

doi:10.16055/j.issn.1672-058X.2015.0007.024

# 热气工房工艺循环冷却水系统设计

张福萍, 李作鑫

(中国航天建设集团有限公司 四分院,北京 100072)

**摘要:**以南京市某热气工房的工艺循环冷却水系统设计案例为对象,介绍分析了系统的工作原理、用水要求和用水量、用水设备多且布置分散等设计难点;对项目的背景、方案的设计、采用的技术和设备等方面进行了论述,为相关工艺循环冷却水系统的设计提供了可资借鉴的方法。

**关键词:**热气工房;工艺循环冷却水系统;用水要求;设计难点

**中图分类号:**TU991

**文献标识码:**A

**文章编号:**1672-058X(2015)07-0105-04

开式循环冷却水系统是指冷却水经循环水泵送入冷却设备进行热交换,被加热的冷却水经冷却塔冷却处理后,再由循环水泵送入冷却设备,循环使用。系统在节能、经济和环保方面具有显著优势,是目前工业、企业常用的主要冷却方式<sup>[1,2]</sup>;结合本工程工艺设备需求,工程系统设计采用开式循环冷却方式。

## 1 工程概述

工程位于南京市××区,其冷却水系统对水温、水质要求如下:工艺设备进水温度小于 32 ℃,温升一般在 15~18 ℃;进水压强 0.15~0.35 MPa;水质酸碱度 pH 值 6~8,硬度不大于 10 度(每度为 1 L 水中含 10 mgCaO),总固体含量不超过 250 mg/L。各工艺设备用水量见表 1。

表 1 工艺设备用水量

单位:m<sup>3</sup>/h

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
设备	炉 A	炉 B	炉 C	炉 D	炉 E	炉 F	炉 G	炉 H	炉 I	炉 J	炉 K	炉 L
用水量	40	40	40	40	8 38	20	20	20	7	1	1	1

注:炉 E 试验时最大循环流量为 38 m<sup>3</sup>/h,平时冷却循环流量为 8 m<sup>3</sup>/h。

由表 1 可知系统最大循环水总量为 268 m<sup>3</sup>/h。工程主要设计难点:循环水用水总量大,为目前单位工艺循环水用量最大的建筑物之一;用水设备多且布置分散,相同用水量设备分散设置于建筑物内,具有 4 台小流量用水设备和 8 台大流量用水设备;单台设备用水量差别大,最大 40 m<sup>3</sup>/h,最小 1 m<sup>3</sup>/h;同一设备用水量变化大,最大 38 m<sup>3</sup>/h,平时 8 m<sup>3</sup>/h;根据试验的不同各设备之间使用搭配无规律且不固定;进水温度要求严格,水温过高或过低都会对试验产生影响甚至损坏试验设备。

收稿日期:2014-11-18;修回日期:2015-01-07.

作者简介:李作鑫(1984-),男,山东泰安人,工程师,硕士,从事给排水设计研究.

## 2 工艺循环冷却水系统

### 2.1 系统原理

循环冷却水通过变频水泵,经物化全程水处理器处理后输送至工艺用水设备,冷却水换热后通过温度控制选择是否进入冷却塔冷却或直接回流入水箱;由于水在循环过程中,蒸发、风吹、排污和渗漏要损失一部分水量,为使水量平衡需进行补水;系统以市政给水经全自动软水器处理后作为补水水源,为满足工艺设备水质要求及防止水质变化,市政水源需经全自动软水器处理后进入水箱。工程所采用循环冷却水工艺流程见图 1。

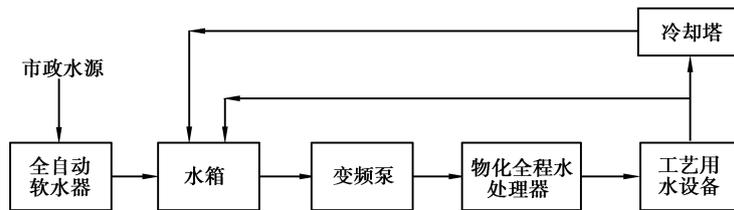


图 1 工艺循环冷却水流程

### 2.2 系统分组

根据项目每台设备的用水量及使用特点,工程工艺设备循环冷却水共设计了 3 个系统,系统分组及选用变频泵组情况见表 2。

表 2 系统分组

循环冷却水系统	设备名称	变频泵组	冷却塔型号及参数
系统 1 $Q_{\max} = 120 \text{ m}^3/\text{h}$ ; $Q_{\min} = 40 \text{ m}^3/\text{h}$ 。	炉 A	水泵:CR(E)45-2(三用一备), 参数: $Q=45 \text{ m}^3/\text{h}, H=52 \text{ m}$ 。	KSD-N-HC-175C2; 标准流量: $Q=250 \text{ m}^3/\text{h}$
	炉 B		
	炉 C		
	炉 D		
系统 2 $Q_{\max} = 78 \text{ m}^3/\text{h}$ ; $Q_{\min} = 8 \text{ m}^3/\text{h}$ 。	炉 E	主泵:CR(E)45-2(二用一备), 主泵参数: $Q=45 \text{ m}^3/\text{h}, H=52 \text{ m}$ ; 小泵:CR(E)20-3(一用一备), 小泵参数: $Q=20 \text{ m}^3/\text{h}, H=42 \text{ m}$ 。	KSD-N-HC-100C1, 标准流量 $Q=71 \text{ m}^3/\text{h}$ ; KSD-N-HC-60C2, 标准流量 $Q=82 \text{ m}^3/\text{h}$ ; KST-HC-25 标准流量 $Q=17.7 \text{ m}^3/\text{h}$
	炉 F		
	炉 G		
	炉 H		
系统 3 $Q_{\max} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$ ; $Q_{\min} = 7 \text{ m}^3/\text{h}$ 。	炉 I	主泵:CR(E)10-4(一用一备), 主泵参数: $Q=10 \text{ m}^3/\text{h}, H=41 \text{ m}$ ; 小泵:CR(E)3-7(一用一备), 小泵参数: $Q=3 \text{ m}^3/\text{h}, H=48 \text{ m}$ 。	KST-HC-20 标准流量 $Q=14.1 \text{ m}^3/\text{h}$ ; KST-HC-5, 标准流量 $Q=3.5 \text{ m}^3/\text{h}$
	炉 J		
	炉 K		
	炉 L		

在系统分配时,每个系统充分考虑设备同时使用系数,工程工艺设备的水温、水压的要求相同,在满足同时使用最大用水量的同时,又要满足单台设备小流量的用水要求,同时达到设备运行节能的目的。为了保证用水点的流量和压力,每个系统用水设备管道采用同程布置<sup>[3]</sup>。

### 2.3 泵组系统控制

根据工艺设备用水量变化大,用水时间也不稳定的特点;工程系统设计中采用了变频调速泵组(自带 1 台变频控制柜),系统水量根据工艺设备使用状况采用循环水泵变频加台数进行调节,为避免压力表波动在出水管道上设置 1 台 24 L 小气压罐;为防止循环冷却水系统产生短路,在系统最不利点设置远传电接点压力表,水泵的运行由系统最远用水点的压力控制<sup>[4]</sup>。

选泵的技术要求必须运行在高效区,因此选择水泵变流量范围应控制在 25%~100%之间,即一台水泵的出流量只能运行在 1/4~4/4 工作范围;由于设置了气压罐,可以调节瞬时的用水量变化、稳定水泵切换过程中造成的水压波动,因此可使水泵一直运行在高郊区<sup>[5]</sup>。结合工程工艺设备用水特点,在选择水泵时,变流量控制在 50%。

为实现变频泵组的安全控制,需根据水泵的特性曲线和工程工况需求合理选择水泵,这样才能满足生产需求。现以循环冷却水系统二为例,以两种水泵的特性曲线核实满足工况需求,具体见水泵特性曲线图 2、3。

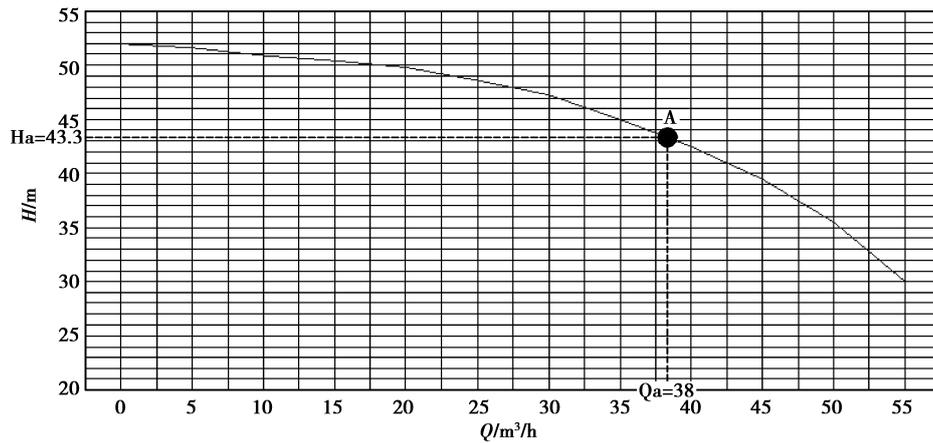


图 2 水泵- CR(E) 45-2 的特性曲线

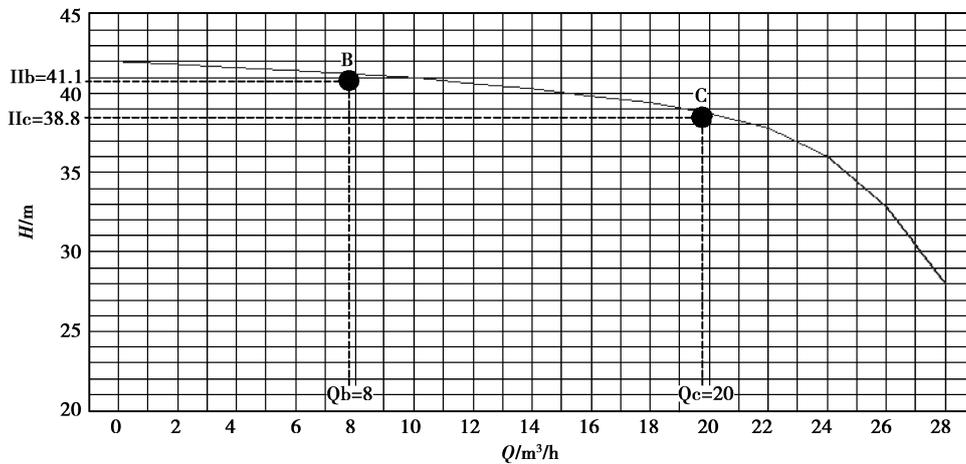


图 3 水泵- CR(E) 20-3 的特性曲线

工程单泵主要工况点如图 2、3 中 A、B、C 点所示;各点主要参数: $Q_a = 38 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H_a = 43.3 \text{ m}$ ;  $Q_b = 8 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H_b = 38.8 \text{ m}$ ;  $Q_c = 20 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H_c = 41.1 \text{ m}$ 。由上可知通过控制不同变频泵的组合开启可满足系统  $Q_{\max} = 78 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $Q_{\min} = 8 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H_0 = 38 \text{ m}$  的工况要求。系统运行过程中为满足节能要求,主泵运行时,小泵退出运行。

## 2.4 冷却塔组控制

在系统设计中,由于工艺设备温升大,为 15~18 ℃,即冷却塔进水温度为 50 ℃,为了保证冷却效果和设备安全,工程各系统均采用高温型冷却塔散热。开式冷却塔选型按最大运行流量设计,为保证小流量运行时布水安全可靠,冷却塔采用重力流布水型。

为了避免运行时设备回水温度低于室外环境湿球温度,每个系统的室外地面冷却塔进、出水管及连接管上均设置了 3 个电动蝶阀,阀门由湿球温度控制开启。工程各系统工艺设备要求随时监测循环水进水口的压力与温度以及每个支路回水口的水温与流量,所以在各系统的进水总水管上设置了远传电接点压力表和温度传感器,在每个支路的回水管上设置了温度传感器和电磁流量计,信号均传到控制室。

## 3 结 论

当前的工艺循环冷却水系统,有很多工程是按照满足最不利用水条件的原则进行设计和运行的,系统采用最大流量、最高供水压力向工艺设备供水是最常用的做法<sup>[4]</sup>。对于工艺循环冷却水系统而言,设备的用水需求并非都是恒定不变的。有时单个设备用水量在试验工况与平时工况就有很大的区别,有时单个工艺设备的用水情况是不变的,但多个工艺设备组合在一起,由于用水时间、周期的不同,其总的用水条件也是在变化的。因此在设计过程中应充分根据各工艺设备工况特点合理分配系统,并根据水泵特性切实选择适宜水泵。

通过对工程循环冷却水系统流量、压力控制和冷却塔组温度等一系列设计要点的介绍和分析,对航天系统类似的厂房、试验楼的工艺循环冷却水设计提供一定的借鉴经验。

### 参考文献:

- [1] 王强.全国民用建筑工程设计技术措施给水排水[M].北京:中国计划出版社,2009
- [2] 张杰.工业循环水冷却设计规范[M].北京:中国计划出版社,2003
- [3] 金亚彪.新型连铸结晶辊循环冷却水系统设计[J].工业给排水,2013,39(12):54-57
- [4] 张琳.循环冷却水系统节能方案设计实践[J].有色冶金节能,2013,2(1):36-39
- [5] 李仁义.建筑给水排水设计手册[M].3版.北京:中国建筑工业出版社,2011

## Design of Circulating Cooling Water in Heating Workshops

LI Zuo-xin, ZHANG Fu-ping

(China aerospace construction group co.Ltd, Beijing, 100072, China)

**Abstract:** In recent years, demand for circulating cooling water soars, because of the expansion of industry and enterprise scale, and the increase of project construction. Based on the circulating cooling water system of heat workshop in Nanjing, this paper analyzes the working principle, requirement of water and design difficulties such as large water consumption, and lots of water equipments with scattered layout; expounds the background of the project, the program design, technologies and facilities which provides reference for related design of circulating cooling water system.

**Key words:** heating workshops; circulating cooling water; requirement of water; design difficulty