

文章编号: 2095-2163(2020)02-0061-05

中图分类号: TP216.1

文献标志码: A

船舶压载水快速测量仪的设计与应用研究

王洋¹, 郭宝诚², 刘进涛¹

(1 中华人民共和国连云港海关, 江苏 连云港 222000; 2 中华人民共和国 高栏海关, 广东 珠海 519050)

摘要: 船舶压载水深度的测量是大宗商品水尺计重的关键计量环节之一, 针对传统压载水测量方法存在的人为误差大、准确性差、效率低下等问题, 设计了一种携带方便、易于使用的压载水快速测量仪, 该测量仪基于差距测量法, 以单片机和多项传感器为核心部件, 通过机电一体化设计方案可以实现压载水测量数据的自动获取和测量结果的自动计算, 大幅减少了测量过程中的人为误差, 能够有效提高压载水测量的准确度和工作效率, 进而极大地提升水尺计重工作的整体效能, 对于减少船舶滞港时间、提升口岸便利化水平具有显著的促进作用。

关键词: 水尺计重; 压载水; 测量仪; 单片机; 传感器; 步进电机

Design and application of a rapid ballast water measuring instrument

WANG Yang¹, GUO Baocheng², LIU Jintao¹

(1 Lianyungang Customs of the People's Republic of China, Lianyungang Jiangsu 222000, China;

2 Gaolan Customs of the People's Republic of China, Zhuhai Guangdong 519050, China)

[Abstract] The measurement of ship's ballast water depth is one of the key links of bulk commodity draft survey, in view of the problems of large human error, poor accuracy and low efficiency in traditional ballast water measuring method, a rapid ballast water measuring instrument is designed, which is convenient to carry and easy to use. Based on the gap measuring method, with single chip microcomputer and multiple sensors as the core components, through the mechatronics design scheme, the instrument can realize the automatic acquisition of the ballast water measurement data and the automatic calculation of the measurement results, greatly reduce the human error in the measurement process, and effectively improve the accuracy and efficiency of the ballast water measurement, therefore greatly improve the overall efficiency of draft survey, which has a significant effect in reducing the time of ship stagnation and improving the level of port facilitation.

[Key words] draft survey; ballast water; measuring instrument; single chip microcomputer; sensor; stepper motor

0 引言

水尺计重是当前国内外大宗商品交易中货物重量计量及贸易结算的主要方式之一, 在贸易活动中发挥着越来越重要的作用。在水尺计重过程中, 船舶压载水的测量环节至关重要, 是确保计重结果准确的前提和基础^[1]。目前, 普遍采用的压载水测量方法主要是以手工测得方式获取液深数据。在该测量模式下, 测量结果受测量者主观因素影响较大, 测量准确性差且效率低下。为此, 设计了一种压载水快速测量装置, 该装置以微处理器和传感器为主要部件, 能够自动完成测量操作和计算, 进而有效减轻测量操作人员劳动强度, 大幅减少人为主观误差, 提高测量准确度和工作效率。

1 设计思路及测量原理

传统的压载水测量方法是以操作者人工下尺, 凭触觉或听觉判断尺锤触底后拉出尺带, 观测尺带

上水痕位置确定水位深度。若尺带上水痕不清晰时, 需要擦干并抹上巧粉或试水膏再次观测。在确认尺锤触底的过程中, 上下拉动尺带容易造成水位的上下波动^[2], 致使水痕虚高。水痕不清晰时多次测量结果不一, 会导致测量准确性差, 工作效率低下。

本文设计的测量仪采用差距测量法, 即先测量出压载水液面到测量基准点的距离 a , 然后测量出压载舱底部到测量基准点的距离 b , 计算差值则为压载舱中压载水的深度 c , 即 $c = b - a$ 。差距测量法消减了测量尺带在测量管下降过程中所排开的压载水波动而造成的水痕虚高, 有效减小了测量误差, 其测量原理如图 1 所示。

2 设计方案

液位深度测量一般有接触式和非接触式测量等方法, 由于压载水测量管道的结构特殊性, 使用超声

基金项目: 海关总署科研项目(2017IK230)。

作者简介: 王洋(1980-), 男, 硕士, 主要研究方向: 海关智能化监管; 郭宝诚(1985-), 男, 学士, 主要研究方向: 海关智能化监管; 刘进涛(1982-), 男, 学士, 主要研究方向: 海关智能化监管。

收稿日期: 2019-11-19

波等非接触式测量方法可能导致测量信号的误触发进而造成较大的测量误差,且测量管道总高往往并不能准确预知,因而非接触式测量方法存在很大的应用局限性^[3-4]。本文中设计的压载水测量仪,针对传统压载水测量方法存在的问题,采用可编程单片机控制电机^[5],带动测量尺及含传感器的尺锤完成自动测量,其测量精度可以满足相关标准要求^[6]。

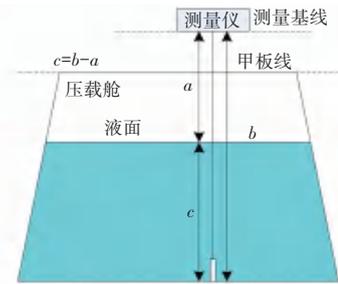
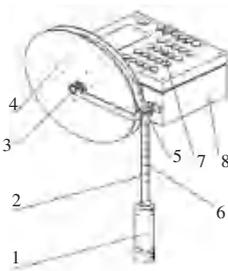


图1 差距测量法原理图

Fig. 1 Schematic diagram of gap measurement method

2.1 测量仪实体结构

压载水测量仪实体结构如图2所示。其中,滑环将圆周运动的线缆与轴向运动线缆相连,将电信号无损传送到后续电路中;电气箱内部封装控制电路板、刹车步进电机、电池等装置;光栅孔及测速传感器用于测量尺带下降的即时速度^[7-8]以计算液位深度。

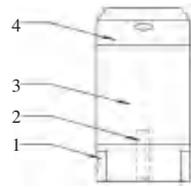


1-传感器尺锤;2-钢尺电缆;3-过孔滑环;4-尺盘;5-测速传感器;6-光栅孔;7-仪表盘;8-电气箱

图2 压载水测量仪实体结构图

Fig. 2 Entity structure diagram of ballast water instrument

传感器系统结构由铜套结构件配合传感器装配件组成,电极传感器嵌套在装配件外部,装配件内部则包裹距离传感器及线束接线端子,距离传感器采用了传感器元件配合机械联动的模式,以防止传感器下降过程中水浮力将金属端子推向距离传感探头而产生错误触发信号。尺锤传感器结构如图3所示。



1-电极传感器;2-距离传感器(含机械联动);3-尺锤铜套;4-装配件

图3 尺锤传感器结构图

Fig. 3 Structure diagram of tape hammer sensor

2.2 仪器硬件设计

压载水测量仪的电气硬件系统主要由可编程单片机、刹车步进电机、各类传感器及其附属电路组成。其中,单片机是整个仪器的控制中心,所有人机交互的动作、命令收集与处理都是由其完成,本设计采用的是STC12C5A60S2系列单片机芯片。该单片机是集高速、低功耗、超强抗干扰于一体的新一代8051单片机,指令代码完全兼容传统8051,但速度快8~12倍,内部集成MAX810专用复位电路、2路PWM、8路高速10位A/D转换,针对电机控制、强干扰场合,在智能控制和检测等领域有着广泛的应用^[9-10]。系统硬件电气结构如图4所示。

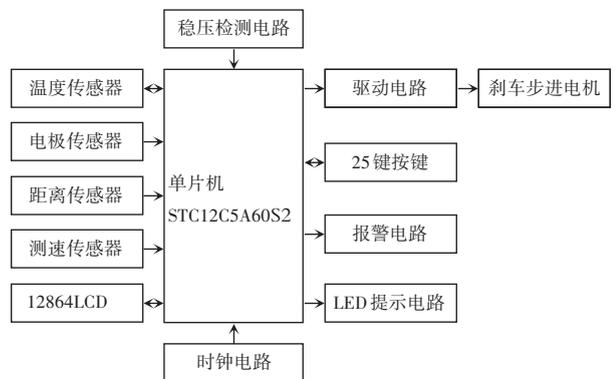


图4 系统硬件电气结构图

Fig. 4 Electrical structure diagram of instrument

2.2.1 控制电路

控制电路是系统的核心部分,由单片机及外围电路组成,用于完成整个系统的指令处理、信号生成和数据计算。单片机及温度传感器DS18B20引脚电路如图5所示。

2.2.2 稳压检测电路

稳压检测电路用于将蓄电池的电能转换,给系统各部分提供稳定的输入电源,并对电池电量实施监测。稳压检测电路如图6所示。

2.2.3 驱动电路

驱动电路用于根据单片机的控制信号提供电机所需的驱动信号,以完成电机的转动和调速,进而控制尺带运动以实现测量功能。驱动电路如图7所示。

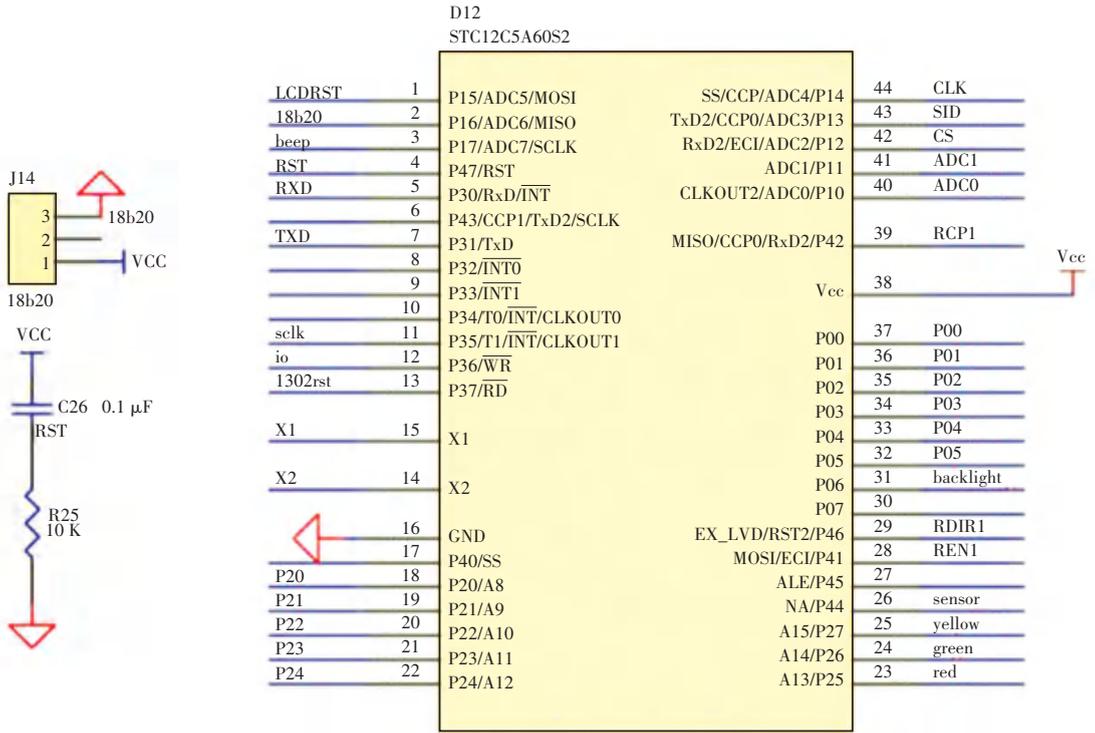


图 5 单片机主控制电路

Fig. 5 MCU control circuit

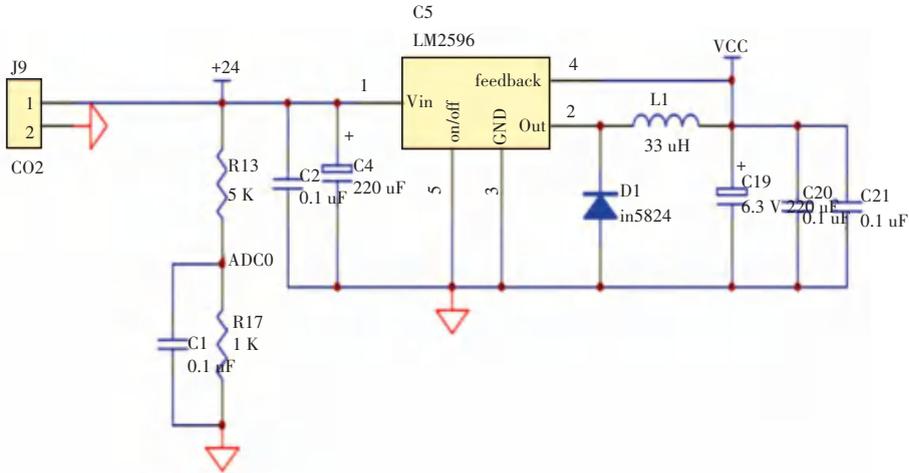


图 6 稳压检测电路

Fig. 6 Voltage stabilizing and detection circuit

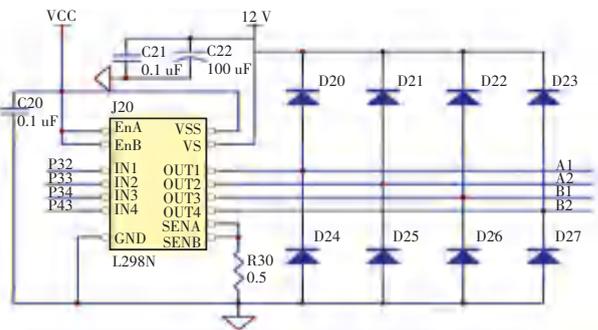


图 7 驱动电路

Fig. 7 Drive circuit

2.2.4 按键电路

按键电路用于完成测量仪的人机交互,包括控制尺带升降、停止等功能的控制按键,和实现计算功能的计算单元按键。单片机通过 P0 和 P2 两套 I/O 端口,完成对按键的扫描。按键电路如图 8 所示。

2.2.5 测深电路

液深测量所用传感器集成在尺锤中,包含一个电极传感器和一个距离传感器,是整个仪器的触觉神经,分别用于对尺锤触及水面和触及舱底瞬间进行触发,进而获得空距高度 a 和测量水舱总高度

b. 测深电路如图 9 所示。

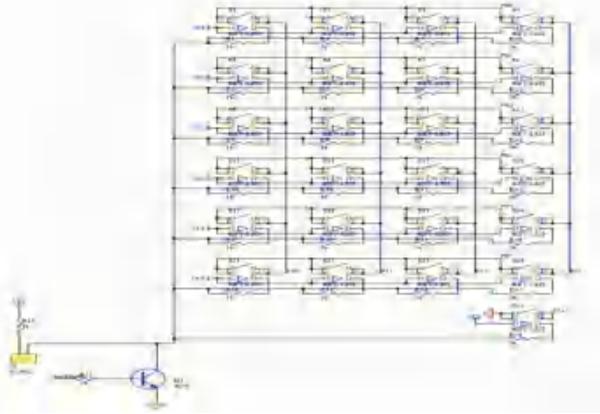


图 8 按键电路

Fig. 8 Key circuit

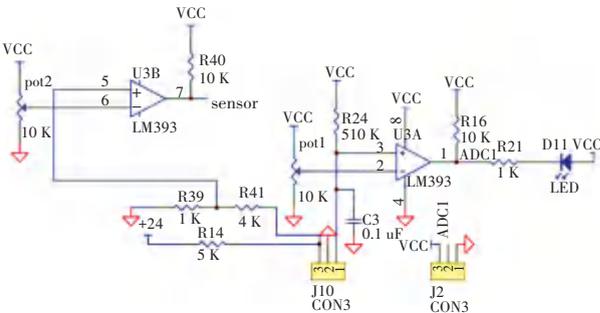


图 9 测深电路

Fig. 9 Fathoming circuit

2.2.6 测速电路

测速电路通过光电测速传感器与光栅孔的配合,对尺带运行速度进行测量,然后通过设定相应算法自动求得所需计量的液位深度,测速电路如图 10 所示。

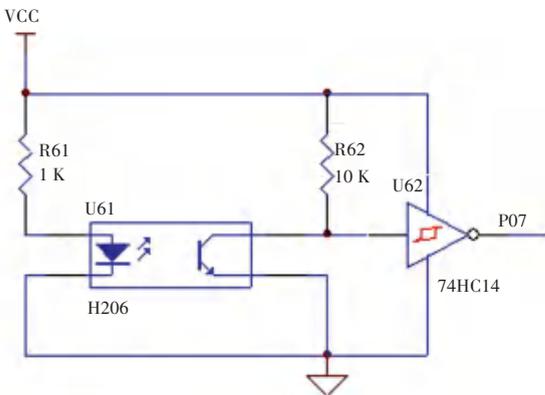


图 10 测速电路

Fig. 10 Speed measuring circuit

2.2.7 其他外围电路

其他主要外围电路还包含 LCD 显示屏电路、状态指示灯电路、报警电路、及外界时钟电路。12864 显示屏用于直观显示测量数据和系统参数,状态指示灯电路用于显示系统运行状态,报警电路用于提

示测量事件触发,外界时钟电路用以提供系统所需的时钟频率。主要外围电路如图 11 所示。

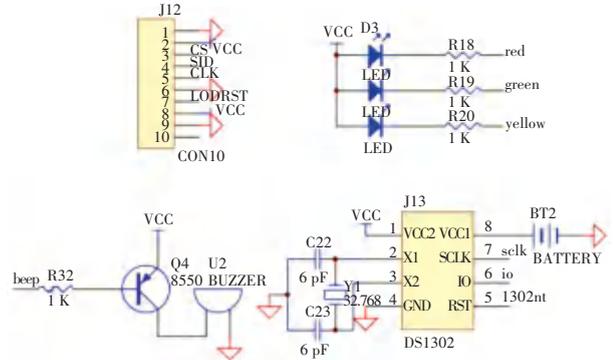


图 11 主要外围电路

Fig. 11 Other peripheral circuits

2.3 仪器软件框架

本系统所设计程序采用 Keil 软件开发并写入单片机 ROM,配合系统硬件实现仪器测量功能,其程序整体结构框架如图 12 所示。



图 12 系统软件结构图

Fig. 12 Software structure diagram

由图 12 分析可知,控制模块是系统程序的核心部分,主要用于仪器主体功能的实现,如电机的正反向转动、调速和锁止,系统状态的设置、显示、提醒和报警,以完成仪器的整体测量流程;数据采集模块用于实现对所需测量数据的采集和处理,以完成后续的存储和计算;运算模块用于设置算法和数据规则,根据各传感器传送的数据对液位深度进行计算;显示模块用于完成对显示屏的设置和读写操作,以实现在 LCD 显示屏上显示测量所得的各项信息和数据;输入模块用于完成系统对按键的扫描,以完成外界指令输入,实现人机互动功能。系统运行简要流程如图 13 所示。

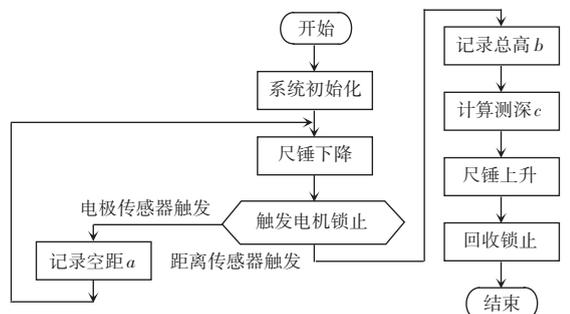


图 13 系统测量流程图

Fig. 13 Measurement flow chart

3 仪器应用评价

通过在水尺计重工作中进行对比试验显示,压载水测量仪的测量结果与人工多次测量后的平均值差异均在 2 cm 之内,同时在测量效率上相比传统测量方式具有较大优势,缩短作业时长均达到一半以上,试验效果良好。表 1 为压载水测量仪与传统人工测量的时效性试验对比数据。

表 1 测量时效性对比试验数据

Tab. 1 Comparative data of effectiveness

舱数	人工耗时/h	仪器耗时/h	节约时间/h	节约时间比/%
26	2.5	0.9	1.6	64
26	3.2	0.9	2.3	72
18	1.8	0.6	1.2	67
12	1.3	0.4	0.9	69
12	1.6	0.5	1.1	69

4 结束语

本文设计的便携式压载水快速测量仪采用机电自主测量的方式对船舶压载水液深实施计量,实现了从测量到计算的全程自动化,避免了人工和环境干扰,其测量方法科学,测量过程高效便利。多次模拟和实地对比试验结果表明,该压载水测量仪的运

用切实提高了压载水计量工作的准确性和工作效率,能够大大提高水尺计重的智能化水平,有效提升工作效能,进而可以减少装卸货船舶滞港时间,加快码头作业流转,促进口岸贸易便利化发展,为企业、船方和港口创造可观的经济效益。

参考文献

- [1] 鲁强,尹相伟,左兆迎,等. 水尺计重存在问题及解决对策研究[J]. 青岛大学学报(自然科学版),2018,31(S1):67.
- [2] 唐建湘,邓运泉,李阳芬,等. 船舶水尺计重误差分析与控制[J]. 广东化工,2016,43(20):128.
- [3] 刘志坚,晏永飞,孙应毕,等. 基于 STC89C51 的超声波液位检测系统设计[J]. 电子测量技术,2019,42(14):6.
- [4] 刘唐唐. 基于超声波的液位测量装置设计[D]. 西安:西安工业大学,2016.
- [5] 王希友. 步进电机控制电路的实现方法[J]. 集成电路应用,2019,36(11):26.
- [6] SN/T 3023.2-2012,进出口商品重量鉴定规程第 2 部分:水尺计重[S]. 中国:CN-SN,2013.
- [7] 张彩凤,张志伟,朱祥,等. 基于码盘可识别正反转的光电测速仪[J]. 光学与光电技术,2017,15(4):55.
- [8] 韩利凯,孙宏伟,韩旭. 基于单片机的光电传感转速测量系统的设计[J]. 电子设计工程,2019,27(11):106.
- [9] 周佐,张兆基. 基于 STC12C5A60S2 单片机的水位测控系统设计[J]. 工业仪表与自动化装置,2018(2):90.
- [10] 张彦宇. 超低功耗倾角测量仪的设计与研究[J]. 自动化技术与应用,2019,38(8):115.

(上接第 60 页)

Cycle GAN 作为训练模型,详细论述三者的网络结构,在 pytorch 框架下实现图像的风格迁移。对比分析了 3 种模型的优缺点。最后,以梵高的著作《星夜》为风格模板,以峰值信噪比(PSNR)和结构相似度(SSIM)作为评价指标,选取 3 幅真实的照片做主观和客观评价,结果表明 Cycle GAN 效果最佳。但是在实际中,由于卷积神经网络的不可控性,以及噪声处理等原因,可能会使得网络的结果变得不可接受,这也是后续有待深入研究加以改进的问题。

参考文献

- [1] KRIZHEVSKY A, SUTSKEVER I, HINTON G E. ImageNet classification with deep convolutional neural networks [C]// International Conference on Neural Information Processing Systems. Doha, Qatar: Curran Associates Inc., 2012:1097.
- [2] 陈光启. 基于生成式对抗网络的图像风格迁移方法研究[D]. 北京:北京邮电大学,2019.
- [3] 简丽琼,高翔. 基于无监督学习的图像风格迁移方法[J]. 信息与电脑(理论版),2019,31(17):29.
- [4] ZHU J Y, PARK T, ISOLA P, et al. Unpaired image-to-image translation using cycle-consistent adversarial networks [C]// 2017 IEEE International Conference on Computer Vision

(ICCV).IEEE,2017.

- [5] GATYS L A, ECKER A S, BETHGE M. A neural algorithm of artistic style[J]. arXiv preprint arXiv:1508.06576, 2015.
- [6] JOHNSON J, ALAHI A, LI Feifei. Perceptual losses for real-time style transfer and super-resolution[J]. arXiv preprint arXiv:1603.08155,2016.
- [7] 王婷,李航,胡智. 一种 VGGNet 的图像风格迁移算法设计与实现[J]. 计算机应用与软件,2019,36(11):224.
- [8] 牟晋娟. 基于深度学习的图像风格迁移技术的研究[J]. 电子元器件与信息技术,2019,3(4):82.
- [9] GOODFELLOW I, POUGET-ABADIE J, MIRZA M, et al. Generative adversarial nets[C]//Advances in Neural Information Processing Systems. Montreal, Canada: Curran Associates, Inc., 2014:2672.
- [10] 杜振龙,沈海洋,宋国美,等. 基于改进 CycleGAN 的图像风格迁移[J]. 光学精密工程,2019,27(8):1836.
- [11] 刘哲良,朱玮,袁梓洋. 结合全卷积网络与 Cycle GAN 的图像实例风格迁移[J]. 中国图象图形学报,2019,24(8):1283.
- [12] WANG Z, BOVIK A C. A universal image quality index[J]. IEEE Signal Processing Letters, 2002, 9(3):81.
- [13] WANG Z, BOVIK A C, SHEIKH H R, et al. Image quality assessment: From error visibility to structural similarity[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2004, 13(4):600.