

5(3)8

95441

983643

基本図書

基本図書

爆扩桩基础

爆扩桩基础编写组

3)8
441

中国建筑工业出版社

本书主要介绍爆扩桩基础的设计和施工。从桩的选型与布置，单桩、群桩和承台板(梁)的计算，一般构造到成孔，爆扩大头，桩柱与承台的施工和质量要求，安全技术措施，质量事故的预防与处理等都作了较为详细的叙述。此外，还介绍了几种成孔机械，叙述了爆扩大头对邻近建筑物的振动影响，爆扩桩在动力设备基础上的应用以及静荷载试验方法等。

本书可供土建设计和施工人员、大专院校师生参考。

爆扩桩基础

爆扩桩基础编写组

*

中国建筑工业出版社出版(北京西外向东路19号)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京印刷六厂印刷

*

开本: 850×1168 1/32 印张: 4 3/8 字数: 113千字

1972年10月第一版

1972年10月第一次印刷

印数: 1-22,600册

定价: 0.41元

书号: 15040·3020

前 言

爆扩桩基础是我国广大建筑职工在伟大领袖毛主席亲自制定的“鞍钢宪法”和关于“我们必须打破常规，尽量采用先进技术”的光辉思想指引下，通过不断地实践，试验成功并日益推广的一项新技术。

过去，在建筑工程中，多数基础工程是人工开挖的，不仅土方、石方和混凝土的工程量大，工程造价高，劳动条件差，而且往往由于气候的影响，施工进度缓慢。大庆油田的建筑职工认真学习了毛主席的《矛盾论》和《实践论》等光辉著作，以工人阶级的先锋战士铁人王进喜为榜样，把高度的革命精神和实事求是的科学态度结合起来，经过反复实践，于一九六三年在工业建筑中首次采用了钢管爆扩桩。以后又进行了一百多次试验，克服了重重困难，终于试验成功了不带钢套管的爆扩桩，从而加快了施工进度，减轻了劳动强度，节省了基础费用。这项新技术很快地得到了推广，从用作一般民用建筑的基础发展到大型工业厂房基础，乃至动力设备基础；施工机械由手工的洛阳铲发展到了许多类型的小型成孔机、综合成孔机；从东北地区应用到土质极为复杂的西南地区。今天，爆扩桩技术已在我国辽阔的土地上开花结果。

在无产阶级文化大革命的推动下，为了系统地总结新经验，及时地交流新技术，冶金工业部于一九六八年召开了“基础工程技术革新经验交流会”，从而更加推动了爆扩桩基础的发展。本书就是在这次会议交流经验的基础上编写的。

本书初稿是由第七冶金建设公司、第一冶金建设公司、贵阳铝镁设计院等单位工人、技术人员和领导干部组成的“三结合”编写小组写成的。一九七〇年初分别在贵阳、武汉、成都、北京

VI

等地征求了有关单位的意見，并于同年在武汉邀請了武汉鋼鐵設計院、原建筑工程部第一工程局、第六工程局和西南建筑科学研究所等单位有关人員同原編写組組織了一个扩大的“三結合”編写組对初稿进行了討論与修改。这次付印前，又請西南建筑科学研究所、第一冶金建設公司、貴阳鋁鎂設計院有关人員作了一些修改。

“一个正确的认识，往往需要經過由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。”由于我們实践的局限性，加之調查研究工作做的不够深入，对爆扩桩基础的認識还是很肤浅的。因此，本书不可避免地会存在缺点和錯誤，希望广大讀者提出意見，以便再版时改正。

毛主席語录

我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行。我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

用心寻找当地群众中的先进经验，加以总结，使之推广。

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

目 录

第一章 概述	1
第二章 設計	13
一、选型与布置	13
二、单桩承载力的确定	16
三、群桩的計算	29
四、承台板(梁)的計算	32
五、一般构造	39
六、計算实例	41
第三章 施工	49
一、施工准备	49
二、成孔	50
三、爆扩大头	60
四、桩柱和承台施工	70
第四章 成孔机械	73
一、人工钻	73
二、螺旋钻机	75
三、小型振动钻机	79
四、綜合成孔机	82
第五章 质量和安全	90
一、质量要求	90
二、质量事故的預防和处理	91
三、安全技术措施	102
四、爆扩大头对邻近建筑物的振动影响	102
第六章 爆扩桩在动力設備基础上的应用	106
一、計算方法	106
二、計算实例	109
三、实测資料	112

Ⅶ

第七章 靜荷載試驗	114
一、試驗要求	114
二、試驗方法	115
附录一 采用爆扩桩基础的建筑物沉降观测要求	125
附录二 承台下地基土的作用	127

第一章 概 述

在伟大領袖毛主席关于“工业学大庆”的伟大号召下，全国工业战线掀起了一个学大庆的高潮。在大庆开出的爆扩桩这朵香花，很快就在全国各地結出了丰硕之果。目前，爆扩桩基础使用的范围相当广泛，不仅在一般粘土、亚粘土层中采用，也在夹有砂层或块石的土层以及夹有鋼渣、砖瓦碎片和垃圾的杂填土中采用；不但可以作为一般民用与工业建筑的基础，又可以用作冶金工业的燒結、煉鉄、煉鋼、軋鋼等系統的大型工业建筑和其他特种建筑基础，如1500吨貯仓基础、1654立方米热风炉基础、80米烟囪基础等；还可以作为受动荷載作用的基础，如3吨鍛錘基础和空压机基础；不但使用在一般装配式结构中，也可在对沉降要求比較高的建筑物中采用，如30×30米整体式現浇平台和多层多跨的框架结构等。

“有比較才能鉴别。”爆扩桩基础的使用范围之所以这样广泛，正是經過了反复的实践和多方面比較，証明爆扩桩基础和一般条形基础、独立基础相比，具有以下一些优点：

1. 显著地减少了土方工程量，挖土少甚至不挖土，减少土方量达50~90%；
2. 提高了基础施工的机械化程度，效率高，施工簡便，大大加快了施工进度，一般能縮短工期40~50%；
3. 改善了劳动条件，減輕了劳动强度，一般节省劳动力60%；
4. 降低基础工程造价30%左右。

几个工程采用爆扩桩基础的經济效果見表1-1。

此外，爆扩桩基础的适应性大，除軟土和新填土外，在其他各种地基中均可采用。施工机具可因地制宜选用。施工不受季节

爆扩桩与深基础的經濟效果比較表

表 1-1

序 号	工程名称	桩 (毫米)			桩 数 (个)	土 (米³)			鋼 (吨)			混 (米³)			劳 动 力 (工日)		
		D	d	H		深基	桩基	节约 (%)	深基	桩基	节约 (%)	深基	桩基	节约 (%)	深基	桩基	节约 (%)
1	热 风 炉 基础	1000	400	4000	105	4000	2000	50	157.5	93	41	2438	1286	47.4			
2	軋鋼車間 柱基	920	340	5000	120	3980	417	90	5.4	3.6	33	400	160	60	1329	427	68
3	原料倉庫 柱基	900	300	5800	186	3580	1350	62	7.02	1.90	73	811.2	463	47	3120	1145	63.3
4	鉄皮車間 柱基	800	300	5600	68	2400	120	95	0.9	0.8	11	154	108	30	1200	400	66.7
5	酸洗車間 柱基	1300	400	6200	90	443	205	53.5	4.92	0.93	81	92.2	34.2	63			
6	105 工程 柱基	860	220			1630	98	94	10.1	2.1	80	123	59	52	2811	556	80

注：第 5 項是以一个柱基础为单位比較的

条件的限制。因此深受广大建筑职工的欢迎。

但是，我們不能只看到优点，看不到缺点。說爆扩桩基础一切都好，这是不合乎事实的。况且，爆扩桩基础还是一项新技术，采用的時間还不长，不可避免地存在着很多問題，比如，还没有完全掌握爆扩桩的受力状态和性能，因而設計理論尚待进一步摸索和完善；成孔机械多种多样，还需要逐步选型定型；整个工程隐蔽于地下，难于直观检查施工质量等。随着人們的不断实践，这些存在問題必将得到逐步解决，爆扩桩基础的設計和施工技术将会不断得到提高和发展。

爆扩桩基础是由承台板（梁）和桩体构成。桩体又包括桩柱和扩大头两个部分（图1-1）。

桩柱用机钻（或爆扩）成孔，孔底放入炸药包，孔内浇灌适量的混凝土，然后通电引爆，孔底便形成一个象大蒜头形状的空腔，在爆扩后的瞬間里，钻孔内的混凝土落入孔底空腔底部，接着放置鋼筋骨架，浇灌桩体混凝土。这样就成为一根完整的爆扩桩。

承台通常是用鋼筋混凝土做成。一般为板式，也有梁式。承台的作用是将几根爆扩桩联成一个整体基础，以传递上部結構的全部荷載。

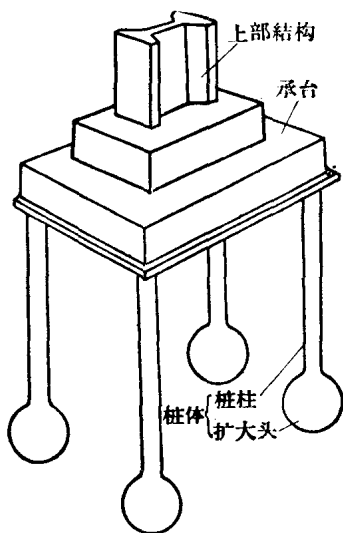


图 1-1 爆扩桩基础示意图

爆扩桩按桩的形状划分，有单桩（图1-2 a）、并联桩（图1-2 b）、糖葫芦桩（图1-2 c）和群桩（图1-1 e）。

按成孔的方法划分，有机钻成孔桩、爆扩成孔桩。

按桩的軸线方向划分，有垂直桩（图1-2 a）、斜桩（图1-2 d）。

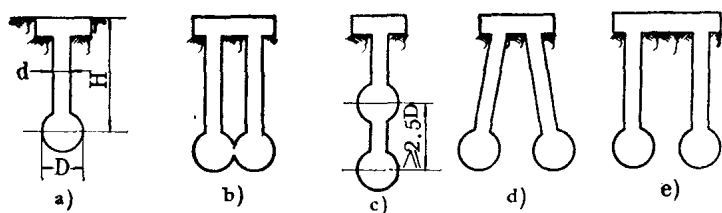


图 1-2 爆扩桩的类型

从爆扩桩的外形及其受力情况来看，它同时具有灌注桩基础和天然地基上独立基础的特点。爆扩桩的桩柱受力状态与灌注桩类似，扩大头与深埋独立基础相似。但是在它们之间又有不同的特点：

1) 爆扩桩扩大头的埋设比独立基础深。扩大头埋深一般在 3~5 米之间，最浅的也有 1.5 米。扩大头直径 (D) 与深度 (H) 之比 $\frac{H}{D} > 2 \sim 3$ 。

2) 扩大头近似于独立柱子的基础，桩柱是立在基础上的柱子，但桩柱的移动将要受到周围土的一定的限制。

3) 扩大头近似于一个圆球体，嵌固在持力土层中，扩大头底与持力土层的接触面呈一近似半球面或锅底形。

4) 爆扩桩基础的各组成部分（承台、桩柱和扩大头）是一个整体，不论在受力还是变形方面都相互影响，相互调整。

爆扩桩基础在垂直荷载作用下是怎样受力的呢？爆扩桩基础在垂直荷载作用下，是由桩柱周围的摩阻力和扩大头底部的支承力共同把外荷载传给地基。下面分别加以叙述。

1. 摩阻力。桩在整个受荷过程中，桩柱摩阻力所占全部荷载的比例是一个变值，变化情况如表 1-2 所示。当荷载较小时，摩阻力所占的比例较大。荷载继续增加，摩阻力随之增大，而所占比例则随之减小。荷载再继续增大，摩阻力值基本不变，但所占比例亦随之继续减小，此时外荷载的增加将由扩大头地基来承

受。在沉降量为20毫米时，桩柱摩阻力約占总荷载的10~20%左右。

在整个受荷过程中，摩阻力在桩柱上的分布规律如图 1-3所示。大部分分布在桩身的上部，随着荷载的增加而逐渐向下扩张，达到最大值后，又逐渐向桩顶移动。这与灌注桩摩阻力的分布规律不完全相同，这是因为爆扩桩有扩大头，在受荷沉降时，扩大头上半部的土体压密而扩大头上半部表面与土体脱空，同时桩柱下沉使土松动，土内应力发生变化，使扩大头上部一定范围内的摩阻力逐步消失所致。

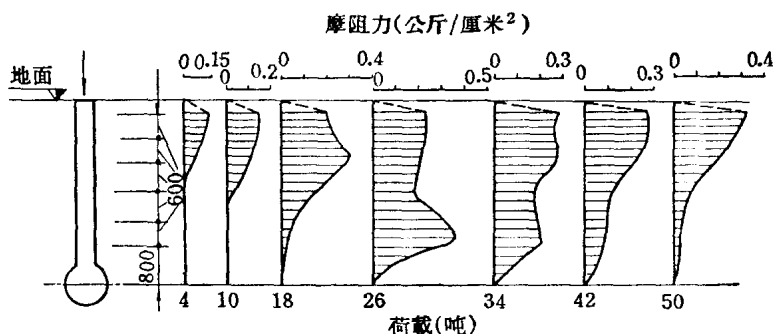


图 1-3 各级荷载作用下桩柱摩阻力变化规律

摩阻力的大小与桩长、桩侧土质以及成孔方法有关。

2. 扩大头支承力。扩大头支承力在整个爆扩桩受力中所占比例是随着荷载的增加而增加，它是爆扩桩基础承载力的主要组成部分，其大小与扩大头的埋置深度、直径和地基土质有关。

目前，对于扩大头支承力的认识，有两种不同的看法。一种意见认为，爆扩时产生强大气体压力，压密了扩大头周围一定厚度的土层，形成一个“硬壳”。因而，同一般平板基础比较，提高了桩的承载力。另一种意见认为，由于爆扩作用，扩大头附近一定范围内的土层结构遭到破坏，虽然土的孔隙比有所减少，但其变形模量值则相应降低，之所以爆扩桩承载力较高，主要是由于扩大头呈球形曲面，扩大了支承面积。针对这一问题的认识，

表 1-2

组别	试验地层 地质条件	基础类别	对应于下列沉降(毫米)的承载力(吨)										桩型(毫米)			有 无
			5	10	15	20	25	30	40	50	60		D	d	H	
1	中	爆扩桩 P_1	9.2	13.3	15.8	17.8	19.6	21.1	24.0				450	150	1200	无
		圆平底基础 P_3	8.3	12.2	14.9	17.0	18.7						450	150	1200	无
	硬塑	P_3/P_1	0.90	0.92	0.94	0.955	0.96									
		爆扩桩 P_4	12.9	16.6	19.0	21.0	22.8	24.3	27.0				450	150	1200	有
2	南	桩柱摩阻力 $P_5 = P_4 - P_1$	3.7	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.0							
		圆平底基础+摩阻力 $P_5 + P_3$	12.0	15.5	18.1	20.2	21.9									
	残积	P_5/P_4	0.286	0.198	0.168	0.152	0.145	0.131	0.111							
		圆平底基础 P_3	6.8	9.0	10.2	11.4	11.9	12.6	13.4				460	200	1500	无
2	可塑	桩柱摩阻力 P_5	2.3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0							
		$P_3 + P_5$	9.1	12.0	13.2	14.4	14.9	15.6	16.4							
	南	爆扩桩 P_4	10.0	12.8	14.4	15.4	16.5	17.6	19.9	21.3						有
		P_5/P_4	0.23	0.23	0.21	0.194	0.182	0.17	0.15							

3	东	冲积	圆平底基础 P_3	21.5	28.0	34.5	37.5	40.0		1150	300	2500	无	
		可塑	桩柱摩阻力 P_5	12.5	15.0	15.5	16.5	16.0						
	北		$P_3 + P_5$	34.0	43.0	50.0	54.0	56.0					有	
		亚粘土	爆扩桩 P_4	32.5	41.5	51.0	58.0	64.0						
			P_5/P_4	0.37	0.36	0.29	0.26	0.25						
4	华		圆平底基础 P_3	13.0	17.5	22.5	27.0	29.5	32.0	33.0	1100	300	2500	无
			桩柱摩阻力 P_5	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0					
	北	黄土	$P_3 + P_5$	21.0	25.5	30.5	35.0	37.5	40.0	41.0				有
			爆扩桩 P_4	22.0	28.5	35.0	38.0	40.0	41.2	42.0				
			P_5/P_4	0.363	0.28	0.23	0.21	0.20	0.194	0.19				
5	东		圆平底基础 P_3	35.0	49.5	59.5					600	285	4000	无
			桩柱摩阻力 P_5	5.0	5.0	6.0								
	北	中砂	$P_3 + P_5$	40.0	54.5	65.5								
			爆扩桩 P_4	30.0	42.0	57.0								
			P_5/P_4	0.166	0.12	0.11								

下面介紹一些試驗情況。

1) 两种鍋底形試坑荷載試驗

在同样土质、埋深相同、扩大头投影面积相同的人工开挖鍋底形試坑和爆扩成型的鍋底形試坑中，分別作軸向荷載試驗（均无桩柱摩阻力），試驗結果（表1-3）說明：人工开挖 鍋底形試坑的地基承载力高于爆扩成型的鍋底形試坑的地基承载力，爆扩大头降低了天然地基的承载力。

表 1-3

試驗 地 点	土 质 情 况	桩 形	桩 型			对应于下列沉降的承载力 (吨)					
			桩柱 直径 (毫米)	扩大端 直 径 (毫米)	埋深 (毫米)	5 (毫米)	10	20	30	40	50
中 南	坡 积 硬 塑 粘 土	人工鍋底(P_2)	150	450	1200	10.0	15.0	21.4	24.8	27.0	
		爆扩鍋底(P_1)	150	450	1200	9.2	13.3	17.8	21.1	24.0	
		P_2/P_1				1.05	1.12	1.21	1.17	1.11	
西 南	残 积 可 塑 粘 土	人工鍋底(P_2)	200	460	1500	5.8	7.6	9.4	10.5	13.4	
		爆扩鍋底(P_1)	200	460	1500	5.0	6.0	7.5	8.5	9.0	
		P_2/P_1				1.16	1.27	1.25	1.24	1.48	

2) 爆扩对土的物理力学性能的影响

据几个单位对爆扩前后土的物理力学指标的試驗（見表1-4）看出，爆扩对土的结构均有不同程度的破坏。

某单位还曾在紅粘土上对未作过荷載試驗的三根爆扩桩，沿扩大头环向周围不同距离取土样与原状土比較，其物理力学性能变化見图1-4。

图1-4 *b*、*c* 表明，爆扩桩扩大头周围一定范围内，土体出現疏密相間的現象。距边緣10~30厘米处土的容重逐漸降低，孔隙比增大，土体疏松，而在距边緣30~60厘米处，土的容重又逐漸增加，60厘米以外，容重又趋降低。图1-3 *a* 表明扩大头边緣处

表 1-4

组别	试验地点	土的名称	取样的时间	物理指标					力学指标			变形模量 (公斤/平方厘米)	极限承载力 _p (吨/平方米)		
				容重 (吨/立方米)	天然含水量 (%)	孔隙比	液限 (%)	塑限 (%)	稠度	凝聚力	摩擦角			压缩系数	
														0~3 (平方厘米/公斤)	3~4 (平方厘米/公斤)
1	华北	亚粘土	爆扩前	1.78~1.98	12~17					0.47~0.56	22°~25°	0.022	0.017		
			爆扩后	1.88~1.98	18					0.223-0.22	19.5°~25°	0.049	0.012		
2	华东	亚粘土	爆扩前	1.927	17.67	0.658	29.9	18	0	0.84	24°6′	0.01		100	
			爆扩前	2.00	17.90	0.595	29.7	18	0	1.22	19°5′	0.01		88	
			爆扩后			0.655	29.7	16.4	0.05	0.54	18°2′	0.05		51	
			爆扩后		17	0.69	27.8	15.6	0.10	0.80	12°2′	0.019		58	
3	西南	亚粘土	爆扩前	1.97	21.15	0.74				1.8	16°37′		263	11.6	
			爆扩后	2.11	21.23	0.62				0.65	37°25′			250	11.04
4	华东	亚粘土	爆扩前	1.85		0.65				0.70	22°	0.014		150	
			爆扩后	1.91		0.67				0.50	17°	0.020		75	

土的变形模量显著降低, 較原状土低46~56%, 而随距扩大头边缘距离的加大, 土的变形模量值也随之提高。

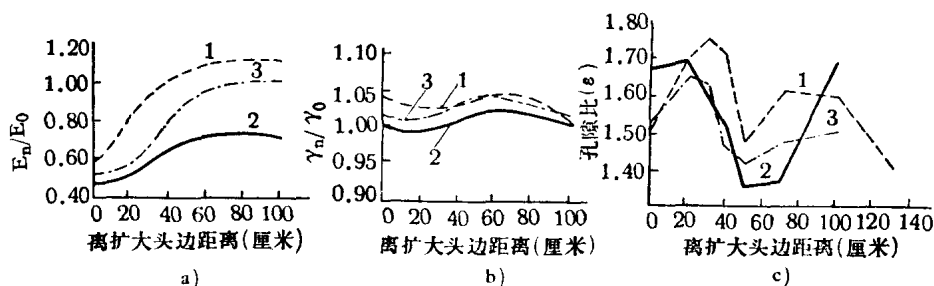


图 1-4 爆扩对土的物理力学性能的影响

E_0 —原状土的变形模量; E_n —爆扩后土的变形模量; γ_0 —原状土的容重;
 γ_n —爆扩后土的容重

产生上述现象的原因是因为在药包爆炸时, 土层在强大气体压力瞬时作用下, 被剧烈压缩, 因而使气体压力中心区的土受高压而被压密, 容重增大, 孔隙比减小。当气体压力急剧降低时, 被强烈压缩的土层开始减压, 并向桩中心扩张, 于是, 沿扩大头环向一定范围内的土受到拉力, 出现了受拉疏松区。在开挖后发现, 扩大头周围有比较明显的径向环向裂纹, 进一步证明了这一点。

取土样时还观察到在扩大头边缘20厘米范围内, 土样有塑性增强、含水量特别高的现象。然而试验结果证明, 含水量无特别增高的情况。土体产生上述特征的原因, 是由于爆炸振动破坏了土颗粒的原状结构, 使土产生液化的结果。这也是降低土的强度的主要原因。

通过后一项试验说明, 在该土质情况下, 虽然爆扩后扩大头边缘土体容重有所提高、孔隙比减小, 但土的变形模量大幅度降低, 在1米范围内的土的物理力学指标变化起伏无改善现象。这就是第1)项试验爆扩锅底形试坑的承载力低于人工开挖锅底形