

泰州大桥钢箱梁除湿研究

李林¹, 许郡²

(1. 江苏省长江公路大桥建设指挥部, 江苏泰州 225321; 2. 扬州职业大学, 江苏扬州 225009)

[摘要] 泰州大桥主桥钢箱梁长 2 160 m, 体积约 24 万 m³, 采用转轮式除湿系统。阐述了泰州大桥钢箱梁除湿的原理、选型及布置、工作流程、施工等, 并拟定了泰州大桥钢箱梁除湿的检验评定标准, 为同类工程提供了借鉴。

[关键词] 泰州大桥; 钢箱梁; 除湿; 研究

[中图分类号] U448.25 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2012)05-0010-04

1 前言

泰州大桥主桥为三塔两跨连续钢箱梁悬索桥, 中索塔为“人”字形钢结构; 边索塔为混凝土结构。主桥跨度布置为 390 m + 1 080 m + 1 080 m + 390 m 的对称结构。钢箱梁总长 2 160 m, 总宽 39.1 m, 梁高 3.5 m, 标准段长 16 m。梁体为扁平流线型封闭薄壁钢箱梁, 其壁板为正交异性板。箱梁横断面为单箱三室构造。箱梁沿桥轴对称设置 2 道直腹板和 93 道 U 形纵肋、22 道板条纵肋, 顺桥向设置标准间距为 3.2 m 的横隔板。钢箱梁断面见图 1。

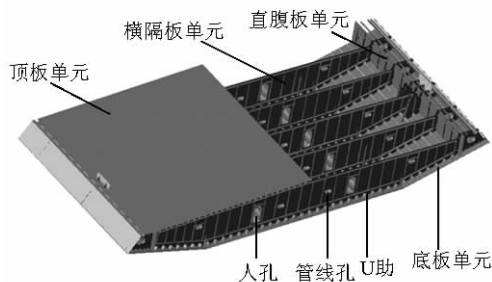


图 1 钢箱梁断面图

Fig. 1 Cross section of steel box girder

2 除湿设计

2.1 除湿目的

钢箱梁表面采用多层油漆涂装, 可以起到一定

的防腐、防锈作用。为了确保大桥长期安全运营, 还需在大桥钢箱梁内安装除湿系统, 确保钢结构内部的空气干燥, 同时也为以后日常检修工作提供通风条件。

2.2 环境参数

大桥周围空气极端条件: $-10 \sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$, 相对湿度(relative humidity, RH)为 75%。箱梁内空气极端条件: $-10 \sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$, RH 为 75%。

2.3 除湿要求

钢箱梁内是一个相对密闭、无漏水、无产湿设备、无人环境。要求相对湿度 $< 45\%$, 温度无要求。

2.4 除湿原理

根据桥梁的现场环境及使用要求, 在钢箱梁内部采用蜂窝式转轮除湿系统。转轮式除湿机分为处理区域和再生区域, 最主要的核心部件是除湿转轮。转轮由耐高温、耐腐蚀的玻璃纤维和陶瓷材料作为其支撑骨架, 工作区域设置成蜂窝结构, 填充具有吸湿性的介质材料——高效合成硅胶。当空气通过转轮的处理区域时, 空气中的水蒸气被转轮中的吸湿介质所吸附, 水蒸气同时发生相变, 释放出潜热, 转轮也因吸收了一定的水分而逐渐趋向饱和。这时, 经处理的空气因自身的水分减少和潜热释放而变成干燥的热空气。同时, 在再生区域, 另一路空气由再生风进口经过过滤器、加热器后变成高温空气送往转轮的再生区。高温再生空气穿过吸湿后的饱和转

[收稿日期] 2012-03-12

[作者简介] 李林(1981—), 男, 江苏扬州市人, 工程师, 主要从事大跨径桥梁建设; E-mail: stbl@eyou.com

轮,使转轮中已吸附的水分蒸发,从而恢复了转轮的除湿能力,即使得转轮得到再生。再生空气因吸收了转轮中的水分变成湿空气,之后通过再生风机由再生风出口排出^[1]。除湿转轮可以持续缓慢旋转,以保证整个除湿为一个连续的过程。转轮可以长期运行,不需添加吸湿剂。

2.5 选型及布置

钢箱梁总长 2 160 m,体积约为 242 000 m³。跟

据钢箱梁特点,考虑到循环风系统的划分,钢箱梁内共分为 5 个除湿区间,设计 10 套除湿机组,分别布置在大桥 N55、N28、N2、S28、S55 梁段内,每个梁段内放置 2 套(见图 2)。每套除湿系统由除湿机、连接风管、中央电控盘、湿度控制仪表等组成(见图 3)。每套除湿机的参数如下,设备型号:M-A-T5000E;送风量 5 000 m³/h;单次循环时间 4.84 h;设备功率 32 kW;电源类型 380 V/3/50 Hz。

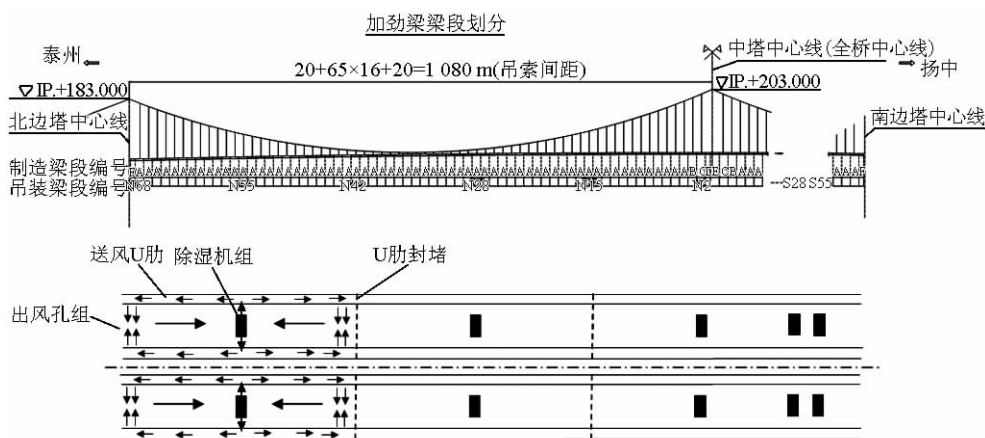


图 2 除湿系统总体布置图

Fig. 2 General arrangement plan of dehumidification system

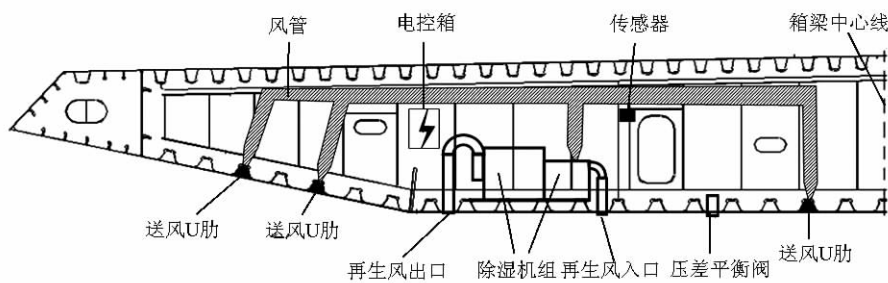


图 3 除湿机所在箱梁设备布置图

Fig. 3 Equipment arrangement plan of the box girder where the dehumidifier located

2.5.1 送风通道

利用钢箱梁底板的 6 条 U 形加劲肋作为送风通道,送至除湿区域远端。送风口:在除湿机所在的箱梁内,在底板 U 肋的顶面设置 1 个 400 mm × 100 mm 的圆端矩形开孔作为送风口。出风口:在除湿区域远端的 4 个钢箱梁内,分别在每个箱梁的底板 U 肋顶面上设置 9 个 φ100 mm 的圆孔作为出风口。每个除湿区域共 6 个送风口,216 个出风口。

2.5.2 回风通道

利用钢箱梁内的各种孔洞(人孔、管线孔等)使

回风贯穿除湿空间,保证全桥各区域循环均匀。

2.5.3 空气压力平衡、新风通道

钢箱梁体积大,为减少由于温差变化造成气体膨胀应力带来的损害,设置压差平衡阀,将内外压差控制在一定范围内,同时也起到新风通道的作用。

2.5.4 除湿流程

箱梁内的湿空气进入除湿机的转轮处理区,变成干燥空气,通过风管、预留的送风口进入 U 肋内,一直送到除湿区域两端,通过 U 肋的预留出风口排至箱梁内。两端的干燥出风不断聚集,并通过箱梁内孔洞向除湿区域中部(除湿机所在地)前进,即构

成回风。回风途中的干燥空气吸收箱梁内水气,逐渐变得潮湿,再次进入除湿机的转轮处理区。

再生风通过预留的再生风入口进入钢箱梁,通过过滤、加热,变成热空气进入转轮再生区,穿过吸湿后的饱和转轮,使得转轮得到再生。再生空气因

吸收了转轮中的水分变成湿空气,之后通过再生风机由预留的再生风出口排到箱梁外。再生系统是独立的体系,与箱梁内空气不发生接触。具体除湿流程,见图4。

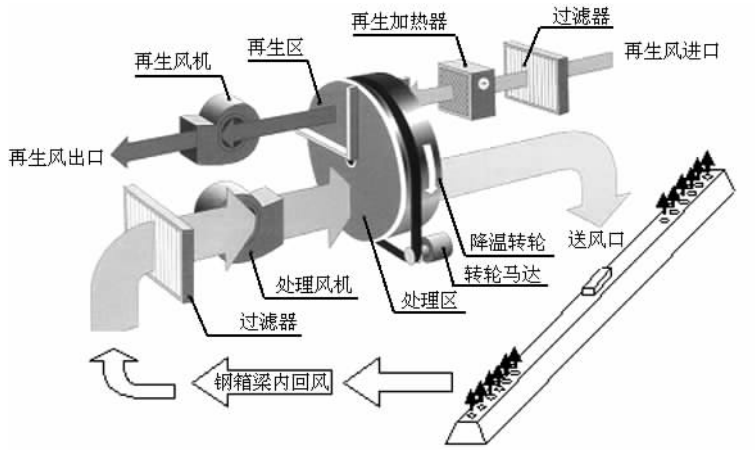


图4 除湿流程图

Fig. 4 Flow chart of dehumidification

3 施工

除湿机尺寸大于钢箱梁人孔尺寸,无法在钢箱梁桥位现场吊装后进入梁体。所以必须在钢箱梁制造拼装时完成设备安装。除湿系统施工主要分为三个阶段:一是在钢箱梁制造工场内,安装除湿机、风机、风管等设备(见图5);二是在桥位现场,在钢箱梁完成吊装后,进行梁内除湿系统的管线敷设,辅助设备安装,电气连接的施工;三是在桥位现场,对除湿系统进行通电调试、综合能效测试。



图5 设备安装

Fig. 5 Equipment installation

4 检验评定标准

现行的《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80—2004)并未涉及钢箱梁除湿的相关内容。在参照国家标准、行业规范、同类工程标准、企业标准的基础上,结合项目特点,拟定了泰州大桥钢箱梁除湿的检验评定标准,主要有以下几个方面。

4.1 除湿机、风机

基本要求:设备的数量、规格和型号符合设计要求,部件及配件完整。设备、材料的质量证明文件齐全,国外进口设备、材料应附原产地证明。设备安装方式应符合产品说明书和设计要求,设备固定件紧固,并有防松动措施。设备连线整齐、标记清晰;设

备绝缘可靠,接地良好^[2]。具体实测项目见表1。

表1 除湿机、风机实测项目

Table 1 Test items of dehumidifier and draught fan

项次	检查项目	规定值	检查方法
1	设备安装位置	标高、平面尺寸符合设计要求	量具实测
2	设备安装水平度	≤2/1 000	量具实测
3	安全接地电阻	≤4 Ω	接地电阻测量仪
4	防雷接地电阻	≤10 Ω	接地电阻测量仪
5	滚动轴承外壳温度	≤80 ℃ (运转2 h以后)	温度计实测

4.2 综合效能测试

基本要求:系统运行48 h,相对湿度降至45%以下。正常操作情况下,设备每小时回流通风量应不小于空间体积的5%,除湿量的实测值应不小于

设备额定值的 90 %。除湿空间的干燥空气能确保无冷凝水。每个除湿区域系统间风量调试结果应使气流畅通,回流均匀^[2]。具体实测项目见表 2。

表 2 综合效能实测项目

Table 2 Test items of synthetic efficiency

项次	检查项目	规定值	检查方法
1	湿度控制系统	≤45 % RH, 系统关闭	湿度仪 + 设定信号
2	湿度控制系统	>45 % RH, 系统开启	湿度仪 + 设定信号
3	压差阀正压	≥800 Pa, 阀门自动开启	人工设定信号实测
4	压差阀负压	≤-400 Pa, 阀门自动开启	人工设定信号实测
5	新风阀动作	遥控手动动作灵敏	现场试验
6	除湿机风机联动	系统开启联动	现场试验
7	环境湿度调节值	与设计值最大偏差 ≤10 %	现场试验

5 结语

本工程中的除湿工作量是国内同类型桥梁中最

大的。采用顺桥向均匀布置除湿机,缩短了除湿空间的送风距离,提高了工作效率^[3]。采用横桥向对称布置除湿机,使得箱梁内回风更加均匀,也减少了机器振动带来的影响。文中所述的检验评定标准已初步通过评审,即将用于指导、检验施工。随着我国大跨径桥梁的快速发展,大桥钢箱梁除湿将会不断涌现。泰州大桥钢箱梁除湿为类似工程提供了一定的参考、借鉴。

参考文献

- [1] 邹宏华,周琦. 桃天门大桥钢箱梁除湿系统[J]. 公路与汽运,2010(6):144-147.
- [2] 泰州长江公路大桥专项质量检验评定标准[Z]. 2011
- [3] 叶觉明. 钢箱梁抽湿机除湿系统应用[J]. 腐蚀与防护,2002,22(10):441-444.

Research of steel box girder dehumidification in Taizhou Bridge

Li Lin¹, Xu Jun²

(1. Jiangsu Provincial Yangtze River Highway Bridge Construction Commanding Department, Taizhou, Jiangsu 225321, China; 2. Yangzhou Polytechnic College, Yangzhou, Jiangsu 225009, China)

[Abstract] The steel box girder of Taizhou Bridge is 2 160 m long with volume of about 240 thousand m³. The paper analyzes the principle, lectotype, setting, workflow and construction of the steel box girder dehumidification. And the paper protocols the quality inspection and evaluation standards of the steel box girder dehumidification in Taizhou Bridge. It proposes reference for similar project.

[Key words] Taizhou Bridge; steel box girder; dehumidification; research