

高等学校教学用书

焊接热过程计算

H·H·雷卡林著

徐碧宇、庄鸿寿译



中国工业出版社

本书系统地阐述了焊接过程中热计算的方法。书中研究了电弧和气体火焰加热金属时的热传播过程，热传播的特性对于电焊条和基本金属熔化过程的影响，以及对于热循环和基本金属发生组织变化的影响。

本书供高等机器制造工业学校焊接专业的学生和研究生使用，并可作为科学研究所和工厂实验室的工作人员参考书。

И. П. Рыкалин

Расчеты тепловых процессов при сварке

Машииз 1951

焊接热过程计算

徐鲁宇，庄鸿寿译

(根据机械工业出版社重印)

*

第一机械工业部教材编审委员会编辑 (北京复兴门内三里河第一机械工业部)

中国工业出版社出版 (北京德胜门内大街10号)

(北京市书刊出版事业管理局出字第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 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ · 印张 $9\frac{9}{16}$ · 字数 235,000

1958年11月北京第一版

1961年6月北京新一版·1962年5月北京第三次印刷

印数 02,091—05,150 · 定价(10-5)1.50元

*

统一书号:K15165·169(一机-6)

次

本書採用的符号	8
1 热物理性能和电物理性能系数	8
2 温度場	8
3 焊接电弧	9
4 气体火焰	10
5 电焊条的加热和熔化	10
6 基本金屬的熔化	13
7 近縫区的热循环和金屬的机械特性	12
緒論	15
第一章 导热的計算基础	21
1 金屬的导热	21
基本定义(21)——傅立叶导热定律(23)	
2 表面放热	26
对流换热(26)——辐射换热(26)——全部放热(28)	
3 导热方程式	29
导热微分方程式的推导(29)——导热系数(32)——个别情况(33)	
4 区域条件和計算方法	34
区域条件(34)——第一种条件(35)——第二种条件(35)——第三种条件(36)——計算方法(38)	
5 瞬时集中热源	39
瞬时点热源(39)——瞬时綫热源(42)——瞬时平面热源(43)	
6 分布的和連續作用的热源	43
叠加原理(43)——初始温度分布的拉平(44)——例1(45)——連續作用的集中热源(46)——例2(48)	
7 有限物体內的热傳播	49
等温边界(50)——絕热边界(51)——有换热的边界(53)——在板和杆表面的换热(53)——自由冷却(54)——表面放热的計算(55)	
8 計算导热过程的数值法	56
綫性热傳播过程(56)——例1(59)——平面热傳播过程(61)——例2(62)	
第二章 焊接电弧加热金屬的計算	64
9 作为热源的电弧	64
焊接电弧(64)——有效功率(65)——例(67)——电弧的比热流量分布(67)	
10 电弧加热金屬的計算方式	71
加热物体的方式(71)——热源的方式(73)——热源作用的延續时	

間(73)——熱源的移動(74)	
11 瞬時集中熱源的热傳播過程	75
瞬時點熱源的热傳播(76)——瞬時綫熱源的热傳播(78)——瞬時平面熱源的热傳播(80)——空間的, 平面的和綫性的過程比較(81)	
12 運動的不變功率的集中熱源	81
方程式推导的方式(81)——半無限體表面上的運動點熱源(82)——板上的運動綫熱源(85)——杆上的運動平面熱源(86)	
13 點熱源加熱半無限體表面	86
極限狀態(86)——固定熱源(87)——熱源移動速度的影响(88)——運動熱源的温度場(91)	
14 綫熱源加熱板	92
極限狀態(92)——温度場(93)——焊接規範条件的影响(94)——金屬熱物理性能的影响(97)	
15 用強烈的快速運動熱源加熱	97
點熱源(98)——近似表達式的評價(100)——綫熱源(101)	
16 熱循環和最高温度	102
熱循環(102)——快速運動點熱源的热傳播過程中的最高温度(104)——快速運動綫熱源的热傳播過程中的最高温度(106)——例(107)	
17 熱飽和时期和温度拉平时期	103
熱飽和时期(108)——過程参数對於熱飽和时期的影响(111)——温度拉平时期(112)——例(114)	
18 物体尺寸的局限性對於熱傳播過程的影响	115
板表面上的焊道堆焊(116)——例(120)	
19 电弧焊時金屬温度計算的例題	121
焊接規範(121)——極限狀態的温度場(122)——最高温度分布(124)——A點的热循環(125)	
第三章 气体火焰加熱金屬的計算	126
20 作为熱源的簡單焊炬火焰	126
氧炔焰(126)——火焰和加熱表面之間的換熱(127)——火焰加熱時物体熱含量的变化(128)——氧炔焰的有效功率(130)——各种参数對於火焰有效功率的影响(131)	
21 簡單焊炬火焰比熱流量的分布	134
火焰的比熱流量(134)——作为正常-圓型熱源的火焰(136)——电弧和气体火焰的热特性比較(139)	
22 复杂焊炬的火焰	140
直綫式多焰焊炬(142)——直綫式焊炬火焰的有效功率(142)——直綫式焊炬火焰的比熱流量分布(144)——多列式焊炬(148)	
23 气体火焰加熱金屬過程的計算方式	150
加熱的專門用途(150)——加熱物体的方式(150)——熱源的方式	

(150)——热源作用的延續時間(151)——热源的移动(152)——換
热热源的計算方式(153)——火焰的換热系数(154)——計算方式
(154)

24 瞬时正常-分布热源	156
A. 在板上的瞬时正常-圓型热源(156)—— B. 在板上的瞬时正常- 条状热源(159)	
25 正常-分布热源加热板	160
26 运动正常-圓型热源加热板	163
A. 以任意●速度运动的热源(163)—— B. 快速运动的强烈正常-条 状热源(166)	
27 簡單焊炬火焰加热薄板的計算	169
例1 (169)——例2 (171)	
28 固定正常-条状热源加热板	172
29 直綫式焊炬火焰加热薄板的計算	174
例(176)	
30 在半无限体表面上的瞬时正常-圓型热源	178
31 运动正常-圓型热源加热半无限体	181
A. 連續作用的正常-圓型热源(181)——固定热源中心的温度(183), ——極限状态温度場(185)—— B. 快速运动的强烈正常-綫热源 (189)	
32 簡單焊炬火焰加热巨型物体的計算	191
例1 長时加热的計算(191)——例2 短时加热的計算(193)	

第四章 电弧焊时基本金屬和填充金屬熔化的計算196

33 电流加热电焊条	196
过程的热平衡(197)——电焊絲的比电阻(199)——用数值法計算电 焊条的加热(199)	
34 电流加热电焊条过程的近似計算	203
例(205)	
35 电焊条的熔化	206
过程的热平衡(206)——熔化率(207)——熔化系数(207)——熔化 的不均匀性(209)——焊着过程生产率(210)	
36 焊接电弧加热电焊条	211
例●(212)	
37 电流和电弧加热电焊絲	213
电流加热的温度(214)——例(214)——电弧加热的温度(216)—— 例(217)	

● 原文誤为「一定」, 已予更正。——譯者
● 原文漏排。——譯者

38 电焊絲的熔化	217
熔化速度(218)——根据实验数据确定熔化率(219)——例(220)	
39 焊接电弧熔化基本金屬	223
焊接熔池(223)——熔透区(225)	
40 熔池和熔透区的尺寸	226
計算方式(226)——金屬熔池的長度(227)	
41 熔透过程的热效率	229
42 熔透过程的热有效系数	232
用强烈的快速运动电弧在巨型工件上堆焊焊道(232)——用强烈的快速运动电弧对接焊接板(234)——用任意速度运动的电弧焊接和堆焊(235)——加宽焊道和深入电弧(236)——例(239)	
43 焊着过程和熔透过程的生产率	240
主要的計量指标(240)——焊着区和熔透区面积(241)——提高电弧焊生产率的途徑(243)——主要由焊着金屬形成的焊縫(245)——主要由基本金屬形成的焊縫(245)	

第五章 基本金屬热循环的計算.....247

44 热影响区的組織变化及其控制	247
組織变化的控制問題(247)——碳鋼和低合金鋼热影响区的組織变化(249)——热循环的調节(251)	
45 在給定温度时的瞬时冷却速度的計算	252
在巨型物体上堆焊焊道和板的对接焊接(253)——例1(255)——在板上堆焊焊道(256)——例2(258)	
46 在簡單热循环情况高于給定温度的加热延續時間的計算	258
例(262)	
47 在堆焊和單层对接焊时簡單热循环的調节	263
堆焊焊道(264)——板的对接焊接(266)——焊剂对于冷却规范的影响(267)——莫斯科巴烏曼高等工业学校方法(焊道試驗)(268)——自动單層焊接规范的計算例題(272)——手工对接焊接规范檢查性計算例題(273)	
48 長段多層焊时的热循环	274
長段焊时的組織变化(275)——第一層冷却速度的計算(276)——规范参数的影响(279)——例1 20公厘厚的50号鋼板的手工对接焊(280)——例2 30公厘厚的HJ-2号鋼板的自动对接焊(281)	
49 短段多層焊时的热循环	282
50 第一層的冷却温度	285
計算方式(285)——焊接段長度的計算(286)——焊接条件的影响(287)——例(287)	
51 在短段多層焊时高于給定温度的加热延續時間	287

例(293)

附录.....	296
表I 指数函数	296
表II 或然率积分函数	298
表III 积分指数函数	304
表IV 第二类虚自变数零次貝塞耳函数	306

本書採用的符号

1 热物理性能和电物理性能系数

- λ — 导热系数卡/公分·秒·°C
- S — 热含量卡/克
- c — 比热容量卡/克·°C
- γ — 比重克/公分³
- C_V — 容积热容量卡/公分³·°C
- $\alpha = \frac{\lambda}{C_V}$ — 导温系数公分²/秒
- α — 放热系数卡/公分²·秒·°C
- α_r 和 α_k — 辐射换热和对流换热系数卡/公分²·秒·°C
- α_1 和 α_2 — 板的上表面和下表面的换热系数卡/公分²·秒·°C
- b — 板或杆的散温系数^① 1/秒
- ϵ — 黑度系数
- ρ — 比电阻欧姆·公分
- σ — 导电系数欧姆⁻¹·公分⁻¹

2 温度场

- T — 固体的温度°C
- T_0 — 周围介质的温度；物体的初始温度°C
- t — 时间秒
- T_m — 最高温度°C
- t_m — 到达最高温度时间秒
- Q — 热量卡
- q — 比热流量卡/公分²·秒
- q_s — 沿给定方向 ss 的比热流量卡/公分²·秒
- q_1 和 q_2 — 辐射换热和对流换热热流量卡/公分²·秒

① 就厚度为 δ 的板而言: $b = \frac{2\alpha}{\epsilon T F}$ 。就横截面周长为 D 和横截面积为 F 的

杆而言: $b = \frac{\alpha p}{\epsilon T F}$ 。

v — 热源移动速度公分/秒

x, y, z — 动坐标制的直角坐标

x_0, y_0, z_0 — 固定坐标制的直角坐标

R, φ, ψ — 动坐标制的球面坐标

r_x, r_y, r_z — 对于 OX, OY, OZ 轴的动径

r_z, φ, z — 动坐标制的圆柱坐标

$\psi_1(\rho_1, \tau), \psi_2(\rho_2, \tau)$ — 杆、板和半无限体的热饱和系数

$\psi_3(\rho_3, \tau)$

δ — 板的厚度公分

p — 杆的横截面周长公分

F — 杆的横截面积公分²

$\rho_1 = |X| \sqrt{\frac{v^2}{4\alpha^2} + \frac{b}{a}} \left\{ \begin{array}{l} \text{— 沿杆移动的平面热源在綫性热传播过程中的距} \\ \tau = t \left(\frac{v^2}{4\alpha} + b \right) \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} \text{离和时间的无因次准则} \end{array} \right.$

$\rho_2 = r \sqrt{\frac{v^2}{4\alpha^2} + \frac{b}{a}} \left\{ \begin{array}{l} \text{— 沿板移动的綫热源在平面热传播过程中的距 离和} \\ \tau = t \left(\frac{v^2}{4\alpha} + b \right) \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} \text{时间的无因次准则} \end{array} \right.$

$\rho_3 = \frac{vR}{2\alpha} \left\{ \begin{array}{l} \text{— 沿半无限体表面移动的点热源在空間热传播过程} \\ \tau = \frac{v^2 t}{4\alpha} \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} \text{中的距离和时间的无因次准则} \end{array} \right.$

T_{np} — 極限状态温度 °C

t_k — 热源作用的延續時間秒

3 焊接电弧

U — 电弧电压伏特

I — 焊接电流安培

UI — 电弧的电功率瓦特

U_a — 阳極斑点的电压降伏特

U_k — 阴極斑点的电压降伏特

U_c — 弧柱中的电压降伏特

$\eta_u = \eta_u 0.24 UI$ — 电弧的有效热功率卡/秒

$\eta_u = \frac{q_u}{0.24 UI}$ — 电弧加热工件过程的实际有效系数

- j — 电流密度安培/公厘²
 d_s — 电弧作用斑点的直径公厘
 d_n — 加热斑点的直径公厘
 F_a 和 F_k — 阳极斑点和阴极斑点的面积公厘²
 r_n — 加热斑点的半径公厘
 k — 电弧热流量的集中系数 1/公分²
 $q_2(r)$ — 电弧的比热流量卡/公分²·秒
 q_{2m} — 电弧的最大比热流量卡/公分²·秒

4 气体火焰

- $V_{C_2H_2}$ — 乙炔消耗量公升/小时
 n — 多焰焊炬的喷孔数
 d — 喷孔直径公厘
 f — 喷孔间距公厘
 l — 焊炬的工作长度公厘
 V' — 个别喷孔的可燃气体消耗量公升/小时
 V — 整个焊炬的可燃气体消耗量公升/小时
 h — 焊炬喷管到加热表面的距离公厘
 L — 火焰焰心长度公厘
 r — 某点到火焰轴线的距离公厘
 φ — 焊炬喷孔对金属表面的倾角度
 q_0 — 火焰的初始有效功率卡/秒
 q — 火焰的有效功率卡/秒
 q_1 — 线有效功率卡/公分·秒
 q_{nusu} — 火焰的总功率，相当于可燃气体的低热值
 $\eta_u = \frac{q}{q_{nusu}}$ — 火焰加热工件过程的实际有效系数
 q_2 — 火焰的比热流量卡/公分²·秒
 q_{2m} — 火焰的最大比热流量卡/公分²·秒
 r_n — 加热斑点的半径公厘
 k — 火焰热流量的集中系数 1/公分²
 $\alpha_{n,l}$ — 火焰和加热表面之间的换热系数卡/公分²·秒·°C

5 电焊条的加热和熔化

- l — 电焊条长度公分

d_1 — 焊条芯直径公分

d_2 — 塗料層的平均直径公分

d_3 — 塗料層的外直径公分

δ — 塗料層厚度公分

F — 电焊条横截面积公分²

F_2 — 塗料層的横截面积公分²

α_3 — 塗料表面向周圍空間的放热系数卡/公分²·秒·°C

T_1 和 T_3 — 电焊条塗料內表面和外表面的溫度°C

$T(t)$ — 焊条芯沿横截面的平均溫度(它随時間而变)°C

Q_1 和 Q_2 — 耗費在升高焊条芯和塗料層溫度的热卡

Q_3 — 透过焊条側表面損失于周圍介質中的热卡

W — 电流發热的强度卡/公分³·秒

W_1 和 W_2 — 焊条芯和塗料層的聚热强度卡/公分³·秒

W_3 — 側表面放热的强度卡/公分³·秒

$A, D_1 m$ — 常数, 由实验确定

T_{np} — 电焊条的加热極限溫度°C

nt — 无因次時間准則

T_K — 熔滴的平均溫度°C

Q_{dA} — 电弧給进电焊条金屬的热量卡/秒

$\eta_d = \frac{Q_{dA}}{0.24 UI}$ — 电弧加热电焊条过程的实际有效系数

S_T 和 S_K — 电焊条在 T_T 和 T_K 时的热含量, 它指的是热条芯單位重量的热含量

w_0 和 w_m — 电焊条在过程开始和終了时的熔化速度公分/秒

g_{p0} 和 g_{pm} — 电焊条在过程开始和終了时的瞬时熔化率克/秒

α_p — 熔化系数克/安培·小时

$\xi = \frac{w_m}{w_0} = \frac{g_{pm}}{g_{p0}}$ — 熔化不均匀系数

α_n — 焊着系数克/安培·小时

ψ — 損失系数

$T(x)$ — 电焊条伸出部分的稳定溫度°C

$T_T(x)$ — 电流加热电焊条的溫度°C

$T_d(x)$ — 电弧加热电焊条的溫度°C

$\gamma = \frac{T_K + D_1}{T_0 + D_1}$; $\mu = \frac{T_K w_0}{nl(T_0 + D_1)}$; $\tau = \frac{nl}{w}$ — 电焊条熔化过程的无因次准則

6 基本金屬的熔化

- L — 熔池長度公厘
 B — 熔池寬度公厘
 H — 熔深公厘
 A — 堆焊高度公厘
 H_K — 火口深度公厘
 F_K — 焊着區面積公厘²
 F_{np} — 熔透區面積公厘²
 $\mu = \frac{F_{np}}{H B}$ — 熔透區外廓的充滿係數
 m, m_1, m_2 和 m_3 — 在生產率表達式中, 各種因次的常係數
 T_{HA} — 金屬熔化溫度 °C
 S — 基本金屬單位重量的熱含量卡/克
 S' — 基本金屬單位容積的熱含量卡/公分³
 η_t — 熱有效係數(熱效率)
 η_{np} — 總熱有效係數(總熱效率)
 η'_t — 熱有效係數(熱效率)的計算值
 $\bar{\rho}$ — 熱有效係數(熱效率)計算值的校正係數
 $\left. \begin{aligned} \epsilon_3 &= \frac{qv}{\alpha^2 S'_{HA}} \\ \epsilon_2 &= \frac{q}{\delta \alpha S'_{HA}} \end{aligned} \right\}$ — 巨型物體表面熔化過程的無因次準則和薄板對接
 焊過程的無因次準則
 g_K 和 g_{np} — 焊着比生產率和熔透比生產率克/秒

7 近縫區的熱循環和
金屬的機械特性

- w — 金屬的冷卻速度 °C/秒
 T_{min} — 奧氏體最低穩定性溫度 °C
 T_M — 馬丁體轉變開始溫度 °C
 t_n — 高於一定溫度的加熱延續時間秒
 t_p — 在給定溫度間隔內的冷卻延續時間秒

$$\left. \begin{aligned} w &= \frac{w \cdot q/v}{2\pi\lambda(T-T_0)^2} \\ \frac{1}{6} &= \frac{q/v}{\frac{\pi}{2}\delta^2 c \gamma (T-T_0)} \end{aligned} \right\} \text{ — 冷卻過程的無因次準則}$$

t_1 — 加熱時到達給定溫度 T 的時刻秒

t_2 — 冷卻時到達上述溫度的時刻秒

$$\theta = \frac{T - T_0}{T_m - T_0} \quad \text{— 無因次溫度}$$

$$\left. \begin{aligned} \tau_3 &= \frac{4\alpha l}{\gamma^2} \\ \tau_2 &= \frac{4\alpha l}{\gamma^2} \end{aligned} \right\} \quad \begin{aligned} &\text{— 空間、三維(標號 } \langle 3 \rangle \text{) 過程和平面、二維(標號} \\ &\quad \langle 2 \rangle \text{) 過程的加熱延續時間的無因次準則} \end{aligned}$$

f_3 和 f_2 — 同無因次加熱延續時間 τ_3 和 τ_2 成比例的係數

α_k — 沖擊韌性公斤·公尺/公分²

φ — 彎曲角度

HV — 硬度

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{kcp} \\ \varphi_{cp} \\ HV_{cp} \end{aligned} \right\} \quad \text{— 沖擊韌性、彎曲角和硬度的平均值}$$

k_1 — 單位長度能量換算係數

k_2 — 厚度換算係數

k_3 — 計算焊接段長度的校正係數

$$k_s = \frac{t_2}{t_c} \quad \text{— 電弧淨燃燒係數(或機動時間係數)}$$

k_q — 電弧功率換算係數

$(q/v)_{np}$ — 單位長度能量換算值

δ_{np} — 厚度換算值公厘

α — 板的坡口角度度

h_1 — 對接焊縫第一層的高度公厘

F_c — 焊層截面公厘²

t_c — 熱源作用的延續時間，它等於多層焊縫被考察段落的全部焊接時間(包括中斷時間)秒

t_n — 中斷的時間長度秒

$$t_s = t_c - t_n \quad \text{— 電弧燃燒時間秒}$$

l — 焊接段長度公分

q_p — 電弧的計算功率卡/秒

T_0 — 第一層的冷卻溫度°C

T_x — 可能形成冷裂紋的溫度°C

t_s — 近縫區高于溫度 T_0 的加熱延續時間秒

14

$$\rho_1 = \sqrt{\frac{b}{\alpha}} |x| \quad \text{— 杆某点到平面热源的相对距离}$$

$$\theta_1 = \frac{2\lambda\delta l \sqrt{\frac{b}{\alpha}}}{q} [T(x, t) - T_0] \quad \text{— 杆某点的相对温度}$$

$$\tau = bt \quad \text{— 从加热开始的相对时间}$$

緒 論

1. 金屬的电焊是俄国的偉大發明 在俄国的电工学和金屬工学方面的發明家和革新者之中，卓越的工程师恩·別納尔多斯(Н. Н. Бенардос)和恩·斯拉汶諾夫(Н. Г. Славянов)的名字，是永远为人們追念的。尼古拉·尼古拉耶維奇·別納尔多斯在1880~1890年代，就已經提出并实施了所有主要类型的电弧焊：熔化電極的，不熔電極的，直接作用电弧，間接作用电弧，手工的，半自动的，自动的，无保护的电弧和在保护气氛中的电弧焊。尼古拉·加夫利洛維奇·斯拉汶諾夫在1880年代末期就实行并且广泛运用了熔化金屬電極的焊接，研究了焊接过程的冶金原理。其中值得注意的是他倡議了在熔渣保护下进行焊接。1887年，恩·別納尔多斯还提出了接触电焊的基本型式——点焊和滚焊。

电焊（电弧焊和接触焊）以及气焊都是苏联的工程师和科学家們使其發展起来和不断改进的，在苏联工業化时期，特别是在机器制造和建筑工程中，获得了广泛的应用。到了現在，我們的焊接生产拥有各种各样的，高生产率的工艺过程，它保証着高的产品质量。焊剂層下自动焊是先进的工艺过程；它是斯拉汶諾夫提出的，1920年代，德·杜利契夫斯基(Д. А. Дульчевский)發展了它，并且实行了在易燃的粉状焊剂下焊銅的方法。

現代型式的焊剂層下自动焊，在理論和实际方面都經過广泛的研究，这些工作要归功于叶·巴东(Е. О. Патон)和他領導的集体、乌克兰苏維埃社会主义共和国科学院电焊研究所，以及中央机器制造和工艺科学研究所，[电工]工厂，許多別的研究所和先进工厂的工作人員。关于焊接科学的有成效的研究，促进了我国焊接的广泛發展。

2. 焊接的热基础 金屬的焊接过程是决定焊接生产率和焊

接接头質量的因素，这些过程是在迅速变化溫度情况的热作用下进行的。溫度变化的範圍是十分寬的：从严寒时焊接的負 $30\sim 40^{\circ}$ 到金屬蒸發的溫度（对鋼來說大約 3000° ）。在这样的溫度之間，要發生基本金屬和填充金屬的熔化。熔池中的冶金反应，熔化金屬的結晶，焊着金屬中和基本金屬中組織和体积的变化。为了控制这些过程，必須了解所有决定性参数怎样影响着这些过程，其中包括直接以金屬溫度变化来表示的热源的作用。

焊接热基础是一門实用的科学的学科，它研究热源，金屬的加热和冷却，以及在前述各种过程进行中，它們所發生的影响。焊接热基础包含着一些实验数据，这些数据用理論总结了，并为金屬加热和冷却的工程計算提出了理論根据，还包含有焊接过程的热特性資料。焊接热基础理論是研究焊接过程和探索控制它們的方法的工具之一。

3. 热源 焊接时金屬是借热源来加热的，并按照工艺上加热的用途以各种型式在工件表面或体积內分布。熔融焊接时，热源应熔化基本金屬的邊緣，形成熔池，并且熔化必需量的填充金屬。至于施行塑胶状的焊接，則应充分地加热金屬表面的挤压部分，使达到低于熔点的溫度。

無論是熔融焊接或是塑胶状焊接，焊接部分的金屬表面都得借助局部加热，使其达到高于熔点或略低于熔点的溫度，准备实现原子或分子的联結。

在被焊接的金屬邊緣进行局部加热，差不多是所有实际上常遇見的焊接类型（除了某些有色金屬的冷焊以外）都采用的。

用于金屬焊接的、能够迅速而有效地把金屬加热到一定溫度的热源，有下列两类：

a) 加热金屬部分表面的热源：电弧（直接作用和間接作用的）；在純氧气流中燃燒的高热量气体火焰；

6) 工件体内發热的热源：在接入电路中的导体里面的电流；發生在有交变磁場的导体內的渦流；靠着局部电阻（接触电阻或內