

应用航测遥感技术提高设计质量和效益

铁道部专业设计院 任德浓

铁路工程勘测是铁路建设的一个重要环节,是项目决策、设计和施工的基础和依据。勘测质量的优劣,直接影响设计质量和工程质量的好坏,直接关系到铁路建设的技术效益、经济效益、环境效益、工程效益和社会效益。忽视勘测工作,就会给铁路建设带来大量隐患,甚至直接造成重大经济损失和浪费。重视和搞好勘测工作,是铁路建设安全适用和经济合理的重要保证。新中国成立以后,为适应大规模铁路建设的需要,改变铁路勘测手段落后的局面,铁道部决定采用航测技术,于1955年在兰新铁路勘测中首次应用。1956年7月成立铁道部第一个航测机构——铁道部航空勘察事务所(现名:铁道部专业设计院航空勘测处)。三十五年来,随着科学技术的飞速发展,航测遥感装备和生产技术不断更新、改造和提高,国内外航测遥感技术都已普遍应用于勘测设计各阶段的程度,并成为提高勘测设计质量和效益的主要手段。

一、国外应用航测遥感的质量和效益

据1980年的统计,世界上有110多个国家和1000多个机构在不同程度上参与遥感活动,应用航测的国家和机构则更普遍,仅日本就有几千个航测公司。这是因为应用航测遥感技术,具有明显的技术、经济、社会效益。如美国利用陆地卫星计划,每年可收到技术经济约14亿美元,利用气象卫星遥感资料作出的可靠预报,每年可避免损失约20亿美元。加拿大每年由遥感获得的效益达2~4亿美元。苏联使用气象卫星后,每年获利5~7亿卢布。

国外应用航测遥感技术,在公路勘测和管理方面较为普遍。尽管发达国家近年来新建铁路不多(重点在发展高速公路和改建高速铁路上),但从有限的实例中也可看出,在铁路新线勘测中,应用航测遥感技术,效果明显。特别是在地形地质复杂、交通困难地区,效果更佳。如坦赞铁路、加拿大铁路、伊朗铁路、法国巴黎东南铁路、日本东海道新干线、联邦德国汉诺威~维尔茨堡铁路隧道等的勘测中,均采用航空像片选线、地质水文判释和航测制图。有的线在初测中,还采用了机助选线(CAD)技术。苏联在贝加尔~阿穆尔干线腾达~乌尔加勒段的1000km新线初测时,采用航测遥感技术,减少工作量4%,节约费用20%。

发达国家在既有线技术改造、运营管理和工程病害监测防治中,应用航测遥感技术也较普遍,其中以日本最为重视。日本规定,运营繁忙的线路现状图,要求每五年修测一次,变化大的线路修测时间间隔更短(他们的规定一般都能实现)。既有线的测图比例尺

一般为1:1000~1:500。日本在既有线上应用遥感技术主要是黑白像片的工程地质判释,以解决泥石流、崩坍、滑坡等不良地质问题。日本国铁还专门成立了“利用航空像片方法预测病害研究委员会”和“病害判释小组”等机构。苏联在既有线上利用航片进行滑坡、泥石流调查,编制有关图件,对病害防治起到了良好作用。美国对华盛顿~波士顿之间的450英里东北铁路走廊进行技术改造,只用了九个月时间就完成了450英里铁路沿线两侧宽度为300~800英尺,比例尺为1:480的地形图2400张。

二、我国铁路勘测应用航测遥感的质量和效益

自1955年航测遥感技术引入我国铁路勘测设计工作以来,由于部领导的重视和广大职工的艰苦奋斗,努力进取,使铁路航测遥感工作从无到有,由浅入深,由点到面,取得很大发展。至今,铁路勘测采用航测遥感的建设项目已达300多项,铁路选线(含航空目测)线路长度4万多公里,航空摄影30多万 Km^2 。部属五个设计院有航测遥感技术人员500多人,其中,高级工程师70多人。精测仪器和遥感仪器各20多台。年勘测生产能力8000公里左右。测图比例尺从五十年代测制1:10000比例尺地形图,发展至测制1:5000~1:500各种比例尺地形图。航片判释在生产中应用效果明显,像片综合利用成绩显著。

航测遥感技术在铁路勘测各阶段都可以发挥作用。铁路选线是从区域到带,从海到线,逐步趋近,面积越大,线路优化质量越高,航测遥感就越有优势(一张航空摄影像片,当比例尺为1:50000时,覆盖地面宽度为11.5km;当比例尺为1:15000时,覆盖地面宽度为3.5km)。所以,在可行性研究和初测中采用航测遥感技术,对大面积方案比选极为有利。如,宝成线翻越秦岭段、兰新线翻越天山段、成昆线金沙江方案、贵昆线土水河方案的选线中,航摄像片和航测图都为选择最优方案都做出了贡献。据京原线、京通线、焦枝线、贵昆线等的不完全统计,由于应用航测遥感方法进行大面积选线而改善线路方案,降低工程造价约一亿元。如,国家重点建设工程大秦线西段桑干河方案,就是专业院通过卫星图像和航空像片判释,在1:50000比例尺航测图上进行大面积方案研究,并在狭谷地区测制1:10000比例尺地形图,提出了局部绕避与工程措施相结合的方式从而解决了严重不良地质现象地段的选线问题。该方案被国家采用,选择的方案缩短40多公里,少占农田数千亩,近期节省投资达4亿元。大秦线初测阶段,在东段部分地段,三院航测队采用“一次外业”方式进行初测,发挥航测优势,实现了工期比实测短,用人比实测少,质量比实测高的要求,获得好评。其重点工程军都山隧道,专业院利用既有航测资料,高倍放大测制1:2000比例尺地形图,仅用了24天,满足了隧道局任务急需,质量优良,使8km长的军都山隧道一次放线成功,受到工程单位的好评。又如,被评为全国铁路优秀设计项目的京通线,由专业院与三院配合航测。三院在优秀设计经验总结中,把充分利用航测遥感技术进行大面积选线作为重要经验之一。仅隆化~唐三营段选线中,沿伊逊河两岸均测制1:5000航测图,在50km地段内,较地面勘测选线缩短隧道5km,减少土石方150万 m^3 ,降低工程造价约1000万元。“八五”期间准备施工修建的南昆线(包括红果支线),也是航测处在二院时采用航测遥感方法进行初测来完成的。采用航测遥感方法进行西安~

安康线初测时,为缩短航测周期,航测处与一院配合采用“先控制后摄影”方法,把坐等航空摄影的时间变为主动的生产时间,缩短航测周期一个月。西安~安康线正线长度虽仅300多km,但穿越秦岭山区,地形地质条件复杂,而且越岭方案甚多,展线及比选方案非常复杂困难。采用航测成图和地质水文等专业综合利用航摄像片后,速度加快,质量提高。仅测制1:2000航测地形图就达1177km²,航摄像片地质判释2200km²。在方案比选中,作了各种限坡方案(如越岭方案、不同接轨点方案、水库高低坝方案等)共68个,纸上定线长度达4000多km,是正线长度的11倍。在这样众多的方案中比选优化出的方案所取得的经济社会效益是传统的地面勘测方法所无法比拟的。

在长隧道勘测中,应用遥感技术具有很大的优越性,技术经济效果明显。如,最近进行的西安~安康线初测子阶段秦岭越岭地段拟建20多公里的我国第一长隧道,地形十分困难,地质十分复杂,工程十分艰巨。为了有利于大面积方案比选,专业院与一院配合,采用了以遥感地质和物探等综合勘测方法,改变了以往单纯靠地面调查的方法。秦岭地区的遥感地质工作是在大面积范围内开展的,所以在秦岭隧道的方案比选中,充分显示了它的优越性。在约1000km²范围内,应用陆地卫星TM图像、MSS图像,以及国土卫星图像进行了判释;在约400km²范围内,应用不同比例尺的航空像片进行了判释,判释航空像片1500像对。编制了秦岭地区遥感工程地质判释图及断裂构造判释、节理裂隙判释、工程地质岩组判释、不良地质判释等四种遥感专题图件。经遥感图像判释并落实断裂114条,工程地质岩组6个,不良地质232处,为长隧道方案比选提供了充分依据,满足了初测子阶段工作的要求。航测处与一院配合进行青藏线格尔木~拉萨段,正线长约600km的初测,也显示了实际应用航测遥感技术的优越性。号称“世界屋脊”的青藏高原,众所周知,空气稀薄,气候恶劣,交通困难,人烟稀少,线路行进在海拔4200m以上的高原,通过多年冻土区约900km²。经过大比例尺航片测图和判释,按冻土冻害程度,将冻土分为三大类,局部地区在三大区的基础上又进一步划分亚区。应用航测遥感技术很快选出了经济合理的线路方案,工效提高十几倍,质量得到很好保证。

遥感技术在铁路桥渡水文勘测中应用,可在较短时间内选出较经济合理的桥渡方案,节省工程投资。如在巴(巴林右旗)沈(沈阳)线可行性研究中,采用遥感技术选出的西拉木伦河桥渡方案,比原地面调查确定的方案更合理,可节省工程投资1300万元以上。又如,韶柳线连江方案的阳山区段站,在线研定线时所定的位置,经遥感图像判释发现该区段站正设在古河道上,建议改变原方案。经勘测总队研究被采纳,将原方案作了重大修改,从而改善了线路方案,稳定了测图范围,减少了定测的大量工作。采用遥感技术还可以避免因前期工作不够充分,而使很多遗留问题(特别是线路走向、大河桥渡方案等)推到初测阶段。

1990年,中国铁路工程总公司组织专业院和二院,在达成线积金段,正线长56km,利用航测遥感方法进行铁路新线初测,初步设计试验,并与常规的初测、初步设计方法进行了人力、速度、质量、成本、工程数量及工程费等方面的分析对比,结果均优于地面勘测。根据三十多年来的实践体会认为,新线勘测采用航测遥感提高了质量和效益主要表现在以下几个方面:

1. 航测成图面积宽, 精度均匀, 质量有保证, 能从大面积多方案比选中优化出经济合理的最佳方案, 创造出优异的经济社会效益。

2. 航摄像片和卫星像片是地面情况的真实记录, 信息量非常丰富, 有利于地质、水文、站场、路基、施预等专业综合利用, 在室内作大面积调绘和判释, 丰富勘测内容, 提高勘测质量。

3. 利用航摄像片和卫片, 通过各种精密仪器在室内进行航测成图和判释, 可减少野外工作时间和劳动强度, 提高劳动生产率。

4. 利用国家既有航摄资料, 可降低航摄费用, 缩短航测周期; 利用像片作调查, 控制与搜集初测资料同步进行, “一次外业”搜集的初测资料完整、齐全、够用, 完全能够满足初步设计要求; 利用 1 : 5000 航测图作初步设计, 个别工点测制 1 : 1000、1 : 500 工点图, 能控制住工程数量和工程费。总之, 应用航测遥感技术是快好省地完成铁路航测设计的有效方法。

应用航测遥感技术, 不仅在新线航测中取得良好经济社会效益, 而且在既有复测中, 也发挥了巨大作用。如, 部颁《铁路技术管理规程》第19条规定: “铁路局对重要线路的平面及纵断面复测、限界检查, 技术复杂及重要的桥梁、隧道鉴定, 应不少于五年一次”, 但实际情况是, 全路几乎没有一个铁路局的复测工作, 能达到部颁《规程》规定的要求。由此可见, 我国既有铁路技术资料的缺乏和我国铁路复测力量、技术水平、仪器设备的不适应。不少铁路干线和枢纽至今没有完整、准确的图纸, 有的线还是五、六十年代的老资料, 根本不能反映既有线的现状。有的铁路建成十多年而无完整的资料。基础技术资料的缺乏状况, 严重影响既有线路的强化、改造和管理工作的顺利进行。六十年代初, 在京广线郑州局管内既有复测, 首次采用航测技术, 并以较快的速度完成 900 多公里的复测任务。1976 年河南大水灾使京广线漯河附近一段路基冲毁, 铁路断道。郑州局用专业院六十年代初测制的 1 : 2000 既有航测图进行抢修, 使京广线很快复道通车。

1985 年 2 月, 铁道部在北京举办了以铁路局主管既有复测的技术领导为主体的“铁路航测知识技术干部普及班”, 孙永福副部长亲临学习班作了重要讲话, 强调要在既有复测中推广应用航测技术。之后六年多来, 航测在既有复测中的应用得到很快发展, 先后在郑州、北京、广州、兰州、上海、呼和浩特、乌鲁木齐、沈阳和哈尔滨等铁路局管的既有复测工作中采用。采用航测技术, 迄今已完成一万多公里的既有复测任务, 这项工作至今还在进行。据采用航测技术进行复测任务较早较多的郑州局统计, 既有复测采用航测, 可以缩短复测周期, 比地面人工测量快 3 ~ 4 倍; 从复测成果质量上看, 航测图比人工地面测绘质量高得多; 而且通过调绘资料, 可检查、纠正、补充复测资料的错误和不足, 从而获得准确、详细的铁路带状地形图; 从复测经费上看, 采用航测, 招标采购, 比路局复测队自己干, 可节约经费 10 ~ 20 %, 大家一致认为, 采用航测技术是复测工作改革的方向。

既有复测应用航测提高了质量和效益主要表现在以下几个方面:

1. 加速既有复测工作。解放以来, 各路局先后成立了复测机构, 投入了大量人力、物力进行既有复测, 但由于测绘方法陈旧, 技术落后, 几十年来也未能满足部颁

《规程》的规定要求。大多数铁路局的复测资料陈旧,台帐和图纸不全。而一旦推广采用航测技术,即可迅速改变这种落后被动局面,达到部颁《规程》的规定要求。如,北京铁路局在“七五”期间,采用航测技术,全局重要线路的平面复测工作已基本完成。据广州铁路局统计:全局三千多公里既有线均采用航测,以广局现有人力,复测周期可从20年缩短至10年,仅枝柳线正线575km,由于采用航测比原计划提前三年半完成复测任务,速度提高一倍多,由此可以预计,全路五万多公里既有线,如果都采用航测,不但复测周期可以大大缩短,其工程效益也是相当可观的。

2. 有效地解决铁路用地测量工作。目前,全国正开始进行地籍测量及有用地登记,大比例尺测图工作量十分繁重,在既有线航测中可同时考虑铁路用地测量,满足地籍测量及铁路用地要求。

3. 提高复测成果质量和满足多方面使用的要求。据已推广采用航测的路局介绍,航测图除了起传统的复测平面图的作用外,还由于它测图面积宽,内容丰富,成果质量高,可提供给铁路局的设计院、计划处、保卫部门、基建处、房建处、土地办等有关部门使用。

既有线路病害整治应用遥感技术也有显著效益。泥石流是山区常见的一种突发性泥沙搬运现象,因为它暴发突然,历时短暂,破坏力极强,成灾率极高,轻则淤埋线路,重则桥毁车翻。每年汛期铁路深受其害。建国以来,铁路上发生的泥石流灾害日益增多,据不完全统计,迄今遭受破坏较大的泥石流灾害,已达170多起。这些灾害淤埋站场和冲毁站房20多起,冲毁桥梁120多起,淤埋隧道6起,以及堵塞桥涵、漫道、冲毁线路等,使铁路遭受巨大损失。

成昆线沙湾至沪沽段,应用遥感技术进行泥石流普查,面积约8000多 km^2 ,若按地面方法调查,至少需要3~4年才能完成所需成果,而利用遥感图像判释调查,只用了一年多时间即完成,提高工效2~3倍。该段通过遥感图像判释共确定出70多条泥石流沟,并区分为严重、中等和轻微三个等级。而在同一地段,同一时期,用常规地面方法调查,只确定出36条泥石流沟。在遥感判释确定的70多条泥石流沟中,约有一半提出了整治措施和建议,有的建议已付诸实施,避免了灾害的产生,有的正在进行整治。如,西昌铁路分局普雄工务段,根据遥感图像提供的信息和建议,于1985年下半年及时对活脚沟进行了整治,使1986年7月7日暴发的泥石流一万多方固体物质,顺利从桥下排出,避免了一次灾害性行车事故和100万元以上的经济损失。

近年来,专业院对“两宝”(宝成、宝天)铁路线两侧一公里内的斜坡变形进行了遥感图像判释。以宝天线为例,通过判释共发现涉及线路的滑坡为61处,崩塌为94处,而工务部门登记在册的滑坡和崩塌分别为15处和54处,相差较为悬殊。

利用不同时期航空遥感图像进行对比判释,对区域病害动态分析和单个工点分析均可取得令人满意的效果。如宝略段某一小区段,通过遥感图像判释对比,发现趋向稳定的滑坡有76处,占40.9%;不稳定的滑坡有107处,占57.5%;新生的滑坡有3处,占1.6%。从而得出,该区病害总的情况是趋向发展的。通过航片判释对比,认为该区段有10多个滑坡工点可能对铁路安全造成威胁。该情况已提供给铁路局有关部门。

既有线病害应用遥感提高了质量和效益主要表现在以下几个方面:

1. 查明既有线病害(如泥石流、滑坡)的数量、分布情况及其对铁路的危害程度,并进行分类。

2. 编制出既有线病害系列及图件现场验证图册。

3. 根据遥感调查资料情况,采取防范措施,减少或避免自然灾害造成的经济损失,确保铁路安全畅通。

三十多年来,铁路航测遥感在地形图测绘、铁路新线航测、既有线改建、重点工程施工,以及滑坡、泥石流病害调查等方面,都取得了显著的成就和效益,作出了不小的贡献。但是,在实际生产中推广应用航测遥感技术的比重还不大。这与我国人多,技术落后,资金短缺,劳动力便宜这一基本国情和现行体制密切相关。一般来讲,新技术推广或多或少都会遇到类似困扰。那么应该采取什么有力措施来广泛推广应用遥感技术,提高勘测质量和效益呢?建议与措施是:

1. 深化体制改革,开拓航测遥感技术市场和商品市场,把铁路航测遥感生产转入有计划的商品经济轨道。建议全路既有线复测和病害调查,由部计划和工务部门统筹规划,逐年安排,在近几年内,全部航测一遍,实现部颁《规程》规定要求,建立健全全路既有线基础技术资料体系,提高既有线路的强化、改造和管理水平。

2. 加强管理和技术立法。凡技术上有实行航测遥感的条件,经费上有保证,而拒不推广采用航测遥感技术的勘测设计,不能评为部级优秀设计。从而推动铁路航测遥感技术在铁路工程建设中的普遍应用和发展,以提高全路的勘测质量和效益。

3. 根据生产发展需要和财力条件,有计划地进行航测遥感仪器装备的补充、改造和更新。加强调查研究,摸清情况,明确方向,确定规模,选好类型,制订铁路航测遥感仪器装备“八五”规划,有重点地装备必要的仪器设备,形成合理的梯度结构,做好消化、吸收和创新工作。