



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107239637 A

(43)申请公布日 2017. 10. 10

(21)申请号 201710493441.3

(22)申请日 2017.06.26

(71)申请人 中国电建集团成都勘测设计研究院
有限公司

地址 610072 四川省成都市青羊区浣花北
路一号

(72)发明人 董宏成 田迅 蒋登云 孙文彬
刘丁 朱亚军

(74)专利代理机构 成都虹桥专利事务所(普通
合伙) 51124

代理人 吴中伟

(51)Int.Cl.

G06F 17/50(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页

(54)发明名称

轴流式水轮机基本参数计算方法

(57)摘要

本发明涉及水电站水轮机,公开了一种轴流式水轮机基本参数计算方法,对轴流式水轮机基本参数进行计算。本发明需要计算的基本参数包括比转速 n_s 、单位转速 n_{11} 和单位流量 Q_{11} ,本发明的方法:确定待计算轴流式水轮机的额定水头,所述额定水头记为 H_r ;根据比转速 n_s 、单位转速 n_{11} 和单位流量 Q_{11} 的计算公式分别进行计算,所述计算公式分别为

$$n_s = 749.61e^{-0.0137H_r}, n_{11} = 85.477e^{0.0009n_s}, Q_{11} = 1.676Ln$$

$(n_s)-8.8607$ 。本发明适用于轴流式水轮机,能够更好地满足新的水电工程要求。

1. 轴流式水轮机基本参数计算方法,其特征在于,包括以下步骤:

a. 确定待计算轴流式水轮机的额定水头,所述额定水头记为 H_r ;

b. 根据比转速计算公式计算比转速,所述比转速记为 n_s ,所述比转速计算公式为:

$$n_s = 749.61e^{-0.0137H_r}。$$

2. 根据权利要求1所述的轴流式水轮机基本参数计算方法,其特征在于,还包括步骤c. 根据单位转速计算公式和步骤b所得的 n_s 计算单位转速,所述单位转速记为 n_{11} ,所述单位转速计算公式为: $n_{11} = 85.477e^{0.0009n_s}。$

3. 根据权利要求1或2所述的轴流式水轮机基本参数计算方法,其特征在于,还包括步骤d. 根据单位流量计算公式和步骤b所得的 n_s 计算单位流量,所述单位流量记为 Q_{11} ,所述单位流量计算公式为: $Q_{11} = 1.676\ln(n_s) - 8.8607。$

轴流式水轮机基本参数计算方法

技术领域

[0001] 本发明涉及水电站水轮机,特别涉及轴流式水轮机基本参数计算方法。

背景技术

[0002] 水轮机是指水电站中将水流的机械能转化成转轮的机械能,使转轮和主轴克服各种阻力而连续运转起来的机器,被称为水电站的“心脏”,其参数的合理选择对水电工程的初期投资和投运后电厂经济效益的发挥具有非常重要的作用,是水电工程设计的重要内容。

[0003] 水轮机比转速 n_s 是衡量水轮机能量特性、空化特性、运行稳定性以及经济性和先进性的综合性指标。提高比转速对提高水轮机能量特性、降低机组造价及厂房土建投资具有重要意义;但比转速的提高又受到水轮机强度、空化性能、泥沙磨损及运行稳定性等因素的制约。因此,如何合理地确定比转速 n_s 是水电工程设计中非常重要的内容。由计算公式 $n_s = 3.13n_{11}\sqrt{Q_{11}\eta}$ 知,由于效率 η 的变化范围有限,一般为88%~93%,只有当单位转速 n_{11} 和单位流量 Q_{11} 合理匹配时,才能得到最合适的比转速 n_s 值和水轮机综合性能。

[0004] 目前与本发明最接近的解决上述问题实现方案是:为了求取水轮机基本参数—比转速 n_s 、单位转速 n_{11} 和单位流量 Q_{11} ,通常有两种方法。方法一:若设计的水电工程中,水轮机水头、出力等参数与已设计制造的水轮机参数相同或接近,则利用已有模型转轮参数和综合特性曲线估算水轮机基本参数。由于该方法是基于某一已有的模型转轮资料,受当时技术条件的限制,一般很难对转轮特性做全面、深入的试验研究,因而估算出的水轮机比转速 n_s 、单位转速 n_{11} 和单位流量 Q_{11} 一般难以满足新的水电工程要求;特别是中型或有特殊要求的水电工程,通常要求依据工程的具体条件和运行要求,运用CFD等新技术开发研制新转轮。方法二:当没有合适的模型转轮资料时,则按统计公式估算水轮机基本参数。由于该方法是按统计公式估算水轮机基本参数,目前这种统计公式较多,由于各统计公式所依据的水轮机参数样本数据是上世纪七、八十年代之前的或是某一水头段的或是某一出力范围的,存在一定的局限性,同一水电工程用不同的统计公式估算的结果不同,有些甚至相差较大,无法正确选取。因此方法一、二均无法满足水电工程对新技术、新材料、新工艺、新结构等不断发展的要求,估算出的水轮机比转速 n_s 、单位转速 n_{11} 和单位流量 Q_{11} 一般亦难以满足新的水电工程要求。

[0005] 本发明在收集、整理国内、外近30年来大量的运行良好的轴流式水轮发电机组资料的基础上,利用最小二乘法原理,用大量的水轮机参数做样本数据,试图回归统计得到新的轴流式水轮机基本参数计算公式,得出合理的水轮机比转速 n_s 、单位转速 n_{11} 和单位流量 Q_{11} 计算值,以满足新的水电工程要求。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是:提供一种轴流式水轮机基本参数计算方法,对轴流式水轮机基本参数进行计算。

[0007] 为解决上述问题,本发明采用的技术方案是:轴流式水轮机基本参数计算方法,包括以下步骤:

[0008] a.确定待计算轴流式水轮机的额定水头,所述额定水头记为 H_r ;

[0009] b.根据比转速计算公式计算比转速,所述比转速记为 n_s ,所述比转速计算公式为:

$$n_s = 749.61e^{-0.0137H_r} \quad (1);$$

[0010] 进一步的,本发明还包括步骤c.根据单位转速计算公式和步骤b所得的 n_s 计算单位转速,所述单位转速记为 n_{11} ,所述单位转速计算公式为: $n_{11} = 85.477e^{0.0009n_s}$ (2)。

[0011] 进一步的,还包括步骤d.根据单位流量计算公式和步骤b所得的 n_s 计算单位流量,所述单位流量记为 Q_{11} ,所述单位流量计算公式为: $Q_{11} = 1.676\ln(n_s) - 8.8607$ (3)。

[0012] 需要说明的是:在计算单位转速和单位流量时,水轮机的 n_s 取值与计算公式(1)求解的值有时可以有一点差异,因为 n_s 取值通常是取有利于计算后续其他参数的数值如发电机同步转速等,例如按计算公式的计算值计算的发电机同步转速为99r/min,则发电机同步转速必须取为发电机标准推荐的100r/min, n_s 取值则需要做相应修正;当然,有时根据需要, n_s 取值也就是计算公式(1)求解的值,因此本领域技术人员可以根据需要自行选择。

[0013] 本发明的有益效果是:本发明通过收集、整理近30年国内、外大量的运行良好的轴流式水轮发电机组资料,利用最小二乘法,用大量的水轮机参数做样本数据,回归统计得到轴流式水轮机的基本参数--比转速 n_s (m·kW)、单位转速 n_{11} (r/min) 和单位流量 Q_{11} (m³/s) 的计算公式,在前期做了大量计算、推导工作之后,为轴流式水轮机创造性地总结出一个更为合理的基本参数计算方法,更好地满足了新的水电工程要求,为后续国内、外水电工程建设提供了有力的技术支撑。并且,不管有无相同或者相近的水轮机模型,本发明都适用。

具体实施方式

[0014] 下面通过实施例子对本发明做进一步说明。

[0015] 目前普遍采用的轴流式水轮机基本参数统计公式,主要有① $n_s = 21447/((H_r^{0.5} + 10) - 924$, ② $n_s = 2419H_r^{-0.489}$, ③ $n_{11} = 0.1n_s + 85.0$, ④ $n_{11} = 0.1196n_s + 76.274$, ⑤ $Q_{11} = 2.94 \times 10^{-3}n_s + 0.2$, ⑥ $Q_{11} = 6.2 \times 10^{-3}n_s^{0.9}$,下面将本发明公式(1)~(3)和常用的统计公式①~⑥应用到样本数据中,得到各公式计算结果与真实值的误差,表1~表2为其中几组样本数据及其计算误差的对比。

[0016] 表1 几组样本数据(水轮机真实参数)

电站名称	最大水头 H_{max} (m)	额定水头 H_r (m)	额定出力 (MW)	额定转速 (r/min)	额定流量 (m ³ /s)	转轮直径 D_1 (m)	比转速 n_s (m·kW)	单位转速 n_{11} (r/min)	单位流量 Q_{11} (m ³ /s)
水口	57.8	47	204.9	107.14	478.0	8.0	394.09	125.02	1.09
深溪沟	40.0	30	168.4	90.9	611.24	8.3	531.29	137.75	1.62
喜河	32.5	25	61.5	115.4	269.32	5.8	511.94	133.86	1.60
草街	25.4	20	128.2	68.2	698.41	9.5	577.35	144.88	1.73
洛富明/越南	22.0	19.3	26.154	136.4	152.52	4.55	545.30	141.27	1.68
太平湾	15.5	12.6	49.0	68.2	455.0	8.0	635.94	153.71	2.0

[0018] 表2 新计算公式与目前普遍采用的统计估算公式计算误差对比

[0019]

项 目	比转速 n_s 计算值 ($m \cdot kW$)			单位转速 n_{11} 计算值 (r/min)			单位流量 Q_{11} 计算值 (m^3/s)		
	(1)	①	②	(2)	③	④	(3)	⑤	⑥
水 口	393.73	348.39	368.11	121.87	124.41	123.41	1.16	1.36	1.34
深溪沟	496.98	461.71	458.48	137.88	138.13	139.82	1.66	1.76	1.76
喜 河	532.22	505.80	501.24	135.50	136.19	137.50	1.60	1.70	1.76
草 街	569.95	557.95	559.03	143.72	142.74	145.33	1.80	1.90	1.90
洛富明/ 越南	575.45	566.08	568.85	139.63	139.53	141.49	1.70	1.80	1.80
太平湾	630.77	658.85	700.74	151.50	148.59	152.33	1.96	2.07	2.07
计算误差的 平方和	2579.10	8300.60	11180.01	21.55	39.77	22.28	0.013	0.151	0.156

[0020] 表2计算结果表明,公式(1)~(3)得到的误差的平方和均为最小,即为最优,可更好地应用于新的水电工程轴流式水轮机基本参数的选择。

[0021] 以上描述了本发明的基本原理和主要特征,说明书的描述只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。