档案矢量化应用架起中非友谊之路

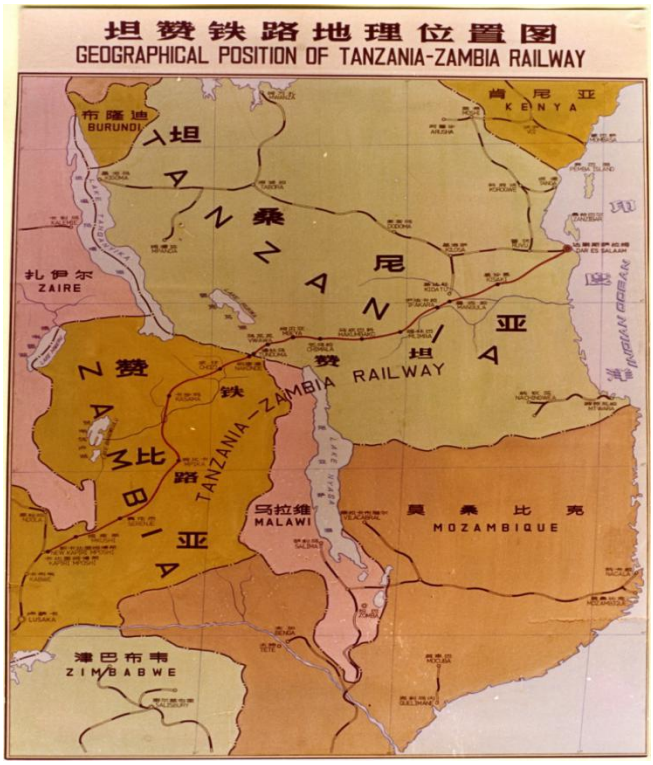
中国铁路设计集团有限公司

一、案例概述

坦赞铁路是新中国成立以来对外援建最大成套项目之一，是中非友谊不朽丰碑。中国铁设（原铁三院）自1968年起承担坦赞全线勘测设计及配合施工工作，形成档案631卷。2012年由中方倡议，坦赞铁路修复改造可研工作被提上日程。作为项目承担方，中国铁设通过档案矢量化应用，在缩短项目周期节约成本上收效显著，项目可研报告得到国家相关部门及坦赞铁路部门一致认可。为中国技术标准走出去提供有益实践，为中非合作再次架起友谊之路。

六十年代铁三院勘测人员搭乘“耀华”轮出征

铁三院技术人员赴坦桑尼亚前参加铁道部培训合影



坦赞铁路地理位置图

铁三院勘测三分队在勘测驻地合影

铁三院技术人员现场勘测照片

二、实施背景

坦赞铁路是在中、坦、赞三国老一辈领导人的亲自谋划指导下，修建的“南南”合作的友谊之路。在新中国初期外交中具有极其重要的战略意义，是新中国在争取非洲国家认同，恢复在联合国合法地位道路上的标志工程之一。为保证坦赞铁路建设，周恩来总理亲自推动部署，并亲赴坦桑尼亚进行磋商。坦赞铁路的建成铸就了中非友谊的丰碑。而其凝结出友好、团结、奉献的坦赞铁路精神，始终是连接中非友好、促进中非合作的重要纽带。

习近平主席在2013年3月首次访问非洲期间，就亲赴援坦中国专家公墓，敬献花圈凭吊为坦赞铁路建设牺牲的专家烈士。并将坦赞铁路精神进一步提炼升华为“真、实、亲、诚”的对非工作方针，习主席赋予了坦赞铁路精神新的时代内涵，为中非友好合作开辟了更加广阔和光明的未来。

在习近平主席首访非洲的前一年，为了传承坦赞铁路精神，让坦赞铁路这一中非友谊丰碑重新焕发生机，由中方倡议对坦赞铁路修复改造开展可行性研究工作。这一倡议得到了坦赞两国的积极响应。

2012年3月，在赞比亚首都卢萨卡，中、坦、赞三国签订了实施坦赞铁路修复改造工程可行性研究三方国协议议定书。2012年4月，国家相关部门正式委托中国铁设进行坦赞铁路修复改造工程可行性研究工作。应委托，中国铁设于

2012 年 4 月 26 日成立本次修复改造项目可行性研究领导小组、专家顾问组和项目部，精心选派 129 名专业技术人员组成坦赞铁路初测项目队，启动勘测出工准备工作。

由于坦赞两国地处非洲中东部，既有坦赞铁路穿越了两国部分高山、峡谷、湍急河流以及茂密的原始森林。沿线许多地区荒无人烟，野兽群居出没。恶劣复杂的自然环境和社会治安状况，对本次跨国外业勘探工作提出了严峻挑战。参考上世纪六七十年代坦赞铁路项目的建设周期，铁三院自 1968 年 4 月先后派遣 640 余名专业技术人员，开展外业勘测工作，至 1969 年底历时近一年半完成了初测任务。考虑本次人员安全、技术条件以及自然环境等因素，全线进行重新勘测将历时一年左右，按照国家相关部门工作安排，在规定时间内将无法完成初测及可研方案的编制工作。

基于以上因素，坦赞铁路修复改造项目可行性研究领导小组随即将目光投向既有档案的再利用上。由于铁三院承担了坦赞铁路全线的勘测设计及配合施工工作，形成了涵盖坦赞铁路全线各站、桥、段各专业的技术报告、工作总结、图纸等极其珍贵的科技档案合计 631 卷。为本次出工前的工程设计方案研究及勘测工作量估算提供了重要的技术和情报参考，也为本次坦赞铁路修复改造工程可行性研究工作提供了重要保障。因勘测设计手段的信息化发展，既有坦赞铁路勘测设计档案无法直接利用，需对档案资料进行数字化处

理，成为可以编辑计算的矢量化数据后方能被各专业利用。由此，纸质档案矢量化、数字化应用工作随即提上日程。

铁三院召开坦赞铁路修复改造项目动员大会

时隔 44 年铁三院技术人员再出发

三、主要做法

（一）坦赞铁路勘测设计档案的矢量化应用

由测绘专业承担的坦赞铁路勘测设计档案矢量化应用，其主要做法是以纸质图纸为基础，通过扫描为数字化图片，并经过清晰度处理、精度纠偏等工作后，配合采用卫星遥感技术和水准联测建立图纸坐标系统和高程系统，使档案纸质线路平面图变为满足专业设计需要的矢量化地形图。对于整个项目具有极其重要的基础支撑作用。具体档案矢量化操作流程如下：

1.扫描既有坦赞铁路平面图，使用 Windfornner 进行扫描，并设置相应的格式进行，即采用黑白二值、灰度、色彩规格进行，其分辨率不能小于 300dpi。

2.利用 Photoshop 软件按照图片进行消蓝处理，对于偏斜的图像进行纠偏处理，对图像的黑点、黑线、黑框进行去污处理，然后用拼接软件进行拼接，以保证档案图纸的完整性。

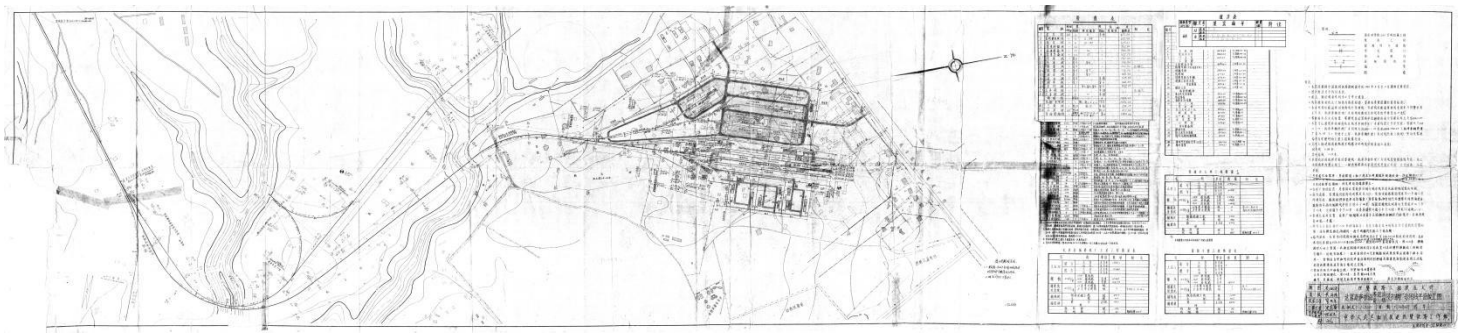
3.图像的存储压缩率的选择，在保证扫描图像清晰可读的前提下，采用 tiff 格式存储图像文件。

4.经过扫描的图像，变成 tiff 格式的文件，由软件 Google Earth 进行纠偏、裁切变成小幅的电子图像，再用 R2vErdas 软件对图片进行分层档案数据编辑，变成矢量化图纸，形成精度符合工程要求的地形图。

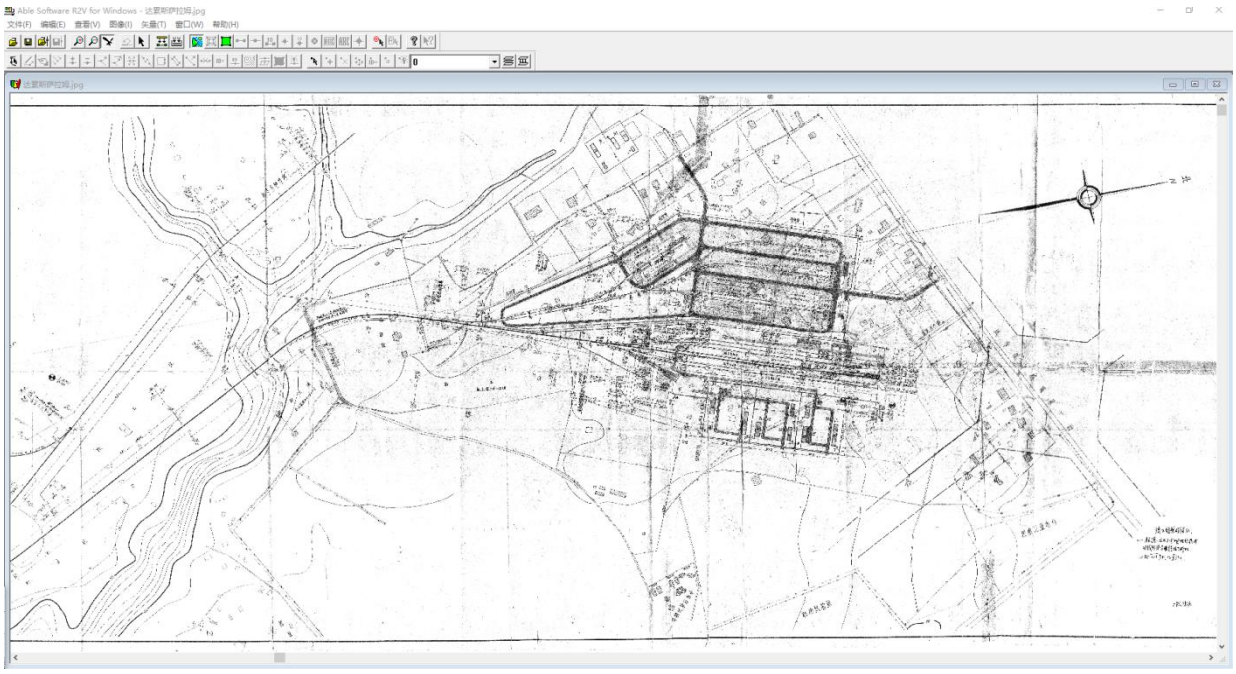
5.在数字化的档案图纸上布设平面控制点，再通过现场测量将扫描矢量化的图纸进行精度修正，标准达到 1：2000 图的精度，满足工程设计需求。

6.通过卫星遥感技术，把点阵图像文件再次转变为由坐标和向量构成的数据文件，实现平面坐标数字化。

7.对电子地形图高程精度控制：本项目高程系统拟使用与原 1：2000 线路平面图一致的高程系统，并联测当地国家高程系统和原水准点，实现电子地形图高程精度控制，满足工程建设需要。

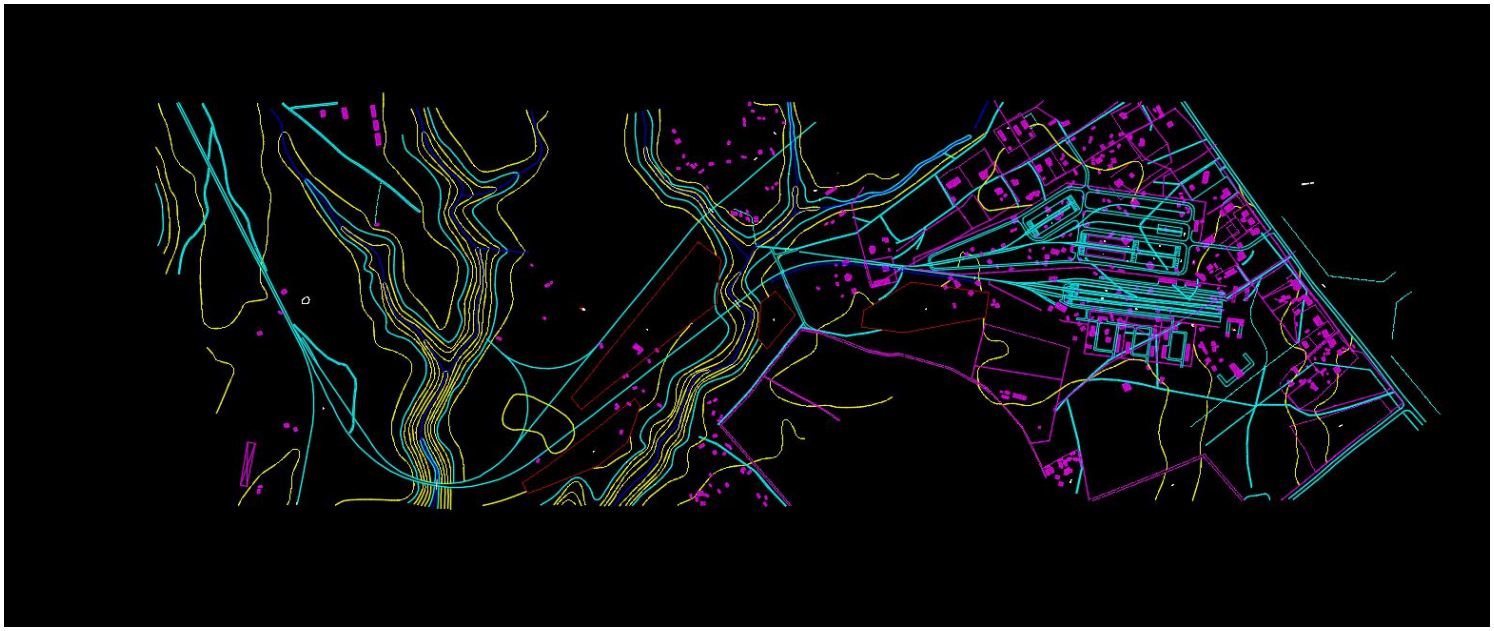


对坦赞铁路既有图纸进行扫描，图片进行去蓝纠偏处理



利用软件对扫描的图纸进行矢量化转换

现场测量对矢量化图纸进行精度修正



档案矢量化成果

（二）坦赞铁路勘测设计档案的数字化应用

由中国铁设档案馆在对照梳理目录全部坦赞铁路勘察设计档案的基础上，形成坦赞铁路勘测设计档案电子索引目录提供参与本次项目各专业。各专业参照索引目录，结合项目及专业自身需求，调取相关档案资料并由各专业进行数字化处理，相关数字化成果直接利用于现场勘测比对以及相关技术报告编制。经统计中国铁设档案馆提供了全部 631 卷坦赞铁路档案合计 7713 张/册，相关数字化成果直接应用于线路、站场、地质、桥梁、隧道、路基、房建等 15 个相关专业。

（三）应用对比分析

在坦赞铁路勘测设计档案矢量化、数字化应用上如下专

业具有代表性：

1.测绘专业：由测绘专业完成的纸质线路平面图档案数字化，其范围覆盖了坦赞铁路全线，包括铁路正线 1860 公里和 93 座火车站，总面积约 1018 平方公里。仅参考地形图购买一项，若不采用档案矢量化应用，根据“国测财字[2002]3号测绘收费标准”，以 1:2000 图每平方公里 8326 元计算，将直接增加该项目地形图采购支出 847 万元。

2.地质专业：利用历史既有勘察资料钻探 423 孔-5843.85m、简易勘探 3009 孔-8268.47m 相关资料作为参考。根据本项目在勘察过程了解和其它非洲项目的考察，每延米纯钻探费用（不含辅助进场的其它费用）约 1800-1900 元人民币，简易勘探每延米费用约 210-250 元人民币。若无档案资料参考，将直接增加钻探成本 1225 万元。

3.桥梁专业：坦赞铁路全线 318 座桥梁工点、2211 座涵洞工点桥涵平立面图及沿线水文资料全部利用。

（1）水系、水文资料

桥涵结构主要为跨越沟渠、河流而设，铁路沿线的水系情况非常重要。本次修复改造工程初测，经现场与档案资料比对调查核实，基本无水害发生，原水文资料可靠、可利用。从而节约了大量的现场水文测量工作，降低了成本，加快了外业勘测进度。

（2）既有桥涵沿线分布资料的利用

沿线桥涵分布列表含有桥涵工点里程、名称、结构形式、洪水位等信息。坦赞铁路沿线地形地貌复杂，植被茂密，为既有坦赞铁路桥涵调查带来了相当大的困难。既有桥涵的分布列表资料和数量为沿线桥涵工点调查提供了参考，使得沿线调查更加具有针对性，避免了沿线调查时对桥涵工点的遗漏，同时也避免了沿线高路堤盲目寻找桥涵工点，为沿线调查安全提供了一定的保障。

（3）既有桥涵结构图设计资料利用

通过提前熟悉既有桥涵结构图设计资料，现场对既有桥涵结构调查时，可以有重点地查看桥涵部位，准确地填写既有桥涵现状表，为桥涵修复改造提供准确的第一手调查资料，为后面桥涵改造方案提供了基础。

（4）既有桥涵平、立面工点图资料的利用

坦赞铁路全线 318 座桥梁工点、2211 座涵洞工点平立面图资料齐全，为后面桥涵结构改造工程提供了依据，同时为桥涵改造原则和数量计算提供了参考，提高了坦赞铁路可研设计文件的精度，减少了初测时现场的人力成本和勘测时间。如桥墩基础形式及结构尺寸，现场是无法调查的，而桥梁基础结构形式和埋深以及地层状况，档案资料中得到了充分的体现，大大减少了挖探工作量。

四、效果及影响

（一）社会效益及国际影响

坦赞铁路修复改造工程是在国家大力推动“一带一路”倡议背景下，通过既有铁路技术装备升级改造，让其重新焕发生机的必要工程之一。修复后的坦赞铁路，将实现铁路与港口的有效衔接、打造出铁路沿线产业经济带，成为带动赞坦两国以及周边沿线各国加快工业化和农业现代化的“合作之路”和“繁荣之路”。通过新坦赞铁路的带动，将极大提升南部非洲国家乃至南部与东部非洲国家间的互联互通水平，促进沿线的非洲各国政策沟通、设施联通、贸易畅通、资金融通、民心相通，共享中国的发展机遇，实现共同繁荣。同时，新坦赞铁路也将是中国技术、中国标准走出去的宝贵实践，极具战略意义。

作为坦赞铁路修复改造工程的前期项目，中国铁设承担了坦赞铁路修复改造工程的初测和可行性研究工作。对整个坦赞铁路修复改造工程具有指导意义。各专业技术人员根据既有坦赞铁路档案资料及初测成果，精心设计，多方案比较，保证方案全面无遗漏，数量无差错。提出推荐方案，确定建设总工期，是坦赞铁路修复改造工程的指导性技术方案，是中国技术中国标准走出去的具体实践。为国家实施“一带一路”建设决策，提供了科学数据。中国铁设在项目过程中，综合利用档案数字化、数据矢量化、卫星遥感测量等信息技术，让沉睡 40 余年的档案重新焕发生机，让档案情报价值得以充分发挥。档案矢量化、数字化应用为整个坦赞铁路修

复改造的前期勘测和可行性研究工作提供了极其重要的数据支撑，为整个项目高标准、高质量、高效率的完成奠定了坚实基础。

驻赞比亚大使周欲晓慰问中国铁设技术人员

（二）工作效果及取得效益

既有坦赞铁路勘测设计档案的矢量化与数字化应用为坦赞铁路修复改造初测和可行性研究工作提供了以下助力：

1.有效减少各专业工作量，提高了工作效率

通过对设计图纸的矢量化处理，使纸质档案转变为可以二次利用的矢量数据，结合现场采用卫星遥感技术联测，使坦赞铁路勘测设计档案在信息化工作环境中得到灵活高效的应用，有效减少前期线路测量工作。纸质档案的数字化，

有助于快速获取坦赞铁路项目相关数据，方便驻外专业技术人员的使用，有效减少了现场地质钻探、化验工作量，减少了桥梁等专业的外业勘测时间，侧面提升了驻外人员的安全系数。同时通过对坦赞原始地质档案数据的再利用，也明显提高了测量、勘探等专业的工作效率，为后期可行性研究赢得了宝贵的时间。

2.有效缩短项目周期，取得显著效益

由于坦赞铁路637卷勘测设计档案通过信息化手段被各个专业有效利用，极大缩短项目周期。2012年7月18日全体勘测人员抵达现场开展初测工作，于2012年10月28日勘测验收完成，于2012年12月9日地质验收工作完成。2013年1月31日，完成《坦赞铁路修复改造工程可行性研究（送审稿）》；2013年5月20日，中国铁路总公司工程鉴定中心完成对可行性报告的审查；2013年6月，《坦赞铁路修复改造工程可行性研究（修改稿）》报送国家相关部门。项目团队仅用5个月高质量圆满完成1860公里的铁路初测任务、在不到3个月便完成可行性研究任务。

3.为铁路勘测设计档案资源的开发利用提供新范式

本次坦赞铁路勘测设计档案的矢量化、数字化应用，是以项目为牵引，多专业相互配合，多阶段相互衔接的有序开发利用过程，是中国铁设对铁路勘测设计档案资源开发利用的创新尝试。首次运用在坦赞铁路修复改造工程前期初测及

可行性研究，这一具有国际影响力的项目上便收到良好效果，取得显效益，为档案矢量化、数字化应用推广奠定良好基础，树立了典型范例。在项目过程中，中国铁设注意总结经验教训，形成了铁路勘测设计档案矢量化、数字化应用的流程和各环节知识总结，为今后推广应用在其他项目，优化项目进度、节约项目成本，提高项目收益都提供了新范式。