和水电部对外司共同主持，参加会议的有14个单位的47名代表。会上学习了英明领袖华主席关于发展电力工业的重要指示，学习了李付总理关于提高产品质量的指示。

会议通过审查和讨论同意哈电扩初设计方案，确定：水轮机采用HL 240混流式转轮；发电机为半伞式结构，而且两种周波的发电机定子铁心之内外径、长度、槽数相同，这样既保证了性能要求又方便了设计和制造。为确保安全可靠，推力轴承采用液压弹性支撑方式，掣动器加设反冲气装置，并采用带直流主励磁机的可控硅励磁系统，电液调速器为JDT—150，液压设备YS—6（油压 25kg/cm^2 ）。

会议还制订了提高机组制造质量的措施，讨论了检查交接试验等事项。由于电站位

于朝方境内，建成后将由朝方运行管理，故机组具有援外性质，因此会上，两部领导和与会代表希望切实采取措施提高产品质量，争取超过云峰水电机组的质量水平。会后，哈电机厂代表向正在北京召开的中朝鸭绿江水力发电公司第三十次理事会作了汇报，并就机组技术条件与朝方代表进行了讨论。

(陈钦平、王人生)

全国水轮机导叶塑料轴套经验交流会

——已解决尼龙轴套的“抱轴”问题，自润滑材料是发展方向

全国水轮机导叶工程塑料轴套经验交流会，于77年12月21日至26日在福建古田溪水电站召开。有40个单位的71名代表参加。会议认为，目前已经解决了尼龙轴套“抱轴”问题，并提出以下几点意见：①水轮机导叶轴套用自润滑材料代替铸锡青铜材料，不仅节省有色金属材料，而且制造简单、维护方便，是个发展方向。②MC尼龙轴套，由于材料吸水率大，多数电站曾发生过吸水膨胀“抱轴”问题，近几年来电站采用放大间隙法，解决了“抱轴”问题，而且它的耐磨性能良好，成型工艺简单，但轴套间隙不易控制。③近几年采用的尼龙1010、聚甲醛、尼龙1010涂复、聚矾等材料的轴套，因其吸水率低，从未发生“抱轴”问题。④目前采用的自润滑轴套中，认为聚甲醛、尼龙1010轴套较为合适。⑤采用自润滑轴套时，导叶轴颈应考虑防锈措施。

会议还提出一些聚四氟乙烯板衬套、填充氟塑料及金属氟塑料轴套试验研究项目。

(王民富)

60万千瓦汽轮机大轴出水表面防腐新工艺

——采用等离子喷镀镍包铝防腐层

为了解决60万千瓦汽轮机大轴出水表面的防腐蚀问题，我们通过模拟工况（水温80℃，水流线速度70米/秒）历时85天的热水冲击选材试验，在48种防腐方案中，选定了采用等离子喷镀镍包铝作为防腐层的工艺方案。

一年多的试验表明：镍包铝镀层与钢基材料的结合力良好，抗拉强度309kg/cm²左右，0.25mm厚的喷镀层经弯曲180°不开裂，而且采用等离子喷镀的方法，工件不需加热，施工方便，是一种比较理想的工艺方案。

60万千瓦发电机样机的喷镀是在10米车床上进行的，转速为2转/分，喷枪的移动速度为20毫米/分；喷镀前先经喷砂处理，再用丙酮清洗，最后进行喷镀，其工艺参数见下表：

电弧电压 (伏)	电弧电流 (安)	喷镀距离 (毫米)	引弧气体		工作气体		送粉气体	
			种类	流 量 (米 ³ /小时)	种类	流 量 (米 ³ /小时)	种类	流 量 (米 ³ /小时)
75	350	70—90	氩气	1.5—2	氮气 + 氢气	1.5—2	氮气	0.8

由于喷镀层可能有极少的针孔，所以在喷镀 0.25mm 厚的镍包铝镀层后，又复以聚氨酯沥清漆，以封闭针孔，并进一步增强其防护能力。

(冯学尧、方辉义)

3万KVA调相机扩初设计审查会

——生建厂的扩初设计方案是可行的，可以试制

根据一机部指示，3万KVA调相机扩初设计审查会于77年12月12日至17日在济南召开，有32个单位的51名代表参加。会议对济南生建电机厂提出的扩初设计进行了全面审查和认真讨论，认为已作了某些合理的改进，方案是可行的，可以进行试制。关于调相机采取零米布置（调相机和空冷器布置在零米运行层）方案，认为能节省投资、加快安装速度，便于维修，但电机成本可能增加、试制周期增长，目前尚无制造经验，建议组织调研和迅速开展其设计工作。该机用静止可控硅励磁、降压起动（50% U_N 和2倍 I_N ）。据该机“技术条件暂行规定”，11KV、1575A、50Hz、1000转/分、 $Pf=0$ （超前）、定子B级绝缘，卧式户内型空冷。会议讨论了该机技术条件和安装尺寸。

(崔凤喜)

行业标准化工作核心组扩大会

大电机水轮机行业标准化工作核心组扩大会于77年12月16日至21日在上海召开，有17个单位的21名代表参加。会议讨论了大电机用零部件手册及四项专用型材技术条件。要求78年2月底提出17个项目的草稿征求意见，认为手册的编制应促进“三化”。会议对手册的78年工作作了安排。认为第三次行业标准化会议应在国家、一机部标准化会议之后，即78年11月在四川举行。会议还听取和讨论了坐式轴承部标的初稿。

(林国先)