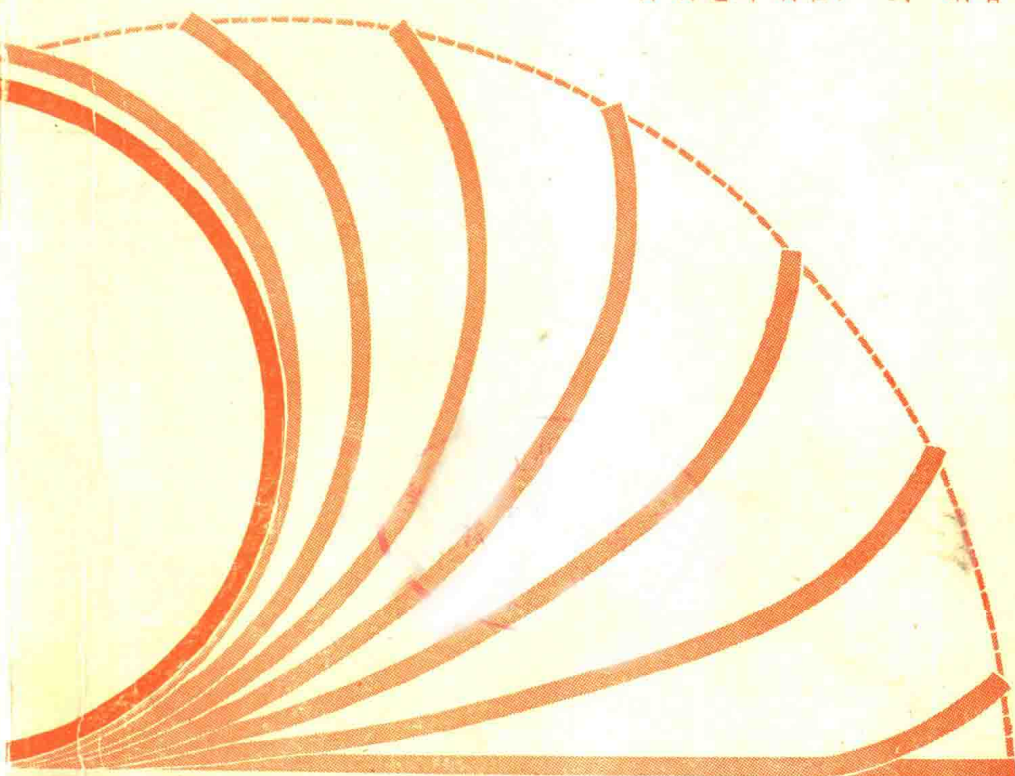


首钢电焊钢管厂 等 编著



高频直缝焊管生产

冶金工业出版社

高频直缝焊管生产

首钢电焊钢管厂 等 编著

冶金工业出版社

内 容 提 要

《高频直缝焊管生产》一书是为适应国内高频直缝焊管工厂的工人学习焊管技术而编写的。本书概述了各种电焊钢管生产方法，重点详细介绍高频直缝电焊钢管生产工艺过程中的各个环节：从原料、准备工序、成型、焊接、精整直至检验。书中还介绍了轧辊和焊管孔型设计，焊管车间的辅助设备，高频焊接设备，异形管生产的基本知识，以及焊管生产的技术经济指标的计算。本书除比较通俗地介绍一些焊管理论知识以外，还介绍一些工厂的调整操作经验。对于高频直缝焊管生产的一些新技术、新工艺，本书也作了介绍。本书可作为焊管工人的技术学习读物，也可作为高频直缝焊管工厂的技术人员工作上的参考。

高频直缝焊管生产

首钢电焊钢管厂 等 编著

*

冶金工业出版社出版

(北京灯市口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张 12 1/2 字数 330 千字

1982年5月第一版 1982年5月第一次印刷

印数 00,001~5,300 册

统一书号：15062·3691 定价1.20元

前 言

近年来，我国的电焊钢管工业得到了迅速的发展。从事焊管生产的广大职工迫切希望学习有关焊管生产的理论和实践。对电焊钢管工厂的青年工人进行技术知识教育，是当前一项紧迫的任务。因此，首钢电焊钢管厂组织部分同志，并约请首钢研究所、宁远钢厂、北京镀锌钢管厂的部分同志，共同编写了此书。

本书在编写过程中，得到首钢焊管厂、首钢研究所、宁远钢厂和北京镀锌钢管厂的支持，并得到轧钢技术情报网、北京钢铁研究院以及国内各焊管厂的鼓励和协助，东北重型机械学院赖名道教授作了审阅和指导，在此一并表示深深的谢意。

编写系统介绍高频直缝电焊钢管生产技术的普及性读物，是我们的初次尝试，我们期望这本通俗的普及性的高频直缝电焊钢管生产技术读物，对于工人掌握专业技术知识，结合生产实践不断提高技术水平，对于有关技术人员提高业务水平能有所帮助。

参加编写的人员有：

首钢电焊钢管厂 张弘人 张渝生 厉德升 杨春华

白凤栖 杨如玉 王兆新 尚宏志

首钢研究所 苏映霞 邓泽英 卢利弟

宁远钢厂 袁祖勋

北京镀锌钢管厂 黄文简

本书由张弘人同志总成，由苏映霞同志审校。

由于我们水平较低，时间仓促，调查研究不够，积累资料不多，征求意见不够广泛，书中难免存在错误和缺点，我们热诚地希望读者提出宝贵意见。

编著者

一九八〇年八月

目 录

第一章 总论	1
第一节 序言	1
第二节 钢管的分类	3
第三节 钢管的用途	5
第四节 各种电焊管生产方法概述	7
第五节 国内电焊钢管机组	21
第二章 原料	29
第一节 焊管原料的种类	29
第二节 焊管坯的几何尺寸和形状	32
第三节 焊管坯的缺陷	36
第四节 原料管理	37
第五节 纵剪机组	39
第三章 准备工序及设备	42
第一节 概述	42
第二节 悬臂吊车	42
第三节 拆卷机	45
第四节 折弯机	51
第五节 矫平机	52
第六节 剪切机	56
第七节 对焊机	58
第八节 毛刺拉引机	67
第九节 输送辊	68
第十节 活套	70
第十一节 圆盘剪和碎边机	76
第十二节 刮边机	79
第四章 成型及成型设备	82
第一节 成型机的分类	82
第二节 机架排列与布置	83

第三节	成型设备	84
第四节	管坯成型变形过程	90
第五节	成型底线	98
第六节	边缘延伸和薄壁管成型	101
第七节	厚壁钢管的生产	108
第八节	成型调整	109
第九节	换辊	113
第五章	焊接及焊接设备	115
第一节	高频焊接机组	115
第二节	高频焊接原理及其优缺点	123
第三节	高频焊接方法及焊接装置功率、频率的选择	130
第四节	管坯边缘加热焊接机理及其焊接制度	136
第五节	电极、感应器和阻抗器	139
第六节	操作对焊接质量的影响	148
第七节	钢质对焊接质量的影响	152
第八节	焊接缺陷及其分析	155
第九节	焊缝组织	157
第六章	焊缝热处理、冷却和定径	160
第一节	概述	160
第二节	钢管焊缝热处理	160
第三节	冷却	163
第四节	定径	166
第五节	矫直头	168
第七章	焊管轧辊孔型设计	170
第一节	成型机轧辊孔型设计要求	170
第二节	成型机轧辊孔型设计概述	170
第三节	圆周弯曲法孔型设计	175
第四节	双半径孔型设计	193
第五节	边缘弯曲法孔型设计	208
第八章	轧辊	214
第一节	轧辊材料的选择及性能	214
第二节	轧辊的切削加工	219
第三节	轧辊的锻造和热处理	222

第四节	轧辊的管理和合理使用	230
第九章	走行切断	234
第一节	走行切断设备的形式	234
第二节	2K69型滚压式飞剪机	237
第三节	飞锯	243
第四节	定尺装置	250
第十章	精整	251
第一节	矫直机	251
第二节	切管机	257
第三节	平头机	267
第四节	切丝机	267
第五节	涂油	271
第六节	包装	273
第十一章	钢管的检验	274
第一节	钢管标准和技术条件	274
第二节	水压试验	276
第三节	目测检查	282
第四节	理化检验	283
第五节	无损检验	287
第十二章	电子管振荡器高频焊接设备	304
第一节	高频焊接设备的组成部分及其线路型式	304
第二节	高频焊接设备的工作原理	309
第三节	高频焊接设备的调试	325
第四节	高频焊接设备的维护	332
第五节	高频焊接设备的故障及其处理方法	339
第十三章	焊管车间辅助设备	347
第一节	吊车	347
第二节	过跨小车	352
第三节	打包机	353
第四节	输送辊道	356
第五节	链式运输机	358
第六节	油库	359

第十四章	异形管生产	361
第一节	异形管简介	361
第二节	异形管孔型设计的基本方法	366
第三节	异形管孔型尺寸计算	373
第四节	圆管变形设计	379
第十五章	技术经济指标的计算	385
第一节	主要技术经济指标的计算	385
第二节	其他技术经济指标	389

第一章 总 论

第一节 序 言

解放以来，在中国共产党的领导下，我国的钢铁工业获得了巨大的发展，在社会主义建设事业中起着越来越重大的作用。在解放前夕的一九四九年，我国全国钢产量只有15.8万吨，而一九七九年，达到了3400万吨。

随着钢产量的增长，钢材产量也逐渐增长，而钢管占全部钢材的比例也越来越大。解放以前，我国只有少数几台链式炉焊管机组。解放以后，无缝钢管及电焊钢管才有了发展。尤其是六十年代以后，高频焊代替低频焊，使电焊钢管有了迅速的发展，在国民经济各部门中得到越来越广泛的应用。

近年来在国外工业发达的国家中，钢管生产获得了飞速的发展。表1-1所示是美国、苏联、日本历年来钢管生产增长的情况。由此看出，苏联自1958年到1973年十五年间，无缝管产量增长了2.2倍，焊管产量增长4.4倍。日本自1960年至1974年十五年间，无缝管产量增长了4.8倍，焊管产量增长了9.6倍。

同时，钢管在钢材生产中所占的比例也越来越大，而焊接钢管在全部钢管中所占的比例也逐年增长。表1-2所示是若干工业发达国家在1976年时的钢产量、钢材产量、钢管产量及所占比例。可以看出，钢管产量占钢材产量的10%左右，苏联达到15.9%。而焊管产量占全部钢管产量的60%左右，日本达到74.3%。随着工业的发展，焊管生产技术的进步，今后还有增长的趋势。在焊接钢管的增长中，主要是电焊钢管的增长。随着石油工业的高速发展，埋弧自动焊接钢管也将大幅度地增长。

同国外工业发达国家相比，我国在钢、钢材、钢管以及焊接钢

表 1-1 美国、苏联、日本的钢管产量 单位：万吨

年 份	美 国			苏 联			日 本		
	无缝管	焊接管	合计	无缝管	焊接管	合计	无缝管	焊接管	合 计
1958	202.8	409.3	612.1	274.5	188.6	463.1			
1959	281.9	472.1	754			521.2			
1960	252.9	440.1	693	326.6	253.9	580.5	45.4	77.3	122.7
1961	265.7	404.5	670.2	339.4	296.3	635.7	52.2	119.7	171.9
1962	261.4	378.5	639.9	353.7	334.1	687.8	50.8	134.1	184.9
1963	266.0	389.5	655.5	375.1	377.0	752.1	55.3	165.1	220.4
1964	296.8	448.1	744.9	410.2	402.2	812.4	64.3	232.5	296.8
1965	331.5	479.6	811.1			900	73.2	241.4	314.6
1966	320.0	550.9	870.9	440.9	549.2	990.5	84.6	267.5	352.1
1967	312.5	559.2	871.7	460.8	597.4	1058.2	82.7	383.4	466.1
1968	326.3	606.5	932.8	480.3	641.2	1121.5	130.3	446.9	577.2
1969	320.7	516.9	837.6	502.1	653.0	1155.1	155.0	504.3	659.3
1970	285.7	419.9	705.6	539.2	704.2	1243.4	167.3	599.9	767.2
1971	278.3	408.8	687.1	570.1	765.5	1335.6	181.7	544.3	726.0
1972	270.3	424	694.3				177.8	577.9	755.7
1973	357.4	471.1	828.5	605.8	831.1	1436.9	201.1	237.9	939.0
1974	348	484	832				216.5	740.3	956.8
1975	339	355	694						

表 1-2 1976年若干国家的钢、钢材和钢管产量 单位：万吨

国家	钢产量	热轧钢材产量	钢管总产量	占钢材%	无缝管	占钢管%	焊管	占钢管%
美国	11606.9	8114.5	568.4	7	259.4	45.6	309	54.4
苏联	14480.5	10311.3	1680.5	15.9 ^①	673.8	40.5	1006.7	59.5 ^①
日本	10739.9	9321.3	919.5	10.3 ^①	214.5	25.7	705	74.3 ^①
西德	4241.5	2664.6	455.1	17	185.6	40.8	269.5	59.2
英国	2227.4	1709.9	140.7	9.5	51.3	39	89.4	61
法国	2323.2	1945.9	187.8	9.8	57.9	35	129.9	65

① 表示1975年的统计数字。

管的生产等方面均存在着较大的差距。1978年我国钢管占全部钢材的比例在5%左右，而其中焊管占全部钢管的比例约为45%。这说明目前我国的钢管产量、焊管产量远远不能满足国民经济发

展的需要。今后，不断地提高焊管产量，扩大焊管品种和用途，提高焊管质量，是摆在全体从事焊管行业的技术人员和工人面前的一项紧迫的任务。

第二节 钢管的分类

由于钢管品种繁多，生产方法各异，目前没有一个严格的钢管分类标准，大致可区分如下。

一、按钢管材质分

通常有普通碳素钢、碳素结构钢、低合金钢、不锈钢、高合金钢钢管等。

二、按钢管直径分

- 1. 小直径钢管，外径在114毫米以下；
- 2. 中直径钢管，外径在114~406毫米；
- 3. 大直径钢管，外径在406毫米以上，508~1422毫米，甚至达到2100、3000毫米。

三、按钢管壁厚分

焊接钢管按壁厚 t 与钢管外径 D 之比来划分，可以有特厚壁管、厚壁管、标准壁厚管、薄壁管以及特薄壁管五类，如表1-3所示。

表 1-3 钢管按壁厚分类

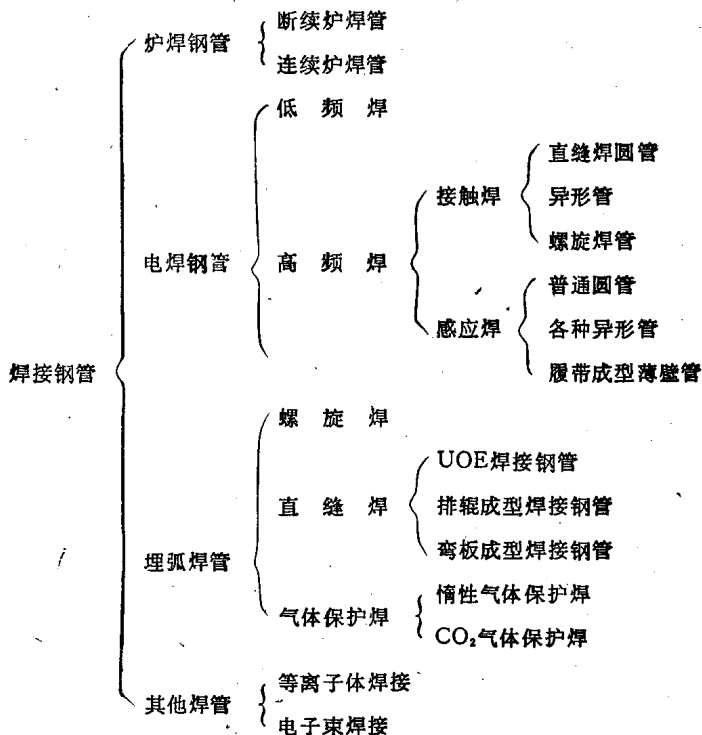
名 称	$t/D, \%$
特 厚 壁 管	>18
厚 壁 管	$12\sim18$
标 准 壁 管	$5\sim12$
薄 壁 管	$2\sim5$
特 薄 壁 管	<2

四、按钢管生产方法分

焊接钢管按其生产方法分类，如表1-4所示。
电焊钢管中低频焊已经淘汰，大都采用高频焊。在美国还采

用方波焊，以提高焊缝质量。还有采用直流焊的。炉焊钢管中断续炉焊已经淘汰，大都采用连续炉焊。另外，在无缝管机组、炉焊管机组、电焊管机组后面均可配置张力减径机组，以生产各种小规格钢管。

表 1-4 焊接钢管按生产方法分类



五、按钢管用途分

焊接钢管按用途分可以有水煤气管、电线套管、机械结构用管、锅炉管、石油管、输线管等等（详见本章第三节）。

六、其他

焊接钢管按断面形状分可以有圆管、异形管；按表面分有黑皮管、镀锌管等。

第三节 钢管的用途

钢管被广泛应用于国民经济各部门，工业、农业、商业、国防、建筑业、民用，甚至体育、医药卫生等各方面都离不开钢管。其中有些部门主要使用焊管。钢管的主要用途简述如下。

一、一般配管用

低压配管用以输送压力为16公斤/厘米²以下的蒸汽、水、油、煤气、空气等低压流体。

中压配管用以输送温度为-15~+350°C、压力为100公斤/厘米²以下的各种中压流体。

例如镀锌自来水管、变压器管、电线管、水煤气输送管、吹氧管、喷灌管等。铺设地下海底的钢管易受腐蚀，通常要求内外表面涂层。

二、锅炉用

锅炉管用来制造蒸汽发生器管、过热蒸汽管、水管、烟管、空气预热器管、热交换器管等。

对锅炉管的基本要求是：

- 1) 小直径厚壁管；
- 2) 内径均匀，内表面光滑；
- 3) 具有优良的常温高温特性；
- 4) 高度可靠性。

锅炉管过去大多用无缝管，随着电焊管质量的提高，现在电焊管已经可以代替部分无缝管生产锅炉管了。

三、原子能用

原子能发电站用的各种钢管一般要求具有常温高温强度、耐腐蚀、耐冲击、耐放射脆化、保持组织稳定。通常使用奥氏体不锈钢、高合金钢、耐低温合金钢等材质。

另外，高速增殖炉、高温气体炉、浓缩铀也都使用各种特殊高合金钢管。

四、化工用

化工用管主要用于石油化工工业、乙烯、氨制造工业等。要求钢管耐低温、耐高温、耐低压、耐高压、耐各种腐蚀。

另外还可用于天然气液化和海水淡化工业。

五、建筑结构用

建筑用管大都使用电焊管，用于建造钢管桩、输电塔、球场、运动场等。

楼房建筑的门、窗、栏杆等使用异形焊管。

一般建筑对钢管无特殊要求。

六、机械制造用

机械制造用钢管通常用于制造缸体、汽车用各种管件（如驾驶盘、变速把、车窗、扶手、传动轴等）、自行车用各种管件、建筑用脚手架、传动辊、体育器械以及各种民用管木家俱。

机械制造用钢管通常要求：

- 1) 钢质均匀，具有稳定的机械性能；
- 2) 表面良好；
- 3) 优良的尺寸精度；
- 4) 异形断面等特殊尺寸。

机械制造用的许多钢管都用电焊管。

七、油井用

由于石油工业的发展，油井用钢管急剧增加。1972年全世界（除苏联、中国外）用油井管270万吨，其中石油油管为210万吨，占80%。油井管包括油管、套管、钻杆和钻铤。

油井管要求很高的屈服强度、耐 H_2S 腐蚀、耐冲击、管端螺纹具有特殊的密封性能。

油井管大多使用无缝钢管。国外部分油井管已用电焊管。国内也开始研制焊接石油油管，并已取得成果。今后随着我国石油工业的迅速发展，油井用管在与日俱增。

八、管线输送管

管线输送管用来输送原油、天然气。要求大直径、薄壁、高

强度。

管线输送管几乎全部使用UOE法成型、弯板成型、排辊成型、螺旋焊等焊接钢管。

第四节 各种电焊管生产方法概述

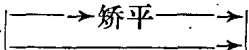
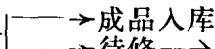
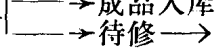
一、辊式成型机生产电焊钢管

中、小直径电焊钢管大多在辊式成型机上生产。电焊钢管最初用低频焊，六十年代以后发展了高频焊。加热方法有接触焊和感应焊两种。钢种主要限于低碳钢、低合金高强度钢。

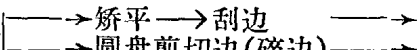
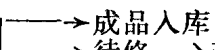
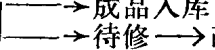
国内电焊管生产方式主要有断续式和连续式两种。断续式生产使用单条短带钢或者小卷带钢，没有对焊和活套储料设备。连续式生产使用大卷带钢，有对焊和活套。有的工厂没有对焊设备，采用人工对焊。介于这两者之间的是一种以大卷带钢作原料（或用小卷连接成大卷）但没有对焊、活套的半连续式生产方式。

在连续式电焊管机组上生产的主要产品的各种工艺流程如下。

1. 水煤气管的生产工艺流程

原料→备卷→拆卷→矫平→切头切尾→对焊→除对焊毛刺→
活套→→成型→高频焊接→除外毛刺→水冷
→定径→走行切断→矫直→切头（或平头）→水压→检查→分选
→→成品入库
→→待修→改尺入库。

2. 一般结构管、输油管的生产工艺流程

原料→备卷→拆卷→矫平→切头切尾→对焊→除对焊毛刺→
活套→→成型→焊接→除外毛刺
→水冷→定径→走行切断→矫直→切管或平头→水压→检查→分选
选→→成品入库
→→待修→改尺入库。

3. 汽车传动轴管的生产工艺流程

原料→备卷→拆卷→矫平→切头切尾→对焊→除对焊毛刺→

活套→圆盘剪切边(碎边)→除油→成型→焊接→除外毛刺→除
内毛刺→水冷→定径→走行切断→矫直→切管→水压→检查→

分选→

→涂油→成品入库
→待修→复查→分选

↑

对于不同的钢种,例如10Ti、16Mn等则根据其不同的工艺特性,在成型焊接冷却等工序采用不同的工艺规范,以保证焊接质量。

国外电焊钢管生产技术发展很快。例如发展了卷式水平活套装置。机组采用双半径组合孔型。高频频率大多在350~450千周,近年来又采用50千周的超中频,用以生产厚壁钢管。焊接速度最高达到130~150米/分。内毛刺清除工艺可在内径为15~20毫米的钢管生产中进行。在作业线上和线外实行多种无损探伤检验。在作业线上有焊缝热处理设备。焊接机除一般的高频焊以外,还采用直流焊、方波焊、钨电极惰性气体保护焊、等离子体焊以及电子束焊等。有的企业在焊管机组之后配置张力减径机组以生产小规格钢管。钢管品种范围宽广,有薄壁管、厚壁管、异形管、锅炉管、石油管、不锈钢管等。并有先进的连续镀锌和表面涂层等工艺。在机组的布置与设计等方面也有许多创新。

电焊管机组的特点是:1)投资少、设备简单;2)产量高,一座 $\phi 102$ 机组年产量可达7万吨;3)成本低,比无缝管低10~20%;4)钢管机械性能好;5)精度高,壁厚均匀,表面光洁;6)焊接质量好。

由于有上述优点,近年来电焊管获得了飞速的发展。国外电焊管的产量差不多占全部钢管的60%左右。我国近年来电焊管机组也发展很快,至1978年为止,据不完全统计,我国有电焊管机组207台。但同时由于存在着原料不足、设备不配套、机械化程度不高等问题,没有充分发挥其生产能力。

二、履带式成型机生产电焊管

履带式成型机可用于生产壁厚自0.5~3.25毫米、直径自20~

150毫米的各种薄壁钢管和普通钢管。

履带式成型机不需要成型辊，其主要部分是两个侧面的V形槽和三角形模板（三角板）。这种装置的优点是：

- 1) 管径变形可在其限度内任意调整。只要调整V形槽的开口宽度、V形槽的角度、三角板的上下位置及不同的三角板形状，即可改变钢管的规格。适合于多品种的大批生产和小批生产；
- 2) 可以生产普通辊式成型机不能生产的较大直径薄壁管；
- 3) 变形区短，设备简单，轻巧，维修容易，占地面积小，消耗动力小，成本低廉；
- 4) 因为对管材未加过大外力，所以材料本身残余应力小；
- 5) 可与高频焊接方法相配合；
- 6) 可用于锥形管的成型与焊接。

履带式成型装置把带钢变为管坯的原理如图1-1所示。当带

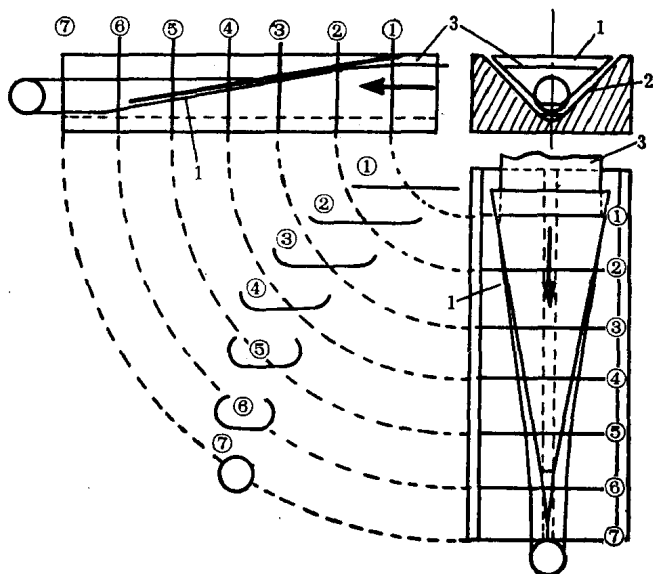


图 1-1 履带式成型原理图
1—三角板，2—V形板，3—带钢

材进入倾斜的三角板和V形槽构成的孔型后，在①段因带材比三