GJB

中华人民共和国国家军用标准

FL 5430

GJB 156A－2008
代替 GJB 156－1986

港工设施牺牲阳极保护设计和安装

Design and installation of sacrificial anode system for engineering structures in harbour

2008－03－17 发布　　2008－10－01 实施

国防科学技术工业委员会　发布

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

目　　次

前言……II
1　范围……1
2　规范性引用文件……1
3　术语和定义……1
4　设计准则……1
5　设计方法……1
6　牺牲阳极安装方法……4
7　保护效果检测……4
8　更换原则……4
附录 A　（规范性附录）　牺牲阳极的接水电阻和发生电流量计算方法……5
附录 B　（资料性附录）　焊接固定法……6
附录 C　（资料性附录）　螺栓固定法……9

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

前　言

本标准代替 GJB 156－1986《港工设施牺牲阳极保护设计和安装》。

本标准与 GJB 156－1986 相比，主要有下列变化：

——修正了钢质港工设施保护电位范围；

——调整了裸露钢桩在海水、海泥中保护电流密度的取值范围；

——增加了跨海大桥钢桩、钢铁人工岛、涂漆钢桩、坞门和滑道在海水中保护电流密度的取值范围；

——增加了裸露钢桩在海水堆石中保护电流密度的取值范围；

——明确了裸露钢质港工设施在不同深度海泥中的保护电流密度的取值范围；

——增加了在不同介质环境中，选择牺牲阳极材料的原则；

——修改了牺牲阳极使用寿命的计算公式，并明确了牺牲阳极利用系数的确定方法；

——调整了保护电位的测量频度；

——删除了原附录 A；

——补充了牺牲阳极接水电阻计算公式；

——修改并增加了牺牲阳极安装方法。

本规范的附录 A 是规范性附录，附录 B、附录 C 是资料性附录。

本标准由中国船舶重工集团公司提出。

本标准由中国船舶工业综合技术经济研究院归口。

本标准起草单位：中国船舶重工集团公司第七二五研究所。

本标准主要起草人：高　健、李贵年、吴建华、陈光章、包振昌、韩振宇、徐云海、张　炜。

本标准于 1986 年 6 月首次发布。

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

港工设施牺牲阳极保护设计和安装

1 范围

本标准规定了钢质港工设施牺牲阳极阴极保护(以下简称牺牲阳极保护)的设计准则、设计方法、安装方法、保护效果检测和更换原则。

本标准适用于码头钢桩、跨海大桥钢桩、钢铁人工岛、钢趸船、水鼓、洞库防护门、坞门、滑道等浸入海水、海泥中部位的牺牲阳极保护的设计、安装和使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包含勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 4948 铝－锌－铟系合金牺牲阳极

GB/T 4950 锌－铝－镉系合金牺牲阳极

GB/T 7387 船用参比电极技术条件

GB/T 12466 船舶及海洋工程腐蚀与防护术语

3 术语和定义

GB/T 12466 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

牺牲阳极接水电阻 anode resistance

R

牺牲阳极与水之间的界面电阻。

注：牺牲阳极接水电阻单位用欧姆表示。

4 设计准则

牺牲阳极保护的保护电位应满足表 1 的要求。参比电极的技术条件按 GB/T 7387 的规定。

表 1 牺牲阳极保护的保护电位范围 单位为伏

参比电极	铜/饱和硫酸铜参比电极	银/氯化银参比电极/海水	锌参比电极/海水
保护电位	−0.85～−1.10	−0.80～−1.05	0.25～0

5 设计方法

5.1 计算保护面积

5.1.1 港工设施保护面积包括浸水面积和入泥面积。

5.1.2 钢板桩浸水面积按公式(1)计算。

$$S_{b1}=n \cdot L_b \cdot H_{b1} \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

S_{b1}——钢板桩浸水面积的数值，单位为平方米(m^2)；

n——钢板桩周边系数，按产品说明书规定选取；

L_b——钢板桩沿岸长度的数值，单位为米(m)；

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

H_{b1}——平均高潮位至海底面深度的数值，单位为米(m)。

5.1.3 钢板桩入泥面积按公式(2)计算。

$$S_{b2}=n \cdot L_b \cdot H_{b2} \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：

S_{b2}——钢板桩入泥面积的数值，单位为平方米(m^2)；

H_{b2}——钢板桩入泥深度的数值，单位为米(m)。

5.1.4 钢管桩浸水面积按公式(3)计算。

$$S_{g1}=\pi D \cdot H_{g1} \quad \cdots\cdots (3)$$

式中：

S_{g1}——钢管桩浸水面积的数值，单位为平方米(m^2)；

D——钢管桩外径的数值，单位为米(m)；

H_{g1}——平均高潮位至海底面深度的数值，单位为米(m)。

5.1.5 钢管桩入泥面积按公式(4)计算。

$$S_{g2}=\pi D \cdot H_{g2} \quad \cdots\cdots (4)$$

式中：

S_{g2}——钢管桩入泥面积的数值，单位为平方米(m^2)；

H_{g2}——钢管桩入泥深度的数值，单位为米(m)。

5.1.6 钢趸船浸水面积按公式(5)计算。

$$S_d=L_d \cdot B_d+2L_d \cdot H_d+2B_d \cdot H_d \quad \cdots\cdots (5)$$

式中：

S_d——钢趸船浸水面积的数值，单位为平方米(m^2)；

L_d——钢趸船水线长的数值，单位为米(m)；

B_d——钢趸船型宽的数值，单位为米(m)；

H_d——钢趸船平均吃水深的数值，单位为米(m)。

5.1.7 水鼓保护面积包括鼓体和锚链的浸水面积。鼓体浸水面积和锚链浸水面积应按实际几何形状及尺寸计算。

5.1.8 洞库防护门、坞门和滑道的浸水保护面积应按实际几何形状及尺寸计算。

5.2 选取保护电流密度

5.2.1 港工设施按其种类、表面状态、介质种类等因素确定的保护电流密度范围见表2。

表2 港工设施保护电流密度范围 单位为毫安每平方米

港工设施种类	表面状态[a]	介质	保护电流密度范围
跨海大桥钢桩	裸露	海水	100～180
钢铁人工岛			80～150
码头钢桩			70～120
	涂漆(涂层完好)		15～30
	涂漆(涂层破损)		30～60
	裸露	海水堆石	40～70
	裸露	海泥	5～25[b]
钢趸船	涂漆	海水	30～50
水　鼓			40～80
洞库防护门	水泥包覆		20～25

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

表 2(续)　　单位为毫安每平方米

港工设施种类	表面状态[a]	介质	保护电流密度范围
坞门	涂漆	海水	15～45
滑道	裸露		50～90

[a] 涂漆港工设施应充分考虑涂层种类、质量、厚度及破损率等因素。
[b] 裸露钢桩在海泥中的深度不大于 10m 时，保护电流密度取 15 mA/m²～25 mA/m²，深度大于 10 m 时，保护电流密度取 5 mA/m²～15 mA/m²。

5.2.2　按表 2 选用保护电流密度时，尚应考虑港工设施的材质、环境及使用年限等因素。

5.3　选用牺牲阳极材料及规格

5.3.1　根据港工设施所处的介质环境条件，选用牺牲阳极材料。在海水或电阻率不大于 200 Ω·cm 的淡海水介质中，锌合金阳极和铝合金阳极均可使用；在海泥或电阻率大于 200 Ω·cm 的淡海水介质中，应选用锌合金阳极或铝－锌－铟－硅等高活化铝合金阳极。

5.3.2　选用的牺牲阳极材料根据材料系列不同，应分别符合 GB/T 4948 和 GB/T 4950 的要求。

5.3.3　根据港工设施种类、水下部分修理间隔时间、设计保护年限等因素确定牺牲阳极的规格及结构。港工设施常用牺牲阳极的规格及结构参见 GB/T 4948 和 GB/T 4950。

5.4　计算每块牺牲阳极发生电流量

每块牺牲阳极发生电流量按附录 A 计算。

5.5　计算牺牲阳极需要量

5.5.1　港工设施浸入海水或海泥部分所需牺牲阳极的块数，按公式(6)计算。

$$N_i = \frac{i_i \cdot S_i}{I_f} \quad \cdots\cdots (6)$$

式中：

N_i ——港工设施浸入海水或海泥部分所需牺牲阳极的块数，单位为块(pc)；

i_i ——保护电流密度的数值，单位为毫安每平方米(mA/m²)；

S_i ——港工设施浸入海水或海泥部分的面积的数值，单位为平方米(m²)；

I_f ——每块牺牲阳极发生电流量的数值，单位为毫安每块(mA/pc)。

5.5.2　港工设施所需牺牲阳极的总块数按公式(7)计算。

$$N = \Sigma N_i \quad \cdots\cdots (7)$$

式中：

N ——港工设施所需牺牲阳极的总块数，单位为块(pc)。

5.6　计算牺牲阳极使用寿命

牺牲阳极使用寿命按公式(8)计算。

$$t = \frac{m \cdot K}{I_m \cdot \mu} \quad \cdots\cdots (8)$$

式中：

t ——牺牲阳极使用寿命的数值，单位为年(a)；

m ——每块牺牲阳极净重的数值，单位为千克每块(kg/pc)；

μ ——牺牲阳极实际消耗率的数值，单位为千克每安年[kg/(A·a)]；

铝－锌－铟系合金牺牲阳极：GB/T 4948 中铝－锌－铟－镁－钛牺牲阳极 μ=3.37 kg/(A·a)，其他铝合金牺牲阳极 μ=3.65 kg/(A·a)；

锌－铝－镉系合金牺牲阳极 μ=11.23 kg/(A·a)；

I_m ——牺牲阳极平均发生电流量的数值，单位为安每块(A/pc)，按(0.50～0.55)I_f 选取；

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

K ——牺牲阳极利用系数。

牺牲阳极利用系数 K 根据牺牲阳极的形状和安装方式，按表 3 规定选取。

表 3　牺牲阳极利用系数

牺牲阳极形状	安装方式	牺牲阳极利用系数
长条($L\geq 4r$)	支架安装	0.9
短条($L<4r$)		0.85
长板($L\geq 4T$)	平贴安装	
短板($L<4T$)		0.8
注：L 为牺牲阳极长度，r 为牺牲阳极当量半径，T 为牺牲阳极厚度。		

5.7　牺牲阳极布置

5.7.1　牺牲阳极安装位置应低于最低潮位 300mm。

5.7.2　牺牲阳极应均匀布置在港工设施上。

5.7.3　水鼓所需牺牲阳极应对称布置在水鼓底部。

6　牺牲阳极安装方法

6.1　牺牲阳极可采用焊接固定法或螺栓固定法安装。焊接固定法参照附录 B，螺栓固定法参照附录 C。

6.2　牺牲阳极的安装应确保使用期内不脱落、不松动。

6.3　采用螺栓固定法安装牺牲阳极时，牺牲阳极与港工设施的接触电阻应不大于 0.005Ω。

6.4　当牺牲阳极与港工设施的距离小于 10 cm 时，牺牲阳极非工作表面应加屏蔽层。

6.5　牺牲阳极工作表面不允许沾染油漆、油污。

7　保护效果检测

7.1　牺牲阳极安装后，应定期测量保护电位。保护电位的测量频度，在初期(安装后 1a～2a)和末期(接近设计寿命 2a～3a)至少每 0.5a 测量一次，在保护期其余时间每 1a 测量一次。

7.2　测量保护电位应使用阻抗大于 10MΩ、分辨率不低于 0.001V 的数字万用表或其他电位监测设备进行测量。

7.3　所测保护电位值应符合第 4 章要求。

8　更换原则

8.1　牺牲阳极应按设计使用寿命定期更换。

8.2　牺牲阳极使用期间内，当检查发现牺牲阳极工作表面不溶解时，应予以更换。

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

附 录 A
（规范性附录）
牺牲阳极的接水电阻和发生电流量计算方法

A.1 牺牲阳极的接水电阻

A.1.1 长条状（$L \geq 4r$）牺牲阳极的接水电阻

A.1.1.1 长条状牺牲阳极支架式安装，当牺牲阳极至港工设施表面距离不小于 30cm 时，牺牲阳极的接水电阻按公式(A.1)和公式(A.2)计算。

$$r = C/2\pi \quad \cdots\cdots (A.1)$$

$$R = \rho(\ln 4L/r - 1)/2\pi L \quad \cdots\cdots (A.2)$$

式中：

r ——牺牲阳极当量半径的数值，单位为厘米(cm)；

C ——牺牲阳极横截面周长的数值，单位为厘米(cm)；

R ——牺牲阳极接水电阻的数值，单位为欧姆(Ω)；

ρ ——介质电阻率的数值，单位为欧姆厘米(Ω·cm)；

L ——牺牲阳极长度的数值，单位为厘米(cm)。

A.1.1.2 长条状牺牲阳极支架式安装，当牺牲阳极至港工设施表面的距离小于 30cm 但不小于 15cm 时，牺牲阳极的接水电阻按公式(A.3)计算。

$$R = 1.3 \times \rho(\ln 4L/r - 1)/2\pi L \quad \cdots\cdots (A.3)$$

A.1.2 短条状（$L < 4r$）牺牲阳极的接水电阻

A.1.2.1 短条状牺牲阳极支架式安装，当阳极至港工设施的表面距离不小于 30cm 时，牺牲阳极的接水电阻按公式(A.4)计算。

$$R = \rho\{\ln[2L(1+\sqrt{1+(r/2L)^2})/r] + r/2L - \sqrt{1+(r/2L)^2}\}/2\pi L \quad \cdots\cdots (A.4)$$

A.1.2.2 短条状牺牲阳极支架式安装，当牺牲阳极至港工设施的表面距离小于 30cm 但不小于 15cm 时，牺牲阳极的接水电阻按公式(A.5)计算。

$$R = 1.3 \times \rho\{\ln[2L(1+\sqrt{1+(r/2L)^2})/r] + r/2L - \sqrt{1+(r/2L)^2}\}/2\pi L \quad \cdots\cdots (A.5)$$

A.1.3 板状牺牲阳极的接水电阻

板状牺牲阳极紧贴港工设施安装时，牺牲阳极的接水电阻按公式(A.6)和公式(A.7)计算。

$$Z = (L+B)/2 \quad \cdots\cdots (A.6)$$

$$R = \rho/2Z \quad \cdots\cdots (A.7)$$

式中：

Z ——牺牲阳极的当量长度的数值，单位为厘米(cm)；

B ——牺牲阳极宽度的数值，单位为厘米(cm)。

A.2 牺牲阳极发生电流量

每块牺牲阳极发生电流量按公式(A.8)计算。

$$I_f = 1000 \times \Delta E/R \quad \cdots\cdots (A.8)$$

式中：

ΔE ——驱动电压的数值，单位为伏(V)；

选用锌合金牺牲阳极时，$\Delta E = 0.20$V；

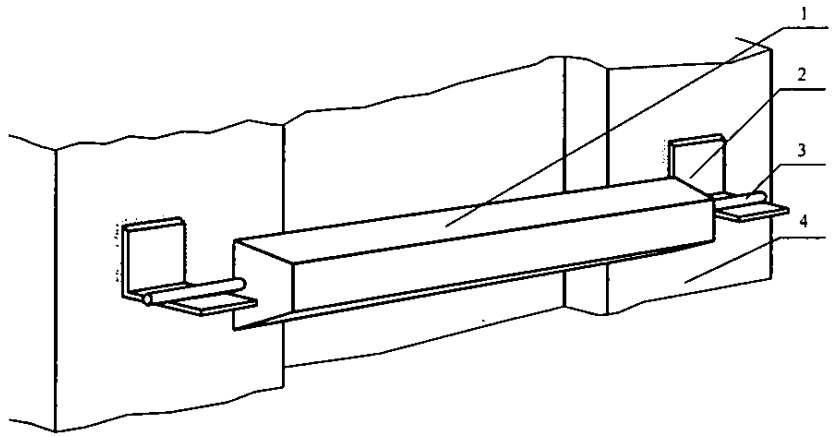
选用铝合金牺牲阳极时，$\Delta E = 0.25$V。

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

附 录 B
（资料性附录）
焊接固定法

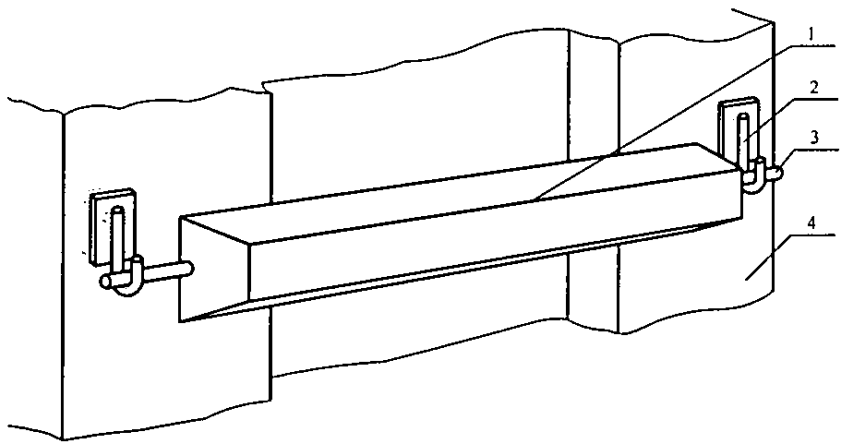
B.1 挂板（钩）固定法

钢板桩采用挂板（钩）固定法安装牺牲阳极时，先将挂板（钩）焊接在钢板桩上，再将牺牲阳极铁芯焊接在挂板（钩）上，见图 B.1 和图 B.2。



1—牺牲阳极；2—钢质挂板；3—阳极铁芯；4—钢板桩

图 B.1 挂板固定法



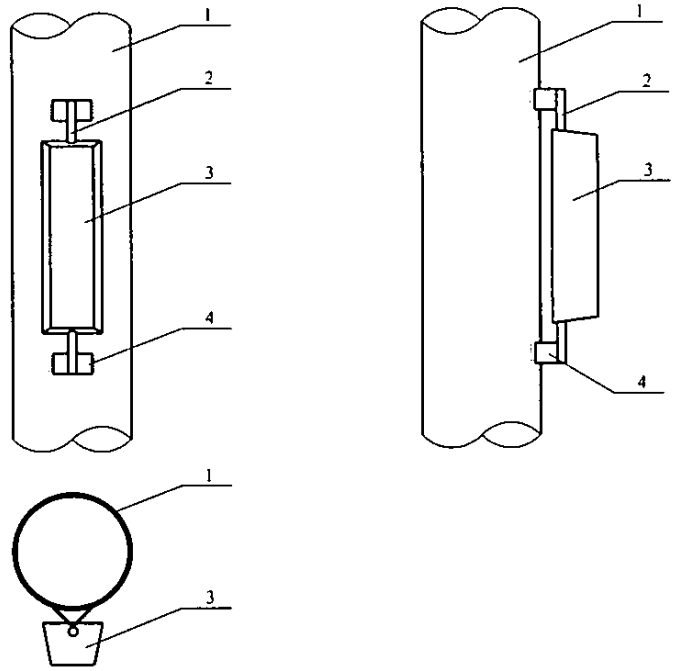
1—牺牲阳极；2—钢质挂板；3—阳极铁芯；4—钢板桩

图 B.2 挂钩固定法

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

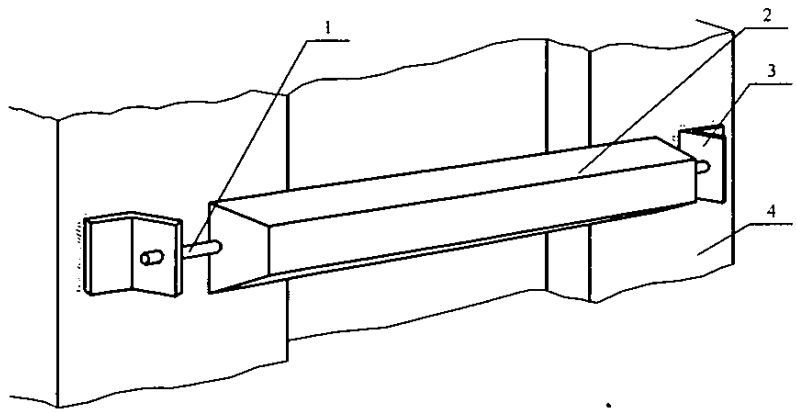
B.2　角钢固定法

钢板桩和钢管桩采用角钢固定法安装牺牲阳极时，在牺牲阳极铁芯两端分别焊接一段角钢，然后将角钢焊接在钢桩上，见图 B.3 和图 B.4。



1—牺牲阳极；2—阳极铁芯；3—角钢；4—钢管桩

图 B.3　角钢固定法(一)



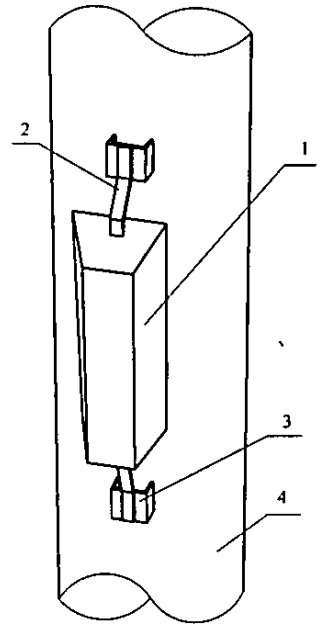
1—牺牲阳极；2—角钢；3—阳极铁芯；4—钢板桩

图 B.4　角钢固定法(二)

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

B.3 槽钢固定法

采用槽钢固定法安装牺牲阳极时，在牺牲阳极扁钢铁芯两端分别焊接一段槽钢，然后将槽钢焊接在钢桩上，见图 B.5。



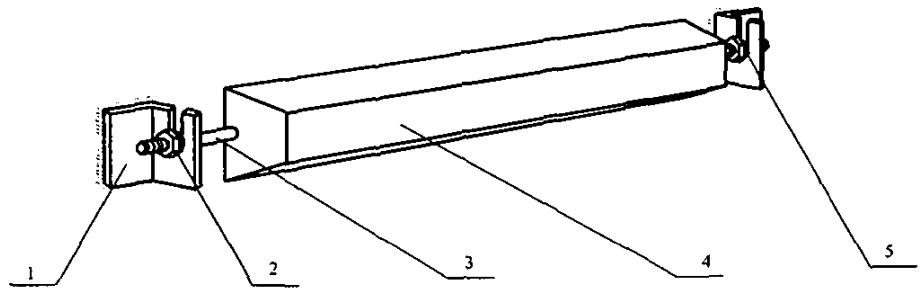
1—牺牲阳极；2—阳极铁芯；3—槽钢；4—钢管桩

图 B.5 槽钢固定法

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载

附 录 C
（资料性附录）
螺栓固定法

钢板桩或钢趸船采用螺栓固定法安装牺牲阳极时，先将挂板焊在结构上，再将带有螺纹的牺牲阳极铁芯用螺母拧紧固定在挂板上，见图 C.1。



1—钢质挂板；2—螺母；3—阳极铁芯；4—牺牲阳极；5—垫片

图 C.1 螺栓固定法

标准搜搜网 www.bzsoso.com 各类标准行业资料免费下载