



第六次国际大坝会议论文选集之一

土坝土料含水量的控制 及其压实方法

W. E. 柯林斯等著
水利水电科学研究院译

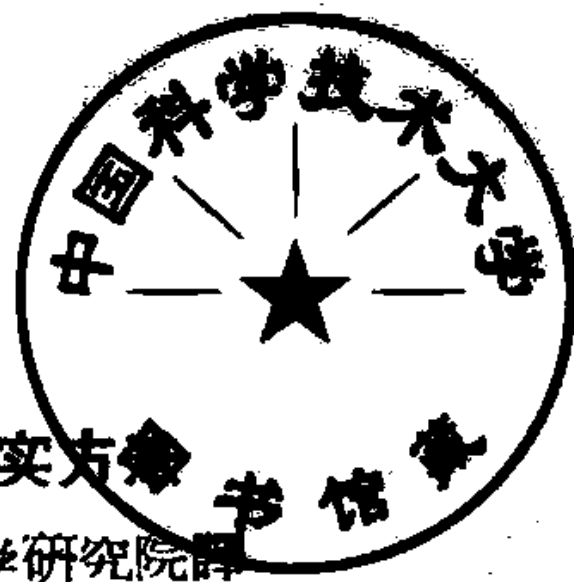
水利电力出版社

內 容 提 要

本书是1958年在紐約召开的第六次国际大坝會議的論文选集之一，其主要內容是介紹世界各国在修建土坝(特别是大型土坝)方面的經驗，例如，土坝土料含水量的控制，各种压实方法的选择及运用，土坝孔隙压力的測定……等。

本书共包括有关論文13篇，大都是比較新的技术經驗。目前我国各地方都在大量修筑土坝，本书对如何进一步提高土坝的質量方面，有一定的参考价值。

本书可供水利水电工程技术人員参考使用，同时也是水利水电科学研究人員和有关高等院校师生的参考讀物。



土坝土料含水量的控制及其压实方法
W.E.柯林斯等著 水利水电科学研究院译

*

22178675

水利电力出版社出版(北京西郊科学路二里沟)

北京市书刊出版业营业許可証出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印

新华书店科技发行所发行 各地新华书店經售

*

850×1168 1/32开本 * 5 1/8印張 * 119千字

1959年10月北京第1版

1959年10月北京第1次印刷(0001—1,740册)

統一书号: 15143·1793 定价(第10类)0.92元

目 录

大型土坝的施工控制	2
葡萄牙土坝压实控制的經驗	18
怯尼亚薩苏馬坝在施工中采用的压实方法与含水量控制	34
美国陆军工程师团采用的土坝碾压法	46
建造若曉浦頓坝采用的压实方法及其效用,以及不透水心墙的性能	58
用湿土料填筑土坝心墙的压实方法和現場含水量	72
水下堆砂体深层内部振动压实試驗	87
印度若干土坝的密实度和含水量資料	101
含水量及其对土坝沉陷的影响	108
米苏里流域土坝的筑坝材料和压实方法	117
英国最近几个土坝的压实和孔隙水压力的測定	133
施工期間土坝内孔隙压力的确定	151
希拉克德土坝的观测	156

大型土壩的施工控制

(美国) W.E. 柯林斯 F.J. 台維斯

前 言

广义地说，土壩的设计和施工往往被认为应满足下列要求：对于某一坝址，包括地基和料场土料，必须建造一最经济的断面，具有这种断面的土壩除了能满足建筑物的建造目的外，还能够在可能施加于建筑物上的内力和外力作用下保持稳定。要满意地解决这个问题，需要进行充分的研究：确定坝址的情况和所能取得的土料类型和数量，考虑这些决定建筑物功用的所有工程设计资料，考虑对满意地满足建筑物建造目的起一部分作用的设计详情，不但要知道什么土料和怎么样的地基情况，还要知道经改良或处理后的坝身和地基土料的性能。对这些改良和处理的方法必须加以控制，以保证此建筑物在适合所有设计准则下，满足为此而设计的功用。为了要达到这一目的，必须小心地订出控制方法，必须确定所采用坝料的工程性质的上下限值，必须小心地编写控制规范，以保证检查力量的下达和获得满意的成果。还必须在施工过程中不断进行检查和试验室试验。

施工控制的定义是施工工程师用以保证满足计划书或规范上的规定所采取的步骤。控制工作可以分成下列两种：第一种的控制要求是明确的，这些要求可以通过试验室试验确定；第二种的控制要求是不明确的，这些要求需要通过分析、判断和依靠施工经验才能订出。本文所讨论的施工控制只限于坝身质量和地基处理的控制。

因此，整个控制工作要比碾压土壩的含水量和容重的惯行控制试验工作要多得多。本文的第一节说明了控制工作的一部分，就是根据试验室试验确定出土壩的填筑条件，并且使实际情况符

合此条件。此外，就垦务局的一个实际工程，討論了这些因素。并且将以此实例訂出控制范围，并对填土的质量进行試驗和分析，以說明整个填身的质量在各个时期的变化情形和整个填土情形。

本文的第二节討論了其它几种滿意的控制工作，包括对地基处理工作和取土場取土工作的控制。在第二节中討論了这些不能根据試驗室試驗訂出控制要求的控制工作，說明了檢查工作的責任，并且指出了帮助进行控制工作的规范。

1. 填身填土的控制

大型輾压土填的不透水心墙，必須滿足五大要求，唯有通过严格的控制工作，才能达到設計要求。控制的重要內容有：

1. 所填筑的土体必須是均匀一致的，在二种土区之間沿着岸坡或混凝土結構物的接触面間沒有任何水流能暢通的管道；
2. 土体必須充分地防水，防止水分通过填身流失过多；
3. 土料在自身重量下必須不致过分地压縮；
4. 土壤必須逐漸达到和保持它实际可能的最大抗剪强度；
5. 土料經庫水飽和后，不致軟化或湿陷过多。

要达到上述所有的要求，必須进行严格的檢查和控制。这些要求是相互有关的，而且它們是与压实方法、压实后的干容重和含水量有关。檢查員必須随时注意到施工方法和步骤，特別要注意从任何观点看来足以引起填土不均匀一致的作法。虽然填身是分层填筑的，各层土料之間或土料与地基之間結合得不好，在某一填区內的个别土块或棱鏡土体与其余土料絕然不同，但是含水量和容重的試驗表明，填土是有可能接近于均匀一致的。

对第一条而言，控制工作主要是目測檢查工作。第二条是在选定取土場时应予考虑的。为了要保証滿足第二条要求，有許多取土場在选取土料时，要求向下挖深或分层鏟削。即使是均匀的土料，保証填土的含水量和容重均匀一致，也是主要的。第三条要求主要是保証足够的容重。要滿足第四条，不仅要求較大的容

重，而且还是决定填筑含水量的上限的根据。第五条是决定含水量下限的根据。要满足第二、三和五条，只要采用实际可能的最大压实功能即可，但是为了满足第一条，特别是满足第四条，有时必须将最大容重减低一点。

早期的土坝设计都用试验室标准压实试验所得到的最大容重的98%作为坝身容重的最低要求，在允许的含水量变化范围内，填土应至少能达到这种容重。现今，很高的土坝正在建造中，就有必要对含水量和容重的关系继续进行研究。对合理的含水量范围而言，含水量的上限系取决于因巨大填土荷重所引起的施工期的孔隙压力，此外，在决定含水量的上限时，还应考虑到施工机械在湿土上运行是否方便和经济。含水量的下限是决定于坝身在被库水饱和后，不致发生湿陷和开裂。按照这些标准而确定的允许的含水量上下限之间的范围不大，特别是粘土含量较多的土，上下限之间的范围更小，所以必须仔细和精确地进行控制。关于确定填筑含水量上下限值的理论已经作了详细的报导〔参考文献1、2、3〕。含水量的上限决定于试验室固结试验的成果、土料在荷重下可能出现的孔隙压力和孔隙压力对施工期间坝身稳定性的影响。下限也可以在试验室中确定，土料被库水饱和后不致出现较大湿陷的最小含水量就是下限。土坝是根据试验室中所测得的强度而设计的，试样是在最优含水量时，在试验室中压实到最大容重而成。

使工地控制能合乎设计所要求的含水量和容重，其有关的方法和步骤已经发表得很多。垦务局土工手册中的条款，结合一些或多或少标准化的规范条款，已经成为垦务局的标准控制步骤。控制质量的快速新方法被认为是填筑含水量和容重的控制方法的重要发展〔参考文献4〕。

透水坝区的施工控制的目的是要保证填土具有要求的性质，即：1.均匀一致；2.透水；3.起滤水作用；4.压缩性小；5.强度大。

为了保证从不透水区流出的不可避免的渗流水均匀地分布在

整个透水坝区中，坝身必须均匀一致。当水分集中在几个流槽中流出时，即使是在砾石中也会发生管涌。透水区的渗透系数至少应比内部不透水区的大十倍，而且它往往要比最低要求大得多。因为在稳定渗流的情况下，流线在不透水区 and 透水区的接触面之间需要降低很多。透水坝区的渗透系数宜大一点，足以保证施工期在该区内出现的孔隙压力消失掉。土料的级配应具有滤水料的特性，它能防止不透水坝区的细粒被渗流水从透水区带出。当透水坝区的体积较大时，透水料很难满足反滤料理论对级配的固定要求。然而，对厚度较薄的滤水层而言，例如抛石下的垫层和排水沟和结构物周围的滤水层，应对级配订出某些要求，并且应严格地掌握。透水坝区的前三种控制工作，主要是目测检查工作和工地检查员对包工的指导工作。合理的压实能满足压缩性小和强度大的要求。

试验室试验和工地观测证明，能自由排水的土料在充分灌水并继而加以振动后，能压实得很好。试验室试验证明，相对密度和內摩擦角之间具有一定的关系，对含有少量砾石的和级配良好的砂土而言，相对密度为70%， $\text{tg}\varphi$ 刚好超过0.7。相对密度和內摩擦角的关系曲线随着土料的级配而异，在绝大多数土料中，相对密度为0.7， $\text{tg}\varphi$ 达到或超过0.7。由于0.7这一数值通常作为无凝聚性土的设计数值，所以我们把最低的压实要求定为相对密度的70%。经验证明，对级配良好的粗料而言，当严格地控制浇水量和对击实的要求不高时，相对密度只能达到30%到40%。因此，期望的 $\text{tg}\varphi$ 为0.7，但得到的 $\text{tg}\varphi$ 只有0.5或更小。由于透水坝区不但必须保证自身稳定，还要充分保证不透水坝区的稳定，所以立即可以体会到为什么要规定这些土料的压实要求。

透水坝区也包括坝上的堆石和抛石部分。对砂和砾石坝区的要求，例如对透水性、滤水性和强度的要求，同样适用于堆石或抛石。要得到强度较大的堆石和抛石，并不需要用手工铺砌或进行特别的压实。石块还必须坚硬、耐久、比重大、耐磨，级配也应良好。在坝址附近是易于取得大量质量很高的均匀石块沉积

物，必須盡一切努力在附近料場選出最合適的土料，以符合設計要求和整個費用。堆石和拋石部分的控制工作，主要是從規定的料場中選出質量和級配都很滿意的土料。拋石的拋筑方法雖然沒有規定，但應筑成嵌楔良好的護面，護面表面應粗糙，但無巨大未經填塞的孔隙。

土壩設計的基本原則是使設計符合土料性質，而並不是改良材料性質使符合設計要求，因此就易于理解為什麼設計師必須取得土方工程控制工作的技術資料，才能保證其設計是合適的。在壩務局，工程師在施工期間從每一工程中取得土壩施工的定期報告。每一報告都經過仔細的分析，研究前一階段內控制的質量，並且以此經常與設計假定相比較。在說明台維斯所創的土壩質量控制步驟後，進行了分析〔參考文獻5〕。

本文的以下部分引用了壩務局典型的葛蘭多壩土方工程控制工作的實際例子，說明設計和施工之間的緊密關係。壩址位於北泊來脫河上，地點在惠奧敏的泊來脫鎮葛蘭多鄉的東南4.5哩。土壩是輾壓式複式斷面壩，最大高度離河床170呎。在庫區南部邊緣的三座小型副壩，具有同樣的複式斷面。副壩的最大高度離原地面75呎。主壩的不透水土料的土方量約為1,150,000立方碼，砂和礫石的土方量約為1,320,000立方碼，副壩的不透水料約170,000立方碼，砂和礫石料167,000立方碼。主壩的主要取土場位於庫區內。取土場內主要包含兩種土料，即表面15呎砂粘土和泥粘土以及下面15呎的砂和礫石。決定各壩區土料的首要控制因素，是不透水土料的開挖會使足量的透水料露出地面，供填筑壩壳使用。研究結果發現土壩的總共填筑費用，對利用不透水土料或利用砂礫來說，幾乎是一樣的。因此，每種土料在壩內都用了50%。心牆的坡度為1.25:1。所設計的斷面還包括雜料區，其目的是利用從溢洪道中開挖出來的相當數量的土料，並且要求該壩區對土壩的穩定性不發生影響。

在試驗室中，用試坑中取出的、有代表性的不透水土料進行了一般性標準試驗和單向固結試驗。根據這些試驗結果結合相似土

料的强度，作了填坡稳定分析。分析証明，当不透水土料平均填筑干容重和含水量为試驗室标准压实試驗的結果时，不透水土料的施工期稳定性是足够的。填筑含水量的下限并未測定。下限值通常約比最优含水量小 2.5% 到 3%。根据以往經驗，并考虑到工地实际情况，估計填筑含水量可以控制在标准誤差 $\pm 1.7\%$ 的範圍內。因此，当平均的填筑含水量为最优含水量时，相当大一部分(約三分之二)的不透水填区的含水量能够控制在最优含水量的 1.7% 上下。然而还可以将上下限值都减一些，但不小于含水量下限，也就是令 68% 土料的含水量介乎干于最优含水量到湿于最优含水量 0.7% 之間。

在垦务局的一般實踐中，根据統計結果，极大多数土料的工地压实曲綫的位置略高于試驗室标准压实曲綫。因此，工地的平均干容重至少应接近于試驗室最大干容重。干容重的允許最小值往往为試驗室最大值的百分之九十八。大部分土料的填筑容重不应小于此值。

图 1 是不透水 1 填区的含水量和容重的控制 成果 簡表。在 1956 年 4、5 和 6 月期間，由于大雨致使含水量比預期的要高。不过，在这三个月中所填筑的少量土料(約为总量的 2.6%)，都填在右岸的截水槽中，因此，它对稳定性并没有害处。注意到这样的填筑情况后，采取了一定步驟，取得了較干的土料，使含水量較干。

八月份的质量控制报告中指出：“1 填区的土料是用容量为 $5\frac{1}{2}$ 立方碼的耙土机和容量为 23 立方碼的曳耙机从取土場中开挖出来的。……耙土机的平均耙土范围約为 12 呎。曳耙机在 5:1 的斜坡上开挖达 8 呎……从取土場中挖出并运到填上的土料含水量接近于最优含水量，很少需要加水。为了略为降低含水量，通常需要用盘耙机将填面上的填土耙松，使土料通风。”

在注意到图 1 底部的总計数和图 2 中总填土的曲綫后，发现只有 3.9% 超过要求的下限，11.2% 超过要求的上限。从图 2 中

葛 兰 多 坝

日期	填筑土方量 (立方码)	试验次数	试验室 平均最优 含水量 (%)	平均填筑 含水量 (%)	试验室平 均最大干 容重 (磅/立方呎)	平均填筑 干容重 (磅/立方呎)	试验结果超过上下限值的百分数		
							大于最优值 +0.7%	小于最优值 -2.7%	比试验室 最大干容 重小 2.2 (磅/立方呎)
4月	5,400	13	16.8	16.7	107.7	109.2	38.5	7.7	7.7
5月	12,200	11	19.3	19.9	104.1	102.8	54.5	0	13.7
6月	10,500	10	18.6	18.9	105.8	107.2	30.0	0	0
8月	218,000	106	17.1	17.1	107.8	107.3	17.9	0	13.7
9月	279,000	159	16.9	16.7	108.3	108.5	13.2	2.5	12.0
10月	211,360	131	16.9	16.4	106.3	109.9	13.0	4.6	3.4
12月	20,000	14	19.9	18.1	101.9	103.6	0	14.3	3.5
3月	68,520	38	15.5	14.8	110.7	111.2	0	0	2.7
4月	75,800	39	15.8	15.4	110.7	111.3	12.8	0	10.2
5月	77,700	38	16.2	16.1	109.8	110.1	21.1	0	5.2
6月	192,000	118	16.7	16.0	108.8	109.0	8.5	6.8	9.7
7月	54,500	39	15.6	15.1	111.2	110.6	10.3	2.6	20.5
总计	1,074,980	716	16.8	16.4	108.2	109.6	11.2	3.9	9.2

图 1 不透水土料控制结果的摘要表

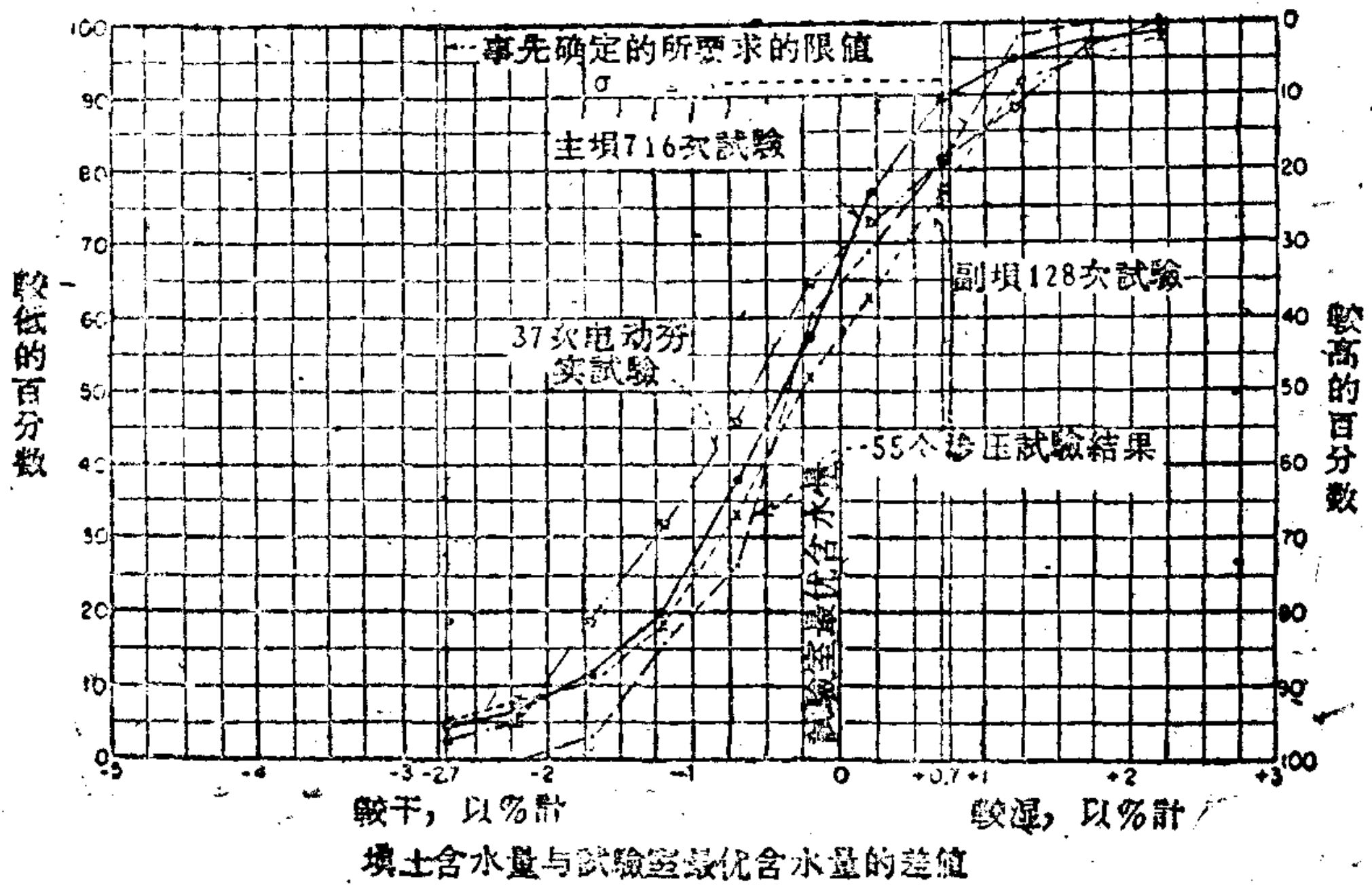


图2 葛兰多主坝和副坝的含水量控制

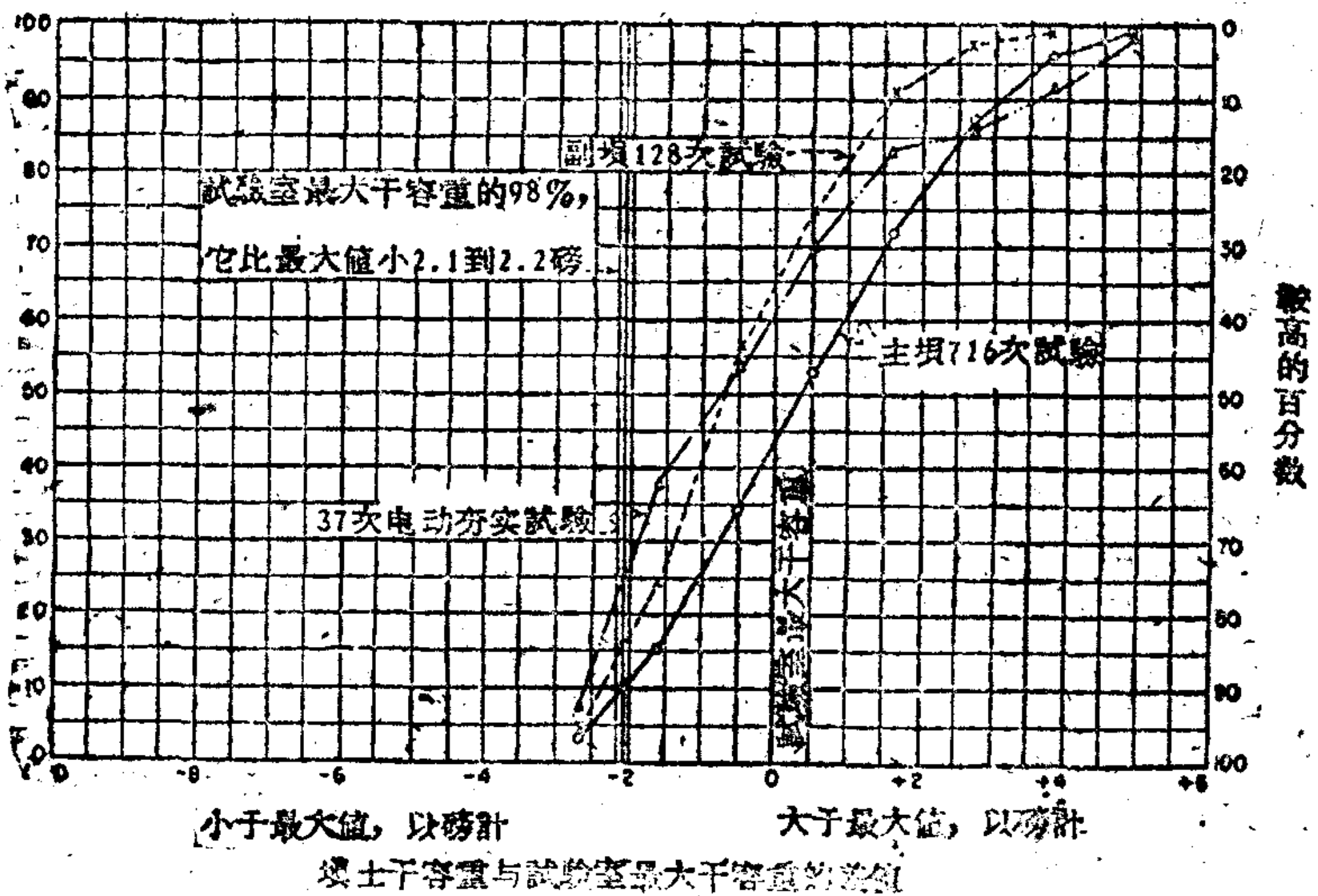


图3 葛兰多主、副坝的干容重控制

可以估算出真实的标准误差约为 ± 0.9 。要将含水量控制在这样狭窄的范围内，只有在取土场中事先调整到接近最优含水量。在所耙挖的 8 到 12 呎厚的泥粘土土层中，调整含水量的工作做得很好，该土层下为透水土料。

图 2 中还表示了副坝的 128 个试验和 37 个电动夯实试验的曲线。这些不透水土料的控制曲线与主坝的曲线相当接近。

小于试验室最大干容重 98% 的试验次数占有所有试验次数的百分比，已经示于图 1 和 3 中，图 1 表示了各阶段的百分数，图 3 表示了总共土方量中的百分数。在图 3 中，对电动夯实而言的控制曲线应加以说明，因为对此土料的夯实规定和对碾压的规定相同。夯实的土料容重虽然没有象碾压的土料容重那么大，但是它小于最大干容重 98% 的数量仍旧是很小的。主坝和副坝的控制曲线的差异，可能是由于副坝土料的填筑含水量略高之故(图 2)。

主坝和副坝的不透水土料是用两台羊足碾碾压的。两台羊足碾的羊足形状虽然不同，但是从下列资料看来，它们的碾压效果基本上是相同的。

葛兰多坝碾压工具的规格

碾筒数目	2	2
碾筒长度	72 吋	72 吋
碾筒外径	60 吋	60 吋
羊足形状	方形	圆形
每一碾筒上的羊足总数	144	144
羊足尖端尺寸	$2 \frac{1}{2} \times 3$ 吋	3 吋(直径)
羊足尖端面积	7.5 平方吋	7.06 平方吋
羊足的长度	$9 \frac{1}{2}$ 吋	$9 \frac{1}{8}$ 吋
离碾筒表面 6 吋处的 羊足面积	9.38 平方吋	8.00 平方吋
离碾筒表面 8 吋处的 羊足面积	8.12 平方吋	7.00 平方吋

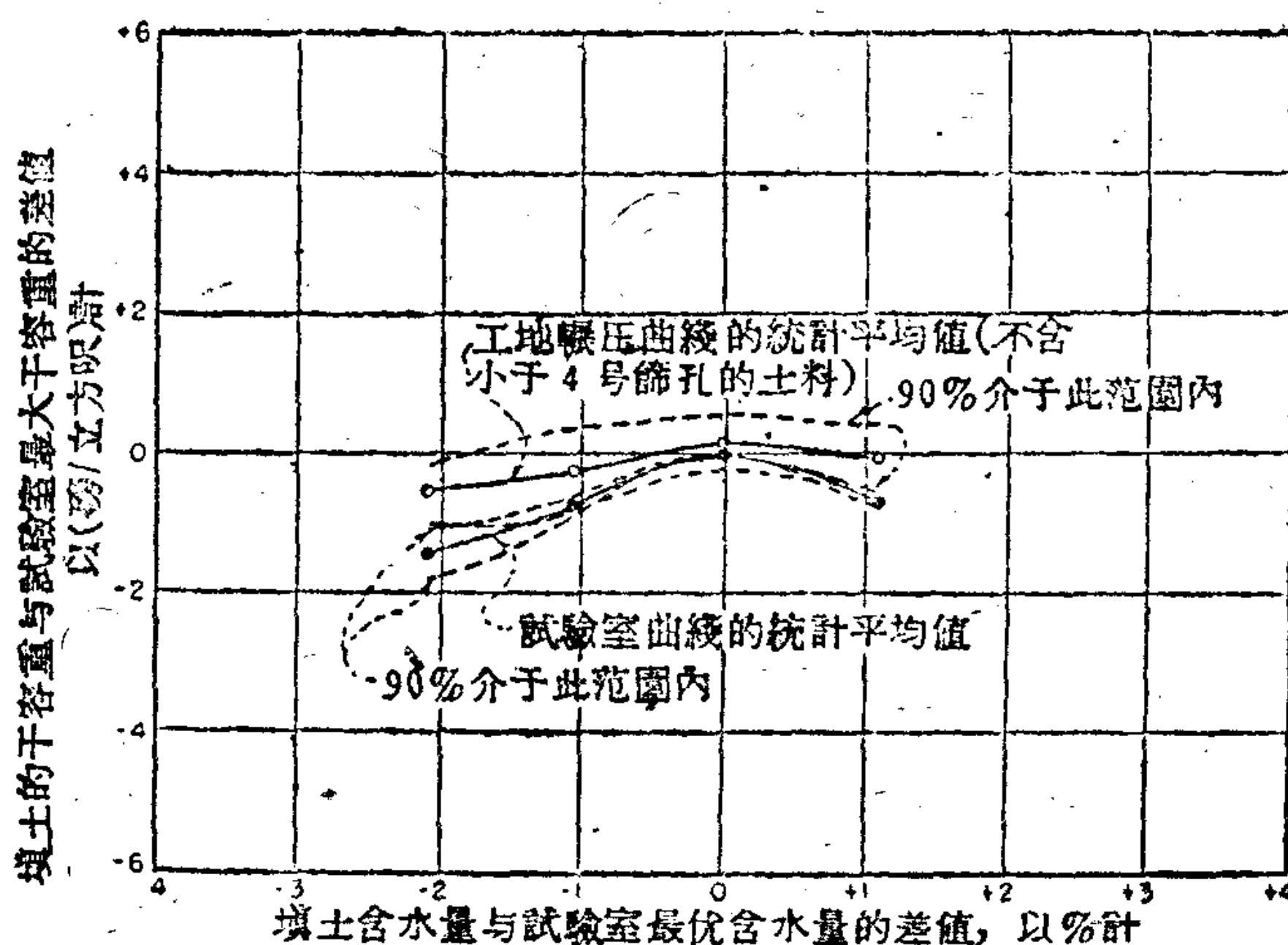
每一羊足所占据的輥筒		
面积	94.3平方呎	94.3平方呎
相邻两羊足間的距离	12吋	12吋
两輥筒間的距离	12吋	14吋
空輥筒的重量	26,500磅	21,450磅
加在輥筒中的重物	砂和水	砂和水
加了重物后的輥筒重量	49,750磅	48,614磅
輥筒重被所有羊足的		
总面积除	23.03磅/平方呎	23.91磅/平方呎
刮泥板	前后都有	前后都有
框架类型	振动	振动
消压閥	—	有

不透水土料控制工作的完整的分析，就是将对主坝和副坝的輥压曲綫进行統計分析。这些輥压曲綫是按照希尔夫〔参考文献6〕1956年介紹的方法繪制的。繪成的曲綫示于图4和5中。

除了在工地进行了含水量和容重的控制試驗外，从主坝的不透水I坝区采取45个試样进行渗压試驗；在副坝的不透水坝区中做了10个渗压試驗。这些試驗提供了土料的渗透性資料，并且还能不断校核以往所确定的含水量上下限是否准确。試样在受到相当于填土荷重的压力后，其饱和前后的变形情况，可以用来校核含水量下限。其它試驗資料可用于估算每一土样所能出現的孔隙压力。

渗透試驗結果的一些統計結果是很有意思的，茲說明如下：有一个試驗結果是1.4呎/年；渗透系数小于0.05呎/年的試驗次数占总次数的56.5%；小于0.10呎/年者占78%；小于0.2呎/年者占91%。

在图2中可以看到，进行渗压試驗的諸試样的开始含水量分配情况，和坝身填筑含水量的分配情况相接近。因此，每一土样可以假定它代表約30,000立方碼填土。因为含水量在小于最优含水量2.2%以下时并没有做过試驗，所以若在饱和后出現附加沉陷，則沉陷量一定很小。这一結論已經为55个試驗成果的分析結



注: 所试验的土料中不含小于4号筛孔的土料可略而不计

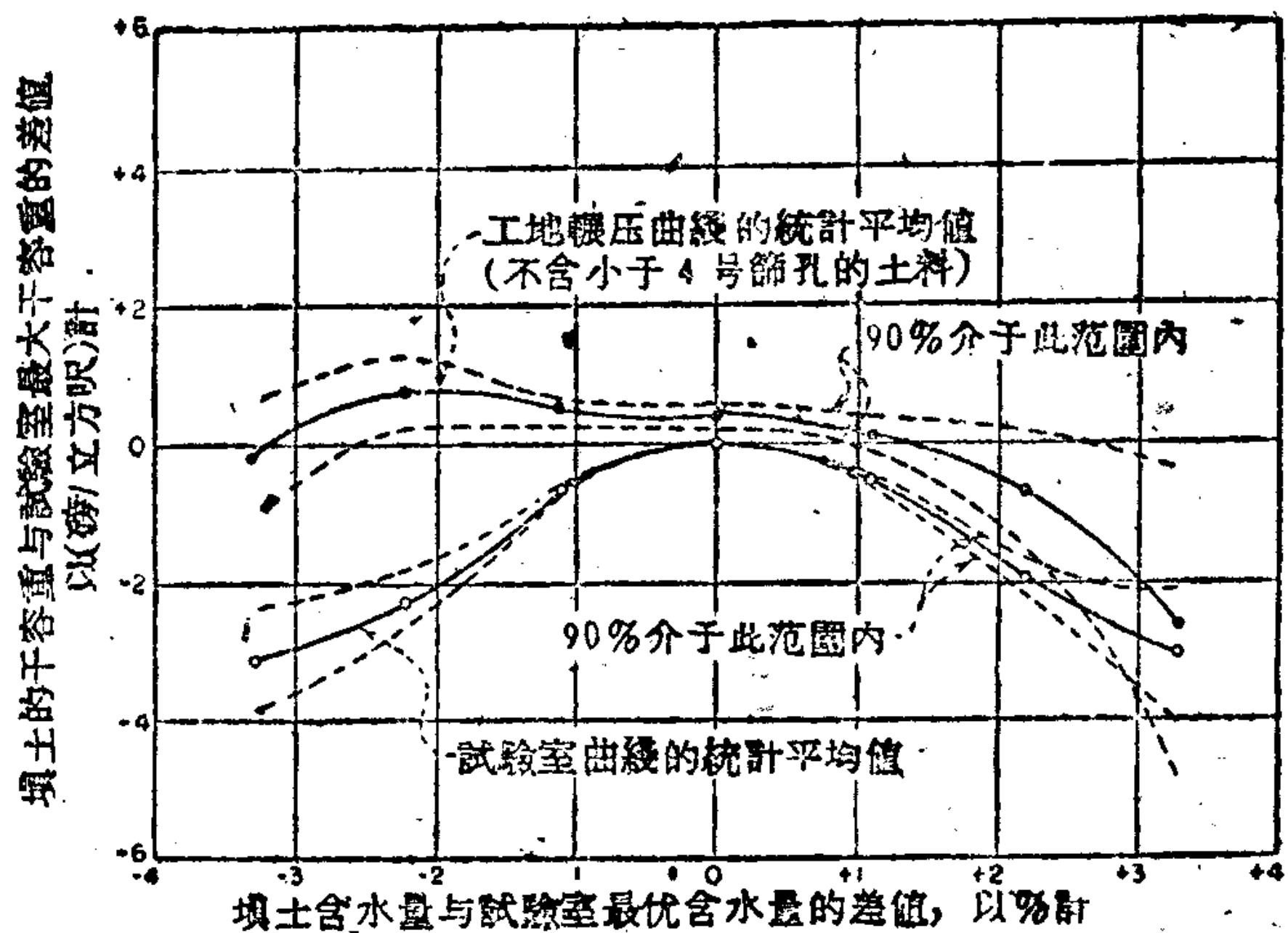
填土含水量与试验室最优含水量的差值, 以%计			在填土含水量下, 试验室干容重与试验室最大干容重的差值 (磅/呎 ³)			在填土含水量下, 试验室干容重与工地填土干容重之差值 (磅/呎 ³)		
上下限	中间值	n	平均 $\bar{x}$	标准误差 σ	偏离度 s_k	平均 $\bar{x}$	标准误差 σ	偏离度 s_k
-2.7~-1.7	-2.2	9	-1.44±0.34	0.13	+0.88	-0.88±0.39	1.46	-0.23
-1.6~-0.6	-1.1	30	-0.75±0.09	0.28	-0.72	-0.52±0.61	1.94	+0.02
-0.5~+0.5	0	27	0±0.00	0	0	-0.06±0.38	1.18	-0.06
+0.6~+1.6	+1.1	24	-0.72±0.08	0.24	-0.71	-0.63±0.49	1.38	-0.06

90%介于±的范围內

图4 葛兰多主坝碾压曲线与试验压实曲线之间的统计关系

果所证实。只有两个试验的附加沉陷为0.2~1%。如此微小的沉陷可能是由于试验技术上的缺点, 而并不是真正的沉陷。

根据试验结果所估算出来的可能的孔隙压力, 变异颇大。相差较大的原因之一好象是由于在渗压仪中所测得的体积变化不一



注：所試驗的土料中不含小于4号篩孔的土料可略而不計

填土含水量与試驗室最优含水量的差值，以%計		試驗次数 (总共656次)	在填土含水量下，試驗室干容重与試驗室最大干容重的差值(磅/呎 ³)			在填土含水量下，試驗室干容重与工地填土干容重的差值(磅/呎 ³)		
上下限	中間值		平均	标准誤差	偏离度	平均	标准誤差	偏离度
		n	$\bar{x}$	σ	s_k	$\bar{x}$	σ	s_k
-3.8~-2.8	-3.3	18	-3.16±0.75	1.81	+0.22	-2.94±0.84	1.98	-0.70
-2.7~-1.7	-2.2	53	-2.34±0.42	1.82	-0.44	-3.02±0.53	2.26	-0.65
-1.6~-0.6	-1.1	206	-0.79±0.05	0.43	-0.56	-1.23±0.23	1.97	-0.34
-0.5~+0.5	0	248	0±0.00	0	0	-0.39±0.19	1.79	+0.44
+0.6~+1.6	+1.1	110	-0.67±0.07	0.43	-0.27	-0.77±0.28	1.74	-0.18
+1.7~+2.7	+2.2	15	-1.95±0.25	0.54	-0.74	-1.28±0.89	1.89	+0.14
+2.8~+3.8	+3.3	6	-3.05±0.97	1.08	+0.46	-0.38±2.28	2.53	+0.46

90% 介于土的范围內

图5 葛兰多副坝輾压曲綫与試驗曲綫之間的統計关系

致。然而，如果假定試样是有代表性的并且承認表觀的試驗值，那么发现孔隙压力系数小于20%的試驗次数約占总共試驗次数的66%，小于55%的占87%。

对透水2填区的土料并没有进行剪力和固結試驗。将此土料的級配曲綫与以往試驗过的土料相比較后，发现当它的相对密度

为0.7时，它的摩擦系数至少是0.7。在此土料内进行了57个工地容重試驗后，发现平均的相对密度为97%。在施工初期，曾在2填区对取土場中取出的透水土料进行大量的試驗，結果发现相对密度大于100%。这就說明工地的压实方法比試驗室标准方法有效。此土料含有大量泥沙細粒，对这类土料而言，工地的相对密度往往大于100%。在这种填土中挖取容重測定孔时，很难避免泥沙細粒向孔中挤或向孔外挤，因而所測得的体积就有誤差。然而，采用表觀的試驗值，也能获得很好的容重試驗結果。

2. 地基处理和取土場操作

我們已經討論了对填料所需进行的控制工作。为了保証土填造得合适，曾制訂了許多步驟并作了許多試驗。然而，就填基的处理來說，还没有这样的措施能够使施工人員实施設計和規範的規定。

設計人員需根据他对地質报告和鉆探試驗报告的評價，决定出地基的处理方法。現在我們的鉆探方法是有一定缺点的，設計工作还必须以仅代表一小部分地基的土样为依据。从試坑中取得的土样往往并不代表实际情况，此外，在实际开挖基础时所觀察到的印象往往与在鉆探过程中从土样中所觀察到的情况完全不同。因此，施工工程师应熟悉設計准則，才能进行必要的施工控制，以滿足設計和規範的要求。在极大多数的場合下，設計和規範只能对地基的处理作出一般性的規定。

在施工中，設計和規範必須对常常出現的許多不易預先知道的情况广泛地作出規定。为了保証地基处理得合适并且不超出設計規定，需要充分的經驗和判断。設計人員在規定了所有要求后，施工工程师必須随时和設計人員合作，修改一些次要的設計，使設計能符合施工情况。施工工程师应保証他所制訂的控制工作規定能滿足但并不超过設計要求。他还应保証开挖工作在實質上改进了地基，并且当开挖費用与收益相比較后，对化費的錢能进行合理的評價。他应記住开挖地基的目的，也就是說其目的

是要增加稳定性，还是减小渗透性。

某些地基的地质条件能明确地肯定，因而地基的处理范围易于确定。在这样情形中，控制工作要求将基岩以上或易于识别的土层以上的所有土料完全挖掉。

风化层或碎裂层很厚的地基，控制工作进行极为困难。要挖掉所有的风化或碎裂土料，从经济观点上说是行不通的，在这种情况下，开挖费用应该和改良地基的费用相适应。在有些场合下，实际的方法可将推土机所能开挖的土料全部挖掉。在另外一些情况下，可以将自然容重小于某数值的土料全部挖掉。美国中西部黄土的自然干容重若小于80到85磅/立方呎，那么它在饱和后会固结很多，在填筑土坝之前，应将它挖掉或使之饱和。有些地基所需的最小容重，应根据坝身土料的容重来决定。

尽量利用从地基中开挖出来的土料，能节省许多费用。在许多工程中，为了能够尽量多利用从坝基和建筑物地基中开挖出来的土料，所设计的坝有一杂料坝区。由于适用在杂料区的土料视坝内其它区域的土料而定，所以施工工程师必须熟悉设计者对杂料区土料的要求。因为从地基中开挖出来的土料差异很大，施工工程师必须决定何种土料有用或没用。饱和土料或巨大漂砾和细粒土料的混合物，若不经过处理最难利用。工程处对开挖出来的土料，必需有充分了解，才能使这些土料最有利地适合设计原理。

设计和规范都要求不透水坝料在干燥时填筑。在文字上当然不容易说明“干燥”一词。在水位下开挖，排水设备通常不能排除基岩和砂砾接触面上的水分。有时候，在岩基中有泉水涌出，灌浆就不能有效地进行。在另外一些地基中，渗入基坑中的水量并不太大；排水系统的费用也不太高。通常都是将渗入基坑的水引导到排水明沟或排水瓦管，然后将水抽出。当坝身填筑到一定高程，而不致再出现渗漏时，应在排水沟管内灌注粘土和水泥浆。

当地基粗略地开挖完毕后，施工工程师必须确定坝身和地基接触面的整平程度。对坝身不透水区下面的地基表面应特别小心地整平，以保证接触面不为漏水通道。整平工作应取决于地基土