

導綫和電纜的 接合与封端

苏联 A·A·卡普蘭 Г·E·赫罗姆謙科著
周怀实 翁愷明 寧强華 曾昭明譯

電力工業出版社

內 容 提 要

本書闡述了銅心、鋁心導綫和電纜的接合與封端問題。

書中介紹了銅心導綫和電纜的多种機械接合法，主要是冷壓法；而鋁心導綫和電纜則為熱接合法，即焊接與燙焊。

作者根據所研究的接合法提供了技術數據和接合的施工技術，並且敘述了所採用的機械和工具。

本書供熟練的電氣技工和工程技術人員之用。

А. А. КАПЛАН Г. Е. ХРОМЧЕНКО

СОЕДИНЕНИЕ И ОКОНЦЕВАНИЕ ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ

根據蘇聯國立動力出版社1953年莫斯科版翻譯

書號 285

導綫和電纜的接合與封端

周懷笑 翁愷明 寧強華 曾昭明譯

*

電力工業出版社出版 (北京府右街 26 號)

北京市書刊出版業營業證可經出字第082號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

編輯：李勉 校對：戴佩瑛

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 4 $\frac{1}{2}$ 印張 * 88千字 * 印1—3,100冊

一九五六年一月北京第一版第一次印刷

定價(8)：七角一分

序

鋁心導綫和電纜的接合，與銅心導綫和電纜的接合比較起來，具有許多特點，因而對於其安裝，要採用特种電焊、氣焊以及特种焊料的燙焊。

現時對於銅心導綫和電纜的接合，大量推廣的是機械接合法，其中主要為壓接法。

本書出版的目的，在於說明在實際安裝中已證明是正確的關於導綫及電纜接合和封端的新方法。

由於銅心和鋁心的接合應用完全不同的方法，故特將本書分為兩篇：第一篇為銅心導綫及電纜的接合；第二篇為鋁心導綫及電纜的接合。

第一篇中的第一章和第三章為 Г. Е. 赫羅姆謙科所著；第四章為兩位作者共同執筆。第一篇中關於銅心壓接的所有其餘材料，以及本書整個第二篇〔鋁心導綫與電纜〕，均為 А. А. 卡普蘭所著。

在編寫本書的第二篇中，承 М. Р. 納菲爾德工程師和 Ю. С. 比留科夫技師給予幫助，作者卡普蘭謹致懇切的謝意。

本書是上述內容範圍內的一本專門著作，其中缺點和遺漏，在所難免。作者非常歡迎提出批評和意見，並請函知下列通訊地址：

莫斯科，水閘河岸街10號，國立動力出版社。

作 者

目 錄

序

緒 言	5
-----------	---

第一篇 銅心導綫及電纜

第一章 機械的接合及冷壓接	7
---------------------	---

第1節 機械接合法概論	7
第2節 壓接	11
第3節 壓接接觸的可靠性	13
第4節 接觸面的整潔和塗漆	20
第5節 創造局部壓入法優良接觸的條件	21
第6節 不同截面綫心壓接的應用	22

第二章 截面為 2.5 平方公厘以下綫心的壓接	23
-------------------------------	----

第1節 軟綫的接合與分支	23
第2節 單股導綫的接合	27
第3節 截面為 2.5 平方公厘以下的多股導綫的封端	28

第三章 截面為 2.5—10 平方公厘綫心的壓接	34
--------------------------------	----

第1節 綫接耳的構造	34
第2節 組合綫接耳的試驗	36
第3節 截面為 4—10 平方公厘導綫的接合	39
第4節 短路電流的發熱	44

第四章 截面為 16—300 平方公厘綫心的壓接	46
--------------------------------	----

第1節 綫接耳	46
第2節 壓接的機械及工具	50

第3節	局部壓入法封端	60
第4節	整體壓縮法封端	64
第5節	絕緣導線的接合	64
第6節	在電纜接合器內綫心的接合	66

第二篇 鋁心導線及電纜

第五章	綫心的接合法與封端法	70
-----	------------	----

第1節	鋁導線和電纜接合的特徵	70
第2節	安裝條件與可能接合的類型	71
第3節	機械接合法	72
第4節	熱接合法	73
第5節	焊藥	86
第6節	鎔劑	88
第7節	加熱器和加熱設備	92
第8節	壓模與夾	100

第六章	綫心接合與封端的一般問題	101
-----	--------------	-----

第1節	絕緣損壞危險的消除	101
第2節	綫心末端絕緣的清除	108
第3節	綫心焊接與燙焊的準備工作	109
第4節	加添媒劑與排除鎔渣	109
第5節	焊接或燙焊時已裝置設備的撤除，接合處 及其絕緣的清除	110
第6節	接觸的變質	110
第7節	接合質量的檢查	112
第8節	技術保安	114

第七章	截面10平方公厘以下的單根導線的焊接	
-----	--------------------	--

	與燙焊技術	114
--	-------	-----

第1節	在焊夾中導線接合的電焊	114
-----	-------------	-----

第2節	導綫分支的电焊	116
第3節	不在焊夾中導綫接合的电焊	118
第4節	導綫接合与分支的燙焊	118
第八章	多股綫心的導綫和电纜的气焊技術	119
第1節	截面为 16—300 平方公厘的綫心末端銲合成束	119
第2節	預先銲合成束的、截面为 16—300 平方公厘 的綫心接合与分支	123
第3節	截面为 16—120 平方公厘的導綫在接合器中 接合与分支	126
第4節	預先銲合成束的、截面为 16—300 平方公厘 的綫心封端	127
第5節	未預先銲合成束的、截面为 16—240 平方公 厘的綫心接合与分支	132
第6節	未銲合成束的、截面为 16—240 平方公厘的 綫心封端	135
第九章	截面为 16—150 平方公厘的多股綫心的導綫 和电纜的燙焊技術	136
第1節	綫心之預先燙錫	136
第2節	綫心的接合与分支	138
第3節	綫心的封端	140
第十章	鋁綫与銅綫綫心的接合及其用銅綫接耳的 封端	141
附錄	使用的加熱器、設備、工具 和材料一覽表	143

緒 言

在安裝或运用电气設備時，導綫綫心及電纜纜心的接合、分支和封端，依据其構造、材料和截面，以及工作条件的不同，是使用各种方法來完成的。

在本書中，對於構造最普通的電纜纜心和電纜導綫——正常撓度圓形的 [H]，可撓圓形的 [Γ] 和扇形的 [C]，進行了研究。

所有採用的接觸接合法可區分为兩組：一組為藉助於焊接和燙焊的熱接合，另一組為施行機械方法的綫夾接合。

焊接乃是被接合部分的金屬鎔化和合併而形成的一種金屬接合。燙焊是預熱的固體金屬(但為未鎔化的)藉第三種金屬——焊料而發生的一種接合。焊料的鎔化溫度要低於被接合綫心或纜心金屬的鎔化溫度。用熱接合法所構成的全金屬接觸，無論按其本身的機械和电气性能而言，或者按其運行中的穩定性而言，都具有高度的可靠性。

焊接和燙焊時使用火焰溫度為 $2000-3000^{\circ}\text{C}$ 的發熱器，此火焰溫度會引起損壞綫心和灼傷人身的危險，因而僅具有高度技藝的技工方可進行焊接或燙焊工作，當氣焊時對技工要進行專門的技術安全規程的教育。

必須消耗稀有焊料為燙焊的最大缺點。

鋁心導綫及電纜的接合與封端主要是採用熱接合法。

銅心的接合，不採用熱接合法亦可得到穩定的接觸。對

於大多數銅心不分裂的接合，可以採用包括冷壓法在內的機械壓接法。

必須指出，「理想的」接觸應滿足下列一些基本要求：接觸的過渡電阻應不大於相應導綫（其長度等於接觸長度）的電阻；接觸的額定電流的發熱，正如過負荷電流的一樣，應不超過相當截面的導綫的發熱。

此外，接觸應具有至少不比被接合導綫為弱的抗蝕性、運行可靠性以及由於網絡內可能發生的短路電流而對於熱作用的穩定性；並具有不應由於多次發熱與冷卻而增高過渡電阻。

在設備中的接觸承受大的拉力（架空綫）或大的短路電流的電動力作用（高壓電力網）時，應具有足夠的機械強度，並近似於接合導綫的強度。

從全部所指出的要求觀點上看來，對銅心用冷壓法和對鋁心用熱接合法，是最為滿意的一種不能分裂接合。

本書關於銅心及鋁心導綫與電纜的這些接合、分支和封端的方法，均作了詳盡的敘述。

第一篇 銅心導綫及電纜

第一章 機械的接合及冷壓接

第1節 機械接合法概論

銅心導綫的機械接合法，已在電氣設備中獲得了廣泛的應用。當母綫及導綫連接於設備、電機、電氣測量儀表，以及在所有導綫本身間應具有可分離的接合的情況下，機械接合法是不可缺少的。

截面為 10 平方公厘及以下的單股銅導綫可以直接連至設備和儀表的接頭上而毋需綫接耳和封端器。綫心的連接悉依設備和儀表接頭的構造而定，將綫心端部彎成小環接入平板面的綫夾或將其接入柱面的綫夾，藉調節綫夾上的螺絲以壓緊綫心。

單股絕緣導綫間的接合採用各式不同的綫夾，綫夾內的接觸是藉螺絲、螺栓、楔形和其他類似的裝置而構成。

圖 1 中所示為里日斯基電氣設備製品工廠所製造的錐形接續子。有錐形絲口的黃銅綫夾 2 為接續子的主要部分。綫夾被壓入用塑膠體製成的絕緣外殼 3 內，此外殼覆蓋着整個綫夾，僅留有一孔作為被接合導綫綫心的引入口。當旋轉接續子時，使被接合導綫的端部 1 捲入錐形絲口，絲口嵌住導綫，此時導綫即被絞合和壓緊。接續子的外殼掩蓋全部接

觸，因而毋需在接合處纏繞絕緣帶。

當安裝錐形接續子時，被接合導線綫心端部長度為 8—15 公厘的絕緣被除去。無論是在分綫箱內或露天均能裝設接續子。接續子容易自接點撤去，因而給予在必要時易於檢查和更改結綫圖的可能。

下表所介紹的為里日斯基工廠製造的錐形接續子的主要技術數據。

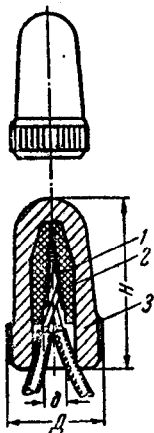


圖 1 錐形接續子

里日斯基工廠錐形接續子(圖 1) 表 1

型錄編號	型號	外形尺寸(公厘)			導綫的最高限度 根數和截面
		高 H	直徑 d	d	
Y-720	1	23	14	2.5	2×1 平方公厘 3×0.75平方公厘
Y-721	2	27	16	4	2×2.5 平方公厘 3×1.5 平方公厘
Y-722	3	39	22	6	3×4 平方公厘 2×6 平方公厘

圖 2 所繪的 8 個或 12 個端子的端子排為機械接續子的另一種。此種端子排是供在端子間不需搭頭綫的不複雜的二次回路結綫圖中的分綫箱內接合截面為 4 平方公厘以下單股導綫之用；同時亦可供裝設照明器之用。端子排係由絕緣的塑膠外殼和單個模壓而成的接觸端子所組成，接觸端子是一些四角形截面的楔套，賴其彈性作用以固定螺絲的位置而防止螺絲自動旋出。端子間的連接壁很薄，輕微的刀割即易斷開。因此，這種端子排可使用於單一的端子或成雙的端子以

至任何數量的端子。

表 2 中所介紹的為端子排的技術數據。

里日斯基工廠製造的端子排 (圖 2)

表 2

型錄編號	型號	最大負荷電流 (安)	最大連接綫截面 (平方公厘)	外形尺寸 (公厘)					螺絲直徑 d
				高 a	寬 b	端子間距 e	長 L		
							8個端子時	12個端子時	
Y-700	1	6	2.5	17.5	25	12.5	—	159	M2.6
Y-701	2	10	4	24.5	35	15	120	180	M4

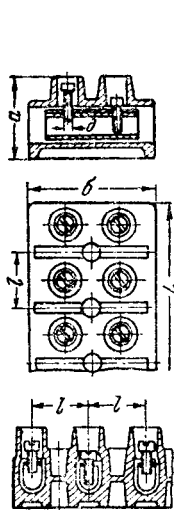


圖 2 一號端子排

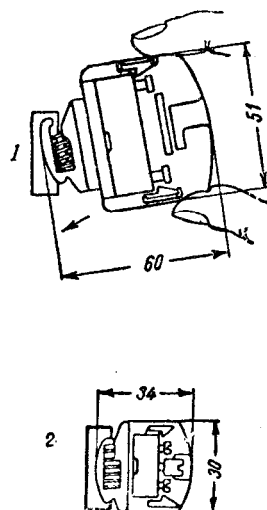


圖 3 成套式縫夾
1—大型縫夾；2—小型縫夾。

苏联某些工廠所製造的成套式縫夾是另一種供單股導線

接合用的綫夾，同樣地廣泛普及於二次回路結綫圖中。圖 3-1 所示為成套式綫夾的一般形式，而圖 3-2 為里 H 斯基工廠製造的小型綫夾。綫夾是由黃銅模壓而成的接觸部分和絕緣的外殼所組成。每一根接入綫夾的導綫用一個螺絲压紧，螺絲端部裝有保護帽以免压裂導綫。成套式綫夾接觸部分的構造保證了螺絲固定的可靠性和不可能自動旋出。接觸部分為四角形截面的楔套，藉套壁的彈簧作用而夾住綫夾。同時由於有了槽口 K (圖 4)，即不致因固定一個螺絲而使其他螺絲鬆動。位於綫夾中部的凸起物 (圖 3-1) 將接觸部分的位置固定，並阻止導綫的端部自楔套的一半段通入楔套的另一半段。綫夾的絕緣外殼上有易於卸下的薄隔板 (圖 3-1)，當需要在綫夾間裝置搭頭綫時，可以拆卸之。

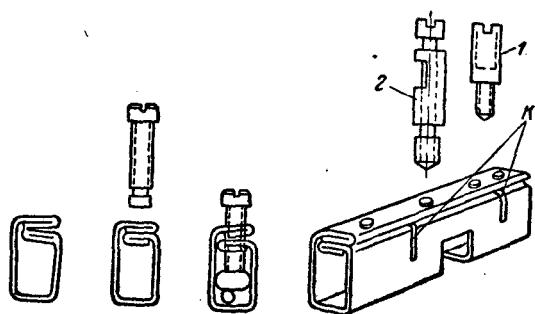


圖 4 大型成套式綫夾的接觸部分
 K —槽口；1—插入的固定肖子；2—帶螺絲零件。

圖 5 中所示為單螺栓接綫夾，在安裝絞綫及軟綫時，作為直徑自 3 至 10 公厘導綫或絞綫的插接綫夾和接合綫夾之用。

当截面大於 10 平方公厘的單股銅導綫以及所有截面的多股銅導綫的封端与接合時，〔电气設備安裝規程〕中規定必需使用綫接耳(接合套)或其他的封端器(接續子)。迄今導綫綫心与綫接耳(接續子)間的接觸，照例仍施以錫鉛焊料的燙焊。螺絲綫接耳(接續子)已使用得相当稀少，因为它在运行中不够可靠並需要經常的監視。圖 6 所示的螺絲綫接耳的最大缺點为它的構造上未考慮有任何防止螺絲自動旋出的裝置。另一缺點为所有各式構造的螺絲綫接耳素有的缺點，即多股導綫的各个別股綫間过渡电阻的增高。

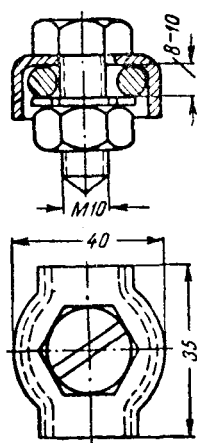


圖 5 直徑为 3—10 公厘導綫用的單螺栓綫夾

置。另一缺點为所有各式構造的螺絲綫接耳素有的缺點，即多股導綫的各个別股綫間过渡电阻的增高。

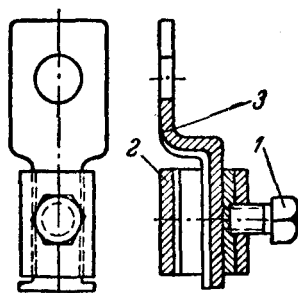


圖 6 螺絲綫接耳

1—螺絲；2—襯套；3—接觸面(接耳)。

根据上述的原因，螺絲綫接耳及接續子僅使用於非重要的設備中。在重要的設備中，銅心導綫綫接耳及接續子所用的燙焊，能够成功地以冷压代替之。

第 2 節 压 接

將引入綫接耳管形部分內(当封端時)或接續子襯套中

(当接合時)的銅心緊壓的原理作为冷压法的基础。

現在对电压在 1 千伏以下各种截面銅心導綫及電纜的封端与接合，以及电压自 1 至 35 千伏(包括 35 千伏在內)各种截面銅心電纜的封端，均以压接進行之。

圖 7 中所示为以局部压入法压接的綫接耳，而圖 8 中所示則为以整体压缩法所压接者。

整体压缩法要求施加很大的力，故必須藉強力的工具和机械來完成。此外，当整体压缩巨大截面綫心的綫接耳和接續子時，按全部被压面的長度不能一次完成，而需分段逐次完成之(分兩次或數次)。同時为了加强接續子的机械强度，採用了所謂环形肖子，环形肖子是由纏繞在待压接的裸綫心上的 5—6 圈細鋼絲(直徑 0.3—0.5 公厘)而做成的綁帶。

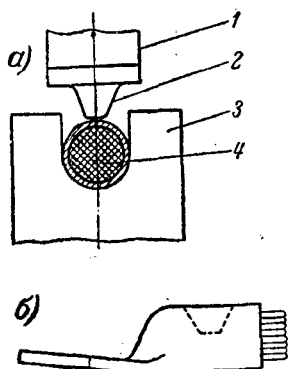


圖 7 局部压入法压接的綫接耳
a—压接过程；b—压成的綫接耳；1—压桿；2—压模公；3—压模母；4—帶有綫心的綫接耳。

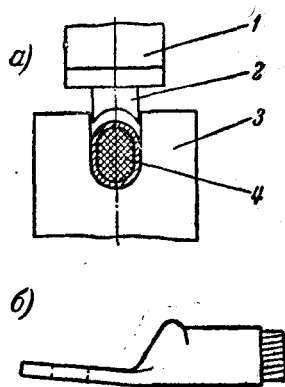


圖 8 整体压缩法压接的綫接耳
a—压接过程；b—压成的綫接耳；1—压桿；2—压模公；3—压模母；4—帶有綫心的綫接耳。

加裝环形肖子的方法，是把鋼絲的一端固定在綫心上層的兩股綫下面，按每圈相隔1—2公厘的距离纏繞在綫心上，再將最後一圈的端部同樣地固定在上層的股綫下。當固定鋼絲末端時，將上層適當的綫股稍微折轉，然後恢復原狀。在壓接時鋼絲嵌入導綫的（電纜的）綫心和接續子本體內，大大地增加了接續子的機械破壞強度。

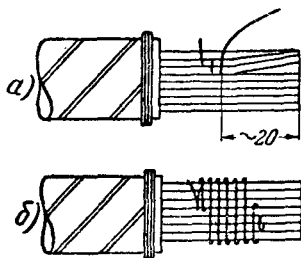


圖9 加环形肖子在電纜綫心上
“a—加裝的開始；b—裝好肖子後。

圖9所示為加环形肖子在電纜銅心上。

第3節 壓接接觸的可靠性

從對理想接觸所提要求的觀點上來研討，證明壓接接合是十分令人滿意的。

蘇聯造船工業部門中所具有的運行經驗，以及在莫斯科動力管理局莫斯科卡霍夫卡系統、重工業電氣設計局國家設計院莫斯科設計試驗分院和以烏里揚諾夫命名榮獲列寧勳章的列寧格勒電工學院所進行的一些試驗已證明：在遵守正確的技術條件下，壓接的接合與封端具有足夠高度的電氣特性和機械特性。這些特性不僅保持於正常情況中，而且保持於含有酸性和鹼性蒸氣的環境中以及易受振盪和震動的設備中。

對壓接接合質量的評定，通常把它們與用錫鉛焊料燙焊而成的整體來比較。迄今為止後者曾是最普及的，而在某些

情况中(例如在電纜接續盒中綫心的接合)曾認為是唯一被允許的。

試驗的研究已証明，压接的过渡电阻稍高於整体焊接的过渡电阻，但在所有情况下，过渡电阻值不应引起顧慮。

压接接合較燙焊有某些增高的过渡电阻值，係由於压接接觸，不管股綫間如何緊密，甚而近乎变成一整体，但綫股間仍保持在物理範圍內的接觸本性。

表 3 中所示为列寧格勒电工学院試驗獲得的綫接耳中电压降的对照表。

当通过額定电流時綫接耳中的电压降 表 3

綫 心 截 面 (平方公厘)	电 压 降		
	燙 焊 時 (毫 伏)	压 接 時	
		(毫 伏)	为燙焊時的百分值
25	3.13	4.65	148
50	2.32	3.00	130
95	2.42	3.00	124
120	4.15	4.32	104
240	4.3	6.53	148

当進行發熱試驗時，曾發現压接綫接耳的温度高於導綫綫心的温度 $1-2^{\circ}\text{C}$ ，差不多与燙焊綫接耳的温度沒有區別。表 4 中所示为符合於此种試驗的數據。

試驗同時也証實了压接接合長時置於海水中、酸气和鹼气中、潮濕房間中，以及受震動後，它們仍十足地保持着接觸的电气性能(見圖 10 中的曲綫)。

額定電流和過負荷電流下縫接耳發熱溫度

表 4

導線截面 (平方公厘)	負荷時的發熱溫度					
	額定電流			140% 額定電流		
	燙焊縫接耳	壓接縫接耳	縫心	燙焊縫接耳	壓接縫接耳	縫心
	°C					
25	37.7	39	37	50.3	53	51
50	38.0	39	37	51	52	52
95	38.0	38.8	38	52.3	54	53
120	41.5	42.0	40	58.5	60.7	58
240	41.0	46.2	44	57	62.3	57

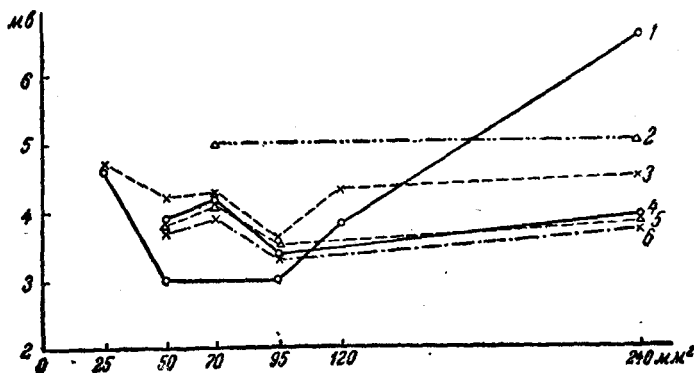


圖 10 各種情況的額定電流在壓接縫接耳中的電壓降

1—原始狀態；2—置於潮濕房間中三年後；3—受震動後；4—置於酸氣中後；5—置於海水中後；6—置於鹼氣中後。

當重工業電氣設計局國家設計院莫斯科設計試驗分院試驗壓接接合的抗短路電流熱效应的穩定性時，曾以截面為 95 平方公厘附有壓接縫接耳的導線樣品承受由於短路電流至