

分析太阳能工业热水工程典型案例

山东潍坊强胜新能源有限公司/张庆奎 刘永久

摘要：本文介绍了由山东潍坊强胜新能源有限公司在山东省“工业绿动力”计划中，实施完成的工业印染热水工程。其中诸城佳士博有限公司一期面积14602项目，获得2015年度“总评第一名”，由山东省太阳能行业协会定性为“山东省工业热利用工程示范工程”。工程的实施，依托于包括联集箱自动化辊压生产线、恒温高压发泡保温等高科技、规模化先进设备；依托于技术创新、求真务实的科技理念。本文就诸城桑莎集团的印染热水项目的创新点、设计要点予以分析。

1 概述

工业用热水在我国发展时间不长，各地发展不均衡。随着社会对节能减排的高度重视，工业制造企业，尤其是大量燃煤用热的企业，呈现出对工业太阳能热水高度关注的好势头。

山东潍坊强胜新能源有限公司（以下简称“强胜新能源”）2013年底正式投产，一直秉承高端热利用产品的研究开发、秉承产品创新和工程技术集成创新。致力于“工业绿动力”热利用，在改进太阳能集热器的结构，提高太阳能集热器的性能，尤其开发研制工业用中低温集热器、中高温集热器，以及工程系统技术集成方面卓有成效，并取得了多项国家专利。凭借高质量的产品和一流的工程技术，强胜新能源在山东省实施的“工业绿动力”计划中，连续3年取得总吨位第一的可喜成绩。

2 工业太阳能热利用的优势

2.1 工业热能现状

大家熟知的我国能源有三条大网络：海洋石油、陆气管道、超高压电网。现在另一个新的能源网也在形成，就是“分布式新能源网”。分布式新能源网包括分布式太阳能光热和分布式太阳能光电。我国的工业能耗一是热水热汽，二是电。借助于企业的车间屋顶、工业广场均可以实施使用分布式新能源。

我国有三大高能耗高污染行业：即“煤钢”“煤电”和“煤工”。

“煤工”指的就是工业产品制造业的煤热源。我国工业制造业有一个特点，生产工艺几乎都用热蒸汽，热蒸汽产出设备几乎都是煤锅炉。可见，太阳能产热与工业用热具有正向利用的特点。

2.2 工业热水与太阳能热水

热水和热汽是工业用热的两大主要介质。多数情况下，热水是末端一次消耗热介质；热汽是工艺温度的热源，也是一次消耗品。

工业生产用热，从工艺温度上看，温度范围比较大；从低温热水、高温热水一直到蒸汽。实际上的工业用热，是一个热水到热汽的“热力环”。工业太阳能热利用，就是同步向这个“热力环”，具体形式就是完成一个从低温热水到高温热水，一直到产出高温蒸汽的“热能环”。完成了这个热能环，就算实现了工业太阳能热利用的最高阶段。工业热水应该定义为太阳能热利用的“中段”。应该肯定，在这个“热力环”中70 左右的水温，非常适合于工业中段温度用热。太阳能完全能够产出这个温度的热水。

山东省“工业绿动力”项目的规定储热温度为70 ，就是基于工业用热的中段温度。

2.3 工业中段温度用热的比率

1) 工业中段用热的宽泛性

熟食类煮锅：传统工艺上，煮锅内首先加冷水，热蒸汽将之升温到65 ，进行一次投料。

化工涂料反应釜：也是首先将反应釜的冷水升温到50 ~70 ，进行投料。

其它类：布料、皮料类的脱浆、脱油，都需要65 ~70 的热水。

这些工业生产工艺都要一次性消耗大量的热水。太阳能提供此温度段的热水属于一次性直接用热。

2) 中段热水占比

例如诸城佳士博有限公司蒸煮车间12m³ 鸡肉煮锅，投料前用44t太阳能热水70 /4m³，投生肉料8m³。

第一阶段吸热：热水释放热量——385MJ；被冷肉吸收后，温度达到47 的热平衡状态。

第二阶段升温：4t47 的热水升温到100 ，耗热量886MJ，8t肉丸升温到100 ，需要耗热1272MJ。总耗热量：2158 MJ。

需要大约1t150 的蒸汽。设定锅炉前级预热用太阳能热水。则产出8t熟肉丸，太阳能热节能占比38%。可见，太阳能提供工业热水，工艺上可行，节能效果十分显著。

3 工业热水工程产品与技术要点

3.1温度范围扩大

基于工业类产品的制作工艺，末端用热温度值各不相同。比如烘干过程中的预烘干、深度烘干。印染工艺的漂洗、着色、缩水。食品工业的脱毛、分割等。这些以水或者蒸汽作为工质用热温度范围在40 ~140 。

扩大温度范围常用的措施是：一种是串联储热放热，一种是定温放水。采用这两种方法理由是：一般工业一次性消耗热水的中段温度生产，温度略低没问题，高了反而破坏食品的纤维。因此，串联集热储热的系统，多温度输出，适合于生产多温度段用热。

3.2 温度稳定

串联放热的储热结构上，把总的储热容量分成多个独立的储热单元。热流体方向上，对应着太阳能集热进回水，由高温储能罐到低温储能罐依次串接。其优化功能是多个储热箱供出多个温度热水。单元储热小容量，温度不宜波动。

3.3 水介质回流排空

建立在太阳能集热器水平安装的基础上，太阳能每日终止循环集热时，尽量使得系统管路以及真空管内的热水回流到储热水箱。其主要目的和效果是减少系统的残存热量，提高系统的综合得热量。

水介质回流排空的另一个有益效果是冬季提高系统的防冻性能，减少“防冻循环”带来的无功损耗。

4 工业热水系统的流体危害及预防

4.1 热流体危害

太阳能集热器从接收阳光开始，就是一个吸热、导热、传热的热流体过程；包含着压力、温度、流量、流速、静压、动压、汽液分离等一切动态参数都在变化。这个容量不大，但面积过大的热力系统，极易容易发生“热流体损伤”。最典型是水锤、聚汽、压力不均、换热不匀等不利现象。太阳能集热模组处于阵列的局部，吸热过程极易产生微小气泡，小气泡流动聚集成大气泡，形成高温高压气团。失压时极易产生压力冲击，造成水锤，甚至击破真空管。

4.2 防范措施

4.2.1 产品优化

大型工业太阳能集热阵列，单系统吨位都超过50t，传统的25mm小口径倾斜式串并联集热模式，远不能满足如此大吨位的系统需求。最易发生上述流体危害。

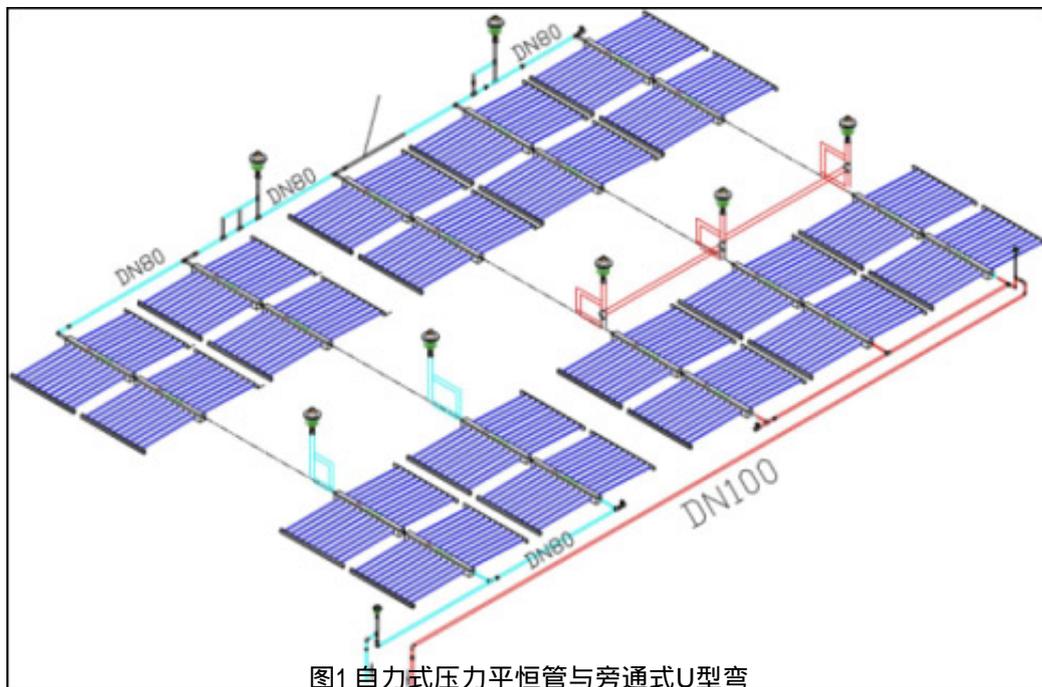
系统主要优点是：

- 1) 连接管口过流断面面积，接近于回流箱内胆的过流断面面积，消除微小气泡聚集的空间条件。
- 2) 集热器采用水平无倾角安装，集热器之间串联多并联少，避免多通道因为沿程阻力不等，带来的压力不均、流量不等、局部管路过高温等一切不利的“流体危害”。

4.2.2 系统优化

强胜新能源不断在工程实践中总结和创新，针对热系统的“流体危害”，形成了一套完整的防范措施。多排流体同流向集热器，每排的排气阀用一根连通管进行联通；形成同流向之间流水根据压力大小，自由串流。很显然，压力较高的一排向压力较低一排释放压力。各排之间压力会自动平衡，流速、流量几乎相等。

当流速达到上限且温度较高时，排气效果较差，还时有穿水现象，原因就是管径时气泡溢出不完全或者排气截面小。因此，改进后的旁通式U弯排气，效果极佳。如图1所示。



5 工业热水工程案例

5.1 印染工业太阳能热利用案例



图2工程现场

5.2 工程概述

- 1) 工程单位：诸城桑莎集团（如图2所示）；
- 2) 工程规模：一期太阳能面积5600²；
- 3) 工程用热性质：印染工业中低温用热；
- 4) 工程水质要求：不得有铁锈生成；
- 5) 集热器温度：45 ~120 ；
- 6) 集热循环方式：多温度段定温放水；
- 7) 热水储热温度：大于60 ；
- 8) 储热箱容积：220m³；
- 9) 用热地点：染整车间；
- 10) 辅助热源形式：170 蒸汽；
- 11) 控制与监视：远程监控、远程热计量。

5.3 工程创新点

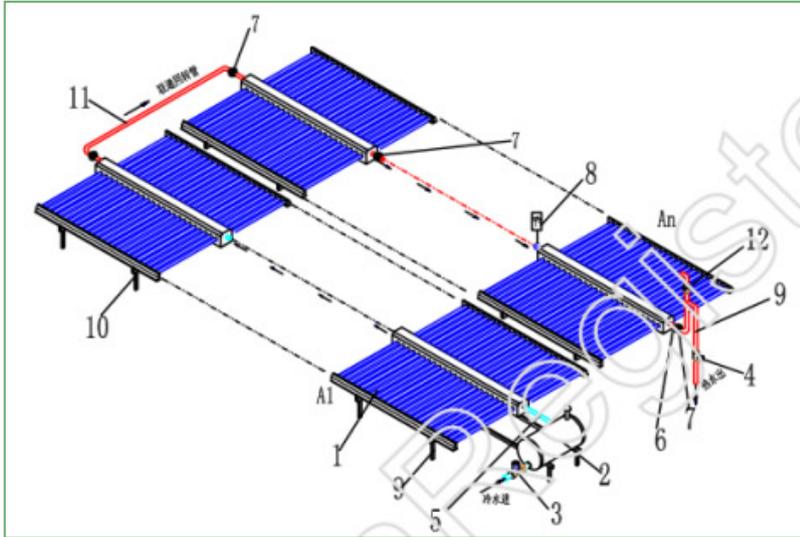


图3太阳能无动力定温放水结构

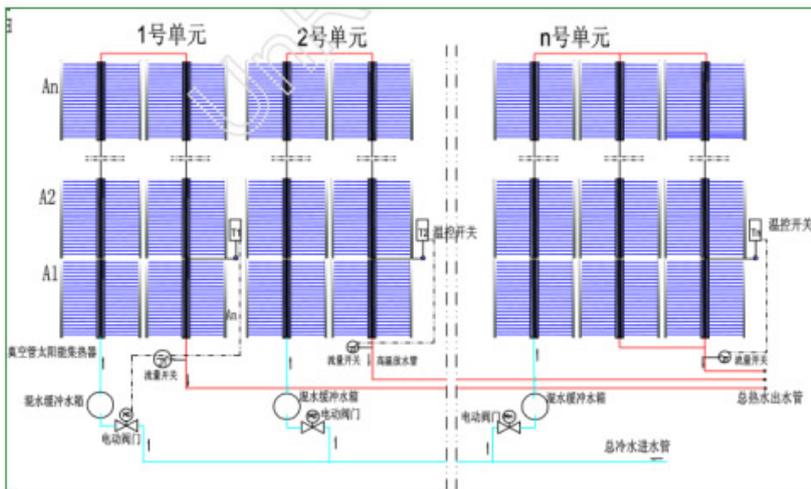


图4太阳能无动力多温度段放水布置结构

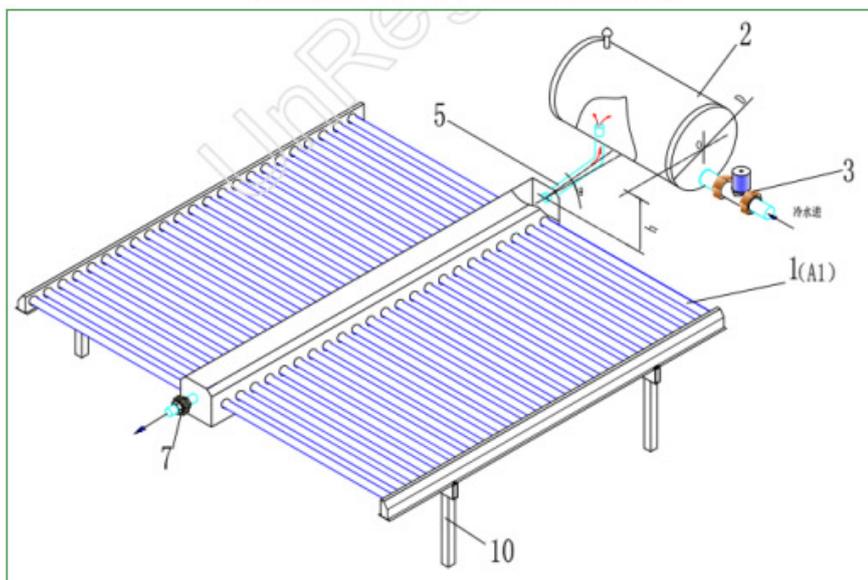


图5太阳能混流放水结构

1) 定温放水：众所周知，常用的一组太阳能集热模组，流体通路上相对都有一个进水口、一个出水口；当我们把这些进出口依次首尾连接时，它只有一条通路。称为“串联”。如图2所示，就是集热器“串联”的一种方式。其特征是若干个集热器“串联”后，它只有一个进口和一个出口。我们发现：水平安装的集热器模组，其当集热器内温度接受阳光并升温。当温度升高到一定值时。如果“串联”集热器的进水口压入低温水，高温水便从出水口流出。此时热水放水温度，是我们可以根据储热温度以及末端用热温度来设定的“定温值”称为“定温放水”。

2) 无动力多温度段定温放水：如图3所示，该工程把整个太阳能集热器分为五个独立的集热单元。每个单元设定不同的放水温度。就形成了多温度段放水系统（如图4所示）。它能够适合于末端不同温度的用热需求。这里的无动力是相对于采用循环水泵循环集热而言。

5.4 定温放水设计要点

1) 混流缓冲：进入独立集热单元的水，一般为常温水，温度较低；当设定放水温度较高时，初始进水口部分集热器由于温差较大，容易使真空管爆裂。（如图5所示）

为此，在每一个独立单元系统的进水口设计有混流缓冲箱。混流缓冲箱在正常情况下处于静止导热吸热状态。放水时箱内热水首先与常温水混合，使得进入集热器的水温得到部分提升。

2) 混流箱容积：原则上混流后的水温与集热器热水温度差不大于20。因此，混流箱的容积与放水温度值有关，与放水流量有关。

3) 系统防冻：由于系统无动力集热放水，不能采用“防冻循环”。从结构上看，屋面太阳能部分连接管路较少，而且所有管路都处于集热器的有效保护范围之内，不需要外加防冻。该工程储热水箱低于太阳能集热器，集热器总进水、总回水管段均采用“排回排空”防冻。

4) 防过压：由于某个独立单元系统具有高温集热的设置，系统间隔型安装排气阀与安全泄压阀。同时防止因停电等其他原因造成系统过热过压。

5.5 定温放水与低水位放水

由于太阳光的离散性、间歇性等原因，势必会造成某个时间段内太阳能集热器达不到放水温度。有时候甚至一天下来也达不到设定的放水温度。

为保证最大优化利用太阳能，系统设计定温放水与储热箱低水位放水相结合的模式。即当储热箱水位降低到一定程度或者末端急需用水时，集热器单元温度相对较高的首先启动放水。

6 结语

热水和热汽是工业用热的两大主要介质。太阳能为工业生产用热提供70 左右的热。预示着太阳能热利用从生活热水时代，跨入了工业热水时代。

本文介绍了强胜新能源在山东省“工业绿动力”计划中，实施完成的印染工业热水工程；着眼于理论和实践、产品和技术各个层面，就工程案例的系统构成、关键技术方案、控制技术等重点进行了详细的阐述。具有工程技术参考和推广价值；此文为同行业以及类似工业用热企业提供了详实的技术基础范例。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/101869.html>