

# 论 施 工 工 程 地 质

铁道部第三工程局 郭鸿钧

关于施工地质问题的提出少说也有十年了。但施工地质至今没有真正开展,而这段时期,施工现场由于工程地质问题频频发生的生命和国家财产的巨大损失又着实令人痛心。很多严重的事故实际是由很简单的工程地质问题造成的。如果施工中有工程地质的责任者,我们本不应该一次又一次地付出这样惨重地代价。笔者很想把这些事例介绍出来,呼吁施工地质的实施。但是这样的呼吁随着施工地质的提出也有十年了,就开展施工地质已经变为大家的共识,目前是要使施工地质,尤其是隧道施工地质早日实施应该做些更实际更有效地工作,这就是本文的目的,目的和实际往往有差距的,由于笔者认识水平低,差距可能更大。

## 一、施工工程地质的概念

尽管施工地质一词在铁道、水电等工程系统都在使用,但对它确切的概念却很少研究,这是影响施工地质工作正确实施的重要原因。施工地质是从工程地质派生出来的。因此我们不得不重复工程地质的概念,《辞海》对“地质学”一词是这样解释的:“一门研究地球的科学。主要研究地壳的组成物质,各种地质作用,以及地球形成和发展的历史及其在国民经济建设中的应用等。地质学有许多分支,如研究地壳组成物质的矿物学和岩石学,研究各种地质作用的动力地质学,研究地壳变动的构造地质学,研究地球形成和发展历史的地史学(历史地质学),研究地史时期中生物的形态,分类和演化等古生物学,研究海洋地质现象的海洋地质学,以及应用地质学的各种原理着重解决实际问题的矿物地质学、石油地质学、煤田地质学,工程地质学,水文地质学等,此外还有界于地质学和其他自然科学之间的这些科学,如天体地质学,地球化学,地球物理学等。”

可见工程地质学不是一门独立的学科,它仅是应用地质学中各分文学科原理,以解决工程中实际问题的一门技术,或称之为应用科学。科学和技术是有区别的,科学是指人类对自然规律的认识,属于知识形态,是潜在的生产力,技术是运用知识的物化劳动,是直接生产力,例如工程地质要解决人类工程活动中地质体及其建立在地质体上的工程结构物变形与稳定判定技术方法,工程活动对自然地质环境影响判定的技术方法等。

工程地质本身也有许多分支,例如:按地质因素特点及与人类工程活动构成特殊的相互制约关系,特殊的运动规律,工程地质还可分为滑坡工程地质、泥石流工程地质、隧道地质、路基地质等。工程地质工程中使用的各种调查,试验技术,主要的是研究工程地质运动规律的手段,并不是研究活动规律本身。因此严格说,调查和试验方法不能属于工程地质科学的范畴。现在要论述的施工工程地质是相对于设计阶段的地质工作而提出的。是工程地质工作的两个不同的阶段,在研究对象,工作目标,以及理论方法上二者是完全一致的,因此施工

地质是一个工程地质管理工作。《铁路工程地质技术规范》(TBJ12—85)7.1.1条,对施工工程地质是这样陈述的“施工工程地质工作任务主要是:一及时预测和解决施工中遇到的工程地质问题,以利施工顺利进行。二施工过程中,核实、修改设计图中的地质资料;编制竣工工程地质图表说明,为养护维修及改建、扩建积累资料。”基本说明施工地质是个管理概念。

但是7.1.1条在施工地质的必要性、必然性与设计地质的内在联系上,似乎故意给人以模糊,使人看不清施工地质的真正内涵,因此不利与施工地质的开展。

施工工程地质一词的提出并不是遥远的事情。它的来龙去脉是很清楚的,简单地说施工工程地质的提出,是因为仅有设计地质工作,不能适应设计和施工的需要,尤其不能适应隧道设计与施工的需要,并由此造成施工中的许多安全、质量、进度、经济效益上的巨大损失。因此必须在施工阶段继续地质工作。基于以上原因,笔者认为原规范7.1.1条应该对施工地质工作任务这样叙述:

施工地质是设计阶段地质工作的继续,起着进一步完善设计阶段地质工作的作用,更有效更准确地指导设计和施工。

这样的陈述能使人比较清楚地了解施工工程地质与设计工程地质的必然联系,是一个工作整体、是工程地质一个不可逾越的工作阶段,它的技术性能,以及作为工程地质工作的管理概念的实质。

在对施工工程地质的认识上、水电系统似乎比铁路系统更深刻些:铁三局承担的山西省引黄入晋输水隧道工程中,在设计总说明中(该设计是水电部天津设计院)把施工前的设计称为预设计,施工中的设计为最终设计。预设计是根据设计工程地质资料作出的,最终设计是根据施工地质资料(包括各种量测资料)做出的。

总之施工地质是工程地质工作的管理概念是不应该有争论的了。本文将从管理科学角度论述施工地质的有关问题。

## 二、工程地质运动认识上的飞跃

施工地质的产生不是偶然的,是人们对工程地质运动认识不断深化的结果。

### 1、施工地质是隧道工程施工现场正反馈的结果。

人类利用地下空间的历史有几百万年,修建隧道的历史也有二百年,中国自1891年修建第一座隧道至今也有一百余年了。但隧道建设的全过程仍然是以经验为指导的劳动。根本原因就是作为隧道工程理论基础的工程地质学不成熟,以至在隧道施工中发生生命和财产损失的惨痛事故屡见不鲜。

对于这些现象,人们一直认为是工程地质学本身技术落后造成,于是多年来始终是在加强工程地质技术研究,包括人材培养,新的技术理论方法的研究,各种先进勘察设备的引进,研制和使用。

现在许多大学和中专等学校先后成立了工程地质专业或工程地质系,一批批工程地质的专业人员补充到勘测设计队伍中来,据有关资料统计:1952年铁路工程地质人员仅有3人,54年发展到70人,91年发展工程地质人员有1500人,勘探工人有2000余人,勘探设备52年仅有钻机一台,54年增加到45台,现在不但钻机数量上已到365台,而且功能、质量、

品种上也远比过去提高了。另外还有物探设备 130 台,遥感设备等。在隧道围岩稳定规律的研究上,发展制定了新的围岩分类方法。学习引进了新奥法理论,学习和引进了围岩变形量测的反分析技术,经验反馈技术,有限元法,以及其他工程地质方法等。但这些加强并没有在施工中起到应有的效果。铁道部西南研究所陈成宗在“隧道工程地质与岩体力学的进展”一文中说:“工程地质与岩体力学仍然存在着一些突出的问题急待研究解决:1、隧道修建过程中围岩失稳坍塌事故仍较频繁。成昆线 415 座隧道中近百座发生过较大规模坍方。大秦线有 10 处坍顶开天窗、大瑶山、南岭隧道也因围岩失稳影响施工顺利进行;2、水害危及隧道的安全约占我国运营隧道的 1/3,因隧道开挖引起地区环境水枯竭的事例屡有发生;3、复杂地质条件,特别是软弱围岩与之相适应的施工方法不多,最根本原因是我们对各种软弱岩体的特性还研究不够,认识不清。”

成昆线是六十至七十年代的工程,大瑶山、南岭、大秦线是七十至八十年代的工程。九十年代呢!据中国铁路工程总公司 1991 年 615 号文:“近来,隧道围岩坍方事故急剧上升,对隧道施工安全威胁极大。”据统计 91 年宝中、侯月两线隧道业发生较大坍方 144 次。91 年 8 月 10 日宝中线,庙台子隧道坍方死亡人数 23 人。据铁道部劳安 1993 年 37 号文,93 年 2 月 11 日,云南省,广(通)一大(理)地方铁路黄土坡隧道,在进口 9.5m 处,因隐蔽的岩体失稳产生滑动,挤压悬臂拱围,使之突然断裂坍塌,砸死 5 个,重伤 2 人,轻伤 3 人。

铁三局在宝中线承建的 11 座隧道,总延长 6.11km,据统计 91 年因各种工程地质问题造成损失为 107.59 万元,92 年为 122.60 万元。侯月线鱼天隧道因坍方损失了 262 万元。

《铁路地路专业的主要技术难关和发展方向》一文说得清楚,无论是技术人员还是工人,文化水平比五六十年代都大幅度提高了(指设计单位从事地质工作的人员。笔者注),技术装备更是鸟枪换炮。但是从大量的工程事故中又明显地让人感到,工程地质工作“薄弱”状况没有根本改变。于是才反思,才意识到仅靠“加强”工程地质技术本身效果是事倍功半。还有一个比技术更深一层的因素制约着工程地质学的发展和作用的发挥,这就是管理。工程地质缺少一个至关重要的管理阶段。这就是施工阶段的地质工作。

要想知道梨的滋味,仅仅靠尝一尝的简单实践是不行的,必须有正确的程序和方法,管理就是认识事物的程序和方法,管理的科学基础就是基于对客观事物运动规律的认识上,只有建立在正确管理上的实践才能获得正确的认识。

管理研究和技术方法研究都是实践,都是认识客观事物方法,因为前者比后者更深刻,所以更重要。

## 2、施工地质是地下工程设计理论发展的结果。

通过大量的工程实践,人们发现地下工程采用“荷载~反力”模型进行支护结构设计不符合真实的工作情况。于是出现了信息化设计方法。这种设计方法特点之一是围岩信息在施工中获得,设计在施工中进行。据悉,越来越多的人认为这种信息化设计方法是联系理论计算和经验方法的一个桥梁,是完善隧道工程设计的一个重要途径。无疑这种设计方法的实施必须配有施工地质工作。

信息化设计理论和方法是来自大量工程实践,这个实践主要是施工办法。工程地质是研究人类的工程活动与自然地质之间相互影响,相互制约的规律学科。这种相互制约影响的

运动主要发生在施工中间,由于自然地质的复杂性,目前室内很难模拟出来,因此研究它们相互制约影响的规律,还需要做大量工作去完善它,主要途径仍然要通过施工过程不断的检验、实践来完成。总之无论是工程地质技术理论的发展还是新的设计理论方法的生产和发展都必须通过施工实践,主要是施工地质工作实践。

我们现在主要使用的工程类比的经验设计方法也要不断发展,工程类比法发展的基础是要不断积累施工中的地质资料及有关的其他工程资料。没有施工中大量详实的资料、工程类比的经验设计方法就不可能向高级阶段发展。尽管我国是世界上隧道最多地质最复杂的国家之一,但是我们积累的资料却是世界上最少的最不系统的,以至于在隧道施工中出了严重工程安全或质量事故,都没有真实可靠的资料进行分析。过去我们花了很多钱用在工程地质技术的研究上和建设上,但却忽略了工程地质工作的管理研究。这是一个很大的失误,施工地质的提出说明对工程地质认识的进步。

### 3、用系统科学的观点看施工地质

系统论是科学的认识论,其核心是整体运动中去认识一个事物。隧道工程中的设计和施工是一个整体,一个系统,理由是:

运行目标的一致性:符合一定的技术标准的高效低耗地修建隧道。

生存上的相互依赖性:设计与施工共同对产品负责。

运动原则的相同性,但是现存的工作体制却人为地把二者分家,于是在隧道生产过程中便出现一系列畸形现象。

施工地质的出现把设计与施工有机地联系在一起。工程地质、设计与施工工作贯穿于工程的全过程,这反映了岩土工程的一大特点,但是这种联系仅只是一种技术管理措施上的联系,真正把设计、施工组合为一个系统,还需进行一系列工作体制的改革。

因此工程地质的发展,第一需要一个科学的工作体制,第二需要一个科学的管理制度,第三工程地质本身的技术进步。

### 三、工程地质管理工作的不封闭性

封闭原理是保证管理的有效的基本理论。封闭原理是指一个系统内的管理手段必须构成一个连续封闭的回路。

管理的核心工作是控制,失控现象反映管理失去功能。控制是指对系统运行目标的控制,没有反馈就无法控制,而没有管理的封闭性就失去信息的连续性,就无法进行反馈,控制也就失效。

只有设计地质,无施工地质,是管理上的不封闭,设计地质工作质量不能有效的反馈,因此无法进行分析和控制。

铁路地质和路基工程科技情报中心李峰亮同志在《铁路地路专业的主要技术难点和发展方向》一文(91年10月)介绍说:“从总体上说,铁路的基础地质资料目前可应付设计和施工的需求,但其建筑性和可靠性与实际需要之间还有比较大的差距,而且有质量下降的趋势。(所以所谓“可应付设计和施工的需要”仅仅是数量上的。而质量方面的要求还有较大差距。本文注)更有甚者,根据‘估计学’,绘制‘神仙断面’,制造‘神奇钻探原始记录’的现象,近

年来已不属偶然”。“当前钻探质量的情况非常令人担忧,有些情况十分严重,比如岩心采取率低,进度尺寸量错,岩心次序倒置,漏取样品,漏作标贯,管钻混层,记录和孔内试验不合要求等情况相当普遍。尤其是弄虚作假,谎报钻探深度,伪造钻探日记的情况各院(指各设计院)都有发生”。

以上现象的出现。而且越来越严重的发展趋势正是管理不封闭造成的。施工地质可以克服这一现象,提高工程地质管理的有效性。

#### 四、施工地质与新奥法

新奥法的理论基础是岩体力学。主要观点是把围岩视为承载结构的一部分。而这部分承载结构作用的发挥须遵循一系列设计和施工原则。这一系列的原则都只能在施工过程中根据实际的工程地质条件进行的使用,因此在组织管理上必须是以工程地质为核心的设计与施工一体的工作模式。因此新奥法施工不但必须配有施工地质,而且是指导设计和施工的核心。

如果没有以工程地质为核心的设计与施工一体的工作体制,新奥法即成为没有灵魂的形式。形式是死的没有生机的,因此没有变化,更不能发展。铁路隧道工程中的新奥法几十年来没有长足发展,根本原因是形式多。

新奥法的理论原则与技术原则必须与企业的经营原则相一致。这两个原则的相一致才是系统的最佳状态。搞技术理论的往往强调前者,搞经营的往往强调后者。便如围岩是承载结构,隧道开挖施工中应流尽量减少对它的破坏。尽量到何程度是个技术问题也是个经营问题。两者和协的基础是满足技术标准情况下的最低开挖费用支出。这也是系统的最佳运行状态,这个最佳状态的保持,关键要有高质量的施工地质工作为指导。

因此总的来说,新奥法对工程地质工作提出了两项要求:①指导设计与施工,把新奥法的理论原则与企业的经营原则相结合,使工程处于最佳状态。②在工作形式上,要求在施工中间有效地进行地质工作。

#### 五、论开展施工地质目前存在的问题

尽管施工中,尤其是隧道施工中迫切需要施工地质工作,尽管施工地质工作日益被重视,尽管施工地质工作写入了铁路行业技术标准,但是真正开展施工地质工作还存在很多困难。

(1)传统的工程地质工作习贯和思想是阻碍施工地质正确开展的原因之一

例如认为施工地质就是在施工阶段让施工单位派几个技术人员收集一下地质资料,测量一下围岩变形,提提建议,就是一种表现形式。

产生这种情况的原因有二,一是施工地质尽管早已提出,二是对于它与设计地质的区别:它的作用还没有认真的研究过,这样人们自然很习惯地用传统工程地质的工作形式来套施工地质。

传统工程地质的最大特点是分工过细,工程地看人员不但不参与设计和施工,就是本部门之间钻探、物探、原位测试、水文地质,工程地质之间也彼此分家。这样工程地质在设计阶

段的作用往往仅是设计配角和辅助。这种情况在设计阶段也许是合适的。在施工阶段则是完全不允许的。在施工中,施工地质作为施工生产中的一个环节,必须具备生产力的性能,必须能有效地指导设计和施工,起到保证施工安全,提高工程质量,加快施工进度,增加经济效益的作用。这样施工地质才有存在的价值。否则施工企业是不欢迎的。勉强存在也仅仅是形式。对此我为在山西省引黄入晋工程10<sup>#</sup>输水隧道施工中有深刻体会。在当前这种工作体制情况下,设计地质是直接盈利的手段,施工地质是一种技术管理工作,是间接盈利手段,这是两者的重要区别。

第二,施工地质尤其是隧道工程中的施工地质真正的实施,它的地位是对设计、施工的指导,是核心和灵魂的作用,它将十分机动灵活地引导工程自始至终处在最佳状态中运行。工程地质的巨大潜在的生产力功能将得以充分发挥,设计地质的附属地位,设计的辅助作用相比之下相形见绌。大量的有价值的学术论文和科研成果都将结在施工地质的大树上,设计地质的固有不足将进一步暴露,这种前景无疑是对传统工程地质工作的一个很大刺激,因此传统工程地质思想会不觉地进行影响。

### (2) 人员的困难

施工地质的开展需要一批具有较丰富的工程地质工作经验同时又了解设计和施工的工程技术人员。由于传统工程地质工作制度使具备这方面才干的地质工程技术人员不多。因此施工地质的真正开展是需要一个过渡阶段的。

### (3) 工作体制的困难

施工地质的实施是对传统工程地质工作体制的改革,因此涉及的问题较多。这些问题的解决,根据以往经验,并非朝夕之事,因此施工地质目前只有在小范围,个别工程中能开展。

施工地质代表了工程地质发展的正确方向。它是应商品经济之运而生,自然也能应商品经济之运而长。困难是有,但是必然随着商品经济的发展到时自然会消失。

生产力从某种意义上说就是生存力,生存的力量是无比的,施工地质代表着工程地质的生存力,因此施工地质的生命力是巨大的。

## 参 考 文 献

- |                       |     |
|-----------------------|-----|
| 1. 隧道工程地质与岩体力学的发展     | 陈成宗 |
| 2. 隧道设计理化的进展          | 王建宇 |
| 3. 铁路地路事业的主要技术难点和发展方向 | 李峰亮 |