

長途電信綫務員



人民郵電出版社

前 言

在斯大林五年計劃的年代裏，我國的長途報話綫路已有廣泛發展，並且在裝備上也具有了更為完善的多路載波電話和音頻電報。

由於在電信綫路上採用了最新的電話回路交叉程式和載波回路有了特別的引入設備，現在在有色金屬回路上已能裝用多路載波機。因而使得在一個回路上同時可以實現多達28路的電話通信，而每一話路又可構成多達18路的電報通信。這樣就大大地提高了對長途報話綫路設備的技術維護質量的要求，因為在電信綫路上即使短時的障礙都會使得大量的通信電路的工作受到破壞。

為了保證電報電話通信質量良好，綫路技術人員必須經常使綫路設備保持着良好狀況，及時地消除可能引起電信綫路障礙的一切原因，並保持話綫和報綫的電氣特性符合規定的標準。

進一步改善長途報話綫路的技術維護工作，有賴於不斷地提高綫路工作人員的技術水平。

本書載有電工、電話、電報、長途電信、架空電信綫路和插入電纜的各方面知識，以及每個綫務員為了出色地完成其保證電報電話暢通的任務，所必需的關於綫路設備技術維護工作方面的知識。

郵電部電信綫路設備管理總局推薦此書作為按照技術等級手冊的要求訓練綫務員和提高綫務員技術水平的參考材料。

本書的第一編至第四編為A. H. 顧美略及E. B. 基里洛夫所寫，第五編為H. B. 盧斯基諾維奇所寫。

蘇聯郵電部電信綫路設備管理總局

序 言

長途電報電話通信在我們的國家生活中具有重大的意義。蘇聯郵電工作人員的光榮任務，就是保證國家管理機關、國民經濟、共產主義建築工程和廣大勞動人民羣衆的電報電話通信能夠準確和暢通。

長途架空電信綫路一般具有很大的長度，因此，對這種綫路的機械強度方面和保證大量的電報電話通信在任何天氣情況下不出事故的工作方面提出了特殊的要求。

布爾什維克黨和蘇聯政府不只一次地着重指出電報電話通信在我國所起的重大作用。由於維護報話綫路的工作具有特別重要的意義，1921年6月22日經弗·依·列寧親手簽署的勞動國防委員會關於進行報話綫路修理工作的決議中曾經指出：《要將修理工程的生產工作列為國家的特別重要的任務……》

黨和政府一貫地關心着通信工具的發展和改進。爲了改善電報電話的通信，建築了新的長途綫路，這些綫路的幹綫爲有色金屬綫，並裝有多路載波電話和音頻電報機械。

在俄國發明家及科學家的發現和發明的基礎上，我國的電信綫路設備在通信工具的普遍發展中同時獲得發展。

世界上第一部實際可用的電報機的發明人、俄國科學院通信院士 П. Л. 許林格於1812年造成了世界上第一根水底電纜，1832年又造成了地下電纜。1836年，П. Л. 許林格曾提出將電報綫搭掛在木桿上，因而奠定了發展架空電信綫路的基礎。

1898年開放了莫斯科——彼得堡的架空明綫。建築這一電信綫路所根據的理論研究工作，是 П. А. 沃伊納羅夫斯基教授完成的。

1916年，工程師 Ф. X. 契拉霍夫在彼得堡和莫吉遼沃之間建成了世界上最長的（當時）架空明綫（鋼綫）。在這條綫路上首次採用

了導線熔接法，並安裝了A.A.庫茲涅佐夫研究出的強力電話機。

在偉大的十月社會主義革命以後，我國的電報電話通信獲得了特別巨大的發展。國家工業化和農業集體化要求高速度地建築市內電話網，大力發展長途電話通信，使集體農莊和國營農場、農業機器站和鄉村蘇維埃電話化。

蘇聯已經建成了自己的電話工業，因此電話網路所必需的一切設備都可在祖國的工廠中自己製造。

研究B.H.柯瓦列科夫（現今蘇聯科學院通信院士）式真空管電話增音機，在發展電氣通信上有過重大的意義。

在斯大林五年計劃的年代裏，由於黨和政府的關懷，蘇聯的工程師們在架空電信綫路上創造了，並且已採用了複用架空電信綫路的多路載波制和音頻電報制。

全體的蘇聯工程師在П.К.阿庫利生教授的領導下並在H.B.柯普捷夫、H.A.巴也夫和H.A.柯謝耶夫各教授的參加下，在改進電話機的同時，也改進了綫路設備。

新式結構的綫路建築已經研究出來了，這種結構使用綫担和特別程式的電話回路交叉，以這種結構為基礎已經進行過許多理論的和試驗的工作。這一情況就使得架掛於同一綫路上的4—6個有色金屬回路能夠裝通傳輸頻帶達150千週的載波。

П.К.阿庫利生、A.H.顧美略、П.А.弗羅洛夫及B.З.馬雷舍夫這幾位電信專家，因研究改善電信綫路而榮膺了斯大林獎金。

現在長途電信綫路是一種複雜的技術建築。

要用一個電話回路來傳遞大量的電話和電報，就要求長途報話綫路綫務員保證保持綫路設備不出事故。

與改進有綫電信技術的同時，先進的斯達哈諾夫式的綫路工作人員還不斷地在研究改善長途電信綫路的技術維護方法。

1947年，通信工作革新家、駐段綫務員葉菲·廖明（魯札也夫綫路技術中心站的綫務員）提出了新的電信綫路技術維護方法。廖明同志不要修綫隊的幫助，除了不能進行更換電桿的繁重工作外，

可獨自地進行一切修理綫路和導綫的工作。

廖明同志的工作方法的價值就在於：駐段綫務員一方面經常查視綫路設備的狀況，同時又能保證及時地和質量優良地完成按技術標準維護報話綫路所必需的一切工作。

榮膺通信能手稱號的葉菲·廖明，他的愛國主義的創舉在各個電信綫路技術中心站中獲得了廣泛的推廣。

採用了廖明工作法的駐段綫務員，由於經常在綫路上工作，因而保證綫路設備保持在良好狀況和完全消滅通信障礙。

駐段綫務員契基雪夫兩兄弟的寶貴創議值得特別重視。他們提出了更換和加固電桿這種繁重工作的互助工作法。運用這種方法就可使廖明式的駐段綫務員無需修綫隊的幫助而能進行修理和維護電信綫路的全盤工作。

根據先進的郵電工作者——綫路工作人員：駐段綫務員 C.A. 葉羅亨同志和綫務段長 И.В. 魯涅果夫同志的創議，能夠很成功地把輕便較車當作最簡單的機械來立桿，這對採用契基雪夫兩兄弟的工作方法具有非常重要的意義。

綫務員在保證長途電報電話通信暢通方面所起的作用是重大的、是值得尊敬的。在蘇聯郵電部的命令中不止一次地表揚過一些綫務員的忘我工作精神，他們往往在極艱難的條件下爲了保證電報電話通信的暢通，在和大自然作鬥爭的時候表現出奮不顧身的精神和真正的英雄主義。

由於根本改善了長途報話綫路設備的技術維護方法，優秀的駐段綫務員、頭等的郵電工人葉菲·廖明、榮膺了個人榮譽稱號。

黨和政府非常關懷綫務工作人員。根據政府的決定，劃給長途報話綫路綫務員以公務所需的份地（院宅旁的地段和割草場）。爲改善居住生活條件起見，在長途報話綫路的沿綫建築了專門的電氣工人住宅，綫務員可以免費領得值班工作服。各綫路技術中心站舉辦了研究班，有系統地進行着提高綫務員技術水平的課程；這些綫務員中，有一部分還參加函授學習。

由於在報話綫路上採用了新的技術，所以目前必須大大地提高維護綫路設備方面的技術水平。因此就需要有綫路工作技術方面的專門知識和按照現行規則和指示所完成的綫路工程要有優良的質量。

《長途電信綫務員》這本參考書的目的，就是在於幫助綫務員學習和掌握長途報話綫路設備的複雜技術，並使綫務員的技術熟練程度提高到郵電部技術等級手冊中所要求的水平。

目 錄

前 言 序 言

第一編 電工原理

第一章 基本概念

- 1.1 物質構造的概念 (1)
- 1.2 電流・電動勢・電流的大小・電壓 (3)

第二章 直流電流的基本定律

- 2.1 歐姆定律 (5)
- 2.2 導綫和電具的電阻 (6)
- 2.3 電阻的串連 (8)
- 2.4 電阻的並連・克希荷夫 (*Kyprioφ*) 第一定律 (9)
- 2.5 電阻的複連 (12)
- 2.6 電流使導綫變熱・楞次焦耳定律 (13)
- 2.7 電流的功和功率 (14)

第三章 電磁學

- 3.1 磁的主要現象 (16)
- 3.2 磁場 (18)
- 3.3 電流的磁性 (18)
- 3.4 電磁鐵 (20)

第四章 電磁感應

- 4.1 電磁感應現象 (23)
- 4.2 感應電動勢的方向 (24)
- 4.3 自感電動勢・電感 (26)
- 4.4 互感現象 (27)

第五章 電容

- 5.1 電場 (28)
- 5.2 電容 (29)

第六章 交流電流的概念

- 6.1 交流電流 (31)
- 6.2 變壓器的基本概念 (34)
- 6.3 在交流電路中的電容器 (35)

第七章 電源

- 7.1 一次電池的一般概念 (36)
- 7.2 乾電池和注水電池 (37)
- 7.3 把電池接成電池組 (40)
- 7.4 蓄電池的基本概念 (41)

第二編 長途電信**第八章 電話傳輸原理**

- 8.1 聲音的概念和電話傳輸原理 (45)
- 8.2 送受話器 (47)
- 8.3 電話機 (49)
- 8.4 障礙查尋器(ПП) (55)

第九章 電報傳輸概論

- 9.1 電磁電報機械的動作原理 (61)
- 9.2 莫爾斯電報機的構造 (63)
- 9.3 莫爾斯電報機的拆卸、安裝和調整 (66)
- 9.4 莫爾斯電報機的機障及其產生的原因 (68)
- 9.5 莫爾斯報機的連接圖 (69)

第十章 長途電信概論

- 10.1 電信綫路的電氣參數 (70)
- 10.2 電路的復用 (76)

第三編 架空電信綫路**第十一章 架空電信綫路的基本技術規格**

- 11.1 氣象條件對架空電信綫路的影響 (81)
- 11.2 架空電信綫路的類型 (82)
- 11.3 架空電信綫路的分類 (83)

第十二章 電桿及其構造

12.1	電桿的木質品種	(83)
12.2	木材缺點	(85)
12.3	延長木桿使用期限的方法	(87)
12.4	中間桿	(90)
12.5	複式桿和加固桿	(92)
第十三章 材料和器材		
13.1	導綫	(102)
13.2	隔電子	(104)
13.3	彎鉤、綫咀和直螺脚	(105)
第十四章 建築架空電信綫路的基本知識		
14.1	總則・隔距	(108)
14.2	綫路測量	(110)
14.3	掘穴、裝桿、立桿	(111)
14.4	架掛綫條	(116)
14.5	綫條在隔電子上的綁紮方法和號桿	(121)
14.6	電信綫路的跨越	(126)
14.7	避雷綫	(131)
14.8	綫條入局	(132)
第十五章 電話回路的交叉		
15.1	電話回路交叉的概念	(135)
15.2	電話回路交叉的裝設	(139)
第 四 編 長途架空電信綫路中的插入電纜		
第十六章 架空電信綫路中的標準插入電纜		
16.1	架空電信綫路中插入電纜的性質	(142)
16.2	電纜心綫、綫對、四扭組的辨別	(143)
16.3	電纜的外面保護裝置	(144)
16.4	電纜的型式	(145)
第十七章 電纜器材、中間裝置和終端裝置		
17.1	接續套管和分岐套管	(145)
17.2	接頭排和終端套管	(148)
17.3	電纜分綫箱	(149)

17.4	電纜分綫房和交接箱.....	(150)
第十八章 電纜的敷設與安裝		
18.1	挖掘溝道和敷設地下電纜.....	(151)
18.2	接續套管的安裝.....	(153)
第十九章 電纜過河		
19.1	敷設水底電纜.....	(161)
19.2	水底電纜的保護信號.....	(162)
第二十章 最簡單的直流測量和綫路障礙地點的確定		
20.1	直流測量.....	(163)
20.2	回路障礙地點的確定.....	(169)
20.3	接地電阻的測量和避雷器火花電壓的檢驗.....	(174)
第五編 架空電信綫路的技術運用維護		
第二十一章 長途電信綫路綫務部門的組織		
21.1	綫務部門的組織機構.....	(176)
21.2	業務聯系.....	(179)
21.3	進行綫路工作所需的裝備.....	(180)
第二十二章 綫務段的勞動組織		
22.1	先進工作法.....	(182)
22.2	駐段綫務員的工作組織.....	(185)
第二十三章 電信綫路的維護		
23.1	預防障礙的發生.....	(188)
23.2	綫路設備的冬季準備工作.....	(190)
23.3	確定障礙地點和消除障礙的步驟.....	(192)
23.4	消除綫路障礙的方法.....	(195)
第二十四章 綫路設備的修理工作		
24.1	修理工作的分類.....	(197)
24.2	綫務員在進行修理工作前的準備工作.....	(199)
24.3	修理電桿.....	(201)
24.4	修理綫路.....	(205)
24.5	修理器材.....	(207)

第一編

電 工 原 理

第 一 章 基 本 概 念

1.1 物質構造的概念

大地上存在着很多物質，其中最簡單的96種叫作化學元素，它們都佔有單獨的位置。氫、氮、氧、鐵、鋁等就是這些物質。元素在起化學作用時不能分解為更簡單的物質。大自然界中的物質，大多含有不同的化學元素，即含有在化學上是簡單的物質。起化學作用時，其它物質可分解為這些簡單物質。

取任何一塊化學上簡單的物質，比方是鐵吧，把它分成碎塊。能否將鐵塊無限制地分下去呢？或者是否會有一種鐵的最小微粒，它們已經不能再分下去了呢？這個問題自古就引起了科學家們的興趣。那時還有過這樣的想法，就是認為一切物質都是由不能分割的最小微粒—原子—構成的（在希臘語中原子就是《不能分割》的意思）。現在已經精確的證實了關於原子存在的假說，而且還求出了原子的大小。原子是能夠保持簡單物質化學特性的最小微粒。

化學作用就是不同的化學元素的原子進行化合或分解的作用。例如：兩個氫原子和一個氧原子進行化合，則組成水的最小微粒，稱為水分子。

雖然在化學作用時，原子總是像一個整體那樣發生作用，但是我們不應當認為原子的確是已經不能再分為更小的微粒了。

現在已經明白，原子是一個由更簡單的微粒所組成的複雜結構。在原子的中心，有荷正電的核。核的大小約為該原子的 $\frac{1}{100,000}$ 。不同原子的原子核具有不同的電荷與質量。在荷有正電的原子核周

圍繞行着荷有負電的微粒——電子。所有的電子都具有相等的電荷。電子組成所謂原子的電子層。不同的原子具有不同數目的電子，例如：氫原子僅有一個電子，氮原子有二個電子，氧原子有八個電子等等（見圖1.1）。



圖 1.1 原子的簡圖

全部電子的總電荷等於原子核的電荷，因此符號相反的電荷彼此互相中和，所以原子在正常狀態時在電氣上呈中性。

當物體帶電時，正電荷與負電荷分離。爲了使物體帶電，必需以某種方法迫使電子離開一物體原子的電子層，而進入到另外一個物體的原子的電子層裏。此時，喪失一個或數個電子的原子就不再是中性的了。這些原子核的正電荷將大於電子層的總負電荷，因而荷正電。相反地，帶有過多的、〈別人的〉電子的原子將荷負電。如果物體中這樣的負電荷多時，則該物體就帶負電。使物體帶電是可能的，例如摩擦就能生電。

因此，全部物質的原子，當然也意味着分子，都是由荷電的微粒組成的。如果某一物體帶電，那就是說，該物體的原子，或者是喪失了部分電子，或者是相反地獲得了一些多餘的電子。這些多餘的電子或者是和物體的原子進行結合，或者是在物體內保持自由狀態，而不和一固定的原子進行結合。

在某些材料中經常有這種不結合的自由電子，但該材料並不帶電。例如，所有金屬都屬於這種材料。任意一塊金屬內，經常有很多由於各原子間的相互作用而脫離了自己原子核的電子。這些〈自由的〉電子已不再屬於任何一個原子，而是屬於整個的金屬塊。這樣的電子可以在整個金屬塊內自由移動。

電子和原子核結合的很弱，並且具有大量自由電子的物質，稱

爲導體。電子和原子核結合的很緊，幾乎沒有自由電子的物質，稱爲絕緣體，而不導電。

所有的物質微粒，如分子、原子和電子，都是在不停地運動着；運動是任何物質—材料—都具備的特性。

1.2 電流·電動勢·電流的大小·電壓

現在已經知道，在金屬中除了與原子核或強或弱結合着的原子以外，還有大量的自由電子。它們在導體的各原子的中間，向着各個方向以極大的速度毫無次序地運動着。

如果有外力對金屬的自由電子給以引導的作用時，這些電子雖然並不停止自己的雜亂運動，但主要地却是開始以該外力作用的方向移動，電子沿着導體的這一流動叫作電流。

爲了產生電流就需要有一個完整的電路，即閉合着的導線；而且在導體的某一位置應當有使電子沿着導線發生運動的原因。

使電子沿着導線運動的原因叫作電動勢（ $\mathcal{E}$ ）。電動勢源能夠產生電流，所以叫作電源。乾電池、注水電池、蓄電池、發電機和直流發電機等都是電源。關於電源更詳細的情形將在第七章中討論。

電源和連在電源上的電具—電流接受者—構成閉合着的環路或者回路。圖 1.2 就是這樣回路的裝置圖和原理圖。

在圖 1.2 的電路中，電流沿着閉合的路綫流動，而且在一定的

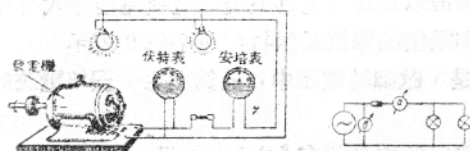


圖 1.2 最簡單的電氣裝置及其簡圖

時間間隔內，在電路中的任一點上，通過導體橫斷面的電子數目均相同。在一定的時間內通過導體橫斷面的電子愈多，則該電路中的

電流也就愈大，否則則相反。電流的大小由每秒鐘通過導體橫斷面的電量（電子的總電荷）來表示。

電流的單位是安培（用字母 a 表示）。千分之一安培叫作毫安，用 ma 來表示。

若一恆定不變的電流每秒中通過導體橫斷面的電量為一庫倫，則該電流的大小就是一安培。

一庫倫大約等於 6×10^{18} （就是在6的後面有18個零）電子電荷。

測量電流大小的儀器叫作安培表。當電流通過安培表時表針偏轉，於是在刻度上指出通過電流的大小。圖 1.2 表示應當怎樣連接安培表，以便測量某一電路和電流接收者的電流，例如測量一個小電燈泡中的電流。安培表要插接到回路導線上，即把電表串連在電路中。

當電源發生作用時，電源的電動勢破壞了電子的均勻分佈情況，使電子在電源內部從一極移到另外一極。此時，得到多餘電子的那一極荷負電，用負號（—）來表示；送出部分電子的那一極荷正電，用正號（+）來表示。

電源的兩個接綫端子具有不同的電平，或者說，具有不同的電位。電源的電動勢產生並維持兩接綫端子間的電位差，或者說，產生並維持兩接綫端子間的電壓。我們用字母 E 表示電動勢，而接綫端子上的電位差或電壓則用字母 U 表示。電壓用伏特表來測量，測量時把伏特表接在電源的接綫端子上；或者接在電流需要者上，例如接在白熾燈泡以及其它電具上邊。這種連接方式叫作並連。

電動勢和電壓的單位為伏特，用字母 B 表示。

在電阻是 1 歐姆的電路中，能夠產生 1 安培電流的電壓叫作 1 伏特。

1 歐姆電阻的定義將在 § 2.1 中述明。

第二章 直流電流的基本定律

2.1 歐姆定律

爲什麼在不同的電路中，所通過電流的大小會不相等呢？

極易證明，導綫中電流的大小或者電具中電流的大小取決於加在其上的電壓。例如，如果手電筒的電池已經消耗了一部分，那麼電壓就不足，因而電路中的電流就弱，於是燈泡就昏暗。換以能夠供給足夠電壓的新電池後，電流增加，於是燈泡照的明亮。

爲了確定電流和電壓間的精確關係，可使鋼綫或鎳綫和安培表 a 串連、和伏特表 v 並連（見圖2.1）。把可以調節電壓的電源接到電路上，如果導綫電阻保持不變，則見，電壓升高若干倍（例如，一倍）電流也將同樣地增加若干倍（也是一倍）。如果電壓不變，而採用較短的鋼綫或鎳綫，則電流將增加。

從上述實驗可以確立下面的重要定律：

一電路中的電流和加在該電路上的電壓成正比，和該電路的電阻成反比。這個定律叫作歐姆定律。

根據歐姆定律可以寫出：

$$\text{電流} = \frac{\text{電壓}}{\text{電阻}},$$

即，電流（單位是安培）等於電阻（單位是歐姆）除電壓（單位是伏特）。

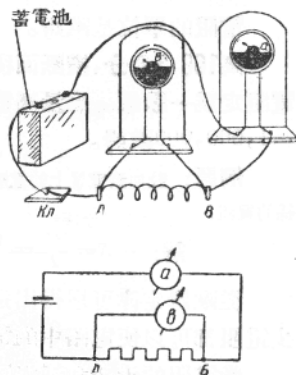


圖 2.1 測量通過導綫 AB 的電流和 AB 兩點間的電壓

用字母 I 表示電流，字母 U 表示電壓，字母 R 表示電阻，則可將該比例式寫成：

$$I = \frac{U}{R}。$$

當電路中的電壓和電流為已知時，根據歐姆定律可以由下式求出電路的電阻：

$$\text{電阻} = \frac{\text{電壓}}{\text{電流}} \quad \text{或者寫成代數式}$$

$$R = \frac{U}{I}。$$

電阻的單位是歐姆。

高106.3公分、橫斷面積1平方公厘的水銀柱，在攝氏零度時的電阻定為一歐姆。度量高電阻時用的單位是兆歐（用 $M\Omega$ ），1兆歐=1,000,000歐姆。

例題：設加到電燈上的電壓 U 是100伏特，通過燈絲的電流 I 是1安培，試求燈絲的電阻。

$$\text{解：} \quad R = \frac{U}{I} = \frac{100 \text{ 伏特}}{1 \text{ 安培}} = 100 \text{ 歐姆。}$$

從歐姆定律可以得出這樣的結論，即：或者增加電壓，或者減少電阻都可以使電路中的電流增加。

當電阻的大小和通過該電阻的電流為已知時，則根據歐姆定律可以求出作用在該電阻上的電壓：

$$U = IR，$$

即：電壓等於電流乘電阻。

2.2 導線和電具的電阻

以同樣的電壓加在不同的導線上，所得到的電流不等。如果導線細而長，並且是用鋁線作的，則其中的電流小。如果導線粗而短，並且是用銅線或鋁線作的，則雖然作用於其上的電壓與前相同，但其中的電流却變大。

我們利用導線的電阻這一概念，來說明在一定的電壓下，導線能夠允許通過電流大小的性能。

導線越長（電流通過較長的道路），導線的電阻也就越大；導線愈粗（電流通過較寬闊的道路），導線的電阻也就愈小。

長一公尺，橫斷面積 1 平方公厘導線的電阻，就是製成這種導線的材料的電阻係數。任何導線的電阻都可用下式求出：

$$\text{電阻} = \text{電阻係數} \times \frac{\text{長度 (公尺)}}{\text{橫斷面積 (平方公厘)}}^{\circ}$$

通常電阻係數用希臘字母 ρ 表示，長度用字母 l 表示，橫斷面積用字母 S 表示。利用上述符號，可以將導線電阻的公式寫成：

$$R = \rho \frac{l}{S} \text{ 歐姆。}$$

各種材料的導線，在攝氏 $+20^{\circ}$ 時的電阻係數見表 2.1。

各種材料導線的電阻係數 表 2.1

導 線 材 料	導線的電阻係數
硬拉銅	0.018
銅	0.14
鋁	0.03
外綫用鋁	0.032
鎳（鎳、銅、鋅的合金）	0.42
鎳鎂合金（鎳、鎂、鐵的合金）—	1.1
錳鎳銅合金（銅、錳、鎳、鐵的合金）	0.5

例題：試求長 1 公里 (1000 公尺)，橫斷面積為 12.56 平方公厘 (綫徑為 4 公厘) 的銅綫和鋼綫的電阻。

解：將各已知數值代入前述公式就可算出：

$$\text{銅綫 } R = 0.018 \frac{1000}{12.56} \approx 1.43 \text{ 歐姆；}$$

$$\text{鋼綫 } R = 0.14 \frac{1000}{12.56} \approx 11.15 \text{ 歐姆。}$$