

鐵路山岳隧道設計 及施工簡明手冊

А. И. 巴雷什尼闊夫著

人 民 鐵 道 出 版 社

鐵路山岳隧道設計 及施工簡明手冊

А·И·巴雷什尼科夫著

鐵道部專家工作室譯

設計總局定型設計事務所校閱

本書給予鐵路山岳隧道工程人員主要的指示，爲了保證隧道工程的順利地完成和質量的優良，在組織和進行隧道工程時必須遵守這些指示。本書不僅可作爲培養隧道人材的學習參考資料，並可供鐵路公路及其他部門的隧道工程師，技術員和領工員的工作和學習的參考。

本書中有些專用名詞是參照現行慣用語譯出。

鐵路山岳隧道設計及施工簡明手冊

КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО

ПО

ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ПОСТРОЙКЕ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ГОРНЫХ ТОННЕЛЕЙ

蘇聯 А·И·БАРЫШНИКОВ 著

蘇聯國家鐵路運輸出版社（一九四六年莫斯科俄文版）

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ

Москва 1946

鐵道部專家工作室譯

設計總局定額設計事務所校閱

人民鐵道出版社出版（北京市霞公府十七號）

北京市書刊出版營業許可證出字第壹零號

新華書店發行

人民鐵道出版社印刷廠印（北京市建國門外七聖廟）

一九五五年八月初版第一次印刷平裝印1—1,680冊

書號：319 開本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印張2 $\frac{1}{16}$ 57千字 定價(8)0.31元

序 言

隧道工程向前展長着，如同傳送機一般是一種生產的綜合，任何一個工作環節上發生故障或節奏破壞，都必然要引起隧道工程綜合工作的紊亂。

隧道工程與其他任何建築工程相比，缺乏專門的規程和條例，如遵循本規程和條例，能使工程導入精確系統中，能保證高度生產率，優良質量，及最大的節省並保證施工的安全。

可是在鐵路運輸方面却缺少隧道工程施工的技術規程，這是鐵路工程部門中很大的缺陷。

目前地下鐵道建設局在隧道工程設計中和各種隧道（包括鐵路隧道）施工中所獲得的經驗，在一定程度上可能彌補這個缺陷。

隧道及地下鐵道建設總局總工程師工務少將 А. И. 巴雷什尼闊夫所編的「鐵路山岳隧道設計及施工簡明手冊」是一套系統化的條例和規程，工程人員應遵循着這些規程來解決鐵路山岳隧道建築過程中所發生的問題。

這種手冊還是初次出版，因此不可能是詳盡無遺的完備，尚待實際採用此手冊時，由隧道工程人員提出補充或修改的建議，隧道及地下鐵道建設總局將表示謝意，並採取對這些建議加以考慮。

隧道及地下鐵道建設總局地下鐵道建設局長

М. А. 沙莫都洛夫

目 錄

第一章	總則	1
第二章	隧道中綫的測量、水準測量和丈量	4
第三章	施工方法的分類	8
第四章	隧道襯砌類型	15
第五章	隧道坑道的斷面開挖和支撐	18
第六章	襯砌的建築	29
第七章	洞門	47
第八章	隧道運輸	49
第九章	施工程序	54
第十章	照明	58
第十一章	通風	60

第一章 總 則

第一條 隧道設計應根據地形勘測和工程地質調查的結果編製。

第二條 爲了規定正確的施工方法，爲了選擇最合理的能以保證建築物耐久性的永久襯砌型式，以及爲了保證修竣的隧道可靠運用，工程人員應具有下列知識，這些知識是根據詳細的工程地質調查而得到的。工程人員應具有的知識爲：

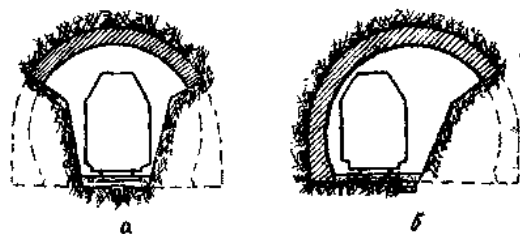
- (1) 可能產生的地層壓力和可能遭遇到的巨大壓力範圍；
- (2) 關於採取某種工具以適用於某種開挖岩層的硬度；
- (3) 開挖時，可能發生崩落、坍方、下沉等現象影響岩石的穩固性和堅硬性；
- (4) 岩層對風化和沖蝕的抵抗力；
- (5) 岩層對各種溫度變化的抵抗力；
- (6) 有無節理及節理的性質；
- (7) 隧道中岩層含水性和可能遇到的水流；
- (8) 水的化學特徵和其對混凝土的侵蝕性；
- (9) 可否使用挖出的岩層作爲隧道襯砌材料之用；
- (10) 開挖隧道時可能產生的溫度；
- (11) 可能產生的氣體及其特性；
- (12) 永久凍結區域內——隧道所穿過地層的溫度狀況。

及時考慮上述工程地質資料，以便易于預知施工時可能遇到的困難，預先進行準備措施，最後正確的選擇施工方法，在任何條件下，保證有計劃的和順利的進行隧道工程。

第三條 按照鐵路建築一般技術規程，並根據經濟技術指標，隧道可建築成單綫的或雙綫的。

第四條 建築雙綫隧道時，對於第二綫部分，根據技術組織意見書，可以在拱腳位置安全的條件下，在需要第二綫之前，暫時不進行

建築，但是此時拱圈應考慮建築雙綫問題。因此應預先顧及將來建築雙綫的可能性並保證不間斷的運輸（第1圖）。



第 1 圖

第五條 隧道橫斷面的輪廓，須適合於接近綫路建築物限界的條件，同時要考慮到人們在列車兩側通行和不得已的情況下停留在隧道內的可能性。

隧道曲綫地段限界內應考慮下列各項：

- （1）車輛兩端和中部突出部分；
- （2）外軌超高；
- （3）在離心力的作用下車輛的位移；
- （4）曲綫部分軌距加寬。

第六條 根據所穿過地層的物理力學性質，地層風化的程度和岩層壓力的條件，隧道可以有襯砌或無襯砌，有襯砌時，其厚度以計算確定（第四章）。

第七條 按經濟觀點和地區的地層條件規定路堑的深度為隧道長度的先決條件（第七章）。

第八條 隧道洞口應特別加固，以避免路堑邊坡的滑坡（第七章）。

第九條 凡長度為300公尺以上的所有隧道和長度不足300公尺的隧道，根據水量的需要均須在隧道底部設置排水溝（參看第四章）。

第十條 設計隧道的路綫，應服從於建築該鐵路一般技術規程的要求，並考慮下列情況：

- （1）凡長度具有300公尺以上的隧道，其限制坡度應由黏着係

數的減小以及隧道中空氣阻力的增加而減低。

限制坡度減低的程度，係根據隧道斷面、隧道長度及隧道所在位置的通風條件、氣候條件來規定，並且根據機車在露天地段和在隧道中牽引力相等的條件來確定。

此種減低的平均值，可採用綫路露天地段限制坡度值的20%。

(2) 限制坡度的減低，應從隧道下面向隧道引綫到達洞門前相等於一列車長度之處開始，使在牽引力開始減低時，全部列車就已位於減低的坡度上。

(3) 隧道兩端施工時，為了保證從隧道內向洞口自然排水（順利施工的必須條件），需要規定由兩洞門向隧道內部綫路為上坡（按兩洞門標高差的條件，這是可能達到的程度）。

(4) 為了保證可靠的排水，隧道的縱向坡度，原則上，不應小於3%，但在任何條件下不應小於2%。

在隧道中兩個相反坡道的分開式地段，可以例外。此種地段可佈置在水平面上，但排水溝底部須有不小於2%的坡度。

第十一條 隧道內綫路上部構造，應符合於建築該鐵路一般技術規程的要求。隧道內的道碴應該是碎石的。

第十二條 當隧道穿過含水層的山嶺時，應採取措施，使其不向修築的隧道中漏水（第六章）。

第十三條 當列車在隧道中通過時，為了工人和看守人員能以躲避，在隧道兩側應設置交錯式的避人洞，其間距為50公尺（按隧道一側計算）。

每隔300公尺（按隧道一側計算）設置交錯式的避車洞是為儲存工人使用的工具，設備和裝設電話，以及為維修工人在工作間歇時間停歇之處所（第四章）。

第十四條 隧道應根據建築該鐵路一般技術規程的要求，設置有信號設備、閉塞裝置和通訊設備。

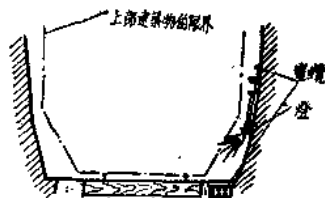
第十五條 凡長度為300公尺以上的隧道應有永久的電氣照明（如第2圖）。

第十六條 電報、電話及其他鐵路遠通電線，原則上應沿着隧道

外部敷設。

如果根據地形情況，在隧道外不可能敷設電線時，可以和隧道內部的信號，通訊用綫及照明電綫等一樣改用電纜敷設於隧道內（如第2圖）。

電纜沿着隧道邊牆設置於建築限界以外的撐架上，其離枕木上面高度為1.5~1.75公尺，或設置於特殊的溝渠內，或敷設於隧道基底的管內。電纜應能防水，並應易於檢查。



第 2 圖

第十七條 隧道內的通風設備及其類型的選擇，應根據隧道的長度，橫斷面，縱斷面，平面圖和引綫以及根據隧道所在位置與貫向風的關係來決定。

通風設備以蒸氣機車牽引計算來裝置。如以電氣牽引計算來設置隧道內通風設備，只有經交通部特殊准許才可施行。

第十八條 隧道工程的特點是直綫向前發展的工作：凡包括於隧道建築的各種工程都沿着隧道陸續地、循序漸進地來進行佈置。這種工作的進展使各種作業互相有密切的關係，個別工作施工進度的斷絕，不可避免地要破壞全部施工的計劃性和降低工作的總生產率；因此，爲了達到應有的工作效率，在隧道中必須使全部作業循環的進行，並且每個流水作業都具有同樣的生產效率。

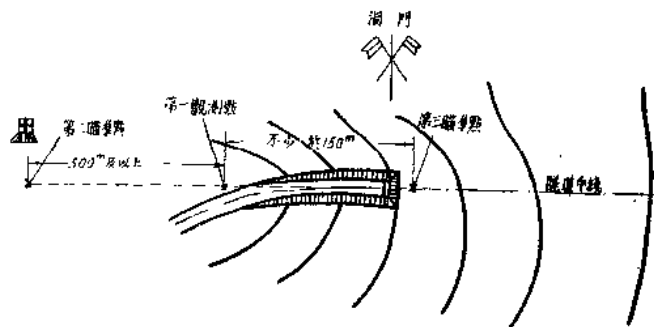
第二章 隧道中綫的測量、水準測量和丈量

第十九條 如果地方條件許可，在施工以前應在工地上對隧道中心綫進行精確的測量和精密的丈量。因此能够確定地面至隧道各點的深度，同時對地質條件的預測是有很大關係，並且可大致判斷隧道各區段可能發生的岩層壓力。

如果地方條件不能在地面上進行隧道中綫的測量和丈量時，隧道的方向及其長度應以三角網來確定。

第二〇條 每個隧道洞口的隧道中綫的方向應以固定測點加以標定，並在隧道施工區域外，將基綫固定在地面上，但其方向須與隧道中綫方向一致。

基綫應以三個以上的測點來固定。其中之一點是觀測點，此點的選擇，務須可觀測隧道內部並以此點進行測量（第3圖）。



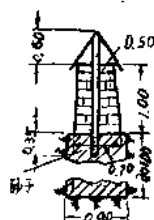
第 3 圖

第二點（瞄準點）應設置於第一點之後，並距第一點應有足够的距離（500公尺及500公尺以上），而第三點須設於隧道之前。

中心點和瞄準點一般是以埋入土中的石樁或混凝土樁來固定，在此樁上釘有刻痕的扒釘以便觀測，或者在此樁上，沿着綫路中心正確地安上管子。其次，中心點及瞄準點也有用插入在圬工內的木樁來固定，該木樁並沿綫路中心釘有鐵釘。測定長隧道中綫時，須沿着綫路中心，採用特製石台座或混凝土台座以便直接安裝儀器（第4圖）。

用刨光的和削尖的圓樁仔細地插入1公尺高的台座上，圓樁固定在砂底上。

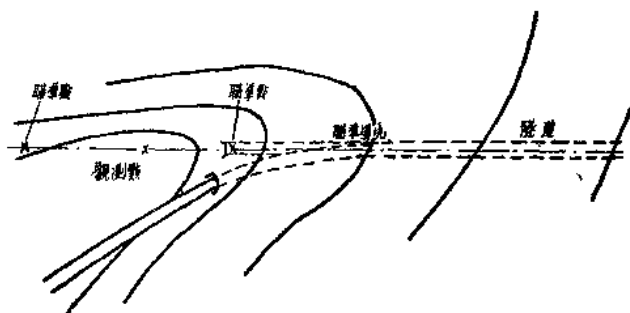
當向台座上設置經緯儀時要抽掉圓樁，而經緯儀根據台座孔眼中央確定中心。爲了防止碰撞和雨雪的影響，須用鐵皮罩將台座上部和樁尖加以遮蓋。



第 4 圖

第二一條 洞門常有設置在外部路綫和隧道路綫相聯接的曲綫

上，此時爲了便利測量工作，許可利用指向導坑將隧道直綫部分延長到隧道以外（第5圖）。



第 5 圖

第二二條 施工以前隧道進口（洞門）應在工地上用粗樁加以標誌，將樁牢固地打於隧道中綫適當的地點，並將木樁距地面10~12公分以上鋸掉，在其上部以木蓋加以遮避，以防腐朽。

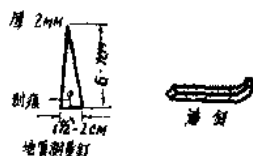
根據每個木樁中心的丈量，應確定百尺標。

第二三條 兩個擬定的隧道洞口應彼此聯系，並應以水準測量和洞外綫路相聯系，以便確定隧道進口設計綫路的高度及設計隧道路基的縱斷面。

如果，地方條件不許可沿着隧道中綫的高地進行水準測量時，則必須沿着最近的峽谷、盆地或越嶺綫路進行水準測量。

第二四條 施工期間，隧道的測量應定期地用鉛錘來檢查隧道中綫，並以水準測量檢查已貫穿的指向通路內的底部。測量應按必要的方法進行，並用下列方法固定位置：

（1）將有孔眼的特製釘子，釘於導坑支撐架的頂木上，以便懸掛鉛錘並在立柱上距導坑底部一定高度（0.5公尺）釘有肘形道釘，作爲水準測量標高（第6圖）。



第 6 圖

（2）在指向導坑中綫上，每隔

50公尺處設置一個水準標樁，該樁可為木製粗樁或石製樁或混凝土樁，水準標樁均在導坑底部並加以遮蓋防止損傷。

在水準標樁上應以帶有刻痕的橫向鐵釘表示隧道中綫。

每隔十個水準標樁應是一個主要指向點，並應適當加固和定期進行精確的檢查。

第二五條 爲了便於檢查隧道內部的測量工作，在隧道基綫表面上最好按圖 7 安裝特製瞄準標。

此種瞄準標是用 2×2 公尺木製的方板牢固於立柱上，板上塗有白油漆及寬為 2 公厘的黑十字綫。這個瞄準標應置於觀測點之後，由指向導坑可見該十字綫。



第 7 圖

第二六條 水準標和其水準測量標高以及基綫標均應在設置當天記入特種記事簿內，在記事簿中應註明：號碼、百尺標、水準測量標高、各標誌說明及設置日期（如第一表）。

水準標和基綫標記事簿

第一表

水準標和 基綫標的 號數	設 置 地 點		標 高	設 置 日 期	標註說明	檢查丈量時之修正
	公 里	百尺標				

第二七條 用鉛錘檢查中綫和隧道水準測量，每三個月至少進行一次，同時也須檢查全部已設置的瞄準標、基綫標和水準標。

第三章 施工方法的分類

第二八條 隧道的開挖和襯砌施工，應根據所採用的施工方法所規定的程序進行。

第二九條 在隧道實際工程中，可能發生下列情況：如果斷面開挖和永久襯砌工程進行迅速，並不因沉陷和移動而產生岩層壓力時，此種施工方法就能夠用於較鬆軟的隧道襯砌斷面上。

因此，當選擇施工方法時，應採用迅速完成全部隧道或使其部份迅速竣工的方法。

第三〇條 建築隧道的施工方法，分為下列三個主要的類別：

第一類 分段建築襯砌的施工方法，即隨着每段開挖的程度，適當的進行襯砌如：

- (1) 先襯拱圈（拱圈支撐）的施工方法；
- (2) 先襯邊牆（核心支持）的施工方法；
- (3) 意大利的施工方法。

第二類 隧道全面開挖，並用縱梁支住後，方始着手襯砌的施工方法如：

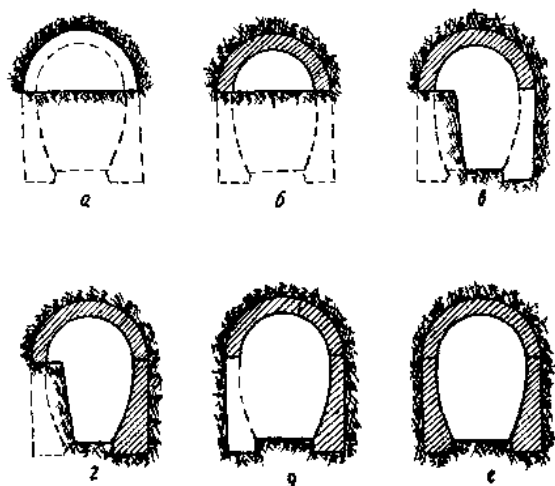
- (1) 斷面全部開挖的施工方法；
- (2) 向上開挖方法；
- (3) 斷面全部開挖分節進行的施工方法。

第三類 隧道循序漸進的全斷面開挖方法

第三一條 先襯拱圈方法如下列施工次序：首先開挖起拱綫以上部分的斷面（第8a圖），並進行拱圈的襯砌（第8b圖），然後開挖起拱綫以下部分，並且在拱下用立柱以交錯式排列作成邊牆（第8b-6圖）。

第三二條 先襯拱圈施工方法，可以用於能夠承擔拱圈壓力的穩固地層中。

此種地層，即是須利用風鎚開挖和一部份須用爆炸方法的地層，例如：由雲岩片、鬆軟的和緊密的石灰岩及砂岩，堅硬的泥灰岩，砂質片岩等等。



第 8 圖

當用先襯拱圈的施工方法時，坑道上部（即起拱綫以上部份）須用臨時支撐；起拱綫以下部份的開挖和邊牆的圻工，須在常設拱圈的保護下進行。因此這種方法其施工所要求的支撐材料，要少於在同樣地質條件下採用的第二類方法。

這種施工方法亦適用於下列的條件：當頂部移動呈現出很危險的現象時，（當在居民區之下開挖隧道時），主要力圖防止坑道頂部下沉，同時也不至於發生大的側向壓力和斜向壓力。

第三三條 先襯拱圈的方法，施工可能形成兩個方案：

（1）開挖上部引導導坑（不開挖下部坑道）

（2）開挖下部引導導坑（此時根據隧道斷面上部須開挖的施工通路分段開挖上部坑道）。

此時上部導坑可分段進行開挖，但須符合於隧道斷面上部開挖的通路。

下部引導導坑的方案，應用於需要擴展大的工作面的長隧道。此時它要比第一方案具有下列優點：能够保證良好地排水，便於運輸的組織，便於通過自上而下的豎坑裝載石礮，易於擴充工作面，在隧道

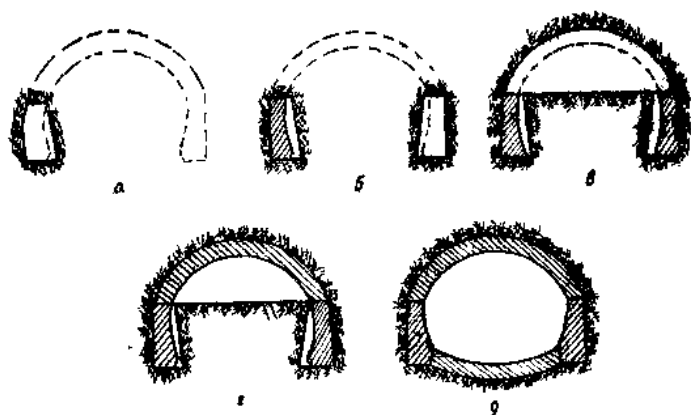
全部施工期間內，所有裝置都位於同一水平面上。

上部導坑方案，限於使用在短隧道中，對於起拱綫以下部分的開挖，祇能由隧道兩端（洞門）進行，不在隧道中間開挖。

第三四條 先襯邊牆（核心支持法）的施工方法，即挖方與邊牆和拱圈的圬工要在隧道襯砌輪廓限界內，按照各部份依次進行，而在隧道中間保留有一個土心，作為支持臨時支撐的基礎。施工程序係由側導坑開始，並在其中砌築邊牆（第9a、б圖），然後開挖起拱綫以上部份，並建築拱圈，該拱圈支承於已砌築的邊牆上（第9в、г圖）。最後挖去土心並修築仰拱（第9д圖）

這種施工方法，不能擴展工作面，並限制施工地段的長度在6—12公尺內。

此種方法能用於不穩固的土壤中（粘質砂土、鬆軟的砂質粘土），大多數在具有大的岩層壓力，並且長度不大的區段，建築雙綫隧道時使用。



第 9. 圖

第三五條 意大利的施工方法的特點如下：斷面的開挖，係按隧道斷面各部分別進行，由開挖仰拱斷面開始，自下而上進行開挖。隨着斷面個別部份開挖，即進行主要結構部份的圬工。

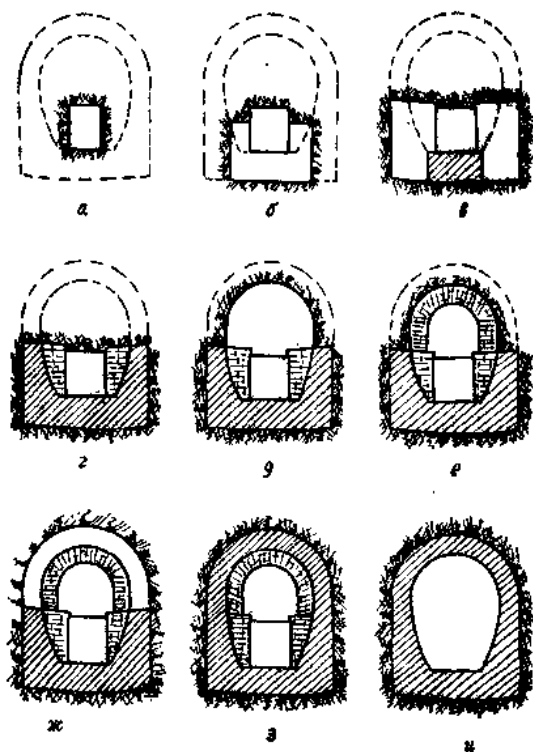
隧道內部的所有空隙，暫時用石灰漿—石塊進行砌築。

同樣方法建築隧道下部及拱腳以下部份（第10а.б.в.г.圖）。

然後沿着拱圈內部形狀，挖去拱圈以下斷面部份，並以石灰漿砌築成石拱（第10д.е圖），再次開挖拱圈的斷面，並澆築圬工（第10ж.з圖）；最後拆去石拱及所有內部的臨時石砌填充物（第10и圖）。

意大利法，可用於地質條件非常複雜情況，並有巨大岩層壓力，該壓力將使坑道在極短時間內，都不能支持住。

此種施工方法極為繁重，並須較長施工時間，故此法極少採用，祇有在經驗證明不能使用其他方法時，可在隧道短的區段內採用。



第 10 圖

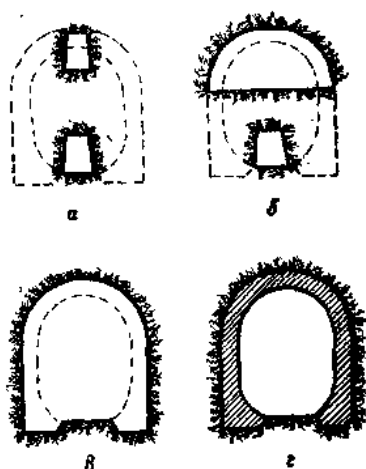
第三六條 斷面全部開挖

方法：對於隧道斷面開挖，首先擴大上部導坑，再擴展到整個隧道斷面，包括邊牆基礎的基坑。

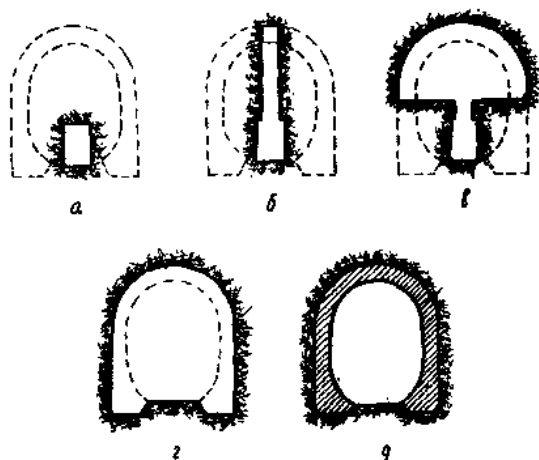
整個隧道斷面開挖後，即開始建築襯砌，而襯砌的建築從基礎開始（第11a~r圖）

此種斷面全部開挖施工方法，適用於鬆軟的岩層，如破碎的片岩，粘土等。

第三七條 向上開挖法，一種變形的斷面全部開挖施工方法，其區別為，從下部導坑的頂部至起拱線以上部份的頂部，作直通豎坑，代替上部導坑（第12a~r圖）。



第 11 圖



第 12 圖