

紫坪铺水利枢纽工程导流隧洞新奥法施工探讨

杨小林

(四川大学水电学院, 四川 成都 610065)

摘要: 新奥法(NATM)在1948年一经奥地利学者L·V·腊布希维兹教授提出,便得到了世界各国地下工程界的广泛关注。特别是近20多年来我国铁路、水电等行业以新奥法修建的若干隧道,更使新奥法的理论和工程实践都得到了长足的发展。现结合紫坪铺水利枢纽导流隧洞的实际工程条件,从多方面探讨本工程实施新奥法的设计指导思想及原则,以期获得比传统方法更好的技术、经济效果。

关键词: 导流隧洞; 新奥法; 紫坪铺水利枢纽

中图分类号: TV 551; TV 554+.3

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2000)增-0045-02

1 工程概况

紫坪铺水利枢纽工程位于岷江上游映秀镇至都江堰市河段,坝址下游距都江堰市9 km,距成都市63 km,水库正常高蓄水位877.0 m,总库容11.12亿 m^3 ,电站总装机容量为760 MW(4×190 MW)。枢纽主要建筑物有:混凝土面板堆石坝(最大坝高156 m)、坝后地面厂房、紧邻右坝端的开敞式溢洪道、4条引水发电隧洞、1条冲沙放空隧洞和两条由导流隧洞改造而成的泄洪排沙隧洞等。

1号、2号导流洞均横穿右岸条形山脊,洞轴线相距80~100 m,洞身长分别为840.492 m、704.269 m,均为马蹄形断面,内径分别为11 m、10 m。两条导流隧洞工程地质条件基本相似,洞轴线与岩层交角 $50^\circ \sim 60^\circ$;上覆岩体厚度除进出口段外,大部分在100 m以上,围岩以中~厚层状含煤屑中细粒砂岩夹部分煤质页岩。两条隧洞均在出口段通过 F_3 断层, F_3 断层宽度大,达55~80 m,主要由糜棱岩、角砾岩、断层泥和片状煤质页岩等组成,岩体十分软弱破碎,且上盘汇聚较丰富的地下水。2号导流洞在向斜两翼均穿越层间剪切破碎带 L_9 、 L_9 顺层展布,延伸很远,厚度2~13 m,由煤质页岩后期受构造挤压而成,厚层砂岩裂隙发育,有较丰富的地下水。隧洞围岩类别, F_3 断层和层间剪切破碎带为V类,其余为II~IV类。

2 合理的开挖程序

根据地下工程不同的地质条件,选择合理的开挖程序,可最大限度地利用围岩的自身承载能力。特别是对于开挖断面较大,地质条件较差的浅埋、软岩隧道工程,确定与之相适应的开挖程序至关重要,以便在围岩极其有限的自稳时间内,进行必须的初期加固措施,而不至于产生垮塌现象。因此,合理开挖程序的选择需同时考虑围岩地质特性及自稳时间、支护方式及支护工作量、隧洞断面大小和使用机械设备状况等综合因素。

1号、2号导流隧洞开挖断面尺寸分别为:12.3 m×12.3 m~14.2 m×14.2 m、11.3 m×11.3 m~13.2 m×13.2 m。

收稿日期:2000-04-10

设计采用从上向下分两层开挖的施工程序,顶部分层高度为6~7 m。先上部开挖贯通后,再进行下部扩挖。

2.1 上部开挖程序

为充分发挥机械设备的生产能力,II~IV类围岩上部采用全断面一次开挖成形。

V类围岩上层开挖需充分考虑其极差的自稳能力,合理比选开挖方案:

(1)中导洞法:中导洞贯通后,再进行顶部两侧开挖;

(2)边导洞法:导洞位于顶层的边侧,导洞贯通后,只须进行顶层另一侧的扩挖;

(3)环形开挖法:开挖沿上层拱圈周边进行,中心留核部。

无论是中导洞法还是边导法,均存在上部二次扩挖前先将导洞周边已实施的部分初期支护拆除,对围岩不可避免会产生二次扰动,既影响围岩稳定,同时又增加初期支护工作量。因此,V类围岩上部开挖程序以环形开挖法更为合理、经济。

2.2 下部开挖程序

II~IV类围岩下部采用全断面开挖,开挖前先沿周边进行预裂爆破。V类围岩采用先拉中槽,后错挖马口方法开挖。

3 恰当的开挖循环进尺

在地质条件较差的情况下,围岩的自承能力随开挖循环进尺、循环时间及开挖断面的增大而剧减,因此,要把围岩看成是主要承载结构,并充分发挥围岩的承载能力,就必须重视对开挖循环进尺的合理选择。上部开挖,II类围岩具有较长时间的自稳能力,可采用深钻孔、较大循环进尺以减小辅助作业时间,加速掘进;IV、V类围岩应遵循短进尺、多循环的原则;下部开挖循环进尺视围岩条件而定。

4 优良的控制爆破技术

从理论上讲,新奥法可以归纳为一句话——“充分利用隧洞自身抗力形成承载主体”。为达此目的,除采用薄壁柔性支护将围岩联成整体外,在隧洞开挖时尽量减少对围岩的扰动,缩小隧洞围岩的初始松动圈是至关重要的。因此,根据客观条件选择最适宜的爆破参数,取得该条件的最佳控制爆破

效果,对围岩稳定非常有利。

4.1 选择合适的炸药品种

炸药爆速越高,爆破产生的震动越大,因此,应选择适当的炸药品种,在掏槽眼和掘进眼宜选用抗水性较好的乳化类炸药,而周边眼则要求小直径、低爆速的光爆炸药。

4.2 选择合理的掏槽形式

隧道爆破的掏槽是爆破成败的关键,掏槽也是产生最大震速的部位。因此,必须选择减震效果较好的掏槽形式。

4.3 选择合理的起爆时差

实测资料表明:爆破震速的大小只与同时起爆的炸药量有关。只要使每段雷管的起爆时差足够大,使爆破震动波形不叠加,则爆破震动速度只与最大段装药量有关,而与总装药量无关,但起爆时差过大会影响爆破效果。因此,应选择合理的雷管起爆的时差。

4.4 选择合理的钻爆参数

钻爆参数不合理,如钻孔间距过大、装药量过小等,既达不到设计的循环进尺,也会因炮眼底部炸药夹制作用过大而产生较大震动。因此,应根据工程类比及通过试验选择合理的钻爆参数。

5 适时实施合理的支护

新奥法提出之初,锚喷支护就被誉为新奥法的三大支柱之一。近20多年来,新奥法支护体系的具体内容与形式、支护时机、支护程序及支护理论不仅在地质条件较好的隧道有了更进一步的发展,同时,在地质条件特差的断层破碎带、地下涌水、地下碎屑流以及膨胀岩软岩隧道的研究与应用中也取得了较大的突破和发展。本工程将根据具体情况合理应用这些理论和经验。

5.1 特种喷混凝土的应用

特种喷混凝土的种类很多,如硅粉喷混凝土、钢纤维喷混凝土、钢纤维硅粉喷混凝土等。在软岩隧道(IV、V类围岩)施工中,当爆破(或人工开挖)后,掌子面及洞顶围岩的自稳条件极差,自稳时间短,而高空挂网作业难度大、时间长,安全威胁极为突出,采用钢纤维喷混凝土代替挂网喷混凝土,能在0.5~1h左右一般可完成一次喷层支护并逐渐使洞室围岩提高支护强度。由于钢纤维喷混凝土与素喷混凝土及挂网喷混凝土相比,有较好的延展性和韧性,以及较高的抗折强度、疲劳强度、抗冲击能力等重要特性,因此,钢纤维喷混凝土在软岩隧道新奥法支护中起着重要的作用。

本工程导流隧洞IV、V类围岩初期支护体系中采用钢纤

维喷混凝土代替传统的挂网喷混凝土。

5.2 地层预加固技术

新奥法与传统的施工方法根本区别在于它把围岩看成主要承载结构,一切措施都是围绕着改善围岩,充分发挥围岩的承载能力来拟定和实施。软岩隧道地层预加固技术正是基于上述出发点。近些年来,这种加固技术发展迅速,对不良地质条件下隧道施工中防止坍方、涌水灾害方面获得了显著的技术经济效果。

根据 F_3 断层及 L_9 剪切破碎带的水文地质特点, F_3 上盘富水,要求开挖从出口向进口方向推进,并避开雨季施工。 F_3 断层下盘及 L_9 剪切破碎带采用超前管棚或超前锚杆支护。根据需要,在隧道开挖之前对软弱围岩进行单液预注浆,使原来松散软弱结构的围岩得到胶结硬化,变得相对密实,获得较好的整体性。 F_3 断层富水,视地下水情况,采用双液注浆(C-S)管棚施工,使裂隙、空洞封闭,截断围岩渗水通道,达到防止施工中坍方、涌水的目的。

6 不可缺少的围岩监测反馈

围岩变形监测是新奥法施工的重要内容,是新奥法“三大支柱”之一。

采用工程类比、理论分析、现场监控相结合的设计方法,更适合地下工程的特点,更符合新奥法现代支护理论。首先根据工程的实际情况,用工程类比法初步拟定施工技术方案,选择合适的理论计算方法,分析、验算初步施工技术方案。在施工时,对“围岩—支护”力学动态进行必要的、有效的现场监控量测,反馈设计和施工,修改、调整原设计和施工,使之更适合现场实际。

为此,专门制订了适应本工程特点的、详细的围岩变形监测及反馈分析系统,本文对此不再赘述。

7 结束语

紫坪铺水利枢纽工程已正式立项,导流隧洞为该工程总工期关键线路上的控制项目。如何在设计和施工中根据本工程特点广泛吸收、贯彻已经多年发展和完善起来的新奥法思想,对安全、高效建设紫坪铺水利枢纽工程具有一定的现实意义,文中观点难免有误,恳请专家同仁批评指正。

作者简介:

杨小林(1970年-),男,四川大邑人,四川省水利水电勘测设计研究院工程师,学士,四川大学水电学院在职研究生,从事水电工程设计工作

二滩水电站召开竣工安全鉴定现场会

2000年3月6日至19日,由有关方面组织的专家组在二滩电站现场召开了“二滩水电站竣工安全鉴定第一次现场工作会”。与会专家在查勘了现场,听取了成都院、监理工程师及监测中心的代表对电站总体情况、设计、地质、电站建设及运行情况并审阅了有关资料后,于3月18日同二滩公司和成都院交换了意见,提出了安监报告提纲,对下一步工作提出了工作计划和要求。

成都院程志华副院长兼总工程师率各专业有关人员出席了鉴定

现场工作会。

按计划要求,成都院各专业加紧编制二滩电站技施设计说明书。地质与水工两专业继续在现场配合进行水垫塘两岸边坡支护处理加固工程和泄洪洞出口下游河道两岸边坡加固工程,并在现场进行三滩沟综合治理工程设计和施工配合的设代工作。

本刊记者 李燕辉