

# 关于大型泵站技术供水系统方案的探讨

刘荣华, 梁 敏, 洪 伟

(淮安市水利勘测设计研究院有限公司, 江苏 淮安 223005)

**摘要:** 泵站技术供水系统作为主水泵正常运行的基本保障, 其供水方式有多种形式, 本文针对淮安市杨庙南站的运行特点, 通过对电机推力轴承及上、下导轴承冷却器用水量、水泵调节机冷却器用水量、水泵导轴承密封的润滑用水量的供水系统需水量估算, 以及供水水源的选择、供水方式的选择、供水循环系统的选择、供水系统设计等, 优选适合的供水系统方案。

**关键词:** 供水系统; 冷却水; 循环系统; 冷却盘管

中图分类号: TV675

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2017) 06-0028-04

## Discussion on technical water supply system of large pumping station

TLIU Ronghua, LIANG Min, HONG Wei

(Huai'an Surveying and Design Institute of Water Resource Co., Ltd, Huai'an 223005, Jiangsu)

**Abstract:** The technical water supply pump station system as basic guarantee for the normal operation of the main pump, the water supply has many forms. According to the operation characteristics of Yangmiao Station in Huaian city, through estimating the water demand of the water supply system such as the lubrication of the thrust bearing and the upper and lower guide bearing of water cooler, water cooler for water pump regulator, water pump guide bearing seal water pump control, through the selection of water source, supply mode and water circulation system for water supply and water supply system design, the optimized water supply system is selected.

**Key words:** water supply system; cooling water; circulating system; cooling coil

## 1 概述

泵站的辅机系统包括油系统和水系统, 其中技术供水系统是整个辅机系统的重要部分, 关系到主机组能否正常运行<sup>[1]</sup>。泵站的技术供水, 主要是供给主机组和一些辅助设备的冷却及润滑水, 如主电机的冷却用水、推力轴承和上下导轴承的油冷却器冷却用水、水泵调节机、油导轴承的密封润滑水和水泵橡胶轴承的润滑用水, 以及真空泵工作用水等。近年来, 随着南水北调、引江济淮、

引碧入连等大型工程的建设, 全国各地修建了一大批大型泵站, 这就对泵站辅机系统的可靠性提出了更高的要求。为此, 国内许多专家学者对大型泵站技术供水做出了深入细致的研究<sup>[2-6]</sup>。本文结合淮安市杨庙南站, 对泵站技术供水设计方案进行优化选择。

## 2 工程概况

杨庙南站站址在古盐河地涵东侧, 泵站设计

收稿日期: 2017-02-23

作者简介: 刘荣华 (1985-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事水利设计工作。

流量为  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ 。选用 5 台 1900ZLQ 型立式轴流泵机组, 叶片全调节, 水泵与电机直联。水泵叶轮翼型选用 TJ04-ZL-19, 叶轮直径为 1630 mm, 配套电机功率为 1000 kW, 转速为 245 rpm, 选配电压等级为 10 kV 的 YL1000-24/2150 型高压异步电机拖动。本站技术供水主要由主电机推力轴承和上下导轴承的油冷却器冷却用水、水泵调节机冷却水和水导轴承的密封润滑水等 4 部分组成。

### 3 供水系统需水量估算

#### 3.1 电机推力轴承及上、下导轴承冷却器用水量

本站电机推力轴承采用油冷却器, 油冷却器的冷却用水量可按轴承摩擦所损耗的功率进行计算<sup>[7]</sup>。计算公式如下:

$$Q_T = \frac{3600 \Delta N_{fr}}{\rho c \Delta t} \quad (1)$$

$$\Delta N_{fr} = P f v \times 10^{-3} \quad (2)$$

式中:

$Q_T$ —推力轴承油冷却器用水量,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;

$\Delta N_{fr}$ —推力轴承损耗功率, kW;

$P$ —推力轴承荷重, 由轴向水推力和机组转动部分重量组成, N;

$v$ —推力轴瓦上 2/3 直径处的圆周速度,  $\text{m/s}$ ;

$f$ —推力轴承镜板与轴瓦间摩擦系数, 其数值大小与液体摩擦条件有关, 一般为 0.001 ~ 0.01, 在计算中, 建议按  $f=0.003 \sim 0.004$  考虑;

$\rho$ —水的密度,  $\text{T/m}^3$ ;

$\Delta t$ —冷却水在油冷却器的进口与出口处的温差, 一般为 2 ~ 4℃。

据经验, 当冷却水自然温度  $t \leq 25^\circ\text{C}$ 、冷却水管内流速  $v \geq 1.2 \sim 1.5 \text{ m/s}$  时, 每千瓦摩擦功率需  $\phi 19/\phi 17$  铜管 4 ~ 5 m 进行冷却。

一般认为, 上、下导轴承所需的冷却水量相等, 且为推力轴承冷却水量的 10% ~ 20%<sup>[7]</sup>。

根据计算, 结合厂家提供相关参数, 泵站电机上冷却器用水量为  $5.7 \text{ m}^3/\text{h}$ , 电机下冷却器用水量为  $0.8 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

#### 3.2 水泵调节机冷却器用水量

泵站水泵叶轮调节为机械调节, 调节机冷却器用水量根据厂家提供参数, 单台水泵调节机用水量为  $0.56 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

#### 3.3 水泵导轴承密封的润滑用水量

本站采用的是平面密封装置, 在调相运行时, 泵体中无水, 所以要提供密封润滑水。由于密封润滑水对水质的要求较高, 往往不能直接用河水, 水导轴承用水量根据以往经验及水泵厂家提供参数, 单台水泵润滑用水量为  $0.7 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

综上, 本站单台水泵润滑用水量为  $0.7 \text{ m}^3/\text{h}$ , 调节机用水量为  $0.56 \text{ m}^3/\text{h}$ , 电机上冷却器用水量为  $5.7 \text{ m}^3/\text{h}$ , 电机下冷却器用水量为  $0.8 \text{ m}^3/\text{h}$ , 全站 5 台机组合计用水量  $38.8 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

### 4 技术供水设计

#### 4.1 供水水源的选择

技术供水系统的取水水源一般有进水池取水、排水廊道取水、出水池取水或其他外部水源。其中进水池取水由于其布置较紧凑, 所需管道较短, 在各泵站中经常采用。杨庙南站为排涝泵站, 进水侧河道水质相对较差, 进水侧虽有拦污栅, 但水体含泥沙量相对较多, 容易堵塞管道, 不适宜直接取用进水池水源; 排水廊道体积较大, 冷却水水质可得到保障, 若采用循环供水, 机组运行时, 热量通过管道传至廊道, 使廊道内水体温度升高, 易对站身底部大体积混凝土产生温度变形, 理论上存有一定的风险; 本站出水侧为入海水道, 出水池常年无水, 不适宜采用出水侧取水。因此, 本站采用外部供水方式, 由于本站市政自来水管网暂未开通, 目前采用地下水源, 用深井泵抽取地下水供给生活用水、主机泵技术供水, 设计时预留市政管口, 便于后期自来水的接入。这种供水方式水源有保证, 既可供给清洁的生活用水, 保障管理人员健康, 又可改善主机泵的运行条件, 延长使用期限。

#### 4.2 供水方式的选择

大型泵站的供水有直接供水和间接供水两种方式<sup>[7]</sup>。直接供水方式是由供水泵直接通过管网向用水设备供水; 间接供水指供水泵向水塔供水, 再由水塔通过供水干管、支管向机组提供冷却润滑水。直接供水的供水泵需连续工作, 为保证供水安全, 配套备用泵能自动切换工作, 该种供水方案投资省, 使用简单。间接供水方式的单泵流量小, 供水泵间隙使用, 安全可靠, 但需新建高位水塔, 投资相对较高。本排涝泵站每年运行时间相对较短, 考虑工程投资、运行管理等因素, 本站选择直接

供水方式。

在直接供水中又有单独供水与联合供水之分<sup>[7]</sup>。单独供水指每台主泵配有各自专用供水泵和独立的管路系统,主要用于水泵台数很少而尺寸很大的情况。其优点为自成单元,各不相扰,所以管理运行很方便;联合供水的供水泵只负责向管网送水,然后经管网的干管、支管分送到各台主泵。本站主泵台数5台,机组台数相对较多,采用单独供水时,供水泵需要10台(5用5备),各供水泵的流量和压力调节比较费事,运行管理相对繁琐,自动化也较困难,且投资较大。因此,本站采用联合供水方式。

#### 4.3 供水循环系统的选择

通常的供水系统分为循环供水和非循环供水两种,循环供水指冷却水由管道泵加压,在封闭的管道系统内循环流动,吸收的热量通过冷却机组或者冷却盘管排出循环系统。这种系统相对独立,无须外部水源持续供水,运行较为简单,为目

时极其容易产生冷凝水,特别是电机上冷却盘管处,冷凝水一旦滴入冷却油盘中,对推力轴瓦容易产生破坏。故本次设计除润滑用水不能回收采用非循环供水外,其余冷却用水均采用循环供水方式,管道内技术水冷却使用冷却盘管,这样投资比采用冷却机组要省。冷却盘管可位于进出水池或者外部水箱,如将冷却盘管布置于进出水池时,机组运行时,水中杂物易对盘管造成破坏,本站将冷却盘管放置于外部水箱中,水箱埋于地下,内部水由深井泵提前抽入,使其温度与管道内温差不至于太大而形成冷凝水。同时,考虑泵站运行时为汛期,天气气温高,水池的水温上升较快,很可能超过冷却水允许的温度,供水系统设置温度报警系统,温度较高时,开启深井泵,抽井水至外部水箱,置换箱内温水。

#### 4.4 供水系统设计

根据以上比选,对本站技术供水方案做以下设计。供水系统图见图1。

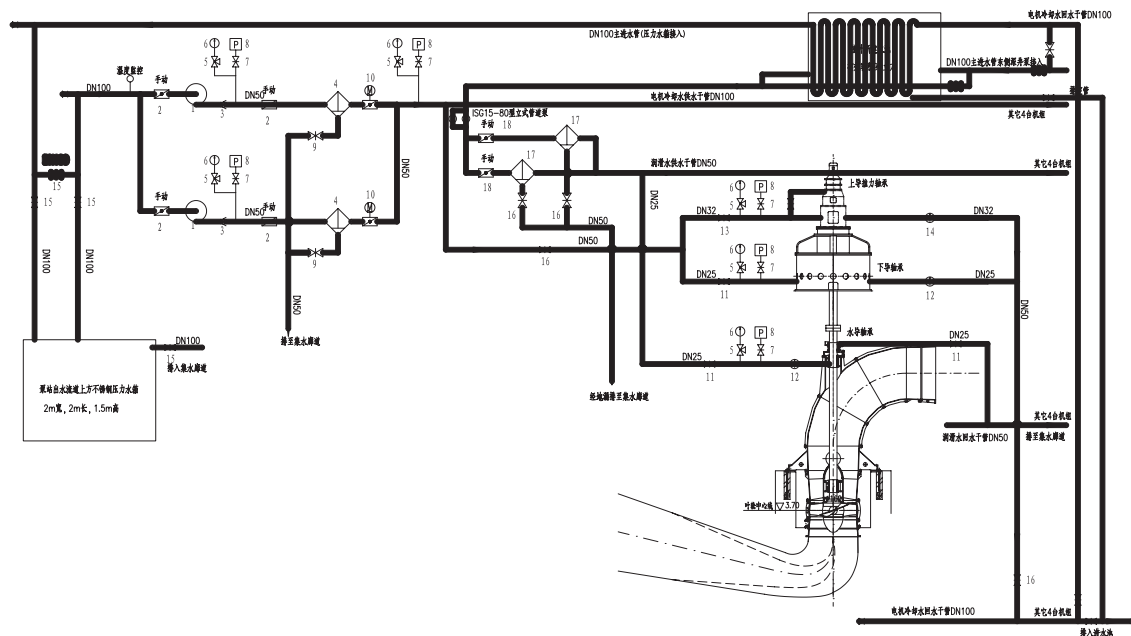


图1 泵站技术供水系统图

前大型泵站中运用较多的形式。非循环系统指外部水源经过冷却系统后,主机泵产生的热量随冷却水直接排出,不回收利用,这种方式对水源供水量要求较高,需持续不断供水,水资源浪费较大,但系统无须设置冷却机组或盘管,结构简洁,操作简易,投资也相对较省。本站年运行时间较短,比较适合采用非循环系统,但由于该站供水水源为地下水,地下水水温较低,冷却水通过母管、支管

整个技术供水系统由冷却水循环系统和外部冷却水箱两部分组成。冷却水循环系统采用联合供水方式,供水泵为2台管道离心泵,1用1备。水泵进口设置温度报警器,出口设置滤水器。冷却系统盘管布置于外部冷却水箱中,水箱有效容积为90 m<sup>3</sup>,箱内水由深井泵抽地下水补给。水泵润滑水既可由水箱通过水泵供至润滑系统母管,也可从深井泵供水管路直供。

## 5 结语

作为泵站正常稳定运行的前提,供水系统是大型泵站设计中不可缺少且极其重要的组成部分。国内大型泵站的多年运行实践表明,供水系统由于部件较多、系统较复杂,其故障率远高于主机组。因此,对于大型泵站供水系统的设计和运行工作,应给予充分的重视,需根据各自泵站的性质、运行特点、工程投资、操作管理等多方面因素,比选最优方案。

## 参考文献:

- [1] 郭瑞,王丽,倪德斌,等.大型泵站技术供水方案设计

探讨[J].中国水运,2016,16(4).

- [2] 赵金亮. 简述大型泵站技术供水系统的设计[J]. 建筑工程技术与设计, 2015.
- [3] 张永刚, 刘正江, 李俊杰. 大型泵站技术供水系统技术改造研究[J]. 山东水利学会优秀学术, 2005.
- [4] 朱建军, 吕省三. 试析大型泵站技术供水设计中存在的问题[J]. 排灌机械工程学报, 2001.
- [5] 张继杰. 对泵站技术供水方式的探讨[J]. 广东科技, 2012.
- [6] 杨海霞. 泵站技术供水系统改造方案及应用[J]. 科学中国人, 2015.
- [7] 邱传忻. 泵站[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004.

(责任编辑:王宏伟)

