

建筑工程中的气压焊接

T. A. 符拉基米爾斯基 Л. З. 道勒基采爾 著
M. C. 尼基京 K. B. 謝利瓦諾夫

建 筑 工 程 出 版 社

建筑工程中的气压焊接

陳廣生 等譯
游廣全 校

建筑工程出版社出版

• 1959 •

內容提要 本书叙述了几种不同的气压焊接方法，列举了焊接工艺过程、焊接接头强度和質量检查方面的一些主要数据，并介绍了有关材料和設備方面的知識。

此外，还介绍了在开凿列宁伏尔加-頓河运河。敷設干管和进行修理工作时使用气压焊接法的經驗。

本书供建筑工程技术人员及焊工用。

本书由陈广生、张相和、赵兴全、安金貴、游广全、宋子俊、王养毅、赵捷、邢传玖等同志譯出，游广全校对。

原本說明

书 名 ГАЗОПРЕССОВАЯ СВАРКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

著 者 Т. А. Владимирский, Л. З. Долгийер, К. В. Селиванов, М. С. Никитин

出版者 Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре

出版地点 及 年份 Москва-1953-Ленинград

建 筑 工 程 中 的 气 压 焊 接

陈 广 生 等 譯

游 广 全 校

1959年2月第1版

1959年2月第1次印刷

3,560册

850×1168 • $\frac{1}{32}$ • 140千字 • 印張5⁹/₁₆ • 定价(10)0.96元

建筑工程出版社印刷厂印刷 • 新华書店发行 • 書号: 1036

建筑工程出版社出版(北京市西郊百万庄)

(北京市書刊出版业营业許可証出字第052号)

目 录

序言

第一章 气压焊接过程的概念.....	8
焊接过程的主要参数对气压焊接接头质量的影响.....	11
气压焊接的焊接接头的强度.....	17
气压焊接的焊接接头的显微组织.....	30
第二章 气压焊接的设备 and 材料.....	35
电石(碳化钙)	35
电石的贮存	35
电石桶的开塞	36
乙炔的制取	37
乙炔的性能	38
乙炔发生器	39
乙炔发生器的安装	57
受冻发生器的暖热	58
乙炔发生器的并联	59
乙炔发生站的配置	59
乙炔发生站的建筑物	61
氧气	62
氧气瓶	62
乙炔瓶	63
氧气瓶和乙炔瓶的运输	66
气瓶的贮存	69
管道	70
氧气管道	73
气体减压器	75
氧气干燥设备	84
供气汇流管	86
软管	87
气体刀形开关	88

点火器	89
气压焊接机床	89
气压焊接焊炬	105
多焊式焊炬的计算	107
气压焊接用多焰式焊炬的结构	109
第三章 使用气压焊接的技术和經驗	129
工作地点的組織	129
多焰式焊炬的操作及其維護	131
小直径管子的气压焊接工艺	134
小直径和小截面鋼筋的气压焊接工艺	142
大直径实心截面的焊接工艺	151
閃光气压焊接的特点	154
开凿列宁伏尔加-頓河运河时使用气压焊接的經驗	155
敷設主管时使用气压焊接的經驗	160
修理时使用气压焊接的經驗	171
第四章 焊接接头的缺陷及气压焊接的质量检查	173
第五章 技术經濟指标	177

序 言

第十九次党代表大会关于苏联发展第五个五年计划（1951～1955年）的指示中，提出了实现主要建筑工程机械化和保证由个别过程的机械化过渡到全盘机械化的任务。

要使各施工过程完全机械化，广泛地采用先进的金属焊接法，特别是气压焊接法，也是必要的。连接管子、钢筋混凝土结构的钢筋，以及在进行各种修理工作时，气压焊接是特别有效的焊接方法。

气压焊接法具有许多在建筑工程中最宜采用的特点。其特点如下：

1. 焊接接头的质量高；
2. 设备的价值不高；
3. 设备的重量小，因此运输方便；
4. 可单独使用，无须强的电源；
5. 无论截面大小均能焊接。

目前，钢筋、管子及其他零件的对头焊接多采用接触电焊。但与接触电焊相比较，气压焊接的优点是无须强的电源，并且由于气压焊接的设备便宜，投资可以缩减很多（图1）。国产的气压焊接设备结构简单，经短期训练后，不十分熟练的气焊工就能使用此种设备。

施工现场常常无固定的焊接地点，因此在工地上必须有便于移动、而又无需强电源的焊接机组。气压焊接设备能够完全满足上述要求。用气压焊接法焊接的接头质量高，可以用来焊接非常重要的制品。此外，尚可用这种方法对接截面尺寸很大的制品，而这些制品实际上是不能用其他方法焊接的。

气压焊接还有一个方便的地方，就是差不多任何单位都能自己调整，并且常常能制造焊接设备(焊接机和焊炬)来焊接各种不

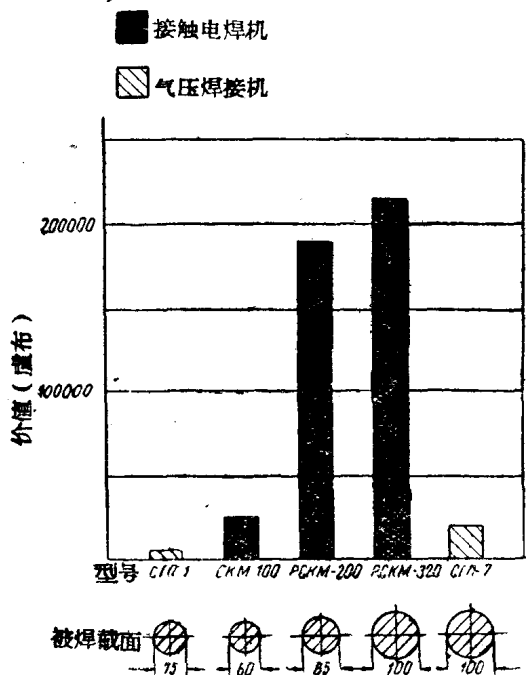


图1 气压焊接机床及接触电焊机的值。图下边所示为圆截面焊件的极限尺寸

同的型钢。

铁路运输中已广泛地采用了这种焊接法，象焊接缓冲杆、挂钩、叠板弹簧等重要零件都能很快地焊接。石油工业中已采用气压焊接来敷设管道。食品工业中焊接在高压下工作的直径35公厘的厚壁管时，也已开始采用新的焊接法。现在已经积累了钢筋混凝土钢筋等的气压焊接经验。

图2所示为我们已经能够顺利进行气压焊接的一些制品的样品。其中有工字钢，椭圆管，以及多角形截面的零件。

工地上常常要进行与热处理及热机械加工有关的一些工作，

如正火、淬火、退火、锻造、弯曲、矫正、拉伸等。应用气压焊接机床及焊炬，可以很顺利地各种工作。把应处理的零件放入气压焊接机床内，用氧炔焰加热到所需的温度，然后进行热处理及热机械加工。这时应考虑到，用多焰式焊炬的氧炔焰加热比用炉子加热的速度和生产能力要高得多，因为气焰的温度高，并能将制品完全包围，使焊件迅速而均匀地加热。

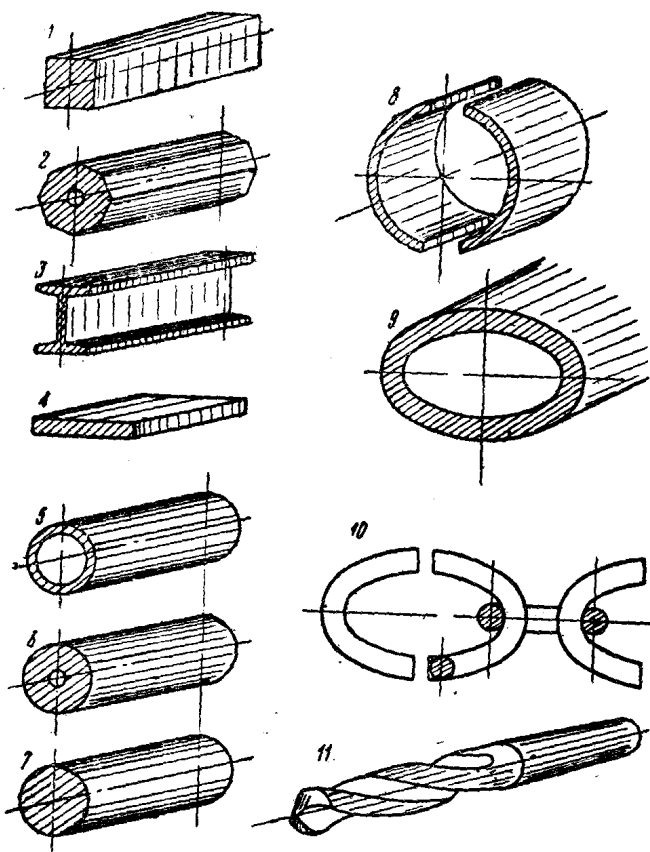


图 2 各种宜在可塑性状态下进行气压焊接的制品
1—截面达2500公厘²的方钢；2—中央有孔的八角型钢（矿山用的钎子）；3—截面达7000公厘²的工字钢；4—截面达1000公厘²的条钢；5—薄壁管；6—厚壁管；7—截面达10000公厘²的圆钢；8—待焊接成一个圆环的二个半圆环；9—一个圆管；10—待焊接成一个圆环的二个半圆环；11—与钢柄焊在一起的钢头

第 一 章

气压焊接过程的概念

用气焰(乙炔氧-焰)加热金属零件的接头处,使各被焊部分互相压紧的接合过程叫做气压焊接。

目前、大家都知道的有两种气压焊接法:金属在可塑状态下的气压焊接及在表层熔融状态下的气压焊接(闪光焊接法),这两种焊接法简示于图3及4中。

可塑状态下的金属气压焊接法,是在恒定的挤压力或在恒定的规定温度下进行的。在前一种情况下,被焊部分始终以不变的压力互相挤压。在恒定的温度下焊接时,最初被焊部分相互间的挤压力不大,焊接处加热到焊接温度后压力增大,达到一定的压缩值时焊接即告结束。

焊接处的外表光滑是可塑状态下金属气压焊接的特点。

图3简略示出以恒定挤压力焊接时,焊接过程各阶段的顺序。被焊零件(此处为钢筋)夹于焊接机床的夹钳中,并以力 P 相互挤压,压力 P 的大小直到焊接过程结束始终是一致的。接头处的金属加热到可塑状态,随着温度的升高,钢筋端头在压力的作用下,开始被压缩,而焊件部分的接头处变粗(图3,4)。焊接后两根钢筋缩短量的总和叫做压缩量。温度上升愈高,压缩量愈大,因此压缩量是判断焊接过程的标志。压缩量达到所规定的数值时,焊接过程停止,焊炬熄灭,压力消除。

常用截面制品在气压焊接后的外形如图5及6所示。

采用闪光气压焊接时,被焊部分夹在焊床的夹钳中。为了更好地使零件的末端热透,在零件的中间留一不大的间隙进行加热,直到金属末端熔化为止。为使熔化金属自由地流动,在这种情况下

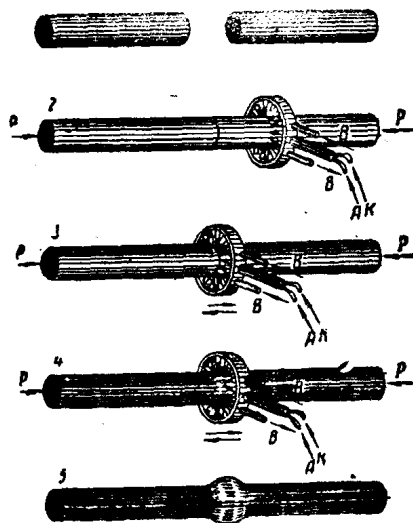


图 3 金属在可塑状态下的气压焊接示意图

1—待焊的零件；2—施以轴向压力，点燃焊炬；A—乙炔；K—氧氣；B—焊炬冷却用水；3—零件端頭受熱時施加壓力 P ；4—繼續加熱，由于壓縮形成粗大部分；5—焊后之制品。

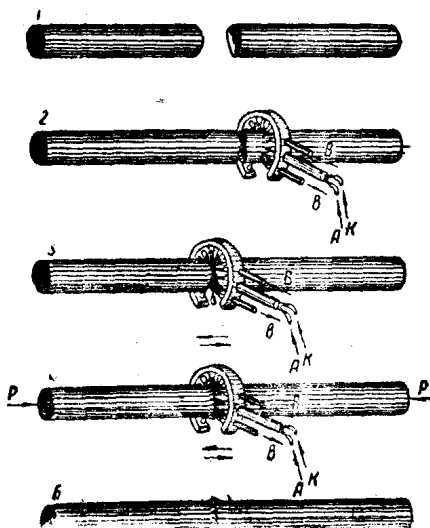


图 4 闪光气压焊接法示意图

1—待焊零件；2—安放零件時留出間隙；3—点燃焊炬；A—乙炔；K—氧氣；B—焊炬冷却用水；3—零件端頭受熱并熔化；4—施以轴向压力 P ，加熱結束；5—焊成之制品

下，焊炬头呈馬蹄鉄形(不閉合的)。在被焊部分进行适当的加热后，施加压力 P ，結果零件焊合，而液态金属被挤压到外面。这



图 5 可塑状态下气压焊接接头的形状图

a—圓截面，直径52公厘；b—方截面每邊50公厘

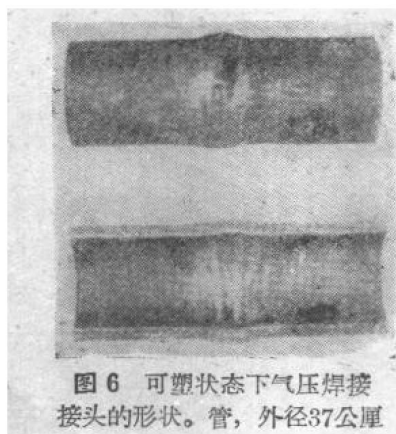


图 6 可塑状态下气压焊接接头的形状。管，外径37公厘

时接头的外表不如在可塑状态下焊接的光滑(图 7)。

上述气压焊接法各有其特点。这些特点能够决定在不同条件下采用某种方法的合理性。

在可塑状态下焊接时，气体(乙炔-氧气)的耗量及焊接時間均比閃光焊接少一些。因为采用此种方法时，无需把金属加热到熔化状态。在可塑状态下焊接时，須要的挤压力不大，并且一般是始終保持恒定的。但是，如果采用閃光焊接时，在施加挤压力时必须帶一些冲击力，所以挤压力較大。因此在可塑状态下焊接时，可采用安全系数不大的次重型焊接机床。所采用的火焰功率也比閃光焊接时小些。

同时，在可塑状态下焊接时，为了使金属質点結合牢固，欲焊接的各部件的端头要进行細致的加工，并使焊接表面保持清洁。碳及混入物的杂质含量愈高，則愈应当仔細地加工。

采用閃光焊接时，被焊零件的端头就无需任何特殊的准备工作，因为金属的表面預先熔化，以后在零件受压时，金属表层在被挤出的过程中就能除去。

气压焊接时，使用特殊的多焰式氧-炔焊炬加热接头，此种焊炬的火焰能包围整个被焊截面。由于氧-炔的火焰温度很高(达 3150°C)，因此，为了預防制品表面熔化，必須用手或机械使焊炬沿制品的中心綫摆动。

焊接处的加粗部分必要时可用鍛造或机械法除去。但在許多情况下，加粗部分是无須任何加工的。譬如，焊接鋼筋时，任何形状的增加粗部分都是有利的因素，因为它能增加金属与混凝土的結合力。

气压焊接时，金属加热要达到很高的温度，加热時間愈长，温度愈高，加热区域的金属結構就愈坏。为了改善加热区域金属的結構，可用气压焊接时用的焊炬对焊接接头进行热处理[3](一般是正火)。进行正火时，焊接后的接头应在空气中冷却到暗黑色，然后重新加热到 $850\sim 900^{\circ}\text{C}$ ，再放在靜止的空气中进行最后冷却。改善焊接接头的結構和机械性質，以及去除加粗部分，也可以用鍛造的方法。

接头热处理或鍛造，对截面大的零件的焊接接头具有重大的意义。因为在截面大的零件中，由于焊接時間增长，焊接区域内金属的晶粒迅速增长，金属的机械性質和組織变坏。

焊接过程的主要参数对气压焊接 接头質量的影响

采用气压焊接时，要得到良好的焊接質量，必須仔細地选择主要的焊接参数：1)焊接接头的加热温度；2)单位挤压力的大小；3)压缩量；4)火焰功率及性質；5)焊炬摆幅(焊炬行程)。

經驗証明，气压焊接时，要获得良好質量的接头，必須根据焊件的材料，将其加热到规定的极限温度，此温度叫做可焊温度极限。

焊接温度范围的下限是获得焊接可能性的温度极限，而上限是金属过热危险的温度极限。



图 7 闪光气压焊接接头的形状。圆截面，直径55公厘

适宜进行焊接的温度范围是相当小的，特别是高碳钢及合金钢的焊接，其温度范围更小。焊接碳素钢时，温度范围是在 $1200\sim 1300^{\circ}\text{C}$ 之间。

可塑状态下焊接时，金属的接合过程是靠穿过两被焊部件界面的晶体增大而完成的。金属的此种接合过程，常常受界面上的氧化薄膜的影响。因此，为了使焊接过程容易起见，可在高温下用机械破坏这些氧化膜、并将其扩散于周围金属中的方法来消除这些氧化物。

经验证明，氧化物能在高温和压力同时作用下，很顺利地扩散到金属中去，只有高温影响对扩散才有利，但与温度和压力同时作用下相比较，要弱得多。

气压焊接时，温度因素起着极为重大的作用。

在温度不够高的条件下焊接的接头，其塑性指标低，韧性低，韧性用一般的热处理法不能提高。类似这种有缺陷的焊接，通常叫做不完全焊接。

例如，当普通环式焊炬的部分喷嘴堵塞，被焊零件表面受热不均时，就会产生这种缺陷。在此种情况下得到的焊接接头，其断面如图 8 所示。在该断口上可以清楚地看到三个区域：第一是如箭头所示的深颜色的区域(区域 A)。此处喷嘴塞死，并且由于温度低，在该区域内零件未焊透，即被焊零件彼此无任何连接。其次是颜色较浅的、光滑的、不完全焊接的区域(区域 B)。此处温度较高，但仍不足使工件两部分的晶体获得充分的共生。在此区域内焊缝的特点，是沿焊缝边缘有不规则形状的晶粒，并且由于氧气未充分扩散到周围的金属中，所以夹杂有细小的氧化

物杂质。最后，剩余的一部分截面(区域B)是表面粗造的母体金属。在此区域内加热温度高到足以使零件牢固地接合在一起，并

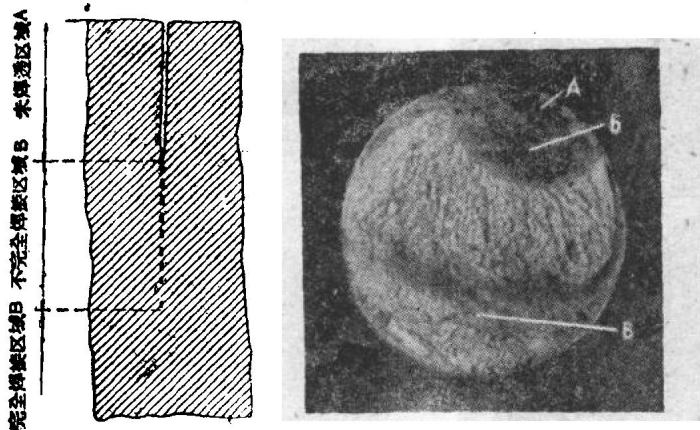


图8 右用喷嘴局部被堵塞的焊炬所焊接的接头的断面；
左未焊透及不完全焊接的气压焊接头的组织示意图

使破坏发生在焊缝以外。图8的左边所示为破坏前此试件的纵断面，并标有上述三种区域。

气压焊接时，也不希望金属温度上升太高，因为这能使晶粒过分增大，金属的韧性急剧降低。气压焊接后，不经热处理的金属组织常常有粗大的晶粒及费氏组织(图9)，但是费氏组织经正火或锻造后很容易消除(图10)。采用的温度过高时，可能发生金属过烧和晶粒碎散的现象(图11)。此种现象在主要截面上是看不到的，而在表层上会常常遇到。因为在粗大部分形成的过程中，表层接近焊接火焰的焰心而强烈受热。图11所示是过烧处带一层如裂纹所分开的粗大晶粒的表面区域；此层厚度不大(不超过1~1.5公厘)，但不能用热处理或锻造的方法进行校正。在静载荷，甚致在冲击载荷下，这种缺陷对焊接接头的强度几乎不产生影响，但当焊接接头在循环载荷下工作时，应用机械方法将这一层去除。

气压焊接时，单位压力、压缩量、焊炬振幅、火焰功率及成分彼此之间都有关系。它们能够决定焊接质量的好坏。例如，在金属

加热温度不足的情况下,提高单位压力,可以得到规定的压缩量,但是由于主要参数間的这种結合,就不能被焊零件接合在一起。

单位压压力的大小决定于被焊金属的特性及焊件的形状。在可塑状态下焊接时,对于截面平滑的碳素鋼零件,所采用的比压平均值为 1.5公斤/公厘^2 。通常用两段加压法焊接碳素鋼管时,最終比压为 $2.5\sim 3.5\text{公斤/公厘}^2$ 。焊接合金鋼时,通常比碳素鋼高些。

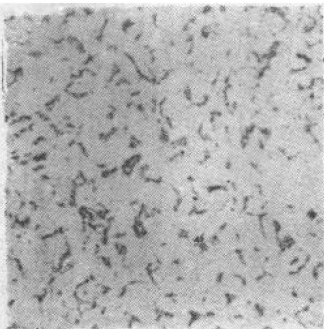


图 9 焊后用焊炬正火的气压焊接接头的組織。×100

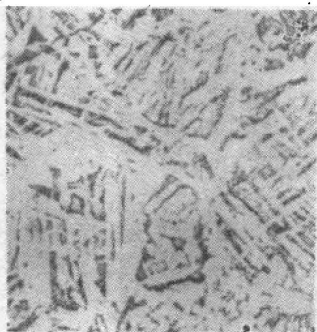


图 10 焊后未經正火的气压焊接接头的組織。×100



图 11 金属过燒时气压焊接接头表层的組織

由于鋼筋被焊端部受热及受压而产生的**压缩量**,是气压焊接时确定焊接接头焊接程度的一个最方便的指标。

若其他因素(火焰功率,焊炬行程等)选择得正确,测定出的压缩量和粗大部分的形状,对金属受热的程度、特点及其在高温下的停留時間得出一个概念。将压缩量当作确定焊接程度的指标,在实际上是很方便的,因为在焊接过程中,

压缩量很容易确定并能对焊接过程进行检查。用相对增大接头处焊接横截面面积的方法来确定加粗部分横向变形的大小是方便

的。后面横截面面积的相对扩展值叫做横展率：

$$\omega = \frac{\Delta F}{F} 100\%,$$

式中： F ——接头的横截面；

ΔF ——焊接后该面积的增量。

若圆截面钢筋的原直径为 d ，设接头的最大直径为 D ，则得

$$\omega = \left[\left(\frac{D}{d} \right)^2 - 1 \right] 100\%.$$

金属在优质闪光气压焊接和可塑状态气压焊接的情况下，实值 ω 的一些数据（多次测得的平均值）列于表 1 内。

气压焊接时接头的横展率

表 1

焊 接 方 法	被焊零件的直径(公厘)	横 展 率 (%)
在可塑状态下	18	74
同 上	46	52
同 上	100	59
闪 光	17.5	98
同 上	50	120
在可塑状态下	矩形截面 13 × 76	74

闪光焊接时的横展率比在可塑状态下焊接的横展率大，这是因为预热时焊炬行程较长和压缩量较大的缘故。

拟定工艺过程时，通常以不同的压缩量进行试验。

焊接接头的机械性质和压缩量间的密切关系，由下述实验可以看出，此实验是由 3 号钢制的直径为 52 公厘的钢筋。焊接时恒定比压为 2 公斤/公厘²，焊炬行程是 50 公厘。压缩量的变化范围为 7~20 公厘。以不同压缩量焊接的钢筋的弯曲试验数据列于表 2 内。

从表 2 可以看出，在实验中，仅在压缩量等于或大于试件直径的 0.3 倍时，才能使焊接接头得到优良的和稳定的质量（质量用弯曲试验测定）。

实验证明，最适宜的压缩量随被焊零件的截面尺寸及形状而

定。对于最常见的截面，压缩量的近似值如下：

截面形状或制品	压缩量
实心圆截面，直径 d	$h=0.3d$
方截面，每边长 H	$h=0.3H$
管，壁厚 δ	$h=(1.0\sim1.3)\delta$
扁钢，厚 H	$h=0.75H$

如上所述，火焰功率对焊接过程也有很大的影响。在可塑状态下气压焊接时，加压过程的总时间可以有某些变更，例如焊接焊件可采用能力较小的焊炬，但时间需要长一些。

对于截面形状不同的被焊零件，其单位横截面面积上最适宜的单位乙炔耗量，可用实验的方法测出。此耗量值乘上焊件横截面面积，即得焊接该零件时所用焊炬的能力(升/小时)。焊件每平方公厘横截面上的乙炔单位耗量，对于直径30~20公厘的实心截面为1~1.5升/公厘².小时，对管为2~2.5升/公厘².小时。

焊接截面不大的零件时，气体的单位耗量相应地增大。

直径52公厘的3号钢试样的弯曲试验数据

表 2

壓縮量 (公厘)	試驗時的机械特性			
	最大負荷 (公斤)	彎曲時的假定應力 (公斤/公厘 ²)	彎曲度 (度)	試件的外形
7	14200	90.3	54	折斷，未焊透 10%
10	16600	105.1	85	未折斷
10	22000	114	42	折斷 —//— 90%
13	13640	86.7	40	折斷 —//— 5%
13	15300	97.2	80	未折斷
16	16200	102.7	85	同上
16	15500	98.3	83	“
20	14570	92.5	85	“
20	15100	96.2	85	“

1. 彎曲時的假定應力按下式計算：

$$\sigma = \frac{M_{\text{最大}}}{W}.$$

火焰成分对焊接质量有很大的影响。如上所述，要获得强度