

宝珠寺水电站接地网测试成果

伍述清

(宝珠寺水电建设管理局, 四川 广元 628003)

摘要: 结合宝珠寺水电站接地网布置特点, 全面介绍了测试接地电阻的原理、技术和质量保证措施, 为类似工程如何准确、安全、简捷、全面以及经济地对其进行测试提供参考。

关键词: 宝珠寺电站; 接地网; 电阻; 测试

中图分类号: TV 736; TM 934 15

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(1999)增-0059-03

1 概况

宝珠寺水电站是白龙江流域规划中的第二级电站, 是以发电为主, 兼有灌溉、防洪等综合效益的大型水电工程。大坝为混凝土实体重力坝, 最大坝高为132 m, 总库容为25.5亿 m^3 , 调节库容为13.4亿 m^3 , 为不完全年调节水库; 装机容量为70万kW, 以四回220 kV输电线路向系统送电。

电站厂房布置在坝后中部, 装有单机容量为17.5万kW四台机组。测试时, 1号机已发电运行; 2号机已充水。

随着电网容量的增加, 为确保人身与机电设备的运行安全, 具有重要关系的接地装置日益被人们关心和高度重视; 因接地装置发生故障, 导致设备烧坏, 系统瓦解在四川电力系统曾经发生过。因此, 测试宝珠寺水电站地网的接地电阻势在必行。

宝珠寺电站地网布置受地形、地层电阻率及水工建筑物控制而呈长条形, 其对角线长约800 m, 总网由3部分组成, 即上游左岸的水库地网(简称库网); 大坝和坝后厂房区的天然地网(简称厂网); 下游围堰及下游左岸漫滩区的地网(简称尾网); 其厂网紧邻库网合称主网。尾网通过进厂公路的引网与厂网相连, 相距约300 m。

地网引端测点是开关站的201、202、263、264、218、228设备, 中控楼顶塔基及1号主变和3号主变压器, 接地引端处测试总的接地电阻和感抗, 在总网可分解情况下, 再测试分网的接地电阻和感抗, 并计算出接地阻抗。

该电站网周、网底的电性介质十分不均, 地形地物复杂, 且已发电运行, 对于干扰增多的组合式大型

立体地网, 如何准确、安全、简捷、全面及经济地对其进行测试, 是国内外正在探究的课题。

2 测试原理

采用抗干扰能力强的导频恒流供电的大型地网接地电阻测量仪进行测试。其原理是将40 Hz与60 Hz的已知恒流通入地网, 对50 Hz的干扰电位差经多级滤波后, 以异频电流在地网引端的压降信息输入小型计算机进行处理, 最终显示出地网在50 Hz时的感抗和电阻值。仪器主要技术指标是: 仪器电源220 V 50 Hz; 功耗小于100 W。输出容量50 VA。恒流源输出电流分为1 A与0.5 A两档。负载在20%~100%范围内变化, 频率在40 Hz至60 Hz变化时, 输出电流变化量小于1% (分别为0.2%与0.6%), 波形失真度小于2%。基本误差在工频干扰电流小于10倍测量供电电流条件下为5% (2.5%), 在测量时仪器电源的电压波动幅值较大, 增设了稳压器。

3 确保测试质量的技术措施

为保证测试质量, 首先分析了宝珠寺电站基础地层的电性等资料及进行器材设备的准备工作, 实测前经反复踏勘, 结合现场实际, 制定了测试方案、技术措施和具体实施的要求、方法与注意事项。

3.1 电流辅助极 C_2 及电位辅助极 P_2 位置选定

在左岸大坝上游和坝下游沿白龙江向下方向及宝珠寺沟等3个可能布设辅助极的大方向上, 经多次查勘比较, 权衡利弊, 最后选定在对电场的正常分布有利的宝珠寺沟内。

3.1.1 电流辅助极 C_2 的定位

在可能选为 C_2 极的地段, 先经4极对称电测法, 测定地层电阻率后, 推算其接地电阻, 再在距离

足够的沟边浅水潭中, 布设地网实测, 从而保证了测试仪器在正常负荷下运作。

宝珠寺沟除沟口外, 在长距离敷线地段, 总体走向呈 EW, C_2 极与总网中心的连接与总网走向近乎垂直。施放电流线长度, 随地网引端位置不同, 在 3 900 m 左右变化, 扣除因地形、地物阻挡绕道的损失, 电流辅助极 C_2 距地网中心不小于 3 500 m, 即为地网对角线长度的 4.4 倍左右, 符合规范要求。

3.1.2 电位辅助极 P_2 的定位

以 1 A 恒流供电, 在 C_1C_2 中部 EW 方向 500 m 范围内, 对 40 组测试数据作计算分析后, 选定了作为电位基准点的 P_2 极位置。在该处, 相距 100 m 的电位差小于 0.5 mV, 即 P_2 点电场强度趋近于零。

3.2 电流线与电位线的敷设间距

使用小电流测试的情况下, 为削弱线间互感影响, 除了局部地段因地形、地物的阻挡而距离较小外, 一般均相距 20 m 以上。

3.3 导线的绝缘检查

实测前, 对所有要使用的导线, 均浸入水中作绝缘检测; 施放时边走边放, 不许着地拉磨; 测试时采取了既要保证导线畅通, 又要不漏电的措施。

3.4 其它主要措施

3.4.1 正确接线

该电站测试的地网引端多, 有的距离相跨很大, 曾 3 次搬移测试仪器。仪器运行接线必须正确, 所有连接处各端头必须保持洁净, 接触良好。

3.4.2 检验与监测

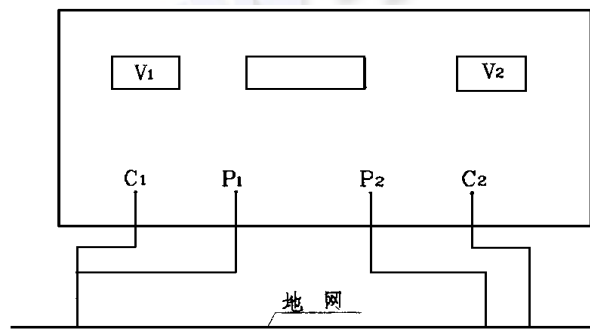


图 1 仪器运行接线图

在测量开始和告一段落时, 常以 0.100 Ω 标准电阻校验仪器, 并及时修正, 每次测试时监视电压表 1 和电压表 2 及复位指示器是否正常, 判别外线路与仪器的采样运作情况, 以便及时采取措施。

3.4.3 复测与变流测量

每测一个地网引端, 都采用 1 A 和 0.5 A 供电, 用以分析对比, 判别零序干扰电流及互感对测试结果的影响程度, 并依据具体情况, 测量 3 至 5 次, 力求数据准确。

4 测试情况及测试数据

4.1 测试情况

在确定电流辅助极 C_2 及电位辅助极 P_2 的位置时, 选定在宝珠寺沟内, 按预定路线布好线接通后, 先作电位辅助极 P_2 点定位试验, 以 1 A 供电的 40 组数据计算, 而选定了电位辅助极 P_2 点, 该点场强接近于零, 是地网引端通电时电位增量测量的基点。对总网, 组合地网都应全面进行测试。在尾网可通过测量并分开的情况下, 将尾网与主网分离后又测试了三个引端, 即尾网井端和主网井端。

由于 220 kV 输电线路的四根架空线与地网之间无断接装置, 这将影响地网的接地感抗值。

测试时天气晴好, 气温 28 $^{\circ}\text{C}$, 当天库水位是 554 m 高程。

4.2 测试数据

以 1 A 和 0.5 A 恒流供电, 在地网的 16 个引端实测接地电阻与感抗 150 组 (未含 P_2 点定位测试的 40 组)。兹将同参量时的复测数据分别取均值列于表 1。

表 1 宝珠寺水电站大型地网接地电参量总表 单位: (Ω)

序号	引端名称	10 A 供电		0.5 A 供电		备注
		R	X_L	R	X_L	
1	264	0.221	0.618	0.221	0.629	在开关
2	263	0.220	0.609	0.221	0.622	站平台
3	202	0.220	0.622	0.227	0.634	上测量
4	201	0.220	0.619	0.221	0.629	
5	260	0.222	0.617	0.226	0.629	
6	261	0.223	0.617	0.227	0.629	
7	228	0.221	0.616	0.227	0.627	
8	218	0.220	0.612	0.228	0.623	
9	中控楼塔顶基	0.221	0.612	0.228	0.624	
10	3号主变避雷器	0.221	0.622	0.228	0.635	
11	电缆沟	0.220	0.622	0.228	0.634	
12	1号主变压器	0.219	0.614	0.224	0.616	
13	3号主变压器	0.219	0.614	0.223	0.616	在测量井
14	3号主变压器	0.222	0.614	0.223	0.627	将重叠式
15	主网井端	0.309	0.605	0.311	0.616	扁钢脱
16	尾网井端	0.339	0.621	0.341	0.633	离后测量

5 数据分析与论断

5.1 数据分析

表 1 中序号为 1~ 11 的 11 个引端分布在 525.3 m 高程 220 kV 开关站内; 序号 12~ 14 的 3 个引端则在主变压器平台内, 竖向观察 1~ 14 的同一供流, 同一电参量的数值很接近, 据此取均值简化成表 2。序号 14 一栏虽是在尾网断开后测量的, 因数值接近一致, 也一并计入。

表2 宝珠寺水电站总网电参量表

供电电流/A	1.0	0.5	1.0	0.5	备注
电参量	R	R	X_L	X_L	在表1中的序号1~
均值/ Ω	0.221	0.225	0.616	0.627	14中,最大或最小的
相对极差/%	0.91	1.78	1.14	1.75	R值或 X_L 值与其对应
同电量比值	$\frac{0.225}{0.221} = 1.0181$		$\frac{0.627}{0.616} = 1.0179$		均值的相对误差,称之为相对极差。

由表2可知,对所有参与均值计算的极值与其对应均值的相对极差均小于2%;供流不同时,以1A为准的两阻及两感抗之均值之比约为1.018;另外,同一供流同时,感抗与电阻的均值之比(简称感阻比),又均为2.787。其规律性之强,是地网设计与施工和质量检验及测试仪器测试质量的综合反映;以及感阻比之高和1A所测得的两组相对极差明显较小,预示着某些比较稳定的干扰因素的存在。

为获得近似真值,仪器运行时,以多次采样方式送入计算机处理,同一引端又多次重复测量。因此,尽管该测试区的电磁场杂,但瞬间的、不规则的干扰对测量值的影响已小至可忽略不计。上述规律则是例证。

零序电流的干扰,使信号比较低的0.5A那两组相对极差值都明显增大。结合仪器特性与4组测试值数据分析,经复杂的逆算后,得知使它两种供流的均值分别偏大了1.84%和3.69%,即1A供电时的均值较为准确,且误差又在仪器基本误差以内。

5.2 论断

(1) 厂网均压水平。

作为重点接地保护区的不同高程的开关站和主变压器,经14个引端注入1.0A恒流时的电阻值和感抗均十分接近,与两均值的相对极差分别为0.9%与1.14%,表明各处电位一致,形成了等位面,达到了均衡电位之目的。以量化表示:均压水平高于98.8%;这是设计、施工、工程管理、工程单元质量验

收求实保质的结果。

(2) 总网接地电阻为0.221 Ω ,它是14个引端的测量值的均值,相对极差小于1%。测试时库水位为554m高程,与极限死水位一致。随着库水位的升高接地电阻还会降低。

(3) 尾网接地电阻。

尾网通过测量井与主网分离,测得接地电阻值为0.339 Ω 。

(4) 地网接地感抗。

感抗电路是复杂的,根据本地网各种实际情况,感抗值较大,偏大原因是220kV输电线路的四根架空地线与电站地网之间无断接装置。即表2中所列总网的接地感抗0.616 Ω ,也包含了避雷器的感抗。在尾网井端所测得接地感抗为0.621 Ω ,但尾网是个小地网,不可能如此之大,查找原因为:在测量井的结构上,发现两端扁钢直接重叠结合,而不是大距离断接的桥式结构。所谓开断处,只是断开了电阻电路,因间隙太小,相当于一只电容与主网导通,故测得与主网相接近的感抗值。

6 结 论

宝珠寺电站大型地网,测试了地网16个引端的电阻与感抗值,其地网主要技术指标如下:

(1) 均压水平: 优于98.8%。

(2) 接地电阻: 0.221 Ω ,符合规范要求。测试时库水位554m高程,与极限死水位相一致。随着库水位升高,接地电阻还会下降。

作者简介:

伍述清(1944年-),男,四川乐至人,宝珠寺水电建设管理局工程监理部,高级工程师 现从事电气专业监理工作

涪江金华水电站3台机组全部投产发电

位于四川省射洪县境内的涪江金华水电站(金华电航桥工程),设计水头12.5m,装机3 \times 14MW,年发电量2.107亿kW·h,总投资4.79亿元(动态,含船闸及公路大桥)。电站业主为四川明珠集团有限责任公司,设计单位为水利部四川水利水电勘测设计研究院,通过招投标,主体工程(闸坝和电站)由中国水电八局承建,3台套水轮发电机组由东方电机厂提供,金属结构由中国水电八局及十局等单位制造。监理单位为四川水电工程建设监理中心。

该项目正式动工于1996年10月21日,通过参与建设各方的努力,至1999年9月止,已累计完成土石方开挖455万 m^3 ,浇筑混凝土33万 m^3 ,金属结构制安3800t,造地2430 hm^2 ,完成投资40840万元。工程建设质量良好,曾被水利部评为长江流域在建水利工程质量评比第一名。首台机组于1998年12月30日如期并网发电,第二和第三台机组在1999年9月30日同时投产,整个工程将在预定的38个月总工期内竣工。

(四川明珠集团有限责任公司 胡平)