

78.1
G73

78.1
G73

《国外机械工业基本情况》参考资料

重型机械制造工艺与装备

国外重型机械制造工艺与装备编写组

第一机械工业部科学技术情报研究所

一九八〇年

内容简介 国外机械工业基本情况 重型机械制造工艺与装备部分全面介绍了国外重机工业生产的一般情况、特点、炼钢与铸锭、大型锻件生产工艺及其热处理、铸造、铸件生产厂概况、焊接及焊接机械化、机械加工和装配、测试技术及其装备、工厂布置与物料搬运、环境保护及环保设备，最后还附有国外公司的中外名称对照表，以资参考。

本资料可供重机行业的生产技术人员、研究设计人员及大专院校的师生参阅，也可供各级科技、规划制订人员和领导同志参考。

重型机械制造工艺与装备

国外重型机械制造工艺与装备

编写组

(内部资料)

第一机械工业部科学技术情报研究所编辑出版

天津市红旗印刷厂印刷

北京市中国书店 上海市科技书店 重庆市新华书店

经 售

1980年11月北京

代号：79—89 定价：2.95元

出版说明

党中央向全国人民提出了新时期的总任务、全国从上到下一心一意搞四个现代化。机械工业要适应“四化”的要求，必须为国民经济各部门提供现代化的技术装备。为此，需要研究和学习国外机械工业的先进技术和经验。在这种形势下，我们组织有关单位编写一套《国外机械工业基本情况》参考资料。

这套参考资料按专业分册出版。本册为《重型机械制造工艺与装备》，主编单位是第一机械工业部第一设计院，参加编写单位及主要执笔人员有：

第一重型机器厂	张 钢		
第二重型机器厂	马 俊		
沈阳重型机器厂	袁 勉	毕永传	
上海重型机器厂	於美甫		
北京重型机器厂	傅耆寿		
西安重型机械研究所	王世臣		
第一机械工业部设计总院	安矩邦	陈启申	
第一机械工业部第一设计院	朱锡茂	陈 洵	周信卿
	钱家驹	高咏琴	戚祖望
	葛玉堂	曾祖良	缪 良

第一机械工业部科学技术情报研究所

目 录

第一章 重型机械生产的一般情况	(1)
一、国外重型机械生产概况.....	(1)
二、国外重型机械生产的一些特点.....	(3)
(一) 成套轧钢设备的承包.....	(3)
(二) 大型成套设备采用分包方式制造.....	(4)
(三) 广泛实行并不断发展专业化生产.....	(7)
(四) 普遍采用技术引进.....	(10)
(五) 制造厂除负责设备制造外还负责设备的改造、 维修和备件制造.....	(11)
(六) 大型铸锻件生产形成专业部门.....	(11)
(七) 重型机械的生产主要依靠老厂.....	(14)
三、重型机械制造工艺与装备的一般特点.....	(14)
(一) 六十年代以来国外重型机械制造工艺与装备有了重大进展.....	(14)
(二) 注意从各方面促进生产技术的发展.....	(18)
四、几个主要生产国家重机制造业概况.....	(22)
(一) 美国.....	(22)
(二) 日本.....	(27)
(三) 苏联.....	(31)
(四) 西德.....	(32)
(五) 英国.....	(35)
(六) 法国.....	(35)
第二章 炼钢与铸锭	(41)
一、炼钢炉型与工艺.....	(41)
二、电炉炼钢.....	(42)
(一) 电炉大型化.....	(42)
(二) 加大供电功率.....	(42)
(三) 设备结构及耐火材料的改进.....	(44)
(四) 炼钢工艺的发展.....	(46)
(五) 电子计算机的利用.....	(49)
三、炉外精炼.....	(49)
(一) 真空电弧脱气法.....	(49)
(二) 真空氧脱碳法.....	(51)
(三) 氩氧脱碳法.....	(51)

(四) 精炼炉的炉衬	(52)
(五) 几种精炼炉的简明比较	(53)
四、浇注技术	(54)
(一) 真空技术的应用	(54)
(二) 浇注工艺的改进	(59)
五、其他生产大型钢锭的方法	(63)
(一) 电渣重熔法	(63)
(二) 电渣中心重熔法(MHKW法)	(64)
第三章 锻压	(67)
一、国外大型锻件生产概述	(67)
二、大锻件一般锻造工艺特点	(68)
(一) 钢锭锭型	(68)
(二) 锻粗与直接拔长	(69)
(三) 中心压实法	(69)
(四) 锻焊结构大型锻件	(70)
三、典型锻件的锻造工艺	(70)
(一) 电站大型转子锻件	(70)
(二) 大型汽轮机叶轮锻件	(71)
(三) 发电机护环的锻造	(73)
(四) 核电站反应堆大锻件	(74)
(五) 大型圆环形锻件和筒形锻件	(77)
(六) 大型轧辊锻件	(79)
(七) 船舶大型锻件	(80)
(八) 模锻工艺在重型锻压生产中的应用	(81)
四、国外自由锻造液压机近年的发展	(83)
(一) 锻造液压机发展的特点	(83)
(二) 几种锻造液压机型式的比较	(84)
(三) 液压机的传动系统与运转	(86)
(四) 锻造液压机的辅助装置	(86)
(五) 国外锻造液压机制造情况	(87)
(六) 国外拥有大型锻造液压机的概况	(87)
(七) 锻造操作机和锻造起重机的配备	(88)
五、重型锻压车间的加热炉	(88)
六、国外自由锻造液压机车间设计的特点	(89)
第四章 大型锻件的热处理	(94)
一、大型锻件要求性能与使用钢材	(94)
(一) 电站转子的性能要求与钢材	(94)

(二) 压力壳锻件的性能要求与钢材	(97)
(三) 锻钢轧辊的性能要求与钢材	(98)
二、大型锻件钢材特点与热处理工艺	(100)
(一) 关于钢材的性能	(101)
(二) 锻件的热处理工艺	(106)
三、典型大锻件热处理工艺	(110)
(一) 12Cr 高中压汽轮机转子	(110)
(二) 高强度低压汽轮机转子	(110)
(三) 大截面低压汽轮机转子	(111)
(四) 发电机转子	(112)
(五) 反应堆压力壳锻件	(114)
(六) 大型锻钢支承辊	(114)
(七) 高硬度冷轧工作辊	(116)
四、国外大型锻件热处理车间与装备概况	(117)
(一) 一些工厂热处理车间概况	(117)
(二) 热处理车间的装备	(120)
第五章 铸造	(128)
一、各主要工业国家当前重型铸造的综合水平	(128)
(一) 什么叫重型铸造的水平?	(128)
(二) 品种	(129)
(三) 质量	(133)
(四) 一些技术经济指标	(136)
二、重型铸造工艺与装备的发展动向	(138)
(一) 熔炼	(138)
(二) 造型	(144)
(三) 铸造材料	(149)
(四) 清理及检查测试	(152)
(五) 2000年展望	(154)
三、典型重型铸件铸造工艺	(155)
(一) 净重约 380 吨的大型板轧机机架	(156)
(二) 重54吨的球墨铸铁件	(156)
(三) 法兰西斯式水轮机转轮	(156)
四、几个重型铸造厂概况	(157)
(一) 英国钢公司新当河铸钢厂	(157)
(二) 法国克鲁索—卢瓦尔波依钢厂	(159)
(三) 日本铸锻钢公司铸钢厂	(159)
(四) 日本制钢所室兰工厂铸钢厂	(160)
(五) 英国贝劳—汪姆斯来铸铁厂	(160)

(六) 英国钢公司斯丹顿铸铁熔化中心	(160)
(七) 美国克来森街铸铁轧辊厂	(161)
第六章 焊接	(163)
一、国外重型机械焊接生产发展趋势	(163)
(一) 铸锻件趋向改为焊接件, 焊接件在产品中所占的比重不断增大	(163)
(二) 广泛采用堆焊, 提高零部件的寿命	(165)
(三) 高强钢、铝合金和弯曲成型轧材等各种先进材料的应用日渐增多	(165)
(四) 产品大型化使焊接件的重量和尺寸越来越大	(166)
(五) 提高专业化和集中化的程度	(168)
二、国外重型机械焊接生产技术进展	(169)
(一) 工艺	(170)
(二) 机械化	(176)
(三) 测试和检验	(179)
(四) 环境保护与劳动保护	(179)
三、国外焊接生产装备的大型化水平	(180)
四、国外若干重型机械厂焊接车间概况	(180)
第七章 机械加工和装配	(190)
一、机床	(190)
(一) 机床向大型化发展	(190)
(二) 适应强力切削机床功率不断增大	(192)
(三) 采用高效、多功能的新型机床	(192)
(四) 数控机床	(194)
(五) 广泛采用数字显示和自动测量装置	(196)
(六) 注意配备各种附件, 扩大机床的加工范围	(196)
(七) 铁板工场和联合加工站	(196)
(八) 重视发挥旧有机床的作用	(197)
二、新切削工艺和刀具	(197)
(一) 刀具材料	(198)
(二) 刀具结构和切削工艺	(199)
三、工艺装备	(204)
(一) 夹具	(204)
(二) 测量工具和方法	(204)
(三) 划线	(205)
四、装配	(205)
五、几种重型机械零件的机械加工	(206)
(一) 轧机机架	(206)
(二) 油膜轴承	(208)

(三) 轧辊	(209)
(四) 卷取机、开卷机卷筒零件	(210)
(五) 大型齿轮	(210)
六、重型机械加工装配车间举例	(213)
(一) 日本石川岛播磨重工业公司横滨第一工厂机械加工装配车间	(213)
(二) 日本三菱重工业公司广岛造船所观音工厂重机车间	(214)
(三) 美国梅斯他机器公司西荷姆斯太得工厂机械加工装配车间	(215)
(四) 英国戴维—洛维公司达那尔工厂机械加工装配车间	(216)
(五) 部分重型机械加工装配车间和大型铸锻件加工车间的简要数据	(216)
第八章 测试	(222)
一、生产中的质量控制与检测	(222)
(一) 大型锻件	(222)
(二) 大型铸件	(225)
(三) 大型焊接结构件	(226)
二、质量控制与试验研究工作的组织	(227)
(一) 日本日立制作所胜田工厂	(227)
(二) 法国克鲁索—卢瓦尔公司	(227)
(三) 日本神户制钢所	(228)
(四) 日本制钢所	(228)
三、测试技术与装备	(230)
(一) 化学分析	(230)
(二) 力学性能试验	(234)
(三) 物理试验法	(236)
(四) 无损检测	(240)
第九章 工厂布置与物料搬运	(249)
一、工厂布置的特点	(249)
(一) 工厂布置的类型	(249)
(二) 沿海靠河布置工厂	(252)
(三) 重视工艺流程	(257)
(四) 节约用地提高建筑系数	(258)
(五) 采用联合厂房	(259)
二、工厂运输的特点	(259)
(一) 厂外运输趋向采用水运	(261)
(二) 用无轨运输代替铁路运输	(262)
(三) 实现运输综合机械化	(263)
(四) 重大件运输设备	(265)
(五) 气垫运输	(266)

(六) 钢渣采用汽车运输.....	(268)
(七) 自动道岔和遥控机车.....	(268)
三、几个重机厂的工厂布置及运输概况.....	(269)
(一) 日本制钢所室兰工厂布置及运输概况.....	(269)
(二) 日本神户制钢所高砂工厂布置及运输概况.....	(270)
(三) 日本石川岛播磨重工业公司横滨工厂布置及运输概况.....	(271)
第十章 环境保护	(272)
一、国外环境保护的一般情况.....	(272)
(一) 国外开展环境保护工作的历史和现状.....	(272)
(二) 环境保护工作的今后动态.....	(273)
二、国外防治工厂环境污染的一些措施.....	(273)
(一) 各国铸造车间环境污染控制的措施.....	(274)
(二) 电炉排烟除尘.....	(275)
(三) 焊接车间烟雾防治.....	(275)
(四) 水质污染和新的水处理技术发展.....	(276)
(五) 日本的工厂噪声防治.....	(277)
三、实例.....	(278)
(一) 日本二见新铸造工厂的环境保护及省资源、省能量的措施.....	(278)
(二) 日本制钢所室兰工厂环境保护设施.....	(280)
(三) 意大利菲亚特新铸造车间的环境保护设施.....	(281)
四、环境保护设备.....	(282)
(一) 除尘器.....	(282)
(二) 几种新型除尘装置.....	(283)
(三) 污泥湿法造粒机.....	(285)
五、国外有关环境保护的规定.....	(286)
(一) 粉尘卫生标准.....	(286)
(二) 关于水质污染的排放标准.....	(286)
(三) 有害气体和物质的排放标准.....	(286)
(四) 关于噪声防治的规定.....	(292)
国外公司中外名称对照表.....	(295)

第一章 重型机械生产的一般情况

一、国外重型机械生产概况

国外重型机械制造厂的产品范围很广，由于各国的经济发展水平和历史条件不同，每个公司、工厂的具体情况不同，他们的产品范围也各不相同。但就他们的主要制品来看，冶金设备和重型锻压设备，在产量、成套复杂程度、制品技术要求和产品及零件重量上都最有代表性；在毛坯制造上则以电站大锻件为代表。以下即以生产上述几类产品为主的企业，称为重机厂。

冶金设备和重型锻压设备的生产，又以冶金设备中的轧钢设备为中心。例如苏联冶金设备产量中轧钢设备约占重量的40~50%，西德（1973~1978年）占45~63%，占产值上的50~73%。从法国塞西姆一个公司的订货来看，轧钢设备占63%（按产值）、锻压设备占28%、其他9%。都可以说明这个特点。

国外轧钢设备的生产，缺乏确切的统计数字，估计几个工业国家的年产量可能达到80万吨，实际拥有的生产能力还要大，而近几年的产量要低得多。一些主要生产国的产量大致如表1—1。

表1—1 几个主要生产国的轧钢设备年产量（万吨）〔1〕〔2〕〔4〕〔5〕

年 度	国 别	美	英	日	西 德	法	苏	罗马尼亚	捷 克	东 德	波 兰
1970		28. (1968年)	4.6	12.8	5.84	5.6 (1969年)	14.0	2.4	3.01	1.54	1.46
1971				9.5	8.76		14.1	2.18	3.01	1.66	1.92
1972				9.5	6.34		14.1	2.31	2.63	1.34	1.85
1973				7.8	5.7		14.5	2.99	1.96	0.93	1.82
1974				10.5	5.55		12.7	2.96	2.22	0.83	1.62
1975				9.65	6.90		13.2	3.08	1.93	0.74	1.07
1976				10.05	6.08		14.6		2.37	0.77	1.06
1977				3.62	4.48		14.8				

注：1.表中各国的产量所包括的内容不完全一致。

2.日本、西德的产量数字不包括轧钢设备的零部件。

如按产值计算，几个主要国家的产值见表1—2。

轧钢设备年产量与钢铁产量年增长率之间存在一定比例关系，但由于各国具体条件不同（如出口量不同），此比例不尽相同。日本、苏联和西德的轧钢设备产量与钢产量增长率之间的关系如表1—3。

发电设备锻件中的转子和原子能电站压力壳都要求使用最大等级的钢锭，而且质量要求很高，可以做为大型锻件的代表，世界上唯一能生产400吨以上锻造用钢锭的日本制钢所1969~1978年的生产记录中，发电机转子和压力壳零件分别占全部400~500吨钢锭的59%和

表1—2 美、日、西德轧钢设备产值(销售额) [3][4][5][33]

年 度	国 别	美 国	日 本	西 德	英 国
	单 位	(百万美元) ①	(百万日元) (折合百万美元) ②	(百万马克) (折合百万美元) ②	(百万英镑) (折合百万美元) ③
1970		298.5		$\frac{351.1}{96.2}$	
1971		242.1			
1972		327.8	$\frac{49609}{164.3}$		$\frac{17.8}{44.5}$
1973		377.2	$\frac{39086}{139.6}$	$\frac{490}{181.3}$	$\frac{25.5}{62.5}$
1974		472.2	$\frac{63042}{209.4}$	$\frac{544.9}{226.1}$	$\frac{21.5}{50.3}$
1975			$\frac{62447}{204.8}$	$\frac{719.2}{274.3}$	
1976			$\frac{89161}{304.5}$	$\frac{707.0}{299.2}$	$\frac{35.6}{60.6}$
1977			$\frac{34863}{145.7}$	$\frac{595.1}{280.9}$	$\frac{67.0}{127.1}$

- 注 ① 美国的销售额只包括专业公司的销售额;
 ② 日本、西德均不包括轧机的零部件的销售额;
 ③ 英国的数字包括冶金设备。

表1—3 日本、苏联、西德轧钢设备产量与钢产量增长率关系

国别	项 目	年 度	1961~1965	1966~1970	1971~1974	1975~1977
		单 位				
日 本	①钢产量增长率	(万吨/年)	380	1043	867 ①	-491 (604) ③
	②平均轧机年产量	(万吨/年)		13.65	11.86	7.77
	②平均轧机年产量	(万吨/百万吨)		1.31	1.26	(0.77) ③
	①钢产量增长率					
苏 联	①钢产量增长率	(万吨/年)	514	498	508	367
	②平均轧机年产量	(万吨/年)	11.59	13.95	13.84	14.2
	②平均轧机年产量	(万吨/百万吨)	2.25	2.79	2.73	2.59
	①钢产量增长率					
西 德	①钢产量增长率	(万吨/年)	54	164	205	-541 ③ (201.9)
	②平均轧机年产量	(万吨/年)	7.07 ②		6.59	6.49
	②平均轧机年产量	(万吨/百万吨)	13.06		3.21	(3.11) ③
	①钢产量增长率					

- 注: ① 为1971~1973年
 ② 为1961~1964年
 ③ 括弧中的数字是1975~1977年生产能力的增长数字及相应的与轧机产量的比率

21% (件数)。日本的发电设备用锻件历年产量如表 1—4。

表 1—4 日本发电设备用锻件产量

年 度	1972	1973	1974	1975	1976
锻件年产量 (吨)	42459	49042	38413	31200	38294

注: 包括原动机用锻件。

二、国外重型机械生产的一些特点

(一) 成套轧钢设备的承包 (以重型机械公司为主, 但近来由钢铁公司承包冶金厂建设有增加的趋势)

国外轧钢设备的制造承包有以下几种主要形式:

1. 重型机械或综合机械制造公司承包。
2. 钢铁公司承包。
3. 设计公司或顾问公司承包。
4. 设备修理或改装公司承包等。

第一种方式是多年来的传统作法, 这些机械制造公司, 随着资本主义国家钢铁工业的发展, 积累了丰富的经验, 并有比较强大的制造能力。近年来大多数由单纯经营重型机械的设计制造向全面负责工程建设的方向发展, 除负责设备设计制造外, 还可以承包由建设规划到施工、安装、调试和投产的全部建设工程, 但一般不承担轧钢工艺设计和负荷试车。

近年来一些先进工业国的钢铁公司, 也开展技术输出, 并承包钢铁厂建设。为此建立了相应的设计机构或制造工厂。如日本的新日本制铁公司、日本钢管公司, 美国的美国钢公司、西德的克虏伯公司、法国的克鲁索—卢瓦尔公司等建立了这种机构, 有的公司如西德的曼奈斯曼公司则采取吸收德马克重机制造公司组成经营钢铁—机械的联合企业方式来承担冶金工厂的建设。

钢铁公司承包钢铁厂的建设, 可以利用本身的生产经验, 并且可以利用公司内研究机构的技术力量。在全面承包工厂建设时, 还可以充分利用本身施工、操作、维护等技术力量。此外, 建设新工厂需要大量钢材, 有利于钢铁公司销售产品。

目前钢铁公司承包的建设比较偏重于冶炼方面, 在轧钢方面还比较少。

从主要的轧钢设备的生产看, 重型机械公司承担的仍占绝对多数。如从 1961 年到 1971 年十一年间国外安装的 55 套宽带钢热连轧机中, 除 9 套制造厂不明外, 其余 46 套全部是重型机械公司承包制造的; 日本 1977 年统计十年来投产的大型粗轧机共 15 套, 全部是重型机械公司制造; 11 套厚板轧机共 16 个机座, 其中只有新日铁八幡钢厂的 4300 精轧机是新日铁工作本部制造, 其他全由重型机械公司制造; 带钢热连轧机 11 套 113 个机座, 其中除中山制钢公司名古屋钢厂的 1810 轧机 8 个机座由日本钢管公司供应外, 其余 105 个机座也均为重型机械公司制造。

在冶炼和精整设备方面, 据日本新日铁公司 1969 年统计, 日本钢铁公司和机械公司承包的比例如表 1—5。

由设计或顾问公司承包的，一般只负责工程总包、设计（规划或土建设计）、环境保护和施工管理等工作，而主机的设计制造还要外包。设备修理改造的公司主要经营旧有设备的改造；他们所占的比重比较小。

（二）大型成套设备采用分包方式制造

国外的大型成套轧钢设备的制造，往往不是由前面讲的几类公司中的一家全部承包下来，而是由几个公司联合分包。这样做有利于缩短制造周期，实行专业分工，发挥各个公司的专长，还可以避免过分的竞争，造成利润降低。分包可以由几个公司联合承包，也可以由一个公司总包，然后再分包给别的公司制造。在第一次分包之后，一些分包公司还可以再把一部分工作二次分包出去，以至第三次分包。这样，一项大型成套设备可以由几个国家、上百个企业承担。

成套轧机的机械部分，一般是首先按轧线分工由几个公司分包。通用设备，如起重运输机械、泵、风机、压缩机等，则分别由专业公司承包。电气和自控部分，由电气公司分包。例如日本为我国制造的1700热连轧机，就是由新日铁公司总承包后，按以下几部分分包给13个机械制造公司和3个电机公司〔6〕，见表1—6。

表1—6 我国1700热连轧设备的制造分包

设备名称	重量 (吨)	制造单位
加热炉区及1, 2, 3热精整线	15415	新日铁工作本部
粗轧机 R ₁ —R ₄	9710	三菱重工业
精轧机 F ₁ —F ₇ , 地下卷取机	9860	石川岛播磨重工业
平整线, 起重机	5670	宇部兴产
纵切线	510	佐世保重工
钢卷运输链	2190	大同工业
车辆	7台	日本车辆制造
泵	21套	荏原制作所
压缩机	6套	北越工业
热水循环装置	1套	千代田化工建设
轧辊加工设备	5台	东芝机械
轧辊加工设备	1台	唐津铁工所
轧辊加工设备	1台	角田研磨机
主电机		东芝电气
热轧及水处理仪表		北辰电机
热轧精整线控制设备及电机		安川电机

西德承包的1700冷轧厂，是由十家机械公司和四家电气公司组成临时财团总包，再分23个机组由十四个公司分担设计和制造（见表1—7）。

这14家公司再按下面几种情况分包给约140家公司：1.单台机器；2.半成品；3.零件加工。单台机器分包还有两种形式：一种是分包公司负责设计和制造；另一种是分包公司按照

表1—7 我国1700冷连轧设备的制造分包

机 组 名 称	重 量 (吨)	机 械 部 分	电 气 部 分
酸洗机组	2346	施勒曼陶瓷化工厂	BBC
五机架冷轧机	6282	西 马 克	AEG
电解清洗机组	486	德 马 克	AEG
罩式退火炉	2537	路得维希	BBC
单机架平整机	1671	西 马 克	BBC
双机架平整机	1855	德 马 克	BBC
连续电镀锡机组	1839	德 马 克	AEG
连续热镀锌机组	2178	德 马 克	AEG
横剪机组 №1	511	施 勒 曼	AEG
横剪机组 №2	469	施 勒 曼	AEG
横剪机组 №3	540	施 勒 曼	AEG
纵剪机组	250	施 勒 曼	AEG
检查、切边、重卷机组	256	施 勒 曼	AEG
材料运输系统	632	西马克运输机械	BBC
材料包装设备	899	萨 克	AEG
集中润滑系统	172	萨 克	ACEC
轧辊冷却液系统	498	萨 克	ACEC
集中保护气体设备	362	路得维希	西门子
轧辊间设备	435	瓦格纳奥托—沃尔夫	ACEC
电动桥式起重机	3230	MAN	ACEC
地面运输装卸车	76	奥托—沃尔夫	
工具与用具	34	西 马 克	AEG
实验室设备	23	奥托—沃尔夫	ACEC
合 计	27581	10个公司	4个公司

主包厂的图纸制造〔7〕。

按单台机器分包，承担设计制造的有：

- 剪切线矫直机 斯奴兹公司
- 拉伸矫直机 伦斯塔得公司
- 捆扎机 希诺得公司
- 磅秤 申克公司
- 打印装置 鲁多夫—维尔海姆公司
- 减速机 弗兰得公司
- 齿轮机座 阿布（东德）

根据主包公司的图纸制造的有：

- 开卷机、卷取机 BMAG公司
- 垛板台 维尔汉公司
- 液压剪 雷耶尔公司
- 升降台 特来派尔公司
- 辊道 罗马尼亚

皮带助卷机	南斯拉夫
板式压紧台	南斯拉夫
送料辊	霍伊施—劳公司
废边卷取机	梯勒公司
转向辊	梯勒公司
拉伸矫直机（镀锌）	弗克公司……等

仅成台的机器就由英、美、比利时、西德、东德、奥地利、法国、南斯拉夫及罗马尼亚等国一百几十家公司承包。

除成台产品分包之外，有的公司还把一些零部件或个别工序分包出去，以解决本公司加工能力的不足。这种形式称为能力外协。例如法国克鲁索公司在1974年总外购费为3.04亿法郎，占生产成本的42%，其中各种方式外协的情况如表1—8〔8〕。

表1—8 克鲁索—卢瓦尔公司产品成本中协作费的构成及协作厂概况

项 目	合 计	冶金产品外协	机 械 产 品		服务工作
			专业协作	能力协作	
协作费（亿法郎）	3.04	1.40	0.94	0.50	0.20
占成本（%）	42	19	13	7	3
一般协作工厂数		50	一般50，最多 达250。	500	
协作厂平均人数		200~2000	50~2000	2~200	

这种承包厂一般规模不大，在价格上往往要服从主包公司的要求，在经营上也往往为主包公司所控制。因此这种公司趋向实行专业化，从分包关系改变为购买的关系。

由于广泛的分包，以及大量地使用标准件、通用件，主包厂一般只制造设备主体，甚至只制造主要零部件。因此，工厂规模不太大，有较大灵活性，管理方便，有利于加快制造、缩短生产周期。

近年来国外冶金成套设备的承包和其他工业一样，趋向采用包建方式（或称全过程承包，或交钥匙承包方式、国外称为 Turn key 或 Full Turn key）。承包单位不仅负责规划、工厂设计和设备供应，还要负责工厂在正式生产前所有的建设和准备工作。这样，在工厂移交订货方时，用户只需要“把钥匙插进去，合上闸，设备就开动了”。这种承包方式，一般包括以下几方面工作〔9〕：

- 调查、可行性研究
- 工厂设计
- 筹集资金
- 设备制造和采购
- 施工安装
- 调试、试生产
- 技术工人培训等

上述几方面工作，根据具体项目不同，可有不同的组成。参加分包的单位除了制造公司外，还包括金融、采购、建筑施工、公用设施等许多方面的机构。

最近有的国家认为这种方式还不能完全满足要求，又提出一种称为“产品保证”的方式（或称包产方式，PIH 或 Product in Hand）就是在工厂交工投产以后，承包公司还要在一定时期内保证工厂开动以及提供有关的技术指导等等。这种方式相当总体承包加上技术援助（Technology Transfer）这样对承包公司的要求又增加了新的内容^[10]。

（三）广泛实行并不断发展专业化生产

国外重型机械的生产与其他行业一样，广泛地实行专业化。他们认为只要外购的价格有利，即使自己有条件制造，也要拿出去外协，因而，促进了专业化的发展。在重型机械生产中，专业化有以下几个方面：

1. 产品专业化 重型机械行业生产的产品，是按个别订货生产的。工厂的产品往往不仅在规格、数量上，就是类型和品种上也不断在变化。因此在专业化上也有它自己的特点。

国外的重型机械公司，大体可分为以下两类：一类是大型的综合性的公司，它的产品以大型轧钢设备和大型液压机为主，产品范围广、品种多。这是因为大型产品的需要量小，而生产这种产品所需的大型设备的生产能力又比较大，只能采用这种生产方式。例如美国的威恩—联合公司、梅斯他公司、布洛—诺克斯公司等都属于这一类。维恩—联合一个公司的产品就包括连铸设备、初轧、中厚板、带钢、型钢、线材等轧机、平整机、连续酸洗、除油、退火、镀层、成型、磨光、检查、分条、剪切线；管轧机、拉拔设备，以及各种单台机器、轧辊等共140余个名目，1971年该公司又从包得温—利马—汉弥敦公司购得挤压水压机的制造权。其他工业国家也都有这种公司，如日本的三菱、石川岛播磨、日立；西德的德马克、施勒曼—西马克、萨克；英国的戴维—洛维；意大利的INNES公司等等，一个国家有1~2个，或3个。这些公司一般都是规模比较大，科研设计力量比较强，能够承担大型、复杂、成套冶金设备的制造，既能适应多品种生产，而且能生产许多名牌产品有竞争力。他们是行业内的骨干。

同时各国也都还有许多规模比较小，经营范围比较窄的公司。这类公司的产品一般是中小型的，这种产品由于有一定的需要量，他们可以集中力量于发展少数品种，还可能组织小批量生产。有的公司虽然规模不大，但在国内甚至世界上很有声望。像美国的摩根建设公司主要产品是连续线材轧机和Morgoil 油膜轴承这两种产品都是在世界上著名的产品。据称莫尔根线材轧机在世界拥有的轧机中占90%，Morgoil 轴承是使用最广泛的油膜轴承，许多国家的重机公司都购买他们的制造权。但是该公司在美国的乌塞斯特工厂规模很小，由于工厂小主要采取在外国授权生产的方式。还有如美国的森吉米尔公司以森吉米尔式20辊轧机和行星轧机出名，规模也不大。还有阿贝—埃特纳机器公司、约得尔公司专门生产焊管机等等。这种公司虽然规模小，但是数量多。这些多量的小公司与少数大型公司组成了包括各个品种的行业。这两类专业化的方式，乍看来是矛盾的，但他们也有共同点，就是每个公司都力图掌握和发展有自己特色的技术，形成名牌产品，并且能够经济地生产。

在上面两种专业之外，国外还有不少专业生产某几种单项机器的公司，这种公司由于专业性强，一般比前述二种公司的规模要小。也有一些公司的产品可以供应许多行业，例如运输设备、称量设备制造公司的规模比较大。这种公司如表1—9^[11]。

2. 大量使用标准件、通用件

国外在重型机械制造中，广泛使用标准件、通用件，这样有利于保证质量，缩短生产周期，降低生产成本。例如在轧钢机中的齿轮减速机、齿轮联轴器、万向联轴节、液压缸、液

表 1—9 部分专门机器制造公司

国 别	公 司	产 品	人 数
美	海尔顿机器公司	同步飞剪、铡刀剪、圆盘剪	
美	尤尼来克斯公司	钢板表面检查设备	10
美	潘 尼 尔 公 司	打 印 机	
美	佩 蒂 康 公 司	测 厚 仪	110
美	GAI工业公司	Lamijet 层流冷却设备	30
美	CONSARC Corp.	各种熔炉、真空冶炼、电渣重熔等	45
美	BLH电子公司	应 变 仪	400
西 德	斯 奴 兹 公 司	矫 直 机	30
西 德	申 克 公 司	称量装置、磅称	

压阀组、风缸、风动阀组、自动焊机、润滑装置、液压管接头、运输机链条、门闩以及紧固件等都是专业厂生产的标准件。

这些公司由于专业化生产，有利于实现产品的标准化、通用化，不仅为某一个行业服务。实行标准可以加大生产批量，为采用生产线、采用新工艺和专用设备创造了条件。如西德一般尺寸的万向联轴节都在万向联轴节制造公司制造，德马克公司制造的双机架平整机和路得维希公司制造的镀锌退火炉上的万向联轴节都在该公司订货。该公司月产万向联轴节10000套，采用流水作业生产，如果仅为一个公司或重机行业服务，就不可能办到。又如日本的运输机链条的链板，由于专业化生产，采用冲压工艺制造，质量好而且美观；美国Penn机器公司专业生产辊道齿轮，对锥齿轮采用精铸工艺，齿形不需加工，因而成本可以降低30%，据说95%的辊道都可以使用这种齿轮。

美国的专业公司还有^[11]：

维奇塔离合器公司：空气制动器

Ex—Cell—O公司锥形传动部门：

双包络蜗杆，减速器等

喷雾系统公司：喷雾、喷油等各种喷嘴

派隆尼克公司：烧咀、燃烧控制设备

雷诺公司：各种联轴器、传动装置

派力施动力制品公司的派力施万向传动部门：工业用万向轴

3. 工艺专业化

国外重型机械公司一般只有机械加工、装配和金属结构车间，铸锻件毛坯制造、热处理、表面处理等工序大多数依靠专业化公司，特殊工艺如衬胶、包铜等则全部是外协的。这样，重机厂就可以避免采用一些负荷很低的设备，更有效地使用资金，并且有利于保证质量。

例如日本的专业齿轮公司的大齿轮热处理也向专业热处理公司协作。在焊接生产方面，西德有专门经营轴的对焊的公司，美国和西德都有专门做钢板表面喷丸清理和涂底漆的公司，例如美国的金属服务公司，总共有18人，有6台清理设备和1台喷漆设备。

在专业公司之间还有细致的分工，例如西德的专业表面处理的公司，不同镀层如镀铜、镀铬也有分工。生产导电辊时，毛坯和加工在一家生产，包铜皮和镀铜在另一家，镀铬又在一家，镀铬后再送回镀铜厂精加工，各有各的专业。