

# 向建筑业推介不锈钢

## A Promotion of Stainless Steel to Building Structure

撰文 李成 中国特钢企业协会不锈钢分会

### 1 中国已成为居世界首位的不锈钢生产和消费大国

2012年是中国不锈钢工业化生产的60周年。在前30年，中国的不锈钢产量极少，因镍为国家战备物资，不锈钢只能少量供军工和重点工业的需求，1980年不锈钢的需求量仅为10万吨，其中进口量占5万吨。自改革开放以来，中国经济飞速发展，国力不断增强，建设投资力度不断加大，不锈钢的市场需求快速增长。“九五”期间，国家针对不锈钢的生产基础薄弱、不锈钢板材严重匮乏的情况给予了积极的政策支持，鼓励国企、合资、民企三种所有制形式投资发展不锈钢，采用先进的工艺技术，加速了不锈钢生产装备的现代化。

经过2000~2010年近10年的发展，我国不锈钢年产量由60万吨增加到1 125.6万吨，占世界不锈钢产量的份额由3.0%大幅提升到36.7%，表观消费量由173万吨增加到940万吨，不锈钢人均消费量由1.4kg（2000年）增加到7.1kg（2010年），超过美国与英国的4.0kg及3.1kg（2009年），接近发达国家的平均消费水平，工艺的进步和钢种的开发使自给率达到了90%以上并实现了净出口，目前中国已成为居世界首位的不锈钢生产和消费大国（图1，2）。

### 2 发挥不锈钢的性能优势，进一步拓展其在建筑结构领域中的应用

不锈钢具有人们熟知的耐锈、耐蚀、美观等特性，且还具有作为建筑结构用的其他金属材料所不可比拟的、理想的优异特性。

#### 2.1 长寿性

不锈钢材料具有较长的使用寿命，国外一些建筑已经把不锈钢的使用寿命规定为100年或120年。如澳大利亚的堪培拉议会大厦旗杆结构要求免维修并保证使用寿命期在120年以上，所以制作选择了304L和321不锈钢材料。又如香港昂船洲大桥，全长约1km多，是世界上最长的单跨斜拉桥之一，两座高290m、直径30m的钢-混圆锥形单塔，要求使用寿命120年并免维修，为此，120m的桥塔采用了2205双相不锈钢/混凝土复合结构，使用了2 000吨厚

度为5~60mm（多数为20mm）并经“喷丸”表面处理的2205双相不锈钢板，桥的基础选择了3 000t直径为16~50mm的304不锈钢钢筋。

#### 2.2 耐用性

不锈钢具有更优异的综合力学性能，特别是具有比普通钢高2.5倍的吸收冲击能力，因为有更好的耐冲击和耐磨蚀性能，已在城市设施中被使用，如日本不锈钢的贮水及输送管线在阪神大地震中仍完好无损。

#### 2.3 耐高温及低温性

不锈钢具备较好的热强度（不锈钢耐500~650℃高温，普通钢只耐200~300℃），因而也是一类重要的耐热材料及防火材料；在低温下，不锈钢仍能保持很高的冲击韧性，因而又是很好的低温结构材料。

#### 2.4 经济性

寿命周期成本（LCC）是工程经济性的衡量标准，不但要考虑初始成本，还要考虑运行成本。不锈钢可免维修或少维修，更无需更换，且使用寿命长，所以LCC最低。如美国有20万座桥梁需进行大修，这些桥梁的设计寿命为45年，但使用12~18年开始损坏，每年锈蚀的成本为3000亿美元。不锈钢从寿命期成本来看是最低的，美国做了一个核算，其公路的桥梁经过几十年以后维修成本再加上原始的投资费要比用不锈钢贵20%，所以现在美国国会要求基本建设工程必须进行寿命期成本的分析，这也是不锈钢将来可能进一步在建筑结构领域大量推广的一个依据。

#### 2.5 环保性

不锈钢可100%回收，不会造成环境污染，不锈钢又符合3R功能（消耗资源最少，可重复再用，可回收再生），所以不锈钢是帮助实现可持续发展的绿色环保型材料。

综上，不锈钢是具有优异性能的现代结构材料，在建筑结构领域中有广阔的应用前景。

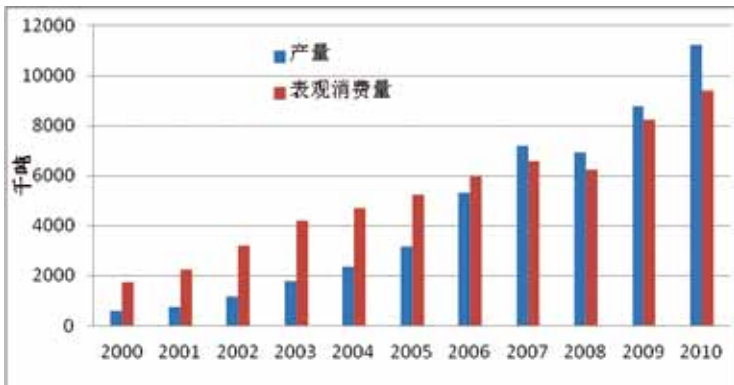


图1 2000~2010年中国不锈钢产量和表观消费量

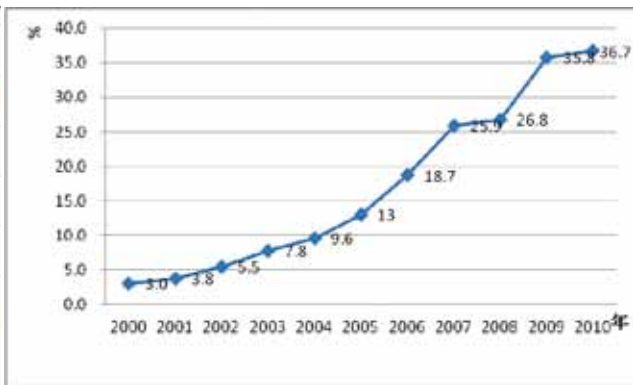


图2 2000~2010年中国不锈钢产量占世界的份额



图3 美国克莱斯勒大厦



图4 加拿大国家档案大楼



图5 日本不锈钢屋面



图6 中国上海金茂大厦



图7 香港中环中心



图8 日本北九州445J2不锈钢的屋面



图9 日本东京圣玛利亚大教堂  
(建筑采用445J1铁素体不锈钢)



图10 多哈新国际机场的 2003经济型双相不锈钢屋面

### 3 介绍用于建筑结构中的三类不锈钢的牌号

#### 3.1 奥氏体不锈钢

奥氏体不锈钢应用于建筑业始于上世纪30年代的美国克莱斯勒大厦(图3)。上世纪90年代,因奥氏体不锈钢的综合性能优异(牌号为304、304L、316、316L),在欧美等一些经济发达国家的建筑结构领域得到了应用和推广,从外观装饰到内部设施,再进入围护结构、承重结构、钢筋混凝土结构使用,如加拿大国家档案大楼(图4)设计寿命500年,1 200t不锈钢(304、316)被用作大楼的柱、梁和檩条等结构部件,日本的不锈钢屋面见图5,中国上海浦东金茂大厦(图6)大厦的外立面使用了220t的316不锈钢,广州国际会议会展中心的屋面也使用了304和316不锈钢,香港中环中心大楼(图7)等也都使用了不锈钢。

#### 3.2 现代铁素体不锈钢

20世纪60年代,随着不锈钢生产技术的进步,逐步生产出碳、氮含量低的现代铁素体不锈钢。薄规格的现代铁素体不锈钢可加工性得到了改善,又因无镍少镍而价格相对较低,多用于建筑围护结构的屋面与墙面系统,其主要牌号为443、445J1、445J2,在更严重的氯离子腐蚀环境下可选用447。日本对现代铁素体不锈钢钢种的开发和建筑应用方面(机场、场馆、楼宇等)

做了大量工作(图8,9),认为铁素体不锈钢热膨胀系数较奥氏体低,便于与碳钢结构相结合,铁素体不锈钢冷加工变形的特点接近碳钢,冷弯成型设备可共用。中国广州亚运城综合体育馆的屋面采用了445J1铁素体不锈钢。

#### 3.3 双相不锈钢

具有高强度及优良耐蚀性的双相不锈钢的应用(建筑结构、钢筋混凝土结构、桥梁)日趋普及,在欧洲、英国、西班牙、瑞典都相继采用了双相不锈钢(牌号2205)建桥(主体的钢结构和基础的钢筋),确定寿命期是125年。近年又开发了经济型(合金含量低)双相不锈钢(牌号2101、2003),不仅用于工业制造业,也在建筑业推广使用,如卡塔尔靠海的多哈新国际机场的世界最大不锈钢屋面使用了2003经济型双相不锈钢建造(图10)。

### 4 加强协会之间的合作,共同推进不锈钢的应用市场更快更好地发展

不锈钢行业组织应加强与钢结构协会的交流与合作,共同开展不锈钢科普知识的宣教与培训,组织早日完成标准与规范的制定和建设典型样板工程,促进不锈钢在建筑结构领域中得到广泛的应用。AT



#### 作者简介

李成,中国特钢企业协会不锈钢分会名誉会长、顾问,教授级高级工程师,北京科技大学兼职教授,享受政府津贴专家,全国“五一”劳动奖章、全国优秀企业家金球奖获得者。曾任太原钢铁公司总经理兼总工程师、太钢集团公司总经理兼董事长、太原钢铁(集团)公司董事长。