

水利电力部水利水电建設总局审定

水工建筑物
地下开挖工程
施工技术試行规范

1963 北 京

水利电力部水利水电建設总局审定

水 工 建 筑 物
地 下 开 挖 工 程
施 工 技 术 試 行 規 范

中 国 工 业 出 版 社

1963 北 京

水利电力部水利水电建設总局审定

水 工 建 筑 物

地下开挖工程

施工技术試行规范

*

水利电力部办公厅图书編輯部編輯（北京阜外月坛南营房）

中国工业出版社出版（北京修麟园路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 • 各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{2}$ • 印張 $1 \frac{3}{16}$ • 字数24,000

1963年10月北京第一版 • 1964年5月北京第二次印刷

印数4,021—9,133 • 定价（科五）0.16元

*

統一书号：15165 • 2631（水电-343）

前 言

本规范是以1956年原水利部工程总局和原电力工业部水电总局合編的“水工隧洞开挖技术规范”为基础，并吸取了几年来的成熟經驗而編制的。現經我局审定，印发試行。

规范中所列遵守性条文均須遵照执行，如因情况特殊，不能执行时，应先征得我局同意。其他建議性及参考性的条文，可結合当地具体条件，研究采用。

为了更好地結合施工实践經驗与实际情况，各单位可根据本规范的精神，制訂必要的补充規定，在本单位內执行，并报我局备案。

在試用本规范过程中，各地对规范的意見和建議，請徑寄北京北新华街35号我局技术处，以便統一研究和修訂。

水利电力部水利水电建設总局

1963年2月

目 录

第一章	总則.....	1
第二章	地质勘测.....	2
第三章	測量.....	4
第四章	开挖.....	10
第五章	钻孔爆破.....	13
第六章	出渣运输.....	15
第七章	支撑.....	18
第八章	坍方預防与处理.....	20
第九章	通风.....	22
第十章	輔助工程.....	25
第十一章	质量檢查与驗收.....	29
附录一	苏联1944年頒布的工作与工資統一定額的 岩石分級表.....	31
附录二	苏联1944年頒布的工作、工資統一定額与 普氏硬度系数的近似对照表.....	34

第一章 总 則

一、为保证多、快、好、省地完成水利水电地下建筑物（以下简称地下建筑物）的开挖，特制定本规范。

二、本规范适用于Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级水工地下建筑物（包括隧洞、竖井、斜井和地下厂房等开挖工程）开挖工程采用风钻钻头爆破法的施工，Ⅳ级和Ⅳ级以下的水工地下建筑物工程的施工，可参考使用。在特殊条件下必须采用特殊方法施工时，另行规定。

三、施工单位应按已批准的设计文件进行施工。在施工前应按照设计文件，对该处的地质、水文地质、地形、水文、施工等条件进行实地了解与研究，编制施工措施计划。如发现实地情况与原设计条件不符时，应提请勘测设计单位研究处理。重大的问题，应将设计修改部分报请主管部门审查。

四、在施工中，应根据安全生产、以预防为主的精神和国家颁布的有关安全规程编制安全技术措施，进行技术交底，注意防火。凡不熟悉本业务内安全技术规程的技术人员及未受过安全技术教育的工人，都不应参加现场工作。

五、在地下建筑物的开挖施工中，应加强技术管理，贯彻技术责任制及经济核算等制度，并应遵守劳动保护法令，加强劳动保护工作，以不断改善工人的劳动条件，改进操作技术，防止职业病、中毒及伤亡事故。

六、在地下建筑物开挖工程中，必须加强工程地质和水文地质预测工作，各级施工人员都应认真学习有关的地质知识，根据预测情况，施工人员应与勘测、设计人员密切协

作，共同研究坍方、涌水和有害气体中毒等的預防措施。

七、为了加快施工速度和預防坍方，在地下建築物开挖过程中，可根据具体情况，尽量采用开挖与衬砌平行作业的施工方法。

八、在地下建築物开挖时，应根据衬砌或不衬砌的要求，拟定控制断面的技术措施，以保証断面符合設計規定。不得欠挖，尽量减少超挖。使用爆破法时，开挖半径的最大超挖一般不应大于20厘米。使用风鎬及其他工具开挖时，开挖半径的最大超挖一般不应大于15厘米。

九、地下建築物施工前，应作好現場的准备工作，經安全技术、质量檢查、施工技术等有关部門会同檢查，并報工程局批准后，主体工程方得开工。

十、施工单位必須負責做好质量檢查、驗收准备工作或驗收工作，及时收集整理各項技术资料，作出总结。

十一、为了便于掌握和使用，本规范条文分为以下三类。

(一)遵守性条文：条文內有“必須”、“應該”、“不得”等字样；

(二)建議性条文：条文內有“建議”、“不宜”等字样；

(三)参考性条文：条文內有“可以”、“最好”等字样。

第二章 地质勘测

十二、地下建築物开挖前，地质勘测部門应随同設計文件向施工部門提交工程地质及水文地质資料（内容要求可參照相应的勘测設計规范的規定）。

施工地质人員对于上述設計阶段的地质資料，应結合設計意图及施工方法全面地实地复查，在实地地质情况与原提資料有不符，或地质条件复杂而在設計阶段尚未完全闡明的地段，均須补充地质勘测工作，以保証施工与运用的安全。

地质补充勘测工作，除个别地质构造或工程地质条件特別复杂和洞口存在严重問題(如滑坡、坍方等)的地段，須补充大比例尺小面积的地质測繪外，并应以勘探(坑、槽、洞和地下建筑物設在很深的地区，可采用钻探)与試驗为主。在打勘探平洞的情况下，应尽量結合施工导洞与支洞进行。

地质补充勘探中应特別注意闡明下列問題：

(一)地下建筑物洞口段与近岸段的边坡稳定性和洞口段的复盖层、风化层的厚度；

(二)可能导致坍方地段岩层的层序、成份、产状、风化程度、透水性和力学性，以及断层、节理和裂隙的分布、产状和性质，特別是地下建筑物設在深处的断层、裂隙、破碎带和軟弱夹层的实际情况；

(三)水文地质条件复杂(喀斯特、构造断裂发育与含水很丰富)地段的含水层、隔水层、水位、水质、涌水量及其影响；

(四)有害气体的含量及其性质。

上述問題的勘测資料应及时整理分析，提出补充地质报告及附图(如地质平面图、剖面图、展视图及钻孔柱状图等)，闡明各問題的地质情况与地下建筑物施工的相互关系，并提出施工过程中应注意的地段与問題和相应的安全措施，作为施工的依据。

十三、地下建筑物开挖过程中，施工地质人員应进行以下工作：

(一)开挖过程中对已开挖地段应随时进行系統檢查，在发现或推測到危及施工安全与其他不利的地质現象时，应立即結合已了解的地质条件、施工方法与其他自然因素，研究其发生的原因和可能导致的后果，及时提請施工与設計人員注意，并共同研究預防措施与修改設計的意見，同时根据开挖地段已发生的情况，推測未开挖地段可能发生的問題；

(二)施測导洞及地下建筑物最終輪廓面的展視图，在代表性地段作掌子面的描述图，詳細而准确地繪制岩石的层序、产状与断层节理裂隙的分布、地下水露头及其流量、洞頂及兩壁的崩塌地点；取岩样及水样进行試驗；重新核定岩石的力学性及地下水的化学性；观测与研究結果应記于專門記錄內；輪廓面最終部分，应反映在竣工图內并提出竣工地质报告；导洞部分，則須分段地及时提出地质情况及地质預測的資料，以供扩大断面及开挖相同地段时施工人員的参考；

(三)布置井进行工程地质与水文地质的长期观测工作。

十四、施工单位在施工阶段，須記錄在各种水文地质条件下的掘进速度、开挖方式以及工具和机械的类型、各种钻孔机械钻速、爆破每立方米的消耗炸药量及爆破前后的岩石破碎情况。

十五、有条件时，在具有代表性的地段內实测山岩压力，在典型地段做灌浆試驗。

第三章 測 量

十六、地下建筑物的施工測量，应有专职人員負責，經常进行測定与檢查工作，基本作业为：

(一)在地面上定出地下建筑物中綫位置和高程;

(二)將中綫和高程引入地下洞內;

(三)測繪洞內的纵断面及横断面。

十七、在地下建筑物施工前,应根据設計要求,以及測量方法与仪器精度,預先进行貫通誤差的預期估算。当預期的貫通誤差超过允許限度时,应改用更精确的測量方法和仪器,以达到預期貫通誤差能在允許范围以內。

十八、地下建筑物开挖施工的貫通誤差分为:横向的、纵向的和垂直方向的。在一般情况下可允許为:

(一)横向极限貫通誤差为10厘米;

(二)纵向极限貫通誤差为20厘米;

(三)垂直方向的极限貫通誤差为5厘米。

进行貫通誤差的預期計算时,可取上述极限誤差的一半作为貫通面上的允許中誤差。

豎井中心的地面放样极限誤差,一般可允許为20厘米。

十九、地下建筑物的測量控制网,应尽量与設計阶段的控制网(三角网、水准网)相联系,使地面与地下控制的纵、横坐标及高程系統与設計是一致的。

二十、地下建筑物的定綫測量,当相向开挖面間距(包括支洞,下同)在1,500米以內时,一般可采用四等三角网作为地面平面控制。間距大于1,500米时,一般可采用三等三角网,必要时应进行專門的技术設計,以确定采用三角网的等級。

如果施工阶段以前已建立的三角网点位良好,其精度經過檢查和分析,可以达到本条要求时,应尽量加以利用。否則应予重新布网。

各等三角网的精度要求如下:

三角网等级	二	三	四		
三角最大边长	<6.0公里	<4.0公里	<3.0公里		
按三角形闭合差计算的测角中误差	$\pm 1.0''$	$\pm 1.8''$	$\pm 2.5''$		
基线丈量相对中误差	1:400,000	1:300,000	1:150,000		
扩大边相对中误差	1:200,000	1:150,000	1:80,000		
菱形基线网允许扩大倍数	<3	<3	<3		
最弱边相对中误差	1:100,000	1:70,000	1:40,000		
仪 器	T ₃ 型	T ₃ 型	T ₂ 型	T ₃ 型	T ₂ 型
测回数	15	9	12	6	9

注：相邻洞口应由同一条三角边直接控制，或由同一条三角边设导线控制，故各等三角网的最短边长最好不要过多地短于相邻洞口的间距。

二十一、在下列情况下，可采用地面导线测量。

(一)沿地下建筑物轴线的山岭较陡而洞侧有平坦地形条件，可以敷设导线代替三角网来建立地面基本控制；

(二)三角网的位置与密度不能满足导线工作要求时，可以由三角点敷设导线测定地下建筑物轴线的地面位置。

地面导线的两端应控制以坚强的方向，并根据不同长度分为以下三级：

导线等级		一	二	三
导线最大长度	作为基本控制的	4,000米	3,000米	1,600米
	加密的	2,000米	1,500米	800米
一般边长		150米~250米	150米~250米	150米~250米
测角中误差		3''	5''	10''

續表

导 綫 等 級	一	二		三	
角度闭合差	$6''\sqrt{n}$	$10''\sqrt{n}$		$20''\sqrt{n}$	
仪 器	T ₂ 型	T ₂ 型	T ₁ 型	T ₂ 型	T ₁ 型
测回数	3	2	4	2	2
边长丈量相对誤差应≤	1:15,000	1:10,000		1:7,000	

通过豎井进行地下建筑物的相向开挖时，在导綫最大长度不变的情况下，必須把导綫的測角和量边精度提高一級。

弯道的地下开挖，当軸綫的轉折角大于 30° 时，导綫的量边精度应提高一倍。

二十二、地下建筑物施工期間，应及时延展短边的施工导綫，以标出軸綫方向。

基本导綫的边长，一般应不短于 100 米。每当施工导綫的延展长度已够組成基本导綫的一个边长时，应立即延展基本导綫，以修正施工导綫的偏差，作为施工导綫繼續向前延展的基础。

根据相向开挖面間距采用下列等級：

(一)当相向开挖面間的距离小于 800 米时，采用三級导綫；

(二)当相向开挖面間距小于 1,500 米时，采用二級导綫；

(三)当相向开挖面間距大于 1,500 米时，应进行專門的技术設計，以确定一級导綫能否滿足要求。

采用上述等級施測地下导綫时，若弯道的轉折角小于 30°，可以将边长丈量相对誤差的限制比相应等級的地面导綫的边长丈量相对誤差放寬一倍。

通过豎井进行地下建筑物的相向开挖时，在相向开挖面間距不变的条件下，必須把各級地下导綫的測角和量边精度提高一級。

二十三、地下建筑物开挖的洞口或井口附近，必須設置两个以上的牢固的水准点。当相向开挖面間距小于 1,500 米时，洞口水准点的高程和洞內水准均可以四等水准測定。

距离大于 1,500 米时，应进行專門的技术設計，以确定采用四等或三等水准。

三、四等水准的精度要求如下：

等 級	环线闭合差应小于的数值		往返测高差不符值应小于的数值	
	平 地	山 地	平 地	山 地
三 等	$\pm 12 \text{ 毫米} \sqrt{L}$	$\pm 15 \text{ 毫米} \sqrt{L}$	$\pm 12 \text{ 毫米} \sqrt{R}$	$\pm 15 \text{ 毫米} \sqrt{R}$
四 等	$\pm 20 \text{ 毫米} \sqrt{L}$	$\pm 25 \text{ 毫米} \sqrt{L}$	$\pm 20 \text{ 毫米} \sqrt{R}$	$\pm 25 \text{ 毫米} \sqrt{R}$

注： L 为环线长度，以公里計； R 为往返测路綫的平均长度，以公里計。

二十四、所有各級地面和地下控制（包括平面的和高程的），均应按上述要求測量两次，取用其平均值。具有平差条件的，并应进行严格的平差。

二十五、地下建筑物及地面施工控制网測量的所有内外业資料和文件，必須进行系統整理，不得遺失及涂改，应編制成果表及技术总结，当工程全部完工后，由施工部門負責一并正式移交有关单位。

二十六、地面施工控制网測量后，一般应提交下列資料：

（一）施工控制网及与当地原有控制网連接图；

- (二)施工控制网坐标成果及其計算說明书；
- (三)仪器檢驗資料，鋼尺比长檢定书；
- (四)基綫丈量及角度觀測外业記錄簿；
- (五)归心計算表；
- (六)三角网初步計算資料、平差資料和最后計算資料；
- (七)天文觀測的內业及外业整理資料（如进行此項觀測时）。

二十七、地上和洞內導綫測量后，一般应提交下列資料：

- (一)導綫图和導綫点的坐标表、連接三角点的情况及其由地上連接到地下的說明或資料；
- (二)仪器檢定书及鋼尺比长檢定书；
- (三)導綫丈量及角度觀測外业手簿；
- (四)长度測量及角度測量成果表；
- (五)導綫的平差計算和最后計算資料；
- (六)導綫的成果表及其說明书。

二十八、地面及洞內水准測量结束后，一般应提交下列資料：

- (一)地面及洞內水准路綫图及其与当地水准网連接情况、地上地下連接水准情况的說明或資料；
- (二)仪器鑑定資料；
- (三)外业手簿；
- (四)高程成果表及其說明书；
- (五)水准点的連接和分布图；
- (六)水准网平差計算和最后計算資料。

二十九、在开挖施工中所有洞內外一切控制标桩，均应作出显明标志，測量人員应随时用书面通知施工人員，以便

随时使用。施工期間对洞內、外測量标志必須妥为保管。一切測量标志，未經測量人員允許，不得拆除或移动。

第四章 开 挖

三十、地下建筑物施工前，必須編制詳細的施工組織措施計劃，其內容应包括：

(一)工程概况；

(二)任务及进度要求；

(三)施工方法及施工布置（包括开挖程序图及各部工程数量和进度表，定型布孔指示图和說明书，出渣装运与通风散烟等）；

(四)輔助設施（包括通风、排水、給水、照明、动力、修釘等）；

(五)循环作业計劃；

(六)劳动力、材料、設備計劃；

(七)安全质量措施（包括支撑結構图和說明书、断面控制指示图等）。

三十一、进洞前必須詳細檢查岩石及岩层的稳定性，如发现險象，应即处理。洞臉及兩側坡面应作好地面排水工作。

在地下建筑物进口靠近洞臉处的岩石开挖应放小炮。洞口外須架設巩固的安全支撑，其长度視洞臉及兩側石质情况及洞臉高度而定。如遇岩石破碎和不稳定的情况时，应尽先衬砌。

三十二、凡已具有熟练技术的条件，在下列情况之一者，可根据具体情况采用全面一次掘进：

(一)岩石堅固，且具有足夠的機械設備時；

(二)斷面較小。

三十三、在下列情況下，可採用貫通導洞掘進法：

(一)遇岩石非常惡劣的斷層或褶皺地帶時；

(二)為解決通風排水和運輸問題需很快的接通導洞時；

(三)為探測隧洞所穿過岩層情況而需要先掘導洞時；

(四)洞的斷面大，長度短，機械化程度較低時。

三十四、導洞位置應根據設計要求、施工條件、地質和水文地質等條件慎重選擇，一般可參考以下幾種情況：

(一)隧洞較短，在地質條件不良、頂部支撐後移動較困難、以及無地下水或地下水不嚴重的條件下，宜採用上導洞；

(二)Ⅶ～Ⅷ級(參見附錄)堅硬穩固的岩層中，在支撐簡單和不需要支撐，洞身較長，地下水較為嚴重的條件下，可採用下導洞；

(三)當洞身穿過Ⅶ～Ⅷ級(參見附錄)的十分鬆軟破碎的岩層，斷面較大，且需邊開挖邊襯砌時，可採用兩側導洞；

(四)如斷面大，岩石好，能用下導洞出渣排水，上導洞向下擴大，則可採用上下雙導洞。

三十五、導洞領先階梯擴大開挖掘進時，導洞工作面與擴大工作面須保持適當的距離，一般不小於10米，但應根據地質條件、出渣通風及擴大的施工程序等條件決定。導洞的斷面大小，必須根據所用交通運輸工具、支撐的種類以及應留的空隙和壓氣管路、電纜通風管路等所占的位置等來決定。

三十六、大跨度地下建築物開挖時，為了保持頂拱岩層穩定，可預留岩柱；在岩柱開挖時，應根據山岩壓力觀測等

情况，慎重研究后进行。

三十七、豎井开挖一般采用从上而下进行，如地质条件和技术条件允許，也可自下而上或上下同时进行。但遇到下列情况时应停止使用自下而上的开挖：

(一)岩石松軟过甚时；

(二)通过有害气体地带时；

(三)上下对头开挖相距10~15米时，或单头开挖距凿通面5米时。

三十八、斜井开挖一般自上而下进行，但在斜角大于45度的斜井，开挖程序亦可按开凿豎井的规定进行。在傾角小于12度的斜井，可按照水平隧洞开挖的规定进行；而在傾角大于12度、小于45度的斜井，其开挖程序則应根据具体情况选择。

三十九、在涌水量較大的豎井和斜井开挖中，最好在井下部分水平洞开凿后，先凿探水眼，或将工作面分成阶梯形挖进，以利于排水。

四十、在隧洞較长或地质不良的情况下，应考虑开挖与衬砌平行作业。当岩石条件特別破碎时，必須衬砌后方得向前掘进。在軟弱地带进行大跨度开挖时，建議先打頂拱导洞，再橫向抽槽开挖，并进行肋形衬砌，以保証施工的安全。

四十一、开挖面与衬砌面的距离以及开挖后岩石暴露的时间，应根据地质条件、爆破地震波的影响、預測山岩压力大小及其随时间的变化的情况与衬砌混凝土所达到的强度等来确定。开挖面与衬砌面最小距离为30米，应随时观测爆破对混凝土衬砌的影响。

四十二、平行作业时，在立模前应完成断面規格的修正