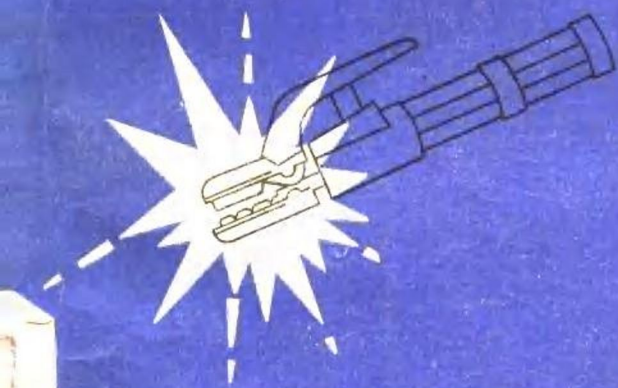


工人技术读物

# 电焊工

鞍山钢铁公司修建部编

DIAN HAN GONG



辽宁人民出版社

# 电 焊 工

鞍山钢铁公司修建部编

\*

辽宁人民出版社出版

(沈阳市南京街6段1里2号)

辽宁省新华书店发行

沈阳第二印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 $\frac{1}{4}$  印张: 18 $\frac{3}{4}$  字数: 370,000  
1977年11月第1版 1977年11月第1次印刷

统一书号: 15090·43 定价: 1.47元

## 毛主席语录

管理也是社教。如果管理人员不到车间小组搞三同，拜老师学一门至几门手艺，那就一辈子会同工人阶级处于尖锐的阶级斗争状态中，最后必然要被工人阶级把他们当作资产阶级打倒。不学会技术，长期当外行，管理也搞不好。以其昏昏，使人昭昭，是不行的。

我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行。我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

---

## 出 版 说 明

在毛主席无产阶级革命路线指引下，在无产阶级文化大革命运动的推动下，我省工人业余教育蓬勃发展。为了适应社会主义革命和社会主义建设迅速发展的需要，满足广大工人，特别是青年工人为革命学习技术的要求，我们遵照毛主席关于“人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由”的伟大教导，编辑了车工、钳工、铆工、铣工、锻工、刨工、磨工、铸工、电工、电焊工和技工数学等工人技术读物，将陆续出版。

这套工人技术读物是由鞍钢机修总厂、大连红旗造船厂、沈阳第一机床厂、中捷人民友谊厂、沈阳风动工具厂、沈阳铸造厂、大连工矿车辆厂、大连电机厂、鞍钢修建部等单位分别编写的。各厂在厂党委的领导下，组织了由工人、技术人员和干部三结合的编创小组，运用毛主席的光辉哲学思想，分析、研究、总结了生产斗争和科学实验中的经验，回答了工人同志们在生产斗争和科学实验中提出的技术问题。内容切合实际，语言通俗易懂。可供工人、特别是青年工人业余学习和技工学校教学参考使用。

《电焊工》是由鞍钢修建部编写的。他们在部党委的领

导下，收集了大量的技术资料，总结了生产实践经验，并多次征求工人、技术人员和沈阳冶金机械学校等单位的意见，进行了反复修改和补充，逐步形成了这本《电焊工》。我们在编辑过程中，还得到了鞍钢基建公司、鞍钢机修总厂、鞍山市铁东区铆焊厂等单位有关同志的指导和帮助，在此表示感谢。

本书可能存在一些缺点和错误，请读者批评指正。

# 目 录

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 第一章 概论            | 1   |
| 第一节 电弧焊的发展简史      | 1   |
| 第二节 电弧焊接在我国的应用与发展 | 2   |
| 第三节 焊接结构的优越性      | 6   |
| 第四节 焊接方法的分类及特点    | 8   |
| 第二章 钢材的基本知识       | 13  |
| 第一节 钢材的分类         | 13  |
| 第二节 普通低合金钢的分类     | 16  |
| 第三节 钢材的基本性能       | 20  |
| 第四节 钢材的可焊性        | 27  |
| 第三章 电弧焊接设备        | 43  |
| 第一节 电的基本知识        | 43  |
| 第二节 电焊机的分类        | 59  |
| 第三节 对电弧焊机的基本要求    | 64  |
| 第四节 如何选择电焊机       | 72  |
| 第五节 交流弧焊机         | 74  |
| 第六节 直流弧焊机         | 82  |
| 第七节 手弧焊整流焊机       | 91  |
| 第八节 电焊机的串联和并联的运用  | 95  |
| 第九节 电焊机的维护与修理     | 101 |

|            |                        |            |
|------------|------------------------|------------|
| 第十节        | 电焊机自动断电装置 .....        | 107        |
| <b>第四章</b> | <b>焊接材料 .....</b>      | <b>114</b> |
| 第一节        | 焊丝 .....               | 114        |
| 第二节        | 药皮 .....               | 116        |
| 第三节        | 焊条 .....               | 130        |
| 第四节        | 焊条的规格、检验及保存 .....      | 135        |
| 第五节        | 焊条制造工艺简介 .....         | 137        |
| 第六节        | 焊条的选用 .....            | 151        |
| 第七节        | 焊条消耗量的理论计算 .....       | 153        |
| 第八节        | 焊剂牌号 .....             | 156        |
| <b>第五章</b> | <b>焊接冶金过程 .....</b>    | <b>158</b> |
| 第一节        | 焊接冶金过程的特点 .....        | 158        |
| 第二节        | 氧、氢、氮的作用和影响 .....      | 161        |
| 第三节        | 熔渣的性能及作用 .....         | 165        |
| 第四节        | 焊接接头的显微组织 .....        | 176        |
| 第五节        | 热处理基本知识 .....          | 179        |
| <b>第六章</b> | <b>手工电弧焊操作技术 .....</b> | <b>189</b> |
| 第一节        | 焊接电弧 .....             | 189        |
| 第二节        | 引弧 .....               | 204        |
| 第三节        | 运条方法 .....             | 206        |
| 第四节        | 焊缝的起头收尾及接头 .....       | 213        |
| 第五节        | 焊接规范 .....             | 215        |
| 第六节        | 焊缝坡口型式 .....           | 223        |
| 第七节        | 重要结构一般焊接工艺要点 .....     | 226        |
| 第八节        | 平焊 .....               | 229        |
| 第九节        | 横焊 .....               | 238        |

|             |                               |            |
|-------------|-------------------------------|------------|
| 第十节         | 立焊 .....                      | 242        |
| 第十一节        | 仰焊 .....                      | 247        |
| 第十二节        | 堆焊 .....                      | 250        |
| 第十三节        | 铸铁的焊补 .....                   | 252        |
| <b>第七章</b>  | <b>埋弧自动焊及半自动焊 .....</b>       | <b>266</b> |
| 第一节         | 埋弧焊冶金过程及工艺特点 .....            | 266        |
| 第二节         | 焊剂 .....                      | 271        |
| 第三节         | 埋弧焊接设备 .....                  | 274        |
| 第四节         | 埋弧焊操作技术 .....                 | 291        |
| 第五节         | 埋弧焊的焊接规范 .....                | 293        |
| 第六节         | 红旗—500型埋弧自动<br>角焊机及其应用 .....  | 304        |
| <b>第八章</b>  | <b>焊接应力及变形 .....</b>          | <b>312</b> |
| 第一节         | 焊接应力与变形产生的原因及影响 .....         | 312        |
| 第二节         | 焊接变形的预防措施 .....               | 323        |
| 第三节         | 焊接结构变形的矫正方法 .....             | 336        |
| 第四节         | 焊接应力及消除方法 .....               | 337        |
| <b>第九章</b>  | <b>简单焊缝的强度计算及焊缝代号 .....</b>   | <b>346</b> |
| 第一节         | 容许应力的基本概念及选择 .....            | 346        |
| 第二节         | 焊接接头强度计算 .....                | 352        |
| 第三节         | 焊缝代号 .....                    | 358        |
| <b>第十章</b>  | <b>炉壳及球型容器的焊接 .....</b>       | <b>369</b> |
| 第一节         | 大型高炉和转炉炉壳的焊接 .....            | 369        |
| 第二节         | 球型容器的焊接 .....                 | 390        |
| <b>第十一章</b> | <b>几种高效率焊接和特种工艺方法简介 .....</b> | <b>403</b> |

|             |                        |            |
|-------------|------------------------|------------|
| 第一节         | 手工电弧焊单面焊接双面成型 .....    | 403        |
| 第二节         | 滑轨式重力焊接 .....          | 405        |
| 第三节         | 电渣焊 .....              | 409        |
| 第四节         | 二氧化碳气体保护焊 .....        | 420        |
| 第五节         | 等离子弧焊接 .....           | 432        |
| 第六节         | 铝及铝合金的手工氩弧焊 .....      | 441        |
| 第七节         | 碳弧气刨 .....             | 447        |
| <b>第十二章</b> | <b>焊接的缺陷及检验 .....</b>  | <b>458</b> |
| 第一节         | 常见的焊缝缺陷 .....          | 458        |
| 第二节         | 压力容器及管道的试压与试漏 .....    | 469        |
| 第三节         | 焊接接头的磁性探伤 .....        | 472        |
| 第四节         | 焊接接头的射线透视 .....        | 474        |
| 第五节         | 焊接接头的超声波探伤 .....       | 479        |
| 第六节         | 焊接接头的金相检验 .....        | 480        |
| 第七节         | 焊缝金属及焊接接头的机械性能试验 ..... | 492        |
| 第八节         | 焊缝的化学成分分析 .....        | 498        |
| <b>第十三章</b> | <b>劳动保护及安全技术 .....</b> | <b>499</b> |
| 第一节         | 电焊工工具 .....            | 499        |
| 第二节         | 电焊工劳动保护 .....          | 501        |
| 第三节         | 电焊工安全技术 .....          | 502        |
| <b>附 表</b>  |                        |            |
| 附表 1        | 常用单位及其换算 .....         | 506        |
| 附表 2        | 常用面积计算公式表 .....        | 509        |
| 附表 3        | 常用体积和表面积计算公式表 .....    | 511        |
| 附表 4        | 各种型材理论重量的计算方法 .....    | 513        |
| 附表 5        | 化学元素符号及常用化学符号对照表 ..... | 514        |

|      |                           |     |
|------|---------------------------|-----|
| 附表 6 | 几种常用金属材料的物理性能表.....       | 517 |
| 附表 7 | 几种硬度值与碳素钢抗拉强度的近似对照表 ..... | 518 |
| 附表 8 | 甲类、特类普通碳素钢 .....          | 522 |
| 附表 9 | 乙类、特类普通碳素钢 .....          | 524 |
| 附表10 | 优质碳素结构钢 .....             | 526 |
| 附表11 | 锅炉和火箱用热轧碳素钢板.....         | 528 |
| 附表12 | 普通低合金结构钢 .....            | 529 |
| 附表13 | 电焊机产品新旧型号对照表.....         | 532 |
| 附表14 | 国产焊条用钢丝的牌号及化学成分表 .....    | 538 |
| 附表15 | 各类焊条的简明表 .....            | 542 |
| 附表16 | 几种主要钢种推荐用的焊条.....         | 560 |
| 附表17 | 几种国产焊条牌号对照表.....          | 563 |
| 附表18 | 国内外几种焊条牌号对照表.....         | 569 |
| 附表19 | 焊剂简明表.....                | 573 |
| 附表20 | 中国与苏联焊剂牌号对照表.....         | 575 |

# 第一章 概 论

## 第一节 电弧焊的发展简史

电弧——这一在两个电极间的气体介质中长时间剧烈放电的现象，是在一八〇二年首次被人们发现和记载的。但直到一八八二年才开始用电流的直接作用来连接金属。由于当时电力工业尚不发达，电能价高，电焊设备既贵，构造又复杂，加以焊接的质量差，特别是人们对电弧焊的规律还缺乏认识，因此电弧焊的应用受到了限制。

随着工业生产的发展，在二十世纪二十年代开始出现了构造简单、成本低廉的交流电焊机。接着又研制成了用涂料造渣、造气，同时渗入合金并调整焊缝金属的化学成分的厚涂料焊条，这样，电弧焊的应用就日趋广泛，焊接结构开始取代了铆接结构及部分铸造结构。二十世纪三十年代末期，埋弧自动焊问世了，电弧焊接向机械化迈进了一大步。

二十世纪四十年代初，随着航空、原子能、无线电技术等迅速发展，大量采用了铝、镁、钛、锆及其合金和钨、钼、钽等新材料。这些新材料都是一些化学活泼性强、极易氧化的金属或高熔点的特殊金属，原有的焊接方法已不相适应，于是氩气保护电弧焊这一新工艺就诞生了。

一九五一年发明了利用电流通过熔渣产生的电阻热作热

源进行焊接的电渣焊，这是焊接技术的一次巨大革命，它为重型机器的制造开辟了新的途径。同年还研究成功了二氧化碳气体保护焊，从而为任何空间位置的、形状复杂的、长度较短的焊缝的焊接过程半自动化、自动化奠定了基础。最近又研究成功了真空电子束焊接，使电弧焊接技术向更高的阶段发展。

## 第二节 电弧焊接在我国的应用与发展

解放前，由于长期的封建统治、帝国主义的侵略掠夺和国民党反动派的剥削压榨，严重阻碍了生产力的发展，我国的工业极为落后。电弧焊接这项工艺，更是处于奄奄一息，若有若无的境地，根本谈不上什么机械化、自动化。为数很少的手工电弧焊，主要是用于修补工作，而所需的焊接材料和设备，均要依赖外国进口。

“一唱雄鸡天下白。”在中国共产党和伟大领袖毛主席的英明领导下，广大工人、干部和技术人员奋发图强、自力更生、艰苦奋斗，使电弧焊接工艺蓬勃向前发展，呈现出崭新的面貌。在国家计划的统一安排下，全国建立了各种焊接技术的研究机构，各大专学校相继开设了焊接专业，各厂矿分期分批地培训大批焊接技术工人，我国的焊接科学技术队伍日益壮大起来。在党的“独立自主，自力更生”方针指引下，在全国各地从无到有、从小到大地建立了以国产原料制造的焊接材料和设备的生产基地，并形成了我国独特的产品系列。早在一九五五年，就成功地建成了我国第一座全焊炼铁高炉。

接着，焊接的大型轧钢机、船舶、大型锅炉、高压容器等先后问世，而一万二千吨水压机的胜利投产更标志着我国的电渣焊已达到了先进的水平。

特别是无产阶级文化大革命以来，广大工人、干部和工程技术人员狠批了刘少奇、林彪推行的反革命修正主义路线，认真贯彻执行“鞍钢宪法”，使我国的焊接技术更有突飞猛进的发展。一九六六年，我国第一台等离子体喷涂喷枪研制成功，并使这一新技术应用于焊接、堆焊、喷涂及水下焊割等方面。二氧化碳气体保护焊也有了较大的发展。细丝二氧化碳气体保护焊已在很多工业部门广泛使用，而粗丝二氧化碳气体保护焊的试验研究，也取得了一定的成果。我国在真空电子束焊接、超声波焊接、激光焊接等等许多先进技术方面以及全位置焊、窄间隙焊、垂直气电焊、管状焊条丝极电渣焊及中、厚板结构横向自动焊方面都有了很大的进展，有的已达到世界先进水平。

如用管状焊条丝极电渣焊焊接的大型纯氧顶吹转炉（图 1—1）；用新钢种制造焊接的大型球形容器（图 1—2）；我国自行设计、制造的二万五千吨货轮（图 1—3）；新建炼油厂（图 1—4）；重型塔式起重机（图 1—5）等，都是在无产阶级文化大革命期间建成的。这是毛主席无产阶级革命路线的伟大胜利，这是无产阶级文化大革命的丰硕成果！

虽然我国的焊接技术有了很大的发展，但它在我国还是一项比较年轻的科学，还有不少问题有待进一步研究解决。我们坚信，只要我们在三大革命实践的运动中，紧紧抓住阶

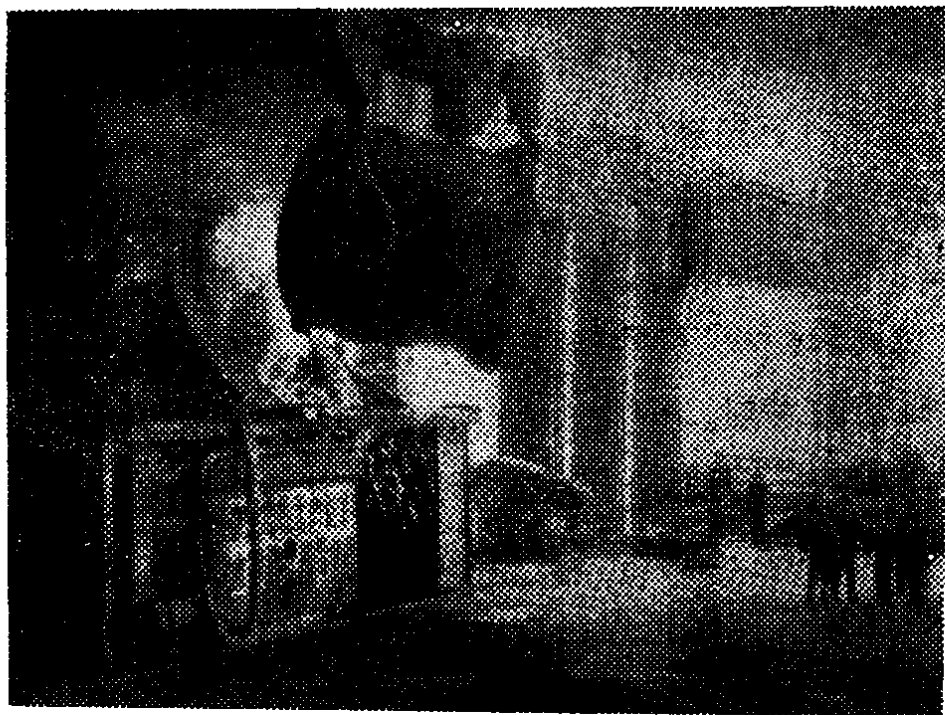


图 1—1 管状焊条丝极电渣焊焊接的大型纯氧顶吹转炉

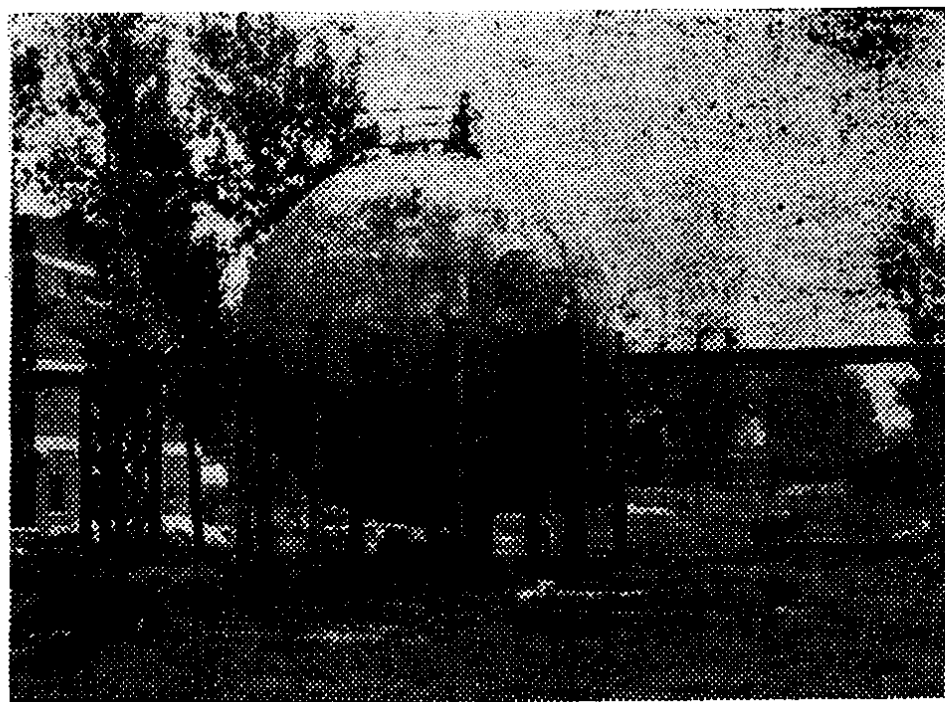


图 1—2 用新钢种制造焊接的大型球形容器

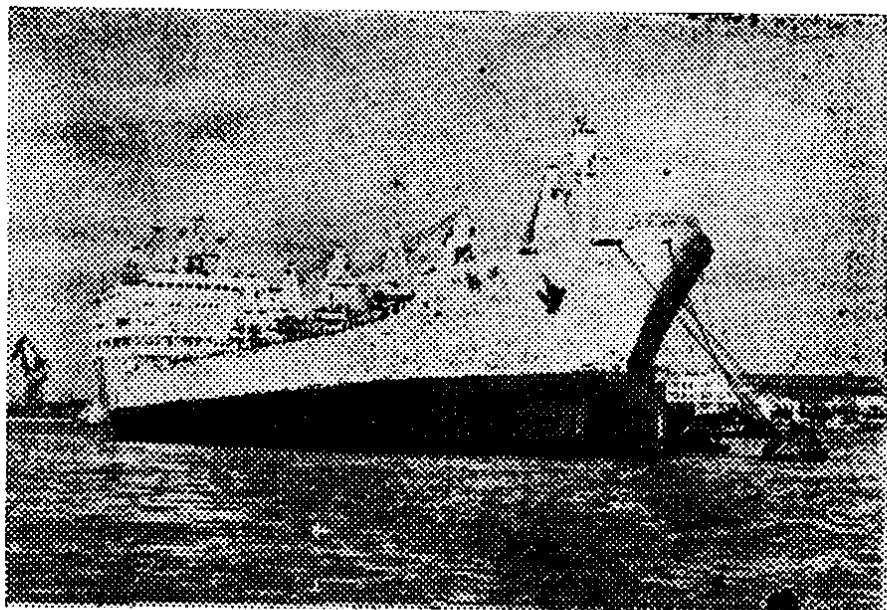


图 1—3 二万五千吨货轮

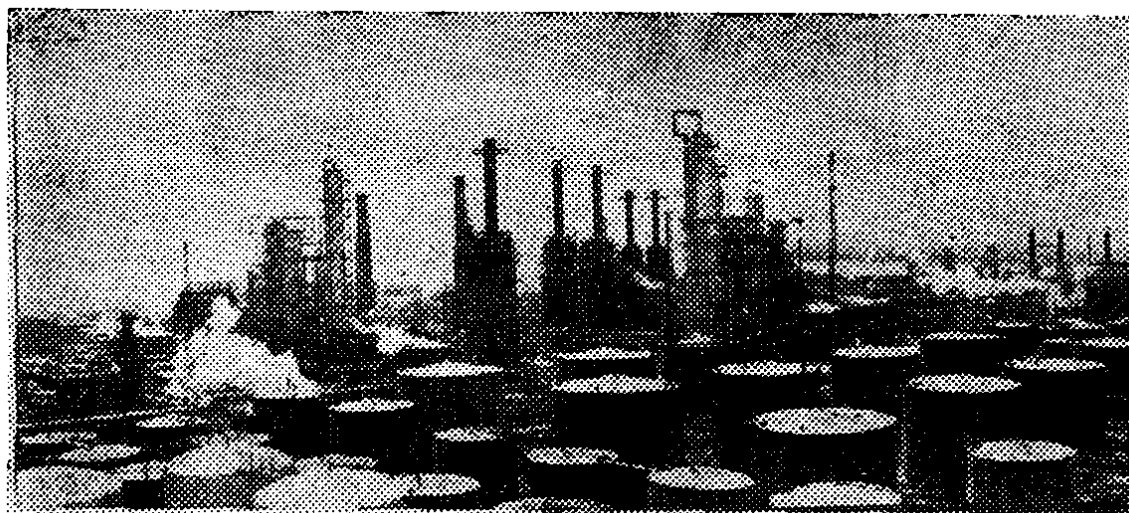


图 1—4 新建炼油厂一角

级斗争这个纲,坚持党的基本路线,认真贯彻执行鞍钢宪法,坚持无产阶级政治挂帅,加强党的领导,大搞群众运动,实行两参一改三结合,大搞技术革新和技术革命,坚持“自力更生”、“艰苦奋斗”的方针,我国的焊接技术一定能够赶上和超过世界先进水平,为人类做出较大的贡献。

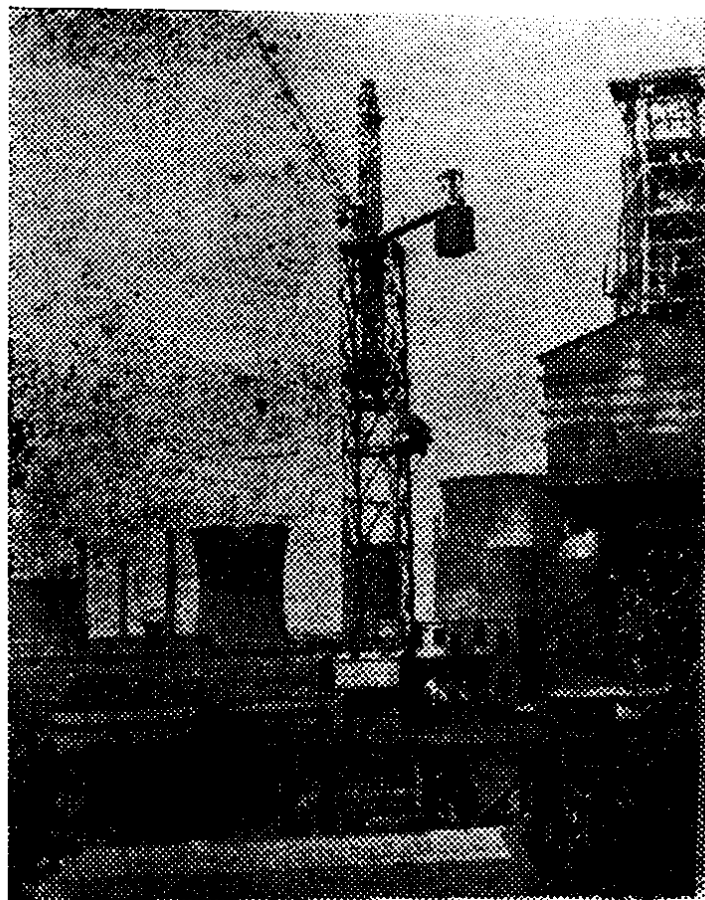


图 1—5 重型塔式起重机

### 第三节 焊接结构的优越性

焊接结构与铆接结构及铸造件相比，具有如下优点。

#### 1. 构件重量轻，减少金属消耗

焊接结构的构件比较单一，而铆接结构需用钢板、角钢等辅助单件来联接成构件。根据多年的实践证明：焊接结构比铆接结构的重量可减轻15~20%，铸造件因受各种几何尺寸形状和生产工序条件的限制，金属切屑加工的余量较大，而焊接结构切削余量较少。一般焊接结构比铸造件的重量可减

轻30~40%。

## 2. 结构强度高

铆接联接强度主要靠辅助单件和铆钉，即使构件联接断面加大，也不能发挥百分之百的效用，而焊接焊缝只要达到技术要求，其强度就可以超过基本金属，其质量也是好于铆接的。铸造如工艺过程不好，会产生气孔和缩孔，这些缺陷对受冲击和交变载荷是非常不利的，而焊接则有良好的紧密度。

## 3. 成本较低

由于焊接结构件的重量和加工构件所耗用的劳动量较少，所以比铆接、铸造的成本是较低的。

## 4. 改善了劳动条件

铆接及铸造的操作要用风动工具，由于风动工具噪音大，连续操作会使工人的听觉受到伤害，而焊接的过程噪音很小。

## 5. 设备费用降低

铆接需要大量的钻床、冲床、空气压缩机甚至水压机等；铸造需要砂箱、干燥箱、化铁炉、鼓风机、清砂设备等。而焊接只需电焊机，设备费用较低。

## 6. 焊接工序简单，劳动生产率高

铆接除下料、剪切外，还需钻孔、扩孔、铆钉以至捻缝等工序；铸造需木型、砂型、烘砂芯、化铁浇注、清砂等工序。两者的工序都比较复杂，辅助时间也长。而焊接则工序单一，结构件可以多人同时进行焊接，工作效率高，辅助时间也少。