DOI: 10.3724/SP.J.1224.2017.00236

工 程 哲 学

隧道及地下工程若干工程方法问题的哲学反思

马时强[1, 2]

(1. 四川建筑职业技术学院 铁道工程系，成都　610399；
2. 西南交通大学 地球科学与环境工程学院，成都　611756)

摘　要: 将哲学指导工程实践作为出发点，运用马克思主义唯物辩证法并从工程的本质特征及工程伦理的视角对隧道及地下工程若干工程方法问题进行了哲学反思。包括：运用唯物辩证法的对立统一规律并结合工程案例对处理地下工程中围岩和地下水等问题所采用的“放”与“抗”、“排”与“堵”等工程方法进行了哲学反思；运用对立统一规律并从科学、技术、工程的关系角度探讨了钻爆法隧道修建理念的演变规律；运用矛盾分析法、否定之否定规律并从工程伦理的角度探讨了钻爆法隧道开挖方法的演变规律。通过对以上工程方法的哲学反思，将问题上升到深刻的哲学认识层面并对工程方法的选择提供了借鉴。

关键词: 隧道及地下工程；工程方法；唯物辩证法；哲学反思

中图分类号: N031　　**文献标识码**: A　　**文章编号**: 1674-4969(2017)03-0236-07

引言

哲学作为世界观和方法论的统一，不仅负责陈述人们对整个世界总的看法和根本观点，还要为人们提供认识世界和改造世界的方法。正如恩格斯所言，“人的智力是按照人如何学会改变自然而发展的”。可见，哲学的精髓和意义在于指导实践。在哲学领域中已经有科学哲学和技术哲学这样的哲学分支，近年来工程哲学也已成为新的哲学分支[1]。不同学者从不同角度阐述了工程的定义及工程哲学的研究内容，并试图揭示出工程的内在联系和一般规律，对工程知识和工程实践经验做出了高度的哲学概括[2-5]。工程越是发展，越需要从哲学的高度认识和把握。21 世纪是隧道及地下工程大发展的时代，伴随着浩大的工程建设，出现了更多、更好的理念和方法，同时也积累了丰富的经验和教训[6]。哲学是智慧之学，而智慧是对事物变化与发展趋势的预见[7]。本文将在马克思主义唯物辩证法、工程本质特征与工程伦理等工程哲学理论的指导下，对隧道及地下工程修建的工程方法问题展开哲学反思，进而提炼出这些方法及理念的变化与发展规律。

修建隧道及地下工程需要面对围岩和地下水两个主要对象，隧道及地下工程就是与“水”斗，与“围岩”斗[8]。二者到底是“敌”还是“友”，到底应当“排”还是“堵”，应当“抗”还是“放”？钻爆法历经传统矿山法、新奥法、新意法以及挪威法等开挖支护理念的演变，这其中究竟有何发展规律？钻爆法开挖方法种类繁多，这些开挖方法的演变规律及选择原则是什么？以上这些问题将通过哲学反思，将其上升到深刻的哲学认识层面。

1　关于围岩和地下水的哲学反思

1.1　问题的提出

在千变万化的地质及水文条件下，隧道及地

收稿日期: 2017-01-21; 修回日期: 2017-03-27
基金项目: 四川建筑职业技术学院 2014 年院级科研课题专项资金“软弱围岩大变形预警模型及锚杆支护优化研究”(20140114)。
作者简介: 马时强（1982–），男，博士研究生，讲师，研究方向：软岩隧道施工。E-mail：msqswfc99@163.com

下工程开挖和支护技术也随之千变万化，但技术的变化总是围绕“围岩”和“地下水”两个主要对象而变化。隧道的开挖必然导致围岩向洞室内部的收敛变形，甚至塌方或大的变形破坏。为确保隧道安全，是“抗”，还是“放”？在开挖处于地下水位以下的隧道时，可能发生涌水现象。为了解决地下水问题，是“排”，还是“堵”？城市地下空间的开发已成为城市发展的主要方向，大型地下停车库、地下商业城、地下枢纽工程越来越多。这类地下工程有时没有规划设计地面结构或上部结构荷载较小。当地下水位较高时，为了解决结构抗浮问题，是“抗”，还是“泄”？以上这些问题均是大力发展隧道及地下工程必须面对的重要问题。

1.2 哲学反思

隧道开挖，围岩应力重分布可能导致洞室失稳。在满足环境、工期、功能等要求的前提下，使用最经济的方法确保洞室相对稳定是需求者主体的主要价值取向。“抗”和“放”构成了围岩支护理念的矛盾体。但从内外因关系分析，围岩本身是内因，而外部支护是外因。内因是事物发展的根据，是第一位的原因。因此，在选择“抗”与“放”时，应该首先考虑围岩本身条件。围岩条件好，在变形不大的情况下依靠自身强度就可以稳定，从经济的角度考虑，以“放”为主充分发挥围岩的自承能力是合适的。这也是新奥法的核心理念。围岩条件差，其自身强度无法适应应力重分布带来的应力集中，此时，似乎选择“抗”是无可厚非的。但必须注意两点：其一，此时的“抗”也是有条件的，从经济的角度出发（工程问题一定需要时时、处处考虑在边界条件下的最优化）应该适当地“放”以发挥围岩的自承能力，然后再适时适度地“抗”。此时的“放”也是为了更好地“抗”，体现了在对立中把握同一，并创造条件保持统一或促使转化；其二，“抗”与“放”对围岩的稳定而言都属于外因，外因需要通过内因起作用。当围岩自稳性很差时，也不能一味地“抗”，此时需要从围岩这个内因入手进行围岩加固处理。例如工程上采用的超前预支护及预加固技术。此外，当围岩强度很高，自承能力很强，但同时处于高地应力条件下时，也不能简单地“放”，也要对围岩这个内因采取必要的地应力释放、降低围岩强度的措施，否则可能发生岩爆。

在地下水位以下修建隧道及地下工程必然打破地下水原有的运移规律。任何事物都是以系统方式存在，地下水的运移规律被打破必然对整个系统造成影响。这种影响包括：对地下水利用的影响；对自然环境、动植物生态系统的影响；对地层、结构物的影响等。因此，在考虑地下水对策时就不能只将目光集中在工程结构物本身，还应注意任何工程都是为人而造，需要满足人的多方面需求。工程不仅要与自然和谐，也要与人和谐[3]。这就要求在考虑对策时，既要坚持“两点论”，又要坚持“重点论”。首先分析打破地下水运移规律可能发生的后果及其风险，进而抓住主要矛盾以便选择相应方法。具体来讲，在选择地下水对策时应当做到：（1）首先确保施工作业安全、顺利进行；（2）尽量减少对周围环境的不利影响；（3）“排”与“堵”的选择需抓主要矛盾，如：城市隧道地下水位的改变将带来诸多不良后果，应以“堵”为主；（4）充分考虑需求者的价值取向，在一定边界条件下（工期、造价、环境等）多方案比选优化[1]。

典型案例[9]：深圳市益田村地下停车库上部荷载较小、地下水位高，结构抗浮问题尤为突出。以“抗”为理念的抗浮措施主要包括：抗拔锚杆、抗拔桩以及压重抗浮。从实际出发，抗拔锚杆和抗拔桩的主要缺点是在基坑底面以下 20～30m 的地下空间内被永久性锚杆或桩体侵占，不利于地下空间的持续开发利用，且一次性投资较大。压重抗浮将明显减小车库的竖向空间。单纯的“泄”将导致地下水资源浪费、周围地基沉降并增加长

期抽水运营费用。该工程采用“抗放结合”的理念，测算出充分利用结构自重的前提下，需要降低的地下水位，从而确定与反滤层、盲沟连通网管中的立管高度。当地下水水头大于立管高度时，地下水绕过地下连续墙，经结构底板的反滤层进入立管、水平管并进入设置在车库两侧的溢流池，从而形成动水压力，减小浮力，达到抗浮目的。蓄水池所收集的地下水，用于整个小区的绿化灌溉和回灌地下水，使地下水得到循环利用，节约了宝贵的水资源，同时也避免了地基沉降。

上述案例中，在充分利用结构自重进行“抗”的同时，结合地下水的排泄（“放”），以“抗放结合”的方法实现地下水抗浮设计。“抗放结合”是在对立中把握同一的体现；突出环境友好性和经济性是方案选择的主要矛盾，实现地下水的循环利用是矛盾的主要方面；在抗浮设计中，浮力本身是内因，抗浮力是外因，但不管外因作用有多大，都必须通过内因才能发挥作用。通过降低地下水位来作用于抗浮设计的内因，使得抗浮设计变被动为主动。

综上所述，隧道及地下工程就是与“水”斗，与“围岩”斗，是“斗”就得讲究策略与艺术，不能将其完全当作敌人来对抗。正如英国前首相丘吉尔所说：“没有永久不变的敌人，也没有永久不变的朋友，永久不变的只是我们的国家利益。”在与围岩和水的斗争中，同样没有永久不变的朋友或者敌人，永久不变的只有在一定边界条件下的方案优化。隧道开挖面临的洞室变形以及地下水问题，是“抗”还是“放”应坚持从围岩（地下水）本身这个内因出发，在考虑需求者主体的价值取向条件下，善于抓住主要矛盾，努力寻求“抗”“放”这对矛盾体的统一面，进而得到最优方案。

2 关于钻爆法不同工法理念演变规律的反思

2.1 问题的提出

钻爆法（以钻孔、装药、爆破为开挖手段的隧道施工方法，也称矿山法[8]）作为全地质型隧道施工方法，是我国山岭隧道应用最广的隧道施工方法。在长期的生产实践中，钻爆法演化出传统矿山法、新奥法、挪威法及新意法等具体修建工法。传统矿山法是以木或者钢构件作为临时支撑，待隧道开挖形成后，逐步将临时支撑撤换下来，而代之以整体式厚衬砌作为永久性支护的施工方法。新奥法是以保护和发挥围岩自承能力为核心，以喷射混凝土和锚杆为主要支护手段，通过监控测量控制围岩变形适时调整支护参数，充分发挥围岩自承能力的施工方法。挪威法由正确的围岩评价、合理的支护参数和高性能的支护材料三部分组成的一种经济而安全的隧道施工方法，其围岩评价体系主要采用巴顿 Q 系统进行围岩分级；隧道支护参数通过隧道施工中的观测和测量记录所求出的 Q 值来选择；支护材料通常指高质量的湿喷钢纤维混凝土和全长粘结型高拉力耐腐蚀的锚杆。新意法是通过对隧道掌子面前方超前核心土的勘察、测量，预报围岩的应力–应变形态，并依据隧道开挖后围岩稳定、暂时稳定、不稳定划分为 A、B、C 三种类型，在此基础上进行信息化设计，确保隧道安全穿越各种地层和实现全断面开挖的一种隧道设计、施工方法。这些工法的背后都隐含各自的理念，各类文献以介绍各种工法的适用性和差异性为主，较少探讨各种工法理念演变的内在联系和统一性[10]。只有从根本上认识到这些工法理念发展演变规律，才能灵活运用这些工法，而非教条式地照搬。下面将从哲学层面更加深刻地把握钻爆法修建理念的演变规律。

2.2 哲学反思

20 世纪 60 年代以前，隧道设计、施工的理念是通过支撑和及时衬砌去支撑和抵抗围岩的压力和变形，即通过增加支护结构强度、刚度实现“硬扛”的传统矿山法理念。20 世纪 60 年代，隧道设计、施工理念发展为通过加固围岩和利用围岩

的自承自稳能力的新奥法理念。70 年代以后，分别出现了强调以锚杆、湿喷混凝土为代表的主动支护措施为理念的挪威法及以超前约束为理念的新意法。

科学、技术和工程三者的逻辑关系是：前一个方面的问题是后一个方面的问题的逻辑前提，而对后一方面的研究又可以深化对前一方面的认识[11]。传统矿山法在科学层面的机理是将稳定建立在对围岩“松弛荷载”的支撑概念上。在技术层面采用钢木构件支撑类似地上的“结构-荷载”力学体系，并将其作为一种维持隧道稳定措施。该工法直观有效，且易被施工人员理解和掌握。但由于衬砌的设计工作状态和实际工作状态不一致，以及临时支撑存在的一些缺陷，钢木支撑的发展和应用在一定程度上受到限制。而这也就推动了技术层面的改良乃至科学层面的新认识。新奥法、新意法及挪威法在科学层面的机理是应用现代岩体力学理论，以维护和利用围岩的自承能力为核心。三种工法的科学理念是一致的，但是由于实现这种科学理念的技术手段在不同的外部约束条件下（经济、产业、材料、工艺、机械装备、围岩特征等）各有不同，进而出现了新奥法、新意法及挪威法等不同的工法。要利用围岩的自承能力，必然要求采用柔性支护结构，而锚喷柔性支护是实现以上科学理念的技术基础，因此三种工法都选择了锚喷支护。简言之，传统矿山法与其余三者在科学理念层面有根本的区别，而后三者的科学理念是一致的，技术层面则是以柔性的锚喷支护为基础的同时又存在操作上的差异。这种差异源于围岩特征、经济、产业乃至社会等外部条件。正因为新奥法、新意法及挪威法的科学理念和技术基础是一致的，所以这三者在发展过程中将相互吸收取长补短，而无所谓先进落后，这也是矛盾同一性的体现。

辩证法的两点论，首先承认事物的发展是矛盾双方相互作用的结果，在研究复杂事物发展过程中，既要看到主要矛盾和矛盾的主要方面，又要看到次要矛盾和矛盾的次要方面。重点论要求着重把握主要矛盾和矛盾的主要方面，而非均衡看待矛盾双方。在隧道建设实践初期所采用的传统矿山法，就是将围岩视作荷载，支护结构抵抗荷载并确保安全（即围岩稳定）成为主要矛盾，因此大刚度和高强度支护结构是该阶段隧道工程的典型特征。随着隧道建设实践的发展，经济性、环保性以及围岩条件的复杂性逐渐成为主要矛盾。因此，充分利用围岩的自承能力，进而减少外部支护措施的工法得到发展。“早进晚出”、“控制爆破”、“监控量测”等现代隧道技术都体现出了环保的诉求。此外，挪威法更加适合硬质岩，新奥法及新意法更适合软质岩。当然，从两点论出发，这些工法同时也兼顾到了不同围岩的适用性。

由内因和外因的辩证关系可知：内因是事物发展的根据，是第一位的原因；外因是事物发展的条件，是第二位的原因，但在一定条件下，外因可以对事物发展起决定性的作用；外因通过内因起作用。隧道开挖，在围岩的稳定问题中，显然围岩本身是内因，而外界支护，尤其是被动的支护是外因。为解决隧道开挖引起的围岩稳定问题，应当首先立足于保护、加固围岩进而利用围岩。同时作为外因的外部支护是促进围岩稳定的条件，也应引起重视，让其积极地配合围岩，通过围岩发挥作用并与围岩一起共同提高围岩的稳定性。例如：对松弛带岩体，开挖后采用喷射混凝土和锚杆进行支护，从理念上是从内因入手加固和保护围岩而非支撑围岩。用锚喷加固松弛带的岩体后，松弛带力学形态好转，且只要加固松弛带靠近临空面的部分就能促成深部压密区的巩固，进而保持围岩自承体系的稳定[12]。以上分析表明：现代隧道支护技术应当注重保护围岩、通过主动支护技术加固围岩，让支护结构与围岩协同工作。新奥法中的锚喷支护、早进晚出、控制

爆破、超前预支护等技术就是充分发挥围岩这个内因作用的具体表现。挪威法为了充分认识围岩这个内因，花费较多费用在相对精细化的围岩分级上，并充分发挥长锚杆和钢纤维喷射混凝土的主动支护作用，而弱化钢支撑及二次衬砌等外部支护的功能。这也是重视围岩这个内因的表现。如果说新奥法对围岩的加固重点还集中在开挖后的洞周围岩，那么新意法则更加强调对开挖面前方核心岩土体的加固。显然后者的加固理念更加先进，但它同时又需要更加先进的施工机械及施工技术作为保障。当然，在一定条件下，外因可以对事物发展起决定性的作用。例如，在围岩条件很差又不便于超前预加固时，型钢拱架这种被动的外部支护结构的应用也是必要的，甚至对围岩稳定是起决定性作用的。总之，从传统矿山法到新奥法、挪威法及新意法，其理念的演变规律是：从不重视内因（围岩）到愈发重视内因（围岩）对隧道稳定的重要性。这也符合内因是事物发展的根本原因的一般规律。

综上所述，从工程哲学的角度来看，工程的发展将不可避免地受到科学和技术的深刻影响；同样，工程的发展也将受到产业的发展特别是产业的价值取向的深刻影响[13]。不同工法的科学理念和技术手段可能有先进和落后之分，但是落实在具体的工程上，选择哪种工法，需要结合当时、当地的外部约束条件，进而获得方案的最优化，而非片面追求一种事物完全取代另一种事物。在选择钻爆法施工工法时，应当认识到这首先是工程问题，而非科学技术问题，工程问题没有标准答案，只有在一定外部约束条件下的最优解。

3 关于钻爆法隧道开挖方法演变规律的反思

3.1 问题的提出

解决隧道“围岩”的问题主要就是解决好“开挖”和“支护”的问题。决定开挖方法的最重要的因素是开挖面的稳定性。开挖后的围岩不稳定，是难以施工的，这是选定开挖方法的前提条件[8]。从隧道施工实践看，这些开挖方法包括：全断面法、分部开挖法（含环形开挖预留核心土法、单侧壁导坑法、双侧壁导坑法、中隔壁法、交叉中隔壁法等）、台阶法以及机械开挖与分部开挖相结合的方法等。如何从哲学层面认识这些开挖方法的演变规律，进而更好地理解和选择开挖方法？

3.2 哲学反思

将钻爆法隧道开挖方法作为一个工程决策问题来看，主要是处理协调好安全、进度、投资以及环保等目标的关系。对于一项工程来说，通常不能说哪个目标最重要。同一个隧道工程项目，在不同的阶段，这些目标的重要程度是不同的；一个隧道工程项目置于不同地方以及不同的历史时期修建这些目标的重要程度也不相同。利用自然规律、结合自然条件和当时的人员、机械化水平，在区分以上目标重要顺序的前提下，选择最优的开挖方法。若将自然规律以“天”代之；将自然条件以“地”代之；将人员、机械水平等以“人”代之；将历史时期以“时”代之，则在“天地人时四维一体”条件下，寻求上述目标对立而统一的最佳结合点才是选择隧道开挖方法的辩证思维。

在隧道建设的早期，安全目标（也即确保开挖面的稳定性）是主要矛盾，在机械化水平不高的情况下，围岩优劣成为选择开挖方法的决定性因素。因此，在开挖后，围岩能够自稳的场合，多采用全断面法。不稳定的场合，则多采用分部开挖法。分部断面的大小和数量又取决于围岩的动态稳定情况。随着隧道施工技术的进步，围岩加固补强方法的更新以及快速施工对大型机械的要求，选择大断面或全断面开挖的方法又逐渐成为主流。这同时也是进度目标逐渐成为主要矛盾的时代要求。这也表明在选择隧道开挖方法时，围岩条件不再是唯一的条件。例如，通过加固开

挖面前方岩土体甚至采用预切槽技术在软弱围岩中实现全断面法开挖的新意法就是一个典型的例证。当环保及经济目标逐渐成为主要矛盾时，以双侧壁导坑、中隔墙法等分部开挖法因为需要过多的临时支护的开挖方法的应用也受到严格的限制。站在施工方的角度，施工成本往往是目标控制的主要矛盾，因此，采用全地质型的开挖方法，在整个隧道采用一种开挖方法，特殊地段配合辅助工法使之能够适应围岩变化，而不改变开挖方法，成为了施工方的优先选择。例如：台阶法可以根据改变台阶的长度来适应围岩的改变。

内因是事物发展的根本原因。任何开挖方法必须满足开挖后围岩稳定的要求。因此，减小对围岩的扰动，适当加固围岩以利于围岩稳定也是开挖方法始终关注的问题。分部开挖虽然确保了每一次小断面开挖围岩的稳定，但多次扩挖带来多次应力重分布，从总体上来看增加了对围岩的扰动，必将增加总体投入。从内因出发，提前对掌子面前方围岩进行加固，进而采用全断面开挖是合理的思路。因此，为了减轻对围岩这个内因的扰动松弛，应当选定开挖分部少、一次开挖断面大、开挖断面尽快封闭的开挖方法。

在任何事物内部，都包含着肯定和否定两个方面。所谓肯定，是指事物保持自身存在的趋势。所谓否定则是事物趋向灭亡并转化为它物的方面。这两方面经过此消彼长的矛盾斗争，最终导致了事物的自我否定和自我发展。隧道开挖方法的演变也是否定之否定规律的体现。全断面法在早期仅适用于围岩条件好、且断面不大的情况，而在围岩条件较差或断面较大时，可采用分部开挖法，这是对全断面法的一次否定。随着围岩加固技术的提高，软弱围岩条件下，采用全断面法反而能提高施工进度，如此一来，全断面法便完成了一次自我发展。同样，随着隧道施工机械的发展，分部开挖法也不仅仅适用于软弱围岩，在硬岩条件下，先采用小断面岩石掘进机钻掘导洞，然后采用钻爆法进行扩挖，总体来看仍是分部开挖的思想，如此一来，分部开挖法也通过否定的否定完成了一次自我发展。

此外，在隧道开挖过程中出现的安全质量事故，并非都是开挖方法的选择问题，或许是方法执行过程中人的问题，也即工程伦理问题。台阶法施工中，为方便施工而不断拉大台阶长度，大大延长了全断面封闭的时间，导致上断面大变形的案例屡见不鲜。漠视超前预加固预支护对于全断面开挖的极端重要性，必将为开挖埋下隐患。工程伦理的一个基本主题，就是要求工程活动的承担者自觉地担负起对人类健康安全和福利的责任。离开工程伦理谈开挖方法也是毫无意义的。

4 结论与认识

哲学的灵魂是反思，反思的价值在于预见和超越。本文借助马克思主义唯物辩证法和工程哲学相关理论对隧道工程修建所面对的两个重要对象“围岩”和“地下水”的处置方法进行了反思；对钻爆法施工不同工法的理念及开挖方法的选择分别进行了反思。得出以下几点结论和认识：

（1）科学理论在工程中的运用需要通过技术手段来实现，实现同一个科学理论可能有多种技术手段，工程中对这些技术手段的选择需要结合工程的外部约束条件进行多方案比选，进而做出当时、当地条件下的最佳选择。这也是隧道及地下工程若干工程方法演变和选择的基本规律。

（2）在与围岩和水的斗争中，是“抗”还是“放”应坚持从围岩（地下水）本身这个内因出发，在考虑需求者主体的价值取向条件下，善于抓住主要矛盾，努力寻求“抗”“放”这对矛盾体的统一面，进而得到最优方案。

（3）传统矿山法与新奥法、新意法、挪威法等现代隧道工法在科学理论上有本质区别，前者从外因（外部支护）出发对围岩进行被动支撑，后三者均从内因（围岩）出发，对围岩进行主动保护和加固，其区别主要在于技术层面。以上所有隧道工法在工程应用做出选择时，同样应当结

合外部约束条件，以得到最优方案。

（4）隧道开挖方法的演变是需求者价值取向演变的反映。在选择这些开挖方法时，应在“天地人时四维一体”条件下，寻求需求者目标对立而统一的最佳结合点。工程伦理应作为评价开挖方法的前提。

参考文献

[1] 殷瑞钰. 关于工程与工程哲学的若干问题[J]. 工程研究—跨学科视野中的工程, 2004: 9-13.

[2] 沈珠江. 工程哲学就是发展哲学——一个工程师眼中的工程哲学[J]. 清华大学学报（哲学社会科学版）, 2006, 21(2): 115-119.

[3] 徐长山. 工程十论—关于工程的哲学探讨[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2010.

[4] 徐匡迪. 徐匡迪谈工程与哲学的关系[J]. 岩土工程界, 2006,9(1): 17-18.

[5] 殷瑞钰, 傅志寰, 李伯聪. 工程哲学新进展—工程方法论研究[J]. 工程研究—跨学科视野中的工程, 2016, 8(5): 455-471.

[6] 王梦恕. 中国隧道及地下工程修建技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 2010.

[7] 王　滨. 创新思维与人生智慧[M]. 上海: 上海科学普及出版社, 2015.

[8] 关宝树. 矿山法隧道关键技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 2016.

[9] 刘卡丁, 王振信, 陈　智, 崔　强. 无撑、无锚、无抗拔桩、环板支撑体系的地下结构工程—深圳市益田村地下停车库工程案例分析[J]. 地下工程与隧道, 2015(增刊): 1-5.

[10] 朱汉华, 董昌周, 杨建辉, 文献民. 隧道施工理念的发展与若干工法分析[C]. 自主创新与持续增长第十一届中国科协年会论文集(1), 2009: 556-561.

[11] 李伯聪. 工程哲学引论—我造物故我在[M]. 郑州: 大象出版社, 2002.

[12] 钟世航. 用正确的基本理念和新技术保障隧道的设计、施工[J]. 现代隧道技术, 2014(增刊 1): 72-80.

[13] 何祚庥. 自然辩证法“下篇”的力作—读《工程哲学引论》[J]. 工程研究—跨学科视野中的工程, 2004: 23-27.

Philosophical Reflection on Some Issues about Engineering Methods of Tunnel and Underground Engineering

Ma Shiqiang[1, 2]

(1. *Sichuan college of architecture technology*, *Chengdu* 610399, *China*;
2. *Geosciences and Environmental Engineering*, *Southwest Jiaotong University*, *Chengdu* 611756, *China*)

Abstract: In order to achieve the purpose of guiding practice, philosophical reflections are made based on some engineering methods of tunnel and underground engineering from the perspective of Marx's materialist dialectics and the essential characteristics of engineering and engineering ethics. The philosophical reflection on the laws of the unity of opposites of materialist dialectics is used in engineering methods, such as "release" and "resisting", "draining" and "blocking" which are used in surrounding rock support and groundwater in underground engineering. The evolution law of the construction concept of drill and blast method is discussed with the view of "the trialism of science, technology and engineering" and the unity of opposites. The evolution law of tunnel excavation method is discussed based on contradiction analysis, law of negation of negation and engineering ethic view. Through the philosophical reflections on the above methods, the problem is raised to a profound philosophical understanding level and some suggestions are provided for the selection of engineering methods.

Keywords: tunnel and underground engineering; engineering methods; Marx's materialist dialectics; philosophical reflection