

# 真空联合堆载预压工程施工方案

## 一、工程概况

某路西延工程全线的地质条件较差，经勘察资料显明，场地内土层为全新世长江冲淤积成因的松软土层。全线表层填土较为复杂，尤其①—2淤泥在沿线水塘、河沟底部及暗塘内均有分布，填土层以下②—1亚粘土—粘土及②—2层淤泥质亚粘土均为高压缩性、低强度的软弱土层，场地中部为流塑状态，低塑性的亚粘土—亚砂土，下部为中密—密实状态的粉细砂层。根据业主提供的由南京市政设计研究院设计的施工图，本段采用真空联合堆载预压方案进行软基处理，处理桩号为K0+920-K1+870全长950米，主要工程量如下表：

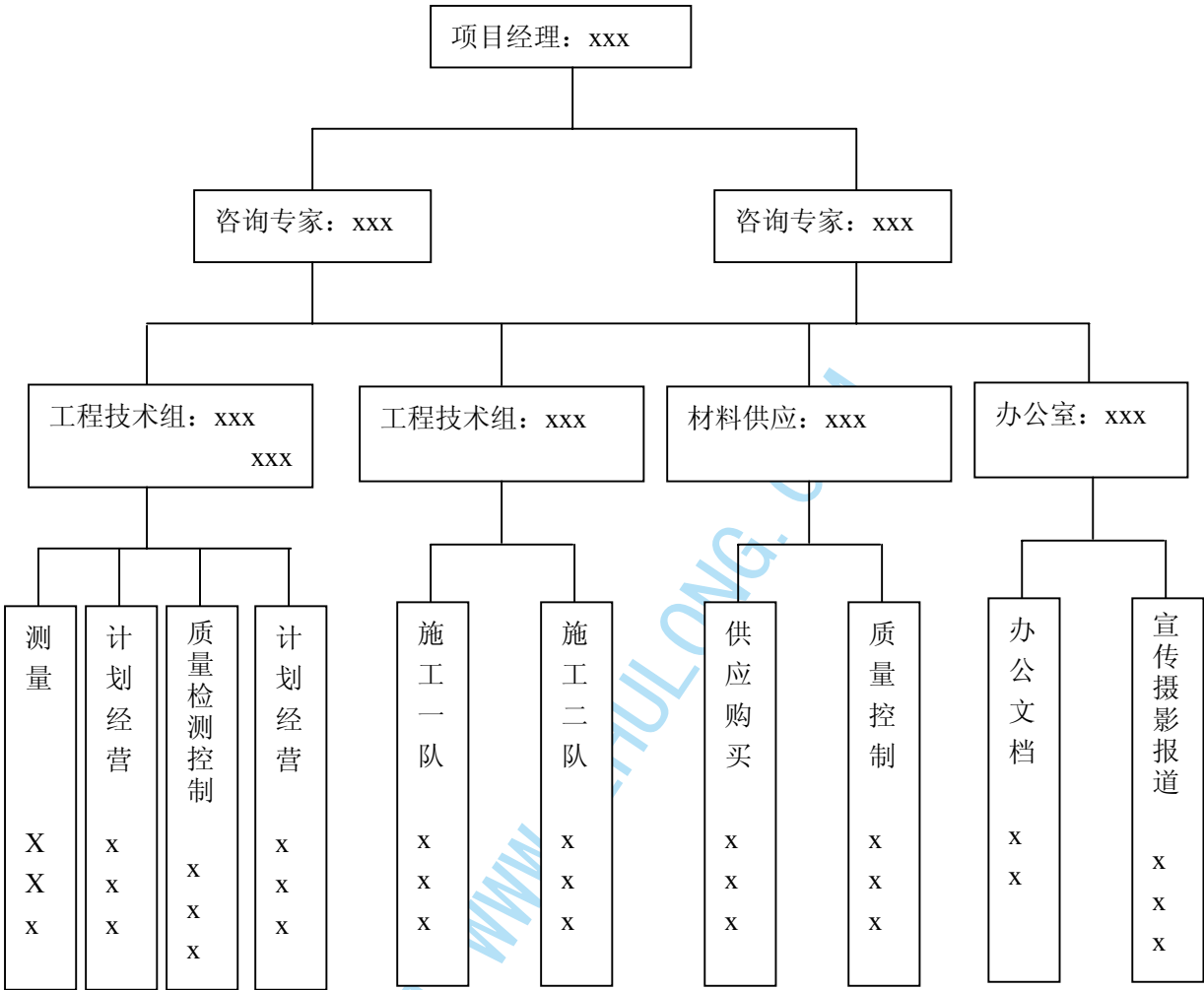
地基处理主要工作量

标段	处理方案	加固面积 (m <sup>2</sup> )	排水板总长 (m)	砂砾垫层 (m <sup>2</sup> )	中粗砂垫层 (m <sup>2</sup> )	土工布 (m <sup>2</sup> )	密封膜 (m <sup>2</sup> )	空心管桩混凝土 (m <sup>3</sup> )
B	真空+排水板	47600	315616	47600	47600	95200	95200	/

## 二、施工组织

(一) 施工组织机构：根据本项工程软基处理技术要求和工程特点，在项目经理部安排一个项目副经理专职负责该项工程的施工，组建长期在国内从事真空联合堆载预压研究与施工的专业队伍施工，聘请软基处理资深的咨询专家为技术顾问，确保工程按期优质完工。具体组织机构如下图：

施工组织机构框架图



(二) 机械设备

序号	设备名称	数量	说明
1	塑料排水板打机	4 台	
2	7.5kw 抽真空装置	45-50 套	
3	备用发电机	7-8 台	尽量用网电

### （三）施工计划工期

编号	工程项目名称	计划工期	说明
1	施工准备	5.20-6.1	
2	软基处理场地平整	6.1-6.20	
3	铺设 30cm 砂砾垫层	6.10-6.20	
4	打设塑料排水板	6.15-6.30	
5	铺设 20cm 中砂砾垫层	6.20-7.5	
6	安设抽真空装置	6.17-7.7	含挖密封沟及其它
7	铺土工布、密封膜（含挖密封沟）	7.10-7.25	
8	抽真空	7.11-10.11	
9	堆载	7.21-10.11	
10	加固效果，检测与沉降观测	7.11-10.11	

### 三、施工前的计划准备工作

1、工程进行之前，项目经理部请专业咨询单位——南京水利科学研究院姜炎教授对全体技术人员及相关人员讲授真空排水预压法加固软土地基的基本原理、施工工艺及施工中要注意的问题。

2、在专业咨询单位——南京水利科学研究院的指导下，项目经理部组织有关人员认真学习设计文件和相关的规范规程、熟悉设计图纸、了解施工地段的地质情况，充分了解、掌握本工程加固方法的技术要求。质量标准，制定与之配套的管理条例和记录统计表格，为本

工程做好开工准备。

### 3、按照设计文件要求和相关的规范规程把好原材料的质量关。

对工程中使用的原材料，如砂、土工布、塑料排水板、密封膜、抽真空装置等材料与设备，在采购时除按设计文件提出的标准要求厂家提供符合要求的产品之外(随产品要有合格证和质量检验证明书)，在开工前和施工中还要按设计文件和有关规程、国家标准的要求进行批量检验。

3.1、选择通水量大的塑料排水板：我们在考虑设计提出的 SPB-1B 型基础上，决定采用通水量较大的“宾王牌”PD100-B 型塑料排水板，它是一种数字式可测深排水板，J 这种数字式的排水板于 2001 年 6 月 9 日已取得国家专利(专利号：ZL 00 2 47686. X)，它的通水量较大，比 SPB-IB 型大  $15\text{cm}^3/\text{S}$ ，同时它又是一种可测的排水板，对监督打设深度将起着重要的作用。这一点对真空排水预压来说尤其重要，因为它不仅起排水作用，而且是真空度的主要传递通道，真空荷载是通过它来施加的。所以通道内的阻力越小越好，而通水能力大小恰好能反映传递阻力的大小。其性能指标如下表 1 所示。

表 1 “宾王牌” PD100-B 型的技术指标

项目		单位	企业产品标准与型号
			PD100-B 型
纵向通水量		cm <sup>3</sup> /s	≥40
复合体抗拉强度		Kn/10cm	≥2.0
滤膜渗透系数		cm/s	≥5×10 <sup>-3</sup>
滤膜等效孔径		Um	<75
滤膜抗拉强度	纵向干态	N/cm	≥30
	横向湿态		≥25
外形尺寸	宽 度	mm	100±2
	厚 度		4.0±0.2
塑料芯板材质			100%聚丙烯新料

3.2、选用密封性好的密封膜：密封膜在真空排水预压加固中起着关键的作用，其质量好坏直接关系到膜下真空度的高低、加固的成败，因此应十分重视其材料的质量。密封膜的选择应遵循重量轻、强度高、韧性好、密封好，抗老化、耐腐蚀等基本原则。由设计文件中没有提出具体的技术标准，所以本工程根据以往的经验，选择山东一厂家的产品，其厚度为 0.12—0.14mm 的 PVC 压延薄膜作为密封膜，具体性能指标见后表 2。

表 2 聚氯乙烯(PVC)压延密封膜产品技术指标

项目	规格及方法	产品标准	检验标准	单位	指标	产品厚度 (mm)		
						0.12	0.14	0.18
拉伸强度 (纵/横)		GB/T3830	GB13022-91	MpA	$\geq 16.0$	24.7/12.1	24.2/23.3	25.0/22.3
断裂伸长度 (纵/横)		GB/T3830	GB13022-91	%	$\geq 210$	306/306	306/308	314/316
直角撕裂强度 (纵/横)		GB/T3830	QB/T1130-91	KN/m	$\geq 40$	52/54	58/59	59/61
低湿伸长度 (纵/横)		GB/T3830	HG <sub>2</sub> -163	%	$\geq 22$	32/34	33/36	30/31
加热损失率		GB/T3830	GB/T3830	%	$\leq 4.0$	/	/	/
水抽出物		GB/T3830	GB/T3830	%	$\leq 1.0$	/	/	/
尺寸变化率 (纵/横)		GB/T3830	GB/T3830	%	/	2/1	/	/

4、机械设备进场后，对每一台设备如插板机，发电机和抽真空装置再次进行检查和校正，以备随时投入使用。

5、在进行塑料排水板施工前，先要在相应的场地上进行试打，以确定相应的施工工艺参数并判定打设效果，为大面积施工提供质量控制的微观标准，

6、由于塑料排水板施工足属于隐蔽工程，要保证工程的质量，除把好材料关以外，加强过程监督是保证工程有良好施工质量的重要措施，因此在隐蔽工程的施工中，项目经理部专门配备人员对其进行旁站监理，而项目经理部的质检人员经常在工地巡视、了解质量情况，并及时处理、解决工程中发生的问题。

7、对密封膜、密封沟的有关技术问题要制定详细的规定，以保证真空排水预压的加固达到设计效果。

8、项目经理部在质量问题上建立奖惩条例，于施工过程的一定阶段(如一个月)对各地段的工程进度与质量情况进行汇总、总结、评比，并将结果在各施工队中宣布，表彰好的、激励一般、惩罚差的，对不合格的坚决推倒重来，一定创分项优良工程。

## 五、施工方法

施工方法：

本公司经过现场勘察，并详细研究了招标文件后，确定了以下施工方案：

1、软基处理场地平整：人工、机械、设备进场后，采用挖掘机、推土机平整场地，清除软基处理 46m 范围内的杂物，建筑垃圾，使软基处理层平整顺适，以利真空联合堆载预压的正常施工。

2、铺设砂砾垫层 30cm：施工方法采取购砂砾至现场后人工摊铺，砂砾垫层采用符合设计要求的含泥量小于 5%，按每 2000m<sup>3</sup> 砂砾取一试样进行含泥量，颗粒，分析试验。检验各项指标合格且经监理批准后，采取机械和人工相结合的方法分二次进行摊铺，以保证砂砾垫层的厚度和平整度。

### 3、打设排水板

3.1、塑料排水板选用达到公路路基施工技术规范 JTG 33—95 条说明表 5 的各项指标。每 200000m 或每批次随机抽样一件送权威检测单位检测，检测合格后可投入施工。

3.2、排水板按梅花形布置，设计间距 1.3m，先按图纸要求做出排水板放样图。报经监理批准后进行现场放样。排水板打设严格按照《塑料排水板打设规程》JTJ/T256—96 要求的标准施工，施工机械采用静压式插板机。

3.3、排水板平面偏差小于土 5cm。垂直偏差控制在不大于 1.5%。插板机安装深度自动记录仪，控制每根排水板的打深设定。回



带长度控制在 50cm 以内，且回带根数不超过总根数的 5%。割断排水板时，砂垫层以上的外露排水板于 20cm。施工中排水板不扭结、断裂和撕破滤膜，排水板接头要严格按照规范要求连接。

3.4、打设排水板过程要求每根进行自检。采用记录仪和人工记录同步的方法。对不能达到质量要求的排水板进行补打

3.5、计划安排 4 台插板机施工，采取和铺砂砾垫层同步的方法

3.6、排水板是关键工序之一，是隐蔽工程，从项目经理，质检员到施工班组长，严格进行质量管理，以保证关键工序的施工质量

3.7、计划 16 天施工完毕

4、埋设真空滤管和出膜装置，监测仪器

4.1、开挖总管，滤管沟槽：在开挖密封沟的同时，便应在砂垫层上放样开挖总管，滤管沟槽、滤管的布置，符合施工图设计；滤管沟底至砂垫层底厚度为 0.30 米左右

4.2、布设滤管前，先把滤管与各种埋设仪器的位置。间距布置，平面布置图上报监理，经批准后方可施工

4.3、敷设总管、滤管：总管外径为  $\Phi 82$ ，滤管的外径为  $\Phi 52$ ，为 PVC 管。总管滤管的长度按图纸要求确定。当长度确定后，应先在管壁上打梅花形钻孔，钻眼直径 4-5mm； $\Phi 52$  滤管 4.5cm，行距 3.54cm； $\Phi 82$  总管；眼距 5.2cm，行距 4.5cm。管壁的眼打完后，用无纺布 (70g/m) 缠绕。当总管滤管沟槽挖出一定数量后，即可开始敷设总管、滤管。总管滤管埋设前，一定要弄清总管、滤管的位置和总管与真空泵连结的地点。三通、四通及软接头与管子连接时，拧紧后的铁丝头一律往



下，免得刺破密封布而产生漏气。总管、滤管敷设完毕后，应通过检查管头是否连接完好，一条直线上的管子是否顺直。

4.4 滤管的尺寸、强度满足设计要求，外包滤满足排水滤砂的作用。接头捆扎密实，滤管之间连接橡胶管留有足够的长度，以满足地基沉降变形的要求。捆扎后铁丝结头严禁朝上避免戳破密封膜。滤管要埋在砂垫层中部。所有仪器设备的出膜装置和应与滤管同时埋设，并严格按图布置

4.5、工序约 10 天。

5、铺 20cm 中砂砾垫层；铺筑方法同 2 条砂的质量：含砂量小于 3%，细度模数达到 2.5—2.7，砂垫层在铺设时，应将其中混有的铅丝、玻璃、其它锋利物等清除干净，对高出砂垫层的塑料排水板，应子剪断或埋于砂垫层中，铺设时厚度均匀，把滤管盖住，使垂直排水通道、滤管通过砂垫层真正联结起来形成一个通畅的排水系统和真空压力传递系统。

6、挖密封沟

6.1、按照设计图纸的要求在预压区边线外挖密封沟，密封沟要有足够的深度和宽度。沟深至不透水层顶面以下不小于 1.2m

6.2、封沟的回填采取素粘土回填，以免漏气，回填后压实。

6.3、工序约 5 天

7、铺土工布、密封膜

7.1 为防止密封膜损坏，在上下分别铺无纺土工布一层，选用聚乙烯或聚氯乙烯薄膜 0.12-0.14mm，每 20000m<sup>2</sup> 随机抽取样品。送权

威检测单位检测，检测结果合格且经监理批准后投入施工。

7.2、真空密封是真空预压又一关键工序，密封好坏直接影响的预压效果。砂垫层整平后，由工人将砂垫层的杂物。小石等全部拣除，拉平，边坡修好。然后开始铺膜中，密封膜在生产厂家一次加工成型，局部现场粘接。铺二层膜，每一层膜铺好后都要进行仔细检查。补，补好后再铺下一层膜。铺膜要做好一切准备工作。选择晴天无风的天气进行，铺膜在熟练操作经验的人指挥下进行。密封膜四周要深入密封沟有足够的长度。三层膜铺好密封沟回填密封后，立即安装 3-4 台真空设备开始抽气。以便吸住密封膜，以免被风吹坏。回填密封沟时要分层回填压实，精心施工，避免碰破密封膜。

## 8、堆载与抽真空施工

8.1、施工一切就绪后，开始抽真空边填土，真空射流泵确保能形成不小于 0.096Mpa 的真空压力。真空泵抽真空能力要进行抽检。真空表要经标准计量部门的检测，性能良好，以满足长期运作需要，配套的电线电缆，配电开关柜等均安全可靠。

8.2、膜上覆水在膜内真空压力达 50Kpa 后进行，这样在抽气初期可进行密封膜的查漏补漏工作

8.3、正式抽气过程中要随时注意膜下真空度情况，注意保护密封膜，保护各种观测仪器的出膜装置。维护好真空泵，准备 2 台备用泵并安装到真空预压网络中，保证全部 50 台真主泵全天候连续运行。做好各种观测测量记录，上报监理和业主。现场准备好各种备用材料，备用设备一但出现不正常可以进行更换和维修。

8.4、当实测沉降曲线推算的固结度大于 85%，连续 10 天实测沉降平均速率不大于 2.0mm/天，综合分析认为地基已达处理目的时，可停止地基处理。

8.5、本工序约三个月

## 六、安全施工措施

建立严格的安全管理制度，首先在组织上落实安全措施。项目经理是安全负责人，各工序、各班组均设有安全员。对相关工序如排水板施工，真空泵用电等，重点加强安全防范，杜绝任何安全事故。