

耐化学侵蚀性地面

〔苏联〕 П.Н.格里哥里耶夫 И.М.多罗银可夫著

张世恪 吳位泰 译

中国工业出版社

耐化学侵蚀性地面

(材料及结构)

[苏联] 技术科学博士、教授 П.Н. 格里哥里耶夫 著
工 程 师 И.М. 多罗银可夫
张世恪 吴位泰 译

中国工业出版社

本书叙述了耐酸、耐碱地面的材料与结构，指出了关于设计、铺设及使用耐酸、耐碱地面的各种特点，并介绍了建筑材料耐酸、耐碱性能和耐侵蚀性油灰、砂浆及混凝土的成分与制造方法。

本书经来我国工作的苏联建筑专家 А. П. 鲁布廖夫同志推荐，认为是目前苏联综合有关耐化学侵蚀性地面经验的一个重要蓝本。

本书供为化学工厂及其他具有酸碱作业的企业的建筑师、设计师及工程技术人员等阅读。

П. Н. Григорьев и И. М. Дороненков
ХИМИЧЕСКИ СТОЙКИЕ ПОЛЫ
ГОСХИМИЗДАТ (МОСКВА 1951 ЛЕНИНГРАД)

* * *

耐化学侵蚀性地面

(材料及结构)

张世恪 吴位泰译

(根据原化学工业出版社纸型重印)

*
化学工业部图书编辑室编辑 (北京安定门外和平里七区八号楼)

中国工业出版社出版 (北京佟麟阁路丙10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第116号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经营

*
开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 $6^{1/16}$ · 字数 132,000

1958年2月北京第一版

1963年8月北京新一版·1965年7月北京第二次印刷

印数 634—2,733 · 定价 (科五) 0.70 元

*
统一书号: 15165·2656 (化工-228)

目 录

序言	6
緒論	7

第 一 篇

耐酸和耐碱地面的材料

第一章 材料的耐碱性和耐酸性	19
1. 材料成分的影响	20
2. 侵蚀性介质的性质的影响	27
第二章 耐酸地面的无机材料	31
1. 耐酸岩石	31
結晶形氧化硅	32
非晶形氧化硅	35
长石	35
花崗岩	36
正长岩和閃长岩	36
輝綠岩和玄武岩	37
霏細岩	37
安山岩	37
石英角斑岩	38
火山凝灰岩	38
石棉	38
2. 人造耐酸硅酸盐材料	40
以水玻璃为主要成分的耐酸水泥、油灰和砂浆	41
以水玻璃为主要成分的耐酸混凝土	53
耐酸陶瓷制品 (砖、砖板、块体等)	57
熔化岩石的制品	62

第三章 耐碱地面的无机材料	65
水硬石灰	66
硅酸盐水泥	66
矿渣硅酸盐水泥	68
未熔炼矿渣水泥	69
火山灰硅酸盐水泥	69
石灰石和白云石	70
大理石	70
碱性高炉矿渣	71
第四章 用于耐化学侵蚀性地面的有机材料	72
1. 瀝青及类瀝青材料	72
瀝青	73
瀝青調合物的耐酸性和耐碱性	75
煤蒔和煤蒔脂	77
蒔脂調合物的耐酸性和耐碱性	78
2. 以瀝青和类瀝青材料为主要成分的制品	80
“帕罗多立”型砖板	80
防水卷材	80
浸漬砖	82
胶結材料	84
揮发性溶剂泡制的瀝青浆	84
乳化瀝青	84
3. “爱尔扎米特”式有机矿物油灰	85
4. 聚合异丁烯树脂	88
5. 橡皮	88
6. 木材	89
第五章 耐化学侵蚀性的油灰、砂浆、地瀝青和混凝土	89
1. 用水玻璃調制的油灰	89
2. 瀝青油灰和蒔脂-焦油油灰	94
3. 石油地瀝青和蒔脂-焦油地瀝青	96

4. 柏油混凝土	98
5. 瀝青混凝土	103
6. 耐酸混凝土	104
耐酸混凝土的調制和灌筑	110
7. 用硅酸盐水泥和矿渣硅酸盐水泥調制成的 耐碱混凝土和砂浆	110

第 二 篇

耐酸和耐碱地面的結構

第六章 在化学生产部門中設計和鋪設地面的特点	112
1. 地面各个部分的材料选择及其施工規程	114
面层	114
防水层	115
間层和粘合层	117
垫层（底脚层）	118
地面的地基	119
2. 地面的坡度	120
3. 排水沟和排水槽	121
4. 伸縮縫	122
第七章 耐酸地面的結構	123
第八章 耐碱地面的結構	146
第九章 耐化学侵蝕性地面的使用	174
1. 耐化学侵蝕性地面的使用	174
耐酸地面的使用法	175
耐碱地面的使用法	176
2. 經濟上的一些論点	176
附 录	178
参考文献	190
中俄名詞对照	191

序 言

在化学工厂及其他采用酸类、碱类的企业中，侵蚀性（酸性及碱性）液体对设备和建筑结构的破坏作用，会给国民经济带来巨大的物质损失。

受酸碱液体作用的化学车间，地面破坏特别厉害。地面的破坏引起承重楼板和基础的破坏，此时侵蚀性液体就渗入基土，使整个建筑物的安全发生了问题。因此，耐酸耐碱地面的设计与铺设，对于生产者和建筑者都是极关紧要的问题。不过直到现在，文献中尚缺乏系统的可供铺设及使用耐化学侵蚀性地面的准则，个别已发表的关于这一问题的著作，内容常有抵触。

本书内容系根据现有文献资料的分析 and 作者的亲身经验，列举有铺设及使用耐酸耐碱地面的主要原则和许多在实际工作中经过考验的多层地面结构。这些结构证明对于侵蚀性介质有高度的安定性，并可适用于制酸及制碱车间内。当然，书中未能举出全部耐酸耐碱地面的各种铺设方案，但所列举的结构均可作为解决多数具体问题的根据。

作者希望书中所列举的各种论据与经验指标，能使设计师及建筑师在化学车间内创造更耐久的地面，以减少地面与整个建筑结构在翻修与重建上的浪费。

本书乃是综合设计与铺设耐化学侵蚀性地面的多种经验的一个初创本，可能有許多疏忽和欠缺之处。作者诚恳地希望各个有关部门及个人提供补充和修订的意见，以便根据改进。

书中绪论及第一、二、三、四章系由 П. Н. 格里哥里耶夫写成，其他各章则为 И. М. 多罗银可夫写成。

緒 論

碱类破坏地面的作用 制碱車間地面發生破坏，是由于落到地面的碱液作用，或者在空气中有凝結水蒸汽的情況下，自空中落下微粒（如純碱）碱質的緣故。

碱性介質破坏地面的过程可簡單說明如下；碱液与地面面層接触，例如混凝土垫層上以普通水泥砂漿粘接的瓷磚板面層，則它首先对水泥接縫起作用，在滲入水泥砂漿后，水泥孔隙中由于水合純碱的結晶作用就引起了局部的內应力，而造成裂痕。碱液通过裂痕滲到混凝土垫層，破坏了混凝土的表層，因此瓷磚就脫落，給侵蝕液到混凝土垫層打开了方便之門。

瓷磚板本身的耐碱性要根据它的孔隙度来决定。例如，一級瓷磚板具有熔結燒料、孔隙度又很低，則完全不受碱溶液的破坏作用，实际上可供無限期使用。但同一种瓷磚板，若孔隙度为4~5%，就会受到碱的腐蝕，它的破坏速度約相当于其水泥接縫。

此时若將瓷磚板鋪設在瀝青混凝土上，并以瀝青瑪瑙脂粘結之，則碱性介質对地面面層的破坏作用或完全不显，或显得極其微弱。由此可得出結論，接縫（粗細不得超过2~3毫米）的極度不滲透性是保証瓷磚板地面長期使用的必要條件。

当地面忽干忽湿之际，碱液对地面面層的破坏作用就显得特別强烈，因为此时最有利于結晶体在材料孔隙中急剧生長。

所有孔隙度較高的材料，均会遭到碱性介質不同程度的

破坏，例如制碱車間內抹灰（石灰漿或水泥漿等）磚牆的破坏。那些偶而落上純碱或苛性碱溶液的牆段破坏得最强烈（灰泥層層剝落）。純碱車間內磚牆的破坏不仅由于沾上碱性溶液，而且还由于空气中純碱微粒落入磚孔，后一点就磚牆上部及窗洞上所發現的破坏頗足以說明。在损坏的磚面上可以發現一層白色鹽霜，这种鹽的結晶作用常会引起結構的破坏。水合碳酸鹽类的結晶作用所引起的过程，由于条件不同，其进行速度也不一样，它可使建筑物的个别部分受到完全破坏。

制碱車間內促成磚砌体破坏的条件如下：

1. 空气中有固体微粒鑽到磚砌体的孔隙內引起結晶。
2. 厂房內有凝聚的水蒸汽鑽到磚孔中。
3. 磚牆內外層溫度的落差頗大，同时周圍空气的湿度高（特別在秋天和早春）。

由此可見，制碱車間內磚砌体的破坏，純粹是一种物理变化的結果，而与碱性溶液与建筑磚分子之間的化学反应無關，所以建筑紅磚与硅酸鹽磚遭受碱性介質的腐蝕程度大致相同。

在純碱工厂內，水泥和混凝土地面（由不十分致密而又貧瘦的砂漿和混凝土作成）的破坏，主要也取决于与水合碳酸碱类結晶相关的物理变化。不过当水泥石破坏之时，也發生化学反应——鋁酸鹽（主要为鋁酸氫鈣）受碳酸碱和苛性鈉碱的作用而分解。

一般在化学車間內，特别是在制碱車間內，作为鋪設地面及保护（防蝕）地面的材料，其适用与否最重要的一項性能是致密性（低的孔隙度）。比方說，鋪設混凝土地面或地瀝青混凝土面層，要是能慎密遵守这个条件，就可得到十分

安定而耐久的結構。

鋼筋混凝土樓板受到鹼質的破壞程度与普通混凝土相同。混凝土孔隙度愈小，破壞作用就愈遲緩。混凝土孔隙度較大，破壞得就快，往后，鋼筋就不免銹蝕，這種銹蝕不僅為鹼劑所引起，即空氣中水分及氧氣的作用也能使之銹蝕。鋼筋混凝土結構若塗上一層水泥，致密性就提高，耐鹼能力亦增強。

黑色膠結材料的耐鹼能力頗大，常用以作成瀝青混凝土、柏油混凝土、瀝青漿和瀝青瑪瑙脂作為鋪設制鹼車間地面的面層及其他部分之用。用黑色膠結材料作成制鹼車間的地面構件，特別是地面面層，發現在許多場合中它們的破壞是由于成分選配不當和致密性不夠而引起的。

地面結構在許多場合中，最好採用以黑色膠結材料作成的防水材料（面瀝青紙毡、石棉防水油毡、保露林油毡），因為黑色膠結材料對於許多侵蝕性介質，包括碳酸鹼及苛性鹼的溶液，均為安定。採用礦渣棉作成的隔熱材料也能收到一定的效果，但必須指出，礦渣棉隔熱層久而久之畢竟要完全破壞，因為它本質是不耐鹼的。

化學車間結構的金屬部分同樣也要受到鹼性介質的破壞作用（生銹），例如由金屬樑和鋪設在樑上的焊接金屬板所組成的樓板。這種樓板既作為下層樓房的天花板，又作為上層樓房的地板。金屬樑表面塗上一層保護膜，例如塗以庫茨巴斯清漆，能完全免除金屬受到鹼性介質作用而銹蝕的危險。

那些偶而落上苛性鹼濃溶液的金屬板地段，受到的侵蝕作用特別強烈；這些地段，因金屬發生銹蝕而引起金屬板的變形，地面就變得不平；從而在形成的裂縫中滲入鹼液，破壞水泥砂漿層及混凝土墊層；普通混凝土和貧混凝土常會因

膨脹而至全部破坏。

木結構受到碱質的作用，破坏非常强烈，例如，門檁子的木头部分間断地有碱液落在上面，就發黑得厉害，失去了木材的强度，容易破坏碎落。故制碱車間一律禁止鋪設木地板。

碱液破坏地面材料以后，就滲到基础和基土里去。跟着基础的破坏和基土的松动，地面、牆、柱和设备就發生不均匀的塌落。石灰石的塊石基础，其耐蝕性看来比建筑紅磚的基础較强；但是这些基础因为水泥砂漿的耐碱性不足，仍然会遭到破坏。当基土已遭到碱液破坏之时，各段混凝土地面縱然还没有遭到破坏，亦必然会造成塌落。滲到基土中的碱液能扩展到很远的距离，超出建筑物底面积的范围之外。

碳酸碱与苛性碱对建筑結構的破坏作用，看来好像苛性碱作用應該强些，其实大致相同。这个在一定的限度上可解釋为由于苛性碱吸收空气中的碳酸气而变为碳酸碱的緣故。因此制碱車間的侵蝕剂总不外乎碳酸碱，或者是碳酸碱与苛性碱的混合物，而后者中的苛性碱逐漸又轉化为碳酸碱。

被腐蝕材料的化学本性及孔隙度和碱的濃度、温度及侵蝕性介質的作用条件（忽干忽湿），均能影响建筑材料受碱作用的破坏速度。

材料的化学本性 合成树脂的耐碱性比瀝青和类瀝青物質更强，用合成树脂作地面的面層，其耐化学侵蝕性（包括耐碱性）显然較高。水泥膠塊，或直称水泥石含有一定量的鋁酸鹽，比較容易遭受碱的侵蝕。

因此，制碱車間混凝土地面应尽可能采用氧化鋁含量最少的水泥。富 A-水泥石（алит）的硅酸鹽水泥（硅酸三鈣 $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ 的含量最高）或純 B-水泥石（белит）的水泥（硅

酸二鈣 $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 的含量最高)，它們的耐鹼性最強。兩種水泥的氧化鋁含量都不得超過 $2\sim 3\%$ ，含有的氧化鋁不應結成鋁酸三鈣 $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ，而應結成鈣鋁鐵鹽 $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ 。后者不管氧化鋁的含量多高，它對於碳酸鹼及苛性鹼的作用仍頗安定。從這個觀點看來，作為制鹼車間混凝土地面面層的水泥，最耐鹼的應該是氧化鐵含量 $7\sim 8\%$ 和氧化鋁含量 $2\sim 3\%$ 的鐵礦水泥。

材料的孔隙度 材料孔隙度的影響已在前面述及（8~9 頁）。

鹼的濃度 制鹼車間地面面層的破壞速度與侵蝕性鹼液的濃度有着重大的關係。根據一般論點，應當是鹼性溶液的離解度愈大，其侵蝕性就愈高。但實際上，鹼的水溶液經過大大稀釋之後，對於許多材料的侵蝕作用要比濃溶液小得多。因此，為了防止鹼液的破壞作用，應盡量反復多次地用水沖洗地面。

溫度 鹼性介質對地面面層的破壞作用與溫度條件有着重大的關係；侵蝕液溫度愈高，其破壞作用就愈強。

侵蝕性介質的作用條件 鹼液在地面面層上忽濕忽干的現象，對腐蝕的強度影響極大。第一，溶液濃度常起變化；第二，這種現象在材料孔隙中會促進各種水合鹽的結晶作用。

上述各項因素，影響地面面層的腐蝕，也影響地面和其他建築結構所採用材料的耐久性，故在化學車間中需要採取措施以防止碳酸鹼及苛性鹼溶液的破壞的時候，應注意這些因素。

酸類破壞地面的作用 固態、液態及氣態侵蝕劑，在各種極不相同條件下（不同的濃度、溫度及濕度）作用，能夠

破坏制酸車間的地面。

在空气中呈微粒存在，能沉积到磚砌体孔隙中的各种鹽类均屬於固态侵蚀剂。当砌体潤湿时，这些鹽类的水合物就开始結晶，体积必然增大，因而脹破孔隙壁。

散佈在車間中的侵蚀性蒸气与气体（酸类蒸气、一氧化氮、二氧化硫、氯化氢气体等）及空气中的水分，它們与水泥漿、石灰漿、建筑紅磚及硅酸鹽磚的各个分子相互作用的结果，就逐漸破坏了这些結構。这种破坏一般只在个别地段，但如果不采取适当的方法加以防止的話，則往往会釀成極严重的破坏。

液态侵蚀剂——稀酸及濃酸，它們的破坏作用主要是由于直接落到地面所引起的。

制酸車間（如制造鹽酸、硝酸、硫酸等車間）所需采用的建筑材料，其种类比制碱車間更多。建筑結構一般地也采取更多种不同的防腐措施，特別是地面結構。这是由于制酸車間生产条件的复杂性所要求的，但在另一方面，它選擇耐酸材料（不論天然的或人造的）的机会比較广泛，故亦容易解决。

混凝土和水泥砂漿在制酸車間內破坏得非常快，因为硅酸鹽水泥和其同类水泥按它們的本性为非耐酸性材料。因此，在难以替代这种水泥的地方（鋼筋混凝土結構、樓板等），为了防止这种水泥結構的腐蝕，應該采用各种有效的措施。

地面的構造，或者更明确地說，地面材料的選擇，对于地面抵抗酸性介質破坏作用的耐久与否大有影响。

地面面層材料的耐酸性具有極端重要的意义，因为面層首先受到稀酸和濃酸的作用，而且最为强烈。所以对面層材

料的选择应该特別仔細，整个結構必須做到極度致密和不滲透。

在許多場合中地面面層所采用的材料，其成分和耐酸性各不相同。这些材料包括有机膠結材料（瀝青混凝土、柏油混凝土、地瀝青）；作整体面層的耐酸混凝土；用耐酸砂漿或瀝青瑪瑙脂及柏油瑪瑙脂鋪設的耐酸磚和耐酸磚板（陶磚板和輝綠岩磚板）等。

地面面層，或由塊件作成，接縫用耐酸的油灰、水泥或砂漿联接，或者就作成整体無縫的鋪板。

最耐酸的塊狀制品現在知道的种数已相当多，例如瓷磚板、輝綠岩磚板、各种耐酸磚、缸磚等，这些制品若質地良好，則不論在常温或高温下，濃酸和稀酸对之殆無破坏作用。不过，磚板本身虽然不受酸类的侵蝕作用，但塊狀制品鋪成的地面經過一定時間終究要遭到或快或慢的破坏。这是由于酸液透过磚板或磚板間的接縫，引起下層地面結構腐蝕的緣故。

面層的塊狀制品鋪設在墊層或找平層上，其填縫和結合層的材料或者采用耐酸水泥，或者采用瀝青調合物，这两种作法不一定能保証做到面層塊件之間的接縫完全不透酸液。如果填縫的調合物沒有选择好，或者酸类的侵蝕作用过强，則接縫本身都会遭到破坏。其中例如已硬化的耐酸水泥抵抗濃酸的作用十分强，但如果不遵守水玻璃与耐酸填料和水玻璃与氟硅酸钠之間的正确比例，就容易遭到稀酸溶液的破坏。这种情形正是耐酸水泥填縫之所以受到硝酸、鹽酸、硫酸等的稀釋溶液破坏的原因。

相反，用瀝青調合物做的接縫，对于濃酸不安定，但对稀酸（濃度 50% 以下的）安定。

如果面層的塊狀制品，例如瓷磚板，具有較大的孔隙度（非熔結的燒料），則在濃度較高（20%以上）酸類的作用下就會被強烈地腐蝕，若再繼續一定時間必趨于全部破壞。

制酸車間有採用耐酸混凝土（用水玻璃攪氟硅酸鈉調制而成）和各種有機膠結材料的混凝土（地瀝青、瀝青混凝土、柏油混凝土）以鋪設整體無縫的地面面層。但這類地面面層忍受酸性侵蝕劑的破壞作用也有一定的條件。

耐酸混凝土面層不是一種絕對不滲透液體的面層。液體粘性越小，則其透過孔隙往混凝土內部擴散的作用就顯得更容易。因此，稀酸滲入混凝土體內的速度比濃酸快。

濃酸不僅不破壞耐酸混凝土，甚至還能提高混凝土的安定性及強度。這種現象的發生，是由于濃酸碰到耐酸混凝土時，混凝土中呈遊離狀態存在的水玻璃分解為一種無定形硅膠。這種硅膠本身極耐酸，能充填混凝土的孔隙因而使混凝土滲透液體的能力為之減低。但當稀酸作用時，混凝土中所含的水溶性鹽類及部份無定形硅膠即被溶出，後者不溶于酸，但能部分地溶于水中。

能耐稀酸的混凝土，其調合法見第五章第六節。

為了使耐酸混凝土具有最大的抗酸安定性，混凝土鋪設時必須做到非常致密，例如採取表面振搗法。

耐酸混凝土和耐酸砂漿的填料叫做“耐酸水泥” KЦ 及 KЦБ。它是純石英粉砂（氧化硅含量不得低於 96%）和經過硫酸處理的硅藻石的一種混合物。硅藻石之所以要用硫酸溶液處理，是為了除去其中有害於耐酸砂漿性質的溶于酸的物質和有機雜質。混合物在球磨機中進行磨碎。

為了加速硬化，在石英砂及硅藻石的混合物中攪入氟硅酸鈉。

調制耐酸混凝土及砂漿，水泥 KII（或 KIB）須用水玻璃調合。

黑色膠結材料調合物（例如耐酸地瀝青）作成的整體面層，若具有恰當的組成，鋪設時又做到非常致密，則對於弱濃度和中濃度的任何酸類均極安定。瀝青調合物的整體地面在不含氧酸類的作用下，由於填料的化學成分及粒度成分選擇不當，就能引起破壞。濃的含氧酸類則不管瀝青調合物的組成（見第四章第 1 節）如何，均能引起破壞。

侵蝕性酸液透過地面面層，碰到保護下層地面結構的隔絕層——由面瀝青紙氈和底瀝青紙氈等作成的間層。久而久之，特別當隔絕材料的質量不符規格或受到機械損傷時，侵蝕性酸液就能滲到面層所借以固着的墊層，如果墊層系由耐酸材料作成的，則這個部份的破壞就不致繼續發展，或者緩慢起來；如果墊層為混凝土或鋼筋混凝土作成，則酸液破壞了隔絕層以後，就會對墊層很快地發生腐蝕，此時混凝土就軟化膨脹，使整個結構同歸於毀滅。最後侵蝕性酸液滲到地面下層，破壞基土及基礎，結果使牆及地面發生不均勻的沉陷並形成裂縫。

鋼筋混凝土樓板多半蓋上一層瀝青隔絕層和卷材隔絕層，再用耐酸水泥在隔絕層上鋪設瓷磚板或輝綠岩磚板的面層。這種地面結構的各個部份若配合恰當並且施工仔細，則侵蝕性介質對於面層就無法破壞，鋼筋混凝土樓板因此就得到可靠的保護。

制酸車間內瀝青隔絕層和卷材隔絕層（石棉防水油氈、保露林油氈、面瀝青紙氈等）若按規定施工，則可保證面層、鋼筋混凝土樓板、鋼筋混凝土基礎及混凝土基礎等長期可靠地使用。但若這些瀝青和卷筒狀的隔絕材料品質不佳，

或在地面結構中采用不当和草率大意，則侵蝕性介質的破坏作用就可暢行無阻，或者只遇到一种不能持久的抵抗。

制酸車間，例如制造硫酸和硝酸的車間，常会有極濃的酸类（濃硫酸、發烟硫酸、濃硝酸、硫酸硝气溶液）落到地面，特別是經過預热的酸类，几乎能立即引起有机膠結材料面層的破坏。防止的方法是冲洗地面和在落酸地段用石灰加以中和。

地瀝青地面上定时地用瀝青清漆（如庫茨巴斯清漆）塗刷，頗能防止地面遭受硝酸及硫酸的破坏作用。

在制酸車間的条件下，最可靠的地面面層是用耐酸水泥鋪設耐酸磚板，或者采用适当成分而具有非常致密及不滲透性的耐酸混凝土。

用普通水泥調制的混凝土、鋼筋混凝土及毛石混凝土所作成的基础，碰到酸剂作用就很快地遭到破坏，即使采用了耐酸填料也是那样。發生这种破坏的原因是由于水泥石被腐蝕之故。

凡用普通硅酸鹽水泥調制并对酸性侵蝕剂（来自車間或来自酸性地下水）具有很好防护措施的基础，一般都十分耐久。不过这种能防止基础受酸性腐蝕的有效措施迄今知道的尚屬寥寥。

如果說从側面保护基础的問題，在一定的程度上已算解决（塗抹及敷貼隔絕材料，用黑色膠結材料作成隔絕層，設置保护層及粘土防水層等），那末采用这些措施从基础下面来防止酸性地下水的侵入，就完全不能令人滿意。因此，保护基础仅仅依靠側面还不能得到应有的效果。

基础下鋪設浸漬过热瀝青或溶脂焦油漿的碎石（耐酸碎石）垫层不能阻止侵蝕性液体通过基础底面而滲入。只有用