工程热物理所压缩空气储能系统中涡轮性能研究获进展

受负荷、进口压力、温度等因素变化的影响，向心涡轮并不总是在额定工况下运行，此时可通过调节可调导叶开度来改变向心涡轮质量流量、焓降等参数，以改善变工况下的涡轮性能。在1.5MW级压缩空气储能系统中，由于膨胀比大、体积流量小，因此采用多级向心涡轮结构形式并在级间加入再热装置，结构示意如图1所示。为进一步提高压缩空气储能系统中涡轮性能，中国科学院工程热物理研究所储能研发中心研究人员围绕多级再热向心涡轮中可调导叶展开了相关研究，并取得阶段性进展。

研究工作重点包括可调导叶对多级再热向心涡轮总体特性影响和可调导叶内部流动特性两个方面。在总体特性影响研究中，将四级涡轮统一为一个坐标系旋转轴，并在每级进口前设置再热器，如图2所示。通过多孔介质损失模型来实现对再热器的模拟。计算采用k-ε湍流模型，在内部流动特性的研究中，为了更好地获得边界流动特性，采用SST湍流模型，进出口边界条件采用总体特性计算获得的边界条件。

研究结果表明，导叶开度增加时，第一级膨胀比减小，第四级膨胀比增加，第三级膨胀比先增加后保持不变，第二级膨胀比几乎不变。质量流量、总出功和导叶开度近似成正比关系。当需要系统负荷运行时，采用变进口压力的方式比采用变开度方式更容易保证系统气动效率，但其比功较小。可调导叶开度发生变化时，总压损失主要发生在通道后20%的区域。导叶开度减小时，在导叶后20%区域内，通过叶顶间隙泄漏流更容易与叶高中间部分主流掺混导致二次流损失增加，尤其是在小开度时，这种不均匀性更加明显，导致导叶后20%区域的熵增增大，如图3所示。叶根和叶顶两侧出口气流角不均匀性也随着开度的减小而增大。

以上研究得到青年自然科学基金和国家国际科技合作专项等项目的支持，相关研究成果已发表于《中国电机工程学报》。

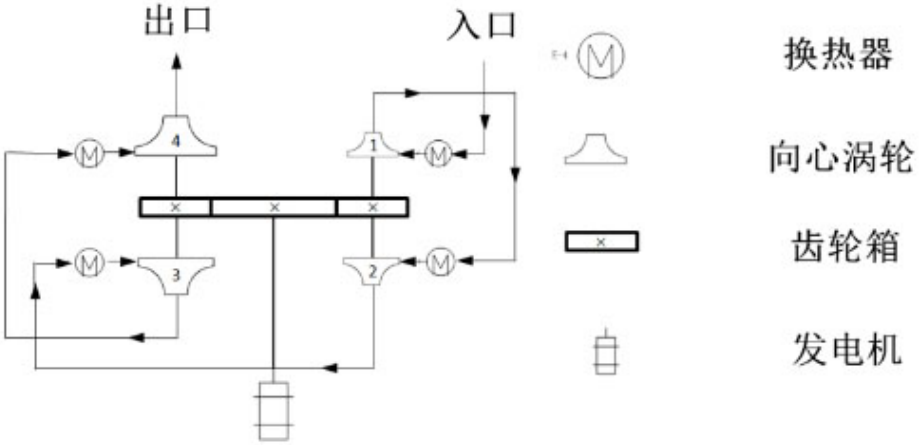

图1 多级再热向心涡轮结构示意图

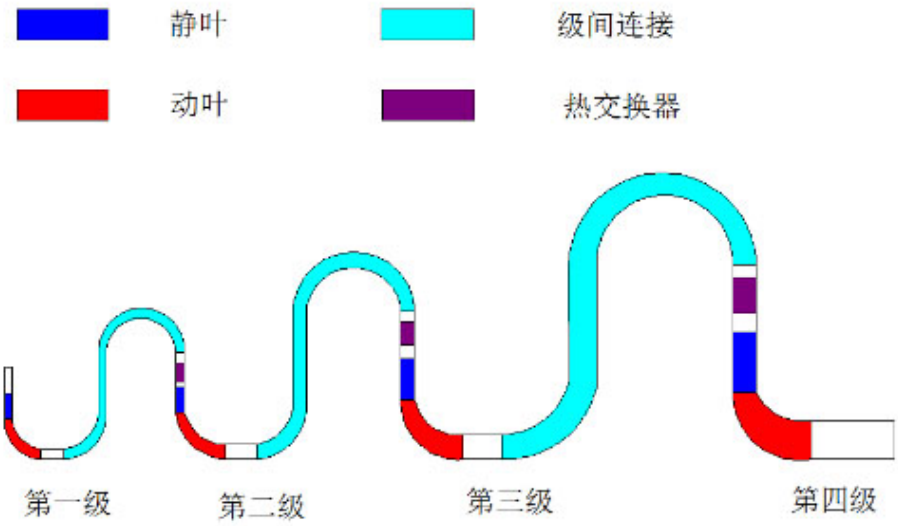

图2 多级再热向心涡轮整体数值模拟示意图

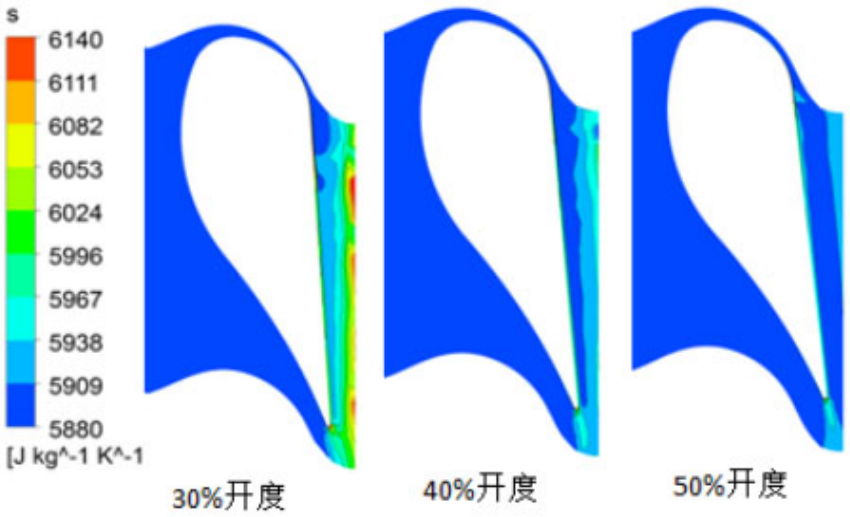

图3 50%展向位置不同开度下的熵云图

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/100122.html