

题目：超声波流量计在太阳能光热电站的应用

发布者：科隆测量仪器（上海）有限公司

发布日期：7/28/2014

超声波流量计在太阳能光热电站的应用

科隆测量仪器（上海）有限公司

关键词：

熔盐流量计，导热油流量计，槽式光热电站，塔式光热电站

概述：

日常生活中，当人们提到太阳能时，总是首先想到很可能是自家屋顶上的太阳能热水器，然而家用的太阳能热水器只是对太阳能的最简单应用。太阳能利用主要分为低温热利用、中温热利用和高温热利用。太阳能热水器只是低温利用，是太阳能热利用的很小部分。

在太阳能利用中，太阳能发电是比较高端的一种。但是在中国国内提到太阳能发电时，对太阳能略有了解的人士可能最先想到的还是使用“太阳能硅板”或称为“太阳能电池板”进行发电，同时也可能联想到“多晶硅”“单晶硅”“非晶硅”“产能过剩”“双反调查”等关键词。上述的发电方式称为“光伏发电”，那么“光伏”和“光热”各有什么特点呢。

光伏发电是利用半导体界面的光生伏特效应而将光能直接转变为电能的一种技术。这种技术的关键元件是太阳能电池板。它的优点是对安装场合限制小，分散性很大，只要有阳光资源的地方都可以安装，然后再并入电网。但缺点是对电网冲击比较大，在阳光灿烂和阴雨天时，发电量差异巨大。为了减少对电网冲击，那么势必需要带储能系统——即使用蓄电池进行充放电实现连续运行，这就大大增加了光伏发电的成本，且蓄电池的使用寿命有待考验。另外光伏发电的原材料硅材，且不说现在纷纷扰扰的“产能过剩”“双反调查”“破产停产”等问题，现在最热门的多晶硅的生产就是一个高能耗高污染的行业。所以从整个产业链上来看光伏发电算不上是一个十分绿色环保产业。

而光热发电是太阳能的高温热利用的一种。光热发电技术主要包括四种，槽式、塔式、菲涅尔式及碟式。其中，槽式和塔式太阳能光热电站均已实现了商业化运行，而碟式及菲涅尔式还处于小规模试验阶段。光热发电主要是采用聚光器将太阳能聚集，形成高密度的能量，加热工作介质，如水、导热油



光伏发电示意图

科隆测量仪器（上海）有限公司

KROHNE Measurement Instruments (Shanghai) Co., Ltd.

上海市徐汇区桂林路 396 号

(浦原科技园)1 号楼 9 楼

题目：超声波流量计在太阳能光热电站的应用

发布者：科隆测量仪器（上海）有限公司

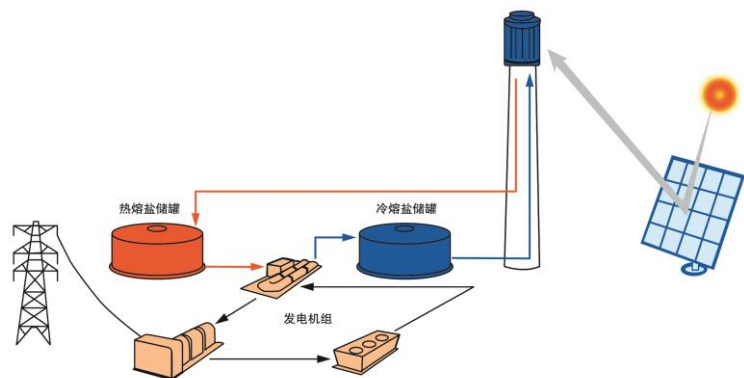
发布日期：7/28/2014

或熔盐等介质，最终产生蒸汽推动汽轮机发电。与常规火电站相比，光热发电系统的“热—电”转换环节所采用的热力循环模式及设备基本是相同的，不同的只是在于“热”的获取方式。在辐照连续的条件下，太阳能热发电站可以直接产生与火电站完全相同的满足电网品质要求的交流电，保证电网的电压和频率稳定。但太阳辐照受季节、时间和天气的影响较大，因此“储热”对于光热电站的规模化稳定运行是非常重要的。

塔式光热电站

塔式光热电站的原理很容易理解，在镜场中有数千块的镜子面对着中心的类似于灯塔一样的建筑，这些镜面反射太阳光线到塔顶上，以太阳光照射地球的千倍强度传输能量。低温（近300摄氏度）的熔盐被泵送到塔顶，吸收太阳的能量之后，达到500~600摄氏度的高温，然后输送回高温的熔盐罐，此高温熔盐就会用于产生蒸汽来转动涡轮和发电。同时熔盐也作为储能介质，保证电站在太阳落山之后以及阴雨天的连续运行。

光热电厂常用的熔盐主要是硝酸盐，或亚硝酸盐，如硝酸钠、硝酸钾、亚硝酸钠。纯物质熔盐通常具有高熔点，随之而来的热不稳定性和化学腐蚀性，限制了其作为传热蓄热介质的应用。混合熔盐相对于纯物质熔盐具有显著优势，改善了熔盐的热物性，适合太阳能热发电的需要，其中两元太阳盐（Solar Salt）和三元传热盐（HITEC：Heat Transfer Salt）的混合熔盐使用较多，因为其具有熔点低、价格低、蒸汽压低、热容高、腐蚀性小、黏度低和热稳定性好等一系列特点。两元熔盐通常是60%的硝酸钠和40%的硝酸钾，三元熔盐配比为53%硝酸钾、40%的亚硝酸钠和7%硝酸钠，有时候也会在三元熔盐里面添加5%左右的添加剂。这些熔盐的操作温度可以在450~600摄氏度左右。



塔式光热电站原理图

对这些熔盐测量的最佳流量计可以说是高温超声波流量计。超声波流量计采用时差法的原理，测量管内没有阻流或可动部件，不会产生压损和磨损，测量精度高，维护量小。从200多度开始融化流动到四五百度的工作温度的范围内，熔盐的粘度会随着温度的上升而降低，温度较低时粘度不会超过10cp，高温工作时粘度仅1~3cp左右，完全在超声波流量计可测的范围之内。而一些传统的机械式仪表，如孔板、椭圆齿轮、刮板等流量计，有的无法应用于如此高的温度，有的因为存在可动部件，维护量大，非常不适合用于如此苛刻的工况，这种高温的熔盐管道一旦停工维护，那么将带来非常大的损失。

科隆测量仪器（上海）有限公司

KROHNE Measurement Instruments (Shanghai) Co., Ltd.

上海市徐汇区桂林路396号

(浦原科技园)1号楼9楼

题目：超声波流量计在太阳能光热电站的应用

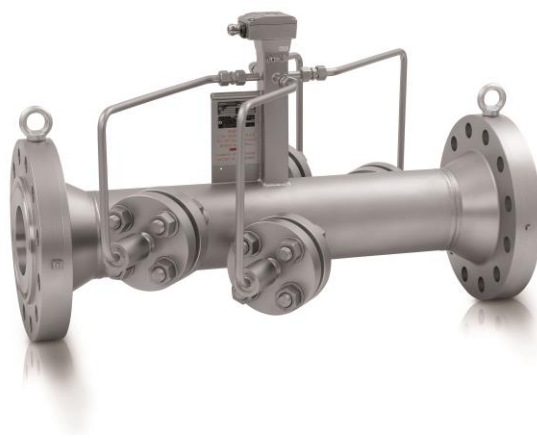
发布者：科隆测量仪器（上海）有限公司

发布日期：7/28/2014

另外还需要说明的是，超声波流量计分为管道式和外夹式两种，推荐用于测量熔盐的绝对是管道式流量计。外夹式超声波流量计是在工厂生产完成之后再夹装到现场的管道上的，也就是说它在出厂时是没有经过实流标定的，测量精度无法保证，安装的水平会很大程度上影响测量精度。在如此重要的测量环节，没有经过实流标定保证精度的仪表是无法令人信服的。况且外夹式超声波流量计需要定期在超声波换能器上涂抹耦合剂帮助超声波透过管道，在如此高温的管道上经常需要人工操作本身就是非常危险的工作。而且所有的熔盐管道都需要进行保温，外夹式超声波流量计的安装形式会对保温层的铺设造成极大的困扰，如果将仪表包裹在保温材料内，会因为高温的聚集对仪表造成损坏，如果仪表安装的管段不铺设保温材料，会造成能量极大的浪费。而管道式超声波流量计可以完全采用不锈钢或者耐高温不锈钢打造，可以与管道焊接成一体，不影响保温材料的铺设，是测量熔盐的理想选择。

位于西班牙的世界上第一个商业化运行的塔式光热电站 GEMASOLAR 就是使用的德国科隆公司的高温型超声波流量计 UFM530 HT 来测量熔盐的。在世界范围内塔式的太阳能电厂远远少于下面章节要说的抛物面槽式太阳能电厂，这个可能与塔式的技术含量更高，建设难度更大及投资金额更多有关。但是因为熔盐可以达到的温度比下面槽式中的导热油更高，因此塔式光热电站的工作能效会更高，虽然前期的建设难度大，但是建成后的效率会很高。除了 GEMASOLAR，在意大利的 ENEA Priolio 和 ENEA Casaccia（ENEA: European Nuclear Energy Agency 欧洲核能机构）

都采用了科隆的超声波流量计做为熔盐流量计，用于他们研究机构的新能源研究装置。另外中国国内某个在建的一期 10MW 塔式光热电站也采用了科隆的超声波流量计，建成之后将成为中国第一个商业化运行的塔式太阳能电厂。



德国科隆公司的 UFM 530 HT 高温型超声波流量计



位于西班牙的塔式光热电站 GEMASOLAR

科隆测量仪器（上海）有限公司

KROHNE Measurement Instruments (Shanghai) Co., Ltd.

上海市徐汇区桂林路 396 号

(浦原科技园)1 号楼 9 楼

题目：超声波流量计在太阳能光热电站的应用

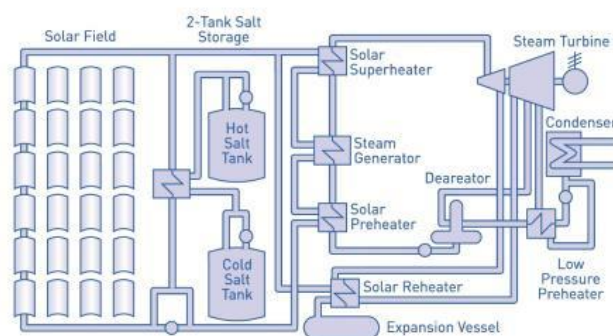
发布者：科隆测量仪器（上海）有限公司

发布日期：7/28/2014

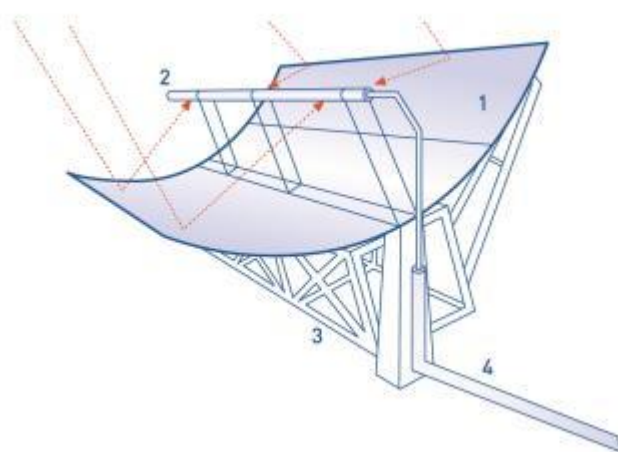
槽式光热电站

槽式光热电站的工作原理如下：利用抛物面形状的镜子对阳光进行聚焦，根据电站的功率不同，通常会有几百到几千片抛物面式的镜子组成镜场。真空集热管就恰好位于抛物面槽的焦点的位置，管中的导热介质是一种特殊的合成导热油——联苯联苯醚导热油。在集热管中导热油最高可能被加热到 400 摄氏度左右，然后从收集能量的镜场泵送到释放能量的热交换器，将水加热成水蒸汽，从而推动汽轮机发电。

导热油在太阳能光热发电中作为储热介质，需在高温 300~400℃ 之间长期稳定运行。联苯联苯醚导热油是一种共熔共沸混合物，因苯环上没有烷基侧链连接，在导热油中耐热性最佳，积碳倾向小，使用寿命长，因此是槽式光热电站中唯一适用的导热油。它最突出的特性是热稳定性优良、使用温度高，以保证在槽式光热电站设计使用寿命（25 年或更久）内，所用的导热油不需进行更换。在世界范围内主要还是使用美国陶氏化学生产的 Dowtherm A 和美国首诺生产的 Therminol VP-1 联苯联苯醚导热油，这两个品牌长期在市场上占据垄断性地位。另外国内也有一些厂家可以生产，比如江苏中能化学有限公司。



槽式光热电站原理图



抛物面槽结构

1. 反射镜面
2. 真空集热管
3. 金属支架
4. 导热油管道

科隆测量仪器（上海）有限公司

KROHNE Measurement Instruments (Shanghai) Co., Ltd.

上海市徐汇区桂林路 396 号

(浦原科技园)1 号楼 9 楼

题目：超声波流量计在太阳能光热电站的应用

发布者：科隆测量仪器（上海）有限公司

发布日期：7/28/2014

鉴于上述的导热油的重要性，选择合适的导热油流量计就成了计量的关键。首先导热油的高温限制了很多流量计的应用，其次导热油随着温度的变化，其密度、粘度、声速等数据都会随之发生变化，一些测量会受密度等物理参数影响的流量计也无法使用。经过很多现场的实际使用证明，科隆的高温型超声波流量计 UFM530 HT 是测量这种导热油的最佳选择。从欧洲第一个商业化运行的槽式光热电站 ANDASOL 一期二期三期，到位于美国的去年刚刚投运的世界最大槽式光热电站 SOLANA 电站，全球多达 20 多个槽式光热电站都使用了科隆的高温型超声波流量计 UFM530 HT 来测量高温导热油，几乎涵盖了世界上所有的商业化运行的槽式光热电站。针对这种导热油的应用，科隆特殊设计了焊接式的结构，以应对白天到夜晚导热油巨大的温差变化。同时转换器有特殊的高能设计，应对导热油的特殊工况。在这些电厂的实际安装应用中，科隆公司累积了丰富的经验。



槽式光热电站

在槽式光热电站中除了导热油作为导热介质外，往往还有熔盐介质做为储热材料，熔盐的热容量要远远高于导热油，因此可以维持太阳落山后电站的运行。熔盐的测量与之前所述的塔式光热电站是相同的，这里就不做赘述了。



科隆的超声波流量安装于槽式光热太阳能电站

总结

太阳能光热电站做为绿色环保的新能源，比其他几种可再生能源及燃煤、天然气电厂，其单位容量电站在其生命周期内所排放的温室气体 CO₂ 量是最低的，因此相对来说是最绿色环保的能源。几年前，光热电站在国内就有热议，但是因为种种原因，比如技术和政策等，现在在国内还没有全面展开建设。但是可以预见的是，在中国西北部光照资源丰富的地区，光热电厂的发展前景是非常广阔的，一方面可以获得绿色环保的能源，另一方面在光热电厂建设的区域有助于减少土地的热吸收量，起到给地表遮阳的功能，对防治土地沙漠化有重要的意义。另外据 2014 年 3 月最新的报道来看，光热发电的上网电价有望在最近确定，这也将大大推动光热发电的发展。

根据上文分析在光热电站中会使用到的两种重要介质，熔盐和导热油，采用超声波流量计测量是最佳的解决方案。德国科隆公司做为专业的仪表供应商，在光热电厂中有着丰富的应用经验，除了本文详细介绍的超声波流量计为首的流量系列产品之外，还可以提供物位测量仪表，分析仪表和温度仪表等产品，如在世界最大槽式光热电站 SOLANA 电站中科隆就提供了 1000 多块温度变送器和传感器用于全厂的温度测量。所以在太阳能光热电厂中，科隆是值得信赖的专业合作伙伴。

科隆测量仪器（上海）有限公司

KROHNE Measurement Instruments (Shanghai) Co., Ltd.

上海市徐汇区桂林路 396 号

(浦原科技园)1 号楼 9 楼