

# 国外石油管的生产

[苏联] В.И.Стрижак等

由于工业对石油产品的需要量与日俱增, 开发4,000—5,000米或更深油田的必要性就更为突出。因此, 国外对深井钻探非常重视, 例如, 美国在1956年就钻了270眼深达4,000米以上的油井。其他国家(意大利、法国、阿尔及利亚)也实现了深井钻探。

钻深井就离不开石油管(钻杆和套管), 这类钢管的材料应具有高强度, 丝扣的连接应具有密封性。国外许多国家都在生产这种钢管。

捷克斯洛伐克社会主义共和国K.哥特瓦尔德冶金工厂掌握了N-80、S-95和屈服点可达77公斤/毫米<sup>2</sup>的P-110套管, 以及E号钻杆(屈服点为57公斤/毫米<sup>2</sup>)的生产, 其结构符合美国石油协会(API)的标准。

生产这种钢管需用锰钢, 因此, 为了获得必要的机械性能必须采用完整的热处理工艺(淬火和回火)。钢的化学成份, 根据钢管壁厚和种类列于表1。

在长30米、宽1.8米的AMCO型直通式炉中进行热处理, 炉子的平均生产率为7吨/小时。钢管在炉中用辊道输送, 辊道由链式传动装置传动, 传动链的移动速度为0.4—1.8米/分。

为钢管淬火而采用专用的水喷雾器, 用压力为2大气压、温度为40°C的水进行外部冷却。淬火后的钢管在同一炉中进行回火。回火制度根据碳、锰含量(表2)的配合情况而定。热处理后钢管材料的机械性能符合(表3)标准要求。

K·哥特瓦尔德冶金工厂钢管金属的化学成分

表1

钢管种类	钢管壁厚 (毫米)	元素含量 (%)				
		C	Mn	Si	S最大	P最大
套管	小于10	0.34—0.42	0.70—0.98	0.32—0.38	0.035	0.030
N-80	大于10	0.38—0.45	0.80—1.05	0.32—0.38	0.035	0.030
接手		0.41—0.44	0.85—1.10	0.32—0.36	0.035	0.030
套管						
S-95		0.32—0.37	1.20—1.25	0.30—0.40	0.035	0.030
接手		0.40—0.45	1.20—1.25	0.30—0.40	0.035	0.030
套管	小于10	0.33—0.38	1.25—1.40	0.32—0.38	0.035	0.030
P-110	大于10	0.34—0.39	1.40—1.55	0.32—0.38	0.035	0.030
钻杆 E		0.36—0.41	1.15—1.30	0.32—0.38	0.035	0.030



在热处理过程中钢管会变形，因此热处理后要在拉力为40吨的冷拔机上进行冷状态定径。直径的变形在0.8—1%范围内。为保证定径的质量，进行淬火的钢管，其直径在轧制时可略大于公称直径(约大2毫米)。

热处理后的钢管，经定径后在偏心矫直

机上进行矫直，然后送去切管。管端的丝扣用苏联国产9B143及9B145型车丝机车制。车间内还要装有两台《Cri-Dan》公司的TT-14型高强度钢管车丝机。水压试验在《Schroemann》公司的水压机上进行。这些水压机可在压力达1,000大气压时试验管子。

鋼管的热处理制度

表 2

鋼管种类	壁厚 (毫米)	淬火温度 (°C)	淬火的加热时间 (分)	回火温度 (°C)
套管	小于10			595—650
N-80	大于10	775—790	18—30	575—630
套管	小于10			580—600
S-95	大于10	820—840	25—30	510—560
套管	小于10		15—20	560—590
P-110	大于10	820—840	28—30	530—560
钻杆				
E		820—830	45	610—640

套管在静电磁场中进行涂油，然后在空气中干燥20分钟。该车间还生产直径114.3、139.7及168.3毫米，壁厚8—12毫米，管端内加厚的钻杆。

管端在压力为1,500吨的《Ajax》型卧式锻压机上进行加厚，再经两次加热，共四道工序即可完成。加厚管端在缝式炉内加热，炉温达1220—1250°C。加厚工序示意图示于图1。

钻杆机械加工(镗圆和车丝)也用象加工套管一样的《Cri-Dan》公司的钢管车丝

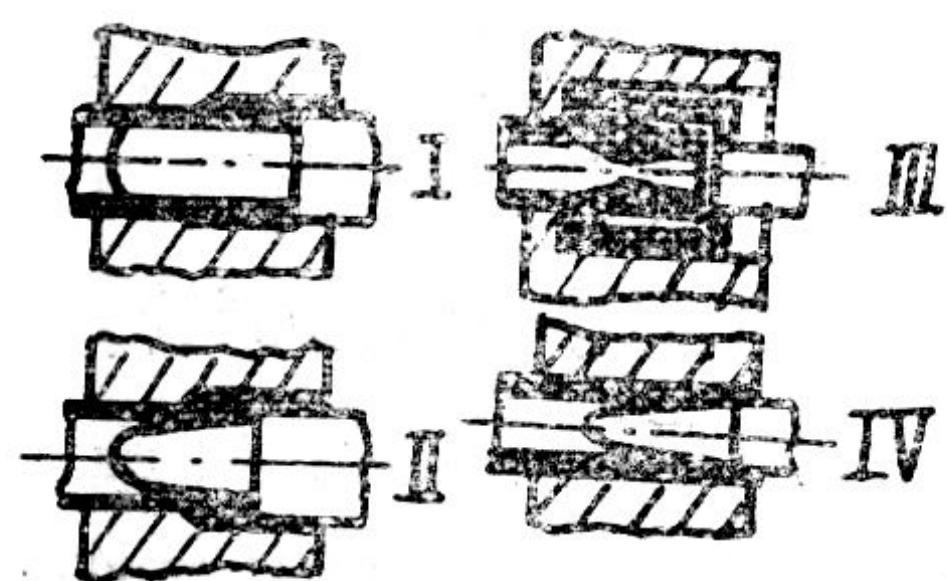


图1 钻杆加厚工序图：I. II. III. IV  
加厚工序

机进行。意大利《Dalmine》公司Apuania厂生产直径76.2—457.2(3~18")毫米的碳素钢和低合金钢钢管，年产量约150,000吨，其中约60%为套管。该厂轧管车间有两台周期轧管机，一台生产直径76.2—203.2(3~8")毫米的，另一台生产直径203.2—457.2(8~18")毫米的钢管。两台周期轧管机均按卡麦斯法轧制钢管。

车间还有石油管热处理工段，工段内建有钢管淬火或常化用步进底室式炉、钢管回火炉(在结构和尺寸方面与前面使用的炉子类似)、喷雾淬火装置、《Sutton》型矫直机和输送装置。

淬火钢管根据钢号和壁厚不同分别加热到770—830°C并用水冷却。淬火装置(图2)是一个空心心杆，由空心心杆内部供给压力为5—6公斤/厘米<sup>2</sup>的水。在心杆端约1米长内，每一面均设有喷水孔。孔在心杆的周围，这样便会形成圆形的连续水流。



鋼管种类	标准的規定			实际值		
	$\sigma_s$ (公斤/毫米 <sup>2</sup> )	$\sigma_B$ (公斤/毫米 <sup>2</sup> )	$\delta_2$ (%)	$\sigma_s$ (公斤/毫米 <sup>2</sup> )	$\sigma_B$ (公斤/毫米 <sup>2</sup> )	$\delta_2$ (%)
套管 N-80	56.24	70.30	16	60—64	73—80	18—26
套管 S-95	66.80	77.30	16	68—72	80—86	18—24
套管 P-110	77.30	87.87	15	80—84	90—102	17—20
钻杆 E	52.72	70.30	18	56—64	74—81	19—22

内表面淬火时，把心杆插在管子里，鋼管在轱子倾斜配置的轱道上移动。

鋼管由内部冷却可以避免产生管端裂縫和外部冷却时出现的弯曲。同时在这种情况下鋼管的椭圆度最小。

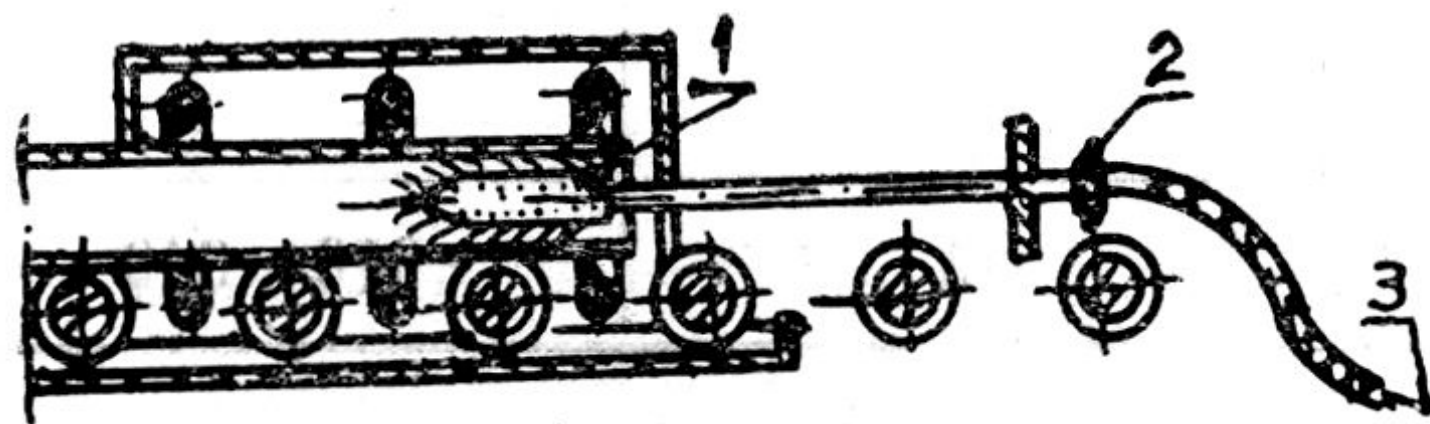


图 2 淬火装置示意图：1—心杆；  
2—軟管的标准防火連接；3—水

为了鋼管的冷矫直，热处理间内还安装有《Sutton》型七轱式矫直机。该矫直机系《InnoCenti》公司根据美国《Sutton》公司

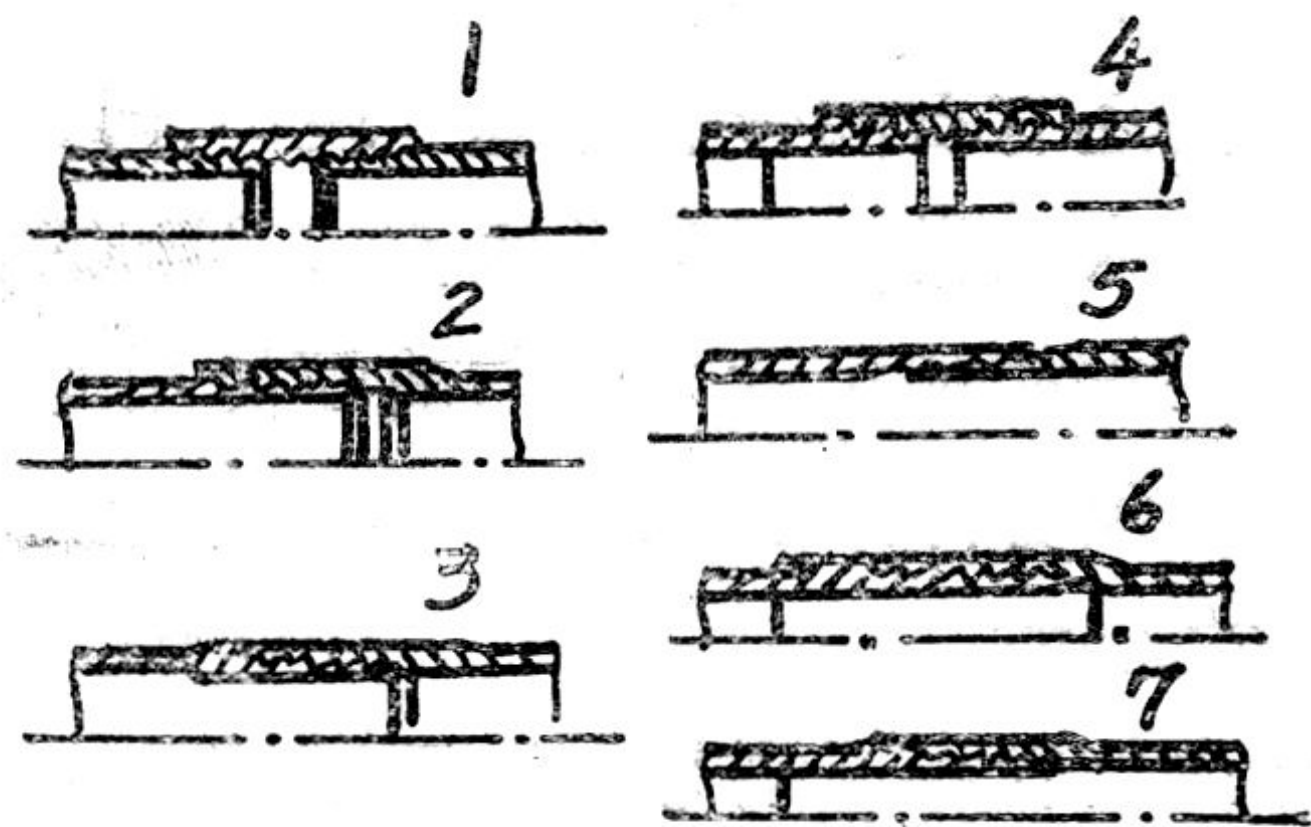


图 3 套管連接結構：1—API标准 5 A  
2—Rheinrohr；3—承插式；4—梯形  
絲扣；  
5—Omega；6—Hydril company  
《EU》；7—Hydril Company

许可证制造的。在矫直机进口和出口側装有三轱式轱箱。轱箱之间装有压下轱（图 3）。每个轱箱都有一个大的传动轱（下部的）和两个空转轱。轱箱中的轱子互成120°角配置。轱箱的这种结构能保证鋼管位于矫直中心线而无需专门的导板，并且还能保证鋼管沿全长（包括端部）矫直的均匀性和消除鋼管上划痕和凹坑形成的可能性。

由于采取用三轱式轱箱，鋼管在矫直后具有最小的椭圆度。该矫直机可以矫直薄壁大直径鋼管，因为压下轱的弯曲作用在高质量矫直时最小。该厂在此矫直机上矫直和定径屈服点达120公斤/毫米<sup>2</sup>的高强度套管。矫直速度按鋼管直径约在30—300米/分范围内。

高强度鋼管的絲扣在法国《Cri-Dan》公司的鋼管车絲机上车制。

除高强度鋼管以外，许多外国公司还生产密封性较高的、各种不同联接结构的套管和钻杆（图 4）。如英国《Stewarts and Lloyds Limited》公司生产承插式和特殊絲扣断面连接的无接手套管。该公司生产的承插式套管保证了最小的联接直径和高度的密封性。由于专用密封表面在鋼管内接头端是按半径加工的，而接手端按圆锥加工，因此，即使在足以压扁鋼管的压力条件下，联接仍然是密封的。絲扣是 AKME 型断面的梯形絲扣。



生产强度等级为J-55、N-80及P-110的各类钢管,生产这些钢管的简要工艺系统如下:在《Lamberton》型卧式锻压机上用两道工序把轧制的钢管端部加厚。端部加厚的钢管采用专用感应加热炉加热。端部加厚以后,把钢管送去热处理(常化或回火常化),然后再车丝;车丝端部的质量用《Magnaglo》法检查。丝扣要进行电解镀锌。钢管的下一步工序是在压力达1054公斤/厘米<sup>2</sup>时用水压机进行试验。

梯形丝扣型套管没有加厚的端部,并且用接手联接。联接的密封性是靠专用丝扣(图5)达到的。西德《Phoenix Rheinrohr》公司生产无接手套管,其结构示于图4。这些钢管上的丝扣断面与美国石油协会的标准5A (API Std. 5A)相一致。钢管仅仅只从一端进行加厚。根据强度等级的分类,生产H-40、J-55、N-80及P-105号钢管(表5)。

外国许多公司的轧管厂广泛采用《Cri-Dan》公司的自动车丝机进行钢管端部的机械加工(镗孔和车丝)。比利时Progress Industriel厂按《Cri-Dan》公司的许可证出产TT-7、TT-10、TT-14三种规格的车丝机。

车丝时的螺距允许误差: a, 在1"长度上,用标准螺距扳牙座时允许为0.038毫米;用精螺距扳牙座时为0.025毫米; b, 在200毫米长度上为0.05毫米。

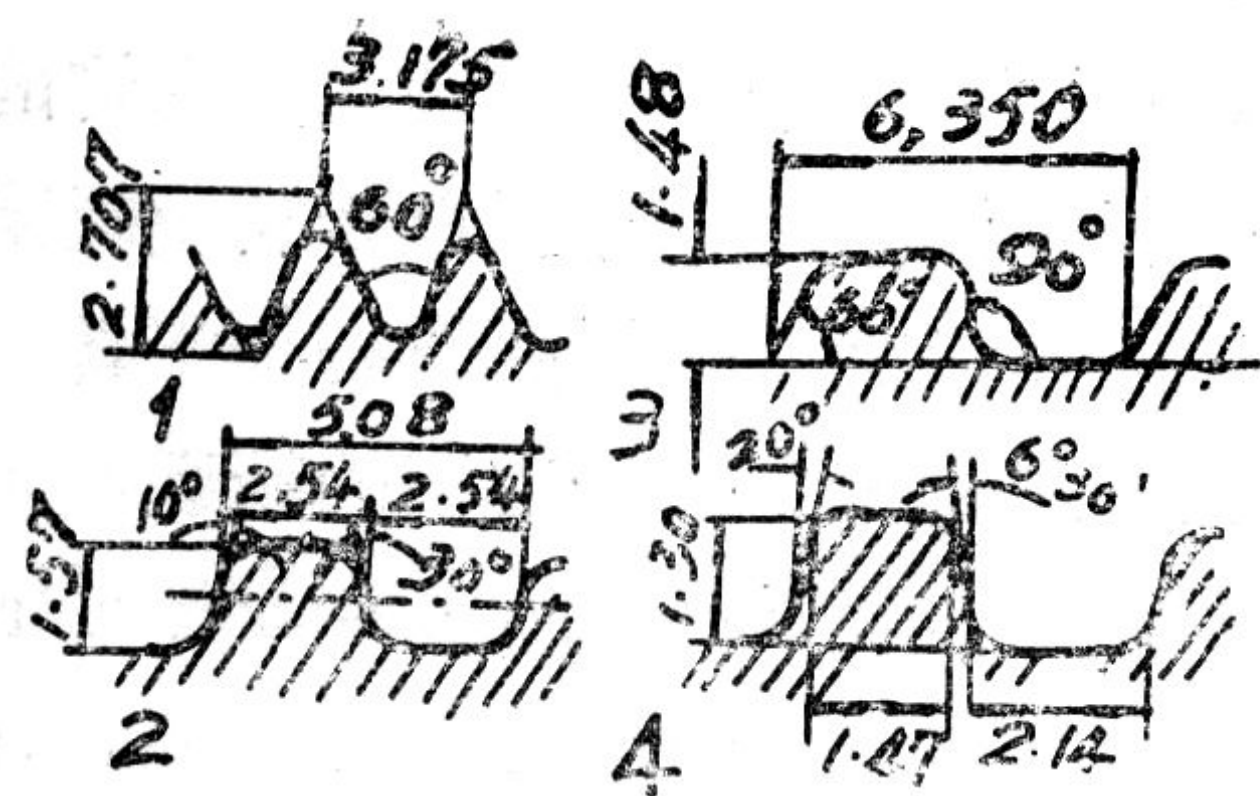


图4 套管丝扣断面:

- 1—API标准, 锥度1:16; 1:32;  
2—梯形丝扣, 锥度1米上为2.5毫米  
3—Omega, 锥度1:10 4—Hydril, 圆柱形

《Progress-Cri-Dan》车丝机的工艺性能 表4

工艺性能	机床型号		
	TT-7	TT-10	TT-14
主轴上的孔(毫米)	200	275	365
车丝刀架上的最大车圆直径(毫米)	570	570	670
速度	12	12	12
主轴转数(转/分,最大)	600	400	315
车丝长度(最大,毫米)	205	205	205
丝扣深度(最大,毫米)	14	14	14
走刀次数	32	32	32
纵向车圆长度(毫米)	400	400	400
电动机功率(马力)	38	38	38

《Phoenix Rheinrohr》公司套管性能 表5

钢管种类	钢号	化学成分(%)							机械性能		
		C	Si	Mn	P最大	S最大	Cr	Mo	$\sigma_s$ 公斤/毫米 <sup>2</sup>	$\sigma_B$ 公斤/毫米 <sup>2</sup>	$\delta_2$ (%)
H-40	Cr45	0.20	0.25	0.50	0.040	0.060			28.1	42.2	27
J-55	Д73	0.36	0.25	0.90	0.040	0.060			38.7	52.7	20
N-80	E93	0.45	0.35	1.20	0.040	0.060			56.2	70.3	16
P-105	34CrMo <sub>4</sub>	0.34	0.25	0.65	0.040	0.040	1.05	0.20	73.8	84.4	15



米制絲扣的最大螺距为7毫米，英制絲扣的最大螺距每1"上为两扣。絲扣的最小螺距为0.442毫米。

絲扣是在《Cri-Dan》公司的车床上用装有硬质合金车絲刀或硬质合金稜的絲扣机刀，按照自动多次走刀循环进行车絲。车圆和车絲过程都是自动化的。

在高生产率条件下，为保证絲扣精度，其车床应具有下列特性：刚性结构（机座和

前卡盘是一个整体）、防震、全部移动件均很简单；可以用钢管材质及工具允许的最大速度进行车制；用精导程扳牙调整螺距；进刀深度操纵准确；采用硬质合金工具。车絲工具在专用机床上进行刀刃的精磨。

陈贞元译自《Металлургическая и горно-рудная промышленность》，1963年，№3 85—88

周云南校

## 高屈服点的钻杆

〔捷克〕R. Sejnocha

译校者注：此文系捷克工程师于1959年在八国经互会波兰钢管会议上所作的报告，内容较有参考价值。但这次我们根据匈文中译时，发现文中有较多技术上的错误，且原著中的表全被漏掉。技术上的错误我们尽力作了改正，漏掉的表因未查得原著无法补齐，特向读者表示歉意。

### 1. 前言

由于对原油的需要量日益增加，较浅

的油田已趋于穷竭，因此，必须寻找更深的油田。近二十年来已达到的平均钻探深度和将来可能达到的钻探深度列于表1。目前最深的钻探深度在7,000米以上。

今后的深井钻探要求与逐年增长的地质勘察资料有关。钻探越深，用于开采原油的钻杆、套管和油管的负荷就越大。深井钻探时，首先在于纵向（长度方向）应力情况。该应力取决于连接的精确性，以及与内压力有关的应力。这个应力与钻探深度成比例地增加，能达到数百个大气压，最后可导致钢管纵向断裂。由外压力形成的应力及动力应力都能在一定程度上促

油井的平均深度—米

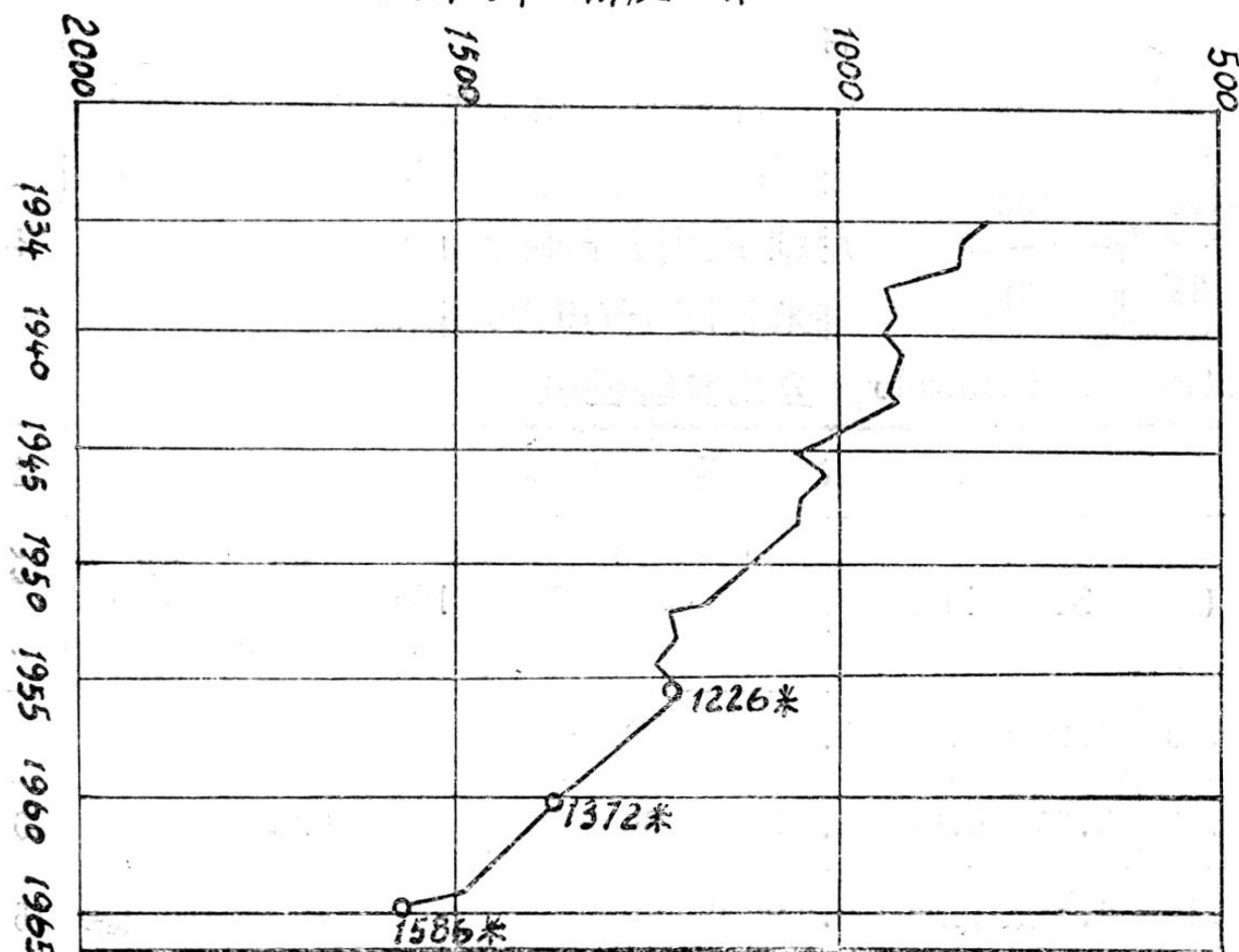


图1 石油工业钻探平均深度增长示意图