



太阳能热水器

铁素体不锈钢解决方案

铁素体不锈钢应用



前言

热水是什么价格？

“随着新千禧年的到来，对能源“成本”的关注达到了新的高度。在这里，能源成本不仅指消费者不断上涨的财务成本，而且还指我们生产能源、消耗不可再生燃料以及在此过程中污染环境的方式让地球付出的代价。”

“对我们的热水需求而言，太阳能热水器就是无害化开发和利用自然资源的完美方式，除了相对适度的初始投资外，不再需要任何其它成本。”

“对这类装置的各种用途而言，铁素体不锈钢是一种特别有益的材料，从集热面板到热水箱。铁素体不锈钢以其低而稳定的价格，完美的特性，可以使太阳能热水器更耐用，甚至使初始投资更低，从而吸引更多潜在用户。”

“鉴于某些合金元素（尤其是镍）的价格持续波动，国际不锈钢论坛 (ISSF) 鼓励使用铁素体不锈钢。ISSF小册子“铁素体不锈钢解决方案”和同名视频提供了急需的关于这种优质钢的基本信息*。本小册子是关于铁素体不锈钢具体用途的几本后续出版物之一。”

“如同最初的两个项目一样，国际铬业开发协会 (ICDA) 共同资助了该小册子。我感谢国际铬业开发协会**提供的帮助，我同样感谢那些铁素体不锈钢用户，是他们见证了铁素体不锈钢在太阳能热水器中的优异表现。”

*小册子和视频既可从国际不锈钢论坛免费获取，也可通过国际不锈钢论坛网站 (www.worldstainless.org) 观看和下载。

**国际铬业开发协会 国际铬业开发协会网站: www.icdachromium.com

于尔根·费克特

国际不锈钢论坛市场开发委员会主席

International Stainless Steel Forum (ISSF)

成立于1996年的国际不锈钢论坛是一个非盈利性研究机构，它是国际不锈钢行业就各个方面的问题进行讨论的世界论坛。尽管拥有自己的理事会、财务预算和秘书长，但是，国际不锈钢论坛是国际钢铁协会 (WorldSteel) 的组成部分。

现在，国际不锈钢论坛有来自26个国家的73家公司成员和关联成员。它们的不锈钢产量占全世界总产量的 85%。关于全体成员的完整名单，请参见国际不锈钢论坛网站: www.worldstainless.org.

目录

*“ 我将把我的钱投入太阳和太阳能
这是一种了不起的能源
我希望我们不会等到石油和煤都用完了才来解决问题。”*

托马斯·爱迪生



铁素体不锈钢：进入热水器领域 4

铁素体不锈钢的优点 7

铁素体不锈钢： 进入热水器领域

铁素体不锈钢可帮助我们通过水加热系统利用太阳能。

无论我们生活在南极附近还是非洲腹地，我们都需要热水。即使在最炎热的国家，只要你足够幸运有水，用热水给婴儿洗澡总是比用冷水好。另一方面，在发达国家，人们认为他们随时需要热水，只需打开水龙头即可。没有热水的生活是无法想象的。

不可否认，有热水确实重要。例如，洗热水澡，既对健康有益，又对皮肤有好处。热水可以杀菌，它还可以减少对洗涤剂或洗涤液的需要，并反过来降低污水处理量。

缺乏热水，没有人能泡出一杯可口的咖啡。它的好处枚不胜举。



能源缺口

水加热需要能量，这其中就有一个问题。我们不断演变的生活方式似乎需要越来越多的能源，并且能源正变得越来越昂贵。不仅如此，我们生产能源的方式正在破坏地球，或者坦白说我们的能源正在趋于枯竭。

因而，我们比以往任何时候都明白，我们必须节约能源，既防止地球发生灾难，又完全可以节省金钱。

太阳提供免费的热水

作为无害利用太阳光中的大量能量和免费获取热水的一种方式，太阳能热水已经出现了若干年。作为一种解决方案，随着时间的推移，它看起来越来越令人感兴趣，不管是对发达国家，还是相对较贫穷的地区。

在能源生产薄弱或者电力投资有限的国家，开发太阳能是一个显而易见的解决方案。在非常贫穷的国家，免费太阳能明显也有帮助。一大好处是，由于基本太阳能热水系统的工作原理非常简单，只需要很少的安装成本，并且通常只需进行少量的维护。

“……一套基本太阳能热水系统的工作原理非常简单”

在发达社会，每天两次的用电高峰给电站施加了巨大压力。太阳能热水可以缓解这一现象。当然，还是免费的。关于可以满足每个家庭需要的生活热水消耗量，存在各种各样的估值。

据估计，在某些非常炎热的气候条件下，太阳能热水系统能够提供高达85%的家庭生活热水！不过，这种方案还不仅仅只适用于那些阳光充足的地区。在缺少阳光的地区，可以在太阳能热水系统中增加一个电加热元件或者将系统连接到一个燃气或燃油加热系统，从而创建一个联合加热系统，这样就可以弥补阳光的不足。

当然，它的用途绝不仅仅局限于家庭应用。太阳能可用于家庭、商业和工业环境中的用水加热。暖水游泳池和地板下采暖就是有趣的例子。

京都议定书之后，各国政府积极鼓励和资助本国及其它地区使用太阳能热水器。在目前的“气候”下，太阳能热水器设备市场正在发展壮大，并将在未来几年迎来繁荣。

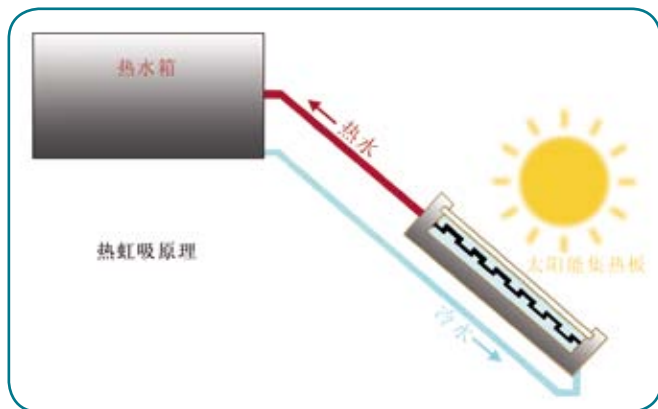
目前，中国是处于领先地位的太阳能生产国，是太阳能热水器系统的最大生产国。在西班牙，最近有50多个城镇强制性地为所有新建或改建住宅安装了太阳能接收板，用于生活用水加热。

铁素体不锈钢：解决方案的组成部分

一套太阳能热水系统主要包括一个热收集系统（平板或真空管）和一个蓄水箱。目前，这两种元件的制造使用了各种金属。

对所有这类系统而言，铁素体不锈钢是一种非常适合应用材料。从技术角度来看，各种牌号的铁素体不锈钢有着各自的优势，而不仅仅只是它们的耐腐蚀性。此外，他们的购置成本相对较低，耐用性好，无故障，具有显著的“寿命周期成本”优势。不锈钢还可以100%回收。

撰写本文时，众多厂商已经在使用不锈钢了。有些制造商使用铁素体不锈钢，已经知道了它的显著经济优势。



对所有这类系统中而言， 铁素体不锈钢是一种非常适合 的应用材料。



不锈钢的魅力

这种材料之所以惹人注目，首先是因为它的耐腐蚀性和美观。二者都得益于作为合金成分的铬的存在。钢材必须添加至少10.5%的铬，只有这样才能“不锈”（即高度耐腐蚀）。

不锈钢有值得称赞的物理和机械性能，因此成为用途最广泛的、特别有用的、特别理想的材料。对生产和组装而言，不锈钢易于制造，有出色的可加工性和焊接性。对终端用户而言，它保证了长久耐用性。它通常无需进行表面处理（如涂漆），并且易于保持清洁和维护。

直到最近，不锈钢在太阳能热水系统的使用还倾向于只使用奥氏体（300系列）不锈钢。因为含镍，奥氏体不锈钢价格昂贵，太阳能热水系统的购置成本受镍价飙升和波动的影响较大。

铁素体不锈钢的五大家族

国际不锈钢论坛将铁素体不锈钢分为五组，即三类“标准”等级不锈钢，两类“特殊”等级不锈钢。

除铬以外，更高合金等级的铁素体不锈钢还含有少量的其它元素，如钼、钛和铌，以强化某些特定性能。第1组不锈钢完全适合在无腐蚀或轻度腐蚀环境使用。

430型（第二组）是使用最广泛的铁素体不锈钢，具有更好的耐腐蚀性。它经常可以代替奥氏体304型不锈钢。成形性和焊接性增强的第3组不锈钢还经常用于取代304型不锈钢。第4组不锈钢添加了钼，具有特别好的耐腐蚀性，相当于316型的耐腐蚀性。第5组不锈钢的耐腐蚀性优于316型。

“各种铁素体不锈钢的耐腐蚀性级别，主要取决于其中的铬含量。”

五组铁素体不锈钢

第1组	第2组	第3组	第4组	第5组
10%-14%	14%-18%	14%-18% 稳定	添加钼	其他
409型和410型，铬含量10%-14%	430型，铬含量14% - 18%	430Ti、439和441型等，铬含量14%-18%。包括稳定素，如Ti和Nb等。	434、436和444等，钼含量超过0.5%	铬含量18%-30%或不属于其它组

铁素体不锈钢的未来

人们普遍持有这样一个错误观念，认为只有奥氏体不锈钢才真正耐腐蚀。这种观念在用户头脑中挥之不去，从而使他们对不含镍的不锈钢嗤之以鼻，这种想法是完全错误的！不锈钢耐腐蚀的基本成分不是镍，而是铬。

不含镍的不锈钢就是所谓的铁素体不锈钢（400系列）。铁素体不锈钢具有很强的耐腐蚀性，尤其是对所谓的局部腐蚀或点蚀。在许多应用中，人们发现，铁素体不锈钢的性能可以与奥氏体不锈钢相当，在某些情况下，甚至更好。

“各种铁素体不锈钢的耐腐蚀性级别，主要取决于其中的铬含量。历史上，铬的价格稳定，从而使得铁素体不锈钢的价格非常实惠。”

观点

CHARLES PEPIN
SUNTANK 工厂经理
南非



“Suntank 公司从12年前成立开始，就一直使用铁素体不锈钢，在与水有关的应用中，不锈钢具有极其重要的耐腐蚀性能。”

“更具体的说，我们在水箱的内部使用441型铁素体不锈钢，因为其同时有耐高温和耐高压的优良品质。这种优势在产品的设计阶段体现的非常明显。对于热交换器的外壳，从另一方面而言，我们使用430型更多是因为其价格的原因。”

“从制造过程的角度来看，这些铁素体不锈钢从没有给我们带来任何问题，并且其在成形和焊接方面具有良好的性能。在设备的使用年限内也没有收到任何不良的问题。我们对铁素体不锈钢非常满意。它们体现了我产品高质量和经济实惠的服务宗旨。”

铁素体不锈钢的优点

合理的成本和优越的技术特性使铁素体不锈钢成为最佳选择。



实践经验和开发研究清楚地表明，铁素体不锈钢非常适合整个太阳能热水系统使用。这些不锈钢不仅非常适合制作热水箱，而且非常适合制作集热面板、集热面板框架和热交换器。

耐腐蚀外箱

热水箱是太阳能热水系统的重要组成部分，必须用最合适的材料制作。一般情况下，它包括内胆和外箱。内胆用来装热水，通常做绝热处理，以使热水保温更长时间。外箱的作用是保护和固定绝热材料。



局部耐腐蚀性

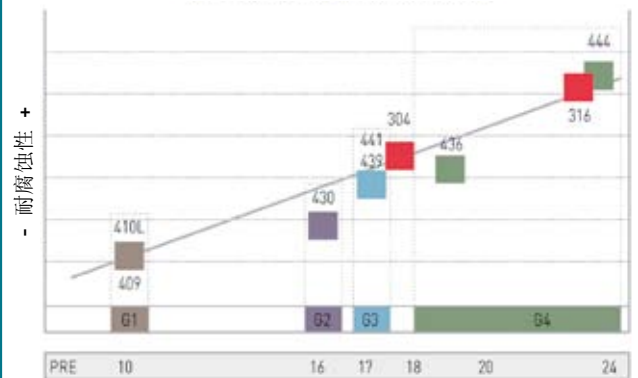
几年前，在欧洲、日本、澳大利亚和其它地方，电热水箱生产商开始用不锈钢取代传统的搪瓷钢。不锈钢的耐腐蚀性意味着它们可以提供使用时间更长的产品。起初，他们喜欢用含镍奥氏体不锈钢（含钼），即316型不锈钢。

后来，为了帮助制造商节约成本，不锈钢生产商建议使用444型（第4组）铁素体不锈钢。这种不锈钢含18%的铬和2%的钼，具有至少与316型不锈钢一样好（如果不是更好）的耐局部（点蚀）腐蚀性。

虽然444型比316型便宜（并且价格也更稳定），但是，使用起来完全一样好。

在耐局部腐蚀方面，奥氏体和铁素体不锈钢可以被看作是两个可以互换的不锈钢系列。

铁素体/奥氏体不锈钢的耐局部腐蚀性能



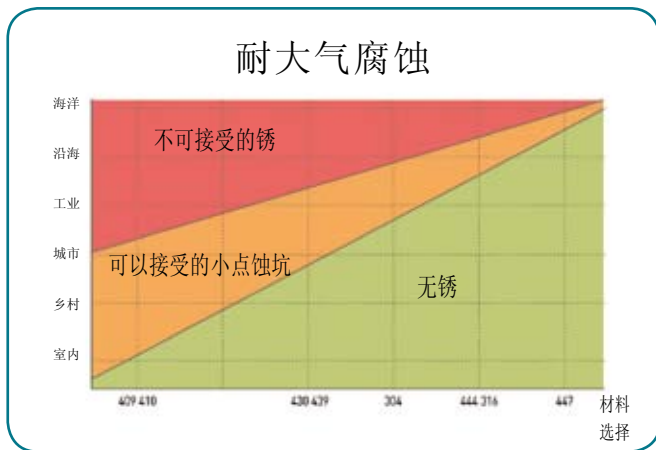
在氯离子环境中，抗点蚀当量[PREN] = %铬+3.3%钼+0.16%氮 - 是衡量不锈钢抗点蚀能力的一种量度标准。抗点蚀当量越高，抗腐蚀能力越强。

通过五组铁素体不锈钢与304型奥氏体不锈钢的抗腐蚀能力的比较，显示了铬和钼在抗腐蚀性方面的关键作用。结果表明，大部分铁素体不锈钢的抗腐蚀性含镍奥氏体不锈钢相当。

“大部分铁素体不锈钢的抗腐蚀性与含镍奥氏体不锈钢相当。”

耐大气腐蚀

对于制作外壳的不锈钢的主要要求是耐大气腐蚀，主要原因是为了保持外观美观。根据大气环境，从430型到444型铁素体不锈钢都适合这种用途。



当然，外壳表面的粗糙度也将起到重要作用。最好是光亮退火(BA)或镜面抛光，因为它们不易集聚容易引起腐蚀的污物或沉积物。越光滑越好。*

易于制作

在用444型不锈钢代替搪瓷钢或316型不锈钢的过程中，不锈钢制造商提供了技术援助，特别是优化了444型的焊接参数。不锈钢生产商也帮助水箱加工厂优化制作方法，比如帮助他们研究不锈钢材料的冷加工性能、优化设计、进行表面精加工等等。

今天，许多制造商都在使用444型不锈钢，而不是搪瓷钢和316型不锈钢。这样，他们既得到了更好的产品，又降低了价格（相对于316型）。



找到一个内胆用444型430级热一



观点

RAIMO AALTONEN

芬兰KAUKORA
公司工业主管

“很长时间以来，我们一直在制造热水器。”

“芬兰热水器市场上的水箱过去以镀铜搪瓷钢热水箱为主。后来，Kaukora公司大胆决定，开始用铁素体不锈钢制造水箱。找到合适的铁素体不锈钢并不容易。经过许多次试验和研究，我们找到了合适的不锈钢钢种，即1.4521级稳定不锈钢，也就是所谓的444型。”

“在我们采用这种不锈钢之后的七年里，我们没有接到一起投诉。”它充分说明了太阳能热水器使用这种不锈钢具有的明显技术优势。”

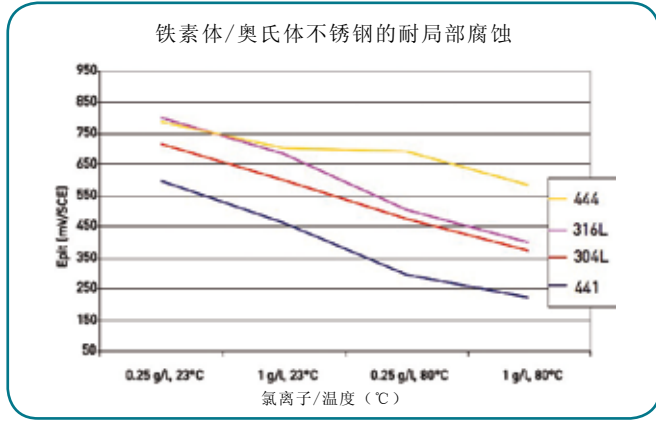
*国际不锈钢论坛小册子“铁素体不锈钢解决方案”，提到了有时利用光亮退火处理的430型不锈钢制造卡车拖车外壳的经验。

耐用内胆

内胆要直接装热水，高温对不同不锈钢等级的影响特别有趣。温度升高后，在局部耐腐蚀方面，444型铁素体不锈钢的表现远远超过316型奥氏体不锈钢。

考虑到性能和成本，444型不锈钢显然是最佳方案。

良好的焊接性



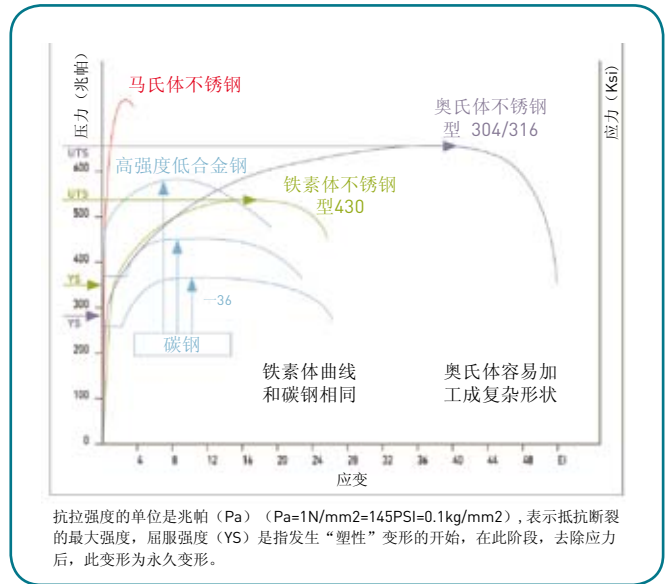
应特别注意正确焊接，如果不正确焊接，就会在热影响区发生晶间腐蚀，降低钢的性能。不过，只要采取正确的焊接程序，这种不锈钢就会保持其极好的耐腐蚀性。

更高的屈服强度

人们普遍认为热水箱是“压力装置”。这些热水箱的尺寸需符合各种规范规定的规格。*。



除了其它事项之外，这些规范还规定了金属的最低厚度，以确保其防爆强度。允许的防爆强度通常为最高工作温度时的屈服强度。



与奥氏体不锈钢相比，铁素体不锈钢的屈服强度更高。下图显示，在100°C（超过热水箱的要求温度）时，铁素体不锈钢的屈服强度超过奥氏体不锈钢在高温时的屈服强度。实际上，它的性能超过了欧洲EN规范的要求。

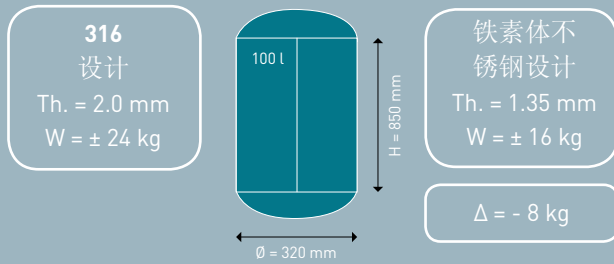
	20°C时的屈服强度 (0.2%)	100°C时的屈服强度 (0.2%)
1.4509/441 型	300	230
1.4521/444 型	360	300
1.4301/304L 型	320	260
1.4401/316L 型	320	170

*EN13445非受火压力容器，法国压力容器施工规范CODAP 2005，ASME锅炉及压力容器规范。



内胆，类型444

利用铁素体不锈钢重量减轻



这一重要因素，加上铁素体不锈钢根本不易发生应力腐蚀开裂这一事实，意味着可以降低用于制造水箱的钢材的厚度。



观点

卡尔·莫里森

澳大利亚ENDLESS太阳能公司总经理

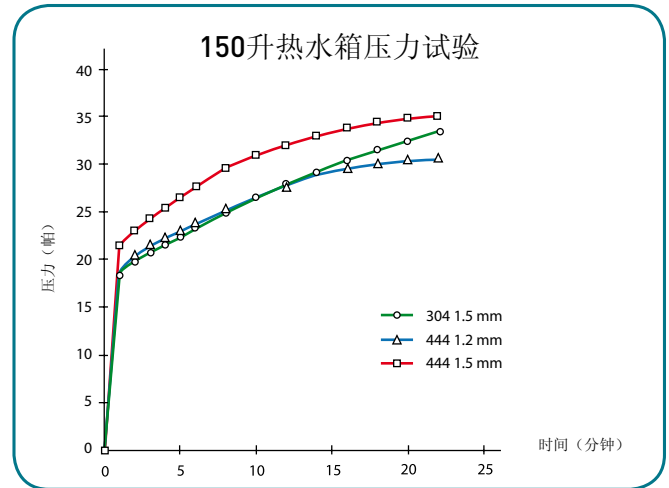
“从某一天开始，我们就一直在使用444型‘海洋’级不锈钢制造水箱内胆。在澳大利亚，制造商习惯生产玻璃-搪瓷‘玻璃衬里’水箱。在太阳能应用中，水温高于标准的水加热温度，高达100°C，因此，由于膨胀和收缩作用，玻璃会出现裂缝。玻璃缸的使用寿命为7-14年。我们的铁素体不锈钢水箱保证的使用寿命为10年，而实际使用寿命应该是玻璃缸使用寿命的两倍。”

“不锈钢具有耐腐蚀性，这就意味着既不再需要牺牲阳极，也不再需要保养。我们的水箱结实耐用。实际上，人们认为它们是市场上同类产品中的最好产品。它们的坚固性也使它们易于运输。”

“就制作而言，制造水箱非常简单。尽管设计必须正确设置焊缝，但是，生产中不会有任何困难。”

“在澳大利亚，政府现在大力鼓励‘走向太阳能’。尽管人们认为不锈钢水箱价格较高，但是，其寿命周期成本收益是显而易见的。”

对150升水箱进行的爆破试验证明，用1.2mm厚的444型不锈钢制作的水箱与用1.5mm厚的304型不锈钢制作的水箱一样安全。



太阳能集热器

集热器的作用是吸收太阳辐射。它有两种基本类型。

简单的平板型为一张薄的吸热板（上面涂上黑色或特殊的涂层），用格栅或流体螺旋管支撑，安装在一个带玻璃罩的绝热外壳中。流体通过管道循环，将热量从吸热器移送到水箱、换热器或其它设备。

真空管集热器（或“真空管”）型由平行的几排玻璃管构成，每根玻璃管都有一根玻璃外管，每根外管都有一根连接到散热片上的小直径内吸热管（传统上采用铜管）。管子覆盖着特殊的光调节涂层。

实际上，铁素体不锈钢焊接管，可能是一种理想的真空管系统解决方案。铁素体的热膨胀系数非常接近玻璃，比奥氏体不锈钢低很多。此外，由于铁素体不锈钢的密度 [7.7kg/dm³]，用这种材料制成的管子的重量比铜管 [8.9kg/dm³] 轻得多。

铁素体不锈钢对比玻璃和铜

	铁素体不锈钢	玻璃	铜
α (10 ⁻⁶ /°K)	10.5	9	16.5



铁素体平板方案

现在，还可能用相对薄的冲压点焊铁素体不锈钢板制成性能极佳的平板型集热器。任何制造商都有望制成这类集热器。

与传统的黑色喷漆铜管集热器相比，这种平板型集热器的主要优势是，热交换面积更大，达到 98%，而前者只有30%。

这种平板只是一种黑色的、坐垫式吸热面板。可利用多种技术进行表面处理，始终采用黑色表面，以最大程度地吸收太阳辐射。处理方法包括从复杂的电化学处理，到简单的涂黑色油漆。虽然后者的效率可能不那么高，但是，在世界某些地区，这种成本更低的方案可能更合适。



100% 铁素体不锈钢太阳能板

传统的太阳能板通常为一个用阳极氧化铝型材挤压制成的宽大框架，带钢化太阳能玻璃罩。里边有一片太阳能反射铜散热片，在特殊镍基底上镀上黑色铬，并利用超声波技术焊接到铜管上。其下方有厚厚的隔热层。

铁素体不锈钢板可以有一个用441型不锈钢等制成框架和一个用410型不锈钢制成的支架。太阳能的收集可通过一块用444型铁素体不锈钢制成的冲压点焊“坐垫式面板”完成。这种面板的各种可能外形如下所示。在某些国家，由于使用这类吸热器，甚至可以完全不必使用面板玻璃罩。

用431型黑色铁素体不锈钢制成的换热器将取代铜管。最后，衬里隔热层不必再采用传统设计的厚度。



不再需要散热片或管子，只需一个黑色的铁素体不锈钢换热器即可。利用铁素体不锈钢，这种面板既可以用也可以不用玻璃罩。事实上，这项技术可以使人们用无遮蔽的铁素体不锈钢镀板代替普通屋面薄钢板，从而使太阳能利用解决方案成为建筑物围护结构不可分割的组成部分。

铁素体不锈钢还有优良的耐腐蚀性，特别是针对流体腐蚀，包括在霜冻地区可能用于太阳能热水器系统的防冻液（如聚乙二醇）。

耐腐蚀框架

集热器必须安装在框架上。现在，这种框架可用铁素体不锈钢制成。铁素体不锈钢的等级牌号很多，总会有一个适合特定大气环境的理想的不锈钢等级。由于其良好的机械性能，与用其它材料制成的框架相比，铁素体不锈钢框架的厚度可以大大降低。

这就意味着它们的重量与用所谓的“轻金属”（不具备不锈钢的耐腐蚀性）制成的框架相似。

“... 与用其它材料制成的框架相比，铁素体不锈钢框架的厚度可以大大降低。”



坚固的支架

太阳能热水器面板的支架还必须轻，但是要足以支撑面板重量。它还应防腐蚀，并且无需维护。

这里，430型，甚至1.4003（即410型，它是成本更低的选择）铁素体不锈钢的出色机械性能非常有用。对这类设备的支撑部分而言，成本显然非常重要，这就是标准铁素体不锈钢为什么是最佳方案的原因。



在更恶劣的环境条件下，1.4003（410）型可涂上油漆防腐。
与竞争材料相比，铁素体不锈钢的杨氏弹性模量更高，达



到210 KN/mm²。铜是132 KN/mm²，铝是65KN/mm²。

这种铁素体不锈钢构件（型材和/或管材）的高弹性模量和高屈服强度为太阳能热水器系统支架提供了很高的抗扭强度（特别是在高温下）。



推荐使用的铁素体不锈钢牌号

- 内胆：444、441（根据水质）
- 外箱：430、油漆处理过的409、439、441、444（用于海边环境）
- 集热器（包括框架、管材和板材）441、444
- 支架：430或油漆处理过的409/410
- 连接系统管材：444

	型号	成分	
		铬	钼
铬含量 10%-14% 第1组	410	10.5-12.5	
铬含量 14%-18% 第2组	430	16.0-18.0	
铬含量 14%-18% 稳定 第3组	430J1L	16.0-20.0	
	439	16.0-19.0	
	441	17.5-18.5	
添加钼 第4组	444	17.0-20.0	1.75-2.5
其它(铬含量>19%) 第5组	445	19.0-21.0	

这并非一个完整清单。关于完整详细资料，请参见国际不锈钢论坛小册子“铁素体不锈钢解决方案”第60-61页。

铁素体不锈钢的性能及优点

与碳钢相比，铁素体不锈钢具有：

- 更好的耐大气腐蚀性，无需额外涂料；
- 更长的使用寿命和更低的寿命周期成本；
- 铁素体不锈钢适合于冷水和热水两种箱体；
- 易于回收。

与奥氏体不锈钢相比，铁素体不锈钢：

- 价格更低、更稳定；
- 热膨胀系数更低；
- 抗氧化性更强；
- 导热率更高；
- 屈服强度更高；
- 无应力腐蚀开裂倾向；
- 可以降低厚度。

示范项目

为了使人们相信促进铁素体不锈钢在太阳能热水器系统中应用的重要性，国际不锈钢论坛与欧洲的两家制造商合作，并赞助了一个示范项目。

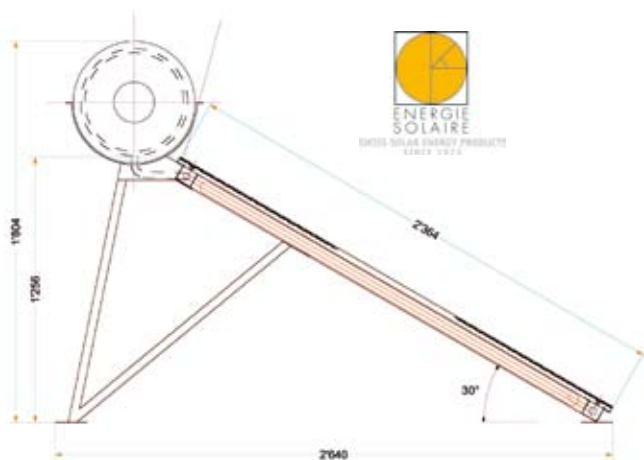
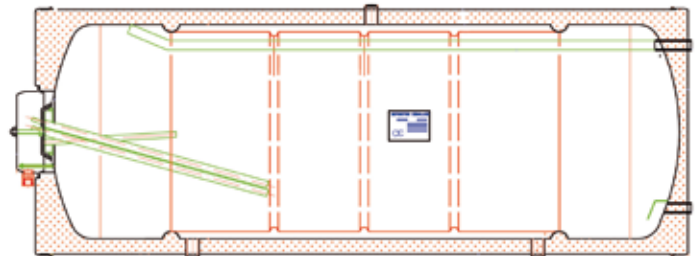
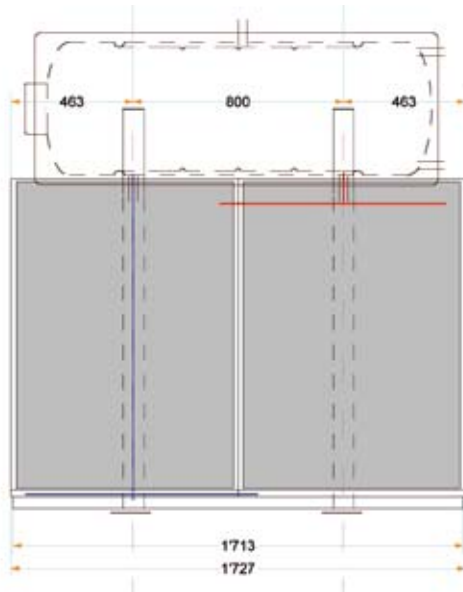
该项目的目的是，证明铁素体不锈钢是制造整个热虹吸系统的合适材料。选择热虹吸方法，举例说明一个适合炎热国家热水生产的简单耐用系统。

瑞士公司Energie Solaire提供了吸热面板及其支架的设计。4m²的吸热面板由两块0.6mm厚的444型点焊铁素体不锈钢构成。使用时，无需任何玻璃罩。考虑到铁素体不锈钢的特殊性能，该设计旨在获得最有效的系统。



由西班牙公司Depositos Coballes设计制造的270升水箱，用1.5mm和2.0mm厚的444型不锈钢制成。

性能测试证明，这种100%铁素体不锈钢系统在生产太阳能热水器方面非常有竞争力。





改用铁素体不锈钢

综上所述，铁素体不锈钢不含镍，因此，它们的价格稳定性远远超过奥氏体不锈钢。这使得制造商更容易管理成本、采购和销售。库存成本也很低。

铁素体不锈钢有优良的成形性，并适合弯曲、切割和钻孔。因为有许多铁素体不锈钢等级，因此，为了获得良好的耐腐蚀性、良好的强度和更低的价格，需要选择合适的等级，从而满足客户要求。与碳钢相比，铁素体不锈钢大大减轻了重量。

“铁素体不锈钢已经证明了它们在热水箱制造中的价值，并且已成为人们广为接受的方案。某些铁素体不锈钢等级具有防大气腐蚀的性能，这在一定程度上使其成为制造太阳能集热板框架和支架的理想材料。”

“最后，人们越来越普遍接受将两块铁素体不锈钢板装在一起，使之成为一块超级有效吸收面板的简单技术。它有可能成为未来的方案。”

“太阳能热水器市场是铁素体不锈钢能发挥主导作用的一个非常明显的市场。在该领域，这种（100%可回收）钢材的技术和经济优势是显而易见的。在国际不锈钢论坛，我们真诚希望它的使用将进一步推进全球环境友好型“能源”的开发和利用。”



鸣谢

国际不锈钢论坛感谢菲利普·理查德（法国安赛乐米塔尔不锈钢公司），他负责协调一个工作组，组员包括常兴辉（宝钢）、保罗·巴尔桑莫（巴西安赛乐米塔尔不锈钢公司）、戴全一（烨联）、林建良（烨联）、Chatchai Somsiri博士（Thainox不锈钢公司）、何塞·勒克莱尔（法国安赛乐米塔尔欧洲不锈钢公司）。

我们还要感谢英语顾问和作者保罗斯内尔格罗夫（法国巴黎）帮助我们编写小册子，感谢 MBCOM（法国巴黎）的弗朗西斯·加瓦宁和弗兰克·卡米恩卡帮助我们设计和印刷小册子。

图片来源

国际不锈钢论坛要感谢那些向本出版物提供照片的公司和个人。如果未注明使用照片的原始来源，国际不锈钢论坛向著作权人表示歉意。

封面：南非SunTank (t1)；中国台湾三久股份有限公司 (b1)；常州布鲁克林太阳能有限公司 (tr)；南非SunTank公司；第2-3页：南非SunTank (开普敦)；第4页 (b)：南非SunTank (开普敦)；第4页 (t)：Julydfg@fotolia.com；第5页 (t)：©2005 David Monniaux；第6页 (框中)：南非SunTank；第7页 (b)：南非SunTank；第7页 (t)：©Pawel Karkowski - Fotolia.com；第8页 (t)：南非SunTank；第8页 (b)：芬兰Kaukora公司；第9页 (b)：中国Ba Better Air；第9页 (t)：南非SunTank；第10页 (b)：中国台湾三久公司；第10页：澳大利亚Endless太阳能公司；第11页 (t)：日本JFE；第11页 (b1)：南非SunTank；第11页 (br)：南非SunTank (福克斯莱克)；第12页 (t)：©Aramanda - Fotolia.com；第12页 (b)：中国台湾三久公司；第13页 (框中, tr)：欧洲Joliet科技公司；第13页 (框中, b1)：©2008 Aviva Fried；第13页 (b1)：南非SunTank (开普敦)；第14-15页：瑞士Energie Solaire公司 (J-P)。

免责声明

我们已尽力确保本出版物提供的信息在技术上是正确的。不过，需要向读者说明的是，所含资料仅提供一般参考信息。国际不锈钢论坛及其成员、工作人员和顾问特别声明，不对使用本出版物（包括印刷版、电子版或其它格式）所含信息造成的损失、损害或伤害承担任何责任或义务。



联系信息:

国际不锈钢论坛 (ISSF)
比利时 布鲁塞尔 Rue Colonel Bourg 街 120号
邮编: 1140
电话: +32 2 702 8900 传真: +32 2 702 8912
电子信箱: issf@issf.org

