

建筑防腐蚀材料 设计与施工手册

《工业建筑防腐蚀设计规范》国家标准管理组
中国工程建设标准化协会防腐蚀委员会 编
化学工业部建筑设计技术中心站

化学工业出版社

·北京·

前 言

腐蚀给国民经济带来巨大的损失,其主要原因之一是设计选材不当和施工质量低劣。

建筑防腐蚀材料的品种很多。各种材料对酸、碱、盐类等介质的耐蚀性是不同的。水泥类材料有较好的耐碱性,但耐酸性差;沥青类材料有良好的耐稀酸、稀碱性能,但不耐浓酸、浓碱,不耐有机溶剂;水玻璃类材料有优良的耐酸性,但不耐碱;环氧类材料耐酸、碱、盐的综合性能较好,但不耐强氧化性酸。从热力学的规律来看,任何一种材料在某些环境作用下是相对稳定的,但在另一些环境作用下便会发生破坏和变质。因此,在选材时应努力做到扬长避短,使物尽其用。

为了保证防腐蚀工程的质量,在设计中应根据腐蚀介质的性质、浓度和作用条件,结合工程部位的重要性等因素,正确选择防腐蚀材料和构造;在施工中应严格执行科学的制度,精心施工。

本手册是以 GB 50046—95《工业建筑防腐蚀设计规范》、GB 50212—91《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》、GB 50224—95《建筑防腐蚀工程质量检验评定标准》等国家标准、规范为依据,深入浅出地论述了建筑材料腐蚀类型、介质对建筑材料的腐蚀性等级,系统地介绍了常用几十种建筑防腐蚀材料的耐蚀机理和物理化学性能数据,具体地阐明了各种材料的适用范围、选择原则、构造层次和施工技术,并简明地介绍了建筑防腐蚀工程概预算、工程验收和工程质量检验评定标准。

本手册参加编写的人员较多,最后由马德彰、范迪恩、何进源审校。由于水平有限,手册中不当之处在所难免,望读者给予批评指正,并将将意见和有关资料寄交防腐蚀规范管理组(地址:北京和平街北口中国寰球化学工程公司,邮政编码:100029)。

《工业建筑防腐蚀设计规范》国家标准管理组
中国工程建设标准化协会防腐蚀委员会
化学工业部建筑设计技术中心站

1995年10月

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

建筑防腐蚀材料设计与施工手册/《工业建筑防腐蚀设计规范》国家标准管理组等编. —北京:化学工业出版社,1996

ISBN 7-5025-1640-9

I. 建… I. ①工…②中…③化… II. ①建筑材料-耐蚀材料-设计-手册②建筑材料-施工-手册 IV. ①TU 593-62②TU503-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 24251 号

出版发行:化学工业出版社(北京市朝阳区惠新里 3 号)

社长:俸培宗 总编辑:蔡剑秋

经 销:新华书店北京发行所

印 刷:煤炭工业出版社印刷厂印刷

装 订:三河市前程装订厂

版 次:1996 年 6 月第 1 版

印 次:1996 年 6 月第 1 次印刷

开 本:787×1092 $\frac{1}{16}$

印 张:24 $\frac{3}{4}$

字 数:618 千字

印 数:1—6 000

定 价:41.00 元

(京工商广临字 286 号)

目 录

第一篇 绪 论

第一章 建筑材料腐蚀类型..... 1	第一节 介质的腐蚀性..... 2
第一节 非金属材料的腐蚀类型..... 1	第二节 影响建筑材料耐腐蚀性的因素..... 4
第二节 金属材料的腐蚀类型..... 2	第三节 腐蚀性分级..... 5
第二章 介质对建筑材料的腐蚀性..... 2	

第二篇 水泥类材料

第一章 水泥类材料的腐蚀类型和腐蚀机理 ... 11	第二节 设计要点 40
第一节 水泥类材料的腐蚀类型 11	第三节 施工要点 42
第二节 混凝土结构的腐蚀机理 13	第六章 密实混凝土、耐碱混凝土和耐碱砂浆
第三节 石棉水泥材料的腐蚀机理 16	 42
第四节 轻骨料混凝土及加气混凝土的腐蚀机理 17	第一节 密实混凝土 42
第二章 水泥类材料的试验方法与评定标准 ... 17	第二节 耐碱混凝土和耐碱砂浆 43
第一节 物理力学性能试验方法 17	第七章 聚合物水泥砂浆 47
第二节 耐蚀性能试验方法与评定标准 17	第一节 聚合物水泥砂浆的分类和聚合物的改性机理 47
第三章 原材料的选择 19	第二节 氯丁胶乳水泥砂浆 49
第一节 水泥 19	第三节 聚丙烯酸酯乳液水泥砂浆 56
第二节 粗、细集料..... 22	第四节 其它品种的聚合物水泥砂浆 61
第三节 拌合及养护用水 23	第八章 聚合物浸渍混凝土 66
第四章 外加剂 24	第一节 耐蚀机理 66
第一节 减水剂 24	第二节 物理力学性能和耐蚀性能 66
第二节 钢筋阻锈剂 30	第三节 原材料 68
第三节 混凝土密封剂 34	第四节 浸渍和聚合方法 69
第五章 水泥砂浆和混凝土 38	第五节 设计要点和工程应用实例 71
第一节 水泥砂浆、混凝土的耐蚀性能..... 38	

第三篇 金 属

第一章 钢和铸铁 73	第一节 不锈钢的品种及其耐腐蚀性能 94
第一节 钢铁的腐蚀机理 73	第二节 设计要点和工程应用实例 94
第二节 碳素钢、低合金钢和铸铁..... 79	第四章 有色金属 95
第三节 耐候钢 83	第一节 铝及铝合金 95
第二章 覆面钢材 88	第二节 铅及铅锡合金 98
第一节 喷、镀金属面层..... 88	第三节 铜及铜合金 99
第二节 压型钢板 92	第四节 钛及钛合金 99
第三章 不锈钢 93	

第四篇 耐酸陶瓷、铸石和耐腐蚀石材

第一章 耐酸陶瓷、铸石和耐腐蚀石材的试验	
方法与评定标准	100
第一节 物理力学性能试验方法	100
第二节 耐蚀性能试验方法与评定标准	101
第二章 耐酸陶瓷	105
第一节 耐酸砖	105
第二节 耐酸耐温砖	108

第三章 铸石	110
第一节 物理力学性能和耐蚀性能	110
第二节 品种规格	111
第三节 设计要点和工程应用实例	112
第四章 耐腐蚀石材	113
第一节 物理力学性能和耐蚀性能	113
第二节 品种规格	114
第三节 设计、施工要点和工程应用实例	117

第五篇 砖、砌块和木材

第一章 砖	120
第一节 砖的种类及其耐蚀性能	120
第二节 砖砌体的腐蚀特性和设计要点	123
第二章 砌块	124
第一节 砌块的种类及其耐蚀性能	124
第二节 砌块砌体的设计要点	124

第三章 木材	125
第一节 木材的种类	125
第二节 木材的耐蚀性能	125
第三节 浸渍木材	128
第四节 胶合木材	129
第五节 设计要点	129

第六篇 塑 料

第一章 塑料的特性和腐蚀机理	130
第二章 塑料的试验方法与评定标准	132
第一节 物理力学性能的试验方法	132
第二节 耐蚀性能的试验方法与评定标准	132
第三章 热塑性塑料的性能及用途	133
第四章 塑料制品	138

第一节 聚氯乙烯塑料板	138
第二节 聚氯乙烯塑料管	139
第三节 红泥耐蚀塑料制品	141
第四节 聚氯乙烯塑料门窗	142
第五节 聚乙烯塑料板	147
第六节 聚丙烯塑料管	147
第七节 热固性塑料建筑制品	147

第七篇 沥青类、硫磺类和水玻璃类材料

第一章 沥青类材料	158
第一节 试验方法与评定标准	158
第二节 物理力学性能和耐蚀性能	161
第三节 原材料和配合比	162
第四节 施工技术	164
第五节 设计要点和工程应用实例	166
第二章 硫磺类材料	167
第一节 试验方法与评定标准	167

第二节 物理力学性能和耐蚀性能	172
第三节 原材料和配合比	177
第四节 施工技术	180
第五节 设计要点和工程应用实例	183
第三章 水玻璃类材料	185
第一节 试验方法与评定标准	185
第二节 钠水玻璃类材料	192
第三节 钾水玻璃类材料	200

第八篇 树脂类材料

第一章 树脂类材料的试验方法与评定标准	214
第一节 原材料的试验方法	214
第二节 制成品的试验方法与评定标准	216

第二章 环氧类材料	220
第一节 物理力学性能和耐蚀性能	220
第二节 原材料和配合比	221
第三节 设计要点和施工技术	226

第三章 环氧复合树脂类材料	229
第一节 概述	229
第二节 物理力学性能和耐蚀性能	230
第三节 原材料和配合比	232
第四章 酚醛类材料	233
第一节 耐蚀机理	233
第二节 物理力学性能和耐蚀性能	234
第三节 原材料和配合比	235
第四节 施工技术	238
第五节 设计要点和工程应用实例	241
第五章 呋喃类材料	241

第一节 糖醇糠醛型呋喃类材料	242
第二节 糖酮糠醛型呋喃类材料	251
第六章 不饱和聚酯类材料	254
第一节 双酚 A 型不饱和聚酯材料	254
第二节 间苯型和邻苯型不饱和聚酯材料	259
第三节 二甲苯型不饱和聚酯材料	260
第四节 弹性不饱和聚酯树脂砂浆	273
第七章 乙烯基酯类材料	275
第一节 丙烯酸型乙烯基酯材料	275
第二节 甲基丙烯酸型乙烯基酯材料	278

第九篇 防腐蚀涂料

第一章 涂料的分类和影响涂料防腐性的因素	282
第一节 涂料的分类	282
第二节 影响涂料防腐性的因素	283
第二章 涂料的试验方法与评定标准	284
第一节 物理力学性能试验方法	284
第二节 耐蚀性能试验方法与评定标准	285
第三章 对基层的要求和处理方法	286
第一节 金属基层	286
第二节 水泥砂浆和混凝土基层	288
第三节 木质基层	289
第四章 涂料的品种选择和施工技术	289
第一节 品种选择	289
第二节 涂装施工	291
第五章 常用防腐蚀涂料	293
第一节 醇酸涂料	293
第二节 环氧涂料	294

第三节 环氧沥青涂料	296
第四节 沥青涂料	298
第五节 过氯乙烯涂料	299
第六节 氯化橡胶涂料	301
第七节 氯磺化聚乙烯涂料	302
第八节 聚氨酯涂料	304
第九节 聚苯乙烯涂料	306
第十节 氯乙烯醋酸乙烯共聚涂料	307
第十一节 生漆和漆酚树脂漆	308
第十二节 聚氯乙稀含氟涂料	309
第十三节 有机硅耐高温防腐蚀涂料	311
第十四节 高氯化聚乙烯防腐涂料	312
第十五节 聚氨酯聚乙烯网络涂料	313
第十六节 氯醚涂料	315
第十七节 玻璃鳞片涂料和胶泥	316
第十八节 乙烯磷化底漆	319
第十九节 带锈涂料	320

第十篇 工程验收和质量检验评定标准

第一章 工程验收	323
第二章 质量检验评定标准	324
第一节 基本规定	324
第二节 基层处理工程的质量检验与评定	328
第三节 块材防腐蚀工程的质量检验与评定	330
第四节 沥青类防腐蚀工程的质量检验与评定	331
第五节 水玻璃类防腐蚀工程的质量检验	

与评定	334
第六节 硫磺类防腐蚀工程的质量检验与评定	337
第七节 树脂类防腐蚀工程的质量检验与评定	339
第八节 氯丁胶乳水泥砂浆防腐蚀工程的质量检验与评定	342
第九节 涂料防腐蚀工程的质量检验与评定	344

第十一篇 防腐蚀工程概预算

第一章 防腐蚀工程概预算的编制方法和步骤	346	第一节 定额换算的原则	351
第一节 基础资料	346	第二节 定额换算的计算方法和取值原则	352
第二节 概预算编制的基本方法和具体步骤	348	第三节 定额换算实例	355
第二章 概预算定额的换算与补充	351	参考文献	368
		附录 防腐蚀企业名录及主要产品介绍	370

第一篇 绪 论

第一章 建筑材料腐蚀类型

所谓腐蚀,是材料与其环境间的物理化学作用引起材料本身性质的变化。

腐蚀反应的场所,首先是材料和腐蚀性介质之间相界面处。在一个腐蚀系统中,对材料行为起决定作用的是化学成分、结构和表面状态。腐蚀过程中如伴有机械应力的作用,将加速腐蚀而出现一系列特殊的腐蚀现象。但单纯的机械负荷(如拉应力、摩擦、磨损、疲劳等)造成的材料损伤,则不属于腐蚀范畴。

腐蚀类型的划分,根据不同的起因、机理和破坏形式而有各种方法。按腐蚀机理可分为电化学腐蚀和化学腐蚀两大类;按破坏型式可分为全面腐蚀和局部腐蚀;按环境可分为化学介质腐蚀、大气腐蚀、水、汽腐蚀和土壤腐蚀;从建筑防腐蚀角度着眼,常按不同防护方法分为气态介质腐蚀(以涂料防护为主)、液态介质腐蚀(以覆面或衬里防护为主)和固态介质腐蚀。这些分类仍然比较粗略,而且未能对建筑腐蚀作适当的描述。由于目前建筑学科对此尚无标准或统一的规定,故现以常见的建筑腐蚀术语和 ISO 8044 标准的“金属腐蚀术语”,按建筑用非金属材料 and 金属材料进行分类。在实际的建筑腐蚀行为中,有的为单一类型,但更普遍的是两种或多种类型同时并存。

第一节 非金属材料的腐蚀类型

建筑用非金属材料一般分为无机和有机两类。前者如水泥砂浆、混凝土、砖、石、陶瓷、玻璃等;后者有木材、沥青、树脂、塑料、橡胶等。对于非金属的腐蚀类型,目前国际上尚无标准的分类方法。非金属材料的腐蚀因无电流产生,所以一般不是电化学腐蚀,而是属于化学或物理的腐蚀作用。

一、化学溶蚀

材料与介质相互作用,生成可溶性化合物或无胶结性产物,称为化学溶蚀。在腐蚀过程中,化学介质与材料中的一些矿物成分或组成产生化学作用,使材料产生溶解或分解。这类腐蚀较为普遍,以酸对碱性材料(如石灰石、水泥砂浆、混凝土)的腐蚀最具代表性。

二、膨胀腐蚀

由于新生产物体积的膨胀,对材料产生较大的辐射压力而导致材料结构破坏,称为膨胀腐蚀。引起体积膨胀的原因,是由于介质与材料反应生成新生产物的体积比参与反应物质的体积更大,或由于盐类溶液渗入多孔材料内部,所生成的固相物或结晶水化物的体积增大。

三、老化

高分子材料暴露于自然或人工环境下,受紫外线、热、水、化学介质等的作用,性能随时间的延续而破坏的现象,称为老化。

高分子材料的老化分为化学和物理两种因素。化学老化是受氧、臭氧、水(湿气)的作用,使

其结构变化(分子链的断裂或交联)的结果。物理老化是受光、热、高能辐射、机械力引起的。老化后材料的强度、塑性和耐蚀性都会下降,如涂料的龟裂,沥青、塑料的变脆等。

四、溶胀

材料在液体或蒸气中,由于单纯的吸收作用而使其尺寸增大,称为溶胀。

这类腐蚀多出现于高分子材料中。有机溶剂对塑料的溶胀作用,首先是介质向材料表面渗透和扩散,而后是使材料膨胀、起泡、分层和破坏。一般高分子材料都能为某些溶剂所溶胀。硬聚氯乙烯在苯、丙酮、醋酸乙酯、三氯乙醛中浸渍会出现分层,在乙醛中会失去光泽、发白、起泡。

第二节 金属材料的腐蚀类型

金属材料的腐蚀类型在国际上已有统一的分类方法,金属腐蚀的类型一般可分为化学腐蚀和电化学腐蚀两大类。

一、化学腐蚀

化学腐蚀是因为金属与腐蚀性介质发生化学作用所引起的腐蚀,在腐蚀过程中没有电流产生。化学腐蚀又可分为下列两类。

(1) 气体腐蚀 金属在干燥气体中的腐蚀,一般是指气体在高温状况时的腐蚀。

(2) 在非电解质溶液中的腐蚀 是指金属在不导电的溶液中发生的腐蚀,例如金属在酒精、石油中的腐蚀。

二、电化学腐蚀

它与化学腐蚀的不同点在于腐蚀过程中有电流产生。建筑工程的金属,通常都是遭受电化学腐蚀的。电化学腐蚀一般可分为下列三种情况。

(1) 大气腐蚀 金属在潮湿大气中的腐蚀。

(2) 在电解质溶液中的腐蚀 是一种极其广泛的腐蚀,如金属在水和酸、碱、盐溶液中所产生的腐蚀。

(3) 土壤腐蚀 指埋设于地下的金属的腐蚀。

第二章 介质对建筑材料的腐蚀性

第一节 介质的腐蚀性

在建筑腐蚀中,介质的腐蚀性通常与下面条件有关。

一、介质的性质

酸、碱类介质的腐蚀性,首先是取决于它们的强度。强酸(如硫酸、硝酸、盐酸)、强碱(如氢氧化钠)对建筑材料有较大的腐蚀性,其中含氧酸对有机材料的破坏性最大。浓硫酸、硝酸对木材、沥青的腐蚀,在短时间内就使材料失去强度。强度相同的含氧酸和无氧酸对无机材料的腐蚀性大致相等。氢氟酸对许多有机和无机材料的腐蚀性不大,但是却对二氧化硅和含氧化硅成分的材料(如玻璃、陶瓷等)具有强烈的腐蚀性。中等强度的磷酸和弱酸对有机材料腐蚀性很小,甚至没有腐蚀,例如磷酸对沥青,醋酸对木材等。

在碱类介质中,苛性碱的腐蚀性最大,碱性碳酸盐(如碳酸钠)次之。氨的水溶液的腐蚀性相对比较小,因为它在水溶液中离解度低,而且挥发性大。

盐类介质的腐蚀性比较复杂。盐溶液的腐蚀有化学的和物理的两个方面。在干湿交替和温度变化条件下,多数盐溶液都会出现结晶膨胀,因此它对混凝土、砖砌体、木材等材料均有物理破坏作用。由钠、钾、铵、镁、铜、铁与 SO_4^{2-} 所构成的硫酸盐对混凝土、粘土砖的腐蚀性最大,但是硫酸盐对木材的腐蚀性较小。含氯盐对钢和钢筋混凝土内的钢筋均有较大腐蚀性,但相比之下对混凝土的腐蚀性较小。

二、介质的含量或浓度

介质的腐蚀性与其含量或浓度有密切的关系。在多数情况下,介质的含量或浓度愈高,腐蚀性愈强。但也有少数例外,例如:浓硫酸作用于钢或浓硝酸作用于铝,都能在材料表面生成保护性的钝化膜;对某些树脂类材料,稀碱比浓碱的腐蚀性大;水玻璃类材料耐浓酸的性能比耐稀酸的性能好。必须指出,建筑物中所产生的腐蚀性介质,通常源于不正常的泄漏,在生产过程中需要对其进行冲洗、排放等处理,此时介质的浓度往往是变化的,因此在对介质的浓度作出估计时,应综合考虑其各种不利因素。

三、介质的形态

腐蚀介质的形态分为气态、液态和固态三种。一般说来,液态介质的腐蚀性最大,气态介质次之,固态介质最小。气态介质是通过溶解于空气中的水分,形成溶液后才对材料产生腐蚀。固态介质只有吸湿潮解成为溶液才有腐蚀作用。完全干燥的气体或固体不具有腐蚀性。但是,自然环境中不存在完全干燥的条件,因此,凡是有腐蚀性介质的地方,就会不同程度地产生腐蚀,其中重要条件之一便是环境湿度、水分和介质的溶解度。气态介质的作用部位主要是建筑物或构筑物的上部结构。由于气体溶解于水中的浓度都是很低(一般小于1%),因此气体腐蚀的强度一般不会达到类似溶液腐蚀的强度。固态介质可以堆放在地面,其粉尘可能积聚在上部结构的各个部位。正常情况下,固态介质只有局部或少量会产生吸湿潮解,但潮解成为液体后的浓度比较高,达到饱和状态。因此,溶解度小、吸湿性差的固态介质,其腐蚀性一般较小。

四、介质的温度

温度对介质的腐蚀程度是有直接影响的。一般说来,温度升高,腐蚀性加大。例如,耐酸砖可耐常温下碱液的作用;但是当碱液升温到 40°C 以上时,耐酸砖会逐渐出现腐蚀;而当碱液达到熔融状态时,耐酸砖就完全不耐蚀了。不同介质对不同材料的腐蚀,其温度的影响是不一样的,有的影响小些,有的影响很大。作用于建筑物的腐蚀性介质,属于常温的比较多。温度较高的介质,通常出现在储槽、水池、排液沟和烟囱中。从设备泄漏出来作用于设备基础或地面上的温度较高的液体或固体介质,很快就会随着气温和构件表面传热而使温度下降。所以,介质的温度影响,需要结合具体生产条件进行判定。

五、其它

介质的腐蚀性除了与上述条件有关外,还与环境的湿度、作用条件等有关。

湿度是决定气态和固态介质腐蚀速度的重要因素。对金属材料而言,当空气中的水分不足以在其表面形成液膜时,电化学腐蚀过程就无法进行。对钢筋混凝土也是如此,水分加速混凝土的碳化,也为混凝土内钢筋的腐蚀提供了条件。各种金属都有一个使腐蚀速度急剧加快的湿度范围,称临界湿度。钢铁的临界湿度为 $60\%\sim 70\%$ 。对混凝土内的钢筋,在相对湿度接近 80% ,且处于干湿交替条件下,腐蚀最容易发生。当环境相对湿度小于 60% 时,对各种建筑材料的腐蚀大大减缓。干湿交替环境容易使材料产生腐蚀。它可以促使盐类溶液再结晶,使金属材料具备电化学腐蚀所需的水分和氧,使固态、液态介质相互转化而产生渗透和结晶膨胀。环境中的水对腐蚀影响也很大,不但提高环境湿度,而且可直接溶解介质,例如易溶固体在有水

作用的环境下(常见的如室外雨水),可以形成浓度很高的盐溶液,大大加剧了腐蚀性。

介质的作用条件包括介质作用的频繁程度,作用量多少,持续作用时间的长短等。例如容器中的介质对容器的内壁是长期持续作用;偶尔泄漏的介质对地面的作用是短期的;排水沟内的污水则是经常、大量作用。经常、大量、长期作用的介质的腐蚀性较大。

第二节 影响建筑材料耐蚀性的因素

建筑材料的耐蚀性取决于下列因素。

一、材料的化学成分

材料的化学成分对材料的耐蚀性起决定作用。但是在多数情况下,单凭化学成分还不足以判定某种材料的耐蚀性。对于无机材料,还需要知道材料的矿物成分及其含量;对于有机材料,还需要知道其分子结构。

在无机材料中,多数遵循的规律是:材料的矿物成分中含酸性氧化物多的耐酸性好,而含碱性氧化物为主的耐碱性好。花岗石、石英石等岩浆岩,都是二氧化硅含量较高的天然岩石,其耐酸性能很好;而石灰石、大理石、白云石等以碳酸盐成分为主的沉积岩,耐碱性好,但完全不耐酸。耐酸砖和玻璃是二氧化硅含量很高的材料,因此耐酸性好;耐酸砖的结构致密,在常温时虽然也耐碱性介质,但是对浓度高的热碱液仍然不耐。水泥中的矿物组分基本上是弱酸的钙盐,为碱性氧化物,因此,水泥类材料耐碱性较好,而耐酸性差。粘土砖的主要成分是氧化硅和氧化铝,有一定的耐酸能力(可耐酸性气体),但不耐碱。

有机材料对不同介质的耐蚀性也是与其化学成分有关,但判断起来要复杂得多。一般来说,分子量高的材料的耐蚀性较好。

二、材料的构造

材料的构造对其耐蚀性有重要的影响。

在有机材料中,分子的聚合度愈高,则材料的耐蚀性愈强。防腐蚀工程中常用的聚氯乙烯、聚乙烯塑料和环氧、酚醛、不饱和聚酯等合成树脂,都是分子聚合度较高的高分子材料,其耐蚀性能都比较高。

在无机材料中,具有晶体构造的材料比相同成分的非晶体构造的材料的耐蚀性好。这与晶体材料的元素质点排列规则、致密性高、介质难以渗入等有关。石英是结晶的二氧化硅,花岗石的二氧化硅含量也较高,但它具有粒状的晶体结构,因此密实性大,硬度高,耐蚀性好,不但耐酸,而且在常温下也耐碱。硅藻土、硅藻石主要是由非晶体的二氧化硅构成,虽然有较高的耐酸性,但是耐碱性差。

三、材料的密实性

材料的密实性与其耐蚀性有密切关系。在同一种材料中,密实性不同,其耐蚀性也不相同。较密实的材料具有较少的空隙率和吸水率,介质渗入量较少,介质与材料接触的面积小,所以其耐蚀性较好。不论对气态、液态和固态介质,尤其是对盐溶液或与材料作用后能生成盐类的酸、碱溶液,同一材料的密实性愈高,其耐蚀性愈好。当盐溶液在空隙中结晶膨胀时,会对孔壁产生不同压力,促使材料开裂。空隙愈多、愈大,渗入溶液愈多,破坏力也愈大。例如粘土砖,碱、盐溶液渗入砖的空隙并结晶后,会引起砖的层层剥落。但是对于烧结较好的过火砖,由于结构比较致密,空隙少,溶液难以渗入而可能不被腐蚀。抗渗等级较低的普通混凝土只耐 8% 以下的苛性钠,而混凝土抗渗等级 $\geq 0.8\text{MPa}$ 且强度等级 $\geq \text{C}20$ 时,可以耐 15% 的苛性钠。

四、材料颗粒的大小

材料颗粒的大小意味着其与腐蚀性介质接触表面积的大小。材料的粉碎度愈大,与腐蚀性介质接触面愈大,则腐蚀速度愈快。粉碎度愈小的材料,愈容易把材料中不耐腐蚀的杂质或成分暴露出来面遭到腐蚀。因此,同样的材料,有可能由于其颗粒大小的不同而导致耐蚀性的较大差别。这对于依靠材料的致密性而取得耐蚀性的材料尤为明显。例如石英石,由于其致密性好,不但耐酸,而且在常温下也可耐苛性碱;但是石英砂的耐碱能力与石英石相比显著降低;而石英粉则被认为是耐碱的。材料颗粒大小对不同介质的影响也是不同的,例如耐酸材料的粉碎度对耐酸率的影响比较小,一般不会出现定性的变化。

第三节 腐蚀性分级

为了确定建筑物不同部位的防护措施,将腐蚀性介质按其形态并结合不同的作用部位分为五种:气态介质、腐蚀性水、酸碱盐溶液、固态介质和污染土。各种介质再按其腐蚀性和含量划分类别。

各种介质对不同材料的腐蚀程度,可按介质类别、环境相对湿度和作用条件等因素分为强腐蚀性、中等腐蚀性、弱腐蚀性和无腐蚀性共四个等级。不同腐蚀性等级的破坏程度及特征见表 1-2-3-1。

表 1-2-3-1 不同腐蚀性等级的破坏程度及特征

腐蚀性等级	非金属材料使用一年以后		金属表面均匀腐蚀,mm/a
	强度降低率, %	腐蚀的外部特征	
强腐蚀性	>20	严重开裂、疏松或破坏	>0.5
中等腐蚀性	5~20	表面有剥落、裂缝或掉角	0.1~0.5
弱腐蚀性	<5	表面略有破坏	<0.1
无腐蚀性	0	无明显腐蚀现象	—

一、气态介质

气态介质包括腐蚀性气体和以液体为分散相的气溶胶(酸雾、碱雾等),其作用的部位主要是室内外上部建筑结构的构配件。气态介质的类别及其在常温下对建筑材料的腐蚀性等级见表 1-2-3-2。

表 1-2-3-2 气态介质的类别和腐蚀性等级

介质类别	介质名称	含量 mg/m ³	介质作用部位及类别举例	环境相对湿度 %	钢筋混凝土	素混凝土	砖砌体	木	铜	铝
Q1	氟	1~5	三氟乙醛、氟霉素生产的反应釜部位,镁生产氯化物和电解工程,造纸纸浆漂白部位	>75	强	弱	弱	弱	强	强
				60~75	中	弱	弱	无	中	中
				<60	弱	无	无	无	中	中
Q2		0.1~1	食盐电解厂房,液氯厂房,光气发生、氯化氢合成部位,氯碱生产街区	>75	中	无	无	无	中	中
				60~75	弱	无	无	无	中	中
				<60	无	无	无	无	弱	弱

续表

介质类别	介质名称	含量 mg/m ³	介质作用部位及类别举例	环境相对湿度 %	钢筋混凝土	素混凝土	砖砌体	木	钢	铝
Q3	氯化氢	1~15	铝及铝合金阳极氧化、盐酸吸收、盐酸脱析、杀螟松氯化物等工段,钢铁酸洗车间	>75	强	中	中	弱	强	强
				60~75	强	弱	弱	弱	强	强
				<60	中	无	无	无	中	中
Q4	氯	0.05~1	氯乙烯工段,氯化氢合成、维生素C提取工段,甲基异氰酸酯合成和精制车间	>75	中	弱	弱	弱	强	强
				60~75	中	弱	无	无	中	中
				<60	弱	无	无	无	弱	弱
Q5	氮氧化物 (折合二氧化氮)	5~25	浓硝酸厂房	>75	强	中	中	中	强	弱
				60~75	中	弱	弱	弱	中	弱
				<60	弱	无	无	无	中	无
Q6		0.1~5	稀硝酸生产、硝酸中和工段,腈纶纺丝间主件清洗部位	>75	中	弱	弱	弱	中	弱
				60~75	弱	无	无	无	中	无
				<60	无	无	无	无	弱	无
Q7	硫化氢	5~100	制革生产的鞣制车间,镁合金铸造厂房的造型浇注部位	>75	强	弱	弱	弱	强	弱
				60~75	中	无	无	无	中	弱
				<60	弱	无	无	无	中	无
Q8		0.01~5	粘胶生产纺丝间的淋洗部位和街区大气、造纸碱法纸浆蒸煮和洗浆部位	>75	中	无	无	弱	中	弱
				60~75	弱	无	无	无	中	无
				<60	无	无	无	无	弱	无
Q9	氟化氢	5~50	氢氟酸反应工段,吸收工段,氢氟酸泵房,铝电解、氟化盐制酸车间	>75	中	弱	无	弱	强	中
				60~75	弱	无	无	无	中	中
				<60	弱	无	无	无	中	弱
Q10	二氧化硫	10~200	硫酸净化、吸收工段,铝及铝合金阳极氧化、铝件化学铣切车间	>75	强	弱	弱	弱	强	强
				60~75	中	弱	弱	无	中	中
				<60	弱	无	无	无	中	弱
Q11		0.5~10	碱法纸浆蒸煮和洗浆部位,硫酸生产街区,头孢菌素提取工段,腈纶纺丝、维纶整理浴循环间、洗衣粉磺化部位,制糖熬硫间	>75	中	无	无	无	中	中
				60~75	弱	无	无	无	中	弱
				<60	无	无	无	无	弱	弱
Q12	硫酸酸雾	大量作用	铜电解、锌电解、酸洗车间,硫酸饱和工段	>75	强	强	中	中	强	强
Q13		少量作用	氯碱生产中氯气干燥部位,酸法蓄电池室	>75	中	中	弱	弱	强	强
				≤75	弱	弱	弱	弱	中	中
Q14	醋酸酸雾	大量作用	醋酸精制、氧化工段,维生素C发酵车间	>75	强	中	中	弱	强	弱
Q15		少量作用	印花车间,精制对苯二甲酸生产PTA工段	>75	中	弱	弱	无	强	无
				≤75	弱	弱	无	无	中	无

续表

介质类别	介质名称	含量 mg/m ³	介质作用部位及类别举例	环境相对湿度 %	钢筋混凝土	素混凝土	砖砌体	木	钢	铝
Q16	二氧化碳	>200	联碱碳化工段	>75	中	无	无	无	中	弱
				60~75	弱	无	无	无	弱	无
			纯碱煅烧工段	<60	无	无	无	无	弱	无
Q17	氨	>20	氯化铵滤铵机、硝铵造粒、硫酸饱和、尿素造粒、己内酰胺、氨水等工段	>75	弱	无	无	弱	中	弱
				60~75	弱	无	无	无	中	无
				<60	无	无	无	无	弱	无
Q18	碱雾	少量作用	碱蒸发厂房、印染漂炼和丝光工段、金属酸洗中和、电镀车间	—	弱	弱	中	中	弱	中

注：1. 环境相对湿度取地区年平均相对湿度；当环境湿度受生产条件影响时，应取构配件所处部位的实际相对湿度；室外构配件相对湿度的取值，可根据地区降水情况，比年平均相对湿度适当提高；不可避免结露的部位和常年处于潮湿状态的部位，环境相对湿度的取值应大于75%。

2. 多种介质同时作用时，腐蚀性等级取最高者。

3. 预应力混凝土的腐蚀性等级，按钢筋混凝土确定。

4. 采用水泥砂浆砌筑的石砌体的腐蚀性等级，可按素混凝土确定。

5. 当气体含量低于表中的下限含量时，腐蚀性等级可相应降低一级。

二、腐蚀性水

腐蚀性水系指在工业生产过程中受到各种介质污染的工业水(生产水和废水)或地下水，介质在腐蚀性水中的含量较低。腐蚀性水作用的部位主要是地基、基础、污水池、地面和墙面等。腐蚀性水的类别及其在常温下对建筑材料的腐蚀性等级见表 1-2-3-3。

表 1-2-3-3 腐蚀性水的类别和腐蚀性等级

介质类别	介质组分	指标	介质作用部位及类别举例	钢筋混凝土	素混凝土	砖砌体
S1	氢离子指数 (pH 值)	1~3	净水厂加药间地面水、污水处理池	强	强	强
S2		3~4.5		中	中	中
S3		4.5~6		弱	弱	弱
S4	侵蚀性二氧化碳含量 mg/L	>40	—	弱	弱	弱
S5	SO ₄ ²⁻ 含量 mg/L	>4000	—	强	强	强
S6		1000~4000		中	中	中
S7		250~1000		弱	弱	弱
S8	Cl ⁻ 含量 mg/L	5000~10000	—	中	弱	弱
S9		500~5000	皂化废液法生产甘油的废液处理地面	弱	无	无
S10		<500		无	无	无
S11	Mg ²⁺ 含量 mg/L	>4000	—	强	强	强
S12		3000~4000		中	中	中
S13		1500~3000		弱	弱	弱

续表

介质类别	介质组分	指 标	介质作用部位及类别举例	钢 筋 混凝土	素 混凝土	砖砌体
S14	NH ₄ ⁺ 含量 mg/L	>1000	—	强	中	中
S15		800~1000		中	弱	弱
S16		500~800		弱	无	无
S17	苛性碱的 Na ⁺ 、 K ⁺ 含量 mg/L	50000~100000	味精提取车间	弱	弱	中
S18		<50000	乳制品收乳与预处理工段	无	无	弱

- 注：1. 多种介质同时作用时，腐蚀性等级取最高者。
2. 预应力混凝土的腐蚀性等级，按钢筋混凝土上确定。
3. 采用水泥砂浆砌筑的砌体的腐蚀性等级，可按素混凝土确定。
4. 当构件位于渗透系数小于 0.1m/d 的土壤中时，表中 S4~S18 的指标值宜乘以系数 1.3。
5. 腐蚀性水温度大于 40℃ 时，腐蚀性等级应根据试验或经验数据确定。

三、酸碱盐溶液

含有不同浓度介质的酸碱盐液体(包括完全潮解或溶解的腐蚀性固体)，其作用的部位主要是地面、水沟、墙面、设备基础的地上部位、储槽和污水池等。酸碱盐溶液的分类及其在常温下对建筑材料的腐蚀性等级见表 1-2-3-4。

表 1-2-3-4 酸碱盐溶液的分类和腐蚀性等级

介质类别	介质名称及浓度，%		指 标	生产部位介质类别举例	钢 筋 混凝土	素 混凝土	砖砌体
Y1	无机酸	硫酸、盐酸、硝酸、磷酸、各种酸洗、电镀、电解液(pH 值)	<1	硫酸、硝酸生产、氯气干燥、盐酸合成、酸洗厂房、电镀厂房、铜、锌、镍电解、蓄电池室	强	强	强
		含氟酸	>2	氢氟酸吸收工段、铝电解、钛合金化学铣切	强	强	强
Y3	有机酸	醋酸、柠檬酸	>2	醋酸生产、维生素 C 发酵	强	强	强
Y4		乳酸、脂肪酸(C4~C20)	>2	肥皂生产的化油罐、煮皂锅部位、酸牛乳车间	中	中	中
Y5	碱	氢氧化钠	>15	氧化铝生产、碱蒸发工段、碱泵房	中	中	强
Y6			8~15	粘胶纤维淋洗部位、印染退浆丝光、碱法纸浆厂蒸煮	弱	弱	强
Y7		氨水	>10	己内酰胺氨水工段和中和工段	弱	无	弱
Y8	盐	铜、钾、铵的碳酸盐和碳酸氢盐	任 意	联碱碳化工段、氧化铝分解过滤厂房、碳酸氢铵厂房、联碱重碱厂房	弱	弱	中
Y9		钠、钾、铵、镁、铜、镉、铁、锌的硫酸盐和铜、钾、铵的亚硝酸盐	>1	硫酸铵离心机部位、铝件化学铣切、维纶纺丝凝固浴循环间、硫酸钠生产	强	强	强
Y10		铵、镁的硝酸盐	>1	硝铵中和造粒工段	强	强	强
Y11		钠、钾的硝酸盐、亚硝酸盐	任 意	己内酰胺配制	弱	弱	中
Y12		铵、镁、铁、铝的氯化物	>1	联碱氯化铵筛铵机、母液泵、三氯化铁加药	强	强	强
Y13		钙、钾、钠的氯化物	>3	制盐氯化钠蒸发、干燥、食盐电解	强	弱	中
Y14		尿素	>10	尿素合成、尿素造粒塔	中	中	中

- 注：1. 表中“%”系指介质的质量浓度百分比。
2. 多种介质同时作用时，腐蚀性等级取最高者。
3. 预应力混凝土的腐蚀性等级，按钢筋混凝土确定。
4. 采用水泥砂浆砌筑的砌体的腐蚀性等级，可按混凝土确定。
5. 介质温度大于 40℃ 时，腐蚀性等级应根据试验或经验数据确定。

四、固态介质

固态介质包括腐蚀性碱、盐的颗粒、粉尘和以固体为分散相的气溶胶,主要作用于地面、墙面和上部建筑结构的构配件。固态介质的类别及其在常温下对建筑材料的腐蚀性等级见表 1-2-3-5。

表 1-2-3-5 固态介质的类别和腐蚀性等级

介质类别	介质名称		指标 %	介质作用部位 介质类别举例	钢筋 混凝土	素混 凝土	砖砌体	木	钢
G ₁	雄 溶	硅酸盐、磷酸钙、铝酸盐、钙、钡、铅的碳酸盐和硫酸盐、镁、铁、铬、铝、硅的氧化物和氢氧化物	>75	普钙或重钙生产的熟化仓库	弱	无	无	弱	弱
			60~75		无	无	无	无	弱
			<60		无	无	无	无	弱
G ₂		钠、钾、锂的氯化物	>75	制盐厂氯化钠蒸发和干燥盐库	中	弱	弱	弱	强
			60~75		中	无	弱	弱	强
			<60		弱	无	弱	无	中
G ₃	难 吸	钠、钾、铵、锂的硫酸盐和亚硫酸盐、氯化铵、铵、镁的硝酸盐	>75	硫酸钠生产、己内酰胺萃取工段和硫铵工段、硫酸钠的仓库、氯化铵仓库	中	中	中	中	强
			60~75		中	中	中	弱	中
			<60		弱	弱	弱	无	弱
G ₄	易 吸	钠、钾、钡、铅的硝酸盐	>75	硝酸钠仓库、硝酸钾仓库	弱	弱	弱	弱	中
			60~75		弱	弱	弱	弱	中
			<60		无	无	无	无	弱
G ₅	湿	钠、钾、铵的碳酸盐和碳酸氢盐	>75	纯碱仓库、纯碱生产的煅烧工段	弱	弱	中	中	中
			60~75		弱	弱	弱	中	弱
			<60		无	无	无	弱	无
G ₆		钙、镁、锌、铁、钡的氯化物	>75	镁合金铸造厂房的熔化部位和造型浇注部位、镁电解	强	中	中	中	强
			60~75		中	弱	弱	弱	中
			<60		中	无	无	无	中
G ₇	易 溶	镉、镁、镍、锰、钴铜、铁的碳酸盐	>75	铜电解生产的铜浸出和硫酸盐散装车、锌电解冷冻厂房	中	中	中	中	强
			60~75		中	中	中	弱	中
			<60		弱	弱	弱	无	中
G ₈	难 吸	钠、钾、亚硝酸盐,尿素	>75	己内酰胺车间、尿素造粒塔、尿素散装车、亚硝酸钠仓库	弱	弱	中	弱	中
			60~75		弱	弱	弱	无	中
			<60		无	无	无	无	弱
G ₉	湿	钠、钾的氢氧化物	>75	烧碱生产片碱工段	中	中	强	强	中
			60~75		弱	弱	中	中	中
			<60		弱	弱	弱	弱	弱

注:1.当固态介质有可能被溶解或易溶盐作用于室外构件时,腐蚀性等级按酸碱盐溶液腐蚀确定。

2.表中介质的作用条件为大量作用,当介质为少量且偶尔作用时,腐蚀性等级可降低一级。

3.环境相对湿度取地区年平均相对湿度,当环境相对湿度受生产条件影响时,应取构件所处部位的实际相对湿度;室外构件相对湿度的取值,可根据地区降水情况比年平均相对湿度适当提高;不可避免结露部位和经常处于潮湿状态的部位,环境相对湿度的取值应大于75%。

4.预应力混凝土的腐蚀性等级,按钢筋混凝土确定。

5.采用水泥砂浆砌筑的砌体的腐蚀性等级,可按素混凝土确定。

五、污染土

污染土系指建筑场地由于生产或自然环境等综合原因造成地基土的污染,主要作用于未见地下水部位的地下构筑物。污染土的类别及其对建筑材料的腐蚀性等级见表 1-2-3-6。

表 1-2-3-6 污染土的类别和腐蚀性等级

介质类别	介 质 组 分	指 标	钢筋混凝土	素混凝土
T1	SO ₄ ²⁻ 含量 mg/kg 土	>6000	强	强
T2		1500~6000	中	中
T3		400~1500	弱	弱
T4	Cl ⁻ 含量 mg/kg 土	>7500	中	弱
T5		750~7500	弱	无
T6		400~750	无	无
T7	氢离子指数(pH 值)	<3	强	强
T8		3~4.5	中	中
T9		4.5~6	弱	弱

- 注:1. 多种介质同时作用时,腐蚀性等级取最高者。
2. 预应力混凝土的腐蚀性等级按钢筋混凝土确定。
3. 采用水泥砂浆砌筑的石砌体的腐蚀性等级,可按素混凝土确定。