



SHUILI SHUIDIAN SHIGONG

水利水电施工

2017 年第 6 辑

全国水利水电施工技术信息网
中国水力发电工程学会施工专业委员会
中国电力建设集团有限公司



非
外
借



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



SHUILI SHUIDIAN SHIGONG

水利水电施工

2017年第6辑

全国水利水电施工技术信息网

中国水力发电工程学会施工专业委员会 主编

中国电力建设集团有限公司



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

图书在版编目（C I P）数据

水利水电施工. 2017年. 第6辑 / 全国水利水电施工技术信息网, 中国水力发电工程学会施工专业委员会, 中国电力建设集团有限公司主编. -- 北京 : 中国水利水电出版社, 2018. 3

ISBN 978-7-5170-6371-1

I. ①水… II. ①全… ②中… ③中… III. ①水利水电工程—工程施工—文集 IV. ①TV5-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第059656号

书 名	水利水电施工 2017 年第 6 辑 SHUILI SHUIDIAN SHIGONG 2017 NIAN DI 6 JI
作 者	全国水利水电施工技术信息网 中国水力发电工程学会施工专业委员会 主编 中国电力建设集团有限公司
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址 : www.waterpub.com.cn E-mail : sales@waterpub.com.cn
经 售	电话 : (010) 68367658 (营销中心) 北京科水图书销售中心 (零售) 电话 : (010) 88383994 、 63202643 、 68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	210mm×285mm 16 开本 8.5 印张 323 千字 4 插页
版 次	2018 年 3 月第 1 版 2018 年 3 月第 1 次印刷
印 数	0001—2500 册
定 价	36.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究



深圳市茅洲河综合整治项目楼岗河分流箱涵工程



深圳市茅洲河综合整治项目临边防护工程



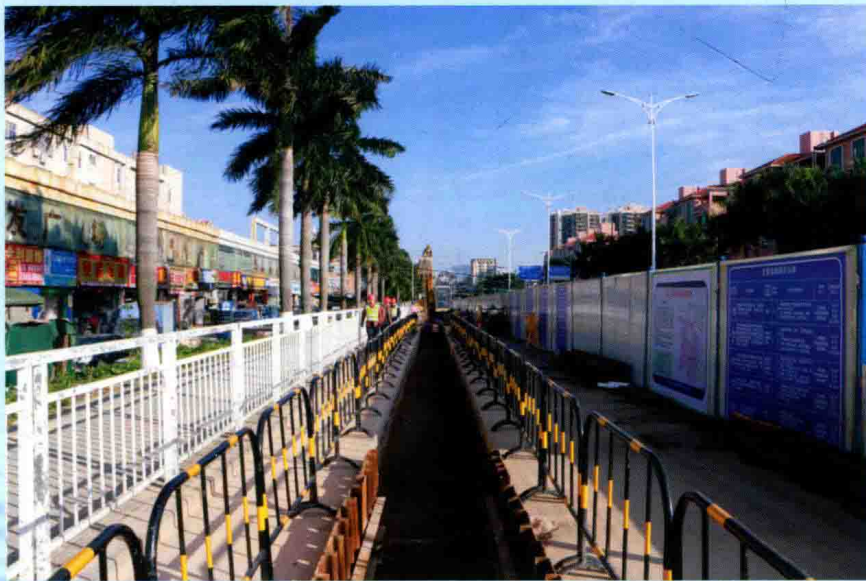
深圳市茅洲河综合整治项目上寮河口泵站工程



深圳市宝安区罗田水调蓄湖工程



深圳市茅洲河综合整治工程景观示范段



深圳市茅洲河综合整治项目福和路回填工程



深圳市茅洲河综合整治项目潭头河隧道顺利贯通



整治后的深圳市茅洲河光明段干流水质



深圳市茅洲河综合整治项目景观示范段



深圳市茅洲河综合整治项目松岗东片区田园路工程



深圳市宝安区松岗水质净化厂雄宇路路面恢复工程



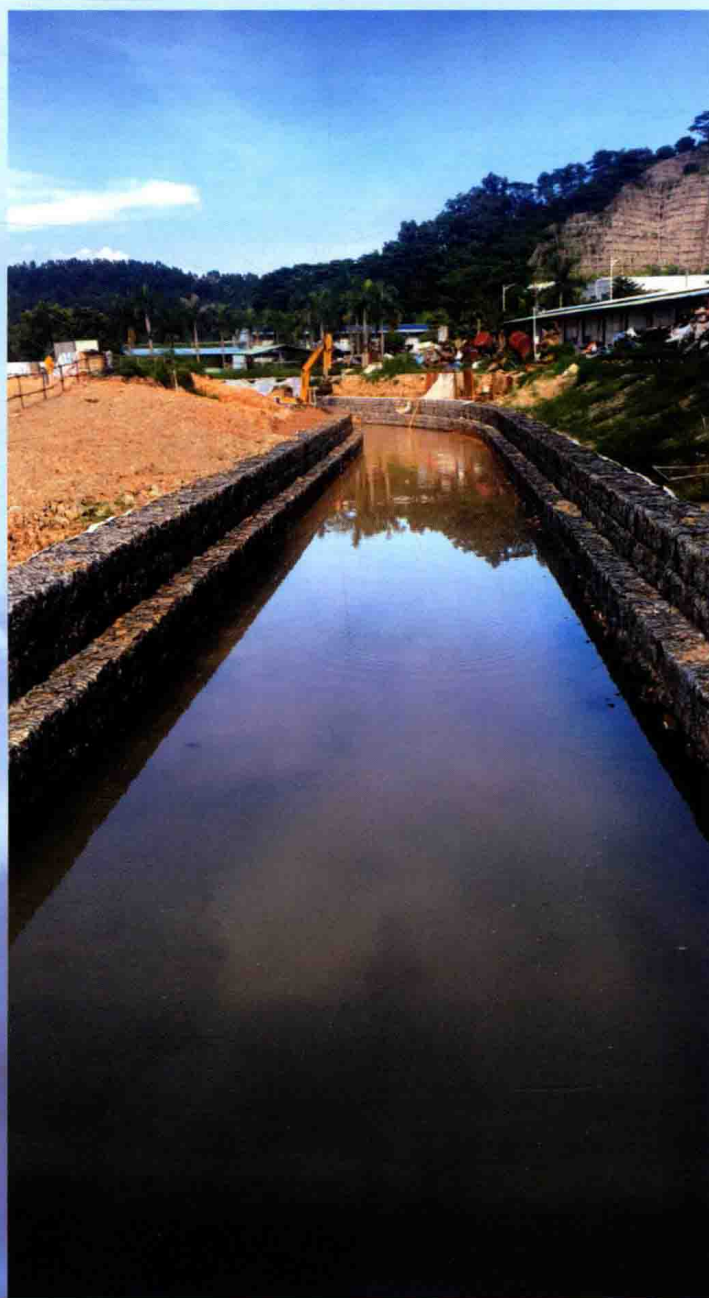
整治后的深圳市茅洲河宝安区罗田水汇入段



整治后的深圳市茅洲河龟岭东水段



深圳市茅洲河综合整治项目黄浦东上南东路工程



已通水的深圳市光明新区西田水左支河



深圳市茅洲河综合整治项目龟岭东水实验场



已投入运行的福建省福州市光明港底泥处理厂



深圳市茅洲河综合整治项目老虎坑水B支流石笼护坡、护底与绿化工程

《水利水电施工》编审委员会

组 织 单 位	中国电力建设集团有限公司							
主 编 单 位	全国水利水电施工技术信息网							
	中国水力发电工程学会施工专业委员会							
	中国电力建设集团有限公司							
名 誉 主 任	孙洪水							
顾 问	马洪琪	张超然	钟登华	缪昌文	付元初	梅锦煜		
主 任	宗敦峰							
副 主 任	江小兵	郑桂斌						
委 员	吴新琪	高 翔	李志谦	郑 平	季晓勇	郭光文		
	余 英	吴国如	郑桂斌	孙志禹	余 奎	毛国权		
	王 辉	林 鹏	李文普	楚跃先	黄晓辉	李福生		
	李志刚	梁宏生	王鹏禹	席 浩	张文山	吴高见		
	杨成文	向 建	涂怀健	王 军	陈 茂	杨和明		
	钟彦祥	沈益源	沈仲涛	杨 涛	和孙文	何小雄		
	吴秀荣	肖恩尚	杨 清	陈观福	张国来	曹玉新		
	刘永祥	成子桥	张奋来	刘玉柱	陈惠明	芮建良		
	马军领	刘加平	孙国伟	黄会明	陈 宏			
主 编	宗敦峰							
副 主 编	李志谦	楚跃先	邴颂东					
编委会办公室	杜永昌	黄 诚						

前 言

《水利水电施工》是全国水利水电施工技术信息网的网刊，是全国水利水电施工行业内刊载水利水电工程施工前沿技术、创新科技成果、科技情报资讯和工程建设管理经验的综合性技术刊物。本刊以总结水利水电工程前沿施工技术、推广应用创新科技成果、促进科技情报交流、推动中国水电施工技术和品牌走向世界为宗旨。《水利水电施工》自2008年在北京公开出版发行以来，至2017年年底，已累计编撰发行60期（其中正刊40期，增刊和专辑20期）。刊载文章精彩纷呈，不乏上乘之作，深受行业内广大工程技术人员的欢迎和有关部门的认可。

为进一步提高《水利水电施工》刊物的质量，增强刊物的学术性、可读性、价值性，自2017年起，对刊物进行了版式调整，由杂志型调整为丛书型。调整后的刊物继承和保留了原刊物国际流行大16开本，每辑刊载精美彩页，内文黑白印刷的原貌。

本书为调整后的《水利水电施工》2017年第6辑，全书共分6个栏目，分别为：土石方与导截流工程、地下工程、地基与基础工程、机电与金属结构工程、路桥市政与火电工程、企业经营与项目管理，共刊载各类技术文章和管理文章32篇。

本书可供从事水利水电施工、设计以及有关建筑行业、金属结构制造行业的相关技术人员和企业管理人员学习、借鉴和参考。

编者

2017年12月

目 录

前言

土石方与导截流工程

功果桥水电站右岸砂石加工系统存在问题及改造	张玉彬 (1)
玛尔挡水电站导流洞施工支洞布置规划设计	白 涛 徐 刚 (6)
超长大坡度斜井开挖支护施工技术	孔维春 王卫治 (10)
玛尔挡水电站导流建筑物运行安全风险研究	唐云娟 白 涛 (14)
砂板岩生产反滤料及掺砾料加工系统工艺流程设计及设备配置	周一峰 (18)

地下工程

600m 级高压竖井施工关键技术	杨元红 (24)
罗塞雷斯水电站低位泄水孔修复技术	张光辉 (31)
双护盾 TBM 施工中 PPS 与 VMT TUnIS 激光导向系统应用技术研究	梁国辉 何 俊 (34)

地基与基础工程

压力分散型预应力锚索在溧阳抽水蓄能电站中的应用	张 兵 (38)
黄登水电站右岸缆机平台边坡变形险情处理施工技术	周彩云 (42)
从江航电枢纽一期子围堰防渗施工方案优化	李荣清 (46)
浅谈钻孔灌注桩后压浆施工技术	曾岩峰 冯改革 胡克山 (50)
自制气压式注浆器在苏布雷水电站钢衬接触灌浆中的应用	王 昭 胡雄兵 李 玮 (53)
地下连续墙渗漏水的预防和处理	毕文东 (56)

机电与金属结构工程

卢旺达戈萨哈泵站控制系统设计与应用	梁 平 (60)
-------------------------	----------

盾构钢套筒密闭始发施工技术研究	丁 盛 (64)
高扬程大跨度辐射式缆机架空系统拆除技术	王存成 (67)
荒漠地质固定式光伏电站施工技术	梁 平 杨 明 (72)
DFIG2.75MW-120 型风力发电机组吊装	赵军峰 (76)

路桥市政与火电工程

高速公路预制梁场地基处理与计算	陈希刚 张宝堂 刘福高 (79)
摩洛哥拉巴特绕城高速公路圆形带底检查井施工工艺	陈丽萍 袁幸朝 黄红占 (87)
桥面铺装混凝土表面裂缝控制措施	时贞祥 罗佳男 (90)
微振控制爆破技术在地铁车站施工中的应用	张 磊 张 雯 (93)

企业经营与项目管理

简析近期政策对社会资本发展 PPP 模式的影响	仵义平 (96)
海外电力投资项目前期开发关键环节探析	王树洪 (99)
国际 EPC 水电站项目设备采购管理与实施	唐 俊 (103)
传统水电施工企业如何进行专利挖掘	张玉彬 (108)
欧盟工程承包市场项目环境保护管理实践	陈国梁 (111)
印度电站项目备品备件合同采购管理探讨	张升坤 (115)
浅谈我国 PPP 项目物有所值 (VFM) 评价	秦建春 罗贤明 (118)
浅谈水电投资项目购电协议管理	李燕峰 (122)
BIM 在工程管理部门日常工作中的应用	吴海燕 (125)

Contents

Preface

Earth Rock Project and Diversion Closure Project

The existing problems and renovation of sand & stone processing system in the right bank of Gongguoqiao Hydropower Station	Zhang Yubin (1)
The layout plan and design of diversion branch tunnel in Maerdang Hydropower Station	Bai Tao, Xu Gang (6)
The excavation and support technology in construction super - long slope inclined shaft	Kong Weichun, Wang Weizhi (10)
A research on safety risks of diversion buildings in Maerdang Hydropower Station	Tang Yunjuan, Bai Tao (14)
Process design and equipment configuration of processing sand slate filter and boulder for production	Zhou Yifeng (18)

Underground Engineering

The key construction technology of 600m deep high pressure shaft	Yang Yuanhong (24)
The repairing technology of low - level discharge sluice of Roseires Dam in Sudan	Zhang Guanghui (31)
A research on application of PPS and VMT TUNIS laser guiding system in double shield TBM construction	Liang Guohui, He Jun (34)

Foundation and Ground Engineering

Application of force - dispersing pre - stressed anchoring cables in Liyang Pumped Storage Power Station	Zhang Bing (38)
Construction technology of slope deformation of right bank cable platform in Huangdeng Hydropower Station	Zhou Caiyun (42)
Optimization construction plan of anti - seepage branch cofferdam in the first phase of Congjiang Navigation - Power Junction	Li Rongqing (46)
A brief introduction of construction technology of post grouting for bored pile	Zeng Yanfeng, Feng Gaiping, Hu Keshan (50)
Application of self - made pneumatic grouting device in teel lining contact grouting in Du Barrage Hydropower Station	Wang Zhao, Hu Xiongbing, Li Wei (53)
Prevention and treatment measures of underground diaphragm wall leakage	Bi Wendong (56)

Electromechanical and Metal Structure Engineering

The design and application of pumping station control system in Rwanda Gossa	Liang Ping (60)
--	-----------------

Research on technology of shield steel sleeve sealing launching	Ding Sheng (64)
Dismantling technology of high – lift long – span radiant cable overhead system	Wang Cuncheng (67)
Construction technology of permanent photovoltaic power station in desert	Liang Ping, Yang Ming (72)
Technology of hoisting DFIG2.75MW – 120 type wind power generator	Zhao Junfeng (76)

Road & Bridge Engineering, Municipal Engineering and Thermal Power Engineering

Foundation treatment and calculation of expressway pre – cast beam field	Chen Xigang, Zhang Baotang, Liu Fugao (79)
Construction technology of highway round bottom inspection well in Rabat Morocco city	Chen Liping, Yuan Xingchao, Huang Hongzhan (87)
Control measures of concrete cracks in bridge deck pavement	Shi Zhenxiang, Luo Jianan (90)
Application of micro vibration control blasting technology in subway station construction	Zhang Lei, Zhang Wen (93)

Enterprise Operation and Project Management

A brief analysis of the recent policy impact on social capital operation PPP model projects	Wu Yiping (96)
Research and analysis on key parts of overseas electric power investment project in advanced exploration	Wang Shuhong (99)
Management and implementation of equipment procurement in international EPC hydropower project	Tang Jun (103)
How to do patent management of traditional hydropower construction enterprises	Zhang Yubin (108)
International construction engineering environmental protection management practice in EU market	Chen Guoliang (111)
Discussion on spare parts procurement contract management of power station project in India	Zhang Shengkun (115)
A brief introduction of China's PPP project VFM (value for money) evaluation	Qin Jianchun, Luo Xianming (118)
A brief introduction of electricity purchase agreement management of hydropower investment project	Li Yanfeng (122)
The application of BIM system in managing engineering department daily work	Wu Haiyan (125)

功果桥水电站右岸砂石加工系统 存在问题及改造

张玉彬/中国水利水电第十四工程局有限公司

【摘要】 本系统为导流洞及前期工程提供混凝土所需粗细骨料。系统设计时设备选型及工艺存在一定问题，系统建安工期紧，石英砂岩制砂难度较大，系统产量达不到设计要求。本文介绍了系统的工艺流程、设备配置，讨论了系统存在的问题及改造。优化完成后，结合加强运行管理，系统产能得到提高。

【关键词】 工艺流程 人工制砂 系统改造

1 概况

功果桥水电站右岸砂石加工系统（以下简称“系统”）位于右岸导流洞进口，主要承担导流洞及前期工程施工所需骨料的生产供应任务，混凝土总量为15万 m^3 ，主要为二级配混凝土，系统按三级配设计。

加工料源主要采用导流洞工程开挖料，料源岩性为变质砂岩、石英砂岩，干抗压强度为83~174MPa，饱和抗压强度为64~125MPa，石英含量为60%。

系统设计处理能力190t/h，成品生产能力155t/h。系统由其他单位建安完成但未进行调试的情况下移交功果桥项目部，项目部完成收尾工程和调试运行工作。

2 系统改造前工艺流程及布置

2.1 系统改造前工艺流程

系统改造前工艺流程见图1。

2.2 主要工艺流程说明

系统料源为开挖石英砂岩，岩石相当坚硬，磨蚀性较强，系统按二段破碎、一级制砂、二次筛分进行设

计。粗碎为颚式破碎机，中碎选用圆锥破碎机，“石打铁”立轴破碎机制砂。大石由一筛筛出，中石、小石及人工砂均通过立轴破碎机并由二筛生产。

粗碎布置一台上海路桥PE900×1200颚式破碎机，配海安联源ZSW590×110给料机给料。粗碎出料由1#皮带机送至容量为130 m^3 的钢筋混凝土料仓堆存，设计为满足1h调节量，实际只有20min左右，未能发挥调节料仓的调节作用。

一筛车间布置一台2YKR1645圆振筛，筛网孔径为 $a_1=80\text{mm}$ 、 $a_2=40\text{mm}$ 。半成品料由调节料仓下两台GZG90-160给料机给料至2#皮带机上（B800）并被送至第一筛分车间，筛分后， $>80\text{mm}$ 料及部分40~80mm料分别由3#、4#皮带机汇至5#皮带机进入PYZ1750圆锥机破碎。其中，根据工艺流程设计需要的40~80mm大石料由4#转6#皮带机进入三筛分车间冲洗后由7#皮带机送至成品大石仓堆存。由于系统承担的导流洞工程混凝土以二级配为主，故系统投入运行后并未生产大石。

当加工系统不生产三级配时，4#皮带机输送的40~80mm料不再分料，全部进入5#皮带机并进入中碎圆锥破碎机进行循环破碎。

PYZ1750圆锥破碎机出料落至2#皮带机上，与半成品料混合后进入一筛分。一筛分筛下料（ $<40\text{mm}$ ）经8#、9#皮带机送至立轴破碎机调节料仓，该料仓容量100 m^3 ，实际只满足工艺设计0.8h调节量，容量偏小。

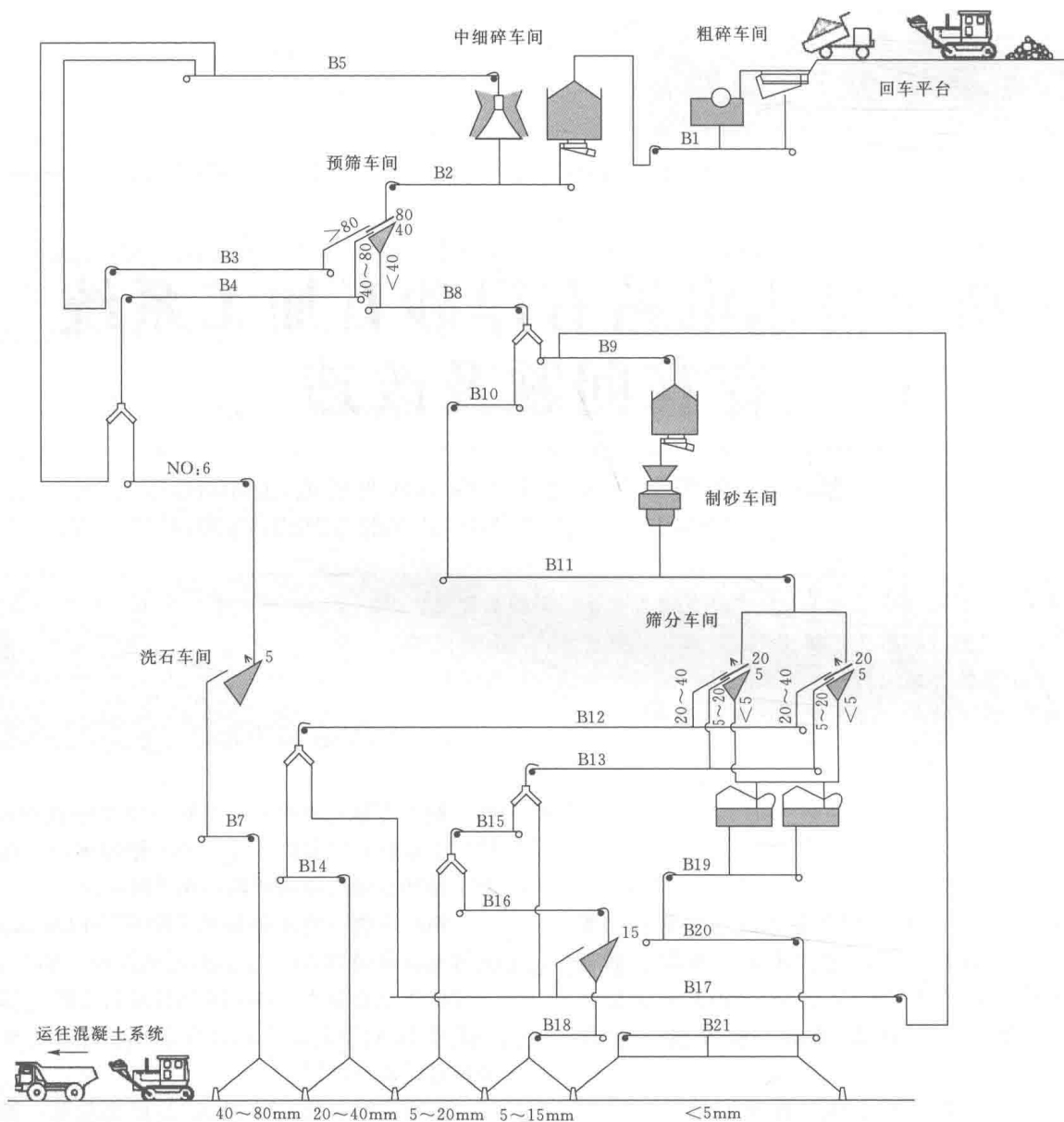


图 1 系统改造前工艺流程图

制砂调节料仓下布置一台 GZG90 - 160 给料机向 PL - 9500 立轴破碎机供料，立轴破碎机出料经 11 号皮带机（B800）送往第二筛分。二筛分布置两台 2YKR2060 圆振筛，筛网孔径为 $a_1 = 20$ 、 $a_2 = 4$ mm，立轴破碎机出料经冲洗筛分后，分为 20~40mm 料、5~20mm 料及 <5mm 料三种。其中，满足工艺流程量的中石、小石由 14 号（B650）、15 号（B650）皮带机送至成品中、小石仓堆存；两级盈余料经 17 号闭路皮带机送至 9 号皮带机进入制砂调节料仓再次循环破碎。<4mm 料

连同冲洗水进入筛分机楼底层砂料处理单元（SCD - 300）分级脱水处理，成品砂经 19 号转 20 号，再由 21 号皮带机（带卸料小车）卸到成品砂仓堆存。砂料分成三个小仓，卸料、脱水、出料轮流转换；其尾水则由排水沟引入粉砂处理沉淀池处理。

2.3 系统主要设备配置

系统主要设备配置见表 1。

表 1 系统主要设备配置表

序号	名称	型号规格	数量	生产能力 / (t/h)	单机功率 / kW	备注
1	棒条给料机	ZSW590×110	1		18.5	海安联源公司
2	颚式破碎机	PE900×1200	1		110	上海路桥公司

续表

序号	名称	型号规格	数量	生产能力 /(t/h)	单机功率 /kW	备注
3	振动给料机	GZG90-160	3		2×0.75	海安联源公司
4	圆振筛	2YKR1645	1		15	海安联源公司
5	圆锥破碎机	PYZ1750	1	115~300	110	上海路桥公司
6	立轴破碎机	PL9500SD	1	220~350	2×200	贵州成智公司
7	圆振筛	2YKR2060	2		30	海安联源公司
8	砂料处理单元	SCD-300	2	250~300	48	西安红岭机械
9	皮带机	B800~B650	21		219	河北宏达公司

3 系统存在的主要问题

系统投产后成品生产能力仅有设计的一半左右，且成品砂质量差，细度模数大。经测试、分析研究，找到了系统存在的主要问题。

3.1 破碎设备不匹配

系统粗碎设备为颚式破碎机，型号为 PE900×1200，排矿口为 100~200mm。理论上，当颚式破碎机排料口为最小即 $e=100\text{mm}$ 时，出料最大粒径已达 175mm，差不多已经达到中碎设备 PYZ1750 允许的最大进料粒径（185mm）。但是在破碎石英含量高达 60% 的石英砂岩的情况下，在实际运行中，新衬板只要经过 1~2d 即 20h 左右的运行就被磨去 10mm 左右，此时排矿口已经增加了 20mm，颚式破碎机出料粒径将增至 210mm，超过 PYZ1750 圆锥机允许的最大进料粒径，导致圆锥机无法承受，经常堵腔停机，系统有效运行时间减少。中碎圆锥机腔型不应选择中型，应选标准型，允许进料粒径更大一些，中碎设备才能与粗碎设备相匹配。

3.2 中碎设备选型错误，能力偏小

一般来讲，在破碎硬岩的情况下，不应选择进料粒径偏小的中型腔型圆锥机（PYZ1750），而应选择相同规格下的标准型圆锥机（PYB1750）。此时，设备允许进料粒径可提高至 220mm 左右，方可与 PE900×1200 颚式破碎机正常的排料粒度相适应。

根据原设计指标，当加工系统按三级配生产时，要求中碎破碎后 <40mm 料的生产能力为 139t/h；当加工系统按二级配生产时，相应要求中碎破碎后 <40mm 料的生产能力为 155t/h。实际按此工况生产，中碎圆锥机的处理能力仅为 120t/h 左右，与实际需要相差太大，这是该系统无法达到设计能力的最关键、最主要的原因。

3.3 第一筛分车间筛分能力不够

第一筛分处理半成品料及中碎圆锥机破碎后的混合

料，按工艺流程料量计算，粗碎处理能力 190t/h，中碎机处理量为 120t/h，合计第一筛分处理量为 310t/h。一筛筛网孔径为 $a_1=80\text{mm}$ 、 $a_2=40\text{mm}$ 。经现场实测，一筛大石（80~40mm）料中，中石逊径达 40%，很显然，筛分面积明显偏小。由于筛分能力较小，大量的细骨料不能透筛，混入上级骨料（即大石 80~40mm）中，再次进入圆锥机。而实际上 <40mm 料被再次破碎的概率已经很小，只能加大圆锥机的循环负荷，做无用功，形成恶性循环。第一筛分筛分机（2YKR1645）筛分能力偏小是制约加工系统正常生产的重要因素。

3.4 立轴破碎机制砂原料偏少，“石打铁”立轴破碎机制砂率较低

由于中碎环节中石以下粒级料生产能力只达到实际需要值的 39%，因而导致制砂原料供应严重不足，立轴破长期处于较低负荷状态运行。另外，立轴破石打铁腔成砂率在破碎石英砂岩时达不到厂家提供的 51%，经多次测试，立轴破碎机出料中 <5mm 的平均只有 31%，经筛分水洗后，成品砂率更低。改造前立轴破进、出料级配见表 2 及表 3。

表 2 改造前立轴破制砂原料仓进料级配测试表

粒径组成	样品净重/kg	产量/(t/h)	百分比/%
中石	15	36	78.5
小石	4.1	9.84	21.5
合计	19.1	45.84	100

表 3 改造前立轴破制砂出料级配测试表
(11# 皮带机)

测试 次数	中石		小石		砂		产量 合计 /(t/h)
	产量 /(t/h)	百分比 /%	产量 /(t/h)	百分比 /%	产量 /(t/h)	百分比 /%	
1	13.75	15.8	45.59	52.5	27.55	31.7	86.89
2	24.95	19.41	65.52	50.96	38.09	29.6	128.56
平均	19.35	17.61	55.55	51.73	32.82	30.65	107.73