

工业建筑 设计经验选集

建筑工程部設計总局編

建筑工程出版社

工業建築設計經驗選集

建筑工程部設計總局 編

建筑工程出版社出版

• 1957 •

內容提要 本書比較詳細的介紹了工業建築設計方面的幾個重要先進經驗。對埋有古墓、古井、古坑等大孔性土壤的複雜地基提供了處理方法；研究了工業廠房的屋面、門窗、地面、隔斷、建築形式等分部設計和設計標準，以及如何編制工業建築設計技術條件等問題；着重的介紹了國外設計對有害物發散量、通風量、排氣量及有關太陽輻射熱量等問題所採用的先進計算方法。在附錄中介紹了工業建築設計技術條件和結構標準構件的具體內容。

本書可供有關工業建築設計單位的工程師、技術員，以及建築專科學校、科學研究部門等參考。

工業建築設計經驗選集

建築工程部設計總局 編

*

建築工程出版社出版（北京市東城門外南禮士路）

（北京市書刊出版業營業許可證出字第052號）

建築工程出版社印刷廠印刷·新華書店發行

書號 427 字數 55千字 737×1092 $\frac{1}{32}$ 印張 2 $\frac{1}{2}$

1957年3月第1版 1957年3月第1次印刷

印數：1—8,500冊 定價（10）0.38元

目 錄

某廠建筑的地基处理.....	5
某廠建筑設計的經驗.....	18
采暖通风設計介紹.....	26
对苏联采暖通风技术設計的体会.....	32
对国外設計的体会.....	39
怎样編制工业建筑設計技术条件.....	45
附 录	
工业建筑設計技术条件.....	51
結構标准構件介紹.....	73

編輯的話

建筑工业在实现我国偉大的社会主义建設計劃中，担负着重
大而艰巨的任务。为了适应国民经济日益发展的需要，全面地完成
国家工业建設計劃，在建筑設計部門貫徹多、好、快、省的設計原
則，提高工业設計質量，已成为当前重要的課題。过去几年来，在
苏联专家的具体指導下，我們的工业設計質量已經逐漸的有所提
高，并在这方面积累了一些經驗。为了及时和广泛的推广工业設計
中的先进經驗，进一步学习苏联工业設計中的科学成就，我們特將
56年3月間，在建筑工程部設計总局召开的工业建筑設計經驗交
流会中的資料进行了整理，并將其中有关“某廠建筑的地基处理”、
“采暖通风設計介紹”、“对国外設計的体会”等八篇稿件，編成这本
“工业建筑設計經驗選集”。这些資料，不仅對我們及时地吸取先
进的設計經驗，解决工业設計中一些比較复杂的技术問題有很大的
帮助，同时，它对提高建筑物的質量，降低工程造价，加速工业建
設的速度等，也有重大的作用。

1956年7月14日

某廠建築的地基處理

周 永 源

一、廠區地質情況

廠區的地形比較平坦，西南部比東北部略高，坡度約為 $\frac{1}{1000}$ 。

地表面以下的土層情況大概如下：

第一層是黃褐色和棕褐色的砂質粘土，厚度約為0.5~3.0公尺，這一層是最近四、五百年內的洪積——坡積而成的，密度較小，是大孔性的土壤。在西北部較薄，東南部較厚，這一層土的表面都種植庄稼，耕土厚約為30~50公分。

第二層是深棕褐色、褐色或黑褐色的粘土層，厚度約為1.5~3.0公尺，也是大孔性土壤，但密度較大。這一層在四、五百年以前有很長的一段時期暴露在地面上，古代的人們曾在這一層土上生活和耕作過的，因此，我們把這層土的表面叫做“古老地表”。

第三層是一層較厚的黃褐色和棕褐色的砂質粘土，其中夾有二層粘土層。總計厚度約為13~14公尺，也是大孔性的土壤。

第四層是卵石層，鉆探至4公尺深尚未穿過這一層。

地下水位一般在離地面14公尺左右。

根據勘測報告土壤分析的結果，該地區的土壤大部分屬於一級大孔土；小部分屬於非下沉性的大孔土；極少部分屬於二級大孔土。

根據土層分布的情況來看：第二層是密度較大的大孔性粘土，這種土質侵水後的沉陷性是不大的，而且滲透系數也很小，能夠防止地面水滲入粘土層下面的大孔性砂質粘土層，所以第三層的大孔性砂質粘土層也不至於有較大的沉陷。只有第一層大孔性砂質

粘土层才可能在荷重下侵水,并有較显著的沉陷。

綜合上述情况分析:該地区的地質条件并不算很坏,而且我們还有苏联在大孔性土壤上建造房屋的丰富經驗可供参考,因此,在大孔性的土壤上建造工厂还是可能的。

二、古墓情况

廠区地基中埋藏的古墓很多,根据不完全统计,在甲廠的90万平方公尺的钻探面积中,計有古墓 1,500 余个,按其形状大致可分为以下三种类型:

第一种类型是具有墓道的古墓(如图 1 所示):由地面(古老地表面)挖一个槽,槽底为斜坡,在墓道尽端挖一空穴作为墓室,將

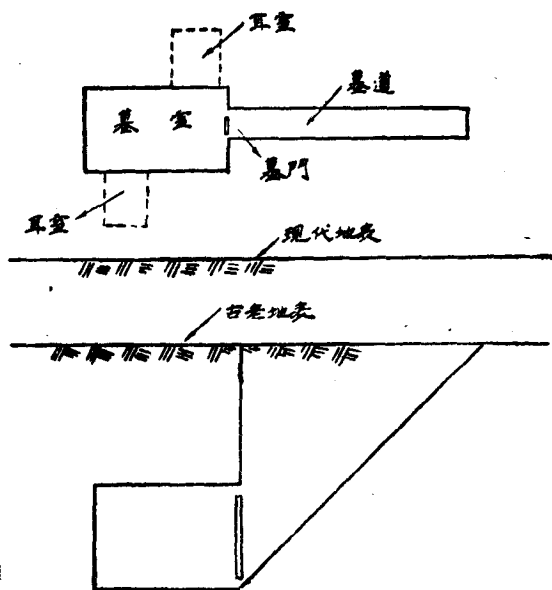


圖 1

屍体由墓道运入墓室以后，在墓室与墓道交界处用磚或石砌筑墓門，并將墓室封閉，然后再將墓道用土壤回填，有些墓室的兩边尚設有一、二个耳室，放置器皿等物，一般墓室与耳室都沒有磚襯里的，极个别的墓室与耳室有磚砌体襯里。

墓道的寬一般为 $1 \sim 1.5$ 公尺，長 $5 \sim 9$ 公尺，墓室寬一般为 $2 \sim 3$ 公尺，長 $3 \sim 5$ 公尺，墓底离現在地面的深一般为 $5 \sim 7$ 公尺，最深为 11 公尺。

第二种类型是具有豎井的古墓(如图 2 所示)：这种古墓的墓室構造与第一种类型相同，只是把斜坡的墓道改成垂直的豎井，屍体由豎井运入墓室后，把豎井用原土回填。

第三种类型的古墓是一种实填的墓坑(如图 3 所示)：由地面向下挖一長方形的坑，將屍体放入以后，即將原土填实，这类古墓一般較小較淺。

在廠区发现的古墓，多数是属于第一种类型。由于年代較久，

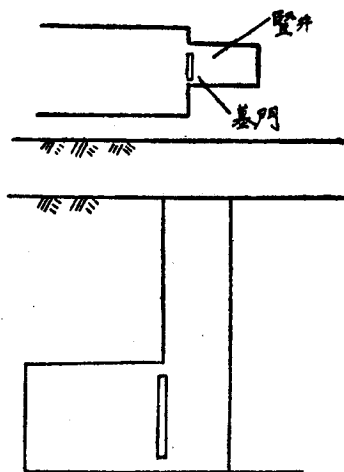


圖 2

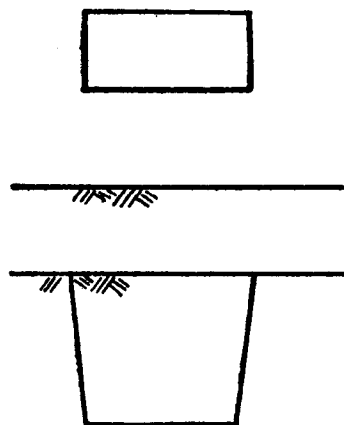


圖 3

经过長期的雨水侵入,多数墓頂以上的土已坍塌,或被泥水淤塞,仅有少数古墓尚在墓頂处留有空隙未被淤塞。古墓內的土壤一般比較松軟,湿度較大。因此,直接在古墓上砌筑基础显然是不相宜的。

除了古墓以外,在廠区地基內尚发现古井、古坑等地下物800余个。

古井的直徑一般为1~2公尺,深度自地面往下至10公尺尚未見底,井內亦为碎磚、杂土、淤泥所填塞,土質很不均匀。

古坑、古河道是古代的窪地,目前已被四、五百年来的洪积——坡积的一层砂質粘土所复盖,所以在古坑、古河道处的上层砂質粘土比較厚。这些古坑、古河道的存在,也都使地基处理趋于复杂。

三、探墓的方法

古墓、古井、古坑、古河道等地下物都是埋藏在古老地表以下,上面已被四、五百年来的洪积——坡积而成的表土层所复盖,所以要查明这些古墓等地下物的情况,却是一件很繁重的工作。

探墓工作是采用了鉆探的方法,在建筑物或結構物的下面每平方公尺布置了4个探孔,根据探孔內挖出的土壤来鑑別有否古墓。

探墓时用的工具是过去当地盗墓人使用的。構造很簡單,是一种半园形的鉄錘。鑑別錘探出来的土壤,以判断有否古墓的方法也是沿用了过去盗墓人的方法,按50公分一个孔,依次錘探,一般在沒有古墓的地方,錘探至古老地表后應該立即发现未扰动过的粘土,否則在該孔內即有遇到古墓、古井、古坑的可能,在这种情况下,应在这些探孔附近加密加深錘探,繼續詳細鑑別土壤情况,埋藏深度,以鑑定遇到古墓、还是古井或古坑情况。同时也可以探明这些古墓、古井、古坑的埋藏深度、形状和尺寸。例如下图

中，地下埋有古墓，探孔①、②、③至古老地表时，即发现未經擾動的粘土，探至第④、⑤孔至一般古老地表时，仍未发现未經擾動的粘土，因此，就可以懷疑下面有古墓、古坑或古井等地下物。於是再繼續加深，至发现未擾動的土壤为止，待⑥、⑦、⑧、⑨这些孔探出后，即可以知道这是古墓的墓道了，於是再探⑩、⑪、⑫孔发现下面的墓室，探至第⑬孔时，已可确定古墓的大小(如图4)。

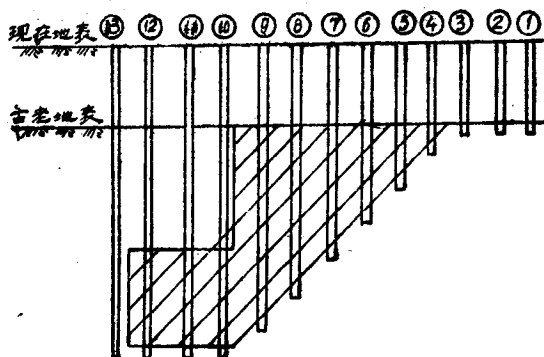


圖 4

根据以上情况，古老地表以上的一层土壤已完全被探孔所破坏，假如这些探孔能够很好的回填，那末情况还可以好一些，但是由于当时負責探墓的單位沒有經驗，曾在探孔中填入砂子，使这层土壤有侵水的可能。以后經苏联專家指出，虽然改用砂質粘土回填，并用鉄錘夯实，但終因工作量太大，管理不严，以致有些探孔回填得不够好，甚致有一部分探孔根本就漏填了，因而使上层土壤不可能被利用作为天然地基。

经过这样的探墓工作后，虽然基本上已把地下埋藏的古墓、古井、古坑等探清楚了。但是还不能保証百分之百地不漏掉。所以在基础施工进行挖槽到底的时候，还必须由有經驗的探墓工人复

查一遍，从而保證基础底下不致于漏掉古墓。

四 古墓处理

由于古墓內的土壤比較松軟，而且有些古墓还有空隙，假如不加处理而直接把基础砌筑在上面，那必然会引起建筑物的大量不平均的沉陷。

因此，古墓的問題必須郑重考虑，进行具体的研究和分析。

我們在研究古墓处理問題时，提出的方案很多，有些同志主張把基础筑至古墓底以下；有些同志主張打樁来加固地基。但是考虑到这些方案費用較大，并受机械供应与施工进度之限制，不易办到。所以还是考虑把古墓挖出后，再用好的材料回填。在采用回填材料的問題上，有各种不同的意見，有些同志主張用70—90号鋼筋混凝土回填，有些同志主張用灰土或水泥土回填，也有人主張用素土回填，最后我們采用了素土回填的办法。因为素土回填后的質量与原来土层比較接近，这样就可以避免大量的不平均沉陷，而且也比較經濟。

为了保證回填土的質量，我們在苏联专家的帮助下，定出了一个回填土的技术条件，規定了在砂質粘土要求回填后的空隙度为38—42%，这是一般人工夯实土壤可能达到的要求。同时在这样的回填土上建筑基础，其耐压力可以采用到2公斤/平方公分。

为了帮助施工單位易于达到这一要求，技术条件中还建議回填用土壤的含水量不要超过20%，并須分层夯实，每层（松散时）的厚度不超过30公分。

为了能檢查回填土的質量是否合乎要求，在技术条件中还包括另外一个主要部分——試驗紀录。要求每隔1公尺厚的回填土取一个土样試驗其空隙度，并把經驗結果作成紀录，作为驗收所依据的技术文件。

施工單位根據這一技術條件已經做到令人滿意的結果，在工地採用的夯實工具是南方一般夯土用的“木人”，斷面為30公分×30公分，長約1公尺的方木，重量約70~80公斤，用8~10個工人夯打。落程高約50公分，這樣交疊依次夯打，大約夯打6遍即可達到設計要求。

從以上的情况来看，用素土回填古墓的方法是完全可靠的，這就改變了設計人員過去對人工回填土的不信任態度。

五、地基處理

根據上面所講到的廠區地質情况来看：表面為0.5~3公尺厚的一層砂質粘土是比較不緊密的，其壓縮性很不均勻，並為較密的探墓孔所破壞，所以不能直接採用這一層土壤作為天然地基，然而在大多數車間的範圍內，這一層土壤的厚度都在2.5~3.0公尺，如果放棄這一層土壤不用，而把基礎都砌築到2.5或3.0公尺以下的粘土層上，就必須消耗大量的混凝土。因此又針對這一問題進行了討論研究，結果決定將比較重型車間（例如鍛工車間）的基礎築到粘土層上，而將一般車間的基礎只築到設計地面以下1.75公尺處，在基礎底面與粘土層之間做了一個墊層（這一墊層也是採用處理古墓的辦法用素土分層夯實回填而成的），其寬度比基礎底面每邊都放寬50公分。在墊層上的土壤計算耐壓力採用1.8公斤/平方公分，邊緣的最大耐壓力為2.0公斤/平方公分。

這樣所有車間基礎下的主要受力層就具有均勻的壓縮性，從而保證建築物不致有大量的不平均沉陷（如圖5）。

在基礎底下如遇有古墓、古坑等地下物時，為了保證這一單獨基礎下的土層具有均勻的壓縮性，使基礎不致由於壓縮不均勻而有所傾斜，我們規定了當基礎底面一部分位在古墓、古坑上，而另一部分不位在古墓、古坑上時，必須把基礎底面範圍內的土層全部

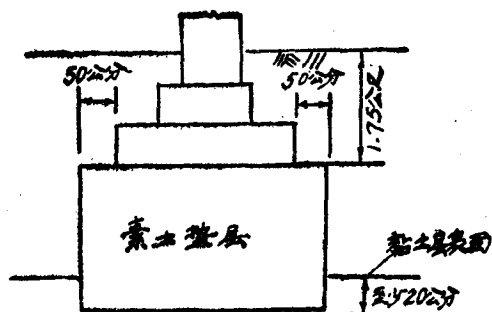


圖 5

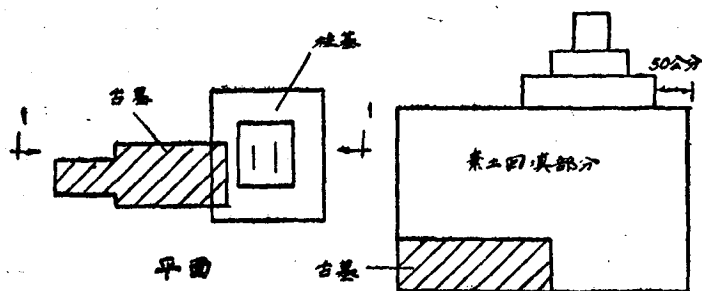


圖 6

挖深至古墓或古坑的底,然后再連同古墓、古坑一起 夯层回填(如图 6)。

当基础直接位在古井上时,考虑到古井很深,而同时在相当深度以后,古井內的松软土壤不致引起基础大量的下沉,所以只把基础底下二倍基础寬度那样的深度部分加以处理,以下的部分就不必再进行处理了(如图 7)。但是在离开基础中心 3 公尺以內的古墓、古坑、古井仍須加以处理,因为这些古墓、古坑、古井等地下物会对基础有不利的影响。

在 1955 年苏联的建筑法規中,已規定所有房屋与結構物的天

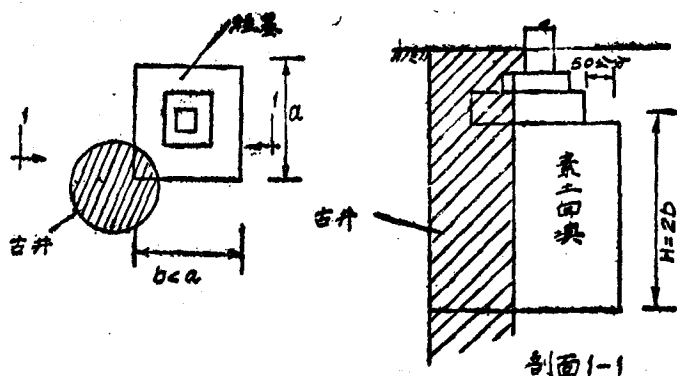


圖 7

然地基应按照第二种界限状态,也就是按照地基的变形来计算,只有在土壤为水平均匀,并自基础底面以下5公尺深度内的土质的压缩性不增大的条件下,一般的房屋才允许用法规中规定的土壤耐压力来计算地基。

某厂的地基设计工作,是在设计总局苏联专家阿布拉莫夫同志的具体指导下进行的,专家在考虑地基问题时,主要是控制建筑物的可能的下沉量,根据专家的經驗,建筑物的不均匀下沉量可能达到基础总下沉量的 $\frac{1}{2}$,因此,计算出基础的总下沉量,就可以估计出不均匀下沉量的大小,从而再来考虑这样的不均匀下沉量对建筑物有无影响,所以,根据柱子的荷载,基础的大小,以及土层的压缩性能来计算基础的可能下沉量,是比较合理的。

专家建议我们采用计算的下沉量不要超过5~8公分。经我们计算的结果,一般基础的可能下沉量在3公分左右。这可能是由于计算资料的不足,对某些复杂的因素可能还没有考虑到,所以实际下沉量也许还会大一些,但是估计不致超出8公分的数值,由此可见,我们的设计是比较合理的。

六、用重錘機械表面夯實土壤加固地基的方法

这种加固地基的方法，就是将槽挖到基础底面标高后，不再下挖，并在槽底用 1~2 吨重的大吊錘（用吊車吊高 3~4 公尺）进行夯打。

根据苏联资料，这种加固方法适用于湿度小（饱和度最好不大于 0.7）、压缩性不均匀、孔隙度大、易于沉陷的黄土类土壤。錘重 1~2 吨，用钢筋混凝土制造，用吊車吊高 3.5~4 公尺，在基础槽内依次交疊进行夯打，一般夯打 5~10 遍以后，就可以把土壤表面 1.5~2.5 公尺的土壤夯实，这样就可以减少黄土类土壤的下沉量，避免不平均的下沉。

我們在廠区进行了这种方法的試驗，錘的重量是 1.8 吨；底面直徑是 1.20 公尺；高 90 公分；用 200 号混凝土制作；中間配有鋼筋網；采用履帶式的吊車进行夯打；落程为 3.5~4 公尺，一般夯打三遍以后，土壤并不下沉，而在兩边湧起，成为橡皮形狀（如图 8）。分析出現这种形狀的原因，主要是因为雨季以后进行的試驗，土壤含水量比較大，而我們所要夯实的一层土，是在粘土层上面 1 公

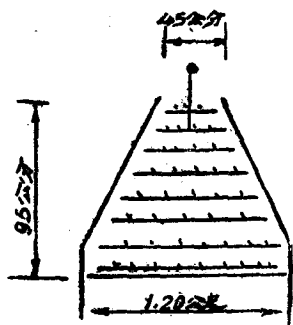


圖 8

尺許的一层砂質粘土，由于粘土层的透水性很小，所以雨水不能透入粘土，致使粘土层上面这一部分土的含水量特別大，在这层土上的饱和度約在 0.8 左右。因此，这层土一經夯打，就很容易达到飽和状态，变成柔軟可塑的現象，使土壤的耐压力大为减低。

經專家研究以后，認為在这样条件下用重錘夯实来加固地基还是可能的。不过不能夯得太多，重錘也不能提得太高，絕對避免夯到使土

壤起塑性变形的状态。当土壤內含水量过大时，須在挖槽后将槽底在太阳下晒1至2天，使土壤表面的水分蒸发掉一些。这样槽底1公尺左右的土壤还是可以夯实。某廠有一个車間的地基就是按照这一方法进行处理，重錘吊高只2公尺，夯打2~3遍，結果很好。

重錘机械表面夯实土壤加固地基的方法，是最近苏联創造出来的經驗。在苏联已在各工程中广泛地使用，并且已正式列入1955年頒布的建筑法規中，作为处理大孔性土壤的有效办法。这种夯实的方法，在我国今后的建筑工程中，亦將获得大量的推广和应用。

七、考虑地基对上层建筑物的影响

地基問題必須与上层建筑物联系起来考虑，但是在工业建筑中則与民用建筑有所不同，在民用建筑中有很多类型的建筑，由于柱距比較小，內部跨度也比較小，层数較多，并且大部分用磚牆承重，所以很容易加强建筑物本身的剛度，从而抵抗不均匀沉陷。而在工业建筑中，尤其是單层的工业廠房，柱距与跨度比較大，不可能設計条形基础或采取其他措施来加强建筑物的剛度，以抵抗基础的不均匀沉陷。因此，在工业廠房設計中，必須設法防止廠房由于地基不均匀沉陷所引起的不良影响。

我們在某廠的設計中，主要考虑了以下几点：

1. 使采用的廠房主要承重結構的形式不致因地基不均匀下沉而受到破坏，所以一般的承重結構都采用了靜定的結構，屋架和梁都是簡支在柱子上。这样，虽然有了不均匀的下沉，主要承重的結構構件也不会因有强大的超应力而破坏。

2. 使廠房的吊車軌道，在建筑物有不均匀下沉时，可以調整而保持水平的可能。在一般鋼筋混凝土柱子的廠房，如柱子下沉，吊車梁隨之下沉，因而由于吊車軌道不平，而影响吊車行駛。

但是鋼筋混凝土柱子很重，不能抬高，所以只有把吊車軌墊高。在設計時必須考慮到由於車軌的墊高，而可能使吊車在屋架下面的淨空不夠用的情況。

在考慮地層下沉對上層建築物的影響時，我們感到柱子與屋架等主要承重結構不致會破壞，但附設在這種承重結構的圍護結構，例如車間的外牆、屋面等，很可能由於主要承重結構的變形而發生裂縫。我們曾以此征詢蘇聯專家的意見，專家認為建築物發生裂縫是常有的事，一般來講裂縫終是不好的，最好能夠在事先考慮避免，但在裂縫發生以後，即應注意觀察它發展的情況，檢查其發生的原因，然後再考慮如何處理。一般車間的外牆都是自承重的牆，因此，發生裂縫對房屋主要承重亦沒有較大影響，因為建築物下沉到相當時期即會停止下沉，那時再把磚牆修補一下，以後就不會再有裂縫了。因此，在考慮上層建築物在不平均下沉的影響時，主要是考慮承重結構，對於非承重的圍護結構在程度上是與主要承重結構有所不同，不能相提並論，否則設計人員在設計地基時就會犯錯誤。

八、沉 陷 觀 測

在複雜的地基條件下，或者在下沉性的大孔性土壤的情況下，建造建築物時，進行沉陷觀測是一件必要的工作，在蘇聯的建築法規或規範上都有明確的規定，蘇聯專家也特別重視這項工作，因為沉陷觀測不但可以對以後的地基設計提供資料，同時對被觀測的廠房本身也隨時提供下沉情況的資料，以便及時判斷下沉的程度與趨勢對建築物有何影響，是否需要採取措施來防止其下沉或補救建築物的安全。

在某廠的建設工程中，為了進行沉陷觀測工作，在專家的建議下，我們布置了數個永久水準基點，其構造如圖9，將直徑為 168 公