



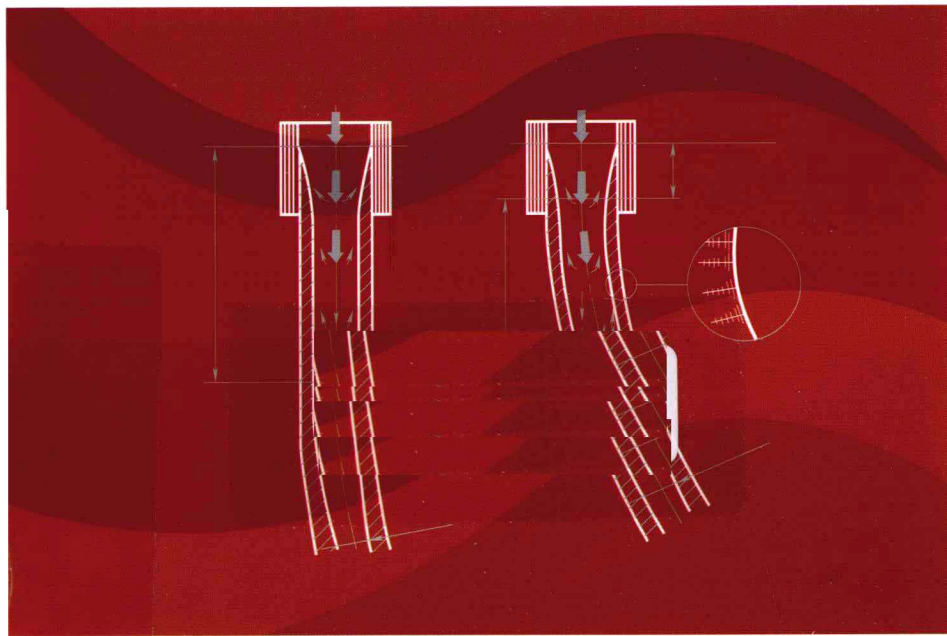
冶金操作岗位培训丛书

YEJIN CAOZUO GANGWEI PEIXUN CONGSHU

# 连铸工

## LIANZHU GONG

时彦林 李建朝 主编



化学工业出版社



冶金操作岗位培训丛书

YEJIN CAOZUO GANGWEI PEIXUN CONGSHU

# 连 铸 工

## LIANZHU GONG



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书参照冶金行业职业技能标准和技能鉴定规范,根据冶金企业的生产实际和岗位群的技能要求,主要介绍了连铸工所必须掌握的基本知识和技能。内容主要包括连续铸钢生产概况、连续铸钢设备运转模式、连铸坯凝固基本知识、连续铸钢设备及操作、连铸工艺制度、连铸生产操作、连铸安全及事故处理、连铸坯质量、连铸耐火材料。理论联系实际,知识全面,工艺特点突出,具有很强的实用性和指导性。

本书可作为连铸工的培训教材,也可供冶金专业技术人员、企业技术工人提高专业知识和工作技能参考,还可供职业院校冶金专业学生阅读。

### 图书在版编目(CIP)数据

连铸工/时彦林,李建朝主编. —北京:化学工业出版社, 2011.4

(冶金操作岗位培训丛书)

ISBN 978-7-122-10552-3

I. 连… II. ①时…②李… III. 连续铸造 IV. TG249.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 024231 号

---

责任编辑:刘丽宏

文字编辑:余纪军

责任校对:宋 玮

装帧设计:刘丽华

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张12½ 字数334千字

2011年6月北京第1版第1次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:38.00 元

版权所有 违者必究

# 前言

近年来我国连铸技术尤其是薄板坯和薄带技术取得了非常大的进步，新技术、新工艺不断出现，我国钢铁工业坚持“炼钢 炉外精炼 连铸三位一体组合优化”的发展原则，在连铸生产中，积极推广、采用已有的技术创新成果。为了适应连续铸钢高效化、近终形方向发展，解决连续铸钢在发展中所遇到的问题，要依靠钢厂和设备制造商之间通力合作以及拥有一支训练有素、经验丰富的操作人员，培训一支素质高、技术精的连续铸钢操作人员来处理 and 掌握最新工艺技术是取得成功的关键所在。本书就是为适应上述要求而编写的。

本书参照冶金行业职业技能标准和职业技能鉴定规范，根据冶金企业的生产实际和岗位群的技能要求，主要介绍了连铸工所必须掌握的基本知识和技能。内容主要包括连续铸钢生产概况、连续铸钢设备运转模式、铸坯凝固基本知识、连续铸钢设备及操作、连铸工艺制度、连铸生产操作、连铸安全及事故处理、连铸坯质量、连铸耐火材料。全书在内容编排上努力做到基本概念清晰，强调实践，突出技能。语言上力求深入浅出，通俗易懂。同时，书中也注意反映新知识、新技术、新工艺、新方法的应用和发展。

本书可作为连铸工的培训教材，也可供冶金专业技术人员、企业技术工人提高专业知识和工作技能参考，还可供职业院校冶金专业学生阅读。

本书由时彦林、李建朝主编，齐素慈、张士宪、贾艳任副主编。参加编写的还有张欣杰、刘燕霞、董中奇、黄伟青、吴文朝。邯郸钢铁集团公司李太全高级工程师、博士在百忙中审阅了全书。本书在编写过程中得到了许多同行的大力帮助，还参阅了很多有关

连铸方面的著作、论文及其有关人员提供的资料与经验，在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平所限，编写时间仓促，书中不当之处难免，敬请读者批评指正。

编者

# 目 录

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 第 1 章 连续铸钢概况 .....      | 1  |
| 1.1 连续铸钢工艺过程及设备组成 ..... | 1  |
| 1.1.1 连续铸钢的生产工艺流程 ..... | 1  |
| 1.1.2 连铸的设备组成 .....     | 2  |
| 1.2 连铸机的分类及连铸优越性 .....  | 3  |
| 1.2.1 连铸机分类 .....       | 3  |
| 1.2.2 连续铸钢的优越性 .....    | 5  |
| 1.3 连铸设备的主要设计参数 .....   | 6  |
| 1.4 连铸生产的技术经济指标 .....   | 8  |
| 1.4.1 主要技术经济指标 .....    | 8  |
| 1.4.2 其他指标 .....        | 10 |
| 第 2 章 连铸坯凝固基础知识 .....   | 12 |
| 2.1 钢液的凝固 .....         | 12 |
| 2.1.1 钢液结晶的条件 .....     | 12 |
| 2.1.2 钢液结晶的特点 .....     | 18 |
| 2.2 连铸坯凝固传热 .....       | 27 |
| 2.2.1 凝固传热特点 .....      | 27 |
| 2.2.2 连铸坯凝固过程热平衡 .....  | 28 |
| 2.3 钢液在结晶器内的凝固 .....    | 29 |
| 2.3.1 结晶器凝固传热的特点 .....  | 29 |
| 2.3.2 结晶器内坯壳的形成 .....   | 31 |

|       |              |    |
|-------|--------------|----|
| 2.3.3 | 结晶器坯壳的生长     | 33 |
| 2.3.4 | 结晶器凝固传热的影响因素 | 34 |
| 2.4   | 铸坯在二冷区的凝固    | 41 |
| 2.4.1 | 二冷与连铸坯质量     | 41 |
| 2.4.2 | 二冷区的凝固传热     | 41 |
| 2.4.3 | 二冷区凝固传热的影响因素 | 42 |
| 2.4.4 | 二冷区凝固坯壳的生长   | 45 |
| 2.4.5 | 铸坯的液相穴深度     | 47 |
| 2.5   | 连铸坯的结构       | 48 |
| 2.5.1 | 连铸坯的凝固结构     | 48 |
| 2.5.2 | 连铸坯结构的控制     | 51 |
| 2.6   | 连铸坯冷却过程中的应力  | 53 |
| 2.6.1 | 热应力          | 53 |
| 2.6.2 | 组织应力         | 54 |
| 2.6.3 | 机械应力         | 55 |
| 2.6.4 | 应力的消除        | 56 |

### 第3章 连续铸钢设备及操作 ..... 57

|       |               |    |
|-------|---------------|----|
| 3.1   | 连铸设备运转模式      | 57 |
| 3.1.1 | 连铸设备运转方式及相互关系 | 57 |
| 3.1.2 | 连铸设备运转方式转换的特点 | 59 |
| 3.2   | 连铸设备运转程序      | 60 |
| 3.3   | 钢包、中间包设备及操作   | 63 |
| 3.3.1 | 钢包            | 63 |
| 3.3.2 | 钢包水口          | 65 |
| 3.3.3 | 钢包烘烤          | 70 |
| 3.3.4 | 钢包回转台         | 72 |
| 3.3.5 | 中间包           | 76 |
| 3.3.6 | 中间包水口         | 79 |

|       |                 |     |
|-------|-----------------|-----|
| 3.3.7 | 中间包烘烤           | 89  |
| 3.3.8 | 中间包车            | 91  |
| 3.4   | 结晶器和结晶器振动装置     | 96  |
| 3.4.1 | 结晶器             | 96  |
| 3.4.2 | 结晶器振动装置         | 110 |
| 3.5   | 铸坯导向、冷却及拉矫装置与操作 | 120 |
| 3.5.1 | 小方坯连铸机导向及拉矫装置   | 120 |
| 3.5.2 | 大方坯连铸机导向及拉矫装置   | 124 |
| 3.5.3 | 板坯连铸机导向及拉矫装置    | 127 |
| 3.5.4 | 二冷区冷却装置         | 133 |
| 3.6   | 铸坯切割装置及操作       | 136 |
| 3.6.1 | 火焰切割机           | 136 |
| 3.6.2 | 机械剪切机           | 145 |
| 3.7   | 引锭装置及操作         | 147 |
| 3.7.1 | 引锭杆             | 148 |
| 3.7.2 | 引锭头             | 150 |
| 3.7.3 | 引锭杆存放装置         | 153 |
| 3.7.4 | 引锭装置操作          | 156 |
| 3.8   | 铸坯输出装置及操作       | 158 |
| 3.8.1 | 输送辊道            | 158 |
| 3.8.2 | 横移装置            | 161 |
| 3.8.3 | 冷却装置            | 162 |
| 3.9   | 铸坯表面清理装置        | 165 |

## 第 4 章 连铸生产工艺制度 167

|       |           |     |
|-------|-----------|-----|
| 4.1   | 连铸钢液质量的控制 | 167 |
| 4.1.1 | 钢液温度的控制   | 167 |
| 4.1.2 | 钢液成分的控制   | 172 |
| 4.1.3 | 钢液纯净度的控制  | 174 |

|       |                  |     |
|-------|------------------|-----|
| 4.1.4 | 钢液流动性的控制 .....   | 176 |
| 4.1.5 | 中间包冶金 .....      | 177 |
| 4.1.6 | 保护浇注 .....       | 186 |
| 4.2   | 拉速的确定及控制 .....   | 188 |
| 4.2.1 | 拉速的确定 .....      | 189 |
| 4.2.2 | 影响拉速的因素 .....    | 191 |
| 4.2.3 | 拉速的调整和控制 .....   | 193 |
| 4.3   | 冷却制度的控制 .....    | 195 |
| 4.3.1 | 结晶器冷却制度 .....    | 195 |
| 4.3.2 | 二次冷却制度 .....     | 198 |
| 4.4   | 连铸保护渣 .....      | 204 |
| 4.4.1 | 保护渣的类型 .....     | 204 |
| 4.4.2 | 保护渣的功能 .....     | 205 |
| 4.4.3 | 保护渣的结构 .....     | 206 |
| 4.4.4 | 保护渣的理化性能 .....   | 208 |
| 4.4.5 | 保护渣的配制 .....     | 210 |
| 4.4.6 | 保护渣的操作要点 .....   | 211 |
| 4.4.7 | 保护渣的选择 .....     | 212 |
| 4.4.8 | 高速连铸保护渣的选用 ..... | 213 |
| 4.5   | 电磁搅拌 .....       | 217 |
| 4.5.1 | 电磁搅拌特点和选择 .....  | 217 |
| 4.5.2 | 电磁搅拌的分类 .....    | 219 |
| 4.5.3 | 结晶器电磁搅拌 .....    | 221 |
| 4.5.4 | 二次冷却区电磁搅拌 .....  | 221 |
| 4.5.5 | 凝固末端电磁搅拌 .....   | 222 |
| 4.5.6 | 电磁搅拌存在的问题 .....  | 223 |
| 4.6   | 连铸耐火材料 .....     | 224 |
| 4.6.1 | 钢包耐火材料 .....     | 224 |
| 4.6.2 | 中间包耐火材料 .....    | 228 |
| 4.6.3 | 连铸用功能耐火材料 .....  | 232 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| <b>第 5 章 连铸生产操作</b>  | 237 |
| 5.1 连铸操作岗位           | 237 |
| 5.1.1 岗位职责简介         | 237 |
| 5.1.2 各岗位之间的信息传递及其反馈 | 238 |
| 5.2 开浇铸前的检查与设备       | 238 |
| 5.2.1 机长和浇钢工的检查与准备工作 | 239 |
| 5.2.2 主控室操作工的检查与准备工作 | 241 |
| 5.2.3 引锭工的检查与准备工作    | 241 |
| 5.2.4 切割工的检查         | 242 |
| 5.3 开浇操作             | 243 |
| 5.3.1 开浇操作要点         | 243 |
| 5.3.2 开浇过程操作         | 245 |
| 5.4 正常浇铸操作           | 246 |
| 5.4.1 拉坯速度的控制        | 246 |
| 5.4.2 液面控制           | 246 |
| 5.4.3 冷却制度的控制        | 247 |
| 5.4.4 脱锭操作           | 248 |
| 5.4.5 切割操作           | 248 |
| 5.5 多炉连浇操作           | 249 |
| 5.5.1 更换钢包操作         | 249 |
| 5.5.2 快速更换中间包操作      | 249 |
| 5.5.3 异钢种连浇的操作       | 250 |
| 5.6 停浇操作             | 251 |
| 5.7 精整               | 254 |
| 5.8 优质钢和合金钢的连铸       | 256 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| <b>第 6 章 连铸安全与事故处理</b> | 258 |
| 6.1 连铸安全               | 258 |
| 6.1.1 总的注意事项           | 258 |

|       |                 |     |
|-------|-----------------|-----|
| 6.1.2 | 钢包工安全注意事项 ..... | 259 |
| 6.1.3 | 浇钢工安全注意事项 ..... | 260 |
| 6.1.4 | 主控工安全注意事项 ..... | 260 |
| 6.1.5 | 切割工安全注意事项 ..... | 261 |
| 6.2   | 常见事故及处理 .....   | 262 |
| 6.2.1 | 钢包事故 .....      | 262 |
| 6.2.2 | 中间包事故 .....     | 271 |
| 6.2.3 | 结晶器事故 .....     | 278 |
| 6.2.4 | 二冷事故 .....      | 282 |
| 6.2.5 | 漏钢事故 .....      | 283 |
| 6.2.6 | 连铸冻坯 .....      | 288 |
| 6.2.7 | 连铸顶坯 .....      | 290 |
| 6.2.8 | 保护渣结团 .....     | 291 |

## 第 7 章 连铸坯质量控制..... 294

|       |                  |     |
|-------|------------------|-----|
| 7.1   | 连铸坯质量 .....      | 294 |
| 7.1.1 | 连铸坯质量含义 .....    | 294 |
| 7.1.2 | 连铸坯质量要求 .....    | 295 |
| 7.1.3 | 连铸坯质量特征 .....    | 295 |
| 7.1.4 | 连铸坯缺陷分类 .....    | 296 |
| 7.2   | 连铸坯的纯净度 .....    | 296 |
| 7.2.1 | 连铸夹杂物 .....      | 296 |
| 7.2.2 | 影响连铸坯夹杂的因素 ..... | 297 |
| 7.2.3 | 减少夹杂物的方法 .....   | 300 |
| 7.3   | 连铸坯的表面缺陷 .....   | 301 |
| 7.3.1 | 连铸坯的表面裂纹 .....   | 302 |
| 7.3.2 | 振动痕迹 .....       | 305 |
| 7.3.3 | 气孔和气泡 .....      | 305 |
| 7.3.4 | 表面夹渣 .....       | 307 |

|             |                             |            |
|-------------|-----------------------------|------------|
| 7.3.5       | 表面增碳和偏析 .....               | 310        |
| 7.3.6       | 其他表面缺陷 .....                | 311        |
| 7.3.7       | 提高连铸坯表面质量的措施 .....          | 311        |
| 7.4         | 连铸坯的内部缺陷 .....              | 312        |
| 7.4.1       | 内部裂纹 .....                  | 313        |
| 7.4.2       | 断面裂纹和中心星状裂纹 .....           | 316        |
| 7.4.3       | 中心偏析 .....                  | 316        |
| 7.4.4       | 中心疏松 .....                  | 317        |
| 7.4.5       | 提高连铸坯内部质量措施 .....           | 318        |
| 7.5         | 连铸坯的形状缺陷 .....              | 319        |
| 7.5.1       | 鼓肚变形 .....                  | 319        |
| 7.5.2       | 脱方 .....                    | 320        |
| 7.6         | 轧制对铸坯质量的要求及影响 .....         | 322        |
| 7.6.1       | 轧制对连铸坯的质量要求 .....           | 322        |
| 7.6.2       | 轧制对连铸坯缺陷的影响 .....           | 325        |
| 7.7         | 铸坯常见缺陷的处理 .....             | 327        |
| 7.7.1       | 表面缺陷的处理 .....               | 327        |
| 7.7.2       | 内部缺陷的处理 .....               | 328        |
| 7.7.3       | 形状缺陷的处理 .....               | 329        |
| 7.7.4       | 合金钢铸坯常见缺陷的处理 .....          | 329        |
| <b>附录 1</b> | <b>连铸工理论知识复习题 .....</b>     | <b>332</b> |
| <b>附录 2</b> | <b>连铸工理论知识复习题参考答案 .....</b> | <b>360</b> |
| <b>附录 3</b> | <b>连铸工实际操作内容及评分标准 .....</b> | <b>372</b> |
| <b>参考文献</b> | <b>.....</b>                | <b>384</b> |

# 第1章 连续铸钢概况

钢的生产过程主要分为炼钢和铸钢两大环节。炼钢的任务是将有关原料通过炼钢炉炼成质量合格的钢液，铸钢的任务是将成分合格的钢液铸成适合于轧钢和锻压加工所需要的一定形状的钢块（连铸坯或钢锭）。铸钢生产可以分为钢锭模浇铸和连续铸钢两大类。连续铸钢（简称连铸）是将钢液不断地注入水冷结晶器内，连续获得铸坯的工艺过程，是主要生产钢坯的方法。

## 1.1 连续铸钢工艺过程及设备组成

### 1.1.1 连续铸钢的生产工艺流程

连续铸钢的生产工艺流程可用图 1-1 所示的弧形连铸机来说明。

从炼钢炉出来的钢液注入到钢包内，经二次精炼处理后被运到连铸机上方的大包回转台，通过中间罐注入强制水冷的结晶器内。结晶器是一特殊的无底水冷铸锭模，在浇铸之前先装上引锭杆作为结晶器的活底。注入结晶器的钢水与结晶器内壁接触的表层急速冷却凝固形成坯壳，且坯壳的前部与引锭头凝结在一起。引锭头由引锭杆通过拉坯矫直机的拉辊牵引，以一定速度把形成坯壳的铸坯向下拉出结晶器。为防止初凝的薄坯壳与结晶器壁粘结撕裂而漏钢，在浇铸过程中，既要使结晶器内壁进行润滑，又要通过结晶器振动机构使其上下往复振动。铸坯出结晶器进入二次冷却区，内心还是液体状态，应进一步喷水冷却，直到完全凝固。铸坯出二冷区后经拉坯矫直机将弧形铸坯矫成直坯，同时使引锭头与铸坯分离。完全凝固的直坯由切割设备切成定尺，经出坯辊道进入后步工序。随着

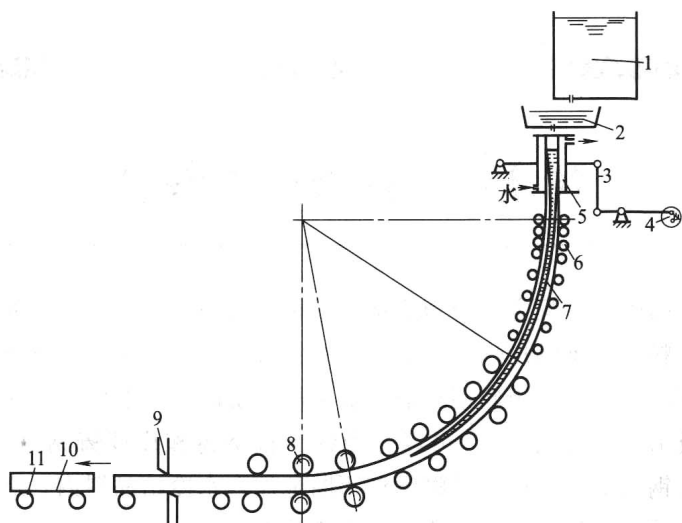


图 1-1 连铸机工艺流程图

- 1—钢包（盛钢桶）；2—中间包（罐）；3—振动机构；4—偏心轮；5—结晶器；  
6—二次冷却夹辊；7—铸坯中未凝固钢水；8—拉坯矫直机；9—切割机；  
10—铸坯；11—出坯辊道

钢液的不断注入，铸坯连续被拉出，并被切割成定尺运走，形成了连续浇铸的全过程。

### 1.1.2 连铸的设备组成

连续铸钢生产所用的设备，通常可以分为主体设备和辅助设备两个部分。主体设备主要有：钢包旋转台、中间罐及其运载小车，结晶器及其振动装置，二次冷却支导装置，拉坯矫直设备、引锭杆、脱锭及引锭杆存放装置、切割设备等。辅助设备主要包括有：出坯及精整设备——辊道、拉（推）钢机、翻钢机、火焰清理机，工艺性设备——中间罐烘烤装置、吹氩装置、脱气装置、保护渣供给与结晶器润滑装置、电磁搅拌装置，自动控制和测量仪表系统——结晶器液面测量与显示、过程控制计算机、测温、测重、测压、测长、测速等仪器仪表。

从上述工艺流程说明，连续铸钢设备必须适应高温钢水由液态变成液固态，又变成固态的全过程；系统具有连续性强、工艺难度

大和工作条件差等特点。要求机械设备具有足够抗高温的疲劳强度和刚度，其制造和安装精度要求高，易于维护和快速更换，并且要有充分的冷却和良好的润滑。

## 1.2 连铸机的分类及连铸优越性

### 1.2.1 连铸机分类

① 按连铸机结构的外形可分为立式、立弯式、弧形、椭圆形及水平式等多种类型（图 1-2）。

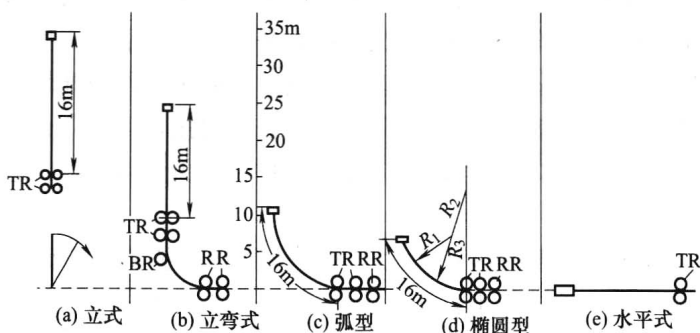


图 1-2 用于工业生产的连铸机类型

TR—拉坯辊；BR—顶弯辊；RR—矫直辊

世界各国最早采用的是立式连铸机，整套设备全部配置到一条铅垂线上。由于它的设备高度过大，基建投资多，又不适宜旧炼钢厂的改造，因此，近年来除了少数特殊钢厂仍在使用的，一般情况多不采用。

立弯式是在立式的基础上发展起来的一种结构类型。铸坯通过拉坯辊后，用弯坯装置将其顶弯，接着在水平位置上将铸坯矫直、切断、出坯。这种铸机除高度有所降低外，其优越性并不明显。

弧形连铸机是 20 世纪 60 年代发展起来的，是目前应用最广、发展最快的一种形式。其特点是组成连铸机的各单体设备均布置在  $1/4$  圆弧及其水平延长线上，铸坯成弧形后再进行矫直，所以铸机

的高度大大降低，可在旧厂房内安装。但弧形连铸机的工艺条件不如立式或立弯式好，由于铸坯内、外弧不对称，液心内夹杂物上浮受到一定阻碍，使夹杂物有向内弧富集的倾向。另外，由于铸坯经过弯曲和矫直，不利于浇铸对裂纹敏感的钢种。

椭圆形连铸机（低矮形连铸机）除具有弧形连铸机的优点外，高度进一步降低，适于在起重机轨面标高较低的旧厂房内布置。由于铸机结晶器及头段二冷夹辊布置的曲线半径较小，使钢水内夹杂物不易上浮而向内弧富集，对钢水纯洁度要求更为严格。

水平连铸机的基本特点是它的中间罐、结晶器、二次冷却装置和拉坯装置全部都放在地面上呈直线水平布置。水平连铸机的优点是机身高度低，适合老企业的改造，同时也便于操作和维修；水平连铸机的中间罐和结晶器之间采用直接密封连接，可以防止钢水二次氧化，提高钢水的纯净度；铸坯在拉拔过程中无需矫直，适合浇铸合金钢。

② 按铸坯断面的形状和大小可分为方坯连铸机（断面不大于 $150\text{mm} \times 150\text{mm}$ 的叫小方坯，大于 $150\text{mm} \times 150\text{mm}$ 的叫大方坯，矩形断面的长边与宽边之比小于3的也称为方坯连铸机）、板坯连铸机（铸坯断面为长方形，其宽厚比一般在3以上）、圆坯连铸机（铸坯断面为圆形，直径 $\phi 60 \sim 400\text{mm}$ ）、异形坯连铸机（浇铸异形断面，如H型、空心管等）、方形板形坯兼用连铸机（在一台铸机上既能浇板坯也能浇方坯）、薄板坯连铸机（厚度为 $40 \sim 80\text{mm}$ 的铸坯）等。

③ 按结晶器的运动方式，连铸机可分为固定式（即振动式）和移动式两类。前者是现在生产上常用的以水冷、底部敞口的铜质结晶器为特征的“常规”连铸机，后者是以轮式、轮带式等结晶器随铸坯一起运动的连铸机。

④ 按铸坯所承受的钢液静压头，即铸机垂直高度（ $H$ ）与铸坯厚度（ $D$ ）比值的大小，可将连铸机分为高头型（ $H/D > 50$ ，铸机机型为立式或立弯式）、标准头型（ $H/D$ 为 $40 \sim 50$ ，铸机机型为带直线段的弧形或弧形）、低头型（ $H/D$ 为 $20 \sim 40$ ，铸机机型

为弧形或椭圆形)超低头型( $H/D < 20$ , 铸机机型为椭圆型)。随着炼钢和炉外精炼技术的提高,浇铸前及浇铸过程中对钢液纯净度的有效控制,低头和超低头连铸机的采用逐渐增多。

### 1.2.2 连续铸钢的优越性

与传统的模铸相比,连铸有以下几方面的优越性。

① 简化了生产工序,缩短了工艺流程。从图 1-3 可以看出,连铸工艺省去了脱模、整模、钢锭均热、初轧开坯等工序,由此基建投资可节约 40%,占地面积减少 30%,劳动力节省约 70%。薄板坯连铸机的出现,又进一步简化了轧制薄板的工序流程,与利用传统连铸板坯(厚度为 150~300mm)加工薄板相比,薄板坯(厚度为 40~80mm)连铸省去了粗轧机组,从而减少厂房面积约 48%,连铸机设备重量减轻约 50%,热轧设备重量减少 30%。从钢水到薄板的生产周期大大缩短,利用传统连铸板坯生产薄板约需 40h,而薄板坯连铸仅为 1~2h。

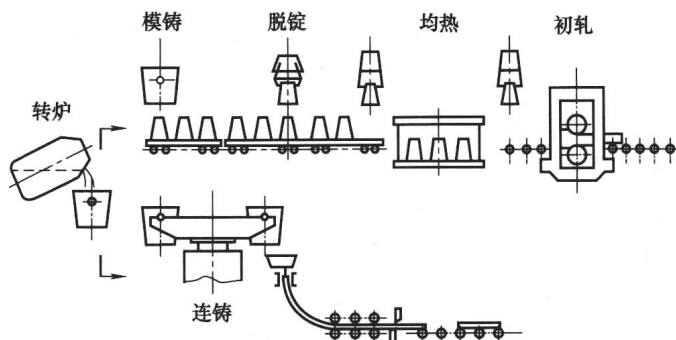


图 1-3 模铸与连铸生产流程比较

② 提高了金属收得率。采用模铸工艺,从钢水至铸坯的切头切尾损失达 10%~20%,而连铸的切头切尾损失为 1%~2%,故可提高金属收得率 10%~14% (板坯 10.5%、大方坯 13%,小方坯 14%)。如果以提高 10% 计算,年产  $100 \times 10^4 \text{ t}$  钢的钢厂,采用连铸工艺,就可增产  $10 \times 10^4 \text{ t}$  钢。就从钢水到薄板流程而言,采用传统连铸金属收得率为 93.6%,而薄板坯连铸为 96%,年产