

# 泰晤士河口(Thames Gateway)水处理厂

位于伦敦东区的英国第一座除盐水厂——泰晤士河口水处理厂于 2010 年投入运行。该厂处理来自泰晤士河的苦咸水,在干旱期或长时间低降水期内,每天可生产 1.5 亿升洁净饮用淡水,也可在其它水处理设施发生事故时用于保障供水。在这座水厂中,含盐河水流过同向流斜板澄清池以除去固体颗粒物。这些澄清池是大型的露天水箱,内装粗粒过滤介质,介质下面有一个由 78 根不锈钢工字梁构成的格架支撑。

## 材料选择

所有与饮用水接触的材料都必须经过英国饮用水监督署(DWI)的批准。主工字梁原先选用的是带有环氧树脂涂层的碳钢材料。但是,由于后续运行和维护工作造成环氧树脂涂层发生损坏的风险很高,会引发生锈现象,从而致使价值 700 万英镑的除盐膜也发生损坏。这个顾虑导致重新选择了 1.4462(S32205)双相不锈钢。这一不锈钢牌号也是经过 DWI 许可的,所需维护工作量极少,无需附加任何涂层即可耐受苦咸水的腐蚀(参见表 1)。在这座水厂至少 60 年的设计使用寿命期间,通过减少损坏风险、降低维护要求以及更好地确保水质,不锈钢材料较高的成本得到了抵消。



图 1: 除盐处理水厂

表 1: 在饮用水供应和处理会遇到的温度下各类水体适用的经 DWI 批准的不锈钢牌号<sup>1)</sup>

水体类型	氯离子含量 (ppm)	规格
纯水		1.4301 (S30400)
自来水	< 350	1.4301 (S30400) <sup>1)</sup>
		1.4401 (S31600)
淡水或地下水	< 1000	1.4301 (S30400) <sup>1)</sup>
		1.4401 (S31600)
		1.4462 (S32205)
		超级奥氏体不锈钢、超级双相不锈钢
苦咸水	10,000–15,000	1.4462 (S32205) <sup>2)</sup>
		超级奥氏体不锈钢、超级双相不锈钢
海水	15,000 – 26,000	超级奥氏体不锈钢、超级双相不锈钢

1) 最高只能到 200 ppm

2) 在河口水域或潮汐水域,2205 双相钢允许的最高氯离子含量是 3600 ppm



图 2: 主工字梁

## 设计

### 工字梁

同向流斜板沉淀池分成3个池区,每个池区再对半分。每个半池区的过滤介质由跨度17.5米的13根不锈钢工字梁支撑,并在约每3米间隔设有支撑用的钢撑杆。在满负荷工作条件下,这个工字梁网格承受着2.5 k牛/米<sup>2</sup>的载荷(参见图3和图4)。

这些主工字梁是根据《结构不锈钢设计手册》<sup>[2]</sup>和英国标准BS 5950-1<sup>[3]</sup>进行设计的。设计中还遵循了《饮用水用不锈钢产品使用指南和规范》<sup>[4]</sup>中的指导原则。

如果按碳钢设计参数直接转换成双相不锈钢材料将会使成本增加74%。因此,在设计中采取了一系列措施来降低成本。

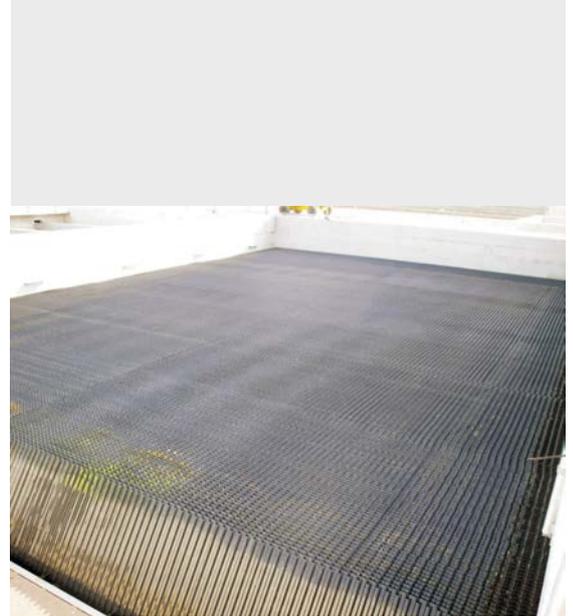


图4: 同向流斜板沉淀池过滤器

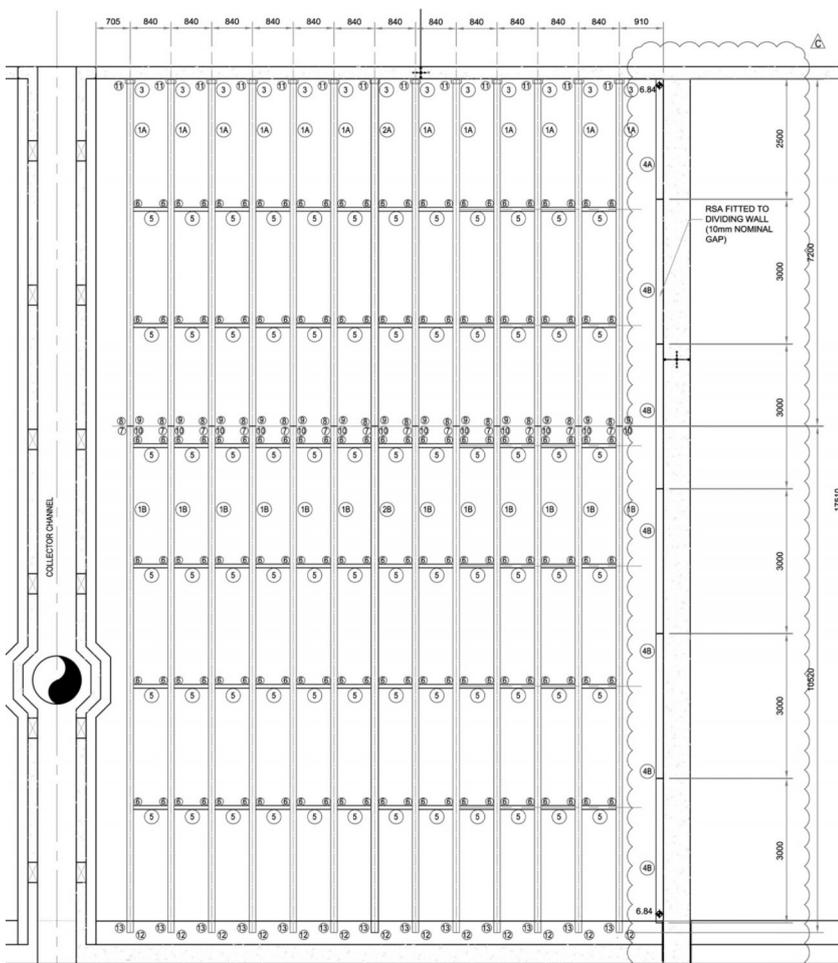


图3: 同向流斜板沉淀池钢结构平面图

### 成本节约效果

设计和制造:

- \* 设计工字梁横截面时利用了2205双相不锈钢卓越的强度特性(最低设计强度为460牛/毫米<sup>2</sup>)。

- \* 设计中选取了500毫米的工字梁腹高,采用2米板材切割钢板制作,从而最大程度减小了碎料浪费。

- \* 通过选择凸缘厚度和尺寸实现了截面模量的最优化。

结果,不锈钢工字梁的总重量从140吨减少到75吨,实现了相当显著的成本节约。不锈钢梁的主要截面形状为512毫米x132毫米的工字梁,钢梁腹板厚度为6毫米,凸缘厚度为13毫米。

运输:

- \* 由于17.5米跨度工字梁从制造场地至施工现场的运输成本极高,所以在设计钢梁分节时,加入了一个拼接小部件以缩短运输时的长度。这些拼接件设置在约1/3跨度处,形成了2种长度的工字梁:10.52米和7.2米。这些工字梁将在现场采用双相不锈钢垫铁、角钢和钢板部件进行连接。(图6)



图 5: 工字梁与混凝土壁的连接方式

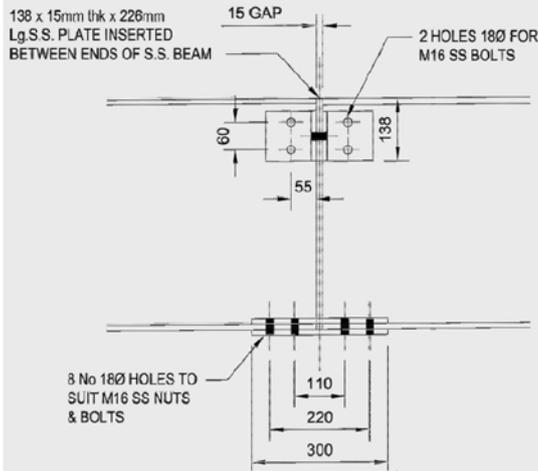


图 6: 拼接连接方式

## 支撑钢结构

主工字梁的端部由混凝土壁提供支撑,通过 200 毫米 x 100 毫米 x 200 毫米的加强板连接到 200 毫米 x 150 毫米 x 450 毫米的角形托架内,并采用机械式锚固件进行紧固(参见图 5)。这些工字梁之间使用跨度 834 毫米的 80 毫米 x 80 毫米 x 8 毫米角钢进行横向拉撑,角钢间距为 3 米,形成了一种网格状构造。所有用于支撑主工字梁的钢结构均采用双相不锈钢材料制造,因此避免了任何双金属腐蚀问题。

## 制作

整套钢结构包含了 78 根双相不锈钢工字梁及支撑用钢部件;工字梁由 156 个钢梁段拼接而成,共用了 624 个拼接件、114 个角形托架和 1782 个双相不锈钢螺栓,这些部件的不锈钢号均为 1.4462。

这些钢梁段经过必要的切割、成形、钻孔,再进行焊接,达到符合标准 EN 10088-3<sup>4</sup>的 1D 规定的表面光洁度(此光洁度等同于 ASTM A480 标准中的 1 号光洁度)。所有工字梁和角钢段全部按混合熔焊工艺用激光焊接成形。焊接之后,表面经过酸洗和钝化,以去除所有污染物质,形成一种标准的不算美观但耐腐蚀的表面。



图 7: 完工后的同向流斜板钢结构

## 安 装

工字梁成对组装并用一台塔吊进行安装(图8)。在安装期间,不锈钢部件全程不与碳钢吊索、碳钢板和碳钢螺栓发生任何接触,以防止部件表面遭受沾污,以免以后有可能导致腐蚀。出于这个原因,在安装期间也使用了不锈钢螺栓作临时固定。但是,在部件表面承受载荷以及发生相对运动时,有可能因表面的局部粘结和开裂而导致螺栓对工件的擦伤,在某些情况下,有可能导致如焊接般的咬死。通过在螺栓螺母组合中采用不同等级的不锈钢材料,使用防擦伤剂或对螺栓或螺母作硬面涂层处理,都可以避免部件表面受到不锈钢螺栓的擦伤。



图 8: 一对主工字梁的安装

本案例信息由 Interserve 公司友情提供

## 参考资料和文献

- [1] DWI Operational Guidelines and Code of Practice for Stainless Steel Products in Drinking Water Supply, 2002, BSSA
- [2] Design manual for structural stainless steel (third edition), Building Series, Volume 3, Euro Inox and SCI, 2006
- [3] BS 5950-1:2000 Structural use of steelwork in building. Code of practice for design. Rolled and welded sections
- [4] EN 10088-3:2005 Stainless steels. Technical delivery conditions for semi-finished products, bars, rods, wire, sections and bright products of corrosion resisting steels for general purposes

结构用不锈钢网上信息中心:

[www.stainlessconstruction.com](http://www.stainlessconstruction.com)

## 采购详情

客户:	Thames Water Utilities Ltd
结构工程师:	Atkins
主承包商:	Interserve-Acciona (JV)
制造商:	Montanstahl and Millstock Stainless
钢结构承包商:	Interserve

本系列结构用不锈钢案例研究由 Team Stainless 赞助

