

结构、作物需水量、水源工程、气温、土壤结构等因素的综合分析,还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 国家防汛抗旱总指挥部,中华人民共和国水利部. 中国水旱灾害公报 2014[Z]. 2015年7月第1版. 北京:中国水利水电出版社,2015.
- [2] 鞠笑生,杨贤为,陈丽娟,等. 我国单站旱涝指标确定和区域旱涝级别划分的研究[J]. 应用气象学报,1997(01):27~34.
- [3] 王莺,赵福年,姚玉璧,李耀辉. 基于Z指数的石羊河流域干旱特征分析[J]. 灾害学,2013(02):100~106.
- [4] 李楠,孙培良,韩莎莎,等. 基于Z指数的聊城地区干旱时空特征分析

[J]. 中国农学通报,2016(05):152~158.

- [5] 张娜,陈莹,张粮锋,等. 基于Z指数的福州市近51年旱涝时空特征分析[J]. 海南师范大学学报(自然科学版),2015(03):292~297.
- [6] 祁靛雯,钱会,高盼盼. 可利用降雨量Z指数法的西安市气象干旱特征[J]. 南水北调与水利科技,2016(02):93~98+124.
- [7] 霍正文,陈文,凡炳文. 近54年定西市降水趋势及突变分析[J]. 水文,2012(03):88~92.
- [8] 潘明华,潘汉明. 江西地区干旱特征分析[J]. 水资源研究,1996,17(2):49~58.

编辑:张绍付

Analysis on drought characteristics of Luxi county based on Z index

LIU Yewei¹, PENG Yueping¹, HUANG Fen², HE Zhiliang², ZHU Duanduan³

(1. Jiangxi Provincial Institute of Water Sciences, Nanchang 330029, China;

2. Water Resources Planning and Design Research Institute of Jiangxi, Nanchang 330029, China;

3. Institute of Water Resources and Hydro - electric Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

Abstract: To analyze the drought character in LuXi county of JiangXi province, seven levels was divided by the Z index, which had been calculated by monthly precipitation and annual precipitation data (1958 - 2013) in the areas. Results showed that: The annual Z index showed an increasing trend in the last 56 years. Overall, it was a tendency to flood, and had the obvious characteristic of continuous drought; according to seasonal difference of drought, the probability of drought, accounting for 32.1%, was the largest in summer; partial drying trend was showed in spring, and partial flood trend was showed in other three seasons, especially the Z index in summer increased remarkably; mann - Kendall test results showed that the sudden change years had been occurred in 1961, 1963, 1967, 1969 and 1971, partial flood trend had been only presented since the year of 1965, and the trend had become more significant in 1997 ~ 2007, 2010 and 2012.

Key words: Drought; Z index; Drought characteristic; LuXi county

翻译:付莎莎

欢迎投稿 欢迎订阅

HEC-RAS 模型的原理、结构及在防洪影响评价中的应用

陈 龙, 罗 蔚

(江西省水利规划设计研究院, 江西 南昌 330029)

摘 要: HEC-RAS 模型是国外一款一维水动力软件, 可模拟涉及桥梁、涵闸、泵站等多种建筑物的单一河道、树状或环状河网复杂水力系统。本文从模型基本构架入手, 介绍了 HEC-RAS 模型的原理、组成及主要用途, 运用实例说明其在防洪评价中的应用, 并用 MIKE11 模型对 HEC-RAS 模型成果合理性进行了验证。

关键词: HEC-RAS; Mike11; 壅水; 模型; 防洪影响评价

中图分类号: TV 133

文献标识码: A

文章编号: 1004-4701(2016)05-0338-04

HEC-RAS 模型由美国陆军工程兵团水文工程中心(Hydrologic Engineering Center)开发, 主要用于天然河道或明渠一维恒定/非恒定流水面线计算。该中心开发的 HEC-RAS 模型已由早期的 1.0 版(1995 年)升级到当前的 HEC-RAS4.1 版(2010), 模型的适用范围不断拓展, 当前版本能考虑各类水系及常见涉水建筑物, 并在 4.0 以上版本中新增了泥沙运移和水质模拟等功能。模型可用于天然河道水力计算、涉河建筑物阻水影响评价、河流泥沙冲淤研究、水质模拟、流域防洪规划和洪水安全分析等。

HEC-RAS 模型在国外应用较为成熟^[1-5], 模型的适应性及参数等进行了深入研究, 极大丰富了模型的内涵和价值。该模型在国内有不少成功案例, 且应用范围在逐渐拓展。王晓阳^[6-8]等将 HEC-RAS 用于桥梁阻水分析, 实践表明此模型计算简便、效率较高, 值得推广。陈建峰^[9-12]等利用 HEC-RAS 进行洪水分析, 普遍认为该模型模拟结果合理、图表结果丰富直观, 在洪水风险研究及洪泛区管理中具有重要作用。本文从模型基本构架入手, 简要介绍 HEC-RAS 模型原理及组成, 然后通过实例说明模型的实用性, 为该模型的推广应用及深入研究提供一定的参考依据。

1 模型原理和结构

该软件由恒定流求解、非恒定流求解、泥沙运移和水质模拟 4 个模块构成。这 4 个模块可共用相同的地形数据及桥涵等涉水建筑物数据, 同时针对各类求解问

题又设计了独立的数据编辑器, 用于编辑和管理数据。模型所需要的数据可实地采集, 也可从其他软件的数据格式导入, 如 GIS 格式、HEC-2 格式、UNET 几何数据、MIKE11 断面数据格式等^[13]。

(1) 恒定流模块

该模块用于计算恒定渐变流水面线, 可模拟单一河道、树状或环状河网系统。恒定流模块可以求解缓流、急流及混合流三种流态的水面线。此模块基本方程为能量方程, 采用直接步进法迭代求解。其沿程水头损失根据曼宁公式确定, 局部水头损失基于流速水头变化值而定, 在流速变化剧烈的区域, 如桥梁、河口等处, 水流流态复杂, 能量损失则根据动量方程确定。

(2) 非恒定流模块

此模块可用于模拟河网的一维非恒定流过程, 可考虑桥梁、涵闸、泵站、堰、溢洪道等涉水建筑物, 可动态控制闸门开度, 模拟实际涵闸调控过程, 另外还可模拟蓄水区及河槽的调蓄作用, 以及多个蓄水区、蓄水区与河系间的各类复杂水力联系。此模块可用于河网洪水演进过程模拟、水库泄水影响分析、蓄洪区洪水调蓄作用分析及洪水动态管理, 在流域防洪规划中具有广泛用途。此外, 将该模块与其它水质模型联合运用, 还可进行水环境模拟与预测^[2]。非恒定流模块采用 UNET 模型(Barkau, 1992 和 HEC, 1997), 基本方程包括连续方程和动量方程, 运用四点隐式有限差分法求解。

(3) 泥沙运移模块

泥沙运移模块是 HEC-RAS4.0 版中新增功能, 主要用于模拟中等时间尺度(一般为多年)内河道纵剖面

收稿日期: 2016-07-28

项目来源: 江西省水利厅科技项目(KT201532)

作者简介: 陈 龙(1984-), 男, 硕士, 工程师。

的冲淤变化。此模型充分考虑了水力学、泥沙输移、渠道糙率以及相关边界条件变化因素的影响,并提供多种方法来计算泥沙输移率。HEC-RAS 模型可用于水库淤积计算、航道整治工程设计、疏浚及其对淤积的影响、各种堤岸建设方案比较、大洪水期间可能最大冲刷深度估算、桥梁墩台冲刷以及渠道泥沙沉降分析等。

(4) 水质分析模块

当前版本的 HEC-RAS 模型仅能模拟水体温度及部分水质(藻类、溶解氧、COD、磷酸盐、有机磷、氨氮、亚硝酸氨盐、硝酸氨盐、有机氮),后续版本还将增加其它水质指标的模拟功能。水质分析模块也属新增加功能,在国外已有学者成功应用该模型模拟了河流水体温度演变过程^[1]。此模块可用于河岸水质分析、污染物迁移规律研究、水体纳污能力评价、水环境质量分析及预测等,在污染源治理及水环境保护等领域具有重要的作用。

2 模型应用

HEC-RAS 模型操作便捷功能全面,可计算涉及桥涵、堤、堰等多种水工建筑物的复杂水力系统。本文以“沪昆铁路客运专线江西段工程”中的饶北河大桥为例,介绍该模型在桥梁防洪评价壅水分析中的应用,并用 MIKE11 模型对 HEC-RAS 模型成果合理性进行验证。

2.1 工程概况

沪昆铁路客运专线是国家规划建设的“五纵五横”综合运输大通道的重要组成部分,是长江以南地区西南、中南至华东地区东西向最重要的铁路运输大动脉,在我国经济和社会发展中发挥着重要作用。饶北河大桥位于饶北河下游末端(距汇合口距离约 0.8 km)。根据饶北河大桥桥型布置资料,大桥桥位轴线与水流成 57 度夹角,大桥坐落于河道内孔跨布置为 3 × 64 m 连续梁,河槽内布设有 2 个桥墩,桥墩为直径 6 m 圆墩。大桥设计防洪标准为 100 年一遇洪水,河段防洪标准为 50 年一遇。

2.2 HEC-RAS 模型计算

2.2.1 计算原理

该模型中既根据糙率的纵横向分布和主河道与滩地部分的流量分配,又考虑了糙率随水位变化的因素,还结合各种形状涉水建筑物的阻水机理考虑了各种局部阻力^[6,8]。对于桥涵等涉水建筑物,HEC-RAS 模型考虑了三类能量损失:一是为涉水建筑物占用过流断面使上游水流收缩引起的能量损失;二是收缩的水流经过涉水建筑物后再扩散所引起的能量损失;三是各种形状及排列的涉水建筑物本身造成的能量损失。模型所采

用的基本方程如下:

$$Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (1)$$

$$h_e = LS_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (2)$$

式中: Z_1 、 V_1 、 α_1 和 Z_2 、 V_2 、 α_2 分别为计算河段下游、上游断面水位、平均流速和流速系数; h_e 为河段能量损失; S_f 为河段摩阻坡度; g 为重力加速度; C 为断面扩大或收缩系数,取值如表 1 所示。

表 1 断面收缩、扩大系数 C 值

项目	无收缩、扩大	渐变过渡	桥梁断面	急剧过渡
收缩	0.0	0.1	0.3	0.6
扩大	0.0	0.3	0.5	0.8

L 为按流量加权的河段长度,按下式计算:

$$L = \frac{L_1 Q_1 + L_2 Q_2 + L_m Q_m}{Q_1 + Q_2 + Q_m} \quad (3)$$

$$K = \frac{1}{n} AR^{2/3} \quad (4)$$

式中: n 为滩地或主槽糙率系数; A 、 R 分别为各部分过水断面面积和水力半径。

流速系数 α 的计算式为

$$\alpha = \frac{A^2}{K^3} \left[\frac{K_1^3}{A_1^2} + \frac{K_2^3}{A_2^2} + \frac{K_m^3}{A_m^2} \right] \quad (5)$$

式中: A_1 、 A_2 、 A_m 、 A 和 K_1 、 K_2 、 K_m 、 K 分别为河段内左、右滩、主槽和全断面的过水断面面积和流量模数。水面计算的摩阻坡度($\bar{S}_f$)方程如下:

$$\bar{S}_f = \left[\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right]^2 \quad (6)$$

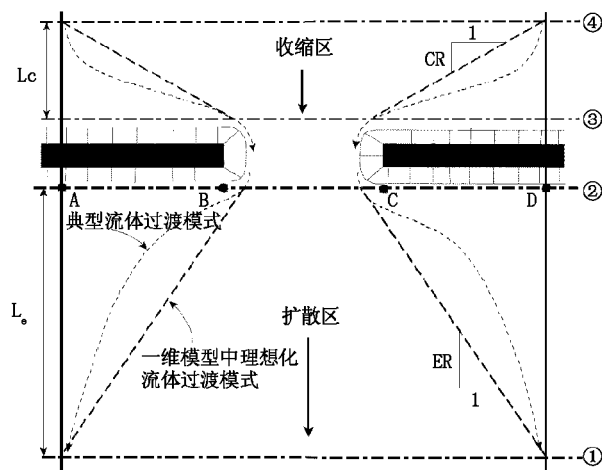


图 1 桥位处计算断面布置示意图

HEC-RAS 模型在桥位处计算断面布置见图 1,其中断面④和断面①分别布置在上、下游足够远处,水流不受桥梁影响,断面③、断面②布置在紧邻桥梁处。

2.2.2 计算结果

河道纵横断面资料采用江西省水利规划设计研究院实测地形资料,100 年一遇和 50 年一遇设计洪峰流量分别为 2 780 m³/s、2 420 m³/s。根据饶北河大桥立

面布置图选定 HEC-RAS 模型中所需桥梁结构参数,并输入河道地形及水流边界条件,河道糙率均设置为 0.035,滩地糙率为 0.045,然后分别计算建桥前和建桥后河道水面线,成果见表 2。由表 2 可知,100 年一遇洪水时最大壅水高度为 0.06 m,壅水河段长度约为 4.9 km;50 年一遇洪水时最大壅水高度为 0.06 m,壅水河段长度约为 4.9 km。

表 2 大桥兴建前后水面线成果表

断面编号	累计距	P=1% 洪水位							P=2% 洪水位						
		HEC-RAS 模型			MIKE11 模型			壅高 差值	HEC-RAS 模型			MIKE11 模型			壅高 差值
		天然	建桥	壅高	天然	建桥	壅高		天然	建桥	壅高	天然	建桥	壅高	
CS12	8 260	82.01	82.01	0	81.96	81.96	0	0	81.71	81.71	0	81.71	81.72	0	0
CS11	7 220	81.26	81.26	0	81.14	81.14	0	0	80.81	80.81	0	80.67	80.67	0	0
CS10	6 480	80.96	80.96	0	80.90	80.90	0	0	80.50	80.50	0	80.43	80.43	0	0
CS09	5 450	79.6	79.61	0.01	79.75	79.76	0.01	0	79.02	79.03	0.01	79.11	79.12	0.01	0
CS08	4 660	79.53	79.54	0.01	79.48	79.49	0.01	0	78.95	78.96	0.01	78.91	78.92	0.01	0
CS07	3 480	78.46	78.47	0.01	78.45	78.47	0.02	-0.01	77.93	77.94	0.01	77.90	77.92	0.02	-0.01
CS06	2 510	77.21	77.24	0.03	77.30	77.33	0.03	0	76.58	76.61	0.03	76.66	76.69	0.03	0
CS05	1 940	77.12	77.15	0.03	77.05	77.09	0.04	-0.01	76.50	76.53	0.03	76.43	76.47	0.04	-0.01
CS04	1 090	76.39	76.44	0.05	76.34	76.40	0.06	-0.01	75.77	75.82	0.05	75.73	75.79	0.06	-0.01
CS03	830	76.19	76.24	0.05	76.17	76.23	0.06	-0.01	75.55	75.61	0.06	75.55	75.61	0.06	0
桥位上游	590	75.95	76.01	0.06	75.96	76.03	0.07	-0.01	75.32	75.38	0.06	75.34	75.40	0.06	0
CS02 桥位	570														
桥位下游	550	75.9	75.9	0	75.92	75.92	0	0	75.27	75.27	0	75.30	75.30	0	0
CS01	0	75.83	75.83	0	75.83	75.83	0	0	75.19	75.19	0	75.19	75.19	0	0

2.3 MIKE11 模型计算结果

为对比分析 HEC-RAS 计算结果,采用 MIKE11 模型进行饶北河大桥壅水计算。MIKE11 模型是由 DHI(丹麦水力研究所)开发的一维河网模型系统,主要用于河口、河流、灌溉系统和其他内陆水域的水文学、水力学、水质和泥沙传输模拟,目前在国内外已有广泛应用。MIKE11 模型基本控制方程为圣维南方程组。MIKE11 模型所采用的河道纵横断面资料、河道综合糙率及边界条件与 HEC-RAS 模型均相同。计算结果见表 2。MIKE11 模型计算结果为:100 年一遇洪水时,最大壅水高度为 0.07 m,壅水河段长度约为 4.9 km;50 年一遇最大壅水高度为 0.06 m,壅水河段长度约为 4.9 km。

2.4 结果分析

对比 HEC-RAS 模型与 MIKE11 模型计算成果,

可以看出,两种模型计算结果比较接近。对于天然水面线,HEC-RAS 模型总体略高于 MIKE11 模型,最大差值低于 0.15 m。建桥后壅水值较接近,HEC-RAS 模型计算的 100 年一遇、50 年一遇洪水时最大壅水值分别为 0.06 m、0.06 m,MIKE11 模型计算的最大壅水值分别为 0.07 m、0.06 m,壅水值差值最大为 0.01 m,说明两种模型的壅水值基本一致。建桥后壅水河段长度基本相同。从计算结果对比情况来看,HEC-RAS 模型计算成果基本合理,可用于桥梁壅水分析。

3 结论

本文采用 HEC-RAS 模型对桥梁初建后洪峰时河流壅水进行了分析,并与 MIKE11 模型计算结果进行了对比,取得了较满意成果。HEC-RAS 模型在数据前、

后处理及管理方面具有一定的优越性,尤其在水系复杂、计算方案较多的状况下,HEC-RAS 模型可以为用户节省大量的时间和精力。因此,HEC-RAS 模型值得推广应用。

参考文献:

- [1] Jennifer Drake, Andrea Bradford, Doug Joy. Application of HEC-RAS 4.0 temperature model to estimate groundwater contributions to Swan Creek, Ontario, Canada[J]. Journal of Hydrology. 2010, 389(3): 390-398.
- [2] Chihhao Fan, Chun-Han Ko, Wei-Shen Wang. An innovative modeling approach using Qual2K and HEC-RAS integration to assess the impact of tidal effect on River Water quality simulation[J]. Journal of Environmental Management. 2009, 90(50): 1824-1832.
- [3] G. R. Aggett, J. P. Wilson. Creating and coupling a high-resolution DTM with a 1-D hydraulic model in a GIS for scenario-based assessment of a-vulsion hazard in a gravel-bed river[J]. Geomorphology. 2009, 113(1): 21-34.
- [4] Aaron Cook, Venkatesh Merwade. Effect of topographic data, geometric configuration and modeling approach on flood inundation mapping[J]. Journal of Hydrology. 2009, 377(1): 131-142.
- [5] F. Pappenberger, K. Beven, M. Horritt, S. Blazkova. Uncertainty in the calibration of effective roughness parameters in HEC-RAS using inundation and downstream level observations[J]. Journal of Hydrology. 2005, 302(1): 46-69.
- [6] 赵渭军. HEC-2 方法在桥涵壅水水面线计算中的应用[J]. 浙江水利科技, 1994(4): 50-54.
- [7] 王晓阳, 邓赞新, 喻妮厚. HEC-RAS 模型及其在桥梁阻水壅高计算中的应用[J]. 湖南水利水电, 2008(3): 31-32.
- [8] 李磊, 李月玉, 孙艳, 等. HEC-RAS 软件在桥梁防洪评价中的应用[J]. 水力发电, 2008(3): 103-105.
- [9] 陈建峰, 王颖, 李洋. HEC-RAS 模型在洪水模拟中的应用. 东北水利水电[J]. 2006, 24(11): 12-13.
- [10] 方园皓, 张行南, 夏达忠. HEC-RAS 系列模型在洪水演进模拟中的应用研究[J]. 三峡大学学报(自然科学版), 2011, 33(2): 12-15.
- [11] 付鹏. HEC-2 模型在古洪水研究中的应用[J]. 吉林水利, 2004(10): 5-7.
- [12] 刘科, 查小春, 黄春长, 等. 基于 HEC-RAS 模型的汉江上游鹿家洲河段古洪水流量重建研究[J]. 干旱区资源与环境, 2014, 28(10): 184-190.
- [13] 蔡新明, 董志勇, 张永华. HEC 系列水利软件的应用[J]. 浙江水利科技, 2005(6): 20-23.

编辑: 张绍付

The principles, composition of HEC-RAS and its application in flood control impact assessment

CHEN Long, LUO Wei

(Jiangxi Provincial Water Conservancy Planning and Designing Research Institute, Nanchang 330029, China)

Abstract: HEC-RAS model is an one-dimensional hydrodynamic software from overseas which can simulate single river channel and complex dendritic or cyclic river network system involved in bridges, gates and pumps. Starting from the basic framework of the model, the principles, composition and main purposes of HEC-RAS was introduced in this paper, with its application in flood control evaluation illustrated through project case, and the rationality of the HEC-RAS model was verified by the MIKE11 model.

Key words: HEC-RAS; Mike11; Backwater; Model; Flood control evaluation

翻译: 邹晨阳

水工混凝土结构腐蚀检测与评估方法

梁建鹏, 杨玉峰

(中国石油新疆油田公司供水公司, 新疆 克拉玛依 834000)

摘 要:水工混凝土结构在环境侵蚀、材料老化和物理力学性能的改变、突发事变过载等因素的综合作用将不可避免地导致结构损伤的不断演化,直接影响其工作性态,并致使结构的强度、稳定性和耐久性等重要安全性能指标下降,抵抗自然灾害的能力降低,影响其正常工作的能力,甚至发生结构性破坏。因此,在设计确定的环境作用、实际运行的条件和规定的维修使用条件下,对现存水工混凝土结构的腐蚀状况进行检测、分析和评估诊断,合理评价水工混凝土结构在合理使用年限内的适用性和结构安全性,分析水工混凝土结构腐蚀后的剩余使用年限,显得尤为重要。本文论述了水工混凝土结构腐蚀检测的基本程序和要求、检测依据和内容、腐蚀评估方法和剩余使用寿命评价方法,为水工混凝土腐蚀结构检测和评估提供参考和依据。

关键词:腐蚀检测;评估方法;水工混凝土

中图分类号:TV 431

文献标识码:B

文章编号:1004-4701(2016)05-0342-06

从混凝土应用于建筑工程至今的 150 年间,大量钢筋混凝土结构由于各种各样原因而提前失效,达不到预定的服役年限。这其中部分是由于结构设计抗力不足造成的,部分是由于使用荷载的不利变化造成的,但更多是由于结构耐久性不足导致的。水工混凝土结构作为水工建筑物的重要组成部分,根据 SL 654-2014《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》水工建筑物的合理使用年限为 30~100 年不等,在长期的运行期间不可避免会出现结构腐蚀^[1-2],甚至会导致结构破坏而产生严重的经济和社会影响,因此不得不进行混凝土耐久性设计^[3,4]。本文在介绍了水工混凝土结构腐蚀检测的基本程序和要求的基础上,提出了水工混凝土腐蚀检测依据和内容、腐蚀评估方法和剩余使用寿命评价方法,为水工混凝土腐蚀结构检测和评估提供参考和依据。

1 基本程序和要求

开展水工混凝土结构腐蚀检测和评估首先需要管理单位根据水工混凝土结构腐蚀现状,提出开展结构腐蚀检测与评估的申请立项;其次立项获批后根据相关法规委托具有资质的检测与评估单位,对水工混凝土结构现场工作条件、结构腐蚀现状和损伤程度等进行实地调

查,并采用运用经过率定的试验仪器,经济合理的现场检测手段,对水工混凝土结构进行全面检测、评估分析,提出结构腐蚀的维修加固的建议;最后管理单位通过召开专家鉴定会或维修加固设计方案评审会等形式,论证检测和评估单位维修加固的技术可行性、经济合理性。

应当指出的是,水工混凝土结构腐蚀检测和评估与新建水工混凝土结构的设计是不同的,新建结构设计可以自由确定结构形式,调整杆件断面,选择结构材料,根据工程等级和重要性确定设计使用年限,利用现行有效规范确定设计参数取值;而水工混凝土结构腐蚀检测和评估只有通过现场调查和检测才能获得现状结构有关参数,并据此判断是否满足现行规范要求,或者满足现行规范的程度。因此,水工混凝土结构腐蚀检测和评估,必须建立在现状调查和现场结构检测的基础上。

水工混凝土结构腐蚀检测目的是为水工混凝土结构性能的评价与鉴定提供详实、可靠和有效的检测结论。因此检测单位应具备健全的质量管理体系和计量认证体系,并具有相应资质、设备和人员的配备应与所承担的任务相适应。检测人员应由持有相应检测资格证书的专业人员进行,每项检测工作由两人或两人以上检测人员承担;进行水下潜水检测时,潜水作业人员还应具有潜水员资格证书和年度身体健康体检证明;潜水作业要严格遵守国家有关潜水条例的相关规定,并接受