

# 莱荣高速铁路预制箱梁冬期蒸养施工技术研究 及温度控制

张达志, 任小强, 赵俊松, 任浩, 赵耀

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川 成都 610066)

**摘要:** 高速铁路预制箱梁冬期施工具有成本高、施工难度大、温度控制难等特点。结合莱荣铁路海阳制梁场预制箱梁冬期施工的实际情况, 阐述了高速铁路预制箱梁冬期施工时使用的蒸养设备、蒸养工艺及操作要点, 并对蒸养温度进行了分析与总结, 所取得的经验可为类似工程施工借鉴。

**关键词:** 莱荣铁路; 海阳制梁场; 高速铁路; 冬期施工; 蒸汽养护; 温度控制; 预制箱梁

**中图分类号:** U215.1; U215.7; U238

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1001-2184(2024)04-0027-05

## Study on the Steam Maintenance Construction Technology and Temperature Control of Lairong High-speed Railway Prefabricated Box Girder in Winter

ZHANG Dazhi, REN Xiaoqiang, ZHAO Junsong, REN Hao, ZHAO Yao

(Sinohydro Bureau 5 Co., LTD., Chengdu Sichuan 610066)

**Abstract:** The high-speed railway prefabricated box girder in the winter construction is characterized by high cost, great construction difficulty, difficult temperature control. Combined with the prefabricated box girder winter construction of Lairong Railway Haiyang Beam Field, this paper introduces high-speed railway prefabricated box girder winter construction steam equipment, steam technology and operation points, and the steam temperature analysis and summary, and provides useful reference for similar engineering construction.

**Keywords:** Lairong High-speed Railway; Winter construction; Steam maintenance; Temperature control; Box girder

### 1 概述

莱荣铁路 1 标线路的起点为青岛市下辖的莱西市, 向东延伸至烟台市的海阳市, 正线长度为 66.94 km, 其中桥梁长度为 47.85 km, 共设置桥梁 24 座, 占比为 71.5%。桥梁所需的简支梁施工采用梁场集中预制、铁路专用架桥机架设<sup>[1]</sup>。该标段共设梁场 2 座, 其中海阳制梁场位于海阳市辛安镇境内, 占地 299 亩(1 hm<sup>2</sup> = 15 亩), 承担莱荣铁路 949 榀箱梁的预制与架设施工任务。梁场内设有制梁区、存梁区、辅助生产区、装梁区及办公生活区五大部分, 其中设制梁台座 16 个, 双层存梁台座 102 个, 900 t 搬梁机 2 台、900 t 架桥机 2 台、900 t 运梁车 2 台, 80 t 龙门吊 4 台、HZS180 拌和站 2 座, 为全国在建规模最大的高速铁路梁场。梁型为双线简支梁, 设计使用年限为 100 a, 采用 C50 混凝土, 主要以 32.6 m 梁长为主, 部分 24.6 m 梁长用于调跨, 箱梁截面高度

为 3.035 m, 桥面宽度为 12.6 m, 箱梁最大的自重约为 790 t。制梁工期为 15 个月, 架梁工期为 17 个月, 整个工期十分紧张。为了保证工程进度和梁体质量, 冬期施工时需要采用蒸汽养护技术。

当室外日平均气温连续 3 d 低于 5℃ 或最低气温低于 0℃ 时, 混凝土施工应按冬期施工办理<sup>[2]</sup>。日平均气温为每日 8 时、14 时、20 时 3 次室外气温观测结果的平均值, 观测点离开地面 1.5 m 以上并远离热源。该梁场所在区域属暖温带海洋性季风气候, 四季分明, 冬季寒冷干燥, 冬季最冷月(1 月)的平均气温为 -1.6℃, 最低气温为 -13.4℃。根据当地气温观测情况得知每年 12 月初进入冬期施工, 次年 3 月中旬左右解除冬期施工。

### 2 箱梁蒸汽养护施工技术研究

#### 2.1 工艺流程

预制箱梁蒸汽养护施工工艺流程见图 1。

收稿日期: 2024-03-14

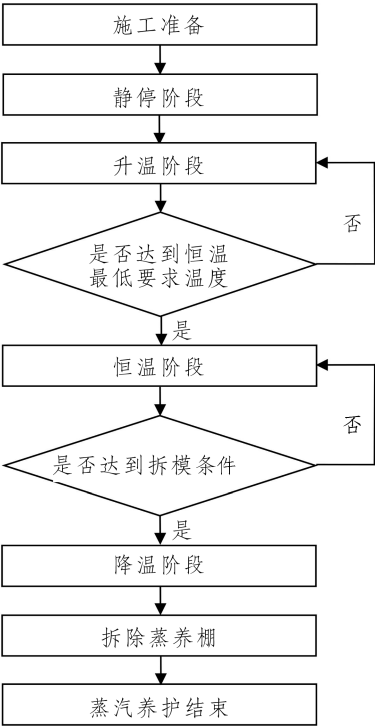


图1 预制箱梁蒸汽养护施工工艺流程图

2.2 施工技术控制要点

2.2.1 施工准备

(1)锅炉。蒸汽养护锅炉采用燃油蒸汽锅炉，其额定蒸发量为4 t/h,工作压力为1.25 MPa,蒸汽温度为195℃。其使用程序为烘炉→煮炉→升火→供气→正常运转<sup>[3]</sup>，其中烘炉的目的是防止锅炉运转时因炉墙受潮、急骤受热后膨胀不均匀而造成炉墙开裂；煮炉则是在锅中加入NaOH和H<sub>a3</sub>PO<sub>4</sub>进行化学处理，采用碱性煮炉将锅内的油污、铁锈除去以保证锅炉受热均匀，运行正常。该锅炉可满足每天生产2榀箱梁的蒸汽养护工作。

(2)蒸养管道。蒸汽养护的主管道采用直径为110 mm的钢管，支管采用直径为60 mm的钢管，蒸发管采用直径为25 mm的钢管，供汽量和蒸发量通过电磁阀进行调节。对于主管道、支管道的外露部分采用保温材料进行包裹以减少散热，避免将人烫伤。

(3)保温棚。根据箱梁模型的特点，在箱梁保温棚侧面由方钢管支架加复合型阻燃彩钢板结构组成保温棚。其顶部养护罩由可伸缩式钢管支架加篷布组成，梁端采用加厚防水棉篷布覆盖并确保棉篷布覆盖严密以达到保温的效果。箱梁保温棚断面情况见图2。

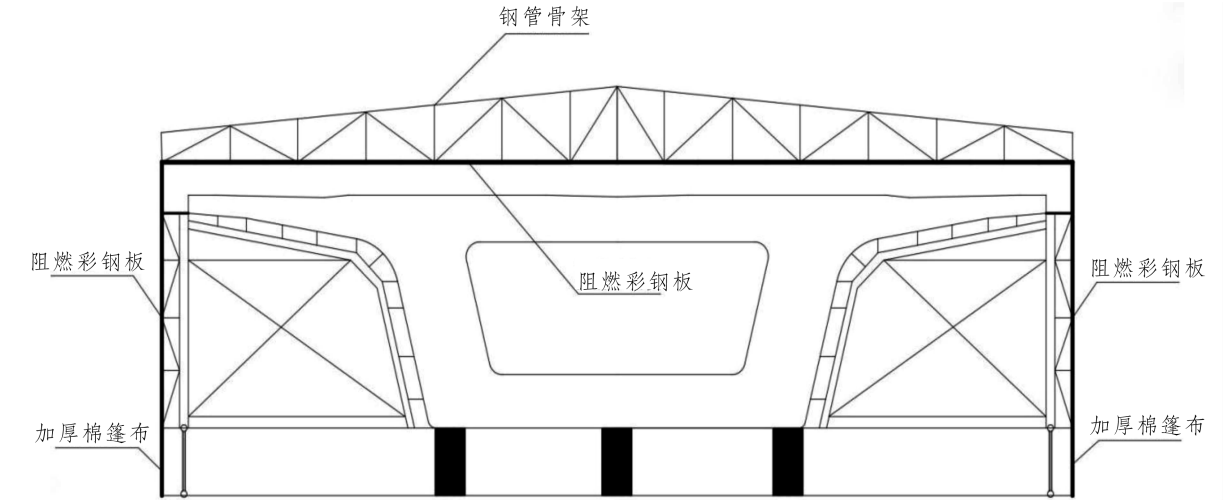


图2 箱梁保温棚断面示意图

(4)测温系统。测温系统主要由PC端控制系统、采集单元、无线通讯检测模块、现场PLC控制箱等组成。其中采集单元采用埋入式测温元件，分别在跨中和箱梁两端1.5 m处布设测温点，在梁端截面处设置6个测温点，分别为4个芯部测温点和2个表层测温点；跨中截面设8个测温点，分别为4个芯部测温点、2个表层测温点、1

个箱内测温点和1个环境测温点(棚内)。其中将顶板表层向下5 cm处作为箱梁表层温度，顶板和腹板中轴线处、腹板和底板中轴线处作为箱梁芯部温度。箱梁测温点的布设情况见图3。采用测温监控系统可以实现对箱梁芯部温度及养护温度进行无线实时检测。

(5)蒸养棚。箱梁混凝土浇筑结束、待桥面拉

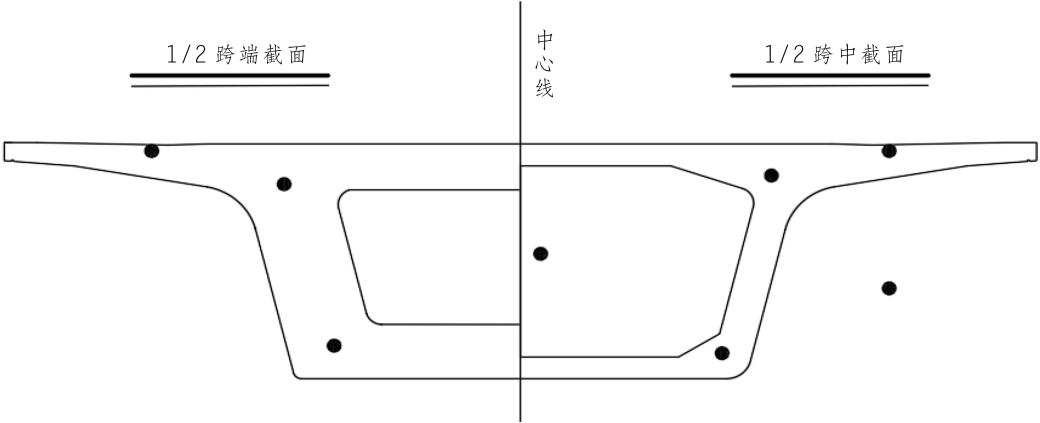


图 3 箱梁测温点布设图

毛后,采用龙门吊将蒸养棚吊至箱梁桥面并进行安装,安装结束后采用绳子或其他工具将蒸养棚两端固定于箱梁端模处,并需保证蒸养棚安装牢固、覆盖严密。采用加厚防水棉篷布覆盖梁端,通过钢丝绳将棉篷布绑扎牢固并需保证梁端覆盖严密。覆盖完成后,测温系统开始进行第一次测温并需保证棚内温度不低于 5℃。

2.2.2 静停阶段

混凝土浇筑结束将箱梁覆盖严密,进入静停阶段,静停时间为 4 h,静停时棚内的温度不得低于 5℃。当棚内温度低于 5℃时,由 PC 端控制系统控制电磁阀打开蒸汽管道阀门。

2.2.3 升温阶段

静停时间满 4 h 后立即进入升温阶段。升温阶段即要求将混凝土静停时的温度上升到养护温度,这一阶段的关键是温湿度的协调、升温速率及混凝土温差的控制。必须将混凝土的升温速率控制在 10℃/h 以内<sup>[4]</sup>,其原则为高湿低温、缓慢升温,将混凝土温差控制在 15℃以内。若升温过快将导致混凝土膨胀而出现裂纹。

2.2.4 恒温阶段

当升温达到恒温阶段要求的最低温度时,即进入恒温阶段。恒温阶段是混凝土强度增长最快的阶段,也是最为关键的阶段。恒温阶段要求混凝土蒸养棚内的温度不得超过 45℃,梁体芯部的温度不宜超过 60℃,最大不得超过 65℃。

2.2.5 检查拆模强度

恒温阶段的养护时长主要由混凝土的拆模强度、配合比等确定。由于在拆除端模、松内模等作业过程中无法保证箱梁蒸养棚处于密封状态,因

此,在混凝土达到拆模强度时,恒温阶段方可结束,一般为混凝土的同条件试块抗压强度达到设计抗压强度的 60% 以上;另外,混凝土的抗冻临界强度为设计强度的 60%,待混凝土达到抗冻临界强度以上时方可进行拆模降温。

2.2.6 降温阶段

当箱梁混凝土强度达到拆模强度时方可进入降温阶段。降温的原则为缓慢停气、均匀降温、保持湿度。降温的关键是降温速率和混凝土的温差,降温过快会导致混凝土开裂,因此而要求其降温速率不得大于 10℃/h,混凝土温差不得大于 15℃,棚内的最低温度不得小于 5℃。

2.2.7 拆除蒸养棚

降温完成后拆除箱梁端模和内模。拆除完成后,需要及时覆盖箱梁梁端,拆除桥面的蒸养棚。对于桥面需要及时覆盖保温棉被等保温材料以保证梁体表面的温度不低于 5℃、环境温度与混凝土表层的温差不超过 15℃。

2.2.8 蒸汽养护结束

箱梁蒸汽养护结束并经过初张后,采用 900 t 搬梁机将箱梁移至存梁台座进行自然养护,当箱梁的表面温度低于 5℃时,立即采取保温措施并需保证箱梁的表面温度不低于 5℃。一般采取保温棉被覆盖或篷布覆盖等辅助加热措施。

3 养护温度分析

进行混凝土蒸汽养护时,需要根据现场养护工况确定恒温的最低温度、混凝土拆模龄期、恒温时长、桥面保温棚覆盖时长等参数以用于指导现场的养护工作,保证梁体养护时混凝土芯部与表层、表层与环境、箱内与箱外的温差不超过 15℃。

3.1 恒温的最低温度及升温时长分析

现场对初期蒸汽养护的4榀箱梁(333号、334号、335号和336号箱梁)进行了连续7d测温,归纳分析得出的结果见表1~表4。

表 1 333 号箱梁测温数据表

| 龄期<br>/d | 芯部温度<br>/℃ | 表层温度<br>/℃ | 棚内温度<br>/℃ | 要求棚内的<br>最低温度<br>/℃ |
|----------|------------|------------|------------|---------------------|
| 1        | 49.9       | 36.8       | 21.9       | 21.8                |
| 2        | 51.0       | 36.9       | 22.3       | 21.9                |
| 3        | 42.1       | 25.6       | 10.6       | 10.6                |
| 4        | 35.0       | 19.4       | 5.3        | 5.0                 |
| 5        | 21.2       | 10.1       | 5.2        | 5.0                 |
| 6        | 14.3       | 8.7        | 5.1        | 5.0                 |
| 7        | 12.6       | 7.9        | 5.1        | 5.0                 |

表 2 334 号箱梁测温数据表

| 龄期<br>/d | 芯部温度<br>/℃ | 表层温度<br>/℃ | 棚内温度<br>/℃ | 要求棚内的<br>最低温度<br>/℃ |
|----------|------------|------------|------------|---------------------|
| 1        | 50.5       | 38.2       | 25.2       | 23.2                |
| 2        | 51.5       | 39.5       | 25.5       | 24.5                |
| 3        | 39.9       | 28.1       | 13.1       | 13.1                |
| 4        | 22.1       | 11.4       | 5.1        | 5.0                 |
| 5        | 19.3       | 8.8        | 5.3        | 5.0                 |
| 6        | 16.1       | 8.1        | 5.2        | 5.0                 |
| 7        | 11.3       | 5.8        | 5.1        | 5.0                 |

表 3 335 号箱梁测温数据表

| 龄期<br>/d | 芯部温度<br>/℃ | 表层温度<br>/℃ | 棚内温度<br>/℃ | 要求棚内的<br>最低温度<br>/℃ |
|----------|------------|------------|------------|---------------------|
| 1        | 49.4       | 34.5       | 20.5       | 19.5                |
| 2        | 51.9       | 37.9       | 22.9       | 22.9                |
| 3        | 34.5       | 23.9       | 8.9        | 8.9                 |
| 4        | 29.4       | 17.3       | 5.2        | 5.0                 |
| 5        | 20.6       | 9.8        | 5.6        | 5.0                 |
| 6        | 15.5       | 9.3        | 5.5        | 5.0                 |
| 7        | 13.5       | 7.7        | 5.3        | 5.0                 |

表 4 336 号箱梁测温数据表

| 龄期<br>/d | 芯部温度<br>/℃ | 表层温度<br>/℃ | 棚内温度<br>/℃ | 要求棚内的<br>最低温度<br>/℃ |
|----------|------------|------------|------------|---------------------|
| 1        | 51.5       | 35.2       | 20.2       | 20.2                |
| 2        | 54.7       | 36.6       | 21.6       | 21.6                |
| 3        | 45.0       | 31.7       | 16.7       | 16.7                |
| 4        | 37.9       | 19.2       | 5.6        | 5.0                 |
| 5        | 22.3       | 9.6        | 5.4        | 5.0                 |
| 6        | 14.9       | 9.2        | 5.2        | 5.0                 |
| 7        | 13.8       | 7.5        | 5.1        | 5.0                 |

针对以上4榀箱梁的测温数据进行归纳分析见表5。

表 5 4 榀箱梁混凝土测温分析表

| 龄期<br>/d | 芯部平均<br>温度 /℃ | 表层平均<br>温度 /℃ | 棚内平均<br>温度 /℃ | 要求棚内的<br>最低温度<br>/℃ |
|----------|---------------|---------------|---------------|---------------------|
| 1        | 50.3          | 36.2          | 22.0          | 21.2                |
| 2        | 52.3          | 37.7          | 23.1          | 22.7                |
| 3        | 40.4          | 27.3          | 12.3          | 12.3                |
| 4        | 31.1          | 16.8          | 5.3           | 5.0                 |
| 5        | 20.9          | 9.6           | 5.4           | 5.0                 |
| 6        | 15.2          | 8.8           | 5.3           | 5.0                 |
| 7        | 12.8          | 7.2           | 5.2           | 5.0                 |

通过实测4榀箱梁混凝土连续7d的温度后得知:

(1)箱梁混凝土芯部及表层温度在龄期2d时的温度达到最高,芯部的平均温度最高达52.3℃,表层的平均温度最高达37.7℃。

(2)箱梁混凝土表层的平均温度最高达37.7℃。根据表层与环境的温差不得大于15℃的设计要求,要求此时棚内的最低温度为37.7-15.0=22.7℃,则梁场设定的恒温阶段的养护最低温度为25℃。

(3)箱梁混凝土的升温时间 $\geq(25-5)/10=2$ h,取3h。

3.2 恒温时长的分析

恒温阶段的养护时长应根据梁体拆模强度、混凝土配合比等参数确定,在施工现场对333号、334号、335号和336号箱梁相同条件的试块进行了抗压强度分析。箱梁强度分析情况见表6。

表 6 箱梁强度分析表

| 梁号  | 龄期<br>/d | 强度<br>/MPa | 龄期<br>/d | 混凝土强度<br>/MPa |      |      |
|-----|----------|------------|----------|---------------|------|------|
| 333 | 3        | 36.2       | 4        | 44.7          | 43.5 | 43.9 |
|     |          | 34.8       |          | 43.6          | 43.8 | 45.1 |
|     |          | 35.3       |          | 45.0          | 44.2 | 44.4 |
| 334 | 3        | 34.1       | 4        | 43.8          | 43.9 | 45.1 |
|     |          | 33.2       |          | 44.6          | 43.6 | 43.8 |
|     |          | 34.7       |          | 44.1          | 44.2 | 44.2 |
| 335 | 3        | 34.0       | 4        | 44.7          | 43.9 | 43.3 |
|     |          | 36.1       |          | 43.4          | 45.1 | 44.4 |
|     |          | 34.8       |          | 44.8          | 44.6 | 44.2 |
| 336 | 3        | 35.2       | 4        | 43.6          | 44.2 | 45.2 |
|     |          | 33.9       |          | 43.9          | 45.3 | 44.5 |
|     |          | 34.5       |          | 44.8          | 43.6 | 44.2 |

对以上数据进行分析得知:混凝土强度在龄期3d时,有同条件的试块强度已达设计强度的

60%以上,满足拆模条件,则将拆模龄期定为 3 d。此时恒温养护结束,恒温阶段的养护时长为 72 h (拆模龄期) - 4 h (静停时间) - 3 h (升温时间) - 6 h (混凝土浇筑时间) = 59 h,最终取混凝土恒温养护时间为 59 h。

### 3.3 蒸养棚的拆除时间分析

对表 5 进行分析得知:混凝土龄期为 4 d 时,混凝土表面的平均温度为 16.8 ℃。由此可知:只要梁体表面温度  $\geq 5$  ℃,即可满足温差小于 15 ℃ 的要求,此时将桥面蒸养棚拆除并在桥面覆盖保温棉被、实测棉被下的温度能够满足 5 ℃ 的要求。因此,在混凝土龄期为 4 d 时即可拆除箱梁桥面的蒸养棚,并对桥面覆盖保温棉被进行自然养护。

### 3.4 主要成果

#### 3.4.1 蒸汽养护中的各项温度参数

整个蒸汽养护的总时间为 69 h,具体为:

(1)静停阶段:静停时间为 4 h,静停时间内其棚内的温度不得小于 5 ℃。

(2)升温阶段:升温时间为 3 h,在静停满 4 h 时立即进入升温阶段、升温至 25 ℃,升温速率不得大于 10 ℃/h。

(3)恒温阶段:恒温养护时间为 59 h,恒温养护时的温度为 25 ℃~45 ℃。

(4)降温阶段:降温时间为 3 h,降温时的速率不得大于 10 ℃/h,降温后棚内的温度不得低于 5 ℃。

#### 3.4.2 拆模龄期

混凝土的拆模龄期为 3 d,即在混凝土龄期为 3 d 时,对同条件混凝土试块进行抗压强度试验,待其强度满足 60%以上时,方可对混凝土进行拆模。

#### 3.4.3 蒸养棚的拆除龄期(从覆盖到拆除的时间)

桥面蒸养棚的拆除龄期为 4 d,当混凝土龄期达到 4 d 时,拆除桥面的蒸养棚,并对桥面覆盖保温棉被以保证棉被下的梁面温度不低于 5 ℃。

### 4 蒸汽养护时的注意事项

(1)在混凝土浇筑过程中,一定要保护好测温探头,确保测温探头按设计要求的位置埋设且探头不被损坏。

(2)混凝土浇筑完成后,及时将蒸汽软管放置在箱梁内腔。对于梁端要及时覆盖严密,桥面要及时覆盖蒸养棚并需保证蒸养尽量密闭。

(3)安排专人对箱梁蒸汽养护温度进行观测和记录。温度采集为每隔 1 h 采集一次,当温差超过 15 ℃时应预警并查明原因,及时通过调整送汽阀控制棚内的温湿度满足设计要求;同时需要注意升温速率,避免升温过快或蒸汽直接喷射在混凝土表面,防止因混凝土受热不均而产生开裂。

(4)在抽取抽拔棒、拆端模、抽内模时一定要采用箱梁一端头作业,另一端覆盖密实的方式,避免穿堂风进入箱梁内腔。内模所使用的小型附件等一次性取出端头后<sup>[5]</sup>,需要立即覆盖箱梁两端。

(5)蒸汽养护过程中,随梁同条件的试块一定要同条件进行蒸汽养护。鉴于终张前同条件试块的强度是判定梁体强度的主要指标,因此,同条件试块的养护是否与实际情况同条件是关键。

(6)蒸汽养护结束后,其降温幅度不能过大。一定要注意蒸汽养护结束后梁体的表面温度不低于 5 ℃,必要时需要采取保温措施。禁止在蒸养结束后将梁体直接暴露在外,导致梁体的表面温度急剧下降、失水过快,使混凝土表面产生温度应力<sup>[6]</sup>,导致混凝土表面开裂。

(7)养护期间一定要准备充足的防寒保温物资与设备,所有的防寒保温物资一定要有充足的备用量,供暖用的设备要有足够大的功率,并需备有备用的能源和电源。

(8)应经常检查暖棚的密封情况,检查供暖设备的完好情况,检查施工设备的防寒保温情况,发现问题,及时处理。

(9)养护期间一定要保证温度的稳定性,避免混凝土出现反复冻融而使其内部结构产生微裂缝。

(10)冬期风大干燥,其火源增多,容易失火。因此,一定要严加控制火源,加强用火管理,建立健全用火审批制度。教育职工养成不乱扔烟头的好习惯,提高职工的防火意识。工地上需配备足够齐全的消防设备,消防道路一定要畅通,消防水源、水桶、水栓等应有具体的保温措施,以防其冻结而影响使用。

(11)加热保温措施必须符合环保规定,不能使用污染较大的燃料进行加热保温。

### 5 结 语

莱荣铁路海阳制梁场预制箱梁采用的蒸汽养护技术及温度控制措施保证了预制箱梁混凝土蒸

(下转第 45 页)

选择,其具有高效性和可持续性,有望显著改善鲁班水库的水质。

水库的水质治理工作是一项涉及内容复杂、时间要求长、投入大的综合性工作。水库运行和管理单位一定要把水库治理与水环境整治相结合,坚持做到“四清”和“五无”,即清垃圾、清污水、清杂物、清污泥;库岸无垃圾,水面无漂浮物,库中无污染物,饮用水源无污染,入库充水口无动物尸体。同时,地方政府应加快城镇污水处理厂建设,严禁将生活污水排入水库,尽可能地解决雨污混排现象。笔者期待在三台县政府和人民的持续努力下,通过对鲁班水库水体进行治理,“一江清水入湖来”将指日可期!

参考文献:

[1] 邓地娟,王静雅,谢强,等. 鲁班水库生态安全状态评估研究[J]. 四川环境, 2021,40(3):156-163.

[2] 王兴菊,于文晴,赵华青,等. 大冶水库夏秋季热分层对沉积物氮磷释放的影响[J]. 环境科学与技术, 2023,46(10): 42-52.

[3] 王璨,李一平,李聂贵,等. 南方水库热分层消亡时期水体混合特征及其驱动机制[J]. 湖泊科学, 2023,35(5):1613-

(上接第 31 页)

汽养护温度,满足了混凝土芯部与表层、表层与环境温差不超过 15℃的要求,保障了冬期箱梁制、运、架的施工质量,提高了制梁生产效率,实现了质量与工期目标,亦保障了工程的工期,如期完成了施工任务;同时,对蒸汽养护施工技术及温度进行了研究与分析,总结出一套箱梁蒸汽养护关键技术 with 参数,为同类工程施工提供了可靠的经验。

参考文献:

[1] 屈超. 高速铁路建设箱梁预制场的布设方案探讨[J]. 铁路工程技术与经济. 2017,32(2):43-45,49.

[2] 铁路混凝土工程施工技术规程:Q/CR 9207-2017[S].

[3] 周位帅. 浅谈大体积混凝土箱梁蒸汽技术[J]. 铁道建筑技术,2008,20(4):29-31.

[4] 高速铁路预制后张法预应力混凝土简支梁:GB/T 37439-2019[S].

1622.

[4] 谭文明,李惠平,邱宇,等. 深水型水库水质因子与藻类群落垂向演替及水华爆发机制分析[J]. 环境工程学报, 2023,17(6):2027-2036.

[5] 李青倩,杨鹤平,高红杰,等. 嘉陵江鲁班水库氮磷时空分布特征及截留率[J]. 环境工程技术学报, 2022,12(2): 567-572.

[6] 杨达刚,秦琳. 加强鲁班水库水污染防治 促进库区经济发展[J]. 四川水利, 2015,36(1):43-45.

[7] 余冬元,汪东亮. 浅水湖泊水体富营养化治理技术研究进展[J]. 中国资源综合利用, 2021,39(6):95-97, 101.

[8] 陈卫东,周世平,周彦宏. 三台县鲁班水库水环境修复可行性探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2018,8(18): 186-187.

作者简介:

欧阳凯华(1974-),男,湖南娄底人,副总工程师,勘察设计院总工程师,副高级工程师,硕士,从事水利水电工程勘察设计及技术管理工作;

杨惠钊(1983-),女,四川宜宾人,室主任,副高级工程师,硕士,从事水利水电工程勘察设计与技术管理工作;

屈思潮(1998-),男,四川成都人,助理工程师,硕士,从事水工设计与规划设计工作.

(编辑:李燕辉)

[5] 郭振武,李冲. 900 t 箱梁蒸汽养生技术[J]. 交通标准化, 2010,34(19):41-47.

[6] 何惠军,李冲. 客运专线大型箱梁冬期蒸汽养护技术[J]. 西部探矿工程,2011,23(5):208-210.

作者简介:

张达志(1990-),男,甘肃环县人,工程师,注册安全工程师,学士,从事高速铁路工程建设施工技术与管理工工作;

任小强(1981-),男,甘肃成县人,副高级工程师,从事工程项目管理工作;

赵俊松(1994-),男,四川乐山人,助理工程师,从事高速铁路工程建设施工技术与管理工工作;

任浩(1996-),男,河北磁县人,助理工程师,学士,从事高速铁路工程建设施工技术与管理工工作;

赵耀(1997-),男,四川广元人,助理工程师,从事高速铁路工程建设质量管理工作.

(编辑:李燕辉)