

基于视频录像技术的工效测定及数据分析

刘勇, 翟士旭

(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司, 四川成都 610072)

摘要:以夏特水电站为依托,以引水隧洞衬砌混凝土的工效测定为切入点,采用视频录像技术与现场观测相结合的方式,对测量数据进行采集、提取、分析、校验,并对测量数据采取标准差进行粗大误差验算。结果表明,科学的观测方法结合合理的数据筛选方式使实测数据更符合测定要求,具有良好的实际效果,可以在行业工效测定工作中进行推广使用。

关键词:工效测定;视频录像;数据分析

中图分类号:O572.21

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2023)02-0135-05

Construction Efficiency Measurement and Data Analysis Based on Video Recording Technology

LIU Yong, ZHAI Shixu

(Chengdu Engineering Corporation Limited, Chengdu, Sichuan 610072)

Abstract: Taking the construction efficiency measurement of concrete lining of headrace tunnel of XiaTe Hydropower Station as the object, the method that combines the video recording technology with in-situ observations is adapted to collect, extract, analyze and verify the measured data, and the standard deviation adapted to check the gross error. The results show that the scientific observation method combined with reasonable data screening method has a positive practical effect that makes the measured data more in line with the requirements, and it can be promoted and used for the efficiency measurement in hydropower industry.

Key words: construction efficiency measurement; video recording; data analysis

1 概述

随着工程建设施工工艺、技术、设备的发展与进步,工程计价中难免会存在缺少配套定额的情况。另外,水电工程的单件性与复杂性也决定了施工履约过程中会出现定额标准的变更与索赔问题,目前采用现场工效测定是解决此类问题的有效方案。传统工效测定采取现场驻点观测的方式,但遇到测量环境不安全、测量周期较长等问题时,现场观测往往难以实施,有学者提出采用视频观测、无人机追踪技术解决测定面临的此类问题^[1],但仍存在智能监测难以应对测量过程中突发状况而造成数据偏差的问题。因此,如何利用现代信息技术,科学合理的测定工效是目前实际测定工作的难题。笔者依托夏特水电站引水隧洞衬砌混凝土的施工,提出视频录像技术与现场观测相结合的方式,为工效测定提供一种思路。

2 基于视频录像的工效测定方法

2.1 视频录像观测

视频录像技术属于多媒体领域,通过安装摄像头录制现场视频,读取视频并获取信息。视频录像观测数据采集过程不受施工工作强度、人为因素和地理环境影响,适用于施工作业面狭窄或不安全,测定人员难以现场实时记录,施工时间不稳定或需要长时间连续观测的施工过程。视频录像作为主要工效测定的手段,具有以下显著特征:

(1)实时动态性。及时全面的记录现场情况,并将其动态连续地展示给测定人员,帮助测定人员获取全部信息。

(2)客观真实性。借助图像储存技术,客观真实储存和反映施工现场具体情况,极大程度保证了后期分析数据的准确性和精密性。

(3)高效性。测定人员可以线下进行工序分解和记录,减少了测定人员现场测定的强度和时

收稿日期:2022-12-20

间,提高了测定的工作效率。

(4)易储存性。通过对录像视频的设置,可以达到对数字化信息的长期储存,推动无纸化办公、资料调用和回放,有据可查。

视频录像测定的难点在于硬件设备安设的合理性,这直接影响数据的精准度,以下三点是关注的核心问题:

(1)硬件设备的安装位置。依据测定对象和现场施工工况,以清晰观测劳动组合和劳动动作的工作时间为准,选择不影响施工过程的位置安装硬件设备。

(2)硬件设备的安装数量。安装数量原则上越多越能真实反映测定现场情况,测定前应进行施工工序分解,对需要测定的工序安装硬件设备,针对观测死角或重点观测部位,可单独增加设备数量以保证数据全面性。

(3)硬件设备的安装角度。安装角度原则上应尽量能观测整个施工作业区,对于施工作业区阶段性发生变化时,应当及时调整设备角度,以此

保证拍摄到合理完整的视频录像。

2.2 现场驻点观测

现场驻点观测即测定人员在施工作业区对施工作业全过程进行测时记录的一种方法,是工效测定最传统的方法,通常有全过程现场观测和分时段现场观测两种形式。现场观测测定操作简单,实施性较强,有利于对重要部位和隐蔽工程进行观测,工程偶遇突发状况能及时获取信息,但是容易受到作业面的影响,且需要投入大量的测定人力资源,适用于施工作业面开阔,工作时间稳定,单一且不需要连续长期观测的工程。

2.3 基于视频录像的工效测定步骤

提出采用全过程视频录像分析、现场观测相结合的测定方式,有效利用视频录像和现场测定的优势,采用两种方法交替进行,对缺失数据进行补足、对视频存疑点进行及时校正,有效保证测定数据的科学性、严密性和真实性。为工效测定提供新思路,基于视频录像技术的工效测定步骤见图1。

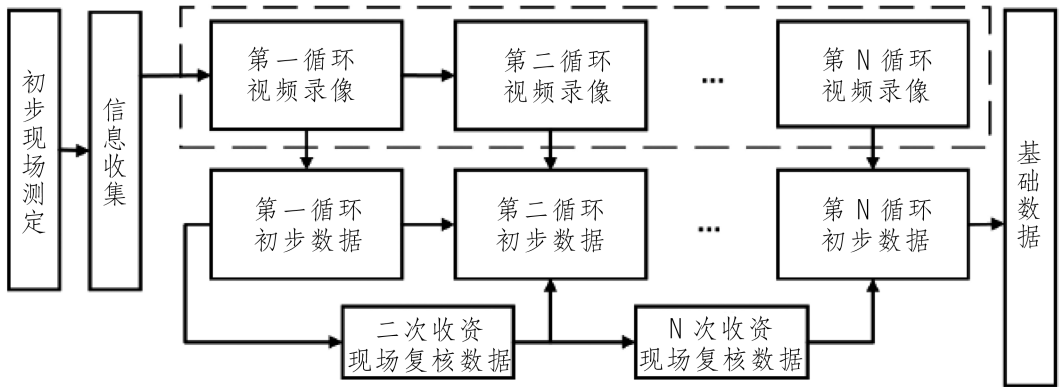


图1 基于视频录像技术的工效测定步骤

(1)采用现场观测初步获取现场信息。通过了解施工工艺流程,分解施工动作,收集测定对象的劳动组合、机械配置等信息,获取每个施工工序的资源配置、时间数据,并总结每个循环过程存在的不确定情况,形成初步测定框架和资源消耗的时间范围。

(2)安装硬件设备全程视频录像施工过程。根据现场实测获取的基本信息,在施工现场安装硬件设备进行全程施工录像,依据设备的续航能力,及时更换储存设备。

(3)利用录像分析施工资源的时间消耗。基于视频录像技术获取的视频资料,测定人员采用

观看录像的形式,分析每一次施工循环人员机械配置、劳动人员有效工作时间和机械基本工作时间,对视频内异常点进行合理科学判断,整理每一次视频录像情况并记录在册。

(4)现场复核数据。测定人员每次视频录像分析完成后,需要对视频录像中的异常点及时进行现场复核,了解异常点产生的原因。其次,对部分未录制到的工作时间同样需要现场调研,例如,是否存在工序搭接的辅助工作时间、工作开始准备时间、工作结束时间,是否进行班前会等都需要现场复核及调研,以此保证测定数据的准确性和全面性。

3 数据处理及分析

数据处理及分析是对施工现场测定的数据分析,异常数据进行筛选处理,并整理归纳形成成果的过程。数据处理和分析需要采用一定的数学方法和逻辑,以专业理论知识作为支撑整合分析,并计算所测工序施工工效^[2]。数据处理及分析的主要思路如下:

(1) 视频录像法主要获取两部分原始数据。

① 分析视频录像,获取施工过程中人工基本工作时间和机械有效工作时间。② 现场测定及调研,获取合理准备与结束时间、合理辅助工作时间、合理休息时间;机械工作时间中的合理工人休息时间、合理辅助工作时间、合理与操作有关的中断时间;劳动组合和机械配置投入量。

(2) 将视频观测到的人工有效工作时间、现场调研收集到的人工合理工作时间进行整合。对视频观测得到的机械基本工作时间、现场调研收集到的机械合理工作时间进行整合,结合现场调研获得的人工和机械资源配置数量进行计算,最终计算人工和机械总必需消耗时间,具体计算规则如公式 1、2 所示:

$$T_{Rj} = (t_{Jj} + t_{Fj} + t_{Zj} + t_{Xj}) \times n_{Rj} \quad (1)$$

式中 T_{Rj} 为各人工总必需消耗时间; t_{Jj} 为各工种基本工作时间; t_{Fj} 为各工种辅助工作时间; t_{Zj} 为各工种准备与结束时间; t_{Xj} 为各工种休息时间; n_{Rj} 为各工种人员配置量。

$$T_{Jk} = (t_{Yk} + t_{RXk} + t_{Ck}) \times n_{Jk} \quad (2)$$

式中 T_{Jk} 为各机械总必需消耗时间; t_{Jj} 为各机械有效工作时间; t_{RXk} 为各机械工人休息时间; t_{Ck} 为各机械与操作有关的中断时间; n_{Jk} 为各机械配置量。

(3) 采用贝塞尔公式(Bessel Formula)和格鲁布斯(Grubbs)准则剔除粗大误差数据。粗大误差即由于测定过程突发状况和人为等因素产生测量结果明显超出预期的误差,属于不容许发生且可以避免的非正常性误差^[3]。标准差(Standard Deviation)描述各数据偏离平均数的距离(离均差)的平均数,用 σ 表示。利用贝塞尔公式以样本数来计算总体偏差,为了使算出的值与总体水平更接近,将算出的样本标准偏差值适度放大,即 $1/(N-1)$ ^[4]。对持续采集的测量数据构成一个数据序列,记为 $\{x_i\}$ 。对该数列以样本标准偏差

统计指标计算稳定性,其公式为:

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2} \quad (3)$$

式中 δ 为样本标准偏差; μ 为算术平均数; x_i 为数据序列任意元素; N 为数据序列中的元素个数。

观测样本数据符合正态分布,结合数据测定的实际过程选取格鲁布斯准则判断粗大数据较为合理^[5]。 δ 是一个随机变量,用 δ_b 表示估计值 δ 的标准差,相对标准差公式为:

$$\frac{\delta_b}{\delta} = \frac{1}{\sqrt{2N}} \quad (4)$$

通过估值精密度可知,当样本数为 10 的时候, $N_1=10, \delta_{b(10)}=0.22\delta$,估计值精度一般,可以参考;伴随样本数增加,当 $N_2=20, \delta_{b(20)}=0.16\delta$,当 $N_3=30, \delta_{b(30)}=0.13\delta$,当 $N_4=40, \delta_{b(40)}=0.11\delta$,当 $N_5=50, \delta_{b(50)}=0.1\delta$,可知,欲提高估计精度,样本数量 N 应当尽可能大些。

标准差能反映一个数据集的离散程度,标准偏差 σ 值小,表明测量值比较集中, σ 值大表明测量值比较分散。为了验算样本集合 $\{x_i\}$ 中是否存在粗大误差数据,对 $\{x_i\}$ 中数据按照大小顺序排列为统计量 $X_{(q)}$:

$$X_{(1)} \leq X_{(2)} \leq \dots \leq X_{(n)} \quad (5)$$

格鲁布斯导出公式:

$$g_{(n)} = \frac{x_{(n)} - \mu}{\delta} \text{ 及 } g_{(1)} = \frac{\mu - x_{(1)}}{\delta} \quad (6)$$

取定显著度 α (常规为 0.05/0.01),可查表 1 得所列格鲁布斯临界值 $g_0(n, \alpha)$ 。当 $g_{(q)} > g_0(n, \alpha)$ 时,判定该测得值含有粗大误差,需剔除。对剔除的数据进行重复计算直到不再含有粗大误差数据。

4 视频分析工效测定实例

4.1 工程概况

夏特水电站位于新疆维吾尔自治区乌恰县境内,是以发电为主的引水式水电站。因夏特水电站工程施工过程中存在非承包商原因造成的工期延长,为确保原计划发电节点目标,决定在部分引水隧洞进行冬季引水隧洞衬砌施工,为对冬季施工措施及降效进行合理分析。同时,也能为业主合同管理以及处理该类工程变更费用提供支撑依据,经研究后开展引水隧洞冬季混凝土施工的工效测定。

表1 格鲁布斯临界值 $g_0(n, \alpha)$

α			α			α		
n	0.05	0.01	n	0.05	0.01	n	0.05	0.01
$g_0(n, \alpha)$			$g_0(n, \alpha)$			$g_0(n, \alpha)$		
3	1.15	1.16	9	2.11	2.32	15	2.41	2.70
4	1.46	1.49	10	2.18	2.41	16	2.44	2.75
5	1.67	1.75	11	2.23	2.48	17	2.48	2.78
6	1.82	1.94	12	2.28	2.55	18	2.50	2.82
7	1.94	2.10	13	2.33	2.61	19	2.53	2.85
8	2.03	2.22	14	2.37	2.66	20	2.56	2.88

引水隧洞洞内照明条件差且作业工作面狭窄,考虑到洞内安全问题,采取常规的工效测定方法测定的数据,其真实性、连续性和合理性难以保证,因此采取全过程视频录像分析、现场观测与走访调研相结合的方式对工效测定。依据引水隧洞冬季衬砌混凝土施工工序和测定内容,对混凝土浇筑工序采用写实记录法,观察浇筑工作持续时间及各项资源的消耗时间。

4.2 基于视频录像的工效测定

测定内容为引水隧洞混凝土衬砌,选取夏特水电站引水隧洞(1号洞)和引水隧洞(5号洞)为测定对象,测定时间为各连续观测10仓。

现场观测引水隧洞混凝土衬砌的施工工艺流程,并拆分浇筑过程工序。通过调研获知浇筑混凝土人工配置为混凝土工4人,辅助工2人,现场调度员1人。

表2 混凝土浇筑(混凝土工)有效工作时间

h/人

测定对象	样本1	样本2	样本3	样本4	样本5	样本6	样本7	样本8	样本9	样本10	样本11
混凝土工	13.27	13.02	15.77	12.27	10.83	12.72	13.07	11.26	11.15	11.50	13.04

表3 混凝土浇筑(混凝土工)合理工作时间

/h

观测方式	测定内容	混凝土工
现场调查数据	准备与结束时	0.33
	休息时间	0.75
	辅助工作时间	3.09

表4 混凝土浇筑(混凝土工)总必需消耗时间

/h

测定对象	样本1	样本2	样本3	样本4	样本5	样本6	样本7	样本8	样本9	样本10	样本11
混凝土工	69.76	68.76	79.76	65.76	60.00	67.56	68.96	61.72	61.28	62.68	68.84

(4)样本检验。对上述各测定对象进行样本标准偏差计算:

①混凝土工样本工时平均值:

$$\mu_{1(\text{混凝土工})} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} = 728.69/11 = 66.27$$

4.3 数据分析

(1)混凝土衬砌施工采用标准循环过程,参与人员对观测部位以不同位置安设3个摄像头,每完成一次浇筑循环视为一个样本,对观测对象分析视频录像后获得浇筑混凝土有效工作时间,并从中选取11个样本数,混凝土浇筑(混凝土工)有效工作时间见表2。笔者仅以混凝土工的工作时间作为数据分析对象。

(2)对现场调研分析出混凝土合理工作时间消耗量,混凝土浇筑(混凝土工)合理工作时间见表3。

(3)将视频观测到的人工有效工作时间和现场调研收集到的人工合理工作时间进行整合;将上述结果结合现场调研获得的人工配置数量(参考公式1)进行汇总计算,最终计算出混凝土工总必需消耗时间(表4)。

$$\begin{aligned} \text{②计算 } \delta &= \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2} = \sqrt{31.99} \\ &= 5.66 \end{aligned}$$

③对样本数据按照从小到大排列形成统计量 $X_{(q)}$, 可知 $x_{(11)} = 79.76, x_{(1)} = 60.00$

$$\textcircled{4} \text{ 计算 } g_{(11)} = \frac{x_{(11)} - \mu}{\delta} = 2.38$$

$$g_{(1)} = \frac{\mu - x_{(1)}}{\delta} = -1.11$$

格鲁布斯临界值见表 1, 格鲁布斯临界值 $g_0(11, 0.01) = 2.48$, 且 $g_{(1)} < g_{(11)} < g_0(11, 0.01)$, 可知此组数据无需剔除, 可以为后期工效分析提供数据支撑。

5 结 语

与传统工效测定方法相比, 基于视频录像技术的工效测定方法通过视频录制、提取、分析基础数据, 并结合现场观测对测定数据进行补充、校验, 能够提高观测效率、保证观测数据的稳定性与连续性, 并且能够有效降低测定成本。通过对测定结果进行粗大误差分析, 采取此类方法能够满足精度要求, 可以为后期工效分析提供有效的数据支撑。因此, 基于视频录像技术的工效测定及

(上接第 134 页)

高起跳动闸”压板, 通知检修人员对温度保护装置进行检查。

④若监控和现场励磁变温度显示均不断上升, 持续恶化而未达到温度跳闸值, 应立即申请集控停机处理。

⑤若励磁变本体存在冒烟着火和严重焦臭味等明显的故障现象, 且相应保护装置未动作, 应立即停运故障设备, 同时汇报集控中心, 并做好隔离及前期处置措施。

⑥若励磁变温度过高保护动作跳闸, 则做好厂用电方式调整, 同时汇报集控中心, 并按照调度指令做好故障设备隔离措施。

4 结 语

对锦屏二级水电站避沙运行工况进行了详细的风险分析, 并提出了针对性管控措施。提出的风险管控措施为运行人员的事故处置提供具体参考, 以此为基础开展事故预想及应急演练, 保障了

数据分析方法具有良好的实际效果, 可以更好地在行业工效测定工作中进行推广使用。

参考文献:

- [1] 郭琦, 夏晓云, 安慧. 水电工程造价管理[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
- [2] 田志超, 曾露. 水电工程定额测定工程的思考[J]. 水利科技与经济, 2014, 20(12): 112-115.
- [3] 王武义, 徐定杰, 陈健翼. 误差原理与数据处理[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社. 2001.
- [4] 周富臣, 孙玉莲. 总体标准差 δ 的五种估计及估计精密密度[J]. 计量技术, 2006, 12: 60-64.
- [5] 刘伟, 王贵军, 杨志娟. 基于数据真伪检测的企业定额编制方法[J]. 建筑经济, 2008(12): 342-344.

作者简介:

刘 勇(1991-), 男, 四川成都人, 工程师, 硕士, 从事水利水电工程造价方面工作;

翟士旭(1992-), 男, 四川成都人, 工程师, 硕士, 从事水利水电工程造价方面工作。

(责任编辑: 吴永红)

电站避沙运行期间的安全稳定运行。

参考文献:

- [1] 练继建, 菅佳乐, 徐奎, 等. 锦屏二级非常规洪水冲沙减淤优化调控研究[J]. 水力发电学报, 2018, 37(12): 44-53.
- [2] 彭睿, 聂锐华, 张洋, 等. 锦屏二级水电站进水口引水防沙模型试验研究[J]. 水力发电, 2013, 39(4): 90-94.
- [3] 李鹏, 黄维华, 韩宏斌. 小浪底水电厂发电机顶部出水原因及应对措施[J]. 人民黄河, 2021, 43(S1): 241-242.
- [4] 蒲瑜, 王刚, 窦海妮. 长隧洞“一洞双机”电站水力波动负荷稳定控制[J]. 人民长江, 2015, 46(1): 50-53.
- [5] 华红. 含沙水中锦屏二级水电站水轮机内部流动及性能预测研究[D]. 西华大学, 2013.

作者简介:

张海川(1993-), 男, 四川巴中人, 硕士研究生, 从事水电站运行管理工作;

杨 武(1991-), 男, 重庆人, 本科, 从事水电站运行管理工作;

李家银(1988-), 男, 湖北武汉人, 本科, 从事水电站运行管理工作;

廖 伟(1993-), 男, 四川巴中人, 本科, 从事水电站运行管理工作。

(责任编辑: 吴永红)

大渡河流域两座大型水电工程实现同步截流

2023 年 3 月 30 日, 大渡河流域枕头坝二级水电站、沙坪一级水电站建设迎来重要节点, 成功实现围堰同步截流。同一流域两座大型梯级水电工程同步截流, 在国内并不多见。这极大缩短了控制水流的时长, 有效降低了截流过程中对流域内干流电站发电的影响, 为我国水电工程开发作出了有益探索。枕头坝二级水电站、沙坪一级水电站项目位于乐山市金口河区境内, 是我省“十四五”重点建设项目。两座电站总投资约 95 亿元, 水库总库容 0.308 亿立方米, 总装机容量 660 兆瓦, 以发电为主, 兼顾下游生态用水需求。两座电站同步截流, 标志着两个项目工程建设转入到二期大坝及厂房主体工程施工阶段, 为 2025 年同步实现首台机组投产发电、2026 年实现机组全部投产创造了条件。(来源: 四川日报)