

供领导参考
注意保存

科学参考資料

近代技术三百年史

中国科学院政策研究室編
北京市科委情报处翻印

一九六五年十二月

日本湯浅光朝繼一九四六年写作了《科学文化史年表》之后，从一九五六年起，又在日本《自然》杂志上以《近代科学百年史》为题，陸續发表了四十一篇文章，介紹近二、三百年来日本和西洋科学与技术的发展情况。現在我們將有关技术发展的五篇文章譯出，陸續刊登，以供领导参考。——編者

1965年10月

目 录

一、采矿冶金技术·····	(1)
二、机械技术·····	(21)
三、化学技术·····	(38)
四、电气技术·····	(55)
五、建筑技术·····	(72)

一、采 矿 冶 金 技 术

产业革命进程中采矿冶金技术的变化

十八世紀 英国第一次产业革命具有代表性的工业，除紡織工业外，还有鋼鐵工业和煤炭工业。十八世紀后半叶，鋼鐵技术和采煤技术在英国有着飞跃的进步，成为促进产业革命的直接动力，是产业革命不可缺少的条件。现代的和近代的冶金技术和采矿技术是与十八世紀产业革命同时开始的。

尤亨贊在《鉄的厂史》(一九二五年)一書中，将炼鉄技术分为四个时期：

第一期	太古和古代
第二期	中 古
第三期	木炭爐时代
第四期	利用煤炭的时代

(1) 攪炼炼鉄时代

(2) 熔炼炼鉄时代(酸性轉爐)

十八世紀出現的大变化是从木炭爐改变为焦炭爐。当时英国的木炭很不充足，于是发明了从煤炭中获得焦炭，以焦炭为燃料的焦炭炼鉄法。这种炼鉄法是一七一三年达比发明的，一七三五年他的儿子又进行了改进。

由于达比的发明，生鉄生产的燃料問題虽然得到了解决，但进一步精炼生鉄与制造質量良好的棒鉄，仍然需要使用木炭。因此炼鉄产量不能上升。为了满足这种要求，考尔特(英，一七四〇—一八

〇〇年)完成了以煤炭为燃料的炼铁技术。考尔特的两个发明是:把生铁放入反射炉中,用煤炭加热,熔化成糊状,然后在炉内搅拌,从而获得精炼的铁块(一七八四年获得专利);用铁锤打铁,除去矿渣后再加热,最后放到轧压延机去压伸(一七八八年获得专利)。考尔特这种炼铁技术,部分地吸取了库拉奈吉兄弟(反射炉,一七六六年),欧尼昂兹(搅炼法,一七八三年)、培茵(轧压,一七二八年)等先辈的成就。考尔特的功绩在于把这些单个的操作归纳成了一种新的炼铁方法。

英国在产业革命前是从瑞典、俄国和美国等输入生铁和钢材的。产业革命时期,由于有了以上的发明,生铁和钢材不仅满足了本国需要,而且成为了一个大量输出铁的国家,出现了英国制铁工业的黄金时代,直到十九世纪七十年代,英国的铁的生产量一直占全世界生铁总产量的百分之五十左右,以压倒优势居于世界第一位。

从木炭炉到煤炭炉的变化,促使十八世纪的英国钢铁工业出现了一个大飞跃,同时也推动了煤炭工业的大发展,再加上使用以煤炭作燃料的蒸汽机,所以,煤炭工业的大发展显得更加必要了。

十九世纪 随着产业革命的向前发展,在十九世纪前半期,各方面都大量需要钢铁。由于大工业的成长而需要制造大量的机械,由于蒸汽机车和蒸汽船的发达,因而迫切要求制造锅炉、弹簧、铁轮、旋转轴、钢轨、铁板、钢板以及建造桥梁和建筑物所需的钢筋材料等。考尔特发明的搅拌精炼法曾经是十八世纪末了不起的冶金革命,但到十九世纪中叶却已成为无法满足大量需要的陈旧技术了。因为搅炼炉的搅拌作业要靠手工操作,因此炉子的大小受到限制,它阻碍了生产的自动化和产量的提高。打开这种局面的是下述三种划

时代的发明：

一八五六年貝塞麦(英)发明酸性轉爐(用酸性耐火材料制造的轉爐)

一八六三年西門子(英)和馬丁(法)发明平爐。

一八七九年托馬斯(英)发明碱性轉爐(用碱性耐火材料制造的轉爐)。

轉爐和平爐的出現，使鋼的大量生产成为可能，这些发明都是出現在繼續处于鋼鐵工业黄金时代的英国，但利用这些新方法促成新的鋼鐵时代到来的却是德国和美国。英国的黄金时代已于一八七〇年告終，竞争的舞台已轉移到独占資本的美国与德国。构成独占資本主义的基本工业是：

(一) 煤炭——鋼鐵工业

(二) 电气工业

(三) 化学工业

(四) 石油工业

这些都是利用新技术而开拓出来的工业部門，是构成十九世紀八十年代第二次产业革命的主体。

在十九世紀后半叶，由于黄色炸药(諾貝尔，一八六七年发明)的出現以及鑿岩机(空气压缩鑿岩机出現于一八七九年左右)、截煤机(一八七八年)等矿山机械和选矿机械的使用，使采矿工业进入了一个新的阶段。

一八五九年美国德雷克(一八一九——一八八一年)开始在賓夕法尼亚州油田使用机械鑽掘油井获得成功，这是石油工业近代化的开始。在这以前鑽井是用手工操作的。随着德雷克机械鑽井法的成功

使石油工业具备了近代矿业的条件，并以美国为主，快速地发展起来。使用內燃机的汽車和飞机等新的交通工具大量的消耗着石油，此外，在化学工业部門也开辟了以石油为原料的新的領域。

制鋁工业，由于一八八六年霍尔(美)和耶尔(法)发明了鋁的电解法而开始了快速的发展。

二十世紀 酸性轉爐出現后的大約一百年，即二十世紀中叶，被認為处于第三次产业革命过程中，鋼鐵工业技术即将改变以往高爐、平爐和轉爐的体系。就采矿技术而論，苏联提供了地下气化試驗，并于一九五九年五月在烏克蘭的李勃夫·勃林斯基煤田开始实现全部机械化采煤等。另外，从晶質铀矿、瀝青铀矿和鉀钒铀矿中精炼金屬铀和金屬钍的冶金技术是第二次世界大战后出現的新課題。

钢铁技术的发展

(一) 酸性轉炉炼钢法的发明(一八五六年) 貝塞麦(英，一八一三——一八九八年)在少年时代就已顯露出聰敏的天賦，他对炼鉄冶金技术是个外行，尽管如此，但他在得到当时著名的机械工程学家里雷尼(英，一七九——一八六六年)的鼓励后，便于一八五六年八月十六日在英国科学协会面对着許多专家发表了“不使用燃料，只吹入空气就可以变鉄水为鋼”的演說，引起了全世界炼鉄工业界的注意。他提出的这种方法是一种速度快、生产率高，可以代替攪炼法，而且价錢便宜的方法。这种方法是：将熔化的生鉄放入轉爐內，吹送高压空气，从而燃烧掉或吹掉生鉄中所含的硅、錳、碳、磷，利用这时产生的热而炼出鋼来，这是一种划时代的发明。

貝塞麦在一八三八——一八八三年之內获得了一百一十七种专利

权。一八五五年十月十七日不使用燃料的空气炼钢法获得专利。一八五四年貝塞麦曾取得发明旋轉炮彈的专利，这是促使他进行研究生鉄精炼法的直接动力。为了提高炮彈发射的效力，他又制造出了一种具有类似鉄和鋼性質的、而且是适合鑄造炮身的流动状态的金属。一八六〇年三月一日他获得了目前仍在繼續使用的梨形可动式轉爐的专利权。

(二) 托馬斯法(一八七九年)和西門子·馬丁的平炉(一八六三年) 酸性轉爐炼鋼进行得并不很順利。因为酸性轉爐炼鋼所用的生鉄原料中不能含磷和硫黃。貝塞麦在实验时使用的也是不含磷的生鉄(这一点事先是明了的)。而在英国这种低磷矿石在整个鉄矿石的产量中只占十分之一左右。所以許多支付了巨額专利費的炼鉄厂使用这种方法炼鋼的結果，往往是虽然可以获得流动状态的鉄水，但鉄的結晶粗糙，气泡也多，不好使用。貝塞麦的发明受到了猛烈的攻击。一八七九年托馬斯(英，一八五〇—一八八五年)发明新的炼鋼方法后才彻底解决了使用含磷矿石炼鋼的問題。在轉爐內壁，托馬斯用碱性耐火材料代替了貝塞麦使用的酸性耐火材料，而且在冶炼过程中加入石灰，通过保持矿渣的碱性而使脱磷获得成功。托馬斯这一方法在法国得到了发展。

在貝塞麦炼鋼法引起全世界鋼鉄工业注意的同时，西門子(一八二六—一九〇四年)在倫敦发明了蓄热式加热炼鋼法。一八六四年左右又得到法国的鋼鉄专家馬丁(一八二四—一九一五年)的协助，发明了西門子·馬丁炼鋼法。从爐形上看，也称为平爐法，这是目前应用最广泛的炼鋼法。这种方法又叫做“碎鉄法”，也就是把生鉄和碎鉄溶化，可以炼出含碳量居于二者之間的鋼的方法。

(三) 鋼鐵的科學研究和特殊鋼的出現 十九世紀中葉以後，開始通過化學方法的研究闡明煉鐵技術中的秘密。一八四六年馬爾凱利托發明了使用過錳酸鹽進行鐵的定量分析的方法；一八五〇年松寧辛發明了利用鉬酸決定含磷量的方法；一八六二年維爾古林提出了含碳量的濕式測定法；一八七五年歐爾多發明了分析儀器；一八七九年福爾巴爾德提出了測定含錳量的方法。在開展化學方法研究的同時，物理學方法的研究也有所進展。一八六五年英國的索比首創了用顯微鏡研究金屬的方法，這成了以後研究金屬問題最重要的關鍵方法。以索比為先導，其後佛布斯(英)、恰凱爾(德)、羅貞布肖(德)等人都對顯微鏡岩石學有所貢獻。並在鋼鐵科學研究中導入了這種新方法。如果把金屬表面磨得十分光滑，經酸腐蝕後再觀察，就可以看到反映金屬特性的情況，索比將鐵和鋼放在顯微鏡攝影機下拍攝了很多美麗的照片。這種方法從一八七八年以來又由馬登斯加以發展，促進了金相學的興起，十九世紀八十年代，歐斯蒙、奧斯汀、雷杰布姆等人的研究弄清了複雜的鐵碳素組織，一八九七年奧斯汀發表了鐵碳素系統狀態圖。

鋼鐵科學研究的第二階段是從一九一〇年布拉格導入X射線分析法的時候開始的。從這時起開始開展了金屬原子物理學的研究。構成金屬結晶的原子整齊地排列的狀態已為人們所了解。最近的物性論更把這方面的研究向前推進了一步。

為了特殊目的的需要，把其它元素加到鋼材中以改善它的性質，這種鋼叫做特殊鋼，如錳鋼、鎳鋼、鉻鋼、鎳鉻鋼，等等。這些特殊鋼都是在進行有關金屬的物理、化學研究過程中製造出來的。

十九世紀八十年代開始進入帝國主義時代，為了使鋼材經受得

住烈性火药，需要有比普通鋼材強度大的特殊鋼。因此制造武器用的鉻鋼、鎳鋼等也在这时开始进入实用阶段。

以往制出的鋼材，都必須經過淬火，自一八五六年左右英国馬歇特发现高強度鋼后，这种鋼只要經過高温，在空气中冷却即可硬化，而且它的切削能力和耐久力均比含碳鋼制造的工具強得多。这种馬歇特鋼是一种含高碳錳鋼，最初是作为工具用鋼而使用的。为了易于加工，美国从一八九五年左右开始研究将馬歇特鋼中的錳改为鉻，此后鉻鉻鋼(現代高速鋼的主要組成成分)就作为工具鋼出現在市場上。美国有名的泰勒和怀特的高速鋼(一八九八和一九〇六年)就是这种鉻鉻鋼經改进后制成的。

(四) 二十世紀的鋼鐵技术 全世界粗鋼产量如表 1 所示，一八七〇年只有五十万噸，一九〇〇年为二千七百八十三万噸，一九五五年很快就增加到二亿六千万噸。从十九世紀七十年代确立下来的高爐、平爐和轉爐的生产体系大体上是稳定的，但从第二次世界大战以后，这种生产体系就极不稳定了。原因之一是电气冶金方法的发展，另一个原因是吹氧煉鋼法的出現。

电爐，从十九世紀末到二十世紀中叶只是用于生产特殊鋼和高合金鋼，一般認為，它不会与平爐、轉爐有什么竞争。但是最近，电爐打破了老的框子，反映出有代替平爐、轉爐的趋势。美国于一九五二年出版的《佩利报告》一書举出如下三点事实：(1) 出現了一百——一百二十噸的电爐；(2) 生产費用的消耗大体相同，但电爐的質量好；(3) 廢棄的瓦斯量少，对減少大气污染有利。

二十世紀三十年代，法国和苏联都曾大規模地进行了吹氧煉鋼法的实验。法国的迪尤拉在《不用高爐的煉鉄法》一書中大力提倡

了这种方法,并且認為必須积极推广。目前使用的高爐,吹送进去的是加热了的空气,这种空气中有百分之七十九都是炼鋼所不需要的氮。如果使用高浓度的氧以代替空气,高爐的形态就可以进行合理的改革。一九五一年法国已用吹氧法炼鋼,所用炼鋼爐的爐身高度

表1 世界粗鋼总产量 (单位百万噸)

公 元	总 产 量
1870	0.51
75	1.79
80	4.18
85	6.19
90	12.28
95	16.65
1900	27.83
1905	44.22
10	59.33
15	65.57
20	71.30
25	89.05
30	93.59
32	49.90
35	98.03
40	139.25
45	113.09
50	186.00
1955	260.00

只有四点二公尺。旧的高爐爐身高度甚至超过十点二公尺。一九五一年奥地利鋼鐵冶金协会发表的“純氧吹煉法”，标志着轉爐煉鋼已進入變革的時代。

煉鐵、煉鋼和加工這一系列操作技術在二十世紀有了很大的發展。除直接煉鐵法外，帶鋼軋機等設備的加工技術也有極大的進展。

石 油 技 術

(一) **一百年前的德雷克油井** 公元前四千年在局部地区人們就留下了利用石油的痕迹。但这只是在建筑材料(瀝青)、武器和医疗(泻药)等特殊用途上使用而已。把石油作为人类的貴重資源真正开始利用的时期距今只有一百年左右。美国的德雷克于一八五九年八月在賓夕法尼亞州的台塔斯維爾附近，第一次用機械鑽掘油井获得成功，这是石油工業的开端。德雷克出生于农民的家庭，很小就离开了家，当过海船的事务員、旅館的茶房、鐵路的職員，以后由于生病而失业。这时德雷克加入了刚刚組成的石油公司，买了一台六馬力的蒸汽机，雇用了挖掘鹽井的熟練工人史密斯父子二人，从一九五九年五月开始鑽井。这是一种独创的方法，首先搭好一架木制塔台，頂部安上滑車，裝上繩索，繩索的前头吊着鉄鑿，利用蒸汽机帶動繩索上下移动鑽井。已經掘透的地方就安上鉄管以使四壁不致塌陷，而能繼續往下鑽掘。这种新方法可以說是目前鑽井法的基础。經過三个月以后，于一八五九年八月二十七日德雷克获得成功。石油工業的新时代从此开始了。

德雷克的方法最深不能超过一千五百公尺，現用的旋轉式鑽井法已經有达到六千公尺的記錄。这种旋轉式鑽井法，是在美国的帕

卡于一九〇〇年左右发明了旋轉机以后，才开始使用起来的。实际上，第一个使用成功的是一九〇三年得克薩斯州斯平得尔托普油田。旋轉式鑽井法是在鉄管的前端安上刀具，隨着刀具的旋轉而鑿掘着岩石。旋轉式鑽井法在二十世紀的头十年开始代替了古老的德雷克鑽井法。如果以鑽井的深度表示鑽井技术的进步，其大体情况如表 2 所示。

表 2 油井的深度

年 份	深 度 (呎)
1859	69(德雷克)
1895	1200
1909	5660
1924	7316
1929	9211
1934	11377
1935	12786 (几乎与富士山的高度相同)
1949	15530
1953	17183

(二) 石油地质学 一八五九年德雷克鑽井成功的消息传开以后，在其附近出现了許多鑽井的人。但是，在地层的什么地方有石油呢？这个问题完全不得而知。一八八五年美国的怀特(一八四八—一九二七年)提出了关于石油层的傾斜結構理論。这是石油地质学的根本原理，經過証明，世界油田有百分之九十五具有这种結構。怀特曾經担任过賓夕法尼亚州地质調查部的雷斯利的助手，他以当时著名石油工程师阿斯曼的瓦斯井的經驗为基础，完成了傾斜理論

的研究。在这种理論出現之前，石油探矿完全是一种投机，成功率极低。自从傾斜理論为人們承認以后，探矿工作就具有了相当的科学性，成功率也有所提高。不过，拿現在技术水平最高的美国來說，也不过是九个試掘点中只有一个能获得成功。目前的探矿是集中在物理、化学，生物、地質、岩石、电气和机械等基础科学和工业技术的綜合性知識的基础上进行的。探矿的順序大体如下。

(1) 油苗調查

(2) 地質調查

(3) 物理勘探

磁法勘探

重力勘探(一八八七年耶威肖)

彈性波勘探(一九二一年耶庫黑尔特开始勘探石油)

电法勘探(測定岩石的电传导率)

(4) 化学勘探

(三) **石油的运输** 十九世紀八十年代，德雷克油井刚刚开始机械鑽井后不久，石油只是被用来点燈。在电燈代替了油燈的时候，內燃机出現了，作为一种新燃料，石油的地位几乎超过了煤炭。隨着化学工业的发展，在染料、塑料、合成橡胶、油漆、溶剂、洗滌剂、药剂、炸药、殺虫剂、麻醉剂以及其它許多产品的生产制造中都与石油有关。石油化学工业成了現代技术革新的主要部門。二十世紀初，石油产量只有二千五百万噸，一九三七年已达到二亿八千万噸，一九五〇年超过了五亿噸，一九五五年已超过了七亿噸。

石油的产地比較偏僻，而且又大多远离消費点。因此，生产出来的原油要运到炼油厂制成产品，再运到消費地点出售，这一系列

的運輸中就包含着許多的技術問題。目前使用的方式有：鋪設油管，利用運油車、運油船和油槽卡車等。

油管開始時是木制的，一八六五年賓夕法尼亞州敷設了口徑約五厘米，長度為九公里的鑄鐵油管。真正的油管是一八七九年賓夕法尼亞州西部鋪設的一百七十七公里的油管。一九三四年完成的從伊拉克的基爾庫克油田到地中海的亥伐的油管（口徑約三十厘米，長度約一千公里）是促進歐洲石油工業發生變化的事件。

運油船初次橫渡大西洋的是一八七九年挪威的“星號”運油船。這艘船是在船艙中放置油槽的，至於把船艙設計成為油槽型的運油船，則是一八八五年設計和建造的“古利克奧夫號”。到一九五二年專門為運輸石油而建造的運油船，就總噸數而論，已占全部船隻的百分之二十二點二。

有色金屬、新金屬(原子燃料)

目前，煤炭、石油和天然瓦斯等礦物燃料占全世界礦產總產值的百分之六十以上；其次是鐵，一九四九年度占整個金屬礦產總產值的一半以上；再其次的順序是金、銅、鉛、鋁、鋅、錫、銀、鎳。銅這種金屬從古代就已為人們所了解，它的需要量隨着十九世紀的電氣時代的發展而急劇增加。十九世紀中葉已成為工業國的英國，在銅的生產上也是拔尖的，十九世紀六十年代產銅量占世界的百分之九十。十九世紀八十年代開始的電氣冶金法，給金、銀、銅等有色金屬的精煉和錳、鋁等輕金屬的製造，帶來了一個新的紀元。

鋁 鋁是一種輕金屬，往往被稱為“二十世紀的金屬”，作為一種飛機製造工業的材料而發展得十分迅速，目前鋁的產量幾乎趕上

了銅的產量，鋁不仅可以用作製造飛機的材料，而且可以製成各種家庭用品，最近又開始應用於建築、車輛和船舶製造以及其它重工業方面，它還可以製成幾百種耐蝕性強的輕合金。作為一種萬能金屬，鋁不斷地鞏固着自己的地位。鋁是構成地殼（到地下一萬六千公尺深）的金屬元素之一，蘊藏量最為豐富，居首位。用克拉克值來說，鋁為七點五六，鐵為四點七〇，在所有元素中除氧和硅外，以鋁最多。鋁的原礦石鋁土礦在熱帶和亞熱帶地區十分豐富，如果從含有鋁土礦的粘土中提煉鋁的技術全部實現，那麼鋁的資源幾乎是無窮無盡的。發現鋁元素的是丹麥的奧斯忒（一八二五年）和法國的威拉（一八二七年）。一八五四年法國的杜維友試驗將鋁土礦以鈉還原的製造方法獲得成功，這以後就開始了鋁的工業生產，不過由於鈉等還原劑的價錢很貴，因此生產鋁的規模較小。一八八六年美國的霍爾和法國的耶爾分別發明了電解法，從此才開始大規模生產鋁。一八九四年鋁的年產量為一千噸，一九〇五年約一萬噸，到一九四三年很快就上升到二百萬噸。第二次世界大戰後不久，有一段時間產量曾有所下降，但不久又再次上升，到一九五四年度已達到二百四十六萬噸（其中美國占一百三十二萬噸）。

原子燃料（鈾、鈷） 在工業生產中最近出現的新金屬有製造晶體管和其它半導體材料的鍺、硅，製造火箭和噴氣式飛機的鈦，製造原子反應堆的鈹、鉛，等等。不過最引人注目的還是作為原子燃料的新金屬鈾和鈷。這些新金屬與十八世紀出現的煤炭和十九世紀出現的石油一樣，是二十世紀出現的新燃料，將會代替煤炭和石油成為本世紀的重要物資。

含鈾的礦物雖然有一百種以上，但是可以獲得金屬鈾的礦物只

有以下一些。

(一) 一次生成矿物

(1) 晶質铀矿……南非联邦、澳大利亚

(2) 瀝青铀矿……刚果、加拿大

(二) 二次生成矿物

鉀釷铀矿……美国(科罗拉多高原)

世界上铀的五大产地是：加拿大(西北地区)、美国(科罗拉多高原)、南非联邦、刚果和捷克。

铀和钍等原子燃料金屬的出現为冶金技术提出了新的研究課題。

开发資源的技术

佩利报告(一九五二年) 根据杜魯門的命令，一九五一年一月二十二日美国成立了总統原料政策委员会，該会于一九五二年六月二日提出了一份名为《用于自由的資源》(Resources for Freedom)的报告，使用该会主席的姓氏簡称为《佩利报告》。这份报告共分五卷。第一卷为“发展与保障安全的基础”，第二卷为“主要物資的展望”，第三卷为“各种能量資料的展望”，第四卷为“技术的发展趋势”，第五卷为“委员会的主要报告”。在这份材料里，对一九七〇——一九八〇年較长期的供应状况提出了估計。他們以一九五〇年的消費为基准，估計了一九七〇——一九八〇年各种重要原料的需要，增长的百分比(如表3所示)，其中鋁的需要激增，特別引人注意。此外，螢石的用途也很快地扩大起来，需要量不断增长，它可以在下列各方面作为氟添加剂：塑料、飞机的燃料、油料的精炼剂、制