挑战TBM掘进世界难题

2018 · 2 · 1

·中国电力水电三局新疆ABH项目建设纪实

□李国欣 陈俊

埋深高、地温高、地应力高、岩爆强、 变形大、坡度大,在TBM施工中,这些困 难在一个项目中往往只遇到一至两个,但 在ABH项目,却集中出现,就注定了这个 项目的施工难度在世界上绝无仅有。

地质条件最复杂、难度系数最大的工程, 城镇,除了项目部的车辆外,至今都没有 没有之一",这是国内外TBM专家对新疆

ABH项目的论断。 "全体施工员以强烈的责任感和使命 感,推进了各个节点目标的顺利完成,展 现了TBM的施工能力",这是业主对中国 电力水电三局ABH项目部的评价。

自2014年9月进驻天山北麓至今,水 电三局建设者面对重重困难,不忘初心、 不断前进,先后夺取了ABH项目进口试 验洞、TBM组装、掘进第一阶段的胜利, 并继续朝着第二阶段完满履约的宏伟目 标奋勇开拓。三年多来出色的表现,为项 目部贏得了一系列荣誉。

试验洞,首战实现大逆转

TBM (Tunnel Boring Machine), 即全断面隧道掘进机,集机、电、液、光、气 等系统为一体,利用回转刀具开挖同时破 碎洞内围岩及掘进,形成整个隧道断面。

据第四分局ABH项目部副经理申玉 西介绍,新疆ABH输水隧洞全长41.823 公里,水电三局承建的1号支洞长2580 米,主洞长14公里,为全线重点控制性工 程,地质条件异常糟糕,施工环境十分恶 劣。项目计划开工日期为2015年10月1 日,完工日期为2022年12月1日,总工期

2014年9月,水电三局中标ABH项目 隧洞试验段工程。

中标后,水电三局迅速组织资源进 场,在第四分局副局长、ABH项目经理孔 海峡的带领下,项目部全体职工仅用一个 月时间,就以雷霆之势完成了临建施工和 进洞准备。2014年10月16日,项目放响了 **-题记** 隧道施工的第一炮。

然而,一面是喜,一面又是忧。申玉西 "这是目前国内乃至世界隧道工程中 说,项目部偏居天山脚下的河谷中,远离 外界的交通工具愿意开到这里,不但职工 出行极不方便,而且大大增加了项目的经 营成本。此外,当地的冬季来得早、去得 晚,从当年10月持续到次年4月,冬季平 均气温摄氏零下十几度,给项目部的生 产、生活造成很大影响。更致命的是,开工 之初,项目部在很多关键性岗位都无人愿 来、无人可守,至于施工一线的作业岗位

> 施工进展的缓慢,曾一度引起业主的 疑虑。水电三局在进军新疆的"第一战", 就面临着严峻的形势。

针对项目症状,以孔海峡为首的项目 领导班子决定"治本",从经营管理体系上 进行全面的提质增效。一方面,在架构上, 项目部推行"两级管理一级核算"的"扁平 化管理模式",分决策层、管理层、作业层 三层管控,分工明确而又配合得当,加快 了项目运转的效率;另一方面,在人力上, 项目部积极同分局乃至公司沟通协调,得 到了很大支持,各类工种、各具特长的专 业人才逐渐补充到ABH项目,许多施工 问题迎刃而解。

2015年6月,ABH项目进口试验段 1000米合同段首战告捷。水利部副部长、 党组副书记矫勇在工地视察时,对水电三 局建设者高兴地说:"水电三局组织有力, 管理到位,工程干得不错,希望你们继续



信心足,挑战世界性难题

2016年11月5日,随着直径达6.53米 的刀盘在岩壁上轰然转动,TBM1开始试 掘进,正式宣告ABH输水隧洞三标工程 建设全面进入攻坚阶段。

可是,工程的进展并不顺遂

"这是业内公认的全世界最难的 TBM施工项目",申玉西说。那么,ABH究 竟"难"在何处?项目部机电总工程师毕晨 列举了六方面的问题:一是埋深高,二是 地温高,三是地应力高,四是岩爆强,五是 变形大, 六是坡度大, 因此, ABH 项目的 TBM施工难度,为世界之最。

经过多番思辨,项目部决定"庖丁解 ',从技术方案上逐个钻研、各个击破。

支洞施工运输优化,采用无轨胶轮车 代替轨道导引式胶轮车。项目部派出技术 人员,于2015年11至12月,远赴陕西、山 西、内蒙古等地的TBM现场施工情况进 行了实地考察和比对分析,决定租赁两台 效益。

无轨胶轮车,在施工过程中,该胶轮车 未发生过任何交通安全事故, 且与招投 标方案相比节约了施工成本,在TBM支 洞施工过程中取得了良好效果。该优化 方案得到业主、设计、监理三方的一致

主支交叉段优化, 改良皮带机安拆 方案,从而减少了皮带安装拆卸工作 量,减少用工80个,减少用工费近2万

主支洞交叉段中转蓄水池优化,减 少了集水井回填混凝土工程量达2000立 方米,同时,因钻爆开挖等工程量的变 更而产生了30多万元的经济效益。

弃渣场护脚浇筑优化。在水电三局 的建议下,设计单位将护脚混凝土标号 变更,并增加护脚混凝土垫层,进一步确 保了施工质量和安全文明。

项目部又对施工组织设计优化,仅 2017年一年就产生了700多万元的经济 连续通过了F67、F70断层及不整合带。

3月21日,项目部按期实现了1号支

4月1日至6日,一周内连续3次刷新

全线日掘进纪录。 4月9日,TBM1顺利完成2公里试掘 进任务,总掘进长度为2170米,至此,三 局建设者提前7天实现了第一阶段的贯

再发力,谱写天山新传说

很快,三局建设者们面临着第二阶段 的考验。第二掘进段全长13.5公里,以 中厚层状变质化泥质砂岩为主。其间穿 越多个断层,大埋深、强岩爆、突涌 水、大变形、高地温等险况更加复杂。

孔海峡说:"为提高TBM转场效 率,项目部多次召开布置策划会,梳理 转场人员、设备等资源配置, 为转场期 间的钻爆、浇筑及TBM设施安装施工提 供方向与思路。"转场期间,项目部将钻 爆施工、浇筑及 TBM 掘进准备工作作为 转场期间的关键任务,每项任务明确专 人负责。成立开挖队,对外协队伍施工 进行督促和把关;成立浇筑队,负责河 道浇筑施工。针对开挖施工和浇筑施 工,项目部分别制定了考核管理办法, 队,ABH项目部会力争一个品牌工程。

2017年3月3日,TBM1安全顺利地 提高施工人员积极性。各项工作的组织 安排有条不紊地进行着。

> 科学技术是第一生产力。为进一步 增强技术支持,2017年4月,公司工会 牵头在项目部成立了"TBM创新工作 室"。项目部技术骨干以提高TBM管 理、施工技术创新意识和技术业务水平 为工作重心,带动了广大职工积极学习 和掌握TBM高新技术。

> 与此同时,项目部进一步强化安全 监管。在TBM 掘进准备工作最后的冲刺 阶段,建设者们遇到重重困难,但项目 部领导带领全体职工日夜赶工、加班加 点。不论工地、营地,不分前方、后 方,男女老少齐上阵。

> 2017年11月11日, TBM1的刀盘 皮带再次转动起来,成功实现二次始 发。坚硬顽劣的岩壁,在TBM的猛烈切 割下,应声破碎,被源源不断地送出洞 外。三局建设者同业主、监理、设计齐 聚现场, 欢呼雀跃。

> 深山留奇迹, 荒野筑丰碑。正如第 四分局党委书记彭林华告诉笔者的那 样,参建世界上最具挑战性的TBM工 程,三局建设者前路漫漫,还会遇到许 许多多未知的急、难、险、重情况。但 作为水电三局进入新疆市场的先头部

> > 全贯彻

冶

集 团

探索

施

工

现场

准

化

理

越沟跨河架"彩虹" 钻山穿岭筑通途

一甘肃渭源至武都高速公路建设纪实



虽是隆冬时节,但渭源至武都高速公 路建设现场仍是一派火热景象。施工人员 奋战一线,工程车辆来回穿梭。一座座桥 梁连通江河,一座座隧道穿山而过。崇山 峻岭间,一条通衢大道已见雏形,犹如一 条腾飞的巨龙。

重安全,保进度,确保这一连接西北西南

州至海口国家高速公路在甘肃省境内的 重要组成路段,是该省中南部的公路运输 大动脉,也是西北经西南到达东南沿海的 重要出海通道,在国家和甘肃高速公路网 中具有特殊地位。

线路起点位于渭源县路园镇,途经定 西市渭源县、陇西县、漳县、岷县,陇南市 到40多米高的桥墩上。 宕昌县、武都区和甘南州舟曲县,终点位

渭武高速公路横跨长江和黄河两大 流域,是甘肃省迄今投资规模和建设难度 最大的高速公路建设项目。项目沿线山大 2016年3月,渭武高速公路正式开工 沟深,地质条件极为复杂,路线大多位于 以来,建设者们冒严寒,斗酷暑,抓质量, 山谷狭窄地段,建设场地狭小,施工困难 多。为保护沿线生态环境,避免大填大挖, 的公路大通道按期建成通车,造福沿线百 线路设计以桥梁隧道为主,桥隧比高达

车道标准建设,设计速度80公里/小时。

该项目由省公航旅集团投资建设,总工期

渭源至武都高速公路项目是G75兰 于创新、攻坚克难,完成了一个又一个工 杆、混凝土保护层等公路施工中容易出现 程难题,整个项目顺利推进。

在渭武高速公路三标段东扎沟特大桥新 建的高大桥墩上,整齐排列的桥墩显得雄 伟、壮观。施工人员正利用高跨度墩门式 起重机,将一个个巨大的箱梁稳稳地吊装

"东扎沟特大桥两头连着隧道,没有 于武都区两水镇。路线全长237.74公里, 路基,普通吊装机械无法到达现场,我们

证按期完成吊装任务。"三标段项目办负 责人如是说。

据介绍,按照目前进度,预计到今年 年底渭武高速项目工程量总体过半,明年 初房建、路面工程将陆续进场施工。

去年11月23日中午,渭武高速四标 段1号箱梁场,施工人员正在用机械化绑 扎箱梁钢筋,一旁用混凝土浇筑完成的箱 梁用厚厚的帆布遮盖,正在进行蒸汽养 生。"我们给每一片箱梁都建立了信息档 案,用手机联网,实时监控。"四标段项目

质量就是生命。面对复杂环境和艰巨 的建设任务,渭武高速项目办始终以质量 为中心,弘扬工匠精神,实施项目创优,严 格落实施工标准化管理,从严、从细控制 好各环节施工工艺,以标准化施工的成效 提升项目整体质量,全力打造精品工程。

特别是通过信息化管理,实现现场质 量数据、数控张拉压浆系统、隧道监控及 人员定位、实验室监控等各类数据不落地 实时上传和监测预警,从而及时发现施工 中细节质量问题,提升管理效率和质量管

技术交底和安全技术交底全覆盖。针对三 渭武高速项目开工以来,建设者们勇 背回填、半填半挖、隧道超欠挖、系统锚 的质量通病,开展专项整治,通过样板引 去年11月23日上午,冬日的暖阳洒路,总结标准工艺、标准管理流程,提高解 决质量通病的能力。组织专业技术人员开 展混凝土耐久性课题研究,加强混凝土施 工工艺控制,进一步提高混凝土施工工艺 和耐久品质。

岗位安全责任书,加大教育培训,排查安 全隐患,开展安全专项风险评估,编制安 概算总投资380.41亿元。全线采用双向四 创新采用了高跨度墩门式起重新工法,保 全生产施工方案,全力打造"平安工地"。

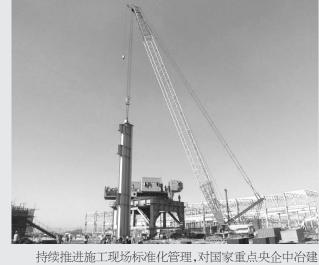
木寨岭隧道,因举世瞩目的兰渝铁路 而闻名遐迩。如今,渭武高速也要穿越木 寨岭,打通15.2公里、最大埋深629米的 隧道,同样面临极高地应力和软岩大变形 的巨大挑战。

"我们在充分借鉴兰渝铁路木寨岭隧 道建设经验的基础上,开展了'稳定杆多 层支护'和'让压铆杆'等多个科研项目 取得了积极进展。"木寨岭隧道项目办负 责人介绍说,木寨岭隧道开建以来,已激 请7名国内知名专家组成专家团队进行 科研攻关,在施工过程中,大量引进新工 艺、新方法,推行机械化施工,加强原材料 和施工工艺控制,确保隧道安全稳定掘 进。目前3个斜井、两个主洞进口和出口 共7个作业面,有6个作业面已掘进超过 1000米,主洞每月掘进约60米。

不仅是木寨岭隧道,渭武高速项目在 全线广泛采用新设备、新材料、新技术、新 工艺。在钢筋加工场,采用货架式钢筋存 放和台架式储存半成品钢筋,分类清晰、 整齐美观。并采用叉车整体运输,实现场 内转运机械化,方便、快捷、安全;在箱梁 预制场,采用预制箱梁钢筋绑扎胎架技 严格落实三级技术交底制度,使施工 术,钢筋骨架在胎架上绑扎后纵向线型顺 直、间距准确、波纹管定位准确,提高了箱 梁钢筋骨架加工质量。

同时,为满足箱梁预制液压滑模与养 护棚架在施工过程中不产生冲突,对养护 棚架进行了改进,发明了卷帘式蒸汽养护 棚架,不但可通过龙门吊装整体移调,还 减少了掀盖篷布人数,工效大大提高。

此外,在软岩隧道开挖中,采用三台 阶开挖法施工技术,分上、中、下三个台阶 同时,强化平安工地管理,逐级签订 掘进施工,仰拱按要求及时跟进,以前后 左右6个不同的开挖面相互错开同时开 挖,然后分部同时支护,最后形成支护整 体,缩短作业循环时间,逐步向纵深推进。



工集团而言,是展示企业综合实力和提高市场竞争能力的-项重要举措。

标准化管理重在落实

正是基于现场标准化在项目管理中的重要性,中冶建工 高度重视,在2009年即制订出台了《施工现场管理标准》;三 年之后,根据项目管理实际经验,结合国家与地方有关规定, 又在原有基础上做了重要修订,用以指导项目管理。在近年 的现场标准化工作中,通过贯彻执行《施工现场管理标准》, 中冶建工逐步构建起一套完备的,集培训教育、检查指导于 一体的施工现场标准化管理方法。

"《施工现场管理标准》的出台是通过制度设计来保障项 目管理中各项规定的贯彻执行,但现场标准化工作系统而复 杂,需要的不仅是一套制度标准,更重要的是各单位和项目 全体成员的重视与参与。"中冶建工工程管理处负责人在谈 到施工现场标准化管理工作时如是说。

形象与实力的见证

中冶建工集团党委书记、董事长姚晋川在谈及现场标准

化管理时指出:"要通过标准化现场管理,对内为我们的员工和所有分包商提供 良好的工作环境和生活环境,对外更好地展示企业形象,展示企业品牌,其实质 就是展示公司的责任体系,展示公司的项目管理水平,展示企业的实力。'

2011年至今,6年的时间里,通过每年度制定的文明工地及标准化工地创建 计划,中冶建工相继有23个项目创建成为省部级以上标准化工地,其中4个项目 获得"AAA级安全文明标准化工地"称号,1个项目获得"AAA级安全文明诚信工 地"称号。这些项目作为施工现场标准化管理的优秀成果,发挥着观摩示范和榜 样引领的双重作用。

多措并举完善体系

要打造标准化工地,实现现场标准化管理水平的全面提升,中冶建工采取了 制度设计、学习培训、检查指导等多项措施并进一步完善标准体系。在学习培训 方面,通过集中授课和互联学习平台自学相结合的形式,对各单位、各项目部的 相关人员进行标准化管理知识的培训。

智慧工地建设是建筑施工行业转型升级的一项重要内容,也是企业施工现 场管理模式的未来发展方向。中冶建工现已实施包括门禁刷卡、扬尘监控、远程 视频监管、施工升降机智能识别和危大工程管理在内的施工现场"智慧应用",通 过信息化管理系统,将施工现场有关人员、材料、设备、施工作业、安全质量、污染 排放等在内的所有情况,实时共享到管理部门的信息平台,实现企业、政府和社 会三方同步监管,打造出科学化、信息化、标准化的"智慧工地"。

(上接第5版)

2. 建立新的业务管控合作机制。准 人制度和评级制度的建立成为打造以建 筑企业为中心(平台),构筑建筑企业-劳务公司-劳务队伍三方体系的前提条 件。建筑企业以项目负责人机制开展项 目及劳务管控管理(工程管理); 劳务 公司以与建筑企业的合同为基础,根据 授权开展对以人为中心的劳务(涉及项 目施工节点付款)管理和与建筑企业以 及劳务队伍的对接; 劳务队伍在合同基 础上,在明确什么事归谁管的前提下, 与建筑公司及其代表(项目部负责人) 以及劳务公司对接,从而形成建筑企业 整体上对建筑项目要素(人、财、物) 的有效管控,劳务公司对劳务人员的有 效管理; 劳务队伍对现场的即时管理。

管控,坚持以建立三方确认机制为基 础,涵盖从项目开始至项目竣工的节 点、控制要点,在原有规定基础上开展 流程再造,设计新的业务流程模式。同 时,将审核、监督融入到流程模式(尤 其是工资发放等财务环节) 当中。

(二) 合同管理

关于对劳务公司管理的思考

对劳务管理的合同签订方面存在三方脱 节的情况。建筑公司与劳务公司签订劳 务管理合同,建筑公司与劳务队伍(或 项目部)签订劳务合同,但是劳务公司 与劳务队伍之间没有直接的合同关系, 并且这种关系被建筑公司已经约定了, 劳务公司不清楚建筑公司与劳务队伍的 约定,尤其是发生计划外(合同约定之 外)增加人工的时候。由此,在管理脱 节和信息不对称的情况下会产生纠纷和 经济风险。而产生风险后,建筑企业、前。如项目已经进场施工,劳务合同后 建筑公司作为管控方,为有效进行 劳务公司乃至农民工都会牵扯其中,成 置,已经既成事实的劳务行为将会从初 为风险受害主体。由此,根据劳务派遣 始阶段就形成风险存在,在竣工阶段存 理的管理人员,及其代表劳务公司对劳 和劳务分包的法律规定,在明确管理主在为建筑公司、劳务公司、农民工制造 体及其管理权的前提下,需要从根本 风险的隐患。而在既成事实的情况下, 上,在合同的签订环节堵塞这种漏洞。 具体在明确三方机制和体系下,有两种

方式可供选择: 签订三方合同,明确建筑公司、劳务费付款应以合同规定为基础,以经过量的付款行为。从而达到对建筑公司

1、合同的签订。当前的建筑公司 务公司、劳务队伍相互之间的合作流 审核及签字(盖章)确认为前提。如脱 (审核、监督权力)、劳务公司等几方负 的人员,予以劝退。 程,各自的权限,相互衔接的手续,以 离合同规定,应另有约定。明确劳务费 及付款标准、节点要求等。尤其是明确 当工程计划做出调整,劳务量及劳务费时间节点、付款方式(应先将应付款项 发生变化时的处理条款规定。以此达到 各自明确,按合同规定执行的效果;

> 建筑公司与劳务公司签订劳务合 同。在合同中明确劳务公司对于劳务管 理和对劳务队伍管理的权限、范围及其 具体操作的方式。

中途进行调整,从《劳动法》的角度亦 存在违法行为的风险。

3. 劳务合同内容需要重点明确。劳

结算的方式、要求及手续。包括:付款 打至劳务公司,由劳务公司依手续发 放)等。

4. 明确劳务公司可从应付款项中扣 除农民工工资保障金的权限,并做出具 体规定。

5. 明确劳务公司可从应付款项中扣 2. 劳务合同签订应在进场施工之 除相关保险费用的权限,并做出具体规

> 务项目及人员的管理权限,以便于劳务 管理活动的实施。即作为劳务管理方, 劳务公司及其代表有权拒绝在违反合同 规定的表单上签字,以暂停不合规的劳 务行为,如违反规定时间、金额、劳务

责的结果。

7. 合同的管理及履行过程管控。从 档案管理和责任管理的角度,基于对风 险的规避以及建筑行业的特性, 劳务公 司对劳务合同执行过程中,可根据需要 要求项目部、劳务队伍提供有关项目资 料,包括:正常业务必需的资料。如考 勤表、工资表等,以及劳务公司正常管 理需要劳务队伍及项目部需要提供的资

6.明确劳务公司对工程项目劳务管 的资料,如施工计划、必要的图纸资料 经过确认的,没有表单证明的增加劳务 等。以便于劳务公司对发放劳务费用的 量不予认可。 总量准确掌握;

务量的证明资料。如由于返工产生劳务 量增加,可能影响到工资总量的行为。 以明确由劳务公司发放的劳务工资是否 发生变化。

(三) 施工及业务过程管控

1、务工人员进场管理。根据务工 人员实名制管理的要求,劳务公司应对 进场务工人员进行人员信息录入,设置 考勤设备。对于身体等条件不符合要求

2.作业过程劳务管理。在合同明确 劳务公司、项目部、劳务队伍权限的条 件下。项目部及作业队应准确记录,提 供现场务工人员进场、离场的考勤等证 明,以便于准确结算工资。

3. 施工节点管理。施工节点与工资 发放密切相关,应在多方签字确认并经 过建筑公司审核、劳务公司确认的条件

4.施工计划管理。应在三方机制的 合同范围内满足劳务公司档案管理 条件下,并在合同的约定下明确:没有

5. 离场管理。离场清算前应高度关 合同和工作计划之外调整施工及劳 注劳务相关费用的付款情况,以规避漏 付、超付、错付情况发生。在支付最后 ·笔劳务费用时,应有纸质表单,收款 人签字并确认全部劳务费用都已收到, 没有劳务费用纠纷的内容。