

彩色不锈钢

彩色不锈钢技术开发小组

李忠信

〔提要〕：本文就彩色不锈钢的国内外的情况、研制过程及应用范围进行了综合性的论述。

主题词：彩色不锈钢 太阳能集热器

一、彩色不锈钢的发展概况

彩色不锈钢是一般不锈钢经过酸性水溶液浸泡即酸性氧化之后，在不锈钢基板的表面上生成一种不同厚度的氧化膜而显示出各种各样不同颜色的不锈钢。彩色不锈钢最早是在一九二七年由国际镍公司提出来的，经过四十五年的研制过程，其工业产品终于在一九七二年投入市场。彩色不锈钢的诞生至今只有十三年的历史。

近几年来，日本的不锈钢着色技术开发较为迅速，它首先与英国联合开发成立了柯瓦娜公司。随之又出现了能连续生产彩色不锈钢带的日本金属公司以及专门生产太阳能集热板的新日本钢铁公司和日本新制钢公司等。

我国对彩色不锈钢十分重视，在全国厨房设备行业中，曾先后派出五批学员到日本学习。许多大专院校以及科研单位对此项科学技术也给予了极大的关注，但目前均处于试验阶段尚未见商品问世。

一九八四年初哈尔滨市科委把不锈钢着色技术列为重点攻关项目之一。七〇三所于一九八四年四月承揽了这项任务后，成立了不锈钢技术开发小组，在充分消化情报资料的基础上制定了研制方案。前后用了八个月的时间，即系统地完成了实验室试验和中间试验。在此期间进行试验达一千四百多次，

获得数据一万多个，由于采用“正交试验法”选择试验方案，并利用微机控制技术，我们已系统地掌握了预处理、着色和硬化三个主要阶段的工艺规律及其着色溶液的最佳配比，编出了相应的着色工艺。同时，对已得到的多种试样分别进行了各种物理、化学和机械性能试验，其结果表明，研制是成功的。现在，除了按需要准确而稳定地得到数十种颜色的单色样品外，在不锈钢套色技术上也有所突破。一九八五年二月十一日召开了“不锈钢着色技术鉴定会”。经教授和专家们的鉴定，一致认为这项成果已达到了国际同类产品水平，某些性能指标超过了国外现有水平。在这研制成果的基础上，近几个月来我们又研制成功了黑色不锈钢太阳能集热板，该板通过北京太阳能研究所测试结果表明，其吸热率达到92%以上。目前，彩色不锈钢车间已建成投产。黑色不锈钢太阳能集热板车间已建成即将投产。

二、彩色不锈钢的工艺

1. 着色处理

着色处理是彩色不锈钢生产工艺中的关键工序。其规范是：在一定温度下，将不锈钢工件浸泡在含有 CrO_3 和 H_2SO_4 的水溶液中，促使工件的表面铬或铁等氧化物逐渐增加，由于表面膜厚度的改变而显示出不同的彩色。因此，不锈钢着色处理时的浸泡时

间,可根据产品的颜色而定,就镍铬不锈钢而言,在一般情况下,浸泡十五分钟可显示出蓝色、浸泡十八分钟,可得金黄色、浸泡二十分钟则得紫红色、浸泡二十二分钟可得黄绿色。也就是说,不锈钢工件着色处理时表面所显示的色彩,随着浸泡时间的延长而按如下规律变化:蓝色→金黄色→红色→绿色→黄绿色。若改变着色液的成份,或改变着色液中的铬酸与硫酸的比例,或改变处理时的温度,都会改变产品的表面颜色。例如在含硫酸300~1000克/升的水溶液中加入锰的氧化物或锰盐作为着色液,浸泡后的工件可得黑色或淡黄色;在加 MnSO_4 的 CrO_3 - H_2SO_4 水溶液中进行着色处理则可得蓝色、红色、绿色等表面颜色。

另一种着色方法是將不锈钢工件放在重铬酸盐-硫酸系酸性着色液中进行浸泡着色处理。在 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ - H_2SO_4 的水溶液中进行着色处理时,为了获得满意的结果,必须將溶液中的 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的含量控制在100克/升以下,其最佳浓度是 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 为70~90克/升, H_2SO_4 约为600克/升。在这种着色液中着色处理时,可根据浸泡时间的长短就可控制产品表面的色调。利用本工艺形成的氧化膜,主要成份是 Cr_2O_3 、金属铬和铁,此法比上述第一种的氧化膜要厚得多。因此,具有良好的导电性和可焊接性。

2. 硬化处理

不锈钢工件经过化学浸泡着色处理之后所形成的氧化膜,存在着大量的微小孔隙,大约每平方毫米的面积上平均就有一百亿个直径为10~20毫微米的微孔,约占总面积的1/5,这样的氧化膜很容易被磨损,所以必须进行硬化处理。

在一定的温度和电流密度的条件下,把已经着色不锈钢工件浸泡在含有 CrO_3 和 H_2SO_4 的水溶液中或者利用与着色液同样成份的电解液中,经过一定时间的电解硬化处理后即可充分硬化。

在电解硬化处理时,由于在阴极产生氢离子,六价铬被还原成三价铬而析出 Cr_2O_3 、 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 稳定化合物等沉淀物,將表面氧化膜的微细小孔填满封闭并使之硬化,因此使彩色不锈钢表面氧化膜具有很好的耐磨性和耐腐蚀性。在沸水中也很稳定,并且不易沾染污垢。

三、彩色不锈钢的性能

1. 光学性能:彩色不锈钢的彩色是其表面的反射与通过氧化膜的折射光的干涉色,然而由于受不锈钢固有金属光泽的影响,所以并不能呈现出光谱中的任何一种颜色。目前只能显示出蓝、黄、红、绿四种基本色,加之各色间的中间色共可显示出几十种色调。由于保持了不锈钢固有的反光特性和优越的耐腐蚀性,故色泽自然鲜艳、柔和、且长期经受紫外线照射也不会变色。黑色不锈钢还具有很好的吸光性,其吸光率可达96~92%。

2. 耐热性能:彩色不锈钢板在沸水中浸泡28天,在150℃干燥条件下暴露5个星期,在200℃干燥条件下暴露3个星期,在200℃以下长期暴露以及加热到300℃其色泽均无变化,其性能也无明显变化。

3. 耐腐蚀性能:彩色不锈钢的氧化膜是由 $(\text{Cr}_3\text{Fe})_2\text{O}_3$ 、 $(\text{Fe}、\text{Ni})\text{O}\cdot\text{XH}_2\text{O}$ 等复合氧化物所组成,相当于没有着色的不锈钢表面钝化膜成份 $(\text{Fe}、\text{Ni})\text{CrO}_3$,但比不着色的钝化膜要厚得多,同时彩色不锈钢由于在含铬酐的溶液中电解硬化膜处理时,有大量三价铬沉积于着色膜的微孔内,使着色膜的Cr/Fe之比例远远高于基体金属,并在硬化处理中加有钼酸盐时还会形成含钼的保护层。因此,耐腐蚀性远比非着色不锈钢优越。我们曾经将已着色和不着色的不锈钢试样各一块放在10% FeCl_3 的水溶液中进行100小时腐蚀,其中之一未着色的不锈钢试样已变成粉状,已着色的基本上完好,可见着色

的不锈钢具有很强的抗腐蚀性能。

4. 加工成形性

(1) 拉伸实验：将已着色的不锈钢三件试样分别在拉力作用下，相对拉长10%，氧化膜均无破损，颜色无变化。

(2) 杯突实验：将已着色的不锈钢二件试样分别在冲力为160~380kg，压边力为

10~100kg、深度为9mm的条件下做杯突试验后，两试样凸凹部位均无色变、氧化膜无破损。

(3) 磨擦实验：着色后经硬化处理，使其金属表面着色氧化膜的抗腐性大大提高。着色膜能经得住负荷为500克的橡皮磨擦500次以上，着色膜的色泽无变化。

本试验的性能与国外数据对比表

序号	试验名称	性 能	
		本 试 样	国 外
1	风化试验	四个月(2880小时)	1000小时 ^①
2	煮沸试验	一个月	
3	加热试验	200°C, 180小时 300°C, 1小时	200°C以下 ^①
4	拉伸试验	10%	
5	杯突实验	冲力 160~380kg, 压边 10~100 kg 深度9mm	8mm ^①
6	磨擦试验	500g/50mm ² 荷重下橡 皮磨擦500次以上	200左右 ^{①、②}
7	弯曲试验	180°弯、90°弯曲	180° ^①
8	腐蚀试验	1. 10% FeCl ₃ 水溶液中100小时不锈钢呈 粉末状, 着色后的不锈钢完整无缺 2. 0.1N NaCl水溶液150天完好无缺	③

四、彩色不锈钢的应用

1. 印刷图案和装饰、艺术品方面的应用

彩色不锈钢由于彩色鲜艳、经长期紫外线照射不退色，耐腐蚀等许多突出优点，而具有一定的艺术价值，故可用于印刷图案和装饰、艺术品方面。首先利用全面着色处理后再用印刷原理往相应的图案部位涂以耐腐蚀涂料，随后通过酸处理使未涂耐腐蚀层的部位脱色，从而留下印刷图案，然后用适当

的方法清除涂层，这样便能够在不锈钢表面上印制成各种图案，使艺术图象花纹清晰地浮现在不锈钢制品的表面上除上述方法外，还可用蚀刻技术和研磨技术也可达到同样效果。如壁画、家具的贴面板等。

2. 彩色不锈钢应用于建筑材料上

如设在我国台湾省台北市的亚洲投资信托公司总部的亚洲信托大楼，其外壁和窗框均采用了彩色不锈钢制品，这座大楼从早晨日出到晚上日落在阳光的照射下可显示出蓝色、黄绿色、金黄色、红色、紫色、绿色、暗绿色等多种彩色的连续变化和交互辉映的

美妙情景。彩色不锈钢也将为祖国的广大城市建设提供丰富多彩的内容。除此之外,也可作为屋环、楼内外装饰、门面板以及合叶等建设材料。

3. 彩色不锈钢也广泛应用于家庭器具和电器设备上

如高级宾馆、国际旅行社及高级招待所的衣柜、洗碗及洗菜槽、消毒器具、浴池、洗衣机、吊灯、各种仪表等,特别适用于小型不锈钢制件的成批着色处理,如奖杯、笔杆、打字机等。

4. 在一些要求耐腐蚀而且不反光的重要零件上

如黑色螺钉等,以及各式各样的小型不锈钢的配件的生产上,还特别适用于那些要求是有一定色彩、但又不允许附加涂漆、镀复、塑料、复层以及使用其它涂料的不锈钢零件,如标准螺钉等以便保持其精确尺寸。另外还适用于汽车内外装饰板、信号牌、牌匾等。所以着色不锈钢有广泛的应用前景,它必将在我国国民经济领域发挥重要的作用。

5. 在太阳能开发方面的利用

因为一般不锈钢具有金属光泽,将太阳光能大约60%反射掉,而只能吸收40%光能。

而采用黑色的彩色不锈钢板做太阳能的集热板却能吸收90%以上的太阳光能。因此,彩色不锈钢是太阳能装置的一个重要的应用领域。采用彩色不锈钢板制造的太阳能集热器具有下列优点:

(1) 耐腐蚀性好,经久耐用。

(2) 水路清洁,不产生有害物质,可直接利用自来水作为传热介质。

(3) 可将“双壁”热交换结构改为单壁结构,故成本低。

(4) 具有加工成形和焊接等优点。

因此,近年来国外在一般家庭屋顶上越来越多地安装彩色不锈钢太阳能热水器。我们所生产的太阳能集热板,经过北京市太阳能研究所的测试结果,其吸热率可达92%以上,我们的太阳能彩色不锈钢集热板车间已建成,新型太阳能热水器即将投入批量生产,将在祖国建设中发挥作用。

参 考 文 献

- [1] 《钢铁》和66年(1980),第7号257页
- [2] 特公 53—31817,88页~89页,86页
- [3] 《钢铁》1980:66№7

船用斯贝后续机组的研制动态

除了与GE公司合作外,罗尔斯-罗伊斯公司继续制造并在市场上销售船用燃气轮机(作为舰船推进的整个发动机组装机)及用于电力生产和机械传动的工业用燃气轮机。

现在生产的船用斯贝,在ISO条件下的额定功率为14000千瓦、效率接近35%。据罗-罗公司最近报道,目前把该发动机的功率提高到18000千瓦的工作正在进行中。为了加大功率,要求修改低压压气机的叶片装置,增加通过发动机的质量流量。相应地要

把燃气初温从现在的ISO条件的最大连续状态下的1040℃增加到1080℃。加大功率机组的效率将保持不变,也是35%。

此外,罗-罗公司还计划利用中间冷却和回热把斯贝机组的功率加大到22000千瓦,热效率可提高到43%。由于中间冷却和回热,也显著地改进了低负荷下的燃料效率。针对美国海军应用,这项工作已完成了可行性研究。

(吉桂明 供稿)

NUCLEAR POWER STATION

4. Design features of nuclear thermal power station steam turbines
.....*Lin Zhihong, Wang Daixiang, Luo Chunxin*(21)

Synopsis

The purpose of this paper is to correctly deal with the various requirements set by nuclear power station thermal system to its steam turbines. The design features of this type of steam turbines and some relevant problems that deserve our close attention are also explained in the paper.

BOILER DESIGN AND RESEARCH

5. An analysis of cold bending tests of boiler pressure parts welded joints
.....*Zhou Huilin*(25)

Synopsis

The stress distribution of the tension surface of a welded joint cold bending test piece is studied through an analysis of the cold bending test of the carbon steel 20g plate material double-welded joint. In addition, the following subjects are also discussed: the variation of bending lengthening rate with bending angle and bending mandrel diameter during the plastic cold bending process, the relationship between loading and the bending angle, and also between bending angle and its defect incidence. Test results show that it is appropriate to perform a cold bending test as a technology appraisal test before the manufacture of the welded structural parts. It also shows that for cold bending test of carbon steel double-welded joints, the suitable bending angle is 120°.

6. Design and development of a modern straight tube water-tube boiler(30)
7. Two new fluidized-bed boilers start up on anthracite culm(34)
8. A new type boiler using oil as heat-transfer medium(35)

POWER TRANSMISSION PLANT

9. The design of amphibious hovercraft transmission plant
.....*Chen Puying, Xu Zhenzhong*(38)

Synopsis

A brief introduction is given of the use abroad of hovercrafts over the past decade and its development prospects in China. Several types of transmission systems of amphibious hovercraft are described in the paper with special emphasis on the transmission plant design considerations posed by amphibious hovercrafts. Several aspects that merit close study are presented from the testing view point.

DEVELOPMENT OF NEW PRODUCTS

10. Coloured stainless steel*Li Zhongxin*(43)

Synopsis

A comprehensive review is given in this paper of the general situation in China and abroad, development process and application scope of coloured stainless steels.

Product BRIEFS

11. 18-Mw Spey in the works with plans for 22-Mw ICR version(46)