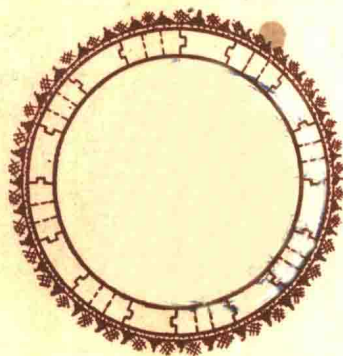

盾 甲 施 工 法

北京市上下水道工程局 編



建 筑 工 程 出 版 社



盾 甲 施 工 法

試驗工程經驗總結

北京市上下水道工程局編

江苏工业学院图书馆
藏书章

建 筑 工 程 出 版 社 出 版

• 1 9 5 8 •

REVUE

內 容 提 要

盾甲施工法是苏联先进的管道施工技术。为了很好地掌握这项先进技术，北京市上下水道工程局和市政设计院共同結合，特辟150公尺管綫，进行了工程試驗。本書就是这段試驗工程的經驗总结。它比較全面地介紹了盾甲的施工程序、构造設備、劳动效率和經濟意义等；而对試驗工程中取得的教訓，也进行了細致的分析和整理。本書对今后各地推广 盾甲施工法有很好的作用；可供管道工程有关的設計和施工技术人員参考。

盾甲施工法

北京市上下水道工程局 編

編 輯：徐砚池

設 計：閻正堅

1958年9月第1版

1958年9月第1次印刷

3,060册

787×1092 • 1/32 • 45千字 • 印張2¹/₈ • 定价(9)0.22元

建筑工程出版社印刷厂印刷 • 新华書店发行

書号：1231

建筑工程出版社出版(北京市阜成門外大街)

(北京市書刊出版业营业許可証出字第052号)

目 录

一、緒言.....	(2)
二、豎井及下沉盾甲.....	(4)
三、盾甲的掘进.....	(12)
四、盾甲的构造及通风照明設備.....	(28)
五、劳动組織和工作效率.....	(31)
六、盾甲施工的經濟分析.....	(33)
七、經驗教訓.....	(34)
附录一：盾甲施工暫行操作規程.....	(37)
附录二：砌块襯砌的計算.....	(45)
附录三：盾甲混凝土砌块工作总结.....	(61)

盾甲施工法經驗總結

一、緒 言

修建城市和工厂中的地下管道，过去主要采用开槽施工法。由于开挖深槽，給施工便带来很多复杂和困难的問題，如地下水排除的困难和排除地下水时扰动了地基土壤而影响附近建筑物的安全；拆除地面障碍物时不但給羣众带来很大不方便，而工程造价亦大大增加；有时在街道下面施工，破坏了高級路面，使交通方面的損失亦是很严重的。

由于以上的种种原因，在城市中修建地下管道时，对隱蔽式的地下施工方法的要求越来越迫切。目前地下施工法已有三种，即：（1）頂管法；（2）坑道法；（3）盾甲法。

頂管法在穿越铁路和重要建筑物时很有成效。这几年来在改进頂管技术的基础上实行对頂和中繼間的办法，虽然增加了每次頂管的長度，但是由于頂管頂力和速度的限制，頂管的長度还是受到一定的限制。

坑道法需要技术高度熟練的工人和消耗大量的支撐木料。一般修建直徑1—2.8公尺的干管，需要支撐木料2—6立方公尺。在目前我国木材供应还有困难的情况下，坑道法还不可能被广泛采用。

盾甲法沒有長度限制，进度較快，施工安全，而且亦比較經濟。因此，盾甲法在今后地下施工法中将是最有前途的。

我国学习了苏联的經驗，1956年4月阜新一海州露天煤矿修建疏水巷道中，在苏联專家指导下，首先使用了直徑2.6公尺的盾甲进行施工。但这是一条排水巷道，与修建市政工程中要求水密

性很高的地下管道是有差別的；因此，北京市市政建設單位決定在修建下水道時，進行盾甲施工方法的試驗工作。

1956年在北京市委直接領導下和專家辦公室的大力支持下，經蘇聯專家雷布尼可夫很熱心的進行了几次關於盾甲施工法的講演，由市政工程設計院和上下水道工程局組織力量翻譯盾甲施工的資料和完成了直徑2.0公尺盾甲的設計任務；又獲得鐵道部丰台橋梁廠和水利部水工機械修配廠的支援，於1957年制成了直徑2.0公尺的小型盾甲。

由於北京市領導對先進施工方法的重視，市上下水道工程局和市政工程設計院組成了盾甲施工的試驗小組。選擇了前三門污水截流管和通惠河污水截流管之間的150公尺管綫，作為試驗地段。由於管徑較大，租用阜新煤礦直徑為2.6公尺的盾甲進行施工。施工的試驗工作，由市上下水道工程局機械工程總隊負責。盾甲需用的砌塊由北京市制管廠負責供應。

盾甲是一個筒形的金屬結構，它的斷面符合於建築物的斷面。在盾甲鐵殼的掩護下，其前部（切削部分）可以進行挖土工作；在其後部（尾部）則可進行隧道的襯砌工作。盾甲的移動，則是依靠本身的千斤頂和襯砌後的砌塊作為臨時後座而向前推進的。因此，盾甲不象頂管需用的壓力—隨頂管長度的增加而增加；由於它本身是不斷向前移動，每次推進長度是一致的，因而需用的壓力亦是不變的。盾甲的尾部能隨時進行襯砌，襯砌體不但是隧道本身的結構，而且亦是工作巷道的支撐。這樣就不象坑道法施工需要大量支撐木料了。

我們在試驗的過程中，由於設備的不足和施工經驗的缺乏，遇到了很多料想不到的問題。但由於上級黨和各級行政負責人的正確領導，並依靠廣大職工積極想辦法，絕大部分得到了解決，因而基本上完成了盾甲施工法的試驗任務，並且在施工中吸

取了一些經驗和教訓。但还存在一些問題，需要在今后实际施工中加以克服和改进。

二、豎井及下沉盾甲

1. 豎井的布置（图 1、图 2）：

豎井可以分为起点井、終点井和中間井三种。这次試驗地段，長度只有150公尺，沒有必要設置中間井。終点正遇到明渠，因此沒有另挖終点井，只在明渠的边坡上开一馬道，盾甲是从馬道上起出来的。所以在这一次試驗中只开掘了一个起点井。

起点井不但作为下放盾甲、稳正盾甲和設置后座牆之用，而且亦是沟内外运输必經的咽喉。因此針對不同直徑的盾甲，为了縮短运输距离，在一定的間距內，應該設置中間井。一般直徑在1.5—2.6公尺时，間距应在140公尺以內；直徑为3.0公尺时，間距应在260公尺以內。豎井的位置應該考虑設置在将来檢查井的位置上。

2. 豎井的大小：

起点井的寬度，應該考虑盾甲的外徑和方向板伸出的長度。如盾甲沒有方向板，應該比盾甲直徑大0.5公尺，但寬度不得小于2.5公尺。井的長度應該考虑盾甲的長度加上把盾甲頂入土中設備（如图 3）的長度。一般直徑 2.6 公尺的盾甲，豎井尺寸如下：

$$\begin{aligned} \text{長：} & 2.9 (\text{盾甲長}) + 0.5 (\text{千斤頂長}) + 0.6 (\text{后座}) \\ & = 4.0 \text{公尺；} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{寬：} & 2.650 (\text{外徑}) + 0.6 (\text{方向板}) = 3.250 \text{公尺，采用} 3.5 \\ & \text{公尺。} \end{aligned}$$

豎井大小，除了上述因素以外，还应考虑能修建檢查井。这次試驗工程所挖的豎井的位置是90度轉弯的三通井，而下游又是

双排过河管，因此竖井的尺寸采用 4.5×3.75 公尺，来满足修建检查井的需要。

3. 竖井的基础（图3）：

起点井的基础，主要为了承载盾甲和稳固盾甲的导轨。竖井底部的地下水利用集水井排除。为了便于浇筑混凝土基础，在底部铺20公分的卵石垫层。混凝土基础根据设计高程和坡度浇筑，其厚度为20公分。在混凝土基础内埋好两排固定导轨的螺栓（ $\phi \frac{3}{4} \times 45$ 公分）导轨用 $20 \times 25 \times 400$ 黄花松制成；导轨的轨距和抹角的计算如下（图4）：

轨距：

$$\text{令 } h_1 = 20 \text{ 公分} \quad \text{而 } h_2 = 25 \text{ 公分}$$

$$R = 132.5 \text{ 公分} \quad a_1 = 132.5 - 20 = 112.5 \text{ 公分}$$

$$\text{则 } L_1 = \sqrt{R^2 - a_1^2} = \sqrt{(132.5)^2 - (112.5)^2} = 70 \text{ 公分}$$

$$S = 70 + \frac{20}{2} = 80 \text{ 公分},$$

$$\therefore \text{轨距} = 2 \times 80 = 160 \text{ 公分}.$$

抹角：

$$h_2 - h_1 = 25 - 20 = 5 \text{ 公分} \quad a_2 = R - 25 = 107.5 \text{ 公分},$$

$$L_2 = \sqrt{R^2 - a_2^2} = \sqrt{(132.5)^2 - (107.5)^2} = 77.5 \text{ 公分},$$

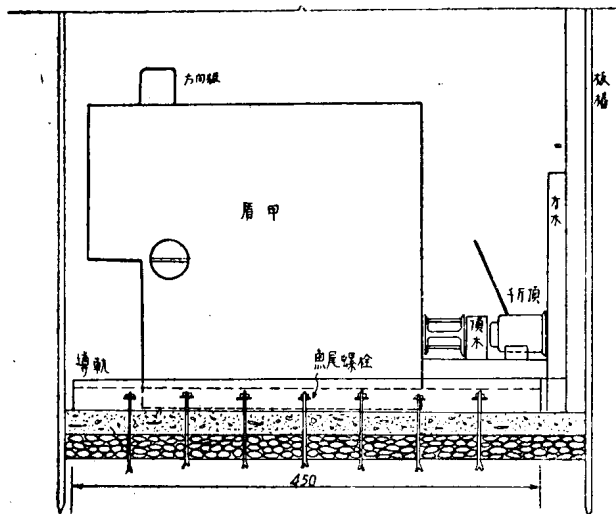
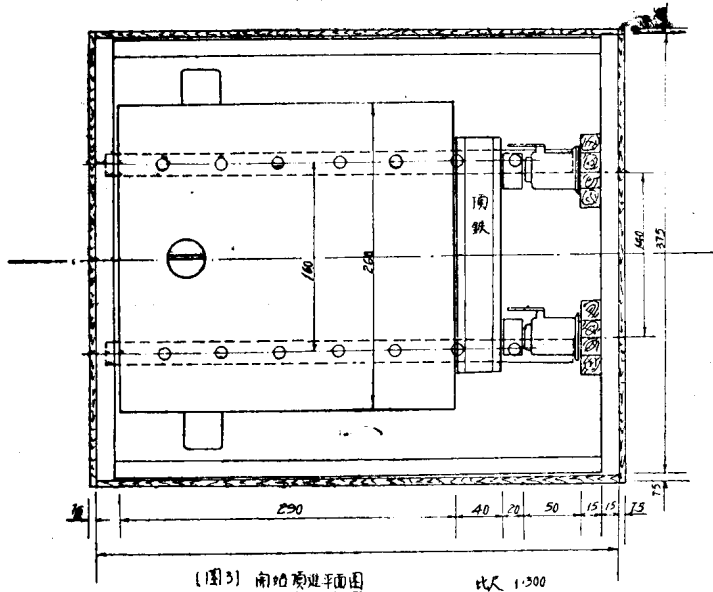
$$L_2 - L_1 = 77.5 - 70 = 7.5 \text{ 公分},$$

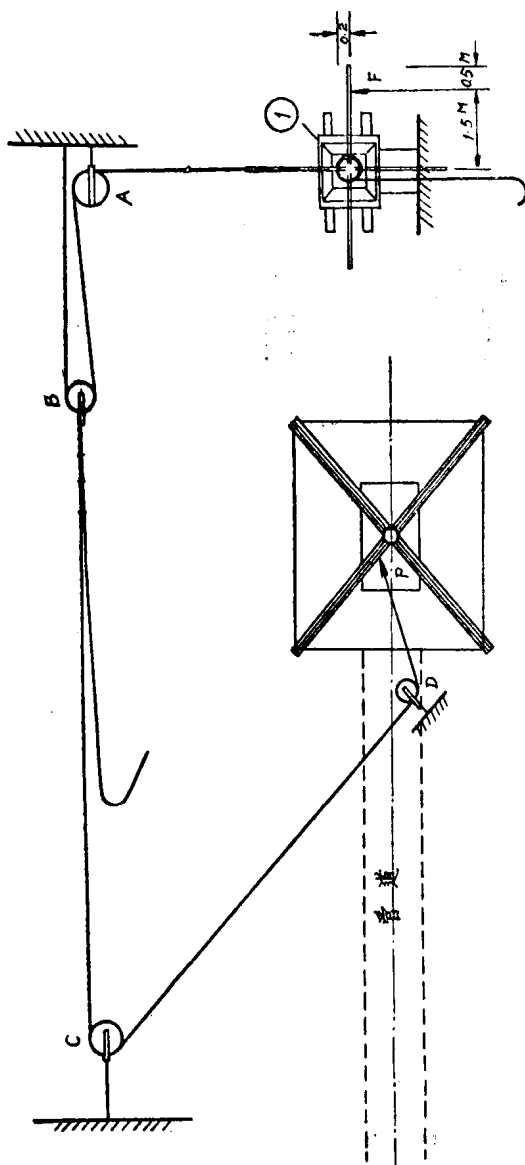
$$\tan \epsilon = \frac{h_2 - h_1}{L_2 - L_1} = \frac{5}{7.5} = 0.67 \text{ 公分}.$$

混凝土基础的高程和坡度的误差，应在抹角时修正。

4. 后座（图2（B））：

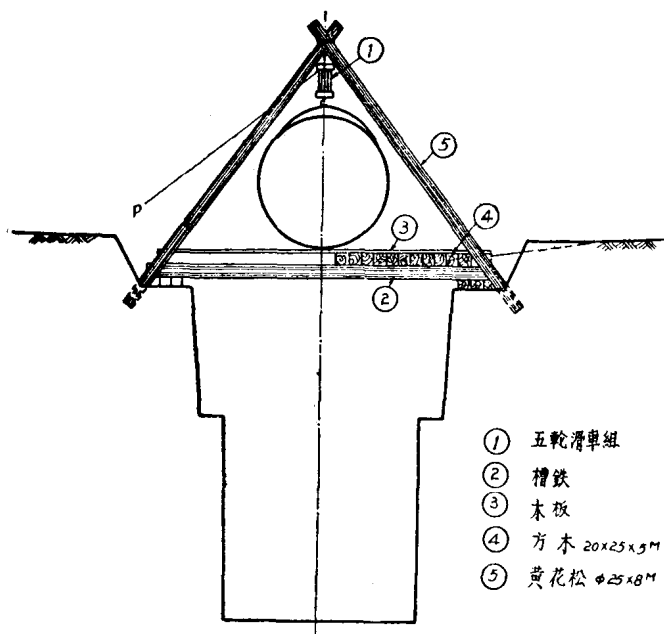
盾甲开始工作时，必须有足够坚固的后座。我们采用两个外径2.6公尺、内径2.2公尺的木环：一个木环紧贴盾甲尾部，一个紧靠竖井的后墙。在两个木环之间，下半圆用混凝土砌块干砌，





說明 ① 攪罐 A B C D 均為單輪滑車

(图五) 沉放盾甲平面佈置图 1:300



沉放盾甲立面图 1:100

图 5

面板，簡支梁的間距应大于盾甲的外徑。便桥搭好以后，将盾甲滾到便桥上，而后将盾甲系于用松木搭就的四脚架上，利用滑車組和絞罐把盾甲吊起，拆去桥面板，将盾甲徐徐沉入豎井內，安放在导轨上。

滑車組減力估算（不計阻力）：

（1）經 5 輪滑車后：

$$p = \frac{8000}{10} = 800 \text{ 公斤。}$$

（2）經過滑車“B”后：

$$f = \frac{p}{2} = 400 \text{ 公斤。}$$

(3) 經過絞罐后:

$$\text{絞罐力偶与直徑之比} = \frac{3.0}{0.4} = 7.5$$

$$F = \frac{f}{7.5} = \frac{400}{7.5} = 53.3 \text{ 公斤。}$$

用 8 个人推动每人為:

$$\frac{53.3}{8} = 6.7 \text{ 公斤。}$$

三、盾甲的掘进

盾甲掘进过程中的几項主要操作, 如: (1) 工作面的开掘; (2) 襯砌; (3) 水平运输和垂直运输; (4) 灌漿; (5) 掘进的誤差和誤差的校正。根据我們这一次試驗的体会, 分述如后:

(一) 工作面的开掘:

盾甲掘进时, 工作面的开掘是盾甲施工中工作量最大的一个工序。在这次試驗工程中, 每公尺开掘的土方量达 5.8 立方公尺。

在盾甲穿越的土层, 是砂質壤母及細砂的淤积层, 中間亦夾有少数的砂質粘土。在盾甲底部以上 50 公分的土壤中含有地下水; 至于降低地下水, 是用間距为 150 公分的双排井点解决(这一項排水費用占总預算的 23.5%, 这是一項很昂貴的排水措施)。(如图 6)。

在掘进过程中, 由于土壤比較稳定, 开掘工作面不需要将盾甲的刃口先切入土层而后进行挖掘, 而且亦不需作任何支撐。不过

我們为了减少土层与隧道之間的空隙，在刃口的四周留10公分的土，由盾甲的刀刃自行切下。这样就得到与盾甲断面一致的隧道断面。

井吳断面图

图 6

关于开掘的深度，在这样的土层下，我們采取每次开掘能安装3—4环砌块，亦即60—80公分的深度。在这种砂性而稳定的土壤中，这个开掘深度，还是比较恰当的。

（二）襯砌：

1. 胶合料：砌块的胶合料应该具备下列的性质。

（1）灰缝的胶合料应具有足够的粘着力，在安装闭合砌块时，縮回千斤頂后，防止闭合砌块从榫槽中跳出。

（2）胶泥应能很容易而均匀地敷抹在砌块的表面上。

（3）胶泥应具有严密的不透水性。

（4）胶泥应由普通的廉价材料制成。

（5）胶泥的成分在砌块拱环闭合后，应保证在縫隙厚度上的稳定性。

根据以上的性质，我們选用瀝青石棉砂子制成的胶合料。为了使胶合料能更好地粘結在砌块上，在砌块的胶結面先刷一层“冷底子”，冷底子以3#或4#瀝青和汽油各50%配制而成，冷底子瀝青的要求与胶合料瀝青的要求相同。

胶合料的配比和性质，試驗室的資料如下：

配比：3#瀝青16%，石棉粉15.8%，細砂68.2%。

力学性质：Ⅰ. 胶泥縫厚为9公厘时，加压至30公斤/平方公分，經46.5小时后，縫压縮至4.28公厘。

Ⅱ. 当胶泥縫厚为8公厘时，与混凝土之极限粘着力为3.96公斤/平方公分。

材料规格：Ⅰ. 細砂：100%通过孔徑2公厘的篩子，杂质不得超过5%。

Ⅱ. 瀝青：（1）軟化点不低于50°C。

（2）針入度41—70度。

（3）25°C时瀝青拔絲不得小于40公分。