

上海外环线浦东段(二期)沥青面层技术要点

陈 衡¹,何 巍²,郑 航³

(1. 上海外高桥保税区联合发展有限公司,上海 200131;2. 上海市浦东新区质量监督署,上海 200127;
3. 上海浦东工程建设管理有限公司,上海 201203)

摘 要:该文对上海城市外环线浦东段(二期)工程沥青面层技术做了简要的介绍,提出了施工过程中重点考虑的因素。

关键词:沥青路面;级配设计;施工;上海外环线

中图分类号:U416.217 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2005)01-0076-03

1 引言

上海城市外环线浦东段(二期)工程全长31.1 km,由环东一大道和环东二大道组成。红线宽度100 m,车行道宽度2×16 m,沥青面层厚度15 cm。自2002年5月12日开始摊铺试验段,至2002年10月15日摊铺完毕,历时156 d,全程共铺筑沥青混合料45万t(包括地面辅道)。

2 级配选择

该工程沥青面层设计总厚度为15 cm,分三层铺筑。上面层厚4.5 cm,中面层厚5 cm,下面层厚5.5 cm。上面层分别采用SMA16和一种最大公称粒径为16 mm的抗滑层级配,暂时以LK16简称。中下面层采用SUPER19级配。外环线为快速干道,上面层选用纹理深度较优的SMA和抗滑层,SMA16主要用在预测交通量较大的环东一大道,LK16主要用在环东二大道。对于中下面层的选型,指挥部委托同济大学做了室内试验,考虑到外环线重载多,交通量大,中下面层级配选择以高温稳定性作为主要因素,同时为了交叉施工的便利,中下面层最后选用同一种级配SUPER19。三种混合料级配组成如表1:

上面层的沥青采用改性沥青,基质沥青为埃索70号,改性剂采用SBS,改性剂掺量为5%;其中SMA最佳沥青用量为5.7%,LK16最佳沥青用量为4.8%。中下面层沥青采用韩国SK70号,不做改性,SUPER19最佳沥青用量为4.2%。

3 沥青

表2是2种基质沥青和SBS改性沥青某一天的抽检数据。同样基于高温稳定性方面的考虑,我们在选择70号沥青时,将针入度控制在60~70之间,而不是按标准的60~80来控制,同时适度提高薄膜加热试验针入度比和延度的控制指标。

表 1 面层级配组成

筛孔	SMA16	LK16	SUP19
26.5	100	100	100
19	100	100	90~100
16	95~100	95~100	80~90
13.2	72~92	73~85	68~81
9.5	54~72	61~73	57~70
4.75	25~40	41~51	36~49
2.36	17~31	26~37	23~35
1.18	14~26	16~24	14~22
0.6	10~22	9~18	7~17
0.3	8~17	6~15	5~14
0.15	8~15	4~10	3~10
0.075	8~11	3~7	2~5

表 2 沥青实测指标

检测项目	SK-70 号	ESSO-70 号	ESSO+SBS 改性
软化点 /℃	48	48.5	82
针入度 0.1mm	65(25℃,100g,5g)	62(25℃,100g,5s)	47(25℃,100g,5s)
延度,5cm/min, cm	>200(15℃)	>200(15℃)	36(5℃)
损失(%)	0.2	0.16	0.21
薄膜加热 软化点/℃	54	54.5	84
热试验 针入度比	80	78	78
163℃,5h %			
延度 cm	108(℃)	138(15℃)	25(5℃)
相对密度	1.035	1.040	1.025
闪点(开口式) /℃	330	331	—
蜡含量 (蒸馏法) %	1.8	1.82	—
溶解度 %	99.9	99.9	—
含水量 %	<0.2	<0.2	弹性恢复 81%
动力粘度 Pa·S	224(60℃)	246(60℃)	1.8(135℃)

收稿日期:2004-11-24
作者简介:陈衡(1968-),男,浙江杭州人,硕士,上海外高桥保税区联合发展有限公司总经理助理,从事开发区工程建设工作。

4 集料与填料

中下面层粗细集料均采用产自湖洲的石灰岩，上面层集料 ≥ 4.75 mm 采用产自湖洲的辉绿岩， < 4.75 mm 集料采用产自湖洲的石灰岩。填料采用石灰岩磨制的矿粉。为了防止石料压碎，对针片状含量及压碎值控制得较严格。集料与填料控制指标见表 3。

表 3 集料与填料控制指标
(粗集料括号内数值为辉绿岩测定值)

指 标		测定值	控制指标
粗集料	针片状含量(%)	4.75~9.5 11.9(8) 9.5~16 10.1(7)	3:1<12
	洛杉矶磨耗值 (%)	22.5(10.4)	<30
	压碎值 (%)	21.4(11.8)	<25
	磨光值 (PSV)	(44)	>42
	粘附性 (级)	5(3)	>4
	软石含量 (%)	2.6(0)	<5
细集料	棱角性 (%)	46.7	>45
矿粉	砂当量 (%)	78.2	>60
	<0.075 含量 (%)	94	>75
	亲水系数	0.64	<1.0
	含水量 (%)	0.1	<1

5 混合料

上海城市外环线浦东段(二期)工程建设指挥部在工程现场设立了专门的试验室，沥青面层施工期间坚持每天分上午和下午各两班对混合料进行检测。图 1~图 3 分别是三种级配混合料在某一天的抽提筛分后的数据，从每天的检测结果来看，沥青用量基本在各自级配设计的最佳沥青用量附近波动，级配均在设计级配上下限之间，接近级配中值。沥青用量主要依靠高精度的拌和机自动控制，辅以有经验的专家和工程技术人员在每天进行混合料的成色检验，尤其是对开机后的半小时及临时停机后复开机拌制的混合料成色进行目测检验，再次就是尽可能地保持集料的均匀一致性，特别是细集料和矿粉的品质尽可能地保持变异性小。级配的精度主要靠以下几个方面：

(1)保证原材料均匀。由于该工程集料用量巨大，加上上面层粗集料共有 9 家石料厂供应石料，这 9 家石料厂在 1999 年浦东南干线沥青面层施工时均进行了反击式 2 级破碎改造，工程开始供应石料前又根据级配的特点，对石料厂的筛网做了统一的改造。

(2)拌和机。该工程共动用 4 台拌和机：3 台 3000 型，1 台 2000 型。由于各摊铺机型号不一样，

铺筑试验段时对各台拌和机分别走白料以验证生产配比的符合性，通过调整拌和机筛网的孔径、角度使各拌和机生产出的混合料均匀一致。

(3)细集料分档。将 0.075~4.75 mm 集料分成 0.075~2.36 mm 和 2.36~4.75 mm 两档料，提高了冷料称量的精度，减少了热料的废弃，提高了产量。

(4)控制回笼粉的掺量。中下面层混合料回笼粉掺量不超过 20%，上面层混合料禁止掺加回笼粉，并加大风门确保矿粉的掺量。

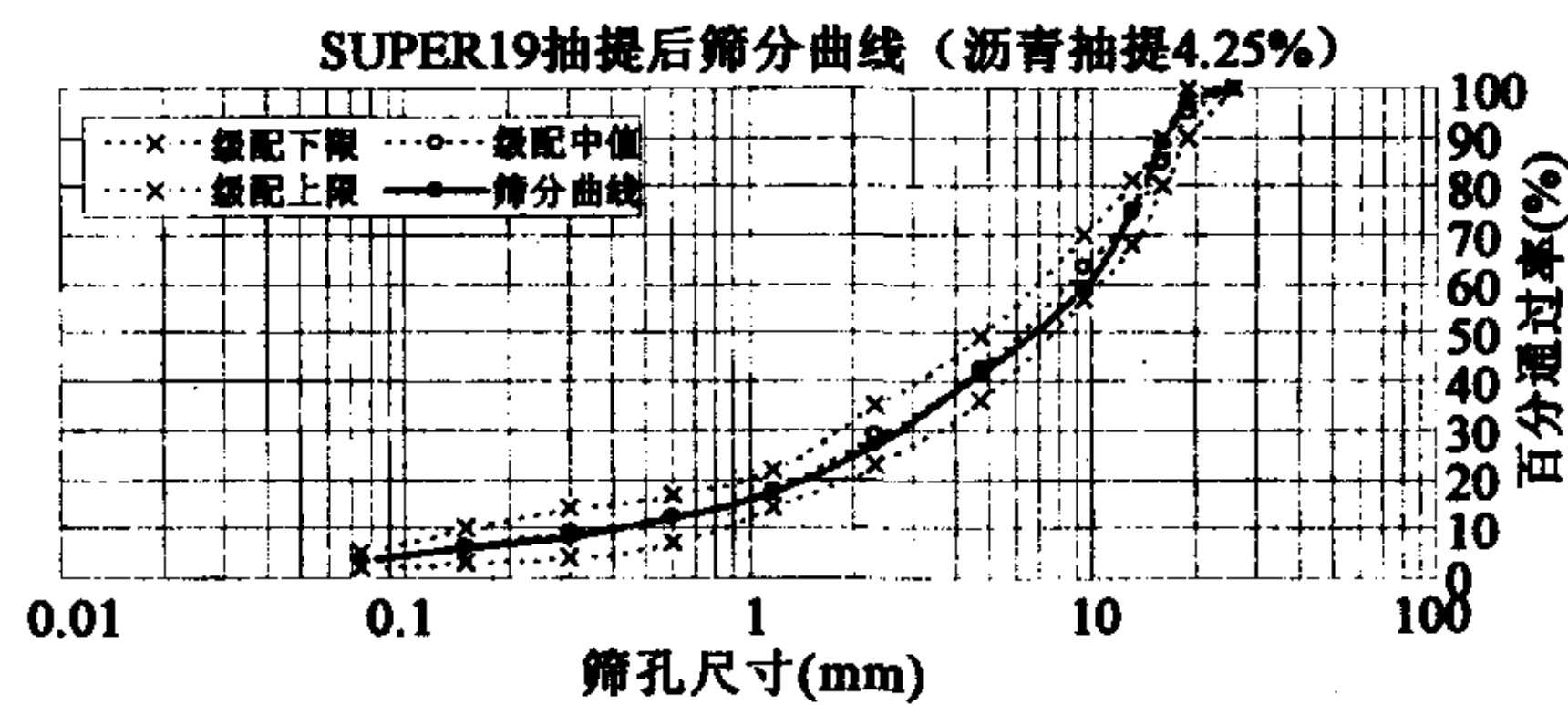


图 1 SUP-19 抽提后筛分曲线

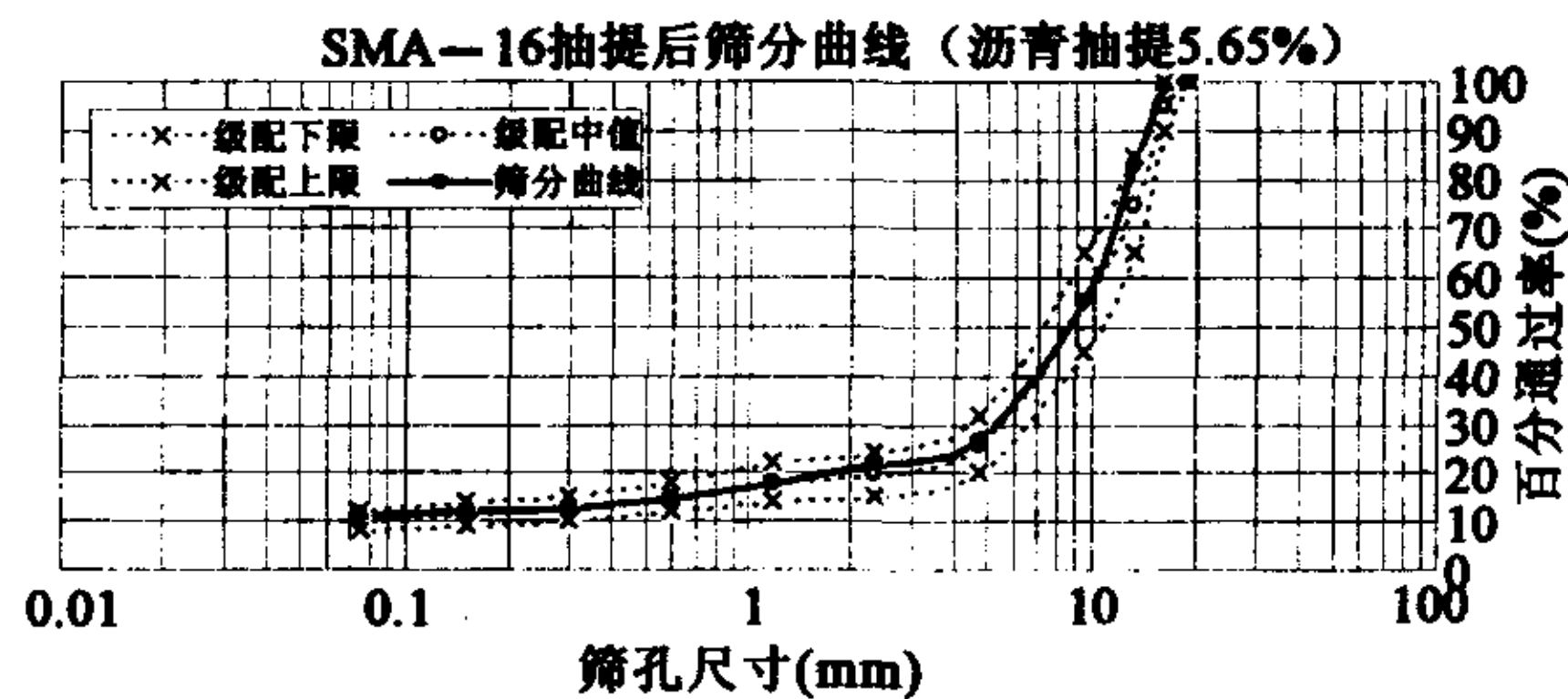


图 2 SMA-16 抽提后筛分曲线

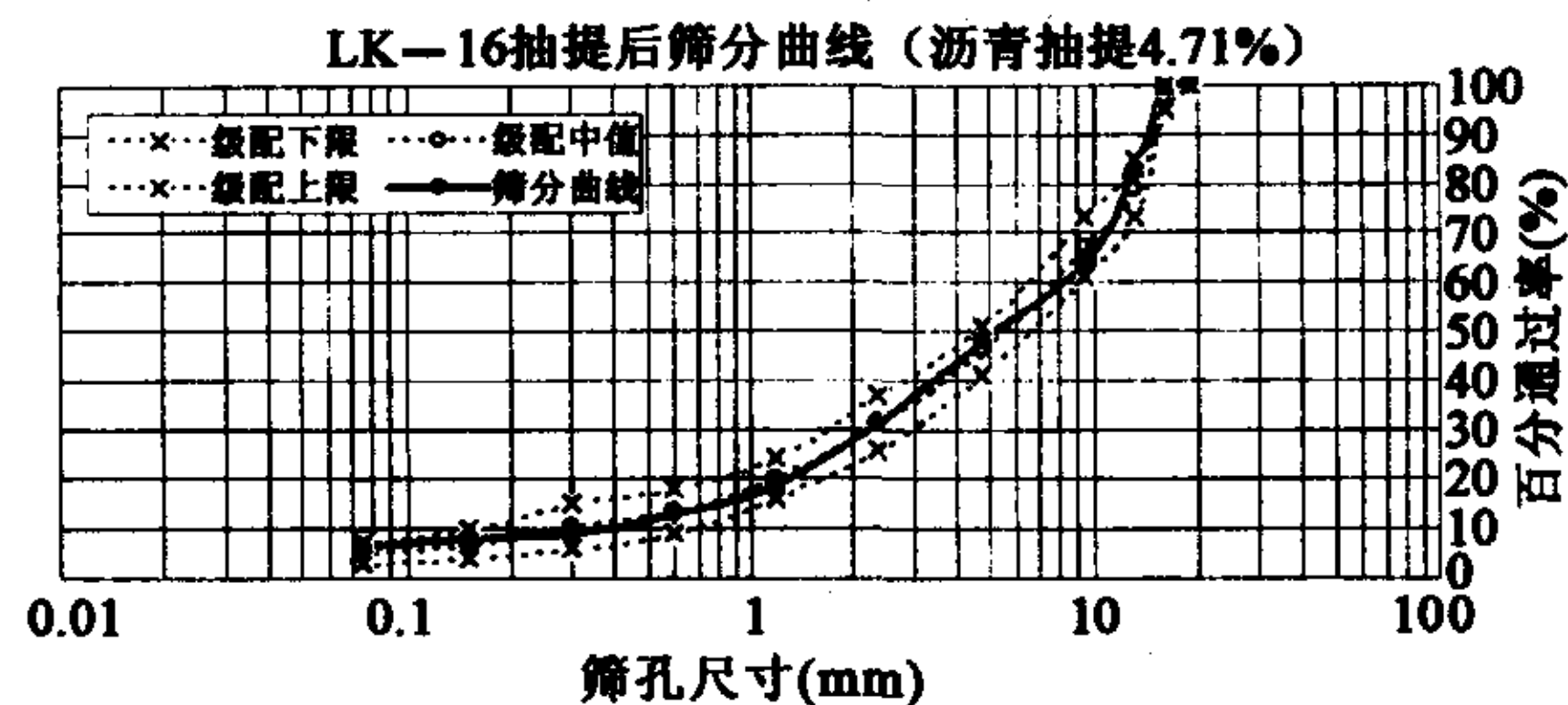


图 3 LK16 抽提后筛分曲线

LK16 的级配是在 1996 年浦东新区远东大道工程确定下来的，该级配是在上海市原 LK-0 级配基础上做了一些修正。SMA-16 级配沿用了 1999 年在浦东新区南干线工程中确定的级配。这两种级配在浦东新区工程实践中证实是可以满足工程和功能要求的，表面纹理较好，具有合适的空隙率。用改性沥青时，其某一天的检测指标和内部控制指标见表 4。SUP-19 只是在级配组成上参考了 SUPERPAVE 的成果，由于试验设备的限制，施工期间对混合料的检测还是用马歇尔方法按热拌沥青混合料马歇尔试验技术指标控制。

表 4 改性沥青混合料的实测指标和内部控制指标

	SMA-16	LK16	控制指标
沥青含量 (%)	5.7	4.8	/
稳定度 (kN)	10.4	12.8	≥7.5
流值 (0.1mm)	35	33	20~40
空隙率 (%)	3.9	3.9	3~6
矿料间隙率 (%)	17.2	15.3	SMA≥17、LK≥14
沥青饱和度 (%)	77.5	74.4	70~80
残留稳定度 (%)	86.2	89.5	≥80
动稳定度 (kN)	6850	5914	≥3500
冻融劈裂 TSR(%)	85.7	91.8	≥
飞散损失量 (%)	5.07	/	≤6
析漏损失量 (%)	0.20	/	≤0.1

混合料车辙试验结果如下: SUP-19 动稳定度在 1910~2 520 次/mm 范围内波动, SMA-16 动稳定度在 3 370~6 550 次/mm 范围内波动, LK16 动稳定度在 2 680~6 300 次/mm 范围内波动, 从数据上看, 改性沥青混合料的动稳定度比较高, 但波动幅度也相对比非改性沥青大。SMA-16 路面的纹理深度在 0.8~1.2 mm 范围内波动, LK16 路面的纹理深度在 0.7~1.05 mm 范围内波动。

6 摊铺、碾压

该工程施工时按两个作业面进行, 每套机组配备的设备如下: 正常断面由两台 ABG425 成梯队摊铺, 辅以一台伏格勒摊铺加宽段或匝道出口。压路

机按 1 台 10~12 t 钢轮压路机, 2 台英格索兰 DD-110 振动压路机、2 台 16 t 轮胎压路机、2 台 26 t 轮胎压路机、1 台 15 t 钢轮压路机及小型平板振动机组组成压路机组。中下面层施工时碾压总遍数为 8~9 遍, 改性沥青面层施工时不使用轮胎压路机, 碾压遍数 5~6 遍。压实度普遍达到 98% 以上, 个别检测点压实度为 97%。由上海市市政工程质量监督站抽检的平整度平均值为: $\sigma_{\text{平均}}=1.01\text{ mm}$ 。

7 结语

上海市城市外环线浦东段(二期)工程通车一年来沥青面层状况良好, 经受住了 2003 年夏季上海市六十年一遇的高温考验, 主要体会有以下几点: (1) 首先取决于基层施工质量控制严格, 基层平整密实无松散; (2) 在面层施工过程中加强原材料的选择和质量把关; (3) 在沥青和级配选择时考虑了重载作用, 尤其侧重于考虑提高高温稳定性能; (4) 增加设备投入, 新购置高精度环保型的沥青拌和机, 在浦东地区引进大吨位的轮胎压路机, 保证了混合料的质量和压实度; (5) 设立现场试验室, 通过大频度的检测, 保证设计思想能在过程中得到体现; (6) 加强管理, 建立面层施工期间每天例会制度, 及时纠正偏差, 保持既定施工工艺的严肃性。

杭州湾海底沉管隧道施工技术达国际先进水平

由上海隧道工程股份有限公司、浙江火电建设总公司、上海救捞局等三家单位共同承担完成的“杭州湾海底沉管隧道施工技术”科研项目最近通过了上海市科委组织的技术鉴定。与会的国内外知名沉管隧道专家一致认为这项成果的总体技术达到了国际先进水平。

该项目是我国第一次在海底建设沉管隧道的工程, 工程中除普通的管段沉放外, 还有 2 只超大型的取水头也采用浮运沉放施工。中标承建这项工程的上海隧道股份有限公司在全面了解世界沉管隧道技术的基础上, 结合工程实践, 开展科技攻关, 大胆采用新技术、新工艺, 使该项目建设取得了以下成果:

建立了隧道基槽的爆破施工技术, 在水深达 26 m 的岩石海床上爆破开挖出隧道的沉放基槽, 并做到了不欠挖少超挖; 首创了水下模袋混凝土与限位基础相结合的沉管基础, 解决了基础处理的难题, 确保了一次定位的精度, 使整体隧道的平面轴线偏差控制在 3 cm 以内, 完满达到了取水头和管段的沉放质量要求; 针对取水头体积大、结构偏心、重心高、稳定性差及沉放精度要求高等难点, 对取水头进行压载调平、稳定分析等多项措施, 确保了在空气中重达 4 447 t 的取水头平稳自浮、高精度沉放就位, 使就位后的取水头引出段法线偏角控制在 0.001 4 rad 以内; 在管段自重大、排水量小、不能自浮, 且局部沉放区域壁陡槽深、大型浮吊与浮运沉放设备无法使用的困难情况下, 自行设计并加工了专用的助浮联体钢浮箱, 成功地在海上实现了 12 节管段精确沉放, 并减小了干坞的规模; 首创了接头井的结构形式及相应工艺, 实现了最终接头干地施工, 确保了最终接头的施工质量; 将国产止水带成功地运用到工程, 结束了国内沉管接头止水带依赖于进口的历史。

上述成果, 为工程建设提供了技术保障、节约了工程投资, 并为嘉电二期首台机组比合同工期提前 235 d 投产创造了条件, 为缓解华东地区夏季“电荒”发挥了积极作用, 取得了明显的社会、经济效益。