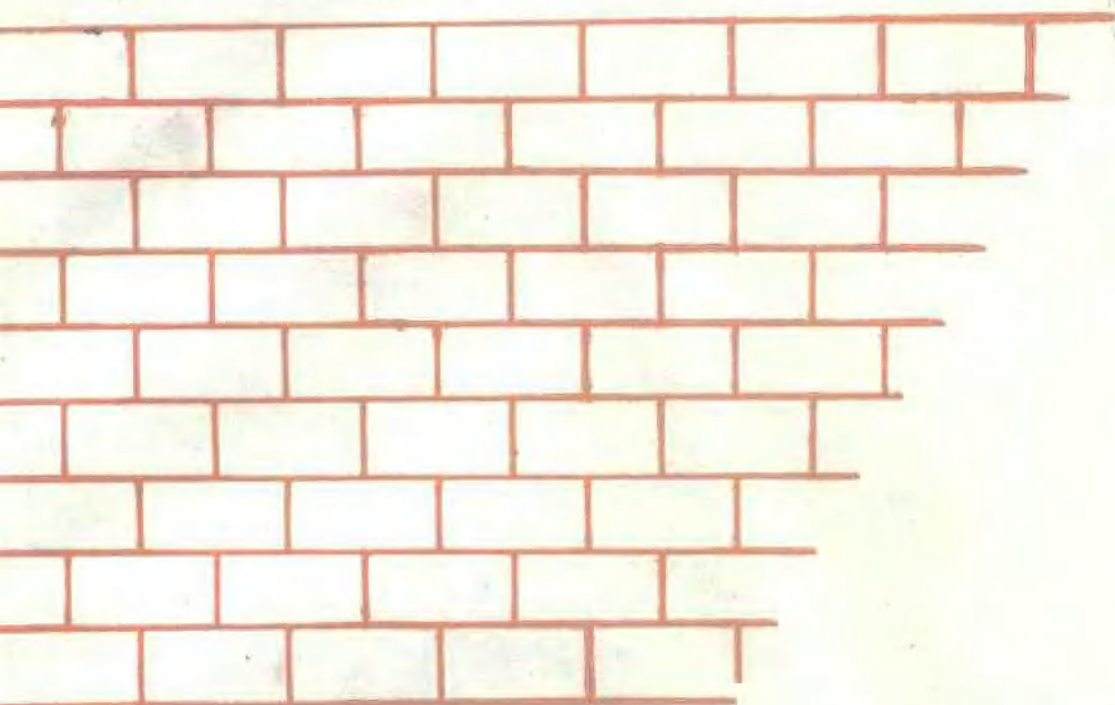


工人技术培训教材



船舶泥工工艺学



李德康 孙全根 编

哈尔滨船舶工程学院出版社

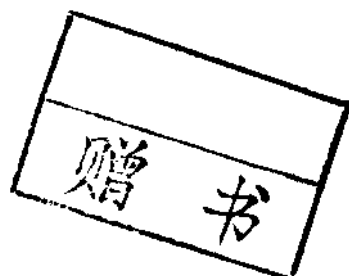
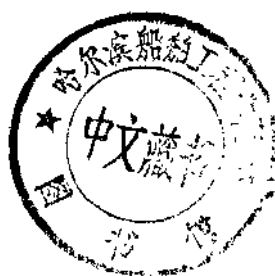
671.74

425569

21

船舶泥工工艺学

李德康 孙全根 编



00425569

哈尔滨船舶工程学院出版社

内 容 简 介

本书比较系统地介绍了船舶泥工作业应用的材料、工具设备、船舶图纸的组织、甲板敷料工程、砌体及压载工程、装饰工程、锅炉及炉灶工程、管道及箱柜绝热、识别、施工安全技术和泥工的估工估料方法等。

本书可作为造船工业技工学校的教材，用来培训造船泥工的初、甲级工人，亦可供船舶设计单位和造船厂有关工程技术人员参考。

DL31/25

船舶泥工工艺学

李德康 孙全根 编

哈尔滨船舶工程学院出版社出版

新华书店首都发行所发行

哈尔滨建工学院附属印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张 9 字数200千字

1989年12月第1版 1989年12月第1次印刷

印数：1—1500册

ISBN 7-81007-070-3/U·15

定价：3.50元

前 言

为了落实中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，搞好船舶工人技术理论教育工作，加强智力开发，提高职工素质，以适应社会主义现代化建设和振兴船舶工业的需要。中国船舶工业总公司人事部组织了上海船舶工业公司有关船厂，在调查研究和总结经验的基础上，根据总公司《船舶工业造船工人技术等级标准》的要求，编写了船厂二十一个工种的初、中级《造船工人技术理论教育教学计划与教学大纲》。

根据这些教学计划与教学大纲的要求，我们组织一些船厂有实践经验的工程技术人员及有丰富教学经验的教师，编写了五十种船舶工人技术培训教材，并聘请技术水平较高、经验丰富的同志担任主审。在编写过程中，广泛地听取了各船厂的意见，增强了教材的适应性。

编写的教材有：放样号料工、冷加工、火工、装配工、焊接工、批铆和密性试验工、气焊气割工、船舶钳工、船舶管铜工、螺旋桨工、船舶钣金工、船舶电工、船舶木塑工、除锈涂装工、船舶泥工、起重吊运工工艺学，及船体结构、船舶概论、船体制图、船体结构与识图、船体加工设备与工夹模具、企业管理常识、电工常识、机械制图、船舶常识、船舶电工学、电工基础、船舶电气工程概论、电工仪表与测量、船舶电站与电力拖动、船舶导航与通讯设备、电动起重机原理及操作、金属材料及热处理、画法几何、船舶柴油机结构和修理等。

这些教材力图体现工人培训的特点，既考虑到当前造船工人的文化水平，做到通俗易懂，又要有一定的理论深度，适当考虑到长远的发展；既做到理论联系实际，又注意到知识的科学性、系统性和完整性；既体现船舶特色，又兼顾不同类型船厂需要，既便于集体组织教学，也便于个人自学。

这套教材主要用于船舶工人相应工种的初、中级技术理论教育，也适用于对口专业职业高中和技工学校的教学，有的也可作为其它类型工厂的工人培训教材。相应专业的科技人员、专业教师及管理人员也可选作参考书。

这套教材的出版，得到了哈尔滨船舶工程学院、有关地区公司、船厂的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

编写船舶工人培训的统一教材还是第一次。由于时间仓促，加上编写经验不足，教材难免存在不少缺点和错误。我们恳切希望广大读者在使用中提出批评和指正，以便进一步修改、完善，不断提高教材质量。

中国船舶工业总公司教材编审室

一九八五年七月

编 者 的 话

本书是根据中国船舶工业总公司造船工人技术理论教育的教学大纲内容和培训教材编写提纲(大连)审查会的要求进行编写的。本书编写的重点是泥工专业的有关工艺和材料。

本书比较系统地介绍了船舶的初级和中级泥工所应具备的专业知识和生产技巧,包括有:各种基本材料、船舶识图、工具设备、生产组织、砌体及压载工程、敷料和装饰工程、管道和箱柜工程、锅炉工程、安全技术和估工估料的方法等内容。这些内容的特点是:既有一般船舶产品所通常应用的材料和工艺,也包括有高级客船和特种工作船舶方面的有关内容,同时也收集近年来各船厂在建造出口船舶方面所特有的材料和工艺,以便能比较全面地了解船舶的泥工作业。本书在文字上力求简练和浅释易懂,并附有适当的表格、插图。另外,为便于教学上的需要,在每章末尾附有思考题,同时附有教学时数参考表。

本书承蒙黄埔造船厂凌世豪同志、广州造船厂叶福元同志的主审,提出了许多极其宝贵的意见。在编写过程中,并得到了江南造船厂周金安同志,大连造船厂李长胜同志,沪东造船厂王振、吴克文、崔国安、江才莲、邵瑞昌、顾启宇、付根明等诸位同志的大力支持和帮助。为此,我们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,而且时间仓促,书中定有不少缺点和错误,希请读者予以批评指正。

编 者

目 录

第一章 船用泥工作业材料	1
一、常用建筑钢材的种类、型号、性能和用途	1
1. 金属材料机械性能	1
2. 钢的分类、符号、性能和用途	2
3. 钢材的分类和用途	3
4. 钢板网的分类和用途	3
5. 钢铁腐蚀原理和预防方法	5
二、水泥的种类、性能和用途	5
1. 水泥的主要性能	6
2. 水泥的硬化原理	7
3. 水泥的腐蚀原理和防止方法	7
4. 水泥的分类	8
5. 普通硅酸盐水泥	9
6. 快硬硅酸盐水泥	9
7. 白色硅酸盐水泥	9
8. 矿渣硅酸盐水泥	10
9. 火山灰质硅酸盐水泥	11
10. 矾土水泥	11
11. 石膏矾土膨胀水泥	12
12. 氟铝酸盐型双快水泥	12
13. 抗硫酸盐水泥	12
14. 常用水泥的选用	13
15. 水泥的保管	13
三、砂石的性能、质量的鉴别和用途	14
四、砂浆的分类和性能	15
五、石灰的性能和用途	16
六、砖的规格、性能和用途	17
七、耐火砖的分类、特性和用途	18
八、耐火泥的分类、性能和用途	18
九、菱苦土(氧化镁)的特性和用途	18
十、蛭石及其制品的特性和用途	19
十一、珍珠岩及其制品的特性和用途	19
十二、石棉及其制品的种类、性能和用途	20
十三、硅酸铝耐火纤维(陶瓷棉)的种类、性能和用途	21

十四、超细玻璃棉的种类、性能和用途	22
十五、岩棉的种类、性能和用途	23
十六、常用隔热保温材料性能参考	23
十七、粘结剂的种类、性能和用途	25
1. 水玻璃	25
2. 天然胶乳	25
3. 氯丁胶乳	25
4. Jx-19氯丁胶	25
5. 703硅橡胶	25
6. 过氧乙烯胶	26
7. 带铝箔胶带	26
8. 聚乙烯醇缩甲醛(107胶)	27
十八、大理石的种类和用途	27
十九、陶砖的种类和用途	27
二十、面砖、地砖的种类和用途	28
二十一、部分船用泥工材料重量参考	28
第二章 船舶有关主要图纸的识别	32
一、船舶布置总图的识别	32
二、防火区域划分图的识别	35
三、船舶甲板敷料图的识别	38
四、船舶绝缘布置图的识别	40
五、船舶压载布置图的识别	42
六、船舶排气管和消音器图的识别	43
第三章 施工前的生产组织和计划	45
一、船舶泥水作业的范围	45
二、施工前的组织	46
1. 人员	46
2. 设备	46
3. 工具和劳防用品	47
4. 运输工具和起重设备	47
5. 材料	48
6. 场地和照明	48
7. 通风设备和露天作业	48
8. 修船	48
三、泥水作业和船舶各建造阶段的关系	49
四、船舶泥水作业前的基本条件	49
五、施工进度计划的编制和调整以及与其他工种间的关系	50
第四章 施工工具及机具	53

一、船舶泥工的施工工具·····	53
二、船舶泥工的机具·····	56
第五章 砌体及压载工程 ·····	57
一、船舶砌体工程的主要内容·····	57
二、船舶砌体工程的基本条件·····	57
三、使池(槽)的结构及工艺·····	58
四、洗池的结构和工艺·····	62
五、浴池(缸)的结构和工艺·····	65
六、茶水站的结构和工艺·····	66
七、船体甲板和外壳附件搪水泥工艺·····	67
八、船舶压载工程及施工工艺·····	68
第六章 敷料工程 ·····	71
一、室内薄型甲板敷料施工工艺·····	71
二、氯丁乳胶甲板敷料施工工艺·····	73
三、防火甲板敷料施工工艺·····	75
四、磨石子地坪施工工艺·····	77
五、菱苦土地坪施工工艺·····	79
六、725 聚 氨酯甲板敷料施工工艺·····	82
七、731 聚 氨酯甲板敷料施工工艺·····	83
八、混凝土地坪施工工艺·····	85
九、浮动甲板敷料施工工艺·····	86
第七章 装饰工程 ·····	88
一、围壁瓷砖的施工工艺·····	88
二、陶瓷锦砖(马赛克)的施工工艺·····	90
三、陶砖的施工工艺·····	92
四、铝板上的瓷、陶砖施工工艺·····	93
五、冷库地坪陶瓷锦砖(马赛克)的施工工艺·····	94
六、大理石壁面的施工工艺·····	97
七、大理石窗台(或台面)的施工工艺·····	98
八、带图案瓷砖壁面的施工工艺·····	99
第八章 管道和箱柜绝缘工程 ·····	100
一、船舶管道绝缘的种类和范围·····	100
二、船舶箱柜绝缘的种类和范围·····	102
三、主机、发电机、副锅炉排气管绝缘工艺·····	103
四、发电机消音器的绝缘工艺·····	106
第九章 锅炉和一般炉灶工程 ·····	109
一、船舶锅炉的分类和用途·····	109
二、船用副锅炉的绝缘结构和施工工艺·····	109

三、船用废气锅炉的绝缘结构和施工工艺	114
四、船用副锅炉的常见弊病和修理技术	116
五、船用炉灶的分类和用途	116
六、燃油炉灶的绝缘结构和施工工艺	116
第十章 安全技术	120
一、船舶泥工用电的安全知识	120
二、防火、防爆的安全知识	121
三、船舶泥工安全技术操作规程	122
第十一章 材料和工时的预估	125
一、甲板敷料材料的预估	125
二、水泥压载材料预估	127
三、面砖材料预估	127
四、磨石子材料预估	129
五、主副机排气管等绝缘材料预估	130
六、1.8吨副锅炉绝缘材料预估	130
七、滴油炉灶绝缘材料预估	131
八、厨房、厕浴室面砖工时预估	132
九、钢板洗池、便池面砖工时预估	132
十、蹲式马桶面砖工时预估	133
十一、钢板小便池面砖工时预估	133
十二、钢板水池面砖工时预估	133
十三、钢板茶水站面砖工时预估	134
十四、磨石子地坪工时预估	134
十五、室内薄型甲板敷料工时预估	134
十六、防火甲板敷料工时预估	134
十七、水泥压载工时预估	135
十八、船体外壳附属物搪水泥工时预估	135
十九、甲板流水沟搪水泥工时预估	135
二十、主、副机排气管包绝缘工时预估	136
二十一、滴油炉灶砌砖工时预估	136
二十二、1.8吨副锅炉砌砖工时预估	136

第一章 船用泥工作业材料

在造船厂的泥工作业中所应用的材料种类繁多，不但包括有一般的建筑材料，而且也有着船上的特殊用途材料，诸如各种防火材料、隔热材料等。现为叙述方便，均放在本章内加以说明。

一、常用建筑钢材的种类、型号、性能和用途

工业上应用的钢材种类繁多，特性和用途各异，在这里就建筑钢并结合其特点进行简要叙述。

1. 金属材料机械性能

金属材料的机械性能，主要有：极限强度、弹性极限 δ_e 、屈服点 δ_s 和屈服强度 $\delta_{0.2}$ 、伸长率 δ 、收缩率 ψ 、硬度（布氏硬度HB）、冲击值 α_k 等。

（1）极限强度

极限强度就是指材料抵抗外力破坏作用的最大能力。极限强度有：抗压强度 σ_c （外力是压力时的极限强度）、抗弯强度 σ_b （材料在与其轴线相垂直的外力作用下发生弯曲时的极限强度）、抗剪强度 τ （材料在与其轴线相垂直并产生剪切作用下的极限强度）。极限强度以帕斯卡表示。

（2）弹性极限 σ_e

就是指材料在外力（拉力）作用下产生伸长变形，当其外力除去后材料恢复原状的能力，材料这种抵抗外力的能力限度称弹性极限，以帕斯卡表示。

（3）屈服点 σ_s 和屈服强度 $\sigma_{0.2}$

材料在一定程度前外力作用下其变形迅速增加，这时的材料抵抗能力叫屈服点。若当其伸长变形为材料原来长度的0.2%时，这时的材料抵抗能力叫屈服强度。屈服点和屈服强度以帕斯卡表示。

（4）伸长率（延伸率） σ

材料在外力作用下发生断裂，其伸长度与原长度的百分比叫伸长率，以%表示。

（5）收缩率（断面收缩率） ψ

材料在外力作用下发生断裂，其缩小的断面积与原有断面积的百分比，叫收缩率，以%表示。

（6）硬度

硬度就是材料抵抗硬的物体刻划或压入其表面的能力。有布氏硬度HB和洛氏硬度HR等表示方法。布氏硬度就是以一定压力（一般为3000公斤）将一定大小的淬火钢球（直径一般为10毫米）压入材料表面，其压力与表面上凹坑的表面积之比值叫布氏硬度值，以帕斯卡表示。

(7) 冲击值 (冲击韧性) d_k

材料在冲击试验后发生断裂,其冲击功与断面积之比值,叫冲击值,以帕斯卡表示。

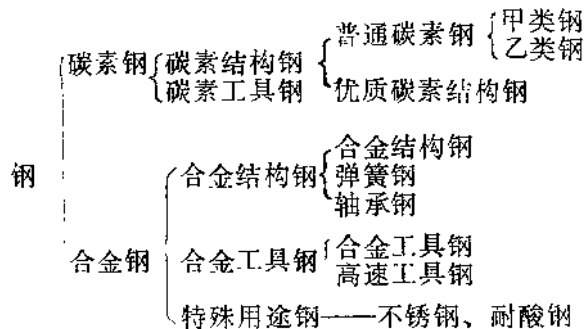
(8) 密度

材料在绝对密实状态下单位体积的质量,以克/厘米³或千克/米³表示。

2. 钢的分类、符号、性能和用途

钢的种类,按其化学成分来分,有碳素钢和合金钢;按其含碳量来分,有低碳钢(含碳量低于0.25%)、中碳钢(含碳量在0.25~0.6%)和高碳钢(含碳量超过0.6%);按其质量来分,有普通钢(甲类钢——保证机械性能,乙类钢——只保证化学成分,不保证机械性能)、优质钢和高级优质钢;按其用途来分,有结构钢、工具钢和特殊用途钢(不锈钢、耐酸钢、磁钢等)。

在工业上,考虑到使用的方便性,按用途和成分的综合分类的方法,将各种钢号作下列分类:



各种钢号的符号和用途见表1-1

表1-1

符号表示 意 义	符 号		相当旧牌号 符 号	用 途
	汉字	汉语拼音		
沸腾钢	沸	F	沸	脱氧不完全的钢用于作为一般零件和日常用具等的普通低碳钢
半镇静钢	半	b	半镇	脱氧程度介于沸腾钢和镇静钢(脱氧完全)之间,用于作为建筑结构和一般零件的普通低碳钢
甲类钢	甲	A	无	一般用作不重要的机械结构和建筑材料
乙类钢	乙	B	无、乙无	一般用作日常用具,不作机械零部件
碳素工具钢	碳	T	无	一般用作工具制造
高速工具钢	一	一	无	一般用作切削工具制造
船用钢	船	C	船	一般用作船体钢板和型材制造

各种钢号的机械性能见表

表1-2

牌 号	抗拉强度	屈服点	备 注
	(9.8×10^{-3} 吨/厘米 ²)	(9.8×10^{-3} 吨/厘米 ²)	
A	38~47	24	苏联钢号CT.3
A ₁	42~51	26	" CT.4
35	52	31	" 35
40	57	32	" 40

3. 钢材的分类和用途

钢材的种类较多,就造船工业来说,通常有下列种类:

(1) 钢板按厚度分,有薄钢板(厚度 <4 毫米)和厚钢板(厚度 >4 毫米);按用途分,有一般用钢板、船用钢板、锅炉用厚钢板、一般用薄钢板、镀锌薄钢板、花纹钢板(菱形、扁豆形)等。

(2) 型钢按断面形状分,有等边角钢、不等边角钢、工字钢、槽钢、丁字钢和乙字钢等。

(3) 钢带有热轧钢带(厚2~6毫米,宽度20~300毫米)和冷轧钢带(厚度0.05~3毫米,宽度5~200毫米)。

(4) 棒钢(条钢)按断面形状分有圆钢(直径3~250毫米)、扁钢(厚度2~60毫米,宽度20~300毫米)、方钢、六角钢等。

(5) 钢管按制造方法分,有无缝钢管(热轧、冷拔)和焊接钢管;按表面加工分,有镀锌钢管和不镀锌钢管;按用途分,有一般用钢管和水煤气钢管等。

(6) 钢丝有一般用途低碳钢丝、弹簧钢丝、焊接钢丝等。

(7) 热轧钢筋有人字式螺纹钢筋、螺旋式螺纹钢筋和方竹节钢筋等,钢筋外径为6.75~43.5毫米。

船用主要钢材的分类见表1-3

表1-3

(mm)

等边角钢	└	20、25、30、36、40、45、50、56、60、65、70、75、80、90、100等
不等边角钢	└	25×16、32×20、40×25、45×28、45×30、50×32、56×36、60×40、63×40、70×45、75×50、80×50、90×56、100×63、100×80等
槽钢	[	50×37、65×41、80×43、100×48、120×55、140×60、160×65、180×70、200×75等
水 煤 气 钢 管	公称直径	6、8、10、15、20、25、32、40、50、70、80、100、125、150
	外 径	10、13.5、17、21、25、26.75、33.5、42.25、48、60、77.5、88.5、114、140、165

4. 钢板网的分类和用途

船舶泥工作业中应用的金属网主要有钢板网和镀锌钢丝网。钢板网是由薄钢板经冲击拉伸而成,主要用于陶瓷砖墙面和钢板水池、浴室等水泥括抄时的底层,镀锌钢丝网(俗称铝丝网)主要用于排气管等石砌块外表紧固包扎。

钢板网的分类见表1-4

表 1-4

(mm)

种类	厚度	网面宽度	网面长度	孔眼宽度	节距
大网	1	1500~2000	3000~4000	9	25
		1800~2500	3600~5000	11	40
	1.2	1800~2000	3600~4000	9	25
		1800~2500	3600~5000	11	40
	1.5	1800~2500	3600~5000	11	40
		1800~2000	3600~4000	17*	65
	2	1800~2500	3600~5000	17	65
		1800~2500	3600~5000	22	75
		2000	4000	27	100
		2000~2500	4000~5000	36	115
	3	2000~2500	4000~5000	45	150
		2000~2500	4000~5000	45	150
小网	0.5	1500~2000	600	9	25
	0.6	1800~2000	600	9	25
	0.7	1800~2000	600	9	25
	0.8	1500~1800	600	9	25

* 为船舶泥工常用规格

机织热镀锌六角形钢丝网见表1-5

表 1-5

公称网孔(毫米)	12	16	20*	25	40	50
实际网孔(毫米)	15 ⁺¹	18 ^{+1.5}	22 ⁺¹	28 ⁺²	44 ⁺²	56 ⁺³
斜边长短差(毫米)	2.5	2.5	4	5	6	6
规格(宽×长)(米)	线 径(毫米)					
1×50, 1×30	0.81	0.81	1.25 1.07	1.25	同上	1.25 1.07
1×25, 1×20	0.71	0.71	0.89 0.81	同上	同上	0.89 0.81
	0.64	0.64	0.71 0.64			0.71
2×50, 2×20	同上	同上	同上	同上	同上	同上

* 为船舶泥工常用规格

镀锌低碳钢丝网见表1-6

表 1-6

每25.4毫米	钢丝直径	每25.4毫米	钢丝直径	每25.4毫米	钢丝直径
孔数	(毫米)	孔数	(毫米)	孔数	(毫米)
3	0.914	10	0.457	24	0.234
4	0.711	12	0.378	26	0.193
4.5	0.600	14	0.315	28	0.193
5	0.600	16	0.315	30	0.193
6	0.600	18	0.274	32	0.193
7	0.600	20	0.274		
8	0.559	22	0.234		

注: 每卷钢丝网宽为915毫米, 长度为30米

5. 钢铁腐蚀原理和预防方法

众所周知，钢铁长期暴露在大气、水和其他介质（气体和溶液）中，会很快地遭到腐蚀。那末钢铁究竟是怎样产生的腐蚀呢？

钢铁腐蚀主要是下列几种原因：

（1）氧化作用腐蚀 钢铁中的铁元素和大气或水中氧元素发生作用形成氧化铁，即在钢铁表面形成铁锈。

（2）电化学腐蚀 当存在电解质时，由于钢铁和其他金属电位的差异，产生了电化学的过程，使钢铁发生了电化学腐蚀。如：在海水中船壳外表与铜质螺旋桨的电位差，使其附近的壳板发生腐蚀。

（3）化学腐蚀 钢铁在各种腐蚀介质（如各种酸、碱）的作用下，使钢铁中的铁元素与介质中的其他元素结合形成新的物质，也就是发生了化学腐蚀。

腐蚀的原因还有很多，如：点蚀（由于存在腐蚀电池，而发生在很小表面和小孔的腐蚀）、沉积物腐蚀（与外来物体相接触所造成的局部腐蚀）、露点腐蚀（在露点以下的气体，因凝结而成酸液所造成的腐蚀）、磨蚀（在机械磨损与腐蚀共同作用下所造成的腐蚀）、空泡腐蚀（在液体空泡与腐蚀共同作用下所造成的腐蚀）等，这里不多加叙述了。

钢铁表面遭到腐蚀以后，其腐蚀形态往往有下列几种：

（1）均匀腐蚀钢铁表面发生均匀性的腐蚀。

（2）点蚀表面有针状、火山口形状和皮下毛坑状的腐蚀坑（小孔），而表面其他部位一般没有腐蚀。

（3）带有浅坑的不均匀腐蚀在不均匀腐蚀时，表面有深浅不一的腐蚀坑，表面其他部位很少再有腐蚀。

（4）腐蚀开裂形态在表面产生裂纹（有时也从材料内部开始）是一种腐蚀开裂的形态。

由于遭到各种腐蚀，每年要损失大量的钢铁，为了减少腐蚀的损失，针对各种腐蚀原因，一般采取下列几种方法进行预防腐蚀。

（1）涂层保护通常应用各种油漆涂料，以隔离空气、水和其他介质，从而减少氧化作用和化学腐蚀。

（2）镀层保护通常在钢铁表面镀以其他金属（如锌、铜、铬等）或非金属（如搪瓷），以减少腐蚀。

（3）电化学保护有阴极保护和阳极保护二种，阴极保护是使被保护的材料作为阴极，而腐蚀的是所放置的阳极或外加电流装置；阳极保护是通过引入外电流或放置原电池阴极而使保护的材料阳极钝化。而船舶通常采用的是阴极保护的方法，即在船壳板上加设锌板，在发生电化作用时，首先是腐蚀作为阳极的锌板，从而减少船体外板的腐蚀。

二、水泥的种类、性能和用途

水泥是一种重要的建筑材料，水泥及其制品在造船工业、建筑业、军事工程、道

路等方面有着极为广泛的用途。

水泥是一种胶结材料（又称胶凝材料），这是因为水泥与水、砂石等混合成浆体，在物理化学作用下，结成坚硬的整体。由于水泥浆体不但能在空气中硬化，同时又能在潮湿介质或水中继续硬化，因此水泥又是一种水硬性的胶凝材料。

由于生产的原材料（包括掺合材料）不同，因此水泥的种类很多，它们都有着不同的性能和用途。水泥的分类见表1-9。对常用的几种水泥下面将予以叙述。

1. 水泥的主要性能

根据国家标准GB175-77规定，水泥的品质应达到下列要求：

（1）氧化镁(MgO)含量 熟料中不超过5%。

（2）三氧化硫(SO₃)含量 水泥中不超过3.5%。

（3）细度 是水泥磨细的程度，细度愈高，则凝结和硬化愈快。早期0.08毫米的方孔筛，筛余不超过15%。

（4）凝结时间初凝（水泥浆开始失去可塑性时间），不早于45分钟，一般为1~2小时；终凝（完全失去可塑性时间）不迟于12小时，一般为5~8小时。

（5）安全性用沸煮法检验必须合格。

（6）强度见表1-7，水泥的强度一般用标号来表示，标号越大，强度越高。

表1-7

水泥 标号	硅酸盐水泥			普通水泥		
	3天	7天	28天	3天	7天	28天
抗 压 强 度 (9.8×10 ⁴ 帕斯卡)						
225					130	225
275					160	275
325				120	190	325
425	180	270	425	150	250	425
525	230	340	525	210	320	525
625	290	430	625	270	410	625
抗 折 强 度 (公9.8×10 ⁴ 帕斯卡)						
225					28	45
275					33	50
325				25	37	55
425	34	46	64	34	46	64
525	42	54	72	42	54	72
625	50	62	80	50	62	80

水泥的新旧标号见表1-8

表1-8

新标号	625	525	425	325	275	225
旧标号		600	500	400	300	250

水泥的容量为1200~1300千克/米³，密度为3100千克/米³

2. 水泥的硬化原理

硅酸盐水泥主要是由石灰质和粘土质等原料配制后经磨细成为生料，然后在1450℃的高温水泥窑中煅烧成熟料，再加入3~5%生石膏，经球磨机磨细和造粉机分离出细粉，然后以散装水泥或袋装水泥可供应用。

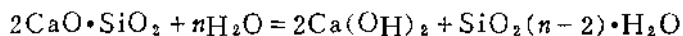
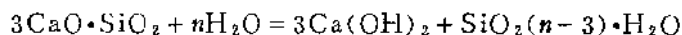
石灰质原料是指以碳酸钙(CaCO_3)为主要成分的原料，其他成分为 SiO_2 等，一般有石灰石(石相沉积岩)、石堇(湖相生化沉积岩)、贝壳等。在水泥制造过程中(煅烧) CaCO_3 受热分解成 CaO 和 CO_2 。

粘土质原料是指含碱和碱土的铝硅酸盐，其主要成分为 SiO_2 ，其次为 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 。一般有粘土(红土、红壤等)、黄土、页岩(粘土受压胶结而成)等。水泥中掺加生石膏(天然石膏，主要成分为 CaSO_4 等)，其作用在于延缓水泥的凝结速度，使水泥的凝结速度正常，否则纯净熟料水泥加水后则在几分钟内即可凝固，这样不利于进行施工。因此，它是一种缓凝剂，同时它又能提高水泥的耐蚀性、抗冻性和降低干缩。

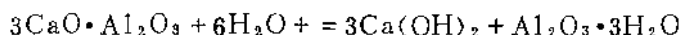
水泥的硬化，包括凝结过程和硬化过程。其机理是水化作用。

(1) 水泥的水化作用

水泥中的主要组成成分为 CaO (64~67%)、 SiO_2 (21~24%)、 Al_2O_3 (4~7%)和 Fe_2O_3 (2~4%)，在与水搅拌后，生成水化产物，



另外，水泥中的铝酸钙 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 在与水搅拌后，生成水化产物，



因此，水泥水化作用后，其水化产物主要为： $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、硅酸钙凝胶(CaO/SiO_2 比值为0.8~1.5的硅酸钙水化物)、水化铝酸钙、水化铁酸钙、水化硫铝酸钙等。其 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等呈晶体状态，在凝胶(溶胶)的连接、填充和粘结作用下，使水泥浆体逐渐凝结。

(2) 水泥的凝结过程

水泥的凝结分为初凝和终凝。初凝是指水泥浆所初具的可塑性，在水化作用下，逐渐失去其可塑性并凝聚成块，但这时没有机械强度，其所经过的时间称初凝时间。按规定，硅酸盐水泥初凝时间不小于45分钟。终凝表示水泥浆体完全失去了可塑性，体系结构基本稳定，并产生了机械强度，其所经过的时间称终凝时间。按规定，硅酸盐水泥的终凝时间不大于12小时，一般为5~8小时。

(3) 水泥的硬化过程

水泥在终凝以后，由于水化作用的继续进行，凝胶里的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 浓度增加使水化硅酸钙的晶体将砂、石等颗粒牢固连成整体，使水泥的内部结构更加固定，变成坚硬的石状物体，同时具有较高的机械强度。这就是水泥的硬化过程。提高水泥的细度，可加快水泥硬化速度和提高水泥强度；提高水泥的硬化温度，也可加快水泥硬化速度。水泥在硬化过程中，其体积有干缩湿胀的现象，通常水泥的裂缝是由此原因而造成的。

3. 水泥的腐蚀原理和防止方法

水泥制品和建筑物，长期置于空气，海淡水和各种介质中，能很好地得到较长时期的使用。但是由于水泥制品和建筑物本身的性质和构造以及外界条件(诸如物理、力学、生物、化学等)的原因，从而影响到水泥制品和建筑物的耐久性。所谓物理影响，

主要是指高温、干湿交替、冻融交替等；力学影响主要是指震动、拓撞冲击；如海水生物影响主要是指微生物所产生的酸和水分；化学影响主要是指侵蚀性水质品等硬（工业废水等）和侵蚀性气体介质（如 CO_2 、 SO_2 等）。

（1）水泥制品腐蚀原理

水泥制品中的主要组成部分的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等，在长期受到水侵蚀作用下，逐渐地被水溶解，同时也使其他水化产物分解，在带有盐类的海水作用更为明显，这样水泥制的内部结构遭到破坏，并使机械强度降低。据统计， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶出5%~24%时，其度则下降7~29%。

另一种主要腐蚀形式是侵蚀性介质（水、酸、盐、碱等液体和气体）作用在水泥制品以后，引起其内部难溶盐类结晶的增加和体积增大，从而造成内应力，使水泥制品遭到破坏。当然腐蚀的形式是多种多样的，而且往往互相交替影响。

（2）防止腐蚀的方法

根据水泥制品腐蚀的原因，为了减少其腐蚀，一般采用下列方法进行预防。

① 在其表面（如混凝土）涂复沥青等涂料（能耐低浓度无机酸和盐溶液，但不耐油脂和有机酸），也有涂复合成树脂漆（能耐油脂和有机酸，但为增进结合力需注意涂层的表面质量），也有复贴瓷砖等材料（不仅防腐，也有美观，易清洁的作用）。

② 注意水泥制品的原材料配比，减少水灰比，以提高其制品的紧密程度，这样减少腐蚀性介质进入内部的可能性，从而减少腐蚀。

③ 养护处理 适当的养护期不仅对提高其强度是必须的，而且对减少腐蚀也是有益的，这是因为放置在空气中的水泥制品，其表面的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与空气中的 CO_2 形成在水中不易溶解的 CaCO_3 ，从而形成一层 CaCO_3 外壳（即碳化层）。据统计，在空气中存放1~3年，其碳化层厚度为8~10毫米，存放3个月为4~5毫米。但存放养护期往往受到生产周期的限制。

④ 由于水泥品种较多，而且其特性和用途各有不同，因此，根据制品的使用条件，合理选择水泥品种，减少腐蚀是很必要的。

4. 水泥的分类

由于生产的原材料（包括掺合材料）不同，因此水泥的种类很多，它们都有着不同的性能和用途。水泥的分类见表1-9。对常用的几种水泥下面将予以叙述。

表1-9

	普通硅酸盐水泥（普通水泥）	船厂常用材料
硅 酸 盐 水 泥	火山灰质硅酸盐水泥（火山灰质水泥）	常用 标号 $\begin{cases} 375 \\ 325 \\ 425 \end{cases}$
	矿渣硅酸盐水泥（矿渣水泥）	
	白色硅酸盐水泥（白色水泥）	
	彩色硅酸盐水泥（彩色水泥）	
	快硬硅酸盐水泥（快硬水泥）	
	特快硬硅酸盐水泥（特快硬水泥）	
	高级硅酸盐水泥（高级水泥）	
	硅酸盐膨胀水泥（以硅酸盐水泥为基本组分的膨胀水泥） 明矾石膨胀水泥	