



I 公路

诚信为本 资源共享 追求卓越 谋求双赢

任生春

0 引言

2000年4月,葛洲坝集团五公司在云南省元江至磨黑高速公路项目投标中,以优良的施工方案、可靠的技术措施、合理的工程报价在众多的竞争对手中胜出,获得第13合同段。该合同段合同金额5.12亿元,工期36个月,是五公司在进入公路市场后中标的第4个高速公路标,也是中国公路史上单项合同金额最高的高速公路标段。在三年的建设中,我们恪守“干一项工程,树一座丰碑,拓一片市场,交一方朋友,育一批人才”的经营理念,本着“诚信为本,资源共享,追求卓越,谋求双赢”的经营方针,实施全方位的过程控制,勇于拼搏,勇争一流,与业主、监理一起,共同用心血和汗水,在祖国南疆筑出一条跨世纪的金光大道,实现了项目部经济效益、社会效益、形象效益的“三个最大化”,整个项目施工取得了圆满成功。

1 合理配置资源,为施工提供物质保证

元磨高速公路是一条连接中、缅、泰等五国的国际通道。第13合同段起点桩号K303+420,止点桩号K314+188.82,全长10.77km。主要实物工程量:路基土石方450万 m^3 ,沥青混凝土路面122.7千 m^2 ,特大桥4座共1183.8延米,中桥8座共879.2延米,大桥15座共3023.1延米,涵洞19座共528.5延米,隧道三条共2290m,还有挡土墙3.08万 m^3 、护坡11.6万 m^2 的防护工程。

本合同段地质条件复杂,山高谷深,交通、通讯极为不便,除止点与213国道下交叉外,其余皆远离国道。受地形限制,路基土石方不能大段落、大场面展开施工。如何打通沿线施工便道,组织好路基及中、小桥涵多点面施工作业,是决定本合同段工程进展的关键因素之一。桥隧工程是本合同段的控制工程,四座连续刚构特大桥及三条隧道施工是重中之重,必须精心部署、重点突破、整体推进。

1.1 合理设置组织机构

本合同段参战单位较多,主要有交通部第二工程局、四川攀枝花路桥总公司、铁道部第十八工程局等,各施工单位都是在比着干,都想在该项目上站稳脚跟,拿到后续任务,因此竞争十分激烈。我们认为,为了在元磨项目施工中干出新水平,首先必须组建一个高效的项目领导班子,所组建的项目部,既要做到“诚信为本”,又要保证本项目的效益最大化。我们一改过去按专业分工分项管理的传统管理办法,结合实际情况改为分区、分段管理;项目部全方位组织工程实施,管理工程质量、进度、计量、财务核算、报批变更和工程技术应用与创新等各项工作。

项目部设总经理室、总工程师室,管理层设有党政办公室、工程技术部、合同部、财务部、质量安全环保部、物资机电部、中心试验室、调度室、微机室等,作业层分三个工区、五个施工处、

两队两厂（机械队、架桥队、预制厂、金结厂）。各部门根据工作性质和任务建立健全了岗位职责和各项规章制度 在项目部统一领导下各司其职 各负其责 协调配合 高效运作。

1.2 合理配置人力资源

元磨高速公路是当时全国在建公路项目中施工难度最大的工程，从项目管理需要出发，我们专门聘请了铁道部大桥局和隧道局的桥梁与隧道专家来项目部工作，让他们负责技术指导并带新人。在人员搭配方面 按照施工的具体情况 根据职工个人性格、专业特长、能力大小等进行有效组合 注意适当配备中年和青年技术干部 形成了老、中、青相结合的梯级人才结构。这些中青年技术人员跟随聘请的专家，在实践中学习，很快成长为项目部技术骨干力量。施工一处处长吕芝林是一个特别爱动脑筋的人，对桥梁施工研究有着特殊的偏爱，先后从事过拱桥、转体拱桥等多种桥型的施工，项目部决定让他主持特大刚构桥的施工，并安排他与外聘的桥梁专家住同一间宿舍 以获得更多的学习机会 最后他所负责的 K311+424 特大桥在全路段率先合龙。另一名技术骨干宋学彬在处理地方关系、协调施工队伍方面有较强能力，项目部将他安排在里程最长、施工队伍最多，而又最偏僻、地方关系最难处理的施工二处当处长。由于用人得当 很快理顺了方方面面的关系 解决了弃土场征地、便道征地等一系列难题 保证了工程按期开工。项目部培养的一批桥梁、路基、隧洞等项目的专业技术人才，不仅满足了自身的需要，而且为其他项目部输送了技术骨干。

1.3 合理配置设备资源

我们承担施工的 10km 路基范围内被 27 座大中桥、3 条隧道分隔成支离破碎的若干小段，29km 施工便道更是环绕在九曲盘旋的主线周围，作为葛洲坝路桥公司第一次进入云南省路桥建设市场，面对如此重大的公路项目，怎样的投入才能确保工期、质量？怎样的机械设备才能展现葛洲坝路桥公司的实力？怎样的合理配置才能让业主了解葛洲坝路桥人坚决干好元磨公路项目的决心？

项目部围绕设备配置合理性、管理可靠性、投入产出经济性及自身经济承受能力，在施工组织设计阶段多次组织专家咨询团进行会审。同时按照总施工组织设计的安排，先后对 4 座连续刚构特大桥投入挂篮 8 对（菱形挂篮、斜拉式挂篮各 4 对）缆索吊 4 台、80t·m 塔吊 2 台；在板梁施工中投入先张法预制厂 1 个及龙门吊 5 套、运梁平车 5 台、架桥机 5 台；在隧道施工中投入钢模台车、钢筋台车各 8 台、混凝土泵车 8 台；在土石方施工中投入反铲 30 台、推土机 32 台、装载机 10 台等等 同时还投入了一些路面施工设备 建起砂石材料场系统一座、拌和楼一座以及多个中小型拌和站，所有专业设备均达到或接近行业先进水平。

大投入带来大的效益 确保了工期、质量、安全和公司形象 在业主心中形成了良好印象，为后期投标作了重要铺垫。

2 通过精心而有效的管理，实现完美的过程控制

2.1 严格工程质量管理，为创优质工程提供保证

项目部自成立之初 就提出了“质量就是效益”的口号 制定了《质量管理及奖惩办法》等一系列规章制度，把主要工作放在精细管理与落实规章制度上。

——抓好“四严”管理。项目部始终围绕严格履行合同、严格技术规范、严格工艺流程、严

格台班交接的轴心开展质量管理，坚持以合同文件为前提和依据，以部颁规范为标准，重视中间检查和交、竣工验收，有效地控制了工程质量。

——抓好典型示范和互助互学活动。由于各作业队施工水平有高低，我们就经常抓各分项工程的典型示范并召开现场会加以推广，明确各项工程操作要点，基本上形成了全线一致的工艺，促进了工程质量的不断提高。

——加强试验检测，为工程质量提供准确可靠的数据。做到办事有依据，处理有结果，查询有档案。项目部斥重资购入试验设备，建起了元磨公路上最先进的实验室，取得监理单位的认可，不仅担负项目部内部的一切工程试验，而且还担负邻近几个标段的抽检试验。中心实验室一手抓现场质量，一手抓内业管理，其检查结果还与各施工单位目标考核联系起来，提高了每一个阶段的质量可信度。

——加强继续教育，强化规范约束力。项目部除要求所有施工技术人员认真研读、掌握各项施工规范外，还每月一次组织所有现场管理及施工技术人员集中学习，使规范成为每一名管理和施工技术人员的行动指南，为有效地控制工程质量奠定了坚实的基础。

——奖惩兑现，从领导自身做起。施工之初，也有个别施工员把各项奖励政策看成是一纸空文，认为那只不过是说说罢了。然而，随后的奖惩兑现，却让他们表现出少有的惊讶。在一次业主组织的质量大检查中，隧道、防排水工程等出现三处质量不合格，项目经理朱峰带头自罚 3000 元，各施工队负责人和现场技术人员全部按返工部位造价的 15% 接受罚款，并自行将罚金上交财务。在一次桥梁桩基浇筑施工中，由于现场施工员技术指导不到位，造成水下浇筑失败，经济损失达 3 万元，项目部毫不留情地给了当事人 15% 的经济处罚，成为元磨项目部最大的质量惩罚个案。奖惩政策执行到位，使元磨项目部的质量得到了极大的保证。两年来，我部完成单元工程 1350 余项，工程质量合格率达 100%，优良率达 95%，从未出现因工程质量不合格而导致大范围返工与停工，工程质量一直在各参战施工单位中名列前茅，多次受到业主称赞，两次被评为阶段目标“流动红旗先进单位”，“特大刚构桥、预制梁厂”被业主指定为各施工单位参观现场之一。

2.2 严格安全生产管理，确保安全施工

“安全责任重于泰山”。施工过程中，我们十分注重抓安全管理，制订了一系列安全生产措施和规章制度。如：高空作业必须系安全带；桥梁施工必须戴安全帽；人工挖孔壁必须有良好的护壁，孔底有充足的供风，危险地段有明显的警示标志等。项目部制订《安全管理规定》，详尽地列出了对土石方施工、高边坡施工、夜间施工、雨季施工、高空作业以及隧道施工中的一些具体操作管理办法，极大地规范了现场作业。项目部和各个施工单位（队）都建立了安全生产责任制，在作业队配备了专门安全员跟班作业，随时对工地进行安全检查。根据公路施工点多、战线长的特点，还实行了专职安全监督员制度。对于特殊工种，项目部定期有针对性地开展专题会议，确保安全措施到位。项目部每月还拿出 5000 元钱，对安全工作做得好的单位和个人进行单项奖励。质安部每月 25 日对全工地的安全工作进行一次全面检查与评比；每月到各施工单位参加一次安全会议，检查坚持会议制度和人员到会情况。由于安全管理措施到位，确保了工地安全生产，没有死伤一人，保持了队伍的稳定，促进了工程的进度。

2.3 严格工程进度管理，确保工程按期完成

首先，靠责任目标管理来确保工程进度。项目部按照各单项工程实际情况，制定了“项目

责任目标管理考核办法”。根据总工期的要求，制定了整个标段工程总计划和年度计划。根据年度计划倒排至每个月。根据当月完成计划的情况进行考评，按质量和进度等评出 A、B、C、D 四级，将责任目标形象化具体化。加上奖罚兑现激励员工，确保了各阶段目标任务的完成。

其次，靠开展劳动竞赛来确保工程质量。为了切实落实目标责任制和积极响应云南省政府在全省重点工程建设中开展劳动竞赛的号召，我们在全路段开展了以保质量、保进度为核心的劳动竞赛。同时为了克服云南季节气候对施工的影响，我们不失时机抓住施工黄金季节开展有具体奋斗目标、具体措施要求和奖罚办法的“大战”活动，从老天爷手里夺回了时间，多次被业主评为“流动红旗先进单位”。这些措施的落实，在保证工程质量的前提下加快工程进度，确保了按合同工期顺利地一次交工。

3 建立严密的成本控制网络，形成规范的资金运作体系

对于承包工程而言，项目部是成本控制中心，确保成本费用的有效性、合理性是实现项目经营目标的核心。我们结合工程特点，把低成本、高质量、好效益作为本项目成本控制总的工作目标。

——构建严密的管理体制、监控体系，将成本管理规范化。

在成本管理体系实施过程中，项目部建立了以项目经理为成本管理第一责任人，项目部各部（室）及施工处负责人为成本管理分管责任人，现场施工员为成本管理直接责任人，既纵向负责又横向沟通的矩阵式成本管理体制。项目部各部（室）及施工处作为成本控制的执行单位，在项目部领导下，实行统一核算、分级管理，制定相应的成本限额，在工程实施过程中对实际成本进行严格控制，按照每个控制单元或单项工程把成本开支降到最低限度，通过定期对实际成本与成本限额进行比较分析，及时衡量经营的成绩与效果。项目部还将总体经营目标与各施工处的阶段性责任目标紧密挂钩，实行严格的成本效益奖惩制度，降低了施工处的成本费用。

为了体现成本控制科学性的要求，项目部首先从合同文件着手，在项目部成立之初，就花了近两个月的时间，组织全体管理人员研读合同文件，精细分析合同文件中 1500 余个单元工程的合同单价，了解合同边界条件，并根据云南省的具体情况，进行实地勘查，充分了解当地的各种主材价格，再确定分项工程的施工单价。在工序之间按照不同的施工难度确定不同工序单价，以进一步控制总体成本支出，避免因盲目定价而造成经济上的损失。

在此基础上，项目部始终牢记成本控制必须全员参与，不断强化现场管理，增强全体员工的成本控制意识。项目部对所属各施工处、作业队，严格实行独立核算、自负盈亏的经营政策，实行奖惩兑现；让每个职工明白，要想拿到高奖金，在多干的同时，必须最大限度地控制成本。

——从源头抓起，将物资材料采购公开化。

任何一项工程，物资材料采购都是最大的支出项目，物资材料管理效果的好坏直接关系到成本管理的成败，因而这是项目管理的重中之重。针对 13 合同段处于云南南部的大山之中，主要建材采购运输成本高、油价普遍上涨、物资储备量受限等不利因素，项目部一一作了分析，分别采取了措施，对主要物资材料（钢筋、水泥、钢绞线、成品油等），项目部通过公开招标采购方式，寻求资质信誉等级较高的供货商，通过物资材料市场价格调查，依其价格、质量、后期服务

等鉴定评比筛选出合格的分供方 签订长期的物资材料供货合同 以保证有优质、优价、货源稳定的物资材料供应。对运费高的物资材料，寻找稳定的运输商，以批量运输降低运价；及时了解掌握油价行情，灵活浮动运输价格。项目部还建好施工便道，使材料直接送到施工现场，减少了二次周转的成本及损耗。

项目部针对砂石材料采购价高、运距远的情况，经仔细比较可行性方案和多方争取，请业主特批开办了一个砂石料加工厂，先后创产值 1300 余万元 直接节约工程投资 300 余万元 对外创收 300 万元。业主评价此举是“又中了一个小标”。

在物资材料的使用上，元磨项目部更是充分体现出精细管理的一面。大到钢材水泥、柴油机油 小到手套钢刷 都记入了各施工处成本台账 每至月底 都要给各施工单位提供准确的成本使用及控制清单，并在项目部公开栏予以公布。项目部还立下了“在项目竣工验收时库存材料不得超过 20 万元”的控制目标 建立健全物资的收、发、领、退制度 避免了库存材料数额大、损坏多的问题 降低了材料成本。三年来 项目部共采购各种物资 1000 余万元（不含甲方供应材料）节约成本 60 余万元。

——瞄准有限的利润空间，将商务管理精细化。

市场竞争日趋激烈，中标项目的利润空间越来越狭窄。元磨高速公路项目也是一样，很多分项工程单价极低，甚至有些项目明显存在亏损的倾向。为此，项目部力求商务管理精细化，向精细管理要效益。

项目部成立了以项目经理为组长的合同变更领导小组，全面负责合同变更索赔，改变以往完工后被动索赔的做法，把变更索赔工作放在前期重点抓。项目经理及时对重大变更索赔项目进行分析决策，并亲自带领有关人员到监理、设计和业主单位进行变更索赔谈判。总经济师作为主管责任人，具体组织合同及变更索赔管理工作并监督实施，审核工程量报价资料；商务部作为主管部门，具体实施合同及变更索赔管理工作，组织现场变更索赔工程量签证，编制工程报价资料。在三年施工期间 项目部由总工室牵头 商务部配合 提出了几百项变更项目 提供图纸千余份，索赔金额达几千万元，其中一些已获批复，在一定程度上维护了企业自身的经济利益。

——提高资金使用效率，将财务管理预算化。

我们在资金管理上实行了“统收统支 统借统还”的原则 压缩资金占用 使有限的资金得到灵活运用。在资金相对有限的情况下，预先分析阶段施工重点部位、关键部位的工程量，与之相对应的材料和劳务供给状况 采取重点保证、区别对待的方法 加大资金支付及监管力度，力保施工的顺利进行。此外 尽量减少库存 压缩管理费用 做好降耗节支等一系列工作 特别是在管理制度上 积极推行目标成本管理 落实成本责任制 形成了一个较为完善的计量支付、成本控制体系。

为了加强财务网络中的信息交流，财务人员改变了以往坐办公室被动处理经济业务的做法 积极在阶段工程前做好资金调度、成本控制的计划 并在实施中定期到施工现场 了解工程的形象进度，反馈形象进度与资金、成本控制进度的匹配情况。各职能部门之间、施工处之间加强了成本控制中的信息交流 利用电算化手段 做到在 30 分钟内提供准确、完整的财务及成本信息资料 提高了成本管理的效率。

——强化施工组织方案，将施工管理目标化。

(1) 工程形象进度目标化。项目部紧紧抓住 3 年合同工期, 把施工总目标分解成 6 个半年阶段性目标, 分步实施。各施工处分段负责, 把各阶段目标内的进度、质量、安全、计量进行细化 并与个人收入挂钩 每半年考核一次 奖惩到人。对未按计划完成的上一阶段目标, 在下一阶段必须全部补上, 且不得增加计划外的投入, 以减少因赶工等原因增加的成本支出。

(2) 成本控制目标化。首先是工程直接成本消耗目标化。各施工处、总工室配合商务部做好工程成本耗费分项目标, 下达给各施工处, 财务部门监督执行, 努力把工程成本开支压缩到计划之内。其次是工程期间费用目标化, 将办公用品、通信费、业务招待费、车辆消耗品限额化 定期公示。对超出的部分 领导以身作则从个人收入中扣除。

(3) 质量安全目标化。项目部抽调一批有责任感及技术娴熟的质检人员充实到各施工处 让他们负责每一个施工部位、每一道施工工序的质量、安全 有效地杜绝了施工现场偷工减料、违规操作等一系列不利于工程质量、安全的事件发生。

三年来 元磨项目部通过强化“目标化”的施工管理 工程进度、质量、安全、环保均达到了合同文件要求 多次被业主评为“流动红旗先进单位”。承担施工的 424 特大刚构桥 在所属分指挥部全部同类桥梁中 第一个实现了合龙贯通目标 第一家实现全合同段转序 让业主对“葛洲坝”这一国内最大建筑施工企业品牌有了更深的认识, 为集团公司在云南的路桥市场赢得了信誉 提升了形象。

4 营造良好的施工环境, 保障工程建设顺利进行

在高速公路建设中有一条非常重要的经验, 那就是不仅需要高水平工程设计、高水平建设管理、高水平项目监理和高水平工程施工, 而且需要一个良好的施工环境。三年来, 在业主和地方各级政府支持下, 我们通过努力, 较好地消除了各种影响施工的不利因素, 营造了一个良好的施工环境。在这三年的建设中, 我们如何协调关系, 营造良好施工环境, 主要体现在以下三个方面。

4.1 替业主分忧, 为业主解难

项目部大部分技术人员在从事路桥施工前, 都是在水电行业从事各项专业技术工作, 具有较强的跨专业综合能力。针对“滇西红层”特殊地质条件下特大桥、长大隧道、高边坡施工 以及滑坡处治、环境保护、水土保持、砂石生产系统等业主关心的重点难点技术问题 我们充分地发挥了自己的专业特长, 向业主积极提出合理化建议, 用我们的专家咨询团为业主出谋划策, 主动为业主解忧。

业主指定砂石料生产系统能力有限 不能满足生产需求 且运距远 运输道路受限 许多主承包单位怨声载道, 要求业主给予工期赔偿。葛洲坝人没有加入到这支队伍, 而是主动找到业主向他们介绍葛洲坝五公司曾经在三峡工程建造过世界上最大的人工砂石生产系统, 在国内许多砂石料生产系统中我们都是带方案投标, 并且有专业的砂石拌和研究所, 在取得业主信任后 改良了系统 扩大了生产能力 解了业主燃眉之急。同时针对工程实际情况 我们建议在河床上增加天然砂石生产系统, 并拿出试验数据说服业主不允许用河滩料的成见, 在一个月时间

内建成投产了一座日产 600m^3 的砂石料生产系统，该系统距工地只有 10km 彻底解决了砂石料的供应问题 业主对此称赞不已。

由于“滇西红层”特殊地质影响 公路沿线水土流失严重 边坡开挖后大量废方流入河道，下游部分田地淤埋，并有进一步扩大的可能，业主受到农民责骂，征地工作受到影响。业主感到压力很大，为此事主动找到我们要求帮助解决，我们作为义不容辞的责任把这件麻烦事接了过来。我们发现，以往公路拦砂坝不耐冲刷，常常是修好后一个雨季就被冲得无影无踪，没有实际效果。于是采用了水电工程中的拱坝形式进行设计，将墙顶面按竖曲线设计，对 $30\sim 40\text{m}$ 高大型拦渣坝采用重力式土坝形式，利用弃渣填坝拦河，根据地形地质情况设置溢洪道，达到了非常理想的效果，不仅淤满后不对新库岸线造成冲刷破坏，而且由于回淤较深对原存在的河边滑坍体前缘进行反压使之更加稳定，还为业主节省了上千万元的资金。

4.2 融洽与地方政府、当地人民的关系

云南作为边疆省份又是少数民族的聚集地，其风土人情、生活习惯等一切对于我们而言都十分陌生。为了创造一个良好的施工环境，在进入云南之初，我们就通过查找资料，走访政府与农户，充分掌握当地的民风民俗，尊重当地习俗，最大限度地减少与地方的摩擦。在整个施工过程中 我们不以大企业自居 而是以诚相待 广交朋友。为取得各级政府的支持 我们逐一走访了当地镇政府、县政府的各级部门 与当地上下的政府官员以及公、检、法系统职能部门建立了友善的关系，并在处理施工与地方的矛盾当中，始终坚持不伤害地方利益。我们还适时关心地方建设，帮地方政府解决急难问题。2000年7月由于雨水集中，项目部所在的通关镇水库坍塌，政府领导心急如焚，项目部主动致电询问，并和他们一起爬进数百米的地下涵管实地踏勘，为他们提供了有价值的处理方案。次年五月，在得知地方一贫困村集体搬迁缺乏场平设备时，项目部主动利用施工间隙，调剂设备为他们做好了场平工作，使地方政府和人民深受感动，多次在县委会上对我们进行表扬。

经过一系列的努力，我们与地方各级政府的关系越来越融洽，许多与地方政府有关的工程矛盾也因此迎刃而解，使施工得以顺利进行。

4.3 与合作单位和其他施工单位相互学习，取长补短

抓好典型示范和互助互学活动是提高工程质量的重要方法。由于元磨公路工程是当时云南乃至全国的高速公路工程中地质条件最为复杂、施工难度最大的公路工程，全线的施工队伍中不乏全国公路施工单位中的佼佼者，我们利用这一难得的机会，先后组织工程技术人员到承担元江特大刚构桥（全球第一高的刚构桥）施工的二标段中港二航局项目部、承担布笼管长大隧道 全长 1800m 施工的九标段中铁隧道局项目部承担全线最长的普通梁板特大桥 全桥是 $34\times 30\text{m}$ 施工的十七标段中国路桥总公司项目部学习其先进的施工工艺，以此来提高自身的施工水平。

回顾总结几年的工作，我们清醒地认识到：提高工程管理水平无止境，提高工程质量无止境，高标准严要求，我们仍有许多不足和差距。社会的发展和科学的进步，对我们永远有着新的目标和要求，我们愿虚心学习，不断提高，为葛洲坝人在高速公路的建设领域有新的建树而作出应有的贡献

多种锚孔钻进工艺在高速公路边坡锚固工程中的应用

朱 峰

0 引言

近年来,随着国家经济建设的迅猛发展,与之相适应的高速公路建设也在全国各地飞速发展。目前,在修建高速公路的进程中,出现的公路边坡的治理问题已经成为施工建设的重要课题之一。本文将系统介绍边坡治理重要形式之一的锚索(杆)锚固工程中常规实用的锚孔钻进工艺,并对云南某高速公路边坡复杂地质条件下采取的特殊成孔方法进行具体描述。

1 常规锚孔钻进工艺

在锚孔钻进工作中合理选择工艺方法是极其重要的,有很多因素影响工艺方法的选择,如地层条件、现场环境、原有设备的利用、孔深、孔径等。锚孔钻进工艺按地层条件可分为土层、岩层、卵砾石层与覆盖层等钻进。

1.1 土层钻进

土层钻进工艺多采用螺旋回转钻进方法,配用三翼钻头,必要时钻进中可注入水,以防止类似粘土的土层在钻杆四周形成泥塞而造成钻杆的卡塞,另外,适当使用清水还可保持孔壁的稳定。螺旋钻进可分为长螺旋钻进与短螺旋钻进两种。长螺旋钻进一般适用孔深 20m 以内,边钻进边排渣对于孔深较深的孔若采用长螺旋钻进则很容易埋钻要采取短螺旋钻进一定深度后必须提钻,将孔内泥渣提出后,再下钻继续钻进。该工艺对钻进机械设备的动力要求较高,必须有较大的扭矩。

对于非固结性土层钻进时,可使用一次性锥形钻头,其特点是花头端部呈锥形,在钻入土层前置于套管的末端,孔钻成后留在孔内。将冲击器与套管相连,套管采用外平套管,以减少套管在跟进或起拔时的摩阻力。当套管跟进到设计深度时,需将套管提离孔底 0.3m 以便端头从套管上脱落。此时卸下冲击器,将锚杆与注浆管下入孔内,边注浆边起拔套管。

1.2 岩层钻进

岩层钻进是锚索钻进中最普遍的地层,对于绝大多数的锚索,设计均要求锚索锚固段进入稳定的岩层 10m 以上。因此提高岩石的钻进效率是非常重要的。

对岩层钻进方法,以前常采用硬质合金钻进、金刚石钻进与钢粒钻进三类冲洗液湿式回转钻进,现基本均采用气动冲击器、潜孔锤、开式冲击回转钻进。

(1)硬质合金钻进:它是利用镶焊在钻头体上的硬质合金切削具去破碎岩石的钻进方法。该钻进方法适用于软~中硬岩层的钻进,具有操作工艺简单、成本低、事故率低等优点,缺点是不能钻进硬地层,钻头寿命短。

(2)金刚石钻进:它是利用表镶在钻头体上的金刚石颗粒切削与研磨岩石的钻进方法。该

钻进方法适用于中硬 - 硬岩层钻进 在硬岩层中钻进效率高 但是操作工艺复杂 成本高 钻孔口径小。

(3) 钢粒钻进：它是用未镶焊切削具的钻头压住钢粒，并带动它们在孔底翻滚而破碎岩石的钻进方法。该钻进方法适用于硬岩钻进，并具有成本低，钻孔口径大的优点；缺点是相对于金刚石钻进效率较低 孔径不规则 孔斜较大。

以上三种岩层钻进方法，在锚索施工初期曾广泛采用，但三种方法均采用液体作为冲洗循环介质起排渣和冷却作用 由于冲洗液对边坡稳定不利（特别是土质、岩石复合边坡）同时钻进硬岩效率偏低，因此现在锚索钻孔很少采用。目前普遍采用气动冲击回转钻进方法。

(4) 气动冲击回转钻进：它是在回转钻具上增加一个冲击器 产生冲击 作用在钻头上 钻进中，钻头在受到一定的钻压和回转力矩的同时，受到冲击器以一定频率的冲击能量，钻头在孔底则以冲击和回转共同作用下破碎岩石。气动冲击器是以空气作为循环介质排渣与冷却作用 属干式钻进 无液体对边坡的破坏 有利于边坡的稳定 同时 该方法大大提高了成孔效率，是目前应用最广的钻进岩层的方法。

2 复杂地层的钻进工艺

复杂地层指含卵砾石与松散破碎的覆盖层等地层。对于复杂地层钻进，采用常规单一的钻进方法很难成孔，必须联合采用多种工艺。

目前潜孔锤跟管钻进方法是钻进复杂不稳定地层最有效的方法之一，它在含有漂砾的卵砾石层与松散破碎的覆盖层中钻进比用其他钻进方法有较高的效率。因为用冲击破碎卵砾石与松散层较容易，而在孔底的偏心扩孔钻头又能扩出大于套管外径的通道，保持孔壁稳定的套管在底部不受阻，在套管外壁受地层摩擦力较大时还可用钻压及冲击力克服这些阻力。当按钻进方向旋转时 该偏心钻头会甩出来进行扩孔 套管同步跟进 而当反向转动时钻头收回 加接钻杆时也同时加接套管。钻到设计深度时反转将钻头收回，并与内钻杆一起提出钻孔，留下一个有套管的钻孔。

稳定岩层钻进方法则采用普通的冲击回转常规钻进方法破碎硬岩。成孔后下入锚索，边注浆边拔套管。

3 高速公路边坡复杂地层钻进工艺

3.1 地质概况

云南省某高速公路第十三合同段滑坡体可分为两个主要特征：

(1) 碎石土及全 - 强弱风化泥岩段：碎石土厚度 10 ~ 25m 以内 成分为人工填土、强风化泥岩和灰紫、黄褐色含角砾亚粘土，局部含碎石；岩石的岩性主要为紫红、紫灰色泥岩夹砂岩，局部为石英细砂岩、钙质泥岩、角砾岩 夹软弱层 薄 ~ 中厚层状 节理发育。

(2) 强弱风化泥岩、砂岩段：滑坡周界清楚，滑动面发育于全风化泥岩与强风化泥岩接触界面 呈折线形 滑床为紫红色泥岩夹浅灰、紫灰色砂岩 强 - 弱风化 碎裂结构 质硬 有裂隙 厚度 8 ~ 11m 以内。

3.2 钻进工艺

(1) 碎石土及全 - 强弱风化泥岩段

对于碎石土地层 由于碎石土层很厚 土质松散、破碎 采用常规冲击回转钻进 很容易垮孔 曾采用护壁固浆 再二次钻进 但由于碎石土松散 注浆量很大 而且孔内根本注不满 浆液到处渗透)后采用偏心锤跟管钻进技术 偏心潜孔锤钻头钻进的同时 将 $\phi 146\text{mm}$ 套管同步跟进 套管下入稳定地层时 反转提出偏心钻具 基岩层钻进 换用小一级的 $\phi 125\text{mm}$ 普通潜孔锤钻头继续钻进硬岩 直到设计孔深为止。提出钻具 下入编好的锚索 最后边注浆边起拔套管。由于本标段碎石土层普遍存在,因此 60%钻孔均采用了该方法,顺利完成了钻孔。

(2)强弱风化泥岩、砂岩段

采用常规气动冲击回转钻进,钻孔基本还比较顺利,但由于该段地层碎裂,提完钻后容易掉石块 锚索很难下入孔底 采用偏心锤跟管 但因为砂岩很硬 偏心锤钻进时很困难 套管跟进不进,锚索也很难下到位。经过反复考虑与试验,采用以下两种方法:

其一 灌浆水泥砂浆护孔壁 禁止用纯水泥浆)砂浆流动性差 渗透性差 很容易充填岩石中的小裂隙与破碎段 采用水 灰 砂 = 0.6:1:1 的比例灌注 待浆体凝固后 再进行扫孔 对于绝大多数孔都能顺利下入锚索。

其二:对于裂隙较大的地层,灌浆水泥砂浆是不现实的,有时根本灌不满,此时我们采用大一级的潜孔锤钻头 $\phi 155\text{mm}$ 钻孔 穿过破碎与裂隙段 进入稳定岩层后 提钻 用顶驱法将 $\phi 146\text{mm}$ 套管打入孔内,下至稳定地层后 换用 $\phi 125\text{mm}$ 潜孔锤钻头继续钻进,钻至设计孔深,提钻,下入锚索,然后边注浆边起拔套管。顶驱法跟管与偏心锤跟管技术不同,顶驱法跟管是将冲击器放于孔外,直接作用于套管上,靠冲击器的冲击振动作用,将套管打入孔内,整个下管过程中 冲击器都在孔外 不像偏心锤跟管时冲击器 潜孔锤)下入孔内同步钻进。

3.3 钻进参数

采用冲击器顶驱跟管和孔内偏心锤跟管技术,钻压不能高,以合理的套管跟进速度控制,钻机转数不超过每分钟 25 转 ~ 30 转 空压机风量 $< 12\text{m}^3$ 基岩钻进时 钻压要高 钻机适宜转数为每分钟 40 转 ~ 50 转 空压机风量大于 12m^3 这样有利于破碎岩石与排渣。

3.4 机械设备

采用以上施工工艺,必须具备适用的施工设备:

锚杆钻机 :MGJ-50(MG-50) 具备转数低 轻便 搬迁容易;

冲击器(潜孔锤)跟管用 WC-110 基岩钻进用 J100B 扩孔用 J150B;

偏心锤 : $\phi 146\text{mm}$ 偏心锤 ;

空压机 :VHP700 型空压机 风量 12m^3 风压 1.2MPa。

3.5 实施效果

在云南省某高速公路预应力锚索工程中,对复杂地质条件采取以上施工方法,大大提高了工效 节约了成本 缩短了工期。从最后的张拉情况看 质量合格 全部达到设计要求 受到业主、设计院与监理等多方好评。

4 结语

预应力锚索锚固体系是高速公路边坡滑坡治理的重要方法之一,通过施加一定的预应力,很方便地控制边坡的位移,对边坡整体稳定起到重要的作用。它还具有施工便捷、成本低等特

点。因此对锚索的钻孔工艺进行研究、探讨并摸索出一套在复杂地质条件下行之有效的多锚索钻孔工艺是十分重要的,也是十分必要的。本文所列举的各种钻孔工艺特别是云南某高速公路复杂地质条件下的钻进方法,是通过实践总结出来的,可以在类似地层中使用。由于不同地方地质条件也不尽相同故在施工时采用的钻孔工艺也会有所不同应合理加以考与借鉴。

合理利用红粘土填筑高速公路路基

陈恬南

1 简介

红粘土是碳酸岩经过长期红土化作用过程后形成的一种性状特殊的细颗粒粘性土。其生成条件为母岩在气温高、潮湿多雨、排水条件较好和经过长期溶滤过程可溶盐、硅被溶蚀和流失,铁、铝等三价氧化物则残留、富积其中游离铁又占三价铁的 70% 以上。

由于成土母岩不同,土的特性又有明显不同, $17 < I_p < 26$ ($I_p =$ 塑性指数)含砾,但含砾量变化大,为微含砾-含砾红粘土; $I_p < 12$ 含砾,为含砾粉土,细粒小于 0.5mm 部分时 $17 < I_p < 26$ 应属红粘土,但按颗粒组成分类时,则大于 0.074 粗颗粒部分占 50% 以上,为砾质粗颗粒土。

填料土的工程特性参数见表 1。从表中可看出红粘土主要特征是天然含水量高,并大于最佳含水量,所以实际填土施工应降低天然含水量后才可进入填筑段碾压。

表 1 填料土代表性参考数表

土编号	填料土名称	塑性图	含水量 (%)	液限 (%)	塑限 (%)	塑性指数	最大干度 (g/cm^3)	最佳含量 (%)
I	含砾红粘土	MHG 或 CLG	19.5 ~ 38.7 28.3	42.2 ~ 56.0 48.9	24.8 ~ 31.4 27.7	17.4 ~ 24.6 21.7	1.64 ~ 1.74 1.74	18.5 ~ 21.0 21.0
II	含砾粉土	MLG	11.0 ~ 28.6 18.8	26.9 ~ 40.5 31.9	18.7 ~ 25.6 21.7	8.3 ~ 14.9 10.2	1.87	14.4
III	砾质粗颗粒土	MHG 或 CHG	11.9 ~ 29.0 19.8	40.2 ~ 55.7 47.9	20.3 ~ 32.5 27.8	19.9 ~ 23.2 20.1	1.96	11.4

界限与塑性图

界限是液限、塑限、塑性指数的总称。

塑性图规定相关式列举：

国家标准：	$A = 0.63(W_L - 20)$	$B = 45\%$	C 未给
交通部标准：	$A = 0.73(W_L - 20)$	$B = 45\%$	$C = 10\%$
水利部标准：	$A = 0.66(W_L - 20)$	$B = 42\%$	$C = 26\%$
地矿部标准：	$A = 0.62(W_L - 20)$	$B = 40\%$	$C = 28\%$

由此可见，标准存在差异，国标与行业标准存在差异，行业标准之间也存在差异。塑性图在使用上既方便，又存在一刀切的问题。按业主规定 $W_L > 50\%$, $I_p > 26$ 时 填料土不能用于填筑 见表 1。

2 施工前准备工作——确定最佳含水量

最大干密度和最佳含水量为碾压控制依据。天然含水量与最佳含水量处理：表 1—I 土前者大于后者 7.3% 交通部规定允许偏差 $\pm 2\%$ 本标段施工时取上限 +2% 因此天然含水量应降低 5.3% 约需 6~7d(年平均)，所以正确、合理解决天然含水量的降低问题，乃是红粘土填料大面积应用、加快施工进度之关键。

干、湿法时击实 试样均过 40mm 筛，相同仪器与功能，获得干、湿两法的最佳含水量差 (W_Δ)。得：

$$W_o = W_o^I + W_\Delta$$

式中： W_o 为湿法最佳含水量， W_o^I 为干法最佳含水量， W_Δ 为湿法与干法最佳含水量差 (%)。本标段的 W_Δ 红粘土 I 为 2.7% 粉土 II 为 1.7% 碎石 III 为 1.5%。这里要指出的是：凡是岩土工程的填筑，必须是也只能是土体开挖、含水量降低、输料，因此与湿法试验程序相同。其次，干密度与含水量关系曲线的“驼峰”为可碾压区，取绝对值 1%(峰点左、右各取 0.5%)。将式改写成：

$$W_i = W_o^I + W_\Delta + 1$$

式中 w_i 为填料土允许含水量 (%) 基于此 填土料的允许含水量为：

I: $W_i = W_o^I + 2.7 + 1$

II: $W_i = W_o^I + 1.7 + 1$

III: $W_i = W_o^I + 1.5 + 1$

经上述处理 可节省 2~4d 施工时间，实际施工经监理批准，实施效果较好。为避免填体可能的后期沉降，I 填土料填筑的路段 90 区 填筑完成后静置一个月 经监理批准 实际施工实施效果较好。

3 填筑施工

通过试验段施工以确定达到规定之压实度所需的机械设备及其组合、压实设备与碾压遍数、松铺厚度与有效压实厚度、土料开挖输入经摊铺和碾压结束所需时间与含水量减少量。所以本篇编号 I、II、III 土均进入试验段试验，同时亦验证室内击实标准。填筑施工规定见表 2。

表 2 路基高度与压实度表

填挖类别	路槽底面以下深度 (cm)		一、二级公路压实度 (%)	其他公路压实度 (%)
	路堤	上路床	0~30	≥95
下路床		30~80	≥95	≥93
上路堤		80~150	≥93	≥90
下路堤		>150	≥90	≥90
零填与路堑	0~30		≥95	≥95

试验段取得的有效参数是：SD-100 型压路机（英格索兰），激振力 11.9~23.8t 振幅 1.70mm/0.85mm 碾压遍数为静压 1(遍)-弱振 1-强振 4-弱振 1-静压 1；SD-175 型压路机（英格索兰）激振力 16.1~32.2t 振幅 1.65mm/0.82mm 碾压遍数为静压 1-弱振 1-强振 3-弱振 1-静压 1。压路机往返一次称一遍 行速小于 4km/h 松土摊铺后平整厚度 30cm 以后进入上路堤、下路床、上路床阶段施工时 碾压遍数增至 8~10 遍 松铺厚度降为 20~25cm。

4 质量检验

灌砂法 适用于含砾红粘土、含砾粉土、砾质粗颗粒土 采用标准砂 该方法为路堤主要检验手段 含水量测试采用酒精法 成果准确 但劳动强度大 时间较长。对施工影响较大。

核子密度仪：除规定核子密度仪成果需与灌砂法对比外，还应进行可靠性评价。

灌水法 主要适用于碎石土填筑（编号 IV）试坑规格为 50cm×50cm×50cm。其次还采用控制碾压遍数、有效压实层厚、层面碾压后平整无轮迹等方法。

质量检验记录以某段长 160m 的成果为例 见表 3。

表 3 质量控制技术指标汇总表

质检层位	填料		最佳含水量			干密度 重型击实 (g/cm ³)	压实度				碾压后 含水量 (%)
	含水量 (%)	>0.074 mm	试验值 (%)	业主规定 (%)	施工控制 (%)		业主 规定 (%)	施工 控制 (%)	灌砂法 (%)	核子密 度仪 (%)	
82	10.6	87.9							95.3	94.5	10.7
83	11.3	85.3					≥90.0		95.3	94.4	10.6
84	12.5	91.6							96.0	95.0	11.3
85	13.9	91.6	11.1	11.0±2.0	11.1±2.5	2.00	≥93.0	≥93.0	95.6	95.3	10.2
86	13.9	86.0							95.9	95.6	10.3
87	10.4	86.1					≥95.0		96.3	95.7	10.3
88	12.1	86.8							97.7		10.4

5 结语

土体在天然状态下，是密实的，这由红粘土存在先期固结压力可资说明，降雨后的渗透距离极有限，此即为土的剖面特征。若即挖、即摊铺含水量降低较少，施工难度相对较小；但若开挖、搬运、堆置几星期后应用 施工难度增大不足取。

对土击实或碾压，均要求做功的单位比冲量大，即碾压机具的质量大、激振力强，而不能依赖于碾压遍数的增加来达到多做功之目的，所以岩土工程的碾压机具要求重型的，而碾压遍数宜

少，过多碾压将导致填土反复剪切而出现橡皮薄层。

还要指出的是：红粘土含水量虽高，但土的自由水则不多。含水量由吸着水（或称结合水）薄膜水、自由水组成。吸着水是红粘土具高含水量的关键，它由土颗粒静电效应吸附与土颗粒等效参与力学作用，只有在大于或等于 105 时析出，故称惰性水。所以土的含水量一方面较大，但由惰性水控制；另一方面又忌过多丧失自由水，所以含水量的过多降低必伴着工程隐患的发生与发展。

浅谈土方路基回填碾压参数的确定

陈 军

在高速公路路基土方填方施工时，使用何种碾压参数是在工程开工后应首要确定的。通常情况下，我们会选取一段该公路具有代表性的路段，即试验段，来进行路基填筑的压实试验，以确定填方路段的正确的施工方法。其中包括为达到规定的压实度，所需要压实设备的类型及工序，压实设备在最佳状态下的压实遍数，压实层的最佳厚度等。

为了较好地说明碾压参数的选取方法，以下将用云南元磨高速公路的土方路基试验段回填试验来说明。

云南省元磨高速公路第十三合同段地处云南省墨江县辖区内，起点里程 K303 + 420 位于大湾河南岸上方山腰处，讫点里程 K314 + 188.82 位于清水河东侧旱地中，全长 10.76848km。全路段地形复杂，高边坡挖方较多，无大范围的填方，多数为半挖半填路段。

1 试验前准备

1.1 填筑场地的选择

项目部于 2001 年 2 月选定具有较好的代表性的 K312 + 960 ~ K313 + 020 作为本标段的填筑试验路段。该区段位于挖填结合段，路基左幅为高挡墙，右幅为开挖段，路段尺寸为 60m × 20m。距路槽高 4m。

1.2 填筑用料的选择

本着就地取土的原则，选取 K312 + 930 ~ K312 + 960 段右侧山坡开挖土为填筑用土料。并对该填料做了全套土工试验作为路段填筑的控制参数。

取土场物理性能试验成果见表 1。

表 1 取土场物理性能试验成果

桩号	颜色	天然含水量 (%)	液限 (%)	塑限 (%)	塑性指数 (%)	土粒比重 (%)	承载比 CBR	粉土质砂最大干密度 (g/cm ³)	最佳含水量 (%)
K312 + 930	深红色	10.5	25.6	20.8	4.8	2.66	28.8	2.21	8.0%

土名代号：SM；土粒名称：粉土质砂。

1.3 填筑设备及人员

10t 自卸汽车三台 ;D-85 推土机一台 ;CAT 挖掘机一台 英格索兰 SD-100 振动压路机一台 摊铺人员 20 人。

1.4 预选碾压遍数

根据以往路基施工经验,为保证压实效果,在路基碾压施工中,应先将摊铺土料静碾压实后 然后进行激振碾压 最后再进行静碾。因此选定如下的碾压组合。

(1)1—4—1	静碾 1 遍	激振 4 遍	静碾 1 遍
(2)1—5—1	静碾 1 遍	激振 5 遍	静碾 1 遍
(3)1—6—1	静碾 1 遍	激振 6 遍	静碾 1 遍
(4)1—7—1	静碾 1 遍	激振 7 遍	静碾 1 遍
(5)1—8—1	静碾 1 遍	激振 8 遍	静碾 1 遍

2 试验实施过程

2.1 填前处理

由于该路段左侧接浆砌石挡土墙,下部填筑面积较小,按招标文件规定试验路段尺寸必须大于 20m×20m,为了便于填筑试验的进行,我们将墙背填筑到一定高程,在施工场面较大时开始试验工作。并按规范要求将试验路段的基底层面进行了翻松、整平与压实处理,使其满足压实试验的要求。

2.2 施工碾压要求

根据规范要求,我们结合碾压机械的类型,确定每层土的松铺厚度不大于 30cm 按 28cm 控制。自卸汽车将土料呈梅花形均匀地倒在地面上,然后由推土机进行初平,打桩拉线后用人工进行精平。填土层在压实前应平整,并做成 2%~4% 的横坡。在碾压时,前后两次轮迹须重叠 150~200mm 并应特别注意均匀。

2.3 对土料含水量的控制

由于该区土料的天然含水量不能够和最佳含水量吻合,在土料摊铺后,先进行了含水量的测定,使各填层的土料含水量尽量接近最佳含水量。

方法是 测定出实际含水量后 根据需要进行晾晒或洒水。

2.4 碾压作业

每层分为 5 块 每块 10m×20m(长×宽),做各个碾压组合的试验。振动碾在这 5 个 10m 范围内按各个碾压组合,进行压实。压实完成后立即进行灌砂法试验。试验结束后为保证该段路基的碾压效果 如未达到 90% 标准 需补碾并重新试验 使之达到设计要求。

3 成果分析整理

3.1 压实度试验成果

经过三层的压实试验,得到成果如表 2。