

工业汽轮机的特点及其技术改造

骆义根 兰如基 张志统

(哈尔滨船舶锅炉涡轮机研究所)

〔摘要〕本文简述了驱动用工业汽轮机的设计特点和几年来作者参与石油化工企业汽轮机技术改造的实践经验,针对我国石化企业的概况,提出了关于节能、扩容技术改造的措施和途径。

关键词 工业汽轮机 高效 节能 扩容

分类号 TK262/268

1 前言

随着工业的发展,工业汽轮机在石油化工、钢铁冶金以及交通运输业中得到广泛的应用,并对正在石化企业中运行的机组所进行的节能、扩容技术改造,均取得了一定的经验,如大庆石化总厂和南方的几个石油化工厂,有的利用国内技术力量、有的引进国外技术对汽轮机压缩机组进行增容技术改造取得了初步成效。

2 工业汽轮机的设计特点

用于石油化工企业驱动用汽轮机,除了满足它的特殊用途外,它的设计、制造必须遵循如下原则:

2.1 设计制造的可靠性

可靠性是最基本也是最重要的要求,在石化工业上用的汽轮机因为它是用来驱动各种压缩机的动力,通常是没有备用机组的,一旦发生机件损坏就将造成工厂整个生产线的

停产。汽轮机可靠性原则是汽缸、转子、隔板和叶片装置等设计成:除了由于与设计无关的外界原因而产生损坏者之外,均不得在规定的运行周期内进行更换和修理。

2.2 提高汽轮机组的效率

随着发电事业的迅速发展,大功率高参数电站汽轮机设计、制造及运行经验的积累,汽轮机的热力性能有了显著的提高。工业汽轮机通流部分的设计采用先进的气动性能,良好的叶型和流道,同时在汽轮机的高压段叶片顶部和根部采用径向和轴向汽封,组成了命名为高效转子的汽轮机,这种技术不但用于新设计的汽轮机,而且用它来更换早期生产的正在运行汽轮机的转子和包括与高效转子相匹配的喷嘴及隔板,从而达到节能和扩容的目的。

2.3 设计的标准化

特种用途工业汽轮机的设计,必须遵守标准化设计的规定,这是它使用的特殊地位决定的。因为石化企业汽轮机压缩机组两次大修期的间隔一般为2年,汽轮机开缸检修只允许在大修期进行,一次检修从停机到开

收稿日期 1994 06 28

本文联系人 骆义根 男 62 教授级高级工程师 150030 哈尔滨 77 3 信箱

机约为一个月,要按要求提供损坏的配件。为达此目的,对提供的零部件与原机组的零部件之间必须具有互换性,由此说明汽轮机设计标准化的必要性和重要性。

2.4 设计的规范化

设计的规范化是提供质量合格的汽轮机的必不可少的条件,也是评定汽轮机设计、制造及运行的重要依据之一。如美国通用电气公司(GEC)和三菱重工公司,它们设计制造的汽轮机采用美国石油化工机构所制定的“API”工业规范有关特殊用途汽轮机的要求作为设计准则。

3 工业汽轮机的技术改造

3.1 技术改造的目的

我国石化工业的主要设备,多数是从国外成套引进,随着时间的推移,有些设备开始老化达不到原设计的性能指标。同时,生产需要发展,要求在达标的基础上抓紧进行节能和扩容改造。大庆石化总厂驱动压缩机用的汽轮机近几年在低于铭牌功率条件下运行。工厂提出改造规划,第一步要求达标,在达标的基础上进行扩容技术改造。由于哈尔滨船舶锅炉涡轮机研究所具有舰船驱动用汽轮机压缩机组的研制经验及其台架试验的各种试验手段,在1991年该所受工厂委托承接了大庆石化总厂汽轮机压缩机组技术改造工程的总承包。

3.2 技术改造的原则

3.2.1 技术改造方案必须保证汽轮机长期稳定安全可靠地运行。在石化工厂两个检修期的间隔一般为一至二年,不允许在运行期内因改造机件的损坏被迫停机,也不允许在运行期内开缸检查,这是实施技术改造遵循的最重要的原则。

3.2.2 技术改造应根据工厂近期和长

远规划进行技术经济分析,并做多方案论证寻求最佳方案。

3.2.3 尽可能减少改造面、缩短改造件(更换件)的设计周期和生产制造周期及节省改造费用。

3.2.4 汽轮机改造应与原系统和设备相匹配:扩容改造涉及到锅炉、被驱动的压缩机组和一些辅机等。如果这些设备能力没有裕度,汽轮机扩容就不能实现或受到限制。例如用于冷却水的循环泵流量裕度不够,当提高汽轮机压力增大排汽量时,冷凝器的真空将下降,影响汽轮机功率与经济性;又如汽轮机增容所需蒸汽流量加大,将使凝结水量增大,会造成凝水系统的水位过高等。因此,汽轮机的扩容改造不能局限于其本身,而应对整个动力装置及系统作全面考虑。

3.2.5 采用成熟先进技术:实施汽轮机节能扩容技术改造,需对汽轮机的喷嘴、叶片、进汽阀门、抽汽阀门以及隔板和转子等关键部件实施改造更换,这些更换件的气动性能、强度振动、以及材料选用等先进技术的采用,必须在相类同汽轮机上已经运行实践验证,并确认可靠的,不允许未经运行验证或试验验证的部件直接应用于被改造的汽轮机组上。

3.3 提高汽轮机出力的措施和途径

工业汽轮机功率变化的基本表达式为:

$$N = GH_0\eta/3600 \text{ kW}$$

式中: N —功率(或表示汽轮机所带负荷大小)

G —蒸汽流量, kg/h

H_0 —理想焓降, kg/h

η —工业汽轮机的有效效率, %

根据以上基本表达式,并结合各设计、制造部门在不同时期生产出的工业汽轮机特点,确定扩容技术改造的措施和途径:

3.3.1 提高汽轮机的可用焓值

(1) 提高进汽压力和温度可增加汽轮机的可用焓值,达到提高汽轮机出力的目的。这

项措施的采纳,首先应复核汽轮机进汽阀箱、喷嘴、汽缸、高压段的动静叶片及隔板等关键部件的材料允许使用温度、及其结构强度,视其设计裕度确定可能提高的参数和需改造的更换件。对提供汽源的锅炉,要求提高提供新蒸汽温度与压力,这将受到原设计锅炉过热器材料工作温度的限制,及其受到锅炉受压原件强度的制约。因此,对一般早期生产的汽轮机、锅炉装置,较大幅度的提高进汽参数的扩容技术改造方案是较难实现的。

(2)降低汽轮机的排汽压力

降低汽轮机的排汽压力可增加汽轮机的有效热降,使工业汽轮机的汽耗减少与经济性能提高,这样在不增加进汽流量的条件下提高了汽轮机的出力。

对一台已投入运行的汽轮机装置来说,汽轮机的末级尺寸、冷凝器冷却面积、冷却水流量及温度等是一定的。因此必须复核原设计汽轮机在额定进汽参数和排汽压力下的功率,并复核运行参数下实际发出的功率,原设计功率与实际所发出进行对比,综合考虑设计能力和充分利用裕度。随后,确定选取技术改造方案。

3.3.2 增加汽轮机的蒸汽流量

由汽轮机功率变化的表达式看出,汽轮机的功率与其通过的蒸汽流量成正比。因此,在可能提供扩容所需增加的新蒸汽流量的条件下,为适应流量的增大对汽轮机的通流部分结构进行技术改造。根据在大庆石化总厂对由美国某公司引进的20 MW汽轮机扩容技术改造的经验:首先根据原机组的运行资料 and 现场测绘的汽轮机通流部分的结构尺寸,利用已经实践验证正确的计算方法,对汽轮机组进行了热力计算和强度计算,其计算结果为提高出力运行提供可靠的技术论据。大庆石化总厂的九级抽汽凝汽式汽轮机的扩容改造,共做了三大类技术改造方案:一是改

造汽轮机转子和阀门;二是改造汽轮机喷嘴、隔板及阀门;三是改造汽轮机转子、隔板及阀门。经过技术和经济的分析论证,采用第二类改造方案,即改造更换第一级喷嘴、二至七级隔板及调节抽汽阀门,以及为使冷凝器辅助设备系统的能力与之相适应也作了相应改造,汽轮机扩容的幅度为(15—20)%的额定功率。此改造工程已于1992年完成,至今已连续稳定可靠运行两年。

4 结束语

(1)国内电站汽轮机和舰船蒸汽轮机动力技术,近十年来有了突破性的进展,为设计制造高效节能高可靠性的大功率特种用途工业汽轮机,以及为正在运行的汽轮机组进行节能扩容的技术改造,创造了良好的技术基础。

(2)日本和韩国对60年代生产的汽轮压缩机组(在石化企业中的透平裂解气压缩机、透平丙烯制冷压缩机及乙烯制冷压缩机)的三机节能扩容技术改造经验可以作为制订我国石化企业三机节能扩容改造规划的参考。国内石化企业正在进行的国产化节能扩容技术改造,已取得了初步成效,需总结经验进一步改进完善和推广应用。

参 考 文 献

- 1 西安交通大学蔡颐年主编. 蒸汽轮机. 机械工业出版社, 1982年2月
- 2 大连工学院工业涡轮机教研室编. 工业汽轮机. 化学工业出版社, 1982年6月
- 3 美国军用规范. 海军舰船推进用汽轮机. Mil-117600D (SHIPS) 1968年3月18日
- 4 哈尔滨汽轮机厂编. 20万千瓦汽轮机的结构. 水利电力出版社, 1992年7月

and rear arch can be considered as proper. Tests have shown that in such a case the a-shaped combustion flame will result. **Key words:** *combustion, grate firing furnace, furnace arch design*

(285) Optimization Design of a Power Plant Thermodynamic System by Using "Process Energy Combination" Method..... Zhang Yongde (*Northwestern Electric Power Design Institute*)

A so-called "Process Energy Combination" method is employed to improve the design of a thermodynamic system for a cogeneration power plant, which plays a significant role in enhancing energy-saving effects. **Key words:** *thermodynamic system, Process energy combination, heater*

(290) A Study on the Optimization for Preliminary Design of a Nuclear Power Plant Steam Generator Shi Hongshen (*Shanghai Naval Standards and Specifications Design Institute*), Chen Lingen, Zong Qingchang (*Naval Engineering Academy*)

With the minimum total weight of a steam generator set as a target function the authors have proposed a method for optimizing the preliminary design of a nuclear propulsion plant steam generator. Given in the paper are the optimization and sensitivity analysis results. The computation results have substantiated the validity of the recommended method. **Key words:** *steam generator, design optimization, sensitivity analysis*

(297) The Specific Features of Industrial Steam Turbines and Their Technical Retrofitting..... Luo Yigen, Lan Ruji, Zhang Zhitong (*Harbin Marine Boiler & Turbine Research Institute*)

The present paper briefly deals with the design features of mechanical — drive industrial steam turbines and the experience gained by the authors in recent years in the course of implementing the technical modification of steam turbines for some domestic petrochemical enterprises. Proceeding from the specific conditions existing in Chinese petrochemical works the authors have proposed some feasible measures and approaches for conducting energy-saving and power uprating-oriented modifications of industrial steam turbines. **Key words:** *industrial steam turbines, high efficiency, energy-saving, power uprating*

(300) The Application of STD Bus Microcomputer-based Industrial Control Unit on a Grain Drying Production Line Yang Chengyi, Zhao Aijun (*Harbin Marine Boiler & Turbine Research Institute*)

In connection with the design, commissioning tests and operational effectiveness of a microcomputer-based monitoring and control system installed on a grain drying production line of District NO. 8 Grain Depot in Harbin city the authors make some observations on the proper selection of microcomputer type and the method of interface design when such factors as serious dust-borne surroundings and electric appliance interference are to be taken into account. **Key words:** *grain drying, microcomputer-based control, STD industrial control unit*

(304) An Exploratory Study on a Thermistor Nonlinearity Correction Method..... Zhang Guodong (*Harbin Marine Boiler & Turbine Research Institute*)

Three practical methods are proposed for correcting the nonlinearity of thermistors, namely: optimum parameter method, transformation function method and similarity function method. Theoretically, the above-cited methods are also suitable for the correction of nonlinear hardware