

法 管 鋪 溝 無

А. В. 葛 甫 琴 柯 著
И. И. 別尔多夫斯卡雅

建 筑 工 程 出 版 社

內容提要：本書敘述了在实际工作中所采用的几种主要的無溝鋪管法：頂穿法，壓入法，水平鑽進法，真空振動法，水力機械法；同时列举出各施工部門在開溝方面的实际資料。施工設計人員根据这些資料可以選擇出适合于具体条件的合理的無溝鋪管方法。此外，还介紹了無溝鋪管时所应用的設備。

本書可供从事地下管綫的施工設計的工程技術人員参考。

原本說明

書名 БЕСТРАШЕИНАЯ ПРОКЛАДКА ТРУБ
著者 А. К. Гердинг, П. П. Белдовская
出版者 Государственное издательство литературы
по строительству и архитектуре
出版地点 及日期 Ленинград-1955

無溝鋪管法

鄭曙煌 鞠澤民 譯

*

建筑工程出版社出版（北京市東城門外南亂士路）

（北京市書刊出版業營業許可證出字第122號）

建筑工程出版社印刷廠印刷·新華書店發

書号516 字數15千字 787×1092 1/32 印張1.5

1957年5月第1版 1957年5月第1次印刷

印數：1—2,300冊 定價（11）0.36元

*

統一書號：15040·516

無溝鋪管法

鄭曄煜 譯
鞠澤民

目 录

引 言.....	3
一、概 論	5
1. 运用范围.....	5
2. 准备工作.....	8
二、用頂穿法和压入法鋪設管道	9
1. 用頂穿法鋪設管道	10
2. 用压入法鋪設管道	26
三、用水平鉆进法鋪設管道	29
四、用真空振动法开凿水平鉆孔鋪設管道	42
五、用水力机械法鋪設管道	48

引 言

目前,在与铁路、公路等相交的地方鋪設地下管網时,采用无溝鋪管法,比一般的明挖鋪設經濟得多。

在鋼套管里鋪設各种用途的管道时,多半采用无溝鋪管法。

在絕大多数情况下,安設套管往往会对結構物下面鋪設管道提出各种特殊要求。直到目前为止,由于沒有所需机械强度和 在土中頂管时不致破坏的防腐盖面,就阻碍了无套管的无溝鋪管法的采用。

除鋼管以外,用不挖溝的方法(利用頂穿法)还可以鋪設大口徑的鋼筋混凝土管和隧道。由于鑄鉄管的接头結構复杂(承口的直徑比管子直徑大得多,很难保証接头不受损坏等),所以不能用无溝法鋪設鑄鉄管。

苏联每年都要为城市、工业企业、国营农場和集体农庄的給水、排水和煤气設備鋪設数百公里的管道。

这样大規模鋪設管道,只有采用先进的技术和最合理的施工方法才能完成。如果說在明溝里鋪設管道的工作目前几乎已完全机械化了,那么无溝鋪管工作还往往是用效率低微、費力費时、費錢的方法来进行的。造成这种情况的原因之一,是沒有指导性的文件和缺乏上述工程施工的系統化的經驗。

本書叙述了在實踐中所采用的无溝鋪管的主要方法和先进的施工部門(运输专业工程公司,运输水利工程公司,列宁格勒煤气管網工程公司)的某些开凿方面的資料。

本書可使設計人員和施工人員了解如何選擇无溝鋪管法和熟

悉所采用的一些設備。

本書系以全苏水力工程与卫生工程·科学研究所(ВНИИГС)所作的觀察和研究結果、参考書籍和施工部門及科学·研究机关的資料編制成的。

由于某些方法(頂穿法,水平鉆進法)已經在施工部門的實踐中广泛地应用起来了,因而研究所就取得了許多关于这些方法的資料,从而使本書的各章节得以詳尽的說明。

對本書的意見和建議,請寄交:列宁格勒市花园街 50-6 全苏水力工程及卫生工程科学研究所。

И. И. 別尔多夫斯卡雅工程師、Г. Н. 維霍列夫工程師和 Т. П. 貝斯特洛娃技術員曾对无溝鋪管法进行过实地觀察。

一、概 論

1. 运用範圍

目前,对于无溝鋪設地下管網,是采用下列一些主要的方法:

- 1) 水平隧道中鋪管;
- 2) 利用鎧架鋪設隧道和渠道;
- 3) 利用頂穿法鋪設隧道、渠道和管道;
- 4) 利用鉆孔机械鋪設管道;
- 5) 利用真空振動法水平鉆孔鋪設管道;
- 6) 利用水力机械法鋪設管道。

本書只說明后面四種方法。

以上每一種无溝鋪管法的运用範圍都要根据下列因素來確定:

- 1) 管道的直徑;
- 2) 利用此種方法从一個工作坑內可以鋪設的在技術上可能和目前在實際上掌握的最大管段長度;
- 3) 在鋪設管上面的結構物的性質;
- 4) 鋪設管道必要的精確度,即保持設計的平面方向和垂直方向;
- 5) 土壤條件。

鋪設的深度,对于方法的選擇沒有影响。

由于觀察材料不足,尚不可能詳盡而完備地確定本書中上述每一種方法的运用範圍。

但是,根据現有的資料,可以初步指出个别方法(表 1)的运用范围。

除鋪設长度和管道直徑以及表 1 中列举的其 它指标外,各种无溝鋪管法的运用范围,在相当大的程度上取决于鋪設在套管內或直接鋪設在土壤中(无套管)的管道的用途。

地下管道可分为两大类——压力管道(上水管,煤气管,暖气管)和自流管道(下水管和排水管)。鋪設压力管綫时,通常允許在垂直方向与設計方向有某些誤差,这个誤差通常处于任何一种无溝鋪管法的精确度限值以內($\pm 0.005 \sim 0.01$)。

鋪設自流管綫时,要求保持規定的坡度,其精确度达 ± 0.005 ,但实际上用任何一种方法都不可能得到保証。

套管或工作管道(在无套管的条件下利用无溝法鋪設的管道)与規定的平面方向的某些誤差,不論是对压力管綫或自流管綫,一般是完全可以允許的。

目前在實踐中正确的保持設計方向,仅在利用可調整的特制千斤頂頂穿鋪設断面大的渠道和隧道时方可达到。

套管同設計位置在高度方面有誤差时,在某些情況下在套管內的管道可以利用各种不同厚度的墊块按照規定坡度来鋪設,例如,可使管道的坡度和套管的坡度不一致。

于是,在目前尚沒有足够可靠的方法来調整鋪設管道頂进方向的条件下,从开凿的精确度来講,所有方法的效果多多少少是一样的。但除上面所研究的因素以外,選擇开凿方法时,管子或渠道橫断面的形狀和尺寸以及它們的用途也起着作用。

例如,在必需鋪設矩形的渠道时,頂穿法是唯一可行的方法,因为在本書中所研究的其他方法中沒有一种方法适合于这个目的。

在鋪設其一端比水源水位低的自流的或吸水管道时,不可能

表 1
各种無溝鋪管法的运用范围

編號	鋪設方法	鋪設管道的直徑(公厘)	由1個坑鋪設管道的長度(公尺)	結構物(用此種方法可以在其下面鋪設管道者)	鋪設的精確度	土 壤	鋪設速度(公尺/班)
1	利用水力千斤頂頂穿法	700~1800	60~80以內	結構物的性質不加限制	在鋪設允許通用的管裝置的大斷面時，對於自流的排水管線，精確度完全可以用鋼絲裝置時可能每公尺有0.005公尺的誤差	除岩石外，可適用於任何土壤。地下水不影響鋪設工作	1.5~3
2	利用水力千斤頂壓入法	300~400以內	40~50以內	同 上	誤差可能同上。適用於鋪設壓力管道	在粘土和粘壤土中效果最好	6~8
3	水平鑽進： a) 用 ПБ-01 型機器	100~700	25~30以內	結構物的性質不加限制	誤差可能同上。適用於壓力管道的鋪設	除多石土以外，適用於任何土壤。效果最好的是在粘壤土和砂壤土中	4~6
4	6) 用 9CM-2 型機器	700~1800	50~70以內	同 上	精確度對於壓力管裝置是合格的。對自流管道可以鋪設套管	僅能在粘性土壤(粘土、堅實的粘壤土、干黃土)中進行鋪設	2~4
5	真空振動法翻孔	200~500	20~25以內	在施工期間允許在結構物下面設置不加固的水平翻孔	對於壓力管道是合格的。對自流管道可以鋪設套管	在砂土、砂壤土和粘壤土中效果最好	3~20
5	水力機械法	50~500	30~40以內	非重要結構物，當土壤沉陷時並不發生危險	可能與規定方向有很大的誤差	在砂土和砂壤土中效果最好	100以內

采用查坡洛什工程公司的偏心钻孔机,因为它会被水淹没的。

由此可以得出结论:在无溝鋪管施工以前,在每一个个别情况下,必須考虑到对所选择的开凿方法有影响的一切因素。

2. 准备工作

为了使无溝鋪管工作达到高度的技术要求和經濟效果,应事先仔細地做好下列准备工作:

- 1) 研究开凿綫上的水文和地質条件;
- 2) 选择施工方法;
- 3) 編制施工組織設計;
- 4) 施工方法必須取得橫穿結構物的主管机关的同意,并按规定程序获得施工許可証明書。

在施工組織設計中,必須設計出輔助設備的結構(档牆、工作坑的加固等),从管子里取出土壤的方法和预先保証供应工地用水和电(如果必要时)等。

施工进度表必須保証鋪設工序的連續性,因为常常会发生这种现象,当工序長時間間断时,管子上的土壤压力会大大地增加。

在引言中已經講到,对于用无溝法在土壤中直接鋪設鋼管(无套管)的障碍,是对采用絕緣层沒有足够的經驗,此种絕緣层在管道推进时,能承受土壤的摩擦。

为鋼管所通常采用的瀝青絕緣层在明挖鋪設时能滿足全部要求,而当暗挖鋪設时就感到强度不足,并会受到損坏。最近用无溝鋪管时,經常采用石棉水泥作为絕緣材料,在管子外面焊接鉄絲網,在鉄絲網上抹上約2公分厚的石棉水泥层。在这种情况下,管节接合时的焊接处应使用速凝水泥絕緣。

使用有石棉水泥絕緣层的管道的經驗还不多。但是,根据現有資料,石棉水泥絕緣层获得了令人滿意的效果。在抹絕緣层时,

必須採取防止造成裂縫的措施(澆水;用東西蓋上,避免太陽照射等)。

1953年列寧格勒波羅的海水利專業工程公司 YHP-325 曾利用頂穿法鋪設過兩條有這種絕緣層的直徑為1200公厘的鋼管道。

石棉水泥絕緣層的缺點是它的剛性太大,因此,管壁稍微有變形就會在絕緣層上出現裂縫。

在1953~1954年全蘇水力工程及衛生工程科學研究所在利用頂穿法鋪設直徑1200公厘的鋼管時,進行過維捷涅也夫全蘇水力工程科學研究所所建議的瀝青絕緣層的試驗。

在塵屑性輕砂壤土中鋪設管子的距離為32至66公尺。在穿出受坑的管節上的絕緣層的檢查結果證明:蓋面完整無缺,這就是認為可以將其運用在無溝鋪管中的根據。絕緣層厚度為7~10公厘,它是由二層底料和一層瑪瑙脂組成的。底料是一種較濃的液體,由百分之二十的Ⅴ號瀝青(按重量)、百分之十的Ⅲ號瀝青和百分之七十的汽油組成,用刷子塗在管子面上。管子面需用鋼絲刷子或用噴砂槍除淨銹蝕,并用汽油洗去管面油脂。瑪瑙脂由百分之二十五的Ⅴ號瀝青(按重量)、百分之十四至百分之十五的Ⅲ號瀝青、百分之五十四至百分之五十五的粉末狀填充料和百分之六的纖維狀填充料組成。

可以利用水泥廢粉(水泥廢料)、研細的石灰岩粉或磚粉作粉末狀填充料用。七級石棉可作纖維狀填充料用。

二、用頂穿法和壓入法鋪設管道

目前許多工程部門所採用的頂穿法和壓入法獲得了最廣泛的應用。這些工程部門是鋪設地下管網和改進鋪設地下管網所用的

設備和施工方法的部門。

在這些部門中應當指出的有：運輸專業工程公司，水利運輸工程公司，波羅的海水利專業工程公司，列寧格勒煤氣管網工程公司，列寧格勒上下水道工程公司，莫斯科上下水道工程公司，查坡洛什工程公司等。

頂穿法和壓入法的實質是管子在千斤頂所產生力的作用下被頂進土壤中。

下面我們來研究利用頂穿法和壓入法鋪設管道的過程和在這方面所採用的設備。

1. 用頂穿法鋪設管道

在利用頂穿法鋪設管道時，管子前端是敞口，土壤通過敞口進入管內，同時連續地或定時地把土壤除掉。

利用頂穿法可以在Ⅰ～Ⅳ級土壤中鋪設直徑 700 至 1800 公厘的管子。開溝和從管中除土的方法是根據土壤的性質和管徑而決定的。

實際上從一個工作坑內可以頂穿長度 60～80 公尺以內的管子。必須鋪設較長的管道時，一般是把開溝路線分成若干段，而且每一段是從單獨的工作坑內進行鋪設的，或從一個中心工作坑內向兩個方向鋪設管道。下面在根據全蘇水力工程與衛生工程科學研究所所觀察的材料編制成的表 2 內引用了各工程部門利用頂穿法在開溝方面的某些數據。這就使我們可以了解到管子的頂進速度和頂穿管子所需的力。

在所有工地上頂穿管子都是用水力千斤頂進行的。

在第 1、2 和 10 工地上利用了手搖活塞泵；用此種鋪設法的管子頂進速度為 0.9～1.4 公分/分鐘。

在第 3、4、8 和 9 工地上也利用了同樣的泵，但是通過減速器

用电动机帶動的。因此管子的頂進速度比較高些(2.2~2.6公分/分鐘)。在第5、6和7工地上,水力千斤頂是用列寧格勒煤氣管網第三工程公司特別設計的高壓活塞泵帶動的(給油量約為6公升/分鐘),此時在兩個千斤頂平行工作時,千斤頂的頂杆露頭速度達到3.1~4公分/分鐘。

在第11和12工地上採用了生產能力為25公升/分鐘的特制三杆式泵,此時在帶動一個千斤頂工作時,管子運動速度為25~29公分/分鐘。

在第13、14、15和16工地上也使用同樣的泵,它們在用四個千斤頂工作時,管子的頂進速度相當於7~8公分/分鐘,即減少了 $\frac{1}{4}$ 。

為了能夠對直徑700~800~900~1200公厘的管子在各種不同的土壤條件下實施頂穿所必需的加力值進行比較起見,在表2第10和11欄內指出了頂穿長度為20和30公尺時的力的實際數值。

從表內列舉的數字可以看出,在砂土中頂穿管子時,通常是比在粘土中頂穿時所需的力大得多。除此以外,在鋪設管子上有無刀子,對頂穿所需的力有影響。採用刀子用很小的力就能把管子頂進去。關於這一點,特別是在第5和第6工地的實例中很明顯地可以看得出來。在完全相同的條件(從一個工作坑內平行地鋪設管子,中心間距約為1.5公尺)下,鋪設同一直徑的管子時,採用刀子可以使千斤頂所產生的力幾乎減少 $\frac{1}{2}$ 。

這些情況在計算頂穿設備和擋牆設備時必須考慮到。

頂穿工作在利用專門設備和機械的條件下能達到最大的效果,這種效果表現在:用在輔助工序上的時間最少和開鑿速度快等。

利用頂穿鋪管法施工的全套設備包括:刀,從管中除土的設備(在這一工序機械化條件下),導向裝置,承壓短管,承壓法蘭盤

表 2

編號	工 地	鋪設管道的用途	直 徑 (公 厘)	開鑿長度 (公尺)	至管頂的 深度 (公尺)	土 壤	開鑿速度		頂穿 所 用 的 力			附 注
							平均校 備速度 (分/鐘)	一班度 的平 均 (公 尺)	長度 度為 30 (噸)	長度 度為 30 (噸)	開鑿 端上 的 (噸)	
1	在列寧格勒街道下面開鑿 (列寧格勒上下水道工程 公司)	自流水 管用的 套管	700	24.6	7	濕的坐滑性輕 粘壤土	0.9	—	155	—	173	無 刀
2	同 上 " " " " 在列寧格勒鐵道下面開鑿 (列寧格勒煤氣管網第三 工程公司)	同上	700	24.7	7	同 上	1.4	—	150	—	166.5	"
3		"	700	23	7	坐滑性砂壤土	2.6	—	163	—	176.5	"
4		"	700	23	7	同上	2.4	—	170	—	176.5	"
5		煤氣管 用的套 管	700	37.4	6.5	細砂, 濕度 23~25%	4.0	2.5	95	110	120	有 刀
6	在列寧格勒鐵道下面開鑿 (列寧格勒煤氣管網第三 工程公司)	煤氣管 用的套 管	700	35.2	6.5	細砂壤土, 濕 度23~25%	3.5	2.7	180	210	215	無 刀
7	在列寧格勒鐵道下面開鑿 (列寧格勒煤氣管網第一 工程公司)	同上	700	14.6	2	坐滑性輕砂壤 土, 濕度23%	3.1	—	—	—	150	"
8	同 上 " "	同上	800	43.7	3.5~4.5	濕 粘 土	2.2	0.95	—	100	133	有 刀
9		"	800	35.9	6~7	"	2.6	1.08	90	120	166	無 刀

續表 2

編號	工 地	鋪設管道的用途	直 徑 (公厘)	開鑿長度 (公尺)	至管頂的深度 (公尺)	土 壤	開鑿速度		頂穿所用的力			附 注
							平均技術速度 (公分/分鐘)	一班 (公尺)	長尺度時 (公分)	長尺度時 (公分)	開鑿力 (噸)	
10	在列寧格勒鐵道下面開鑿 (列寧格勒上下水道工程公司)	上水管道的套管	800	31.8	2.5~3	濕 細 砂	1.2	0.44	140	170	187	無 刀
11	在雅羅斯拉夫里公路下面開鑿 (運輸專業工程公司)	上水管道的套管	800	18	2.2~5	帶礫石的重粘土	24.6	—	—	—	58.5	
12	在雅羅斯拉夫里鐵道下面開鑿 (運輸專業工程公司)	同上	900	53.2	3~4	砂礫土	29.3	2.22	90	120	152	有 刀
13	在列寧格勒街道下面開鑿 (波羅的海水利專業工程公司)	自流水管	1200	69	8	生屑性淤泥砂壤土	7.4	2.03	120	150	444	"
14	同 上	同上	1200	43.2	3.9	同 上	7.7	~2.5	140	210	230	"
15	"	"	1200	31.5	3.9	"	7.4	~2.5	120	180	180	"
16	"	"	1200	39.5	3.9	"	7.5	~2.5	140	200	257	"

① 平均技術速度是指管子頂進的平均實際速度,即相當于各千斤頂杆的露頭速度。

或管箍,千斤頂,油泵(在採用水力千斤頂時),電焊機。

利用水力千斤頂的頂穿設備的示意圖示於圖1A。

在鋪設管的前端焊接一個環形刀,其目的是使管子與土壤之間造成空隙,以減少摩擦。

為便於焊接管節起見,在坑底挖一個小坑。水力千斤頂固定在特制的金屬架上,這個架子要保證千斤頂的中心綫和頂穿管子的中心綫平行,因為保持規定的開鑿方向是非常重要的。千斤頂產生的力通過承壓法蘭盤傳遞到管端上,而特制的擋牆則作為千斤頂的支座。

帶有發動機的泵應該安裝在自動拖車上,這樣可以很容易地把水泵運到工地上。泵工作時,油被壓到千斤頂的機體內,千斤頂的頂杆便向前移動,並將管子壓入土壤中(圖1B)。以後借助於專門的開關來改變油的流動方向,此時頂杆也回到千斤頂的機體內。為了下一個工作循環,在管子和千斤頂之間應裝上一根承壓短管(圖1B),此後重複上述的頂穿工序。

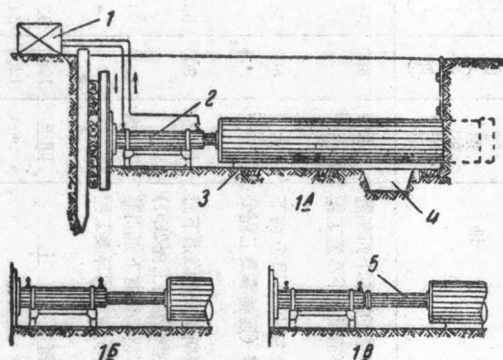


圖1 利用頂穿鋪管法所用的設備示意圖

1—泵; 2—千斤頂; 3—導向架; 4—坑; 5—承壓短管

千斤頂產生的力不僅可以通過末端承压法蘭盤傳給管子，並且也可以利用套在頂穿管子上的管箍傳給管子。利用這種方法時，一般採用兩台千斤頂，對稱地布置在管子兩旁。

如果運用管箍頂穿時，可以將若干節管子焊接成一根。在這種情況下，開始開掘的工作坑好像是一個擴大的管溝，並且在擋牆上留出所鋪管子的通道。

頂穿的程序是：當千斤頂的頂杆向前推動時，頂杆壓着管箍，並隨同管子一同頂進。此後頂杆回到原來的位置上，而將管箍移置到新的地位上。

利用管箍頂穿時，與用承压法蘭盤頂穿相反，管子後端始終是敞着的，因此便於除掉管中的土壤。

必須指出，利用管箍時施在管子上的力，要比在管端上施加的壓力小些，因此，這樣的方法可以適用於鋪設距離不長而直徑較小的管子。

下面我們來詳細說明頂穿設備的各個部分。

設備的最重要部分是刀或特制的刀組，其用途如下：

- 1) 降低管子切入土中的阻力；
- 2) 保持管子的規定方向。

在實踐中，最廣泛運用的是環形刀（圖2），其形似楔狀，斜面向着管內。

在各種不同土壤中鋪管時，關於刀的最適用形狀和內面傾斜角度問題還研究得不够，因此目前在一般的情況下，所採用的這個角度約為 22° （1:2.5）。

刀的外徑比鋪設管的外徑大20~30公厘。保證管子按照規定

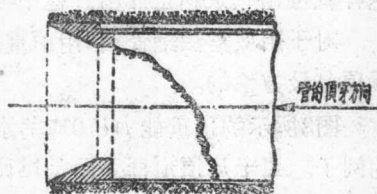


圖2 管上刀具示意图