

高等学校教学用书

接触电焊工艺学

A·C·盖尔曼著

閻毓禾译

只限学校内部使用



中国工业出版社



高等学校教学用书

接触电焊工艺学

A·C·盖尔曼著

閻毓禾译

只限学校内部使用

根据高等工业学校焊接专业教材选编会议决定，“接触焊工艺及设备”课程暂用A·C·盖尔曼著苏联中等技术学校教学参考书“接触电焊工艺学”（本书）作为教材。

本书的工艺部分没有更改。设备部分由西安交通大学焊接教研组补充编写了控制装置及特殊点焊机等内容。另外，还补充了压焊新工艺，包括摩擦焊、冷压焊及超声波焊接。补充的部分列于书末，作为附录4，5，6，7。

本书除供高等工业学校焊接专业学生使用外，亦可供从事焊接生产及科研工作的工程技术人员参考。

A. C. Гельман

Технология контактной электросварки

Государственное научно-техническое

издательство машиностроительной

литературы 1952.

* * *

接触电焊工艺学

閻毓禾译

（根据机械工业出版社重印）

*

中国工业出版社出版（北京德胜门西10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

机工印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 850×1168¹/₃₂·印张 12¹/₈·插页 2·字数 323,000

1954年7月北京第一版

1961年9月北京新一版·1961年12月北京第二次印刷

印数 02,214—03,773·定价(10)1.70元

*

统一书号：15165·959(一机-212)

目 次

緒論	7
第一章 接觸鐸的基本方法	13
§ 1. 接觸鐸的分類	13
§ 2. 对接鐸及依格納齊也夫氏鐸	14
§ 3. 点鐸、凸鐸及 T-形鐸	17
§ 4. 滾鐸及滾-对鐸	20
第二章 接觸鐸时的电热过程	22
§ 1. 楞次-焦耳定律和电阻系数	22
§ 2. 接触电阻	24
§ 3. 对接鐸时的电阻	28
§ 4. 点鐸时的电阻	31
§ 5. 金屬及合金的物理热学性質	36
§ 6. 接触鐸时加热的特点	37
§ 7. 对接鐸时的加热	40
§ 8. 依格納齊也夫氏鐸时的加热	48
§ 9. 点鐸时的加热	50
§ 10. 鐸接电流的分流	56
第三章 接觸鐸时各种金屬及合金的性能	62
§ 1. 接觸鐸时的可鐸性	62
§ 2. 碳素鋼及低合金結構鋼的鐸接特性	64
§ 3. 奧氏体鋼的鐸接特性	74
§ 4. 鋁及其合金的鐸接特性	78
§ 5. 銅及其合金的鐸接特性	86
第四章 对接鐸工藝学	83
§ 1. 典型部件、鐸件的准备工作	88
§ 2. 鐸的电阻	87
§ 3. 閃光鐸的特点	89
§ 4. 低碳鋼的閃光鐸	100
§ 6. 碳素鋼及合金鋼閃光鐸的特点	108



102238

§ 6. 鋼的对接焊規範的選擇方法	111
§ 7. 輪子、道軌、管子、溝板及鏈環对接焊工藝的特點	112
§ 8. 結構鋼对接焊中的缺陷及焊接接口質量的檢驗	119
§ 9. 对接焊在刀具生產中的應用	122
§10. 依格納齊也夫氏焊的工藝	127
§11. 有色金屬及合金的对接焊	129
第五章 點焊工藝學	131
§ 1. 點焊的應用範圍和典型部件	131
§ 2. 焊點形成的過程	133
§ 3. 過程的主要參數對焊點大小和強度的影響	136
§ 4. 電流的分流對焊點大小和強度的影響	142
§ 5. 點焊時部件的結構形式	145
§ 6. 點焊工藝的一般特點	149
§ 7. 中小厚度的低碳鋼的點焊	152
§ 8. 低合金鋼的點焊	160
§ 9. 厚度較大的鋼板的點焊	182
§10. 奧氏體鋼及耐熱合金的點焊	184
§11. 輕合金的點焊	195
§12. 銅、鎳及其合金點焊的特點	171
§13. 點焊規範的選擇	172
§14. 點焊的缺陷和檢驗	173
第六章 凸焊及 T-形焊的工藝學	177
§ 1. 凸焊的工藝	177
§ 2. T-形焊的工藝	179
第七章 滾焊工藝學	181
§ 1. 應用範圍和典型部件	181
§ 2. 滾焊規範的基本參數	184
§ 3. 滾焊工藝的一般特點	187
§ 4. 低碳鋼的滾焊	188
§ 5. 不銹鋼及耐熱鋼的滾焊	190
§ 6. 鋁合金的滾焊	191
§ 7. 滾焊規範的選擇及滾焊的檢驗	192
第八章 接觸焊機的變壓器和主要的起動與調節儀器	193
§ 1. 接觸焊機電氣設備的基本元件	192
§ 2. 焊接變壓器的主要參數	193
§ 3. 焊接變壓器的構造	195

§ 4. 焊接变压器的工作过程	196
§ 5. 变压器的功率、工作情况及發熱	204
§ 6. 接触焊接变压器的計算	207
§ 7. 变压器功率的調節	214
§ 8. 离子仪器的裝置和作用原理	217
§ 9. 開流管和引燃管起燃的剋制	222
§ 10. 机械式、电磁式及离子式开关	226
§ 11. 接触焊机的控制仪器	229
第九章 接触焊机的电参数	232
§ 1. 焊接線路的有效电阻和感抗	232
§ 2. 焊机的外特性、 $\cos \varphi$ 及有效功率	235
第十章 对接焊机	240
§ 1. 对接焊机的基本部件和分类	240
§ 2. 焊机的机架、导轨和座板	240
§ 3. 对接焊机的送料传动裝置	248
§ 4. 夹头及頂座裝置	251
§ 5. 成批生產的焊机的規格及其選擇	258
第十一章 点焊机及凸焊机	266
§ 1. 点焊机的基本部件及分类	266
§ 2. 挤压及开关机构	266
§ 3. 焊接迴路的條件	272
§ 4. 点焊和凸焊时所用的电極	279
§ 5. 成批生產的固定式單点点焊机及焊接压力机的規格	286
§ 6. 輕便式点焊机	291
§ 7. 双点及多点点焊机	298
§ 8. 儲能焊时所用的点焊机	300
第十二章 滚焊机	307
§ 1. 分类及基本部件	307
§ 2. 基本部件的構造	309
§ 3. 成批生產的滚焊机的技術規格	314
§ 4. 特种滚焊机	318
第十三章 点焊与滚焊的自动化	324
§ 1. 点焊自动化的基本方法	324
§ 2. $t_{\text{焊}} = \text{常数}$ 的斷續器	326
§ 3. 保証着 $t_{\text{焊}} = \text{常数}$ 且 $I = \text{常数}$ 的斷續器	329
§ 4. $UI_{\text{焊}} = \text{常数}$ 的斷續器	330

§ 5. 对焊件温度的变化有所反应的断路器	331
§ 6. 滚焊时所用的断路器及调幅器	331
第十四章 接触焊机的安装与使用,安全技术	337
§ 1. 焊机的安装	337
§ 2. 焊机的使用与安全技术	339
第十五章 接触焊时的劳动组织,规定定额的原则与工艺文件	342
§ 1. 斯达哈诺夫工作法及郭瓦寥夫工作法的应用	342
§ 2. 规定接触焊定额的原则	344
§ 3. 电极与电能的消耗	345
§ 4. 接触焊时的工艺文件	347
附录 1 工序工艺卡片	349
附录 2 指示卡片	351
附录 3 指示卡片	353
附录 4 点焊与滚焊的断路器	355
附录 5 低频与直流脉冲点焊机	382
附录 6 压焊新工艺	387
附录 7 国产接触焊设备与苏联接触焊设备的型号对照表	401

高等学校教学用书

接触电焊工艺学

A·C·盖尔曼著

閻毓禾译

只限学校内部使用

根据高等工业学校焊接专业教材选编会议决定，“接触焊工艺及设备”课程暂用A·C·盖尔曼著苏联中等技术学校教学参考书“接触电焊工艺学”（本书）作为教材。

本书的工艺部分没有更改。设备部分由西安交通大学焊接教研组补充编写了控制装置及特殊点焊机等内容。另外，还补充了压焊新工艺，包括摩擦焊、冷压焊及超声波焊接。补充的部分列于书末，作为附录4，5，6，7。

本书除供高等工业学校焊接专业学生使用外，亦可供从事焊接生产及科研工作的工程技术人员参考。

A. C. Гельман

Технология контактной электросварки

Государственное научно-техническое

издательство машиностроительной

литературы 1952.

* * *

接触电焊工艺学

閻毓禾译

（根据机械工业出版社重印）

*

中国工业出版社出版（北京德胜门西10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

机工印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 850×1168¹/₃₂·印张 12¹/₈·插页 2·字数 323,000

1954年7月北京第一版

1961年9月北京新一版·1961年12月北京第二次印刷

印数 02,214—03,773·定价(10)1.70元

*

统一书号：15165·959(一机-212)

77.73
221

目 次

緒論	7
第一章 接觸鐸的基本方法	13
§ 1. 接觸鐸的分類	13
§ 2. 对接鐸及依格納齊也夫氏鐸	14
§ 3. 点鐸、凸鐸及 T-形鐸	17
§ 4. 滾鐸及滾-对鐸	20
第二章 接觸鐸时的电热过程	22
§ 1. 楞次-焦耳定律和电阻系数	22
§ 2. 接觸电阻	24
§ 3. 对接鐸时的电阻	28
§ 4. 点鐸时的电阻	31
§ 5. 金屬及合金的物理热学性質	36
§ 6. 接触鐸时加热的特点	37
§ 7. 对接鐸时的加热	40
§ 8. 依格納齊也夫氏鐸时的加热	48
§ 9. 点鐸时的加热	50
§ 10. 鐸接电流的分流	56
第三章 接觸鐸时各种金屬及合金的性能	62
§ 1. 接觸鐸时的可鐸性	62
§ 2. 碳素鋼及低合金結構鋼的鐸接特性	64
§ 3. 奧氏体鋼的鐸接特性	74
§ 4. 鋁及其合金的鐸接特性	78
§ 5. 銅及其合金的鐸接特性	86
第四章 对接鐸工藝	83
§ 1. 典型部件、鐸件的准备工作	88
§ 2. 鐸的电阻	87
§ 3. 閃光鐸的特点	89
§ 4. 低碳鋼的閃光鐸	100
§ 6. 碳素鋼及合金鋼閃光鐸的特点	108



102238

§ 6. 鋼的对接焊規範的選擇方法	111
§ 7. 輪子、道軌、管子、溝板及鏈環对接焊工藝的特點	112
§ 8. 結構鋼对接焊中的缺陷及焊接接口質量的檢驗	119
§ 9. 对接焊在刀具生產中的應用	122
§ 10. 依格納齊也夫氏焊的工藝	127
§ 11. 有色金屬及合金的对接焊	129
第五章 點焊工藝學	131
§ 1. 點焊的應用範圍和典型部件	131
§ 2. 焊點形成的過程	133
§ 3. 過程的主要參數對焊點大小和強度的影響	136
§ 4. 電流的分流對焊點大小和強度的影響	142
§ 5. 點焊時部件的結構形式	145
§ 6. 點焊工藝的一般特點	149
§ 7. 中小厚度的低碳鋼的點焊	152
§ 8. 低合金鋼的點焊	160
§ 9. 厚度較大的鋼板的點焊	182
§ 10. 奧氏體鋼及耐熱合金的點焊	184
§ 11. 輕合金的點焊	195
§ 12. 銅、鎳及其合金點焊的特點	171
§ 13. 點焊規範的選擇	172
§ 14. 點焊的缺陷和檢驗	173
第六章 凸焊及 T-形焊的工藝學	177
§ 1. 凸焊的工藝	177
§ 2. T-形焊的工藝	179
第七章 滾焊工藝學	181
§ 1. 應用範圍和典型部件	181
§ 2. 滾焊規範的基本參數	184
§ 3. 滾焊工藝的一般特點	187
§ 4. 低碳鋼的滾焊	188
§ 5. 不銹鋼及耐熱鋼的滾焊	190
§ 6. 鋁合金的滾焊	191
§ 7. 滾焊規範的選擇及滾焊的檢驗	192
第八章 接觸焊機的變壓器和主要的起動與調節儀器	193
§ 1. 接觸焊機電氣設備的基本元件	192
§ 2. 焊接變壓器的主要參數	193
§ 3. 焊接變壓器的構造	195

§ 4. 焊接变压器的工作过程	196
§ 5. 变压器的功率、工作情况及發熱	204
§ 6. 接触焊接变压器的計算	207
§ 7. 变压器功率的調節	214
§ 8. 离子仪器的裝置和作用原理	217
§ 9. 開流管和引燃管起燃的剋制	222
§ 10. 机械式、电磁式及离子式开关	226
§ 11. 接触焊机的控制仪器	229
第九章 接触焊机的电参数	232
§ 1. 焊接線路的有效电阻和感抗	232
§ 2. 焊机的外特性、 $\cos \varphi$ 及有效功率	235
第十章 对接焊机	240
§ 1. 对接焊机的基本部件和分类	240
§ 2. 焊机的机架、导轨和座板	240
§ 3. 对接焊机的送料传动裝置	248
§ 4. 夹头及頂座裝置	251
§ 5. 成批生產的焊机的規格及其選擇	258
第十一章 点焊机及凸焊机	266
§ 1. 点焊机的基本部件及分类	266
§ 2. 挤压及开关机构	266
§ 3. 焊接迴路的條件	272
§ 4. 点焊和凸焊时所用的电極	279
§ 5. 成批生產的固定式單点点焊机及焊接压力机的規格	286
§ 6. 輕便式点焊机	291
§ 7. 双点及多点点焊机	298
§ 8. 儲能焊时所用的点焊机	300
第十二章 滚焊机	307
§ 1. 分类及基本部件	307
§ 2. 基本部件的構造	309
§ 3. 成批生產的滚焊机的技術規格	314
§ 4. 特种滚焊机	318
第十三章 点焊与滚焊的自动化	324
§ 1. 点焊自动化的基本方法	324
§ 2. $t_{\text{封}}$ = 常数的断續器	326
§ 3. 保証着 $t_{\text{封}}$ = 常数且 I = 常数的断續器	329
§ 4. $E/I_{\text{封}}$ = 常数的断續器	330

§ 5. 对焊件温度的变化有所反应的断续器	331
§ 6. 滚焊时所用的断续器及调幅器	331
第十四章 接触焊机的安装与使用,安全技术	337
§ 1. 焊机的安装	337
§ 2. 焊机的使用与安全技术	339
第十五章 接触焊时的劳动组织,规定定额的原则与工艺文件	342
§ 1. 斯达哈诺夫工作法及郭瓦寥夫工作法的应用	342
§ 2. 规定接触焊定额的原则	344
§ 3. 电极与电能的消耗	345
§ 4. 接触焊时的工艺文件	347
附录 1 工序工艺卡片	349
附录 2 指示卡片	351
附录 3 指示卡片	353
附录 4 点焊与滚焊的断续器	355
附录 5 低频与直流脉冲点焊机	382
附录 6 压焊新工艺	387
附录 7 国产接触焊设备与苏联接触焊设备的型号对照表	401

緒 論

接觸鋸是一種能形成永久性接合的机电过程。在進行接觸鋸時鋸件借通过的电流而局部發熱，同時又在熱鋸件的接合處加以壓力。接觸鋸可以在金屬加熱到低於熔點溫度的條件下（在塑性狀態鋸接）、或是在要形成接合的區域內局部熔點之後實現。

接觸鋸的應用開始於十九世紀七十年代，那時電阻對接鋸就已發明了。1887年，天才的俄羅斯碳極電弧鋸發明家 H. H. 別納陀斯 (H. H. Бенардос) 取得了碳極點鋸法的專利權。他提出了最簡單的鉗狀結構(圖1)，這就是現在廣泛應用於汽車工業及飛機製造中的輕便點鋸機的原形。滾動接觸鋸也是他發明的。現代所應用的銅極點鋸法研究出來得比較遲些。1903年閃光鋸發明以後，對接鋸得到了特別廣泛的發展。

接觸鋸的特點是，接合處加熱的速度相當大，很少以較慢的傳熱過程為轉移。為使加熱迅速，就需要電功率很大的特殊鋸機（在個別情況下達 1000 千伏安以上）。某些現代的接觸鋸機還具有相當大的機械功率。例如，在進行寬度在 1500 毫米以下、厚度在 4 毫米以下的不銹鋼板的對接鋸時所用的鋸機，在夾緊鋸件時能發揮 500 噸以上的夾力，在鋸接終了時能以 150 噸以下的力來擠壓加熱後的鋼板。這種鋸機的重量達 50 噸。當然，在蘇聯這種鋸機的創造和接觸鋸的廣泛應用之成為可能，還只是在動力業根本恢復、並在五年計劃勝利實

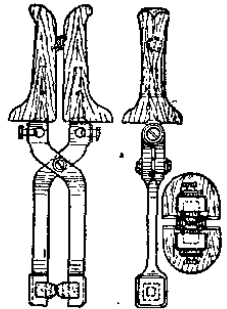


圖 1. H. H. 別納陀斯
的点鋸鉗。

現的基礎上創造了蘇聯電機製造業的充分強大的基礎以後的事。

接觸鐸的發展是與接觸鐸機生產的擴大分不開的。這些鐸機照例由三個主要部分組成：鐸接變壓器，能把網絡電壓（127—500 伏特）降低到幾個伏特，足以在鐸機的鐸接線路中產生相當大的電流，有時達 100,000 安培；機械部分，就是一種簡單的或複雜的機床，用來夾緊、擠壓及移動（例如在滾鐸機內）鐸件；和控制儀器，在現代自動化機器領域內以其相當大的複雜性著稱。

第一批接觸鐸機是 1928 年在蘇聯“電氣工人”（Электрик）工廠生產的。在頭兩個五年計劃期間，所生產的鐸機的平均功率增長到幾乎五倍，同時鐸機的生產增長到 20 倍以上。在三十年代間，在工廠（“Электрик”、“Светлана”）和科學研究所里，在接觸鐸機自動控制儀器的創造方面進行了巨大的研究工作。

衛國戰爭以前，由於阿列克謝也夫（А. А. Алексеев）、阿洪（А. И. Ахун）、菲拉諾維契（И. А. Филинович）及許多其他蘇聯設計師的工作，在蘇聯就已產出了功率在 600 千伏安以下、具有電力、氣壓及液壓傳動裝置的各種主要類型的接觸鐸機，其中有：固定式及懸掛式自動點鐸機、點-凸鐸機（鐸接壓力機）、功率在 175 千伏安以下的通用式滾鐸機，液壓傳動的重型對接鐸機、А. М. 依格納齊也夫法鐸機及許多用來鐸接管子、自行車輪緣等的特種鐸機。

在蘇聯，甚至在戰爭的年代里，還曾不斷地進行了接觸鐸接設備的生產。特別是，在這個時期內，鐸接鐵路鋼軌用的自動對接鐸機的成批生產被組織起來了。更完善的新型接觸鐸機的創造工作在戰後恢復時期得到了獨特的發展。許多電業工廠都掌握了下面幾種鐸機的成批生產：帶有氣壓傳動裝置的、生產效能很高的點鐸機，一批凸鐸用的鐸接壓力機，帶有電力及液壓傳動裝置的自動對接鐸機以及帶有引燃管斷續器的滾鐸機（圖 2）。汽車工廠（ЗИС 和 ГАЗ）為了本身的需要曾組織了複雜的多點點鐸機（圖 3）、懸掛式自動點鐸機、專門化滾鐸機及對

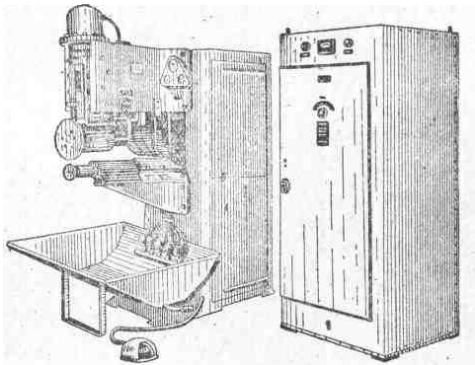


圖 2. 現代的帶有引燃管斷續器的 MIII-100-1 型液鋸機。

接鋸機以及其他接觸鋸接設備的生產。1949年，莫斯科大林汽車工廠的一批工作人員，因在新鋸接設備領域內的貢獻而榮膺斯大林獎金。斯大林獎金也曾同樣授予在創造道軌鋸接機(圖4)方面的工作。

蘇聯工程師和科學家們，在具有高度生產效能的接觸鋸工藝過程的創造方面作了不少的貢獻。A. M. 伊格納齊也夫(A. M. Ignatyev)發明了獨創的電阻鋸接法，在以後的工具生產中獲得了實際的應用。在點鋸領域內應當指出的有：在鋸電極間直接熱處理的應用(1935年

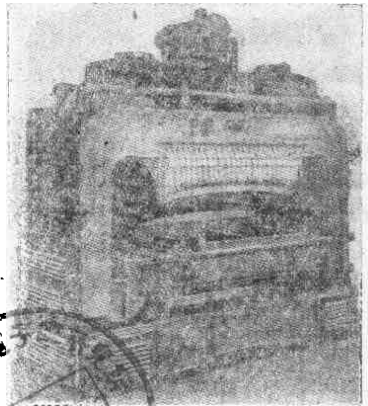


圖 3. HC 多點點鋸機。

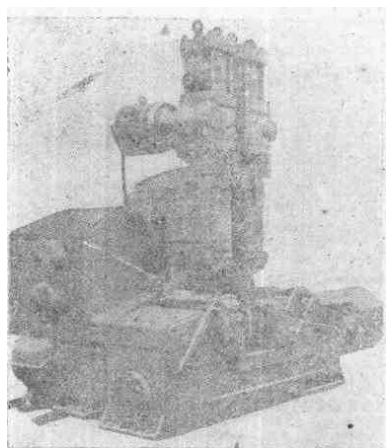


圖 4. РСКМ-320У 型自动轨道对接焊机。

Н. В. Гевелинг提出), 使用高压电容器的錫接 (Г. П. Бабат)、点錫过程的测服控制法 (Д. С. Балковец) 及其他。

在苏联,除了接触錫接设备的改進及新工藝过程的拟定外,同时还进行了系統的研究,目的在於确定接触錫接时所观察到的現象的物理本質,並建立把这些現象联系起來的基本規律。赫列諾夫 (К. К. Хренов) 在接触錫的一

般理論方面的工作,西陀連柯 (А. А. Сидоренко)、柯切爾庚 (К. А. Кочергин) 等在錫接接触点理論方面的研究,柯恰諾夫斯基 (Н. Я. Качановский) 及伊姆憲尼克 (К. П. Имшенник) 在閃光錫理論方面的工作,及阿列克謝也夫 (А. А. Алексеев) 在电阻錫方面的工作,尼古拉也夫 (Г. А. Николаев)、磊卡林 (Н. Н. Рыцалин)、米哈依洛夫 (Г. П. Михайлов) 在接触錫接的接合強度方面的研究,以及中央工藝及机器制造科學研究院 (ЦНИИТМАШ) 在点錫和对接錫的研究方面的某些工作,已經能夠确定接触錫時發生的过程的真正本質,並能拟定合理应用这种錫接的条件和方法。

接触錫的國民經濟价值很大。这种經濟价值是由於: 接触錫的生產率高; 錫件不用填充材料和錫藥就能進行接合; 錫接过程的机械化比較容易; 不產生毒性气体和塵埃, 也不產生有害的紫外綫, 因而能夠把接触錫机与金屬切削机床、压力机及其他工業設備相間地配置在生產