

# 隧洞塌方段管棚施工工艺及工程应用

王进春, 张道云, 廖荣贵

(国家电力公司成都院成都水利水电建设工程公司, 四川 成都 610072)

摘要: 管棚施工技术是洞室施工中处理严重坍塌的破碎带、断层、软弱夹层的有效方法之一。在水电铁道等工程建设施工中应用广泛。结合管棚技术在丁村坝电站引水隧洞开挖中的应用情况, 着重叙述了管棚的施工原理和成孔工艺以及施工中的常见问题。

关键词: 管棚; 钢支撑; 支护形式; 造孔; 跟管技术

中图分类号: TV 542

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(1999)03-0061-03

## 1 前言

由雅安地区水利水电公司开发修建的丁村坝水电站总装机容量为 30 MW, 引水隧洞设计为 6 m × 6 m (开挖断面为 8 m × 8 m) 的圆形断面, 长约 3 km。在开挖至桩号 2+871 处, 出现了塌方冒顶现象, 塌方段长约 8 m。分析事故原因主要有以下几点: 隧洞在此地处于古河床边缘, 夹砂卵石层地质条件差; 拱顶基岩厚度不足, 只有 3 m, 而上覆岩体总厚度则有 20 多 m; 为强风化的 IV 类围岩; 地下水丰富; 支护强度不足。塌方冒顶后, 在地表形成了长约 15 m, 宽约 9 m 的漏斗区, 而隧洞穿过的 2+870~2+878 段由于岩土体的滑移、错位, 出现了大量的漂卵石, 且岩体变得更为松散、破碎, 给开挖支护造成了很大的困难。

在随后的事故处理中, 经分析、研究、比较后决定采用管棚施工处理塌方段。通过全盘考虑成本、安全、进度等各项综合因素, 选用了  $\Phi 27$  管及相应的加强支护形式——用 18 号工字钢支撑, 从而比较顺利地处理并通过了塌方段。

## 2 管棚的施工原理

管棚穿过松散、破碎的塌方段, 底端搭接在稳固岩体上, 从孔口端边开挖, 边用工字钢支撑, 逐步形成圆棚状管, 上覆岩体的压力, 遂通过圆棚状管传递到支护结构上。同时, 在开挖中, 采用相应的临时支护手段, 如喷锚支护, 浇筑薄壳混凝土等, 以防岩体松动、掉块和松动圈的出现和扩大。这样, 管棚、钢支撑和临时支护将塌方段的松散岩体形成了拱形结构体, 较成功地通过了塌方段。管棚施工示意图如图 1 所示。

## 3 管棚的成孔工艺

### 3.1 一次成孔工艺

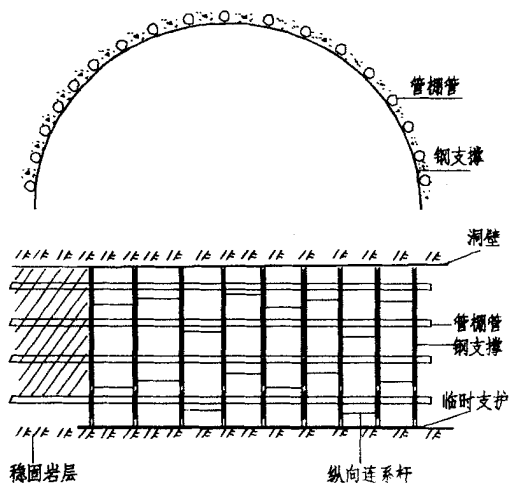


图 1 管棚施工示意图

即造孔与跟管同步进行的工艺。工程中广泛应用的是偏心钻进跟管技术。此项工艺广泛适用于松散、破碎地层。施工中此类岩层极易塌孔, 特别是在水平造孔情况下, 很难在裸孔状态下保持孔壁的稳定。采用偏心钻进跟管技术能较好地解决这一难题。潜孔锤冲击硬质合金偏心钻头能破碎岩石, 偏心钻头的张开旋转在套管脚下扩孔, 使得同步跟进的套管保护了孔壁。在达到孔深后, 立即反转, 收回偏心钻头, 退出钻杆、钻具, 最终完成钻孔。待沿顶拱布置的钻孔全部完成后, 即形成了管棚。

潜孔锤冲击器主要是靠冲击能量来破碎岩石, 因此在钻进时, 采用低转速, 大钻压。丁村坝电站隧洞管棚施工中, 选择了 MGP-50 钻机配低速电机。采用 JB-100 冲击器,  $\Phi 27$  硬质合金偏心钻头。

### 3.2 二次成孔工艺

即先造孔后跟管工艺。在地层情况较完整, 岩体相对稳定的状况下, 可采用二次成孔工艺。先用冲击器冲击硬质合金钻头(非偏心), 形成钻孔, 再退出钻具钻杆后跟管。此项工艺成孔时间很短, 通常 20 m

深的孔在 3 h 左右可完成。而且属于同径跟管, 跟管较易, 时间较短, 因而成孔效率较高。

丁村坝电站隧洞管棚在侧帮施工时, 由于岩层为较完整的强风化基岩, 故采用二次成管工艺。

### 3.3 钻进工艺参数控制

主要工艺参数见表 1:

表 1 工艺参数表

转速 /r·min <sup>-1</sup>	钻压 /MPa	气压 /MPa	风量 /m <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup>	钻速 /cm·min <sup>-1</sup>
25~35	0.3~0.5	0.5~0.7	10~12	3~10

### 4 管棚相应的支护形式

“棚状管”通常自身不能单独承受上覆岩土体的压力, 而需要将压力传递到一定的支护结构上。选择什么样的支护形式, 应通盘考虑地层条件、工程需要等因素来决定采用临时支护或永久支护。丁村坝电站隧洞管棚采用间距 50~70 cm 的工字钢支撑这样的强支护形式, 主要是考虑到上覆有 30 多 m 厚的岩土体为松散的沙卵石层, 内摩擦系数小, 自身的结构力弱, 或完全没有结构力, 另外, 考虑到此段隧洞是控制整个电站“咽喉”的非常情况。

需要指出的是: 原隧洞塌方冒顶与支护形式有很大的关系。原支护采用  $\varnothing 50$  短管棚加花拱架支护, 间距过大(1~2 m), 支护太弱。因此选择合适的支护形式是保证管棚工程成功的关键环节。

### 5 管棚施工中值得注意的几个问题

#### 5.1 方位角和搭接段的控制

在隧洞开挖中, 处理的地段长度不只是一段管棚就能完成, 往往需要进行几个循环的管棚施工。此时, 必须严格控制管棚方位角(外插角, 俯、仰角), 以保证必要的施工空间和隧洞断面。如果成棚形态太差, 则直接影响到下一步开挖支护和下一个循环管棚施工的正常进行。严重时, 则不得不重新造孔跟管, 给工程带来损失。另外, 开挖过程中, 必须留出一定的搭接段, 从而保证各段管棚钢支撑连成整体。搭接段长度应根据工程实际情况而定。方位角和搭接段如图 2 所示。

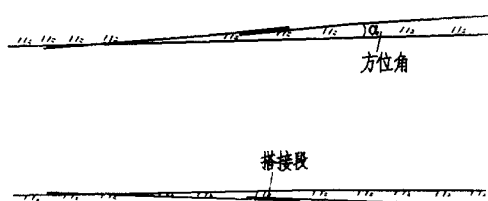


图 2 搭接段示意图

#### 5.2 孔内事故的预防

在管棚施工中, 经常出现管靴被打掉, 管子连接

手被打断, 或掉钻、卡钻等事故。这些事故处理起来, 很浪费时间和材料, 因此在施工中应尽量避免。造成这些事故的原因一般有以下几点:

开孔不正, 孔轴线与钻具轴线不同心; 操作失误, 正转与反转时偏心钻头的打开、收回被误操作; 管靴、连接手等构件焊接后骤然冷却, 造成内应力过大而提前损坏; 钻头销子、冲击器销子等安装不良或质量太差; 管材的材质不良或加工精度差; 孔内不清洁, 潜孔锤气孔通道不畅; 遇孔内故障, 钻具未及时撤离孔底而被围岩抱死。

#### 5.3 钢支撑的制作与安装

在制作时, 应保证工字钢具有较规则的成型尺寸, 满足隧洞断面和施工空间要求。焊缝应满焊, 必要时可用钢板帮焊, 务必保证焊缝能承受围岩的压力和剪力(见图 3 工字钢焊接示意图)。钢支撑安装时应保证其整体结构, 在管棚成棚形状不理想时, 要用连系杆连接, 且钢支撑樁与樁之间需加纵向连系杆连接成整体。如果隧洞采用导洞开挖, 则应注意钢支撑的底脚应座落在较坚硬岩体上, 必要时可预制或现场浇筑混凝土作基脚, 以保证支护安全。

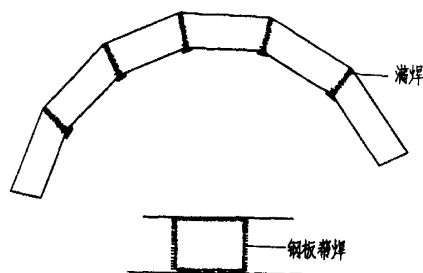


图 3 工字钢焊接示意图

#### 5.4 及时进行临时支护

在隧洞开挖后, 露出的新鲜断面往往出现掉块、松动现象, 如果不及时支护, 有可能导致垮塌不断扩大, 形成空洞。故在开挖后应及时稳定新鲜岩面, 可采用喷混凝土、喷锚支护等方法。必要时, 可浇筑薄壳混凝土形成一整体拱形混凝土。

#### 5.5 注意排水

在隧洞开挖中, 地下水是一大隐患, 特别是强风化地层, 遇水容易造成岩体松动、滑坡。此时, 打几个排水孔是较为简便的消除隐患的好办法。在进行临时支护方面也要考虑排水畅通。

#### 5.6 在管棚管内注浆

通常状况下, 应在管棚管内灌注水泥砂浆, 提高管柱强度, 必要时还应布钢筋笼。

#### 5.7 水气的控制

钻进时出现的糊钻、气孔等通道不畅等情况, 都

需要用水冲洗。在丁村坝电站管棚施工中,最初拟采用水气同进形成汽雾冲洗的方式,理论上只要将水压力、风压力调为一致即可。但实际施工中由于多种原因,平衡水气压力是十分困难的,很难形成水气同进。而水压力过大,就会将风压回,严重时可能使空压机损坏。风压力过大,会将水压回,造成憋泵的后果。因此,在实际施工中,采用了先冲水,后用气冲洗的方式。由于隧洞内只有水路、气路各一,而钻机有两台,因此在连接时要“一分为二”。水气路连接如图4所示。

## 6 结束语

管棚技术已经是一项比较成熟的施工方法,本文仅介绍了管棚技术在隧洞施工中的应用,希望通过本文的介绍,能使读者窥一斑而见全貌,更全面地

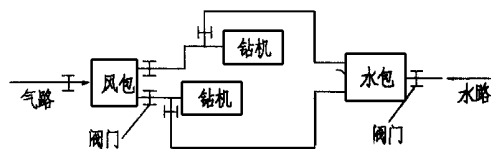


图4 水气路连接示意图

## 了解管棚这项施工方法。

### 作者简介:

王进春,男,国家电力公司成勘院成都水利水电建设工程公司,助理工程师

张道云,男,国家电力公司成勘院成都水利水电建设工程公司一公司经理,工程师,学士

廖荣贵,男,国家电力公司成勘院成都水利水电建设工程公司一公司副经理,高级工程师

# 雅砻江锦屏一级水电站预可行性研究报告通过审查

1999年4月27日~29日,雅砻江锦屏一级水电站预可行性研究报告审查会在四川省西昌市隆重召开。会议由中国水电水利及新能源发电工程顾问有限公司受国家经贸委委托主持进行。出席审查会的专家来自国家开发银行、国家投资银行、四川省投资集团公司、四川省建委以及凉山州人民政府和国家电力公司成勘院等单位计100余人。

审查会期间,专家代表们深入锦屏电站现场查勘,对工程区的地形地貌及地质情况有了进一步地了解。代表们认真听取了电站设计单位——国家电力公司成勘院的代表对“锦屏一级水电站预可行性研究报告”的全面介绍,并分专业组进行了讨论后认为:成勘院所编制的预可研报告已达到了该电站预可研阶段的工作深度,并在某些方面已超过了预可研阶段的深度。

会议指出,锦屏一级水电站规模巨大(装机330万kW,是雅砻江流域滚动开发的梯级电站),又是雅砻江中下游梯

级的龙头水电站,作用十分显著。前期工作开展至今,所取得的成果来之不易,因此,前期工作不宜中断。希望业主单位和有关部门继续支持开展可行性研究阶段的勘测设计工作,并优先完成选坝工作,为雅砻江流域滚动开发创造良好的条件。

锦屏一级水电站位于四川省凉山州境内,是雅砻江卡拉~江口河段中的重要梯级。该电站装机容量330万kW,多年平均年发电量162.87亿kW·h,拱坝方案枢纽由305m高的混凝土双曲拱坝(比二滩拱坝高65m)、左岸两条直径约17m的泄洪隧洞和右岸地下厂房等建筑物组成。正常蓄水位为1880m时,水库正常蓄水位的下库容为77.6亿m<sup>3</sup>,调节库容49.1亿m<sup>3</sup>,具有年调节性能。锦屏一级电站调丰补枯,使汛期电量转化为枯水期电量,提高供电质量,作用十分显著。

本刊记者 李燕辉