嘉绍大桥钢箱梁与钢锚箱焊接技术研究（上）

中铁山桥集团有限公司 （河北秦皇岛 066205） 贝玉成 徐向军 朱庆菊

【摘要】本文介绍了嘉绍大桥钢箱梁与钢锚箱的焊接工艺和焊接工艺评定试验，试验结果完全满足技术要求，通过评定试验确定了嘉绍大桥钢箱梁与钢锚箱的焊接工艺，保证了焊接质量。

一、工程简介

嘉绍大桥主航道桥为世界上首座六塔柱四索面分幅钢箱梁斜拉桥，其跨度为2680m，总重量7.7万t，该桥效果如图1所示。钢箱梁按两个行车道方向分为两幅独立的箱梁，单幅箱梁两侧各设有斜拉索锚固点，斜拉索在塔端共用一个锚箱，两幅箱梁之间间隔一个梁段设置横梁进行连接。钢箱梁梁高4.0m（箱梁内侧尺寸），单幅梁宽24m（含风嘴及斜拉索检修道），两幅梁间横梁长9.8m，全幅总宽55.6m。半幅钢箱梁横断面如图2所示。

图1 嘉绍大桥效果

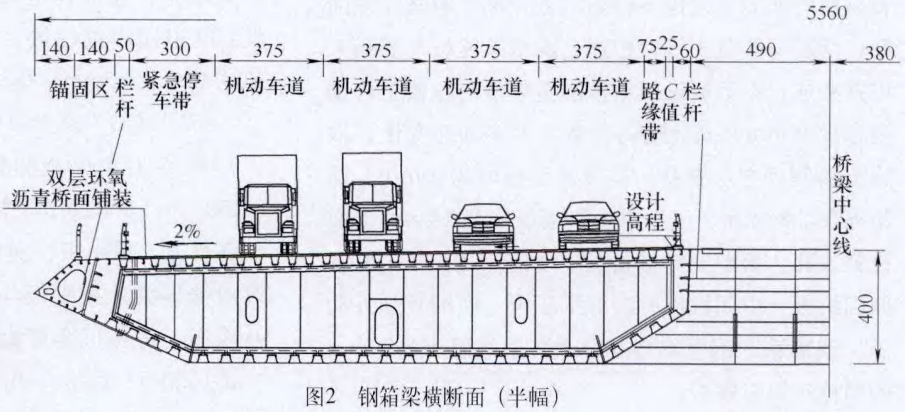


图2 钢箱梁横断面（半幅）

图5 依据起割点对圆管柱定位

图6 V形圆管柱焊接

级。②半熔透焊缝要求熔深≥0.7t（t为较薄板板厚）。③角焊缝要求焊脚高度≥0.7t。④箱体内的加劲板焊缝要求均为全熔透二级焊缝，注意隐蔽焊缝的焊接。

5. 结语

以V形圆管柱转换节点为例，通过对节点制作过程中的重点、难点及可操作性分析，对装配顺序、焊接坡口形式等一系列工艺技术要求进行系统的阐述。通过工程实践证明，所形成的制作新工艺技术是成功的，对同类结构节点的加工制作具有较强的参考性和指导意义。

MW（20120702）

全桥钢箱梁除刚性铰外划分为A～J共13种类型梁段，全桥共计374个梁段（单幅），71个箱形横梁，以及32道工字形横梁。标准梁段长度15.0m，边跨梁段最大吊装重261.93t（H类梁段，单幅），刚性铰合拢段最大吊装重374.05t（J2类梁段，单幅）。全桥除了顶板U肋、横梁中段与横梁端头板之间采用高强度螺栓联接外，其他部分均为焊接。

在6个塔柱上分别设置10个钢锚箱，钢锚箱总重量2250t。第1、第2对斜拉索直接锚固在混凝土底座上，第3～第12对斜拉索锚固在钢锚箱上。钢锚箱底部通过一个高度0.8m的钢框架支承锚固在混凝土底座上，钢锚箱和钢框架总高为22.6m，最大吊装重量均≤40t。钢锚箱为单箱双室结构，其构件主要有：侧面拉板、中间拉板、端部承压板、锚腹板、锚下承压板、锚垫板、加劲肋及工作平台等，索塔钢锚箱构造如图3所示。钢锚箱顺桥向长7.6m，横桥向宽4.0m，最小节段高2.0m，最大节段高2.6m。侧面拉板和中间拉板主要承担斜拉索水平力，板厚分别为40mm和50mm。为增加钢锚箱钢板的竖向稳定性，侧面拉板外侧焊有竖向加强肋，两端与混凝土塔壁相连；端部承压板与混凝土塔壁相连；索力通过腹板传递至顺桥向拉板上，锚腹板厚48mm，高度随斜拉索角度不同而变化，锚腹板两侧焊有加强肋；锚下承压板厚为40mm，锚垫板厚为80mm，工作平台钢板厚度为8mm，上面设置人孔。钢框架为单箱双室结构，其构件主要有侧面拉板、中间拉板、端部承压板、底板及加强肋等。钢锚箱、钢框架与混凝土塔壁间采用ϕ22mm的圆柱头焊钉联接。

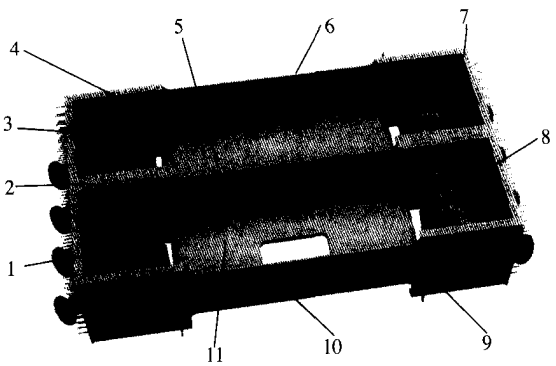


图3 嘉绍大桥索塔钢锚箱构造

1.锚胶板 2.连接板 3.锚热板 4.锚下承压板 5.中间拉板 6.侧面拉板 7.端部承压板 8.加强肋 9.竖向连接 10.侧面拉板 11.工作平台

二、焊接工艺方案确定

1. 钢箱梁焊接工艺方案确定

嘉绍大桥钢箱梁由桥面板单元、底板单元、锚腹板单元、横隔板单元及风嘴单元等组成，除了锚箱和锚腹板采用厚板外，其他以中厚板和薄板为主，板单元制造焊缝多为平位焊接，少量立位焊接；钢箱梁整体和桥位焊接为全位置焊，根据钢箱梁的结构特点，确定主要采用焊接变形小、效率高的CO_2气体保护焊，钢板对接接料、板单元二拼一、桥面板单元对接焊缝工形横梁主角焊缝采用埋弧焊。顶板、底板、腹板上纵向加强肋角焊缝采用反变形焊接。

具体焊接方法和焊接材料如下：

（1）埋弧焊 ①钢板对接接料焊缝采用H10Mn2（ϕ5mm）焊丝+SJ101q焊剂焊接。②钢箱梁整体拼装、桥上板单元单面焊双面成形平位对接焊缝的填充、盖面焊道采用H10Mn2（ϕ5mm）焊丝+SJ101q焊剂焊接。③腹板与边顶板间熔透角接填充、盖面焊道采用H10Mn2（ϕ5mm）焊丝+SJ101q焊剂焊接。④工形横梁主角焊缝采用H08MnA（ϕ5mm）焊丝+SJ101q焊剂焊接。

（2）CO_2气体保护焊 ①钢板对接接料焊缝、工形横梁主角焊缝的打底焊道，采用实芯焊丝ER50—6（ϕ1.2mm）焊接。②板单元对接焊缝的打底焊道；横隔板、腹板单元对接焊缝，U肋嵌补段对接焊缝；横隔板与底板、腹板间角焊缝，以及腹板与底板间角焊缝，采用实芯焊丝ER50—6（ϕ1.2mm）焊接。③腹板、横隔板与顶板间仰位角焊缝，板单元上U肋坡口角焊缝，采用药芯焊丝E501T—1（ϕ1.2mm）焊接。④锚箱承压板、锚固板与锚腹板间熔透角焊缝，锚箱横隔板与腹板间熔透角焊缝，采用实芯焊丝ER50—6（ϕ1.2mm）焊接。⑤横隔板、纵隔板上加劲肋角焊缝等采用实芯焊丝ER50—6（ϕ1.2mm）焊接。

（3）定位焊 采用焊条电弧焊或CO_2气体保护焊，采用E5015（ϕ4mm）焊条或ER50—6（ϕ1.2mm）焊丝焊接。

2. 钢锚箱焊接工艺方案确定

嘉绍大桥钢钢锚箱主要采用厚板，且多为熔透或深坡口角焊缝，全位置焊接，焊接量大，结构复

杂，尺寸精度要求高，不能采用埋弧焊，因此保证焊接质量、控制焊接变形是钢锚箱焊接的关键。根据钢锚箱的结构特点，确定主要采用焊接变形小、效率高的CO_2气体保护焊。

具体焊接方法和焊接材料如下：

（1）钢锚箱间连接板对接焊缝采用实芯焊丝ER50—6（ϕ1.2mm）焊接。

（2）钢锚箱端部承压板、锚腹板、锚下承压板与侧面拉板、中间拉板间熔透角焊缝，钢锚箱间连接板与端部承压板、侧面拉板、中间拉板间坡口角焊缝等平位采用实芯焊丝ER50—6（ϕ1.2mm）焊接，立位、仰位采用药芯焊丝E501T—1（ϕ1.2mm）焊接。

（3）定位焊采用焊条电弧焊或CO_2气体保护焊，采用E5015（ϕ4mm）焊条或ER50—6（ϕ1.2mm）焊丝。

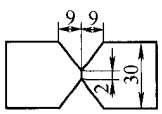
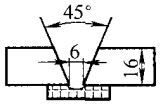
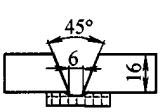
3. 焊前预热和焊道间温度控制

为了防止焊接裂纹产生，对焊接环境进行严格规定，环境温度≥5℃，环境湿度≤80%。另外，对于钢锚箱、钢箱梁锚箱和锚腹板等厚板焊接结构，由于拘束度大，要求焊接前必须进行预热，具体规定为：板厚>30mm的钢板焊接前预热温度为80~120℃，预热范围为焊缝及两侧80~100mm，测温点距焊缝30～50mm，并且在焊接过程中焊道间温度控制在80~200℃。

三、焊接工艺评定试验

嘉绍大桥钢箱梁、钢锚箱主要材质为Q345D钢板，板厚6~80mm。为了保证钢箱梁和钢锚箱对接焊接质量，分别根据其结构特点选择典型焊缝进行焊接工艺评定试验，其中钢箱梁以薄板和中厚度钢板为主，锚箱、锚腹板结构采用厚板，确定了32组（对接14组、熔透角接4组、坡口角接9组，T形角接5组）接头进行焊接工艺评定试验；钢锚箱以厚板为主，确定了15组（对接1组、熔透角接5组、坡口角接4组，T形角接3组，圆柱头焊钉2组）接头进行焊接工艺评定试验。钢箱梁典型焊缝焊接工艺评定试验项目如表1所示，钢锚箱典型焊缝焊接工艺评定试验项目如表2所示，接头力学性能如表3所示，典型接头断面照片如图4所示，接头熔合良好，接头力学性能均不低于母材Q345D钢板标准值，满足技术要求。试验结果于2010年11月30日通过了嘉绍大桥建设指挥部组织的专家评审。

表1　钢箱梁典型焊缝焊接工艺评定试验项目

编号	板厚组合及材质/mm	坡口形式	试板尺寸/mm×mm×mm	焊接位置	焊接方法	焊材型号及规格	代表焊缝
XD3	30+30 Q345D—Z15		30×250×700	平位	CO_2气体保护焊+埋弧焊	ER50—6(ϕ1.2mm)、H10Mn2(ϕ5mm)+SJ101q	板厚22～36mm的钢板对接焊缝
XD4	16+16 Q345D		16×250×700	平位	CO_2气体保护焊打底，埋弧焊盖面 背面衬TG-2.0Z陶质衬垫	ER50—6(ϕ1.2mm)、H10Mn2(ϕ5mm)+SJ101q	顶板、底板纵横向对接焊缝
XD7	16+16 Q345D		16×250×700	立位	CO_2气体保护焊 背面衬TG—2.0Z陶质衬垫	ER50—6（ϕ1.2mm）	横隔板、腹板立位对接焊缝等

注：试板尺寸中标下划线者为钢板轧制方向。

MW（待续）（20120804）