

筑养路机械

中国工程机械工业协会筑路机械分会 主办

2015 年第 **1** 期

总第179期



购机惠

网上购机真实惠



中国路面机械网
www.lmjx.net

买卖设备上中国路面机械网



工程机械电商网
CM O2O.COM



扫一扫查看

中国路面机械网、工程机械电商网

网络购机狂欢节

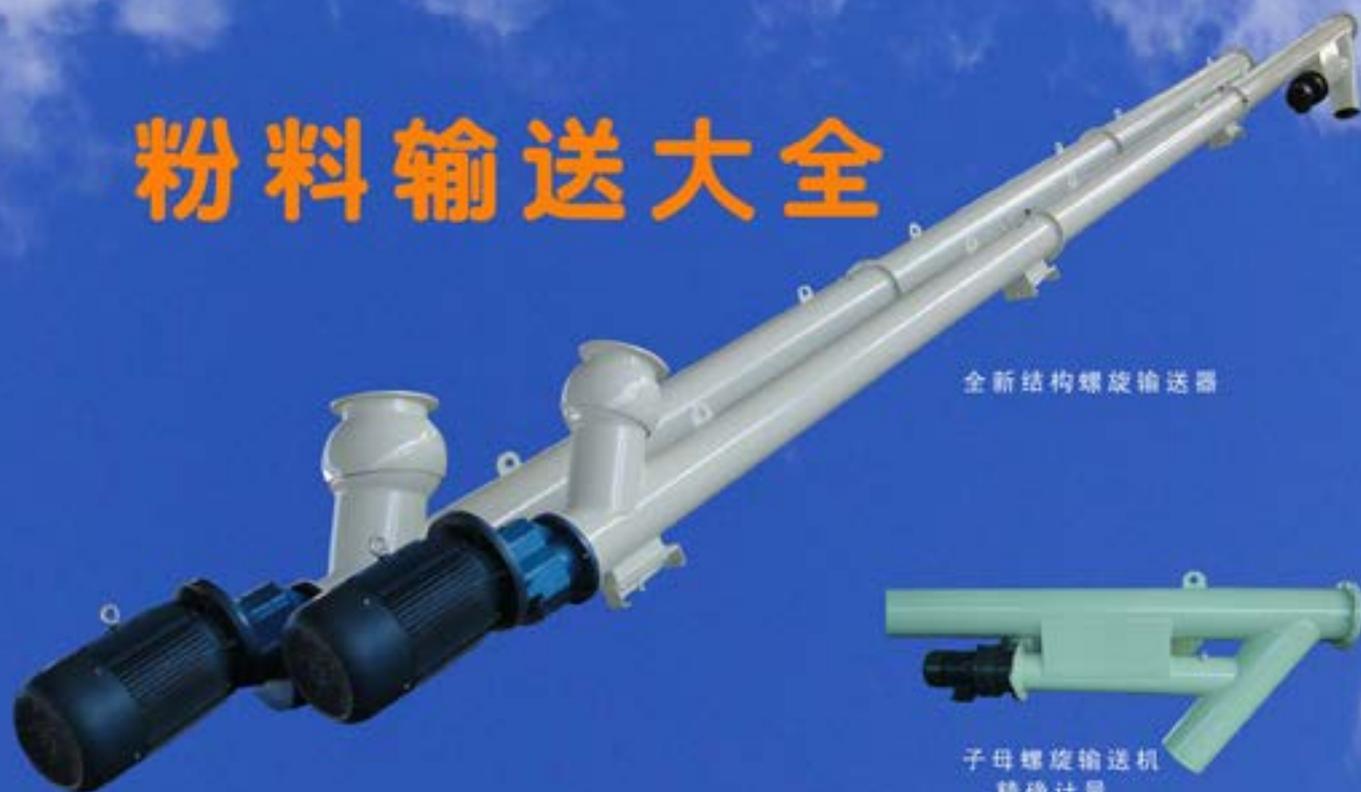
最高直降20万 限时抢购



百滤得有限公司
BELISTER CO., LTD.

地址：河北固安温泉休闲商务产业园区
邮编：065700
电话：0316-8228858 8228000
传真：0316-8228358
总经理：魏建军
手机：13933665036

粉料输送大全



全新结构螺旋输送机



子母螺旋输送机
精确计量



万向接口，整体一次成型螺旋、冷热粉料轴承



仓顶除尘器



蝶阀



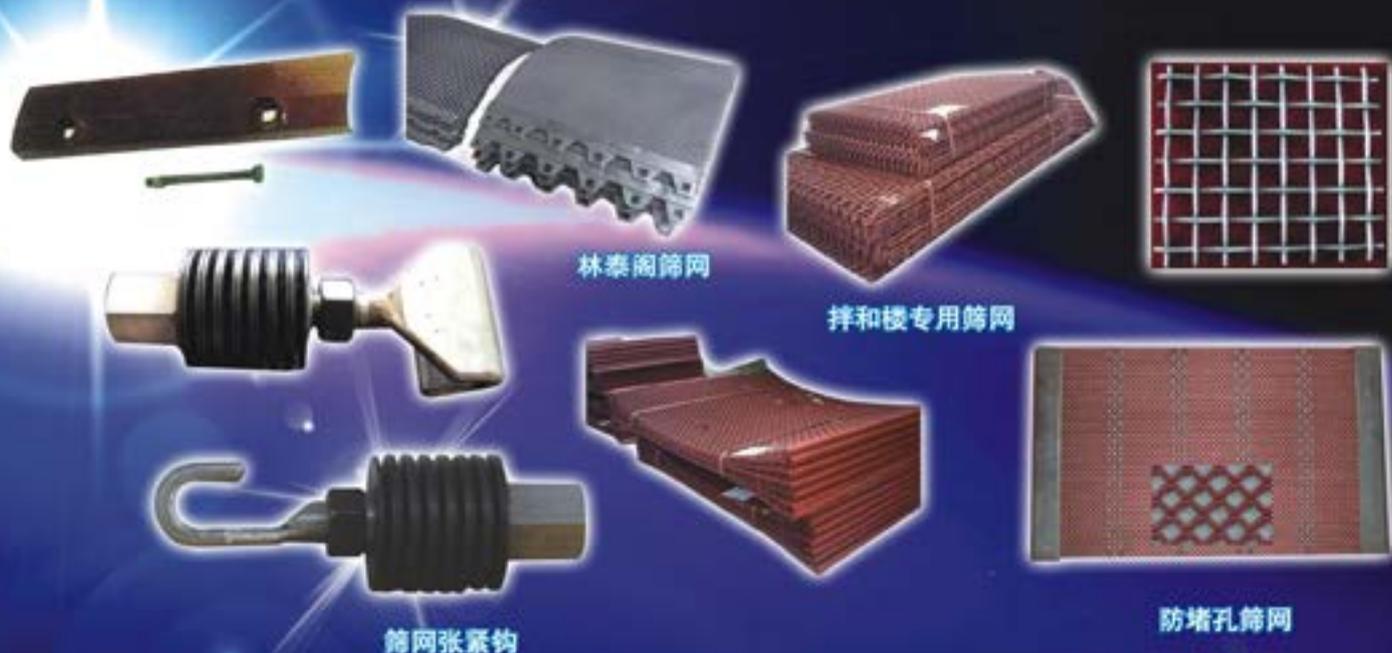
振动电机





上海盾牌矿筛有限公司

上海盾牌筛网滤器合作公司



林泰阁筛网

拌和楼专用筛网

筛网张紧钩

防堵孔筛网

盾牌网站二维码



盾牌筛网 坚固耐磨

四十年的专业生产史

上海盾牌矿筛有限公司和上海盾牌筛网滤器合作公司的前称是上海前哨矿筛厂。是个专业生产高耐磨金属编织筛网公司，有着近四十年的生产历史。从九二年进入高速公路拌和楼筛网配套以来，目前公司给全国著名的拌和楼生产厂家配套的有：安迈、西筑、玛连尼、德基、加隆、吉公、原进、日工、亚龙、林泰阁、陆德、岳首、雪桃、斯贝柯、南方路基、铁拓、沧田等等。

高耐磨筛网

本公司从84年开发出高耐磨筛网，荣获上海市优秀新产品奖，公司近几年一直着力提升产品的耐磨、网孔的精度及包边强度等方面的品质。

新产品的开发（防堵孔筛网）

公司早在九十年代着力各种防堵孔筛网的开发，并申请了专利。目前防堵孔筛网已申请了四个产品的专利。本公司开发的菱形防堵孔筛网就是为解决拌和楼在小孔筛分易堵孔而开发的，在各种拌和楼上使用效果特别好。

专业的服务

本公司有着一支专业的拌和楼筛网及筛机和配件的安装维修队伍。为解决筛网的断裂、正确安装使用及振动筛调整、修理、燃烧筒的调换等工作。如为燃烧筒、张紧板、振动筛墙板调换，生产振动筛等等，可以代为客户测绘、设计。

不法商家冒名销售盾牌产品，请认准筛网包边铁皮上“盾牌”标志。

公司地址：上海市闸北区天目中路383号海文大楼15F

邮编：200070

联系电话：400-678-3773

传真：021-23025702 技术支持：18930850700

网址：www.dunpai.net.cn

邮箱：zjh@dunpai.net.cn

最新产品



螺杆泵系列 (1寸-5寸, 流量 60-1200L/min)



齿轮泵 LCB 型升级产品 (混合料泵) (3寸-4寸, 200-850L/min)



圆弧齿轮泵 YCB 型 (1寸-8寸, 流量 60-3300L/min)



齿轮泵 LCB 系列 (1寸-4寸, 流量 50-850L/min)

奖状

筑机天格奖

太仓液压元件有限公司

荣获2013年度中国筑路机械行业
技术创新奖。

二〇一三年五月廿二日

SBS 改性沥青设备



成套改性沥青设备, 橡胶沥青流水线



GJM 改性剪切磨 (产量: 5-20T/H)

以诚至远 以信而立

地址: 江苏省太仓市璜泾镇王秀管理区

邮编: 215426

董事长: 顾雪明 手机: 13906227879

电话: 0512-53855469

传真: 0512-53855180

筑养路机械

中国工程机械工业协会筑路机械分会 主办

2015 年 第 1 期
总 179 期

购机惠 中国路面机械网 www.lmjx.net 工程机械电商网 O2O.COM



中国路面机械网、工程机械电商网
网络购机狂欢节
最高直降 20 万 限时抢购

http://hui.lmjx.net

主办单位：中国工程机械工业协会筑路机械分会

主 编：姬光才

地 址：北京市海淀区西土城路 8 号

邮 编：100088

电 话：010-62426308

传 真：010-62035431

电子信箱：62035431@163.com

网 址：www.lmjx.net

编辑发行：筑路机械分会

准印证号：京内资准字 1999 - L0453 号

欢迎您利用本刊宣传企业形象和产品形象
上网看《筑养路机械》电子版更快捷方便

目 录

行业动态

- ◆ 国务院总理李克强 2 月 11 日主持召开国务院常务会议，确定推进标准化工作改革措施、促进经济提质增效升级（摘录）2
- ◆ 沥青混合料厂拌热再生设备（征求意见稿）.....3
- ◆ 2014 年工程机械产品进出口分类汇总表8

数据统计

- ◆ 中华人民共和国 2014 年国民经济和社会发展统计公报（摘录）9

热点专题

- ◆ 国家“一带一路”战略对工程机械的影响（刘洪）13

技术交流园地

- ◆ 沥青拌和设备粉尘污染及处理措施的探讨（马洪卫）....20
- ◆ 关于湿式喷射机的技术应用（杨国辉）22
- ◆ 沥青路面水泥就地冷再生基层施工工艺及经济效益分析（蔡丽萍、吴丰录）25
- ◆ 浅谈混凝土灌注桩质量控制（罗炬华）30
- ◆ 粉性盐渍土路基边坡稳定性防护研究（魏锋海）33
- ◆ 沙特麦加轻轨 U 梁的先张法预制技术（劳辰锋）35
- ◆ 锦屏电站 TBM - 319 掘进机主轴承润滑系统故障初探（贾云鹏）38
- ◆ CL4000 型沥青混合料拌合设备搅拌器的主要参数确定（孙亚峰、魏志和）41

职业培训

- ◆ 沥青搅拌设备国家职业资格证书取证人员名单44
- ◆ 已卡培训师名单及卡号46
- ◆ 获建筑机械施工作业操作证人员名单47

行业动态

国务院总理李克强 2 月 11 日主持召开国务院常务会议， 确定推进标准化工作改革措施、 促进经济提质增效升级

会议指出，推动中国经济迈向中高端水平，提高产品和服务标准是关键。必须深化改革，优化标准体系，完善标准管理，着力改变目前一些方面存在的标准管理“软”、标准体系“乱”和标准水平“低”的状况，促进提升产品和服务竞争力，激发市场活力，推进经济提质增效升级。会议确定，一是完善标准化法规制度，开展标准实施效果评价，强化监督检查和行政执法，严肃查处违法违规行为，让标准成为对质量的“硬约束”。二是全面清理和修订现行国家、行业、地方标准，整合现行各级强制性标准，在涉及公共利益的健康、安全、环保等领域建立统一的强制性国家标准，逐步缩减推荐性标准，推动向公益类标准过渡。三是鼓励学会、协会、商会和产业技术联盟等制定发布满足市场和创新需要的团体标准，选择部分领域开展试点。允许企业自主制定实施产品和服务标准，建立企业标准自我声明公开制度。四是提高标准国际化水平。进一步放宽外资企业参与中国标准制定工作，以有效的市场竞争促进标准上水平。努力使我国标准在国际上立得住、有权威、有信誉，为中国制造走出去提供“通行证”。

关于征集标准参加起草单位和标准修改意见的通知

中国的筑机机械迈向世界高端水平的关键是提高“产品标准”和“服务标准”的水平。随着国家全面深化改革政策的推进，产品标准若要满足市场和技术创新发展的需要，必然实施行业社团协会标准。

中国工程机械工业协会标准《沥青混合料厂拌热再生设备》初稿已起草完成，现在开始向全行业征集标准参加起草单位和征求标准修改意见。

欢迎行业内关心协会标准的单位和人士积极参加。

筑路机械分会
2015 年 3 月 17 日

联系人：姬光才 刘洪
联系电话：62035431 62426308
电子信箱：62035431@163.com

GXB 中国工程机械工业协会标准

间歇式沥青混合料厂拌热再生设备

(征求意见稿)

1 范围

本标准规定了间歇式沥青混合料厂拌热再生设备(以下简称厂拌热再生设备)的性能指标、各总成技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、储存。

本标准适用于与强制间歇式沥青混合料搅拌设备配套使用的厂拌热再生设备,其他形式的厂拌热再生设备参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 10595 带式输送机 技术条件 (GB/T 10595-1989, neq ISO 3755:1991)

GB 13271 锅炉大气污染物排放标准

GB/T 13384 机电产品包装 通用技术条件

GB 5226.1 机械安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件 (GB 5226.1-2002, IEC 60204-1:2000, IDT)

GB/T 7551 称重传感器

JPG F40 公路沥青路面施工技术规范

JTG F41 — 2008 公路沥青路面再生技术规范

JTG E42 公路工程集料试验规程

JTJ 052 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JT/T270 强制间歇式沥青混合料搅拌设备

JJG 648 非连续累计自动衡器

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

沥青混合料回收料 (RAP)

采用铣刨、开挖等方式从沥青路面上获得的旧沥青混合料。

3.2

热拌再生沥青混合料

在加热状态下拌制的含有沥青混合料回收料的混合料。

3.3

厂拌热再生设备 fixed-type hot recycling plant

附加安装在强制间歇式沥青搅拌设备上的专用成套设备,可利用回收料拌制生产出符合公路沥青路面要求的再生沥青混合料。

3.4

回收料烘干加热滚筒

用于烘干加热回收料（RAP）的部件，其结构特点为回收料加热时不得与火焰接触。

3.5

静态称量精度

用标准砝码或测力计进行静态测试时的精度。

3.6

动态称量精度

混合料配料自动称量时的精度。

4 产品主参数系列与厂拌热再生设备的组成

4.1 厂拌热再生设备以处理回收料（RAP）的额定生产能力为产品主参数，主参数代号应与配套沥青搅拌设备一致，其额定生产能力应为主配套沥青搅拌设备的 50%，见表 1。

表 1 主参数系列

主配套沥青搅拌设备系列	LB1000	LB2000	LB3000	LB4000	LB5000
(RAP) 额定生产能力 (t/h)	40	80	120	150	200

4.2 厂拌热再生设备由回收料预除理系统，冷回收料供给系统、回收料烘干滚筒、燃烧系统、热回收料仓、再生剂供给系统、计量控制系统、烟气处理系统、电气控制系统组成。

5 技术要求

5.1 作业性能指标

5.1.1 作业性能指标及允许偏差应符合表 2 的规定。

表 2 性能指标

项目	指标
生产能力	≥设计值 t/h
热回收料出料温度稳定精度	±3.0℃
热回收料静态计量精度	±0.5%
热回收料动态计量精度	±2%
再生剂静态计量精度	±0.5%
再生剂动态计量精度	±2.0%
燃油消耗率	≤ 7kg/t
操作人员耳边噪声	≤ 70/dB(A)
环境噪声（距最大噪声 30m 处的噪声值）	≤ 83/dB(A)

5.1.2 大气污染物排放限值应符合锅炉大气污染物排放标准（GB13271 — 2014）的规定，数值见表 3。

表 3 大气污染物排放限值

单位：mg/m³

污染物项目	限值			监测位置
	燃煤	燃油	燃气	
颗粒物	50	30	20	烟囱或烟道
二氧化硫	300	200	50	
氮氧化物	300	250	200	
烟气黑度（林格曼度·级）	≤ I			烟囱排放口

注：该限值的控制水平达到国际先进或领先水平，适用于重点地区，其他地域执行当地地方政府制定的排放限值。

5.1.3 结构参数允许偏差应符合表 4 的规定。

表 4 结构参数允许偏差

参数	单位	允许偏差
冷回收料斗容积	m ³	不偏离设计值 ±1%
冷回收料斗上料高度	mm	偏离设计值 ±1%
不回收料烘干加热滚筒（直径与长度）	mm	不偏离设计值 ±1%
回收料烘干加热滚筒转速	r/min	不偏离设计值 ±0.5%
回收料预处理设备外形尺寸（长 × 宽 × 高）		不偏离设计值 ±1%

5.2 整机技术要求

5.2.1 厂拌再生设备应适用于对各等级公路回收沥青路面材料（RAP）进行热拌再生利用，再生后的沥青混合料性能应满足现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTGF40）中热拌沥青混合料的相关技术要求。

5.2.2 厂拌热再生设备的生产温度与拌和时间应以不加剧回收沥青路面材料（RAP）的再老化为原则。

5.2.3 厂拌热再生设备应按照经规定程序批准的图样及技术文件制造。

5.2.4 制作厂拌热再生设备所用原材料的机械性能和化学成分应符合国家及行业有关标准的规定。

5.2.5 外购件、外协件须有合格证，所有零、部件必须经检验合格后方可装配。

5.2.6 厂拌热再生设备的各种仪表、标牌、标记应醒目、清晰，便于观察。

5.2.7 厂拌热再生设备的安全标志和安全保护装置应可靠有效。

5.2.8 焊接坡口形式及尺寸应符合 GB/T985 的要求，焊缝应平整、均匀、无缺陷。

5.2.9 结构件、钣金件应进行喷砂等表面、防锈处理，边缘应平整光滑。

5.2.10 喷漆质量应符合 JB/T 5946 的规定，高温部位应涂耐高温漆。

5.3 总成技术要求

5.3.1 回收料预处理系统

回收料预处理系统由破碎设备、皮带输送机、振动筛分设备、回料皮带输送机、出料皮带组成。

- 回收料预处理能力应能满足设备最大生产能力的需要，其供料应稳定可靠。
- 预处理系统应装有清除异物装置，防止金属异物混入混合料。
- 破碎设备应设置初级破碎和终级破碎，以适应不同规格回收料。
- 振动筛筛分不少于 2 档材料，其中最小筛网孔径不宜超过 10mm，筛网安装简便，易于更换。
- 各皮带输送机应符合 GB/T10595 的要求。
- 预处理系统应设置安全防护和紧急停车装置。

5.3.2 冷回收料供给系统

冷回收料供给系统由回收料仓、回收料给料皮带、超规格剔除装置、回收料提升机、安全防护及急停装置组成。

- a) 回收料供给系统的供料能力应能满足设备最大生产能力的需要，供料量稳定可靠。
- b) 回收料供给系统的供料量应能按需要调节，每个仓应有一个独立的可调节流量的出料装置，应能手动或自动控制，应能有效锁定。
- c) 回收料冷料供给系统应设置安全防护和紧急停车装置。
- d) 回收料皮带机应符合 GB/T 10595 的相关要求，并应设有自洁装置、防跑偏、皮带张紧和调整装置。
- e) 回收料供给系统应设置超规格料剔除装置。
- f) 回收料料仓数量应不少于两个并应安装有破拱装置。
- g) 回收料冷料仓和给料皮带机之间不得有漏料现象。
- h) 回收料冷料仓和给料皮带机应设置断料检测、报警装置。
- i) 回收料冷料仓有计量装置，可精准控制输出的料量。
- j) 回收料提升机应完全密封，工作时无漏料和卡阻现象，传动装置应设有防逆转装置。

5.3.3 回收料烘干加热滚筒

回收料烘干滚筒由筒体、滚圈、支撑滚轮、止推滚轮、驱动装置、进出料箱及机架组成。

- a) 烘干滚筒应采用顺流加热方式，并应设火焰燃烧区或设火焰隔离装置，确保回收料不直接与明火接触。
- b) 烘干滚筒的生产能力应满足设备最大生产能力的要求。
- c) 传动系统平稳、振动小，运转过程中筒体轴向窜动应不大于 3mm。
- d) 筒体应使用耐磨性好和抗热变能力强的耐磨耐热钢板制造，筒体不应有明显的变形。
- e) 滚筒内的导料叶片应设计合理、分区布置、易于更换。
- f) 滚筒两端不应漏料。
- g) 滚筒出料口应安装有测温装置，其精度应不低于 1.0%。
- h) 燃烧区有测温装置，其工作温度在保证料温、产量的前提下不可过高，燃烧区温度应控制在 700-800℃

左右。

5.3.4 燃烧系统

燃烧系统由燃烧器、燃油供给装置、电气控制系统等组成。

- a) 燃烧器生产企业应具有专业制造许可证，且燃烧器性能应符合 JSGZB001-2008 的要求。
- b) 燃烧装置的供热能力应满足设备最大生产能力的要求。
- c) 燃烧器工作可靠、点火迅速、调节方便、燃烧充分稳定、火焰的大小应可调，且应有安全点火装置。
- d) 燃油供给系统应设置过滤器、压力表和安全阀，燃油管路不得有泄漏。
- e) 燃烧器的高温区应采用耐热钢板制造，如需要安装耐火材料时，应方便更换。
- f) 若配置燃油燃烧器必须有重油脱水、加热、过滤和贮存装置；若配置燃气燃烧器必须有安全检测阀组。
- g) 燃烧器有安全连锁功能，当监控参数超限后可自动停火。
- h) 燃烧器有安全点火控制功能。

5.3.5 热回收料仓

热回收料仓由仓体、放料门及搅拌输送系统组成。

- a) 热回收料仓应配有料位感应装置，实时显示料量，防止溢料、断料；有满仓报警。
- b) 热回收料仓应安装测温装置。
- c) 热回收料仓外壁应有保温层，出料口应有加热装置。
- d) 热回收料仓放料门的开、关应灵活，关闭后无漏料现象。
- e) 热回收料输送系统输送能力应满足再生设备最大生产能力的要求，输送应稳定、可靠。
- f) 热回收料输送系统应无漏料现象。
- g) 系统中与热再生料接触的零部件应设计成防粘结、易清理结构，且应设有保温装置。

5.3.6 再生剂供给系统

再生剂供给系统由再生剂贮罐、输送泵、计量装置及保温管路组成。

- a) 再生剂贮罐容量应满足最大生产能力的要求。
- b) 再生剂贮罐应设置加热器、取样口、液位计及温度控制器。
- c) 再生剂喷咀位置应方便与回收料充分融合。

5.3.7 计量控制系统

计量控制系统由称量装置，显示器和控制器组成。

- a) 热回收料的计量应采用独立称量方式，其准确度应达到表 2 的规定，计量装置的最小显示感应值为 1 kg。
- b) 再生剂的计量准确度应达到表 1 的规定，计量装置的最小显示感应量值为 0.1kg。
- c) 称重传感器应满足 GB/T7551 的要求。
- d) 热回收料称量装置外壁应有保温层。

5.3.8 烟气处理系统

烟气处理系统由引风机、烟道、二次燃烧装置组成。

- a) 引风机的风量和风压应能满足设备最大生产能力的要求，并具有风量调节装置。
- b) 除尘器应安装测温装置，烟气温控器灵敏度不大于 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，系统对烟气温度有超温报警、自动停火等安全保护。
- c) 烘干再生滚筒排出的烟气进入除尘系统前应经过二次燃烧。

5.3.10 电气控制系统

a) 电气控制应和主配套沥青搅拌设备的控制系统无缝对接，系统中电气元件应质量可靠、工作稳定、连接牢靠，电缆线布局合理，并配有专门的走线装置或措施，其绝缘性、安全性应符合 GB 5226.1 的规定，并具有良好的接地和保护措施。

- b) 电气控制系统应具有手动、自动运行功能，并具有联机和单机切换、故障报警、连锁保护、紧急停机功能。
- c) 控制系统应具有良好的抗干扰性能及对供电电源的检测，应具有保护和报警功能。

5.4 可靠性

5.4.1 厂拌热再生设备整机作业可靠性考核累计作业时间为 200h。

5.4.2 整机作业可靠性指标按表 5 规定。

表 5 可靠性指标

可靠性考核项目	考核指标
首次故障前工作时间	$\geq 100\text{h}$
平均无故障工作时间	$\geq 120\text{h}$
可靠度	$\geq 85\%$

(以下试验方法等先不写)

2014年工程机械产品进出口分类汇总表

金额单位：万美元

序号	货品名称	单位	出口				进口			
			数量	增长%	金额	增长%	数量	增长%	金额	增长%
1	履带式挖掘机	台	10727	-15.4	107998	-14.0	10784	-19.1	80565	-18.0
2	轮胎式挖掘机	台	482	1.05	4441	51.3	262	54.1	2108	54.4
3	其他挖掘机	台	265	64.6	749	-12.19	5	400.0	889	285.6
4	装载机	台	40640	-10.7	160497	-8.65	526	43.7	5949	18.7
5	HP>235.36KW(320hp)推土机	台	206	-11.59	3119	-31.0	91	12.3	5833	35.7
6	其他推土机	台	3704	-14.5	32225	-9.68	68	-38.2	1464	-27.3
7	筑路机及平地机	台	4119	-10.24	39728	-2.61	23	64.3	948.8	-24.5
8	铲运机	台	428	1.66	1876	-33.5	40	25.0	1840.8	4.9
9	非公路用货运自卸车	辆	4469	-0.38	25919	5.28	107	-54.3	6448	-55.6
10	压路机	台	15867	19.9	39702	7.32	385	-19.5	1024.7	-33.6
11	其他压实机械	台	9668	-50.9	1406	-47.8	6	-14.3	0.6	-94.6
12	摊铺机	台	803	18.09	3881	-15.2	370	41.8	5954.4	51.0
13	沥青搅拌设备	台	991	67.68	11282	-12.6	56	7.69	738.54	-27.3
14	起重量>100吨全路面汽车起重机	辆	26	-50.9	1986	-59.4	1	-50.0	148.99	-74.2
15	其他全路面汽车起重机	辆	833	-16.2	10575	-9.3	0		0	
16	起重量>100吨的汽车起重机	辆	45	-44.4	2396	-46.3	0		0	
17	其他汽车起重机	辆	4094	-7.50	59465	-11.4	0		0	
18	履带式起重机	台	760	-18.2	26766	-15.2	12	0.00	3628	27.5
19	塔式起重机	台	3928	32.4	46218	18.0	15	-60.5	1203	-42.6
20	随车起重机	台	520	94.8	1245	214.1	454	34.7	892.36	19.74
21	其他起重机	台	11799	16.9	28684	-0.68	1652	68.9	13562	42.4
22	堆垛机	台	1481	29.1	2161	161.6	668	34.9	5460	42.5
23	电动叉车	台	64118	27.9	42663	30.2	7929	8.99	14774	4.31
24	内燃叉车	台	67315	10.1	113253	15.0	868	-21.8	6916.8	-42.8
25	集装箱叉车	台	294	11.8	4363	-10.2	4	-42.9	58.87	-19.7
26	手动搬运车	台	1575776	-6.18	31985	1.80	3103	-28.4	1518	-41.3
27	牵引车	台	18390	-15.6	4410	-0.36	2345	11.5	2881	1.61
28	凿岩机及隧道掘进机	台	27417	-21.2	25268	-40.4	108	-37.2	12499	-49.3
29	风动工具	台	20018643	39.9	37531	26.0	626144	7.42	8979.9	6.50
30	打桩机及工程钻机	台	23999	8.6	13393	-9.6	130	13.0	1995.6	8.12
31	混凝土泵	台	2551	24.5	6494	-7.10	1117	-73.7	959.16	-30.1
32	混凝土泵车	辆	567	25.4	12907	19.6	2		113.8	
33	混凝土搅拌机械	辆	907642	0.42	43804	2.56	3491	67.4	10367	19.6
34	混凝土搅拌车	台	5673	-1.70	31186	-2.06	1	-50.0	31.53	-64.7
35	电梯及扶梯	台	68910	4.46	196298	8.36	1821	12.8	19920	21.5
36	其他工程车辆	台	5691	21.0	33392	4.80	255	62.4	10703	12.30
37	其他	台	1332147	11.2	76351	-39.8	16205	186.4	14470	-41.3
38	零部件	吨			693547	15.1			183665	-3.92
	合计				1979164	1.33			428511	-9.50

注：数据来源于中国工程机械工业协会工程机械进出口月度监测系统。

数据统计

中华人民共和国 2014年国民经济和社会发展统计公报

(摘录)

年末全国大陆总人口为136782万人，比上年末增加710万人，其中城镇常住人口为74916万人，占总人口比重为54.77%。全年出生人口1687万人，出生率为12.37‰；死亡人口977万人，死亡率为7.16‰；自然增长率为5.21‰。全国人户分离的人口为2.98亿人，其中流动人口为2.53亿人。

国民经济稳定增长。初步核算，全年国内生产总值636463亿元，比上年增长7.4%。其中，第一产业增加值58332亿元，增长4.1%；第二产业增加值271392亿元，增长7.3%；第三产业增加值306739亿元，增长8.1%。第一产业增加值占国内生产总值的比重为9.2%，第二产业增加值比重为42.6%，第三产业增加值比重为48.2%。

就业继续增加。年末全国就业人员77253万人，其中城镇就业人员39310万人。全年城镇新增就业1322万人。年末城镇登记失业率为4.09%。全国农民工[6]总量为27395万人，比上年增长1.9%。其中，外出农民工16821万人，增长1.3%；本地农民工10574万人，增长2.8%。

财政收入稳定增长。全年全国一般公共预算收入140350亿元，比上年增加11140亿元，增长8.6%，其中税收收入119158亿元，增加8627亿元，增长7.8%。

粮食再获丰收。全年粮食产量60710万吨，比上年增加516万吨，增产0.9%。其中，夏粮产量13660万吨，增产3.6%；早稻产量3401万吨，减产0.4%；秋粮产量43649万吨，增产0.1%。全年谷物产量55727万吨，比上年增产0.8%。其中，稻谷产量20643万吨，增产1.4%；小麦产量12617万吨，增产3.5%；玉米产量21567万吨，减产1.3%。

工业生产平稳增长。全年全部工业增加值227991亿元，比上年增长7.0%。规模以上工业增加值增长8.3%。在规模以上工业中，分经济类型看，国有及国有控股企业增长4.9%；集体企业增长1.7%，股份制企业增长9.7%，外商及港澳台商投资企业增长6.3%；私营企业增长10.2%。分门类看，采矿业增长4.5%，制造业增长9.4%，电力、热力、燃气及水生产和供应业增长3.2%。

全年规模以上工业中，农副食品加工业增加值比上年增长7.7%，纺织业增长6.7%，通用设备制造业增长9.1%，专用设备制造业增长6.9%，汽车制造业增长11.8%，计算机、通信和其他电子设备制造业增长12.2%，电气机械和器材制造业增长9.4%。六大高耗能行业增加值比上年增长7.5%。其中，非金属矿物制品业增长9.3%，化学原料和化学制品制造业增长10.3%，有色金属冶炼和压延加工业增长12.4%，黑色金属冶炼和压延加工业增长6.2%，电力、热力生产和供应业增长2.2%，石油加工、炼焦和核燃料加工业增长5.4%。高技术制造业[10]增加值比上年增长12.3%，占规模以上工业增加值的比重为10.6%。装备制造业[11]增加值增长10.5%，占规模以上工业增加值的比重为30.4%。

年末全国发电装机容量136019万千瓦，比上年末增长8.7%。其中[15]，火电装机容量91569万千瓦，增长5.9%；水电装机容量30183万千瓦，增长7.9%；核电装机容量1988万千瓦，增长36.1%；并网风电装机容量9581万千瓦，增长25.6%；并网太阳能发电装机容量2652万千瓦，增长67.0%。

全年规模以上工业企业实现利润64715亿元，比上年增长3.3%，其中国有及国有控股企业14007亿元，下降5.7%；集体企业538亿元，增长0.4%，股份制企业42963亿元，增长1.6%，外商及港澳台商投资企业

15972 亿元，增长 9.5%；私营企业 22323 亿元，增长 4.9%。

全年全社会建筑业增加值 44725 亿元，比上年增长 8.9%。全国具有资质等级的总承包和专业承包建筑业企业实现利润 6913 亿元，增长 13.7%，其中国有及国有控股企业 1639 亿元，增长 11.7%。

固定资产投资增速放缓。全年全社会固定资产投资 512761 亿元，比上年增长 15.3% [16]，扣除价格因素，实际增长 14.7%。其中，固定资产投资（不含农户）502005 亿元，增长 15.7%，农户投资 10756 亿元，增长 2.0%。东部地区投资 [17] 206454 亿元，比上年增长 15.4%；中部地区投资 124112 亿元，增长 17.6%；西部地区投资 129171 亿元，增长 17.2%；东北地区投资 46096 亿元，增长 2.7%。

在固定资产投资（不含农户）中，第一产业投资 11983 亿元，比上年增长 33.9%；第二产业投资 208107 亿元，增长 13.2%；第三产业投资 281915 亿元，增长 16.8%。民间固定资产投资 [18] 321576 亿元，增长 18.1%，占固定资产投资（不含农户）的比重为 64.1%。

全年房地产开发投资 95036 亿元，比上年增长 10.5%。其中，住宅投资 64352 亿元，增长 9.2%；办公楼投资 5641 亿元，增长 21.3%；商业营业用房投资 14346 亿元，增长 20.1%。

表 8 2014 年主要商品出口数量、金额及其增长速度

商品名称	单位	数量	比上年增长 (%)	金额 (亿元)	比上年增长 (%)
煤 (包括褐煤)	万吨	574	- 23.5	43	- 35.5
钢材	万吨	9378	50.5	4350	31.6
纺织纱线、织物及制品	—	—	—	6888	3.8
服装及衣着附件	—	—	—	11445	4.2
鞋类	—	—	—	3455	9.7
家具及其零件	—	—	—	3195	- 0.7
自动数据处理设备及其部件	万台	191836	2.6	11159	- 1.3
手持或车载无线电话	万台	131199	10.6	7085	20.2
集装箱	万个	302	12.1	553	13.0
液晶显示板	万个	245080	- 25.0	1952	- 12.4
汽车	万辆	90	- 2.8	770	3.5

表 9 2014 年主要商品进口数量、金额及其增长速度

商品名称	数量 (万吨)	比上年增长 (%)	金额 (亿元)	比上年增长 (%)
谷物及谷物粉	1951	33.8	382	20.7
大豆食用植物油	7140	12.7	2474	5.0
铁矿砂及其精矿	650	-19.7	364	-27.3
氧化铝	93251	13.8	5748	-12.8
煤 (包括褐煤)	528	37.7	118	35.5
原油	29122	-10.9	1366	-24.4
成品油	30838	9.5	14017	2.8
初级形状的塑料	3000	-24.2	1439	-27.7
纸浆	2535	3.0	3167	4.0
钢材	1796	6.6	741	4.9
未锻轧铜及铜材	1443	2.5	1101	4.0
	483	7.4	2188	0.8

表 13 2014 年各种运输方式完成货物运输量及其增长速度

指 标	单 位	绝对数	比上年增长 (%)
货物运输总量	亿吨	439.1	7.1
铁路	亿吨	38.1	-3.9
公路	亿吨	334.3	8.7
水运	亿吨	59.6	6.4
民航	万吨	593.3	5.7
管道	亿吨	6.9	5.2
货物运输周转量	亿吨公里	184619.2	9.9
铁路	亿吨公里	27530.2	-5.6
公路	亿吨公里	61139.1	9.7
水运	亿吨公里	91881.1	15.7
民航	亿吨公里	186.1	9.3
管道	亿吨公里	3882.7	10.9

表 14 2014 年各种运输方式完成旅客运输量及其增长速度

指 标	单 位	绝对数	比上年增长 (%)
旅客运输总量	亿人次	220.7	3.9
铁路	亿人次	23.6	11.9
公路	亿人次	190.5	2.8
水运	亿人次	2.6	12.3
民航	亿人次	3.9	10.6
旅客运输周转量	亿人公里	29994.2	8.8
铁路	亿人公里	11604.8	9.5
公路	亿人公里	11981.7	6.5
水运	亿人公里	74.4	8.9
民航	亿人公里	6333.3	12.0

年末全国民用汽车保有量达到 15447 万辆（包括三轮汽车和低速货车 972 万辆），比上年末增长 12.4%，其中私人汽车保有量 12584 万辆，增长 15.5%。民用轿车保有量 8307 万辆，增长 16.6%，其中私人轿车 7590 万辆，增长 18.4%。

邮电业务快速增长。全年完成邮电业务总量 [25]21846 亿元，比上年增长 19.0%。其中，邮政业务总量 3696 亿元，增长 35.6%；电信业务总量 18150 亿元，增长 16.1%。邮政业全年完成邮政函件业务 56.1 亿件，包裹业务 0.6 亿件，快递业务量 139.6 亿件；快递业务收入 2045 亿元。电信业全年新增移动电话交换机容量 [26]7980 万户，达到 204537 万户。年末全国电话用户总数达到 153552 万户，其中固定电话用户 24943 万户，移动电话用户 128609 万户。固定电话普及率下降至 18.3 部/百人，移动电话普及率上升至 94.5 部/百人。固定互联网宽带接入用户 [27]20048 万户，比上年增加 1157 万户；移动宽带用户 [28]58254 万户，增加 18093 万户。互联网上网人数 6.49 亿人，增加 3117 万人，其中手机上网人数 [29]5.57 亿人，增加 5672 万人。互联网普及率达到 47.9%。

城乡居民收入继续增加。全年全国居民人均可支配收入 20167 元，比上年增长 10.1%，扣除价格因素，实际增长 8.0%。按常住地分，城镇居民人均可支配收入 [34]28844 元，比上年增长 9.0%，扣除价格因素，实际增长 6.8%；城镇居民人均可支配收入中位数 [35] 为 26635 元，增长 10.3%。农村居民人均可支配收入 10489 元，

比上年增长 11.2%，扣除价格因素，实际增长 9.2%；农村居民人均可支配收入中位数为 9497 元，增长 12.7%。全年农村居民人均纯收入为 9892 元。全国居民人均消费支出 14491 元，比上年增长 9.6%，扣除价格因素，实际增长 7.5%。按常住地分，城镇居民人均消费支出 19968 元，增长 8.0%，扣除价格因素，实际增长 5.8%；农村居民人均消费支出 8383 元，增长 12.0%，扣除价格因素，实际增长 10.0%。

教育科技和文化体育事业较快发展。全年研究生招生 62.1 万人，在学研究生 184.8 万人，毕业生 53.6 万人。普通本专科招生 721.4 万人，在校生 2547.7 万人，毕业生 659.4 万人。中等职业教育 [36] 招生 628.9 万人，在校生 1802.9 万人，毕业生 633.0 万人。普通高中招生 796.6 万人，在校生 2400.5 万人，毕业生 799.6 万人。初中招生 1447.8 万人，在校生 4384.6 万人，毕业生 1413.5 万人。普通小学招生 1658.4 万人，在校生 9451.1 万人，毕业生 1476.6 万人。特殊教育招生 7.1 万人，在校生 39.5 万人，毕业生 4.9 万人。幼儿园在园幼儿 4050.7 万人。

全年研究与试验发展 (R&D) 经费支出 13312 亿元，比上年增长 12.4%，与国内生产总值之比为 2.09%，其中基础研究经费 626 亿元。全年国家安排了 3997 项科技支撑计划课题，2129 项“863”计划课题。截至年底，累计建设国家工程研究中心 132 个，国家工程实验室 154 个，国家认定企业技术中心 1098 家。全年国家新兴产业创投计划 [37] 累计支持设立 213 家创业投资企业，资金总规模 574 亿元，投资创业企业 739 家。全年受理境内外专利申请 236.1 万件，授予专利权 130.3 万件。截至年底，有效专利 464.3 万件。全年共签订技术合同 29.7 万项，技术合同成交金额 8577 亿元，比上年增长 14.8%。

表 16 2014 年专利申请受理、授权和有效专利情况

指 标	专利数 (万件)	比上年增长 (%)
专利申请受理数	236.1	- 0.7
其中：境内专利申请受理数	218.6	- 1.0
其中：发明专利申请受理数	92.8	12.5
其中：境内发明专利	79.0	13.9
专利申请授权数	130.3	- 0.8
其中：境内专利授权	119.2	- 1.5
其中：发明专利授权	23.3	12.3
其中：境内发明专利	15.8	14.1
年末有效专利数	464.3	10.7
其中：境内有效专利	391.8	11.1
其中：有效发明专利	119.6	15.7
其中：境内有效发明专利	66.3	21.7

年末全国共有产品检测实验室 27051 个，其中国家检测中心 597 个。全国现有产品质量、体系认证机构 183 个，已累计完成对 118354 个企业的产品认证。全国共有法定计量技术机构 4056 个，全年强制检定计量器具 6162 万台 (件)。全年制定、修订国家标准 1530 项，其中新制定 1067 项。全国共有地震台站 1687 个，区域地震台网 32 个。全国共有海洋观测站 79 个。测绘地理信息部门公开出版地图 1678 种。

初步核算，全年能源消费总量 42.6 亿吨标准煤，比上年增长 2.2%。煤炭消费量下降 2.9%，原油消费量增长 5.9%，天然气消费量增长 8.6%，电力消费量增长 3.8%。煤炭消费量占能源消费总量的 66.0%，水电、风电、核电、天然气等清洁能源消费量占能源消费总量的 16.9%。全国万元国内生产总值能耗下降 4.8%。工业企业吨粗铜综合能耗同比下降 3.76%，吨钢综合能耗下降 1.65%，单位烧碱综合能耗下降 2.33%，吨水泥综合能耗下降 1.12%，每千瓦时火力发电标准煤耗下降 0.67%。

全年各类生产安全事故共死亡 68061 人。亿元国内生产总值生产安全事故死亡人数为 0.107 人，比上年下降 13.7%；工矿商贸企业就业人员 10 万人生产安全事故死亡人数为 1.328 人，下降 12.9%；道路交通事故万车死亡人数为 2.22 人，下降 5.1%；煤矿百万吨死亡人数为 0.255 人，下降 11.5%。

热点专题

国家“一带一路”战略对工程机械的影响

筑路机械分会 刘洪



一、概念由来

习总书记的战略眼光：2013年9月7日，习近平主席在哈萨克斯坦纳扎尔巴耶夫大学发表演讲时表示：为了使各国经济联系更加紧密、相互合作更加深入、发展空间更加广阔，我们可以用创新的合作模式，共同建设“丝绸之路经济带”，以点带面，从线到片，逐步形成区域大合作。2013年10月3日，习近平主席在印尼国会发表演讲时表示：中国愿同东盟国家加强海上合作，使用好中国政府设立的中国—东盟海上合作基金，发展好海洋合作伙伴关系，共同建

设21世纪“海上丝绸之路”。

2014年5月21日，习近平在亚信峰会上做主旨发言时指出：中国将同各国一道，加快推进“丝绸之路经济带”和“21世纪海上丝绸之路”建设，尽早启动亚洲基础设施投资银行，更加深入参与区域合作进程，推动亚洲发展和安全相互促进、相得益彰。

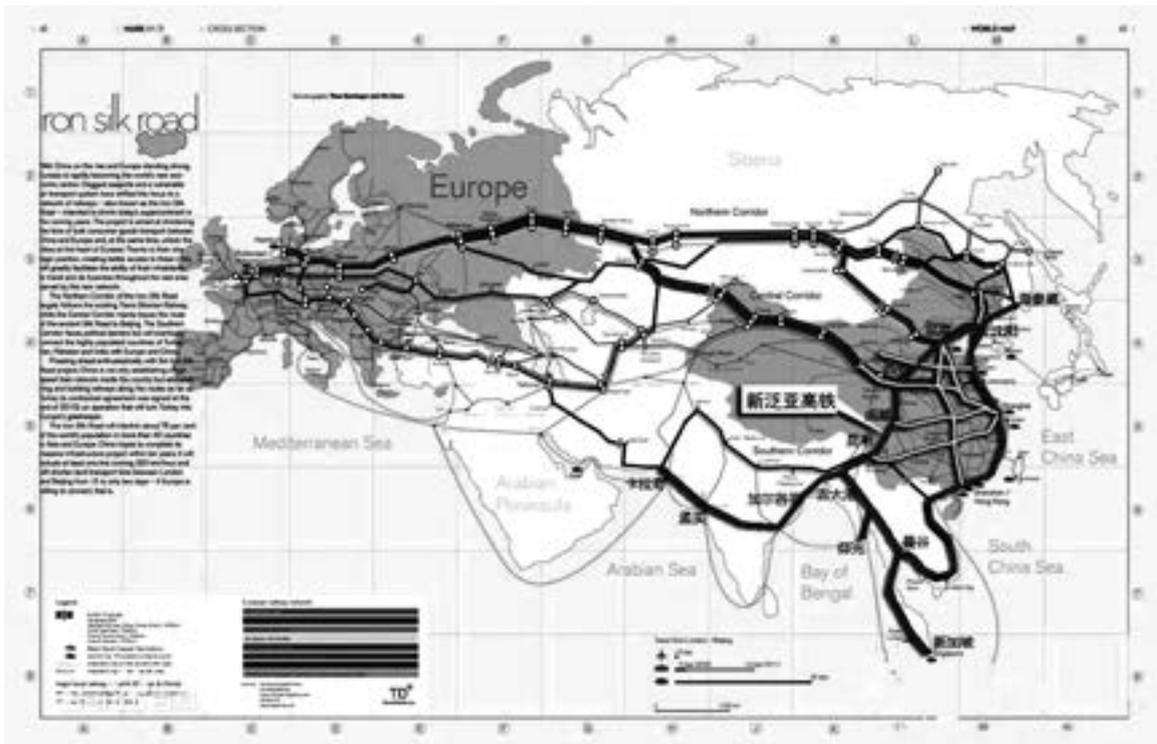
2014年11月8日在加强互联互通伙伴关系对话会上，习近平指出共同建设丝绸之路经济带和21世纪海上丝绸之路与互联互通相融相近、相辅相成。如果将“一带一路”比喻为亚洲腾飞的两只翅膀，那

么互联互通就是两只翅膀的血脉经络。他在《联通引领发展伙伴聚焦合作》讲话中指出第一，以亚洲国家为重点方向，率先实现亚洲互联互通。“一带一路”源于亚洲、依托亚洲、造福亚洲。中国愿通过互联互通为亚洲邻国提供更多公共产品，欢迎大家搭乘中国发展的列车。第二，以经济走廊为依托，建立亚洲互联互通的基本框架。“一带一路”兼顾各国需求，统筹陆海两大方向，涵盖面宽，包容性强，辐射作用大。第三，以交通基础设施为突破，实现亚洲互联互通的早期收获，优先部署中国同邻国的铁路、公路项目。第四，以建设融资平台为抓手，打破亚洲互联互通的瓶颈。中国将出资 400 亿美元成立丝路基金。丝路基金是开放的，欢迎亚洲域内外的投资者积极参与。第五，以人文交流为纽带，夯实亚洲互联互通的社会根基。未来 5 年，中国将为周边国家提供 2 万个互联互通领域培训名额。

四份附件之一向社会公布。作为此次 APEC 会议最重要的成果之一，《蓝图》将对硬件、制度、人员全方位互联互通给出明确时间表，设立出 2025 年实现亚太地区“无缝联通”的目标。在硬件互联互通方面，采用公私合作伙伴关系（PPP）和其他方式提高基础设施融资；发展更新包括交通、信息通信技术和能源在内的基础设施。在制度互联互通方面，应对贸易便利化、结构性和监管改革、交通物流便利化问题。2020 年实现各经济体经商成本节约 25%，通商效率和便利度提高 25% 的目标。FTAAP 是对以美国为首的 TPP 协议的重要回击，TPP 协议实施将导致中国每年损失大约 1000 亿美元的出口。

二、发展展望

(1) 规划新泛亚铁路（京昆高铁，京沈；哈大；长春；吉林；珲春（哈牡绥东）；海参崴高铁）



2014 年 11 月 11 日，在 2014 年亚太经合组织（APEC）领导人非正式会议上，国家主席习近平提出亚太自由贸易区（FTAAP）发展设想，会议就《亚太经合组织推动实现亚太自贸区北京路线图》达成共识。亚太自贸区的概念最早源于 10 年前的 APEC 会议上提出，8 年前被写入 APEC 领导人非正式会议宣言但由于条件不成熟，一直没有任何实质性进展。《亚太自贸区互联互通蓝图》或将作为领导人会议宣言的

对外战略意义：第一，缓解南海争端问题下的马六甲海峡水运安全威胁，通过新泛亚高铁直接联系印度洋海域的港口，如吉大港、加尔各答港等，以更便捷、安全和低成本的获得能源、矿产物资。第二，强化北京、西安、成都、昆明等城市与东南亚半岛各国重要城市，印度洋沿线滨海港口城市的互联互通，密切经贸、文化、科技交流活动，切实增强中国经济的辐射影响力。第三，通过京沈、哈大、长春—吉林—

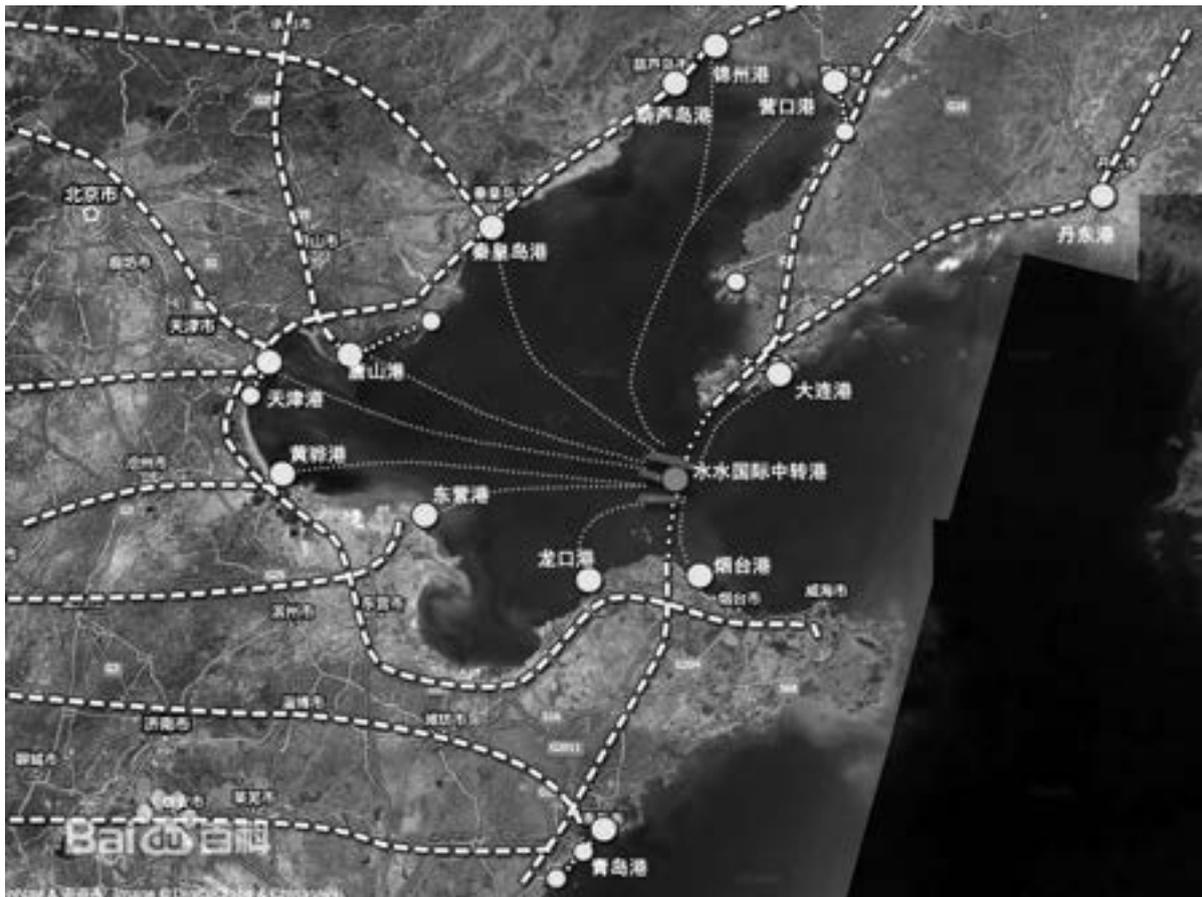
珲春（哈牡绥东）——海参崴高铁联动俄罗斯远东的海参崴港、扎鲁比诺港，斯拉夫扬卡港，东方港，进一步扩大与日本海经济圈、俄罗斯远东地区的经贸交流合作。第四，将东北亚与东南亚通过中国大陆高铁网便捷的沟通在一起，真正形成亚洲地区南北向的交通大通道。第五，实现国家向外战略投资，通过泛亚高铁网建设，输出高铁技术参与邻国重大交通基础设施投资建设，并带动铁路沿线地区的开发与投资。

对内的作用：第一，京昆、京沈高铁通车后将我国的西部经济板块与东北经济板块联通，促进这些使得我国未来 20 年里的开发战略实质性从沿海地区转向内陆地区，是继我国沿海、沿江、京广之后的又一个重要成长地带。第二，高铁沿线分布了

密集的地区之一，包括东北的哈大走廊，西安—汉中、成德绵地区，是我国的工业科技、军事科技和高新技术产业的智力资源密集地区。未来在培育强国支柱型产业，包括军工产业、大型装备制造、精密仪器和战略性新兴产业方面优势十分突出。再次，通过新泛亚高铁与现有的“四纵四横”高铁网联通，高铁网交汇地去的沈阳、太原、西安、成都等中心城市将发挥更大的区域辐射影响力；此外通过泛亚铁路将进一步提升哈尔滨、昆明等边境地区中心城市的综合枢纽地位和门户辐射影响力。

(2) 规划渤海湾水水国际中转港

缘由：环渤海地区目前港口岸线资源竞争激烈，辽宁、河北、天津、山东等省市竞相向



北京和 7 个省省会城市，包括哈尔滨、长春、沈阳、太原、西安、成都和昆明；并包括一批老工业基地，主要有牡丹江、吉林、抚顺、辽阳、鞍山、锦州、秦皇岛、唐山、张家口、大同、临汾、运城、三门峡、渭南、汉中（宝鸡）、绵阳、德阳、攀枝花—西昌，这些城市是我国建国前 30 年的经济重镇，具有雄厚的工业基础。同时该铁路沿线地区也是我国科技资源

渤海湾水水国际中转港

海要地，修建港口码头，拓展岸线，发展集装箱、大宗散货物流业，并大力拓展石化、钢铁、炼铝、装备制造、造纸等临港工业。在重大功能定位方面存在同位竞争局面，如大连港、天津港、青岛港都提出了建设东北亚航运中心或北方航运中心的定位；而大连、唐山、天津、黄骅、青岛、烟台和威海等地均提

出了申报自由贸易区的要求。造成这种局面是由于行政条块分割，且长期得不到有效解决。主要表现为：第一，这种无序发展局面使得环渤海地区长期存在争夺国际到岸的大宗物资资源，海陆中转物资、进出口集装箱的不合理现象，对于区域经济可持续发展造成负面影响。第二，同时随着环渤海地区的经济进一步发展，依托港口进出口物资快速增长。如营口港集装箱吞吐量从5年前的200万标箱快速上升到2013年的530万标箱，而货物吞吐量更达到了3.3亿吨，这个现象同样发生在大连港、天津港、唐山港、黄骅港身上。大量大规模吨位的船舶都将从胶东半岛和辽东半岛中间的几个水道通过，水上拥挤现象越发突出。第三，过度无序围垦沿海滩涂、湿地和海域并发展重化产业，对于近岸海域生态环境造成不可逆的破坏，并影响到渔业养殖。

规划设想：考察辽东半岛、胶东半岛之间地区，发现拥有风景秀丽的长岛、砣矶岛、北隍岛、南隍岛、大钦岛、小钦岛等。如果能够参照舟山群岛新区的模式，在保护渤海湾水道、长岛地区生态环境和风

景前提下，可拓展港口码头，作为水水中转国际枢纽港基地。通过水水中转国际枢纽港整合大连、营口、锦州、唐山、天津、黄骅、烟台的集装箱国际中转业务；同时成为大宗物资水水集散基地，统筹大连、营口、葫芦岛、秦皇岛、唐山、天津、黄骅、东营、龙口、烟台的大宗物资运输。该区域同时是建设东北亚自由贸易区和国际休闲旅游胜地的最佳选地。

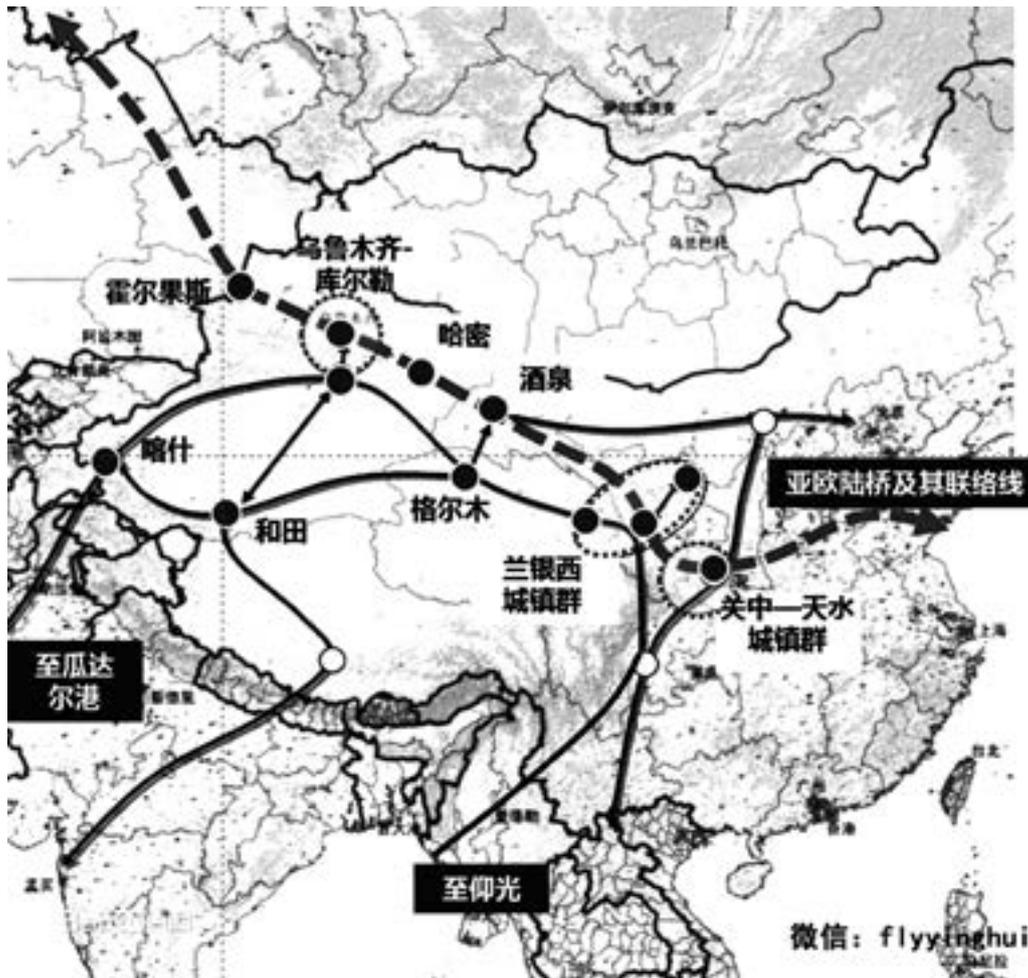
(3) 中俄西伯利亚铁路—北极航线（海运）

北极航线

随着全球气候变暖，初步预测在本世纪2050年以后，北极地区海洋性冰川将大部分消融，届时一条自中国东北三省（珲春等）向北穿过俄罗斯西伯利亚地区，再经过北冰洋到达北美东海岸和西欧沿海地区的贸易、能源大通道的战略意义将凸显。同时，北冰洋地区丰富的油气资源、海洋资源也是我国发展的重要战略能源供应基地。

三、“一带一路”战略与基础设施

“一带一路”作为中国新的国际战略框架，给



中国经济带来了多重发展机遇。毫无疑问，“一带一路”在2015年将会成为出境率最高的国家经济战略。

“一带一路”战略的实施以通路、通航和通商为主要目标，初期的发力点将以基础设施建设为主，公路、铁路、港口、机场、电信、核电等项目都需要大规模技术和资金支持。远期则致力于“商贸文化互联互通、区域经济一体化的共同繁荣。”

“一带一路”战略设想之一是通过合作投资推动周边国家的基础设施建设，支持装备制造业出去，进而推进国内产能过剩行业到资源富集、市场需求大的国家建立生产基地，推动消化国内的过剩产能，缓解经济下行压力。

因此，“一带一路”战略将首先带给基础设施产业空前的机遇。据估计，未来“丝绸之路经济带”区域未来10年的基础设施投资需求将达8万亿美元。

基础设施产业

包括交通运输业（港口、公路、铁路、物流），铁路建设与相关设备，航空服务、设备、整机生产等。在“一带一路”建设中，交通运输将是优先发展的领域，以加快提升我国与周边国家交通基础设施的互联互通水平，并形成区域交通运输一体化。

中国也将全力打造与我国第三大贸易合作伙伴——东盟地区的海陆空综合交通方式：海上——将中国和东南亚国家临海港口城市串连起来；内河——中国出资澜沧江—湄公河河道建设，打造黄金水道；公路——南（宁）曼（谷）、昆（明）曼（谷）公路已经开通，东南亚正在形成两横两纵的公路通道；铁路——中国计划以昆明和南宁为起点，建设泛东南亚铁路联系东南亚陆路国家。交通基础设施建设和运营“走出去”，也将带动铁路建设与相关设备，航空服务、设备及整机生产等产业增长。

中国的港口有着丰富的基础设施建设和运营经验，铁路建设“走出去”给其他基础设施类公司走出去提供了良好样板。同时，“21世纪海上丝绸之路”中东南亚及南亚国家存在强烈的建设大港口的需求，这些领域的优质企业存在建设和运营“走出去”的良好前景。

尤其是在铁路建设方面，突破国家界限的“欧亚铁路网计划”，也会刺激铁路建设的发展。据不完全统计，目前有意向的铁路工程已达到0.5万公里，和欧亚铁路网的8.1万公里规划目标相比还有巨大空间。

基础设施产业链

包含建筑业（建筑及基础设施工程），装备制

造业（设备及配套类装备制造），建筑材料（钢铁、建材、有色等）。

从需求端来看，“一带一路”的沿线国家，无论是从国内需求或是未来区域经济合作的角度分析，这些国家对于基础设施建设的需求均极其旺盛。“一带一路”沿线国家由于财政紧张的原因，基建投资支出不足，普遍呈现基础设施落后的现状——人均GDP、人均公路里程、人均铁路里程等指标均远低于我国，亚洲和非洲的沿线国家较中国分别有10%和20%的城镇化提升空间，而中国在自身城镇化过程中累积的大量经验和产品、服务能力可以对外输出。从国内来看，西北部各省区铁路、公路及高速公路密度在全国均排在后面，新疆、青海、甘肃在倒数5位之中，宁夏、陕西居于中后段水平，为实现“一带一路”各国间的基建对接，中国西北部的城市建设、交通运输网络等基建领域投资有很大空间。

从供给端来看，伴随着固定资产投资增速下台阶，我国建筑业及制造业产能过剩的问题日趋严重，“基建输出”能够大幅缓解我国建筑业、制造业的产品需求压力。在“一带一路”的战略大背景下，我国参与设立“金砖国家开发银行”与“亚洲基础设施投资银行”，很大程度上表明了我国加大对外开展基建投资业务的战略构想。

根据总体基建投入约占GDP的5%估算，“一带一路”沿线对基建的需求或达到每年1.05万亿美元，而中国对外承包完成额2013年仅为0.14万亿美元，仅占其中的13%。主观意愿和客观条件形成合力，未来我国建筑业和制造业企业“走出去”的步伐将大幅加快，海外市场广阔的产业扩张前景将逐渐打开。

在“一带一路”的战略政策支持下，对外工程承包施工企业“走出去”能形成较大的出口拉动，有效对冲国内需求端的下滑，从而带动整个“基础设施产业链”。

目前全球经济复苏缓慢，国内经济也面临艰难转型，全球贸易环境不佳，追求出口增长容易引起诸多摩擦和矛盾，而对外投资更容易被接受，用对外投资启动外需是比出口更好的选择。利用施工企业输出方式，能带动国内设计、咨询、制造、材料、劳务、金融、保险、服务等多行业的输出，对冲国内需求端下滑。不同于外贸出口通常的低成本和低附加值，施工企业“走出去”方式有效带动的是中国附加值较高的产品，如机电产品，符合国家产业升级的目标。

四、“一带一路”战略与工程机械行业



在“一带一路”战略的三个发展阶段中，工程机械行业的机遇：

首先，利好企业拓展国际化业务

在“一带一路”战略发展的初级阶段，互通互联会打通“国际交通大动脉”，诱发“铁公基”产业的大发展，这是中国工程机械行业在所在国交通基础设施领域大发展的阶段。比如，发展“贸易型”业务机会，销售工程机械产品、提供产品维修与配件服务及金融服务（如融资租赁、销售信贷）等，甚至可以直接参与到工程建设中，发展工程类新业务。

在此阶段，企业可以通过多种方式拓展国际化业务。三一重工和中联重科都已先行一步，以此路径向海外拓展。比如，在所在国建立销售渠道、分支机构，或与当地经销商合作销售产品和配件；与所在国优秀企业合资合作，发展当地工程机械产品或其他业务的合资公司，以分支机构作为桥头堡，推动参与深度逐渐加大。在策略上，可以与国内工程巨头合作，发挥“借船出海”优势；也可以发挥当地经销商优势，发展分支机构或开发区域代理商，通过股权投入、战略联盟、渠道代理等方式，进行深度合作。

其次，“产业型”业务机会到来

在“一带一路”战略发展的中级阶段，互通互联会促进所在国工业化、城镇化进程加速，由此驱动中国资本输出和产业输出。这一阶段，对于中国工程

机械行业来说，可以带来“产业型”业务机会，尤其对于立志于全球产业竞争的中国工程机械龙头企业，如三一重工、中联重科、徐工科技等。

抓住“产业型”机会，可以在所在国通过合资合作，建立技术研发、生产制造、后市场、金融信贷等全球化业务区域分支机构来实现。同时按照国际化要求发展协同产业、其他横向一体化和纵向多元化新业务。如今，徐工科技、三一重工、中联重科等中国工程机械龙头企业，都在积极发展，综合实施横向一体化和纵向多元化战略，积极进入有发展前景的相关机械制造产业，并沿价值链发展，实现双向拓展。

企业通过沿价值链拓展，选择具有规模效益、能够降低成本的关键点或者是有助于提升制造业竞争力的关键产业重点发展，实现打造服务型制造模式的战略目标。

企业采取产业基金的PE投资方式或阶梯式产业投资成长模式来培育和发展新兴产业。在业务类型中制造业务、服务业务、资产收益型业务相互配比、相互促进。在这个阶段，可以围绕产业型特点进行布局，发展制造类业务（工程机械及其他制造业务）、服务型制造业务、投资型业务、金融类业务等，同时紧密结合企业战略布局、所在国产业需求和市场特点，发展与所在国城市化、工业化发展阶段相符合的新业务，如能源资源贸易和产业型加工、产业园区开发等。

最后，全球一体化经营

“一带一路”带来所在国工业化、城镇化进程进入中高级阶段时，也是亚欧大陆进入一体化的发展阶段，可以为中国工程机械企业布局全球一体化运营带来机遇。此时，中国工程机械企业可以驱动业务发展，真正实现全球一体化运营，即业务价值链各环节实现全球资源配置，按照全球区域市场和业务体系的要求配置和优化资源。与卡特彼勒、VOLVO、小松共同比肩，建立全球化战略及全球化供应链，真正成为全球工程机械领域的领先企业。

在市场研究、技术研发、生产制造、销售服务、金融服务、产业协同等方面，按照资源禀赋、区域市场特点和企业资源能力全面实现优化配置。按照市场规律和公司战略去配置资源，如在研发环节，考虑在海外设立自己的研发中心，利用高端人才和成熟的技术基础；在采购环节，与国外高端原材料和核心零部件提供商建立战略合作关系，必要时可采用收购的方式来给自己增加竞争优势，也可以与国外供应商在所在国共建零部件合资公司；在生产制造领域，在所在国选择合适的地点建立自己的生产工厂，利用当地的工业基础和人才优势，打开当地市场，辐射周边地区；通过联合兼并等方式建立自己的分销商网络，力争控制当地的渠道，也可以与当地拥有实力的分销商共建网络。学习国际工程机械巨头的先进服务理念和体系，优化服务网络，努力维护和提升自己的品牌形象，在所在国合适的地点建立自己的备件中心，为周边地区提供售后服务。

国际化战略制胜关键

尽管“一带一路”战略为工程机械企业带来重重机遇，但风险也随之而来。企业的组织模式、技术创新、文化融合等，都将成爲比国内企业更突出、更难控制的问题。所以在机遇的诱惑下，战略不可盲从，应考虑好以下几方面问题：

资源与战略匹配。结合“一带一路”建设的不同发展阶段，选择相应的国际化业务，需要注重企业资源能力（业务与产品优势及相关核心能力）与战略机会点的匹配性。建议以企业产品优势为龙头，结合区域市场特点，开发市场化程度高的产品和服务模式。

注重海外市场研究。驱动业务发展方式与能力积累，选择相应的国际化商业模式。总结过往的中国企业国际化之路，充满了艰辛与坎坷，但成功经验告诉我们，研究当地市场，如当地产业需求、消费偏好、法律法规、利益集团博弈、政府关系、区域文化与企

业文化、宗教信仰等因素，都是中国企业“走出去”战略需要深入研究的。只有通过市场研究，才能制定出适合的市场进入战略和竞争策略，才能设计出相应的组织形式和经营模式。

进行产品创新。从产品导向转向客户导向，集中客户服务管理，以提高客户服务水平。如三一重工利用信息技术集中客户管理统一销售和服务体系，大力提高服务水平等。在客户导向的营销活动中，有助于企业把自身同竞争对手区分开来，使越来越多的工程机械企业重视品牌战略，如徐工科技，越来越把品牌战略转向客户导向的做法。

管理模式匹配。国际化的节奏需要匹配相应的管控模式、组织架构、经营方式。在国际化初期，海外分支机构往往定位为区域化的销售机构；生产和研发往往按职能集中管理，以确保最佳做法、标准的全球共享。随着国际业务的逐步成熟，区域销售中心可以逐步过渡到区域利润中心的模式。如三一重工已正式进军PC、能源装备等领域，通过升级信息化战略和提升内部管理，实现新业务发展和转型升级，并与两家世界顶级的信息技术企业深入合作，构建一个领先于全球工程机械行业的流程信息化体系，驱动未来的商业创新。正如三一重工总裁向文波所言：“流程变革将推动三一核心业务的转型升级，无论是打造卓越运营体系，还是国际化，无论是现有产品服务的转型，还是承接新技术开拓新行业，所有这些举措都需要有一个强大的流程信息化的支撑。”

总之，“一带一路”国际战略对工程机械企业国际化战略形成了天赐良机的“战略新机遇”。以国际化战略为先导，强化核心能力与资源整合，实现战略突围和弯道超车，必将迎来产业新常态下的转型升级与内涵发展的制胜之道。

参考资料：

中国经济网资讯

第一财经日报网资讯

技术交流园地

沥青拌和设备粉尘污染及处理措施的探讨

山东省枣庄市滕州公路局 马洪卫

前言：随着我国经济的发展，环境污染问题成为一个越来越多的困扰人们生活的问题。随着经济的发展，公路工程建设施工量也在不断增加，在进行沥青拌合料生产时会产生大量的粉尘，给周边环境带来污染，也给作业人员的身体健康也带来一定的伤害。

本文主要对沥青拌合设备粉尘污染的现状进行分析，研究沥青拌合设备粉尘处理方式，并且探讨了拌合设备粉尘的具体解决措施，希望能减少沥青拌和站在拌合时粉尘的排放，减轻对周边环境带来的污染。

一、沥青拌合设备粉尘的产生

沥青拌合是指将石料、沥青、粉料、添加剂等按照一定的比例在沥青拌合站加工成为混合物，并且生成最终可以供市政、公路等场所使用的沥青混合拌合料。沥青拌合是沥青混合料生产中的关键环节。在这个过程中，原料在经过运送、上料、传输、混合、加热、搅拌、出料等多个加工环节中，产生了大量的粉尘，这些粉尘自身都是较小的颗粒，直径极小，并且由于沥青的特殊属性，容易给环境造成极大的污染，对人、对机器都会产生极大地危害。目前，沥青拌合过程中的粉尘的处理问题，也逐渐提到环保部门的议事日程，已经引起公路、市政建设部门的重点关注。

二、沥青拌合设备产生粉尘的危害

沥青的拌合过程当中，会产生大量的粉尘，会对周边的环境造成严重的破坏。粉尘污染是人类健康的大敌。其中直径0.5-5微米之间的飘尘对人的危害最大，它可以直接到达肺细胞组织而沉积，并进入血液送往全身，粉尘粒子表面有各种有毒物质，进入人体后可引起呼吸道、心肺等方面的疾病。沥青拌合产生的粉尘，还会造成大气污染、水体污染、土壤污染，进入机械内部的粉尘甚至会影响机械的正常运转。

1、沥青拌合过程中出现的粉尘会造成大气污染。

一般沥青拌合站都会给大气造成严重的污染，严重者在方圆几百米范围内都被粉尘所包围，能见度严重下降，加上风的作用，使污染范围扩大。

2、沥青拌合造成的粉尘会造成土壤污染。

由于拌合产生的粉尘会在附近土地上附着，造成土壤肥力下降或者促使土壤分解，肥力流失，最终造成土地沙化。

3、沥青拌合造成的粉尘会造成水污染。

对于地上水来讲，当粉尘进入水体之后，会融入水中，造成水质的下降。甚至粉尘中的有毒有害物质还会对水的使用者带来一定程度上的影响。一部分附着在土地上的粉尘随着降水等进入地下水，给地下水也造成污染，给地下水的使用者带来影响。

4、粉尘还会给机械设备造成破坏。

由于沥青搅拌产生的粉尘颗粒极小，所以很容易进入机械设备内部。对于一些精密仪器设备，比如测绘工具等，就会受到粉尘颗粒的影响不能正常工作。而对于一些大型设备来讲，比如运载车辆、搅拌设备，粉尘的长期积累，也会给这些设备的正常运转带来困难，一旦粉尘附着在设备内（如润滑油），并且长时间积累，就会导致设备无法正常运转或者加快设备的损耗。进入设备的电路系统之后会使得社会的电路系统失灵，无法正常控制。

5、粉尘还会给人的健康带来严重的影响。长期吸入较高浓度粉尘

搅拌站的工作人员如果长时间受粉尘的污染，就会吸入大量的粉尘，在人体内积压，造成心血管疾病和呼吸道疾病等。粉尘不会给人体带来直接性的伤害，但是随着粉尘的积压，特别是在呼吸道和眼睛部位的积压，对人体的损害就会逐渐显现出来。直径大于10微米的颗粒会留在呼吸道中，可引起肺部弥漫性、进行性纤维化为主的全身疾病；直径小于10微

米的颗粒就会直接进入到人体中，进入肺部组织，沉积于肺泡中，给人的呼吸器官带来严重的病变，导致肺气肿或者心血管疾病，形成尘肺病等等。如吸入铅、铜、锌锰等毒性粉尘，可在支气管壁上溶解而被吸收，由血液带到全身各部位，引起全身性中毒，并且粉尘还会携带一些病菌进入人体，给人体带来很大的损害。粉尘污染还会给人带来皮肤疾病，导致过敏等症状。

当前我国的沥青拌和站施工过程中，施工单位往往不会重视粉尘污染问题，也不会主动地有效处理。在沥青搅拌站附近，往往弥漫着粉尘，给周围环境带来严重的影响。这种现象如果得不到有效地解决，随着对沥青拌合料需求的增加，就会给我国的环境带来越来越大的破坏。沥青搅拌过程中的粉尘问题亟需处理。

三、沥青拌合站粉尘的几种处理措施

1、改进机械设备

沥青搅拌设备是产生粉尘的根源，需要从沥青搅拌设备的改进入手。通过设计全新的沥青搅拌设备，实现搅拌过程的全密封性，将粉尘控制在搅拌设备之内。并且所有的沥青搅拌企业都要对自身使用的沥青搅拌设备进行升级改造，淘汰老旧的粗放式搅拌设备，更换新型的搅拌设备。在搅拌设备的设计过程中，要注重对粉尘的控制，争取通过搅拌设备的更新改造，减少粉尘的产生量。搅拌设备要采用新工艺，新方法，积极的运用高科技技术，来尽量的完成沥青搅拌从粗放型向集约型发展，尽量的减少粉尘的污染。

2、风力除尘

风力除尘是较为老式的除尘方法，这种方法利用旋风除尘器来进行除尘作业，由于老式的除尘器只能去除较大颗粒的粉尘，对于一些小颗粒的粉尘还是无法去除，所以老式的风力除尘效果并不是特别明显，一些直径较小的颗粒还是被排放到大气当中，给周围的环境造成了污染，风力除尘是吸除较大颗粒的粉尘的一种方法，不适合当前发展对于吸除全部粉尘的要求。所以风力除尘应当进行改进，更新技术设备和手段，来完成对较小颗粒粉尘的吸除，达到保护环境的目的。

3、湿式除尘

湿式除尘是针对风力除尘而言的，湿式除尘器的工作原理是利用水对粉尘的附着性来进行除尘作业。湿式除尘器结构较为简单，通过大气压强等作用，将水分解成为较小颗粒，并且与搅拌过程当中出现的粉尘进行混合，最终与空气中的粉尘相混合，达到除尘目的。湿式除尘对粉尘的处理度较高，可以有效地去除搅拌过程当中出现的粉尘，但是由于用水作为除尘的原材料，又造成了水污染。并且一些

施工地区并没有较多的水资源进行粉尘的去除工作，如果使用湿式除尘方法，还需要从远处运送水资源，提高了生产成本。总体来看，湿式除尘不能完全符合社会发挥的要求。

4、布袋除尘

布袋除尘是沥青搅拌中较为适合的一种除尘模式。布袋除尘是一种干式除尘模式，适合于颗粒较小的粉尘的除尘工作，非常适宜沥青搅拌当中的除尘。布袋除尘装置采用滤布的过滤作用对气体进行过滤，颗粒较大的粉尘由于重力作用，沉淀下来，而颗粒较小的粉尘在通过滤布时，被过滤出来，从而达到净化气体的目的。布袋除尘非常适合去除沥青搅拌过程当中出现的粉尘。首先布袋除尘不需要浪费水资源，不会造成二次污染。其次，布袋除尘的除尘效果较好，比风力除尘效果要好的多。然后布袋除尘还可以收集空气中的粉尘，等积攒到一定程度时，就可以进行回收再利用。

5、收尘罩

收尘罩也是可以运用于沥青搅拌过程中除尘的一种装置。收尘罩放置在搅拌缸的下部，并且设置有引风口，出口设计成为两个引风管，其中一个引风管通往烟箱，另外一个引风管通往除尘系统的引风管，在这两个引风管当中都有引风机，能够对沥青搅拌过程当中出现的粉尘进行有效地回收，并且还能够对沥青搅拌过程当中出现的有害气体进行回收处理，一方面减少了粉尘的污染，另一方面也减少了有害气体的排放。

6、粉尘的回收

在沥青搅拌过程中产生的粉尘，可以加以回收利用，创造更高的价值。在当前的情况下，除了湿式除尘方法，其他除尘方式都可以对粉尘进行有效地回收利用，或者进行二次加工，重新进入沥青的生产工艺，或者可以当做砖厂的生产原料，进行砖块的生产。

总之，在沥青拌和站生产过程中出现的粉尘会对周围环境造成严重的破坏，所以沥青拌和站使用单位要采取充分有效的措施，减少搅拌过程当中出现的粉尘，并且对粉尘进行回收利用，实现可循环、可持续、健康发展。

参考文献

- [1] 王国荣，王东．沥青拌合楼粉尘处理研究[J]．城市建设理论研究 2012（12）
- [2] 宗红莉． 沥青拌合楼粉尘处理的探讨和研究[J] 魅力中国 2011（6）
- [3] 朱建国．沥青拌合设备粉尘处理系统的改进[J]．建筑师，2007（4）

关于湿式喷射机的技术应用

中铁十八局集团有限公司 杨国辉

摘要：随着湿喷钢纤维混凝土施工工艺在地下工程中的应用，湿喷机在使用中也出现了诸多问题，湿喷机的研发尚待提高，本文从湿喷机的特点、缺点及性能入手，并将湿喷技术与干喷技术的优劣进行了对比，并重点叙述了湿喷技术、施工工艺和施工注意事项，并详细介绍了湿喷机的故障排除技术，为同类机械故障提供借鉴。

1 前言



喷射混凝土施工技术在隧道建设领域应用很广，目前我过喷射混凝土施工普遍采用的是干喷和潮喷，随着施工技术的不断发展，一种新的喷射混凝土施工技术——湿式喷射混凝土正逐渐运用于喷射混凝土施工作业中 [1]。

湿式喷射混凝土的基本原理是将搅拌好的混凝土送入湿式喷射机，用压缩空气在喷嘴处与从计量泵压到喷嘴的雾化速凝剂混合，形成料束，喷到受喷面上；干喷混凝土是把水泥、骨料和速凝剂按比例拌匀，加进喷射机后用压缩空气将物料通过软管，在喷嘴处加水，形成料束，高速推送到工作面上；潮喷是预先在砂石料堆中加水（砂含水率不超过 8%，石含水率不超过 4%）后与水泥拌和，在加入喷射机时掺入速凝剂，用压缩空气将物料通过软管和喷嘴形成高速推送到受喷工作面上。 [2]

部分西方国家喷射混凝土作业中干喷与湿喷所占比例如表 1 所示。

表 1 干喷与湿喷使用情况一览表

国家	湿喷 (%)	干喷 (%)
法国	60	40
意大利	90	10
日本	80	20
挪威	99	1
瑞士	65	35
美国	60	40

2 技术的优越性

湿式喷射混凝土技术是一门新技术。湿喷与干（潮）喷比较有明显的优越性。

a. 混凝土配合比易于控制；施工时，湿喷的混凝土按生产工艺生产后运至湿喷机进行喷射，其配合比完全处于受控状态，从而保证了喷射混凝土的质量。干（潮）喷的混凝土质量不易控制，特别是混凝土的水灰比带有随意性，是由于喷射手根据经验及肉眼观察来进行调节的，混凝土的品质在很大程度上取决于喷射手操作正确与否。

b. 回弹率低，能有效控制成本：干（潮）喷回弹率达 35%~45%（根据北京城铁 14 标段喷射混凝土测试），而湿喷回弹率为 15% 左右，所以湿喷的生产成本低，效益高。

c. 施工时的粉尘浓度低：潮喷喷嘴旁粉尘为 60mg/m³，干喷喷嘴旁粉尘浓度比潮喷粉尘浓度更高，而湿喷喷嘴旁粉尘较潮喷喷嘴旁粉尘浓度低。喷混凝土施工时，往往由于粉尘浓度及其他原因，造成隧道内能见度低，客观上使操作人员只讲喷射数量，而忽视喷射质量使喷射混凝土的质量不稳定，浪费很大。

d. 生产率高：干式混凝土喷射机一般不超过 5m³/h。而使用湿式混凝土喷射机，人工作业时可达 7~9m³/h；采用喷射机械手作业时，则可达 15~18m³/h，比其他喷射法提高 2~3 倍。

e. 设备材料磨损小：干喷机结构简单，体积小，清洗方便，但结合表的磨损大；湿喷机的构造较复杂，体积大，需要较大动力的牵引，但结合板的磨损小。

上述因素值得我们高度重视。喷射混凝土质量

好坏及生产效率高低是直接影响隧道施工进度、工程质量和经济效益的重要因素。

3 干喷与湿喷法技术性能比较 (见表 2)

表 2 干喷与湿喷法技术性能比较表

指标	干喷法	湿喷法 (风动型)	湿喷法 (泵送型)
机械设备	简单	较简单	较复杂
粉尘浓度	较大 (kg/m ³)	可降低 50% ~ 80%	可降低 80% 以上
耗风量	较大	可降低 50% 左右	可降低 50% 以上
回弹率	较大 20% ~ 40%	可降低至 10% 左右	可降低至 5% ~ 10% 以下
水灰比	0.4 ~ 0.5	0.5 ~ 0.55	速化剂
压送距离	长, 200 ~ 300cm	短	短
设备情况	容易	困难、中途不用停歇	困难、中途不用停歇
喷射混凝土抗压强度	较低, 一般 15 ~ 25MPa	提高约 50%	提高约 30% ~ 50%
水泥用量 (kg/m ³)	400	450 ~ 480	480 ~ 560
混凝土塌落度 (cm)	5 ~ 7	8 ~ 10	10 ~ 12

4 湿喷工艺的确定

4.1 配合比的确定及配料选用

a. 配合比的确定

灰骨比为 1 : 4

水灰比为 1 : 0.55

每立方米喷射混凝土用量为 472kg ;

每立方米喷射混凝土掺 8604 型液态速凝剂 19.2kg ;

塌落度控制在 8~12cm。

b. 配料选用

①水泥：选用普通硅酸盐水泥，标号不低于 425 号，（这两种水泥的 C3S 和 C3A 含量较高，同速凝剂的相容性好，能速凝、快硬，后期强度也较高。）

②砂：砂子过细，会使干缩量增大；砂子过粗，则会增加回弹。因而湿喷混凝土用砂宜选择中粗砂，细度模数大于 2.5。（注：砂子中小于 0.075 颗粒不应超过 20%）。

③骨料：卵石或碎石均可，但以卵石为好。骨料的 最大 犁 镜 不 宜 大 于 15mm， 见 表 3。

表 3 粒径级配

筛孔尺寸 (mm)	累计筛余 (%)
15	0.4
10	9.9
5	69.5
2.5	95.4
<2.5	100

④速凝剂选用 8604 型液态速凝剂。当水泥中加入 3.5% ~ 5% 的 8604 型液态速凝剂后，能使水泥在 1 ~ 4min 内初凝，2 ~ 10 分钟内终凝，一般掺入量取 4.5% 为宜。

4.2 主要施工机具 见表 4

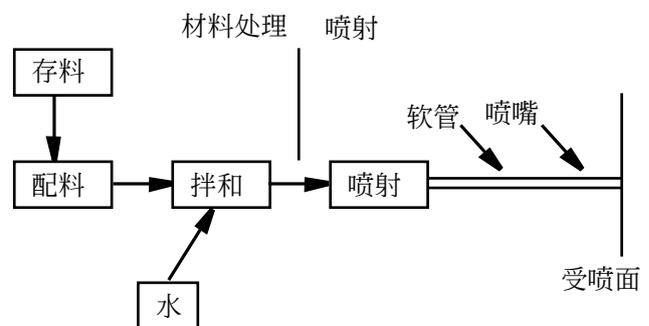
表 4 主要施工机具

序号	设备名称	型号	生产能力
1	混凝土湿喷机	TK-961	5m ³ /h
2	配料机 (电子称)	PL8000 型	
3	强制式混凝土拌和机	JDY350 型	20 ~ 50m ³ /h
4	混凝土输送罐车	GTB- II	6m ³
5	开挖台车		
6	电动空压机		12m ³

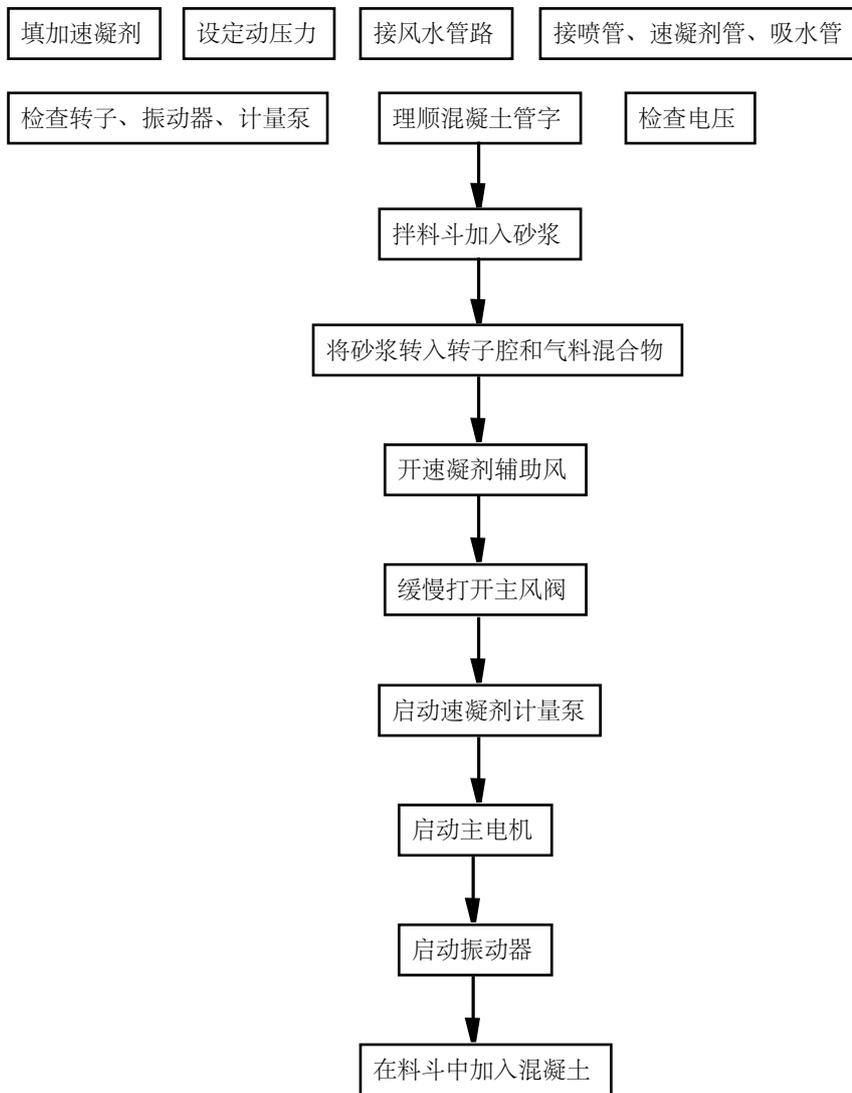
4.3 湿喷工艺

a. 工艺流程

湿喷工艺流程见图 1



b. 湿喷机操作流程



4.4 施工注意事项

a. 严格控制工作机的风压在 0.15MPa~0.2MPa 范围内；

b. 严格控制喷嘴与受喷面的距离和角度，无钢筋网喷射时，喷头应与喷面垂直，有钢筋网时可适当放偏，喷嘴离受喷面的距离控制在 0.8~1.0 范围内；

c. 严格控制水灰比，以刚喷射的混凝土表面有一层黯淡光泽为宜；

d. 渗漏水地段的处理：在喷射混凝土前用压缩空气吹扫。当水量不大时，喷射混凝土配料及拌料按正常施工程序进行。当水量较大时，开始喷射时，适当减小用水量。喷射时由远而近，临时加大速凝剂掺量（不大于 5%）逐渐合拢；水止住后，必须恢复用正常速凝剂掺量的喷射混凝土封闭 [3]；

e. 喷射混凝土必须进行砂子的含水率试验，用以校正加入的水量，以取得期望的踏落度；

f. 配料时骨料与水泥的温度不应低于 5° C；

g. 湿喷混凝土拌和料搅拌的最短时间见表 5

表 5 湿喷混凝土拌和料的最短时间 (s)

搅拌机类型	搅拌容积 (l)		
	<400	400 ~ 1000	>1000
自落式	90	120	150
强制式	60	90	120

5 喷射作业

5.1 施工准备

a. 检查受喷面轮廓尺寸，并进行修正，使之符合设计要求，若有松动、破碎部分必须清理干净；

b. 有明显渗漏水地段应事先作好防排水处理；

c. 用高压风或水（地质不良不用）清理受喷面；

d. 备好脚手架或工作平台；



e. 检查机械、管道、安全阀、压力表是否完好，并进行试运行；

f. 在拱顶、边墙作好设计喷层厚度标志。

5.2 喷射作业技术要点

a. 严格按以下顺序操作：打开速凝剂辅助风压——缓慢打开主风阀送风——启动速凝剂计量泵、主电机振动器——向料斗加料；

b. 开机后注意观察风压，起始风压大于或等于 0.5MPa 才能开机操作，并据喷头出料情况调整风压，边墙工作风压应控制在 0.3MPa~0.5MPa 之间，拱部控制在 0.4MPa~0.65MPa 之间；

c. 供料应连续均匀，料斗内应有足够的存料并即使清除粒径大于 15mm 振动筛上的粗集料；

d. 喷头与受喷面尽量垂直，保持 0.8m~1.0m 的距离；对挂有钢筋网的受喷面，喷头略倾斜，距离相对减少；距离大于 1m，将增加回弹量，并降低密实度，从而也降低了强度，如喷嘴距离受喷面小于 0.8m。则不仅回弹量会增加，而且喷射手也受回弹量颗粒的打击；

e. 横过受喷面将喷嘴稳定而系统地作圆形或椭圆形移动，分区段，一般不超过 6m，自上而下，一圈压半圈，缓慢移动，每一环圈应为横向 40~60cm，高 15~20cm。若受喷面不平，应先喷凹坑找平；

f. 一次喷层厚度应根据设计厚度确定；初喷厚

度一般控制在 4~5cm，第二次喷射厚度可达 10cm 以上。

6 结束语

由于我国劳动力成本低，人们的环境意识尚待提高，同时由于采用湿喷式喷射混凝土作业时，设备投资较高，设备操作和维修要求有一定的技术水平，因此湿喷混凝土的施工成本高于干喷混凝土的施工成本，使湿式喷射混凝土技术在国内的推广受到一定程度的限制 [4]。但是，从施工的整体效益上来看，湿喷混凝土的总费用比任何形式干喷混凝土便宜 30%~40%，湿喷技术又具有明显的优势。今后，随着人们环保意识的加强、施工技术水平的提高以及对喷射混凝土施工质量要求的提高，湿式喷射混凝土技术必将逐步地取代干式喷射混凝土技术。

参考文献

- 1、程良奎、扬志银. 喷射混凝土与土钉墙. 北京：中国建筑工业出版社，1998.
- 2、吕刚；泵式混凝土湿喷机性能参数分析与计算 [D]；西安建筑科技大学；2003 年
- 3、丁鸿昌；智能型湿喷机的结构分析与控制系统的开发研究 [D]；山东科技大学；2004 年
- 4、郑朝保；混凝土喷射机振动喂料系统的研究 [D]；铁道部科学研究院；2005 年

沥青路面水泥就地冷再生基层施工工艺及经济效益分析

甘肃省酒泉公路管理局 蔡丽萍 吴丰录

【摘要】旧沥青路面就地冷再生是重复利用旧路面材料进行路面改造，提高路面基层使用性能的一种较快捷、经济、有效的方法。本文以 2014 年酒泉公路管理租用维特根 WR2000XL 冷再生设备实施全深式水泥就地冷再生试验段为例，论述水泥就地冷再生基层施工工艺，分析实施成本，并就实施水泥就地冷再生基层与水泥稳定砂砾基层、租赁与购买冷再生设备的经济性进行比较。

0 引言

就地冷再生技术是指利用就地冷再生专用设备，将旧沥青路面材料和部分基层材料铣刨加工后，适当加入部分新骨料或细集料，按比例加入一定量的外掺剂（如乳化沥青、泡沫沥青、水泥或石灰）和水，在自然环境下连续完成材料的破碎、添加、拌合、摊铺及压实成型一系列施工工序后，重新形成结构层的一种工艺。就地冷再生按照再生方式不同分为沥青层

就地冷再生和全深式就地冷再生两种。

就地冷再生技术较传统重铺法具有工艺简单、工期短、实现常温拌合及就地再利用、保护环境、节约资源的优点，同时也存在质量控制和质量保证依附于旧路面材料性能和旧路技术状况、购买再生设备一次性资金投入较大的缺点。为了避免盲目投资并积累就地冷再生质量控制经验，2014年酒泉公路管理局在首次应用就地冷再生技术中，选用租赁维特根WR2000XL就地冷再生设备，在G312线、S214线分4个路段实施全深式水泥就地冷再生试验段99070m²/6835米。本文结合试验路段施工经验，着重探讨水泥就地冷再生施工工艺、租赁冷再生设备实施成本、水泥冷再生基层与水泥稳定砂砾基层造价、租赁与购买冷再生设备经济性四个方面的问题。

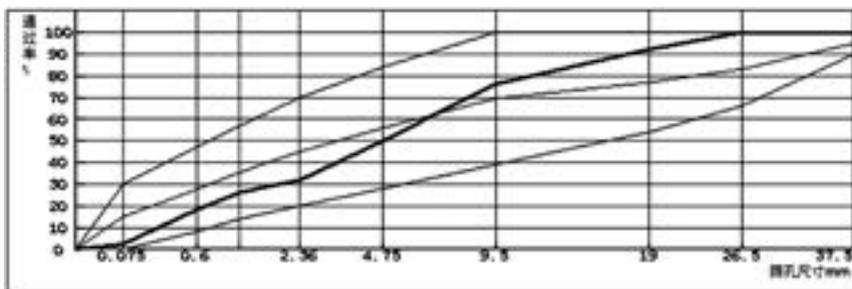
1 就地冷再生施工工艺

以G312线K2932-K2939段为例，就地冷再生施工工艺主要包括封闭交通→准备原路面→冷再生机组就位→定格摊铺水泥→冷再生机组铣刨和拌合→碾压整形→接缝和掉头的处理→养生及交通管制等8个流程。在实施前，主要做好了配合比设计、机械组合配置、现场准备等三个方面的准备工作。

1.1 施工准备

1.1.1 配合比设计

G312线K2932-K2939段原路面结构层为30cm厚天然砂砾垫层+20cm厚水泥稳定砂砾基层+透层油+5cm沥青混凝土面层，实施前该路段坑槽、沉陷、龟网裂病害较多，路面严重老化变形。配合比设计前，首先用铣刨机取代表性样品室内干筛进行级配分析，由于铣刨料级配在规范规定的级配范围内，铣刨料压碎值9.6%符合强度要求，本着尽量多利用旧路铣刨料的原则，本次冷再生基层施工中没有掺加新料。确定的级配曲线如下图所示：



分别取3.0%、4.0%、5.0%三个不同水泥剂量的铣刨料做击实试验，确定最佳含水量和最大干密度，根据所得的最佳含水量和最大干密度，按97%压

实度控制密度，采用静压法制备试件，试件尺寸为Φ150mm×150mm圆柱体，试件成型后用塑料袋密封，在标准养护条件下，养生6天，再浸水1天，最后测定无侧限抗压强度，并计算试件的干密度、压实度、吸水量等。将测得的无侧限抗压强度与其相应的水泥剂量进行线性回归，优化出强度符合要求且经济的最佳水泥用量为4.1%。依据规范要求，实际采用的水泥剂量应比试验室剂量多0.5%，因此，确定G312线K2932-K2939段冷再生基层施工水泥剂量为4.6%。

1.1.2 机械组合配置

就地冷再生施工特点是大型机械密集组合施工，因此，要求冷再生机械及配套设备要有足够的生产能力并且处于良好的工作状态。酒泉公路管理局在水泥现场冷再生基层施工中，外掺剂水泥采用人工摆放和摊铺，关键设备冷再生机选用维特根WR2000XL就地冷再生设备，工作宽度2米，最大工作深度50cm。压实设备按照再生层厚度20cm选用22T以上单钢轮重型压路机1台，其他设备主要配备平地机1台、10T洒水车2辆、胶轮压路机1台。

1.1.3 现场准备

清除原路表面的石块、垃圾、杂草杂物及积水，对原道路进行预整形，处治隆起或填补沉陷等不平整部位，使之平整并达到设计要求。

1.2 施工工艺

1、摆放和摊铺水泥：根据试验配合比确定的水泥剂量，计算每平方米所需的水泥用量，并确定水泥摆放的纵横间距，用石灰划1米×1米的方格摆放水泥。倾倒水泥后，用刮板均匀摊开，并注意使每袋水泥摊铺面积相等。水泥摊铺完成后，表面应没有空白位置和水泥过分集中的现象。

2、冷再生机铣刨和拌合：冷再生机推动水车在原路面上行进，再生混合料含水量应比最佳含水量低

0.5%~1%。冷再生机行进速度根据路面损坏状况和再生深度进行调整，一般为6~8m/min，调整好行驶速度的再生机要匀速行驶，确保铣刨料级配均匀。再生机后配备专人进行质量控制，随时检查再生深度、水泥剂量和含水量，并配合再生设备操作人员进行调整。

同时，安排4~5人处理边线，清理混合料中杂质以及每刀起始位置的余料，以防止影响纵横接缝、平整度和再生材料的密实性。

3、碾压整形：根据路面宽度、压路机轮宽和轮距不同制定碾压方案。初压使用单钢轮振动压路机紧跟再生机后静压一遍，静压后进行高幅低频强振压实，压实遍数应保证再生层底部 2/3 厚度范围内压实度达到规定要求。碾压从施工段起点开始，至再生机边缘为止，碾压宽度超过该幅再生宽度。压路机碾压速度不得超过 3km/h。

在完成一个作业段的再生和初压后，立即用平地机整形。直线段平地机由两侧向路中心刮平；曲线段平地机由内侧向外侧进行刮平。

整形后，立即用单钢轮振动压路机以低幅高频弱振进行复压。复压需碾压 4-6 遍，每次重叠 1/2 轮宽。最后用胶轮压路机进行终压。

4、接缝和调头处的处理：施工中尽量减少停机现象。停机处再次施工时，必须将再生机后退至已再生过的材料 1.5 米后重新开始。

5、养生及交通管制：每一段碾压完成压实度检查合格后，立即切断交通开始养生。养生采用薄膜覆盖养生，养生期不少于 7d。

2 经济效益分析

2.1 租赁就地冷再生机成本分析

酒泉公路管理局 2014 年 G312 线、S214 线共实施水泥就地冷再生基层 99070m²/6835 米，租赁维特根 WR2000XL 冷再生设备进场费用为 10000 元，租金为 8.5 元 / m²，其中：

路段 1：位于 G312 线 K2932-K2939 区间，实施数量 9270 m²/1035 米。水泥使用嘉峪关宏达水泥厂 32.5 水泥，出厂价 280 元 / 吨，平均运距 43 公里，施工中实际水泥剂量 4.6%。施工耗用水泥刀头 257 个，再生设备油料费 8400 元，使用平地机 8 台班、压路机 8 台班、洒水车 16 台班，配合用人工 80 工日。

路段 2：位于 G312 线 K2948-K2951 区间，实施数量 18000 m²/1500 米。水泥使用玉门市饮马水泥厂 32.5 水泥，出厂价 320 元 / 吨，平均运距 71 公里，施工中实际水泥剂量 4.7%。施工耗用水泥刀头 320 个、沥青刀头 160 个，再生设备油料费 20510 元，使用平地机 9 台班、压路机 18 台班、洒水车 16 台班，配合用人工 90 工日。

路段 3：位于 G312 线 K3021-K3024、K3068-K3070 区间，实施数量 48000 m²/4300 米。水泥使用玉门市饮马水泥厂 32.5 水泥，出厂价 320 元 / 吨，平均运距 26.8 公里，施工中实际水泥剂量 4.5%。耗用水泥刀头 200 个、沥青刀头 703 个，再生设备油料费 30138 元，使用平地机 21 台班、压路机 42 台班、

洒水车 28 台班，配合用人工 210 工日。

路段 4：位于 S214 线 K34-K36、K68-K70 区间，实施数量 23800m²/3400 米。水泥使用金塔水泥厂 32.5 水泥，出厂价 320 元，平均运距 47.5 公里，施工中实际水泥剂量 4.8%。施工耗用水泥刀头 200 个、沥青刀头 120 个，再生设备油料费 27387 元，使用平地机 15 台班、压路机 30 台班、洒水车 22 台班，配合用人工 150 工日。

详细计算路段 1 租赁冷再生设备每 m² 成本：

人工费：80 工日 × 100 元 / 工日 = 8000 元

水泥用量：9270 m² × 0.2m × 2230kg / m³ × 4.6% ÷ 1000 = 190.18 吨

水泥单价：(280 + (0.53 × 43 + 4.9) × 1.01) × (1 + 1.0%) × (1 + 1.5%) = 315.71 元 / 吨

水泥费用合计：132.3 吨 × 315.71 元 / 吨 = 60041.73 元

平地机台班费：8 台班 × 750 元 / 台班 = 6000 元

压路机台班费：16 台班 × 800 元 / 台班 = 12800 元

洒水车台班费：15 台班 × 400 元 / 台班 = 6000 元

冷再生设备租赁费：9270m² × 8.5 元 / m² = 78795 元

税金：78795 元 × 17% = 13395.15 元

冷再生机刀头耗用费：257 个 × 60 元 / 个 = 15420 元

再生设备油料费：8400 元

分摊费用（进场费）：10000 元 ÷ 99070 m² × 9270 m² = 935.70 元

费用合计：8000 + 60041.73 + 6000 + 12800 + 6000 + 78795 + 13395.15 + 15420 + 8400 = 208851.88 元

每 m² 单价：208851.88 元 ÷ 9270 = 22.52 元

按照路段 1 的方法计算，路段 2、路段 3、路段 4 租赁冷再生设备每平米成本见表 1（详细计算过程略）：

加权求就地冷再生水泥基层单价：(9270 m² × 22.52 元 + 18000 m² × 22.44 元 + 48000 m² × 20.19 元 + 23800 m² × 22.07 元) / 99070 m² = 21.29 元

2.2 水泥就地冷再生基层和水泥稳定砂砾基层造价比较

以路段 1 (G312 线 K2932-K2939 区间) 为基础，水泥出厂价 280 元 / 吨，平均运距 43 公里，铣刨料废弃运输运距 1 公里，砂砾 35 元 / m³，厂拌水泥稳定砂砾运输平均运距 20 公里，对 20cm 厚 5% 的水泥稳定冷再生基层及 20cm 厚 5% 水泥稳定砂砾基层造价进行比较：见表 2。

表 1

项目名称	路段 2			路段 3			路段 4		
	数量	单价 (元)	金额 (元)	数量	单价 (元)	金额 (元)	数量	单价 (元)	金额 (元)
人工费 (工日)	90	100	9000	210	100	21000	150	100	15000
水泥用量 (吨)	377.32			963.36			509.51		
水泥单价		372.08			347.83			359.19	
水泥费用			140393.11			335083.88			183009.87
平地机台班费	9	750	6750	21	750	15750	15	750	11250
压路机台班费	18	800	14400	42	800	33600	30	800	24000
洒水车台班费	16	400	6400	28	400	11200	22	400	8800
冷再生设备租赁费	18000	8.5	153000	48000	8.5	408000	23800	8.5	202300
税金		17%	26010		17%	69360		17%	34391
冷再生机刀头耗用费			25600			40120			16800
再生设备油料费			20510			30138			27387
分摊费用 (进场费)			1816.90			4845.06			2402.34
费用合计 (元)	403880.00			969096.94			525340.21		
每 m ² 单价 (元)	22.44			20.19			22.07		

表 2

细目名称	水泥稳定砂砾基层 (20cm 厚, 水泥剂量 5%)				水泥就地冷再生基层 (20cm 厚、水泥剂量 5%)			
	人工费 (元)	材料费 (元)	机械费 (元)	建安费 (元)	人工费 (元)	材料费 (元)	机械费 (元)	建安费 (元)
铣刨机铣刨旧面层、基层	0.49		14.36	14.85				
铣刨料废弃运输 (运距 1km)			1.32	1.32				
稳定砂砾拌和机拌合	0.2	15.99	0.88	17.07				
水泥稳定砂砾运输 (运距 20km)			4.16	4.16				
平地机铺筑基层	0.25		1.16	1.41				
水泥就地冷再生基层				0	0.86	7.04	15.29	23.19
每 m ² 单价	0.94	15.99	21.88	38.81	0.86	7.04	15.29	23.19

由以上数据得出：直接铺筑 20cm 厚 5% 水泥稳定砂砾基层工序较多，每平方米造价为 38.81 元，20cm 厚 5% 水泥现场冷再生基层每平方米造价为 23.19 元，水泥就地冷再生基层较水泥稳定砂砾基层每平方米造价降低 15.62 元。

2.3 租赁与购买冷再生设备经济性比较

综合酒泉公路管理局往年普通干线实施大中修工程情况，按每年实施 90000 m²/10km 就地冷再生基层，就地冷再生设备使用寿命 8 年，社会折现率按银行一年期贷款利率 6% 考虑进行经济比较。

2.3.1 租赁设备经济性分析

每年实施 90000m²，按照租赁设备每平方米成本 21.29 元计算，每年需投入资金 90000m²×21.29 元 / m²=191.61 万元，租赁设备现金流量如表 3 所示：

表 3 租赁方案现金流量

年份 n	1	2	3	4	5	6	7	8
净现金流量 (万元)	191.61	191.61	191.61	191.61	191.61	191.61	191.61	191.61
折现率 1/(1+6%) ⁿ	0.943	0.89	0.84	0.792	0.747	0.705	0.665	0.627
租赁方案财务净现值 (万元)	180.69	170.53	160.95	151.76	143.13	135.09	127.42	120.14

计算租赁方案财务净现值 (FNPV) =1189.71 (万元)

2.3.2 购买设备经济性分析

购买维特根 WR2000XL 就地冷再生设备需一次性投入 358 万元，购买设备第 1 至第 7 年修理费按每年 15 万元考虑，第 4 年进行大修理一次，大修理费用按照设备原值的 20% 考虑。购买设备每年实施 90000m²，购买设备每平方米成本按租赁设备成本 21.29 元 -8.5 元 (每平方米再生设备租金) -1.45 元 (每平方米租赁再生设备税金) =11.34 元计算，每年需投入资金 90000m²×11.34 元 /m²=102.06 万元，购买设备现金流量如表 4 所示：

表 3 购买设备现金流量

年份 n	0	1	2	3	4	5	6	7	8
净现金流量 (万元)	358	117.06	117.06	117.06	173.66	117.06	117.06	117.06	102.06
折现率 1/(1+6%) ⁿ	1	0.943	0.89	0.84	0.792	0.747	0.705	0.665	0.627
租赁方案财务净现值 (万元)	358.00	110.39	104.18	98.33	137.54	87.44	82.53	77.84	63.99

计算购买方案财务净现值 (FNPV) =1120.25 (万元)

2.3.3 租赁与购买冷再生设备经济性比较

购买设备虽一次性投入较大，但通过对不同年份产生的现金流量折现进行比较，购买方案财务净现值 (FNPV) 1120.25 万元 < 租赁方案财务净现值 (FNPV) 1189.71 万元，因此，购买冷再生设备经济性较高。

3 结束语

综上所述，水泥就地冷再生基层施工工艺简单、施工效率高，与现阶段常用的重铺同厚度同水泥剂量的水泥稳定砂砾比较，造价可降低 40% 左右，单从工艺、造价方面来看，水泥就地冷再生基层可广泛推广应用。

投稿说明

《筑养路机械》会刊不断在创新中成长，1983 年创刊以报导行业动态为主，已有 31 年。2002 年改版四色彩色面印刷，增加栏目，增添内容。2007 年再次提升，增刊电子版与纸版同期发行，满足了工程施工单位、广大读者不易看到纸质会刊的需要。会刊始终坚持自有特点：实出实用性、突出大众化。提倡机械与工程相结合的技术，即便于机械人员对道路工程了解，又便于土木人员对机械的了解。使领导决策人员，工程技术人员，机械操作人员均可阅读受益，多年来一直受筑路机械行业从业者欢迎。

近来工程技术人员投稿渐多，许多稿件只写工程，不提机械，编辑部很难采用。“工欲善其事，必先利其器”。在我国所有道路工程的施工早已实现了机械化，工程的质量优劣和工程的完成进度，无不取决于机械的质量和先进性。工程与机械结合的论文为高品。希望土木工程的稿件一定不要忘了使用了什么机械，如何组织，性能如何，存在什么问题。

本刊坚持为行业服务，为基层服务，不以营利为目的，不收论文发表费及审稿费。欢迎踊跃投稿！

编辑部

浅谈混凝土灌注桩质量控制

中铁十八局集团公司 罗炬华

摘要 随着建筑工程行业的快速发展, 砼钻孔灌注桩施工技术被广泛应用。然而受砼钻孔灌注桩施工环境的限制, 在成桩过程中出现了一些问题。本文通过向莆铁路 FJ-1A 标管段内光明 1# 特大桥、光明 2# 大桥、龙池溪特大桥、大水垄中桥等桥梁桩基础的施工中的实践经验, 浅谈混凝土灌注桩的施工工艺和成桩质量的关系、常见施工质量问题及防治措施。

1 前言

灌注桩质量的控制和检查从施工规范上看似简单, 但由于桩基工程的隐蔽性, 其实施工过程无法观察, 成桩后也不能进行直观外表检查。施工中的任何一个环节出现问题, 都将直接影响整个工程的质量和进度, 因此控制桩质量是建筑工程质量的重中之重。本文就桩的施工工艺与成桩质量的关系, 施工质量及常见的防治措施进行探讨。

2 施工工艺与成桩质量的关系

施工工艺的合理性和科学性是成桩质量的关键。桩身质量取决于钢架笼的制作质量和混凝土质量。钢筋笼的制作质量容易检查。在工程实践中, 不少桩由于混凝土质量问题而使桩身强度达不到设计要求, 因此桩身质量的主要在于混凝土的质量。混凝土的缺陷往往是由于施工工艺不合理引起的, 因此必须对桩基工程的施工工艺、质量保证措施进行严格的控制和管理 [1]。

人工挖孔桩混凝土的缺陷主要产生于混凝土的浇捣工艺。成孔时, 在土层设置护壁, 而在岩石层, 孔壁岩石自然护壁, 一般不存在孔壁质量对混凝土产生多大的影响。主要注意混凝土浇捣工艺, 特别是有地下水的水下部分混凝土的浇捣, 必须采用水下混凝土配合比与水下导管灌注等。

钻孔桩混凝土质量不仅与浇注工艺有关, 还与成孔工艺有很大的关系, 要确保桩成孔质量与灌注工艺的合理性, 操作得当。钻孔桩成孔质量在于: 桩径不小于设计桩径, 护壁可靠; 关系到混凝土质量的灌注工艺主要是: 1) 控制好混凝土质量的和易性, 防止出现堵管、埋管, 引起断桩事故。2) 控制导管埋

深, 控制导管埋深 2~4m, 使混凝土面处于垂直顶升状, 不使浮浆、泥浆卷入混凝土, 防止提漏导管引起断桩事故。

3 混凝土灌注桩常见的施工质量问题及防治措施

3.1 人工挖孔桩

3.1.1 地下水

地下水是深基础施工中常见的问题, 它给人工挖孔桩施工带来很多困难。含水层中的水在开挖时破坏了其平衡状态, 使周围的静态水冲入桩孔内, 从而影响了人工挖孔桩的正常施工。如果遇到动态水压力层施工, 不仅开挖困难, 连护壁混凝土也易被水压冲刷穿透, 发生桩身质量问题。如遇到了细砂、粉砂土层, 在压力水的作用下, 也极易发生流砂和井漏现象 [2]。

3.1.1.1 地下水量不大时

可选用潜水泵抽水, 边抽水边开挖, 成孔后及时浇注相应段的混凝土护壁, 然后继续下一段的施工。

3.1.1.2 水量较大时

在水位下必须采用水下混凝土配合比与导管灌注法灌注; 在水位之上, 为了避免水下导管灌注通病——桩身上部混凝土强度低, 则可采取简单单筒浇注, 但是水必须抽干, 泥浆、浮浆要清洗干净, 两种不同方法施工的交接层, 用插捣器穿过反复插捣。

3.1.2 流砂

人工挖孔在开挖时, 如遇流砂, 粉砂层地质时, 再加上地下水的作用, 极易形成流砂, 严重时会发生井漏, 造成质量事故, 因此要采取有效可靠的措施。

3.1.2.1 流砂情况较轻时

有效的方法是缩短这一循环的开挖深度, 将正常的 1m 左右一段, 缩短为 0.5m, 以减少挖层孔壁的暴露时间, 及时进行护壁混凝土灌注。当孔壁塌落, 有泥砂流入而不能形成桩孔时, 可用纺织袋土逐渐堆堵, 形成桩孔的外壁, 并控制保证内壁满足设计要求。

3.1.2.2 流砂情况较重时

流砂情况较重时常见方法是下钢套筒，钢套筒与护壁用的钢模板相似，以孔外径为直径，可分为4~6段圆弧，再加上适当的肋条，相互用螺栓或钢筋扣环连接，在开挖0.5m左右，即可分片将套筒装入，深入孔底不少于0.2m，插入上部混凝土护壁外侧不小于0.5m，装入后即支模浇注护壁混凝土。若放入套筒后流砂仍然上涌，可采取突出挖出后即混凝土封闭孔底的方法，待混凝土凝结后，将孔心部位的混凝土清凿以形成桩孔。也可用此种方法，应用到已完成的混凝土护壁的最下段钻大，使孔位倾斜至下层护壁以外，打入浆管，压力浇注水泥浆，使下步土壤硬些，提高周围及底部土壤的不透水性，以解决流砂现象[3]。

3.1.3 淤泥质土层

在遇到淤泥质土层等软弱土层时，一般可用木方、木板模板等支挡，并要缩短这一段的开挖深度，并及时浇注混凝土护壁，这次支挡的木方木板要沿周边打入底部不小于0.2m深，上部嵌入上段已浇注后的混凝土护壁后面，可倾斜放置，双排布置相互反向交叉，能达到很好的支挡效果。

3.2 钻孔灌注桩

3.2.1 护筒冒水

原因：埋设护筒的周围土不密实，或护筒水位差太大，或钻头起落时碰撞。

防治措施：在埋设护筒时，坑底与四周应选用最佳含水量的粘土分层夯实。在护筒的适当高度开孔，使护筒内保持1.0~1.5m的水头高度。钻头起落时，应防止碰撞护筒。发现护筒冒水时，应立即停止钻孔，用粘土在四周填实加固，若护筒严重下沉或移位时，则应重新安装护筒。

3.2.2 孔壁坍塌

原因：孔壁坍塌的主要原因是土质松散，泥浆护壁不好，护筒周围未用粘土紧密填封以及护筒内水位高。钻进速度过快、空钻时间过长、成孔后待灌时间过长和灌注时间过长也会引起孔壁的坍塌。

防治措施：在松散易坍的土层中，适当埋深护筒，用粘土密实填封护筒四周，使用优质的泥浆，提高泥浆的比重和粘度，保持护筒内泥浆水位高于地下水位。搬运和吊装钢筋笼时，应防止变形，安放要对准孔位，避免碰撞孔壁，钢筋笼接长时要加快焊接时间，尽可能缩短沉放时间。成孔后，待灌时间一般不应大于3h，并控制混凝土的灌注时间，在保证施工质量的情况下，尽量缩短灌注时间。

3.2.3 缩径

原因：塑性土膨胀。

防治措施：采用优质泥浆，降低失水量。成孔时，应加大泵量，加快成孔速度，在成孔一段时间内，孔壁形成泥皮，则孔壁不会渗水，亦不会引起膨胀。或在导正器外侧焊接一定数量的合金刀片，在钻进或起钻时起到扫孔的作用。如出现缩径，采用上下反复扫孔的办法，以扩大孔径，直到达到设计孔径[4]。

3.2.4 钻孔偏斜

原因：钻机安装就位稳定性差，作业时钻机安装不稳或钻杆弯曲所致；地层软弱或软弱不均匀；土层或岩层呈斜状分布或土层中夹有孤石或其他硬物等情况。

防治措施：先将场地夯实平整，轨道枕木均匀着地；安装钻机时要求转盘中心与钻架上起吊滑轮在同一轴线上，钻杆位置偏差不得大于20cm。在不均匀的地层中钻孔时，采用自重、钻杆刚度大的钻机。进入不均匀地层、斜状岩层或碰到孤石时，钻速要放慢档。另安装导正装置也是防止孔斜的简单有效的方法。钻孔偏斜时，可提起钻头，上下反复扫钻几次，以削去硬土，如纠正无效，应于孔中局部回填粘土（土层）或片石（岩石层）至偏斜处0.5m以上，重新钻进。

3.2.5 桩底沉渣量过多

原因：清孔不干净或未进行二次清孔；泥浆比重过小或泥浆注入量不足而难以将沉渣浮起；钢筋笼吊放过程中，未对准孔位而碰撞孔壁使泥土坍塌桩底；清孔后，待灌时间过长，致使泥浆沉积。

防治措施：成孔后，钻头提高10~20cm，保持慢速空转，维持循环清孔时间不少于30min。采用性能较好的泥浆，控制泥浆的比重和粘度，不要用清水进行置换。钢筋笼吊放时，使钢筋笼的中心与桩中心保持一致，避免碰撞孔壁。可采用钢筋笼冷压接头工艺加快对接钢筋笼速度，减少空孔时间，从而减少沉渣。下完钢筋笼后，检查沉渣量，如沉渣量超过规范要求，则应利用导管进行二次清孔，直至孔口返浆比重及沉渣厚度均符合规范要求。开始灌注混凝土时，导管底部至孔底的距离宜为30~40cm，应有足够的混凝土储备量，使导管一次埋入混凝土面以下1.0m以上，以利用混凝土的巨大冲击力溅除孔底沉渣，达到清除孔底沉渣的目的。

3.2.6 钢筋笼上浮

原因：1) 当混凝土灌注至钢筋笼下，若此时提升导管，导管底端距离钢筋笼仅有1m左右的距离时，由于浇注的混凝土自导管流出后冲击力较大，推动了钢筋笼上浮；2) 由于混凝土灌注过钢筋笼且导管埋

深较大时,其上层混凝土因浇注时间较长,已近初凝,表面形成硬壳,混凝土与钢筋笼有一定握裹力,如果此时导管底端未及时提到钢筋底部以上,混凝土在导管流出后将以一定的速度向上顶升,同时也带动钢筋笼上移。

防治措施:1)灌注混凝土过程中,应随时测量混凝土浇注的标高及导管埋深,当混凝土埋过钢筋笼底端2~3m时,应及时将导管提至钢筋笼底端以上;2)当发现钢筋笼上浮时,应立即停止浇注,并准确计算导管埋深和已浇注混凝土标高,提升导管后再进行浇注,上浮现象即可消除。

3.2.7 断桩与泥夹层

原因:1)发生孔壁泥土层发生坍塌。2)泥浆过稠,增加了浇注混凝土的阻力,如泥浆比重大且泥浆中含较大的泥块,因此,在施工中经常发生导管堵塞、流动不畅等现象,有时甚至灌满导管还是不行,最后只好提升导管上下振击,由于导管内储存大量混凝土,在混凝土流出导管后,即冲破泥浆最薄弱处急速上返,将泥浆夹裹在桩内,造成夹泥层;3)灌注混凝土过程中,因导管漏水或导管提漏而二次下管也是造成夹泥层和断桩的原因。导管提漏有两种原因,其一,当导管堵塞时,一般采用上下振击法,使混凝土强行流出,但如此时导管埋深很浅,极易提漏。其二,因泥浆过稠,如果估算或测混凝土面很难,在测量导管埋深时,对混凝土浇注高度判断错误,而在卸管时多提,使导管提高混凝土面,也发生提漏,引起断桩。4)灌注时间过长,而上部混凝土已接近初凝,形成硬壳,而且随时间增长,泥浆中残渣浆不断沉淀,从而加厚了积聚在混凝土表面的沉淀物,造成混凝土灌注极为困难,造成堵管与导管拔不上来,引发断桩事故。5)导管埋深过深,拔出时底部已接近初凝,导管拔出后混凝土不能及时充填,造成泥浆填入。

防治措施:1)认真做好清孔,防止孔壁坍塌。2)尽可能提高混凝土浇注速度:其一,开始浇注混凝土时尽量积累大量混凝土,产生极大的冲击力可以克服泥浆阻力。其二,快速连续灌注,使混凝土和泥浆一直保持流动状态,可防止导管堵塞。3)提升导管要准确可靠,灌注混凝土过程中随时测量导管埋深,并严格遵守操作规程;4)灌注混凝土前导管做水密性试验检查导管是否漏水、弯曲等缺陷,发现问题要及时更换[5]。

4 结束语

以上所述内容是笔者在工程实践中积累的一些经验,就桩的施工工艺与成桩质量的关系及一些常见问题和防治措施进行了阐述与探讨。灌注桩属于隐蔽工程,不可见的因素很多,因此在施工过程中要注意桩质量各个环节的控制,这样就能较好的保证成桩质量[6]。

参考文献:

- 1、冀文俊,谈钻孔灌注桩施工技术质量的控制;《山西建筑》2014年01期
- 2 刘志强;于涛;;水下浇注混凝土灌注桩灌注事故预防及处理[A];土木建筑学术文库(第12卷)[C];2009年
- 3 刘庆;谢天;;混凝土灌注桩质量监督之探讨[A];现代建设工程应用技术学术交流会议论文集[C];2009年
- 4 周红军;陈丽平;;浅析混凝土灌注桩质量控制[A];河南省土木建筑学会2009年学术年会论文集[C];2009年
- 5 吴浩伟;朱翔;;混凝土灌注桩深基坑支护施工技术[A];现代建设工程应用技术学术交流会议论文集[C];2009年
- 6 黎良杰;程学军;张建青;覃祖淼;;二元桩复合地基的应用研究[A];探矿工程(岩土钻掘工程)技术与可持续发展研讨会论文集[C];2003年
- 7 刘剑峰;黄加强;熊峰;;CFG桩复合地基在某商厦施工中的应用[A];江西省煤炭工业协会、江西省煤炭学会2006年工作暨学术年会学术论文集[C];2006年
- 8 贾黎君;左守战;;CFG桩加固处理地基的施工问题探讨[A];科技、工程与经济社会协调发展——河南省第四届青年学术年会论文集(上册)[C];2004年
- 9 丁飞;;桩、墙结合式地下连续墙施工技术研究[A];矿山建设工程技术新进展——2009全国矿山建设学术会议文集(下册)[C];2009年
- 10 朱尔玉;张文辉;刘福胜;杨威;;混凝土灌注桩缺陷检测及施工质量评估[A];工程安全及耐久性——中国土木工程学会第九届年会论文集[C];2000年

粉性盐渍土路基边坡稳定性防护研究

山东潍坊市公路管理局 魏锋海

摘要：环渤海地区沿途受海水倒灌影响，土壤为粉性盐渍土。粉性盐渍土的特性是膨胀性、压缩性高、易冲刷、水稳定性差。因此，粉性盐渍土路基边坡的养护，首先要考虑如何将路表水迅速排出路基之外，最大限度地减少雨水对路基、路面质量的影响，减少因路表水排水不畅或路表水下渗对路基、路面结构和使用性能产生的损害。

1 引言

环渤海沿海，受海水倒灌的影响，沿途土壤为粉性盐渍土。这种土质具有易冲刷、遇水稳定性差的特点。

环渤海地区年平均降雨量为 622.4 毫米，降水主要集中在七、八月份，经常有短历时集中暴雨发生。降水集中的气候特点容易造成地表径流集中，排水设施水流速度大，具有较强的冲刷能力。

这种暴雨集中的气候特点对抗冲刷能力较低的粉性盐渍土路基边坡稳定尤其不利。边坡防护工程稍有缺陷，则易出现较大的冲刷破坏。

如何应对粉性盐渍土路基边坡的水毁破坏？我们对穿越山东渤海沿海荣乌高速公路进行了实地调查，取得了一些数据，并总结了一些经验。

2 边坡稳定性破坏调查

2.1 边坡破坏情况形式统计

荣乌高速公路运营以来，我们每年都对边坡稳定性破坏现象进行了调查分析，发现主要有以下几种破坏：(1)路基边坡草皮受径流冲刷破坏，占 32%；(2)急流槽泄水管漏水冲刷导致掏空破坏，占 25%；(3)边坡草皮露白冲刷，占 23%；(4)局部路肩板下沉，占 10%；(5)路缘石受行车荷载、盐碱气候影响，出现断裂破碎，造成雨水下渗破坏，占 10%。

从调查情况来看，径流冲刷、急流槽掏空破坏、露白破坏是主要的破坏类型。路肩板下沉和路缘石破坏属于偶然性外力破坏。

2.2 边坡破坏原因分析

对各种病害进行了原因分析，主要情况如下：

(1)路基边坡草皮受径流冲刷破坏，出现冲沟。这种类型破坏主要原因一是局部边坡坡度明显过陡，

属于路基施工的缺陷；二是路基填土为粉性盐渍土，塑性指数低，粘结力不足。

(2)急流槽泄水管漏水冲刷导致掏空破坏。这种破坏主要是由于泄水槽施工质量缺陷导致。

(3)边坡草皮露白冲刷破坏。原因主要是绿化施工以及后续养护工作的疏漏。

(4)局部路肩板下沉，以及路缘石受行车荷载、盐碱气候影响，出现断裂破碎，造成雨水下渗破坏，这两种破坏属于偶然因素。

3 路基边坡稳定性分析

3.1 沿海冲积平原粉性盐渍土物理学性质

粉性盐渍土是一种工程性质较差的筑路材料，土粒比重为一般为 2.66 cm^3 ，填土的最大干密度约为 1.75 g/cm^3 ，最佳压实含水量在 12 ~ 15% 之间。因含有较多的粉土粒，干时虽稍有粘结性，但易被压碎，扬尘大，浸水时很快湿透，易成流体状态，粉性盐渍土的毛细水上升高度大，在季节冰冻地区更容易使路基产生水分积累，造成严重的冬时冻胀春时翻浆，故又称翻浆土，因此使粉性盐渍土的工程性质大为恶化，极易引起路基的塌方、滑坡、翻浆冒泥等病害，成为高等级公路的主要工程问题。所以，粉性盐渍土路基边坡的稳定性，关键是解决防水排水的问题。

3.2 地表水冲刷常见防护方式

边坡的质量和状态能否持久而稳定，能否经得住各种因素的影响而不损坏，通常用边坡稳定性来评价。边坡的地质条件、水文条件、地形地貌和新构造运动等自然因素是对边坡稳定性起决定作用的关键因素，这些关键因素的客观存在是不可改变的，要克服不利的因素，必须因地制宜的采取各种防护性措施。

目前，荣乌高速公路路面地表流水排水采取的防护措施主要有：1)急流槽、边沟、排水沟；2)利用中央分隔带纵向碎石盲沟、软式透水管及横向排水管，将运营期中央分隔带的下渗水迅速排出路基之外。

对于路基地表流水，因为地表径流流量小，水流分散，冲刷力量较弱，深挖路堑一般设置截水沟并

设置框格防护、封面、护面墙等方式；一般填方路段采取植草方式覆盖边坡，通过植物根系固结表土，避免路基边坡直接受降水和地表径流的冲刷。荣乌高速潍坊段地处冲积平原，不存在路堑的排水问题，要解决的就是一般填方路段的水对路基边坡的冲刷问题。

4 应对边坡稳定性破坏的几种主要措施

4.1 路基边坡草皮受径流冲刷破坏，出现冲沟

这种类型的破坏是因为边坡坡度明显过陡，属于路基施工的缺陷。解决的方法也只有一个，就是需要按照《路基施工规范》，对路基边坡坡度重新培土调整，并补种防护植被。

种草和铺草皮防护经常用于边坡稳定，坡面冲刷轻微，且宜于草类生长的土质路堤边坡，用以防止表面水土流失、固结表土、增强路基的稳定性。选用草籽应注意当地的粉性盐渍土的特征和降雨集中的气候条件，通常以容易生长、根部发达、叶茎低矮、枝叶茂密的多年生草种为宜，最好采用几种草籽混合种植，使之生成良好的覆盖层。渤海莱州湾沿海粉性盐渍土路基同时具有明显的盐渍土性质。常用护坡草坪及地被植物种植种类必须同时适宜在盐渍土地区成长。

经过调查，并查阅有关书籍资料，实际中可用于盐渍土地区公路护坡的草坪及地被植物种类并不多，在应用时一定要注意多选用乡土植物，尽量不用进口草坪种子，因为乡土植物更适应当地的土壤、气候等环境条件。盐渍土地区可供边坡种植选用的植物种类主要有二色补血草、罗布麻、滨旋花、草麻黄、针线包等。

以下是几种可供边坡种植选用的植物的特性。

4.1.1 二色补血草

华北及山东沿海有大量野生分布。极耐寒又耐盐碱，在土壤含盐量约2%的盐渍土上生长良好，管理粗放，是良好的盐碱地区地被植物。花序洁白美观，花期长又可作切花或干花，持久而不凋落。

4.1.2 罗布麻

我国山东滨海盐碱滩涂湿地均有分布，辽宁、吉林、河南、河北、新疆等地都有野生。通常采用种子育苗繁殖，亦可用野生罗布麻的壮枝及萌芽分株繁殖。罗布麻极耐盐碱，它能在含盐量1%以上的重盐土壤上良好生长。罗布麻喜沙壤土，耐干旱，根部能深入土中3~5 m，吸水能力特强，寿命较长，能存活一二十年，栽培管理粗放。罗布麻叶色秀丽，粉红色非常艳丽，栽植在盐碱地上，一片葱绿，上罩红纱，表现出独特的景观，是盐碱地的优良绿化材料，更是

公路绿化的优良材料。

4.1.3 滨旋花

分布于我国华东、华北等沿海沙滩处。一般采用种子繁殖，也可选用野生植株分株繁殖。滨旋花耐盐碱，根系发达，萌芽力极强，覆盖度大，能在地面大片生长，栽培管理粗放。滨旋花地上茎常卧地生长，覆盖度大，能大片覆盖地面，花粉红色，鲜艳，具观赏价值，是盐碱沙土地的重要覆盖植物。

4.1.4 草麻黄

分布于我国河北、河南、山西、山东及内蒙古等地盐渍沙滩及海滩、路边野生。通常采用种子繁殖。草麻黄生长健壮，适应性强，野生状态，自生于沙滩或沙堆，耐干旱，耐寒，极耐盐碱，栽培管理粗放，是盐碱沙地的良好绿化材料。

4.1.5 针线包

在我国分布极广，山东沿海盐土地区普遍野生。一般采用种子繁殖，也可以分割块根进行无性繁殖。针线包喜光，耐寒、耐干旱，抗盐碱，栽培管理粗放，适应性强。针线包花、叶都具有观赏价值，是一种抗盐碱性很强的地面覆盖材料，还可作攀援绿化材料。

二色补血草、罗布麻、滨旋花、草麻黄和针线包等几种地被植物是乡土树种，是盐渍土地区绿化的优良野生植物资源，目前应用还不多，有待进一步开发和应用。

4.2 急流槽泄水管漏水冲刷导致掏空破坏

这种破坏由于刚性泄水槽本身性质，通过严控施工质量等常规手段，完全避免这种质量缺陷难度，施工难度很大。沙性盐渍土自身的特性使刚性泄水槽的缺陷显得更为明显。要彻底解决，应当从变刚性泄水槽为柔性泄水槽这个出发点解决。目前，国内有不少公路从业者给出了一些解决思路，主要有以下几种：

4.2.1 设计使用分节流水槽

混凝土或钢筋混凝土按设计断面分节预制槽体块，在施工中拼装成型的结构方案。采用这种方式，槽体的预制块节间存在着一定的缝隙，使整个槽身成为柔性结构，其抵御路基沉降、暴雨冲刷、温度应力侵蚀的能力非常强。当路基沉降时，各块节将随路基同时下降，而不致出现悬空、断裂等问题，进而避免了刚性结构在路基沉降悬空后，受暴雨冲刷加剧悬空范围等病害恶化现象；同理，在遭受暴雨冲刷时，槽体也能克服悬空病害，紧贴在边坡上，由此可能造成槽身纵坡出现变坡现象，但由于边坡坡比一般陡于1:2，槽体的排水功能不受影响；对于温度应力的抵御

能力则显而易见的,由于槽身密布的缝隙,温度应力几乎不起作用。

4.2.2 使用石棉材料制作泄水槽

山东省道 324 线山东齐河段使用将石棉材料直接加工成所需要的“U”形材料作为泄水槽,用于新修粉性路基的预防性养护工程,取得显著成效,雨季路基损坏程度大大降低,并且施工成本以及后续养护成本费用低廉。是面泄水槽的应用体现了柔性泄水槽的优势所在。

4.2.3 使用软式透水管代替传统刚性泄水槽

近年来,软式透水管在公路路面排水工程中的应用,很大程度上克服了传统刚性泄水槽带来的冲刷病害。山东省道 224 线寿光段部分路段使用软式透水管替代刚性泄水槽,取得了良好效果。但是,软式透水管存在材料成本过高的问题,同时使用软式透水管是否会造成淤堵,这个问题有待进一步观察。

4.3 边坡草皮露白冲刷破坏

原因主要是绿化施工以及后续养护工作的疏漏。绿化施工如果存在疏漏,则疏漏部分的露白很难自然生长出防护性的草皮,必须进行及时的补种;种植之后的养护工作不到位,也会造成露白的发生,其原因

是气候条件和地质水文条件的恶劣,公路边坡上的土壤由于水分的缺乏,使植被存活率较平坦地面更低。因此,公路边坡绿化施工以后的及时补种以及后续养护工作及时跟进,在粉性盐渍土路基边坡防护中非常重要。

5. 结语

黄河三角洲及其周边的发展定位是“高效生态经济区”,穿越大地,贯通八方的公路干线无疑是生态环境的重要组成部分。本文从种植技术和排水设施施工、养护技术角度对粉性盐渍土路基边坡的稳定性做了探讨。公路边坡的稳定性防护是一个综合性问题,是建设生态公路的重要组成部分。粉性盐渍土路基边坡的关键就是如何采取各种措施和技术,解决排水的问题。

参考文献

- [1] 郝志猛 . 浅谈泄水槽槽体结构 黑龙江交通科技 [J],2008 (11)
- [2] 张世绥 . 盐渍土地区公路边坡的生物防护 中外公路 [J],2007 (04)

沙特麦加轻轨 U 梁的先张法预制技术

中铁十八局集团 劳辰锋

【内容摘要】 随着现代城市建设的快速发展,各地方对基础设施建设越来越重视,道路交通的发展体现了一个城市的发达程度,而制约道路交通快速发展的瓶颈往往是桥梁的建设。所以为缩短工期就需要将有些构件进行工厂化生产,其中 U 梁先张法预制的工厂化生产是一个成熟的工艺。先张法是在浇筑混凝土前张拉预应力筋,并将张拉的预应力筋临时锚固在台座或钢模上,然后浇筑混凝土,待混凝土养护达到不低于混凝土设计强度值的 75%,保证预应力筋与混凝土有足够的粘结时,放松预应力筋,借助于混凝土与预应力筋的粘结,对混凝土施加预应力的施工工艺。

1. 工程概况

麦加轻轨项目是 2008 年 6 月中沙两国签署《关于加强基础设施建设领域合作协定》之后的首个合作项目,同时也是中国企业在中东地区建成的第一条轻轨铁路。

麦加轻轨铁路是迄今世界上设计运能最大、运营模式最复杂、同类工程建设工期最短的轻轨铁路项目。本区属地中海气候,夏季炎热干燥,最高气温高达 60℃;冬季最低气温 10℃,是雨量集中的时节,一年降雨 1-2 次,每次 1-2 小时,地面积水深度短时间内可达 40-60cm。麦加轻轨全长 18.07Km,U 型梁约 938 片,单片梁长 25m,宽度在 5m 左右。站

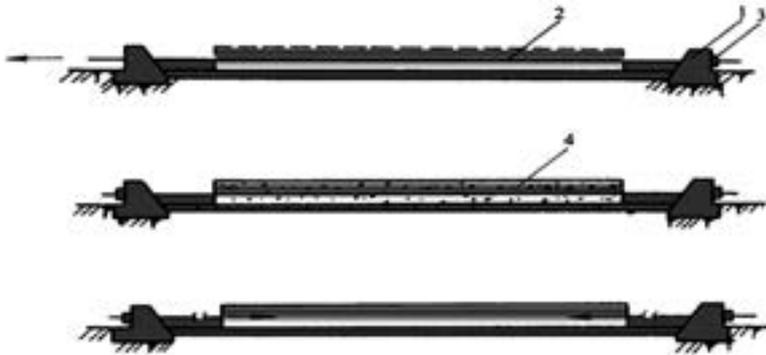
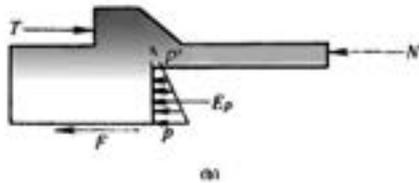
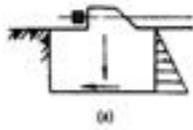
台梁 2000 片，长 12.5m。

2. 施工方案

2.1 张拉设备和机具

(1) 台座

先张法施工，台座是先张法生产中的主要设备之一，台座的质量直接关系到先张法预制梁的成败。[1] 本工程拟采用重力式台座，要求有足够的强度和稳定性，以免台座变形、倾覆、滑移而引起预应力值的损失。台座设计按一次预制 4 片梁，梁端间距 40cm，梁端与台座间距按 40cm 考虑。台座净间距大约为 102m。重力式台座的大小根据预制梁所需张拉力的大小，通过计算确定。



先张法施工顺序（图示）

(2) 夹具

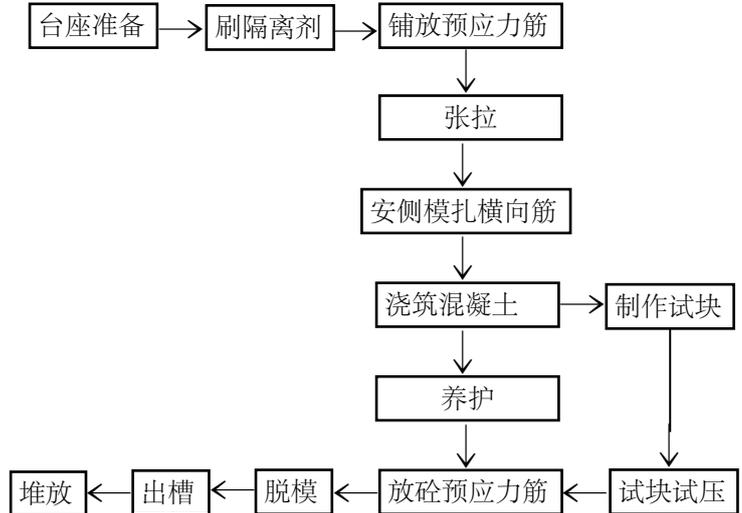
夹具是预应力筋进行张拉和临时固定的工具，要求夹具工作可靠，构造简单，施工方便，成本低。根据夹具的工作特点分为张拉夹具和锚固夹具。夹具的选用根据预应力筋及目前沙特市场情况确定。

(3) 张拉机械

张拉机械型号比较多，目前没有预制梁的相关参数，不能确定。张拉机械选项用的原则以方便、实用、安全为主。

2.2 先张法施工工艺

(1) 先张法施工工艺流程见下图：



(2) 预应力筋的张拉

预应力筋的张拉应根据设计要求进行。

张拉控制应力：预应力筋的张拉工作是预应力施工中的关键工序，应严格按照设计要求进行。预应力筋张拉控制应力的大小直接影响预应力效果，影响到构件的抗裂度和刚度，因而控制应力不能过低。但是，控制应力也不能过高，不允许超过其屈服强度，以使预应力筋处于弹性工作状态。否则会使构件出现裂缝的荷载与破坏荷载很接近，这是很危险的；此外过大的超张拉会造成反拱过大，预拉区出现裂缝也是不利的。因此，预应力筋的张拉控制应力应符合设计要求。当施工中预应力筋需要超张拉时，可比设计要求提高 5%，但其最大张拉控制应力不得超过 $0.80f_{ptk}$ 。

2.3 张拉程序的确定

预应力筋的张拉程序： $0 \rightarrow 105\%$ 控制应力（持荷 2 分钟）控制应力，或 $0 \rightarrow 103\%$ 控制应力。

2.4 预应力筋的张拉

预应力筋的张拉力根据设计的张拉控制应力与钢筋截面积及超张拉系数之积而定。

(1) 张拉预应力筋可单根进行也可多根成组同时进行。多根成组同时进时，应先调整预应力筋的初应力，以保证张拉完毕应力一致。初应力值一般取 10% 的控制应力。张拉时为避免台座承受过大的偏心压力，应先张拉靠近台座面重心处的预应力筋，再轮

流对称张拉两侧的预应力筋。

(2) 混凝土的浇筑和养护

混凝土的浇筑必须一次完成,不允许留设施工缝。混凝土的强度等级按设计要求采用。为了减少混凝土的收缩和徐变引起的预应力损失。在确定混凝土的配合比时,应采用低水灰比,控制水泥的用量,对骨料采取良好的级配,预应力混凝土构件制作时,必须振捣密实,特别是构件的端部,以保证混凝土的强度和粘结力。

(3) 预应力筋的放张

先张法施工的预应力放张时,预应力混凝土构件的强度必须符合设计要求。设计无要求时,其强度不低于设计的混凝土强度标准值的 75%。过早放张预应力会引起较大的预应力损失或预应力钢丝产生滑动。预应力混凝土构件在预应力筋放张前要对试块进行试压。预应力混凝土构件的预应力筋为钢丝时,放张前,应根据预应力钢丝的应力传递长度,计算出预应力钢丝在混凝土内的回缩值,以检查预应力钢丝与混凝土粘结效果。若实测的回缩值小于计算的回缩值,则预应力钢丝与混凝土的粘结效果满足要求,可进行预应力钢丝的放张。

预应力钢丝理论回缩值计算:

预应力钢丝理论回缩值,可按公式进行计算:

$$a = \frac{1}{2} - \frac{\sigma_{y^1}}{E_s} - l_a$$

式中 a ——预应力钢丝的理论回缩值(厘米)

σ_{y^1} ——第一批损失后,预应力钢丝建立起来的有效预应力值(N/mm²)

E_s ——预应力钢丝的弹性模量(N/mm²)

l_a ——预应力筋传递长度(毫米)

预应力钢丝实测的回缩值,必须在预应力钢丝的应力接近 σ_{y^1} (第一批损失后,预应力钢丝建立起来的有效预应力值)时进行测定。为避免预应力筋放张时对预应力混凝土构件产生过大的冲击力,引起构件端部开裂、构件翘曲和预应力筋断裂,预应力筋放张必须按下述规定进行。

本工程预制梁为大型构件,应对预应力钢丝放张应同时进行,不得采用逐根放张的方法,以防止最后的预应力钢绞线因应力增加过大而断裂或使构件端部开裂。为避免预应力筋一次放张时,对构件产生过大的冲击力,采用利用楔块装置进行缓慢的放张方法。楔块放置在台座与横梁之间,放张预应力筋时,

旋转螺母使螺杆向上运动,带动楔块向上移动,横梁向台座方向移动,预应力筋得到放松。

3. 技术要点

3.1 张拉前要对张拉设备、锚具作认真检查。张拉时操作人员必须服从统一指挥。按操作程序施工。

3.2 使用千斤顶时不准超载,张拉时,台座两端不得站人,操作人员必须站在放在台座侧面的油泵外侧面进行工作。

3.3 钢绞线拉到张拉力后,要停 2~3min,等稳定后再锚固。

3.4 台座两端设防护措施。张拉时,沿台座长度方向每隔一定距离放一防护架。

3.5 采用多根钢绞线张拉法,必须先调整初应力,确保应力一致。

3.6 预应力筋张拉完毕后,位置偏差不得大于 5mm,亦不得大于构件截面最短边长的 4%。

3.7 千斤顶应对称布置,防止活动横梁倾斜。

3.8 张拉时,张拉方向与预应力钢材必须在一条直线上。

3.9 顶紧锚塞时,用力不要过猛,以防钢丝折断,在拧紧螺母时,必须注意压力表读数始终保持在控制张拉力上。

4. 结束语

先张法是为了提高钢筋混凝土构件的抗裂性能以及避免钢筋混凝土构件过早出现裂缝,而在混凝土构件预制过程中对其预先施加应力以提高构件性能的一种方法。通常在浇灌混凝土之前张拉钢筋的制作方法也称为先张法,它在工程建设中起着重要作用。

参考文献:

- [1] 汪建文;麦加地铁 25mU 形先张梁施工技术;《铁道标准设计》2010 年 06 期
- [2] 何林,肖承波,吴体;某工程加层部分的安全性鉴定[J];四川建筑科学研究;2003 年 02 期
- [3] 徐晓阳,马宏伟,张兴虎;平面十字形节点试验的总结[J];四川建筑科学研究;2003 年 03 期
- [4] 周定松,王莺歌;后张预应力混凝土框架梁设计方法的研究[J];四川建筑科学研究;2003 年 04 期

锦屏电站 TBM-319 掘进机主轴承润滑系统故障初探

中铁十八局集团有限公司 贾云鹏

摘要：锦屏二级水电站引水隧洞属于深埋特长隧洞，其中 2 条引水隧洞施工采用敞开式硬岩掘进机 (TBM) 进行施工。引水隧洞 TBM 开挖直径 12.4 m，位列世界第二。全断面隧道掘进机 (TUNNEL BORING MACHINE) 简称 TBM，是当今世界上最为先进的隧道施工设备。掘进机的使用寿命的决定因素之一就是主轴承的寿命，所以实施科学的主轴承的状态检测对延长掘进机的使用寿命尤为重要。本文通过对 TBM-319 掘进机试掘进期间检测所发现的问题的分析、提出解决方案并实施，强调了在新掘进机投入使用的时候，建立健全主轴承状态监测的重要性。提出了一套应对主轴承润滑油问题的监测措施和应对主轴承这类重要部件问题的逆向解决方案。

锦屏二级水电站位于四川省凉山彝族自治州木里、盐源、冕宁三县交界处的雅砻江干流锦屏大河湾上，系雅砻江卡拉至江口河段五级开发的第二座梯级电站。锦屏二级水电站利用雅砻江 150 公里锦屏大河湾的天然落差，截弯取直开挖隧洞引水发电。锦屏二级电站所采用的 TBM-319 掘进机是由美国 ROBBINS 公司生产的，是目前亚洲最大直径的全断面硬岩隧道掘进机，该设备集电器、液压、PLC 等多套系统与一体，实现了隧道开挖、出渣、初期支护同步施工的工厂化作业模式；与传统钻爆施工相比具有快速、安全、高效等特点。TBM-319 掘进机是由二滩公司引进，外方专家技术支持，中铁十八局集团负责使用，担负着国家重点工程锦屏二级电站 1# 引水隧洞的施工，这是整个电站能否顺利按时发电的控制性工程。设备在工地组装完成后需要进行一公里的试掘进。试掘进初期经我方检测，发现主轴承润滑油黏度多次呈非正常的下降趋势，导致数次停机更换润滑油，浪费大量的人力、物力和时间，因而必须予以高度重视，从根本上彻底解决所存在的问题，否则将对 TBM 的状态甚至寿命带来严重影响。

1、TBM 主轴承及密封简介

主轴承是掘进机上最为重要的部件之一，其使用时间和使用效率往往决定着掘进机的使用寿命和效率 [1]；TBM-319 掘进机主轴承自重 100 吨，为双

向滚子轴承，承受来自轴向的推力和径向的重力的作用，以液压预紧螺栓与刀盘连接，变频电机通过主轴承驱动自重达 320 吨的刀盘。具体结构如图 1 所示。

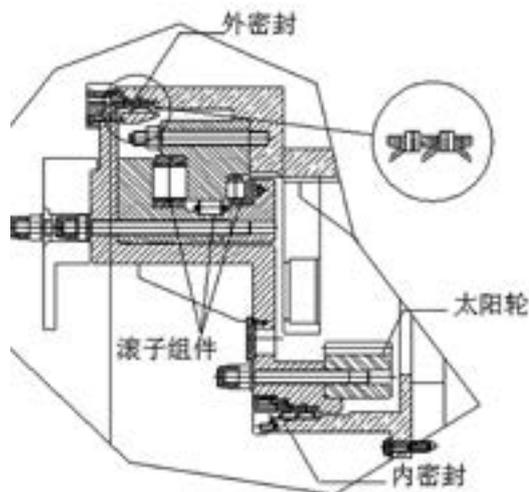


图 1 主轴承结构示意图

TBM-319 主轴承密封系统为内外两组唇型密封，每组唇型密封由 3 道密封构成。通过这种密封形式完成主轴承与外界密封隔绝。具体结构如图 2 所示。

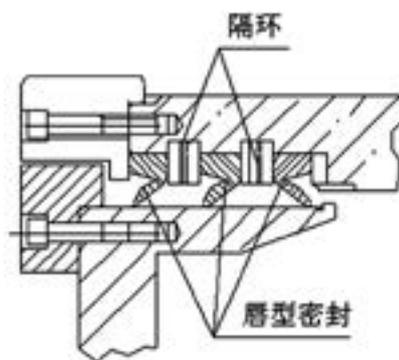


图 2 主轴承唇型密封结构图

2、润滑系统故障排查

TBM-319 于 2008 年 8 月 15 日完成组装并开始步进，此时向主轴承中加注 VG220 润滑油约 4300 升；同年 12 月 1 日在主轴承运转 60 小时后进行了第一次检测，润滑油运动黏度为 156 且样品含有轻质油成分，

大大超过了运动黏度的正常范围（185~235）。咨询ROBBINS 公司后得到的答复为正常，主轴承在磨合期内。此后我方加大了对主轴承润滑油的监测力度，先后又对主轴承进行了两次换油，期间进行了多次监测，结果如表 1。

表 1 主轴承润滑油运动黏度检测结果

第二次换油		第三次换油	
用油时间(h)	运动黏度	用油时间(h)	运动黏度
6	198.4	3.3	205.7
13	197.3	22.7	177.3
20.4	197.1	29.5	172.9
31.4	197.3	32.1	170.9
37.8	196.2	33.2	169.8
55.2	194.7	80.2	138.5
86.1	194.7		
101.4	191.4		
139.5	192.1		
187.5	152.4		

以上两次换油，使用前经检测运动黏度均正常，分别为 206.3 和 218.4。在上表中两次润滑油运动黏度先期呈均匀下降趋势，经过一段时间的运行后出现黏度突降，而润滑油中的轻质油成分是运动黏度超出正常值的主要原因。这些数据说明主轴承确实存在问题，以第二次换油为例，具体情况如图 3 所示。

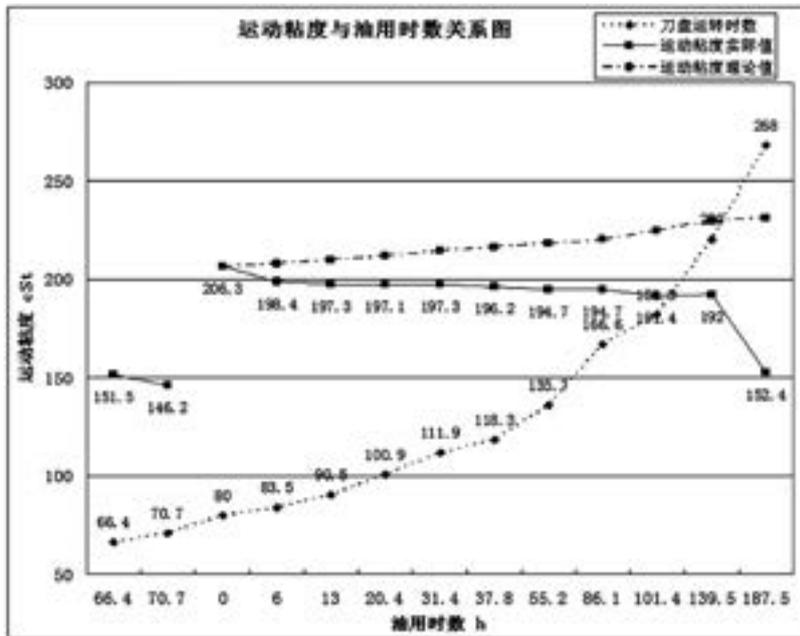


图 3 运动黏度与油用时长关系图

图中运动黏度实际值严重偏离理论值，当实际值超出正常范围时将导致主轴承出现润滑不良，表面磨损的情况，使主轴承的寿命大大缩短，甚至造成主轴承的报废；而频繁更换主轴承润滑油也将导致大量人力、物力、时间的浪费，所以查明原因、解决问题刻不容缓 [2]。

2.1 原因分析

在 TBM-319 上，只有液压油一种是相对于 VG220 的轻质油。主轴承润滑系统是一套闭合的系统，不与外界发生干涉；排除人为因素，唯一可能有液压油流入的部位只有主轴承唇型密封处。根据以上结果，分析存在以下五种可能性：

(1) 油样分析错误

针对这种可能性，我们采取了加大取样频率、对单一样品重复检验等措施。与此同时将剩余样品送到专业单位复检，也得到了相同的结论。所以这种可能性排除。

(2) 油中水含量太高

主轴承润滑系统运行过程中可能由于冷却系统或密封处渗水，导致系统中润滑油黏度降低。针对这种可能性，我们分别从主润滑油箱及主轴承腔内提取四份样品进行检测，发现油样含水量均在正常范围内，这种可能性被排除。

(3) 加油时错误将轻质油与 VG220 润滑油混加。

针对此种可能性，我们在第二次换油后加强了对加油各个环节的监控，从出库开始跟踪，对不同油品分区域摆放，液压组人员加油，液压工程师现场记录，第三次加满油后对主轴承内部、管路中、主油箱内油样凡别检查，确定所有部位的运动黏度相同。由于液压系统存在漏油现象，监测组在每次补充加油后 12 小时内实施监测。经过一段时间的监测，同样发现液压油在使用过程中运动黏度呈反常的下降趋势，在使用一段时间后存在一个黏度的突降。自此已经排除了此种可能性。

(4) 主轴承唇型密封损坏，轻质油（液压油）流入了主轴承中。

根据我方以往经验及相关资料介绍，当主轴承密封损坏后，在油样中必然能检测到构成密封圈的橡胶等组成物质，而对样品重复检测

及送到专业机构的检测过程中并未发现此类物质，所以这种可能性基本排除。

(5) 主轴承唇型密封内液压油压力设定或密封安装存在问题，导致唇型密封之间的液压油流入主轴承中。

主轴承的密封分为内密封和外密封两组，每个密封由3道密封圈组成，中间设有隔环。这种结构使用在绝大多数掘进机上，具体结构如图2所示。唇型密封有大小之分，且各道密封于接触面必须紧密贴合，每组主轴承密封排列顺序为小、小、大，由于最后一道密封为大密封，密封与结合面贴合得更加紧密。319主轴承每两道唇型密封之间的液压油压力为34bar。适量的液压油顺着前两道唇型密封向刀盘方向流出，从而起到了清洗和润滑的作用。理论会只有极少量的液压油反向流入了主轴承内部，但不会对主轴承内部润滑油黏度产生任何影响。根据主轴承的大小不同，内部压力也各不相同，以此来达到上述的平衡关系。如果压力设置不当或安装不当将破坏这种平衡关系[3]。导致如图3所示情况的发生。

2.2 故障的排除

2.2.1 故障排除方法

将主轴承拆开检查将会花费大量的人力和时间，且对主轴承其它部件会产生不良影响。根据现场情况，决定在第三次换油后将主轴承唇型密封之间的液压油换成主轴承润滑油，这种方式在ROBBINS公司生产的机型中也有部分采用，是一种较为成熟的技术。操作上将主轴承密封的液压油路阀块前一级供油管拆下，从主轴承润滑泵站接入润滑油管，这样可以起到三方面的作用。[4]

(1) 同液压油一样起到对唇型密封的润滑、冲洗和支撑作用。

(2) 换成润滑油后如果黏度不再降低，则说明第四种可能性确实存在。

(3) 同时解决了主轴承润滑油运动黏度非正常降低的问题。

2.2.2 故障排除效果

将主轴承液压油换成润滑油后，对主轴承润滑油继续进行监测，检测结果如表2。

经过220小时的监测后，主轴承润滑油的运动黏度均在正常范围内，且没有任何非正常降低的迹象。

表2 第四次换油后润滑油黏度监测结果

用油时间	运动黏度
358	213.3
363	213.6
364.5	213.4
367.7	213.3
407.4	213.1
460.4	213.3
509.4	213.4
577.9	213.4

3、 结论

2012年12月30日上午10时，地处四川省凉山彝族自治州大山深处的锦屏二级水电站首台机组顺利发电。至此，国家“西电东送”和“川电外送”战略的关键性工程——拥有世界最大规模引水隧洞群的锦屏电站，将把清洁能源源源不断地送往华东电网及川渝电网。TBM的主轴承是掘进机核心部件，新投入的主轴承也会由于设计、装配等方面的原因存在一定的缺陷。这就要求我们在掘进机投入使用的同时立即建立一套相应的监测机构和监测方案才能做到科学监测、防患于未然。主轴承体积庞大，结构复杂，但在遇到这种重大问题时也不必急于打开轴承，我们不妨采用逆向思维的方式，在解决问题的同时得到结论。只有这样才能提高掘进机的使用效率，保证掘进的顺利进行，使这个现代化的“地下隧道工厂”更好的为工程建设服务。

参考文献：

[1] 张民庆，李建伟；TBM在软弱围岩中施工技术研究[J]；铁道工程学报；2002年02期

[2] 陈星明，苏华友；在特殊地质条件下的TBM施工[J]；采矿技术；2002年01期

[3] 琚时轩；TBM辅助液压驱动[J]；建筑机械；2000年07期

[4] 苏东；铁谱分析技术在TBM液压系统故障诊断中的应用[J]；隧道建设；2001年04期

CL4000 型沥青混合料拌合设备搅拌器的主要参数确定

北京加隆工程机械设备有限公司 孙亚峰, 魏志和

摘要: 本文在参考国内外设备的基础上结合本厂设备特点及设计经验, 从理论和实践两个角度对 CL4000 型沥青混合料拌合设备搅拌器容积、驱动功率以及搅拌时间等参数进行了设计。实践证明该设备满足生产使用要求。

引言: 搅拌机是实施搅拌的直接设备, 通过它可以把配料拌成均匀的符合质量要求的混合物。相对于人工搅拌, 它有着效率高、减轻劳动强度和提高了搅拌质量的优点, 是各种施工工程中必不可少的“常规武器”。国外从二十世纪四十年代后期开始在美国和德国出现双卧轴搅拌机, 但因轴端密封技术的不成熟, 其发展基本处于停顿状态。直到七十年代初, 由于这项技术得到突破, 双卧轴搅拌机在不少国家又重新发展起来, 目前已形成系列产品。我国于二十世纪八十年代初研制成功双卧轴搅拌机, 但发展迅速, 在产品规格和生产数量上, 都远远超过了其他机型, 因其搅拌质量好, 生产率高, 被广泛用于各种搅拌场合。本文在参考国内外设备的基础上结合本厂设备特点及设计经验, 从理论和实践两个角度对 CL4000 型沥青混合料拌合设备搅拌器尺寸、驱动功率以及搅拌时间等参数进行了设计。

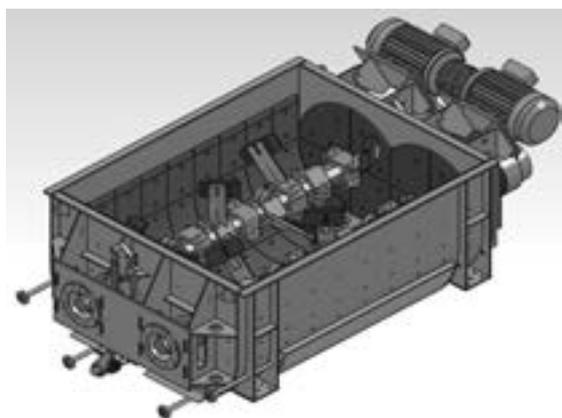


图1 搅拌器外形

1. CL4000 型搅拌器主要性能参数和结构特点

1.1 设备主要性能参数

最大拌合能力: 4000Kg/ 批次

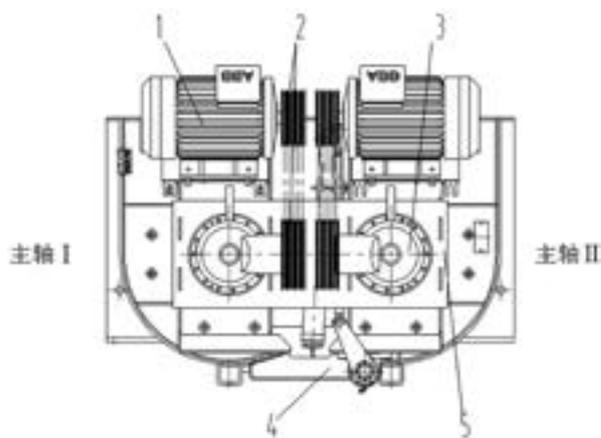
拌合周期: 45s

装机功率: 2X45Kw

工作转速: 45rpm

1.2 搅拌器主要结构及特点

搅拌器的主要结构如图 2 示, 主要包括驱动电机, 带轮组, 双卧轴减速机, 搅拌主轴, 搅拌器体, 放料门机构等部分。



1 驱动电机 2 带轮组 3 双卧轴减速机

4 搅拌器体 5 放料门机构

图2 搅拌器主要结构

CL4000 型沥青混合料拌合设备搅拌器桨叶排布形式为搅拌臂围流排布 [3] (如图 3 所示), 该排布形式使得物料不但有大范围的循环流动, 且在中央主搅拌区物料还有强烈的高频次逆流, 使物料产生强烈撞击, 有利于物料拌合均匀。相位角改为 $\lambda = 135^\circ$, 与搅拌臂十字型布置相比, 物料运动区域相对集中于两轴之间, 行程短, 频次高, 挤压作用充分, 搅拌质量好。

搅拌机外形尺寸小、高度低、布置紧凑, 装载运输便利, 结构合理坚固。

物料运动区位于卸料门上方, 卸料时间短, 生产率高。

减速机使用联轴器连接保证搅拌轴同步工作, 同步装置在高速轴端, 同步装置体积更小, 结构紧凑。

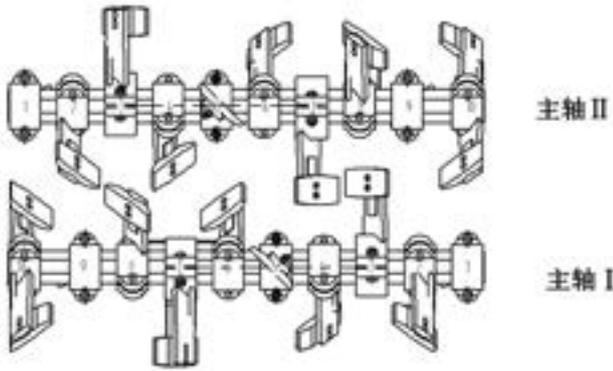


图3 桨叶排布

2. 搅拌器主要参数确定

搅拌器主要参数有：搅拌时间、搅拌器体尺寸、桨叶几何尺寸和数量、桨叶与主轴角度和排布相位角、主轴转速、电机功率等，下面对其详细介绍。

2.1 搅拌时间确定

搅拌时间即每锅料的生产时间，故直接决定了生产效率，所以搅拌时间是搅拌器设计中首先要确定的参数。

每批次搅拌物料质量 $m_{z,j}$ 计算公式如下：

$$m_{z,j} = Q_j T / (3600 K_B) \quad (1)$$

式中： Q_j 为设备理论生产率，(t/h)， $Q_j = 320t/h$ ； T 为工作循环时间，s； K_B 为时间利用系数， $K_B = 0.85$ ； $m_{z,j}$ 为单批次最大生产能力 $m_{z,j} = 4t$ ；

根据公式 (1) 得工作循环时间：

$$T = 3600 m_{z,j} K_B / Q_j = 38.25 \text{ (s)}$$

而搅拌器的工作循环时间：

$$T = t_z + t_{cm} + t_p \quad (2)$$

式中： t_z 为混合料进入搅拌器时间， $t_z = 3.25s$ ； t_p 为放料时间， $t_p = 5s$ ； t_{cm} 为搅拌时间，s；搅拌时间： $t_{cm} = T - t_z - t_p = 30 \text{ (s)}$

2.2 搅拌器体尺寸和容量确定

搅拌器体尺寸容量决定了单批次搅拌物料质量 $m_{z,j}$ (4t)，与设备的生产能力有直接关系。所以是设备的主要参数之一。

$$m_{z,j} = V \rho \beta \quad (3)$$

式中： β —混合料充满系数，取 $\beta = 1.2$ ； ρ —混合料密度， $\rho = 1.65t/m^3$ ； V —搅拌器体的有效容积。

搅拌器体的有效容积 V 为：

$$V = SL \quad (4)$$

式中： L 为搅拌器体长度， m ；

搅拌器体工作部分横截面积（低于主轴轴线部分）为：

$$S = R^2 [\pi - 0.5 (\pi \times \phi / 90 - \sin 2\phi)] \quad (5)$$

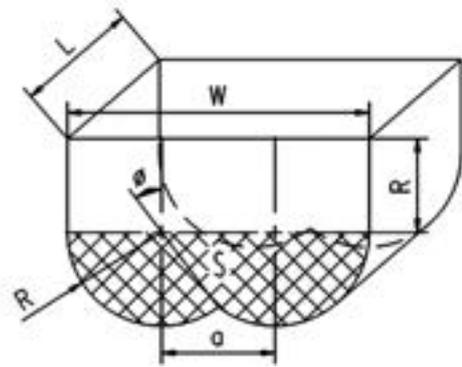


图4 搅拌器体几何示意图

式中： R 为搅拌器体半径， m ； ϕ 为搅拌轴中心和桨叶最大旋转半径交点的连线与搅拌轴中心水平线的夹角。实践中，通常 $\phi = 34^\circ \sim 40^\circ$ ，取 $\phi = 37.8^\circ$ 。

搅拌器体宽度为：

$$W = 2R + a = 2R (1 + \cos \phi) \quad (6)$$

长度为^[4]：

$$L = 1.3W = 2.6R (1 + \cos \phi) \quad (7)$$

Ψ —搅拌器体形状系数（长宽比），通常 $\Psi = 0.7 \sim 1.3$ ，取 $\Psi = 1.3$ 。

由以上公式 (3) ~ (7) 得：

$$m_{z,j} = 10.664 R^3 \Psi \beta \rho \quad (8)$$

从上式 (8) 可以确定搅拌器体半径：

$$R = \sqrt[3]{m_{z,j} / (10.664 \Psi \beta \rho)} \quad (9)$$

将已知 $m_{z,j}$ ， Ψ ， β ， ρ ，代入上式 (9) 得：

$$R = 0.52696 \text{ (m)}$$

取整 $R = 0.525m$ ，

根据已确定的 $R = 525mm$ ， $\phi = 37.8^\circ$ 可求得搅拌器体其它结构尺寸：

1) 两主轴中心距： $a = 2R \cos \phi = 829.7 \text{ mm}$ ，取整 $a = 830 \text{ mm}$ ；

2) 搅拌器体宽度： $W = 2R + a = 1880 \text{ mm}$ ；

3) 搅拌器体长度： $L = 1.3 \times 1880 = 2444 \text{ mm}$ ，取整 $L = 2445 \text{ mm}$ ；

2.3 桨叶与主轴角度和排布相位角、桨叶几何尺寸、数量

2.3.1 桨叶对主轴倾角和排布相位角^{[1] [3]}

桨叶对主轴倾角是搅拌叶片斜面与主轴轴线间的夹角。设备生产效率、功耗和混合料质量与桨叶安装角密切相关。实践证明桨叶对主轴倾角 $\alpha = 40^\circ \sim 45^\circ$ 时，搅拌效果较佳， α 取 45° 。

原设备拌臂排布相位角为 90° ，且每个位置有

两个搅拌臂，实际使用过程中发现并不是所有拌叶都能起到搅拌的作用，且搅拌时间长。为了在更短时间内将料搅拌均匀，本设备在参考以往双卧轴式搅拌器搅拌臂排布相位角的基础上进行了改进，采用相位角 $\lambda = 135^\circ$ （见图1），同时为了避免物料因 λ 加大而轴向流动减弱，浆叶采用窄长型。另一根轴采用 135° 反向排布。浆叶及搅拌臂形式见图2。改进后物料在搅拌器体内翻动的剧烈程度，减少了拌臂拌叶数量，缩短了搅拌时间。

2.3.2 浆叶高度 h 和宽度 b 。

浆叶高度 h 和浆叶宽度 b 是浆叶的主要几何尺寸，可通过下面的经验公式计算：

$$b = (0.4 \sim 0.57)R \quad (10)$$

$$h = (0.6 \sim 0.8)b \quad (11)$$

R 为已知，可得： $b=210 \sim 299.25$ (mm)

$$h=126 \sim 239.4$$
 (mm)

宽度是根据液态沥青喷洒压力取值，当喷入拌缸的液态沥青压力在 $1.5 \sim 2\text{MPa}$ 时， $h(b)$ 取大值；当液态沥青采用自流式或较小压力喷入拌缸时，则 $h(b)$ 取小值。此设备采用沥青泵喷洒，其压力在两者之间。

考虑浆叶生产过程中磨损，为保证使用寿命取， $b=300\text{mm}$ ， $h=150\text{mm}$ 。

浆叶的形状可以是长方形、方形、带圆角方形等。为保证工作时少留死角，采用图5形式，其中弧半径根据浆叶与筒壁截面形成圆弧，得 $R_3=1090\text{mm}$ 。

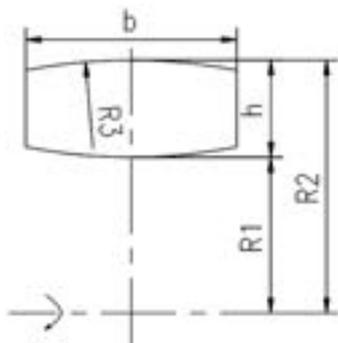


图5 浆叶外形

2.3.3 单根轴上浆叶数量

单根轴上浆叶数量可根据下面的公式计算得出：

$$Z = (1 - 2l_1 - b \cos \alpha) / (b \cos \alpha + l_1) + 1 \quad (12)$$

式中： l_1 —浆叶与搅拌器壳体端壁间隙， $l_1=15\text{mm}$ ； l —相邻浆叶侧缘间（轴向）间隙， $l=20\text{mm}$ ； b —浆叶宽度，mm； $\alpha=45^\circ$ ；

将各值代入上式（12）得：

$$Z=10.5$$

取 $Z=10$ ，因各轴反向浆叶为2个，故取浆叶数量应为 $Z+1=11$ 。

2.4 主轴转速 n [1]

设备生产效率和混合料质量与浆叶的线速度有

着很大关系。试验证明，当浆叶端部的速度大于 3m/s 时，在搅拌器底和浆叶端部的间隙中将产生过多的碎石楔住现象，使得功率消耗增大，零件磨损及石料粉碎的概率增加，混合料质量降低。因此，浆叶的线速度通常取 $v=2.5 \sim 3\text{m/s}$ ，在这里取 $v=2.5\text{m/s}$ ，则主轴转速：

$$n = 30v / \pi R_2 = 45.47\text{r/min} \quad (13)$$

式中 R_2 为浆叶旋转半径（图5中）， $R_2=0.525\text{m}$ ；主轴转速调整为 $n=45\text{r/min}$ 。

2.5 驱动功率的计算

驱动功率根据下面的经验公式计算 [5]

$$P = \Sigma M_n / (9550 \eta) \quad (\text{kW}) \quad (14)$$

式中： ΣM —浆叶所受到阻力力矩之和， η —各传动部件传动效率， $\eta=0.95$ 。

一个浆叶所受阻阻力矩为：

$$M = (1/2) K S_1 (R_1 + R_2) \cos \alpha \quad (15)$$

式中： K —阻力系数， N/m^2 ，一般取 $K=60000$ ； S_1 —浆叶的有效面积， $S_1=0.0429 \text{m}^2$ ； R_1 为浆叶最小旋转半径（见图5）， $R_1=R-h=0.375\text{m}$ 。因此， $M=819\text{N} \cdot \text{m}$ ， $M=2 \times (Z+1) \times M=18016\text{N} \cdot \text{m}$ (16)

将 ΣM 代入式（14）计算得出所需驱动功率为： $P=89.4\text{kW}$

本设备用两台相同功率电机驱动，故电机功率为： $P_1=P/2=44.7\text{W}$

取电机功率为 45kW 。

3. 结束语

沥青混合料拌合设备搅拌器的拌叶回转线速度，搅拌器体形状，拌臂排布，拌叶角度等都是生产效率及成品质量的重要影响因素，作者以理论为指导以实践为基础对搅拌器主要参数进行了改进设计。设计重点：搅拌时间、搅拌器体尺寸、浆叶几何尺寸和数量、浆叶与主轴角度和排布相位角、主轴转速、电机功率。改进后设备生产效率得到提高，成品料均匀度得到保证。该设备已由多家客户使用，实践证明，按上述理论设计的搅拌器基本达到了设计要求。

参考文献

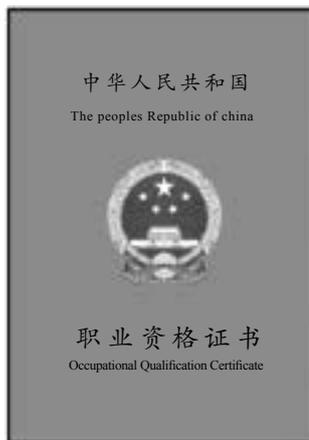
- [1] 赵利军 双卧轴搅拌机参数优化及其试验研究 西安：长安大学硕士学位论文，2002.5
- [2] 非标准机械设备设计手册 [M]，北京：机械工业出版社
- [3] 冯忠绪·赵利军·王卫中 搅拌设备设计讲座（第十一讲）双轴搅拌臂的排列形式 [期刊论文]-工程机械 2008
- [4] 冯忠绪·姚运仕·赵利军·王卫中 搅拌机长宽比的确定方法 [期刊论文]-中国工程机械学报 2004
- [5] 机械设计手册，北京：化学工业出版社，2007.11

筑养路机械系统职业岗位 培训与资质证书专栏

未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业

沥青搅拌设备国家职业资格证书取证人员名单

依据《中华人民共和国劳动法》，按照国家职业技能标准，经考核鉴定合格。
特颁发此证。



封面蓝色



获得沥青搅拌设备修理（操作）四级 / 中级工职业资格证书人员名单

序号	姓名	性别	证书号	等级	发证日期	考核鉴定站
1	屈经科	男	1449180000400350	四级 / 中级技能	2014.9	长沙鉴定站
2	苟国鑫	男	1449180000400349	四级 / 中级技能	2014.9	长沙鉴定站



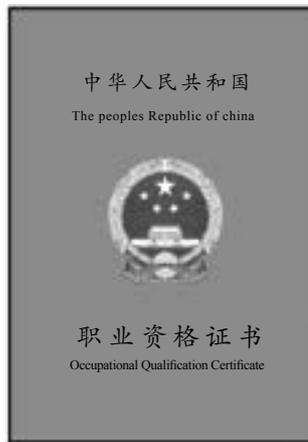
国家职业技能鉴定站 —— 长沙站

“沥青搅拌设备职业技能鉴定长沙站”于2009年经机械工业职业技能鉴定指导中心批准成立。建站单位为“湖南三一路面机械有限公司”，站长：邵志强，副站长：赵万鹏。

沥青搅拌设备国家职业资格证书取证人员名单

依据《中华人民共和国劳动法》，按照国家职业技能标准，经考核鉴定合格。

特颁发此证。



封面绿色



获得沥青搅拌设备修理（操作）五级 / 初级工职业资格证书人员名单

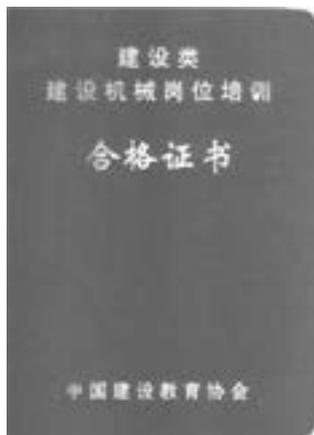
序号	姓名	性别	证书号	等级	发证日期	考核鉴定站
1	张强	男	1449180000505437	五级 / 初级技能	2014.9	长沙鉴定站
2	周永兵	男	1449180000505438	五级 / 初级技能	2014.9	长沙鉴定站
3	邹赣江	男	1449180000505439	五级 / 初级技能	2014.9	长沙鉴定站
4	张永斌	男	1449180000505440	五级 / 初级技能	2014.9	长沙鉴定站
5	夏巍	男	1449180000505441	五级 / 初级技能	2014.9	长沙鉴定站
6	尚策	男	1449180000505442	五级 / 初级技能	2014.9	长沙鉴定站
7	吕东然	男	1449180000505443	五级 / 初级技能	2014.9	长沙鉴定站
8	樊亚明	男	1449180000505444	五级 / 初级技能	2014.9	长沙鉴定站
9	张兴龙	男	1449180000505445	五级 / 初级技能	2014.9	长沙鉴定站
10	解振涛	男	1449180000505446	五级 / 初级技能	2014.9	长沙鉴定站
11	李建	男	1449180000505447	五级 / 初级技能	2014.9	长沙鉴定站
12	曹宁宁	男	1449180000505448	五级 / 初级技能	2014.9	长沙鉴定站
13	郑立省	男	1449180000505449	五级 / 初级技能	2014.9	长沙鉴定站
14	王尚侠	女	1449180000505450	五级 / 初级技能	2014.9	长沙鉴定站
15	邓明习	男	1449180000505451	五级 / 初级技能	2014.9	长沙鉴定站
16	付丛斌	男	1449180000505452	五级 / 初级技能	2014.9	长沙鉴定站
17	莫德昌	男	1449180000505453	五级 / 初级技能	2014.9	长沙鉴定站
18	黄列国	男	1449180000505454	五级 / 初级技能	2014.9	长沙鉴定站
19	谷思慎	男	1449180000505455	五级 / 初级技能	2014.9	长沙鉴定站

职业培训

已发证培训师名单及证号

序号	姓名	性别	培训级别	证号	发证日期
1	张海兵	男	培训师	ZZ0045241X	2014.12.30
2	黄英	女	培训师	ZZ00462127	2014.12.30
3	程桂英	女	高级培训师	ZZ00470945	2014.12.30
4	唐力明	男	高级培训师	ZZ00485878	2014.12.30
5	杨永生	男	高级培训师	ZZ0049091X	2014.12.30
6	魏涛润	男	培训师	ZZ00500632	2014.12.30
7	王单	男	培训师	ZZ00513134	2014.12.30
8	梁庆利	男	培训师	ZZ00525319	2014.12.30
9	吕翠凤	女	培训师	ZZ00530443	2014.12.30
10	殷美慧	女	培训师	ZZ00542424	2014.12.30

建设机械施工作业操作证 和培训合格证书





获建筑机械施工作业操作证人员名单 机种：沥青搅拌设备

序号	姓名	性别	工作单位	操作证号	发证日期
1	王 健	男	中铁一局三公司	1002014140709	2014-1-26
2	刘建锋	男	中铁一局三公司	1002014140710	2014-1-26
3	周永波	男	中铁一局三公司	1002014140711	2014-1-26
4	关志朋	男	北京密云沥青厂	1002014140712	2014-1-26
5	李群超	男	北京密云沥青厂	1002014140713	2014-1-26
6	项全亮	男	北京密云沥青厂	1002014140714	2014-1-26
7	张春利	男	北京密云沥青厂	1002014140715	2014-1-26
8	高海明	男	甘肃酒泉公路总段	1002014140716	2014-1-26
9	何海峰	男	甘肃酒泉公路总段	1002014140717	2014-1-26
10	王永恒	男	甘肃酒泉公路总段	1002014140718	2014-1-26
11	张学明	男	甘肃酒泉公路总段	1002014140719	2014-1-26
12	张天恒	男	甘肃酒泉公路总段	1002014140720	2014-1-26
13	殷月全	男	甘肃酒泉公路总段	1002014140721	2014-1-26
14	赵志刚	男	甘肃酒泉公路总段	1002014140722	2014-1-26
15	杨志银	男	甘肃酒泉公路总段	1002014140723	2014-1-26
16	王 婷	女	甘肃酒泉公路总段	1002014140724	2014-1-26
17	臧永合	男	山东招远	1002014140725	2014-1-26
18	衣春政	男	山东招远	1002014140726	2014-1-26
19	丁 美	男	弘大建设	1002014140727	2014-1-26
20	张志宇	男	河北秦皇岛海港市政	1002014140728	2014-1-26
21	杨志鹏	男	河北秦皇岛海港城建市政发展有限公司	1002014140729	2014-1-26
22	高 轶	男	河北秦皇岛海港市政	1002014140730	2014-1-26

序号	姓名	性别	工作单位	操作证号	发证日期
23	王 鹏	男	河北秦皇岛海港市政	1002014140731	2014-1-26
24	沈 洋	男	霍邱天晟新型材料公司	1002014140732	2014-1-26
25	陈晓磊	男	赤峰路达市政工程有限责任公司	1002014140733	2014-1-26
26	肖小平	男	福建华城沥青混凝土	1002014140734	2014-1-26
27	李万军	男	郑州鑫路建设公司	1002014140735	2014-1-26
28	许宝龙	男	郑州鑫路建设公司	1002014140736	2014-1-26
29	王建国	男	怀来县辰翔路桥有限责任公司	1002014140737	2014-1-26
30	程英飞	男	怀来县辰翔路桥有限责任公司	1002014140738	2014-1-26
31	史晓伟	男	怀来县辰翔路桥有限责任公司	1002014140739	2014-1-26
32	李 彬	男	北京通州沥青厂	1002014140740	2014-1-26
33	张雅升	男	北京通州沥青厂	1002014140741	2014-1-26
34	王 原	男	北京通州沥青厂	1002014140742	2014-1-26
35	张兆光	男	北京通州沥青厂	1002014140743	2014-1-26
36	李俊杰	男	三门峡市公路局第一工程处	1002014140744	2014-1-26
37	闫志勋	男	三门峡市公路局第一工程处	1002014140745	2014-1-26
38	爨 堃	男	三门峡市公路局第一工程处	1002014140746	2014-1-26
39	黄 颖	女	三门峡市公路局第一工程处	1002014140747	2014-1-26
40	赵双文	男	河南省三门峡市公路局第一工程处	1002014140748	2014-1-26
41	赵贵山	男	三门峡市公路局第一工程处	1002014140749	2014-1-26
42	李虎生	男	陕西省渭南路桥工程有限公司	1002014140750	2014-1-26
43	王芙蓉	女	陕西省渭南路桥工程有限公司	1002014140751	2014-1-26
44	白 英	女	陕西省渭南路桥工程有限公司	1002014140752	2014-1-26
45	朱 爽	男	吉林省宏信实业有限公司	1002014140753	2014-1-26
46	崔金翔	男	吉林省宏信实业有限公司	1002014140754	2014-1-26
47	仇东磊	男	吉林省宏信实业有限公司	1002014140755	2014-1-26
48	王 同	男	吉林省宏信实业有限公司	1002014140756	2014-1-26
49	张汇云	男	山东省栖霞市公路局	1002014140757	2014-1-26
50	江 震	男	山东省栖霞市公路局	1002014140758	2014-1-26
51	张立冬	男	平山县公路站	1002014140759	2014-1-26
52	梁建忠	男	平山县公路局	1002014140760	2014-1-26
53	冯小平	男	四方路桥	1002014140761	2014-1-26
54	彭建辉	男	四方路桥	1002014140762	2014-1-26
55	刘清泉	男	甘肃酒泉公路总段	1002014140763	2014-1-26
定点合作培训单位：北京加隆工程机械有限公司					

源自美国的高级路面修复设备与先进工艺

中国独家经销

1

HWX-30红外线电加热机



2

HWX-AP40就地处理器



3

软化粘结条



4

聚合物增强颗粒



诚招全国各地代理分销商

北京盈翰士技术开发有限公司

地址：北京市朝阳区慧忠北里315号楼1508

网址：www.yhs-bj.com

电话：010-84802030

邮编：100012

传真：010-84802663-805

邮箱：hanweihong@yhs-bj.com



Amcells

梅迪亚

源自美国的高精度

称重传感器
称重模块
电子料位器



波纹管传感器



悬臂梁传感器 (不锈钢焊接密封)

大陆 独家 经销



S型传感器 (不锈钢焊接密封)



电子料位器 (二代)



柱式传感器 (干粉砂浆罐用)



扫一扫了解更多



悬臂梁传感器模块 (不锈钢焊接密封)

青岛同乐电子科技有限公司
<http://www.amcell.com.cn>
销售热线: 400-660-8872
销售传真: 0532-87312966

质保24月



蒂吉博纳

- ☑ 多项颠覆传统燃烧理念和控制方式的发明专利
- ☑ 数控燃油机适合各类劣质燃油，同等工况节约 10%-30%
- ☑ 数控燃气机压力温度自动补偿、恒流空燃比节能高效
- ☑ 数控燃煤粉机 1:10 调节比，气化燃烧，清洁节能环保
- ☑ 适用于各型号沥青搅拌站，众多精品厂家指定配套
- ☑ 全自动控制，高控温精度，高智能自诊断、安全可靠
- ☑ 及时周到的售后服务，受到国内外客户一致好评
- ☑ 产品经中国特检院检测认证并获得欧盟 CE 认证



ZZR数控重渣油燃烧机



ZZR数控燃气燃烧机



ZZR数控油气燃烧机



ZZR数控煤粉燃烧机

北京蒂吉博纳科技有限公司

办公地址：北京市朝阳区望京博雅国际中心A1603室

邮编：100102

电话：86-10-64775300 64775280 网址：www.djbn.com

邮箱：kf@djbn.com



路面机械

混凝土机械 桩工机械

起重机械 土方机械 矿山机械

挖掘机械 桥梁机械

二手机械城 购机惠

工程机械配件



工程机械电商网官微



中国路面机械网官微

<http://www.cmo2o.com>

<http://www.lmjx.net>

地址：北京市朝阳区北苑路媒体村天畅园8号楼1903

