

© 李晶华 时会良 主编

三峡监理工程师 现场应用手册

**SANXIA
JIANLI
GONGCHENGSHI
XIANCHANG
YINGYONG
SHOUCE**



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

三峡监理工程师 现场应用手册

◎ 李晶华 时会良 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书结合三峡监理工作的实践经验,详细介绍了三峡三期工程施工监理现场工作内容、现场检查项目、现场质量控制要点、质量检验与评定等内容,可供水利水电工程生产一线的设计、监理、施工技术和管理人员,以及相关专业的大专院校师生使用参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

三峡监理工程师现场应用手册 / 李晶华, 时会良主编.
北京: 中国水利水电出版社, 2006

ISBN 7-5084-3512-5

I. 三... II. ①李... ②时... III. 三峡工程—监督管理—技术手册 IV. TV632.719-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 159874 号

书 名	三峡监理工程师现场应用手册
作 者	李晶华 时会良 主编
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 18.5 印张 428 千字
版 次	2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	45.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

《三峡监理工程师现场应用手册》
编写委员会

顾问 彭启友 曾国顺

主任 程 频 王天宇 迟振波

副主任 时会良 李晶华 彭 冈

委员 梅雪东 杨柏华 乐 丰 林 宏 肖兴恒
唐道初

主 编 李晶华 时会良

编 写 李晶华 时会良 梅雪东 杨柏华 乐 丰
林 宏 肖兴恒 唐道初 洪植清 陈光焰
李国清 喻学文 郭大侠 韩瑞杰

序

三峡工程具有规模宏大、工期长、技术复杂、质量要求高等特点，三峡工程的建设管理要求三峡工程的建设、监理应具有更高的技术素质和综合管理能力。

工程监理是工程施工现场的组织和管理者，是为工程项目建设服务的。三峡工程的建设管理是一个庞大、复杂、多专业和多方面有机协调的综合系统，要求工程建设监理要更多地采用以定量而不仅仅是定性的，科学分析而不仅仅是依靠经验的，过程追踪而不仅仅是事后评价的工作方式，来充分发挥监理人员工程技术和现场施工管理的经验，并着重于采用“主动控制”和“现场控制”相结合的方法。

20 世纪 80 年代中期，云南鲁布革水电站引水系统工程首次采用国际招标，创立了监理工程师的制度，采用国际咨询工程师联合会编制的《土木工程施工合同条件》，实行合同管理制度，是我国工程管理体制从计划经济向市场竞争转变的重要突破，工程建设管理获得了“进度”、“质量”、“造价”三大效益，被誉为“鲁布革冲击波”。此后，在我国闽江水口、广西岩滩、云南漫湾、清江隔河岩、广州抽水蓄能等五座百万千瓦级大型水电站建设的工程管理中相继实行了工程监理制，被誉为“五朵金花”的这五座水电工程，在施工质量、工程进度、合同支付三大合同目标控制中取得了显著的成效。工程建设监理制不仅为人们所认可和接受，而且给人们以鼓舞和希望。三峡工程正是在这种形势下开工建设的。三峡工程全面采用了项目法人负责制、工程招标承包制、建设监理制及合同管理制度。

如果说从 20 世纪 80 年代中期到 1994 年 12 月 14 日三峡工程正式开工前的 10 多年正处于我国建设监理制的确立阶段，那么三峡工程的监理则处于建设监理制向广度和深度的发展阶段。我国的工程监理制度，特别是水利水电工程监理制度远远还没有达到完善的阶段，对这一点的认识，三峡工程建设管理者的头脑是清晰的。

回顾三峡工程 10 多年的建设管理历程，我们不仅要深刻地认识三峡工程的特点和难点，而且更重要的是要不断加深认识我国施工企业从计划向市场转变阶段的长处和短处。纵观三峡工程建设中发生的这样或那样的问题，不仅与工程的难点有关，更重要的是与施工企业的管理水平和综合素质有相当大的关系。

在认识工程特点和施工企业实际情况的基础上，长江三峡技术经济发展有限公司三峡工程监理部为加大监理工作的力度，组织监理人员全面总结了三峡工程一期、二期监理的经验，编写了《监理工程师手册》（以下简称《手册》），该手册的内容涵盖了三峡三期工程所涉及的“开挖工程”、“混凝土工程”、“渗控工程”、“金属结构制安”、“工程测量”、“设备运行”等专业的施工工序和工艺的各个环节。该手册下发给各监理站（组）在实际操作中应用，发挥了显著的作用，为实现工程合同三大目标奠定了基础。不仅工程进度加快，主体土建工程进度也大幅度提前，为 2006 年蓄水至 156m 创造了条件，而且工程质量显著提高，合同支付也控制在合同范围内。2005 年 12 月，国务院三峡工程质量检查专家组给予了充分肯定：“2005 年实施的温控防裂措施是十分成功的，取得了可喜的成绩，达到了一流的水平；右岸大坝已浇筑 400 万 m^3 混凝土，至今没有出现一条裂缝，这是一个奇迹”。

为提高监理服务水平，长江三峡技术经济发展有限公司三峡工程监理部再次组织有经验的监理人员对《手册》进行了系统的修订和补充，编写成《三峡监理工程师现场应用手册》。全书 40 余万字，是为从事水利水电工程建设管理和监理人员编写的一本可供借鉴的好书，可作为设计、施工人员的参考书目，也是水利水电工程专业大专院校师生一本必备的课外实践读物。

要不断完善我国的工程监理制度及其工作方式、工作内涵，还需要我们不懈的努力和不断的总结。因此，本书不过是一块铺阶的砖，只有一级级地形成阶梯，我国的监理制度和监理工作才能拾阶而上，达到更高水平。恳请广大监理工作者和有关专业的专家和人士，对本书的不足之处提出宝贵的指导和建议，使本书更臻完善，使我们今后的监理工作更臻完善。

最后，借此书出版之际，仅向参加本书编写的组织者和为编写、编辑、审查付出辛勤劳动的专家和工作人员，以及支持本书出版的领导、专家和广大的三峡工程建设者表示衷心的感谢和深深的敬意。

新启友

2006 年 2 月

前 言

2003 年三峡工程顺利实现了“蓄水、通航、发电”三大目标，并开始了三期工程建设，在建设者的共同努力下，通过开展“消灭顽症，誓创一流”等劳动竞赛活动，三期工程质量在 2003 年、2004 年、2005 年连续不断地攀上新台阶，进度满足了三峡工程提前一年蓄水到 156m 高程的要求。形成了一系列成熟的工程质量管理经验和创新。有效提升了工程质量，得到国务院三峡工程质量检查专家组的好评：三期主体工程大坝混凝土未出现一条裂缝、创造了奇迹。

为了便于监理工程师对现场出现的技术问题能及时、准确地做出正确判断，编撰人员均亲身经历了三峡的一期、二期工程监理实践，对如何搞好三峡三期工程监理工作，有着深刻的认识和切身体会，他们在参阅了大量的施工规程规范，结合三峡监理工作经验的基础上，经过逐步深入细化、完善，又与现行监理法规、规范，设计、施工技术规范及国内外新技术、新工艺的发展和建设管理的实际进行了比较，归纳出三峡施工监理管理程序和常用方法，编写了《三峡监理工程师现场应用手册》。通过阅读本书，生产一线监理人员和施工技术人员，可全面了解三期工程监理的基本理论、程序、内容和工作方法，达到工程监理人员一册在手、心中有数目的。同时，本书也可作为施工管理人员的参考书目。

编写过程中，经过反复思考，最终确定以三峡三期工程施工监理现场工作内容、现场检查项目、现场质量控制要点、质量检验与评定等作为本书的编写基础。同时考虑到三峡三期工程的复杂性、系统性，力求在内容和技术要求方面对监理人员的工作实践有所帮助。虽尽努力，倾注心血，但由于编者水平有限，错漏之处在所难免。敬请读者指正。

三峡三期工程正在建设之中，愿本书能为三峡三期工程建设创造出一流的质量和工程监理工作水平，奉献微薄之力。

作者

2005 年 12 月

目 录

序

前言

1 基础土石方明挖	1
1.1 现场工作内容	1
1.2 现场质量控制要点	1
1.3 质量检验与评定	9
1.4 现场质量检验与评定	10
2 基础岩面或混凝土施工缝面处理	12
2.1 现场工作内容	12
2.2 现场检查项目	12
2.3 现场质量控制要点	13
2.4 现场质量检验与评定	14
3 模板制安	15
3.1 现场工作内容	15
3.2 现场检查项目	15
3.3 现场质量控制要点	16
3.4 现场质量检验与评定	26
4 止水（浆）片安装	28
4.1 现场工作内容	28
4.2 现场检查项目	28
4.3 现场质量控制要点	29
4.4 现场质量检验与评定	36
5 钢筋的制作与安装	38
5.1 监理工作内容	38
5.2 现场检查项目	38
5.3 现场质量控制要点	39
5.4 现场质量检验与评定	52
6 水泥与粉煤灰质量控制	58

6.1	水泥质量控制	58
6.2	粉煤灰质量控制	59
7	混凝土拌和物生产	61
7.1	现场工作内容	61
7.2	现场检查项目	61
7.3	现场质量检验	63
7.4	现场取样检测	71
7.5	混凝土拌和物的废料标准与处置	73
7.6	混凝土质量评定	74
8	混凝土施工	75
8.1	现场工作内容	75
8.2	现场检查项目	75
8.3	现场质量控制要点	77
8.4	混凝土施工单元工程质量评定	99
9	碾压混凝土	102
9.1	现场工作内容	102
9.2	现场检查项目	102
9.3	现场质量控制要点	104
9.4	质量等级评定	107
9.5	碾压混凝土施工特殊情况下的应对预案	109
10	变态混凝土	113
10.1	现场工作内容	113
10.2	现场检查项目	113
10.3	现场质量控制要点	114
10.4	质量等级评定	114
11	通水冷却	116
11.1	现场工作内容	116
11.2	现场检查项目	119
11.3	现场质量控制要点	121
11.4	质量评定	122
12	混凝土表面缺陷处理	123
12.1	现场工作内容	123
12.2	现场检查项目	123
12.3	现场质量检验	124
12.4	混凝土缺陷处理控制标准	133
12.5	混凝土裂缝的检查和素描	134
12.6	裂缝报告与处理程序	135

12.7	裂缝的处理方法	136
12.8	混凝土裂缝处理质量检查要求	136
12.9	混凝土裂缝灌浆材料及工艺	137
13	混凝土密实性质量检查与处理	140
13.1	现场工作内容	140
13.2	现场质量检查项目	140
13.3	现场质量控制要点	142
13.4	质量检查与评定	149
14	安全监测设备埋设	150
14.1	现场工作内容	150
14.2	现场检查项目	150
14.3	质量控制要点	151
14.4	质量等级评定	154
15	接缝灌浆的灌浆管路安装	155
15.1	现场工作内容	155
15.2	现场检查项目	155
15.3	现场质量控制要点	156
15.4	质量评定	158
16	接缝灌浆的灌前检查与处理	159
16.1	现场工作内容	159
16.2	现场检查项目	159
16.3	现场质量控制要点	160
16.4	质量评定	164
17	接缝灌浆的灌浆作业	165
17.1	现场工作内容	165
17.2	现场检查项目	165
17.3	现场质量控制要点	166
17.4	质量评定	172
18	大坝基础帷幕灌浆	173
18.1	现场工作内容	173
18.2	现场检查项目	173
18.3	现场质量控制要点	175
18.4	质量评定	183
19	基础固结灌浆	184
19.1	现场工作内容	184
19.2	现场检查项目	184
19.3	现场质量控制要点	186

19.4	质量等级评定	193
20	基础排水工程	194
20.1	现场工作内容	194
20.2	质量检查内容	194
20.3	现场质量控制要点	194
20.4	质量评定	195
21	金属结构制作、安装	197
21.1	检验	197
21.2	压力钢管制作	198
21.3	压力钢管安装	207
21.4	电站进水口拦污栅埋件制作、安装	210
21.5	平面闸门埋件安装	212
21.6	施工栈桥制作、安装	215
21.7	工程质量评定	219
22	机电埋件制作及埋设	221
22.1	现场工作内容	221
22.2	现场质量控制	221
22.3	机电埋件单元工程质量评定标准	231
23	工程测量	232
23.1	监理工作内容	232
23.2	质量控制要点	233
23.3	质量等级评定	240
23.4	三峡工程 TGPS 质量标准常用金结机电安装测量限差表	240
24	设备运行监理	247
24.1	设备期初交验	247
24.2	设备安装	249
24.3	设备运行	254
24.4	设备拆除及期末交验	258
24.5	设备的安全管理	260
24.6	大件吊装作业监理	264
24.7	钢丝绳使用与更换	266
24.8	典型安装工艺要求	266
25	安全生产管理	270
25.1	总则	270
25.2	安全工作内容	270
25.3	安全生产目标	271
25.4	安全生产管理体系	271

25.5	安全生产管理职责	272
25.6	安全生产管理工作程序	275
25.7	安全生产管理措施	278
25.8	安全生产管理制度	278
25.9	附则	280

基础土石方明挖

1.1 现场工作内容

(1) 测量专业师应旁站或复测原始地形图，及时跟踪、确认土石方分界线，及时对土石方工程量进行审查。

(2) 加强对覆盖层及土方开挖边线控制，重点检查安全保证措施的落实情况。

(3) 加强对土石方开挖边线的控制，认真做好爆破试验工作，获得合理的爆破参数。认真审查爆破设计，包括对爆破部位、爆破参数、炸药品种、质点振动速度控制标准以及人员资质、安全防护措施等的审查，钻爆施工过程中监理人员对钻孔质量、单孔及最大段起爆药量、起爆段数、起爆顺序进行重点检查，爆破后及时检查与评定爆破效果。

1.2 现场质量控制要点

1.2.1 开挖区场地清理

(1) 根据开挖料利用规划，若开挖的土石方作为可利用料的，监理工程师应督促承建单位在开挖前清理施工区域内的全部树木、树桩、树根、杂草、垃圾、废渣等有害物。

(2) 为保证利用料的品质不因有害料物的混杂而降低，监理工程师应指示承建单位将清除的有害物（含植物根茎和覆盖层表层内的有机质土壤）运至指定地点堆放。

1.2.2 明挖、排水和出渣

(1) 岩石基础开挖工程包括建筑物基础开挖、边坡开挖、保护层开挖、因地质缺陷和结构要求的坑槽开挖以及其他部位开挖。

(2) 土石方开挖应自上而下、分层（台阶）有序进行。台阶高度应根据挖掘设备而定，一般不宜大于10m，根据土质类别采取有效安全保证措施，如挡墙、护坡等系统支护措施。

(3) 土方开挖过程中, 监理工程师应加强巡视, 如发现不稳定情况及时汇报, 采取临时支护等安全防护措施, 确保施工安全。

(4) 设计边坡轮廓线开挖, 应采用预裂爆破或光面爆破方法。

(5) 设计边坡开挖前, 监理工程师应对开挖线外的危石清理、加固和排水等进行检查, 具备条件方可允许进行边坡开挖。处于不良地质地段的设计边坡, 当其对边坡稳定有不利影响时, 在开挖前, 承建单位应进行专门的开挖设计, 提出确保设计边坡稳定的施工措施报监理机构批准, 监理工程师根据批准的措施进行现场控制。

(6) 紧邻水平建基面, 应采用预留保护层并对其进行分层爆破的开挖方法。

(7) 对节理裂隙不发育、较发育、发育和坚硬、中等坚硬的岩体, 基础面的开挖偏差, 水平建基面高程的开挖偏差, 不应大于 $\pm 20\text{cm}$; 设计边坡轮廓线的开挖偏差, 在一次钻孔深度条件下开挖时, 不应大于其开挖高度的 $\pm 2\%$; 在分台阶开挖时, 其最下部一个台阶坡脚位置的偏差, 以及整体边坡的平均坡度, 均应符合设计要求。

(8) 对节理裂隙极发育和软弱的不良地质地段的岩体, 在坑、槽部位和有特殊要求的部位, 以及在水下开挖时, 应及时通知地质人员进行现场指导, 其开挖偏差应符合设计要求。

(9) 开挖施工中, 监理工程师应依据报经批准的开挖工程施工措施计划, 督促承建单位及时做好施工区排水、山体排水、坡面排水和基坑内排水工作, 包括设置排水沟、截水沟, 集水井(坑), 采取使用水泵抽水等措施, 做到有序排放, 基坑排水应减少污水对河流的污染。

(10) 监理工程师应督促承建单位按规定将渣土运至指定地点, 同时检查出渣土运输是否符合出渣要求。堆(弃)渣场应符合: 场地应有足够的容量, 避免二次转运; 不得占用其他施工场地和妨碍其他标项工程施工; 不得堵塞河道和污染环境等。

1.2.3 钻孔爆破

(1) 爆破施工开工前, 应要求承建单位按合同文件规定, 根据利用料的技术要求和工程的开挖特性, 有针对性地进行现场爆破试验, 不断优化爆破参数, 提高开挖料的获得率, 避免恶化保留岩体的稳定和安全。监理机构应事先对爆破试验方案和实施计划进行审批。

(2) 爆破试验应包括:

1) 爆破材料性能试验。

2) 爆破参数试验。

3) 爆破破坏范围试验: 一般在表面采用宏观调查和地质描述方法, 隐蔽部位采用弹性波纵波波速观测方法。

4) 爆破地震效应试验: 一般采用质点振动速度观测方法。

5) 重要的和有特殊要求的爆破试验, 应按要求增加其他观测方法。

6) 对建筑物或防护目标的安全有要求时, 应进行爆破监测。

7) 做好爆破试验和爆破监测资料的记录、整理、分析, 督促承建单位及时提出试验

报告和监测报告，指导爆破设计和施工。

(3) 钻孔爆破准备阶段应做好爆破设计，其内容至少应包括：

- 1) 爆破区地形、地质条件。
- 2) 爆破区周围环境及质量、安全控制标准。
- 3) 梯段高度。
- 4) 边坡轮廓、建基面、爆破区附近建筑物及文物等防护。
- 5) 爆破参数。
- 6) 炸药品种。
- 7) 装药方法与堵塞。
- 8) 爆破方式与起爆方法。
- 9) 单响最大起爆药量。
- 10) 爆破安全距离计算。
- 11) 施工技术要求和质量、安全措施。

12) 绘制图表，包括钻孔爆破环境平面图、孔网平面布置图及剖面图、单孔装药结构图及排孔装药量明细表、起爆网络敷设图等。

(4) 钻孔孔径：钻孔施工不宜采用直径大于 150mm 的钻头造孔，钻孔孔径按造孔的钻头直径 (d) 分为：大孔径 $110\text{mm} < d \leq 150\text{mm}$ 、中孔径 $50\text{mm} < d \leq 110\text{mm}$ 、小孔径 $d \leq 50\text{mm}$ 。

(5) 紧邻设计建筑基面、设计边坡、建筑物或防护目标，不应采用大孔径爆破方法。保护层爆破一般应采用小孔径爆破。

(6) 钻孔孔位、间距、排距、角度，应符合爆破设计的规定。钻孔偏差一般不大于 1° 、孔位偏差不大于 15cm。

(7) 钻孔孔深：梯段爆破钻孔不得穿入预留的基础保护层内，无论采用何种保护层开挖爆破方式，钻孔均不得穿入建基面。

(8) 已完成的钻孔，孔内石渣和岩粉应予以清除，孔口予以保护。经检查合格后才可装药。

(9) 在有水或潮湿条件下进行爆破，应采用抗水爆破材料，若使用不抗水或易受潮的爆破材料，必须检查防水或防潮措施。寒冷地区冬季进行爆破，必须使用抗冻爆破材料。

(10) 必须严格按爆破设计和技术要求检查炮孔的装药、堵塞、爆破网络的连接和起爆，并检查是否由持有公安部门颁发的“爆破员作业证”的炮工实施。

(11) 要求承建单位对炮孔的装药和堵塞，爆破网络的联接以及起爆作业，必须由爆破负责人统一指挥，由爆破员按爆破设计规定进行。爆破后及时检查爆破效果，根据爆破效果和爆破监测结果，及时调整爆破参数。

(12) 监理工程师对紧邻设计边坡的爆破应严格控制，使用预裂爆破和光面爆破技术，条件允许时应优先采用光面爆破技术。预裂爆破和光面爆破的效果，应符合下述要求：

1) 预裂缝应贯通，在地表呈现的缝宽，沉积岩不宜小于 1.0cm，坚硬的火成岩、变质岩不应小于 0.3cm。

2) 开挖轮廓壁面孔痕应均匀分布, 残留孔痕保存率, 对节理、裂隙不发育的微风化岩体应达到 80% 以上, 对节理、裂隙较发育和发育的岩体应达到 50%~80%; 对节理裂隙极发育的岩体应达到 10%~50%。

3) 水平建基面高程的开挖偏差, 不应大于 $\pm 20\text{cm}$ 。

4) 设计边坡轮廓线的开挖偏差, 在一次钻孔深度条件下开挖时, 不应大于其开挖高度的 $\pm 2\%$; 在分台阶开挖时, 其最下部一个台阶坡脚位置的偏差, 以及整体边坡的平均坡度, 均应符合设计要求。

5) 相邻三个残留孔间的不平整度不应大于 15cm, 对于不允许欠挖的结构部位应满足结构尺寸的要求, 残留炮孔壁面不应有明显爆破裂隙, 除明显地质缺陷外, 不得产生裂隙张开、错动及层面抬动现象。

6) 对于台阶状开挖部位, 预裂孔应钻至台阶面上方 50cm 处; 预裂范围应超出相应梯段爆破区以外 10m; 预裂宽度不宜小于 1.0cm。

7) 当不能一次预裂到设计开挖底线时, 预裂炮孔应比梯段炮孔超深一定深度, 超深值不小于 30 倍梯段炮孔的药卷直径。一般超深尺寸及预裂缝的宽度, 由监理工程师审查的爆破设计确定。

8) 边坡预裂爆破的最大段起爆药量不宜大于 50kg (2 号岩石硝铵炸药, 若使用其他品种的炸药, 其用量须换算。下同)。

9) 光爆区与主爆区分界线上的炮孔间距不大于 1.5m, 宜比照预裂孔进行装药爆破。

10) 若预裂炮孔和梯段炮孔在同一爆破网络中起爆, 预裂炮孔先于相邻梯段炮孔起爆的时间, 不得小于 75~100ms。

(13) 梯段爆破。

1) 应采用微差爆破技术, 重要部位应采用孔间微差爆破, 不得采用多排留渣挤压爆破。

2) 最大一段起爆药量应由现场爆破试验确定, 一般不得大于 500kg, 邻近设计建基面和设计边坡时, 不得大于 300kg; 水平保护层上部一层梯段爆破最大一段起爆药量不得大于 200kg; 邻近设计建基面和设计边坡面时, 不得大于 100kg; 如有不稳定岩体, 则应据实确定; 预裂、光面爆破不宜大于 50kg; 在设计边坡、混凝土、锚喷支护区等附近的梯段爆破, 其最大段起爆药量应满足现场试验确认的安全爆破质点振动速度的要求。

3) 紧邻设计边坡的 2~3 排梯段炮孔应作为缓冲炮孔, 其孔距、排距和每孔装药量, 应较前排梯段炮孔减小 $1/3 \sim 1/2$ 。

(14) 保护层爆破。

1) 建基面开挖宜采用水平预裂或柔性垫层代替预留保护层的方法。若采用保护层, 其厚度应由现场爆破试验确定, 并采取控制爆破挖除, 不应使水平建基面岩体产生大量爆破裂隙, 以及使节理裂隙面、层面等弱面明显恶化, 并损坏岩体的完整性。在没有试验资料的情况下, 保护层厚度不得小于上一层梯段爆破的药卷直径的 35 倍, 且不小于 250cm。保护层厚度与药卷直径的关系见表 1.1。

表 1.1

保护层厚度与药卷直径关系一览表

单位: cm

保护层名称	软弱岩石 $\sigma_R < 30\text{MPa}$	中等坚硬岩石 $\sigma_R = 30 \sim 60\text{MPa}$	坚硬岩石 $\sigma_R > 60\text{MPa}$
垂直保护层	40	30	25
地表水平保护层	200~100		
底部水平保护层	150~75		

2) 当采用垂直向保护层开挖时, 对岩体保护层进行分层开挖, 必须遵守表 1.2 中的规定, 严格控制爆破后建基面间的平整度, 减少基岩松动。

表 1.2

垂直向保护层开挖规定统计表

开挖部位	钻 孔 深 度	钻孔角度	药卷直径	爆 破
保护层开挖	第一层	不得穿入距建基面 1.5m 的范围	$\leq 40\text{mm}$	梯段爆破方法
	第二层	对节理裂隙不发育、较发育、发育和坚硬的岩石, 炮孔不得穿入距水平建基面 0.5m 的范围	$\leq 32\text{mm}$	单孔起爆方法
		对节理裂隙极发育和软弱的岩石, 炮孔不得穿入距水平建基面 0.7m 的范围		
	第三层	对节理裂隙不发育、较发育、发育和坚硬、中等坚硬的岩石, 炮孔不得穿入水平建基面	$\leq 32\text{mm}$	单孔起爆方法
		对节理裂隙极发育和软弱的岩石, 炮孔不得穿入距水平建基面 0.2m 的范围, 剩余的岩体进行撬挖		

3) 当建基面保护层采用水平预裂时, 监理工程师应按下列规定进行检查:

- ① 临近建基面最后一个梯段的爆破孔底部距设计开挖线不得小于 3m。
- ② 保护层炮孔孔径不宜大于 90mm。炮孔孔底距建基面: 孔径 90mm 时不宜小于 70cm; 孔径 40mm 时不宜小于 30cm, 并通过试验确定。
- ③ 水平预裂孔孔径不宜大于 90mm, 孔深较大时须装有扶正器, 确保钻孔质量。
- ④ 水平预裂孔开口高程距设计开挖线一般不大于 20cm。
- ⑤ 水平预裂孔一次不能全部完成时, 宜在端部设置空孔限裂措施。
- 4) 当建基面保护层采取一次钻爆时, 监理工程师应按下列规定检查:
 - ① 炮孔孔径不得大于 60mm。
 - ② 孔底设有柔性垫层, 其厚度不小于 20cm。
 - ③ 药包直径宜控制在 40mm 以内。
 - ④ 爆破参数应通过试验确定。
 - ⑤ 用微差顺序爆破方式。

(15) 沟槽爆破应采用小直径炮孔进行分层爆破开挖, 并遵循先中间后两边的 V 形起爆方式, 周边爆破必须采用光面或预裂爆破。

(16) 对于爆破警戒区范围内难以避让的建筑物 (如: 房屋、高压线、变压器、电缆、钢缆等), 爆破作业时, 应采取技术措施和安全措施 (如: 调整孔网参数、改善炸药结构、控制起爆方向、加强孔口覆盖等) 控制爆破飞石, 避免伤害事故发生。