

本書研討了銅-鋼、銅-鋁、銅-銅和鋁-鋁焊接式接點的結構，焊接式接觸連接比壓緊式（螺栓式）接觸連接的優越性及其工作條件。列舉了焊接式接點的導電率計算和鋁電解槽總母綫焊接接頭的分類。對炭極電弧焊方面不可缺少的知識也作了敘述。

本書系供從事電解生產設計和安裝工作的工程技術人員閱讀，亦可作為工長和焊工的實用手冊。

В. А. КУЗНЕЦОВ, А. А. ОБЕРПШТЕЙН
СВАРНЫЕ КОНТАКТЫ В ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИИ АЛЮМИНИЯ
Металлургиздат (Москва—1952)

電冶鋁中的焊接式接點

凌冶化 譯

編輯：叶建林

設計：趙香苓、魯芝芳

校對：夏其五

1953年7月第一版 1959年7月北京第二次印刷 1,005冊（累計2,505冊）

$850 \times 1168 \cdot \frac{1}{32} \cdot 92,400 \text{字} \cdot \text{印張} 6 \frac{22}{32} \cdot \text{定價} 0.85 \text{元}$

國家統計局印刷廠印

新華書店發行

書號0839

冶金工業出版社出版（地址：北京市燈市口甲45號）

北京市書刊出版營業許可証出字第093號

电冶鋁中的焊接式接点

結構、計算、焊接法和安裝

B. A. 庫茲涅佐夫 著

A. A. 奧別尔什金

凌 治 化 譯

冶金工業出版社

統一書號：15062·839

定 价：0.85 元

目 录

原序	6
緒言	8
第一章 电解車間和鋁电解槽的总母綫	11
1. 电解車間的总母綫	11
鋁电解槽結構簡述	17
2. 电解槽的各种类型总母綫	21
3. 鋁电解槽总母綫的接触結点	27
接触結点的分类及其結構	27
接点的工作条件和接点的电压降	27
槽的电压平衡和降低电能損失的途徑	34
4. 鋁电解槽总母綫的焊接式接点	39
焊接式接点在鋁电冶工業中的应用	
及其比压紧式接点优越的地方	39
焊接式接点的結構	42
焊接式接点的电压降。焊接式接点的效率	51
5. 焊接式接点的計算	53
焊接式接点的导电率計算	53
关于焊接接头强度的一些意見	60
6. 鋁电解槽总母綫焊接接头的分类和結構尺寸	61
焊接接头的分类	61
焊接接头的結構尺寸	61
第二章 接点的焊接法	70
1. 金屬焊接的一般知識	70
概說	70
炭極电弧	75
炭極和石墨極	81
焊药	84
炭極电弧焊法	85

2. 銅-銅接点和鋁-鋁接点的焊接	86
銅-銅接点的焊接	86
鋁-鋁接点的焊接	93
3. 銅-鋁接点的焊接	101
一般資料	101
銅和鋁的焊接	104
4. 銅-鋼接点的焊接	109
一般資料	109
銅和鋼的焊接	110
5. 焊接、电堆焊和电弧切割金屬的特殊情况	115
銅-鑄鐵接点的焊接	115
銅及其合金在鋼上的电堆焊	116
有色金屬的电弧切割	119
6. 焊接电源	122
焊接机組及对焊接机組的基本要求	122
焊接机組的安裝、操作和維護	134
电解电流电弧焊	136
7. 电解槽总母綫焊接接头的質量檢查	142
一般知識	142
焊接接头中的缺陷及其形成的原因	143
焊接接头的檢查方法	155
8. 准予焊接总母綫接点的焊工的技术鑑定	160
焊工的考試及进行考試的办法	161
考試結果的記錄格式	165
9. 有色金屬电弧焊和电弧切割的安全技术	167
一般指示	167
电弧焊和电弧切割作業安全技术的基本条例〔30〕	168
在生产車間中电解电流焊时安全技术的补充条例	169

第三章 焊接式接点总母綫的制造和安裝及

电解槽运轉时对总母綫的維護	171
---------------	-----

1. 总母綫元件的制造和裝配	171
流水作業綫	172

鋁電解槽總母綫的快速工業法安裝	179
焊接式接点總母綫的安裝質量檢查	188
2. 焊接式接点電解槽總母綫的維護及其修理	190
維護和修理	190
陰極下垂母綫的拆卸	195
3. 現有鋁電解槽總母綫的改裝	197
一般性問題和設計決定	197
改裝和修理電解槽總母綫的車間工場	200
結束語	204
附錄	205
參考文獻	214

原 序

在斯大林五年計劃年代里，随着鋁电冶工業的發展，苏联的学者和設計師們創造了一种生产能力强大的鋁电解槽，它的总母綫几乎全用焊接式接点来安裝。这种电解裝置是最經濟的，与以前所采用的电解裝置相比較，所需要的电能消耗量也最小。

在工業电解槽上采用焊接式接点，能够节省电解鋁所消耗的全部电能达1.5%，並且免去了接点檢查和清理的必要，从而改善了維護人員的劳动条件。此外，在建造新的电解車間时，焊接式接点的应用还能大大地节省黑色和有色金屬。

本書是叙述鋁电冶工業中所采用的焊接式接点問題的第一本書。

本書介紹了鋁电解槽总母綫和接觸結点的結構，叙述了它們的工作条件；列举了焊接式接点的导电率計算，鋁电解槽总母綫焊接接头的分类及其結構尺寸；介紹了銅-銅、鋁-鋁、銅-鋁和銅-鋼焊接式接点的結構；闡明了这些接点的焊接方法和銅及青銅在鋼上的堆焊法；詳細地叙述了以焊工-革新者們多年的斯达哈諾夫式先进的实际經驗作为基础的炭弧焊工艺問題。

本書还叙述了我国工厂出产的並用于焊接有色金屬的新型焊接設備；詳盡地闡明了用电解电流焊接接点的焊接法，叙述了为利用电解电流而專門設計的焊接机組；研討了在总母綫制造过程中焊接接头导电率的質量檢查問題，並介紹了有色金屬的炭弧切割法；叙述了采用快速的工業化的施工作业法和所有工序高度机械化安裝电解裝置总母綫的問題，以及电解裝置的修理和使用問題。

作者認為，書中所闡明的問題，可作為在我國國民經濟的其他部門更大膽地推行焊接式接點的新的推動力。

本書系供在工廠、設計機關和安裝單位中從事電解生產設計、安裝和操作工作的工程技術人員以及電力工業工作者之用。本書對專門從事同種和異種有色金屬炭極電弧焊的工長、先進焊工亦可作為實用手冊之用。

書中所敘述的材料，是以作者在制鋁工業中直接在工廠和設計院以及親身參加焊接式接點推用到鋁電冶工業中去的多年工作經驗作為基礎的。

在個別几章中，曾利用了書末所載的文獻。

在實驗和實際工作中，給與作者幫助的有蘇爾科夫（М. И. Сурков），電工組長索科洛夫（Н. К. Соколов）和電機工程師柯沃爾斯基（М. С. Коворский）以及蘇聯英雄、焊工指導卡陀契尼科夫（И. П. Кадочников）和焊工—革新者列奧諾夫（Н. И. Леонов）等人。

作者僅對領導焊接式接點電解槽設計工作的鮑爾金（В. В. Болдин），以及熱心參與本書出版準備工作的彼寧（А. В. Пенин）和奧西波夫（Т. В. Осипов）表示謝意。

緒言、第一章和第二章的第一節到第五節為庫茲涅佐夫所寫，第二章的第六節到第九節和第三章為奧別爾什金所寫。但是作者對全書都負有同等的責任。

作者怀着感激的心情接受對本書提出的一切意見。

“为技术进步而斗争——这是工业和科学工作者大胆革新和發揮高度技能的道路，是發揚創造性革命勇敢精神的道路，是在生产中运用先进科学思想最新成就的道路”

（摘自列寧格勒市和列寧格勒州工業工作者和科学技術工作者给約瑟夫·維薩里奧諾維奇·斯大林同志的一封信）

緒 言

在斯大林五年計劃年代里建立起来的鋁电冶工業，在短短的時間內就在苏联的冶金工業中佔一主要地位了。

通过冰晶石-氧化鋁熔融体在大容量的鋁电 解槽中 电解来制取金屬鋁的过程，是極消耗电能的。制取一吨鋁消耗的直流电能平均約为 17000 仟瓦/小时。

向鋁电解槽輸入强大的电流，是一个很重要的任务，並且需要消耗大量的有色和黑色金屬。

在一个系列大容量电解槽 的总母綫上，平均約消耗 780 吨鋁，250 吨銅，1425 吨黑色金屬，在这 1425 吨黑色金屬中，作为电流导体和用来制造陰極棒的鋼就佔去了 1180 吨。

上面列举的数字，明显地表示出了电解生产建筑物的电气安裝工程的規模。除制鋁工業外，任何工業部門都不会有这种規模和形式的电气安裝工程。

鋁电解槽的总母綫是电解槽結構的不可分离的部分，並对槽的工作有着直接的影响。

鋁電解槽的總母綫基本上是用 29×250 公厘標準截面的鋁母綫，母綫上接有由各種截面的銅條和銅帶所組成的無數分支母綫—下垂母綫。無論是陽極下垂母綫或是陰極下垂母綫，都應用接觸結點與主母綫和導電棒相連接起來。

在現代的鋁電解槽上，不同型式和尺寸的壓緊式接觸結點達 180 個之多，電流通過它們導入陽極再從陰極導出。因此，在一個系列的電解槽或工廠車間的電路上有着大量的接點在同時工作着。

僅在一個系列生產能力強大的鋁電解槽上，同時工作的就約有 29000 個壓緊式接點。

在每一個接觸接頭上，都會發生電能損失，而且這種電能損失與下列的因素有關：

- a) 接觸接頭的結構；
- b) 工作環境的條件和金屬接觸表面的氧化程度；
- б) 在使用過程中對接點維護的正確性。

在電解槽壓緊式接點上的總損失量，達電解鋁所消耗的全部電能的 2.5%，在不及時檢查、清理和對接點維護得不好的情況下，電能的損失還要大，因為此時接點是在會促使金屬加速氧化的活性介質和高溫的條件下工作。

為了觀測接點的工作情況，在電解車間應建立一個特殊的工作室，該室的職責是記下接點電壓降的測量記錄和經常地檢查和清理接點。

接點的檢查和清理，是一項困難而繁重的工作，因為維護人員必須在高溫下在狹窄的充滿灰塵的地溝中工作，而在清理陽極接點時又必須在充滿着氣體的環境中進行。

消耗在維護接點上的勞動量，僅以一個有六個系列大容量電解槽的工廠來說，每年就在 200000 人時以上。

蘇聯的工程師和設計師們，在解決從根本上改進接點結構的問題上進行了多年的工作，目前，由於鋁電解槽總母綫上的壓緊式接觸連接被代之以焊接連接，這個問題便順利地解決了。

推行焊接式接点的工作早已大規模地进行了。現在已經研究出並掌握了在工業条件下焊接異种金屬的新的焊接形式，例如銅与鋼和銅与鋁的焊接，在此以前，这种焊接形式無論国内国外都未曾采用过。

傑出的俄国發明家貝納多斯（Н. Н. Бенардос）和斯拉汶諾夫（Н. Г. Славянов）的偉大遺產——电弧焊——已在新的工程部門——鋁电冶工業中穩固地推广了。

电弧焊接銅与銅、鋁与鋁、銅与鋁、銅与鋼的成功掌握和研究出並在使用中証明工作良好的焊接式接点的結構給降低电能損失开辟了新的可能性。

焊接接点在鋁电冶工業中的应用应完全归于祖國的工業，同时也明显地証明了，苏联先进技术的进步作用是远远超过資本主义國家的。

第 一 章

电解車間和鋁电解槽的总母綫

1. 电解車間的总母綫

电解車間的設備是由一般安裝在兩個厂房內的电解槽系列組成的。

电解槽系列是以一長排一長排地分置在每一厂房內的。在厂房內，电解槽配置成兩排或四排。將电解槽配置成兩排，可以改善厂房的自然通風，並能給車間的維護人員造成更有利的工作条件。

电解槽的系列应这样排列，厂房的中間部分和兩端能留下一条寬大的通道，以便运输各种材料和制取的金屬。

容量为 30000—60000 安培的鋁电解槽，120—160 个为一串联电路，如图 1, a 和 1, b 所示。

將交流电变成直流电，是用效率極高的並能保証在系列内电压为 600—800 伏特的水銀整流器来进行。

每个系列电解槽的总母綫是由各个电解槽的总母綫、厂房兩端和中間通道的总母綫、厂房間的总母綫和由水銀整流所到厂房的导电母綫組成的。

图 2 所示为电解槽成兩排配置的單厂房的总母綫平面图。从图中可以看出，所有陰極总母綫，以及在厂房兩端和在中間通道的总母綫，都敷設在蓋有鑄鉄板或鋼筋混凝土板的地溝中。鋪放在电解槽間連接处的鑄鉄板应有絕緣間隔。

厂房間的总母綫和通向水銀整流所的导电母綫，多半敷設在地溝內或架設在特殊的架桥上（图 3）。輕型导电母綫，可懸在帶絕緣子的鋼索上（图 4）。

超过 25 公尺的地段內的导电母綫，应有由軟鋁帶組成的溫度补偿綫（图 5）。

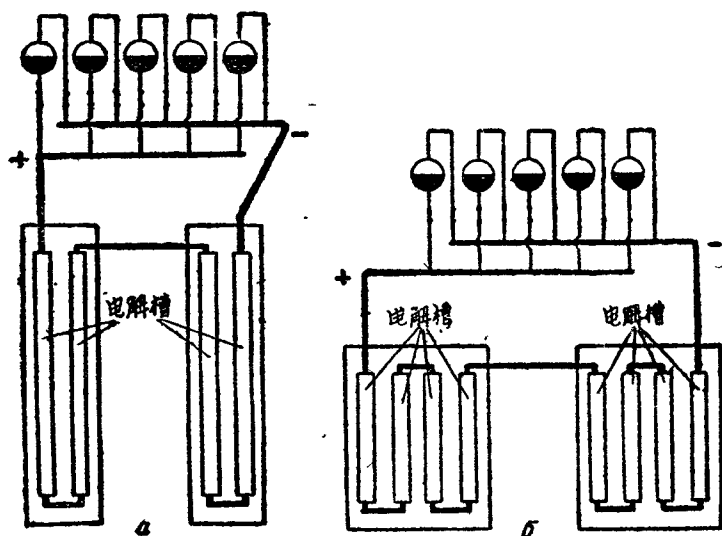


图 1 电解厂房中电解槽的接綫图

a—兩排的；b—四排的

导电母綫的电气絕緣，对防止直流电的漏電和防止电解槽維護人員的触電具有重大的意义。电解槽的外壳和地脚螺釘应很好地与車間地面絕緣。

在車間內使用窄軌鐵道是不允許的。所有的送風管和排气管道都应有絕緣間隔。

电解車間的地面，应鋪以輝綠岩板或鋪上一層瀝青，牆壁和柱子应抹 2—3 公尺高的灰泥。电动桥式吊車应有三級絕緣。絕緣材料可用玻璃、石棉、巴拉尼（паранит）和麦卡尼（мика-нит）。

这整套措施都是为了消除給車間“引来”地面电位，讓維護人員安全地工作。

电解槽的总母綫应这样安裝：一个电解槽的陰極母綫与另一

个电解槽的陽極母綫相連而形成一串联电路。

每个单独电解槽的总母綫，应保证电流在槽的陽極和陰極的整个截面上均匀的分佈，並在不破坏整个系列电解槽工作的条件下，能够使电解槽迅速地接通和断开。

从系列上将电解槽迅速切断，可借助特殊的刀式短路器（图 6）或螺旋式短路器（图 7）来达到。刀式短路器用于小容量的电解槽，螺旋式短路器則用于大容量的电解槽。

用列潑柯（П. М. Лен-ко）工程师設計的螺旋式短路器断开和接通电解槽时不致降低电解槽系列上的电流强度。这一点，是它比刀式短路器最优越的地方。

螺旋式短路器由裝有輪子的框架和嵌在一根有左右螺紋的公用螺桿內的兩組硬鋁母綫束組成。

母綫束和螺桿是通过用巴拉尼套和垫片与母綫絕緣的特殊螺母連接起来的。短路器鋁母綫的另一端，則是

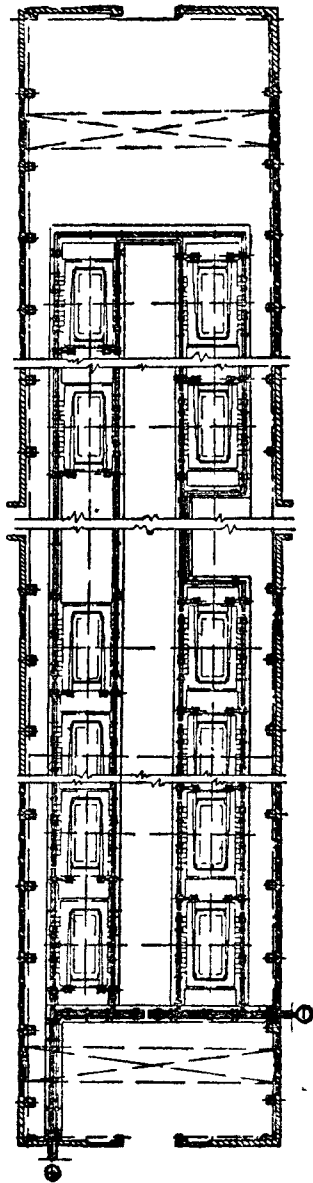


图 2 电解槽成兩排配置的电解厂房的总母綫平面图

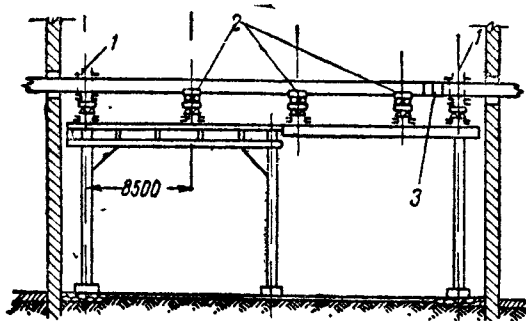


图 3 厂房間的导电母綫在金属架桥上的架設图

1—固定支座；2—活动支座；3—温度补偿綫；4—絕緣子

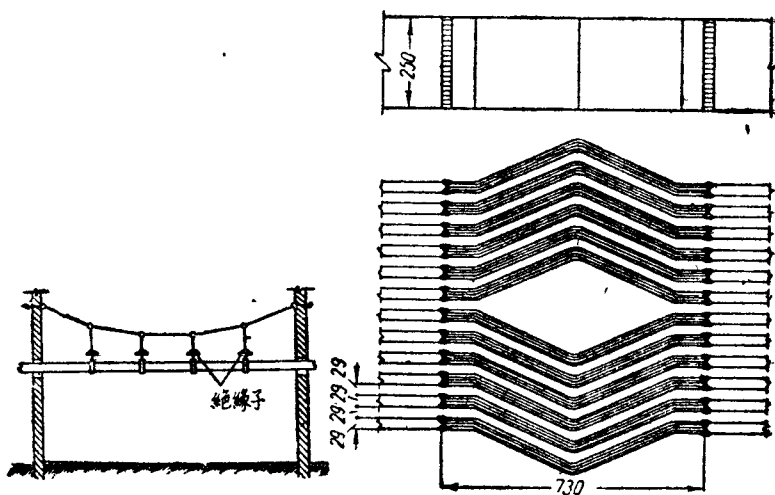
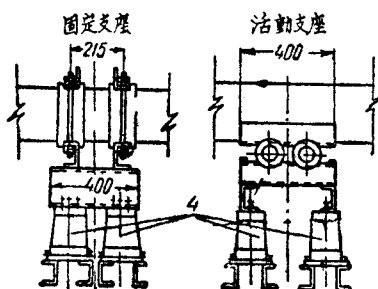


图 4 輕型导电母綫在帶絕緣子鋼索上的悬挂图

图 5 由軟鋁帶組成的温度补偿綫

以軟帶束和帶双头螺栓的压板与被分路的电解槽的陰極总母綫連接起来的。

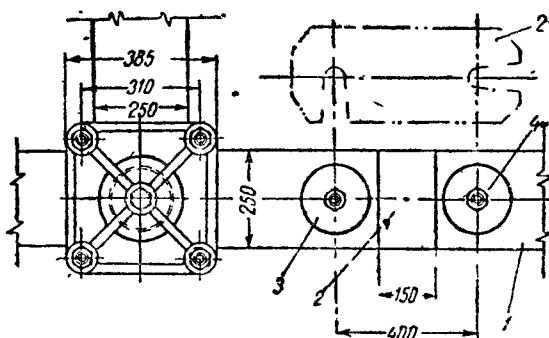


图 6 用刀式短路器的电解槽的分路結点图

1—陰極母綫；2—刀式断路器；3—圓形垫圈；4—M 36 双头螺栓

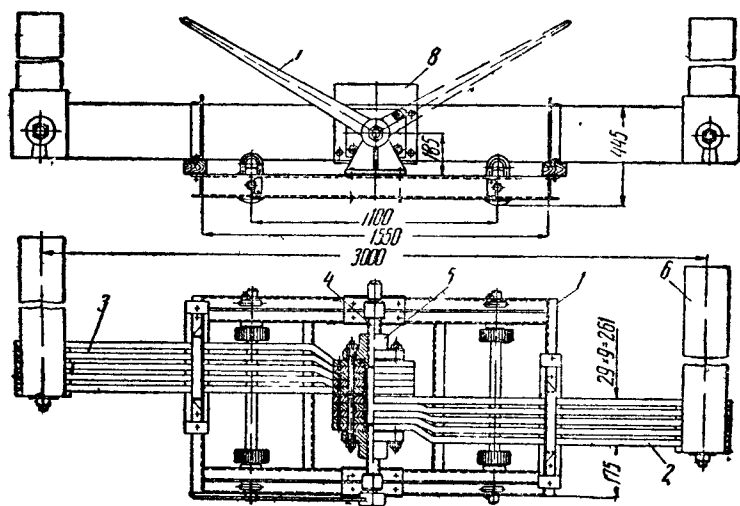


图 7 П. М. 列廢柯設計的螺旋式断路器

1—框架；2—右母綫束；3—左母綫束；4—有右螺旋紋扣左螺旋紋的螺栓；
5—螺母；6—有硬端头的軟帶束；7—橫桿；8—可卸絕緣墊

当断路器与电解槽接通时，母綫处在断开的状态下，为了防

止意外，在母綫之間应插入一塊巴拉尼板，此板在电解槽断开时拔出。

要从系列上断开一个电解槽，必須迅速向右轉动螺桿的橫桿，直到母綫束完全相接时为止。电流绕过断开的电解槽的陽極裝置，流入下一电解槽的陽極总母綫。电解槽的接通按相反的顺序进行。

图 8 所示为用螺旋式短路器分接电解槽的情况。当电解槽長時間与槽系列断开时（大修理时），陰極总母綫端头应用短母綫連接，並需借压紧板和 M 36 螺栓拉紧（图 9），然后拿下螺旋式短路器。

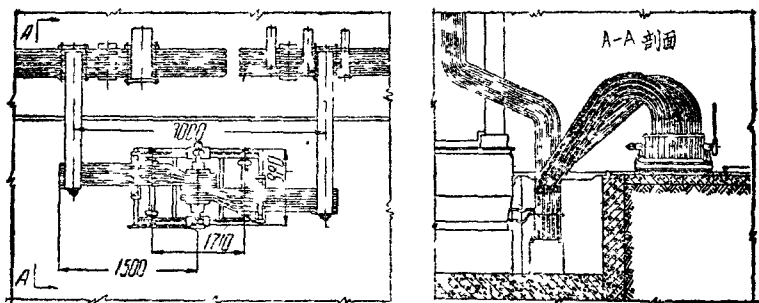


图 8 用螺旋式短路器分接电解槽分路图

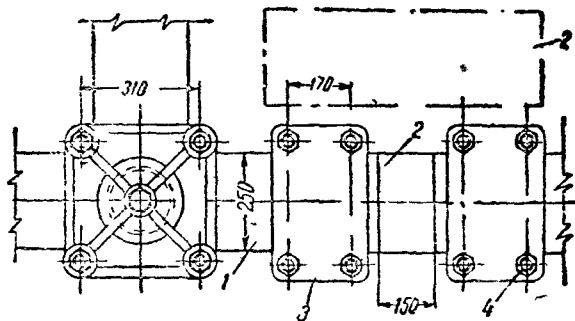


图 9 長時間断开时大容量电解槽的分路结点图