

輾压式土壩的設計、施工 和管理規範

全苏給水、排水、水工建築物及工程水文地質科学研究院 編

水 利 电 力 出 版 社

苏联建筑人民委员会技术总局

全苏给水、排水、水工建筑物及工程水文地质
科学研究院 編

碾压式土壩的設計、施工 和管理规范

孙 复 渠 璇 吳 裕 譯

水利电力出版社

1958年4月

本“頓压式土壤的設計、施工和管理規範”中包括有土壤的分类、土壤各个部分主要的專門術語、勘查工作的項目和內容、選擇泄水建築物及放水建築物的設計流量的指示、土壤樞紐的各建築物的構造及布置的指示，選擇壩体的結構及土的种类的指示。此外，本規範中还包括有用合理化的方法建造土壤的專門指示，以及观测土壤渗透和变形情况的專門指示等。

本規範的附錄中列有工程地質勘测方法、土壤的渗透計算和壩坡穩定計算等指示，并附有本規範各种圖表的使用方法。

本規範供水利工程的勘测人員、設計人員、施工人員以及土壤管理人員之用。

頓压式土壤的設計、施工和管理規範

- 原 書 名 ИНСТРУКЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ,
ВОЗВЕДЕНИЮ, И ЭКСПЛУАТАЦИИ НА-
СЫПНЫХ ЗЕМЛЯНЫХ ПЛОТИН
- 原 編 者 ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВА-
ТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ (ВОДГЕО)
- 原 出版 处 ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
СТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
- 原出版年份 1943
- 譯 者 孙复 (§1—158)、渠璇 (§159—498)、吳裕 (附錄1—9)
- 出 版 者 水利电力出版社(北京西郊科学路二里溝)
北京市書刊出版業營業許可証出字第105号
- 印、刷 者 水利电力出版社印刷厂(北京西城成方街13号)
- 發 行 者 新華書店

197 千字 850×1168 1/32 开 77/16 印張
1958年4月第一版 北京第一次印刷 印数1—2,000
統一書号: 15143·137 定价: (10)1.30元

序 言

本“輻压式土壩的設計、施工及管理規範”是由全苏給水、排水、水工建築物及工程水文地質研究所水工實驗室將 1938 年出版的“技術條件及規範草案”加以修改和補充后編制而成。在進行修改時曾考慮了：

1. 由一些專家和機構寄給研究所的關於“技術條件及規範草案”的意見。

2. 在“水利工程建設”雜誌及其他期刊中所發表的對“技術條件及規範草案”進行的討論結果。

3. 苏联从 1938 年到 1941 年在土壩設計、施工及管理方面所積累的經驗。

在這一時期我們對各機構所管理的土壩的全部資料進行了經常性的了解，并由研究所的研究組對土壩進行實地考察和研究來搜集這些經驗。

4. 从 1938 年到 1941 年水工建築物實驗室及其他各科學研究所對有關勘測、設計和施工的各种問題（如：土的地質技術研究、壩坡穩定性的計算、滲透計算以及土的輻压問題等）所做的實驗工作的結果。

5. 各機構現有的指示文件，例如：莫斯科—伏尔加运河的施工規範及技術條件、水力發電設計院筑壩的施工技術規範、勘測規範等等。

根据一些專家和機構提出的意見和建議，并由于战时的条件，本規範与“技術條件及規範草案”相比較作了以下的修改和補充：

1. 補加了土壩的級別（按照土壩的重要性定出的級別）——即

增加了Ⅳ級土壩，它適用於農業企業及集體農莊。有關第Ⅳ級土壩的設計工作和勘測資料內容的各項指示有專門的一章進行敘述。

2. 增添了新的一章“考慮空投炸彈的作用壩頂尺寸的計算”。

3. 對滲透計算、壩坡穩定性計算和心牆計算的各章已重新加以改寫。

4. 大大地增加了“對土壩、泄水建築物及放水建築物設計提出的基本要求”這一章的內容。

5. 將地質技術研究這一章作了很大的修改，特別是對為了計算土坡穩定性而進行的土的特性的測定工作這一部分作了很大的更動。

6. 改寫了施工這一章。

參與本規範編纂工作的有全蘇給水、排水、水工建築物及工程水文地質科學研究所的大批工作人員以及自其他機構邀請來的專家：

1. 本研究所參與編纂工作的人員有：一級科學工作者 А.А. 尼契波羅維奇（工作組組長）；一級科學工作者 В.С. 伊思托明娜；Г.И. 波克羅夫斯基教授；主任工程師 А.Я. 梅德維杰夫；主任工程師 С.И. 米金；主任工程師 А.Э. 馬季先；一級科學工作者 М.П. 謝苗諾夫；一級科學工作者 Н.Н. 賓杰曼。

2. 自其他機構邀請來的專家有：С.Н. 克里茨基工程師；М.Ф. 明凱利工程師；Е.И. 約干松工程師；Ф.Ф. 拉普捷夫工程師；Н.И. 維普利茨卡雅工程師；Г.А. 安德魯欽柯工程師。

參與本規範審查工作的有：Е.А. 薩馬林教授；И.Е. 蘇洛夫工程師；К.А. 果利施杰蓋工程師；А.А. 烏根秋斯教授；主任工程師 Ю.В. 亞力山大羅夫斯基；В.А. 巴臘諾夫工程師。他們對本規範提供了許多寶貴的意見，這些意見在最後的校訂工作中都已加考慮。

目 錄

第一部分 緒 論	7
1. 總 則	7
2. 土壩的分類	7
3. 泄水建筑物和放水建筑物的用途及分類	10
4. 主要術語	11
5. 對於土壩泄水建筑物及放水建筑物提出的基本要求	12
6. 設計階段	13
第二部分 勘测和調查	14
7. 勘测和調查的內容和任務	14
8. 地形勘测	16
9. 水文調查	18
10. 工程地質勘测	20
11. 建築施工調查	35
第三部分 壩的設計	37
12. 壩軸綫的選擇	37
13. 建築物樞紐的布置及有關設計泄水建筑物與放水建筑物的若干主要指示	38
14. 設計底部放水建筑物的技術指示	40
15. 確定泄水建筑物尺寸時設計流量的選擇	45
16. 底部放水建筑物尺寸的確定	48
17. 壩型的選擇	48
18. 壩體土料的選擇	50
19. 土壩的構造設計	52
20. 土壩的滲透計算	66
21. 土壩边坡、斜牆和保護層的穩定計算	69
22. 剛性心牆的計算	71
23. 考慮炸彈作用時壩頂尺寸的確定	73
24. 土壩的沉陷計算	75
25. 重要性較小的低壩（Ⅳ級土壩）的基本設計指示	80

第四部分 土壩的施工.....86

26. 基本原理	86
27. 設計臨時泄水建築物時最大流量的確定	86
28. 施工流量的宣洩	87
29. 土壩的現場定綫工作	89
30. 地基處理。截水牆及齒牆基槽的開挖	90
31. 地表水的排除及抽水工作	93
32. 采料場的選擇及其開挖	94
33. 土料的運輸	99
34. 壩體的填筑工作	101
35. 填筑土壩時土料的壓實	105
36. 鋪蓋、斜牆及心牆的填筑	109
37. 具有各種心牆的土壩的施工特點	113
38. 排水設備的施工	113
39. 施工質量的檢查	114
40. 土壩的施工期限和投入運用的日期	116
41. 驗收建築物的技術資料	118

第五部分 壩的管理.....119

42. 管理工作的基本要求	119
43. 在管理過程中土壩的觀測內容	121
44. 土壩一般情況的觀測工作	122
45. 壩體及壩基滲透情況的觀測	123
46. 壩體變形的觀測	125
47. 檢修工作	127

附 錄

1. 進行壩址的地質和水文地質調查時的勘探和試驗	131
2. 求擾動土試樣的採取和包裝	137
3. 確定土的基本特性的方法	138
4. 土的化學分析	168
5. 確定泄洪建築物設計流量的方法	173
6. 土壩的滲透計算	185
7. 土壩及其各部分的穩定計算	207
8. 剛性心牆的計算	225
9. 土壩的沉陷計算	233

第一部分 緒 論

1 總 則

§1 修建有土壩的水工建築物樞紐通常由下列各主要部分組成：

1. 土壩；
2. 泄水建築物；
3. 放水建築物。

§2 本規範主要適用於碾壓式土壩，以及泄水建築物和放水建築物，主要是用於選擇它們的類型和結構型式。

2 土壩的分類

§3 決定土壩型式的主要因素是：材料的種類、結構型式、土壩的高度、施工方法以及土壩的重要性。

§4 根據土壩所用的材料和結構型式，把土壩分為下列各種型式（圖1）：

1. I型——均質土壩，壩體的各個橫斷面基本上是由機械組成相同的土料所組成的。

2. II型——非均質土壩，壩體的各個部分的橫斷面是由各種不同的土料（其中包括堆石）所組成的。

3. III-a型——具有剛性斜牆的土壩，這種剛性斜牆用來作為土壩橫斷面中的不透水部分，一般是由某種透水性小的（非土質的）材料構成，如：混凝土、鋼筋混凝土、金屬材料和漿砌塊石等等，

直接与斜牆相接的地方用軟土來填筑。

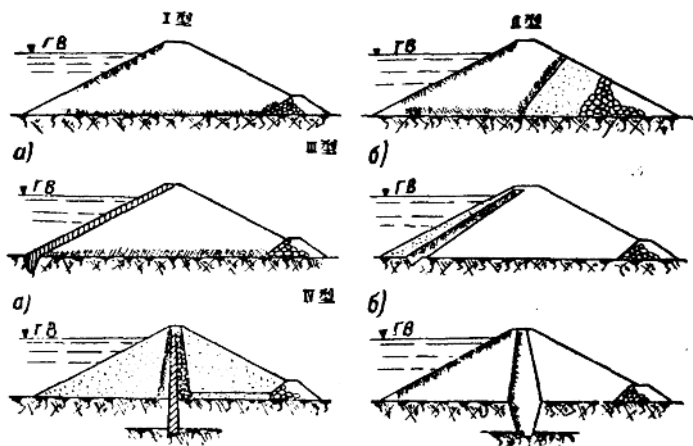


圖 1 各種型式的土壩

I型—均質土壩；II型—非均質土壩；III-a型—具有剛性斜牆的土壩；III-b型—具有塑性斜牆的土壩；IV-a型—具有剛性心牆的土壩；IV-b型—具有塑性心牆的土壩。

4. III-b型——具有塑性斜牆的土壩，這種土壩橫斷面內的不透水部分的斜牆是用透水性很小的土料筑成的。

附注：這種型式土壩橫斷面的其餘部分可以部分地或全部（不包括反濾層）用堆石筑成。

5. IV-a型——具有剛性心牆的土壩，這種土壩橫斷面內的不透水部分的垂直心牆是用透水性很小的材料（非土質材料）筑成，如：混凝土、鋼筋混凝土、金屬材料、木材等等。而土壩橫斷面的其餘部分則是用不同粒徑的土料（包括堆石）所筑成。

6. IV-b型——具有塑性心牆的土壩，這種土壩橫斷面內的不透水部分的垂直心牆是用透水性很小的土料所筑成的；土壩橫斷面的其餘部分則是用不同粒徑的土料（其中也包括堆石）所筑成。

§5 根据高度的不同，土壩可分为下列各种型式：

1. 低壩——高度小于 10 公尺；
2. 中壩——高度在 10 公尺到 25 公尺之間；
3. 高壩——高度大于 25 公尺。

§6 根据施工方法的不同，土壩可以分为碾压式、冲填式及半冲填式。

附注：下面僅研究碾压式土壩。

§7 根据重要性的不同，土壩可以分为以下四种主要的級別：

1. I 級土壩——它是極其重要的建筑物，它的毀坏將使許多具有全國性意义的大型國民經濟企業遭受長期的損坏，或將使下游的許多居民点和企業遭受毀滅性的灾难。

2. II 級土壩——这一級土壩也是很重要的建筑物（土壩），它的毀坏將引起相当大的物質損失，但是不致給它所服务的國民經濟的部門，或是下游居民点及企業帶來惨重的后果。

3. III 級土壩——这一級土壩是重要性較小的建筑物，它的毀坏不致引起它所服务的工業企業部門的嚴重事故。如果某些为地方性企業服务的土壩的損坏不会对下游居民点和企業造成影响，則也可以列入这一級。

4. IV 級土壩——这一級土壩也是重要性較小的建筑物，它是用來为農業企業和集体農庄服务的。这一級土壩包括有用以修建農庄蓄水池的土壩，这种壩的高度一般小于 10 公尺，集水面積小于 20~30 平方公里。

附注：有关这一級土壩的各项指示見 25。

5. V 級土壩——这是一种臨時性建筑物，包括臨時性的土壩、土堤和圍堰。

3 泄水建筑物和放水建筑物的用途及分类

§8 土壩的泄水建筑物 (Водосбросные) 的用途如下:

1. 將上游的洪水流量宣泄到下游去;
2. 將流冰和飄浮物排泄到下游去。

§9 土壩的放水建筑物 (Водоспускные) 的用途如下:

1. 从水庫中泄放供某种用途的水量;
2. 部分或全部泄空水庫;
3. 在施工期中排泄施工流量。

附注: 在許多情況下, 放水建筑物可以和泄水建筑物結合起來, 形成一個具有一些附加設備的建築物, 今后称为泄水——放水建筑物 (Водосброс-Водоспуск)。

§10 泄水建筑物根据其平面布置情况可以分为河岸式泄水建筑物, 河床泄水建筑物和河灘泄水建筑物三种; 而根据其結構型式的不同則可分为下列几种类型: I——溢流堰; II——陡坡; III——跌水, 又分为多級跌水和懸臂跌水; IV——隧洞和廊道 (Штольни); V——虹吸管。

附注: 泄水建筑物可以是由几种型式混合組成的結構, 例如由跌水和陡坡等組成的溢流建築物。

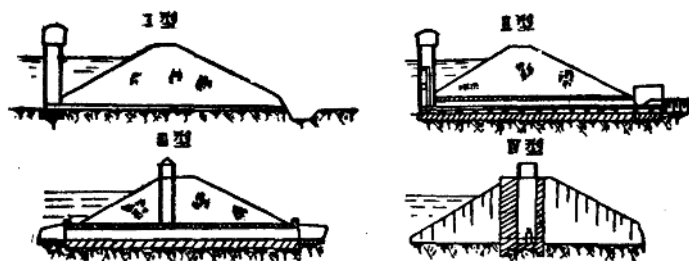


圖 2 各种型式的放水建筑物

I型—位于土中的放水管; II型—放水渠道; III型—隧洞;

IV型—溢流壩边坡內的放水孔。

§11 放水建築物根據其結構型式的不可以分為下列幾種型式(圖2): I型——位於土中的放水管; II型——放水廊道:
1. 里面裝有放水管的放水廊道, 2. 里面不裝設管道的放水廊道;
III型——隧洞; IV型——在大體積壩體內或溢流壩邊墩內的放水孔。

4 主要術語

§12 土壩及其附屬建築物的各個部分建議採用下列統一的術語(圖3):

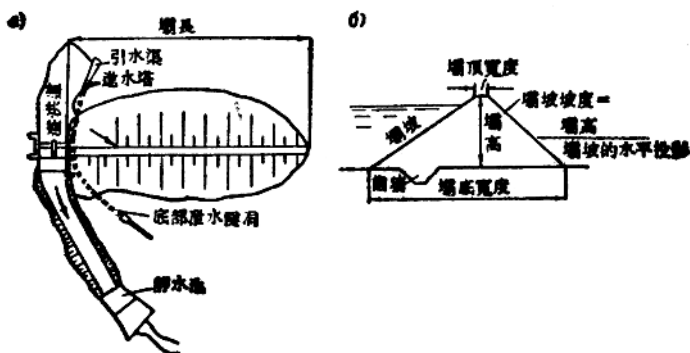


圖3 土壩的各個部分
a—平面圖; b—橫斷面圖。

1. 土壩的上游坡(擋水坡)——即土壩上游面的壩坡;
2. 土壩的下游坡——即土壩下游面的壩坡;
3. 坡底長度——即壩坡的水平投影的長度;
4. 壩坡係數——即坡底長度與壩高之比;
5. 壩頂——即壩體頂部的水平面;
6. 壩頂寬度——即土壩梯形斷面的上底寬度;
7. 壩底寬度——即土壩橫斷面的下底的水平投影;
8. 壩高——即在壩軸綫上壩體梯形斷面的底部到壩頂的高度

(不計齒牆的高度)；

9. 壩長——即土壩的輾壓部分最外兩點之間沿壩頂的水平距離；

10. 剛性心牆——是建造在壩體內部的、由某種非土質的建築材料(如：混凝土、鋼筋混凝土、漿砌塊石、木材、金屬材料等等)所筑成的垂直牆；

11. 塑性心牆——是用透水性很小的土壤所筑成的垂直牆；

附注：剛性心牆或塑性心牆的底部都可埋置在壩基內。

12. 斜牆——是用透水性很小的土料或是用鋼筋混凝土、金屬材料等筑成的、設置在上游壩坡上的防滲設備；

13. 齒牆——它是壩體的一部分，嵌入壩基內，但並不是剛性心牆或塑性心牆的延續部分；

14. 壩底——即壩體與壩基的接合面；

15. 鋪蓋——即鋪設在壩前上游底面上的防滲復蓋層。

5 對於土壩、泄水建築物及放水建築物 提出的基本要求

§13 土壩、泄水建築物及放水建築物應滿足下列各項要求：

1. 壩坡應具有足夠的穩定性，以防止在規定的施工條件下和建築物的運用條件下發生坍塌現象（這些條件包括：水位的变化，壩頂上的負載、地震作用、防空條件等）；

2. 應該保護壩坡和壩頂免于水流、波浪和地表水的沖刷；

3. 在土壤、泄水建築物及放水建築物內以及地基內的滲流速度和梯度（特別是在下游滲流溢出處的速度和梯度）不應超過一定的數值，以免土內造成對建築物有危險的機械沖刷和化學管涌現象；

4. 應該避免出現上游水位超過土壩溢流建築物最大設計水位的可能性；

5. 土壩的泄水建築物及放水建築物不應削弱土壩壩體的強度和防滲能力；

6. 土壩與泄水建築物或放水建築物的銜接處，應能制止發生足以破壞建築物完整性的集中滲透現象；

7. 水流在泄水建築物及放水建築物的下游出口處不應造成對壩體有危險沖刷現象。

6 設計階段

§14 土壩的設計工作可分成三個主要階段來進行：1. 初步設計；2. 技術設計；3. 施工詳圖。

§15 各個階段的設計工作的內容和項目可以根據以下各項原則來決定：

1. 根據勘測工作的結果所編制的初步設計具有下述目的：

1. 確定最大及最小流量、水位情況、液體徑流及固體徑流情況以及冰凌情況，以繪制該處水流的水文特性曲綫圖；

2. 確定所研究的各個壩址方案的工程地質特性；

3. 應該就水利樞紐建築物的總布置方面和壩的型式方面詳盡地研究壩址的各個方案；

4. 選定最合適的壩址並確定在該處有無不利於筑壩的因素；

5. 確定壩的擋水高程，在進行技術設計時允許在不嚴重影響總方案、水利樞紐的技術經濟指標和結構型式的範圍內對此高程進行某些修改；

6. 擬定整個土壩及其各部分（斜牆、鋪蓋、心牆等等）的主要尺寸；

7. 確定泄水建築物及放水建築物的型式和主要尺寸；

8. 確定所設計的各個建築物的技術經濟指數，並論證所選擇的方案合理性；

9. 擬定施工過程中泄洪的初步方案；

10. 大致計算出所需的建築材料和勞動力的數量以及各個輔助企業的生產能力；

11. 搜集有關當地建築材料的數量、質量、開采條件和運輸條件的資料；

12. 進行經費預算。

Ⅱ. 根據批准的初步設計以及在初步設計後所進行的各項補充的勘測工作而擬定的技術設計應達到以下目的：

1. 對壩址、壅水位、水利樞紐的總布置，各個建築物的結構，各個建築物的型式和參數做最後的確定；

2. 根據第 1 項的資料擬定必需的計算數據；

3. 確定精確的工作量並編制總預算；

4. 擬定施工方法和施工組織方案，並確定材料、機械、運輸、輔助企業、勞動力以及其他各種必需器材的需要量。

Ⅲ. 施工單位根據批准的技術設計和定購的設備的技術資料繪制施工詳圖。整套施工詳圖中應包括下列資料：

1. 各個建築物中心綫的總定綫草圖，圖上標明全部水準基點和高程標點以及它們的坐標；

2. 各個建築物基坑的平面圖和斷面圖，並注明它們與定綫草圖之間的關係；

3. 各個建築物，主要設備和各輔助設備的施工詳圖；

4. 詳細的施工設計。

第二部分 勘測和調查

7 勘測和調查的內容和任務

§16 在進行土壩設計工作之前，應進行下列各項勘測和調查：

1. 地形的；2. 水文的；3. 工程地質的（包括地質、水文地質和地質

技術)；4. 建築施工的。

附注：在下面 §19—76 中僅僅列舉了有關各項勘測工作（除去地質技術勘測工作）所需得到的最後資料的內容和特性的指示，對於地質技術研究工作只列舉了進行工作的方法。

除去這些有關勘測工作的進行方法的詳細指示以外，還應參閱由水力發電設計院[●]，全蘇給水、排水、水工建築物及工程水文地質科學研究所，地質科學研究院等機關出版的關於各種工程地質勘測問題的規範。有關地形測量工作的問題應該參閱由大地測量及地圖測繪總管理局出版的通用規範，而有關水文勘測工作的問題則應參閱由水力發電設計院出版的規範。

§17 進行地形勘測工作的目的是為了繪制有等高綫的平面圖，以及繪制包括土壩、泄水建築物、放水建築物和水庫在內的整個樞紐地區的縱斷面圖和橫斷面圖。

本條中所列的技術資料可供設計土壩樞紐的各個建築物之用，以及供確定淹沒面積和浸沒面積之用。

§18 水文調查的目的是為了獲得有關所設計的建築物地區內河流水文情況的資料，這些資料的項目和內容必須足以論証各建築物的基本尺寸和確定建造水庫的水利經濟效益。

§19 工程地質勘測的目的有下列幾點：

1. 確定水庫和建築物樞紐地區內全部的地質構造情況、地貌情況、岩石情況、地層情況和地殼構造情況；

2. 研究水庫和建築物地區內地下水的情況，研究壩基和兩岸內土的含水量和滲透特性；

3. 確定壩基中和規定的取土坑中土的一般計算特性。

§20 建築施工勘查的目的是為了調查有關取土坑、當地的建築材料企業、材料的運輸、勞動力的召雇和安置、各個施工過程的

● 參看 1941 年 3 月 26 日由蘇聯電站人民委員會批准的由水力發電設計院編寫的“中型和大型水電站各設計階段的工作項目和內容”的指示。

机械化、道路情况以及其他各种资料。

8 地形勘测

§21 为了对初步设计工作进行论证所必需的地形勘测应包括下述各项内容：

1. 事先熟悉该地区现有的全部地形测量资料。
2. 进行全地区的勘测工作。
3. 用平板仪测制包括建筑物枢纽在内的水库全面积的地形图，地形图的比例尺视该地区的形状及地形的不同可采用 $1:50,000 \sim 1:10,000$ 。
4. 进行纵向水准测量以绘制壅水河段的纵断面图及建筑物地区的横断面图（注明水深）；一般纵断面图的比例尺对于山区河流为：水平方向 $1:50,000$ ，垂直方向 $1:500$ ；对于平原河流为：水平方向 $1:100,000$ ，垂直方向 $1:200$ ；横断面图的比例尺在水平方向采用 $1:2,000$ ，在垂直方向采用 $1:200$ 。
5. 建筑物地区的平面测量图，其比例尺对于大型河流采用 $1:10,000$ ，对于中型和小型河流则采用 $1:5,000$ 或 $1:2,000$ ；图中并包括注有等高线的地形图，图中等高线的间距视地形类别不同可采用 $1 \sim 5$ 公尺。

附注：测量范围可根据壅水高程来决定，同时还要使它超出壅水范围一定的数值，此超出的数值在各具体情况下应根据当地的条件、建筑物的种类以及枯水期壅水曲线的高度来决定。例如：

1. 考虑到未来的淹没情况，应该把超出枯水期最高设计壅水位 $2 \sim 3$ 公尺的全部面积包括到测量平面图内。
2. 大型水库在初步设计阶段的地形测量可以只局限于一些主要的地区（如居民点和工业企业地区），未完成的地形测量可以移到技术设计阶段去进行。
3. 必须事先进行施工地区的地形踏勘工作，而在必要的时候应该对从前的测量图和水准测量工作进行实地校核。