

一种贯流式水电站厂房油污水系统的设计方案

贾彦博¹,唐廷昱¹,张心娜²,罗 甜³

(1.天津水利电力机电研究所,天津 301900;

2.黄河小浪底水资源投资有限公司,河南 郑州 450000;

3.盈江县勐戛河流域电力开发有限责任公司,云南 德宏 679300)

摘 要:在水电站的建设中,水电站厂内排水系统一般分为机组检修排水系统和厂房渗漏排水系统,随着对环境保护的重视,电站油污水处理系统成为电站建设的必需系统。由于电站及机组的类型不同,每个电站的油污水处理系统不尽相同。根据电站特点和排放标准要求,本文给出了灯泡贯流式水电站厂房的一种油污水处理系统设计方案,经实际工程验证方案是可行的,可供类似工程参考。

关键词:贯流式;水轮机;厂房;油污水;处理

中图分类号:X773

文献标识码:A

文章编号:1672-5387(2017)05-0077-04

DOI:10.13599/j.cnki.11-5130.2017.05.019

0 前言

在水电站的建设中,一般大中型水电站厂房排水系统分为机组检修排水系统和厂房渗漏排水系统,其中渗漏排水系统需要把电站内所有水工建筑的渗水、机组设备的渗漏水及机组含油污水进行收集和排出,以往工程设计中对污水的排出几乎不做任何处理。虽然水电站的渗漏排水含油量相较于排水比例很小,对环境的有害性较低,但是也会对环境造成一定的影响。随着社会环保意识的提高,我国及相关国家在水电建设中,均要求电站对油污水进行处理后才能排放。

不同类型的水电站,机电设备特性及其布置也不同,因此每个电站的油污水排放数量和性质也不相同,所需的油污水处理系统也存在差异。本文根据灯泡贯流式水电站的结构和渗漏排放特点,给出了一种实用、经济及可行的油污水处理系统设计方案。

1 电站厂房油污水来源分析

对于安装灯泡贯流式机组的水电站,厂区部分基本包括发电厂房、升压站及办公生活区等,其升压站一般布置在发电厂房附近,升压站设计有独立的变压器事故油池等,所以本文讨论的电站油污水处理系统主要指电站厂房内的油污水处理。

电站厂房内渗漏水主要来自厂房内水工建筑物

的渗水、机组转轮室伸缩节渗水、主轴密封渗漏水、发电机盖板渗漏水及灯泡内部结露水等。此外厂房各层设备排水,如空压机排水及自动滤水器排污水等也会一同排入电站渗漏集水井。

上述渗漏水中,水工建筑物渗水、伸缩节渗水、主轴密封渗漏水、发电机盖板渗漏水及自动滤水器排污水等均为不含油“污水”;灯泡内部结露水、厂房各层设备排水及空压机排水等可能会混入机组渗漏水,而成为含油污水。另外,水轮机导水机构的控制环润滑脂滴落进入排水沟后也会流入集水井形成含油污水。

正常状态下,电站各主要含油设备,不会出现设备渗油及设备的漏油情况。非正常状态下,水轮机调速器、高位油箱及油处理室设备等设备渗漏水仅存在于设备周边及油处理室内部,设备的大量漏油不会直接排入集水井;而随渗漏水一同进入集水井的渗漏水一般出现在机组受油器部分、机组推力及径向轴承部分、导叶接力器部分及低位油箱的渗漏等。电站含油设备主要为液压操作和机组润滑,油品使用条件简单,渗漏方式明确,所以进入集水井中的油污种类单一,经试验检测,基本为悬浮油和分散油,乳化油及溶解油含量可以忽略。因此,电站厂房的油污水处理系统,主要考虑悬浮油的处理。

收稿日期:2016-04-15

作者简介:贾彦博(1974-),男,高级工程师,从事水电站水机系统的研究与开发工作。

2 电站厂房油污水处理系统设计

电站油污水成分及性质决定了电站厂房油污水处理系统处理的方向,根据前文的分析,我们可知电站的渗漏水可以分为不含油污的“污水”及含油污的“油污水”,两种水的来源和数量是明确和可知的。为了减少油污水处理系统的工作负担,可将电站的渗漏水系统分为两个部分,一个为“污水”渗漏水系统,一个为“油污水”排水系统。对应的渗漏水集水井也一分为二,一个仍为渗漏水集水井,一个为油污水集水井,两集水井分别容纳不同来源的渗漏水。

某灯泡贯流式电站厂房油污水处理系统的系统图如图1所示,可以看出:灯泡体内相关设备渗漏水及结露水、水机廊道用油设备近区渗漏水、压缩空气系统排水及其他含油渗漏水通过管路首先排到油污水集水井。在集水井处布置有自吸泵2,自吸泵采用浮箱式取水口1,以便尽可能的收集集水井内表层油污水。厂房油污水的排放是连续的,油污水集水井内始终处于搅动状态,不利于油粒的上浮和集中,为了让油污水中的悬浮油及分散油充分的从水中分离出来,应单独设立隔离水池。在隔离水池内,根据重力作用,使悬浮油及分散油进一步分离,再利用浮箱式取水口5将隔离水池内的悬浮油泵入浮油分离装置6,将油水彻底分离,废油进入集油箱,合格水排入下游流道。

2.1 电站油污水集水井容积的确定

由于电站实际含油污水渗漏量较少,为增加油污水集水井的入井水量,可适当增加水机廊道集水

面积。油污水集水井容积 V_{yw} 一般按按电站 4~6 h 油污水渗漏量 q_{yw} 或电站渗漏集水井容积 V_{jx} (20~40)% 考虑,即:

$$V_{yw} = (4 \sim 6) q_{yw} \text{ 或 } (0.2 \sim 0.4) V_{jx} \quad (1)$$

式中, V_{yw} ——油污水集水井有效容积(m^3);

q_{yw} ——厂内油污水渗漏水量(m^3/h);

V_{jx} ——厂内集水井有效容积(m^3)。

2.2 电站油污水集水井自吸泵的确定

因油污水集水井内悬浮油及分散油大部分存在于集水井中上层,所以油污水集水井排水泵采用自吸泵,自吸泵采用浮箱式取水口,以利于油污的收集。油污水集水井排水泵的水泵生产率 Q_x 根据油污水集水井有效容积 V_{yw} 及自吸泵工作时间 T_x 按下式计算:

$$Q_x = \frac{V_{yw}}{T_x} + q_{yw} \quad (2)$$

式中, V_{yw} ——油污水集水井有效容积(m^3);

q_{yw} ——厂内油污水渗漏水量(m^3/h);

T_x ——自吸泵工作时间(h)。

油污水集水井自吸泵一般设置两台,一台工作一台备用,工作时两台泵交替启动,自吸泵启动后每次工作时间宜控制在 20 min~30 min,自吸泵启动间隔应大于一次隔离水池油污水处理时间。

2.3 隔离水池容积及底部油粒上浮时间计算

为了让油污水中的悬浮油及分散油充分的从水中分离出来,应单独设立隔离水池。隔离水池容积应可一次容纳油污水集水井内油污水的排出总量,即

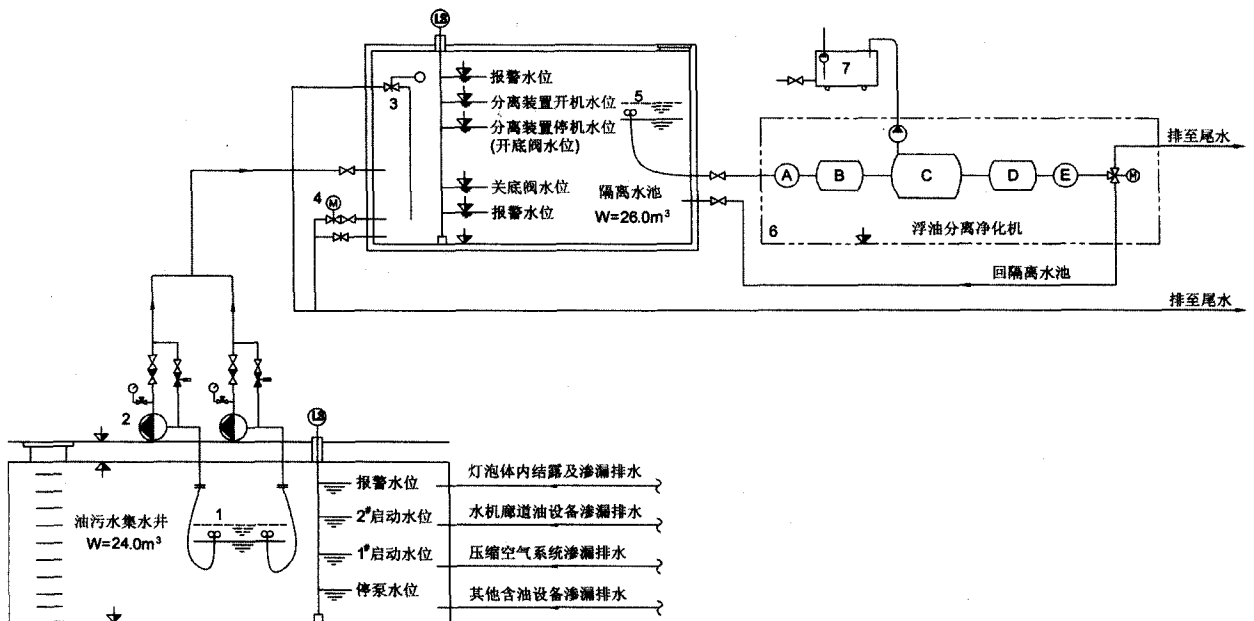


图1 电站厂房油污水处理系统的系统图

油污水隔离水池有效容积 V_{GL} 应不小于油污集水井有效容积 V_{YW} 。以保证浮油分离装置开始工作时,隔离水池内部的水体处于相对静止状态,为水中油粒的上浮提供有利条件。

隔离水池底部油粒上浮至回收液面的时间 T_{SF} ,按式(3)计算:

$$T_{SF}=0.28 \times \left[\frac{V_{GL}}{S_{GL}} - h_{FY} \right] / u_0 \quad (3)$$

式中, V_{GL} ——油污水隔离水池有效容积(m^3);

S_{GL} ——油污水隔离水池等效面积(m^2);

u_0 ——隔离水池底部油粒上浮速度(mm/s),可通过试验求出。当缺乏有关资料时,可取 $0.3 \text{ mm/s} \sim 0.35 \text{ mm/s}$;

h_{FY} ——为浮油分离装置工作时分离油污水高度(m),一般取 $0.3 \text{ m} \sim 0.5 \text{ m}$ 。

油污水隔离水池中最底部油粒上浮至液面的时间 T_{SF} 宜控制在 $1.0 \text{ h} \sim 1.5 \text{ h}$,即油污水隔离水池有效容积高度控制在 $1.5 \text{ m} \sim 2.0 \text{ m}$,以方便隔离水池的建设、运行及维护。油粒上浮至液面的时间 T_{SF} 应小于油污集水井工作泵的启动间隔时间。

2.4 浮油分离装置收油能力计算

电站厂房油污水处理系统最终的目的是分离电站废油,使分离后的合格水排入下游,而不造成环境污染。浮油分离装置的收油能力 Q_{FY} 根据一次性所分离油污水体积 V_{FY} 和浮油分离装置工作时间 T_{FY} ,按下式计算:

$$Q_{FY} = \frac{V_{FY}}{T_{FY}} \quad (4)$$

式中, V_{FY} ——需分离油污水的体积(m^3),

$$V_{FY} = h_{FY} S_{GL};$$

T_{FY} ——浮油分离装置工作时间(h)。

根据悬浮油的存在状态和工程实际,吸收和处理油污水隔离水池中上层 $0.3 \text{ m} \sim 0.5 \text{ m}$ 高度的水层即可,浮油分离装置应在 $1.5 \text{ h} \sim 2.0 \text{ h}$ 内分离完相应容积的油污水,浮油分离装置工作时间 T_{FY} 应大于底部油粒上浮至液面的时间 T_{SF} ,以满足油粒上浮时间要求。

2.5 油污水处理系统的运行方式

根据电站厂房油污水处理系统的系统图1,首先,油污水集水井自吸泵2通过浮箱式取水口1,将油污水集水井内油污水一次性注入隔离水池。若隔离水池水位超过报警水位,则溢流管浮球阀3开启,

溢流管开始虹吸溢流,抽取隔离水池底部合标池水;低于报警水位时浮球阀3关闭溢流管,以防止含油污水通过溢流管路排到下游。当油污水注入至浮油分离装置启动水位时,启动浮油分离装置6通过隔离池内浮箱式取水口5进行浮油收集及分离工作。浮油分离装置6排水口设有自动检测装置E,当分离水满足设定排放要求,分离水排至尾水,废油直接排至废油箱7;若不满足则再次排入隔离水池,进行进一步的分离工作。当隔离水池液位下降至浮油分离装置停止水位时,浮油分离装置6停止工作;此时箱内上层含油污水分离完毕,同时打开隔离水池底部排水阀4,将下层合格水排入尾水;当池内水位到达关闭底阀水位时,关闭底部排水阀4,一个处理周期结束。

3 工程设计案例

3.1 方案设备选型

越南某径流式水电站,安装两台 9.0 MW 灯泡贯流式水轮发电机组,电站设有独立的3个集水井,总容积分别为 132 m^3 检修集水井、 36 m^3 渗漏集水井、 24 m^3 油污水集水井及 26 m^3 隔离水池。油污水集水井有效容积为 14.4 m^3 ,满足电站约 4 h 的渗漏量;隔离水池有效容积为 14.9 m^3 ,隔离水池等效面积 8.75 m^2 。

根据式(2),计算油污水集水井自吸泵生产率为:

$$Q_{\alpha} = \frac{V_{YW}}{T_{\alpha}} q_{YW} = 14.4 / 0.5 + 3.5 = 32.3 \text{ m}^3/\text{h}$$

故选择两台额定流量为 $40 \text{ m}^3/\text{h}$,总扬程为 35 m 的自吸泵,一主一备,交替启动。

根据式(3),计算隔离水池中油粒上浮时间为:

$$T_{SF} = 0.28 \times \left[\frac{V_{GL}}{S_{GL}} - h_{FY} \right] / u_0 = 0.28 \times (14.9 / 8.75 - 0.4) / 0.3 = 1.22 \text{ h}$$

为使隔离水池的油粒完全上浮,浮油分离装置工作时间 T_{FY} 初定为 2 h ,根据式(4)进行浮油分离装置收油能力计算:

$$Q_{FY} = \frac{V_{FY}}{T_{FY}} = (8.75 \times 0.4) / 2 = 1.75 \text{ m}^3/\text{h}$$

根据浮油分离装置产品样本,选择收油能力为 $2.0 \text{ m}^3/\text{h}$ 的产品。根据式(4)复算浮油装置工作时间 T_{FY} :

$$T_{FY} = 8.75 \times 0.4 / 2.0 = 1.75 \text{ h} > 1.22 \text{ h}$$

满足浮油分离装置工作时间 T_{FY} 应大于底部油粒上浮至液面的时间 T_{SF} 的要求。

(下转第90页)

下,对水电站常规业务进行梳理,以安全生产管理制度和岗位职能为主线,对水电站管理系统进行共性提取和个性细化。

主要业务内容:系统管理、数据中心、运行管理、梯级调度与优化运行、检修管理、设备技术管理、报表系统等。

3.2.4 商务模式

传统的软件系统是作为商品来卖的,而通过几十年的软件产业的发展,单纯作为商品来卖的软件系统在世界范围内几乎都走到穷途末路,原因很简单,随着硬件技术的进步,需求的变化,客户在支付巨额的软、硬件维护、管理、升级的费用后,还得配备相应的计算机系统管理人员,这让客户很难接受。而软件的本质就是要不断地升级、维护,否则软件就会丧失先进性,如何解决这个难题,我们采用的是SAAS(Software-as-a-service),将软件的“所有权”从客户转移至供应商;将技术基础设施和管理等方面(如硬件与专业服务)的责任从客户重新分配给供应商;在大数据的支撑下,通过专业化和规模经济降低提供软件服务的成本;针对特征化的水电站个体做长期的技术支持、服务和咨询工作,SAAS模式更关注软件作为服务给企业所创造的经济利润,在这种模式下,如何积极主动地为客户提供更优质的服务,是软件企业的根本。

本平台项目不是传统意义上的卖产品、卖系统、卖软件,而是在计算机软件供应商和电站资深专业技术人员共同努力下,提供精深的水电专业运营、管

理、服务平台,是基于大数据、云计算的物联网应用系统,是一种永续发展、永续完善和永续服务的商务模式。

4 结论

中国水电经过改革开放30多年的建设发展,特别是2005~2007年的井喷式建设,目前水电厂开发建设已经进入饱和期,根据水电行业现状和西方成熟水电的发展规律,中国水电已进入运维时代。下一步面临的是设备的运行、维护与技术提升的需求。

自动化系统的目标是使电站更“强壮”,而信息化系统的目标是使电站更“智慧”

我们的目标是推动水电产业关键数据的开放共享,构建面向领域的大数据开放平台,通过大数据激发平台参与者的创造性,让注册会员和注册专家的智慧在保证数据安全和知识产权的前提下,自主推动平台的永续发展,提升行业运行效率。

参考文献:

- [1]刘振亚.智能电网知识读本[M].北京:中国电力出版社.
- [2]王德宽.IEC61850及数字化水电厂的概念与前景[C]//中国水力发电工程学会信息化专委会2009年学术交流会.
- [3]卢开澄.组合数学[M].北京:清华大学出版社,2000.
- [4]林尧瑞,马少平.人工智能导论[M].北京:清华大学出版社,2000.
- [5]徐刚,杜发兴,瞿谨.基于SOA的工作流技术构建水电站群发电调度决策支持系统[J].水力发电,2008(01).

(上接第79页)

3.2 工程实际运行情况

由于电站新近建成设备及水工建筑渗漏量较少,电站丰水期运行时,2~3d油污水集水井启动一次,浮油分离装置每次工作约100min,经检测浮油分离装置分离水及隔离池下层排水的含油量均低于1mg/L,优于越南国家标准要求。

4 总结

从工程实践来看,不同工程会出现不同的情况,即使同一工程在不同时段也会有所不同。由于电站及机组的类型不同,电站内的机组设备用油的渗漏情况也不同,电站水工建筑的渗漏水量也差别很大,因此每个电站的油污水处理系统应根据不同电站、不同状况及不同机组设备进行分别对待和考量,更

重要的是工程设计方案和结果都要符合相关国家和地区环保标准和排放要求。

由于电站厂房油污水处理系统没有成熟的行业设计规范和标准提供参考,作者提出的系统处理方案及设计成果肯定存在诸多不足,希望读者给予指正和建议,也衷心希望本案例能给类似电站设计提供参考和借鉴。

参考文献:

- [1]水电站机电设计手册编写组.水电站机电设计手册—水力机械[M].北京:水利水电出版社,1983.
- [2]环境保护部.HJ 580-2010含油污水处理工程技术规范[S],2010.
- [3]QCVN 24:2009/BTNMT 工业废水国家技术法规[S],2009.
- [4]国家环境保护总局,国家技术监督局.GB 8978-2002污水综合排放标准[S],2002.



知网查重限时 7折 最高可优惠 120元

本科定稿，硕博定稿，查重结果与学校一致

立即检测

免费论文查重: <http://www.paperyy.com>

3亿免费文献下载: <http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重: http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载: <http://ppt.ixueshu.com>
