

館內閱讀

48555



石油煉廠設備之 計算和設計

上 冊

苏联 尤·勒·維赫曼 伊·弗·巴皮茨基 斯·伊·伏里福松著



石油工業出版社



171326

基本館藏

石油煉廠設備之 計算和設計

下 冊

苏联 尤·勒·維赫曼 伊·弗·巴皮茨基 斯·伊·伏里福松著



石油工業出版社

3
046
0



石油煉廠設備之 計算和設計

苏联 尤·勒·維赫曼 伊·弗·巴皮茨基 斯·伊·伏里福松著

北京石油學院煉廠機械教研室譯

石油工業出版社

內 容 提 要

全書介紹石油煉廠主要設備之結構和強度計算，以及製造這些設備用的材料和防腐方法等。

全書共分三部分，前兩部分着重描述各種材料的性能和各種設備部件之計算及設計；後一部分主要介紹各個完整設備之計算及設計。

書中差不多收集了所有在計算和設計上所必要的公式和數據。

為了教學需要和使用方便，全書分兩冊出版。本書為上冊，包括前兩部分。

本書供石油煉廠的計算、設計和操作人員閱讀，此外化學工廠、食品工廠和其他工業部門設計人員以及各行業專業的高等學校學生都可以參考。

Ю. Л. ВИХМАН И. Ф. БАБИЦКИЙ С. И. ВОЛЬФОН
РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ НЕФТЕЗАВОДСКОЙ АППАРАТУРЫ
根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社1965年列寧格勒版翻譯

書号 101

石油煉廠設備之計算和設計

北京石油學院煉廠機械教研室譯

石油工業出版社出版（地址：北京大柵欄石油工廠內）

北京市書刊出版登記證出字第083號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 19 $\frac{1}{2}$ 印張 * 423千字 * 定價(8) 3元0角4分
1956年2月北京第1版第1次印刷(1—1,400冊)

目 錄

第一篇 總論	1
緒 言	1
第 一 章 設備之分類	1
第 二 章 關於設備計算及設計方面的法規。設備的水壓和氣壓試驗	4
第 三 章 石油廠設備部件之腐蝕及防護方法	6
第 四 章 石油廠機器及設備的主要材料	30
第二篇 設備部件的計算與設計	83
第 一 章 內(表)壓薄壁圓筒的計算	83
第 二 章 受外(表)壓(真空作用)的鋼製圓筒的計算	87
第 三 章 內(表)壓厚壁圓筒的計算	98
第 四 章 石油廠設備的底蓋和頭蓋	105
第 五 章 高壓高溫的連接。高壓高溫的密封	141
第 六 章 法蘭，連接管，法蘭接合用的雙頭螺栓與螺絲，法蘭接合的計算，墊圈，可 拆卸和不可拆卸的管件，管箍，視孔，窺視管	152
第 七 章 器壁開口的加強	234
第 八 章 直立設備的穩定度計算	246
第 九 章 煙囪的計算	262
第 十 章 設備支座	277
第十一章 銲縫及其結構	300
第十二章 加熱爐迴彎頭	326

第一篇 總 論

緒 言

在戰後時期裏，石油煉製工業進行了巨大的改建工作，許多用祖國第一流技術裝備的新工廠建成了並已投入生產。對東部地區的含硫石油的煉製方法已研究成熟，在泥盆紀的地層裏也發現了巨大的石油礦藏，催化法煉製石油已被大量採用了。與此同時，石油機器製造業也大大加強了。已經製定了關於裝置、泵、組件、零件以及其他石油廠設備的部定標準，並已付諸施行。

在十九次黨代表大會關於1951—1955年第五個五年計劃的決議中規定，要增加石油的開採量85%，並與此相適應地發展石油加工工業。

在十九次黨代表大會的決議中指出：

「要在現有的及新開工的煉油廠內大大加深石油的煉製及增加輕餾分的產量。在五年內將使石油初餾工廠的能力提高到2倍，而將裂煉工廠的能力提高到2.7倍」^①。

在機器製造業方面，黨十九次代表大會決議指出：

「要以高速度來發展機器製造業，因為這是新型的強大的工業發展的基礎。」又說：「在機器製造業中首要的任務，就是以建設上所需要的設備充分供應給……石油煉廠及人造液體燃料工廠……與1950年相比，在1955年要將石油設備的生產提高到約3.5倍。」

為了實現這一計劃，蘇聯的石油工作者就須要解決一系列的新問題，就是不斷地改進所有生產過程中的技術工作、組織工作及經濟工作。

為了進一步改進石油煉廠的設備，就完全有必要把近年來所積累起來的關於煉廠設備之計算、設計、以及採用材料方面的經驗作出總結。作者現在擔負起了這一個任務，但也意識到她的艱巨性，特預先向讀者請求，希望一定能指出本書的缺點，另外巴斯卡科夫(А. А. Баскаков)對此書的手稿作了重要的指正，作者謹向他致謝。

第一章 設備之分類

隨着石油加工技術之發展，對石油設備製造業的要求也日益提高了；各種不同

① 十九次黨代表大會關於蘇聯1951—1955年的五年計劃決議。蘇聯國立政治書籍出版局1952，第7—10頁。

石油的加工过程中所应用的設備構造也愈來愈複雜了。

高压、高温之採用，以及大尺寸的設備之採用，就是这些过程的主要特點。由於含硫石油具有強烈的腐蝕性，使石油設備的操作条件更加特別複雜。

另外必須指出，石油加工工廠的設備一般都建立在露天，受着風力的作用。

在表 1 中所列的係石油煉廠中主要設備之分類。

根据鐵路運輸条件的不同可將設備分为外廓合乎規定的及外廓不合乎規定的，在進行設備設計時必須注意到這一點。

圖 1 中介紹的是根据 OCT/BKC 6435 的列車外廓尺寸和靠近寬軌鐵道的建築物之規定外廓尺寸^①。

外廓合乎規定的設備完全在承造廠製造。

凡設備在裝配好了之後放在標準的四軸敞車上時，如果敞車立在直軌鐵道軌上，而設備的外廓已伸出鐵道規定外廓界限之外者（那怕只有一小點伸出），或者如在列車經過彎軌鐵道時，設備的外廓伸出規定外廓界限者[1]均應被認為是外廓不

設 備 分 類

表 1

火加熱設備	石油蒸餾釜。重油蒸餾釜。石油液體焦化釜。管式爐之蛇管。惰性氣體發生器。加熱空氣用的爐子
管式熱交換器	主要加工過程中之殼管式熱交換器。人造液體燃料的熱交換器。L套式熱交換器。浸水式冷凝冷卻器：a)分段式，6)蛇管式。結晶器
反應器——再生器，接觸器	裂化裝置的反應器。催化裂化裝置之反應器。催化裂化裝置之再生器。氫收質反應器。人造液體燃料反應塔。硫酸法酯化裝置及硫酸法精製裝置的接觸器
主要分離設備——精餾塔	在加壓下操作的精餾塔。減壓塔。下列氣體的：丁烷、丙烷、乙烷、甲烷的分餾塔。常壓直餾塔。人造液體燃料用塔
直立設備	汽化器。主要加工過程中之氣體分離器。及人造液體燃料之分離器。吸收器。穩定塔。洗滌塔
過濾器	壓濾機。真空過濾器
輔助設備	氣體及液體容器。壓力升液器。泥水分離器。沉降器。電力脫水器。攪拌器。運輸熱的催化劑之升降機。製造催化劑用的成形機和壓片機。利用煙道氣廢熱的空氣預熱器（蓄熱器）。催化劑工廠的設備
在加壓下操作的容器	球形容器。立式及臥式容器。液化石油氣及輕汽油之油槽車
管 綫	主要加工過程的以及人造液體燃料的管綫

①列車外廓與靠近鐵道之建築物（橋樑，車站建築等）的外廓之間的間隔是有限的。在鐵道上規定的 L 靠近鐵道建築物之外廓 L_{н.и.с}（見圖 1），是指垂直於鐵路綫方向的橫向界限，任何道旁建築物或設備在建造時均不能伸入此外廓所規定的界限以內。——譯者

合乎規定的設備。

IB号列車外廓在橫向尺寸方面是鐵道運輸上的標準尺寸，即在運輸時不必取得交通部(M.П.C.)的預先許可。在設備不可能用鐵路運輸的情況下，亦即當設備尺寸超過第二級不合規定的外廓時(圖1)，必須把設備設計為幾個組合件或組合部分，在建築現場再把他們裝配起來，或則完全在安裝場所製造。

外廓不合規定的設備之經濟的生產辦法，是把所有的主要製造工作都在製造工廠中完成。

因對於外廓在各種不同程度上不合規定之設備，在運輸時要遵守鐵道上的許多特別規程和條件(甚至要停止對開車輛的運輸活動)，故必須儘可能避免設計這種外廓不合規定的設備，那怕就是小小的不合規定。

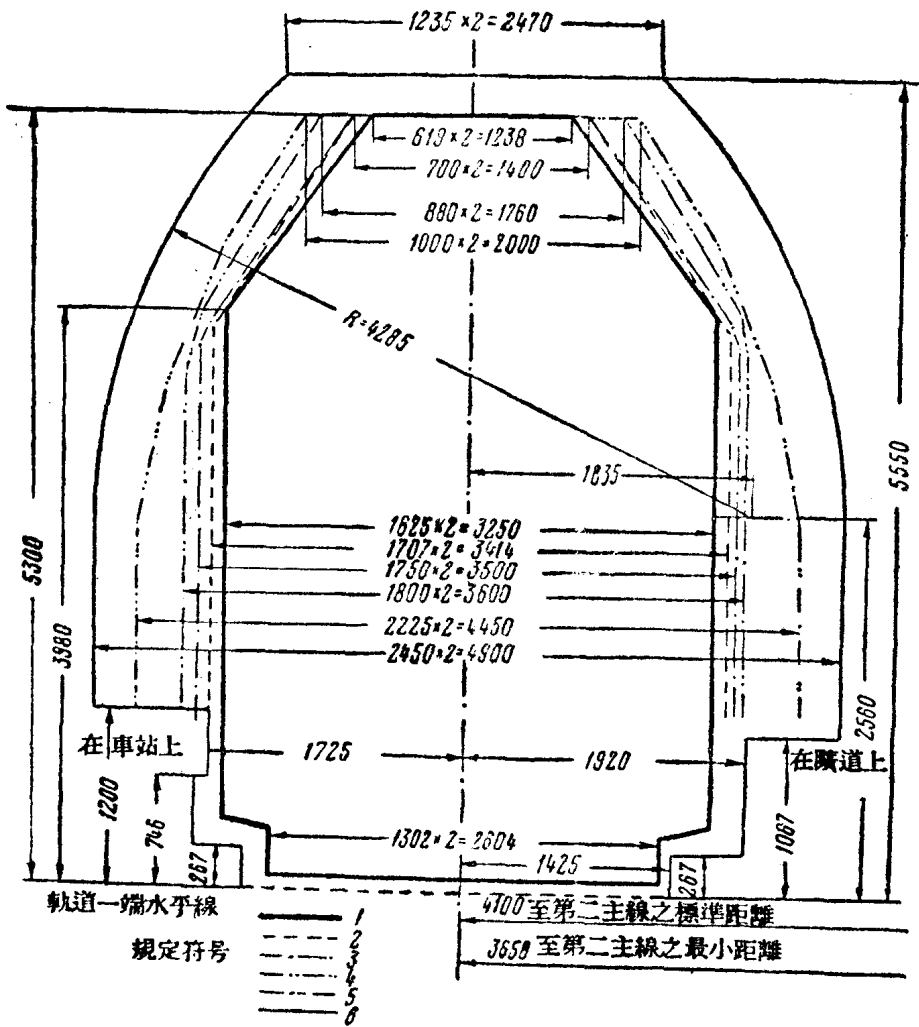


圖1 鐵道規定外廓尺寸圖

1—№ IB 号列車外廓；2—零級不合規定外廓；3—一級不合規定外廓；4—二級不合規定外廓；5—三級不合規定外廓；6—№ IC 号旁建築外廓。

必須注意到有一些列入外廓合乎規定的設備，但具有很長的長度時，可能會在鐵道的彎軌地區成為外廓不合規定的設備。

在水路運輸時，外廓尺寸問題必須另經特殊的審查。

第二章 關於設備計算及設計方面的法規。

設備的水壓和氣壓試驗

在設計機器和設備時不僅應該注意到必要的操作效果，保證必要的強度、耐久性、經濟性，而且應該考慮到操作人員的安全。現行法規對機器和設備的構造提出了許多必須做到的要求。

在機器製造業方面曾經通用(在1952年新法規公佈以前)鍋爐檢查法規(Правила Инспекции Котлонадзора)：

1.關於在加壓下操作的容器(蒸汽容器及其他設備和儀表)之建造、安裝及檢驗法規(1940年1月24日公佈)。

2.關於設計及製造在大於0.7大氣壓(表壓)下操作的鍋爐及容器時應用焊接方法的法規(1939年7月11日公佈)。

在目前通用的則是〔在加壓下操作的容器之建造、安裝及檢驗法規〕[33]①，本〔法規〕並附有推荐使用之計算方法。

但上述〔法規〕不適用於石油煉廠及人造石油廠的管式爐，而如果蛇管式冷凝器之集合管(коллектор)直徑不大於130mm時則無論是浸水式或淋水式也均不適用本法規，同樣對於以生鐵管組成的冷卻器也不適用，但這些設備的製造工作中的關於結構、材料和質量等問題却常根據〔法規〕的標準來定的。製造單位的行政當局

容 器 名 稱	操作压力 p ，表压	試 驗 压 力	
		在 製 造 廠	定 期 試 驗
除鑄造容器以外的所有容器 同 上 鑄造容器	≤ 5	$1.5p$ ，但不得小於2表压	$1.5p$ ，但不得小於2表压
	大於5	$1.25p$ ，但不得小於 $p+3$ 大氣压	$1.25p$ ，但不得小於 $p+3$ 大氣压
	与压力無關	$1.5p$ ，但不得小於3表压	$1.25p$ ，但不得小於2表压

註：如果容器壁的操作溫度高於400℃，則在製造廠中應以兩倍於操作压力的压力來進行水压試驗，而在定期試驗時，應用表上所列压力。

凡是ГОСТ另有特殊規定的容器，則應該以該ГОСТ所指定的压力進行試驗。

① 1951年公佈。——譯者

根据〔法規〕上的標準和条例來对这些物件進行技術監督。

鑄造的、鍛造的和銲接的容器^①之水压試驗,應該在如前表所示的压力下進行。

根据 1952 年以前所通用的法規,水压試驗的压力是操作压力的一倍半,如在操作時設備內操作介質之温度高於 400°C 時以操作压力的二倍進行試压。

水压試驗的目的在於檢查銲接或其他方式連接件之嚴密性,而在配以其他檢驗方法時,則可以全面地檢定設備之製造質量。

容器应在試驗压力下保持 5 分鐘,然後將压力降至操作压力,並在該压力下保持技術上所需要的一定時間,以使用敲擊試驗銲縫及審察整个容器。

水压試驗時的試驗压力,係指立式設備頂部所受的压力。由於在這種情況下,設備下部所受的压力比上部为大,所大的这一部分压力即相當於水柱的重量,因而此处的应力也要比上部的应力为大。應該注意,由試驗压力及液柱重量所引起的總应力,不应超过金屬在試驗温度下之屈服點的 0.8 倍。

如果滿足下列要求,則認為容器試压合格:

- a) 沒有發現裂紋;
- b) 銲縫及容器其他部分中沒有漏水;
- в) 沒有永久變形。

当容器的某一部分因受液柱重量作用而發生過大的应力,或者因液柱重量使交接处之金屬結構引起过大之应力,因而不可能使用水压試驗時,或者当容器內部構造之特點而不能应用水压試驗時,則可以在当地鍋爐檢驗处之允許下用壓縮空氣試驗來代替^②。

這種試驗只有在鍋爐檢驗員在場時才許進行,在使用壓縮空氣以前,必須用惰性氣體(可以是水蒸汽)將設備吹洗,以完全去除引火性及爆炸性氣體。

用空氣試压在任何情況下均不用比計算許用操作压力大 15% 以上的压力。

在進行壓縮空氣試驗時要採用很多安全措施,这是因为气压試驗要比水压試驗危險得多之故。

当設備處於壓縮空氣的压力下時,应在設備所有的銲縫上和連接处塗以肥皂水,以便檢驗設備的嚴密性。在進行气压試驗時敲擊試驗是在試驗以前常压下進行的。

当不易將設備的某些部分之应力測定到理論上足夠的準確度時,为了決定許可操作压力之大小,可以進行檢查性水压試驗,而在特別情況下只可使用气压試驗。檢查性試压之目的在於檢查設備最弱部分之应力。这个应力不应達到材料的屈服點。試驗係按下列方法進行的:先在設備的最弱部分塗上一層石灰乳液(1 公斤石灰加 3.3 公升水)然後乾燥至發脆為止,如果在試驗過程中發現材料開始屈服的徵

① 見法規原文 149 頁。

② 在石油煉廠一般採用等於操作压力 1.1 倍的压力 (1.1 p.a.) 來進行空氣压力試驗。

兆時，亦即石灰層發生裂縫及崩落時，即應將壓力降低到原來的 $\frac{2}{3}$ ，然後對設備進行仔細的審查。如果審查結果很滿意，則可以取引起屈服時的壓力的50%作為許可操作壓力。而如果壓力已經達到操作壓力的一倍半，而石灰層還依然保持完好，則可以將許可操作壓力取作與計算壓力相等。

對於使用量很大但又不屬於鍋爐檢驗法規條例的容器和設備(例如：常壓精餾塔，真空塔等)，也要求高度的製造質量。

這類設備係屬於「範疇外」(вне категорий)的銲接容器及設備一類的。

每一個工廠在製造這一類設備時必須制訂有關於這類設備之設計程序、製造程序及技術監督方面之導則。

真空容器和管綫可視作和蒸汽容器和蒸汽管綫一樣。但必須注意此時的工作壓力是自外面施加於壁上、支撐加強件上、螺旋連接件上和其他部分上的。對於墊料應予以特別注意。應該以外壓等於 1 kg/cm^2 (表壓)，作為真空設備之計算基礎。在這種情況下設備及管子的法蘭接頭一般採取壓力 $p_y = 16 \text{ kg/cm}^2$ 。真空設備以2大氣壓(表壓)之壓力進行水压試驗，或以1.1表壓之壓力進行气压試驗。

第三章 石油廠設備部件之腐蝕及防護方法

A. 引起設備腐蝕的介質

在大多數的石油中，除了碳氫化合物以外，還含有其他物質或化合物，它們在石油加工過程的一定階段內會使設備的金屬受到腐蝕。這類物質為：硫化合物(常常或多或少存在於石油中)、環烷酸、油井水中的鹽分(油井水是與原油一起被帶入石油直餾設備、石油或重油裂化設備中的)。

除了石油本身含有這些腐蝕性物質以外，在石油餾分加工過程中，也常常要加入酸、鹼及有腐蝕性的物質以作為催化劑等等。這些物質或是本身就具有腐蝕性，或是能分解出侵蝕金屬的絡合物質來。

在現代的石油加工或石油餾分加工中包括有許多過程，其中腐蝕性介質之組成或其所表現的特徵各不相同。要將所有這些過程加以研究是本書任務範圍之外的事情。在這裏，祇研究一些典型的、並且最普遍的情況。

B. 硫及硫化合物

硫、硫醇及有機硫化合物溶於石油產品中所成的無水溶液，對碳素鋼來說是完全無害的，但對銅則有侵蝕性[2]。乾燥的硫化氫和氧氣在室溫下對碳素鋼、鋁、鉛和鋅均不腐蝕，但能腐蝕銅[3]。

溶於乾燥的伊森白石油中的硫化氫，在實際上講，在常溫下可說是無腐蝕性

的，但只要有微量的水分存在時，該石油的腐蝕性就大为增加。溶於乾燥的里格罗因中的各种硫化化合物溶液，对鋼鐵之腐蝕作用極為微弱，但当有水分存在時，硫化氫、硫醇、烷基硫化物、及磺酸等的里格罗因溶液的腐蝕性即大为增加[4]。温度从 20° 升到 100°C 時，硫化物溶液之腐蝕性亦隨之增加。在升高温度的情況下最腐蝕碳素鋼的是元素硫、硫化氫及硫醇，这些物質我們以後統称为活潑性硫。在石油中的高分子硫化化合物的腐蝕性非常弱。但是業經証实，在高温下高分子硫化化合物会進行熱分解而最後分出活潑性硫來。熱分解的深度，決定於硫化化合物的類型、操作温度、並在一定程度上決定於加工过程。

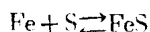
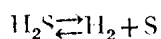
由此可见，含硫石油的腐蝕性並不決定於硫的總含量，而是由含硫石油中的这些硫化物的特徵、和它們在工藝过程中的穩定性來決定的。

这就可以解釋，為什麼在实际工作中有時會遇見这种現象，即含硫少的石油对器材的腐蝕性反比含硫多的石油剧烈。例如，在常压蒸餾的条件下，總含硫量为 4.6—5.1% 的楚索夫石油的腐蝕性較含硫量为 2.3—3.0% 的伊森白石油为小，因为前者所能分出的硫化氫量僅为後者所能分出的 $\frac{1}{22} - \frac{1}{25}$ 。

通常，在含硫石油加工時，加工系統中會出現硫化氫。

由硫化氫引起的設備腐蝕程度，隨温度之上升而增加。腐蝕的特徵同样也決定於温度。如果温度情况不引起熱分解(或更確切些說，分解極微)，則具有实际意义的鋼鐵腐蝕作用，僅当水分存在時才有可能。

在較高温度下硫化氫進行熱分解，而一般認為，它对鐵的腐蝕就是按照下面的方式進行：



隨着温度升高 H_2S 之分解度亦加剧，而游离硫的蒸汽压力亦增加。此外硫在析出時的反应能力是很大的。所有这些因素均能引起腐蝕速度之急劇增長，特別是在温度超过 300°C 時。

B. 各种材料在含硫介質中的防蝕能力

含有硫化氫、水分及氧之石油，对低合金碳鋼和銅会引起腐蝕[3]，同時在气相中的腐蝕較在液相中为剧烈。在这种情况下 1X18H9T 号、X18H25C 号鋼顯著地較為耐蝕。只是在气相中才有輕度的點狀腐蝕現象(точечная коррозия)。

含 12—14% Cr 的鉻鋼比碳鋼为穩定，但不如 1X18H9T 号鋼。

12X5MA (X5M) 号鉻鉬鋼比 12—14% 之鉻鋼受蝕較烈，在气相中易生點狀腐蝕。

鋁、鉛、鋅、錫在这些介質中是穩定的。

苏联国家标准局試行标准推荐使用表 2 所列的九等制來評定金屬之耐蝕能力。

金屬防蝕能力評定標準

表 2

耐 蝕 能 力 分 類	腐 蝕 速 度 $\text{mm}/100$	鉄合金重量的減少 $\text{g}/\text{m}^2 \text{ 年}$	标 号
1.完全耐蝕	小於 0.001	0.00089	0
2.很耐蝕	0.001—0.005	0.00089—0.0045	1
	0.005—0.01	0.0045—0.0089	2
3.耐 蝕	0.01 —0.05	0.0089—0.045	3
	0.05 —0.1	0.045—0.090	4
4.次耐蝕	0.1—0.5	0.089—0.450	5
	0.5—1.0	0.450—0.89	6
5.微耐蝕	1.0—5.0	0.89—4.5	7
	5.0—10.0	4.5—9.0	8
6.不耐蝕	10	9	9

如深度指标 Π 以 $\text{mm}/100$ 表示，則可按下式得 K ：

$$K = \frac{\Pi \cdot \delta \cdot 1000}{8760} \text{ g}/\text{m}^2 \text{ 年},$$

式中 Π ——腐蝕速度， $\text{mm}/100$ ； K ——重量損失， $\text{g}/\text{m}^2 \text{ 年}$ ； δ ——比重。

对各种合金可取下列数值：鉄合金 $\delta=7.8$ ，銅合金 $\delta=8.5$ ，鉛合金 $\delta=2.5$ 。

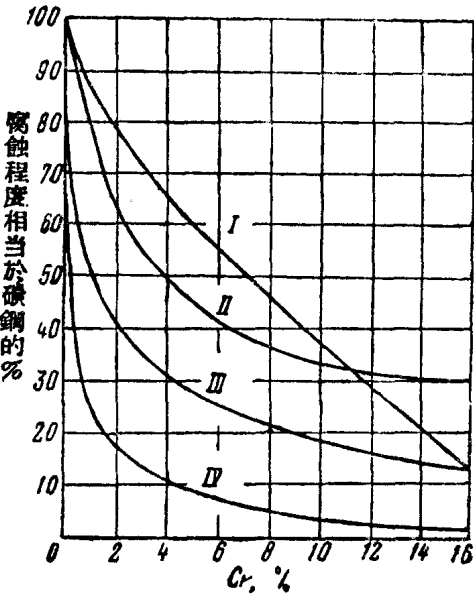


圖 2 在熱的含硫石油介質及硫化氫中鋼的化學耐蝕能力之提高与鋼中含鉻量的關係

I—硫化氫， $T=460^\circ$ ； $t=168$ 小時；II—裂化（液相）設備之反應器；III—裂化（液相）反應管；IV—蒸發器（汽相）。

由表 3 可以看出，熱的硫化氫能引起碳鋼和銅的猛烈腐蝕。

鉻能使鋼在熱的硫化氫和含硫石油產品中的穩定性加強。在圖 2 中可以看出，在含硫石油的各種不同加工條件下，以及在 460°C 的硫化氫中腐蝕速度和鋼中含鉻量的關係。

溫度對各種不同含鉻量的鋼在硫化氫中的腐蝕速度的影響見圖 3。

圖 4 中所示，係在 500°C 的溫度下，各種合金在硫化氫中的腐蝕速度與時間的相互關係。

由這些曲綫可得出結論：在碳鋼、低合金鋼以及高鉻鋼上形成的硫化鉄薄膜，其保護性能極弱。

含 $\text{Cr}14\%$ 或 $\text{Cr}18\%$ 及 $\text{Ni}8\%$ 的鋼的腐蝕速度是非常低的。

經驗指出 [6]， 250°C 的熱硫化氫對

碳鋼的作用比較弱，故实际上在此溫度以下均可使用碳鋼。在較高溫度下，則必須使用合金鋼了。在壓力條件為 75—100 kg/cm^2 以下(石油裂化的壓力條件)時，以上結論是正確的。

500 °C 時某些金屬在硫化氫及元素硫中的腐蝕 表 3

材 料	重 量 損 失, $\text{g}/\text{M}^2 \text{ 年}$		
	乾		濕
	S	H ₂ S	H ₂ S
Cr.3 鋼	1.6	5.7	11.5
銅	7.4	61.3	274.0
鋁	0.3	0	0

當壓力更高時，則硫化氫之腐蝕作用在溫度較低時即已相當顯著。例如，當絕對壓力為 200 大氣壓的時候，如溫度高於 200 °C 就不應該使用碳鋼了。

在高溫下加工含硫石油產品的工廠裝備所受的腐蝕，比裝備在純硫化氫中所受的腐蝕為輕(見圖 2)。可是，如果活潑性硫的含量相當高時，則在 250—275° 以上即以使用鉻合金鋼為宜。

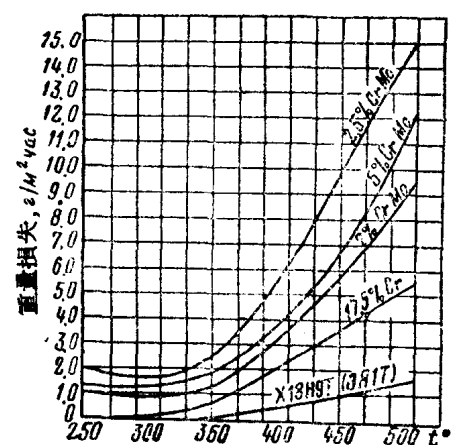


圖 3 溫度對各種不同含鉻量的鋼在硫化氫中的腐蝕速度之影響

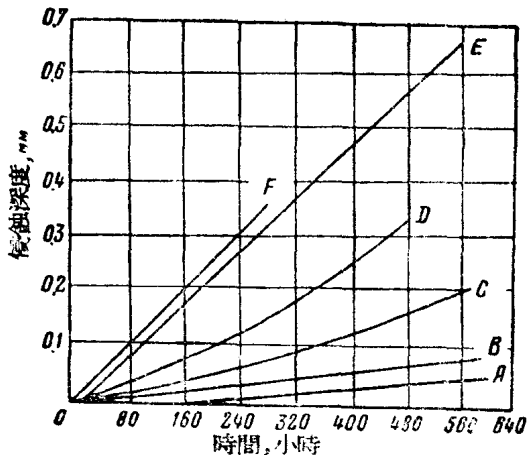


圖 4 在 500° 時各種合金在硫化氫中的侵蝕深度與時間的關係

在鉻鋼中加入鋁和矽，能提高鋼在熱的含硫產品中的耐蝕性。例如，工廠經驗指出(圖 5)，在 5% 鉻鉍鋼中，加 2% 的 Si + 2Al 之後，高硫分石油加工裝置中爐管的穩定性幾乎增加一倍。

含鉻 11.5—13.5%、含碳不超過 0.08% 的鉻鋼，在含硫石油加工的高溫設備中的應用範圍很廣。這些材料主要用作防止器壁遭受腐蝕的襯裏，或作為內部裝備(塔板、泡帽等)。這些材料的保護效率可參閱表 4 的數據。

18-8 號鋼，對於熱硫腐蝕也有極大的穩定性，可是由於碳鋼和它的縫脹係數

合金的化学組成(%)

	C	Cr	Ni	V	W
A	0.12	17—19	8—9	—	—
B	0.85	14.4	0.28	—	—
C	0.11	12.8	0.27	—	—
D	0.33	1.08	—	0.22	—
E	0.23	—	—	—	—
F	0.30	11.7	63.0	—	2.52

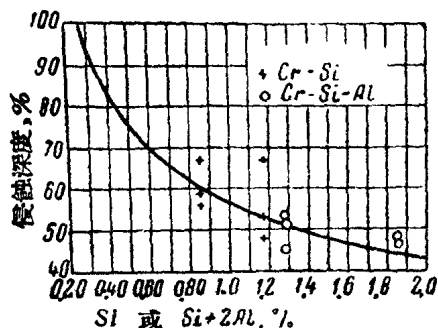


圖5 增加Si和Al對含硫石油加工裝置用爐管材料耐久性的影響

之不同，因此在作為襯裏材料使用上是有所限制的（參考[鉻鎳奧斯丁鋼]一節）。

在石油餾分的許多加工過程（例如硫酸洗滌後的再蒸餾，硫酸法烷化過程等）中常見的乾燥的亞硫酸酐 SO_2 在常溫下和硫化氫一樣是不腐蝕碳鋼與生鐵的，但只要有了0.1%的水以後即足以產生明顯的腐蝕了。

根據某些作者的數據[5]，室溫時軟鐵在濕的 SO_2 中之腐蝕率達2.1mm/200。

普通灰口鐵在帶有0.1%水分的 SO_2 中腐蝕率是1mm/200，而帶有0.3%水分時為3mm/200。

在潮濕的二氧化硫介質中推荐使用含有約14%的鎳，6%的銅和3%的鉻的合金鑄鐵。

碳鋼設備用11.5—13.5%鉻鋼襯裏後之抗蝕情況

表4

設 备	原料種類	被加工鎢分之 含硫量，%	設 备 操 作 情 况			碳鋼的最 大侵蝕率 mm/1000hdc	含11.5—13.5% Cr 襯裏 的 使用 情况
			压 力 mmu	温 度，℃			
				頂	底		
精 餾 塔	瓦斯油	1.8—2.2	14	360	400	1.95	· 運轉 9 年內無腐蝕 的象徵
蒸 發 器	瓦斯油	1.2—1.7	14	460	480	—	同 上
反 應 器	瓦斯油	在各種階段中爲 0.4—1.2	23	470	—	—	運轉 5 年內無腐蝕 的象徵

18-8號鋼，特別是18-8+Mo鋼（符號ЭИ171，ЭИ183，含鉻17—19%，鎳8—11%，鉬2—4%）在這種情況下很穩定。

在低溫時與潮濕二氧化硫氣接觸的裝置中，常廣泛地使用黃銅和青銅。

與硫化氫相較，在480°時二氧化硫之腐蝕力較弱，但表5之數據指出，其腐蝕性相當大，而且溫度增加時其腐蝕性就增加。

乾燥 SO_2 在300°以下對碳鋼不會有顯著的腐蝕。

在300—500°的溫度之間，18-8號鋼（18Cr—8Ni）之性能很好。