

基桩自平衡静载荷载箱

在管桩施工监测及堆载法静载检测中的应用汇报

吴江 1、王怀忠 2、邓总 3、方光利 1、吴宁洁 4、黄水菊 4、杨磊 1

1 南京蓝天土木工程技术有限公司 2 宝钢研究院 3 劲桩科技 4 南京蓝宝检测科技有限公司

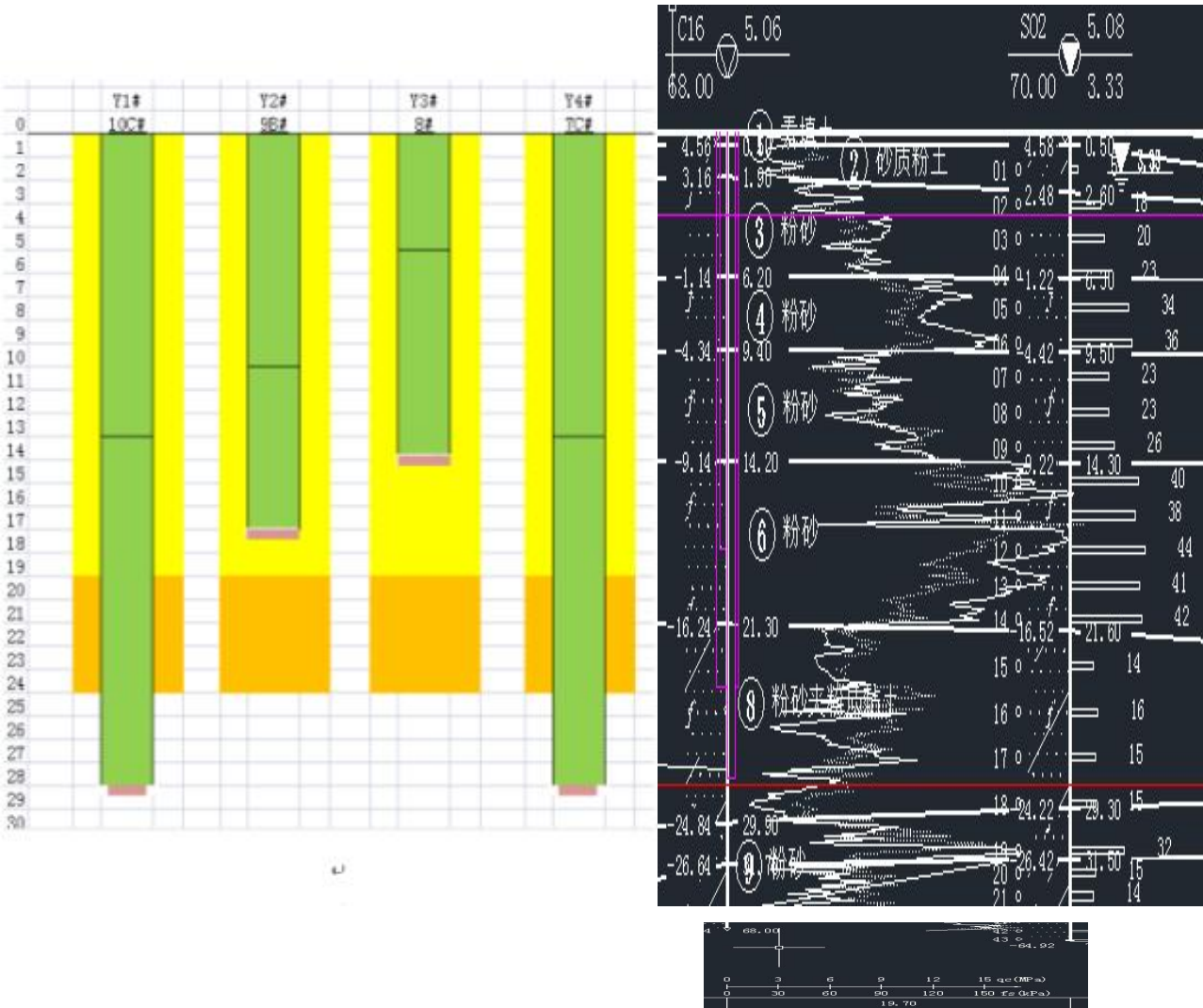
论文摘要：

基桩自平衡静载荷载箱是一种可靠的、直接的桩身内力测试设备，不同于常见的电阻应变式、振弦式传感器、滑动测微计或光纤式应变传感器等被动式、间接法测试元件，还可主动对桩段或桩底岩土土加压加载，对荷载箱的开合量也有一定的测试方法；本文介绍 4 根安装于管桩桩底的荷载箱的测试数据及分析，对类似管桩、灌注桩的应用有借鉴意义，也可开拓用于桩底岩土力学参数、拔压系数等勘察成果的实试验证，也可开展堆载法静载检测的桩身内力测试的应用；本次施工监测获得了桩底预加应力的存在，为揭示桩的荷载传递理论、变形的响应解释等有重大意义。

关 键 词：荷载箱用途、管桩施工监测、智慧化施工监测、基桩检测、岩土勘察

1. 项目设计：

管桩为 PHC600(130)AB-C80，2 根长芯桩桩长为 28m、2 根短芯桩桩长为 17-18m（试桩 Y3 因爆桩少了 2.8m），水泥土桩径为 900mm、桩长为 24m（下部 5m 为复搅段）。



2. 现场工作简介

于 2023 年 3 月 2 日进场，3 月 2-5 日（2/1/1）完成 4 根设备安装及桩端阻施工监控，3 月 5 日完成 3 根桩的第一轮预埋箱自平衡检测（10C#-3d、9B#-2d、8#-1d），3 月 6 日完成 7C#-1d 第一轮预埋箱自平衡检测、9B#-3d 静压机复压下桩端阻监控，3 月 7 日完成 9B#-3d 的第二轮预埋箱自平衡检测：

3 月 2 日进场	Y1#-Z10C#	Y2#-Z9B#	Y3#-Z8#	Y4#-7C#
3 月 3 日安装	0.48m 圆荷载板监控	0.6m 荷载板监控		
3 月 4 日安装			0.6m 圆荷载板监控	
3 月 5 日检测安装	1*3184kN 自平衡	2*3184kN 自平衡	2*3184kN 自平衡	0.6m 圆荷载板监控
3 月 6 日检测		5500kN 级监控		1*3184kN 自平衡
3 月 7 日检测		2*3184kN 自平衡		

3. 试桩工作成果及分析：

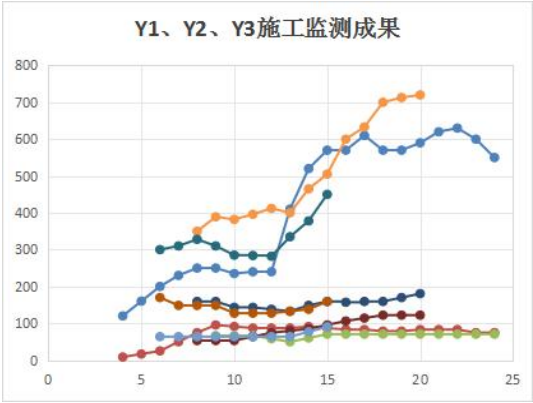
3.1 桩端阻及压桩力施工监控记录

1#			
3月3日			
上午			
10C			
压桩力(吨)	桩底缸油压	缸拍夹具油压	
0			
1			
2			
3			
4	120	1	
5	160	2	
6	200	3	
7	230	6	
8	250	9	7
9	250	11.5	8
10	235	11	8
11	240	10.5	8
12	240	10.5	8
13	410	10.5	6
14	520	11	8
15	570	10.5	8.5
16	570	10	8
17	610	10	8.5
18	570	9.5	7
19	570	9.5	8.5
20	590	10	8
21	620	10	8.5
22	630	10	8
23	600	9	8.5
24	550	9	7
25			
26			
27			
28			

2#			
3月3日			
上午			
9B			
压桩力	桩底缸油压	缸拍夹具油压	
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8	350	15	5
9	389	15	5
10	382	13.5	5
11	396	13.5	5
12	412	13	7
13	400	12.5	7
14	465	14	8
15	505	15	10
16	600	14.8	10
17	633	15	11.5
18	700	15	11.5
19	713	16	0
20	720	17	11.5
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			

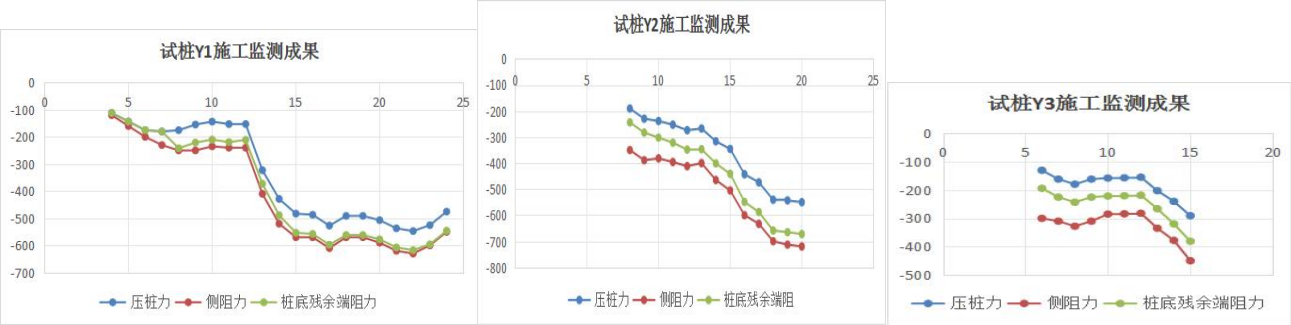
3#			
3月4日			
中午			
8			
压桩力	桩底缸油压	缸拍夹具油压	
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8	300	16	1
9	310	14	6
10	328	14	1
11	310	14	6
12	285	12	1
13	284	12	6
14	282	12	1
15	335	12.5	6
16	378	13	1
17	450	15	8.5
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			

3.2 试桩施工监测成果汇总



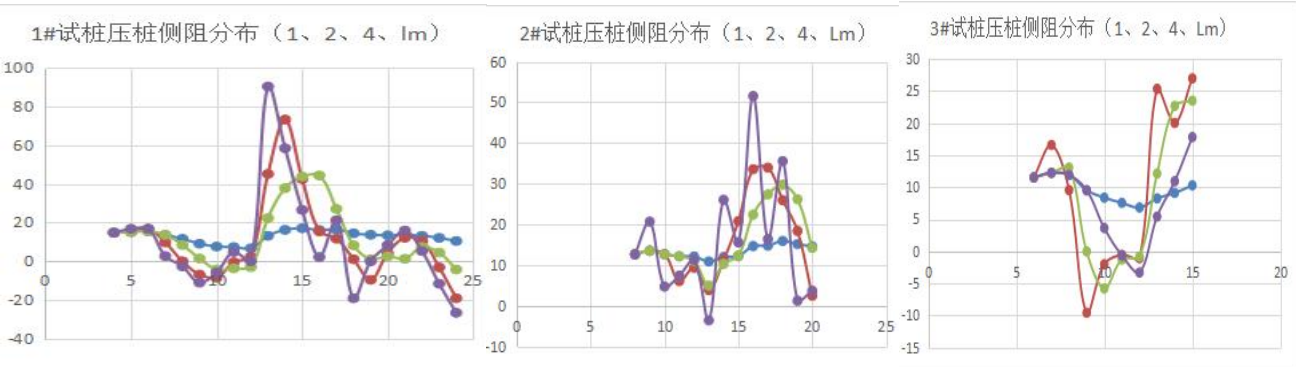
桩顶压桩力、桩底压桩端阻力、桩底残余预加力（吨）

3.3 桩底残余预加力与压桩力、压桩侧阻及端阻力的关联图



3.4 侧阻不同步长的算法分布

侧阻的 4m 步长算法分布比较接近勘察剖面中的静力触探和标贯数成果。



4. 试桩自平衡静载测试成果

4.1 长芯桩试桩 Y1、Y4 的桩底土层承载力成果（未测试到桩顶位移）

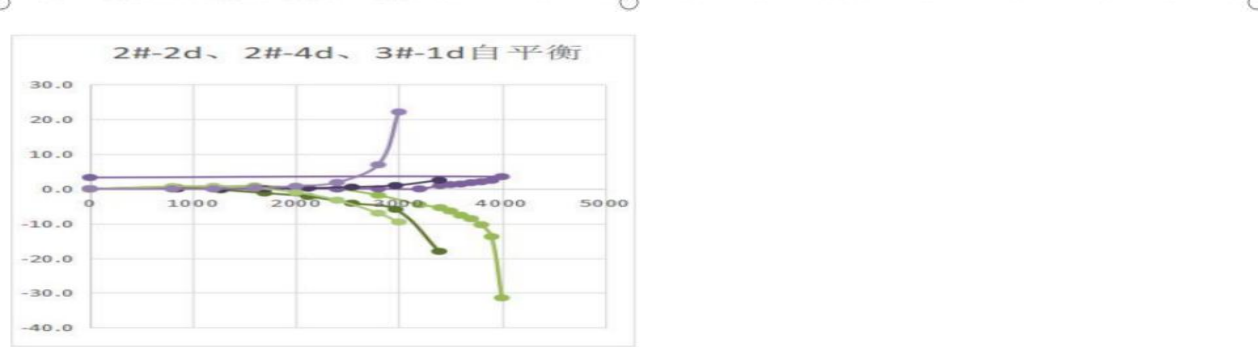
1#-2d			4#-1d		
加载	端阻值	位移 (mm)	加载	端阻值	油量位移
0	0	0	0	0.00	0.00
300	1.66	-0.29	400	2.21	-0.38
400	2.21	-0.83	600	3.32	-1.32
500	2.76	-0.98	800	4.42	-4.15
600	3.32	-1.14	1000	5.53	-32.45
700	3.87	-1.30			
800	4.42	-1.46			
900	4.98	-1.62			
1000	5.53	-1.78			
1100	6.08	-2.32			
1200	6.63	-3.23			
1300	7.19	-6.78			
1400	7.74	-21.64			



4.2 短芯试桩 Y2、Y3 的桩段抗拔及桩底水泥土段抗压成果

箱底位移数据是通过微分次的加（出）油量、荷载箱开（合）量、桩身压缩及桩顶位移等计算所得，试桩 Y2 的 2d 龄期时施加力达到 4000kN，水泥土出现局部压缩破坏，4d 龄期时施加力仅有 3400kN；试桩 Y3 的 1d 龄期时施加力达到 3000kN，桩段侧阻出现破坏！

-2d	端阻值	油量位移	桩端位移	桩顶	2#-4d	端阻值	油量位移	桩端位移	桩顶	3#-1d	端阻值	油量位移	桩端位移	桩顶
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
800	2.8	-0.5	0.6	0.0	848	3.0	-0.8	0.3	0.0	800	2.8	-0.3	0.7	0.0
1200	4.2	-1.0	0.6	0.0	1272	4.5	-2.1	-0.3	0.0	1200	4.2	-0.7	0.8	0.0
1600	5.7	-1.4	0.8	0.0	1696	6.0	-3.6	-1.2	0.0	1600	5.7	-1.9	0.2	0.3
2000	7.1	-2.4	0.4	0.0	2120	7.5	-5.4	-2.2	0.2	2000	7.1	-4.1	-1.0	0.8
2400	8.5	-3.4	0.0	0.0	2544	9.0	-8.2	-4.1	0.5	2400	8.5	-7.8	-3.3	1.8
2800	9.9	-5.7	-1.8	0.0	2968	10.5	-11.0	-5.9	1.0	2800	9.9	-17.2	-7.0	7.0
3200	11.3	-9.0	-4.6	0.0	3392	12.0	-25.3	-18.0	2.5	3000	10.6	-36.1	-9.5	22.2
3400	12.0	-11.1	-5.4	0.9										
3500	12.4	-12.5	-6.4	1.2										
3600	12.7	-14.0	-7.6	1.4										
3700	13.1	-15.5	-8.6	1.8										
3800	13.4	-17.7	-10.3	2.1										
3900	13.8	-21.7	-13.8	2.4										
4000	14.1	-40.5	-31.4	3.5										
0	0.0	-33.9	-30.7	3.3										



5. 利用静压机复压的动态成果

前述施工监测及基桩自平衡静载检测后，饶有兴趣地利用静压机对其中的试桩 Y2 进行复压，观察到 400t-500t 后桩顶破坏，桩底荷载箱油压变化由残余桩底预加力 12Mpa 增加到 14Mpa。

6. 堆载法静载抗压成果

堆载法抗压试验荷载有多种尝试 5900、6490、7080kN，部分桩出现桩头结构、土层承载力的破坏情形，与自平衡静载检测结果的对比等很有意义：

6.1 SZ9#C 为短芯桩，基本等同 Y2 试桩桩长，最大荷载 6490kN 时出现破坏，前一级无土层破坏迹象；

6.2 试桩 Y3 的独立堆载静载抗压是在前期 1d 水泥土龄期时的自平衡检测破坏状况下进行的，前期的本级沉降远大于桩身压缩，恰好在 3000kN 时明显放大，随后桩底缝隙闭合持续承载至 5310kN 而破坏！未能达到自平衡静载测试的桩底端阻力 3000kN。也说明水泥土前期的破坏效应，水泥土损伤在后期水泥土未能自我愈合。

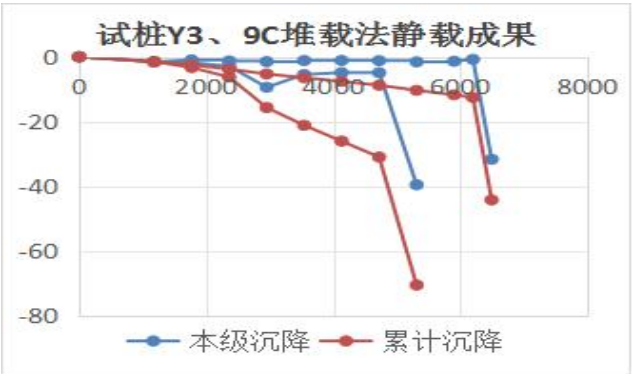
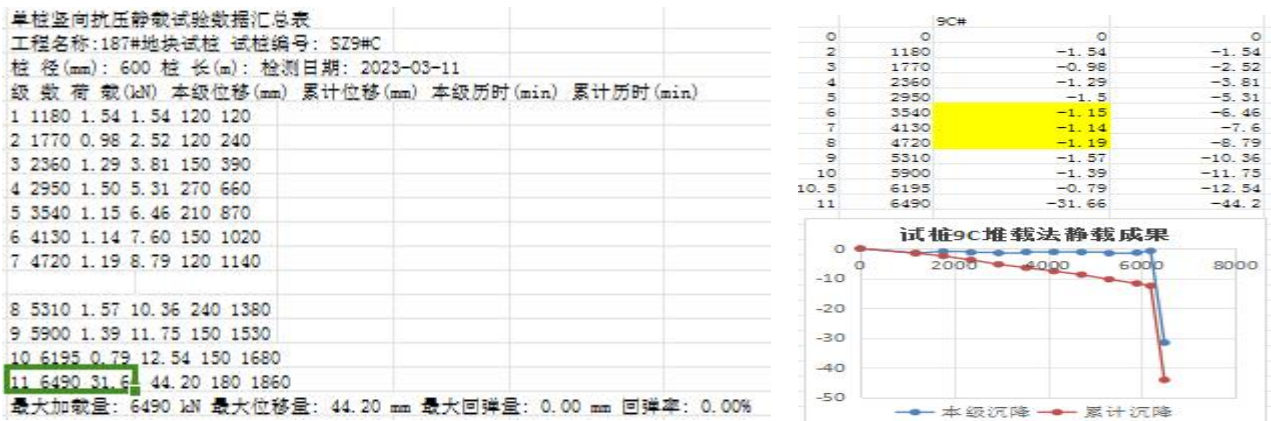
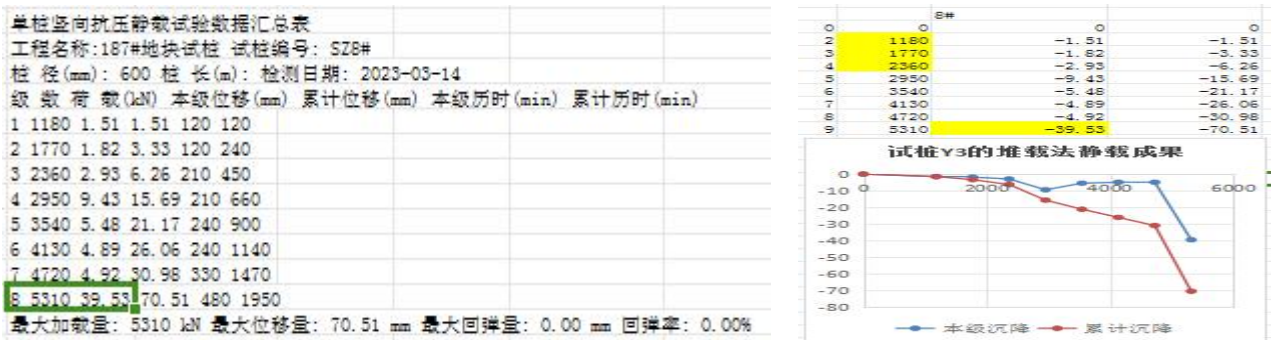


图 4.2.1 试桩 Y3、9C 堆载法静载成果

附件 1: 堆载法静载试桩 SZ9#C 为短芯桩, 基本等同 Y2 试桩桩长;



附件 2: 独立堆载法静载试桩 SZ8#C, 为本文编号的 Y3 试桩, 静载试验时桩底荷载箱未参与工作;

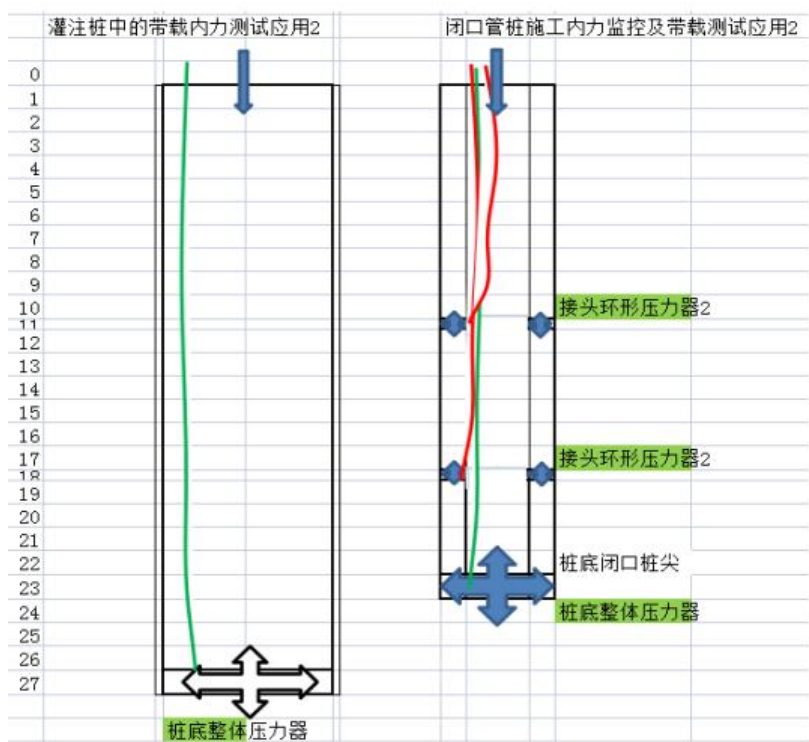


7. 结论

- 7.1. 利用基桩自平衡静载荷载箱进行桩基施工监测是可行的, 可广泛用于桩的施工状态研究及岩土参数的获得;
- 7.2. 静压机抬升夹具时, 压桩力处于解除状态, 桩底端阻会相应降低、稳定维持在某种状态, 此为桩底预加力状态, 随着桩施工深度的增加而愈加接近于桩端阻; 这将大大改变我们对桩端阻发挥行为的观念; 尤其是入岩管桩、桩底后置注浆桩、桩底挤压处理新型桩;
- 7.3 水泥土管桩能软化硬土层, 减少压桩端阻力, 但穿越时膨胀侧阻还是很大的, 尤其是水泥土施工完成后静置 5-6h 后的半干型经验节点的掌控, 还是有不少风险的!水泥土的硬化时间还是很迅速的, 成桩 1d-2d 的端阻能从施工压桩时 3-5Mpa 提高至 11-14Mpa (水泥土承载的后期成长就不大了), 这也是本次基桩自平衡静载检测成功的幸运之处, 当然该桩型承载还是很有潜力的, 入岩桩、桩底后置注浆桩、桩底挤压处理新型桩的基桩自平衡静载也是适宜的, 可大大减少其它基桩静载法的费用!
- 7.4. 通过自平衡检测还发现: 水泥土桩的压桩侧阻在 3000-5000kN 间, 而自平衡的顶推力也达到 3000kN 到 4000kN, 其拔压系数大于经验数, 同时也符合水泥土桩的侧阻不会多大增长的逻辑, 相比桩端土层端阻比动态端阻有增强, 当然桩端水泥土的增强更为显著, 因此短芯水泥土桩的承载更为成功, 除非还有沉降控制的考量, 会采用长芯桩!
- 7.5 新型液压式荷载箱测力设备兼具主动和被动感知的特点, 直接、高效, 参与性好, 可单独使用, 也可配套使用, 互动性强, 在智慧信息化建造的时代, 能有更多、更大空间应用!
- 7.6 该工程采用超载预压预沉降预检测预成岩工艺复合桩施工工艺, 不是常规的围护结构水泥土工艺, 兼备旋喷桩的喷浆和水泥搅拌桩的强力搅拌工艺, 加之 36%理论置换率及水泥土高压挤扩、强力压实、高

温硬化、周围土体的本构重塑加固，成为大直径狼哑异形挤扩灌注桩化；

7.7 传统的 2 种桩型的趋同化是新桩型的发展方向，灌注桩有自身的一些缺点，也在添加预制桩挤压工艺，本人介绍一种桩底挤压处理新型桩，详见桩底挤压处理新型桩的示意图，可实现对桩底及桩侧预加力！



蓝天工程检测吴江

江苏 南京



扫一扫上面的二维码图案，加我为朋友。

各位同行们，研究爱好者，期待更多合作交流！

南京蓝天土木工程技术有限公司

南京蓝宝检测科技有限公司

吴江 13057542583、方光利 15062271915、吴宁洁 13404170188、黄水菊、杨磊

公司地址：江苏省南京市鼓楼区建宁路 61 号中央金地 3 幢 1505 室 邮编：210015

联系电话：025-85370228

公司网址：www.nj-lt.com

业务范围：土木建筑工程检测技术咨询；工程事故鉴定；地基基础检测；岩土测试技术开发；工程测量；工程质量鉴定及结构加固；建筑节能新技术研究、推广；建设工程勘察；建设工程质量检测；测绘服务；工程管理服务；工程和技术研究和试验发展；环境保护监测；技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；桩基检测及土木工程新技术研发等业务；新桩型开发研究中心。