

# 浅析甘蔗糖厂锅炉汽水系统设计特点

谢仁杰 覃键锦

(中冶华天南京工程技术有限公司 江苏 南京 210019)

**摘要:** 锅炉是一种广泛使用于工厂的蒸汽生产设备, 由于各行业对蒸汽的要求不一样, 因此各行业锅炉系统设计有差异, 如甘蔗糖厂因为榨季问题, 锅炉长时间处于停炉状态, 其锅炉汽水系统设计需要考虑干法养护及其产生的问题。本文就甘蔗糖厂热电站锅炉汽水系统的特点, 浅谈其设计要注意的问题。

**关键词:** 甘蔗糖厂; 锅炉汽水系统; 反上水; 反冲洗; 蒸汽吹扫

## 0 引言

蒸汽是工厂重要的能源介质, 用于动力、加热和工艺等用途。锅炉则是主要的蒸汽生产设备, 由于锅炉是为后续生产工艺服务的, 其运行也由于不同工厂生产工艺不同而不一样。甘蔗糖厂由于其生产取决于甘蔗的成熟, 因此甘蔗糖厂的大部分锅炉在一年的大部分时间都处于停炉养护状态, 因此其热电站锅炉系统设计要考虑长时间停炉保养及启用的特点。本文针对甘蔗糖厂热电站锅炉汽水系统的运行特点, 探讨其设计中应该注意的问题。

## 1 甘蔗糖厂生产简介

糖厂一般指生产白砂糖的工厂, 按生产原料划分为甘蔗糖厂和甜菜糖厂。由于甘蔗的甜度及产量远高于甜菜, 因此国内乃至全世界糖厂大都以甘蔗为制糖的主要原料。

国内糖业经过几十年的发展, 生产技术已经达到国际先进水平。但是由于甘蔗的甜度及产量决定了糖厂的生产成本, 而甘蔗的甜度及产量与种植环境有很大关系, 如广西地区甘蔗甜度约为13%~20%, 糖厂按120天/年处理量设计, 即每年榨季约为120天。

蔗区甘蔗收获运输到蔗区的精糖厂后, 经过压榨、澄清、蒸发、成糖和包装等工艺, 生产出成品糖。这个生产流程称为“一步法”。

近年来, 为应对进口糖的挑战, 国内主要糖业集团都改用“两步法”生产蔗糖, 即原糖厂负责在榨季时将蔗区内的甘蔗进行压榨、蒸发, 加工成为原糖, 然后将原糖运送至精糖厂储存, 由精糖厂将原糖生产为成品糖。原糖厂仅在榨季运行, 精糖厂则全年运行。

## 2 甘蔗糖厂热电站锅炉汽水系统特点

由于原糖厂只在榨季生产, 非榨季全部停产检修,

因此原糖厂的热电站锅炉也只需在榨季运行, 非榨季处于停炉保养状态。

精糖厂除了负责将原糖生产为成品糖, 同时也兼具原糖厂的功能, 因此精糖厂在榨季时锅炉全开, 非榨季时仅启用部分锅炉, 生产成品糖生产线所需要的蒸汽。

因此, 甘蔗糖厂锅炉汽水系统的主要特点是一年中超过8个月的时间处于停炉检修状态。

锅炉停炉汽水系统保养大概有4种类型:

(1) 湿法保养, 有压力养护法、碱液养护法和联安养护法等。其原理是利用水溶液填充管道, 让空气无法进入汽水管, 从而达到防腐目的。碱液在一定浓度下有防腐作用, 对防腐能力产生更好的影响, 而联胺是强还原剂, 能进一步吸收水中的氧, 强化防腐能力, 但是联胺有毒, 使用时要小心。采用湿法保养的时间, 一般不超过1个月。

(2) 热法保养, 就是将一个水箱连接至锅炉上方, 锅炉停炉后给水箱注入除氧水, 利用外来蒸汽加热水箱内的水使其沸腾, 该方法比较简单, 而且整个炉子相当于半热备状态, 启动方便, 其缺点是电站锅炉不适合使用此方法, 停炉时间在10天以内。

(3) 除湿机养护, 利用除湿机制造干燥空气, 将干燥空气注入锅炉汽水管, 从而使管道内处于干燥状态, 起到防腐作用, 此方法可有效保护锅炉汽水管, 缺点是需要除湿机制造干燥空气, 产生额外运行成本, 比较适合中小型锅炉;

(4) 干法和充气法保养, 干法是锅炉停炉后将管道内的水排放干净并烘干, 然后放入干燥剂或者充入防腐气体, 可使用氯化钙、硅胶和生石灰等作为干燥剂, 可充入氮气、氨气等气体作为防腐气体隔离空气, 该方法是长期停炉的首选养护法。

甘蔗糖厂锅炉汽水系统的养护一般由以上几种方法根据情况联合使用。如用联胺作为还原剂来防止气体腐蚀, 用氨水使炉水成为碱液防止酸性腐蚀。由于非榨季

停炉时间很长，故一般采用干法充气保养，因此糖厂锅炉汽水系统一般要考虑锅炉长时间干法养护及其造成的问题，设计时应予以考虑。

甘蔗糖厂锅炉汽水系统设计与常年运行的锅炉汽水系统相比，有4个不同的设计要点：汽水管道的排净设计、锅炉反上水设计、锅炉减温水管蒸汽反冲洗设计以及主汽管吹管设计。这4个要点根据业主的实际工艺需求来进行设计。

### 3 汽水管道的排净设计

由于干式保养的要求是锅内水全部排出且烘干。因此，在设计时要考虑锅炉间范围内管道的排净，应注意以下几点：

(1) 锅炉操作层及其以上楼层的蒸汽减温减压器疏水、主蒸汽管疏水、自用蒸汽管疏水、背压蒸汽管疏水要注意布置坡度，从疏水点至疏水箱管道应该顺坡布置以免积水。

(2) 锅炉本体疏水阀组、吹灰蒸汽减温器阀组应布置在锅炉操作层或以上楼层，以便于疏水管沿锅炉操作层下布置到定排扩容器，疏水点至定排扩容器管道应顺坡布置以免积水。

(3) 锅炉本地定期排污管因锅炉最低排污点的限制，一般布置在地面层，因此考虑定期排污总管应考虑设置排净点将水排至地沟，或者设置法兰盖，以便于定排总管排水清污。

根据各糖厂的实际生产工艺，疏水、排水管的流向会有差异。

### 4 锅炉反上水设计

锅炉正上水的上水路径是：除氧器→主给水泵→锅炉省煤器→锅筒→水冷壁；反上水的上水路径是：疏水

箱→疏水泵→定期排污总管→水冷壁→锅筒。

反上水管接入定期排污总管的系统图如图1所示。

反上水的来水为疏水箱，由疏水泵往除氧器供水的管子上分出一个反上水支路，通往定期排污母管。

反上水时关闭指定排污总管切断阀，开启锅炉各定期排污阀，开启反上水切断阀，关闭疏水泵往除氧器疏水管切断阀，开启疏水泵往除氧器疏水管支管切断阀，启动疏水泵。

由于采用干法养护，锅炉在启动前汽水管道的内部充满防腐气体。启动疏水泵后，锅炉水从锅炉的最低点注入，锅内水位缓慢上升。与从锅筒往下注入的正上水相比，反上水减少了防腐气体溶入锅炉水的量，减少了水冷壁因注水而产生的气泡数量。另外反上水可以在主给水泵启动前就将锅炉给水管道的注满锅炉水，避免了主给水泵在空管启动时产生水击。

### 5 锅炉减温水管蒸汽反冲洗设计

由于锅炉长时间停炉干法维护，汽水管道的内容易产生积垢，会对一些附件造成堵塞，如锅炉喷水减温器的喷水喷头。虽然减温水一般会设置旁路用于冲洗减温水管，但是管壁上的污垢有可能随冲洗水流到喷头处堵塞。

一些干炸糖厂的热电站根据多年实践，采取减温水蒸汽反冲洗的方法来处理喷头积垢，图2为锅炉减温水蒸汽反冲洗系统图。

其原理是利用减温器的蒸汽进行反冲洗，将喷头处的污垢沿减水管反向吹回去。

由于减水管材质一般为20钢，只有连接减温器的管段有可能采用耐热钢，因此反冲洗温度控制在350℃左右。

反冲洗流程为：锅炉启动，蒸汽温度达到350℃时，

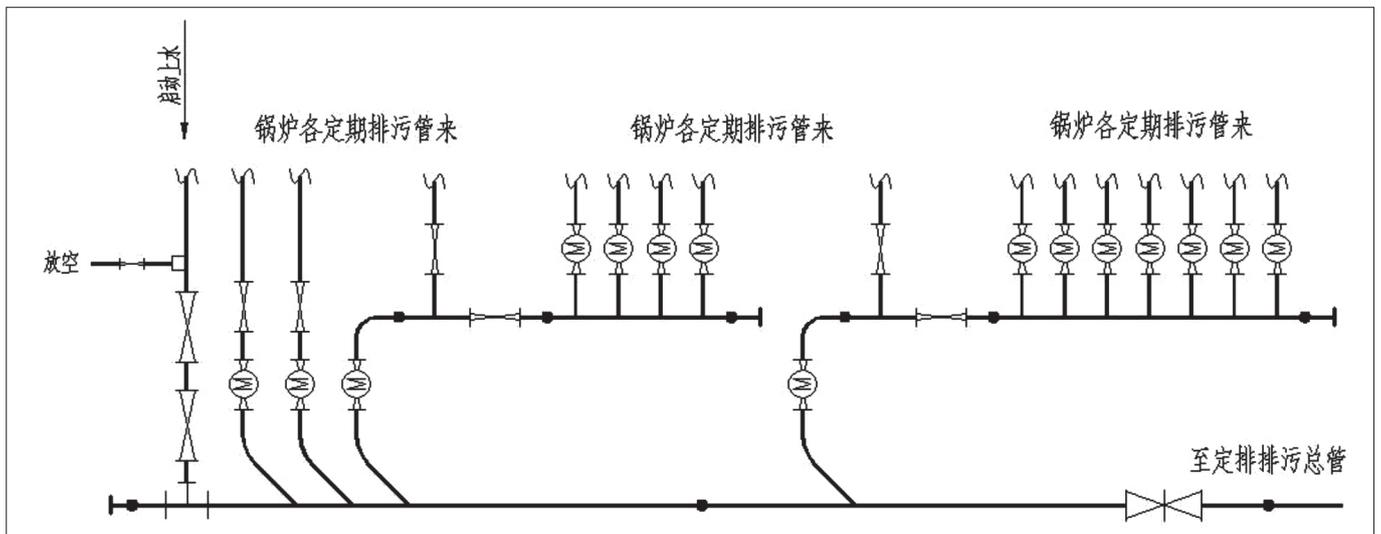


图1 锅炉反上水示意图

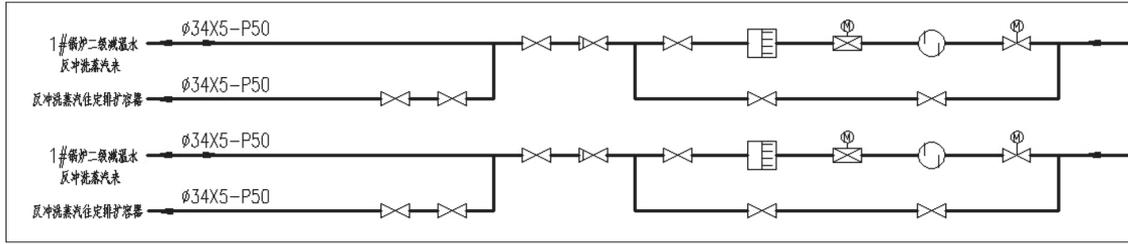


图2 锅炉减温水蒸汽反冲洗系统图

开启减温水往定排扩容器支路切断阀，关闭支路前切断阀，开启锅炉减温器切断阀，利用锅炉产生的蒸汽吹入锅炉减温水管道，堵塞在喷头处的污垢在蒸汽的推动下，被推离喷头，并沿着锅炉减温水管到，反向冲刷到锅炉减温水平台，然后沿着支路管道进入定排扩容器。

采用锅炉减温水蒸汽反冲洗的锅炉喷水减温器喷嘴的使用寿命明显增加，仅增加一些小管及阀门的建造成本。

### 6 主汽管吹管设计

锅炉主汽管也和减温水管一样，受到管壁积垢困扰，因此每年榨季糖厂锅炉启动时，都需要进行吹管，以清理管壁上的积垢。

以往由于主汽管没有专门针对吹管的设计，检修单位需要利用主汽门，通过拆卸主汽门阀芯的方式，然后将吹扫管连接至主汽门上进行吹扫。但随着技术的发展，主汽门越来越复杂，主汽门阀芯的拆装难度越来越大，

需要采取更好的吹管方法。

近年来，糖厂采用在主汽门前安装吹管法兰，需要吹管时，将吹管法兰和主汽门法兰管段拆除，

将吹扫管安装上，图3为主汽管吹扫管安装示意图。

该设计的要点是安装吹管法兰，这样会增加重量，导致对汽机口重力载荷加大，需要相应的措施降低对汽机口的重力载荷，一般采取的方法是在进汽机前的立管增加立管弹簧吊架，通过调节弹簧组件对立管施加向上的作用力，以抵消吹管法兰的重力。

主汽管连接吹扫管进行吹扫，要按吹扫工况重新进行应力计算，要注意的是拆卸吹管法兰管段前，检修单位会将弹簧吊架的弹簧组件销上，因此在应力计算时相应的弹簧吊架要改成刚性吊架进行计算。

### 7 结语

本文总结了甘蔗糖厂锅炉汽水系统因为长期干法养护的需要，而采取了一些与火电、石化、化工和冶金等热电站常年运行的锅炉系统不一样的设计。随着锅炉技术的发展，以及运行维护要求的提高，其他行业的热电站也可以借鉴制糖业的锅炉汽水系统设计，进一步提高设备的使用寿命。

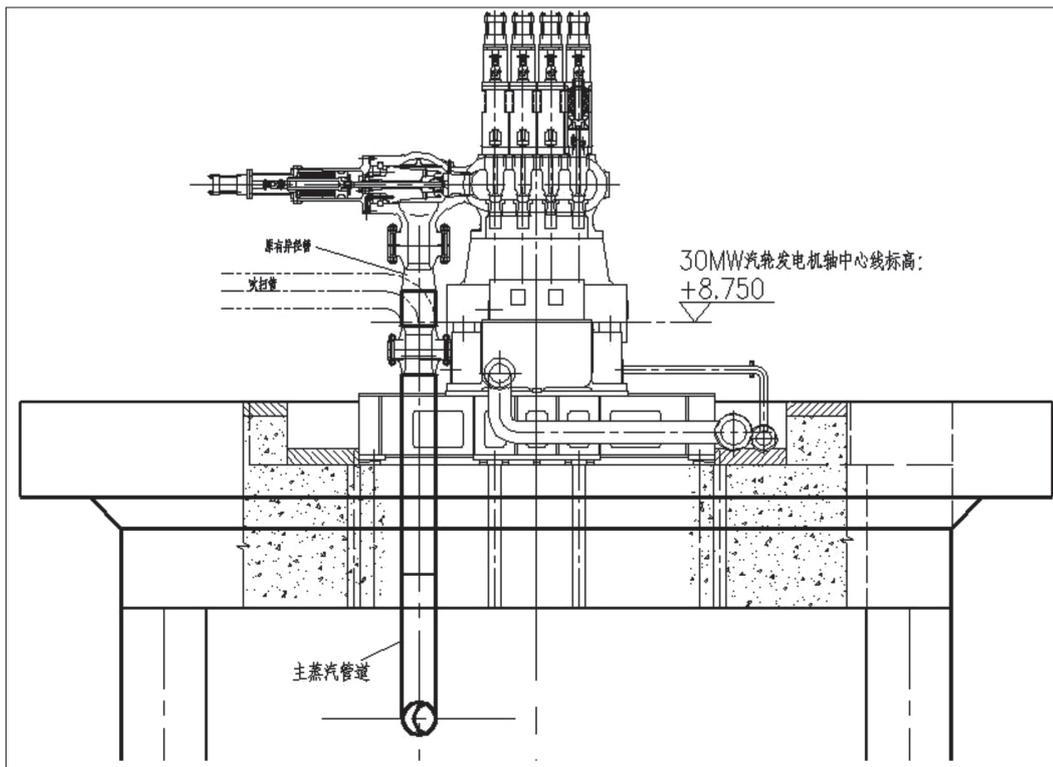


图3 主汽管吹扫管安装示意图

### 参考文献：

- [1]GB 50049-2011, 小型火力发电厂设计规范[S].
- [2]TSG 11-2020, 锅炉安全技术规程[S].
- [3]林宗虎, 张永照. 锅炉手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1989.

作者简介: 谢仁杰(1984.08-), 男, 广西人, 硕士研究生, 研究方向: 热电站设计、管道设计及热应力计算; 覃键锦(1988.06-), 男, 广西人, 本科, 研究方向: 糖厂设计和管道设计。