

277730



武器和彈药防銹

B. H. 包特杜勃宁 著



国防工业出版社

武器和彈藥防銹

B.H. 包特杜勃寧著

郭敬明、張庭生譯

內 容 簡 介

本书共分二篇。第一篇叙述金屬腐蝕及防腐蝕原理，其中包括化学腐蝕、电化学腐蝕、大气腐蝕、基本金屬和合金的腐蝕性、化学除锈法及各种防止金屬腐蝕的金屬鍍层；第二篇叙述武器和彈藥各部分的腐蝕和防腐蝕法，介紹了主要軍用油料、塗料及漆的防腐性能及用途等。

本书主要供部队中的軍械人員及軍官們閱讀，对从事武器和彈藥生产的工程技术人員們亦有裨益。

苏联 В. Н. Поддубный 著 'Коррозия оружия и боеприпасов' (Военное издательство министерства обороны союза ССР 1959 年增訂第二版)

*

國防·軍工出版社 出版

北京市书刊出版业营业許可証出字第 074 号

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行

各地新华书店經售

*

850×1168 $\frac{1}{32}$ ·印張 10 $\frac{5}{8}$ 271 千字

1960 年 12 月第一版

1960 年 12 月第一次印刷

印数：0,001— 2,000 册·定价：(10-7)1.85 元

NO. 3348

目 录

前言	6
序言	7

第一篇 金屬腐蝕及防腐蝕原理

第一章 金屬腐蝕理論基礎	11
金屬腐蝕理論術語及基本概念	11
化學腐蝕	18
電化學腐蝕	33
金屬的鈍性	57
大氣腐蝕	63
第二章 基本金屬和合金的腐蝕性	78
鐵碳合金的腐蝕	78
銅和銅合金的腐蝕	82
錫和鉛的腐蝕	90
鈦的耐腐蝕性	92
鋁和鋁合金的耐腐蝕性	93
鎂合金的耐腐蝕性	100
金屬腐蝕疲勞	103
噴丸處理	108
噴砂處理	109
第三章 化學除銹法	111
第四章 用金屬鍍層防止金屬腐蝕	117
基本概念	117
電鍍	121
鍍銅	124
鍍黃銅	126
鍍鎳	126
鍍錫	127

鍍鋅	130
鍍錫	138
鍍鉻	139
鍍鐵	149
鍍鉛	152
鍍銀	152
鍍金	153
鍍稀有金屬	154
第五章 用氧化膜、磷化膜及氮化法防止鋼腐蝕	155
用氧化膜防止鋼腐蝕	155
鋼的磷化	160
鋼的氮化	170
氫脆	172

第二篇 武器腐蝕和防腐蝕法

第六章 炮兵兵器的防腐蝕	176
炮兵兵器在製造過程中的防腐蝕	176
炮兵兵器在保存時的防腐蝕	184
炮膛在射擊時遭受到的氣體腐蝕	186
炮管挂銅	193
炮管清洗和塗油	197
反後座裝置上零件的腐蝕	202
液壓傳動裝置的腐蝕	218
扭轉軸防腐蝕	226
武器的土壤腐蝕	230
第七章 火炮儀器的防腐蝕	233
概論	233
光學儀器保護層	235
無線電器材和電子器材的防腐蝕	238
電觸點的防腐蝕	242
鹼性電池的腐蝕	245
第八章 槍械防腐蝕	247
槍械外部零件的防腐蝕	247

枪膛腐蚀原因和特性	250
不锈火帽的应用	265
枪械的擦拭	267
枪管内金属沉积的清除	272
枪械保存时的维护	275
第九章 弹药防腐蚀	278
弹药腐蚀的基本特性	278
炮弹和迫击炮弹的防腐蚀	279
黄铜药筒的防腐蚀	287
钢壳的防腐蚀	292
枪弹壳的防腐蚀	295
引信和信管的防腐蚀	297
火工品的防腐蚀	308
弹药在修理中进行的防腐蚀处理	309
第十章 主要军械油料的腐蚀及防护性能	312
油料的名称及用途	312
油的保护性能的快速测定法	319
第十一章 炮兵用涂料及漆	321
涂料和漆的种类及用途	321
磁漆和底漆	322
油涂料、干性油和快干剂	330
漆	333
溶剂和洗涤剂	340

前 言

本书出版目的——向軍事工程师們和技术員們，以及炮兵軍官們介紹以金屬腐蝕和金屬防護理論的研究为基础的武器和彈药的防銹方法。

自“武器和彈药防銹”第一版問世以来已十余年。于此期間，在金屬防腐蝕方面积累了很多理論和实际知識，尤其在武器防腐蝕方面，已研究出新的保管火炮、枪械、仪器和彈药的方法，新的保管和維護武器的規則，新的保护层，新的保护塗料和新的保护油。

于各种气候条件下，保管大量不同用途的炮兵武器，和提出在长时保管期間各种武器不得腐蝕损坏的高度要求，迫使我們研究新的武器保管方法并能使其应用于实际。缺乏金屬腐蝕方面的理論基础知識，缺乏在实际中应用这种知識的正确經驗，在我們这个时代里，就不能指望在长时期保管武器的任务中取得成效。

因此，在本书的第二版中，較詳細地（比第一版）闡述了金屬腐蝕方面的理論知識，并把各专题章节相当地扩大。

序 言

从金屬出現并开始用来制造金屬制品起人們即已知道金屬腐蝕——鉄生銹，青銅氧化，銀發暗。像金、銀這些金屬的高度耐腐蝕性在原始社会就極被重視，并且是使這些金屬作为商品的基本交換价值原因之一，即它的貨幣形态。在很早的文献中就有关于鉄生銹的記載。我們的祖先不仅仅知道很多腐蝕現象，并且会防止它們腐蝕；他們知道把銅氧化（碱性氧化，主要用于武器）；把銀煮黑，为防止金屬生銹采用磁漆、塗料、油脂等。

但是对金屬腐蝕进行科学的研究开始得較晚，是在物理和化学这些基本自然科学出現之后。偉大的俄罗斯学者M. B. 罗蒙諾索夫开始奠定下新的科学——物理-化学，并研究出很多腐蝕过程，在这些基础上发现并証明了物质不灭定律。

工业和航海的发展，引起对用于造船业和机器制造上的那些金屬的腐蝕問題进行研究的必要性。英国物理学家赫勒（Холл）証明，沒有空气鉄不会生銹（1819年）。另一位英国物理学家杰微（Деві）在1824年对于銅也作了同样的証明，而在同年法国的杰納尔（Тенар）提出鉄的腐蝕是电化过程。杰微首先提出用鋅保护层和鉄保护层作为海船上銅制和青銅制螺釘的电化防腐蝕。此法現在于造船业和其它工业部門尚广泛地采用着。

杰微的学生法拉第，发现的电解时电极上材料的变化和通过电量的当量定律（法拉第定律），在金屬电化腐蝕理論的发展中起了极大作用。法拉第也首先提出，金屬与溶液作用时产生保护膜，此膜在溶液中使某些金屬鈍化并常常决定着腐蝕过程的速度。

瑞士的物理-化学家奥格斯特·杰拉利夫在1830年对电化腐蝕理論的基本原理下了定义，但是他的研究結果长时期未得到承认，只于二十世紀初才开始对腐蝕問題加强研究并建立成一門独

立的科学科目——金屬腐蝕。它只有依靠化学、物理学、物理-化学、胶体化学、金相学、气象学及其它自然科学之后才成为完全独立的科学。目前研究金屬腐蝕上的各种现象和过程时开始广泛地采用了利用示踪原子的最新方法，因而可以完全更新的了解很多现象，在不久以前对它們还是莫名其妙的和不能理解的，現在它們都得到解釋。

偉大的俄罗斯化学家Д. И. 門德列夫在他的著作“化学原理”中，科学地闡述了鉄的腐蝕原理和某些金屬的保护作用，这些金屬从前和現在繼續在鉄上作为防腐蝕保护层。

老物理化学家中的B. A. 基斯卡闊夫斯基院士在金屬电化腐蝕理論发展的最初时期，发现金屬溶解时的机械化学现象并对此作出科学的解釋。他研究了金屬腐蝕薄膜理論，此理論已成为金屬电化学腐蝕和化学腐蝕整个理論的一部分，此薄膜理論已經完全被俄罗斯和外国的科学家們所証实并取得公认。

在苏維埃时代金屬腐蝕和防腐蝕法的科学研究得到空前地发展。新的工业部門和机器制造业及仪器設備制造业的空前发展，成为研究各种腐蝕现象的基础，并需要研究新的金屬防腐蝕法和新的防护材料——塗料、油、鍍层等。

到1952年苏联科学院通訊院士Г. B. 阿基莫夫主办了全苏金屬腐蝕学校，他是許多有关金屬腐蝕方面的科学书籍和作品的作者，在这些著作中他与其学生刷新和发展了电化学腐蝕理論，整理并闡述了苏联科学及工业发展中数年积累的很多实验資料，在他的1945年出版的“金屬腐蝕理論和研究法”一书中，作出半世紀以来的金屬腐蝕科学的发展总结，并整理出研究腐蝕所最常用的方法。

技术科学博士Н. Д. 托瑪寿夫于1952年写出“金屬腐蝕理論”，技术碩士B. И. 巴特拉闊夫著出詳尽的手册“在腐蝕介质中結構材料的腐蝕”里面，系統地闡述出很多合金耐腐蝕方面的实际經驗。

И. Л. 罗金費利德教授出版了在防腐蝕中具有极大实际意义的小册子“在中性介质中的腐蝕阻化剂”●。

此外，在近几年来出版了大量的苏联作者的和自外文翻譯过来的金屬腐蝕論文集，像在1952年出版的两册“金屬腐蝕”选集，是由英文譯过来的，編輯是B. B. 斯考尔契列基。在第一册內闡述了于标准温度下，在不同的水介质中，气体中以及在特殊的工业生产条件下金屬和合金腐蝕的丰富資料。在第二册內有在化学工业中使用的各种材料（主要为金屬）于高温下在气体內的腐蝕資料。此外还整理出在實驗室和在自然条件下的腐蝕試驗方法。

在外国的研究腐蝕方面的著述中首先应当提出著名英国学者Ю. P. 艾万斯的著作，它在苏联已經問世两版——1932年和1941年。

在国民經济中金屬材料的損失极大——平均达到全部金屬产品所需总重量的2%。在偉大的卫国战争前，仅在和平建設的重工业上因此造成的損失一年共达5亿卢布。

現代軍队的武器、彈药、运输工具和其它軍事設備主要是用易受腐蝕的金屬制成。但是軍用器材上由于腐蝕所造成的損失比国民經济上的少很多，因为在部队中对武器的維護比在国民經济中对机器和设备的維護好得多，在部队內金屬腐蝕損失少，是由于在武器維護方面付出了很多勞力和各种材料，在武器和彈药生产时，在取得高质量保护层上耗費了許多器材，在研究最好的防腐蝕方法上，提供了大量的科学研究著作和經驗，細致地檢查了所选用的防腐蝕法，大胆地採納了有技术文化的士兵們、士官們、技術人員和工程師們所提出的新的先进的合理化建議而达到的。在部队里，在武器和彈药維護方面所取得的成就，是軍队中每个成員每天細心工作和对战斗器材維護关心的結果。

● И. Л. 罗金費利德著“在中性介质中的腐蝕阻化剂” 1953年苏联科學院出版。

为了有效地进行防腐蚀工作，首先必須深刻的掌握現代科学成就的基本知識。不了解引起腐蚀的原因，不知道引起腐蚀过程的介质，不知道用于防腐蚀的、維護武器和彈药的材料特性，就不能有效地防止腐蚀。須注意，在各种情况和不同气候条件下，在以各种方法保存、运输和使用时，腐蚀的破坏作用都是不同的。因此，不得对实际中所遇到的所有情况給以标准的指示。时常由于机械地把对一种条件完全适合的現成配方运用到另外一种情况上去而产生极严重的后果。

为了在武器和彈药防腐蚀中取得效果，必須大量地和不断地学习，并能把自己所知用到各方面的实际工作中去。在目前普遍地培养軍隊中每个成員时，武器和彈药防銹的个别理論知識和实际知識不仅仅对低級軍官們可以闡明，就是对士兵們也可以讲清楚。所有接触武器的人員不应只是机械的完成維護武器方面的各項指示，并能很好地了解到为什么和因为什么这样做而不那样做，这些，本书中都有詳述。

第一篇 金屬腐蝕及防腐蝕原理

第一章 金屬腐蝕理論基礎

金屬腐蝕理論術語及基本概念

金屬與外界介質由於化學或電化學反應而產生的破壞稱為腐蝕。各種金屬都或多或少遭受著腐蝕。

上面定義中和後面所指的金屬應理解為純金屬——鐵、銅、鋅、銀等，及它們的合金——鋼、黃銅、青銅等。本書中術語“合金”僅於必須著重指出該腐蝕過程為一定成分或組織之合金的特徵時方採用。

腐蝕不僅僅是指金屬和外界介質之間的反應過程而言（此過程宜稱為腐蝕過程），並且包括過程的結果，亦即腐蝕破壞。如所聽到的：“金屬遭受了強烈腐蝕”或“制件上生了銹”或“金屬腐蝕得很厲害”。

金屬上的腐蝕破壞很易於從全部或部分地留在金屬上的腐蝕生成物，或者從除銹之後留有腐蝕痕而且顯得粗糙的金屬表面看出。金屬腐蝕初期有時亦表現為表面顏色的改變（發暗，出現薄的色膜或銹斑等）。在大多數情況下，根據金屬特性的改變及金屬聲音的改變來發現腐蝕，但在某些情況下，根據與金屬緊密接合之其它材料性質的改變亦可發現腐蝕。最後是在某些情況下，如把金屬放於液體內，根據此液體顏色的改變或在金屬上出現和析出氣體亦可發現腐蝕過程。

在研究腐蝕時，首先對金屬產品周圍（保存或使用時）的介質加以注意。

金屬于其中产生腐蝕的介质称为腐蝕介质。

引起金屬腐蝕的介质称为侵蝕性腐蝕介质或簡称为侵蝕性介质。

遭受腐蝕的金屬称为腐蝕金屬。

抵抗介质腐蝕作用的金屬特性称为抗蝕性。具有抗蝕性的金屬称为耐蝕金屬。

在腐蝕介质的作用下，扩散在金屬全部表面上的腐蝕称为連續腐蝕。如果連續腐蝕是等速进行的，則称为均匀腐蝕。

如果在金屬各个表面各个部分上的連續腐蝕不是等速进行的，則称为非均匀腐蝕。

仅在金屬某些部分上产生的腐蝕，称为局部腐蝕。

金屬上腐蝕开始的部分称为腐蝕发源地。

談到均匀腐蝕时，不要忘了均匀的相对概念；在腐蝕过程中絕對均匀地进行着腐蝕是不存在的，因此任何时候都沒有实际的均匀腐蝕。

与金屬本身成分和組織有关的，影响腐蝕速度及扩展的因素称为內在腐蝕因素。与金屬腐蝕时所处之外界介质及环境(温度、压力、金屬对介质的运动速度、液体介质的成分、空气湿度、对金屬起作用的气体成分等)有关的腐蝕因素称为外界腐蝕因素。

局部腐蝕可能是单个的点、凹陷(窩)或斑。这种局部腐蝕仅从金屬表面的腐蝕扩展程度来分。当金屬表面上凹窩的直径为0.2至1毫米时称为点腐蝕；凹窩直径 >1 毫米时称为凹陷(凹窩)。当由于某种原因腐蝕点或凹陷都集中在金屬表面的某一部分，而其它处沒有时即称为斑点腐蝕。

凹陷腐蝕在腐蝕过程相当长时，可能变成穿透腐蝕，那时金屬将彻底被破坏。

晶間腐蝕[●]是一种特殊的腐蝕，这时金屬(主要是合金)在

● 在其它参考书中有时称此种腐蝕为晶粒間的腐蝕。

外界介质的腐蚀作用下，基本上沿晶粒边界被损坏，腐蚀破坏系在金属内部进行，金属主要成分外面常常没有腐蚀。这种腐蚀非常危险，因为在一般情况下很难发现，腐蚀进展得又非常快，金属的机械性能在腐蚀时急剧下降。当负荷或内部张力大时，在某种情况下会使金属破裂，甚至使金属碎成粉末。

选择腐蚀——此种腐蚀仅破坏合金中的一种组织成分或组分，它主要是使那些成固熔体的金属合金遭到破坏，结果，在固熔体中仅破坏合金中一种组分（如：黄铜中的锌），在受到选择腐蚀后，金属机械性能急剧下降，产品上很容易产生破裂。

表面腐蚀——表面腐蚀也从表面开始，但是多半向金属内部表层下部扩展，结果金属或合金的表面出现突起或层裂；在蚀洗质量不佳的金属片上常出现此种腐蚀，同时并产生突起和气泡。

有时可能同时发展或进行着两种或几种腐蚀，如：一般的均匀腐蚀通常伴随着晶间腐蚀。

腐蚀速度通常是按照一定时间内一平方米上金属的重量损失确定的（如：2克/平方米/小时即每小时在一平方米上的重量损失为两克，或20克/平方米/年即在一一年内于一平方米上的重量损失为20克），而有时是按在金属上破坏侵透的平均厚度来确定（如：1毫米/年）和用其它单位及其它方法来确定。实际上在鉴定腐蚀时，最重要的不仅仅是量，并且还有质，亦即确定出腐蚀破坏在金属表面或合金深处的扩展情况。

腐蚀过程，在物理化学性质方面与侵蚀不同，亦即与在抛光时各种化学性不活泼的液体、气体和磨料摩擦金属面产生的表面机械损坏不同。

但在某些情况下侵蚀过程伴随着腐蚀，反之腐蚀过程亦伴随着侵蚀。如：射击时火炮的炮膛在遭受火药气体中化学性活泼的成分对其金属起化学（腐蚀）作用的同时还受着侵蚀；反后座装置上的青铜零件在液体高速流动处腐蚀过程加剧，因该处的腐蚀生成物和松散的合金机械地被冲洗掉。

根据腐蚀时出现的物理化学现象，可分为化学腐蚀及电化学腐蚀。

金属与侵蚀性腐蚀介质间直接起化学反应的腐蚀过程（亦即于腐蚀时不出现电流），称为化学腐蚀。

出现电流（亦即有或多或少的电子依次地自金属一部移向另一部）的腐蚀过程，属于电化学腐蚀。此时电流不是由外部电源导入，它是由于产生腐蚀过程而形成的。

化学腐蚀时，腐蚀介质一般为不借电子导电的物质（见本章“电化学腐蚀”），电化学腐蚀与它相反，腐蚀介质为电解质亦即为某种盐、酸或碱的水溶液。金属在潮湿空气中的腐蚀（大气腐蚀）亦属于电化学腐蚀，因为金属破坏是空气中的部分湿气由于某种原因沉积在金属上并与其中的溶解气体和盐生成电解质而产生的。

腐蚀过程从现象上看是极为复杂的，这首先是由于受外界介质作用的物体可能是各种金属或合金制成的，其次是物体所处之介质及该介质对物质起作用时的条件都是极复杂的。

为了了解所有这些腐蚀过程，必须对它们进行研究，而为此必须有对这些腐蚀过程综合的和系统的研究理论。

H. H. 托瑪寿夫[●]教授把腐蚀分为以下数类：

1. **气体腐蚀** 为金属表面在充满凝聚湿气的情况下产生的腐蚀，在腐蚀过程中无液体参加。一般这种腐蚀于高温下进行。

2. **在非电解质中的腐蚀** 为在无显著导电性的活性有机物质中的腐蚀，如：钢在高温下于硫化石油中的腐蚀。

3. **在电解质中的腐蚀** 为极普遍的一种腐蚀（其中分为硫酸腐蚀，碱性腐蚀，盐酸腐蚀）。根据腐蚀进行时的条件的不同，分为完全处于电解质中的腐蚀，不完全处于电解质中的腐蚀（以吃水线为界），交替放于电解质中的腐蚀和永久放于电解质中的腐蚀，放

于静止电解质中的腐蚀和放于流动电解质中的腐蚀。

4. 土壤腐蚀 土壤和土壤里的水分对金属发生作用而产生的腐蚀现象。

5. 大气腐蚀 金属在大气中的腐蚀以及在任何中性潮湿气体（空气，氮，氧，氢，然而不是氨、氯化氢和其它能生成酸及其它化学性活泼生成物之化学性活泼气体）中进行的腐蚀；这是火炮，枪械和弹药上最普遍产生的腐蚀，将在本书第二章内详细研究。

6. 电化腐蚀或外部电流作用腐蚀 为漏电或电路接地时阴极电流引起的腐蚀；在使用的各种电气装置上——电台、雷达、电焊机等上面都可能产生此种腐蚀。

7. 接触腐蚀 为与具有和结构上的基本金属之电位相异的电化学电位（一般为较正电位）的金属（或化合物）相接触而引起的电化学腐蚀。

8. 应力腐蚀 在腐蚀介质和机械应力同时作用下产生的腐蚀。根据它是交变负荷还是永久负荷，是由于加上之外力引起的还是内应力作用的结果而分为：交变负荷（周期负荷）腐蚀——腐蚀疲劳，永久负荷腐蚀和内应力腐蚀。火炮上，弹药上和枪械上很多零件遭受到此种腐蚀。

9. 腐蚀性侵蚀和摩擦腐蚀 如：反后座装置中液流冲击时所产生的腐蚀；于火药气流和机械作用下炮膛内产生的腐蚀等。

10. 生物腐蚀 为土壤腐蚀或在电解质中腐蚀的某些腐蚀现象，此时微生物排泄出的分泌物引起腐蚀过程的加速。

金属腐蚀科学建立在化学、物理化学和物理学的基础上，因此腐蚀理论是以基本自然科学的定律作根据的。

根据所研究或观察的腐蚀过程，来运用化学腐蚀理论或电化学腐蚀理论。

有时有人问那种理论较正确——化学理论还是电化学理论。问题不能这样提。只有一个腐蚀理论，但是它们的情况是各式各样。

的。如果研究金屬的化学反应现象，如：金屬于高温下与火药气体的反应现象，就应当利用化学腐蚀理论。如果腐蚀过程在水介质中或其它电解质中产生，则应以电化学腐蚀的理论为指导。存在着同时出现化学过程和电化学过程之非常复杂的腐蚀现象。自然，在这些情况下必需运用最完备的腐蚀理论。

不许可脱离腐蚀过程进行时所处之介质而孤立地来研究任何一种腐蚀过程。不能把金属或合金与腐蚀介质分开，并且举例说某种金属或合金抗蚀或不抗蚀；此时也不能谈在那一种情况下它稳定或不稳定。如：不锈钢在空气中和某些酸内是稳定的，但是在强碱内就不稳了。铝在硝酸中稳定，而在强碱中也不稳定。

在研究腐蚀时，必须认清主要腐蚀过程，并首先预防它以消除腐蚀现象。但是不要忽视附带产生的过程和副作用，因为在某些情况下，它们可能变成主要的，基本的，而从前是基本的可能变为次要的。

因此不能认为腐蚀过程是不变的，静止的，不发展的。相反，应当把所有的腐蚀过程都看成是发展着的。必须查明过程的开始，注意它的发展，判定出它的结果。此时必须注意到有些时候腐蚀过程在开始时按一种方式进展，而结束时完全按另一种方式发展，甚致于在腐蚀发展的过程中反应方向也在改变着。

应当注意到腐蚀过程与所有的自然变化过程一样按照从量变到质变的规律进行着转变。

只有注意到有时发现不到的和隐蔽的从量变到质变的过程，才能正确地判断出产生任何腐蚀现象的原因，而寻求根源和规律，选择正确的方法来消除腐蚀或阻滞腐蚀过程。

例如：在研究火炮反后座装置上的零件腐蚀时，应该注意它里面所填充之液体的成分和性质。当空气中的氧与液体产生反应（特别是在压力之下）时，液体的碱性逐渐变弱，但是在碱性完全中和前，液体实际上没改变自己的腐蚀性，它不在钢上起作用。当氢离子浓度增加和氢离子指数（pH）开始 < 7 时，产生突变——