

坪头水电站主变压器台数的分析与确定*

魏恩甲¹, 何文学², 李茶青², 何自立¹, 甘学涛¹

(1 西北农林科技大学 水利与建筑工程学院, 陕西 杨陵 712100;

2 浙江水利水电专科学校, 浙江 杭州 310016)

[摘 要] 通过坪头水电站实际设计事例, 从变压器功耗、年电能损耗和投资等方面进行综合分析, 确定出合理的主变压器台数。

[关键词] 水电站; 主变压器台数; 主接线设计; 年电能损耗

[中图分类号] TV 734 2⁺ 1; TM 341 [文献标识码] A [文章编号] 1671-9387(2002)05-0100-03

在小型水电站设计中, 电气主接线设计是一个非常重要的环节。电气主接线设计的关键是变压器台数和运行方式的确定, 变压器台数选择是否合理, 对电站的建设投资和电站建成后的运行效益都有很大影响。本研究以宝鸡县坪头水电站的实际资料为依据, 进行了深入分析, 从而确定出了一个比较合理的主变压器台数及主接线方案。

1 坪头水电站基本资料

宝鸡县坪头水电站位于宝鸡市以西直线距离约

20 km 的坪头镇, 是坪头镇以南渭河干流上的一座低坝引水式水电站。电站设计水头 19 m, 选用 ZD 30a-LH-140 型水轮机 4 台, 单机引用流量 14 5 m³/s, 配套装设 SF2300-16/2600 型发电机 4 台, 发电机额定电压 10 5 kV, 额定功率 2 300 kW, 额定功率因数 0 8。电站采用 110 kV 电压出线至坪头牵引变电站与系统并网。该电站水文计算成果及拟选变压器参数如表 1、表 2 所示。

表 1 宝鸡县坪头水电站水能计算成果表

Table 1 Computation results of hydroenergy about Pingtou water power station in Baoji county

组末流量/ (m ³ · s ⁻¹) Discharge in series end	水头/m Water head	出力/kW Output	多年平均 出现天数/d Long-time average annual appearing time	频率/% Frequency	增加 出力/kW Incremental output	增加电量/ (万 kW · h) Incremental energy yield	积累电量/ (万 kW · h) Accumulated energy yield	装机利用 时数/h Installation time
5 0	19	788 5	365	100 0	788 5	690 7	690 7	8 760
7 0	19	1 103 9	364	99 7	315 4	275 5	966 2	8 753
9 0	19	1 419 3	362	99 2	315 4	274 0	1 240 3	8 738
12 0	19	1 892 4	355	97 3	473 1	403 1	1 643 3	8 684
15 0	19	2 365 5	345	94 5	473 1	391 7	2 035 1	8 603
20 0	19	3 154 0	313	85 8	788 5	592 3	2 627 4	8 330
25 0	19	3 942 5	277	75 9	788 5	524 2	3 151 6	7 994
30 0	19	4 731 0	246	67 4	788 5	465 5	3 617 1	7 646
40 0	19	6 308 0	196	53 7	1 577 0	741 8	4 358 9	6 910
50 0	19	7 885 0	160	43 8	1 577 0	605 6	4 964 5	6 296
60 0	19	9 462 0	133	36 4	1 577 0	423 9	5 891 8	5 337
70 0	19	11 039 0	112	30 7	1 577 0	355 8	6 247 5	4 952
80 0	19	12 616 0	94	25 8	1 577 0	355 8	6 247 5	4 952
90 0	19	14 193 0	81	22 2	1 577 0	264 9	6 819 0	4 618
100 0	19	15 770 0	54	14 8	3 154 0	408 8	7 227 8	4 324
120 0	19	18 924 0	54	14 8	3 154 0	408 8	7 227 8	3 819
150 0	19	23 655 0	41	11 2	4 731 0	465 5	7 693 3	3 252

* [收稿日期] 2001-09-18
[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(49871040)
[作者简介] 魏恩甲(1953-), 男, 陕西扶风人, 副教授, 主要从事热能动力工程的研究。

表 2 坪头水电站拟选变压器参数

Table 2 Parameters of selected transformer about Pingtou water power station in Baoji county								
型号 Model	容量/(kV · A) Capacity	台数 No.	原边电压/kV First voltage	副边 电压/kV Secondary voltage	接线方式 Junction pattern	空载损耗/kW No load loss	短路损耗/kW Short loss	阻抗压降/% Impedance voltage
SF10	12 500	1	10.5	110	Y/ -11	12.1	59	10.5
SF10	6 300	2	10.5	110	Y/ -11	8.0	34	10.5

2 变压器能耗分析与台数确定

坪头水电站拟装设主变压器的方案有两种, 即方案 1: 装设 1 台容量为 12 500 kV · A 主变压器的接线方案(图 1); 方案 2: 装设 2 台 6 300 kV · A 主

变压器并联运行的接线方案(图 2)。两个接线方案从运行的灵活性和可靠性方面来说虽有差异, 但对本站来讲, 两个方案的运行灵活性和可靠性均能满足电站运行的要求。下面对两方案的功率损耗、电能损耗和投资进行分析。

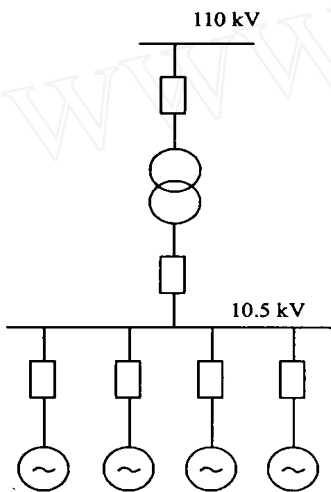


图 1 1 台变压器接线方案

Fig 1 Plan of connection about one transformer

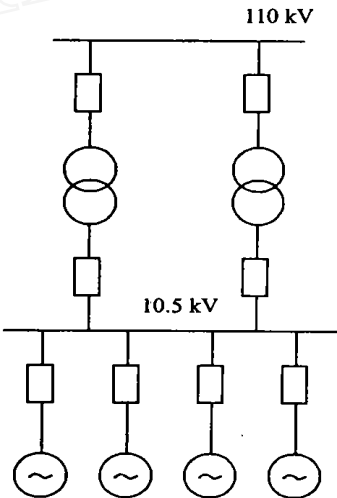


图 2 2 台变压器接线方案

Fig 2 Plan of connection about two transformers

2.1 变压器有功功率损耗分析

变压器有功功率损耗用下式计算^[1, 2]:

$$P = P_0 + (\frac{S}{S_e})^2 P_K \tag{1}$$

式中, P 为变压器的有功功率损耗(kW); P_0 为变

器空载损耗(kW); S_i 为变压器所带负载的实际容量(kV · A); S_e 为主变压器的额定容量(kV · A); P_K 为变压器短路损耗(kW)。变压器的有功功率损耗计算值列于表 3。

表 3 发电容量与变压器有功功率损耗、电能损耗之间的关系

Table 3 Relation between energy yield and active power loss of transformer as well as energy loss										
$S_i/(kV \cdot A)$	$S_e/(kV \cdot A)$	P_{01}/kW	P_{K1}/kW	P_1/kW	$S_{e2}/(kV \cdot A)$	P_{02}/kW	P_{K2}/kW	P_2/kW	T_i/h	T/h
985.6	12 500	12.1	59	12.5	6 300	8.0	34	8.9	143	8 760
2 851.3	12 500	12.1	59	15.2	6 300	8.0	34	15.0	155	8 617
3 466.3	12 500	12.1	59	16.6	6 300	8.0	34	18.3	329	8 462
4 520.0	12 500	12.1	59	19.8	6 300	8.0	34	25.5	381	8 133
5 612.5	12 500	12.1	59	24.0	6 300	8.0	34	35.0	504	7 752
6 978.6	12 500	12.1	59	30.5	6 300	8.0	34	36.8	568	7 248
8 621.3	12 500	12.1	59	40.2	6 300	8.0	34	47.8	650	6 680
10 868.8	12 500	12.1	59	56.7	6 300	8.0	34	66.6	142	6 030
12 212.6	12 500	12.1	59	68.4	6 300	8.0	34	79.8	5 888	5 888

注: 采用 2 台变压器并联方案分析, 当电站发电容量小于 6 300 kV · A 时, 按投入 1 台变压器运行计算。
Note: Choosing the plan of two transformers parallel connected to analyze, and using the plan of one transformer to calculate when power station's capacity exceed 6 300 kV · A.

变压器的有功功率损耗与发电容量之间的关系如图 3 所示。从图 3 可以看出, 对于坪头水电站来

说, 采用方案 1 时, 只有在 1 台机组不满载的情况下, 变电功率损耗比方案 2 大; 而当电站的开机台数

多于 2 台, 即河流来水量大于 $14.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 时, 方案 2 的变电功率损耗比方案 1 的大。

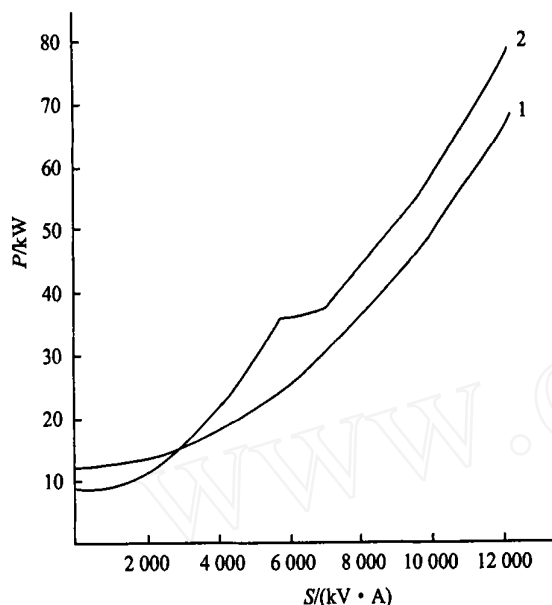


图 3 发电容量与变压器有功损耗之间的关系
1. 方案 1; 2. 方案 2

Fig 3 Relation between generating electricity capacity and active power loss of transformers

1. Scheme 1; 2. Scheme 2

2.2 变压器电能损耗分析与计算

变压器电能损耗用下式计算^[3,4]:

$$A = n_B P_0 T + n_B \sum_{i=1}^9 \left(\frac{S_i}{S_e} \right)^2 P_{K_i} T_i \quad (2)$$

式中, n_B 为并联运行变压器台数; T 为变压器年运行时数(h); T_i 为电站不同出力的历时(h); S_i 为电站不同出力情况下变压器实际负载容量($\text{kV} \cdot \text{A}$)。

坪头电站采用 1 台容量为 $12\,500 \text{ kV} \cdot \text{A}$ 主变压器接线方案的电能损耗 A_1 为

$$A_1 = P_{01} T + \sum_{i=1}^9 \left(\frac{S_{1i}}{S_e} \right)^2 P_{K_1} T_i = 483\,489.3 \text{ (kW} \cdot \text{h)}$$

坪头电站采用两台容量为 $6\,300 \text{ kV} \cdot \text{A}$ 主变压器接线方案的电能损耗 A_2 为

$$A_2 = P_{02} T + \sum_{i=1}^9 \left(\frac{S_{2i}}{S_e} \right)^2 P_{K_2} T_i = 568\,265.9 \text{ (kW} \cdot \text{h)}$$

从以上计算数值可见, 方案 2 年电能损耗 A_2 大于方案 1 年电能损耗 A_1 , 也就是说, 从年电能损耗方面看, 方案 1 比方案 2 合理。

2.3 变压器的投资分析

根据市场调查, 目前 SF10-12 500 $\text{kV} \cdot \text{A} / 110 \text{ kV}$ 变压器的价格为每台 58 万元; 而 SF10-6 300 $\text{kV} \cdot \text{A} / 110 \text{ kV}$ 变压器每台价格为 44 万元, 可见采用方案 1 时从变压器本身的成本来说, 比方案 2 要节省 30 万元。即从投资方面看, 选用 1 台 $12\,500 \text{ kV} \cdot \text{A}$ 的主变压器比选用 2 台 $6\,300 \text{ kV} \cdot \text{A}$ 的变压器经济。

3 结 语

在宝鸡县坪头水电站电气主接线设计中, 对以上两个方案从主变压器投资、变电功率损耗和年电能损耗等方面进行了分析计算, 可以看出, 对大电网覆盖区的上网小型水电站进行电气主接线设计时, 在满足电站运行相应的可靠性和灵活性的前提下, 采用 1 台主变压器接线方案是比较合理的。这样不仅降低了变压器造价, 减少了变压器运行时的电能损耗, 而且可以减少主接线高、低压配电装置和变电站的占地面积。从而可以降低整个电站工程的投资及电站电气设备的运行维护和管理费用, 提高电站的经济效益。

[参考文献]

- [1] 吴大槁 电机学[M]. 北京: 水利电力出版社, 1978
- [2] 刘宗富 电机学[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1982
- [3] 王庆玺, 魏恩甲, 李 新 泵站主变压器选择方法探讨[J]. 西北农业大学学报, 1995, 23(3): 187-190
- [4] 季一峰 水电站电气部分[M]. 北京: 电力工业出版社, 1987

(下转第 109 页)

3 结 论

移动式玉米秸秆切丝机的研制将为玉米秸秆的

综合利用开辟新的途径, 对提高资源的合理利用, 减少环境污染起到积极作用, 必将产生很好的社会效益和生态效益。

[参考文献]

- [1] 季国军, 叶小梅 加强秸秆综合利用, 促进农业持续发展[J]. 农村能源, 2000, (1): 15- 17.
- [2] 夏龙池 农村秸秆综合利用技术研究[J]. 再生能源研究, 1999, (4): 25- 27.
- [3] 陈洪章, 李佐虎 秸秆综合利用技术与生态农业[J]. 精细与专用化学品, 2000, (10): 12- 14.
- [4] 北京农业大学 农业机械学(下册)[M]. 北京: 农业出版社, 1980.

Study on problems in the designing of movable corn stalk slivering machine

SHI Shuai-bing, CHEN Jun, LI Jun-yao, XU You-qing, XUE Zhan-gong

(College of Mechanism and Electronic Engineering, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: On the basis of analyzing the use of corn stalk and main factors of constraining corn stalk using, a movable corn stalk slivering machine was designed to enlarge efficiency of using stalk, and components of slivering machine-slivering organization was studied and finally the main parameters of this machine were determined.

Key words: corn stalk; slivering machine; machine design

(上接第 102 页)

Analysis and definition about the number of main transformer in Pingtuo water power station in Baoji county

WEI En-jia¹, HE Wen-xue², LI Cha-qing², HE Zhi-li¹, GAN Xue-tao¹

(1 College of Water Resources and Architectural Engineering, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2 Zhejiang Water Conservancy and Hydropower College, Hangzhou, Zhejiang 310016, China)

Abstract: The design of the main connection is an important link in the electric design of water power station. The key of the main connection design about small water power station connected with the electric network is that the main transformer number should be reasonably defined, because it directly influences the total investment of electrical equipments and civil engineering about the water power station and the operation and management cost after completing water power station. By the actual design example of Pingtuo water power station, the synthetical analysis is completed to the power loss of transformer, annual energy loss, investment and so on, the reasonable transformer number is defined.

Key words: water power station; main transformer number; main connection mode design; annual energy loss