



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106295129 B

(45)授权公告日 2018.12.18

(21)申请号 201610605584.4

(22)申请日 2016.07.26

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106295129 A

(43)申请公布日 2017.01.04

(73)专利权人 华电电力科学研究院

地址 310030 浙江省杭州市西湖区西湖科技经济园西园一路10号

(72)发明人 张佳佳

(74)专利代理机构 杭州天欣专利事务所(普通合伙) 33209

代理人 张狄峰

(51)Int.Cl.

G06F 17/10(2006.01)

F01D 15/00(2006.01)

(56)对比文件

JP 昭64-19102 A, 1989.01.23,

CN 101813562 B, 2012.05.23,

CN 102855407 A, 2013.01.02,

闫顺林等. “汽轮机低压缸排气焓在线计算新模型的研究及应用”.《华东电力》.2007,第35卷(第4期),第84-86页.

杨涛等. “电站汽轮机低压缸排汽焓近似计算模型研究”.《热力透平》.2013,第42卷(第1期),第30-34页.

张赞等. “一种基于级内损失理论的排汽焓计算方法”.《汽轮机技术》.2013,第55卷(第2期),第81-85页.

审查员 张博

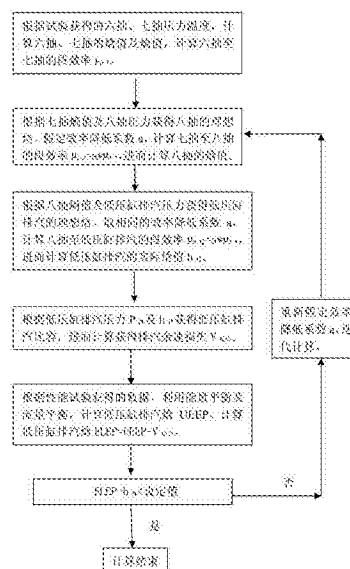
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种计算火电厂汽轮机低压缸效率的方法

(57)摘要

本发明涉及一种计算火电厂汽轮机低压缸效率的方法。目前常用的计算低压缸效率的方法精度不高。本发明的步骤如下:1)抽汽压力从高往低算,假设第一个处于湿蒸汽状态的抽汽点为 i ,则根据性能试验获得的压力、温度计算抽汽点 $i-1$ 、 $i-2$ 的焓值、熵值,并计算出 $i-2 \sim i-1$ 的段效率 $\mu_{i-2 \sim i-1}$;2)假设效率降低系数为 a ,即 $i-1 \sim i$ 的段效率 $\mu_{i-1 \sim i} = a * \mu_{i-2 \sim i-1}$;3)计算出 i 点的实际焓值;4)计算出低压缸排汽焓 $h_{\text{排汽}}$;5)计算得到末级排汽余速损失 $V_{\text{余速损失}}$;6)计算出低压缸排汽单位质量蒸汽的焓值UEEP;7)计算出低压缸效率。本发明的操作简单,计算精度高。



1. 一种计算火电厂汽轮机低压缸效率的方法,其特征在于:所述方法的步骤如下:

1) 抽汽压力从高往低算,假设第一个处于湿蒸汽状态的抽汽点为 i ,则根据性能试验获得的压力、温度计算抽汽点 $i-1$ 、 $i-2$ 的焓值、熵值,并计算出 $i-2 \sim i-1$ 的段效率 $\mu_{i-2 \sim i-1}$;

2) 假设效率降低系数为 a ,即 $i-1 \sim i$ 的段效率 $\mu_{i-1 \sim i} = a * \mu_{i-2 \sim i-1}$;

3) 根据 $i-1$ 、 i 的试验数据获得的焓值、熵值及 $\mu_{i-1 \sim i}$ 计算出 i 点的实际焓值;

4) 按2)、3)步骤往下重复进行计算,直至计算出低压缸排汽焓 $h_{\text{排汽}}$;

5) 根据低压缸排汽压力及排汽焓值,查得低压缸排汽比容,根据末级叶片结构尺寸,计算得到末级排汽余速损失 $V_{\text{余速损失}}$;

6) 根据试验获得的数据,利用能量守恒、质量守恒定律,计算低压缸排汽总热量及总流量,进一步计算出低压缸排汽单位质量蒸汽的焓值UEEP;

7) 通过 $ELEP = UEEP - V_{\text{余速损失}}$ 计算出ELEP,并与 $h_{\text{排汽}}$ 比较;若差值满足要求,则计算结束;若差值不满足要求,则转至2),假设新的效率降低系数,进行迭代计算,直至计算结果满足要求为止;

8) 通过低压缸入口蒸汽参数及排汽参数计算出低压缸效率。

一种计算火电厂汽轮机低压缸效率的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种计算火电厂汽轮机低压缸效率的方法,同时还可以获得低压缸湿蒸汽抽汽段的热力参数。

背景技术

[0002] 大型汽轮机组一般均有高压缸、中压缸和低压缸,各缸的效率反映了汽轮机本体性能的优劣程度,是表述汽轮机组性能的重要指标。

[0003] 对于高压缸和中压缸而言,只需有各缸进出口的压力和温度,即可得到相关的其他参数,进而计算缸效率。而对于低压缸而言,由于其排汽为湿蒸汽,要得到排汽焓,除了排汽压力,还需要有排汽湿度。目前,还没有合适的蒸汽湿度测量手段,低压缸的排汽焓通常是通过汽轮机性能试验获得的数据进行热力计算获得。

[0004] 目前常用的计算低压缸效率的方法如下:假定汽轮机低压缸排汽焓值,或根据公开日为2010年08月25日,公开号为CN101813562A的中国专利,公开的一种实时估计汽轮机低压缸排汽焓的方法估计排汽焓;由再热蒸汽状态点、后面处于过热状态的抽汽状态点及假定的低压缸排汽点拟合出试验膨胀线,并平滑外推到湿蒸汽区,由此确定排汽焓及湿蒸汽区的各个抽汽点。此计算方法取点较少,精度不高,尤其是汽轮机在低负荷运行时,处于湿蒸汽状态的抽汽点增多,更难以保证精度。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术中存在的上述不足,而提供一种操作简单,计算精度高的计算火电厂汽轮机低压缸效率的方法。

[0006] 本发明解决上述问题所采用的技术方案是:该计算火电厂汽轮机低压缸效率的方法的特点在于:所述方法的步骤如下:

[0007] 1) 抽汽压力从高往低算,假设第一个处于湿蒸汽状态的抽汽点为*i*,则根据性能试验获得的压力、温度计算抽汽点*i-1*、*i-2*的焓值、熵值,并计算出*i-2*~*i-1*的段效率 $\mu_{i-2\sim i-1}$;

[0008] 2) 假设效率降低系数为*a*,即*i-1*~*i*的段效率 $\mu_{i-1\sim i}=a*\mu_{i-2\sim i-1}$;

[0009] 3) 根据*i-1*、*i*的试验数据获得的焓值、熵值及 $\mu_{i-1\sim i}$ 计算出*i*点的实际焓值;

[0010] 4) 按2)、3)步骤往下重复进行计算,直至计算出低压缸排汽焓 $h_{\text{排汽}}$;

[0011] 5) 根据低压缸排汽压力及排汽焓值,查得低压缸排汽比容,根据末级叶片结构尺寸,计算得到末级排汽余速损失 $V_{\text{余速损失}}$;

[0012] 6) 根据试验获得的数据,利用能量守恒、质量守恒定律,计算低压缸排汽总热量及总流量,进一步计算出低压缸排汽单位质量蒸汽的焓值UEEP;

[0013] 7) 通过 $ELEP=UEEP-V_{\text{余速损失}}$ 计算出ELEP,并与 $h_{\text{排汽}}$ 比较;若差值满足要求,则计算结束;若差值不满足要求,则转至2),假设新的效率降低系数,进行迭代计算,直至计算结果满足要求为止。

[0014] 作为优选,本发明所述方法的步骤如下:假设低压缸共有五、六、七、八四段抽汽,

其中八抽为湿蒸汽状态,其余为过热蒸汽状态,在低负荷情况下,若七抽转变为湿蒸汽状态,则计算起始抽汽点进行相应的调整;

[0015] 1) 根据试验获得的六抽、七抽的压力、温度计算出相应的焓值、熵值,并计算出六抽至七抽的段效率 μ_{6-7} ;

[0016] 2) 假设效率降低系数为 a , $\mu_{7-8}=a*\mu_{6-7}$;

[0017] 3) 根据试验获得的七抽、八抽的压力、温度参数及 μ_{7-8} ,计算出八抽的理想焓值及实际焓值;

[0018] 4) 计算八抽至低压缸排汽的段效率 $\mu_{8-排汽}=a*\mu_{7-8}$,计算出低压缸排汽实际焓值 $h_{排汽}$;

[0019] 5) 根据低压缸排汽压力及排汽焓值,查得低压缸排汽比容,根据末级叶片结构尺寸,计算得到末级排汽余速损失 $V_{余速损失}$;

[0020] 6) 根据试验获得的数据,利用能量守恒、质量守恒定律,计算低压缸排汽总热量及总流量,进一步计算出低压缸排汽单位质量蒸汽的焓值UEEP;

[0021] 7) 通过 $ELEP=UEEP-V_{余速损失}$ 计算出ELEP,并与 $h_{排汽}$ 比较;若差值满足要求,则计算结束;若差值不满足要求,则转至2),假设新的效率降低系数,进行迭代计算,直至计算结果满足要求为止;

[0022] 8) 通过低压缸入口蒸汽参数及排汽参数计算出低压缸效率。

[0023] 本发明与现有技术相比,具有以下优点和效果:操作简单,计算科学,计算精度高,计算中能够采用更多的、有效的点,以获得更高的计算精度。

附图说明

[0024] 图1是本发明实施例中计算火电厂汽轮机低压缸效率的方法的流程示意图。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图并通过实施例对本发明作进一步的详细说明,以下实施例是对本发明的解释而本发明并不局限于以下实施例。

[0026] 实施例。

[0027] 参见图1,本实施例中计算火电厂汽轮机低压缸效率的方法的步骤如下。

[0028] 1) 抽汽压力从高往低算,假设第一个处于湿蒸汽状态的抽汽点为 i ,则根据性能试验获得的压力、温度计算抽汽点 $i-1$ 、 $i-2$ 的焓值 h_{i-1} 、 h_{i-2} ,熵值 S_{i-1} 、 S_{i-2} 等参数,并计算出 $i-2 \sim i-1$ 的段效率 $\mu_{i-2 \sim i-1}$ 。具体方法如下:根据 S_{i-2} 、 P_{i-1} 获得 $i-1$ 对应的理想焓值 h'_{i-1} ,则:

$$[0029] \quad \mu_{i-2 \sim i-1} = \frac{h_{i-2} - h_{i-1}}{h_{i-2} - h'_{i-1}}$$

[0030] 2) 假设效率降低系数为 a ,即 $i-1 \sim i$ 的段效率 $\mu_{i-1 \sim i} = a*\mu_{i-2 \sim i-1}$ 。

[0031] 3) 根据 $i-1$ 、 i 的试验数据获得的焓值 h_{i-1} ,熵值 S_{i-1} 、 S_i 及 $\mu_{i-1 \sim i}$ 计算出 i 点的实际焓值 h_i 。具体如下:根据 P_i 、 S_{i-1} 获得 i 点的理想焓值 h'_i ,则:

$$[0032] \quad h_i = h_{i-1} - \mu_{i-1 \sim i} * (h_{i-1} - h'_i)$$

[0033] 4) 按2)、3)步骤往下重复进行计算,直至计算出低压缸排汽焓 $h_{排汽}$ 。

[0034] 5) 根据低压缸排汽压力及排汽焓值,查得低压缸排汽比容 v ,根据末级叶片结构尺

寸,计算得到末级排汽余速损失 $V_{余速损失}$ 。

[0035] 6) 根据试验获得的数据,利用能量守恒、质量守恒定律,计算低压缸排汽总热量 $Q_{低排}$ 及总流量 $m_{低排}$,进一步计算出低压缸排汽单位质量蒸汽的焓值 $UEEP = \frac{Q_{低排}}{m_{低排}}$ 。

[0036] 7) 通过 $ELEP = UEEP - V_{余速损失}$ 计算出ELEP,并与 $h_{排汽}$ 比较;若差值满足要求,则计算结束;若差值不满足要求,则转至2),假设新的效率降低系数,进行迭代计算,直至计算结果满足要求为止。

[0037] 下面假设低压缸共有五、六、七、八四段抽汽,其中八抽为湿蒸汽状态,其余为过热蒸汽状态,在低负荷情况下,若七抽转变为湿蒸汽状态,则计算起始抽汽点进行相应的调整,对应方法的步骤如下。

[0038] 1) 根据试验获得的六抽、七抽的压力、温度计算出相应的焓值 h_6 、 h_7 ,熵值 s_6 、 s_7 等参数,根据 s_6 、 P_7 获得七抽的理想焓值 h'_7 。则六抽至七抽的段效率 μ_{6-7} 为:

$$[0039] \quad \mu_{6-7} = \frac{h_6 - h_7}{h_6 - h'_7}$$

[0040] 2) 假设效率降低系数为 a , $\mu_{7-8} = a * \mu_{6-7}$ 。

[0041] 3) 根据试验获得的七抽、八抽的压力、温度参数及 μ_{7-8} ,计算出八抽的理想焓值 h'_8 ,则八抽的实际焓值为:

$$[0042] \quad h_8 = h_7 - \mu_{7-8} * (h_7 - h'_8)$$

[0043] 4) 计算八抽至低压缸排汽的段效率 $\mu_{8-排汽} = a * \mu_{7-8}$,计算出低压缸排汽实际焓值 $h_{排汽}$ 。根据八抽熵值 s_8 及排汽压力 $P_{排汽}$ 获得理想排汽焓 $h'_{排汽}$,则低压缸排汽实际焓值为:

$$[0044] \quad h_{排汽} = h_8 - \mu_{8-排汽} * (h_8 - h'_{排汽})$$

[0045] 5) 根据低压缸排汽压力及排汽焓值,查得低压缸排汽比容,根据末级叶片结构尺寸,计算得到末级排汽余速损失 $V_{余速损失}$ 。

[0046] 6) 根据试验获得的数据,利用能量守恒、质量守恒定律,计算低压缸排汽总热量 $Q_{低排}$ 及总流量 $m_{低排}$,进一步计算出低压缸排汽单位质量蒸汽的焓值 $UEEP = \frac{Q_{低排}}{m_{低排}}$ 。

[0047] 7) 通过 $ELEP = UEEP - V_{余速损失}$ 计算出ELEP,并与 $h_{排汽}$ 比较;若差值满足要求,则计算结束;若差值不满足要求,则转至2),假设新的效率降低系数,进行迭代计算,直至计算结果满足要求为止。

[0048] 8) 通过低压缸入口蒸汽参数及排汽参数计算出低压缸效率及其他所需参数。

[0049] 此外,需要说明的是,本说明书中所描述的具体实施例,其零、部件的形状、所取名称等可以不同,本说明书中所描述的以上内容仅仅是对本发明结构所作的举例说明。凡依据本发明专利构思所述的构造、特征及原理所做的等效变化或者简单变化,均包括于本发明的保护范围内。本发明所属技术领域的技术人员可以对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,只要不偏离本发明的结构或者超越本权利要求书所定义的范围,均应属于本发明的保护范围。

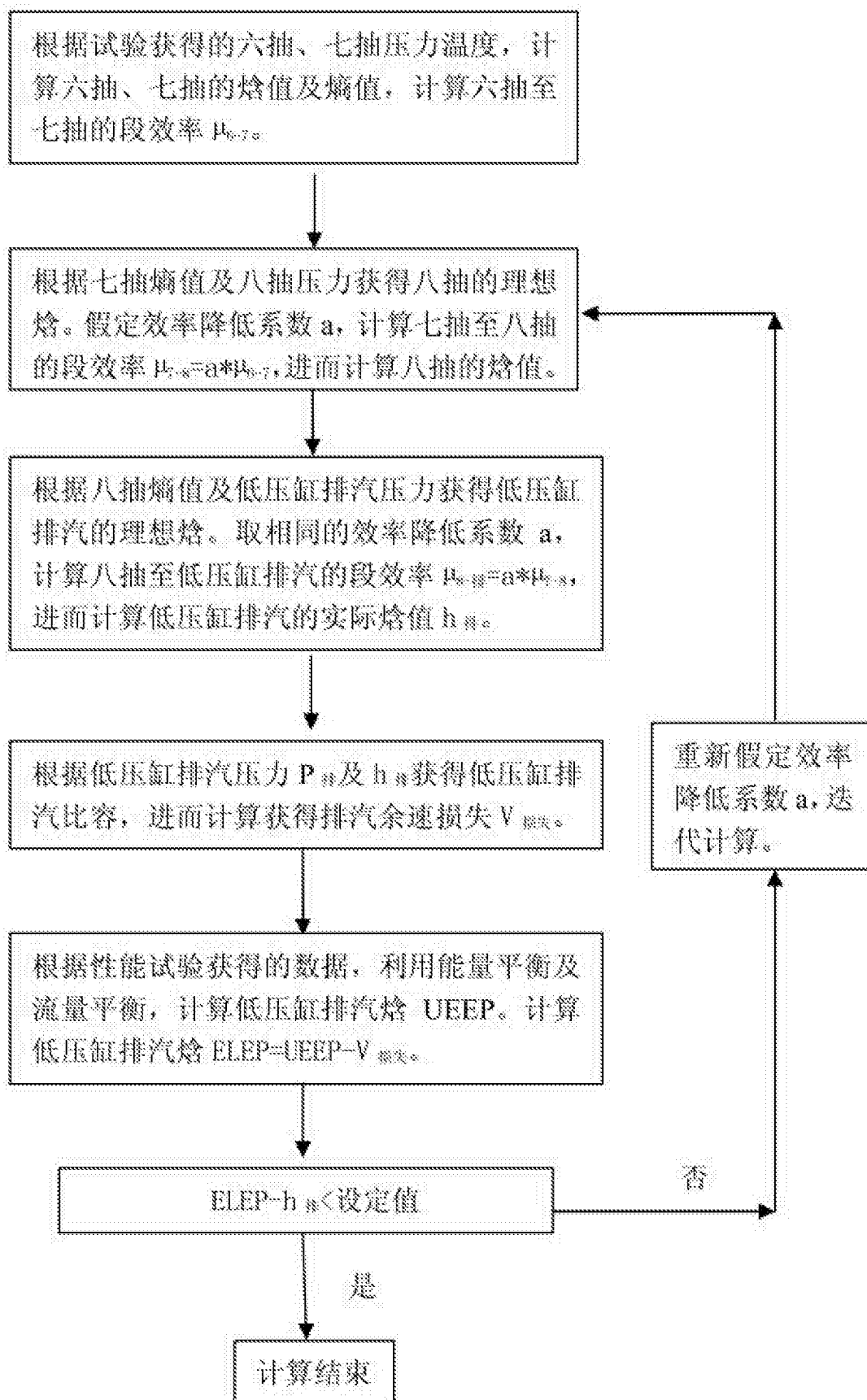


图1