

# 蓬莱田横栈道维修加固技术

杨世强, 谭现锋, 高锡刚

(山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014)

**摘要:**结合蓬莱田横栈道维修加固工程实例,介绍了针对滨海环境下不同的工程构件采取的不同处理措施以及施工效果。

**关键词:**蓬莱田横栈道;维修加固;防锈;抗腐蚀;钢构件;混凝土构件;阻锈剂

**中图分类号:**TU746.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)08-0044-03

**Maintenance and Reinforcing for Plank Road along Tianheng Mountain in Penglai/YANG Shi-qiang, TANG Xian-feng, GAO Xi-gang** (Shandong Provincial Geo-mineral Engineering Exploration Institute, Jinan Shandong 250014, China)

**Abstract:** Different treatment methods were adopted to match with different engineering structural components in coastal region, construction effects was presented with field case of maintenance and reinforcing for plank road along Tianheng Mountain in Penglai.

**Key words:** plank road along Tianheng Mountain in Penglai; maintenance and reinforcing; antirust; anticorrosion; steel structural components; concrete member; rust inhibitor

许多滨海环境的工程由于当时设计时设计标准对结构环境无特殊要求,所采用的规范标准与现行规范标准差异较大,因此对混凝土结构和钢结构的抗腐蚀能力处理上标准偏低。由于滨海环境风浪大,且大海中氯离子含量高,在工程使用一段时间后,由于侵蚀厉害,其钢构件锈蚀严重,混凝土构件的碳化较快,因此直接降低了建筑物安全使用年限。

传统的做法只是局部进行修补,这种措施抵挡不了大海中氯离子的侵蚀,最终的结果是让建筑物提前报废。因此需要一种措施对构件进行保护,从而提高其抗腐蚀能力,增加使用年限。

## 1 工程概况

蓬莱阁是国家级重点保护文物,是蓬莱市主要旅游景点之一,位于山东半岛最北端,地处蓬莱市以北,它依山傍海、景点优美。田横山位于蓬莱阁西北约 0.7 km。为适应旅游开发的需要,蓬莱旅游度假区管理委员会于 1998 年开发修建了田横栈道,作为景区一个新的景观。

### 1.1 设计概况

栈道修建区域位于海平面上约 13.0 m 的悬崖上(见图 1),全长约 180 m,主要由以下几部分组成:

(1) 普通栈道,约 120m,板厚 10cm, C20 砼浇



图 1 工程的现场照片

筑。

(2) 悬挑栈道,约长 60.0 m,悬挑栈道采用钢制,将钢管挑梁、钢管斜撑及连梁焊接为一整体,并与钢筋网焊接,随后浇筑 C20 混凝土,栈道板厚 10 cm。斜撑采用  $\varnothing 90$  mm 钢管,并用防锈漆外裹砂浆进行防锈处理。

(3) 钢悬索网架桥一座,桥长 23.18 m,桥宽 2.0 m,桥面宽 1.50 m。网架桥上方用两根悬索悬吊,桥整体采用网架结构,桥体采用防锈漆外裹胶带,悬索采用涂黄油外裹胶带进行防腐处理。

### 1.2 工程现状

首先对本工程的安全性进行了检测,鉴定结果反映出混凝土保护层厚度偏小、碳化严重,碳化深度均超过混凝土构件保护层厚度,含氯量严重超过国家标准。钢结构的防腐等级仅相当于一般室内钢结

收稿日期:2007-04-30

作者简介:杨世强(1971-),男(回族),甘肃会宁人,山东省地矿工程勘察院工程师,水文地质与工程地质专业,从事岩土工程的设计与施工工作,山东省济南市经十东路 294 号,15905315658。

构。且钢结构锈蚀严重,超过 60% 的构件锈蚀程度为 Cs 级,有些构件(如网架桥上的工字钢)承载能力已降低了 15%;栈道斜支撑钢管承载能力下降了 8%。根据《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292-1999)结构整体可靠性等级为 Csu 级。

综合考虑整体结构的安全因素,应立即采取措施进行维修及防腐处理,否则按现有数据推测,3 年后该结构的整体承载力的降幅将大大超过 10%,规范规定结构整体承载能力下降并超过 10%,整个结构将成为危险结构(即 Dsu 级)只能报废重建。栈道锈蚀及腐蚀状况见图 2、图 3。



图 2 网架桥锈蚀情况



图 3 栈道板底的腐蚀情况

## 2 主要施工方案及技术措施

### 2.1 钢结构防锈处理

对网架桥主体钢结构,首先剥去表面胶带,清除网架桥主体钢结构表面油污,然后采用角磨机进行人工除锈,打磨光平干净,待除锈至露出原金属特有的光泽后在 6 h 之内立即开始刷环氧富锌底漆,共刷 2 道,每道厚度 80  $\mu\text{m}$ ,前一道漆干燥后才能刷下一道漆,即:先刷环氧云母氧化铁中间漆,共刷 2 遍,每遍厚度 40  $\mu\text{m}$ ;最后刷聚氨酯面漆,共刷 2 遍,每遍厚度 40  $\mu\text{m}$ 。

### 2.2 混凝土结构(栈道、桥及栈道斜撑)

在鉴定结果中反映出混凝土保护层厚度偏小、碳化严重,碳化深度均超过混凝土构件保护层厚度,

含氯量严重超过国家标准,混凝土构件内钢筋(管)锈蚀严重。采用了 Sika 阻锈剂进行处理。

Sika 阻锈剂是瑞士西卡公司研制开发的一种复合产品,其中 Sika901 是一种液态混凝土添加剂,它能在钢筋表面形成一层保护膜,对混凝土中的钢筋提供防锈保护,特别防止氯化物侵蚀,从而阻止金属锈蚀和降低锈蚀率,并且对新鲜混凝土和硬化后的混凝土没有任何负面影响。

Sika903 是一种渗透剂,用于喷涂或滚刷在混凝土表面,可以将钢筋所在位置的氯离子置换出来,并在钢筋表面形成完整的保护膜,对尚未开裂或剥落的混凝土进行有效维护,遏制钢筋进一步锈蚀,而且不必担心破坏混凝土内部结构。

#### 2.2.1 栈道斜撑(见图 4)

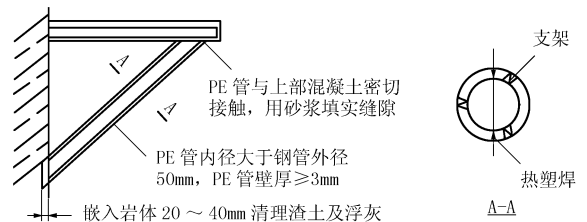


图 4 栈道斜撑的做法

将原栈道斜撑钢管外钢丝网砂浆全部拆除,然后采用角磨机进行人工除锈,除锈至露出原金属特有的光泽,逐根检查水平及斜向钢管内混凝土是否密实。施工时发现斜撑钢管有空鼓及漏灌现象,在空管两端钻孔,然后现场搅拌砂浆并逐孔灌 M15 砂浆加 Sika901 (掺量 12  $\text{kg}/\text{m}^3$ ),注浆前检查注浆机具,保证正常运行。第一次压浆初凝后应进行第二次补浆。注浆结束后及时检查效果与质量,确保每一根斜撑管内密实,无空鼓及漏灌现象。然后施焊闭孔。

将  $\text{O}160$  mm PE 管剖开→安装 PE 管→热塑焊→安装支架使其间隙均匀→压力注浆 M15 加 Sika901。灌注应保证无漏灌、空泡。若发现空洞等现象,进行钻孔→补注砂浆加 Sika901→热塑焊补孔。

#### 2.2.2 栈道板及混凝土桥

沿水平钢管将混凝土保护层剔除,露出板下纵向钢筋,除去钢管及钢筋上的浮锈,除锈等级为 St1。每一纵向筋与钢管相连处加焊 1 $\text{O}8$  双面焊,使钢筋与钢管连为一体,焊缝长度  $\leq 50$  mm (双面焊)。新旧钢筋焊接前,按勘察设计剔凿出原有结构构件的钢筋,应清除旧钢筋上的油污、锈蚀及其周围的松散混凝土。

#### 2.2.3 混凝土板底

混凝土板底有纵向裂缝的,沿裂缝凿开混凝土,露出钢筋,除去钢筋表面锈迹,除锈等级为 St1。用 1:2 水泥砂浆加 Sika901 钢筋阻锈剂抹平。有露筋处亦照上述方法施工,人工凿去有蜂窝、麻面、空洞以及松动部分的混凝土,同上采用 1:2 水泥砂浆加 Sika901 钢筋阻锈剂抹平,若修补处抹灰厚度较厚,可分次抹。

#### 2.2.4 栈道板底、栈道板侧边及混凝土桥表面

用电动钢丝刷刷去板底混凝土表面的浮灰、油污、杂物等,以打开混凝土孔隙。用 Sika903 阻锈剂滚刷混凝土板底及侧面,待混凝土表面干燥 2~6 h 后滚刷第二遍,再干燥 2~6 h 后滚刷第三遍,每遍用量在  $0.1 \sim 0.2 \text{ kg/m}^2$ 。总用量  $0.3 \sim 0.5 \text{ kg/m}^2$ 。

#### 2.2.5 混凝土板底及板侧面

采用人工抹 M15 水泥砂浆加 Sika901 钢筋阻锈剂,要求厚度  $< 20 \text{ mm}$ 。水泥砂浆用砂应采用纯净的中砂,细度模数  $> 2.5$ ,含水率控制在  $5\% \sim 7\%$ 。抹灰作业前,必须清理干净栈道板底表面油污及其周围的松散混凝土,并将栈道板底表面的浮渣等清理干净,然后抹灰。为确保厚度,在施工中分 2 次操作,确保厚度  $20 \text{ mm}$ 。水泥砂浆初凝后,应及时养护。

#### 2.3 网架桥悬索及吊杆

(1) 剥去原防水胶带,除锈、除油污,紧固索夹螺栓,检查吊杆上的焊缝的锈坑、锈缝等。用清洁剂沿主索和吊杆表面擦拭,除去表面油污。除锈等级 St3,主索用布砂轮除锈,禁用硬质砂轮除锈。

(2) 将  $\text{O}63 \text{ mm}$  PE 管剖开,套在杆件上,索夹处亦采用  $\text{O}160 \text{ mm}$  PE 材料包裹,并用热塑焊封闭。要求 PE 管伸入至锚头垫板下。PE 管内径为钢索外径加  $5 \text{ mm}$ ,PE 管壁厚  $\geq 3 \text{ mm}$ 。其它索夹处 PE 材料厚度  $\geq 3 \text{ mm}$ 。

(3) 压力灌入防腐润滑脂,为增加防腐效果,在防腐润滑脂内掺入 1% 的锌粉。灌油脂前先将润滑脂加热呈流态状,以方便施工。灌油脂时分段灌注,每段之间用麻丝等缠绕、分隔。封闭套管上所有注脂孔及出气孔。

#### 2.4 沥青混凝土

##### 2.4.1 网架桥支座(见图 5)

检查支座轴杆磨损程度,有锈蚀但不影响正常使用,然后采用角磨机进行人工除锈,除锈至露出原金属特有的光泽,紧固所有螺帽,清除周围杂物。

刷环氧富锌底漆 2 道,每道厚  $80 \mu\text{m}$ 。围绕支

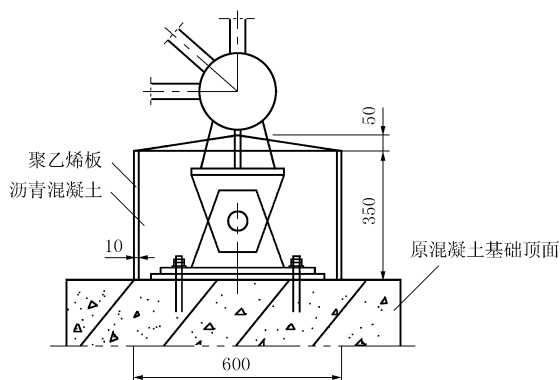


图 5 支座沥青混凝土的做法

座用硬质高密聚乙烯板焊  $600 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$ 、高  $350 \text{ mm}$  方框,方框内灌入沥青混凝土。分层灌注,每层灌高  $100 \text{ mm}$  石子,一次性灌沥青,灌满为止。石子粒径  $10 \sim 20 \text{ mm}$ ,石子置入前加热高于  $600 \text{ }^\circ\text{C}$ ,沥青采用 30 号建筑石油沥青。在 PE 板内侧垫木质三合板一层,以防止 PE 板因灌沥青而产生热变形。

##### 2.4.2 网架桥悬索端部锚头及支架

打开端部装具,检查钢索、锚具,以及锚头部位的锈蚀情况及索的松紧度。

然后采用角磨机进行人工除锈,除锈至露出原金属特有的光泽,不便清除的部位,采取钢丝刷除锈,应清除至露出金属表面颜色,并清洗干净。刷环氧富锌底漆 2 道,每道漆膜厚度  $80 \mu\text{m}$ 。

用  $3 \text{ mm}$  钢板按照原尺寸加工端部保护装置,钢板分段焊接,每焊接一段钢板,即开始向内灌沥青混凝土,分层灌注,每层灌高  $100 \text{ mm}$  石子,灌一次沥青,注满为止。钢板焊接封死孔口。

#### 3 结语

(1) 维修加固实施前,构件只能局部修整靠刷油漆防腐,每 6 个月刷一次油漆,每 1 年修补一次栈道。通过以上处理措施的实施,各种构件的抗腐蚀能力明显增强。原本 3 年后该结构即整体报废,处理措施实施后,经鉴定主体结构使用年限 10 年内不需加固和维护。总体防腐能力提高了 3 倍以上。

(2) 本工程针对不同构件采取不同的防腐处理措施,实施效果显著,对类似环境下的工程具有很强的借鉴性,同时极具推广价值。

#### 参考文献:

- [1] GB 50292 - 1999,民用建筑可靠性鉴定标准[S].
- [2] GB 50046 - 95,工业建筑防腐蚀设计规范[S].