

# 焊接工作者 参考資料



教授、技术科学博士

尼古拉也夫主編



机械工业出版社

焊 接 工 作 者  
参 考 資 料

---

教授技术科学博士

尼 古 拉 也 夫  
主 編

---

刘 玉 璋 楊 蔭 廬 譯



机械工业出版社

1958

## 出版者的話

本書共分六篇，闡述焊接生产各主要問題：焊接接头的設計原理；焊接設備；焊接工艺；特种焊接工作；焊接車間設計和焊接接头的質量檢驗。

本書可供从事焊接生产的工程师和技术員參考。

本書第三篇第五章以前部分由刘玉琮譯出；第五章以后部分（包括第五章）由楊蔭廬譯出。

鑒于苏联“Автогенное дело”和“Сварочное производство”兩杂志对原文版本曾先后有文評述，而這些文章值得向讀者介紹，故特請本書校者陈利华先生譯出，附刊于書后。

## 本書原作者

原序——尼吉金 (В. П. Никитин) 院士。

第一篇——技术科学博士尼古拉也夫 (Г. А. Николаев) 教授。

第二篇——列賀者尔 (И. Р. Лехциер) 工程师，技术科学副博士布林別尔格 (И. Л. Бринберг)，技术科学博士格里曼教授 (А. С. Гельман)，技术科学副博士叶甫謝也夫副教授 (Ю. В. Евсеев)。

第三篇——技术科学博士雷卡林 (Н. Н. Рыкалин) 教授，技术科学副博士福林德連特 (Л. А. Фриндланд)，技术科学副博士叶洛亨 (А. А. Ерохин)，技术科学博士留巴夫斯基 (К. В. Любавский) 教授，技术科学博士格里曼教授，技术科学副博士叶甫謝也夫副教授，技术科学副博士达烏別尔 (В. А. Таубер) 副教授。

第四篇——尼吉金 (М. С. Никитин) 工程师，沙什柯夫 (А. Н. Шашков) 副教授，技术科学副博士依姆舍尼克 (К. П. Имшенник)，技术科学副博士克略企金 (Я. Л. Клячкин)，技术科学副博士布洛特斯基 (А. Я. Бродский)。

第五篇——技术科学副博士克拉索夫斯基 (А. И. Красовский)。

第六篇——技术科学副博士那扎洛夫 (С. Т. Назаров) 副教授。

校閱者——烏克蘭科学院現任院士賀列諾夫 (К. К. Хренов)。

各篇校閱者：

第一篇——技术科学博士格里曼教授。

第二篇——技术科学副博士拉賓諾維奇 (И. Я. Рабинович)，技术科学副博士巴尔高維茨 (Д. С. Балковец)，技术科学副博士格利茲瑪年柯 (Д. Л. Глиزمانенко) 副教授。

第三篇——技术科学博士格里曼教授，技术科学副博士叶洛亨，保柯金-阿列克謝也夫 (Г. И. Погодин-Алексеев) 教授，索柯洛夫 (Е. В. Соколов) 工程师，技术科学副博士那扎洛夫副教授，技术科学副博士巴尔高維奇，技术科学副博士格利茲瑪年柯副教授。

第四篇——技术科学副博士南拉基密尔斯基 (Т. А. Владимирский) 副教授，技术科学副博士叶洛亨，沙什柯夫副教授，技术科学副博士拉賓多斯 (В. А. Лapidус) 副教授。

第五篇——希那得斯基 (С. Е. Синадский) 工程师。

第六篇——保柯金-阿列克謝也夫教授。

科学編輯斯捷尔林格 (С. З. Штерлинг) 副教授。

苏联 Г. А. Николаева 主編“Справочные материалы для сварщиков”  
(МАШГИЗ 1951 年 第一版)

\* \* \*

NO. 877

1958 年 10 月 第一版 1958 年 10 月 第一版 第一次印刷 0,001—4,500 册

787×1092 1/18 字数 694 千字 印張 27 2/9 机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社 (北京东交民巷 27 号) 出版 新华书店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号

定价 (10) 4.60 元

# 目 次

|                                                                                                                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 原序 .....                                                                                                                                                                                                                                     | 6   |
| 焊接技术在苏联的发展史 .....                                                                                                                                                                                                                            | 7   |
| 第一篇 焊接接头的設計原理                                                                                                                                                                                                                                |     |
| 第一章 焊接接头的基本型式 .....                                                                                                                                                                                                                          | 17  |
| 1 手工电弧焊接时的接头 .....                                                                                                                                                                                                                           | 17  |
| 2 自动焊接时的接头 .....                                                                                                                                                                                                                             | 20  |
| 3 气焊、氢气电弧焊、炭極电弧焊和原子氢焊的接头 .....                                                                                                                                                                                                               | 20  |
| 4 接触焊的接头 .....                                                                                                                                                                                                                               | 20  |
| 5 焊接接头的計算 .....                                                                                                                                                                                                                              | 21  |
| 6 許用应力 .....                                                                                                                                                                                                                                 | 24  |
| 第二章 焊接接头的強度 .....                                                                                                                                                                                                                            | 26  |
| 1 承受靜載荷和冲击載荷的焊接接头的机械性能 .....                                                                                                                                                                                                                 | 26  |
| 2 焊接接头中的应力集中 .....                                                                                                                                                                                                                           | 27  |
| 3 焊缝及焊接接头中的振动強度 .....                                                                                                                                                                                                                        | 29  |
| 4 設計时焊接所引起的內应力及变形的計算 .....                                                                                                                                                                                                                   | 32  |
| 第三章 設計原理 .....                                                                                                                                                                                                                               | 35  |
| 1 梁及柱的設計 .....                                                                                                                                                                                                                               | 35  |
| a) 梁的剛度(35)——б) 梁的強度(36)——B) 梁的穩定性(37)——r) 接头(38)                                                                                                                                                                                            |     |
| 2 柱的設計 .....                                                                                                                                                                                                                                 | 40  |
| a) 受压構件的截面型式(40)——б) 強度計算(41)——B) 連接構件(42)                                                                                                                                                                                                   |     |
| 3 联結結構 .....                                                                                                                                                                                                                                 | 43  |
| 4 板式結構 .....                                                                                                                                                                                                                                 | 48  |
| a) 平底立式儲罐(48)——б) 球形底的儲罐(50)——B) 高压容器及鍋爐(50)                                                                                                                                                                                                 |     |
| 第二篇 焊接設備                                                                                                                                                                                                                                     |     |
| 第一章 电弧焊的設備 .....                                                                                                                                                                                                                             | 53  |
| 1 电弧 .....                                                                                                                                                                                                                                   | 53  |
| 2 焊接电弧的供电电源 .....                                                                                                                                                                                                                            | 55  |
| 3 交流电焊設備 .....                                                                                                                                                                                                                               | 57  |
| a) CTЭ-22、CTЭ-23、CTЭ-24、CTЭ-32、CTЭ-34及 TC-1000 等型式的焊接变压器(57)——б) CT-AH-0 型及 CT-AH-1 型焊接变压器(58)——B) 可以远距离控制的 TCД-1000型自动电焊变压器(60)——r) CTH-500、CTH-700、CTH-1000、CTHД-500、CTHД-1000 及 CTHД-2000 等型焊接变压器(62)——Д) ПС-100 型單站式电焊机組(62)——e) 振蕩器(64) |     |
| 4 直流电焊設備 .....                                                                                                                                                                                                                               | 66  |
| a) CVT-2p型焊机組(66)——б) CAK-2Г-III型焊机組(67)——B) ПAC-400 型焊机組(67)——r) ПСМ-1000 型多站式焊接变流机(69)                                                                                                                                                     |     |
| 第二章 焊剂下自动焊接設備 .....                                                                                                                                                                                                                          | 70  |
| 1 自动焊接裝置的要素 .....                                                                                                                                                                                                                            | 71  |
| 自动焊接設備的基本型式 .....                                                                                                                                                                                                                            | 78  |
| 第三章 接触焊的設備 .....                                                                                                                                                                                                                             | 112 |
| 1 对接触焊机的技术要求及其計算方法 .....                                                                                                                                                                                                                     | 112 |

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| a) 对接触电焊机的基本技术要求(112)——6) 接触电焊机的电力性能(113)——B) 接触电焊机的变压器(116)                   |     |
| 2 对接焊机 .....                                                                   | 117 |
| a) 成批生产的焊机(117)——6) 特殊对焊机(122)——B) 夹持及止动装置(123)                                |     |
| 3 点焊机 .....                                                                    | 125 |
| a) 成批生产的固定式点焊机(125)——6) 特殊型式的固定式点焊机(130)——B) 可移式点焊设备(133)——Г) 点焊机的电极及电极握臂(134) |     |
| 4 凸焊用的电焊机(焊接压力机) .....                                                         | 136 |
| 5 滚焊机 .....                                                                    | 139 |
| a) 成批生产的滚焊机(139)——6) 特殊型式的滚焊机(140)——B) 焊接滚轮的构造及其传动装置(140)                      |     |
| 6 接触电焊机的启动器和调整器 .....                                                          | 141 |
| a) 开关装置(141)——6) 点焊的控制器(143)——B) 控制滚焊的仪器(145)                                  |     |
| 7 电极材料 .....                                                                   | 146 |
| 第四章 气焊设备 .....                                                                 | 146 |
| 1 气焊的一般概念 .....                                                                | 146 |
| 2 保存及运输氧气用的设备 .....                                                            | 149 |
| 3 乙炔的发生、运输及保存设备 .....                                                          | 153 |
| 4 焊炬 .....                                                                     | 163 |
| 5 乙炔及氧气的分配站 .....                                                              | 163 |
| 第五章 原子氢焊的设备 .....                                                              | 165 |
| 1 一般概念 .....                                                                   | 165 |
| 2 原子氢焊机 .....                                                                  | 166 |

### 第三篇 鋼的焊接工艺

|                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 第一章 热传播的理论基础 .....                                                                   | 173 |
| 1 熔焊的热源 .....                                                                        | 173 |
| 2 金属在焊接时的加热及冷却 .....                                                                 | 175 |
| 第二章 焊接时的热计算 .....                                                                    | 185 |
| 1 金属焊条的加热及熔化 .....                                                                   | 185 |
| 2 基本金属的熔化 .....                                                                      | 190 |
| 3 鋼料单層电弧焊接时的热循环 .....                                                                | 194 |
| 4 鋼料多層焊接时的热循环 .....                                                                  | 201 |
| 第三章 鋼的可焊性 .....                                                                      | 208 |
| 1 连接的形成 .....                                                                        | 208 |
| 2 結構鋼在焊接时的組織变化及机械性能变化 .....                                                          | 210 |
| 3 結構鋼可焊性的确定方法 .....                                                                  | 211 |
| 确定鋼料的組織及机械性能的变化(211)——确定鋼料及焊缝对于产生裂纹的傾向(214)——检查試驗(218)                               |     |
| 第四章 手工电弧焊的焊条 .....                                                                   | 219 |
| 1 关于焊条的一般概念 .....                                                                    | 219 |
| a) 焊条及焊条塗料的分类, 焊条及焊絲的 ГОСТ (219)——6) 塗料的主要作用(220)——B) 焊条上的塗料数量(223)——Г) 焊条的基本特性(225) |     |
| 2 各种基本类型焊条的性能 .....                                                                  | 229 |
| a) 一般概念(229)——6) 焊接碳鋼及低合金鋼用的有稳定性塗料的焊条(230)——B) 焊接碳鋼及低合                               |     |

金鋼用的有保护性塗料的焊条(231)——Г) 焊接高合金鋼的焊条(237)——Д) 堆焊工作用的焊条(239)

## 第五章 鋼的手工焊接工艺 ..... 243

### 1 低碳鋼的焊接 ..... 243

а) 邊緣的準備和裝配(243)——б) 用金屬電極(焊條)的低碳鋼電弧焊接法(245)——в) 鋼的炭極電弧焊接法(251)——Г) 原子氬焊法(253)——Д) 氣焊(254)

### 2 結構鋼的焊接 ..... 258

а) 按可焊性所作的分類(258)——б) 結構鋼的電弧焊(259)——в) 結構鋼的氣焊法(262)

### 3 中合金鋼和高合金鋼的焊接 ..... 263

а) 鉻鋼。概論(263)——б) 馬丁體鉻鋼的焊接(265)——в) 半鐵素體鉻鋼的焊接(266)——Г) 鐵素體鉻鋼的焊接(266)

### 4 奧氏體鋼的焊接 ..... 267

а) 奧氏體鎳鉻鋼。概論(267)——б) 低碳奧氏體鎳鉻鋼的焊接(268)——в) 高碳奧氏體鎳鉻鋼的焊接(270)——Г) 奧氏體錳鋼的焊接(270)

## 第六章 焊劑層下自動焊接 ..... 271

### 1 焊絲 ..... 271

### 2 作鋼料自動焊接用的焊劑 ..... 273

а) 焊劑的冶金作用和分類(273)——б) 焊劑的穩弧(電離)性能(276)——в) 焊劑的成形性(277)——Г) 焊接高合金鋼用的焊劑特性(277)——Д) 工業焊劑(278)——е) 熔煉焊劑的原料的技術條件(283)

### 3 焊接規範的各個參數對於焊縫成形的影響 ..... 284

### 4 在焊劑層下焊接各種型式接頭的特性和規範 ..... 290

А) 對接接頭(290)——Б) 角接頭(295)——В) 搭接接頭(297)——Г) 自動焊接的特殊情況(298)——Д) 軟管半自動焊接規範(299)——Е) 在焊劑層下焊成的焊縫缺陷(300)

### 5 各種鋼料在焊劑層下的自動焊接 ..... 301

## 第七章 接觸焊接工艺 ..... 308

### 1 主要接觸焊法的分類 ..... 308

### 2 對接焊 ..... 311

а) 對接焊的一般情況(311)——б) 低碳鋼和結構鋼的焊接規範(313)——в) 有色金屬的對接焊(315)——Г) 結構鋼對接焊時所產生的缺陷(315)

### 3 點焊 ..... 316

а) 點焊的一般情況(316)——б) 點焊前的零件準備(319)——в) 點焊規範的基本參數(319)——Г) 低碳鋼的點焊規範(321)——Д) 有保護層的鋼料的焊接(322)——е) 低合金結構鋼和含碳量超過0.20%的碳鋼的焊接(322)——ж) 含18%Cr和9%Ni的不銹鋼的點焊(323)——з) 銅合金的點焊(323)——и) 鋁合金的點焊(324)——к) 點焊時的缺陷及其原因(325)

### 4 凸焊和T-形焊 ..... 325

а) 凸焊(325)——б) T-形焊(326)

### 5 滾焊 ..... 327

а) 滾焊的一般情況(327)——б) 零件的準備和裝配(327)——в) 滾焊時的接頭型式(328)——Г) 低碳鋼的滾焊規範(328)——Д) 不銹鋼的滾焊規範(328)——е) 鋁合金的滾焊規範(329)

## 第八章 氧氣切割 ..... 330

### 1 一般知識 ..... 330

### 2 分離切割用的設備和器具 ..... 331

а) 手工切割用的器具(331)——б) 機械化切割設備(334)

### 3 氣割技術 ..... 337

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 第九章 装配-焊接夹具和机械装置 .....                                                             | 343 |
| 1 夹具的用途 .....                                                                      | 343 |
| 2 装配-焊接夹具和机械装置的设计原理 .....                                                          | 344 |
| a) 原始数据 (344)——б) 对于夹具结构的一般要求 (345)——в) 零件在装配-焊接夹具中的定位 (345)——г) 零件在夹具中的夹紧方法 (346) |     |
| 3 装配-焊接夹具的构造 .....                                                                 | 346 |
| a) 定位夹具和夹紧夹具 (347)——б) 拉紧夹具和推撑夹具 (353)——в) 复合式不迴轉夹具 (357)——г) 复合式迴轉夹具 (359)        |     |
| 4 装配-焊接机械装置的结构 .....                                                               | 361 |
| a) 手动的装配-焊接机械装置 (361)——б) 驱动式装配-焊接机械装置 (363)                                       |     |

## 第四篇 各种焊接法

|                                                                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 第一章 鑄鉄的焊接 .....                                                                                                                                             | 367 |
| 1 鑄鉄的性質和焊接特性 .....                                                                                                                                          | 367 |
| 2 鑄鉄的焊接方法 .....                                                                                                                                             | 368 |
| a) 金屬極电 弧焊 (368)——б) 炭極电 弧焊 (372)——в) 鑄鉄的气 焊 (372)——г) 浇鑄焊补 (374)——д) 鋁热焊法 (374)——e) 鑄鉄焊接法的选择 (375)——ж) 可鍛鑄鉄的焊接 (376)——з) 合金鑄鉄的焊接 (377)——и) 烧坏了的鑄鉄的焊接 (377) |     |
| 3 鑄鉄焊接的工作方法 .....                                                                                                                                           | 377 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 第二章 刀具制造中的焊接 .....        | 379 |
| 1 刀具制造中所应用的焊接方法 .....     | 379 |
| 2 刀具鋼及其在閃光对焊时的可焊性特征 ..... | 380 |
| 3 刀具毛坯的对焊 .....           | 381 |
| 4 刀具毛坯的間距式焊接法 .....       | 385 |
| 5 按依格納齐也夫方法的刀具毛坯压焊法 ..... | 387 |
| 6 在刀具的切削边缘上堆焊高速鋼 .....    | 388 |
| 7 鑲嵌刀片焊在刀体上的电弧焊接法 .....   | 390 |
| 8 切削部分与刀体的釐焊法和粉末熔結法 ..... | 390 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 第三章 加压气焊 .....                  | 393 |
| 1 概論 .....                      | 393 |
| 2 加压气焊用的设备 .....                | 395 |
| a) 多焰焊炬 (395)——б) 加压气焊的机床 (398) |     |
| 3 塑性状态的加压气焊工艺 .....             | 400 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 第四章 鋁热焊 .....                  | 402 |
| 1 对接焊 .....                    | 403 |
| a) 鋼軌对接焊 (403)——б) 管子对接焊 (404) |     |
| 2 用中間浇鑄法焊接 .....               | 405 |
| a) 鋼軌的焊接 (407)——б) 杆件的焊接 (408) |     |
| 3 用二重法焊接 .....                 | 408 |
| 4 用混合法焊接 .....                 | 408 |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 第五章 氬气电弧焊 ..... | 409 |
| 1 概論 .....      | 409 |

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| 2 氬氣電弧焊接用的材料 .....                              | 414 |
| 3 氬氣電弧手工焊接用的設備 .....                            | 415 |
| a) 焊機和變壓器(415)——6) 手工焊接用的焊炬(416)——B) 機械化焊頭(417) |     |
| 4 有關氬氣電弧焊的工藝知識 .....                            | 419 |
| a) 手工焊接(419)——6) 機械化焊接(421)                     |     |
| 5 不銹和耐熱合金的氬氣電弧焊接工藝 .....                        | 422 |
| 6 鎂合金的氬氣電弧焊接工藝 .....                            | 424 |
| a) 板料的焊接(424)——6) 鑄件的焊補(426)                    |     |
| 7 鋁合金的氬氣電弧焊接工藝 .....                            | 426 |
| 8 銅及其合金的氬氣電弧焊接工藝 .....                          | 429 |

### 第五篇 焊接車間設計

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 1 機械製造業中焊接作業的組織形式 ..... | 432 |
| 2 焊接車間的組成 .....         | 433 |
| 3 設計的原始資料 .....         | 434 |
| 4 工作制度和時間基數 .....       | 435 |
| 5 工藝過程及其標定 .....        | 436 |
| 6 焊接設備 .....            | 442 |
| 7 工作地和設備數量的計算 .....     | 444 |
| 8 裝配-焊接夾具 .....         | 444 |
| 9 起重-運輸工具 .....         | 459 |
| 10 工作人員 .....           | 459 |
| 11 車間的平面布置 .....        | 460 |
| 12 技術-經濟指標 .....        | 464 |

### 第六篇 焊接接頭的檢驗

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 1 外觀檢查 .....                 | 465 |
| 2 焊接接頭的金相試驗 .....            | 468 |
| 3 焊縫和焊接接頭的機械試驗 .....         | 470 |
| 4 焊縫的緊密度試驗 .....             | 473 |
| 5 焊接接頭的X射綫透視 .....           | 475 |
| 6 用鐳的 $\gamma$ -射綫透視焊縫 ..... | 477 |
| 7 焊縫的磁性檢查法 .....             | 479 |
| 8 焊縫的發光檢查法 .....             | 481 |
| 9 焊接接頭的超音波檢查法 .....          | 482 |
| 10 焊縫的腐蝕試驗 .....             | 483 |
| 有關焊接方面的主要標準、技術條件和規程 .....    | 484 |
| 附錄 1 .....                   | 485 |
| 附錄 2 .....                   | 486 |

## 原 序

焊接是俄国的偉大發明。在各次斯大林五年計劃的年代中，焊接技术已經發展成為一種主要的金屬加工工艺过程。無論在使用量及种类上，苏联在焊接工作上都占世界的首位。

我国有关焊接的文献有許多專題論文、科学著作、教科書等，但有关焊接問題的參考資料則尙少出版。

在偉大的衛國战争年代以及战后斯大林五年計劃时期，焊接在苏联迅速地發展着。焊剂層下自动焊接法已获得了全面的推广，創造了許多高效率的新焊条，在保护气体介質中的焊接、加压气焊及其他焊接方法都得到了推广，对于电弧焊、接触焊、气焊和气割以及气体火焰的金屬加工法，都已創制出新式的設備。最后，还建立了許多焊接方面的科学研究部門。

本書內容包含有关于电弧焊及气焊的設備、焊接过程理論及焊接結構强度等各篇。各篇中的大部分篇幅都是叙述黑色金屬的焊接工艺过程。

因为出版准备工作經過了很長時間，所以有些資料已經需要更新，尤其是某些發展特別快的問題，例如，关于气焊的問題，鑄鐵的焊接等等。

有許多焊接技术上的問題，即金屬的气体火焰加工、用高频电流的焊接及钎焊、有色金屬及其合金的焊接、焊接时防止变形的方法等等，在本書中未曾述及。

另有一些問題，例如，有关焊接結構制造的問題，介紹得也不够。

因此，本版不能認為是能够解决一切焊接設備及焊接工艺問題的手册，而只能認為是一種参考性質的綜合資料，这些資料是可以解决焊接工作者的許多現實問題的。

本書是根据本国的科学研究所（以巴頓院士命名的电焊研究所、以巴烏曼命名的莫斯科高等工業学校、中央机器制造与工艺科学研究所、全苏焊接科学研究所等）的研究成績以及各先进工厂的經驗編輯而成。

本參考資料的主要对象是工艺工程师及設計焊接結構和使用焊接設備的工程师等，同时也可以供焊接專業的学生参考。

本書在全苏焊接工作者科学技术工程学会主席团的总指导下編纂而成。主席团特在这兒表揚技术科学博士尼古拉也夫教授主編本書的重大功績，并希望全体焊接工作人員對本書提出个人的意見及建議，以便学会今后編纂关于焊接問題參考資料的工作上作参考。

全苏焊接工作者科学技术工程学会主席团

## 焊接技术在苏联的发展史

在电弧焊接的发展史中，苏联的学者和发明家们处于领导的地位。科学院院士华西里·彼得洛夫（Василий Петров）是十八世纪末十九世纪初的伟大物理学者，并且是俄国的第一个电气技师，在他的著作中，与记述 1802 年所发现的电弧现象的同时，还有关于利用电弧热能来熔化金属的可能性的最早指示。

在彼得洛夫院士关于首次进行利用电弧来熔化金属的报导中，不仅包括着这种熔化方法的可能性的最早指示，并且也确切地叙述了电弧现象，这种电弧现象是在我们焊接金属时可以看到。

彼得洛夫清楚地认识到这种发现的重要性，当时他写道：“近来所作的这些试验的重要性是值得重视的，我盼望有学识而且诚实的物理学者们，终于有一天同意承认我的成就是有价值的”。但是一直过了一个世纪的四分之三，彼得洛夫所发现的新的物理现象才在电力照明、电弧熔炼及金属焊接中得到了发展和实际应用。

彼得洛夫电弧在电焊范围内所以能够得到实际的应用，是有赖于杰出的俄国发明家工程师别那尔多士（Н. Н. Бенардос）及斯拉汶诺夫（Н. Г. Славянов）两人的成就。

创制蓄电池的工作导致别那尔多士于 1882 年在圣彼得堡发明了“利用电流直接作用来连接和分割金属的方法”。他称这种方法为“电神”。

从档案中所保存的别那尔多士的许多记录、图纸及画片中可以看出，他不但发明了炭弧焊接方法，而且实际上也发明了今日所应用的、电弧焊接的所有主要方法。例如，他曾发明“在两个或数个电极之间的燃烧的间接作用电弧焊法”，“在气流中的焊接法”，“焊接电弧的磁力控制”，最后还有“在地面的及水中的电弧切割法”。在他的图纸中绘有许多极其聪明的设备和装置，其中有作炭极焊接用的几种式样的自动焊机，也有形状及组合方法各不相同的各种炭电极和金属电极。

在 1888~1890 年间，斯拉汶诺夫曾经为了工业加热的目的而改善了电弧热力的利用方法。

斯拉汶诺夫曾经研究并发明“金属电铸法及其设备”以及“金属铸件的电补法”。

在许多创作中，利用产生于焊件及金属电极之间的电弧来施行金属电焊的方法是首要的。斯拉汶诺夫最早研究并制成一种能够随着焊条的熔化而保持焊件与焊条之间的电弧的专门自动焊机。这是现代自动焊接装置的先驱。

1892 年在圣彼得堡出版的“电金属电铸法”一书中，斯拉汶诺夫详尽地报导了他所研究出来的金属电极的自动焊机（他自己称之为“熔罐”）的工艺过程及设备。

斯拉汶诺夫根据自己的研究，最先指出了应当在造渣被复物下面施焊的必要性，这种被复物一方面保护金属不受空气的有害影响，并且参加冶金过程。他曾写道：“铁及钢的优良熔铸的必要条件是，使熔铸的液体金属迅速被液体熔渣包复起来，并且在整个熔铸期间始终

被熔渣蒙盖着”。为了这个目的，他主張在金屬熔化的过程中，向电弧內撒入“打碎的玻璃”。玻璃这种东西，正如我們所知道的，按其化学成分來說，与目前在鋼的現代焊接法中所采用的焊剂相类似。他并不仅限于采用玻璃来做焊剂，还主張向焊剂中加入鉄合金：即錳鉄，鉻鉄，硅鉄等。

他所研究出来的热焊方法，或是焊前对焊件金屬施行預热的焊法，直到今天仍旧有極大部分保持其原来价值。

由于彼得洛夫院士和杰出的發明家工程师別那尔多士及斯拉汶諾夫等人的卓越成就而創造出来的电弧焊接方法，其本質直到今天仍保持未变。

在实际的应用中，为了适应現代的要求，在这种方法中已經做过，并且正在进行許多不变更过程本質而能提高其实际价值的改良。

苏联的学者們在他們的工作中繼承和發展着自己优秀同胞彼得洛夫、別那尔多士及斯拉汶諾夫——电弧焊接法創始人的科学遺產。

在开始时期，在金屬电焊应用的發展途徑上，主要障碍是缺乏能够符合工艺过程要求并于焊接时能保証电弧稳定工作的專門电焊机及各种器具，那时，苏联学者們的努力方向是，把电弧作为焊接工作中的主要热源，并从能量的消耗上来研究电弧的性能。

在这範圍內的最初工作〔尼吉金(В. П. Никитин)〕曾致力于确定电弧在焊接条件下的靜特性参数，并查明电弧稳定条件的一般情况和电源外特性曲綫的形狀。

后来研究了用直流电和可熔电極的电弧中所發生的現象、在固定电压制中的电弧稳定情况以及交流电弧。

在后来的时期中，在基霍杰也夫(Г. М. Тиходеева)、賀列諾夫、阿洛夫(А. А. Алов)等人的許多工作中，曾經包含着广泛的問題，如發掘电弧理論的問題，闡明在炭極及金屬極焊接过程中电弧中的各种物理化学現象及动电現象的問題等。

在尼吉金(В. П. Никитин)的指导之下設計并制造成的、祖国生产的最早的电焊机是于1924年秋季出厂的。

与苏联电焊机制造业發展的同时，也創立了焊接用的电机的理論。尼吉金院士(В. П. Никитин)、尼杜索夫(Е. В. Нитусов)、別特罗金(Ю. П. Петрунькин)等人的許多研究工作，曾从事各式电焊机的研究，由于这些研究的結果，就能够确定各式电焊机的基本理論和構造原理。

在以后的时期中，根据电焊机在焊接过程中的靜态和动态的研究，又完成了电焊机和电焊器具的分类，并且創立了电焊机的統一綜合理論。

在电焊机器制造範圍內的工作成就創造出苏联的科学經驗，对于祖国生产的各式电焊机和器具进行过批判分析，并确定出最好的型式。

在广泛应用交流电来进行焊接的这一方面，苏联一向是居于領導地位的。苏联工程师們的工作已經最先証实了在金屬的先进焊接方法中广泛使用交流电的优点，并且确定了它的适应性。在战前，苏联全部电弧焊接設備中約有70%是电焊变压器。在这方面，苏联大大地超过了外国的焊接技术。例如在美国，用交流电焊接的广泛应用，是在第二次世界大战的时候(1943~1944年)方才开始的。

在苏联除了生产附有单独的电抗线圈的电焊变压器之外，在1924年又創制出一种不用单独电抗线圈的电焊变压器的構造。

后来外国的一些大公司开始按照相似的結綫圖出产电焊变压器。美国惠斯汀好斯 (Westinghouse)、奇异 (General Electric)、爱丽斯-查尔瑪 (Allis-Chalmer) 等公司現在所出产的所有主要型式的最新式电焊变压器，其中也包括对大型自动电焊裝置供电的变压器，全都是按照苏联早在1924~1927年間研究成功并已取得專利权的結綫圖制成的，但是，由于外国技术界的一貫作風，他們并没有指出苏联学者們在这方面的优先地位。

在这一方面的工作，今天仍在苏联科学院的电焊部門中繼續进行着，并且更进一步的推求电焊变压器的合理的結綫圖及構造的理論根据，和創造附有組合調整器的新型变压器。

这些变压器在全部焊接电流范围中都具有保証电弧稳定工作的电力性能。

交流电的广泛应用是以許多研究工作为根据的，这些研究工作中，有交流电弧的研究，获得优良焊接接头的条件以及采用高頻率火花發生器以提高电弧稳定性等。

除了發展电焊机及电焊变压器的理論基础和創造祖国生产的电焊設備之外，也普遍地展开了研究和改善工艺过程这一範圍内的工作。

这一範圍内的工作目的在于如何得到与基本金屬等强的焊接接头，并如何提高焊接工作的生产率。

提高焊接質量及生产率这一問題要求研究并發展焊接过程的理論基础。在这方面，苏联的学者們也走了自己的途徑，并且創立了新的科学方向。

在有关發展焊接过程理論的重要工作中，值得提起的是雷卡林在苏联科学院电焊与电热部門中所作的、有关焊接热过程的研究工作。这些研究工作可以确定焊接时金屬在加热和冷却过程中的極重要的規律，并可以科学地奠定了提高焊接过程生产率和效率的方法的基础。可以明了金屬中的組織变化和相变化，以及在焊接时所引起的变形，并可以得出选定能够保証焊接接头質量的規范的計算方法。

在焊接冶金过程的研究範圍中，工作曾向着研究特殊的焊条塗料、創造新牌号焊条和研究各种結構鋼的焊接过程的方向發展。

在这一个重要的範圍中，有許多工作者（賀列諾夫、沙什柯夫、阿洛夫、留巴甫斯基等）从事于焊接过程冶金元素的研究。

与这些研究工作的有紧密联系的是另外一个綜合工作〔賀列諾夫、顧茲瑪克 (E. M. Куз-мак)、留巴甫斯基、索柯洛夫、阿洛夫、沙什柯夫、嘉特洛夫、叶洛亨、別特蘭 (К. В. Пет-рань) 等〕，它包括着焊接塗料和新焊条牌号的研究。

由于这些工作可以使我們明了焊接时的主要物理化学反应，因而确定了各种合金元素对于焊縫氧化过程及机械性能的影响，使我們知道塗料各成分的电离性質，以及他們对于电弧稳定性及焊接生产率的影响，实际上已有可能完滿地焊接所有各种牌号的碳鋼和合金鋼，并且可以获得焊縫中金屬在强度上不低于基本金屬。

焊条上所用特殊塗料的發展，使金屬焊接及切割的各种基本方法能够推广到使用于水中，賀列諾夫最早實現了这种方法。此时，焊条上的塗料还可以因为其熔化速度較焊条为慢，在

电弧周圍保持着起保护作用的小檐，并且利用塗料燃燒时所分析出来的气体造成气泡，电弧則在气泡中燃燒。

按其实际結果而論，值得特別重視的是，在电弧燃燒处使用特殊气氛方法的發展，这种方法是向电弧供送保护气体——氩气、氦气等。

这时，电弧在保护气流中燃燒，而保护气体則或者隔絕空气对金屬的作用，或者活潑地参加金屬的脫氧作用。

在这一方向上，沙拉法諾夫 (С. Г. Сарафанов)、叶甫謝也夫、顧什那列夫 (Л. Н. Кушнарев) 等曾經从事原子氩焊过程的研究。在他們的研究工作中，足够完全地包括了电弧稳定燃燒問題、焊接工艺問題以及原子氩焊所用設備的問題。近年来，在氩、氦及其他气流中焊接的研究工作也已經得到了發展 (布洛德斯基等)。

与提高焊接接头質量的同时，也进行了提高焊接作業生产率的工作，手工焊接时，一方面增大电弧功率，同时增大金屬焊条的直徑来达到生产率的提高。

在这一方面，苏联的科学和技术显明地表现出先进的地位。因为在苏联，远在1934~1935年間就为了提高焊接生产率而首先在世界的技术中采用了加大的电流和大直徑的焊条。这种方法的創始人是我国的生产革新者——斯大哈諾夫工作者。苏联的学者和工程师們作了許多工作，打下了手工电弧焊接时如何选定并計算借以提高劳动生产率的加大电流及焊接方法的基础 [沃洛格金 (В. П. Вологдин), 顧茲瑪克, 道洛宁 (Н. П. Доронин), 叶洛亨, 沙什柯夫等]。

在我們社会主义工業的技术改革以及焊接在机器制造業和其他技术部門中的广泛应用，摆在苏联学者和工程师們面前的問題是，如何使焊接工作机械化和自动化。

在这个範圍中，杜利切夫斯基 (Д. А. Дульчевский)、阿列克謝也夫、烏克蘭科学院电焊研究所等的最初工作曾致力于明弧自动焊的問題，以及自动焊接裝置構造的研究。應該指出，苏联的自动焊接裝置構造新穎而簡單，在生产上、尤其是在运输業中，都已經得到广泛的应用。在焊接过程自动化的範圍中，苏联技术进步作用的另一种表現是，苏联首先在1933年研究成功并且实际上实现了使用交流电施焊的自动焊接裝置 [阿列克謝也夫、高切尔金 (К. А. Кочергин)]。在今天，全世界的自动焊接裝置，絕大多数是使用交流电工作的。

在自动电焊中，最大的困难是关于焊条的复盖塗料的問題。如果不用复盖塗料，則在今日的要求下，是不可能得到質量优良的焊接工作的。

在解决这个重要問題的摸索途徑上，曾經利用斯拉汶諾夫所創造的原理基础及方法的本質，其內容是使熔化的液体金屬在整个焊接时期內被熔渣复盖起来。这种最初解决方法之一，也就是对于保护熔池的基本方法加以改善，是杜利切夫斯基研究成功的、在粉末狀焊剂層下的电弧焊接方法。而后来是按照莫斯科高等工業学校 (那扎洛夫) 所研究出来的方法，向电弧中送进粉碎的顆粒狀复盖物——焊剂。

最成功的一种解决方法，也就是烏克蘭科学院电焊研究所、中央机器制造及工艺科学研究所、莫斯科高等工業学校及其他單位所創造的、向焊縫上送进焊剂的方法。使用这种方法时，电弧在焊剂層下燃燒，因而就可以更有效地利用电弧热力，而且能够保护焊縫不受空气的作用。焊剂下自动焊接法是由于巴頓 (Е. О. Патон) 的成就，已在我国工業中广泛使用。

后来,用金屬極的焊剂下自动电焊法在美国以及其他国家以“联合熔化”(Юнионмелт)●、“爱里拉”(Элира)等为名而得到流行。

某些美国的学者,意圖把“联合熔化”法解釋成为以熔化的焊剂中产生热力为基础的一种新式焊接法,这种意圖是不正确的,而且它的原理也是錯誤的,因为苏联学者的研究証明,在这种方法中,作为金屬熔化主要热源的,是焊条与焊件之間所發生的电弧。焊剂下焊接法按其基本原理而論,与斯拉汶諾夫焊法并無区别,而只是經過上述的俄国学者及發明家們的工作而發展起来的,斯拉汶諾夫焊法的現代改善而已。

焊剂下自动焊法的發展及在工業上的广泛应用,引起了与这种方法的研究及改善有关的許多研究工作。在这些研究工作中,特別值得提出的是巴頓(Е. О. Патон)的成就。

在这一方向上的工作中,有極大一部分与焊剂下的焊接过程、过程本質的研究及在焊剂層下燃烧的电弧的研究有关〔嘉特洛夫,瑪加爾(А. М. Макаp)、巴頓(В. Е. Патон)、顧什那列夫等〕。

另外一組極其重要的工作包括着与冶金部分的工艺研究以及焊接各种不同牌号鋼料的焊剂的研究等有关的各种問題(烏克蘭科学院电焊研究所和中央机器制造及工艺科学研究所等的工作)。

苏联的学者們(留巴夫斯基等)曾首先証明,施行焊剂下焊接时,不仅可以使使用含硅的鋼絲,而且可以使使用普通的低碳鋼絲。這項工作是很重要的,因为它揭开了在工業上可以更加广泛地应用这种焊法的可能性。

与这些研究方向的同时,还有許多工作,如研究有关自动焊接裝置的結構、控制綫路及供电电源等問題。

在苏联,焊剂下自动焊是以苏联学者及工程师們的成就为基础而發展起来的,他們在这种焊接方法的研究和应用中,曾作出許多新穎和創造性的貢獻,首先是小厚度和大厚度鋼料的自动焊方面,以及使用加强的焊接規范和提高焊接过程生产率方面(烏克蘭科学院电焊研究所、中央机器制造及工艺科学研究所及莫斯科高等工業学校等單位的工作)。

必須指出,在苏联曾由嘉特洛夫首先提出一种等速进条的新型焊头,这种焊头由于簡單并有許多优点,所以在工業上广泛地用来施行大电流的焊剂下焊接法。

在解决我国的技术問題时,把电弧焊作为一个主要的而且是先进的工艺过程来看,在今日說来是毫無疑义的。在各种不同的工業部門中使用这种金屬加工方法的經驗清楚地証明,这种金屬加工方法不仅可以节省金屬(10~50%),而且能够显著地加速各种金屬結構的施工进度。

在第一个斯大林五年計劃中的这种經驗的反映是,在尼古拉也夫主編下、苏联学者和專家們的集体著作“苏联的焊接工作”(Сварочное дело в СССР)一書。書中叙述了科学技术的成就,并且明显地指出在1929~1934年的期間內焊接应用在苏联社会主义工業中的發展。

技术的日益發展以及在机器制造業中所用的各种各样的金屬又在逐漸增多,因此就又提

● 即“Unionment”。——校者

出了一个問題，要求在生产各种机器、机械及結構时，創造新的金屬，并且更进一步地对于連接同类金屬和异类金屬的物理基础和技术加以研究。用連接不同类金屬及合金的方法来解决获得具有新技术性能的金屬的問題，不仅已經可以对基本电弧焊接方法采用补充办法（保护被复物——塗料、熔剂等）来解决，并且也可以在完全变更全部焊接过程形式，以及寻求連接金屬的新方法的基础上获得解决。

尼吉金（В. П. Никитин）远在 1941 年就曾經建議并且在以后几年中实现了以分开的熔化过程<sup>●</sup>来連接金屬的新方法。

在这种方法中，可以利用工業加热中所采用的各种热源——电弧、气体火焰、高頻率电流以及这些热源的配合应用。按这种方式而工作的設備，根据应用范围而决定的条件，可以經過各种不同的修改而实现。

随着焊接工艺过程的改善，焊接結構的强度及可靠性因而提高。在最初时期中，那时的焊接过程只使用裸焊条及薄塗料焊条用手工来实现，电弧焊只能使用于恢复性質及修理性質的各种工作，以及不承受劲载荷的新結構中。在結構中广泛应用焊接是在实施国家工業化的第一第二两个斯大林五年計劃中开始的。

在 30 年代初期，在馬格尼托哥尔斯克、斯大林斯克、斯維尔德洛夫、查坡洛什等地建造工厂时，就有大量的金屬結構是用焊接方法完成的。特別應該指出，苏联在起重机制造、車輛制造、鍋爐制造、汽車制造等工業中应用焊接是居于先进地位的。远在 1932 年，莫斯科的“起重机”工厂已經把它的全部产品由鉚接改为焊接。在 1935 年，苏联的各車輛制造工厂根据政府的决定，將車輛的生产較往年增加四倍；这时，所有結構都是焊制的了。

在 30 年代的后半期，随着在焊条上能够保証焊接接头具有优良机械性能的優質塗料得到發展，焊接便成功地应用于不同的各工業部門中：如鍋爐制造，汽車制造，机床制造，船舶制造等。由于創制了焊接特殊鋼所用的焊条，因而保証了焊接过程在飞机制造及其他各工業部門中广泛地發展起来。

焊接在金屬結構中的应用，是与焊接接头及焊接結構强度問題的研究工作的發展同时并进的。关于这一問題，在苏联曾經进行过很多次占领导地位的理論研究和实验研究。

远在 20 年代之末，就曾在所有各种焊接接头及焊接結構各構件强度的研究上作了許多工作〔沃洛格金及达杜尔（Г. К. Татур）、尼古拉也夫、达尼洛夫（С. А. Данилов）等〕。

苏联首先研究出焊接結構强度計算及設計标准〔尼古拉也夫、斯特列律斯基（Н. С. Стрелецкий）及杜欽斯基（Б. Н. Дучинский）〕。

在研究結構强度的同时，也研究了焊縫中应力分布的理論（尼古拉也夫、达尼洛夫、达杜尔及雷卡林等）。

不久以后，又对于承受靜止、冲击及交变载荷的焊接結構强度作了許多研究工作。根据这些研究工作制定了合理設計焊接結構的方法。

这些研究結果曾經發表于尼古拉也夫、巴頓（Е. О. Патон）及高尔布諾夫（Б. Н. Горбу-

● 这种方法是將焊着金屬另行熔化，然后澆入焊縫坡口中。——校者

НОВ)、杜欽斯基等人的著作中,这些研究成果是創作有关焊接結構問題的主要著作的基础。

近年来,有关金屬焊接的科学,由于有关焊接技術問題的多次研究,以及很多專題論文的發表而大为丰富起来:例如巴頓(Е. О. Патон)及其助手們关于自动焊的各种問題,雷卡林的“焊接的原理”,奥盖尔布洛姆(Н. О. Окерблом)的“焊接应力与变形”,阿洛夫、留巴夫斯基、布林別尔格、格里曼等人的“焊接过程理論問題”,賀列諾夫的“焊接电弧”,賀列諾夫及那扎洛夫的“自动电弧焊”等等。

在苏联,对于結構中因焊接所引起的內应力及变形的理論研究(主要是实验研究)已經奠定了坚固的基础。苏联学者們的著作已經可以解釋焊接时变形的發生过程(奥盖尔布洛姆,尼古拉也夫)。

能够影响內应力及变形的許多因素已經研究清楚,并且指出了利用結構的合理設計、用加热来調整、在焊件上加以作用力等防止变形的各种方法。

在苏联,首先研究出在整个焊接过程中确定內应力及变形的完全独创的方法。这已經可以更深入地了解在焊接各种不同鋼料时、在焊缝附近区域中的应力状态問題,并且能够更进一步地,不仅在室溫中,而且在高溫中来研究这区域中的强度〔尼古拉也夫,潑洛霍洛夫(Н. Н. Прохоров)〕。

在許多偉大的学者們当中,首先重視到焊缝作为先进工艺过程的作用的,是俄国技术界中的杰出的科学家呼嘉柯夫(П. К. Худяков)。呼嘉柯夫远在1891年就曾經在他的著作“按斯拉汶諾夫法的全屬电熔鑄”一書中,叙述了斯拉汶諾夫的發明,并且指出了它的价值及应用范围。他在这个著作的結論部中写道:“現在对于我們說来,只有希望这种方法在实际中仅可能更广泛的推广起来,这种方法不仅对于大的机械工厂有巨大的經濟意义,而且对于施行电熔鑄的整个工業范围也有巨大的經濟意义”。

焊接生产方面的高等教育是随着焊接的發展及焊接科学系統的建立而發展的。

在电焊設備(尼吉金)、焊接工艺(賀列諾夫)及焊接結構(尼古拉也夫)等范围内已經产生了專業科目及教材,这些科目及教材在各高等工業学校中教学已超过15年。

在偉大衛國战争时期中,焊接技術在各工厂中、在交通運輸業上以及对于曾經被暂时淪陷过的地区中的被破坏的工程項目的恢复工作上都發揮了巨大的作用。

(苏联在执行斯大林战后恢复和發展苏联国民經濟的計劃中,焊接过程得到了更广泛的發展。普通鋼和合金鋼的焊剂下自动焊的应用更加扩大了范围,創造了新的焊接設備(高生产率的新式接触焊机、單相及三相电弧自动焊接設備、軟管半自动焊接設備、在保护气流中的焊接設備等)。装配-焊接工序施行了机械化,創造了新的焊接材料(焊条、填充材料、焊剂),發展了利用气体火焰的金屬加工方法(加压气焊,高銘鋼、鑄鉄及有色金屬的气割)。开始使用了高頻率电流的机械化焊接及钎焊,在建筑高楼大厦、高爐、桥梁結構等时都广泛地应用了焊接。

各生产機構(工厂)在掌握新的焊接技术方面也作了極多的科学研究工作,例如列宁格勒的基洛夫工厂,烏拉尔机器工厂,“紅色索尔莫沃”工厂,莫斯科的斯大林汽車工厂,高尔基城的莫洛托夫汽車工厂,保托利斯科的机器制造厂,“紅色鍋爐工”工厂,考洛明斯克机車制造工厂,烏拉尔車輛制造厂,鋼結構总托拉斯等。

## 第一章中所采用的符号

|                                    |                             |
|------------------------------------|-----------------------------|
| $\sigma_b$ ——基本金屬的强度極限。            | $\sigma'_0$ ——脉动循环时的焊縫疲劳極限。 |
| $\sigma'_b$ ——焊縫的强度極限。             | $R_z$ ——基本金屬的許用拉伸应力。        |
| $\sigma_s$ ——基本金屬的屈服点。             | $R'_z$ ——焊縫的許用拉伸应力。         |
| $\sigma'_s$ ——焊着金屬的屈服点。            | $R_d$ ——基本金屬的許用压缩应力。        |
| $\delta$ ——基本金屬的延伸率。               | $R'_d$ ——焊縫的許用压缩应力。         |
| $\delta'$ ——焊着金屬的延伸率。              | $P$ ——計算力。                  |
| $\psi$ ——基本金屬的断面收縮率。               | $Q$ ——橫向力。                  |
| $\psi'$ ——焊着金屬的断面收縮率。              | $R_s$ ——基本金屬的許用剪切应力。        |
| $\alpha_k$ ——由基本金屬制成的有梅氏刻槽的試样的冲击值。 | $R'_s$ ——焊縫中的許用剪切应力。        |
| $\alpha'_k$ ——有梅氏刻槽的对接接头的冲击值。      | $M$ ——計算弯曲力矩。               |
| $\alpha$ ——試驗焊接接头时的弯曲角度。           | $s$ ——金屬厚度。                 |
| $\sigma_r$ ——任意循环 $r$ 时的基本金屬疲劳極限。  | $F$ ——焊件橫截面积。               |
| $\sigma'_r$ ——任意循环 $r$ 时的焊縫疲劳極限。   | $I$ ——截面慣性矩。                |
| $\sigma'_1$ ——对称循环时的焊縫疲劳極限。        | $W$ ——梁的截面系数。               |
| $\sigma_0$ ——脉动循环时的基本金屬疲劳極限。       | $S$ ——截面对重心的靜力矩。            |
|                                    | $h$ ——焊縫的焊脚尺寸。              |

ГОСТ 5263-50 所介紹的在圖上表示焊縫的符号

### A 折边及对接焊縫

| 順<br>号<br>序 | 焊 縫 型 式 名 称 | 比例为1:10及小于1:10时 |       | 比例大于1:10时 |       |
|-------------|-------------|-----------------|-------|-----------|-------|
|             |             | 平面圖及截面圖         |       | 平面圖及截面圖   |       |
|             |             | 可見焊縫            | 不可見焊縫 | 可見焊縫      | 不可見焊縫 |
| 1           | 折边焊縫        |                 |       |           |       |
| 2           | 不开坡口不作底焊    |                 |       |           |       |
| 3           | 不开坡口施行底焊    |                 |       |           |       |
| 4           | V形焊縫不底焊     |                 |       |           |       |
| 5           | 單面V形焊縫并底焊   |                 |       |           |       |
| 6           | X形焊縫        |                 |       |           |       |
| 7           | 單面坡口的K形焊縫   |                 |       |           |       |
| 8           | 不底焊的U形焊縫    |                 |       |           |       |
| 9           | 双面U形焊縫      |                 |       |           |       |