

# 针对高水头电站安全运行采取的有效措施

钱烽祥

(四川久隆水电开发有限公司,四川 成都 610041)

**摘要:**铁厂河水电站为高水头引水式电站,引水系统无调压室且其闸首无调节水库。为保证电站安全可靠运行,技术人员通过多年运行实践总结并优化了相关运行的重要参数和运行要求,针对可能存在的安全隐患采取了行之有效的措施,消除了隐患或将隐患控制在可控范围内,取得了较好的效果。

**关键词:**铁厂河水电站;高水头;引水系统;水锤;安全

**中图分类号:**TV7;TV737;TV738

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2018)增2-0052-02

## 1 概述

铁厂河水电站位于四川省九龙县境内,为九龙河支流铁厂河梯级开发自上而下的第二座梯级水电站。电站采用引水式开发,引水系统与上游梯级杉树坪电站尾水相接,同时在铁厂河主河道修建底格栏栅坝引用区间水,所引用的水经沉沙池沉淀后通过左岸引水隧洞引水至九龙河右岸阶地上的地面厂房发电,闸首无可调节水库。电站总装机容量为 $2 \times 40$  MW,采用冲击式水轮发电机组,闸首正常蓄水位高程2 781.5 m,额定水头725 m,引用流量 $13.1 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

铁厂河水电站的引水建筑物由引水隧洞和压力管道组成,特点为“高水头、小流量和长引水道”,是国内第一座长有压引水道而无调压室的引水式电站。由于水工建筑物的上述特性,为防止相关危险事故的发生,必须制定行之有效的措施并付诸实施。

## 2 保证电站安全运行的措施

### 2.1 安全措施

因引水系统采用无调压室设计,为解决调保计算中机组速率上升和机组压力上升的矛盾,需要将水压上升值和机组速率上升值控制在最低且避免出现人为水锤,故水轮机采用CJ1002-L-185/4 $\times$ 14.1型立轴单转轮四喷嘴水斗式水轮机组,当机组负荷骤减或甩负荷时,喷嘴控制系统在正常关闭喷嘴的同时可以迅速关闭折向器,从而快速切断冲向转轮的射流。这样操作既解决了因喷嘴快速关闭而在引水系统中产生的较大水锤压

力,又解决了因喷嘴不能及时关闭而致使机组转速上升过高的问题。

铁厂河水电站闸首无调节水库,电站正常运行水位高程为2 781.5 m,最低运行水位高程为2 779.5 m。通过多年运行实践,将枯水期运行水位控制在高程2 779.5~2 781.2 m,丰水期运行水位控制在高程2 779.5~2 781.5 m,当库水位超过高程2 781.5 m时开启冲沙闸泄水。为防止水位过低空气进入隧洞,在监控上位机设置了闸首低报警水位值高程2 780.45 m,以作警示。

因水轮机采用的是冲击式机组,对水质要求较高,当来水中泥沙含量较高时应停机避峰,待水质满足发电要求后再恢复发电,以避免过流部件的不正常汽蚀及磨损。

为保证引水系统安全,电站运行中又作了以下要求:避免两台机组同时快速开机带负荷操作;避免两台机组同时快速增减负荷操作;避免两台机组同时快速停机操作。

### 2.2 技术措施

(1)喷嘴关闭采用两段关闭方式。

在调保计算中要求偏流器关闭时间: $\leq 2 \text{ s}$ ;喷嘴关闭时间:20~30 s;机组最大转速上升率: $\beta_{\max} \leq 30\%$ ;允许在甩负荷时压力水头升高值: $H_{\max} \leq 947.75 \text{ m}$ 。在满足上述要求的同时,电厂技术人员结合多年运行实践,将喷嘴全开时间设定为不小于45 s;将喷嘴全关总时间设定为不小于65 s,且喷嘴关闭方式采用两段关闭,关闭速度先快后慢,即100%~15%开度区间的喷嘴关闭时间不小于45 s,15%~0%开度区间的喷嘴关闭时间不小于20 s。喷嘴关闭方式采用两段关闭,能有效防止

收稿日期:2018-03-26

水锤的产生,保证引水系统及机组的安全。

(2)在水机保护中增加了“阀前压力低减负荷保护”。

闸首取水口水位过低易导致引水系统进气,使引水系统中出现水涡流及大振幅水压力脉动;当上游杉树坪电站突发事故机组甩负荷停机时,因铁厂河水电站闸首无调节水库,且其主要来水为杉树坪电站尾水,此种情况下会导致隧洞内的水将被快速拉空而造成隧洞内产生负压。为防止上述问题的产生,电站在水机保护中增加了“阀前压力低减负荷保护”。

“阀前压力低减负荷保护”的动作条件为:(1)(阀前压力降至 7.15 MPa 且阀前压力测值品质好)&(栅前水位低于高程 2 780 m 且栅前水位测值品质好);(2)(栅前水位测值品质差)&(阀前压力低于 7.15 MPa 且阀前压力测值品质好)。动作后果为:自动将全站负荷降至 3 MW。

在电站多年运行过程中,该保护多次可靠动作,避免了隧洞进气和引水系统快速拉空事故的发生,保证了电站的安全运行。

(3)相关事故处置及保护的优化。

汛期,铁厂河来水较大,所裹挟的枯枝树叶等较多杂物通过底格栏栅坝进入闸首取水口,杂物短期大量附着并卡阻在隧洞进水口拦污栅下部,导致在较低水位运行时栅后过流极小,栅后来水远小于机组当前负荷所需引水量的情况,但此时栅前的水位依然满足运行要求。在这种情况下,上述的“阀前压力低减负荷保护”将不满足动作条件而失去保护作用。由于此时电站满负荷运行,在短时间内即将隧洞水位降至高程 2 740 m。集控中心当值人员发现问题后立即均匀、缓慢

(上接第 41 页)

MPa 时配水环管最大膨胀量小于 0.6 mm,因此在浇筑配水环管外包混凝土时未进行保压浇筑。但在混凝土浇筑过程中对各法兰架百分表进行了变形监测,并根据监测记录变形情况调整了浇筑顺序。

## 5 结 语

斜卡水电站配水环管安装过程中发现的相邻管节存在“十字焊缝”及采取的相应的处理方法、配水环管带法兰的叉路管的安装调整方法、配水环管焊接时采取的收缩应力和变形量控制方法、水压试验的方法、步骤和注意事项均为配水环管

地减少全厂负荷,缓慢地将隧洞内的水位恢复至正常值,并安排人员处理拦污栅前的杂物,恢复栅差至正常值。

此种情况发生后,运行人员优化了“阀前压力低减负荷保护”,增加了以下保护动作条件:(1)(阀前压力降至 7.15 MPa 且阀前压力测值品质好)&(栅后水位低于高程 2 779.5 m 且栅后水位测值品质好);(2)(栅后水位测值品质差)&(阀前压力低于 7.15 MPa 且阀前压力测值品质好)。

该事例说明:在发生类似情况时,在减缓隧洞内水拉空速度的同时,也要避免两台机快速减负荷,进而避免产生人为水锤;在对隧洞充水时,也要防止充水过快对隧洞产生水压冲击。隧洞的每次充水、排水均需按照设计速度缓慢进行,均匀、缓慢地释放隧洞的内应力和对隧洞施加的水压力。

## 3 结 语

因铁厂河水电站的引水系统属于长有压引水道而无调压室的类型,且闸首无调节水库,为满足机组安全、可靠运行的要求,合理地选择了四喷四折的冲击式水轮机组,并通过实践优化了运行参数及运行要求;喷针关闭方式采用两段关闭,防止了引水系统水锤的产生;为防止隧洞进气及过快地拉空隧洞内的水,增加了“阀前压力低减负荷保护”。笔者通过具体的特殊事例,阐述了隧洞拉空类似情况的处理方法及原则,并针对所出现的特殊情况对“阀前压力低减负荷保护”进行了优化完善。上述经过长期实践检验的铁厂河水电站安全运行措施,可供类似高水头电站借鉴参考。

作者简介:

钱烽祥(1986-),男,江苏南通人,站长,工程师,学士,从事水电站生产运行技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

安装中的技术关键点和难点。笔者所作的经验总结,可供类似机组安装时借鉴参考。

参考文献:

- [1] GB/T8564-2003,水轮发电机组安装技术规范[S].
- [2] DL/T 5017-2007,水电水利工程压力钢管制造安装及验收规范[S].

作者简介:

钱烽祥(1986-),男,江苏南通人,站长,工程师,学士,从事水电站生产运行技术与管理工作;

廖志刚(1976-),男,四川眉山人,工程师,从事机电设备安装项目管理;

李刚(1970-),男,四川剑阁人,副厂长,助理工程师,从事水电站建设与运行管理工作。

(责任编辑:李燕辉)