

72.7
161

电 焊 工

加拉克焦诺夫、巴次克也维奇和斯塔德尼可夫著

孙 辉译



机械工业出版社

0438/3270

出版者的話

本書是根据苏联国立机器制造書籍出版社，1954年出版的
[Электросварщик справочное пособие для рабочих] 第二
版翻譯出來的。

它的內容包括手工电弧焊、接触焊和电加热方面的工艺、規
范、焊条和焊接設備。書內載有实用知識和数据，可以滿足电焊
工人在工作时的需要。

本書可作为电焊工人自修或者工厂訓練班教学的參考資料。

NO. 1606

1957年12月第一版 1959年4月第一版第三次印刷

850×1168¹/₃₂ 字数 226 千字 印張 87/8 6,051—16,150 册

机械工業出版社(北京阜成門外百万庄)出版

中央民族印刷厂印刷

新华書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号 定价(11) 1.70 元

目 次

原序.....	6
緒言.....	7

第一部分 电弧焊接

一 概論.....	9
-----------	---

1 电弧焊接的特点和种类 (9)——2 焊接电弧 (10)——3 焊接电弧的稳定性 (12)——4 焊条金属在电弧中的过渡 (14)——5 焊条金属的飞溅 (17)

二 电弧焊接的设备.....	18
----------------	----

1 对于电源的要求 (18)——2 焊接发电机 (20)——3 單站式电焊机 (21)——4 多站式电焊机 (31)——5 單站式焊接变压器 (33)——6 多站式焊接变压器 (38)——7 三相电弧焊接用的变压器 (39)——8 ПС-100型电焊机 (40)——9 焊接电纜 (41)——10 电流种类的选择 (42)

三 鋼焊条.....	43
------------	----

1 一般特性 (43)——2 薄藥焊条 (51)——3 焊接結構鋼用的焊条 (53)——4 焊接特种性質合金鋼用的焊条 (53)——5 堆焊特种性質表面層用的焊条 (62)

四 焊接接头和焊縫.....	66
----------------	----

1 焊接接头的型式 (66)——2 焊縫的型式 (74)——3 焊着金屬的橫断面面积, 焊条的消耗量和焊道数目 (77)——4 圖紙上的焊縫符号 (82)

五 手工电弧焊接技术.....	89
-----------------	----

1 引弧和焊条在焊接时的运动 (89)——2 焊接电流的选择 (92)——3 平焊位置焊縫的焊接 (93)——4 立焊縫的焊接 (96)——5 橫焊縫的焊接 (97)——6 仰焊縫的焊接 (98)——7 薄鋼板的焊接 (98)——8 堅密焊縫的焊接 (99)——9 大間隙焊縫的焊接 (102)——10 高速焊接法 (103)——11 碳电极焊接 (114)

六 內应力和变形.....	116
---------------	-----

1 产生內应力和变形的原因 (116)——2 預防內应力的方法 (117)

——3 預防變形的方法 (118)

七 鋼的焊接..... 122

1 碳鋼的焊接 (122)——2 合金鋼的焊接 (123)

八 鑄鐵的焊接..... 131

1 焊接鑄鐵的方法 (131)——2 鑄鐵的冷焊法 (132)——3 鑄鐵的熱焊法 (137)

九 有色金屬的焊接..... 139

1 銅的焊接 (139)——2 黃銅的焊接 (140)——3 青銅的焊接 (141)——4 鋁和鋁合金的焊接 (142)

十 焊接工作的檢驗..... 144

1 焊接接頭的缺陷 (144)——2 焊縫的外部缺陷 (145)——3 焊縫的內部缺陷 (149)——4 焊接質量的檢驗方法 (151)

十一 電弧焊接的定額..... 160

1 工時定額和生產定額的確定 (160)——2 焊條消耗定額的確定 (162)——3 電能消耗量的確定 (163)

十二 安全技術和勞動保護..... 165

1 基本情況 (165)——2 電弧光綫的防護 (165)——3 觸電的防護 (167)——4 焊工身體的姿勢 (168)——5 焊接工作地點的通風和照明 (169)——6 防止灼傷和預防爆炸 (170)

第二部分 接觸焊接和電加熱

十三 概論..... 172

1 接觸焊接時的加熱 (172)——2 接觸焊接的方法 (172)——3 對接焊 (173)——4 點焊 (174)——5 凸焊 (176)——6 縫焊 (178)——7 依格納齊也夫焊接法 (180)——8 電加熱 (180)——9 接觸電阻 (181)——10 焊件的電阻 (183)——11 焊接機器的電路電阻 (185)

十四 接觸焊接的設備..... 186

1 接觸焊接機的變壓器 (186)——2 開關裝置 (189)——3 對接焊机 (189)——4 點焊机和凸焊机 (200)——5 縫焊机 (209)——6 依格納齊也夫法焊接机 (218)——7 電加熱机 (219)

十五 接触焊接工艺..... 222

- 1 零件在焊接前的准备 (222)——2 进行对接焊的技术(224)——
- 3 对接焊的接头 (227)——4 对接焊工艺(229)——5 进行点焊的
技术 (236)——6 点焊的接头 (238)——7 点焊工艺 (241)——8
- 进行凸焊的技术 (245)——9 凸焊的接头 (246)——10 凸焊工艺
(247)——11 进行缝焊的技术(248)——12 缝焊的接头(250)——
- 13 缝焊工艺 (252)——14 进行依格納齐也夫法焊接的技术(257)
——15 进行电加热的技术 (259)

十六 焊接质量的检验..... 261

- 1 对接焊的缺陷和排除的方法 (261)——2 对接焊质量的检验
(264)——3 点焊的缺陷和排除的方法 (265)——4 点焊质量的检
验 (268)——5 凸焊的缺陷和排除的方法(270)——6 凸焊质量的
检验(272)——7 缝焊的缺陷和排除的方法 (272)——8 缝焊质量
的检验 (273)——9 依格納齐也夫法焊接质量的检验(274)——10
- 电加热温度的检验 (275)

十七 接触焊接的定额..... 278

- 1 工时定额和生产定额的确定 (278)——2 工具消耗量的确定
(280)——3 电能消耗量的确定 (281)

十八 接触焊机的安装和安全技术..... 282

- 1 焊接机器的导线、护板、接地和安装(282)——2 接触焊接的安
全技术(282)

72.7
161

电 焊 工

加拉克焦诺夫、巴次克也维奇和斯塔德尼可夫著

孙 辉译



机械工业出版社

52

0438/3270

出版者的話

本書是根据苏联国立机器制造書籍出版社，1954年出版的
[Электросварщик справочное пособие для рабочих] 第二
版翻譯出來的。

它的內容包括手工电弧焊、接触焊和电加热方面的工艺、規
范、焊条和焊接設備。書內載有实用知識和數據，可以滿足电焊
工人在工作时的需要。

本書可作为电焊工人自修或者工厂訓練班教学的參考資料。

NO. 1606

1957年12月第一版 1959年4月第一版第三次印刷

850×1168¹/₃₂ 字數 226 千字 印張 87/8 6,051—16,150 冊

机械工業出版社(北京阜成門外百万庄)出版

中央民族印刷厂印刷

新华書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号 定价(11) 1.70 元

目 次

原序.....	6
緒言.....	7

第一部分 电弧焊接

一 概論.....	9
-----------	---

1 电弧焊接的特点和种类 (9)——2 焊接电弧 (10)——3 焊接电弧的稳定性 (12)——4 焊条金属在电弧中的过渡 (14)——5 焊条金属的飞溅 (17)

二 电弧焊接的设备.....	18
----------------	----

1 对于电源的要求 (18)——2 焊接发电机 (20)——3 單站式电焊机 (21)——4 多站式电焊机 (31)——5 單站式焊接变压器 (33)——6 多站式焊接变压器 (38)——7 三相电弧焊接用的变压器 (39)——8 ПС-100型电焊机 (40)——9 焊接电纜 (41)——10 电流种类的选择 (42)

三 鋼焊条.....	43
------------	----

1 一般特性 (43)——2 薄藥焊条 (51)——3 焊接結構鋼用的焊条 (53)——4 焊接特种性質合金鋼用的焊条 (53)——5 堆焊特种性質表面層用的焊条 (62)

四 焊接接头和焊縫.....	66
----------------	----

1 焊接接头的型式 (66)——2 焊縫的型式 (74)——3 焊着金屬的橫断面面积, 焊条的消耗量和焊道数目 (77)——4 圖紙上的焊縫符号 (82)

五 手工电弧焊接技术.....	89
-----------------	----

1 引弧和焊条在焊接时的运动 (89)——2 焊接电流的选择 (92)——3 平焊位置焊縫的焊接 (93)——4 立焊縫的焊接 (96)——5 橫焊縫的焊接 (97)——6 仰焊縫的焊接 (98)——7 薄鋼板的焊接 (98)——8 堅密焊縫的焊接 (99)——9 大間隙焊縫的焊接 (102)——10 高速焊接法 (103)——11 碳电极焊接 (114)

六 內应力和变形.....	116
---------------	-----

1 产生內应力和变形的原因 (116)——2 預防內应力的方法 (117)

——3 預防變形的方法 (118)

七 鋼的焊接..... 122

1 碳鋼的焊接 (122)——2 合金鋼的焊接 (123)

八 鑄鐵的焊接..... 131

1 焊接鑄鐵的方法 (131)——2 鑄鐵的冷焊法 (132)——3 鑄鐵的熱焊法 (137)

九 有色金屬的焊接..... 139

1 銅的焊接 (139)——2 黃銅的焊接 (140)——3 青銅的焊接 (141)——4 鋁和鋁合金的焊接 (142)

十 焊接工作的檢驗..... 144

1 焊接接頭的缺陷 (144)——2 焊縫的外部缺陷 (145)——3 焊縫的內部缺陷 (149)——4 焊接質量的檢驗方法 (151)

十一 電弧焊接的定額..... 160

1 工時定額和生產定額的確定 (160)——2 焊條消耗定額的確定 (162)——3 電能消耗量的確定 (163)

十二 安全技術和勞動保護..... 165

1 基本情況 (165)——2 電弧光綫的防護 (165)——3 觸電的防護 (167)——4 焊工身體的姿勢 (168)——5 焊接工作地點的通風和照明 (169)——6 防止灼傷和預防爆炸 (170)

第二部分 接觸焊接和電加熱

十三 概論..... 172

1 接觸焊接時的加熱 (172)——2 接觸焊接的方法 (172)——3 对接焊 (173)——4 點焊 (174)——5 凸焊 (176)——6 縫焊 (178)——7 依格納齊也夫焊接法 (180)——8 電加熱 (180)——9 接觸電阻 (181)——10 焊件的電阻 (183)——11 焊接機器的電路電阻 (185)

十四 接觸焊接的設備..... 186

1 接觸焊接機的變壓器 (186)——2 開關裝置 (189)——3 对接焊机 (189)——4 點焊机和凸焊机 (200)——5 縫焊机 (209)——6 依格納齊也夫法焊接机 (218)——7 電加熱机 (219)

十五 接触焊接工艺..... 222

- 1 零件在焊接前的准备 (222)——2 进行对接焊的技术(224)——
- 3 对接焊的接头 (227)——4 对接焊工艺(229)——5 进行点焊的
技术 (236)——6 点焊的接头 (238)——7 点焊工艺 (241)——8
- 进行凸焊的技术 (245)——9 凸焊的接头 (246)——10 凸焊工艺
(247)——11 进行缝焊的技术(248)——12 缝焊的接头(250)——
- 13 缝焊工艺 (252)——14 进行依格納齐也夫法焊接的技术(257)
——15 进行电加热的技术 (259)

十六 焊接质量的检验..... 261

- 1 对接焊的缺陷和排除的方法 (261)——2 对接焊质量的检验
(264)——3 点焊的缺陷和排除的方法 (265)——4 点焊质量的检
验 (268)——5 凸焊的缺陷和排除的方法(270)——6 凸焊质量的
检验(272)——7 缝焊的缺陷和排除的方法 (272)——8 缝焊质量
的检验 (273)——9 依格納齐也夫法焊接质量的检验(274)——10
- 电加热温度的检验 (275)

十七 接触焊接的定额..... 278

- 1 工时定额和生产定额的确定 (278)——2 工具消耗量的确定
(280)——3 电能消耗量的确定 (281)

十八 接触焊机的安装和安全技术..... 282

- 1 焊接机器的导线、护板、接地和安装(282)——2 接触焊接的安
全技术(282)

原 序

本書是手工电弧焊接、接触焊接和电加热方面的参考書的第二版(补充和修訂版)。書中循序叙述了电焊工作方面所有的基本問題。本書可作为提高电焊工人技术水平的系統性参考材料。

這本書里同时还收集了許多参考資料，这些像最新的实验数据和表格。所以本書也可以用来作为解决工艺問題、选择焊条、选择焊接规范等时的手册。

本書中除了有实际知識和参考知識外，还載有理論知識，这些知識是繼續深入了解和論証这些实际工作方法所必須了解的。書中还研究电弧焊接設備的作用原理以及电弧焊接和接触焊接的物理原理。理論問題是按照相当于工人技术学校培养电焊工的教學大綱的水平來說明的。

在本書中作者們利用了刊載在刊物上的苏維埃科学家們和專家們的著作。在本書中还記載了作者們在烏拉尔工厂焊接工艺部門的經驗。

关于自动电弧焊接的設備和工艺在本書中沒有叙述，因为在这方面有許多新的、專門叙述巴頓(Е. О. Патон)院士的在熔剂下的自动焊接法的文献。

作者对于在編写本書修訂版过程中曾給了許多有价值指示的技术科学碩士阿亨(А. И. Ахун)副教授表示謝意。

本書第九、十二、十三、十四、十五、十六、十七、十八章是加拉克焦諾夫(А. Т. Галактионов)編写的；第一、二、三、四、八、十一章是巴次克也維奇(И. Р. Пацкевич)編写的；第五、六、七、十章是斯塔德尼可夫(Г. Д. Стадников)編写的。

所有对于本書內容的意見和建議請寄：

斯維德洛夫城，克·立布克尼赫塔街23号，机器制造書籍出版社，烏拉尔-西伯利亞分社。(г. Свердловск, ул. К. Либкнехта, 23, Урало-Сибирскому отделению Машгиза.)

緒 言

在苏联工業中应用特別广泛的电气焊接方法是偉大的俄国人發明的。这个方法分成：甲) 熔化焊接，乙) 加压焊接。

各种型式和各种方法的电气熔化焊接是以电弧热熔化金屬为基础的。而各种型式的电气加压焊接是以电流通过接触电阻和被焊零件的连接金屬时所产生的热把连接部分加热到塑性状态为基础的。

电弧燃燒的現象是在1802年由偉大的俄国物理学家、彼得格勒內外科学院的瓦西里·佛拉箕米洛維契·彼得洛夫 (Василий Владимирович Петров) 教授首先發見的。瓦·佛·彼得洛夫在进行自己的实验时，他成为世界上第一个發現和研究利用电弧的热来熔化金屬的人，这个發現創始了电弧在电焊和电气冶金方面的实际应用。

电弧焊接是天才的俄国發明家尼古拉·尼古拉也維契·貝那尔多斯 (Никола Николаевич Бенардос) 和尼古拉·加夫里洛維契·斯拉維揚諾夫 (Никола Гаврилович Славянов) 發明的。

1882年尼·尼·貝那尔多斯創造了碳電極电弧焊接法，并且取得了專利权。这个方法首先被奧洛夫斯克-威契勃斯克鐵路工厂利用来修理機車車輪和主車架。尼·尼·貝那尔多斯是焊接領域內16种不同發明的發明人。他首先發明了在兩根或几根電極之間燃燒的間接电弧焊接法、在保护气体中焊接的方法、焊接电弧的磁性操縱法、几种电弧焊接的自动机系統、几种型式的電極夾鉗和焊条等。1887年尼·尼·貝那尔多斯取得了点焊的專利权，随后又取得了縫焊或滾焊的專利权。

1888年尼·加·斯拉維揚諾夫發明了金屬電極电弧焊接法。这个方法首先被發明家本人所在的比爾姆斯基 (Пермский) 大炮

工厂广泛地应用在修理工作上。

尼·加·斯拉維揚諾夫为这个今天最通行的焊接方法的發展作了很多工作。他設計和制造了第一台直流电焊机，組織了世界上第一个焊接車間，在这个車間里在他的領導之下，进行了大量的修理鋼、鑄鐵、有色金屬鑄件的工作。他創造了并广泛地应用了第一台焊接自动机，这台自动机是现代自动化焊接設備的鼻祖。

尼·加·斯拉維揚諾夫曾写过几本書和几篇論文，在这些書里面他敘述了焊接原理和焊接应用的实例。

但是尼·尼·貝那尔多斯和尼·加·斯拉維揚諾夫的天才發明，在落后的沙皇时代的工業条件下并没有得到广泛的应用。

仅在偉大的十月社会主义革命之后，焊接才获得了应有的評價和这样的發展，它使我們的国家（苏联）在焊接应用的領域内成为世界上最先进的国家。

在五年計劃的年代里，电焊和苏維埃工業紧密地共同增長，成为被广泛地应用来作为生产率最高的和最經濟的金屬連接方法。

电焊不仅要向增加焊接工件的方向發展，而且还要向改善焊接技术和焊接設備的方向發展。苏維埃科学家們和技术家們發明了所有最完善的和生产率最高的电焊方法，在專業化的工厂里制造了各种型式的焊接机器和焊接設備。

現在焊接已經發展到可以应用它来制造任何重要的結構。焊接的应用是建筑在苏維埃科学家們和焊工們所創造的科学原理的基础上的。

焊接在我們国家里（苏联）的广泛發展要归功于共产党和苏維埃政府的經常关怀。党和政府的決議和指示是千千万万焊工們在創造性劳动方面的准則。

苏联共产党第十九次党代表大会关于第五个五年計劃的指示公布后，焊接就具有更重大的作用。在这个計劃中規定大量地建造新的企業，發展机器制造業，在制造机器时要减少机器的重量和金屬的消耗量，在这里如果不广泛地应用焊接是不可思議的。

第一部分 电弧焊接

一 概 論

1 电弧焊接的特点和种类

用局部加热到熔化温度或塑性状态的方法把两部分（或部分）金属连接成一整块的过程叫做焊接。

在电弧焊接时，焊接电弧燃烧时所产生的热，使焊件的边缘和焊条或填充金属熔化。电弧通常是在焊件和焊条之间燃烧。

电弧焊接可以根据电极材料分成两种基本方法：金属电极焊接法（尼·加·斯拉维扬诺夫法）和碳电极焊接法（尼·尼·贝那尔多斯法）。

金属电极焊接法是最通行的方法。它被用来焊接各种牌号的钢、铸铁和许多有色金属和合金。应用这种方法在使用直流电或交流电时可以焊接空间任何位置的焊缝，这种方法可以用手来做，也可以在自动焊接机或半自动焊接机上进行。金属电极在焊接时不仅用来保持电弧的燃烧，而且也用来形成焊缝。

~~在碳电极焊接时，焊缝是由熔化的焊件金属和附加到电弧中去~~的焊条形成的。碳电极仅仅是用来保持电弧燃烧的。这种方法在焊接带有反边接头的薄工件，也可以用来作钎焊的热源。有色金属的焊接和硬质合金的堆焊。有时应用另外一种方法——贝那尔多斯法——间接电弧焊接法，这时电弧在两个碳电极之间燃烧。

近年来流行在氩气层中的焊接——氩弧焊接法。在这种焊接方法中，电弧在焊件和钨电极之间燃烧，由特种喷嘴向电弧燃烧

区供給惰性气体——氬气。焊缝就像在碳电极焊接时一样，是由熔化的焊件金属和焊条形成的。氬气主要的作用是保护熔化金属，防止它和空气中的氧和氮化合。这种方法主要是用来焊接由特种钢和有色金属所制成的薄壁结构件。电弧可以利用普通电焊机所产生的交流电或直流电作为电源。

在焊剂层下的自动焊接时，电弧是在金属电极和焊件之间燃烧的。电弧燃烧区域被焊剂盖住，这样可以防止熔化金属被氧化、氮化和飞溅开来。

除了上述的方法外，有时应用原子氬焊来焊接有色金属和特种钢。这时电弧是在两个钨电极之间的氬气层或由氬分解出来的氬氢混合气层中燃烧的。

焊接电弧不仅可以用来作为连接金属的焊接工作，也可以用来作为增加或恢复零件耐磨性的表面堆焊工作和钢、铸铁和有色金属铸件的缺陷修补工作，以及金属的切割工作。

在工业上最初应用电弧焊接来代替铆接，最近焊接结构已经很明显地将铸造排挤掉了。

应用焊接来代替铆接可以节约金属达20%，代替铸造可以节约金属达50%；还可以节约制造结构的时间，降低结构的成本和提高某些结构（例如化学器械，蒸气锅炉等）的工作能力。

焊接由于具有上述优点，所以它在许多工业部门中，例如重工业，运输业，化学机械制造，动力机械制造，船舶制造，汽车制造，飞机制造，船舶制造，工业建筑和其他许多部门中应用得很广泛。

2 焊接电弧

电弧在焊接过程中是个很重要的工作成分，因须由它来完成焊件焊口的特种加工（熔化），所以电弧的性能和特性具有很大的实际意义。

空气一般是不导电的。但是在电弧燃烧的时候，在电弧间隙

里的气体和蒸气靠着电弧中形成的带电的微粒——电子和离子而变成导体了。带有负电荷的电子向正电极（陽極）移动，而带正电荷的离子向负电极（陰極）移动。带电的微粒的定向移动就使电弧中产生了电流。

形成带电微粒的过程叫做电离，而具有这种能使它得到导电能力的带电微粒的气体叫做被电离的气体。电离过程的本质可以用物质的构造理论来说明。任何元素的原子都是由负质点（电子）、正质点（质子）和中子所组成。原子中的负电荷和正电荷的数量相等，所以整个原子是中性的。由原子组成的分子也是中性的。但是如果给中性的分子或原子以相当的能量，它们就发生电离，这就是从它们那里分离出一个或几个电子。这时分子或原子的基本部分将带正电荷而叫做正离子。

在电弧间隙内阴極是电子的發源地，在它加热到很高温度时，从它的表面上发出游离的电子。

在电弧中除了电离以外还不断地进行着和电离作用相反的过程，这个过程是使带电微粒减少的，所以应该在电弧燃烧的全部时间内保持足够的电离程度。

要使气体进行电离主要是在电弧中加入电能。使各种气体和蒸气的分子电离所需要的能量的数量是各不相同的。它和电离电位的大小有关。对于跟原子核完全脱离的电子来讲，极少量的电能已足够使它电离。在电离电位较低的气体和蒸气中，加入的电能愈多，电离进行得也就愈厉害，电弧燃烧得愈稳定，它的温度也就愈低。在用金属电极焊接时，电弧的温度约为 $5000\sim 6000^{\circ}$ 。

引燃电弧（引弧）时，电极和零件接触（見第五章第1节）。用金属电极焊接时，引弧时所需的电极和零件之间的最小电压，在直流电时是 $30\sim 35$ 伏特，在交流电时是 $45\sim 50$ 伏特。

电弧燃烧时的电弧电压跟焊条芯棒和焊药的成分，电弧的长度和焊接电流强度有关系。圖1表示在不同电弧长度时电压和电流强度的关系，圖上每根表示这种关系的曲线叫做「电弧特性曲

线]。从电弧特性曲线上可以看到, 电弧电压随着电弧长度的增加而增加; 当电流在40~50安培以下时电弧电压随着电流的增长而减小。当电流继续增大时, 对于电弧特性曲线实际上已没有影响了。

上述的特性曲线是表示当焊接时电弧电压仅和它的长度有关系。这种关系可以用公式来表示:

$$U_{\text{arc}} = a + bl$$

式中 U_{arc} ——电弧电压(伏特); a 和 b ——常数, 它们决定于焊条芯棒和焊药的成分(a 表示在阴极和阳极表面间的电压降的总量, 单位是伏特; b 表示每1公厘长度的电弧上的电压降, 单位是伏特/公厘); l ——电弧长度(公厘)。

常数 a 和 b 的数值在用各种焊条焊接时是不一样的。在文献上有下列有关这些常数的数据: 白堊層焊条: $a = 10$ 伏特, $b = 2$ 伏特/公厘(赫列諾夫); УОНИИ-13焊条: $a = 16 \sim 18$ 伏特, $b = 2.8$ 伏特/公厘(里排可夫, 伏察諾夫)。

电弧电压和电弧长度的关系可以用曲线来表示(图2)。这种曲线有很大的实际意义。把一个用来测量电弧电压的伏特表接在焊接电路里就可以精确地控制电弧长度。

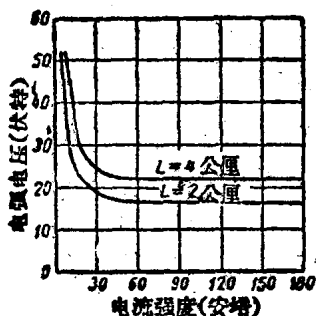


图1 电弧的特性曲线。

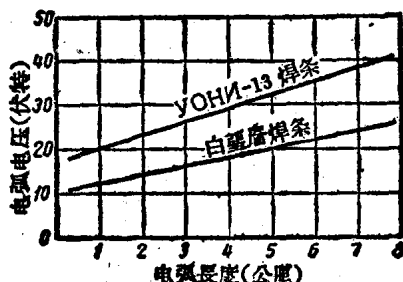


图2 电弧电压和电弧长度的关系。

3 焊接电弧的稳定性

电弧燃烧的稳定性有重大的实际意义。当稳定性不够时, 电